

北京工业大学

本科课程教学大纲
Undergraduate Course Syllabi

环境与生命学部

2020 版

目 录

“C 语言程序设计（生命）”课程教学大纲.....	1
“单片机原理与应用”课程教学大纲.....	8
“电路分析基础（医学工程）”课程教学大纲.....	12
“工程力学”课程教学大纲.....	19
“解剖生理学 I”课程教学大纲.....	25
“临床医学基础与医学伦理”课程教学大纲.....	31
“生物材料”课程教学大纲.....	37
“生物化学与分子生物学”课程教学大纲.....	45
“生物物理 I”课程教学大纲.....	51
“生物医学统计学”课程教学大纲.....	56
“数字信号处理基础”课程教学大纲.....	62
“现代生物学基础”课程教学大纲.....	70
“信号与系统”课程教学大纲.....	77
“医学数据库设计”课程教学大纲.....	83
“生物医学系统仿真与建模”课程教学大纲.....	91
“互联网医疗”课程教学大纲.....	96
“生物力学基础”课程教学大纲.....	103
“生物医学测量与传感器”课程教学大纲.....	111
“生物医学电子”课程教学大纲.....	117
“生物医学信号处理 I”课程教学大纲.....	123
“现代医疗设备”课程教学大纲.....	129
“医疗器械法规”课程教学大纲.....	136
“医学人工智能”课程教学大纲.....	141
“医学图像处理”课程教学大纲.....	147
“医学信息检索（自学）”课程教学大纲.....	153
“组织工程与人工器官”课程教学大纲.....	158
“生物医学工程前沿”课程教学大纲.....	164
“新生研讨课”课程教学大纲.....	170
“学术报告”课程教学大纲.....	175
“学术写作”课程教学大纲.....	181
“医疗器械使用与安全”课程教学大纲.....	185
“C 语言程序设计（生命）”课程教学大纲.....	189
“普通生物学”课程教学大纲.....	196
“普通化学（生命）”课程教学大纲.....	201
“有机化学（生命）”课程教学大纲.....	209
“分析化学”课程教学大纲.....	216
“微生物学”课程教学大纲.....	222

“生物化学”课程教学大纲.....	228
“生理学”课程教学大纲.....	234
“生物化学 2”课程教学大纲.....	240
“分子生物学”课程教学大纲.....	245
“遗传学”课程教学大纲.....	261
“免疫学（双语）”课程教学大纲.....	268
“病毒学”课程教学大纲.....	273
“药理学”课程教学大纲.....	278
“生物信息学导论（自学）”课程教学大纲.....	284
“药物合成（双语）”课程教学大纲.....	290
“中药活性成分”课程教学大纲.....	295
“仪器分析（双语）”课程教学大纲.....	301
“生物工程下游技术”课程教学大纲.....	307
“生物工程概论”课程教学大纲.....	313
“转化医学”课程教学大纲.....	318
“毒理学”课程教学大纲.....	324
“干细胞生物学”课程教学大纲.....	331
“肿瘤生物学”课程教学大纲.....	340
“脑科学导论”课程教学大纲.....	345
“生命科学进展”课程教学大纲.....	351
“药物分析概论”课程教学大纲.....	356
“生物分子模拟与设计”课程教学大纲.....	361
“抗体工程”课程教学大纲.....	367
“科技写作与交流”课程教学大纲.....	372
“生物技术前沿”课程教学大纲.....	377
“生物安全与生物伦理学”课程教学大纲.....	383
“新生研讨课”课程教学大纲.....	392
“大气污染气象学”课程教学大纲.....	395
环境毒理学课程教学大纲.....	400
“环境功能材料学”课程教学大纲.....	404
“环境管理与环境法”课程教学大纲.....	409
环境规划课程教学大纲.....	415
“环境经济学”课程教学大纲.....	425
“环境生态学”课程教学大纲.....	429
“环境物理性污染与控制”课程教学大纲.....	433
“环境学”课程教学大纲.....	438
“环境质量评价”课程教学大纲.....	443
现代仪器分析 I 课程教学大纲.....	447

“新生研讨课”(环境科学专业)课程教学大纲.....	452
学术前沿课程教学大纲.....	457
学术写作课程教学大纲.....	460
“循环经济与清洁生产”课程教学大纲.....	464
“无机化学”课程教学大纲.....	469
“分析化学(应化)”课程教学大纲.....	477
“有机化学 1”课程教学大纲.....	482
“有机化学 2”课程教学大纲.....	488
“物理化学-1”课程教学大纲.....	494
“物理化学-2”课程教学大纲.....	499
“生物化学”课程教学大纲.....	505
“现代仪器分析”课程教学大纲.....	510
“化工热力学”课程教学大纲.....	514
“催化化学”课程教学大纲.....	519
“高分子化学与物理”课程教学大纲.....	524
“材料化学”课程教学大纲.....	529
“能源化学”课程教学大纲.....	534
“化工原理-1”课程教学大纲.....	538
“化工原理-2”课程教学大纲.....	542
“现代分离技术”课程教学大纲.....	546
“环境催化”课程教学大纲.....	551
“表面科学与技术”课程教学大纲.....	555
“精细有机合成及工艺学”课程教学大纲.....	561
“化工工艺学”课程教学大纲.....	567
“结构化学”课程教学大纲.....	576
“物理化学研究方法(双语)”课程教学大纲.....	581
“化学与化工专业英语”课程教学大纲.....	587
“传递原理”课程教学大纲.....	591
“膜分离技术”课程教学大纲.....	600
“计算机在化学中的应用(双语)”课程教学大纲.....	610
“化工过程优化”课程教学大纲.....	614
“新生研讨课”课程教学大纲.....	617
“文献检索与学术写作”课程教学大纲.....	621
“化学化工学科进展”课程教学大纲.....	632
“普通化学Ⅳ”课程教学大纲.....	636
“普通化学”课程教学大纲.....	674
“有机化学”课程教学大纲.....	679
“物理化学Ⅲ”课程教学大纲.....	685

“普通化学”课程教学大纲.....	690
“制冷原理”课程教学大纲.....	695
“工程材料”课程教学大纲.....	704
“太阳能及其利用技术”课程教学大纲.....	709
“地热能及其利用技术”课程教学大纲.....	714
“风能及其利用技术”课程教学大纲.....	720
“能源科学导论”课程教学大纲.....	724
“热工仪表与自动控制”课程教学大纲.....	729
“能源技术经济学”课程教学大纲.....	736
“能源系统优化”课程教学大纲.....	741
“储能原理与技术”课程教学大纲.....	747
“能量转换装置 CAD 技术”课程教学大纲.....	752
“数值传热学基础”课程教学大纲.....	757
“工程热力学 II”课程教学大纲.....	762
“工程流体力学”课程教学大纲.....	768
“传热学 IV”课程教学大纲.....	774
“能量转换与利用”课程教学大纲.....	780
“学术写作基础”课程教学大纲.....	785
“制冷空调自控”课程教学大纲.....	790
“制冷原理”课程教学大纲.....	797
“制冷装置”课程教学大纲.....	806
“冷冻与冷藏”课程教学大纲.....	813
“新生研讨课”课程教学大纲.....	819
“空调原理”课程教学大纲.....	823
“制冷压缩机”课程教学大纲.....	830
“制冷与空调设备”课程教学大纲.....	836
“低温原理及应用”课程教学大纲.....	843
“能源动力科技英语阅读与写作”课程教学大纲.....	850
“学科前沿”课程教学大纲.....	855
“环境工程原理”课程教学大纲.....	861
“流体力学”课程教学大纲.....	867
“环境微生物学”课程教学大纲.....	874
“环境工程监测”课程教学大纲.....	883
“环境工程设计基础 II”课程教学大纲.....	887
“泵与风机”课程教学大纲.....	892
“排水管网工程”课程教学大纲.....	897
“水质工程学 1”课程教学大纲.....	903
“大气污染控制工程 I -1”课程教学大纲.....	910

“大气污染控制工程（I -2）”课程教学大纲.....	916
“固体废弃物的处理处置”课程教学大纲.....	921
“环境物理性污染与控制”课程教学大纲.....	927
“自动控制原理”课程教学大纲.....	933
“工程燃烧学”课程教学大纲.....	938
“汽车发动机构造”课程教学大纲.....	943
“汽车原理”课程教学大纲.....	948
“车辆动力系统原理”课程教学大纲.....	956
“汽车智能控制技术”课程教学大纲.....	961
“能源动力测试技术”课程教学大纲.....	969
“能动专业科研方法导论”课程教学大纲.....	974
“新能源汽车热管理技术”课程教学大纲.....	978
“专业阅读与写作”课程教学大纲.....	983
“新生研讨课”课程教学大纲.....	988
“专业前沿研讨课”课程教学大纲.....	994
“动力系统仿真设计”课程教学大纲.....	1000

“C 语言程序设计（生命）”课程教学大纲

英文名称：C Language Programming (for Life Sciences)

课程编码：0010623

课程性质：公共基础必修课

学分：2.0

学时：32

面向对象：非计算机专业本科生

先修课程：无

[1]谭浩强，C 语言程序设计(第五版)，清华大学出版社，2017 年 8 月。

[2]谭浩强，C 语言程序设计(第五版)学习辅导，清华大学出版社，2017 年 8 月。

[3]Brian W.Kernighan, Dennis M. Ritchie（编），徐宝文，李志（译），C 程序设计语言（第 2 版.新版）【The C Programming Language Second Edition】，机械工业出版社，2019 年 4 月。

[4]Clvis L.Tondo（著），杨涛（译），C 程序设计语言习题解答【The C Answer Book Second Edition】，机械工业出版社，2019 年 4 月。

一、课程简介

本课程属于生物医学工程、生物技术、食品质量与安全专业公共基础必修课。通过本课程的学习，使学生能够循序渐进地掌握 C 语言的语法规则（包括 C 语言的出现和发展、数据的存储与运算）、算法的基本结构（顺序程序设计、选择结构程序设计、循环结构程序设计）、程序设计的技能（利用数组处理批量数据、利用函数实现模块化程序设计等），初步积累编程经验；注重培养学生的自学能力、动手能力与解决实际问题的计算机综合应用能力；同时，培养学生良好的程序设计风格及团队协作精神。以学生为中心，激发学生开展研究性学习的积极性；提高学生阅读并编写 C 语言程序英文代码的能力，进而增强其利用编程工具解决生物医学领域实际问题的水平。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

本课程是生物医学工程、生物技术、食品安全与工程专业的公共基础必修课。程序设计是计算机相关工作的一项基本功。因此本课程不但要注重程序设计语言基本知识的学习，更要注重程序设计技能的培养，重点培养学生掌握利用计算机作为解决具体应用问题工具的能力。

本课程支撑的生物医学工程专业毕业要求拆分指标点的具体描述如下：

1：计算机作为现代技术实现的必备工具，C 语言应用范围广、基础性强，是学生解决生物医学工程复杂问题的必备知识。通过本课程的学习，增强学生的民族自信和爱国主义精神，使学生具备赶超本领域国际先进技术的基本竞争力编程技能。

2：强化学生数字化、算法、模块化等软件开发的核心意识，训练其对模块化设计和从整体到局部的工程项目实现基本素质。培养学生将遇到的实际工程问题转化成数学模型和程序化语言的能力，密切结合工程问题的关键技术，提高工程专业知识的数学描述能力。

3：培养学生根据实际问题，通过独立思考和资料调研，进一步分解总体任务和目标，

在调试程序过程中建立独立提出方案和设计技术路线的理念，提高其分析问题的能力。

4：培养学生对多种方法、工具、环境的比较、评价和选择的能力。通过分析具体问题找到合适的算法，并给出同类算法优缺点比较；针对专业领域的具体工具和开发环境，培养自学能力和合理选择分析数据的能力。

5：巩固其使用计算机服务于工程研发的基本技能，以 C 语言为软件类技术开发的基础，逐步培养其它专业软件开发的自学能力。在此基础上，重视先进人工智能算法在医学领域的应用，鼓励其探索新技术、新方法解决具体问题。

9：通过在平时程序设计和调试的过程中纠察错误，培养严谨的编程习惯和严谨的学习态度，弘扬中华传统的美好品德和坚韧品质。

10：通过按组完成系统设计，实现培养学生团队协作能力。学生需要从分工、设计、实现、口头和书面报告等环节中相互协调、相互配合。

13：通过完成作业和上机环节，提高主动学习的意识和自学能力，特别是动手实践解决问题的能力，善于在后续工作中学习新的程序设计语言和使用相关软件工具。

本课程支撑的生物技术专业毕业要求拆分指标点的具体描述如下：

X1.Y8：通过在平时程序设计和调试的过程中纠察错误，培养严谨的编程习惯和严谨的学习态度，弘扬中华传统的美好品德和坚韧品质。

X2.Y1：计算机作为现代技术实现的必备工具，C 语言应用范围广、基础性强，是学生解决生物医学工程复杂问题的必备知识。

X2.Y3：培养运用计算机程序设计解决生命科学与生物技术领域复杂问题的能力。

X3.Y11：了解先进的信息计算技术，开阔专业视野，提高科研能力。

X4.Y5：训练其使用计算机程序设计服务于生命科学与生物技术研发的基本技能，以 C 语言为软件开发类技术的基础，逐步培养其它专业软件开发的自学能力。

X6.Y9：通过按组完成程序设计实例，实现培养学生团队协作能力。学生需要从分工、设计、实现、口头和书面报告等环节中相互协调、相互配合。

X5.Y12：通过完成作业和上机环节，提高主动学习的意识和自学能力，特别是动手实践解决问题的能力。

本课程支撑的食品质量与安全专业毕业要求拆分指标点的具体描述如下：

1.1：计算机作为现代技术实现的必备工具，C 语言应用范围广、基础性强，是学生解决食品质量与安全领域问题的必备知识。

2.1：培养学生将遇到的实际问题转化成数学模型和程序化语言的能力，在调试程序过程中建立独立提出方案和设计技术路线的理念，进一步提高解决实际问题的能力。

4.1：巩固其使用计算机服务于食品质量与安全领域工程研发的基本技能，以 C 语言为软件类技术开发的基础，逐步培养其进行食品质量与安全领域科学研究的能力。

5.2：能够针对食品领域复杂工程问题，以 C 语言程序设计的基础知识为支撑，选择与使用恰当软件开发工具，对复杂工程问题进行数学模拟和计算分析，通过求解结果分析其局限性。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握一门高级程序设计语言，学会利用 C 语言解决一般应用问题，

并为后续的专业课程奠定程序设计基础。该目标分解为以下子目标。

- ◇ 了解结构化程序设计的基本方法。
- ◇ 理解 C 程序的基本结构。
- ◇ 增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力。
- ◇ 培养团队协作能力。

本课程对生物医学工程专业毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1-1。本课程对生物技术专业毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1-2。本课程对食品质量与安全专业毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1-3。

表 1-1 课程目标与生物医学工程专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		1	2	3	4	5	9	10	13
1	了解结构化程序设计的基本方法						◎		
2	理解 C 程序的基本结构					◎		◎	
3	增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力	◎	●	●	◎	◎	◎		◎
4	培养团队协作能力		◎	◎	◎	◎			

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

表 1-2 课程目标与生物技术专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		X1.Y8	X2.Y1	X2.Y3	X3.Y11	X4.Y5	X6.Y9	X5.Y12
1	了解结构化程序设计的基本方法	◎	●		●		◎	
2	理解 C 程序的基本结构			●	◎	●		
3	增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力	◎	●	●	●	●	◎	●
4	培养团队协作能力		◎				●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

表 1-3 课程目标与食品质量与安全专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1.1	2.1	4.1	5.2
1	了解结构化程序设计的基本方法	◎			◎
2	理解 C 程序的基本结构	●	●	●	
3	增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力	●	●	●	●
4	培养团队协作能力	◎	◎	◎	

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

计算机作为现代技术实现的必备工具，C 语言应用范围广、基础性强，是学生运用现代信息技术获取生命科学领域最新科技信息和进展的必备知识。该课程重点培养学生将遇到的实际问题转化成数学模型和程序化语言的能力，以及在调试程序过程中建立独立提出方案和设计技术路线的理念。通过完成上机操作，培养学生对多种方法、工具、环境的比较、评价和选择的能力，以及勇于面对挫折和挑战的精神、团队合作的优秀品质。通过在平时程序设计和调试的过程中纠察错误，培养严谨的编程习惯和严谨的学习态度，从而培养学生较强的社会责任感和良好的职业道德。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 C 语言概述	介绍 C 语言源程序的结构▲★；C 语言的发展及其特点；运行 C 程序的步骤和方法。	✓			
第二章 数据的存储 与运算	讲述常量的表示、变量的定义与初始化；输入输出函数的熟练运用★、各种运算符及其表达式值的计算★；C 语言基本数据类型。其中，常用数据类型、常用运算符、数学公式转化为 C 语言表达式的基本能力为教学重点。	✓	✓		
第三章 顺序程序设计	分别介绍算法的特性；算法的流程图、N-S 结构流程图▲★及伪代码描述；算法的基本概念▲；赋值语句的应用▲、字符数据的输入与输出▲、格式输入与输出实现▲★；语句的含义。	✓	✓		
第四章 选择结构程序设计	讲述 if 语句的两种基本形式 (if 语句、if...else...语句)；多分支选择结构的两种实现形式 (if...else...语句的嵌套★、switch 语句★)；break 语句在 switch 语句中的作用。其中，关系运算符与逻辑运算符及其组成的具有逻辑值的表达式、二条分支语句的格式及基本应用是重点。		✓	✓	✓
第五章 循环结构程序设计	讲述三种基本循环语句的应用 (while 语句、do...while...语句和 for 语句)▲；嵌套的循环语句的应用▲★；break 语句和 continue 语句在循环中的作用。		✓	✓	✓
第六章 数组	讲述一维数组与二维数组的定义与数组元素的引用▲；一维数组的基本应用▲；字符数组的定义与引用▲★；数组维数的概念；常用字符串处理函数与字符处理函数的使用★。		✓	✓	✓
第七章 函数	讲述无参函数的定义与调用▲、有参函数调用时参数的传递方式★；理解变量的作用域、生存期及存储方式▲★；形参和实参的区分、递归调用★；模块化程序设计思想。		✓	✓	✓
第八章 指针	讲述指针变量的定义、初始化与引用▲★；指针在数组、字符串和函数中的应用▲；指针作为函数参数的应用★；指针与地址的			✓	✓

	概念。				
第九章 结构体	讲述结构体变量的定义和使用▲、结构体数组▲、结构体指针★； 用指针处理链表★。			√	
第十章 文件	讲述文件的基本概念和文件的基本操作（文件的打开与关闭、文件的读写★、文件的定位★）。其中 fopen(), fclose(), fputc(), fgetc(), fread(), fwrite(), fseek(), ftell(), rewind()函数的使用是重点。			√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

通过课堂讲授，使学生掌握 C 语言程序设计的相关基本概念、基本理论和基本方法。引导学生通过理解性记忆，掌握程序设计中的语法规则，特别是通过算法设计的思维训练，使其具备解决具体问题的能力，提高其编程水平和动手能力。

使用多媒体课件，注重通过范例演示讲授课程内容。在授课过程中，注意采用启发式教学，提高学生学习主动性和学习兴趣。引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力并提高国际化交流水平。

以讲授为主（24 学时），实验为辅（课内 8）。课堂讲授注重启发式教学，以学生为主导，深化研究型教学。实验教学则提出上机操作的基本要求，引导学生独立或组建团队完成程序的设计与实现。

学习方法：

要求学生制订以基本技能为基础，以综合应用为延伸，以创新实践为提高的学习目标。其中“基础”层次涉及 C 语言基本知识、调试技术、基本语法和算法等实验题目，可采用调试题、编程题和选做题的训练类型供不同水平学生选用；“延伸”层次以课程设计中的相关任务为实验素材，组织为简单的工程问题形式，由学生自行完成设计、制作和测试，并撰写实验报告；“提高”层次拟为学生提供模拟科研和生产的实践训练环境：利用学科产学研基地，吸纳学生进行与“产学研”相关课题的编程创新训练；参与我校星火基金、程序设计竞赛和我院本科生导师制等方式，鼓励根据自己兴趣或科研项目内容自选题目、自拟实验步骤等创新性自主学习。

利用本课程国家精品资源共享课网站等在线资源巩固学习效果。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	C 语言概述	2		0			2
2	数据的存储与运算	2		0			2
3	顺序程序设计	2		0			3
4	选择结构程序设计	2		1			4
5	循环结构程序设计	2		2			4

6	数组	4		1			4
7	函数	4		2			4
8	指针	2		1			4
9	结构体	2		0			2
10	文件	2		1			3
合计		24		8			32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（课堂提问等 10%，上机作业 20%），期末考试 70%。

考勤和课堂提问：主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。主要依据包括：课堂的出勤情况、课堂回答提问情况、随堂测验成绩。

上机作业：主要包括每章知识点上机必做题目及实验综合评定成绩两个部分。其中每章作业根据完成情况分为优、良、及格和差四个等级；实验综合评定成绩根据总结课口头汇报、完成情况给出成绩；两部分成绩加权和即为上机作业成绩。

期末考试：采用闭卷考试的形式。重点考核学生对利用 C 语言进行程序设计所涉及的基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法解决实际问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩 (课堂考勤 和随堂测验)	10	课堂练习参与度及其完成质量，对应生物医学工程毕业要求 1、2、3、4、5、9、10、13 达成度的考核；对应生物技术毕业要求 X1.Y8、X2.Y1、X2.Y2、X3.Y3、X4.Y5 达成度的考核；对应食品质量与安全毕业要求 1.1、2.1、4.1、5.2 达成度的考核。
平时成绩 (上机作业)	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应生物医学工程毕业要求 1、2、3、4、5、9、10、13 达成度的考核；对应生物技术毕业要求 X1.Y8、X2.Y1、X2.Y2、X3.Y3、X4.Y5 达成度的考核；对应食品质量与安全毕业要求 1.1、2.1、4.1、5.2 达成度的考核。
考试成绩 (期末考试)	70	课堂练习参与度及其完成质量，对应生物医学工程毕业要求 1、2、3、4、5、9、10、13 达成度的考核；对应生物技术毕业要求 X1.Y8、X2.Y1、X2.Y2、X3.Y3、X4.Y5 达成度的考核；对应食品质量与安全毕业要求 1.1、2.1、4.1、5.2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
课堂考勤和随堂测验	熟练掌握教学内容的基本概念、理论、方法	能够掌握教学内容的基本概念、理论、方法	基本掌握教学内容的基本概念、理论、方法	基本掌握教学内容的重点基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
上机作业	正确使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法正确，思路清晰，有一定编程技巧	能够使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法正确，思路较为清晰	基本能够使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法基本正确	在他人帮助下基本能够使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法基本正确	不满足 D 要求
期末考试	熟练掌握教学内容重点和大部分难点，能够正确书写解决目标问题的程序代码	能够掌握教学内容的大部分重点和部分难点，基本能够正确书写解决目标问题的程序代码	基本能够掌握教学内容的大部分重点，基本能够正确书写解决目标问题的程序代码	基本能够掌握教学内容的大部分重点，基本能够正确书写解决目标问题的主要核心程序代码	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：杨春兰、孙珅

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“单片机原理与应用”课程教学大纲

英文名称: Principles and Applications of Microcontroller

课程编码: 0009016

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 数字电子技术, 模拟电子技术、C 语言程序设计

教材及参考书:

[1] 鲍可进. SOC 单片机原理与应用(21 世纪高等学校计算机基础实用规划教材). 北京: 清华大学出版社, 2011 年 1 月 1 日

[2] 张俊谟. SoC 单片机原理与应用——基于 C8051F 系列. 北京: 航空航天大学出版社, 2007 年 5 月

[3] 童长飞. C8051F 系列单片机开发与 C 语言编程. 北京: 航空航天大学出版社, 2005 年 2 月

一、课程简介

在嵌入式系统的单片机领域, 从 8 位单片机诞生至今已有近 30 年的历史。而其中又以 MCS-51 系列单片机的历史最长, 经过不断更新, 使其成为一种既经典又不乏生命力的单片机系列, 在很多领域都有广泛的应用。随着电子技术的飞速发展, 目前的单片机已经集成了 A/D 转换器、D/A 转换器、存储器、I2C、CAN、SPI 总线及一些专用外设, 形成了 SoC (System on Chip) 型的单片机, 或称为系统级的芯片, 也称作片上系统, 在工业控制、机电一体化、通信终端、智能仪表、家用电器、医疗设备等诸多领域中得到了广泛应用。C8051F 系列单片机是完全兼容 MCS-51 指令的 SoC 单片机, 具有诸多的特点和优点, 是目前应用较多的单片机系列。本课程主要讲述 C8051F 系列 SoC 单片机的内部结构、工作原理、内部资源、外部接口扩展和应用以及控制编程方法。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是生物医学工程专业的公共基础必修课, 旨在使学生初步了解和熟悉 SoC 单片机的工作原理及其具体应用, 掌握基于 SoC 单片机进行具体应用设计的方法和技巧, 进而为智能医学仪器设计奠定基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2: 工程知识

课程涉及微机原理、单片机原理、控制、C 语言编程等方面专业知识, 并讲解其在具体在医疗及其它行业应用, 培养学生使用这些知识界面实际问题的能力。

3: 问题分析

课程综合电子技术、计算机技术、信息技术等多方面的基础知识, 并通过综合实例的

讲解和分析，使学生掌握运用所学知识解决复杂问题的能力。

4: 设计/开发解决方案

课程通过具体分解实际应用的各相关部分，使学生了解和掌握医学电子与医疗仪器的专业知识，具备使用这些相关知识开发医疗器械产品的能力。

9: 职业规范

课程在讲授、练习和实践环境，结合单片机在医疗行业的应用实例讲述，引导学生了解生物医学工程实践中应理解和遵守的工程职业道德和规范等相关内容。

13: 终身学习

课程通过讲解、提问、练习、实际等环境，激发和培养学生自主学习的能力和终身学习的意识。

(二) 课程目标

1 教学目标：使学生掌握 SoC 单片机的基本概念、组成、结构和 C51 编程特点，并在此基础上，掌握使用 C51 控制单片机内部资源及外部电路扩展，进而能够进行实际设计应用。该目标分解为以下子目标。

掌握微型计算机基础知识。

掌握 SoC 单片机基本构成、结构特点、外部接口电路以及关键部件的工作原理。

掌握 C51 程序设计方法及对 SoC 主要部件的控制方法。

培养基于 SoC 的系统设计能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		2	3	4	9	13
1	掌握微型计算机基础知识	●	◎	◎	◎	◎
2	掌握 SoC 单片机基本构成、结构特点、外部接口电路以及关键部件的工作原理	●	●	◎	◎	◎
3	掌握 C51 程序设计方法及对 SoC 主要部件的控制方法	●	●	●	◎	◎
4	培养基于 SoC 的系统设计能力	◎	●	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：课程突出以智能芯片为核心的医学电子设备在医学中的应用和作用，围绕医疗仪器“安全、有效”的基本概念及其在设计开发中的相关体现，培养学生在责任担当、职业素养、行为规范等方面的意识。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 微机结构概述、数制与码制	微型计算机的发展；微型计算机基本结构特点▲；计算机中二进制计数系统，二进制与十进制整数之间的相互转换★▲，二进制的运算★▲；BCD 码的转换方法；计算机中的字符编码。	√			
第二章 单片机基础	单片机概述，SoC 单片机的基本结构▲；单片机的时钟和电源管理；单片机存储结构规划★▲、I/O 及存储扩展▲；熟悉单片机的中断系统▲★。		√		
第三章 指令系统及 C51 编程基础	单片机的寻址方式★▲；单片机的指令系统▲；C51 语言的基本知识★▲；单片机程序设计的方法▲。			√	√
第四章 I/O 扩展、中断和定时器	I/O 扩展方法▲★，I/O 和中断系统的程序设计▲，定时器和 PCA 可编程计数阵列的基本结构和工作原理▲，定时器和 PCA 可编程计数阵列的控制程序设计▲★			√	
第五章 串行通信	UART 串行接口★▲；SPI 接口★；			√	
第六章 模拟外设	A/D 转换器结构和原理★▲、D/A 转换器的结构和原理★▲、比较器和电压基准。A/D、D/A 编程控制方法。			√	
第七章 单片机应用系统设计与开发	单片机应用系统的开发过程、单片机应用系统设计的基本原则与方法★▲，单片机应用系统的一般结构▲和单片机应用系统的调试★▲。				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课程采用多媒体教学，主要以课堂讲授为主（48 学时）。课内讲授推崇研究型教学，从基本知识和概念出发，以具体需求或项目为案例，引导学生进行学习。与本课程配套的《单片机原理及接口实验》则主要进行实验，培养学生理论联系实际。

学习方法：按照循序渐进的方法进行学习，首先了解和熟悉微机基本概念和单片机的基本结构和组成，然后熟悉和掌握 C51 编程的基本方法技巧。在这些基础奠定后，进一步学习和掌握单片机和主要功能部件的原理和控制方法，然后通过解决具体的问题或结合实践环节，进行控制和设计的实操。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和设计的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	微机结构概述、数制与码制	4					4
2	单片机基础	6					6
3	指令系统及 C51 编程基础	8					8
4	I/O 扩展、中断和定时器	8					8
5	串行通讯	8					8
6	模拟外设	4					4
7	单片机应用系统设计与开发	6					6
8	其它单片机介绍	2					2
	总结	2					2
合计		48					48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 15%，其它 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 15%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课堂参与度和课堂知识的掌握及运用。对应毕业要求 X1.Y8, X2.Y1, X2.Y2, X2.Y3, X5.Y12
考试成绩	70	课堂知识的掌握及运用，计算分析能力，对应毕业要求 X2.Y1, X2.Y2, X2.Y3

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	能够完成作业，良好掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 90% 以上。	能够完成作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 80%-90%。	基本能够完成作业，基本掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 70%-80	基本能够完成作业，了解基本概念、理论、方法，正确率达到 60%-70%。	不满足 D 要求
研讨	能够综合运用所学知识，独立或能够组织其他合作同学完成研讨内容，熟练掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，独立或能够配合其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，了解基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
考试	能够综合运用所学知识，熟练掌握基本概念、理论、方法，计算准确，分析合理，有解决复杂问题能力。正确率达到 90% 以上	能够综合运用所学知识，掌握基本概念、理论、方法，计算准确，分析合理，正确率达到 80%-90%。	能够运用所学知识，基本掌握基本概念、理论、方法，计算基本准确，分析基本合理。正确率达到 70%-80%。	基本掌握基本概念、理论、方法，计算基本准确。正确率达到 60%-70%。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：杨益民

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“电路分析基础（医学工程）”课程教学大纲

英文名称：Fundamentals of circuit analysis (medical engineering)

课程编码：0010613

课程性质：学科基础必修课

学分：3.0

学时：48

面向对象：生物医学工程专业本科生

先修课程：高等数学、大学物理

教材及参考书：

[1] 邱关源原著，罗先觉修订. 电路第5版. 高等教育出版社，2006.3

[2] 李瀚荪编. 简明电路分析基础. 高等教育出版社，2002

一、课程简介

本课程属学科基础必修课，开设本课程的目的是使学生获得：电路的基本概念和基本理论，掌握电阻电路的基本分析；动态电路的时域分析；动态电路的相量分析等方面的基本概念、基本理论和基本分析运算；重点培养学生分析问题的能力和解决电工理论实际问题的能力。通过本课程的学习，使学生掌握电路的基本理论知识、分析计算的基本方法，为学习后续有关课程准备必要的电路知识。同时根据课程特点，充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素，将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养，融入到所授课程的教学之中，融入到学生的学习任务中。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：本课程是生物医学工程专业学科基础必修课之一。旨在培养学生学习能力、分析问题的能力、分析工程与社会关系的能力和职业规范与素养。本课程的主要任务是研究电路的基本定理、定律、基本分析方法及应用，其目的是使学生通过对本课程的学习，理解电路的基本概念，掌握其分析方法、定理和定律并能灵活应用于电路分析中，使学生在分析问题和解决问题的能力上得到培养和提高，为后续课程的学习奠定坚实的理论基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 2：工程知识

掌握数学、自然科学、工程基础理论和医学电子与医疗仪器、生物力学与材料、生物信息与医疗大数据等专业知识，并能将其用于解决生物医学工程领域中的医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等复杂工程问题。（所有授课内容支撑此项毕业要求）。

毕业要求 3：问题分析

能够应用数学、自然科学和生物医学工程专业的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等生物医学工程领域复杂工程问题，以获得有效结论。

（所有授课内容支撑此项毕业要求）。

毕业要求 6：使用现代工具

能够针对复杂生物医学工程问题，开发、选择与使用恰当的专业领域相关技术、资源、

现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂生物医学工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性；对移动医疗、智能医疗、高值易耗植入器材等新技术在生物医学工程中的应用，能够及时了解和掌握。（所有授课内容支撑此项毕业要求）。

（二）课程目标

1 教学目标：通过电路课程的学习，可使学生掌握电路的基本理论知识、分析计算电路的基本方法，为学习后续相关课程准备必要的电路知识。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2	3	6
1	掌握电路的基本理论知识、电路的基本分析方法，为进一步学习电子类的后续课程准备必要的电路知识	●	◎	◎
2	掌握电路课程内容，理论联系实际，具有运用所学知识解决实际问题的意识和能力	◎	●	◎
3	培养学生的科学思维能力、分析计算能力和科学归纳能力	◎	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

根据课程特点，充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素，将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养，融入到所授课程的教学之中，融入到学生的学习任务中。

电路课程面对的是进入大学不久的学生，更需要在课堂上加入思政内容，润物无声，潜移默化中引导学生进入大学的专业课学习，在理论教授中增加思政教学，从不同的哲学角度帮助学生形成正确的世界观、人生观、价值观，养成科学思维和创新习惯，培养学生大工程观；通过深入挖掘专业知识蕴含的德育元素，以思想引领促进大学生德智体美劳全面发展。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 电路模型和电路定律	第一节 电路和电路模型 第二节 电流和电压的参考方向▲	√	√	√

	第三节 电功率和能量▲★ 第四节 电路元件 第五节 电阻元件 第六节 电压源和电流源▲ 第七节 受控电源▲ 第八节 基尔霍夫定律▲★			
第二章 电阻电路的等效变换	第一节 引言 第二节 电路的等效变换▲★ 第三节 电阻的串联和并联▲ 第四节 电阻的星形联接和三角形联接的等效变换 第五节 电压源和电流源的串联和并联▲★ 第六节 实际电源的两种模型及其等效变换▲★ 第七节 输入电阻★	√	√	√
第三章 电阻电路的一般分析	第一节 电路的图 第二节 KCL 和 KVL 的独立方程数▲ 第三节 支路电流法 第四节 网孔电流法 第五节 回路电流法▲★ 第六节 结点电压法▲★		√	√
第四章 电路定理	第一节 叠加定理▲ 第二节 替代定理 第三节 戴维宁定理和诺顿定理▲★ 第四节 最大功率传输定理▲		√	√
第五章 储能元件	第一节 电容元件▲ 第二节 电感元件▲ 第三节 电容、电感元件的串联与并联	√	√	
第六章 一阶电路的时域分析	第一节 动态电路的方程及其初始条件▲★ 第二节 一阶电路的零输入响应▲★ 第三节 一阶电路的零状态响应▲★ 第四节 一阶电路的全响应▲★		√	√
第七章 相量法	复数 正弦量▲ 相量法的基础▲ 电路定律的相量形式▲★	√	√	
第八章 正弦稳态电路分析	阻抗和导纳▲ 电路的相量图▲ 正弦稳态电路的分析▲★ 正弦稳态电路的功率▲★ 复功率★ 最大功率传输▲	√	√	√
第九章 含有耦合电感的电路	互感▲ 含有耦合电感电路的计算★ 耦合电感的功率▲★ 变压器原理	√	√	√

	理想变压器			
第十章 电路的频率响应	网络函数 RLC 串联电路的谐振▲★ RLC 串联电路的频率响应▲★ RLC 并联谐振电路	√	√	√
第十一章 三相电路	三相电路▲ 线电压（电流）与相电压（电流）关系▲★ 对称三相电路计算▲	√		√

四、教授方法与学习方法指导

本课程采用多媒体教学，主要以课堂讲授为主，作业主要用于加深对课程重点和难点的理解和掌握。

教学方法：以讲授为主。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和网络资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。

利用本课程国家精品资源共享课网站与校内课程网站，网站有包括讲稿、全程录像等。

教学网站 <http://open.163.com/newview/movie/free?pid=MEGV1E9M6&mid=MEH13N7DI>

教学参考网站：中国高校电工电子课程网

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	电路模型和电路定律	5					5
2	电阻电路的等效变换	5					5
3	电阻电路的一般分析	4					4
4	电路定理	4					4
5	储能元件	1					1
6	一阶电路的时域分析	5					5
7	相量法	4					4
8	正弦稳态电路分析	6					6
9	含有耦合电感的电路	6					6
10	电路的频率响应	4					4
11	三相电路	4					4
合计		48					48

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩占 20%，成绩评定的主要依据是学生的作业完成情况、课程的出勤情况、课堂的基本表现。

期末考试占 80%，主要考察学生对电阻电路、正弦稳态电路的掌握情况（包括第一章至第十一章的内容），是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对电路基本概念、基本原理、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆，起到督促学生系统掌握包括基本内容的主要目的。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 2、3、6 达成度的考核。
期末考试	80	通过对电路的基本原理及分析方法进行考核规定内容掌握的情况，对应毕业要求 2、3、6 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 90% 以上	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 80%-90%	基本能够完成课堂作业，基本掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 70%-80%	基本能够完成课堂作业，基本了解基本概念、理论、方法，正确率达到 60%-70%	不满足 D 要求
研讨	无	无	无	无	不满足 D 要求
实验	无	无	无	无	不满足 D 要求
考试	能够综合运用所学知识，熟练掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：南群、郝冬梅

批准者：梁文俊

2020 年 9 月

“工程力学”课程教学大纲

英文名称: Engineering Mechanics

课程编码: 0008307

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 高等数学, 大学物理等

教材及参考书:

[1] 原方.工程力学(第2版).清华大学出版社, 2012.4 (2017.8 重印)

[2] 陈传尧王元勋.工程力学(第2版).高等教育出版社, 2018.3

一、课程简介

力学是工科学生的重要基础, 工程力学是生命科学与生物工程学院为生物医学工程专业本科生开设的学科基础必修课。本课程的目标是使学生对工程力学的基本概念、基本理论、基本方法有较扎实的理解; 在培养严密的演绎思维的同时, 尤其注重通过力学知识的学习, 启发、培养学生的综合与扩散、求同与辨异等归纳和研究型思维; 在学习理论知识的同时, 注重通过工程实际案例(包括生物医学工程案例)培养学生分析解决工程问题的研究性思维。本课程是在修完高等数学、大学物理等课程的基础上开设的, 为学生后继学习生物力学相关课程及有关的科学技术打好必要的力学基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:《工程力学》是生物医学工程专业的学科基础必修课, 旨在研究物体(包括人体器官、植介入物等)受力平衡问题, 包括物体的受力分析、力系的等效替换及各种力系的平衡条件, 揭示了构件在外力作用下变形的基本规律, 为构件提供了强度、刚度、稳定性计算的理论和计算方法, 培养学生生物力学分析与设计的专业基本能力。增强学生对抽象、理论、设计3个学科形态/过程的理解, 学习基本思维方法和研究方法; 培养学生应用工程力学知识分析与解决复杂生物医学工程问题的能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2. 工程知识

通过学习工程力学的基本概念、基本理论和基本分析方法, 使学生具备工程力学相关的工程基础知识以及与生物力学相关的专业知识, 并综合数学与自然科学知识用于对复杂机构(包括工程结构、人体器官、植介入物等)在拉、压、弯、扭等复杂受力条件下进行受力分析、设计和强度校核等。

3. 分析问题

通过学习工程力学的基本原理和解决工程力学问题的普遍性思路, 使学生能够应用数学、自然科学和工程力学原理来识别工程结构(以及人体生理系统和/或内植物)复杂的受力状态, 并通过力学分析进行分解得到应力和应变等指标, 以判断复杂构件的承载能力、简单设计构件、或选择合适的材料。

5.研究

本课程尤其注重通过力学知识的学习，启发、培养学生的研究型思维；使学生掌握从复杂的（生物医学）工程问题中抓住事物的本质，提炼成力学模型，采用合理的数学工具，分析掌握自然现象的规律，进而提出解决（生物医学）工程技术问题的方案，最后与观测或实验结果反复校核直到接近为止的科学研究思维。同时也启发学生在探究（生物医学）工程问题时具备批判性意识，勇于创新。

（二）课程目标

1 教学目标：以培养创新型人才为目的，本课程通过课堂教学与实验教学，使学生掌握工程力学的基本概念、基本理论和基本分析方法；要求学生掌握力、力偶、约束等基本概念和力系的简化/平衡等刚体静力学的基本理论与方法；了解材料的基本力学性能；掌握应力、应变等基本概念；具有杆件强度、刚度问题的基本分析和计算能力，培养工程力学（包括生物医学工程）问题的分析和计算能力；尤其注重培养学生从（生物医学）工程实际中提出、研究、解决力学问题的能力，培养科学思维方法。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2	3	5
1	掌握工程力学的基本概念、基本理论和基本分析方法	●	◎	◎
2	掌握力、力偶、约束等基本概念和力系的简化/平衡等刚体静力学的基本理论与方法	●	⊙	
3	了解材料的基本力学性能	●		
4	掌握应力、应变等基本概念	●		
5	具有杆件强度、刚度问题的基本分析和计算能力，培养工程力学（包括生物医学工程）问题的分析和计算能力	●	●	
6	尤其注重培养学生从（生物医学）工程实际中提出、研究、解决力学问题的能力，培养科学思维方法			●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：工程力学是研究物体（也包括人体组织器官和解剖结构）机械运动的一般规律和构件（如肌骨单位）承载能力的科学。通过对力学知识的学习，引导学生们深刻理解所学的知识对于人体力学奥妙和医疗器械（如人工关节）设计与评价等工程的重要意义，使学生在在学习过程中逐渐对自己所学生物医学专业产生荣誉感；同时使学生更好地将理论力学专业知识和实际工程应用相联系，培养其认真严谨的学习态度，对未来从事的专业和工作增加使命感和责任感，从而打下正确的思想政治基础。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 绪论	什么是力学；力学与（生物医学）工程 (▲)；学科分类；基本概念与基本方法 (★)	√					
第二章 刚体静力学基本概念与理论	力、力偶、约束与约束反力 (▲)；受力图 (▲★)；平面力系的平衡条件 (▲★)		√				
第三章 静力平衡问题	平面力系的平衡问题 (▲★)；含摩擦的平衡问题 (★)；平面桁架		√				
第四章 变形体静力学基础	变形体静力学的一般分析方法 (▲)；基本假设 (▲)；内力、截面法 (★)；杆件的基本变形；杆的轴向拉伸和压缩 (▲)；一点的应力和应变 (▲★)；变形体静力学分析 (▲★)；应力集中的概念				√	√	√
第五章 材料的力学性能	概述；低碳钢拉伸应力—应变曲线 (▲★)；不同材料拉伸压缩时的机械性能 (▲★)；真应力、真应变；应力—应变曲线的理想化模型			√			
第六章 强度与连接体设计	强度条件和安全系数 (▲)；拉压杆件的强度设计 (▲)；剪切及其实用计算 (▲)；挤压及其实用计算 (▲★)；连接件的强度设计 (▲)					√	√
第七章 流体力、容器(扩展知识自学)	流体的特征及其主要物理性能 (▲)；静止流体中的压强 (▲) 强；作用在壁面上的流体力 (▲)；薄壁容器	√					
第八章 圆轴的扭转	扭转的概念和实例；扭矩与扭矩图 (▲)；圆轴扭转时的应力和变形 (★)；圆轴扭转的强度条件和刚度条件 (▲)；静不定问题和弹塑性问题					√	√
第九章 梁的平面弯曲	用截面法作梁的内力图 (▲)；利用平衡微分方程作梁的内力图 (▲★)；梁的应力与强度条件 (▲)；梁的变形；梁的弯曲静不定问题和弹塑性问题简介；					√	√
第十章 应力状态、强度理论与组合变形	应力状态 (★)；强度理论简介 (▲)；组合变形 (★)					√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主，实验为辅，结合小组合作、研讨和线上线下混合等多种教学模式与方法。主要采用多媒体电子课件进行讲授，丰富的图片及动画使学生直观了解工程结构（包括人体解剖结构）要点，结合设计型习题使学生掌握基本知识和工程力学解决工

程问题的基本方法，特别是了解如何运用工程力学知识和方法来解决生物医学工程中的相关问题。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。结合线上线下混合的教学模式与方法，提供慕课资源（<https://www.icourse163.org/course/hust-1001515002>）供学生课前线上提前预习和课后复习。课堂内容将融入与生物医学工程专业密切相关的工程案例，以加强学生对本课程与专业关系的认知，为后续学习生物力学、生理系统建模与仿真和组织工程与人工器官等打下基础。

学习方法：养成探索和研究习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，设计抽象模型，最后实现工程问题的求解。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源、同学资源以及慕课资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。将工程力学理论和生物医学工程中的实际问题相联系，在学习理论的过程中思考其应用，可加深对所学知识的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	刚体静力学基本概念与理论	4					4
3	静力平衡问题	4					4
4	变形体静力学基础	4					4
5	材料的力学性能	2		2			4
6	强度与连接体设计	6			2		8
7	流体力、容器（扩展知识自学）	0					0
8	圆轴的扭转	4					4
9	梁的平面弯曲	6					6
10	应力状态、强度理论与组合变形	4					4
合计		36		2	2		40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。本课程的基本考试形式为闭卷 120 分钟。随着教育改革的深入，也可采用半开卷、口试或写作小论文的形式，但必须在教研室统一组织下进行。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 20%主要是课堂作业和/或课外作业，包括针对（生物医学）工程课题进行的小组讨论、汇报等，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力，也包括实验成绩。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题（包括生物医学工程问题）的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要考察学生课堂表现、平时的信息接收、自我约束，对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力，包括实验动手能力。对应毕业要求拆分指标点 9, 10 和 12。
考试成绩	70	考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。对应 1, 2 和 4。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	能够完成作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到90%以上	能够完成作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到80%-90%	能够完成作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到70%-80%	能够完成作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到60%-70%	不满足 D 要求
研讨	能够综合运用所学知识，与其他同学合作完成研讨内容，完全掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，与其他同学合作完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，配合其他同学完成研讨内容，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，配合其他同学完成研讨内容，了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
实验	能够独立或合作动手完成实验，并得到正确结果	能够独立或合作动手完成实验，并得到合理结果	基本能够独立或合作动手完成实验，并得到结果	了解实验方法，基本能够独立或合作动手完成实验流程	不满足 D 要求
考试	掌握基本概念、理论、方法，综合运用理论知识解决复杂问题，正确率达到90%以上	掌握基本概念、理论、方法，综合运用理论知识解决复杂问题，正确率达到80%-90%	掌握基本概念、理论、方法，综合运用理论知识解决复杂问题，正确率达到70%-80%	掌握基本概念、理论、方法，综合运用理论知识解决复杂问题，正确率达到60%-70%	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：杨海胜、刘有军

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“解剖生理学 I”课程教学大纲

英文名称: Anatomical Physiology I

课程编号: 0006158

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物医学工程专业

先修课程: 现代生物学基础

使用教材及参考书:

[1] 周华崔慧先主编, 教材《人体解剖生理学》第 7 版, 人民卫生出版社, 2016 年 3 月。

[2] 姚泰主编, 参考书《生理学》第 5 版, 人民卫生出版社, 2001 年 6 月。

一、课程简介

《解剖生理学》是涵盖人体解剖学和人体生理学两门学科知识, 既保持了两个学科的独立性, 又保持了两个学科的一致性, 将相关人体结构与功能的知识体系进行有机地结合。人体解剖学是研究正常人体各部分形态、结构、位置、毗邻及结构与功能关系的科学, 人体生理学是基于解剖学, 进一步研究生物体及其各组分正常功能活动规律的一门科学。它在整体、器官和细胞三个水平研究它们各自的活动和相互之间的联系。课程以介绍人体解剖及生理学基础知识为主, 并适当反映该学科进展, 目的在于帮助学生在了解人体基本构造的基础上, 构建起生理学知识的基本框架, 为学习生物医学工程专业的其他相关课程及将来从事研究、开发奠定坚实的基础。

二、课程地位与教学目标

(一) 课程地位

人体解剖生理学属于生物医学工程专业的学科基础必修课。它是研究正常人体形态结构和功能的科学。人体解剖生理学的任务是: 阐明人体各部形态结构之间的共同性和特殊性, 并阐明人体及各部分所表现的各种生命现象, 使学生对人体有一个比较完整而明确的概念, 从而掌握人体正常生命活动的客观规律, 为防治疾病、促进人体健康提供必要的理论基础。因为疾病与健康一样, 都是生命的表现形式。疾病中所表现出来的种种病理变化, 都是正常结构、功能发生量变和质变的结果, 因此、只有掌握人体正常形态结构及其生命活动的规律, 才能懂得如何保持和增进健康、提高生命的质量; 才能掌握防治疾病、促进康复的理论和技能。因此解剖生理学在生命科学领域占有十分重要的地位, 是一门重要的基础课必修课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述:

2. 运用工程知识的能力

生物医学工程是运用工程的手段解决生物医学的问题。学生必须具备人体解剖生理的专业基础知识, 才能理解复杂的生物医学问题, 从而选择合理的工程手段解决问题。

3. 分析问题的能力

课程会根据所讲基础知识, 对实际医学问题进行举例分析, 例如讲到排尿反射, 会根

据尿痿疾病，引导同学基于排尿反射的生理过程，来识别、表达，并通过文献研究、分析和讨论该问题，提出假说和解决方案、设计技术路线等。以此培养同学们的分析问题的能力。

5.进行科学研究的能力

课程适当引入研究前沿的问题，引导学生基于前沿，基于科学原理并采用科学方法对生物医学复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告。能够紧密结合大数据、移动互联互通、智能医疗的行业发展和需求，研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

9.具有职业规范与素养

培养学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质，使其拥有较高职业规范与素养。具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

11.具有良好的沟通能力

课内基于基础和前沿抛出思考题，引导学生能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

13.具有终身学习的能力

在人体解剖生理学与医药学的关系、循环系统、消化系统等内容讲解中，引入现有研究前沿，以相关疾病的机理为基础，引导同学们结合自身专业知识，自主学习大数据生物信息技术、医药知识、行业标准和管理法规等前沿性的知识。培养同学们的自主学习能力和终身学习的意识。

二、课程目标

1 教学目标：人体解剖生理学是生物学的一个分支学科，是研究人体的形态结构及各种生命现象或生理功能。通过学习，不仅使学生掌握循环、呼吸、消化、肌肉运动、神经、内分泌、生殖、特殊感觉器官、血液、泌尿十大系统的结构和生命功能的特点、发生机制与条件；同时了解和熟悉机体内外环境中各种因素变化对这些功能的影响等内容。教学中适当引入现有研究前沿。通过理论教学，同学们能为今后从事相关专业工作奠定良好的学术基础，达到能够基于工程相关背景知识进行合理分析，对生物医学工程的复杂工程问题提出解决方案，并应用专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具解决问题。结合前沿领域的研究热点问题，引导同学们自主学习大数据生物信息技术、医药知识等前沿性的知识。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2	3	5	9	11	13
1	能够跟踪生物医学工程及相关领域的前沿技术，融会贯通数学、自然科学、工程基础知识和医学电子与医疗仪器、生物力学与材料、生物信息与医疗大数据等专业知识，鉴定、分析和解决与专业职位相关的复杂工程问题	●	◎	⊙	◎	⊙	⊙
2	能够针对生物医学工程及相关领域多学科交叉融合的复杂工程问题，运用或开发现代工具，开展科学研究并展现出一一定的创造力	◎	◎	●	⊙	⊙	⊙
3	具备社会责任感，坚守职业道德规范，能够以重要的法律、伦理、监管、社会、环境和经济等方面宽广的视角管理多学科的项目，积极服务国家特别是京津冀地区医疗健康产业				●		
4	具备健康的身心良好的人文科学素养，在终身学习、专业发展和领导能力上表现出担当和进步，拥有较强团队协作、有效沟通和综合表达的职业能力，在团队中可承担负责人或技术骨干的角色					◎	◎
5	具有全球化意识和国际视野，能够从事或承担国际合作的生物医学工程相关技术开发、研究和管理等工作	◎		⊙		⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：介绍《黄帝内经》等医学解剖领域我国的世界第一或领先的事迹，激发学生的民族自豪感。和学生交流解剖学个领域最新研究进展及应用，让同学们对未知科学产生新奇感，增强热爱祖国、奋发学习的责任感。

三、课程教学内容及要求

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	人体解剖生理学的研究对象和任务；人体解剖生理学与医药学的关系 (▲)；生理学研究的方法和三个水平 (▲)；生理学研究的基本范畴 (★)，解剖学的基本术语	√		√		
第二章 细胞和基本组织	细胞的结构 (▲) 和功能 (▲★)，组织 (▲★)	√				
第三章细	跨膜物质转运，跨膜信号转导 (▲)，生物电	√				

胞的基本功能	(▲★), 肌肉收缩及耦合					
第四章 血液	血液组成与理化特性 (▲); 血细胞的形态和功能; 生理止血与血液凝固 (▲★); 血型与输血 (▲)	√	√			
第五章 循环系统	循环系统的结构 (▲); 心脏的生物电活动 (★); 心脏的泵血功能 (▲); 血管生理 (▲); 心血管活动调节 (★); 器官循环	√	√			√
第六章 呼吸系统	呼吸系统的组成和结构 (▲); 肺通气 (★); 肺换气和组织换气 (▲); 气体在血液中的运输 (▲); 呼吸运动的调节	√	√		√	√
第七章 消化系统	消化系统的组成和结构 (▲); 消化系统生理功能概述	√	√			
第八章 体温	能量代谢 (▲); 体温及其调节 (▲★)	√	√			
第九章 泌尿系统	泌尿系统的结构与功能 (▲); 肾的功能解剖与血液供应; 尿的生成过程 (▲★); 肾的浓缩和稀释功能; 肾对机体水盐代谢的调节 (▲★); 血浆清除率; 尿的排放	√	√	√		
第十章 感觉系统	感觉系统的结构 (▲) 与功能	√	√		√	√
第十一章 神经系统	神经系统的结构与功能; 神经元活动的一般规律; 反射中枢活动的一般规律 (▲); 神经系统的感觉功能; 神经系统的躯体运动功能 (★); 神经系统对内脏活动的调节 (★); 脑的高级功能和脑电图 (★)	√		√		√
第十二章 内分泌系统	内分泌系统的结构与功能 (▲); 激素	√	√	√		√
第十三章 生殖系统	生殖系统的结构与功能 (▲), 性激素 (★)	√		√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 本课属于理论课程, 采用多媒体方式, 同时与板书相结合, 以激发学生的感性认识, 来加深和提高理性认识, 增强和培养学生的实际操作能力。在整个教学环节中, 适当引入 SPSA 教学模式、病案教学法的应用以及适时导入生活事件, 通过对教学整体内容的调整、拓展、优化, 使之更加符合生物医学工程专业对人才的培养和需求。

学习方法:

1. 解剖生理学的内容在日常生活中应用广泛, 所以培养学生知识纵横联系的能力, 包括结构与功能、生理与病理、健康与疾病关系, 提高学时效率。
2. 第一次上课, 告诉学生教材、主要参考书、主要刊物、主要网站。
3. 课程进行中, 通过邮件、短信、微信等现代化的信息交流渠道, 随时和学生保持交

流、探讨，鼓励和激发学生的学习兴趣。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	2			1		3
2	细胞和基本组织	5					5
3	细胞的基本功能	4.5			0.5		5
4	血液	3.5			0.5		4
5	循环系统	6			1		7
6	呼吸系统	3.5			0.5		4
7	消化系统	3					3
8	体温	3					3
9	泌尿系统	3.5			0.5		4
10	感觉器官	4					4
11	神经系统	2					2
12	内分泌生理	3.5			0.5		4
13	生殖系统	2					2
合计		43.5			4.5		48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和课程报告成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 20%，讨论等其它 10%），课程报告成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂互动）；作业的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

课程报告成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。主要考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	2, 3, 9, 11, 13
课程报告成绩	70	2, 3, 5, 13

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	优	良	中	合格	不满足 D 要求
研讨	优	良	中	合格	不满足 D 要求
课程报告	优	良	中	合格	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张小轶

批准者：梁文俊

2020 年 9 月

“临床医学基础与医学伦理”课程教学大纲

英文名称: Clinical Medicine Foundation and Medical Ethics

课程编码: 0008324

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 生物医学工程类专业本科生

先修课程: 解剖生理学

教材及参考书:

教材:

[1] 吕岫华医学基础科学出版社, 2015 年 6 月

[2] 王柳行医学伦理学人民卫生出版社, 2014 年 6 月 1 日

参考书:

[3] 孙宝志, 刘国良临床医学导论高等教育出版社, 2002 年 4 月

一、课程简介

临床医学基础与医学伦理是环境与生命学部为生物医学工程专业本科生开设的学科基础必修课。本课程的任务是通过医学篇、临床篇、医学伦理篇的学习, 使学生掌握基础医学及医学伦理学知识, 为生物医学工程专业学生进行工程实践奠定医学及伦理学基础。本课程以疾病症状学为主体, 涉及医学史、医学伦理学、社会医学、医学管理学、医学教育学、临床诊断学等相关内容。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

医学是预防与治疗疾病的艺术和科学。医学的研究对象是人, 它的内容非常广泛, 包括基础医学、临床医学、预防医学、康复医学等等, 所以临床医学是医学的一个重要组成部分。在现代医学的结构与体系中, 把临床医学归入应用医学范畴。临床医学的研究内容主要是人类疾病的诊断和治疗。我们学习临床医学基础的目的是使学生接触临床知识, 了解临床医学的全貌, 掌握医疗保健的本领。只有熟悉和掌握了正常人体与患病机体的生命活动规律, 才能深刻地认识和掌握疾病的发生、发展规律及防治疾病的原理与措施, 才能更好地指导自己的医疗实践及相关工作, 并在实践中有所创新和发展。

学生在学习课程时, 要以辩证唯物主义思想为指导, 运用对立统一的观点及动态发展的观点, 解释生命过程中形态与功能、局部与整体、机体与环境、平衡与失衡、健康与疾病的辨证关系。认识和分析人体各部的形态结构及生理功能, 从而掌握这一学科的基本理论、基本知识和基本技能, 并应用到今后的学习和生物医学工程等相关领域的技术实践中。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1. 思想政治与德育:

通过对医学及伦理学发展历史以及古今历史上的中外名医的事迹介绍, 使学生树立社

会主义核心价值观及正确的世界观、人生观，爱岗敬业，注重人文素养，树立法治观念和公民意识，严守学术道德以及医学伦理学规范；在课程讲授中，始终强调人文素养的培养以及家国情怀的教育。

3. 问题分析：

通过对临床医学基础与医学伦理的讲授可使生物医学工程专业本科生在学习工科专业知识的同时也具有基础的医学知识及要相应的医学伦理学素养。通过讲授生物医学工程在临床上的应用，引导学生在工程实践过程中结合扎实的医学基础，将二者交叉融合，运用工程学方法解决医学问题，同时，又通过对医学的研究提出新的工程问题，拓宽学生的思路，使学生掌握基本的医学研究方法，培养独立思考的能力，初步具备开发生物医学工程创新性解决方案的能力。

9. 职业规范

通过讲解和课外阅读等形式，使学生了解在工程实践中需要遵循的医学及伦理学职业规范和素养。引导学生树立高尚的职业价值观，尊重生命、有仁爱之心，努力成为具有人文情怀的新一代生物医学工程师。

11. 沟通：

通过课堂研讨及 PPT 展示等训练，使学生能够就医学及伦理学问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

13. 终身学习：

通过课程研讨引导学生就感兴趣的医学及伦理学问题开展持续的跟踪，使学生具有自主学习的能力和终身学习的意识，能够结合自身专业知识，自主学习前沿医药知识、行业标准和管理法规等知识。

（二）课程目标

1 教学目标：

该课程是基础医学的重要组成部分，需要达成的教学目标是：（1）通过学习，掌握扎实的基础医学知识。不仅使学生获取临床医学范畴内的有关知识，拓宽其知识面，同时对于疾病的主要症状、内外科常见疾病的特点、诊断及治疗常规；以及医学模式的转变和市场经济条件下出现的伦理问题进行伦理分析。（2）具备良好的人文素养以及社会主义核心价值观。（3）达到能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价生物医学工程实践和复杂工程问题解决方案，对社会、经济、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。在未来的工作中，初步成为技术开发、科学研究等方面工作的应用型专业技术和管理人才。（4）具有医学相关领域持续学习的能力，并能将相关医学知识运用到工程实践中去。（5）具备良好的口头表达与跨学科交流能力，能向公众清晰准确地传递生物医学工程领域相关知识。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		1	3	9	11	13
1	掌握扎实的基础医学知识	◎	◎	◎	◎	◎
2	具备良好的人文素养以及社会主义核心价值观	●	◎	◎	◎	◎
3	能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价生物医学工程实践和复杂工程问题解决方案	◎	◎	◎	◎	◎
4	具有医学相关领域持续学习的能力, 并能将相关医学知识运用到工程实践中去	◎	◎	◎	◎	●
5	具备良好的口头表达与跨学科交流能力	◎	◎	◎	●	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标:

临床医学基础与医学伦理课程在医学篇和临床篇的授课过程中始终以“自由、平等、公正、法治”等社会主义核心价值观为导向, 加强对以中医中药为代表的中华优秀传统文化的教育, 提升学生的人文素养, 培养家国情怀, 强调追求、运用知识时的良知、责任感和价值观, 始终以国家和人民的利益为重, 树立为人民健康奋发学习的远大理想。在伦理篇的讲授中加大科研伦理的讲解, 使学生清晰地知道科研不端的定义和界限, 并能在以后的科研实践过程中自觉地抵制各种学术不端的行为。

三、课程教学内容

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一篇医学篇职业规范与素养	医生的素养▲、 医生的职业规范★	√	√		√	√
第一章医学的起源与发展	医学的发展历程▲★	√	√			
第二章医学专门分科与发展	医学的分科体系▲ 各体系发展历程★	√	√			
第三章医学模式	现代医学模式▲ 两种医学模式的区别★		√			
第四章卫生组织机构与卫生改革	中国的卫生改革▲ 卫生组织机构★	√	√			
第五章高	医学教育的框架▲	√	√			

等医学教育 教学改革	医学教育的发展历史★					
第二篇临床篇	使用现代工具的技能，分析评价工程与社会关系的能力▲ 科学研究能力★	√	√	√	√	
第一章认识病人	病人的特点▲ 健康与疾病的关系★	√	√		√	
第二章疾病概论	疾病的特点▲ 死亡的诊断★	√	√	√		
第三章疾病病因	疾病的发病机制▲★	√	√	√	√	
第四章疾病表达	症状的特点▲ 症状的原因★	√	√	√	√	√
第五章疾病诊断	疾病的辨识▲★	√	√			√
第六章诊断思维	亚健康意识▲ 亚健康的诊断★	√	√		√	
第七章疾病治疗	治疗方法▲ 治疗的应用★	√	√	√	√	
第八章疾病康复	康复的概念▲ 康复的标准★	√	√	√		
第九章疾病预防	预防的重要性▲ 预防的方法★	√	√	√	√	
第三篇医学伦理篇	伦理学理论框架▲ 伦理学在医学实践中的作用★	√	√			
第一章医学伦理学概述	伦理学的概念▲ 伦理学的内容★	√	√		√	√
第二章医学伦理学的基础理论与规范体系	伦理学的理论体系▲★	√	√		√	
第三章健康伦理	健康伦理的内容▲ 健康伦理内容的实际应用★	√	√		√	
第四章医学科研伦理	科研伦理的内容▲ 实际应用▲	√	√			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课属于理论课程，采用多媒体方式，同时与板书相结合，以激发学生的感性认识，来加深和提高理性认识，增强和培养学生分析问题、解决问题的能力。在整个

教学环节中，适当引入 SPSA 教学模式、病案教学法的应用以及适时导入生活事件，通过对教学整体内容的调整、拓展、优化，使之更加符合生物医学工程专业对人才的培养和需求。

学习方法指导：

1.培养学生融会贯通的意识，将基础医学、预防医学和临床医学相结合，提高学习效果和实际应用知识的能力。

2.第一次上课，告诉学生教材、主要参考书、主要刊物、主要网站。

3.课程进行中，通过邮件、短信、微信等现代化的信息交流渠道，随时和学生保持交流、探讨，鼓励和激发学生的学习兴趣。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
医学篇	医学的发展历程，医生职业素养，职业规范	4					4
临床篇	常见疾病的临床特征，诊断及治疗	18			2		20
医学伦理篇	医学伦理和科研伦理的理论框架及其在实际中的应用	7			1		8
合计		29			3		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

本门课程的考试形式是：期末结课以小论文的形式，进行考察。主要是考察学生对所学知识的全面掌握和理解程度，分析问题、解决问题及实际运用知识的能力。占总成绩的 70%，其余 30%成绩是平时成绩，包括学习态度、出勤率、课堂讨论、作业完成情况等。

平时成绩 30%（作业等 70%，其它 30%），论文成绩 70%。

平时成绩中的其它 30%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 70%主要是课外作业（主要通过 PPT 展示完成），主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

论文成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	学习态度、出勤率、课堂讨论情况（支撑毕业要求拆分指标点 1；2；10）
论文成绩	70	考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力（支撑毕业要求拆分指标点 1；2;8;10;12）

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	态度端正，PPT 制作认真，演讲清晰，有条理，掌握了基本概念和理论	态度端正，PPT 制作有缺陷，演讲清晰有条理，对基本概念和理论的掌握有部分遗漏	态度不认真，PPT 制备粗糙，演讲条理清晰，对基本概念和理论的掌握遗漏较多	态度不认真，PPT 制备粗糙，演讲条理不清晰，对基本概念和理论的掌握遗漏较多	不满足 D 要求
研讨	回答正确，条理清晰	回答内容大部分正确,条理清楚	回答内容基本正确，条理较清楚	回答内容有较多错误，条理较清楚	不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
论文	格式完整，态度认真，字数符合要求，对基本理论，方法掌握良好，能综合运用所学医学理论与工程实践进行结合	格式完整，态度较认真，字数符合要求，对基本理论，方法掌握良好，综合运用所学医学理论与工程实践进行结合的能力有欠缺	格式不规范，态度认真，字数符合要求，对基本理论，方法掌握欠佳，综合运用所学医学理论与工程实践进行结合的能力不足	格式不规范，态度认真，字数符合要求，对基本理论，方法掌握欠佳，综合运用所学医学理论与工程实践进行结合的能力有较大不足	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：周玉柏

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“生物材料”课程教学大纲

英文名称: Biological Materials

课程编号: 0006402

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 现代生物学基础

使用教材及参考书:

[1]徐晓宙, 高琨. 生物材料学(第二版). 科学出版社, 2016年01月

[2]王树. 纳米生物材料. 化学工业出版社, 2018年08月

[3]冯庆玲. 生物材料概论. 北京: 清华大学出版社, 2009年9月

[4]拉特纳(美)等编著, 顾忠伟等译校. 生物材料科学. 北京: 科学出版社, 2011年6月

[5]Temenoff J.S., Mikos A.G. 生物材料:生物学与材料科学的交叉. 王远亮等译. 北京: 科学出版社, 2009年6月

[6]Seeram Ramakrishn, Murugan Ramalingam, T.S.Sampath Kumar, Winston O.Soboyejo. 材料科学与应用进展•生物材料:纳米方法. 北京: 科学出版社, 2012年1月

一、课程简介

生物材料主要阐述生物材料学的基本内容及原理, 包括天然生物材料的组成单元(生物大分子、生物矿物), 人体的基本组织和器官, 细胞与材料作用的过程, 各类生物医用材料, 医用材料的生物相容性, 以及生物材料检测与评价等。本课程依据学生的特点, 以生物材料的基本概念为主线, 选择生物医用材料在临床医学应用中所面临的法规等问题、生物医用材料的临床应用如心血管、口腔科、缝合线、生物传感器等作为主要内容, 讨论生物材料的基本概念、理论基础、临床应用以及社会、政府所关注的问题的基本原理。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是生物医学工程专业的专业核心课程, 可以作为其它生物类专业专业的选修课, 属于生物工程系列。旨在继现代生物学基础等课程后, 引导学生在系统上级再认识生物材料的种类和应用领域, 培养其生物材料制备、加工、检测的原则和方法3大专业基本能力。增强学生对生物材料的抽象、理论、设计3个学科形态/过程的理解, 学习基本思维方法和研究方法; 引导学生追求从问题出发, 通过形象思维实现生物材料的功能设计及应用, 强化学生生物功能材料等专业核心意识; 除了学习知识外, 还要学习自顶向下、自底向上、递归求解、模块化等典型方法; 给学生提供参与设计实现颇具规模生物材料的设计及应用的机会, 培养其工程意识和应用能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下。

(1) 思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观, 爱国敬业, 具有良好的道德修养和社会责任感; 注重人文素养, 树立法治观念和公民意识, 遵纪守法, 学术道德规范; 掌

握一定的劳动技能，崇尚劳动，养成劳动的良好习惯。

（2）工程知识

掌握数学、自然科学、工程基础理论和医学电子与医疗仪器、生物力学与材料、生物信息与医疗大数据等专业知识，并能将其用于解决生物医学工程领域中的医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等复杂工程问题。

（3）问题分析

能够应用数学、自然科学和生物医学工程专业的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等生物医学工程领域复杂工程问题，以获得有效结论。

（4）设计/开发解决方案

针对复杂生物医学工程问题，具备医疗器械产品（包括医疗仪器、植入物、软件等）的设计开发能力，包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求，能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新型产品等。

（5）研究

能够基于科学原理并采用科学方法对生物医学复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告；勇于质疑，具有创新精神和创业意识，能够紧密结合大数据、移动互联互通、智能医疗的行业发展和需求，研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

（9）职业规范

具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生物医学工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范、医学和工程伦理道德规范，履行责任。

（10）个人和团队

能够在多学科背景下的团队中，表现出较强的人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合作能力以及领导力。

（11）沟通

能够就复杂生物医学工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力；具有开阔的国际视野，了解生物医学工程领域的国际发展趋势，研究热点，具备跨文化交流、竞争与合作能力。

（13）终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习信息技术、医疗健康知识、行业标准和管理法规等知识。

（二）课程目标

1 教学目的：总的教学目标是：使学生掌握“生物材料”中的基本概念、基本理论、基本方法及应用领域，在系统级上再认识生物材料的设计、功能及应用，着重掌握材料与

生物体相互作用规律，以及用生物材料进行仿生构建和组织再生的方法和原理，为进行生物材料的研究奠定理论基础。该目标分解为以下子目标。

掌握生物材料的基本概念，以及生物材料的种类和不同的应用领域。

培育“问题、形象化描述、设想、应用”这一典型的问题求解过程。

增强理论结合实际能力，获得新的生物材料临床应用在内的更多“顶峰体验”。

培养综合分析问题能力和面向综合分析能力构建的团队协作能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点								
		1	2	3	4	5	9	10	11	13
1	掌握生物材料的基本概念，以及生物材料的种类和不同的应用领域。	◎	●							
2	培育“问题、形象化描述、设想、应用”这一典型的问题求解过程。	◎		◎	◎	◎				◎
3	增强理论结合实际能力，获得新的生物材料临床应用在内的更多“顶峰体验”。	◎	◎	◎		●				
4	培养综合分析问题能力和面向综合分析能力构建的团队协作能力。	◎	◎	●	●	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

通过对千姿百态、抽象晦涩生物材料知识的学习，陶冶爱家乡、爱祖国的情感，为学生形成正确的价值观打好基础。在生物材料教学中加入民族自信及职业素养相关内容，有针对性地培养学生的民族自信及职业素养。

比如，在《生物材料概述》一章，引导学生查阅、整理、交流中国科学家在生物材料领域的贡献，由此对我国在生物材料领域的贡献更加自信，爱国主义情感得到升华。

重视学生参与教学活动，围绕生物材料教学开设形式多样的主题活动。比如：我国生物材料领域的进展，3D 打印在生物材料中的应用等。

三、课程教学内容及要求

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	教学目的、课程的基本内容、生物材料的发展历程、基本术语、生物材料中水的作用、水和生物对于材料的反应。以系统的总体设计为线索，引导学生站到生物材料全局的高度上去考虑问题。在此过程中，了解生物材料在生物医学工程中的地位及应用领域。 重点 (▲)：教学目的，课程基本内容，生物材料的基本术语。 难点 (★)：水、生物、材料三者的关系。	✓			
第二章 生物大分子	生物大分子的成分、结构和功能。包括蛋白质、多糖、糖蛋白。这部分内容是选择、设计和应用生物材料的基础部分，涉及到生物大分子的种类、结构。 重点 (▲)：种类、结构和功能。 难点 (★)：生物大分子的功能及应用。	✓			
第三章 细胞与材料的相互作用	蛋白质在生物材料表面的吸附，包括与吸附相关的蛋白质的结构和性能、材料表面性质对蛋白质吸附的影响、蛋白质吸附研究方法、蛋白质脱附。使学生掌握蛋白质在生物材料表面的吸附及脱附这一“模型”，了解蛋白质与材料相互作用对生物体的重要意义。 细胞与材料的相互作用。包括细胞与材料的界面反应、细胞迁移、细胞繁殖。引导学生进一步掌握细胞与材料的各种互动，使学生了解细胞与材料的相互作用的重要意义。 重点 (▲)：影响蛋白质吸附的材料表面性质、蛋白质吸附过程、研究方法、细胞与材料的界面反应。 难点 (★)：蛋白质在生物材料表面的吸附过程及评价方法。	✓	✓		

第四章 生物医用材料	本章是本课程的重点内容之一，八类常见生物医用材料的性质、评价及应用领域。金属：金属植入物的制备过程]、金属植入物的微观结构与性质；聚合物：均聚物的结构和性质、共聚物的结构和性质；智能高分子：溶液中的智能高分子、材料表面上的智能高分子、智能高分子凝胶；水凝胶：水凝胶的分类与基本结构、生物医用和药用水凝胶的性质；生物可吸收与生物可侵蚀材料：可降解聚合物、可降解材料的储存和消毒；无机医用材料：陶瓷材料、可吸收磷酸钙；医用纤维和纺织品：生物医用纤维、制备方法、检测、评价及应用；复合材料：增强材料、基体材料。 重点：八类常见生物医用材料的性质、制备方法、检测、评价及应用领域。 难点：生物医用材料的设计及选择。	√	√		√
第五章 生物医用材料表面性质与改性	本章是本课程的重点内容之二，主要包含生物医用材料表面性质、材料表面分析技术、生物医用材料表面改性的基本原理、方法。生物材料表面的成分、结构、表面形貌、表面的能量状态、亲(疏)水性、表面电荷、表面的导电特征等表面化学、物理及力学特性怎样影响材料与生物体之间的相互作用。物理、化学、生物等各种技术手段改善材料表面性质，改善生物材料与生物体的相容性。 重点：改善材料表面性质的各种物理、化学、生物手段；生物材料表面性质怎样影响材料与生物体之间的相互作用。 难点：生物材料表面性质对材料与生物体之间的相互作用的影响程度，材料表面的修饰方法。	√	√	√	√
第六章 材料的生物相容性	材料的生物相容性分为生物学反应和材料反应两部分，生物反应包括血液反应，免疫反应和组织反应；材料反应主要表现在材料物理和化学性质的改变。生物相容性主要决定于材料的性质和用途。材料及制品本身的性质，包括形状、大小及表面粗糙程度，材料聚合或制备过程残留的有毒低分子物质、材料加工工艺污染、材料在体内的降解产物等都与其生物相容性相关。材料与机体短期接触会对细胞及全身产生毒性、刺激性、致畸性和局部炎症；长期接触可能具有致突变、致畸和致癌作用；与血液接触引起凝血功能异常和溶血等。本章主要阐述生物相容性概念和分类、材料反应、蛋白质吸附与生物相容性、宿主反应。 重点：材料生物相容性概念和分类、蛋白质吸附与生物相容性。 难点：材料的在机体内的生物反应过程，包括血液反应、免疫反应和组织反应。	√	√	√	
第七章	生物材料检测，主要分析机体的体液、组织、排泄物、指甲、毛	√		√	

生物材料的检测与评价	发以及组织脏器等生物材料中的环境污染物及其代谢产物的含量，以确定机体受环境污染的程度和受害的危险性。生物材料的评价包括：生物相容性的评价指标和方法、生物相容性的体外评估及体内评价、血液-材料相互作用的测试。 重点：生物相容性的体外及体外评估评价指标及基本方法。 难点：生物相容性的体内评价。				
第八章 材料在生物环境中的降解	材料在生物环境中的降解主要讲授材料在生物体内通过溶解、酶解、细胞吞噬等作用，在组织长入的过程中不断从体内排出，修复后的组织完全替代植入材料的位置，而材料在体内不存在残留的性质。主要包括：聚合物材料在生物环境中的降解、金属材料在生物环境中的降解、陶瓷材料在生物环境中的降解。 重点：材料在生物环境中的降解的基本途径和方法。 难点：材料在生物环境中降解机理。	√			
第九章 仿生制备生物材料	仿生制备的基本原理、生物矿化材料的自组装分级结构、合成碳酸钙晶体的晶型及形貌控制、微印法（micro-printing）实现结晶位点控制、采用过程仿生方法制备磷酸钙涂层。 重点：仿生制备的基本概念、基本原理和方法。 难点：生物矿化材料的自组装分级结构。	√			

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（30 学时），专题讨论为辅（课内 2）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，设计抽象模型，最后实现工程实践问题求解——设计合适的生物材料。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，按质、按量完成课后作业，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从工程实践的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和课程的核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	生物大分子	3					3
3	细胞与材料的相互作用	5					5
4	生物医用材料	6					6

5	生物医用材料表面性质与改性	4					4
6	材料的生物相容性	3					3
7	生物材料的检测与评价	3					3
8	材料在生物环境中的降解	2					2
9	仿生制备生物材料	2					2
	专题讨论				2		2
合计		30			2		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 10%，讨论及课堂表现 20%），期末考试 70%。

平时成绩中的 30%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、专题讨论的活跃情况、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对生物材料基本概念的掌握程度，考核学生运用所学方法解决生物医学工程实践中合理选择生物材料的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以材料的生物相容性、材料的检测与评价、生物材料的功能为主。起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的核心内容。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	相关作业的完成质量；课堂练习参与度及其完成质量；专题讨论生物材料的选择及合理应用。对应毕业要求 1、2、4、7、8、9、10、12 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2、8、4、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用	不满足 D 要求

	力。	识解决复杂问题能力	知识解决复杂问题能力	理论知识解决复杂问题能力	
研讨	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	认真正确完成考卷；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成考卷，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：谭建军

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“生物化学与分子生物学”课程教学大纲

英文名称: Biochemistry and Molecular Biology

课程编号: 0008323

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 基础生物学

使用教材及参考书:

[1] 张丽萍,杨建雄.《生物化学简明教程》(第五版), 高等教育出版社, 2015

[2] David L. Nelson, Michael M. Cox. Lehninger Principles of Biochemistry, 6th Edition, W. H. Freeman Company, New York, 2013

一、课程简介

生物化学与分子生物学不但从分子水平阐明生物体组成、代谢变化规律和遗传信息的传递,而且揭示疾病发生的生化机制。生物医学工程专业学生在掌握生命的物质构成和代谢变化规律的基础上,才能发现生物学和医学问题,也才能实现运用工程技术手段解决实践问题的目的,因此,生物化学与分子生物学是生物医学工程专业的基础课程之一,本课程应在基础生物学课程之后开设。本课程内容包括三个方面:一、组成生物体的蛋白质、脂类及糖类等主要成分的结构、性质与功能;二、机体内重要物质的合成代谢和分解代谢过程,以及伴随物质代谢的能量转化,以及代谢失调与一些疾病的联系;三、遗传信息的传递与表达、基因工程和基因编辑等分子生物学技术。

二、课程地位与教学目标

(一) 课程地位

生物化学与分子生物学是化学和生物学两个一级学科的交叉,是生物医学工程专业本科生学科基础课。生命科学的发展离不开生物化学与分子生物学,它既是生命科学的基础,又是生命科学的前沿。生物化学与分子生物学不仅与细胞生物学和基础医学的其它学科相互渗透,更是生物医学工程实现其实践意义的基石;而生物医学工程技术的应用又可助力于生物化学与分子生物学新知识的发现。

(二) 教学目标

本课程的总体目标是要求学生能够从分子水平阐明生物体组成、代谢变化规律和遗传信息的传递机制,理解疾病发生的生化本质,使学生掌握生物化学和分子生物学中的基本概念、理论和方法,并从生化理论和方法对于疾病发生、预防和治疗的意义等角度,提升学生以生物医学工程方法解决医学问题兴趣。培养具有坚定的理想信念,能够基于科学原理并采用科学方法对生物医学工程问题进行研究或开发的生物医学工程技术人员。

本课程教学目标为毕业要求(3)、(5)、(7)、(9)和(13)的实现提供支撑。课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系见表1。

对于毕业要求(3)问题分析能力,本课程使学生掌握生物化学与分子生物学原理,

并理解其应用和技术进展，从而可以应用生命科学的基本原理来识别、表达，并通过文献研究，发现问题、设计解决问题的工程技术路线等。

对于毕业要求（5）研究能力，本课程将使学生理解生物大分子的基本结构与功能，理解生物体重要物质代谢的基本途径、基本规律及主要生理意义。掌握生命科学的这些基础知识，才能够基于科学原理对生物医学工程问题进行研究，为学生未来解决生物医学问题提供踏实依据。此外通过在课堂讲述环节加入生化和分子生物学发展中几个重大事件的曲折发现过程，学习到发现者们的创新思维；并通过对前沿问题的调研和对策设计环节，培养其科研思路。

对于毕业要求（7）工程与社会，本课程的教学目标之一还在于使学生掌握生命科学理论和技术进展，特别是使其认识到工程技术对于生命科学研究成果的巨大贡献，激发学生对于生物医学工程的热爱，从而为学生未来在生命科学领域进行实践或进行生物医学研究奠定基础。通过学习生化代谢异常所引起的健康问题，例如，肿瘤发生发展的代谢特点和干预机制等，使学生有通过工程技术方法发现各种疾病新的标志物或治疗手段的愿望，使其明了工程技术对促进社会医疗卫生事业发展的责任和生物医学工程的社会价值。

对于毕业要求（9）职业规范，本课程中许多理论的发现和技术的进步都是基于科学家们的艰苦努力和求索，例如，1965年人工全合成结晶牛胰岛素是中国科学发展进步历程中最闪耀的成果之一，也是世界上第一次用人工方法合成具有与天然分子相同化学结构和完整生物活性的蛋白质，是生命科学领域的重大突破。在生物化学与分子生物学教学中，细数这一个个重大事件的曲折发现过程事例，即加深学生对生化科学发展的认识，引导学生对科学付出的尊重，潜移默化中培养其坚定的理想信念与家国情怀，树立科学素养、理性信念和职业精神。

对毕业要求（13）终身学习能力，本课程使学生掌握构成生物体的各类分子基本构成、功能和重要代谢途径及生理意义，理解生物信息传递的基础理论。掌握生命科学的这些基础知识和技术进展，才能够有获得新知的能力，并形成自主学习和终身学习的意识。因此，本课程能够使学生未来结合自身的专业知识，自主学习新技术、医药知识、行业标准和法规等前沿性的知识，获得适应发展的竞争力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3	5	7	9	13
1	掌握糖类、脂类、蛋白质、核酸等生物分子的结构与功能，熟记基本概念；	●	●	◎	◎	●
2	掌握糖酵解、TCA 循环、脂肪酸合成与分解、氨基酸和核苷酸代谢的基本特点	●	●	◎	◎	●
3	掌握常见代谢性疾病发生的生化机制	◎	●	●	◎	●
4	理解分子生物学基本原理和技术进展	●	●	◎	◎	●
5	理解工程技术对于生化和分子生物学发展的贡献	●	◎	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

三、课程教学内容

生物化学与分子生物学的主要内容大体分三个部分，一是关于糖类、脂类、蛋白质和核酸等生物大分子及其组成单元的结构、性质和功能；二是机体内重要物质的合成代谢和分解代谢过程，以及与代谢异常相关的健康问题；三是遗传信息的传递、表达和基因工程原理等。

课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)				
		1	2	3	4	5
第一章 引言	1. 生物化学与生物医学工程的关系 (▲) 2. 生物体的分子构成					✓
第二章 糖类化学	1. 单糖的结构和性质 (▲) 2. 重要的单糖、单糖衍生物 和寡糖 3. 多糖的结构和生物学功能 (★)	✓				
第三章 氨基酸和蛋白质	1. 氨基酸的结构和分类 (▲) 2. 氨基酸的化学性质、光学活性和光谱性质 (★) 3. 蛋白质和肽通论 4. 蛋白质一~四级结构 (▲) 5. 蛋白质折叠和结构预测 (★)	✓				
第四章 酶学	1. 酶的基本概念和催化作用的特点 (▲) 2. 酶的活力测定和分离纯化 3. 酶的作用机制和酶的调节 (★)	✓			✓	
第五章 维生素与辅酶	1. 脂溶性维生素 2. 水溶性维生素 3. 几种辅酶	✓		✓		
第六章 脂类	1. 脂肪酸和三酰甘油 (▲) 2. 脂质过氧化作用 3. 磷脂、糖脂、类固醇和脂蛋白 (★) 4. 生物膜的组成与结构	✓		✓		
第七章 核酸化学	1. 核酸的发现和简史 2. 核酸的种类、分布和生物功能 (▲)、(★) 核酸的结构和物理化学性质 (▲)、(★)	✓				
第八章 激素	1. 激素的定义、分类和作用机制 (▲)、(★) 2. 人和脊椎动物激素举例 3. 昆虫激素和植物激素	✓		✓		
第九章 生物氧化	1. 生物氧化的概念和特点 2. 呼吸链和电子传递系统 (▲)、(★) 3. 氧化磷酸化的概念和作用机制 (▲)、(★)	✓		✓		
第十章 糖代谢	1. 糖代谢总论 2. 糖酵解 (▲) 3. 三羧酸循环 (▲)		✓	✓		

	4. 磷酸戊糖通路 5. 糖异生和 Cori 循环 (★) 6. 糖原的合成、分解和代谢调节 7. 血糖及其调节 (★)					
第十一章 脂类代谢	1. 脂类在体内的消化、吸收和运输 2. 脂肪酸的分解代谢与合成代谢 (▲)、(★) 3. 酮体的生成与利用 (▲)、(★) 4. 胆固醇的代谢 (▲)、(★)		√	√		
第十二章 氨基酸代谢	1. 蛋白质的消化和吸收 2. 氨基酸的分解代谢 3. 氨基酸脱氨基作用 (▲)、(★) 4. 氨的来源与去路 (★) 5. 鸟氨酸循环 (▲)、(★)		√	√		
第十三章 核苷酸代谢	1. 嘌呤核苷酸的合成和分解代谢 (▲)、(★) 2. 嘧啶核苷酸的合成和分解		√	√		
第十四章 遗传信息的 传递与表达	1. DNA 的复制与转录 (▲)、(★) 2. 翻译过程 (★) 3. 表达 (▲)、(★) 4. 常用遗传信息资源数据库			√	√	√
第十五章 生物化学与 分子生物学 技术的应用 和进展	1. 几个常用生化检测分析技术的原理和应用 (▲)、(★) 2. 基因工程原理和应用 (▲)、(★) 3. 基因编辑技术简介 (★) 4. 基因诊断和基因治疗 (★)			√	√	√
第十六章 工程技术对 生物化学的 巨大贡献	1. 工程技术对生物化学巨大贡献的几个事件 (▲) 2. 讨论并展望——未来工程技术在生命科学研究中的重要作用 (▲)				√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：1、本课程采用多媒体互动教学方法，通过课堂教学与自学、讨论相结合的方式，鼓励学生提问，加强课堂教学的引领作用；2、课后给学生相关的文献，启发诱导，使学生理解所学习内容与科研和工程实践的关系，激发其学习兴趣；3、课后作用突出重点和难点，调动学生的思维活动，培养分析问题和解决问题的能力。

学习方法：1、课堂学习是首要方法，辅助利用各种网络资源进行学习，这是掌握本学科基本理论知识的有效方法；2、课后作业，可以巩固课堂所学知识并帮助发现知识遗漏；3、文献阅读和讨论，可以加深理解本学科与医学工程其他课程的关系。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 引言	1. 生物化学与生物医学工程的关系 2. 生物体的分子构成	1	0	0	0	0	1
第二章 糖类化学	1. 单糖的结构和性质 2. 重要的单糖、单糖衍生物和寡糖 3. 多糖的结构和生物学功能	1	0	0	0	0	1
第三章 氨基酸和蛋白质	1. 氨基酸的结构和分类 2. 氨基酸的化学性质、光学活性和光谱性质 3. 蛋白质和肽通论 4. 蛋白质一~四级结构 5. 蛋白质折叠和结构预测	2	0	0	0	0	2
第四章 酶学	1.酶的基本概念和催化作用的特点 2.酶的活力测定和分离纯化 3.酶的作用机制和酶的调节	1	0	0	0	0	1
第五章 维生素与辅酶	1. 脂溶性维生素 2. 水溶性维生素 3. 几种辅酶	1	0	0	0	0	1
第六章 脂类	1. 脂肪酸和三酰甘油 2. 脂质过氧化作用 3. 磷脂、糖脂、类固醇和脂蛋白 4. 生物膜的组成与结构	1	0	0	0	0	1
第七章 核酸化学	1. 核酸的发现和简史 2. 核酸的种类、分布和生物功能 核酸的结构和物理化学性质	2	0	0	0	0	2
第八章 激素	1. 激素的定义、分类和作用机制 2. 人和脊椎动物激素举例 3. 昆虫激素和植物激素	3	0	0	0	0	3
第九章 生物氧化	1. 生物氧化的概念和特点 2. 呼吸链和电子传递系统 3. 氧化磷酸化的概念和作用机制	2	0	0	0	0	2
第十章 糖代谢	1. 糖代谢总论 2. 糖酵解 3. 三羧酸循环 4. 磷酸戊糖通路 5. 糖异生和 Cori 循环	3	0	0	1	0	4

	6. 糖原的合成、分解和代谢调节 7. 血糖及其调节						
第十一章 脂类代谢	1. 脂类在体内的消化、吸收和运输 2. 脂肪酸的分解代谢与合成代谢 3. 酮体的生成与利用 4. 胆固醇的代谢	2	0	0	1	0	3
第十二章 氨基酸代谢	1. 蛋白质的消化和吸收 2. 氨基酸的分解代谢 3. 氨基酸脱氨基作用 4. 氨的来源与去路 5. 鸟氨酸循环	2	0	0	1	0	3
第十三章 核苷酸代谢	1. 嘌呤核苷酸的合成和分解代谢 2. 嘧啶核苷酸的合成和分解	1	0	0	0	0	1
第十四章 遗传信息的传递与表达	1. DNA 的复制与转录 2. 翻译过程 3. 表达 4. 常用遗传信息资源数据库	2	0	0	0	0	2
第十五章 生物化学与分子生物学技术的应用和进展	1. 几个常用生化检测分析技术的原理和应用 2. 基因工程原理和应用 3. 基因编辑技术简介 4. 基因诊断和基因治疗	3	0	0	0	0	3
第十六章 工程技术对生物化学的巨大贡献	1. 工程技术对生物化学巨大贡献的几个事件 2. 讨论并展望——未来工程技术在生命科学研究中的重要作用	1	0	0	1	0	2
总计		28			4		32

六、考核与成绩评定

考核成绩包括期末笔试和平时成绩。考试内容覆盖本课所学的全部内容，主要是考察学生对所学知识的全面掌握和理解程度，占总成绩的 70%。其余 30% 成绩是平时成绩，包括课堂表现、作业完成情况和在讨论时的思维活跃度。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	1、作业完成质量作业将以不同的题型对核心知识的掌握和领悟程度进行检

		验, 支撑毕业要求 2 分析问题的能力、毕业要求 4 科学研究能力和毕业要求 12 学习能力 2、课堂出勤情况 反应学生的学习态度和自律性, 支撑毕业要求 8 职业规范与素养 3、讨论问题所表现的活跃度根据所学习的理论知识, 对代谢性疾病防治新方法等前沿问题进行讨论, 反应未来能够运用工程技术解决医学现实问题的能力, 支撑毕业要求 6 分析工程与社会关系的能力
考试成绩	70	1、生化基本概念和理论知识, 约占 60%, 支撑 4 科学研究能力和 12 学习能力; 2、生化和分子生物学技术进展知识, 约占 20%, 支撑毕业要求 4 科学研究能力; 3、理解和思考题, 约占 20%, 只要所引用的理论和逻辑正确, 不要求标准答案, 这部分支撑毕业要求 2 分析问题的能力。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	对教学内容中的概念和理论掌握透彻, 且有一定领悟程度	掌握教学内容中的概念和理论	对教学内容中的基本概念和理论等有一定掌握	对教学内容中的基本概念和理论部分掌握	不满足 D 要求
研讨	能够综合运用理论知识解决复杂问题	能够较好综合运用理论知识解决复杂问题	在提示帮助下能够运用理论知识解决复杂问题	运用理论知识解决复杂问题的态度较被动	不满足 D 要求
考试	掌握生化基本概念和理论知识, 能够综合运用理论知识解决复杂问题	掌握生化基本概念和理论知识, 基本能够运用理论知识解决复杂问题	掌握生化基本概念和理论知识, 基本能够运用理论知识解决一些问题	基本掌握生化基本概念和理论知识, 但难以运用理论知识解决问题	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 王明连

批准者: 梁文俊

2020 年 1 月 6 日

“生物物理 I”课程教学大纲

英文名称: Biophysics

课程编码: 0006159

课程性质：学科基础必修课

学分： 2.0

学时： 32

面向对象：生物医学工程专业本科生

先修课程：现代生物学基础、大学物理

教材及参考书：

[1] 程时，云彩红.《医学生物物理学》.北京大学医学出版社，2019.10

[2] 菲利普·纳尔逊著，黎明，戴陆如等译.《生物物理学：能量、信息、生命》.上海科学技术出版社，2016.10

[3] 展永.《生物物理学》.科学出版社，2011.08

[4] 仇惠，王亚平.《医学物理学》.科学出版社，2012.08

一、课程简介

生物物理学属于生命科学与生物工程学院，生物医学工程专业的公共基础必修课程。它是物理学与生物学相结合的一门交叉学科，是生命科学的重要分支学科和领域之一。生物物理学是应用物理学的概念和方法研究生物各层次结构与功能的关系、生命活动的物理、物理化学过程和物质在生命活动过程中表现的物理特性的生物学分支学科。本课程以生物电学、生物磁学，和超声医学原理为主要内容，讨论人体分子、细胞、组织、器官和整体不同层次的生物物理效应，以及物理检测治疗方法的基本原理。通过本课程的学习，学生应达到分析和研究人体生物物理问题的基本能力。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：本课程是生物医学工程专业的学科基础必修课程。作为生物医学工程专业的人才，生物物理是其知识结构中极其重要的组成部分，对其从生物医学和物理学的角度认识人体生命活动中的物理现象和规律，从而更好地利用现代物理和工程技术设计和开发新型医疗仪器设备具有重要意义。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述：主要支撑(1)、(2)、(3)、(5)、(13)。

(1) 思想政治与德育：强化学生具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生物物理学习中理解从事科学研究需要大胆、坚毅、严谨的品质，良好的合作精神，并遵守科学道德和学术规范。根据课程特点，充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素，将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养，融入到所授课程的教学之中，融入到学生的学习任务中。

(2) 工程知识：掌握“生物物理”中的基本概念、基本理论、基本方法，并能将其用于生物物理有关问题的分析。

(3) 问题分析：能够应用物理、生物和医学的基本原理来识别、表达，并通过文献研究、分析生物医学复杂工程问题，以获得有效结论。

(5) 研究：能够基于物理原理和方法对生物医学复杂问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论。

(13) 终身学习：具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。能够结合自身专业知识，自主学习电磁、超声原理、信息技术、生物等前沿性的知识。

(二) 课程目标

1 教学目标：使学生从生物医学和物理学的角度认识人体生命活动中的物理现象和规律，掌握现代医学生物物理的基本原理和技能，包括蛋白质结构功能关系研究中的思想、理论和方法，神经电信号传导中的能量转换原理，生物磁效应的原理及应用，超声成像及医学原理等等基础知识；并在此基础上，使学生能够综合利用已有的物理、化学、生物知识解决复杂的生物物理问题，进一步对其生物医学仪器的设计有重要指导作用，并为其进一步深造打下坚实的基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		(1)	(2)	(3)	(5)	(13)
1	了解生物与物理学科发展的相互促进，了解国内外生物物理的发展	⊙				
2	了解物理因素作用下人体不同层次的效应规律		●			
3	认识人体生命活动中的物理现象和规律	⊙	●			
4	掌握现代医学生物物理的基本原理和技能		●			
5	综合利用已有的物理、化学、生物知识解决复杂的生物物理问题			●	⊙	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：根据课程特点，充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素，将理想信念、科研规范、道德品质、家国情怀、社会责任、民族自信、思维方法、人文修养，融入到所授课程的教学之中，融入到学生的学习任务中。

通过讲述国内外生物物理科学家的事迹，生动鲜活地再现他们从事科学研究的过程和经历，让学生感受到他们身上所具有的优秀品质，包括爱国精神、坚定的理想信念、胆大坚毅严谨的治学态度等等。

每一章内容的引入都追溯到其发展的起点，展现科学问题如何被提出、如何被一步步分析推理，到如何加以实验设计并验证。让学生从中学会如何思考问题、如何进行严密的逻辑思维和判断推理，及如何进行发散性大跨度跳跃式思维。并使他们能够充分发挥主观能动性，建立勇于创新的自信力。

三、课程教学内容

课程围绕生物医学工程专业特色，分三章讲述：生物电学、生物磁学和超声医学原理。前两章是重点，第三章是难点。具体内容涉及以下三方面：首先，侧重讨论生物和人体各层次的物理特性，以及各种物理因素对生物和人体的作用；其次，在此基础上，研究这些

物理特性对保证生物和人体正常生理功能所起的作用，以及疾病发生与物理特性变化的相关性；第三，有针对性地学习各种物理技术和仪器在诊断和治疗疾病中的原理、方法和技术。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)				
		1	2	3	4	5
第一章 生物电学	1.1 生物大分子结构与功能关系▲ 1.2 生物大分子结构计算与理论预测★ 1.3 生物聚合物的介电与压电特性▲ 1.4 细胞电活动的基础和机制★ 1.5 细胞电活动的电特性★ 1.6 人体组织和器官的电阻抗与电活动性	✓	✓	✓		✓
第二章 生物磁学	2.1 物质的磁性▲ 2.2 生物物质的磁性和生物磁场▲ 磁场的生物效应★ 2.4 磁技术在生物和医学中的应用		✓	✓	✓	✓
第三章 超声医学原理	3.1 超声波的基本特性及其在生物组织中的传播★ 3.2 超声的生物效应▲ 3.3 人体超声图▲	✓	✓	✓	✓	✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：根据教学内容的特点，灵活运用如下的教学方法，包括对比教学、案例教学、探究教学、线上线下等，具体应用的教学内容列举如下：

案例教学方法：精选个案呈现在学生面前，请学生利用已有知识尝试提出解决方案。教师肯定正误方案，设置悬念，然后抓住重点作深入分析，上升为理论知识。应用在如蛋白质结构预测研究，蛋白质功能性运动研究。

探究教学方法：一般为抛出主题——提出主题中的问题——思考讨论问题——寻找答案——理论学习。在前两个环节中教师是主导，学生在中间两个环节为主导。应用在如磁、超声效应的医学及其它应用。

对比教学方法：通过比较和对比，帮助学生领悟概念之间的异同以及内在联系。应用在如生物电学与生物磁学中概念的对比，超声波与电磁波性质的对比，脑电脑磁比较。

线上线下混合：通过指导学生看网上相关内容的慕课，引导他们深入有效地学习，并根据具体情况分组进行讨论。

学习方法：对学生的学习方法指导则根据课程教学方法以及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议，如文献阅读：提供学生一些难度适宜的与课程内容密切相关的文献资料进行阅读；学习策略及技巧指导：向学生讲述一些方法来有效地组织和安排学习，

如如何加强理解和记忆，如何有效学习交叉学科等等；提供学生课程延伸学习资料：推荐与课程内容相关，同时又具有一定思考价值的图书和慕课课程，拓展学生的思路 and 知识面。所有这一切的目的都是为了激发学生的学习动机，帮助学生学会主动学习、深入探究。

五、教学环节及学时分配

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	生物电学	10	1	0	1	0	12
第二章	生物磁学	11	1	0	0	0	12
第三章	超声医学原理	7	1	0	0	0	8
合计		28	3	0	1	0	32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考试采取考查形式，内容包括全部三章的教学内容，知识覆盖面达到 80%—90%。题目由填空、判断改错、计算和分析简答构成。

平时成绩占 30%。主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业情况等。

期末考试占 70%。它是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对生物物理基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学理论和方法解决医用生物物理问题的能力。督促学生系统掌握包括基本原理、方法和应用在内的主要内容。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30%	各章节重点主要知识的掌握情况。对应毕业要求(2)、(4)、(8)、(12)的考核。
考试成绩	70%	三章的全部内容，覆盖面达到 80 % — 90 %。对毕业要求(2)、(4)、(12)达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60

作业	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 90% 以上	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 80%-90%	基本能够完成课堂作业，基本掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 70%-80%	基本能够完成课堂作业，基本了解基本概念、理论、方法，正确率达到 60%-70%	不满足 D 要求
研讨	能够综合运用所学知识，独立或能够组织其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，独立或能够配合其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
实验	无	无	无	无	不满足 D 要求
考试	掌握生物物理基本概念、理论、方法，能够综合运用所学知识解决相关问题。	掌握生物物理基本概念、理论、方法，能够综合运用所学知识基本解决相关问题。	掌握生物物理基本概念、理论、方法，能够运用所学知识基本解决相关问题。	基本掌握生物物理基本概念、理论、方法，能够运用所学知识基本解决相关问题。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：李春华

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“生物医学统计学”课程教学大纲

英文名称：Biomedical Statistics

课程编码：0010612

课程性质：学科基础必修课

学分：2.0

学时：32

面向对象：生物医学工程专业本科生

先修课程：高等数学、概率论与数理统计

教材及参考书：

[1]潘发明.《医用统计方法及其 SPSS 软件实现》.中国科大出版社,2018.10

[2]郭秀花.《医学统计学与 SPSS 软件实现方法》.科学出版社,2017.07

[3]陈卉,李冬果,武文芳等.《医学统计方法及 SPSS 实现》.科学出版社,2016.08

[4]方积乾.《生物医用研究的统计方法》.高等教育出版社,2007.0

一、课程简介

生物医学统计学是生命科学与生物工程学院为生物医学工程专业本科生开设的一门公共基础必修课。生物医学统计学是一门运用统计学的原理和方法,研究生物学及医学数据资料的统计科学。本课程教学的全过程可以看成是一个生物医学信息搜集、处理、分析,从而提炼重要生物信息的过程。教学重点是通过生物及医学现象的数量观察、对比、归纳和分析,揭示那些困惑费解的生物学及医学问题,从偶然性的剖析中,发现事物的必然性,指导生物科学及医学的理论和实践。本课程的难点是概念较多、理论抽象、系统严密、实践性强、公式复杂、符号繁多、计算量大。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位**: 本课程属于生物学、医学与数学的交叉课程。旨在继高等数学、概率论与数理统计等课程后,引导学生应用统计学的知识解决生物医学中存在的普遍规律,培养其生物统计学的原则和方法等专业基本能力。增强学生对生物医学中普遍存在的抽象、理论、应用 3 个学科形态的理解,学习基本思维方法和研究方法;引导学生追求从问题出发,强化学生生物统计等专业核心意识;除了学习知识外,还要学习生物统计中从数据采集、数据整理、数据分析到统计结论等典型方法;给学生提供参与生物医学统计分析的机会,培养其应用生物医学统计的能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。主要支撑(2)、(3)、(5)、(6)、(11)、(13)。

(2). 工程知识: 掌握“生物医学统计”中的基本概念、基本理论、基本方法,并能将其用于生物医学数据的分析。

(3). 问题分析: 能够应用生物医学统计学基本原理和相关软件、并通过文献研究、分析生物医学复杂数据,以获得有效结论。具备基本的批判意识,能够发现问题、提出假说和解决方案、设计技术路线等。

(5). 研究: 培养学生对生物医学数据进行统计分析、对结果进行归纳和总结、及撰写科技论文的能力。

(6).使用现代工具: 通过专题讨论的形式,培养学生文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取生命科学领域最新科技信息和进展的能力,培养学生使用统计工具进行医疗大数据分析的能力。

(11).沟通: 以研究小组的方式组织学生对所分析数据进行深入分析和挖掘,并以报告和讲解的形式呈现,锻炼其沟通、协作与组织能力,增强其可持续发展的潜能。

(13).终身学习: 培养自主学习的能力和终身学习的意识。结合自身专业知识,自主学

习数据处理方法，提高软件应用能力。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握“生物医学统计”中的基本概念、基本理论和基本方法，并能够将其应用于生物医学数据的分析。着重培养学生从生物信息搜集、处理、分析，到提炼生物重要信息的能力；从生物医学现象的数量观察、对比、归纳和分析，揭示生物医学问题背后机制的能力；从偶然性的剖析中发现事物必然性的能力。具体目标包括：掌握生物医学统计的基本概念，并能够应用生物医学统计方法进行生物医学大数据分析的能力；培养学生具有“数据采集、数据整理、数据分析到获得统计结论”，这一对典型问题求解处理的能力；增强理论与实际结合的能力，对国内外生物医学相关数据进行统计，了解国内外生物医学发展情况、健康状况等信息；培养综合分析问题的能力和团队协作的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		(2)	(3)	(5)	(6)	(11)	(13)
1	掌握“生物医学统计”中的基本概念、基本理论、基本方法，会使用必要的统计软件。	●			⊙		
2	培养学生具有“数据采集、数据整理、数据分析到获得统计结论”，这一对典型问题求解处理的能力。	●		⊙			
3	增强理论与实际结合的能力，对国内外生物医学相关数据进行统计，了解国内外生物医学发展情况、健康状况等信息。	●	●	⊙	⊙		◎
4	培养综合分析问题的能力和团队协作的能力。		●			◎	

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：根据课程特点，充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素，将理想信念、科研规范、道德品质、家国情怀、社会责任、民族自信、思维方法、人文修养，融入到所授课程的教学之中，融入到学生的学习任务中。

通过讲述国内外生物医学统计数据，并让学生亲自分析一些疾病健康有关的数据，激发并培养其优秀品质，包括爱国精神、坚定的理想信念、胆大坚毅严谨的治学态度等等。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章	1.1 什么是统计	√			

绪论	1.2 什么是统计学▲ 1.3 统计数据与统计学的关系▲ 1.4 描述统计与推断统计内涵★ 1.5 统计方法能解决生物医学中的哪些问题▲ 1.6 生物统计学的产生与发展				
第二章 统计数据的收集 与整理	2.1 数据收集及预处理的内容和方法▲ 2.2 不同类型分布图的制作及应用★ 2.3 集中趋势、离散趋势及分布形状的统计特征数计算及应用★	√	√		
第三章 统计推断	3.1 统计假设测验★ 3.2 参数区间估计的基本原理和步骤▲ 3.3 统计假设测验两类错误的概念▲ 3.4 两类错误降低概率的措施 3.5 平均数、百分数假设测验的方法★	√	√		
第四章 拟合优度检验	4.1 拟合优度检验的基本原理和步骤▲ 4.2 对二项分布和正态分布的检验▲ 4.3 独立性测验方法★ 4.4 齐性检验方法★	√	√		
第五章 单因素方差分析	5.1 方差分析的基本原理▲ 5.2 单因素试验的方差分析方法★ 5.3 方差分析的数学模型★ 5.4 基本假定和数据转换方法▲	√	√		
第六章 两因素及多因素 方差分析	6.1 两因素方差分析方法▲ 6.2 多因素试验线性模型和不同变异来源期望均方构成★ 6.3 缺失数据的估计原理及方差分析方法▲	√	√		
第七章 一元回归与简单 相关分析	7.1 回归与相关的概念▲ 7.2 回归和相关分析的种类▲ 7.3 一元线性和非线性回归分析方法★ 7.4 一元相关分析方法★	√	√		
第八章 实验设计	8.1 实验设计的基本原则 8.2 实验方案的制定方法 8.3 单因素和两因素实验设计方法★	√	√	√	√
第九章 案例分析	数个案例分析		√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（30学时），专题讨论为辅（2学时）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进，有所创新。

线上线下混合：通过指导学生看网上相关内容的慕课，引导他们深入有效地学习，并根据具体情况分组进行讨论。

学习方法：养成自主探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，设计抽象模型，最后实现工程实践问

题求解——选择合适的生物统计学方法解决实际问题。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，按质、按量完成课后作业，不放过疑点，充分利用好教师和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从实际应用的角度，深入理解基本概念，掌握生物统计学的精髓和课程核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	1					1
第二章	统计数据的收集与整理	2					2
第三章	统计推断	3	1				4
第四章	拟合优度检验	3					3
第五章	单因素方差分析	5	1				6
第六章	两因素及多因素方差分析	3					3
第七章	一元回归与简单相关分析	4					4
第八章	实验设计	4					4
第九章	案例分析	2			3		5
合计		27	2		3		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 20%（作业等 10%，讨论及课堂表现 10%），期末考试 80%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、专题讨论的活跃情况、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对生物统计基本概念的掌握程度，考核学生运用所学方法解决生物医学工程实践中合理选择生物材料的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以单因素方差分析、一元回归与简单相关分析、拟合优度检验为主。起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的核心内容。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20%	相关作业的完成质量，课堂练习参与度及其完成质量，生物统计方法的选择及合理应用。对应毕业要求(2)、(4)、(5)、(8)、(9)、(12)达成度的考核。
考试成绩	80%	对规定考试内容掌握的情况。对应毕业要求(2)、(4)、(5)、(12)达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 90% 以上	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 80%-90%	基本能够完成课堂作业，基本掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 70%-80%	基本能够完成课堂作业，基本了解基本概念、理论、方法，正确率达到 60%-70%	不满足 D 要求
研讨	能够综合运用所学知识，独立或能够组织其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，独立或能够配合其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
实验	无	无	无	无	不满足 D 要求
考试	掌握生物医学统计学基本概念、理论、方法，能够综合运用所学知识解决相关问题。	掌握生物医学统计学基本概念、理论、方法，能够综合运用所学知识基本解决相关问题。	掌握生物医学统计学基本概念、理论、方法，能够运用所学知识基本解决相关问题。	基本掌握生物医学统计学基本概念、理论、方法，能够运用所学知识基本解决相关问题。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：李春华

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“数字信号处理基础”课程教学大纲

英文名称: Basics of Digital Signal Processing

课程编码: 0010614

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 信号与系统

教材及参考书:

[1] 程佩青. 数字信号处理教程 (第五版). 清华大学出版社, 2017 年 9 月

[2] 程佩青, 李振松. 数字信号处理教程习题分析与解答 (第五版). 清华大学出版社, 2018 年 2 月

[3] 胡广书. 数字信号处理: 理论、算法与实现 (第 3 版). 清华大学出版社, 2012 年 10 月

[4] Oppenheim AV, Schaffer RW. Discrete-time signal processing (third edition). Pearson Education, 2014

一、课程简介

本课程是生物医学工程专业的学科基础课。该课程主要讲授数字信号处理理论和技术的的基础知识, 包括: 时域离散信号和系统的时域分析和频域分析、离散傅里叶变换及其快速算法 FFT、数字滤波器的基本结构和概念、IIR 和 FIR 数字滤波器的设计理论和方法、数字信号处理的基本实现方法等。通过本课程的学习, 掌握数字信号处理的“三大变换”(拉普拉斯变换、 z 变换、傅里叶变换)和“四大滤波器”(低通、高通、带通、带阻)设计, 为学生后续专业课程, 如: 生物医学信号处理、医学图像处理、医学信号处理课程设计等课程, 以及进一步研究现代数字信号处理理论与实现技术打下良好的基础。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是生物医学工程学科的一门基础性课程, 主要目的是使学生能够对数字信号处理的概念、原理和滤波器的设计方法有一个较全面的了解, 重点侧重于基本概念和基本原理的讲解, 为学生后续的生物医学信号处理、医学图像处理、医学信号处理课程设计等课程打下基础。学生通过本课程的学习, 掌握数字信号处理算法及其应用, 能够在思维上得到锻炼, 在分析问题和解决问题的能力上得到培养和提高。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2. 工程知识

掌握信息技术基础知识, 为运用数字信号处理基础知识解决生物医学复杂工程问题打下基础。

3. 问题分析

掌握信息技术基础知识, 提高运用数字信号处理基础知识分析生物医学复杂工程问题的能力。

4. 设计/开发解决方案

掌握信息技术基础知识，提高运用数字信号处理基础知识设计开发医疗器械产品中的医学信号处理算法的能力。

5. 研究

作为多学科交叉的信息类的基础课，为运用数字信号处理基本理论与方法对生物医学复杂工程问题进行研究打下基础。

6. 使用现代工具

掌握医疗仪器算法设计所需的数字信号处理工程实践能力，为开发、选择与使用恰当的信息技术工具对生物医学复杂工程问题进行预测与模拟打下基础。

10. 个人和团队

作为多学科交叉的信息类的基础课，学生分小组合作完成 MATLAB 编程实现数字信号处理的课外作业，培养写作与组织能力。

11. 沟通

学生课后通过“爱课程”和“中国大学 MOOC”等进行自主学习，合作完成 MATLAB 编程实现数字信号处理的课外作业，撰写报告，提高表达能力。

13. 终身学习

学生课后通过“爱课程”和“中国大学 MOOC”等进行自主学习，提高自主学习的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：通过本课程的学习，学生能够理解数字信号处理的基本概念和原理，掌握数字滤波器的设计方法，能够利用 MATLAB 编程实现数字信号的基本处理。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		2	3	4	5	6	10	11	13
1	理解数字信号处理的基本概念和原理	●	●	◎	◎	◎			
2	掌握数字滤波器的设计方法	●	●	◎	◎	◎			
3	能够利用 MATLAB 编程实现数字信号的基本处理					●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生爱国情怀，明确“健康中国”国家战略的重要性，医疗设备，特别是国产高端医疗设备，对“健康中国”国家战略的重要意义。医学影像设备是诊断和治疗等必需的医疗设备，所有的医学影像设备都涉及到医学信号处理，而数字信号处理是医学信号处理的关键基础。要想为“健康中国”建设出一份力，为中国生物医学工程产业和国产高端医疗设备做出贡献，就必须学好数字信号处理这门课。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第 0 章 绪论	0.1. 课程的研究对象和学科概况 0.2. 信号处理、数字信号处理的基本概念 0.3. 数字信号处理的实现方法与特点 0.4. 数字信号处理涉及的理论、实现技术和应用	√		
第一章 离散时间信号与系统	1.1 离散时间信号——序列 1.2 线性移不变系统 1.3 常系数线性差分方程——时域离散系统的输入、输出表示法 1.4 连续时间信号的抽样▲	√		√
第二章 z 变换与离散时间傅里叶变换	2.1 序列的 z 变换▲ 2.2s 平面到 z 平面的映射关系 2.3 离散时间傅里叶变换 (DTFT) ——序列的傅里叶变换 2.4 拉普拉斯变换、z 变换、傅里叶变换之间的关系▲	√		√
第三章 离散傅里叶变换 (DFT)	3.1 傅里叶变换的四种可能形式 3.2 周期序列的傅里叶级数——离散傅里叶级数 (DFS) ▲ 3.3 离散傅里叶变换——有限长序列的离散频域表示★ 3.4DFT 的主要性质 3.5 DFT 的应用	√		√
第四章 快速傅里叶变换 (FFT)	4.1 按时间抽选 (DIT) 的基 2 FFT 算法 (库利图基算法) ★ 4.2 按频率抽选 (DIF) 的基 2 FFT 算法 (桑德图基算法) ★ 4.3 DIT FFT 与 DIF FFT 的异同	√		
第五章 数字滤波器的基本结构	5.1 信号流图表示网络结构的方法▲ 5.2 无限长单位冲激响应滤波器的基本结构 5.3 有限长单位冲激响应滤波器的基本结构		√	
第六章 数字滤波器的基本概念	6.1 数字滤波器的基本概念 6.2 数字滤波器的实现步骤▲ 6.3 数字滤波器的技术指标		√	
第七章 无限长单位冲激响应 (IIR) 数字滤波器的设计	7.1 脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器▲★ 7.2 双线性法设计 IIR 数字低通滤波器▲★ 7.3 数字高通、带通和带阻滤波器的设计		√	√
第八章 有限长单位冲激响应 (FIR) 数字滤波器的设计	8.1 线性相位 FIR 数字滤波器的特点 8.2 窗函数法设计 FIR 滤波器的原理、方法和步骤▲★ 8.3 频率抽样法设计 FIR 滤波器的基本思想和设计步骤▲★		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：在课程讲授中，除了对基本概念、原理和方法的介绍外，还要侧重数字信号处理算法实现和应用。把 MATLAB 软件引入到信号处理中，如用 MATLAB 实现数字信号的傅里叶变换、数字滤波等。课堂现场演示 MATLAB 信号处理，展示实例运行结果，给学生感官上的冲击。注重结合实际例子讲解数字信号处理理论与原理。从工程实践问题引入理论原理讲解，比如在讲解傅里叶变换之前，首先让同学们思考如何去除工频干扰，让同学们带着这样的问题去学习理论知识，增强兴趣，达到学以致用。

学习方法：在本课程的学习中，既重视对基本概念的学习和理解，又重视算法的实现和应用，通过把 MATLAB 应用到本课程，锻炼信号处理算法的实现能力。学生课后可通过“爱课程”和“中国大学 MOOC”进行在线视频学习，布置相关作业，验收自主学习效果。网址如下。

http://www.icourses.cn/sCourse/course_2615.html

<http://www.icourse163.org/course/SJTU-1207405801>

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第 0 章 绪论	0.1.课程的研究对象和学科概况 0.2. 信号处理、数字信号处理的基本概念 0.3. 数字信号处理的实现方法与特点 0.4. 数字信号处理涉及的理论、实现技术和应用	2					2
第一章 离散时间信号与系统	1.1 离散时间信号——序列 1.2 线性移不变系统 1.3 常系数线性差分方程——时域离散系统的输入、输出表示法 1.4 连续时间信号的抽样▲	4					4
第二章 z 变换与离散时间傅里叶变换	2.1 序列的 z 变换▲ 2.2s 平面到 z 平面的映射关系 2.3 离散时间傅里叶变换 (DTFT) ——序列的傅里叶变换 2.4 拉普拉斯变换、z 变换、傅里叶变换之间的关系▲	6					6
第三章	3.1 傅里叶变换的四种可能形	6					6

离散傅里叶变换 (DFT)	式 3.2 周期序列的傅里叶级数——离散傅里叶级数 (DFS) ▲ 3.3 离散傅里叶变换——有限长序列的离散频域表示 ★ 3.4 DFT 的主要性质 3.5 DFT 的应用						
第四章 快速傅里叶变换 (FFT)	4.1 按时间抽选 (DIT) 的基 2 FFT 算法 (库利图基算法) ★ 4.2 按频率抽选 (DIF) 的基 2 FFT 算法 (桑德图基算法) ★ 4.3 DIT FFT 与 DIF FFT 的异同	6					6
第五章 数字滤波器的基本结构	5.1 信号流图表示网络结构的方法 ▲ 5.2 无限长单位冲激响应滤波器的基本结构 5.3 有限长单位冲激响应滤波器的基本结构	4					4
第六章 数字滤波器的基本概念	6.1 数字滤波器的基本概念 6.2 数字滤波器的实现步骤 ▲ 6.3 数字滤波器的技术指标	4					4
第七章 无限长单位冲激响应 (IIR) 数字滤波器的设计	7.1 脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器 ▲★ 7.2 双线性法设计 IIR 数字低通滤波器 ▲★ 7.3 数字高通、带通和带阻滤波器的设计	8					8
第八章 有限长单位冲激响应 (FIR) 数字滤波器的设计	8.1 线性相位 FIR 数字滤波器的特点 8.2 窗函数法设计 FIR 滤波器的原理、方法和步骤 ▲★ 8.3 频率抽样法设计 FIR 滤波器的基本思想和设计步骤 ▲★	8					8
合计		48					48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的, 检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布:

平时成绩 30% (作业等 20%, 其它 10%), 考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课外在线视频自主学习的完成质量，对应毕业要求 10 和 12 达成度的考核。 课外 MATLAB 编程作业完成质量，对应毕业要求 9 和 10 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、4 和 5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好地理解数字信号处理的概念、原理，很好地掌握数字滤波器的设计方法，熟练地利用 MATLAB 实现数字信号的基本处理	较好地理解数字信号处理的概念、原理，较好地掌握数字滤波器的设计方法，较熟练地利用 MATLAB 实现数字信号的基本处理	理解数字信号处理的概念、原理，掌握数字滤波器的设计方法，会利用 MATLAB 实现数字信号的基本处理	一般地理解数字信号处理的概念、原理，一般地掌握数字滤波器的设计方法，一般地会利用 MATLAB 实现数字信号的基本处理	不满足 D 要求
研讨					不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试	很好地掌握时域离散信号的基本概念、序列的表示方式、典型的序列、序列的基本运算；很好地理解时域离散系统的线性、时不变性、因果性和	较好地掌握时域离散信号的基本概念、序列的表示方式、典型的序列、序列的基本运算；较好地理解时域离散系统的线性、时不变性、因果性和	掌握时域离散信号的基本概念、序列的表示方式、典型的序列、序列的基本运算；理解时域离散系统的线性、时不变性、因果性和稳定性的定	一般地掌握时域离散信号的基本概念、序列的表示方式、典型的序列、序列的基本运算；一般地理解时域离散系统的线性、时不变性、因果性和	不满足 D 要求

	稳定性的定义和判定方法，很好地掌握奈奎斯特采样定理；掌握时域离散信号的傅里叶变换的定义和性质，很好地熟悉周期序列的离散傅里叶级数及傅里叶变换的表示式，很好地利用 z 变换分析信号和系统频响特性；很好地掌握离散傅里叶变换的定义和物理意义；很好地理解 DFT 与 z 变换和 FT 的关系；很好地掌握 DIT 和 DIF 基 2 FFT 算法；很好地掌握用信号流图表示网络结构的方法，很好地掌握 FIR 和 IIR 系统的基本网络结构；很好地理解数字滤波器的基本概念、实现步骤和技术指标；很好地掌握脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器；变换原理、混叠失真、优缺点；很好地掌握双线性变换法：变换原理、逼近情况、优缺点；很好地了解数字高通、带通和带阻滤波器的设计；很好地理解	稳定性的定义和判定方法，较好地掌握奈奎斯特采样定理；较好地掌握时域离散信号的傅里叶变换的定义和性质，较好地熟悉周期序列的离散傅里叶级数及傅里叶变换的表示式，较好地利用 z 变换分析信号和系统频响特性；较好地掌握离散傅里叶变换的定义和物理意义；较好地理解 DFT 与 z 变换和 FT 的关系；较好地掌握 DIT 和 DIF 基 2 FFT 算法；较好地掌握用信号流图表示网络结构的方法，较好地掌握 FIR 和 IIR 系统的基本网络结构；较好地理解数字滤波器的基本概念、实现步骤和技术指标；较好地掌握脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器；变换原理、混叠失真、优缺点；较好地掌握双线性变换法：变换原理、逼近情况、优缺点；较好地了解数字高通、带通和带阻滤波器的设计	义和判定方法，掌握奈奎斯特采样定理；掌握时域离散信号的傅里叶变换的定义和性质，熟悉周期序列的离散傅里叶级数及傅里叶变换的表示式，会利用 z 变换分析信号和系统频响特性；掌握离散傅里叶变换的定义和物理意义；理解 DFT 与 z 变换和 FT 的关系；掌握 DIT 和 DIF 基 2 FFT 算法；掌握用信号流图表示网络结构的方法，掌握 FIR 和 IIR 系统的基本网络结构；理解数字滤波器的基本概念、实现步骤和技术指标；掌握脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器：变换原理、混叠失真、优缺点；掌握双线性变换法：变换原理、逼近情况、优缺点；了解数字高通、带通和带阻滤波器的设计；理解 FIR 滤波器的线性相位条件、幅度函数的特点、零点位置和网络结构，掌握窗函数设计法	稳定性的定义和判定方法，一般地掌握奈奎斯特采样定理；掌握时域离散信号的傅里叶变换的定义和性质，一般地熟悉周期序列的离散傅里叶级数及傅里叶变换的表示式，一般地利用 z 变换分析信号和系统频响特性；一般地掌握离散傅里叶变换的定义和物理意义；一般地理解 DFT 与 z 变换和 FT 的关系；一般地掌握 DIT 和 DIF 基 2 FFT 算法；一般地掌握用信号流图表示网络结构的方法，一般地掌握 FIR 和 IIR 系统的基本网络结构；一般地理解数字滤波器的基本概念、实现步骤和技术指标；一般地掌握脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器；变换原理、混叠失真、优缺点；一般地掌握双线性变换法：变换原理、逼近情况、优缺点；一般地了解数字高通、带通和带阻滤波器的设计；一般地理解	

	FIR 滤波器的线性相位条件、幅度函数的特点、零点位置和网络结构，很好地掌握窗函数设计法的基本思想、设计方法、吉布斯效应和各种窗函数特点，很好地掌握频率抽样设计法的设计方法、步骤和特点。	计；较好地理解 FIR 滤波器的线性相位条件、幅度函数的特点、零点位置和网络结构，较好地掌握窗函数设计法的基本思想、设计方法、吉布斯效应和各种窗函数特点，较好地掌握频率抽样设计法的设计方法、步骤和特点。	的基本思想、设计方法、吉布斯效应和各种窗函数特点，掌握频率抽样设计法的设计方法、步骤和特点。	FIR 滤波器的线性相位条件、幅度函数的特点、零点位置和网络结构，一般地掌握窗函数设计法的基本思想、设计方法、吉布斯效应和各种窗函数特点，一般地掌握频率抽样设计法的设计方法、步骤和特点。	
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：周著黄、吴水才

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“现代生物学基础”课程教学大纲

英文名称: Essential Modern Biology

课程编号: 0008315

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

[1] 靳德明. 现代生物学基础 (第3版). 高等教育出版社, 2017年8月

[2] 李金亨. 现代生命科学基础 (第二版). 科学出版社, 2018年4月

[3] 吴庆余. 基础生命科学. 高等教育出版社, 2013年9月

一、课程简介

本课程所涵盖的内容是生物相关专业领域的基础知识, 通过本课程的学习, 能使學生全面、系统地认识生命的范畴、各种生命活动及其本质特征, 同时了解生命科学前沿的最新发展动态, 了解生命科学在解决人类社会生存与发展所面临的一系列重大问题中所发挥的重大作用, 为后续有关专业基础课和专业课程的学习打下系统扎实的理论基础。具体内容包 括: 从分子到细胞再到个体及生物群体, 从微观到宏观, 让学生掌握生命领域的研究对象及层次, 生物大分子, 细胞, 生物分类和生物多样性, 生态学。此外, 在细胞层次让学生掌握生命活动一如繁殖遗传及信号传导等。最后, 让学生了解生命科学的前沿, 即现代生物技术方法及其对人类生活的重大影响, 对社会发展的贡献。能使學生全面掌握生物学基础知识。本课程还特别强调分子层次、细胞层次及个体层次的结构机能与疾病, 以及微生物与疾病等方面的基础知识, 为之后学习生物、医学课程奠定基础, 是生物医学工程专业學生用工程手段解决生物学和医学问题时, 必不可少的基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

现代生物学基础是生物医学工程专业学科基础课程, 本课程是一门系统地介绍有关现代生物学各主要分支学科的基础知识, 以及学科前沿的发展动态。既能激发學生的学习兴趣, 又便于大学生在较短的时间内获得内容广泛的现代生物学基础知识。

帮助学生建立和巩固生命科学知识结构体系, 扩展知识面, 提供专业基础课和毕设课题及未来专业发展的衔接, 为培养复合型人才服务。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点包括:

3. 问题分析

具有生物技术和生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识, 来识别、表达, 并通过文献研究、分析生物医学复杂工程问题, 以获得有效结论。通过生物史上著名科学家的钻研事迹, 培养学生具备基本的批判意识, 能够发现问题、提出假说和解决方案、设计技术路线等。

5.研究

通过提出目前正在研究的学科热点问题并启发学生的思考,使学生能够基于生物技术和生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识,能够根据一定的生物医学工程问题,结合所学基础知识和方法,通过文献研究,分析问题,以获得有效结论。现代生物学基础是生物学领域微生物学中的一个分支,与其他很多学科都相互交叉联系,有助于培养学生系统地运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力,研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

8.环境和可持续发展

现代生物学基础课程内容包括从分子到细胞再到个体及生物群体,从微观到宏观,让学生掌握生命领域的研究对象及层次,可以培养多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。课程内容还涉及生物多样性、生命科学与环境科学的内容,使学生能够理解和评价生物医学复杂工程问题及专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。能够将生态材料、环保新技术等应用于生物医学工程的专业实践中。

9.职业规范

通过学习我国老一辈病毒学家在生物学的发展历史中及我国疾病防治中突出的贡献,进一步培养学生坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质和社会责任感。通过讲解和课外阅读等形式,使学生了解在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范、医学和工程伦理道德规范,履行责任。

10.个人和团队

实践环节中,通过分组设计解决科学问题的方案,课下查询解决方案并在课上展示,培养学生表现出较强的人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合作能力以及领导力。

11.沟通

通过课外作业和分组设计解决科学问题的方案,在课上通过 PPT 方式讲解展示并回答老师和学生提出的问题,培养学生能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

13.终身学习

现代生物学基础是一门不断发展的学科,而且与其他学科的发展关系非常密切,通过课外文献阅读和报告,使学生具有自主学习的能力和终身学习的意识,有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

选用国外公开课视频作为教学资料,有助于学生拓展国际视野,锻炼自主学习和终身学习的意识,有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		3	5	8	9	10	11	13
1	掌握生现代生物学基础的基本概念，以及问题描述和处理方法。	●	●	◎	○	○	○	○
2	掌握生理学领域的研究方法和实验手段	◎	●	◎	○	○	○	○
3	具有开阔的行业及国际视野	◎	◎	◎	○	○	◎	●
4	善于自主学习与合作交流	◎	◎	◎	○	○	○	●
5	多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才	◎	●	●	○	○	○	○
6	锻炼英文交流和团队协作能力。	○	○	○	○	●	●	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

培养学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质。具有开阔的行业及国际视野。多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

通过介绍病毒、细菌与人类关系密切，既有有利也有有害的一面。引导学生用辩证思维分析和理解微生物“双刃剑”的特性。通过充分发挥其对人类有利的一面，为人类造福。这可培养学生的辩证思维能力和客观理性分析问题的能力，帮助学生建立正确的马克思主义科学观;也可让学生感受到科学技术在生产实践当中的重要价值，激发学生的学习兴趣 and 为人类造福的科学使命感。通过介绍生物学家的成长道路和专研过程，教育学生不要迷信权威，要有理性批判的科学精神和严谨的科学态度，要勤学思考，善于发现问题，敢于质疑和创新，勇于探索，求真求实。加深学生对相关微生物特点的认识，扩大视野，也有助于培养学生的科学思维和求真求实的科学态度，激发学生的学习兴趣 and 理性挑战权威的勇气。通过这些科学家严谨的治学态度、献身科学的牺牲精神和造福人类的历史功绩教育和影响学生，激励学生努力学习，培养学生不畏艰辛、锲而不舍、勇于探索的科学精神，帮助学生树立学以致用、报效祖国、造福人类的远大志向。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章绪论	生命的特征、生命的大小、研究方法 (▲) 生命的多样性 ((▲★))	√	√	√			√
第二章生命的物质基础	基本元素和微量元素与疾病、糖分子与疾病 (▲)、脂类与健康 (▲)、蛋白质与疾病 (▲★)、核酸 (▲★)、蛋白质研究方法 (▲)	√	√	√		√	√
第三章细胞的结构和功能	细胞的结构与功能 (▲)、细胞间连接 (▲)、细胞外基质 (▲)		√				√
第四章细胞分裂与细胞周期	细胞分裂、细胞周期及调控 (▲)		√				
第五章细胞的分化、癌变和衰老、凋亡	细胞的分裂分化 (▲★)、细胞癌变 (▲★)、干细胞 (▲)、细胞凋亡 (▲★)		√				√
第六章生物的遗传与变异	遗传的基本规律 (▲)、基因表达调控、重组 DNA 技术 (▲★)		√	√			√
第七章生物多样性及其保护	生物多样性类型 (▲★)、生物多样性受威胁的原因 (▲)、保护生物多样性的途径 (▲)	√	√	√		√	
第八章生物的分类系统	生物六界分类、双命名法、各界的特征 (▲)	√	√				
第九章原核生物	病毒与疾病 (▲★)、细菌与疾病 (▲)、原核生物特点和应用 (▲)	√	√				√
第十章生命科学与社会发展	生命科学与现代生物技术 (▲★)、生命科学与环境科学 (▲)	√	√	√		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（28 学时），实践教学为辅（课内 4）。结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：课程具有较大的交叉综合性，给出学生学习该门课程的指导和建议是：观察身边的各种现象背后的相关科学问题，寻找科学知识背后的故事，了解知识及知识发现

的过程。养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，利用生物学方法，通过认识问题-搜集资料-提出假说-检验假说-评价数据-结果报道的过程，培养学生查阅资料、获取适当工具、使用适当工具的能力，同时能够运用所学知识解决综合问题的能力。通过课堂实践，培养学生表达能力和团队的协作能力。

养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和网络资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	1.5			0.5		2
2	生命的物质基础 1	6				实践课 2	8
3	细胞的结构和功能	2					2
4	细胞分裂与细胞周期	2					2
5	细胞的分化、癌变和衰老、凋亡	1.5			0.5		2
6	生物的遗传与变异	2	0.5		0.5		3
7	生物多样性及其保护	2				实践课 2	4
8	生物的分类系统	2					2
9	原核生物	2	0.5		0.5		3
10	生命科学与社会发展	2				实践课 2	4
合计		23	1		2	6	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 10%，实践 20%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；实践环节占的 20%主要是课堂展示，考察学生对已学知识掌握的程度、自主学习的能力以及综合解决问题的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30%	关作业和实践的的完成质量，对应毕业要求 3、4、5、6、9、10、11、13 达成度的考核。
考试成绩	70%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2、3、5、7、8、13 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
实践	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：贾润清

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“信号与系统”课程教学大纲

英文名称: Signal and System

课程编码: 0008305

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物医学工程类专业本科生

先修课程: 高等数学、线性代数、复变函数、电路分析

教材及参考书:

[1] 奥本海默等著. 信号与系统. 北京: 电子工业出版社, 2013 年 1 月

[2] 郑君理等著. 信号与系统. 北京: 高等教育出版社, 2011 年 3 月

[3] 徐亚宁等著. 信号与系统. 北京: 电子工业出版社, 2016 年 6 月

一、课程简介

本课程是生物医学工程类专业学科基础必修课, 专业性质非常强, 在生物医学工程领域适用范围非常广泛。所谓“信号”是指信号的表示、分类和相互之间关系; 所谓“与”就是分析信号激励系统的响应; 所谓“系统”就是系统的表示、分类和特性。通过本课程的学习, 使学生了解信号与系统理论的基本概念和基本分析方法。初步认识如何建立信号与系统的数学模型, 经适当的数学分析求解, 对所得结果给以物理解释、赋予物理意义。课程主要考查考生对该课程的基本概念、基础理论、基本分析方法等知识掌握的程度, 以及运用所学理论知识分析问题和解决问题的能力。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

本课程是生物医学工程类专业本科生的学科基础必修课。本课程与先修课程“电路分析基础”联系密切, 电路分析基础课程是从电路分析的角度研究问题, 本课程则从系统的观点进行分析。该课程与生物医学工程类专业本科生的许多专业课(如数字信号处理、图象处理等)有很强的联系。本课程主要研究信号和系统的基本概念和基本分析方法, 是电子与信息工程、生物医学工程、通信工程、控制工程、仪器仪表工程等众多学科的共同理论基础。该课程具有科学方法论的鲜明特点, 研究的问题带有普遍性, 为学习后续课程, 以及对学生的工程实践具有重要的指导意义。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。主要为毕业要求第 1、2、3、4、5、7 的实现提供支持。

1. 思想政治与德育: 信号与系统课程在学习过程中, 融入蕴涵在其中的人生哲理与先进思想, 使课内理论讲解有深度, 知识面广, 是马克思主义理论指导下的百花齐放。在增强大学生思想政治修养的同时, 丰富大学生的精神世界, 落实了立德树人根本任务。

2. 工程知识: 信号与系统属于本专业类的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生运用数学、电路与工程基础和专业知识解决生物医学复杂工程问题的能力。

3. 问题分析: 该课程培养学生从系统的角度分析思考问题, 以及将它们用于系统的设

计与实现的能力。

4.设计/开发解决方案：学生通过课程掌握线性时不变系统在时域、频域及复频域中的表现形式和基本特点，能设计开发一般系统的数学模型。

5. 研究：通过本课程学习，学生能够针对的工程问题，选择与使用恰当的分析方法和工具对生物医学复杂工程问题进行研究。

7. 工程与社会：通过本课程学习，学生能够基于生物医学工程相关背景知识进行合理分析、评价工程专业实践和复杂生物医学工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律、经济和文化的影响，并理解应承担的责任。

（二）课程目标

1 教学目标：本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。学生通过本课程的学习，初步建立起有关“信号与系统”的基本概念，帮助学生了解信号和系统分析过程中，理论与实际结合的思想方法；引导学生学会把握理论问题和实际工程应用问题的共性，发现和利用个性；培养学生利用所学数学知识分析和解决实际工程问题的能力；为学生进一步学习控制理论、信号处理等课程内容打下必要的基础。通过本课程的学习，学生应该掌握信号与系统的基本概念、基本理论和基本分析方法，通过一定数量的习题练习加深对各种分析方法的理解与掌握。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		1	2	3	4	5	7
1	掌握信号处理的基本概念，以及问题描述和处理方法。	◎	●	◎	◎	◎	●
2	培养在“时域、频域及复频域”这一典型的信号处理问题的求解过程。	◎	●	●	◎	◎	◎
3	增强理论结合实际能力，运用频域和复频域信号处理知识构建模型、分析、运用至实际的工程问题	◎	◎	●	●	●	◎
4	培养信号和系统的工程解决能力	◎	●	◎	●	◎	◎
5	锻炼英文交流能力，提高团队协作能力	◎	◎	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：高校思想政治工作关系到高校培养什么样的人、如何培养人及为谁培养人。“信号与系统”这门课程是生物医学专业的学科基础课，对于学生掌握信号和系统的基本概念和基本分析方法尤为重要。为了培养新一代的工程技术人才，价值的引领与知识的传授、能力的提升同样重要。“信号与系统”课程目前的授课状况多数是教师讲授专业知识为主，学生的视野往往局限在专业课理论知识的学习上，只对如何做题，如何考试感兴趣。学生经常会忽略：为什么要学习这门课？学好这门课对自己未来的职业生涯有什么影响？如何树立正确的人生观、价值观。而这些问题才是激发学生原动力的根本问题。通过

有效的课程设计，将职业道德元素、爱国主义元素融入基本概念、基础理论、基本分析方法等方面的介绍，可巧妙地将课程思政元素渗透到课程的正常教学环节，从而激发学生的爱国主义热情，让我们的学生了解自己要成为什么样的人，将来要为祖国做出什么样的贡献。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	(1) 主要介绍信号与系统的基本概念和理论分析基础。信号的基本描述方法、分类及其基本运算，信号的描述▲，自变量变换▲，指数信号和正弦信号的周期性▲。 (2) 系统的基本概念和描述方法，线性时不变系统的概念。信号的描述▲，自变量变换▲，指数信号和正弦信号的周期性▲，系统的基本性质▲★：记忆与无记忆性、可逆性、因果性、稳定性、时不变与线性。 (3) 冲激信号的物理意义以及性质，单位冲激信号★、单位脉冲信号的特性★，系统性质的判断▲★。 (4) 从华为的发展历史谈信号与系统这门课程的重要性，激发学生爱国情怀。	√	√	√		√
第二章 线性时不变系统	(1) 从物理模型建立连续时间系统数学模型的方法▲，常系数线性微分方程的经典解法，自由响应与强迫响应等概念▲。 (2) 系统冲激响应和阶跃响应的概念及求解方法▲，冲激响应的概念及其计算▲，零输入响应和零状态响应的概念及其求解方法▲，任意信号分解为基本信号的线性组合★。 (3) 卷积积分的概念及其性质▲★，卷积积分、卷积和计算★。	√	√	√		√
第三章 周期信号的傅里叶级数表示	傅里叶级数表述，周期信号的傅里叶级数展开▲，从数学概念、物理角度理解连续时间周期信号和离散时间周期信号的傅里叶级数▲，连续时间周期信号和离散时间周期信号的傅里叶级数的异同▲，周期信号通过系统后的输出▲，特征函数定义及意义▲，虚指数信号通过系统响应的特点，傅里叶级数定义、物理意义及计算▲★，周期信号通过系统响应的频域分析★。	√	√	√	√	√
第四章 连续时间	(1) 傅里叶变换非周期信号分解▲★，傅里叶变换的各个性质，尤其是线性、微分性质和卷积与相乘性质	√	√	√	√	√

傅立叶变换	▲★，连续时间信号的傅立叶变换▲，连续时间非周期信号的频谱概念及应用★，傅立叶变换的收敛条件▲，常见信号的傅立叶变换、傅立叶变换的性质应用▲。 (2) 调制与解调的思想，根据已知条件，调制解调系统各个环节的表达式、频谱图▲★，傅立叶方法求解微分方程的输入、输出、单位脉冲响应，信号通过系统响应的频域分析★。					
第五章 离散傅立叶变换	离散傅里叶变换及其性质，傅里叶级数、傅里叶变换、离散傅里叶级数、离散时间傅里叶变换之间关系，离散系统的频率响应▲★，离散时间非周期信号的频域分析▲，信号时域与频域的关系▲，离散时间信号傅里叶变换的基本性质、物理含义及应用▲，离散时间非周期信号频谱的计算▲，离散时间系统特性的频域表示(频率响应)，任意信号通过系统响应的频域分析▲，四种信号(连续时间周期信号、离散时间周期信号、连续时间非周期信号、离散时间非周期信号)频谱的异同▲。	√	√	√	√	√
第六章 信号与系统的时域和频域特性	线性时不变系统的频域特征，傅立叶变换的模和相位，信号的不失真传输的条件▲，线性相位和非线性相位▲，时域和频域应用于滤波器设计★。	√	√	√	√	√
第七章 采样	采样定理，信号的重建原理，冲激串采样、零阶保持采样及其信号的重建的时、频分析▲，判断一个信号的奈奎斯特频率，确定如何才能合理▲，欠采样造成的混叠现象，几种欠采样的应用▲，并能对相应的现象从理论角度进行说明▲，抽样前后信号频谱的变化★。	√		√	√	√
第八章 拉普拉斯变换	(1) 拉氏变换是对傅立叶变换的推广，不稳定系统也可在 s 域研究，非零初始条件的系统，单边拉氏变换进行求解▲，单边拉普拉斯变换的定义和性质▲，拉普拉斯变换与傅里叶变换的关系▲，拉普拉斯反变换的计算方法(部分分式分解法)▲，单边拉普拉斯变换的定义和性质▲，拉普拉斯反变换的计算方法▲。 (2) 微分方程的变换解▲，系统的拉普拉斯变换分析方法▲，微分方程的变换解▲，电路的 s 域模型▲。系统函数的概念，系统的极零点的概念及其应用，系统稳定性概念▲。系统的 s 域框图▲，电路的 s 域模型▲，连续时间系统完全响应的复频域求解★。	√	√	√	√	√
第九章 Z 变换	Z 变换进行求解▲，Z 变换的定义、收敛区及基本性质▲。反 Z 变换的计算方法(长除法和部分分式分解法)▲，Z 变换与拉普拉斯变换的关系▲，离散系统响应的 Z 变换分析方法▲，离散系统的系统函数的概	√	√	√	√	√

	念▲，离散时间系统的时域和 Z 域框图与流图描述形式▲，离散时间系统完全响应的 Z 域求解★，离散系统极零点的概念及其应用▲，离散系统的稳定性概念▲，离散时间傅里叶变换与 Z 变换的关系，响应的 Z 变换分析方法。					

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程以讲授为主（48 学时）。以知识为载体，传授相关的思想和方法；引导学生前进。并在课程中结合 MATLAB 平台进行演示，使得课堂理论知识可以更好与实践相结合。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，设计抽象模型，最后实现计算机的问题求解。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统分析的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	5					5
2	线性时不变系统	7	1				8
3	周期信号的傅立叶级数表示	3	1				4
4	连续时间傅立叶变换	3	1				4
5	离散傅立叶变换	4	1				5
6	信号与系统的时域和频域特性	4					4
7	采样	3					3
8	拉普拉斯变换	5	1				6
9	Z 变换	6	1				7
10	总结	2					2
合计		42	6				48

六、考核与成绩评定

平时成绩：主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受和作业完成情况。评定依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、课后作业情况。

期末考试：对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对信号与系统的基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、5 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
考试成绩	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业,全面掌握线性时不变系统的数学模型,能利用傅里叶变换、拉普拉斯变换和 Z 变换分析信号的相互关系,能综合运用理论知识求解复杂系统响应。	认真完成作业,基本正确,全面掌握线性时不变系统的数学模型,能利用傅里叶变换、拉普拉斯变换和 Z 变换分析信号的相互关系,求解系统响应。	完成大部分作业,基本正确,较全面掌握线性时不变系统的数学模型,能利用傅里叶变换、拉普拉斯变换和 Z 变换分析信号的相互关系,求解系统响应	完成少部分作业,或基本不正确,初步掌握线性时不变系统的数学模型,能根据信号特性和相互关系进行基本计算,能在频域和复频域进行基本计算	不满足 D 要求
考试	能全面掌握基本概念、理论、方法,具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	能较为全面掌握基本概念、理论、方法,具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力。	能掌握大部分基本概念、理论、方法,具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力。	能掌握少部分基本概念、理论、方法,基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握,及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 林岚

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“医学数据库设计”课程教学大纲

英文名称: Design of medical database

课程编号: 0010615

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程类专业本科生

先修课程: 计算机基础

教材及参考书:

[1]刘秋生主编, 数据库基础及其应用, 机械工业出版社, 2001 年 2 月。

[2]刘瑞新、文成林、汪远征编著, Visual FoxPro 程序设计教程, 机械工业出版社, 2001 年 4 月。

一、课程简介

本课程是学科基础课。是一门理论性和实践性都很强的实用技术课程。目的是让学生了解数据库技术的基本概念和方法, 掌握基本的数据库开发技术, 初步具有数据库应用和开发的能力, 为适应信息化社会的实际应用打下一定的基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位

本课程是生物医学工程专业的学科基础课, 可以作为其它工程类专业的选修课, 属于工程理论和技术系列。旨在培养学生增强学生对抽象、理论、设计 3 个学科形态/过程的理解, 学习严谨的逻辑思维方法和软件设计方法; 引导学生追求从问题出发, 强化学生应用计算机技术来解决新时代信息社会中的复杂医学数据管理问题的专业核心意识; 除了学习知识外, 还要学习软件开发中的规范化方法和技巧; 给学生提供参与设计实现颇具规模的复杂系统的机会, 培养其工程意识和能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

(1) 思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观, 爱国敬业, 具有良好的道德修养和社会责任感; 注重人文素养, 树立法治观念和公民意识, 遵纪守法, 学术道德规范; 掌握一定的劳动技能, 崇尚劳动, 养成劳动的良好习惯。

(2) 工程知识

通过综合计算机、医学数据库、软件设计等的多学科交叉问题, 使学生具备数学、计算机、医学和软件设计等自然科学、工程基础和专业知识, 并用于解决生物医学领域复杂工程问题的能力。

(3) 问题分析

通过分析数据管理中的复杂逻辑问题, 使学生能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理来识别、表达, 并通过文献研究、分析生物医学数据库复杂工程问题, 以获得有效结论。具备基本的批判意识, 能够发现问题、提出假说和解决方案、设计技术路线等。

（4）设计/开发解决方案

针对生物医学复杂工程问题，具备医学数据库的设计开发能力，包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求，能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新型产品等。

（5）研究

能够基于医学数据库原理并采用数据库技术方法对生物医学复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告；勇于质疑，具有创新精神和创业意识，能够紧密结合大数据、移动互联互通、智能医疗的行业发展和需求，研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

（6）使用现代工具

通过基础理论和实验工具的讲解以及实际操作实验设备完成实验等环节，使学生能够针对生物医学数据库复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。对数据库技术在生物医学工程中的应用，能够及时了解、掌握和实现。

（7）工程与社会

能够基于生物医学工程相关背景知识进行合理分析、评价工程专业实践和复杂生物医学工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律、经济和文化的影响，并理解应承担的责任。

（8）环境和可持续发展

能够理解和评价复杂生物医学工程问题及专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响；能够将生态材料、环保新技术等应用于生物医学工程的专业实践中。

（9）职业规范

具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生物医学工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范、医学和工程伦理道德规范，履行责任。

（10）个人和团队

能够在多学科背景下的团队中，表现出较强的人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合作能力以及领导力。

（11）沟通

能够就复杂生物医学工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力；具有开阔的国际视野，了解生物医学工程领域的国际发展趋势，研究热点，具备跨文化交流、竞争与合作能力。

（12）项目管理

理解并掌握生物医学工程行业工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

（13）终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自

身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习信息技术、医疗健康知识、行业标准和管理法规等知识。

(14) 体育

掌握体育运动的一般知识和基本方法，形成良好的体育锻炼和卫生习惯，达到国家规定的大学生体育锻炼合格标准。

(二) 课程目标

1 教学目标

总的教学目标是使学生掌握医学数据库中的基本概念、基本理论、基本方法，从现实世界到数据世界的角度再认识生物医学数据库问题，提升生物医学工程问题求解的水平，增强系统能力，体验实现生物医学问题的信息管理的乐趣。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	掌握医学数据库的基本概念，以及问题描述和解决方法。	⊙	●	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	修养“问题、描述、抽象、建模、分析、设计”这一典型的数据库问题求解过程。	⊙	⊙	●	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
3	增强理论结合实际能力，获得分析数据库原理与技术开发的原理等的更多“顶峰体验”。	⊙	●	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
4	培养抽象能力和数据库软件开发能力。	⊙	●	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
5	锻炼英文交流和团队协作能力。	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标

培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。树立科学研究的批判意识和理想信念，为发展我国医疗信息管理的民族产业建立加国情怀、民族自信、责任担当。正当健康产业的产品设计灌输职业素养、行为规范。

三、课程教学内容及要求

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章数据库系统概述	数据库系统的特点及用途★ 数据库系统▲ 现实世界的数据库描述▲★ 数据库的逻辑结构▲ 数据库管理系统▲ 几个典型的数据库管理系统	√	√	√	√	√
第二章关系模型系统	关系及其基本术语▲★ 关系数据库设计▲★	√	√	√	√	√
第三章 Visual FoxPro 6.0 基础	VFP 的特点 VFP 的运行环境 VFP 系统界面 VFP 的数据类型、常量、变量及其表达式▲★ VFP 的命令语法规则▲ VFP 的文件类型▲ VFP 的主要技术指标 VFP 的操作方式▲ 有关内存变量的操作▲ VFP 的常用函数▲★	√	√	√	√	√
第四章数据库、表的建立和数据库的维护	数据库和表的概念▲★ 数据库的建立▲ 表的建立▲ 数据库的维护★	√	√	√	√	√
第五章表的维护	表的打开与关闭▲ 表结构的显示▲★ 表结构的修改▲ 表结构的复制★ 表记录的输入▲ 表记录的显示▲ 表记录的定位★ 表记录的修改▲ 表记录的删除▲★	√	√	√	√	√
第六章视图与查询设计	视图设计▲★ 视图调用★ 查询设计▲★ 查询文件的调用★ 查询修改★	√	√	√	√	√
第七章表单设计	对象与类★ 表单设计方法★ 表单的创建和维护▲ 表单控件的应用▲★	√	√	√	√	√

第八章 报表和标签 设计	报表和标签的设计方法★ 报表设计与创建报表文件▲ 报表格式文件的调用和修改★ 标签设计与创建标签格式文件 标签的调用与修改▲★ 数值统计★	√	√	√	√	√
第九章项目 目设计	项目设计▲★ 设置启动主文件 在项目中添加文件★ 从项目中移去文件★ 修改项目中的文件▲ 项目文件的编译★	√	√	√	√	√
第十章菜单 单设计和 工具栏定 制	菜单设计▲★ 创建菜单系统▲ 执行菜单文件▲ 菜单文件的维护▲ 工具栏菜单★	√	√	√	√	√
第十一章 程序设计	程序设计基础▲ 顺序程序设计▲ 分支程序设计▲ 循环程序设计▲ 过程与自定义函数设计★					

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

以讲授（18 学时）和实验（14 学时）并重。课内讲授推崇研究型 and 趣味性教学；以知识为载体，传授相关的思想和方法。实验教学则提出基本要求，引导学生独立完成系统的设计与实现。

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，再到用数学力学模型表示问题及其求解算法设计，进一步培养学生抽象表示问题的能力，结合临床医学和健康产业问题，培养学生从理论到实践的系统意识和能力。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，可由身边的力学问题引出概念，自然进入相关内容的讲授。结合现代医疗产业新技术、新常态，适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

实验需要在掌握基本概念和基本原理的基础上，运用数据库软件开发工具进行实际的课后上机操作训练。通过实验，让学生了解数据库的创建和管理等基本概念和技术，加深对理论的理解；通过实验交流和讨论，培养学生的团队合作精神与能力；通过学习数据库开发工具的操作，培养学生查阅资料、获取适当工具、使用适当工具的能力；通过实验报告，培养学生表达能力。

学习方法：课程具有较大的交叉综合性，学生学习存在惰性和陌生感。给学生学习该门课程的指导和建议是：观察身边的各种现象背后的相关科学问题，寻找科学知识背后的故事，了解知识及知识发现的过程。

养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，注重计算思维的培养和算法模型的构建，最后将生物力学应用于医学问题的求解——即医学数据库技术。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和模型的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

作业的基本要求：通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。根据各章节的情况，包括练习题、思考题、随堂测验等。布置适量的课外作业，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容，包括基本概念题、解答题、综合题以及其它题型等。

学习策略：课堂认知听讲，了解书本知识以外的信息。

学习技巧：紧密结合课堂 PPT 课件，掌握课程内容。

其他建议：根据课堂内容查阅文献，自主学习、延伸学习，利用信息检索方法、教学网站等资源了解背景知识，通过讨论交流自我检查学习效果。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	数据库系统概述	1					1
2	关系模型系统	1					1
3	Visual FoxPro 6.0 基础	1					1
4	数据库、表的建立和数据库的维护	3					3
5	表的维护	3					3
6	视图与查询设计	4					4
7	表单设计	4					4
8	报表和标签设计	4					4
9	项目设计	4					4

10	菜单设计和工具栏定制	4					4
11	程序设计	3					3
合计		32					32

六、考试与成绩评定

平时成绩 40%（作业、随堂测验、课后上机操作等），期末课程报告 60%。

平时成绩占 40%。包括作业、随堂测验、课后上机操作等环节。主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。通过课后上机操作，加深对理论的理解；培养学生的团队合作精神与能力；培养学生查阅资料、获取适当工具、使用适当工具的能力；培养学生表达能力。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、含课堂测验、作业情况、课后上机操作等。

期末课程报告占 60%。它是对学生学习情况的全面检验和总结。强调考核学生对数据库基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学理论和方法解决数据库设计问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。督促学生系统掌握包括基本原理、方法和应用在内的主要内容，对完成的课后上机操作问题进行分析 and 总结。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4、5、6、7、10、11、13 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 8、9、12 达成度的考核。
期末课程报告	60	对课程全面内容掌握的情况，对应毕业要求所有条款达成度的综合考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
期末课程	认真正确完成作	认真完成作业，基	完成大部分作业，	完成少部分作业，	不满足 D

报告	业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：乔爱科

批准者：梁文俊

2020 年 9 月 1 日

“生物医学系统仿真与建模”课程教学大纲

英文名称: Biomedical System Simulation and Modeling

课程编码: 0008316

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学专业本科生

先修课程: 高等数学、大学物理、解剖生理学

教材及参考书:

[1] 田心. 生物建模仿真. 北京: 清华大学出版社, 2014 年 1 月

一、课程简介

生物医学工程是具有广泛交叉的一个大学科, 其中既有运动、血液、细胞分子生物力学, 也有医学电子仪器、医学影像图像处理、医学信息管理, 更有生物材料和组织工程等其他知识的汇总。本课程依据学生的特点, 以总体结构为主线, 介绍常用数学建模方法、模型数学仿真方法, 并以人体的呼吸系统、心血管系统、神经系统以及药物代谢系统为对象学习相关生理系统的数学建模与仿真方法与原理。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是生物医学工程专业的学科基础选修课。旨在高等数学、大学物理、解剖生理学, 生物力学基础等课程后, 引导学生将上述课程知识融合, 零活地利用数学与物理学原理及其抽象方法, 针对生物系统建立数学模型, 并研究其生物活动过程, 着重培养学生的专业基本能力。增强学生对抽象、理论、设计 3 个学科形态/过程的理解, 学习基本思维方法 and 研究方法; 培养学生掌握生命系统的建模与仿真相关理论, 应用信息科学和计算机科学的相关理论和技术, 去解决复杂生命系统的建模与仿真问题; 通过本课程的学习, 使学生掌握生命系统的仿真与建模理论知识, 熟悉呼吸、血压、体温、各种激素的调节系统等的数学模型。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.工程知识。课程以复杂的生物与人体系统为对象, 培养学生利用各类工程知识与技术探究系统运行特点, 发现系统规律的能力。

3.问题分析。课程关注生物医学领域的热点研究方向, 引导学生针对相应问题提出自己的假设, 并利用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 以及通过查阅文献对假设进行分析与论证, 最终获得结论。

5.研究。课程通过实际生物医学领域建模应用实例, 培养学生提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论的能力, 并通过完成课程考核论文, 培养学生科技论文的撰写能力。

11. 沟通。在课堂上引导同学针对同一个问题的提出各自不同的假设, 并给出详细论证, 培养学生就复杂工程问题进行有效沟通与讨论的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：总的教学目标是：在学习系统建模与计算机仿真基本理论的方法的基础上，通过生物系统建模仿真的典型范例，培养学生解决生物系统建模仿真实际问题的创新能力和实践能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	3	5	11
1	掌握系统数学建模的常规方法	●	◎	○	○
2	增强理论结合实际能力，能够运用所学的生理学与数学理论，针对复杂生物系统与生物功能建立数学模型	◎	●	●	
3	培养系统能力和面向系统构建的交流和团队协作能力。			◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：在授课过程中，会着重介绍我国科研工作者在相关领域取得的重大科研进展，以及做出的突出贡献，培养学生的民族自豪感，以及在科研界内的自信心，增强对于党和国家的热爱。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章生物建模仿真概念	建模仿真的基本概念及生物建模仿真的进展动态▲，引发学生对于生物医学建模的兴趣★	√	√	
第二章系统的数学模型和建模方法	讲授数学模型的分类，连续状态系统模型▲，连续时间模型之间的转换▲以及数学模型系统的实现★等相关知识。	√	√	
第三章连续系统的计算机仿真	讲授微分方程的数值积分数值解▲，从传递函数到 Z 函数的转换，从连续时间状态方程到离散时间状态方程的转换★，连续时间结构框图典型环节的状态空间离散相似模型▲等知识。	√	√	
第四章基于实验数据的建模与仿真	介绍实验数据建模仿真的基本概念与连续辨识基本概念▲；讲授回归数学模型的建模方法以及求解过程★	√	√	
第五章建模与仿真的校核、检验与确认	讲授保障建模仿真置信度的校核▲★、检验与确认（VVA）技术的基本概念、工作模式。	√	√	
第六章心血管系统集中	以心血管系统为例，讲授利用集中参数模型方法描述心血管系统血流动力学特性的方法▲。学习基于实验数据估计模型参数的思路和计算	√	√	√

参数模型建模	方法★；引导学生建立心血管系统的典型集中参数模型			
第七章房室模型的建模与仿真	介绍房室模型的基本概念▲；讲授房室模型的建模方法▲以及方式模型仿真技术★	√	√	√
第八章神经电生理学模型	介绍动作电位产生和传导的神经生物学机制▲；讲授神经电位模型的建模方法★；离子通道电导模型建立方法★；方程建模仿真的应用范例★	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教授方法：“课堂讲授”。以讲授为主，辅以小组讨论。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进，针对第 6-8 章的对象为例，组织同学进行小组研讨以及组间讨论，提出各自的假设，并采用建模方法实现对模型的建立与仿真。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，设计抽象模型，最后实现计算机问题求解——设计实现计算系统。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
生物建模仿真概论	建模仿真的基本概念及生物建模仿真的进展动态▲，引发学生对于生物医学建模的兴趣★	2					2
系统的数学模型和建模方法	讲授数学模型的分类，连续状态系统模型▲，连续时间模型之间的转换▲以及数学模型系统的实现★等相关知识。	4					4
连续系统的数字仿真	讲授微分方程的数值积分数值解▲，从传递函数到 Z 函数的转换，从连续时间状态方程到离散时间状态方程的转换★，连续时间结构框图典型环节的状态空间离散相似模型	4					4

	▲等知识。						
基于实验数据的建模与仿真	介绍实验数据建模仿真的基本概念与连续辨识基本概念▲；讲授回归数学模型的建模方法以及求解过程★	2					2
建模与仿真的校核、验证与确认	讲授保障建模仿真置信度的校核▲★、检验与确认(VVA)技术的基本概念、工作模式。	2					
心血管系统集中参数	以心血管系统为例,讲授利用集中参数模型方法描述心血管系统血流动力学特性的方法▲。学习基于实验数据估计模型参数的思路和计算方法★；引导学生建立心血管系统的典型集中参数模型	6					6
房室模型的建模与仿真	介绍房室模型的基本概念▲；讲授房室模型的建模方法▲以及方式模型仿真技术★	6					6
神经电生理学模型	介绍动作电位产生和传导的神经生物学机制▲；讲授神经电位模型的建模方法★；离子通道电导模型建立方法★；方程建模仿真的应用范例★	6					6
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布:写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比,各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 20% (其他 20%), 考试成绩 80%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括:课程的出勤率、课堂的基本表现。

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度,及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。强调考核学生对编译基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度,考核学生运用所学方法设计解决方案的能力,淡化考查一般知识、结论记忆。主要撰写建模方面的学术论文为主要形式。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况,详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况

平时成绩	20	课堂出勤率，课堂的基本表现、针对课堂问题的思考，以及小组讨论中的表现，达到对毕业要求 10 的考察
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况，达到对毕业要求 1, 2, 4 的考察

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
撰写课程论文	(1) 观点正确，中心突出，与课程内容联系紧密； (2) 论据充分，数据详实，推理合理，问题分析与抽象全面，逻辑性强； (3) 论文书写规范，格式符合科技论文规范； (4) 论文研究内容科学性强，有一定创新性，有自己独到的见解。	(1) 观点正确，中心明确，研究内容与课程相关； (2) 能够提出实际问题，分析较为全面，中肯有理有据，结构完整； (3) 语句通顺，书写符合科技论文规范； (4) 论文科学性较强，有自己的见解。	(1) 观点正确，中心较明确； (2) 分析时基本能用论据说明论点； (3) 论文语句基本通顺，书写与格式有少量不符合规范处。	(1) 观点基本正确，有中心； (2) 分析时注意用论据说明论点，但欠缺全面、准确，逻辑尚清楚； (3) 书写基本符合格式要求，但是有语病。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E)：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：高斌

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“互联网医疗”课程教学大纲

英文名称: Internet healthcare

课程编码: 0008326

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 计算机基础

教材及参考书:

[1] 冯博琴、陈文革主编. 计算机网络第2版. 高等教育出版社, 2008.11

[2] 曹荣桂主编. 医院管理学信息管理分册. 人民卫生出版社, 2003.5

[3] 傅征、连平主编. 远程医学. 人民军医出版社, 2005.6

一、课程简介

互联网诞生于 20 世纪 60 年代, 目前已成为一个重要的研究和学习领域, 它为医学信息交流、资源共享、了解医学动态等提供了快捷便利的手段, 为医疗事业的发展带来了无限机遇。随着全国各行各业信息化进程的推进, 医院信息系统、远程医疗等数字医学的计算机应用系统广泛深入到医疗健康的几乎所有业务部门。本课程目的是使学生掌握各类信息交流网络, 并在此基础上学习医院信息系统及远程医疗, 加深对网络及其在医学中应用的理解。学习该课后, 学生在进行相关医学系统设计时, 应能根据具体情况选用适当的通信网络, 并掌握系统基本模块及其功能, 再结合编程知识进行软件开发。

同时根据课程特点, 充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素, 将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养, 融入到所授课程的教学之中, 融入到学生的学习任务中。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是生物医学工程专业的专业选修课, 旨在完成 C 程序设计、数据库开发等课程后, 引导学生在互联网医疗方面有全面和整体的认识, 并能通过所学知识培养其设计开发能力、工程技术的应用能力。注重培养大学生的科学发展观和自主学习的意识、方法及创新能力, 将信息技术紧密结合本专业、本学科未来的应用方向, 科学合理地培养大学生的知识结构, 使学生毕业后能够适应专业工作中对信息技术和数字化技术的要求, 成为适应未来社会的合格人才。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 4: 设计/开发解决方案

针对复杂生物医学工程问题, 具备医疗器械产品(包括医疗仪器、植入物、软件等)的设计开发能力, 包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求, 能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新型产品等。(数据通信基础、网络体系结构的内容支撑此项毕业要求)。

毕业要求 5: 研究

能够基于科学原理并采用科学方法对生物医学复杂工程问题进行研究, 包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论, 撰写学术论文或技术报告; 勇于质疑, 具有创新精神和创业意识, 能够紧密结合大数据、移动互联互通、智能医疗的行业发展和需求, 研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。(因特网及其应用的内容支撑此项毕业要求)。

毕业要求 6: 使用现代工具

能够针对复杂生物医学工程问题, 开发、选择与使用恰当的专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 包括对复杂生物医学工程问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性; 对移动医疗、智能医疗、高值易耗植入器材等新技术在生物医学工程中的应

用，能够及时了解和掌握。（互联网医疗、智慧医疗等内容支撑此项毕业求）。

毕业要求 11：沟通

能够就复杂生物医学工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力；具有开阔的国际视野，了解生物医学工程领域的国际发展趋势，研究热点，具备跨文化交流、竞争与合作能力。（实验部分需要通过对移动医疗进行调研与分析，学生汇报的内容支撑此项毕业要求）。

毕业要求 13：终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习信息技术、医疗健康识、行业标准和管理法规等知识。（局域网的内容支撑此项毕业要求）。

（二）课程目标

1 教学目标：通过课程的学习，可使学生掌握计算机网络的基本概念、基本理论、基本方法，结合互联网医疗、智慧医疗等应用，在实践中理解计算机网络的基本知识，掌握计算机网络的应用，培养学生互联网医疗的设计能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		4	5	6	11	13
1	掌握计算机网络、数据通信的基本原理、基本理论知识，为进一步学习信息类的后续课程准备必要的知识	◎	●	◎	◎	◎
2	掌握计算机网络体系结构内容，理论联系实际，具有运用所学知识解决实际问题的意识和能力	◎	◎	●	◎	◎
3	培养学生互联网医疗的设计能力	◎	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有●弱相关关系

2 育人目标：

根据课程特点，充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素，将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养，融入到所授课程的教学之中，融入到学生的学习任务中。课程面对的是生物医学工程专业的学生，需要在课堂上加入思政内容，用好“互联网+医疗”，润物无声，潜移默化中引导学生进入大学的专业课学习，在理论教授中增加思政教学，从不同的哲学角度帮助学生形成正确的世界观、人生观、价值观，养成科学思维和创新习惯，培养学生大工程观；通过深入挖掘专业知识蕴含的德育元素，以思想引领促进大学生德智体美劳全面发展。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 计算机网络概论	计算机网络的产生和发展 计算机网络的 概念 计算机网络的 功能 计算机网络的 组成 计算机网络的 分类▲★	√	√	√
第二章 数据通信原理	数据通信系统 基本概念▲ 传输介质 数据编码▲★ 多路复用技术▲★ 数据交换技术▲★	√	√	√
第三章 计算机网络体系结构	网络体系结构 网络体系结构参考模型 (OSI/RM) ▲★ OSI 各层概述▲★ TCP/IP 体系结构▲★		√	√
第四章 因特网及其应用	域名服务▲ 远程登录 电子邮件系统 文件传输服务 万维网▲		√	√
第五章 网络互联与因特网基础	网络互连的基本概念 因特网接入技术 因特网的链路层与网络层▲ 因特网传输层协议★	√	√	√
第六章 局域网	局域网概述 介质访问控制方法▲ 传统以太网▲ 局域网扩展▲★ 高速局域网技术★ 无线局域网 WLAN	√	√	
第七章 常用网络设备	调制解调器 网络接口与网络接口卡 中继器和集线器 网桥和以太网交换机▲ 路由器▲★		√	√
第八章 互联网医疗服务	早期医疗服务与互联网思维的萌芽 现代医疗服务与互联网模式的融合 第三节 未来医疗服务与互联网+的结合▲	√	√	
第九章 互联网医疗的理论与实	互联网医疗的基础▲ 互联网医疗的理论探索▲	√	√	√

实践探索	互联网医疗的实践探索▲★			
第十章 智慧医疗	智慧医疗理念 智能检测▲ 智能诊断▲ 智能医院与治疗▲★	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教学方法：以讲授为主（28 学时），实验为辅（课内 4 学时）。课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

实验需要在掌握基本原理的基础上，在总体结构的指导下，通过对移动医疗多方面的调研与分析，要求学生完成相关内容的汇报工作。每组最后提交规范的报告。通过实践环节，了解学生对当前互联网医疗热点的掌握情况，培养学生设计与开发能力（网络的选型与设计）、科学研究能力（撰写技术报告）、计算机网络的应用能力（信息技术手段实现移动医疗），同时培养学生查阅资料的能力、表达（书面语口头）能力等。实验分组进行，5-6 人一组，协同完成调研的结果。验收方式：综合验收。采取集体报告（制作报告、准备演示内容，每组报告 5-10 分钟）、按组、按要求评价其他各组的实验成果；撰写并按时提交书面报告（电子版）。评分建议：总分为 10 分；教师根据学生各组的评分给出各组的综合评分，并根据表现给出每个学生的得分。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和网络资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

利用本课程国家精品资源共享课网站与校内课程网站，网站有包括讲稿、全程录像等。

教学参考网站：

<http://netcourse.xjtu.edu.cn/http://open.163.com/newview/movie/free?pid=ME74DFHFC&mid=ME74E6NLA>

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	计算机网络概论	2					2
2	数据通信原理	4					4
3	计算机网络体系结构	4					4

4	因特网及其应用	4				4
5	网络互联与因特网基础	2				2
6	局域网	2				2
7	常用网络设备	4				4
8	互联网医疗服务	2				2
9	互联网医疗的理论与实践探索	2				2
10	智慧医疗	2	4			6
合计		28	4			32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 10%，考勤 10%，实验 10%），期末考试 70%。

作业占 10%，成绩评定的主要依据是学生的作业完成情况。

考勤占 10%，成绩评定的主要依据包括学生的出勤情况、课堂的基本表现。

实验成绩占 10%，主要反映学生在所学理论指导下，设计和实现互联网医疗的能力，包括网络的选型、网络设备、网络结构等内容。完成相应的口头和书面报告。

期末考试占 70%（包括第一章至第十章的内容），是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对计算机网络基本概念、基本原理、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本内容的主要目的。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 3、4、5、10、12 达成度的考核。
期末考试	70	通过对互联网医疗进行考核规定内容掌握的情况，对应毕业要求 3、4、5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 90%	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到	基本能够完成课堂作业，基本掌握基本概念、理论、方法，正确	基本能够完成课堂作业，基本了解基本概念、理论、方法，正确	不满足 D 要求

	以上	80%-90%	率达到 70%-80%	率达到 60%-70%	
研讨	无	无	无	无	不满足 D 要求
实验	无	无	无	无	不满足 D 要求
考试	能够综合运用所学知识，熟练掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：南群、高宏建

批准者：梁文俊

2020 年 9 月

“生物力学基础”课程教学大纲

英文名称: Fundamentals of Biomechanics

课程编号: 0010616

课程性质: 专业选修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物医学工程类专业本科生

先修课程: 工程力学, 解剖生理学, 生物材料, 临床医学基础与医学伦理

教材及参考书:

[1]Ethier C. R., Simmons C. A., Introductory Biomechanics (From Cells to Organisms), Cambridge University Press. UK, 2007

[2]姜宗来, 樊瑜波主编, 生物力学研究前沿系列, 上海交通大学出版社, 上海, 2017

[3]姜宗来、樊瑜波编著, 生物力学-从基础到前沿, 科学出版社, 北京, 2010

[4]Knudson D. Fundamentals of Biomechanics (Second Edition), Springer Science+Business Media, LLC, USA, 2007

[4]陶祖莱, 生物力学导论, 天津科技翻译出版公司, 天津, 2000

[5]冯元桢, 生物力学, 科学出版社, 北京, 1981

[6]Fung Y.C., Biomechanics: Circulation, 2nd Ed, Springer-Verlag, New York, 1997

[7]Fung Y.C., Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, 2nd Ed, Springer -Verlag, New York, 1993

一、课程简介

本课程是学科基础必修课。本课程的学习目的是让生物医学工程专业的学生初步而较全面地了解面向临床、保健、运动等应用领域的生物力学基本概念、基本原理和分析方法, 以及相关的研究内容和研究进展等。除了相应的知识对该学科的人才非常重要外, 一些基本的问题求解技术、方法和思想更为重要, 以至于在每个生物医学工程科技工作者的生涯中, 它们都会被反复用到, 是现代医疗健康产业的重要内容。本课程依据学生的特点, 以身边的生物力学为主线, 选择人体组织、器官、系统的运动和力学为主要内容, 讨论人体运动和变形的力学现象及其相关的方法和原理。通过本课程的学习, 学生应达到分析和研究人体生物力学问题的基本能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位

本课程是生物医学工程专业的学科基础必修课, 可以作为其它工程类专业的选修课, 属于工程理论和技术系列。旨在工程力学、解剖生理学等课程后, 引导学生在系统上再认识人体的生物和力学原理及应用问题, 培养其利用工程技术解决生物医学问题的专业基本能力。增强学生对抽象、理论、设计 3 个学科形态/过程的理解, 学习基本思维方法和研究方法; 引导学生追求从问题出发, 强化学生多学科交叉与融合的专业核心意识; 除了学习知识外, 还要学习利用三大守恒定律来分析和解决生物医学问题的典型方法; 给学生提供参与设计实现颇具规模的复杂系统的机会, 培养其工程意识和能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

(1) 思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观，爱国敬业，具有良好的道德修养和社会责任感；注重人文素养，树立法治观念和公民意识，遵纪守法，学术道德规范；掌握一定的劳动技能，崇尚劳动，养成劳动的良好习惯。

(2) 工程知识

通过综合分析案例中的多学科交叉问题，使学生具备数学、物理、力学、生物、医学、结构设计等自然科学、工程基础和专业知识，并用于解决生物力学领域复杂工程问题的能力。

(3) 问题分析

通过分析有争议的学科问题，使学生能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理来识别、表达，并通过文献研究、分析生物力学复杂工程问题，以获得有效结论。具备基本的批判意识，能够发现问题、提出假说和解决方案、设计技术路线等。

(4) 设计/开发解决方案

针对复杂生物医学工程问题，具备医疗器械产品（包括医疗仪器、植入物、软件等）的设计开发能力，包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求，能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新型产品等。

(5) 研究

通过提出目前正在研究的学科热点问题并启发学生的思考，使学生能够基于科学原理并采用科学方法对生物力学复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告。能够紧密结合医疗装备和器材的行业发展和需求，研究生物力学领域的新方法、新技术和新问题。

(6) 使用现代工具

能够针对复杂生物医学工程问题，开发、选择与使用恰当的专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂生物医学工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性；对移动医疗、智能医疗、高值易耗植入器材等新技术在生物医学工程中的应用，能够及时了解和掌握。

(7) 工程与社会

能够基于生物医学工程相关背景知识进行合理分析、评价工程专业实践和复杂生物医学工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律、经济和文化的影响，并理解应承担的责任。

(8) 环境和可持续发展

能够理解和评价复杂生物医学工程问题及专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响；能够将生态材料、环保新技术等应用于生物医学工程的专业实践中。

(9) 职业规范

具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生物医学工程实践中理解并遵守工程职

业道德和规范、医学和工程伦理道德规范，履行责任。

（10）个人和团队

能够在多学科背景下的团队中，表现出较强的人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合作能力以及领导力。

（11）沟通

能够就复杂生物医学工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力；具有开阔的国际视野，了解生物医学工程领域的国际发展趋势，研究热点，具备跨文化交流、竞争与合作能力。

（12）项目管理

理解并掌握生物医学工程行业工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

（13）终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习信息技术、医疗健康知识、行业标准和管理法规等知识。

（14）体育

掌握体育运动的一般知识和基本方法，形成良好的体育锻炼和卫生习惯，达到国家规定的大学生体育锻炼合格标准。

（二）课程目标

1 教学目标

总的教学目标是使学生掌握“生物力学”中的基本概念、基本理论、基本方法，从运动和力学的角度再认识生物和医学问题，提升生物医学工程问题求解的水平，增强系统能力，体验实现生物医学问题的力学解释和求解的乐趣。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	掌握生物力学的基本概念，以及问题描述和处理方法。	○	●	●	◎	○	●	○	○	○	○	○	◎	○	○
2	修养“问题、描述、抽象、建模、分析、设计”这一典型的生物力学问题求解过程。	○	●	●	◎	●	●	○	◎	○	○	○	○	○	○
3	增强理论结合实际能力，获得分析生物力学机理和现代医疗器械的力学原理	○	●	●	◎	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

	等的更多“顶峰体验”。														
4	培养抽象能力和力学模型构建能力。	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
5	锻炼英文交流和团队协作能力。	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标

培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。树立科学研究的批判意识和理想信念，为发展我国医疗器材的民族产业建立家国情怀、民族自信、责任担当。正当健康产业的产品设计灌输职业素养、行为规范。

三、课程教学内容及要求

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章绪论	(1) 列举几例力学和生物力学的案例故事，通俗易懂地引导学生对生物力学的好奇心和学习兴趣。顺便介绍其中的力学机理和应用等问题。 (2) 力学基本概念▲★、固体力学基本理论▲★、流体力学基本理论▲★、生物力学的含义▲、生物力学研究方法★、生物力学研究发展概况等。 (3) 介绍教学目的、课程的基本内容。	√	√	√	√	√
第二章细胞生物力学	细胞的结构▲，细胞基质相互作用★，细胞力学性能测试▲，细胞力学行为建模▲★，力感受器▲★，细胞力学仿真技术★，力学生物学▲★。	√	√	√	√	√
第三章血液流体力学	(1) 血液流变学：流变学的基本概念▲，血液的组成▲，血液黏度▲，红细胞的流动和变形特性▲，血液粘弹性★，血液流变学的临床病变和检测。 (2) 大血管中的血流动力学：牛顿流体和非牛顿流体[1]，泊肃叶定律★，血压▲，脉搏▲，层流和湍流▲，定常流和非定常流▲，动脉血管常见病变。 (3) 小血管中的血液流动：小血管中的血液流变特性★。	√	√	√	√	√
第四章循环系统	循环系统的组成▲，血管系统解剖结构▲，心脏结构▲，心脏泵血的定量描述★，动脉血管中的脉搏波传播★，动脉血管壁的粘弹性▲★，脉搏波与疾病的关系★，毛细血管重点血液运输★，静脉血管的结构和力学★，基础代谢★。	√	√	√	√	√
第五章细胞间质液	细胞间质液流动▲，达西定律▲★，水肿的清除★。	√	√	√	√	√

第六章眼生物力学	眼睛解剖结构▲，青光眼生物力学（眼压测量，正常眼和青光眼的排水，后腔室房水循环，光神经头生物力学）▲★，眼睛血液流动★。	√	√	√	√	√
第七章呼吸系统	呼吸系统的解剖结构▲，呼吸生物力学▲，肺部弹性和表面张力效应▲，物质交换和传输★，肺内粒子运动★，呼吸暂停性睡眠综合征的生物力学★。	√	√	√	√	√
第八章肌肉与运动	骨骼肌形态和生理▲，骨骼肌的组成▲，骨骼肌收缩原理▲，等张收缩和等长收缩▲，肌肉本构模型▲，希尔方程▲★，整体肌肉力学★，肌肉骨骼相互作用和运动★，关节生物力学▲。	√	√	√	√	√
第九章骨生物力学	骨骼系统简介▲，骨的组成和结构▲，骨力学特性★，骨断裂和失效力学▲，功能适应和力学生物学★，骨的设计★，软组织连接★，胶原结构★，肌腱、韧带和软骨的结构和力学特性▲，骨生物力学的医学应用。	√	√	√	√	√
第十章地面运动	跳远★，行走和跑步的描述★，步态分析▲，运动损伤与康复▲，职业病和老年病。	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

以讲授为主（44 学时），实验为辅（课内 4）。课内讲授推崇研究型 and 趣味性教学；以知识为载体，传授相关的思想和方法；引导学生踏着大师们研究步伐前进。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，再到用数学力学模型表示问题及其求解算法设计，进一步培养学生抽象表示问题的能力，结合临床医学和健康产业问题，培养学生从理论到实践的系统意识和能力。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，可由身边的力学问题引出概念，自然进入相关内容的讲授。结合现代医疗产业新技术、新常态，适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

实验需要在掌握基本概念和基本原理的基础上，运用现代实验装置进行验证性实验。主要完成血液粘度检测和生物材料力学性能测试这两个实验。要求学生完成相关原理分析和数据采集，每组提交规范的实验报告。

通过实验，让学生了解生物流体和生物固体的基本力学性能，加深对理论的理解；通过分小组实验，培养学生的团队合作精神与能力；通过学习实验设备操作实验规范，培养

学生查阅资料、获取适当工具、使用适当工具的能力；通过实验报告，培养学生表达能力。

学习方法：课程具有较大的交叉综合性，学生学习存在惰性和陌生感。给学生学习该门课程的指导和建议是：观察身边的各种现象背后的相关科学问题，寻找科学知识背后的故事，了解知识及知识发现的过程。

养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，注重数学力学模型的构建，最后将生物力学应用于医学问题的求解——即医用生物力学。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和模型的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

作业的基本要求：通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。根据各章节的情况，包括练习题、思考题、随堂测验等。布置适量的课外作业，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容，包括基本概念题、解答题、综合题以及其它题型等。

学习策略：课堂认知听讲，了解书本知识以外的信息。

学习技巧：紧密结合课堂 PPT 课件，掌握课程内容。

其他建议：根据课堂内容查阅文献，自主学习、延伸学习，利用信息检索方法、教学网站等资源了解背景知识，通过讨论交流自我检查学习效果。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	6					6
2	细胞生物力学	2					2
3	血流动力学	8		2			10
4	循环系统	4					4
5	细胞间质液	2					2
6	眼睛生物力学	4					4
7	呼吸系统	4					4
8	肌肉与运动	6					6
9	骨骼生物力学	6		2			8
10	地面运动	2					2
合计		44		4			48

六、考试与成绩评定

平时成绩 40%（作业、随堂测验等平时成绩 30%，实验 10%），期末测验 60%。

实验成绩占 10%。通过实验，让学生了解生物流体和生物固体的基本力学性能，加深对理论的理解；通过分小组实验，培养学生的团队合作精神与能力；通过学习实验设备操作实验规范，培养学生查阅资料、获取适当工具、使用适当工具的能力；通过实验报告，培养学生表达（书面语口头）能力。

平时成绩占 30%。主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、含课堂测验、作业情况等。

期末测验占 60%。它是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对生物力学基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学理论和方法解决医用生物力学问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。督促学生系统掌握包括基本原理、方法和应用在内的主要内容。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4、5、6、7、10、11、13 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 8、9、12 达成度的考核。
实验	10	实验操作的完成情况。对应毕业要求 3、4、6、9、10、11、14 达成度的考核，同时对 1、2、5 达成度的考核有一定参考价值。
期末测验	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、6、13 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
实验	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本	不满足 D 要求

	决复杂问题能力。	综合运用理论知识解决复杂问题能力	的综合运用理论知识解决复杂问题能力	不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	
期末测验	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：乔爱科

批准者：梁文俊

2020 年 9 月 1 日

“生物医学测量与传感器”课程教学大纲

英文名称: Biomedical Measurement and Sensors

课程编码: 0007665

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 模拟电子技术、数字电子技术、电路分析基础、解剖生理学

教材及参考书:

[1]杨玉星.生物医学传感器与检测技术.化学工业出版社, 2009 年 3 月

[2]王平, 刘清君, 陈星.生物医学传感与检测(第 4 版).浙江大学出版社, 2016 年 7 月

[3]吴建平.传感器原理及应用(第 3 版).机械工业出版社, 2016 年 1 月

[4]彭承琳.生物医学传感器原理与应用(第 3 版).重庆大学出版社, 2011 年 7 月

一、课程简介

研究人类生命现象和规律, 诊断和治疗各种疾病时, 必须了解并获取自身的各种生理信息, 要及时正确地得到这些信息, 首先合理地选择和善于应用各种传感器, 传感器处于各种医学检测和治疗设备的最前端。该课程是具有交叉学科特点的课程, 涉及生物、电子、力学、光学、材料等多个领域。结合生物信号的特点, 将传感器和生物医学电子测量原理相结合, 是医学仪器的设计基础, 是重要学科基础课程之一。本课程重点培养学生掌握生物医学信号测量的基本内容、特点和方法, 培养学生掌握各种生物医学传感器的原理、测量电路与以使用方法以及在生物医学中的应用。使学生能够根据不同的生物医学信号特点, 设计使用生物医学传感器和测量电路, 为学生从事医疗器械的研究、生产、使用打下一定的基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是生物医学专业的专业限选课, 是重要学科基础课程之一。旨在继解剖生理学、电路分析、电子技术等课程后, 培养学生运用工程知识、分析问题、设计开发、科学研究 4 大专业基本能力。由于人体生理信号的特殊性, 生物医学测量有别与其他工程测量。生物医学传感器处于生物医学测量仪器的最前端, 是生物医学测量和各种生物医学仪器的基础。学习各种生物医学传感器的原理及应用, 理解生物医学传感器的在整个医学仪器中的作用, 培养其工程意识和能力。在正确分析生物医学信号, 正确使用、设计传感器和测量电路的基础上、才能实现生物医学信号提取、检测和处理等问题。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1.思想政治与德育

在课程中学习了解国内先进的传感器技术, 树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观, 爱国敬业, 具有良好的道德修养和社会责任感。

2.工程知识

该课程涉及多个学科，要求学生具有生物学、医学、材料学、力学、电子技术、等宽厚的基础知识，并掌握生物医学测量和传感器的理论，培养学生的运用工程基础和专业知

3.问题分析

该课程涉及多个学科，要求学生具有生物学、医学、材料学、力学、电子技术等宽厚的基础知识，培养学生分析具体工程问题的能力。使学生能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、分析生物医学复杂工程中有关生物医学信号测量与传感器的问题，以获得有效结论。

4.设计/开发解决方案

该课程是一门交叉学科，针对生物医学复杂工程问题，培养学生设计开发医疗器械前端的传感器及检测电路的能力。

5.研究

能够通过所学知识，基于科学原理并采用科学方法对生物医学传感器工程问题进行研究，包括设计研究方案、分析与解释数据。

11.沟通

通过组内学习，课堂讨论，撰写报告、陈述发言等，培养学生自主学习专业相关的口头和书面表达能力。

13.终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习国内外传感器的最新发展前沿知识。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					13
		2	3	4	5	11	
1	掌握生物医学测量基础，熟悉人体几大生理系统的生理参数	●	●	◎	◎	◎	
2	掌握传感器的基本概念、结构、特性	●	●	◎	◎		
3	掌握力学传感器、温度传感器、光纤传感器和生物传感器的原理和测量电路以及在生物医学中应用	●	●	●	◎	◎	◎
4	了解生物传感器原理和测量电路以及在生物医	●	●	●	◎	◎	◎

	学中应用						
5	掌握血压、血氧、心输出量检测的原理和方法	●	●	●	◎	◎	⊙

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标:在理论学习中加入中国在生物医学测量和传感器方面最新的理论和技术进步知识点，培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养等，引导正确的价值观。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章 生物医学测量基础	生物医学测量仪器的组成▲、人体测量的特点▲、人体生理信息测量条件、电流的生理效应和损伤防护、生物医学测量方法	√				
第二章 人体生理信息	人体生理信息与诊断、人体细胞电位、循环系统生理信息▲、呼吸系统生理信息、神经系统生理信息、消化系统生理信息、其他生理参数及其测量	√				
第三章 生物医学传感技术基础	传感器的定义、分类▲、传感器的基本结构▲、传感器的静态特性▲、传感器的动态特性★、传感器的标定与校准、医用传感器的特性和要求、弹性敏感元件		√			
第四章 力学参数传感器与检测技术	金属应变式传感器▲★、固态压阻式传感器▲、电容式传感器▲、压电式传感器▲★、力学参数传感器在医学中的应用▲			√		
第五章 温度量传感器与检测技术	温度的概述、热电阻传感器与检测技术▲、热电偶传感器与检测技术▲、集成温度传感器★、温度传感器在医学中的应用▲			√		
第六章 光导纤维传感器与检测技术	光导纤维传感器的原理▲、光导纤维传感器的在医学中的应用▲			√		
第七章 生物量传感器与检测技术	生物传感器概念、生物材料的固定化技术、生物传感器原理与应用				√	
第八章 血压测量	血压的直接测量法▲、血压间接测量法▲、血压的自动测量▲					√
第九章 血氧饱和度和心输出量的无创测量	血氧饱和度的无创测量▲、心输出量的无创测量▲					√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主，辅助小组合作课堂讨论。课堂教学结合实际应用，多采取启发思维方式，引导学生对问题的思考。

学习方法：养成探索的习惯，在理论指导下进行实践；注意理论与实际问题相结合。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源，以及最新的网络资源，进行深入和内容广泛的学习。仔细研读教材，适当选读参考书和网络的相关内容，了解国内外最新的知识技术。深入理解原理，以及在生物医学工程中的应用。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 生物医学 测量基础	生物医学测量仪器的基础知识	2					2
第二章 人体生理 信息	人体各大系统的生理信息	1					1
第三章生 物医学传 感技术基 础	传感器的概念，结构，特性及 医学传感器的特殊性	4	1				5
第四章 力学参数 传感器与 检测技术	金属应变式传感器、固态压阻 式传感器、电容式传感器、压 电式传感器、力学参数传感器 在医学中的应用	10	2				12
第五章 温度量传 感器与检 测技术	温度的概述、热电阻传感器、 热电偶传感器、集成温度传感 器、温度传感器在医学中的应 用	4					4
第六章 光导纤维 传感器与 检测技术	光导纤维传感器的原理、光导 纤维传感器的在医学中的应 用	2					2
第七章 生物量传 感器与检 测技术	生物传感器概念、生物材料的 固定化技术、生物传感器原理 与应用	1			1		2
第八章	血压的直接测量法、血压间接	2					2

血压测量	测量法、血压的自动测量						
第九章 血氧饱和度和心输出量的无创测量	血氧饱和度的无创测量、心输出量的测量	2					2
合计		28	3		1		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 30%（作业等 15%，其它 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 15%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。主要以各种传感器的原理、特点、检测电路和在生物医学中应用为主。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课堂参与度和课堂知识的掌握及运用。对应毕业要求 1, 2, 3, 4, 10
考试成绩	70	课堂知识的掌握及运用，计算分析能力，对应毕业要求 1, 2, 3, 4, 10

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	能够完成作业，良好掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 90% 以上。	能够完成作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 80%-90%。	基本能够完成作业，基本掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 70%-80%。	基本能够完成作业，了解基本概念、理论、方法，正确率达到 60%-70%。	不满足 D 要求
研讨	能够综合运用所学知识，独立或	能够综合运用所学知识，独立或	能够运用所学知识，能够配合其	能够运用所学知识，能够配合其	不满足 D 要求

	能够组织其他合作同学完成研讨内容, 熟练掌握基本概念、理论、方法。	能够配合其他合作同学完成研讨内容, 掌握基本概念、理论、方法。	他合作同学完成研讨内容, 基本掌握基本概念、理论、方法。	他合作同学完成研讨内容, 了解基本概念、理论、方法。	
考试	能够综合运用所学知识, 熟练掌握基本概念、理论、方法, 计算准确, 分析合理, 有解决复杂问题能力。正确率达到 90%以上。	能够综合运用所学知识, 掌握基本概念、理论、方法, 计算准确, 分析合理, 正确率达到 80%-90%。	能够运用所学知识, 基本掌握基本概念、理论、方法, 计算基本准确, 分析基本合理。正确率达到 70%-80%。	基本掌握基本概念、理论、方法, 计算基本准确。正确率达到 60%-70%。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 李旭雯

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“生物医学电子”课程教学大纲

英文名称: Biomedical Electronics

课程编号: 0008320

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 普通物理、电子技术

教材及参考书:

[1]李晓琴,《生物医学电子与仪器》,北京工业大学印刷,2018年2月

[2]蔡建华张唯真,《生物医学电子学》,北京大学出版社,1997年12月

[3]刘骥,《医用电子学》,人民卫生出版社,2001年3月

[4]高上凯,《医学成像系统》,清华大学出版社,2007年8月

[5]王保华,《生物医学测量与医学仪器》,高教出版社,2005年

一、课程简介

生物医学工程是运用自然科学和现代工程技术的原理和方法,多层次研究人体结构、功能和各种生命现象的理、工、医相结合的交叉学科。生物医学电子是应用电子技术解决生物医学的问题,是理论和实践结合最好的重要专业选修课之一。除了相应的知识对该学科的人才非常重要外,一些基本问题解决方法、技术和思想更为重要,每个从事生物医学工程的工作者都会被反复用到,是培养工程技术思维的重要知识载体。本课程依据学生的特点,以医学仪器设计中生物电放大器的设计为主线,介绍生物医学信号的提取方法、干扰和噪声的抑制措施、前置级设计,以及生物电信号处理的新技术,并将上述方法与技术用于生物电放大器的设计;以基本医学仪器的分析为辅线,剖析医学仪器的组成、基本原理及其在临床医学中的应用。

二、课程地位和目标

(一) 课程地位: 本课程是生物医学工程专业的专业选修课,属于电子工程技术类。旨在继模拟电子技术、数字电子技术等课程后,引导学生从解决生物医学工程中的具体问题出发,结合已有电子技术基础知识,解决生物医学领域中的信号提取、分析和处理以及生物医学仪器的设计、调试和应用等问题,为学生提供参与设计实现生物医学仪器设计等复杂系统的机会,培养其工程意识和能力。

主要为毕业要求第2、3、4的实现提供支持。

2 运用工程知识的能力生物医学电子属于本专业类的专业选修课之一,掌握生物医学中常用的电子学及医学仪器分析方法,能够培养学生解决难度较大的问题,处理复杂系统的设计与实现的能力。

3 分析问题的能力培养学生运用生物医学中常用的电子学方法,分析医学仪器等工程问题。

4 设计开发能力培养学生通过“调研并设计方案、实现方案、完善方案”实现医学仪

器等复杂工程问题的设计实现能力。

对毕业要求5、10、11的实现有一定支撑作用

5 科学研究能力培养学生能够基于科学原理并采用科学方法对生物医学复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告。

10 协作与组织能力通过按组完成调研培养学生团队协作能力。学生需要从分工、组织、实现、口头和书面报告等环节中相互协调、相互配合。

11 表达与交流能力通过按组完成校外调研并组织口头和书面报告，培养学生表达与交流能力。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生学会应用电子学方法解决生物医学仪器分析、设计问题。课程的教学目的是：掌握生物医学中常用的电子学方法；能正确利用上述方法解决电子医学仪器的设计问题；掌握医学仪器的基本原理和系统组成，提高分析复杂医学系统的能力。



表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2	3	4	5	10	11
1	掌握生物医学中常用的电子学方法	●	●	●			
2	能正确利用上述方法解决电子医学仪器的设计问题	●	●	●	◎		
3	掌握医学仪器的基本原理和系统组成，提高分析复杂医学系统的能力	●	●	●		⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：医学仪器研发是医疗器械产业“十三五”规划的重要内容。生物医学电子课程围绕医学仪器的设计和分析组织教学内容，目前，国内的高端医疗设备基本被国外垄断，让学生意识到危机和挑战；开发具有自主知识产权的医疗设备是我国迫切需要解决的问题，引导学生要树立远大目标，勇于担当。

三、课程教学内容

《生物医学电子》是生物医学工程一级学科下各专业的一门主干课，也是该专业的主要专业选修课。课程围绕医学仪器设计组织相关章节，介绍生物医学信号的提取方法、干扰和噪声的抑制措施、前置级设计，以及生物电信号处理的新技术，并将上述方法与技术用于电子类医学仪器的设计；围绕医学仪器的分析，剖析医学仪器的组成、基本原理及其在临床医学中的应用。具体内容见表2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
前言	主要介绍生物医学电子与仪器的课程的性质▲、主要内容▲、现状及进展▲、学习方法等 希望通过 2 节的讲述,使学生能够对课程的性质、内容及学习方法等有清楚的了解,调动学生的积极性,有目的、有计划、有准备地开始后续的学习			
第一章 生物医学信号的特点和提取	主要包括生物医学信号的特点▲、生物医学信号的提取▲及提取过程中的干扰和噪声★等主要内容	√		
第二章 信号放大	主要包括生物电放大电路前置级原理▲、隔离级设计、生物电放大器设计▲★及生理信号放大器四个部分		√	
第三章 信号处理	主要内容包括模拟滤波器设计▲★、非线性变换、电压比较器、模拟存储器及信号的运算等	√		
第四章 生物遥测	主要内容包括信号的调制与解调▲、脉冲调制▲、脉冲编码调制★、生物遥测方式、心电遥测、植入式遥测、其他生物遥测方式	√		
第五章 电刺激	主要内容包括电刺激产生兴奋的条件、临床电刺激、心脏起搏▲、除颤与电休克▲			√
第六章 监护技术	主要内容包括医学临床监护技术与监护系统▲、病房监护技术▲及动态监护技术			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法:以讲授为主(32 学时)。课内讲授推崇研究型及案例教学,以知识为载体,重现新方法与技术的产生过程,围绕具体问题的解决,传授问题解决的思路和方法,引导学生系统掌握复杂问题的解决程序。

学习方法:养成探索的习惯,注意从实际问题入手,结合具体问题的解决,充分理解“调研并设计方案、实现方案、完善方案”这一解决问题的基本程序。明确学习各阶段的重点任务,做到课前预习,课中认真听课,积极思考,课后认真复习,不放过疑点,充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材,适当选读参考书的相关内容,从解决具体实际问题的角度,掌握基本的生物电子学方法,并能用于问题的解决。

利用本课程北京工业大学精品课程校内网站,网站有包括课件、相关资料等。

<http://etc.bjut.edu.cn/web/jp/06sb/byyl/index.htm>。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配,详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
前言	主要介绍生物医学电子与仪器的课程的性质▲、主要内容▲、现状及进展▲、学习方法等	2					2
第一章 生物医学信号的特点和提取	主要包括生物医学信号的特点▲、生物医学信号的提取▲及提取过程中的干扰和噪声★等主要内容	6					6
第二章 信号放大	主要包括生物电放大电路前置级原理▲、隔离级设计、生物电放大器设计▲★及生理信号放大器四个部分	10					10
第三章 信号处理	主要内容包括模拟滤波器设计▲★、非线性变换、电压比较器、模拟存储器及信号的运算等	6					6
第四章 生物遥测	主要内容包括信号的调制与解调▲、脉冲调制▲、脉冲编码调制★、生物遥测方式、心电遥测、植入式遥测、其他生物遥测方式	3					3
第五章 电刺激	主要内容包括电刺激产生兴奋的条件、临床电刺激、心脏起搏▲、除颤与电休克▲	3					3
第六章 监护技术	主要内容包括医学临床监护技术与监护系统▲、病房监护技术▲及动态监护技术	2					2
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：课程考核环节包括平时成绩（作业、调研、其它等）和考试成绩，占比分别为 30%、70%。其中，平时成绩中的作业、调研、其它环节的成绩占比分别为 15%、10%、5%。作业、其它等对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核，调研对应毕业要求 4、9、10 达成度的考核，同时对 1、2、3 达成度的考核有一定参考价值。考试对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。

平时成绩 30%（作业等 25%，调研 10%、其它 5%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它5%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业的15%主要是课堂作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度；调研10%主要是围绕医学仪

器的调研，并组织口头和书面报告，主要考察学生理论结合实际及表达和交流能力。

考试成绩 70%是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对生物医学电子基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决具体问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	作业:相关作业的完成质量，对应毕业要求 X2.Y1、X2.Y2、X2.Y3 达成度的考核 其它:课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 X2.Y1、X2.Y2、X2.Y3 达成度的考核 调研:对应毕业要求 X4.Y4、X5.Y9、X5.Y10 达成度的考核
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 X2.Y1、X2.Y2、X2.Y3 达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	掌握生物医学中常用的电子学方法、熟练利用上述方法解决电子医学仪器的设计问题	较好掌握生物医学中常用的电子学方法、能正确利用上述方法解决电子医学仪器的设计问题	能理解生物医学中常用的电子学方法、能利用上述方法解决电子医学仪器的设计问题	了解生物医学中常用的电子学方法、利用上述方法解决电子医学仪器的设计问题一般	不满足 D 要求
调研	熟练掌握医学仪器的基本原理和系统组成,具备分析复杂医学系统的能力	掌握医学仪器的基本原理和系统组成,分析复杂医学系统的能力较好	理解医学仪器的基本原理和系统组成,分析复杂医学系统的能力一般	了解医学仪器的基本原理和系统组成,分析复杂医学系统的能较差	不满足 D 要求
其它	积极主动	积极主动一般	积极主动不够	不积极主动	不满足 D 要求
考试	熟练掌握生物医学信号的特点和提取、生物电放大电路前置级原理及设计、滤波器设计、非线性变换、电压比较	较好掌握生物医学信号的特点和提取、生物电放大电路前置级原理及设计、滤波器设计、非线性变换、电压比较	掌握生物医学信号的特点和提取、生物电放大电路前置级原理及设计、滤波器设计、非线性变换、电压比较器、	一般掌握生物医学信号的特点和提取、生物电放大电路前置级原理及设计、滤波器设计、非线性变换、电压比较	不满足 D 要求

	器、模拟存储器及信号的运算；熟练掌握信号调制与解调的原理、电刺激产生兴奋的条件、临床电刺激与心脏起搏除颤的原理、医学临床监护技术与监护系统	器、模拟存储器及信号的运算；较好掌握信号调制与解调的原理、电刺激产生兴奋的条件、临床电刺激与心脏起搏除颤的原理、医学临床监护技术与监护系统	模拟存储器及信号的运算；掌握信号调制与解调的原理、电刺激产生兴奋的条件、临床电刺激与心脏起搏除颤的原理、医学临床监护技术与监护系统	器、模拟存储器及信号的运算；一般掌握信号调制与解调的原理、电刺激产生兴奋的条件、临床电刺激与心脏起搏除颤的原理、医学临床监护技术与监护系统	
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：李晓琴

批准者：梁文俊

2019 年 12 月 30 日

“生物医学信号处理 I” 课程教学大纲

英文名称: Biomedical Signal Processing I

课程编码: 0003639

课程性质: 专业选修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 信号与系统、数字信号处理

教材及参考书:

- [1] 吴水才, 主编. 医学信号处理及应用. 北京: 北京工业大学出版社, 2014
- [2] 王俊, 王祖林, 高飞, 万国龙编著. 数字信号处理. 北京: 高等教育出版社, 2019
- [3] 聂能, 尧德中, 谢正祥. 生物医学信号处理数字处理技术及应用. 北京: 科学出版社, 2005
- [4] Rangaraj M. Rangayyan. Biomedical signal analysis. WILEY INTERSCIENCE, 2002
- [5] Metin Akay. Nonlinear biomedical signal processing. AKAY IEEE PRESS, 2000
- [6] Eugene N. Bruce. Biomedical signal processing and signal modeling. WILEY INTERSCIENCE, 2001

一、课程简介

本课程是学科基础课, 是生物医学工程专业核心课程。掌握生物医学信号处理技术是探索生命奥秘的重要手段, 通过本课程的学习, 使学生了解各种生物医学信号及其特点, 掌握医学信号数据采集系统的构成及采样参数的选取、医学信号的功率谱分析、各种数字滤波器 (FIR 滤波器、IIR 滤波器、整系数滤波器和自适应滤波器等) 设计方法及其在医学信号噪声去除中的应用、小波变换和人工神经网络的基本知识, 并通过上机实验, 使学生掌握各种信号处理技术及其计算机编程实现方法。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是生物医学工程专业核心课程。旨在电路、信号与系统和数字信号处理等课程后, 引导学生掌握各种信号处理技术在生物医学工程中的应用, 通过计算机编程实验来掌握各种信号处理技术的实际应用, 提高学生的实践动手能力和创新能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

(2) 工程知识

掌握数学、自然科学、工程基础理论和医学电子与医疗仪器、生物力学与材料、生物信息与医疗大数据等专业知识, 并能将其用于解决生物医学工程领域中的医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等复杂工程问题。

(3) 问题分析

能够应用数学、自然科学和生物医学工程专业的基本原理, 识别、表达、并通过文献研究分析医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等生物医学工程领域

复杂工程问题，以获得有效结论。

（4）设计/开发解决方案

针对复杂生物医学工程问题，具备医疗器械产品（包括医疗仪器、植入物、软件等）的设计开发能力，包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求，能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新型产品等。

（5）研究

能够基于科学原理并采用科学方法对生物医学复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告；勇于质疑，具有创新精神和创业意识，能够紧密结合大数据、移动互联互通、智能医疗的行业发展和需求，研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

（7）工程与社会

能够基于生物医学工程相关背景知识进行合理分析、评价工程专业实践和复杂生物医学工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律、经济和文化的影响，并理解应承担的责任。

（13）终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习信息技术、医疗健康知识、行业标准和管理法规等知识。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

掌握生物医学信号处理技术是探索生命奥秘的重要手段，通过本课程的学习，使学生了解各种生物医学信号及其特点，掌握医学信号数据采集系统的构成及采样参数的选取、医学信号的功率谱分析、各种数字滤波器（FIR 滤波器、IIR 滤波器、整系数滤波器和自适应滤波器等）设计方法及其在医学信号噪声去除中的应用，并通过上机实验，使学生掌握各种信号处理技术及其计算机编程实现方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2	3	4	5	7	13
1	掌握各种生物医学信号及其特点	●	●	◎	◎	◎	◎
2	掌握医学信号数据采集系统的构成及采样参数的选取	◎	◎	●	●	◎	◎
3	掌握各种数字	◎	◎	●	●		

	滤波器的设计 及应用					⊙	⊙
4	掌握医学信号 的功率谱分析	⊙	⊙	●	●	⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过本课程的学习，使学生掌握生物医学信号处理的基本原理及医学应用，通过实验提高学生的实际动手能力。同时在本课程的教学过程中，注重对学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范的培养，使学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质，成为一名合格的新时代社会主义接班人。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 数字信号处理 基础	1.1 数字信号与系统 1.2 Z 变换▲★ 1.3 数字滤波器	√			
第二章 生物医学信号 及其特点	2.1 生物医学信号及特点 2.2 生物医学信号采集系统▲★ 2.3 生物医学信号采集系统设计▲★	√	√		
第三章 FIR 滤波器设计 与应用	3.1 FIR 滤波器及特性 3.2 平滑滤波器▲ 3.3 陷波器▲ 3.4 微分器▲ 3.5 FIR 滤波器的窗口设计法▲★ 3.6 FIR 滤波器的频率采样设计法▲★ 3.7 双踪示波器实验 3.8 信号发生器实验			√	
第四章 IIR 滤波器设计 与应用	4.1 IIR 滤波器特性 4.2 单极点 IIR 滤波器 4.3 积分器▲ 4.4 双极点 IIR 滤波器▲★ 4.5 双极点 IIR 滤波器的设计实验			√	
第五章 整数型滤波器 设计与应用	5.1 整数型滤波器特性 5.2 低通整数型滤波器设计▲ 5.3 高通整数型滤波器设计▲ 5.4 带通和带阻整数型滤波器设计▲★ 5.5 整数型滤波器设计实验			√	
第六章 自适应滤波器 原理与应用	6.1 自适应滤波器结构与特点▲ 6.2 自适应滤波器原理▲★ 6.3 自适应滤波算法▲★			√	

	6.4 自适应滤波器的应用				
第七章 信号平均技术 与应用	7.1 信号平均及应用条件▲ 7.2 信号平均技术的原理▲★ 7.3 信号平均技术的医学应用			√	
第八章 生物医学信号 谱分析	8.1 传统谱分析▲ 8.2 现代谱分析▲★ 8.3 心电信号的谱分析				√
第九章 生物医学数字 压缩技术	9.1 数据压缩的基本概念 9.2 数据压缩算法及原理▲ 9.3 AZTEC 压缩算法▲ 9.4 Huffman 编码▲★	√			
第十章 小波变换	10.1 小波的定义与特点▲ 10.2 连续小波变换▲★ 10.3 离散小波变换▲★ 10.4 心电信号小波分析			√	√
第十一章 人工神经网络	11.1 人工神经网络定义及特性▲ 11.2 神经元与网络结构▲ 11.3 BP 型人工神经网络▲★ 11.4 心电信号神经网络识别			√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程学时总数为 48，采取理论教学和实验教学相结合，理论教学 40 学时，实验教学 8 学时。理论教学采取线上线下混合式课程教学模式，即以教师为主导的课堂教学和学生为主体的网络在线学习的混合式教学方法。实验教学在实验室上机完成，通过软件编程，实现所设计的各种滤波器和心电信号分析系统软件。

学习方法：本课程理论教学的混合式教学授课过程分为线上学习和课堂学习两大块，学生完成在线学习、翻转课堂、自主系统测试、总结和讨论。具体教学过程如下：教师在每一章节的导学部分布置课前任务，学生通过上网学习课程视频，完成知识点的重点学习。教师在课堂上先请学生进行课程内容的讲解（翻转课堂），帮助学生解决重点和难点问题。课后学生再完成线上的在线测试。学生可在讨论区提出问题和发表学习体会，教师再根据这些问题进行解答。本课程已在“中国大学 MOOC 网”上线，网站为：<https://www.icourse163.org>，学生可上“中国大学 MOOC 网”线上对该课程进行学习和完成相应章节的作业。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 数字信号处理 基础	数字信号与系统, Z 变换, 数字滤波器。	4					4
第二章 生物医学信号 及其特点	生物医学信号的产生及特 点, 医学信号采集系统的设 计与实验。	4		2			6
第三章 FIR 滤波器设 计与应用	FIR 滤波器特性, 平滑滤波 器, 陷波器, 微分器, FIR 滤波器的设计与实验。	6		2			8
第四章 IIR 滤波器设 计与应用	IIR 滤波器特性, 积分器, 双极点 IIR 滤波器的设计与 实验。	4		2			6
第五章 整数型滤波器 设计与应用	整数型滤波器特性, 低通整 数型滤波器设计, 高通整数 型滤波器设计, 带通和带阻 整数型滤波器设计与实验。	2		2			4
第六章 自适应滤波器 原理与应用	自适应滤波器结构与特点, 自适应滤波器原理, 自适应 滤波器的应用。	2					2
第七章 信号平均技术 与应用	信号平均技术原理, 信号平 均技术的应用。	2					2
第八章 生物医学信号 谱分析	傅立叶变换, 传统谱分析, 现代谱分析。	4					4
第九章 生物医学数字 压缩技术	数字压缩原理与分类, 转折 点压缩算法, AZTEC 压缩 算法, Huffman 编码。	4					4
第十章 小波变换	小波的定义及性质, 连续小 波变换和离散小波变换	4					4
第十一章 人工神经网络	人工神经网络的定义及性 质, BP 型人工神经网络及 医学应用	4					4
合计		40		8			48

六、考核与成绩评定

平时成绩 30% (其中作业等 10%, 实验 20%), 期末考试 70%。

平时成绩中的 10% 主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受和作业完成情况。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业情况。平时成绩中的 20% 主要根据学生的实验报告, 主要考核学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力和动手能

力。

期末考试 70%是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对医学信号处理的基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4、5、12 达成度的考核。 课外实验完成质量，对应毕业要求 8、9、10 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、4、5、8、9、10、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	较好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能基本掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	不满足 D 要求
实验	有很强的综合运用理论知识解决复杂问题的能力	有较强的综合运用理论知识解决复杂问题的能力	具有综合运用理论知识解决复杂问题的能力	基本具有综合运用理论知识解决复杂问题的能力	不满足 D 要求
考试	很好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	较好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能基本掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 吴水才

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“现代医疗设备”课程教学大纲

英文名称: Modern Medical Equipment

课程编码: 0008321

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程本科生

先修课程: 生理解剖学、数字电子技术、模拟电子技术、生物医学测量与传感器、单片机原理与应用、医学图象处理、生物医学信号处理、生物医学电子与仪器。

教材及参考书:

[1]李宁主编. 现代医疗仪器设备与维护管理. 高等教育出版社, 2009 年

[2]张锦, 张立毅主编. 现代临床医疗仪器原理与应用. 军事医科出版社, 2002 年

[3]徐跃, 梁碧玲主编. 医学影像设备学. 人民卫生出版社, 2005 年

[4]张泽宝, 吉强主编. 医学影像物理学. 人民卫生出版社, 2005 年

[5]黄钢, 作书耀主编. 影像核医学. 人民卫生出版社, 2005 年

[6]张云亭, 袁丰德主编. 医学影像检查技术学. 人民卫生出版社, 2005 年

[7]贝蒂尔·雅各布森主编. 医疗器械使用与安全. 中国科学技术出版社, 2017 年 7 月

一、课程简介

生物医学工程是以科学、技术尤其是工程的手段解决生物和临床医学中的问题, 遵循问题的提出、数学描述、建立模型和构建医疗仪器与设备。医疗仪器设备是生物医学工程的最集中的体现与最重要的工具, 将生物医学中的问题加以数学描述并且建立模型, 最后设计出仪器设备, 是理论和实践结合最好的重要学科基础课程之一, 需要将理工科的理论知识、技术和工程能力与生物医学知识完美地结合。本课程依据学生知识结构, 以社会发展需要为驱动力, 以临床医学中最主要仪器设备为主线, 以影像仪器设备和检验仪器设备为主要内容, 讨论临床医疗仪器的结构、原理、维护和临床应用; 同时适当地开展磁共振影像、超声影像、超声多普勒技术实验, 增强直观性、激发学生兴趣、提高教学效果。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是生物医学工程专业的学位限选课, 可以作为其它生物技术和食品安全专业的选修课, 属于科学技术与工程在生物医学应用中集大成的课程。旨在继高等数学、大学物理、生理解剖学、数字电子技术、模拟电子技术、生物医学测量与传感器、单片机原理与应用、生物医学电子与仪器、医学图象处理、生物医学信号处理等课程后, 引导学生在利用生理解剖学分析生物医学问题的基础上, 采用高等数学与大学物理理论方法对生物医学问题进行数学描述和建模, 最后利用光机电与计算机理论、技术和工程能力设计医疗仪器设备, 培养同学的动手能力和创新能力; 同时培养同学的维护与使用医疗仪器设备的基本能力。通过分析问题、描述问题、解决问题, 促进同学掌握高等数学、大学物理、生理解剖学等课程的基本理论之精髓, 培养同学光学、机械、电子学以及计算机科学与技术的工

程能力，最终培养同学解决生物医学复杂工程的能力；同时培养同学的维护与使用能力

现代医疗设备中的实验课在人才培养体系中具有独特的地位和不可替代的作用，通过实验课将学生理论与实践能力完美地结合；实验课将综合运用所学理工科的理论知识、技术和工程能力与生物医学知识，讨论与解决临床医疗仪器设备的结构、原理、维护和临床应用；同时实验课增强直观性、激发学生兴趣、提高教学效果。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

（1）思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观，爱国敬业，具有良好的道德修养和社会责任感；注重人文素养，树立法治观念和公民意识，遵纪守法，学术道德规范；分析、设计现代医疗设备时候，考虑医疗伦理、法律、社会责任，安全第一高于经济效益等。

（2）工程知识

利用学习的数学与自然科学、工程基础和专业知识，发展解决生物医学工程中现代高端医疗仪器设计的复杂工程问题的能力。

（3）问题分析

应用数学、自然科学和工程科学的基本原理来识别、表达，并通过文献研究、分析生物医学工程中现代高端医疗仪器设计中复杂工程问题，探索得到初步结论。具备基本的批判意识，能够发现生物医学工程技术中问题、提出假说和解决方案、设计技术路线等。

（4）设计/开发解决方案

针对生物医学工程中现代高端医疗仪器设计中的复杂工程问题，发展医疗器械产品的设计开发能力，包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求，能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新型产品等。

（5）研究

基于科学原理并采用科学方法对生物医学工程中现代高端医疗仪器设计中的复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告。能够紧密结合移动互联互通、智能医疗的行业发展需求和，研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

（6）使用现代工具

针对生物医学工程中现代高端医疗仪器设计中的复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。对移动医疗、智能医疗、高值易耗植入器材新技术在生物医学工程前沿中的应用，能够及时了解、掌握和实现。

（7）工程与社会

能够基于生物医学工程相关背景知识进行合理分析、评价复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律、经济和文化的影响，并理解应承担的责任。

（8）环境和可持续发展

能够理解和评价生物医学工程中现代高端医疗仪器设计中的复杂工程问题及专业工

程实践对环境、社会可持续发展的影响。能够将生态材料、环保新技术等应用于生物医学工程的专业实践中。

（9）职业规范

具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生物医学工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范、医学和工程伦理道德规范，履行责任。

（10）个人和团队

针对生物医学工程中现代高端医疗仪器设计中的复杂工程问题，组织医学、工程、人文、金融多学科团队，表现出较强的人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合作能力以及领导力，解决生物医学工程前沿中的复杂工程问题。具体到，通过课上学生分小组针对课堂内容进行讨论，以及分小组完成对任何一个现代高端医疗仪器的调研并进行课堂报告，培养土堆精神。

（11）沟通

在解决生物医学工程中现代高端医疗仪器设计中的问题过程中，与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。具体到，通过课上学生分小组针对课堂内容进行讨论，了解生物医学工程领域的国际发展趋势，研究热点，以及分小组完成对任何一个现代高端医疗仪器的调研并进行课堂报告，培养表达和交流能力。

（12）项目管理

理解并掌握生物医学工程行业工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

（13）终身学习

现代高端医疗设备发展非常迅速，培养具有自主学习的能力和终身学习的意识，发展出不断学习和适应发展的能力。能够结合自身专业知识，自主学习信息技术、医药知识、行业标准和管理法规等前沿性的知识。具体到，通过分小组完成对任何一个现代高端医疗设备的调研，培养学生学习能力。

（14）体育

掌握体育运动的一般知识和基本方法，形成良好的体育锻炼和卫生习惯，达到国家规定的大学生体育锻炼合格标准。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

生物医学工程是以科学、技术尤其是工程的手段解决生物和临床医学中的问题，遵循问题的提出、数学描述、建立模型和构建医疗仪器与设备。通过磁共振影像、超声影像、超声多普勒技术等实验课程，培养学生将所学理工科的理论知识、技术和工程能力与生物医学知识完美地结合，解决磁共振、超声如何成像问题：如何建立数学模型、如何设计、成像原理；讨论临床医疗仪器：磁共振影像、超声影像、超声多普勒设备的结构、原理、维护和临床应用；增强直观性、激发学生兴趣、提高教学效果。通过实验课程培养学生胜

任综合医院设备科、影像科、检验科的工作，以及进一步深造的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	掌握现代医疗设备的基本概念，以及问题描述和处理方法。	●	◎	◎	○	○	○	◎	●	●	○	○	○	◎	○
2	解决现代医疗设备设计中的复杂工程问题。	◎	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	◎	○
3	增强理论结合实践能力，分析现代医疗设备的原理、结构、功能和应用问题。	◎	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	◎	◎	○	○	●	○
4	自学和文献调研，培养解决现代医疗设备中的复杂工程问题能力。	◎	◎	◎	○	○	○	●	●	○	○	○	◎	●	○
5	锻炼英文交流和团队协作能力。	◎	○	○	○	◎	○	○	○	○	●	●	●	◎	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

培养学生爱国情怀，明确“健康中国”国家战略的重要性，医疗设备，特别是国产高端医疗设备以及精准医疗仪器设备，对“健康中国”国家战略的重要意义。课程讲授的医学影像设备、血检、尿检仪器设备和精准医疗设备是临床诊断和治疗必需的医疗设备。要想为“健康中国”建设出一份力，为中国生物医学工程产业和国产高端医疗设备做出贡献，就必须学好现代医疗仪器设备这门课。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 概论	课程安排与大纲、教学方法、课程内容和目标▲、考试形式与内容、教材与参考书、医疗仪器设备的发展动态★。	√	√	√		
第二章 X 线发生装置	由 X 线管▲、高压发生器和控制台三部分组成。X 线管的特性与参数★。	√	√	√	√	√

第三章诊断用 X 线机	中、高频 X 线机讲解主要特点、构成、工作原理、主要技术参数、直流逆变电源★，其中的工作原理是重点▲；CCD 探测器是重点▲。	√	√	√	√	√
第四章数字 X 线设备	PCR 的结构与工作原理★、非晶态硅型 FPD 的结构与工作原理★、DSA 的特殊功能▲。	√	√	√	√	√
第五章 X 线计算机体层成像设备	X 线 CT 设备的基本组件及其工作原理▲、检测器与数据处理装置的工作原理、螺旋 CT 和多层 CT 的工作原理★、X 线 CT 设备应用质量保证的基础知识▲。	√	√	√	√	√
第六章磁共振成像设备	第一节概述：临床应用与局限性，组成与工作原理▲；第二节主磁体：种类与性能指标▲，匀场技术；第三节梯度磁场系统：梯度磁场的产生与技术参数▲；第四节射频系统▲★，第五节计算机系统；第六节磁共振成像设备质量保证系统▲。	√	√	√	√	√
第七章超声成像设备	超声设备分类、常用探头的基本结构▲、B 超的主要结构及工作原理▲、超声多普勒的主要结构及工作原理★。	√	√	√	√	√
第八章核医学成像设备	第一节概述：分类及应用特点；第二节γ照相机：结构与工作原理▲★；第三节单光子发射型计算机体层设备▲；第四节正电子发射型计算机体层设备▲	√	√	√	√	√
第九章尿液、血液检技术与仪器设备	第一节尿液标本的采集；第二节尿液理学与化学检验；第三节尿液显微镜检验▲★；第四节尿液分析仪▲。第五节血液标本的采集；第六节血细胞的手工检验；第七节血细胞分析仪▲；第八节血液检验	√	√	√	√	√
第十章精准医疗仪器	第一节概述；第二节生物芯片检测技术与装置▲；第三节 PCR 检测技术与装置▲；第四节基因测序技术与装置★，介绍前沿知识，思想教育，激发学生学习的兴趣与创新动力。	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教学方法要服务于课程教学目标，同时结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采用讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学方法与模式，如通过课上学生分小组针对课堂内容进行讨论，以及分小组完成对某一现代医疗仪器设备的调研并进行课堂报告，培养协作与组织能力。通过课上学生分小组针对课堂内容进行讨论，以及分小组完成对某一现代医疗仪器设备的调研并进行课堂报告，培养表达和交流能力。通过分小组完成对某一现代医疗仪器设备的调研，培养学生学习能力。

学习方法：对学生的学习方法指导要根据课程教学方法以及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。指导学生注意网上获取前沿知识，提倡小组学习注重多学科的交叉与集成，将所学知识集成，培养工程能力与创新能力。通过课堂提问检查学习效果、激

发学习兴趣，帮助学生学会主动学习、深入探究。中国大学 MOOC（慕课）_国家精品课程在线学习平台：<https://www.icourse163.org/>

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	概论	1.5			0.5		2
2	X 线发生装置: X 线管、高压发生器、控制台	1.5			0.5		2
3	诊断用 X 线机	1.5			0.5		2
4	数字 X 线设备	1.5			0.5		2
5	X 线计算机体层成像设备	3			1		4
6	磁共振成像设备	4.5			1.5		6
7	超声成像设备	3			1		4
8	核医学成像设备	1.5			0.5		2
9	尿检、血液技术与仪器设备	3			1		4
10	精准医疗仪器	3			1		4
合计		24			8		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 50%（作业 25%、其它 25%），期末大作业 50%：生物医学工程一个重要进展、ppt 以及讲演与展示。

平时成绩中的其它 25%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现如课堂测验、课堂互动等；作业等的 25%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

期末大作业 50%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	50%	相关作业、课上分小组讨论的完成质量，对应毕业要求 1、2、4、5、8、9、10、12 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
大作业成绩 (ppt、讲演与展示)	50%	设计开放课题，2-3 同学一个小组针对某一现代医疗设备中的复杂工程问题进行课外小组调研或者设计，完成报告和 PPT 演讲。对应毕业要求 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好地理解现代医疗仪器设备技术的原理、结构和应用。	较好地理解现代医疗仪器设备技术的原理、结构和应用。	理解现代医疗仪器设备技术的原理、结构和应用。	一般地理解现代医疗仪器设备技术的原理、结构和应用。	不满足 D 要求
研讨与ppt大作业	积极、主动、有独立见解地完成课堂相关内容讨论和对现代医疗仪器设备进行调研并完成报告和 PPT 讲演。	积极、主动、准确地完成课堂相关内容讨论和对现代医疗仪器设备进行调研并完成报告和 PPT 讲演	积极、主动、比较准确地完成课堂相关内容讨论和对现代医疗仪器设备进行调研并完成报告和 PPT 讲演	比较准确、比较简洁地完成课堂相关内容讨论和对现代医疗仪器设备进行调研并完成报告和 PPT 讲演	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 冯继宏

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“医疗器械法规”课程教学大纲

英文名称: Medical Device Legislation

课程编码: 0008319

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 认识实习、生物医学测量与传感器, 临床医学基础与医学伦理、医学信息检索、解剖生理学、医疗器械使用与安全

教材及参考书:

[1] 蒋海洪.医疗器械管理与法规.人民卫生出版社, 2018.12

[2] 谢松城, 严静.医疗器械管理与技术规范.浙江大学出版社, 2016.11

[3] 丁勇、闫华国.医疗器械监督管理.人民卫生出版社, 2014

[4] 蒋海洪.最新《医疗器械监督管理条例》研究与解读.中国法制出版社, 2014

一、课程简介

本课程以国务院 2014 年颁发的《医疗器械监督管理条例》为主线, 全面讲授我国已颁发的各项医疗器械法规, 规章及规范性文件, 熟悉我国现阶段基本的医疗器械行政监督管理体系, 使学生能在现有法规层面较为准确地了解、掌握法规的各项规定、原则、程序和相应法律界限, 为学生从事医疗器械的研究、生产、经营、使用打下一定的法律基础, 也为将来选择从事医疗器械注册与技术管理的学生提供了必要的知识储备。根据课程特点, 充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素, 将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养, 融入到所授课程的教学之中, 融入到学生的学习任务中。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是生物医学工程本科专业选修课之一。旨在培养学生学习能力、分析问题的能力、分析工程与社会关系的能力和职业规范与素养。课程以医疗器械行业实际应用为目的, 以实际工作中最常碰到的基础工作为主线, 从保证医疗器械质量的安全有效入手, 总结医疗器械监督管理的规律, 着重介绍医疗器械相关标准、医疗器械质量管理体系和医疗器械申报注册等内容。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

(1) 思想政治与德育

树立医疗器械法治观念和公民安全意识, 遵纪守法, 学术道德规范。根据课程特点, 充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素, 将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养, 融入到所授课程的教学之中, 融入到学生的学习任务中。

（3）问题分析

培养能够基于行业和工程相关背景知识进行合理分析、从法律角度评价医疗器械解决方案对社会、健康、安全、经济和文化的影响，并理解应承担的责任。

（7）工程与社会

学生能够应用医疗器械有关自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究、分析有关医疗器械产品风险、产品技术、临床评价资料等复杂问题，以获得有效结论。具备基本的批判意识，能够发现问题、提出假说和解决方案等。

（9）职业规范

强化学生具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在医疗器械法规实践中理解并遵守法规、职业道德和规范、医学伦理道德规范，履行责任。

（12）项目管理

理解并掌握医疗器械行业工程管理原理方法，并能在多学科环境中应用。

（13）终身学习

使学生具有自主学习医疗器械法律法规的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展行业和法律变化的能力。能够结合自身专业知识，自主学习信息技术、医药知识、行业标准和管理法规等前沿性的知识。

（二）课程目标

1 教学目标：通过本课程的学习，学生应该掌握现行中国医疗器械法规的体系和重要规章的基本内容，熟悉医疗器械的相关制度，系统地了解医疗器械产品的基本管理方法，了解质量管理体系的建立和改进的流程，掌握医疗器械注册的流程和基本内容，能够培养学生利用医疗器械法规，对生物医学工程医疗器械的设计、开发进行指导，研发和制造符合国际、国内法律规定，符合医疗器械安全性和有效性的医疗器械。通过按组完成医疗器械法规相关内容的讨论，培养学生团队协作能力。学生需要从分工、设计、实现、报告等环节中相互协调、相互配合，为后续的学习和工作奠定必要的基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		(1)	(3)	(7)	(9)	(12)	(13)
1	掌握现行中国医疗器械法规的体系和重要规章的基本内容	●	●		●		
2	熟悉医疗器械的相关制度	●					
3	了解医疗器械产品的基本管理方法				●	●	
4	了解质量管理体系的建立和改进的流程					●	
5	掌握医疗器械注册的流程和基本内容		●	●			●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

根据课程特点，充分挖掘和运用课程所蕴含的“思政”元素，将理想信念、行为规范、道德品质、家国情怀、职业素养、社会责任、民族自信、工匠精神、思维方法、人文修养，融入到所授课程的教学之中，融入到学生的学习任务中。

理工科大学生的课程思政教育必须注重民生，构筑工程伦理教育，生物医学工程专业学生必须要明确医学伦理、行为规范、职业素养和社会责任，明确职业操守和道德规范，做到救死扶伤，尊重病人，保护病人隐私。

明确专业技术在历史时代发展过程中的变革以及专业名人技术发展中的重要作用。明确医疗器械法规对专业技术和产业的指导作用，在技术创新方面充分发挥主观能动性和培养学生勇于创新的自信力。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 我国医疗器械管理规定	第一节 医疗器械定义▲ 第二节 我国医疗器械定义和分类★ 第三节 医疗器械注册证号管理规定▲ 第四节 医疗器械生产许可证号管理规定▲ 第五节 国家标准、行业标准、企业标准 第六节 医疗器械说明书和标签管理规定▲	√	√	√	√	√
第二章 世界各国医疗器械管理规定	第一节 欧盟医疗器械分类▲ 第二节 医疗器械的 CE 认证★ 第三节 ISO9000 和 ISO13485▲ 第四节 美国医疗器械分类▲ 第五节 医疗器械的 FDA 认证★ 第六节 澳大利亚、日本、香港、台湾的医疗器械管理规定		√	√	√	
第三章 医疗器械产品备案与注册管理	第一节 医疗器械监督管理条例第八条和第九条▲ 第二节 产品风险分析资料★ 第三节 产品技术要求★ 第四节 产品检验报告 第五节 临床评价资料★	√	√	√		√

四、教授方法与学习方法指导

本课程采用多媒体教学，主要以课堂讲授为主，同时邀请企业专家、医疗器械注册与管理专家参与讲授。作业主要用于加深对课程重点和难点的理解和掌握。

教授方法：以讲授为主。课内讲授推崇研究型教学、案例式教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法。同时邀请企业专家、医疗器械注册与管理专家参与讲授。讨论教学则提出基本要求，引导学生独立（小组合作）完成设计与实现。

学习方法：从实际问题入手，归纳和总结问题。明确学习各阶段的重点任务，课中认真听课，积极思考。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握医疗器械法规的核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	我国医疗器械管理规定	9			1		10
2	世界各国医疗器械管理规定	6					6
3	医疗器械产品备案与注册管理	7			1		8
4	某医疗器械注册文件课堂实现				8		8
合计		22			10		32

六、考核与成绩评定

课堂讨论成绩占 20%。主要反映学生在所学知识指导下如何实现一个法规文档的综合能力，引导学生发挥潜力，尽量增强内容的创新性。培养学生在该讨论中的研究、设计与实现中的交流能力、协作能力。主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）等。

课程报告通过对某医疗器械注册文档实现进行考核，是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以知识的综合运用为主。要起到督促学生系统掌握包括基本原理和要求在内的主要内容。

平时成绩占总成绩 20%，课程报告占总成绩的 80%。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、3、4、5、6 达成度的考核。
课程报告	80	通过对某医疗器械注册文档实现进行考核规定内容掌握的情况，对应毕业要求 3、4、5、6 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 90% 以上	能够完成课堂作业，掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 80%-90%	基本能够完成课堂作业，基本掌握基本概念、理论、方法，正确率达到 70%-80%	基本能够完成课堂作业，基本了解基本概念、理论、方法，正确率达到 60%-70%	不满足 D 要求
研讨	能够综合运用所学知识，独立或能够组织其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，独立或能够配合其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
实验	无	无	无	无	不满足 D 要求
考试	能够综合运用所学知识，独立或能够组织其他合作同学完成医疗器械注册文档，掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，独立或能够配合其他合作同学完成医疗器械注册文档，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成医疗器械注册文档，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成医疗器械注册文档，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

通过对课堂作业、研讨和考试注册文档的学生完成度和完成质量进行分析，了解学生的学习成效和知识的欠缺点，对下一轮教学进行改进，保证教学质量的持续提升。

制定者：杨琳

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“医学人工智能”课程教学大纲

英文名称: Medical Artificial Intelligence

课程编码: 0010617

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 高等数学, 线性代数、概率论

教材及参考书:

[1] 周志华. 机器学习. 清华大学出版社, 2016.1

[2] 孙博. 机器学习中的数学. 中国水利水电出版社, 2019-11

[3] 安德里亚斯·穆勒. Python 机器学习基础教程. 人民邮电出版社, 2018.1

一、课程简介

本课程是生物医学工程专业选修课。本课程的任务是讲授人工智能的基础知识, 基础概念与发展过程; 介绍多种人工智能算法, 包括线性模型、神经网络、深度学习和贝叶斯分类器等, 并通过医学数据处理的实践活动培养学生的动手能力, 为学生从事人工智能下一步相关研究工作或在实践项目中的应用打下坚实的基础。教学内容重点包括线性回归概念、成本函数的概念、逻辑回归方法、神经网络模型的概念和反向传播算法, 深度学习和卷积神经网络算法, 极大似然估计等。教学内容的难点: 梯度下降算法、过拟合的理解、反向传播算法和梯度检验, 贝叶斯方法和极大似然估计思想的理解。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是生物医学工程专业的专业选修课。人工智能是一门新兴学科, 在医学上具有很大的应用潜力。本课程旨在引导学生在人工智能方面有全面和整体的认识, 并能通过所学知识培养其设计开发能力、工程技术与工具的应用能力。注重培养学生的自主学习的意识、方法及创新能力。将信息技术基础教育紧密结合本专业、本学科未来的应用方向, 使学生毕业后能够适应专业工作中对人工智能的要求, 成为适应未来社会的合格人才。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下:

2. 工程知识: 课程将着重培养学生运用工程知识的能力。人工智能技术涉及数学、统计学、计算机等多种学科知识, 本课程将利用大量的医学数据分析实践, 培养学生利用人工智能技术来解决医学问题的能力

3. 问题分析: 课程将着重培养学生分析问题的能力。人工智能的运用要求对待解决问题的特点、数据的规律和统计特性进行分析, 从而选择合适的人工智能模型和算法, 在这个过程中能够培养学生分析问题的能力。

4. 设计/开发解决方案: 论文安排了大量的实践作业, 要求学生利用编程实现各种人工智能算法, 并应用于实际的数据分析中, 能够提高学生的工程技术与工具的应用能力。

6. 使用现代工具: 课程将培养学生使用 Python, Matlab 等工具的能力。

10. 表达与交流能力：通过实验系统设计实现过程中组内讨论，验收过程中的报告撰写、陈述发言等，培养专业相关的表达能力，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

12.学习能力：通过对本课程的学习，培养学生具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。能够结合自身专业知识，自主学习信息技术前沿性的知识。

（二）课程目标

1 教学目标：拟通过本课程的学习，学生能够理解人工智能的基本概念和原理，掌握多种人工智能的原理和实现方法，能够利用人工智能技术编程实现生物医学数据的分析。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2	3	4	6	10	12
1	理解人工智能的基本概念和原理	●					⊙
2	掌握多种人工智能算法的实现方法，并能够合理运用这些算法	●	●	⊙	●		
3	通过团队协作，编程实现生物医学数据的分析，并通过课程报告和 PPT 的形式展示		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生爱国情怀，明确“健康中国”国家战略的重要性，明确国家对人工智能的定位，了解人工智能在未来医学中的广泛应用前景。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 人工智能 概论	1.1 人工智能的基本概念 1.2 人工智能发展历程 1.3 人工智能应用概述 1.4 人工智能所需的基础知识的回顾	√		
第二章 线性模型	2.1 线性回归概念▲ 2.2 成本函数▲ 2.3 梯度下降算法▲★ 2.4 分类与边界 2.5 逻辑回归分类▲ 2.6 线性分类和逻辑分类应用于多分类场景 2.7 过拟合问题★	√	√	√

第三章 神经网络	3.1 神经网络模型▲ 3.2 理解神经网络中的代价函数▲ 3.3 反向传播算法和梯度检验★ 3.4 随机初始化的方法 3.5 网络的构建和训练▲	√	√	√
第四章 深度学习	4.1 深度学习的概念▲ 4.2 卷积神经网络▲ 4.3 卷积神经网络在图像处理中的应用	√	√	
第五章贝 叶斯分类 器	5.1 先验概率和条件概率 5.2 极大似然估计▲★ 5.3 贝叶斯分类器应用	√	√	
第六章人 工智能在 医学中的 应用	6.1 人工智能在医学图像分类中的应用▲ 6.2 人工智能在心电信号分类中的应用▲ 6.3 人工智能在基因分类中的应用		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：在课程讲授中，除了对基本概念、原理和方法的介绍外，还要侧重人工智能算法的实现和应用。把 Python/Matlab 软件引入到信号处理中，如用 Python/Matlab 实现线性分类器、神经网络等。课堂现场演示 Python/Matlab 处理过程，展示实例运行结果，给学生感官上的冲击。注重结合实际例子讲人工智能理论与原理。从工程实践问题引入理论原理讲解，让同学们带着这样的问题去学习理论知识，增强兴趣，达到学以致用。

学习方法：在本课程的学习中，既重视对基本概念的学习和理解，又重视算法的实现和应用，通过把 Python/Matlab 应用到本课程，锻炼信号处理算法的实现能力。学生课后可通过“爱课程”和“中国大学 MOOC”进行在线视频学习，布置相关作业，验收自主学习效果。网址如下。

<https://www.icourse163.org/course/BIT-1206703821>

<http://www.icourse163.org/course/BIT-1001872001>

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 人工智能 概论	1.1 人工智能的基本概念 1.2 人工智能发展历程 1.3 人工智能应用概述 1.4 人工智能所需的基础知识的回顾	2					2
第二章	2.1 线性回归概念	6					6

线性模型	2.2 成本函数 2.3 梯度下降算法 2.4 分类与边界 2.5 逻辑回归分类 2.6 线性分类和逻辑分类应用于多分类场景 2.7 过拟合问题						
第三章 神经网络	3.1 神经网络模型 3.2 理解神经网络中的代价函数 3.3 反向传播算法和梯度检验 3.4 随机初始化的方法 3.5 网络的构建和训练	6					6
第四章 深度学习	4.1 深度学习的概念 4.2 卷积神经网络 4.3 卷积神经网络在图像处理中的应用	4					4
第五章贝叶斯分类器	5.1 先验概率和条件概率 5.2 极大似然估计 5.3 贝叶斯分类器应用	4					4
第六章人工智能在医学中的应用	6.1 人工智能在医学图像分类中的应用 6.2 人工智能在心电信号分类中的应用 6.3 人工智能在基因分类中的应用	10					10
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和实践报告成绩两部分。

其中平时成绩 40%（作业 30%，其它 10%），设计报告成绩 60%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 30%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

设计报告成绩占 60%，是对学生学习情况的全面检验。将给出三个医学问题：医学图像、心电信号和基因分类，和对应的数据库。要求学生利用所学的人工智能知识，选择合适的算法完成如上任务。强调考核学生对人工智能基本概念、基本原理、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本内容的主要目的

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	课外 MATLAB/Python 编程作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、5、12 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、10 达成度的考核。
设计报告	60	设计报告和 PPT 报告的完成质量。对应毕业要求 1、2、5、9、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时成绩	认真正确完成作业；课堂表现积极活跃。很好地理解人工智能的概念、原理，很好地掌握各种人工智能算法，熟练地利用 MATLAB/Python 实现对数据的基本处理	认真正确完成作业；课堂表现积极活跃。较好地理解人工智能的概念、原理，较好地掌握各种人工智能算法，较熟练地利用 MATLAB/Python 实现对数据的基本处理	完成大部分作业；出勤率较高。理解人工智能的概念、原理，掌握各种人工智能算法，能够利用 MATLAB/Python 实现对数据的基本处理	完成大部分作业；出勤率较高。一般地理解人工智能的概念、原理，一般地掌握各种人工智能算法，能够初步利用 MATLAB/Python 实现对数据的基本处理	不满足 D 要求
设计报告	熟练掌握 Matlab/Python 语言，具有良好的编程习惯；能够熟练利用机器学习算法对待处理数据进行的分析和可视化；能够针对数据分析各种机器学习算法的优劣，选择最为合适的算法。能够形成完整的实验	较为熟练掌握 Matlab/Python 语言，具有较好的编程习惯；较为熟练利用机器学习算法对待处理数据进行的分析和可视化；能够实现几种机器学习算法。能够形成完整的实验报告；数据处理结	一般熟练掌握 Matlab/Python 语言，能够利用机器学习算法对待处理数据进行的分析和可视化；能够利用几种机器学习算法对数据进行分析。能够形成完整的实验报告；数据处理结果较好。完整的讲述了 PPT	一般熟练掌握 Matlab/Python 语言，能够利用机器学习算法对待处理数据进行的分析和可视化；能够利用至少一种机器学习算法对数据进行分析。能够形成完整的实验报告；数据处理结果一	不满足 D 要求

	报告：数据处理结果优良。PPT 报告思路清晰，制作精良，回答问题准确	果较好。PPT 报告思路清晰，制作精良。回答问题准确	报告，回答问题基本准确。	般。基本完成了 PPT 报告。	
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：宾光宇

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“医学图像处理”课程教学大纲

英文名称: Medical Image Processing

课程编号: 0005626

课程性质: 专业选修课

学分: 3.0 学时: 48

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 生理解剖, 计算机程序设计

教材及参考书:

教材:

[1]刘有军.医学图像处理, 自编教材, 2019 年 8 月

参考书:

[2]罗述谦, 周果宏编著. 医学图像处理与分析(第二版), 科学出版社, 2010 年 12 月

[3]章鲁, 陈瑛, 顾顺德著. 医学图像处理与分析, 上海科学技术出版社, 2006 年 8 月

[4]贾永红编著. 数字图像处理 (第三版), 武汉大学出版社, 2015 年 7 月

[5]冈萨雷斯著. 数字图像处理, 电子工业出版社, 2009 年 12 月

[6]郭兴明编著. 医学成像技术, 重庆大学出版社, 2005 年 9 月

一、课程简介

医学图像是现代医学诊断和治疗必不可少的手段。医学图像处理的主要任务是在获取医学图像(如 CT、MRI、PET 等)后, 对它进行分析、识别、解释、分类、压缩或可视化, 提高医学图像的视觉效果, 并从中获得更准确、更有效的医学信息, 提高医学诊断和治疗的水平。本课程主要学习常用的医学图像处理原理和方法, 如图像增强、图像分割、图像配准、三维重建、图像编码与压缩等, 并通过一定的上机实践来实现医学图像的计算机处理。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是生物医学工程专业的专业课, 旨在有关医学成像技术的基础上, 掌握医学图像处理的基本概念、理论与方法, 培养学生医学图像处理、医学图像临床应用等专业能力, 给学生提供典型医学图像处理方法的实践机会, 培养其工程意识和能力。

本课程主要为毕业要求第 1、2、3、4、5、6 的实现提供支撑:

思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观, 爱国敬业, 具有良好的道德修养和社会责任感; 注重学术道德规范; 掌握一定的劳动技能, 养成劳动的良好习惯。

2. 工程知识

医学图像处理是本专业的专业课之一, 掌握医学图像处理的基本理论与方法, 能够培养学生应用这些知识来解决复杂医学成像与图像处理的工程问题的能力。

3. 问题分析

培养学生能够针对临床需求来分析问题，选择适当的图像处理方法，提高医学图像质量，帮助医生获得准确诊断结论的能力，以更加有效的方式将医学图像应用于临床诊断和治疗。

4. 设计/开发解决方案

根据临床专业需求分析，能够应用图像增强、分割、配准、重建及可视化等图像处理方法，设计开发医学图像处理系统，培养学生面向应用的复杂系统设计开发能力。

5. 研究

培养学生基于医学图像的数学模型和现有图像处理技术，对医学图像复杂工程问题进行科学研究，建立医学图像处理新方法、开发新型医学图像处理应用系统的能力。

6.使用现代工具

培养学生综合应用医学图像新技术与新工具，能够将医学图像处理技术与其它新技术结合，解决复杂医学图像临床应用问题的能力。

对毕业要求 11、13 的实现有一定支撑作用：

11.沟通

通过医学图像处理实验过程中的组内讨论、验收过程中的报告撰写等，培养学生的专业口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力。

13.终身学习

通过医学图像处理新理论、新技术、新应用的介绍，调动学生自主学习的积极性，培养学生终身学习和适应医学图像技术发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生了解医学图像处理的技术前沿，理解医学图像处理的基本概念、基本理论、基本方法，掌握典型医学图像处理方法的实现方法，构建完整的医学图像处理知识结构体系。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	医学图像处理技术前沿	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○
2	医学图像处理的基本概念	○	○	●	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	医学图像处理基本理论与方法	○	○	◎	◎	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	典型医学图像处理方法的实现	○	◎	○	●	◎	◎	○	○	○	○	◎	○	◎	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：医学图像成像与处理技术是现代科学技术的集中体现，与“健康中国”国家战略、京津冀地区医疗健康产业、人民健康、小康社会等密切相关。通过课程的学习，可以培养学生坚定的为人民服务理想信念、强烈的爱家强国情怀，增强学生为民族医疗装备产业强盛、人民体魄健壮事业贡献力量的责任感，强化学生以人为本的职业素养和行为

规范，在知识传授中帮助学生建立正确的人生观、世界观和价值观。

三、课程教学内容

本课程教学内容及对课程目标的支撑，见表2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 医学图像概述	1. 基本概念 2. 医学成像技术的发展历史与现状 3. 医学成像技术的发展趋势 4. 医学图像处理的概念 5. 医学图像处理的发展趋势 6. 课程的主要内容	✓	✓		
第二章 医学图像基础	医学图像的产生 医学图像的数学模型 (▲) 图像数据格式 医学图像体数据集 数字图像术语 (▲)	✓	✓	✓	
第三章 医学图像运算	图像的点运算 (▲) 图像的代数运算 图像的几何运算 (▲) 图像变换 (★)	✓	✓	✓	
第四章 医学图像增强	图像点运算增强 (★) 图像空域增强 (▲) 伪彩色增强 图像频域增强 (▲)	✓	✓	✓	
第五章 医学图像分割	图像分割概念 (▲) 阈值分割 (▲) 边缘检测 (▲) 区域生长 (★) 区域分裂与合并 (▲) 形态运算	✓	✓	✓	
第六章 医学图像三维重建	表面绘制技术 (▲) 体绘制技术 (★)	✓	✓	✓	
第七章 医学图像配准	图像配准概念与分类 (▲) 基于灰度的图像配准 (▲) 基于特征的图像配准 (▲)	✓	✓	✓	
第八章 断层图像重建	断层成像的基本原理 (▲) 傅立叶变换图像重建 (▲) 滤波反投影图像重建 (★)	✓	✓	✓	

第九章 图像编码与 压缩	概述 Huffman 编码压缩 (▲) (★) 预测编码压缩 变换域编码压缩	√	√	√	
第十章 PACS 系统	PACS 系统的产生 PACS 系统的组成与应用	√	√		
第十一章 医学图像处 理实验	图像文件格式及基本操作 图像增强及平滑 (▲) 图像同态滤波 (▲) 医学图像三维重建 (▲) 断层图像重建 (▲) 图像变换及图像压缩技术 (▲)	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主（36 学时），上机实验为辅（课内 12 学时）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生了解生物医学工程专业在中华民族伟大复兴中的使命，明确生物医学工程专业对健康中国国家战略的责任与贡献，激发学生发展民族医疗器械产业、促进人民健康事业发展的积极性和主动性。实验教学采用案例教学，引导学生扩展思维，基于自己编程或 MATLAB，能够独立或合作完成指定的图像处理任务。线下主要完成理论教学任务，线上进行课程答疑解惑，并鼓励学生自发开展研究型项目，指导学生完成项目。

学习方法：养成 Inquiry-based 的学习习惯，根据课程内容的需要，及时补充理解和解决问题所需要的知识、工具等，形成图像处理完整的知识体系，并有解决实际问题的初步能力。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容。课堂上认真听讲，积极与教师互动，掌握教学难点和重点，特别是课堂测验的知识点。积极参加实验，在实验中加深对图像处理算法的直观理解，并鼓励自己编程实现图像处理算法。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	医学图像概论	4					4
第二章	医学图像基础	4					4
第三章	医学图像运算	3		2			5
第四章	医学图像增强	4		4			8
第五章	医学图像分割	4					4
第六章	医学图像三维重建	4		2			6
第七章	医学图像配准	3					3
第八章	断层图像重建	4		2			6
第九章	图像编码与压缩	4		2			6

第十章	PACS 系统	2					2
第十一章	医学图像处理实验						
合计		36		12			48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。平时成绩占总成绩的 30%（随堂测试 20%，实验 10%），期末考试成绩占总成绩的 70%。

平时成绩中的 20%主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束情况。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂测验成绩。实验成绩占 10%，主要反映学生在所学理论指导下，基于 MATLAB 实现图像处理算法的能力。

期末考试是对学生学习情况的全面检验，采用闭卷笔试的方式考核。考核强调学生对基本概念、基本方法、基本理论的掌握程度，考核学生对所学知识的综合能力和计算能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要考核学生的课程的出勤情况、课堂测验成绩，以及学生在所学理论指导下，基于 MATLAB 实现图像处理算法的能力，其对毕业要求拆分点的支撑包括：X1，X2，X4，X11。
考试成绩	70	主要考核学生对基本概念、基本方法、基本理论的掌握程度，以及对所学知识的综合能力、计算能力，其对毕业要求拆分点的支撑包括：X2，X3，X4，X5，X6。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时提交，全部正确	按时提交，大部分正确	按时提交，部分正确	按时提交，小部分正确	不满足 D 要求
实验	按时提交，规范	按时提交，较规范	按时提交，欠规范	按时提交，不规范	不满足 D 要求
考试	掌握基本概念、理论和方法，具有综合课程知识解决复杂问题的	掌握基本概念、理论和方法，以及具有计算能力	掌握基本概念、理论和方法，具有部分计算能力	掌握基本概念，具有有限的计算能力	不满足 D 要求

	能力和计算能力				
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：刘有军

批准者：梁文俊

2020 年 8 月

“医学信息检索（自学）”课程教学大纲

英文名称: Medical Information Retrieval (Self Study)

课程编码: 0008322

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 新生研讨课

教材及参考书:

本课程不指定教材, 参考书如下:

[1] 韩立民,朱卫东.医学信息检索与实践. 科学出版社, 2019 年 11 月

[2] 肖凤玲,李朝葵. 医学文献信息检索实用教程(第 2 版). 科学出版社, 2019 年 11 月

[3] 陈平,张轶群,李学敏. 生物医学信息检索与科研设计方法. 科学出版社, 2019 年 10 月

一、课程简介

信息检索是指信息按一定的方式组织起来, 并根据信息用户的需要找出有关信息的过程和技术。狭义的信息检索是指从信息资源的集合中找出所需要的有关信息的过程。信息检索是获取知识的捷径、科学研究的向导和终身教育的基础。医学信息检索介绍生物医学领域中常用数据库的检索技巧, 培养学生获取信息、利用信息、跟踪生物医学工程前沿研究领域的意识和能力。本课程采用启发式教学、以学生上机检索为主、以教师指导为辅的教学方式, 选择中文全文文献数据库、PubMed 数据库检索系统、生物学全文数据库、常用英文全文数据库、科学引文数据库、工程索引数据库、专利文献数据库等为主要学习内容, 学会通过不同的途径快速、准确地查找目标文献。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是生物医学工程专业的专业选修课, 属于信息类系列。旨在培养学生获取信息、利用信息、跟踪生物医学工程前沿研究领域的的能力, 是学生了解本学科发展动态的重要途径, 是学生提高自学能力的重要方式。为学生参与科研和实践活动、完成毕业设计以及终身教育打下基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3. 问题分析

通过文献研究, 分析生物医学中的复杂工程问题, 以获得有效结论。

5. 研究

通过文献综述, 提出科学问题, 撰写学术论文或技术报告。

6. 使用现代工具

利用文献检索工具, 对移动医疗、智能医疗、高值易耗植介入器材新技术在生物医学工程中的应用, 能够及时了解、掌握和实现。

10. 个人和团队

在自学过程中, 提高人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合

作能力、以及领导力。

11. 沟通

通过文献检索和综述报告，提高文字表达能力。

13. 终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：了解本专业常用的数据库，掌握文献检索的基本方法，培养学生获取信息、利用信息、跟踪生物医学工程前沿研究领域的能力，提高自学能力，掌握常用数据库的检索方法，提高专业文献阅读能力，提高文献理解和综述能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		3	6	11	5	10	13
1	提高自学能力,掌握常用数据库的检索方法	●	●	●	◎	◎	◎
2	提高专业文献阅读能力	◎	◎	◎	⊙	⊙	⊙
3	提高文献理解和综述能力	◎	⊙	●	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生爱国情怀，引导学生志在医疗健康行业报国，明确本课程在医疗健康行业人才培养中的重要性，掌握文献检索和综述，提高自学能力，终身受益。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	1.1 课程设置的意义、目的和要求 1.2 信息检索基本知识 1.3 信息检索常用方法▲	√		
第二章 中文全文数据库检索	2.1 中国知识基础设施工程数据库 CNKI▲ 2.2 维普中文科技期刊数据库 VIP 2.3 其他中文数据库的使用	√		
第三章 PubMed 数据库检索系统	3.1 PubMed 概述 3.2 PubMed 检索▲ 3.3 特征栏的使用 3.4 侧栏的使用	√		
第四章 ProQuest 生物学全文数	4.1 ProQuest 医学相关数据库简介 4.2 ProQuest 检索规则 Search Rules▲ 4.3 基本检索 Basic Search	√		

数据库	4.4 高级检索 Advanced Search 4.5 主题导航 Topic Guide 4.6 出版物检索 Publication Search			
第五章 其他英文全文数据库	5.1 IEL (IEEE/IET 全文数据库) 数据库▲ 5.2 ScienceDirect Online (SDOL) 全文数据库 5.3 Nature 数据库 5.4 Science Online	√		
第六章 Web of Science 的检索使用	6.1 科学引文索引简介 6.2 Web of Science 常用检索途径▲ 6.3 检索结果分析 6.4 实际应用中的常见问题	√		
第七章 EI&INSPEC 的检索与利用	7.1 EI 数据库▲ 7.2 INSPEC 数据库	√		
第八章 专利文献检索	8.1 专利基本知识▲ 8.2 国家知识产权局数据库 8.3 欧洲专利局数据库 8.4 美国专利商标局数据库	√		
第九章 综合检索与文献综述(自学)	9.1 文献检索 9.2 文献阅读★ 9.3 文献综述★		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以学生自学为主（24 学时），课堂讲授为辅（8 学时）。在介绍信息检索的基本知识和常用方法的基础上，以典型数据库为例，重点介绍检索途径。采用启发式教学，要求学生课后自学，能够举一反三。引导学生阅读外文文献，培养自学能力。

学习方法：养成探索的习惯，在平时的学习中要有意识地灵活运用各种检索手段，做到举一反三。对所获得的信息要认真阅读理解，并加强对专业词汇的学习和记忆。强化实习环节，提出与专业有关的检索问题，上机实习时，扩大对英文数据库的检索范围和加强检索力度。使学生通过多次练习，熟悉和掌握每个数据库的检索方法。能够有效、快速地获得相关信息。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
	绪论	0.5					0.5
	中文全文数据库检索	0.5					0.5
	PubMed 数据库检索系统	2					2
	ProQuest 生物学全文数据库	1					1
	其他英文全文数据库	1					1
	Web of Science 的检索使用	1					1
	EI&INSPEC 的检索与利用	1					1
	专利文献检索	1					1
	综合检索与文献综述（自学）					24（自学）	24
合计		8				24	32

六、考核与成绩评定

期末交文献检索与综述报告，其中文献检索占 50%，文献综述占 50%。文献检索主要反映学生对每个数据库的掌握情况和对英文文献的阅读理解能力。文献综述是对学生阅读理解学术文献能力和书面表达能力的检验。通过本课程的学习和文献检索与综述报告的撰写，培养学生的自学能力和书面表达能力。文献检索与综述报告具体要求如下。

生命学院生物医学工程专业主要有三个大的研究方向：生物医学电子与信息处理、生物力学(心血管医学工程)、生物信息学，请从研招网和学院网站上了解您感兴趣的老师及其研究方向。

研招网：<http://yanzhao.bjut.edu.cn/dsjs/ssds/index.html>

检索该位老师近五年来发表的中文期刊论文、SCI 论文、专利(检索步骤及结果写入文献检索与综述报告，检索结果以参考文献格式 GB/T 7714 列出)，分析其研究兴趣及领域，从中提取出您最感兴趣的研究主题，比如：穿戴式设备、远程监护、脉搏波、人工心脏、血管支架、血流动力学、蛋白质-蛋白质相互作用、计算机辅助药物设计等等：写入文献检索与综述报告。

以该研究主题检索近五年中文期刊，从检索结果中提取被引用次数最多的 10 篇中文期刊论文：检索步骤及结果写入文献检索与综述报告，检索结果以参考文献格式 GB/T 7714 列出。

以该研究主题(英文)检索近五年 SCI 期刊，从检索结果中提取被引用次数最多的前 10 篇英文 SCI 论文：检索步骤及结果写入文献检索与综述报告，检索结果以参考文献格式 GB/T 7714 列出。

以该研究主题(中文/英文)检索近五年中英文专利，从检索结果中选择您最感兴趣的 10 篇中文专利和 10 篇英文专利：检索步骤及结果写入文献检索与综述报告，检索结果以参考文献格式 GB/T 7714 列出。

阅读上述 10 篇中文论文及 10 篇英文论文，写一篇综述论文，综述的内容包括：阐述各篇论文的特点、优势和不足、预测该研究主题所代表领域的发展方向等。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
文献检索	50	文献检索的完成质量，对应毕业要求 2、5、10 达成度的考核。同时对 4、9、12 达成度的考核有一定参考价值。
文献综述	50	文献综述的完成质量，对应毕业要求 2、5、10 达成度的考核。同时对 4、9、12 达成度的考核有一定参考价值。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
文献检索与综述报告	具有很强的自学能力，能很好地完成文献检索与综述，很好地撰写报告，报告格式规范优美、很好地满足相关要求（关键检索步骤描述清晰，必要步骤配以截图说明，文献综述部分深刻深入，反映出较多的时间投入和专业文献阅读理解归纳总结能力）	具有较强的自学能力，能较好地完成文献检索与综述，较好地撰写报告，报告格式较为规范优美、较好地满足相关要求（关键检索步骤描述清晰，必要步骤配以截图说明，文献综述部分深刻深入，反映出较多的时间投入和专业文献阅读理解归纳总结能力）	具有一定的自学能力，能够完成文献检索与综述，能够撰写报告，报告格式在一定程度上规范优美、能够满足相关要求（关键检索步骤描述清晰，必要步骤配以截图说明，文献综述部分深刻深入，反映出较多的时间投入和专业文献阅读理解归纳总结能力）	具有一般的自学能力，一般地能较好地完成文献检索与综述，一般地能够撰写报告，报告格式在一般程度上规范优美、一般地满足相关要求（关键检索步骤描述清晰，必要步骤配以截图说明，文献综述部分深刻深入，反映出较多的时间投入和专业文献阅读理解归纳总结能力）	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：周著黄

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“组织工程与人工器官”课程教学大纲

英文名称: Tissue Engineering and Artificial Organs

课程编码: 0008327

课程性质: 专业选修课程

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 生物医学工程

先修课程: 解剖生理学, 生物力学基础

教材及参考书:

[1] Journal of the American Society for Artificial Internal Organs, ASAIO Editor: Eli A.Friedman.1954-2019.

一、课程简介

人工器官是指暂时或永久性地代替身体某些器官主要功能的人工装置,本课程主要介绍几种主要的人工器官,包括人工肺脏、人工心脏、人工肾脏等,了解相关的原理以及目前的研究方向和成果概况,熟悉人工器官研究的各种技术并了解其未来的发展趋势。本课程重点介绍人工肺、人工心脏、人工肾以及其他人工器官的原理、方法和应用,并结合实验系统设计的相关内容,启发性地讲授各人工器官的优缺点和优化设计的方法。实验设计是本课程的重要组成部份,培养学生的思维方式和动手能力,使学生在实践中更加深刻地了解相关理论,为学生后继学习电子等相关课程及有关的科学技术打好必要的力学基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

《组织工程与人工器官》为生物医学工程专业的一门专业选修课,它通过对人工器官理论与原理的学习,结合人工肺、人工心脏典型实例,了解人工器官的基本概念、理论和方法。旨在继生理学等相关课程之后,丰富学生电子系统设计等方面的知识,培养学生分析与设计的专业基本能力。增强学生对抽象、理论、设计3个学科形态/过程的理解,学习基本思维方法和研究方法;培养学生应用相关知识分析与解决生物医学复杂工程问题的能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.问题分析。课程介绍人工器官领域面临的问题,培养学生能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理来识别、表达,并通过文献研究、分析生物医学复杂工程问题,以获得有效结论的能力。

6.使用现代工具。课程通过展现目前人工器官领域中的热点问题,因导学生使用恰当的专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,提出对现有问题的可能解决方案。

11.沟通。通过小组讨论,培养学生能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流的能力。

（二）课程目标

1 教学目标:总的教学目标是通过对人工器官的基本理论、基本知识和基本技能的学习,使学生熟悉人工器官研究的各种技术并了解其未来的发展趋势,学习运用工程技术结合医学实验解决实际问题的方法,增强系统能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		3	6	11
1	熟悉人工器官研究的各种技术并了解其未来的发展趋势	●	◎	◎
2	学习运用工程技术结合医学实验解决实际问题的方法	◎	●	◎
3	培养系统能力和面向系统构建的交流和团队协作能力	◎	◎	●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标:在授课过程中,着重讲解各类人工器官的设计思路与设计过程中需要遵循的行为,道德与伦理规范,培养学生的职业素养与行为规范;同时着重介绍我国国产人工器官的研究进展与趋势,增加学生对我国高端医疗装备领域的兴趣与信心,提升民族自信。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章人工器官的基本概念	了解人工器官 (Artificial Organs) 的起源,掌握人工器官的种类及基本原理和人工器官的现状与发展,重点讲解人工器官的种类和原理▲以及现有人工器官的原理分析★	√	√	√
第二章人工肺脏	讲解人工肺脏的研究原理及方法 了解血液循环系统中肺脏的机能,理解人工肺脏的基本原理及方法▲。 人工肺脏系统研究 理解人工肺脏的材料及动力 (membrane,blood oxygenator)、人工肺脏的气体交换方式 (AVCO2R Technology),了解人工肺脏的免疫学★问题和人工肺脏的应用及研究前沿。	√	√	√
第三章人工心脏	人工心脏的研究原理及方法 掌握血液循环系统中心脏的机能、人工心脏的基本原理及方法,熟悉人工心脏研究的几个阶段。 人工心脏系统研究 了解人工心脏的结构及动力学问题 (CardioVAD)、人工心脏的抗凝问题和人工心脏的免疫学问题,掌握植入及心胸外科试验,了解人工心脏的应用及研究前沿。 重点: 人工心脏的原理和方法,相关的动力学问题▲	√	√	√

	难点：人工心脏流体动力学分析★			
第四章人工肾脏	人工肾脏的研究原理及方法 掌握肾脏的机能和人工肾脏的透析原理（Material and Methods）。 人工肾脏系统研究 熟悉人工肾脏的材料（炭吸附作用和纤维束渗析器）、便携式肾脏机， 了解人工肾脏应用问题。 重点：人工肾脏的原理和方法▲ 难点：人工肾脏材料分析★	√	√	√
第五章人工肝脏	了解人工肝脏的原理，置入体内的人工组织及器官和置入体外的人工组织及器官 重点：人工肝脏的原理和方法▲ 难点：置入式人工器官存在的问题和解决办法★	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（32 学时）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章人工器官的基本概念	了解人工器官 (Artificial Organs) 的起源，掌握人工器官的种类及基本原理和人工器官的现状与发展，重点讲解人工器官的种类和原理▲以及现有人工器官的原理分析★	4					4
第二章人工肺脏	讲解人工肺脏的研究原理及方法 了解血液循环系统中肺脏的机能，理解人工肺脏的基本原理及方法▲。 人工肺脏系统研究 理解人工肺脏的材料及动力 (membrane,blood	8					8

	oxygenator)、人工肺脏的气体交换方式 (AVCO2R Technology) , 了解人工肺脏的免疫学★问题和人工肺脏的应用及研究前沿。						
第三章人工心脏	人工心脏的研究原理及方法 掌握血液循环系统中心脏的机能、人工心脏的基本原理及方法,熟悉人工心脏研究的几个阶段。 人工心脏系统研究 了解人工心脏的结构及动力学问题 (CardioVAD)、人工心脏的抗凝问题和人工心脏的免疫学问题,掌握植入及心胸外科试验,了解人工心脏的应用及研究前沿。 重点: 人工心脏的原理和方法, 相关的动力学问题▲ 难点: 人工心脏流体动力学分析★	8					8
第四章人工肾脏	人工肾脏的研究原理及方法 掌握肾脏的机能和人工肾脏的透析原理 (Material and Methods)。 人工肾脏系统研究 熟悉人工肾脏的材料 (炭吸附作用和纤维束渗析器)、便携式肾脏机,了解人工肾脏应用问题。 重点: 人工肾脏的原理和方法▲ 难点: 人工肾脏材料分析★	6					6
第五章人工肝脏	了解人工肝脏的原理,置入体内的人工组织及器官和置入体外的人工组织及器官 重点: 人工肝脏的原理和方法▲ 难点: 置入式人工器官存在的问题和解决办法★	6					6
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为

重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 20%（其它 20%），考试成绩 80%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现，如课堂测验、课堂互动等；作业等的

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。考试形式为提交与人工心脏主题相关的研究或者调研行论文。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	课堂出勤率，课堂的基本表现、针对课堂问题的思考，以及小组讨论中的表现，达到对毕业要求 10 的考察
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况，达到对毕业要求 2，5 的考察

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	(1) 观点正确，中心突出，与课程内容联系紧密； (2) 论据充分，数据详实，推理合理，问题分析与抽象全面，逻辑性强； (3) 论文书写规范，格式符合科技论文规范； (4) 论文研究内容科学性较强，有一定创新性，有自己独到的见解。	(1) 观点正确，中心明确，研究内容与课程相关； (2) 能够提出实际问题，分析较为全面，中肯有理有据，结构完整； (3) 语句通顺，书写符合科技论文规范； (4) 论文科学性较强，有自己的见解。	(1) 观点正确，中心较明确； (2) 分析时基本能用论据说明论点； (3) 论文语句基本通顺，书写与格式有少量不符合规范处。	(1) 观点基本正确，有中心； (2) 分析时注意用论据说明论点，但欠缺全面、准确，逻辑尚清楚； (3) 书写基本符合格式要求，但是有语病。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：高斌

批准者：梁文俊
2020 年 3 月

“生物医学工程前沿”课程教学大纲

英文名称: Frontierin Biomedical Engineering

课程编码: 0010621

课程性质: 自主课程

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物医学工程本科生

先修课程: 生理解剖学、数字电子技术、模拟电子技术、生物医学测量与传感器、单片机原理与应用、医学图象处理、生物医学信号处理、生物医学电子与仪器。

教材及参考书:

[1]顾月清, 吴小玲主编. 生物医学工程技术.中国医药科技出版社, 2017 年

[2]John D.Enderle, Joseph D. Bronzino 主编, 封洲燕译. 生物医学工程学概论(原书第 3 版).机械工业出版社, 2014 年

[3]国家自然科学基金委员会生命科学部主编. 未来 10 年中国学科发展战略.生物医学工程学.科学出版社, 2019 年

一、课程简介

本课程是生物医学工程的专业自主课程。该课程主要讲授目前生物医学工程前沿技术的原理、发展和应用,其中包括:生物医学工程产业/行业介绍、生物医学传感技术、医学影像技术、显微成像技术、分子及细胞分析技术、纳米生物技术、生物芯片技术、生物医药三维打印技术和深度学习技术。通过本课程的学习,掌握目前生物医学工程前沿技术的原理、发展和应用,应用已学基础知识对生物医学工程前沿技术进行学习、分析及改进设计,同时通过课堂小组讨论和课下小组调研培养学生协作与组织能力、表达与交流能力和自主学习能力,为学生后续的毕业设计以及后续的职业发展打下坚实基础。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

生物医学工程前沿是国家所规定的生物医学工程专业的重要课程。它以极广的知识领域,最新的学术动态,最先进的医疗技术等为主要内容,展示该专业的研究范围、前沿动态、发展趋向及未来前景,是学生们全面了解本专业的最好窗口。同时生物医学工程前沿在人才培养体系中具有独特的地位和不可替代的作用,通过综合运用所学理工科的理论知识、技术和工程能力与生物医学知识,让同学全面了解生物医学工程前沿技术及应用;同时丰富有趣的内容将激发学生兴趣、提高教学效果。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

(1) 思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观,爱国敬业,具有良好的道德修养和社会责任感;注重人文素养,树立法治观念和公民意识,遵纪守法,学术道德规范;分析、设计现代医疗设备时候,考虑医疗伦理、法律、社会责任,安全第一高于经济效益等。

(2) 工程知识

运用工程知识的能力：利用学习的数学与自然科学、工程基础和专业知识，发展解决生物医学工程前沿中，如高端医疗仪器设计、生物信息与医疗大数据、生物医疗人工智能等复杂工程问题的能力。

（3）问题分析

能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理来识别、表达，并通过文献研究、分析生物医学工程前沿中复杂工程问题，如高端医疗仪器设计、生物信息与医疗大数据、生物医疗人工智能等，探索得到初步结论。具备基本的批判意识，能够发现生物医学工程前沿技术中问题、提出假说和解决方案、设计技术路线等。

（4）设计/开发解决方案

针对生物医学工程前沿复杂工程问题，具备医疗器械产品的设计开发能力，包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求，能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新型产品等。

（5）研究

能够基于科学原理并采用科学方法对生物医学工程前沿中复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告。能够紧密结合大数据、移动互联互通、智能医疗的行业发展和需求，研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

（6）使用现代工具

能够针对生物医学工程前沿中复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。对移动医疗、智能医疗、高值易耗植介入器材新技术在生物医学工程前沿中的应用，能够及时了解、掌握和实现。

（7）工程与社会

能够基于生物医学工程相关背景知识进行合理分析、评价复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律、经济和文化的影响，并理解应承担的责任。

（8）环境和可持续发展

能够理解和评价生物医学工程前沿中复杂工程问题及专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。能够将生态材料、环保新技术等应用于生物医学工程的专业实践中。

（9）职业规范

具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生物医学工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范、医学和工程伦理道德规范，履行责任。

（10）个人和团队

在生物医学工程前沿中，如高端医疗仪器设计、生物信息与医疗大数据、生物医疗人工智能等复杂工程问题，组织医学、工程、人文、金融多学科团队，表现出较强的人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合作能力以及领导力，解决生物医学工程前沿中的复杂工程问题。具体到，通过课上学生分小组针对课堂内容进行讨论，以及分小组完成对某一生物医学工程前沿技术的调研并进行课堂报告，培养协作与组织能力。

（11）沟通

在解决生物医学工程前沿中的复杂工程问题过程中，与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。具体到，通过课上学生分小组针对课堂内容进行讨论，以及分小组完成对某一生物医学工程前沿技术的调研并进行课堂报告，培养表达和交流能力。

（12）项目管理

理解并掌握生物医学行业工程经济与项目管理的原理和流程，并能在多学科环境中应用。

（13）终身学习

生物医学工程前沿发展非常迅速，应该具有自主学习的能力和终身学习的意识，发展出不断学习和适应发展的能力。能够结合自身专业知识，自主学习信息技术、医药知识、行业标准和管理法规等前沿性的知识。具体到，通过分小组完成对某一生物医学工程前沿技术的调研，培养学生学习能力。

（14）体育

掌握体育运动的一般知识和基本方法，形成良好的体育锻炼和卫生习惯，达到国家规定的大学生体育锻炼合格标准。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

生物医学工程是以科学、技术尤其是工程的手段解决生物和临床医学中的问题，遵循问题的提出、数学描述、建立模型和构建医疗仪器与设备。课程通过对生物医学工程技术简介、生物医学传感技术、医学影像技术、显微成像技术、分子及细胞分析技术、纳米生物技术、生物芯片技术、生物医药三维打印技术和深度学习技术的介绍，培养学生将所学理工科的理论知识、技术和工程能力与生物医学知识完美地结合，全面性地学习并了解各个生物医学工程前沿技术原理及应用；通过对生物医学工程前沿技术的讨论，培养主动学习、深入探究，同时激发学生兴趣、提高教学效果。通过教学培养学生胜任综合医院设备科、影像科、检验科的工作，以及进一步深造的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	掌握生物医学工程前沿技术的基本概念，以及问题描述和解决方法。	●	◎	◎	⊙	⊙	⊙	◎	●	●	⊙	⊙	⊙	◎	⊙
2	解决生物医学工程前沿中，如高端医疗仪器设计、生物信息与医疗大数据、生物医疗人工智能等复	◎	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	⊙	⊙	◎	◎	⊙

	杂工程问题。														
3	增强理论结合实践能力,分析生物医学工程前沿技术的原理、结构、功能和应用问题。	◎	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎
4	自学和文献调研,培养解决生物医学工程前沿中,如高端医疗仪器设计、生物信息与医疗大数据、生物医疗人工智能等复杂工程问题能力。	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	◎	◎	●	◎
5	锻炼英文交流和团队协作能力。	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	●	●	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素,寓价值观引导于知识传授之中。树立科学研究的批判意识和理想信念,为发展我国医疗器材的民族产业建立加国情怀、民族自信、责任担当。正当健康产业的产品设计灌输职业素养、行为规范。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标(√)				
		1	2	3	4	5
第一章 概论	课程安排、产业/行业介绍▲、生物医学工程前沿技术简介▲ ★	√	√	√	√	√
第二章 生物医学传感技术	基础研究、技术创新▲★、敏感材料、成膜技术★、规模经济、开发中心	√	√	√		
第三章医学影像技术	医学影像学基本简介▲、影像技术发展历史、复合应用、显微成像技术★	√	√	√		
第四章显微成像技术	传统光学显微镜▲、共聚焦光学显微技术、超分辨光学显微技术介绍、基本原理★、复合应用	√	√	√		√
第五章分子及细胞分析技术	细胞及分子成像分析技术、流式细胞技术、PCR 技术介绍▲,基本原理★,应用	√	√	√	√	√
第六章纳米生物技术	纳米生物技术介绍▲、基本原理★、应用	√	√			
第七章生物芯片技术	生物芯片技术介绍▲、研究背景及发展历史、技术前景及应用意义★	√	√			
第八章生物医	生物医药三维打印技术介绍▲、研究背景及发展历史、技术前	√	√			

药三维打印技术	景及应用意义★					
第九章深度学习技术	深度学习技术介绍▲、研究背景及发展历史、技术前景及应用意义★	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教学方法要服务于课程教学目标，同时结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采用讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学方法与模式。

学习方法：对学生的学习方法指导要根据课程教学方法以及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。指导学生注意网上获取前沿知识，提倡小组学习注重多学科的交叉与集成，将所学知识集成，培养工程能力与创新能力。通过课堂提问检查学习效果、激发学习兴趣，帮助学生学会主动学习、深入探究。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	概论	1.5			0.5		2
2	生物医学传感技术	1.5			0.5		2
3	医学影像技术	4.5			1.5		6
4	显微成像技术	4.5			1.5		6
5	分子及细胞分析技术	3			1		4
6	纳米生物技术	3			1		4
7	生物芯片技术	1.5			0.5		2
8	生物医药三维打印技术	1.5			0.5		2
9	深度学习技术	3			1		4
合计		24			8		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 50%（作业 25%、其它 25%），期末大作业 50%：生物医学工程一个重要进展、ppt 以及讲演与展示。

平时成绩中的其它 25%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现如课堂测验、课堂互动等；作业等的 25%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的

能力。

期末大作业 50%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	50%	相关作业、课上分小组讨论的完成质量，对应毕业要求 1、2、4、5、8、9、10、12 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
大作业成绩 (ppt、讲演与展示)	50%	设计开放课题，2-3 同学一个小组针对某一生物医学工程前沿技术，如高端医疗仪器设计、生物信息与医疗大数据、生物医疗人工智能等复杂工程问题进行课外小组调研或者设计，完成报告和 PPT 演讲。对应毕业要求 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好地理解生物医学工程前沿技术的原理、发展和应用。	较好地理解生物医学工程前沿技术的原理、发展和应用。	理解生物医学工程前沿技术的原理、发展和应用。	一般地理解生物医学工程前沿技术的原理、发展和应用。	不满足 D 要求
研讨与 ppt 大作业	积极、主动、有独立见解地完成课堂相关内容讨论和对某一生物医学工程前沿技术进行调研并完成报告和 PPT 讲演。	积极、主动、准确地完成课堂相关内容讨论和对某一生物医学工程前沿技术进行调研并完成报告和 PPT 讲演	积极、主动、比较准确地完成课堂相关内容讨论和对某一生物医学工程前沿技术进行调研并完成报告和 PPT 讲演	比较准确、比较简洁地完成课堂相关内容讨论和对某一生物医学工程前沿技术进行调研并完成报告和 PPT 讲演	不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试					不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：冯继宏

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“新生研讨课”课程教学大纲

英文名称: Seminars for Freshmen

课程编码: 0007080

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

[1] 邓玉林等.生物医学工程学, 科学出版社, 2007

[2] 董秀珍.生物医学工程学导论(1),第四军医大学出版社, 2004

[3] Josephd.Bronzino.The Biomedical Engineering Handbook. IEEE PRESS, 2000

一、课程简介

生物医学工程新生研讨课是为一年级生物医学工程专业新生开设的、以引导探索和研究为目的、强调师生互动和学生自主学习的研究型课程。该课程以学术讲座和调研讨论等形式进行,旨在为新生创造一个合作学习环境,促使其养成探究式学习习惯,培养学生的学习能力和综合素质,为更高层次的学习和研究打下良好基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是生物医学工程专业自主课程,旨在引导新生进行探索和研究,促使其养成探究式学习习惯,培养学生的自主学习能力和综合素质。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

(1) 思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观,爱国敬业,具有良好的道德修养和社会责任感;注重人文素养,树立法治观念和公民意识,遵纪守法,学术道德规范;掌握一定的劳动技能,崇尚劳动,养成劳动的良好习惯。

(2) 工程知识

掌握数学、自然科学、工程基础理论和医学电子与医疗仪器、生物力学与材料、生物信息与医疗大数据等专业知识,并能将其用于解决生物医学工程领域中的医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等复杂工程问题。

(3) 问题分析

能够应用数学、自然科学和生物医学工程专业的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等生物医学工程领域复杂工程问题,以获得有效结论。

(4) 设计/开发解决方案

针对复杂生物医学工程问题,具备医疗器械产品(包括医疗仪器、植入物、软件等)的设计开发能力,包括需求分析、原型设计、调试与评估等方面的能力,并能够在设计环

节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、经济、文化以及环境等因素。针对医疗健康产业的实际需求，能够策划商业计划、设计工程项目、开发关键技术、推广新产品等。

（5）研究

能够基于科学原理并采用科学方法对生物医学复杂工程问题进行研究，包括提出科学问题、设计研究方案、分析与解释数据、并通过综合得到合理有效的结论，撰写学术论文或技术报告；勇于质疑，具有创新精神和创业意识，能够紧密结合大数据、移动互联互通、智能医疗的行业发展和需求，研究生物医学工程领域的新方法、新技术和新问题。

（6）使用现代工具

能够针对复杂生物医学工程问题，开发、选择与使用恰当的专业领域相关技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂生物医学工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性；对移动医疗、智能医疗、高值易耗植入器材等新技术在生物医学工程中的应用，能够及时了解和掌握。

（11）沟通

能够就复杂生物医学工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力；具有开阔的国际视野，了解生物医学工程领域的国际发展趋势，研究热点，具备跨文化交流、竞争与合作能力。

（13）终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习信息技术、医疗健康知识、行业标准和管理法规等知识。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

以引导探索和研究为目的、强调师生互动和学生自主学习的研究型课程。该课程以学术讲座和调研讨论等形式进行，旨在为新生创造一个合作学习环境，促使其养成探究式学习习惯，培养学生的学习能力和综合素质。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		1	2	3	4	5	6	11	13
1	认知生物医学工程专业	◎	●	●	◎	◎	◎	◎	◎
2	了解生物医学工程专业主要研究领域内容	◎	●	●	◎	◎	◎	◎	◎
3	学生自主学习能力的培养	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	●
4	提高学生的综合素质	◎	◎	◎	◎	●	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过本课程的学习，使学生了解生物医学专业的基本内容及培养目标，通过学生自主学习的能力。同时在本课程的教学过程中，注重对学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范的培养，使学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质，成为一名合格的社会主义生物医学工程专业接班人。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 认知生物医学 工程专业	本章主要介绍生物医学工程专业的内容、培养目标、课程体系、就业领域。 重点：什么是生物医学工程？培养目标是什么？ 难点：生物医学工程专业的人才培养。	√	√		√
第二章 生物医学电子 测量与仪器	本章主要介绍生物医学电子测量与仪器。 重点：生物医学信号及特点，生物医学电子测量与仪器。 难点：医学测量仪器的原理。	√	√		√
第三章 生物医学信号 处理	本章主要介绍生物医学信号处理各种技术及医学应用。 重点：生物医学信号处理各种技术。 难点：生物医学信号处理技术的医学应用。	√	√	√	√
第四章 生物医学图像 处理	本章介绍生物医学图像处理及医学应用。 重点：生物医学图像处理各种技术。 难点：生物医学图像处理技术的医学应用。	√	√	√	√
第五章 生物力学	本章主要介绍生物力学的基本原理及主要医学应用。 重点：生物力学的基本原理。 难点：生物力学的医学应用。	√	√	√	√
第六章 生物信息学	本章介绍生物信息学的基本原理及主要医学应用。 重点：生物信息学的基本原理。 难点：生物信息学的医学应用。	√	√	√	√
第七章 力学生物学	本章介绍力学生物学的基本原理及主要医学应用。 重点：力学生物学的基本原理。 难点：力学生物学的医学应用。	√	√	√	√
第八章 心血管医学工 程	本章介绍心血管医学工程的基本原理及主要医学应用。 重点：心血管医学工程的基本原理。 难点：心血管医学工程的医学应用。	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程学时总数为 16，采取理论教学和自主学习相结合。理论教学采取线上线下混合式课程教学模式，即以教师为主导的课堂教学和学生为主体的网络在线学习的

混合式教学方法。

学习方法：本课程采取混合式教学方法，教学过程分为课堂讲授和课外网络自主学习。学生根据老师的要求，先上“中国大学 MOOC 网”进行有关内容的自主学习，网站为：<https://www.icourse163.org>，课堂教学中，老师采取“翻转课堂”先让学生讲解教学内容，再进行点评。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 认知生物 医学工程 专业	本章主要介绍生物医学工程专业的内容、培养目标、课程体系、就业领域。	2					2
第二章 生物医学 电子测量 与仪器	生物医学信号及特点，生物医学电子测量与仪器。	2					2
第三章 生物医学 信号处理	生物医学信号处理各种技术及医学应用。	2					2
第四章 生物医学 图像处理	生物医学图像处理及医学应用	2					2
第五章 生物力学	生物力学的基本原理及主要医学应用。	2					2
第六章 生物信息 学	生物信息学的基本原理及主要医学应用。	2					2
第七章 力学生物 学	力学生物学的基本原理及主要医学应用。	2					2
第八章 心血管医 学工程	心血管医学工程的基本原理及主要医学应用。	2					2
合计		16					16

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

平时成绩中的 30%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受和网上自主学习完成情况。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、自主学习作业情况。

期末考试 70%是对学生学习情况的全面检验。学生在完成本课程的学习后，提交学习总结报告，老师通过对学生的学习总结报告进行考核。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例(%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课堂表现及相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4、8、9、12 达成度的考核。
考试成绩	70	对学生的学习总结报告进行考核，对应毕业要求 1、2、3、4、5、8、9、10、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	较好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能基本掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	不满足 D 要求
考试	很好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	较好掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	能基本掌握教学内容中的基本概念、理论和方法	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 吴水才

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“学术报告”课程教学大纲

英文名称: Academic Report

课程编码: 0010620

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16.0

面向对象: 生物医学工程本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

[1] 冯注龙.PPT之光:三个维度打造完美PPT.电子工业出版社,2019年05月

[2] 阿卡什·卡利亚.打动人心演讲:如何设计TED水准的演讲PPT.中国人民大学出版社,2019年06月

[3] 创锐设计.改变思维:菜鸟也能做出震撼PPT(全彩版).机械工业出版社,2019年06月

一、课程简介

该课程为生物医学工程专业自主课程,开设的目的在于通过本课程的学习,提高学生制作精美的学术报告的能力。通过课程的讲授,使学生们掌握如何做出打动人心学术报告?完美的学术报告应该从PPT策划上的难忘感、视觉上的设计感和演讲中的仪式感三个维度考量学术报告。本课程主要内容:第1章和第2章从策划维度来讲解如何让PPT增加难忘感,第3至第5章从设计维度来讲解如何让PPT提升视觉体验,第6章从演讲维度来讲解如何让PPT演讲增加仪式感。希望通过生动有趣、深入浅出的讲解,能够带给学生直观的感受,帮助学生做出近乎完美的学术报告。加深学生对学术报告的深入认识和了解,提高学生对学术报告的倾听能力及规范的学术表达能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:本课程是生物医学工程专业的自主课程,可以作为其它生物学类专业的选修课,属于生物医学工程系列。旨在引导学生制作精美的学术报告,培养其从学术报告策划上的难忘感、视觉上的设计感和演讲中的仪式感三个维度考量学术报告的基本能力。增强学生对学术报告具体内涵的理解,学习基本思维方法和制作方法;引导学生追求从问题出发,通过形象思维实现学术报告的全面把握及应用;除了学习学术报告的制作方法外,还要学习自顶向下、自底向上、递归求解、模块化等典型方法;给学生提供参与设计实现颇具规模学术报告的设计及应用的机会,培养其开展学术交流的应用能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下。

(1) 思想政治与德育

树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观,爱国敬业,具有良好的道德修养和社会责任感;注重人文素养,树立法治观念和公民意识,遵纪守法,学术道德规范;掌握一定的劳动技能,崇尚劳动,养成劳动的良好习惯。

(3) 问题分析

能够应用数学、自然科学和生物医学工程专业的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析医疗仪器设计、生理系统建模与仿真、医疗大数据智能分析等生物医学工程领域复杂工程问题，以获得有效结论。

(9) 职业规范

具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生物医学工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范、医学和工程伦理道德规范，履行责任。

(10) 个人和团队

能够在多学科背景下的团队中，表现出较强的人际交往与沟通能力、人际关系的协调能力、自主团队分工与合作能力以及领导力。

(11) 沟通

能够就复杂生物医学工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力；具有开阔的国际视野，了解生物医学工程领域的国际发展趋势，研究热点，具备跨文化交流、竞争与合作能力。

(13) 终身学习

具有自主学习的能力和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力；能够结合自身专业知识，紧跟国际、国内生物医学工程前沿，自主学习信息技术、医疗健康知识、行业标准和管理法规等知识。

(二) 课程目标

1 教学目标：总的教学目标是：使学生掌握“学术报告”中的基本理论、基本方法及实用性，系统的掌握学术报告的设计及应用，着重掌握学术报告策划上的难忘感、视觉上的设计感和演讲中的仪式感三个维度，提高学生对学术报告的倾听能力及规范的学术表达能力。

- ✧ 掌握学术报告设计及应用的实用技能。
- ✧ 培育“问题、形象化描述、设想、应用”这一典型的问题求解过程。
- ✧ 增强理论结合实际能力，获得学术报告学术报告难忘感、设计感和仪式感三个维度的“顶峰体验”。
- ✧ 培养综合分析问题能力和面向综合分析能力构建的团队协作能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		1	3	9	10	11	13
1	掌握学术报告设计及应用的实用技能			●			◎
2	培育“问题、形象化描述、设想、应用”这一典型的问题求解过程	◎	●				
3	增强理论结合实际能力，获得学术报告学术报告难忘感、设计感和仪式感三个维度的“顶峰体验”		◎	◎	◎	◎	
4	培养综合分析问题能力和面向综合分析能力构建的团队协作能力	◎		◎	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标:

通过对千姿百态、丰富多彩的学术报告的学习,陶冶爱家乡、爱祖国的情感,为学生形成正确的价值观打好基础。在学术报告教学中加入民族自信及职业素养相关内容,有针对性地培养学生的民族自信及职业素养。比如,在《学术报告的故事导入法》一章,引导学生查阅、整理、交流中国科学家在生物材料领域的贡献,由此对我国在生物材料领域的贡献更加自信,爱国主义情感得到升华。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 重塑对 PPT 的认识	三个维度认识 PPT; PPT 盲抽演讲实验; 一小时 PPT 破壳实验; 心中有数、手里有招与眼中有人; PPT 高手的四个必经阶段 (▲); PPT 制作的 3.5 个误区; 正确制作 PPT 的流程 (▲); PPT 的结构组成; PPT 制作 5 步。	✓			
第二章 记不住你=0, 让 PPT 有难忘感	为何需要制造完美瞬间; 四招设计难忘的开场 (▲); PPT 标题的 5 种类型; 设置 PPT 中令人难忘的桥段 (▲); 三招策划难忘的结尾; 演讲自检清单。	✓		✓	
第三章 设计基础: 提升 PPT 颜值从这些开始	趣谈设计感; 完整的 PPT 设计流程——鸡蛋模型; 一劳永逸: 5 个软件设置技巧; 十分钟快速上手 PPT; 梳理文案, 让观点自己“跳出来” (▲); 如何找到心仪的图片 (★); 图标的妙用; 如何用对图表; 排版: 懂行的人总是看门道; 字体推荐与安装; 配色: 开一家 PPT 颜料店; 修饰: 快速提升画面格调 (▲)。	✓		✓	
第四章 设计进阶: PPT 大神 36 计	寓意型图片的妙用; 图片的三分构图; 放大图片的闪光点; 书法字体的气质; 如何增加 PPT 的真实感 (▲); 倾斜让画面更具动感; 一张图片如何看起来不单调; 引导观众的视线 (▲); 让背景不再单调; 三招用 Logo 做封面; 放大局部令人难忘; 突出边界: 让素材“跳出来” (▲); 线框的妙用; 增加层次感的三种方法; 渐变色提升质感; 线条可没那么简单; 灵感藏在生活中; 书本带来的设计启发; 留白的艺术; 一张图一段话怎么排; 一句话如何排版; 图片太多怎么排; 人物介绍页怎么做; 时间轴页怎么做; 公司介绍页怎么做; 核心团队页怎么做; 合作伙伴页怎么做; 企业荣誉页怎么做; 联系方式页怎么做; 图片太小怎么办; 文字云: 搞定无数个关键词; 笔刷: 给图片多一点新意; PS: 让你素材不求人; AI: 取之不尽的素材宝库; 样机: 展示效果酷炫百倍; 一张图能玩出哪些花样 (★)。	✓	✓	✓	
第五章 PPT 动画: 让幻灯片行	PPT 动画常见误区; 动画是指南针、魔术师、放大镜 (▲); 十分钟上手 PPT 动画; 动画刷 (★)。	✓	✓	✓	✓

云流水					
第六章 PPT, 别输 在演讲上	把你“刻”进别人脑子里 (▲); 用大白话说清楚你在干什么; 三种方式让你的演讲更生动 (▲); 演讲中的 PPT“神操作”; 如何与紧张“和平共处”; 观众无感怎么办; 如何应对观众的“刁难” (★)。	✓	✓	✓	✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 以讲授为主 (12 学时), 专题讨论为辅 (课内 4)。课内讲授推崇研究型教学, 以知识为载体, 传授相关的思想和方法, 引导学生踏着大师们研究步伐前进。

学习方法: 养成探索的习惯, 特别是重视对基础认识的钻研, 在理论指导下进行实践; 注意从实际问题入手, 归纳和提取学术报告的基本特性, 设计抽象模型, 最后实现工程实践问题求解——设计合适的学术报告。明确学习各阶段的重点任务, 做到课前预习, 课中认真听课, 积极思考, 课后认真复习, 按质、按量完成课后讨论及专题讨论, 不放过疑点, 充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材, 适当选读参考书的相关内容, 从实践、实用的角度, 深入理解基础认知, 掌握方法的精髓和课程的核心思想, 本课程的最终目标是课程结束时同学们能交出一份较好的学术报告。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配, 详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
重塑对 PPT 的认识	三个维度认识 PPT; 心中有数、手里有招与眼中有人; PPT 高手的四个必经阶段 PPT 的结构组成; PPT 制作 5 步。	1					1
记不住你 =0, 让 PPT 有难忘感	为何需要制造完美瞬间; 四招设计难忘的开场; PPT 标题的 5 种类型; 设置 PPT 中令人难忘的桥段。	2					2
设计基础: 提升 PPT 颜值从这些开始	梳理文案, 让观点自己“跳出来”; 如何找到心仪的图片: 懂行的人总是看门道; 开一家 PPT 颜料店; 修饰: 快速提升画面格调 (▲)。	2					2
设计进阶: PPT 大神 36 计	如何增加 PPT 的真实感; 引导观众的视线; 突出边界: 让素材“跳出来”; PS: 让你素材不求人; AI: 取之不尽的素材宝库; 展示效果酷炫百倍。	3		2			5
PPT 动画: 让幻灯片	PPT 动画常见误区; 动画是指南针、魔术师、放大镜; 十分	2					2

行云流水	钟上手 PPT 动画；动画刷。						
PPT，别输在演讲上	把你“刻”进别人脑子里；用大白话说清楚你在干什么；三种方式让你的演讲更生动；演讲中的 PPT“神操作”；如何与紧张“和平共处”；观众无感怎么办；如何应对观众的“刁难”。	2		2			4
合计		12		4			16

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 10%，讨论及课堂表现 20%），期末提交学术报告 70%。

平时成绩中的 30%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、专题讨论的活跃情况、作业情况。

期末学术报告是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对学术报告基本要素的掌握程度，考查学生运用所学方法解决学术报告合理选择 PPT 素材的能力，淡化考查一般知识点。主要以学术报告实际制作、演讲表现为主。督促学生系统掌握学术报告实际操作技能及学术演讲精髓。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	相关作业的完成质量；课堂练习参与度及其完成质量；专题讨论学术报告的选择及合理应用。对应毕业要求 2、5、8、9、10、12 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2、8、9、10、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
研讨	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	认真正确完成考卷；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成考卷，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：谭建军

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“学术写作”课程教学大纲

英文名称: Academic Writing

课程编码: 0010619

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 医学信息检索(自学)

教材及参考书:

[1] 黄军左,丁书江,周红军,等. 文献检索与科技论文写作(第三版). 中国石化出版社有限公司, 2019年7月

[2] Davis M, Davis KJ, Dunagan M 著, 魏军梅译. 科技论文写作与会议演讲(第三版). 电子工业出版社, 2019年3月

一、课程简介

科技论文是表现科学研究成果的重要形式,科技论文的写作方法与规范是大学生应具备的基本知识和技能,通过本课程的学习,掌握科技论文和毕业论文的不同特征与写作,论文的基本要求、选题、文献信息检索、写作过程、写作方法等,为学生撰写毕业论文打下良好基础,也可为学生今后的研究生生涯做铺垫。课程任务是使学生熟练掌握科技论文的基本概念和特点,掌握科技论文的分类,掌握科技论文的规范化和标准化,理解、掌握科技论文常见的问题,掌握毕业论文的概念,了解毕业论文的基本要求、毕业论文的选题、毕业论文的答辩与评价,了解论文写作的过程、论文提纲的编写、初稿的起草、论证方法的选择等。

二、课程地位与目标

(一)课程地位:这是一门旨在培养和提高学生的科研能力和科学素养的方法学课程。本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

9. 职业规范

引导学生遵守学术规范和写作规范,培养学生优良的道德品质。

10. 个人和团队

学生分小组撰写生物医学工程学科前沿交叉领域相关研究课题的综述论文,培养协作与组织能力。

11. 沟通

学生分小组撰写生物医学工程学科前沿交叉领域相关研究课题的综述论文,在此过程中,培养表达与交流能力。

13. 终身学习

学生分小组撰写生物医学工程学科前沿交叉领域相关研究课题的综述论文,在此过程中,学生需要查阅文献资料,提高自主学习的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：掌握学术论文与学位论文的主要构成要素和学术规范，掌握学术论文各要素（含标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）和学位论文各要素的写作方法，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		9	10	11	13
1	掌握学术论文与学位论文的主要构成要素和学术规范	●			⊙
2	掌握学术论文各要素（含标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）和学位论文各要素的写作方法		●	◎	⊙

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生爱国情怀，“把论文写在祖国大地上”，引导学生遵守学术规范和写作规范，培养学生优良的道德品质。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标 (√)	
		1	2
第一章 绪论	1.1 课程的目的与意义 1.2 学术文献检索基础	√	
第二章 学术论文的 写作	2.1 学术论文简介 2.2 学术论文的主要构成部分▲ 2.3 学术论文的有效阅读方法▲ 2.4 学术论文各部分的写作顺序 2.5 学术论文各部分（标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）的写作方法★ 2.6 学术论文的学术规范	√	√
第三章 学位论文的 写作	3.1 学位论文简介 3.2 学位论文的主要构成部分▲ 3.3 学位论文各部分的写作方法★ 3.4 学位论文的学术规范	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：主要为讲授，结合案例教学，包括撰写学术论文和毕业论文的经验以及近年评阅学术论文和毕业论文的心得体会。

学习方法：这是一门应用导向性课程，学以致用，学生在课堂学习之外，在课外可查阅感兴趣的论文，并最终分小组合作完成生物医学工程学科前沿交叉领域相关研究课题的

综述论文，理论与实践相结合，听课、读论文、写论文相结合。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	1.1 课程的目的与意义 1.2 学术文献检索基础	2					2
第二章 学术论文的写作	2.1 学术论文简介 2.2 学术论文的主要构成部分 2.3 学术论文的有效阅读方法 2.4 学术论文各部分的写作顺序 2.5 学术论文各部分（标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）的写作方法 2.6 学术论文的学术规范	8					8
第三章 学位论文的写作	3.1 学位论文简介 3.2 学位论文的主要构成部分 3.3 学位论文各部分的写作方法 3.4 学位论文的学术规范	6					6
合计		16					16

六、考核与成绩评定

平时成绩 10%（其它 10%），综述论文成绩 90%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）。

综述论文成绩 90%为对学生学习情况的全面检验。学生分小组撰写生物医学工程学科前沿交叉领域相关研究课题的综述论文，强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识撰写学术论文的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	10	考核学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束，支撑 8
综述论文成绩	90	综述论文的完成质量，支撑 8、9、10 和 12

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
综述论文	很好地掌握学术论文与学位论文的主要构成要素和学术规范，很好地掌握学术论文各要素（含标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）的写作方法	较好地掌握学术论文与学位论文的主要构成要素和学术规范，较好地掌握学术论文各要素（含标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）的写作方法	掌握学术论文与学位论文的主要构成要素和学术规范，掌握学术论文各要素（含标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）的写作方法	一般程度上掌握学术论文与学位论文的主要构成要素和学术规范，一般程度上掌握学术论文各要素（含标题、摘要、引言、方法、结果、讨论、结论、致谢、参考文献等）的写作方法	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：周著黄

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“医疗器械使用与安全”课程教学大纲

英文名称: Medical Device Use and Safety

课程编码: 0010622

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 生物医学工程专业本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

[1] 张松, 郑定昌, 杨琳. 医疗器械使用与安全. 中国科学技术出版社, 2017.7

[2] Bertil Jacobson, Alan Murray. Medical Devices Use and Safety. Churchill Livingstone, 2007

一、课程简介

医疗器械与药品一样, 是医生诊断和治疗疾病的重要手段。我国对医疗器械安全性的重视起步较晚, 长期以来, 人民群众对医疗器械安全性的重视程度低于对药品安全的重视程度。医疗器械也会造成事故, 只有了解仪器潜在的规则才能很好的避免事故的发生。本课程的核心是大量令人震惊的真实的案例记录, 随着知识的增长, 人们可以更充分的应对未预知的事件, 也可以在护理病患时更快地提出应对措施。本课程为应对医疗器械实际应用与过程中涉及到的安全隐患, 通过提高对于医疗器械功能及故障原因的知晓程度来鼓励人们安全使用。本课程在一定程度上顺应了我国社会对医疗安全问题关注度不断提高, 医疗行业改革不断深化的潮流。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是生物医学工程本科自主课程之一。旨在培养学生学习能力、分析问题的能力、分析工程与社会关系的能力和职业规范与素养。课程以医疗器械实际应用与过程中涉及到的安全隐患、医疗器械功能及故障原因为基本内容, 以实际工作中最常碰到的基础工作为主线, 从保证医疗器械安全入手, 总结医疗器械使用和管理的规律, 着重提醒和教育我们如何安全正规使用各种医疗设备和如何减少和避免事故的发生。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

(3) 问题分析

具有生物学、医学、材料学、力学、电子技术、信息技术、计算机技术等宽厚的基础知识, 能够应用自然科学和工程科学的基本原理来识别、表达和分析医疗器械使用与安全的相关问题。

(4) 设计/开发解决方案

培养能够基于行业和工程相关背景知识进行合理分析、从安全角度评价医疗器械对社会、健康、安全、经济和文化的影响, 并理解应承担的责任。理解并掌握医院、临床医学工程、生物医学行业管理的原理和流程。

(9) 职业规范

具有社会责任感, 能够在医疗实践中理解并遵守医学工程职业道德和规范、医学和工

程伦理道德规范，履行责任。

（二）课程目标

1 教学目标：通过本课程的学习，学生应该掌握医疗器械使用和安全的基本内容，熟悉医疗器械在各个医学专业领域的安全原则，如机械安全、电安全、气体火灾和高温、测量技术、影像设备、呼吸设备、药物使用、人工器官和刺激器、组织和结石、计算机技术、安全责任等，系统地了解医疗器械安全使用的基本方法，能够培养学生安全使用医疗器械的意识，对医疗器械的设计、开发进行指导，研发和制造符合医疗器械安全性和有效性的医疗器械，培养医疗器械安全管理意识，为后续课程的学习和工作奠定必要的基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		(3)	(4)	(9)
1	掌握医疗器械使用和安全的基本内容	●	●	
2	熟悉医疗器械在各个医学专业领域的安全原则	●	●	⊙
3	了解医疗器械安全使用的基本方法	●		
4	培养学生安全使用医疗器械的意识		●	◎
5	对医疗器械的设计、开发进行指导	●		
6	培养医疗器械安全管理意识		●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程教育注重民生，构筑工程伦理教育，明确医学伦理、行为规范、职业素养和社会责任，明确职业操守和道德规范，做到救死扶伤，尊重病人，保护病人隐私。明确医疗器械安全原则对专业技术和医疗事业的指导作用，在医疗行业方面充分发挥学生的严谨、求实、创新的能力。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 医疗保健中的安全	医疗器械安全、安全处置与操作▲、报告、总结	√	√		√		√
第二章 机械与安全	护栏、有缺陷的器械▲、移除部分和包装	√	√	√	√	√	
第三章 电与安全	强电击和微电击★、电流、电压、电导、接地和保护接地★、接地故障电路断路器和隔离、漏电流★、电磁场的生物学效应、易受水浸的设备	√	√	√	√	√	
第四章 气体、火灾和高温	医疗气体技术▲、火灾、热损伤	√	√	√	√	√	

第五章 药物使用	输注装置、滴定计数器、输液泵、安全方面▲、 患者自理、可植入设备、安全隐患▲	√	√	√	√	√	
第六章 外科电透热术	外科电透热术★、激光手术、超声外科吸引、碎石术、气囊扩张术、冷冻术、热治疗▲、电惊厥疗法、放疗	√	√	√	√	√	
第七章 管理责任	标准、医疗器械、质量管理、风险管理★、责任的类型、委派▲、采购、章程与其他规定、总负责	√	√		√		√

四、教授方法与学习方法指导

本课程采用多媒体教学，主要以课堂讲授为主，同时邀请企业专家、医疗器械注册与管理专家参与讲授。作业主要用于加深对课程重点和难点的理解和掌握。

教授方法：本课程采用多媒体教学，主要以课堂讲授为主。课内讲授推崇案例式教学，以安全知识为载体，传授相关的安全意识和使用方法。讨论教学则提出基本要求，引导学生独立完成。

学习方法：从实际问题入手，归纳和总结问题。明确各领域医疗器械使用与安全的重要内容，课中认真听课，积极思考。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握医疗器械使用与安全的核心意识。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	医疗保健中的安全	2			1		3
2	机械与安全	2					2
3	电与安全	2					2
4	气体、火灾和高温	2					2
5	药物使用	2					2
6	外科电透热术	2					2
7	管理责任	2			1		3
合计		14			2		16

六、考核与成绩评定

课堂讨论成绩占 20%。主要反映学生在所学知识指导下如何实现医疗器械使用与安全的综合意识，引导学生发挥潜力，尽量增强内容的创新性和趣味性。培养学生在该讨论中的思考和学习能力。主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现等。

课程报告通过查找医疗器械实际使用中的事故案例，并对案例进行分析，形成事故分析报告，是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对安全意识、基本概念、基本方法的掌握程度。

平时成绩占总成绩 20%，课程报告占总成绩的 80%。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 2、3、6 达成度的考核。
课程报告	80	通过对医疗器械事故案例分析进行考核规定内容掌握的情况，对应毕业要求 2、3、6 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	无	无	无	无	不满足 D 要求
课堂研讨	能够综合运用所学知识，独立或能够组织其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，独立或能够配合其他合作同学完成研讨内容，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成研讨内容，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
实验	无	无	无	无	不满足 D 要求
考试	能够综合运用所学知识，独立或能够组织其他合作同学完成医疗器械事故案例分析，掌握基本概念、理论、方法。	能够综合运用所学知识，独立或能够配合其他合作同学完成医疗器械事故案例分析，掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成医疗器械事故案例分析，基本掌握基本概念、理论、方法。	能够运用所学知识，能够配合其他合作同学完成医疗器械事故案例分析，基本了解基本概念、理论、方法。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

通过对课堂研讨和事故案例分析考试的学生完成度和完成质量进行分析，了解学生的学习成效和知识的欠缺点，对下一轮教学进行改进，保证教学质量的持续提升。

制定者：杨琳

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“C 语言程序设计（生命）”课程教学大纲

英文名称：C Language Programming (for Life Sciences)

课程编码：0010623

课程性质：公共基础必修课

学分：2.0

学时：32

面向对象：非计算机专业本科生

先修课程：无

[1]谭浩强，C 语言程序设计(第五版)，清华大学出版社，2017 年 8 月。

[2]谭浩强，C 语言程序设计(第五版)学习辅导，清华大学出版社，2017 年 8 月。

[3]Brian W.Kernighan, Dennis M. Ritchie (编)，徐宝文，李志 (译)，C 程序设计语言 (第 2 版.新版)【The C Programming Language Second Edition】，机械工业出版社，2019 年 4 月。

[4]Clvis L.Tondo (著)，杨涛 (译)，C 程序设计语言习题解答【The C Answer Book Second Edition】，机械工业出版社，2019 年 4 月。

一、课程简介

本课程属于生物医学工程、生物技术、食品质量与安全专业公共基础必修课。通过本课程的学习，使学生能够循序渐进地掌握 C 语言的语法规则（包括 C 语言的出现和发展、数据的存储与运算）、算法的基本结构（顺序程序设计、选择结构程序设计、循环结构程序设计）、程序设计的技能（利用数组处理批量数据、利用函数实现模块化程序设计等），初步积累编程经验；注重培养学生的自学能力、动手能力与解决实际问题的计算机综合应用能力；同时，培养学生良好的程序设计风格及团队协作精神。以学生为中心，激发学生开展研究性学习的积极性；提高学生阅读并编写 C 语言程序英文代码的能力，进而增强其利用编程工具解决生物医学领域实际问题的水平。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

本课程是生物医学工程、生物技术、食品安全与工程专业的公共基础必修课。程序设计是计算机相关工作者的项基本功。因此本课程不但要注重程序设计语言基本知识的学习，更要注重程序设计技能的培养，重点培养学生掌握利用计算机作为解决具体应用问题工具的能力。

本课程支撑的生物医学工程专业毕业要求拆分指标点的具体描述如下：

1：计算机作为现代技术实现的必备工具，C 语言应用范围广、基础性强，是学生解决生物医学工程复杂问题的必备知识。

2：培养学生将遇到的实际问题转化成数学模型和程序化语言的能力，在调试程序过程中建立独立提出方案和设计技术路线的理念。

3：强化学生数字化、算法、模块化等软件开发的核心意识，训练其对模块化设计和从整体到局部的工程项目实现基本素质。

4：培养学生对多种方法、工具、环境的比较、评价和选择的能力。通过分析具体问

题找到合适的算法，并给出同类算法优缺点比较；针对专业领域的具体工具和开发环境，培养自学能力和合理选择分析数据的能力。

5：巩固其使用计算机服务于工程研发的基本技能，以 C 语言为软件类技术开发的基础，逐步培养其它专业软件开发的自学能力。

8：通过在平时程序设计和调试的过程中纠察错误，培养严谨的编程习惯和严谨的学习态度，弘扬中华传统的美好品德和坚韧品质。

9：通过按组完成系统设计，实现培养学生团队协作能力。学生需要从分工、设计、实现、口头和书面报告等环节中相互协调、相互配合。

12：通过完成作业和上机环节，提高主动学习的意识和自学能力，特别是动手实践解决问题的能力。

本课程支撑的生物技术专业毕业要求拆分指标点的具体描述如下：

1.8：通过在平时程序设计和调试的过程中纠察错误，培养严谨的编程习惯和严谨的学习态度，弘扬中华传统的美好品德和坚韧品质。

2.3：培养运用计算机程序设计解决生命科学与生物技术领域复杂问题的能力。

2.4：计算机作为现代技术实现的必备工具，C 语言应用范围广、基础性强，是学生使用计算机程序设计进行科研活动，解决复杂问题的必备知识。

4.5：训练其使用计算机程序设计服务于生命科学与生物技术研发的基本技能，以 C 语言为软件开发类技术的基础，逐步培养其它专业软件开发的自学能力。

5.12：通过完成作业和上机环节，提高主动学习的意识和自学能力，特别是动手实践解决问题的能力。

6.9：通过按组完成程序设计实例，实现培养学生团队协作能力。学生需要从分工、设计、实现、口头和书面报告等环节中相互协调、相互配合。

本课程支撑的食品质量与安全专业毕业要求拆分指标点的具体描述如下：

1.1：计算机作为现代技术实现的必备工具，C 语言应用范围广、基础性强，是学生解决食品质量与安全领域问题的必备知识。

2.1：培养学生将遇到的实际问题转化成数学模型和程序化语言的能力，在调试程序过程中建立独立提出方案和设计技术路线的理念，进一步提高解决实际问题的能力。

4.1：巩固其使用计算机服务于食品质量与安全领域工程研发的基本技能，以 C 语言为软件类技术开发的基础，逐步培养其进行食品质量与安全领域科学研究的能力。

5.2：能够针对食品领域复杂工程问题，以 C 语言程序设计的基础知识为支撑，选择与使用恰当软件开发工具，对复杂工程问题进行数学模拟和计算分析，通过求解结果分析其局限性。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握一门高级程序设计语言，学会利用 C 语言解决一般应用问题，并为后续的专业课程奠定程序设计基础。该目标分解为以下子目标。

- ◇ 了解结构化程序设计的基本方法。
- ◇ 理解 C 程序的基本结构。
- ◇ 增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力。

◇ 培养团队协作能力。

本课程对生物医学工程专业毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1-1。本课程对生物技术专业毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1-2。本课程对食品质量与安全专业毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1-3。

表 1-1 课程目标与生物医学工程专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		1	2	3	4	5	8	9	12
1	了解结构化程序设计的基本方法	●					◎	◎	
2	理解 C 程序的基本结构		●	●		●			
3	增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力	●	●	●	◎	●	◎		
4	培养团队协作能力		◎	◎	◎	◎			◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

表 1-2 课程目标与生物技术专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		1.8	2.3	2.4	4.5	5.12	6.9
1	了解结构化程序设计的基本方法	◎		●			◎
2	理解 C 程序的基本结构		●		●		
3	增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力	◎	●	●	●	●	◎
4	培养团队协作能力			◎		◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

表 1-3 课程目标与食品质量与安全专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1.1	2.1	4.1	5.2
1	了解结构化程序设计的基本方法	◎			◎
2	理解 C 程序的基本结构	●	●	●	
3	增强理论结合实际能力，提高动手能力和解决实际问题的能力	●	●	●	●
4	培养团队协作能力	◎	◎	◎	

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标:

计算机作为现代技术实现的必备工具, C 语言应用范围广、基础性强, 是学生运用现代信息技术获取生命科学领域最新科技信息和进展的必备知识。该课程重点培养学生将遇到的实际问题转化成数学模型和程序化语言的能力, 以及在调试程序过程中建立独立提出方案和设计技术路线的理念。通过完成上机操作, 培养学生对多种方法、工具、环境的比较、评价和选择的能力, 以及勇于面对挫折和挑战的精神、团队合作的优秀品质。通过在平时程序设计和调试的过程中纠察错误, 培养严谨的编程习惯和严谨的学习态度, 从而培养学生较强的社会责任感和良好的职业道德。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 C 语言概述	介绍 C 语言源程序的结构▲★; C 语言的发展及其特点; 运行 C 程序的步骤和方法。	✓			
第二章 数据的存储 与运算	讲述常量的表示、变量的定义与初始化; 输入输出函数的熟练运用★、各种运算符及其表达式值的计算★; C 语言基本数据类型。其中, 常用数据类型、常用运算符、数学公式转化为 C 语言表达式的基本能力为教学重点。	✓	✓		
第三章 顺序程序设计	分别介绍算法的特性; 算法的流程图、N-S 结构流程图▲★及伪代码描述; 算法的基本概念▲; 赋值语句的应用▲、字符数据的输入与输出▲、格式输入与输出实现▲★; 语句的含义。	✓	✓		
第四章 选择结构程序设计	讲述 if 语句的两种基本形式 (if 语句、if...else...语句); 多分支选择结构的两种实现形式 (if...else...语句的嵌套★、switch 语句★); break 语句在 switch 语句中的作用。其中, 关系运算符与逻辑运算符及其组成的具有逻辑值的表达式、二条分支语句的格式及基本应用是重点。		✓	✓	✓
第五章 循环结构程序设计	讲述三种基本循环语句的应用 (while 语句、do...while...语句和 for 语句)▲; 嵌套的循环语句的应用▲★; break 语句和 continue 语句在循环中的作用。		✓	✓	✓
第六章 数组	讲述一维数组与二维数组的定义与数组元素的引用▲; 一维数组的基本应用▲; 字符数组的定义与引用▲★; 数组维数的概念; 常用字符串处理函数与字符处理函数的使用★。		✓	✓	✓
第七章 函数	讲述无参函数的定义与调用▲、有参函数调用时参数的传递方式★; 理解变量的作用域、生存期及存储方式▲★; 形参和实参的区分、递归调用★; 模块化程序设计思想。		✓	✓	✓
第八章 指针	讲述指针变量的定义、初始化与引用▲★; 指针在数组、字符串和函数中的应用▲; 指针作为函数参数的应用★; 指针与地址的概念。			✓	✓
第九章 结构体	讲述结构体变量的定义和使用▲、结构体数组▲、结构体指针★; 用指针处理链表★。			✓	

第十章 文件	讲述文件的基本概念和文件的基本操作（文件的打开与关闭、文件的读写★、文件的定位★）。其中 fopen(), fclose(), fputc(), fgetc(), fread(), fwrite(), fseek(), ftell(), rewind()函数的使用是重点。			√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

通过课堂讲授，使学生掌握 C 语言程序设计的相关基本概念、基本理论和基本方法。引导学生通过理解性记忆，掌握程序设计中的语法规则，特别是通过算法设计的思维训练，使其具备解决具体问题的能力，提高其编程水平和动手能力。

使用多媒体课件，注重通过范例演示讲授课程内容。在授课过程中，注意采用启发式教学，提高学生学习主动性和学习兴趣。引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力并提高国际化交流水平。

以讲授为主（20 学时），实验为辅（课内 12）。课堂讲授注重启发式教学，以学生为主导，深化研究型教学。实验教学则提出上机操作的基本要求，引导学生独立或组建团队完成程序的设计与实现。

学习方法：

要求学生制订以基本技能为基础，以综合应用为延伸，以创新实践为提高的学习目标。其中“基础”层次涉及 C 语言基本知识、调试技术、基本语法和算法等实验题目，可采用调试题、编程题和选做题的训练类型供不同水平学生选用；“延伸”层次以课程设计中的相关任务为实验素材，组织为简单的工程问题形式，由学生自行完成设计、制作和测试，并撰写实验报告；“提高”层次拟为学生提供模拟科研和生产的实践训练环境：利用学科产学研基地，吸纳学生进行与“产学研”相关课题的编程创新训练；参与我校星火基金、程序设计竞赛和我院本科生导师制等方式，鼓励根据自己兴趣或科研项目内容自选题目、自拟实验步骤等创新性自主学习。

利用本课程国家精品资源共享课网站等在线资源巩固学习效果。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	C 语言概述	2		0			2
2	数据的存储与运算	2		1			2
3	顺序程序设计	2		1			3
4	选择结构程序设计	2		2			4
5	循环结构程序设计	2		2			4
6	数组	2		2			4
7	函数	2		2			4

8	指针	2		1			4
9	结构体	2		0			2
10	文件	2		1			3
合计		20		12			32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（课堂提问等 10%，上机作业 20%），期末考试 70%。

考勤和课堂提问：主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。主要依据包括：课堂的出勤情况、课堂回答提问情况、随堂测验成绩。

上机作业：主要包括每章知识点上机必做题目及实验综合评定成绩两个部分。其中每章作业根据完成情况分为优、良、及格和差四个等级；实验综合评定成绩根据总结课口头汇报、完成情况给出成绩；两部分成绩加权平均即为上机作业成绩。

期末考试：采用闭卷考试的形式。重点考核学生对利用 C 语言进行程序设计所涉及的基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法解决实际问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩 (课堂考勤 和随堂测验)	10	课堂练习参与度及其完成质量，对应生物医学工程毕业要求 1、2、3、4、5、8、9、12 达成度的考核；对应生物技术毕业要求 1.8、2.1、2.2、3.3、4.5 达成度的考核；对应食品质量与安全毕业要求 1.1、2.1、4.1、5.2 达成度的考核。
平时成绩 (上机作业)	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应生物医学工程毕业要求 1、2、3、4、5、8、9、12 达成度的考核；对应生物技术毕业要求 1.8、2.1、2.2、3.3、4.5 达成度的考核；对应食品质量与安全毕业要求 1.1、2.1、4.1、5.2 达成度的考核。
考试成绩 (期末考试)	70	课堂练习参与度及其完成质量，对应生物医学工程毕业要求 1、2、3、4、5、8、9、12 达成度的考核；对应生物技术毕业要求 1.8、2.1、2.2、3.3、4.5 达成度的考核；对应食品质量与安全毕业要求 1.1、2.1、4.1、5.2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
课堂考勤和随堂测验	熟练掌握教学内容的基本概念、理论、方法	能够掌握教学内容的基本概念、理论、方法	基本掌握教学内容的基本概念、理论、方法	基本掌握教学内容重点基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
上机作业	正确使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法正确，思路清晰，有一定编程技巧	能够使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法正确，思路较为清晰	基本能够使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法基本正确	在他人帮助下基本能够使用 C 语言编写解决目标问题的代码，语法基本正确	不满足 D 要求
期末考试	熟练掌握教学内容重点和大部分难点，能够正确书写解决目标问题的程序代码	能够掌握教学内容大部分重点和部分难点，基本能够正确书写解决目标问题的程序代码	基本能够掌握教学内容大部分重点，基本能够正确书写解决目标问题的程序代码	基本能够掌握教学内容大部分重点，基本能够正确书写解决目标问题的主要核心程序代码	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 杨春兰、孙珅

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“普通生物学”课程教学大纲

英文名称: General Biology

课程编号: 0004653

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

适用对象: 生物医学工程专业(生物技术专业方向)本科生

先修课程: 无

使用教材及参考书:

[1]吴相钰, 陈阅增普通生物学. 北京: 高等教育出版社 2014 年 8 月

[2]靳德明. 现代生物学基础. 北京: 高等教育出版社, 2009 年 5 月

一、课程简介

普通生物学是生物专业本科生的基础必修课。普通生物学从微观到宏观, 既从分子层次到细胞层次再到个体层次, 系统的对生物的结构机能与相关疾病展开学习。此外, 对生物各个领域, 既病毒、细菌、真菌、原生生物、植物及动物的基础知识也进行了系统的学习。内容还包括生命的起源和进化、遗传和变异、生物与环境等。本课程能系统地反映现代生物学的全貌, 能使学生全面系统的掌握生物学领域的基础知识, 为之后学习其它生物学及医学相关课程奠定夯实的基础。

二、课程地位和教学目标

(一) 课程地位

本课程是生物专业的学科基础必修课。课程旨在让学生全面、系统地掌握生命各个层次及各个领域的活动及其本质的基础知识, 以及相关的生命科学前沿问题的最新动态等专业基本知识; 并在此基础上引导学生对生命现象、疾病与健康领域面临的问题的思考和探索。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述:

1: 系统运用生命科学理论的能力

培养学生具有生物学精深的专业知识, 使其具有系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。生物化学、细胞生物学、免疫学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通, 具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。能够根据一定的生理病理问题, 结合所学基础知识和方法, 通过文献研究, 分析问题, 以获得有效结论。

3: 前沿技术开发能力

适当引入前沿领域, 让学生了解前沿技术, 培养学生具有开阔的行业及国际视野。针对生命科学与生物技术领域前沿的复杂问题, 引导学生根据已有基础知识, 提出解决思路并制定技术路线, 并能在这一过程中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

4: 科学研究能力

培养学生的科学研究能力，使其成为具有多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。培养学生掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。培养学生的科学研究能力“提出问题、运用专业知识分析问题，设计试验方案、解决问题”这一典型的问题求解过程。

8：职业规范与素养

培养学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质，使其拥有较高职业规范与素养。具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

（二）课程目标

1 教学目标：普通生物学的内容力求给同学们一个生物学的全貌，让同学们对生物从分子层次到细胞层次再到个体层次加以深入的理解，对生物各个领域，既病毒、细菌、真菌、原生生物、植物及动物的基础知识进行系统的学习，还对生命的起源和进化、遗传和变异、生物与环境等进行了解。教学中还将适当引入现有研究前沿。通过理论教学，同学们能为今后从事相关专业工作奠定良好的学术基础，达到能够基于所学理论知识进行合理分析，对生物医学的复杂问题提出解决方案，并应用专业领域相关技术、资源、工具和信息技术工具解决问题。结合前沿领域的研究热点问题，引导同学们自主学习大数据生物信息技术、医药知识等前沿性的知识。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	3	4	8
1	培养学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质				●
2	具有生物学、化学、医学、药理学、分子生物学、免疫学、微生物学、细胞生物学、遗传学、生物信息技术等宽厚的基础知识，掌握现代仪器分析、化学生物学研究技术、药物合成和药理分析技术、分子生物学检测技术、免疫学分析技术、食品检验和分析技术等精深的专业知识	●			⊙
3	具有开阔的行业及国际视野		●	⊙	⊙
6	学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才	⊙	⊙	⊙	

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊖：表示有弱相关关系

2 育人目标：理论联系实际，结合中国地大物博，例举我国丰富的生物资源，生态系统的多样性，激发同学们的民族自信和爱国情怀。

三、课程教学内容及要求

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	6
第一章 绪论	生命的特征 (▲)、生命的大小 (▲)、生命的多样性 (▲)、研究方法 (★)、学科分支	√	√	√	√
第二章生命 的化学基础	基本元素和微量元素与疾病、糖分子与疾病 (▲)、脂类与健康 (▲)、蛋白质与疾病 (▲★)、核酸 (▲★)		√	√	√
第三章细胞 结构和细胞 通讯	细胞的结构与功能 (▲)、细胞间连接 (▲)、细胞外基质 (▲)、细胞通讯 (▲★)		√	√	√
第四章细胞 代谢	酶 (▲★)、物质的跨膜转运 (▲)、细胞呼吸 (▲★)、光合作用 (▲★)		√	√	√
第五章细胞 分裂分化衰 老凋亡癌变	细胞的分裂分化 (▲★)、细胞癌变 (▲★)、干细胞 (▲)、细胞凋亡 (▲★)		√	√	√
第六章 生物多样性	生物的六界, 包括病毒 (▲★)、细菌 (▲★)、真菌 (▲)、原生生物 (▲)、植物和动物		√	√	
第七章 动物形态与 功能	脊椎动物的结构与功能、营养与消化▲、血液与循环、气体交换与呼吸▲★、内环境的控制、免疫系统与免疫功能▲★、内分泌系统与体液调节、神经系统与神经调节▲、感觉器官与感觉、生殖与胚胎发育		√		√
第八章 植物的形态 与功能	植物的结构和生殖▲、植物的营养▲★、植物调控系统		√		√
第九章 遗传变异	遗传的基本规律▲、基因表达调控、重组 DNA 技术		√	√	√
第七章 生态与生物 进化	达尔文学说与生物进化▲、物种形成、动物多样性进化、人类的进化、生物与环境、生态系统及其功能▲、生物多样性、动物行为		√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 以讲授为主 (34 学时), 讨论教学为辅 (课内 14)。课内讲授推崇研究型教学, 以知识为载体, 传授相关的思想和方法, 引导学生调研前沿, 用专业知识去思考问题。讨论教学则提出基本前沿问题, 引导学生独立 (按组) 完成分析问题, 提出解决方案。

学习方法:

明确课程的思路以及每个章节的重点任务, 做到课前预习, 课中认真听课, 积极思考, 课后认真复习, 不放过疑点, 充分利用好教师资源和同学资源。

养成探索的习惯, 结合讨论可教学, 重视结合基本理论对前沿问题的钻研, 在理论指导下进行实践, 通过文献调研, 提出需要解决的科学问题, 设计解决方案。从自身所学专业知识和养成的科学研究思路出发, 融会贯通, 思考解决方案, 加深对基本知识的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	2					2
2	生命的化学基础	4			4		8
3	细胞结构和细胞通讯	6			2		8
4	细胞代谢	2					2
5	细胞分裂分化衰老凋亡癌变	6					6
6	生物多样性	4			2		6
7	动物形态与功能	3			2		5
8	植物的形态与功能	3					3
9	遗传变异	2			2		4
10	生态与生物进化	2			2		4
合计		34			14		48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂互动）；作业的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	1, 3, 4, 8
考试成绩	70	1, 3, 4

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	优	良	中	合格	不满足 D 要求
研讨	优	良	中	合格	不满足 D 要求
考试	优	良	中	合格	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 张小轶

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“普通化学（生命）”课程教学大纲

英文名称：General Chemistry (Life)

课程编号：0007954

课程性质：学科基础必修课

学分：4.0

学时：64

面向对象：生物技术和食品质量与安全专业本科生

先修课程：高中化学、高等数学

使用教材及参考书：

[1]魏祖期, 李雪华, 陈朝军. 基础化学（第9版）. 北京：人民卫生出版社, 2018年9月

[2]高松. 普通化学. 北京：北京大学出版社, 2013年5月

[3]魏祖期, 刘德育. 基础化学（第8版）. 北京：人民卫生出版社, 2013年3月

[4]Nivaldo J. Tro, Chemistry: A Molecular Approach, Pearson Education, 2006, April

一、课程简介

普通化学(生)是生命科学与生物工程学院为食品质量与安全和生物技术本科生开设的学科基础必修课。本课程的任务是较全面的介绍化学学科的概貌、化学学科发展的现状、前沿和发展的潜在前景、化学与其它自然科学、技术科学以及人文科学的关系和相互渗透等，特别是与食品科学及生命科学的相互联系。教学的重点是讲授现代化学的基础理论和基本知识，注重把那些渗透在生命、生活和工程实际问题中的知识，与化学变化的基本理论相结合，在化学和社会文明之间架起一座桥梁，使大学生看到自己身边的化学世界。教学的难点是基于基础的化学理论和知识的学习，培养学生具备基本的化学思维、化学方法及化学能力。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：本课程是生物技术和食品质量与安全专业的学科基础必修课。旨在为继后的有机化学（生命）、分析化学（生命）、生物化学与分子生物学、食品化学等专业基础课程的学习打下坚固的理论基础，也为学生在普通与分析化学实验、有机化学实验和生化与分子生物学和食品分析实验等专业的基本技能和能力的培养方面打好基础。本课程将增强学生对现代化学基础理论和基础知识的理解，培养学习基本的化学思维方法和研究方法；引导学生将基础化学理论应用到生命、生活和工程的实际问题；并在知识学习外，培养学生解决实际问题的能力，为后续培养学生具备发现、提出、分析和解决生命科学及生物技术领域相关前沿科学问题能力的培养打下坚实的基础。

本课程支撑的食品质量与安全专业的毕业要求拆分指标点的具体描述如下。

毕业要求 1. 工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决复杂食品工程问题。

指标点 1.1. 在记忆理解相关数学、物理、化学、生物学等自然科学专业知识的基础上，能准确描述讨论复杂食品工程问题，调查、评估辨别复杂食品工程问题。

毕业要求 2. 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表

达、并通过文献调研研究分析复杂食品工程问题，以获得有效结论。

指标点 2.1. 能根据试验目的确定需要的数据及其精度，并能够选择适合的手段收集数据。

毕业要求 10. 沟通与交流：能够就复杂的食品工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

指标点 10.1. 能够通过撰写报告、设计陈述文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令等方式，就复杂食品工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。

毕业要求 12. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识和不断学习和适应发展的能力。

本课程支撑的生物技术专业毕业要求拆分指标点的具体描述如下。

(1) 系统运用生命科学理论的能力：掌握数学、物理、化学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通，具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

(4) 科学研究能力：掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析并撰写科技论文的能力。

(10) 沟通与交流能力：能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

(12) 终身学习的能力：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：使学生掌握现代化学的基本概念和基本理论，学习基本的化学思维方法和化学研究方法，增强解决生命、生活和工程等实际化学相关问题的能力，为后续的专业课程打下良好的基础，而且通过现代化学所特有的研究方法、思维方法和哲学思想对学生进行必要的素质教育。本课程对食品质量与安全专业及生物技术专业毕业要求拆分指标点达成的支撑情况分别列于详见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 课程目标与食品质量与安全专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1.1	2.1	10.1	12
1	掌握现代化学的基本概念和基本理论	●	◎		◎
2	培养化学思维方法和研究方法		●	◎	◎
3	培养解决实际问题的能力和面向实际应用问题的		◎	◎	
4	培养社会责任感和沟通交流能力			●	
5	培养自主学习和终身学习能力				●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

表 1-2 课程目标与生物技术专业毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	4	10	12
1	掌握现代化学的基本概念和基础理论	●	◎		⊙
2	培养化学思维方法和研究方法		●	◎	⊙
3	培养解决实际问题的能力和面向实际应用问题的		◎	⊙	
4	培养社会责任感和沟通交流能力			●	
5	培养自主学习和终身学习能力				●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：课程教学中注重对学生理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等元素的培养，寓价值观引导于知识传授之中。积极培育和践行社会主义核心价值观，弘扬中华优秀传统文化、革命文化和社会主义先进文化，引导学生树立坚定的理想信念，树立正确的世界观、人生观和价值观，养成独立人格、优良品质 and 良好心智。在向学生传授系统的化学理论知识的同时，注重培育学生的独立思考能力、创新创业创造精神、文化素质、人文与科学精神、协作精神、沟通和交流的能力，引导学生学会做人，更好地完成立德树人这一根本任务，培养时代新人。立德树人要以德为先，德才结合，德育和智育并重。培养学生既要有坚定的理想信念、崇高的思想品格、优良的道德品质，要具有高素质、能力强、具有健康心智，有一技或多技之长的人才；引导学生成为德才兼备、又红又专的全面发展的合格社会主义建设者和接班人。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	基础化学课程的地位和作用；我国的法定计量单位；有效数字▲；量纲分析▲；溶液的组成标度▲★。		√		√	√
第二章 稀溶液依 数性	溶液的蒸汽压力下降▲；溶液的沸点升高和凝固点降低▲★；溶液的渗透压力。	√	√	√		
第三章 电解质溶 液	电解质溶液定义；酸碱理论；弱酸和弱碱溶液的解离平衡▲★；酸碱溶液 pH 的计算▲★；难溶强电解质的沉淀溶解平衡。	√	√	√		
第四章 缓冲溶液	缓冲溶液及缓冲机制▲；缓冲溶液 pH 的计算▲★；缓冲容量和缓冲范围；缓冲溶液的配制；血液中的缓冲系▲。	√	√	√		

第五章 胶体	胶体分散系▲；溶胶▲★；高分子溶液；表面活性剂和乳状液。	√	√	√		
第六章 化学反应热及化学反应的方向和限度	体系、环境、状态函数、平衡态和过程等热力学基本概念；内能、焓、功、热、恒压（容）反应热效应的定义和热力学第一定律的基本内容；▲Hess 定律的基本内容并会计算反应的热效应；标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓的定义★；熵的定义和熵增原理的基本内容、Gibbs 自由能的概念、Gibbs 公式和标准摩尔生成 Gibbs 自由能▲；计算化学反应的 Gibbs 自由能变的方法▲★；平衡常数的表达方式和意义；化学反应等温方程式并能判断反应的方向和限度，反应进度、热化学方程式和标准态等概念的规定▲★，自发过程的基本特点；浓度、压力和温度对化学平衡的影响以及相应的计算▲；Le Chatelier 规律可逆过程的基本特点；Gibbs 自由能变与非体积功的关系▲★；热力学第三定律和规定熵★。	√	√	√		√
第七章 化学反应速率	化学反应速率、元反应、质量作用定律、速率常数、反应级数、有效碰撞、活化能基本概念▲；掌握速率方程式和质量作用定律▲★；掌握简单级数反应速率方程式的特征及有关计算▲；反应的碰撞理论和过渡状态理论；熟悉温度对反应速率的影响；熟悉 Arrhenius 方程的意义及有关计算▲★；了解催化作用理论及酶的催化特点。活化能与活化分子对反应速率的影响▲★；根据给出的实验条件写出化学反应速率方程式及进行有关的计算。	√	√			√
第八章 氧化还原反应与电极电位	离子-电子法配平氧化还原反应式、电池组成式的书写▲；判断氧化还原反应方向▲★；通过标准电动势计算氧化还原反应的平衡常数▲；电极电位的 Nernst 方程、影响因素及有关计算▲★；氧化值的概念和氧化还原反应的定义，熟练计算元素氧化值；熟悉原电池的结构及正负极反应的特征；熟悉标准电极电位概念；熟悉电池电动势与自由能变的关系▲★；电极类型、电极电位产生的原因★；电位法测量溶液 pH 的原理及 pH 操作定义。		√	√		√
第九章 原子结构和元素周期律	四个量子数的取值限制和它们的物理意义▲★；量子数组合和轨道数的关系▲；原子轨道、电子云的角度分布；基态原子核外电子排布遵守的三条规律▲★；原子轨道和概率密度的观念；熟悉原子轨道的角度分布图、径向分布函数图的意义和特★；熟悉电子组态与元素周期表的关系▲★；有效核电荷、原子半径及电负性变化规律；氢原子的 Bohr 模型；电子的波粒二象性、测不准原理★；电子云的径向分布；元素性质的周期性变化规律▲★。	√				√
第十章 共价键与	现代价键理论要点和σ键、π键的特征；杂化轨道理论基本要点、sp 型杂化特征，等性、不等性杂化概念及应用	√	√		√	√

分子间力	▲★：价层电子对互斥理论判断 AB _n 型分子空间构型的规则及应用▲；分子轨道理论要点[3]；现代价键理论要点▲；杂化轨道理论解释分子或离子的空间构型▲★；分子轨道理论▲★；分子间作用力：范德华力和氢键▲★。					

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课堂教学主要以讲授为主，采用板书与多媒体结合方式进行，使学生掌握课程教学内容中的基本概念、基本理论和基本方法，教学中结合英语教学，着重强调基本概念的英文表述，使学生具备一定的国际视野，为在跨文化背景下进行沟通和交流打下良好基础；讲授中注重使学生对基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到实际问题的求解中；还要使学生能够掌握一些科学方法的精髓，具有分析和解决问题的能力。

在授课过程中，可采用提出问题式、分析对比式、陈述科学发展进程式、讲述科学家传记故事等形式展开讲授，旨在抓住学生好奇心，吸引他们的注意力，让他们全神贯注的投入到相关内容的学习中；并通过紧密结合的课上对所学概念定理的练习及深入的问题分析，达到检验和巩固学生学习效果的目的。而且还应在每次课前以复习提问的方式考察学生对前节课内容的学习情况，一方面可以督促学生积极复习及锻炼课题表达能力；另一方面还可以帮助他们整理出学习的要点，并更快适应大学的学习节奏和学习方法。还会通过布置课外扩展作业的形式，引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力及扩展国际化视野。。以讲授为主，习题等为辅。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，激发学生的学习兴趣 and 潜能，引导学生自主学习。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，能将所学的理论定理应用到实际问题的解决过程中。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓，不要死记硬背。积极参加扩展报告，在报告中加深对基础知识的理解，并扩展知识视野。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	3					3
2	稀薄溶液的依数性	4					4
3	电解质溶液	6	2				8
4	缓冲溶液	4	2				6
5	胶体	3				2	5
6	化学反应热及化学反应的方	6	1				7

	向和限度						
7	化学反应速率	6	1		1		8
8	氧化还原反应与电极电位	6	1				7
9	原子结构和元素周期律	7					7
10	共价键与分子间力	7	1			1	9
合计		52	8		1	3	64

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 40%（作业 10%，课堂练习及测验 15%，阶段考评 15%），期末考试 60%。

作业成绩：主要反应学生的课堂表现、平时自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况及作业情况。

课堂练习及测验：主要反应学生的课堂信息接受、对知识的消化理解及自我管理。成绩评定的主要依据包括：课堂的基本表现、回答问题情况、课堂练习及随堂小测验情况。

阶段考评成绩：主要激发学生的自主学习能力，让他们以所学理论知识为基础，扩展知识视野，寻找自己感兴趣的知识点，或在所学理论知识的指导下，完成自己的探索性研究。引导学生发挥潜力，尽量实现学以致用。培养学生运用所学知识开展应用性或科研性研究的能力及实现中的交流表达能力（口头和书面表达）。

期末考试成绩：全面检验学生的学习情况。考核学生对化学基本概念、基本定理和理论的掌握程度，及其运用所学知识解决问题的能力。考试扩大灵活运用知识的题型，包括如现象分析、举例说明、规律解释、综合比较分析、综合计算说明等。

本课程各考核环节的比重及对食品质量与安全专业和生物技术专业毕业要求拆分点的支撑情况分别详见表 4-1 和表 4-2。

表 4-1 食品质量与安全专业考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1.1 和 12 达成度的考核。
随堂测验	15	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 2.1 达成度的考核。
阶段考评	15	实验系统的设计实现情况。对应毕业要求 2.1、10.1 和 12 达成度的考核，同时对 4 达成度的考核有一定参考价值。
期末考试	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1.1 和 2.1 达成度的考核。

表 4-2 生物技术专业考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1 和 12 达成度的考核。
随堂测验	15	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 4 达成度的考核。
阶段考评	15	实验系统的设计实现情况。对应毕业要求 1、4、10 和 12 达成度的考核，同时对 4 达成度的考核有一定参考价值。
期末考试	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1 和 4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好的掌握了所学的基本概念、理论和方法； 很强烈地逻辑分析，严谨的解题思路 表述清晰准确、归纳总结正确	较好的掌握了所学的基本概念、理论和方法； 较强烈地逻辑分析，较严谨的解题思路 表述较清晰准确、归纳总结正确	基本掌握了所学的基本概念、理论和方法； 能够进行逻辑分析，有一定的解题思路 表述基本准确、归纳总结基本正确	能够基本掌握所学的基本概念、理论和方法； 具有一定分析能力和解题思路 表述基本清楚、具有基本总结能力	不满足 D 要求
随堂测验及阶段考评	问题回答准确、逻辑性强 准确掌握基础知识，灵活运用解决问题 语言表达清楚，思路清晰	问题回答较正确，逻辑性较强 较准确掌握基础知识，较灵活运用解决问题 语言表达较清楚，思路较清晰	问题回答基本正确，具有逻辑性 基本掌握基础知识，能够运用解决问题 语言表达较清楚，思路较清晰	回答问题部分正确，具一定逻辑性 部分掌握基础知识，解决部分问题 能够表达问题，有一定思路	不满足 D 要求
考试	基础知识掌握牢固，对题目理解深入。 解题思路清晰，具有强逻辑性 具有很强的综合运用知识解决复杂问题的能力	基础知识掌握较好，对题目理解较深入 解题思路较清晰，具有较强逻辑性 具有较强的综合运用知识解决复杂问题的能力	基础知识基本掌握。题目基本理解 解题思路一般，具有一定逻辑性 具有基本的综合运用知识解决复杂问题的能力	基础知识掌握有一定掌握，能理解一定题目 有一定解题思路，逻辑性不强 具有有限的综合运用知识解决复杂问题的能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：刘永东、黄华

批准者：梁文俊
2020 年 1 月

“有机化学（生命）”课程教学大纲

英文名称：Organic Chemistry

课程编号：0007990

课程性质：学科基础必修课

学分：4.0

学时：64

面向对象：生物技术专业类本科生，食品质量与安全类本科专业

先修课程：普通化学（生命）

使用教材及参考书：

[1] 张文勤.有机化学，高等教育出版社，2016

[2] 高鸿宾，有机化学，高等教育出版社，2012 年

[3] 刑其毅，基础有机化学，高等教育出版社，2010 年

一、课程简介

本课程在“普通化学”学习的基础上，对生物技术和食品质量与安全本科专业的有机化学的基础理论、基本知识和研究方法予以较系统的讲授，对与生命科学和食品质量安全相关的有机小分子的结构和合成方法进行介绍。本课程将有机化学的基本概念、基础知识和基本理论分布在各章节中，内容由浅入深，从小分子到大分子，从简单的烃类及芳烃，到含氧有机物，最后介绍生命的物质基础——糖、脂类、氨基酸和蛋白质等化合物。通过这门课程的学习，使学生能够掌握有机化学中有机化合物的分子结构、化学性质和一些基本的反应原理，了解有机化学与生物技术和生命科学等的相关内容。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：本课程是生物技术与食品质量与安全本科专业的基础必修课程。本课程在“无机化学”学习的基础上，对有机化学的基础理论和基本知识和研究方法予以较系统的讲授，对与生物技术与食品质量与安全有关的有机小分子的结构和合成方法进行介绍。要求学生掌握各类有机化合物的命名方法、天然来源，基本性质、主要制备方法，能够对有机物的分析、分离和合成路线提出一定的设计思路，能够依据有机化学的理论分析常见有机化合物的结构与性质之间的关系。本课程在讲授过程中要注意本课程与医学化学的关系以及在医学化学方面的应用，引导学生认识和领会到本课程在后续专业课程学习的重要性，给学生提供进行基本实验和综合实验训练的理论支撑和意识培养。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1. 系统运用生命科学理论的能力

掌握数学、物理、化学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通，具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

4. 科学研究能力

掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生

物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

12. 终身学习的能力

具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

在教授过程中注意有机化学发展史、有机化学的方法学、有机立体化学在培养学生空间想象力、综合思维能力及科学研究态度方面的作用。在与所开设实验内容有关的章节，应结合实验对实验涉及的原理、方法、设计思想进行具有一定深度的讨论。注意根据当前生命科学、食品质量和生物技术的发展引进新知识、新理论和新方法，学生能够适应现代社会经济和现代工业对食品质量与安全类本科专业和生物技术类本科专业的要求。

本课程的主要内容：有机化学和有机化合物，烃类（烷烃、烯烃、炔烃、脂环烃、卤代烃、芳烃）、有机含氧化合物（醇、醚、醛酮、羧酸和羧酸衍生物），有机含氮化合物（硝基化合物、胺）、杂环化合物、天然产物（甾类、萜类、碳水化合物、氨基酸、蛋白质和核酸）的基本有机化学性质，基本有机反应和基本理论。

课程重点是有机含氧化合物及含氮化合物的结构和反应机理，难点是甾类、萜类、碳水化合物、氨基酸、蛋白质物质结构及反应。主讲教师可以根据学生的状况，自身的体会等在某些方面进行扩展和对学生引导，适当扩大学生的涉猎面。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1	4	12
1	掌握有机化学的基础理论和基本知识和研究方法。	●	●	⊙
2	掌握各类有机化合物的命名方法、天然来源，基本化学性质、主要制备方法。	⊙	●	⊙
3	增强理论结合实际能力，能够对有机物的分析、分离和合成路线提出一定的设计思路。	⊙	●	⊙
4	能够依据有机化学的理论分析常见有机化合物的结构与性质之间的关系。		⊙	●

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

在教学过程中注重教育引导树立共产主义远大理想和中国特色社会主义共同理想，增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信，立志肩负起民族复兴的时代重任。把握厚植爱国主义情怀这一关键内容，将老一辈科研工作者爱国奉献、以身许国的典型案例融入到授课过程中，教育引导热爱和拥护中国共产党，听党话、跟党走，立志扎根人民、奉献国家。在传授知识的同时，提高学生发现问题、分析问题、解决问题的能力，在激发学生主动学习兴趣的同时，在培养学生可持续学习发展能力等方面起到了良好成效。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章绪论	了解有机化学与有机化合物的含义 有机化合物的分子结构与共价键参数 掌握共价键的断裂和反应类型 有机化学与医学的关系	√			
第二章饱和烃（烷烃和环烷烃）	烷烃和环烷烃通式和构造异构 烷烃和环烷烃命名 烷烃和环烷烃结构和构象异构 烷烃和环烷烃物理性质 烷烃和环烷烃化学性质（取代反应，氧化反应，异构化反应） 烷烃和环烷烃烷烃的主要来源	√	√		
第三章不饱和烃：烯烃和炔烃	烯烃和炔烃的命名 烯烃和炔烃的结构和立体异构★ 烯烃和炔烃物理性质 烯烃和炔烃化学性质（加氢，亲电加成，氧化， α -氢反应）▲ 烯烃和炔烃的来源和制法以及在生命科学中的应用	√	√		
第四章二烯烃和共轭体系	二烯烃的分类 二烯烃的结构和共轭体系▲ 共轭二烯烃的化学性质（1,4-加成，电环化反应，双烯合成，聚合反应）★ 共轭二烯烃在生命科学中的应用(含食品和药品)	√	√	√	√
第五章芳烃对称性	芳烃的构造异构和命名 单环芳烃的物理性质 单环芳烃的化学性质（取代反应，加成反应，氧化反应）▲ 苯环上取代反应的定位规则★ 稠环芳烃及芳香性 芳烃的来源和制法以及在生命科学中的应用（抗癌药物及致癌机理的阐述）	√	√	√	√
第六章立体异构	手性和对称性▲ 具有一个手性中心的对映异构体的构型和命名法★ 具有二个手性中心的对映异构体▲ 对映异构体在医学中的应用（药物结构与活性的关系）	√	√		
第七章脂肪族卤代烃	卤代烃的分类和命名 卤代烃的物理性质 卤代烃的化学性质（取代反应，消除反应，与金属反应）▲ 卤代烃的制法与有机环境污染物	√	√	√	√
第八章醇和酚	醇和酚的分类和命名 醇和酚的结构	√	√	√	√

	醇和酚的物理性质 醇和酚的化学性质（与金属反应，卤代烃的生成，酯化反应，氧化与脱氢）▲ 醇和酚的制法及在生命科学中的应用				
第九章醛和酮	醛和酮的命名 醛和酮的结构 醛和酮的物理性质 醛和酮的化学性质（羰基的亲核加成，α-氢反应，氧化和还原反应）▲★ 醛和酮的制法及在复杂化合物的设计和合成中的应用	√	√	√	√
第十章羧酸	羧酸的分类和命名 羧酸的制法 羧酸的物理性质 羧酸的化学性质（羧酸的酸性，羧酸衍生物的生成，还原反应，脱羧反应，α-氢反应）▲	√	√		
第十一章羧酸衍生物	羧酸衍生物的分类和命名 羧酸衍生物的物理性质 羧酸衍生物的化学性质（亲核取代反应，还原反应与 Grignard 试剂的反应，酰胺氮原子的反应）▲★ 羧酸衍生物的制备方法及在生物功能分子的设计与合成中的应用	√	√	√	√
第十二章有机含氮化合物	硝基化合物：硝基化合物的制法，硝基化合物的物理性质，硝基化合物的化学性质（还原反应，取代反应）▲ 胺：胺的分类和命名，胺的制法，胺的结构，胺的物理性质，胺的化学性质（碱性和成盐，烃基化，酰基化，与亚硝酸反应，氧化反应，季胺盐和季胺碱）▲ 有机含氮化合物在生物功能分子中的应用	√	√		√
第十三章杂环化合物	杂环化合物的分类、命名和结构 五元杂环化合物（化学性质，常见的五元杂环化合物） 六元杂环化合物（吡啶和嘧啶，喹啉和异喹啉，嘌呤） 杂环化合物与生物功能分子的关系	√	√		√
第十四章天然产物化学	天然化合物的分类及结构和用途 萜类化合物的分类及结构和用途▲ 脂类（油脂的结构，皂化值、碘值、干性油、非干性油）▲ 糖类（单糖的构型、环状结构、变旋光现象。单糖的反应：氧化、成脎、成苷、差向异构）。重要的单糖：葡萄糖、果糖、核糖。二糖：还原性二糖、非还原性二糖。多糖：淀粉、糖元、纤维素▲ 蛋白质，氨基酸的结构、分类和性质，多肽和蛋白质的结构及生理作用▲ 核酸：碱基。核酸的组成与结构▲ 天然产物在食品和药物中的应用	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组讨论、习题等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

本课程主要是课堂教学和部分习题讨论，实验部分单独有教学安排。首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。

作业的基本要求：根据各章节的情况，包括练习题、思考题等，每一章布置适量的课外作业，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容，包括基本概念题、解答题、推理题、综合题以及其它题型等。主要支持毕业要求 1、2、3 的实现。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

针对有机化合物的复杂和种类繁多的教学特点，教授学生有机化学特有的学习方法，采用每章总结归纳的方法，化复杂为简单的模式，探索如何实现教师在对知识的传授过程中的自我提高，学生在对未知的探索中学习方法的掌握和能力的提高。注重从提出问题，到求解思路分析，再到用基本原理和方法解决实际题目，进一步培养学生理论联系实际的能力。以课堂讲授为主，使用多媒体课件，配合板书讲授课程内容，可播放性质实验的多媒体演示。在授课过程中，可由有机化合物在医学和食品中的应用为兴趣点，引出结构和基本原理，自然进入相关内容的讲授。通过各类有机化合物在生命科学及相关学科中的应用，适当引导学生阅读相关课外书籍和资料，培养自学能力，扩大知识面，提高学习兴趣。

在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和分析。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。对学生的学习方法指导要根据课程教学方法以及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议，包括体现本课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、课程学习时间管理技巧、小组学习的要求、学习效果自我检查方法指导等，以激发学习动机，帮助学生学会主动学习、深入探究。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	饱和烃（烷烃和环烷烃）	3	1				4
3	不饱和烃：烯烃和炔烃	5	1				6
4	二烯烃和共轭体系	2					2
5	芳烃	4	1		1		6
6	立体异构	4					4
7	脂肪族卤代烃	5	1				6
8	醇和酚	5	1				6
9	醛和酮	6	1		1		8
10	羧酸	2					2
11	羧酸衍生物	3	1				4
12	有机含氮化合物	4	1		1		6
13	杂环化合物	3			1		4
14	天然产物化学	3			1		4
合计		51	8		5		64

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。平时成绩 30%（作业等 15%，出勤等 15%），期中考试 35%，期末考试 35%。平时成绩中的 30%，主要根据学生的课堂表现、问题回答、课堂考勤、作业完成数量与质量等确定。期中与期末考试各占 35%，主要是对学生掌握有机化学基本理论、基础知识以及分析问题、解决问题的能力进行评价。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要依据：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业情况。 支撑毕业要求指标点为：1、4、12
期中考试成绩	35	主要是对前半部分的有机化合物的性质和反应的掌握程度，是对平时作业和习题讨论课的一个检测。强调考核学生对有机化学基本概念和基本反应原理的掌握程度，考核学生运用所学的反应原理解决实验现象和特定合成路线的设计能力。 支撑毕业要求指标点为：1、4、12
期末考试成绩	35	主要是对后半部分的有机化合物的性质和反应的掌握程度，强调考核学生对有机化学基本概念和基本反应原理的掌握程度，考核学生运用所学的反应原理解决实验现象和特定合成路线的设计能力。 支撑毕业要求指标点为：1、4、12

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	熟练掌握基本概念、理论、方法等，熟练综合运用理论知识解决复杂问题。	较熟练掌握基本概念、理论、方法等，较熟练综合运用理论知识解决复杂问题。	掌握基本概念、理论、方法等，能综合运用理论知识解决复杂问题。	基本掌握基本概念、理论、方法等，基本能综合运用理论知识解决复杂问题。	不满足 D 要求
期中考试	熟练掌握基本概念、理论、方法等，熟练综合运用理论知识解决复杂问题。	较熟练掌握基本概念、理论、方法等，较熟练综合运用理论知识解决复杂问题。	掌握基本概念、理论、方法等，能综合运用理论知识解决复杂问题。	基本掌握基本概念、理论、方法等，基本能综合运用理论知识解决复杂问题。	不满足 D 要求
期末考试	熟练掌握基本概念、理论、方法等，熟练综合运用理论知识解决复杂问题。	较熟练掌握基本概念、理论、方法等，较熟练综合运用理论知识解决复杂问题。	掌握基本概念、理论、方法等，能综合运用理论知识解决复杂问题。	基本掌握基本概念、理论、方法等，基本能综合运用理论知识解决复杂问题。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：胡利明

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“分析化学”课程教学大纲

英文名称: Analytical Chemistry

课程编码: 0010624

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 《普通化学(生)》、《有机化学(生命)》

使用教材及参考书:

[1]彭崇慧, 冯建章, 张锡瑜等. 定量化学分析简明教程(第二版). 北京大学出版社. 1997.

[2]黄世德, 梁生旺, 《分析化学》, 中国中医药出版社, 2005年6月

[3]武汉大学主编, 《分析化学》(第四版), 高等教育出版社, 2000.

一、课程简介

分析化学课程是食品质量与安全专业与生物技术专业的重要基础课之一, 侧重于分析化学部分。主要内容分为: 定量分析概论、误差与分析数据处理、四大滴定(酸碱滴定、络合滴定、氧化还原滴定、沉淀滴定)、重量分析法、吸光光度法、分离与富集方法。

通过这门课程的学习使学生掌握其基本的原理和测定方法, 对化学中的“量”建立起明确的概念。让学生融会贯通各种滴定分析方法, 形成体系, 以处理和解决各种滴定分析法的基本问题; 掌握重量分析法及吸光光度法的基本原理和应用、分析化学中的数据处理与质量保证; 了解常见的分离与富集方法。希望学生能全面、系统地掌握《分析化学》的基本理论、概念和计算, 同时了解分析化学新技术、新方法的应用。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 分析化学课程是食品质量与安全专业与生物技术专业的重要基础课之一, 侧重于分析化学部分。主要内容分为: 定量分析概论、误差与分析数据处理、四大滴定(酸碱滴定、络合滴定、氧化还原滴定、沉淀滴定)、重量分析法、吸光光度法、分离与富集方法。

通过这门课程的学习使学生掌握其基本的原理和测定方法, 对化学中的“量”建立起明确的概念。让学生融会贯通各种滴定分析方法, 形成体系, 以处理和解决各种滴定分析法的基本问题; 掌握重量分析法及吸光光度法的基本原理和应用、分析化学中的数据处理与质量保证; 了解常见的分离与富集方法。希望学生能全面、系统地掌握《分析化学》的基本理论、概念和计算, 同时了解分析化学新技术、新方法的应用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y8: X1:具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质。Y8:职业规范与素养:具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范, 履行责任。

X2.Y1:X2:具有生物学、医学、材料学、力学、电子技术、信息技术、计算机技术等宽厚的基础知识, 掌握医学电子与医疗仪器、生物力学与材料、生物信息与医疗大数据等

精深的专业知识 Y1:系统运用生命科学理论的能力:掌握数学、物理、化学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通,具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

X3.Y6:X3:具有开阔的行业及国际视野 Y6:分析评价生物技术与社会关系的能力:能够基于专业相关背景知识进行合理分析,评价生命科学与生物技术实践复杂问题解决方案对社会、经济、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。

X4.Y1:X4:具有与生物技术相关的工业、生物医药、疾病预防与控制、早期诊断、食品、环保等行业的实践能力。Y1:系统运用生命科学理论的能力:掌握数学、物理、化学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通,具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

X6.Y4.X6:多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。Y4:科学研究能力:掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论,熟知本专业的前沿发展现状和趋势;掌握该领域的研究方法和实验手段;具有较高的科学职业素养;熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向;具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 写明课程拟达到的课程目标,指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平,本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		X1.Y8	X2.Y1	X3.Y6	X4.Y1	X6.Y4.
1	全面、系统地掌握《分析化学》的基本理论、基本概念和基本计算。		●		●	
2	采用各种各样的方法和手段,得到分析数据,鉴定物质体系的化学组成、测定其中的有关成分的含量和确定体系中物质的结构和形态,解决关于物质体系构成及其性质的问题。	●		●		
3	了解分析化学新技术、新方法在生物技术专业中的应用和生物技术进展对分析化学的要求;了解分析化学前沿领域的发展趋势。					●
4	使学生具备分析问题和解决问题的能力,从而为相关课程的学习及从事检验等工作打下坚实的基础。					●

注:●:表示有强相关关系,◎:表示有一般相关关系,○:表示有弱相关关系

2 育人目标: 学生通过分析化学课程的学习及相关实验技能的掌握,将来可从事生物医药检验及食品检验等工作。老师在讲授课程知识的同时,潜移默化地培养学生严谨的科学态度、职业道德和行业规范。要培养业务过硬且有责任担当的检验工作者。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章定量分析化学概论	分析化学定义、分析方法分类、分析化学的发展；滴定分析概述：方法介绍、基本名词术语、滴定分析对化学反应的要求和滴定方式、基准物质和标准溶液、滴定分析计算。 重点：专有词汇的概念，滴定分析计算▲ 难点：滴定分析的计算★	✓	✓	✓	✓
第二章酸碱平衡和酸碱滴定法	酸碱平衡研究的内容、酸碱平衡剂、氧化还原滴定曲线、终点误差[2]；氧化还原滴定的预处理：原理、预氧化剂和预还原剂的研究手段、浓度、活度和活度系数、酸碱质子理论[2]；分布系数 δ 计算：分析浓度与平衡浓度、酸的浓度与酸度、碱的浓度与碱度、分布系数 δ 、 δ 计算及分布图[1]；质子条件：物料平衡、电荷平衡和质子条件[1]；pH 的计算：强酸（强碱）溶液、一元弱酸（弱碱）溶液、弱酸混合溶液、两性物质溶液、弱酸弱碱盐[1]；缓冲溶液 pH 值的计算，酸碱指示剂：酸碱指示剂的原理、指示剂的变色范围、影响因素、混合指示剂[3]；酸碱滴定基本原理：基本概念、强碱滴定强酸或强酸滴定强碱、强碱滴定一元弱酸、强酸滴定一元弱碱、多元酸和混合酸滴定、多元碱滴定、酸碱滴定中准确滴定的判据[2]；酸碱滴定法的应用：混合碱的测定（氯化钡法和双指示剂法）、弱酸（碱）的测定、铵盐中氮的测定（蒸馏法和甲醛法）[2]。 重点：一元弱酸弱碱的滴定原理及计算、质子平衡▲ 难点：一元弱酸弱碱的滴定原理及计算、质子平衡★	✓	✓	✓	✓
第三章络合滴定法	络合滴定反应条件、分析化学中常用的络合物、EDTA 及其络合物[3]；络合物的平衡常数：络合物的稳定常数、溶液中各级络合物的分布、平均配位数[1]；副反应和条件稳定常数：副反应、副反应系数、条件稳定常数、金属离子缓冲溶液[1]；金属离子指示剂：金属离子指示剂的作用原理、金属离子指示剂的选择、指示剂的封闭与僵化、常用的指示剂[2]；络合滴定法的基本原理：络合滴定曲线、准确滴定判别式、分别滴定判别式[1]；络合滴定中酸度的控制：单一离子的适宜酸度范围、分别滴定的酸度控制[1]；提高络合滴定选择的途径：控制酸度进行分别滴定、络合掩蔽法、沉淀掩蔽法、氧化还原掩蔽法；络合滴定方式及其应用：直接滴定法、返滴定法、置换滴定法、间接滴定法[3]。 重点：络合滴定的原理及计算、掩蔽作用▲ 难点：络合滴定的原理及计算、掩蔽作用★	✓	✓	✓	✓
第四章氧化还原滴定法	氧化还原平衡：概述、条件电位及其影响因素、氧化还原平衡常数、化学计量点时反应进行的程度、影响反应进行程度的因素、影响反应速率的因素[1]；氧化还原滴定原理：氧化还原滴定指示、	✓	✓	✓	✓

	过量预处理剂去除方法[2]; 氧化还原滴定法的应用: 高锰酸钾法、重铬酸钾法、碘量法[3]。 重点: 氧化还原滴定的原理及计算、滴定方法▲ 难点: 氧化还原滴定的原理及计算、滴定方法★				
第五章重量分析法和沉淀滴定法	重量分析法概述: 重量分析法的分类和特点、沉淀重量法的过程和对沉淀的要求、重量分析法结果的计算[1]; 沉淀的溶解度及其影响因素: 溶解度、溶度积和条件溶度积、影响沉淀溶解度的因素[1]; 沉淀的类型和沉淀的形成过程: 沉淀的类型、沉淀的形成过程[1]; 影响沉淀纯度(误差来源)的主要因素: 共沉淀、继沉淀(后沉淀)、减少沉淀玷污的方法[2]; 沉淀条件的选择: 晶形沉淀的条件、无定形沉淀的条件、均匀沉淀法[2]; 沉淀滴定法概述: 沉淀滴定对沉淀反应要求、影响滴定突跃大小的因素、标准溶液。莫尔法、佛尔哈德法和法扬司法的原理、测定的对象以及注意事项[2]; 应用: 混合离子的沉淀滴定、天然水中氯含量的测定、银合金中银的测定、有机化合物中卤素的测定、味精中氯化钠含量测定等△。 重点: 重量分析法的分类和特点、莫尔法, 佛尔哈德法和法扬司法的原理及计算▲ 难点: 重量分析法的分类和特点、莫尔法, 佛尔哈德法和法扬司法的原理及计算★	√	√	√	√
第六章吸光光度法	吸光光度法的特点、光吸收的基本定律、比色法和吸光光度法及其仪器[2]; 光度分析法的设计: 显色反应、显色条件的选择、测量波长和吸光度范围的选择、参比溶液的选择、标准曲线的制作[1]; 光度分析法的误差: 对朗伯-比尔定律的偏离、吸光度测量的误差[2]; 其他吸光光度法及吸光光度法的应用: 示差吸光光度法、双波长吸光光度法、弱酸和弱碱解离常数的测定、络合物组成的测定[3]。 重点: 朗伯-比尔定律▲ 难点: 朗伯-比尔定律★	√	√	√	√
第7章数据处理	分析中的误差: 准确度与精密度, 系统误差的产生及消除, 随机误差的分布规律, 频率分布, 正态分布[2]; 分析数据的统计处理: 数据的集中趋势与分散度、置信度与置信区间、可疑值的取舍[1]; 有效数字: 有效数字的意义、修约规则和运算规则、测定结果的表示[1]。 重点: 误差、质量保证、有效数字▲ 难点: 误差、质量保证、有效数字★	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 以讲授为主, 辅以习题课、课堂讨论和应用实例研讨等。主要以学生获取知识, 提供能力为目标, 引导学生掌握知识技能、获得身心发展。习题课是教学过程中重要的一个版块, 以讲解习题为重要内容, 使同学整理前阶段课程的知识要点, 分析作业题

中的错误，从而达到提高正确率和改变错误思路的作用。课堂讨论及应用实例研讨能够加深学生对理论知识的理解，有助于启发学生独立思考，相互交流意见，培养他们独立分析问题、解决问题的能力和训练口头表达能力。

学习方法：认真听课，重点部分做笔记，课后教学网站下载课件，独立做作业，有余力的同学可从图书馆借习题集与参考书，加深对课堂知识的理解，加强相关知识点解题的能力。查阅四大滴定方法在生产与实践，尤其食品领域中的具体应用实例。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	定量分析化学概论	2					2
2	酸碱平衡和酸碱滴定法	8	1				9
3	络合滴定法	10	1		1		12
4	氧化还原滴定法	7	1		1		9
5	重量分析法和沉淀滴定法	8	1		1		10
6	吸光光度法	2					2
7	数据处理	4					4
合计		41	4		3		48

六、考核与成绩评定

平时成绩 10%（作业及随堂练习），期末考试 90%。

平时成绩：主要考核四大滴定原理的，滴定突跃，pH 值，条件电极电位等知识点地掌握与相关习题的计算能力。同时反映学生的课堂表现、出勤情况、课堂表现、课堂测试成绩和作业情况等。

期末考试：检验学生在前面学习过程中的掌握程度。强调考察酸碱滴定法的滴定突跃，pH 值计算，络合滴定法中条件稳定常数计算，指示剂变色原理，三种银量法原理，氧化还原滴定法的应用与条件电极电位计算，Q 检验，有效数字，误差分析，分光光度定量原理，基本分离与富集技术等等。考核覆盖面达主要知识点的 90%。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业与随堂练习	能熟练掌握大纲中教学内容，并能运用所学知识解决分析化学领域遇到的复杂问题	对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面能够数量掌握	基本掌握教学内容中概念、理论与方法。	对教学内容基本概念有一个大致的理解。	不满足 D 要求
考试	能熟练掌握大纲中教学内容，并能运用所学知识解决分析化学领域遇到的复杂问题	对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面能够数量掌握	基本掌握教学内容中概念、理论与方法。	对教学内容基本概念有一个大致的理解。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：罗云敬

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“微生物学”课程教学大纲

英文名称: Microbiology

课程编码: 0004657

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0 学时: 48

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 生物学

教材及参考书:

[1] 沈萍主编.微生物学(第八版). 高等教育出版社, 2016 年 1 月

[2] Michael T. Madigan, Kelly S. Bender, Daniel H. Buckley, et al. Brock Biology of Microorganisms (15th Edition). Pearson Press. 2017,1

[3] Michael P. Doyle, Francisco Diez-Gonzalez, Colin Hill. Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers (ASM Books). ASM Press. 2019,6

一、课程简介

微生物学(Microbiology)是生物学的分支学科之一,它是在分子、细胞或群体水平上研究各类微小生物(细菌、放线菌、真菌、病毒、立克次氏体、支原体、衣原体、螺旋体原生动物以及单细胞藻类)的形态结构、生长繁殖、生理代谢、遗传变异、生态分布和分类进化等生命活动的基本规律,并将其应用于工业发酵、医学卫生和生物工程等领域的科学。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

微生物学属于生物技术专业、食品质量与安全专业的学科基础必修课。在地球上,生活着数百万种生物,大多数生物体形较大,肉眼可见;结构、功能分化得比较清楚。然而,在我们周围,除了这些较大的生物以外,还存在着一类体形微小,数量庞大,肉眼难以看见的微小生物,这就是我们所要讨论和研究的微生物。微生物虽然微小,“看不见”,“摸不着”,似乎感到陌生,但是与我们人类的生活、食品、医药卫生、经济建设却有着密切的关系。

每个学生在学习该课程时,要以辩证唯物主义思想为指导,运用对立统一的观点及动态发展的观点,认识和分析微生物及其生命活动的规律,从而掌握这一学科的基本理论、基本知识和基本技能,并应用到今后的学习和生物技术等领域的实践中,可以看出微生物学是生命科学中的一门重要的基础学科。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点包括:

2: 解析生命科学问题的能力。能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题,以获得有效结论。

3: 前沿技术开发能力。针对生命科学与生物技术领域复杂问题,能够提出解决思路并制定技术路线,并能在这一过程中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化

以及环境等因素。

4: 科学研究能力。掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

5: 使用生物技术的能力。能够针对生命科学与生物技术领域复杂问题，选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具，包括对复杂问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

7: 可持续发展的能力。能够理解和评价针对复杂的生命科学与生物技术实践对环境、社会可持续发展的影响。

12: 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识和不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

课程目标：掌握微生物学基础知识：微生物的特点、形态结构、营养要求、生长繁殖、新陈代谢、遗传变异、生态环境、传染免疫、分类鉴定；同时也使学生能够初步了解微生物资源的开发与利用等相关知识。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2	3	4	5	7	12
1	开展微生物学教学有助于培养学生系统地掌握和运用生命科学理论去解决生命科学领域复杂的科学问题	●	●	◎	◎	◎	◎
2	开展微生物学教学有助于培养学生应用微生物学理论和技术发现并解析生命科学领域中的科学问题。	●	●	◎	◎	◎	◎
3	学好微生物学有利于学生在新理论的基础上研发出针对重大疾病的诊疗新技术	◎	◎	◎	●	●	◎
4	掌握微生物学的基本理论和实验手段将有力地促进提升学生提出和分析微生物学领域相关前沿科学问题的能力和进行科学研究的能力	◎	◎	●	●	●	◎
5	促进学生发现生命科学与生物技术领域复杂工程技术问题，并提出创新的解决思路和技术路线，以开发前沿创新技术	●	◎	◎	●	●	◎
6	有助于学生培养良好的学习态度并形成终身学习的习惯。	●	●	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过介绍微生物学的发展历史，让学生了解中国古代人们的勤劳与智慧，通过科学家严谨的治学态度、献身科学的牺牲精神和造福人类的历史功绩教育和影响学生，

激励学生努力学习，培养学生不畏艰辛、锲而不舍、勇于探索的科学精神，帮助学生树立学以致用、报效祖国、造福人类的远大志向。通过介绍病毒、细菌与人类关系密切，既有有利也有有害的一面。引导学生用辩证思维分析和理解微生物“双刃剑”的特性。通过充分发挥其对人类有利的一面，为人类造福。这可培养学生的辩证思维能力和客观理性分析问题的能力，帮助学生建立正确的马克思主义科学观。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 绪论	微生物概念▲，生物学特性▲，微生物学主要分支学科，微生物学的形成和发展，研究内容和任务▲	√		√			
第二章 微生物的纯培养和显微技术	微生物的分离和纯培养▲，显微镜和显微技术▲，显微镜下的微生物		√	√	√		√
第三章 类群形态结构	原核微生物与真核微生物的概念和区别▲，原核微生物的形态、结构和特点▲，真核微生物的形态、结构和特点▲，病毒的形态结构和特点▲，微生物分类，微生物与免疫★		√	√			
第四章 病毒	病毒及其发现，病毒的形态与结构▲，病毒学的分类与命名▲，人类患病病毒▲★		√	√	√		√
第五章 营养代谢	微生物的营养---化学组成和营养要素▲，对营养物质的吸收▲，营养类型▲，培养基；微生物代谢---能量代谢▲，分解代谢，发酵的代谢途径★，合成代谢，代谢的调节		√			√	
第六章 生长	概念、生长量的测定▲、群体生长规律★、环境因素的影响▲			√	√	√	
第七章 遗传变异菌种选育	遗传变异物质基础，基因突变▲★，基因重组▲★，菌种选育，保藏复壮▲			√		√	
第八章 生态	微生物在自然界分布（包括在食品环境中的微生物和生物体内外的微生物▲），微生物与环境之间关系▲，微生物在生态系统中的作用和地位		√		√	√	√
第九章 传染与免疫	感染的途径与方式▲，微生物的致病性▲，传染的类型▲，特异免疫▲★，非特异免疫▲★	√			√	√	√
第十章 腐败变质	食品腐败变质---条件▲，过程，鉴定▲，卫生学意义及处理原则▲，各类食品腐败变质；食品腐败变质的控制---防腐保藏▲	√	√			√	
第十一章 食品安全	食物中毒▲，食品安全---细菌▲、真菌毒素、病毒	√	√				

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取利用多媒体进行讲授为主的方法、讲授过程中注重理论联系实际，选取合适的案例引入教学过程，在国外教学资源中选取优秀的视频资料辅助，同时将课件资料和视频资料放在网站供学生学习，进行线上线下混合式教学等多种教学模式与方法。

学习方法：该课程涉及内容广泛，包括有机化学、生物化学和分子生物学等，前半部分内容属于基础微生物学，对于多种微生物的形态特点建议学生结合课件里面丰富的图片，有利于直观快速地理解并掌握知识；对于涉及到生化、分子生物学等相关课程的内容，要找到相关课程复习，有利于对知识的理解，因为内容较多而且分散，建议关注教师的课件，里面有相关的案例便于理论联系实际并加深记忆。此外，学习后到日新学堂网站完成练习题也有助于记忆知识。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	微生物概念▲，生物学特性▲，微生物学主要分支学科，微生物学的形成和发展，研究内容和任务▲	1.5			0.5		2
第二章 微生物的 纯培养和 显微技术	微生物的分离和纯培养▲，显微镜和显微技术▲，显微镜下的微生物	2					2
第三章 类群形态 结构	原核微生物与真核微生物的概念和区别▲，原核微生物的形态、结构和特点▲，真核微生物的形态、结构和特点▲，微生物分类	8					8
第四章 病毒	病毒及其发现，病毒的形态与结构▲，病毒学的分类与命名▲，人类患病病毒▲★	10					10
第五章 营养代谢	微生物的营养---化学组成和营养要素▲，对营养物质的吸收▲，营养类型▲，培养基；微生物代谢---能量代谢▲，分解代谢，发酵的代谢途径★，合成代谢，代谢的调节	5			1		6
第六章 生长	概念、生长量的测定▲、群体生长规律★、环境因素的影响	1			1		2

	▲						
第七章 遗传变异 菌种选育	遗传变异物质基础, 基因突变 ▲★, 基因重组▲★, 菌种选 育, 保藏复壮▲	5			1		6
第八章 生态	微生物在自然界分布(包括在 食品环境中的微生物和生物 体内外的微生物▲), 微生物 与环境之间关系▲, 微生物在 生态系统中的作用和地位	2					2
第九章 传染与免 疫	感染的途径与方式▲, 微生物 的致病性▲, 传染的类型▲, 特异免疫▲★, 非特异免疫▲ ★	5			1		6
第十章 腐败变质	食品腐败变质---条件▲, 过 程, 鉴定▲, 卫生学意义及处 理原则▲, 各类食品腐败变 质; 食品腐败变质的控制--- 防腐保藏▲	2					2
第十一章 食品安全	食物中毒▲, 食品安全---细菌 ▲、真菌毒素、病毒	1			1		2
合计		42.5			5.5		48

六、考核与成绩评定

平时成绩 30% (作业等 10%, 其他 20%), 考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤率、课堂的基本表现(如课堂测验、课堂互动等; 作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业, 主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度, 及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况, 详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	作业: 各章节重点内容的课后练习, 查阅资料完成小组作业; 考勤: 上课出勤情况; 课堂情况: 课堂互动, 参与讨论。支撑毕业要求 2,3,10,12
考试成绩	70	考核基本概念和基础知识, 对案例的分析和处理等。支撑毕业要求 2,3,5,12

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	理论知识掌握准确，善于运用知识并思考，可解决设定的复杂问题	理论知识掌握基本准确，可以运用知识并思考，解决设定的复杂问题	理论知识掌握基本准确，在指导下运用知识可解决设定的问题	理论知识掌握欠准确，需在指导下解决设定的问题	不满足 D 要求
研讨	积极参与，思路清晰，运用学过的知识解决问题，能查阅文献资料	积极参与，运用学过的知识解决问题，能查阅文献资料	积极参与，在帮助指导下运用学过的知识解决问题，能查阅文献资料	参与研讨，运用学过的知识解决问题能力弱，可理解他人的讨论	不满足 D 要求
考试	理论知识掌握准确，善于运用知识并思考，可解决设定的问题，举一反三	理论知识掌握基本准确，可以运用知识并思考，解决设定的较复杂问题	理论知识掌握基本准确，运用知识可解决一般的问题	理论知识掌握欠准确，可解决设定的一般问题	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：贾润清

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“生物化学”课程教学大纲

英文名称: Biochemistry

课程编号: 0008329

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 普通生物学、普通化学、有机化学、分析化学

教材及参考书:

[1]王镜岩.朱圣庚.徐长法主编.生物化学教程,高等教育出版社,2008年6月

[2]周海梦.李森.陈清西主编.生物化学,高等教育出版社,2017年3月

[3]张丽萍.杨建雄主编.生物化学简明教程(第五版),高等教育出版社,2015年8月

[4]David L. Nelson, Michael M. Cox., *Lehninger's Principles of Biochemistry* (7th Edition), W. H. Freeman, 2017年1月

一、课程简介

生物化学是一门与现代生物学、化学、分子生物学有一定程度交叉的学科,它以生物体为研究对象,应用物理、化学、生物学的理论和方法来研究生物体内各种物质的化学组成和结构及其化学变化规律,通过对这些规律的了解,以阐明生命现象的本质,并将这些知识应用于工、农、医等实践领域,为人类的物质和精神文明服务。生物化学既是现代各门生物学科的基础,又是其发展的前沿。本课程依据学生的特点,以组成生物体的糖类、蛋白质、脂类以及核酸等主要成分的结构、性质和功能为主要内容,讨论这些物质在生命中的作用及其发挥作用的机理。此外,该课程内容包括对生物体内的化学反应起催化和调节作用的酶、维生素和激素等物质的结构与功能。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是生物技术专业的学科基础必修课,属于专业核心课程,通过本课程的学习掌握生物化学领域的基本知识、理论,熟知生物化学的前沿发展现状和趋势。学习完本课程可以为学习生物技术专业的其它课程比如分子生物学、细胞生物学、遗传学等打下坚实的基础,有助于培养学生获得良好的专业基础知识和良好的科学素质。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下:

X1.Y8: 具有坚定的理想信念与家国情怀,能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范。

X2.Y2: 具有生物化学的基础知识,并能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。

X2.Y4: 掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识,具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

X3.Y10: 具有开阔的行业及国际视野,能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界

同行及社会公众进行有效的交流和沟通。

X5.Y2: 善于自主学习与合作交流, 善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题。

X5.Y12: 提高自主学习能力, 增强终身学习意识, 有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

X6.Y11: 培养多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才, 理解并掌握项目管理的原理和流程, 并能在多学科环境中应用。

(二) 课程目标:

1. 教学目标:

(1) 了解生物化学发展现状以及我国科学家在生物化学科研领域所作出的贡献, 树立对当前我国生物技术发展整体实力的民族自信心。

(2) 培养学生对生物化学以及整个生物技术专业的学习兴趣。

(3) 掌握生物化学的基础知识和基本原理, 达到对包括糖类、蛋白质、脂类及核酸等主要成分的结构、性质和功能有比较全面了解的程度。

(4) 熟悉生物化学在医学、农业及其他学科领域中的应用。

(5) 在生化学习中逐渐培养科研思维能力和解决问题的能力。

(6) 培养学生对生物化学的自主学习能力, 尤其是收集文献资料和阅读文献的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		X1.Y8	X2.Y2	X2.Y4	X3.Y10	X5.Y2	X5.Y12	X6.Y11
1	了解生物化学发展现状以及我国科学家在生物化学科研领域所作出的贡献	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	培养学生对生物化学以及整个生物技术专业的学习兴趣	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	掌握生物化学的基础知识、基本原理	◎	●	●	◎	◎	◎	◎
4	熟悉生物化学在医学、农业等领域的应用	◎	●	●	●	◎	◎	●
5	在生化学习中逐渐培养科研思维能力和解决问题的能力	◎	●	●	●	●	●	◎
6	培养学生对生物化学的自主学习能力, 尤其是收集文献资料和阅读文献的能力	◎	◎	●	◎	●	●	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2. 育人目标: 激发和培养学生对生物化学以及整个生物技术专业的学习兴趣, 帮助学生树立对当前我国生物技术发展整体实力的民族自信心, 激励学生敢于担当, 力争为我国生物技术事业发展贡献力量。

三、课程教学内容

生物化学的主要内容大体分两个部分，一是关于糖类、脂类、蛋白质和核酸等生物大分子及其组成单元的结构、性质和功能；二是对生物体内的化学反应起催化和调节作用的酶、维生素和激素等物质的结构与功能。这里给出的本课程要求的基本教学内容，在授课中必须完全涵盖，主讲教师可以根据学生的状况，自身的体会等在某些方面进行扩展和对

学生进行引导，适当扩大学生的涉猎面。

本课程的教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 生物化学导论	生物化学的研究内容▲，生物化学的发展简史，生物化学的研究现状★，学习生物化学的建议▲	√	√				
第二章 糖类化学	单糖的结构和性质▲★，重要的单糖和单糖衍生物▲，寡糖，重要的二糖▲，多糖的结构和性质★，常见多糖和生物学功能		√	√	√	√	√
第三章 氨基酸和蛋白质	氨基酸的结构和分类▲，氨基酸的化学性质▲★、光学活性和光谱性质★，氨基酸混合物的分析分离，蛋白质和肽通论，蛋白质一级结构▲，蛋白质二级结构▲，蛋白质三级结构▲，蛋白质折叠和结构预测★，亚基缔合和四级结构		√	√	√	√	√
第四章 蛋白质结构与功能的关系	肌红蛋白的结构与功能▲，血红蛋白的结构与功能★，血红蛋白分子病，免疫系统和免疫球蛋白		√	√	√	√	
第五章 酶学	酶的基本概念和催化作用的特点▲，酶的活力测定和分离纯化，酶促反应动力学★，酶的作用机制和酶的调节★		√	√	√	√	√
第六章 维生素与辅酶	脂溶性维生素▲，水溶性维生素▲，几种辅酶★		√	√	√		
第七章 激素	激素的定义、分类和作用机制▲★，人和脊椎动物激素举例▲，昆虫激素和植物激素		√	√	√	√	√
第八章 脂类化学	脂肪酸、三酰甘油的结构与理化性质▲，脂质过氧化作用★，磷脂的结构组成及种类▲，糖脂、脂蛋白、类固醇、蜡		√	√	√	√	√
第九章 生物膜	生物膜的组成与结构▲，生物膜的功能，生物膜与物质运输★		√	√	√	√	√
第十章 核酸化学	核酸的发现和简史，核酸的种类、分布和生物学功能★，核酸的分子结构和理化性质▲，核酸的研究方法		√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主，分组讨论和习题讲解为辅。课内讲授注重研究型教学理

念，以知识为载体，传授相关的思想和方法，培养学生的科研思维能力。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，注意科研思维的锻炼，注重学习方法的掌握。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容。

五、教学环节及学时分配

本课程的主要教学环节安排如下：

1. 课堂讲授

首先要使学生掌握教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

在教学中要注意引发学生学习生物化学的兴趣，让其关注该研究领域的科学进展，同时将课堂学习的知识与实际生产生活中的应用相结合，希望学生能够用所学知识解释遇到的实际问题，进而用科学的方法解决问题。积极探索和实践研究型教学，教学生如何对未知问题进行探索。从提出问题，到解决问题的思路 and 方案分析，提高学生的科研思维能力。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。同时教授学生如何查阅文献和收集资料，培养自学能力。

2. 分组讨论

在教学中给学生设置几个与生物化学相关的讨论主题，让学生四个人一组自由组合，协同完成讨论主题的陈述。学生根据所选主题查阅文献，制作 PPT，并进行演讲，在此过程中，学生不仅了解了生物化学的前沿动态，同时也培养了学生自主研究、语言表达和团队协作的能力。

3. 习题作业

通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。

基本要求：根据各章节的情况，包括练习题、思考题等，每一章布置适量的课外作业，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容，包括基本概念题、计算题、问答题、综合题以及其它题型等。主要支持毕业要求 1、2、4 的实现。

本课程的教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 生物化学 导论	生物化学的研究内容, 生物化学的发展简史, 生物化学的研究现状, 学习生物的建议	2					2
第二章 糖类化学	单糖、寡糖与多糖的结构、性质、种类及生物学功能	3	1				4
第三章 氨基酸和 蛋白质	氨基酸的结构和分类, 氨基酸的化学性质、光学活性和光谱性质, 氨基酸混合物的分析分离, 蛋白质和肽通论, 蛋白质一级结构, 蛋白质二级结构, 蛋白质三级结构, 蛋白质折叠和结构预测, 亚基缔合和四级结构	6	1		1		8
第四章 蛋白质结 构与功能 的关系	肌红蛋白的结构与功能, 血红蛋白的结构与功能, 血红蛋白分子病, 免疫系统和免疫球蛋白	4					4
第五章 酶学	酶的基本概念和催化作用的特点, 酶的活力测定和分离纯化, 酶促反应动力学, 酶的作用机制和酶的调节	4	1		1		6
第六章 维生素与 辅酶	脂溶性维生素、水溶性维生素与几种辅酶	2					2
第七章 激素	激素的定义、分类和作用机制, 人和脊椎动物激素举例, 昆虫激素和植物激素	4					4
第八章 脂类化学	脂肪酸、三酰甘油的结构及性质、磷脂、其他脂类	2	1				3
第九章 生物膜	生物膜的组成与结构、生物膜的功能、生物膜与物质运输	6	1		1		8
第十章 核酸化学	核酸通论、核酸的种类、分布和生物学功能、核酸的结构、性质及研究方法	6			1		7
合计		39	5		4		48

六、考核与成绩评定

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况, 详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30%	课堂的出勤率、课堂的基本表现 10%，课堂讨论、课堂测验及课外作业 20%，对应毕业要求 1、2、4 达成度的考核。
考试成绩	70%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	对基本概念、理论和方法能熟练掌握、理解较深	对基本概念、理论和方法能较好掌握，并比较全面理解	对基本概念、理论和方法能较好掌握，并部分理解	对基本概念、理论和方法，能掌握大部分，并有一定理解	不满足 D 要求
研讨	对讨论内容所涉及的基础知识熟练掌握，并能综合运用理论知识提出深入而合理的见解	对讨论内容所涉及的基础知识较好掌握，并能综合运用理论知识提出合理的见解	对讨论内容所涉及的基础知识有一定掌握，并能综合运用理论知识提出合理的见解	对讨论内容所涉及的基础知识有一定掌握，并能综合运用理论知识提出自己的见解	不满足 D 要求
考试	对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的熟练掌握，并能综合运用理论知识全面而合理地解决复杂问题	对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面较好掌握，并能综合运用理论知识合理解决复杂问题	对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面有一定掌握，并能综合运用理论知识合理解决复杂问题	对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面有一定掌握，并能综合运用理论知识部分解决复杂问题	不满足 D 要求
评分标准 (A~E)：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：谢飞、张丽娜

批准者：梁文俊

2019 年 12 月 29 日

“生理学”课程教学大纲

英文名称: Physiology

课程编码: 0008350

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业、食品质量与安全专业本科生

先修课程: 普通生物学

教材及参考书:

[1] 《生理学》第九版, 王庭槐主编, 人民卫生出版社, 2018年8月 第9版.

[2] 《人体解剖生理学》, 周华, 崔慧先主编, 人民卫生出版社, 2016年3月 第7版.

一、课程简介

人体生理学是研究生物体及其各组分正常功能活动规律的一门科学。它在整体、器官和细胞三个水平研究它们各自的活动和相互之间的联系。它的任务是阐明机体及其各组分所表现的各种正常生命现象, 活动规律及其产生机制, 以及机体内外环境变化对这些功能性活动的影响和机体所进行的相应调节; 并揭示各种生理功能在整体生命活动中的意义。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

生理学的学习, 需要有先修课程解剖学的内容, 因为没有单独的解剖学课程设置, 所以在讲课中人体解剖学和生理学的内容相融合。人体解剖生理学属于生物技术专业的学科基础必修课。它是研究正常人体形态结构和功能的科学。人体解剖生理学的任务是: 阐明人体各部形态结构之间的共同性和特殊性, 并阐明人体及各部分所表现的各种生命现象, 使学生对人体有一个比较完整而明确的概念, 从而掌握人体正常生命活动的客观规律, 为防治疾病、促进人体健康提供必要的理论基础。因为疾病与健康一样, 都是生命的表现形式。疾病中所表现出来的种种病理变化, 都是正常结构、功能发生量变和质变的结果, 因此、只有掌握人体正常形态结构及其生命活动的规律, 才能懂得如何保持和增进健康、提高生命的质量; 才能掌握防治疾病、促进康复的理论和技能。因此解剖生理学在生命科学领域占有十分重要的地位, 是一门重要的基础课必修课。

学生在学习课程时, 要以辩证唯物主义思想为指导, 运用对立统一的观点及动态发展的观点, 解释生命过程中形态与功能、局部与整体、机体与环境、平衡与失衡、健康与疾病的辨证关系。认识和分析人体各部的形态结构及生理功能, 从而掌握这一学科的基本理论、基本知识和基本技能, 并应用到今后的学习和生物医学工程、生物技术、食品质量与安全等相关领域的技术实践中。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y1: 系统运用生命科学理论的能力

掌握生理学基础及前沿理论知识并融会贯通, 具备系统运用生理学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

X2.Y2: 解析生命科学问题的能力

能够应用生理学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题，以获得有效结论。

X4.Y3: 科学研究能力

掌握扎实的生理学基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势。

X5.Y4: 使用生物技术的能力

能够针对生理学领域复杂问题，选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具，包括对复杂问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

X10.Y5: 沟通与交流能力

能够就复杂的生理学问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

X12.Y6: 终身学习的能力

具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生理学领域新技术和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		X1.Y1	X2.Y2	X4.Y3	X5.Y4	X10.Y5	X12.Y6
1	系统运用药理学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力	●					
2	应用药理学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题		●				
3	熟知生理学专业的前沿发展现状和趋势			●			
4	能够针对生理学领域复杂问题，并能够理解其局限性				●		
5	能够就复杂的生理学问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通					●	
6	具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生理学领域新技术和适应发展的能力						●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标: 写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职

业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

培养学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质。具有开阔的行业及国际视野。多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章绪论	1, 生理学的任务和研究方法。2, 机体内环境和稳态 (▲)。3, 机体生理功能的调节 (▲), (★)。	√	√	√	√	√	√
第二章细胞的基本功能	1, 细胞膜的跨膜转运功能。2, 细胞的信号转导 (▲), (★)。3, 细胞的电活动 (▲), (★)。4, 肌细胞的收缩 (▲)。	√	√	√	√	√	√
第三章血液	1, 血液的组成与特性。2, 血细胞的形态和生理 (▲)。3, 血液凝固和止血 (▲), (★)。4, 血型和输血。	√	√	√	√	√	√
第四章循环系统	1, 心脏生理 (▲), (★)。2, 血管生理 (▲), (★)。3, 心血管活动的调节 (★)。4, 血量的调节。5, 器官循环。	√	√	√	√	√	√
第五章呼吸	1, 肺的功能解剖。2, 肺通气。3, 气体交换和运输 (▲)。4, 呼吸运动的调节 (★)。	√	√	√	√	√	√
第六章消化和吸收	1, 概述。2, 机械性消化。3, 化学性消化 (▲)。4, 吸收。5, 消化器官活动的调节 (★)。	√	√	√	√	√	√
第七章泌尿系统	1, 肾的功能解剖与血液供应。2, 尿的生成过程 (▲)。3, 肾的浓缩和稀释功能 (▲), (★)。4, 肾对机体水盐代谢的调节。5, 血浆清除率。6, 尿的排放。	√	√	√	√	√	√
第八章神经系统	1, 神经系统活动的一般规律。2, 神经系统的感觉功能。3, 神经系统的躯体运动功能 (▲)。4, 神经系统对内脏活动的调节。5, 脑的高级功能和脑电图 (★)。	√	√	√	√	√	√
第九章内分泌生理	1, 激素。2, 下丘脑的内分泌功能。3, 垂体。4, 甲状腺。5, 甲状旁腺和甲状腺细胞 (▲)。6, 肾上腺 (▲)。7, 胰岛 (▲)。8, 松果体、胸腺及前列腺 (▲)。	√	√	√	√	√	√
第十章生殖系统	1, 男性生殖功能与调节。2, 女性生殖功能与调节。	√	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和网络资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	1.5			0.5		2
2	细胞的基本功能	5			1		6
3	血液	3					3
4	循环系统	4.5			0.5		5
5	呼吸系统	2.5			0.5		3
6	消化系统	3					3
7	泌尿系统	3					3
8	神经系统	3.5			0.5		4
9	内分泌生理	2					2
10	生殖系统	1					1
合计		29			3		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 10%，其它 20%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、

基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30%	课堂的基本表现、作业情况。对应毕业要求 1、2、3、4 达成度的考核。
考试成绩	70%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
研讨	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：贾润清、张红胜

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“生物化学 2” 课程教学大纲

英文名称: Biochemistry -2

课程编码: 0004652

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术、食品质量与安全专业本科生

先修课程: 生物化学 1、有机化学

使用教材及参考书:

[1]王镜岩, 朱圣庚, 徐长法著.生物化学教程, 高等教育出版社, 2008

[2] David L. Nelson, Michael M. Cox. Lehninger Principles of Biochemistry, 6th Edition, W. H. Freeman Company, New York, 2013

一、课程简介

新陈代谢是生命的基本特征, 生物化学 2 就是从分子水平阐明组成生物体的各类物质的代谢变化过程, 理解代谢异常导致疾病发生的生化本质, 因此是生物技术和医学相关科学的基础。生物化学 2 是化学和生物学两个一级学科的交叉, 是生命科学发展最快的领域之一, 生物化学理论和方法的进步又会促进生命科学各个分支学科的发展, 特别是临床医学和生物医学工程都需要立足于生物化学知识和方法, 才能实现其实践意义。本课程主要包括生物体代谢调控的基本途径, 糖类、脂肪酸、各类氨基酸和核苷酸等重要生物分子代谢的过程、基本规律及主要生理意义, 并从分子水平阐明生命现象本质, 是认识生命过程和疾病发生的理论基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

生物化学-2 是化学和生物学两个一级学科的交叉, 是生物技术、食品质量与安全等专业本科生基础必修课之一。该学科的重要性也使其成为生命科学发展最快的领域, 而生物化学理论和方法的进步又会促进生命科学各个分支学科的进步, 生物化学 2 既是生命科学领域的基础学科, 又具前沿性, 在人才培养体系中, 是生物技术和医学工作者从事科研和实践的基石。

本课程能够对毕业要求 (1)、(2)、(3)、(4)、(8) 和 (12) 提供支撑。

对毕业要求 (1) 系统运用生命科学理论的能力通过本课程学习, 学生毕业后应该能够掌握生物化学基础及前沿理论知识并与其他生命科学专业知识融会贯通, 具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

对毕业要求 (2) 解析生命科学问题的能力本课程引导学生应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域的问题。在获得基础理论知识的基础上, 使学生善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题, 以获得有效结论或解决问题的方案。

对毕业要求 (3) 前沿技术开发能力本课程针对一些代谢性疾病的诊断和治疗问题, 引导学生提出解决思路并制定技术路线, 在这一过程中体现创新意识, 并能够考虑社会、

健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

对毕业要求（4）科学研究能力学习本课程后，学生掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段，具有对科研成果进行归纳、总结及撰写科技论文的能力。

对毕业要求（8）职业规范与素养 生物化学每个理论的发现和技术的进步都是基于科学家们的艰苦努力和求索，例如，1965 年人工全合成结晶牛胰岛素是中国科学发展进步历程上闪耀的成果，也是世界上第一次用人工方法合成具有与天然分子相同化学结构和完整生物活性的蛋白质，是生命科学领域的重大突破。在教学中，细数这一个个重大事件的曲折发现过程事例，可加深学生对生化科学发展的认识，引导学生对科学付出的尊重，潜移默化中培养其坚定的理想信念与家国情怀，树立科学素养、职业规范和职业精神。

对于毕业要求（12）终身学习的能力 作为一门基础课，学生在完成该课程的学习后，掌握了继续学习其他生命科学学科的坚实基础，课程学习过程中提出的科学问题也给了学生继续寻求知识的动力，使其不但具有自主学习和终身学习的意识，而且有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：本课程的教学目标是使学生掌握生物氧化理论；掌握生物体内各种糖类、脂类、氨基酸和核苷酸等重要物质代谢的基本途径、基本规律及主要生理意义；掌握常见代谢性疾病发生的生物化学基础；理解生化发展史上的几个重要理论和技术的发现过程；了解生物分子合成和分解代谢的调节方式。为学生未来在生命科学领域进行实践或进行生物医学研究奠定基础，使学生对生命科学领域基础及前沿理论知识融会贯通，具备系统运用知识解决生命科学领域复杂问题的能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(8)	(12)
1	掌握生物氧化的概念及机制	●	●	◎	●	◎	●
2	掌握重要物质代谢的基本途径	●	●	◎	●	◎	◎
3	掌握重要物质代谢的生理意义	◎	●	◎	◎	◎	◎
4	掌握常见代谢性疾病发生的生物化学基础	◎	◎	●	●	◎	●
5	理解生化发展史上的几个重大理论的发现过程	◎	◎	◎	●	●	●
6	了解生物分子合成和分解代谢的调节方式	●	●	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：生物化学每个理论的发现和技术的进步都是基于科学家们的艰苦努力和求索，在教学中穿插我国科学家们的重大发现过程事例，引导学生对科学付出的尊重，潜移默化中培养其坚定的理想信念与家国情怀，达到树立科学素养、理性信念和职业精神的目标。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 激素	1. 激素的定义、分类和作用机制 (▲)、(★) 2. 人和脊椎动物激素举例 (▲) 3. 昆虫激素和植物激素			√	√		√
第二章 生物氧化	1. 生物氧化的概念和特点 (▲) 2. 呼吸链和电子传递系统 (▲)、(★) 3. 氧化磷酸化的概念和作用机制 (▲)、(★)	√	√	√			
第三章 糖代谢	1. 糖代谢总论 2. 糖酵解 (▲) 3. 三羧酸循环 (▲) 4. 磷酸戊糖通路 (▲)、(★) 5. 糖异生和 Cori 循环 (★) 6. 糖原的合成、分解和代谢调节 7. 血糖及其调节 (★)	√	√	√	√	√	
第四章 脂类代谢	1. 脂类在体内的消化、吸收和运输 2. 脂肪酸的分解代谢与合成代谢 (▲)、(★) 3. 酮体的生成与利用 (▲)、(★) 4. 胆固醇的代谢 (▲)、(★)	√	√	√	√	√	
第五章 氨基酸代谢	1. 蛋白质的消化和吸收 2. 氨基酸的分解代谢 3. 氨基酸脱氨基作用 (▲)、(★) 4. 氨的来源与去路 (★) 5. 鸟氨酸循环 (▲)、(★)		√	√	√	√	
第六章 核苷酸代谢	1. 嘌呤核苷酸的合成和分解代谢 (▲)、(★) 2. 嘧啶核苷酸的合成和分解		√	√	√	√	
第七章 物质代谢的整合与调节	1. 物质代谢的相互关系 (★) 2. 肝脏在物质代谢中的作用 (★) 3. 物质代谢调节的主要方式 (★)		√	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：1、以课堂教学为主，通过课堂教学与自学、讨论相结合的方式进行教学活动。课堂上采用多媒体互动教学方法，形象展示各个生化代谢途径以及各个途径的生理意义，鼓励学生提问，加强课堂教学的引领作用；2、课后给学生相关的文献，启发诱导，使学生理解所学习内容与科研和工程实践的关系，鼓励学生就文献中所涉及的生物化学理论和工程技术方法提出问题或讨论议题，激发其回归课堂讨论的积极性；3、课后作业突

出重点和难点，调动学生的思维活动，培养分析问题和解决问题的能力。

学习方法：1、课堂学习是首要方法，辅助利用各种网络资源进行学习，这是掌握本学科基本理论知识的有效方法；2、课后作业，可以巩固课堂所学知识并帮助发现知识遗漏；3、文献阅读和讨论，可以加深理解本学科与医学工程其他课程的关系。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 激素	1. 激素的定义、分类和作用机制 2. 人和脊椎动物激素举例 3. 昆虫激素和植物激素	4					4
第二章 生物氧化	1. 生物氧化的概念和特点 2. 呼吸链和电子传递系统 3. 氧化磷酸化的概念和作用机制	4	1				5
第三章 糖代谢	1. 糖代谢总论 2. 糖酵解 3. 三羧酸循环 4. 磷酸戊糖通路 5. 糖异生和 Cori 循环 6. 糖原的分解和合成代谢 7. 血糖及其调节	6	1		1		8
第四章 脂类代谢	1. 脂类在体内的消化、吸收和运输 2. 脂肪酸的分解与合成代谢 3. 酮体的生成与利用 4. 胆固醇的代谢	4			1		5
第五章 氨基酸代谢	1. 蛋白质的消化和吸收 2. 氨基酸的分解代谢 3. 氨基酸脱氨基作用 4. 氨的来源与去路 5. 鸟氨酸循环	4			1		5
第六章 核苷酸代谢	1. 嘌呤核苷酸的合成和分解 2. 嘧啶核苷酸的合成和分解	2					2
第七章 物质代谢的整合与调节	1. 物质代谢的相互关系 2. 肝脏在物质代谢中的作用 3. 物质代谢调节的主要方式	1	1		1		3

合计		25	3		4		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。考试内容覆盖本课所学的全部内容，主要是考察学生对所学知识的全面掌握和理解程度，占总成绩的 70%。其余 30%成绩是平时成绩，包括课堂表现、作业完成情况和在讨论时的思维活跃度。

考核方式及成绩评定分布：平时成绩 30%（作业 15%，其他 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中，作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力，成绩评定的主要依据是作业完成的质、量和是否及时。其它，包括学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束，成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂互动、课堂讨论中的逻辑表达等）。

考试成绩，是对学生学习情况的全面检验。考核内容包括：对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，占考试内容的 60%左右；生化和分子生物学技术知识，这部分内容最能反映工程技术与生物基础理论的交叉融合，约占考试内容的 20%；运用所学理论知识解决复杂问题或提出设计思路的能力，占考试内容的 20%左右。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	15	考核作业完成质量作业将以不同的题型对核心知识的掌握和领悟程度进行检验，支撑毕业要求（2）解析生命科学问题的能力、（4）科学研究能力和（12）终身学习能力
	15	1、考核课堂出勤情况出勤率反应学生的学习态度和自律性，支撑毕业要求（8）职业规范与素养； 2、考察讨论问题所表现的活跃度根据所学习的理论知识，对代谢性疾病防治新方法等前沿问题进行讨论，反应未来能够运用技术知识解决医学现实问题的能力，支撑毕业要求（3）前沿技术开发能力
考试成绩	70	1、考核生化基本概念和理论知识，约占 60%，支撑毕业要求（4）科学研究能力和毕业要求（12）终身学习能力； 2、考核生化和分子生物学技术进展知识，约占 20%，支撑毕业要求（3）前沿技术开发能力和（4）科学研究能力； 3、理解和思考题，约占 20%，只要所引用的理论和逻辑正确，不要求标准答案，这部分支撑毕业要求（1）系统运用生命科学理论的能力和（2）解析生命科学问题的能力。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	透彻掌握教学内容中的概念和理论，且有一定领悟程度	掌握教学内容中的概念和理论	较好掌握教学内容中的基本概念和理论等	对教学内容中的基本概念和理论掌握程度一般	不满足 D 要求
课堂	发言活跃，能够综合运用理论知识解决复杂问题	发言活跃，能够较好综合运用理论知识解决复杂问题	参与度一般，在提示帮助下能够运用理论知识解决复杂问题	发言不积极，运用理论知识解决复杂问题的态度较被动	不满足 D 要求
考试	掌握生化基本概念和理论知识，并能够综合运用理论知识解决复杂问题	掌握生化基本概念和理论知识，基本能够运用理论知识解决复杂问题	掌握生化基本概念和理论知识，基本能够运用理论知识解决一些问题	基本掌握生化基本概念和理论知识，但难以运用理论知识解决问题	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：王明连

批准者：梁文俊

2020 年 1 月 10 日

“分子生物学”课程教学大纲

英文名称：Molecular Biology

课程编码：0005630

课程性质：学科基础必修课

学分：2.0

学时：32

面向对象：生物技术专业本科生

先修课程：普通生物学，生物化学

教材及参考书：

[序号] 作者.教材名称.出版社，出版年月

[1]朱玉贤等. 现代分子生物学（第5版）. 北京：高等教育出版社，2019

[2] D. L. Nelson, et al., Lehninger's Principles of Biochemistry 7th, New York : W.H. Freeman, 2017

一、课程简介

分子生物学是生命学院为生物技术专业本科生开设的专业核心课程类型。本课程的任务是通过分子生物学课程的学习，掌握课程的基本原理、内容体系、相关的研究手段以及分子生物学在生命科学中的地位和应用，既具有扎实的分子生物学基础知识，又具有自己获取知识的能力，重在素质培养。

教学内容重点：侧重于生物信息的传递、表达和调控等分子生物学方面的内容。通过本课程的学习，熟知核酸的基本生物化学特性，熟知生物信息的储存与表达过程，掌握核酸和蛋白质的基本代谢过程，特别是基因的一般结构与生物功能，掌握分子克隆与 DNA 重组的基本技术与原理，了解分子生物学的新成果，新进展。

教学内容的难点：生物信息的传递和基因表达调控。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

本课程是生物技术专业的学科基础必修课，可以作为生命科学相关专业的选修课。本课程在生物化学、遗传学和细胞生物学基本知识的基础上，从生物大分子水平阐述基因组的保持、基因组的表达和基因表达调控的机制。本课程授课内容是学生将来从事生物学研究所需掌握的基础理论知识，除了分子生物学基础理论知识，课程还注重培养学生的科研思维能力和训练学生的学术表达能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

主要为毕业要求第 1、2、4 的实现提供支持。

对于毕业要求 1，分子生物学属于本专业类的基础理论之一，掌握这些理论，能够培养学生解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

对于毕业要求 2，培养学生应用生命科学的基础理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题，以获得有效结论。

对于毕业要求 4，掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法，初步具备发现、提出、分析和解决生命科学及生物技术领域相关前沿科学问题的能力。

对毕业要求 10、12 的实现有一定支撑作用。

对于毕业要求 10，通过课程中组内讨论，撰写研究报告、陈述发言等，学生能够就复

杂的生命科学及生物技术问题进行有效的交流和沟通，包括口头表达能力、文字表达与多媒体呈现能力。

对于毕业要求 12，通过课程中的讨论、针对问题的研究等，初步具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：

使学生掌握分子生物学的基本概念、基本理论，掌握生命活动中重要的生物大分子的结构与功能、遗传信息的表达及其调节控制等内容，提升解决生命科学及生物技术领域相关科学问题的科研思维能力和学术表达能力。

写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		X1	X2	X4	X10	X12
1	掌握分子生物学的基本概念、基本理论	●	●	●	◎	○
2	掌握生命活动中重要的生物大分子的结构与功能、遗传信息的表达及其调节控制等内容	●	●	●	◎	○
3	提升解决生命科学及生物技术领域相关科学问题的科研思维能力和学术表达能力	●	●	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

通过在课程中贯穿重大科学事件、重要科技进展、发生在身边的研究前沿和社会热点问题，培养学生严谨的科学素养、理想信念、责任担当、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

案例 1. DNA 双螺旋结构的发现过程:书本的一小段源于科学的艰难与严谨

经典论文阅读——本科教学阶段很多时间还是在延续书本教学的方式，但课本往往是经过加工的知识，容易造成学生知其然不知其所以然，被动地背结论应付考试。针对这一现象，配套课内学习，我们尝试引导学生阅读生物技术发展过程中的经典论文，而不仅仅是经过加工的课本本身，了解一个看似简单在书本上也许只有一小段的结论是如何得来的，在课程的初始阶段改变学生背知识应付考试的状态。

针对 20 世纪最重要的科学进展之一——DNA 双螺旋发现，课程基于书本的主线又跳开书本，从达尔文、孟德尔、摩根等生物学泰斗开始，伴随 Griffith 发现“转化因子”到 Avery 提出“转化因子”即 DNA；从当时的科学权威对 Avery 的质疑及责难，再到 Delbruck 和 Heishey 等为 Avery 的研究正名，到确认 DNA 就是遗传物质，讲述跨越近一个世纪的 DNA 发现的曲折历史，并推荐学生阅读和讨论了六篇经典英文论文。整个教学的组织围绕培养学生的创造力、自主学习能力、团队意识、基于问题的学习等能力展开，把充分发挥学生主体能动性放在教学活动与学习活动的首位，最大限度地激发了学生的学习兴趣，学生普遍反映想不到一个简单的结论背后隐含着这么多艰难、严谨的科学证明。

案例 2.《PCR 传奇：一个生物技术的故事》：深入理解书本知识与产业和社会的连接

《PCR 传奇：一个生物技术的故事》这本书是作者依据大量第一手文献和访谈材料，生动揭示了当代重大生物技术发明 PCR 的动人内幕，深入考察了 PCR 从理论概念孕育到实用工具开发的曲折历程，充分展现了西特斯公司科学家在 20 世纪 80 年代挑战学院科学体制，造就高风险、高回报的风险资本环境的开拓创新精神，使学生在课本之外了解生物技术产业发展的科学、技术、文化、社会、经济、政治、法律诸多因素。分析评价生物技术与社会关系的能力，能够基于专业相关背景知识进行合理分析，评价生命科学与生物技术实践复杂问题解决方案对社会、经济、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

案例 3.基因编辑婴儿的伦理学问题：紧扣社会热点增强社会责任感

2018 年 11 月 26 日，一篇《世界首例免疫艾滋病的基因编辑婴儿在中国诞生》的报道，在国内掀起轩然大波。报道称，中国深圳南方科技大学研究人员贺建奎采用 CRISPR/cas9 基因编辑技术将一对双胞胎的一个基因进行了人为修改，使她们出生后即天然具备抵抗艾滋病的能力。通过这一新闻报道，引导学生思考病毒的生物学特性，尤其是如何侵入并攻击靶细胞的机制和艾滋病的危害，从基因和细胞角度深入理解为什么病毒性疾病难于治疗的科学机制，同时介绍对婴儿进行基因编辑存在的无法预测的风险。旨在培养学生的科研伦理道德，社会责任意识。

案例 4.氢气生物学研究进展：最新的科研成果进课堂

1975 年在人类历史上首次发现氢气医学效应。美国科学学者 Dole 等在《科学》报道，连续 14 天吸入 8 个大气压氢气明显减少小鼠皮肤癌。日本医科大学太田成男教授于 2007 年在国际著名医学杂志《自然医学》上发表论文，证明吸入少量氢气（2%），可以有效治疗大鼠的脑梗，至今国际上发表相关学术论文已经超过千篇，大量研究证明氢气对 170 余种疾病具有潜在治疗作用。

结合教学过程将这一早就为人们熟悉但却一直被认为是生理惰性的气体的最新研究内容引入课堂。介绍教师课题组在机理方面最新的研究进展和本科生参与研究的情况，组织讨论氢气为什么会有生理作用这一尚存争议的内容，用身边的事激励学生的科研志趣，培养敢于挑战权威、善于思考的能力。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)				
		X1	X2	X4	X10	X12
第一章 绪论	教学目的[▲]、课程的基本内容[▲]、分子生物学简史[▲]和展望[3]。以分子生物学发展史为线索，以里程碑式科学进展，如 Mendel“植物杂交试验”、Morgan 遗传学的第三定律和基因学说、Avery 的细菌转化实验、Hershey 和 Chase 的噬菌体感染实验、Wilkins 和 Franklin 的 X 衍射实验、Watson 和 Crick 发现 DNA 双螺旋结构的过程等，提高学生面对科学问题时的科研思维能力和学术表达能力。 ▲重点：教学目的，课程基本内容，分子生物学里程碑式科学进展。 ★难点：科学问题的提出、科学实验的设计、思考和表达。	✓	✓	✓	✓	✓
第二章 染色体与 DNA	核酸的结构[▲]、DNA 的复制[★]、原核生物和真核生物 DNA 复制的特点[▲]、DNA 的修复[▲]、DNA 的转座、SNP 的理论和应用。这部分内容是分子生物学结构基础部分，DNA 的生物合成是遗传物质传递和保持的重要生理过程。 ▲重点：核酸的结构和生物合成。 ★难点：DNA 的复制。	✓	✓	✓		
第三章 生物信息的传递(上)	RNA 的结构和功能[▲]、转录的元件和过程[★]、原核生物与真核生物 mRNA 的特征比较[2]、真核生物的转录后加工[★]、RNA 的编辑、再编码和修饰[△]。DNA 序列通过转录生成信使 RNA 并翻译成蛋白质来控制生命现象，转录是理解基因表达和调控等基本生命活动、解决生命科学重大问题的基础。 ▲重点：RNA 的结构和功能、转录的过程。 ★难点：基因转录及转录后加工。	✓	✓	✓	✓	✓
第四章 生物信息的传递(下)	遗传密码——三联子[▲]、tRNA[▲]、核糖体[▲]、蛋白质合成的生物学机制[▲]、蛋白质运转机制[★]、蛋白质的修饰、降解与稳定性研究。蛋白质是基因表达的最终产物，它的生物合成是一个比 DNA 复制和转录更为复杂的过程，这里会涉及到基本功能单元的重要功能，包括遗传密码、tRNA、核糖体等，以及基本的生命过程。 ▲重点：遗传密码、tRNA、核糖体，蛋白质的生物合成。 ★难点：蛋白质合成的生物学机制。	✓	✓	✓		
第五章 原核基因表达调控	原核基因表达调控总论[▲]、乳糖操纵子与负控诱导系统[▲]、色氨酸操纵子与负控阻遏系统[▲]、其他操纵子[3]转录后调控[★]。 ▲重点：乳糖操纵子与负控诱导系统，色氨酸操纵子与负控阻遏系统。 ★难点：调控机理。	✓	✓	✓		✓
第六章 真核基	真核基因表达调控相关概念和一般规律[▲]、真核基因表达的转录水平调控[▲]、真核基因其他水平上的表达调控	✓	✓	✓		✓

因表达 调控	[★]。 ▲重点：真核基因表达调控相关概念和一般规律。 ★难点：真核基因表达的转录水平调控。					
第七章 分子生 物学研 究进展	肿瘤概述、癌基因和抑癌基因、[▲][★]癌基因的恶性激活 机制、细胞信号转导。 ▲重点：癌基因和抑癌基因。 ★难点：癌基因和抑癌基因。	√	√	√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主，结合重点内容和前沿组织 2 次研讨。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。研讨部分则提出问题和基本要求，引导学生独立（按组）完成研究报告的撰写和交流，将难点问题或关键问题结合在课堂教学中，加深学生对技术创新的认识，在课堂上开展案例讨论，帮助学生创新性地理解和运用知识，利用“雨课堂”等强化课堂参与，连接线上线下多种教学模式并行。

学习方法指导：“雨课堂”是连接学生和教师的纽带，课上互动、课下预习复习和讨论都将通过这个平台。养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下从问题出发进行研究性学习。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，不要死记硬背。积极参加课堂讨论，在交流中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	染色体与 DNA	3			1		4
3	生物信息的传递(上): 从 DNA 到 RNA	6					6
4	生物信息的传递(下): 从 mRNA 到蛋白质	6			1		7
5	原核基因表达调控	6					6
6	真核基因表达调控	4					4
7	分子生物学研究进展	2			1		3
合计		29			3		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%（作业和撰写研究报告等 30%，其他 10%），考试成绩 60%。

平时成绩：主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要

依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验、课堂互动等）、作业情况。

撰写研究报告：主要反映学生在所学基础理论指导下查阅相关文献，针对生命科学某一问题进行研究，撰写研究报告的能力。引导学生发挥潜力，在团队中承担角色、进行沟通尽量增强系统的功能。培养学生在该复杂系统的研究、设计与实现中的交流能力（口头和书面表达）、协作能力、组织能力。

期末考试：是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对分子生物学基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学理论解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	相关作业的完成质量，课堂讨论参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、4 达成度的考核。针对问题撰写研究报告的情况，对应毕业要求 1、2、4 达成度的考核，同时对 10、12 达成度的考核有一定参考价值。
考试成绩	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	有创新性	良好	基本掌握	部分掌握	不满足 D 要求
研讨	积极、有创新性	积极、良好	积极、基本掌握	被动、部分掌握	不满足 D 要求
实验	-	-	-	-	不满足 D 要求
考试	对基本概念、基本方法、基本技术的掌握好，运用所学理论解决复杂问题的能力较强	对基本概念、基本方法、基本技术掌握良好，运用所学理论解决复杂问题的能力比较强	对基本概念、基本方法、基本技术的基本掌握，具备运用所学理论复杂解决问题的能力	对基本概念、基本方法、基本技术基本掌握，初步具备运用所学理论解决复杂问题的能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：马雪梅

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“细胞生物学”课程教学大纲

英文名称: Cell Biology

课程编号: 0004656

课程类型: 学科基础必修课

学分: 3.0 学时: 48

面向对象: 生物技术类专业本科生

先修课程: 生物化学, 微生物学

使用教材及参考书:

- [1]翟中和, 王喜忠, 丁明校. 细胞生物学. 北京: 高等教育出版社, 2011 年 6 月
- [2]王金发. 细胞生物学. 北京: 科学出版社 2015 年 4 月
- [3]汪堃仁, 薛绍白, 柳惠图. 细胞生物学. 北京: 北京师范大学出版社, 2017 年 6 月
- [4]陈诗书, 汤雪明. 医学细胞与分子生物学(第二版). 北京: 科学出版社, 2004 年 1 月
- [5]Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter.
- [6]Molecular Biology of the Cell 5th Edition, Garland Science, 2007 年 11 月
- [7]Gerald Karp. Cell and Molecular Biology 6rd. John Wiley & Sons Inc 2015 年 8 月

一、课程简介

细胞生物学是从不同层次(显微、亚显微和分子水平)上研究细胞结构与功能, 细胞核、染色体与基因表达, 细胞骨架体系, 细胞增殖、分化、衰老与凋亡, 细胞信号转导, 真核细胞基因表达与调控, 细胞的起源与进化等; 是生物科学各专业必修的主干学科基础课程; 是生命科学中的前沿学科。课堂教学采用多媒体课件讲授结合学生专题研讨展示的方式, 使学生加强对基本概念理解, 并积极关注课程涉及的前沿热点。通过本课程学习, 为今后专业课的学习打下良好基础, 建立珍爱生命、回馈社会等良好的世界观。

二、课程地位与教学目标

(一) 课程地位

细胞生物学既是生命科学的基础学科, 也是前沿生命科学的前沿学科; 细胞的研究既是生命科学的出发点, 又是生命科学的汇聚点。审视学科发展现状, 探索学科内在规律和发展趋势, 可明显看出细胞生物学是当前生命科学中发展最快的领域之一, 细胞生物学与分子生物学、生物化学、医学遗传学、发育生物学、神经科学等其它学科相互渗透与交叉, 研究的重点已经明显转向细胞重点生命活动及其分子机制的探秘。由于细胞是生命活动的基本单位, 细胞生物学是从显微、亚显微和分子三个不同水平上研究细胞的组成、结构和功能, 以动态的观点来探索生命体的生长、发育、分化、繁殖、运动、遗传、变异、衰老和死亡等基本生命现象。因此, 生物学家 Wilson 所预言的: “一切生命的关键问题都要到细胞中寻找答案”正成为现实。

主要为毕业要求第 1、3、4、5、6、7、8、9、10, 12 的实现提供支持。

对于毕业要求 1，人文道德修养：领会生命的意义与价值，透视细胞，认识自我；珍爱生命，热爱生活；服务社会，造福人类。

对于毕业要求 3，基础理论及实践能力：通过细胞生物学课程学习，使学生掌握生命科学领域一门重要基础课程，掌握生命活动中的基本规律，为学生在以后的学习实践、研究实践中提供基础的理论知识，并提高学生的实践能力。

对于毕业要求 4，科学研究能力：通过细胞生物学理论课程学习，掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；初步具备发现、提出、分析和解决生命科学及生物技术领域相关前沿科学问题的能力。

对于毕业要求 5，国际视野：通过细胞生物学理论课程学习，在掌握这一基础学科的基本知识的基础上，学会获取生命科学领域最新科技信息和进展的能力，自觉跟踪并领会生命科学领域的前沿发展现状和趋势，具有较强的外语实用能力及国际前沿视野。

对于毕业要求 6，创新创业能力：通过细胞生物学理论课程学习，在领会基本的理论知识的基础上，结合人类健康与探索生命奥秘的实际需要出发，激发学生的探索与求新精神。

对于毕业要求 7，协作与组织管理能力：通过细胞生物学理论课程学习，领会细胞生命活动中的各个组成的组织管理模式，领会到只有各司其职、协调一致才能使系统健康生存发展的真谛。

对于毕业要求 8，职业规范及素养：通过细胞生物学理论课程学习，领会兢兢业业，严守岗位，做好自己本职工作，不违规的职业规范及素养的真谛，相信自己是真个系统中不可或缺的一员，是真个系统健康运转不可或缺的一环。从而树立学生毕业后职业生涯的职业道德观，这是我们社会所期许的。

对于毕业要求 9，可持续发展能力：通过细胞生物学理论课程学习，领会生生不息的生命真谛，认识为什么需要人类的繁衍生息，社会的可持续发展。树立毕业后学生正确的世界观。

对于毕业要求 10，表达与交流能力：通过细胞生物学理论课程学习，是学生具备基本的专业知识，能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

对于毕业要求 12，终身学习的能力：通过细胞生物学理论课程学习，学生获得生命科学基本的知识理论概念，为学生将来在生命科学领域探索新方向，学习新知识内容，获得新知识，具备了很好的基础能力。

（二）课程目标

1 教学目标

细胞生物学课程要求学生牢固掌握细胞的基本结构和功能及各细胞器间的关系的基本知识，并且能够掌握和了解细胞生物学的热点课题的现状和未来的发展趋势，包括生命信息流和细胞信息网络的研究、信号传递与细胞识别、蛋白质的加工、折叠与分选、发育的分子机制及遗传控制、细胞增殖、调控与编程死亡等。通过细胞生物学课程的学习，掌握课程的基本原理、内容体系相关的研究手段以及细胞生物学在生命科学中的地位和应用，

同时了解相关的参考文献和网站，既具有扎实的细胞生物学基础知识，又具有自己获取知识的能力，重在素质培养。通过本课程的学习，使学生掌握细胞的形态结构及细胞生命活动规律，了解细胞生物学的研究方法和手段，培养学生生物学的科学思想，从而使学生能够从细胞的角度去理解生命。并通过学习细胞生物学课程，领会生命的意义与价值，透视细胞，认识自我；珍爱生命，珍爱生活；服务社会，造福人类。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点									
		X1.Y1	X2.Y2	X4.Y4	X5.Y5	X6.Y6	X7.Y7	X8.Y8	X9.Y9	X10.Y10	X12.Y12
1	具有细胞生物学的基础知识,掌握相关领域的专业知识和技能	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质	⊙	●	●	⊙	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙
3	具有开阔的行业及国际视野	⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	⊙	⊙
4	具有与生物技术相关的工业、生物医药、疾病预防与控制、早期诊断、环保等行业的实践能力。	⊙	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●
5	锻炼英文交流和团队协作能力。	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙
6	善于自主学习与合作交流	●	⊙	⊙	⊙	●	⊙	●	⊙	⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标

培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。领会生命的意义与价值，透视细胞，认识自我；珍爱生命，珍爱生活；服务社会，造福人类。为国家培养德智体美劳全面合格的年轻人，不断加入到社会主义国家建设大军中。

三、课程教学内容及要求

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章绪论	掌握细胞学与细胞生物学发展的历史, 细胞学说的建立及其所起的承前启后的重要作用。分析了细胞生物学学科形成的基础与条件。当前细胞生物学主要发展方向是细胞分子生物学, 它是以细胞作为一切有机体进行生命活动的基本单位这一概念为出发点, 在各层次上 (主要在分子水平上) 研究细胞生命活动基本规律的学科▲。细胞生物学是研究细胞生命活动基本规律的学科, 它是现代生命科学的基础学科之一。 当前细胞生物学发展的总趋势和热点领域与方向★。	√	√	√	√	√
第二章细胞的统一性与多样性	掌握真核细胞、原核细胞的结构特征及进化上的关系▲★; 病毒与宿主细胞相互作用的分子机制; 细胞生命活动的基本含义▲。原核细胞、真核细胞、古细菌的结构和遗传学特征。 动植物细胞在结构上的差异。 重点: 细胞生命活动的基本含义	√	√	√	√	√
第三章细胞生物学研究方法	1. 对细胞生物学的研究手段和方法进行初步了解, 对不同的研究方法和手段在细胞生物学研究中的应用有初步的认识▲; 2. 掌握光学显微镜的成像原理; 了解和掌握细胞生物学研究领域所使用的实验技术的基本原理和应用★。	√	√	√	√	√
第四章细胞质膜	1. 熟练掌握细胞膜相关概念▲; 2. 掌握细胞膜的组成和结构特点, 以及生物膜的特性▲; 3. 了解生物膜的结构模型, 掌握其中的关键部分★	√	√	√	√	√
第五章物质的跨膜运输	熟练掌握物质跨膜运输的相关概念; 掌握物质跨膜运输的类型、特点和生物学意义▲, 以及参与运输活动的蛋白分子之间相互作用的模式▲★。	√	√	√	√	√
第六章线粒体和叶绿体	掌握真核细胞内两种重要的产能细胞器——线粒体和叶绿体的基本结构特征与功能机制。线粒体的形态结构, 生化特征, 相关疾病及其主要功能: 氧化磷酸化的分子基础和 ATP 合成酶的作用机制▲★。了解叶绿体的形态结构, 化学组成及其主要功能: 光合作用的反应过程 (光反应和暗反应)。了解线粒体和叶绿体遗传特性 (半自主性细胞器), 蛋白质的合成、运送和装配, 增殖方式, 线粒体及叶绿体的起源。。	√	√	√	√	√
第七章细胞质基质与内膜系统	掌握细胞质基质的组成、特点与主要功能, 细胞内膜系统的组成、动态结构特征与功能▲。掌握内质网的形态结构与两种基本类型: 粗面内质网和光面内质网的成分与结构特征, 分别参与的重大生命活动▲。掌握高尔基体的标志反应、结构特征及其主要功能, 有关高尔基体发生的几个问题▲。掌握溶酶体与过氧化物酶体的异同比较: 组成成分、膜结构特征、生理功能及发生过程▲	√	√	√	√	√
第八章蛋白质分选与膜泡运输	掌握分泌蛋白合成的模型: 信号假说▲。掌握细胞内蛋白质分选的基本途径 (共转移与后转移) 与四种基本类型。掌握参与膜泡运输的三种小泡类型: (1) 网格蛋白有被小泡,	√	√	√	√	√

输	(2)COP II 有被小泡和(3)COP II 有被小泡, 及各自作用机制▲。了解细胞结构体系的不同装配方式及装配的生物学意义。					
第九章细胞信号转导	骨掌握细胞通讯的基本概念和基本作用方式, 细胞识别和细胞信号通路的基本概念, 细胞信号分子的分类, 第二信使与分子开关的概念与生理功能★。掌握细胞受体的分类: 细胞内受体和细胞表面受体▲。掌握细胞内受体的成分、结构组成及作用机理; 细胞表面受体三大家族: 离子通道偶联的受体、G-蛋白偶联的受体和与酶连接的受体各自参与的信号通路一般特征▲★。	√	√	√	√	√
第十章细胞骨架	本节要求了解微丝的定义、微管装配动态模型、微管相关蛋白质、微管的功能、中间纤维的结构和结合蛋白▲★, 理解微丝性细胞骨架的功能, 掌握踏车现象、微管组织中心、微管在胞内物质运输的作用、胞质骨架三种组分的比较。	√	√	√	√	√
第十一章细胞核与染色体	要求了解核被膜, 理解核孔复合体定义、核孔复合体的基本结构, 掌握核孔复合体向核内运输大分子物质。了解异染色质和常染色质, 理解染色质的概念、染色质包装的多级螺旋模型, 掌握染色质的化学组成、核小体结构要点▲★。要求了解核型与染色体显带、巨大染色体, 理解中期染色体结构的相关术语, 掌握染色体的概念、染色体 DNA 的 3 种序列、3 种构型和 3 个功能元件▲。了解核仁的超微结构、rRNA 基因的形态及组织特性、rRNA 前体的加工。	√	√	√	√	√
第十二章核糖体	了解核糖体结构, 掌握核糖体的基本类型、多聚核糖体定义、肽链延伸的过程	√	√	√	√	√
第十三章细胞增殖与细胞分裂	了解细胞周期长短的测定与同步化, 理解纺锤体的三种微管结构、减数分裂过程, 掌握细胞周期的 4 个期▲、有丝分裂过程▲、减数分裂特点▲、偶线期和粗线期的相关概念和现象★。	√	√	√	√	√
第十四章细胞增殖调控与癌细胞	掌握 MPF、p34cdc2 激酶、周期蛋白、CDK 激酶和 CDK 激酶抑制物、细胞周期运转调控▲。掌握癌基因与抑癌基因概念, 理解癌细胞的基本特征, 癌基因与抑癌基因, 肿瘤发生的起因与过程★。	√	√	√	√	√
第十五章细胞分化与胚胎发育	掌握基因差异表达与细胞分化概念, 了解影响细胞分化的因素以及真核细胞基因表达的调控过程▲。了解干细胞的概念及意义▲。	√	√	√	√	√
第十六章程序性细胞死亡与细胞衰老	掌握细胞衰老和凋亡过程的基本概念, 生物学特征和可能分子机制。细胞凋亡的生物学意义, 凋亡过程中细胞形态结构的变化和检测细胞凋亡的方法▲。 了解细胞衰老的认识 (Hayflick 界限), 细胞衰老的表征和细胞结构变化, 以及细胞衰老分子机制的多种理论。 了解诱导细胞凋亡的因子 (物理性因子, 化学及生物因子), 细胞凋亡分子机制的初步研究, 以及细胞衰老与凋亡的相互关系研究进展▲★。	√	√	√	√	√
第十七章	掌握封闭连接; 锚定连接; 桥粒与半桥粒、粘着带与粘着斑	√	√	√	√	√

细胞社会的联系: 细胞连接、细胞黏着和细胞外基质	概念和功能▲: 钙粘素; 选择素; 免疫球蛋白超家族; 整联蛋白, 细胞外基质的类型▲: 胶原纤维; 糖胺聚糖和蛋白聚糖; 弹性蛋白的结构与功能。					

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 本课程采用讲授法结合多媒体手段。系统的讲述理论知识, 并摸索采用学导式和启发式教学方法的结合。引导学生自主学习, 让学生通过自学提出问题, 然后通过老师授课, 解决问题, 并可以提出新的问题, 从而提高学生自学能力和创新思维; 同时采用必要的启发式教学手段, 启发学生的思维, 调动学生的学习主动性和积极性, 注重概念理解掌握的同时, 学会解决新的抽象的难点内容; 授课内容结合课程学科领域最新进展, 提高学生对新知识的关注度, 培养学生探索新知识与新成果的习惯。成绩考核包含期末考试成绩、考勤、作业等。最终成绩多元化, 以督促学生认真学习。

学习方法: 第一、认识细胞生物学课程的重要性, 正如原子是物理性质的最小单位, 分子是化学性质的最小单位, 细胞是生命的基本单位。50 年代以来诺贝尔生理与医学奖大都授予了从事细胞生物学的科学家, 可见细胞生物学的重要性。如果你将来打算从事生物学相关的工作, 学好细胞生物学能加深你对生命的理解。第二、明确细胞生物学的研究内容, 即: 结构、功能、生活史。生物的结构与功能是相适应的, 每一种结构都有特定的功能, 每一种功能的实现都需要特定的物质基础。第三、从显微、超微和分子三个层次来认识细胞的结构与功能。一方面每一个层次的结构都有特定的功能, 另一方面各层次之间是有机地联系在一起的。第四、将所学过的知识关联起来, 多问自己几个为什么。细胞生物学涉及分子生物学、生物化学、遗传学、生理学等几乎所有生物系学生学过的课程, 将学过的知识与细胞生物学课程中讲到的内容关联起来, 比较一下。尽可能对细胞和生命形成完整的印象, 不要只见树木不见森林。另一方面细胞生物学各章节之间的内容也是相互关联的, 如我们在学习线粒体与叶绿体的时候, 要联想起细胞物质运输章节中学过的 DNP、FCCP 等质子载体对线粒体会有什么影响, 学习微管结构时要问问为什么 β 微管蛋白是一种 G 蛋白, 而 α 微管蛋白不是, 学习细胞分裂时要想想细胞骨架在细胞分裂中起什么作用, 诸如此类的例子很多。第五、紧跟学科前沿, 当前的热点主要有“信号转导”、“细胞周期调控”、“细胞凋亡”、“肿瘤生物学”、“蛋白质定向转运”等。细胞生物学是当今发展最快的学科之一, 知识的半衰期很短(可能不足 5 年), 国内教科书由于编撰周期较长, 一般滞后于学科实际水平 5-10 年左右, 课本中的很多知识都已是陈旧知识综述文章。如在中国期刊网的检索栏输入关键词“细胞凋亡”, 二次检索输入关键词“进展”, 你会发现一大堆这样的文章, 都是汉字写的, 比读英文省事。第六、学一点科技史, 尤其是生物学史, 看看科学家如何开展创造发明, 学习他们惊人的毅力、敏锐的眼光和独特的思维。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配, 详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	1					1
2	细胞的统一性与多样性	1					1
3	细胞生物学研究方法	2					2
4	细胞质膜	2					2
5	物质的跨膜运输	2			1		3
6	线粒体与叶绿体	2					2
7	细胞质基质与内膜系统	3					3
8	蛋白质分选与膜泡运输	2					2
9	细胞信号转导	5			1		6
10	细胞骨架	3					3
11	细胞核与染色体	4					4
12	核糖体	1					1
13	细胞增殖与细胞分裂	3			1		4
14	细胞增殖调控与癌细胞	3			1		4
15	细胞分化与胚胎发育	3					3
16	程序性细胞死亡与细胞衰老	3					3
17	细胞社会的联系：细胞连接、细胞黏着和细胞外基质	4					4
合计		44			4		48

六、考试与成绩评定

本门课程的考试形式是：闭卷考试。主要是考察学生对所学知识的全面掌握和理解程度，期末考试占总成绩的 70%，其余 30% 成绩是平时成绩，平时成绩：主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束、知识理解与运用。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况、展示。

期末考试：强调考核学生对细胞生物学基本概念、基本知识的掌握程度，考核学生运用所学概念与方法解决实际问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。建议成绩评定分布表

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
作业	10	每章的概念及知识点的理解掌握。相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、5、9、10、12 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
出勤情况	5	学期点名 10 次，每次缺课扣 1 分，迟到 3 次扣 0.5 分。
随堂练习	5	扩展知识面，跟踪前沿热点问题的程度。
小组讨论	10	学生参与教学的积极性以及效果。相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、3、5、6、7、8、9、10、12 达成度的考核。。
期末考试	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、3-10、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业及随堂练习	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 A、B、C、D 项要求
出勤	无故缺勤 0	无故缺勤 1	无故缺勤 2	无故缺勤 3	无故缺勤 4
小组讨论	积极、团队配合、概念准确，有见解	积极、概念准确，有见解	积极、有见解	积极、团队配合、非自主完成	不积极，准备不充分
考试	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 A、B、C、D 项要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：周志祥

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“遗传学”课程教学大纲

英文名称: Genetics

课程编码: 0006255

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0 学时: 48

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 生物化学、分子生物学、微生物学、细胞生物学、生物统计学等

教材及参考书:

- [1] 戴灼华,王亚馥.遗传学(第3版).高等教育出版社,2016年07月.
- [2] 刘祖洞,乔守怡,吴燕华等.遗传学(第3版).高等教育出版社,2013年01月.
- [3]左伋.医学遗传学(第7版).人民卫生出版社,2018年07月.
- [4]陈竺.医学遗传学(第3版).人民卫生出版社,2015年05月.
- [5]C.D.Allis, T.Jenuwein, D.Reinberg,等著.朱冰,孙方霖译.表观遗传学.科学出版社,2016年01月.

一、课程简介

《遗传学》是环境与生命学院(部)为生物技术专业本科生开设的公共基础必修课程。本课程的任务是将培养学生的遗传分析能力放在首位,力求在教学过程中自始至终贯穿遗传分析的思维理念,即发现遗传学现象→提出遗传假设→实验验证。体现在从现象到本质,从表型到基因型,从基因到基因组,从质量遗传到数量遗传,从核遗传到核外遗传,从三大遗传定律到表观遗传学,从原核生物到人类等各个不同层次上,掌握对遗传物质的本质、传递、变异以及遗传信息的表达调控的分析和解决遗传学问题的技巧。教学内容重点:遗传学三大定律、遗传与变异、遗传信息的表达调控分析、表观遗传学、数量遗传学、核外遗传等。教学内容的难点:遗传信息的表达调控分析、表观遗传调控。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:**《遗传学》是生物技术专业的公共基础必修课,在大三下学期开设。随着新技术、新方法的层出不穷,遗传学的研究范畴大幅度的拓宽与深化,是生命科学领域发展最为迅速的前沿学科之一。遗传学的教学始终将培养学生的遗传分析能力放在首位,力求在教学过程中自始至终贯穿遗传分析的思维理念,使得学生在群体水平、个体水平、细胞水平、分子水平、表观水平的不同层次上对遗传学有较为完整和深入的认识,拓宽学生的专业深度和实践广度,为遗传学与人类健康以及遗传学在其他领域的应用打下坚实的理论基础,提高学生的实践能力与科学研究能力。

1、系统运用生命科学理论的能力:掌握遗传学、表观遗传学等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通,具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

4、科学研究能力:掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论,熟知遗传学及表观遗传学的前沿发展现状和趋势;掌握该领域的研究方法和实验手段;具有

较高的科学职业素养；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

8、职业规范与素养：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

9、协作与组织管理能力：能够在多学科背景下的团队中，表现出较强的组织管理、语言表达和人际交往能力以及在团队合作中发挥核心骨干和协作作用的能力。

10、沟通与交流能力：能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

12、终身学习的能力：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习遗传学等生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

本课程内容包括普通遗传学、分子遗传学及表观遗传学三大部分内容。遗传学的教学始终将培养学生的遗传分析能力放在首位，力求在教学过程中自始至终贯穿遗传分析的思维理念。使学生系统掌握遗传学的基本原理和遗传分析的基本方法，同时介绍现代遗传学发展的最新成就，对遗传物质的本质、遗传物质的传递、遗传物质的变异以及遗传信息的表达与调控有一个较为全面和深入的认识和了解。在遗传变异方面着重介绍遗传疾病的发病机制、特征等相关内容，使学生能够从实际出发，理论联系实际，理论指导实践。体现在从现象到本质，从表型到基因型，从基因到基因组，从质量遗传到数量遗传，从核遗传到核外遗传，从三大遗传定律到表观遗传学，从原核生物到人类等各个不同层次上，掌握对遗传物质的本质、传递、变异以及遗传信息的表达调控的分析和解决遗传学问题的技巧。课程中及时补充和介绍遗传学发展的最新研究成果，培养学生的学习兴趣和创新能力，拓宽学生的专业深度和与科学研究能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		1	4	8	9	10	12
1	重点掌握使学生系统掌握遗传学的基本原理和遗传分析的基本方法，使学生对遗传物质的本质、遗传物质的传递、以及遗传信息的表达与调控有一个较为全面和深入的认识和了解。	●					
2	遗传物质的变异部分，着重介绍基因突变和染色体畸变在疾病的发生、发展过程中所起的作用，以及疾病发生的遗传机制。		●				◎

3	遗传或基因作为分子医学的基础为现代医学（健康保健和疾病预防、诊断与治疗）所提供的新观念与新思路。			⊙			⊙
4	增强实践与理论相结合的动手能力，熟悉遗传学研究的实验技术方法，掌握该领域的研究方法和实验手段。	●	●				
5	具备查阅外文的能力，初步具备发现、提出、分析和解决遗传学领域相关前沿科学问题的能力。具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习遗传学术领域新技术和适应发展的能力。			⊙	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过遗传学课程的学习，培养学生的科学素养，加强科学道德学术规范，激发学生的学习兴趣 and 民族自信。科学精神是科学道德的思想内核，科研伦理是科学道德在伦理层面的反映，科研不端与不当行为是科研活动中背离科学道德的负面表现，科研规范是科学道德在科研活动中的具体要求和行为指南。在教学过程中加强科学精神的渗透与引导，树立正确的价值观和科学观。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	遗传学的定义▲、遗传学发展简史★、遗传学研究的主要内容及应用▲、遗传学的分科	√				√
第二章 遗传的染色体学说	染色体的结构与功能▲、染色体在细胞分裂中的行为、染色体的周史、遗传的染色体学说★	√		√	√	
第三章 孟德尔定律及扩展	孟德尔定律▲、孟德尔定律的扩展★	√			√	
第四章 性别决定与伴性遗传	性别决定的方式、伴性遗传及其机制▲★	√			√	√
第五章 连锁遗传分析	连锁与交换定律▲；交换值的计算▲；重组率与交换值、三点测交▲、真菌类的连锁遗传分析★	√			√	
第六章 细菌的遗传	细菌遗传重组的作用方式▲，同源重组的分子机制★	√			√	√

学分析						
第七章病毒 的遗传 学分析	噬菌体的遗传重组分析▲★	√				√
第八章 染色体畸 变	染色体结构变异▲、染色体数目的变异、染色体畸变的机制	√	√	√		
第九章 基因突变	基因突变的特点▲，突变发生的原因和机制▲，DNA 损伤修复的主要方式▲★，突变检出的方法。	√	√	√		
第十章转 座子遗传 分析	Ac-Ds 系统、DNA 转座、反转录转座子、原核生物的转座子	√	√	√		√
第十一章 核外遗传	核外遗传的定义▲、线粒体遗传▲★、叶绿体遗传、核外遗传与疾病			√		
第十二章 数量遗传 分析	数量性状遗传的特点▲；遗传率的估算★；近交系数▲	√	√	√		
第十三章 表观遗传 调控	DNA 甲基化与去甲基化、组蛋白共价修饰、基因印记、染色质重塑、RNA 编辑	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：在教学方法中采用以“精讲先行，研讨为主；精选论题，注重效果”为指导思想，采用 PBL 教学模式、主体式教学、研讨式教学与常规教学相结合的方式，探讨建立遗传学课程课堂教学共性培养与个性培养有机统一的教学新模式。

结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。课堂教学首要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中，使学生能够掌握教学重点。以讲授为主，课内讲授推崇 PBL 教学法，研究型教学，探究教学、项目驱动、案例教学、以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容。

养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	遗传的染色体学说	1			1		2
3	孟德尔定律及扩展	2	1				3
4	性别决定与伴性遗传	2			2		4
5	连锁遗传分析	4	1				5
6	细菌的遗传学分析	4	1				5
7	病毒的遗传学分析	4					4
8	染色体畸变	3					3
9	基因突变	4					4
10	转座子遗传分析	2					2
11	核外遗传	2					2
12	数量遗传分析	2					2
13	表观遗传调控	8				2	10

六、考核与成绩评定

根据遗传学课程的特点，建立平时考核、专题汇报、第二课堂和期中、期末知识性考核相结合的多维度考核、评价与反馈机制，激发学生的学习兴趣，培养与提高学生的专业认同感。课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 35%（考勤 5%，作业等 15%，汇报 15%），期末考试 65%。

平时成绩中的 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂回答问题、课堂互动等）、作业情况、汇报等。作业等的 15%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 65%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	35	出勤率、课堂表现, 对应毕业要求 1, 8 达成度的考核。课堂练习参与度及其完成质量, 对应毕业要求 1, 2, 4, 9, 10, 12 达成度的考核。查阅文献, 组织汇报、课件展现度等, 对应毕业要求 8, 10, 12 达成度的考核。
考试成绩	65	对规定考试内容掌握的情况, 对应毕业要求 1, 3, 4, 9, 12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业; 能全面掌握基本概念、理论、方法, 具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业, 基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法, 具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业, 基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法, 具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业, 或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法, 基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
课上讨论	全面、准确、清晰	观点正确	观点基本正确	观点正确, 但不够全面	不满足 D 要求
汇报	条理清晰, 观点准确、综合运用理论知识解决复杂问题能力强	条理清晰, 观点准确、能够综合运用理论知识解决复杂问题能力	综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	条理清晰, 观点准确、综合运用理论知识解决复杂问题能力有待加强	不满足 D 要求
考试	能全面掌握基本概念、理论、方法, 具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成, 基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法, 具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	能掌握大部分基本概念、理论、方法, 具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	能掌握少部分基本概念、理论、方法, 基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 张萍

批准者: 梁文俊

2020 年 01 月 10 日

“免疫学（双语）”课程教学大纲

英文名称: Immunology (Bilingual)

课程编号: 0007210

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 普通生物学、细胞生物学、生物化学、解剖与生理学

教材及参考书:

[1] 曹雪涛. 医学免疫学. 人民卫生出版社, 2017 年 1 月

[2] 龚非力. 医学免疫学. 科学出版社, 2012 年 7 月

[3] 毕爱华. 医学免疫学. 人民军医出版社, 2012 年 1 月

一、课程简介

免疫学是研究人体免疫系统的组织结构、生理功能、免疫应答规律、免疫应答产物、疾病的免疫学发病机理及免疫学诊断和防治的一门生物科学, 是生命科学的前沿学科, 其理论和技术已在生物医学领域中广泛应用, 使其已成为生物科学中一门重要的专业基础学科, 是生物科学和生物技术专业的专业基础课和必修课之一。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 是生物技术专业方向的主流课程之一。免疫学的理论及基于免疫学理论而开发的生物技术已广泛应用于各种重大疾病的预防、治疗和早期诊断。如基于免疫学原理的抗体药物和免疫细胞治疗技术已在重大疾病如肿瘤的治疗中发挥了重要作用。已产生了巨大社会和经济效益。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X2.Y2: 解析生命科学问题的能力。能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题, 以获得有效结论。

X3.Y3: 前沿技术开发能力。针对生命科学与生物技术领域复杂问题, 能够提出解决思路并制定技术路线, 并能在这一过程中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

X4.Y4: 科学研究能力。掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论, 熟知本专业的前沿发展现状和趋势; 掌握该领域的研究方法和实验手段; 具有较高的科学职业素养; 熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向; 具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

X5.Y5: 使用生物技术的能力。能够针对生命科学与生物技术领域复杂问题, 选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具, 包括对复杂问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性。

X7.Y7: 可持续发展的能力。能够理解和评价针对复杂的生命科学与生物技术实践对环境、社会可持续发展的影响。

X12.Y12：终身学习的能力。具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：通过本课程的学习，使学生了解免疫学在现代生物科学中的重要作用；系统掌握免疫学的基本理论、基本概念、基础知识、基本技能及现代免疫学发展的新理论；分别从生物机体的不同层次水平认识免疫应答的基本规律，了解免疫系统在生命活动中的重要地位；培养学生严谨的科学态度与分析问题、解决问题的能力并能够应用免疫学理论和技术方法解析免疫学领域前沿科学问题。通过观察和思考能够发现复杂关键科学问题并提出理论假说、解决方案及解析路线。提升学生的国际视野和国际交往能力，接触世界前沿科技及提高学生的前沿技术开发能力，创新和创业能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		X1.Y1 1	X2.Y2	X3.Y3	X4.Y4	X5.Y5	X12.Y12
1	免疫学是生命科学领域基础理论课程之一，与其他很多学科都相互交叉联系，开展免疫学教学有助于培养学生系统地掌握和运用生命科学技术去解决生命科学领域复杂的科学问题	●	●	◎	◎	◎	◎
2	免疫学的发展推动了生物诊断和生物制药的发展，开展免疫学教学有助于培养学生应用免疫学理论和技术发现并解析生命科学领域中与免疫系统相关的科学问题。	●	●	◎	◎	◎	◎
3	由免疫学衍生出来的免疫诊断技术和生物医药治疗技术已得到空前的发展，免疫学为疾病防治技术的发展提供了理论支撑。学好免疫学有利于学生在新理论的基础上研发出针对重大疾病的诊疗新技术	◎	◎	◎	●	●	◎
4	免疫系统蕴含着复杂的调控网络。揭示免疫相关疾病的发生发展的新机制是寻求新的有效治疗免疫相关疾病的最佳途径，因此，掌握免疫学的基本理论和实验手段将有力地促进提升学生提出和分析免疫学领域相关前沿科学问题的能力和进行科学研究的能力	◎	◎	●	●	●	◎
5	免疫技术是现代生物技术的重要组成部分，通过免疫学的学习可以有力地促进学生发现生命科学与生物技术领域复杂工程技术问题，并提出创新的解决思路和技术路线，以开发前沿新技术	●	◎	◎	●	●	◎
6	有助于学生培养良好的学习态度并形成终身学习的习惯。	◎	◎	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：教学过程中将着重培养学生严谨、求实和攻坚克难的职业素养和责任担当及针对严重危害我国人民健康的重大疾病研发新型免疫治疗技术的家国情怀并树立攀登科学和技术高峰的雄心壮志。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 绪论	免疫学的基本概述；免疫学的发展；学习免疫学的重要意义。重点：免疫学的概念。难点：免疫系统及其功能	✓		✓			
第二章 机体的免疫系统	免疫器官；免疫细胞。重点：免疫器官及细胞的组成。难点：免疫细胞的功能		✓	✓			
第三章 抗体与免疫球蛋白	免疫球蛋白的结构；免疫球蛋白的类别和血清型；免疫球蛋白的生物合成和基因控制；免疫球蛋白的生物学活性；五类免疫球蛋白的特性和作用；血清免疫球蛋白水平及其临床意义；单克隆抗体与基因工程抗体		✓	✓	✓		✓
第四章 补体系统	补体的激活；补体激活的调控；补体受体；补体的基因；补体的生物学功能；补体系统与疾病		✓			✓	
第五章 细胞因子	细胞因子的命名、来源和分类；细胞因子的共同特点；细胞因子的分子生物学；细胞因子与临床；细胞因子各论。			✓	✓	✓	
第六章 抗原	抗原的概念；抗原必须具备的性质；抗原特异性；抗原的分类；医学上重要的抗原。重点：抗原的性质及分类。难点：抗原必须具备的性质			✓		✓	
第七章 免疫应答	免疫应答的一般规律；B 细胞介导的体液免疫应答；T 细胞介导的细胞免疫应答。重点：体液及细胞免疫应答。难点：免疫应答的调控		✓		✓	✓	✓
第八章 免疫耐受	免疫耐受概述；免疫耐受形成的条件；免疫耐受的维持和终止；免疫耐受的其它现象；免疫耐受形成的机制；研究免疫耐受的意义。重点：免疫耐受的概念。难点：免疫耐受的原理机制	✓			✓	✓	✓
第九章 免疫调节	免疫分子的调节作用；独特型网络的调节作用；免疫细胞的调节作用；免疫调节的遗传控制；神经和内分泌系统对免疫系统的影响；免疫系统对神经和内分泌系统的影响。重点：免疫细胞的调节作用。难点：免疫细胞的调节机制	✓		✓		✓	✓
第十章 人类主要组织相容性复合物	小鼠 MHC--H-2 复合体；人类 MHC--HLA 复合体；HLA 抗原系统；HLA 的功能；HLA 与医学的关系；HLA 分型技术。重点：人类主要组织相容性复合物结构。难点：人类主要组织相容性复合物的功能	✓	✓			✓	
第十一章 超敏反应	I 型超敏反应；II 型超敏反应；III 型超敏反应；IV 型超敏反应；各型超敏反应的比较及相互关系。重点：超敏反应的概念。难点：超敏反应的发生机制	✓			✓	✓	

第十二章 免疫学预防和治疗	免疫预防；免疫治疗。重点：疫苗的概念。难点：免疫预防及治疗的原则				√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教学方法主要是依据课程教学目标，结合课程内容的教学要求，主要采用包括讲授、研讨、和案例教学等多种教学方法与模式。依据学生认知活动的特点，指导学生明晰本课程的特点和需要掌握的理论和技术重点及难点。指导学生获得学习本课程的学习策略和学习技巧。

学习方法：明确各课程章节的重点内容和学习要点。做到课前预习，课堂上认真听讲，积极思考并做笔记，课后认真复习，对课程的重点、难点和疑点进行归纳、总结和分析，充分与教师和同学讨论和交流。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握免疫学知识的精髓并指导实践。

五、教学环节及学时分配

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	免疫学的概念、发展和学习意义	2					2
2	免疫器官及免疫细胞	2					2
3	免疫球蛋白的结构及功能	2					2
4	补体的激活、调控及功能	4					4
5	细胞因子的功能	2					2
6	抗原的性质及分类	2					2
7	细胞及体液免疫应答	6					6
8	免疫耐受机制及意义	2					2
9	免疫调节	2					2
10	主要相容性复合物与抗原提呈	4					4
11	变态反应	2					2
12	免疫预防及治疗	2					2
合计		32					32

六、考核与成绩评定

考核内容涵盖所有的讲授的章节。期末考试为笔试。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比 例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30%	相关作业的完成质量, 对应毕业要求 1、2、4、10 达成度的考核。资料的收集、整理分析与展示的完成质量。对应毕业要求 1、2、4、10 和 12 达成度的考核。
考试成绩	70%	对规定考试内容掌握的情况, 对应毕业要求 1、2、4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	基本概念、理论、方法等方面的掌握优秀, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力强	基本概念、理论、方法等方面的掌握良好, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力较强	基本概念、理论、方法等方面的掌握良好, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	基本概念、理论、方法等方面的掌握一般, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	不满足 D 要求
研讨	基本概念、理论、方法等方面的掌握优秀, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力强	基本概念、理论、方法等方面的掌握良好, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力较强	基本概念、理论、方法等方面的掌握良好, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	基本概念、理论、方法等方面的掌握一般, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	不满足 D 要求
考试	基本概念、理论、方法等方面的掌握优秀, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力强	基本概念、理论、方法等方面的掌握良好, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力较强	基本概念、理论、方法等方面的掌握良好, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	基本概念、理论、方法等方面的掌握一般, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 盛望

批准者: 梁老师

2020 年 1 月 10 日

“病毒学”课程教学大纲

英文名称: Virology

课程编码: 0008362

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 《普通生物学》、《微生物学》、《生理学》、《微生物学实验》

教材及参考书:

[1] John Carter, Venetia Saunders. Virology: principles and applications (2nd Edition). John Wiley & Sons. 2013.

[2]王克夷编译. Alan J. Cann. Principles of Molecular Virology (4th Edition). 科学出版社.2006年1月

[3]谢天恩, 胡志红. 普通病毒学. 科学出版社,2004年1月

[4]黄文林. 分子病毒学(第二版). 人民卫生出版社,2008年11月

[5] 莽克强. 基础病毒学. 化学工业出版社, 2005年9月

一、课程简介

病毒学是生命科学与生物工程学院为生物技术专业本科生开设的学科基础选修课。本课程的任务是使学生深入理解病毒学基本理论知识,了解病毒学研究的新技术及发展方向。病毒学的发展史既是一部人类与病原体斗争的历史,也是人类认识生命活动的规律,利用病毒改造环境、造福人类的历史。教学内容重点:病毒学的起源和发展,病毒的分类与命名的原则,病毒的形态与结构,病毒的组成和基因组特点,病毒的复制过程与遗传变异,病毒感染、病毒性疾病的诊断、治疗和预防,并以人类免疫缺陷病毒、流行性感冒病毒、乙型肝炎病毒等为例介绍一些常见的人类病毒。教学内容的难点:病毒的复制,病毒感染与实验室诊断,病毒性疾病的诊断与预防。

二、课程地位与目标

(一)课程地位:本课程是生物技术专业学科基础选修课,需要学生具备普通生物学、细胞生物学、微生物学和生理学等知识与技能。病毒学是一门兼具基础和应用的生物学科,研究病毒一方面可以有效地防治和控制各种病毒性疾病的发生和流行;另一方面可以通过对病毒的认识,使我们对生命物质的一些基本问题,得到进一步的了解,从而对生命起源有所启示;再有,还可以利用病毒作为外源基因的表达载体和工程病毒的构建防治疾病等。病毒学研究获得的巨大发展也推动了现代生物学的发展,其研究成果也广泛应用于医学、兽医学、农学、环境保护等领域。本课程对毕业要求1、2、4、8、10、12的实现提供支持或支撑作用。

毕业要求1:病毒学是生物学领域微生物学中的一个分支,与其他很多学科都相互交叉联系,有助于培养学生系统地运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

毕业要求2:病毒学的发展推动了生命科学领域的很多重大理论或技术突破,有助于

培养学生应用病毒学理论和技术解析生命科学领域的科学问题。

毕业要求 Y4: 病毒学是既具有基础理论性质又具有实践应用性质的学科, 培养学生掌握扎实的病毒学领域的基础知识和基本理论, 熟知病毒学的前沿发展现状和趋势; 掌握病毒学的研究方法和实验手段, 初步具备发现、提出、分析和解决病毒学研究领域相关前沿科学问题的能力。

毕业要求 8: 通过学习我国老一辈病毒学家在病毒学的发展历史中及我国的病毒性疾病预防中突出的贡献, 进一步培养学生坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质和社会责任感, 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范, 履行责任。

毕业要求 10: 通过分组讨论等, 培养学生能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通, 包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

毕业要求 12: 病毒学是一门不断发展的学科, 而且与其他学科的发展关系密切, 选用国外病毒学教材及优秀公开课视频作为教学资料, 有助于学生拓展国际视野, 锻炼自主学习和终身学习的意识, 有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 总的教学目标是使学生掌握“病毒学”中的基本概念、基本理论、基本知识和基本技能, 同时又能将病毒学与其它相关学科的知识有机地结合起来, 提高分析解决问题的能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		1	2	4	8	10	12
1	掌握病毒学基本概念、基本理论; 培养学生能够从群体、个体、细胞及分子水平阐述病毒的传播和复制过程	●	●	●	◎	◎	●
2	掌握病毒学研究的常用技术和新技术; 能够设计病毒学实验, 分析相关实验数据, 撰写研究报告	●	●	●	●	◎	●
3	熟悉常见的人类相关病毒, 掌握预防及治疗的方法; 使学生具备与病毒学研究领域中的前沿研究交流、探索的能力	◎	◎	◎	●	●	●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 通过学习我国老一辈病毒学家在病毒学的发展历史中及我国的病毒性疾病预防中突出的贡献, 进一步培养学生坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质和社会责任感, 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范, 履行责任。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)

		1	2	3
第一章 病毒学概述	病毒学知识的起源及发展；病毒和病毒学的定义▲；病毒的主要类群▲；病毒性质的两重性▲★；病毒研究的发展趋势	√		√
第二章 病毒的分类与命名	病毒分类与命名的沿革；关于病毒的命名问题；病毒的分类原则▲★；病毒分类系统▲	√		√
第三章 病毒的形态与结构	病毒的形态与大小；病毒的组成与功能▲；病毒颗粒形态结构的对称性▲★	√		√
第四章 病毒的复制	用于病毒复制研究的实验系统；病毒的复制周期（包括吸附、侵入、脱壳、病毒大分子的合成、病毒的转配与释放）▲★；病毒的异常复制	√	√	√
第五章 病毒的遗传与变异	病毒的突变；病毒的重组▲★；影响病毒表型的病毒间相互作用★；病毒基因图的构建方法、病毒基因功能的研究方法	√		√
第六章 病毒感染	病毒感染类型▲；病毒在宿主体内的播散▲；病毒感染对宿主造成的损伤▲★；病毒感染与细胞凋亡▲★；宿主对病毒性疾病的易感性	√		√
第七章 病毒性疾病的预防和治疗	病毒疫苗，包括活疫苗▲★；灭活疫苗▲★；佐剂；亚单位疫苗★；DNA疫苗▲和多肽疫苗等；病毒性疾病的化学治疗▲★；病毒性疾病的免疫治疗★；病毒性疾病的基因治疗	√		√
第八章 常见人类病毒	人类免疫缺陷病毒▲★；流感病毒▲；乙肝病毒▲★；埃博拉病毒；人乳头瘤状病毒	√		√
第九章 病毒载体与基因治疗	病毒载体的发展简史及基本特征；反转录病毒载体▲★；DNA病毒载体▲★；其他病毒载体	√		√
第十章 病毒学实验方法	细胞培养；病毒的分离与鉴定；病毒基因的扩增与检测▲★；病毒抗原抗体测定▲★；病毒的动物模型；病毒的结构分析；病毒基因表达调控分析★	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主（22学时），观看实验录像演示（2学时）及讨论（8学时）为辅。课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的分析中。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。课内讲授以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生进行独立的思考。观看实验录像演示及讨论，增加对病毒学实验技术的感性认识，引导学生进行实验设计，以小组为单位进行项目展示及研讨。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和分析。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细

研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握病毒学知识的精髓，不要死记硬背。充分利用网易公开课教育资源，如哥伦比亚大学 Vincent Racaniello 教授的病毒学公开课（<http://open.163.com/special/open/course/virology.html>）等。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 病毒学概述	病毒学知识的起源及发展；病毒和病毒学的定义；病毒的主要类群；病毒性质的两重性；病毒研究的发展趋势	2					2
第二章 病毒的分类与命名	病毒分类与命名的沿革；关于病毒的命名问题；病毒的分类原则；病毒分类系统	2					2
第三章 病毒的形态与结构	病毒的形态与大小；病毒的组成与功能；病毒颗粒形态结构的对称性	2					2
第四章 病毒的复制	用于病毒复制研究的实验系统；病毒的复制周期（包括吸附、侵入、脱壳、病毒大分子的合成、病毒的转配与释放）；病毒的异常复制	3			1		4
第五章 病毒的遗传与变异	病毒的突变；病毒的重组；影响病毒表型的病毒间相互作用；病毒基因图的构建方法、病毒基因功能的研究方法	2					2
第六章 病毒感染	病毒感染类型；病毒在宿主体内的播散；病毒感染对宿主造成的损伤；病毒感染与细胞凋亡；宿主对病毒性疾病的易感性	2			1		3
第七章 病毒性疾病的预防和治疗	病毒疫苗，包括活疫苗；灭活疫苗；佐剂；亚单位疫苗；DNA 疫苗和多肽疫苗等；病毒性疾病的化学治疗；病毒性疾病的免疫治疗；病毒性疾病的基因治疗	3			1		4
第八章 常见人类病毒	人类免疫缺陷病毒；流感病毒；乙肝病毒；埃博拉病毒；人乳头瘤状病毒	2			3		5

第九章 病毒载体 与基因治 疗	病毒载体的发展简史及基本特征；反转录病毒载体；DNA病毒载体；其他病毒载体	2					2
第十章 病毒学实 验方法	细胞培养；病毒的分离与鉴定；病毒基因的扩增与检测；病毒抗原抗体测定；病毒的动物模型；病毒的结构分析；病毒基因表达调控分析	2		2	2		6
	合计	22		2	8		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动）等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课堂表现及作业完成质量，对应毕业要求 1、2、4、8、10、12 达成度的考核。
考试成绩	70	对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力，对应毕业要求 1、2、4、8、10、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作	认真完成作业，	完成大部分作	完成少部分作	不满足 D 要求

	业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	
研讨	积极主动参与课堂研讨；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	积极主动参与课堂研讨；能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	参与课堂研讨；能大部分掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	参与课堂研讨；能少部分掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	准确地掌握基本概念、理论、方法，并能独立地综合运用理论知识解决复杂问题	比较准确地掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：杨怡姝

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“药理学”课程教学大纲

英文名称：Pharmacology

课程编码：0004666

课程性质：学科基础课程

学分：2.0

学时：32

面向对象：生物技术类本选修

先修课程：生理学

教材及参考书：

[1] 杨宝峰主编，药理学（第 9 版）。人民卫生出版社，2018 年 7 月。

一、课程简介

本课程是属于学科基础课程。药理学是研究药物和机体相互作用规律及其机制的学科，是医学与药学，基础医学与临床医学之间的桥梁学科。通过教学实践阐明药理学的基本知识、基本理论及学科新进展，使学生了解药物发挥疗效过程中的因果关系，培养学生科学的思维方法,培养学生分析问题,解决问题的能力,为今后进行科学研究打下初步基础。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

本课程是生物技术专业的学科基础课，药理学是研究药物与机体间相互作用规律及其原理，并为临床合理用药防治疾病提供基本理论的学科，在生物技术课程中它以生理、生化及病原微生物学等学科为基础，也是基础医学与临床医学的桥梁学科。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y1：系统运用生命科学理论的能力

掌握药理学基础及前沿理论知识并融会贯通，具备系统运用药理学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

X2.Y2：解析生命科学问题的能力

能够应用药理学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题，以获得有效结论。

X4.Y3：科学研究能力

掌握扎实的药理学基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势。

X5.Y4：使用生物技术的能力

能够针对药理学领域复杂问题，选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具，包括对复杂问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

X10.Y5：沟通与交流能力

能够就复杂的药理学问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

X12.Y6：终身学习的能力

具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习药理学领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		X1.Y1	X2.Y2	X4.Y3	X5.Y4	X10.Y5	X12.Y6
1	系统运用药理学理论解决生命科学领	●					

	域复杂科学问题的能力						
2	应用药理学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题		●				
3	熟知本专业的前沿发展现状和趋势			●			
4	能够针对药理学领域复杂问题,并能够理解其局限性				●		
5	能够就复杂的药理学问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通					●	
6	具有自主学习和终身学习的意识,有不断学习药理学领域新技术和适应发展的能力						●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标:

培养学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质。具有开阔的行业及国际视野。多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范,履行责任。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标(√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 药理学总论	1, 绪论。课程思政: 药理学发展史 2, 新药史话(▲)。课程思政: 屠呦呦与青蒿素。。 3, 药效动力学(▲)。4, 药代动力学(▲), (★)。5, 药物影响的因素。	√	√	√	√	√	√
第二章 传出神经系统药理	1, 概论。2, 拟胆碱药(▲)。3, 抗胆碱药(▲)。4, 拟肾上腺素药(▲), (★)。 5, 抗肾上腺素药(▲)。	√	√	√	√	√	√
第三章 心血管药	1, 钙拮抗药(▲)。课程思政: 离子通道与诺贝尔奖。2, 抗心律失常药物(▲)。	√	√	√	√	√	√

理	课程思政：奎宁的发现。3，抗高血压药（▲），（★）。4，抗心绞痛药（▲）。课程思政：硝酸甘油与心绞痛药物。						
第四章血液系统疾病药物	1，促凝血药（▲）。2，抗凝血药（▲），（★）。课程思政：血凝与辩证思维。3，抗贫血药（▲）。	√	√	√	√	√	√
第五章呼吸系统疾病用药	1，镇咳药。2，抗哮喘药（▲），（★）。3，祛痰药。	√	√	√	√	√	√
第六章消化系统疾病用药	1，抗消化性溃疡药（▲），（★）。2，胃肠运动功能调节药。	√	√	√	√	√	√
第七章糖皮质激素	1，糖皮质激素类药物的药理作用（▲），（★）。2，临床应用。3，不良反应（▲）。	√	√	√	√	√	√
第八章抗生素	1，概论。2，β-内酰胺类抗生素。3，氨基糖苷类抗生素（▲）。课程思政：千手观音与氨基糖苷类抗生素的副作用。	√	√	√	√	√	√
第九章抗肿瘤药	1，恶性肿瘤药的分类、药理作用机制、耐药机制（▲），（★）。2，不良反应。	√	√	√	√	√	√
第十章药理学基本实验技术	介绍药理学基本实验技术（▲）。	√	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和网络资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表3。

表3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	

1	药理学总论	6			1		7
2	传出神经系统药理	3					3
3	心血管药理	6.5	0.5		1		8
4	血液系统疾病药	2					2
5	呼吸系统疾病用药	1					1
6	消化系统疾病用药	1.5	0.5				2
7	糖皮质激素	2					2
8	抗生素	3					3
9	抗肿瘤药	2			1		2
10	药理学基本实验技术	1			1		2
合计		27	1		4		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 10%，其它 20%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30%	课堂的基本表现、作业情况。对应毕业要求 1、2、3、4 达成度的考核。
考试成绩	70%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作	认真完成作业，	完成大部分作	完成少部分作	不满足 D 要求

	业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	
研讨	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张红胜

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“生物信息学导论（自学）”课程教学大纲

英文名称: Introduction of Bioinformatics

课程编号: 0008357

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 生物化学、分子生物学

使用教材及参考书:

[1] 杜开峰. 《生物信息学导论》. 中国水利水电出版社, 2015 年 7 月

[2] 沈百荣. 《深度测序数据的生物信息学分析及实例》. 科学出版社, 2019 年 12 月

[3] Mukhopadhyay, Chandra Sekhar. 《Basic Applied Bioinformatics》, Wiley-Blackwell, 2017 年 11 月

一、课程简介

近三十年来, 生命科学与计算机科学飞速发展, 生物信息学成为一门新型的交叉的前沿学科。一方面, 它是一门强大的新技术, 是用来分析、存储、搜索海量生物医学数据的信息技术和计算技术; 另一方面, 生物信息学是一种研究生命科学问题的新方法、新思路, 是一种从全基因组出发, 从系统水平出发, 基于数据整合, 提出新假说, 发现新规律的研究方法。生物信息学产生和发展的主要推动力来自于测序、质谱等高通量技术在生命科学领域越来越广泛的应用。高通量技术迅猛发展也产生了很多物种全局水平的转录组、蛋白组、结构组等等的大数据。这些前所未有的大数据中蕴藏了很多尚不为人所知的新发现与新知识, 给生命科学研究带来了新的历史机遇。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是生物技术和生物医学工程专业的专业选修课, 可以作为其他数理统计类专业的选修课, 适宜于已经有生物化学和分子生物学基础的学生。本课程旨在介绍基因、蛋白水平的大数据分析与统计, 并结合实例, 训练学生将来解决生物问题的能力。

对于生物技术和生物医学工程专业背景的学生, 不能忽视生物信息学中的海量数据, 因为它们可能为今后的研究提供重要线索。同时, 对于数学、统计背景的学生, 也应该驻足关注这些大数据, 因为这里有大量技术创新的机遇。在这门生物信息学导论与方法的课程中, 将系统讲述生物信息学主要概念及方法, 增强学生对转录组、蛋白组及结构组等大数据的理解, 学习基本思维方法和研究方法, 引导学生自主发现与解决生物问题。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1 系统运用生命科学理论的能力。

生物信息学属于生命科学、计算机科学和数学的交叉学科, 并且为一类前沿学科, 因

此掌握本门课程中的理论基础和分析方法，有助于学生融会贯通数学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学和生物信息学等各方面、系统的基础知识，并通过文献调研与追踪，对生命科学前沿领域有所涉猎和了解。此外，在生物信息学应用过程中，能够使学生综合各类知识，提高自身解决生命科学交叉领域复杂科学问题的能力。

X2：解析生命科学问题的能力。

生物信息学的应用过程中，需要学生对本专业分子生物学的技术方法有深刻理解，并能够加以灵活运用；在数据比对与分析过程中，学生需要通过观察思考和文献调研，才能得出科学的处理结果，有助于学生提高科学思维能力和解析生命科学问题能力。

X3：前沿技术开发能力。

近年来科学家提出的精准医学中，高通量生物大数据的比对与分析与临床应用是其中重要组成部分，生物信息学在海量数据分析中又是必不可少的一门学科。因此，本门课程的学习能够提高学生针对生命科学与分子医学领域的前沿、复杂问题的独立思考并解决问题的能力，在这一过程中能够产生创新性的思路，相关结果对临床应用具有重要实验指导意义

X4：科学研究能力。

学习生物信息学的过程也是学生重温和巩固分子生物学、生物化学和数理统计学的过程，尤其对基因组学、蛋白组学会有更深的理解和掌握；同时，学习过程中也是加强学生对专业领域研究方法和研究手段掌握的过程。生物信息学所解决的关键科学问题大多数是前沿和最新的研究领域，比如肿瘤的精准治疗、早期检测，疾病诊断与预防等，这对于学生学好本专业基础知识、了解我国生物技术领域发展方向和未来需求以及增强归纳总结和统计分析的能力具有促进作用。研讨、自学与作业等环节也能够提高学生撰写科技论文的能力。

X5：使用生物技术的能力。

生物信息学主要应用于临床、实验中大样本量的高通量检测分析，学生在运用过程中需要处理大量数据，包括实验数据与网上数据库等，并综合利用各类分析软件与资源，学习本门课程能够切实提高学生选择与利用现代生物技术、信息技术工具解决复杂问题的能力。

X10：沟通与交流能力。

通过研讨环节实现组内、组间讨论与辩论，验收过程中论文撰写、ppt讲述、课堂发言等，培养学生在专业相关领域就复杂生命问题交流、沟通的能力，并提高文字表达与多媒体呈现能力；英文文献与前沿信息的查阅过程中对学生外语表达和跨文化交流能力的提高具有促进作用。

X12：终身学习的能力。

本门课程基于大数据库的检索与分析、比对，需要学生自身文献的充分调研与课下积极学习，因此能够增强学生自主学习能力的培养，善于发现大量未知而有价值的信息，这些都将成为学生将来在实验研究、学科应用和自身发展中的宝贵财富。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及

应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

本课程总体教学目标是：讲授生物信息学主要概念及方法，训练学生应用生物信息学手段解决实际生物学问题。通过本课程的学习，可以帮助学生了解生物信息学这一新兴的生命科学与计算科学的前沿交叉学科，为后续的研究和学习打下坚实的基础。具体教学目标如下：

✧ **培养社会责任感，升华爱国主义精神，增强科研强国的决心和动力。**通过生物信息学导论的学习，领略与掌握生物信息学对社会发展的贡献与推动，从而增强社会责任感、爱国主义精神和科研强国的决心。

✧ **综合交叉学科知识，涉猎与了解生命科学前沿，提高解决复杂科学问题的能力。**了解生物信息学的发展背景，掌握本门课程中的理论基础和分析方法，融会贯通数学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学和生物信息学等各方面、系统的基础知识，并通过文献调研与追踪，对生命科学前沿领域有所涉猎和了解。在生物信息学应用过程中，能够使学生综合各类知识，提高自身解决生命科学交叉领域复杂科学问题的能力。

✧ **加深生物学领域相关知识的理解，提高科学思维能力和独立思考的能力。**理解生物信息学在生命科学研究中的作用，在应用过程中，对本专业分子生物学的技术方法产生更深刻理解，并能够加以灵活运用；在数据比对与分析过程中，通过观察思考和文献调研，得出科学的处理结果，提高科学思维能力和文献调研能力。

✧ **通过相关案例分析与大数据挖掘，拓展与创新思路，从发现问题到求证假说，真正将所学内容融入实际科学问题及临床应用。**近年来科学家提出的精准医学中，高通量生物大数据的比对与分析及临床应用是其中重要组成部分，生物信息学在海量数据分析中又是必不可少的一门学科。因此，通过本门课程的学习将提高学生针对生命科学与分子医学领域的前沿、复杂问题的独立思考并解决问题的能力，在这一过程中能够产生创新性的思路，相关结果对临床应用具有重要实验指导意义。

✧ **熟悉与了解不同数据库与分析平台、分析软件的功能与使用，并能够通过数据挖掘与细化分析，预测疾病发展、生物进化等过程。**掌握生物信息学主要技术方法的原理和应用，生物信息学主要应用于临床、实验中大样本量的高通量检测分析，学生在运用过程中需要处理大量数据，包括实验数据与网上数据库等，并综合利用各类分析软件与资源，学习本门课程能够切实提高学生选择与利用现代生物技术、信息技术工具解决复杂问题的能力。

✧ **培养大数据系统分析能力与发现问题、解决问题的能力，提高交流和团队协作能力。**通过研讨课、ppt 演讲等环节，培养学生团队协作能力，学生需要从分工、设计、实现、口头和书面报告等环节中互相协调与配合，整个过程能切实提高学生组织管理能力、表达能力和人际交往能力，增强与培养学生在专业相关领域就复杂生命问题交流、沟通的能力，并提高文字表达与多媒体呈现能力；英文文献与前沿信息的查阅过程中对学生外语表达和跨文化交流能力的提高具有促进作用。以上过程又能够增强学生自主学习能力的培养，善于发现大量未知而有价值的信息，这些都将成为学生将来在实验研究、学科应用和自身发展中的宝贵财富。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点								
		X1	X2	X3	X4	X5	X8	X9	X10	X12
1	培养社会责任感，升华爱国主义精神，增强科研强国的决心和动力	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	综合交叉学科知识，涉猎与了解生命科学前沿，提高解决复杂科学问题的能力	●	●	●	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙
3	加深生物学领域相关知识的理解，提高科学思维能力和独立思考的能力	●	●	⊙	⊙	●	⊙	⊙	⊙	●
4	通过相关案例分析与大数据挖掘，拓展与创新思路，从发现问题到求证假说，真正将所学内容融入实际科学问题及临床应用	●	●	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
5	熟悉与了解不同数据库与分析平台、分析软件的功能与使用，并能够通过数据挖掘与细化分析，预测疾病发展、生物进化等过程	●	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙
6	培养大数据系统分析能力与发现问题、解决问题的能力，提高交流和团队协作能力	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：生物信息学导论以分子生物学中心法则为核心，介绍多种大数据库和平台、软件，并结合细胞生物学、生物化学、分子生物学、免疫学、肿瘤生物学、统计学等多个学科的基础知识，为学生讲授大数据在药物设计、产前诊断、法医、案件侦破等多领域的应用。通过领略生物信息学对社会进步和国家发展的推动作用，寓价值观引导于知识传授之中，培养学生砥砺前行、不怕挫折的科研信念，科技强国的民族自信和责任担当，以及热爱祖国和为祖国的建设添砖加瓦的决心；通过生物信息学严谨的统计和分析，灌输学生养成良好的职业素养，以及对待科研一丝不苟的态度。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 导论和历 史	认识教学目的▲、课程的基本内容▲，熟悉生物信息学的基本概念▲，了解生物信息学的历史以及中国的生物信息学发展★。培养学生家国情怀和严谨的科研态度。	√	√	√			
第二章 序列比对	掌握序列比对中的各类基本概念▲，了解基于动态规划编程思想的序列比对算法；熟悉序列数据库搜索和最常见序列数据库▲；了解 BLAST 背后算法★；掌握日后在科研项目中应用 BLAST 的方法▲；尝试在研究中应用现有的生物信息学工具★		√			√	
第三章 基于序列 比对的进 化分析	了解序列比对的具体方法▲，认识进化树并熟悉进化树应用的范围▲，可绘制简单的进化树反映物种之间/亚型之间的进化关系★。		√	√		√	
第四章 新一代测 序 NGS	掌握新一代测序的特点▲；了解 NGS 变异结果是用哪些序列回帖和变异鉴定方法完成的；亲历 NGS 数据分析流程，体会其中生物信息工具在 NGS 数据分析中的应用▲；了解本体论和基因本体论等重要定义▲；了解 KEGG 通路数据库★；了解 GO 的注释★。		√	√	√	√	√
第五章 生物信息 数据库及 软件资源 介绍	高屋建瓴的去了解最重要的生物信息资源（生物信息数据库和软件工具等）▲；对 NCBI, GEO, TCGA, EBI 基因组浏览器这样集中型的生物信息资源与各种独立的生物信息资源的概况有广泛的了解和认识▲；将研究内容和相关生物信息资源联系在一起★,应用生物信息资源与数据库联系实际研究内容★		√	√		√	
第六章 具体案例 分析及应 用	体验生物信息数据、方法和分析是如何解决一个重要的演化问题的▲；领略物种特异性新基因的起源、演化、功能研究和分析方法▲；建立系统发育树▲；体验生物信息学方法对 DNA 甲基化酶的功能和演化的研究。结合最新的测序相关进展，增设单细胞测序拟时间分化的原理及简单操作演示，让学生理解单细胞层面的细胞分化、演变过程★。		√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主为主，学生研讨及小组合作、ppt 展示为辅的方法，结合案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法进行教授。讲授课程为学生提供思维方法、数据查阅、比对、分析手段，介绍生物信息学前言研究，引导与激发学生自主学习的兴趣，提供学生未来研究、工作的土壤。加入实际问题案例的分析，便于学生将所学所看学以致用。提供最新、最热生物信息学文献，使学生了解本课程的前沿研究动向。研讨部分促进学生互相交流与独立科研能力，加深对课程内容的理解。

学习方法：首先应该掌握课堂中讲解的重点内容，积累学习本课程所必需的知识和

方法；第二，学生应该着重生物信息学在实际生命科学和临床实验中的应用，将所学知识用于解决实际科学问题；第三，学生在学习课堂内容之余，应该多多阅读参考书籍和相关文献，掌握生物信息学发展动向；最后，学生应该有创新意识，善于从海量数据库中发现科学问题，并尝试解决问题。

课程参考北大 MOOC 课程中的生物信息学导论与方法课程，学生可以参考相关视频课程和讲义等，同时，加拿大生物信息学工作站能为同学们提供最新研究动态。此外，还有其他生物信息学相关站点可供学生课下学习。

1. 北大 MOOC 生物信息学导论与方法：
2. <https://www.coursera.org/learn/sheng-wu-xin-xi-xue/home/welcome>
3. 加拿大生物信息学工作站 <http://bioinformatics.ca/>
4. 中国医学生物信息网 <http://cmbi.bjmu.edu.cn>
4. 北京华大基因中心 <http://www.genomics.org.cn>

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	生物信息学导论与历史	2					2
第二章	序列 BLAST 比对与参数调节	4	2				6
第三章	基于序列比对的进化树分析， 进化树绘制	2					2
第四章	转录组测序深度解析	4	2		2		8
第五章	蛋白组、代谢组及单细胞组学 介绍，生物信息数据库及软件 资源介绍	2			2		4
第六章	具体案例分析及应用	4	2		2		8
期末总结	讲授课程总结与归纳	2					2
合计		20	6		6		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 65%（作业等 50%，其它 15%），考试成绩 35%。

平时成绩中的其它 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 50%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习

的能力。

考试成绩 35%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	65	相关作业完成质量，随堂测验表现及完成质量，课上知识掌握与运用情况，对应毕业要求 3、4、5、6、7、9、10 达成度考核
考试成绩	35	对规定考试内容掌握情况，对应毕业要求 3、4、5 达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	熟练准确创新	熟悉较准确	基本正确	基本点答对	不满足 D 要求
研讨	积极、有创新性	积极、良好	积极、基本掌握	被动、部分掌握	不满足 D 要求
考试	对基本概念、基本方法、基本技术的掌握好，运用所学理论解决复杂问题的能力 强	对基本概念、基本方法、基本技术掌握良好，运用所学理论解决复杂问题的能力 比较强	对基本概念、基本方法、基本技术的基本掌握，具备运用所学理论复杂解决问题的能力	对基本概念、基本方法、基本技术基本掌握，初步具备运用所学理论解决复杂问题的能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：赵鹏翔

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“药物合成（双语）”课程教学大纲

英文名称：Drug Synthesis(Bilingual)

课程编号：0008364

课程性质：学科基础选修课

学分：2.0

学时：32

适用对象：生物技术专业本科生

先修课程：基础有机化学

使用教材及参考书：

[1]Jie Jack Li, Douglas S. Johnson, Drago R. Sliskovic, Bruce D. Roth CONTEMPORARY

[2]DRUG SYNTHESIS, A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION, 2004

[3]Douglas S. Johnson, Jie Jack Li. THE ART OF DRUG SYNTHESIS, A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION, 2007

[4]姜凤超, 药物合成, 化学工业出版社, 2008

[5]闻韧, 药物合成反应, 化学工业出版社, 2010

一、课程简介

《药物合成》是以有机合成药物作为研究对象, 主要研究药物合成反应的机理、反应物结构、反应条件与反应方向、反应产物之间的关系, 反应的主要影响因素、试剂特点, 应用范围与限制等; 探讨药物合成反应的一般规律和特殊性质以及各基本反应之间的关系。教学内容方面, 主要解决的问题在于如何平衡好学生们既要学习《药物合成》的学科知识又要学习英语的两个需求点, 使之用英语思维同样能够掌握该门课程的学科内容。主要围绕在使学生掌握英文专业词汇的释义、发音及授课内容; 具有熟练查找及阅读重要的化学英文文献的能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:《药物合成》课程是为了学科建设发展的需要, 在本院开设的《有机合成》和《药物合成与实验》课程的基础上开设的一门生物技术专业本科生选修课, 学时为 32 学时。本课程的教学目的是使学生在有机化学等有关基础课后, 能较系统地掌握常见的重要药物合成反应、反应的影响因素、反应的选择性及其实际应用, 培养学生的实际工作能力, 为学生提供精深的《药物合成》专业知识。教育学生善于自主学习与交流合作, 多学科交叉融合, 培养可持续发展能力强的高素质创新型人才。

1: 具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质; 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范, 履行责任。

2: 具有药物合成的精深的专业知识掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论, 熟知本专业的前沿发展现状和趋势; 掌握该领域的研究方法和实验手段; 具有较高的科学职业素养; 熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向; 具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

3: 多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才; 能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通, 包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

(二) 课程目标

1 教学目标:

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1	2	3
1	培养学生具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质。	●	◎	◎
2	培养学生具有药物合成的精深的专业知识。	◎	●	◎
3	培养学生成为多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。	◎	◎	●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 培养学生具有药物合成的精深的专业知识, 掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论, 熟知本专业的前沿发展现状和趋势; 掌握该领域的研究方法和实验手段; 具有较高的科学职业素养; 熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向; 具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。培养学生能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通, 包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。培养学生具有具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质。

三、课程教学内容

教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)		
		1	2	3
第一章 绪论	了解药物合成的作用和发展、合成方法分类、药物合成研究途径。	✓	✓	✓
第二章 药物合成设计基本原理	了解药物合成设计的准备工、掌握目标分子的考察: 结构特征和化学性质、熟悉目标分子的生物合成途径、掌握目标分子的化学合成方法、掌握逆合成分析法。[教学重点]: 目标分子的逆合成分析、合成路线的设计。[教学难点]: 逆合成分析中的基本概念: 合成子、合成等当体等、逆合成分析应遵循的原则、合理和有效地设计合成路线: 双向合成、汇集成合成、官能团的保护和去保护。	✓	✓	✓
第三章 合成控制方法与策略	掌握反应的选择性类型和控制因素、掌握化学选择性、区域选择性和立体选择性的控制方法和策略、掌握导向基和保护基在控制反应选择性中的应用、了解获得手性化合物的常见方法、掌握立体选择性反应的基本类型。[教学重点]: 官能团的保护和去保护、立体选择性反应的对映体选择性和非对映体选择性 [教学难点]: 保护基和导向基在立体选择性反应中的应用、立体选择性反应的控制方法。	✓	✓	✓
第四章 药物合成	掌握碳-碳单键、碳-碳双键和碳环的形成反应、掌握亲核取代反应, Friedel-Crafts 反应, Aldol 反应, Michael 加成反应, Mannich 反应, Prins 反应, Strecker 反应的反应条件、影响因素。了解这些反应的反应机理及副反应, 并掌握其在药物合成中的应用、掌握反应消除反应、Witting 反应、Knoevenagel 反应、Stobbe 反	✓	✓	✓

中常见的 基本 反应	应、Perkin 反应中作用物的结构特点、试剂类型、反应条件并对这类反应的共同性、差异性进行比较。掌握这些反应在药物合成中应用特点、掌握 Dieckmann 缩合反应、Claisen 缩合反应、Robinson 关环反应、Diels-Alder 反应的反应的反应机理、反应特点，并掌握其在药物合成中的应用、掌握 Paal-knorr 反应、Hantzsch 反应、Skraup 反应的反应特点及其应用。[教学重点]: Aldol 缩合, Mannich 反应, Wittig 反应的反应条件、影响因素及立体化学、Knoevnagel 反应（包括改良法）、Stobbe 反应、Perkin 反应、Darzen 反应、Reformasky 反应中作用物的结构特点、试剂类型、反应条件，对这类反应的共同性、差异性进行比较以及介绍这些反应在药物合成中应用特点、Micheal 加成反应、Prins 反应、Diels-Alder 反应及 Grignard 反应的反应机理、反应特点，并阐述其在药物合成中的应用。[教学难点]: Aldol 缩合, Mannich 反应, Wittig 反应的影响因素及副反应，以及其在药物合成中的应用、Strecker 反应及安息香缩合反应的反应特点及其应用。			
第五章 药物 和相关 中间 体的 合成	掌握药物及相关中间体的合成方法、掌握逆合成分析法在药物合成中的应用、掌握立体选择性反应在药物合成中的应用。[教学重点]: 逆合成分析策略在设计药物合成路线中的应用、立体选择性反应在药物合成中的应用。[教学难点]: 逆合成分析法在药物合成中的应用、药物合成路线的设计。	√	√	√
第六章 药物 合成 方法 新进展	了解药物合成方法的新进展、了解生物催化反应、电化学反应、光化学反应和相转移催化反应在药物合成中的应用、了解组合化学法在药物合成中的应用。[教学重点]: 常见生物催化剂的种类和特点、电化学合成反应所需的基本设备与材料、光化学反应的基本仪器和条件、相转移催化反应的原理。[教学难点]: 生物催化反应的机理、反应条件及应用范围、电化学反应的机理、反应条件及应用范围、光化学反应的特点、反应条件及应用范围、组合化学的特点、反应条件及应用范围	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 在教学实践中，本课程将注重不断吸收国外教材的优点和跟踪学科发展，以国际化的视野将课程的理论知识和国内外创新性的研究实例结合在一起，强化学生源头创新意识的培养。将药物合成领域研究的难点问题或关键问题结合在课堂教学中，加深学生对技术创新的认识。利用本校的教育战线网站开展“基于问题”的学习方法的培养，在课堂上开展案例讨论，帮助学生创新性地理解和运用知识。

学习方法: 预习时要把不理解的问题记下来，听课时才能增加求知的针对性，既节省学习时间，又能提高听课效率，是学习中非常重要的环节；听课时要集中精力，全神贯注，对老师强调的要点、难点和独到的见解，要认真作好笔记。课堂上力争听懂老师所讲内容，经过认真思考，消化吸收，变成自己的东西；课后及时复习，是巩固所学知识必不可少的一环。复习中要认真整理课堂笔记，对照课本和参考书，进行归纳和补充。每过一个阶段

要进行一次总结，以融会贯通所学知识，温故而知新，形成自己的思路，把握所学知识的来龙去脉，使所学知识更加完整、系统；要独立完成作业。做作业是巩固消化知识，要做到举一反三、触类旁通，养成良好习惯。在学习中抓住这几个基本环节，进行思考，在理解的基础上进行记忆，及时注意消化和吸收。经过不断思考，不断消化，不断加深理解，这样得到的知识和能力才是扎实的。

五、教学环节及学时分配

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	药物合成的作用及发展、合成方法分类、合成设计研究途径、如何学习药物合成。	1					1
第二章 药物合成设计基本原理	合成设计的准备工作、目标分子的考察、目标分子的结构特征、目标分子的化学反应性。	3					3
第三章 合成控制方法与策略	区域专一性控制——反应性差异的利用、反应的选择性及控制因素、反应性差异的利用。	9					9
第四章 药物合成中常见的基本反应	与药物分子骨架形成相关的反应、碳-碳单键的形成、碳-碳双键的形成、碳环的形成。	8					8
第五章 药物和相关中间体的合成	含脂环结构的药物、环戊烷类药物、环己烷类药物、金刚烷类药物、维生素 A 类药物。	8					8
第六章 药物合成方法新进展	生物催化合成反应在药物合成中的应用、概述、生物催化的催化剂、酶促反应及其应用。	3					3
合计		32					32

六、考核与成绩评定

考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。
考试成绩	70	考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

七、考核环节及质量标准

考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	归纳和总结能力良好,思路清晰。	逻辑能力分析能力较好,思路大致清晰	能够对知识点进行一般性总结,但并不完整	没有完全总结关键知识点,没有引入自己对题目的思考。	不满足 D 要求
考试	基础知识掌握牢固,对题目理解深入。	答题基本符合要求,部分内容存在混淆和遗漏。	答题基本符合要求,但存在较多错误和表述不规范状况。	答题规范性较差,存在较多错误。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握,及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 赵洪武

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“中药活性成分”课程教学大纲

英文名称: Active Constituents of Chinese Materia Medica

课程编码: 0010606

课程性质: 专业选修课程

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 有机化学(生命), 分析化学, 仪器分析

教材及参考书:

[1] 匡海学. 中药化学. 中国中医药出版社, 2017 年 08 月

[2] 石任兵, 邱峰. 中药化学. 人民卫生出版社, 2016 年 09 月

[3] 郭力. 中药化学. 中国医药科技出版社, 2018 年 08 月

[4] 冯卫生. 中药化学. 化学工业出版社, 2018 年 05 月

一、课程简介

《中药活性成分》课程是生命科学与生物工程学院为生物技术专业本科生开设的专业选修课。本课程的任务是阐述中药活性成分的研究方法，要求学生掌握中药化学研究的对象和任务、中药活性成分的结构类型、理化性质、提取分离、纯化精制以及结构鉴定的基本理论和技能；了解中药活性成分的波谱学特征及结构测定的原理和方法；了解有效成分的生物活性以及与资源开发和新药研发的关系，掌握寻找中药活性成分的一般途径。从而培养学生将来从事中药研究、开发、生产以及相关领域工作的能力。

二、课程地位与目标

（一）课程地位

《中药活性成分》是生物技术专业的一门专业选修课程。通过本课程的学习，引导学生追求从问题出发来解决应用过程中出现的问题，培养学生从事中药与生物研究、开发、生产及相关领域工作的能力，并为学生进行中药与生物相关行业的工作以及为继承、整理祖国医学宝库和发扬祖国药学事业的研究工作奠定坚实的理论基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1. 系统运用生命科学理论的能力

掌握中药活性成分化学与生命科学领域的基础和前沿理论知识并融会贯通，具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

2. 解析生命科学问题的能力

能够应用中药活性成分化学与生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题。

3. 前沿技术开发能力

针对中药活性成分化学与生命科学领域的复杂问题，能够提出解决思路并制定技术路线，并能在这一过程中体现创新意识。

4. 科学研究能力

掌握扎实的中药活性成分化学与生命科学领域的基础知识和基本理论，熟知该领域的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法以及实验手段；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

6. 分析评价生物技术与社会关系的能力

能够基于专业相关背景知识进行合理分析，评价中药活性成分化学与生命科学实践复杂问题解决方案对社会、经济、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

7. 可持续发展的能力

理解和评价针对中药活性成分化学与生命科学实践对环境、社会可持续发展的影响。

8. 职业规范与素养

通过讲解和课外阅读等形式，使学生了解中药活性成分化学与生命科学实践中需要考虑的职业规范和素养，使学生具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在中药活性成分化学与生命科学实践中理解并遵守职业道德和行业标准，履行责任。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握《中药活性成分》课程中的基本概念、基本理论、基本方法，培养学生在中药活性成分研究方面的应用能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		1.1	2.1	3.1	4.1	6.1	7.1	8.1
1	具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●
2	具有中药活性成分化学及生命科学相关学科宽厚的基础知识，掌握中药活性成分化学与生命科学相关学科精深的专业知识	●	●	●	●	◎	◎	◎
3	具有开阔的行业及国际视野	●	◎	●	◎	◎	◎	◎
4	具有与中药活性成分化学及生命科学相关的工业、生物医药、疾病预防与控制、早期诊断、食品、环保等行业的实践能力	●	●	●	●	◎	◎	◎
5	善于自主学习与合作交流	◎	◎	◎	●	◎	◎	◎
6	多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才	●	●	●	●	◎	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。促使学生养成良好的行为习惯，促进学生身心的健康发展；帮助学生树立正确的世界观、人生观、价值观，努力做到严于律己、遵守公德；在科学教学中培养学生形成科学研究的批判意识，以适应社会发展的需求；促进学生为发展我国民族医药产业树立坚定的理想信念，以屠呦呦等老一辈科学家为榜样，为祖国的繁荣昌盛和中华民族的伟大复兴贡献力量。

三、课程教学内容

本课程主要讲述中药化学成分的基本概念、中药活性成分和无效成分的相关性、中药活性成分研究在中医药现代化和中药产业化中的意义和作用、中药活性成分提取与分离的一般原理及方法、中药活性成分结构研究的一般程序与方法，各类中药活性成分的结构与分类、分布特点、生物活性、理化性质、提取分离方法。

本课程的教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）					
		1	2	3	4	5	6
第一章 绪论	（1）介绍紫杉醇、青蒿素等中药活性成分研究的案例故事，通俗易懂地引导学生对中药活性成分研究的好奇心和学习兴趣。顺便介绍其中的提取分离方法和化学结构研究原理等问题。 （2）中药活性成分、无效成分、有效部位、有效部位群等基本概念▲★、中药活性成分研究发展概况▲。 （3）介绍教学目的、课程的基本内容。	√	√	√	√	√	√

第二章 糖和苷类成分	糖和苷的结构特征与分类▲，糖和苷的溶解度与分子结构的内在联系▲，苷键的裂解反应机理及其应用▲，糖和苷类成分的理化性质、提取分离方法▲，糖链结构测定及苷键构型的确定方法▲★。	√	√	√	√	√	√
第三章 生物碱类成分	生物碱的概念、结构分类、溶解性及碱性与其分子结构的关系▲，影响生物碱碱性的主要因素▲★，生物碱类成分提取分离方法▲，生物碱类成分的结构鉴定方法及原理▲★。	√	√	√	√	√	√
第四章 醌类成分	醌类成分的含义▲，醌类成分的分布及生物活性▲，醌类成分的结构类型▲，醌类成分的理化性质以及呈色反应▲，醌类成分的提取分离方法▲，醌类成分的结构鉴定方法及原理▲★。	√	√	√	√	√	√
第五章 苯丙素类成分	苯丙素类成分的含义和分类▲，香豆素类与木质素类成分的分布及生物活性▲，香豆素类与木质素类成分的结构类型▲，香豆素类与木质素类成分的理化性质▲，香豆素类与木质素类成分的提取分离▲，香豆素类与木质素类成分的结构鉴定方法及原理▲★。	√	√	√	√	√	√
第六章 黄酮类成分	黄酮类成分的含义▲，黄酮类成分的分布及生物活性▲，黄酮类成分的分类以及结构类型▲，黄酮类成分的理化性质▲，黄酮类成分的提取分离▲，黄酮类成分的结构鉴定方法及原理▲★。	√	√	√	√	√	√
第七章 萜类与挥发油类成分	萜类与挥发油类成分的含义▲，萜类与挥发油类成分的分布以及生物活性▲，萜类成分的结构类型▲，萜类成分的生源途径▲，挥发油的组成、萜类与挥发油类成分的理化性质▲，萜类与挥发油类成分的提取分离方法▲，挥发油类成分的鉴定方法及原理▲★。	√	√	√	√	√	√
第八章 皂苷类成分	皂苷类成分的含义▲，皂苷类成分的分布及生物活性▲，皂苷类成分的结构类型▲，皂苷类成分的理化性质▲，皂苷类成分的提取分离方法▲，皂苷类成分的结构鉴定方法及原理▲★。	√	√	√	√	√	√
第九章 强心苷类成分	强心苷类成分的含义▲，强心苷类成分的分布以及生物活性▲，强心苷类成分的结构与分类▲，强心苷类成分的理化性质▲★，强心苷类成分的提取分离方法▲，强心苷类成分的结构鉴定方法及原理▲★。	√	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，促使学生养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，注意从实际问题入手，在理论的指导下进行实践。明确各阶段学习的重点任务，做到课前预习，课中认真听讲、积极思考，课后认真复习、不放过疑点、认真做好每节课后留下与本节内容相关的思考题和练习题。仔细研读教材，适当选读参考书相关章节内容，深入理解基本概念，可以结合各类成分的代表性化合物，将其结构特点、理化性质、提取分离和结构鉴定方法等知识点加以归纳总结，从而达到事半功倍的学习效果。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	4					4
2	糖和苷类成分	4					4
3	生物碱类成分	3			1		4
4	醌类成分	3			1		4
5	苯丙素类成分	2					2
6	黄酮类成分	5			1		6
7	萜类与挥发油类成分	3			1		4
8	皂苷类成分	2					2
9	强心苷类成分	2					2
合计		28			4		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 50%（作业 10%，课堂表现 10%，期中及小测验等 30%），期末考试 50%。

平时成绩主要反应学生的学习态度、课堂表现、平时的信息接受、自我约束等情况。成绩评定主要依据作业完成情况、出勤情况、课堂发言、课程讨论等基本表现。小测验及期中考试主要针对中药各类活性成分的结构分类、理化性质以及提取分离方法的掌握程度进行考察，是对学习情况和平时作业的一个检测，以便督促学生完成应知应会的学习内容，并且可以帮助教师了解学生的掌握程度，制定后续的教学进度等。

期末考试强调考核学生对中药活性成分基本概念、基本方法的掌握程度，并考核学生运用理论知识分析和解决实际问题的能力。内容涉及基本概念的掌握、基本理论的理解和基本方法的实际应用等。并同时考核知识掌握情况和能力养成情况。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	50%	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4、6、7、8 达成度的考核。 课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4 达成度的考核。
考试成绩	50%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、6、7 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准

	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	认真正确完成考试内容；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成考试内容，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分考试内容，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分考试内容，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：黄胜阳

批准者：梁文俊

2020 年 1 月 12 日

“仪器分析（双语）”课程教学大纲

英文名称: Instrumental Analysis

课程编码: 0007216

课程性质: 专业选修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 生物技术专业

先修课程: 普通化学（生命）、有机化学（生命）、分析化学

教材及参考书:

[1] 朱明华. 《仪器分析》第四版. 高等教育出版社, 2008

[2] 董慧茹. 《仪器分析》. 化学工业出版社, 2000

一、课程简介

仪器分析是以物质的物理和物理化学性质为基础建立起来的一种分析方法, 测定时常常需要使用比较特殊或复杂的仪器。仪器分析作为现代的分析测试手段, 日益广泛地为许多领域内的科研和生产提供大量的物质组成和结构等方面的信息, 因而仪器分析成为高等学校中许多专业的重要课程之一。《仪器分析》课程是生物技术专业的重要专业课程之一, 通过本课程的学习, 要求学生系统掌握各类仪器分析方法的基本理论和分析技术, 熟悉仪器分析中各方法和特点、应用范围和发展情况, 培养学生能运用所学的知识解决分析实验中所遇到的一般性实际问题。

二、课程地位与目标

（一）课程地位: 仪器分析作为现代的分析测试手段, 日益广泛地为许多领域内的科研和生产提供大量的物质组成和化学结构等方面的信息, 因而仪器分析成为高等学校中许多专业的重要课程之一。《仪器分析》课程是生物技术专业的重要专业课程之一, 通过本课程的学习, 要求学生系统掌握各类仪器分析方法的基本理论和分析技术, 熟悉仪器分析中各方法和特点、应用范围和发展情况, 培养学生能运用所学的知识解决分析实验中所遇到的一般性实际问题。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1.8: 具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质, 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范, 履行责任。

2.2: 具有生物学、化学、药理学等宽厚的基础知识, 掌握现代仪器分析技术等精深的专业知识。能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题, 以获得有效结论。

3.4: 具有开阔的行业及国际视野。掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论, 熟知本专业的前沿发展现状和趋势; 掌握该领域的研究方法和实验手段; 具有较高的科学职业素养; 熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向; 具备

对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

4.5: 具有与生物技术相关的工业、生物医药、疾病预防与控制、早期诊断等行业的实践能力。能够针对生命科学与生物技术领域复杂问题,选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具,包括对复杂问题的预测与模拟,并能够理解其局限性。

5.12: 善于自主学习与合作交流。具有自主学习和终身学习的意识,有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。能够理解和评价针对复杂的生命科学与生物技术实践对环境、社会可持续发展的影响。

6.10: 多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才。能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通,包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 系统讲授波谱分析法的概念、作用、各谱之间的互相联系和色谱分析法(气相色谱法、高效液相色谱法)的基本知识、基本原理和分析技术。要求学生掌握紫外吸收光谱、红外吸收光谱、核磁共振光谱和质谱分析法的基本原理和典型有机化合物的四谱特征;熟悉常见基团、化学键等的特征频率、化学位移等;掌握常见有机化合物的裂解规律;掌握应用四谱进行结构解析的基本程序;了解有关实验技术。讲授有关的仪器结构知识和如何根据实际分析问题选择不同的仪器分析方法的一般知识,使学生熟悉各种仪器分析方法的特点及应用,培养他们分析问题和解决问题的能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表1。

表1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		1.8	2.2	3.4	4.5	5.12	6.10
1	掌握仪器分析的基础理论和基本知识和研究方法	●	●	◎	◎	⊙	⊙
2	掌握各类仪器分析方法的基本原理和定性定量分析方法	●	●	◎	◎	⊙	⊙
3	增强理论结合实际能力,能够对有机、无机物的分析方法提出一定的设计思路,分析常见有机化合物的结构和成分含量	●	◎	◎	⊙	⊙	⊙

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ⊙: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 仪器分析是人类认识世界的关键手段,通过色谱、质谱、核磁共振等各种仪器分析手段,可以确定各种物质的组成、结构及含量的变化,揭示物质存在的形态以及变化规律,从而更加全面、准确地认识物质世界。因此,《仪器分析》的课堂教学应该与辩证唯物主义教育相结合,并通过各章节的讲述。引导学生正确认知生命的本质、理解生命的起源与演变过程,尊重生命、欣赏生命、热爱生命,树立唯物主义世界观。

由于历史原因，我国分析仪器特别是高端精密仪器的研发起步晚、底子薄、基础弱，目前很多尖端仪器很难比肩国际品牌，主要还是要依靠进口。通过本课程的学习，使学生们认识到，经过几十年的历程，我国分析仪器、精密仪器的研发和生产也取得了巨大进步，从主要满足国内市场需求，到如今走向国际大市场，这些仪器设备对促进科技与国民经济的发展，做出了引人注目的贡献。通过讲授课程相关知识，让学生对我国仪器的发展状况和国情有一个客观的认识，增强民族自信的同时增强民族使命感和紧迫感，培养学生致力于打造民族仪器品牌的决心和信心。

通过《仪器分析》课程的学习，学生们不仅要学习专业知识，同时加强了对于未来职业的认识，有利于同学们根据自身情况重新规划未来的职业设计。本课程教学过程中引导学生脚踏实地的掌握专业技能，培养学生以熟练操作各种大型仪器、完成提交的分析测试任务为目标，立志成为对社会发展有贡献的社会主义新人。对于生物技术专业的学生，仪器分析课程的学习的目标就是培养生物技术相关的工业、生物医药、疾病预防与控制、早期诊断等行业的实践能力，增强学生的社会责任感。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	介绍仪器分析的基本概念，主要的仪器分析方法的分类，各仪器分析方法的应用范围及其特点▲。分析仪器发展经历的阶段及仪器分析方法研究进展。第三节仪器分析在医学、化学、生命科学等领域中的重要地位。	√		
第二章 原子发射光谱分析	光学分析方法的分类及各自的基本原理、应用和特点。原子发射光谱的基本概念，以及原子发射现象产生的过程和原理▲。原子发射光谱分析仪的基本结构及各部分的工作原理▲。标准铁谱定性的方法、内标法的基本原理，并能够运用内标法和标准曲线法进行定量计算★。等离子体的概念，等离子体光源的构造，离子体光源的工作原理。	√	√	√
第三章 原子吸收光谱分析	原子吸收光谱的基本概念和原理，什么叫做锐线光源、为什么要使用锐线光源及其产生的条件▲。原子吸收光谱分析仪的基本结构及各部分的工作原理。标准曲线法和标准加入法的基本原理，并能够运用这两种方法进行定量计算★。各种干扰原子吸收光谱的因素及各自产生的原因和抑制方法。原子吸收分析方法的特点，以及原子吸收在各科学研究领域和生产、生活中的应用。	√	√	√
第四章 紫外吸收光谱分析	分子光谱产生的原因、分子光谱与原光谱的区别，以及有哪些分子光谱分析方法▲。电子跃迁模式及紫外光谱产生的原理，能够解析各类有机化合物的紫外光谱图▲。紫外-可见吸收光谱分析仪的基本结构及各部分的工作原理。几种主要的影响因素，并能够分析谱图中各紫外吸收峰受到了哪些因素的影响及各自的原因★。紫外-可见吸收分析方法的特点及其应用，在有机化合物结构解析中的	√	√	√

	应用。			
第五章 红外吸收 光谱分析	红外光谱产生的原因,以及红外光谱区的分类。分子各种振动模式,及其各自对应的红外吸收频率的范围▲。各种有机化合物的红外吸收谱图,羰基、C-H 等特征基团的吸收峰,并能够进行谱图解析▲。几种主要的影响基团振动频率位移因素,并能够分析谱图中各吸收峰受到了哪些因素的影响及各自的原因★。FTIR(傅立叶变换红外吸收光谱分析仪)的基本结构及各部分的工作原理。解析红外谱图的基本步骤,综合运用红外吸收光谱的知识进行谱图解析★。	√	√	√
第六章 核磁共振 波谱分析	原子核自旋、核磁矩的基本概念,原子核自旋产生能级裂分的原因,核磁共振产生的原理▲。核磁共振仪的种类及其工作原理。化学位移的基本概念、产生的原因,以及影响化学位移的因素,并能够解释核磁共振波谱图中的化学位移现象★。自旋耦合与裂分的基本概念、产生的原因,能够推算或解释谱图中峰的组数以及每组峰的裂分数目★。解析核磁共振谱图的基本步骤,并进行谱图综合解析★。	√	√	√
第七章 质谱分析	质谱分析的基本概念;什么是质核比、离子峰及离子的形成过程。离子源、质量分析器的种类及其工作原理▲。分子离子峰、碎片离子峰、同位素离子峰的基本概念及其形成过程▲。各类有机化合物的主要碎裂机理,及其各自产生的主要碎片离子峰★。解析质谱图的基本步骤,并进行谱图综合解析★。质谱与质谱、色谱、原子光谱、分子光谱的联用技术。	√	√	√
第八章 气相色谱 分析法	色谱分析的基本原理,以及固定相、流动相、色谱柱的基本概念,主要的色谱分析方法▲。气相色谱分析的基本原理,塔板理论、速率理论的基本内容,并能够进行计算★。气相色谱分析实验中色谱柱、载气流速、温度的选择★。气相色谱仪的构造及其工作原理,色谱柱的种类及各自的使用范围。并掌握标准物质定性分析方法,和峰面积归一化方法进行定量分析。	√	√	√
第九章 高效液相 色谱分析 法	HPLC 的应用及其特点。液相色谱仪的构造及其工作原理,色谱柱、检测器的种类及各自的使用范围▲。液相色谱分离方法的种类及各自的原理。固定相、流动相等因素对色谱峰的影响原因。选择色谱柱、流动相及其流速的原则与依据,以及应该注意的问题。	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授,使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解,使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析,使学生能够掌握其关键。积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教,学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题,到求解思路分析,再到用符号表示问题及其求解算法设计,进一步培养学生抽象表示问题的能力,强化对“一类”问题进行求解的意识。使用多媒体课件,配合板书讲授课程内容,可播放性质实验的多面体演示。在授课过程中,可由分析化学在医学和食品中的应用为兴趣点,引出结构和基本原理,自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读相关课外书籍和资料,培养自学能力,扩大知识面,提高学习兴趣。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本方法，设计分析方案。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加相关课程的实验，在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	原子发射光谱法	5	1				6
第三章	原子吸收光谱法	5	1				6
第四章	紫外-可见光谱法	4					4
第五章	红外光谱法	5	1				6
第六章	核磁共振法	6	1				7
第七章	质谱分析法	6	1				7
第八章	气相色谱法	4	1				5
第九章	高效液相色谱法	4	1				5
合计		41	7				48

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%（作业等 10%，课堂表现等 10%），期中及小测验 40%，期末考试 40%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期中及小测验和期末考试强调考核学生对编译基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。包括定性分析、定量分析、综合谱图解析等。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1-3 达成度的考核。
课堂表现	10	课题练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1-3 达成度的考核。
期中考试	40	对原子光谱分析法和紫外、红外光谱法的基本原理及定性定量分析方法的掌握程度，对应毕业要求 4-12 达成度的考核，同时对 1-3 达成度的考核有一定参考价值。
期末考试	40	对质谱法、核磁共振波谱法和色谱分析法的基本原理及定性定量分析方法的掌握程度，对应毕业要求 4-12 达成度的考核，同时对 1-3 达成度的考核有一定参考价值。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	综合运用所学知识并能够解决复杂问题	掌握基本概念、理论和方法，能够运用知识解决问题	掌握基本概念、理论和方法，但不能综合运用	了解基本概念和方法，但理解不够准确、不能灵活运用	不满足 D 要求
课堂表现	综合运用所学知识并能够解决复杂问题	掌握基本概念、理论和方法，能够运用知识解决问题	掌握基本概念、理论和方法，但不能综合运用	了解基本概念和方法，但理解不够准确、不能灵活运用	不满足 D 要求
期中考试	综合运用所学知识并能够解决复杂问题	掌握基本概念、理论和方法，能够运用知识解决问题	掌握基本概念、理论和方法，但不能综合运用	了解基本概念和方法，但理解不够准确、不能灵活运用	不满足 D 要求
期末考试	综合运用所学知识并能够解决复杂问题	掌握基本概念、理论和方法，能够运用知识解决问题	掌握基本概念、理论和方法，但不能综合运用	了解基本概念和方法，但理解不够准确、不能灵活运用	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：赵丽娇

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“生物工程下游技术”课程教学大纲

英文名称: Downstream Technology of Bioengineering

课程编号: 0010609

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

适用对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 细胞生物学、生物工程概论、分析化学、普通化学等

使用教材及参考书:

[1] 毛忠贵.生物工程下游技术.北京:科学出版社,2013年1月(第一版)

[2] 陶勇清.生物工程下游技术之分离纯化.北京:中国水利出版社,2019年6月(第一版)

[3]柯德森.生物工程下游技术实验手册.北京:科学出版社,2010年11月

一、课程简介

生物工程下游技术是学科专业选修课。本课程是在细胞生物学、生物工程概论、分析化学、普通化学等先修课程的基础上,对应用生物技术产生的下游产品进行提取分离、加工精制的一门应用技术科学。通过本课程的学习和相关案例分析,使学生掌握现代分离技术的基本概念、科学原理、技术方法,并应用这些技术解决提取分离过程中的问题基本能力,该课程具有很强的实用性,不仅能够培养他们应用现代技术解决生物工程下游领域实际问题的能力,而且也能够培养科学研究手段的基本能力。

二、课程地位和目标

课程地位: 本课程是生物技术专业学科限选课,本课程是在继细胞生物学、分子生物学、生物工程概论、普通化学等课程后,更进一步接近专业应用的一门课程。本课程通过整体性、系统性讲述生物工程下游技术专业知 识,使学生掌握该领域的基本思维方法和研究方法,引导学生追求从问题出发,培养学生多学科交叉与融合的专业意识,解决生物工程下游领域基本问题能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.1: 解析生命科学问题的能力

通过对下游目的产物如蛋白、活性物质的分离纯化,使得对研究目标有准确的表征,更准确解析生命科学问题,认识事物的本质,激发学生探索解析生命科学问题的兴趣,逐步培养学生观察能力、思考能力。

4.1: 科学研究能力

生物工程下游技术是多学科交叉融合的学科,通过该课程学习,使学生能够掌握生物工程下游处理过程中的关键技术和技术原理,以及技术使用的方法、操作,并能够根据实际问题进行查阅资料、设计研究方案、进行实验和综合分析、撰写学术论文或研究报告,使之成为具备生物工程领域中科学研究的基本能力。

5.1: 使用生物技术的能力

生物工程下游技术是专业应用技术，通过该课程学习，能够使学生掌握使用生物技术的能力，能够针对生物工程下游过程中蛋白质的分离、细胞破碎、目的产物的提取分离，选择与使用合适的技术和方法，解决生产和实验技术问题。

12.1：终身学习的能力

本课程是专业应用技术课程，具有较强的独立性和操作性，通过该课程的学习，能够培养学生的主动性，主动提出问题、发现问题、查阅资料解决问题，并逐步具备不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

教学目标：使学生掌握生物工程下游技术的基本概念、基本理论、基本方法，通过具体实例使学生了解生物工程下游技术在实际工作中的应用，能够解决实际工作中一般技术问题。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
1	增强学生理想信念与家国情怀、优良的道德品质。	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	掌握生物工程下游技术理论基础、技术方法。	⊙	●	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
3	增强生物工程下游专业知识，开阔学生视野，增强学生对生物工程下游产品的了解。	⊙	●	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
4	增强学生理论结合实际能力，具有解决生物工程下游技术问题的能力。	⊙	●	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
5	培养学生专业兴趣，增强自主学习与合作交流能力。	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●
6	增强多学科交叉融合，解决生物工程下游技术问题、培养高素质创新型人才。	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：建国以来，我国在生物技术方面取得了巨大成就，也涌现出众多科学家和无数默默为生物技术贡献的科技工作者，通过课堂实例讲述，培养学生的自豪感和自信心，激发学生振兴中华的斗志和科学使命感，激发学生的学习兴趣和理性挑战权威的勇气。

三、课程教学内容

本课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章绪论	1、生物工程下游技术发展历程及发展动态； 2、生物工程下游技术一般工艺过程★；	√				√	√
第二章下游技术的理论基础	1、下游技术中的物理学过程，相平衡▲； 2、下游技术中的化学过程，分子间作用力▲； 3、下游技术中的生物学过程，特异性相互作用▲，亲和色谱★；		√	√	√	√	√
第三章发酵液的预处理	1、发酵液性质及其改变，凝聚和絮凝★； 2、发酵液的相对纯化，可溶性蛋白去除★； 3、固液分离工程及装备，离心▲，过滤介质▲；		√	√	√	√	√
第四章细胞破碎与分离	1、细胞破碎和产物释放原理▲； 2、细胞破碎技术▲★； 3、包内产物的溶解和复性★，		√	√	√	√	√
第五章沉淀分离	1、蛋白质溶解特性影响因素▲； 2、蛋白质胶体的稳定性★； 3、蛋白质沉淀方法，盐析法▲； 4、沉淀分离的应用	√	√	√	√	√	√
第六章萃取分离	1、萃取分离的基本原理▲，溶剂极性▲； 2、萃取方式及条件▲ 3、双水相分离★		√	√	√	√	√
第七章膜分离技术	1、膜的传质理论▲； 2、膜分离过程及特点▲，微滤▲、超滤、纳滤、反渗透▲； 3、膜分离应用；	√	√	√	√	√	√
第八章色谱分离	1、色谱法的分类及其原理▲ 2、色谱分离在生物工业中的应用；		√	√	√	√	√
第九章结晶技术	1、结晶基本概念，饱和曲线和过饱和曲线▲★； 2、结晶动力学，影响结晶生长因素； 3、结晶操作和结晶设备；	√	√	√	√	√	√
第十章蒸发浓缩与干燥技术	蒸发浓缩技术，减压浓缩▲； 浓缩设备及应用； 干燥技术，冷冻干燥▲★；		√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主，明确各章节的学习目标，让学生做到有的放矢，重点以具体实例为主线，引导学生分析和解决实际问题，树立综合分析、全面考虑问题的能力；尽可能利用视频、实物进行课堂演示，给学生更加直观的教学感受。讨论课通过设立讨论主题，小组答辩，学生评定等方式锻炼学生的思考能力、应变能力和解决问题能力。

学习方法：1、注意课堂听讲，跟踪老师思路，养成学习一节，消化一节的学习习惯，并对基本概念和方法要记住。2、课后进行拓展复习，通过查阅与课堂授课内容相关文献，进一步生物工程下游技术方法和原理，这样就可以通过具体应用实例达到记忆的目的，从而避免死记硬背的学习方式。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	1、生物工程下游技术发展历程及发展动态； 2、生物工程下游技术一般工艺过程★；	2					2
第二章下游技术的理论基础	1、下游技术中的物理学过程，相平衡▲； 2、下游技术中的化学过程，分子间作用力▲； 3、下游技术中的生物学过程，特异性相互作用▲，亲和色谱★；	4					4
第三章发酵液的预处理	1、发酵液性质及其改变，凝聚和絮凝★； 2、发酵液的相对纯化，可溶性蛋白去除★； 3、固液分离工程及装备，离心▲，过滤介质▲；	3			1		4
第四章细胞破碎与分离	1、细胞破碎和产物释放原理▲； 2、细胞破碎技术▲★； 3、包内产物的溶解和复性★，	2					2
第五章沉淀分离	1、蛋白质溶解特性影响因素▲； 2、蛋白质胶体的稳定性★； 3、蛋白质沉淀方法，盐析法▲； 4、沉淀分离的应用	3			1		4
第六章萃取分离	1、萃取分离的基本原理▲，溶剂极性▲； 2、萃取方式及条件▲ 3、双水相分离★	4					4
第七章膜分离技术	1、膜的传质理论▲； 2、膜分离过程及特点▲，微滤▲、超滤、纳滤、反渗透▲； 3、膜分离应用；	2					2
第八章色谱分离	1、色谱法的分类及其原理▲ 2、色谱分离在生物工业中的应用；	4					4
第九章结晶技术	1、结晶基本概念，饱和曲线和过饱和曲线▲★； 2、结晶动力学，影响结晶生长因素；	3			1		4

	3、结晶操作和结晶设备；						
第十章蒸发浓缩与干燥技术	蒸发浓缩技术，减压浓缩▲； 浓缩设备及应用； 干燥技术，冷冻干燥▲★；	2					2
合计		29			3		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（出勤 5%，课堂表现 5%，作业 20%），期末考试 70%。

平时成绩：主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业情况。

期末考试：对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对生物工程下游技术基本概念和基本原理的掌握程度，考核学生运用所学技术解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	相关作业的完成质量，出勤考核和课堂表现，课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、3、4、5、10、12 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、3、4、5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
研讨	准备充分，讲述清楚、条理清晰，回答问题准确	准备较充分，讲述比较清楚、回答问题正确。	讲述较清楚、条理较清晰，回答问题基本准确。	准备不够充分，讲述混乱，条理不清，回答问题	不满足 D 要求

	确、全面。			不准确或不完整。	
考试	完全掌握规定考试内容，回答正确完整。	掌握规定考试内容，回答正确。	基本掌握规定考试内容。	规定考试内容不完全掌握。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 李霄

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“生物工程概论”课程教学大纲

英文名称: Introduction to Bioengineering

课程编码: 0008363

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 《普通生物学》、《生物化学》

教材及参考书:

[序号] 作者.教材名称.出版社, 出版年月

[1] 廖湘萍. 生物工程概论(第三版). 北京: 科学出版社, 2018 年 4 月

[2] 陶兴无. 生物工程概论(第二版). 北京: 化学工业出版社, 2015 年 5 月

[3] Saterbak A, San K Y, Larry V. McIntire L V. Bioengineering Fundamentals (2nd Edition). Pearson. 2017.8

[4] Thieman WJ, Palladino M A. Introduction to Biotechnology (4th Edition). 2018.7

一、课程简介

现代生物技术是以生命科学领域的重大理论和技术的突破为基础,是自然科学领域中涵盖范围最广的学科之一,主要包括基因工程、细胞工程、酶工程与发酵工程等内容。广泛应用于医药卫生、农林牧渔、轻工、食品、化工与能源等领域,促进传统产业的技术改造和新兴产业的形成,对人类社会生活将产生深远的革命性的影响。本课程以培养学生综合能力为目标,以基因工程、细胞工程、酶工程与发酵工程为主要内容,通过学习让学生了解生物工程的各项技术及其相互关系,认识生物技术的应用领域及其对人类社会发展的影响。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位**本课程为生物技术技术专业方向的专业限选课。现代生物技术被世界各国视为一种高新技术,通过本课程的学习使学生了解生物工程(技术)的基本知识和国内外生物技术各领域发展和研究现状,发展方向及社会各方向的影响,使学生掌握生物工程基本原理,为今后工作打下基础。

(二) 课程目标

1 教学目标:要求学生重点掌握基因工程、酶工程,细胞工程和发酵工程的基本概念及其原理,培养学生掌握和应用现代生物技术的基本知识和基本原理应用与社会发展的能力,初步具备发现、提出、分析和解决生命科学及生物技术领域相关前沿科学问题的能力,培养学生创新能力与解决实际问题的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点										
		X1. Y8	X2. Y1	X2. Y2	X2. Y3	X3. Y6	X3. Y11	X4. Y5	X4. Y7	X5. Y10	X5. Y12	X6. Y4
1	具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质	●										
2	具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向。		◎	●								
3	培养学生创新能力和创造性地解决实际问题的能力及创业精神。				●	◎	⊙					
4	可以熟悉生物技术及其产业的相关方针、政策和法规，能够理解和评价针对复杂的生命科学与生物技术实践对环境、社会可持续发展的影响。							◎	⊙			
5	培养学生的口头表达能力与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。									◎	◎	
6	具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。											●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中

通过《生物工程概论》这门课程的学习，可以掌握生物工程的各项先进技术，了解我国生物行业在国际中的发展趋势，以及生物技术的应用领域对人类社会发展的影响。有助于学生树立正确的人生观和世界观，培养学生坚定的理想信念与家国情怀。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)					
		1	2	3	4	5	6
第一章 生物工程总论	掌握生物技术的定义▲，了解生物技术的历史、现状★及其发展前景，以及生物技术与农业、食品、人类健康、能源与环境的关系。	√	√				√
第二章 基因工程	基因工程的理论与技术支持；重组 DNA 技术（核酸的组成与基本结构）；DNA 的主要功能★；基因工程的酶学基础★；基因克隆的载体▲；目的基因的获取▲、重组 DNA 导入受体细胞▲；重组子的筛选与鉴定▲；基因工程的应用。			√	√		√
第三章 细胞工程	细胞工程的基本知识与基本技术；动物细胞培养基本技术；动物细胞大规模培养条件★，杂交瘤技术的定义、步骤与应用前景▲。			√	√		√
第四章 发酵工程	发酵工程发展史、发酵工程概况及其应用；掌握发酵类别与发酵常用微生物▲；发酵培养基的分类与组成★；微生物发酵工艺流程以及发酵工艺控制★。			√	√		√
第五章 酶工程	酶的基本概念和酶的发酵生产；酶的分离纯化★；酶的固定化▲；酶的修饰和改造▲。			√	√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主，讲课占 44 课时，讨论占 2 课时，习题占 2 课时，除了讲授基本理论知识外，还不断通过视频学习、介绍实验室最新研究结果等提高同学们的兴趣，激发学习的动力。通过不断地改进教学方法，线上线下调动同学们学习的积极性，增强教学效果和提高教学效率。

学习方法：培养学生学习的积极性与主动性，课下查阅文献、课堂讨论，明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好学习资源，提高对专业知识的学习能力。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
生物工程概论		4					4
第一章 生物工程总论	掌握生物技术的定义▲，了解生物技术的历史、现状★及其发展前景，以及生物技术与农业、食品、人类健康、能源与环境的关系。	7			1		8
第二章 基因工程	基因工程的理论与技术支持；重组 DNA 技术（核酸的组成与基本结构）；DNA 的主要功能★；基因工程的酶学基础★；基因克隆的载体▲；目的基因的获取▲、重组 DNA 导入受体细胞▲；重组子的筛选与鉴定▲；基因工程的应用。	7			1		8
第三章 细胞工程	细胞工程的基本知识与基本技术；动物细胞培养基本技术；动物细胞大规模培养条件★，杂交瘤技术的定义、步骤与应用前景▲。	6					6
第四章 发酵工程	发酵工程发展史、发酵工程概况及其应用；掌握发酵类别与发酵常用微生物▲；发酵培养基的分类与组成★；微生物发酵工艺流程以及发酵工艺控制★。	6					6
第五章 酶工程	酶的基本概念和酶的发酵生产；酶的分离纯化★；酶的固定化▲；酶的修饰和改造▲。				2		2
合计		28			4		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	相关作业的完成质量，对应毕业要求 8,9,10,11,12 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1,2,3,4,5,6,7 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	对课堂内容完全掌握	对课堂内容掌握	对课堂内容基本掌握	对课堂内容基本了解	不满足 D 要求
研讨	能通过课下查阅文献认真完成作业，完全掌握教学内容	能通过课下查阅文献完成作业，掌握教学内容	能通过课下查阅文献完成作业，基本掌握教学内容	能通过课下查阅文献完成作业，基本了解教学内容	不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试	对教学内容准确掌握	对教学内容掌握	对教学内容基本掌握	对教学内容一般了解	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张芳

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“转化医学”课程教学大纲

英文名称: Translational Medicine

课程编码: 0010611

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术及生物医学工程专业本科生

先修课程: 生物化学、分子生物学、细胞生物学

教材及参考书:

[1] 阿波斯托利亚-玛蒂亚·钦巴瑞多.癌症转化医学研究中的靶向治疗.上海科学技术出版社, 2017-06

[2] 国家自然科学基金委员会.再生医学研究与转化应用.科学出版社, 2019-01

[3] 成军.现代基因治疗分子生物学(第二版).科学出版社;2014-09

[4] 王征旭.基因修饰 T 细胞技术进展及临床应用.化学工业出版社;2019-05

一、课程简介

转化医学(Translational Medicine)是近年来国际医学健康领域出现的新概念,其是建立在基因组遗传学、组学芯片等系统生物学与技术基础上的现代医学,转化医学的主要目的就是要将基础研究获得的知识成果快速转化为临床和公共卫生方面的防治新方法。它的核心是要将医学生物学基础研究成果迅速有效的转化为可在临床实际应用的理论、技术、方法和药物。转化医学是分子、细胞、结构、功能、表型、发病机理、生理病理、环境遗传、医学信息的系统分析;是结构与功能、生理与病理、预防与治疗、人文与科学的交叉融合。它不仅涉及到生物基础、基础医学和临床各个专一学科交叉融合,更有利于现在和未来生物学-医学交叉复合人才培养。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程属于生物学、基础医学、与临床医学的交叉性学课,是基础与临床的整合。本课程旨在生物化学、分子生物学、细胞生物学等课程后,让学生了解目前肿瘤疾病、免疫性疾病、组织器官重大破损或缺失、烫伤烧伤类疾病的临床治疗进展,引导学生利用所学的生物学基础理论进行解释,帮助理解与学习,并在学习中善于发现问题和思考问题,并就发现和思考的问题,利用所学生物学与医学基础知识,提出可能性的解决方案。在本课程中,将大量涉及针对与肿瘤治疗和免疫疾病治疗的国际前沿治疗方案及相关原理介绍,同时也涉及部分未经过临床验证的拟治疗方案及方案设计原理。该过程可引导学生充分将自己所掌握的基础生物知识灵活的运用起来,将抽象化的知识形象化,具体化,有助于学生形成生物——医学综合的思维方法和学习方法,有助于学生养成基础学习——实际应用——反馈问题——解决问题的核心意识,同时还让学生灵活串联生物化学、细胞生物学、分子生物学的典型实验方法与原理,培养学生对生物技术的实际应用能力和跨学科协调能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1.系统运用生命科学理论的能力：掌握数学、物理、化学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通，具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

转化医学的实质是理论与实际的结合，是基础与临床的整合，具体的讲就是分子、细胞、结构、功能、表型、发病机制、生理病理、环境遗传及医学信息的系统分析；是多学科、多层次、多靶点的相互结合；是生理与病理、预防与治疗、人文与科学的交叉融合。通过学习该课程，增加了学生系统运用生物技术知识的能力，能够将具体的临床医学现象与病因相对应，进而能够将病因分类至具体的分子与细胞的通路调节机制。

2. 解析生命科学问题的能力：能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题，以获得有效结论。

转化医学的最大特点是聚焦具体某一疾病，即以人的健康为本，以临床重大疾病、疑难复杂问题为研究出发点，促进科学发现转化成医疗实践，治愈或控制疾病的发生或发展。通过对该课程的学习，使学生能够应用生命科学理论和技术方法解析目前个性化医疗、免疫治疗及靶向治疗的分子机制及风险评估问题。通过该门课程的学习，可培养学生多学科交叉的驾驭能力和融会贯通能力，同时，提高学生利用多角度分析生物及医学问题的能力。

5.使用生物技术的能力：能够针对生命科学与生物技术领域复杂问题，选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具，包括对复杂问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。转化医学的核心是指以患者为中心，将医学生物学基础研究成果迅速有效地转化为可在临床实际应用的理论、技术、方法和药物。它要在实验室到病房之间架起一条快速通道，实现从实验室与临床研究的双向转化。核心价值是临床与基础、研究与应用相互促进、相互发展。通过学习该课程，增加了学生系统运用生物技术知识的能力。

8：职业规范与素养：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。通过对转化医学的了解，学生更加了解临床患者面临的医学难题，深入体会作为一名现代大学生应该有的社会责任感与优良道德素养，能够运用自己所学的知识为社会做出自己应有的贡献，履行自己的责任，遵守职业道德和行为规范。

（二）课程目标

1 教学目标：

使学生掌握“转化医学”中的基本概念、基本理论、基本方法及生物学与基础医学，临床医学的具体联系，着重掌握生物标志物的定义，生物标志物的产生过程，目前肿瘤及免疫性疾病的分子生物学机制，理论治疗手段，实际治疗手段。针对目前前沿的免疫治疗、靶向药物治疗、基因治疗，使学生掌握其涉及的基础生物学原理。同时让学生从分子层面充分了解目前转化医学面临的挑战，如基因治疗的靶向性问题，免疫治疗的普适性问题、基因编辑的风险性问题，培养学生观察、分析、综合和统筹协调解决问题的能力，为培养生物与医学交叉专业人才奠定基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	5	8
1	掌握“转化医学”中的基本概念、基本理论、基本方法及生物学与基础医学，临床医学的具体联系	●	◎		
2	掌握生物标志物的定义，生物标志物的产生过程	●	◎		
3	目前肿瘤及免疫性疾病的分子生物学机制，理论治疗手段，实际治疗手段。			●	
4	前沿的免疫治疗、靶向药物治疗、基因治疗，使学生掌握其涉及的基础生物学原理	◎		●	
5	能够理解临床问题，与临床一线工作人员具有良好的沟通能力同时对沟通获得的数据能够精确反馈至基础研究				●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

转化医学其迅速发展已引起了世界各国的广泛关注和重视，随着蛋白质组学、生物信息学的迅猛发展，各种高科技检测手段的不断涌现，转化医学为生命科学研究带来新的广度和深度。通过该课程的学习，培养学生具有强烈的社会责任感与使命感，把基础医学的进展快速的转化到临床实践中，为病人服务，为人类健康造福。同时，培养学生具有良好的沟通协调能力和组织能力，充分利用其依托的各种交叉学科平台，以临床应用的实际需求作为出发点，借助基础研究机构强大的科研力量，解决临床的实际问题，最终给病人带来福音。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	什么是转化医学▲ 转化医学产生的背景 转化医学主要的研究内容▲★ 转化医学目前研究现状	√				√
第二章 分子标志物的筛选与建立	什么是分子标志物 分子标志物的筛选过程及筛选原则▲★ 基于表观遗传调控与分子标志物		√			
第三章 基因诊断与分子治疗	基因筛查的原理与过程▲ 基因干预手段▲★ 体内基因调控的方式方法▲★ 新型体内基因递送方式			√	√	

第四章 基于分子 分型的个 体化治疗	恶性肿瘤的发病机制研究 什么是 CART 治疗及 CART 治疗面临的挑战▲★ 免疫治疗过程▲ 表观调控与靶向药物★			√	√	
第五章 转化医学 的挑战与 前瞻	新型分子靶点的选择 外泌体递送技术与基因治疗▲★ 新型靶向性基因治疗载体的设计与研发▲★ 干细胞治疗与基因编辑治疗▲★			√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

本课属于理论课程，课堂基础理论教学采用多媒体互动教学方法，同时与板书相结合，以激发学生的对目前临床医学、基础生物学、分子生物学、生物信息学等各学科前沿理论的基础认知。在整个教学环节中，要广泛引入目前靶向治疗、分子治疗、标志物筛查、表观遗传学调控等前沿的具体治疗案例，加深学生对本课程的宏观理解。教学过程中加强直观教学，启发诱导，突出重点和难点，调动学生的思维活动。并引导学生就围绕典型问题进行思考和文献阅读，就关注度高的问题组织学生展开讨论，使学生获得针对目前生物与医学领域复杂问题，提出解决思路并制定技术路线，并体现创新意识的能力。通过对教学整体内容的调整、拓展、优化，使之更加符合生物技术专业专业对人才的培养和需求。

学习方法：

采用课堂学习与自学、讨论相结合的方式。首先通过基础理论学习，能够理解转化医学的宗旨，了解转化医学的核心，理解转化医学的最大特点，通过理论学习能够让学生重视对基本理论和方法的钻研，同时了解本课程的学习方法和重点。通过对实际临床病例治疗的学习，能够明确本课程存在的挑战，增加学生探索性，寻求自主分析问题解决问题的良好素养。在本课程中，学生同时要养成课前预习，课后复习的习惯，同时要深入结合目前的靶向性治疗等最新技术的新进展，提出自己的见解，并可以在教师指导下，在课上的特定时间，进行话题分组讨论。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论	转化医学定义 转化医学主要的研究内容 转化医学目前面临的挑战	2					2
分子标志物的筛选与	分子标志物定义 分子标志物筛选原则与筛选过程	6			2		8

建立	表观调控与标志物 新型标志物的研发方向 体内示踪技术与荧光成像在临床检测中的应用 分子标志物的安全性及可靠性 评价体系						
基因诊断与分子治疗	基因筛查的原理 基因干预的手段 基因导入技术的原理与进展 体内基因调控的方式方法 DNA 编辑技术与 RNA 编辑技术的应用 新型体内基因递送方式	6			2		8
基于分子分型的个体化治疗	肿瘤的定义与肿瘤发病机制与发展机制研究进展 肿瘤个性化治疗的定义与方案 免疫治疗的原理、发展、挑战 表观调控与靶向药物	6			2		8
转化医学的挑战与前瞻	新型分子靶点的选择与建立 外泌体递送技术的原理与优势 外泌体递送技术如何应用于基因治疗 高灵敏靶向性基因治疗载体的研发方向与设计原理 干细胞治疗与基因编辑治疗 目前主流的基因编辑技术原理与技术路线, 及相关脱靶效应的避免与改良	4			2		6
合计		24			8		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的, 检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布: 写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比, 各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 40% (作业等 10%, 其它 30%), 考试成绩 60%。

平时成绩中的其它 30%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤率、课堂的基本表现 (如课堂测验、课堂讨论表现等); 作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业, 主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度, 及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	课堂出勤率，通过课堂出勤率可以反映学生的责任感与使命感，同时反映学生的自我毅力及遵守职业道德和行为规范的能力。支撑毕业要求指标的 8 课堂讨论环节表现情况。通过课堂讨论的环节，可反应学生对基础知识的灵活运用程度，同时可提现学生的团队协作能力和组织协调能力。 作业完成情况。通过作业的完成情况，可直接反应学生对基础知识的掌握及融合能力，也可考察学生查阅资料和总结资料的能力，同时，部分作业是需要团队配合完成，该项目也可锻炼与考察学生的团队协作与沟通能力。支撑毕业要求 1，2
考试成绩	60	基础知识掌握情况。考试的部分试题考察学生的基础知识，改内容反应学生对本门课程基础概念与基本原理的掌握情况，支撑毕业要求 1 不同学科内容融合总结能力与应用能力。部分题目考察学生对基础知识的应用和不同学课知识的融会贯通能力。支撑毕业要求 2，5 对新颖问题提出可能解决方案的想象能力和可行性。部分题目设计开放类命题，该内容可考察学生对基础原理的灵活应用能力和应变能力。支撑毕业要求 2，5

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	具备良好的表述、归纳、总结能力 具备较强的逻辑能力和分析能力，思路清晰 不仅对现有的知识进行归纳总结，还能融入自己的观点和思路	具备良好的表述、归纳、总结能力。 逻辑能力分析能力较好，思路大致清晰 能够对知识点进行总结，但是并不融入自己的思考	题目整体思路一般，语言组织较为繁琐，归纳总结能力有待提高 从作业完成角度，不能完全领会题目设置主旨，逻辑能力一般 能够对知识点进行一般性总结，但并不完整	题目解答整体思路不完整，思考不全面，语言组织较为粗糙，但是能够基本完成题目要求。 逻辑能力较差，对题目设置不能很好理解重点。 大致能够总结关键知识点，但是总结不完全，且没有引入自己对题目的思考	不满足 D 要求
研讨	有较强的语言表达能力，思路清晰	有较好的语言表达能力，思路清晰	语言表达能力一般，思路不顺畅，	语言表达能力一般，思路模糊，	不满足 D 要求

	晰 组织协调能力较强，对现有资源的利用率较高。能够充分理解并论证自己的观点同时对其他观点进行辩证反驳。	晰。 组织协调能力尚可，对不同领域资源的整合度一般。 能够理解并论证自己观点，但是对其他观点的论述，存在模糊性	无法清晰简明的阐述自己的核心观点。 组织能力一般，对资源的调动能力一般，导致论证观点不充分。基本能够论证自己观点，但仍然存在很多模糊区域自己不能够深入理解。	无法很简明清晰表达自我观点。 协调能力一般，不能够利用现有资源对研讨内容进行有效调研和总结。 对自我观点理解力不够，容易偏离核心方向	
出勤率及课堂表现	按时上课 课堂表现积极踊跃	按时上课 课堂表现不积极	少部分时间无法按时上课 课堂表现不积极	较多时间无法按时上课 课堂表现松散，无法配合主讲教师	不满足 D 要求
考试	基础知识掌握牢固，对题目理解深入。 思路清晰 答题符合标准要求	基础知识掌握牢固，对题目理解深入 思路较为清晰 答题基本符合要求，部分内容存在混淆和遗漏。	基础知识掌握一般。部分题目无法理解。 思路清晰程度一般，部分出现混淆。 答题基本符合要求，但存在较多错误和表述不规范状况。	基础知识掌握程度较差，较多题目无法正常理解。 思路较为混乱，部分题目无法正常分析解答。 答题规范性较差，存在较多错误。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：刘馨慧

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“毒理学”课程教学大纲

英文名称：Toxicology

课程编码：0010604

课程性质：专业选修课

学分：2.0

学时：32

面向对象：生物技术专业本科生

先修课程：《生理学》、《生物化学》

教材及参考书:

- [1] E.霍奇森等. 现代毒理学(原书第三版). 江桂斌等译. 科学出版社, 2011 年 6 月
- [2]黄吉武. 毒理学基础. 人民卫生出版社, 2009 年 1 月
- [3]彭双清, 郝卫东, 伍一军. 毒理学替代法. 军事医学科学出版社, 2009 年 1 月
- [4]Phillip L. Williams, Robert C. James, Stephen M. Roberts. Principles of toxicology. JOHN WILEY & SONS, INC. 2000

一、课程简介

毒理学是生命科学与生物工程学院为生物技术专业本科生开设的专业选修课。本课程的任务是使学生深入理解毒理学基本理论知识, 了解药品、食品毒理学研究的新技术及发展方向, 以适应日益严格的药品食品安全检验、评价等工作的需要。教学内容重点: 毒理学的基本概念和毒性损伤的常用表示方法, 化学物在体内的生物转运和生物转化, 毒理学实验的设计原则和局限性; 一般毒性和特殊毒性的评价方法, 化学物质毒作用的影响因素。教学内容的难点: 毒性损伤的常用描述指标, 毒理学实验设计、数据处理及动物模型和现代生物技术在毒理学实验中的应用, 一般毒性和特殊毒性的评价方法。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是生物技术专业选修课程, 毒理学是一门综合性边缘学科, 需要分析化学、现代生物学、生物化学、病理学、遗传学、免疫学及流行病学的知识与技能, 应用实验研究、临床研究和现场调查等研究方法, 从各方面深入研究和认识外源化学物质的毒作用及评价方法, 其研究成果为确定外源化学物合理的安全接触界限和制定有效的防治方法、预防化学物对人类的危害提供理论依据。培养学生学习毒理学的基本思维方法和研究方法, 锻炼学生分析评价外源化学物的毒作用的能力。本课程对毕业要求 2、4、6、8、10、12 的实现提供支持或支撑作用。

毕业要求 2: 能够应用毒理学理论和技术方法解析药品食品安全领域的科学问题。善于观察、思考并通过文献已经分析复杂科学问题, 以获得有效结论。

毕业要求 4: 毒理学是既具有基础理论性质又具有实践应用性质的学科, 培养学生应用毒理学的基本原理, 识别、表达并通过文献研究分析药品与食品质量安全领域复杂工程问题; 针对药品食品安全领域复杂工程问题, 初步具备评价外源化学物毒作用的能力, 综合考虑社会、经济、健康、安全、法律、文化以及环境等因素; 培养学生对多种方法的比较、评价和选择及结果分析的能力, 具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析的能力。

毕业要求 6: 培养学生能够基于专业相关背景知识进行合理分析, 评价食品毒理学理论和技术实践对社会、经济、健康、安全等的影响, 并理解应承担的责任。

毕业要求 8: 通过学习我国老一辈毒理学家在毒理学的发展历史中突出的贡献, 进一步培养学生坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质和社会责任感, 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范, 履行责任。

毕业要求 10: 通过分组讨论等, 培养学生能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通, 包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

毕业要求 12：毒理学是一门不断发展的学科，而且与其他学科的发展关系密切，向学生介绍学科的发展前沿，培养学生自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学和生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：总的教学目标是使学生掌握“毒理学”中的基本概念、基本理论、基本知识和基本技能，在系统上掌握外源化学物毒作用的评价方法和程序。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2	4	6	8	10	12
1	理解中外源化学物进入人体后的生物转运和生物转化过程	◎	●	●	◎	●	◎
2	掌握评价外源化学物毒作用评价的现有技术和新技术	●	●	●	●	◎	◎
3	培养学生具备评价外源化学物毒作用的能力	●	●	●	●	●	●
4	使学生具备与毒理学研究领域中的前沿研究交流、探索的能力	●	●	●	◎	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过学习我国老一辈毒理家在毒理学的发展历史中突出的贡献，进一步培养学生坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质和社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	毒理学的基本概念▲；毒理学的学科发展及研究方法				√
第二章 毒理学基础	毒理学的基本概念和毒性损伤的常用表示方法▲，如剂量、效应与反应、剂量-效应关系、剂量-反应关系；外源化学物、毒物、毒性、安全性与危险性、生物标志物等的概念，剂量与毒作用的关系▲★；毒性损伤的常用描述指标▲★；残留物的安全限量指标▲				√
第三章 化学物在体内的生物转运和生物转化	生物膜的基本结构；与外源化学物在体内生物转运的类型及特点；吸收的主要途径及影响吸收的因素▲；外源化学物在体内的分布及影响分布的主要因素▲；外源化学物在体内的主要排泄途径及特点▲；毒物动力学的概念；外源化学物生物转化的意义和步骤；毒物代谢酶的特性、分布和影响因素；及其诱导和激活★等。	√			
第四章 毒理学实验基础	毒理学实验的基本目的；设计原则和局限性▲；毒理学实验设计、数据处理及动物模型和现代生物技术在毒理学实验中的应用▲★；实验动物的选择原则和方法▲；毒理学实验设计基本原则▲；实验动物的常规处置、染毒方式、采样和处死方法；毒理学试验结果处理和分析方法；常用实验动物的特征		√	√	√
第五章 化学物质的一般毒性作用及评价	化学毒物的一般毒性作用；急性毒性、亚慢性毒性与慢性毒性的定义▲★、试验目的和评价方法▲★；毒性损伤（细胞损害）的机制		√	√	√
第六章 化学物质的致突变作用及评价	化学物致突变作用的类型；机制；后果及评价方法▲★；外源化学物致突变作用的机理和常用致突变试验的原理与方法▲★		√	√	√
第七章 化学物质的致癌作用及评价	化学致癌物的特性及其分类；化学致癌机制及化学致癌过程▲；化学致癌作用的评价方法▲★		√	√	√
第八章 化学物质的生殖发育毒性和致畸作用及评价	外源化学物的生殖毒性；外源化学物对雄性和雌性生殖毒性影响及评价方法▲★；动物致畸实验的基本原理和评价方法▲★		√	√	√
第九章 化学物质毒作用的影响因素	化学结构对毒物毒性有何影响▲；机体对毒物毒性作用的影响▲；环境因素与毒物之间的相互作用				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主（24 学时），观看实验录像演示及讨论（8 学时）为辅。课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的分析中。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，可由常见的药品、食品安全事件引出相关的概念，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和分析。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握毒理学评价方法的精髓，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	毒理学的基本概念；毒理学的学科发展及研究方法	2					2
第二章 食品毒理学基础	毒理学的基本概念和毒性损伤的常用表示方法，如剂量、效应与反应、剂量-效应关系、剂量-反应关系；外源化学物、毒物、毒性、安全性与危险性、生物标志物等的概念，剂量与毒作用的关系；毒性损伤的常用描述指标；残留物的安全限量指标	3			1		4
第三章 食品中化学物在体内的生物转运和生物转化	生物膜的基本结构；与外源化学物在体内生物转运的类型及特点；吸收的主要途径及影响吸收的因素；外源化学物在体内的分布及影响分布的主要因素；外源化学物在体内的主要排泄途径及特点；毒物动力学的概念；外源化学物生物转化的意义和步骤；毒物代谢酶的特性、分布和影响因素；及其诱导和激活等。	3			1		4
第四章	毒理学实验的基本目的；设计	3			2		5

食品毒理学实验基础	原则和局限性；毒理学实验设计、数据处理及动物模型和现代生物技术在毒理学实验中的应用；实验动物的选择原则和方法；毒理学实验设计基本原则；实验动物的常规处置、染毒方式、采样和处死方法；毒理学试验结果处理和分析方法；常用实验动物的特征						
第五章 食品中化学物质的 一般毒性 作用及评价	化学毒物的一般毒性作用；急性毒性、亚慢性毒性与慢性毒性的定义、试验目的和评价方法；毒性损伤（细胞损害）的机制	3			1		4
第六章 食品中化学物质的 致突变作用及评价	化学物致突变作用的类型；机制；后果及评价方法；食品中外源化学物致突变作用的机理和常用致突变试验的原理与方法	3			1		4
第七章 食品中化学物质的 致癌作用及评价	化学致癌物的特性及其分类；化学致癌机制及化学致癌过程；化学致癌作用的评价方法	3			1		4
第八章 食品中化学物质的 生殖发育 毒性和致 畸作用及 评价	外源化学物的生殖毒性；外源化学物对雄性和雌性生殖毒性影响及评价方法；动物致畸实验的基本原理和评价方法	3			1		4
第九章 化学物质 毒作用的 影响因素	化学结构对毒物毒性有何影响；机体对毒物毒性作用的影响；环境因素与毒物之间的相互作用	1					1
	合计	24			8		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动）等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课堂表现及作业完成质量，对应毕业要求 2、4、6、8、10、12 达成度的考核。
考试成绩	70	对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力，对应毕业要求 2、4、6、8、10、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
研讨	积极主动参与课堂研讨；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	积极主动参与课堂研讨；能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	参与课堂研讨；能大部分掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	参与课堂研讨；能少部分掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求

考试	准确地掌握基本概念、理论、方法，并能独立地综合运用理论知识解决复杂问题	比较准确地掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：杨怡姝

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“干细胞生物学”课程教学大纲

英文名称：StemCell Biology

课程编号：0008368

课程性质：专业选修课

学分：2.0 学时：32

面向对象：生物技术专业本科生

先修课程：普通生物学、生物化学、细胞生物学、分子生物学

教材及参考书：

- [1] 章静波，刘星霞，简明干细胞生物学，化学工业出版社，2014 年 11 月
- [2] 裴雪涛，干细胞生物学，科学出版社，2016 年 1 月
- [3] 崔红娟，干细胞生物学，西南师范大学出版社，2014 年 5 月
- [4] Robert Lanza, Essentials of Stem Cell Biology, Academic Press, 2013 年 11 月
- [5] Eran Meshorer, Kathrin Plath (韩忠朝，李宗金主译)，干细胞的细胞生物学，科学出版社，2014 年 6 月

一、课程简介

干细胞生物学是生物技术专业的专业选修课程。干细胞研究与应用是当今细胞生物学以及整个生命科学最前沿的主攻热点，数次入选世界十大科技进展，以干细胞技术为核心的再生医学研究取得了突飞猛进的发展。本课程是一门基础理论研究与应用研究紧密结合

的课程，涵盖了对胚胎干细胞、成体干细胞、诱导性多能干细胞的整体理解，涉及干细胞基础理论、分类及干细胞增殖与分化调控，干细胞工程与原理，针对特定人类疾病的干细胞治疗研究、临床应用与伦理问题，干细胞与肿瘤以及维持干细胞多能性的表观遗传调控等干细胞研究前沿与展望等内容。本课程重点讲述干细胞分化发育过程的核心问题，使学生熟悉干细胞研究的基础知识与前沿领域，通过本课程学习有助于提高学生的专业素养与科学研究能力。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

本课程是生物技术专业的专业选修课程，属于现代生物学课程模块之一。旨在继生物化学、细胞生物学、分子生物学等课程后，引导学生熟悉当今细胞生物学最前沿领域的研究。通过对干细胞的基本理论知识及分化发育的学习有助于对胚胎发育过程乃至疾病产生机制形成新的认识，获得良好的科学素质、较强的创新意识和国际化视野，使其成为掌握现代生物学和生物技术的基本理论、基础知识和基本技能的研究型和应用型人才。

本课程主要为毕业要求第 1、2、3、4、5 的实现提供支持。本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下：

1. 系统运用生命科学理论的能力：干细胞生物学属于现代生物技术课程模块中的专业选修课之一，掌握该领域的基本知识、基础理论、及基本的实验技术、实验原理和分析方法，可以为学生学习其他专业课程知识和从事相关研究提供基础。

2. 解析生命科学问题的能力：干细胞生物学是一门理论性和应用性比较强的专业课程，通过理论知识与应用相结合，能够培养学生提出科学问题、解决问题的能力，激发学生的专业兴趣。

3. 前沿技术开发能力：干细胞研究领域涉及众多尚未解决的科学问题以及尚未开发的前沿技术，比如 iPSCs（induced pluripotent stem cells, iPSCs）技术的改进与优化，通过理论知识学习，发现问题，提出解决方案，制定技术路线，开发出可替代胚胎干细胞的多能干细胞，绕过伦理学困境，将干细胞应用于临床疾病治疗中。

4. 科学研究能力：干细胞研究是现代生命科学领域的前沿热点之一，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段，初步具备发现、提出、分析和解决生命科学及生物技术领域相关前沿科学问题的能力；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的干细胞产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

5. 使用生物技术的能力：通过查阅干细胞研究领域的相关国内外文献，了解干细胞研究领域在疾病治疗中的应用现状及发展前景，明确干细胞在再生医学领域的重要地位，能够针对临床疾病治疗制定技术方案选择恰当的干细胞移植治疗方式，具有一定的解决生命科学与生物技术领域复杂问题的能力。

本课程对毕业要求 9、10、12 的实现有一定的支撑作用。

9. 协作与组织管理能力：

10. 沟通与交流能力：对于毕业要求 9 和 10，通过个人、小组完成专题的调研、撰写、总结，通过汇报、讨论、辩论等，学生需要从分工、设计、实现、口头和书面报告等环节

中相互协调、相互配合，培养基本的科研素养，锻炼资料查询、组织管理、语言表达和人际交往能力以及在团队合作中发挥核心骨干和协作作用的能力，培养学生具有较强的外语实用能力及国际化前沿视野。

12. 终身学习的能力：通过让学生自学一部分干细胞生物学知识，在教学过程中注重学习方法的教授，培养学生自主学习和终身学习的意识，养成终身学习的习惯。

（二）课程目标：

1 教学目标：使学生熟知干细胞生物学的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段，初步具备发现、提出、分析和解决干细胞研究与应用领域相关前沿科学问题的能力；熟悉国内外干细胞研究现状与应用领域的需求及未来的发展方向。该目标分解为以下子目标：

（1）重点掌握干细胞生物学的基本理论知识，包括“干性”的定义、规范 and 标准，干细胞的分类，生物学特性，干细胞的分离纯化、体外扩增与定向诱导分化方法等。

（2）熟悉干细胞检测的各种技术方法，掌握该领域的研究方法和实验手段，增强理论结合实际能力。熟悉干细胞治疗研究及临床应用情况，初步具备发现、提出、分析和解决干细胞研究与应用领域相关前沿科学问题的能力。

（3）熟悉国内外干细胞研究现状及干细胞在再生医学、组织工程、基因治疗与基因功能分析等领域的研究前沿与展望，以及存在的问题与未来的应用现状等，具备查阅外文文献的能力，培养综合科研能力及团队交流、沟通与协作能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		1	2	3	4	5	9	10	12
1	掌握干细胞相关的基本概念、基本理论和基础知识	●	●	◎	●	◎	◎	◎	◎
2	掌握干细胞研究领域的研究方法和实验手段，具备解决干细胞研究相关科学问题的能力	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎
3	熟悉国内外干细胞研究现状、前沿发展、存在问题及未来的应用领域，提高综合科研能力	●	●	◎	●	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过本课程培养学生获得良好的科学素质、较强的创新行业化意识和国际化视野，使其成为掌握现代干细胞生物学的基本理论、基础知识和基本技能的研究型、应用型和可持续发展能力强的创新型人才。

三、课程教学内容

干细胞生物学课程设计整体包括四个模块，分别是干细胞生物学概论、干细胞工程原理与技术、干细胞治疗研究及临床应用与干细胞研究前沿与展望，每个模块涵盖不同的专题。这里给出本课程要求的基本教学内容，在授课中必须完全涵盖，主讲教师可以根据学

生的状况，自身的体会等在某些方面进行扩展以及对学生进行引导，适当扩大学生的涉猎面。

本课程的教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 干细胞导论	1.1 干细胞的起源和发展历史 1.2 干细胞的定义和分类▲ 1.3 干细胞的生物学特征★ 1.4 干细胞生物学的研究内容▲ 1.5 干细胞研究的意义及应用	√		√
第二章 胚胎干细胞	2.1 胚胎干细胞的概念及分离建系▲ 2.2 胚胎干细胞的生物学特性及鉴定▲★ 2.3 胚胎干细胞的自我更新调控★ 2.4 胚胎干细胞的应用前景▲ 2.5 胚胎干细胞的伦理学争议	√	√	√
第三章 诱导多能干细胞	3.1 诱导多能干细胞的概念▲ 3.2 诱导多能干细胞的研究历程 3.3 诱导多能干细胞的制备▲★ 3.4 诱导多能干细胞的鉴定及生物学特征★ 3.5 诱导多能干细胞的应用前景及展望	√	√	√
第四章 成体干细胞	4.1 成体干细胞的概念▲ 4.2 成体干细胞的研究历史 4.3 成体干细胞与胚胎干细胞的比较▲ 4.4 成体干细胞的可塑性及机制★ 4.5 成体干细胞的应用	√		√
第五章 间充质干细胞	5.1 间充质干细胞的概念及来源▲ 5.2 间充质干细胞的分离及表面标志 5.3 间充质干细胞的生物学特性▲ 5.4 间充质干细胞的免疫学特性★ 5.5 间充质干细胞的诱导分化★ 5.6 间充质干细胞的应用	√	√	√
第六章 造血干细胞	6.1 造血干细胞的概念与造血发生 6.2 造血的调控 6.3 造血干细胞的生物学特性▲ 6.4 造血干细胞的可塑性★ 6.5 造血干细胞的研究技术▲ 6.6 造血干细胞的临床应用-造血干细胞移植▲★	√	√	√
第七章 神经干细胞	7.1 神经干细胞的概念及来源▲ 7.2 神经干细胞的生物学特性★ 7.3 神经干细胞的分离与鉴定 7.4 神经干细胞的分化调控★	√	√	√

	7.5 神经干细胞的临床应用与展望			
第八章 肿瘤干细胞	8.1 肿瘤干细胞的起源与概念▲ 8.2 肿瘤干细胞的生物学特征▲ 8.3 肿瘤干细胞的信号通路★ 8.4 肿瘤干细胞的分离培养与鉴定▲ 8.5 肿瘤干细胞研究的意义与展望	√	√	√
第九章 干细胞工程原理与实验技术	9.1 干细胞的分离纯化与鉴定 9.2 干细胞的体外扩增与大规模培养▲ 9.3 干细胞的自发与定向诱导分化★ 9.4 干细胞研究的相关实验技术▲	√	√	
第十章 干细胞治疗研究及临床应用	10.1 干细胞与糖尿病治疗▲ 10.2 干细胞与神经系统疾病治疗▲ 10.3 干细胞与心脏病治疗 10.4 干细胞与基因治疗▲ 10.5 体细胞核移植▲★	√	√	√
第十一章 干细胞的表观遗传学调控	11.1 干细胞的表观遗传学研究历史 11.2 表观遗传学的研究内容▲ 11.3 表观遗传学调控的主要机制▲★ 11.4 表观遗传学调控的应用	√		√
第十二章 干细胞研究前沿及展望	12.1 干细胞与再生医学▲ 12.2 世界各国干细胞研究现状 12.3 干细胞产业化▲ 12.4 我国干细胞产业发展趋势 12.5 干细胞研究存在的问题▲★	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（30 学时，随堂考试 2 学时）。课堂讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们的研究步伐前进。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握方法的精髓和核心思想。

五、教学环节及学时分配

教学环节主要包括课堂讲授、分组研讨和习题作业为主：

1. 课堂讲授

要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，再到实验设计与探讨，进一步培养学生

综合运用知识的能力，熟悉干细胞与再生医学及其产业的相关方针、政策和法规，具有良好的职业道德与科研素养。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。课堂教学采用国外原版教材、国内外最新的彩色原版图片示范或自制教具，通过问题、实例引出概念，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

2. 分组研讨

在教学过程中给学生布置几个与干细胞生物学研究相关的讨论主题，让学生自由组合小组，协同完成讨论主题的陈述。学生根据所选主题查阅英文文献和资料，制作 PPT，并进行英文演讲。分组研讨能培养学生就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

3. 习题作业

通过课外延伸阅读、专题汇报、作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。基本要求：根据各章节的情况，包括查阅文献、延伸阅读、思考题等，布置适量的课外作业，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容，包括基本理论题、问答题、综合题等。

本课程的教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 干细胞导论	干细胞的起源和发展历史 干细胞的定义和分类 干细胞的生物学特征 干细胞生物学的研究内容 干细胞研究的意义及应用	2					2
第二章 胚胎干细胞	2.1 胚胎干细胞的概念及分离建系 2.2 胚胎干细胞的生物学特性及鉴定 2.3 胚胎干细胞的自我更新调控 2.4 胚胎干细胞的应用前景 2.5 胚胎干细胞的伦理学争议	3	1				4
第三章 诱导多能干细胞	3.1 诱导多能干干细胞的概念 3.2 诱导多能干干细胞的研究历程 3.3 诱导多能干干细胞的制备 3.4 诱导多能干干细胞的鉴定及生物学特征 3.5 诱导多能干干细胞的应用前景及展望	2					2
第四章 成体干细胞	4.1 成体干细胞的概念 4.2 成体干细胞的研究历史	2					2

	4.3 成体干细胞与胚胎干细胞的比较 4.4 成体干细胞的可塑性及机制 4.5 成体干细胞的应用						
第五章 间充质干细胞	5.1 间充质干细胞的概念及来源 5.2 间充质干细胞的分离及表面标志 5.3 间充质干细胞的生物学特性 5.4 间充质干细胞的免疫学特性 5.5 间充质干细胞的诱导分化 5.6 间充质干细胞的应用	2					2
第六章 造血干细胞	6.1 造血干细胞的概念与造血发生 6.2 造血的调控 6.3 造血干细胞的生物学特性 6.4 造血干细胞的可塑性 6.5 造血干细胞的研究技术 6.6 造血干细胞的临床应用-造血干细胞移植	3			1		4
第七章 神经干细胞	7.1 神经干细胞的概念及来源 7.2 神经干细胞的生物学特性 7.3 神经干细胞的分离与鉴定 7.4 神经干细胞的分化调控 7.5 神经干细胞的临床应用与展望	2					2
第八章 肿瘤干细胞	8.1 肿瘤干细胞的起源与概念 8.2 肿瘤干细胞的生物学特征 8.3 肿瘤干细胞的信号通路 8.4 肿瘤干细胞的分离培养与鉴定 8.5 肿瘤干细胞研究的意义与展望	2					2
第九章 干细胞工程 原理与实验 技术	9.1 干细胞的分离纯化与鉴定 9.2 干细胞的体外培养与大规模培养 9.3 干细胞的自发与定向诱导分化 9.4 干细胞研究的相关实验技术	3	1				4
第十章 干细胞治疗 研究及临床 应用	10.1 干细胞与糖尿病治疗 10.2 干细胞与神经系统疾病治疗 10.3 干细胞与心脏病治疗 10.4 干细胞与基因治疗 10.5 体细胞核移植	2			1		3
第十一章 干细胞的表 观遗传学调 控	11.1 干细胞的表观遗传学研究历史 11.2 表观遗传学的研究内容 11.3 表观遗传学调控的主要机制 11.4 表观遗传学调控的应用	2					2
第十二章 干细胞研究	12.1 干细胞与再生医学 12.2 世界各国干细胞研究现状	2			1		3

前沿与展望	12.3 干细胞产业化 12.4 我国干细胞产业发展趋势 12.5 干细胞研究存在的问题						
合计		27	2		3		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（考勤 10%，作业等 10%，汇报 10%），期末考试 70%。

平时成绩主要考核学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂回答问题、课堂测验）、课外作业情况、PPT 汇报等。

期末考试强调考核学生对干细胞相关的基本概念、基本方法、基本理论等方面的掌握程度，以及考核学生运用所学方法设计解决实验研究方案的能力。

本课程考核方式及成绩评定分布表详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	考勤 10%：课堂表现，课堂回答问题，对应毕业要求 1,4 达成度的考核。 作业 10%：课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1,2,4,5 达成度的考核，同时对 9,10,12 达成度的考核有一定支撑作用。 汇报 10%：查阅文献，组织汇报、课件展现度等。对应毕业要求 1,2,3,4,5 达成度的考核，同时对 9,10,12 达成度的考核有一定支撑作用。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1,2,3,4,5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好地掌握干细胞生物学相关的基本概念、理论、方法等，理解十分全面。	较好地掌握干细胞生物学相关的基本概念、理论、方法等，理解比较全面。	掌握干细胞生物学相关的基本概念、理论、方法等，理解全面。	一般地掌握干细胞生物学相关的基本概念、理论、方法等，理解一般。	不满足 D 要求
研讨	很好地根据干细胞研究的讨论主题，查阅外文文献，完成专题调研，汇总资料制	较好地根据干细胞研究的讨论主题，查阅外文文献，完成专题调研，汇总资料制	根据干细胞研究的讨论主题，查阅外文文献，完成专题调研，汇总资料制作	一般地根据干细胞研究的讨论主题，查阅外文文献，完成专题调研，汇总资料制	不满足 D 要求

	作 PPT，熟练汇报展示。	作 PPT，较熟练汇报展示。	PPT，汇报展示。	作 PPT，一般汇报展示。	
考试	很好地掌握干细胞生物学教学内容中的基本概念、理论、方法等，很好地综合运用干细胞研究相关理论知识和实验技术解决干细胞研究领域的复杂问题。	较好地掌握干细胞生物学教学内容中的基本概念、理论、方法等，较好地综合运用干细胞研究相关理论知识和实验技术解决干细胞研究领域的复杂问题。	掌握干细胞生物学教学内容中的基本概念、理论、方法等，综合运用干细胞研究相关理论知识和实验技术解决干细胞研究领域的复杂问题。	一般地掌握干细胞生物学教学内容中的基本概念、理论、方法等，一般地综合运用干细胞研究相关理论知识和实验技术解决干细胞研究领域的复杂问题。	不满足 D 要求
评分标准（A～E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张丽娜

批准者：梁文俊

2019 年 12 月 31 日

“肿瘤生物学”课程教学大纲

英文名称: The Biology of Tumor

课程编号: 0008369

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程:

教材及参考书:

R.A.Weinberg. The Biology of Cancer. 北京: 科学出版社编译, 2019-09-01 (生命科学名著)

许兴智,朱卫国,肿瘤生物学导论.北京: 科学出版社, 2019-09-01

郑洁.肿瘤的细胞和分子生物学.上海: 科学技术出版社, 2018-03-01

一、课程简介

肿瘤作为严重危害人类生命健康的重大疾病已引起人们的广泛关注,世界各国都投入了巨大的人力物力对此进行研究,并取得了快速的进展,研究成果日新月异。但是肿瘤是一个非常复杂的疾病,迄今为止人们对此尚缺乏全面而透彻的认识,因此肿瘤学研究目前仍处于一个探索阶段,是国际上研究的热点,很多领域需要不断开拓和发展。本门肿瘤生物学课程是一门根据学生的特点,为有一定生物学基础的学生介绍肿瘤发生发展分子机制,以及肿瘤防治的生物科学;本门课从癌症的本质、癌症的病因起源、癌症发生发展的分子机理,癌症的侵袭转移到癌症的免疫治疗及个体化治疗等各个方面,对肿瘤进行描述。

二、课程地位与教学目标

(一) **课程地位:** 肿瘤生物学是生物技术专业的专业选修课,课程针对的是生物技术大三的学生,是在学生已经完成相关生物学基础理论和试验的基础上进行学习的一门课程。本门课程主要是让学生了解掌握肿瘤发生发展的分子机制,了解当前如何进行针对性的肿瘤防治,同时明确未来肿瘤研究的发展方向和挑战。本门课对生物技术专业的学生来说是在对生物基础理论的一个巩固、提高,并将基础理论借肿瘤这个实例进行深层次思考分析,为更进一步的进行生物学的学习和分析提供一个基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述:

支撑毕业要求 1: 系统运用生命科学理论的能力

掌握数学、物理、化学、生物化学、细胞生物学、免疫学、表观遗传学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通,具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

支撑毕业要求 2: 解析生命科学问题的能力

能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题,以获得有效结论。

支撑毕业要求 3: 前沿技术开发能力

针对生命科学与生物技术领域复杂问题,能够提出解决思路并制定技术路线,并能在

这一过程中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

支撑毕业要求 4：科学研究能力

掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析 & 撰写科技论文的能力。

支撑毕业要求 5：使用生物技术的能力

能够针对生命科学与生物技术领域复杂问题，选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具，包括对复杂问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

（二）课程目标：

1. 教学目标：本门课的教学目标是通过对肿瘤发生发展及防治的教学，让学生了解癌症的本质，熟悉癌症的主要病因起源，掌握癌症发生发展的常见分子机理和癌症的侵袭转移特点，同时熟悉癌症的常见防治手段及未来肿瘤的研究方向。本门课程的学习还帮助学生熟悉肿瘤相关领域的研究进展，研究思路，研究的最终目的和常用的最新研究方法。进一步加强同学们的生物基础理论知识及其如何在实践中进行应用。为学生后面的学习及今后的科研路程提供了前期的基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		1	2	3	4	5
1	让学生了解癌症的本质，熟悉癌症的主要病因起源	●	●			
2	掌握癌症发生发展的常见分子机理和癌症的侵袭转移特点，熟悉癌症的常见防治手段及未来肿瘤的研究方向			●	●	◎
3	帮助学生熟悉肿瘤相关领域的研究进展，研究思路，研究的最终目的和常用的最新研究方法。		●	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：现代生活中肿瘤作为一个难以治愈的重大疾病对人类的生活影响巨大。通过本门课程的学习，主要目标让学生熟悉肿瘤发生的各种病因，肿瘤发生发展的关键因素，肿瘤研究思路，肿瘤的早诊早治的防治方法。最终让同学们，提高职业素养，同时养成健康的生活习惯，行为规范，并且有积极应对疾病的思路和信念。这样也大大降低发生肿瘤相关疾病的风险降低家庭经济负担，同时也会降低国家的经济负担。

三、课程教学内容

这里给出的本课程要求的基本教学内容，在授课中必须完全涵盖，主讲教师可以根据学生的状况，自身的体会等在某些方面进行扩展和对学生进行引导，适当扩大学生的涉猎面。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 癌症与人类健康 (2 课时)	掌握我国常见肿瘤的种类及区域分布▲。理解国际国内癌症研究发展的现状, 每年常见肿瘤的发生率★。了解癌症治疗给社会带来的负担及癌症给家庭及个人生活带来的影响, 征服癌症已经成为人类最迫切的期待。	√		
第二章 癌症的本质 (4 课时)	掌握肿瘤来源于正常组织中特定种类的细胞且由单克隆发育而来▲。掌握常见的致癌因素有哪些, 及其致癌的机制。理解肿瘤的发生时多阶段逐步发展而成★。了解癌症在不同人群中发生频率不同, 了解其原因。掌握相关研究的设计方法和思路。	√		
第三章 肿瘤病毒 (2 课时)	掌握与肿瘤密切相关的病毒的分类及其所导致的肿瘤类型▲。掌握病毒致癌的常见机制。理解不同肿瘤病毒的差异及其预防措施★。了解病毒学研究的常用研究方法和病毒病研究的设计思路。		√	
第四章 细胞的癌基因 (4 课时)	掌握如何激活原癌基因, 掌握常见癌基因的作用机制▲。理解人类肿瘤中的癌基因与逆转录病毒的关系★。了解研究癌基因功能和通路的常用手段和设计思路。		√	
第五章 生长因子、受体和癌症的关系 (4 课时)	掌握生长因子基因与癌基因的关系, 生长因子受体与癌蛋白的关系▲。理解 Src 酪氨酸激酶功能, EGF 受体的酪氨酸激酶的功能★。了解 Scr 酪氨酸激酶和 EGF 受体的酪氨酸激酶所在信号通路, 知道常用信号通路研究的设计思路。		√	
第六章 抑癌基因 (4 课时)	掌握抑癌基因的概念, P53 的主要调控信号▲。理解 P53 基因的重要性, 影响 P53 功能的因素。了解 P53 对人体健康的意义。知道现有 P53 的相关药物和靶向药物的设计思路。		√	
第七章 细胞永生化和肿瘤形成 (2 课时)	掌握端粒酶在肿瘤增殖中的重要作用▲。理解端粒的结构, 端粒长度与细胞增殖能力关系。了解细胞永生化是肿瘤形成的先决条件★。知道端粒对细胞永生的意义, 熟悉诱导细胞永生的研究方法和研究思路。	√		
第八章 肿瘤发生发展的多阶段模型 (2 课时)	掌握多阶段学说的组织病理学依据▲。理解肿瘤进展与达尔文进化论的关系★。了解肿瘤启动与肿瘤进展的速度。对肿瘤多阶段理论研究的证据获取途径和验证思路有清晰认识。	√	√	√
第九章 异质性相互作用和血管生成 (2 课时)	掌握肿瘤发生时正常和恶性上皮组织相互依存关系▲。理解间质细胞的活化促进肿瘤发生★。了解血管生成开关对肿瘤生成的必要性。熟悉目前细胞异质性的最新研究方法, 和异质性对肿瘤治疗效果的影响。		√	√
第十章 肿瘤的侵袭和转移 (2 课时)	掌握原发瘤到转移灶迁移过程▲。理解影响特定器官转移灶的因素★。了解细胞外蛋白酶在细胞侵袭中的作用。	√	√	

第十一章 肿瘤免疫和 免疫治疗（4 课时）	掌握免疫系统应对组织异常过程▲。理解免疫防疫在防御肿瘤的作用 ★。了解免疫治疗的主要思路和原理。		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以教授为主，包括讲授、研讨、探究教学，尤其每节课选取最新研究进展与同学们共同思考探讨。课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，围绕教学目标对肿瘤发生发展及防治的教学，让学生了解癌症的本质，熟悉癌症的主要病因起源，掌握癌症发生发展的常见分子机理和癌症的侵袭转移特点，同时熟悉癌症的常见防治手段及未来肿瘤的研究方向。本课程的学习还帮助学生熟悉肿瘤相关领域的研究进展，研究思路，研究的最终目的和常用的最新研究方法。进一步加强同学们的生物基础理论知识及其如何在实践中进行应用。为学生后面的学习及今后的科研路程提供了前期的基础。

学习方法：在理论指导下分析肿瘤生物学研究进展；注意从实际问题入手，分析研究肿瘤的意义；上课中认真听课，积极思考；并通过课堂研讨加深对肿瘤的发生发展的理解；同时通过课后思考题，结合实际了解肿瘤研究和防治的方法。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表3。

表3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	癌症与人类健康	2					2
2	癌症的本质	4					4
3	肿瘤病毒	2					2
4	细胞的癌基因	4					4
5	生长因子、受体和癌症的关系	2			2		4
6	抑癌基因	4					4
7	细胞永生化和肿瘤形成	2					2
8	肿瘤发生发展的多阶段模型	2					2
9	异质性相互作用和血管生成	2					2
10	肿瘤的侵袭和转移	2					2
11	肿瘤免疫和免疫治疗	2			2		4
合计		28			4		32

六、考核与成绩评定

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30%	每节课的内容抽出一个知识点, 让同学课后查资料思考问题。应对毕业考核 1,2,3 的要求。分析思考并讨论: 癌症和人类健康的关系。分析思考并讨论: 肿瘤免疫和免疫治疗, 应对毕业考核 4,5 要求。
考试成绩	70%	掌握主要的肿瘤生物学教授的理论知识, 肿瘤的发生发展过程, 肿瘤的防治, 肿瘤的最新研究进展; 熟知本专业的前沿发展现状和趋势; 掌握该领域的研究方法和实验手段, 初步具备发现、提出、分析和解决生命科学及生物技术领域相关前沿科学问题的能力; 应对毕业考核 1,2,3,4,5 要求

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	掌握机理, 思路清晰	清晰机理	理解机理	知道机理主要内容	不满足 D 要求
研讨	掌握核心概念原理, 可以拓展思考	明确核心概念原理, 可适当拓展开	理解核心概念	知道核心概念	不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试	掌握癌症相关主要概念, 知道研究进展, 清楚未来发展趋势	明确理解癌症相关主要概念, 对研究进展有一定了解	理解癌症相关概念	指导癌症相关概念	不满足 D 要求
...					
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 李劲涛

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“脑科学导论”课程教学大纲

英文名称: Introduction to the Brain Science

课程编码: 0010603

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 普通生物学、生物化学、分子生物学

教材及参考书:

[1] John G. Nicholls 等著, 杨雄里等译. 神经生物学: 从神经元到脑. 科学出版社, 2015 年 6 月.

[2] 唐孝威、杜继曾等. 脑科学导论. 浙江大学出版社, 2006 年.

[3] 于龙川. 神经生物学. 北京大学出版社, 2012 年 8 月.

一、课程简介

脑是生物亿万年进化到一定阶段才出现的产物, 是宇宙中已知的最复杂的体系。脑科学是 21 世纪生命科学研究两个最重要的领域之一。犹如深邃浩瀚的宇宙, 人类的大脑蕴藏着无穷的秘密。脑是人体结构组成中最为精细和复杂的, 它拥有的无穷的创造性思维、无法估计的强大功能令人类叹为观止。数以千亿的神经细胞是以什么样的方式连接一起来处理不断变化的复杂环境的? 脑是如何思维的? 学习与记忆如何产生? 人类如何感知……等等。本课程从神经细胞出发, 从微观的脑细胞到复杂的心理、情绪、记忆与学习等不同层次, 逐步呈现脑的基本构成、发育历程, 以及大脑的疾病的发病机制等, 最后探索脑与人工智能。本课程将帮助学生更好地认识大脑、理解人类自身的脑功能和相关疾病, 为脑的探索和脑疾病的治疗及预防提供相应的理论知识和系统认知。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程作为面向生物技术专业的专业选修课, 主要培养学生对人脑神经科学的认识 and 了解。

脑是我们赖以认识外部世界和认知自我的物质基础, 人之所以比其他动物更能适应环境并能主动改造环境, 是因为人有高度发达的脑。脑是自然界最为复杂的物质结构, 脑功能是自然界最为复杂的运动形式。人类对自身脑的认识还很肤浅, 有无数的奥秘尚待探索。因此, 认识脑和心智的规律是一项吸引无数科学家孜孜不倦追求的事业, 脑科学就是进行这方面研究的一门交叉学科, 研究的层次包括分子、细胞、突触、神经元、网络、脑区、系统、全脑及整体行为乃至环境、社会等。脑科学研究已经渗透到多学科的研究领域, 对自然科学研究产生了巨大的推动作用, 为达成生物技术专业培养目标提供有效支撑, 进一步提升生物技术专业毕业生在就业市场中的竞争力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1. 系统运用生命科学理论的能力: 掌握数学、物理、化学、生物化学、细胞生物学、免疫学、微生物学、生物信息学及生物工程等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯

通，具备系统运用生命科学理论知识来解决脑科学领域复杂科学问题的能力。

2. 解析脑科学问题的能力：能够应用脑科学知识理论来解析生命科学领域尚未解决的问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题，以获得有效结论。

6. 分析评价生物技术与社会关系的能力：能够基于专业相关背景知识进行合理分析，评价生命科学与生物技术实践复杂问题解决方案对社会、经济、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。国际上脑科学领域的研究尚处于起步阶段，近年来我国也参与“脑计划”项目，因此，这是大家所关注的热点问题，学生通过课程学习，将在脑科学领域具有开阔的行业和国际视野。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1	2	6
1	掌握脑神经科学的基本知识和概念	◎	●	●
2	运用神经科学知识理解人体神经活动的基本过程	●		◎
3	认识脑相关疾病的病理和病变机制	●	●	●
4	基于脑科学知识，了解人工智能和仿脑机器	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

脑科学导论是从分子、细胞、系统水平阐释神经系统发育、形态结构和功能的一门综合性很强的课程。其任务是认识脑、保护脑和开发脑。通过本课程的学习，学生应理解和掌握神经生物学的基本理论、基本知识、基本原理，了解该门学科的发展情况、研究方法和某些研究进展。为学习相关课程和今后从事相关专业工作或研究奠定必要的理论基础，开阔视野，拓宽思路。最终目的是在于阐明人类大脑的结构与功能，以及人类行为与心理活动的物质基础，在各个水平（层次）上阐明其机制，增进人类神经活动的效率，提高对神经系统疾患的预防、诊断、治疗服务水平。让学生认识到我国脑科学领域在世界脑科学研究中的地位和作用，增强学生的家国情怀和民族自信，认识到自身在探索人类大脑的责任担当和职业素养。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 脑科学概况	1.1 脑科学发展史 1.2 人类脑计划▲ 1.3 脑科学基本的研究方法			√	
第二章 神经系统概 论	2.1 神经系统的基本功能▲ 2.2 神经系统的组成与结构▲	√	√		
第三章 电信号和化 学信号	3.1 电位检测▲ 3.2 突触传递▲★ 3.3 神经递质和神经调质▲	√	√		
第四章 感觉神经系 统	4.1 光感受器和视觉▲★ 4.2 声音感受器和听觉★ 4.3 嗅觉系统	√	√		
第五章 运动神经系 统	5.1 运动分类 5.2 大脑皮层的运动▲★ 5.3 神经系统的运动	√	√		
第六章 学习与记忆 的神经机制	6.1 学习与记忆的神经基础▲ 6.2 突触的可塑性▲★ 6.3 记忆储存的分子生物学机制★	√	√		
第七章 脑的疾病	7.1 脑疾病的基础知识▲ 7.2 基本神经功能病变 7.3 高级神经功能病变★	√	√	√	
第八章 脑与人工智 能	8.1 人工智能★ 8.2 思维科学 8.3 仿脑机器及思考				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课堂讲授以讲授（PPT）为主（28 学时），专题分组研讨为辅（课内 2 学时）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生提高解决实际问题的能力。分组研讨教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成相关调研与设计并随堂 PPT 汇报研讨结果。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 脑科学概况	1.1 脑科学发展史 1.2 人类脑计划 1.3 脑科学基本的研究方法	2					2
第二章 神经系统概论	2.1 神经系统的基本功能 2.2 神经系统的组成与结构	4					4
第三章 电信号和化学信号	3.1 电位检测 3.2 突触传递 3.3 神经递质和神经调质	4			2		4
第四章 感觉神经系统	4.1 光感受器和视觉 4.2 声音感受器和听觉 4.3 嗅觉系统	4					4
第五章 运动神经系统	5.1 运动分类 5.2 大脑皮层的运动 5.3 神经系统的运动	4					6
第六章 学习与记忆的神经机制	6.1 学习与记忆的神经基础 6.2 突触的可塑性 6.3 记忆储存的分子生物学机制	4					4
第七章 脑的疾病	7.1 脑疾病的基础知识 7.2 基本神经功能病变 7.3 高级神经功能病变★	4					4
第八章 脑与人工智能	8.1 人工智能 8.2 思维科学 8.3 仿脑机器及思考	2	2				4
合计		28	2		2		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 40%（作业 20%，PPT 讨论和出勤 20%），考试成绩 60%。

平时成绩中的 PPT 讨论和出勤 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本理论等

方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	1、作业：相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。 2、分组讨论：对应毕业要求 4、5、6、8、10、11 达成度的考核，同时对 7、12 达成度的考核有一定参考价值。 3、课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
考试成绩	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、4、5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好的掌握脑科学中的基本概念、基本知识和基本方法，能够综合应用所学理论知识综合分析脑科学实践中所遇到的问题	较好掌握教学内容中的基本概念、基本知识和基本方法，对于脑科学实践中遇到的问题能够比较好的用所学知识进行分析	对于教学内容中的基本概念、基本知识和基本方法有一定的认识，但不能很好的将其应用到具体脑科学中具体问题的分析	较好认识脑科学中的基本概念和基本知识，但基本方法掌握不到位，欠缺综合分析具体脑科学问题的能力。	不满足 D 要求
研讨	能够综合应用所学理论知识综合分析脑科学实践中所遇到的问题	对于脑科学实践中遇到的问题能够比较好的用所学知识进行分析	不能很好的将其应用到具体脑科学中具体问题的分析	基本方法掌握不到位，欠缺综合分析具体脑科学问题的能力	不满足 D 要求
考试	很好的掌握脑科学中的基本概念、基本知识和基本方法，能够综合应用所学理论知识综合分析脑科学实践中所遇到的问题	较好掌握教学内容中的基本概念、基本知识和基本方法，对于脑科学实践中遇到的问题能够比较好的用所学知识进行分析	对于教学内容中的基本概念、基本知识和基本方法有一定的认识，但不能很好的将其应用到具体脑科学中具体问题的分析	较好认识脑科学中的基本概念和基本知识，但基本方法掌握不到位，欠缺综合分析具体脑科学问题的能力。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：陈薛钗、周玉柏

批准者：梁文俊
2020 年 3 月

“生命科学进展”课程教学大纲

英文名称: Advances in Life Sciences

课程编码: 0010608

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 普通生物学、生物化学、分子生物学、细胞生物学

教材及参考书:

[1] 周选围, 生物技术概论 (第2版), 高等教育出版社, 2019年06月

[2] 马宏, 生命科学原理与技术, 科学出版社, 2019年10月

[3] 沈显生, 生命科学概论, 科学出版社, 2018年8月

[4] Bruce Albert, 细胞生物学精要 (第三版), 科学出版社, 2012年3月

[5] Robert F. Weaver, 分子生物学 (第五版), 科学出版社, 2013年3月

[6] Benjamin Lewin, Lewin 基因 X, 科学出版社, 2015年6月

一、课程简介

本课程在学生完成普通生物学、生物化学、分子生物学、细胞生物学等专业课程的基础上, 对本科阶段所学的专业理论和技术进行综述, 梳理生物学学习和实验研究中的重点和难点问题, 介绍生命科学领域如脑科学、基因编辑、单细胞研究、重大疾病防治等的前沿进展和研究动态, 讨论生命科学研究中的热点问题, 扩展学生的专业兴趣和知识架构, 提高学生分析问题和解决问题的能力, 培养学生的生物学素养和辩证唯物主义观点。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位

本课程是生物技术专业的专业选修课。旨在普通生物学、细胞生物学、生物化学和分子生物学等课程的基础上, 帮助学生建立和巩固生命科学知识结构体系, 引导学生关注生命科学领域的前沿问题和技术, 拓宽学生的知识范围和专业视野, 培养分析解决问题的能力, 提供专业基础课和毕设课题及未来专业发展的衔接。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点包括:

1. 系统运用生命科学理论的能力

通过对细胞生物学、生化、分子生物学等课程的系统梳理和总结, 帮助学生巩固其生命科学知识架构和理论体系, 使学生能将所学知识融会贯通, 运用所学理论, 系统的分析和解决生命科学领域的相关问题。

4. 科学研究能力

在巩固生物基础知识的基础上, 课程通过聚焦生命科学的重大问题和前沿技术, 使得学生了解本专业的发展趋势和前景, 熟悉和掌握生命科学领域常用的研究方法和手段, 能够理解生命科学前沿技术和多学科交叉的发展状况。

8.职业规范和素养

通过生物安全、实验室行为规范等内容的介绍,帮助学生了解生命科学研究中的安全、伦理等问题,能够规范自己的实验行为和操作习惯,能够理解并严格遵守实验研究中的规章制度和管理办法,保证实验室的正常运转。为学生能顺利开展毕业设计课题和今后的研究工作打好基础。

10.沟通和交流能力

通过课程作业和 PPT 展示等方式,使学生能够收集、整理和分析生命科学研究中的重要问题和前沿技术,并且能在课堂上运用多种形式进行展示并参与讨论,锻炼学生的分析和思维能力,培养其口头表达、文字表达和多媒体呈现能力。

12.学习能力

通过对基础知识和前沿热点问题的讲授,培养学生开阔的行业及国际视野,使学生能够了解生命科学日新月异的发展脉络和多学科交叉的特点,能够追踪该领域内的热点和重点问题,具有终生学习的意识和能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 写明课程拟达到的课程目标,指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平,本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		1	4	8	10	12
1	介绍生命科学研究中的生物安全问题,普及科学实践活动中的实验室行为规范,培养学生进行生命科学实验研究的良好生物安全意识。	●	◎	●	◎	◎
2	综述生物技术本科阶段所学的专业理论和技术,梳理重点和难点问题,使学生对生命科学领域基础及理论知识融会贯通,具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力,	●	●	●	◎	◎
3	介绍生命科学领域的热点问题和研究进展,针对生命科学与生物技术领域的前沿热点和复杂问题,引导学生关注生命科学的发展趋势,了解多学科交叉的发展前景。	◎	●	●	◎	●
4	锻炼学生的表达和交流能力,提高学生分析问题和解决问题的能力,培养自主学习的意识和能力。	◎	◎	◎	●	●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素,寓价值观引导于知识传授之中。

当今生命科学的发展对社会发展和人类生活起着极其重要的影响,生命科学创新是国家的重点战略。掌握现代生物学知识,了解生命现象和生命活动的一般规律,树立正确的

自然观和生命观是培养有创新精神的复合型人才知识结构的重要组成部分。本课程结合培养能力全面发展的人才培养理念，介绍现代生命科学的前沿发展及与其它学科的交叉融合，生命科学对于国计民生的重要意义、中国在生命科学领域的重大历史机遇和挑战，帮助学生树立正确的生命伦理观和坚定的科学理想、培养学生的历史责任感和家国情怀，为今后从事生物科学相关工作打下坚实的基础。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 生命科学概论	生命科学重要的基础知识▲★、基本的生物学规律和法则▲★， 生命科学的发展动态和前沿		✓	✓	✓
第二章 生物医学安全	生物安全的研究内容及重要性▲，实验室生物安全问题法规标准 和问题▲★，生物安全实验室的安全水平	✓			✓
第三章 生物化学进展	生物大分子的结构与功能▲，糖类、脂类、氨基酸和核苷酸的代 谢途径和涉及的代谢性疾病▲，蛋白组学及蛋白相互作用分析 ★，结构生物学前沿进展		✓	✓	✓
第四章 分子生物学 进展	遗传信息的传递▲，癌基因和抑癌基因▲★、遗传病的基因治疗、 高通量测序技术★		✓	✓	✓
第五章 细胞生物学 进展	细胞结构与亚细胞器功能▲，细胞信号转导▲★，细胞死亡的不 同方式▲，干细胞的前沿进展，单细胞研究的未来★		✓	✓	✓
第六章 生物技术进 展与展望	新型材料、信息技术和光学等在生命科学领域的发展▲，生物技 术在基础医学和临床医学领域的应用和前景★	✓		✓	✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

教学环节包括课堂讲授、资料检索和讨论等。课堂讲授环节通过教师对各部分内容的讲解和综述，使学生系统、全面地巩固生物学基础理论知识，达到融会贯通。资料检索环节是学生采取小组合作的方式，根据拟定的研究方向进行文献检索，各自选择阅读数篇文献，找出兴趣点并进行课堂展示，这也是将学过的理论知识与实际案例进行综合，使学生进一步理解运用生物技术知识的过程。讨论环节是基于思考题和文献阅读的情况，征集学生的关注点，组织学生进行讨论和小组间的沟通。一方面引导学生利用基础理论知识，对所布置的思考题进行梳理整理；另一方面结合文献，特别是实际案例，对各部分理论知识

进行综合，使学生进一步理解理论到实践的应用过程。

学习方法

本门课程采用课堂讲授与自主学习相结合的方式，学生一方面通过课堂讲授进行知识的巩固和扩展，另一方面学生需要以小组合作的方式，进行资料的检索和整理，并在课堂上进行文献解读和讨论。需要学生了解和掌握常用的信息检索网站如 NCBI、ISI 等，可以进行英文文献的阅读和整理，并能够通过 PPT 等方式进行小组汇报。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	生命科学概论	2			0		2
2	生物医学安全	3			1		4
3	生物化学进展	6			2		8
4	分子生物学进展	6			2		8
5	细胞生物学进展	6			2		8
6	生物技术进展与展望	2			0		2
合计		25			7		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%（作业 10%，小组讨论 20%，其它 10%），期末成绩 60%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等）；10%课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。小组讨论 20%是学生以小组为单位的资料收集和课堂展示。

期末成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。主要通过课程小论文的方式体现。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	学生的课堂表现、作业完成情况及讨论活跃度，支撑毕业要求 1、4、8、10、12 达成度的考核。
期末成绩	60	对生命科学理论和方法的掌握程度，对前沿进展的理解和思路，支撑毕业要求 1、4、12 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
研讨	认真准备并出色完成研讨内容展示，积极参与课程讨论；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	认真准备并较好完成研讨内容展示，参与课程讨论；能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	准备并完成研讨内容展示；能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	准备不足或无法完成研讨内容展示；能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
期末	认真准确完成课程论文；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	认真完成课程论文，基本符合要求。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成课程论文，内容完整，大部分符合要求。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	课程论文不完整，部分不符合要求。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：胡秦

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“药物分析概论”课程教学大纲

英文名称: Introduction to Pharmaceutical Analysis

课程编码: 0010607

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 生物技术专业

先修课程: 有机化学、分析化学、仪器分析

教材及参考书:

[1]杭太俊, 狄斌. 药物分析. 化学工业出版社. 2019 年 3 月

[2]周勇, 杜娜. 药物分析. 化学工业出版社. 2017 年 9 月

[3]于治国. 药物分析(第 3 版). 中国医药科技出版社. 2017 年 8 月

[4]张骏, 方应权. 药物分析(第 3 版). 中国高等教育出版社. 2017 年 2 月

一、课程简介

药物分析概论是生命科学与生物工程学院为生物技术专业本科生开设的一门专业选修课程。本课程的任务是运用化学、物理化学或生物化学的方法和技术, 研究化学结构已经明确的合成药物或天然药物及其制剂的组成、真伪鉴别、纯度检查及有效成分含量测定等内容。旨在向学生传授药物分析的基本内容、方法技术和发展趋势等, 使学生能够了解并可承担药物研究、生产、供应和临床使用过程中的分析检验工作, 培养学生发现并分析解决药品质量问题的基本思路和能力及其行业行为规范和基本职业素养。教学重点是药物分析中鉴别、检查和含量测定的一般要求和各种分析检测方法。教学难点是对各类药物的结构、性质与分析检测方法的综合分析并用以解决复杂实际问题。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程作为生物技术专业的一门专业选修课, 属于药物研发课程模块。旨在继分析化学和仪器分析等先修课程基础上, 引导学生关注 2020 版《中国药典》, 并掌握药典中各类常见药物的分析检验方法及其实际应用, 培养学生运用药物分析的知识解决新药研发中和商品药物使用中药品质质量控制问题的能力, 培养学生进一步获取知识的能力和创新思维的习惯。在本专业人才培养体系中起辅助协同的作用

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 4: 掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论, 熟知本专业的前沿发展现状和趋势; 掌握该领域的研究方法和实验手段, 具有较高的科学职业素养; 具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析 & 撰写科技论文的能力。

毕业要求 8: 具有人文社会科学素养、社会责任感; 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业标准, 履行责任。

毕业要求 12: 具有自主学习和终身学习的意识; 有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：

培养学生树立药品质量第一的观念和严谨的科学作风。要求学生掌握常用药物的鉴别、杂质检查与含量测定的原理与方法，熟悉药物的化学结构、理化特性、存在状况与分析方法选择之间的关系，并能综合运用所学知识，在制订药品质量标准以及分析方法之间的评价比较与选取上具有一定的能力；掌握药物分析处理问题的基本思路和方法，培养学生运用药物分析的知识解决新药研发中和商品药物使用中的药品质量控制问题的能力；引导关注并了解药物分析中的新方法与新技术，培养学生进一步获取知识的能力和 innovation 思维的习惯。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		4	8	12
1	树立药品质量第一的观念和严谨的科学作风		●	
2	掌握常用药物的鉴别、杂质检查与含量测定的原理与方法	◎		
3	熟悉药物的化学结构、理化特性、存在状况与分析方法选择之间的关系，能综合运用所学知识，在制订药品质量标准以及分析方法之间的评价比较与选取上具有一定的能力。	◎		
4	掌握药物分析处理问题的基本思路和方法，培养学生运用药物分析的知识解决新药研发中和商品药物使用中的药品质量控制问题的能力；	◎		
5	关注并了解药物分析中的新方法与新技术，培养学生进一步获取知识的能力和 innovation 思维的习惯。			●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程的思政育人目标是将知识探究、能力培养、价值引领、人格养成有效融合，以问题-专题-主题等多形式、多角度、多层次开展课程思政育人，培养学生认真、细致、一丝不苟、实事求是的科学态度和团结协作的团队精神。提升大学生历史使命感、家国责任感，在潜移默化中引导学生成为有担当、有责任感、有作为的时代新人，力求药物分析课程教学的知识性、技能性和教育性共存，科学素养与人文素养培养兼具。

本课程的育人元素和素材包括建国 70 年特别是改革开放 40 余年以来我国科技突飞猛进发展引领药物分析新方法新技术的不断涌现以及中国药典的不断更新、药物分析检验造假失信等正反两方面。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)					
		1	2	3	4	5	
第一章 绪论	药物分析概述▲、药物分析课程方法论及说明				✓	✓	
第二章 药物分析 基本知识	药典概况▲、药物分析常用术语计量单位等、药品检验工作的基本程序	✓	✓	✓	✓	✓	
第三章 药物物理常数 测定	相对密度测定、熔点测定、折光率测定▲、旋光度测定▲★、黏度测定	✓					
第四章 药物鉴别试验	概述、鉴别试验的项目▲、鉴别试验方法类型★	✓	✓	✓			
第五章 药物杂质检查	概述、药物的杂质检查方法▲、一般杂质检查▲、特殊杂质检查★	✓		✓			
第六章 药物定量分析 方法与分析方 法验证	概述、容量法、光谱法▲、色谱法▲★	✓	✓	✓			
第七章 药品质量控制 中的现代分析 方法与技术	药物现代色谱法及其应用▲、药物现代光谱法及其应用▲、色谱联用技术及其应用★		✓	✓	✓	✓	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法:

结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点,本课程采取讲授、研讨、小组合作、探究教学、案例教学等多种教学模式与方法。

通过课堂讲授,首先使学生扎实掌握药物分析中的基本概念、基本理论和基本方法。并力求举一反三,使之有能力将它们应用到实际问题的求解中。使用多媒体课件,配合板书和范例演示讲授课程内容。

教师讲授辅以学生研讨,课内讲授推崇研究型教学,以知识为载体,传授相关的思想和方法,引导学生主动进行自主探究并乐于与他人分享学习成果。并注重不断增加学生自主探究的内容和深度。在课堂讲授中积极探索和实践以问题为导向自主探究式研究型教学。培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,适当引导学生拓展学习视野与内容,培养其自学能力。

学习方法:

根据课程及学生学习特点,本课程强调学生自主学习能力、科学精神、协作精神的培养。主张以研究性学习、基于问题的学习等方法开展自主学习,使学生不仅学到必备的专业知识,更要学会学习的方法,为终身学习打下坚实的基础。引导学生养成探索的习惯,特别是重视对基本理论的钻研;注意从实际问题入手,与实际密切结合,养成善于总结、

对比和归纳的学习习惯。明确学习目标，做到认真听课，积极思考，课后认真复习，巩固消化。参考书配合笔记，理解性记忆，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	药物分析概述、药物分析课程方法论及说明	2			1		3
第二章 药物分析 基本知识	药典概况、药物分析常用术语计量单位等、药品检验工作的基本程序	3			1		4
第三章 药物物理常数测定	相对密度测定、熔点测定、折光率测定、旋光度测定 ★、黏度测定	3			1		4
第四章 药物鉴别试验	概述、鉴别试验的项目、鉴别试验方法类型	3			1		4
第五章 药物杂质检查	概述、药物的杂质检查方法、一般杂质检查、特殊杂质检查	3			1		4
第六章 药物定量分析方法与分析方法验证	概述、容量法、光谱法、色谱法	6			2		8
第七章 药品质量控制中的现代分析方法与技术	药物现代色谱法及其应用、药物现代光谱法及其应用、色谱联用技术及其应用	2	1		1	1	5
合计		22	1		8	1	32

六、考核与成绩评定

本课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

本课程考核将形成性评价考核与终结性评价考核相结合。平时成绩 40%（作业等 20%，其它 20%），考试成绩 60%。

平时成绩中作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束、自主探究等。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本

表现（如课堂测验、课堂互动等）、自主探究的参与度和表现度；

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	过程性评价，主要考核学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力；课程自我约束、自主探究等情况，对毕业要求拆分指标点 4、8、12 有一定支撑作用。
考试成绩	60	终结性评价，主要考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决问题的能力。对毕业要求拆分指标点 4、12 有一定支撑作用。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	很好地掌握相关基本概念、理论和方法。	较好地掌握相关基本概念、理论和方法。	基本掌握相关基本概念、理论和方法。	部分掌握相关基本概念、理论和方法。	不满足 D 要求
研讨	具有很强的综合运用理论知识分析问题解决问题的能力	具有较强的综合运用理论知识分析问题解决问题的能力	具有一定的综合运用理论知识分析问题解决问题的能力	能够在教师指导下，运用理论知识分析问题解决问题	不满足 D 要求
考试	很好地掌握基本概念、理论和方法，综合运用理论知识分析问题解决问题的能力很强。	较好地掌握基本概念、理论和方法，综合运用理论知识分析问题解决问题的能力较强。	基本掌握基本概念、理论和方法，综合运用理论知识分析问题解决问题的能力一般。	部分基本概念、理论和方法掌握的不好，运用理论知识分析问题解决问题的能力不强。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张淑芬

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“生物分子模拟与设计”课程教学大纲

英文名称: Bio-molecular Modeling and Design

课程编码: 0010605

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 生物化学, 分子生物学, 遗传学

教材及参考书:

[1] 魏冬青, 分子模拟与计算机辅助药物设计, 上海交通大学出版社, 2012 年 3 月

[2] Arun K.Ghosh 基于结构的药物及其他生物活性分子设计: 工具和策略, 科学出版社, 2019 年 11 月

[3] 张亮仁, 常用计算机辅助药物设计软件教程, 中国医药科技出版社, 2017 年 4 月

一、课程简介

生物分子模拟与设计是一门研究如何利用分子模拟与药物设计软件进行基于生物大分子结构的新药研发的新型交叉学科, 是实现兼具生物学知识及科研创新能力复合型人才培养目标的重要课程。本课程具体内容涉及生物大分子(含蛋白质、核酸及膜蛋白)基础知识, 预测其结构与功能的专业图文软件, 生物大分子与药物之间互作分析, 以及基于结构的药物设计方法与技术。通过该课程学习, 使学生掌握生物大分子基础知识及结构特征, 能够独立使用生物类专业图文软件及工具的能力, 能够运用相关专业软件对生物大分子结构、功能及其互作进行分析、解读及预测, 并初步具备探索结构信息的自学能力以及从事科学研究的能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程作为生物技术专业的专业选修课之一, 是一门融理论、方法、实践于一体, 激发学生创新意识和培养创新能力的理论与实践相结合的课成, 其任务旨在促进学生对生物大分子结构与功能的科学本质认识, 培养学生掌握生物领域前沿的专业图文软件的使用方法, 具备分析与解读生物大分子结构、功能及互作的创新能力, 提高自主学习、科学研究和终身学习能力, 是实现兼具生物专业知识与科研创新能力复合型人才培养目标不可或缺的重要专业课程。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2. 解析生命科学问题的能力

通过讲解生物大分子相关的图文信息软件, 使学生从本质上理解生物大分子结构及其功能, 并能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题, 以获得有效结论。

4. 科学研究能力

通过引入生命医药领域的前沿科学问题, 并组织运用所学软件进行研讨, 使学生

掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析以及撰写科技论文的能力。

5. 使用生物技术的能力

通过案例教学，综合分析复杂生物大分子的结构、功能及相互作用力，使学生能够针对生命科学与生物技术领域复杂问题，选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具，包括对复杂问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

8. 职业规范与素养

通过课堂讲解和课外阅读等形式，使学生了解生物分子模拟软件在生物医药设计中需要考虑的职业规范和素养，具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

10. 沟通与交流能力

通过课堂讨论、小组任务报告及作业等方式，使学生能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

12. 终身学习的能力

通过鼓励学生课外拓展自学生物医药类软件及相关文献，使学生具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：要求学生掌握生物大分子结构基础知识，序列比对原理及方法，生物大分子相关的图文信息软件的使用方法，能够运用软件进行蛋白质结构与功能预测，以及生物分子间的互作分析，并初步具备所学知识和工具进行科研探索的创新能力。

- (1) 了解生物图文信息软件及技术的应用及进展。
- (2) 掌握生物大分子结构基础知识，及序列比对原理及方法。
- (3) 掌握生物大分子相关的图文信息软件的适用方法。
- (4) 具备运用所学软件针对生物大分子结构、功能及互作分析的能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2	4	5	8	10	12
1	了解生物图文信息软件及技术的应用及进展	◎	◎	◎	●	◎	◎
2	掌握生物大分子结构基础知识，序列比对原理及方法	●	●	◎	◎	◎	◎
3	掌握生物大分子相关的图文信息软件的使用方法。	●	●	●	◎	●	●
4	具备运用所学软件针对生物大分子结构、功能及互作分析的能力。	●	●	●	◎	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：引导学生致力于发展我国生命科学事业的爱国情怀，培养学生原始创新和挖掘科学本质的科学精神，使学生具备全局考虑社会、健康，安全及环境等因素的分析和解决问题的科学思维能力。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	生物大分子结构基础知识，生物数据库类别及特征▲，生物图文信息软件的类别及其应用	✓	✓		
第二章 序列比对	序列比对的重要概念，双序列比对的算法▲★，BLAST 启发式算法, BLAST 在线工具▲，多序列比对方法及工具★		✓	✓	
第三章 生物大分子图文软件	Viewpro, Pymol 的界面特征▲、功能▲，及其在生物大分子体系的应用★		✓	✓	✓
第四章 蛋白质结构与功能预测	蛋白质与蛋白质组，蛋白质二级、三级结构预测及其可视化▲，蛋白质功能预测★，GO 和蛋白质家族，基于蛋白质信号的功能预测▲，基于蛋白质序列的预测分析★		✓	✓	✓
第五章 相互作用	相互作用的概念、分类及特征▲，实例生物大分子内（间）的作用形式分析及解读★		✓	✓	✓
第六章 分子对接	分子对接的概念，基本原理▲，Autodock 和 Gold 的对接步骤及在药物设计中的应用★		✓	✓	✓
第七章 分子动力学模拟	分子动力学模拟概念，原理▲，AMBER 软件的使用方法★，及其在生物学领域的应用★		✓	✓	✓

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：主要以课堂讲授、案例教学，小组合作及项目驱动等多种教学模式与方法并行的授课方式。课内讲授采用研究讨论型教学，以前沿及热门的生物靶点分子为切入点，以知识为载体，传授相关理论方法和科学思维；培养学生以问题为导向，以项目驱动和小组合作的方式，培养全局综合分析问题，并提出解决问题办法的科学思维能力。

2. 学习方法：养成独立思考及分析讨论的习惯，重视对基本理论知识的掌握及其应用。面对实际具体问题，运用所学知识及理论，全面综合考虑，设计并提出解决方案。课堂认真听课，积极思考并参与讨论充分。课下小组学习的过程中，通过查阅资料，小组独立思考，提出独到见解。

五、教学环节及学时分配

1、课堂教学

课堂教学中，采用案例导入式及讨论式教学，寓“理”与“例”的多样化教学模式。首先使学生掌握课程教学内容中基本知识 with 基本理论，并让学生理解这些知识与科学问题的关

系，从而激发学生的学习兴趣。同时，在讲授过程中，引导学生开展分组讨论，从提出问题，到分析问题，通过学生串讲与合作讨论式教学等多种形式丰富课堂教学，引导学生在讨论中掌握知识点。

2、作业

通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容。通过实践或调查方式，运用所学知识分析实际问题。作业的基本要求：要求学生制作电子文档和幻灯片格式的讲演稿，每组在班级作发言交流。根据各章节的情况，包括讨论题及思考题等，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容，主要支持毕业要求 2,4,5,10 和 12 的实现。

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	生物大分子结构基础知识，生物数据库类别及特征，生物图文信息软件的类别及其应用，	2					2
第二章 序列比对	序列比对的重要概念，双序列比对的算法，BLAST 启发式算法, BLAST 在线工具，多序列比对方法及工具	4			1		5
第三章 生物大分子图文软件	Viewpro, Pymol 的界面特征、功能，及其在生物大分子体系的应用	4	1				5
第四章 蛋白质结构与功能预测	蛋白质与蛋白质组，蛋白质二级、三级结构预测及其可视化，蛋白质功能预测，GO 和蛋白质家族，基于蛋白质信号的功能预测，基于蛋白质序列的预测分析	5			1		6
第五章 相互作用	相互作用的概念、分类及特征，生物大分子内（间）的作用形式	4					4
第六章 分子对接	分子对接的概念，基本原理，Autodock 和 Gold 的对接步骤及在药物设计中的应用★	4	1				5
第七章	分子动力学模拟概念，原理，AMBER 软件的使用方法，及其在生物学领域的应用	4	1				5
合计		27	3		2		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 30%（作业等 20%，其他 10%），期末查 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习

的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课程的出勤情况、课堂基本表现及作业情况。主要考核学生的课堂表现以及作业完成情况。考核学生对课堂知识的接受能力、运用能力及自学能力，对应于毕业要求 2,4,8,10 及 12。
考试成绩	70	对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对神物分子模拟原理、相关专业图文软件及其在科学研究的掌握程度，考核学生运用所学知识，分析并解决科学问题的能力。主要以生命科学领域的科学问题为出发点，合理的运用所学知识，提出自己的观点及方案为主，评价学生系统掌握基本知识基础上的分析及解决问题的能力。对应于毕业要求 2,4,5 及 12

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	全面理解并熟练掌握了基本概念和理论	较为熟练掌握了基本概念和理论，并具有深入理解。	掌握了基本概念和理论，具有一定的理解。	掌握了大部分基本概念及理论。	不满足 D 要求
研讨	熟练掌握基本概念及理论，并能够发现并深入分析问题，且提出全面的解决问题方案。	熟练掌握基本概念及理论，能够发现并深入分析问题，且提出部分解决问题方案。	理解并掌握基本概念及理论，能够发现并深入分析问题。	掌握了大部分基本概念及理论，能够发现问题并初步分析问题。	不满足 D 要求
考试	熟练掌握基本概念及理论，并运用知识对问题进行分析，并提出完美的解决问题方案。	熟练掌握基本概念及理论，运用知识对问题进行分析，能够提出相应的解决问题方案。	理解并掌握基本概念及理论，能够发现，并深入分析问题。	掌握了大部分基本概念及理论，能够发现问题并初步分析问题。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E)：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张娜

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“抗体工程”课程教学大纲

英文名称: Antibody Engineering

课程编码: 0010610

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 免疫学、分子生物学

教材及参考书:

[1] 汪世华主编. 抗体技术. 科学出版社, 2018, 12

[2] 刘昌孝主编. 抗体药物的药理学与治疗学研究. 科学出版社. 2019, 8

[3] [瑞士]劳伦斯 (Laurent Ducry) 著. 高凯等译. 抗体偶联药物. 科学出版社. 2019.11

[4] [美]G C 霍华德, M R 凯瑟著. 张权庚等译. 抗体制备与使用指南. 科学出版社. 2019.12

一、课程简介

抗体工程是生命学院为生物技术专业本科生开设的专业选修课程。抗体技术是在基因工程技术和对抗体基因结构功能的认识基础上逐渐发展起来的。抗体技术的发展反过来又极大促进了生命科学的进步。目前抗体技术已经成为生命科学研究中不可缺少的一环。本课程的任务是向学生介绍抗体的制备、分析检测和应用技术。教学内容重点: 抗体的分子结构、基因结构和生物学特性、细胞工程抗体、基因工程抗体、抗体库的构建与筛选、抗体改造、抗体表达与分离纯化、抗体标记技术、免疫检测技术、抗体性质测定与抗原表位分析等。教学内容的难点: 抗体库的构建、抗体改造、抗原表位分析。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 现代生命科学发展从基因组学到蛋白质组学, 对蛋白质的不断深入研究离不开抗体技术。《抗体工程》是生物技术专业的选修课, 安排在免疫学、细胞生物学、分子生物学课程之后, 是在上述课程基础上的实验技术介绍。本课程在介绍抗体技术基本内容的同时, 兼顾学科发展动向, 涉及目前抗体的应用, 内容不仅介绍了抗体的制备, 还介绍了免疫检测技术、抗体性质测定、抗原表位分析和抗体药物做了介绍。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1.1: 系统运用生命科学理论的能力: 掌握细胞生物学、免疫学、分子生物学等生命科学领域基础及前沿理论知识并融会贯通, 具备系统运用生命科学理论解决生命科学领域复杂科学问题的能力。

2.1: 解析生命科学问题的能力: 能够应用生命科学理论和技术方法解析生命科学领域科学问题。善于观察、思考并通过文献研究分析复杂科学问题, 以获得有效结论。

4.1: 科学研究能力: 掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论, 熟

知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

课程目标：

- （1）掌握抗体的基本理论和制备技术；
- （2）了解抗体的应用：标记技术、免疫检测、抗原表位分析、抗体药物等。
- （3）了解抗体技术和应用的前沿进展。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1.1	2.1	4.1
1	掌握抗体的基本理论和制备技术	●	◎	●
2	了解抗体的应用	●	◎	●
3	了解抗体技术和应用的前沿进展			

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过介绍我国古代中医科学在预防天花方面采用的减毒活疫苗的方法，体现了中国古代人民的勤劳与智慧，介绍英国免疫学家琴纳的和法国科学家巴斯德的突出贡献和高尚的品格，鼓励学生为国家的发展、科技的进步树立远大的理想并为之努力。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 概论	抗体技术发展历史、现状和发展趋势	√		√
第二章 抗体结构及生成	抗体分子结构▲，抗体分子产生和生物合成▲、抗体基因结构和重排★、抗体特性及功能▲	√		
第三章 细胞工程抗体	抗原制备、多克隆抗体、单克隆抗体▲	√	√	
第四章 基因工程抗体	人源化抗体▲、小分子抗体▲、特殊基因工程抗体	√	√	√
第五章 抗体库构建与筛选	抗体库种类、抗体库构建▲★、抗体库筛选	√		√
第六章 抗体改造	第十一章 抗体药物	√	√	√
第七章	抗体表达、抗体分离纯化▲★	√		√

抗体表达分离 纯化				
第八章 抗体标记技术	放射性核素标记、酶标记▲、生物素标记▲、免疫荧光标记▲、免疫胶体金标记	√	√	√
第九章 免疫检测技术	酶联免疫检测技术▲、免疫印迹▲、免疫荧光▲、补体结合反应、免疫复合物测定、其他检测技术	√	√	√
第十章 抗体性质 抗原表位	抗体亚类及类别、抗体结合性能测定、抗体亲和力测定▲、抗体的抗原表位分析★、抗体结构建模★	√	√	√
第十一章 抗体药物	治疗性抗体▲★，抗体偶联药物	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取利用多媒体进行讲授为主的方法、讲授过程中注重理论联系实际，选取合适的案例引入教学过程，在国外教学资源中选取优秀的视频资料辅助，同时将课件资料和视频资料放在网站供学生学习，进行线上线下混合式教学等多种教学模式与方法。

学习方法：对于抗体工程这门课来说，听懂授课内容是比较重要的，在理解的基础上加强复习才能记忆知识要点。由于先修课程在本课程中有较多应用，因此在授课过程中督促学生复习也是很重要的，因为涉及的内容比较多，一定要做到及时复习，在学习过程中自然地知识融会贯通。在学习过程中引导学生多思考，重在理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表3。

表3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 概论	抗体技术发展历史、现状和发展趋势	2					2
第二章 抗体结构 及生成	抗体分子结构，抗体分子产生和生物合成、抗体基因结构和重排、抗体特性及功能	2					2
第三章 细胞工程 抗体	抗原制备、多克隆抗体、单克隆抗体	1				1	2
第四章 基因工程 抗体	人源化抗体、小分子抗体、特殊基因工程抗体	3	0.5		0.5		4
第五章 抗体库构	抗体库种类、抗体库构建、抗体库筛选	3	0.5		0.5		4

建与筛选							
第六章 抗体改造	抗体亲和力成熟、抗体人源化改造、抗体稳定性改造	3	0.5		0.5		4
第七章 抗体表达 分离纯化	抗体表达、抗体分离纯化	2					2
第八章 抗体标记 技术	放射性核素标记、酶标记、生物素标记、免疫荧光标记、免疫胶体金标记	3	0.5		0.5		4
第九章 免疫检测 技术	酶联免疫检测技术、免疫印迹、免疫荧光、补体结合反应、免疫复合物测定、其他检测技术	2					2
第十章 抗体性质 抗原表位	抗体亚类及类别、抗体结合性能测定、抗体亲和力测定、抗体的抗原表位分析、抗体结构建模	2					2
第十一章 抗体药物	治疗性抗体，抗体偶联药物	2					2
	随堂考试	2					2
合计		27	2		2	1	32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 30%（作业等 10%，其他 20%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	作业：各章节重点内容的课后练习，查阅资料完成小组作业；考勤：上课出勤情况；课堂情况：课堂互动，参与讨论。支撑毕业要求 1.1，2.1，4.1
考试成绩	70	考核基本概念和基础知识，对案例的分析和处理等。支撑毕业要求 1.1，2.1，4.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	理论知识掌握准确，善于运用知识并思考，可解决设定的复杂问题	理论知识掌握基本准确，可以运用知识并思考，解决设定的复杂问题	理论知识掌握基本准确，在指导下运用知识可解决设定的问题	理论知识掌握欠准确，需在指导下解决设定的问题	不满足 D 要求
研讨	积极参与，思路清晰，运用学过的知识解决问题，能查阅文献资料	积极参与，运用学过的知识解决问题，能查阅文献资料	积极参与，在帮助指导下运用学过的知识解决问题，能查阅文献资料	参与研讨，运用学过的知识解决问题能力弱，可理解他人的讨论	不满足 D 要求
考试	理论知识掌握准确，善于运用知识并思考，可解决设定的问题，举一反三	理论知识掌握基本准确，可以运用知识并思考，解决设定的较复杂问题	理论知识掌握基本准确，运用知识可解决一般的问题	理论知识掌握欠准确，可解决设定的一般问题	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：贾润清

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“科技写作与交流”课程教学大纲

英文名称: Scientific Writing and Communication

课程编码: 0007208

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 生物技术专业本科学生

先修课程: 无

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] Robert A.Day 著, 曾剑芬译. 科技论文写作与发表教程. 北京: 电子工业出版社. 2006 年

[2] 任胜利. 英语科技论文撰写与投稿. 北京: 科学出版社. 2011 年

[3] 梁福军. 科技论文规范写作与编辑. 北京: 清华大学出版社. 2010 年

[4] 古斯塔维著, 李华山译. 21 世纪引进版精品教材—科技论文写作快速入门. 北京: 北京大学出版社. 2018 年

[5] 巴巴拉.盖斯特. 21 世纪引进版精品教材—如何撰写和发表科技论文. 北京: 北京大学出版社. 2007 年

[6] 蒋悟生、顾颀刚. 生物科学文献信息获取与论文写作. 北京: 高等教育出版社. 2006 年

一、课程简介

科技论文是科学研究成果的重要表现和交流形式, 科技论文的写作方法和规范是大学生应具备的基本知识和技能, 科技成果的交流和展示是促进学术交流, 提高大学生创新思维能力的重要环节。基于培养大学生的创新精神和实践能力是当今素质教育的核心, 该课程注重基础理论和实际应用的紧密结合, 以科技写作的基本理论、写作方法和表现形式作为本课程讲授的主要内容, 全面培养和提升学生的自学能力、科学研究与思维能力、表达和交流能力。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 科技写作与交流是为生物技术专业本科学生设置的专业限选课程。写明本课程在人才培养体系中的地位 and 作用。旨在使学生掌握科技论文写作的基本要求和格式规范, 使学生了解不同科技文体的写作知识和技巧, 掌握写作基本理论、写作方法和写作技巧, 帮助学生熟悉与生命科学技术专业相关的具有代表性的科技文献, 了解科技论文写作发展方向, 提高科技写作的能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y8	具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质, 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范, 履行责任。
X3.Y4	具有开阔的行业及国际视野, 熟知本专业的前沿发展现状和趋势; 具有较高的科学职业素养; 熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向。
X5.Y10	善于自主学习与合作交流, 能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通, 包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒

	体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。
X6.Y4	多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

教学目标：通过本课程的系统学习，使学生掌握一定的科学研究方法，全面掌握科技论文的写作方法和表现形式，为做好毕业设计及今后科技论文写作与交流打下良好的基础。子目标包括：

- （1）掌握科技论文的基本格式和写作要求；
- （2）掌握科技学术交流的道德准则和职业规范；
- （3）培养科技文献检索、阅读和分析能力；
- （4）具有进行科技成果汇报、PPT 制作的基本能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		X1.Y8	X3.Y4	X5.Y10	X6.Y4
1	掌握科技论文的基本格式和写作要求			●	●
2	掌握科技学术交流的道德准则和职业规范	●			●
3	培养科技文献检索、阅读和分析能力		●		●
4	具有进行科技成果汇报、PPT 制作的基本能力			●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

一是牢牢把握坚定理想信念这一核心环节。按照总书记提出的“青年一代有理想、有担当，国家就有前途，民族就有希望，实现我们的发展目标就有源源不断的强大力量”的殷切希望，在教学过程中注重引导学生树立共产主义远大理想和中国特色社会主义共同理想，增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信，立志肩负起民族复兴的时代重任。将教学科研工作与理想信念教育有机结合起来，引导学生作有理想、有本领、有担当的高素质人才。

二是牢牢把握厚植爱国主义情怀这一关键内容，将老一辈科研工作者爱国奉献、以身许国的典型案例融入到授课过程中，教育引导学生热爱和拥护中国共产党，听党话、跟党走，立志扎根人民、奉献国家。例如，结合自身科研工作经历，在新生研讨课中讲述青蒿素研究团队坚决服从服务于国家战略，义无反顾以身试药的感人故事，在学生中间引起强烈共鸣，达到了让爱国主义精神在学生心中牢牢扎根的效果。

三是牢牢把握加强品德修养这一重要工作。针对青年学生普遍有思想、有独立人格，

但鉴别能力和判断能力较差，世界观、人生观、价值观和道德观尚不成熟的问题，在教学过程中时刻注意引导青年学生明大德——把个人理想与祖国和人民的需要紧密联系起来；守公德——自觉学习践行社会主义核心价值观；严私德——从小事做起努力成为文明社会的践行者和传承者。

四是牢牢把握增长知识见识这一中心任务。传授知识是教师的根本职责之一。面对信息大爆炸时代，知识更新速度明显加快的严峻挑战，充分发挥科研实力强、熟悉世界学术前沿的优势，将相关领域最新研究动态、技术方法、思想理念等内容引入教材，积极探索创新启发式、主体式教学模式，教育引导珍惜学习时光，心无旁骛求知问学，增长见识，丰富学识。

五是牢牢把握提高综合素质这一最终目标。高校肩负着培养高素质、创新性、复合型人才的重要使命，在传授知识的同时，提高学生发现问题、分析问题、解决问题的能力一直是努力的方向。在科技交流与写作课程的教学实践中大胆引入作业汇报、分组答辩等多样化教学方法，在激发学生主动学习兴趣的同时，在培养学生可持续学习发展能力等方面起到了良好成效，努力将其打造成为生物技术专业基础性、创新性和前沿性结合，理论与实践并重的特色本科生课程。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 科技论文写作绪论	科技论文的文体分类，科研能力与科研创新培养，科技论文写作与学术道德规范。 重点：科技论文的概念，论文写作的特点和写作交流的意义。 难点：学术不端行为的常见类型和规范。	✓	✓		
第二章 生物科技文献信息的获取	常见的生物类文献和图书资源，文献检索的一般步骤，全文、引文数据库的使用，文献整理软件的使用。 重点：SCI、EI 检索的基本情况，国内外图书馆、生物网站的检索方法，学校电子网络数据库的使用。 难点：Elsevier，NCBI 等重要数据库的检索。			✓	
第三章 科技论文的构成和撰写	科技论文的选题和材料整理，科技论文的框架结构，科技论文的书写格式，科技论文的基本写作步骤。 重点：科技论文的基本构成和各组成部分的基本功能，科技论文的基本写作要求，论文写作的一般步骤。 难点：论文各部分写作的基本要求和特点，实验数据的整理和图表制作方式。	✓		✓	✓
第四章 科技综述的写作方法与要求	科技综述的概念与作用，科技综述的基本格式，科技综述的写作步骤。 重点：综述的概念和写作目的，综述的各部分组成。 难点：综述撰写过程中的文献使用和整理。	✓		✓	✓

第五章 学位论文的 撰写	学位论文的目的要求，学位论文选题的原则和开题，资料准备、试验研究和结果整理，学位论文的撰写及注意事项，学位论文答辩。 重点：学位论文的写作目的，学位论文答辩要求，学位论文的撰写格式。 难点：学位论文写作中的常见问题，论文答辩的准备。	√			
第六章会议 论文和期刊 投稿	会议论文的表达形式，生命科学科技期刊投稿信息，投稿与审稿结果的处理，稿件校样和论文发表。 重点：会议论文的写作特点，学术期刊的选择和投稿方法。 难点：同行评议。	√			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（14 学时），讨论课为辅（2 学时）。课堂讲授主要以案例教学和研讨相结合，通过对具体文献的文献和信息提取，引导学生完成科技文献的阅读、分析和独立写作的过程。讨论课以小组合作、同伴教学相结合，通过学生独立完成写作汇报，互相评分批改的过程，加深对科技写作环节的认识和理解。

学习方法：科技写作是一门实用型的课程，需要在不断的练习过程中熟练和加深理解。在课堂认真听课，了解基本概念和方法，课外根据课堂学习知识，利用图书馆资源进行检索练习和阅读；根据教授的各部分要求，结合自己的科研活动时间，独立完成资料收集、数据处理、思路整理、科技写作和成果汇报的全过程；积极培养自身的科研素养，树立良好的学术道德规范，坚决抵制学术不端行为；在独立写作的基础上，积极参与小组讨论，培养批判性的学习和分析能力，参与同行评议过程，提升自身对科技文献的鉴赏和分析能力。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	科技论文写作绪论	2					2
2	生物科技文献信息的获取	2					2
3	科技论文的构成和撰写	4			1		5
4	科技综述的写作方法与要求	2					2
5	学位论文的撰写	2					2
6	会议论文和期刊投稿	1			1		2
7	小结	1					1
合计		14			2		16

六、考核与成绩评定

课程平时成绩占 50%，期末考试占 50%。

平时成绩评定依据包括：课程的出勤情况（10%），课堂基本表现（5%），小组讨论的参与情况（5%），PPT 制作和汇报（20%），同行评议得分（10%）。

期末考试以完成一篇科技论文的方式进行考核，考核学生对论文写作要求、写作特点、写作过程的了解，要求学生具有独立完成科技写作。评定依据包括：论文初稿的完成评分（15%，含学生同行评议分数和教师评分）；终稿的完成评分（35%）。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩 （作业+课堂讨论）	50	（4）科学研究能力 掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析并撰写科技论文的能力。 （8）职业规范与素养 具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。 （10）沟通与交流能力 能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。
期末考试	50	（4）科学研究能力 掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析并撰写科技论文的能力。 （8）职业规范与素养 具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。 （10）沟通与交流能力 能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准

	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
考试	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、方法，具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法，具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法，具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法，基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：王娟

批准者：梁文俊

2019 年 12 月

“生物技术前沿”课程教学大纲

英文名称：Frontiers in Biotechnology

课程编号：0010625

课程性质：自主课程

学分：1.0

学时：16

面向对象：生物技术专业本科生

先修课程：普通生物学，分子生物学，微生物学，免疫学

使用教材及参考书：

[1]生物技术概论（双语教材），王武主编，科学出版社，2012.

[2]生物技术概论（第四版），宋思扬楼士林著，科学出版社，2016.

[3]生物医药发展战略报告：技术篇，科学技术部社会发展科技司编，科学出版社，2009.

[4]生物医药发展战略报告：产业篇，科学技术部社会发展科技司编，科学出版社，2009.

[5]现代生物技术：万能灵药，还是新潘多拉魔盒？Tramper J. &朱阳著，于洁，李寅，朱阳译，化学工业出版社，2013.

一、课程简介

生物技术和生物制药领域的技术进展是人类寻求解决重大疾病的诊疗技术的主要突破口之一。世界各国均把生物技术确定为 21 世纪科技发展的关键技术和新兴产业。生物科技领域的每一次重大技术突破都在快速孕育和催生新的产业集群。本课程将结合生物技术的基础理论为生物技术专业本科学子讲授生物诊断和治疗领域的最新技术进展，培养学生解决复杂生命科学问题的技术创新能力，为社会提供具有解决实际科技问题能力的优秀创新人才。

二、课程地位与目标

（一）**课程地位：**生物技术是一门新兴的应用性学科，是以基因工程为核心的现代高新技术，作为一项高新技术的生物技术广泛的用于疾病诊断、医药卫生、农林牧渔、轻工，能源、化工和食品等众多领域，对人类生活和社会发展产生了相当大的影响。近年来，随着分子生物学理论的突飞猛进，新理论、新技术层出不穷，通过本课程的学习可以帮助学生掌握这一学科的基本理论、基本知识和基本技能，并应用到今后的生物诊疗技术研发等相关实践活动中。生物技术前沿的教学承担着为社会培养符合时代要求的技术好、素质高、创新能力强的复合型科技人才的重任。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y8	具有坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质，具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。
X3.Y4	具有开阔的行业及国际视野，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向。
X5.Y10	善于自主学习与合作交流，能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。
X6.Y4	多学科交叉融合、可持续发展能力强的高素质创新型人才，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及

应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

根据学生的专业特点，通过教学使学生掌握关于生物技术的基本概念和基本原理、基本操作技术；掌握现代生物技术领域的道德准则和职业规范，了解现代生物技术对人类社会健康、安全、法律、文化、环境及传统生物伦理和社会伦理的影响；了解现代生物技术的前沿知识；系统掌握现代生物技术领域的主要方法；了解并熟悉现代生物技术在各领域的实际应用；培养学生创新思维、综合分析解决问题的能力，具备将理论技术与应用技术结合的能力，具备继续学习与持续发展的能力。为学生将来从事该领域科研、创业和实践工作奠定基础。课程能加强和提高学生的科技意识，了解生物技术和国内外生命科学的研究现状、发展方向，以便在专业学习中能找到生物技术与所学专业知识的结合点，能将生物技术合理地运用到所学专业中，启发思维，开拓创新。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		X1.Y8	X3.Y4	X5.Y10	X6.Y4
1	掌握关于生物技术的基本概念和基本原理、基本操作技术	●			●
2	掌握现代生物技术领域的道德准则和职业规范，了解现代生物技术对人类社会健康、安全、法律、文化、环境及传统生物伦理和社会伦理的影响	●			●
3	了解现代生物技术的前沿知识，系统掌握现代生物技术领域的主要方法		●		●
4	培养学生创新思维、综合分析解决问题的能力，具备将理论技术与应用技术结合的能力，具备继续学习与持续发展的能力			●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

一是牢牢把握坚定理想信念这一核心环节。按照总书记提出的“青年一代有理想、有担当，国家就有前途，民族就有希望，实现我们的发展目标就有源源不断的强大力量”的殷切希望，在教学过程中注重教育引导学生树立共产主义远大理想和中国特色社会主义共同理想，增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信，立志肩负起民族复兴的时代重任。将教学科研工作与理想信念教育有机结合起来，引导学生作有理想、有本领、有担当的高素质人才。

二是牢牢把握加强品德修养这一重要工作。针对青年学生普遍有思想、有独立人格，但鉴别能力和判断能力较差，世界观、人生观、价值观和道德观尚不成熟的问题，在教育过程中时刻注意引导青年学生明大德——把个人理想与祖国和人民的需要紧密联系起来；守公德——自觉学习践行社会主义核心价值观；严私德——从小事做起努力成为文明社会的践行者和传承者。

三是牢牢把握增长知识见识这一中心任务。传授知识是教师的根本职责之一。面对信息大爆炸时代，知识更新速度明显加快的严峻挑战，充分发挥科研实力强、熟悉世界学术前沿的优势，将相关领域最新研究动态、技术方法、思想理念等内容引入教材，积极探索

创新启发式、主体式教学模式，教育引导學生珍惜学习时光，心无旁骛求知问学，增长见识，丰富学识。

四是牢牢把握提高综合素质这一最终目标。高校肩负着培养高素质、创新性、复合型人才的重要使命，在传授知识的同时，提高学生发现问题、分析问题、解决问题的能力一直是努力的方向。

三、课程教学内容

课程目标 1 掌握关于生物技术的基本概念和基本原理、基本操作技术

课程目标 2 掌握现代生物技术领域的道德准则和职业规范，了解现代生物技术对人类社会健康、安全、法律、文化、环境及传统生物伦理和社会伦理的影响

课程目标 3 了解现代生物技术的前沿知识，系统掌握现代生物技术领域的主要方法

课程目标 4 培养学生创新思维、综合分析解决问题的能力，具备将理论技术与应用技术结合的能力，具备继续学习与持续发展的能力

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第 1 章 现代生物技术领域的道德准则和职业规范	掌握现代生物技术领域的道德准则和职业规范，了解现代生物技术对人类社会健康、安全、法律、文化、环境及传统生物伦理和社会伦理的影响 重点：现代生物技术对人类社会多方面的深远影响。 难点：现代生物技术领域的道德准则和职业规范。		✓		
第 2 章 抗体药物研究概况与前沿	治疗性抗体的发展史；治疗性抗体的研究进展；治疗性抗体的应用；抗体药物产品研发；抗体药物发展趋势。 重点：治疗性抗体的研究进展。 难点：抗体药物产品研发。	✓		✓	✓
第 3 章 Car-T 细胞免疫治疗	Car-T 细胞治疗肿瘤的原理；Car-T 细胞治疗肿瘤的副作用；Car-T 细胞治疗肿瘤的临床应用。 重点：Car-T 细胞治疗肿瘤的原理。 难点：Car-T 细胞治疗肿瘤的问题及改进策略	✓		✓	✓
第 4 章 NK 细胞免疫治疗	NK 细胞治疗肿瘤的原理；NK 细胞治疗肿瘤的副作用；NK 细胞治疗肿瘤的临床应用。 重点：NK 细胞治疗肿瘤的原理。 难点：NK 细胞治疗肿瘤的问题及改进策略。	✓		✓	✓
第 5 章 生物材料与组织工程	介绍组织工程的研究意义、进展及生物材料在组织工程中的应用。生物材料与组织工程背景介绍；生物医学材料（无机、金属及合金、高分子、复合、生物功能材料）；生物材料相容性评价	✓		✓	✓

	(血液相容性和组织相容性); 组织工程的应用 (骨组织再生, 心脏瓣膜修复、皮肤和神经修复等) 重点: 靶向生物材料介绍; 生物相容性评价; 骨组织再生。 难点: 如何构建组织工程支架, 使之具有良好的生物相容性和细胞亲和性, 且具有一定的机械强度和生物降解性能, 以及特定的三维多孔结构和可塑性。有利于细胞在支架中获取营养、气体交换和排出代谢废物, 满足细胞正常的代谢, 构建新的组织器官。				
第 6 章 新药开发技术	介绍药物的研发方法、策略、流程、问题及解决的办法。什么是新药开发? 新药开发的主要步骤有哪些? 新药开发的主要方法和策略有哪些? 新药开发为何容易失败, 如何避免? 新药开发的难点在哪里? 生物药品 (如抗体、核酸类药物、疫苗等) 的开发。 重点: 现代新药开发的主要技术和方法; 如何避免和降低新药开发常见的失败率? 难点: 新药开发为何是一个高风险、高投入、高产出的多学科交叉的活动?	√		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 以讲授为主 (12 学时), 讨论课为辅 (4 学时)。课堂讲授采用多媒体互动教学方法, 通过课堂教学与课后习题、自学、讨论相结合的方式, 使学生掌握和了解本学科的基本理论、基本知识及基本技能, 为生物技术专业方向的学生提供必要的医学专业知识。全面讲授现代生物技术的基本概念、术语、基础理论和基本技术, 以及在科学研究、生产领域中的应用, 使学生全面掌握现代生物技术的基本知识和基本技术, 了解当前生物技术发展的最前沿, 并能与相关学科有机结合, 融会贯通, 从而将内在知识系统化, 形成完整的知识和技术体系。辅以多媒体课件演示手段, 使学生了解生物技术相关的基本概念、理论、步骤和技术, 熟悉主要的作用机理和用途, 并对生物技术的应用及其发展方向有一定的认识。

学习方法指导: 依据学生认知活动的特点, 指导学生明晰本门课程的特点和需要掌握的理论和重点。指导学生获得学习本门课程的学习策略和学习技巧。要求学生明确各章节的重点任务和难点, 做到课前预习, 课堂认真听课及笔录, 积极思考, 课后认真复习并归纳、总结提炼; 与教师和同学多交流多探讨。增大阅读面, 选读参考书的相关内容, 深入理解概念, 掌握生物技术的前沿进展和发展趋势。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配, 详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	现代生物技术领域的道德准则和职业规范	2			1		3
2	抗体药物研究概况与前沿	2					2
3	Car-T 细胞免疫治疗	2			1		3

4	NK 细胞免疫治疗	2				2
5	生物材料与组织工程	2				2
6	新药开发技术	2		2		4
合计		12		4		16

六、考核与成绩评定

课程平时成绩占 40%，期末考试占 60%。

平时成绩评定依据包括：课程的出勤情况（10%），小组讨论的参与情况（30%）。

期末考试以完成一篇论文的方式进行考核，论文成绩占 60%。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	(4)科学研究能力:掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。 (8)职业规范与素养:具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。 (10)沟通与交流能力:能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。
期末考试	60	(4)科学研究能力:掌握扎实的生命科学及生物技术领域的基础知识和基本理论，熟知本专业的前沿发展现状和趋势；掌握该领域的研究方法和实验手段；具有较高的科学职业素养；熟悉我国生物技术领域的产业水平、需求及未来的发展方向；具备对科研成果进行归纳、总结、统计分析及撰写科技论文的能力。 (8)职业规范与素养:具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。 (10)沟通与交流能力:能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时作业	认真正确完成作业；能全面掌握基本概念、理论、	认真完成作业，基本正确。能较为全面掌握基本	完成大部分作业，基本正确。能掌握大部分基	完成少部分作业，或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方	不满足 D 要求

	方法, 具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	概念、理论、方法, 具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	本概念、理论、方法, 具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	法, 基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	
考试	认真正确完成作业; 能全面掌握基本概念、理论、方法, 具备综合运用理论知识解决复杂问题能力。	认真完成作业, 基本正确。能较为全面掌握基本概念、理论、方法, 具备一定的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成大部分作业, 基本正确。能掌握大部分基本概念、理论、方法, 具备基本的综合运用理论知识解决复杂问题能力	完成少部分作业, 或基本不正确。能掌握少部分基本概念、理论、方法, 基本不具备综合运用理论知识解决复杂问题能力	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 王娟

批准者: 梁文俊

2019 年 12 月

“生物安全与生物伦理学”课程教学大纲

英文名称: Bio-safety and Bioethics

课程编码: 0008366

课程性质: 自主课程

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 生物技术专业本科生

先修课程: 《普通生物学》、《微生物学》、《生理学》、《微生物学实验》、《细胞生物学》、《生物化学》、《分子生物学》、

教材及参考书:

[1] 谭万忠, 彭于发. 生物安全学导论. 科学出版社, 2015 年 1 月

[2] 叶冬青. 实验室生物安全. 人民卫生出版社, 2014 年 3 月

[3] 高崇明, 张爱琴. 生物伦理学十五讲. 北京大学出版社, 2004 年 3 月

[4] Donna Dickenson. Bioethics: all that matters. Hodder Education. 2012

[5] Alastair V. Campbell. Bioethics: the basics. Routledge. 2013

一、课程简介

生物技术是 21 世纪最重要, 发展最迅速、对社会影响最广泛的领域, 它的发展将引起生命科学、医学、农业、食品及制药研究发生革命性变化, 在为人类造福的同时也引发一系列关于生物安全和生物伦理问题。生物安全与生物伦理学是研究生命科学与生物技术

发展引发的生物安全和生物伦理问题的学科，它是集生物学、医学、伦理学、哲学、心理学、社会学和法学等诸多学科交叉的边缘学科。本课程从实验室生物安全、基因测序技术、基因重组技术、干细胞技术、基因治疗、辅助生殖技术等专题出发，介绍生物技术的最新研究进展，并着重探讨由此引发的生物安全和伦理道德问题。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：本课程是生物技术专业自主课程。生物安全与生物伦理学是集生物学、医学、伦理学、哲学、心理学、社会学和法学等诸多学科交叉的边缘学科，需要学生掌握普通生物学、细胞生物学、生物化学、分子生物学、微生物学、遗传学等的知识与技能。随着生命科学和生物技术的发展，由此衍生的生物安全问题和生物伦理问题日益凸显，本课程旨在激发学生对这些问题进行思考，树立生物安全的意识、厘清科学的生物伦理学观点。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y8：通过思辨，认识生物技术发展带来的生物安全和生物伦理问题，厘清某种特定生物技术的利与弊，在符合生物技术及其产业的相关方针、政策和法规的条件下，具有良好的职业道德，能正确处理相关的环境、经济和社会问题。

X2.Y7：通过认识现代生物技术对生物安全和生物伦理方面提出的问题或挑战，能够理解和评价针对复杂的生命科学与生物技术实践对环境、社会可持续发展的影响。

X3.Y10：通过分析讨论，锻炼学生能够就复杂的生命科学及生物技术问题与业界同行及社会公众进行有效的交流和沟通，包括口头表达与跨学科交流能力、文字表达与多媒体呈现能力、外语表达与跨文化交流能力。

X4.Y5：生物安全与生物伦理学从技术层面、生物安全层面及伦理道德层面合理利用生物技术解决实际问题，培养学生能够针对生命科学与生物技术领域复杂问题，选择与使用恰当的技术、资源、现代生物工程工具和信息技术工具，包括对复杂问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

X5.Y12：随着生物技术的发展，生物安全和生物伦理学也不断提出新的问题和新的要求，要培养自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

X6.Y6：生物安全和生物伦理学是集生物学、医学、伦理学、哲学、心理学、社会学和法学等诸多学科交叉的边缘学科，培养学生能够基于专业相关背景知识进行合理分析，评价生命科学与生物技术实践复杂问题解决方案对社会、经济、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

（二）课程目标

1 教学目标：总的教学目标是使学生掌握“生物安全与生物伦理学”中的基本概念、基本理论、基本观点，在系统上掌握实验室生物安全的水平标准，分析生命科学和生物技术的发展所带来的生物安全和生物伦理问题。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		X1.Y8	X2.Y2	X3.Y3	X4.Y4	X5.Y10	X6.Y6
1	掌握生物安全与生物伦理学基本概念、基本理论和基本观点	●	◎	●	●	●	●
2	理解实验室生物安全防护的基本原理；掌握实验室生物安全水平标准及实验动物实验室的生物安全防护要求；掌握生物安全实验室操作的技术规范；能够进行生物安全的危险性评估	●	●	●	●	●	●
3	能够分析测序技术、基因重组技术、基因编辑技术、克隆技术、生殖发育技术等引发的生物安全和生物伦理问题；增强理论结合实际能力，从技术层面、生物安全层面及伦理道德层面合理利用生物技术解决实际问题；培养系统分析能力以及交流和团队协作能力	●	●	●	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。随着生物技术的迅猛发展，如何保证对实验操作者、实验对象和环境的安全以及何种技术能够应用都是不可忽视的问题，通过学习生物安全与生物伦理，有助于进一步培养学生坚定的理想信念与家国情怀、优良的道德品质和社会责任感，能够在生命科学与生物技术实践中理解并遵守职业道德和行业规范，履行责任。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 绪论	教学目的；课程的基本内容；生物安全与生物伦理学的概念▲；生物安全与生物伦理学的研究内容▲；生物安全与生物伦理学研究的重要性；生物安全学与其他学科的关系	√		
第二章 生物安全实验室的设施、设备和个人防护装备	实验室生物安全防护的基本原理▲★；实验设施的设计和建设；安全设备（初级屏障）▲★；个人防护装备▲	√	√	
第三章 实验室生物	生物安全准则▲；生物安全水平▲★；BSL-1 实验室的设施和设备要求▲；BSL-2 实验室的设施和设备要求▲；BSL-3 实验室的设施和设备要求▲	√	√	

安全水平标准	备要求★			
第四章 实验动物实验室的生物安全防护要求	实验动物的护理和使用原则；动物实验过程的行为规范▲；实验动物使用程序和要求；动物生物安全实验室设施与防护要求▲★	√	√	
第五章 生物安全实验室操作技术规范	生物安全实验室运行的基本规范▲★；生物安全柜的使用规范[1]；实验室仪器设备的使用规范▲★；感染性物质的操作与防护规范★；危险化学品的使用与管理▲★	√	√	
第六章 生物安全的危险评估	病原微生物危害程度分类▲；危险评估的影响因素★；被评估的感染性物质种类；病原体及生物安全程度分级		√	
第七章 测序技术与基因组计划	人类基因组的计划和基因检测技术★；关于基因检测和基因歧视引发的生物安全和生物伦理问题▲；遗传资源保护和基因专利保护			√
第八章 基因重组与基因编辑	基因重组技术▲★；基因编辑技术▲★；转基因生物；理解公众对转基因农作物安全性的疑虑和争论▲；理性地看待转基因农作物的安全性			√
第九章 基因治疗与干细胞治疗	基因治疗的概念及应用；基因治疗引发的伦理学问题▲★；干细胞研究的进展；胚胎干细胞研究的伦理▲★；细胞移植和再造组织/器官			√
第十章 克隆技术与器官移植	克隆技术取得的突破；克隆人及其引发的伦理问题▲；器官移植存在的伦理问题			√
第十一章 辅助生殖发育技术	辅助生殖发育技术的种类★；试管婴儿、人工受精、代孕引发的伦理问题▲；预防非健康个体出生的医学技术；对胎儿性别的选择、有关堕胎的伦理争论			√
第十二章 死亡和濒死	脑死亡标准与立法和人体器官移植的成就；器官捐献的伦理、人体器官交易引发的伦理问题▲★；安乐死的概念；被动安乐死伦理、主动自愿安乐死与主动非自愿安乐死、安乐死立法和临终关怀的伦理问题			√
第十三章 动物试验与临床试验	人与动物的权益无法平等；动物实验的代价和效益、动物实验中的人道主义、法规的控制和管理；人体实验的伦理和接受实验的不同人群引发的伦理问题▲；知情同意和伦理委员会的概念▲			√
第十四章 生物科学研究中的伦理问题	科研人员的行为规范和道德准则▲；科研过程中的数据的真实性；团队精神与合作精神；公开利益冲突；出版与署名；同行评议			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主（24.5 学时），分组讨论（7.5 学时）为辅。课内讲授以知

识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生进行独立的思考。生物技术的发展势必引发相应的生物安全和生物伦理问题，通过围绕目前生物技术发展的最新进展和最新成就，一方面使学生了解生物技术的进展，另一方面引起学生对这些技术引发伦理问题的关注。每章节授课前布置学生查阅相关专题的生物技术进展及引发的生物安全问题和伦理道德争议，在教学过程中辅以案例讨论，激发学生的兴趣，分组讨论，通过学生的思辨，厘清科学的生物伦理观点。

学习方法：养成探索的习惯，在重视对基本理论钻研的基础上，注意从实际问题入手，归纳和分析。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。要积极思考，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	教学目的；课程的基本内容；生物安全与生物伦理学的概念；生物安全与生物伦理学的研究内容；生物安全与生物伦理学研究的重要性；生物安全学与其他学科的关系	2					2
第二章 生物安全 实验室的 设施、设备 和个人防 护装备	实验室生物安全防护的基本原理；实验设施的设计和建设；安全设备（初级屏障）；个人防护装备	1.5			0.5		2
第三章 实验室生 物安全水 平标准	生物安全准则；生物安全水平；BSL-1 实验室的设施和设备要求；BSL-2 实验室的设施和设备要求；BSL-3 实验室的设施和设备要求	3			1		4
第四章 实验动物 实验室的 生物安全 防护要求	实验动物的护理和使用原则；动物实验过程的行为规范；实验动物使用程序和要求；动物生物安全实验室设施与防护要求	1.5			0.5		2
第五章 生物安全 实验室操 作技术规 范	生物安全实验室运行的基本规范；生物安全柜的使用规范[1]；实验室仪器设备的使用规范；感染性物质的操作与防护规范；危险化学品的使用与管理	3			1		4
第六章 生物安全 的危险评 估	病原微生物危害程度分类；危险评估的影响因素；被评估的感染性物质种类；病原体及生物安全程度分级	1.5			0.5		2
第七章 测序技术 与基因组 计划	人类基因组的计划和基因检测技术；关于基因检测和基因歧视引发的生物安全和生物伦理问题；遗传资源保护和基因专利保护	1.5			0.5		2
第八章 基因重组 与基因编	基因重组技术；基因编辑技术；转基因生物；理解公众对转基因农作物安全性的疑虑	1.5			0.5		2

辑	和争论；理性地看待转基因农作物的安全性						
第九章 基因治疗 与干细胞 治疗	基因治疗的概念及应用；基因治疗引发的伦理学问题；干细胞研究的进展；胚胎干细胞研究的伦理；细胞移植和再造组织/器官	1.5			0.5		2
第十章 克隆技术 与器官移 植	克隆技术取得的突破；克隆人及其引发的伦理问题；器官移植存在的伦理问题	1.5			0.5		2
第十一章 辅助生殖 发育技术	辅助生殖发育技术的种类；试管婴儿、人工受精、代孕引发的伦理问题；预防非健康个体出生的医学技术；对胎儿性别的选择、有关堕胎的伦理争论	1.5			0.5		2
第十二章 死亡和濒 死	脑死亡标准与立法和人体器官移植的成就；器官捐献的伦理、人体器官交易引发的伦理问题；安乐死的概念；被动安乐死伦理、主动自愿安乐死与主动非自愿安乐死、安乐死立法和临终关怀的伦理问题	1.5			0.5		2
第十三章 动物试验 与临床试 验	人与动物的权益无法平等；动物实验的代价和效益、动物实验中的人道主义、法规的控制和管理；人体实验的伦理和接受实验的不同人群引发的伦理问题；知情同意和伦理委员会的概念	1.5			0.5		2
第十四章 生物科学 研究中的 伦理问题	科研人员的行为规范和道德准则；科研过程中的数据的真实性；团队精神与合作精神；公开利益冲突；出版与署名；同行评议	1.5			0.5		2
合计		24.5			7.5		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和课程报告成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩

评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动）等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

课程报告成绩 70%为对学生学习情况的全面检验，强调考核学生对所学基本知识的综合运用能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	课堂表现及作业完成质量，对应毕业要求 X1Y8、X2Y7、X3Y10、X4Y5、X5Y12、X6Y6 达成度的考核。
课程报告成绩	70	运用所学理论知识解决复杂问题的能力，研究报告的完成质量，对应毕业要求 X1Y8、X2Y7、X3Y10、X4Y5、X5Y12、X6Y6 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	准确地掌握基本概念、理论、方法，并能独立地综合运用理论知识解决复杂问题	比较准确地掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
研讨	准确地掌握基本概念、理论、方法，并能独立地综合运用理论知识解决复杂问题	比较准确地掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试	准确地掌握基本概念、理论、方法，并能独立地综合运用理论知识解决复杂问题	比较准确地掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法，并能综合运用理论知识解决复杂问题	基本掌握基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
...					
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：杨怡姝

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“新生研讨课”课程教学大纲

英文名称: Seminars for Freshmen

课程编码: 0007080

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 生物技术本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

教师随堂资料

一、课程简介

新生研讨课是生命学院为生物技术专业本科生开设的自主课程类型。本课程的任务是培养学生的自主学习能力、团队意识、基于问题的学习等能力展开,把充分发挥学生主体能动性放在教学活动与学习活动的首位。教学内容重点:新生研讨课将围绕“生命科学经典”内容,开设三个专题和一个讲座,从现代生物技术的发展、人类与环境的关系等方面引导学生关注现代生物学发展过程中的重要事件人物、经典论文,了解和探讨科学进展的背景和原因,对重要的科学问题展开讨论,引导学生对专业的认识、开拓视野,全面提升学生合作、思考和交流表达等诸多方面的能力与素养,为更高层次的学习、研究打下良好基础。教学内容难点:如何激发学生参与教学过程的积极性和主动性。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:本课程是生物技术专业的学科自主课程,也可以作为其它理工类专业的选修课。本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

主要为毕业要求第 4、6、7、9 的实现提供支持。

对于毕业要求 4,通过经典论文研读、讨论、辩论等初步具备发现、提出、分析和解决生命科学及生物技术领域相关科学问题的能力。

对于毕业要求 6 和 7,通过“人类与环境”的研究、转基因问题的辩论赛等环节初步具备基于专业相关背景知识进行合理分析,评价生命科学与生物技术实践复杂问题解决方案对社会、经济、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。能够理解和评价生命科学与生物技术实践对环境、社会可持续发展的影响。

对于毕业要求 9,课程主要以小组为单位进行研究,可以培养学生的组织管理、语言表达和人际交往能力以及在团队合作中发挥协作作用的能力。

对毕业要求 10、11、12 的实现有一定支撑作用。

对于毕业要求 10,通过课程中组内讨论,撰写研究报告、陈述发言等,学生能够就生命科学及生物技术问题进行有效的交流和沟通,包括口头表达能力、文字表达与多媒体呈

现能力。

对于毕业要求 11，辩论赛全过程由学生组织，锻炼了学生的组织管理能力、表达能力和人际交往能力。

对于毕业要求 12，通过课程中的讨论、针对问题的研究等，初步具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习生命科学与生物技术领域新技术和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：生物技术新生研讨课开设“生命科学经典”，课程通过引导学生阅读和讨论生命科学发展过程中的经典论文，科学传记等了解一个看似简单在书本上也许只有一小段的结论背后所隐含着的艰难、严谨的科学证明。并通过辩论赛、研讨等更全面的锻炼学生的研究能力、分析评价生物技术与社会关系的能力、协作与组织管理能力、沟通与交流能力和项目管理能力等。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		X4	X6	X7	X9	X10	X11	X12
1	专业导航	●	●	●				
2	合作研究、交流表达		⊙	⊙	●	●	●	●
3	批判性思维		⊙	⊙	●		⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

通过引导学生阅读和讨论生命科学发展过程中的经典论文、科学传记、热点问题等达到专业导航、经历认知、体会研究的目的。强调探索和研究的過程及其对学生发展的教育意义，强调师生互动。对学生学习已知、探索未知、开拓视野、合作研究、批判思考、交流表达等诸多方面进行全面的培养与训练，培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）						
		X4	X6	X7	X9	X10	X11	X12
第一章 21 世纪的生命科学	1、生物技术的前世今生▲	√	√	√	√	√	√	√
第二章 古文观止	2、DNA 双螺旋的发现，蛋白质结构的解析▲	√	√	√	√	√	√	√
第三章《寂静的春天》	3、人类与环境辩论赛▲	√	√	√	√	√	√	√

——								

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以学生参与为主，教师讲授为辅，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上线下混合等多种教学模式与方法。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。研讨部分则提出问题和基本要求，引导学生独立（按组）完成研究报告的撰写和交流。结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，积极思考，充分利用好教师资源和同学资源，深入理解概念，积极参加课堂讨论，在交流中加深对生命科学的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	21 世纪的生命科学——生物技术的 前世今生	4			4		8
2	古文观止——DNA 双螺旋的发现， 蛋白质结构的解析	1			3		4
3	《寂静的春天》——人类与环境				4		4
合计		5			11		16

六、考核与成绩评定

每个学生的成绩由团队成绩和个人成绩两部分组成，其中小组成绩占 70 分，个人作业成绩占 30 分。

小组成绩：专题讨论占 70 分，以小组成绩的形式给出。小组成绩采用自评与互评相结合的方式。其中专题一占 20 分，专题二占 20 分，专题三占 30 分。

个人成绩：研究报告作业占 30 分。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	70	团队合作、课堂讨论参与度、批判思考、交流表达等及其完成质量，对应毕业要求 X4，6，7，10，11，12 达成度的考核。
考试成绩	30	针对问题撰写研究报告的情况。对应毕业要求 X4，6，7 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	格式准确，逻辑清晰，创新性强	格式准确，逻辑清晰，有一定创新性	格式准确，逻辑比较清晰，有一定创新性	格式准确，逻辑比较清晰	不满足 D 要求
研讨	积极、团队协作好，有创新性，综合运用理论知识解决复杂问题	积极、团队协作良好，综合运用理论知识解决复杂问题	积极、团队协作较好，综合运用理论知识解决比较复杂的问题	被动、团队协作好，初步具备综合运用理论知识解决复杂问题的能力	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：马雪梅

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“大气污染气象学”课程教学大纲

英文名称：Air Pollution Meteorology

课程编码：0000570

课程性质：专业选修课

学分：3.0

学时：48

面向对象：环境科学专业本科生

先修课程：高等数学、大学物理

教材及参考书：

[1] 蒋维楣, 陈鉴泞. 空气污染气象学教程(第2版). 气象出版社, 2007年7月

[2] Frederick K. Lutgens, Edward J. Tarbuck. The Atmosphere: An Introduction to Meteorology. Pearson. 2016年1月

[3] C. Donald Ahrens. Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere. Cengage Learning, 2014年1月

一、课程简介

环境科学学科是一门知识综合性很强的学科,其研究对象的复杂性对学生知识背景的全面性提出了更高的要求。我国大气环境污染形势依然严峻,精细化管理和精准施策是当前大气环境管理的迫切需求。在污染源排放变化幅度不大的条件下,大气环境可以从碧空如洗迅速转变为雾霾重重,空气污染物浓度水平可在数小时内飙升两个数量级,影响的空间范围可以从局地扩展至区域乃至全国,气象条件的变化在这些污染过程中起着关键作用。气象条件是决定大气污染物扩散的宏观决定性因素,所有的微观控制手段都是在这个大的背景之下进行的。因而,从事大气环境工作的人员应具备相关的大气污染气象学知识背景,对将来从事区域产业结构的宏观布局、污染企业分布的规划优化、空气质量预测预警等方面的工作极有助益。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是环境科学专业的任选课,也可以作为其它相关专业的选修课。课程旨在继相关基础课程学习之后,引导学生掌握气象学相关理论和原理,开阔知识视野,提升对大气环境污染问题的科学认识水平,培养其利用所学气象学知识分析探究实际大气环境问题的能力。并为后续《环境质量评价》等课程提供先导知识储备。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 2: 通过本课程的学习能够培养学生应用数学、物理等自然科学原理,识别、表达、分析和研究复杂大气环境科学与工程问题,能够透过现象看本质并获得正确结论。

指标点 4: 通过本课程的学习能够培养学生基于科学原理并采用科学方法对复杂环境科学与工程问题进行研究,分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

指标点 5: 通过本课程的学习能够培养学生针对复杂环境科学问题,选择与使用恰当的技术工具(如本课程中的空气质量模式等)对复杂环境问题进行预测与模拟评估。

指标点 12: 通过本课程的学习可对学生终身学习能力的培养有所帮助。气象条件和空气质量时刻都在变化,课程通过对实时发生的空气质量问题及其背后的气象因素的探究,可以激发同学们的主动学习的内在驱动力,间接培养了学生自主学习和终身学习的意识,以及不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握大气污染气象学中的基本概念、基本理论、基本方法，系统认识大气环境问题的实质和主控因素，提升分析大气环境问题的水平。该目标分解为以下子目标。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	4	5	12
1	掌握气象学的基本概念和从不同时空尺度分析问题的研究方法。	●	◎	●	◎
2	具备利用多种手段对主要气象要素进行识别、分析以及预测的能力。	●	◎	●	◎
3	增强理论与实践相结合的能力，培养主动学习的习惯，体验学以致用乐趣。	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：课程讲述过程中，通过对本门课程相关知识和研究手段的发展历程、技术革新、信息共享、技术互补等方面的讲述，培养学生投身科学技术研究的理想信念，坚实其家国情怀和民族自信心，通过严谨务实、实事求是的科学作风的介绍，培养学生良好的职业素养和行为规范，力求不着痕迹的寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 引论	教学目的▲、课程的基本内容▲、污染气象学的发展★、课程在本专业中的地位及作用★、基本术语、教学安排及考试要求。	√		
第二章 气象要素及其观测	主要气象要素及其观测的介绍。重点讲述云这一指示性天气要素的特征、识别及观测方法★▲。主气象要素对大气污染的影响★▲。	√	√	√
第三章 大气成分及其垂直结构	从不同时空尺度视角重新审视地球大气的组成、演变及垂直结构特征★▲，大气主要污染物的来源、成分及其对空气质量的影响★▲。	√	√	√
第四章 大气能量收支	从能量收支计算的角度，认识大气运动的根本原动力。大气辐射学的相关基本理论★▲。大气对太阳辐射的吸收和散射。大气污染物的光学性质，对太阳辐射的吸收和散射特性★▲，及其对大气能见度的影响。	√	√	√
第五章 影响大气运动的作用力	天气图的基本知识。气压梯度力、地转偏向力的基本概念以及地转风的形成★▲。高空和地面高低压系统中的受力分析及风向风速的特征★▲。	√	√	√
第六章 大气运动的尺度	尺度分析的概念★▲。不同大气运动的特征尺度★▲。不同时空尺度下典型环流特征及其成因。大气环流★▲。厄尔尼诺的成因。不同尺度大气运动对空气质量的影响。	√	√	√

第七章 大气稳定性	大气抬升机制。大气稳定性的基本概念以及稳定大气、不稳定大气、条件不稳定大气以及对流不稳定大气的特征及识别★▲。下沉逆温的基本概念及其对大气污染的影响★▲。	√	√	√
第八章 大气边界层	大气边界层的基本概念。大气边界层的垂直结构及特征。影响大气边界层的主要因素★▲。大气边界层变化与大气污染的关系特征★▲。	√	√	√
第九章 空气质量模式	空气质量模拟的基本概念，发展历程，以及国际先进的空气质量模式简介。空气质量模式在大气环境管理以及科学研究工作中的重要作用★▲。	√	√	√
第十章 计算机技术在大气环境研究中的应用	大气环境管理工作中现代信息技术的应用。国内外主流气象预报模式和空气质量模式的软硬件运行环境★▲。常用气象和环境数据分析工具及分析方法★▲。气象及环境数据可视化方法及其实例★▲。	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程采取包括课堂讲授、互动研讨、小组合作、探究教学以及线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：除传统学习方法（包括课前预习、课堂听讲、课堂笔记、课后作业）之外，可通过建立线上微信学习群，实现课堂内与老师和同学们的实时信息共享和教学互动，并方便课后答疑。主要通过中央气象台网站获取课程延伸学习讨论资料（<http://www.nmc.cn/>）

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节 名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	气象要素及其观测	4					4
3	大气成分及其垂直结构	2					2
4	大气成分大气能量收支及其垂直结构	2					2
5	影响大气运动的作用力	6					6
6	大气运动的尺度	4					4
7	大气稳定性	4					4
8	大气边界层	4					4
9	空气质量模式	2		4			6
10	计算机技术在大气环境研究中的应用	4		10			14
合计		34		14			48

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 30%（作业等 10%，其它 20%），考试成绩 70%。

平时成绩中的 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	30	主要考核课程的出勤率、课堂的基本表现、课堂作业和课外作业。 主要支撑毕业要求拆分指标点 5 和 12。
考试成绩	70	主要考核对气象学的基本概念和从不同时空尺度分析问题的研究方法的掌握程度，是否具备利用多种手段对主要气象要素进行识别、分析以及预测的能力。是否具备将所学基本理论用于分析解决实际大气环境问题的能力。是否具备主动学习的习惯。 主要支撑毕业要求拆分指标点 2、4、5 和 12。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时准确	按时较准确	较按时较准确	基本准确	不满足 D 要求
研讨	积极参与	较积极参与	能够主动参与	基本参与	不满足 D 要求
实验	准确按时完成	较准确按时完成	较准确完成	基本完成	不满足 D 要求
考试	回答准确	回答大部分准确	回答较准确	回答基本准确	不满足 D 要求

制定者：陈东升

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

环境毒理学课程教学大纲

英文名称: Environmental Toxicology

课程编号: 0007419

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境科学专业本科生

先修课程: 环境化学、有机化学、无机化学、分析化学、环境学

使用教材及参考书:

[1]孟紫强主编, 环境毒理学(第三版), 高等教育出版社, 2018 年

[2]孔志明等, 环境毒理学, 南京大学出版社, 2008 年

一、课程简介

本课程是环境科学专业的一门专业选修课。环境毒理学是运用环境学、分析科学、生命科学等多学科的理论和方法, 研究各种环境因素、特别是化学污染物对生物有机体的损害作用及其规律的交叉学科。它是研究和理解环境与健康、环境与生态等重要问题的工具和手段。本课程主要介绍环境毒理学基础理论, 包括环境污染物的生物吸收、分布、代谢转化及其毒性和健康、安全评价。目的是使学生了解环境毒理学基本概念、基本原理、基本技能、最新进展及其研究方法。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 环境毒理学是环境科学专业理论及实践分析体系中的重要组成部分。对于环境科学专业的学习不仅需要了解环境各中污染的状况及成因, 还必需理解环境污染所造成的健康危害。

主要对毕业要求 4 的达成提供支撑, 同时对毕业要求 6、7、9 提供一定的支撑。具体如下。

目标 1: 学习环境污染物对有机体的毒性毒理, 运用科学原理并采用科学的实验方法, 分析、解释数据得到合理可靠的结论, 对环境污染物的安全性进行评价。为本专业的毕业要求 2 的达成提供一定支撑。

目标 2: 基于环境毒理学相关知识对具体环境污染进行人体健康和社会安全的影响进行评价及为管理部门提供切实的科学依据。为本专业的毕业要求 6 的达成提供一定的支撑。

目标 3: 运用环境污染物的毒性机理可有效评价工业品对环境和社会可持续发展的影响。为本专业的毕业要求 7 的达成提供一定支撑。

目标 4: 环境毒理是个多学科交叉的科学, 承担环境污染物安全性评价的任务。可在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。为本专业的毕业要求 9 的达成提供一定支撑。

(二) 课程目标

1 教学目标: 使学生掌握环境毒理学的基础知识, 了解环境污染物及其在环境中的降解和转化产物与机体作用的一般规律, 了解环境污染物毒作用的评定方法, 了解现代毒理学

分析技术和手段,了解环境毒理学科学研究最前沿知识,运用所学的环境毒理学的基本原理和方法分析解决实际生活中的环境污染问题,提高学生分析问题解决问题的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		X1.Y1	X2.Y2	X3.Y3
1	了解环境污染物及其在环境中的降解和转化产物与机体作用的一般规律	4	6	7
2	了解环境污染物毒作用的评定方法	4	6	7
3	了解现代毒理学分析技术和手段	4	6	7
4	运用所学的环境毒理学的基本原理和方法分析解决实际生活中的环境污染问题	6	7	9

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	环境毒理学基本概念、研究对象、研究方法和内容。环境毒理学的主要任务、应用和主要进展。	√			
第二章环境污染物体内的生物转运和生物转化	环境污染物体内的生物转运,包括:生物膜的结构和功能,化学物质通过生物膜的方式▲★,吸收▲,2、环境污染物体内的生物转化:生物转化的反应机理▲★,生物转化的复杂性,影响生物转化的因素。	√	√	√	
第三章环境污染物的毒作用及其影响因素	毒物的转运▲★,毒物对靶位点(分子)的作用,毒物引起的细胞功能障碍,修复和修复失调。	√	√	√	
第四章环境化学物的一般毒性及其评价	急性毒性▲、亚慢性毒性和慢性毒性的基本概念;掌握一般毒性的评价方法▲★	√	√	√	
第五章环境化学物的致突变性及其评价	致突变作用机理▲★,化学物之癌变作用机理及其评价及遗传损伤的机理▲★	√	√	√	
第六章环境化学物的安全性及健康危险度评价	安全性评价的内容和程序▲;环境健康危险度评价的基本步骤▲。		√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，本课的教学环节包括课堂讲授、课堂提问、习题、答疑和学生分组研讨展示等多种混合教学模式与方法。要求学生掌握环境毒理学学基础知识、基本理论和基本技能。课堂讲授利用多媒体辅助教学，

多用图解。

学习方法：结合本课程涉及多学科知识的特点，学生应在课外时间查阅有关参考书和文献资料，延伸学习一些生命科学的基础知识。采取对知识点及时梳理及横向对比的学习方法。同时结合自身关注的污染危害激发学生主动学习、深入探究的良好学习习惯。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	环境毒理学基本概念、研究对象、研究方法和内容。环境毒理学的主要任务、应用和主要进展。	2					2
第二章环境污染物体内的生物转运和生物转化	1、环境污染物体内的生物转运，包括：生物膜的结构和功能，化学物质通过生物膜的方式，吸收， 2、环境污染物体内的生物转化：生物转化的反应机理，生物转化的复杂性，影响生物转化的因素。	6					6
第三章环境污染物的毒作用及其影响因素	毒物的转运，毒物对靶位点（分子）的作用，毒物引起的细胞功能障碍，修复和修复失调。	4					4
第四章环境化学物的一般毒性及其评价	急性毒性、亚慢性毒性和慢性毒性的基本概念；掌握一般毒性的评价方法	4			2		6
第五章环境化学物的致突变性及其评价	致突变作用机理，化学物之癌变作用机理及其评价及遗传损伤的机理	4			4		8
第六章环境化学物的安全性及健康危险度评价	安全性评价的内容和程序；环境健康危险度评价的基本步骤。	4			2		6
合计		24			8		32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 40%（作业等 20%，其它 20%），考试成绩 60%。

平时成绩中的 20%主要反应学生的课堂表现、提问、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 20%主要是课

堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂环境与健康问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	40	重要概念及实例分析能力 (2, 6, 7, 9)
考试成绩	60	基本理论及重要概念 (2, 6, 7)

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业					不满足 D 要求
研讨					不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试					不满足 D 要求

制定者：鲁理平

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“环境功能材料学”课程教学大纲

英文名称: Environmental Functional Materials

课程编码: 0005711

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境科学专业本科生

先修课程: 《无机化学》、《有机化学》、《物理化学》

教材及参考书:

[1]《功能材料》朱敏主编,机械工业出版社,2002年3月

[2]《环境材料学》翁端主编,清华大学出版社,2001年。

一、课程简介

《环境功能材料学》课程为环境科学类专业任选课。是研究环境与材料关系的一门新兴交叉学科。《环境功能材料学》是关于材料及材料循环过程与环境相互作用的科学,其目的在于使材料在满足需要的前提下,具有优良的环境协调性,使材料在其整个寿命周期中对环境施加的负荷最小。本课程从探讨环境材料学的基本概念出发,学习材料环境协调性的评价方法—生命周期评价(LCA),在此基础上主要讨论无机材料、高分子材料以及复合材料等的环境协调性以及清洁生产工艺,分析环境材料学对材料及产品的设计以及传统材料加工过程的影响,并了解环境相容材料、环境降解材料以及环境工程材料等新兴的环境材料的发展状况。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

《环境功能材料学》以无机化学、材料学和环境学为主要基础,系统介绍了环境功能材料的基本原理、微观结构与特性,环境功能材料的应用等内容。讲述了近几十年来环境功能材料的主要科学成就和最新研究成果。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y1: (3) 设计/开发解决方案: 能够设计针对复杂环境科学问题的监测、评价、规划方案,能够在设计环节中体现创新意识,并能考虑到社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

X2.Y2: (5) 使用现代工具: 能够针对复杂环境科学问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,包括计算机、现代分析测试仪器,对复杂环境问题进行监测、预测与模拟,并能够理解其局限性。

X3.Y3: (6) 工程与社会: 能够基于环境科学与工程相关背景知识进行合理分析,评价工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。

X4.Y4: (7) 环境和可持续发展: 能够理解和评价针对复杂问题的工程实践对环境、

社会可持续发展的影响。

X5.Y5: (10) 沟通:能够就复杂环境科学与工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令,并具备一定的国际视野,能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

(二) 课程目标:

总的课程教学目标:通过教学,使学生较全面、系统了解和认识现代社会要求材料和物质在制造、使用、废弃直至再生的整个寿命周期中必须具备与环境的协调共存性,初步掌握如何设计开发具有优异使用性能、对能源消耗少、对生态环境影响小、可再生利用或可环境消纳的一类环境材料。使学生在今后的科研和从事社会活动中能贯彻落实“减量化、资源化、无害化和清洁化”的环境功能材料学新理念。

该目标分解为以下子目标。

- ✧ 1 掌握环境功能材料学的基本概念和原理,了解环境的多样性。
- ✧ 2 掌握人口与环境的关系及影响环境的因素。
- ✧ 3 通过对大气、水、土壤的污染等学习,使学生了解环境科学。
- ✧ 4 通过对生物环境、人居环境、景观环境的学习,了解环境的多样性。
- ✧ 5 掌握可持续发展的由来、概念和实践等。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		X1.Y1	X2.Y2	X3.Y3	X4.Y4	X5.Y5
1	掌握环境功能材料学的基本概念和原理,了解环境的多样性。	◎	◎	◎	●	●
2	掌握人口与环境的关系及影响环境的因素。	●	●	●	●	●
3	通过对大气、水、土壤的污染等学习,使学生了解环境科学。	●	●	●	●	●
4	通过对生物环境、人居环境、景观环境的学习,了解环境的多样性。	◎	◎	●	●	●
5	掌握可持续发展的由来、概念和实践等。	●	●	◎	●	●

注:●:表示有强相关关系,◎:表示有一般相关关系,○:表示有弱相关关系

2 育人目标:写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素,寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章 环境功能材料概述	环境功能材料定义▲、起源、研究内容、应用及其发展趋势等；材料加工、材料使用，材料对资源和环境的影响等。	√				
第二章 金属和无机非金属材料	超导材料▲，纳米材料★、硅（太阳能电池材料）、生物陶瓷和仿生材料、生态建材（生态水泥与混凝土；绿色装饰材料；环境功能玻璃；建筑卫生陶瓷；辅助建材化学品；固态废弃物在建筑中的应用等。		√			
第三章 有机材料和高分子材料	环境友好塑料▲、再生纸制品、生物农药、生物资源高分子（纤维素、甲壳素、淀粉、天然漆与杜仲胶）★。			√		
第四章 仿生物材料	材料的生物性能及其生物相容性▲；仿生材料的成分、结构及性能等★；生物材料及其仿生组织工程材料的种类和制备技术等。			√		
第五章 环境协调性产品	材料的环境降解机理▲；环境降解材料的类型；重点讲授环境降解型有机高分子材料的应用现状和发展趋势★。				√	
第六章 环境工程材料	介绍常用的环境净化材料▲；环境修复材料★；环境替代材料等环境工程材料的类型、应用、选材原则及其发展趋势；环境治理材料：环境治理功能材料。					√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	环境功能材料概述	2					2
2	金属和无机非金属材料	4			1	2	7
3	有机材料和高分子材料	3			1	2	6

4	仿生物材料	3			1	2	6
5	环境协调性产品	4			1	2	7
6	环境工程材料	2				2	4
合计		18			4	10	32

六、考核与成绩评定

考试环节：考试形式为开卷笔试，注意检验学生对基本理论、基础知识、基本技能的掌握。

平时成绩 20%（作业和讨论 10%，上机 20%），期末考试 70%。

平时成绩（30%）：反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况、上机情况。

期末考试（70%）：对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对编译基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。包括环境功能材料学概念、环境问题分析等。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	30%	(5) 使用现代工具 (6) 工程与社会 (7) 环境和可持续发展 (10) 沟通
考试成绩	70%	(5) 使用现代工具 (6) 工程与社会 (7) 环境和可持续发展 (10) 沟通

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时成绩	纸质作业、上课回答问题、上机作业等清楚、明晰、观点正确、鲜明；见解独到	纸质作业、上课回答问题、上机作业等观点正确、清楚、明晰	纸质作业、上课回答问题、上机作业等观点正确、简单、没有深度	纸质作业、上课回答问题、上机作业等观点不正确，不清楚、不明晰	不满足 D 要求
考试成绩	考试答题清楚、明晰、观点正确、鲜明；见解独到	考试答题观点正确、清楚、明晰	考试答题观点正确、简单、没有深度	考试答题观点不正确，不清楚、不明晰	不满足 D 要求

制定者：叶青

批准者：梁文俊
2020 年 3 月

“环境管理与环境法”课程教学大纲

英文名称: Environmental Management and Law

课程编号: 0007781

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

适用对象: 环境科学、环境工程专业

先修课程: 环境学, 环境化学等

使用教材及参考书:

[1] 叶文虎,《环境管理学》第三版,高等教育出版社,2013年7月;

[2] 金瑞林,《环境与资源保护法》第二版,高等教育出版社,2006年1月

一、课程简介

本课程为环境科学专业的学科基础必修课程。通过环境管理学课程的学习,使学生了解人类社会运动与环境变化之间协调的规律性,掌握环境管理基础知识、理论体系与管理原则与方法,了解环境管理的终极目标和任务。通过环境与资源保护法的学习,掌握环境与资源保护法的基本理论、基本知识和基本技能,提高环境意识,增强环境法制观念;熟悉环境法规各项基本内容,提高运用环境与资源法进行诉讼和处理环境与资源纠纷的能力。

二、课程地位与目的

(一) 课程地位:

本课程为环境科学专业的学科基础必修课程。环境管理学是综合运用管理科学和环境科学的理论和方法研究人类---环境系统的管理过程和运动规律,以调整经济、社会与环境的关系,优化资源配置,正确处理国民经济各部门、各社会团体和个体间有关环境问题的一门学科,环境管理学在环境科学中的学科地位处于专业基础的最高层次,为培养环境科学专业人才奠定基础。

(二) 课程目标

1 教学目标:

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		X1.Y1	X2.Y2	X3.Y3
1	能够设计针对复杂环境科学与工程问题的监测、评价、规划、管理方案,能够在设计环节中体现创新意识,并能考虑到社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素	3, 3.1	3, 3.2	
2	能够基于环境科学与工程相关背景知识进行合理分析,评价工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。	6, 6.1	6, 6.2	
3	具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在实践中理解并	8, 8.1		

	遵守职业道德和规范，履行责任。			
4	能够就复杂环境科学与工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	10, 10.1		

2 育人目标:

通过课程学习充分认识环境管理的重要性以及肩负的使命，认识在国家发展中的重要作用，培养学生对专业的热爱。

三、课程教学内容

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	环境管理的概念，环境管理学的形成与发展，环境管理学的内涵；环境与资源保护法的概念，法学基础知识▲。	√			
第二章 环境管理学的基本理论	1、三种生产理论人类社会系统与自然环境系统的相互作用▲,三种生产理论在环境管理学中的地位与作用▲。 2、界面活动控制论界面、界面上的活动、界面活动的控制▲。 3、冲突协同理论冲突协同理论在环境管理中的应用▲；冲突协同理论的理论源流。 4、环境管理的基本原则全过程控制原则和双赢原则▲。	√			
第三章 环境管理的对象、内容与手段	1、环境管理对象环境与发展之间的关系，环境问题的本质，环境管理的对象▲。 2、环境管理的内容环境质量管理和生态环境管理▲。 3、环境管理手段环境管理的手段▲；环境管理的主体与直接管理对象	√			
第四章 环境管理的技术支持和保证	1、环境监测环境监测的目的、任务、特点、分类，以及环境监测的程序与方法▲，环境监测的质量保证。 2、环境标准环境标准的基本概念、环境标准的制订以及环境标准的应用▲。 3、环境审计环境审计的方法和建立；环境审计概述。 4、环境管理信息系统环境管理信息系统与决策支持系统，两个系统的设计与评价。 5、环境模型★环境模拟模型、环境预测模型、环境评价模型、环境规划模型的概念、基本原理、工作程序和方法	√	√		
第五章 区域环境管理	城市环境管理▲、农村环境管理▲、流域环境管理、开发区环境管理基本概述和主要原则。		√	√	
第六章 工业企业环境管理	工业企业环境管理的概念和内容，作为管理主体的工业企业的环境管理以及作为环境管理对象的工业企业环境管理		√	√	
第七章 环境与资源	1、环境与资源保护法的概念环境与资源保护法的定义、性质和特点、目的和任务▲。			√	√

保护法概述	2、环境与资源保护法律关系环境与资源保护法律关系的概念、特征、要素▲。 3、环境与资源保护法的产生和发展国内外环境与资源保护法的产生和发展。				
第八章 环境与资源 保护法的体 系和立法	1、环境与资源保护法的体系环境与资源保护法的概念，宪法关于环境与资源保护法的规定，环境与资源保护法的基本内容、标准以及法律规范▲。 2、环境与资源保护立法环境与资源保护法的体制与立法规划，立法技术及指导原则▲。			√	√
第九章 中国环境与 资源保护法 的基本原则	环境保护与经济建设、社会发展相协调的原则，预防为主、防治结合的原则，奖励综合利用的原则，开发者养护、污染者治理的原则，环境保护的民主原则，各原则的提出和发展、含义和作用以及原则的贯彻。			√	√
第十章 环境与资源 保护法的基 本制度和法 律责任	环境保护的基本法律制度，自然资源保护的基本法律制度，环境标准制度。环境与资源保护法法律责任制度概述，行政责任、民事责任、刑事责任▲。			√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，再到用公式求解结果，进一步培养学生计算和解决实际问题的能力，强化对“化学”及“环境”问题进行求解的意识，培养学生的系统意识和能力。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，可由生活中的化学和环境问题引出概念，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

学习方法：

学生通过课上学习掌握基本教学内容，课后进行文献查阅及阅读，了解环境管理与环境法相关研究及发展现状，通过写小论文方式提高学生的认识水平。

根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	环境管理的概念,环境管理学的形成与发展,环境管理学的内涵;环境与资源保护法的概念,法学基础知识▲。	2					2
第二章 环境管理 学的基本 理论	1、三种生产理论人类社会系统与自然环境系统的相互作用▲,三种生产理论在环境管理学中的地位与作用▲。 2、界面活动控制论界面、界面上的活动、界面活动的控制▲。 3、冲突协同理论冲突协同理论在环境管理中的应用▲;冲突协同理论的理论源流。 4、环境管理的基本原则全过程控制原则和双赢原则▲。	6			2		8
第三章 环境管理 的对象、内 容与手段	1、环境管理对象环境与发展之间的关系,环境问题的本质,环境管理的对象▲。 2、环境管理的内容环境质量管理和生态环境管理▲。 3、环境管理手段环境管理的手段▲;环境管理的主体与直接管理对象	2					2
第四章 环境管理 的技术支 持和保证	1、环境监测环境监测的目的、任务、特点、分类,以及环境监测的程序与方法▲,环境监测的质量保证。 2、环境标准环境标准的基本概念、环境标准的制订以及环境标准的应用▲。 3、环境审计环境审计的方法和建立;环境审计概述。 4、环境管理信息系统环境管理信息系统与决策支持系统,两个系统的设计与评价。 5、环境模型★环境模拟模型、环境预测模型、环境评价模型、环境规划模型的概念、基本原理、工作程序和方法	6			2		8
第五章 区域环境	城市环境管理▲、农村环境管理▲、流域环境管理、开发区	3			1		4

管理	环境管理基本概述和主要原则。						
第六章 工业企业 环境管理	工业企业环境管理的概念和内容, 作为管理主体的工业企业的环境管理以及作为环境管理对象的工业企业环境管理	2					2
第七章 环境与资源 保护法 概述	1、环境与资源保护法的概念 环境与资源保护法的定义、性质和特点、目的和任务▲。 2、环境与资源保护法律关系 环境与资源保护法律关系的概念、特征、要素▲。 3、环境与资源保护法的产生和发展 国内外环境与资源保护法的产生和发展。	2					2
第八章 环境与资源 保护法的 体系和 立法	1、环境与资源保护法的体系 环境与资源保护法的概念, 宪法关于环境与资源保护法的规定, 环境与资源保护法的基本内容、标准以及法律规范▲。 2、环境与资源保护立法环境 与资源保护法的体制与立法规划, 立法技术及指导原则▲。	2					2
第九章 中国环境 与资源保 护法的基 本原则	环境保护与经济建设、社会发展相协调的原则, 预防为主、防治结合的原则, 奖励综合利用的原则, 开发者养护、污染者治理的原则, 环境保护的民主原则, 各原则的提出和发展、含义和作用以及原则的贯彻。	2					2
合计		27			5		32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的, 检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布: 写明该门课程考核环节及各环节的分值, 各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 30% (作业 10%, 课堂讨论 10%, 出勤 10%), 考试成绩 70%。

平时成绩中的 30% 主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定

的主要依据包括：课程的出勤率占 10%、课堂讨论 10%；作业 10%，课堂作业主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	30	具有综合分析问题的能力
考试成绩	70	具有综合运用理论和技术手段设计系统和过程的能力。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时完成且内容质量高	按时完成且内容存在不足	完成时间稍晚且内容存在不足	完成时间较晚且内容存在不足	不满足 D 要求
研讨	每次积极参与	参与率 80%	参与率 70%	参与率 60%	不满足 D 要求
出勤	全勤	请假 2 次	请假 3 次	请假 4 次	不满足 D 要求
考试					不满足 D 要求

制定者：于志辉

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

环境规划课程教学大纲

英文名称: Environmental Planning

课程编码: 0005709

课程性质: 环境科学专业学科基础必修课, 环境工程专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境类本科生

先修课程: 环境学、高等数学、C 语言程序设计基础

教材及参考书:

[1] 郭怀成, 尚金城, 张天柱. 《环境规划学》. 高等教育出版社, 2009.

[2] 王金南, 蒋洪强. 《环境规划学》. 中国环境出版社, 2014.

[3] 程声通. 《环境系统分析教程》. 化学工业出版社, 2012.

一、课程简介

环境规划是为克服社会经济发展的盲目性和主观性, 使环境和经济协调发展, 而对社会的生产和生活在时间和空间上的合理安排和规定。环境规划是实行环境目标管理的基本依据, 是环境保护战略的具体体现, 也是国民经济发展规划的重要组成部分。因此, 环境规划学成为了环境科学的重要分支学科之一, 侧重于研究环境规划的理论与方法学问题, 是应用性、实践性很强的学科。环境规划课程系统阐述环境污染源的分析与评价; 环境容量与空间门槛分析; 环境规划中的预测方法、环境质量模拟方法和规划优化方法; 以及环境规划的文本类型与内容编写。该课程以系统工程理论为基础, 应用模糊数学, 灰色理论建模进行环境质量评价与预测, 力求科学准确, 并有利于程序化。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

环境规划学是环境科学的重要分支学科之一, 侧重于研究环境规划的理论与方法学问题, 是应用性、实践性很强的学科, 是本专业的学科基础必修课。

(二) 课程目标

1 教学目标: 本课程教学要求学生能掌握环境规划的理论基础, 掌握环境规划的内容和 workflows, 掌握初级的环境质量预测技术及优化技术, 并了解复杂的环境质量预测技术及优化技术, 掌握环境规划的编写内容和形式, 使学生能在未来开展环境规划的相关工作和研究。本课程有助于培养学生应用数学、环境科学的基本原理, 识别、表达、分析、解决复杂环境科学问题的能力 (对应毕业要求 2); 针对复杂环境问题, 考虑社会、健康、安全、法律、文化等因素设计规划方案的能力 (对应毕业要求 3); 能够基于环境专业背景知识, 对复杂的社会行为进行合理分析, 评价其对社会、健康的影响 (对应毕业要求 6); 能够理解和评价复杂社会行为对环境、社会可持续发展的影响 (对应毕业要求 7)。详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		2.1	2.2	3.1	3.2	6.1	7.1	7.2
1	基于环境科学、数学、系统学的基本原理，能够分析复杂环境问题并预测未来发展趋势	●	●			◎	◎	◎
2	基于环境科学、数学、系统学的基本原理，能够计算并理解现实环境的容量和承载力		●				◎	◎
3	基于环境工程技术和系统学技术，能够提出未来复杂环境问题的优化解决方案			●	●	◎	◎	◎
4	掌握水环境规划编制、大气环境规划编制、生态规划编制的内容、流程和技术方法			●	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程可以培养学生以系统性、科学性的思维，理解现实环境问题，认识环境承载力，并设计出问题的优化解决方案。同时，培养学生对环境-社会-经济综合系统的理解，及可持续发展理念

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章绪论	环境规划的概念、功能、特征▲、 环境规划的类型与发展趋势	√	√	√	√
第二章理论基础					
第 1 节环境系统	环境系统性理论▲	√			
第 2 节环境容量与环境承载力	环境容量计算▲、环境承载力评估		√		
第 3 节复合生态系统	环境、经济与社会复杂关系★	√			
第 4 节空间结构理论	城市空间发展历程和未来趋势	√			
第三章环境规划内容和技术方法					
第 1 节环境规划内容与流程	环境规划的主要内容与编制流程▲	√	√	√	√
第 2 节环境问题预测	污染物排放预测技术与方法★ 环境质量预测技术与方法★	√			
第 3 节环境功能区划	环境功能区划的目的、区划依据和方法， 多规合一的功能区划趋势			√	√
第 4 节环境目标与指标体系	环境规划目标的制定原则▲ 依据目标构建环境规划指标体系★			√	√

第5节环境规划方案决策技术	单目标线性规划▲、多目标线性规划▲ 单目标非线性规划★			√	√
第6节方案可行性评估与保障				√	√
第四章水环境规划					
第1节水环境规划内容与流程	水环境规划的内容、思路 and 流程▲	√	√	√	√
第2节水环境容量设计	稳态容量设计▲、随机容量设计★		√		
第3节水污染控制措施	水污染控制主要措施的内容			√	√
第4节某流域水环境规划案例	依托案例，引导学生完成水环境规划编制★	√	√	√	√
第五章大气环境规划					
第1节大气环境规划内容与流程	大气环境规划的内容、思路 and 流程▲	√	√	√	√
第2节大气环境容量设计	大气主要污染物容量设计▲		√		
第3节大气污染控制措施	大气污染控制主要措施的内容			√	√
第4节某城市大气环境规划案例	依托案例，引导学生完成大气环境规划编制★	√	√	√	√
第六章生态环境规划					
第1节生态功能区划	生态功能区划新趋势及区划方法	√			√
第2节生态环境规划内容及流程	生态规划的主要内容、流程和方法▲		√		√
第3节某地区生态规划案例	案例讲解	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

采取讲授、研讨、案例教学等多种模式结合的方法开展教学。

学习方法：

学生主要听取课堂讲授，掌握知识点和专业技能；同时，依托案例，进行水环境规划、大气环境规划编制的全流程训练，进一步强化专业知识和专业技能，并形成规划报告，培养学生写作能力。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	案例	
第一章绪论	环境规划概念、功能、特征、类型、发展历程	2					2
第二章理论基础 第1、2节	环境系统、环境容量计算、环境承载力	1.5			0.5		2
第二章理论基础 第3、4节	复合生态系统空间结构理论	2					2
第三章 第1、2节	环境规划内容和流程 环境预测方法	2				2	4
第三章 第3、4节	环境功能区划 环境目标和指标体系	2					2
第三章	决策技术方法	4				2	6

第 5、6 节	决策方案保障						
第四章 第 1、2、3 节	水环境规划内容、容量设计、控制措施	2					2
第四章 第 4 节	流域水环境规划课堂案例训练					2	2
第五章 第 1、2、3 节	大气环境规划内容、容量设计、控制措施	2					2
第五章 第 4 节	城市大气环境规划课堂案例训练					2	2
第六章 第 1、2 节	生态区划新趋势、区划方法、生态规划	2					2
第六章 第 3 节	某地区生态规划案例讲解	1.5			0.5		2
综合讲解	针对同学课堂训练报告进行点评和讲解				2		2
合计		21			3	8	32

六、考核与成绩评定

该门课程采用“平时成绩（40%）+期末闭卷考试（60%）”的方式，评定学生成绩。

期末考试试卷的知识点须覆盖：环境规划的定义、特征等绪论知识（5%），环境规划理论基础的认知（10%），环境规划内容和程序（10%），环境规划重点技术（50%），专项规划的特殊事项（25%）。试题形式包含：填空题、名词解释题、解答题、数学建模题、综合设计题。本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	20	学生对课堂知识的掌握和了解
课堂表现	20	学生对实际问题的理解、分析和解决能力
期末成绩	60	学生对课程知识的掌握、理解能力

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核 方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	报告框架清晰,逻辑性强,内容丰富、 格式标注	报告框架清晰,逻辑性强,内 容合格	报告框架基 本清晰	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨,思路清晰, 结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨,结合 讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲 授内容探讨	不满足 C 要求

制定者: 魏巍

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“环境化学”课程教学大纲

英文名称: Environmental Chemistry

课程编号: 0007414

课程类型: 学科基础必修课

学时: 40 学分: 2.5

适用对象: 环境科学专业

先修课程: 无机化学、分析化学、有机化学、环境学等

使用教材:

环境化学, 第二版戴树桂主编, 高等教育出版社, 2006 年 10 月

主要参考书:

- [1]Environmental Chemistry/环境化学(第九版), Manahan S.E. (著) 孙红文(主译)
高等教育出版社 2013 年 1 月
- [2] Environmental Chemistry. 9th ed. Michigan: Lewis publishers, 2008
- [3] Environmental Science 6th ed Daniel D. Chiras Jones and Bartlett Publishers
- [4]《环境化学》赵美萍北京大学出版社 2005

一、课程简介

在学习化学基础理论课的基础上,通过对大气环境化学、水环境化学和土壤环境化学、环境生物化学等基础知识的学习,掌握化学物质在环境中的迁移与转化机制,各类环境中的主要污染物产生的化学机制,讨论密切结合我国乃至全球关注的环境问题,让学生有扎实的环境化学理论知识,了解环境化学研究的基本方法,培养适应可持续发展的环境保护人才。

二、课程地位与教学目标

课程地位:《环境化学》课程为环境科学专业的专业基础必修课,它是以化学物质在环境中出现而引起的环境问题为研究对象,以解决环境问题为目标的新型学科。它既是环境科学的核心组成部分,也是化学科学的一个新的重要分支。其多学科相互交叉的特点决定了要学好这门课必须首先掌握物理化学、无机化学、有机化学、分析化学、高等数学,环境学的基本知识与理论。因此它是环境科学专业学生需要掌握的核心课程之一,使学生有扎实的环境科学基础理论,掌握基本研究方法。

教学目标:通过本课程的学习,使学生掌握环境化学的研究内容、特点和发展动向,掌握环境化学的基本原理,掌握有机、无机污染物在环境各圈层中迁移转化的规律其效应,初步了解环境化学任务(课题)的研究方法。明确环境化学的任务和目的以及环境化学在环境科学中和解决环境问题上的地位和作用,培养学生科学研究的能力和科学方法。同时通过对当前环境问题的探讨,使学生了解多学科交叉解决环境问题的基本思想。

三、课程教学内容及要求

[1]表示掌握。[2]表示理解。[3]表示了解。△表示自学或粗讲。

第一章绪论

1.1 绪论

1.1.1 环境问题与环境化学的发展[2]

1.1.2 环境化学的研究内容[1]

1.1.3 环境化学的特点和研究方法[1]

1.2 环境污染物[2]

1.2.1 环境污染物类别[1]

1.2.2 环境效应及其影响因素[1]

1.2.3 环境污染物在环境各圈层迁移转化过程简介[2]

第二章大气环境化学

2.1 大气圈和大气化学

2.1.1 大气圈的重要性及其物理特性[2]

2.1.2 大气化学[1]

2.1.3 大气中物质的迁移[2]

2.1.4 大气中污染物的转化[1]

2.2 光化学烟雾[1]

2.2.1 光化学烟雾的产生

2.2.2 光化学烟雾形成机理

2.2.3 光化学烟雾的控制机制

2.3 硫氧化合物的转化

2.3.1 SO₂ 的气相转化[1]

2.3.2 SO₂ 的液相转化[2]

2.3.3 硫酸型烟雾形成的化学机制[2]

2.4 酸沉降[1]

2.4.1 降水的化学性质

2.4.2 降水的酸化过程

2.4.3 酸雨的环境影响机制

2.5 大气颗粒物

2.5.1 颗粒物的种类和分类[3]

2.5.2 颗粒物的粒径分布[2]

2.5.3 颗粒物的化学组成[2]

2.5.4 颗粒物的源和汇[3]

2.6 平流层臭氧化学[1]

2.6.1 平流层臭氧的形成机制

2.6.2 臭氧损耗的化学机制

2.7 气候变化[1]

2.7.1 温室气体

2.7.2 影响气候变化的化学机制

第三章水环境化学

3.1 天然水体概况[1]

3.1.1 天然水系的组成和性质

3.1.2 水体中主要离子成分的形成

3.1.3 水体中的溶解氧等溶解性气体

3.2 水中无机化合物的迁移和转化[2]

3.2.1 颗粒物与水之间的迁移

3.2.2 水中颗粒物的聚集

3.2.3 溶解和沉淀

3.2.4 氧化和还原

3.2.5 配合作用

3.3 水中有机化合物的迁移和转化[3]

3.3.1 分配作用

3.3.2 挥发作用

3.3.3 水解作用

3.3.4 光解作用

3.3.5 生物降解作用

第四章土壤环境化学

4.1 土壤的组成与性质

4.1.1 土壤的组成[1]

4.1.2 土壤的物理化学性质[1]

4.2 化学物质在土壤-植物体系的迁移及其机制

4.2.1 化学物质在土壤-植物体系的迁移 [2]

4.2.2 植物对重金属产生耐性的机制[1]

4.3 化学农药在土壤中迁移和转化

4.3.1 化学农药在土壤中的行为及其影响因素[3]

4.3.2 农药在土壤环境中的吸附作用[2]

4.3.3 土壤中农药的迁移[3]

4.4 农药在土壤中的降解[3]

4.4.5 农药在土壤中的残留性[3]

四、教学环节安排与要求

1. 课堂授课（30 学时）：采用多媒体教学，双语授课

2. 实验课（10 学时）：与理论课结合的课程内 2 个实验。

3. 小组学习讨论课：根据各章节的内容，布置相应的专题，小组学习讨论。

4. 课后作业：（1）教材上习题（2）补充英文资料学习

五、教学方法与学习方法指导

- 1.课堂讲授：采用多媒体教学，采用多媒体教学，双语授课
- 2.讨论课：根据 2, 3, 4 章节的内容，布置相应的专题，学生分组学习和讨论。
- 3.课后学习与调研：老师给予阅读学习资料，延伸学习；根据章节内容进行环境案例调研，老师指导调研大纲的准备，学生撰写调研报告。

六、学时分配

章	学时分配						合计
	讲课	习题课	实验课	上机课	讨论课	其他	
1	2						2
2	8	2	4		2		16
3	6		6		2		14
4	4				2		6
机动						2	2
合计	20	2	10		6	2	40

考试与成绩评定

平时成绩 20%（作业，小组学习），实验成绩 20%，期末考试 60%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。10%来自于小组学习贡献度，成果展示，讨论问题的深度等。培养学生在该复杂系统的研究、设计与实现中的交流能力（口头和书面表达）、协作能力、组织能力。要求学生能够有所学理论知识分析实际环境问题的能力，在报告中能反映出自己独立思考与见解。

20%是实验成绩报告，包括实验方案的设计，理论应用的准确，实验操作的正确，实验报告的完整等。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对编译基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以对象的形式化（模型）描述、基于形式化描述的处理为主。包括文法及其分析、语法分析、语义分析等。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3，4 达成度的考核。
小组学习	10	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 2、3，8，9，10，11，12 达成度的考核。
实验	20	实验设计的设计与撰写情况。对应毕业要求 8、9、10，11，12 达成度的考核，同时对 1、2、3 达成度的考核有一定参考价值。
期末考试	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3，4 达成度的考核。

制定者：陈莎
批准者：梁文俊
2020 年 3 月

“环境经济学”课程教学大纲

英文名称: Environmental Economics

课程编码: 0004371

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 环境科学专业本科生

先修课程: 环境学

教材及参考书:

[1] 左玉辉,环境经济学. 高等教育出版社. 北京, 2010.12。

[2] 张帆, 夏凡著, 环境与自然资源经济学(第3版).上海人民出版社. 上海, 2019.6。

一、课程简介

环境经济学是一门新兴的由经济学和环境科学等学科相互交叉、有机结合形成的边缘性学科。它试图从经济学的视角,运用经济学的基本理论和分析方法来探讨、思考和分析环境问题。因而,本课程的鲜明特色在于体现了文理渗透、交叉的性质,是一门为完善环境科学系学生专业知识结构的专业基础必修课。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

环境经济学是环境科学体系中最重要的一個分支学科,与本专业的环境规划学、环境管理学、环境生态学一起构成了环境科学专业的环境规划与管理方向的重要课程,为学生今后从事环境管理等工作打下坚实的基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 2 问题分析:能够应用经济学的基本原理,识别、表达、分析和研究现实中的复杂环境问题,以获得正确结论。

指标点 6 工程与社会:能够基于环境经济学相关背景知识进行合理分析,科学评价工程实践和复杂工程问题解决方案所产生的经济影响,并提出相应对策。

指标点 7 环境和可持续发展:能够理解和评价针对复杂问题的工程实践对环境、社会及经济可持续发展的影响。

指标点 11 项目管理:理解并掌握项目的经济评价原理与经济决策方法,并能在多学科环境中应用。

(二) 课程目标

1 教学目标:

通过本课程的学习,使学生比较系统地掌握环境经济学的总体轮廓和主要内容,掌握最基本的理论知识和分析评价方法及应用,充分了解当今世界上各个国家采用的环境经济政策;培养学生初步掌握运用环境经济学知识去分析和思考实际环境问题解决途径的能力。详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	6	7	11
1	掌握与环境问题相关的经济学经典理论，包括市场需求、消费者剩余，生产成本、物品分类等	●	◎	●	◎
2	理解环境问题的经济学本质，掌握外部性内在化方法、环境资源的价值评估方法等	●	●	◎	◎
3	掌握环境影响的经济分析和费用效益分析方法，理解环境经济政策的类型及应用	◎	●	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：课程讲述过程中，通过对本课程相关学科知识、经济学理论、环境价值评估、环境经济政策等方面的讲述，培养学生投身科学技术研究的理想信念，坚实其家国情怀和民族自信心，通过严谨务实、实事求是的科学作风的介绍，培养学生良好的职业素养和行为规范，力求寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	
第一章概论	环境经济学的产生与发展， 环境经济学的学科简介	√			
第二章 经济学基本理论	需求、供给和均衡▲， 消费者剩余★， 生产成本与环境成本▲	√	√		
第三章 环境经济学理论	外部性理论★、 物品分类★、 市场失灵▲和政府失灵	√	√		
第四章环境损害 与效益的价值评 估	环境资源的总经济价值， 价值评估方法的框架， 常用的价值评估方法▲， 环境资源价值评估案例★		√	√	
第五章费用效益 分析	费用效益分析的基本原理， 环境费用效益分析的步骤和方法▲， 环境影响的经济分析★			√	
第六章环境经济 政策	环境经济政策的一般形式， 环境经济政策的类型和实施条件， 环境经济政策的应用▲			√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、

小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	概论	2					2
第二章	微观经济学基本理论	5			1		6
第三章	环境经济学基本理论	5			1		6
第四章	环境损害与效益的价值评估	4			2		6
第五章	费用效益分析方法	4			2		6
第六章	环境经济政策	4			2		6
	合计	24			8		32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 25%（作业等 10%，其它 15%），考试成绩 75%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 15%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决环境问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	25	主要考核学生的出勤率、课堂表现（包括课堂小组讨论、课外作业）中学生运用课程内容分析问题的综合能力。 主要支撑毕业要求拆分指标点 2 和 7。
考试成绩	75	主要考核学生对环境经济学经典理论知识的掌握情况，以及运用环境价值评估方法、费用效益分析方法等进行项目经济评价和估算环境成本的综合水平及能力。 主要支撑毕业要求拆分指标点 6，7，11。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时准确	按时较准确	较按时较准确	基本准确	不满足 D 要求
研讨	积极参与	较积极参与	能够主动参与	基本参与	不满足 D 要求
考试	回答准确	回答大部分准确	回答较准确	回答基本准确	不满足 D 要求

制定者：郭秀锐

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“环境生态学”课程教学大纲

英文名称: Environmental Ecology

课程编码: 0000947

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境科学专业本科生

先修课程: 环境学

教材及参考书:

[1] 盛连喜, 冯江, 王妮. 环境生态学导论 (第2版). 高等教育出版社, 2009年1月

[2] 李元, 环境生态学导论, 科学出版社, 2019年1月。

一、课程简介

环境生态学是一门环境科学专业的专业选修课, 是生态学与环境学的新兴交叉学科。它是研究人为干扰下, 生态系统内在的变化机制、规律和对人类的反效应, 寻求受损生态系统恢复、重建和保护对策的科学, 即运用生态学的理论, 阐明人与环境间相互作用的机制和效应以及解决环境问题的生态途径的科学。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 环境生态学是环境科学体系中最重要的一個分支学科, 与本专业的环境规划学、环境管理学、环境经济学一起构成了环境科学专业的环境规划与管理方向的重要课程, 为学生今后从事环境生态管理等工作打下坚实的基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 2: 问题分析: 能够应用生态学的基本原理, 识别、表达、分析和研究现实中复杂的生态环境问题, 以获得正确结论。

指标点 3: 设计/开发解决方案: 能够设计针对复杂环境问题设计相应的生态监测、生态评价、生态规划与管理方案, 在设计环节中体现创新意识, 并能考虑到社会、健康、安全等因素的影响。

指标点 6: 工程与社会: 能够基于环境生态学相关背景知识进行合理分析, 科学评价工程实践和复杂工程问题解决方案对生态环境和生态系统可能造成的影响, 并提出相应生态对策。

指标点 7: 环境和可持续发展: 能够理解和评价针对复杂问题的工程实践对生态环境、社会、经济可持续发展的影响。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的学习, 使学生比较系统地掌握环境生态学学科的主要内容, 掌握最基本的生态学理论知识, 充分了解各类生态系统普遍存在的生态问题和生态危机, 培养学生初步掌握运用环境生态学理论知识去分析和思考环境问题, 进而提出解决环境问题的生态学对策。详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	3	6	7
1	在掌握生态学的经典理论知识基础上，理解环境与生物的关系及生态系统的基本理论	●	◎	◎	◎
2	应用生态系统的理论知识分析环境问题存在的原因，分析生态危机发生的根源	●	◎	●	◎
3	掌握生态环境影响评价的方法、退化生态系统修复的途径以及生态规划方案的设计原理	◎	●	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：课程讲述过程中，通过对本课程相关学科知识的发展历程、研究方法、修复退化生态系统等方面的讲述，培养学生投身科学技术研究的理想信念，坚实其家国情怀和民族自信心，通过严谨务实、实事求是的科学作风的介绍，培养学生良好的职业素养和行为规范，力求寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章绪论	环境生态学的定义及其形成与发展,环境生态学的研究内容与学科任务▲	√		
第二章生物与环境	地球上的生物主要环境因子的生态作用▲，生态因子作用的一般规律▲★	√		
第三章生物圈中的生命系统	生物种群的特征及动态，种群关系，生物群落▲，生物群落的演替	√		
第四章生态系统生态学	生态系统的结构,生态系统的基本功能▲,世界主要生态系统的类型▲,生态系统服务		√	
第五章退化生态系统的修复	退化生态系统的类型及其成因▲★，退化生态系统的修复技术▲★，生态工程▲★		√	√
第六章生态环境影响评价	生态监测，生态环境影响评价的方法▲，生态环境影响评价案例▲★			√
第七章生态规划与设计	生态规划与设计的步骤与方法★，生态规划案例▲			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：为完成课程目标，本课程的教学方法采用多种综合教学手段，包括课堂讲授、小组讨论、案例教学、体验教学等多种教学方法与模式。

学习方法：学生应积极随课程内容的讲授，积极参与课程设置的各个环节，课下主动通过互联网搜索与本课程相关的视频、新闻事件及环境学领域相关知识，扩大自己的知识

面和视野，结合课程的理论知识学习，培养自己的生态学知识素养和应用生态学思维综合分析问题的能力。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	课程简介，环境生态学的学科发展	2					2
第二章	生物与环境的关系，生态因子	4			1		5
第三章	生态学基本理论	4			1		5
第四章	生态系统生态学	5			1		6
第五章	退化生态系统的修复	4			2		6
第六章	生态环境影响评价	5			1		6
第七章	生态规划与设计	2					2
合计		26			6		32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 25%（作业等 15%，其他 10%），考试成绩 75%。

平时成绩中的 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例(%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	25	主要考核学生的出勤率、课堂表现（包括课堂小组讨论、课外作业、课堂辩论赛） 中学生运用课程内容分析问题的综合能力。 主要支撑毕业要求拆分指标点 2 和 7。
考试成绩	75	主要考核学生对生态学经典理论及生态系统理论知识的掌握情况，以及运用生态环境影响评价方法及退化生态系统修复方法提出解决环境问题的生态对策及生态

		方案的能力。 主要支撑毕业要求拆分指标点 2,3,6 和 7。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时准确	按时较准确	较按时较准确	基本准确	不满足 D 要求
课堂讨论	积极参与	较积极参与	能够主动参与	基本参与	不满足 D 要求
考试	回答准确	回答大部分准确	回答较准确	回答基本准确	不满足 D 要求

制定者：郭秀锐

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“环境物理性污染与控制”课程教学大纲

英文名称: Environmental Physical Pollution and Control

课程编码: 0007418

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境科学、环境工程专业本科生

先修课程: 高等数学、大学物理

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[序号] 作者. 教材名称. 出版社, 出版年月

[1] 孙兴滨、闫立龙、张宝杰, 《环境物理性污染控制》, 化学工业出版社, 2010 年 7 月

[2] 李连山、杨建设, 《环境物理性污染控制工程》, 华中科技大学出版社, 2009 年 8 月

[3] 周律、张孟青编著, 《环境物理学》(环境科学基本知识丛书), 中国环境科学出版社, 2001 年 3 月

一、课程简介

“环境物理性污染与控制”是高等学校环境科学与工程专业的一个重要专业课, 主要以声学、机械振动学、电磁学、热学和光学等为基础, 探讨物理环境质量的变化规律, 研究各种物理环境要素噪声、振动、电磁场、热、光和射线等对人类的影响及其评价, 以及消除这些影响的技术途径和控制措施。本课程适应环境学科发展、教育教学改革和人才培养需求。通过本课程的学习, 学生能系统地掌握有关环境物理性污染控制的基本概念、原理、控制理论及方法, 并初步具有分析和解决一些环境噪声、振动、放射性辐射、电磁辐射、热、光等污染控制方面实际问题的能力, 提高学生分析问题和解决问题的能力, 为从事专业工作、科学研究和环境管理等打下良好的基础。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

“环境物理性污染与控制”是环境科学与环境工程专业的一门专业选修课, 通过对环境噪声、振动、放射性、电磁、光、热等要素污染基本原理及其防控技术方法的学习, 培养学生分析、思考及解决问题的能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2 能够分析复杂的环境科学与工程问题。

能够应用环境物理性污染与控制的基本原理, 分析复杂的物理环境污染问题和工程问题。

3.1 具有综合运用理论和技术手段设计系统和过程的能力。

具有综合运用环境物理性污染与控制的基本理论和控制技术措施设计控制不同物理环境污染体系和过程的能力。

6.2 正确认识复杂环境工程问题对健康、安全、法律的影响。

能正确认识复杂环境物理性污染控制工程中相关噪声、振动、放射性辐射、电磁辐射、

热和光等问题对人类健康、社会安全、相关法律的影响。

7.2 能够评价工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

能够应用环境物理性污染与控制的评价指标体系评价污染控制工程实践对环境和社会可持续发展的影响。

12 具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

环境物理性污染与控制学科体系尚未完全定型，各分支学科发展也不平衡，其中环境噪声污染控制发展较快，较全面，其他各分支学科已引起人们的关注。通过课程知识体系的学习，培养了学生具有自主学习和终身学习的意识，以及不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

通过本课程的学习，学生能系统地掌握有关环境物理性污染控制的一些基本原理和研究方法，并初步具有分析和解决一些环境噪声、振动、放射性、电磁、光、热等污染控制方面实际问题的能力，提高学生分析问题和解决问题的能力，为从事专业工作、科学研究和环境管理等打下良好的基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		2.2	3.1	6.2	7.1	12
1	能系统地掌握有关环境物理性污染控制的基本概念、原理、控制理论及方法	●	●	◎	◎	◎
2	初步具有分析和解决一些环境物理性污染控制方面实际问题的能力	●	●	◎	◎	◎
3	提高学生分析问题和解决问题的能力	●	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

通过“环境物理性污染与控制”课程知识体系的传授，能不断培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等品质和大格局。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章绪论	理解物理环境的概念及其分类（天然物理环境和人工物理环境）； ▲掌握环境物理性污染的构成、定义和特点；了解环境物理性污染控制的产生和发展趋势。	√		
第二章 环境噪声污染控制	了解噪声、噪声源的种类和特点；▲掌握噪声的度量、评价和控制标准；了解噪声的测量技术；▲★掌握噪声控制的基本原理（吸	√	√	√

	声、消声、隔声)、噪声控制的一般原则、噪声控制的基本程序;了解噪声污染控制新技术。开展课外小组讨论与课堂教学相结合的模式,开阔学生的思路,使学生学会将噪声的基本原理和控制方法应用到实际中解决实际问题。			
第三章 环境振动污染控制	▲掌握振动的基本概念与基础理论;理解振动监测的基本原理和评价标准;了解振动的危害及其影响;★了解振动的控制方式和控制技术。使学生学会将振动的基本原理和控制方法应用到实际中解决实际问题。	√	√	√
第四章 环境放射性污染防治	理解辐射剂量学的基本概念;▲掌握放射性污染的特点、环境中放射性的来源、以及放射性污染的危害;了解放射性污染监测与防治标准;了解放射性废物的处理与处置,以及放射性污染的防治。	√	√	√
第五章 环境电磁辐射污染控制	了解环境电磁学的研究内容;▲掌握电磁辐射的基础知识;★了解电磁辐射的来源、传播途径及其危害;了解电磁辐射的相关标准;了解电磁辐射污染与防治。使学生学会应用环境电磁辐射污染的基本原理和控制方法解决实际问题。	√	√	√
第六章 环境热污染控制	了解环境中的热量来源、热量平衡、环境温度的测量方法和生理热环境指标;▲掌握温室效应的定义、原理、温室效应的加剧、温室效应理论以及全球变暖;★理解城市热岛效应现象、城市热岛效应的成因、城市热岛效应带来的影响、以及城市热岛效应的防治;了解环境热污染及其防治。使学生学会应用环境热污染的基本原理和防治方法解决实际问题。	√	√	√
第七章 环境光污染控制	了解人与光环境的关系、光源及其类型[3];掌握照明单位及度量[1];了解光污染的危害和防治[3];理解眩光的产生、分类、危害和防治[2];了解光环境的评价标准[3]。使学生能应用环境光污染的基本原理和防治方法解决实际问题。	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点,采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

开展课堂多媒体教学、研讨、小组合作、同伴教学、以及案例教学等多种教学方法与模式,使学生能较好地掌握该课程的基本概念、基本原理,并应用于实际案例分析中。

学习方法: 根据课程及学生学习特点,给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

鉴于本课程理论性和抽象性强的特点,除在课堂教学中多举实际案例外,指导学生自主学习教材中新加的“深度探索和背景资料”内容,多看相关参考书,学会从不同的视角来分析和认知物理性污染的特征,用物理性污染的基本原理分析实际案例,以学习小组为单位,开展课外讨论,课堂汇报、互动的学习模式,以激发学生学习动机,帮助学生学会主动学习、深入探究。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	重点介绍环境物理性污染概述和特点。	2					2
第二章环境噪声污染控制	重点介绍声学基础，噪声度量、评价和控制标准，噪声测量，噪声源分析与预测，噪声影响评价，以及噪声控制技术等。	14	2		1		17
第三章环境振动污染控制	主要包括环境振动的基本概念与理论，评价标准、测量技术，控制技术。	3	1				4
第四章环境放射性污染防治	主要介绍放射性污染的基本量，辐射对人体的总剂量，环境放射性标准，放射性污染的防治等。	2	0.5				2.5
第五章环境电磁辐射污染控制	主要包括环境电磁辐射污染的影响和危害，电磁辐射的测量及标准，电磁辐射污染控制。	2	0.5				2.5
第六章环境热污染控制	主要介绍温室效应，热岛效应，环境热污染防治。	1			1		2
第七章环境光污染控制	主要包括光污染的单位 and 度量，光环境评价与质量标准，光污染防治。	1			1		2
合计		25	4		3		32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的 30%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 XX%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	30	通过课堂提问、讨论、课后作业等形式，考核学生对环境物理性污染与控制的基本概念、基本原理、以及控制措施的理解和掌握程度。与毕业要求拆分点 2.2, 3.1 有强相关关系，与 6.2, 7.1, 和 12 有一般相关关系。
考试成绩	70	综合测试学生对基本概念、基础理论和方法的掌握程度，以及考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。与毕业要求拆分点 2.2 和 3.1 有强相关关系，与 6.2, 7.1 和 12 有一般相关关系。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	√	√	√	√	不满足 D 要求
研讨	√	√	√	√	不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试	√	√	√	√	不满足 D 要求

制定者：韩力慧

批准者：梁文俊

2020 年 3 月 12 日

“环境学”课程教学大纲

英文名称: Basics of Environmental Science

课程编码: 0009657

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 环境科学专业本科生

先修课程: 《无机化学》、《有机化学》、《物理化学》

教材及参考书: 《环境学》, 左玉辉编著, 高等教育出版社, 2010 年 1 月第二版

参考书: 《环境学导论》, 何强编著, 清华大学出版社, 2010 年 5 月第三版;

《环境保护概论》, 袁霄梅, 张俊, 张华编著, 化学工业出版社, 2014 年 3 月第二版。

一、课程简介

“环境学”课程以环境基本规律为主线, 分别从人口与环境、大气环境、水环境、土壤环境、物理环境、生物环境、人居环境、景观环境以及可持续发展等方面, 多方位、多层次、多角度地阐述人类与环境之间的相互作用原理, 既传授近几十年来环境科学研究的主要科学成就, 也讲述环境科学基础理论的最新研究成果, 以适应 21 世纪社会经济发展对环境类人才培养的需要。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

《环境学》课为环境科学类专业基础课。作为环境教育的基础, 培养学生的基本环境素养, 启发学生的环境思维, 促进环境伦理、环境意识的推广和普及; 掌握环境学和环境规律等环境术语的概念和内涵; 掌握环境基本常识; 能够运用环境学基本原理分析环境现象, 剖析环境规律的作用, 寻求解决环境问题的途径。《环境学》重在探索环境科学之源(环境规律), 为后续课程奠定理论基础, 从而在源头上避免了与后续课程的简单重复。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y1: (3) 设计/开发解决方案: 能够设计针对复杂环境科学问题的监测、评价、规划方案, 能够在设计环节中体现创新意识, 并能考虑到社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

X2.Y2: (5) 使用现代工具: 能够针对复杂环境科学问题, 开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 包括计算机、现代分析测试仪器, 对复杂环境问题进行监测、预测与模拟, 并能够理解其局限性。

X3.Y3: (6) 工程与社会: 能够基于环境科学与工程相关背景知识进行合理分析, 评价工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任。

X4.Y4: (7) 环境和可持续发展: 能够理解和评价针对复杂问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

X5.Y5: (10) 沟通: 能够就复杂环境科学与工程问题与业界同行及社会公众进行有效

沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

（二）课程目标：

总的课程教学目标：使学生掌握环境学的基本原理、基本方法，使学生了解环境学的基本理论、具备必要的基本知识和一定的基本技能。通过对人口与环境、大气、水、土壤、生物和人居景观环境及可持续发展等基本知识的学习，使学生对环境科学中有关环境的内容有一定的了解。该目标分解为以下子目标。

- ◇ 1 掌握环境学的基本概念和原理，了解环境的多样性。
- ◇ 2 掌握人口与环境的关系及影响环境的因素。
- ◇ 3 通过对大气、水、土壤的污染等学习，使学生了解环境科学。
- ◇ 4 通过对生物环境、人居环境、景观环境的学习，了解环境的多样性。
- ◇ 5 掌握可持续发展的由来、概念和实践等。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		X1.Y1	X2.Y2	X3.Y3	X4.Y4	X5.Y5
1	掌握环境学的基本概念和原理，了解环境的多样性。	◎	◎	◎	●	●
2	掌握人口与环境的关系及影响环境的因素。	●	●	●	●	●
3	通过对大气、水、土壤的污染等学习，使学生了解环境科学。	●	●	●	●	●
4	通过对生物环境、人居环境、景观环境的学习，了解环境的多样性。	◎	◎	●	●	●
5	掌握可持续发展的由来、概念和实践等。	●	●	◎	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 环境学基本原理	“环境学基本原理”集中讲述环境规律、环境科学、环境学的基本概念，阐述环境学四项基本原理和环境科学的内涵与外延。环境学基本原理”集中讲述环境规律、环境科学、环境学的基本概念▲。环境学四项基本原理和环境科学的内涵与外延★。	√				

第二章 人口与环境	“人口与环境”从人口变迁、人口骤增对各种环境要素产生的压力、五类规律对人口总量与分布的影响等三个方面论述人口与环境之间的相互关系。人口变迁人口骤增对各种环境要素产生的压力、五类规律对人口总量与分布的影响▲。五类规律对人口总量与分布的影响★。		√			
第三章 大气环境	“大气环境”从大气概述、大气污染、大气污染控制、全球大气环境问题等四个层次系统展示人类与大气环境相互作用的多样性。光化学烟雾的特征、一次污染物、二次污染物，消耗臭氧层物质的种类▲。一次污染物、二次污染物，污染原理★。			√		
第四章 水环境	“水环境”集中论述水资源、水灾害、水环境，系统阐述人与水的和谐。赤潮、水华的概念，水体中有毒元素污染▲。水中污染物组成，水体富营养化★。			√		
第五章 生物环境	“生物环境”就生物多样性、生物安全、生物污染等问题展开讨论。生物多样性、生物安全、生物污染▲。生物多样性★。				√	
第六章 可持续发展	“可持续发展”在论述可持续发展由来和基本理念的基础上，探讨可持续发展的理论与实践。可持续发展战略，中国的环境保护▲。全国主要污染物排放总量控制计划、掌握中国跨世纪绿色工程规划的重点★。					√
实验一	氮氧化物的催化还原：（1）掌握氮氧化物选择性催化还原的基本原理▲★；（2）掌握烟气分析仪的使用方法；（3）了解几种基本的催化剂的制备方法★；（4）了解基本的催化剂表征和评价方法▲。	√		√		
实验二	粘土离子交换量的测定：（1）理解土壤阳离子交换量的概念及影响因素▲★。（2）掌握氯化钡-硫酸交换法测定土壤阳离子交换量的方法。（3）通过测定表层和深层土的阳离子交换量，了解不同土阳离子交换量的差别★。			√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	环境学基本原理	2					2
2	人口与环境	4			1	2	7
3	大气环境	3			1	2	6
4	水环境	3			1	2	6
5	生物环境	4			1	2	7
10	可持续发展	2				2	4
11	实验一			8			8
12	实验二			8			8
合计		18		16	4	10	48

六、考核与成绩评定

考试环节：考试形式为闭卷笔试，注意检验学生对基本理论、基础知识、基本技能的掌握。

平时成绩 20%（作业和讨论 10%，上机 10%），实验成绩 20%，期末考试 60%。

平时成绩（20%）：反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况、上机情况。

实验成绩（20%）：反应学生的实验认真、积极性和实验技能等。成绩评定的主要：预习报告、实验记录、实验数据、实验结果、实验报告。

期末考试（60%）：对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对编译基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。包括环境学概念、环境问题分析等。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表4 各章节学时分配表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%	(5) 使用现代工具 (6) 工程与社会 (7) 环境和可持续发展 (10) 沟通
实验成绩	20%	(3) 设计/开发解决方案 (5) 使用现代工具
考试成绩	60%	(5) 使用现代工具 (6) 工程与社会 (7) 环境和可持续发展 (10) 沟通

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时成绩	纸质作业、上课回答问题、上机作业等清楚、明晰、观点正确、鲜明；见解独到	纸质作业、上课回答问题、上机作业等观点正确、清楚、明晰	纸质作业、上课回答问题、上机作业等观点正确、简单、没有深度	纸质作业、上课回答问题、上机作业等观点不正确，不清楚、不明晰	不满足 D 要求
实验成绩	实验报告和实验结果等清楚、明晰、观点正确、鲜明；见解独到	实验报告和实验结果等观点正确、清楚、明晰	实验报告和实验结果等观点正确、简单、没有深度	实验报告和实验结果等观点不正确，不清楚、不明晰	不满足 D 要求
考试成绩	考试答题清楚、明晰、观点正确、鲜明；见解独到	考试答题观点正确、清楚、明晰	考试答题观点正确、简单、没有深度	考试答题观点不正确，不清楚、不明晰	不满足 D 要求

制定者：叶青

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“环境质量评价”课程教学大纲

英文名称: Environmental Quality Assessment

课程编码: 0005706

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 环境科学、环境工程专业本科生

先修课程: 高等数学、空气污染气象学、环境监测

教材及参考书:

- [1] 程水源等,《建设项目与战略环境影响评价》,中国环境科学出版社,2008。
- [2] 程水源等,《建设项目与区域环境影响评价》,中国环境科学出版社,2003。
- [3] 陆书玉等,《环境影响评价》,高等教育出版社,2001。
- [4] 史宝忠等,《建设项目环境影响评价》,中国环境科学出版社,1999。
- [5] 李淑芹等,《环境影响评价(第二版)》,化学工业出版社,2018。

一、课程简介

环境质量评价是环能学院(部)为环境科学、环境工程专业本科生开设的学科基础必修课程。本课程的任务是使学生系统了解环境影响评价概念、内容、方法、理念等,培养运用所学的环境质量评价方面的知识,解决有关环境方面问题的能力。教学内容重点:环境影响评价的基本概念、基本理论、有关的法规、标准,环境影响评价的程序和方法,大气、水、土壤、噪声等环境要素的环境影响评价,区域环境影响评价,以及环评报告书的编制等。教学内容的难点:掌握大气环境、水环境影响评价的有关模型、计算以及现状和影响评价。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程属于学科基础必修课程,在培养计划中具有重要的地位和作用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 3: 设计/开发解决方案: 能够设计针对复杂环境科学与工程问题的监测、评价、规划、管理方案,能够在设计环节中体现创新意识,并能考虑到社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

毕业要求 4: 研究: 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂环境科学问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

毕业要求 6: 工程与社会: 能够基于环境科学与工程相关背景知识进行合理分析,评价工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。

毕业要求 7: 环境和可持续发展: 能够理解和评价针对复杂问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

(二) 课程目标

1 教学目标：学生通过学习该课程，应了解环境影响评价的基本概念、基本理论、有关的法规、标准，以及环境影响评价的程序和方法，了解大气、水、土壤、噪声等环境要素的环境影响评价，重点掌握大气环境影响评价的有关模型、计算以及现状和影响评价。对应毕业能力 3、4、6、7 的培养。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		毕业 要求 3	毕业 要求 4	毕业 要求 6	毕业 要求 7
1	了解环境影响评价的基本概念、基本理论、有关的法规、标准	◎		●	●
2	了解环境影响评价的程序和方法	●	◎	●	◎
3	了解大气、水、土壤、噪声等环境要素的环境影响评价	●	●	●	●
4	掌握大气环境影响评价的有关模型、计算以及现状和影响评价	◎	●	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，◎：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过本课程的学习，结合我国大气污染防治实践，通过与国际案例对比分析，使同学们了解环境影响评价的规范、流程和基本方法，较深刻的理解可持续发展与生态文明建设的意义与历程，以及中国特色社会主义道路、制度、文化在生态文明建设以及引领人类发展中起到的巨大作用，增强四个自信与民族自豪感。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 绪论	环境影响评价概述、环境影响评价原则与程序（▲）、环境影响评价方法概述	√	√		
第二章 大气环境影响 评价	大气污染与扩散（▲）、大气环境评价体系、大气环境影响评价模型（▲，★）、大气模型发展及应用	√	√	√	√
第三章 水环境影响评 价	水资源概况、水体污染与自净（▲）、水环境质量现状评价、水环境影响评价模型（▲，★）	√	√	√	√
第四章 噪声环境评价	基本概念、声压级及计算（▲）、噪声影响评价方法（▲，★）	√	√	√	√
第五章 土壤与固体废 物环境影响评 价	固体废弃物环境影响评价、土壤环境现状评价与影响评价（▲）	√	√	√	√

第六章 环境影响报告 书的编制	编制原则、基本要求、主要内容（▲）、附件附图	√	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主，围绕环境影响评价课程基础概念和理论开展教学，并结合实际案例的讲解和分析，传授专业思维方式。此外，拓展学生们在专业领域的认知，激发对专业领域知识的兴趣。作业方面要求学生独立完成。。

学习方法：重视对教材的研读和思考，重视对基础概念和理论的认知，并熟练掌握。在后续的案例学习过程中，应重点结合理论基础进行实践应用。各阶段学习过程中，做好课前预习，明确课程中重点环节，课堂上认真听课，积极思考，课后认真复习并总结，充分利用好教师和同学资源，互相促进主动学习，养成深入探究的习惯。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论	环境影响评价概述、原则与程序、方法概述	4	1		1		6
大气环境影响评价	大气污染与扩散、大气环境影响评价模型	7	1		2		10
水环境影响评价	水体污染与自净、水环境质量影响评价	6	1		1		8
噪声环境影响评价	声压级及计算、噪声影响评价方法	4.5	0.5		1		6
土壤与固体废物环境影响评价	土壤与固体废物环境影响评价	4.5	0.5		1		6
环境影响报告书的编制	编制原则、要求与内容	3			1		4
合计		29	4		7		40

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 15%，其它 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中的 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 15%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	30%	15%用于考核学生的课堂表现、回答问题、课堂互动等，15%用于评价学生作业完成情况，反映对课程知识的理解和运用程度。支撑毕业要求 3、4、6、7。
考试成绩	70%	用于考核同学们对环境影响评价的基本知识、评价模型与方法、评价流程、环境影响分析、报告书编写等知识点的掌握情况。支撑毕业要求 3、4、6、7。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	作业完成好	作业完成较好	作业完成一般	作业完成较差	不满足 D 要求
研讨	课堂互动积极，回答问题思路清晰、正确	课堂互动较积极，回答问题思路较清晰、正确	课堂互动与回答问题	课堂互动不积极，回答问题一般	不满足 D 要求
考试	知识点掌握全面、准确	知识点掌握较全面、准确	知识点掌握一般	知识点掌握较差	不满足 D 要求

制定者：郎建垒

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

现代仪器分析 I 课程教学大纲

英文名称: Modern Instrumental Analysis

课程编码: 0005705

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 环境科学专业本科生

先修课程: 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学

教材及参考书:

[1]胡坪, 仪器分析(第五版), 高等教育出版社, 2019年4月

[2]Skoog Holler, and Crouch, Principles of Instrumental Analysis, Thomson, 2010.10

一、课程简介

《现代仪器分析》是环境科学的学科基础课。仪器分析的主要任务是介绍环境监测与分析中常用的主要仪器分析方法, 涉及这些分析方法的基本原理、基本概念和典型仪器的结构与性能, 利用这些仪器完成定性、定量、物质结构的分析任务, 着重培养和提高学生动手能力、运用新设备、终身学习等综合素质, 为今后分析和研究复杂环境科学与工程问题打下坚实的应用技术基础。本课程对于学生的知识、能力和综合素质的培养与提高具有重要的作用, 在人才培养过程中占有重要地位。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

课程地位: 环境科学专业课程体系不可或缺的组成部分, 是掌握环境监测和分析各项技术的理论和技术的基础。

主要对毕业要求 2、5 的达成提供支撑, 同时对毕业要求 8、12 提供一定的支撑。具体如下。

目标 1: 学习仪器分析各类技术理论及仪器构造部分并分析解决问题时可能遇到的实际技术问题。对具体实例分析和获得可靠性的结果进行评估, 同时开展相应的数据分析、计算, 研究复杂环境科学与工程问题, 以获得正确结论。为本专业的毕业要求 2 的达成提供一定支撑。

目标 2: 按照要求让学生对多种仪器、方法、不同环境样品的比较、评价和选择。包括仪器类型的选择, 最佳实验条件选择原则。为本专业的毕业要求 5 的达成提供一定的支撑。

目标 3: 正确选择仪器分析方法对环境数据采集的可靠性具有重要意义。使学生能够在实践中理解并遵守职业道德和规范, 履行责任, 培养学生的社会责任感。为本专业的毕业要求 8 的达成提供一定的支撑。

目标 4: 专业仪器的性能一直不断提升, 新型仪器也在逐渐面市, 掌握方法的理论部分对于帮助自主学习和终身学习至关重要。培养学生自主学习和终身学习的意识, 同时使学生具有不断学习和适应发展的能力。为本专业的毕业要求 12 的达成提供一定支撑。

（二）课程目标

学生通过本课程的学习，应能够掌握各类仪器分析方法的基本原理、基本概念和典型仪器的结构与性能，利用这些仪器完成环境样品定性、定量、物质结构的分析任务。

1 教学目标：学生通过本课程的学习，应能够掌握各类仪器分析方法的基本原理、基本概念和典型仪器的构造，对各仪器分析方法的应用对象及可利用这些仪器完成环境样品定性、定量、物质结构的分析任务。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		X1.Y1	X2.Y2	X3.Y3
1	掌握仪器分析的基本原理和方法	●2.1	●2.2	◎12
2	典型仪器的结构与性能	●5.1	●5.2	◎8
3	完成环境样品定性、定量、物质结构的分析任务	◎8	◎12	

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程可培养学生建设国家“绿水青山”的家国情怀和作为环境人的责任担当及应具有的职业素养和行为规范。

三、课程教学内容

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 引言	本章要求学生了解仪器分析的任务、作用、特点及其仪器分析的方法、分类及发展概况。		√	
第二章 气相色谱分析	本章要求学生了解色谱法的分离原理 ▲★；掌握色谱常用术语、色谱分析的基本理论（塔板理论和速率理论）、色谱定性和定量分析 ▲★；理解气相色谱法的特点、固定相 ▲★；掌握气相色谱检测器、操作条件的选择及气相色谱法的应用 ▲；了解气相色谱分析仪的基本构造。	√	√	√
第三章 高效液相色谱分析	掌握高效液相色谱仪的基本结构理和各部件的作用 ▲★；掌握液固色谱和液—液色谱 ▲；理解高效液相色谱法相的特点 ★；了解毛细管电泳。	√	√	√
第四章 电位分析法	了解离子选择性电极的种类和性能，掌握离子选择性电极与膜电极的响应原理、特性及 pH 的测定 ▲★，掌握晶体膜电极 ▲★，了解液膜电极、气敏电极和酶电极；理解离子选择性电极的性能参数 ★；掌握离子活度的测定方法 ▲；掌握电位滴定法 ★。	√	√	√
第五章 伏安分析法	掌握普通极谱法的基本理论（扩散电流理论，干扰电流的产生及消除方法，尤考维奇方程式） ▲★；掌握极谱半波电位 ▲★；理解极谱法的类型并了解各极谱波的方程式 ★；理解极谱催化波 ★；了解溶出伏安法的原理和特点 ★。	√	√	√
第六章 原子发射光谱分析	掌握原子光谱的产生理论和谱线强度理论 ▲★，理解发射光谱分析法的仪器装置，掌握发射光谱分析法的定性、半定量和定量方法 ▲★，理解该法的特点和应用。	√	√	√

第七章 原子吸收光谱分析	掌握原子吸收光谱分析法的基本理论▲★；理解方法的仪器结构▲，了解原子吸收分光光度计的光学系统和电学系统；理解测定条件的选择。	√	√	√
第八章 紫外-可见吸收光谱法	掌握紫外可见吸收光谱的产生与影响因素，及定性分析、结构分析和定量分析的方法▲★；了解紫外可见分光光度计的基本构造及仪器类型	√	√	√
第九章 红外吸收光谱法	本章要求学生掌握红外吸收光谱的振动形式、红外吸收光谱产生的条件和谱带强度▲★；掌握基团频率与红外光谱区域及影响基团频率位移的因素▲★；了解红外吸收光谱仪主要部件及类型★。	√	√	√
第十章 质谱分析	掌握质谱分析法的基本理论▲★；理解方法的仪器结构▲，了解质谱的离子源系统和质量分析器；理解测定条件的选择。	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教学环节主要采用课内讲授与讨论，平均每章节练习习题为 3-4 题，并每章结束后进行总结和习题练习，同时结合线上/线下的探究教学形式。

学习方法：依据本门课程特点，建议学生每一种仪器方法学习结束后自主进行及时复习、并对同一方法的不同技术进行横向比较学习。对于难度大的概念理解可借助网络获取更丰富的学习资料。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节	教学内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	仪器分析的任务、作用、特点及发展近况	2					2
2	色谱分析的基本理论；气相色谱仪器构造及其定性和定量分析方法	5	1				6
3	高效液相色谱仪的基本结构及分离原理	3	1				4
4	离子选择性电极的种类和检测原理	3	1				4
5	极谱法的类型和极谱法的定量依据	3			1		4
7	原子光谱的产生理论和发射光谱分析法的仪器装置及其定性、半定量和定量方法	3			1		4
8	原子吸收光谱分析法的基本理论及其仪器结构	3	1				4
9	紫外可见吸收光谱的产生与影响因素和紫外可见分光光度计的基本构造	3			1		4
10	红外吸收光谱产生的条件、基团频率与红外光谱区域及影响基团频率位移的因	3			1		4

	素及简单的红外光谱谱图的解析						
11	质谱分析法的基本理论及其仪器结构	3			1		4
合计		31	4		5		40

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：课程考核的内容为讲授的各章节理论知识及按要求应该掌握的仪器构造特点，考核内容覆盖全部应掌握的知识点及部分理解掌握的内容。期末考试方式为闭卷形式。平时成绩 20-30%（作业等 10-20%，其它 10%），考试成绩 80-70%。

平时成绩中的 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂环境监测技术问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20-30	重要概念及分析能力；8.2；12
考试成绩	70-80	基本理论及重要概念；2.2；5.1；5.2

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业					不满足 D 要求
研讨					不满足 D 要求
实验					不满足 D 要求
考试					不满足 D 要求

制定者：鲁理平

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“新生研讨课”（环境科学专业）课程教学大纲

英文名称: Seminar of New Students

课程编码: 0007075

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 环境科学与工程类本科生

先修课程: 高中化学、高中物理、高中生物、高中英语

教材及参考书:

教材:

杨志峰, 刘静玲等. 《环境科学概论》(第二版). 高等教育出版社. 2010 年出版.

主要参考书:

[1] 任仁等. 《化学与环境》(第三版), 普通高等教育“十一五”国家及规划教材. 化学工业出版社. 2012 年出版.

[2] 刘天齐等. 《环境保护》(第二版). 化学工业出版社. 2000 年出版.

一、课程简介

本课程是大学一年级本科学生的一门重要的必修课, 主要使大一新生加强对所学环境专业的认识。它对学生熟悉和了解环境科学专业的构成及发展历史、北京工业大学环境科学系教师队伍的组成及科研方向、北京工业大学环境科学本科专业的教学计划都具有重要的作用。本课程授课方式除了任课教师讲解主要授课内容以外, 还包含: 任课教师针对当前环境科学的研究以及社会大众关注的环境热点问题提出讨论议题、学生开展课堂讨论、任课教师予以讲解和释疑的授课方式。通过本课程的学习, 使学生掌握有关大气、水体、土壤污染与防治以及可持续发展论等方面的初步知识, 培养学生运用所学的知识分析和解决实际问题的能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程属于环境类专业的学科基础必修课。新入学的环境科学专业大学一年级学生通过学习本课程, 熟悉环境科学专业的本科生培养计划, 初步了解环境科学专业的各门主干课程的教学内容, 为新入学的大学生介绍国内外环境科学学科的发展、本专业教学计划、课程设置等一些基本知识, 在本科生教学中起着专业认知的重要作用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

支撑毕业要求 6 工程与社会: 能够基于环境科学与工程相关背景知识进行合理分析, 评价工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任: 在课程学习过程中, 学生对全球重大环境问题、环境领域目前的现状以及发展趋势有一定了解, 了解所学专业与社会的关联关系, 以及对健康、安全、法律、文化具有影响, 初步理解应承担的责任。

支撑毕业要求 8 职业规范: 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在实践中理解并遵守职业道德和规范, 履行责任: 在课程学习过程中, 通过对环境专业的了解, 使学生

更加懂得爱护环境人人有责，并在学习中初步懂得遵守职业道德和规范，履行责任，从专业角度建立社会责任感。

支撑毕业要求 10 沟通：能够就复杂环境科学与工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流：课程采用课堂授课与课堂讨论相结合的形式开展教学，学生在课堂个人发言与小组讨论中，培养良好的专业表达能力，在了解国内外发展现状、完成主题报告作业的过程中，拓展国际视野，培养报告撰写能力。

支撑毕业要求 12 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力：在课程学习过程中，学生逐步提升对本专业的认知程度，培养学生自主学习意识，在学生课下查阅资料、课堂研讨过程中，锻炼学生不断学习及适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		6	8	10	12
1	熟悉和了解环境科学专业概况及任务	◎	●		
2	对环境科学专业教学计划和相关基础知识有概括性了解	◎	●		◎
3	在课下查阅资料、课堂研讨过程中，熟悉环境科学发展趋势及前沿	◎	●	●	
4	提升学习兴趣，为后续课程学习打下良好基础			●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：采取课堂讲授与课堂讨论相结合的方式，结合重要知识点和环境保护中的一些热点问题，向学生传授知识，给学生提出思考题，开展课堂研讨，让学生了解和熟悉学习本专业的意义，进一步理解生态环境保护是功在当代、利在千秋的事业，从专业角度培养学生的社会责任感；同时在介绍国内外环境问题的发展和研究前沿过程中，使学生对我国的环境保护历程有深刻了解，增强我国环境保护事业发展的信心，在传授知识的同时传递正能量，一定程度上发挥课堂的德育功能。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 环境科学专业及教学计划介绍	培养目标与专业定位；环境科学系教师、学科水平、主要研究方向及研究成果简介；环境科学专业概况；环境科学专业人才的社会需求▲；环境科学专业的特点★。	√	√		
第二章	环境学科的任务和地位▲；环境学科的发展趋势★；环境学科	√		√	

环境学科的发展	的作用。				
第三章 大气污染与防治	空气污染基本知识；光化学烟雾★；酸雨；臭氧层被破坏；全球气候变化；大气复合污染防治▲；开发清洁能源和可再生能源。		√	√	√
第四章 水污染与防治	水体富营养化；水体需氧物质污染；水体中有毒元素污染；地表水环境影响评价简介★；废水处理；如何保护水环境▲。		√	√	√
第五章 土壤污染与防治	农药污染▲；有毒重金属污染▲；土壤沙漠化。		√	√	√
第六章 环境有机污染物	多氯联苯；二恶英；多环芳烃；环境激素；新型有机污染物；持久性有机污染物▲。		√	√	√
第七章 可持续发展与中国的环境保护	可持续发展战略▲；清洁生产；中国的环境保护▲。		√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程采取课堂讲授与课堂讨论相结合的教授方法向学生传授知识，教师在讲每一个章节的过程中，结合一些重要知识点和环境保护中热点问题给学生提出思考题，让学生利用课余时间进行准备发言，在课堂上开展研讨。采用多媒体教学、网络教学等手段提高教学质量。

学习方法：学生在学习课堂知识的同时，针对老师布置的思考题，在课下通过查阅相关延伸资料、国内外文献报道、相关论文报告等方式，总结论点论据，独立提出想法，在课堂上进行研讨，并请其他学生互评。教师针对同学们的研讨，进行总结发言，对学生的发言进行点评和补充。通过本课程的学习，可大大提高新生对本专业的认知程度和学习兴趣，为他们后续课程的学习打下良好的基础。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 环境科学专业及教学计划介绍	培养目标与专业定位；环境科学系教师、学科水平、主要研究方向及研究成果简介；环境科学专业概况；环境科学专业人才的社会需求；环境科学专业的特点。	2.5			0.5		3
第二章 环境学科的	环境学科的任务和地位；环境学科的发展趋势；环境学科的	2.5			0.5		3

发展	作用。						
第三章 大气污染与 防治	空气污染基本知识；光化学烟雾；酸雨；臭氧层被破坏；全球气候变化；大气复合污染防治；开发清洁能源和可再生能源。	1.5			0.5		2
第四章 水污染与防 治	水体富营养化；水体需氧物质污染；水体中有毒元素污染；地表水环境影响评价简介；废水处理；	1.5			0.5		2
第五章 土壤污染与 防治	农药污染；有毒重金属污染；土壤沙漠化。	1.5			0.5		2
第六章 环境有机污 染物	多氯联苯；二恶英；多环芳烃；环境激素；新型有机污染物。	1.5			0.5		2
第七章 可持续发展 与中国的环 境保护	可持续发展战略；清洁生产；中国的环境保护。	1.5			0.5		2
合计		12.5			3.5		16

六、考核与成绩评定

本课程采取课堂教学及研究讨论的形式开展教学，通过教师给出若干个问答题并由学生撰写研讨报告的考核方式对学生进行考核，最终根据学生的报告情况评阅，成绩分为合格与不合格两个等级。报告成绩占考试成绩 100%。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
考试成绩	100	主要考核学生对环境科学专业的概况、环境学科的发展、以及典型环境问题发展前沿的了解及想法，对毕业要求 6、8、10、12 予以支撑，

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业（研讨报告）	对指定研讨题目国内外现状及前沿调研充分，数据充足，有独立想法，格式规整	对指定研讨题目国内外现状及前沿调研相对充分，数据较为充足，有一定独立想法，格式较为规整	对指定研讨题目国内外现状及前沿有一定调研，有一定数据支撑，格式较为规整	对指定研讨题目国内外现状及前沿调研相对不足，数据支撑较少，格式相对不规整	调研或数据支撑缺失，格式杂乱

制定者：康天放、周颖

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

学术前沿课程教学大纲

英文名称: Academic Frontier

课程编码: 0009655

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学分学时: 16 学时

面向对象: 环境科学类本科生

先修课程: 无

教材及参考书: 贺克斌. 《大气颗粒物与区域复合污染》. 北京: 科学出版社, 2013.

一、课程简介

本课程属于环境科学专业自主课程, 主要目的是让学生了解大气复合污染特征、大气环境监测等领域前沿科学问题研究现状以及发展前景。通过本课程的学习, 可以培养学生掌握环境科学学术前沿相关理论与技术的研究动态, 以及资料收集、理解与综合分析的能力。通过对相关资料的收集与学习, 自主的对科学问题研究情况进行分析, 并开展集体探讨, 形成良好的学术习惯。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

学术前沿课程是环境类专业自主课程, 通过本门课程的学习, 可以提高学生在学术研究方面的综合素质, 同时也体现了本专业既有很强的理论性, 还有很强的技术性与实践性的特征。本课程主要支撑问题分析、研究、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、个体与团队、沟通几方面毕业要求。

(二) 课程目标

1 教学目标: 写明课程拟达到的课程目标, 指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平, 本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		(2)	(4)	(5)	(6)	(7)	(9)	(10)
1	培养学术资料收集与学习理解方法	◎	◎	●	⊙	◎	⊙	◎
2	掌握大气复合污染研究领域前沿动态	◎	◎	●	◎	◎	⊙	●
3	培养团队合作分析复杂问题的能力	◎	◎	●	◎	◎	●	●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ⊙: 表示有弱相关关系

2 育人目标:

本课程可以帮助学生系统的培养科研学术意识, 良好的学术道德以及全面提高综合素质。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 大气颗粒物的基本特征	颗粒物粒径特征、形貌与化学组成	√	√	√
第二章 大气颗粒物采样方法	环境采样、源采样与质保质控	√	√	√
第三章 大气颗粒物分析表征	浓度测定与化学组分分析方法	√	√	√
第四章 大气颗粒物来源识别与解析方法	扩散模型法与受体模型法	√	√	√
第五章 大气颗粒物浓度时空变化特征	不同地区颗粒物浓度时空分布特征	√	√	√
第六章 化学组分特征与质量平衡	颗粒物化学组分构成、质量平衡	√	√	√
第七章 主要组分污染特征	水溶性离子与碳质组分污染特征	√	√	√
第八章 复合污染来源识别与控制	颗粒物来源解析与控制法规与标准	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

采取讲授、研讨、案例教学等多种模式结合的方法开展教学。

学习方法：

结合课上讲授内容，学生通过自主调研文献的方法，选择相关前沿科学问题，进行分析与解读。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 大气颗粒物的基本特征	颗粒物粒径特征、形貌与化学组成	1			1		2
第二章 大气颗粒物采样方法	环境采样、源采样与质保质控	1			1		2

第三章 大气颗粒物分析表 征	浓度测定与化学组分 分析方法	1			1		2
第四章 大气颗粒物来源识 别与解析方法	扩散模型法与受体模 型法	1			1		2
第五章 大气颗粒物浓度时 空变化特征	不同地区颗粒物浓度 时空分布特征	1			1		2
第六章 化学组分特征与质 量平衡	颗粒物化学组分构成、 质量平衡	1			1		2
第七章 主要组分污染特征	水溶性离子与碳质组 分污染特征	1			1		2
第八章 复合污染来源识别 与控制	颗粒物来源解析与控 制法规与标准	1			1		2
合计		8			8		16

六、考核与成绩评定

本课程设计采用百分制，满分 100 分，其中，课堂出勤 10 分，过程评价 40 分，总体验收占 50 分，总评成绩由各个阶段考核成绩的总和组成。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	汇报材料框架清晰， 结构准确，内容丰富	汇报材料框架清 晰，结构准确	汇报材料框架基本 清晰	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与 研讨，思路清晰，结 合讲授内容能够给 出准确观点	课上多次积极参与 探讨，结合讲授内 容能够独立给出观 点	课上参与讲授内容 探讨	不满足 C 要求

制定者：王晓琦

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

学术写作课程教学大纲

英文名称: Academic Writing

课程编码: 0009654

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象：环境科学

先修课程：无

教材及参考书：孙洁，陈雪飞.《毕业论文写作与规范（第二版）》.北京：高等教育出版社，2014.

一、课程简介

本课程属于环境科学专业自主课程，主要目的是让学生掌握具体的文体写作方法，培养学生语言表达、论文及报告撰写能力，以便适应将来实际科研与工作时的需要，达到提高学生逻辑思维能力、深入思考能力、清晰表达能力等目的，是环境科学专业人才培养不可或缺的重要课程，可以提高学生的综合素质。学术写作课程的任务是全面剖析论文写作过程，分解学术论文基本组成，讲授论文框架结构，各部分对应内容、写作方法、文体特点，以及写作基本要求和方法，在对已发表论文的分析与解读的基础上，有针对性的进行实践写作训练。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

学术写作课程是环境类专业自主课程，通过本门课程的学习，可以提高学生在学术研究方面的综合素质，同时也体现了本专业既有很强的理论性，还有很强的技术性与实践性的特征。本课程主要支撑问题分析、使用现代工具、工程与社会、沟通几方面毕业要求。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		(2)	(5)	(6)	(10)
1	掌握学术论文写作基本概念、框架和思维方式	◎	◎	⊙	●
2	了解期刊论文写作、学位论文写作、论文资料收集与应用等内容	◎	◎	⊙	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程可以帮助学生树立从被动式学习转变为主动式创新的学习方式，培养学生科研创新意识、严谨工作态度以及良好学术道德。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章	完成论文一般程序、基本内容，撰写论文原则与基本要求	√	√	

论文(毕设) 概述				
第二章 论文选题	文献综述, 相关资料的收集与利用	√	√	
第三章 论文研究方法 与结构	论文类型与特点; 常用研究方法 与结构	√	√	
第四章 论文撰写与 修改	论文起草、写作与修改	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法:

采取讲授、研讨、案例教学等多种模式结合的方法开展教学。

学习方法:

结合课上讲授内容, 学生通过自主调研文献熟悉信息检索与资料获取途径与方法, 剖析论文结构, 完成论文综述撰写。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 论文(毕设) 概述	完成论文一般程序、基本内 容, 撰写论文原则与基本要 求	3			1		4
第二章 论文选题	文献综述, 相关资料的收集 与利用	3			1		4
第三章 论文研究方 法与结构	论文类型与特点; 常用研究 方法与结构	3			1		4
第四章 论文撰写与 修改	论文起草、写作与修改	2			2		4
合计		11			5		16

六、考核与成绩评定

本课程设计采用百分制, 满分 100 分, 其中, 课堂出勤 20 分, 过程评价 30 分, 总体验收占 50 分, 总评成绩由各个阶段考核成绩的总和组成。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准, 详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	撰写论文框架清晰， 结构准确，内容丰富	撰写论文框架清晰， 结构准确	撰写论文框架基本 清晰	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与 研讨，思路清晰，结 合讲授内容能够给 出准确观点	课上多次积极参与 探讨，结合讲授内 容能够独立给出观 点	课上参与讲授内容 探讨	不满足 C 要求

制定者：王晓琦

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“循环经济与清洁生产”课程教学大纲

英文名称: Circular Economy and Clean Production

课程编号: 0005763

课程类型: 专业选修课

学时: 32

学分: 2.0

适用对象: 环境科学与环境工程本科教学

先修课程: 环境学环境化学等

使用教材及参考书:

教材:

清洁生产与循环经济,金适主编,中国气象出版社,2006.9

参考书目:

清洁生产与循环经济,奚旦立主编,化学工业出版社 2013.4

清洁生产,赵玉明编著,中国环境科学出版社,2005.8

清洁生产理论与方法,张凯、崔兆杰编著,科学出版社,2005.3

循环经济学,周宏春、刘燕华,中国发展出版社,2005

中国可持续发展战略报告,中科院可持续发展战略研究组,2004—2006,科学出版社

一、课程简介

首先介绍和论述了清洁生产的理论基础和知识、清洁生产的产生与发展、清洁能源、清洁产品、清洁生产的实施途径、清洁生产审核等,随后介绍了循环经济产生与发展、循环经济的基本内容及实施途径,最后介绍了清洁生产及循环经济理念在工农生产实践中的应用。通过本门课程的学习,使学生对清洁生产及循环经济方面的知识内容有一个较为系统的认识。通过讲课与讨论,使学生了解清洁生产的理论和方法、循环经济、可持续发展、生态工业与生态经济学等理论研究的基本理论与最新动态,掌握这些领域的前沿知识,并能系统把握当前实践与政策的前沿问题。

二、课程地位与教学目标

课程地位: 本课程是属于专业选修课程。为保证我国社会和经济的可持续发展,从技术层面上分析,推行清洁生产、发展循环经济使相互关联的两大手段。本课程可以让学生结合理论,对我国环境问题的解决根本出路有整体的了解,有利于学生结合实际的学习;自学型课程设计,使学生能够掌握基于问题的学习方法,培养学生分析问题和解决问题的能力。

教学目标: 通过本门课程的学习,使学生对清洁生产及循环经济方面的知识内容有一个较为系统的认识。通过自学与讨论,使学生了解清洁生产的理论和方法、循环经济、可持续发展、工业生态学与生态经济学等理论研究的基本理论与最新动态,掌握这些领域的前沿知识,并能系统把握当前实践与政策的前沿问题。

三、课程教学内容及要求

[1]表示掌握。[2]表示理解。[3]表示了解。△表示自学或粗讲。

- 1. 清洁生产简介
 - 1.1 清洁生产的产生及其概念[1]
 - 1.1.1 清洁生产的提出[2]
 - 1.1.2 清洁生产的定义[1]
 - 1.1.3 清洁生产的主要内容[1]
 - 1.2 清洁生产的意义及其发展[3]
 - 1.2.1 清洁生产的意义 [2]
 - 1.2.2 清洁生产的发展 [3] △
 - 1.3 清洁生产的任务[2]
- 2 清洁生产的基本理论
 - 2.1 清洁生产的理论基础
 - 2.1.1 可持续发展理论[2]
 - 2.1.2 自然生态系统循环理论[2]
 - 2.1.3 环境资源的价值理论[2]
 - 2.1.4 环境承载力理论[2]
 - 2.1.5 废物与资源转化理论[2]
 - 2.1.6 最优化理论[2]
 - 2.1.7 循环经济理论[2]
 - 2.2 清洁生产与 ISO14000 环境管理标准
 - 2.2.1 ISO14000 环境管理标准[3]
 - 2.2.2 ISO14000 标准的特点[2]
 - 2.2.3 ISO14000 与清洁生产的关系[3]
- 3 清洁生产的评估方法
 - 3.1 清洁生产评价概述[2]
 - 3.1.1 清洁生产评价的概念[1]
 - 3.1.2 清洁生产评价的目的与意义[2]
 - 3.1.3 国内外清洁生产评价概况[3]
 - 3.2 清洁生产的评价指标体系与评价方法[1]
 - 3.2.1 清洁生产评价指标体系[3]
 - 3.2.2 清洁生产评价方法[2]
 - 3.3 清洁生产的评价
 - 3.3.1 清洁生产评价工作内容[2]
 - 3.3.2 清洁生产评价工作程序[3]
 - 3.4 环境影响评价报告书中清洁生产分析的编写要求[3]

4	清洁的能源与资源
4.1	能源及其利用现状[3]
4.1.1	能源的定义和分类[2]
4.1.2	中国及世界能源利用现状[3]
4.2	提高能效、节约能源的方式与途径
4.2.1	提高能效的方式与途径[3]
4.2.2	节能技术与开发[3]
4.3	能源的可持续利用和新能源开发
4.3.1	可再生能源的开发和利用[2]
4.3.2	新能源的开发[3]
4.4	资源及其利用现状
4.4.1	资源的定义和分类[2]
4.4.2	中国及世界资源及其利用现状[3]
4.5	资源的可持续利用与清洁生产
4.5.1	不可再生资源的持续利用与清洁生产[2]
4.5.2	可再生资源的可持续利用与清洁生产[2]
5	清洁生产与循环经济
5.1	循环经济的起源
5.1.1	循环经济的产生[2]
5.1.2	循环经济的内涵[1]
5.1.3	循环经济的科学基础[2]
5.2	循环经济的基本原则
5.2.1	实施循环经济的基本原则[1]
5.2.2	循环经济基本原则的优先顺序[1]
6	生态工业
6.1	工业生态学
6.1.1	工业生态学的定义[1]
6.1.2	工业生态学的历史△
6.1.3	工业生态学的原理[2]
6.1.4	工业生态学的目标[3]
6.2	生态工业与传统工业的比较[3]
6.3	生态工业园区
6.3.1	生态工业园区的基本概念[1]
6.3.2	生态工业园区的特征[1]
6.3.3	生态工业园区的类型[3]
6.3.4	国内外生态工业园区的发展趋势[3]

四、教学环节的安排与要求

1.课堂引导：老师对主要内容与学习方法进行引导。进行教授，学时为 6

2. 学生自学，老师通过网络辅导
3. 讨论课：根据学习内容，布置相应的专题，学生分组讨论。
4. 论文或报告撰写：根据自学和讨论内容，学生写专题小论文

五、教学方法与学习方法指导

- 1.课堂引导：采用多媒体教学，主要是学习引导，提出问题
2. 学生自学：学生根据自学大纲，按照要求，学习相关内容，撰写自学笔记
- 3.讨论课：根据学习内容，布置相应的专题，学生分组讨论。
- 4.论文或报告撰写：根据自学和讨论内容，学生写专题小论文

六、学时分配

章节	教师引导	自学课	讨论课	合计
1	1	1		2
2	1	3	2	6
3	1	4	2	7
4	1	2	2	5
5	1	4	2	7
6	1	2	2	5
合计	6	16	10	32

七、考核与成绩

成绩评定为：自学笔记（20%）+ 分组学习汇报（30%）+ 报告编写（20%）+ 小论文（30%）

自学笔记：反映学生对主要学习内容的掌握

分组学习讨论：考核学生的协作能力，口头表达能力，学习汇报的逻辑思维，发现问题与解决问题的能力。

报告编写：考核学生清洁生产审核报告掌握，写作能力。

小论文：考核学生分析问题能力，逻辑思维能力，书面表达能力，对科技论文的严谨性等。

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容
自学笔记	20	相关学习内容的完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
小组讨论	30	参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
报告撰写	20	报告质量情况。对应毕业要求 5、9、10 达成度的考核，同时对 1、2、3 达成度的考核有一定参考价值。
小论文	30	对规定主题的论文撰写质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。

- 1.课堂讲授：采用多媒体教学，双语授课采用多媒体教学，双语授课

2.讨论课：根据 2，3，4 章节的内容，布置相应的专题，学生分组学习和讨论。

3.课后学习与调研：老师给予阅读学习资料，延伸学习；根据章节内容进行环境案例调研，老师指导调研大纲的准备，学生撰写调研报告。

八、学时分配

章	学时分配						合计
	讲课	自主学习	实验课	上机课	讨论课	其他	
1	2						2
2	2	4			2		8
3	2	4			2		8
4	2	2			2		6
5	2	4					6
机动						2	2
合计	10	14			6	2	32

制定者：陈莎

批准者：梁文俊

日期：2020 年 3 月

“无机化学”课程教学大纲

英文名称: Inorganic Chemistry

课程编码: 0007948

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 应用化学本科专业

先修课程: 高中数学, 物理, 化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 大连理工大学无机化学教研室编写, 无机化学(第六版), 高等教育出版社, 2019 年 9 月

[2] 徐家宁, 井淑波, 史苏华, 宋天佑等编写, 孟长功著, 无机化学例题与习题(第三版), 高等教育出版社, 2016 年 11 月 30 日

[3] 北京师范大学华中师范大学南京师范大学无机化学教研室等编写, 无机化学(第四版), 高等教育出版社, 2017 年 6 月 24 日

[4] 吉林大学, 武汉大学, 南开大学(宋天佑, 程鹏, 王杏乔主编), 无机化学(第三版), 高等教育出版社, 2011 年 5 月

一、课程简介

无机化学是我校应用化学本科专业第一门必修的公共基础课程, 它既与中学化学相衔接, 又为后继各门化学课程的学习奠定基础, 起到承前启后的作用, 也为学生将来参加工作和进一步深造打下扎实的理论基础。本课程的主要内容: 化学热力学基础, 化学平衡, 基础电化学, 以及近代物质结构等基础知识的原理和方法; 培养学生运用上述原理去理解和掌握有关无机化学中元素和化合物组成、结构、性质、变化及其内在联系和外界变化条件的一门学科, 并具有对一般无机化学问题进行理论分析和计算的能力, 帮助学生初步掌握科学的学习方法并形成科学的思维习惯。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程从教材、教学方式方法入手, 通过课堂讲授、自学和实验相结合的方式, 在完成本课程的任务过程中, 加强学生查阅文献资料和利用参考资料的能力; 帮助学生树立初步的辩证唯物主义和历史唯物主义的观点, 注意使学生在科学思维能力上得到训练和培养, 提高学生科学文化素养和创新素质起到重要的作用, 为后继课程打下必要的无机化学基础知识。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 通过掌握化学热力学基本概念和原理, 培养学生认识和研究化学运动的普遍规律。

毕业要求 2, 通过掌握化学平衡的基础知识和计算方法, 培养学生分析和解决实际问题的能力。

毕业要求 3, 通过掌握物质结构基本理论, 培养学生理解和阐述原子核外电子运动状

态及其变化规律。

毕业要求 4，通过掌握元素性质呈周期性变化的内在本质，培养学生对化学知识的求知欲望和科学思维习惯。

2.课程目标

(一) **教学目标**：总的教学目标是：本课程通过教学活动，使学生系统掌握基础无机化学的基本原理、知识和方法来认识和研究化学运动的普遍规律；培养学生能初步运用所学的基础无机化学知识和技能，提升分析和解决实际问题的能力；培养学生具有对一般无机化学问题进行理论分析和计算能力，加强自我拓展知识的能力；培养学生在今后从事化学以及与化学化工相关的科学技术或工程等方面具有较坚实理论基础和实验技能，以适应教育改革和经济建设发展的需要。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	系统掌握基础无机化学的基本原理、知识和方法来认识和研究化学运动的普遍规律	●	●	⊙	◎
2	培养学生能掌握基础无机化学知识和技能，提升分析和解决实际问题的能力	●	●	⊙	◎
3	培养学生具有对一般无机化学问题进行理论分析和计算能力，加强自我拓展知识的能力	●	●	⊙	◎
4	培养学生今后从事化学以及与化学化工相关的科学技术或工程等方面具有较坚实理论基础和实验技能，以适应教育改革和经济建设发展的需要	●	●	⊙	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

(二) **育人目标**：从培养化工类高级专业人才的整体要求出发，培养学生通过拓宽知识范畴和科学思维训练，学会理论联系实际，加强创新能力，以及对社会担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 气体					
1.1 理想气体	1.1 理想气体状态方程 1.1.1 理想气体状态方程 1.1.2 理想气体状态方程的应用▲	√			√
1.2 分压定律	1.2.1 气体混合物 1.2.2 分体积定律★ 1.2.3 理想气体与真实气体▲	√			√
第二章 热力学基本概念					
2.1 热力学术语	2.1.1 系统和环境	√			√

	2.1.2 状态和状态函数★ 2.1.3 过程和途径 2.1.4 相 2.1.5 化学反应计量式和反应进度▲				
2.2 热力学第一定律	2.2.1 热和功 2.2.2 热力学能★ 2.2.3 热力学第一定律▲	√			√
2.3 热化学方程式	2.3.1 定容反应热▲ 2.3.2 定压反应热▲ 2.3.3 $\Delta_r U_m$ 和 $\Delta_r H_m$ ★ 2.3.4 热化学方程式▲ 2.3.5 标准摩尔生成焓 2.3.6 标准摩尔燃烧焓	√			√
2.4 化学反应的反应热	2.4 Hess 定律▲ 2.5 反应热的求算★ 2.5.1 由标准摩尔生成焓计算 $\Delta_r H_m$ 2.5.2 由标准摩尔燃烧焓计算 $\Delta_r H_m$	√			√
课堂专题讨论					
第三章化学平衡, 熵和 Gibbs 函数					
3.1 标准平衡常数	3.1.1 化学平衡的基本特征▲ 3.1.2 标准平衡常数表达式★ 3.1.3 标准平衡常数的实验测定		√		√
3.2 标准平衡常数的应用	3.2.1 判断反应程度▲ 3.2.2 预测反应方向▲ 3.2.3 计算平衡组成▲		√		√
3.3 化学平衡的移动	3.3.1 浓度对化学平衡的影响▲ 3.3.2 压力对化学平衡的影响▲ 3.3.3 温度对化学平衡的影响▲ 3.3.4 Le Chatelier 原理▲		√		√
3.4 自发变化和熵	3.4.1 自发变化 3.4.2 焓和自发变化 3.4.3 混乱度、熵和微观状态数★ 3.4.4 热力学第三定律和标准熵▲ 3.4.5 化学反应熵变和热力学第二定律▲		√		√
3.5 Gibbs 函数	3.5.1 Gibbs 函数[变]判据★ 3.5.2 标准摩尔生成 Gibbs 函数▲ 3.5.3 Gibbs 函数与化学平衡▲ 3.5.4 van't Hoff 方程▲		√		√
第四章酸碱平衡					
4.1 酸碱概念和理论的发展	4.1.1 酸碱质子理论概述▲ 4.1.2 酸碱质子理论的基本概念▲ 4.1.3 酸和碱的相对强弱▲		√		√
4.2 水的离子积常数	4.2.1 水的解离平衡▲ 4.2.2 溶液的 pH		√		√

4.3 弱酸、弱碱的平衡	4.3.1 一元弱酸、弱碱的解离平衡 4.3.2 多元弱酸的解离平衡★ 4.3.3 盐溶液的酸碱平衡★		√		√
4.4 缓冲溶液	4.4.1 同离子效应▲ 4.4.2 缓冲溶液▲ 4.4.3 缓冲溶液 pH 的计算★ 4.4.4 缓冲范围和缓冲能力★ 4.4.5 酸碱指示剂		√		√
4.5 酸碱电子理论	4.5.1 酸碱电子理论★ 4.5.2 配位化合物▲ 4.5.3 配合物的组成▲ 4.5.4 配合物的化学式和命名★ 4.5.5 配合物的分类		√		√
4.6 配位反应与配位平衡]	4.6.1 配合物的解离常数和稳定常数★ 4.6.2 配体取代反应和电子转移反应▲ 4.6.3 配合物的稳定性▲		√		√
第五章沉淀—溶解平衡					
5.1 溶解度和溶度积	5.1.1 溶度积★ 5.1.2 溶度积和溶解度间的关系▲		√		√
5.2 沉淀的生成与溶解	5.2.1 溶度积规则★ 5.2.2 同离子效应与盐效应▲ 5.2.3 pH 对沉淀溶解平衡的影响▲ 5.2.4 配合物的生成对溶解度的影响沉淀的配位溶解▲		√		√
5.3 两种沉淀之间的平衡	5.3.1 分步沉淀▲ 5.3.2 沉淀的转化▲		√		√
第六章氧化还原反应电化学基础					
6.1 氧化还原反应基本概念	6.1.1 氧化值和化合价 6.1.2 氧化反应和还原反应 6.1.3 氧化还原反应方程式配平		√		√
6.2 电化学电池	6.2.1 原电池构造★ 6.2.2 原电池电动势▲ 6.2.3 原电池的最大功与 Gibbs 函数		√		√
6.3 电极电势	6.3.1 电极的分类及其符号表示▲ 6.3.2 标准氢电极和甘汞电极▲ 6.3.3 标准电极电势★ 6.3.4 电极电势的 Nernst 方程式及其特点▲ 6.3.5 非标准态下的电极电势★		√		√
6.4 电极电势的应用	6.4.1 判断氧化剂、还原剂的相对强弱▲ 6.4.2 判断氧化还原反应进行的方向▲ 6.4.3 确定氧化还原反应进行的限度▲		√		√
课堂专题讨论					
第七章原子结构和元素周期律					
7.1 原子结构	7.1.1 氢原子光谱和玻尔理论				

7.2 氢原子量子力学特征	7.2.1 氢原子核外电子运动状态及其特征 7.2.2 薛定谔方程及其结论与量子数★ 7.2.3 四个量子数对核外电子运动状态的描述▲		√		√
7.3 多电子原子结构	7.3.1 多电子原子核外电子排布的近似能级图▲ 7.3.2 多电子原子核外电子填充顺序规律▲		√		√
7.4 元素周期表	7.4.1 原子的电子层结构和元素周期系 7.4.2 外电子排布的周期律 7.4.3 电离能, 电子亲和能, 电负性▲		√		√
第八章 分子结构					
8.1 价键理论	8.1.1 Lewis 理论▲ 8.1.2 共价键的本质与特点▲			√	√
8.2 杂化轨道理论	8.2.1 杂化轨道理论及其空间构型★ 8.2.2 杂化轨道类型与分子构型的关系▲ 8.2.3 价层电子对互斥理论★			√	√
8.3 分子轨道理论	8.3.1 分子轨道的概念 8.3.2 分子轨道理论★ 8.3.3 同核双原子分子轨道能级和电子排布▲ 8.3.4 键参数: 键能、键长、键角、键级等概念			√	√
第九章 固体结构					
9.1 晶体结构	9.1.1 晶体结构特征和晶格理论 9.1.2 球的密堆积和晶体类型▲			√	√
9.2 离子晶体特征	9.2.1 离子晶体的特征结构 9.2.2 晶格能以及影响晶格能的因素▲ 9.2.3 离子极化以及一般规律▲			√	√
9.3 分子晶体特征	9.3.1 偶极矩和极化率, 极性和分子间的作用力▲ 9.3.2 氢键的形成条件及特点▲ 9.3.3 氢键对物质性质的影响▲ 9.3.4 层状晶体性质和特点			√	√
第十章 配合物结构					
10.1 配合物空间构型	10.1.1 配合物空间构型和配合物磁性▲ 10.1.2 配合物化学键理论及应用★			√	√
课堂专题讨论					
第十一章 S 区元素					
11.1 S 区元素单质及通性	11.1.1 S 区元素概述 11.1.2 碱金属与碱土金属的通性 11.1.3 氧化物, 过氧, 超氧及其氢氧化物▲ 11.1.4 锂和铍的特殊性, 对角线规则	√	√	√	√
第十二章 P 区元素					
12.1 P 区元素概述	12.1.1 理解物质结构和性质特征的关系	√	√	√	√
12.2 硼族元素	12.2.1 硼氢化物(B ₂ H ₆ 的缺电子结构, π键) ▲ 12.2.2 氧化物(B ₂ O ₃ 、H ₃ BO ₃ 、Na ₂ B ₄ O ₇) ▲ 12.2.3 卤化物(BF ₃ 的特殊性)	√	√	√	√
12.3 碳族元素	12.3.1 锡和铅氢氧化物 12.3.2 Sn(II)的还原性、Pb(IV)的氧化性▲	√	√	√	√

	12.3.3 氯化物的水解				
12.4 氮族元素	12.4.1 氮氢化物(氨, 联氨, 羟氨, 叠氮及盐) 12.4.2 氧化物(NO、NO ₂) ▲ 12.4.3 亚硝酸及其盐、硝酸及其盐的性质	√	√	√	√
12.5 氧族元素	12.5.1 O ₂ 的氧化性 ▲ 12.5.2 O ₃ 的结构及强氧化性 ▲ 12.5.3 H ₂ O ₂ 的结构及氧化性 ▲ 12.5.4 H ₂ S 的还原性 12.5.5 金属硫化物的溶解性 12.5.6 硫的含氧酸(H ₂ SO ₃ 、H ₂ SO ₄ 、H ₂ S ₂ O ₃ 、H ₂ S ₂ O ₈)	√	√	√	√
12.6 卤素	12.6.1 卤素单质的主要化学性质 ▲ 12.6.2 与水、碱的歧化反应 12.6.3 与卤化物、与卤酸根离子的置换反应 ▲ 12.6.4 氢卤酸酸性递变规律、HF 的特殊性 ▲ 12.6.5 卤素含氧酸及其盐主要性质递变的规律	√	√	√	√
第十三章 d 区元素					
13.1 d 区元素概述	13.1.1 d 区所包括的元素、通性及应用	√	√	√	√
13.2 铬及其化合物	13.2.1 Cr 的性质特征 13.2.2 Cr 的重要化合物 ▲	√	√	√	√
13.3 锰铁钴镍及其化合物	13.3.1 Mn 的自然界存在 13.3.2 Fe ³⁺ 、Co ³⁺ 、Ni ³⁺ 化合物氧化性递变规律 ▲ 13.3.3 Fe(OH) ₂ 、Co(OH) ₂ 、Ni(OH) ₂ 的还原性 ▲	√	√	√	√
13.4 铜族元素	13.4.1 铜族元素单质的性质特征 13.4.2 铜和银的重要化合物 13.4.3 Cu 的歧化反应、配位反应 ▲ 13.4.3 Cu(OH) ₂ 的两性反应 13.4.4 Cu 的配位反应、水解反应 ▲	√	√	√	√
13.6 锌族元素	13.6.1 锌族元素单质的性质特征 13.6.2 锌和汞的重要化合物 13.6.3 Zn(OH) ₂ 的两性反应、Zn 的配位和沉淀反应 ▲ 13.6.4 汞离子(I), (II)与碱反应 ▲ 13.6.5 Hg(I)的歧化反应和反歧化反应 ▲ 13.6.6 Nessler 试剂鉴定 NH ₄ ⁺ ▲ 13.6.7 汞离子(I), (II)与氨作用 ▲ 13.6.8 Hg ₂ ²⁺ 的鉴定 ▲	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及

信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	气体	1	0	0	0	0	1
第二章	热力学基本概念	2.5	0	0	0.5	0	3
第三章	化学平衡，熵和 Gibbs 函数	3	0	0	0	0	3
第四章	酸碱平衡	4	0	0	0	0	4
第五章	沉淀溶解平衡	3	0	0	0	0	3
第六章	氧化还原反应电化学基础	4	0.5	0	0.5	0	5
第七章	原子结构和元素周期律	4	0	0	0	0	4
第八章	分子结构	4	0	0	0	0	4
第九章	固体结构	3	0	0	0	0	3
第十章	配合物结构	4	0.5	0	0.5	0	5
第十一章	S 区元素	2	0	0	0	0	2
第十二章	P 区元素	5	0	0	0	0	5
第十三章	D 区元素	5	0.5	0	0.5	0	6
合计		44.5	1.5	0	2	0	48

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：孙继红

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“分析化学（应化）”课程教学大纲

英文名称: Analytical Chemistry

课程编码: 0008286

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 无机化学、高等数学等

教材及参考书:

[1] 武汉大学主编,《分析化学》(第六版上), 高等教育出版社, 2019.12

[2] Gary D.Christian、Purnendu K. Dasgupta、Kevin A.Schugz 著,《分析化学》(原著第七版), 华东理工大学出版社, 2017.09

[3] 王玉枝、张正奇主编,《分析化学》(第三版), 科学出版社, 2020.03

一、课程简介

分析化学是发展和应用各种理论、方法、仪器和策略以获取有关物质在相对时空内的组成和性质的信息的一门科学, 又被称为分析科学。分析化学是高等院校化学、应用化学、材料化学、生命科学、环境科学、医学、药学、地学等专业的重要基础课之一, 是化学学科的一个重要分支, 也是化学、化工、生物、医学、环境等生产、研究必需的重要技术之一。分析化学包括化学分析和仪器分析两大部分, 分为两门课程讲授。本课程仅涉及其中的化学分析部分, 即定量分析化学。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是应用化学专业的专业核心必修课程, 又是一门应用性很强的学科。分析化学是一门人们赖以获得物质的化学组成和结构及有关信息的科学, 分析化学所获得的信息对于工农业生产、生命科学、材料科学、环境科学和能源科学等的发展都是必不可少的, 因此分析化学常常被称为生产和科学技术的“眼睛”, 是进行科学研究的基础。定量分析化学课程包括分析化学的基本知识; 定量分析方法的基本步骤和分析化学误差及测定结果的处理; 容量分析方法、重量分析法和吸光光度分析法及其原理。化学分析部分的理论和方法不仅是分析化学的基础, 也是从事化学教育、化学、生物、医学、地质、环境、材料等学科工作的基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 1: 分析化学是应用化学专业的专业核心必修课程之一, 掌握这些理论, 能够培养学生运用分析化学知识和科学方法分析, 处理复杂工程体系中的分析问题与解决问题的能力。

毕业要求 2: 培养学生运用数学、物理、和化学方法, 进行合理分析建立适当的模型的能力。

毕业要求 3: 培养学生针对不同的分析对象, 选择适当的分析方法, 进行合理设计分析方案、解决复杂问题分析的能力。

毕业要求 4: 培养学生基于分析化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2.课程目标

(一) **教学目标:** 总的教学目标是: 通过该课程的学习, 可使学生熟练系统地掌握分析化学的基础知识、基本理论、重要的测定方法和应用; 建立起准确的“量”的概念和标准化概念; 掌握分析化学中的误差来源、误差表征和实验数据的统计处理方法; 掌握定量分析中的试样采集与制备方法; 提高发现问题、分析问题和解决实际问题的能力, 提高创新研究能力和自我获取知识的能力, 培养科学的工作作风和严谨的科学态度; 养成良好的职业道德, 有高度的质量保障意识、安全意识和责任心, 为学习后续课程和将来从事化学教学及科研工作打下一定的基础。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握分析化学基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用分析化学分析、描述、解决相关分析化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象, 对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系

(二) **育人目标:** 在本课程的教学过程中适当加强科学史教学, 培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用, 培养学生有远大的抱负, 以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章绪论					
第 1 节分析化学的定义、任务和作用	分析化学定义▲、地位、任务、特点、作用	√			
第 2 节分析方法的分类与选择	分析方法的分类▲、分析方法的选择	√			
第 3 节分析化学发展简史与发展趋势	分析化学的三次变革、发展趋势	√			
第 4 节分析的测定过程	定量分析的一般程序★、结果表示方法	√		√	√
第二章分析试样的采集与制备					
第 1 节试样的采集	采样、采样的基本原则▲、采样量、采样方法	√		√	
第 2 节试样的制备	四分法★、取样最小量▲、切乔特公式	√		√	

第3节试样的分解	分解过程、分解要求、分解方法	√		√	
第4节测定前的预处理	预处理考虑的因素	√		√	
第三章分析化学中的误差与数据处理					
第1节分析化学中的误差	测量误差▲、误差的分类及产生原因▲、准确度、精密度、偏差★	√	√		
第2节有效数字及其运算规则	有效数字▲、修约规则、运算法则★	√	√		
第3节偶然误差的正态分布	偶然误差的正态分布	√	√		
第4节有限次实验数据的统计处理	t分布、置信区间▲、显著性检验★、可疑值取舍▲、相关、回归	√	√	√	
第四章滴定分析概述					
第1节滴定分析法和滴定方式	滴定曲线、化学计量学、滴定突跃▲、滴定终点、滴定误差、滴定分析法对化学反应的要求、滴定分析法的分类、滴定方式★	√			
第2节基准物质和标准溶液	基准物质、标准溶液▲、物质的量浓度▲、滴定度★	√			
第3节滴定分析中的计算	滴定分析中的计算	√			
第五章酸碱滴定法					
第1节溶液中的酸碱反应与平衡	酸碱理论▲、离子活度★、共轭酸碱对、质量平衡、电荷平衡、质子平衡、质子条件式▲★	√		√	√
第2节酸碱组分的平衡浓度与分布分数	分析浓度、平衡浓度、分布系数	√		√	
第3节溶液中H ⁺ 浓度的计算	各种溶液中的H ⁺ 浓度的计算▲	√		√	
第4节酸碱缓冲溶液	酸碱缓冲溶液▲、缓冲容量			√	
第5节酸碱指示剂	指示剂的特点、变色原理▲、变色范围、混合指示剂	√		√	
第6节酸碱滴定原理	滴定过程中pH值的变化▲、滴定曲线的形状、指示剂的选择、准确滴定的判别式★	√	√	√	
第7节终点误差	终点误差的计算	√			
第8节酸碱滴定的应用	混合碱含量的测定▲	√			√
第六章配位滴定法					
第1节概述	用于配位滴定的配位反应具备的条件	√			
第2节配位平衡	配位平衡、副反应、副反应系数★、条件稳定常数▲、金属离子缓冲溶液	√			
第3节配位滴定法的基本原理	配位滴定曲线▲、金属离子指示剂、指示剂的封闭现象、指示剂的僵化现象、指示剂的氧化变质现象	√	√	√	√
第4节配位滴定条件的选择	单一离子测定时的条件选择▲、混合离子测定时的条件选择★、分步滴定、选择性滴定	√			
第5节配位滴定方式及其应用	配位滴定方式及其应用	√	√	√	√
第七章氧化还原滴定法					

第1节氧化还原平衡	电极电位、条件电位▲、可逆电对、不可逆电对、对称电对、不对称电对、能斯特方程★	√	√		
第2节氧化还原滴定的基本原理	氧化还原滴定的滴定原理▲、自身指示剂、淀粉指示剂、氧化还原指示剂、氧化还原滴定的样品预处理	√	√	√	√
第3节常用的氧化还原滴定法	高锰酸钾法、碘量法▲	√			
第4节氧化还原滴定结果的计算	氧化还原滴定结果的计算★	√			
第八章沉淀滴定法和滴定分析小结					
第1节沉淀滴定法	银量法▲、莫尔法、佛尔哈德法、法扬司法 吸附指示剂★	√		√	√
第2节滴定分析小结	滴定分析小结	√			
第九章重量分析法					
第1节重量分析法概述	重量分析法定义、分类和特点	√			
第2节沉淀重量分析法	沉淀形式、称量形式、溶解度、溶度积▲、固有溶解度、活度积、条件溶度积★、影响沉淀溶解度的因素、沉淀的类型和形成、共沉淀、后沉淀、沉淀条件的选择▲	√		√	√
第3节挥发重量法	挥发重量法的分类和特点	√		√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：理论教学重在讲清基本知识、基本原理及有关计算，重点突出，难点讲透。理论联系实际，结合领域前沿，深入浅出，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	1					1
2	分析试样的采集与制备	1					1
3	分析化学中的误差与数据处理	3	0.5		0.5		4
4	滴定分析法概述	1					1
5	酸碱滴定法	8	1		0.5		9.5
6	络合滴定法	6	1				7
7	氧化还原滴定法	6	0.5				6.5

8	沉淀滴定法和滴定分析小结	1					1
9	重量分析法	1					1
合计		28	3		1		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对定量分析化学中的基本知识、基本原理、重要的测定方法和应用的掌握程度，考核学生运用所学方法分析解决问题的能力。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂出席率，课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：汪夏燕

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“有机化学 1”课程教学大纲

英文名称: Organic Chemistry 1

课程编码: 0008386

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境与能源工程学院应用化学专业

先修课程: 无机化学

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

教材及参考书:

[1]天津大学有机化学教研室编著,《有机化学》第六版,高等教育出版社,2019 年 8 月

[2]邢其毅等编著,《基础有机化学》第四版,北京大学出版社,2018 年 3 月

一、课程简介

有机化学是化学科学中极为重要的一个分支,也是最有魅力的基础学科之一,主要讲授有机化合物的组成、结构、性质及其变化规律。通过本门课程的学习,使学生掌握有机化学的基本概念和基本理论、基本有机反应及有机化合物结构与性能之间的关系,了解常见有机化合物在化学工业生产中以及人们日常生活中的地位和作用,提高学生的认知能力,培养学生的创新能力。有机化学 1 主要讲述烷、烯、炔、芳香烃、卤代烃等各类有机化合物的结构、命名、合成、物理和化学性质、相关的有机机理及其在有机合成中的应用。同时,也将学习立体化学、周环反应和有机波谱的基本知识与理论。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 有机化学是应用化学、环境科学、功能材料等专业本科生的必修专业基础课,也可作为药学、生物科学等专业本科生的专业基础课。相应的实验课程是一个重要环节,同时也体现了相应专业既有很强的理论性,还有很强的技术性与实践性的特征。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 有机化学是本专业的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生解决复杂实验问题的能力。

毕业要求 2, 培养学生利用有机化学方法针对不同对象, 进行合理分析建立适当的构造路径的能力。

毕业要求 3, 培养学生采用有机化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求 4, 培养学生基于有机化学理论并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释实验现象与数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2.课程目标

(一) 教学目标: 总的教学目标是: 使学生了解及掌握有机化学的研究范围、研究方法 & 基本有机化学反应, 系统地 & 了解, 掌握和熟练运用有机化学的基本知识、基本概念及

基本理论,为进一步学习专业课程奠定必要的基础。有机化学是理论结合实践的基础学科,要注意让学生理解这些基础理论和基本知识,同时培养学生运用这些基本理论来解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力,创新意识和科学素质,使学生能以化学的观点观察物质变化的现象,对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力,培养学生正确的学习和研究方法。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	了解及掌握有机化学的研究范围、研究方法等基本有机化学反应。掌握和熟练运用有机化学的基本知识、基本概念及基本理论。	●	◎	◎	◎
2	掌握烷、烯、炔、芳香烃、卤代烃等类有机化合物的种类、结构、性质及反应特点;掌握上述有机化合物的系统命名方法及普通命名法,了解有机化合物的俗名及衍生物命名法。了解有机化合物的波谱分析方法。	●	◎	◎	◎
3	掌握烷、烯、炔、芳香烃、卤代烃等类有机化合物的反应类型,掌握不同反应类型的反应历程、能量变化及活性中间体的特征;了解及掌握反应物结构、催化剂、溶剂、温度、酸碱性等各种影响因素对有机反应的影响;熟练掌握重要有机反应及其机理;根据反应物结构及反应条件,能以反应机理方式对常见有机反应的现象及结果等进行预测及解释。	●	◎	◎	◎
4	掌握使用化学及物理方法对烷、烯、炔、芳香烃、卤代烃等类化合物结构进行确定的方法,能根据相关的知识对未知化合物的结构进行推断。	●	◎	◎	◎
5	掌握烷、烯、炔、芳香烃、卤代烃等类有机化合物合成的初步知识;掌握各类有机化合物的主要实验室合成方法,了解与掌握重要有机化合物的工业合成方法,能够比较分析各合成方法的优劣;对一些简单化合物,可以规划并设计合成路线。	●	◎	◎	◎
6	掌握使用化学及物理方法对化合物结构进行确定的方法,能根据相关的知识对未知化合物的结构进行推断。	●	◎	◎	◎

注:●:表示有强相关关系,◎:表示有一般相关关系,○:表示有弱相关关系

(二)育人目标:在本课程的教学过程中适当加强科学史教学,培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用,培养学生有远大的抱负,以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	1. 有机化学的研究对象, 有机化合物的特性; 2. 有机化合物的分子结构及结构式, 结构式的表示方法▲ (短线式、缩简式、键线式等)。 3. 共价键的形成 (价键理论★, 分子轨道理论★), 共价键的属性, 共价键的断裂和有机反应类型▲; 4. 分子间相互作用力; 5. 有机化学中的酸碱理论▲★; 6. 有机化合物的分类▲。	✓	✓	✓	✓
第二章 烷烃和环烷烃	1. 烷烃的系统命名、构造异构▲、结构 (碳原子的 sp^3 杂化、 σ 键的特点); 2. 环烷烃的分类、命名 (单环、桥环★、螺环★), 环烷烃的结构与环的稳定性。 3. 构型与构象的基本概念, 分子构象的表示方法: 透视式, Newman 投影式, 4. 构象异构体★, 对位交叉式构象, 邻位交叉构象, 全重叠式构象, 部分重叠式构象, 乙烷、丁烷、环己烷及取代环己烷的构象, 船型, 椅型, 直立键, 平伏键。 5. 烷烃的物理性质及其变化规律、化学性质 (卤化反应的取向、自由基取代反应机理★▲, 自由基稳定性, 卤素活性及选择性, 氧化反应)、制备方法 (Corey-House 合成); 6. 小环烷烃的加成反应▲ (加氢、加卤素、加卤化氢)。	✓	✓	✓	✓
第三章 烯烃和炔烃	1. 烯烃和炔烃的结构▲ (sp^2 、 sp 杂化)、普通、系统命名法▲、官能团次序规则、异构体 (碳链异构、位置异构、顺反异构及 Z-E 命名法); 2. 烯烃、炔烃的物理和化学性质▲ (1) 催化氢化与还原 (氢化热与烯烃稳定性的关系, 超共轭效应); (2) 区域及立体选择性; (3) 经由碳正离子的亲电加成 (加卤化氢、硫酸、水) 及其反应机理 (碳正离子的稳定性及重排、Markovnikov 规则及其理论解释); (4) 经由鎓离子历程的亲电加成 (加卤素、次卤酸) 及其反应机理; (5) 经由鎓离子历程的亲核加成★ (羟汞化-脱汞、炔烃水合) 及其反应机理, 互变异构; (6) 经由碳负离子历程的亲核加成★ (炔与醇、酸的亲核加成) 及其反应机理; (7) 自由基加成反应★ (过氧化物存在下的反 Markovnikov 加成) 及其反应机理; (8) 协同加成反应★ (硼氢化、环氧化、高锰酸钾氧化、臭氧化) 及其反应机理; (9) 催化氧化反应及工业应用; (10) 聚合反应 (11) α -H 的反应▲ (卤化、氧化);	✓	✓	✓	✓

	(12) 炔烃活泼氢的反应▲ (酸性、金属炔化物的生成及应用、炔烃的鉴定)。 3. 烯烃、炔烃的工业来源及制法。				
第四章 二烯烃 共轭体系	1. 二烯烃的分类、命名▲； 2. 二烯烃的结构▲ (丙二烯、1,3-丁二烯)、电子离域与共轭体系 (概念、离域能、π-π共轭、p-π共轭)； 3. 共振论▲★ (概念、极限结构式、应用)； 4. 共轭二烯烃的化学性质、1,4-亲电加成及理论解释▲★ (烯丙型碳正离子的 p-π共轭, 产物的热力学控制、动力学控制基本概念)； 5. Diels-Alder 反应； 6. 环戊二烯 (制法、化学性质)。	√	√	√	
第五章 芳烃芳 香性	1. 芳烃的分类、构造异构、命名▲； 2. 苯的结构 (价键理论, 分子轨道理论, 共振论)； 3. 单环芳烃的物理性质； 4. 单环芳烃的化学性质▲★ (亲电取代反应: 卤化、硝化、磺化、Friedel-Crafts 反应、氯甲基化及其反应机理; 加成反应: 加氢、加氯; 氧化反应; 聚合反应; 芳环侧链上的反应: 卤化、氧化、聚合), 苯环上取代反应的定位规则: 两类定位基及取代反应定位规则的理论解释、二取代苯亲电取代的定位规则、亲电取代定位规则在有机合成上的应用； 5. 萘的结构; 萘的化学性质 (亲电取代反应: 卤化、硝化、磺化、Friedel-Crafts 反应; 氧化反应; 还原反应) 及萘环上二元取代反应的定位规则； 6. 其他稠环芳烃, 蒽、菲的命名与反应； 7. 芳香性, Hückel 规则, 非苯芳烃 (轮烯、芳香离子、并联环系)； 8. 多官能团化合物的命名。	√	√	√	√
第六章 立体化 学	1. 各种异构现象的总结； 2. 手性及对称性▲——手性碳原子、手性分子、对映体、对映异构、外消旋体、非对映体、旋光度、比旋光度、对称因素★ (对称面、对称中心), 构型及命名法 (了解 DL 构型标记法, 掌握 RS 构型标记法)； 3. Fischer 投影式写法▲★, 具有一、二个手性中心构型异构▲； 4. 脂环化合物的立体异构★； 5. 不含手性中心化合物的对映异构▲★； 6. 手性中心的产生； 7. 对映异构在研究反应机理中的应用。	√	√		
第七章 卤代烃	1. 卤代烃的分类及命名； 2. 卤代烃的制法； 3. 卤代烃的化学性质▲ (亲核取代反应: 水解、与醇钠、氰化钠、氨、卤离子、硝酸银的反应; 消除反应: 脱卤化氢、卤素的反应; 与金属的反应: 与锂、镁的反应)； 4. 亲核取代反应机理 (SN1、SN2) 及其影响因素 (烷基的结构、卤原子的离去能力、试剂的亲核性强弱、溶剂的极性大小)； 5. 消除反应机理 (E1、E2) 及其影响因素★; 影响亲核取代反应和	√	√	√	√

	消除反应的因素★（烷基的结构、亲核试剂、溶剂、温度）； 6. 乙烯型和苯基型卤代烃化学性质▲；烯丙型和苄基型卤代烃的化学性质▲。 7. 氟代烃。				
第八章 有机化 合物的 波谱分 析	1. 分子吸收光谱和分子结构； 2. 红外吸收光谱的原理、特征频率、图谱举例； 3. 核磁共振的产生★、化学位移▲、自旋偶合、自旋裂分及图谱解析； 4. 综合利用红外光谱和核磁共振氢谱进行波谱解析▲★； 5. ¹³ C 核磁共振谱简介。	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2. 学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2	0	0	0	0	2
第二章	烷烃和环烷烃	3.5	0.5	0	0	0	4
第三章	烯烃和炔烃	2.5	0.5	0	0.5	0	3.5
第四章	二烯烃共轭体系	3	0.5	0	0	0	3.5
第五章	芳烃芳香性	5.5	0.5	0	0.5	0	6.5
第六章	立体化学	4.5	0.5	0	0.5	0	5.5
第七章	卤代烃	3.5	0.5	0	0.5	0	4.5
第八章	有机化合物的波谱分析	2.0	0	0	0.5	0	2.5
合计		26.5	3	0	2.5	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，考试成绩 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（课堂测验、课堂互动）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

期末考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能

力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	80~89	70~85	60~70
作业	作业内容完整，思路清晰，答案准确	作业内容较完整，思路清晰，答案较准确	作业内容基本完成	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：童金

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“有机化学 2”课程教学大纲

英文名称: Organic Chemistry 2

课程编码: 0008387

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 环境与能源工程学院应用化学专业

先修课程: 无机化学

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 天津大学有机化学教研室编著,《有机化学》第六版,高等教育出版社,2019 年 8 月

[2] 邢其毅等编著,《基础有机化学》第四版,北京大学出版社,2018 年 3 月

一、课程简介

有机化学是化学科学中极为重要的一个分支,也是最有魅力的基础学科之一,主要讲授有机化合物的组成、结构、性质及其变化规律。通过本门课程的学习,使学生掌握有机化学的基本概念和基本理论、基本有机反应及有机化合物结构与性能之间的关系,了解常见有机化合物在化学工业生产中以及人们日常生活中的地位和作用,提高学生的认知能力,培养学生的创新能力。有机化学 2 主要讲述醇、酚、醚、环氧化合物、醛酮、羧酸、羧酸衍生物、有机含氮化合物、杂环、有机硫磷、糖、蛋白质等各类有机化合物的结构、命名、合成、反应特点等知识。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 有机化学是应用化学、环境科学、功能材料等专业本科生的必修专业基础课,也可作为药学、生物科学等专业本科生的专业基础课。相应的实验课程是一个重要环节,同时也体现了相应专业既有很强的理论性,还有很强的技术性与实践性的特征。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 有机化学是本专业的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生解决复杂实验问题的能力。

毕业要求 2, 培养学生利用有机化学方法针对不同对象, 进行合理分析建立适当的构造路径的能力。

毕业要求 3, 培养学生采用有机化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求 4, 培养学生基于有机化学理论并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释实验现象与数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2.课程目标

(一) 教学目标: 总的教学目标是: 使学生了解及掌握有机化学的研究范围、研究方法以及基本有机化学反应, 系统地了解, 掌握和熟练运用有机化学的基本知识、基本概念及基本理论, 为进一步学习专业课程奠定必要的基础。有机化学是理论结合实践的基础学

科，要注意让学生理解这些基础理论和基本知识，同时培养学生运用这些基本理论来解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力，创新意识和科学素质，使学生能以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力，培养学生正确的学习和研究方法。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表1。

表1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	了解及掌握有机化学的研究范围、研究方法等基本有机化学反应。掌握和熟练运用有机化学的基本知识、基本概念及基本理论。	●	◎	◎	◎
2	掌握醇、酚、醚、环氧化合物、醛、酮、羧酸、羧酸衍生物、β-二羰基化合物、胺等类有机化合物的种类、结构、性质及反应特点；掌握上述有机化合物的系统命名方法及普通命名法，了解有机化合物的俗名及衍生物命名法。了解含硫、含磷、含硅有机化合物以及杂环化合物、糖类、氨基酸的种类、结构、命名、性质及反应特点。	●	◎	◎	◎
3	掌握醇、酚、醚、环氧化合物、醛、酮、羧酸、羧酸衍生物、β-二羰基化合物、胺等类有机化合物的反应类型，掌握不同反应类型的反应历程、能量变化及活性中间体的特征；了解及掌握反应物结构、催化剂、溶剂、温度、酸碱性等各种影响因素对有机反应的影响；熟练掌握重要有机反应及其机理；根据反应物结构及反应条件，能以反应机理方式对常见有机反应的现象及结果等进行预测及解释。	●	◎	◎	◎
4	掌握使用化学及物理方法对醇、酚、醚、环氧化合物、醛、酮、羧酸、羧酸衍生物、β-二羰基化合物、胺等类化合物结构进行确定的方法，能根据相关的知识对未知化合物的结构进行推断。	●	◎	◎	◎
5	掌握醇、酚、醚、环氧化合物、醛、酮、羧酸、羧酸衍生物、β-二羰基化合物、胺等类有机化合物合成的初步知识；掌握各类有机化合物的主要实验室合成方法，了解与掌握重要有机化合物的工业合成方法，能够比较分析各合成方法的优劣；对一些简单化合物，可以规划并设计合成路线。	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

（二）育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第九章醇和酚	1. 醇和酚的分类、命名、结构； 2. 醇的制备方法 (羰基合成，烯烃水合法，卤代烃水解，Grignard 试剂与醛、酮的加成，醛、酮、羧酸、羧酸酯的还原)，酚的制备方法 (异丙苯法▲，碱熔法，卤代芳烃的水解、重氮盐的水解)； 3. 醇和酚的物理性质，氢键概念，波谱性质； 4. 醇的化学性质▲ (酸性★；成醚；成酯；与氢卤酸、卤化磷、亚硫酸氯的反应；脱水反应：分子间、分子内、频哪醇重排★；一元醇的氧化反应：重铬酸钾、PCC 等试剂；一元醇的脱氢； α -二醇的高碘酸氧化)； 5. 酚的化学性质 (酸性；成醚；成酯；与三氯化铁的显色反应；酚芳环上的亲电取代反应：卤化、磺化、硝化和亚硝化、Friedel-Crafts 反应、Kolbe-Schmitt 反应★、与甲醛缩合、与丙酮缩合；氧化和还原)；	✓	✓	✓	✓
第十章醚和环氧化合物	1. 醚以及环氧化合物的结构、命名以及物理性质、波谱性质▲； 2. 醚和环氧化合物的制法 (醇脱水，Williamson 合成法，不饱和烃与醇的反应)； 3. 醚和环氧化合物的化学性质▲ (盐的生成，醚键的断裂，环氧化合物的开环反应★，与格氏试剂的反应，Claisen 重排，过氧化物的生成)。 4. 冠醚，相转移催化反应。	✓	✓	✓	✓
第十一章醛、酮和醌	1. 醛、酮的结构、命名▲、物理性质、波谱性质▲ (羰基的特征吸收，醛的特征峰)； 2. 醛和酮的制法▲ (工业合成：羰基合成、烷基苯氧化、偕二卤代物的水解；醇的氧化或脱氢、羧酸衍生物的还原、芳环上的酰基化)； 3. 醛、酮的化学性质 (1) 醛、酮的亲核加成反应▲：与水、醇、HCN、NaHSO ₃ 、格氏试剂、其他金属有机试剂 (烷基锂及 Reformatsky 反应)、氨及其衍生物 (亚胺及烯胺等)、Wittig 试剂的反应、活性顺序及机理，电子效应和空间效应对亲核加成反应活性的影响； (2) 醛、酮的 α -氢原子的酸性▲、卤化反应及卤仿反应，缩合反应：羟醛缩合及其机理▲★、Claisen-Schmidt 反应、Perkin 反应及 Mannich 反应)； (3) 醛、酮的氧化 (Tollens 试剂、Fehling 试剂、Baeyer-Villiger 氧化及其他氧化剂)； (4) 还原反应 (催化加氢、金属氢化物、Meerwein-Ponndorf 反应、Clemmensen 还原，Wittig-Kishner-黄鸣龙还原法)	✓	✓	✓	✓

	(5) 歧化 (Canizzazo) 反应; 4. α,β-不饱和醛、酮的特性▲ (1,2-与 1,4-加成, 还原反应)。 5. 醌的命名、制法与化学性质 (还原、加成反应)。				
第十二章羧酸	1. 羧酸的分类、命名▲、结构、制法▲ (羧酸的工业合成, 烃、醇及醛的氧化反应、腈的水解反应、Grignard 试剂与 CO_2 作用、Kolbe-Schmitt 合成法制备酚酸) 及羧酸的物理性质: 分子间氢键; 波谱性质: IR 及 NMR 谱学特性▲。 2. 羧酸的酸性▲及影响因素★, 诱导效应; 3. 酰卤、酸酐、酯及酰胺等羧酸衍生物的生成反应▲, 酯化反应的机理★, 羧基的还原反应, 脱羧反应 (包括 Kolbe 合成法), 二元酸的受热反应及 Blanc 规则★, 羧酸 α-卤化反应 (Hell-Volhard-Zelinsky 反应); 4. 羟基酸的制备及反应特性 (酸性、受热脱水反应, 交酯及内酯, α-羟基酸的分解反应)。	√	√	√	
第十三章羧酸衍生物	1. 羧酸衍生物的含义、结构、命名▲、波谱性质▲; 2. 羧酸衍生物的化学性质▲ (酰基上亲核取代反应: 水解、醇解、氨解, 反应机理★, 活性顺序及理论解释★; 还原反应; 与 Grignard 试剂、烷基铜锂等金属有机试剂的反应; 酰胺的酸碱性、脱水、Hofmann 降解反应)。 3. 碳酸衍生物 (碳酰氯、碳酰胺、碳酸二甲酯)。	√	√	√	√
第十四章 β -二羰基化合物	1. β-二羰基化合物、酮-烯醇的互变异构▲、酮式、烯醇式、分子内氢键; 2. Claisen 酯缩合▲★、Dieckmann 缩合; 3. 乙酰乙酸乙酯及丙二酸二乙酯的性质及在合成上的应用▲★ (取代甲基酮、环酮、二酮及取代羧酸的制备), Knoevenagel 缩合, Michael 加成★, 其他含活泼亚甲基的化合物★。	√	√		
第十五章胺	1. 胺的分类、命名、结构、制法▲ (氨和胺的烃基化、腈和酰胺的还原、醛和酮的还原氨化、从酰胺的降解制备、Gabriel 合成法、硝基化合物的还原)、物理性质、波谱性质; 2. 胺的化学性质▲ (碱性、烃基化、酰基化、磺酰化、与亚硝酸反应、氧化反应, 芳环上的亲电取代反应: 卤化、硝化、磺化); 3. 季铵盐与季铵碱的命名、制法, 季铵碱的受热分解及 Hoffman 规则★; 4. 二元胺; 5. 重氮和偶氮化合物的命名, 重氮化反应及重氮盐在合成上的应用★ (失去氮的反应: 被氢原子取代, 被羟基取代, 被卤原子取代 (Sandmeyer 反应, Gattermann 反应, Schiemann 反应), 被氰基取代; 保留氮的反应: 偶合反应)。	√	√	√	√
第十六章有机含硫、含磷和含硅化合物	1. 有机硫化物的分类; 2. 硫醇、硫酚、硫醚的命名、制备、物理性质及化学性质▲ (酸性、氧化、亲核反应); 3. 磺酸的命名、制备、化学性质▲ (酸性、羟基的反应、磺酰基被取代的反应); 4. 芳磺酰胺, 烷基苯磺酸钠和磺酸盐型阳离子交换树脂;	√	√	√	√

	5. 有机磷化合物的分类、命名、结构及作为亲核试剂的反应▲ (磷叶立德与 Wittig 反应★); 6. 有机硅化合物的结构、命名, 卤硅烷的制备、化学性质(水解、醇解、与金属有机化合物的反应、还原), 有机硅化合物在合成中的应用。				
第十七章杂环化合物	1. 杂环化合物的分类、命名、结构、芳香性★▲; 2. 五元杂环化合物(呋喃、噻吩、吡咯)、六元杂环化合物(吡啶)的化学性质。	√	√	√	
第十八章类脂类	自学	√			
第十九章糖类	1. 糖类化合物的分类; 2. 单糖的构型和标记法★、氧环式结构、构象, Haworth 式, 呋喃糖, 吡喃糖, 变旋现象; 3. 单糖的化学性质▲: 异构化与差向异构、氧化、还原、脎的生成、苷的生成, 醚和酯的生成; 4. 二糖、多糖;	√	√		
第二十章氨基酸、蛋白质和核酸	1. 氨基酸的结构、命名和制法▲(α -卤代酸的氨解、Gabriel 法、Strecker 合成); 2. 氨基酸的性质(羧基的反应、氨基的反应、两性、等电点、与水合茚三酮反应★、受热反应); 3. 多肽、蛋白质、核酸的组成。	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点, 采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法: 根据课程及学生学习特点, 给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第九章	醇和酚	2.0	0.5	0	0	0	2.5
第十章	醚和环氧化合物	3.0	0.5	0	0.5	0	4
第十一章	醛、酮和醌	3.5	0.5	0	0	0	4
第十二章	羧酸	3.0	0.5	0	0.5	0	4
第十三章	羧酸衍生物	1.5	0.5	0	0.5	0	2.5
第十四章	β -二羰基化合物	3.0	0.5	0	0.5	0	4

第十五章	有机含氮化合物	4.0	0.5	0	0.5	0	5
第十六章	含硫、含磷和含硅有机化合物	2.0	0	0	0	0	2
第十七章	杂环化合物	1.5	0	0	0	0	1.5
第十八章	类脂类	0	0	0	0	0	0
第十九章	糖类	1.0	0	0	0	0	1
第二十章	氨基酸、蛋白质和核酸	1.5	0	0	0	0	1.5
合计		26	3.5	0	2.5	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，考试成绩 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（课堂测验、课堂互动）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

期末考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	80~89	70~85	60~70
作业	作业内容完整，思路清晰，答案准确	作业内容完整，思路清晰，答案较准确	作业内容基本完成	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：于澍燕

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“物理化学-1”课程教学大纲

英文名称: Physical Chemistry- 1

课程编码: 0005741

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学本科专业

先修课程: 无机化学、分析化学、普通物理学、高等数学等课程

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1]天津大学物理化学教研室编.物理化学.高等教育出版社, 2017年8月

[2]南京大学化学化工学院编.物理化学.高等教育出版社, 1990年5月

一、课程简介

物理化学运用数学和物理学等基础科学的理论和实验方法, 研究化学变化和相变化的平衡规律及速率规律, 以及这些规律与物质微观结构的关系, 是有关化学科学, 化学工艺, 以及以化学化工为基础的环境科学和工程的理论基础。通过本门课的学习使学生对化学热力学, 化学动力学有一个全面, 系统地了解, 并掌握其基础知识和基础理论, 为进一步学习专业课程奠定必要的基础。本课程的主要内容热力学第一、第二定律及其在理想气体、化学平衡、液态混合物、溶液、相平衡等体系中的应用。了解这些理论在化学反应工程中的应用, 并掌握一些物理化学的计算方法。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程属于学科基础必修课。旨在继普通化学、分析化学和有机化学等课程后, 引导学生进一步运用数学和物理学等基础科学的理论和实验方法研究化学变化和相变化的平衡规律及速率规律, 以及这些规律与物质微观结构的关系, 为学生在后期的学习中理解水处理过程, 技术和工艺中的相关物理化学现象和问题打下基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求1, 是应用化学本科专业的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生解决复杂工程问题的能力。

毕业要求2, 培养学生利用物理化学方法针对不同对象, 进行合理分析建立适当的模型的能力。

毕业要求3, 培养学生采用物理化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求4, 培养学生基于物理化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2.课程目标

(一) 教学目标: 总的教学目标是: 使学生对化学热力学, 化学动力学有一个全面, 系统地了解, 并掌握其基础知识和基础理论, 为进一步学习专业课程奠定必要的基础。物

理化学是理论性较强的基础学科，要注意让学生理解这些基础理论和基本知识，并培养学生运用这些基本理论来解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力，创新意识和科学素质，使学生能以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力，培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握物理化学基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用物理化学分析、描述、解决相关物理化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，◎：表示有弱相关关系

（二）育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲） 难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章气体的 pVT 关系					
第 1 节理想气体状态方程	理想气体模型▲，理想气体状态方程计算	√			
第 2 节理想气体混合物	分压力▲，道尔顿定律，分体积▲，阿马加定律	√			
第 3 节真实气体的液化及临界参数	液体的饱和蒸汽压和沸点▲，临界参数	√	√		
第 4 节真实气体状态方程	波义耳温度、范德华方程▲、维里方程	√	√		
第 5 节对应状态原理及普遍化压缩因子	压缩因子 Z▲、对应状态原理	√			
第二章热力学第一定律					
第 1 节基本概念及术语	过程、热和功、热力学能▲	√			
第 2 节热力学第一定律	热力学第一定律▲、焦耳实验	√	√	√	
第 3 节恒容热、恒压热及焓	恒容热、恒压热、焓▲	√			
第 4 节摩尔热容	热容▲、热容与温度的关系▲	√			
第 5 节相变焓	相变化过程焓变的计算	√	√	√	
第 6 节溶解焓、稀释焓与混合焓	自学				
第 7 节化学反应焓	化学变化过程焓变的计算	√	√	√	
第 8 节标准摩尔反应焓的计算	生成热，标准生成热▲	√			

第 9 节离子的标准摩尔生成焓	自学				
第 10 节可逆过程与可逆体积功	准静态过程与可逆过程★、可逆体积功的计算	√	√	√	
第 11 节节流膨胀与焦耳-汤姆逊实验	节流膨胀系数	√	√	√	
第 12 节稳流过程热力学第一定律及其应用	自学				
第三章热力学第二定律					
第 1 节热力学第二定律	热力学第二定律、熵▲	√	√	√	
第 2 节卡诺循环与卡诺定理	热机效率▲	√	√	√	
第 3 节熵与克劳修斯不等式	热力学第二定律书写表达式▲、熵增原理★、熵判据★	√	√	√	√
第 4 节熵变的计算	不同过程熵变的计算★	√	√	√	√
第 5 节热力学第三定律及化学反应过程熵变的计算	热力学第三定律▲ 规定熵和标准熵 标准摩尔反应熵★	√			
第 6 节亥姆霍兹函数和吉布斯函数	吉布斯函数▲、亥姆霍兹判据和吉布斯判据★	√	√	√	√
第 7 节热力学基本方程及麦克斯韦关系式	热力学基本方程▲、麦克斯韦关系式▲	√		√	
第 8 节克拉佩龙方程	克拉佩龙方程，克劳修斯-克拉佩龙方程	√	√		
第四章多组分系统热力学					
第 1 节偏摩尔量	偏摩尔量的定义▲、吉布斯-杜亥姆方程	√			
第 2 节化学势	化学势▲、多组分系统热力学基本方程▲、化学势判据★	√	√	√	√
第 3 节气体组分的化学势	理想气体的化学势▲	√			
第 4 节逸度及逸度因子	逸度及逸度因子▲				
第 5 节拉乌尔定律和亨利定律	拉乌尔定律和亨利定律▲	√	√	√	
第 6 节理想液态混合物	理想稀溶液中任一组分的化学势▲及混合性质★	√			
第 7 节理想稀溶液	溶剂 A 和溶剂 B 的化学势▲、分配定律	√	√	√	
第 8 节活度及活度因子	真实液态混合物的活度及活度因子▲				
第 9 节稀溶液的依数性	溶剂蒸汽压下降、凝固点降低，沸点升高，渗透压	√	√	√	
第五章化学平衡					
第 1 节化学反应的方向及平衡条件	化学反应的方向及平衡条件	√			
第 2 节理想气体反应的等温方程及标准平衡常数	化学反应的平衡常数和等温方程▲	√	√	√	
第 3 节平衡常数及平衡组成计算	反应的标准摩尔反应吉布斯自由能的计算▲、标准平衡常数的计算及实验测定▲	√	√	√	√
第 4 节温度对平衡常数的影响	范特霍夫方程▲	√	√		
第 5 节其他因素对化学平衡的影响及平衡常数的测定	压力、惰性组分、增加反应物的量对平衡移动的影响★	√	√	√	√
第 6 节同时反应平衡的组成	选学				
第 7 节真实气体反应的化学平衡	真实气体的化学平衡	√	√		

第 8 节混合物和溶液中的化学平衡	自学				
第六章相平衡					
第 1 节相律	相律▲	√			
第 2 节单组分系统相图	水的相图▲	√	√		
第 3 节二组分系统理想液态混合物的气-液平衡相图	杠杆规则▲、典型相图▲	√	√		
第 4 节二组分真实液态混合物的气-液平衡相图	温度-组成图、压力-组成图	√			
第 5 节精馏原理	精馏原理▲	√	√	√	√
第 6 节二组分液态部分互溶及完全不互溶系统的气-液平衡相图	典型相图▲	√			
第 7 节二组分固态不互溶系统液-固平衡相图	相图分析▲、热分析法★、溶解度法▲	√	√	√	√
第 8 节生成化合物的二组分凝聚系统相图	生成（不）稳定化合物系统▲	√	√		
第 9 节二组分固态互溶系统液-固平衡相图	固态部分互溶、完全互溶相图▲	√	√		
第 10 节三组分系统液-固平衡相图	自学				
第 11 节二级相变简介	选学				

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	气体的 pVT 关系	2	0.5	0	0.5	0	3
第二章	热力学第一定律	3	0.5	0	0.5	0	4
第三章	热力学第二定律	7	1	0	1	0	9
第四章	多组分系统（溶液）热力学	5	0.5	0	0.5	0	6
第五章	化学平衡	3	0.5	0	0.5	0	4
第六章	相平衡	5	0.5	0	0.5	0	6
合计		25	3.5	0	3.5	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期中考试	10	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。
期末成绩	70	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：张桂臻

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“物理化学-2”课程教学大纲

英文名称: Physical Chemistry-2

课程编码: 0008589

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 高等数学、大学物理和无机化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 天津大学物理化学教研室编. 物理化学. 高等教育出版社, 2017年8月

[2] 孙少瑞, 何洪主编. 物理化学. 中国建筑工业出版社, 2017年4月

一、课程简介

本课程系应用化学专业基础的理论课程, 其上承接无机化学、大学物理和高等数学, 下承接化工原理等重要骨干课程, 主要讲授物理化学基本原理和理论, 学习物理化学过程的变化和规律, 为学习专业课打下理论基础。是一门必修的重点课程, 也是一门用数学物理方法来研究化学的学科基础课程。而本课程是在物理化学-1的基础上, 巩固热力学研究过程的平衡条件和极限概念, 并在运用热力学参数进行判断的基础上, 介绍动力学的唯象研究方法, 并将热力学和动力学方法具体应用到电化学领域, 胶体分散和界面过程的实际过程。教学内容包括电化学原理, 化学反应动力学, 化学反应动态学基础, 光化学反应, 催化反应基础, 界面和表面现象、胶体与表面物理化学等。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是化学化工类专业的学科基础必修课, 尤其对于应用化学专业是承前启后的重要学科基础课。旨在无机化学、大学物理和高等数学等系列课程后, 通过系统学习引导学生用严密的数学物理逻辑, 描述和表达在化学实验中的定量关系, 系统的掌握逻辑推演的公理化体系, 从实验现象总结归纳出经验方程的唯象体系, 并通过隔离体系和封闭体系假设对观察到的试验现象进行数学和图形分析, 为有限条件下的开放体系(诸如管道流动等条件下)理论分析打下坚实的基础。形成先判断极限条件, 然后进行机理分析的物理化学研究意识。除了学习知识外, 还要学习从特殊到一般, 和从一般到特殊的演绎和归纳推理研究方法; 给学生提供参与设计实验反应系统的机会, 培养创新意识, 并为以后的工程意识和能力的培养打下基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求(1) 物理化学课程是化学类专业的基础课程, 主要培养以数学物理为基础, 研究化学问题。掌握这门学科内容, 能够将数学、自然科学、工程基础和应用化学专业知识用于解决复杂工程问题。

毕业要求(2) 物理化学课程作为原理性基础课主要培养能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题, 以获得有效结论。

毕业要求（3）物理化学课程作为学习解决问题的专业方法之一，能够设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

毕业要求（4）物理化学课程教授的原理能够培养基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

毕业要求（5）物理化学课程思维支持培养能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

毕业要求（6）物理化学课程知识体系能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

毕业要求（7）物理化学课程知识体系能够可促进理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

毕业要求（8）物理化学学科发展历史教育可培育具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

毕业要求（9）物理化学学科发展历史教育可培养能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

毕业要求（10）物理化学课程中的互动交流环节可促进能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

毕业要求（11）物理化学课程的案例教学可促进理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

毕业要求（12）物理化学案例与作业分析教学可协助培养具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

2.课程目标

（一）**教学目标：**总的教学目标是：使学生对化学热力学，化学动力学有一个全面，系统地了解，并掌握其基础知识和基础理论，为进一步学习专业课程奠定必要的基础。物理化学是理论性较强的基础学科，要注意让学生理解这些基础理论和基本知识，并培养学生运用这些基本理论来解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力，创新意识和科学素质，使学生能以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力，培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	掌握物理化学基本概	●	●	◎	◎	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

	念及定理公式												
2	掌握运用物理化学分析、描述、解决相关物理化学问题的能力	●	●	◎	◎	◎	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合能力	●	●	◎	◎	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

（二）育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第六章电化学					
第 1 节法拉第定律	法拉第定律，法拉第电解定律，离子迁移	√	√		
第 2 节电解质溶液的电导	电导，电导率，摩尔电导率及其测定和应用▲，电导测量，极限摩尔电导和应用★	√	√	√	
第 3 节可逆电池	电池电动势，可逆电池热力学与能斯特方程式★，电池电动势的测量	√	√	√	

第4节 电池热力学过程	电极电势与热力学函数之间关系*	√	√	√	
第5节 电池设计应用	电池符号互译, 浓差电动势测定迁移率, 平衡常数电化学测定, 电池设计*	√	√	√	
第6节 不可逆电极过程	不可逆电极过程▲, 浓差极化与电化学计划, 过电势, 槽电压计算★	√	√		
第7节 化学电源	电池种类概述与典型电池电极过程	√	√	√	
第七章 化学动力学基础					
第1节 化学反应速率的基本规律	反应速率的表达式, 基元反应, 总反应	√			
第2节 简单反应的速率表达	简单反应级数的速率方程及动力学计算★	√	√		
第3节 几类典型的复杂反应	几类典型的复杂反应	√			
第4节 温度对反应速率的影响	温度对反应速率的影响及动力学计算★	√	√	√	
第5节 复杂反应历程推演	稳态近似▲, 平衡假设▲, 链反应, 链反应历程推导*, 反应机理推定与检验。	√	√	√	
第6节 动力学的微观机制	碰撞理论, 绝对速率理论, 单分子历程	√	√		
第8节 光化学反应	光化学反应与反应定律, 雅阁布伦斯基图▲	√			
第9节 催化反应	催化反应▲均相催化	√			
第10节 酶催化反应特性及应用	酶催化反应特性及应用	√			
第八章 表面现象					
第1节 表面张力与表面自由能	表面吉布斯函数与表面张力▲	√			
第2节 弯曲液面压力性质	弯曲液面压力性质★	√	√	√	
第3节 气体在固体表面上的吸附	物理吸附和化学吸附	√	√		
第4节 BET 理论	BET 理论	√			
第5节 液体表面的吸附	溶液表面的吸附, 表面活性剂▲	√			
第6节 多相催化	多相催化机制▲, L-H 与 L-R 历程分析★	√	√	√	
第7节 表面活性剂概述	表面活性剂分类, CMC, HLB 值, 应用举例	√	√	√	
第九章 胶体化学					
第1节 分散系统及其分类	分散系统▲	√			
第2节 胶体的特性	胶体的光学, 动力学和电化学性质★ 电泳与电渗	√	√	√	
第3节 憎液溶胶的胶团结构	胶团结构	√			
第4节 憎液溶胶的聚沉	胶体的稳定与聚沉▲	√			
第5节 乳状液	了解乳浊液, 悬浊液, 高分子化合物溶液的特性▲	√			
第6节 凝聚剂、乳化剂的应用	工业制剂的应用举例▲	√			

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点, 采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法: 根据课程及学生学习特点, 给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第 0 章	引论	2	0	0	0.5	0	2
第六章	电化学基础	9	2	0	1	0	12
第七章	化学动力学	8	1	0	0.5	0	9.5
第八章	表面现象	5	0.5	0	0	0	5.5
第九章	胶体化学	2	0.5	0	0	0	2.5
合计		26	4	0	2	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

平时成绩中的 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	15	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	15	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	70	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：李钊

批准者：梁文俊
2020 年 4 月

“生物化学”课程教学大纲

英文名称: Biochemistry

课程编号: 0008579

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

适用对象: 应用化学专业及其他专业本科生

先修课程: 无机化学, 有机化学

使用教材及参考书:

[1]周爱儒主编.生物化学.人民卫生出版社第七版,2008年1月

[2]朱圣庚,徐长法编著.生物化学.高等教育出版社第四版,2017年6月

一、课程简介

生物化学(Biochemistry)是应用化学与分子生物学的基本理论和方法研究生命现象的科学,其特点是在分子水平上探讨生命现象的本质。生物化学主要研究生物体分子的结构与功能,物质代谢及其调节,遗传信息传递的分子基础与调控规律。其中核酸、蛋白质等生物大分子的结构与功能及基因结构、基因表达与调控等内容被视为分子生物学,分子生物学是生物化学的重要组成部分,也被视作生物化学的发展和延续。

生物化学是研究生命的化学组成及其在生命活动中变化规律的一门学科。尤其是基因信息的传递、基因重组与基因工程、基因组学与医药学等知识点已成为生命科学领域的前沿学科。在工业、农业、食品工业和医药的发展中也发挥出越来越明显的促进作用。

二、课程地位与目标

1. 课程地位:本课程是应用化学专业专业选修课。旨在培养学生从微观角度认识了解生物体生命化学本质的观念和能力,以及现代人类了解生命科学所采用的部分实验手段,为后续课程及今后的科学研究打下基础。了解掌握从化学角度学习认识生物体的方法思路。加强查找资料的能力。从化学的角度掌握生物学的基础知识。如:糖、脂、蛋白质、生物膜、维生素、核酸、酶等物质的结构性质在生物体中所起的作用,以及它们的代谢途径等生理功能。培养其生物化学和工程意识和能力。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求1,生物化学是本专业的基础理论之一,掌握这些理论,能够培养学生解决生物学基础问题的能力。

毕业要求2,培养学生利用生物化学方法针对不同对象,进行合理分析建立适当的生物学模型的能力。

毕业要求3,培养学生采用生物化学基本理论概念,运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求4,培养学生基于生物化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2.课程目标

(二) **教学目的:** 总的教学目标是: 向学生传授生物体的化学组成、结构及功能; 物质代谢及其调控; 遗传信息的贮存、传递与表达; 细胞间信息传递等生命科学内容。从生物化学和分子生物学不断发展与其应用范围日益扩大的实际考虑, 要注意让学生理解这些基础理论和基本知识, 并培养学生运用这些基本理论来解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力, 创新意识和科学素质, 使学生能以化学的观点观察物质变化的现象, 对一些涉及生物化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力, 培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握生物化学基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用生物化学分析、描述、解决相关生物化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以生物化学的观点观察生物物质变化的现象, 对一些涉及生物化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

(二) **育人目标:** 在本课程的教学过程中适当加强生物化学史和生物化学与人类的发展进步的关系教学, 培养学生认识生物及生命科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用, 培养学生有远大的抱负, 以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲） 难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章绪论					
第 1 节生命科学概论	生命科学概论，生物化学在生命科学中的作用 ▲	√			
第 2 节研究内容和方法	生物化学的研究内容，研究方法▲	√	√		
第二章蛋白质的结构与功能					
第 1 节蛋白质的分子组成	氨基酸，肽▲	√	√	√	
第 2 节蛋白质的分子结构与功能	蛋白质分子中的非共价键，蛋白质的一级结构，蛋白质的二级结构▲，蛋白质的三级结构，蛋白质的四级结构★	√	√		
第 3 节蛋白质的理化性质及其分离纯化	蛋白质的理化性质▲ 蛋白质的分离和纯化	√			
第三章核酸的结构与功能					
第 1 节酸的化学组成及一级结构	核苷酸中的碱基组成，戊糖与核苷，核苷酸的结构与命名，核酸的一级结构▲	√			

第2节 DNA的空间结构与功能	DNA的空间结构与功能▲★	√	√		
第3节 RNA的结构与功能	RNA的结构与功能▲	√			
第4节 核酸的理化性质、变性和复性及其应用	核酸的理化性质、变性和复性及其应用▲	√	√	√	
第四章 酶					
第1节 酶的分子结构与功能	酶的分子结构与功能▲	√	√	√	
第2节 酶促反应的特点与机制	酶促反应的特点与机制▲★	√	√		
第3节 酶促反应动力学	酶促反应动力学▲	√			
第4节 酶的调节	酶的调节▲	√	√	√	√
第5节 酶的命名与分类	酶的命名与分类▲				
第五章 糖代谢					
第1节 概述	糖的生理功能▲，糖代谢概况	√			
第2节 糖的无氧分解	糖的无氧分解▲★	√			
第3节 糖的有氧氧化	糖的有氧氧化▲	√	√		
第4节 磷酸戊糖途径	磷酸戊糖途径▲	√	√	√	√
第5节 糖原的合成与分解	糖原的合成与分解▲				
第6节 糖异生	糖异生▲				
第7节 血糖	血糖▲				
第六章 脂类代谢					
第1节 不饱和脂肪酸的分类与命名	不饱和脂肪酸的分类与命名▲	√			
第2节 脂类的消化和吸收	脂类的消化和吸收▲	√			
第3节 甘油三酯的代谢	甘油三酯的代谢▲	√	√	√	√
第4节 磷脂的代谢	磷脂的代谢▲★	√	√	√	√
第5节 胆固醇的代谢	胆固醇的代谢▲	√			
第6节 血浆脂蛋白代谢	血浆脂蛋白代谢▲	√	√	√	
第七章 生物氧化					
第1节 生成ATP的氧化体系	生成ATP的氧化体系▲	√			
第2节 其他氧化体系	其他氧化体系▲	√	√		
第八章 氨基酸代谢					
第1节 蛋白质的营养作用	蛋白质的营养作用	√			
第2节 蛋白质的消化、吸收与腐败	蛋白质的消化、吸收与腐败	√	√	√	
第3节 氨基酸的一般代谢	氨基酸的一般代谢▲	√	√		
第4节 氨的代谢	氨的代谢▲	√			
第5节 个别氨基酸的代谢	个别氨基酸的代谢▲★	√			
第九章 核苷酸代谢					
第1节 嘌呤核苷酸的代谢	嘌呤核苷酸的代谢▲	√			
第2节 嘧啶核苷酸的代谢	嘧啶核苷酸的代谢▲	√	√	√	
第十章 DNA的生物合成(复制)					
第1节 复制的基本规律	复制的基本规律▲	√			
第2节 DNA复制的条件	DNA复制的条件▲	√	√	√	
第3节 DNA生物合成过程	DNA生物合成过程▲	√			
第4节 逆转录和其他复制方式	逆转录和其他复制方式▲	√			
第5节 DNA的损伤(突变)与修复	DNA的损伤(突变)与修复★	√			

复					
第十一章细胞信息转导					
第 1 节信息物质	信息物质▲	√			
第 2 节受体	受体▲	√	√	√	
第 3 节信息的转导途径	信息的转导途径▲★	√			
第十二章肝的生物化学					
第 1 节肝在物质代谢中的作用	肝在物质代谢中的作用▲	√			
第 2 节肝的生物转化作用	肝的生物转化作用▲★	√	√	√	
第 3 节胆汁和胆汁酸的代谢	胆汁和胆汁酸的代谢▲	√			
第 4 节胆色素的代谢与黄疸	胆色素的代谢与黄疸▲	√			

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	1		0	0	0	1
第二章	蛋白质的结构与功能	4	0	0	0	0	4
第三章	核酸的结构与功能	4	0	0	0	0	4
第四章	酶	4	0	0	0	0	4
第五章	糖代谢	4	0	0	0	0	4
第六章	脂类代谢	3	0	0	0	0	3
第七章	生物氧化	2	0	0	0	0	2
第八章	氨基酸代谢	2	0	0	0	0	2
第九章	核苷酸代谢	2	0	0	0	0	2
第十章	DNA 的生物合成(复制)	2	0	0	0	0	2
第十一章	细胞信息转导	2	0	0	0	0	2
第十二章	肝的生物化学	2	0	0	0	0	2
合计		32	3	0	0	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定

的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：白金泉

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“现代仪器分析”课程教学大纲

英文名称: Modern Instrumental Analysis

课程编号: 0001680

课程类型: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

适用对象: 应用化学专业本科生

先修课程: 无机化学、分析化学 II、有机化学

教材及参考书:

[1] 叶宪曾,张新祥编著.《仪器分析教程》(第2版).北京大学出版社,2007年

[2] 清华大学分析化学教研室编.《现代仪器分析》,清华大学出版社,1990年

[3] 朱明华编著.《仪器分析》(第二版),高教出版社,1993年

[4] 奚治文等编.《仪器分析》,四川大学出版社,1992年

[5] 高鸿主编.《分析化学前沿》,科学出版社,1991年

一、课程简介

《现代仪器分析》是应用化学专业的一门重要的专业基础课,是应用化学专业的学生获得仪器分析的基础知识、基本理论以及掌握常见分析仪器的结构原理和操作使用方法,为将来工作打下基础的一门主干课程之一。通过该课程的学习,可以加深应用化学专业本科学生对各种分析仪器的认识以及拓宽专业知识面。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程为应用化学专业的专业基础课,是在修完大学物理、无机化学、分析化学 II、有机化学、物理化学等相关课程后开设的,在内容上与上述课程相互配合与衔接。本课程的学习有利于深入理解和应用上述先行课程的基础知识,并为后续专业课的学习及今后的科学研究打下必要的理论基础。

2.教学目标: 掌握多种现代仪器分析方法的基本原理、特点及应用范围,了解各种分析仪器的结构和作用;并通过科学思维能力和综合分析能力的培养,使学生初步具有应用现代仪器分析方法解决实际问题的能力,同时使学生了解物质结构与性能之间的关系。使学生掌握相关专业基础知识,具备从事与分析仪器相关工作的能力。

主要为毕业要求第 1、3 和 4 点的实现提供支持。

对于毕业要求 1,现代仪器分析是本专业的主要专业课之一,通过学习色谱分析(气相色谱及液相色谱)、原子吸收光谱、原子发射光谱、紫外光谱、红外光谱(包括傅立叶、红外、拉曼光谱)和质谱分析的基本原理、仪器结构及简单的分析流程。了解仪器分析的最新技术,并用所得分析资料进行简单的综合解析,以达到对化合物定性、定量分析的目的。这能够培养学生解决复杂工程问题的能力。

对于毕业要求 3,培养学生采用现代仪器分析基本理论知识,解决实际相关企业质检过程中可能遇到的复杂问题的能力。

对于毕业要求 4，培养学生基于现代仪器分析基本理论知识，进行设计对复杂化合物分析方案的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握现代仪器分析基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用现代仪器分析解决相关化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	对一些涉及化学分析的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

本课程共分为 5 章，包括绪论、光学分析法、电化学分析法、色谱分析法和质谱分析法。教学的重点为仪器的基本原理、仪器结构及简单的分析流程、以及仪器的相关应用。深度和广度与国内同类院校相当。

1. 绪论

仪器分析的发展历史、趋势、仪器的分类，以及在国民经济中的广泛应用。

2. 光学分析法

紫外可见分光光度法、红外光谱与拉曼光谱法，原子发射和原子吸收光谱法。

重点：红外光谱的原理、构造，原子光谱与分子光谱的异同，原子发射与原子吸收的异同。

难点：傅立叶变换的理解，红外光谱与拉曼光谱的异同。

3. 电化学分析法

电位分析法，伏安分析法。

重点：玻璃膜电极的离子选择性机理，极限扩散电流与极谱法的关系。

难点：极限扩散电流的公式推导与理解，膜电位的理解。

4. 色谱分析法

气相色谱法和液相色谱法。

重点：塔板理论，速率理论，气相色谱与液相色谱的构造，分离在分析中的重要性。

难点：塔板理论与速率理论的深入理解。

5. 质谱分析法

质谱发展历史、原理，分子及碎片离子峰的形成，仪器构造及简要解谱。

重点：碎片离子峰的形成方式，同位素峰的物理意义。

难点：根据谱图进行解谱，推测可能的分子结构

四、教学环节的安排与要求

1. 课堂讲授

课堂教学首先要使学生掌握本课程教学内容中规定的一些基本概念和基本原理。特别是通过讲授,使学生能够对这些基本概念和原理有更深入的理解,使之有能力将它们应用到一些其他仪器分析的理解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析,使学生能够掌握其关键。

使用多媒体课件,配合板书讲授课程内容。在授课过程中,可由常见的一些实验现象引出相关概念,自然进入相关内容的讲授。适当引导学生查阅相关资料,培养自学能力。

2. 实验教学

无课内实验,鼓励学生下课后去相关实验室观摩仪器及使用。

通过课下作业,检验学生的学习效果,加深掌握课堂讲述的内容,同时,通过独立思考一些相关问题,拓展相关学习内容。

作业的基本要求:根据各章节的情况,除绪论外,每一章布置适量的课外作业,包括练习题、思考题等。知识点覆盖课堂讲授的大部分内容,包括基本概念、基本原理和配方设计等。

五、教授方法与学习方法指导

1.教授方法:要服务于课程教学目标,同时结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点,可以包括讲授、研讨、小组合作、同伴教学、探究教学、项目驱动、案例教学等多种教学方法与模式。

2.学习方法:要根据课程教学方法以及学生学习特点,给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、课程学习时间管理技巧、小组学习的要求、学习效果自我检查方法指导等,激发学习动机,帮助学生学会主动学习、深入探究。

六、学时分配

表2 各章节学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题课	实验课	讨论课	其他	
1	绪论	2					2
2	光学分析法	12					6
3	电化学分析法	6					12
4	色谱分析法	6					6
5	质谱分析法	6					6
合计		32					32

七、考试与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以易混淆的基本概念，常出现错误，以及综合的分析计算能力考查。起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

表 3 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容
平时	30	相关作业的完成质量，信息接受、自我约束。
期末考试	70	对规定考试内容掌握的情况。

制定者：陈戈

批准者：梁文俊

2020 月 4 月 10 日

“化工热力学”课程教学大纲

英文名称: Chemical Engineering Thermodynamics

课程编码: 0009699

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 化工或应用化学类专业本科生

先修课程: 高等数学、物理化学、化工原理学等

教材及参考书:

- [1] 陈钟秀,顾飞燕,胡望明.化工热力学(第三版).北京:化学工业出版社,2012 年
- [2] 朱自强,吴有庭,化工热力学.北京:化学工业出版社,2010 年
- [3] 陈钟秀,顾飞燕.化工热力学例题与习题.北京:化学工业出版社,1998 年
- [4] J. M. Smith, and H. C. Van Ness, 化工热力学导论 (Introduction Chemical Engineering Thermodynamics), 北京:化学工业出版社,2014 年

一、课程简介

化工热力学是化学工程的重要分支,是化工类专业必修的专业基础课程。化学热力学的原理和应用知识,是从事化工过程研究、开发与设计、节能减排等方面工作的重要理论基础,是一门理论性与应用性均较强的课程。该课程以热力学定律为基础,研究化工过程中各种能量的相互转化及其有效利用的规律,研究物质状态变化与物质性质之间的关系,研究物理或化学变化达到平衡的理论极限。

化工热力学就是运用经典热力学的原理,结合反映系统特征的模型,解决工业过程(特别是化工过程)中热力学性质的计算和预测、相平衡和化学平衡计算、能量的有效利用等实际问题,并为学习后续课程和解决化工过程的实际问题打下牢固的基础。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是化工及应用化学类专业的学科基础必修课,可以作为其它化工类专业的选修课。旨在继物理化学、化工原理等课程后,引导学生在系统上认知化工过程中物质状态变化与物质性质之间的关系,以及物理或化学变化达到平衡的理论极限、条件与状态。让学生能够以热力学基本定律为基础进行数学演绎、逻辑推理,进而得到具有普遍性、可靠性与实用性的热力学理论,并培养其理论知识与工程意识相结合并解决实际问题的能力。本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 化工热力学属于本专业类的基础理论之一,掌握这些理论,能够培养学生解决复杂工程问题,将专业知识用于实际应用分析的能力。

毕业要求 2, 培养学生分析实际工程问题存在的理论知识,并可以通过调研文献对复杂工程问题进行较为准确的剖析,进而获得有效的结论的能力。

毕业要求 3, 培养学生采用化工热力学的基本理论,运用数学方法对复杂问题简化并达到求解的能力。

毕业要求 4，培养学生形成对复杂问题进行研究的理论基础，具备自主开展相应的计算和数学演练，并在实际过程或理论模拟中不断适应发展的能力。

2.课程目标

(二) **教学目标**：总的教学目标是：使学生能够掌握化工热力学的基本概念，并能利用化工热力学的原理和模型计算化工中涉及的热力学数据，为进一步学习专业课程奠定必要的基础。化工热力学是与数学紧密结合，又承继物理化学的基础学科，要让学生具备将物理化学中学到的基础知识，通过数学的演绎，并结合热力学去解决实际问题的能力。培养学生缜密的逻辑思维能力，变通的创新与科学素质，使学生以化工的观点认知物质变化的现象，培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握化工热力学的基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用化工热力学的计算和逻辑分析，解决物质变化方向和限度等问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以物理或化学变化达到平衡的理论极限、条件与状态，对综合相变化与化学变化的过程有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(二) **育人目标**：在本课程的教学过程中适当增加思政元素和科学哲理，培养学生具备运用科学知识进行独立思考和判断的能力，乐于浸润在科技进步的海洋里，时刻以科技来解决社会问题，并树立积极乐观的人生态度。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章绪论					
第 1 节化工热力学发展史	热力学概念、发展简介	√			
第 2 节热力学的研究方法及名词	热力学名词、定义	√	√		
第二章流体 P-V-T 关系					
第 1 节纯物质的 P-V-T 关系	P-T 图▲, P-V 图▲, 临界点	√	√	√	
第 2 节气体状态方程	理想气体方程、范德华方程▲、RK 方程▲等, 压缩因子计算★	√	√	√	√
第 3 节气体状态方程	SRK 方程▲、PR 方程发展▲及计算方法★	√	√	√	√
第 4 节多常数状态方程	理想气体定律与维里方程▲	√	√	√	
第 5 节对比态原理及应用	定义、两参数普遍化式及压缩因子图▲	√	√	√	
第 6 节对比态原理及应用	普遍化状态方程、三参数普遍化关系式▲	√	√	√	√
第 7 节真实气体混合物	混合规则、普遍化计算方法▲	√	√	√	

第 8 节液体的 P-V-T 性质	图表法、结构加和法、经验关联式▲	√	√	√	
第三章纯流体的热力学性质					
第 1 节热力学性质间的关系	流体基本方程、点函数、Maxwell 关系式▲	√	√		
第 2 节 Maxwell 关系式的应用	焓、熵的关系式▲	√	√	√	
第 3 节剩余性质法	定义、剩余焓和熵的计算、图解积分计算★	√	√	√	√
第 4 节状态方程和普遍化关系式法	状态方程、普遍化方式计算焓和熵★	√	√	√	√
第 5 节逸度和逸度系数	定义、气体及液体的逸度计算▲	√	√	√	
第 6 节热力学性质和热力学图表	性质、T-S 图、P-H 图、蒸汽表★	√	√	√	
第四章流体混合物的热力学性质					
第 1 节变组成体系与热力学性质间关系	相关概念、关系式	√	√		
第 2 节偏摩尔性质	化学位、偏摩尔性质、Gibbs-Duhem 方程★	√	√	√	
第 3 节混合物的逸度和逸度系数	定义，剩余体积，H-S 计算，实验数据计算▲	√	√	√	√
第 4 节混合物的逸度计算	普遍化方法、状态方程法计算混合物组分的逸度、逸度系数，压力温度对逸度的影响等▲	√	√	√	√
第 5 节理想溶液和标准态	概念、标准态，非理想溶液★	√	√	√	
第 6 节活度和活度系数	定义、混合过程的性质变化▲	√	√	√	
第 7 节超额性质	定义、表达式▲	√	√	√	
第 8 节活度系数与组成的关系	正规溶液、无热溶液、Wohl 型方程▲	√	√	√	
第五章相平衡					
第 1 节基本概念	相平衡的判据、相律	√			
第 2 节汽液平衡的相图	二元 P-T 图，P-x-y、T-x-y 等形态类型▲	√	√		
第 3 节汽液平衡的计算	基本公式、计算类型、状态方程法▲	√	√	√	
第 4 节汽液平衡的检验	热力学一致性检验▲	√	√	√	
第 5 节相平衡的实例	苯乙酸类和酮类的相平衡研究▲	√	√	√	
第十章化学反应平衡					
第 1 节化学反应平衡基础	反应进度、复杂体系、标准自由焓变化▲	√	√		
第 2 节平衡常数及组成间的关系	温度，压力，反应物组成的影响▲	√	√	√	
第 3 节反应系统的相律和 Duhem 理论	杜亥姆理论、复杂体系的相平衡▲	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：课堂讲授通过多媒体演示和板书相结合的手段进行；在达到教学大纲基本要求的基础上，尽可能结合专业知识补充一些新内容，并可能列出相应的实际案例以强化学生对相应基础知识的理解。

2.学习方法：注重对基本概念和公式的解释，强调理论联系实际，并在讲授过程中采用部分答疑的方式，或者让理解透彻的学生对其他学生进行讲解，以学生的角度去引导学生强化对专业知识的理解和掌握。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2	0	0	0	0	2
第二章	流体 P-V-T 关系	7	0.5	0	0.5	0	8
第三章	流体的热力学性质	5	0.5	0	0.5	0	6
第四章	流体混合物的热力学性质	7	0.5	0	0.5	0	8
第五章	相平衡	4.5	0.5	0	0	0	5
第十章	化学反应平衡	3	0	0	0	0	3
合计		28.5	2	0	1.5	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂相关知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对所学内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整, 解题思路清晰, 字迹工整, 答案准确	作业内容完整, 思路清晰, 答案准确	作业内容基本完成	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨, 思路清晰, 结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨, 结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者: 赵敏坚

批准者: 梁文俊

2020 年 4 月

“催化化学”课程教学大纲

英文名称: Catalysis Chemistry

课程编码: 0005745

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、结构化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 高正中,戴洪兴编著.《实用催化》(第二版).北京: 化学工业出版社, 2018年1月

[2] 黄开辉,万惠霖著.《催化作用基础》.北京: 科学出版社, 1980年1月

[3] J.R. Anderson 著,《催化研究中的实验方法, 第三卷: 表面和吸附物种的表征》, 北京: 科学出版社,1986年1月

[4] 吴越著.《催化化学(上、下)》.北京: 科学出版社,1998年1月

[5] 休斯著.《催化剂的失活》.北京: 科学出版社,1990年1月

[6] 萨特菲尔德著.《实用多相催化》.北京: 北京大学出版社,1990.01

一、课程简介

本课程的主要内容是催化基本概念、催化剂的物化性质、气体在催化剂表面的吸附行为、常用催化剂的制备方法、催化剂的表征方法、催化反应机理与催化动力学方程、分子筛和介孔材料的结构及其催化性质。课程的重点是催化中的吸附作用、催化剂的制备方法和催化剂的表征方法; 难点是催化中的吸附作用、催化剂的表征所得谱图的剖析以及催化剂构效关系的建立。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程属于学科基础必修课, 是在修完无机化学、物理化学、分析化学、有机化学、结构化学等相关课程后开设的。催化化学是一门研究催化剂制备、催化剂物化性质表征、催化反应动力学及其催化反应机理的科学, 具有跨接多种学科的特点。本课程的学习有利于学生应用上述先行课程的基础知识, 提高对催化本质现象的深入理解, 并为今后的科学研究打下必要的理论基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求1, 培养学生掌握催化化学的基本概念、原理和定律。通过科学思维能力和综合分析能力的培养, 使学生具备应用催化基础知识和现代仪器分析方法解决实际问题的能力。

毕业要求2, 培养学生掌握多种典型催化剂的制备方法、多种现代物理化学种常用的表征催化材料的仪器分析方法及其谱图的分析技巧

毕业要求3, 培养学生能够掌握催化反应机理的推断与证实及催化反应动力学方程的推导与其动力学模型的建立。

毕业要求 4，培养学生熟练掌握多种典型气体在催化剂表面的吸附与脱附行为以及催化剂失活与再生。

2.课程目标

(一) **教学目标**：总的教学目标是：使学生对催化化学有一个全面系统的了解，并掌握其基础知识和基础理论，为进一步学习专业课程奠定必要的基础。催化化学是理论性和实践性较强的学科基础课，要注意让学生理解这些基础理论和基本知识，并培养学生运用这些基本理论来解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力，创新意识和科学素质，使学生能以催化化学的观点了解并掌握催化剂的制备方法、催化剂表征技术以及催化失活与再生，对一些涉及催化化学的相关实际问题具有一定的分析及综合能力，培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握催化化学基本概念、原理、定律	●	◎	◎	◎
2	掌握运用催化剂制备方法、催化剂表征技术、催化剂失活与再生等知识解决相关催化化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以催化化学的观点观察催化现象，对一些涉及催化化学的相关实际问题具有一定的分析及综合能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(二) **育人目标**：在本课程的教学过程中适当加强催化化学的发展史教学，培养学生认识催化科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生树立远大的抱负以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲） 难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章催化概论					
第 1 节催化作用与催化剂的定义、概念	催化作用▲、催化剂的活性、选择性和寿命▲、补偿效应	√			
第 2 节催化剂的组成、成分	工业催化剂一般需考虑的问题▲、催化剂成分▲、实例	√	√		
第 3 节催化体系的分类	按催化反应体系物相分类▲、按催化剂的作用机理分类▲、按催化反应类别分类、按提供的能量类别分类	√			
第二章催化中的吸附作用					
第 1 节固体的表面结构	晶体结构和晶面▲、晶体的不完整性★▲、晶体的表面与体相的比较、晶体的不完整性与催化作用★▲	√			

第2节分子在固体表面的吸附	物理吸附与化学吸附★▲、吸附质的可动性、吸附的位能曲线★▲、化学吸附的类型和表面中间物的命名▲	√	√	√	√
第3节吸附热	吸附热的测定及其结果的复验性▲、化学吸附热的计算、化学吸附热和反应热▲、化学吸附热随吸附量的变化▲	√			
第4节晶体的电子结构	分子轨道理论和固体能带模型、价键理论、表面态和表面不饱和★▲	√			
第5节金属上的化学吸附	金属的化学吸附活性▲、化学吸附中的几何因素★、吸附与催化—火山形原理★、一些气体的化学吸附态▲	√	√	√	√
第6节半导体氧化物上的化学吸附	非化学计量的氧化物▲、半导体氧化物的能带结构★▲、边界层理论、半导体氧化物上化学吸附的特点▲、一些气体化学吸附的机理▲	√	√	√	√
第7节绝缘体氧化物上的化学吸附	绝缘体氧化物上的化学吸附▲	√	√	√	√
第三章催化剂制备					
第1节催化材料的类别、催化剂的类型	催化材料的类别、催化剂的类型▲	√			
第2节单一活性组分和载体	金属盐溶液▲、有控制的沉淀过程▲、凝聚和胶凝过程、洗涤和过滤、干燥▲、焙烧	√	√		√
第3节二元氧化物	SiO ₂ -Al ₂ O ₃ ▲、NiO-Al ₂ O ₃	√			√
第4节活性组分的沉积	沉淀▲、吸附▲、离子交换、浸渍、活化▲	√	√	√	√
第5节浸取	碱液浸取合金▲	√			
第6节催化剂成型与工业制造	压片、挤条、成球、粒状、粉状、实验室制法的重复和放大、连续的单元操作▲、节能与环境控制、对多种产品的适应性；机密性、秘密和诀窍保护	√	√	√	√
第7节纳米催化剂	固相合成法、气相合成法、液相合成法▲	√	√	√	√
第四章催化剂表征与测试					
第1节比表面积	物理吸附等温线▲、BET方程▲、BET法测算比表面积▲、实验方法要点	√	√	√	√
第2节孔结构（孔隙组织）	用汞孔率计测定孔结构、气体物理吸附法测定孔结构▲、氮吸附法与压汞法测定孔径分布结果的比较▲、微孔体积的测定	√	√		√
第3节颗粒性质、机械性质与热性质	颗粒大小及其分布▲、密度、机械性质、热性质	√	√		
第4节表面、本体性质与活性[1]：	组成▲、相结构▲、形貌与结构、分散度▲、不均匀性	√	√	√	√
第5节活性	实用的活性测试▲、测试动力学活性需考虑的问题▲、反应器科学中的基本概念、常用的实验室催化反应器▲	√	√		√
第五章催化剂失活					
第1节结焦、金属污染、毒物吸附	金属催化剂的中毒▲、半导体氧化物催化剂的中毒▲、固体酸催化剂的中毒、毒物的结构和	√	√	√	√

	性质对其毒性的影响▲、不同催化剂的耐毒性比较▲、中毒与反应条件、中毒与诱导期、选择中毒▲				
第2节催化剂失活的分类	烧结▲、生成化合物▲、相转变与相分离▲、活性组分被包埋、组分挥发、颗粒破裂、结污	√			√
第3节催化剂失活研究实例	汽车尾气催化剂的失活▲、铂催化重整催化剂的失活、SO ₂ 氧化用钒催化剂的失活▲	√	√	√	√
第4节催化剂的再生与更换	催化剂的再生▲、催化剂的更换	√	√	√	√
第六章催化反应机理及催化反应动力学					
第1节化学反应动力学概念	反应进展度、反应速率、速率方程、动力学方程、反应级次、速率常数、指前因子、活化能	√			
第2节简单级次的反应	▲平行反应▲、连续反应▲、对峙反应▲、综合反应、三角反应▲	√		√	√
第3节催化反应机理	氧化还原催化★、酸碱催化、酶催化、自动催化	√	√	√	√
第七章沸石分子筛和多孔材料					
第1节沸石分子筛	简介、结构、命名、合成、化学组成、性能、含Ti、V沸石和非硅铝体系的沸石、几种典型沸石分子筛的合成、形成机理与孔结构、催化性能	√	√		
第2节有序介孔材料	有序介孔硅材料的合成▲、有序介孔碳材料的合成、有序介孔金属氧化物的合成▲★	√	√	√	√
第3节三维有序大孔材料合成	三维有序大孔材料合成▲★	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议，包括体现本门课程特点的学习策略与技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及文献检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	催化概论	3	0	0	0	0	3
第二章	催化中的吸附作用	8	0.5	0	0.5	0	9
第三章	催化剂制备	6	0.5	0	0.5	0	7
第四章	催化剂表征与测试	7	0	0	0.5	0	7.5
第五章	催化剂失活	2	0.5	0	0	0	2.5

第六章	催化反应机理及催化反应动力学	2	0	0	0	0	2
第七章	沸石分子筛和多孔材料	2	0.5	0	0.5	0	3
合计		28	2	0	2	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束，另外 10%主要反应学生的作业和参与研讨的情况。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学催化原理解释催化现象的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力及其掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：戴洪兴

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“高分子化学与物理”课程教学大纲

英文名称: Polymer Chemistry and Physics

课程编码: 0009660

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 化工、环境和材料专业本科生

先修课程: 有机化学、物理化学

教材及参考书:

- [1] 胡国文主编.《高分子化学与物理学教程》. 科学出版社,2013 年 8 月
- [2] 潘组仁主编.《高分子化学》第五版.化学工业出版社,2014 年 1 月
- [3] 华幼卿主编.《高分子物理》第五版.化学工业出版社,2019 年 9 月
- [4] J.M.G Cowie 主编.《Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials》第三版. CRC Press, 2007 年 7 月

一、课程简介

高分子化学与物理课程是应用化学专业教学计划中设置的一门重要的以有机化学和物理化学课程等为基础的专业课。本课程分为两个部分: 高分子化学和高分子物理。高分子化学讲述的高分子的基本概念、高分子化学反应的特征以及聚合方法的学则; 高分子物理阐述聚合物的结构与力学、电学、热学、溶液、老化等性能之间的关系。通过本课程的学习, 使学生具有高分子材料领域的基本知识, 掌握高分子材料的基本概念、合成原理、聚合方法、结构、性能及结构与性能之间规律性等方面的基本知识和基本理论, 为以后从事高分子材料学习工作奠定专业理论基础。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 材料、信息和能源是社会发展的三大支柱, 高分子材料在材料中占有举足轻重的地位, 要获得满足社会迅速发展所需要的高分子材料, 对从事高分子材料的研究人员提出了更高、更新的要求。而高分子材料的设计、合成、加工等均建立在高分子化学与高分子物理的基础知识之上。本课程是给应用化学专业的学科专业课。旨在继有机化学和物理化学等课程后, 引导学生学生们掌握高分子科学的基础理论以及应用领域和制备方法等基础知识, 为他们今后进行高分子科学研究或从事高分子材料生产工作打下坚实的基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 1: 高分子化学与物理是高分子材料的核心理论课程, 掌握这些基本理论和原理, 能够培养学生解决科研问题的能力。

毕业要求 2: 培养学生利用高分子化学的理论, 选择适当的聚合反应和控制聚合反应条件合成聚合物的理论和实践能力,

毕业要求 3: 培养学生利用高分子物理基本理论概念, 能够理解和实施高分子材料的

结构设计、性能预测以及应用。

毕业要求 4: 培养学生基于高分子化学与物理原理并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

毕业要求 7: 能够理解和评价高分子的制备生产和最后处理过程对环境、社会可持续发展的影响

2. 课程目标

(一) **教学目标:** 总的教学目标: 使学生对高分子化学, 高分子物理有一个全面的系统的了解, 并掌握其基础只是和基础理论, 为进一步研究和学习奠定专业的理论基础。高分子化学是高分子材料科学的核心基础学科, 通过这门课程的学习, 让学生掌握高分子的定义、分类、命名、合成与反应, 同时了解一些重要的高分子材料及高分子领域的最新进展。高分子物理实验九聚合物演变和运动规律的学科, 通过学习让学生掌握高分子的结构与性能之间的关系。学生通过所学的高分子化学与物理知识去理解和解决日常生活和科研实践中遇到的相关问题。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	掌握高分子的定义、分类、命名、合成与反应, 同时了解一些重要的高分子材料及高分子领域的最新进展	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	掌握高分子的结构与性能之间的关系	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	通过所学的高分子化学与物理知识去理解和解决日常生活和科研实践中遇到的相关问题	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

(二) **育人目标:** 在本课程的教学过程中让学生学习高分子化学和物理的相关知识, 了解我国高分子技术的发展历程、我国著名高分子科学家的成就和贡献以及在高新技术和绿色可降解领域高分子的发展方向。培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用, 培养学生有远大的抱负, 以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章高分子简介	高分子化学与物理的基本概念, 高分子化合物的分类与命名▲, 聚合度、相对分子质量及其分布▲, 聚合反应机理分类, 聚合物的结构与性能特点及相关性原理	√		
第二章逐步聚合反应	线型缩聚反应单体类型▲, 线型缩聚反应平衡常数、反应程度与聚合度▲, 控制相对分子质量的方法及其分布★, 体型缩聚反应特点和凝胶点, 逐步加成聚合、逐步开环聚合和环化缩聚▲	√	√	
第三章自由基聚合反应	连锁聚合单体和热力学▲, 自由基聚合反应机理和引发方式, 引发剂的效率、选择和用量, 聚合反应动力学方程、速率常数和聚合度▲, 链转移反应★, 聚合反应中自动加速现象, 阻聚和缓聚, 相对分子质量的控制、分布及其影响因素, 自由基聚合的实施方案	√		√
第四章自由基共聚合反应	二元聚合物组成方程的推导和摩尔分数式▲, 共聚合的组成控制、转化率、控制方法, 竞聚率的影响因素和测定★, 单体和自由基的相对活性, Q-e 方程, 多元共聚简介	√		√
第五章离子型聚合和配位型聚合反应	阴、阳离子聚合的基元反应▲, 离子型聚合引发剂类型与作用, 引发体系的组成与单体类型★, 配位聚合和定向聚合	√		√
第六章聚合物的化学反应	聚合物化学反应的特点和影响因素, 聚合物的降解、分解和老化★	√	√	
第七章聚合物的链结构和凝聚态结构	高分子链近程结构▲, 高分子链构象, 高分子链柔性▲, 高分子晶态结构、非晶态结构及其表征▲, 聚合物液晶态结构★	√	√	
第八章高分子溶液与分子量	高分子的溶解, 高分子溶液的热力学理论, Flory-Huggins 理论★, Flory-Krigbaum 稀溶液理论▲, 聚合物浓溶液, 高分子相对分子质量的测定方法, 高分子相对分子质量分布的测定方法	√	√	√
第九章聚合物形态转变与材料性能	聚合物分子运动特点, 玻璃化转变理论★、玻璃态温度的影响因素和测定★, 橡胶态性能、高弹性的热力学分析, 材料学主要性能▲、蠕变与应力松弛★, 弹性滞后与力学损耗★, 拉伸应力-应变曲线, 影响聚合物强度的因素	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：以讲授为主，学生展示讨论为辅。课堂教学重点使学生掌握课程教学内容中基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，并将其应用具体问题的分析和讨论。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。适当引导学生阅读外文书籍和资料，了解高分子材料发展热点和需要攻克的难点。

2.学习方法：明确各个学习阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，及时反馈和提问，课后认真复习。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握高分子材料微观的分子结构和宏观性能及其之间的联系，不要死记硬背。重视课内讨论交流，利用好课后的答疑时间，在老师指导下进行学习。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	高分子简介	2	0	0	0	0	2
第二章	逐步聚合反应	4	0	0	1	0	5
第三章	自由基聚合反应	4	0	0	0	0	4
第四章	自由基共聚合反应	3	0	0	1	0	4
第五章	离子型聚合和配位型聚合反应	2	0	0	0	0	2
第六章	聚合物的化学反应与功能化	2	0	0	1	0	3
第七章	聚合物的链结构和聚结构	3	0	0	0	0	3
第八章	高分子溶液、相对分子质量及其分布	4	0	0	0	0	4
第九章	聚合物材料学形态转变和材料学性能	4	0	0	1	0	5
合计		28	0	0	4	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业 15%，课堂讨论 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中的作业 15%主要根据学生独立完成作业的情况；课堂讨论 15%反应学生的课堂表现、对知识的理解、总结和表达能力。

期末考试为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容
随堂问答与出勤	15	课堂出勤率，课堂讨论参与程度及其完成质量
作业	15	学生对课堂知识的掌握和了解
考试成绩	70	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

方式	评 分 标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~84	60~69	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	提交 ppt 并作介绍，内容准确，表达清楚，思路清晰，积极参与研讨，结合讲授内容能够给出准确观点。	提交 ppt 并作介绍，表达清晰，参与研讨，结合讲授内容能够给出观点。	提交 ppt 并作介绍，观点正确，参与研讨。	不满足 C 要求

制定者：安全福

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“材料化学”课程教学大纲

英文名称: Material Chemistry

课程编码: 0009661

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业、材料科学专业及相关专业本科生

先修课程: 无机化学、有机化学、物理化学

教材及参考书:

[1] 彭正合. 材料化学. 科学出版社, 2013 年 6 月

[2] 李奇, 陈光巨. 材料化学 (第 3 版). 高等教育出版社, 2019 年 7 月

[3] 沈培康, 孟辉. 材料化学. 中山大学出版社, 2012 年 5 月

[4] 陶杰, 姚正军, 薛烽. 材料科学基础 (第二版). 化学工业出版社, 2018 年 3 月

[5] 宿辉. 材料化学. 北京大学出版社, 2012 年 8 月

一、课程简介

材料是科学技术发展的物质基础, 从世界科技发展史看, 重大的技术革新往往起始于材料的革新。材料化学是化学学科的一个分支, 从分子水平到宏观尺度认识结构与性能的相互关系, 从而调节改良材料的组成、结构和合成技术及相关的分析技术, 并发展出新型的具有优异性质与性能的先进材料。本课程涉及材料科学的基础理论、结构与性能、分类及其应用等方面的化学问题。通过本课程的学习, 使学生从材料的结构、性能、制备等基本要素出发, 认识和理解材料科学中的相关化学问题。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程为应用化学专业和相关专业本科生的特色课程。旨在继无机化学、有机化学和物理化学等基础课程后, 引导学生在基础化学理论的指导下, 全面理解、掌握现代材料的基础理论、结构、性能与效用, 为学生在后期的学习研究中理解材料的设计、制备、构效关系、材料改性等问题打下坚实的基础。本课程是应用化学专业工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 1: 材料化学是应用化学专业和相关专业本科生的特色课程, 掌握这些理论, 培养学生理解和运用材料相关基础知识的能力。

毕业要求 2: 培养学生利用材料化学的基本概念和原理, 通过文献调研、实验等手段分析材料科学或技术上的相关问题, 以获得有效解决方案。

毕业要求 3: 培养学生利用材料化学的基础内容, 针对材料科学或技术上的相关问题, 设计满足特定需求的解决方案, 并能够在设计环节中体现出创新意识, 兼顾社会、健康、安全、法律、文化以及环境等方面因素。

毕业要求 4: 培养学生利用材料化学的原理, 采用科学方法对复杂问题进行分析研究,

包括设计方法、分析与解释数据、并通过信息综合得到科学合理的结论。

2.课程目标

(一) **教学目标：**通过本课程的教学，使学生掌握材料化学方面的基本概念、基础知识、研究范畴；理解材料化学的基础原理，掌握材料的分类、制备、结构、性能及其应用；了解各类新材料的特点、性能评价、测试与表征方法和最新研究进展；培养学生严密的逻辑思维能力、理论结合实际能力、创新意识和科学素质，并为今后工作打下良好的基础。该目标分解为以下子目标：本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握材料化学方面的基本概念、基础知识、研究范畴。	●	◎	◎	◎
2	理解材料化学的基础原理，掌握材料的分类、制备、结构、性能及其应用。	◎	●	◎	◎
3	了解各类新材料的特点、性能评价、测试与表征方法和最新研究进展。	◎	◎	●	◎
4	培养学生严密的逻辑思维能力、理论结合实际能力、创新意识和科学素质。	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(二) **育人目标：**人无德不立，育人的根本在于立德。本课程的教学过程中注重立德树人，培养学生实事求是、科学严谨的学习、研究态度，引导学生树立远大的抱负，学以致用，培养学生对社会的担奉献精神、爱国情操、人文情怀。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章材料化学概述	材料化学的基本概念▲、分类、研究对象和内容、发展现状	√			
第二章原子结构与键合	1 描述原子中电子的空间位置和能量的四个量子数★ 2 核外电子排布遵循的原则▲ 3 原子间结合键分类及其特点▲ 4 高分子链的近程和远程结构	√	√		√
第三章材料的结构	1 晶体学基础★ 2 常见金属晶体结构▲ 3 离子晶体结构▲ 4 硅酸盐晶体结构 5 共价晶体结构 6 高分子及其聚集态结构▲ 7 非晶态结构	√	√		

第四章材料的性能	1 化学性能▲ 2 力学性能 3 热性能 4 电性能▲ 5 磁性★ 6 光学性能▲	√	√	√	√
第五章材料的制备	1 晶体生长技术▲ 2 气相沉积法▲ 3 溶胶-凝胶法▲ 4 液相沉淀法▲ 5 固相反应▲ 6 插层法和反插层法 7 自蔓延高温合成法 8 非晶材料的制备	√	√		√
第六章金属材料	1 金属材料结构与性能▲ 2 超耐热合金▲ 3 超低温合金 4 超塑合金 5 形状记忆合金 6 贮氢合金▲ 7 非晶态金属材料	√	√	√	
第七章无机非金属材料	1 无机非金属材料的分类和特点▲ 2 水泥与玻璃 3 陶瓷▲ 4 半导体材料★ 5 超导材料★	√	√	√	
第八章高分子材料	1 高分子结构与性能▲ 2 高分子合成★ 3 聚合物光子材料▲ 4 电功能高分子▲ 5 化学功能高分子▲ 6 超分子▲	√	√	√	
第九章复合材料	1 复合材料概述 2 复合材料分类 3 复合材料的基体▲ 4 复合材料的增强相▲ 5 复合材料的复合原理★ 6 复合材料的成型工艺▲	√	√	√	
第十章纳米材料	1 纳米材料的种类 2 纳米材料的特性▲ 3 纳米材料的制备★ 4 纳米材料的应用▲	√	√	√	
第十一章多孔材料	1 多孔材料的分类 2 多孔材料的表征▲	√	√	√	

	3 分子筛▲ 4 多孔碳材料 5 金属有机框架材料▲				

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	材料化学概述	2					2
第二章	原子结构与键合	2					2
第三章	材料的结构	4					4
第四章	材料的性能	2					2
第五章	材料的制备	4					4
第六章	金属材料	2					2
第七章	无机非金属材料	4					4
第八章	高分子材料	2					2
第九章	复合材料	2					2
第十章	纳米材料	2					2
第十一章	多孔材料	2					2
	习题		2				2
	答疑				2		2
合计		28	2		2		32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 20%，考试成绩 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能

力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。
考试成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成	不满足 D 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上积极参与探讨，能够给出个人观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 D 要求
考试	答案正确率 90-100%，主观题思路清晰，能切中知识要点	答案正确率 80-89%，试卷整洁，主观题思路正确	答案正确率 70-79%	答案正确率 60-69%	不满足 D 要求

制定者：李建荣

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“能源化学”课程教学大纲

英文名称: Energy Chemistry

课程编码: 0009662

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 无机化学、结构化学、有机化学

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

一、课程简介

能源化学是一门必修的专业基础课。课程从物质的化学组成、化学结构和化学反应出发, 密切联系能源工程技术中遇到的如化石燃料燃烧、化学电源、节能技术、新能源开发利用、环境的污染与保护等有关化学问题, 深入浅出地介绍有现实应用价值和潜在应用价值的基础理论和基本知识, 使学生在今后的实际工作中能有意识的运用化学观点去思考、认识 and 解决问题。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是应用化学专业本科的学科基础课程。主要介绍煤炭综合利用, 了解非煤矿物能源, 普及新能源和可再生能源知识、实现能源科学利用和可持续发展的重要科学技术基础。它利用化学与化工的理论与技术来解决能量转换、能量储存及能量传输问题, 以更好地为人类经济和生活服务。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

对毕业要求 2, 培养学生掌握基本的创新方法, 提高应用能源化学的知识提出问题、分析问题和解决问题的能力。

对毕业要求 3, 能够设计针对能源化学问题的解决方案, 设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

对毕业要求 6, 能够基于能源化学知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任

对毕业要求 7, 能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

2. 课程目标

(一)教学目标: 总的教学目标是: 通过本课程的学习, 学生应学会利用化学与化工的理论与技术来解决能量转换、能量储存及能量传输问题;了解和掌握新能源中各种物理、化学、物理化学的反应机理, 为学习相关工艺课程打好理论基础, 并使学生能够理论联系实际, 提高应用能源化学的知识提出问题、分析问题和解决问题的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	3	6	7
1	掌握掌握石油、煤炭、天然气的生成、组成、基本性质、结构及其变化规律	●	◎	●	◎
2	了解和掌握新能源中各种物理、化学、物理化学的反应机理	●	●	●	◎
3	了解能源的分类、非煤矿物能源和可再生能源的资源特点和一般性质	●	◎	●	●
4	了解新型超级电容器、锂离子电池、燃料电池和太阳能电池的开发利用	◎	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

（二）育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，使学生认识能源化学学科的发展，以培养学生具有环保意识，具有环境友好理念。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章能源转化（含绪论）	1.领会能量与能源的概念▲ 2.能源体系的构成▲ 3.可再生能源与不可再生能源 4. 能源高效利用与能源节约的内涵▲ 5. 能源的转换方式★	√ √	√		
第二章燃料	1.燃料的种类、作用▲ 2.固体、液体及气体燃料的各自的特性及用途▲ 3.清洁燃料的来源▲ 4.燃料燃烧与环境保护的问题 5.各种燃料的燃烧技术★	√ √	√ √	√ √	
第三章电能	1. 发电及发电设备▲ 2. 汽轮机、柴油机、内燃机、水轮机 3. 高压电网、输配电、市电、低压配电	√ √	√ √	√ √	
第四章可再生能源	1. 可再生能源的种类▲ 2. 开发利用的技术▲ 3. 高效利用可再生能源的重要性	√	√ √	√	√
第五章氢能	1. 氢能的主要作用▲ 2. 氢能利用的技术发展状况▲	√	√		√

	3. 我国氢燃料开发战略 4. 氢燃料开发、液化、固化贮存及安全技术★				
第六章节能技术	1. 能源转化过程的节能技术▲ 2. 能源输送的节能技术 3. 能源使用过程中的节能技术	√	√	√	√
第七章能源管理和能源系统工程	1. 能源的重要性▲ 2. 人类开发能源的四个阶段 3. 节能与合理利用能源的重要性▲ 4. 我国的能源方针 5. 我国的能源的分布的状况 6. 能源利用的 3 个环节★ 7. 节约能源的基本途径			√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：本课程主要采用板书和多媒体结合的课程讲授方式，并结合课堂问题讨论，实行师生互动研究型教学，要求学生课前必须认真阅读教材及相关的参考资料，课堂上主动积极思考,选择性的记录课堂上讲解的重点和难点，课后有重点的复习和按时完成布置的作业，疑难问题实行师生互动交流。

2.学习方法：学生学好能源化学的方法是课前预习、课后归纳总结，多查阅相关书籍，能够理论联系实际。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	能源转化（含绪论）	2					2
第二章	燃料	6					6
第三章	电能	6					6
第四章	可再生能源	6					6
第五章	氢能	4					4
第六章	节能技术	4					4
第七章	能源管理和能源系统工程	4					4
合计		32					32

六、考核与成绩评定

平时成绩 50%，期末考试 50%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本

技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容
作业	20%	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。
随堂练习	30%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核
期末考试	50%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，书写工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案较准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
随堂练习	发言积极，随堂练习准确率高	偶尔发言，随堂练习准确率较高	课上基本参与了随堂练习	不满足 C 要求
期末考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 C 要求

制定者：孙少瑞

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“化工原理-1”课程教学大纲

英文名称: Unit of Operation-1

课程编码: 0009658

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 应用化学、化工、环境和材料专业

先修课程: 高等数学、普通物理和普通化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 陈敏恒等编.《化工原理》上册.化学工业出版社第四版,2015 年 5 月

[2] 杨祖荣主编.《化工原理》.化学工业出版社第三版,2014 年 3 月

[3] Warren L. McCabe, Julian C. Smith Peter Harriott. Unit operations of chemical engineering. 北京: 化学工业出版社, 2003 年 5 月

一、课程简介

本课程属化学工程技术科学学科, 是理论性和实践性都很强的学科, 属应用化学专业的一门专业核心必修课程。主要学习质量传递、动量传递和热量传递的基本规律, 包括流体流动、流体输送设备和传热等单元操作。通过该课程的学习使学生对质量传递、动量传递和热量传递的基本规律、过程和设备有一个全面、系统的了解, 掌握其基本概念和基本计算, 为进一步学习专业课程奠定基础。本课程的总学时为 32 学时, 全部为课堂教学。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是应用化学专业的专业核心必修课程。是以高等数学、大学物理、物理化学等为基础的后继课程, 在高等学校教学计划中起到从自然学科到应用学科的搭桥作用, 是一门理论与实践紧密联系的学科。

主要为毕业要求第 1、2、6 和 12 点的实现提供支持。

对于毕业要求 1, 培养学生将物理化学、高等数学等基础课中所学内容应用于单元操作, 提高学生解决工程问题的能力。

对于毕业要求 2, 培养学生利用数学模型、物理模型或实验方法分析不同的化工过程, 建立新的数学模型, 优化过程参数。

对于毕业要求 6, 培养学生基于各单元操作的基本原理, 采用科学方法对复杂问题进行分析研究, 评价其影响, 理解应承担的责任。

对于毕业要求 12, 培养学生基于化工的基本原理, 具备自主学习和终身学习的意识, 有不断学习和适应发展的能力。

2.课程目标

(一) 教学目标: 本课程的目的是使学生获得常见化工单元操作中三传(质量传递、动量传递和热量传递的)过程及设备的基础知识、基本理论和基本计算能力。为学生学习后续专业课程和将来从事工程技术工作, 实施常规工艺、常规管理和常规业务打好基础,

也为新技术的开发奠定基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		1	2	3	4	5	6
1	正确理解各单元操作的基本原理	●	●	◎	◎	◎	●
2	了解典型设备的构造、性能和操作原理,具有设备选型及校核的基本知识	●	◎	◎	◎	◎	●
3	具有选择适宜操作条件、探索强化过程途径和提高设备效能的初步能力	●	●	◎	◎	◎	◎
4	具有运用工程技术观点分析和解决常规化工过程一般问题的初步能力	●	●	◎	◎	◎	●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

(二) 育人目标: 在本课程的教学过程中适当加强科学史教学, 培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用, 培养学生有远大的抱负, 以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	1	2	3	4
第 1 章 流体流动	基本概念	√	√	√	√
	流体的物性参数, 流体的静压强▲; 流体静力学基本方程式及其应用▲	√	√	√	√
	流量与流速, 定态与非定态流动★连续性方程式★, 伯努利方程推导及其应用▲★	√	√	√	√
	流体直管流动阻力▲; 流体局部阻力▲★; 管路系统总能量损失★▲	√	√	√	√
	分支管路和合并管路的计算▲	√	√	√	√
	流量计毕托管▲, 孔板流量计▲, 转子流量计▲	√	√	√	√
第 2 章 流体输送机械	离心泵基本方程式与工作原理★; 离心泵性能参数及特性曲线▲; 气缚及汽蚀现象▲; 离心泵工作点及流量调节★; 管路特性曲线▲; 离心泵安装▲; 离心泵的分类	√	√	√	√
	通风机, 鼓风机, 真空泵	√	√	√	√
第 3 章 传 热	傅立叶定律▲; 平壁及圆筒壁的稳定热传导方程★▲	√			√
	对流传热速率★; 传热边界层	√	√	√	√
	总传热速率微分方程和总传热系数▲; 传热推动力和阻力; 传热基本方程式▲★; 传热单元法▲★	√	√	√	√
	对流传热影响因素和因次分析▲; 有/无相变时对流传热系数▲	√	√	√	√
	辐射传热; 斯蒂芬---波尔茨曼定律▲; 克希霍夫定律▲; 黑体、灰体概念; 辐射能力[2]; 总辐射系数★	√	√	√	√
	列管换热器的基本类型和计算▲	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、线上线下混合等多种教学模式与方法。着重培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

2.学习方法：明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课上认真听课，积极思考，课后认真复习，写作业，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和核心思想，不要死记硬背。利用本课程国家精品资源共享课网站与校内课程网站，网站有包括讲稿、全程录像等。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	流体流动	10	1	0	1	0	12
第二章	流体输送设备	7	1	0	1	0	9
第三章	传热	10	1	0	0	0	11
合计		27	3	0	2	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 50%，期末考试 50%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现（含出勤情况、听课效果、回答问题正确率），30%体现作业情况（独立完成、正确率），10%随堂测验，阶段性检查学习效果。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
作业	30	对基本概念、基本计算的掌握程度，对应毕业要求 1、2、6 达成度的考核
课堂表现	10	课堂参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、6 达成度的考核
随堂测验	10	对阶段性知识的综合能力，对应毕业要求 1、2、6、12 达成度的考核
期末成绩	50	对所学内容的整体理解和掌握情况，对应毕业要求 1、2、6、12 达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业完整，解题思路清晰， 字迹工整，答案正确	作业完整，思路清晰， 答案较准确	作业基本完成	不满足 C 要求
课堂表现	准时出勤，积极参与研讨， 思路清晰，能给出准确观点	准时出勤，课上参与探 讨，能给出较准确观点	准时出勤，参与课 堂探讨	不满足 C 要求
随堂测验	思路清晰，结果正确	思路清晰，结果较正确	完成任务	不满足 C 要求

制定者：王湛

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“化工原理-2”课程教学大纲

英文名称: Unit Operation-2

课程编码: 0009659

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学、化工、环境和材料专业

先修课程: 高等数学、大学物理和物理化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 陈敏恒等编.《化工原理》下册(第四版).化学工业出版社,2015年5月

[2] 杨祖荣主编.《化工原理》(第三版).化学工业出版社,2014年3月

[3] Warren L. McCabe, Julian C. Smith Peter Harriott. Unit operations of chemical engineering. 化学工业出版社, 2003.05

一、课程简介

化工原理属于化学工程技术学科,以实际的化工过程作为研究对象,基于质量守恒、动量守恒和热量守恒并结合前期学习过的基础知识来解决化工过程中的实际工程问题。其理论性和实践性都很强,是应用化学专业的一门专业核心必修课程。化工原理-2主要学习物质传递的基本规律,包括气体吸收、液体精馏和固体干燥三个单元操作。通过该课程的学习使学生对物质传递的基本规律和典型设备有一个全面、系统的了解,掌握各单元操作基本概念、基本规律和基本计算,典型设备的设计方法,单元过程的操作和调节原理,为进一步学习专业课程奠定基础。本课程的总学时为32学时,全部为课堂教学。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是应用化学专业的专业核心必修课程。是以高等数学、大学物理、物理化学等为基础的后继课程,在高等学校教学计划中起到从自然学科到应用学科的搭桥作用,是一门理论与实践紧密联系的学科。

主要为毕业要求第1、2、6和12点的实现提供支持。

毕业要求1,培养学生将物理化学、高等数学等基础课中所学内容应用于化工单元操作,学习解决工程实际问题的科学研究方法,如数学模型、物理模型或实验方法,提高学生解决工程问题的能力。

毕业要求2,培养学生掌握化工工艺和设备的优化调节和设计的方法。

毕业要求6,培养学生基于各单元操作的基本原理,采用科学方法对复杂工程问题进行分析研究,并提出优化解决方案的能力。

毕业要求12,培养学生基于化工的基本原理,具备自主学习和终身学习的意识,有不断学习和适应发展的能力。

2.课程目标

(一) **教学目标:** 研究化工生产过程中主要单元操作的基本原理及完成这些单元操

作的典型设备；研究各单元操作计算及典型设备的选型；掌握最佳生产操作条件的选择及过程的强化。培养学生分析和解决单元操作中各种问题的能力，使学生毕业后能在科学研究和生产实践中对典型单元操作设备具备操作、设计与开发的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	正确理解各单元操作的基本原理	●	●	◎	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	●
2	了解典型设备的构造、性能和操作原理，具有设备选型及校核的基本知识	●	◎	◎	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	具有选择适宜操作条件、探索强化过程途径和提高设备效能的初步能力	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4	具有运用工程技术观点分析和解决常规化工过程一般问题的初步能力	●	●	◎	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

（二）育人目标：掌握化学工程学科的发展脉络，认识化工在人类发展中的重要推动作用，以及化工人的使命，树立为国家富强、民族复兴而努力的信念。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章气体吸收					
第 1 节概述	基本概念				√
第 2 节气液相平衡	平衡溶解度▲，与吸收的关系▲	√			
第 3 节扩散和单向传质	分子扩散▲★，对流传质★	√			√
第 4 节相际传质	传质速率▲，阻力控制步骤★	√			√
第 5 节低含量气体吸收	设计型计算▲，操作型计算▲★	√	√	√	√
第 6 节高含量气体吸收	特点，方程，计算				√
第二章液体精馏					
第 1 节概述	蒸馏的依据，操作费用，压强	√			
第 2 节双组分溶液的气液相平衡	理想物系，非理想物系★	√			√
第 3 节平衡蒸馏与简单蒸馏	平衡蒸馏，简单蒸馏	√		√	√
第 4 节精馏	基本方法，方程▲，塔板计算▲★	√	√	√	√
第 5 节双组分精馏的设计型计算	理论板★，回流比▲，加料热状态▲， 理论板数▲	√	√	√	√
第 6 节双组分精馏的操作型计算	计算▲，温度分布和灵敏板★	√	√	√	√
第三章固体干燥					
第 1 节概述	去湿方法，干燥过程及经济性▲	√			√
第 2 节干燥静力学	湿空气的状态参数▲★、变化过程 ★，水分平衡▲	√	√	√	√

第3节干燥速率和干燥过程计算	干燥速率▲，间歇干燥，连续干燥▲★，衡算▲，热效率★，设备容积的计算★	√	√	√	√
第4节干燥器	基本要求，对流式干燥器▲		√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、线上线下混合等多种教学模式与方法。着重培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

2.学习方法：明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课上认真听课，积极思考，课后认真复习，写作业，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和核心思想，不要死记硬背。利用本课程国家精品资源共享课网站与校内课程网站，网站有包括讲稿、全程录像等。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	气体吸收	9	1	0	1	0	11
第二章	液体精馏	11	1	0	1	0	13
第三章	固体干燥	7	1	0	0	0	8
合计		27	3	0	2	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 50%，期末考试 50%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现（含出勤情况、听课效果、回答问题正确率），30%体现作业情况（独立完成、正确率），10%随堂测验，阶段性检查学习效果。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程考试与成绩评定方法，详见表4。

表4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容及对毕业要求的支撑情况
作业	30	对基本概念、基本计算的掌握程度，对应毕业要求1、2、6、12达成度的考核
课堂表现	10	课堂参与度及上课质量，对应毕业要求1、2、6、12达成度的考核
随堂测验	10	对阶段性知识的综合掌握水平，对应毕业要求1、2、6、12达成度的考核
期末成绩	50	对所学内容的整体理解和掌握情况，对应毕业要求1、2、6、12达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整, 解题思路清晰, 字迹工整, 答案正确	作业内容完整, 思路清晰, 答案较准确	作业内容基本完成	不满足 C 要求
课堂表现	准时出勤, 积极参与研讨, 思路清晰, 能给出准确观点	准时出勤, 课上参与探讨, 能给出较准确观点	准时出勤, 参与课堂探讨	不满足 C 要求
随堂测验	思路清晰, 结果正确	思路清晰, 结果较正确	完成任务	不满足 C 要求

制定者: 彭跃莲

批准者: 梁文俊

2020 年 4 月

“现代分离技术”课程教学大纲

英文名称: Modern Separation Technology

课程编码: 0009705

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业本科生

先修课程: 大学物理, 物理化学, 化工原理, 化工热力学

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1]蒋维钧.《新型传质分离技术》. 化学工业出版社,1992 年 10 月

[2]王壮坤, 李洪林.《传质与分离技术(第二版)》. 化学工业出版社,2018 年 7 月

一、课程简介

现代分离技术是应用化学专业(本科)的一门重要专业课,是学生在具备了大学物理,物理化学,化工原理,化工热力学等基础知识后的一门专业选修课。该课程是研究过程工业中物质分离和纯化的工程技术学科,主要讲授传质与分离工程的原理和应用,以及化工分离过程中一些主要单元操作和分离工程领域的研究进展,利用前期课程中介绍的有关相平衡、热力学、动力学、分子及其聚集状态的微观机理,传热、传质和动量传递理论来研究化工生产实际中复杂物系的分离和提纯技术。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 现代分离技术是化学工程的一个重要分支,无论是石油炼制、塑料化纤、湿法冶金、同位素分离,还是生物制品的精制、纳米材料的制备、烟道气脱硫和化肥农药的生产等都离不开分离技术。化工生产中的原料和产物绝大多数都是混合物,需要利用体系中各组分物性的差异或借助于分离剂使混合物得到分离提纯。它往往是获得合格产品、充分利用资源和控制环境污染的关键步骤。在化工生产过程中,物料分离的成本约占总生产成本的 50% 以上,因此,学习好现代分离技术对于应用化学专业的学生,具有十分重要的意义。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 培养学生利用现代分离技术的知识能够将数学、自然科学、工程基础和应用化学专业知识用于解决复杂工程问题。

毕业要求 2, 培养学生利用现代分离技术能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题, 以获得有效结论。

毕业要求 3, 培养学生能够设计针对复杂分离工程问题的解决方案, 设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程, 并能够在设计环节中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

毕业要求 4, 能够基于现代分离技术的科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

毕业要求 5, 能够针对分离过程中的复杂工程问题, 开发、选择与使用恰当的技术、

资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

2.课程目标

（一）教学目标：本课程的总体目标是要求学生理解掌握气固混合物的分离、液固悬浮物的分离、液液混合物的分离、固固混合物的分离等化工分离过程的基础知识。本课程强调工程观点、强调理论与实际相结合，通过分离任务的提出、解决方案的确定、分离流程的设计、以及分离设备的选用等，提高学生分析问题、解决问题的能力。具体可分为以下子目标，为毕业要求第 1、2、3、4、5 的实现提供支持。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	掌握一定的现代分离技术基础知识，具备良好的科学思维	●	●	◎	◎	○	●	◎	◎	○	○	◎	○
2	利用现代化学分离基础知识解决一些简单的混合物分离	●	●	◎	◎	○	●	◎	◎	○	○	◎	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

（二）育人目标：在本课程的教学过程中使学生了解我国化工生产过程中尤其是分离过程中存在的瓶颈问题，在新型分离技术领域取得的进展及我国科学家做出的贡献，明确分离技术在社会可持续发展中的作用，培养学生的家国情怀，使学生成长为有责任有担当的新时代青年。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）	
		1	2
第 1 章绪论	（1）分离技术在过程工业中的重要意义，分离技术的分类； （2）分离技术的开拓和发展，分离技术在化学工业、环境保护、生物技术、制药、电子、能源等领域的应用； （3）选择分离技术的一般规则，分离技术的发展趋势▲。	√	
第 2 章过滤	（1）非均相物系的定义；液态非均相物系的定义；气态非均相物系的定义及固定床的定义； （2）单颗粒颗粒群的特性；筛过量与筛余量的定义；层床的特性及其简化物理模型； （3）过滤的原理、过程特点和设备▲； （4）过滤过程的计算★。	√	√

第 3 章沉降	(1) 流体—固体两相物系间的相对运动规律； (2) 流体对固态颗粒的绕流；静止流体中颗粒的自由沉降▲； (3) 重力沉降分离设备；离心沉降分离设备。	√	√
第 4 章色谱分离	(1) 色谱学概论及色谱分离基本原理 (2) 色谱理论；气相色谱和液相色谱▲★ (3) 色谱检测系统	√	√
第 5 章液液萃取	(1) 液液萃取的原理，萃取操作的特点以及液液萃取在工业上的应用； (2) 液液相平衡以及与萃取之间的关系； (3) 萃取及内过程的数学描述★； (4) 萃取设备的主要类型；液液传质设备的选择。	√	√
第 6 章吸附	(1) 吸附的定义、分类以及原理； (2) 常用的吸附剂以及吸附剂的基本特性▲； (3) 吸附相平衡；吸附等温线及其方程；吸附机理及速率方程；吸附分离设备。	√	√
第 7 章结晶	(1) 结晶的定义，结晶过程的特点； (2) 晶核的生成，晶核的生长与结晶速率▲； (3) 影响结晶速率的因素； (4) 物料衡算，热量衡算；结晶设备及其他结晶方法★。	√	√
第 8 章特殊萃取	(1) 固相萃取与超临界流体萃取的原理▲ (2) 超临界流体的选择原则 (3) 超临界流体萃取的典型流程	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：使用多媒体课件，配合板书和工程范例演示讲授课程内容。在授课过程中，可由常用、实际的问题引出概念，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

2.学习方法：养成自主学习的习惯，也特别重视课内讨论交流，在老师指导下进行学习。明确学习各阶段的重点任务，使学生尽量做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，难点充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	1	0	0	0	0	1
第二章	过滤	3.5	0.5	0	0	0	4
第三章	沉降	5.5	0.5	0	0	0	6
第四章	色谱分离	5.5	0.5	0	0	0	6
第五章	液液萃取	3.5	0.5	0	0	0	4
第六章	吸附	3.5	0.5	0	0	0	4
第七章	结晶	3.5	0.5	0	0	0	4
第八章	特殊萃取	3	0	0	0	0	3
合计		29	3	0	0	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%（作业、课堂、考勤等），期末考试 80%。

期末成绩占 80%。主要反映学生在所学知识指导下如何应用的能力，考查其掌握本课程所学化工分离技术的程度，应用所掌握的基本概念与计算方法的能力。引导学生发挥潜力，培养学生在应用方面的分析问题和解决问题的能力。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解，对应毕业要求 1、2、3、4、5 达成度的考核
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 5、9、10、12 达成度的考核，同时对 1、2、3、4 达成度的考核有一定参考价值。
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。对应毕业要求 1、2、3、4、5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整, 解题思路清晰, 字迹工整, 答案准确。	作业内容完整, 思路清晰, 答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨, 思路清晰, 结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨, 结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者: 王乃鑫

批准者: 梁文俊

2020 年 4 月

“环境催化”课程教学大纲

英文名称: Environmental Catalysis

课程编码: 0005750

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 物理化学、催化化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 贺泓等编著.环境催化.科学出版社,2008年6月

[2] 高正中,戴洪兴编著.实用催化.化学工业出版社,2011年8月

一、课程简介

环境催化是一门理论与实践紧密联系的学科。本课程的任务是系统、全面地反映了环境催化技术的发展基础、应用现状和趋势。针对环境催化的特点,详细介绍了催化剂的制备、表征以及催化反应原理、过程。总结了催化技术在不同环境治理过程中的应用与最新研究成果,探讨了环境催化技术的发展方向。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是为应用化学专业开设的一门实践环节选修课,是在修完无机化学、物理化学、分析化学、有机化学等相关课程后开设的。学生通过本课程的学习,使学生对环境催化的研究产生兴趣和有所启发,增强其独立思考的能力、分析问题、和解决问题的能力,为学生就业和进一步的发展奠定良好的基础。

2.教学目的: 使学生对环境催化有一个全面,系统地了解环境催化的特点、研究方法、催化原理及其在环境污染控制方面的重要应用成果和最新研究进展。培养学生的创新意识和科学素质,使学生能以化学的观点观察物质变化的现象,培养学生的科研兴趣。

该目标分解为以下子目标:

- (一) 掌握环境催化的基本概念;
- (二) 掌握环境催化的研究方法、催化原理;
- (三) 了解环境催化在环境污染控制方面的重要应用成果和最新研究成果。

三、课程教学内容

第一章催化与环境^[3]

1.1 环境与催化^[3]

1.2 人类可持续发展与催化技术^[3]

第二章环境催化的理论基础和研究方法

2.1 催化剂制备方法^[3]

2.2 催化剂表面结构、表面活性和表面催化反应机理^[3]

2.3 催化剂性能表征^[3]

第三章移动源燃烧排放的多相催化净化

3.1 机动车排放标准和历史与发展^[3]

3.2 汽油车尾气污染排放与三效催化转化器^[1]

3.3 柴油车尾气污染排放与 SCR, DPF 污控设备^[1]

3.4 吸附储存还原技术^[1]

第四章固定源燃烧排放的多相催化净化

4.1 固定源燃烧排放特点^[2]

4.2 固定源燃烧排放后处理技术—SCR 技术基础, 设备和催化剂^[1]

4.3 固定源燃烧排放后处理技术—催化燃烧技术基础, 设备和催化剂^[1]

4.4 同时脱硫脱硝^[2]

第五章催化燃烧技术

5.1 天然气催化燃烧^[2]

5.2 天然器催化燃烧催化剂^[1]

5.3 天然器催化燃烧锅炉的设计^[3]

5.4 工业源挥发性有机污染物催化氧化^[1]

5.5 VOC 催化燃烧的设备与进展^[1]

第六章室内空气净化

6.1 室内空气污染的特征^[3]

6.2 室内主要空气污染物的种类、特点及危害^[2]

6.3 室内空气污染的主要污染源^[2]

6.4 控制室内空气污染的途径^[1]

6.5 非平衡态等离子体技术^[2]

6.6 光催化氧化法^[1]

第七章水处理过程中的多相催化

7.1 Fenton 反应, 湿式氧化, 催化还原, 催化消毒等^[2]

7.2 氧化钛催化剂光催化氧化去除水中还原性污染物^[2]

第八章温室效应气体和臭氧层消耗物质的多相催化转化

8.1 温室效应气体的多相催化转化^[3]

8.2 二氧化碳和甲烷的资源化转化^[3]

第九章大气层中的环境催化过程^[4]

9.1 概述

9.2 非均相大气化学研究法

9.3 大气层中的非均相光催化

9.4 大气层中的热催化

主要内容, 课程的重点、难点, 并分章节详细叙述内容及要求, 包括以知识为载体, 向学生传授的思想、方法, 避免“教材目录”式的简单罗列。

按“掌握”、“理解”、“了解”三个层次写明各章节主要内容和应达到的要求，并分别用如下符号标记在相应内容的右上角。

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自已的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则、术语，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

Δ表示自学或粗讲。

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

表 1 教学环节及学时分配

章	学时分配					合计
	讲课	习题课	实验课	讨论课	其他	
1	2					2
2	2					2
3	8					8
4	6					6
5	6					6
6	4					4
7	3					3
8	1					1
9	0					0
合计	32					32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况(10%)、课堂的基本表现(含课堂测验)(10%)和作业情况(10%)。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 2。

表 2 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：刘雨溪

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“表面科学与技术”课程教学大纲

英文名称: Surface Science and Technology

课程编码: 0009706

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业专业本科生

先修课程: 物理化学, 材料化学、高分子化学与物理

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 胡福增编著.材料表面与界面.华东理工大学出版社,2008年

[2] 钱根苗编注.现代表面技术.机械工业出版社,2016年

[3] 刘光明编著.表面处理技术概论(第2版).化学工业出版社,2018年

[4] 应用表面化学, 姜兆华编注, 哈尔滨工业大学出版社,2018年

一、课程简介

表面科学与技术是一门新兴的、交叉性学科,系统地阐述高分子及其复合材料的表界面特点和基础理论,是一门从基础学科学习向实际专业工作过渡的重要课程。通过该课程使学生了解与掌握材料表面及界面的结构特征,掌握表面界面现象的规律,了解材料的表界面特性及其对性能的影响,学习有机表面改性的方法,为化学面向应用以及研究深造奠定必要的基础。本课程的主要内容为在介绍表面化学四大定理和表面活性剂的基础上,着重于高分子材料、无机非金属材料、复合材料生物材料、纳米材料表界面的基础理论与改性加工技术,以及其材料界面测试与表征的方法。了解这些知识与前沿可使应用化学专业学生了解化学方法在实际工作中的应用,并具备开发新材料的理论基础和实用方法。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 任何材料都有与外界接触的表面或其他材料区分的界面,表面科学与技术在化学化工材料应用中占有重要地位。表面科学与技术是高等工科院校应用化学专业的一门的专业选修课,是培养工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分。学习本课程的目的是使学生掌握材料表面技术的相关知识的基本概念原理,基本理论和基本研究方法。课程的任务学习现代表面界面,及表面科学与技术的涵义、分类、应用和发展,介绍了表界面的基本概念和理论,分析了各类表面的特点、表面技术应用范围、技术路线和应用实例,为学生以后进环境催化、膜分离技术等学习,以及今后工作和研究中打下有关材料研究和材料表面改性的理论基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求2,培养学生能够利用表面科学与技术的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题,以获得有效结论。

毕业要求3,培养学生能够设计针对复杂表面的解决方案,设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、

法律、文化以及环境等因素。

毕业要求4，能够基于表面化学四大原理并采用表面科学与技术方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

毕业要求5，能够针对表面工程复杂问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

毕业要求7，能够理解和评价针对复杂表面工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

2.课程目标

（一）教学目标：通过本课程的学习，使学生了解液体、固体及固-液的表界面，理解表面化学的四大定理、表面活性剂；通过学习使学生掌握表面与界面的基本概念，掌握基本的热力学知识，了解材料表面与界面在材料中的重要性。培养学生运用这些基本理论来解决实际的问题，能够运用所学知识初步分析高分子材料、无机非金属材料 and 复合材料等材料的表界面性能，掌握表面技术的基本原理，了解现代表面分析与表征的方法，了解表面工程和薄膜材料学中的表面处理技术。培养学生严密的逻辑思维能力，创新意识和科学素质，使学生能以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及表面化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力，培养学生正确的学习和研究方法。

具体可分为以下子目标，为毕业要求第 2，3，4，5，7 的实现提供支持。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	掌握表面化学的基本原理，具备基本良好科学知识	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	掌握以化学的观点分析、描述、解决相关表界面性能与问题	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	利用表面科学与技术的方法，解决实际工程问题	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4	了解现代表面分析与表征的方法	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强课程思政与科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生严谨的科学精神和远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲） 难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章表面科学与技术概述					
第 1 节表面技术的含义	表面科学与技术发展史、使用表面技术的目的、表界面研究的重要性	√			
第 2 节表面技术的分类	表面涂镀技术、表面改性技术▲ 表面微细加工技、术表面检测与评价	√	√		
第 3 节表面技术的应用	表面技术应用的广泛性和重要性 表面技术在机械、功能材料、环境、新材料方面的应用		√	√	
第 4 节表面技术的发展	表面涂敷▲、金属材料表面强化、表面加工技术	√	√	√	
第二章表界面基础理论					
第 1 节基本概念	表界面定义、表面吸附与扩散▲	√			
第 1 节表面张力与表面自由能	表面张力▲， Laplace 方程★	√	√		
第 2 节液体表面张力测试	毛细管法▲、最大气泡压力法，滴重法，吊环法	√	√	√	
第 3 节二元体系表面张力	溶液的表面张力， Gibbs 吸附等温式▲	√	√		
第 4 节润湿现象	Yong 方程与接触角▲， 黏附功与内聚能， 润湿过程的三种类型	√			√
第 5 节固体表面吸附性能	吸附等温线▲， Langmuir 吸附等温式▲， BET 多分子层吸附理论， 比表面积测定▲	√			√
第三章表面活性剂					
第 1 节表面活性剂分子的结构	表面活性剂结构、代表性基团▲	√			
第 2 节表面活性剂的分类	阴离子、阳离子、两性离子、非离子型表面活性剂、其它类型	√	√		
第 3 节表面活性剂的亲疏平衡值	HLB 值▲， 相转型温度★	√			
第 4 节临界胶束浓度	疏水基▲、亲水基、温度与其他影响	√	√		
第 5 节表面活性剂的溶解度	Krafft 点， 浊点	√	√		
第 6 节表面活性剂在溶液表面的吸附	Gibbs 等温吸附公式与吸附等温线▲， 表面吸附量▲★， 分子表面占有面积▲	√	√		
第 7 节胶束的结构、形状和大小	胶束， 胶束结构， 胶束形状， 胶束大小▲	√	√	√	
第四章高分子材料的表界面					
第 1 节表面张力与温度关系	表面张力与温度关系经验式▲， Macleod 方程	√	√		
第 2 节表面形态对表面张力的影响	表面形态对表面张力影响关系式	√	√		
第 3 节表面张力与相对分子质量关系	理想气体化学反应平衡常数▲	√			
第 4 节表面张力与分子结构的影响	等张比容估算▲	√			
第 5 节表面张力与内聚能密度	内聚能▲， 溶解度参数	√	√		
第 6 节共聚和共混对表面张力的影响	无规共聚， 嵌段与接枝， 共混		√	√	
第 7 节界面张力	两相界面张力关系式▲， 界面张力与黏附功，	√	√	√	√

	状态方程，测试方法				
第五章无机非金属材料的表界面					
第1节陶瓷的表界面	陶瓷表表面结构▲，晶界▲，相界▲， 陶瓷表物表界面特征与行为， 表界面对陶瓷性能的影响和新材料开发	√	√	√	
第2节玻璃的表界面	玻璃表界面的结构，玻璃表界面的化学组成， 化学反应▲，玻璃表界面的性能▲	√	√	√	√
第六章复合材料的表界面					
第1节复合材料概述	聚合物基复合材料基体 增强材料 复合材料的界面▲	√	√		
第2节复合材料界面理论	浸润性理论，化学键理论，过渡层理论，可逆 水解理论，摩擦理论，扩散理论，静电理论， 酸碱作用理论	√	√		
第3节偶联剂	有机硅烷偶联剂，有机铬偶联剂，钛酸酯类偶 联剂，铝酸酯类偶联剂	√	√		
第4节玻璃增强塑料的界面	玻璃纤维概述，玻璃纤维界面研究★	√	√	√	√
第七章生物及纳米材料的表界面					
第1节生物材料概述及分类	生物材料定义，生物材料发展▲，生物材料分 类▲	√			
第2节生物材料表面及界面	生物相容性▲，组织工程，细胞外基质，蛋白 质吸附和脱附▲，细胞黏附，生物材料表界面 表征	√	√	√	√
第3节生物材料表面工程	仿生表面工程，材料表面修饰，生物材料表面 拓扑结构化▲		√	√	
第4节纳米粒子的表面化学特征	纳米粒子成核与生长▲，纳米粒子稳定性▲★	√	√		
第5节粒子表面的纳米工程	聚合物涂层▲，无机和复合物的涂层▲，生物 大分子层	√	√	√	√
第6节纳米结构薄膜材料的表面与 界面行为	纳米结构半导体薄膜的制备▲，纳米结构的半 导体薄膜的性质★	√	√	√	√
第八章材料表面改性与加工技术					
第1节电晕放电处理	电晕放电装置、原理▲	√	√		
第2节火焰处理和热处理	表面含氧量变化，原理	√	√		
第3节化学处理	含氟化合物▲，聚烯烃的液态氧化处理	√	√		
第4节臭氧氧化	自由基▲，氧化原理▲	√	√		
第5节低温等离子体处理	等离子体概念、对聚合物改性效果▲，退化效 应			√	
第6节表面接枝	表面接枝聚合法▲、耦合接枝法、添加接枝共 聚物法		√	√	
第7节表面加工	光刻蚀▲		√	√	
第8节生物材料的表面工程	仿生表面工程，材料表面修饰，生物材料表面 拓扑结构化▲	√	√	√	
第9节粒子表面的纳米工程	聚合物涂层▲，无机和复合物的涂层▲，生物	√	√	√	

	大分子层				
第九章材料表面分析技术					
第1节表界面浸润性的分析表征	对液体的接触角表征▲， 表面张力▲	√	√		√
第2节表面形貌的分析表征	表面处理后的形态，接枝聚合物后的形态，破坏断面的形貌		√	√	√
第3节表面化学组分、功能团及化学反应分析	表面化学组分的表征，表面官能团表征▲，表面自由基表征		√		√
第4节界面力学性能的分析表征	界面残余应力，动态力学分析，微量冲击分析，单丝力学模型分析★，层间剪切强度▲			√	√
第5节界面形态的微观分析表征	横晶▲，界面优化模型，形成优化界面结合的方法	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：使用多媒体课件，配合板书和工程范例，课堂演示实验讲授课程内容。在授课过程中，可由常用、实际的问题引出概念，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

2.学习方法：养成自主学习的习惯，特别重视课内讨论交流，在老师指导下进行学习。明确学习各阶段的重点任务，使学生尽量做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，难点充分利用好教师资源、同学资源和文献资源。从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	表面科学与技术概述	2	0	0	0	0	2
第二章	表界面基础理论	4	0	0	0	0	4
第三章	表面活性剂	2.5	0	0	0.5	0	3
第四章	高分子材料的表界面	2.5	0	0	0.5	0	3
第五章	无机非金属材料的表界面	2.5	0	0	0.5	0	3
第六章	复合材料的表界面	2	0	0	0	0	2
第七章	生物及纳米材料的表界面	3.5	0	0	0.5	0	4
第八章	材料表面改性与加工技术	6	0	0	1	0	7
第九章	材料表面分析技术	4	0	0	0	0	4
合计		29	0	0	3	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩 20%。主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试 80%。强调考核学生对表面科学基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学表面科学与技术的方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。期末考试是对学生学习情况的全面检验。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：李杰

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“精细有机合成及工艺学”课程教学大纲

英文名称: Principles and Technology of Fine Organic Synthesis

课程编码: 0009703

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业本科生

先修课程: 无机化学、物理化学、分析化学、有机化学等课程

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 冯亚青,王世荣,张宝.精细有机合成.化学工业出版社, 2018

[2]唐培堃,冯亚青.精细有机合成化学与工艺学.化学工业出版社, 2006

[3]张铸勇,精细有机合成单元反应.华东理工大学出版社, 2003 年

一、课程简介

精细有机合成原理与工艺学是应用化学专业本科生重要的学科基础课。该课程介绍精细化工的概况,重点讲解精细有机合成的基本理论及工艺学基础,精细有机合成单元反应的分类、主要反应历程,各单元反应的典型品种的合成工艺及基本精细有机物的合成方法等。通过该课程的学习,使学生能够了解精细化工在化工领域的地位和作用,以及精细有机合成单元反应的有关基础知识,精细化学品合成的过程及工艺条件,针对化合物的结构设计合成最佳路线,为后续专业课程的学习和实际问题的解决打下坚实的基础。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是应用化学专业本科生最重要的学科基础必修课,国内凡是设有应用化学专业的大学都毫不例外的把这门课列为必修的专业基础课。其任务是通过向应用化学专业的学生系统、全面地介绍精细有机合成基础理论及工艺学基础理论、以及卤化、磺化和硫酸酯化、硝化及亚硝化、氢化和还原、重氮化和重氮基的转化、氨解和胺化、烃化、酰基化、氧化、水解、缩合反应等 13 个单元反应的动力学、热力学、反应历程和应用范围,并结合讲授、实验、讨论、作业、考试等环节,引导学生综合运用所学各个单元反应,设计并选择最佳合成路线合成目标产物的能力,为学习其他专业课及解决实际问题打下坚实的基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 精细化工属于本专业类的基础理论之一,掌握这些理论,能够培养学生解决难度较大的问题、处理复杂化学品的设计与工艺生产的能力。

毕业要求 2, 培养学生运用精细化学品合成的基本原理,并结合前沿精细化学品合成的相关理论,分析复杂化工问题的能力。

毕业要求 3, 培养学生根据目标产品选择适当的合成路线及工艺学过程,实现经济利益与环境效益兼顾的化工过程。

毕业要求 4, 培养学生运用精细化学品合成的基本原理,设计实验合理的实验过程:

合成步骤与工艺设计选择，解决复杂化工产品的合成问题。

2.课程目标

(一) **教学目标：**总的教学目标是：使学生了解精细化工的定义、特点、分类以及精细化工在化工领域以及国民经济中的作用和地位；掌握精细有机合成单元反应的有关基础知识，精细化学品合成的过程及工艺条件，各单元反应的典型品种的合成工艺及基本精细有机物的合成方法；从基本原料出发，考虑技术、经济、安全、环保因素，能够对目的产物制备拟定便于工业化的合成路线的能力以及拟定初步实验方案的能力；从而培养综合运用所学基础知识，培养独立分析问题、解决问题的能力，使毕业后具有在精细化工、新材料、新能源、环境保护等领域解决相关产品开发、技术更新、工艺优化等复杂问题的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握精细化学品合成中重要单元反应的理论原理和工艺基础	●	◎	◎	◎
2	全面了解和掌握精细化工的基本面貌、重要产品、基本原理、生产工艺、性能应用	●	◎	◎	◎
3	培养学生综合运用所学知识，对目的产物制备拟定工业化的合成路线的能力以及实验方案的能力；	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(二) **育人目标：**在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲） 难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章绪论					
第 1 节精细化工的定义特点	精细化工定义及特点；	√			
第 2 节精细有机合成的单元反应	精细有机合成单元反应及合成路线选择原则 ▲	√	√		
第 3 节精细有机合成的原料资源	精细有机合成原料来源	√	√	√	
第二章精细有机合成理论基础					
第 1 节亲电取代反应	各类有机反应的基本理论；芳香族亲电亲核取代理论。	√	√	√	
第 2 节芳环上的两类定位基	第一类定位基、第二类定位基	√	√	√	
第 3 节苯环的定位规律及影响因素	芳香族亲电取代理论及定位规则▲★	√	√	√	
第 4 节多环芳烃的定位规律	萘蒽等多环芳烃的定位规律	√	√	√	√

第三章精细有机合成工艺学基础					
第1节化学反应计量学、化学反应器	化学反应计量学、化学反应器	√	√		
第2节溶剂的及溶剂效应	精细有机合成溶剂效应▲；	√	√		
第3节催化剂及催化理论	催化剂及催化理论▲	√	√		
第四章卤化					
第1节芳环上取代卤化反应	反应历程、卤化反应影响因素▲	√	√	√	
第2节典型卤化反应品种——氯苯的生产工艺	卤化反应历程及反应条件的选择▲★	√	√		
第3节脂肪烃及芳环侧链的取代反应	反应影响因素	√	√		
第4节典型卤化反应品种——氯化苕的生产工艺	氯化苕生产工艺	√	√	√	√
第五章磺化和硫酸化					
第1节磺化和硫酸化	磺化的定义及概述；影响磺化反应的因素；常用磺化方法；磺酸分离法；磺化反应的应用。	√			
第2节磺化反应概述	芳烃磺化的历程及应用▲★	√	√		
第3节过量硫酸磺化法	常用磺化方法	√	√		
第4节三氧化硫磺化法	常用磺化方法▲★	√	√	√	√
第5节脂链上的磺化	常用磺化方法	√	√		
第6节硫酸化反应	常用磺化方法	√			
第六章硝化和亚硝化					
第1节硝化反应概述	硝化定义及概述；影响硝化反应的因素▲；硝化过程的副反应	√			
第2节混酸硝化	混酸硝化法▲★，其他硝化法	√	√		
第3节亚硝化反应	亚硝化	√	√	√	√
第七章还原					
第1节还原反应概述	还原的定义及概述；还原的历程▲★；	√			
第2节活泼金属还原	常用还原剂的特点及应用；	√	√		
第3节硫化碱还原	常用还原剂的特点及应用；	√	√		
第4节金属复氢化合物还原	常用还原剂的特点及应用；	√	√	√	
第5节催化氢化	催化加氢还原	√	√	√	√
第八章氧化					
第1节氧化反应概述	氧化的定义及概述；	√			
第2节空气液相氧化	空气液相催化氧化及应用▲；	√	√	√	
第3节空气气-固相催化氧化	空气气固催化氧化及应用▲；	√	√		
第4节化学氧化	化学氧化及应用★	√			
第九章重氮化和重氮基的转化					
第1节重氮化反应概述	重氮化的定义及概述	√			
第2节重氮化反应动力学及反应历程	重氮化反应及应用▲★	√	√	√	
第3节重氮化方法	保留氮重氮基转化及应用	√	√		
第4节偶合反应	保留氮重氮基转化及应用	√			

第 5 节重氮盐还原为芳肼	保留氮重氮基转化及应用	√	√		√
第 6 节放出氮的重氮基转化反应分散系统及其分类	放出氮重氮基转化及应用	√	√		
第十章氨基化					
第 1 节氨基化概述	氨解和胺化的定义及概述；醇羟基、脂肪族卤素衍生物、芳环上及环上羟基和磺基的氨解；羰基化合物、环氧烷类芳环上的胺化。 重点：醇羟基、脂肪族卤素衍生物、芳环上及环上羟基和磺基的氨解。 难点：氨解的机理。	√			
第 2 节醇羟基的氨解	醇羟基的氨解▲；	√	√	√	
第 3 节羰基类、环氧烷类和脂肪族、卤素类化合物的胺化	脂肪族卤素衍生物▲	√			
第 4 节芳环上卤基的氨解		√	√		
第 5 节芳环上羟基的氨解	芳环上及环上羟基和磺基的氨解▲；	√	√		
第 6 节芳环上其它官能团的氨解和芳环直接胺化	芳环上及环上羟基和磺基的氨解▲	√	√		
第十一章烃化					
第 1 节 N-烃化	芳环上的 N-烃化机理及应用	√	√		
第 2 节 O-烃化	芳环上的 O-烃化机理及应用	√	√	√	
第 3 节芳环上的 C-烃化	芳环上的 C-烃化机理及应用▲	√	√		
第十二章酰化					
第 1 节 N-酰化概述	酰基化的定义及概述	√			
第 2 节用不同酰化试剂的 N-酰化反应	N-酰基化——酰氨的合成及应用▲	√	√	√	
第 3 节 O-酰化	O-酰化-酯化	√	√		√
第 4 节 C-酰化	C-酰基化——芳酮的合成及应用▲	√	√		
第十三章水解					
第 1 节水解反应概述	水解的定义及概述	√			
第 2 节芳磺酸盐碱熔概述	水解机理	√	√	√	
第 3 节芳磺酸盐碱熔方法及生产实例	水解机理	√	√		
第 4 节芳环上氨基的水解	水解机理	√			
第 5 节芳环上卤基的水解	芳环上卤基等水解机理▲				
第十四章环合					
第 1 节环合反应概述	环合的定义及概述；醛酮缩合反应；羧酸及其衍生物的缩合反应	√			
第 2 节重要的五、六元杂环化合物		√			
第 3 节蒽醌的制备		√			
第 4 节含一个氧原子的杂环		√			
第 5 节含一个氮原子的杂环		√			
第 6 节含两个及三个氮原子的杂环		√			

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，本课程采取包括讲授、讨论、小组合作、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。激发学生主动思考，引导学生全面综合所学知识，不仅掌握教科书知识并且可以紧跟前沿研究，培养解决问题和创新能力。

2.学习方法：养成探索的习惯，重视对基本理论的钻研和工艺技术的掌握，明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，重视最新研究文献的跟踪阅读。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	1	0	0	0	0	1
第二章	精细有机合成理论基础	2	0	0	0.5	0	2.5
第三章	精细有机合成工艺学基础	2	0.5	0	0.5	0	3
第四章	卤化	3	0	0	0.5	0	3.5
第五章	磺化和硫酸化	3	0	0	0	0	3
第六章	硝化和亚硝化	2	0.5	0	0.5	0	3
第七章	还原	2	0	0	0	0	2
第八章	氧化	2	0	0	0	0	2
第九章	重氮化和重氮基的转化	2	0.5	0	0	0	2.5
第十章	氨基化	2	0	0	0	0	2
第十一章	烃化	2	0	0	0	0	2
第十二章	酰化	2	0	0	0	0	2
第十三章	水解	2	0.5	0	0	0	2.5
第十四章	环合	1	0	0	0	0	1
合计		28	2	0	2	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）。其余 10%平时成绩反应学生作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论

记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：武霞

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“化工工艺学”课程教学大纲

英文名称: Chemical Engineering and Technology

课程编码: 0008593

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 物理化学、化工原理、分离工程、化学反应工程与催化

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

- [1] 谭世语, 薛荣书主编.《化工工艺学》第三版.重庆大学出版社, 2009年
- [2] 黄仲九, 房鼎业主编.《化学工艺学》.高等教育出版社, 2001年
- [3] 廖巧丽, 米镇涛主编.《化学工艺学》.化学工业出版社, 2001年
- [4] 吴指南主编.《基本有机化工工艺学》修订版.化学工业出版社, 1999年
- [5] 陈五平主编.《无机化工工艺学》第三版.化学工业出版社, 2002年
- [6] 邹仁钧编.《石油化工裂解原理与技术》.化学工业出版社, 1985年
- [7] 林世雄编.《石油炼制工程》第三版.石油工业出版社, 1994年.
- [8] Jacob A. Moulijn, Michiel Makkee, Annelies Van Diepen, “Chemical Process Technology”, Wiley, 2001
- [9] Roel Prins, Gorge C.A. Schuit, “Chemistry and Chemical Engineering of Catalytic Process”, 1980

一、课程简介

本课程是为了适应现代化化工行业的发展需要, 培养具有化工设计基本思想和产品开发能力的专门人才, 为毕业生尽快适应毕业后工作要求、今后进一步的学习而设立的。大宗无机化工产品 and 基本有机化工产品的生产是支撑整个化工行业持续发展的基础, 其产品的生产原理、生产工艺既是发挥化学工程学的理论指导作用的重要成果, 也是化学工程学发展的基础, 其生产原理、生产工艺对其它化工产品和化工过程开发具有重要价值, 具有不可替代的作用。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是为应用化学专业开设的一门专业限选课, 是在修完物理化学、化工原理、分离工程、化学反应工程与催化等相关课程后开设的。学生通过本课程的学习, 使学生对化工工艺的研究产生兴趣和有所启发, 增强其独立思考的能力、分析问题、和解决问题的能力, 为学生就业和进一步的发展奠定良好的基础。

2.教学目的: 通过本课程的学习, 学生将具备化工工艺学的坚实基础, 对化学加工工业的原料选择、工艺路线的选择、典型单元操作及化工工艺的实现等有深刻的理解, 具备对工艺过程进行分析、改进、开发新产品等能力, 以掌握化工工艺的开发思想和思路为重点, 增强其独立思考的能力、分析问题、解决问题的能力, 为学生就业和进一步的发展奠

定良好的基础。

三、课程教学内容

第一章合成氨

1、原料气的制取^{【1、3】}

掌握烃类蒸汽转化的基本原理，甲烷蒸汽转化主要反应；温度、压力、水碳比的影响及转化工艺条件；催化剂及催化剂的使用条件。了解二段转化过程、转化工艺流程及转化炉。

2、原料气的净化^{【1、3】}

(1) 脱硫：掌握干法脱硫、湿法脱硫的脱硫剂及适用场合，了解氧化锌法、ADA 法的主要反应。(2) 一氧化碳变换：掌握中温变换、低温变换的反应温度，变换后一氧化碳的含量；一氧化碳变换反应；一氧化碳变换率的计算；中温变换和低温变换所用催化剂。了解变换工艺条件及工艺流程。(3) 二氧化碳的脱除：了解常用的脱碳方法种类：碳酸丙烯酯法。掌握碳酸钾水溶液与二氧化碳的反应；转化度、再生度的计算方法。了解碳酸钾溶液脱除二氧化碳的工艺流程。(4) 少量一氧化碳的脱除：掌握原料气净化对一氧化碳含量的要求；掌握铜氨液吸收法溶液的组成；吸收一氧化碳的活性组分；总铜、铜比的定义，铜比控制范围；氨在铜液中的三种形式。了解铜氨液吸收一氧化碳的反应、铜洗工艺条件及流程。掌握甲烷化法的适用场合及甲烷化反应。了解甲烷化法工艺条件。掌握铜洗法、甲烷化法脱除碳氧化物所能达到的净化度。

3、氨的合成^{【1、2、3】}

(1) 氨合成反应的化学平衡：掌握氨合成反应、用逸表示的平衡常数表达式，了解平衡氨含量及反应热的计算。(2) 氨合成反应动力学：了解氨合成反应机理、动力学方程的形式、催化剂的反应速度常数。(3) 催化剂：掌握氨合成反应所用催化剂、催化剂活性组分、还原反应、还原温度空速。了解引起催化剂中毒的毒物。(4) 工艺条件的选择：掌握操作压力的确定、氨合成反应温度、空速、氨净值定义，空速、氢氮比的选择。了解催化剂生产强度的计算，惰性气含量及初始氨含量的确定。(5) 氨合成工艺流程：了解大型氨厂流程。掌握中型氨厂的合成工艺流程，能对合成回路进行物料衡算。(6) 氨合成塔：掌握氨合成塔的一般结构、内件与外筒的作用；并流双套管式氨合成塔的结构、气体流路。了解冷激式合成塔的结构、气体流路。

第二章化学肥料

1、尿素^{【3】}

识记尿素的性质、生产过程的步骤。了解尿素生产全循环的流程。(1) 尿素生产的基本原理：掌握尿素合成的总反应，了解尿素合成反应机理及合成速度。(2) 合成过程的适宜条件：掌握尿素合成反应中温度、氨碳比、压力的选择。(3) 水溶液循环生产工艺：了解水溶液循环法尿素生产工艺条件及生产流程。(4) 气提法生产工艺：掌握二氧化碳气提法的原理。了解气提法生产流程。(5) 尿素的结晶与造粒：了解结晶尿素和粒状尿素的生产原理和工艺条件。

2、硝酸铵【3】

(1) 硝酸铵主要性质：了解硝酸铵的主要性质和用途。(2) 硝酸铵的生产方法：了解中和法、转化法生产过程。(3) 典型工艺流程：了解硝酸铵生产的典型工艺流程。

3、磷酸【3】

(1) 湿法磷酸生产的基本原理：掌握湿法磷酸生产的主要化学反应、硫酸钙结晶过程、酸分解磷矿动力学。(2) 湿法磷酸的工艺流程：了解典型二水物湿法磷酸流程、半水-二水法新工艺流程。(3) 湿法磷酸的浓缩：了解湿法磷酸的浓缩方法。

4、过磷酸钙【3】

(1) 过磷酸钙生产原理：掌握硫酸分解磷矿制造过磷酸钙的总反应，了解反应的两个阶段。(2) 生产工艺条件：掌握硫酸用量确定的依据及用酸浓度，了解酸温度、磷矿粉细度等条件。(3) 生产工艺流程：了解过磷酸钙生产流程的主要工序。

5、氯化钾【3】

(1) 溶解结晶法抽取氯化钾：了解溶解结晶法抽取氯化钾的原理及工艺流程。(2) 浮选法抽取氯化钾：了解浮选法抽取氯化钾的原理及工艺流程。

6、复合肥【3】

了解磷酸铵、硝酸钾、复混肥料、微量元素肥料的生产过程。

第三章硫酸与硝酸

硫酸部分

1、二氧化硫炉气的制备【1、3】

(1) 硫铁矿的焙烧过程：掌握硫铁矿焙烧过程的化学反应、炉气的组成、温度条件。了解焙烧速度及影响因素。(2) 沸腾焙烧与焙烧炉：掌握气流速度确定的条件，了解沸腾焙烧炉的结构。(3) 焙烧工艺条件：了解硫铁矿焙烧过程的工艺条件。

2、炉气的净化【1、3】

(1) 炉气净化的方法：掌握炉气净化的基本方法及作用。了解旋风除尘、电除尘及文丘里除尘的工作原理。掌握旋风除尘、电除尘的特点及适用场合，文丘里的优缺点。掌握炉气中不分的危害，转化对水分的要求，干燥所用吸收剂、硫酸浓度的确定、干燥条件。(2) 炉气净化的工艺流程：了解水洗流程和酸洗流程的组成、优缺点。

3、二氧化硫的催化氧化【1、3】

(1) 二氧化硫氧化反应的化学平衡：掌握二氧化硫氧化反应及平衡转化率的表达式。(2) 二氧化硫氧化反应速度与催化剂：了解二氧化硫催化氧化机理；反应速度。了解二氧化硫氧化反应催化剂及活性组分、国内常用的催化剂。(3) 氧化工艺条件的选择：掌握确定反应温度的原则、二氧化硫初始浓度、最终转化率的选择。(4) 二氧化硫转化器：掌握多段间接换热式转化器的工作原理。了解多段冷激式转化器的工作原理。(5) 二氧化硫氧化的工艺流程：了解一次转化工艺流程。掌握二次转化工艺流程。

4、三氧化硫的吸收【1、3】

(1) 吸收原理：掌握三氧化硫吸收过程吸收剂的选择；吸收酸浓度、吸收酸温度、进塔气体温度的确定。(2) 吸收流程：了解浓硫酸吸收工艺流程。

5、三废治理【3】

了解硫酸生产过程产生的尾气、烧渣和废液的处理方法。

硝酸部分

1、氨的催化氧化制取一氧化氮【1】

- (1) 掌握氨氧化的化学反应、铂系和非铂系催化剂性能特点、氨氧化工艺条件选择。
- (2) 掌握氨氧化工艺流程及反应器。

2、一氧化氮的氧化【1、3】

- (1) 了解一氧化氮氧化反应的化学平衡、反应速度、影响因素。
- (2) 掌握一氧化氮氧化的工艺过程

3、氮氧化物气体的吸收【1、3】

- (1) 了解吸收反应平衡、平衡浓度以及吸收速度。
- (2) 掌握氮氧化物吸收条件的选择。
- (3) 掌握氮氧化物吸收流程。

4、稀硝酸生产工艺流程【1、3】

- (1) 掌握稀硝酸生产的常压法、加压法、综合法 3 种工艺流程。
- (2) 了解各种硝酸生产方法的技术经济指标。

5、尾气的治理和能量利用【1】

掌握尾气治理的催化还原法、溶剂吸收法、固体吸附法的原理。

6、浓硝酸的生产简介【1、3】

- (1) 由氨直接合成浓硝酸：掌握制造浓硝酸的生产过程和直接合成浓硝酸的工艺流程。
- (2) 间接法生产浓硝酸简介：了解浓硫酸法浓缩硝酸和硝酸镁法浓缩硝酸的生产方法。

第四章纯碱与烧碱

1、氨碱法制纯碱【1、3】

掌握氨碱法生产纯碱的主要生产步骤。

- (1) 石灰石的煅烧与石灰乳的制备：了解石灰石的煅烧反应和反应温度、氧化钙的消化反应；了解煅烧设备。
- (2) 盐水的精制与吸氨：了解盐水精制的目的、常用方法。了解盐水也氨及 CO_2 的化学反应、反应条件及主要设备。
- (3) 氨盐水的碳酸化：掌握氨盐水碳酸化的化学反应， Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- — H_2O 四元体系相图，P1、P2 代表的意义，碳酸化过程的工艺条件的分析。了解氨盐水碳酸化过程的反应机理，碳化塔的结构及操作。
- (4) 重碱的煅烧：掌握重碱煅烧反应及操作条件，了解煅烧设备、重质纯碱的制造。
- (5) 氨的回收：了解蒸氨的原理、母液的蒸馏设备及工艺条件。
- (6) 氨碱法制碱生产总流程：了解氨碱法制碱生产总流程。掌握氨碱法制碱的特点和总的反应式。

2、联合制取纯碱和氯化铵【1、3】

掌握联合制碱法中的制碱、制铵两个过程构成的循环。

- (1) 联合法制碱生产原理：掌握联合制碱循环生产原理，能将两个过程在示意相图（图 4-16）中标出。了解氯化铵结晶原理及相图分析。掌握循环过程中的三相工艺指标。
- (2) 联合制碱法工艺流程：了解联合制碱法工艺流程。
- (3) 联合法与氨碱法的比较：掌握联合法也氨碱法各自生产过程的优缺点。

3、烧碱【3】

识记食盐水溶液电解制取烧碱的反应，电解制碱的常用方法。

(1) 解过程的基本原理：识记民解过程的基本定律、阳极、阴极上发生的电极反应。了解理论分解电压、超电压、槽电压等定义。(2) 隔膜法电解的工艺流程：了解隔膜法电解的工艺流程及电解槽工作原理。(3) 烧碱溶液的蒸发和固碱的生产：了解多数蒸发器的蒸发流程、降膜法制固碱的流程。

第五章基本有机化工的主要产品

1、基本有机化学工业的原料【3】

识记天然气、石油、煤、农副产品等基本有机化学工业原料的特点。

2、乙烯系列主要产品【1、3】

(1) 聚乙烯：掌握低密度聚乙烯、线型低密度聚乙烯的性能特点及生产流程、工艺条件。(2) 环氧乙烷：掌握环氧乙烷的生产原理、催化剂性能特点、生产工艺条件及乙烯氧化法生产环氧乙烷工艺流程。(3) 乙醛：了解传统工业生产乙醛的主要方法；掌握乙烯液相直接氧化法生产乙醛的原理和工艺过程。

3、丙烯系列主要产品【1、3】

(1) 聚丙烯：了解低聚丙烯的性能特点、生产方法，掌握聚丙烯生产工艺过程、催化剂构成、工艺条件。(2) 丙烯腈：了解丙烯腈的生产方法，掌握丙烯氨氧化主副反应及工艺流程，所用催化剂构成，分析工艺参数对反应的影响。

4、碳四系列主要产品【1、3】

(1) 丁二烯：了解丁二烯的性能特点及用途；掌握丁烯氧化脱氢制丁二烯的化学原理、工艺条件、工艺流程。(2) 甲基叔丁基醚：掌握甲基叔丁基醚的生产方法、工艺条件、工艺流程。

5、芳烃系列主要产品【1、3】

(1) 苯乙烯：了解苯乙烯的基本性质、生产新技术；掌握催化脱氢制苯乙烯的化学原理、催化剂构成、工艺条件、工艺流程。(2) 对苯二甲酸：了解对苯二甲酸的基本性质、重要用途；掌握对二甲苯高温氧化制对苯二甲酸的化学原理、催化剂构成、工艺条件、工艺流程。

6、涤纶【1、3】

(1) 了解涤纶的优异性能和不足；(2) 掌握聚酯纤维的生产方法、工艺条件、工艺流程。

第六章天然气化工

1、天然气的组成与加工利用【1、3】

(1) 掌握天然气的组成与分类；(2) 掌握天然气的物理化学性质；(3) 了解天然气的加工利用途径。

2、天然气的分离与净化【1、3】

(1) 掌握天然气重力分离器的工作原理、工艺计算方法及重力分离器结构；(2) 掌握天然气旋风分离器的工作原理、工艺计算方法及旋风分离器结构；(3) 了解天然气溶剂吸收脱水的溶剂选择、脱水工艺流程、吸收塔工艺计算、溶剂再生系统操作条件确定；(4)

了解天然气固体吸附脱水的吸附过程、常用吸附剂、吸附过程、吸附脱水工艺流程、工艺计算；(5) 了解同时脱除水汽和含硫化合物的工艺过程。(6) 掌握天然气硫磺回收的化学原理、催化剂构成、工艺流程、硫磺回收率影响因素、硫磺回收尾气的处理。

3、天然气提氮【3】

(1) 了解氮的性质、用途和来源；(2) 了解天然气低温冷凝法提氮工艺流程、膜分离基本原理、膜分离工艺流程。

4、天然气制炭黑【3】

(1) 了解炭黑的性质与用途；(2) 了解炭黑的生产方法、天然气槽法炭黑生产工艺流程、天然气半补强炉法炭黑生产工艺流程。

5、天然气转化合成甲醇【1、3】

(1) 掌握甲醇的性质、用途及制备原理；(2) 掌握高压法合成甲醇生产工艺、低压法合成甲醇生产工艺、中压法合成甲醇生产工艺；(3) 了解合成甲醇的催化剂组成、工艺条件、定额消耗。

6、天然气制乙炔【3】

(1) 了解乙炔的性质及用途；(2) 了解部分氧化法生产乙炔的化学原理、工艺流程；(3) 了解电弧法生产乙炔的工艺流程。

7、天然气的氯化加工【3】

(1) 了解甲烷氯化物的性质和用途；(2) 了解甲烷的热氯化与光氯化反应机理、甲烷的氧化氯化化学原理；(3) 了解甲烷综合氯化生产工艺、甲烷氧化氯化工艺及四氯化碳生产工艺。

8、天然气的其他直接化学加工【3】

(1) 了解天然气合成氢氰酸的化学原理和工艺流程；(2) 了解天然气硝化制硝基甲烷的化学原理和工艺流程；(3) 了解天然气制二硫化碳的化学原理和工艺流程；(4) 了解天然气直接氧化制甲醛的化学原理和工艺流程；

第七章石油炼制

1、原油的组成与一般性质【1、3】

掌握原油的元素组成、馏分组成、烃类组成；了解原油中的非烃化合物、胶状沥青状物质、固体烃等。

2、原油预处理【1、3】

了解原油含盐含水的危害；掌握原油脱盐脱水基本原理、主要设备、工艺流程。

3、原油蒸馏【3】

了解原油常压蒸馏和减压蒸馏的区别和作用，掌握常减压蒸馏工艺过程及操作条件。掌握原油蒸馏馏分分布及其用途。了解蒸馏塔及加热炉主要结构。了解蒸馏设备防腐蚀措施。

4、延迟焦化【1、3】

掌握延迟焦化基本原理、工艺流程；了解主要操作条件和产品分布。

5、催化裂化【1、3】

了解延迟焦化与催化裂化的区别。掌握催化裂化主要反应特点及产品特点。了解裂化催化剂的主要类型、性质及成分。掌握各种化裂化工艺流程及其工艺参数对催化裂化过程的影响。了解提升管裂化反应装置主要结构及其作用。了解催化剂再生技术及能量回收。

6、加氢裂化【1、3】

了解加氢裂化工艺的优缺点；掌握加氢裂化基本原理、工艺流程、工艺条件。

7、加氢精制【1、3】

了解加氢精制的目的，加氢精制与加氢裂化的主要区别；掌握加氢精制的工艺流程、工艺条件。

8、电-化学精制【1、3】

了解电-化学精制的目的，掌握基本原理、工艺流程、工艺条件。

9、润滑油的使用性能与化学组成的关系【1、3】

掌握润滑油的粘度、粘温性能、低温流动性、抗氧化安定性等概念及其与润滑油化学组成的关系。【3】

10、丙烷脱沥青【3】

了解丙烷脱沥青的目的、基本原理、工艺流程及丙烷脱沥青过程的影响因素。

11、润滑油的溶剂精制【3】

掌握润滑油溶剂精制的目的、基本原理、溶剂选择、工艺流程及溶剂精制的影响因素。

12、润滑油的脱蜡【3】

了解润滑油的脱蜡的目的、溶剂脱蜡基本原理、溶剂选择、溶剂脱蜡工艺流程及溶剂脱蜡过程的影响因素。

13、润滑油的白土精制【3】

了解润滑油白土精制的目的、工艺流程及影响因素。

第八章石油产品加工

1、烃类裂解反应【1、3】

了解烃类裂解工艺的生产目的和各类化学反应原理，应用反应的标准自由焓变化来判断反应进行的可能性和难易程度。掌握裂解自由基反应机理。掌握各种烃类的裂解反应规律。

掌握各工艺参数对裂解反应的影响，认识动力学裂深度函数 KSF 及其作用。

2、烃类裂解炉【3】

了解管式炉裂解法的工艺过程、工艺参数及主要裂解炉型（如詹姆斯 SRT 型炉、三菱 M-TCF 倒梯台炉、凯洛格 MSF 裂解炉及斯通-韦勃斯特 USC 裂解炉）。

3、裂解气的压缩与净化【3】

了解裂解气一般组成情况及压缩与净化的目的，多段压缩工艺流程，酸性气体脱除的化学原理、工艺流程，裂解气脱炔的化学原理、工艺流程、工艺条件。

4、裂解气的分离【3】

了解裂解气深冷分离的各种工艺流程，乙烯精馏塔和丙烯精馏塔的操作条件。

5、催化重整【1、3】

了解催化重整的基本原理、重整过程的主要影响因素、典型工艺流程；掌握芳烃抽提工艺流程和芳烃精馏工艺流程。

6、裂解汽油加氢【3】

了解裂解汽油加氢基本原理、催化剂组成、工艺条件、工艺流程。

7、芳烃转化【3】

了解芳烃歧化和烷基转移化学反应原理、工艺流程；了解脱烷基制苯的热力学、动力学原理、催脱反应和热脱反应的影响因素，脱烷基制苯工艺流程；了解二甲苯异构化反应的影响因素和二甲苯异构化典型工艺流程。

第九章煤的化学加工

1、煤及其转化利用【3】

了解煤的组成、分类及我国煤炭资源；掌握煤的转化利用途径。

2、煤的气化【1、3】

(1) 了解原料煤的组成和性质对气化的影响；(2) 了解煤气化的化学原理、气化动力学；(3) 了解煤气化炉原理，各种气化炉的优缺点；(4) 掌握固定床气化法的气化炉及气化流程；(5) 了解沸腾床气化法和气流床气化法；(6) 了解煤气化联循环发电工艺流程。

3、煤的液化【3】

(1) 了解煤的间接液化——F-T 合成液化燃料的化学原理、催化剂组成和选择、反应器类型、工艺流程、影响因素；(2) 了解煤的直接液化技术、HRI 催化两段液化工艺及影响因素；(3) 了解煤油共处理工艺基本原理；(4) 了解甲醇转化制汽油的反应机理。

4、煤的焦化【3】

(1) 了解煤的成焦过程；(2) 了解配煤原理和焦炭质量，我国炼焦煤配比的选择及配煤指标；(3) 了解现代焦炉：焦炉构造、焦炉的炉型：炼焦新技术：捣固炼焦、型煤配煤法、煤干燥预热、干法熄焦。(4) 了解煤气燃烧物料计算、焦炉热量平衡计算，炼焦化学产品性质和产率，化学产品回收工艺。

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

表 1 教学环节及学时分配

章	学时分配					合计
	讲课	习题课	实验课	讨论课	其他	
1	4					4
2	3					3
3	3	1				4
4	2					2
5	4					4
6	3	1				4
7	4					4
8	3					3
9	3	1				4
合计	29	3				32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况(10%)、课堂的基本表现(含课堂测验)(10%)和作业情况(10%)。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 2。

表 2 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整, 解题思路清晰, 字迹工整, 答案准确。	作业内容完整, 思路清晰, 答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨, 思路清晰, 结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨, 结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：邓积光

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“结构化学”课程教学大纲

英文名称: Structural Chemistry

课程编码: 0005220

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 无机化学, 有机化学

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1]周公度等编著.《结构化学基础》(第五版).北京大学出版社,2017年5月

[2]孙宏伟编著.《结构化学》.高等教育出版社,2016年11月。

一、课程简介

结构化学是在原子、分子的水平上研究原子、分子、晶体的微观结构、运动规律以及物质微观结构和其性能间的关系的一门基础学科。结构化学的迅猛发展以及结构化学与其它学科的交叉渗透,使其在化学相关领域内占有十分特殊的地位,对材料科学、化工、生命科学等化学相关学科的研究都起着十分重要的作用。《结构化学》课程是化学相关专业重要的理论基础课程。本课程的任务是使学生掌握微观物质运动的基本规律,获得原子、分子和晶体结构的基础理论、基本知识,了解物质结构与性能的相互关系,掌握研究物质结构的基本手段和原理,培养和提高学生辩证唯物主义世界观以及从结构的角度分析问题和解决问题的能力,为后继课程和科学研究打下必要的理论基础。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是应用化学专业本科的专业任选课程。本课程在“无机化学”“有机化学”学习的基础上,对结构化学的基础理论、基本知识和研究方法予以较系统的讲授,要求学生掌握微观物质运动的基本规律,获得原子、分子和晶体结构的基础理论、基本知识,了解物质结构与性能的相互关系,掌握研究物质结构的基本手段和原理,为今后学习相关专业课程以及从事科研、教学、生产和开发工作建立比较牢固的结构化学基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

对毕业要求1, 结构化学属于化学专业类的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生运用基本知识和理论进行比较判断, 选择正确方法, 解决难度较大的问题。

对毕业要求2, 培养学生掌握基本的创新方法, 从物质结构与性能的相互关系入手, 提高分析问题和解决问题的能力。

对毕业要求5, 通过本课程的学习, 能够根据需要选择合适的分析手段, 并根据要求设计方案进行复杂结构性能的预测和模拟, 并能够对其进行分析和解释。

2. 课程目标

(一)教学目标: 总的教学目标是: 通过本课程的学习, 使学生正确理解并掌握量子力学的主要基本假设, 学习应用量子力学原理处理问题的步骤, 掌握轨道理论的意义、性质

及求解要点，提高对原子结构的认识，为进一步学习专业课程奠定必要的基础；培养学生运用微观结构的观点和方法，分析、解决化学问题的能力，从本质上把握物质之所以能够表现出各种各样性质的结构根源，了解各种结构所必然表现出的性能；培养学生运用结构化学知识发现问题和解决问题的能力，培养学生以微观结构的观点和方法观察物质的变化，对一些涉及结构化学的实际问题有初步分析的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1	2	5
1	掌握结构化学基本概念和基本理论	●	◎	◎
2	掌握运用结构化学知识分析、描述、解决相关结构化学问题的能力	●	●	●
3	掌握以微观结构的观点观察物质的变化，对涉及结构化学的各种实际问题有初步分析的能力	●	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

（二）**育人目标**：在本课程的教学过程中适当加强量子力学和结构化学科学史教学，使学生认识结构化学的发展，了解结构化学在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养和提高学生辩证唯物主义世界观，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章绪论	1.结构化学研究的主要内容▲ 2.结构化学发展历史与 Nobel 奖▲ 3.学习结构化学的重要性▲ 4.结构化学课程的特点及学习方法	√ √		
第二章量子力学基础	1.微观粒子的运动特征▲ 2.量子力学基本假设▲ 3.势箱中运动的粒子▲★	√ √	√ √	√ √
第三章原子结构	1. 单电子原子 Schrödinger 方程及其解▲★ 2. 量子数的物理意义▲ 3. 波函数和电子云的图形 4. 多电子原子结构▲★ 5. 电子的自旋与 Pauli 原理▲ 6. 多电子原子状态▲ 7. 原子光谱项★	√ √	√ √	√ √

第四章分子结构 I	1. 氢分子离子结构▲ 2. 分子轨道理论▲ 3. 双原子分子结构▲ 4. 多原子分子结构 5. 价键理论	√ √	√ √	√
第五章分子结构 II	1. Hückel 分子轨道理论▲★ 2. 电荷密度、键级、自由价和分子图 3. 分子轨道对称性守恒原理▲	√	√	√
第六章分子对称性	1. 对称操作和对称元素▲ 2. 群的基础知识 3. 分子点群▲ 4. 分子的对称性及分子性质▲★	√	√	√
第七章晶体结构	1. 晶体学基础▲ 2. 晶体的宏观对称性及 32 点群	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：课堂教学主要是使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些实际问题中。讲授过程中要注意对其中的一些基本方法核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。讲授过程中特别注意以下几点：

1. 注意理论联系实际，追踪热点话题。通过将结构化学基础理论知识跟人们的日常生活联系起来，并结合当前社会热点话题来阐述结构化学知识的重要性，以此来激发学生学习结构化学知识的兴趣。

2. 结合专业背景，紧跟学科前沿。把结构化学跟学生所学的专业紧密结合起来，让学生了解结构化学跟其它相关学科之间的联系以及结构化学课程对其所学专业的重要性，以此来调动学生学习结构化学的积极性。

3. 应用计算化学软件，提高教学效果。计算化学软件的应用有利于学生理解复杂的结构化学结构与图谱，并增加了学生探索化学微观世界的兴趣。

2.学习方法：学生学好结构化学的方法是课前预习、课后归纳总结，力求把书“从厚读薄”；其关键点是：

1. 抓住基本概念、力求明确清晰；
2. 总结基本原理、力求贯穿主线；
3. 掌握主要机理，力求举一反三；
4. 阅读参考书籍，力求将书读薄；
5. 适当多做习题，力求熟悉规律。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	量子力学基础	6					6
第三章	原子结构	8					8
第四章	分子结构 I	4					4
第五章	分子结构 II	4					4
第六章	分子对称性	4					4
第七章	晶体结构	4					4
合计		32					32

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%（作业 20%，其他 20%），大作业考察 60%。

平时成绩中的 20%主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；其余的 20%主要是作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

大作业考察是对学生学习情况的全面检验，考核学生运用所学知识解决问题的能力。强调考核学生对有机化学基本概念、基本方法、基本理论的掌握程度。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容
作业	20%	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2 达成度的考核。
随堂练习	20%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2 达成度的考核
大作业考察	60%	对规定内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案较准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求

随堂练习	随堂练习的参与度,完成度和准确率均较高	随堂练习的参与度,完成度和准确率高	课上基本参与了随堂练习	不满足 C 要求
大作业考察	依据大作业答题情况	依据大作业答题情况	依据大作业答题情况	不满足 C 要求

制定者: 苏冬冬

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“物理化学研究方法（双语）”课程教学大纲

英文名称: Research methods of physical chemistry (Bilingual course)

课程编码: 0008578

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 无机化学、大学物理和物理化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 李钊, 李文超. 冶金与材料近代物理化学研究方法 (上). 冶金工业出版社, 2018 年 9 月

[2] 李钊, 李文超. 冶金与材料近代物理化学研究方法 (下). 冶金工业出版社, 2020 年 9 月

一、课程简介

本课程为应用化学专业的专业限选课程, 其上承接物理化学, 下承接生产实习和毕业设计(论文)等重要环节。主要讲授物理化学研究相关的试验技术, 研究物理化学过程的变化和规律的方法, 为工作实习和毕业论文打下基础。是一门具有鲜明专业特色的选修课程。是一门专业性很强理论结合实践的专业课程。课程采用双语讲授并有相关实验实际操作, 属于提高学生综合素质课程。本课程是在物理化学的基础上, 结合试验手段, 系统介绍高温试验设计、真空技术和水热及溶剂热反应试验技术等基本试验、测量技术等, 以及物理化学研究需要的专业文献调研方法和科技写作要点。课程还介绍课题研究中常采用的一些现代物理化学检测技术, 包括热分析技术, 衍射分析技术, 电子显微技术等重要检测手段。通过基本试验技术训练达到巩固热力学研究过程的平衡条件和极限概念, 了解动力学的唯象研究方法。和物理化学的研究从宏观, 到介观、微观, 相对较全面展现的方法。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是化学化工类专业学科的选修课, 尤其对于应用化学专业是承接基础课和生产实习和毕业设计(论文)的衔接课程之一。旨在完成系列四大化学课程后, 引导学生在理论学习和试验教学的基础上, 进行系统的学习。并通过文献调研与科技写作的训练以及不同物理化学试验技术的掌握, 包括高温、真空和高压操作和现代物理化学仪器分析技能(如热分析、物相分析和显微形貌和成分分析技术等)。作为从文献调研, 到课题提出, 试验初步探索到最后总结报告, 全套的研究过程的真实模拟。除了学习知识外, 还要学习从特殊到一般, 和从一般到特殊的演绎和归纳推理研究方法; 给学生提供参与设计实验反应系统的机会, 培养其创新意识, 并为以后的工程意识和能力培养打下基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求（1）物理化学研究方法课程是化学类专业的方法课程，培养以数学物理为基础，研究化学问题方法。掌握这门学科内容，能够将数学、自然科学、工程基础和应用化学专业知识用于解决复杂工程问题。

毕业要求（2）物理化学研究方法课程作为原理性基础课补充主要培养能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。

毕业要求（3）物理化学研究方法课程作为学习解决问题的专业方法之一，培养设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

毕业要求（4）物理化学研究方法课程能够培养基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

毕业要求（5）物理化学研究方法课程思维体系支持培养能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

毕业要求（6）物理化学研究方法课程知识体系能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

毕业要求（7）物理化学研究方法课程知识体系能够可促进理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

毕业要求（8）物理化学研究方法涉及的学科发展历史教育可培育具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

毕业要求（9）物理化学研究方法课程涉及的学科发展历史教育可培养能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

毕业要求（10）物理化学研究方法课程中的双语部分和互动交流环节可促进能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

毕业要求（11）物理化学研究方法课程的案例教学可促进理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

毕业要求（12）物理化学研究方法课程的案例与作业分析教学可协助培养具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

2.课程目标

（一）**教学目标：**总的教学目标是，使学生掌握物理化学学科的研究方法，了解从文献调研，到试验研究和观察测量，最后总结归纳、撰写科技报告课题研究全过程。系统地学习物理化学研究过程中三个极限状态的研究方法，高温过程、真空低压过程、高压过程（水热、溶剂热过程）。对近代物理化学研究手段中的热分析、X射线物相分析和电子

显微分析技术进行系统地学习和初步实践，达到增强实践技能和系统分析问题能力，体验研究实现化学过程的乐趣。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	掌握物理化学的基本研究方法，从文献调研，试验设计，数据分析到总结归纳、撰写报告。	◎	●	●	●	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○
2	掌握相关物理化学的实验理论基础与实验技能	◎	●	●	●	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○
3	增强理论结合实际能力，利用物理化学原理和方法分析学到的其他化学学科的知识	◎	●	●	●	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○
4	培养对化学系统的综合分析能力和面对复杂化学系统解决问题的交流和团队协作能力。	◎	●	●	●	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

（二）育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲） 难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章信息搜集与调研报告撰写					
第 1 节文献检索概述	四大索引检索，文献的前后溯源▲，科技写作 ★	√		√	

第2节计算机技术与化学	计算机技术发展，材料化学的重要影响★	√		√	
第3节计算机在化学中应用	计算化学概述	√	√	√	
第4节化学信息学	化学信息的分类处理，化学信息利用*，AI与化学结合	√	√	√	√
第5节手机与化学	手机化学信息，半导体，便携储能*	√	√	√	
第6节专业写作辅导	专业文章、报告类型，写作出版规范解读，案例分析	√	√	√	√
第二章合成实验基本技能					
第1节实验室安全概述	实验室安全管理规范讲解▲，案例分析	√			√
第2节实验室气体安全使用	高压气体使用运输规范▲，案例分析	√	√		√
第3节高温获得	电热体选择及电热功率计算▲，测温热电偶的选择▲，耐火保温材料的选择▲，坩埚的选择与使用▲，相图在高温材料选择时的参考作用*，热电偶的焊接与校正▲，气氛对使用部件的影响*、光学高温计的使用	√	√	√	√
第4节真空获得	真空的基本概念，真空获得，几种典型的真空泵的工作原理▲，真空范围和真空操作*，真空的测量▲，典型真空系统的工作与维护▲	√	√	√	√
第5节高压的获得与气体的净化	自压型高压釜的安全操作▲，气体反应釜的安全操作，气体净化的原理与应用*	√	√	√	
第三章综合热分析					
第1节差热分析	差热分析原理▲，设备结构，测试条件选择*，应用举例	√	√	√	√
第2节热重分析	热重分析原理▲，设备结构，测试条件选择*，应用举例	√	√	√	√
第3节示差扫描量热分析	示差扫描量热分析原理▲，设备结构，测试条件选择*，应用举例	√	√	√	√
第4节综合热分析	热分析—质谱联用分析原理，热分析的虚拟演示训练，案例分析*	√	√	√	√
第四章 x 射线分析技术					
第1节 x 射线衍射概述	x 射线产生原理，x 射线与样品的相互作用，Bragg 衍射方程▲，倒易点阵与倒空间▲，厄瓦德球与衍射*，结构消光]	√	√		
第2节粉末 x 射线衍射的分析	衍射峰型信噪比影响，衍射粒度分析▲，定量测量★	√	√	√	√
第3节 x 射线相关分析技术	光源对比，单晶衍射，光电子能谱，吸收谱，貌相学，断面成像，荧光光谱分析★	√	√	√	
第4节综合案例分析	物理化学研究中的综合案例▲	√	√	√	√
第五章扫描电子显微分析技术					
第1节电子样品相互作用	电子与原子相互作用▲，电子与样品相互作用，入射电子，二次电子▲，背散射电子▲，吸收电子，x 射线▲	√	√		
第2节电子光学系统与真空系统	电子光源▲，电磁透镜，聚光镜，物镜，扫描	√	√		

	线圈, 真空系统				
第3节信号收集与处理系统	二次电子探头与信号处理▲, 背散射电子探头设计与信号处理▲, 能谱分析原理与探测分析原理★。	√	√	√	√
第4节综合案例分析	样品信号原位综合分析▲, 水相图在低真空含水样品的冷冻干燥模式的应用*	√	√	√	√
第六章透射电子显微分析技术					
第1节透射电子光学系统	阿贝成像原理, 形貌与衍射电子光路对比▲, 明场与暗场★	√	√		
第2节成像原理	质厚衬度与复型样品▲, 衍射衬度▲, 形貌与明暗场像分析, 弱束像	√	√		
第3节高分辨分析方法	高分辨像成像条件*, 位错分析*, 傅里叶变换与滤波▲	√	√		
第4节分析型电镜	扫描透射电镜的工作原理*, 波谱分析▲, 电子能量损失谱▲, 能量滤过成像*, Z 衬度像	√	√		
第5节电镜综合案例应用分析	案例分析	√	√	√	√
第七章综合应用案例分析					
第1节综合应用案例课堂	综合案例, 教师讲, 学生提问	√	√	√	√
第2节综合应用案例反转课堂	综合案例, 反转课堂学生讲, 教师学生提问	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点, 采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2.学习方法: 根据课程及学生学习特点, 给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第0章	引论	2	0	0	0	0	2
第一章	信息搜集与调研报告撰写	3	0	0	0.5	0	3.5
第二章	合成实验基本技能	4	0	0	0.5	0	4.5
第三章	综合热分析	4	0	0	0.5	0	4.5
第四章	x 射线分析技术	5	0	0	0.5	0	5.5
第五章	扫描电子显微分析技术	3	0	0	0.5	0	3.5
第六章	透射电子显微分析技术	4	0	0	0.5	0	4.5
第七章	综合应用案例分析	4	0	0	0	0	4
合计		29	0	0	3	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%，期末考察大作业 70%。

平时成绩中的 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂讨论记录）情况。主要反映学生在所学理论指导下的综合分析实际问题，并根据所学理论解决所布置专题任务的能力：掌握数学物理语言的描述反应，应用所掌握的方法来实现对反应机理或者对动态反应过程的推断与描述。引导学生发挥潜力，尽量自己利用假设找出初始条件和边界条件。培养学生在解决问题过程中交流能力（口头和书面表达）、协作能力、组织能力。

期末大作业是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度基础上考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，实际运用文献调研，抽提出合成问题，分析方法的恰当运用和趋势总结与提升能力。

本课程考查与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容
作业	15	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	15	课堂练习参与度及其完成质量
考核大作业	70	对规定考核内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，思路清晰，符合科技文献标准，结论准确。	作业内容完整，思路清晰，结论正确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求
考核大作业	大作业内容完整，问题提出明晰，解决思路清晰，符合科技文献标准，结论准确。	作业内容完整，思路清晰，结论正确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求

制定者：敬林

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“化学与化工专业英语”课程教学大纲

英文名称: Specialized English for Chemistry and Chemical Engineering

课程编码: 0005752

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业本科生

先修课程: 大学英语, 有机化学, 无机化学, 物理化学, 化工原理

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1]胡鸣,刘霞.《化学工程与工艺专业英语》.化学工业出版社,1998 年 8 月

[2]刘宇红.《化学化工专业英语》.中国轻工业出版社,2015 年 8 月

[3]邵荣《新编化学化工专业英语(第二版)》.华东理工大学出版社,2017 年 8 月

一、课程简介

化学与化工专业英语是面向应用化学专业本科生的一门专业选修课。教学内容 32 学时, 内容包含三部分, 第一部分为专业英语单词介绍(元素与周期表、无机有机化合物命名等), 科技英语翻译方法(词类转换、句子成分转换、词序转变、被动语态、后置定语、长句的译法等)和讲解构词方法等内容; 第二部分为根据具体科技文章来进行阅读与翻译训练; 第三部分科技论文的写作(主要是英文摘要的撰写技巧)等内容。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 随着中国化学工业的发展, 社会对化学化工人才的素质要求越来越高。为了适应科学进展的趋势, 化学与化工专业英语是高等学校化学与化工专业设置的一门重要课程, 旨在拓宽学生的专业词汇和阅读写作能力, 从而为将来能够就各种专业问题与业界同行有效沟通交流或者为将来学术论文的阅读、写作和交流以及化学化工研究打下坚实的基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 2, 培养学生利用化学与化工专业英语提高通过文献研究分析复杂工程问题的能力, 以获得有效结论。

毕业要求 4, 培养学生利用化学与化工专业英语设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

毕业要求 10, 培养学生利用化学与化工专业英语就复杂工程问题与国际业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野, 能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 本课程的总体目标是使学生理解掌握化学化工专业英语中的基本概念, 基本单词, 语法要求和其他基本知识, 掌握必要的化学化工专业英语阅读和写作能力。具体可分为以下子目标, 为毕业要求第 2、4、10、12 的实现提供支持。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	帮助学生拥有能阅读化学化工相关英文文献的能力,同时使学生能对各类常见化合物的名称看得懂、说得对、写的对。	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◎	◎	◎	⊙	●	⊙	⊙
2	帮助学生更方便更快地学习更多的现代化学基础知识和开拓学生视野与外界进行更好的交流,为以后在相关领域工作打下坚实基础	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◎	◎	◎	⊙	●	⊙	⊙

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ⊙: 表示有弱相关关系

(2) 育人目标: 在本课程的教学过程中适当拓宽学生的未来视野, 培养学生利用自己的专业知识, 浸润在全球范围科技知识的海洋里, 获得构筑未来世界的新视野。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)	
		1	2
第 1 章 概论	科技英语的概念, 科技英语的主要特点, 科技英语翻译标准, 翻译过程▲★	√	
第 2 章 科技英语构词法	转化法▲, 派生法▲, 合成法▲, 压缩法, 混成法, 符号法, 字母象形法	√	√
第 3 章 词类转换	名词▲, 动词▲, 形容词▲, 副词, 介词	√	
第 4 章 长句与语法	句子成分划分▲★, 被动语态, 后置定语▲	√	√
第 5 章 专业文章阅读与翻译	专业词汇的运用▲, 句子的写法及翻译▲	√	√
	1. What is Chemistry	√	√
	2. Molecular Structure	√	√
	3. Analysis in Chemistry	√	√

	4. The Mechanism of Chemical Reactions	√	√
	5. What is Liquid	√	√
	6. The Name of Chemical Substances	√	√
	7. Titrimetric Methods of Analysis	√	√
	8. Heat Transfer in Chemical Industry	√	√
	9. Chemistry and Electricity	√	√
	10 Chemistry and Materials	√	√
第 6 章 科技论文的写作	科技论文的结构▲, 写作要点, 注意事项	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法: 课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些化学化工基本概念、基本单词和基本方法。特别是通过讲授, 使学生能够对这些基本概念和构词、翻译方法有更深入的理解, 使之有能力将它们应用到一些实际阅读中。用多媒体课件, 配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中, 可由常用和实际的问题引出概念, 自然进入相关内容的讲授。

2. 学习方法: 通过多读、多说、多听、多写使学生对化学与化工专业英语词汇和语言习惯不再陌生, 适当引导学生运用专业英语知识阅读外文书籍和文献资料, 培养和提高自学能力。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	概论	2	0	0	0	0	2
第二章	科技英语构词法	1.5	0.5	0	0	0	2
第三章	词类转换	1.5	0.5	0	0	0	2
第四章	长句与语法	3.5	0.5	0	0	0	4
第五章	专业文章阅读与翻译	18	0	0	2	0	20
第六章	科技论文的写作	1.5	0	0	0.5	0	2
合计		28	1.5	0	2.5	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30% (作业、课堂表现等 20%, 考勤 10%), 期末考试 70%。

期末成绩占 70%。主要反映学生在所学知识指导下如何应用的能力, 考查其掌握本课程所学专业英语的程度, 应用所掌握的方法阅读文献的能力。引导学生发挥潜力, 培养学生在专业方面的交流能力、口头和书面表达、写作能力。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤情况、课堂的基本表现 (含课堂测验)、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
考勤	10	学生出勤率及迟到早退情况，对应毕业要求 8、9 达成度的考核
随堂问答与测验	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 2、4、10 达成度的考核
期末成绩	70	对规定考试内容理解能力，掌握的情况，对应毕业要求 2、4、10、12 达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：王乃鑫

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“传递原理”课程教学大纲

英文名称: Transfer Processes in Chemical Engineering

课程编码: 0009690

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学本科生

先修课程: 物理化学、化工原理、化工热力学

教材及参考书:

[1] 陈涛, 张国亮主编. 《化工传递过程基础》. 化学工业出版社. 2018.07

[2] 谢舜韶, 谷和平, 肖人卓编著. 《化工传递过程》. 化学工业出版社. 2008.01

[3] R. Byron Bird. 《Introductory Transport Phenomena》. WILEY. 2014.12

一、课程简介

《传递过程原理》是针对化学过程和工艺方向的必修课, 是一门探讨自然现象和化工过程中动量, 热量和质量传递速率的课程。化学工程中各个单元操作均被看成传热、传质及流体流动的特殊情况或特定组合, 对单元操作的任何进一步研究, 最终都是归结为这几种传递过程的研究。将化工单元操作(化工原理)的共性归纳为动量、热量和质量传递过程(“三传”)的原理系统的论述, 将化学工程的研究方法由经验分析上升为理论分析分析方法。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 该课程的学习有助于学生深入了解各类传递过程的机理, 为改进各种传递过程和设备的设计, 操作和控制提供理论基础; 为今后的科学研究提供各种的基础数学模型; 为速度、温度和浓度分布及传递速率的确定提供必要的帮助, 为分析和解决过程工程和强化设备性能等问题提供坚实的理论基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 1: 培养学生将有机化学、物理化学、化工原理、化工热力学等课程所学内容应用于化工生产过程中动量、热量和质量传递原理分析, 提高学生解决复杂工程问题的能力。

毕业要求 2: 培养学生利用化工传递过程基本理论和数学模型等方法分析不同的系统的传递过程, 优化传递参数。

毕业要求 3: 针对某一具体化工传递过程, 能够利用所学理论和数学模型设计和优化系统的传热和传质设计。在筛选、计算和设计环节充分体现费用最优、环境影响最小等原则。

毕业要求 4: 培养学生基于传递过程的基本理论, 能够正确的分析和简化三传基本微分方程, 对复杂的实际情况能够建立必要的数学模型进行研究, 包括实验设计分析与解释数据, 并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

毕业要求 6: 能够基于传递原理相关知识进行合理分析, 评价专业化工生产过程中复杂

的工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

毕业要求 7:能够理解和评价针对化工生产过程对环境、社会可持续发展的影响。

2. 课程目标

(1) **教学目标：** 写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	侧重于熟悉掌握传递过程的各种基本理论；正确的提供所求强度量的分布规律及传递速率表达式	●	●	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	○
2	掌握传递过程的微分方程并达到能够熟练地运用方程的水平	●	●	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	○
3	能够正确地分析和简化三传基本微分方程；对实际情况建立必要的数学模型	●	●	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	○
4	了解传递过程的发展趋势和其在化学工程中的具体运用领域	○	●	◎	◎	○	●	●	◎	○	○	○	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) **育人目标：** 通过本课程的学习，使学生更深入的了解存在于各种单元操作过程中的传递现象；系统掌握各种传递过程的机理和传递方程的建立，为今后从事各种传递过程和设备的设计、操作和控制工作提供理论基础；为今后从事速度、温度和浓度场的科学研究提供理论模型。同时培养学生认识科学在社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章传递过程概论	流体流动导论，热量、动量和质量传递过程的类似性▲，传递过程的衡算方法★	✓	✓		
第二章传递微分方程在动量传递中的应用	动量传递概论和动量传递微分方程▲，动量传递微分方程的若干解（包括平壁间和平壁面上的稳定流层▲、圆管与套管环隙间的稳态层流▲、爬流▲、势流▲★），边界层流动★，湍流的介绍及其运动	✓	✓	✓	✓

	方程▲（无界固体壁面上的稳态流动、圆管中的湍流、平板壁面上湍流）				
第三章传递微分方程在热量传递中的应用	热量传递的基本方式▲, 能量方程▲★; 热传导(稳态热传导▲★, 不稳态热传导), 对流传热(对流传热机理▲, 平板壁面对流传热★, 管内对流传热, 自然对流传热)	√	√	√	√
第四章传递微分方程在质量传递中的应用	物质传递概论, 传质微分方程▲★, 通用速率方程▲, 气体中的分子扩散★, 液体中的分子扩散, 固体中的扩散, 伴有化学反应的分子扩散, 对流传质机理▲, 平板壁面对流质▲★, 管内对流传质, 对流传质模型	√	√	√	√
第五章三种传递现象同时进行	热量与质量同时传递过程▲, 平板壁面层流边界层同时进行动量、热量和质量传递过程★		√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法: 以讲授为主, 学生展示讨论为辅。课堂教学重点使学生掌握课程教学内容中基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授, 使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解, 使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析, 使学生能够掌握其关键。使用多媒体课件, 配合板书和范例演示讲授课程内容。适当引导学生阅读外文书籍和资料, 知识运用, 分析总结与表述。

2. 学习方法: 明确各个学习阶段的重点任务, 做到课前预习, 课中认真听课, 积极思考, 课后认真复习, 不放过疑点, 充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材, 适当选读参考书的相关内容, 从系统实现的角度, 深入理解概念, 掌握方法的精髓和算法的核心思想, 不要死记硬背。特别重视课内讨论交流, 在老师指导下进行学习。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	传递过程概论	2	0	0	0	0	2
第二章	传递微分方程在动量传递中的应用	10	1	0	1	0	12
第三章	传递微分方程在热量传递中的应用	6	1	0	1	0	8
第四章	传递微分方程在质量传递中的应用	5	1	0	0	0	6
第五章	三种传递现象同时进行	3	1	0	0	0	4
合计		26	4	0	2	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业 15%，课堂讨论 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中的作业 15%主要根据学生独立完成作业的情况；课堂讨论 15%反应学生的课堂表现、对知识的理解、总结和表达能力。

期末考试为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容
课堂讨论与出勤	15	课堂练习参与度及其完成质量
作业	15	学生对课堂知识的掌握和了解
考试成绩	70	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准			
	A	B	C	D
	85~100	70~84	60~69	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	提交 ppt 并作介绍，内容准确，表达清楚，思路清晰，积极参与研讨，结合讲授内容能够给出准确观点。	提交 ppt 并作介绍，表达清晰，参与研讨，结合讲授内容能够给出观点。	提交 ppt 并作介绍，观点正确，参与研讨。	不满足 C 要求

制定者：刘巧鸿

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“绿色化学概论”课程教学大纲

英文名称: Introduction for Green Chemistry

课程编号: 0005749

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学、环境工程、环境科学专业、材料科学和材料工程等

先修课程: 无机化学、分析化学、物理化学、有机化学

使用教材及参考书：

- [1] 胡常伟等，绿色化学原理及应用，中国石化出版社，2007 年
- [2] 仲崇立著，绿色化学导论，化学工业出版社，2000 年
- [3] 纪红兵，余远斌，绿色氧化与还原，中国石化出版社，2005 年
- [4] Paul T. Anastas, John C. Warner, Green Chemistry—— Theory and Practice, Oxford University Press, 1998

一、课程简介

绿色化学是针对传统的化学工业对环境造成的化学污染而提出并发展起来的新学科。因此，其核心内涵是在反应过程和化工生产中，尽量减少或彻底消除使用和产生有害物质。绿色化学的着眼点是使污染消灭在生产的源头，使整个合成过程和生产工艺对环境友好，是治本、治根，是从根本上消除污染的对策。也就是说，绿色化学是利用化学原理在化学品的设计、生产和应用中即消除或减少那些对人类健康、社区安全、生态环境有毒有害物质的使用和产生，设计和研究没有或只有尽可能小的环境负作用的、并在技术上、经济上可行的化学品和化学过程。然而，没有一种化学物质是完全良性的，或多或少地有负作用。那么，绿色化学就要求尽可能小的负作用。因此，“绿色化学”是一个理想、也是一个目标。

二、课程地位和教学目标

1. 课程地位：本课程是专为应用化学、环境工程、环境科学专业、材料科学和材料工程等涉及化学学科的相关专业的本科生开设的实践环节选修课。本课程支撑相关培养目标是：

目标 1：有良好的人文修养、道德水准、社会责任感和爱国主义情怀。

目标 2：具有扎实的数理基础知识、良好的实验技能和科学思维方法。

目标 3：掌握化学化工基础知识和基本理论，掌握化学的实验技能，初步掌握化工设备和工艺的调节和设计方法

目标 4：具有创新意识和实践能力，初步掌握化学化工研究或化学品设计开发、生产应用等的方法和手段，具备发现、提出、分析和解决化学化工及相关学科问题的能力。

目标 5：具有国际化的视野，具备团队协作和管理能力，以及自主学习和自我发展的能力，能够适应科学技术和经济社会发展。

2. 课程目标

(1) 教学目标：旨在为上述专业的本科生介绍绿色化学化工的基本原理、规律、方法 and 应用。要求学生通过学习本课程，掌握、了解绿色化学化工的基本概念，基本原则和基本方法，并在研究、工作和学习过程中予以体现。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		1	2	3	4	5
1	认识和了解绿色化学在环境保护和可持续发展战略中的重要地位	●	◎	◎	◎	⊙

2	理解和掌握绿色化学化工的基本原理、规律、方法	●	◎	◎	◎	◎
3	利用绿色化学化工的基本原理和方法, 分析、评价和解决化学化工及相关工程与应用领域内的绿色化学问题	●	◎	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

(2) 育人目标: 本课程培养具有高度的社会责任感, 良好的科学素养, 系统地掌握绿色化学化工的基本概念, 基本原则和基础研究方法, 培养创新意识和实践能力, 使学生具备利用绿色化学化工的基本原理和方法, 分析、评价和解决化学化工及相关工程与应用领域内的绿色化学问题的基本能力。

三、课程教学内容及要求

本课程主要内容包括利用绿色化学原理在化学品的设计、生产和应用中即消除或减少那些对人类健康、社区安全、生态环境有毒有害物质的使用和产生, 设计和研究没有或只有尽可能小的环境负作用的、并在技术上、经济上可行的化学品和化学化工过程。重点在于绿色化学的基本原理、原则和方法的理解和掌握。难点在于如何在现实化学化工生产、研究中应用、贯彻和实施这些绿色化学基本原理、原则和方法。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 绪论—环境保护和可持续发展呼唤绿色化学				
第1节 地球生物圈的破坏及人类所面临的十大突出环境问题	环境问题的迫切性和人类面临的十大突出环境问题▲	√		√
第2节 造成严重环境污染的原因及主要对策	环境污染的原因及国内外的相关对策	√		√
第3节 化学工业结构调整与产业升级的对策研究	化学工业面临产业的结构调整和产业升级对策★	√		√
第二章 绿色化学化工的基本原理及原则				
第1节 绿色化学化工概述	绿色化学化工的相关概念	√	√	√
第2节 绿色化学的目标	原子经济性和零排放★	√		√
第3节 绿色化学化工发展的沿革和研究现状	发展的历史沿革和研究现状	√		√
第4节 绿色化学的主要研究内容	绿色化学的主要科学问题，原子经济性反应，原料、产品、转化反应和试剂以及反应条件和催化剂的绿色化▲	√	√	√
第5节 绿色化学化工的任务和十二条原则	绿色化学绿色化学化工的任务和绿色化学十二条原则▲，绿色化学教育	√	√	√
第三章 设计安全无毒化学品的基本原理方法				
第1节 设计安全化学品的一般原理	化学品毒性机理	√	√	√
第2节 设计安全化学品的技术	设计全新化学品代替非安全化学品阻断或减少吸收的技术，分子修饰阻断或减少吸收，构效关系，基团贡献法，等电排置换技术，软化学设计▲	√	√	√

第四章 设计安全无毒化学品的应用				
第1节 用硅对碳进行等电排置换设计更加安全的化学品	硅对碳的等电排置换设计 and 应用▲	√	√	√
第2节 设计可生物降解的化学品	生物降解的原理，化学品结构与生物降解性的关系，基团贡献法预测生物降解性，设计实践▲	√	√	√
第五章 研究绿色化学的方法				
第1节 催化剂的作用、绿色化学与催化	催化剂在化学中的作用，绿色化学与催化剂的关系▲	√	√	√
第2节 高效无害催化剂的设计	绿色催化剂的设计方法*	√		√
第3节 绿色化学的研究方法	反应原料、反应试剂、反应溶剂的绿色化，反应过程的监控和强化*	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

- 教授方法：**“课堂讲授”为主（30 学时），讨论（2 学时）和自学（课外 10）为辅。
- 学习方法：**课内以知识为载体，传授绿色化学的相关思想和方法，讨论和自学以相应主题引导学生理论联系实际自主加深相关原理和研究方法的学习。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论—环境保护和可持续发展 呼唤绿色化学	2	0	0	2	2	6
第二章	绿色化学化工的基本原理及原则	8	0	0	0	2	10
第三章	设计安全无毒化学品的基本原理方法	8	0	0	0	2	8
第四章	设计安全无毒化学品的应用	6	0	0	0	2	6
第五章	研究绿色化学的方法	4	0	0	0	2	6
合计		28			2	10	40

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%（出勤和作业），期末考试 80%。

考试环节：开卷考试，注重基本概念和基本理论的理解、掌握和应用。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对加深学生应该辨认的科学事实、概念、原则、术语的印象；帮助学生理解、掌握和应用绿色化学基本原理和方法；督促学生掌握绿色化学的研究方法。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4、5 达成度的考核。
出勤和课堂表现	10	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4、5 达成度的考核。
期末考试	80	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、4、5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

教学环节主要包括：课堂教学主要以讲授为主，采用多媒体方式完成。

作业方面：以思考题和小论文为主。第 1 章和第 2 章共计思考题 10 道题，加深学生应该辨别的科学事实、概念、原则、术语的印象。第 3 章和第 4 章思考题 10 道题，帮助学生理解、掌握和应用绿色化学基本原理和方法。第 5 章思考题 11 道题。督促学生掌握绿色化学的研究方法。

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：宋旭锋

批准者：梁文俊

2020 年 4 月 5 日

“膜分离技术”课程教学大纲

英文名称: Membrane Separation Technology

课程编号: 0000818

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

适用对象: 化工、环境和材料专业本科生

先修课程: 物理化学、化工原理

使用教材及参考书:

- [1] 郑领英, 王学松. 膜技术. 北京: 化学工业出版社, 2013 年 10 月
- [2] 刘茉娥, 陈欢林. 新型分离技术基础. 杭州: 浙江大学出版社, 1999 年 5 月
- [3] 王湛等. 膜分离技术基础 (第三版). 北京: 化学工业出版社, 2018 年 10 月
- [4] Marcel Mulder 著, 李琳译. 膜技术基本原理. 北京: 清华大学出版社, 1999 年 10 月

一、课程简介

本课程使学生全面了解膜分离技术的基本原理、工艺流程、过程设计及其应用，对各种膜分离过程的前沿问题进行论述，使学生了解膜分离领域的发展前景。

二、课程地位和目标

1.课程地位

本课程是当代新型高效的共性技术，是多学科交叉的产物，特别适合于现代工业对节能减排、低品味原材料再利用和消除环境污染的需要，成为实现经济、社会可持续发展战略的重要组成部分。我国以及欧美、日本等发达国家都已将膜技术列为 21 世纪优先发展的高新技术之一。为适应需求，推动膜分离技术的发展，迅速普及和推广膜分离知识已成为目前的迫切任务。

2.课程目标

(1) 教学目标本课程从社会、经济的可持续发展，特别是食品、医药、石油化工、生物化工、水资源综合利用及环境保护等领域对膜分离技术的重大需求出发，立足于介绍膜分离技术的基础知识。旨在使学生了解和初步掌握近 30 年发展起来的新兴化工分离技术——膜分离技术。要求学生掌握膜分离技术有关方面的基本概念、基本理论、基本方法和基本技术。主要包括膜分离技术中的反渗透、纳滤、超滤、微滤、气体分离、渗透汽化和电渗析等。此外，也介绍一些关于膜生物反应器和膜蒸馏等领域的新进展。本课程同时包括一些工业应用案例，通过对基本原理和放大程序的讲授，对分离效率、产率、技术经济指标和工艺过程优化等的分析改进，培养学生创新和实践能力。在系统地讲授膜分离技术已成熟的领域同时，结合讲授者本人及其他同事在膜分离讲授领域中的一些研究热点作适当的介绍和讨论。膜分离讲授领域涵盖的学科很广，讲授者力图通过本课程，使初学者在较好地掌握膜分离讲授基本知识的同时，对膜分离讲授领域的研发现状及未来的发展趋势也有较全面的了解，为拓展和深化学生的基础知识，提高学生的专业技能，指导学生今后的人生发展奠定良好的基础。

主要为毕业要求第 1、2、3、4 和 7 点的实现提供支持。

对于毕业要求 1，培养学生将物理化学、高等数学、化工原理、化工热力学等基础课、专业基础课和专业课所学内容应用于膜分离过程，提高学生解决复杂工程问题的能力。

对于毕业要求 2，培养学生利用数学模型、物理模型或实验方法分析不同的膜分离过程，优化过程参数。

对于毕业要求 3，针对某一具体膜过程，能筛选膜种类、计算膜组件数量、布置膜组件并做全流程设计。在筛选、计算和设计环节充分体现费用最优、环境影响最小等原则。

对于毕业要求 4，培养学生基于膜分离基本原理并采用科学方法对复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

对于毕业要求 7，能够理解和评价针对具体的膜分离设施对环境、社会可持续发展的影响。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	掌握膜分离技术基础知识，具备良好的科学思维	●	●	◎	◎	○	●	◎	◎	○	○	◎	○
2	利用膜分离技术，解决水资源、工业、环境、能源领域的相关问题。	●	●	◎	◎	○	●	◎	◎	○	○	◎	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标

在本课程的教学过程中使学生学习膜分离技术相关知识，了解我国膜发展历史、我国膜著名膜科学家的贡献、我国膜技术在转型升级和节能环保等绿色可持续发展中的作用，培养学生的家国情怀，使学生成长为有责任有担当的新时代青年。

三、课程教学内容及要求

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)	
		1	2
第一章 绪论	膜的定义、膜的分类、膜的发展历史、膜分离技术的特点▲。资源、能源及环境等的现状及存在的问题。阐述膜分离技术在解决资源、能源短缺、环境污染严重等问题中发挥的重要作用★。给出学生学习膜分离技术的重要性和必要性。	√	
第二章 膜材料	膜材料的种类、选择原则与表征方法，膜材料的物理化学稳定性、膜材料的改性。聚合物的玻璃化转变温度与膜材料的选择；聚合物的溶解度参数与膜材料的选择；聚合物的结构与膜的物理化学稳定性▲★。	√	√
第三章 膜制备	膜的制备方法和原理，此章内容将膜与物理学中的相图、相平衡联系起来。重点介绍相转变成膜法和界面聚合成膜法▲，凝胶相转变成膜过程中的热力学描述和动力学描述★。	√	√
第四章 膜过程	微滤、超滤、纳滤、反渗透、正渗透、渗透汽化、气体分离、电渗析等膜过程的基本原理。重点介绍不同膜过程的驱动力（压力驱动、电驱动和浓差驱动）▲以及渗透膜的分离机理（溶解扩散模型、优先吸附-毛细孔流动模型）和电渗析的基本传质过程（对流传质、扩散传质、电迁移传质）★。	√	√
第五章 膜污染及防治	不同驱动力过程中浓差极化形成的原因▲；浓	√	√

	差极化的危害；浓差极化的测定及改善对策；膜污染的原因分析（凝胶层模型、渗透压模型、边界层阻力模型、溶质和溶剂之间的相互作用）★，污染指数的测定方法及常见的污染物，膜污染的控制方法；膜的清洗与再生方法▲。		
第六章 膜组件及应用	板框式膜组件、卷式膜组件、中空纤维膜组件、管式膜组件的特点及过程设计的原理▲，膜分离装置的基本流程及设计★，膜集成技术及应用。	√	√
第七章 新膜技术	膜蒸馏、膜接触器、膜反应器、亲和膜、医用膜等一些新型的膜技术▲。结合所学膜过程，学生展示膜技术发展及应用并讨论。	√	√

四、教学方法与学习方法指导

1. 教学方法：以讲授为主（28 学时），学生展示讨论为辅（课内 4）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们的研究步伐前进。课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。适当引导学生阅读外文书籍和资料，知识运用，分析总结与表述。

2. 学习方法：明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从实践的角度深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。特别重视课内讨论交流，在老师指导下进行学习。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	2					2
2	膜材料	2					2
3	膜制备	4			0		4
4	膜过程	10			2		12
5	膜污染及防治	2					2
6	膜组件及应用	3			1		4

7	新膜技术	5			1		6
合计		28			4		32

六、考试与成绩评定

平时成绩 40%（作业 15%，展示讨论 25%），期末考试 60%。

平时成绩中作业 15%主要根据学生独立完成作业的情况；展示讨论 25%主要考察学生对知识的掌握、总结、设计和表达能力。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容
作业	15	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
展示与讨论	25	对应毕业要求 5、9、10 达成度的考核，同时对 1、2、3 达成度的考核有一定参考价值。
期末考试	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案基本正确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	提交 ppt 并作介绍，内容准确，表达清楚，思路清晰，积极参与研讨，结合讲授内容能够给出准确观点。	提交 ppt 并作介绍，表达清晰，参与研讨，结合讲授内容能够给出观点。	提交 ppt 并作介绍，观点正确，参与研讨。	不满足 C 要求

制定者：安全福

批准者：梁文俊

2021 年 4 月

“应用电化学”课程教学大纲

英文名称: Applied Electrochemistry

课程编码: 0005747

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 应用化学专业学生

先修课程: 物理化学

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 杨绮琴, 方北龙, 应用电化学, 中山大学出版社, 2001

[2] 吴辉煌, 应用电化学基础, 厦门大学出版社, 2006

一、课程简介

应用电化学是为应用化学专业本科生开设的一门选修课。它主要讲授应用电化学的三个重要分支学科: 化学电源, 金属电沉积, 腐蚀电化学, 以及常用的电化学测试方法。通过本科课程的讲授, 学生对与人类生活密切相关的若干应用电化学生产过程的基本原理和应用范围有一定的了解和掌握。课程以介绍各个相关应用电化学工业过程的基本原理和研究方法为主, 也兼顾介绍一些生产工艺和发展方向等。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 普通化学课程简明地阐述电化学的基本原理和知识, 重点理解掌握电化学理论在具体生产领域中的实际应用。体现了电化学理论与电化学工程技术间的桥梁作用, 是高等学校工程技术专业的一门基础理论课。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

对毕业要求2, 应用电化学属于本专业类的基础理论之一, 能够培养学生理解相关电化学理论在实际生活中的应用。

对毕业要求3, 培养学生掌握基本的创新方法, 了解本学科技术发展中重大突破的背景与影响。

对毕业要求4, 通过本课程的学习, 能够根据需要选择合适的电化学测试手段进行研究, 并能够对电化学性能进行分析和解释。

对毕业要求5, 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论, 从事和化学电源、电解电镀等领域相关的工作。

对于毕业要求9,10, 通过分组进行电化学相关题目的学习讨论, 培养学生团队协作能力。学生需要从分工、信息搜集、提纲设计、口头和书面报告等环节中相互协调、相互配合。以及通过实验实践环节, 验收过程中的报告撰写, 问题分析等, 培养专业相关的分析问题、解决问题以及表达能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 通过对电化学的基本原理等基本知识的学习及相关化学电源及电化学测量的实验, 使学生掌握电化学的基本理论, 能在工程技术实践中以电化学基本理论分

析解决实际生产生活中的电参与的化学反应中物质变化的现象及规律，培养学生正确的学习方法和研究方法，进一步树立辩证唯物主义世界观，具有基本的电化学实验操作技能，对涉及与电化学有关的工程技术的实际问题，有初步的分析能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	3	4	5
1	掌握应用电化学基本概念和基本理论	●	◎	●	◎
2	掌握运用应用电化学知识分析、描述、解决相关专业问题的能力	◎	●	◎	●
3	掌握电化学测试分析方法，对相关各种实际问题有初步分析的能力	●	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) **育人目标**：在本课程的教学过程中加强科学史教学，尤其化学电源、电解电镀对我们实际生活影响重大，使学生认识相关技术突破和应用在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生具有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (✓)		
		1	2	3
第一章绪论	1.1 化学电源概论:了解化学电源的概念，分类以及与物理电源的区别。了解电池的分类、结构及组成，常用术语▲。 1.2 电池的性能参数及影响因素:掌握表征电池性能的基本参数：电池电压、容量及效率。了解电池及其材料的比较特性，要求掌握原理及计算方法▲★。 1.3 化学电源研究及生产的现状与发展趋势	✓ ✓		
第二章原电池	2.1 一次电池概论：了解一次电池的特点，应用及组成、结构。 2.2 普通锌锰电池及碱性锌锰电池：干电池结构的变化及特点▲，碱性电池的结构特点及优势▲。 2.3 一次锂电池▲★:了解一次锂电池的正极材料、负极材料、电解质溶液的特点以及电池工作原理和结构。具体电池体系涵盖：Li/MnO ₂ , Li/(CF) _n , Li/LiClO ₄ 2.4 金属-空气电池:了解锌空电池以及铝空电池的工作原理及结构特点。	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓

第三章二次电池	3.1 二次电池概论：了解二次电池的特点，工作原理、组成、结构及应用。 3.2 铅酸蓄电池▲：铅酸电池的发展历史，结构变化，工作原理，组成和电池结构，以及应用。 3.3 碱性蓄电池：了解镉镍电池、金属氢化物(氢)镍电池、锌镍电池以及其他碱性蓄电池的工作原理，材料结构特点以及电池的组成、结构、特性。 3.4 锂离子电池：掌握锂离子电池的工作原理，正极材料、负极材料以及电解液的组成、结构以及特点▲★	√ √	√ √	√ √
第四章燃料电池	4.1 燃料电池概述：简述燃料电池基本原理及应用范围 4.2 燃料电池的分类▲★：了解碱性燃料电池(AFC)、磷酸型燃料电池(PAFC)、聚合物电解质膜燃料电池(PEMFC)、固体氧化物燃料电池(SOFC)、以及熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)的工作原理、结构以及应用范围。	√ √	√ √	√
第五章电解工业	5.1 电解工业概述▲：掌握物料衡算以及电压衡算，电解生产的经济技术指标以及电化学反应器的类型及设计。 5.2 氯碱工业▲：电解制取氯碱的电解条件、原理、电解槽及工艺。 5.3 电解冶金▲★：了解电解冶金的分类及相关理论基础。掌握熔盐电解制取轻金属及稀有金属，重点掌握熔盐电解铝，电解槽以及熔盐组成，工作原理[1]。	√	√	√
第六章电镀基本理论	6.1 电镀的研究内容及现状：了解电镀工业及电镀发展现状。 6.2 镀层：了解镀层基本要求、分类、作用，镀层性质变化关系及应用。 6.3 镀液组成和电镀条件：掌握电镀基本装置、镀液组成、溶剂的选择以及络合物的形成与金属电沉积的影响▲★。 6.4 电镀工艺简介：了解镀前处理、镀后处理、应用实例分析。	√	√	√
第七章腐蚀电化学概论	7.1 腐蚀概论：了解腐蚀的基本概念、腐蚀的分类、腐蚀程度的表示方法及研究腐蚀的重要性。 7.2 电化学腐蚀原理：掌握腐蚀电池的电极过程，共轭体系与腐蚀电位、极化作用与极化曲线、腐蚀极化图和腐蚀控制因素、电化学腐蚀中的阴极过程、电化学腐蚀中的阳极过程和钝化现象▲★。 7.3 金属腐蚀控制方法：了解合理设计和正确选材、电化学保护方法、腐蚀环境的改善和缓蚀剂的应用以及表面处理和表面涂覆的综合保护。	√	√	√
第八章电化学测量方法	1.锂离子电池的制作及充放电性能分析 2.循环伏安▲ 3.电化学交流阻抗▲	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：课堂教学主要是使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些实际问题中。讲授过程中要注意对其中的一些基本方法核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。讲授过程中特别注意以下几点：

(1) 注意理论联系实际，追踪热点话题。通过将应用电化学基础理论知识跟人们的日常生活联系起来，并结合当前社会热点话题来阐述应用电化学知识的重要性，以此来激发学生学习应用电化学知识的兴趣。

(2) 结合专业背景，紧跟学科前沿。把应用电化学跟学生所学的专业紧密结合起来，让学生了解应用电化学跟其它相关学科之间的联系以及应用电化学课程对其所学专业的重要性，以此来调动学生学习积极性。

(3) 积极探索和实践研究型教学。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，可由生活中常用电化学现象引出概念，学习相关理论及应用，引入工业化生产中的实际问题的解决。另外，提出相关的一些电化学应用领域，设计课题让学生根据自己掌握的知识去认识理解相关基础理论的在日常生活中的应用，并以报告形式进行汇报讲解，培养学生认识及思考问题、解决问题的能力，适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

2.学习方法：学生在学习该课程时一定要学会课上掌握重点，课下复习巩固，并及时进行相应知识点的拓展。实验课程一定要学会预习，联系相关知识点的学习解决实验中遇到的问题，激发学习热情。主动学习，深入探究。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	2					2
2	化学电源概论	2					6
3	一次电池	3	1	2			6
4	二次电池	3	1				4
5	燃料电池	2					
6	电解工业	3	1				2
7	电镀基本概论	3	1				8
8	腐蚀电化学概论	2					2
9	电化学测量方法	2		4			2
合计		22	4	6			32

六、考核与成绩评定

理论教学采用计算机多媒体教学为主，每章节根据相关知识课后布置拓展性知识报告，使学生掌握课堂教学内容拓展知识内容。期末考核：采用考查形式平时主题讨论、随堂考查情况占 60%，出勤情况及课堂表现占 10%。实验部分由学生自己提前预习，独立操作完成，包括实验预习、实验操作以及实验数据处理分析，实验成绩占期末总成绩的 30%。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容
实验	30%	相关作业的完成质量，对应毕业要求 2、4、5 达成度的考核。
随堂练习	10%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 2、3、4 达成度的考核
课堂讨论	60%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2、4、5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
实验	实验提前预习，理解实验原理，数据处理正确，问题分析合理准确。	能够完成实验，理解实验原理，合理处理实验数据。	实验内容基本完成。	不满足 C 要求
随堂练习	随堂练习的参与度，完成度和准确率均较高	随堂练习的参与度，完成度和准确率高	课上基本参与了随堂练习	不满足 C 要求
期末考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 C 要求

制定者：赵煜娟

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“计算机在化学中的应用（双语）”课程教学大纲

英文名称: Applications of Computers in Chemistry

课程编码: 0007410

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 高等数学、线性代数、物理化学、结构化学、计算机编程语言

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

教材: 李谦,《计算机在化学化工中的应用》, 化学工业出版社, 2010年6月

参考书:

[1] 张常群, 鄢红;《计算化学》, 高等教育出版社, 2006年5月

一、课程简介

“计算机在化学中的应用”利用计算机科学中的方法和技术来研究或者辅助研究化学或化工领域的具体问题。通过该课程的学习, 使学生对如何运用计算机技术来处理化学或化工中的问题有初步的了解, 并具备初步的实践能力, 为进一步学习相关专业课程打下基础, 也为日后工作培训必要的技能。本课程的主要内容为数值方法基础、分子建模和模拟、化学数据库的使用等。

二、课程地位与目标

1.课程地位: 本课程是应用化学专业的专业选修课。旨在继学习化学和化工的基础课程并学习相关计算机课程之后, 引导学生进一步运用计算机科学与技术来研究和处理化学和化工中的具体问题, 为进一步学习相关专业课程打下基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

对毕业要求2, 培养学生利用数学、物理和化学方法针对不同对象, 进行合理分析建立适当的模型的能力。

对毕业要求3, 培养学生采用基本理论概念, 采用数学物理方法, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

对于毕业要求4, 培养学生利用化学原理并采用科学计算方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

对于毕业要求5, 培养学生针对复杂工程问题, 开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 包括对复杂工程问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性。

2.课程目标

(1) 教学目标: 总的教学目标是, 使学生对计算机技术和方法在化学化工领域中的运用有一个初步地了解并具有一定的实践能力, 为进一步学习其他专业课程奠定必要的基础, 也为日后工作培训必要的技能。该门课程实践性非常强, 要注意让学生学习其中的基础方法和技术手段, 并培养学生运用这些方法和技术来解决实际问题的能力。培养学生正

确的学习和研究方法，以及严密的逻辑思维能力、创新意识和科学素质。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	3	4	5
1	掌握基本的方法和技术	●	●	◎	●
2	掌握运用计算机技术分析、描述、解决相关化学问题的能力	◎	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) **育人目标：**在本课程的教学过程中引入计算化学史的内容，介绍计算化学产生和发展的过程以及前辈科学家们求实创新的科学态度，尤其是中国科学家在计算化学发展中做出的贡献，不但可以引发学生学习计算化学的兴趣，还有助于培养学生的创新意识和科学素养。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (✓)	
		1	2
第一章数值方法基础	1.本征值和本征向量▲ 2.线性方程组的求解★ 3.插值法和回归分析▲ 4.最小二乘法在 Matlab 软件中的实现★ 5.常微分方程组的数值解法在 Matlab 软件中的实现★	✓	
第二章分子建模	1.空间矢量▲ 2.矢量变换▲ 3.分子结构示意图▲ 4.三维分子模型的产生 5.复杂分子体系的绘制 6.Chemdraw 和 Chem3D 软件的使用▲	✓	✓
第三章分子动力学模拟	1.分子动力学模拟方法的基本原理▲ 2. 分子动力学模拟的计算机实现过程▲ 3. 分子动力学模拟可获得的体系性质 4. 力场方法 5. ADF 软件介绍 6. REAXFF 模块的使用★	✓	✓

第四章量子化学计算	1. 量子化学基本原理 2. Hatree-Fock 方法介绍▲ 3. DFT 方法介绍▲ 4. 交换关联势★ 5. 分子轨道, 原子轨道组合方法 6. ADF 软件的使用	√	√
第五章化学数据库	1. Findit 无机晶体结构数据库的介绍和使用▲ 2. CCDC 有机晶体结构数据库的介绍和使用▲ 3. Chemfinder 化学信息搜寻整合系统的介绍和使用	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法：课堂讲授通过多媒体演示和板书相结合的手段进行；在达到教学大纲基本要求的基础上，尽可能结合专业补充一些新内容。

2.学习方法：注意对基本概念和公式的理解，强调理论联系实际。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	数值方法基础	6					6
第二章	分子建模	4					4
第三章	分子动力学模拟	8					8
第四章	量子化学计算	10					10
第五章	化学数据库	4					4
合计		32					32

六、考核与成绩评定

平时成绩 50%，期末考试 50%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容
作业	30%	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4 和 5 达成度的考核。
随堂练习	20%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3、4 和 5 达成度的考核
期末考试	50%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3、4 和 5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，答题思路清晰，书写工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案较准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
随堂练习	发言积极，随堂练习准确率高	偶尔发言，随堂练习准确率较高	课上基本参与了随堂练习	不满足 C 要求
期末考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 C 要求

制定者：孙少瑞

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“化工过程优化”课程教学大纲

英文名称: Chemical Process Optimization

课程编码: 0009691

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 物理化学、化工热力学、化工原理、化学反应工程

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1]熊杰明主编. 化工流程模拟 Aspen Plus 实例教程 (第二版). 化学工业出版社, 2016.01

[2]孙兰义编. 化工流程模拟实训-Aspen Plus 教程 (第二版). 化学工业出版社, 2017.10

一、课程简介

本课程为专业特色课程。主要介绍化工过程模拟的一般方法、单元过程的稳态模拟、稳态流程模拟、动态过程系统的模拟、化工过程的优化等五方面的内容。理解并初步掌握化工过程和单元操作的数学建模的基本要领, 并对典型过程和典型单元操作的模拟问题做上机练习。掌握用常用计算机软件解决化工过程开发、设备设计和实际工程模拟优化等问题的初步技能。最大限度地利用计算机软件技术进行工艺和设备计算, 以及工艺和设备的优化。本课程的总学时为 32 学时, 全部为上机教学。采用上机操作和课堂检测的形式来考核。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是应用化学专业的专业特色课程。是以物理化学、化工热力学、化工原理等为基础的后继课程, 将化工软件应用于传统化工过程的优化, 是计算机技术在工程技术方面的典型应用。

主要为毕业要求第 2、3、4、5 和 12 的实现提供支持, 具体描述如下:

毕业要求 2: 培养学生用化工软件表达物理化学、化工热力学和化工原理的基本原理, 优化化工过程和设备, 能进行化工工艺的设计和调节。

毕业要求 3: 培养学生用化工软件正确表达复杂工程问题, 预测和模拟, 并进行分析和优化。

毕业要求 4: 培养学生采用化工软件对复杂工程问题进行研究, 并提出合理的解决方案。

毕业要求 5: 培养学生利用先进的计算机技术的能力。

毕业要求 12: 培养学生基于化工过程的基本原理, 具备自主学习和终身学习的意识, 有不断学习和适应发展的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 教学目的是培养学生初步掌握单元操作数学建模的要领, 化工流程和单元设备模拟与优化的原理和方法, 常用计算机软件解决化工过程开发、设备设计和实

际工程模拟优化的初步技能。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	掌握 Aspen Plus 界面与使用技巧	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●
2	解决化工过程实际问题	◎	●	●	●	●	◎	◎	◎	○	○	○	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：培养学生认识计算机技术对传统学科的贡献，新技术在人类社会进步中起到的重要推动作用；认识化工在国家发展、人类进步中的重要作用；鼓励学生在学科交叉方面做出自己的贡献。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (✓)	
		1	2
第一章入门	Aspen Plus 简介▲，闪蒸模拟▲★	✓	✓
第二章精馏过程模拟与设计	精馏塔简洁计算▲，精馏塔严格计算▲★	✓	✓
第三章过程优化	灵敏度分析▲，设计规定应用，过程优化▲★	✓	
第四章换热器模拟与优化	Heater 模块，HeatX 模块，EDR 模块▲，再沸器设计▲★，冷凝器设计▲★	✓	✓
第五章反应器模拟	化学计量反应器▲，产率反应器，平衡反应器，吉布斯反应器，全混釜反应器▲，平推流反应器▲，间歇釜反应器	✓	✓
第六章膜分离过程模拟	微滤▲		✓

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括上机操作、小组合作、探究教学、线上线下混合等多种教学模式与方法。着重培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

2. 学习方法：明确各阶段的重点学习任务，做到课上认真练习，积极思考，保质保量完成课后作业，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，同时弥补物理化学、化工热力学和化工原理课程的漏洞，掌握软件的使用方法。利用好网络资源。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	上机	
第一章	入门					4	4
第二章	精馏过程模拟与设计					8	8
第三章	过程优化					6	6
第四章	换热器模拟与设计					6	6
第五章	反应器模拟					6	6
第六章	膜分离过程模拟					2	2
合计						32	32

六、考核与成绩评定

上机表现 50%，随堂测验结果 50%。

其中精馏（35~45%），换热器（15~20%），优化（15~20%），反应器（15~20%），膜过程（5~10%）。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
上机表现	50	课堂参与度及课堂质量，对应毕业要求 2、3、4、5、12 达成度的考核
随堂测验	50	对阶段性知识的综合能力考查，对应毕业要求 2、3、4、5、12 达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
上机表现	准时出勤，积极参与研讨，能给出准确观点	准时出勤，课上参与探讨，能给出较准确观点	准时出勤，参与课堂探讨	不满足 C 要求
随堂测验	思路清晰，结果正确	思路清晰，结果较正确	完成任务	不满足 C 要求

制定者：彭跃莲

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“新生研讨课”课程教学大纲

英文名称: Freshmen Seminar Course

课程编码: 0007075

课程性质: 自主课程

学分: 1.0 学时: 16

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 无

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

教材: 主要有化学化工方面的学术期刊及网站

参考书: 主要有化学化工方面的期刊及网站

一、课程简介

新生研讨课是由应用化学专业有经验的教授面向一年级学生开设的研讨形式的课程, 以探索和研究为指向、强调师生互动和学生自主学习。课程围绕老师选定的、能够激励并开阔学生知识视野的主题, 在老师与学生、学生与学生间进行互动与交流, 为学生提供机会, 使其在合作性的环境中通过探索进行学习。对同学们在自我发现、学习方法和技巧、时间管理、鉴别性思维、交流与沟通等诸多方面进行整体上的培养与训练。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是应用化学专业的学科基础课, 不仅让新生学习知识, 更重要的是让新生体验认知过程, 强调教师的引导与学生的充分参与和交流, 启发学生的研究和探索兴趣, 培养学生发现问题、提出问题、解决问题的意识和能力, 为进一步学习相关专业课程打下基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

对毕业要求 6, 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解所应承担的责任。

对毕业要求 7, 能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

对毕业要求 8, 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任。

对毕业要求 12, 具有自主学习和终身学习的意识, 有不断学习和适应发展的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 总的教学目标是: 使新生体验一种全新的以探索和研究为基础、师生互动、激发学生自主学习的研究性教学的理念与模式, 为后继学习打好基础。帮助新生从高中到大学学习习惯的转换和大学文化的适应; 引导新生学业生涯的起点和方向规划; 激发新生研究性学习的热情, 训练学术研究的基本素养。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		6	7	8	12
1	帮助新生从高中到大学学习习惯的转换和大学文化的适应，	●	◎	●	●
2	了解专业知识结构，和专业的主要研究方向	◎	●	◎	◎
3	激发新生研究性学习的热情，训练学术研究基本素养	●	●	◎	●
4	引导新生学业生涯的起点和方向规划	●	◎	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中培养学生的人文社会科学素养和社会责任感，提高终身学习的意识。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章工业催化	1. 特定形貌低维多孔材料的可控▲ 2. 催化消除挥发性有机物	✓ ✓			
第二章绿色化学	1. 仿生催化 2. 绿色化学▲	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	
第三章汽车尾气催化剂	1. 机动车尾气污染▲ 2. 排放控制技术★	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	
第四章分子筛	1. 介孔分子筛的合成及应用▲	✓ ✓	✓ ✓	✓	
第五章微流控分析	1. 微控微纳米/微米毛细管色谱法及其在 DNA 分离和蛋白质分离的应用▲ 2. HPLC 系统▲ 3. 微芯片纳米通道质子膜燃料电池等的內容★	✓	✓		✓
第六章膜科学与技术	1. 膜科学发展历程▲ 2. 能膜材料制备方法★	✓	✓	✓	
第七章金属-有机骨架材料	1. 金属-有机骨架材料的合成及其应用▲	✓		✓	
第八章纳米介孔材料	1. 纳米孔材料的合成及催化应用				

四、教授方法与学习方法指导

1. **教授方法：**课堂讲授通过多媒体演示和板书相结合的手段进行；在达到教学大纲基本要求的基础上，尽可能结合专业补充一些新内容。

2. **学习方法：**每次课后安排1个开放性题目。通过课外作业，引导学生思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	工业催化	2					2
第二章	绿色化学	2					2
第三章	汽车尾气催化剂	2					2
第四章	分子筛	2					2
第五章	微流控分析	2					2
第六章	膜科学与技术	2					2
第七章	金属-有机骨架材料	2					2
第八章	纳米介孔材料	2					2
合计		16					16

六、考核与成绩评定

平时成绩100%，主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

表4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容
作业	50%	相关作业的完成质量，对应毕业要求1、2、3、4和5达成度的考核。
随堂问答与出勤	50%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求1、2、3、4和5达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整, 解题思路清晰, 书写工整, 答案准确。	作业内容完整, 思路清晰, 答案较准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
随堂练习	发言积极, 随堂练习准确率高	偶尔发言, 随堂练习准确率较高	课上基本参与了随堂练习	不满足 C 要求
期末考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 C 要求

制定者: 孙少瑞

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“文献检索与学术写作”课程教学大纲

英文名称: Literature Retrieval & Academic Writing

课程编号: 0009663

课程性质: 自主课程

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 专业基础课程和专业英语

使用教材及参考书:

[1] 陈明旦编著, 化学信息学, 化学工业出版社, 2011 年

[2] 王正烈, 王元欣编著, 化学化工文献检索与利用, 化学工业出版社, 2009 年

[3] 魏振枢主编, 化学化工信息检索, 化学工业出版社, 2006 年

一、课程简介

文献检索与学术写作面向对象是应用化学专业本科生, 是系统介绍查阅化学化工以及生物等各类文献(期刊、手册、大全、文摘、索引、目录等)方法以及写作学术性论文的基本要求和格式的一门课程。信息资源是一宝贵资源, 快速获取信息并充分有效地利用信息可以使科研工作起点高、富有成效并避免低层次的重复。化学工业发展至今已积累了浩如烟海的文献资源, 如何从这个浩瀚的信息海洋中既快又全地找到所需的文献资料是化学工作者在科研中所要面对的首要课题, 同时, 知识的更新、终生教育、跟踪学科前沿也要求我们必须娴熟查阅专业文献资料。因此, 开设这门课程旨在使学生学会查阅化学化工文献的基本方法, 在后续的专业课学习中应用这一技能自主阅读各类文献; 在学会查阅文献的同时, 还要学会总结文献, 初步掌握写作学术论文的基本要求和格式, 从而既深化了专业课程的学习, 又在实际的文献查阅过程中巩固了这一技能, 为顺利完成毕业论文和胜任毕业后的实际工作打下坚实的专业基础。

二、课程地位和教学目标

(一) **课程地位:** 本课程属于应用化学专业的自主课程, 是大学本科学生在学习基础课程和专业基础课程后, 本应属于转入毕业设计进而进行科学研究的必修基础课程。本课程主要讲述文献的基础知识, 介绍美国化学文摘的发展历史, 结构和内容, 使用网络 CA 工具查阅文献数据库的基本方法。讲述网上和我校图书馆的资源, 世界上著名的化学网站和数据库, 化学常用软件使用方法, 以及计算化学基础知识简介, 同时还讲授和考核学术写作的基本要求和格式。

本课程支撑相关培养目标是:

目标 1: 有良好的人文修养、道德水准、社会责任感和爱国主义情怀。

目标 2: 具有扎实的数理基础知识、良好的实验技能和科学思维方法。

目标 3: 掌握化学化工基础知识和基本理论, 掌握化学的实验技能, 初步掌握化工设备和工艺的调节和设计方法

目标 4: 具有创新意识和实践能力, 初步掌握化学化工研究或化学品设计开发、生产

应用等的方法和手段，具备发现、提出、分析和解决化学化工及相关学科问题的能力。

目标 5：具有国际化的视野，具备团队协作和管理能力，以及自主学习和自我发展的能力，能够适应科学技术和经济社会发展。

（二）课程目标

1. 教学目标：本课程是一门实用工具课，通过讲课和上机实习，帮助学生掌握信息检索和利用的基本方法和技术，本课程将以计算机检索原理、检索方式以及本校图书馆目前购买具体数据库的使用和一些网上的免费资源作为讲授的重点，同时通过检索课理论和实践的学习，为将来的学习和科研打下更坚实的基础。目的就是为了让学学生充分掌握科技信息知识以及在网上查找信息的技能。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		1	2	3	4	5
1	掌握文献检索的基本概念。	●	◎	◎	●	◎
2	掌握文献检索、文献分析和总结基本方法和技巧的能力	●	◎	◎	●	◎
3	掌握学术写作的基本要求和格式	●	◎	◎	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2. 育人目标：本课程培养具有高度的社会责任感，良好的科学素养，系统地掌握文献查阅和学术写作的基础知识和基本技能，培养创新意识和实践能力，使学生具备后续在化学化工以及相关领域从事科研、技术、管理等工作的基本能力。

三、课程教学内容及要求

学生应了解计算机的使用，具有初步的网上检索的能力。

本课程要求给学生一个查阅文献技能的全面介绍，涉及 CA，著名化学网站，数据库和我校图书馆的资源，文献管理器、化学常用软件使用方法和科技论文的写作要求和格式。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 前言				
第 1 节 掌握信息与化学信息学的基本概念	信息与化学信息学的基本概念▲	√		
第 2 节 理解科技文献检索的基本方法，技巧和策略和提示体系	文献检索基本方法▲	√	√	
第 3 节 了解现代科技文献检索与以往文献检索的学习方法的异同	不同时代的科技文献检索学习方法	√	√	
第二章 化学信息和印刷类传统媒体简介				
第 1 节 掌握化学信息的传统媒体类型，分类和检索系统的组成	掌握化学信息的传统媒体类型，分类和检索系统的组成▲	√	√	√
第 2 节 理解传统图书和资料文献的重要地位和作用	理解传统图书和资料文献的重要地位和作用*	√	√	
第 3 节 化学信息相关的重要工具	了解化学信息相关的重要工具书、专著和大全	√		

书、专著和大全				
第三章 国内外化学类专业性重要期刊				
第1节 国内外重要化学期刊	掌握国内外重要化学期刊的所涵盖的学科知识内容▲	√	√	√
第2节 期刊“影响因子”	理解评价这些期刊的重要指标“影响因子”的含义和作用*	√	√	√
第3节 查阅和投稿	了解查阅和投稿的相关知识	√		√
第四章 文摘及索引				
第1节 文摘和索引	掌握文摘和索引的相关概念和作用▲	√	√	
第2节 文摘和索引与文献的相互关系和作用	理解文摘和索引与文献的相互关系和各自的作用*	√	√	
第3节 文摘和CA	了解各类重要文摘的发展和演化史,以及CA的在文摘中的重要地位	√	√	
第五章 CA和SFSintroduction的使用方法				
第1节 SFSintroduction使用方法	掌握CA的基本检索方法▲	√	√	√
第2节 理解CA的检索途径和结构	理解CA的检索途径和结构*	√	√	
第3节 了解CA的发展历史	了解CA的发展历史	√		
第六章 中文数据库的检索				
第1节 中文期刊数据库	掌握国内中文期刊数据库的基本检索方法▲	√	√	√
第2节 中文文献的检索逻辑表达符号	理解中文文献的检索逻辑表达符号的意义和关联*	√	√	
第3节 中文文献数据库的基本特点和限制	了解中文文献数据库的基本特点和限制	√		
第七章 Ei数据库检索方法				
第1节 Ei网络数据库	掌握Ei网络数据库的基本检索方法▲	√	√	√
第2节 Ei的检索逻辑表达符号的意义和关联	理解Ei的检索逻辑表达符号的意义和关联*	√	√	√
第3节 Ei数据库的基本特点和限制	了解Ei数据库的基本特点和限制	√	√	
第八章 SCI数据库检索方法				
第1节 SCI网络数据库的基本检索方法	掌握SCI网络数据库的基本检索方法▲	√	√	√
第2节 SCI的检索逻辑表达符号的意义和关联	理解SCI的检索逻辑表达符号的意义和关联*	√		
第3节 SCI数据库的基本特点和限制	了解SCI数据库的基本特点和限制	√		
第九章 英文全文数据库的检索方法				
第1节 英文化学全文数据库的基本检索方法	掌握本校图书馆藏英文化学全文数据库的基本检索方法▲	√	√	√
第2节 英文文献全文检索的逻辑表达符号的意义和关联	理解英文文献全文检索的逻辑表达符号的意义和关联*	√	√	
第3节 全文文献检索与二次文献检索的基本特点、意义和作用	了解全文文献检索与二次文献检索的基本特点、意义和作用	√		
第十章 常用化学软件				

第1节 化学软件 Chemdraw 和 ChemWin 等的使用方法	掌握常用化学软件 Chemdraw 和 ChemWin 等的使用方法▲	√	√	√
第2节 软件的功能菜单的各项功能和作用	理解各个软件的功能菜单的各项功能和作用▲*	√	√	√
第3节 软件在化学学习中的特殊用途	了解这些软件在化学学习中的特殊用途	√		
第十一章 各搜索引擎的基本方法和特殊使用方法				
第1节 百度和 google 等学术搜索引擎	掌握百度和 google 等学术搜索引擎在文献检索中的基本使用方法和特殊用法▲*	√	√	√
第2节 百度和 google 等搜索引擎的各项功能特点	理解 google 等搜索引擎的各项功能特点和在文献检索的作用	√		
第3节 百度和 google 等搜索引擎和一些文献资源论坛的利用	了解 google 等搜索引擎和一些文献资源论坛的利用	√		
第十二章 计算机化学与分子设计				
第1节 量化计算软件和分子设计的基础	掌握量化计算和分子设计的基础知识▲	√		
第2节 计算化学的功能和作用	理解计算化学的功能和作用*	√	√	
第3节 计算化学对化学学科发展的重要作用	了解计算化学对化学学科发展的重要作用	√		
第十三章 专利及专利检索				
第1节 专利基础知识和检索方法	掌握专利的相关概念和检索方法▲	√	√	√
第2节 理解专利的基本概念和作用	理解专利的基本概念和作用*	√	√	
第3节 了解和增强专利意识	了解和增强专利意识	√		
第十四章 学术写作和格式要求				
第1节 学术写作和格式	掌握学术写作和格式的基本要求▲	√	√	√
第2节 写作和格式要求举例	针对考核论文中的问题针对性地解答	√	√	√
第十五章 考核论文指导				
第1节 考核论文的基本要求和格式	采用一对一的方式指导和验收考核论文▲	√	√	√
第十六章 考核论文验收				

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：“课堂讲授”。以讲授为主（26学时），讨论和课后训练为辅（课内6）。课内讲授按照文献理论和实践相结合教学，以馆藏数据库为载体，传授相关的检索方法，根据自己文献检索的相关经验引导和教授信息收集和总结技巧。讨论和课后训练根据所提出的基本要求，引导学生独立完成相关文献的收集和总结，并以此为基础写出综述论文，以学习和掌握学术写作和格式要求。

学习方法：本课程主要采用多媒体课堂演示讲述和上机指导联系相结合的方法完成32个学时的教学任务。每次上机指导课之后，要完成1个专题查阅，写一个文献总结，采用课后作业形式进行。最终根据所检索的所有文献，总结并写一篇标准格式的综述论文，考察学生的文献检索、文献分析与总结能力和学术写作能力。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	前言	2					2
第二章	化学信息印刷类传统媒体简介	2					2
第三章	第三章 国内外化学类专业性重要期刊	2					2
第四章	第四章 文摘及索引	2					2
第五章	CA 和 SFSintroduction 的使用方法	2					2
第六章	中文数据库的检索	2					2
第七章	Ei 数据库的检索方法	2					2
第八章	SCI 数据库检索方法	2					2
第九章	英文全文数据库的检索方法	2					2
第十章	常用化学软件	2					2
第十一章	各搜索引擎的基本方法和特殊使用方法	2					2
第十二章	第十二章 计算机化学与分子设计	2					2
第十三章	专利及专利检索	2					2
第十四章	学术写作和格式要求	2					2
第十五章	考核论文指导	2					2
第十六章	考核论文验收	2					2
合计		32					32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%（出勤和课堂表现），期末综述论文 80%。

论文环节：提供本学科相关科学研究主题，经过文献检索和查阅，写出综述论文，主要考察：检索出相关文献的数量和质量，对文献内容的综合提炼的能力，综述性论文写作的格式和表达技巧，重点考察学生论文格式，问题写作的逻辑性和表达学术问题的学术性。

平时成绩中的 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容
出勤和课堂表	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考

现		核。
期末综述论文	80	考察文献检索能力，对文献内容的综合提炼的能力，综述性论文写作能力，对应毕业要求 1、2、3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
考核论文	内容完整，思路清晰，字迹工整，符合学术写作和格式的基本要求。	内容完整，思路较清晰，基本满足学术论文要求。	能够基本完成论文写作。	不满足 C 要求
出勤和课堂表现	满勤，课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	基本满勤，课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：宋旭锋

批准者：梁文俊

2020 年 4 月 5 日

“数据处理培训”课程教学大纲

英文名称: Data Processing Training

课程编码: 0009665

课程性质: 自主课程

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 应用化学专业

先修课程: 基础化学、计算机基础

教材及参考书(注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 缪强, 面向21世纪课程教材《化学信息学导论》, 高等教育出版社, 2001年7月

[2] 方安平, 叶卫平, Origin8.0 实用指南, 机械工业出版社, 2009年1月

[3] 彭智, 陈悦, 《化学化工常用软件实例教程》, 化学工业出版社, 2010年9月

[4] 中科幻彩, 《科研论文配图设计与制作从入门到精通》, 人民邮电出版社, 2017年12月

[5] 胡晓冬, 董辰辉, 《MATLAB 从入门到精通》第2版, 人民邮电出版社, 2018年12月

一、课程简介

本课程以培养学生信息检索和数据处理能力为目的, 传授信息检索技能、数据处理方法、科技论文写作能力等。学生通过学习能有效提高信息与数据获取、筛选、处理、聚类和分析等能力, 培养化学化工专业的科研创新思维, 为今后的科学研究和事业发展打好基础。通过教学和实践, 使学生具备信息检索的基础知识和基本理论, 熟悉本专业及相关专业信息资源; 掌握通过多种方式获取和利用信息资源的基本技能; 能自如地利用大数据文献资源和各种数据库资源, 有效提高信息分析和数据处理等能力。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是应用化学专业的专业选修课。大数据时代, 信息的获取与数据的处理是各学科, 包括化学化工学科发展的制胜法宝。本课程教授数据中知识信息的检索、挖掘、存储、处理和分析方法。通过本课程的学习, 使应用化学专业的学生及时了解知识资源检索的基本理论, 专业信息资源概况; 掌握精准获取和利用信息资源的基本技能; 能自如地利用数据文献资源进行信息挖掘、分析和数据处理; 掌握论文的写作技巧与知识。为学生后期的各项学习研究奠定数据检索与处理分析的良好基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

对毕业要求2的达成提供支撑: 通过数据处理分析, 培养学生应用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题, 以获得有效结论。

对毕业要求4的达成提供支撑: 通过数据处理分析, 培养学生设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论的能力。

对毕业要求5的达成提供支撑: 通过数据处理分析, 培养学生针对复杂工程问题, 开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 包括对复杂工程问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性。

对毕业要求8的达成提供支撑: 通过数据处理分析, 培养学生能够具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任。

对毕业要求 12 的达成提供支撑：通过数据处理分析，培养学生能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。

2. 课程目标

(1) 教学目标：

[1]掌握国内外主要的检索工具及文献数据库的使用方法。掌握国际与国内一些典型的搜索引擎的使用方法与技术，并灵活运用以获得所需的科学信息。

[2]掌握现代化学化工文献的基础知识、化学文献的检索系统等。牢固掌握计算机网络检索化学文献的方法与技术，特别是结合毕业论文的课题利用网络数据库查阅国内外有关的化学化工文献。学会使用文献管理工具 Endnote 管理文献，协助论文写作。掌握 word 软件的文字排版方法。

[3]牢固掌握 ChemBioOffice、Origin、Photoshop 和 MatLab 等现代化学图文处理软件的使用技术，能灵活绘制各种类型的化学分子式、反应式、立体模型图、化学实验装置图、化学工艺流程图、数据处理图等。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		2	4	5	8	12
1	掌握国内外主要的检索工具及文献数据库的使用方法	●	●	●	●	●
2	掌握现代化学化工文献的基础知识、化学文献的检索系统等	●	●	●	●	●
3	牢固掌握 ChemBioOffice、Origin、Photoshop 和 MatLab 等现代化学图文处理软件的使用技术，能灵活绘制各种类型的化学分子式、反应式、立体模型图、化学实验装置图、化学工艺流程图、数据处理图等	●	●	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标		
		1	2	3
第一章 课程导论	▲重点：了解数据处理在化学化工学习中的重要意义；了解计算机与网络在化学学科中的发展历史与重要性；掌握重要化学信息的获取手段 ★难点：掌握重要化学网络与软件资源，达到规范化使用化学信息资源	√	√	√
第二章	▲重点：科技文献的定义与分类；科技文献的检索方法	√		

文献数据库检索	★难点：科技文献的快速检索、阅读与写作技巧			
第三章 文献管理软件 Endnote 介绍与使用	▲重点：掌握文献检索的主要途径方式；掌握文献管理软件 Endnote 的基本使用 ★难点：通过文献检索了解研究进展；利用 Endnote 进行文献写作		√	
第四章 化学绘图软件 ChemBioOffice 介绍与使用	▲重点：了解重要化学结构可视化软件；计算化学基本概念 ★难点：掌握化学结构可视化软件的基本使用技巧			√
第五章 科学数据处理软件 Origin 介绍与使用	▲重点：了解数据分析软件的功能与应用；了解常用数据分析软件 ★难点：掌握数据分析绘图软件 Origin 的基本使用			√
第六章 数据可视化软件 MatLab 介绍与使用	▲重点：了解 MatLab 软件的功能与应用 ★难点：掌握 MatLab 基本绘图功能与数据分析功能			√
第七章 图片处理软件 Photoshop 介绍与使用	▲重点：科技论文图片的基本要求；Photoshop 基本使用方法 ★难点：利用 Photoshop 修改图片格式；基本谱图软件的使用			√
第八章 谱图解析软件与学位论文排版	▲重点：了解谱图分析软件的功能与应用；了解常用谱图软件的基本功能；了解学位论文的标准格式 ★难点：掌握谱图分析绘图软件的基本使用；掌握 word 软件排版方法		√	

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2. 学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 课程导论	1.1 数据处理在化学化工学习中的重要性 1.2 网络化学资源 1.3 化学软件资源	2					2
第二章 文献数据库检索	2.1 中文文献数据库 2.2 外文文献数据库 2.3 文献检索途径	2	2				4
第三章 文献管理软件 Endnote 介绍 与使用	3.1 Endnote 软件介绍 3.2 Endnote 管理文献功能 3.3 Endnote 写作论文功能	2	2				4
第四章 化学绘图软件 ChemBioOffice 介绍与使用	4.1 ChemBioOffice 软件介绍 4.2 ChemBio3D 软件介绍 4.3 ChemBio3D 基本使用	2	2				4
第五章 科学数据处理 软件 Origin 介 绍与使用	5.1 Origin 软件介绍 5.2 Origin 数据导入 5.3 Origin 图形绘制与格式调整	2	2				4
第六章 数据可视化软 件 MatLab 介 绍与使用	6.1 MatLab 软件介绍 6.2 MatLab 绘图功能 6.2 MatLab 数据分析功能	2	2				4
第七章 图片处理软件 Photoshop 介绍 与使用	5.1 PS 软件介绍 5.2 利用 PS 绘制材料组图 5.3 利用 PS 绘制简单模型	2	2				4
第八章 谱图解析软件 与学位论文排 版	8.1 XRD 分析软件 Jade 的介绍 与基本使用 8.2 XPS 分析软件的介绍与基 本使用 8.3 巧用 word 进行学位论文排 版	2	2				4
考察	学期末课程考察		2				2
合计		16	16				32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；其余的

20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
作业	20	学生对课堂知识的掌握和了解
出勤与研讨	10	课堂练习参与度及其完成质量
考试成绩	70	对规定考试内容理解能力，掌握的情况

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	作业内容完整， 解题思路清晰， 字迹工整，答案 准确	作业内容完整， 思路清晰，答案 准确	作业内容完整， 思路清晰	作业内容基本完 成	不满足 D 要求
研讨	课上多次积极参 与研讨，思路清 晰，结合讲授内 容能够给出准确 观点	课上多次积极参 与探讨，结合讲 授内容能够独立 给出观点	课上多次积极参 与探讨	课上参与讲授内 容探讨	不满足 D 要求

制定者：高靓

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“化学化工学科进展”课程教学大纲

英文名称: Progress in Chemistry and Chemical Engineering

课程编号: 0009664

课程类型: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

适用对象: 应用化学专业本科生

使用教材及参考书:

- [1] 贺泓等编著,《环境催化》,科学出版社,2008年。
- [2] 吴越著,《催化化学(上、下)》,北京:科学出版社,1990年、1995年。
- [3] 胡常伟等,《绿色化学原理及应用》,中国石化出版社,2002年。
- [4] 徐如人等著,《沸石分子筛的结构与合成》,吉林大学出版社,1987年。
- [5] 王湛著,《膜分离技术基础》(第二版),化学工业出版社,2006年。
- [6] 李景虹著,《先进电池材料》,化学工业出版社,2004年。
- [7] 孙小强编,《超分子化学导论》,中国石化出版社,1997年。

一、课程简介

现代化学是请化学化工系的部分教授结合各自的研究领域,为本科生介绍当前化学研究和工业应用的最新进展,包括电池材料、环境催化、仿生催化、分离方法、膜材料、计算化学和无机、有机材料等。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是为本科生设定的专业选修课程,旨在学习无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、化工原理、催化化学等课程的基础之上,使学生进一步了解了电池材料、环境催化、仿生催化、分离方法、膜材料、计算化学和无机、有机材料的研究进展及其应用技术,为学生就业和进一步的发展奠定良好的基础。

主要为毕业要求第3、5、6、7、8、9、10和13点的实现提供支持。

对于毕业要求3,能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题,以获得有效结论。

对于毕业要求5,能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

对于毕业要求6,能够针对复杂工程问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,包括对复杂工程问题的预测与模拟,并能够理解其局限性。

对于毕业要求7,能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。

对于毕业要求8,能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

对于毕业要求9,具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范,履行责任。

对于毕业要求 10，能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

对于毕业要求 13，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标：激发学生研究性学习的热情，扩充学生的眼界和知识面，引导学生做正确的人生方向规划，训练学术研究基本素养。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		3	5	6	7	8	9	10	13
1	激发学生研究性学习的热情	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	●
2	扩充学生的眼界和知识面	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	◎
3	引导学生做正确的人生方向规划	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	●
4	训练学术研究基本素养	◎	◎	◎	●	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，◎：表示有弱相关关系

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章工业催化与环境催化	1. 特定形貌低维多孔材料的可控▲ 2. 催化消除挥发性有机物 3. 机动车尾气污染▲ 4. 排放控制技术★	✓ ✓			
第二章电化学	1. 介绍锂离子电池的研究进展及应用技术。 2. 正电极材料的研究进展及应用技术▲ 3. 负电极材料的研究进展及应用技术▲	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	
第三章膜科学与技术	1. 介绍膜材料的研究进展及应用技术▲ 2. 介绍有机超分子材料的研究进展及应用技术▲ 3. 介绍富氧膜材料的研究进展及应用技术▲	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	
第四章分析化学	1. 微控微纳米/微米毛细管色谱法及其在 DNA 分离和蛋白质分离的应用▲ 2. HPLC 系统▲ 3. 微芯片纳米通道质子膜燃料电池等的內容★	✓ ✓	✓ ✓	✓	
第五章多孔材料	1. 金属-有机骨架材料的合成及其应用▲ 2. 纳米孔材料的合成及催化应用	✓	✓		✓

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：课堂讲授通过多媒体演示和板书相结合的手段进行；在达到教学大纲基

本要求的基础上，尽可能结合专业补充一些新内容。

2. 学习方法：每次课后安排 1 个开放性题目。通过课外作业，引导学生思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	工业催化与环境催化	2			1		2
第二章	电化学	2			1		2
第三章	膜科学与技术	2			1		2
第四章	分析化学	2			1		2
第五章	多孔材料	2			1	1	2
合计		10			5	1	16

六、考核与成绩评定

平时成绩 100%，主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容
作业	50%	相关作业的完成质量，对应毕业要求 3、5、6、7、8、9、10 和 13 点达成度的考核。
随堂问答与出勤	50%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 3、5、6、7、8、9、10 和 13 点达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，书写工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案较准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
随堂练习	发言积极，随堂练习准确率高	偶尔发言，随堂练习准确率较高	课上基本参与了随堂练习	不满足 C 要求
期末考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 C 要求

制定者：孙少瑞
批准者：梁文俊
2020 年 3 月

“普通化学Ⅳ”课程教学大纲

英文名称: General Chemistry IV

课程编码: 0007943

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 材料科学与工程专业

先修课程: 无

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 普通化学(第七版), 浙江大学普通化学教研组编, 高等教育出版社, 2011.06

[2] 普通化学原理(第三版), 华彤文主编, 北京大学出版社, 2005年

一、课程简介

普通化学是对非化工类专业开设的一门自然科学基础课程。本课程运用化学热力学的基础知识, 阐明化学反应中的能量关系, 判断化学反应的方向和程度以及平衡移动的规律。从物质微观结构的角度了解物质的性质及其变化规律。学习重要无机化合物的性质及其在近代科技中的应用。希望通过该课程使学生了解当代化学的基本理论和基本知识, 并能运用化学的观点分析和解决工程技术中遇到的问题, 培养学生科学的思维方法和世界观。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是材料科学与工程专业本科的学科基础课程。

普通化学课程简明地阐述化学的基本原理和知识, 体现化学与工程技术间的桥梁作用。是高等学校工程技术专业的一门基础理论课。本课程是非化学专业工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求1, 普通化学是本专业的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生运用基本知识和理论进行比较判断, 选择正确方法来解决复杂工程问题的能力。

毕业要求2, 培养学生利用普通化学的方法针对不同对象, 了解本学科技术发展中重大突破的背景与影响。

毕业要求3, 培养学生采用普通化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求4, 培养学生基于普通化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 总的教学目标是: 通过对物质结构、化学热力学、化学反应的基本原理及与工程实际密切相关的重要元素和化合物、新技术、新材料等基本知识的学习, 使学生了解近代化学的基本理论, 能在工程技术实践中以化学的观点分析物质变化的现象及规律。为后续的化学课程打下良好的基础。培养学生正确的学习方法和研究方法, 进一步树立辩证唯物主义世界观。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握普通化学基本概念和基本理论	●	◎	◎	◎
2	掌握运用普通化学知识分析、描述、解决相关化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲） 难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
绪论					
第一章热化学能源					
第 1 节反应热效应的测量	等容热效应和等压热效应▲ 了解弹式热量计测量反应热效应的原理	√	√		
第 2 节反应热效应的理论计算	盖斯定律▲ 能量守恒定律（热力学第一定律）▲ 功，热，内能，焓▲ 标准摩尔生成焓▲ 化学反应的标准摩尔焓变▲★	√	√	√	
第 3 节能源	煤炭，石油和天然气，氢能的利用和开发	√			
第二章化学反应的基本原理大气污染					
第 1 节化学反应的方向和吉布斯函数变	自发过程和非自发过程 反应的焓变▲ 反应的熵变▲ 反应的吉布斯函数变▲★ 反应自发性的判断▲★ 反应的标准摩尔吉布斯函数变的计算和应用▲ ★	√	√	√	
第 2 节化学反应进行的程度和化学平衡	化学平衡常数的表达式▲ 平衡常数的意义和有关计算▲★ 化学平衡的移动▲★	√	√	√	
第 3 节大气污染	大气中的污染物，大气污染的防治	√			
第三章水化学水污染					

第1节水溶液中的单相离子平衡	酸和碱的概念 酸碱电离理论, 酸碱质子理论▲ 酸碱在水溶液中的离子平衡▲ pH值的计算▲ 缓冲溶液和pH的控制▲★	√	√	√	
第2节难溶电解质的多相离子平衡	多相离子平衡和溶度积▲★ 溶度积规则▲ 沉淀的转化▲ 沉淀的溶解▲	√	√	√	
第3节水污染	水中无机污染物, 水中的有机污染物, 水污染的处理	√			
第四章电化学金属腐蚀					
第1节原电池和电极电势	原电池的组成 原电池的半反应式 原电池的图式 电极电势▲★ 原电池的电动势与电池反应的吉布斯函数变▲★ 能斯特方程式▲★	√	√	√	
第2节电极电势的应用	氧化剂和还原剂相对强弱的比较▲★ 氧化还原反应方向的判断▲★ 氧化还原反应进行程度的衡量▲★	√	√	√	√
第3节化学电源	电池种类	√			
第五章物质结构基础					
第1节氢原子结构的近代概念	四个量子数▲ 电子云与几率密度★ 电子云角度分布 电子云径向分布 微观粒子的波、粒二相性★ 波函数★	√	√		
第2节多电子原子结构和周期律	多电子原子轨道的能级▲★ 核外电子分布三原理▲★ 核外电子分布式▲★ 外层电子分布式 元素周期律▲★	√	√	√	
第3节化学键和分子间相互作用力	化学键, 金属键, 离子键, 共价键▲ 分子的极性, 电偶极矩▲ 杂化轨道理论▲★ 分子的空间构型▲ 分子间力▲ 氢键 分子间相互作用对物质熔点、沸点、溶解性的影响▲	√	√	√	
第4节晶体结构	离子晶体, 原子晶体, 分子晶体, 金属晶体, 过	√	√	√	

	渡型晶体★				

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2. 学习方法：明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和网络教学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论	课程概述	1	0	0	0	0	1
第一章	热化学 能源	6	0.5	0	0.5	0	7
第二章	化学反应的基本原理大气污染	8	0.5	0	0.5	0	9
第三章	水化学 水污染	8	0.5	0	0.5	0	9
第四章	电化学 金属腐蚀	6	0.5	0	0.5	0	7
第五章	物质结构基础	6	0.5	0	0.5	0	7
合计		35	2.5	0	2.5	0	40

六、考核与成绩评定

平时成绩 20-25%，期末考试 75-80%。

平时成绩中的 5%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现；还有 5%主要是作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力作业情况。其余的 10-15%为随堂测验和章节测验成绩，主要考察学生对已学知识掌握的程度及及时复习情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容
作业与出勤	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与测试	10-15	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	75-80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：白诗扬、武霞

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“有机化学 III” 课程教学大纲

英文名称: Organic Chemistry III

课程编码: 0000158

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 材料科学与工程专业

先修课程: 无机化学

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

教材: 赵温涛等主编,《有机化学》(第六版), 高等教育出版社, 2019 年 7 月;

参考书:

[1]邢其毅等编著,《基础有机化学》, 北京大学出版社, 2016 年 7 月;

[2]高鸿宾主编,《有机化学简明教程》, 天津大学出版社, 2011 年 6 月。

一、课程简介

有机化学研究有机化合物的组成、结构、性质、用途、合成方法以及它们之间的相互转变和内在联系。有机化学的迅猛发展以及有机化学与其它学科的交叉渗透, 使其在化学相关领域内占有十分特殊的地位, 对材料科学、生命科学、环境科学等化学相关学科的研究都起着十分重要的作用。《有机化学》课程是化学学科的四大基础课程之一, 是化学相关专业重要的理论基础课程。通过本课程的学习, 使学生比较系统地掌握有机化学基础理论, 基本知识和基本技能; 了解本学科在社会生产中的应用; 了解本学科的科学成就及发展趋势; 培养学生分析问题、解决问题及自学新知识的能力, 发展学生的智力。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是材料科学与工程专业本科的学科基础课程。本课程在“无机化学”学习的基础上, 对有机化学的基础理论、基本知识和研究方法予以较系统的讲授, 要求学生掌握主要有机化合物的命名、结构、物理性质、化学性质、合成方法及其应用, 为今后学习相关专业课程以及从事科研、教学、生产和开发工作建立比较牢固的有机化学基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

对毕业要求 1, 有机化学属于本专业类的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生运用基本知识和理论进行比较判断, 选择正确方法, 解决难度较大的问题。

对毕业要求 3, 培养学生掌握基本的创新方法, 了解本学科技术发展中重大突破的背景与影响。

对毕业要求 4, 通过本课程的学习, 能够根据需要选择合适的测试手段, 并根据要求设计方案进行制备研究, 并能够对结构进行分析和解释。

对毕业要求 7, 课程讲授过程中会帮助学生建立绿色化学的概念, 以培养学生具有环保意识, 具有材料环境友好理念。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 总的教学目标是: 通过本课程的学习, 使学生掌握有机化学的基本

概念

和基本理论,为进一步学习专业课程奠定必要的基础;掌握主要有机化合物之间的相互转化,培养学生运用有机化学知识发现问题和解决问题的能力;了解常见有机化合物在化工生产以及人们日常生活中的地位和作用,提升学生的认知能力,培养学生以化学的观点观察物质的变化,对一些涉及有机化学的实际问题有初步分析的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	3	4	7
1	掌握有机化学基本概念和基本理论	●	◎	●	◎
2	掌握运用有机化学知识分析、描述、解决相关有机化学问题的能力	●	●	●	◎
3	掌握以化学的观点观察物质的变化,对涉及化学的各种实际问题有初步分析的能力	●	◎	◎	◎

注:●:表示有强相关关系,◎:表示有一般相关关系,○:表示有弱相关关系

(2)育人目标:在本课程的教学过程中适当加强科学史教学,使学生认识有机化学学科的发展,了解有机化学家在人类社会进步中起到的重要推动作用,培养学生具有远大的抱负,以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲) 难点(★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	1.有机化合物和有机化学▲ 2.有机化合物的特性▲ 3.分子结构和结构式▲ 4.共价键 5.有机化合物的分类	√ √		
第二章 饱和 烃: 烷 烃和环 烷烃	1.烷烃的通式和构造异构▲ 2.烷烃的命名▲ 3.烷烃的结构▲ 4.烷烃的物理性质 5.烷烃的化学性质(取代反应▲★,氧化反应,异构化反应) 6.脂环烃的分类 7.脂环烃的命名 8.环烷烃的结构和稳定性 9.脂环烃的性质(取代反应,氧化反应,加成反应▲★)	√ √	√ √	√ √

第三章 不饱和 烃：烯 烃和炔 烃	1. 烯烃的结构▲ 2. 烯烃的命名▲ 3. 烯烃物理性质 4. 烯烃的化学性质（加氢，亲电加成，氧化， α -氢反应）▲★ 5. 炔烃的结构▲ 6. 炔烃的命名▲ 7. 炔烃物理性质 8. 炔烃的化学性质（加氢，亲电加成，亲核加成，氧化，聚合，活泼氢反应）▲★	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
第四章 二烯烃 和共轭 体系	1. 二烯烃的分类和命名 2. 二烯烃的结构和共轭体系▲ 3. 共轭二烯烃的化学性质（1,4-加成▲★，双烯合成▲，聚合反应）	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
第五章 芳烃芳 香性	1. 芳烃的构造异构和命名 2. 苯的结构▲ 3. 单环芳烃的物理性质 4. 单环芳烃的化学性质（取代反应，芳烃侧链上的反应）▲★ 5. 苯环上取代反应的定位规则▲	✓	✓	✓
第六章 卤代烃	1. 卤代烃的分类和命名▲ 2. 卤代烃的物理性质 3. 卤代烃的制法 4. 卤代烃的化学性质（取代反应，消除反应，与金属反应）▲★	✓	✓	✓
第七章 醇、酚 和醚	1. 醇和酚的分类和命名▲ 2. 醇和酚的结构 3. 醇和酚的制法 4. 醇和酚的物理性质 5. 醇和酚的化学性质（醇和酚的共性，醇的个性，酚的个性）▲★ 6. 醚的结构和命名 7. 醚的制法 8. 醚的物理性质 9. 醚的化学性质▲	✓	✓	✓
第八章 醛、酮	1. 醛和酮的命名 2. 醛和酮的结构 3. 醛和酮的制法 4. 醛和酮的物理性质 5. 醛和酮的化学性质（羰基的亲核加成， α -氢反应，氧化和还原反应）▲★	✓	✓	✓
第九章 羧酸及 其衍生 物	1. 羧酸的分类和命名 2. 羧酸的制法 3. 羧酸的物理性质▲ 4. 羧酸的化学性质▲ 5. 羧酸衍生物的分类和命名 6. 羧酸衍生物的物理性质 7. 羧酸衍生物的化学性质▲	✓	✓	✓

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：课堂教学主要是使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些实际问题中。讲授过程中要注意对其中的一些基本方法核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。讲授过程中特别注意以下几点：

(1) 注意理论联系实际，追踪热点话题。通过将有机化学基础理论知识跟人们的日常生活联系起来，并结合当前社会热点话题来阐述有机化学知识的重要性，以此来激发学生学习有机化学知识的兴趣。

(2) 结合专业背景，紧跟学科前沿。把有机化学跟学生所学的专业紧密结合起来，让学生了解有机化学跟其它相关学科之间的联系以及有机化学课程对其所学专业的重要性，以此来调动学生学习有机化学的积极性。

(3) 应用计算化学软件，提高教学效果。计算化学软件的应用有利于学生理解复杂的有机化学现象和有机反应机理，并增加了学生探索化学微观时间的兴趣。

2. 学习方法：学生学好有机化学的方法是课前预习、课后归纳总结，力求把书“从厚读薄”；其关键点是：

- (1) 抓住基本概念、力求明确清晰；
- (2) 总结基本原理、力求贯穿主线；
- (3) 掌握主要机理，力求举一反三；
- (4) 阅读参考书籍，力求将书读薄；
- (5) 适当多做习题，力求熟悉规律。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	饱和烃：烷烃和环烷烃	5					5
第三章	不饱和烃：烯烃和炔烃	5					5
第四章	二烯烃和共轭体系	2					2
第五章	芳烃芳香性	4	2				6
第六章	卤代烃	2					2
第七章	醇、酚和醚	4					4
第八章	醛、酮	2					2
第九章	羧酸及其衍生物	2	2				4
合计		28	4				32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业 20%，其他 10%），期末考试 70%。

平时成绩中的 10%主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；其余的 20%主要是作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验，考核学生运用所学知识解决问题的能力。强调考核学生对有机化学基本概念、基本方法、基本理论的掌握程度，包括主要有机化合物的命名，主要的化学反应，以及基本的合成方法等。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例(%)	主要考核内容
作业	20%	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、3、4 达成度的考核。
随堂练习	10%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、3、4 达成度的考核
期末考试	70%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、3、4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案较准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
随堂练习	随堂练习的参与度，完成度和准确率均较高	随堂练习的参与度，完成度和准确率高	课上基本参与了随堂练习	不满足 C 要求
期末考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 C 要求

制定者：于艳敏

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“物理化学Ⅱ”课程教学大纲

英文名称: Physical Chemistry II

课程编号: 0000064

课程性质: 学科基础必修课、学科基础选修课

学分: 2.5

学时: 40

适用对象: 材料工程与科学专业

先修课程: 《有机化学》、《高等数学》、《大学物理》、《普通化学》、《高等数学》等

使用教材及参考书:

[1]《物理化学》第三版, 孙少瑞, 何洪主编, 中国建筑工业出版社, 2020 年。

[2]《物理化学》第 5 版, 付献彩编著, 高等教育出版社, 2006 年

[3]《物理化学》第 4 版, 胡英编著, 高等教育出版社, 1999 年

[4]《物理化学》, 朱文涛主编, 清华大学出版社, 1995 年。

[5]《Physical Chemistry》, 6thed. P. W. Atkins, Oxford University Press, 1999.

一、课程简介

本课程是材料学院各专业的一门基础课, 其上承接普通化学, 大学物理和高等数学, 下承接材料科学各专业课程, 它包括理论教学和实验教学两部分内容, 为今后专业课学习和工作打下必要的理论基础和进行初步的实验技能训练。

物理化学与材料学院各专业的关系极为密切。根据专业培养计划的要求, 本课程的理论教学着重化学热力学的基本概念、基本理论和基本计算, 热力学的研究方法以及热力学在电化学、溶液及相平衡等领域的应用, 并适当介绍化学动力学的有关基础知识。教学内容包括化学热力学、化学平衡, 溶液、相平衡、电化学原理以及化学反应动力学基础。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是材料科学与工程类专业的学科基础必修课。旨在普通化学、大学物理和高等数学等系列课程后, 引导学生在用严密的数学物理逻辑, 描述和表达在化学实验中的定量关系, 系统的掌握逻辑推演的公理化体系, 到从实验现象上归纳出的经验方程的唯象体系, 进行系统的学习。除了学习知识外, 还要学习从特殊到一般, 和从一般到特殊的演绎和归纳推理研究方法; 给学生提供实验机会, 在实验中体会并验证物理化学的一些基本原理。

2. 课程目标: 总的教学目标是: 使学生掌握“物理化学Ⅱ”中的基本概念、基本理论、基本方法, 在宏观上认识基础科学研究的方法。提升对化学热力学等问题的数学求解水平, 增强系统分析问题能力, 体验实现化学过程的数学物理表达的乐趣。

主要为毕业要求第 1、2、4 的实现提供支持。

对于毕业要求 1, 物理化学属于本专业类的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生解决难度较大的问题, 处理复杂化学反应系统的设计与实现的能力。能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决复杂工程中的科学问题。

对于毕业要求 2，培养学生选择适当的方法和相应的模型，能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题中的化学及材料科学问题，以获得有效结论。

对于毕业要求 4，能够基于物理化学的科学原理并采用科学方法对复杂工程中提炼出的科学问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握物理化学基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用物理化学分析、描述、解决相关物理化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容及要求

这里给出的本课程要求的基本教学内容，在授课中必须完全涵盖，主讲教师可以根据学生的状况，自身的体会等在某些方面进行扩展和对学生进行引导，适当扩大学生的涉猎面。

1. 引论

教学目的^[1]、课程的基本内容^[3]、物理化学的发展^[3]、学习方法^[1]、物理化学与百年诺贝尔奖^[3]。以物理化学的知识结构为线索，引导学生站到全局和历史发展的高度上去考虑问题、划分知识模块。在此过程中，重温物理化学的基本假设，和基本思维方法用。

重点：教学目的，课程基本内容，物理化学发展，学习方法。

难点：学习方法。

2. 热力学第一定律

热力学基本概念，热力学第一定律及其对理想气体，相变过程和化学过程的应用^[1]；热化学基本概念及定律^[2]；反应热与温度的关系—基尔霍夫定律^[3]；热化学计算实例^[4]。

重点：热力学第一定律及其对理想气体，相变过程和化学过程的应用

难点：状态函数的概念

3. 热力学第二定律

热力学第二、三定律，熵，熵增原理，熵变的计算^[1]；熵的统计意义^[3]；亥姆赫兹函数、吉布斯函数概念、反应方向判断原理及计算^[1]；热力学基本方程式^[1]；麦克斯韦关系式^[2]；化学势^[1]。

重点：热力学第二、三定律。

难点：熵的导出，亥姆赫兹函数、吉布斯函数的概念。

4. 液态混合物和溶液

液态混合物和溶液组成表示法^[2]；拉乌尔定律和亨利定律^[1]；偏摩尔量和吉布斯-杜亥姆方

程^[1]；液态混合物和溶液组分的化学势^[2]；液态混合物和溶液的相平衡^[3]。

重点：偏摩尔量的概念，化学势表示形式。

难点：偏摩尔量的概念，化学势表示形式。

5. 化学平衡

理想气体的化学平衡，复相化学平衡，化学反应等温方程^[1]；标准平衡常数的热力学计算^[1]；各种因素对化学平衡的影响^[1]；平衡组成的计算^[3]；生产中的化学平衡计算举例^[4]。

重点：化学反应等温方程；标准平衡常数的热力学计算；各种因素对化学平衡的影响。

难点：标准平衡常数的热力学计算。

6. 相平衡

相律^[1]；单组分系统相图，克拉佩龙方程和克拉佩龙-克劳修斯方程^[1]；双组分系统相平衡，杠杆规则，二元典型相图分析举例^[1]；双组分系统复杂相图的分析应用^[4]。

重点：相律，单组分系统相图，二元典型相图。

难点：相律，二元典型相图。

7. 电解质溶液、电池电动势及极化现象

导体的分类，法拉第电解定律^[2]；电解质溶液的电导和电解质溶液的活度^[1]；电极电势和电池电动势^[1]；可逆电池热力学与能斯特方程式^[1]；电池电动势测定的应用^[1]。浓差电池^[1]，极化现象与超电势^[1]，金属的电化学腐蚀与防护原理^[2]，电池电化学基础^[3]

重点：法拉第定律，可逆电池能斯特方程，电池电动势测定的应用，极化现象与超电势。

难点：离子迁移与电解质活度，电池电动势测定，极化现象与超电势。

8. 界面现象^[3]

表面吉布斯函数与表面张力及表面热力学；弯曲液面的表面现象，拉普拉斯方程，开尔文方程；新相生成与介安状态。

重点：表面吉布斯函数与表面张力及表面热力学。

难点：表面吉布斯函数与表面张力及表面热力学。

9. 化学动力学基础

化学动力学的目的与任务^[3]；反应速率、化学反应的速率方程^[1]；各级反应动力学特征^[1]；阿累尼乌斯公式、活化能^[1]，复合反应动力学及反应机理近似处理方法^[2]。

重点：各级反应动力学特征；阿累尼乌斯公式、活化能。

难点：阿累尼乌斯公式、活化能；复合反应动力学及反应机理近似处理方法。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章热力学第一定律					
第 1 节热力学基本概念	过程、热和功、热力学能▲	√			
第 2 节热力学第一定律	热力学第一定律▲	√	√		
第 3 节准静态过程和可逆过程	功与过程，准静态过程与可逆过程★	√	√	√	
第 4 节焓与热容	焓▲热容，热容与温度的关系▲	√			
第 5 节热化学	热化学方程式，热效应，盖斯定律▲	√			
第 6 节标准摩尔反应焓的计算	生成热，标准生成热▲	√			

第二章热力学第二定律					
第1节热力学第二定律	热力学第二定律、熵▲	√	√	√	
第2节熵变的计算及其应用	不同过程熵变的计算★	√	√		
第3节热力学第三定律和化学反应熵变的计算	热力学第三定律▲ 规定熵和标准熵 标准摩尔反应焓	√			
第4节亥姆霍兹自由能和吉布斯自由能	吉布斯函数▲	√	√	√	√
第5节热力学基本方程	热力学基本方程▲	√		√	
第6节麦克斯韦(Maxwell)关系式	四个重要关系式▲	√		√	
第7节 ΔG 的计算	简单状态变化的恒温过程 ΔG 、相变化过程的 ΔG ▲	√	√	√	√
第三章多组分系统(溶液)热力学					
第1节偏摩尔量	偏摩尔量的定义▲	√			
第2节化学势	化学势▲、化学势在多相平衡的应用★	√	√		
第3节理想气体的化学势	理想气体的化学势	√			
第4节稀溶液的两个定律	拉乌尔定律和亨利定律▲	√	√	√	
第5节理想液态混合物(理想溶液)	理想稀溶液中任一组分的化学势▲	√			
第6节非挥发性溶质理想稀溶液的依数性	凝固点降低, 沸点升高, 渗透压	√	√	√	
第8节非理想多组分系统中物质的化学势	以拉乌尔定律和亨利定律为基础的活度表达	√	√	√	√
第四章化学平衡					
第1节化学反应的方向和限度	化学反应的平衡常数和等温方程▲	√	√	√	
第2节化学反应的标准吉布斯自由能变化	反应的标准摩尔反应吉布斯自由能和标准平衡常数求算▲	√	√		
第3节平衡常数的表示式(各类平衡常数)	理想气体化学反应平衡常数▲	√			
第4节各因素对化学平衡的影响及平衡常数的测定	温度、压力、惰性气体对化学平衡的影响★	√	√	√	√
第五章相平衡					
第1节基本概念	相, 物种数和独立组分数, 自由度	√			
第2节相率	相率	√			
第3节单组分溶液的相平衡	单组分系统相图▲	√	√		
第4节水-盐二组分系统相图	水-盐二组分系统相图▲	√	√	√	√
第六章电化学					
第1节法拉第定律	法拉第定律	√			
第2节电解质溶液的电导	法拉第电解定律, 电导, 电导率, 摩尔电导率及其测定和应用▲	√			
第3节可逆电池	电池电动势, 可逆电池热力学与能斯特方程式★	√	√	√	√
第4节不可逆电极过程	不可逆电极过程★	√	√	√	√
第5节化学电源	电池种类	√			

第6节电化学过程在水质处理中的应用	电化学在水处理中的应用▲	√	√	√	
第七章化学动力学基础					
第1节化学反应速率的基本规律	反应速率的表达式	√			
第2节简单反应的速率表达	简单反应级数的速率方程及动力学计算★	√	√		
第3节几类典型的复杂反应	几类典型的复杂反应	√			
第4节温度对反应速率的影响	温度对反应速率的影响及动力学计算★	√	√	√	√
第5节催化反应	催化反应▲	√			
第6节酶催化反应特性及应用	酶催化反应特性及应用	√			
第八章表面现象					
第1节表面张力与表面自由能	表面吉布斯函数与表面张力▲	√			
第2节弯曲液面压力性质	弯曲液面压力性质★	√	√	√	
第3节气体在固体表面上的吸附	物理吸附和化学吸附	√	√		
第4节 BET 理论	BET 理论	√			
第5节液体表面的吸附	溶液表面的吸附，表面活性剂▲	√			
第九章胶体化学					
第1节分散系统及其分类	分散系统▲	√			
第2节胶体的特性	胶体的光学，动力学和电学性质★ 电泳与电渗	√	√	√	
第3节憎液溶胶的胶团结构	胶团结构	√			
第4节憎液溶胶的聚沉	胶体的稳定与聚沉▲	√			
第5节乳状液	了解乳浊液，悬浊液，高分子化合物溶液的特性▲	√			
第6节凝聚剂、乳化剂在给水排水处理过程中的应用	凝聚剂、乳化剂在给水排水处理过程中的应用 ▲	√			

四、教学环节的安排与要求

1. 课堂讲授

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，再到用规范符号表示问题及其求解算法设计，进一步培养学生抽象表示问题的能力，强化对问题进行分类处理求解的意识；通过不同级别对象的抽象和问题的分治，培养学生的系统分析意识和能力。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

2. 作业

通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。

作业的基本要求：根据各章节的情况，包括练习题、思考题等，每一章布置适量的课外作业，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容。总参考练习的题量不少于 30 道。

五、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：参考四.1 “课堂讲授”。以讲授为主（34）习题专题讨论等为辅（6）课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着前辈大师们研究步伐前进。引导学生独立（按组）完成讨论专题。

2. 学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行具体课题分析实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，利用所学的知识实现问题求解。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读参考书和相关文献内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和解决问题的核心思想，不要死记硬背。

六、学时分配

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其	
						他	
1	热力学第一定律	4	1				5
2	热力学第二定律	6	1				7
3	溶液	4	0.5				4.5
4	化学平衡	3	1				4
5	相平衡	3	1				4
6	电化学	4	0.5				4.5
7	界面	4	0.5				4.5
8	动力学	6	0.5				6.5
合计		34	6				40

七、考试与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以易混淆的基本概念，常出现错误，以及综合的分析计算能力考查。起到督促学生系

统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容
平时	30	相关作业的完成质量，信息接受、自我约束。
期末考试	70	对规定考试内容掌握的情况。

制定者：严勇，安丽

批准者：梁文俊

2020 月 4 月 23 日

“无机化学”课程教学大纲

英文名称: Inorganic Chemistry

课程编号: 0004759

课程类型: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

适用对象: 环境科学与工程专业

先修课程: 高中课程

教材及参考书:

[1] 大连理工大学无机化学教研室,《无机化学》(第六版),高等教育出版社,2018年9月

[2] 天津大学无机化学教研室,《无机化学》(第五版),高等教育出版社,2018年6月

[3] 吉林大学、武汉大学、南开大学合编,《无机化学》(第二版),高等教育出版社,2009年9月

一、课程简介

无机化学是研究无机物质变化规律和化合物的物理和化学性质、结构、组成的科学,是有关化学科学、化学工艺以及以化学化工为基础的环境科学与工程专业的基础课。通过该课程的学习,使学生在中学化学学习基础上,较系统、全面地掌握无机化学的基本概念、基本理论、基本知识、重要化合物的性质,并获得进行化学实验的基本技能。为进一步学习化学后续课程及专业课程奠定必要的基础。本课程的主要内容为气体、化学平衡、酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原反应与电化学、原子结构、分子结构、固体结构、配合物结构、元素化学等。

二、课程地位和教学目的

1.课程地位: 本课程是环境科学与工程专业的学科基础必修课,是后继化学课程及专业课程的基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 无机化学是环境科学与工程专业的基础理论之一,掌握这些理论,能够培养学生解决复杂工程问题的能力。

毕业要求 2, 培养学生利用无机化学基本知识和实验技能,针对不同对象,进行合理分析建立适当的模型的能力。

毕业要求 3, 培养学生科学的思维方法、独立获取化学知识,运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求 4, 培养学生基于无机化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目的: 通过本课程的教学,使学生掌握物质结构的基础理论、化学反应的基本原理、元素化学的基本知识和实验的基本技能;培养学生科学的思维方法、独立获取化学知识、解决一般无机化学问题的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握无机化学基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握分析、描述、解决无机化学问题的能力。	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章气体				
第 1 节理想气体状态方程	理想气体状态方程、应用▲	√		
第二章化学平衡				
第 1 节标准平衡常数	化学平衡的基本特征、标准平衡常数表达式▲	√	√	
第 2 节标准平衡常数的应用	判断反应程度、预测反应方向、计算平衡组成▲	√	√	√
第 3 节化学平衡的移动	浓度、压力、温度★对化学平衡的影响	√	√	√
第三章酸碱平衡				
第 1 节酸碱质子理论	酸碱概念和理论历史回顾、酸碱质子理论的基本概念、酸的相对强度和碱的相对强度▲	√	√	√
第 2 节水的解离平衡和溶液 pH	水的解离平衡★、溶液的 pH▲	√	√	
第 3 节弱酸、弱碱的解离平衡	一元弱酸、弱碱的解离平衡▲ 多元弱酸、弱碱的解离平衡★	√	√	
第 4 节缓冲溶液	同离子效应▲、缓冲溶液、缓冲溶液 pH 计算▲、缓冲范围和缓冲能力▲	√	√	
第 5 节酸碱电子理论	酸碱电子理论的基本概念	√		
第 6 节配位化合物	配合物组成和命名▲	√		
第 7 节配位反应与配位平衡	配合物的解离常数和稳定常数	√	√	
第四章沉淀溶解平衡				
第 1 节溶解度和溶度积	溶解度、溶度积▲、溶度积和溶解度间的关系	√	√	
第 2 节沉淀的生成和溶解	溶度积规则▲、同离子效应、pH 对溶解度的影响——沉淀的酸溶解	√	√	
第 3 节两种沉淀之间的平衡	分布沉淀▲、沉淀的转化★		√	√

第五章氧化还原反应与电化学基础				
第 1 节 电化学电池	原电池的构造、原电池电动势的测定	√	√	
第 2 节 电极电势	标准氢电极和甘汞电极、标准电极电势★、Nernst 方程▲	√	√	
第 3 节 电极电势的应用	判断氧化剂、还原剂的相对强弱▲、判断氧化还原反应进行的方向、确定氧化还原反应进行的限度	√	√	
第六章原子结构				
第 1 节 原子结构的 Bohr 理论	历史回顾, 氢原子光谱, Bohr 原子结构理论			√
第 2 节 微观粒子运动的基本特征	微观粒子运动的波粒二象性▲			√
第 3 节 氢原子结构的量子力学描述	薛定谔方程★、量子数▲、原子轨道▲	√		√
第 4 节 多电子原子结构	多电子原子轨道能级▲、核外电子排布▲	√	√	√
第 5 节 元素周期表	元素的周期、组、分区▲	√	√	
第 6 节 元素性质的周期性	原子半径、电离能、电负性	√	√	
第七章分子结构				
第 1 节 价键理论	共价键的本质、特点和键型▲	√	√	
第 2 节 杂化轨道理论	杂化轨道的概念和类型▲	√	√	√
第 3 节 价层电子对互斥理论	价层电子对互斥理论要点★、分子几何构形预测▲		√	√
第 4 节 键参数	键能、键长、键角、键级等概念	√		
第八章固体结构				
第 1 节 晶体结构和类型	晶体结构的特征与晶格理论、晶体类型▲	√	√	
第 2 节 金属晶体	金属晶体的结构、金属键理论	√	√	
第 3 节 离子晶体	离子晶体的结构、晶格能、离子极化▲	√	√	
第 4 节 分子晶体	分子的偶极矩和极化率、分子的极性和分子间的作用力▲、氢键	√	√	√
第 5 节 层状晶体	层状晶体的结构和特点		√	√
第九章 s 区元素				
第 1 节 s 区元素概述	碱金属与碱土金属的通性		√	
第 2 节 s 区元素化合物	氧化物(正常氧化物、过氧化物、超氧化物)、氢氧化物、	√	√	
第 3 节 锂和铍的特殊性、对角线规则	锂和铍的特殊性、对角线规则		√	√
第十章 p 区元素				
第 1 节 p 区元素概述	理解物质结构和性质特征的关系		√	
第 2 节 硼族元素	硼的氢化物(B ₂ H ₆ 的缺电子结构, π键)、氧化物(B ₂ O ₃ 、H ₃ BO ₃ 、Na ₂ B ₄ O ₇)、卤化物(BF ₃ 的特殊性)		√	√
第 3 节 碳族元素	锡和铅氢氧化物、Sn(II)的还原性、Pb(IV)的氧化性、氯化物的水解		√	√
第 4 节 氮族元素	氮的氢化物(氨、联氨、羟氨、叠氮酸及其盐)、氧化物(NO、NO ₂)、亚硝酸及其盐、硝酸及其盐的性质]		√	√
第 5 节 氧族元素	O ₂ 的氧化性, O ₃ 的结构及强氧化性; H ₂ O ₂ 的结构及氧化性、H ₂ S 的还原性、金属硫化物的溶解性、硫的含氧酸及其盐(H ₂ SO ₃ 、H ₂ SO ₄ 、H ₂ S ₂ O ₃ 、H ₂ S ₂ O ₈)		√	√

第 6 节 卤素	掌握卤素单质的主要化学性质、歧化反应(与水、与碱的反应)、置换反应(与卤化物、与卤酸根离子的反应)、氢卤酸酸性递变规律、HF 的特殊性、卤素含氧酸及其盐的组成、主要性质递变的规律		√	√
第十一章 d 区元素				
第 1 节 d 区元素概述	d 区所包括的元素、通性及应用		√	
第 2 节 铬及其化合物	Cr 的性质特征及自然界存在、Cr 的重要化合物、水溶液中 Cr 的离子及其反应: Cr(OH) ₃ 的两性、Cr(OH) ₄ 的还原性、Cr(III)配合物的异构体、Cr ₂ O ₇ ²⁻ 与 CrO ₄ ²⁻ 的相互转化、Cr ₂ O ₇ ²⁻ 的强氧化性、与 Ag、Ba、Pb 的沉淀反应及 Cr ₂ O ₇ ²⁻ 与 CrO ₄ ²⁻ 的鉴定		√	√
第 3 节 锰及其化合物	Mn 的自然存在、水溶液中锰的离子及其反应: Mn ²⁺ 、MnO ₄ ⁻ 的歧化反应、Mn 离子与碱反应、Mn(OH) ₂ 的氧化、Mn ²⁺ 与 BiO ₃ ⁻ 、S ₂ O ₈ ²⁻ 、MnO ₄ ⁻ 的反应、MnO ₂ 的氧化性、MnO ₄ ⁻ 强氧化性(在不同介质中还原产物不同)Mn 的鉴定		√	√
第 4 节 铁、钴、镍及其化合物	Fe ³⁺ 、Co ³⁺ 、Ni ³⁺ 化合物氧化性递变规律、Fe(OH) ₂ 、Co(OH) ₂ 、Ni(OH) ₂ 还原性的递变规律、水溶液中铁离子及其反应及 Fe ³⁺ 、Fe ²⁺ 、Co ²⁺ 、Ni ²⁺ 的鉴定		√	√
第 5 节 铜族元素	铜族元素单质的性质特征、铜和银的重要化合物、水溶液中铜离子及其反应 (Cu 的歧化反应、配位反应、Cu(OH) ₂ 的两性反应、Cu 的配位反应、水解反应)		√	√
第 6 节 锌族元素	锌族元素单质的性质特征、锌和汞的重要化合物、水溶液中锌离子及其反应 (Zn(OH) ₂ 的两性反应、Zn 的配位反应、沉淀反应)、水溶液中汞离子及其反应 (汞离子(I),(II)与碱反应、Hg(I)的歧化反应和反歧化反应、Nessler 试剂鉴定 NH ₄ ⁺ 、汞离子(I),(II)与氨作用、Hg ₂ ²⁺ 的鉴定		√	√

四、教授方法与学习方法指导

1.教授方法: 课堂教学利用多媒体教学系统和计算机辅助教学系统, 采用动画、结构模型完成理论教学部分。

2. 学习方法: 注意对基本概念和公式的理解, 强调理论联系实际。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	气体	1					1
2	化学平衡	3					3
3	酸碱平衡	3	1				4
4	沉淀溶解平衡	2			1		3
5	氧化还原反应与电化学基础	2	1				3
6	原子结构	4					4
7	分子结构	2					2
8	固体结构	3	1				4
9	S 区元素	1					1
10	P 区元素	3					3
11	D 区元素	3			1		4
合计		27	3		2		32

六、考试与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本知识的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容
作业	20	相关作业的完成质量。
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量。
期末考试	70	对规定考试内容掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：谢亚勃

批准者：梁文俊

日期：2020 年 4 月

“有机化学 II” 课程教学大纲

英文名称: Organic Chemistry II

课程编码: 0007930

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境科学与环境工程专业本科生

先修课程: 数学、物理学、无机化学。

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 天津大学有机化学教研室, 赵温涛、郑艳、王光伟、马宁、黄跟平, 有机化学 (第 5 版), 高等教育出版社, 2019

[2] 邢其毅, 裴伟伟, 徐瑞秋, 裴坚, 《基础有机化学》(第 4 版), 北京大学出版社, 2016。

一、课程简介

有机化学是环境科学与环境工程专业本科生的必修基础课, 主要讲授有机化合物的组成、结构、性质及其性质变化规律。通过本门课程的学习, 使学生掌握有机化学的基本概念和基本理论、基本有机反应及有机化合物结构与性能之间的关系, 了解常见有机化合物在化学工业生产中以及人们日常生活中的地位和作用, 提高学生的认知能力, 培养学生的创新能力。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是环境科学与环境工程专业本科生学科基础必修课。有机化学是研究有机化合物的组成、结构、性质及其变化规律的科学。有机化学课程是环境科学与环境工程专业的一门必修的化学基础课程。对于环境科学与环境工程专业的学生来说, 掌握有机化学的基础知识、基本理论和基本技能, 才可以很好地学习后继的专业课程, 为“厚基础、宽专业、强能力、高素质”的培养目标打下坚实的基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 本课程是环境科学与环境工程专业的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生解决大量化学问题的能力。

毕业要求 2, 培养学生利用有机化学方法针对环境科学相关问题, 进行合理分析, 并培养通过逻辑思维解决实际问题能力。

毕业要求 3, 培养学生采用有机化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求 4, 培养学生基于有机化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 写明课程拟达到的课程目标, 指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平, 本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

总的教学目标是: 通过本课程的学习, 要使学生对本大纲要求范围内的有机化学内容比较有系统和比较全面的了解, 认识有机化合物的结构与性质之间的关系, 熟悉各类有机

物的相互转化及其规律，有初步的分析问题和解决问题的能力；掌握有机化学实验的基本操作及一些重要的单元实验，获得科学研究方法的初步训练；了解本学科范围内重大的科学技术新成就。培养其环境科学与环境工程意识和能力。

主要为毕业要求第 1、2、3 和 4 的实现提供支持。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握有机化学基本概念。	●	◎	◎	⊙
2	掌握运用有机化学知识分析、描述、解决相关环境科学问题的能力	◎	●	◎	⊙
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

育人，不仅仅是教育书本上的知识，更是要教会孩子为什么要学习，让孩子树立一个正确的世界观、价值观，懂得对错、荣辱区别，更要自尊自爱，要学会不断完善自己。希望学生们能够拥有一技之长，这是学生立足于社会的根本，所谓的匠心品质，必须是专注、安静的。美好的情怀，高尚的信念，人生的态度，三者缺一不可。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章绪论	有机化学发展简史以及有机化合物和有机化学等概念，有机化合物的特性，均裂、异裂、游离基型反应、离子型反应等概念，有机化合物按碳骨架和按官能团分类的两种方法。 重点：有机化合物的特性，有机化合物的分类。 难点：共价键理论和分子轨道理论的基本要点。	√	√		
第二章烷烃和环烷烃	烷烃、环烷烃、通式、同分异构现象、同系列、构造异构、构造式、构象等概念，用构象式表示烷烃和环烷烃典型构象的书写方法。烷烃和环烷烃的命名方法。烷烃和环烷烃的化学性质。 重点：烷烃和环烷烃的命名，卤化反应的取向与自由基的稳定性。 难点：过渡态理论及甲烷氯代反应历程。	√	√		
第三章烯烃和炔烃	烯烃、炔烃的同分异构现象和系统命名方法，烯烃加卤化氢、加硫酸、加水、加次卤酸、加卤素、硼氢化反应以及亲电加成反应的历程，运用 Markovnikov 规则判断不对称烯烃的加成方向。	√	√	√	√

	重点：烯烃的顺反异构及 Z/E 标记法，烯烃及炔烃的亲电加成反应，马氏规则，烯烃的自由基加成、自由基取代、硼氢化反应、氧化反应、炔氢的弱酸性。 难点：亲电加成反应的取向，Markovnikov 规则的理论解释。				
第四章二 烯烃、共轭 体系	二烯烃的分类、命名以及共轭二烯烃的结构特点。共轭二烯烃的 1,2-加成和 1,4-加成反应、电环化反应，Diels-Alder 反应。 重点：共轭二烯的性质，1,4-加成及 1,2-加成，电环化反应，双烯合成。 难点：电子离域与共轭体系的概念，离域体系的共振论表述法。	√	√	√	
第五章芳 烃、芳香性	苯分子的结构，单环芳烃的亲电取代反应及其历程，取代基的定位规律，定位规律在有机合成中的应用，$4n+2$ 规则及判断非苯芳烃的方法。 重点：苯环上的亲电取代反应，苯环上亲电取代反应的定位规律及其理论解释。 难点：定位规律的理论解释。	√	√	√	√
第六章立 体化学	手性、镜像、对映体、手性碳原子、手性分子、内消旋体、外消旋体、相对构型、绝对构型、手性合成等概念，用 R、S 法标记旋光性化合物构型的方法。 重点：对称因素与分子的手性间的关系，Fischer 投影式的写法，R/S 标记法。 难点：有机分子的空间构型与其 Fischer 投影式间的对应关系。	√			
第七章卤 代烃	卤代烃的分类和命名，伯、仲、叔卤代烃进行 S_N1 和 S_N2 反应的活性，Grignard 试剂的生成、结构、特性及应用，S_N1 和 S_N2 反应及其历程，$E1$ 和 $E2$ 反应和消除反应的取向。 重点：卤烷的化学性质，S_N1、S_N2、$E1$、$E2$ 反应的机理。 难点：S_N1、S_N2、$E1$、$E2$ 反应的机理。	√	√		
第八章醇 和酚	醇和酚的分类、结构特点及命名方法。醇成醚、成酯及氧化反应，与 HX、PX_3、$SOCl_2$ 的反应，酚的弱酸性，酚芳环上的亲电取代反应。 重点：醇的化学性质，酚芳环上的亲电取代反应。 难点：醇经 $E1$ 脱水，频哪醇重排。	√			
第九章醛 和酮	醛、酮的分类方法，醛、酮的系统命名法，醛、酮的制法，醛、酮的化学性质。 重点：羰基上亲核加成反应，羟醛缩合反应。 难点：α, β-不饱和醛酮的反应。	√			

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2. 学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	烷烃和环烷烃	4					4
3	烯烃和炔烃	4					4
4	二烯烃、共轭体系	4					4
5	芳烃、芳香性	4					4
6	立体化学	2					2
7	卤代烃	2					
8	溴乙烷的制备实验			4			
9	醇和酚	2					2
10	醛和酮	2					2
11	总结	2					2
合计		28		4			32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 20%（作业等 10%，实验 10%），考试成绩 80%。

平时成绩中的 50%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 50%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
作业、出勤	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。
实验	10	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。
期末考试	80	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1、2、3 和 4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	作业内容完整， 解题思路清晰， 字迹工整，答案 准确。	作业内容完整， 字迹工整，答案 准确。	作业内容完整， 思路清晰，答案 准确。	作业内容基本完 成	不满足 D 要求
实验	实验顺利完成， 实验操作规范， 实验设计合理， 实验报告规范	实验顺利完成， 实验操作规范， 实验报告规范	实验顺利完成， 实验报告规范	实验及时完成， 实验报告完成	不满足 D 要求
考试	答案正确率 90-100%，，主观 题思路清晰，能 切中知识要点	答案正确率 80-89%，试卷整 洁，主观题思路 正确	答案正确率 70-79%	答案正确率 60-69%	不满足 D 要求

制定者：谢林华

批准者：梁文俊

2020 年 4 月 20

“分析化学”课程教学大纲

英文名称: Analytical Chemistry

课程编号: 0007908

课程类型: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

适用对象: 环境工程专业, 环境科学专业

先修课程: 无机化学、高等数学

使用教材及参考书:

[1] 武汉大学, 分析化学(上册, 第6版), 高等教育出版社, 2016

[2] 何先莉、赵淑珍、武少华编著, 分析化学, 北京工业大学出版社, 2001

[3] 四川大学等, 分析化学, 高等教育出版社, 2004

[4] 孙毓庆, 胡育筑, 吴玉田, 李章万编, 分析化学(第2版), 科学出版社, 2006

一、课程简介

分析化学是研究物质组成、结构、分析方法及其相关理论的一门科学, 内容包括化学分析和仪器分析两大部分, 其相关理论和实验方法是从事化学、生物、环境、地质、医学、材料等学科工作的基础。分析化学以分析方法为主线, 综合应用多门有关学科的知识, 突出量的概念, 重视基本技能训练。

二、课程地位和教学目标

1. 课程地位: 本课程为环境工程和环境科学专业的一门重要基础课。对培养学生分析、计算能力和提高科研素质等方面有重要作用, 为后续专业课程的学习准备必要的知识基础。

2. 教学目标: 总的教学目标是使学生全面掌握常用化学分析方法的基本知识、基本原理、基本运算。通过实验掌握基本操作技能并达到一定的熟练程度。分析化学不仅培养学生严格“量”的概念, 也培养学生良好的实验习惯和严谨细微, 实事求是的科学作风, 使其逐步具备科技人员应有的素质。

三、课程教学内容及要求

本课程主要讲授以酸碱平衡、配位平衡、氧化还原平衡和沉淀平衡为理论基础的酸碱滴定、配位滴定、氧化还原滴定、沉淀滴定和沉淀重量法等化学分析方法及以朗伯-比尔定律为基础的分光光度法。同时, 还要讲授基本的误差理论及数据统计处理方法等。深度和广度与同类院校相当。

1. 绪论

主要介绍分析化学研究的内容、作用、分类和发展。

- (1) 分析化学研究内容及在国民经济中的地位[1]。
- (2) 分析方法的分类及定量分析过程[2]。
- (3) 分析化学发展的现状及趋势[1]。

2. 误差与数据处理

主要内容包括误差及其产生的原因、准确度与精密度、误差的传递、实验数据的统计

处理、有效数字及其运算规则及提高分析结果准确度的方法等。

(1) 误差分类及产生原因, 误差和偏差表示方法, 准确度和精密度的概念及相互关系[2]。

(2) 随机误差的统计规律: 高斯分布及标准正态分布[2]。

(3) 实验数据的统计处理[2]

掌握 t 分布、置信度和置信区间等统计概念。掌握可疑值取舍, 显著性检验。

(4) 掌握有效数字定义及计算规则[2]。

(5) 回归分析法[2]

重点: 误差分类及产生的原因; 随机误差正态分布; 置信度和置信区间; 回归分析法。

难点: 频数分布、高斯分布及标准正态分布; 显著性检验。

3. 滴定分析概论

主要介绍滴定分析中的基本概念(化学计量点、滴定终点、终点误差、标准溶液等); 滴定分析法的特点、分类及滴定方式; 标准溶液的配制; 滴定分析的计算等。

(1) 了解滴定分析法及特点, 滴定分析法分类[1]。

(2) 掌握滴定反应条件及滴定方式[2]。

(3) 掌握基准物概念及标准溶液配制和标定方法, 标准溶液浓度表示方法[2]。

(4) 掌握滴定分析计算公式及应用[2]。

重点: 滴定分析中的基本概念及滴定分析相关计算。

难点: 终点误差概念, 换算因数法在滴定分析计算中的应用。

4. 酸碱平衡和酸碱滴定法

主要内容包括酸碱平衡原理、酸碱溶液 H^+ 浓度的计算和酸碱滴定法。

(1) 掌握酸碱质子理论基本知识, 酸碱组分的分布系数和分布曲线[2]。

(2) 掌握酸碱溶液的 pH 值计算[2]。

(3) 掌握酸碱指示剂作用原理, 变色范围[2]。

(4) 掌握强酸—强碱, 一元弱酸弱碱, 多元酸碱等滴定体系的滴定曲线及指示剂选择[2]。

(5) 终点误差[2]

(6) 了解酸碱滴定法的应用[2]。

重点: 一元弱酸、弱碱溶液及缓冲溶液的 pH 值计算; 强酸-强碱, 一元弱酸-弱碱, 多元酸碱等滴定体系的滴定曲线及指示剂选择。

难点: 一元弱酸、弱碱溶液 pH 值计算。

5. 配位平衡和配位滴定法

主要内容包括配位化学概述、EDTA 的离解平衡及分布曲线、配位化合物在溶液中的离解平衡和配位滴定法的基本原理。

(1) 了解简单配合物和螯合物的特点及 EDTA 配合物的性质[1]。

(2) 掌握副反应及副反应系数, 条件稳定常数[2]。

(3) 掌握金属指示剂作用原理及选择原则[2]。

(4) 掌握配位滴定曲线[2]。

(5) 理解混合离子的选择滴定[1]。

(6) 了解滴定方式及应用[1]。

重点：副反应及副反应系数，条件稳定常数。金属指示剂作用原理及选样原则。

难点：副反应及副反应系数，条件稳定常数。

6.氧化还原平衡和氧化还原滴定法

主要包括氧化还原反应的方向和进行程度、氧化还原反应的速度及影响因素、氧化还原滴定曲线、氧化还原滴定的指示剂、氧化还原滴定前预处理及常用氧化还原滴定方法。

(1) 掌握条件电极电位概念及影响其值的因素[2]。

(2) 掌握氧化还原平衡常数及准确滴定的判断[2]。

(3) 理解氧化还原反应的速度及对滴定反应的影响[1]。

(4) 掌握氧化还原指示剂，滴定曲线及计量点电位的计算[2]。

(5) 了解预先氧化还原的作用[1]。

(6) 了解高锰酸钾法，重铬酸钾法，碘量法等的方法原理及应用[1]。

重点：条件电极电位概念及影响其值的因素。氧化还原指示剂，滴定曲线及计量点电位的计算。

难点：条件电极电位概念及影响其值的因素。

7.重量分析法和沉淀滴定法

主要包括重量分析法概述、沉淀重量法和沉淀滴定法。

(1) 了解重量分析法对沉淀的要求，掌握沉淀剂的选择[1]。

(2) 掌握同离子效应，盐效应，酸效应，配位效应对沉淀溶解度的影响，掌握条件溶度积的概念[2]。

(3) 掌握影响沉淀纯净的诸因素[2]。

(4) 掌握沉淀条件的选择及重要分析计算[2]。

(5) 了解沉淀滴定法特点[1]。

(6) 掌握莫尔法，佛尔哈德法，法扬司法的原理，滴定条件及方法的应用[2]。

重点：影响沉淀溶解度的因素，包括：同离子效应，盐效应，酸效应，配位效应；条件溶度积的概念。

难点：条件溶度积的计算。

8.分光光度法

主要包括分光光度法概述、物质对光的选择性吸收、光吸收定律、光度分析方法及仪器构造、分光光度法分析条件的选择和分光光度法的应用。

(1) 了解光基本性质，互补光，掌握吸收光谱和吸收曲线[1]。

(2) 掌握朗伯—比耳定律，标准曲线绘制[2]。

(3) 掌握分光光度计组成部件和工作原理[2]。

(4) 掌握显色反应及显色条件，掌握测量误差及测量条件[2]。

(5) 了解分光光度法应用：高含量、多组分，配合物组成测定[1]。

重点：朗伯—比耳定律，标准曲线绘制。

难点：分光光度法的测量误差。

[1] 表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2] 表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3] 表示了解。指学生应该辨别的科学事实、概念、原则、术语，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

四、教学环节的安排与要求

1. 课堂讲授

课堂教学首先要使学生掌握本课程教学内容中规定的一些基本概念和基本原理。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和原理有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

使用多媒体课件，配合板书讲授课程内容。在授课过程中，可由常见的一些实验现象引出相关概念，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生查阅相关资料，培养自学能力。

2. 实验教学

相关实验单独设课。

3. 作业

通过课外作业，检验学生的学习效果，加深掌握课堂讲述的内容，同时，通过独立思考一些相关问题，拓展相关学习内容。

作业的基本要求：根据各章节的情况，除绪论外，每一章布置适量的课外作业，包括练习题、思考题等。知识点覆盖课堂讲授的大部分内容，包括基本概念和基本原理等。

五、教授方法与学习方法指导

教学方法要服务于课程教学目标，同时结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，可以包括讲授、研讨、小组合作、同伴教学、探究教学、项目驱动、案例教学等多种教学方法与模式。

对学生的学习方法指导要根据课程教学方法以及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、课程学习时间管理技巧、小组学习的要求、学习效果自我检查方法指导等，以激发学习动机，帮助学生学会主动学习、深入探究。

六、学时分配

表 1 各章节学时分配表

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题课	实验课	讨论课	其他	
1	绪论	2					2
2	误差与数据处理	5	1				6
3	滴定分析概论	2					2
4	酸碱平衡和酸碱滴定法	5	1				6
5	配位平衡和配位滴定法	4	1				5
6	氧化还原平衡和氧化还原滴定法	4	1				5
7	重量分析法和沉淀滴定法	4					4
8	分光光度法	2					2
合计		28	4				32

七、考试与成绩评定

考试内容：基本概念 35%，基本原理 35%，计算 15%，配方分析 15%。考试采用闭卷形式。

成绩评定：平时成绩占 40%，卷面成绩占 60%。平时成绩以课堂测验情况、作业完成情况和考勤评定。

制定者：邱文革

批准者：梁文俊

2020 年 6 月 5 日

“物理化学 V” 课程教学大纲

英文名称: Physical Chemistry V

课程编码: 0004998

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 环境科学及环境工程专业本科生

先修课程: 高等数学、普通物理和无机化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1]刘俊吉, 周亚平等主编, 物理化学 (第 6 版), 高等教育出版社, 2017.08

[2] 彭笑刚, 物理化学讲义, 高等教育出版社, 2012.10

一、课程简介

通过对化学反应的方向、限度和能量的衡算等热力学性质以及化学反应的速率和机理等动力学性质的讨论向学生传授有关知识和问题求解方法, 培养学生的抽象和模型化能力。要求学生掌握有关方面的基本概念、基本理论、基本方法。具体知识包括热力学基本定律及其在多组分系统、化学平衡、相平衡、电化学等方面的具体应用; 化学动力学基础、复合反应动力学及反应速率理论。了解这些理论在环境科学与工程等领域的应用, 并掌握一些物理化学的计算方法。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是环境工程与环境科学专业的学科基础必修课。旨在无机化学、大学物理和高等数学等系列课程后, 引导学生在用严密的数学物理逻辑, 描述和表达在化学变化中的规律, 系统地掌握逻辑推演的公理化体系; 除了学习知识外, 还要学习从特殊到一般和从一般到特殊的归纳和演绎推理研究方法。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 物理化学属于本专业类的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生将基础和专业知用于解决复杂工程中的科学问题的能力。

毕业要求 2, 培养学生利用物理化学方法针对不同对象, 进行合理分析建立适当的模型的能力。

毕业要求 3, 培养学生采用物理化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求 4, 培养学生能够基于物理化学的科学原理并采用科学方法对复杂工程中的科学问题进行研究的能力, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 总的教学目标是使学生掌握物理化学中的基本概念、基本理论、基本方法, 在宏观上认识基础科学研究的方法论, 为进一步学习专业课程奠定必要的基础。物理化学是理论性较强的基础学科, 要注意让学生理解这些基础理论和基本知识, 增强系统分析问题能力和解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力、创新意识和科学

素质，培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握物理化学基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用物理化学分析、描述、解决相关物理化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章热力学第一定律					
第 1 节热力学基本概念	状态函数▲★、热和功▲、热力学能▲	√			
第 2 节热力学第一定律	热力学第一定律▲	√	√		
第 3 节热的计算	焓★，热容▲，相变热▲、化学反应热▲	√			
第 4 节功的计算	体积功▲，准静态过程与可逆过程★	√	√	√	
第二章热力学第二定律					
第 1 节热力学第二定律	热力学第二定律▲、熵▲	√	√	√	
第 2 节熵变的计算及其应用	不同过程熵变的计算★	√	√		
第 3 节热力学第三定律和化学反应熵变的计算	热力学第三定律▲，标准熵，标准摩尔反应焓	√			
第 4 节亥姆霍兹函数和吉布斯函数	函数的导出、意义及判据▲★，相关计算	√	√	√	
第 5 节热力学函数基本关系式	热力学基本方程▲，其他关系式	√		√	
第 6 节热力学第二定律在单组分系统相平衡中的应用	克拉佩龙方程▲	√	√		
第三章多组分系统热力学——均相混合物及溶液					
第 1 节偏摩尔量	偏摩尔量的定义▲★，集合公式▲★	√			
第 2 节化学势	化学势★▲、化学势判据及应用	√	√		
第 3 节气体混合物中各组分的化学势	理想气体的化学势▲，实际气体的化学势	√			
第 4 节稀溶液中的两个经验定律	拉乌尔定律和亨利定律▲	√	√	√	
第 5 节理想液态混合物	化学势表达式▲，真实混合物	√	√	√	
第 6 节理想稀溶液	化学势表达式▲，真实溶液	√	√	√	

第 7 节稀溶液的依数性	凝固点降低, 沸点升高, 渗透压, 反渗透技术	√	√	√	√
第四章化学平衡					
第 1 节化学反应的等温方程	等温方程▲	√	√	√	
第 2 节热力学平衡常数	热力学平衡常数及计算▲, 其他平衡常数	√			
第 3 节标准平衡常数与温度的关系	范特霍夫方程及其应用▲	√	√		
第 4 节各因素对化学平衡的影响及平衡常数的测定	压力、惰性气体等对化学平衡的影响★	√	√	√	
第 5 节平衡组成的计算	综合计算▲	√			
第五章相平衡					
第 1 节相律	相, 物种数和独立组分数, 自由度★, 相律▲	√			
第 2 节单组分系统的相图	水的相图的绘制与分析▲	√	√		√
第 3 节二组分理想液态混合物的气-液平衡相图	压力-组成图, 温度-组成图▲, 杠杆规则	√	√		
第 4 节二组分液态部分互溶系统及不互溶系统	部分互溶液体的相互溶解度, 完全不互溶系统-水蒸气蒸馏	√			
第 5 节二组分固态不互溶系统液-固平衡相图	合金体系相图▲★, 水-盐体系相图	√	√	√	√
第 6 节二组分固态互溶系统液-固平衡相图	固态完全互溶系统, 固态部分互溶系统	√			
第六章电化学					
第 1 节电解质溶液的导电机理及法拉第定律	电解质溶液的导电机理, 法拉第定律	√			
第 2 节电导、电导率和摩尔电导率	电导、电导率、摩尔电导率的概念、测定和应用	√			
第 3 节可逆电池	电池的书写, 可逆电池的概念▲	√	√		
第 4 节原电池热力学	能斯特方程, 相关热力学计算▲	√			
第 5 节可逆电极的种类	第一类电极, 第二类电极和第三类电极	√			
第 6 节原电池的设计	原电池的设计▲, 浓差电池	√	√		
第 7 节极化作用	极化的概念▲, 极化曲线的测定, 电解过程	√	√	√	√
第七章表面现象					
第 1 节表面吉布斯函数	表面张力、表面功与表面吉布斯函数▲	√			
第 2 节弯曲液面的压力性质	Laplace 公式★, Kelvin 公式★	√	√		
第 3 节亚稳状态及新相的生成	亚稳状态及新相的生成	√		√	
第八章化学动力学					
第 1 节化学反应的反应速率及速率方程	基元反应、质量作用定律▲、反应速率的表达式, 反应级数▲	√			
第 2 节浓度对反应速率的影响	简单反应级数的速率方程及动力学计算★	√	√		
第 3 节速率方程的确定	微分法、积分法和半衰期法				
第 4 节温度对反应速率的影响	阿伦尼乌斯公式★, 基元反应的活化能	√	√	√	
第 5 节典型的复合反应	对行反应, 平行反应, 连续反应	√			
第 6 节复合反应速率的近似处理法	平衡态近似法▲、稳态近似法▲	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨等教学模式与方法。

2. 学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	热力学第一定律	4					4
第二章	热力学第二定律	5	1				6
第三章	多组分系统热力学——均相混合物及溶液	5			1		6
第四章	化学平衡	4	1				5
第五章	相平衡	7			1		8
第六章	电化学	6					6
第七章	表面现象	4	1				5
第八章	化学动力学	7	1				8
合计		42	4		2		48

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
平时	20	相关作业的完成质量，信息接受、自我约束。
期末成绩	80	对规定考试内容掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
平时	遵守课堂纪律，积极参与课堂讨论，作业内容完整，字迹工整，答案准确。	遵守课堂纪律，课堂参与度较高，作业内容完整，答案较准确。	遵守课堂纪律，作业内容基本完成。	不满足 C 要求
期末考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况

制定者：张丽娟

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“普通化学”课程教学大纲

英文名称: General Chemistry

课程编码: 0002609

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 水务工程、给水排水工程专业

先修课程: 无

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 普通化学(第七版), 浙江大学普通化学教研组编, 高等教育出版社, 2020.02

[2] 《无机化学》(第五版), 大连理工大学无机化学教研室编, 高等教育出版社, 2006.05

一、课程简介

普通化学是对非化工类专业开设的一门自然科学基础课程。本课程运用化学热力学的基础知识, 阐明化学反应中的能量关系, 判断化学反应的方向和程度以及平衡移动的规律。从物质微观结构的角度了解物质的性质及其变化规律。学习重要无机化合物的性质及其在近代科技中的应用。希望通过该课程使学生了解当代化学的基本理论和基本知识, 并能运用化学的观点分析和解决工程技术中遇到的问题, 培养学生科学的思维方法和世界观。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是材料科学与工程专业本科的学科基础课程。

普通化学课程简明地阐述化学的基本原理和知识, 体现化学与工程技术间的桥梁作用。是高等学校工程技术专业的一门基础理论课。本课程是非化学专业工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求1, 普通化学是本专业的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生运用基本知识和理论进行比较判断, 选择正确方法来解决复杂工程问题的能力。

毕业要求2, 培养学生利用普通化学的方法针对不同对象, 了解本学科技术发展中重大突破的背景与影响。

毕业要求3, 培养学生采用普通化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求4, 培养学生基于普通化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标: 总的教学目标是: 通过对物质结构、化学热力学、化学反应的基本原理及与工程实际密切相关的重要元素和化合物、新技术、新材料等基本知识的学习, 使

学生了解近代化学的基本理论，能在工程技术实践中以化学的观点分析物质变化的现象及规律。为后续的化学课程打下良好的基础。培养学生正确的学习方法和研究方法，进一步树立辩证唯物主义世界观。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握普通化学基本概念和基本理论	●	◎	◎	◎
2	掌握运用普通化学知识分析、描述、解决相关化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
绪论					
第一章热化学能源					
第 1 节反应热效应的测量	等容热效应和等压热效应▲ 了解弹式热量计测量反应热效应的原理	√	√		
第 2 节反应热效应的理论计算	盖斯定律▲ 能量守恒定律（热力学第一定律）▲ 功，热，内能，焓▲ 标准摩尔生成焓▲ 化学反应的标准摩尔焓变▲★	√	√	√	
第 3 节能源	煤炭，石油和天然气，氢能的利用和开发	√			
第二章化学反应的基本原理大气污染					
第 1 节化学反应的方向和吉布斯函数变	自发过程和非自发过程 反应的焓变▲ 反应的熵变▲ 反应的吉布斯函数变▲★ 反应自发性的判断▲★ 反应的标准摩尔吉布斯函数变的计算和应用▲	√	√	√	

	★				
第2节化学反应进行的程度和化学平衡	化学平衡常数的表达式 [▲] 平衡常数的意义和有关计算 ^{▲★} 化学平衡的移动 ^{▲★}	√	√	√	
第3节大气污染	大气中的污染物, 大气污染的防治	√			
第三章水化学水污染					
第1节水溶液中的单相离子平衡	酸和碱的概念 酸碱电离理论, 酸碱质子理论 [▲] 酸碱在水溶液中的离子平衡 [▲] pH值的计算 [▲] 缓冲溶液和pH的控制 ^{▲★}	√	√	√	
第2节难溶电解质的多相离子平衡	多相离子平衡和溶度积 ^{▲★} 溶度积规则 [▲] 沉淀的转化 [▲] 沉淀的溶解 [▲]	√	√	√	
第3节水污染	水中无机污染物, 水中的有机污染物, 水污染的处理	√			
第四章电化学金属腐蚀					
第1节原电池和电极电势	原电池的组成 原电池的半反应式 原电池的图式 电极电势 ^{▲★} 原电池的电动势与电池反应的吉布斯函数变 [▲] ★ 能斯特方程式 ^{▲★}	√	√	√	
第2节电极电势的应用	氧化剂和还原剂相对强弱的比较 ^{▲★} 氧化还原反应方向的判断 ^{▲★} 氧化还原反应进行程度的衡量 ^{▲★}	√	√	√	√
第3节化学电源	电池种类	√			
第五章物质结构基础					
第1节氢原子结构的近代概念	四个量子数 [▲] 电子云与几率密度 [★] 电子云角度分布 电子云径向分布 微观粒子的波、粒二相性 [★] 波函数 [★]	√	√		
第2节多电子原子结构和周期律	多电子原子轨道的能级 ^{▲★} 核外电子分布三原理 ^{▲★} 核外电子分布式 ^{▲★} 外层电子分布式 元素周期律 ^{▲★}	√	√	√	
第3节化学键和分子间相互作用力	化学键, 金属键, 离子键, 共价键 [▲] 分子的极性, 电偶极矩 [▲] 杂化轨道理论 ^{▲★}	√	√	√	

	分子的空间构型 [▲] 分子间力 [▲] 氢键 分子间相互作用对物质熔点、沸点、溶解性的影响 [▲]				
第 4 节 晶体结构	离子晶体, 原子晶体, 分子晶体, 金属晶体, 过渡型晶体 [★]	√	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点, 采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2. 学习方法: 明确学习各阶段的重点任务, 做到课前预习, 课中认真听课, 积极思考, 课后认真复习, 不放过疑点, 充分利用好教师资源和网络教学资源。仔细研读教材, 适当选读参考书的相关内容, 从系统实现的角度, 深入理解概念, 掌握方法的精髓和核心思想, 不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论	课程概述	1	0	0	0	0	1
第一章	热化学 能源	6	0.5	0	0.5	0	7
第二章	化学反应的基本原理大气污染	8	0.5	0	0.5	0	9
第三章	水化学 水污染	8	0.5	0	0.5	0	9
第四章	电化学 金属腐蚀	6	0.5	0	0.5	0	7
第五章	物质结构基础	6	0.5	0	0.5	0	7
合计		35	2.5	0	2.5	0	40

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%, 期末考试 80%。

平时成绩中的 10% 主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤情况、课堂的基本表现 (含课堂测验)。其余的 10% 主要是作业, 主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度, 考核学生运用所学方法设计解决问题的能力, 淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：赵煜娟

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“有机化学”课程教学大纲

英文名称: Organic Chemistry

课程编码: 0000314

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 给水排水科学与工程专业本科生

先修课程: 普通化学、分析化学等课程

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 有机化学(第六版). 天津大学有机化学教研室, 高等教育出版社, 2019, 8

[2] 有机化学简明教程, 高鸿宾, 天津大学出版社, 2001, 8

[3] 有机化学学习指南(第二版), 天津大学有机化学教研室, 高等教育出版社, 2014, 12

一、课程简介

《有机化学》是化学的基础学科, 是研究有机化合物的组成、结构、性质及其变化规律和合成方法的科学。它与化学的其它分支是互相联系、互相渗透、互相促进的。无论从事化学中的哪一个领域的工作, 都必须具备有机化学基础知识。随着时代的发展, 有机化学的重要性越来越凸显。该课程以官能团为教学主线, 要求学生掌握各类有机化合物的结构、命名、理化性质, 官能团化合物之间相互转换及其规律; 立体化学特征; 熟悉有机化合物研究的一般方法; 了解各类代表性化合物及其应用。实验教学要求学生掌握有机化学基本操作技能, 官能团的性质及典型的有机化学反应, 熟悉常规仪器的使用。通过本课程的学习, 学生能够掌握有机化学基本理论、基本知识和基本技能, 具有较强的实践能力和创新能力, 为升学和就业打下坚实的基础。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是给水排水科学与工程专业本科的学科基础课程。本课程与一般非化工类有机化学课程相近, 但在内容上有所侧重。本课程在“普通化学”学习的基础上, 对有机化学的基础理论和基本知识予以较系统的讲授, 对常见有机污染物的产生和防治进行介绍。要使学生掌握主要类型有机化合物的命名、结构、物理性质、化学性质、合成方法及其应用。掌握主要类型有机化合物的分子结构与反应性能之间的关系; 了解典型的有机反应历程以及反应条件的影响作用。本课程前接“普通化学”, 为后续主干专业课程“水化学”、“水环境微生物学”等课程奠定基础; 因此在讲授中要注意本课程的承上启下作用。

在教授过程中注意有机化学发展史、有机化学的方法学在培养学生综合思维能力及科学研究态度方面的作用。在与所开设实验内容有关的章节, 应结合实验对实验涉及的原理、方法、设计思想进行具有一定深度的讨论。注意根据当前给水排水科学与工程学科的发展引进新知识、新理论和新方法。使学生能够适应现代社会经济和现代大都市对水务专业的

要求。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1，有机化学属于本专业类的基础理论之一，掌握这些理论，能够培养学生运用基本知识和理论进行比较判断，选择正确方法，解决难度较大的问题。

毕业要求 2，培养学生利用有机化学的方法针对不同对象，了解本学科技术发展中重大突破的背景与影响。

毕业要求 3，培养学生采用有机化学基本理论概念，运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求 4，培养学生基于有机化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标：本课程理论教学要求学生掌握各类有机化合物的命名、结构、物理性质、化学性质、用途、来源和制备方法；各类官能团的特性，取代反应、加成反应、消除反应、重排反应、氧化还原反应等各种类型有机反应的反应原理、反应条件及其影响因素、应用范围；有机结构理论，重要的反应机理；有机分子的立体化学基本概念，简单的有机合成；有机化合物的分离鉴定，有机化合物的结构测定等。实验教学要求学生掌握有机化学基本操作技能，官能团的性质及典型的有机化学反应，熟悉常规仪器的使用。

通过本课程的学习，使学生对大纲范围内的有机化学内容有比较系统和全面的了解，使学生掌握有机化学的基本知识和基础理论；培养学生具有初步的分析问题和解决问题的能力，为学好后续课程打下坚实基础。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		1	2	3	4
1	掌握有机化学基本概念和基本理论	●	◎	◎	◎
2	掌握运用有机化学知识分析、描述、解决相关有机化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以有机化学的观点观察物质的变化，对涉及有机化学的各种实际问题有初步分析的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章绪论					
第 1 节有机化合物和有机化学	有机化合物和有机化学的定义▲	√			
第 2 节有机化合物的特性	有机化合物的基本特性▲	√	√		
第 3 节分子结构和结构式	有机物分子结构和结构式▲	√	√	√	
第 4 节共价键	共价键及其性质▲★	√	√	√	
第 5 节有机化合物的分类	有机物分类	√	√		
第二章饱和烃：烷烃和环烷烃					
第 1 节烷烃及环烷烃的通式和构造异构	烷烃及环烷烃的通式和构造异构	√	√	√	
第 2 节烷烃的命名，脂环烃的命名	命名	√	√	√	
第 3 节烷烃的结构，环烷烃的结构和稳定性	烷烃类结构特点	√	√		
第 4 节烷烃的物理性质	物理性质▲	√	√	√	√
第 5 节烷烃的化学性质，脂环烃的性质（	烷烃的自由基取代反应▲★，氧化反应，异构化反应；环烷烃取代反应，氧化反应，加成反应▲★	√	√	√	
第三章不饱和烃：烯烃和炔烃					
第 1 节烯烃的结构、炔烃的结构	分类、结构	√			
第 2 节烯烃的命名、炔烃的命名	命名	√	√		
第 3 节烯烃、炔烃物理性质	物理性质▲	√	√	√	
第 4 节烯烃的化学性质、炔烃的化学性质	烯烃的化学性质（加氢，亲电加成▲★，氧化▲★，一氢反应）；炔烃的化学性质（加氢，亲电加成，亲核加成▲★，氧化▲★，聚合，活泼氢反应▲★）	√	√	√	√
第四章二烯烃和共轭体系					
第 1 节二烯烃的分类和命名	分类与命名▲	√			
第 2 节二烯烃的结构和共轭体系	二烯烃的结构和共轭体系▲★	√	√	√	
第 3 节共轭二烯烃的化学性质	1，4－加成，双烯合成★	√	√	√	
第五章芳烃芳香性					
第 1 节芳烃的构造异构和命名	芳烃的构造异构和命名	√			
第 2 节苯的结构	芳烃结构▲★	√	√	√	
第 3 节单环芳烃的物理性质	物理性质▲	√	√		
第 4 节单环芳烃的化学性质	取代反应▲★，芳烃侧链上的反应▲	√	√	√	√
第 5 节苯环上取代反应的定位规则	取代基分类及其定位规则▲★	√	√	√	√
第六章醇、酚和醚					
第 1 节醇的分类和命名	醇的分类与命名	√			
第 2 节醇的结构	醇的结构	√			
第 3 节醇的制法	醇的制法	√	√		

第4节醇的物理性质	物理性质 [▲]	√	√		
第5节醇的化学性质	与金属反应，卤代烃的生成 [▲] ，与无机酸的作用，氧化与脱氢	√	√	√	√
第6节酚的结构和命名	酚的结构和命名				
第7节酚的物理性质	酚的物理性质 [▲]	√	√		
第8节酚的化学性质	酚羟基的反应，芳环的反应，还原和氧化	√	√	√	√
第9节醚的结构和命名	醚的结构和命名				
第10节醚的物理性质	醚的物理性质	√	√		
第11节醚的化学性质	醚的化学性质	√	√		
第七章醛、酮					
第1节醛和酮的命名	命名	√			
第2节醛和酮的结构	结构 ^{▲*}	√	√	√	
第3节醛和酮的制法	制备	√			
第4节醛和酮的物理性质	物理性质 [▲]	√	√	√	√
第5节醛和酮的化学性质	羰基的亲核加成 ^{▲*} ，一氢反应，氧化和还原反应 ^{▲*}	√	√	√	√
第八章羧酸					
第1节羧酸的分类和命名	分类与命名	√			
第2节羧酸的制法	制备	√	√		
第3节羧酸的物理性质	物理性质	√	√		
第4节羧酸的化学性质	化学性质 ^{▲*}	√	√	√	
第九章羧酸衍生物					
第1节羧酸衍生物的分类和命名	分类与命名	√			
第2节羧酸衍生物的物理性质	物理性质	√	√	√	
第3节羧酸衍生物的化学性质	化学性质 ^{▲*}	√	√	√	√
第十章有机含氮化合物					
第1节硝基化合物的制法	硝基化合物的制法	√			
第2节硝基化合物的物理性质	硝基化合物的物理性质	√			
第3节硝基化合物的化学性质	硝基化合物的化学性质	√			
第4节胺的分类、命名和结构	胺的分类、命名和结构	√			
第5节胺的物理性质	胺的物理性质 [▲]	√	√	√	
第6节胺的化学性质	胺的化学性质 [▲]	√	√	√	√
实验					
溴乙烷的制备：	掌握溴化反应的原理和方法； 掌握搅拌，回流、蒸馏、干燥等操作技术。	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，本课程采取包括讲授、讨论、小组合作、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。激发学生主动思考，引导学生全面综合所学知识，不仅掌握教科书知识并且可以紧跟前沿研究，培养解决问题和创新能力。

2. 学习方法：养成探索的习惯，重视对基本理论的钻研和工艺技术的掌握，明确学习

各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，重视最新研究文献的跟踪阅读。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	1	0	0	0	0	1
第二章	饱和烃：烷烃和环烷烃	2	0	0	0	0	2.5
第三章	不饱和烃：烯烃和炔烃	4	0.5	0	0.5	0	5
第四章	二烯烃和共轭体系	1	0	0	0	0	1
第五章	芳烃 芳香性	3	0.5	0	0.5	0	4
第六章	卤代烃	2	0	0	0	0	2
第七章	醇、酚和醚	2	0	0	0.5	0	2.5
第八章	醛、酮	4	0	0	0.5	0	4.5
第九章	羧酸	2	0	0	0	0	2
第十章	羧酸衍生物	2	0	0	0	0	2
第十一章	有机含氮化合物	2	0	0	0	0	2
实验	溴乙烷的制备	0	0	4	0	0	4
合计		25	1	4	2	0	32

六、考核与成绩评定

期末卷面成绩占总考成绩 70 %，平时成绩 20%，实验 10%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）。其余的 10%主要是作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力作业情况。

实验成绩的 10%主要反应学生实验预习情况、实验操作以及正确分析实验结果的能力。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例 (%)	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
课内实验	10	有机化学反应基本操作技能，常规仪器的使用；实验原理的理解
期末成绩	70	对规定考试内容理解能力，掌握的情况

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求
实验	完成预习报告，实验操作正确，实验结果分析准确	完成预习报告，实验操作基本正确，实验结果分析基本准确	完成预习报告，实验操作基本正确，有实验结果分析	不满足 C 要求

制定者：武霞

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“物理化学 III” 课程教学大纲

英文名称: Physical Chemistry III

课程编码: 0000312

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 给排水科学与工程专业

先修课程: 高等数学、普通物理和普通化学等

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 物理化学, 孙少瑞, 何洪主编, 中国建筑工业出版社, 2017.04

[2] 物理化学, 天津大学物理化学教研室编, 高等教育出版社, 2017.08

一、课程简介

物理化学运用物理学等基础科学的理论和实验方法, 研究化学变化和相变化的平衡规律及速率规律, 以及这些规律与物质微观结构的关系, 是有关化学科学, 化学工艺, 以及以化学化工为基础的环境科学和工程的理论基础。通过该课程的学习使学生对化学热力学, 化学动力学有一个全面, 系统地了解, 并掌握其基础知识和基础理论, 为进一步学习专业课程奠定必要的基础。本课程的主要内容为热力学第一、第二定律及其在理想气体、多组分系统热力学、化学平衡、相平衡、电化学、化学动力学基础、表面现象和胶体化学等知识。了解这些理论在给水排水中的应用, 并掌握一些物理化学的计算方法。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是给排水工程专业的学科基础必修课。旨在继普通化学、分析化学和有机化学等课程后, 引导学生进一步运用数学和物理学等基础科学的理论和实验方法研究化学变化和相变化的平衡规律及速率规律, 以及这些规律与物质微观结构的关系, 为学生在后期的学习中理解水处理过程, 技术和工艺中的相关物理化学现象和问题打下基础。

本课程支撑的毕业要求具体描述。

毕业要求 1, 给水排水物理化学是本专业的基础理论之一, 掌握这些理论, 能够培养学生解决复杂工程问题的能力。

毕业要求 2, 培养学生利用物理化学方法针对不同对象, 进行合理分析建立适当的模型的能力。

毕业要求 3, 培养学生采用物理化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

毕业要求 4, 培养学生基于物理化学原理并采用科学方法对复杂问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标：总的教学目标是：使学生对化学热力学，化学动力学有一个全面，系统地了解，并掌握其基础知识和基础理论，为进一步学习专业课程奠定必要的基础。物理化学是理论性较强的基础学科，要注意让学生理解这些基础理论和基本知识，并培养学生运用这些基本理论来解决实际问题的能力。培养学生严密的逻辑思维能力，创新意识和科学素质，使学生能以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力，培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2	3	4	5
1	掌握物理化学基本概念。	●	◎	◎	◎
2	掌握运用物理化学分析、描述、解决相关物理化学问题的能力	●	◎	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲) 难点 (★)	课程目标 (✓)		
		1	2	3
第一章热力学第一定律				
第 1 节热力学基本概念	过程、热和功、热力学能▲	✓		
第 2 节热力学第一定律	热力学第一定律▲	✓	✓	
第 3 节准静态过程和可逆过程	功与过程，准静态过程与可逆过程★	✓	✓	✓
第 4 节焓与热容	焓▲热容，热容与温度的关系▲	✓		
第 5 节热化学	热化学方程式，热效应，盖斯定律▲	✓		
第 6 节标准摩尔反应焓的计算	生成热，标准生成热▲	✓		
第二章热力学第二定律				
第 1 节热力学第二定律	热力学第二定律、熵▲	✓	✓	✓
第 2 节熵变的计算及其应用	不同过程熵变的计算★	✓	✓	
第 3 节热力学第三定律和化学反应熵变的计算	热力学第三定律▲ 规定熵和标准熵 标准摩尔反应焓	✓		
第 4 节亥姆霍兹自由能和吉布斯自由能	吉布斯函数▲	✓	✓	✓

第5节热力学基本方程	热力学基本方程 [▲]	√		√	
第6节麦克斯韦(Maxwell)关系式	四个重要关系式 [▲]	√		√	
第7节 ΔG 的计算	简单状态变化的恒温过程 ΔG 、相变化过程的 ΔG [▲]	√	√	√	
第三章多组分系统(溶液)热力学					
第1节偏摩尔量	偏摩尔量的定义 [▲]	√			
第2节化学势	化学势 [▲] 、化学势在多相平衡的应用 [★]	√	√		
第3节理想气体的化学势	理想气体的化学势	√			
第4节稀溶液的两个定律	拉乌尔定律和亨利定律 [▲]	√	√	√	
第5节理想液态混合物(理想溶液)	理想稀溶液中任一组分的化学势 [▲]	√			
第6节非挥发性溶质理想稀溶液的依数性	凝固点降低, 沸点升高, 渗透压	√	√	√	
第8节非理想多组分系统中物质的化学势	以拉乌尔定律和亨利定律为基础的活度表达	√	√	√	√
第四章化学平衡					
第1节化学反应的方向和限度	化学反应的平衡常数和等温方程 [▲]	√	√	√	
第2节化学反应的标准吉布斯自由能变化	反应的标准摩尔反应吉布斯自由能和标准平衡常数求算 [▲]	√	√		
第3节平衡常数的表示式(各类平衡常数)	理想气体化学反应平衡常数 [▲]	√			
第4节各因素对化学平衡的影响及平衡常数的测定	温度、压力、惰性气体对化学平衡的影响 [★]	√	√	√	√
第五章相平衡					
第1节基本概念	相, 物种数和独立组分数, 自由度	√			
第2节相率	相率	√			
第3节单组分溶液的相平衡	单组分系统相图 [▲]	√	√		
第4节水-盐二组分系统相图	水-盐二组分系统相图 [▲]	√	√	√	√
第六章电化学					
第1节法拉第定律	法拉第定律	√			
第2节电解质溶液的电导	法拉第电解定律, 电导, 电导率, 摩尔电导率及其测定和应用 [▲]	√			
第3节可逆电池	电池电动势, 可逆电池热力学与能斯特方程式 [★]	√	√	√	√
第4节不可逆电极过程	不可逆电极过程 [★]	√	√	√	√
第5节化学电源	电池种类	√			
第6节电化学过程在水质处理中的应用	电化学在水处理中的应用 [▲]	√	√	√	
第七章化学动力学基础					
第1节化学反应速率的基本规律	反应速率的表达方式	√			
第2节简单反应的速率表达	简单反应级数的速率方程及动力学计算 [★]	√	√		
第3节几类典型的复杂反应	几类典型的复杂反应	√			
第4节温度对反应速率的影响	温度对反应速率的影响及动力学计算 [★]	√	√	√	√

第 5 节催化反应	催化反应 [▲]	√			
第 6 节酶催化反应特性及应用	酶催化反应特性及应用	√			
第八章表面现象					
第 1 节表面张力与表面自由能	表面吉布斯函数与表面张力 [▲]	√			
第 2 节弯曲液面压力性质	弯曲液面压力性质 [★]	√	√	√	
第 3 节气体在固体表面上的吸附	物理吸附和化学吸附	√	√		
第 4 节 BET 理论	BET 理论	√			
第 5 节液体表面的吸附	溶液表面的吸附，表面活性剂 [▲]	√			
第九章胶体化学					
第 1 节分散系统及其分类	分散系统 [▲]	√			
第 2 节胶体的特性	胶体的光学，动力学和电化学性质 [★] 电泳与电渗	√	√	√	
第 3 节憎液溶胶的胶团结构	胶团结构	√			
第 4 节憎液溶胶的聚沉	胶体的稳定与聚沉 [▲]	√			
第 5 节乳状液	了解乳浊液，悬浊液，高分子化合物溶液的特性 [▲]	√			
第 6 节凝聚剂、乳化剂在给水排水处理过程中的应用	凝聚剂、乳化剂在给水排水处理过程中的应用 [▲]	√			

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

2. 学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	热力学第一定律	5	0.5	0	0.5	0	0
第二章	热力学第二定律	5	0.5	0	0.5	0	0
第三章	多组分系统（溶液）热力学	5	0.5	0	0.5	0	0
第四章	化学平衡	3.5	0.5	0	0	0	0
第五章	相平衡	3.5	0.5	0	0	0	0
第六章	电化学	5	0.5	0	0.5	0	0
第七章	化学动力学基础	4	0	0	0	0	0
第八章	表面现象	2	0	0	0	0	0

第九章	胶体化学	2	0	0	0	0	0
合计		35	3	0	2	0	0

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%，期末考试 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。。

本课程考试与成绩评定方法，详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	10	学生对课堂知识的掌握和了解
随堂问答与出勤	10	课堂练习参与度及其完成质量
期末成绩	80	对规定考试内容理解能力，掌握的情况。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整, 解题思路清晰, 字迹工整, 答案准确。	作业内容完整, 思路清晰, 答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨, 思路清晰, 结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨, 结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 C 要求

制定者：孙少瑞

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“普通化学”课程教学大纲

英文名称: General Chemistry

课程编码: 0008296

课程性质: 公共基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 樊恭杰学院

先修课程:

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 华彤文, 王颖霞, 卞江等编著 《普通化学原理》(第四版) 北京大学出版社, 2013 年

[2] Theodore E. Brown, Theodore E. Brown 等, Chemistry The Central Science (14th Ed.) 2018

一、课程简介

《普通化学》是对非化学化工类专业开设的一门自然科学基础课程。本课程介绍了原子结构、分子结构及价键理论、气体、液体、溶液等基础知识。同时讲述化学热力学, 化学动力学的基础知识, 阐明化学反应中的能量关系, 判断化学反应的方向和程度以及平衡移动的规律。学习最基本的酸碱平衡、沉淀溶解平衡和电化学基础知识, 希望通过该课程使学生了解当代化学的基本理论和基本知识, 并能运用化学的观点分析和解决工程技术中遇到的问题, 培养学生科学的思维方法和世界观。

二、课程地位与目标

1. 课程地位: 本课程是樊恭杰学院专业本科的学科基础课程。引导学生了解基础化学知识, 物质的组成, 原子结构, 分子结构, 以及化学反应进行的基本原理和规律。进一步运用数学和物理学等基础科学的理论和实验方法研究化学变化和相变化的平衡规律及速率规律, 以及这些规律与物质微观结构的关系, 为学生在后期的学习中理解材料的进本性质以及相关物理化学现象和问题打下基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 1, 化学是樊恭杰学院的基础理论之一, 掌握这些基础知识和理论, 能够培养学生解决复杂科学和问题的能力。

毕业要求 2, 培养学生建立从实验的基础上总结科学规律的方法, 进行合理分析实验数据, 总结规律, 验证已知的科学规律。

毕业要求 3, 培养学生采用物理化学基本理论概念, 运用严格逻辑分析方法对复杂问题求解的能力。

2. 课程目标

(1) 教学目标:

总的教学目标是: 通过对普通化学的学习, 使学生对化学所涉及的研究领域, 从原子, 分子到物质, 以及物质的变化, 化学反应的基础知识, 基本规律有一个全面, 系统地了解,

并掌握其基础知识和基础理论，为进一步学习专业课程奠定必要的基础。化学是一门一实验为基础的学科，所有的规律建立在实验基础上，通过本门课程的学习培养学生对实验的观察能力，以及通过实验观察，对数据的归纳、总结和分析获得结论。培养学生严密的逻辑思维能力，创新意识和科学素质，使学生能以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力，培养学生正确的学习和研究方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1	2	3
1	掌握化学基本概念	●	◎	◎
2	掌握运用化学分析、描述、解决相关物理化学问题的能力	●	◎	◎
3	掌握以化学的观点观察物质变化的现象，对一些涉及化学的有关实际问题有一定的分析及综合的能力	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

(2) 育人目标：在本课程的教学过程中适当加强科学史教学，培养学生认识科学和科学家在人类社会进步中起到的重要推动作用，培养学生有远大的抱负，以及对社会的担当和奉献精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 原子结构	经典原子结构的发现，原子轨道▲，核外电子结构 (▲★)，元素周期表▲	√		
第二章 分子结构	离子键，共价键▲，价键理论▲★，价层电子互斥理论▲★，分子轨道理论▲★，金属键，分子间作用力▲，氢键▲★	√		
第三章 理想气体	理想气体状态方程▲★，分压定律▲，气体分子运动论▲★，扩散定律▲，实际气体	√	√	
第四章 液体相图	液体的性质，相变▲，蒸气压，相图▲★	√	√	
第五章 溶液	溶液浓度的表示，非电解溶液的依数性▲★	√	√	√
第六章 化学热力学	热力学的基本概念，体系与环境，功和热，内能▲，焓▲，熵▲，自由能▲★，反应自发的判据▲★，热力学三大基本定律	√	√	√
第七章 化学平衡	化学反应的平衡常数的表达▲★，Van'tHoff 等温方程式▲★，化学平衡常数的本质▲及其和转化率的关系	√	√	
第八章 化学动力	化学反应速率的表达式▲★，化学反应速率的测定，化学反应级数的判定▲★，反应机理	√	√	

学				
第九章 酸碱平衡	酸碱的定义, 酸碱质子理论 ^{▲▲} , 酸碱电子理论 ^{▲▲} , 缓冲溶液 ^{▲▲} , 酸碱中和反应	√	√	√
第十章 沉淀溶解 平衡	沉淀溶解平衡, 溶度积常数 ^{▲▲} , 溶度积常数与溶解度之间的换算 ^{▲▲} , 沉淀的溶解于转化	√	√	√
第十一章 电化学基 础	氧化还原反应 ^{▲▲} , 原电池 [▲] , 能斯特方程 ^{▲▲} , 电位、平衡常数和自由能变之间的关系 ^{▲▲} , 电池, 腐蚀, 电解	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法: 理论教学采用计算机多媒体教学为主; 以讲授为主 (48 学时), 实验为辅 (课内 32)。课内讲授推崇研究型教学, 以知识为载体, 传授相关的思想和方法, 引导学生踏着大师们研究步伐前进。实验教学则提出基本要求, 引导学生独立 (按组) 完成系统的设计与实现。

2. 学习方法: 明确学习各阶段的重点任务, 做到课前预习, 课中认真听课, 积极思考, 课后认真复习, 不放过疑点, 充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材, 适当选读参考书的相关内容, 从系统实现的角度, 深入理解概念, 掌握方法的精髓和算法的核心思想, 不要死记硬背。积极参加实验, 在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
0	什么是化学, 化学简史	2					2
1	经典原子结构的发现, 原子轨道, 核外电子结构, 元素周期表	6					6
2	离子键, 共价键, 价键理论, 价层电子互斥理论, 分子轨道理论, 金属键, 分子间作用力, 氢键	12					12
3	理想气体状态方程, 分压定律, 气体分子运动论, 扩散定律, 实际气体	2		4			6
4	液体的性质, 相变, 蒸气压, 相图	2					2
5	溶液浓度的表示, 非电解溶液的依数性	2					2
6	热力学的基本概念, 体系与环境, 功和热, 内能, 焓, 熵, 自由能, 反应自发的判据, 热力学三大基本定律	6					6

7	化学反应的平衡常数的表达, Van'tHoff 等温方程式, 化学平衡常数的本质及其和转化率的关系	2		8			10
8	化学反应速率的表达式, 化学反应速率的测定, 化学反应级数的判定, 反应机理	4					4
9	酸碱的定义, 酸碱质子理论, 酸碱电子理论, 缓冲溶液, 酸碱中和反应	2	1	8			11
10	沉淀溶解平衡, 溶度积常数, 溶度积常数与溶解度之间的换算, 沉淀的溶解于转化	2		8			10
11	氧化还原反应, 原电池, 能斯特方程, 电位、平衡常数和自由能变之间的关系, 电池, 腐蚀, 电解	4	1	4			5
合计		46	2	32			80

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的, 检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布: 写明该门课程考核环节及各环节的分值, 各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 20% (作业等 10%, 平时表现 10%), 考试成绩 80% (期中考试 30%, 期末考试 50%)。

平时成绩中的 10% 主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤率、课堂的基本表现 (如课堂测验、课堂互动等; 其余的 10% 主要是课堂作业和课外作业, 主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度, 考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况, 详见表 4。

表 4 考核与成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20	平时课堂出席, 信息接收, 课后作业, 与老师的互动
考试成绩	80	期中考试 30%, 期末考试 50%

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准, 详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准			
	A	B	C	D
	85~100	70~85	60~70	< 60
作业	作业内容完整，解题思路清晰，字迹工整，答案准确。	作业内容完整，思路清晰，答案准确。	作业内容基本完成。	不满足 C 要求
研讨	课上多次积极参与研讨，思路清晰，结合讲授内容能够给出准确观点	课上多次积极参与探讨，结合讲授内容能够独立给出观点	课上参与讲授内容探讨	不满足 D 要求
实验	按时参加实验课，认真预习实验，做实验是严肃、认真，试验后整理好实验台面，实验报告整洁，思路清晰，数据处理和分析准确，结论正确	按时参加实验课，预习实验，做实验是认真，试验后整理好实验台面，数据分析准确，结论正确	基本完成实验，按时提交实验报告，进行简单的数据分析处理，获得结论。	不满足 D 要求

制定者：孙再成

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“制冷原理”课程教学大纲

英文名称: Principles of Refrigeration

课程编码: 0000597

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业、建筑环境与能源应用工程专业本科生

先修课程: 工程热力学、工程流体力学

教材及参考书:

使用教材:

吴业正.制冷原理及设备(第4版).西安:西安交通大学出版社,2015.

参考书:

- [1] 王志远,盛伟.制冷原理与应用.北京:机械工业出版社,2019.
- [2] 金文,杜鹃.制冷技术与工程应用.北京:化学工业出版社,2019.
- [3] Hua Z Z, Zhang H, et al. Refrigeration Technology, Science Press, 2012.
- [4] Dinçer I. Refrigeration systems and applications (2nd edition), U. K.: Wiley, 2010.
- [5] Larsen M E. Refrigeration: theory technology and applications, Nova Science Publishers Inc., 2010.
- [6] Hundy G F. Refrigeration and air-conditioning, Butterworth - Heinemann / Elsevier, 2008.
- [7] Langley C. Refrigeration principles, practices, and performance, Thomson/Delmar Learning, 2008.
- [8] 惠特曼 W. C., 制冷与空气调节技术, 寿明道译, 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [9] Whitman W C. Refrigeration & air conditioning technology, Thomson Delmar Learning, 2005.

一、课程简介

本课程是能源动力专业类的一门专业选修课,是连接热工流体基础理论与制冷工程实践的重要专业课程之一。该专业类制冷空调方向学生进行后续的专业选修课、课程设计、实验实践和毕业设计均需先期修习本课程。此外,本课程也可以作为能源动力专业类其它方向以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。除了相应的知识对相关专业的培养非常重要外,一些典型问题的解决方法 and 思想更为重要,以至于在制冷空调工作者的职业生涯中,它们经常会被反复用到。本课程依据学生的特点,以如何实现人工制冷为主线,选择蒸气压缩式制冷、吸收式制冷、制冷工质作为主要内容,讨论高效环保的制冷系统构建及其相关的方法和原理。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

本课程是能源动力专业类的一门专业选修课，其中，该专业类制冷空调方向学生进行后续的专业选修课、课程设计、实验实践和毕业设计均需先期修习本课程。此外，本课程也可以作为能源动力专业类其他方向以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2：系统掌握能源动力领域的工程基础和专业基础知识。

3.1：能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域遇到的复杂工程问题。

5.1：能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域的复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

8.1：能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

13.1：有自主学习的意识。

13.2：有终身学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：

总的教学目标是：通过本课程的学习，使学生获得人工制冷的基本原理，掌握目前世界范围内最常用制冷循环的基本特性，具有制冷循环分析和计算能力。该目标分解为以下子目标。

(1) 熟悉常用的制冷方法。

(2) 掌握蒸气压缩式制冷循环的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析和热力计算。

(3) 掌握吸收式制冷的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析。

(4) 熟悉制冷系统中常用的制冷剂和载冷剂，了解氯氟烃等制冷剂对地球环境的危害，能正确使用制冷剂及载冷剂图表。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2.2	3.1	5.1	8.1	13.1	13.2
1	熟悉常用的制冷方法	◎	◎	○	○	◎	○
2	掌握蒸气压缩式制冷循环的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析和热力计算	●	◎	●	◎	○	○
3	掌握吸收式制冷的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析	◎	◎	●	◎	○	○
4	熟悉常用的制冷剂和载冷剂，了解氯氟烃等制冷剂对地球环境的危害，能正确使用制冷剂及载冷剂图表	◎	◎	◎	●	◎	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标:

本课程在内容上反映业界发展现状,向学生传授当今世界范围内正在应用的主流制冷方法,同时在教学过程中向学生适当介绍本领域的学科和产业前沿,以制冷行业快速发展的事实增强学生终身学习的意识和不断适应发展的潜力。同时通过作业、思考题、课外资料等环节持续培养学生自主学习能力。

(三) 先修课程

本课程的先修课程为工程热力学、流体力学。学生应通过学习工程热力学,掌握热能与其它形式能量之间的转化规律;掌握热力系的内、外条件对能量转换的影响;掌握循环分析方法;熟悉常用工质的性质和图表的使用。学生应通过学习流体力学,掌握流体流动的基本知识,熟练进行一般的流体计算。

三、课程教学内容

注:下文符号含义:

▲表示掌握,是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用,包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳,并能把某一事实或概念分解为若干部分,指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等,知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识,包括必要的记忆。

*表示难点。

第一章制冷方法综述

第一节绪论

主要内容:教学目的▲;课程的基本内容△;制造低温环境的意义△;制冷的概念▲*;
制冷技术的研究内容和理论基础△;制冷技术的发展简史△;制冷技术的应用▽。

教学要求:本章应使学生掌握制冷的定义,了解制冷技术研究内容和理论基础。通过介绍制冷技术发展简史,使学生了解制冷技术发展各阶段的特点,并对当代制冷技术的发展趋势有所了解。

重点:教学目的;制冷的概念。

难点:人工制冷的概念。

第二节制冷方法

主要内容:各种常见制冷方法,包括:蒸气压缩式制冷▲;吸收式制冷▲*;吸附式制冷▲*;蒸气喷射式制冷▼;热电制冷▼*;涡流管制冷△;空气膨胀制冷△;绝热放气制冷△;磁制冷▽;电化学制冷▽等。

教学要求:本章要求使学生掌握液体汽化制冷的基本原理。掌握蒸气压缩式制冷和蒸

汽吸收式制冷的工作原理，掌握吸附式制冷的工作原理。理解蒸气喷射式制冷的工作原理。了解空气膨胀制冷循环和涡流管制冷循环。理解热电制冷的工作原理。对其它制冷方法作一般性了解。

重点：蒸气压缩式制冷；吸收式制冷；吸附式制冷。

难点：吸收式制冷；吸附式制冷；热电制冷。

第三节制冷机与热泵

主要内容：制冷循环与热泵循环^{▲*}，制冷及热泵的能量转换关系[▼]；性能系数和热力完善度[▲]。

教学要求：本章要求使学生掌握各种制冷方法在热力学上的共性，掌握性能系数、热力完善度，弄清它们的联系和区别。掌握热泵与制冷机的联系与区别，掌握供热系数及其与制冷系数的关系。

重点：制冷循环与热泵循环；性能系数；热力完善度。

难点：热泵与制冷机的联系与区别。

第二章蒸气压缩式制冷

第一节单级蒸气压缩式制冷循环

主要内容：压焓图与温熵图[▲]；蒸气压缩式制冷循环的基本原理[▲]；单级蒸气压缩式制冷理论循环过程及其在压焓图和温熵图上的表示^{▲*}；单级蒸气压缩式制冷的实际循环[▼]；单级蒸气压缩式制冷机的性能和工况[▼]；单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算^{▲*}；单级蒸气压缩式混合工质制冷循环[▽]。

教学要求：这一节要求使学生掌握单级蒸气压缩式制冷理论循环的特点和工作过程。掌握压焓图和温熵图的应用，掌握工作过程的主要状态在压焓图上的表示。掌握循环中各性能指标的含义及计算方法，明确实际循环与理论循环的区别。掌握过冷、过热、回热、不凝性气体、热交换及压力损失对循环特性的影响，特别应分清有效过热、无效过热以及不同工质对循环性能的影响。掌握制冷机工况对制冷机性能的影响。掌握单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算方法。粗讲或自学变温条件下的可逆逆向循环——劳伦兹循环的特点，粗讲或自学非共沸混合工质单级蒸气压缩式制冷循环的特点和用途。

重点：压焓图；温熵图；蒸气压缩式制冷循环的基本原理；单级蒸气压缩式制冷理论循环过程及其在压焓图和温熵图上的表示；单级蒸气压缩式制冷的过冷、过热循环；单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算。

难点：压焓图与温熵图的灵活运用；单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算方法。

第二节两级蒸气压缩式制冷循环

主要内容：采用两级蒸气压缩式制冷循环的原因^{▲*}；一级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环[▼]；两级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环[▼]；两级压缩制冷机的热力计算[▽]和温度变动时的特性[▽]。

教学要求：这一节要求使学生掌握单级蒸汽压缩式制冷循环不能制取很低温度的原因。理解两级蒸气压缩式制冷循环的特点。理解一级节流的二级压缩制冷的典型循环和两级节流的二级压缩制冷的典型循环。粗讲或自学二级压缩制冷机的热力计算方法以及温度变动

时两级压缩制冷机的特性。

重点：采用两级蒸气压缩式制冷循环的原因；中间冷却的概念。

难点：采用两级蒸气压缩式制冷循环的原因。

第三节复叠式制冷循环

主要内容：采用复叠式制冷循环的原因▼；二元复叠式制冷循环的流程和循环图▲；复叠式制冷循环的制冷剂选择▼*及简单热力计算▽；复叠式制冷机启动及膨胀容器△。

教学要求：这一节要求学生理解采用复叠式循环的原因，掌握二元复叠式制冷循环的流程和循环图，了解复叠式制冷机启动时的注意事项，了解膨胀容器的工作原理。粗讲或自学复叠式制冷循环的热力计算。

重点：二元复叠式制冷循环的流程和循环图。

难点：二元复叠式制冷循环的制冷剂选择。

第三章吸收式制冷

第一节吸收式制冷的溶液热力学基础

主要内容：溶液▽、溶液成分▽、相▽、独立组分▽、自由度▽、相律▽、溶液的相平衡△、相图△、吸收与解析△、精馏与蒸馏△等。物质混合的热效应▽；比焓-浓度图上的等温线▼；比焓-浓度图上的等压线▼；氨-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的 p-t 图▲等。两股两组分溶液的混合△；溶液的节流△等。

教学要求：这一节要求粗讲或自学溶液、溶液成分、相、独立组分、自由度、相律等概念。了解理想溶液两组分体系的相平衡、相图以及吸收与解析、精馏与蒸馏等。粗讲或自学物质混合的热效应。理解比焓-浓度图上的等温线、比焓-浓度图上的等压线等。掌握氨-水溶液的比焓-浓度图；掌握溴化锂-水溶液的比焓-浓度图和压力-温度图；了解溶液的节流，了解两股两组分溶液的混合。

重点：氨-水溶液的比焓-浓度图；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图和压力-温度图。

难点：氨-水溶液的比焓-浓度图；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图。

第二节溴化锂吸收式制冷

主要内容：溴化锂水溶液的性质△；单效溴化锂吸收式制冷机原理▲*；溴化锂吸收式制冷机的热力计算△及传热计算▽；各种因素对机组性能的影响▼；提高溴化锂吸收式制冷机性能的各种途径△。冷量自动调节方法▽；安全保护措施▽；双效溴化锂吸收式制冷机原理▲*，双效溴化锂吸收式制冷机的热力计算▽等。两级溴化锂吸收式制冷机原理▼，溴化锂吸收式制冷机的实际结构及特点▽。

教学要求：这一节要求学生了解溴化锂水溶液的性质；掌握溴化锂吸收式制冷机原理，单效溴化锂吸收式制冷机工作过程及其在比焓-浓度图上的表示。了解溴化锂吸收式制冷机的热力计算（设计参数的确定；设备热负荷计算；流量计算；热力系数及热力完善度）；自学或粗讲传热计算（沙科洛夫公式；传热系数的确定；传热面积的计算）等。理解各种因素（加热蒸汽压力、冷媒水出口温度、冷却水进口温度、冷媒水量、冷却水量、稀溶液循环量、不凝性气体等）对机组性能的影响；了解提高溴化锂吸收式制冷机性能的各种途径，粗讲或自学冷量自动调节方法、安全保护措施（防晶，防冻，预防冷剂水污染，屏蔽

泵的保护)。掌握典型的串联、并联、串并联形式的双效溴化锂吸收式制冷机的工作过程及其在比焓-浓度图上的表示;自学或粗讲双效溴化锂吸收式制冷机的热力计算;理解两级溴化锂吸收式制冷机的原理;自学或粗讲溴化锂吸收式制冷机的实际结构及特点。

重点:单效溴化锂吸收式制冷机原理;双效溴化锂吸收式制冷机原理。

难点:单效及双效溴化锂吸收式制冷机的工作过程及其在比焓-浓度图上的表示。

第三节氨水吸收式制冷

主要内容:氨水溶液的性质[△];精馏过程[▽];单级氨水吸收式制冷循环^{▲*};氨水吸收式制冷机的性能[△];吸收-扩散式制冷机[▽]。

教学要求:这一节要求使学生了解氨水溶液的性质;理解精馏过程;掌握单级氨水吸收式制冷循环;了解氨水吸收式制冷机的性能;粗讲或自学吸收-扩散式制冷机工作原理。

重点:单级氨水吸收式制冷循环。

难点:单级氨水吸收式制冷机的工作过程及其在比焓-浓度图上的表示。

第四章制冷工质与环境

第一节制冷剂

主要内容:制冷剂的种类和符号表示[▲];制冷剂的选择依据^{▼*};制冷剂的性质[△];混合制冷剂[▽];常用制冷剂性质[▽]。

教学要求:本章要求使学生掌握制冷剂符号的表示方法。理解选择制冷剂时对其性质的要求。了解制冷剂热力性质的特点及其对循环性能的影响。粗讲或自学共沸和非共沸混合工质的特点。粗讲或自学常用制冷剂的性质和典型应用场合。

重点:制冷剂的种类和符号表示。

难点:制冷剂的选择依据。

第二节第二制冷剂

主要内容:应用载冷剂及蓄冷介质的目的[▲];制冷工程对第二制冷剂的要求^{▼*};常用的载冷剂、蓄冷介质及其应用场合[△]。

教学要求:本章要求使学生掌握应用载冷剂及蓄冷介质的目的;理解制冷工程对第二制冷剂的要求,了解常用的载冷剂、蓄冷介质及其应用场合。

重点:应用载冷剂及蓄冷介质的目的。

难点:使用第二制冷剂的利弊。

第三节制冷工质的环境影响

主要内容:氯氟烃等制冷工质对地球环境的危害^{▼*};衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标[▲];典型的环保制冷剂[△]。

教学要求:本章要求使学生理解氟利昂中含氯(或溴)的物质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应的情况和由此带来的后果;掌握衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标;了解常用受控工质的替代方案及典型的环保制冷剂。

重点:衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标;典型的环保制冷剂。

难点:含氯(或溴)的物质危害大气臭氧层的原理。

课程教学内容及对课程目标的支撑详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (*)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章制冷方法综述	制造低温环境的意义；制冷的概念▲*；制冷技术的研究内容和理论基础；制冷技术的发展简史；制冷技术的应用。蒸气压缩式制冷▲；吸收式制冷▲*；吸附式制冷▲*；蒸气喷射式制冷；热电制冷*；涡流管制冷；空气膨胀制冷；绝热放气制冷；磁制冷；电化学制冷等。制冷循环与热泵循环▲*，制冷及热泵的能量转换关系；性能系数和热力完善度。	✓			
第二章蒸气压缩式制冷	压焓图与温熵图▲；蒸气压缩式制冷循环的基本原理▲；单级蒸气压缩式制冷理论循环过程及其在压焓图和温熵图上的表示▲*；单级蒸气压缩式制冷的实际循环；单级蒸气压缩式制冷机的性能和工况；单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算▲*；单级蒸气压缩式混合工质制冷循环。采用两级蒸气压缩式制冷循环的原因▲*；一级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环；两级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环；两级压缩制冷机的热力计算和温度变动时的特性。采用复叠式制冷循环的原因；二元复叠式制冷循环的流程和循环图▲；复叠式制冷循环的制冷剂选择*及简单热力计算；复叠式制冷机启动及膨胀容器。		✓		
第三章吸收式制冷	溶液、溶液成分、相、独立组分、自由度、相律、溶液的相平衡、相图、吸收与解析、精馏与蒸馏。物质混合的热效应；比焓-浓度图上的等温线；比焓-浓度图上的等压线；氨-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的压力-温度图▲。两股两组分溶液的混合；溶液的节流。溴化锂水溶液的性质；单效溴化锂吸收式制冷机原理▲*；溴化锂吸收式制冷机的热力计算及传热计算；各种因素对机组性能的影响；提高溴化锂吸收式制冷机性能的各种途径。冷量自动调节方法；安全保护措施；双效溴化锂吸收式制冷机原理▲*，双效溴化锂吸收式制冷机的热力计算等。两级溴化锂吸收式制冷机原理，溴化锂吸收式制冷机的实际结构及特点。氨水溶液的性质；精馏过程；单级氨水吸收式制冷循环▲*；氨水吸收式制冷机的性能；吸收—扩散式制冷机。			✓	
第四章制冷工质与环境	制冷剂的种类和符号表示▲；制冷剂的选择依据*；制冷剂的性质；混合制冷剂；常用制冷剂性质。应用载冷剂及蓄冷介质的目的▲；制冷工程对第二制冷剂的要求*；常用的载冷剂、蓄冷介质及其应用场合。氯氟烃等制冷工质对地球环境的危害*；衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标▲；典型的环保制冷剂。				✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（29 学时），习题讲评课（3 学时）为辅。课内讲授以知识为载体，传授相关的思想和方法，从实际问题出发，引导学生讨论，提高其分析水平和计算能力。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，最后解决问题。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点。充分利用好教师资源、同学资源和图书馆资源，仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容。从能量转换系统实现的角度，深入理解人工制冷领域的相关概念，掌握基本分析方法的精髓和核心思想。积极参加课堂和课外讨论，在讨论中加深对制冷原理的理解。

五、教学环节及学时分配

本课程各章的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章的教学环节及学时分配表

章号	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	制冷方法综述	4					4
第二章	蒸气压缩式制冷	10	1				11
第三章	吸收式制冷	9	1				10
第四章	制冷工质与环境	6	1				7
总计		29	3				32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。建议平时成绩占 20%~40%，期末考试成绩占 80%~60%，更具体比例由任课教师根据教学具体情况确定。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束、平时对所学知识的掌握程度以及自主学习的能力等。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本理论、基本方法、基本技能的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%~40%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1、13.1、13.2。
期末考试	80%~60%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师应在考核前出题的同时根据此质

量标准编制参考答案和评分标准（建议采取百分制），以使本课程考核环节的质量标准更具可操作性。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	达不到 D 要求

制定者：郭航

批准者：梁文俊

2020 年 1 月 31 日

“工程材料”课程教学大纲

英文名称: Engineering Materials

课程编号: 0000804

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源动力类及新能源科学与工程类专业本科生

先修课程: 工程力学、传热学

使用教材及参考书:

[1] 陈曦,《工程材料》, 武汉理工大学出版社, 2010 年

[2] 小威廉·卡丽斯特, 大卫·来斯威什著, 郭福, 马立民译,《材料科学与工程基础(原著第4版中译本)》, 化学工业出版社, 2019 年 1 月

[3] 金晓华,《金属材料与热处理》, 机械工业出版社, 2020 年 8 月

[4] 袁志钟,《金属材料学》(第3版), 化学工业出版社, 2019 年 8 月

一、课程简介

描述课程概况(250-300 字)。

课程是研究与材料有关的成分、工艺、组织和性能相互之间关系的一门技术基础课,是能源动力类专业的专业基础必修课。主要讲授工程材料的类型、特点以及用途,特别重点讲授工程结构用金属材料,如铁碳合金和有色金属。教学内容的重点:金属材料的分类、特点及其用途;金属材料的力学性能与材料的合金成分、微观结构、加工状态和热处理工艺之间的内在联系;金属材料的牌号及其编排依据;工程结构材料的选材路线与依据等。教学内容的难点:各种金属材料的合金特点、热处理工艺与材料最终使用性能的关系及热处理工艺选择与优化,结合实际工艺要求正确选用工程结构材料。

二、课程地位和教学目的

1.课程地位: 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

本课程为能源动力类及新能源科学与工程类专业本科生这是的专业基础必修课。通过本课程的学习,能够掌握常用可再生能源用金属材料的种类、加工及热处理工艺、工艺和性能特点。通过课程学习能够根据材料及性能要求正确选择材料,为将来从事能源动力研究与应用开发及实际生产管理打下基础。

2.课程目标:

(1) 教学目标:

课程的目标是理解个大类材料的主要特征,掌握常用金属材料的性能、处理工艺特点,以及具体工况(应用)下正确、科学、合理地选材和确定材料加工的工艺路线和应用等。一方面,在学习新知识的同时,加深对于前期基础理论课程知识的理解和掌握;另一方面,建立材料专业知识与能源动力及新能源科学与工程之间的联系,激发学生从事专业学习以及今后开展能源动力及新能源科学与工程相关研究、设计、制造与管理的专业兴趣,为学

生解决复杂工程问题奠定理论基础。该目标分解为以下子目标。

1. 掌握常用工程结构材料的成分、加工及其热处理工艺等特点，材料牌号编排、材料选择等的相关法规、标准。

2. 能够根据工程构件的性能要求正确合理选材。在构件设计与制造过程中考虑节能与环境保护。

3. 根据实际需求及材料性能，尤其是材料的力学性能之间的关系，选择与优化工程构件的结构和制造过程。

主要为毕业要求第 6、9、12 的实现提供支持。

6.1 能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，解决新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

9.3 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

12.2 能在多学科环境中应用工程管理的原理与经济决策方法。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		6.1	9.3	12.2
1	掌握常用工程结构材料的成分、加工及其热处理工艺等特点，材料牌号编排、材料选择等的相关法规、标准。	●	◎	
2	能够根据工程构件的性能要求正确合理选材。在构件设计与制造过程中考虑节能与环境保护。	◎		◎
3	根据实际需求及材料性能，尤其是材料的力学性能之间的关系，选择与优化工程构件的结构和制造过程。	●	⊙	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

（2）育人目标：

将教学内容和育人元素紧密联系起来，保证教学目标和育人目标的一致性。在知识点的背景介绍部分融入科学发展的历史经验和教训，培养学生作为未来科学研究生力军的责任担当和职业素养；在关于基本概念的提出和发展等内容中，融入在科学发展中做出巨大贡献的先辈大师的事迹，培养学生勇攀科学高峰的理想和信念；在关于材料的开发和优化等内容中，融入前沿科学的最新进展，尤其是中国科学家在科学界做出的日益重要的贡献，培养学生的民族自信 and 家国情怀；在相关章节中实事求是地引入我国现有材料的先进性和落后点，帮助学生树立科技兴国、实干兴邦理念，鼓励他们全方面发展，学习报国。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章工程材料的分类及性能	一、工程结构材料的分类 1.工程结构材料的分类 2.不同工程结构材料的特点及用途▲ 二、工程结构材料的性能 1.工程结构材料的力学性能▲★； 2.工程结构材料的其他性能；	√		√
第二章金属的晶体结构	一、晶体结构基础知识▲ 二、实际金属的晶体结构与晶体缺陷	√		
第三章纯金属的结晶	一、结晶的现象与规律 二、金属的同素异晶转变▲★	√		
第四章合金的结构与相图	一、合金在固态下的相结构及性能 二、二元合金相图与结晶过程分析▲★ 三、铁碳合金相图▲★ 四、碳钢的成分及分类	√		√
第五章金属材料的塑性变形	一、单晶体的塑性变形 二、多晶体的塑性变形 三、冷塑性变形对金属组织和性能的影响▲ 四、冷塑性变形在加热时的组织和性能的变化▲ 五、金属的热塑性变形	√		√
第六章钢的热处理	一、钢在加热时的转变▲★ 二、钢在冷却时的转变▲★ 三、钢的普通热处理工艺▲ 四、钢的表面热处理工艺▲ 五、钢的其他热处理简介	√	√	√
第七章合金钢	一、合金结构钢▲ 二、合金工具钢▲ 三、特殊性能钢▲	√	√	√
第八章铸铁	一、灰口铸铁▲ 二、可锻铸铁▲ 三、球墨铸铁▲ 四、蠕墨铸铁▲ 五、合金铸铁▲	√	√	√
第九章有色金属及其合金	一、铝及铝合金▲ 二、铜及铜合金▲ 三、钛及钛合金▲	√	√	√
第十章机械零件材料的选用	一、材料选用的一般原则▲ 二、选材的基本过程与失效分析▲ 三、工程材料的应用▲ 四、典型零件的选材及热处理工艺选择分析★		√	√

四、教学环节的安排与要求

教授方法：在教学环节的安排方面，课程内容的选择和各部分比重分配上，强调基本处理原理、基本处理工艺和基本处理设备的教授。课程系统的向学生介绍目前工程材料的分类、特点、加工与热处理工艺及其性能的相关检测和评定方法，积极探索教学与实践研究生产过程的结合。注重基本工程思维方式的培养，结合实际应用讲解各种处理工艺与设备的选择及利弊。结合实际生产过程中具有典型意义的关键零件及重大实际工程问题，通过分析讲解问题提出，求解思路分析及解决方法，培养学生的利用所学知识解决实际问题能力。

在教学方法、手段方面，吸纳学科新理论和成果，课程教学紧跟学科发展水平，及时吸收和消化本学科的最新理论研究成果。为了提高课程教学与实际工业化生产过程的紧密结合，课程教学中涉及金属材料的处理工艺主要热处理设备均有影视资料展现以弥补传统教学在时间和空间等方面的不足，以提高教学效果。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。将实际生产、研究过程中的主要处理过程、主要生产设备及相关分析检测过程展现给学生，使学生易于理解与掌握所学知识。

学习方法：重视基本原理学习及在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。课堂以讲授为主，板书与多媒体结合，课后安排有较多数量的习题。

通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。作业的基本要求：根据各章节的情况，包括练习题、思考题等，每一章布置适量的课外作业，完成这些作业需要的知识覆盖课堂讲授内容，包括基本概念题、解答题、综合题等。主要支持毕业要求 6.1、9.3、11.2 的实现。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论及第一章工程材料的分类及性能	2					2
2	第二章金属的晶体结构	2					2
3	第三章纯金属的结晶	1					1
4	第四章合金的结构与相图	5	1				6
5	第五章金属材料的塑性变形	3					3
6	第六章钢的热处理	5	1				6
7	第七章合金钢	4					4
8	第八章铸铁	3					3
9	第九章有色金属及其合金	3					3

10	第十章机械零件材料的选用	2				2
合计		30	2			32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 30%（平时作业 20%，课堂表现 10%），期末考试 70%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法解决问题的能力。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时作业	20	相关作业的完成质量，对应毕业要 6.1、9.3、11.2 达成度的考核。
课堂表现	10	课堂考勤、参与度，回答问题过程中对知识点的及时掌握情况等，对应毕业要求 6.1、9.3、11.2 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 6.1、9.3、11.2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时作业	按时全额完成，基本没有错误	按时全额完成，有少量错误	基本按时按量完成，有一定错误	基本按时按量完成，但错误较多	不满足 D 要求
期末考试	按照具体试卷的评分标准	按照具体试卷的评分标准	按照具体试卷的评分标准	按照具体试卷的评分标准	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张国珍、崔丽、陈树群、吴琼

批准者：梁文俊

2020 年 9 月

“太阳能及其利用技术”课程教学大纲

英文名称: Solar Energy Technology

课程编码: 0004972

课程性质: 专业选修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 新能源科学与工程(可再生能源利用方向)

先修课程: 工程热力学, 传热学, 流体力学, 热工过程与设备

[1] 苑中显, 吴玉庭, 桑丽霞, 自编讲义, 太阳能及其利用技术, 北京工业大学, 2012

[2] 刘鉴民著, 太阳能利用原理·技术·工程, 北京: 电子工业出版社, 2010

[3] 郑宏飞, 苏跃红编著, 太阳能应用中的热物理问题, 北京: 科学出版社, 2016

[4] 薛一冰, 杨倩苗, 王崇杰等编著, 建筑太阳能利用技术, 北京: 中国建材工业出版社, 2014

[5] 黄湘, 王志峰, 李艳红, 邱河梅, 黄文瀚编著, 太阳能热发电技术, 北京: 中国电力出版社, 2013

[6] 何道清, 何涛, 丁宏林编著, 太阳能光伏发电系统原理与应用技术, 北京: 化学工业出版社, 2012

一、课程简介

太阳能利用是新能源科学与工程专业的一门重要专业技术课。本课程主要讲授日地天文关系、太阳辐射的变化规律与计算方法; 太阳能收集、转换、蓄存的基本原理与装置; 太阳能工程的有关材料; 太阳能热水器、太阳能制冷空调、太阳能热发电、太阳能光伏发电以及太阳能热化学利用等各种太阳能利用系统的原理、设计与评价方法。通过对太阳能利用的基本理论与技术进行系统的学习, 结合一定的实践环节训练, 使学生掌握与太阳能利用有关的基本概念、基本原理和基本方法, 从而具备太阳能光热、光电、光化学转换的知识与解决实际问题的能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是针对“新能源科学与工程(可再生能源利用方向)”专业的高年级学生开设的专业必修课程, 是本专业方向的核心课程之一。通过本课程的学习, 使学生掌握并能够利用所学知识, 进行太阳能工程领域的设计、施工和运行管理工作, 为学生未来成为新能源技术方面的专门技术人员奠定基础。本课程的学习是建立在能量转换、储存和利用等知识的基础上, 因此要求学生已经修完“传热学”、“工程热力学”、“工程流体力学”以及“热工过程与设备”等课程, 同时要求学生具备简单的自动控制技术和电厂热能动力工程等方面的知识。本课程所支撑的毕业要求拆分指标点如下:

2.3 能解决新能源及传统能源领域的复杂工程问题。

3.1 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达新能源及传统能源领域

遇到的复杂工程问题。

- 4.1 能够设计针对新能源及传统能源领域复杂工程问题的解决方案。
- 4.2 能够设计满足特定需求的系统、设备（部件）。
- 6.1 能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，解决新能源及传统能源领域的复杂工程问题。
- 9.3 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。
- 13.3 有不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1. 教学目标：通过本课程的学习，使学生系统掌握太阳能利用的基本概念、一般原理和基础知识，在此基础上具备运用相关知识进行太阳能热利用系统的设计计算及分析的能力。此外，作为太阳能利用的延申技术，要求学生还要掌握太阳能光伏利用和光化学利用的一般知识，具有从事相关工作的能力。

教学目标对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况列于表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		2.3	3.1	4.1	4.2	6.1	9.3	13.3
1	掌握太阳能利用的基本概念、一般原理和基础知识。	●	◎	●	◎	◎	●	◎
2	具备运用相关知识，进行太阳能热利用系统的设计计算及分析的能力。	●	●	●	●	◎	◎	◎
3	掌握太阳能光伏利用和光化学利用的一般知识，具有从事相关工作的能力。	◎	●	◎	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：能源和人类社会发展关系密切，当今时代由于化石能源的大量消费导致了能源枯竭、环境污染和世界地区冲突等一系列问题。在此背景下培养新能源学科的专业技术人员显得尤为重要。在学习太阳能利用技术课程的过程中，需要强调科技伦理道德，强调科学家的社会责任感，使学生们理解个人事业与国家和社会进步的一体性关系。通过对太阳能利用的基本理论与技术进行系统的学习以及实践环节训练，使学生掌握与太阳能利用有关的基本概念、基本原理和基本方法，具备太阳能光热、光电、光化学转换的知识与解决实际问题的能力，为成为素质好、能力强、有责任担当的新能源领域科技人才打下基础。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1-4	5-7	8-10	11-14
第一章 能源与太阳能概说	能源消耗量与能源结构, 新能源概念及特点▲, 太阳能利用简史, 我国的太阳能资源▲*			√	√
第二章 太阳辐射与日地天文关系	有关太阳辐射的基本概念▲, 日地基本关系▲*, 太阳高度角和方位角▲, 日照时长*, 大气衰减作用, 太阳辐射能的测量	√	√	√	
第三章 聚光设计与集热器	聚光原理▲*, 聚光比▲, 非聚光型集热器, 点聚焦集热器▲, 线聚焦集热器, 聚光跟踪技术简介*	√	√	√	
第四章 太阳能材料	透光与反光材料▲, 吸热材料▲*, 吸附材料	√	√	√	
第五章 太阳能蓄热	概述, 太阳能显热蓄热▲*, 太阳能潜热蓄热▲*, 化学蓄热, 电化学储能	√	√	√	√
第六章 太阳能热利用技术	太阳能供热系统▲*, 太阳能工业热利用, 太阳灶*, 太阳炉, 太阳池, 太阳房▲*, 太阳能温室▲*, 太阳能干燥*, 太阳能海水淡化▲		√	√	√
第七章 太阳能热动力发电	太阳能热发电系统工作原理▲, 太阳能热发电基本系统▲*, 塔式系统▲*, 槽式系统▲*, 碟式系统▲*, 线性菲涅耳系统*, 分布式太阳能热发电系统, 太阳能烟囱		√	√	√
第八章 太阳能光伏发电系统	太阳能电池基础*, 太阳能光伏发电系统▲*, 光伏发电的航天航空应用, 光伏发电现状和发展趋势▲*		√	√	√
第九章 太阳能热化学利用	光电化学制氢技术▲*, 光催化制氢技术▲*, 热化学制氢技术*, 光生物化学分解水制氢		√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 教学方法围绕教学目标而展开, 结合课程内容以及学生认知活动的特点, 在讲授中采取研讨、小组合作、同伴教学、师生问答、前沿介绍、案例教学等多种方法与模式, 最终达到让学生掌握太阳能技术相关知识的目的。教学中注重与工程应用实例相结合, 与国内外太阳能技术的最新发展状况相结合, 尽力启发学生的学习兴趣, 着眼于培养应用型人才。本课程的教学环节强调授课、讨论、习题三位一体, 相互补充, 相互促进。课程总共 48 学时, 课堂讲授时间大约占 37 学时。教学手段采取 PPT 演示、板书与师生问答等形式。

学习方法: 对学生的学习方法给予合理的指导。基于本课程的基本要求, 提供一些学习策略、学习技巧、自主学习方法, 引导学生充分利用互联网信息、课程延伸资料等与课程内容相关的信息, 产生启发性和创新性的学习效果。此外, 安排适当的学生上网查新及计算机应用解题等启发性环节, 在习题讲评环节回答学生遇到的问题。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 能源与太阳能概说	能源消耗量与能源结构, 新能源概念及特点 [▲] , 太阳能利用简史, 我国的太阳能资源 [▲]	2					2
第二章 太阳辐射与日地天文关系	有关太阳辐射的基本概念 [▲] , 日地基本关系 [▲] , 太阳的高度角和方位角 [▲] , 日照时长*, 大气衰减作用, 太阳辐射的测量	4.5	0.5		1		6
第三章 聚光设计与集热器	聚光原理 [▲] , 聚光比 [▲] , 非聚光型集热器, 点聚焦集热器 [▲] , 线聚焦集热器, 聚光跟踪技术简介*	5.5	0.5	2			8
第四章 太阳能材料	透光与反光材料 [▲] , 吸热材料 [▲] , 吸附材料	4		2			6
第五章 太阳能蓄热	概述, 太阳能显热蓄热 [▲] ; 太阳能潜热蓄热 [▲] ; 化学蓄热; 电化学储能	3	0.5		0.5		4
第六章 太阳能热利用技术	太阳能供热系统 [▲] , 太阳能工业热利用, 太阳灶*, 太阳炉, 太阳池, 太阳房 [▲] , 太阳能温室 [▲] , 太阳能干燥*, 太阳能海水淡化 [▲]	4	0.5		0.5		5
第七章 太阳能热动力发电	太阳能热发电系统工作原理 [▲] , 太阳能热发电的基本系统 [▲] , 塔式系统 [▲] , 槽式系统 [▲] , 碟式系统 [▲] , 线性菲涅耳系统*, 分布式太阳能热发电系统, 太阳能烟囱	4	0.5		1		5.5
第八章 太阳能光伏发电系统	太阳能电池基础*, 太阳能光伏发电系统 [▲] , 光伏发电的航天航空应用, 光伏发电的技术现状和发展趋势 [▲]	4	0.5	2	1		7.5
第九章 太阳能热化学利用	光电化学制氢技术 [▲] , 光催化制氢技术 [▲] , 热化学制氢技术*, 光生物化学分解水制氢	2					2
	课程总复习	2					2
	考试 (进考试周)						
合计		35	3	6	4		48

六、考核与成绩评定

作为一门重要的新能源专业技术课, 本课程的教学目的主要在于知识的综合运用能力。课程的成绩评定必须兼顾到基础理论与专业技能的并重, 同时强调教学的过程控制, 而不是

单纯由期末考试成绩决定。

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。平时成绩包括课堂表现，出勤率，作业及实验课成绩。实验课包括“太阳能集热器热性能测试”、“太阳能电池性能测试”和“太阳能吸附制冷系统演示”三个实验。实验课的目的是培养学生的动手能力、协作能力和知识运用能力。期末考试是对学生学习效果的全面检验。在期末考试环节，指导学生回顾并夯实学过的太阳能利用的知识，建立起整体的知识架构，达到专业培养目标所规定的要求。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	评分基于平时作业、考勤和实验课完成质量，对应新能源科学与工程专业毕业要求的 1、2、3、4、6、9、13 指标点。
考试成绩	70	评分基于学生对考试内容的掌握程度，对应新能源科学与工程专业毕业要求中 1~14 指标点。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真而且正确	认真,基本正确	部分不正确	不认真, 不正确	抄袭或不完成
研讨	积极发言	谨慎发言	偶尔发言	基本不发言	从不发言
实验	参加且实验报告很好	参加且实验报较好	参加但实验报告不认真	参加但无实验报告	不参加实验
考试	考卷清晰正确	考卷部分错误	考卷错误较多	答题混乱不清	大部分知识没有掌握
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 苑中显

批准者: 梁文俊

2020 年 10 月

“地热能及其利用技术”课程教学大纲

英文名称: Geothermal energy and its use of technology

课程编号: 0004974

课程类型: 专业选修课

学时: 32 学分: 2.0

适用对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业

先修课程: 工程热力学、传热学、工程流体力学、热工设备

使用教材及参考书:

[1] 蔡义汉. 地热能及其利用. 天津: 天津工业出版社. 2004

[2] 马最良, 姚杨, 姜益强. 暖通空调热泵技术. 北京: 中国建筑工业出版社. 2008

[3] 程明, 张建忠, 王念春. 可再生能源发电技术. 机械工业出版社. 2012

一、课程简介

本课程是新能源科学与工程专业制冷空调方向的一门专业必修课, 是本专业方向学生进行后续的专业选修课、课程设计、实验实践和毕业设计的先修课程。

通过本课程的学习, 了解传统深层地热能和浅层地温能的内涵及其资源状况, 了解深层地热井的构造、井口设备及深层地热水的结垢腐蚀机理, 掌握深层地热能的采暖利用技术和发电利用技术、深层地热能的梯级利用技术, 掌握浅层地温能的热泵利用技术(土壤源热泵利用技术、地下水热泵利用技术及污水源热泵利用技术), 能够进行热泵主机、换热器以及循环水泵等设备的选型计算和管网水力计算, 为能源供应提供设计方案。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是新能源科学与工程专业和能源与动力工程专业必修的专业课程。本课程应在高等数学、普通物理学、工程热力学、传热学及流体力学等课程后开设。它不仅为学生开辟了专业应用方向, 而且让学生掌握如何利用专业基础课解决实际工程问题的方法和能力, 同时加深对热工设备、循环水泵以及换热器等理解和设计。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.1: 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

4.1: 能够设计针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题的解决方案。

5.2: 能够设计满足特定需求的系统、设备(部件)。

5.1: 能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究。

7.1: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

13.1: 具有自主学习的意识。

13.3: 具有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的学习, 应使学生获得比较宽广和巩固的地热能利用的基础知识, 具备分析深层地热梯级利用和浅层地热热泵技术利用的基本能力和基本方法, 具有相应的分析问题、解决问题的能力, 具有工程设计能力(计算和工程绘图)。

写明课程拟达到的课程目标, 指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平, 本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

目标 1: 牢固掌握地热能利用的基础知识和基本原理。

目标 2: 掌握深层地热梯级利用和浅层地热热泵技术利用的基本分析方法, 具备能源站热力计算、设备选型和工程设计的基本能力。

目标 3: 能够进行能源站工程的可行性分析和工程经济学分析。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		3.1	4.1	4.2	5.1	7.1	13.1	13.3
1	掌握地热能利用的基础知识	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	掌握深层地热梯级利用和浅层地热热泵技术利用的基本能力	●	●	●	●	◎	◎	◎
3	掌握能源站工程的可行性分析和工程经济学分析	◎	◎	●	●	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 通过适当介绍与课程内容相关的学科前沿和最新进展, 尤其是我国学者在相关领域取得的成就, 提高学生对本学科的自信心, 坚定学生的专业信念; 将深层地热梯级利用和浅层地热热泵技术利用联系起来, 使学生掌握传热学相关基础理论的同时, 强化学生“节能减排”的意识。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 地热能 与地 热 资源	概述 地热资源与地热带 岩石与地质年代 地热资源分类 中国的地热资源	√		
第二章	概述	√		

地热井施工和 试验	钻井设备 钻井液 地热井的设计 地热井钻进 地热井钻进事故的预防与处理 回灌井 地热测井 地热井试验 数据采集与解释 热储工程理论 热储模型 热储模型与数值模拟 中低温地热水的回灌			
第三章 地热系统的防 腐防垢与选材	概述 地热腐蚀的类型 金属均匀腐蚀速度表示法 金属电化学腐蚀的机理 常见的局部腐蚀及其控制办法 地热流体中的主要腐蚀成分 材料在地热水中的腐蚀行为 地热设备的选材 地热防腐措施 防腐蚀工程的设计原则和设计依据 地热系统的结垢与阻垢 地热水腐蚀与结垢趋势判断方法 地热阻垢与除垢方法	√		
第四章 地热井设备与 地热流体输送	概述 长轴深井泵 潜水电泵 地热井泵变频调速 地热井口装置 地热水除砂 汽水分离装置 地热水除铁 地热流体输送 管道材料 管道保温 管道保温热力计算	√		
第五章 地热供暖	第一节 概述 第二节 供暖热耗量估算 第三节 地热供暖系统的调峰 第四节 地热间接供暖系统 第五节 降低地热排水温度和地热利用率 第六节 地热直接供暖系统	√	√	√

	第七节 低温地热辐射采暖 第八节 地热热风供暖 第九节 燃煤锅炉供暖改为地热供暖 第十节 地热生活热水供应 第十一节 井下换热器			
工程应用案例分析	深层地热梯级利用案例分析 案例一：唐官屯改造项目 案例二：菏泽职业学院住宅楼深层地热采暖项目 案例三：北京工业大学地热梯级利用项目	√	√	√
第六章 地热发电	地热发电的方式 世界典型地热电站介绍 地热能利用的制约因素和环境保护	√		
第七章 地热综合利用技术	地热农业利用技术 地热水的深加工处理	√		
第八章 水源热泵空调系统	热泵原理 热泵装置 水源热泵机组 地下水源热泵空调系统 地表水源热泵空调系统 海水源热泵空调系统 污水源热泵空调系统	√	√	√
工程应用案例分析	水源热泵案例分析 案例一：慧科大厦水源热泵工程 案例二：北京市路灯管理处综合楼水源热泵工程 案例三：陕西榆林煤炭机械厂水源热泵工程	√	√	√
第九章 土壤耦合热泵空调系统	土壤耦合热泵空调系统简介 现场调查与工程勘察 地埋管换热器的管材与传热介质 地埋管换热器的布置 地埋管换热器的传热计算 地埋管换热系统的水力计算 地埋管换热器的安装 直接膨胀式土壤源热泵系统	√	√	√
工程应用案例分析	土壤源热泵案例分析 案例一：中都物流办公楼土壤源热泵项目 案例二：大港体育宾馆土壤源热泵项目 案例三：史家胡同 24 号院土壤源热泵项目	√	√	√
第十章 地热开发利用的环境保护	概述 地热流体开发利用对环境的影响 地热水按不同用途的水质评价 我国的水环境质量标准 地热排水的处理及试验研究	√		

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程教学以课堂讲授和习题课为主，其中课堂讲授：以板书与多媒体教学手段相结合，主要采用互动式教学方法，通过实际工程问题的分析激发学生的学习兴趣；基于优质线上教学资源，适当引入线上线下相结合的混合式教学方式。

学习方法：建议学生在教材的基础上，广泛阅读相关参考书籍，并结合优质线上教学资源，掌握课程教学内容中规定的基本概念、基本理论和基本方法；理论联系实际，提升分析和解决实际工程传热问题的能力。

五、教学环节及学时分配

本课程的总学时数为 32 学时，其中各章的学时分配建议见下表 3。

表 3 课时分配表

章节	学时分配					合计
	讲课	习题课	实验课	讨论课	其他	
1、地热能与地热资源	2					2
2、地热井施工和试验	2					2
3、地热系统的防腐防垢与选材	2					2
4、地热井设备与地热流体输送	2					2
5、地热供暖	4	2				6
6、地热发电	2					2
7、地热综合利用技术	2					2
8、水源热泵空调系统	4	2				6
9、土壤耦合热泵空调系统	4	2				6
10、地热开发环境保护	2					2
总计	26	6				32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 20%（考勤 10%，作业 10%），考试成绩 80%。考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	主要考核内容：学生的课堂表现、出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成 支撑毕业要求拆分指标点：3.1、4.1、5.1、7.1、13.1、13.3。
考试成绩	80	主要考核内容：学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度， 及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。 支撑毕业要求拆分指标点：3.1、4.1、4.2、5.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	不满足 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：唐志伟

批准者：梁文俊

2021 年 4 月 27 日

“风能及其利用技术”课程教学大纲

英文名称: Wind Energy Utilization

课程编码: 0004975

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业本科生

先修课程: 高等数学、工程力学、电工技术、工程流体力学、机械设计基础

教材及参考书:

[1] 田德.风能转换原理与技术.中国电力出版社, 2018 年 6 月

[2] 韩巧丽, 马广兴.风力发电原理与技术.中国轻工业出版社, 2018 年 8 月

一、课程简介

随着社会的不断进步, 能源的枯竭及环境的恶化成为目前首要解决的问题。可再生能源凭借其可持续利用的优势得到了越来越多的重视, 太阳能、风能、地热能等利用技术发展日趋成熟。其中风能作为一种清洁无污染的可再生能源, 已在世界范围内实现了较大规模的商业化应用, 在确保能源安全、保护生态环境、减小温室气体排放方面发挥了重要作用。本课程通过对风特性与风资源、风力机空气动力学、风力发电机组的结构和原理等知识的学习, 使学生对风能的利用技术(主要是风力发电)有深入的认识, 了解风能利用的发展现状、存在的问题以及该产业的未来发展方向。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是新能源科学与工程专业的一门专业选修课, 在培养方案中不属于主修课, 主要是为了拓宽学生的知识领域, 对成熟的、产业化的可再生能源利用技术有更全面深入的了解。

通过学习本课程, 使学生对风能和风力发电技术有较全面和深入的了解, 初步掌握风力机的基本理论、风电装置的工作原理、风电场电力系统、风电场建设等基本知识, 为今后从事风电事业打下良好的基础。依据本专业的培养方案, 本课程学习对本科生毕业要求的第 5.1、8.1 条和第 13 条提供支撑。

5.1 能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究。通过本课程学习, 可掌握风能转换基本原理并能熟练应用, 从而具备对风力发电复杂工程问题进行研究的能力。

8.1: 能够理解针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。本课程通过认识风能, 掌握风力发电技术的基本原理和风力发电工程的基本知识, 使学生对风能应用对环境和社会的影响有更深入的认识。

13: 对于毕业要求第 13 条, 具有自主学习和终身学习的意识, 并有不断学习和适应发展的潜力。通过本课程的学习, 让学生从基本原理到实际应用, 对风电行业有更深入的了解, 增强学生的自主学习能力, 为今后在该领域的进一步学习打下良好基础。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		5.1	8.1	13
1	了解我国风电行业发展概况及趋势、我国风资源分布概况，理解各种测风方法和风能资源评估方法。		◎	⊙
2	掌握风力机能量转换的基本理论，掌握水平轴风力机的工程设计计算方法，理解垂直轴和其他形式风力的形式及工作原理。	●		⊙
3	掌握风力发电机组及其主要部件的结构和特点，理解常用风力发电机的工作原理，了解风电场电气系统基本组成。	●		⊙
4	掌握风电项目开发的基本流程、经济性测算及其对环境的影响，了解风电现行政策，了解海上风电场的特点		●	⊙

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

通过讲授我国风电产业发展现状，加深学生对我国风电产业相关快速发展的认识，从而培养学生的爱国主义情怀，增强学生的“四个四信”，提升学生参与建社会主义新中国的热情。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 绪论	风电特点、发展历程、发展趋势，我国风产业发展概况▲	√			√
第二章 风特性与风资源	风的形成及特点，大气边界层风特性，风特性的测量方法，常用的测风仪表及装置▲	√			
第三章 风电机组	风力机的结构、分类和工作原理▲，风电机组的变桨和偏航系统▲，风电机组的主轴、变速箱、塔架、机舱和基础▲			√	
第四章 风力机空气动力学	贝茨定理▲、有旋转尾流的风力机★、动量叶素理论▲★、风力机设计方法与运行特性▲★、风力机损失、垂直轴风力机工作原理		√		
第五章 风电场电气系统	双馈异步和同步发电机的结构、工作原理和特点▲，风电场电气系统的组成和接线方式，风电场的变压器、导线和开关设备▲			√	

第六章 风电场建设	风能资源评估，风电场的规划、选址、设计、施工、运行和维护，风电场经济性测算及其对环境的影响 [▲]				√
第七章 海上风力发电	海上风电机组的特点，海上风电机组的基础和结构，海上风电机组的腐蚀和防护				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂教学为主。课内讲授注重培养学生的求知欲，提高自主知识探索、发现问题及解决问题的能力，注重理论联系实际，应该让学生了解该领域的发展状况及前景。

学习方法：养成自主学习的习惯，注重基本理论知识的学习。做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	风特性与风资源	2					2
第三章	风电机组	7					7
第四章	风力机空气动力学	8	2				10
第五章	风电场电气系统	5					5
第六章	风电场建设	2					2
第七章	海上风力发电	2					2
	课内考试	2					2
合计		30	2				32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 40%（作业等 30%，其它 10%），考试成绩 60%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 30%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	课堂参与度及其完成质量，对应毕业要求 5、8、13 达成度的考核。
考试成绩	60	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 5、8、13 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时	无缺勤、作业完成质量较好、课堂互动良好	基本无缺勤、作业完成质量较好、课堂互动良好	基本无缺勤、作业完成质量一般、课堂互动一般	有一定缺勤、作业完成质量一般、课堂无互动	不满足 D 要求
考试	对基本概念和基本原理掌握良好并熟练应用	对基本概念和基本原理掌握良好但理论联系实际情况一般	对基本概念和基本原理掌握良好，但缺乏理论联系的能力	对基本概念和基本原理掌握情况一般	不满足 D 要求
评分标准 (A~E)：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：雷标

批准者：梁文俊

2021 年 4 月

“能源科学导论”课程教学大纲

英文名称: Introduction to Energy Science

课程编码: 0004977

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业、能源与动力工程专业

先修课程: 无

教材及参考书:

[1] 黄素逸, 能源科学导论, 中国电力出版社, 2012 年

[2] 吴金星、赖艳华、刘泉, 能源工程概论, 机械工业出版社, 2014 年

一、课程简介

能源是人类社会赖以生存和发展的资源, 包括煤炭、石油、天然气、水能、核能、风能、太阳能、地热能、生物质能等一次能源和电力、热力、成品油等二次能源, 以及其他新能源和可再生能源。随着世界经济的快速发展, 能源需求量逐年增加, 而化石能源的大规模使用带来了全球性的能源问题: 资源紧张, 环境恶化和国际纷争, 这是人类可持续发展所面临的重大挑战之一。能源教育可以唤醒并改变人们的世界观和价值观, 促进人们放宽眼界, 真正理解能源危机和能源问题, 建立科学的能源生产方式和合理的能源消费方式。本课程是大学能源教育体系中的基础课程, 以讲述能源科学的概况、面临的问题、解决的对策和发展的前景为主, 没有先修课程。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是新能源科学与工程专业的一门学科基础选修课, 是本专业方向及相关专业方向学生进行后续专业课程学习的基础课程。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述:

3.1 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达新能源及传统能源领域能量转化与利用领域遇到的复杂工程问题。

8.1 能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

13.3 具有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标:

通过本课程的学习, 可以使学生掌握和理解有关能源的基础知识和理论, 了解能源历史与能源领域的新技术和新动向, 提高和强化学生的节能环保意识, 为进行与能源相关的科学研究和运行管理奠定基础。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		3.1	8.1	13.3
1	掌握和理解有关能源的基础知识和理论，培养学生全面正确认识和评价能源的思辨和探究能力。	●	●	●
2	了解世界能源领域的新技术和发展动态，培养学生知识创新和探索的能力。	●	●	●
3	理解发展可持续能源的重要意义，提高和强化学生的节能环保意识，为进行与能源相关的科学研究和运行管理奠定基础。	●	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

通过讲述中国能源历史和能源技术，增强学生的民族自信心。通过分析我国和世界的能源现状，培养以整体的、联系的观点看待能源问题的多元性和复杂性的能力。通过理解能源评价内容，全面理解能源与环境的关系，使学生具备自觉节能环保的意识和责任感，并促进社会建立科学的能源生产方式和合理的能源消费方式。

三、课程教学内容

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 能量与能源	能量与能源的基本概念▲，能量的形式与性质，能源的分类与评价▲，能源与人类文明，能源与环境▲，能源的可持续发展▲	√	√	√
第二章 化石能源	化石能源的形成理论，煤的分类、资源和开采，洁净煤技术▲，石油特点、资源与开发利用，油品质量与石油储备，油页岩，常规和非常规天然气资源▲，天然气水合物★，页岩气★，天然气的特性、勘探开采与输送	√	√	√
第三章 核能	核能的来源，核裂变与核聚变，核燃料，核能的利用与发展，核电站/核反应堆，核电的优势，发展核能的制约因素▲，可控核聚变★，月球氦-3 和太空核电	√	√	√
第四章 氢能	氢的能源特性▲，制氢技术，储氢技术，氢能发展的最新技术，氢燃料电池的原理与发展，氢内燃机	√	√	√
第五章 太阳能	太阳的结构与辐射，太阳能的特点▲，太阳能利用方式，太阳能科技发展史，光伏发电原理★，光伏材料、应用与产业，太阳能热动力发电原理、系统与形式，太阳能资源与发展现状	√	√	√
第六章 风能	风的形成与利用，风能特点和计算▲，风能资源，风力机的类型、选址和效率★，风电发展现状	√	√	√
第七章 水能	水能参数，水力发电原理、类型和特点▲，水能资源与利用，海洋能的特点▲，潮汐能，波浪能，海洋温差能，盐差能，海流能	√	√	√
第八章 生物质能	生物质能的分类和来源，生物质能的特点与开发意义▲，生物质能的转换技术，生物质能的发展现状，能源植物，垃圾发电▲	√	√	√
第九章	地热能资源与类型▲，地热流体及其特点，地热的直接利用，地热	√	√	√

地热能	发电, 热泵技术原理、特点与应用			
第十章 节能与能源 系统工程	节约能源法, 节能潜力和途径, 节能经济评价, 能源系统工程的基本方法, 能源系统的预测和规划, 能源管理及信息系统。			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（21 学时），自学/实践和讨论为辅（11 学时）。根据教学内容特点和学生实际特点，将研究型教学要素引入本课程的教学，通过报告、互动讨论式与辩论式自主学习、引入调研和科研实践环节、加强思辨型作业和过程考评等教学方法和教学手段的改革，全面启发和引导学生“学会”和“会学”，并最终实现学生“乐学”。

学习方法：指导学生在课上边学边记边吸收，在课下进行资料和文献调研，利用微信等网络平台为学生提供更多广泛的课外知识和资源，引导学生充分准备和完成课后作业（报告等），进而调动学生积极参与课堂讨论和辩论，养成自主学习和探索的习惯，由此形成学生愉快学习体验而达到求知的最佳境界。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 能量与能源	能量与能源的基本概念，能量的形式与性质，能源的分类与评价，能源与人类文明，能源与环境，能源的可持续发展	3			1		4
第二章 化石能源	化石能源的形成理论，煤的分类、资源和开采，洁净煤技术，石油特点、资源与开发利用，油品质量与石油储备，油页岩，常规和非常规天然气资源，天然气水合物，页岩气，天然气的特性、勘探开采与输送	4.5			1.5		6
第三章 核能	核能的来源，核裂变与核聚变，核燃料，核能的利用与发展，核电站/核反应堆，核电的优势，发展核能的制约因素，可控核聚变，月球氦-3 和太空核电	3			1		4
第四章 氢能	氢的能源特性，制氢技术，储氢技术，氢能发展的最新技术，氢燃料电池的原理与发展，氢内燃机	3			1		4
第五章 太阳能	太阳的结构与辐射，太阳能的特点，太阳能利用方式，太阳	1.5			0.5		2

	能科技发展史,光伏发电原理,光伏材料、应用与产业,太阳能热动力发电原理、系统与形式,太阳能资源与发展现状						
第六章 风能	风的形成与利用,风能特点和计算,风能资源,风力机的类型、选址和效率,风电发展现状	1.5			0.5		2
第七章 水能	水能参数,水力发电原理、类型和特点,水能资源与利用,海洋能的特点,潮汐能,波浪能,海洋温差能,盐差能,海流能	1.5			0.5		2
第八章 生物质能	生物质能的分类和来源,生物质能的特点与开发意义,生物质能的转换技术,生物质能的发展现状,能源植物,垃圾发电	1.5			0.5		2
第九章 地热能	地热能资源与类型,地热流体及其特点,地热的直接利用,地热发电,热泵技术原理、特点与应用	1.5			0.5		2
第十章 节能与能源 系统工程	节约能源法,节能潜力和途径,节能经济评价,能源系统工程的基本方法,能源系统的预测和规划,能源管理及信息系统					4	4
合计		21			7	4	32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和期末考核两部分。

考核方式及成绩评定分布:

平时成绩 50% (作业 30%, 其他 20%), 期末成绩 50%。

平时成绩中的作业 30%主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力,包括课堂测验和课外作业,其中课外作业重在对学生兴趣与能力的培养,需要学生通过资料文献查阅和科研实践调研等多种途径探索完成。平时成绩中的其它 20%主要反映学生的课堂表现、课堂信息的接收、自我约束,其主要依据为课程的出勤率、课堂表现(课堂互动、参加课堂辩论等)。

期末成绩 50%是通过考试对学生学习情况的全面检验,强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度,重点从知识和技能的角度考察学生对基础知识的掌握情况和综合分析总结能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	50	除了课程的出勤率，课堂的基本表现主要通过参与讨论、辩论等课堂互动进行评定。课堂和课外作业主要考核学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。支撑毕业要求拆分指标：3.1、8.1、13.3。
期末成绩	50	主要考核教学内容中的重点及对基础知识综合分析和总结的能力，支撑毕业要求拆分指标：3.1、8.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准按照作业要求完成任务，并有新的拓展内容和见解	准确按照作业要求完成内容，查找的资料丰富，有分析总结	基于基础资料汇总，正确完成作业内容，有结论	完成作业大部分内容，有基本观点	不满足 D 要求
考试	对考核全部或绝大部分内容掌握准确	对考核大部分内容掌握准确	对考核的多数内容解答正确	对考核的多数内容解答基本正确	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：桑丽霞

批准者：梁文俊

2021 年 4 月

“热工仪表与自动控制”课程教学大纲

英文名称: Instrument and Automatic control in Thermal engineering

课程编号: 0004978

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业、能源与动力工程专业专业本科生

先修课程: 自动控制原理, 电工电子学, 工程热力学, 传热学, 流体力学

使用教材及参考书:

- [1] 刘自放, 刘春雷《热工检测与自动控制》, 中国电力出版社, 2007年2月第1版
- [2] 边丽秀,《热工控制系统》, 中国电力出版社, 2012年8月第1版
- [3] 李亚芬《过程控制系统及仪表》, 大连理工大学出版社, 2010年7月第3版

一、课程简介

本课程基于热工常用仪表与过程控制系统最新发展与工程领域应用, 在深入分析过程控制中常用的检测仪表、传感器、控制仪表(温度、压力、流量、液位)、可编程控制器、执行器的基础上, 讨论了过程动态特性、单回路控制系统设计与参数整定、复杂控制系统(串级、前馈、比值、均匀、分程、大延迟补偿、解耦控制)的分析与设计; 简要介绍了先进控制(自适应控制、模糊控制、专家系统)的相关内容; 对DDC系统、DCS系统进行了较为系统的论述。最后对几种典型过程控制系统实例进行了深入分析。

二、课程地位目标

(一) **课程地位:** 本课程属于新能源科学与工程专业本科生的专业课程, 旨在使该专业的本科生在热工测量、控制方面能正确选用热工常见的仪器仪表, 合理组建测控系统。通过该课程的学习, 能够使学生在热工仪器仪表以及自动控制方面掌握系统的理论知识与原理, 在毕业设计等实践环节以及今后的实际工作中能够将理论正确应用于实践。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.1: 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达热工控制系统的数学模型并对一阶二阶系统求解。

4.1: 能够设计针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程系统的控制方案。

4.2: 能够设计、选择满足特定需求的控制系统、设备(部件)。

6.1: 能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究。

7.1: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

13.1: 具有自主学习的意识。

13.3: 具有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标：总的教学目标是：使学生掌握热工仪表及自动控制的基本概念、基本理论、基本方法，从系统层面上认识仪表与控制在热工系统中设计与应用，提升对热工系统，特别是对可再生能源利用系统控制的设计与应用能力。学生利用本课程学习掌握的技能和方法，可以对太阳能利用、地热能利用及其他能量利用过程中存在的问题进行分析，并提出解决办法，培养了学生掌握相关领域的专业文献、资料检索方法，掌握了发现问题、分析问题和解决问题的能力。具体分解为如下目标：

(1) 要求学生掌握热工及可再生能源利用领域常用的控制规律，能够掌握课堂上位式继电器控制电路，能够掌握 P、I、D 调节的基本传递函数以及各自的特点，能够根据不同的控制过程选用相关的整定参数，能够理解程序控制特点及应用。

(2) 要求学生理解热工过程，可再生能源利用过程中自动控制系统的作用以及所需的基本概念，能够掌握自动控制系统的基本组成以及分类。

(3) 掌握温度、压力、流量、液位基本仪表的原理及应用。

(4) 理解热工过程，可再生能源利用过程中自动控制系统的作用以及所需的基本概念，能够掌握自动控制系统的基本组成以及分类。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		3.1	4.1	4.2	6.1	7.1	13.1	13.3
1	在控制系统分类以及控制规律的课程讲解中，结合太阳能光热发电，给出聚光跟踪控制系统的基本控制方式；在控制系统中常用执行器的讲解中，结合太阳能热发电系统中集热回路，发电回路，给出出口温度控制方式及流量调控方法。	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	在相关课程讲解中，以换热装置，制冷空调，锅炉液位等典型热工设备的控制及节能分析为例，使学生能够针对性的学习。	◎	●	◎	●	◎	◎	◎
3	结合新能源科学与工程专业的相关生产过程，针对过程基本动态模型，通过模拟、求解动态方程，指出过程的动态、静态特性，使充分理解热工过程的大惯性，纯滞后特性，同时也指出热工过程实际系统的非线性、复杂性以及线性解算、预测过程的近似性。指出课程与相关生产过程的结合点，以利于在将来的行业应用。	◎	◎	●	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

育人目标：适当介绍与课程内容相关的学科前沿和最新进展，尤其是我国学者在相关领域取得的成就，提高学生对本学科的自信心，坚定学生的专业信念；将新能源利用与仪表控制联系起来，使学生掌握仪表控制相关基础理论的同时，强化学生新能源利用节能减排工程实践的意识。

三、课程教学内容

本课程的内容包括基本热工仪表的原理及使用、自动控制原理、热工自动控制系统以及微机在热工仪表与自动控制中的应用等四大部分，其中热工仪表的原理与使用部分属于重点内容，要求学生能熟练掌握；热工自动控制系统以及微机在热工仪表与自动控制中的应用属于本课程的难点，要求学生在学习时结合电工学、电子学的内容进行理解。本课程分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章 自动控制技术概述	主要内容：实现热工过程自动化的必要性；自动控制技术发展简介；自动控制系统结构及仪表的发展。 教学要求：本章要求学生了解热工过程自动化的应用领域以及意义，了解自动控制理论以及作为一项应用技术的发展历程，同时了解与之相关的系统结构及仪表的发展历程，使学生有一个完整的控制系统及仪表的发展轮廓。	✓			✓
第二章 自动控制系统及其分类	主要内容：自动控制系统及其作用★；自动控制系统的组成▲；自动控制系统的分类▲。 教学要求：本章要求学生理解热工过程，可再生能源利用过程中自动控制系统的作用以及所需的基本概念，能够掌握自动控制系统的基本组成以及分类。	✓	✓		✓
第三章 自动控制系统的过渡过程及品质指标	主要内容：典型的输入信号★；自动控制系统的的基本要求▲；热工领域常见控制对象的数学模型★；自动控制系统的品质指标★。 教学要求：要求学生理解常用的控制系统输入信号类型以及输入信号在控制系统品质评价中的作用，掌握对自动控制系统的基本要求，理解常用受控对象数学模型的建立过程，理解一阶系统，二阶系统控制性能的评价内容及常用指标。	✓	✓		✓
第四章 受控过程的动态特性	主要内容：本章主要针对受控对象，讲解受控对象的容量特性；受控对象的阻力特性；受控对象的平衡特性；受控对象的时间特性★；对象特性的试验测定★。 教学要求：要求学生了解受控对象的容量系数对控制过程的影响，了解针对质量、能量控制传递过程的阻力，了解受控对象的自平衡以及非自平衡特性，了解时间延时对控制的影响，理解用飞升曲线法测定常规受控对象传递函数的方法。	✓			✓
第五章 过程控制基本规律	主要内容：本章主要讲解常规控制策略，即过程控制系统中控制器常用的控制规律，包括位式控制▲；PID 控制及各自优缺点▲；程序控制特性★。 教学要求：本章要求学生掌握热工及可再生能源利用领域常用的控制规律，能够掌握课堂上位式继电器控制电路，能够掌握 P、I、D 调节的基本传递函数以及各自的特点，能够根据不同的控制过程选用相关的整定参数，能够理解程序控制特点及应用。	✓			✓
第六章 过程控制执行器	主要内容：本章主要讲解过程控制系统中常用的执行设备，包括执行器★；调节阀★；变频器。	✓	✓	✓	

行设备	教学要求：本章要求学生理解控制系统中常用的执行设备，理解执行器的闭环反馈调节原理，理解调节阀的流量特性以及接入管路后的工作流量特性，了解变频器的作用及基本工作原理。				
第七章 常用过程控制仪表	主要内容：本章主要讲解过程控制系统中常用的控制设备，包括基地式仪表；组合单元仪表；仪表间传递的标准信号^[1]；DCS 系统及 PLC 系统。 教学要求：本章要求学生了解控制系统中常用的控制设备，了解基地式仪表，DDZ 仪表的结构以及发展过程，掌握当前控制仪表电传信号的标准制式，了解 DCS 系统组成、发展以及 PLC 系统。	√		√	
第八章 测量的基本知识	主要内容：本章主要讲解测量的概念[*]；测量系统组成^[2]；测量误差^[1]；测量仪表的基本技术性能[▲]。 教学要求：本章要求学生理解测量的三要素，理解测量系统组成部分以及各部分的特点，掌握测量误差，误差的分类以来源，能够理解误差数据的基本处理方法，能够掌握测量仪表的基本性能指标。		√	√	
第九章 压力检测仪表	主要内容：本章主要讲解有关压力测量的原理，相关仪表及使用方法，主要内容有概述；液柱式压力计[▲]；弹性式压力表；应变片式压力表；电容式压力表；压力测量仪表的应用[▲]。 教学要求：本章要求学生掌握压力检测的概念，单位以及分类，要掌握液式压力仪表，弹性式压力表的原理及结构，要了解应变片及电容式压力仪表的原理及结构，要掌握压力仪表在工程应用的使用方法	√	√	√	
第十章 温度测量仪表	主要内容：本章主要讲解有关温度测量的原理，相关仪表及使用方法，主要内容有概述；膨胀式温度计；热电偶温度计[▲]；热电阻温度计[▲]；集成温度计与温度传感器；其他温度计与温度传感器；温度测量仪表的应用[▲]。 教学要求：本章要求学生掌握温度检测的概念，单位以及分类，要理解膨胀式温度计，掌握热电偶及热电阻的测温原理及常用分度。了解集成温度传感器及其它如热敏电阻等温度传感器的基本原理，要掌握温度仪表在工程应用的使用方法	√	√	√	
第十一章 物位测量仪表	主要内容：本章主要讲解有关液位测量的原理，相关仪表及使用方法，主要内容有概述；静压式物位计；浮力式液位计；电气式物位计。 教学要求：本章要求学生了解液位检测的概念，单位以及分类，了解静压式物位计，浮力式液位计，电气式物位计，的基本原理及使用方法。	√		√	
第十二章 流速与流量检测仪表 ^[2]	主要内容：本章主要讲解有关流量测量的原理，相关仪表及使用方法，主要内容有概述^[2]；差压式流量计[*]；转子式流量计[*]；容积式流量计[*]；涡轮流量计[*]；涡街流量计[*]；电磁流量计[*]；超声波流量计；流速与流量仪表的应用[*]。 教学要求：本章要求学生掌握流量检测的概念，单位以及分类，要理解各种流量计的基本原理以及使用特点，要掌握流量仪表在工程应用的使用方法	√		√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：参考四，以讲授为主（30 学时），实践为辅（课内 2）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。实践教学则在课堂教学的基础上进行动手训练、要求学生在老师的带领下参观、认识、熟悉实验室内常用仪表，对热工自动控制常用仪表进行实际操作。引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，理解，建立系统模型，最后实现问题求解。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实践，在实践中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，再到具体设计，进一步培养学生解决问题的能力，强化对“一类”问题进行求解的意识；从系统的角度向学生展示热工控制系统，培养学生的系统意识和能力。

使用多媒体课件，配合板书和实物演示讲授课程内容。在授课过程中，可由已学的经典控制理论引出概念，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

本课程教学环节主要包括课堂教学、认识实践和考试。其中课堂教学部分的内容为基本知识的学习，要求学生在自动控制方面应达到初步掌握自动控制的基本原理、能准确地提出本专业对自动控制的要求、正确绘制自动控制原理示意图并能对工程所用热工测量系统进行选配。课程认识实践是为了巩固课堂教学的内容并进行热工仪表的组建与选用方面的训练。最后的课程考试为随堂考试。本课程将结合平时成绩、以及结课考试成绩来对学生的状况进行评定。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其他	
1	自动控制技术概述	2					2
2	自动控制系统及其分类	2					2

3	自动控制系统的过渡过程及品质指标	3					3
4	受控过程的动态特性	3					3
5	过程控制基本规律	2					2
6	过程控制执行设备	2					2
7	常用过程控制仪表	2					2
8	测量的基本知识	2					2
9	压力检测仪表	3				1	4
10	温度测量仪表	4				1	5
11	物位测量仪表	2					2
12	流速与流量检测仪表	3					3
合计		30				2	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%（课堂问答 10%，实践 10%），期末考试 80%。

平时成绩占 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束以及认识实践课的表现。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂问答）。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以与工程背景紧密结合的控制仪表、传感器以及工程实例为主。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	课后作业，课堂问答参与度及其完成质量，对应毕业要求 2、3、5 达成度的考核。
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况以及对应毕业要求 2、3、5 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	课后作业 100% 完成，获优 90% 以上	课后作业 100% 完成，获优 80~89%以上	课后作业 100% 完成，获优 70% 以上	课后作业 100% 完成，正确率 60%以上	不满足 D 要求
研讨	课堂回答问题 5 次以上，正确率 90%以上	课堂回答问题 4 次以上，正确率 80%以上	课堂回答问题 3 次以上，正确率 70%以上	课堂回答问题 2 次以上，正确率 60%以上	不满足 D 要求

考试	成绩 90 以上	成绩 80~89	成绩 70~79	成绩 60~69	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 杜春旭

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月日

“能源技术经济学”课程教学大纲

英文名称: Energy Technical Economics

课程编号: 0006157

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业

先修课程: 无

使用教材及参考书:

[1] 傅家骥, 全允恒主编.《工程技术经济学》. 清华大学出版社, 1996

[2] 洪跃主编.《工程经济学》. 化学工业出版社, 2008

[3] 华泽澎主编.《能源经济学》. 石油大学出版社, 1991

一、课程简介

在工程技术应用的过程中, 经济问题是影响其实施效果的决定性因素。对于新能源领域, 由于其新兴产业的市场定位, 对工程项目的经济性尤其敏感, 技术经济的统筹考虑才能提高项目的可操作性, 实现项目的建设目标, 继而在宏观上实现我国新能源和可再生能源领域的可持续发展。因此, 对于未来从事本领域工作的工程技术人员应具备起码的技术经济思维和能力。本课程为经济学领域中的应用学科, 结合本专业的特点, 重点讲述如何应用基本的经济性评价方法和指标分析建设项目的经济性, 并结合当前本行业发展的新动态, 介绍新能源与可再生能源领域典型的项目运作模式。

二、课程地位与教学目标

(一) 课程地位

本课程是针对可再生能源专业的高年级学生开设的专业技术选修课程, 是本专业唯一的经济类课程。通过这些学习, 使学生养成对工程项目的技术经济思维, 具备分析具体工程项目经济性因素的初步能力。是完善本专业工科培养的重要基础课程。

(二) 课程目标

1 教学目标: 本课程通过学习涉及工程领域技术经济学和能源领域技术经济的基本概念和分析方法, 使学生系统了解技术经济的基本指标, 并能应用这些指标对具体工程案例进行简单的技术经济分析, 在此基础上, 了解能源工程项目的特点, 应用技术经济方法分析实际案例。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3.1	5.1	8.1	12.1	13.1
1	掌握技术经济相关的基本概念	○	○	○	◎	●
2	牢固掌握资金等值计算的方法	●	○	○	◎	◎
3	牢固掌握经济性评价各种指标概念	○	○	○	◎	●
4	熟练应用经济性评价方法对建设项目进行经济性分析	●	◎	◎	◎	◎
5	理解技术经济性对能源项目的重要影响	◎	◎	◎	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程通过在教学过程中举一些近期的具体事例来体现思想政治元素，弘扬社会正气、传播正能量，以利于培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	主要内容：能源对于国民经济的重要性（▲）；技术经济学的研究对象及内容（▲）；学习技术经济学的必要性。 教学要求：要求学生了解本课程设置的意义和任务，了解经济学相关应用知识对能源工程的重要性。	√				√
第二章工程 经济分析的 基本要素	主要内容：现金流量图与现金流量表（▲）；投资概念与估算；成本概念与估算；折旧概念与估算；税收概念与估算；销售收入与利润；资金等值计算（▲★）。 教学要求：要求学生理解投资、成本、折旧等技术经济学基本概念，掌握现金流量的概念以及资金等值计算的方法。	√	√			
第三章经济 效果评价方 法	主要内容：评价基本原则（▲）；评价指标体系及分类（▲）；基本评价理论介绍；决策结构和评价方法（▲★）。 教学要求：要求学生理解主要的经济评价指标的基本概念，掌握主要的经济评价方法并能够应用这些方法进行工程项目的技术经济分析，了解评价理论的基本概念。			√	√	
第四章不确定 性分析	主要内容：基本原理与方法介绍（▲）；盈亏平衡分析（▲）；敏感性分析（▲）；概率分析；风险决策。 教学要求：要求学生了解不确定性分析的含义及基本方法，理解盈亏平衡分析、敏感性分析和概率分析的概念和基本方法，了解项目风险决策的基本方法。			√	√	√
第五章投资 项目的财务	主要内容：可行性研究和项目财务分析概述（▲）；基础财务报表编制（▲）；资金规划；财务效果计算；案例分析（▲）；改建、扩				√	√

分析	建和技术改造项目的财务分析；资产评估。 教学要求：要求学生了解投资项目财务分析的基本知识，理解可行性研究的基本框架。					
第六章公用项目事业的经济分析	主要内容：公用事业项目的基本特点（▲）；公用事业项目的成本与收益；公用事业项目的经济评价方法。 教学要求：要求学生了解公用事业的基本特点。					√
讲座一中国的能源安全与战略	主要内容：中国能源生产和消费的现状，存在的主要问题，能源产业政策。 教学要求：要求学生了解我国能源产业的基本情况、存在的问题以及国家的政策导向。					√
讲座二可再生能源技术发展现状与挑战	主要内容：可再生能源技术发展现状，存在的主要问题，产业政策。 教学要求：要求学生了解可再生能源产业的基本情况、存在的问题以及国家的政策导向。					√
讲座三节能的重要意义及技术体系	主要内容：节能产业的发展现状，存在的主要问题，技术体系，产业政策。 教学要求：要求学生了解节能产业的基本情况、存在的问题以及国家的政策导向。					√
讲座四合同能源管理介绍	主要内容：合同能源管理背景；合同能源管理分类；合同能源管理程序；合同执行于风险介绍。 教学要求：要求学生了解合同能源管理的基本概念和分类，理解实际项目中合同能源管理的基本程序。					√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程学习强调实际工程应用背景，任课老师在教学过程中尽力向学生讲授实际案例，避免纸上谈兵。教学方法主要分为课堂教学、大作业和课下答疑。对于课堂教学，主要分重要知识点串讲和专题讲座两类：对于第一点，主要是对本课程重要的基本概念、经济指标和经济评价方法进行讲解，对于难点进行重点讲解；专题讲座主要是针对新能源技术领域典型的项目运作模式进行讲解，增加学生对新能源技术工程实践的了解。大作业为能源项目的可行性研究报告的编制，分组开展。对于课下答疑，任课教师在非上课时间均可对有疑问的学生进行一对一辅导。

学习方法：本课程是应用型课程，学生在学习本课程时需要重视宽知识面的学习积累和从本专业视角的知识应用。通过仔细阅读教材，需要做到对基本概念、指标和方法的理解和应用。在此基础上，通过查阅课外书籍、文献和网络搜索等手段，需要对行业内的政策、法规、标准体系有所了解，对相关的财政刺激、税收优惠和行业发展动态等信息有所了解，对具体的工程案例要有所了解。通过这些学习，使学生初步掌握应用本课程知识对新能源技术领域进行技术经济分析的方法。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

章节	主要内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	2					2
2	工程经济分析的基本要素	4					4
3	经济效果评价方法	4					4
4	不确定性分析	4					4
5	投资项目的财务分析	4					4
6	公用项目事业的经济分析	2					2
7	中国的能源安全与战略	2					2
8	可再生能源技术发展现状与挑战	2					2
9	节能的重要意义及技术体系	2					2
10	合同能源管理介绍	2					2
11	答疑				4		4
合计		28			4		32

六、考核与成绩评定

本课程平时成绩占比 80%，期末考试成绩占比为 20%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束、团队合作能力。成绩评定的主要依据包括：出勤情况和大作业，出勤占比 10%，大作业占比 70%。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。为了更好的反映学生的学习效果，采用闭卷考试的形式。考试内容主要包括本课程中最基本的内容，包括技术经济相关的基本概念、主要的经济性指标和主要的经济性评价方法等内容，并考察学生应用本课程专业知识对新能源技术领域的综合认识与理解。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	10%	出勤情况和课堂提问的评价，对应新能源科学与工程专业毕业要求 3.1、5.1、8.1、12.1、13.1 达成度的考核。
大作业	70%	能源项目的可行性研究报告的编制的质量，对应新能源科学与工程专业毕业要求 3.1、5.1、8.1、12.1、13.1 达成度的考核。
考试成绩	20%	规定考试内容掌握的情况，对应新能源科学与工程专业毕业要求 3.1、5.1、8.1、12.1、13.1 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
出勤	全勤	出勤良好	出勤中等	有少量缺勤	不满足 D 要求
研讨	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	参与研讨、表现中等	参与研讨、表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：王伟

批准者：梁文俊

2020 年 10 月

“能源系统优化”课程教学大纲

英文名称: Optimization of Energy System

课程编码: 0009668

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业本科生

先修课程: 工程热力学

教材及参考书:

[1] 张新欣.自编讲义.2020.

[2] F.Carl Knopf 著,王建平,王乐译.过程和能源系统的建模、分析与优化(Modeling, Analysis and Optimization of Process and Energy Systems). 中国石化出版社, 2017.

[3] 田立新等.能源经济系统分析.社会科学文献出版社, 2005.

[4] 王丰.热力学循环优化分析.国防工业出版社, 2014.

[5] Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen, Pouria Ahmadi. Optimization of Energy Systems. John Wiley & Sons Ltd, 2017.

一、课程简介

能源系统优化是新能源科学与工程专业的一门专业任选课。课程将全面讲述多种能源系统在各种应用中的热力学建模、分析和优化;在介绍工程热力学基本原理、建模方法、优化技术及热力元件优化方法的基础上讲述如何使用各种最优化方法为更复杂的能源系统确定最合适的设计参数,从而实现更高的效率,成本效益和可持续性。介绍综合能源系统的评价指标体系,课程还将探讨综合能源系统、可再生能源和交通网等交互影响,并分析综合能源系统带来的机遇。

通过本课程的学习,将获得对综合能源系统建模、优化运行等问题的系统认识,掌握综合能源系统分析的基础理论及数学方法,为进一步从事相关工作打下基础。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 能源系统优化是新能源科学与工程专业的一门具有特色的专业任选课。本课程主要用于培养学生具备分析和处理热工问题的抽象能力和逻辑思维能力,并在有关计算技能方面使学生得到一定的训练,为学生今后在能源科学与工程等相关领域从事设计、管理、测试与评价等相关工作储备必要的基础知识,同时训练学生在实际工程中的理论联系实际的能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下:

4.2: 能够设计满足特定需求的系统、设备(部件);

5.1: 能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究;

8.1: 能够理解针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题的工程实践对

环境及社会可持续发展的影响；

11.1：能够就新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：本课程拟达到的目标是：1、使学生依据课堂讲授的多种能源系统在各种应用中的热力学建模、分析和优化方法，进一步加深掌握“工程热力学”中的基本概念、基本原理、基本理论及基本方法；2、增强学生的分析能力，培养学生的优化思维能力，提升学生问题求解的优化意识及认知能力和计算能力；3、培养学生设计和实现高效率热工设备或能源系统的能力，为解决复杂工程问题奠定基础；4、锻炼学生设计方案、分析过程以及实现思路、方法的能力，提升学生的报告撰写能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		4.2	5.1	8.1	11.1
1	使学生依据课堂讲授的多种能源系统在各种应用中的热力学建模、分析和优化方法，进一步加深掌握“工程热力学”中的基本概念、基本原理、基本理论及基本方法	●	◎	◎	
2	增强学生的分析能力，培养学生的优化思维能力，提升学生问题求解的优化意识及认知能力和计算能力		●	◎	
3	培养学生设计和实现高效率热工设备或能源系统的能力，为解决复杂工程问题奠定基础	●	◎	◎	
4	锻炼学生设计方案、分析过程以及实现思路、方法的能力，提升学生的报告撰写能力	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过课堂讲授的我国学者在能源系统优化领域取得的优异成绩，全面增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。培养学生的求知欲、探索欲，教育引导学生会学习、多求索，全面丰富知识体系，增长人生阅历，让求知的过程更加多姿多彩。同时通过课堂讲授的能源系统的综合优化，培养学生既要具有坚定的理想信念和爱国情怀，又要具有世界眼光和人类情怀。

三、课程教学内容

本课程分章节的课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章绪论	1.理解能源是国民经济的基础,在社会可持续发展中起着举足轻重的作用;2.了解能源科学及能源系统的内涵;3.牢记高效利用及节能是新能源科学与工程专业的历史使命。			√	
第二章热力学基础及建模优化基础	1.热力学第一定律与能量 (▲);2.热力学第二定律与有效能 (★);3.描述性模型与预测性模型 (▲);4.目标函数、优化约束、优化算法 (★)。	√	√	√	√
第三章热力学循环及其系统中常见设备的建模与优化	1.能源系统中常见设备的热力学建模 (▲);2.若干热力学循环优化分析 (▲);3.蒸汽轮机的建模与优化 (▲);4.换热器的建模与优化 (▲)。	√	√	√	√
第四章发电厂的建模与优化	1.蒸汽发电站的热力学建模、分析和优化 (▲);2.燃气轮机发电厂和联合循环发电厂的热力学建模、分析和优化;3.热力学性能和经济优化设计之间的关系。	√	√	√	√
第五章制冷及热泵系统的建模与优化	1.制冷系统综合建模与优化 (▲);2.多目标优化的目标函数及优化决策变量 (★);3.热泵系统的建模与优化 (▲)。	√	√	√	√
第六章可再生能源系统的建模与优化	1.海洋热能转换系统的建模与优化;2.太阳能制冷、供热和发电联合系统的建模与优化 (▲);3.太阳能/风能/燃料电池系统的建模与优化	√	√	√	√
第七章热电联产系统及三联产系统的建模与优化	1.燃气轮机热电联产系统的建模与优化 (▲);2.内燃机热电联产系统的建模与优化;3.微型燃气轮机热电联产系统的建模与优化;4.生物质热电联产系统的建模与优化;5.三联产系统的建模与优化	√	√	√	√
第八章综合能源系统的建模与优化	1.综合能源系统建模技术(▲);2.综合能源系统的评价指标体系(▲);3.综合能源系统规划 (▲);4.综合能源系统优化运行技术 (▲)。	√	√	√	√
第九章当今技术前沿及未来技术发展展望	1.综合能源系统带来的机遇:促进可再生能源消纳;2.多种能源系统整合优化;3.智能能源网的优化运行;4.智能能源网和交通网的协同规划:能源转移,舒缓交通阻塞 (▲);5.储能技术与地源蓄能技术 (▲);6.能源互联网 (▲)。	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点,采取包括讲授、研讨、案例分析等多种教学模式与方法。其中,以讲授为主要教授方法。课堂教学首先使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授,使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解,使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。同时注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析,使学生能够掌握其关键。以研讨和案例分析为抓手,积极探索互动式研究型教学,从提出问题开始,之后引导学生思考问题,

分析思路，培养学生抽象表示问题的能力。使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

学习方法：明确学习各阶段的重点任务，做到课中认真听课，积极思考，课后认真复习，抓住课程的重点与难点，不放过疑点，充分利用好教师资源和网络资源。仔细研读讲义，适当选读参考书的相关内容。从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	1.理解能源是国民经济的基础，在社会可持续发展中起着举足轻重的作用；2. 了解能源科学及能源系统的内涵；3. 牢记高效利用及节能是新能源科学与工程专业的历史使命。	2					2
第二章热力学基础及建模优化基础	1.热力学第一定律与能量（▲）；2.热力学第二定律与有效能（★）；3.描述性模型与预测性模型（▲）；4.目标函数、优化约束、优化算法（★）。	4					4
第三章热力学循环及其系统中常见设备的建模与优化	1.能源系统中常见设备的热力学建模（▲）；2.若干热力学循环优化分析（▲）；3.蒸汽轮机的建模与优化（▲）；4.换热器的建模与优化（▲）。	4					4
第四章发电厂的建模与优化	1.蒸汽发电厂的热力学建模、分析和优化（▲）；2.燃气轮机发电厂和联合循环发电厂的热力学建模、分析和优化；3.热力学性能和经济优化设计之间的关系。	4					4
第五章制冷及热泵系统的建模与优化	1.制冷系统综合建模与优化（▲）；2.多目标优化的目标函数及优化决策变量（★）；3.热泵系统的建模与优化（▲）。	3					3
第六章可再生能源系统的建模与优化	1.海洋热能转换系统的建模与优化；2.太阳能制冷、供热和发电联合系统的建模与优化（▲）；3.太阳能/风能/燃料电池系统的建模与优化	3					3
第七章热电联产系统及三联产系统的建模与优化	1.燃气轮机热电联产系统的建模与优化（▲）；2.内燃机热电联产系统的建模与优化；3.微型燃气轮机热电联产系统的建模与优化；4.生物质热电联产系统的建模与优化；5.三联产系统的建模与优化	4					4
第八章综合	1.综合能源系统建模技术（▲）；2.综合能源系统的评价	3			1		4

能源系统的建模与优化	指标体系 (▲); 3.综合能源系统规划 (▲); 4.综合能源系统优化运行技术 (▲)。						
第九章当今技术前沿及未来技术发展展望	1.综合能源系统带来的机遇：促进可再生能源消纳；2.多种能源系统整合优化；3.智能能源网的优化运行；4.智能能源网和交通网的协同规划：能源转移，舒缓交通阻塞 (▲)；5.储能技术与地源蓄能技术 (▲)；6.能源互联网 (▲)。	3			1		4
合计		30			2		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 40%（作业等 20%，讨论 20%），考试成绩 60%。

平时成绩中的讨论 20%主要反映学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	主要考核学生相关作业的完成质量、课堂讨论的参与度及其完成质量。主要支撑毕业要求拆分指标点中的：4.2：能够设计满足特定需求的系统、设备（部件）；11.1：能够就新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿的能力。
考试成绩	60	对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。主要支撑毕业要求拆分指标点中的：4.2：能够设计满足特定需求的系统、设备（部件）；5.1：能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究；8.1：能够理解针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响；

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面有很优秀的掌握	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面有很较好的掌握	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面掌握一般	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面掌握合格	不满足 D 要求
研讨	具备了一定的综合运用课程中所讲述的理论知识来解决复杂问题的能力	初步具备了一定的综合运用课程中所讲述的理论知识来解决较为复杂问题的能力	初步具备了一定的综合运用课程中所讲述的理论知识来解决问题的能力	初步具备了一定的运用课程中所讲述的理论知识来解决对应问题的能力	不满足 D 要求
考试	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面有很优秀的掌握	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面有很较好的掌握	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面掌握一般	对课程教学内容中的工程热力学基本原理、建模方法、优化技术等方面掌握合格	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 张新欣

批准者: 梁文俊

2021 年 04 月

“储能原理与技术”课程教学大纲

英文名称: Energy storage principle and technology

课程编码: 0009669

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业本科生、能源与动力工程专业本科生

先修课程: 高等数学、普通物理学、工程热力学及流体力学、工程热力学、传热学

教材及参考书:

- [1] 《储能技术》(法) Yvest Bruet 等著, 唐西圣等译, 储能技术, 北京: 机械工业出版社, 2013.4
- [2] 《储能材料与技术》, 樊栓狮、梁德青、杨向阳等编著, 化学工业出版社, 2004.10
- [3] 《热能存储技术与应用》, 郭茶秀、魏新利编著, 化学工业出版社, 2005.5
- [4] 《蓄热技术及其应用》, 崔海亭、杨锋编著, 化学工业出版社, 2004.8
- [5] 《大规模储能技术》(美) 巴恩斯等著, 肖曦等译, 机械工业出版社, 2013.7
- [6] 《储能技术及应用》, 丁玉龙, 来小康, 陈海生, 化学工业出版社, 2018.7

一、课程简介

储能原理与技术是新能源科学与工程专业、能源与动力工程专业及其他能源相关的本科生的专业选修课, 本课程的任务是使学生获得有关储能的基本理论和基本知识; 掌握储能技术的开发与利用, 使学生获得较全面的储能技术知识。通过储能原理与技术课程学习, 培养学生查阅文献、分析问题、解决问题、撰写文稿、陈述发言、团队合作与交流等能力, 不仅使学生在能量转换和存储方面树立正确的概念, 了解其发展历史、工作原理、基本特点、分类、组成材料、设计与制造、测试技术、安全性等以及发展前景, 同时培养学生科学抽象、逻辑思维能力, 进一步强化实践是检验理论的唯一标准的认识观。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是新能源科学与工程专业、能源与动力工程专业的一门专业选修课, 是本专业方向及相关专业方向学生进行后续专业课程学习、课程设计和毕业设计的选修课程。本课程应在高等数学、普通物理学、工程热力学及流体力学、工程热力学、传热学等课程后开设。它不仅为学生学习有关的专业课程提供基本的理论知识和技能, 而且使学生掌握储能原理与利用过程中能效分析方法和评价依据, 为学生未来从事能源利用相关行业或储能利用技术评价工程设计与管理奠定专业分析基础与技能。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1.3: 能解决新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

2.2: 能够通过文献研究分析新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题,

以获得有效结论。

3.1: 能够设计针对新能源及传统能源领域能量转化与利用杂工程问题的解决方案。

4.1: 能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究。

6.1: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

7.1: 能够理解针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

12.1: 具有自主学习的意识。

12.3: 具有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的学习,使学生系统了解储能的重要性、世界和中国储能的发展现状及趋势,重点掌握包括储热(冷)、抽水蓄能、压缩空气储能、电化学储能、超级电容储能和飞轮储能等各种储能技术的基本原理、材料及核心设备、系统设计集成技术,具备储能领域提出问题、分析问题和解决问题的能力。

写明课程拟达到的课程目标,指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平,本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表1。

目标1: 掌握比较宽广和巩固的储能原理与技术的基础知识;

目标2: 具备分析工程储能问题的基本能力;

目标3: 熟悉解决储能问题的基本方法,具有相应的计算能力;

表1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		2.3	3.2	4.1	5.1	7.1	8.1	13.1	13.3
1	掌握比较宽广和巩固的储能原理与技术的基础知识	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	具备分析工程储能问题的基本能力	⊙	●	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙
3	熟悉解决储能问题的基本方法,具有相应的计算能力	⊙	⊙	●	●	⊙	⊙	⊙	⊙

注: ●: 表示有强相关关系, ⊙: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 适当介绍与课程内容相关的学科前沿和最新进展,尤其是我国学者在相关领域取得的成就,提高学生对本学科的信心,坚定学生的专业信念;将储能原理与技术与节能减排联系起来,强化学生“节能减排”的意识。具备储能原理与技术的分析与评价基本技能,可以对实际储能工程系统进行分析评价,培养学生的职业素养。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	本课程在学生知识架构中的位置▲,教学目的▲、课程的基本内容▲、储能技术的定义和分类★; 储能技术的基本概念▲	√		
第二章 储热(冷)原理及技术	储热(冷)原理与方式▲★; 显热储热(冷)材料与系统▲; 相变储热(冷)材料与系统▲; 热化学储热(冷)材料与系统▲★; 储热(冷)系统的设计	√	√	√
第三章 物理储能原理及技术	抽水蓄能▲★、压缩空气储能▲★、飞轮储能▲、超级电容储能▲		√	√
第四章 电化学储能技术及应用	电化学储能的分类▲★、锂电池储能技术▲、液流电池技术▲、铅酸电池储能▲、新概念电池▲		√	√
第五章 储能技术的集成应用	储能技术在电力系统中的应用▲★、储能技术在清洁能源供热中的应用▲、储能技术在风力和光伏发电系统中的应用▲、储能技术在太阳能热发电系统中的应用▲★、储能技术在工业余热回收中的应用▲★、储能技术在交通运输系统中的应用▲	√	√	√
第六章 储能技术的经济性分析	各种储能技术的技术经济性比较▲★、储能系统的投资估算▲、储能成本估算▲	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程教学以课堂讲授和习题课为主，其中课堂讲授：以板书与双语多媒体教学手段相结合，主要采用互动式教学方法，通过实际储能工程问题的分析激发学生的学习兴趣；基于优质线上教学资源，适当引入线上线下相结合的混合式教学方式，课后作业针对课堂重要知识点，布置相关作业，使学生掌握相关章节关键知识点。通过文献调研，使学生将课程中的理论知识和实际工程实践结合起来，增强专业认识及自身使命感。

学习方法：建议学生在教材的基础上，广泛阅读相关参考书籍，并结合优质线上教学资源，掌握课程教学内容中规定的基本概念、基本理论和基本方法；理论联系实际，提升分析和解决实际储能工程问题的能力。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	储热（冷）原理及技术	8	1		1		10
3	物理储能原理及技术	4					4
4	电化学储能技术及应用	4					4
5	储能技术的集成应用	4	1		1		6
6	储能技术的经济性分析	5	1				6
合计		27	3		2		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩（30%）、期末考试（70%）

平时成绩（30%），主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

期末考试（70%），对学生学习情况全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法和理论的掌握，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要考核内容：学生的课堂表现、出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成以及实验完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点：2.3、3.2、5.1、7.1、13.1、13.3
考试成绩	70	主要考核内容：学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。 支撑毕业要求拆分指标点：3.2、4.1、5.1、7.1、8.1

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时成绩	18-20	16-17	14-15	12-13	不满足 D 要求
考试	18-20	16-17	14-15	12-13	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张灿灿
批准者：梁文俊
2020 年 10 月

“能量转换装置 CAD 技术”课程教学大纲

英文名称: CAD for Energy Conversion Devices

课程编码: 0009670

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 36

面向对象: 能源与动力类本科生

先修课程: 工程制图、机械设计、工程热力学

教材及参考书:

[1] 贾雪艳,刘平安等.Creo Parametric 5.0 中文版从入门到精通.人民邮电出版社有限公司, 2019 年 6 月

[2] 詹友刚.Creo 4.0 机械设计教程.机械工业出版社, 2018 年 4 月

[3] 周敏,牛余宝,杨秀丽. 中文版 PTC Creo 4.0 完全实战技术手册. 清华大学出版社, 2017 年 6 月

一、课程简介

《能量转换装置 CAD 技术》是能源与动力类专业的一门专业选修课。它是将计算机技术应用于能源与动力类专业,在介绍计算机辅助设计基础上,以能量转换装置工程设计实例为范例,重点介绍 Creo 的基本使用操作和技法,该软件界面友好完善、工作环境形象生动,具有绘图功能强大和手段灵活的优点,其三维作图功能强大。本课程教学过程中,给予学生较多的课堂实践,使其掌握三维实体造型、建模、曲面设计、零件装配及工程图设计的能力,能应用 Creo 软件绘制能量转换装置部件、设备或者系统,并能结合专业课程设计有所创新,培养学生在能量转换装置设计方面的动手能力和创新意识。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 能量转换装置 CAD 技术是可再生能源利用、制冷空调和汽车等动力工程及工程热物理类专业的一门重要的专业基础选修课程,是动力工程及热物理专业掌握运用现代设计方法进行能量转换装置设计的基本课程。相应的课程上机操作是一个重要环节,同时也体现了理论与实践相结合的原则

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2: 系统掌握动力工程及工程热物理学科领域的工程基础和专业知识。

4.2: 能够设计满足特定需求的系统、设备(部件)。

11.1: 能够就新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,具有撰写报告、设计文稿的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 本课程设计的主要目标是让学生从综合运用角度出发,学习 CAD 的基本理论,掌握 CAD 技术运用在能量转换装置设计的基础知识,掌握能量转换装置 CAD 技术的基本思路与方法,使学生初步具备从能量转换装置工程问题到计算机辅助实现的能力。

主要对毕业要求 4、2、11 的达成提供支撑。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		4. 2	2. 2	11. 1
1	本课程主要包括掌握三维 CAD 软件的基本操作、零件的绘制、装配和工程图制作，使学生正确使用各种造型方法和实体的变更方法，掌握零件造型、零件装配和零件工程图制作的技能。让学生根据能量转换装置的工程设计要求，设计出满足特定需求的能量转换装置部件、设备或者系统，培养学生设计能力和创新意识。	●		
2	本课程在设计能量转换装置时，需要查阅标准和规范、设计手册、图册等技术性资料和文献。本课程将使学生深化对所学知识的理解，系统掌握机械设计、工程热力学和能量转换与利用的工程基础和专业知 识，从而能够设计出满足要求的能量转换装置，为解决复杂工程问题奠定基础。		●	
3	能量转换装置设计报告及工程图是课程内容之一，作为第一个较完整的能量转换装置设计，要求包括设计内容、分析过程以及工程图等，达到锻炼学生的撰写能力和增强学生的分析能力的目的。			◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

爱国情怀—通过讲解国内外能源动力装置技术水平的差距、我国成功的太阳能热力发电系统等案例激发学生的民族自信心和自豪感，培养学生的爱国精神和社会责任感；

职业素养—指导学生了解国内外的能量转换装置设计标准，引导学生深入了解设计任务需求，按时按质量完成课程设计项目，培养学生诚实守信的职业道德和正确的质量意识。

友善性格—以设计小组的形式，引导学生根据课程设计任务和要求，合理分工，取长补短，互相学习，互相包容，学习与人为善的处世之道。

现代工程意识—引导学生设计过程中，关注能量转换装置的商业性、工艺性，考虑装置的环保性能，培养学生环境、职业健康、安全、产品意识、服务意识等现代工程意识，提高学生的工程素质。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	1、CAD 技术 2、CAD 技术在能量转换装置中的应用 3、Creo 的功能特点 4、Creo 的运行环境 5、Creo 的工作界面 ▲了解 Creo 的操作截面和各文件的菜单功能	√		
第二章 二维草绘	1、二维草绘环境 2、绘制基本几何图素 3、二维图形编辑 4、二维图形的尺寸标注 5、图素的修改 6、图形约束 ▲熟练地使用草绘器绘制几何图形	√		
第三章 三维建模	1、三维建模基础 2、拉伸特征 3、旋转特征 4、扫描特征 5、混合特征 6、单螺杆能量转换装置结构三维图绘制 ▲熟练地使用各种命令创建三维实体	√	√	
第四章 零件装配	1、创建装配体的基本步骤 2、装配约束 3、移动装配件 4、单螺杆能量转换装置装配图实例 5、创建分解视图 ▲熟练地掌握零件装配的基本步骤	√	√	√
第五章 工程图创建	1、工程图介绍（机械制图、模块简介、界面介绍、视图操作、环境设置）2、工程图的基本操作（尺寸及公差标注、尺寸标注、创建注释、创建表格、制作线型、创建符号、图框与模板等）3、工程图视图创建与操作（全剖视图、半剖视图、局部剖视图、细节放大图等）4、单螺杆能量转换装置工程图实例与应用 ▲工程图视图创建与操作	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：为保证教学质量，本课程采用一边理论教学和上机操作，要求在机房进行教学，具体教学方法：讲授、上机、小组合作和案例教学。

学习方法：课堂学习,上机实训和网站学习：野火论坛 www.proewildfire.cn； CAD 设计论坛 <http://askcad.com/>； 三维网 <http://www.3dportal.cn/discuz/index.php>；

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	1、CAD 技术 2、CAD 技术在能量转换装置中的应用 3、Creo 的功能特点 4、Creo 的运行环境 5、Creo 的工作界面	1		1			2
第二章 二维草绘	1、二维草绘环境 2、绘制基本几何图素 3、二维图形编辑 4、二维图形的尺	2		2			4

	寸标注 5、图素的修改 6、图形约束						
第三章 三维建模	1、三维建模基础 2、拉伸特征 3、旋转特征 4、扫描特征 5、混合特征 6、单螺杆能量转换装置结构三维图绘制	6		6			12
第四章 零件装配	1、创建装配体的基本步骤 2、装配约束 3、移动装配件 4、单螺杆能量转换装置装配图实例 5、创建分解视图	3		5			8
第五章 工程图创建	1、工程图介绍（机械制图、模块简介、界面介绍、视图操作、环境设置）2、工程图的基本操作（尺寸及公差标注、尺寸标注、创建注释、创建表格、制作线型、创建符号、图框与模板等）3、工程图视图创建与操作（全剖视图、半剖视图、局部剖视图、细节放大图等）4、单螺杆能量转换装置工程图实例与应用	3		3			6
合计		15		17			32

六、考核与成绩评定

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40%	15%为学生出勤、课堂测验和课堂互动；25%主要是课外作业，对毕业要求 4.2 和 2.2 的达成提供支撑，同时对 11.1 提供一定的支撑。
考试成绩	60%	本课程采用上机考试，主要考察学生能量转换装置工程部件的设计能力，包括绘制三维图、工程图和装配图等，对毕业要求 4.2、2.2 和 11.1 的达成提供支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	熟练掌握了教学内容和软件操作	熟练掌握了教学内容，对软件操	教学内容和软件基本操作均属于	了解教学内容的概念和软件	不满足 D 要求

		作熟练程度中等	中等程度	的基本操作，但操作并不熟练	
考试	熟练掌握教学内容，综合运用理论知识设计和绘制某一能量转换装置部件，完全符合工程问题要求	熟练掌握教学内容，综合运用理论知识设计和绘制某一能量转换装置部件能力中等	对教学内容的内 容掌握良好，综 合运用理论知识 设计和绘制某一 能量转换装置部 件大部分零件图	对教学内容掌握 方面有所欠缺， 综合运用理论知 识设计和绘制某 一能量转换装置 大部分零件图	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：智瑞平

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“数值传热学基础”课程教学大纲

英文名称: Fundamentals of numerical heat transfer

课程编码: 0009671

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业本科生、能源与动力工程专业本科生

先修课程: 高等数学、传热学、热力学及流体力学

教材及参考书:

[1] 陶文铨.《计算传热学》(第二版).西安:西安交通大学出版社,2001年5月

[2] 王福军.《计算流体力学分析——CFD 软件原理应用》.北京:清华大学出版社,2004年3月

[3] 杨世铭,陶文铨.《传热学》(第四版).北京:高等教育出版社,2006年8月

[4]林建忠.《微纳尺度通道流动理论及应用》传热学(第五版).北京:科学出版社,2010年7月

一、课程简介

数值传热学是指对描写流动与传热问题的控制方程采用数值方法通过计算机予以求解的一门传热学与数值方法相结合的交叉学科,在能源动力、化工工程、核工程及建筑工程领域有广泛的应用。本课程主要介绍 CFD 中的应用广泛、发展成熟的有限容积法,重点讲解有限容积法的区域的离散、离散方程的数值与物理意义及迭代求解,并结合实际案例具体分析,使学生对数值传热学有深入的认识,掌握基本的数值计算方法,能够对实际传热问题做简单地计算。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

数值传热学是新能源科学与工程专业、能源与动力工程专业的一门重要的专业基础选修课程。本课程应在高等数学、传热学、工程热力学及流体力学等课程后开设。它不仅为学生学习有关的传热问题求解提供基本的理论知识和技能拓展,而且也以后从事能源动力、化学工程、核能工程、建筑工程、微电子技术等领域的相关工作打下重要的基础。依据本专业的培养方案,本课程学习对本科生的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.1: 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理,识别、表达新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

4.1: 能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究。

6.1: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

- 12.1: 具有自主学习的意识。
- 12.3: 具有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的学习,要求掌握流动与传热学数值计算的基本知识和层流数值模拟的基本知识,学会运用控制容积法对守恒方程进行数值离散、离散代数方程组的数值求解及压力与速度耦合关系的处理技巧。同时,还要求了解常用 CFD 软件,针对工程具体问题能独立进行物理模型的简化,解决具体的流动传热问题。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3.1	5.1	8.1	11.1	12.1
1	掌握流动与传热学数值计算的基本知识和层流数值模拟的基本知识	●	◎	◎	◎	◎
2	学会运用控制容积法对守恒方程进行数值离散、离散代数方程组的数值求解及压力与速度耦合关系的处理技巧	◎	●	◎	◎	◎
3	了解常用 CFD 软件,针对工程具体问题能独立进行物理模型的简化,解决具体的流动传热问题	◎	●	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 通过讲授数值传热学最新进展的及工程案例,尤其是我国学者所取的成就,提高学生对本学科的信心,坚定学生的专业信念;将传热过程与节能技术联系起来,强化学生“技能减排、可持续发展”的意识,提升学生参与建设社会主义新中国热情。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标(√)		
		1	2	3
第一章 绪论	数值传热学基础和基本概念▲★、传热问题的数值计算、CFD 中常用方法▲, 数值传热学中的难题, 数值传热学的常用软件	√	√	
第二章 流动与传热的 控制方程	控制微分方程▲、初始条件和边界条件▲	√	√	√
第三章 数值离散化方 法	一维简单对流扩散问题▲、一维定常问题控制容积法	√	√	
第四章	Gauss 消元法、对称正定矩阵分解法、三对角线矩阵解▲法、高斯	√	√	

离散化方程和求解方法	迭代法 [▲] 、非定常问题的迭代法 [★]			
第五章 热传导问题	一维、二维热传导问题 [▲] ，极坐标下的二维导热问题 [★]	√	√	
第六章对流换热分析	控制方程对流项的离散化 [★] 、对流换热问题的数值离散 [★]	√	√	√
第七章 三维微通道对流传热的案例分析	对流传热问题的简化 [▲] 、物理模型及数学模型的建立 [▲] 、边界条件的设置及求解 [▲] 、数据参数的提取	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程教学以课堂讲授和习题课为主，其中课堂讲授：以板书与多媒体教学手段相结合，主要采用互动式教学方法，通过实际工程传热问题的分析激发学生的学习兴趣；基于优质线上教学资源，适当引入线上线下相结合的混合式教学方式。

学习方法：建议学生在教材的基础上，广泛阅读相关参考书籍，并结合优质线上教学资源，掌握课程教学内容中规定的基本概念、基本理论和基本方法；理论联系实际，提升分析和解决实际工程传热问题的能力。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	数值传热学基础和基本概念、传热问题的数值计算、CFD 中常用方法，数值传热学中的难题，数值传热学的常用软件	4					4
第二章 流动与传热的控制方程	控制微分方程、初始条件和边界条件	6					6
第三章 数值离散化方法	一维简单对流扩散问题、一维定常问题控制容积法	4					4
第四章 离散化方程和求解方法	Gauss 消元法、对称正定矩阵分解法、三对角线矩阵解法、高斯迭代法、非定常问题的迭代法	4					4
第五章	一维、二维热传导问题，极坐标	4					4

热传导问题	标下的二维导热问题						
第六章对流换热分析	控制方程对流项的离散化、对流换热问题的数值离散	4					4
第七章三维微通道对流传热的案例分析	对流传热问题的简化、物理模型及数学模型的建立、边界条件的设置及求解、数据参数的提取	4	2				6
合计		30	2				32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 30%（作业 10%，其它 20%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力；

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要考核内容：学生的课堂表现、出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成以及实验完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点：2.1、4.1、6.1、12.1、12.3
考试成绩	70	主要考核内容：学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。 支撑毕业要求拆分指标点：2.1、4.1

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时	无缺勤、作业完成质量较好、课堂互动良好	基本无缺勤、作业完成质量较好、课堂互动良好	基本无缺勤、作业完成质量一般、课堂互动一般	有一定缺勤、作业完成质量一般、课堂无互动	不满足 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 马丹丹

批准者: 梁文俊

2020 年 3 月

“工程热力学 II” 课程教学大纲

英文名称: Engineering Thermodynamics II

课程编码: 0009692

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.5

学时: 56

面向对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业本科生

先修课程: 高等数学、普通物理

教材及参考书: (注: 一般须有近 3 年的优质教材及参考书)

[1] 华自强, 张忠进, 高青等编, 工程热力学, 高等教育出版社, 2009 年

[2] 沈维道, 童均耕等编, 工程热力学, 高等教育出版社, 2010 年

[3] 廉乐明, 李力能, 吴家正, 谭羽飞编, 工程热力学, 中国建筑工业出版社, 2002 年

一、课程简介

工程热力学作为物理学科的重要分支之一, 着重研究与热动力工程有关的热能和机械能相互转换的规律。它在阐明热力学两个基本定律的基础上, 着重分析热动力工程有关的各种热力过程和热力循环, 从理论上研究提高热能和机械能转换的有效途径。它既是热动力工程各专业学科的基础, 又是分析热动力工程问题的必备的理论知识。对于每个学习热动力工程的学生和从事相关工作的科技人员, 只有牢固地掌握工程热力学的基本理论, 并具备热力分析的能力, 才能正确地设计热工设备及解决热动力工程问题。本课程依据学生的特点, 注重热力学基本概念和基本理论的理解, 强调基础理论的工程应用, 力求简明易学。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是热能与动力类专业的学科基础必修课, 可以作为机械、建筑、化工类专业的选修课。继数学和物理等课程之后, 通过本课程的学习, 使学生深刻理解热能—机械能之间的能量转化过程及其规律。在牢固掌握工程热力学的基本知识和理论的基础上, 使学生具备一定的热工分析和计算能力, 结合基本技能的训练, 为后续专业课程的学习奠定坚实的理论基础, 进而提高学生解决工程实际问题的能力。

本课程为毕业要求中如下项目的实现提供支持。

对于毕业要求 3.1, 本课程的学习通过讲授热力学基本理论和热力计算方法, 使学生能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

对于毕业要求 4.1, 本课程的学习通过讲解热力学理论和计算方法, 使学生能够设计针对新能源及传统能源领域能量转化与利用杂工程问题的解决方案。

对于毕业要求 5.1, 本课程的学习通过讲解热功转换基本理论和热力计算方法, 使学生能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究。

对于毕业要求 7.1，本课程的学习通过讲授热力学理论和热力分析方法，使学生能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

对于毕业要求 13.1，本课程的学习通过讲解热力学基础理论和热力学发展史，为学生的自主学习奠定能源专业知识基础，使学生具有自主学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握工程热力学的基本概念、理论和方法，具有解决能源领域工程实际问题的能力，成为有专业知识、有研发能力、有创新思想的工程技术人才。该目标分解为以下子目标。

- ✧ 牢固掌握热力学基本概念及热力学第一、第二定律基本内容。
- ✧ 掌握热力过程、热力循环、动力循环及制冷循环的分析方法，理解提高循环热效率的基本原则和主要途径。
- ✧ 熟练运用理想气体公式、实际气体（水蒸汽、湿空气等）的物性公式和图表进行热力计算。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3.1	4.1	5.1	7.1	13.1
1	牢固掌握热力学基本概念及热力学第一、第二定律基本内容。	●	●	◎	◎	◎
2	掌握热力过程、热力循环、动力循环及制冷循环的分析方法，理解提高循环热效率的基本原则和主要途径。	●	◎	◎	◎	◎
3	熟练运用理想气体公式、实际气体（水蒸汽、湿空气等）的物性公式和图表进行热力计算。	●	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程通过在教学过程中举一些近期的具体事例来体现思想政治元素，尤其是在科研道德与科研规范方面，弘扬社会正气、传播正能量，以利于培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第零章 绪论	主要内容：工程热力学发展简史，工程热力学课程的研究目的 (▲)、内容及方法 (▲)。 教学要求：使学生了解工程热力学的发展历程及其重要意义，明确本课程的研究目的、内容及方法。强调工程热力学是一门研究热能利用和热功转换规律的学科，从工程观点出发，探讨能量有效利用的基本途径和方法。本课程以宏观研究方法为主，微观方法 (★) 仅作辅助。结合专业性质，说明本课程在专业教学计划中的地位和作用。	√		
第一章 基本概念及定义	主要内容：热力系统 (▲)，平衡状态 (▲)，状态参数，状态方程式，热力过程 (▲) 和准静态过程 (★)，可逆 (★) 与不可逆过程，功量，热量，热力循环。 教学要求：本章要求学生透彻地理解热力系统、状态参数、平衡状态、热力过程等概念，区分闭口、开口、绝热和孤立系统，明确基本状态参数及其特性、准静态过程与非准静态过程、可逆与不可逆过程、功量和热量的区别。	√	√	√
第二章 热力学第一定律	主要内容：热力学第一定律 (▲)，热力学能 (▲)，闭口系统能量方程 (▲)，开口系统能量方程 (▲) (★)，稳定流动能量方程式及应用，焓，轴功。 教学要求：本章重点是热力学第一定律的实质和应用，应强调第一定律的普遍性，适用于任何工质、任何系统、任何过程。使学生明确膨胀功、技术功、流动功和轴功的区别和联系，理解状态参数、热力学能、焓的物理意义 (★) 及作用。	√	√	
第三章 理想气体的性质和计算	主要内容：理想气体的热力学能 (▲) 和焓 (▲)、比热 (★)、熵 (▲) 及理想气体的混合物。 教学要求：着重说明理想气体是实际气体的近似模型，在工程计算中有相当广泛的实用意义。使学生了解各种比热之间的联系和区别，熟练使用比热表及比热公式 (★)，并掌握理想气体熵的性质及计算公式。对于理想混合气体，使学生理解分压力、分容积概念，熟悉各种成分之间的换算关系，并能应用公式计算理想混合气体的参数。	√	√	√
第四章 理想气体的热力过程	主要内容：理想气体的四个基本热力过程 (▲)，多变过程 (▲) 及其指数的确定。 教学要求：本章着重培养学生从基本定律、基本概念和基本公式出发，分析具体过程和推导计算公式的能力。综合分析多变过程，使学生熟悉和掌握 p-v 图、T-s 图上各过程曲线的联系 (★)。	√	√	√
第五章 热力学第二定律	主要内容：热机循环及效率，制冷循环及制冷系数，过程的方向性，热力学第二定律 (▲)，卡诺循环与卡诺定理，克劳修斯积分，状态熵 (★)，克劳修斯不等式，孤立系统熵增原理。 教学要求：本章重点在于热力学第二定律的本质及其对生产实践的指导意义 (▲)，要特别指出卡诺循环及卡诺定理的热力学应用。	√	√	

	说明熵在分析工程实际问题的重要性。重点说明孤立系统熵增原理与过程的不可逆性之间的关系（*）。通过讲解和讨论，使学生对热力学第二定律有比较深刻的认识和理解（▲），提高解决实际问题的能力。			
第六章 热能的可用性和火用分析	主要内容：热能的可用性（▲），可用能（▲），火用，火无。 教学要求：重点说明热能可用性（*）及其可用能计算方法，与不可逆性的关系。火用及火用分析仅作一般性的介绍。	√	√	
第七章 气体的流动	主要内容：绝热稳定流动的基本关系式，气体在喷管及扩压管中的基本特性（▲）、流速、流量、滞止参数、临界压力、临界流速的计算、扩压管、喷管主要尺寸的计算（*）、具有摩擦的流动，节流效应。 教学要求：使学生掌握喷管内流动的基本关系式。熟悉喷管型式及流动特性（▲），理解临界压力比的重要性（*）。指出节流过程的不可逆性，举例说明节流在工程中的应用。	√	√	√
第八章 压气机的压气过程	主要内容：定温、绝热、多变压气机耗功的计算（▲），多级压缩及中间冷却，活塞式压气机余隙的影响（*）。 教学要求：通过讨论，使学生掌握气体压缩过程的基本计算方法，理解活塞式压缩机的特殊性，认识多级压缩及中间冷却的作用，余隙容积和容积效率的概念应重点介绍。	√	√	√
第九章 气体动力循环	主要内容：活塞式内燃机的理想循环（▲），燃气轮机循环（▲），增压内燃机，自由活塞燃气轮机，喷气发动机，斯特林发动机。 教学要求：本章重点讲授三种加热方式活塞内燃机的理想循环，及燃气轮机循环，使学生掌握气体动力循环的基本分析方法（*），并熟悉提高热效率的途径。对于其他内容只作一般介绍。	√	√	√
第十章 实际气体	主要内容：实际气体范德瓦尔斯方程（▲）、对比态方程（▲）、压缩因子（▲）的应用。热力学普遍关系式，节流的温度效应。 教学要求：着重分析范德瓦尔斯方程，指出它在定性分析方面的正确性和定量分析方面的近似性对比态方程（*），压缩因子，节流的温度效应只作一般介绍。热力学的普遍关系式不列入必修内容，学生自学为主。	√	√	√
第十一章 水蒸汽及蒸汽动力循环	主要内容：水蒸汽的发生过程（▲），水蒸汽状态参数确定及其图表（▲）。水蒸汽的基本热力过程，蒸汽动力循环的朗肯循环，再热循环和回热循环（*）。 教学要求：通过水蒸汽在定压下发生过程的讨论，使学生熟悉有关水蒸汽的各种术语及符号，熟练掌握水蒸汽的 p-v 图、T-s 图、h-s 图及水蒸汽表的应用。对于蒸汽动力循环，重点讲授朗肯循环（▲）和提高热效率的措施，介绍再热与回热措施的应用（*）。	√	√	√
第十二章 制冷循环	主要内容：空气压缩制冷（▲），蒸汽压缩制冷（▲），喷射式制冷，吸收式制冷及制冷剂和制冷剂的热力性质（*）。 教学要求：本章重点在于蒸汽压缩制冷循环的热力分析及提高制冷系数的途径。对于制冷剂图表应能熟练应用，对其他制冷方式作一般性了解即可。	√	√	√
第十三章	主要内容：湿空气的基本概念，绝对湿度，相对湿度（*），含湿	√	√	√

湿空气	量, 密度, 气体常数, 焓 (Δ), 焓-湿图 (Δ), 干湿球温度及其基本热力过程。 教学要求: 要求学生掌握湿空气的基本概念, 弄清各参数的计算公式及其相互关系, 熟练应用焓—湿图分析湿空气的热力过程 (Δ)。			

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 以课堂讲授为主, 课外作业讲评及实验为辅。课内讲授以理论知识为基础, 传授科学思想和研究方法, 结合实际的能源现象和问题, 激发学生的专业学习兴趣, 引导学生牢固地掌握基础理论, 具备解决工程实际问题的能力。实验教学明确基本要求, 引导学生独立地完成实验观测和分析报告。

学习方法: 重视对基本概念和理论的学习, 深刻理解其物理本质, 结合实际问题的分析, 掌握解决工程实际问题的一般方法。明确学习各阶段的任务, 做到课前预习, 课上认真听讲, 积极思考, 课后认真复习, 不放过疑点, 充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材, 适当选读参考书, 深入理解概念, 掌握理论分析和计算方法的关键, 并结合实验观察, 力求融会贯通。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配, 详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第零章	绪论	2					2
第一章	基本概念及定义	4					4
第二章	热力学第一定律	4					4
第三章	理想气体的性质和计算	4		2			6
第四章	理想气体的热力过程	4					4
第五章	热力学第二定律	6					6
第六章	热能的可用性和火用分析	2					2
第七章	气体的流动	4					4
第八章	压气机的压气过程	2					2
第九章	气体动力循环	4					4
第十章	实际气体	2		2			4
第十一章	水蒸汽及蒸汽动力循环	4		2			6
第十二章	制冷循环	3		2			5
第十三章	湿空气	3					3
合计		48		8			56

六、考核与成绩评定

平时成绩 30% (作业和课堂 20%, 实验 10%), 期末考试 70%。

平时成绩中的 20%主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业情况。

实验成绩占 10%，主要反映学生在所学理论指导下分析解决热力学问题的基本能力。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本理论和基本方法的掌握程度，考核学生运用所学解决问题的能力。要求学生以热力学第一定律和第二定律为核心，以过程和循环的热力计算为主导，系统全面地掌握工程热力学理论，形成分析解决工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	相关作业的完成质量，课堂练习参与度及其完成质量，实验操作和计算分析能力，对应新能源科学与工程专业毕业要求 3.1、4.1、5.1、7.1、13.1 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应新能源科学与工程专业毕业要求 3.1、4.1、5.1、7.1、13.1 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
随堂练习	全勤	出勤良好	出勤中等	有少量缺勤	不满足 D 要求
实验	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	参与研讨、表现中等	参与研讨、表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：陈永昌、王伟陈夏

批准者：梁文俊

2020 年 12 月

“工程流体力学”课程教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics

课程编码: 0009693

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.5

学时: 56

面向对象: 能源动力类专业本科生

先修课程: 高等数学, 大学物理学, 工程力学, 工程热力学

使用教材:

[1] 孔珑. 工程流体力学(第四版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2014.

参考书:

刘鹤年, 刘京. 流体力学(第三版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.

[2] 闻德荪, 黄正华, 高海鹰, 王玉敏. 工程流体力学(水力学)(第三版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.

[3] Victor L Streeter. Fluid Mechanics (9th Edition)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

[4] Oertel H 等著, 朱自强等译. 普朗特流体力学基础(第 11 版)[M]. 北京: 科学出版社, 2008.

一、课程简介

“工程流体力学”是流体力学的分支, 主要讲授流体平衡规律、机械运动规律及其工程应用。课程的主要任务是: 使学生掌握工程流体力学的基本概念、基本原理、计算方法及基本实验技能, 培养学生的科学思维能力及分析、解决简单工程问题的能力。本课程重点内容包括: 流体静力学、流体运动学和流体动力学基础、相似原理与量纲分析、管内流动和水力(水头损失)计算及液体出流、气体的一维流动、理想流体的有旋流动及无旋流动、黏性流体绕过物体的流动。课程所涉及的科学思想和方法论, 在力学、工程技术等领域中广泛应用。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位

针对高校对能源动力类专业本科生的人才培养目标要求, 本课程作为本专业必备的专业基础必修课程, 通过对本课程的学习, 使学生了解、熟悉并掌握工程流体力学的基本理论和基本规律, 掌握与本专业相关流体问题的计算方法、流动现象的分析方法及基本流体运动参数的量测, 并为学习传热学、工程燃烧学、汽车专业综合设计、制冷空调、节能减排及其它实践环节必修课与选修课奠定理论基础。

通过课堂教学, 使学生能够正确理解流体力学的基本概念、基本理论、基本规律以及流体力学分析问题、处理问题的方法。通过实验教学, 加强理论联系实际能力, 学习掌握常用仪器的使用方法, 培养团结合作的精神和科学素养。

本课程的学习内容可以对以下毕业要求指标点提供支撑:

2.2 系统掌握动力工程及工程热物理学科领域的工程基础和专业知识。

2.3 能解决新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

3.1 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达新能源及传统能源领域能量转化与利用领域遇到的复杂工程问题。

4.1 能够设计针对新能源及传统能源领域能量转化与利用领域复杂工程问题的解决方案。

5.2 具有设计实验、分析与解释数据的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：通过本课程理论与实验等教学环节的学习，使学生掌握工程流体力学的基本概念、基本理论、基本计算方法及基本实验技能，具备一定分析问题、解决问题和创新能力，初步熟悉流体力学模拟计算的计算机程序，具备进行能源与动力学类相关设计的流体力学计算技能。

本课程对毕业要求达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		2.2	2.3	3.1	4.1	5.2
1	基本概念。达到严格、确切、形象、清晰。	●	◎	○	○	○
2	基本原理。达到物理观点确切，扼要了解必要原理的数学推导过程，掌握原理的适用的范围与条件。	●	◎	◎	○	●
3	方法应用。掌握基本理论的关键、要点和带规律性方法。	●	◎	◎	○	●
4	工程计算。掌握例题和习题的手工计算和计算机计算能力，提高理论理解、计算技能和分析问题与解决问题的能力。	●	◎	◎	○	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过本课程学习，了解近现代中外流体力学科学家与著名学者的研究成果以及对流体力学发展的贡献，流体力学在我国经济和社会建设中日益显著的促进作用，认清基础理论知识是先进科学技术的基石。培养学生重视基础理论学习、归纳工程应用中的科学问题的意识。将价值导向与知识导向相融合，将知识学习与学生的理想信念、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素相结合，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

本课程分章节课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标(√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	流体力学的研究内容及研究方法▲, 流体力学发展简史, 流体力学在工程技术中的地位, 流体力学在教学计划中的地位, 本课程学习内容简介。	√			
第二章 流体及其物理性质	流体力学的定义与特征, 流体连续介质假定, 作用在流体上的力(表面力与质量力)▲, 流体的密度, 流体的压缩性与膨胀性▲, 流体的黏性、牛顿内摩擦定律★, 液体的表面性质。	√	√	√	
第三章 流体静力学	流体静压强特性▲。流体平衡方程式(欧拉平衡微分方程)▲。重力场中流体的平衡▲, 压强度量▲, 液柱式测压计, 液体的相对平衡。静止液体作用在平面上的总压力▲★。静止液体作用在曲面上的总压力▲★。静止液体作用在潜体和浮体上的浮力。	√	√	√	√
第四章 流体运动学和流体动力学基础	流体运动的描述方法(欧拉法与拉格朗日法)▲★。流动的分类。迹线与流线, 流管、流束、流量与水力半径, 系统、控制体与输运公式▲, 积分形式的连续方程、动量方程与动量矩方程▲★, 积分形式的能量方程▲★, 伯努利方程及其应用▲, 沿流线主法线方向压强与速度的变化, 黏性流体总流的伯努利方程▲★。	√	√	√	
第五章 相似原理和量纲分析	流动的力学相似▲, 动力相似准则▲, 流动相似条件▲, 近似的模型试验▲, 量纲分析法▲★。	√	√	√	
第六章 管内流动和水力计算与液体出流	管内流动的能量损失(沿程与局部损失)▲, 黏性流体的两种流动状态▲, 管道进口段黏性流体的流动, 圆管中流体的层流流动▲, 黏性流体的紊流流动▲★, 沿程损失的实验研究▲★, 非圆管沿程损失的计算, 局部损失▲。各类管流的水力计算, 几种常用的技术装置▲, 液体出流(孔口和管嘴出流)▲, 水击现象, 气穴与气蚀简介。	√	√	√	√
第七章 气体的一维流动	微弱压强波的一维传播★, 声速与马赫数▲, 气流的一定状态与参考速度及速度系数▲, 正激波, 变截面管流▲★, 等截面摩擦管流, 等截面换热管流。	√	√	√	
第八章 理想流体的有旋流动与无旋流动	微分形式的连续方程▲, 流体微团运动分解▲★, 理想流体运动方程及其定解条件▲, 理想流体运动方程的积分, 涡量场基本概念▲, 速度环量、斯托克斯定理, 汤姆孙定理、亥姆霍兹定理, 平面涡流、速度势、流函数与流网▲, 几种简单的平面势流及其叠加, 均匀等速流绕过圆柱体的平面流动, 均匀等速流绕过圆柱体有环流的平面流动。	√	√	√	
第九章 黏性流体绕过物体	黏性流体微分形式的运动方程(N-S方程)▲★, 不可压缩黏性流体的层流流动, 边界层基本概念▲, 层流边界层微分方程, 边界层动量积分关系式, 边界层的位	√	√	√	

的流动	移厚度与动量损失厚度，平板边界层的近似计算，曲面边界层的分离现象▲，物体阻力与自由沉降速度▲，自由淹没射流。				

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

以讲授为主，课堂解题为辅。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生通过网络、实际工程了解理论进展和理论应用。课堂解题则提出基本要求，引导学生独立完成习题的分析与计算。

课堂采用多媒体辅助教学，采用录像、动画、相片演示来说明流体力学现象，说明基本概念和例题讲解。实验课堂，结合实验观察分析教学。课堂采用板书，讲解流体力学基本方程推导，讲解作业题，课程总结采用主要概念汇总表等形式。

将流体力学演示实验课件及流体力学课程多媒体课件上载到学校在线关联课堂，指导学生课前预习和课下学习。

学习方法：根据课程及学生学习特点，指导和建议学生掌握本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意理论与实际相结合，作业布置与解决能源动力类工程问题相结合。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。

五、教学环节及学时分配

1. 讲授

教学环境主要在公共多媒体课堂，部分在流体力学实验室。

教学讲授和讨论共 47 学时。内容包括：基本概念、流体静力学、流体运动学、流体动力学、流函数与势函数、管网流动阻力和水力计算、液体出流、相似原理与量纲分析、边界层理论与绕流运动，一维气体流动的基本概念与简单计算。

课程内容与教材内容相互衔接，所有教学内容均分散在上面表 2 所列的 9 个章节中。

2. 实验

实验教学包括课堂演示和实际操作。在讲授理论课程 6 周后开始实际操作实验课。

操作实验 6 学时共 3 类实验：静水压强实验、文丘里实验、综合演示实验（含雷诺实验、流谱流线及仿真流动演示、水击和虹吸演示实验）。

3. 习题

通过课上习题讲解（3 学时）和课下作业题练习，掌握基本概念和水力学方程建立过程，掌握有关流体力学理论的问题分析、参数确定和公式计算。根据各章节的情况，布置适量的计算题、选择题和概念思考题。

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	1					1
第二章	流体及其物理性质	2					2
第三章	流体静力学	6	1	2	1		10
第四章	流体运动学和流体动力学基础	9	1	2			12
第五章	相似原理和量纲分析	4					4
第六章	管内流动和水力计算与液体出流	10	1	1	1		13
第七章	气体的一维流动	4					4
第八章	理想流体的有旋流动与无旋流动	4					4
第九章	黏性流体绕过物体的流动	5		1			6
合计		45	3	6	2		56

六、考核与成绩评定

平时成绩占 40%（实验 10%，课外作业 20%，其它 10%），期末考试成绩占 60%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动）等；作业等的 20%主要是课外作业与测试，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。实验的 10%主要是动手实验和实验报告，主要考察学生掌握理论知识的实验技能以及实验总结的能力。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	课堂和平时表现，对应毕业要求 2.2、3.1、4.1 达成度的考核。 作业和实验，对应毕业要求 2.2、2.3、3.1、4.1、5.2 达成度的考核。
考试成绩	60	考试中基本概念、基本原理、方法应用和工程计算等，对应毕业要求 2.2、2.3、3.1、4.1、5.2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E

	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念准确、理论正确、图表工整、计算严谨，综合分析透彻。	概念较准确、理论较正确、图表较工整、计算较严谨，综合分析较透彻	概念、理论、图表、计算等错误较少，综合分析较合理	概念、理论、图表、计算等错误较多，综合分析不合理	不满足 D 要求
实验	方法合理、数据准确、公式正确、计算严谨，分析透彻。	方法较合理、数据较准确、公式较正确、计算较严谨，分析较透彻。	方法、数据、公式、计算等错误较少，分析较合理。	方法、数据、公式、计算等错误较多，分析不合理。	不满足 D 要求
考试	文字清晰、概念准确、理论正确、图表工整、计算严谨，综合分析透彻。	文字较清晰、概念较准确、理论较正确、图表较工整、计算较严谨，综合分析较透彻	文字、概念、理论、图表、计算等错误较少，综合分析较合理	文字、概念、理论、图表、计算等错误较多，综合分析不合理	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：刘斌云、郑晓英、侯本伟

批准者：梁文俊

2020 年 8 月

“传热学 IV” 课程教学大纲

英文名称: Heat Transfer IV

课程编码: 0009694

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.5

学时: 56

面向对象: 新能源科学与工程专业本科生、能源与动力工程专业本科生

先修课程: 高等数学、普通物理学、工程热力学及流体力学

教材及参考书:

- [1] 戴锅生. 传热学 (第二版). 北京: 高等教育出版社, 1999 年 9 月
- [2] 陶文铨. 传热学 (第五版). 北京: 高等教育出版社, 2019 年 7 月
- [3] 杨世铭, 陶文铨. 传热学 (第四版). 北京: 高等教育出版社, 2006 年 8 月
- [4] 章熙民等. 传热学 (第六版). 北京: 中国建筑工业出版社, 2014 年 8 月
- [5] 霍尔曼, 传热学 (英文版, 原书第 10 版). 北京: 机械工业出版社, 2011 年 9 月

一、课程简介

传热学是工程热物理的一个重要分支, 是研究热量传递规律及其应用的工程技术学科, 广泛应用于能源、动力、化工、电工、机械等领域, 是现代技术科学的主要技术基础学科之一。工程中的传热问题可以分为两种类型。一类是计算热流量, 并且有时力求增强传热, 有时则力求削弱传热。另一类是确定物体内的温度场, 以便进行某些现象的判断、温度控制和其他计算 (如热应力和热变形等)。要解决这些传热问题, 必须具备比较宽广和巩固的热量传递基本知识, 具备分析工程传热问题的基本能力, 掌握计算工程传热问题的基本方法, 并具有相应的计算能力。本课程讨论导热、对流、辐射及传热过程与换热器的基本理论和计算公式及方法, 注重传热学基本概念和基本理论的理解, 强调增强或削弱传热的方法及工程应用。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是新能源科学与工程专业和能源与动力工程专业必修的主干学科基础课程。本课程应在高等数学、普通物理学、工程热力学及流体力学等课程后开设。它不仅为学生学习有关的专业课程提供基本的理论知识和技能, 而且也以后从事热能的合理利用、热工设备效能的提高及换热器设计等方面的工作打下必要的基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.1: 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

4.1: 能够设计针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题的解决方案。

5.2: 能够设计满足特定需求的系统、设备 (部件)。

5.1: 能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的

复杂工程问题进行研究。

7.1: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

13.1: 具有自主学习的意识。

13.3: 具有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的学习, 应使学生获得比较宽广和巩固的热量传递规律的基础知识, 具备分析工程传热问题的基本能力, 掌握计算工程传热问题的基本方法, 并具有相应的分析问题、解决问题的能力。

写明课程拟达到的课程目标, 指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平, 本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

目标 1: 牢固掌握热量传递规律的基础知识和基本原理。

目标 2: 掌握导热、对流换热、热辐射和传热过程的基本分析方法, 具备分析工程传热问题的基本能力。

目标 3: 熟悉三种基本传热方式及相应的传热计算方法, 熟悉基本传热过程的计算和换热器的设计计算。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		3.1	4.1	4.2	5.1	7.1	13.1	13.3
1	掌握比较宽广和巩固的热量传递规律的基础知识	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	具备分析工程传热问题的基本能力	◎	●	◎	●	◎	◎	◎
3	掌握计算工程传热问题的基本方法, 具有相应的计算能力	◎	◎	●	●	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 通过适当介绍与课程内容相关的学科前沿和最新进展, 尤其是我国学者在相关领域取得的成就, 提高学生对本学科的信心, 坚定学生的专业信念; 将传热过程与节能技术联系起来, 使学生掌握传热学相关基础理论的同时, 强化学生“节能减排”的意识。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	传热学的概念和研究方法; 热量传递的三种基本方式 (热传导、热对流和热辐射) ▲; 传热过程 ▲; 三种传热方式组成的复杂传热过程 ★	√	√	
第二章	温度梯度, 傅里叶导热定律 ▲, 热导率 ▲; 导热微分方程及定解条件 ▲	√	√	√

导热理论基础和稳态导热	*; 导热过程常见的三类边界条件; 通过平壁和圆筒壁的导热计算 [▲] ; 通过球壁的导热计算; 肋片的型式、肋片强化传热的原理 [▲] , 肋效率 [▲] ; 多维导热及多维导热形状因子; 接触热阻			
第三章 非稳态导热	非稳态导热基本概念; 集总参数法 [▲] ; 毕渥数 [▲] , 傅立叶数 [▲] ; 时间常数 [▲] ; 诺谟图	√	√	√
第四章 导热问题数值解法基础	离散化方法; 热平衡法 [▲] ; 稳态导热问题的数值计算; 非稳态导热问题的数值计算	√	√	
第五章 对流换热分析	牛顿冷却公式, 影响对流换热的因素; 二维对流换热微分方程组 [*] ; 流动边界层和热边界层 [▲] ; 边界层换热微分方程组的解; 雷诺数 [▲] , 普朗特数 [▲] , 努塞尔数 [▲] ; 相似原理 [*]	√	√	
第六章 单相流体对流换热关联式	管内受迫层流和紊流对流换热 [▲] ; 热入口段和充分发展段 [▲] ; 纵掠平壁、横掠单管和管束的强迫对流换热计算; 简单形状物体在大空间中的自然对流换热; 强化对流换热的途径 [▲]	√	√	√
第七章 凝结与沸腾换热	珠状凝结; 膜状凝结 [▲] ; 影响凝结换热的因素; 大容器沸腾换热及沸腾曲线 [▲] ; 凝结换热和沸腾换热的强化措施 [▲]	√	√	
第八章 热辐射的基本定律	热辐射的基本概念, 黑体辐射基本定律 (普朗克定律, 斯蒂芬-波尔兹曼定律, 基尔霍夫定律等) [▲] , 灰体辐射 [*]	√	√	
第九章 表面辐射换热计算	角系数的物理含义和特性 (相对性、完整性和分解性) [▲] ; 封闭系统中灰体表面间的辐射换热计算 [▲] , 辐射换热网络图 [▲] , 遮热板原理 [▲] ; 太阳辐射; 气体辐射; 表面传热系数	√	√	√
第十章 传热过程和换热器	传热过程的分析和计算; 传热系数 [▲] ; 增强传热的手段和原理 [▲] ; 换热器的设计计算和校核计算 [▲] ; 平均传热温差法 [▲] ; 效能-传热单元数法 [▲]	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 本课程教学以课堂讲授和习题课为主, 其中课堂讲授: 以板书与双语多媒体教学手段相结合, 主要采用互动式教学方法, 通过实际工程传热问题的分析激发学生的学习兴趣; 基于优质线上教学资源, 适当引入线上线下相结合的混合式教学方式。

学习方法: 建议学生在教材的基础上, 广泛阅读相关参考书籍, 并结合优质线上教学资源, 掌握课程教学内容中规定的基本概念、基本理论和基本方法; 理论联系实际, 提升分析和解决实际工程传热问题的能力。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配, 详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	传热学的概念和研究方法；热量传递的三种基本方式（热传导、热对流和热辐射）；传热过程；三种传热方式组成的复杂传热过程	2					2
第二章 导热理论 基础和稳 态导热	温度梯度，傅里叶导热定律，热导率；导热微分方程及定解条件；导热过程常见的三类边界条件；通过平壁和圆筒壁的导热计算；通过球壁的导热计算；肋片的型式、肋片强化传热的原理，肋效率；多维导热及多维导热形状因子；接触热阻	5	1	2			8
第三章 非稳态导 热	非稳态导热基本概念；集总参数法；毕渥数，傅立叶数；时间常数；诺谟图	3	1	2			6
第四章 导热问题 数值解法 基础	离散化方法；热平衡法；稳态导热问题的数值计算；非稳态导热问题的数值计算。	4					4
第五章 对流换热 分析	牛顿冷却公式，影响对流换热的因素；二维对流换热微分方程组；流动边界层和热边界层；边界层换热微分方程组的解；雷诺数，普朗特数，努塞尔数；相似原理	5	1				6
第六章 单相流体 对流换热 关联式	管内受迫层流和紊流对流换热；热入口段和充分发展段；纵掠平壁、横掠单管和管束的强迫对流换热计算；简单形状物体在大空间中的自然对流换热；强化对流换热的途径	5	1	2			8
第七章 凝结与沸 腾换热	珠状凝结；膜状凝结；影响凝结换热的因素；大容器沸腾换热及沸腾曲线；凝结换热和沸腾换热的强化措施	4					4
第八章 热辐射的 基本定律	热辐射的基本概念，黑体辐射基本定律（普朗克定律，斯蒂芬-波尔兹曼定律，基尔霍夫	4					4

	定律等), 灰体辐射						
第九章 表面辐射 换热计算	角系数的物理含义和特性(相对性、完整性和分解性); 封闭系统中灰体表面间的辐射换热计算, 辐射换热网络图, 遮热板原理; 太阳辐射; 气体辐射; 表面传热系数	5	1	2			8
第十章 传热过程 和换热器	传热过程的分析和计算; 传热系数; 增强传热的手段和原理; 换热器的设计计算和校核计算; 平均传热温差法; 效能-传热单元数法	5	1				6
合计		42	6	8			56

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的, 检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 30% (作业等 10%, 实验 10%, 其它 10%), 考试成绩 70%。平时成绩中, 作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业, 主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力; 实验 10%主要反映学生在所学理论指导下进行实验操作, 分析并解决传热学基本问题的能力; 其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤率、课堂的基本表现(如课堂测验、课堂互动等)。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度, 及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况, 详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要考核内容: 学生的课堂表现、出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成以及实验完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点: 3.1、4.1、5.1、7.1、13.1、13.3。
考试成绩	70	主要考核内容: 学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度, 及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。 支撑毕业要求拆分指标点: 3.1、4.1、4.2、5.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	不满足 D 要求
实验	精准掌握实验各环节（包括实验内容、原理、系统及技术参数、数据记录及分析、实验结论等）	准确掌握实验大部分环节的内容	掌握实验多数环节的内容	基本掌握实验主要环节的内容	不满足 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：夏国栋、王军

批准者：梁文俊

2020 年 10 月

“能量转换与利用”课程教学大纲

英文名称: Energy Conversion and Utilization

课程编号: 0009696

课程类型: 专业必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 新能源科学与工程专业、能源与动力工程专业及其他能源相关的本科生

先修课程: 工程热力学, 传热学, 工程燃烧学

使用教材及参考书:

- [1] 汤学忠, 热能转换与利用 (第2版), 冶金工业出版社, 2002年3月。
- [2] 傅秦生, 能量系统的热力学分析方法, 西安交通大学出版社, 2005年7月
- [3] 陶文铨, 传热学 (第5版), 高等教育出版社, 2018年8月
- [4] 沈维道, 童均耕, 工程热力学 (第4版), 高等教育出版社, 2007年6月
- [5] 陆钟武, 蔡九菊, 系统节能基础, 东北大学出版社, 2010年8月

一、课程简介

无论是新能源还是常规能源, 其基本利用过程都是能量的传递与转换。在能量的传递与转换利用过程中, 到底有多少能量是被有效利用, 多少能量是被浪费与损失了, 未被充分利用的能量被重新利用的价值有多大, 值不值得再次被回收利用。通过本课程的学习, 不仅让学生掌握能量利用分析方法, 从能量的数量及“质量”角度, 分析能量利用的能效率与焓效率, 能损失及焓损失, 确定能量损失的关键部位, 并提出改进的策略与方向, 而且让学生掌握现代化的分析工具: EES 软件 (Engineering Equation Solver), 通过软件编程, 提高学生分析和解决复杂问题的能力。通过分组课程设计, 培养学生查阅文献、分析问题、解决问题、撰写文稿、陈述发言、团队合作于交流等能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是新能源科学与工程专业的一门专业必修课, 是本专业方向及相关专业方向学生进行后续专业课程学习、课程设计和毕业设计的必修课程。

通过本课程的学习, 使学生可以利用所学的专业基础课和学科基础课, 分析任何一种能源在通过热能形式被转换与利用过程中各环节能量损失的关键部位及损失原因, 进而提出节能改造的方向和方法, 使学生掌握能量利用过程中能效分析方法和评价依据, 为学生未来从事能源利用相关行业或能源技术评价工程设计与管理奠定专业分析基础与技能。

本课程的学习是建立在能量分析的基础上, 故主要先修课为工程热力学。另外有关能量转换设备的能效分析, 如换热器能效分析、锅炉能效分析, 需要涉及到部分传热学和简单燃烧学知识, 故本课程学习的主要先修课为工程热力学, 同时学生具备简单的传热学和燃烧学方面的知识。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点如下：

2.3 工程知识：能解决新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题。

3.2 问题分析：能够通过文献研究分析新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题，以获得有效结论。

4.1 设计/开发解决方案：能够设计针对新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题的解决方案。

5.1 研究：能够基于科学原理并采用科学方法针对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行研究。

6.2 使用现代化工具：能够对新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题进行预测、模拟、求解和论证，并能够理解其局限性。

10.1 个人与团队：在本学科背景下的团队中承担好个体、团队成员以及负责人的角色。

11.1 沟通：能够就新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿、陈述发言、清晰表达的能力。

13.3 终身学习：具有不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生在专业知识掌握、分析问题的方法及现代化软件的掌握、学生团队精神与终身学习能力培养方面取得进步。该目标分解为以下子目标。

- ✧ 掌握能量转换基本原理、焓计算、焓损计算基本方法、量平衡及焓平衡、焓效率等基本概念与分析方法。
- ✧ 培养学生理论结合实际、分析问题和解决问题的能力，能够针对具体能量利用过程，提出解决分体的方法，并给出结论。
- ✧ 掌握现代化的分析软件：EES 软件，实现对复杂问题求解。
- ✧ 培养学生撰写报告、团队交流与合作的能力。

本课程对学生毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

2 育人目标：具备能量分析与评价基本技能，可以对实际工程能量利用系统进行分析评价，确定能量损失关键部位及节能潜力，进而理解作为一个能量评价者的责任和使命，培养学生的职业素养。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		2.3	3.2	4.1	5.1	6.2	10.1	11.1	13.3
1	能量分析专业知识的掌握	●			●				◎
2	培养学生理论结合实际、分析问题和解决问题的能力，能够针对具体能量利用过程，提出解决分体的方法，并给出结论。		●	◎					◎
3	掌握现代化的分析软件：EES 软件，实现对复杂问题求解。					●			◎
4	培养学生撰写报告、团队交流与合作的能力。						◎	◎	

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

三、课程教学内容及要求

教学内容及其对课程目标的支撑，详见附表 2

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	本课程在学生知识架构中的位置▲，教学目的▲、课程的基本内容▲、能源与能源的定义和分类★；能量分析的几个热力学基本概念▲	√			
第二章 焓分析基础	能量转换的基本理论▲；能量平衡的分析方法▲；焓分析计算▲★、焓平衡与焓损失▲★、锅炉内能平衡与焓平衡分析▲★、能效率与焓效率▲、体会焓分析的目的与意义▲。	√	√	√	
第三章 实际应用中的焓分析	蒸汽动力循环能量分析计算▲★、减少动力循环中焓损失的途径▲、燃气—蒸汽联合循环的节能原理▲、热电联产的节能效果▲；中低温余热动力回收的热力系统分析方法▲★。完成课程设计。	√	√	√	√
第四章工业 企业中的热能利用	企业能量平衡统计计算方法▲★；企业能源消耗指标及其计算方法▲；余能资源回收利用途径及利用方法▲	√	√	√	

四、教学方法与学习指导

1. 教授方法

本课程有关能量分析基本知识和分析方法的掌握，学生通过观看慕课视频资源进行学习，学生学习过程中难点统计通过雨课堂 APP 及作业与测验成绩进行统计，重点难点的讲解及碎片化知识点的串讲通过师生见面课来完成。通过分组课程设计完成复杂问题的求解，培养学生分析问题和解决问题的能力，同时培养学生团队合作的精神。

使用慕课资源、多媒体课件配合板书的教授方法，作业分为课后作业和课程设计大作业，课后作业针对课堂重要知识点，布置相关作业，使学生掌握相关章节关键知识点。课程设计大作业通过文献调研，使学生将课程中的理论知识和实际工程实践结合起来，增强专业认识及自身使命感。

2. 学习方法

建议学生课前认真观看慕课资源视频，完成课后测验，对于学习过程中的难点问题，在雨课堂中给与标注、或者在课程群中留言。认真完成课后作业，利用每一章的思维导图总结，思索整理自己学习总结，直至将整个课程内容串接起来。对于课程设计，建议借助图书馆资源，查阅相关期刊上发表的文章写作思路，组织和撰写课程设计报告，团队协作完成相关课程设计内容，理解学术报告的撰写方法。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	4					4
2	能量转换基础	10					10
3	热力系统分析	6			4		10
4	工业企业中的热能利用	6					6
5	课堂考试					2	2
合计		26			4	2	32

注：课内 4 课时的课设时间不足以完成整个课设内容，学生还需要更多的课外时间。

六、考核与成绩评定

平时成绩（20%）、章节测验（20%）、课设大作业（30%）、期末考试（30%）。

平时成绩中的 20% 主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、视频观看、课堂基本表现（含课堂测验）、作业情况。

章节测验（20%），主要测试学生对本章重点知识和内容的掌握。

课设大作业占 30%，主要反映学生在所学理论指导下如何通过分析计算，确定系统能耗的关键部位，给出评价的依据和解决方案。在课设大作业的完成过程中，培养学生解决复杂问题的能力、与人合作能力、交流能力（口头和书面表达）和组织能力。

期末考试 30%，对学生学习情况全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法和理论的掌握，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核环节比重计对毕业要求拆分点的支撑表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%	考核对基本知识的掌握，支撑 2.3,3.2
章节测验	20%	考核对章节重点内容的掌握，支撑 2.3,3.2, 6.2
课程设计	30%	考核学生分析和解决复杂问题的能力，支撑 2.3,3.2,4.1,5.1,6.2,10.1,11.1, 13.3
考试成绩	30%	考核学生对于整个课程重点内容的掌握，支撑 2.3,3.2, 13.3

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时成绩	18-20	16-17	14-15	12-13	不满足 D 要求
章节测验	18-20	16-17	14-15	12-13	不满足 D 要求
课程设计	18-20	16-17	14-15	12-13	不满足 D 要求
考试	36-40	32-35	28-31	24-27	不满足 D 要求

制定者：鹿院卫

批准者：梁文俊

2020 年 4 月

“学术写作基础”课程教学大纲

英文名称: Fundamentals of Academic Writing

课程编码: 0009709

课程性质: 专业选修课

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 新能源科学与工程专业本科生

先修课程: 大学英语

教材及参考书:

[1] 张孙玮,赵卫国,张迅.科技论文写作入门(第五版). 化学工业出版社, 2017.

[2] Barbara Gastel, Robert A.Day 著,任治刚译. 科技论文写作与发表教程(第八版) [How to Write and Publish a Scientific Paper, Eighth Edition], 电子工业出版社, 2018.

[3] 梁福军.科技论文规范写作与编辑(第3版) [Standard Writing and Editing of Academic Papers, ThirdEdition], 清华大学出版社, 2017.

一、课程简介

学术写作基础是新能源科学与工程专业的一门学科基础必修课。课程将系统讲述科技论文的概念、特点、分类和相应的写作要领,详细讲授论文标题、作者署名、通讯地址、摘要、关键词、正文、结论、致谢、附录、参考文献及图标制作等的写作方法与写作规范。本课程围绕科学技术活动中所涉及的各种写作方法进行系统、全面的讲授的同时还将介绍科技论文写作中的技术问题。

通过本课程的学习,将获得文献信息检索的能力、运用学术资料的能力、分析实验与调查资料的能力、撰写科技文章的能力和开展科研创新所需的最基本能力,为学生撰写毕业论文打下良好的基础。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 学术写作基础是新能源科学与工程专业的一门学科基础必修课。本课程主要用于培养和提高学生的科研能力和科学素养,并在科技写作方面使学生得到一定的训练,为学生今后在能源科学与工程等相关领域从事设计、管理、测试与评价等相关工作提供具备的基本知识和技能。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下:

3.2 能够通过文献研究分析新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题,以获得有效结论;

5.2 具有设计实验、分析与解释数据,并通过信息综合得到合理有效结论的能力;

9.1 具有人文社会科学素养;

11.1 能够就新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流,具有撰写报告、设计文稿的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：本课程拟达到的目标是：1、使学生加深对新能源科学与工程专业知识的了解，提高对新能源科学与工程专业知识的拓展；2、培养学生分析试验数据、文字表达能力和逻辑思维能力，提高学生的科技类应用文的写作能力；3、使学生掌握工学能源类专业期刊论文、文献综述、本科生毕业论文的基本知识和写作方法。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		3.2	5.2	9.1	11.1
1	使学生加深对新能源科学与工程专业知识的了解，提高对新能源科学与工程专业知识的拓展	◎		◎	
2	培养学生分析试验数据、文字表达能力和逻辑思维能力，提高学生的科技类应用文的写作能力	●	●	◎	
3	使学生掌握工学能源类专业期刊论文、文献综述、本科生毕业论文的基本知识和写作方法		◎	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过课堂讲授分析我国学者在能源研究领域发表的论文和取得的成果，全面增强学生的中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。通过课堂讲授的论文写作方法和写作规范，培养学生的求知欲、探索欲，教育引导学生会学习、多求索，全面丰富知识体系，增长人生阅历，让求知的过程更加多姿多彩。培养学生既要具有坚定的理想信念和爱国情怀，又要具有世界眼光和人类情怀。

三、课程教学内容

本课程分章节的课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章绪论	1.从科技论文写作说起；2. 科技论文是素质提高和进步的标志；3 反思学术研究的时代意义。	√		
第二章科技论文概述	1.科技论文的概念和特点 (▲)；2.科技论文的分类。		√	√
第三章科技论文的写作	1.科技论文的写作过程 (▲)；2.科技论文的写作要求 (▲)。		√	√
第四章科技论文的表述形式	1.概述；2.科技论文的规范形式 (▲)；3.科技论文的简略形式；4.科技论文的特殊形式。		√	√
第五章科技论文的构成	1.概述；2.标题 (▲)；3.署名 (▲)；4.作者的工作单位 (▲)；5.摘要 (▲)；6.关键词 (▲)；7.正文 (▲)；8.结论 (▲)；9.附录；10.致谢；11.参考文献 (▲)；12.论文示例及解析。		√	√
第六章科技论文中的技术问题	1.专业技术语言 (▲)；2.数字的使用 (▲)；3.图和表的制作 (▲)		√	√

第七章毕业论文 (设计)	1.撰写毕业论文(设计)的目的和意义(▲); 2.毕业论文(设计)的 写作要求(▲); 3.毕业论文(设计)的选题指导(▲); 4.毕业论文(设 计)的准备(▲); 5.毕业论文(设计)的答辩准备(▲)		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点,采取包括讲授、研讨、例文分析等多种教学模式与方法。其中,以讲授为主要教授方法。课堂教学首先使学生掌握课程教学内容中规定的一些写作规范与写作方法。特别是通过讲授,使学生能够对这些写作规范与写作方法有更深入的理解,使之有能力将它们应用到科技论文与毕业论文的写作中去。同时注意对其中的一些写作方法的分析,使学生能够掌握其关键。以研讨和例文分析为抓手,积极探索互动式教学,从提出问题开始,之后引导学生思考问题,分析问题,培养学生文字表达能力和逻辑思维能力,提高学生的科技类应用文的写作能力。使用多媒体课件,配合板书和例文讲解来讲授课程内容。适当引导学生阅读外文书籍和资料,培养自学能力。

学习方法: 明确学习各阶段的重点任务,做到课中认真听课,积极思考,课后认真复习,抓住课程的重点与难点,充分利用好教师资源和网络资源。仔细研读教材,适当选读参考书的相关内容。从实际应用的角度,掌握科技论文的写作方法与写作规范。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配,详见表3。

表3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
第一章绪 论	1.从科技论文写作说起; 2. 科技论文是素质提高和进步的标志; 3 反思学术研究的时代意义。	1					1
第二章科 技论文概 述	1.科技论文的概念和特点(▲); 2.科技论文的分类。	2					2
第三章科 技论文的 写作	1.科技论文的写作过程(▲); 2.科技论文的写作要求(▲)。	2					2
第四章科 技论文的 表述形式	1.概述; 2.科技论文的规范形式(▲); 3.科技论文的简略形式; 4.科技论文的特殊形式。	2					2
第五章科 技论文的 构成	1.概述; 2.标题(▲); 3.署名(▲); 4.作者的工作单位(▲); 5.摘要(▲); 6.关键词(▲); 7.正文(▲); 8.结论(▲); 9.附录; 10.致谢; 11.参考文献(▲); 12.论文示例及解析。	3					3
第六章科 技论文中 的技术问	1.专业技术语言(▲); 2.数字的使用(▲); 3.图和表的制作(▲)	2			1		3

题						
第七章毕业论文（设计）	1.撰写毕业论文（设计）的目的和意义（▲）；2.毕业论文（设计）的写作要求（▲）；3.毕业论文（设计）的选题指导（▲）；4.毕业论文（设计）的准备（▲）；5.毕业论文（设计）的答辩准备（▲）	2			1	3
合计		14			2	16

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 40%（作业等 20%，课程论文报告 20%），考试成绩 60%。

平时成绩中的课程论文报告 20%主要反映学生对本课程所讲述知识的理解、接收与综合应用。成绩评定的主要依据包括：课程论文报告的科学性、逻辑性、规范性和可读性；作业等的 20%主要是课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）以及课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对写作方法、写作规范、及论文的科学性、逻辑性等方面掌握的程度，及学生运用所学知识解决相关问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	主要考核学生相关作业的完成质量、课堂讨论的参与度及其完成质量，以及学生对本课程所讲述知识的理解、接收与综合应用情况。主要支撑毕业要求拆分指标点中的：3.2 能够通过文献研究分析新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题，以获得有效结论；5.2 具有设计实验、分析与解释数据，并通过信息综合得到合理有效结论的能力；9.1 具有人文社会科学素养；11.1 能够就新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿的能力。
考试成绩	60	对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对写作方法、写作规范、及论文的科学性、逻辑性等方面掌握的程度，及学生运用所学知识解决相关问题的能力。主要支撑毕业要求拆分指标点中的：3.2 能够通过文献研究分析新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题，以获得有效结论；5.2 具有设计实验、分析与解释数据，并通过信息综合得到合理有效结论的能力；9.1 具有人文社会科学素养；11.1 能够就新能源及传统能源领域能量转化与利用的复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿的能力。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面有很优秀的掌握	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面有很较好的掌握	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面掌握一般	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面掌握合格	不满足 D 要求
课程论文报告	优秀的具备了综合运用课程中所讲述的写作方法与写作规范来撰写科技论文的能力	较好的具备了综合运用课程中所讲述的写作方法与写作规范来撰写科技论文的能力	具备了一般的综合运用课程中所讲述的写作方法与写作规范来撰写科技论文的能力	具备了运用课程中所讲述的写作方法与写作规范来撰写科技论文的能力	不满足 D 要求
考试	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面有很优秀的掌握	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面有很较好的掌握	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面掌握一般	对课程教学内容中的写作方法与写作规范等方面掌握合格	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 张新欣

批准者: 梁文俊

2020 年 10 月

“制冷空调自控”课程教学大纲

英文名称: Automatic Control for Refrigeration and Air Conditioning Systems

课程编码: 0000829

课程性质: 专业选修课, 双语

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源动力类本科生

先修课程: 制冷原理, 空调原理, 制冷与空调设备, 自动控制原理

教材及参考书:

- [1] 陈芝久, 吴静怡. 制冷装置自动化. 第2版第3次印刷, 机械工业出版社, 2010
- [2] 朱瑞琪. 制冷装置自动化. 第2版, 西安交通大学出版社, 2009
- [3] Ross Montgomery, Robert Mcdowall (1st Edition). Fundamentals of HVAC control systems. Elsevier. 2008
- [4] K.J.Astroem, T. Haeggglund. PID controllers: Theory, Design and Tuning (2nd Edition). Instrument Society of America. 1995

一、课程简介

“制冷空调自控”是环境与生命学部为能源与动力工程(制冷)本科生开设的专业选修课。此课程为双语教学课程。本课程的任务是学习自控的基础理论在制冷空调系统及设备中的应用。通过此课程的学习, 学生应具备为制冷空调系统及设备提出合理控制策略的能力。教学内容重点: 常见自动调节系统的分类、自动调节的工作原理; 获得调节对象调节特性的方法; 根据过渡过程曲线评价调节系统的调节质量; PID调节器的工程整定方法; 自控技术在制冷空调系统中的应用实例; 实用控制电路及PLC。教学内容难点: 调节对象的微分方程列写, 传递函数。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

本课程是能源动力类的一门专业选修课, 其中, 该专业类制冷空调方向学生进行后续的课程设计、实验实践和毕业设计都会涉及到本课程的相关知识。此外, 本课程也可以作为能源动力类其他方向以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2: 系统掌握能源动力领域的工程基础和专业知识。

3.1: 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达能源动力领域遇到的复杂工程问题。

4.2: 能够设计满足特定需求的系统、设备(部件)

5.2: 具有设计实验、分析与解释数据的能力。

11.3: 具备开阔的国际视野, 能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

13.3: 有不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：

总的教学目标是：通过本课程的学习，使学生掌握用自控的基础理论解决制冷空调系统或设备中遇到的自动控制问题。该目标分解为以下子目标。

- 1 理解自动调节系统的调节工作原理。
- 2 掌握评价调节系统调节质量的指标
- 3 掌握获取调节对象特性的方法。
- 4 掌握各种调节器的特性及应用场合。
- 5 掌握 PID 调节器的工程整定方法。
- 6 理解典型制冷空调装置的自动调节方法
- 7 了解继电器-接触器控制与 PLC 的工作原理及应用

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2.2	3.1	4.2	5.2	11.3	13.3
1	掌握自动调节系统的工作原理	●	◎	●	◎	◎	◎
2	掌握评价调节系统调节质量的指标	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	掌握获取调节对象特性的方法	●	◎	◎	◎	◎	◎
4	掌握各种调节器的特性及应用场合	◎	◎	●	◎	◎	◎
5	掌握 PID 调节器的工程整定方法	●	◎	◎	◎	◎	◎
6	理解典型制冷空调装置的自动调节方法	◎	◎	◎	◎	◎	◎
7	了解继电器-接触器控制与 PLC 的工作原理及应用	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

在教学过程中适当向学生介绍本领域的学科前沿，介绍先进自控技术的不断发展及在国内制冷空调设备上的应用，增强学生终身学习的意识和不断适应发展的能力，让学生认识到我们国家现在是制造大国，但还不是制造强国，制造高质量的设备需要学生们有责任感，奋进拼搏。

三、课程教学内容

注：下文符号含义：

▲表示掌握，是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识，包括必要的记忆。

*表示难点。

第一章 绪论

1. 主要内容:

自控技术在制冷空调系统中的作用[△]; 自控技术和制冷空调系统的关系[△]; 国内外制冷空调自控技术的发展[△]; 制冷空调自控系统的初步认识[▽]; 自动调节系统的定义[▲]; 反馈的概念[▲]; 自动调节系统框图^{▲*}; 自动调节系统工作原理^{▲*}; 自动调节系统的分类[△]

2. 教学要求:

本章使学生了解自控技术在制冷空调系统中所起的作用; 了解制冷空调系统及设备应用自控技术的必要性, 及两者间相互促进的关系; 了解国内外制冷空调自控技术的发展; 通过举例使学生对制冷空调系统的自动调节系统有初步的认识; 掌握反馈的概念及自动调节系统的定义, 发信器、调节器、执行器等控制设备的定义、调节对象的定义; 掌握以上四个控制环节间信号间的传递关系及掌握用自动控制系统的框图表示上述信号间传递关系的方法; 了解自动调节系统按给定值的变化规律分类的方法。

重点: 反馈的概念、自动控制系统的定义、框图及工作原理

难点: 自动控制系统框图及工作原理

第二章调节系统质量指标分析

1. 主要内容:

常见干扰信号类型[△]; 过渡过程曲线^{▲*}; 稳定性与衰减率衰减比^{▲*}; 准确性与动态偏差、静态偏差、最大偏差^{▲*}; 振荡周期[▲]; 快速性与调节过程时间、峰值时间、上升时间[▲]

2. 教学要求:

掌握过渡过程曲线的定义、掌握调节质量指标相关参数的定义及在过渡过程曲线上的表示; 掌握通过分析过渡过程曲线, 从稳准快三个方面评价调节系统调节质量的方法。

重点: 过渡过程曲线, 调节的稳定性、准确性和快速性与各质量指标参数的关系。

难点: 过渡过程曲线, 动态偏差的定义

第三章调节对象特性

1. 主要内容:

调节对象的基本性能参数[▲]; 研究调节对象特性的基本方法[▲]; 调节对象的数学描述^{△*}; 调节对象动态特性的实验测定[▲]; 拉氏变换与传递函数^{▲*}

2. 教学要求:

本章是要求学生掌握获取调节对象特性的实验方法-反应曲线法。并掌握从反应曲线获取调节对象的特性参数迟延、时间常数和放大系数的方法。了解调节对象微分方程的列写方法。并认识微分方程各项的意义。掌握拉氏变换的基本性质、理解拉氏变换在解微分方程中所起的作用及用传递函数表示输出信号和输入信号间数学关系的方法。掌握用比较点和引出点交换法则简化框图的方法。

重点: 用反应曲线法测定调节对象的特性;

难点: 调节对象微分方程的列写; 拉氏变换; 传递函数

第四章调节器和调节系统的调节过程

1. 主要内容:

调节器的分类[△]; 双位调节器、比例调节器及调节过程[▲]; 积分调节器及微分调节器[▲]; 比

例积分调节器及调节过程[▲]；比例积分微分调节器[▲]；串级调节及补偿调节^{▲*}；PID 调节器的工程整定[▲]

2. 教学要求：

通过本章的学习使学生了解调节器的分类；掌握各类调节器的特性和调节过程。本章应注意对比各种不同调节器的调节特点。能够根据调节对象特性选取适当调节器。掌握各种调节器的整定参数。掌握 PID 调节器整定参数的工程整定方法。了解串级调节和补偿调节的定义及使用场合。

重点：各种调节器的特点及适用场合、PID 调节器的工程整定

难点：串级及补偿调节

第五章发信器和执行器

1. 主要内容：

常用的发信器^{▽△}；发信器的时间常数[▲]；快速测量时对发信器反应速度的要求[▲]；执行器的分类^{▽△}；阀门按流量特性的分类^{▽▲}；调节阀的选择及口径计算举例^{▽▲*}。

2. 教学要求

本章内容大部分为自学内容，使学生对发信器、执行器的类型、特点及选择使用有了解更多了解，和其他章节一起，使学生对自动调节系统有较全面的认识。

重点：快速测量对发信器反应速度的要求、阀门按流量特性的分类

难点：调节阀的选择及口径计算

第六章制冷装置的自动调节

1. 主要内容：

制冷剂流量调节[▲]；冷凝压力控制[▲]；蒸发压力控制[▲]；吸气压力控制[△]；电磁阀[△]；压缩机的能量调节[▲]；活塞式制冷装置的安全保护系统及附件[△]；典型制冷装置的自控系统[▲]；实用控制电路^{▲*}

2. 教学要求

通过本章的学习，了解制冷装置及空调系统中实现各种自动调节的基本方法。以案例教学为主。并掌握实用控制电路的读图方法。

重点：典型制冷装置的自控系统、实用控制电路

难点：实用控制电路

第七章现代控制技术在制冷空调系统中的应用

1. 主要内容：

现代控制技术的发展及其应用[△]；变频技术在制冷空调装置中的应用[▲]；可编程控制器（PLC）在制冷空调系统中的应用[▲]；计算机控制制冷及空调装置的方法[△]

2. 教学要求

通过本章学习，了解制冷空调系统常用的先进控制技术及方法,理解变频调速技术及 PLC 在制冷空调系统中应用。了解计算机芯片控制制冷及空调装置的方法。

重点：变频技术及 PLC 在制冷空调装置中的应用

难点：变频技术及 PLC

课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)						
		1	2	3	4	5	6	7
第一章 绪论	自控技术在制冷空调系统中的作用；自控技术和制冷空调系统的关系；国内外制冷空调自控技术的发展；制冷空调自控系统的初步认识；自动调节系统的定义▲；反馈的概念▲；自动调节系统框图▲★；自动调节系统工作原理▲★；自动调节系统的分类	√						
第二章 调节系统 质量指标 分析	常见干扰信号类型；过渡过程曲线▲★；稳定性与衰减率衰减比▲★；准确性与动态偏差、静态偏差、最大偏差▲★；振荡周期▲；快速性与调节过程时间、峰值时间、上升时间▲		√					
第三章 调节对象 特性	调节对象的基本性能参数▲；研究调节对象特性的基本方法▲；调节对象的数学描述★；调节对象动态特性的实验测定▲；拉氏变换与传递函数▲★	√		√				
第四章 调节器和 调节系统 的调节过 程	调节器的分类；双位调节器、比例调节器及调节过程▲；积分调节器及微分调节器▲；比例积分调节器及调节过程▲；比例积分微分调节器▲；串级调节及补偿调节▲★；PID 调节器的工程整定▲	√			√	√		
第五章 发信器和 执行器	常用的发信器；发信器的时间常数▲；快速测量时对发信器反应速度的要求▲；执行器的分类；阀门按流量特性的分类▲；调节阀的选择及口径计算举例▲★。	√						
第六章 制冷装置 的自动调 节	制冷剂流量调节▲；冷凝压力控制▲；蒸发压力控制▲；吸气压力控制；电磁阀；压缩机的能量调节▲；活塞式制冷装置的安全保护系统及附件；典型制冷装置的自控系统▲；实用控制电路▲★						√	√
第七章 现代控制 技术在制 冷空调系 统中的应 用	现代控制技术的发展及其应用；变频技术在制冷空调装置中的应用▲★；可编程控制器（PLC）在制冷空调系统中的应用▲★；计算机控制制冷及空调装置的方法							√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主（24 学时），实验（4 学时），随堂考试（2 学时）。利用日新学堂，采用线上线下混合教学模式。课堂教学过程中，以启发式教学方式为主，重点和难点引导学生多参与课堂讨论。精心设计作业和课堂讨论题，引导学生探索未知，适当增

加作业的难度和广度。

学习方法：学生除课堂上积极与老师互动，要积极参与课堂讨论和课下同学间的讨论。完成作业或准备讨论素材的过程中，要充分利用图书馆，多研读中外教材，检索最新科技资讯，扩大视野，加深对课堂授课内容的理解。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	1.5			0.5		2
第二章	调节系统质量指标分析	1.5			0.5		2
第三章	调节对象特性	4.5		6	0.5		11
第四章	调节器和调节系统调节过程	5					5
第五章	发信器和执行器	1					1
第六章	制冷装置的自动调节	4					4
第七章	现代控制技术在制冷空调系统中的应用	1		2			3
	复习					2	2
	随堂考试					2	2
合计		18.5		8	1.5	4	32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。平时成绩占 20%~40%，期末考试成绩占 80%~60%，更具体比例由任课教师根据教学具体情况确定。

平时成绩主要包括学生的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本理论、基本方法、基本技能的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%~40%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、4.2、5.2、13.3。
考试成绩	80%~60%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、4.2、5.2、13.3。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	正确解答作业全部或绝大部分内容	正确解答作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求
研讨	积极参与讨论，且提出的问题或观点很有价值	积极参与讨论，且提出的问题或观点有一定意义	被动参与讨论，简短发言	被动参与讨论，发言离题较远	不参加讨论
实验	积极动手参与实验，实验报告书写工整，内容正确。	参加实验 实验报告内容有少量问题	参加实验 实验报告内容有部分问题	实验报告内容多处有问题	不满足 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	达不到 D 要求

制定者：孙晗

批准者：马国远

2020 年 9 月

“制冷原理”课程教学大纲

英文名称: Principles of Refrigeration

课程编码: 0000597

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32.0

面向对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业、建筑环境与能源应用工程专业本科生

先修课程: 工程热力学、工程流体力学

教材及参考书:

使用教材:

[1] 吴业正.制冷原理及设备(第4版).西安:西安交通大学出版社,2015.

参考书:

[2] 王志远,盛伟.制冷原理与应用.北京:机械工业出版社,2019.

[3] 金文,杜鹃.制冷技术与工程应用.北京:化学工业出版社,2019.

[4] Hua Z Z, Zhang H, et al. Refrigeration Technology, Science Press, 2012.

[5] Dinçer I. Refrigeration systems and applications (2nd edition), U. K.: Wiley, 2010.

[6] Larsen M E. Refrigeration: theory technology and applications, Nova Science Publishers Inc., 2010.

[7] Hundy G F. Refrigeration and air-conditioning, Butterworth - Heinemann / Elsevier, 2008.

[8] Langley C. Refrigeration principles, practices, and performance, Thomson/Delmar Learning, 2008.

[9] 惠特曼 W. C., 制冷与空气调节技术, 寿明道译, 北京: 电子工业出版社, 2008.

[10] Whitman W C. Refrigeration & air conditioning technology, Thomson Delmar Learning, 2005.

一、课程简介

本课程是能源动力专业类的一门专业选修课,是连接热工流体基础理论与制冷工程实践的重要专业课程之一。该专业类制冷空调方向学生进行后续的专业选修课、课程设计、实验实践和毕业设计均需先期修习本课程。此外,本课程也可以作为能源动力专业类其它方向以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。除了相应的知识对相关专业的培养非常重要外,一些典型问题的解决方法和思想更为重要,以至于在制冷空调工作者的职业生涯中,它们经常会被反复用到。本课程依据学生的特点,以如何实现人工制冷为主线,选择蒸气压缩式制冷、吸收式制冷、制冷工质作为主要内容,讨论高效环保的制冷系统构建及其相关的方法和原理。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

本课程是能源动力专业类的一门专业选修课，其中，该专业类制冷空调方向学生进行后续的专业选修课、课程设计、实验实践和毕业设计均需先期修习本课程。此外，本课程也可以作为能源动力专业类其他方向以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2：系统掌握能源动力领域的工程基础和专业基础知识。

3.1：能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域遇到的复杂工程问题。

5.1：能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域的复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

8.1：能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

13.1：有自主学习的意识。

13.2：有终身学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：

总的教学目标是：通过本课程的学习，使学生获得人工制冷的基本原理，掌握目前世界范围内最常用制冷循环的基本特性，具有制冷循环分析和计算能力。该目标分解为以下子目标。

- （1）熟悉常用的制冷方法。
- （2）掌握蒸气压缩式制冷循环的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析和热力计算。
- （3）掌握吸收式制冷的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析。
- （4）熟悉制冷系统中常用的制冷剂和载冷剂，了解氯氟烃等制冷剂对地球环境的危害，能正确使用制冷剂及载冷剂图表。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2.2	3.1	5.1	8.1	13.1	13.2
1	熟悉常用的制冷方法	◎	◎	○	○	◎	○
2	掌握蒸气压缩式制冷循环的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析和热力计算	●	◎	●	◎	○	○
3	掌握吸收式制冷的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行循环的分析	◎	◎	●	◎	○	○
4	熟悉常用的制冷剂和载冷剂，了解氯氟烃等制冷剂对地球环境的危害，能正确使用制冷剂及载冷剂图表	◎	◎	◎	●	◎	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标:

本课程在内容上反映业界发展现状,向学生传授当今世界范围内正在应用的主流制冷方法,同时在教学过程中向学生适当介绍本领域的学科和产业前沿,以制冷行业快速发展的事实增强学生终身学习的意识和不断适应发展的潜力。同时通过作业、思考题、课外资料等环节持续培养学生自主学习能力。

(三) 先修课程

本课程的先修课程为工程热力学、流体力学。学生应通过学习工程热力学,掌握热能与其它形式能量之间的转化规律;掌握热力系的内、外条件对能量转换的影响;掌握循环分析方法;熟悉常用工质的性质和图表的使用。学生应通过学习流体力学,掌握流体流动的基本知识,熟练进行一般的流体计算。

三、课程教学内容

注:下文符号含义:

▲表示掌握,是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用,包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳,并能把某一事实或概念分解为若干部分,指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等,知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识,包括必要的记忆。

*表示难点。

第一章制冷方法综述

第一节绪论

主要内容:教学目的▲;课程的基本内容△;制造低温环境的意义△;制冷的概念▲*;
制冷技术的研究内容和理论基础△;制冷技术的发展简史△;制冷技术的应用▽。

教学要求:本章应使学生掌握制冷的定义,了解制冷技术研究内容和理论基础。通过介绍制冷技术发展简史,使学生了解制冷技术发展各阶段的特点,并对当代制冷技术的发展趋势有所了解。

重点:教学目的;制冷的概念。

难点:人工制冷的概念。

第二节制冷方法

主要内容:各种常见制冷方法,包括:蒸气压缩式制冷▲;吸收式制冷▲*;吸附式制冷▲*;蒸气喷射式制冷▼;热电制冷▼*;涡流管制冷△;空气膨胀制冷△;绝热放气制冷△;磁制冷▽;电化学制冷▽等。

教学要求:本章要求使学生掌握液体汽化制冷的基本原理。掌握蒸气压缩式制冷和蒸汽吸收式制冷的工作原理,掌握吸附式制冷的工作原理。理解蒸气喷射式制冷的工作原理。了解空气膨胀制冷循环和涡流管制冷循环。理解热电制冷的工作原理。对其它制冷方法作

一般性了解。

重点：蒸汽压缩式制冷；吸收式制冷；吸附式制冷。

难点：吸收式制冷；吸附式制冷；热电制冷。

第三节制冷机与热泵

主要内容：制冷循环与热泵循环 $\blacktriangle^*$ ，制冷及热泵的能量转换关系 $\blacktriangledown$ ；性能系数和热力完善度 $\blacktriangle$ 。

教学要求：本章要求使学生掌握各种制冷方法在热力学上的共性，掌握性能系数、热力完善度，弄清它们的联系和区别。掌握热泵与制冷机的联系与区别，掌握供热系数及其与制冷系数的关系。

重点：制冷循环与热泵循环；性能系数；热力完善度。

难点：热泵与制冷机的联系与区别。

第二章蒸汽压缩式制冷

第一节单级蒸汽压缩式制冷循环

主要内容：压焓图与温熵图 $\blacktriangle$ ；蒸汽压缩式制冷循环的基本原理 $\blacktriangle$ ；单级蒸汽压缩式制冷理论循环过程及其在压焓图和温熵图上的表示 $\blacktriangle^*$ ；单级蒸汽压缩式制冷的实际循环 $\blacktriangledown$ ；单级蒸汽压缩式制冷机的性能和工况 $\blacktriangledown$ ；单级蒸汽压缩式制冷循环的热力计算 $\blacktriangle^*$ ；单级蒸汽压缩式混合工质制冷循环 ∇ 。

教学要求：这一节要求使学生掌握单级蒸汽压缩式制冷理论循环的特点和工作过程。掌握压焓图和温熵图的应用，掌握工作过程的主要状态在压焓图上的表示。掌握循环中各性能指标的含义及计算方法，明确实际循环与理论循环的区别。掌握过冷、过热、回热、不凝性气体、热交换及压力损失对循环特性的影响，特别应分清有效过热、无效过热以及不同工质对循环性能的影响。掌握制冷机工况对制冷机性能的影响。掌握单级蒸汽压缩式制冷循环的热力计算方法。粗讲或自学变温条件下的可逆逆向循环——劳伦兹循环的特点，粗讲或自学非共沸混合工质单级蒸汽压缩式制冷循环的特点和用途。

重点：压焓图；温熵图；蒸汽压缩式制冷循环的基本原理；单级蒸汽压缩式制冷理论循环过程及其在压焓图和温熵图上的表示；单级蒸汽压缩式制冷的过冷、过热循环；单级蒸汽压缩式制冷循环的热力计算。

难点：压焓图与温熵图的灵活运用；单级蒸汽压缩式制冷循环的热力计算方法。

第二节两级蒸汽压缩式制冷循环

主要内容：采用两级蒸汽压缩式制冷循环的原因 $\blacktriangle^*$ ；一级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环 $\blacktriangledown$ ；两级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环 $\blacktriangledown$ ；两级压缩制冷机的热力计算 ∇ 和温度变动时的特性 ∇ 。

教学要求：这一节要求使学生掌握单级蒸汽压缩式制冷循环不能制取很低温度的原因。理解两级蒸汽压缩式制冷循环的特点。理解一级节流的二级压缩制冷的典型循环和两级节流的两级压缩制冷的典型循环。粗讲或自学两级压缩制冷机的热力计算方法以及温度变动时两级压缩制冷机的特性。

重点：采用两级蒸汽压缩式制冷循环的原因；中间冷却的概念。

难点：采用两级蒸气压缩式制冷循环的原因。

第三节复叠式制冷循环

主要内容：采用复叠式制冷循环的原因▼；二元复叠式制冷循环的流程和循环图▲；复叠式制冷循环的制冷剂选择▼*及简单热力计算▽；复叠式制冷机启动及膨胀容器△。

教学要求：这一节要求学生理解采用复叠式循环的原因，掌握二元复叠式制冷循环的流程和循环图，了解复叠式制冷机启动时的注意事项，了解膨胀容器的工作原理。粗讲或自学复叠式制冷循环的热力计算。

重点：二元复叠式制冷循环的流程和循环图。

难点：二元复叠式制冷循环的制冷剂选择。

第三章吸收式制冷

第一节吸收式制冷的溶液热力学基础

主要内容：溶液▽、溶液成分▽、相▽、独立组分▽、自由度▽、相律▽、溶液的相平衡△、相图△、吸收与解析△、精馏与蒸馏△等。物质混合的热效应▽；比焓-浓度图上的等温线▼；比焓-浓度图上的等压线▼；氨-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的 p-t 图▲等。两股两组分溶液的混合△；溶液的节流△等。

教学要求：这一节要求粗讲或自学溶液、溶液成分、相、独立组分、自由度、相律等概念。了解理想溶液两组分体系的相平衡、相图以及吸收与解析、精馏与蒸馏等。粗讲或自学物质混合的热效应。理解比焓-浓度图上的等温线、比焓-浓度图上的等压线等。掌握氨-水溶液的比焓-浓度图；掌握溴化锂-水溶液的比焓-浓度图和压力-温度图；了解溶液的节流，了解两股两组分溶液的混合。

重点：氨-水溶液的比焓-浓度图；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图和压力-温度图。

难点：氨-水溶液的比焓-浓度图；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图。

第二节溴化锂吸收式制冷

主要内容：溴化锂水溶液的性质△；单效溴化锂吸收式制冷机原理▲*；溴化锂吸收式制冷机的热力计算△及传热计算▽；各种因素对机组性能的影响▼；提高溴化锂吸收式制冷机性能的各种途径△。冷量自动调节方法▽；安全保护措施▽；双效溴化锂吸收式制冷机原理▲*，双效溴化锂吸收式制冷机的热力计算▽等。两级溴化锂吸收式制冷机原理▼，溴化锂吸收式制冷机的实际结构及特点▽。

教学要求：这一节要求学生了解溴化锂水溶液的性质；掌握溴化锂吸收式制冷机原理，单效溴化锂吸收式制冷机工作过程及其在比焓-浓度图上的表示。了解溴化锂吸收式制冷机的热力计算（设计参数的确定；设备热负荷计算；流量计算；热力系数及热力完善度）；自学或粗讲传热计算（沙科洛夫公式；传热系数的确定；传热面积的计算）等。理解各种因素（加热蒸汽压力、冷媒水出口温度、冷却水进口温度、冷媒水量、冷却水量、稀溶液循环量、不凝性气体等）对机组性能的影响；了解提高溴化锂吸收式制冷机性能的各种途径，粗讲或自学冷量自动调节方法、安全保护措施（防晶，防冻，预防冷剂水污染，屏蔽泵的保护）。掌握典型的串联、并联、串并联形式的双效溴化锂吸收式制冷机的工作过程及其在比焓-浓度图上的表示；自学或粗讲双效溴化锂吸收式制冷机的热力计算；理解两级

溴化锂吸收式制冷机的原理；自学或粗讲溴化锂吸收式制冷机的实际结构及特点。

重点：单效溴化锂吸收式制冷机原理；双效溴化锂吸收式制冷机原理。

难点：单效及双效溴化锂吸收式制冷机的工作过程及其在比焓-浓度图上的表示。

第三节氨水吸收式制冷

主要内容：氨水溶液的性质[△]；精馏过程[▽]；单级氨水吸收式制冷循环^{▲*}；氨水吸收式制冷机的性能[△]；吸收—扩散式制冷机[▽]。

教学要求：这一节要求使学生了解氨水溶液的性质；理解精馏过程；掌握单级氨水吸收式制冷循环；了解氨水吸收式制冷机的性能；粗讲或自学吸收—扩散式制冷机工作原理。

重点：单级氨水吸收式制冷循环。

难点：单级氨水吸收式制冷机的工作过程及其在比焓-浓度图上的表示。

第四章制冷工质与环境

第一节制冷剂

主要内容：制冷剂的种类和符号表示[▲]；制冷剂的选择依据^{▼*}；制冷剂的性质[△]；混合制冷剂[▽]；常用制冷剂性质[▽]。

教学要求：本章要求使学生掌握制冷剂符号的表示方法。理解选择制冷剂时对其性质的要求。了解制冷剂热力性质的特点及其对循环性能的影响。粗讲或自学共沸和非共沸混合工质的特点。粗讲或自学常用制冷剂的性质和典型应用场合。

重点：制冷剂的种类和符号表示。

难点：制冷剂的选择依据。

第二节第二制冷剂

主要内容：应用载冷剂及蓄冷介质的目的[▲]；制冷工程对第二制冷剂的要求^{▼*}；常用的载冷剂、蓄冷介质及其应用场合[△]。

教学要求：本章要求使学生掌握应用载冷剂及蓄冷介质的目的；理解制冷工程对第二制冷剂的要求，了解常用的载冷剂、蓄冷介质及其应用场合。

重点：应用载冷剂及蓄冷介质的目的。

难点：使用第二制冷剂的利弊。

第三节制冷工质的环境影响

主要内容：氯氟烃等制冷工质对地球环境的危害^{▼*}；衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标[▲]；典型的环保制冷剂[△]。

教学要求：本章要求使学生理解氟利昂中含氯（或溴）的物质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应的情况和由此带来的后果；掌握衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标；了解常用受控工质的替代方案及典型的环保制冷剂。

重点：衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标；典型的环保制冷剂。

难点：含氯（或溴）的物质危害大气臭氧层的原理。

课程教学内容及对课程目标的支撑详见表 2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (*)	课程目标 (✓)			
		1	2	3	4
第一章制冷方法综述	制造低温环境的意义；制冷的概念▲*；制冷技术的研究内容和理论基础；制冷技术的发展简史；制冷技术的应用。蒸气压缩式制冷▲；吸收式制冷▲*；吸附式制冷▲*；蒸气喷射式制冷；热电制冷*；涡流管制冷；空气膨胀制冷；绝热放气制冷；磁制冷；电化学制冷等。制冷循环与热泵循环▲*，制冷及热泵的能量转换关系；性能系数和热力完善度。	✓			
第二章蒸气压缩式制冷	压焓图与温熵图▲；蒸气压缩式制冷循环的基本原理▲；单级蒸气压缩式制冷理论循环过程及其在压焓图和温熵图上的表示▲*；单级蒸气压缩式制冷的实际循环；单级蒸气压缩式制冷机的性能和工况；单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算▲*；单级蒸气压缩式混合工质制冷循环。采用两级蒸气压缩式制冷循环的原因▲*；一级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环；两级节流、中间冷却的两级压缩制冷循环；两级压缩制冷机的热力计算和温度变动时的特性。采用复叠式制冷循环的原因；二元复叠式制冷循环的流程和循环图▲；复叠式制冷循环的制冷剂选择*及简单热力计算；复叠式制冷机启动及膨胀容器。		✓		
第三章吸收式制冷	溶液、溶液成分、相、独立组分、自由度、相律、溶液的相平衡、相图、吸收与解析、精馏与蒸馏。物质混合的热效应；比焓-浓度图上的等温线；比焓-浓度图上的等压线；氨-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的比焓-浓度图▲*；溴化锂-水溶液的压力-温度图▲。两股两组分溶液的混合；溶液的节流。溴化锂水溶液的性质；单效溴化锂吸收式制冷机原理▲*；溴化锂吸收式制冷机的热力计算及传热计算；各种因素对机组性能的影响；提高溴化锂吸收式制冷机性能的各种途径。冷量自动调节方法；安全保护措施；双效溴化锂吸收式制冷机原理▲*，双效溴化锂吸收式制冷机的热力计算等。两级溴化锂吸收式制冷机原理，溴化锂吸收式制冷机的实际结构及特点。氨水溶液的性质；精馏过程；单级氨水吸收式制冷循环▲*；氨水吸收式制冷机的性能；吸收—扩散式制冷机。			✓	
第四章制冷工质与环境	制冷剂的种类和符号表示▲；制冷剂的选择依据*；制冷剂的性质；混合制冷剂；常用制冷剂性质。应用载冷剂及蓄冷介质的目的▲；制冷工程对第二制冷剂的要求*；常用的载冷剂、蓄冷介质及其应用场合。氯氟烃等制冷工质对地球环境的危害*；衡量制冷工质危害大气臭氧层以及加剧地球温室效应能力的典型指标▲；典型的环保制冷剂。				✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（29学时），习题讲评课（3学时）为辅。课内讲授以知识为载体，传授相关的思想和方法，从实际问题出发，引导学生讨论，提高其分析水平和计算能力。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，最后解决问题。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点。充分利用好教师

资源、同学资源和图书馆资源，仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容。从能量转换系统实现的角度，深入理解人工制冷领域的相关概念，掌握基本分析方法的精髓和核心思想。积极参加课堂和课外讨论，在讨论中加深对制冷原理的理解。

五、教学环节及学时分配

本课程各章的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章的教学环节及学时分配表

章号	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	制冷方法综述	4					4
第二章	蒸气压缩式制冷	10	1				11
第三章	吸收式制冷	9	1				10
第四章	制冷工质与环境	6	1				7
总计		29	3				32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。建议平时成绩占 20%~40%，期末考试成绩占 80%~60%，更具体比例由任课教师根据教学具体情况确定。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束、平时对所学知识的掌握程度以及自主学习的能力等。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本理论、基本方法、基本技能的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%~40%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1、13.1、13.2。
期末考试	80%~60%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师应在考核前出题的同时根据此质量标准编制参考答案和评分标准（建议采取百分制），以使本课程考核环节的质量标准更具可操作性。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	达不到 D 要求

制定者：郭航

批准者：孙晗

2020 年 8 月 31 日

“制冷装置”课程教学大纲

英文名称: Refrigerating Plant

课程编码: 0000831

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32.0

面向对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业、建筑环境与能源应用工程专业本科生

先修课程: 制冷原理、空调原理、制冷与空调设备、制冷压缩机

教材及参考书:

使用教材:

[1] 刘忠宝,董素君,王志远, 空调制冷装置与系统仿真, 北京: 机械工业出版社, 2011、3
参考书:

[2] 郑贤德,制冷设备与装置, 北京: 机械工业出版社, 2001 年。

一、课程简介

本课程是能源动力类的一门专业选修课, 本课程也可以作为建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。在专业人才培养过程中, 通过“制冷装置”课程的学习, 学生将所学制冷和空调的原理结合工业、农业和生产以及日常生活中的具体空调制冷产品及装置, 了解实用制冷装置的分类方法, 深入学习掌握制冷装置耗冷、用冷的具体结构形式、制冷装置的供液方式、融霜方法, 深入学习食品冷冻冷藏用制冷装置、空调用制冷装置, 制冷装置的冷热源及至制冷机的选择, 了解制冷装置计算机辅助设计和计算机仿真的一般原理和基本方法, 并掌握制冷装置的节能设计、节能运行及维护的方法。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是能源动力专业类的一门专业选修课, 是从事本专业科学技术工作需要掌握的一门专业知识。是学生在完成制冷原理与设备、空调原理与设备、制冷压缩机等专业基础课程之后, 将这些专业基础课程知识与实际应用相结合的关键环节。此外, 本课程也可以作为能源动力专业类其他方向以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2: 系统掌握能源动力领域的工程基础和专业知识。

3.1: 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域遇到的复杂工程问题。

5.1: 能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域的复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

6.1: 能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 解决能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域复杂工程问题。

9.3 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

10.2 能够在多学科背景下的团队中承担好团队成员的角色。

13.1: 有自主学习的意识。

13.2: 有终身学习的意识。

(二) 课程目标

1 教学目标:

总的教学目标是: 通过该课程的学习, 学生了解并掌握常用的制冷装置的结构和原理, 以及调试、故障检修的方法; 掌握冷库负荷计算的步骤和方法; 在思想上树立制冷装置节能的意识, 在知识和能力上掌握制冷装置节能设计, 节能运行及维护的方法。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		2.2	3.1	5.1	6.1	9.3	10.2	13.1	13.2
1	本课程提供的制冷装置的节能设计、节能运行和管理以及制冷装置的计算机辅助设计方面的知识, 对于解决制冷空调领域的复杂问题是不可或缺的。	●	◎	●	◎	◎	◎	●	◎
2	本课程涉及的冷库负荷设计计算可以建立学生的设计能力, 编写技术文件的能力, 并在设计过程中体现创新意识。	●	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎
3	本课程涉及的制冷装置的融霜方法、供液方式、蒸发器的冷却方式以及制冷装置的节能设计、节能运行和节能管理、制冷装置的自然冷源利用等可以使学生了解和掌握制冷装置的性能分析和节能的基本思路 and 基础知识。	●	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎
4	本课程结合教材内容介绍的大量工程实践与案例对于学生具备良好人文社会科学素养、社会责任感与道德修养, 能够在实际的工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任具有积极的意义。	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
5	课程内进行冷库负荷设计时学生需要自行分组、分工协作方能完成, 有助于学生理解在团队协作中, 个人与团队成员之间的关系与责任, 培养学生的合作能力。	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
6	终身学习能力需要有一定的知识储备作为基础, 本课程为学生将来学习新的制冷空调技术奠定了基础。	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标:

本课程在内容上反映业界发展现状, 向学生传授当今世界范围内正在应用的主流制冷

装置，同时在教学过程中向学生适当介绍本领域的学科和产业前沿，以制冷行业快速发展的事实增强学生终身学习的意识和不断适应发展的潜力。同时通过作业、思考题、课外资料等环节持续培养学生自主学习能力。

（三）先修课程

本课程的先修课程为制冷原理、空调原理、制冷与空调设备、制冷压缩机。

三、课程教学内容

注：下文符号含义：

▲表示掌握，是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识，包括必要的记忆。

*表示难点。

第一章制冷装置概述

1. 主要内容：

制冷装置的概念▲，蒸汽压缩式制冷装置的概念▼，常见的制冷装置及其分类▲、制冷装置供液的概念及供液方式的优缺点分析▲*、制冷装置的融霜方式及优缺点分析▲，制冷装置的冷却方式及优缺点分析▲。

2. 教学要求

掌握制冷装置的概念，制冷装置的分类、制冷装置的融霜方式，制冷装置的供液方式，制冷装置的冷却方式。

重点：制冷装置分类、融霜方式、冷却方式。

难点：制冷装置供液。

第二章实用制冷装置。

1. 主要内容：

（1）、食品冷冻冷藏装置：

- 1) 冷库的结构特点▲、冷库的制冷系统与机房▼；
- 2) 电冰箱分类及制冷系统▲、电冰箱电气系统▼、开放式商品车列柜▼、其他原理形式的电冰箱系统△、压缩式电冰箱的 CFCs 替代△；
- 3) 运输式冷藏装置的特点▲、铁路保温车、冷藏汽车、冷藏船、冷藏集装箱的结构特点与原理▼；
- 4) 食品冻结的概念及原理▲、搁架式排管冻结装置▼、吹风冻结装置▼、螺旋带式冻结装置▼、平板冻结器▼、流床式冻结设备▼、其他冻结设备▼。

（2）、真空冷冻干燥装置

冻干的一般概念▲、冻干工艺过程▲、真空冷冻干燥箱及附属设备▼。

（3）、制冰及干冰装置▼

盐水制冰设备、桶式快速制冰、干冰的制造原理。

(4)、空调用制冷装置

空调装置的组成及分类▲、中央空调系统的组成▲、空气诱导器▲、风机盘管▲、空调用冷水（热泵）机组▲、蓄冷空调系统▲*、小型空调（热泵）机组▲、车辆空调装置▲。

(5)、试验用制冷装置△

试验用制冷装置的用途与分类、低温箱及低温低压箱、高低温环境实验装置、日光型植物生长环境实验装置。

2. 教学要求

了解常见的实用制冷装置，理解常见的实用制冷装置的工作原理，基本结构及其应用场合。

重点：食品冷冻冷藏装置、真空冷冻干燥装置。

难点：蓄冷空调系统。

第三章制冷装置的节能设计、节能运行及维护的方法。

1. 主要内容：

制冷装置设计节能▲*、制冷装置运行节能▲、制冷装置管理节能▼、制冷装置节能措施及设备▲

2. 教学要求

理解制冷装置节能的方法：压缩式制冷机循环及制冷剂选择中的节能措施、理解制冷装置节能设计的方法，了解节能运行及其维护的方法。

重点：制冷装置设计节能、运行节能、管理节能、节能措施和设备。

难点：制冷装置的设计节能。

第四章制冷装置的设计与仿真。

1. 主要内容：

制冷装置设计与仿真的原理和方法▲，以冷库设计计算为例：课下自行上机进行制冷装置设计实例的演算△*，以冷库设计计算为例：包括冷负荷的计算、主要制冷设备的选型。

2. 教学要求

掌握制冷装置的设计与仿真、计算机辅助设计计算的基本概念。理解制冷装置设计与仿真的原理和方法，并初步掌握在计算机上完成仿真的计算机程序实现的方法。

重点：制冷装置冷负荷计算方法。

难点：制冷装置冷负荷计算方法。

课程教学内容及对课程目标的支撑详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（*）	课程目标（✓）			
		1	2	3	4
第一章制冷装置概述	制冷装置的概念▲，蒸汽压缩式制冷装置的概念▼，常见的制冷装置及其分类▲、制冷装置供液的概念及供液方式的优缺点分析▲*、制冷装置的融霜方式及优缺点分析▲，制冷装置的冷却方式及优缺点分析▲。	✓			
第二章实	(1)、食品冷冻冷藏装置：冷库的结构特点▲、冷库的制冷系统与机房▼；		✓		

用制冷装置	电冰箱分类及制冷系统▲、电冰箱电气系统▼、开放式商品车列柜▼、其他原理形式的电冰箱系统△、压缩式电冰箱的 CFCs 替代△；运输式冷藏装置的特点▲、铁路保温车、冷藏汽车、冷藏船、冷藏集装箱的结构特点与原理▼；食品冻结的概念及原理▲、搁架式排管冻结装置▼、吹风冻结装置▼、螺旋带式冻结装置▼、平板冻结器▼、流床式冻结设备▼、其他冻结设备▼。(2)、真空冷冻干燥装置：冻干的一般概念▲、冻干工艺过程▲、真空冷冻干燥箱及附属设备▼。(3)、制冰及干冰装置▼：盐水制冰设备、桶式快速制冰、干冰的制造原理。(4)、空调用制冷装置：空调装置的组成及分类▲、中央空调系统的组成▲、空气诱导器▲、风机盘管▲、空调用冷水（热泵）机组▲、蓄冷空调系统▲、小型空调（热泵）机组▲、车辆空调装置▲。(5)、试验用制冷装置△：试验用制冷装置的用途与分类、低温箱及低温低压箱、高低温环境实验装置、日光型植物生长环境实验装置。				
第三章制冷装置的节能设计、节能运行及维护的方法	制冷装置设计节能▲*、制冷装置运行节能▲、制冷装置管理节能▼、制冷装置节能措施及设备▲			✓	
第四章制冷装置的设计与仿真	制冷装置设计与仿真的原理和方法▲，以冷库设计计算为例：课下自行上机进行制冷装置设计实例的演算△*，以冷库设计计算为例：包括冷负荷的计算、主要制冷设备的选型。				✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程教学环节主要包括课堂讲授、分组讨论与作业几个方面。

1 课堂讲授

课堂教学以教材为主，结合多媒体课件展示、视频播放等，讲授以建立学生对本课程知识体系的整体认识和基本知识为主，并辅以这些知识的应用和典型工程案例，引导学生思考与互动。

2 分组讨论

本课程设置了分组讨论项目，目的在于配合教材，在看书自学的基础上，将自学到的知识通过分组讨论的形式，进行巩固和成型。充分调动学生学习的积极性和主动性。

讨论分组进行，根据总人数分为 4-5 组、每组人数 4-6 人。目的是使学生建立冰箱故障检修的方法、空调器故障排除的方法、冰箱箱室温度控制的方法，培养学生的团队精神和合作能力，加深对相关知识的理解和掌握。

3 作业

本课程设置两个大作业，冷库负荷的计算和制冷系统节能设计。

通过课外作业，使学生可以检验学习效果、了解自己掌握的程度与不足，巩固和深入理解课堂上所学到的知识。

学习方法：引导学生不仅仅阅读教材内容，还应充分利用图书馆资源、互联网资源，

浏览中外课程相关的教材、科技期刊、了解本领域的科技动态。鼓励学生可多光顾制冷实验室，多观察实验室现有的制冷空调设备，了解相关设备的功能。

五、教学环节及学时分配

本课程各章的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章的教学环节及学时分配表

章节	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	制冷装置概述	8	0	0	0	0	8
第二章	实用制冷装置	5	0	0	2	0	7
第三章	制冷装置的节能设计、节能运行及维护的方法	8	0	0	1	0	9
第四章	制冷装置的设计与仿真	6	2	0	0	0	8
总计		27	2	0	3	0	32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。建议平时成绩占 20%~40%，期末考试成绩占 80%~60%，更具体比例由任课教师根据教学具体情况确定。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束、平时对所学知识的掌握程度以及自主学习的能力等。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本理论、基本方法、基本技能的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%~40%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、6.1、9.3、10.2、13.1、13.2。
期末考试	80%~60%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、6.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师应在考核前出题的同时根据此质量标准编制参考答案和评分标准（建议采取百分制），以使本课程考核环节的质量标准更具可操作性。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	达不到 D 要求

制定者：刘忠宝

批准者：孙晗

2020 年 9 月 18 日

“冷冻与冷藏”课程教学大纲

英文名称: Freezing and Cold Storage

课程编码: 0003218

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0 学时: 32.0

面向对象: 能源动力类本科生

先修课程: 制冷原理, 制冷与空调设备, 制冷装置, 制冷空调自控

教材及参考书:

[1] 关志强, 李敏. 食品冷冻冷藏原理与技术. 化学工业出版社. 2010

[2] 华泽钊, 李云飞, 刘宝林. 食品冷冻冷藏原理与设备. 机械工业出版社. 1999

[3] 刘宝林. 食品冷冻冷藏学. 中国农业出版社. 2010

一、课程简介

本课程是环境与生命学部为能源与动力工程（制冷方向）专业本科生开设的专业选修课。本课程的任务是论述冷冻冷藏新理论、新设备及新工艺，通过本课程的学习使学生具备分析和设计食品冷冻冷藏系统及制订冷冻冷藏工艺及其监控体系的能力，是能源与动力工程（制冷方向）专业学生进行后续的课程设计、技术实践环节和毕业设计的先修课程。教学内容重点：食品冷冻冷藏的基础知识与基本原理，食品冷冻冷藏的制冷技术。教学内容的难点：冷却与冷藏工艺流程及其设计、冻结与冻藏工艺流程及其设计、冷冻干燥工艺分析、冷却与冻结装置分析、冷藏库与冷藏链的初步设计知识。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

“冷冻与冷藏”是能源与动力工程专业（制冷空调方向）一门重要的专业选修课，是继“制冷原理”、“制冷与空调设备”，“制冷装置”，“制冷空调自控”课程后系统学习冷冻冷藏工艺的基本知识和设计应用。由于冷冻冷藏工艺是制冷技术应用的一个重要领域，而大多数能源与动力工程专业（制冷方向）毕业生将从事制冷空调系统的设计、运行、研发、制造等工作，这些工作必需具备一定的冷冻冷藏工艺的知识，因此学习“冷冻与冷藏”可使学生更深入更全面更系统地掌握专业知识。

本课程对毕业要求 3.1、4.3、5.2、8.1、9.3、11.1、13.1 有支撑作用。

对毕业要求 3.1，本课程提供的食品冷冻与冷藏的知识，可使学生理解掌握食品冷冻冷藏的基础知识，食品冷冻的制冷技术、冷却与冷藏、冻结与冻藏、冷藏链组成和建设等。这部分知识对于解决制冷空调领域的复杂问题是不可或缺的。

对毕业要求 4.3，制冷系统的设计中都需要冷冻与冷藏工艺知识和创新意识，而冷冻

与冷藏工艺的制定依赖本门课程提供的知识支撑。

对毕业要求 5.2，用实验的方法获取典型食品的曲线，通过比较分析出各种食品冻结或解冻特征。

对毕业要求 8.1，冷冻与冷藏工艺的合理性与节能、环保有关，因此在评价能量系统的节能潜力或环境友好性时，如果涉及到冷冻与冷藏工艺，本课程可以提供支撑。

对毕业要求 9.3，实验时分组，组员在实验中分工合作完成实验，可培养学生的责任感，在实验过程中理解并遵守工程职业道德和规范。

对毕业要求 11.1，采用常用专业术语英文板书，学生有机会在课堂上熟悉英文专业术语，可增强学生的对外交流能力。

对毕业要求 13.1，终身学习能力需要有一定的知识储备作为基础，本课程为学生将来学习新的控制技术奠定了基础。

（二）课程目标

1 教学目标：

总的教学目标是：通过本课程的学习，使学生掌握食品冷冻冷藏的基础知识，食品冷冻的制冷技术、冷却与冷藏、冻结与冻藏、冷藏链组成和建设；掌握食品化学成分组成及其在冷冻冷藏过程中的变化、食品冷藏原理及冷冻冷藏工艺设计，通过本课程的学习使学生具备分析和设计冷冻与冷藏工艺的能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		3.1	4.3	5.2	8.1	9.3	11.1	13.1
1	掌握食品冷冻冷藏的基础知识	◎	◎	◎	○	○	○	○
2	掌握食品化学成分组成及其在冷冻冷藏过程中的变化及食品冷藏原理	●	●	●	○	○	○	○
3	掌握冷冻冷藏工艺设计	●	●	●	○	○	○	○
4	熟悉食品冷冻的制冷技术、冷却与冷藏、冻结与冻藏、冷藏链组成和建设	◎	◎	◎	◎	○	○	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程在内容上反映业界发展现状，向学生传授当今世界范围内正在应用的主流冷藏方法，同时在教学过程中向学生适当介绍本领域的学科和产业前沿，以制冷行业快速发展的事实增强学生终身学习的意识和不断适应发展的潜力。同时通过作业、思考题、课外资料等环节持续培养学生自主学习能力。

（三）先修课程

本课程的先修课程为制冷原理与设备，制冷装置，制冷空调自控。学生应通过学习制冷原理与设备，掌握人工制冷的基本原理，常用制冷循环的基本特性，制冷循环分析和计算，以及制冷设备设计计算和合理选择。学生应通过学习制冷装置，掌握典型制冷装置的

基本知识、设计计算方法和工程应用原则。学生应通过学习制冷空调自控，掌握制冷空调自控系统的基本知识、典型的调节原理，以及常用自控系统分析方法和设计原则。

三、课程教学内容

注：下文符号含义：

▲表示掌握，是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识，包括必要的记忆。

*表示难点。

第一章食品的化学成分

1. 主要内容：

食品主要类别及其化学成分▲，水分的存在状态及其性质▲*，蛋白质的基本构成、主要类别及其性质▲*，脂肪的基本构成、主要类别及其性质▲，糖类的基本构成、主要类别及其性质▲，维生素的主要类别及其性质▼，矿物质的主要类别及其性质▼，酶的基本构成、主要类别及其性质▼。

教学要求：

本章使学生掌握食品主要类别及其化学成分，水分的存在状态及其性质，蛋白质的基本构成、主要类别及其性质，脂肪的基本构成、主要类别及其性质，糖类的基本构成、主要类别及其性质；理解维生素的主要类别及其性质，矿物质的主要类别及其性质，酶的基本构成、主要类别及其性质。通过学习，掌握食品的成分和性质，达到目的是：在食品加工、贮藏和运输等过程中，尽量避免变化，减少损失，以求保证其食用价值和营养价值。

重点：食品化学成分的基本构成及其性质。

难点：蛋白质的基本构成、主要类别及其性质。

第二章食品冷藏的基本原理

1. 主要内容：

动物死后肌肉组织中发生的系列变化▲*，果蔬采后果蔬形态和营养成分发生的变化▲*，食品的变质及其变质食品的危害▼。

2. 教学要求：

掌握动物死后、果蔬采摘后发生的系列变化，以及正确利用冷冻工艺，有效控制这些变化，正确理解食品的变质及其变质食品的危害。达到目的是：尽可能好地保持肌肉、果蔬的高质量。

重点：动物死后、果蔬采摘后发生的系列变化。

难点：正确利用冷冻工艺，有效控制动物死后、果蔬采摘后发生的这些变化。

第三章：肉类的冷冻工艺

1. 主要内容：

肉的主要分类及基本组成▲，肉的冷却冷藏工艺过程及其设计▲*，肉类的冻结与冻藏工艺过程及其设计▲*，肉类的解冻工艺过程及其设计▲。分割肉和副产品的冷加工工艺过程▽。

2. 教学要求：

本章是要求学生掌握肉的主要分类及基本组成，肉的冷却冷藏工艺过程及其设计，肉类的冻结与冻藏工艺过程及其设计，肉类的解冻工艺过程及其设计。了解分割肉和副产品的冷加工工艺过程。

重点：肉的冷却冷藏、冻结冻藏工艺过程及其设计。

难点：肉的冷却冷藏、冻结冻藏工艺过程的数学模拟及分析计算。

第四章：果蔬的低温贮藏

1. 主要内容：

果蔬冷却冷藏前的处理步骤及要求▲，果蔬的冷却冷藏工艺过程及其设计▲，果蔬气调库贮藏▲*，果蔬贮藏新技术△。

2. 教学要求：

通过本章的学习使学生掌握果蔬冷却冷藏前的处理步骤及要求，果蔬的冷却冷藏工艺过程及其设计，果蔬气调库贮藏。了解果蔬贮藏的新技术。

重点：果蔬的冷却冷藏工艺过程及其设计。

难点：果蔬气调库贮藏。

第五章：冷藏链概述

1. 主要内容：

冷藏链及冷链设备▼，冷藏链组成和建设▼，冷藏链管理和监控体系▼*，冷藏链最新发展△。

2. 教学要求

本章内容大部分为自学内容，使学生对冷藏链及冷链设备、冷藏链组成和建设、冷藏链管理和监控体系及冷藏链最新发展有更多了解，和其他章节一起，使学生对食品冷冻与冷藏工艺过程有较全面的认识。

重点：冷藏链及冷链设备。

难点：冷藏链管理和监控体系。

课程教学内容及对课程目标的支撑详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（*）	课程目标（✓）			
		1	2	3	4
第一章食品的化学成分	食品主要类别及其化学成分▲，水分的存在状态及其性质▲*，蛋白质的基本构成、主要类别及其性质▲*，脂肪的基本构成、主要类别及其性质▲，糖类的基本构成、主要类别及其性质▲，维生素的主要类别及其性质▼，矿物质的主要类别及其性质▼，酶的基本构成、主要类别及其性质▼。	✓			
第二章食	动物死后肌肉组织中发生的系列变化▲*，果蔬采后果蔬形态和营养成分		✓		

品冷藏的基本原理	发生的变化▲*, 食品的变质及其变质食品的危害▼。				
第三章肉类的冷冻工艺	肉的主要分类及基本组成▲, 肉的冷却冷藏工艺过程及其设计▲*, 肉类的冻结与冻藏工艺过程及其设计▲*, 肉类的解冻工艺过程及其设计▲。分割肉和副产品的冷加工工艺过程▽。			✓	
第四章果蔬的低温贮藏	果蔬冷却冷藏前的处理步骤及要求▲, 果蔬的冷却冷藏工艺过程及其设计▲, 果蔬气调库贮藏▲*, 果蔬贮藏新技术△。			✓	
第五章冷藏链概述	冷藏链及冷链设备▼, 冷藏链组成和建设▼, 冷藏链管理和监控体系▼*, 冷藏链最新发展△。				✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（26 学时），实验为辅（课内 6）。课内讲授推崇互动式教学，引导学生多思考，多提问。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成实验的操作和撰写实验报告。

学习方法：引导学生不仅仅阅读教材内容，还应充分利用图书馆资源、互联网资源，浏览中外课程相关的教材、科技期刊、了解本领域的科技动态。鼓励学生可多光顾制冷实验室，多观察实验室现有的冷冻与冷藏设备，了解相关设备的功能。

五、教学环节及学时分配

本课程各章的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章的教学环节及学时分配表

章节	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	食品的化学成分	8					8
第二章	食品冷藏的基本原理	8					8
第三章	肉类的冷冻工艺	4		4			8
第四章	果蔬的低温贮藏	4					4
第五章	冷藏链概述	2			2		4
总计		26		4	2		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 10%（实验 5%，其它 5%），期末考试 90%。

实验成绩占 5%。主要反映学生对食品解冻特性及过程的理解和掌握程度、学生的动手操作能力、记录、分析、整理数据及撰写实验报告的能力及小组成员间的合作能力。平时其它成绩占 5%主要反应学生的课堂表现、出勤情况、作业情况等。

期末考试占 90%是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对食品冷冻冷藏的基础知识，食品冷冻的制冷技术、冷却与冷藏、冻结与冻藏、冷藏链组成和建设等的掌握程度，

考核学生运用所学方法解决简冷冻与冷藏工艺的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	10%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点之 3.1、4.3、5.2、9.3、13.1。
期末考试	90%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 3.1、4.3、5.2、8.1、11.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师应在考核前出题的同时根据此质量标准编制参考答案和评分标准（建议采取百分制），以使本课程考核环节的质量标准更具可操作性。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	达不到 D 要求

制定者：马国远

批准者：孙晗

2020 年 8 月 31 日

“新生研讨课”课程教学大纲

英文名称: Freshmen Seminar Course

课程编码: 0007075

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 能源动力专业类一年级本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

- [1] 陈砺, 严宗诚, 方利国. 能源概论 (第2版). 北京: 化学工业出版社, 2019.
- [2] 杨晓占. 新能源与可持续发展概论. 重庆: 重庆大学出版社, 2019.
- [3] 金文, 杜鹃. 制冷技术与工程应用. 北京: 化学工业出版社, 2019.
- [4] 马文胜, 贾丽娜, 郝金魁. 新能源汽车技术. 北京: 北京理工大学出版社, 2018.
- [5] Andrews J, Jelley N. Energy science :principles, technologies, and impacts, Oxford : Oxford University Press, 2013.
- [6] Lucas K, Blumenberg E, Weinberger R. Auto motives: understanding car use behaviours. West Yorkshire: Emerald, 2011.
- [7] Dinçer I. Refrigeration systems and applications (2nd edition), U. K.: Wiley, 2010.

一、课程简介

本课程是能源动力专业类一年级本科生的一门必修课, 旨在使新生认知所在能源动力类的各个专业方向, 激发其求知欲、好奇心和研究兴趣, 培养其积极思考、讨论和探究式学习的习惯。本课程依据一年级新生的特点, 以能源动力类专业认知为出发点, 以灵活多样的方式对学生巩固已知、探索未知、开拓视野、合作研究、批判思考、交流表达等诸多方面进行培养与训练。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是能源动力专业类一年级本科生的一门必修课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

7.1: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和新能源及传统能源领域能量转化与利用复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

8.1: 能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

13.1: 有自主学习的意识。

13.2: 有终身学习的意识。

13.3: 具有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：

总的教学目标是：专业导航、经历认知、体会研究，引导和促进教学双方的互动，强调探索和研究的过程及其对学生发展的教育。对学生巩固已知、探索未知、开拓视野、合作研究、批判思考、表达交流等诸多方面进行培养，为本科阶段和更高层次的学习、研究打下良好基础。该目标分解为以下子目标。

- (1) 了解能源动力专业类，了解动力工程及工程热物理学科。
- (2) 认知汽车内燃机、制冷空调、可再生能源利用三个方向的专业内涵。
- (3) 开展专题调查研究并写出调研报告。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		7.1	8.1	13.1	13.2	13.3
1	了解能源动力专业类，了解动力工程及工程热物理学科	○	○	◎	○	○
2	认知汽车内燃机、制冷空调、可再生能源利用三个方向的专业内涵	○	◎	◎	○	○
3	开展专题调查研究并写出调研报告	◎	●	◎	○	○

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程安排的小组研讨环节要求同组学生分工协作，有助于培养学生与他人合作的团队意识。本课程在内容上反映学科和业界发展现状，以行业快速发展的事实增强学生终身学习的意识。同时通过课外资料收集、论文撰写等环节持续培养学生自主学习能力。。

(三) 先修课程

无。

三、课程教学内容

课程教学内容及对课程目标的支撑详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (*)	课程目标 (✓)		
		1	2	3
第一章能源动力专业类认知	能源动力专业类所含专业及专业方向；能源动力专业类教学计划及主要课程▲；能源动力专业类各系的主要教师。	✓		
第二章能源形势与学科现状	世界及中国的能源形势▲，能源动力行业发展现状，动力工程及工程热物理学科的涵盖范围，包括：工程热物理；热能工程；动力机械及工程；流体机械及工程；制冷及低温工程；化学过程机械等。		✓	
第三章可再生能源利用技术	可再生能源利用技术的种类及发展现状；太阳能利用技术的基本概念和技术特色▲*；储能技术的重要性。		✓	

第四章制冷空调热泵技术	建立人工温湿度环境的目的和意义, 制冷、空调、热泵技术的分类及发展现状, 制冷、空调、热泵节能的意义▲*, 低温学的应用领域。		✓	
第五章汽车与内燃机技术	汽车及内燃机技术对现代社会发展的意义, 汽车及内燃机技术的发展现状, 汽车节能减排的意义▲*。		✓	
第六章专题调研	汽车与内燃机热点问题调研▲*, 制冷空调热点问题调研▲*, 可再生能源利用热点问题调研▲*。		✓	✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 以讲授 (10 学时) 结合讨论 (6 学时)。课内讲授以知识为载体, 传授相关的思想和方法, 从实际问题出发, 引导学生讨论, 提高其分析水平。讨论主要以小组报告和讨论的形式进行, 教师加以点评, 引导学生研讨, 激发学生的探索兴趣, 强化学生的探索意识, 培养学生的认知能力。

学习方法: 养成探索的习惯, 特别是重视对资料的收集、整理、分析的能力。明确学习各阶段的重点任务, 做到课前预习, 课中认真听课, 积极思考, 课后认真复习, 不放过疑点。充分利用好教师资源、同学资源和图书馆资源, 适当选读参考书的相关内容。从能源动力大视野的角度, 深入认知专业。积极参加课堂和课外讨论, 在讨论中加深对相关知识的理解。在课堂研讨之前, 须在课外完成调研小组分工、调研资料获得与整理、调研报告撰写与报告幻灯片制作等环节。

五、教学环节及学时分配

本课程各章的教学环节及学时分配, 详见表 3。

表 3 各章的教学环节及学时分配表

章节	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	能源动力专业类认知	2					2
第二章	能源形势与学科现状	2					2
第三章	可再生能源利用技术	2					2
第四章	制冷空调热泵技术	2					2
第五章	汽车与内燃机技术	2					2
第六章	专题调研				6		6
总计		10			6		16

六、考核与成绩评定

课程考核以综合考核为主, 注重学生课堂参与表现以及课外作业完成情况。

综合考核主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束等情况。考核的主要

依据包括：课堂的出勤情况、课堂的基本表现、作业（专题调研报告）的完成情况。

课程成绩采用二级分制，即“通过”和“不通过”。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
出勤情况	20%	主要考核内容：课程的出勤情况。支撑毕业要求拆分指标点之 13.1、13.2。
随堂表现	30%	主要考核内容：课堂的基本表现。支撑毕业要求拆分指标点之 13.1、13.2、13.3。
课外作业	50%	主要考核内容：专题调研报告的完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 7.1、8.1、13.1、13.2、13.3。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师可根据表 5 和表 4 计算出总评成绩，然后转为两级分制。总评成绩不小于 60 分的为通过，总评成绩小于 60 分的为不通过。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
出勤情况	全勤或缺课少于 1 节，累计迟到小于 5 分钟	缺课少于 2 节，累计迟到小于 10 分钟	缺课少于 3 节，累计迟到小于 15 分钟	缺课少于 4 节，累计迟到小于 20 分钟	达不到 D 要求
随堂表现	学习态度认真，积极参与讨论，提问水平高，问答绝大部分正确	学习态度良好，参与讨论较积极，提问准确，问答大部分正确	学习态度一般，能参与讨论，提问基本准确，问答多数正确	多数时间学习态度尚可，能认真听讲，遵守课堂纪律	达不到 D 要求
调研报告	调研工作量大，分析讨论水平高，有自己的合理见解，结论正确，写作规范	调研工作量较大，分析讨论好，自己见解较合理，结论基本正确，写作较规范	调研工作量适中，有分析讨论及由此得到的结论，写作不规范处较多	调研工作量基本符合要求，调研总结有条理，写作语句通顺	达不到 D 要求

制定者：郭航、王景甫、仇滔

批准者：孙晗、王军、姚宝峰

2020 年 1 月 31 日

“空调原理”课程教学大纲

英文名称: Principles of Air Conditioning

课程编码: 0008393

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 能源与动力类本科生

先修课程: 传热学, 工程热力学

教材及参考书:

[1] 赵荣义, 范存养, 薛殿华, 钱以明. 空气调节. 第4版, 中国建筑工业出版社, 2008

[2] Chadderton D V. Air Conditioning: A practical introduction. E & FN Spon, 1997

一、课程简介

“空调原理”是环境与生命学部为能源与动力工程专业本科生开设的专业选修课。本课程的任务是通过学习湿空气的性质、空调负荷计算方法、空气的热湿处理方法及气流组织等掌握空气调节的基本原理, 理解制冷设备与空调系统的关系, 为后续的空调系统课程设计及毕业设计奠定基础。教学内容重点: 湿空气的物理性质及焓湿图、空调的负荷计算方法与送风量的确定、空气的热湿处理方法、各种不同空调系统的特点及使用、空调房间的气流组织。教学内容的难点: 得热量与冷负荷的关系, 空调的负荷计算方法、制冷设备的制冷量与室内负荷、新风负荷及再热负荷的关系、气流组织。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 空调原理以传热学和工程热力学为基础, 是能源与动力工程专业(制冷)学生必修的专业核心课程。是后续的空调系统课程设计及毕业设计的先修课程。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2: 系统掌握能源动力领域的工程基础和专业知识。

3.1: 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达能源动力领域遇到的复杂工程问题。

4.2: 能够设计满足特定需求的系统、设备(部件)

5.1: 能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域的复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

7.1: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

8.1: 能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

13.3: 有不断学习和适应发展的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标:

总的教学目标是：通过本课程的学习，使学生掌握空气调节的基本原理，掌握常用的空气调节系统特点及应用场合，空气的热湿处理途径及常用的设备，具有空调负荷计算能力。该目标分解为以下子目标。

- 1 掌握湿空气的物理性质和焓湿图
- 2 掌握空调负荷计算的方法
- 3 掌握常用的空气热湿处理途径及设备
- 4 掌握不同空调系统的特点及应用场合
- 5 掌握空调系统送风量及制冷量的计算
- 6 了解气流组织常用形式
- 7 了解空调系统的运行调节方法

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		2.2	3.1	4.2	5.1	7.1	8.1	13.3
1	掌握湿空气的物理性质和焓湿图	●	◎	●	◎	◎	◎	◎
2	掌握空调负荷计算的方法	●	◎	●	◎	◎	◎	◎
3	掌握常用的空气热湿处理途径及设备	●	◎	●	◎	●	◎	◎
4	掌握不同空调系统的特点及应用场合	●	◎	●	◎	●	◎	◎
5	掌握空调系统送风量及制冷量的计算	●	◎	●	◎	◎	◎	◎
6	了解气流组织的计算	◎	◎	◎	◎	●	◎	◎
7	了解空调系统的运行调节	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

在教学过程中向学生介绍空调在中国的发展史及本领域的学科前沿，增强学生终身学习的意识，让学生认识到舒适空调的使用改善了人们的生活质量，工艺空调可提高产品质量，但空调是耗能设备，能源消耗不仅带来传统化石能源的枯竭，也带来全球气候变暖等严重的环境问题，因此节能是空调设备及系统设计及运行各环节必须关注和研究的课题，学生们将来要进入这一领域工作，在空调节能方面要有所作为，有责任感、使命和担当。

三、课程教学内容

注：下文符号含义：

▲表示掌握，是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、

过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识，包括必要的记忆。

*表示难点。

绪论

主要内容：课程介绍[▲]，空调发展史，中国高校制冷空调专业的发展，制冷空调专业在国外，空气调节定义[▲]，空间内空气环境的干扰[▲]，空气调节与供热通风的关系，工艺空调与舒适空调，空调带来的问题，空气调节技术的发展

教学要求：本章应使学生掌握空气调节的定义，了解空调在国内外的发展史。了解空调的应用场合与空调技术的发展趋势。

重点：课程介绍；空调的定义。

难点：无

第一章湿空气的物理性质及焓湿图

主要内容：湿空气的组成，湿空气的压力、温度、比容的相互关系，道尔顿定律，湿空气的主要参数及确定方法，焓湿图[▲]，湿球温度与露点温度^{▲*}，空气处理过程在焓湿图上的表示[▲]，两种不同状态空气混合状态点的确定[▲]

教学要求：本章要使学生了解湿空气的组成及湿空气的压力、温度、比容的相互关系，掌握焓湿图的使用方法，要求能根据湿空气的状态在焓湿图上找到状态点，能将空气处理工程在焓湿图上表示出来，能在焓湿图上找到两种不同状态空气混合后的混合点。

重点：掌握焓湿图的应用

难点：湿球温度

第二章空调负荷计算与送风量

主要内容：室内外空气计算参数，太阳辐射热对建筑物的热作用，冷负荷湿负荷的定义[▲]，得热量与冷负荷的区别^{▲*}，人体的热平衡与舒适感，室外空气综合温度，谐波反应法计算冷负荷^{▲*}，冷负荷系数法计算冷负荷，通过围护结构得热形成的冷负荷[▲]，室内热源湿源散热散湿形成的冷负荷与湿负荷[▲]

教学要求：要求了解室内外空气计算参数的确定原则，了解通过规范查找不同地点室外计算参数的方法及根据规范确定不同建筑室内计算参数的方法。理解冷负荷和得热量的区别。掌握谐波反应法计算空调冷负荷的方法。

重点：得热量与冷负荷的区别；谐波反应法计算冷负荷

难点：得热量与冷负荷的区别；谐波反应法计算冷负荷

第三章空气的热湿处理

主要内容：空气的热湿处理途径及使用的设备[▲]，用喷水室处理空气^{▲*}，用表冷器处理空气^{▲*}，其他空气热湿处理方法与设备

教学要求：掌握常用的空气热湿处理途径及使用的设备，掌握用喷水室或表冷器处理空气冷水温度不同空气处理过程的不同，了解其他热湿处理方法与设备。

重点：空气的热湿处理途径及使用的设备；用喷水室或表冷器处理空气

难点：喷水室或表冷器用不同温度的水处理空气，空气处理过程的不同

第四章空气调节系统

主要内容：空气调节系统的分类[▲]，新风量的确定与空气平衡[▲]，一次回风系统及设计计算^{▲★}，二次回风系统及设计计算，分区空调，变风量系统，风机盘管系统及设计计算^{▲★}

教学要求：了解空气调节系统的不同分类方法，掌握确定新风量的方法。掌握一次回风系统的特点及设计计算要点，理解制冷设备的负荷为新风负荷、室内负荷、再热负荷之和。了解二次回风系统与一次回风系统的区别。了解分区空调和变风量系统的应用场合。掌握风机盘管系统的特点及设计计算方法。

重点：空调系统的分类；新风量的确定；一次回风系统及风机盘管系统的设计计算

难点：一次回风系统及风机盘管系统的设计计算

第五章空调房间的空气分布

主要内容：送风射流的流动规律^{▲★}，排（回）风口的气流流动，房间气流分布形式[▲]，房间气流分布的计算方法^{△▽}

教学要求：掌握送风射流的流动规律，了解排（回）风口的气流流动，掌握常用的房间气流分布形式及哪种情况用哪种气流分布形式。了解房间气流分布的计算方法。理解房间工作区温度、风速的要求与气流组织的关系。

重点：送风射流的流动规律；房间气流分布形式

难点：送风射流的流动规律

第六章空调系统的运行调节

主要内容：室内热湿负荷变化时的运行调节^{▲★}，室外空气状态变化时的运行调节^{▲★}

教学要求：要求学生了解空调负荷是随时变动的，室外空气的温湿度也是随时变化的，如果室内热湿负荷变化，该怎样进行运行调节；当室外空气状态变化时该如何进行运行调节。

重点：室内热湿负荷变化时的运行调节；室外空气状态变化时的运行调节

难点：室内热湿负荷变化时的运行调节；室外空气状态变化时的运行调节

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）						
		1	2	3	4	5	6	7
绪论	课程介绍 [▲] ，空调发展史，中国高校制冷空调专业的发展，制冷空调专业在国外，空气调节定义 [▲] ，空间内空气环境的干扰 [▲] ，空气调节与供热通风的关系，工艺空调与舒适空调，空调带来的问题，空气调节技术的发展				√			

第一章 湿空气的 物理性质 及焓湿图	湿空气的组成，湿空气的压力、温度、比容的相互关系，道尔顿定律，湿空气的主要参数及确定方法，焓湿图 [▲] ，湿球温度与露点温度 ^{▲▲} ，空气处理过程在焓湿图上的表示 [▲] ，两种不同状态空气混合状态点的确定 [▲]	√						
第二章 空调负荷 计算与送 风量	室内外空气计算参数，太阳辐射热对建筑物的热作用，冷负荷湿负荷的定义 [▲] ，得热量与冷负荷的区别 ^{▲▲} ，人体的热平衡与舒适感，室外空气综合温度，谐波反应法计算冷负荷 ^{▲▲} ，冷负荷系数法计算冷负荷，通过围护结构得热形成的冷负荷 [▲] ，室内热源湿源散热散湿形成的冷负荷与湿负荷 [▲]		√					
第三章 空气的热 湿处理	空气的热湿处理途径及使用的设备 [▲] ，用喷水室处理空气 ^{▲▲} ，用表冷器处理空气 ^{▲▲} ，其他空气热湿处理方法与设备			√				
第四章 空气调节 系统	空气调节系统的分类 [▲] ，新风量的确定与空气平衡 [▲] ，一次回风系统及设计计算 ^{▲▲} ，二次回风系统及设计计算，分区空调，变风量系统，风机盘管系统及设计计算 ^{▲▲}				√	√		
第五章 空调房间 的空气分 布	送风射流的流动规律 ^{▲▲} ，排（回）风口的气流流动，房间气流分布形式 [▲] ，房间气流分布的计算方法						√	
第六章 空调系统 的运行调 节	室内热湿负荷变化时的运行调节 ^{▲▲} ，室外空气状态变化时的运行调节 ^{▲▲}							√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

以课堂讲授为主。重点难点内容增加讨论及习题环节。讨论题要精心设计，以引发学生思考与讨论。为开阔学生视野，可充分利用日新学堂的功能，将优质的外部教学资源引入，采用线上线下混合的模式教学。作业可适当提高难度。

学习方法：学生除按时听课，积极参与课堂讨论，认真做作业外，要充分利用图书馆资源，研读中外教材，浏览学术期刊，了解本学科的学术动态。不懂的地方要找老师答疑，或与同学一起讨论。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
	绪论	1					1
第一章	湿空气的物理性质及焓湿图	3	2				5
第二章	空调负荷计算与送风量	5			1		6
第三章	空气的热湿处理	3.5			0.5		4
第四章	空气调节系统	6	2				8
第五章	空调房间的气流分布	4					4
第六章	空调系统的运行调节	2					2
	复习					2	2
合计		24.5	4		1.5	2	32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。建议平时成绩占 20%~40%，期末考试成绩占 80%~60%，更具体比例由任课教师根据教学具体情况确定。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束、平时对所学知识的掌握程度以及自主学习的能力等。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本理论、基本方法、基本技能的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%~40%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、4.2、5.1、7.1、8.1、13.3。
考试成绩	80%~60%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求

研讨	积极参与讨论， 且提出的问题或 观点很有价值	积极参与讨论， 且提出的问题或 观点有一定意义	被动参加讨论， 简短发言	被动参加讨论， 发言离题较远	不参加讨论
考试	对考试全部或绝 大部分内容掌握 准确细致	对考试大部分内 容掌握准确	对考试的多数内 容解答正确	对考试的多数内 容解答基本正确	达不到 D 要求

制定者：孙晗

批准者：马国远

2020 年 9 月

“制冷压缩机”课程教学大纲

英文名称: Refrigeration Compressor

课程编码: 0008394

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业、建筑环境与能源应用工程专业本科生

先修课程: 工程热力学、工程流体力学、机械设计基础

教材及参考书:

[1] 吴业正、李红旗、张华等. 制冷压缩机. 机械工业出版社, 2017 年 8 月

[2] 朱立. 制冷压缩机与设备. 机械工业出版社, 2013 年 1 月

一、课程简介

本课程主要分为基础部分、往复式压缩机、回转式压缩机、压缩机辅助技术和应用知识几大部分。基础部分（概述）主要介绍压缩机的基本常识、分类、作用以及技术发展等；往复式压缩机部分介绍活塞式制冷压缩机的工作原理、热力分析与动力分析、总体结构、主要零部件的结构与设计要点等；回转式压缩机部分主要介绍转子式压缩机、涡旋式压缩机和螺杆式压缩机的工作原理、总体结构以及相关的最新或关键技术；压缩机应用知识部分包括压缩机辅助系统，针对确保压缩机正常工作的辅助系统，如容量调节、润滑、冷却、安全保护等，以及教材之外补充的压缩机应用知识，主要介绍压缩机的应用以及相关的故障分析等。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：

本课程是能源与动力工程专业制冷方向本科生的一门重要专业选修课，是从事本专业科学技术工作必须掌握的一门专业知识。制冷压缩机是蒸气压缩式制冷系统的核心，是唯一具有制冷潜能的部件，制冷系统其它部件的作用则是将此潜能发挥出来。制冷压缩机也是制冷设备中技术最为复杂、制造最为困难的部件，且其种类繁多、结构各异。掌握制冷压缩机的知识是各种制冷、空调系统开发、设计、制造、使用所必须的。通过本课程的学习，学生将掌握各种制冷压缩机的工作原理、特点、关键技术以及应用知识。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述：

2.2：系统掌握能源动力领域的工程基础和专业基础知识。

3.1：能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达能源动力领域遇到的复杂工程问题。

5.1：能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域的复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

8.1：能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

13.1: 有自主学习的意识。

13.2: 有终身学习的意识。

(二) 课程目标

1 教学目标

通过本课程的学习使学生掌握制冷压缩机的基本知识,掌握各类常见压缩机的工作原理、基本结构,具备制冷压缩机热力学和动力学特性分析的能力。并了解制冷压缩机的应用知识。该目标分解为以下子目标。

- ✧ 掌握制冷压缩机的基本知识;
- ✧ 掌握制冷压缩机循环分析、热力学特性和动力学特性分析;
- ✧ 熟悉各类常见制冷压缩机的工作原理、基本结构、特点和关键技术要点。包括往复压缩机和回转式压缩机(含转子式、涡旋式、螺杆式三种)两大类;
- ✧ 了解面向制冷系统设计的制冷压缩机的应用知识。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		2.2	3.1	5.1	8.1	13.1	13.2
1	掌握制冷压缩机的基本知识	●	◎	○	○	●	◎
2	掌握制冷压缩机循环分析、热力学特性和动力学特性分析	●	●	●	○	◎	○
3	熟悉各类常见制冷压缩机的工作原理、基本结构、特点和关键技术要点	●	●	◎	◎	◎	○
4	了解面向制冷系统设计的制冷压缩机的应用知识	◎	◎	◎	○	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标

本课程围绕着制冷压缩机的基础知识和应用知识,面向社会需求、结合制冷压缩机行业和制冷空调行业的最新技术进展和热点问题,在教学内容上反映业界发展现状。在教学方法上引进工程实践与案例培养学生良好的人文社会科学素养、社会责任感与工程思维。

三、课程教学内容

注: 符号含义

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用,包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳,并能把某一事实或概念分解为若干部分,指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等,知道事物的分类、过程及变化倾向,包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

第一部分绪论

第 1 章 绪论

1 主要内容

制冷压缩机的定义、种类（容积式压缩机、回转式压缩机、速度式压缩机）及基本原理、作用^[1]，制冷压缩机的发展趋势^[2]。

2 教学要求

形成对制冷压缩机的初步认识，了解制冷压缩机的作用、分类、应用范围、各种压缩机的主要特点以及从不同角度分析压缩机的技术发展。

重点：压缩机种类、基本原理与结构特点。

难点：不同角度下的制冷压缩机的发展趋势。

第2章 活塞式制冷压缩机

1 主要内容

活塞式制冷压缩机的工作原理^[1]、理论循环与实际循环^[1]、热力过程分析^[1]、动力过程分析^[1]、总体结构^[3]、关键零部件（气阀^[2]、曲轴^[3]、活塞^[3]、连杆^[3]、气缸^[3]）的作用、原理、结构与设计要点。

2 教学要求

主要掌握活塞式压缩机的热力过程与动力过程，明确理论循环与实际循环的区别、压缩机的主要性能指标的意义及影响因素，掌握压缩机中的作用力分析及其对压缩机的影响，可以完成压缩机的热力计算与动力计算。掌握活塞式压缩机的主要结构参数及其对压缩机的影响，了解压缩机的总体结构及主要部件的结构要点和作用。

重点：活塞式制冷压缩机的理论循环与实际循环、热力过程分析、气阀。

难点：气阀自动吸排气的原理与特点。

第三部分 回转式压缩机

1 主要内容

回转式压缩机部分包括转子式压缩机、涡旋式压缩机和螺杆式压缩机，主要介绍每一种压缩机的工作原理、结构、特点、最新或关键技术及应用等。

第3章 转子式压缩机

回转式压缩机基础（工作原理、吸排气特点、工作过程特点）^[1]、转子式压缩机的工作原理与特点^[1]、转子式压缩机的主要结构^[2]、变频技术^[2]、摆动式压缩机基础^[3]。

第4章 涡旋式压缩机

涡旋式压缩机的工作原理^[1]、特点与结构^[2]、涡旋式压缩机的径向柔性技术^[3]、涡旋式压缩机的轴向浮动技术^[3]、数码涡旋技术^[3]。

第5章 螺杆式压缩机

螺杆式压缩机的工作原理^[1]、结构与特点^[2]、螺杆式压缩机的端面齿型与转子齿面^[3]、螺杆式压缩机的滑阀调节技术^[2]、单螺杆式压缩机基础^[3]。

2 教学要求

掌握每一种回转式压缩机的工作原理、特点，理解每一种压缩机涉及的关键技术，对单螺杆式压缩机和摆动式压缩机有一定了解。

重点：每一种回转式压缩机的工作原理、关键技术，回转式压缩机工作过程的特点、定时强制吸排气过程。

难点：回转式压缩机工作过程的特点、定时强制吸排气过程。

第四部分制冷压缩机的应用技术

1 主要内容

压缩机应用知识部分包括压缩机辅助系统（针对确保压缩机正常工作的外围系统，如容量调节、润滑、冷却、安全保护等）以及压缩机应用知识（主要介绍如何正确使用压缩机以及相关的故障分析等）两大部分。

第6章 制冷压缩机辅助技术和应用技术

制冷压缩机的润滑与润滑油^[2]、制冷压缩机的制冷量调节技术^[2]、制冷压缩机的安全保护系统^[3]、制冷压缩机的冷却系统^[3]、制冷压缩机的测试技术^[3]。

制冷压缩机的应用总论^[3]、制冷压缩机的应用知识^[3]、制冷压缩机的故障分析与诊断[△]。

2 教学要求

掌握压缩机润滑、调节及安全保护的要求、必要性和主要的手段与特点。对于应用技术应了解制冷压缩机的应用要点和故障分析与诊断。

重点：制冷压缩机的制冷量调节技术、制冷压缩机的应用要点。

难点：压缩机运行界限及应用。

本课程教学内容及对课程目标的支撑详见表2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 绪论	制冷压缩机的定义▲、种类（容积式压缩机、回转式压缩机、速度式压缩机）及基本原理、作用，制冷压缩机的发展趋势。	√			
第二章 活塞式制冷压缩机	活塞式制冷压缩机的工作原理▲、理论循环与实际循环▲★、热力过程分析▲、动力过程分析▲★、总体结构、关键零部件（气阀▲★、曲轴、活塞、连杆、气缸）的作用、原理、结构与设计要点		√	√	
第三章 转子式制冷压缩机	回转式压缩机基础▲（工作原理、吸排气特点、工作过程特点）、转子式压缩机的工作原理与特点▲、转子式压缩机的主要结构、变频技术▲、摆动式压缩机基础。			√	
第四章 涡旋式制冷压缩机	涡旋式压缩机的工作原理▲、特点与结构▲★、涡旋式压缩机的径向柔性技术▲、涡旋式压缩机的轴向浮动技术▲、数码涡旋技术。			√	
第五章 螺杆式制冷压缩机	螺杆式压缩机的工作原理▲、结构与特点▲、螺杆式压缩机的端面齿型与转子齿面▲★、螺杆式压缩机的滑阀调节技术、单螺杆式压缩机基础。			√	
第六章 制冷压缩机辅助技术和应用技术	制冷压缩机润滑与润滑油▲、制冷压缩机制冷量调节技术▲、制冷压缩机安全保护系统、制冷压缩机冷却系统、制冷压缩机测试技术。 制冷压缩机的应用总论▲、制冷压缩机的应用知识、制冷压缩机的故障分析与诊断。				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（30 学时），实验（2 学时）为辅。课内讲授以教材为主、补充部分内容（压缩机的应用知识），并结合制冷压缩机行业和制冷空调行业的最新技术进展和热点问题，传授相关的思想和方法，从实际问题出发，引导学生讨论，提高其分析水平和解决问题能力。

学习方法：要求认真听讲、不缺课，建立主动思考与参与意识，鼓励以批判的思维学习课程的知识、积极提问和参与讨论，不仅学习知识本身而且学习知识的应用、不仅学习知识而且思考知识的发展与进步。在课外应阅读教材和其它相关文献，实现课堂讲授内容的细化、拓展和加深。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	活塞式制冷压缩机	6					6
第三章	转子式制冷压缩机	6		2			8
第四章	涡旋式制冷压缩机	6					6
第五章	螺杆式制冷压缩机	6					6
第六章	制冷压缩机辅助技术和应用技术	4					4
合计		30		2			32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。平时成绩占 10%、期末考试成绩占 90%

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束、平时对所学知识的掌握程度以及自主学习的能力等。成绩评定的主要依据包括出勤情况、实验完成情况等。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本理论、基本方法、基本技能的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	10%	主要考核课程的出勤情况、课堂基本表现、实验完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1、13.1、13.2。
考试成绩	90%	主要考核基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
实验	积极认真、实验报告优秀	积极认真、实验报告良好	实验报告满足要求	实验报告基本满足要求	不满足 D 要求
考试	对绝大部分内容掌握准确	对大部分内容掌握准确	对多数内容掌握正确	对多数内容掌握基本正确	不满足 D 要求

制定者：李红旗

批准者：孙晗

2020 年 9 月

“制冷与空调设备”课程教学大纲

英文名称: Equipment of Refrigeration and Air Conditioning

课程编码: 0008562

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业、建筑环境与能源应用工程专业本科生

先修课程: 工程热力学、传热学、制冷原理、空调原理

参考书:

[1] 吴业正. 制冷原理及设备 (第4版). 西安: 西安交通大学出版社, 2015.

[2] 赵荣义等. 空气调节 (第4版). 中国建筑工业出版社, 2009

[3] 黄翔. 空调工程 (第2版). 机械工业出版社, 2014

[4] William C. Whitman 著, 寿明道译. 制冷与空气调节技术 (第五版). 电子工业出版社, 2008

[5] Larsen M. E., Refrigeration: theory technology and applications, Nova Science Publishers Inc., 2010

一、课程简介

本课程是介绍制冷空调领域主要设备及系统的专业选修课。本课程的主要内容包括: 制冷机中热交换设备的工作原理、结构型式、设计方法。介绍制冷机的各种节流机构的工作原理、应用场合。介绍常见制冷剂的贮存、分离和净化设备, 润滑油的分离及收集设备的工作原理, 及制冷设备管道的设计方法。介绍常见的空气热湿处理设备, 包括冷却设备、加热设备、除湿设备、加湿设备、热回收设备的工作原理与应用场合; 介绍风机和水泵的种类、工作原理, 风管阻力的计算方法, 水力计算方法, 泵与风机的选型, 泵的性能曲线和管路性能曲线, 工作点等。介绍空调系统测试与调整的方法, 及系统中可能出现的故障分析及其排除方法, 介绍空调系统运行操作的内容。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是能源动力专业类的一门专业选修课, 其中, 该专业类制冷空调方向学生进行后续的专业选修课、课程设计、实验实践和毕业设计均需先期修习本课程。此外, 本课程也可以作为能源动力专业类其他方向以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.2 能够研究分析能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域遇到的复杂工程问题, 以获得有效结论。

4.2 能够设计满足特定需求的系统、设备 (部件)

5.2 具有设计实验、分析与解释数据的能力。

6.2 能够对能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域复杂工程问题进行预测、模拟、求解和论证，并能够理解其局限性。

9.3 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

11.1 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿的能力。

13.3 有不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：

总的教学目标是：通过本课程的学习，使学生获得蒸汽压缩式制冷设备、空气调节设备部件及整机的工作原理、类型、构造方法；掌握目前世界范围内最先进制冷设备的基本特性；具有制冷设备运行性能分析和计算能力。该目标分解为以下子目标。

- （1）熟悉蒸发器、冷凝器、节流部件的类型、构造特征及工作原理。
- （2）掌握油分离器、气液分离器、储液器等制冷设备附件的类型及工作原理。
- （3）掌握加湿器、除湿器的类型、工作原理。
- （4）掌握风机和水泵的种类、工作原理，泵与风机的选型，泵的性能曲线和管路的性能曲线，工作点等
- （5）掌握压缩机、冷凝器、蒸发器等部件的测试原理。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		3.2	4.2	5.2	6.2	9.3	11.1	13.3
1	熟悉蒸发器、冷凝器、节流部件的类型、构造特征及工作原理	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	掌握油分离器、气液分离器、储液器等制冷设备附件的类型及工作原理	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	掌握加湿器、除湿器、水泵、风机等流体处理、输送设备的工作原理	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4	掌握泵与风机的种类、工作原理，泵与风机的选型，泵的性能曲线和管路的性能曲线，工作点等	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
5	掌握压缩机、冷凝器、蒸发器等部件的测试原理	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程在内容上反映业界发展现状，向学生传授当今世界范围内常用的制冷和空气调节设备现状，同时在教学过程中向学生适当介绍本领域的学科和产业前沿，以制冷行业快速发展的事实增强学生终身学习的意识和不断适应发展的潜力。同时通过作业、讨论、课

外资料等环节持续培养学生自主学习能力。

（三）先修课程

本课程的先修课程为工程热力学、流体力学、制冷原理、空调原理。学生应通过先修课程的学习，掌握热力系的内、外条件对能量转换的影响；掌握蒸气压缩式制冷循环分析方法；熟悉常用工质的性质和图表的使用；掌握制冷空调设备性能评价方法。

三、课程教学内容

第一章制冷机的热交换设备

主要内容：干式蒸发器、再循环式蒸发器、满液式蒸发器以及空气冷却式冷凝器、水冷式冷凝器、蒸发式冷凝器的工作原理及主要结构型式^[1]。水冷式冷凝器的冷却水系统^[3]。复叠式制冷机的蒸发冷凝器、两级压缩制冷系统的中间冷却器以及氟利昂制冷系统的回热器^[3]。制冷换热器设计计算方法^[2]。制冷换热器常用的强化传热技术[△]。

教学要求：本章要求使学生掌握干式蒸发器、再循环式蒸发器、满液式蒸发器以及空气冷却式冷凝器、水冷式冷凝器、蒸发式冷凝器的工作原理及主要结构型式。了解水冷式冷凝器的冷却水系统。了解复叠式制冷机的蒸发冷凝器、两级压缩制冷系统的中间冷却器以及氟里昂制冷系统的回热器。理解制冷换热器设计计算方法。粗讲或自学制冷换热器常用的强化传热技术。

重点：干式蒸发器、再循环式蒸发器、满液式蒸发器以及空气冷却式冷凝器、水冷式冷凝器、蒸发式冷凝器的工作原理及主要结构型式。

难点：制冷换热器设计计算方法。

第二章制冷机的节流机构

主要内容：手动膨胀阀、毛细管和低压浮球调节阀的构造和工作原理^[2]。内平衡式和外平衡式热力膨胀阀的工作原理及其应用场合^[1]。电子膨胀阀的工作原理及其特点^[2]。

教学要求：本章要求使学生理解手动膨胀阀、毛细管和低压浮球调节阀的构造和工作原理。掌握内平衡式和外平衡式热力膨胀阀的工作原理及其应用场合。理解电子膨胀阀的工作原理及其特点。

重点：内平衡式和外平衡式热力膨胀阀的工作原理及其应用场合。

难点：内平衡式和外平衡式热力膨胀阀的工作原理。

第三章制冷机的其它辅助设备

主要内容：贮液器^[3]；空气分离器^[3]；气液分离器^[3]；过滤器^[3]；干燥器^[3]；油分离器^[3]；集油器^[3]；制冷装置的管道及其隔热^[2]。

教学要求：了解常见的辅助设备的作用，包括制冷剂的贮存、分离和净化设备，润滑油的分离及收集设备；理解制冷设备管道的设计方法，了解管路隔热的方法。

重点：制冷设备管道的设计方法。

难点：制冷设备管道的设计。

第四章空气的热湿处理设备

主要内容：直接接触式热湿交换的基本原理^[2]；表面式换热器的传热传质原理^[2]；吸收^[2]；吸附^[2]；表面式换热器热工计算方法^[1]；喷水室^[3]、电加热器^[3]、干蒸汽加湿器^[3]、电热式加湿器^[3]、电极式加湿器^[3]、红外线加湿器^[3]、湿膜加湿器^[3]、高压喷雾加湿器^[3]、

超声波加湿器^[3]、离心式加湿器^[3]、冷冻除湿机^[3]、转轮除湿机^[3]、溶液除湿机^[3]、板式热回收器^[3]、转轮式热回收器^[3]、热管式热回收器^[3]；确定空气处理方案的原则^[3]。

教学要求：理解空气与水直接接触式设备的传热传质原理；理解表面式换热器的传热传质原理；理解吸收、吸附基本概念；掌握表面式换热器的选型、校核、设计方法；理解表面式换热器、喷水室、电加热器、干蒸汽加湿器、电热式加湿器、电极式加湿器、红外线加湿器、湿膜加湿器、高压喷雾加湿器、超声波加湿器、离心式加湿器、空气蒸发冷却器、冷冻除湿机、转轮除湿机、溶液除湿机、板式热回收器、转轮式热回收器、热管式热回收器的工作原理、空气处理过程，了解上述设备的性能特点与应用场合；了解确定空气处理方案的原则。

重点：直接接触式热湿交换的基本原理；表面式换热器的传热传质原理；表面式换热器的热工计算方法。各种空气热湿处理设备的性能特点与应用场合。

难点：直接接触式热湿交换的基本原理。

第五章流体输送设备

主要内容：水泵的分类及运行原理^[1]；风机的分类和原理^[1]；风道内摩擦阻力、局部阻力的计算方法^[1]；风道内空气压力分布规律^[2]；设计风道的假定流速法^[1]。泵与风机的选型，泵的性能曲线和管路性能曲线，工作点^[1]。

教学要求：掌握水泵、风机的分类及运行原理；掌握风道、水路内摩擦阻力、局部阻力的计算方法；理解风道内空气压力分布规律；掌握设计风道的假定流速法。

重点：泵与风机的分类及运行原理。泵的性能曲线和管路性能曲线，工作点。

难点：泵的性能曲线和管路性能曲线，工作点。

第六章制冷设备性能测试设备

主要内容：压缩机、冷凝机组的性能测试^[1]；换热器的性能测试^[1]；房间内空气参数的测量^[1]；空调器的性能测试^[3]。

教学要求：掌握环境控制设备的运行原理；掌握制冷剂、冷却介质的参数控制方法，了解设备操作的相关内容。

重点：环境控制设备的运行原理。

难点：压缩机、冷凝机组的性能测试原理。

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自已的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

课程教学内容及对课程目标的支撑详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (*)	课程目标 (✓)				
		1	2	3	4	5
第一章 制冷机的热交换设备	干式蒸发器、再循环式蒸发器、满液式蒸发器以及空气冷却式冷凝器、水冷式冷凝器、蒸发式冷凝器的工作原理及主要结构型式 ^[1] 。水冷式冷凝器的冷却水系统 ^[3] 。复叠式制冷机的蒸发冷凝器、两级压缩制冷系统的中间冷却器以及氟里昂制冷系统的回热器 ^[3] 。制冷换热器设计计算方法 ^[2] 。制冷换热器常用的强化传热技术 [△] 。	✓				
第二章 制冷机的节流机构	手动膨胀阀、毛细管和低压浮球调节阀的构造和工作原理 ^[2] 。内平衡式和外平衡式热力膨胀阀的工作原理及其应用场合 ^[1] 。电子膨胀阀的工作原理及其特点 ^[2] 。	✓				
第三章 制冷机的其它辅助设备	贮液器 ^[3] ；空气分离器 ^[3] ；气液分离器 ^[3] ；过滤器 ^[3] ；干燥器 ^[3] ；油分离器 ^[3] ；集油器 ^[3] ；制冷装置的管道及其隔热 ^[2] 。		✓			
第四章 空气的热湿处理设备	直接接触式热湿交换的基本原理 ^[2] ；表面式换热器的传热传质原理 ^[2] ；吸收 ^[2] ；吸附 ^[2] ；表面式换热器热工计算方法 ^[1] ；喷水室 ^[3] 、电加热器 ^[3] 、干蒸汽加湿器 ^[3] 、电热式加湿器 ^[3] 、电极式加湿器 ^[3] 、红外线加湿器 ^[3] 、湿膜加湿器 ^[3] 、高压喷雾加湿器 ^[3] 、超声波加湿器 ^[3] 、离心式加湿器 ^[3] 、冷冻除湿机 ^[3] 、转轮除湿机 ^[3] 、溶液除湿机 ^[3] 、板式热回收器 ^[3] 、转轮式热回收器 ^[3] 、热管式热回收器 ^[3] ；确定空气处理方案的原则 ^[3]				✓	
第五章 流体输送设备	水泵的分类及运行原理 ^[1] ；风机的分类和原理 ^[1] ；风道水路内摩擦阻力、局部阻力的计算方法 ^[1] ；风道内空气压力分布规律 ^[2] ；泵的性能曲线和管路性能曲线，工作点 ^[1]				✓	
第六章 制冷设备性能测试设备	压缩机、冷凝机组的性能测试 ^[1] ；换热器的性能测试 ^[1] ；房间内空气参数的测量 ^[1] ；空调器的性能测试 ^[3]					✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（28 学时），讨论（4 学时）为辅。课内讲授以知识为载体，传授相关的思想和方法，从实际问题出发，引导学生讨论，提高其分析水平和计算能力。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，最后解决问题。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点。充分利用好教师资源、同学资源和图书馆资源，仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容。从能量转换系统实现的角度，深入理解制冷空调设备运行所遵循的基本热力学原理，掌握基本分析方法的精髓和核心思想。积极参加课堂和课外讨论，在讨论中加深对设备运行原理的理解。

五、教学环节及学时分配

本课程各章的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章的教学环节及学时分配表

章节	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	制冷机的热交换设备	8					8
第二章	制冷机的节流机构	8					8
第三章	制冷机的其它辅助设备	6			2		8
第四章	空气的热湿处理设备	2					2
第五章	流体输送设备	2					2
第六章	制冷设备性能测试设备	2			2		4
总计		28			4		32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。平时成绩占 10%~20%，期末考试成绩占 80%~90%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束、平时对所学知识的掌握程度以及自主学习的能力等。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现、讨论阶段的表现情况。

考试成绩是对学生学习情况的全面检验。考核学生对基本概念、基本理论、基本方法、基本技能的掌握程度，考核学生运用所学知识解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	10%~20%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。 支撑毕业要求拆分指标点之 6.2、9.3、11.1、13.3。
期末考试	80%~90%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 3.2、4.2、5.2、6.2、9.3。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师应在考核前出题的同时根据此质量标准编制参考答案和评分标准（建议采取百分制），以使本课程考核环节的质量标准更具可操作性。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业/讨论	精准掌握全部或绝大部分内容	准确掌握大部分内容	正确解答多数内容	对多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	达不到 D 要求

制定者：许树学

批准者：孙晗

2020 年 9 月 21 日

“低温原理及应用”课程教学大纲

英文名称: Fundamentals and Applications of Cryogenics

课程编码: 0008563

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业、新能源科学与工程专业、建筑环境与能源应用工程专业本科生

先修课程: 工程热力学、传热学、工程流体力学、制冷原理

教材及参考书:

教材:

[1]陈国邦, 汤珂. 小型低温制冷机原理. 科学出版社, 2010

[2] 尉迟斌, 卢士勋, 周祖毅. 实用制冷与空调工程手册 (第2版). 机械工业出版社, 2011

参考书:

[3] 陈光明, 陈国邦. 制冷与低温原理 (第2版). 机械工业出版社, 2010

[4] 吴业正, 厉彦忠. 制冷与低温装置. 高等教育出版社, 2009

[5] 张周卫, 汪雅红, 郭舜之, 赵丽. 低温制冷装备与技术. 化学工业出版社, 2018

[6] 王立, 厉彦忠, 张华. 低温工艺与装置. 机械工业出版社, 2018

[7] 黄永华, 陈国邦. 低温流体热物理性质 (第2版). 国防工业出版社, 2014

[8] 张祉祐, 石秉三. 低温技术原理与装置 (上、下). 机械工业出版社, 1987

[9] 门德尔松. 绝对零度的探索. 科学普及出版社, 1987

[10] 中国制冷学会. 制冷及低温工程学科发展报告. 科学技术出版社, 2011

一、课程简介

本课程是能源与动力工程(制冷)专业唯一一门关于低温的专业选修课,是衔接热工流体基础理论与制冷低温工程实践的重要专业课程之一,也是将制冷温区扩展至低温甚至极低温温区的拓展性专业课程。此外,也可作为能源与动力工程其他方向、新能源科学与工程专业以及建筑环境与能源应用工程专业的专业选修课。课程主要介绍低温基本理论、低温装置原理、主要类型低温制冷机、气体低温液化以及低温液体贮运等内容。通过课程学习,使学生获得低温技术基本原理和工质特性的知识,掌握低温装置的类型和结构特点,知晓低温技术在气体工业、航空航天工业以及生命科学和基础物理研究等方面的应用,了解低温技术应用现状和前景,培养学生运用低温专业知识分析实际问题的能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

“低温原理及应用”是能源动力专业唯一的一门关于低温的专业选修课程。作为制冷空调方向,普冷方面的课程相对较为完善,而低温方面的课程设置一直以来比较缺失,本课程为进一步完善制冷方向的课程体系,专门开设了关于低温的首门课程。通过该门课程

的学习，可使能源动力类专业学生系统地了解 and 掌握有关低温的专业知识，拓宽毕业后的就业或继续深造领域。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1.1：树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观，爱岗敬业，具有良好的道德修养和社会责任感。

2.2：系统掌握能源动力领域的工程基础和专业基础知识。

3.1：能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达能源动力领域遇到的复杂工程问题。

7.1 能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

10.1：能够在多学科背景下的团队中承担好个体的角色。

13.1：有自主学习的意识。

13.2：有终身学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：

本课程在内容上贴近业界发展现状，向学生传授主流低温制冷方法和装置。通过学习，使学生熟悉常用的低温获取方法和应用领域；掌握 G-M 循环、斯特林循环和基本型脉管循环制冷机的工作原理及循环特性，能熟练的运用图表和计算公式进行分析和热力计算；掌握气体液化低温技术的基本原理和系统过程；熟悉低温系统中常用的低温工质，掌握低温液体贮运设备的主要参数和设备型式，能正确使用和贮存低温工质。

具体目标如下：

（1）能够将上述所学的基础知识和低温基本理论用于分析解决在低温获取利用过程中存在的关键问题，进而获得解决问题的基本方法和基本技能，能够识别、表达、并通过文献研究分析低温领域中的常见工程问题。

（2）具备根据工程现场实际情况进行低温系统方案设计、负荷计算、设备选型的能力，在基础研究与技术应用过程中树立科学伦理、道德、法律等的综合意识。

（3）围绕低温发展历史、成就和大型科学仪器的团队协作，引导学生树立多学科交叉合作意识、自主学习和终身学习意识，强调技术不断发展的现实及终身学习的重要性。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		1.1	2.2	3.1	7.1	10.1	13.1	13.2
1	能够将上述所学的基础知识和低温基本理论用于分析解决在低温获取利用过程中存在的关键问题，进而获得解决问题的基本方法和基本技能，能够识别、表达、并通过文献研究分析低温领域中的常见工程问题。	○	●	◎	○	◎	◎	○
2	具备根据工程现场实际情况进行低温	◎	◎	●	○	○	○	○

	系统方案设计、负荷计算、设备选型的能力,在基础研究与技术应用过程中树立科学伦理、道德、法律等的综合意识。							
3	围绕低温发展历史、成就和大型科学仪器的团队协作,引导学生树立多学科交叉合作意识、自主学习和终身学习意识,强调技术不断发展的现实及终身学习的重要性。	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标:

本课程在内容上反映业界发展现状,向学生传授当今世界范围内正在应用的主流低温制冷方法,同时在教学过程中向学生适当介绍本领域的学术组织、学科和产业前沿、应用领域,从低温物理、低温技术、低温应用等领域快速发展的事实增强学生终身学习的意识和不断适应发展的潜力。在课程讲授过程中融入著名科学家与专业的密切联系、我国自主成就和贡献等思政元素,引导学生树立家国情怀、科技自豪和自信。同时通过作业、思考题、课外延伸阅读等环节持续培养学生自主学习和终身学习能力。

三、课程教学内容

注: 下文符号含义:

▲表示掌握,是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用,包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳,并能把某一事实或概念分解为若干部分,指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等,知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识,包括必要的记忆。

★表示难点。

第一章低温导论

主要内容: 低温技术的概念及学术用语▲, 低温技术的发展历史△, 低温技术的应用▼。

教学要求: 形成对低温技术的初步认识, 了解低温制冷的发展历史及应用, 掌握低温概念及相关术语。

重点: 低温技术的概念及学术用语。

第二章低温技术基础

主要内容: 低温工质的性质▲★, 低温的产生▲★, 低温的温度测量△。

教学要求: 主要掌握低温技术的基础理论知识, 明确低温的来源和实现途径, 掌握焦耳-汤姆逊效应、绝热膨胀、绝热放气等基本理论; 掌握低温工质的种类及其热力性质、空气及其组成、以及氢氦的性质; 掌握低温测量过程中温度参数的测量条件和方法。

重点: 低温工质的性质, 低温的产生, 低温的温度测量。

难点: 低温工质的性质, 低温的产生。

第三章低温制冷机

主要内容：低温制冷机及性能参数▼，低温制冷机的分类▲★，回热式低温制冷循环▲★，低温制冷机的应用△

教学要求：主要了解低温制冷机的概念、性能参数及其工作流程，掌握其分类方法，掌握回热式循环热力性能等，了解各类低温制冷机的延伸结构形式和面向应用对象。

重点：低温制冷机的分类，回热式低温制冷循环。

难点：低温制冷机的分类，回热式低温制冷循环。

第四章吉福特-麦克马洪（G-M）循环制冷机

主要内容：G-M 低温制冷机▲★，S-V 制冷机▼，磁性回热材料与 4K 温区低温制冷机▽

教学要求：主要掌握吉福特-麦克马洪（G-M）循环制冷机的基本特点、工作原理及过程、循环热力性能，理解 S-V 制冷机，了解回热材料的特性及 4K 低温制冷机的原理方法。

重点：G-M 低温制冷机。

难点：G-M 低温制冷机。

第五章斯特林循环制冷机

主要内容：整体式斯特林循环制冷机▼，分置式斯特林循环制冷机▲★，斯特林循环制冷机的基本设计参数与关键技术▲，维勒米尔制冷机▼。

教学要求：主要掌握斯特林循环制冷机的基本特点、工作原理及过程、循环热力性能等，掌握分体式斯特林循环制冷机工作原理和结构，理解整体式斯特林循环制冷机和维勒米尔制冷机的原理及结构，掌握该循环制冷机的关键设计参数和方法。

重点：整体式斯特林循环制冷机，分置式斯特林循环制冷机，斯特林循环制冷机的基本设计参数与关键技术，维勒米尔制冷机。

难点：分置式斯特林循环制冷机。

第六章脉管制冷机

主要内容：基本型脉管制冷机▲★，调相型脉管制冷机▲★，G-M 型脉管制冷机▽，斯特林型脉管制冷机▽

教学要求：主要掌握基本型和调相型脉管制冷机的基本特点、工作原理及过程、循环热力性能等，理解 G-M 型和斯特林型脉管制冷机的原理及结构。

重点：基本型脉管制冷机，调相型脉管制冷机。

难点：基本型脉管制冷机，调相型脉管制冷机。

第七章气体液化系统

主要内容：基本概念▼，气体液化系统▲★，系统性能的影响与比较△

教学要求：掌握低温技术用于气体液化的基本概念，掌握气体液化系统的性能参数、理想和理论系统过程，明确并理解不同的气体液化系统以及压缩机、膨胀机、换热器效率对系统性能的影响。

重点：基本概念，气体液化系统。

难点：气体液化系统。

第八章低温液体的贮存和输送

主要内容：概述[△]，低温液体的贮运设备型式^{▲★}，贮运设备的条件要求[△]

教学要求：掌握低温液体的贮运设备主要参数、设备型式，明确贮运设备材料、工艺的特殊要求，了解贮运设备使用维护有关知识。

重点：低温液体的贮运设备型式。

难点：低温液体的贮运设备型式。

课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（ [△] ）、难点（ [★] ）	课程目标（ [√] ）		
		1	2	3
第一章 低温导论	低温技术的概念及学术用语 [▲] ，低温技术的发展历史 [△] ，低温技术的应用 [▽]		√	√
第二章 低温技术基础	低温工质的性质 ^{▲★} ，低温的产生 ^{▲★} ，低温的温度测量 [△]	√	√	
第三章 低温制冷机	低温制冷机及性能参数 [▽] ，低温制冷机的分类 ^{▲★} ，回热式低温制冷循环 ^{▲★} ，低温制冷机的应用 [△]	√	√	
第四章 G-M 循环制冷机	G-M 低温制冷机 ^{▲★} ，S-V 制冷机 [▽] ，磁性回热材料与 4K 温区低温制冷机 [▽]	√	√	√
第五章 斯特林循环制冷机	整体式斯特林循环制冷机 [▽] ，分置式斯特林循环制冷机 ^{▲★} ，斯特林循环制冷机的基本设计参数与关键技术 [▲] ，维勒米尔制冷机 [▽]	√	√	
第六章 脉管制冷机	基本型脉管制冷机 ^{▲★} ，调相型脉管制冷机 ^{▲★} ，G-M 型脉管制冷机 [▽] ，斯特林型脉管制冷机 [▽]	√	√	√
第七章 气体液化系统	基本概念 [▽] ，气体液化系统 ^{▲★} ，系统性能的影响与比较 [△]	√	√	
第八章 低温液体的贮存和输送	概述 [△] ，低温液体的贮运设备型式 ^{▲★} ，贮运设备的条件要求 [△]	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课内讲授 30 学时+考试 2 学时，采取互动式教学、小组合作、论述等方式，融入家国情怀等思政元素，引导学生多思考、多提问。

学习方法：引导学生不仅仅阅读教材内容，还应充分利用图书馆资源、互联网资源，浏览中外课程相关的教材、科技期刊、了解本领域的科技动态。鼓励学生可多进入实验室，

多观察和多讨论现有低温设备，了解相关设备的功能。

五、教学环节及学时分配

1 课堂讲授

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力应用它们解决一些实际问题。要注意总结课程内容的主线，使各章节内容不偏离主线，使学生系统掌握低温的知识。

在课堂上注意引导学生思考及与老师的积极互动。从以老师讲为主向以学生学为主逐渐过渡。多搜集低温的应用实例和最新进展，充实教学内容。使用多媒体课件，配合板书讲授，力求达到最佳授课效果。引导学生阅读课外资料，培养自学能力。

2 作业

通过课外作业，引导学生检验学习效果，进一步掌握课堂讲述的内容，了解自己掌握的程度，思考一些相关的问题，进一步深入理解扩展的内容。

作业主要为思考论述题。主要针对技术应用综合因素考量、低温产生的方法、与实际的联系以及主流装置的工作过程的掌握。作业：共四次，第一、二、三和五章各一次。

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	低温导论	3	0	0	0	0	3
第二章	低温技术基础	5	0	0	0	0	5
第三章	低温制冷机	5	0	0	0	0	5
第四章	G-M 循环制冷机	5	0	0	0	0	5
第五章	斯特林循环制冷机	6	0	0	0	0	6
第六章	脉管制冷机	2	0	0	0	0	2
第七章	气体液化系统	2	0	0	0	0	2
第八章	低温液体的贮存和输送	2	0	0	0	0	2
考试		0	0	0	0	2	2
合计		30	0	0	0	2	32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。平时成绩 40%（作业 20%，考勤 20%），期末考试 60%，具体比例亦可由任课教师根据教学具体情况确定。

平时成绩占 40%主要反应学生的课堂表现、出勤情况、作业情况等。期末考试占 60%是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对低温理论相关基本概念、基本曲线、获取方法、设备类型、工质种类及参数、贮存和输运等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决简单问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	40%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 1.1、2.2、3.1、7.1、10.1、13.1、13.2。
期末考试	60%	主要考核内容：基本概念、基本理论、基本方法、基本技能以及运用所学知识解决问题的能力。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、7.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师应在考核前出题的同时根据此质量标准编制参考答案和评分标准（建议采取百分制），以使本课程考核环节的质量标准更具可操作性。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
出勤	全勤	缺勤 1 次	缺勤 2 次	缺勤 3 次	缺勤超过 3 次
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	不满足 D 要求
考试	对考试全部或绝大部分内容掌握准确细致	对考试大部分内容掌握准确	对考试的多数内容解答正确	对考试的多数内容解答基本正确	不满足 D 要求

制定者：周峰

批准者：孙晗

2020 年 3 月

“能源动力科技英语阅读与写作”课程教学大纲

英文名称: AcademicEnglishReadingandWritinginEnergyandPower

课程编码: 0009686

课程性质: 自主课程

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业(制冷)本科生

先修课程: 大学英语, 工程热力学, 传热学, 流体力学, 制冷原理, 空调原理

教材及参考书:

[1] 孙晗.制冷空调专业英语.机械工业出版社, 2021

一、课程简介

“能源动力科技英语阅读与写作”是环境与生命学部为能源与动力工程专业(制冷)本科生开设的自主课程。本课程的任务是通过学习此课程增加学生能源动力领域专业英语的词汇量, 提高学生专业英文文献的阅读能力。通过介绍学术英语的写作特点及做练习, 提高学生专业领域学术英语的写作能力。帮助学生认识口语与书面表达的不同。使学生具有在专业领域与国外同行相互交流和学习的能。教学内容重点: 学术论文的特点及写作技巧。教学内容的难点: 长难复合句的句子分析及使用。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: “能源动力科技英语阅读与写作”是能源与动力工程专业(制冷)开设的一门自主课程, 是为提高学生专业英语的阅读与写作能力, 在完成了专业基础课和大部分专业选修课后学习的课程。专业英文文献是学生了解学科前沿, 解决复杂工程问题必读的重要资料。通过此课程的学习, 可扩大学生专业外语的词汇量, 提高英文文献的阅读能力, 掌握基本的学术写作技巧。使学生具有国际视野, 具有和国际同行交流学习的基本能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.2: 能够研究分析能源动力领域遇到的复杂工程问题, 以获得有效结论。

11.1: 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 具有撰写报告、设计文稿的能力。

11.2: 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 具有陈述发言、清晰表达或回应指令的能力。

11.3: 具备开阔的国际视野, 能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

13.3: 有不断学习和适应发展的能力

(二) 课程目标

1 教学目标:

总的教学目标是: 通过本课程的学习, 提高学生能源动力领域专业英语的阅读和写作

能力，具有和国际同行交流和学习的的能力。该目标分解为以下子目标。

- 1 扩大专业英语词汇量。
- 2 掌握常用的语法知识，特别是复合句的使用。
- 3 提高英文文献的阅读能力
- 4 掌握学术英语的写作技巧
- 5 认识口语和书面表达的不同

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3.2	11.1	11.2	11.3	13.3
1	扩大专业英语词汇量	◎	◎	●	●	◎
2	掌握常用的语法知识，特别是复合句的使用	◎	●	◎	◎	◎
3	提高英文文献的阅读能力	●	◎	◎	◎	◎
4	掌握学术英语的写作技巧	◎	●	◎	◎	◎
5	认识口语和书面表达的不同	◎	●	●	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

在教学过程中适当向学生介绍目前国际上本领域著名的国际期刊使用的语言是英语，国际会议的语言通常是英语。我国改革开放以来科技迅速发展，取得了举世瞩目的成就，但还要认识到我们和发达国家间仍然有差距，一方面要自身努力，另一方面需要和国际同行沟通和交流。

三、课程教学内容

注：下文符号含义：

▲表示掌握，是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自已的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识，包括必要的记忆。

*表示难点。

第一部分制冷空调科技英语阅读

1. 主要内容：选择教材中下列与工程热力学、传热学、流体力学、制冷原理、空调原理、制冷压缩机相关的英文课文阅读▲，学习专业词汇▲，语法要点▲，并做练习。语法重点学习复合句▲*。认识口语和书面表达的不同▲。

Unit 1 Basic Concepts of Thermodynamics

Unit 2 First Law of Thermodynamics

Unit 3 Second Law of Thermodynamics

Unit 4 Heat Transfer

Unit 5 Application of Mechanical Refrigeration

Unit 6 Vapor-Compression Refrigeration

Unit 7 Heat Pump

Unit 8 Evaporators and condensers

Unit 9 Air Conditioning

Unit 10 Absorption Refrigeration

Unit 11 Refrigerants

Unit 12 Refrigeration Compressors

2. 教学要求：除课堂上学习课文，掌握专业词汇，掌握相关语法要点，还要课外广泛地阅读英文教材和读制冷空调英文期刊。要认识口语和书面表达的不同。

重点：掌握专业词汇，掌握语法要点，特别是复合句的使用

难点：复杂复合句的句子分析与使用

第二部分制冷空调科技英语写作

1. 主要内容：选择典型的英文期刊论文阅读，并总结学术论文的结构、特点^{▲*}；学术写作与日常写作的区别[▲]；英文科技论文的结构与各部分内容的撰写^{▲*}；范畴和分类的表达；比较和对比的表达；使用定义；概括的写法；描述过程；动词的名词化；观点的表达；科技论文的写作原则[▲]；出版道德[▲]；如何避免科学研究和出版上的抄袭行为[▲]。

2. 教学要求：从《国际传热传质期刊》或《国际制冷期刊》中选择一篇原创研究论文，带学生一起阅读，并总结论文的结构，写作特点。结合此论文介绍学术写作技巧，写作原则。讲解出版道德，及如何避免科学研究和出版上的抄写行为。

重点：总结科技论文的结构与写作特点；出版道德

难点：总结科技论文的结构与写作特点

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（*）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一部分 制冷空调 科技英语 阅读	选择教材中与工程热力学、传热学、流体力学、制冷原理、空调原理、制冷压缩机相关的英文课文阅读 [▲] ，学习专业词汇 [▲] ，语法要点 [▲] ，并做练习。语法重点学习复合句 ^{▲*} 。认识口语和书面表达的不同 [▲] 。	√	√	√		√
第二部分 制冷空调 科技英语 写作	选择典型的英文期刊论文阅读，并总结学术论文的结构、特点 ^{▲*} ；学术写作与日常写作的区别 [▲] ；英文科技论文的结构与各部分内容的撰写 ^{▲*} ；范畴和分类的表达；比较和对比的表达；使用定义；概括的写法；描述过程；动词的名词化；观点的表达；科技论文的写作原则 [▲] ；出版道德 [▲] ；如何避免科学研究和出版上的抄袭行为 [▲] 。				√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

以课堂教授为主，兼利用日新学堂的功能实现线上线下混合教学。网上有一些有价值的专业领域的英文音视频资料可放到日新学堂，供学生课下学习。可利用小班上课的优势，多与学生互动，联系学生口语交流能力。布置写作作业，提高学生写作能力。

学习方法：

除课上跟老师学习教材上的内容外，鼓励学生多读英文期刊上的科技论文，不懂的地方可向老师答疑。多练习学术写作。可找中文科技论文，试着翻译为英语。课堂上多与老师互动，用英语回答问题或参与讨论。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一部分	制冷空调科技英语阅读	22					22
第二部分	制冷空调科技英语写作	8					8
	随堂考试					2	2
合计		30				2	32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和写作大作业两部分。课程成绩采用二级分制，即“通过”和“不通过”。总评成绩不小于 60 分的为通过，总评成绩小于 60 分的为不通过。

平时成绩 20%（课后作业等 50%，其它 50%），学术写作大作业 80%。

平时成绩中的 50%主要反应学生的课堂表现、出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；其余的 50%主要是课后作业。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 11.1、11.2、11.3、13.3。
学术写作大作业	80%	主要考核内容：专业英语写作能力。支撑毕业要求拆分指标点之 11.1、11.3、13.3。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师可根据表 5 和表 4 计算出总评成绩，然后转为两级分制。总评成绩不小于 60 分的为通过，总评成绩小于 60 分的为不通过。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
课后作业	按时完成作业， 正确率 90%以上	按时完成作业， 正确率 80%-89%	按时完成作业， 正确率 70%-79%	按时完成作业， 正确率 60%-69%	不满足 D 要求
课堂表现	按时出勤，积极 回答问题参与讨 论	按时出勤，能正 确回答问题并参 与讨论	按时出勤，回答 问题大部分正确	按时出勤，回答 问题部分正确	不满足 D 要求
写作大作 业	语句流畅，极少 语法错误，符合 学术写作的要求	语句基本流畅， 有少量语法错 误，符合学术写 作的要求	语句基本流畅， 有较多语法错 误，基本符合学 术写作的要求	语句不够流畅， 有较多语法错 误，基本符合学 术写作的要求	未交大作业，或 不符合学术写作 的基本要求

制定者：孙晗

批准者：马国远

2020 年 9 月

“学科前沿”课程教学大纲

英文名称: Discipline frontier

课程编号: 0009687

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 能源与动力工程(制冷)本科生

先修课程: 制冷原理、空调原理、制冷与空调设备、工程热力学、传热学

使用教材及参考书:

[1] 制冷学报, 中国制冷学会主办

[2] 制冷与空调, 中国制冷空调工业协会会刊

[3] International Journal of Refrigeration, International Institute of Refrigeration (IIR)

一、课程简介

“学科前沿”课程为能源与动力工程(制冷)本科生的一门专业自主课程, 它讲述制冷空调领域的新技术、新产品, 使学生对相关领域的最新发展有一定的了解和认识。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位

“学科前沿”是能源与动力工程(制冷)专业一门自主课程, 是在“制冷原理”、“空调原理”、“制冷与空调设备”课程讲授后通过阅读中外最新研究文献、聆听讲座等形式, 了解当前最新的制冷空调产品和技术, 以使學生开阔视野, 增长知识。此课程为第5学期课程。使学生了解制冷空调领域的新技术、新产品, 使学生更深入更全面更系统地掌握制冷空调领域的专业前沿知识, 同时, 促进学生就业。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2 系统掌握能源动力领域的工程基础和专业知識。

3.1 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达能源动力领域的复杂工程问题。

5.1 能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

8.1 能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

10.2 能够在多学科背景下的团队中承担好团队成员的角色。

13.1 有自主学习的意识。

13.2 有终身学习的意识。

(二) 课程目标

1 教学目标:

总的教学目标是: 通过该课程的学习, 学生当前最新的制冷空调产品和技术, 以使學生开阔视野, 增长知识。具备解决同领域的复杂设计问题和工程问题, 了解制冷空调领域

存在的环保问题和应该采用的技术，怎样避免对环境产生影响。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		2.2	3.1	5.1	8.1	10.2	13.1	13.2
1	本课程提供的制冷空调前沿知识，对于解决制冷空调领域的复杂问题是不可或缺的。	●	◎	●	●	◎	◎	◎
2	本课程涉及的制冷空调技术前沿报告，可以建立学生的设计能力，编写技术文件的能力，并在设计过程中体现创新意识。	●	◎	●	●	◎	◎	◎
3	本课程涉及的制冷空调技术前沿技术等可以使学生了解和掌握制冷空调系统的性能分析和节能的基本思路 and 基础知识。	●	◎	●	◎	◎	◎	◎
4	课程内学生需要自行分组、分工协作方能完成，有助于学生理解在团队协作中，个人与团队成员之间的关系与责任，培养学生的合作能力。	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
5	终身学习能力需要有一定的知识储备作为基础，本课程为学生将来学习新的制冷空调技术奠定了基础。	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

本课程在内容上反映业界发展现状，在教学过程中向学生介绍本领域的学科和产业前沿，以制冷行业快速发展的事实增强学生终身学习的意识和不断适应发展的潜力。同时通过作业、思考题、课外资料等环节持续培养学生自主学习能力。

（三）先修课程

本课程的先修课程为制冷原理、空调原理、制冷与空调设备、制冷压缩机。

三、课程教学内容

注：下文符号含义：

▲表示掌握，是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向。

表示粗讲或自学▽。指学生主要或全部通过自学获得的知识，包括必要的记忆。

*表示难点。

第一章 蓄冷技术

1. 主要内容：

理解蓄冷节能技术原理▼，掌握蓄冷技术特点；认识蓄冷节能技术应用企业的产品类型和企业管理模式。

2. 教学要求:

本章使学生掌握蓄冷技术特点;认识蓄冷节能技术应用企业的产品类型和企业管理模式。

重点: 蓄冷技术

难点: 蓄冷空调系统运行模式

第二章地源、水源热泵技术

1. 主要内容:

理解地源、水源热泵技术原理▼,掌握地源、水源热泵技术特点▲;认识地源、水源热泵技术应用企业的产品类型和企业管理模式。

2. 教学要求:

本章使学生掌握地源、水源热泵技术特点;认识地源、水源热泵技术应用企业的产品类型和企业管理模式。

重点: 地源、水源热泵技术原理

难点: 地源、水源热泵节能技术

第三章制冷多联机技术

1. 主要内容:

理解制冷多联机技术原理▼,掌握制冷多联机技术特点▲;认识制冷多联机技术应用企业的产品类型和企业管理模式。

2. 教学要求:

本章使学生掌握制冷多联机技术特点;认识制冷多联机技术应用企业的产品类型和企业管理模式。

重点: 制冷多联机技术特点

难点: 制冷系统多联机控制技术

第四章低温空气源热泵技术

1. 主要内容:

理解低温空气源热泵技术原理▼,掌握低温空气源热泵技术特点▲。

2. 教学要求:

本章使学生理解低温空气源热泵技术原理,掌握低温空气源热泵技术特点。

重点: 低温空气源热泵技术原理

难点: 低温空气源热泵技术

第五章制冷压缩机发展方向

1. 主要内容:

理解制冷压缩机发展方向▼,掌握发展特点▲;认识制冷压缩机生产企业的产品类型和企业管理模式。

2. 教学要求

本章使学生理解制冷压缩机发展方向,掌握发展特点;认识制冷压缩机生产企业的产品类型和企业管理模式。

重点：制冷压缩机工作原理

难点：制冷压缩机的结构特点

第六章制冷系统阀件控制技术

1. 主要内容：

理解制冷系统阀件控制技术▼，掌握制冷系统阀件控制技术特点▲；认识制冷系统阀件生产企业的产品类型和企业管理模式。

2. 教学要求

本章使学生理解制冷系统阀件控制技术，掌握制冷系统阀件控制技术特点；认识制冷系统阀件生产企业的产品类型和企业管理模式。

重点：制冷系统阀件控制技术

难点：制冷系统控制阀件结构

第七章制冷空调领域新型换热设备

1. 主要内容：

理解新型换热设备▼，掌握新型换热设备特点▲；认识生产企业的产品类型和企业管理模式。

2. 教学要求

本章使学生理解新型换热设备，掌握新型换热设备特点；认识生产企业的产品类型和企业管理模式。

重点：新型换热设备

难点：新型换热设备原理和结构

第八章自学制冷新技术

自学制冷新技术▽。

以上新技术是由各领域专家、教授讲授。

课程教学内容及对课程目标的支撑详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (*)	课程目标 (✓)				
		1	2	3	4	5
第一章 蓄冷技术	理解蓄冷节能技术原理▼，掌握蓄冷技术特点；认识蓄冷节能技术应用企业的产品类型和企业管理模式。	✓				
第二章 地源、水源热泵技术	理解地源、水源热泵技术原理▼，掌握地源、水源热泵技术特点▲；认识地源、水源热泵技术应用企业的产品类型和企业管理模式。	✓	✓			
第三章 制冷多联机技术	理解制冷多联机技术原理▼，掌握制冷多联机技术特点▲；认识制冷多联机技术应用企业的产品类型和企业管理模式。	✓		✓		
第四章 低温空气	理解低温空气源热泵技术原理▼，掌握低温空气源热泵技术特点▲。				✓	

源热泵技术						
第五章 制冷压缩机发展方向	理解制冷压缩机发展方向▼，掌握发展特点▲；认识制冷压缩机生产企业的产品类型和企业管理模式。	✓				
第六章 制冷系统 阀件控制技术	理解制冷系统阀件控制技术▼，掌握制冷系统阀件控制技术特点▲；认识制冷系统阀件生产企业的产品类型和企业管理模式。	✓				
第七章 制冷空调 领域新型 换热设备	理解新型换热设备▼，掌握新型换热设备特点▲；认识生产企业的产品类型和企业管理模式。	✓				
第八章 自学制冷 新技术	自学制冷新技术▽。					✓

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲座为主（8学时），讨论为辅（课内2学时）。课内讲授推崇互动式教学，引导学生多思考，多提问。自学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成自学内容和撰写论文、报告（6学时）。

学习方法：引导学生不仅仅阅读教材内容，还应充分利用图书馆资源、互联网资源，浏览中外课程相关的教材、科技期刊、了解本领域的科技动态。鼓励学生可多光顾制冷实验室，多观察实验室现有的制冷空调设备，了解相关设备的功能。

五、教学环节及学时分配

本课程各章的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章的教学环节及学时分配表

章号	教学内容	学时分配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	蓄冷技术	1					1
2	地源、水源热泵技术	1					1
3	制冷多联机技术	1					1
4	低温空气源热泵技术	1	1		1		3
5	制冷压缩机发展方向	1					1
6	制冷系统阀件控制技术	1					1
7	制冷空调领域新型换热设备	1					1
8	制冷新技术	1	5		1		7
	总计	8	6		2		16

六、考核与成绩评定

课程成绩采用二级分制，即“通过”和“不通过”。总评成绩不小于 60 分的为通过，总评成绩小于 60 分的为不通过。

平时成绩 20%，期末论文 80%。

平时成绩占 20%（学生的课堂表现、出勤情况、作业情况、等等）。期末论文占 80% 是对学生学习情况的全面检验。

表 4 各考核环节对毕业要求的支撑情况表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、13.1、13.2。
期末论文	80%	主要考核内容：对规定内容的掌握情况。支撑毕业要求拆分指标点之 2.2、3.1、5.1、8.1、10.2、13.1、13.2。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	精准掌握作业全部或绝大部分内容	准确掌握作业大部分内容	正确解答作业多数内容	对作业多数内容的解答基本正确	达不到 D 要求
讨论	积极参与讨论，且提出的问题或观点很有价值	积极参与讨论，且提出的问题或观点有一定意义	被动参与讨论，简短发言	被动参与讨论，发言离题较远	不参加讨论
论文	写作规范，论述清晰，内容为新技术或科学问题	写作基本规范，论述较清晰，内容为新技术或科学问题	写作基本规范，论述不够清晰，内容为新技术或科学问题	写作不够规范，论述不够清晰，内容为新技术或科学问题	达不到 D 要求

制定者：刘忠宝

批准者：孙晗

2020 年 5 月 7 日

“环境工程原理”课程教学大纲

英文名称: Principle of Environmental Engineering

课程编码: 0008557

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 环境工程专业本科生

先修课程: 高等数学、物理化学、流体力学

教材及参考书:

- [1] 胡洪营主编,《环境工程原理》(第三版),高等教育出版社,2015年8月
- [2] 祖荣主编,《化工原理》,化学工业出版社,2014年3月
- [3] 陈敏恒等主编,《化工原理(少学时)》,华东理工大学出版社,2013年8月
- [4] 陈敏恒等编,《化工原理》,化学工业出版社,2006年5月
- [5] 陶文铨编著,《传热学》(第五版),高等教育出版社,2019年7月
- [6] 吉科普利斯著,李伟等译,《传递过程与分离过程原理(上册)》,华东理工大学出版社,2007年11月
- [7] 吉科普利斯著,齐鸣斋译,《传递过程与分离过程原理(下册)》,华东理工大学出版社,2007年11月

一、课程简介

环境工程原理是环境与能源工程学院为环境工程专业本科生开设的学科基础必修课。本课程的主要任务是面向环境污染控制工程实践、系统、深入地阐述环境净化与污染控制的基本技术原理、工程设计计算的基本理论、分析问题和解决问题的方法论,以及提高污染物去除效率的思路、手段和方法等。教学内容重点:使学生掌握分析和解决环境工程中的复杂问题所应具备的环境工程基础知识与原理,包括物料与能量守恒原理,以及热量与质量传递过程的基本理论,掌握应用于污染物分离的沉淀、过滤、吸收、吸附、膜分离等基本过程、基本原理和计算理论。教学内容的难点:培养学生运用环境工程基本原理及专业知识识别、表达、分析和解决复杂环境工程问题的能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是环境专业一门重要的基础课,是以高等数学、物理、物理化学、流体力学等为基础的后继课程,在高等学校教学计划中起到从自然学科到应用学科的搭桥作用,是一门理论与实践紧密联系的课程。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点包括:

毕业要求 1-3: 掌握环境工程领域的基础知识与原理,熟悉污染治理技术,能够用于分析和解决环境工程中的复杂问题。

毕业要求 2-3：能够运用环境工程基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题。

（二）课程目标

1 教学目标：本课程的目标包括：

（1）面向环境污染控制工程实践，使学生系统、深入地阐述环境净化与污染控制的基本技术原理、工程设计计算的基本理论；

（2）使学生掌握分析和解决环境问题的方法论，掌握环境污染物去除的技术和方法；

（3）能够运用环境工程基本原理表达复杂环境问题，并提出解决实际工程问题的方案，提高环境净化与污染控制工程的效率。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		1-3	2-3
1	面向环境污染控制工程实践，使学生系统、深入地阐述环境净化与污染控制的基本技术原理、工程设计计算的基本理论	●	
2	使学生掌握分析和解决环境问题的方法论，掌握环境污染物去除的技术和方法		●
3	能够运用环境工程基本原理表达复杂环境问题，并提出解决实际工程问题的方案，提高环境净化与污染控制工程的效率	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程通过对环境污染控制及环境污染治理原理、技术的讲授，使学生充分认识环境污染控制的必要性、紧迫性及对我国生态文明建设的重要意义。使学生树立环保意识和正确的环保观念，提升学生保护环境和致力于环保事业的责任感，培养学生利用环境工程基本原理解决复杂环境问题的能力，为我国生态环境的可持续发展做出贡献。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章绪论	环境工程的任务和定位		√	√
第二章质量衡算与能量衡算 第一节常用物理量 第二节质量衡算 第三节能量衡算	（1）常用物理量及表示方法▲ （2）通量的表示方法★ （3）总质量衡算方程和总能量衡算方程▲ （4）封闭系统和开放系统的热量衡算★	√		
第三章热量传递 第一节热量传递的方式 第二节热传导 第三节对流传热 第四节换热器及间壁传热过程计算	（1）热量传递的方式 （2）热传导、对流传热和辐射传热的基本原理▲ （3）传热设备的传热分析和计算★	√	√	√

第五节辐射传热				
第四章沉降 第一节沉降分离的基本概念 第二节重力沉降 第三节离心沉降 第四节其它沉降	(1) 沉降分离的一般原理与类型▲ (2) 流体阻力及阻力系数 (3) 沉降分离设备基本工作原理及计算▲ (4) 重力场中颗粒的沉降过程★ (5) 离心力场中颗粒的沉降分析★	√	√	√
第五章过滤 第一节过滤操作的基本概念 第二节表面过滤的基本理论 第三节深层过滤的基本理论	(1) 过滤操作的基本概念▲ (2) 表面过滤的基本方程★ (3) 深层过滤过程中颗粒的运动▲ (4) 滤饼洗涤 (5) 过滤设备的过滤能力计算★	√	√	√
第六章吸收 第一节吸收的基本概念 第二节物理吸收 第三节化学吸收 第四节吸收设备的主要工艺计算	(1) 物理吸收的热力学和动力学基础▲ (2) 化学吸收平衡及传质▲ (3) 吸收设备的工艺特点及物料衡算★ (4) 相平衡关系在吸收过程中的应用★ (5) 双膜理论★ (6) 吸收设备工艺计算★	√	√	√
第七章吸附 第一节吸附分离操作的基本概念 第二节吸附剂 第三节吸附平衡 第四节吸附动力学 第五节吸附操作与吸附穿透曲线	(1) 吸附分离操作的类型 (2) 常用吸附剂的主要特性▲ (3) 吸附平衡▲ (4) 吸附工艺基本计算★ (5) 吸附等温线★ (6) 吸附传质速率方程★ (7) 吸附穿透曲线	√	√	
第八章膜分离过程	(1) 膜分离过程分类及特点▲ (2) 膜分离中常见现象的表述▲ (3) 反渗透、纳滤、微滤和超滤原理★	√	√	
第九章微生物反应动力学基础 第一节微生物与微生物反应 第二节微生物反应的计量关系 第三节微生物反应动力学	(1) 微生物反应特点及在环境中的应用▲ (2) 微生物生长及代谢产物的定量关系★ (3) 微生物代谢机制★	√		√
第十章微生物反应器 第一节悬浮微生物反应器 第二节生物膜反应器	(1) 典型微生物反应器的基本设计原理▲ (2) 生物反应器的操作方式▲ (3) 反应器运行操作方式、设计与计算★		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（40 学时），以课堂讨论和课后小组练习为辅。以知识为载体，传授相关的思想和方法，着重培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

学习方法：学习本课程需先掌握本课程的整体知识构架和课程设置特点，按照理解基本原理、掌握技术方法、解决实际问题的学习思路，采用课前预习、课堂听课、课后自学和复习相结合的方式进行学习。通过课上听课，掌握重点和难点内容，理解环境工程基本原理，以及用其分析、解决相关环境问题的方法思路；课后借助教材、参考书、线上慕课、国家精品课程等资源，深入理解课程难点，并掌握需要自学的内容；通过课后作业，

对课程重点内容进行练习，并自我检视学习效果。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	环境工程的任务和定位	2					2
第二章质量衡算与 能量衡算 第一节常用物理量 第二节质量衡算	(1) 常用物理量及表示方法 (2) 通量的表示方法 (3) 总质量衡算方程	2					2
第二章质量衡算与 能量衡算 第三节能量衡	(1) 总能量衡算方程 (2) 封闭系统和开放系统的 热量衡算	2					2
第三章热量传递 第一节热量传递的 方式 第二节热传导	(1) 热量传递的方式 (2) 热传导基本原理 (3) 热传导分析和计算	2					2
第三章热量传递 第三节对流传热	(1) 对流传热基本原理 (2) 对流传热分析计算	2					2
第三章热量传递 第四节换热器及间 壁传热过程计算 第五节辐射传热	(1) 传热设备的传热分析和 计算 (2) 辐射传热基本原理 (3) 辐射传热过程计算	2					2
第四章沉降 第一节沉降分离的 基本概念 第二节重力沉降	(1) 沉降分离的一般原理与 类型 (2) 流体阻力及阻力系数 (3) 重力场中颗粒沉降过程 (4) 重力沉降分离设备的基 本工作原理及计算	2					2
第四章沉降 第三节离心沉降 第四节其它沉降	(1) 离心力场中颗粒的沉降 原理 (2) 离心沉降设备的沉降速 度计算 (3) 惯性沉降和电沉降基本 原理	2					2
第五章过滤 第一节过滤操作的 基本概念 第二节表面过滤的 基本理论 第三节深层过滤的	(1) 过滤操作的基本概念 (2) 表面过滤的基本方程 (3) 深层过滤过程中颗粒的 运动 (4) 滤饼洗涤 (5) 过滤设备过滤能力计算	2					2

基本理论							
第六章吸收 第一节吸收的基本概念 第二节物理吸收 第三节化学吸收	(1) 物理吸收的热力学基础和动力学基础 (2) 双膜理论 (3) 化学吸收平衡及传质	2					2
第六章吸收 第四节吸收设备的主要工艺计算	(1) 吸收设备的工艺特点及物料衡算 (2) 相平衡关系在吸收过程中的应用 (3) 吸收设备工艺计算	2					2
第七章吸附 第一节吸附分离操作的基本概念 第二节吸附剂 第三节吸附平衡	(1) 吸附分离操作的类型 (2) 常用吸附剂的主要特性 (3) 吸附平衡	2					2
第七章吸附 第四节吸附动力学	(1) 吸附等温线 (2) 吸附传质速率方程	2					2
第七章吸附 第五节吸附操作与吸附穿透曲线	(1) 吸附工艺和设备计算 (2) 吸附穿透曲线	2					2
第八章膜分离过程	(1) 膜分离过程分类及特点 (2) 膜分离中常见现象表述 (3) 反渗透、纳滤、微滤和超滤原理	2	2				4
第九章微生物反应动力学基础 第一节微生物与微生物反应 第二节微生物反应的计量关系 第三节微生物反应动力学	(1) 微生物反应特点及其在环境中的应用 (2) 微生物生长及代谢产物间的定量关系 (3) 微生物代谢机制	2					2
第十章微生物反应器 第一节悬浮微生物反应器 第二节生物膜反应器	(1) 典型微生物反应器的基本设计原理 (2) 生物反应器的操作方式 (3) 反应器的运行操作方式、设计与计算	2	2				4
考试						2	2
合计		34	4			2	40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为

重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 25%，其它 5%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 5%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 25%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	作业：对知识的掌握程度，对应毕业要求 2-3 达成度的考核。 其它：自我约束程度及课堂表现，对应毕业要求 1-3 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1-3、2-3 达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时完成作业，熟练掌握课程内容，计算或表达准确、详细、工整	按时完成作业，准确掌握课程内容，计算或表达准确、详细	按时完成作业，掌握课程内容，计算或表达基本正确	基本掌握课程内容，计算或表达基本准确	不满足 D 要求
考试	准确掌握课程重点内容，熟练运用基本原理和公式进行准确计算和分析，并具备解决具体问题的能力	准确掌握课程重点内容，能够运用基本原理和公式进行计算，较为准确分析和解决具体问题	基本掌握课程重点内容，能够运用基本原理和公式，对具体问题的计算和分析基本正确	能够掌握部分课程重点内容，计算和分析基本正确	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：崔丹

批准者：曾薇

2020 年 3 月

“流体力学”课程教学大纲

英文名称: Fluid Mechanics

课程编码: 0009038

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 环境工程专业本科生

先修课程: 高等数学、微积分、理论力学

教材及参考书:

[1]蔡增基龙天渝主编。流体力学泵与风机[M], 中国建筑工业出版社, 2009 年 11 月。

[2]龙天渝蔡增基主编。流体力学[M], 中国建筑工业出版社, 2010 年 11 月。

[3]禹华谦。工程流体力学(第二版)[M], 高等教育出版社, 2011。

[4]刘鹤年。流体力学[M], 中国建筑工业出版社, 2004

一、课程简介

《流体力学》是环能学院为环境工程专业本科生开设的专业基础必修课程。本课程的任务是使学生掌握流体运动的一般规律, 有关的基本概念、基本原理、基本方法和一定的数值计算及实验技能, 注意培养学生较好地分析和解决本专业中涉及流体力学问题的能力, 为学习专业课程、从事专业技术工作或进行科学研究打下坚实的基础。教学内容重点: 流体静力学、流体动力学相关基本概念、基本原理, 沿程水头损失和局部水头损失, 孔口及管嘴出流相关原理, 涡量场相关的基本概念, 绕流运动与附面层基本概念, 卡门涡街原理。教学内容的难点: 三大守恒定律(动量守恒、动能守恒、质量守恒)相关计算及应用, 局部及沿程阻力计算, 有旋流动和无旋流动相关计算。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是环境工程专业的专业必修课, 属于本科教学计划中的核心知识领域最重要课程之一, 是一门理论与实践紧密联系的学科。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求 1-3: 掌握环境工程领域的基础知识与原理, 熟悉污染治理技术, 能够用于分析和解决环境工程中的复杂问题。

毕业要求 2-3: 能够运用环境工程基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题。

(二) 课程目标

1 教学目标: 写明课程拟达到的课程目标, 指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平, 本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

本课程的目的是使学生获得流体力学相关的基础知识、基本原理、基本方法和基本计算能力, 从而加深对流体运动普遍规律的认识, 为学生学习后续专业课程和将来从事工程技术工作, 实施常规工艺、常规管理和常规业务打好基础。

目标 1: 了解基本理论、概念及物理量的物理意义;

目标 2：能够在专业范围内对流体力学现象做出合乎实际的定性判断，进行足够精确的定量估计和设计计算；

目标 3：能够解决简单的工程实际应用的问题。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		1-3	2-3
1	了解基本理论、概念及物理量的物理意义	●	
2	能够在专业范围内对流体力学现象做出合乎实际的定性判断，进行足够精确的定量估计和设计计算	●	●
3	能够解决简单的工程实际应用的问题		●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

该门课程顺应了“以学生为主体、教师为主导”的教学改革要求，在流体力学课程教学中引入“学习金字塔理论”，利用该理论指导实验教学。从教与学两方面入手改进教学方法，结合实际把最基本、最代表前沿的内容教给学生，在授课过程中，可采用提出问题式、讲述科学家传记故事、结合实际案例等形式展开讲授，旨在抓住学生好奇心，吸引他们的注意力。在传授知识的同时，充分挖掘课程的思政资源，不失时机对学生进行德育教育，将思政教育融入理论知识，坚持知识传授与价值引领相结合，全面提升学生的综合素质，以达到理想的教学效果，为高校思政教学和环境工程教学的相互融合、共同促进、共同提高打下坚实基础。

通过本课程的建设，有效提高了学生学习积极性、主动性，帮助学生树立正确的思想政治观念，养成科学的辩证唯物主义思想方法，提升专业素养与职业素养。同时老师的教学能力、研究热情也得到明显提升，教学效果显著提高，更好地达到教书与育人的目的。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	流体的主要物理性质 (▲)，作用在流体上的力 (▲)	√		
第二章 流体静力学	流体静压特性 (▲)，流体平衡微分方程 (▲★)，重力作用下静压强的基本方程 (▲)，压强的计算基准及单位 (▲)，测压计 (▲)，作用在平面、曲面上的液体总压力 (★)，相对平衡	√	√	√
第三章 一元流体动力学	描述流体运动的两种方法 (▲)，流体运动的一些基本概念 (▲)，一元流动的连续方程 (▲)，能量方程 (▲★)，气体流量方程，	√	√	√

基础	动量方程 (▲★)			
第四章 流体阻力及能量 损失	沿程水头损失和局部水头损失 (▲★), 雷诺实验 (▲), 圆管中的层流运动 (▲), 紊流运动的特性及阻力 (▲), 尼古拉兹实验及沿程阻力系数的计算公式 (▲★), 非圆管的沿程水头损失, 管流的局部水头损失 (▲)			√
第五章 孔口、管嘴、管 路流动	孔口的自由出流和淹没出流(▲), 管嘴出流(▲), 简单管路(▲), 串联、并联 (▲★), 管网计算基础 (▲), 水击		√	√
第六章 气体射流+一元 气体动力学基础	自由淹没射流的特征 (▲), 圆断面射流 (▲), 平面射流, 温差或浓差射流, 理想气体一元流动的运动方程, 音速、滞止参数、马赫数 (▲), 气体一元恒定流动的连续方程	√		
第七章 不可压缩流体动 力学基础	流体微团运动 (▲), 涡量场相关的基本概念 (▲), 涡量连续性微分方程 (▲), 不可压缩流体连续性微分方程 (▲), 有旋流动和无旋流动相关计算 (▲★)	√	√	
第八章 绕流运动	流速势 (函数) (▲★)、调和函数, 平面无旋流动 (▲★), 绕流运动与附面层基本概念 (▲), 曲面附面层的分离现象与卡门涡街 (▲)	√		√
第九章 相似原理及因次 分析	力学相似的概念 (▲), 相似准则数, 因次分析法 (★)	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点, 采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

该门课程顺应了“以学生为主体、教师为主导”的教学改革要求, 在流体力学课程教学中引入“学习金字塔理论”, 利用该理论指导实验教学。从教与学两方面入手改进教学方法, 结合实际把最基本、最代表前沿的内容教给学生, 在授课过程中, 可采用提出问题式、讲述科学家传记故事、结合实际案例等形式展开讲授, 旨在抓住学生好奇心, 吸引他们的注意力。在传授知识的同时, 充分挖掘课程的思政资源, 不失时机对学生进行德育教育, 将思政教育融入理论知识, 坚持知识传授与价值引领相结合, 全面提升学生的综合素质, 以达到理想的教学效果, 为高校思政教学和环境工程教学的相互融合、共同促进、共同提高打下坚实基础。通过本课程的建设, 有效提高了学生学习积极性、主动性, 帮助学生树立正确的思想政治观念, 养成科学的辩证唯物主义思想方法, 提升专业素养与职业素养。同时老师的教学能力、研究热情也得到明显提升, 教学效果显著提高, 更好地达到教书与育人的目的。

(1) 在教学过程中, 除采用传统的课堂讲授外, 尤为注重结合历史人物、典型工程讲授若干知识点, 引领学生对基本理论和计算方法进行哲学思考。此外还采用分析法、归纳总结法、教具模型法、讨论法和问题解答法等方式。充分利用图表、模型、声音等调动同学们各种感官的积极性, 简化概念的理解, 展现知识的规律性, 扩展知识面, 调节课堂

气氛。其目的是根据不同的教学内容,采用不同的方法,使学生理解到位,提升教学效果,提高教学质量。

(2) 采用“提出问题—解决问题—延伸思考”的教学方法,使问题成为知识的纽带,通过设计具有挑战性的问题,引导学生参与、思考,唤起学生解决问题的欲望,激发学生的探究兴趣,培养学生勤于思考的习惯。例如,高层建筑物受风作用后为什么会引发振动?背后的理论是什么?如何才能避免或减小共振?

(3) 由于本节课程较为抽象,所以十分重视实验课的教学,配备了经验丰富的教师担任实验课主讲教师,在课程学习中注意提高学生学习的主动性,积极性,创造性,为培养具有创新能力和综合素质能力打下坚实的基础。

(4) 采用现代网络手段,建立了课上和课下的师生互动,课下通过微信群等,及时回答学生问题,推送相关的文章和视频等,并根据学生学习能力和兴趣的差异,提供相应的拓展课题。

5) 本门课程采用启发式课堂讨论,加强案例分析,使学生能自己发现问题、思考问题并提出解决问题的想法。课堂讲授以多媒体教学为主要形式,结合板书、动画、网络等手段,充分调动学生学习积极性和参与性,使学生能对课堂内容更好更快的理解和掌握,激发学生的学习潜能。此外本门课构建师生互动的教学模式,建立了课上和课下的师生互动,课下通过微信群等,及时回答学生问题,推送相关的文章和视频等,并根据学生学习能力和兴趣的差异,提供相应的拓展课题。

学习方法: 根据课程及学生学习特点,给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

流体力学课程主要特点是:数学分量重,抽象理念及理论推导较多,实践性强,在学习这门课程时,如何弄清概念,掌握理论,学会运用基本理论分析解决工程实际问题,是最重要也是最困难的。同时作为以工科为主的地方重点大学,学校一直在思考如何促进学生学习主动性和积极性的问题。因此,对于该门课程的教学,既要重视基本理论中的概念性、原理性的知识教育,又要重视实践性的知识教育,更要注重提高学生的兴趣及自主性。通过课程实验能有效激发学生学习兴趣,加深学生对理论知识的理解。通过工程实例的讲解增加学生对抽象事物与过程的理解和感受,加强基础知识和提高专业应用能力。学生学习能力提高,教师教学热情增强,有效推动思政教学改革探索,促进高素质人才培养。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配,详见表3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 绪论	1.流体力学的研究对象 2.作用在流体上的力 3.流体的主要力学性质 4.流体的力学模型	3					3
第二章 流体静力学	1.流体静压强及其特性 2.流体的平衡微分方程及其积分 3.流体静力学基本方程 4.流体静力学基本方程讨论 5.流体作用在平面上的总压力 6.流体作用在曲面上的总压力 7.液体的相对平衡	4	2	2		1	9
第三章 一元流体动力学 基础	1.描述流体运动的方法 2.欧拉法的基本概念 3.连续介质概念的数学表达 4.恒定总流能量方程 5.恒定总流动量方程及应用	4	2	2		1	9
第四章 流体阻力及能量 损失	1.流动阻力和水头损失的分类 2.层流与紊流、雷诺数 3.圆管中的层流运动 4.紊流运动 5.紊流的沿程水头损失	5	2			1	8
第五章 孔口、管嘴、管 路流动	1.孔口出流 2.管嘴出流 3.短管的水力计算 4.长管的水力计算 5.有压管道中的水击	3	1			1	5
第六章 气体射流+一元 气体动力学基础	1.无限空间淹没紊流射流的特征 2.圆断面射流的运动分析 3.平面射流 4.温差或浓差射流 5.旋转射流 6.有限空间射流 7. 一元气体动力学基础	2					2
第七章 不可压缩流体动 力学基础	1.流体微团运动的分析 2.涡量、涡量场及涡量连续性 微分方程 3.涡线、涡管和涡束 4.涡通量和速度环量	2					2

	5.不可压缩流体连续性微分方程 6.有旋流动和无旋流动						
第八章 绕流运动	1.流速势（函数）、调和函数 2.平面对流运动 3.绕流运动与附面层基本概念 4.曲面附面层的分离现象与卡门涡街	3	1				4
第九章 相似原理及因次分析	1.力学相似的概念 2.相似准则数 3.因次分析法	3					3
总复习	1.综合实验 2.知识点梳理	1		2			3
合计							48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 10%，实验成绩 20%，期末考试 70%。

平时成绩的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动、作业等，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力）。

实验成绩 20%根据学生实验的预习、操作、结果、报告情况进行评估。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例(%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	10	课堂表现、相关作业的完成质量，对应毕业要求 1-3、2-3 达成度的考核。
实验成绩	20	解决实际问题能力，对应毕业要求 1-3、2-3 达成度的考核。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1-3、2-3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时完成作业， 熟练掌握课程内容， 计算或表达准确、详细、 工整	按时完成作业， 准确掌握课程内容， 计算或表达准确、详细	按时完成作业，掌握 课程内容，计算或表达 基本正确	基本掌握课程内容， 计算或表达基本准确	不满足 D 要求
实验	按时到课，较好 进行提前预习， 熟练掌握实验流程， 具有创新性， 得到正确实验结果， 认真完成实验报告	按时到课，进行 提前预习，较好 掌握实验流程， 得到正确实验结果， 认真完成实验报告	按时到课，进行提前 预习，基本掌握实验 流程，得到正确实验 结果，认真完成	按时到课，基本 掌握实验流程， 得到的实验结果基本 正确，按时完成	不满足 D 要求
考试	准确掌握课程重点 内容，熟练运用基本 原理和公式进行准确 计算和分析，并具备 解决具体问题的能力	准确掌握课程重点 内容，能够运用基本 原理和公式进行计 算，较为准确分析 和解决具体问题	基本掌握课程重点 内容，能够运用基本 原理和公式，对具体 问题的计算和分析基 本正确	能够掌握部分课程 重点内容，计算和分 析基本正确	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张莉

批准者：彭永臻

2020 年 3 月

“环境微生物学”课程教学大纲

英文名称: Environmental Microbiology

课程编码: 0005723

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0 学时: 48

面向对象: 环境科学与工程专业本科生

先修课程: 化学

教材及参考书:

- [1] 周群英、王士芬编著,《环境工程微生物学》(第4版),高等教育出版社,2015年11月
- [2] 任何军张婷娣编著,《环境微生物学》,清华大学出版社,2015年11月
- [3] 乐毅全、王士芬编著,《环境微生物学》(第3版),化学工业出版社,2019年1月
- [4] Maier, R.M., Pepper, I.L., Gerba, C.P., 《Environmental Microbiology》, Academic Press, 2008年5月

一、课程简介

环境微生物学是在环境科学和环境工程事业蓬勃发展的基础上应运而生的一门微生物学的新的分支学科。环境微生物学是研究存在于环境中的微生物以及这些微生物在自然或人工环境中发挥的作用,具体任务就是充分利用有益微生物资源为人类造福,防止、控制、消除微生物的有害活动,化害为利。课程内容包括微生物细胞结构、代谢及生长繁殖、进化及遗传信息传递、微生物种群的动态变化、水环境及土壤环境中的微生物、微生物在物质循环中的作用、微生物的生物修复和生物降解等。通过该课程的学习使学生能够理解和掌握自然及人工环境中微生物的作用,为学习环境工程专业的其他专业课程奠定基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 环境微生物学是环境科学、环境工程和市政工程及环境监测等专业的学科基础必修课,为学生提供广泛的微生物学基础知识和操作技能。该课程是在学生完成无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等课程的基础上,开设的与环境专业密切相关的一门学科基础必修课。开设该课程,旨在为学生后续学习与环境污染治理相关的专业课程奠定微生物学理论基础。

本课程支撑的毕业要求指标点包括:

毕业要求 1-3: 掌握环境工程领域的基础知识与原理,熟悉污染治理技术,能够用于分析和解决环境工程中的复杂问题;

毕业要求 2-3: 能够运用环境工程基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题;

(二) 课程目标

1 教学目标：

目标 1：使学生掌握分析和解决环境工程中的复杂问题所应具备的环境微生物学基础知识与原理；

目标 2：培养学生运用环境微生物学基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题的能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		1-3	2-3
1	使学生掌握分析和解决环境工程中的复杂问题所应具备的环境微生物学基础知识与原理；	●	
2	培养学生运用环境微生物学基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题的能力。		●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：环境生物技术由于具有绿色、可持续的特点而被广泛用于环境保护和环境污染治理，环境微生物学又是环境生物技术的核心内容。通过该课程的学习，培养学生具有创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，充分意识到保护环境和生态文明建设的重要性。树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，增强环保意识和致力于环保事业的社会责任感，为建设美丽中国和全球的生态安全做出贡献。

三、课程教学内容

本课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)	
		1	2
绪论	环境微生物学的研究对象与任务	✓	✓
第一章非细胞结构的超微生物——病毒 第一节病毒的一般特征及其分类 第二节病毒的形态和结构 第三节病毒的繁殖 第四节病毒对物理、化学因素的抵抗力及在污水处理过程中的去除效果	(1) 病毒的结构、分类及一般特征▲ (2) 病毒的形态 (3) 病毒的裂解反应和溶原性反应▲ (4) 病毒对物理、化学因素的抵抗力及在污水处理过程中的去除效果★	✓	
第二章原核微生物 第一节古菌域 第二节细菌域 第三节蓝细菌 第四节放线菌	(1) 古菌的特点、分类及在环境工程领域的意义 (2) 细菌的形态、培养特征▲ (3) 细菌的细胞结构、物理化学特性★▲ (4) 放线菌的菌落形态、繁殖▲	✓	

	(5) 蓝细菌的形态、细胞结构、功能、繁殖 代谢		
第三章真核微生物 第一节原生动物 第二节微型后生动物 第三节藻类 第四节真菌	(1) 原生动物的一般特征▲、胞囊▲、分类 (2) 微型后生动物▲ (3) 藻类的一般特征、分类 (4) 酵母菌与霉菌的形态大小、细胞结构、 繁殖方式、菌落特征★	√	
第四章微生物的生理 第一节微生物的酶 第二节微生物的营养 第三节微生物的能量代谢 第四节微生物的合成代谢	(1) 酶的组成与催化特性,影响酶活力的因 素▲ (2) 酶的结构、分类与命名 (3) 微生物的营养物及营养类型▲、微生物 的培养基 (4) 发酵、好氧呼吸、无氧呼吸▲★ (5) 产甲烷菌的合成代谢、化能自养微生物 的合成代谢、异养微生物的合成代谢▲	√	√
第五章微生物的生长繁殖与生存因子 第一节微生物的生长繁殖 第二节微生物的生存因子 第三节其他不利环境因子对微生物的 影响 第四节微生物与微生物之间的关系 第五节菌种的退化、复壮与保藏	(1) 研究微生物生长繁殖的方法▲★ (2) 细菌生长曲线在污废水生物处理中的应 用▲ (2) 微生物的生存因子: 温度、pH、溶解 氧▲、氧化还原电位、太阳辐射、活度与渗 透压、表面张力 (3) 其他不利环境因子对微生物的影响: 超 声波、重金属、极端温度、极端 pH 值、干 燥、抗生素 (4) 微生物与微生物之间的关系: 竞争、原 始合作、共生、偏害、捕食、寄生▲ (5) 菌种的退化、复壮与保藏	√	√
第六章微生物的遗传和变异 第一节微生物遗传 第二节微生物的变异 第三节基因重组 第四节分子遗传学新技术在环境工程 及环境保护中的应用	(1) 遗传变异的物质基础★ (2) DNA 的结构与复制、变性和复性、RNA、 蛋白质的合成▲ (3) 基因突变▲ (4) 基因重组的三种形式, 杂交、转化、转 导★ (5) 遗传工程和基因工程在环境保护中的应 用、PCR 技术	√	√
第七章微生物生态 第一节生态系统 第二节土壤微生物生态 第三节空气微生物生态 第四节水体微生物生态	(1) 生态系统、生态平衡的相关概念▲ (2) 水体微生物生态、水体中的微生物群落、 水体富营养化▲ (3) 水体自净的相关理论★ (4) 土壤自净、土壤生物修复 (5) 空气微生物的卫生标准及生物洁净技术	√	√
第八章微生物在环境物质循环中的作 用 第一节氧循环	(1) 氧循环 (2) 纤维素的转化、淀粉和脂肪的转化▲★ (3) 氮循环的氨化作用、硝化作用、反硝化	√	√

第二节碳循环 第三节氮循环 第四节硫循环 第五节磷循环	作用、固氮作用▲ (4) 含硫有机物的转化、无机硫的转化▲ (5) 含磷有机物的转化、无机磷化物的转化		
第九章水环境污染控制与治理的生态工程及微生物学原理 第一节污(废)水生物处理中的生态系统 第二节活性污泥丝状膨胀的成因及控制对策 第三节厌氧环境中活性污泥和生物膜的微生物群落	(1) 好氧活性污泥法▲ (2) 好氧生物膜法 (3) 活性污泥丝状膨胀的成因、对策▲ (4) 厌氧消化——甲烷发酵▲★ (5) 含硫酸盐废水的厌氧微生物处理	√	√
第十章污(废)水深度处理和微污染源水预处理中的微生物学原理 第一节污(废)水深度处理——脱氮、除磷与微生物学原理 第二节微污染源水预处理中的微生物学原理 第三节饮用水的消毒及其微生物学效应	(1) 微生物脱氮原理、脱氮微生物及脱氮工艺▲ (2) 微生物除磷原理、除磷微生物及其工艺▲★ (3) 水源水污染源和污染物、微污染源水微生物预处理及微生物群落 (4) 水消毒的重要性、水的消毒方法	√	√
第十一章有机固体废弃物与废气的微生物处理及其微生物群落 第一节有机固体废弃物的微生物处理及其微生物群落 第二节废气的生物处理	(1) 堆肥法▲ (2) 卫生填埋及其渗滤液处置▲ (3) 废气的生物处理方法：生物吸收法、生物过滤法★	√	√
第十二章微生物学新技术在环境工程中的应用 第一节固定化酶和固定化细胞在环境工程中的应用 第二节微生物细胞外多聚物的开发与应用 第三节优势菌种与微生物制剂的开发与应用 第四节微生物能源的开发与应用	(1) 酶的提取、纯化、固定化方法、固定化酶和固定化微生物在环境工程中的应用及前景▲ (2) 生物表面活性剂、微生物絮凝剂和沉淀剂的原理、开发与应用 (3) 优势菌种的筛选、微生物制剂的开发与应用 (4) 微生物能源的种类、微生物产氢燃料电池	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：针对环境微生物学课程的特点，从改革教学模式入手，逐渐由以“教”为中心的教学模式向以“学”为中心的教学模式转化，充分强调以学生为中心，培养学生自主获取知识的能力。优化教学内容，体现专业特色、实践性和先进性。改革教学手段，将课堂讲授、课堂讨论、课上课下阅读、小组合作、答疑、思考与研究相结合形成一个完整的研究性的课堂教学。

课堂讲授是本课程最重要的教学环节，没有课堂讲授很难构成一个实用的有效率的教

学过程。采用多媒体课件，配合板书和范例演示对教学重点与难点进行深入、透彻的讲解、分析，以知识为载体，讲授分析问题、解决问题的思维方式与方法，使学生从中受到启发。例如将某些概念、理论产生的历史背景、知识背景交待给学生，和学生共同讨论当时的学者在面对新问题时是如何寻求解决方法的，即如何有所创造的。适当提出一些问题，鼓励引导学生发表自己的观点与见解，活跃课堂气氛。

学习方法：学生要通过课前预习了解课堂讲授内容。上课过程中认真听讲，积极参与课堂讨论，深入理解并掌握重点内容。设置一些专题组织课堂研讨，使学生在讨论中学习。讨论课的优点是能够引起学生的兴趣，激发学生的思维，发挥学生学习的主动性、积极性，使学生体验到在与别人的讨论、争论、辩论中获得知识的过程和乐趣。该方式有利于重点问题或疑难问题的解决，便于培养学生的表达能力、思维能力、辩论能力、分析问题和解决问题的能力。

随着现代生命科学与环保技术的迅猛发展，环境工程微生物学领域知识更新的速度在加快。设置一些专题要求学生课后查阅相关文献资料，并撰写文献调研报告。主要利用校园网图书馆的电子版科技文献检索功能、线上慕课、国家精品课程等资源。通过这种形式使学生了解一些学术前沿的知识，培养学生独立查阅文献资料，并对文献资料进行归纳、分析总结的能力。促进学生自主学习、自主探索，构建能体现学生学习主体作用的新型教学结构与教学模式。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论	环境微生物学的研究对象与任务	1					1
第一章非细胞结构的超微生物——病毒 第一节病毒的一般特征及其分类 第二节病毒的形态和结构 第三节病毒的繁殖 第四节病毒对物理、化学因素的抵抗力及在污水处理过程中的去除效果	(1) 病毒的结构、分类及一般特征 (2) 病毒的形态 (3) 病毒的裂解反应和溶原性反应 (4) 病毒对物理、化学因素的抵抗力及在污水处理过程中的去除效果	3					3
第二章原核微生物 第一节古菌域 第二节细菌域 第三节蓝细菌	(1) 古菌的特点及在环境工程领域的意义 (2) 细菌的形态、培养特征 (3) 细菌的细胞结构、物理化	4					4

第四节放线菌	学特性 (4) 放线菌的菌落形态、繁殖 (5) 蓝细菌的形态、细胞结构、 功能、繁殖代谢						
第三章真核微生物 第一节原生动物 第二节微型后生动物 第三节藻类 第四节真菌	(1) 原生动物的一般特征、胞 囊、分类 (2) 微型后生动物 (3) 藻类的一般特征 (4) 酵母菌与霉菌的形态大小、 细胞结构、繁殖方式、菌落特征	2					2
第四章微生物的生理 第一节微生物的酶 第二节微生物的营养 第三节微生物的能量 代谢 第四节微生物的合成 代谢	(1) 酶的组成与催化特性，影 响酶活力的因素 (2) 酶的结构、分类与命名 (3) 微生物的营养物及营养类 型、微生物的培养基 (4) 发酵、好样呼吸、无氧呼 吸 (5) 产甲烷菌的合成代谢、化 能自养微生物的合成代谢、异养 微生物的合成代谢	4			1		4
第五章微生物的生长 繁殖与生存因子 第一节微生物的生长 繁殖 第二节微生物的生存 因子 第三节其他不利环境 因子对微生物的影响 第四节微生物与微生 物之间的关系	(1) 研究微生物生长繁殖的方 法 (2) 细菌生长曲线在污废水生 物处理中的应用 (2) 微生物的生存因子：温度、 pH、溶解氧 (4) 微生物与微生物之间的关 系：竞争、原始合作、共生、偏 害、捕食、寄生	4					4
第六章微生物的遗传 和变异 第一节微生物遗传 第二节微生物的变异 第三节基因重组	(1) 遗传变异的物质基础 (2) DNA 的结构与复制、变性和 复性、RNA、蛋白质的合成 (3) 基因突变 (4) 基因重组的三种形式，杂 交、转化、转导	4			1		5
第七章微生物生态 第一节生态系统 第二节土壤微生物生 态 第四节水体微生物生 态	(1) 生态系统、生态平衡的相 关概念 (2) 水体微生物生态、水体中 的微生物群落、水体富营养化 (3) 水体自净的相关理论 (4) 土壤自净、土壤生物修复	4					4
第八章微生物在环境 物质循环中的作用	(1) 氧循环 (2) 纤维素的转化、淀粉和脂	4					4

第一节氧循环 第二节碳循环 第三节氮循环 第四节硫循环	肪的转化 (3) 氮循环的氨化作用、硝化作用、反硝化作用、固氮作用 (4) 含硫有机物的转化、无机硫的转化						
第九章水环境污染控制与治理的生态工程及微生物学原理 第一节污(废)水生物处理中的生态系统 第二节活性污泥丝状膨胀的成因及控制对策 第三节厌氧环境中活性污泥和生物膜的微生物群落	(1) 好氧活性污泥法 (2) 好氧生物膜法 (3) 活性污泥丝状膨胀的成因、对策 (4) 厌氧消化——甲烷发酵	4			1		5
第十章污(废)水深度处理和微污染源水预处理中的微生物学原理 第一节污(废)水深度处理——脱氮、除磷与微生物学原理	(1) 微生物脱氮原理、脱氮微生物及脱氮工艺 (2) 微生物除磷原理、除磷微生物及其工艺	4			1		5
第十一章有机固体废弃物与废气的微生物处理及其微生物群落 第一节有机固体废弃物的微生物处理及其微生物群落 第二节废气的生物处理	(1) 堆肥法 (2) 卫生填埋及其渗滤液处置 (3) 废气的生物处理方法：生物吸收法、生物过滤法	4					4
第十二章微生物学新技术在环境工程中的应用 第一节固定化酶和固定化细胞在环境工程中的应用 第二节微生物细胞外多聚物的开发与应用	(1) 酶的提取、纯化、固定化方法、固定化酶和固定化微生物在环境工程中的应用及前景 (2) 生物表面活性剂、微生物絮凝剂和沉淀剂的原理、开发与应用	2					2
合计		44			4		48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	作业等（20%）：课堂作业和课外作业；对应毕业要求 2-3 达成度的考核。 其它（10%）：课堂表现、信息接收、自我约束；对应毕业要求 1-3 达成度的考核。
考试成绩	70	期末卷面考试成绩（70%）：考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。对应毕业要求 1-3、2-3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时提交作业、作业质量高；熟练掌握教学内容；综合运用理论知识解决复杂问题能力强	按时提交作业、作业完成较好；掌握教学内容；综合运用理论知识解决复杂问题能力较强	按时提交作业、作业完成尚可；掌握教学内容；具有一定综合运用理论知识解决复杂问题的能力	能够完成作业；基本掌握教学内容。	不满足 D 要求
其它（课堂表现、信息接收、自我约束）	课堂出勤好、积极主动参与课堂活动、自我约束力强	课堂出勤较好、积极参与课堂活动、自我约束力较强	课堂出勤尚可、能够参与课堂活动并具有一定的自我约束力	满足基本的课堂出勤要求，有一定的自我约束力	不满足 D 要求
考试	准确掌握课程教学内容，熟练运行微生物学理论	准确掌握课程教学内容，能够运行微生物学理论	基本掌握课程教学内容，能够运行微生物学理论	基本掌握课程教学内容	不满足 D 要求

	知识解决复杂环境工程问题	知识解决复杂环境工程问题	知识解决复杂环境工程问题		
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：曾薇

批准者：彭永臻

2020 年 3 月

“环境工程监测”课程教学大纲

英文名称: Environmental Engineering Monitoring

课程编码: 0008380

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境工程专业本科生

先修课程: 无机化学, 分析化学, 有机化学, 物理化学

教材及参考书:

[1] 奚旦立.环境监测(第五版).高等教育出版社, 2019年1月

[2] 陈玲, 赵建夫.环境监测(第二版).化学工业出版社, 2014年11月

一、课程简介

环境工程监测是环境保护工作的重要基础和有效手段,环境工程监测的目的是力求及时、准确、全面地反映环境质量现状及发展趋势,为环境管理、环境评价、污染控制提供科学依据。通过本课程的学习,使学生了解环境监测在环境工程领域的重要作用及应用,熟悉环境工程监测的基本原理、技术方法和监测过程中的质量保证,重点掌握各类环境样品的采集、保存和预处理方法,使学生能够综合运用所学知识,进行初步的环境监测方案的设计。通过本课程的学习,扩大学生的知识视野,培养学生分析问题、解决问题的能力,并为学习环境工程专业的其他专业课程奠定基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:“环境工程监测”是环境工程专业的学科基础必修课,是环境工程专业的主干课之一。本课程是在学完“无机化学”、“有机化学”、“分析化学”、“物理化学”等课程基础上、掌握了必要的基本实验技能后开设的一门学科基础必修课。开设本课程,旨在使学生全面系统地掌握环境监测的程序与方法,为专业课程的学习奠定基础,也为以后从事环境保护相关工作奠定扎实的专业知识和技能。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述:

1.3: 掌握环境工程领域的基础知识与原理,熟悉污染治理技术,能够用于分析和解决环境工程中的复杂问题;

2.3: 能够运用环境工程基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题;

5.1: 能够恰当运用现代工程工具、信息技术工具、仪器分析等手段,对工艺指标与过程参数进行检测、分析。

(二) 课程目标

1. 教学目标:使学生掌握环境工程监测的基本原理、技术方法和监测过程中的质量保证,掌握各类环境样品的采集、保存和预处理方法;培养学生分析问题、解决问题的能力,使学生能够综合运用所学知识,进行初步的环境监测方案的设计;使学生能够运用容量分析、仪器分析等手段,对主要水质指标、大气指标进行检测和分析。本课程对毕业要

求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1.3	2.3	5.1
1	使学生掌握环境工程监测的基本原理、技术方法和监测过程中的质量保证，掌握各类环境样品的采集、保存和预处理方法	◎		
2	培养学生分析问题、解决问题的能力，使学生能够综合运用所学知识，进行初步的环境监测方案的设计		◎	
3	使学生能够运用容量分析、仪器分析等手段，对主要水质指标、大气指标进行检测和分析			●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

环境保护是我国的一项基本国策，生态文明建设是我国“五位一体”总体布局的重要方面，是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分。课程结合案例教学，将绿色、生态、环保、敬业等育人元素融入教学中，加深学生对环境保护、生态文明、绿色发展、“绿水青山就是金山银山”等理念的理解，发挥课程的政治育人功能，落实立德树人根本任务。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 绪论	环境监测概念及其在环境工程中的作用▲、环境监测技术及其发展▲、环境标准★。以系统的总体结构设计为线索，划分环境要素监测模块，并引导学生理解环境监测与环境标准之间的关系★。	√		
第二章 水和废水监测	概述、水质监测方案的制定▲★、水样的采集、保存和预处理▲、水质指标和水质标准▲、水样物理性质检验▲、水中金属化合物测定▲、水中非金属无机物测定▲、水中有机化合物的测定▲★、底质监测。	√	√	√
第三章 大气和废气监测	概述、大气监测方案的制定▲★、大气样品的采集方法▲、气态污染物的监测▲、大气颗粒物的监测▲、大气降水监测、大气污染源监测▲、大气污染生物监测、标准气体的配制。	√	√	√
第四章 固体废物监测	固体废物的定义和分类、固体废物样品的采集、制备、保存和预处理▲★、固体废物有害特性的监测方法▲、城市生活垃圾的特性分析。	√	√	√
第五章 噪声监测	声音的物理特性和量度▲★、噪声的物理量和主观听觉的关系、噪声测量仪器、噪声标准、噪声监测▲。	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合环境工程监测教学要求以及学生认知活动的特点，采取讲授、研讨、案例教学等教学模式与方法。

学习方法：环境工程监测课程要求学生掌握的监测方案制定原则与监测方法多，信息量大。建议学生养成探索的习惯，做到课前预习，结合教师课堂案例教学，积极思考，从系统实现的角度深入理解概念与原理，掌握方法的精髓，结合案例场景，融会贯通地记忆。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	4					4
2	水和废水监测	12			2		12
3	大气和废气监测	10					10
4	固体废物监测	2					2
5	噪声监测	2					2
合计		30			2		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 20%，考试成绩 80%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20%	出勤率、课堂测验、课堂互动等，支撑毕业要求 1.3, 5.1
考试成绩	80%	闭卷考试，支撑毕业要求 1.3, 2.3, 5.1

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业					
研讨	全面掌握	较好掌握	一般	基本掌握	不满足 D 要求
实验					
考试	全面掌握	较好掌握	一般	基本掌握	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：孙治荣

批准者：彭永臻

2020 年 3 月

“环境工程设计基础Ⅱ”课程教学大纲

英文名称: Environmental Engineering Design Basis II

课程编码: 0003892

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 环境工程、环境科学专业本科生

先修课程: 大气污染控制工程、水污染控制工程、噪声控制工程、固体废物的处理处置

教材及参考书:

教材: [1] 金毓崧. 环境工程设计基础(第二版). 北京: 化工工业出版社, 2008 年

参考书: [2] 童华. 环境工程设计. 北京: 化学工业出版社, 2009 年

一、课程简介

该课程是针对环境工程与环境科学专业学生开设的一门专业基础选修课。本课程以环境工程专业课中水、气、渣、噪声等不同方向中共同的基础为基础, 进一步拓宽专业面, 是一门综合性、工程性强的技术基础课, 以满足和适应新形势下的环境工程专业的教学要求。课堂讲授环境工程设计程序、原则、范围、内容、特点, 讲授环境保护法和有关建设项目的环境保护管理的规定, 讲解厂址的环保要求、步骤和原则。讲授各种污染源的种类、调查内容、工程分析、排放量及源强的计算。讲授选择处理工艺流程的原则、步骤。了解建筑形式和结构形式。讲授管道及管件的种类、选择原则、要求等。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是环境工程专业的专业课程。环境工程专业的人才培养, 特别是本科生人才培养, 属于工程教育范畴。环境工程设计是以环境工程专业课中水、气、渣、噪声等不同方向中共同的基础为基础, 进一步拓宽专业面, 引导学生进一步认识环境工程设计理论与实践、技术和方法, 以满足环境工程专业本科生的对环境工程设计基础知识需要。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

本课程主要对毕业要求第(1)条和第(3)条的实现提供支撑。

毕业要求第1条第3个指标点(X1Y3): 掌握环境工程领域的基础知识与原理, 熟悉污染治理技术, 能够用于分析和解决环境工程中的复杂问题。

通过课程学习使学生能够根据环境工程设计的基本原理识别和判断环境工程问题中的关键环节和参数, 能够将数学、自然科学、工程基础、专业知识和绘图技术用于解决环境工程设计中的问题。

毕业要求第3条第1个指标点(X3Y1): 了解并掌握工程设计的基本方法、基本技能。

通过课程学习使学生能够分析环境工程设计的特定需求, 同时考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素, 设计出能满足特定需求的系统、单元或工艺流程, 并能对工艺方案的可行性进行评价及提出优化的措施, 能在设计环节中体现创新意识。

此外，对实现毕业要求第（12）条也有一定的支撑作用。

毕业要求第（12）条：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1 教学目标：课程目的是培养学生正确的设计思想，巩固、加强、深化和扩展学生所学的理论知识和初步的专业技能；提高绘图和计算机绘图的能力；使学生能运用所的基本理论及专业知识解决实际问题，引导学生发挥其主观能动性和创造性，能独立完成所规定的设计任务。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		X1. Y3	X3. Y1
1	培养学生正确的设计思想，巩固加强和深化扩展学生所学的理论知识和初步的专业技能	●	●
2	提高绘图和计算机绘图的能力	◎	●
3	发挥主观能动性和创造性，能独立完成所规定的设计任务	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生具有从事环境工程实际工作的基本技能，能利用现代成熟和技术手段，解决环境污染问题。培养学生树立正确的价值观和职业发展规划，具备科学精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章绪论	（1）课程的基本内容 （2）环境工程设计的内容和范围 （3）环境工程设计的主要程序和设计原则 （4）环境工程设计的特点 环境工程设计程序、原则、范围、内容、特点▲ 环境工程设计的主要程序★	√		√
第二章环境工程设计的原则	（1）环境保护法律和环境标准 （2）我国的环境管理制度、建设项目环境保护管理条例及污染物排放的总量控制 环境标准、环境保护法和有关建设项目的环境保护管理的规定▲ 环境标准的运用，总量控制★	√		√
第三章厂址选择与总平面布置	（1）厂址选择 （2）总平面布置 厂址的环保要求、厂址选择步骤、总平面布置▲★	√	√	√

第四章污染源强度 计算	(1) 污染源调查 (2) 污染源控制工程分析 (3) 污染物排放量的计算方法 (4) 废气排放量计算 (5) 用水量和废水排放量的计算 各种污染源的种类、调查内容、工程分析、排放量及 源强的计算▲★	√		√
第五章工艺流程设 计	(1) 工艺路线的选择 (2) 工艺流程设计 选择处理工艺流程的原则、步骤▲ 选择处理工艺流程的原则、步骤；工艺流程图的绘制 ★	√	√	√
第六章车间布置设 计	(1) 厂房建筑图简介 (2) 环保车间布置 工业建筑图介绍、环保车间和设备的布置原则▲ 工业建筑图介绍★	√	√	√
第7章管道布置与设 计	(1) 管道、阀门和管件的选择与设计 (2) 管道布置的原则与要求 (3) 管道布置图的绘制 管道及管件的种类、选择原则、要求。管路设计计算， 管道布置图的绘制▲ 管路设计计算，管道布置图的绘制★	√	√	√
第8章环保设备的选 择和应用技术经济 分析	(1) 选择环保设备的原则 (2) 泵与风机 (3) 环境工程项目概算 (4) 技术经济分析	√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：采取包括讲授、项目驱动、案例教学等多种教学模式与方法。理论结合实际，重视工程案例以及与绘图相关的国家标准和规范的讲授。引导学生发挥其主观能动性和创造性，能独立完成所规定的设计任务。

学习方法：明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，注意从工程实际问题入手，课后认真复习。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容。重视工程制图国家标准的学习和绘图练习。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	(1) 课程的基本内容 (2) 环境工程设计的内容和范围 (3) 环境工程设计的主要程序和设计原则 (4) 环境工程设计的特点	4					4
第二章环境工程设计的原则	(1) 环境保护法律和环境标准 (2) 我国的环境管理制度、建设项目环境保护管理条例及污染物排放的总量控制。	2					2
第三章厂址选择与总平面布置	(1) 厂址选择 (2) 总平面布置	4					4
第四章污染源强度计算	(1) 污染源调查 (2) 污染源控制工程分析 (3) 污染物排放量的计算方法 (4) 废气排放量计算 (5) 用水量和废水排放量的计算	6					6
第五章工艺流程设计	(1) 工艺路线的选择 (2) 工艺流程设计	8					8
第六章车间布置设计	(1) 厂房建筑图简介 (2) 环保车间布置	6					6
第 7 章管道布置与设计	(1) 管道、阀门和管件的选择与设计 (2) 管道布置的原则与要求 (3) 管道布置图的绘制	6					6
第 8 章环保设备的选择和应用技术经济分析	(1) 选择环保设备的原则 (2) 泵与风机 (3) 环境工程项目概算 (4) 技术经济分析	2					2
复习	本课程的重点和难点	2					2
合计		40					40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为

重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 20%（出勤（5%）、作业等 15%），期末考试 80%。

平时成绩占 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试占 20%是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、绘图技术的掌握程度，以及对知识的运用能力。考试环节采取开卷形式，包括填空、名词解释、简答和计算，论述和绘图题等题型。名词解释侧重于考察基础知识，简答和论述考查学生知识掌握的全面性和逻辑性，计算考察学生综合运用理论知识的能力，有一定的灵活性，绘图题考察了学生的逻辑思维和形象思维能力，以及对相关的工程制图国家标准的掌握等。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	相关作业的完成质量，对应毕业要求 X1Y3、X3Y1 达成度的考核。
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 X1Y3、X3Y1 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	根据作业的完成质量	根据作业的完成质量	根据作业的完成质量	根据作业的完成质量	不满足 D 要求
考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：刘佳

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“泵与风机”课程教学大纲

英文名称: Pump and Fan

课程编码: 0005721

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32.0

面向对象: 环境工程专业本科生

先修课程: 流体力学

教材及参考书:

[1] 悟悦滨, 王芳, 工程流体力学泵与风机(第二版), 化学工业出版社, 2016年7月

[2] 何川, 郭立君, 泵与风机(第五版), 中国电力出版社, 2013年12月

一、课程简介

《泵与风机》是环境与能源工程学院为环境工程专业本科生开设的专业限选课。本课程的任务是, 使环境工程专业本科生了解泵与风机这一类通用设备在国民经济中的地位, 及其在环境工程领域中的应用情况和现存的实际工程问题, 培养学生分析、解决实际环境工程问题的能力, 并为学习环境工程专业之外其他专业课程奠定基础。教学内容重点: 泵与风机的叶轮理论、泵与风机的性能、相似理论在泵与风机中的应用、泵的汽蚀、泵与风机的运行调节、泵与风机的选型及泵站设计。教学内容的难点: 解决泵汽蚀问题的方法原理, 泵与风机的选型要领及注意事项, 泵与风机的运行调节原理。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

1-3 掌握环境工程领域的基础知识与原理, 熟悉污染治理技术, 能够用于分析和解决环境工程中的复杂问题;

2-3 能够运用环境工程基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题;

3-4 能够在社会、安全、环境等现实因素的约束下对工艺方案的可行性进行评价。

(二) 课程目标

1 教学目标:

通过课程的学习, 使学生了解泵与风机在国民经济中的地位及在环境工程中的应用。掌握泵与风机的结构形式、工作原理、性能特点及运行和调节方法, 达到具有合理选择机型、正确使用、维护和技术改造的能力。通过课程的学习, 培养学生分析问题、解决问题的能力, 并为学习环境工程专业的其他专业课程奠定基础。

主要为毕业要求 1-3 的实现提供支持。

对于毕业要求 1-3, 掌握环境工程领域内泵与风机的基础常用知识及原理, 分析解决环境工程领域内, 泵与风机运行过程中的能耗问题、运行问题, 以及更为复杂的环境工程问题。

主要为毕业要求 2-3 的实现提供支持。

对于毕业要求 2-3：掌握泵和风机的结构形式、工作原理、性能特点及运行和调节方法，针对泵与风机在环境工程实际工程中存在的使用问题、运行问题，能够提出有效的调节措施和解决方案。

对毕业要求 3-4 的实现有一定支撑作用。

对于毕业要求 3-4：能够对泵与风机相关工艺方案的可行性进行评价，达到具有合理选择机型、正确使用、维护和技术改造的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1-3	2-3	3-4
1	掌握环境工程领域内泵与风机的基础常用知识及原理，分析解决环境工程领域内，泵与风机运行过程中的能耗问题、运行问题，以及更为复杂的环境工程问题。	●		
2	掌握泵和风机的结构形式、工作原理、性能特点及运行和调节方法，针对泵与风机在环境工程实际工程中存在的使用问题、运行问题，能够提出有效的调节措施和解决方案；		●	
3	能够对泵与风机相关工艺方案的可行性进行评价，达到具有合理选择机型、正确使用、维护和技术改造的能力。			●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：将我国目前的能源消耗情况与泵与风机的使用现状相联系，剖析泵与风机在行业内普遍能耗较高这一问题的来源，从国家发展的角度，进一步明确环境工程专业人才的价值和意义，提高同学们作为环境工程领域专业人才的责任担当和理想信念，提高同学们的职业素养和行为规范。

三、课程教学内容

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (*)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章概论	教学内容：泵与风机的定义、用途，叶片式泵与风机的主要部件和结构形式；轴流式泵与风机的主要部件和结构形式；泵与风机的分类及工作原理、基本性能参数。 重点：离心式、轴流式泵与风机的区别▲。	√		
第二章泵与风机的叶轮理论	教学内容：离心式泵与风机流体在叶轮中的运动及速度三角形、欧拉方程，离心式叶轮叶片形式分析；轴流式泵与风机的速度三角形、能量方程；离心式泵与风机有限叶片叶轮中流体的运动、流体进入叶轮前的预旋。 重点：流体在叶轮中的运动以及速度三角形求解，泵与风机的能量方程-欧拉方程▲； 难点：离心式、轴流式泵与风机中流体的运动特点及区别、能量方程的差异*；	√		

第三章泵与风机的性能	教学内容：离心式泵与风机的性能曲线；泵与风机的功率、损失与效率；轴流式泵与风机性能曲线；泵与风机性能曲线的测试实验； 重点：泵与风机的功率、损失与效率，泵与风机的性能曲线▲； 难点：离心式、轴流式泵与风机的性能差异★；	√		
第四章相似理论	教学内容：相似定律，相似定律的特例及应用，比转速的用途及物理意义；相似条件的判定，通用性能曲线的绘制；无因次性能曲线的绘制及应用； 重点：相似定律，相似定律的特例及应用，比转速的用途及物理意义▲； 难点：如何将比例定律用于转速改变后的性能曲线绘制★。	√	√	
第五章泵的汽蚀	教学内容：吸上真空高度的概念及物理意义，汽蚀余量的概念、有效汽蚀余量和必需汽蚀余量的区别和联系；汽蚀现象及其对泵工作的影响，汽蚀相似定律及汽蚀比转速；提高水泵抗汽蚀性能的措施； 重点：吸上真空高度、有效汽蚀余量、必需汽蚀余量的概念及物理意义▲；汽蚀现象及其对泵工作的影响▲；提高水泵抗汽蚀性能的措施▲； 难点：吸上真空高度、有效汽蚀余量、必需汽蚀余量之间的区别联系★；如何确定水泵的几何安装高度★。	√	√	
第六章泵与风机的运行和调节	教学内容：泵与风机工作点的确定，泵与风机的变速调节、叶轮切割调节；泵与风机的联合工作，泵与风机的节流调节；多种运行调节方式的能耗比较； 重点：泵与风机工作点的确定▲； 难点：节流调节、变速调节、叶轮切割调节后工作点的变化和图解法★。		√	√
第七章泵与风机的选型及泵站设计	教学内容：泵与风机的选型及校核；污水泵站的设计要点；二级给水泵站、雨水泵站的设计； 重点：泵与风机的选型步骤▲；污水泵站的设计步骤▲； 难点：泵与风机的选型及校核★；污水泵站流量、扬程的估算及校核★。		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：包括讲授、研讨、小组合作三种教学方法与模式。通过布置实际水泵、风机选型、泵站设计流程案例教学，巩固课程各章内容；

学习方法：通过比较式学习方法，对照学习离心式和轴流式泵与风机的工作原理和特点。通过网络搜集了解泵与风机的产品手册和样本，获取本课程延伸学习资料。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
0	概论	2					2
1	泵与风机的叶轮理论	6					6
2	泵与风机的性能	4					4
3	相似理论在泵与风机中的应用	4					4
4	泵的汽蚀	4					4
5	泵与风机的运行和调节	6	2				8
6	泵与风机的选型及泵站设计	4					4
合计		30	2				32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考试成绩：考试采取闭卷形式，包括四种题型：名词解释、判断题，简答和计算。名词解释 15 分，判断题 30 分，侧重于考查学生基础知识的掌握情况，对应毕业要求拆分指标点 1-3；简答题 30 分，计算题 25 分，考查学生综合运用理论知识的能力，对应毕业要求拆分指标点 2-3 和 3-4。考试成绩占总成绩的 80%。

平时成绩：主要由课程出勤率、课堂的基本表现、作业完成情况评定，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。平时成绩占总成绩的 20%

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20%	相关作业完成情况，课堂例题和思考题的解答能力，对应毕业要求 1-3、2-3 达成度的考核。
考试成绩	80%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1-3、2-3、3-4 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时完成作业， 熟练掌握课程内容， 计算或表达准确、详细、工整	按时完成作业， 准确掌握课程内容， 计算或表达准确、详细	按时完成作业， 掌握课程内容， 计算或表达基本正确	基本掌握课程内容， 计算或表达基本准确	不满足 D 要求
考试	准确掌握课程重点内容， 熟练运用基本原理和公式进行准确计算和分析， 并具备解决具体问题的能力	准确掌握课程重点内容， 能够运用基本原理和公式进行计算， 较为准确分析和解决具体问题	基本掌握课程重点内容， 能够运用基本原理和公式， 对具体问题的计算和分析基本正确	能够掌握部分课程重点内容， 计算和分析基本正确	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：郭瑾

批准者：梁文俊

2020 年 1 月 3 日

“排水管网工程”课程教学大纲

英文名称: Drainage Ductwork Engineering

课程编号: 0004353

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境工程专业本科生

先修课程: 流体力学

使用教材及参考书:

- [1] 高廷耀等.水污染控制工程(上册第四版).北京:高等教育出版社,2014年12月
- [2] 张勤等.水工程施工.北京:中国建筑工业出版社.2005年1月
- [3] 邢丽贞.给排水管道设计与施工(第二版).北京:化学工业出版社.2009年7月
- [4] 孙慧修.排水工程(上册第四版).北京:中国建筑工业出版社.2004

一、课程简介

本课程是环境与生命学部为环境工程专业本科生开设的专业限选课程类型,是该专业核心专业课之一。本课程的主要任务是全面系统地讲授排水管渠系统概论、排水管渠水力计算、污水管道系统设计、城镇雨水管渠系统设计、合流制管渠系统设计、排水泵站设计、排水管渠施工及养护管理等方面的基本概念和理论、基本方法和技术。本课程具有较强的基础性、工程性、实践性和应用性,教学中贯穿大量设计数据、工程图纸、工程实例等内容,教学过程中引入国内外新理论和技术发展成果,与实际生产和工程应用结合紧密,课堂所授知识在学生走向工作岗位后均可以直接应用。

二、课程地位与教学目标

(一) 课程地位

本课程是环境工程专业先修核心课程,是一门强调理论联系实践应用的课程,旨在为后续水质工程学、环境工程设计基础、泵与风机、环境工程施工等专业课程的学习奠定基础,完善学生的环境工程专业知识体系,培养学生的工程意识、应用能力和工程实践技能,以满足排水管道设计、施工、维护和管理技术不断突破和发展所带来的对环境工程类的专业人才不断提出的新要求。本课程对于提高环境工程学生的现代专业知识水平、技术应用能力和专业科学技术创新能力有重要作用。

本课程主要为毕业生基本能力要求第1、2、3项的实现提供支撑。

1-3 掌握环境工程领域的基础知识与原理,熟悉污染治理技术,能够用于分析和解决环境工程中的复杂问题;

2-3 能够运用环境工程基本原理及专业知识识别、表达复杂环境工程问题;

3-3 了解环境工程新技术,设计满足环境标准的污染防治工艺与处理单元,并在设计过程中体现创新意识。

（二）课程目标

1 教学目标：通过本课程的学习，使学生对排水系统组成、排水管网的基本原理、设计原则和计算方法有较全面深入的理解，配合实践教学环节的课程设计和社会实践，使学生系统掌握排水管网系统的全面知识，能够独立完成排水管网系统的方案设计，并具备解决工程问题的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		1-3	2-3	3-3
1	能够根据所学科学知识的基本原理识别和判断环境工程问题的关键环节和参数，能够从数学、自然科学的角度对复杂环境工程问题提出解决途径，能够运用工程基础和专业知识对复杂环境工程问题提出解决方案。	●		
2	针对当前排水管网工程中存在的问题和发展趋势，培养学生应用数学、自然科学和工程科学的基本原理去识别、表达的能力，并通过文献研究分析问题。		●	
3	强化学生的工程意识，培养学生选择适当的设计参数和工艺，根据给定任务设计排水管网系统，并能够在设计环节中体现创新意识。			●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程是环境工程专业的核心课程，注重发挥该课程的育人功能，从社会主义核心价值观教育、理想信念教育、生态文明教育、职业素养教育等方面挖掘该课程的思政元素，通过知识的传授、问题的讨论和分析，培养学生正确看待中国环境问题与发达国家的异同，进而培养学生的责任担当、职业素养和行为规范。

三、课程教学内容及要求

本课程的教学内容包括以下五个部分，这五个部分在授课中全部涵盖，同时根据实际情况在某些方面进行扩展和对学生进行引导，适当扩大学生的涉猎面。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（✓）		
		1	2	3
绪论	导入：排水管网工程课程教学目及基本内容 第一节水污染与水循环▲ 第二节水体污染的危害 第三节水污染控制工程的任务▲ 第四节水污染控制工程的发展▲	✓		
第一章 排水管网系统	第一节城镇排水系统的体制和组成 排水管网排水系统的体制及其选择▲； 排水管网系统的主要组成部分▲； 第二节排水管网及管渠系统上的构筑物 管渠的断面形式★	✓		

	管渠的材料及发展历程 管渠系统上的构筑物构成及功能 [▲]			
第二章 排水管渠 水力计算	第一节污水管渠水力设计原则 污水管道中污水流动的水力特点 [*] 排水管渠水力计算的任务 [▲] 污水管渠水力设计原则 第二节管渠水力计算基本公式 水力计算的基本概念 [*] 水力计算的基本公式 [*] 第三节水力学算图 水力学计算图的使用 [*] 水力学计算图定点原则 [*] 第四节管渠水力设计主要参数 设计充满度 [▲] 设计流速 [▲] 最小管径 最小设计坡度 [*] 管道的埋设深度和覆土厚度 [*] 第五节管段的衔接 管道在衔接时应遵循的原则 [▲] 管道衔接方法 [*] 第六节管段水力计算示例 [*]	√	√	√
第三章污 水管道系 统的设计	第一节污水设计流量的确定 生活污水设计流量的确定 [*] 工厂生产区生活污水设计流量的确定 [▲] 公共建筑生活污水的设计流量 [▲] 工业废水设计流量 [▲] 第二节污水管道系统的平面布置 确定排水区界、划分排水流域 [▲] 选择污水厂和出水口的位置 拟定污水管道系统的路线 [*] 确定需要抽升的排水区域和设置泵站 第三节管道在街道上的位置 [▲] 第四节污水管道的水力计算示例 [▲]	√	√	√
第四章 城镇雨水 管渠的设 计	第一节雨水径流量的计算 雨量参数 [▲] 推理公式 [▲] 径流产生过程分析 [*] 雨水管道设计流量的估算 [*] 第二节雨水管渠系统的设计 雨水管渠设计的原则 雨水管渠系统的平面布置 [▲] 雨水管渠水力设计的准则 [▲] 设计步骤	√	√	√

	雨水管道水力设计示例* 第三节合流管道系统 合流制管渠系统的使用条件和布置特点▲ 合流污水水质特点 我国合流管道系统的工作情况与改造问题 截流式合流管道的水力计算* 第四节雨水径流量调节及利用 雨水径流面源污染▲ 雨水径流调蓄池 雨水资源利用概述 第五节城镇防洪 设计防洪标准▲ 设计洪水量和潮位的估算 防洪沟工程			
第五章海绵城市	第一节海绵城市建设的内容 海绵城市的概念▲ 低影响开发* 海绵城市建设涵盖的内容 第二节国外雨洪管理现状 美国的 BMPs 、LID、GSI 体系 澳大利亚的水敏性城市设计（WSUD） 英国的可持续城市排水系统（SUDS） 第三节国内雨洪管理现状 中国的海绵城市▲ 国家海绵城市重要发展阶段 第四节海绵城市建设技术 海绵城市建设的基本原则 海绵城市建设的主要技术▲	√	√	
第六章排水管渠施工	第一节排水管渠施工方法的分类▲ 第二节开槽敷设管道▲ 第三节非开挖敷设管道▲ 第四节井点降水 第五节排水管渠工程的施工准备和验收	√	√	
第七章排水管渠系统的管理与规划	第一节排水管渠系统的管理 第二节排水管渠系统的维护▲ 第三节排水管渠系统的修理及安全作业 第四节城镇排水工程的规划原则▲ 第五节城镇排水工程规划的主要任务和内容▲	√	√	

四、教学环节的安排与要求

教授方法：本课程以课堂讲授为主，结合课堂讨论完成知识的讲授。课堂讲授是一种通过口头语言系统而连贯地向学生传授知识的教学方法，此时学生多处于被动的接收状态，所以在课堂讲授的同时还配合其他的方法来提高学生的积极性和主观能动性。课堂讨论也

是本课程用到的教授方法，要求全体学生都参加讨论，培养学生的合作精神，并集思广益、相互启发、互相学习、取长补短，加深学生对学习内容的理解。本课程还用到案例教学法，在讲课过程中教师针对某一理论或观点适当进行案例分析，通过对相关成败案例剖析，引导学生对此做出全面客观评价，加深对所学内容的理解和掌握。

学习方法：培养学生的养成研究性学习的习惯，特别是重视对基本理论和基本方法的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取一般规律，并指导实践活动。对学生的学习指导要多方法结合，重启发、重引导。重视对预习的指导，为学生设定预习目标，深入学生中进行指导。重视对学生自主学习的指导，开出学生必读书目和参考书目，给出学习资料获取途径及信息检索方法。必读书和参考书是课堂教学的拓展，为学生学习提供线索，开阔眼界。所开书目比教材的内容专、深，不断扩大学生的知识视野，提高知识层次。重视学生朋辈学习指导，引导学生进行讨论和交流，发挥自我表现欲望，主动获取知识，自我检测，自我矫正补救。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论	导论	2					2
第一章	排水管渠系统	4					4
第二章	排水管渠水力计算	5	1				6
第三章	污水管道系统的设计	6	1				7
第四章	城镇雨水管渠的设计	4	1		1		6
第五章	海绵城市	2					2
第六章	排水管渠施工	1					1
第七章	排水管渠系统的管理与规划				2		2
	期末考试					2	2
	总计	28	3		1		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 30%），期末考试 70%。平时成绩中的 30%主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验，真实考核每一个学生对本课程知识的综合理解和掌握程度。考核内容包括排水管网系统的体制和组成部分、管道水力基本理论、污水管道系统的设计依据及设计过程、雨水管渠系统的设计依据及设计过程等内容，强调考核学生对排水管网的基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。本课程采用综合考核方式能够较全面反映学生的学习情况综合能力，再加上适当的激励机制就能鞭策学生力争上游，有效提高

本课程的学习效果，实现毕业要求的相关要求。本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	30%	作业等（30%）：课堂作业和课外作业；对应毕业要求 3-3 和达成度的考核。
考试成绩	70%	期末卷面考试成绩（70%）：考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。对应毕业要求 1-4、2-4、3-3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时提交作业、作业完成质量高，设计参数选用合理，数据计算正确。	按时提交作业、作业完成较好；在指导下设计参数选用合理，数据计算正确。	按时提交作业、作业完成尚可；设计参数选基本合理，数据计算基本正确。	能够完成作业；基本掌握教学内容。	不满足 D 要求
考试	准确掌握课程教学内容，熟练运用排水管网工程理论知识解决复杂环境工程问题，按卷面考试实际分数计算	准确掌握课程教学内容，较为能够运用排水管网工程理论知识解决复杂环境工程问题，按卷面考试实际分数计算	能够掌握课程教学内容，能够运用排水管网工程理论知识解决复杂环境工程问题，按卷面考试实际分数计算	基本能够掌握课程教学内容，基本能够运用排水管网工程理论知识解决环境工程问题，按卷面考试实际分数计算	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：高春娣

批准者：彭永臻

2020 年 3 月

“水质工程学 1”课程教学大纲

英文名称: Water Quality Engineering -1

课程编码: 0003014

课程性质: 专业选修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 环境工程专业本科生

先修课程: 流体力学、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、环境工程原理

教材及参考书:

- [1] 李圭白, 张杰.水质工程学(第二版).北京: 中国建筑工业出版社, 2013 年 3 月
- [2] 张自杰, 排水工程下册(第五版).北京: 中国建筑工业出版社, 2015 年 2 月
- [3] 高廷耀, 顾国维, 水污染控制工程下册(第四版).北京: 高等教育出版社, 2015 年 4 月
- [4] (美)Metcalf and Eddy, INC. Wastewater Engineering:Treatment and Resource Recovery. 5th, 2014, McGraw-Hill Science/Engineering/Math

一、课程简介

水质工程学 1 是环境与生命学部(筹)为环境工程专业本科生开设的限选课程类型, 是该专业必修的主要专业课之一。本课程的任务是讲授水处理单元操作, 目的是使学生对水、废水与污染物的性质、来源、水质标准及控制水污染的基本途径和治理方法有较全面和深入的了解, 为进行水处理工程设计、科学研究和运行管理打下基础。教学内容重点: 水质标准及其与人体健康的关系等; 水的污染指标、污水特性; 我国的污水排放标准和污水处理现状与发展等、我国现行法规对污水处理技术提出的要求; 水体污染的规律和危害、及其自净过程; 水体质量评价及水污染防治措施等。教学内容的难点: 水的物理、化学、物理化学处理的基本概念、基本理论与基本方法。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是环境工程专业的专业必修课, 属于本科教学计划中的核心知识领域最重要课程之一。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

X1.Y4: 能够理解环境工程专业领域工程设计所需的环境、工具、方法、规约等知识, 并能用于解决复杂工程问题。(毕业要求 1-4)

X2.Y4: 能够运用环境工程专业知识, 并通过查阅文献, 研究分析复杂环境工程问题, 提出环境污染治理对策, 获得有效解决思路及结论。(毕业要求 2-4)

X3.Y3: 了解环境工程新技术, 设计满足环境标准的污染防治工艺与处理单元, 并在设计过程中体现创新意识;(毕业要求 3-3)

X4.Y2: 能结合环境工程专业知识,运用环境工程技术和手段,设计出科学合理的实验研究方案。(毕业要求 4-2)

X10.Y2: 至少掌握一门外语,能够在跨文化背景下进行沟通和交流。(毕业要求 10-2)

(二) 课程目标

1 教学目标: 本课程的目的是使学生全面系统地掌握水和废水的水质特征和水质指标、水体污染与自净的基本概念和理论;重点掌握水的物理、化学、物理化学处理(混凝、沉淀、过滤、消毒、离子交换、吸附、氧化还原等)的基本概念、基本理论与基本方法;配合实验等教学环节,增强理论结合实际能力,初步获得水的物理、化学和物理化学处理的实践能力;培养学生具有设计、计算水质工程部分单元构筑物的初步能力,培养其面向工程设计全局的交流和团队协作能力。课程拟达到的课程目标,学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平,本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		X1. Y4	X2. Y4	X3. Y3	X4. Y2	X10. Y2
1	使学生能够理解环境工程专业领域水质工程设计所需的环境、工具、方法、规约等知识,并能用于解决复杂水质工程问题。	●		◎		◎
2	培养学生运用环境工程专业知识的能力,通过查阅文献,研究分析复杂水质工程问题,提出水污染治理对策,获得有效解决思路及结论。		●	◎		
3	引导学生了解水质工程新技术,促进学生设计满足环境标准的污染防治工艺与处理单元,并在设计过程中体现创新意识。		◎	●		◎
4	培养学生综合使用水质工程专业知识,运用水质工程技术和手段,设计出科学合理的实验研究方案。	◎			●	
5	培养学生外语运用能力(一门外语),使学生能够在跨文化背景下进行沟通和交流。		◎			●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标:

培养学生坚持人与自然和谐共生的理想信念,树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持节约资源和保护环境的基本国策和家国情怀;水环境保护事关人民群众切身利益,事关实现中华民族伟大复兴的中国梦,培养学生的责任担当、职业素养、行为规范,树立正确的水质工程价值观,为切实解决我国一些地区水环境质量差、水生态受损、环境隐患等突出问题,为加大水污染防治力度、保障国家水安全做贡献。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
绪论 第一章 水质与水质标准	绪论 简述水处理技术的历史与发展趋势、水的循环（自然循环和社会循环）等。 第一章 水质与水质标准 1.1 水中杂质的种类与性质 各种天然水体中的杂质、各类典型水体的水质特点。 1.2 水体的污染与自净 水中常见污染物与来源、水体富营养化▲、水体的自净★。 1.3 饮用水水质与健康 水中的生物对人体健康的影响、水中的化学物质对人体健康的影响、水质与地方病。 1.4 用水水质标准 生活饮用水水质标准▲、其它用水的水质标准。 1.5 污水的排放标准 污水排放标准制定的依据▲、国外的污水排放标准、我国的污水排放标准▲。	√				√
第二章 水的处理方法概论	2.1 主要单元处理方法 水的物理化学处理方法、水的生物处理方法。 2.2 反应器的概念及其在水处理中的应用 反应器的类型、物料在反应器内的流动模型、物料在反应器内的停留时间和停留时间分布、反应器概念在水处理中的应用★。 2.3 水处理工艺流程 水处理工艺流程的概念、典型给水处理流程▲、典型污水处理流程▲。	√	√			
第三章 凝聚和絮凝	3.1 胶体的稳定性 胶体的双电层结构★、胶体之间的相互作用★、胶体的稳定性★。 3.2 混凝机理 胶体的凝聚机理★、絮凝机理★、影响混凝的主要因素。 3.3 混凝剂 无机盐类混凝剂▲、高分子混凝剂★、复合混凝剂、助凝剂、混凝药剂选用原则。 3.4 混凝动力学 异向絮凝动力学★、同向絮凝动力学★、理想絮凝反应器、混凝过程的控制指标。 3.5 混凝过程 混凝剂的配制、计量、投加、混凝剂投加量自动控制、快速混合、絮凝反应。		√	√	√	√

	3.6 混凝设施 混合设施、絮凝设施等。 3.7 混凝试验* 混凝试验的目的、技术要求、方法、对实际水厂混凝工艺的模拟					
第四章 沉淀	4.1 杂质颗粒在静水中的沉降 杂颗粒在水中的自由沉降*、杂质颗粒在水中的拥挤沉降*。 4.2 平流沉淀池 理想沉淀池理论[▲]、非凝聚性颗粒的静水沉淀试验、凝聚性颗粒杂质的静水沉淀试验、浑水异重流及平流沉淀池的构造特点。 4.3 斜板斜管沉淀池 斜板、斜管沉淀原理*；影响斜板、斜管沉淀效果的因素；斜板、斜管沉淀池。 4.4 澄清池 澄清池的工作原理、机械搅拌澄清池、脉冲澄清池。 4.5 水中造粒 4.6 辐流沉淀池 4.7 气浮 气浮原理与气浮装置*。		√	√	√	√
第五章 过滤	5.1 慢滤池与快滤池 慢滤池与快滤池的过滤过程的简介。 5.2 颗粒滤料 滤料的粒度分布[▲]。 5.3 快滤池运行 快滤池的出水水质和水头损失变化*、快滤池滤层的优化、滤池运行的控制 5.4 过滤理论 过滤水力学*、过滤去除悬浮物的机理*、过滤理论*。 5.5 滤层的反冲洗 滤层反冲洗水力学*、滤层反冲洗最优化理论*、滤层的水力分级和层间混杂*、滤池的配水系统和承托层、滤层的气水反冲洗、反冲洗废水排除装置、反冲洗水的供给。 5.6 几种常见的滤池 粗滤料滤池、无阀滤池、表面过滤、纤维过滤池		√	√	√	√
第六章 吸附	6.1 吸附概述 吸附现象、等温吸附模型*。 6.2 活性炭吸附 活性炭的制备、性质；影响活性炭吸附性能的因素[▲]、竞争吸附*、活性炭吸附过程。 6.3 活性炭吸附的应用 6.4 活性炭的再生[▲] 6.5 水处理过程的其它吸附剂	√		√		√
第七章 氧化还原与 消毒	7.1 概述 氧化剂和消毒方法、化学氧化、消毒与灭活。 7.2 氯氧化与消毒*	√		√		√

	7.3 臭氧氧化与消毒 [★] 7.4 二氧化氯氧化与消毒 [▲] 7.5 高锰酸钾及其复合盐的氧化 7.6 其他氧化和消毒方法					
第八章 离子交换	8.1 离子交换概述 无机离子交换剂和磺化煤、有机合成离子交换树脂 [▲] 、离子交换树脂的性质 [▲] 等。 8.2 离子交换反应 强型和弱型树脂的离子交换反应 [★] 、离子交换平衡、固定床离子交换原理、动力学过程及交换速度。 8.3 离子交换装置及运行操作 固定床离子交换器 [▲] 、移动床离子交换器、除碳器。 8.4 离子交换法的应用 水的软化、离子交换除盐。			√	√	√
第九章 膜滤技术	9.1 概述 9.2 微滤和超滤 [▲] 9.3 反渗透和纳滤 [▲] 9.4 电渗析 [★] 9.5 膜滤技术在水处理领域中的应用		√			
第十章 水的冷却	10.1 水的冷却系统与冷却构筑物 10.2 水的冷却原理 10.3 冷却的热力学计算 10.4 冷却水的水质与水处理					
第十一章 腐蚀与结垢	11.1 腐蚀的类型与过程 11.2 影响腐蚀的因素与腐蚀形式 11.3 水质稳定指数 11.4 水质稳定处理		√			
第十二章 其他处理方法	12.1 中和 12.2 化学沉淀 12.3 电解 12.4 吹脱、气提法 12.5 萃取法		√			

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：“课堂讲授”，以讲授为主（38学时），作业为辅（课内2）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，学生进行小组合作、案例探究、翻转课堂等多种教学模式与方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践（实验和设计，单独设课）；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，注重具体问题具体分析，针对不同的水污染特征和水处理目标，实现水污染控制。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度

度，深入理解概念，掌握方法的精髓和工程设计的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验（单独设课）和设计（单独设课），在实践中加深对原理的理解。充分利用本课程国家精品资源共享课网站，网站有包括讲稿、全程录像等。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论，第一章	绪论, 水质与水质标准	3					3
第二章	水处理方法概论	2					2
第三章	凝聚和絮凝	5	1				6
第四章	沉淀	5	1				6
第五章	过滤	4					4
第六章	吸附	4					4
第七章	氧化还原与消毒	3					3
第八章	离子交换	4					4
第九章	膜滤	2					2
第十章	冷却	2					2
第十一章	腐蚀与结垢	2					2
第十二章	其他处理方法	2					2
合计		38	2				40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 10%（作业等 5%，其它 5%），考试成绩 90%。

平时成绩中的其它 5%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 5%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 90%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 1-4、2-4、3-3、4-2、10-2 达成度的考

		核。
考试成绩	90	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 1-4、2-4、3-3、4-2、10-2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	不抄袭 质量优	不抄袭 质量良	不抄袭 质量中	不抄袭 质量差	不满足 D 要求
考试	按分数计算	按分数计算	按分数计算	按分数计算	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：高景峰

批准者：彭永臻

2020 年 3 月

“大气污染控制工程 I -1” 课程教学大纲

英文名称: Air Pollution Control Engineering I -1

课程编码: 0003016

课程性质: 专业选修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 环境工程专业本科生

先修课程: 化工原理, 无机化学, 物理化学, 有机化学, 分析化学

教材及参考书:

- [1] 郝吉明. 马广大. 大气污染控制工程 (第 3 版). 北京: 高等教育出版社, 2010 年 1 月
- [2] Noel de Nevers. Air Pollution Control Engineering (Second Edition). 北京: 清华大学出版社, 2000 年 4 月
- [3] 郭静, 阮宜纶. 大气污染控制工程 (第 2 版). 北京: 化学工业出版社, 2008 年 3 月

一、课程简介

大气污染控制工程是高等学校环境科学与工程学科的一门必修专业课, 主要针对气态污染物讨论大气污染控制的基本理论、各种控制过程的基本原理、典型控制设备的基本构造以及工艺设计计算, 培养学生分析和解决大气污染控制问题的能力, 为学生进行大气污染控制的设计、科研及技术管理打下必要的基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 大气污染控制工程是高等学校环境科学与工程学科的一门必修专业课。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

毕业要求第 1 条第 4 个指标点 (X1Y4): 能够理解环境工程专业领域工程设计所需的环境、工具、方法、规约等知识, 并能用于解决复杂工程问题。

通过课程学习使学生理解大气污染防治的基本理论与方法, 将数学、自然科学和专业知知识用于解决大气污染控制的问题。

毕业要求第 2 条第 4 个指标点 (X2Y4): 能够运用环境工程专业知识, 并通过查阅文献, 研究分析复杂环境工程问题, 提出环境污染治理对策, 获得有效解决思路及结论。

能够应用大气污染控制的基本理论和方法识别、表达、并通过文献研究分析大气污染领域相关的问题, 以获得有效结论。

毕业要求第 3 条第 3 个指标点 (X3Y3): 了解环境工程新技术, 设计满足环境标准的污染防治工艺与处理单元, 并在设计过程中体现创新意识。

能够根据大气污染物控制方法的学习, 熟悉废气处理的工艺及实验方法, 设计能满足控制大气污染物的系统、单元或工艺流程, 并能够在设计环节中体现创新意识。

毕业要求第 4 条第 2 个指标点 (X4Y2): 能结合环境工程专业知识, 运用环境工程技术和手段, 设计出科学合理的实验研究方案。

能够基于大气污染控制的基本原理并采用科学方法对大气污染问题进行研究，包括设计实验、学会正确使用各种测试仪器和实验设备，并选择合适的方法收集、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的实验结论。

毕业要求第 10 条第 2 个指标点（X10Y2）：至少掌握一门外语，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

能够就大气污染防治相关问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握“大气污染控制工程”中的基本概念、基本理论、基本方法，并且在工程实践中能灵活运用。该目标分解为以下子目标。

- （1）了解国内外关注的大气污染热点问题。
- （2）掌握大气污染控制技术的主要原理。
- （3）掌握二氧化硫，氮氧化物等主要气态污染物控制技术。
- （4）培养大气污染控制技术的工程实践能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		X1. Y4	X2. Y4	X3. Y3	X4. Y2	X10. Y2
1	了解国内外关注的大气污染热点问题	●	◎	◎	◎	◎
2	掌握大气污染控制技术的主要原理	●	●	●	●	◎
3	掌握二氧化硫，氮氧化物等主要气态污染物控制技术	●	●	●	●	◎
4	培养大气污染控制技术的工程实践能力	●	●	●	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生具有正确的学术思想和良好的科学素养，能运用气态污染物治理知识和技术解决环境污染的实际问题，为服务社会做出贡献。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章大气污染和全球气候	（1）大气污染与大气污染物 （2）气态污染物的影响 （3）全球性的大气污染问题及控制策略 大气污染，气态污染物的影响，控制策略▲★	√			
第二章气态	（1）气体扩散	√	√	√	√

污染物控制技术基础	(2) 气体吸收机理, 物理化学吸收, 吸收设备 (3) 气体吸附机理, 工业常用吸附剂, 吸附工艺与设备计算 (4) 催化作用和催化剂, 催化反应动力学, 气-固相催化反应器的设计 气体吸收机理、气体吸附机理、催化作用和催化剂、催化反应动力学[▲] 气体吸收机理、气体吸附机理、催化作用和催化剂[*]				
课内实验	吸收法处理有机废气 吸附法净化工业含酸雾气体		√	√	√
第三章硫氧化物的污染控制	(1) 硫循环及硫排放 (2) 燃烧前燃料脱硫, 煤炭的固态加工及转化, 重油脱硫 (3) 流化床脱硫技术概述, 化学过程, 主要影响因素, 脱硫剂再生 (4) 高浓度二氧化硫尾气的回收与净化 (5) 低浓度二氧化硫烟气脱硫概述, 主要工艺, 同时脱硫脱氮工艺 燃烧前燃料脱硫、高浓度二氧化硫尾气的回收与净化、低浓度二氧化硫烟气脱硫主要工艺[▲] 高浓度二氧化硫尾气的回收与净化、流化床脱硫技术的主要影响因素[*]	√	√	√	√
第四章固定源氮氧化物污染控制	(1) 氮氧化物性质及来源 (2) 燃烧过程中氮氧化物的形成机理 (3) 低氮氧化物燃烧技术 (4) 烟气脱硝技术, 选择性催化、非催化还原法, 吸收、吸附法 氮氧化物来源、低氮氧化物燃烧技术、选择性催化、非催化还原法[▲] 选择性催化、非催化还原法[*]	√	√	√	√
第五章挥发性有机物污染控制	(1) 蒸汽压及蒸发 (2) VOCs 污染预防 (3) 燃烧、吸收(洗涤)、冷凝、吸附和生物法控制 VOCs 污染 燃烧、吸收(洗涤)、冷凝、吸附和生物法控制 VOCs 污染^{▲*}	√	√	√	√
第六章城市机动车污染控制	(1) 城市交通趋势及影响 (2) 汽油、柴油发动机污染物的形成与控制, 新型动力车 (3) 交通规划与交通管理 汽油、柴油发动机污染物的形成与控制^{▲*}	√	√		√
第七章污染物净化系统设计	(1) 净化系统的组成及设计内容 (2) 集气罩的原理、类型及性能参数计算 (3) 管道系统设计 净化系统的组成及设计、集气罩的类型[▲] 集气罩的性能参数计算、管道系统设计和计算[*]		√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（32 学时），实验为辅（课内 16）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法。主要讲授大气污染控制方法的原理及在环境领域的应用，有理论，有实例，采用多媒体教学。安排了与课程配套的实验共计 16 学时，目的在于巩固课堂教学和培养学生的实际动手能力。实验教学提出基本要求，紧扣教学内容，引导学生独立（按组）完成。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源、同学资源和图书馆资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握方法的精髓，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对技术原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章大气污染和全球气候	(1) 大气污染与大气污染物 (2) 气态污染物的影响 (3) 全球性的大气污染问题及控制策略	4					4
第二章气态污染物控制技术基础	(1) 气体扩散 (2) 气体吸收机理，物理化学吸收，吸收设备 (3) 气体吸附机理，工业常用吸附剂，吸附工艺与设备计算 (4) 催化作用和催化剂，催化反应动力学，气-固相催化反应器的设计	12					12
课内实验	吸收法处理有机废气 吸附法净化工业含酸雾气体			16			
第三章硫氧化物的污染控制	(1) 硫循环及硫排放 (2) 燃烧前燃料脱硫，煤炭的固态加工及转化，重油脱硫 (3) 流化床脱硫技术概述，化学过程，主要影响因素，脱硫剂再生 (4) 高浓度二氧化硫尾气的回收与净化 (5) 低浓度二氧化硫烟气脱	4					4

	硫概述, 主要工艺, 同时脱硫 脱氮工艺						
第四章固定源氮氧化物污染控制	(1) 氮氧化物性质及来源 (2) 燃烧过程中氮氧化物的形成机理 (3) 低氮氧化物燃烧技术 (4) 烟气脱硝技术, 选择性催化、非催化还原法, 吸收、吸附法	4					4
第五章挥发性有机物污染控制	(1) 蒸汽压及蒸发 (2) VOCs 污染预防 (3) 燃烧、吸收(洗涤)、冷凝、吸附和生物法控制 VOCs 污染	2					2
第六章城市机动车污染控制	(1) 城市交通趋势及影响 (2) 汽油、柴油发动机污染物的形成与控制, 新型动力车 (3) 交通规划与交通管理	2					2
第七章污染物净化系统设计	(1) 净化系统的组成及设计内容 (2) 集气罩的原理、类型及性能参数计算 (3) 管道系统设计	2					2
复习	本课程的重点和难点	2					2
合计		32		16			48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的, 检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布: 写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比, 各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 10% (出勤、作业等 10%), 实验成绩 20%, 考试成绩 70%。

平时成绩占 10% 主要依据是课程的出勤率、课堂的基本表现 (如听课专注度、课堂互动等); 作业的完成质量。

考试成绩 70% 是对学生学习情况的全面检验。考核学生对大气污染控制基本概念、基本方法、基本原理的掌握程度, 考核学生运用所学知识的理解及解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况, 详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	10	出勤、作业的完成质量。对应毕业要求 X1.Y4、X2.Y4、X3.Y3、X4.Y2、

		X10.Y2 达成度的考核。
考试成绩	70	实验的操作技能及实验数据的分析。对应毕业要求 X1.Y4、X2.Y4、X3.Y3、X4.Y2、X10.Y2 达成度的考核。
实验成绩	20	对规定考试内容掌握的情况。对应毕业要求 X1.Y4、X2.Y4、X3.Y3、X4.Y2、X10.Y2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	根据作业的完成质量	根据作业的完成质量	根据作业的完成质量	根据作业的完成质量	不满足 D 要求
实验	根据实验的操作技能及实验数据的分析	根据实验的操作技能及实验数据的分析	根据实验的操作技能及实验数据的分析	根据实验的操作技能及实验数据的分析	不满足 D 要求
考试	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	依据卷面答题情况	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：刘佳、李依丽

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“大气污染控制工程（I-2）”课程教学大纲

英文名称：Air Pollution Control Engineering （I-2）

课程编码：0005726

课程性质：专业选修课

学分：2.0

学时：32

面向对象：环境工程专业本科生

先修课程：物理化学、化工原理、流体力学、环境工程设计基础

教材及参考书：

[1] 郝吉明，马广大，王书肖，大气污染控制工程（第三版），高等教育出版社，2010-01

[2] Noel de Nevers, Air pollution control engineering (Second edition), 清华大学出版社，2000-04

一、课程简介

《大气污染控制工程（I-2）》是面向环境工程专业学生开设的一门重要专业学位课，其课程目标是给学生传授大气污染控制的基本概念、颗粒物控制基本原理、设备及典型工艺设计计算等知识，培养学生运用所学的知识能够对实际问题具有认识、分析和解决的能力。该课程主要使学生掌握大气污染的基本概念、燃烧与大气污染、粉尘的物理特性、气体除尘装置和原理及基本的大气污染控制设计理论和方法，培养学生运用所学的知识能够对实际问题具有认识、分析和解决的能力。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：面向环境工程专业学生开设的一门重要专业学位课，对学生掌握气溶胶状态污染物控制原理和工艺技术、大气污染控制设计理论等专业知识具有重要的作用和地位。

X1.Y4：能够理解大气污染控制工程专业领域工程设计所需的环境、工具、方法、规约等知识，并能用于解决大气污染控制领域复杂工程问题。

X2.Y4：能够运用大气污染控制专业知识，并通过查阅文献，研究分析复杂环境工程问题，提出大气污染治理对策，获得有效解决思路及结论。

X3.Y3：了解大气污染控制工程新技术，设计满足环境标准的污染防治工艺与处理单元，并在设计过程中体现创新意识。

X4.Y2：能结合大气污染控制工程专业知识，运用环境工程技术和手段，设计出科学合理的实验研究方案。

（二）课程目标

1 教学目标：课程以大气污染控制领域中的相关知识传授为教学目标，培养学生运用所学的知识能够对实际问题具有认识、分析和解决的能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		X1. Y4	X2. Y4	X3. Y3	X4. Y2
1	通过课程学习使学生理解大气污染防治的基本理论与方法，将数学、自然科学和专业知用于解决大气污染控制的问题。	●			
2	能够应用大气污染控制的基本理论和方法识别、表达、并通过文献研究分析大气污染领域相关的问题，以获得有效结论。		●		
3	能够根据大气污染物控制方法的学习，熟悉废气处理的工艺及实验方法，设计能满足控制大气污染物的系统、单元或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识。			●	
4	能够基于大气污染控制的基本原理并采用科学方法对大气污染问题进行研究，包括设计实验、学会正确使用各种测试仪器和实验设备，并选择合适的方法收集、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的实验结论。				●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：大气污染控制工程课程以向学生传授大气环境控制理论和技术，培养学生环境保护的责任感和环境可持续发展理念。污染防治攻坚战是当前我国亟待解决的三大攻坚战之一，大气污染防治工作任重道远，本课程对于培养学生环保意识、担当意识、责任意识及树立学生远大目标有积极作用，对于学生能力培养及价值体系塑造有重要意义。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章概论	本章针对大气污染基本概念，国内外污染状况及控制办法，相关环境保护标准进行介绍。重点是大气污染的基本概念和大气环境标准内容。 大气污染和大气污染物； 我国气溶胶污染概况； 气溶胶污染综合防治措施； 大气环境标准。	√	√		
第二章燃烧与大气污染	本章针对常用燃料种类，构成，燃烧产物，烟气体积及污染物排放量计算等为主要内容。重点和难点是燃烧所需空气和燃烧烟气体积的计算。 燃料的性质； 燃料燃烧过程；	√	√	√	

	烟气体积及污染物排放量计算； 燃烧过程硫氧化物的形成与控制； 燃烧过程氮氧化物的形成与控制； 燃烧过程中颗粒污染物的形成。				
第三章大气 污染气象学 基础	本章主要介绍与大气污染相关的气象学基础知识。重点是逆温的形成机制。 大气圈层结构及气象要素； 大气的热力过程； 大气的运动和环流。	√	√		
第四章除尘 技术基础	本章为除尘技术章节的基础部分，主要讲授粉尘粒径分布、粉尘物理性质、净化装置性能指标以及颗粒物捕集理论基础内容。重点是粉尘粒径分布、物理性质和净化装置性能的考核。难点是颗粒物捕集理论基础。 粉尘的粒径及粒径分布； 粉尘的物理性质； 净化装置的性能； 颗粒捕集理论基础。	√	√	√	√
第五章除尘 装置	本章为本门课程的重点内容，主要介绍颗粒物控制中几种常用的技术。重点和难点是各类型除尘器的工作原理和设计。 机械式除尘器； 电除尘器； 湿式除尘器； 过滤式除尘器； 除尘器的选择与发展。	√	√	√	√
第六章大气 污染源监测 概述	本章主要介绍大气污染源的收集、监测内容，包括监测点布设、样品采集、分析。重点和难点是系统监测点位布设和样品采集。 测点位置选择和确定； 管道中流体参数的测定； 管道中颗粒物和气态污染物浓度的监测。	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：从教与学两方面入手，结合实际把最基本、最代表前沿的内容教给学生，做到少而精，浅而宽，新而活。注重学生参与，勤学多练，采用启发式课堂讨论，研究式专题作业，学生报告，加强案例分析，做到因人施教。通过案例教学，使学生能自己发现问题、思考问题并提出解决问题的想法，通过课堂讨论及教师讲解，使学生能在较活跃的气氛下掌握所学知识。

学习方法：学生以理论教学中多媒体方式，通过动画、网络等先进的教学方法和手段，可主动学习基本理论和原理；通过案例教学，学生应自己发现问题、思考问题并提出解决问题的想法，通过课堂讨论及教师讲解，学生能在较活跃的气氛下掌握所学知识。在实践教学过程中，通过实验教学和课程设计教学环节，学生亲自动手实验、针对工程实际问题进行污染物治理设计，充分发挥学生主观能动性，更好的掌握理论知识。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	概论	4					4
第二章	燃烧与大气污染	6					6
第三章	大气污染气象学基础	2					2
第四章	除尘技术基础	8					8
第五章	除尘装置	10					10
第六章	大气污染源监测概述	2					2
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：成绩由期末成绩和平时成绩两部分组成。平时成绩 20%（作业 10%、随堂 10%），期末考试成绩 80%。平时成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）、作业完成情况和准确率等，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	平时成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）、作业完成情况和准确率等，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。支撑 X1.Y4、X2.Y4 指标点。
考试成绩	80	强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。支撑 X1.Y4、X2.Y4、X3.Y3、X4.Y2 指标点。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	积极上交作业， 作业完成情况 好，全部正确	上交作业较及 时，作业完成情 况较好较正确	上交作业不太及 时，能较好的完 成准确率一般	上交作业不太及 时，有错误	不满足 D 要求
课堂互动 测验	能和老师很好的 互动，测验优秀	能和老师较好的 互动，测验较优 秀	能和老师较好的 互动，测验结果 一般	和老师不太能很 好的互动，测验 结果一般	不满足 D 要求
考试	能很好的掌握课 程知识，且有一 定的创新能力	较好的掌握课程 知识	课程知识掌握一 般	能对课程基本的 理论有一定程度 的掌握	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：梁文俊

批准者：彭永臻

2020 年 3 月

“固体废弃物的处理处置”课程教学大纲

英文名称: SolidWasteManagement

课程编码: 0000575

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境工程和环境科学专业本科生

先修课程: 四大化学、环境保护概论

教材及参考书:

[1]George Tchobanoglous. Integrated Solid Waste Management(固体废物的全过程管理). 北京: 清华大学出版社, 2000 年 3 月

[2]牟振明、高忠爱等.固体废弃物的处理与处置(修订版).北京: 高等教育出版社, 1993 年 1 月

[3]张小平. 固体废物处理处置工程. 北京: 科学出版社, 2019 年 9 月

[4]赵由才, 牛冬杰, 柴晓利. 固体废物处理与资源化. 北京: 化学工业出版社, 2019 年 7 月

[5]孙秀云 王连军 李健生等.固体废物处理处置.北京: 北京航空航天大学出版社, 2019 年 5 月

一、课程简介

本课程主要讲述如何对城市固体废弃物进行从产生到最终处置的全过程管理,使其达到无害化、减量化、资源化的目的。本课程旨在使学生掌握城市固体废弃物方面的管理政策、各种预处理、处理、处置中具体方法和技术的原理、技术要点和特点。本课程主要介绍了城市固体废弃物的收集和运输;城市固体废弃物的压实、破碎和分选技术;城市固体废弃物的生物处理技术包括好氧堆肥和厌氧消解;城市固体废弃物的热处理技术包括焚烧处理、热解处理和气化处理;城市固体废弃物的卫生填埋技术。本课程要求学生重点掌握城市固体废弃物的分选、生物堆肥处理、焚烧处理以及卫生填埋等技术。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是环境工程和环境科学专业的专业限选课,可以作为其它环境类专业的选修课,属于环境工程技术系列。旨在引导学生系统学习固体废弃物全过程管理各个环节的工程技术特点和方法,培养学生工程意识和能力。

主要为毕业要求第 1、2、3、4、5、7、10 的实现提供支持。

对毕业要求 1,通过课程的学习,掌握固废填埋场、转运站等工程设计的要求,学会固废中的相关工程知识。

对毕业要求 2,通过固体废物相关内容计算方法的学习,使学生具有运用工程工作所

需的相关数学、自然科学等知识的能力

对毕业要求 3，培养学生具有运用工程基础知识和本专业基本理论知识解决固废收运等方面的问题的能力。

对毕业要求 4，培养学生运用固废课程学习的方法研究固废工程问题，包括分析问题、计算、解决问题等。

对毕业要求 5，掌握固废处理处置的基本方法，能够针对固废污染防治问题，选择与使用恰当的治理技术、现代工程工具和信息技术工具，并能够理解其局限性。

对毕业要求 7，使学生理解固废资源化对环境可持续发展的作用和影响。

对毕业要求 10，能够就大气污染防治相关问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

总的教学目标是：使学生掌握城市固体废弃物处理处置中的基本概念、基本理论、基本方法及工程知识，系统学习掌握固体废弃物全过程管理的政策、各种预处理、处理和处置中的具体方法的原理、技术要点和特点。培养学生运用所学的知识能够对实际固体废物造成的环境污染具有初步观察、认识、分析和解决问题的能力。能够就固废资源化相关问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。为毕业要求的实现提供支持。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		X1. Y1	X2. Y2	X3. Y3
1	掌握城市固体废弃物处理处置中的基本概念、基本理论、基本方法及工程知识。	(1)	(7)	
2	掌握固体废弃物全过程管理的政策、各种预处理、处理和处置中的具体方法的原理、技术要点和特点	(1)	(2)	(5)
3	培养学生运用所学的知识能够对实际固体废物造成的环境污染具有初步观察、认识、分析和解决问题的能力	(2)	(3)	(4)
4	能够就固废资源化相关问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。	(10)		

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	固体废弃物的来源与污染现状 我国固体废弃物的处理处置政策▲ 固体废弃物的性质▲ 固体废弃物的主要处理与处置方法	√	√		√
第二章 收集与运输	固体废弃物的收集系统的阐释与计算▲ 转运系统的设计要求▲ 运输系统的介绍	√	√	√	√
第三章 预处理	固体废弃物的压实与破碎技术的原理与设备 固体废弃物的分选技术与设备▲ 固体废物分选方法的灵活实际应用▲	√	√	√	√
第四章 热处理	固体废弃物的焚烧技术原理、方法与设备▲ 固体废弃物的热解技术原理与设备 固体废弃物的气化技术原理与设备	√	√	√	√
第五章 生物处理	固体废弃物好氧堆肥技术原理与方法▲ 固体废弃物厌氧消解技术原理与方法	√	√	√	√
第六章 处置方法	城市垃圾的卫生土地填埋方法阐释 填埋场的操作、方法, 渗滤液和气体的收集与控制▲ 渗滤液和气体的收集与控制★ 填埋场的设计计算▲	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点, 采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

课堂讲授

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授, 使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解, 使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。要注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析, 使学生能够掌握其关键。

采用双语教学, 使用多媒体课件, 重点内容英文课件有中文翻译。适当引导学生阅读外文书籍和资料, 培养自学能力。

学习方法: 根据课程及学生学习特点, 给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

每节课学生分小组总结上节课讲授内容, 加深学生对讲授内容的理解。

(1) 课堂作业: 通过课外作业, 引导学生检验学习效果, 进一步掌握课堂讲述的内容, 了解自己掌握的程度, 思考一些相关的问题, 进一步深入理解扩展的内容。作业主要为习题、讨论题, 每章 1-2 题。

(2) 大作业：为提高学生的自我分析总结能力，布置大作业 2 题，主要类型为综合应用题。

A.通过模拟实际案例，使学生学会分析固体废弃物收集数据，通过计算，比较并选择出最佳的分类收集方案。

B.通过模拟实际案例，使学生学会垃圾收集运输方案的选择，通过计算，找到最优的收集运输方案。

通过两项大作业，使学生学会使用 Excel 等统计分析软件，并学会分析垃圾收集运输中的数据，掌握垃圾收集运输中的计算问题。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	4					4
2	固体废物的产生、收集、转运和运输	4					4
3	固体废物的预处理	5					5
4	固体废物的热处理	6					6
5	固体废物的生物处理	5					5
6	固体废弃物的最终处置	6					6
7	总结	2					2
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（平时作业 10%，大作业 20%），考试成绩 70%。

大作业占 20%。主要反映学生在所学理论指导下如何设计和实现固体废物分类收集和分类运输。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对编译基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决问题的能力。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
课堂小测验+作业	10	相关作业的完成质量和小测验成绩及抽查出勤情况。对应毕业要求 1、2、3、7、10 达成度的考核。
大作业	20	使学生学会使用 Excel 等统计分析软件,并学会分析垃圾收集运输中的数据,掌握垃圾收集运输中的计算问题。对应毕业要求 1、2、3、4、5、7、10 达成度的考核。
期末考试	70	对规定考试内容掌握的情况。对应毕业要求 2、3、4、7、10 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准,详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时完成作业,熟练掌握课程内容,计算或表达准确、详细。字迹工整	按时完成作业,准确掌握课程内容,计算或表达准确、详细。	按时完成作业,掌握课程内容,计算或表达基本正确	基本掌握课程内容,计算或表达基本准确	不满足 D 要求
PPT	能够完全准确地总结上节课的课程内容,重点突出	能够准确总结上节课的内容,重点突出	基本总结上节课内容,重点突出	基本总结上节课的内容	不满足 D 要求
大作业	按时完成大作业、数据处理正确、方案合理、结论分析详尽。	按时完成大作业、数据处理基本正确、方案合理、结论有分析。	按时完成大作业、数据处理基本正确、方案基本合理、有结论分析。	按时完成大作业、数据处理基本正确、方案基本合理、有结论。	不满足 D 要求
期末考试	准确掌握课程重点知识和概念,熟练运用课程中的基本原理、方法、公式等对问题进行准确论述、计算、分析和综合,具备较好的解决具体问题的能力	准确掌握课程重点知识和概念,能够运用课程中的基本原理、方法、公式等对问题进行论述、计算、分析。具备一定的分析和解决具体问题	基本掌握课程重点知识和概念,能够基本运用基本原理、方法、公式等对问题进行论述、计算和分析,具备一定的分析解决问题能力。	能够掌握部分课程重点知识和概念,论述、计算和分析基本正确。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握,及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 秦侠

批准者：梁文俊
2020 年 1 月 2 日

“环境物理性污染与控制”课程教学大纲

英文名称: Physical Pollution Control

课程编码: 0007418

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 环境工程本科生

先修课程: 大学物理环境监测环境影响评价与规划

教材及参考书:

[1] 李连山杨建设.环境物理性污染控制工程.华中科技大学出版社, 2017 年

[2]陈亢利.物理性污染及其防治. 高等教育出版社, 2015 年

[3] 刘惠玲辛言君. 物理性污染控制工程. 电子工业出版社, 2015 年

一、课程简介

《物理性污染防治》主要讨论有关噪声、振动、电磁、放射性污染、热污染和光污染等物理性污染的基本概念、危害、度量及控制技术的一门专业课程。主要内容包括: 噪声的评价方法、吸声降噪、隔声技术、消音的基本理论、设计原理和方法; 振动污染的评价及隔振技术基本理论和方法; 电磁辐射污染控制、放射性污染控制、热污染控制和光污染控制的基本方法及原理等。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:《物理性污染》是高等学校环境工程专业的一门专业选修课。通过本课程的学习使学生了解物理性污染的基本知识, 掌握噪声、振动、电磁、放射性污染、热污染和光污染的基本概念、理论及控制原理, 使学生具有常见噪声源噪声控制的设计能力, 能进行简单的吸声降噪、隔音、隔振和消声设计。

课程学习结束后, 学生应到达以下要求: (1) 掌握噪声和振动污染的表征和控制方法; (2) 熟悉吸收降噪、隔声、隔振和消声设计的原理与步骤, 能进行简单的吸声、隔声、隔振和消声设计; (3) 熟悉电磁、放射性污染、热污染和光污染的表征和控制原理, 了解电磁、放射性污染、热污染和光污染的控制设计方法。

本课程支撑环境工程专业毕业要求 1 和 2。

教学目标

目标 1: 使学生掌握分析和解决环境工程中的复杂问题所应具备的物理性污染防治基础知识与原理 (支撑毕业要求 1-4)

目标 2: 培养学生运用环境物理性污染的特征及相关监测、评价和法规分析复杂环境问题, 提出合理的综合污染治理对策的能力 (支撑毕业要求 2-4)

本课程主要对毕业要求 1-4 和 2-4 的实现提供支撑。

毕业要求 1-4 能够理解环境工程专业领域工程设计所需的环境、工具、方法、规约等知识, 并能用于解决复杂工程问题。

毕业要求 2-4 能够运用环境工程专业知识，并通过查阅文献，研究分析复杂环境工程问题，提出环境污染治理对策，获得有效解决思路及结论。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		1-4	2-4
1	使学生掌握分析和解决环境工程中的复杂问题所应具备的物理性污染防治基础知识与原理	●	◎
2	培养学生运用环境物理性污染的特征及相关监测、评价和法规分析复杂环境工程问题，提出合理的综合污染治理对策的能力	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过介绍我国物理学发展，尤其是近代高能物理学发展和两弹一星精神，加强爱国主义教育。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 绪论	第一节物理环境及环境物理学 第二节物理性污染及其研究内容	√			
第二章 噪声污染及其控制	第一节噪声及其危害 第二节环境声学基础 1. 声波的形成 2. 声波的基本类型 3. 声波的叠加 4. 声波的反射、投射、折射和衍射 5. 级的概念 6. 声波在传播中的衰减 7. 声源的指向性习题要点声压级声功率级的计算声压级的叠加声压级的衰减技术 第三节噪声的评价和标准 1. 噪声的评价量 2. 环境噪声评价标准和法规习题要点响度级、等效连续 A 声级，噪声暴露率和噪声评价数的计算 第四节噪声控制技术概述 1. 噪声控制基本原理和原则 2. 噪声源分析 3. 城市环境噪音控制 第五节吸声与室内声场	√	√		

	1. 材料的声学分类和吸收特性 2. 多孔性吸声材料 3. 共振吸声结构 4. 室内声场和吸声降噪 5. 吸声降噪设计示例要点吸声系数、混响时间和吸声量计算, 吸声降噪设计计算 第六节隔声技术 1. 隔声的评价 2. 单层均质密实墙的隔声 3. 双层隔声结构 4. 隔声间 5. 隔声罩 6. 隔声屏 7. 隔声设计实例 习题要点平均隔声量临界吻合频率和插入损失的计算, 隔声间、隔声罩和隔声屏的设计计算 第七节消声器 1. 消声器的分类、评价和设计程序 2. 阻性消声器 3. 抗性消声器 4. 阻抗复合式消声器 5. 微穿孔板消声器 6. 扩散消声器 7. 消声器设计实例 习题要点消声量的计算, 阻性消声器, 抗性消声器的设计计算 本章重点难点: 噪声的评价量, 噪声的衰减: 吸声、隔声和消声器的降噪原理及降噪量的计算。 本章教学要求: 了解噪声的来源和危害; 理解噪声的传播规律; 掌握声压级、A 声级、等效连续 A 声级、噪声评价数等噪音评价量的含义; 掌握噪声级在传播过程中的衰减规律; 理解噪声的控制方法和策略; 掌握噪声在室内传播规律以及吸声降噪原理及其应用范围; 掌握隔声间、隔声屏、隔声罩的隔声原理及隔声计算; 掌握阻性消声器、抗性消声器、阻抗复合型消声器的消声原理及消声计算; 了解吸声材料的种类和特性。				
第三章 振动污染及其控制	第一节振动及其危害 1. 振动额基本概念 2. 振动的危害 第二节振动的评价和标准 1. 振动的评价量 2. 振动标准 习题要点: 加速度级和振动级的计算 第三节振动控制的基本方法 1. 振动的传播规律 2. 振动控制的基本方法 第四节隔振原理 1. 振动的传递和隔离 2. 隔振的力传递率 第五节隔振元件 1. 金属弹簧减振器 2. 橡胶减振器 3. 橡胶隔振垫 4. 隔振设计实例 习题要点金属弹簧减振器和橡胶隔振垫的设计计算 第六节阻尼抗振 1. 阻尼减振原理 2. 阻尼材料 3. 阻尼减振措施 本章重点和难点: 振动的评价; 振动的传递; 隔振原理与计算 本章教学要求: 了解振动的危害; 熟悉振动的传播规律和控制方法; 掌握隔振的基本原理, 会进行常见金属弹簧减振器、橡胶隔振垫等隔振元件的设计; 熟悉阻尼减振的措施。	√	√		
第四章 电磁辐射污	第一节电磁辐射及其危害 1. 电磁场和电磁辐射 2. 电磁辐射的量度单位	√	√		

染及其防治	3. 电磁辐射污染源及其危害 第二节电磁辐射的测量及标准 1. 电磁辐射的测量 2. 电磁辐射评价标准 第三节电磁辐射污染防治技术 1. 电磁辐射防护基本原则 2. 电磁辐射污染防治的基本方法 3. 电磁辐射污染防治技术 本章重点、难点：电磁辐射的量度和评价；电磁辐射的防治技术和方法 本章教学要求：了解电磁辐射的危害；熟悉电磁辐射的控制方法和技术；掌握电磁辐射的量度和评价。				
第五章 放射性污染及其控制	第一节放射性污染及其危害 1. 放射性的概念与来源 2. 辐射剂量及基本量与单位 3. 辐射防护有关的量和概念 4. 辐射的生物效应及其危害 第二节放射性废物及防护标准 1. 放射性废物的来源于分类 2. 环境放射性废物防护标准 3. 辐射防护的一般措施 第三节放射性废物处理技术 1. 放射性固体废物处理技术 2. 放射性废液处理技术 3. 放射性废弃处理技术 第四节放射性去污技术 1. 放射性污染去污的概念、目的和原则 2. 化学去污技术 3. 机械去污技术 4. 其他去污新技术 本章重点、难点：放射计量的量度和防护标准，放射性废物的处理和去污技术 本章教学要求：了解放射性污染的危害；熟悉放射性废物的处理和去污技术；掌握放射剂量的量度和放射性污染的评价。	√	√		
第六章 热污染及其控制	第一节热环境与热污染 1. 热环境 2. 热污染 第二节水体热污染及其防治 第三节热岛效应与温室效应 第四节热污染的评价与标准 第五节热污染防治技术 本章重点、难点：热污染的概念；热污染的评价；热污染防治技术 本章教学要求：掌握热污染、热岛效应和温室效应的含义；了解热污染、热岛效应和温室效应的危害；熟悉热污染防治方法和控制技术；掌握热污染的评价标准和方法。	√	√		
第七章 光污染及其控制	第一节光污染及其危害 1. 光环境 2. 光源及其类型 3. 光污染及其危害 第二节光学基础 1. 光的基本物理量 2. 电光源的基本技术参数 第三节光环境评价和质量标准 1. 天然光环境的评价 2. 人工光环境的评价 第四节光污染防治技术 本章重点、难点：光污染的概念；光污染的评价；光污染防治技	√	√		

	术				
	本章教学要求：了解光源类型，光污染危害；熟悉光的基本物理量和电光源基本技术参数；掌握光污染的评价方法；熟悉光污染防治技术。				

四、教授方法与学习方法指导

1. 教授方法

针对环境物理性污染的课程特点，从改革教学模式入手，逐渐由以“教”为中心的教学模式向以“学”为中心的教学模式转化，充分强调以学生为中心，培养学生自主获取知识的能力。优化教学内容，体现专业特色、实践性和先进性。改革教学手段，将课堂讲授、课堂讨论、课上课下阅读、答疑、思考与研究相结合形成一个完整的研究性的课堂教学。

2. 学习方法

学生要通过课前预习了解课堂讲授内容。上课过程中认真听讲，积极参与课堂讨论，深入理解并掌握重点内容。课后根据研讨和文献调研的主题查阅文献资料，主要利用校园网图书馆的电子版科技文献检索功能。促进学生自主学习、自主探索，构建能体现学生学习主体作用的新型教学结构与教学模式。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表3。

表3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	噪声污染及控制	14	2				16
第三章	振动污染及控制	4					4
第四章	电磁辐射污染及控制	2					2
第五章	放射性污染及控制	2					2
第六章	热污染及控制	2					2
第七章	光污染及控制	2					2
总结	物理性污染防治实例	1			1		2
合计		29	2		1		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。总成绩由平时成绩和期末考试成绩组成。其中平时成绩占20%、期末考试占80%。平时成绩主要评价学生的学习态度、课堂表现、出勤情况情况等。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂课堂等；作业主要是课堂作业，考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。期末考试是全面检查学生对本课程的学习效果，开卷考试。考核学生对微生物学基本概念、基础理论的掌握

情况，以及运行微生物学基础知识综合分析环境问题的能力。本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20%	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 4-1 达成度的考核。
考试成绩	80%	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 4-2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	高质量完成，且全部正确	完成质量较高，基本正确	基本完成	完成率和正确率一般	不满足 D 要求
考试	高质量完成，且全部正确	完成质量较高，基本正确	基本完成	完成率和正确率一般	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张亮

批准者：彭永臻

2020 年 3 月

“自动控制原理”课程教学大纲

英文名称: Principles of Automatic Control

课程编码: 0009667

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 能源大类专业本科生、非自动化专业本科生

先修课程: 高等数学、线性代数

教材及参考书:

Ogata 著, 卢伯英译. 现代控制工程 (第 5 版), 电子工业出版社, 2017 年

杨叔子等编著. 机械控制工程基础 (第 7 版), 华中科技大学出版社, 2017 年

王万良编著. 自动控制原理 (非自动化专业) (第 2 版), 机械工业出版社, 2015 年

一、课程简介

本课程是能源大类本科生的学科基础必修课, 也是学习自动控制原理、设计控制系统的入门课。课程结合 Matlab/Simulink 软件, 主要学习连续控制系统的分析和控制性能分析方法、离散控制系统的设计方法, 包括系统数学模型的建立, 利用经典控制理论的时域分析法、频域分析法对控制系统进行分析, 应用根轨迹法和频率响应法进行闭环控制系统的设计和补偿。

课程注重培养学生掌握基于模型的控制系统设计思路。课程内容以控制对象数学模型的建立→控制对象的性能分析→控制器的稳定性设计为课程主线, 每章都结合基于 Matlab/Simulink 软件的仿真控制及基于模型的控制系统设计实例演示, 使学生逐步理解并掌握自动控制原理和基于模型的控制系统设计方法。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是能源大类本科生的学科基础必修课, 也是学习自动控制原理、设计控制系统的入门课。通过系统学习连续控制系统的分析和控制性能分析方法、离散控制系统的设计方法, 培养学生工程理念, 培养学生掌握与控制相关的快速验证新构思、新发明、新理论的能力。

本课程主要为毕业要求 3.1、3.2、4.1、4.2、5.1、5.2 的实现提供支撑。

对于毕业要求 3.1, 通过本课程的学习, 有助于学生能够针对能源动力领域特别是汽车或制冷空调应用领域复杂工程问题进行系统分析, 进而提出解决方案。。

对于毕业要求 3.2, 通过本课程的学习, 有助于学生能够设计满足特定需求的控制系统及控制设备。

对于毕业要求 4.1, 通过本课程的学习, 有助于培养学生基于数学模型、自动控制原理并采用科学方法对能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域的复杂控制工程问题进行分析研究并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

对于毕业要求 4.2, 通过本课程的学习, 有助于培养学生设计实验、分析与解释数据

的能力。

对于毕业要求 5.1，通过本课程的学习，有助于培养学生应用 Matlab/Simulink 软件分析能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域复杂控制工程问题的能力。

对于毕业要求 5.2，通过本课程的学习，有助于培养学生对能源动力领域特别是汽车或制冷空调领域复杂控制工程问题进行设计、模拟仿真，并能够明确设计稳定控制系统的边界条件。

（二）课程目标

1 教学目标：

通过本课程的学习，学生应当具备如下能力：掌握控制系统的组成结构及基本设计方法；掌握应用数学模型分析控制系统性能的方法；掌握应用 MATLAB/Simulink 软件对控制系统的时域性能和频域性能进行分析的方法；掌握在 MATLAB/Simulink 软件环境下应用 PID 算法对典型控制对象进行仿真控制的方法；掌握在 MATLAB/Simulink 软件环境下设计离散控制模型的方法。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点					
		3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
1	掌握控制系统的组成结构及基于模型的控制系统设计方法		●		◎	◎	●
2	掌握应用数学模型分析控制系统性能的方法	●	●	●	●	●	●
3	掌握应用 MATLAB/Simulink 软件对控制系统的时域性能和频域性能进行分析的方法	●	●	●	●	●	●
4	掌握在 MATLAB/Simulink 软件环境下应用 PID 算法对典型控制对象进行仿真控制的方法	●		●	●	●	●
5	掌握在 MATLAB/Simulink 软件环境下设计离散控制模型的方法	◎	●		●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：在课程教学过程中引入一些最新的具体控制工程事例来体现思政元素、弘扬社会正气、传播正能量，以利于培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等，寓价值观引导于知识传授之中。。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		3	4	5
第一章绪论	第一节控制系统组成 第二节前馈控制与反馈控制▲ 第三节基于 Matlab/Simulink 的前馈/反馈控制模型设计实例	√		√
第二章控	第一节微分方程模型	√		

制系统的 数学模型	第二节拉普拉斯变换▲★ 第三节传递函数▲★ 第四节控制系统数学模型的 MATLAB/Simulink 表示▲			
第三章时 域分析法	第一节稳定性分析▲ 第二节暂态性能分析▲ 第三节稳态性能分析▲ 第四节基于 Matlab/Simulink 的控制系统时域性能分析▲★		√	√
第四章频 率分析法	第一节频率特性▲ 第二节典型环节的伯德图▲ 第三节控制系统开环频率特性的伯德图▲ 第四节由伯德图确定传递函数▲ 第五节奈奎斯特稳定判据▲ 第六节相对稳定性分析▲ 第七节 MATLAB/Simulink 在频率分析法中的应用▲★		√	√
第五章 PID 控制 器	第一节 PID 控制 第二节 PID 控制参数的调节法则▲ 第三节基于根轨迹法的 PID 控制器设计▲ 第四节基于频率响应法的 PID 控制器设计▲★ 第五节基于 Matlab/Simulink 的直流电机转速 PID 仿真控制▲ 第六节基于 Matlab/Simulink 的倒立摆 PID 仿真控制★		√	√
第六章离 散系统控 制理论	第一节信号的采样与保持▲ 第二节差分方程▲★ 第三节 Z 变换▲★ 第四节离散传递函数▲★ 第五节稳定性分析▲ 第六节暂态性能分析▲ 第七节稳态误差分析▲ 第八节数字 PID 控制▲★ 第九节基于 Matlab/Simulink 的倒立摆控制系统设计实例▲★	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课程讲授（30 学时）为主、讨论（10 学时）为辅。课程讲授中以本课程所涉及的基本知识、理论和方法为主，穿插基于 Matlab/Simulink 软件的控制性能分析、仿真控制和控制模型设计实例的讲授，通过启发式教学，引导学生在掌握基本概念、基本内容的前提下对新知识进行自我发现和学习；讨论中以实例控制案例为内容，以学生为主导，应用 Matlab/Simulink 软件强化课程中基本概念、重点、难点的理解及掌握。

学习方法：将自动控制的理论与应用 Matlab/Simulink 软件进行分析、仿真控制、控制模型设计相结合，强化基本概念、重点、难点的理解及掌握；明确各章节的学习任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源、软件资源、教学网站等。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	第一节控制系统组成 第二节前馈控制与反馈控制 第三节基于 Matlab/Simulink 的前馈/反馈控制模型设计实例	2					2
第二章控制系统的数学模型	第一节微分方程模型 第二节拉普拉斯变换 第三节传递函数 第四节控制系统数学模型的 MATLAB/Simulink 表示	4			2		6
第三章时域分析法	第一节稳定性分析 第二节暂态性能分析 第三节稳态性能分析 第四节基于 Matlab/Simulink 的控制系统时域性能分析	4			2		6
第四章频率分析法	第一节频率特性 第二节典型环节的伯德图 第三节控制系统开环频率特性的伯德图 第四节由伯德图确定传递函数 第五节奈奎斯特稳定判据 第六节相对稳定性分析 第七节 MATLAB/Simulink 在频率分析法中的应用	8			2		8
第五章 PID 控制器	第一节 PID 控制 第二节 PID 控制参数的调节法则 第三节基于频率响应法的 PID 控制器设计 第四节基于 Matlab/Simulink 的直流电机转速 PID 仿真控制 第五节基于 Matlab/Simulink 的倒立摆 PID 仿真控制	8			2		8
第六章离散系统控制理论	第一节信号的采样与保持 第二节差分方程与 Z 变换 第三节离散传递函数 第四节数字 PID 控制 第五节基于 Matlab/Simulink 的倒立摆控制系统设计实例	4			2		10
考试							
合计		30			10		40

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%，期末考试 60%。

平时成绩占 40%，主要反应学生的出勤、课堂表现。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂讨论）、作业完成情况。

期末考试占 60%，是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学知识来解决问题的能力。通过考试，督促学生对基本概念、理论的掌握，强化学生综合运用知识能力的培养。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	40	毕业要求 3.1：典型控制对象数学模型的建立、基于 Matlab/Simulink 传递函数表示（讨论 2 学时） 毕业要求 4.1、4.2：基于 Matlab/Simulink 的控制系统时域、频域性能分析（讨论 2 学时） 毕业要求 3.1、5.1：基于 Matlab/Simulink 的直流电机转速 PID 仿真控制（讨论 2 学时） 毕业要求 3.2、5.1、5.2：基于 Matlab/Simulink 的倒立摆数字控制仿真（讨论 2 学时）
考试成绩	60	毕业要求 4.1、4.2：稳定性分析、动态响应、伯德图、奈奎斯特图 毕业要求 2.1：传递函数、拉氏变换 毕业要求 3.1、5.1、5.2：根轨迹法、频率响应法、信号的采样与保持、Z 变换、离散传递函数、数字 PID 控制

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
出勤	全勤	出勤良好	出勤中等	有少量缺勤	不满足 D 要求
讨论	讨论积极、表现优秀	讨论积极、表现良好	参与讨论、表现中等	参与讨论、表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求

制定者：吴斌

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“工程燃烧学”课程教学大纲

英文名称: Engineering Combustion

课程编码: 0004970

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 新能源科学与工程专业本科生、能源与动力工程专业本科生

先修课程: 化学与环境、工程热力学、工程流体力学、传热学

教材及参考书:

[1] 《燃烧学基础》，顾潘，黄亚继，刘道银编著，东南大学出版社，2019年8月第一版

[2] 《燃烧学》，徐通模，惠世恩主编，机械工业出版社，2019年6月第2版

[3] 《工程燃烧学》，汪军等编著，中国电力出版社，2008年7月第一版

[4] 《Combustion》，J.Warnatz, U.Mass, 4th Edition, Springer

一、课程简介

工程燃烧学是能源动力类专业的一门主要专业基础课，也是构成工程热物理及动力工程科学理论的主要学科之一。它是研究如何将燃料的化学能高效清洁转化为热能的一门学问。能源消耗问题以及化石能源消耗所引起的环境污染等问题都与燃烧密切相关，燃烧是复杂的物理化学过程，涉及化学、工程流体力学、工程热力学、传热传质学等基础知识的融合与应用，同时应用范围十分广泛，是能源动力类专业各类燃料炉窑、汽车、生物质能利用等专业课学习的必要基础课。

通过对本课程的学习，使学生能够掌握各种工业燃料的主要特点及使用性能；掌握对各种燃料有关的燃料燃烧计算以及对燃烧状况的诊断分析方法与技能；掌握燃烧学的基本理论，基本概念和基本规律，如燃烧反应热力学、燃烧反应动力学理论，着火理论，火焰传播理论，各种火焰的结构及稳定原理等；掌握几种主要燃料的燃烧机理、燃烧技术及设备，如液体燃料的雾化、蒸发及燃烧的理论与技术，煤的热解及炭粒的燃烧理论与燃烧方法等。此外，通过该课程的学习，对燃烧污染物的产生机理及防治也应有一定的了解。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位：本课程是能源动力类专业的学科基础必修课。

本课程主要用于提高和完善学生热工基础理论水平与体系，为学生今后的专业学习和技术工作储备必要的基础知识；培养学生具备分析和处理热工问题的抽象逻辑思维能力、工程燃烧计算能力，结合实际工程中的问题，训练培养学生在理论联系实际的能力以及综合运用所学基础知识的能力。通过对本课程的学习，使学生掌握主要燃料的特性、分析方法、燃烧反应热力学、着火理论、火焰传播理论以及各种火焰的结构与稳定原理等燃烧学的基本理论和基本规律。掌握典型固体燃料、液体燃料及气体燃料的燃烧装置结构与技术。掌握燃烧污染物的产生机理及防治也应有一定的了解。通过该课程学习和训练，使学生具备工程燃烧计算的能力。该课程的学习不仅使学生掌握燃烧学的基本知识，

为专业课的学习打下理论基础，同时对学生今后从事热科学研究以及工程技术工作具有重要作用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

1.1：树立社会主义核心价值观及正确的世界观、人生观，爱岗敬业，具有良好的道德修养和社会责任感。

2.2：系统掌握能源动力领域的工程基础和专业知识。

3.1：能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达能源动力领域的复杂工程问题。

4.1：能够设计针对能源动力领域复杂工程问题的解决方案。

5.1 能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论

5.2：具有设计实验、分析与解释数据的能力。

7.1：能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

8.1：能够理解针对复杂工程问题的工程实践对环境及社会可持续发展的影响。

11.1：能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿的能力。

13.1：有自主学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：本课程课程目标对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点									
		1.1	2.2	3.1	4.1	5.1	5.2	7.1	8.1	11.1	13.1
1	了解燃烧技术在人类生产生活中的重要作用，了解燃烧学科的发展史、我国科学家对燃烧学发展的贡献及我国燃烧学发展现状。	⊙						⊙	⊙		
2	使学生获得比较宽广和坚实的燃烧学的基础知识，具备分析工程燃烧问题的基本能力，掌握计算工程燃烧计算的基本方法，并具有相应的分析不同燃料燃烧实际问题 and 解决问题的能力。		●	●	⊙	●	●	⊙			
3	了解不同燃料燃烧装置的基本结构与设计原理和燃料燃烧污染物生成机理与控制方法。		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙		
4	了解燃烧领域常用的英文词汇，具备阅读本领域相关文献及自主获学术与技术发展前沿信息的初步能力。									⊙	⊙

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：了解我国在古代燃烧技术发展中的重要贡献，了解我国科学家对燃烧学发展的贡献，促使学生建立民族自信，培养学生国家情怀。客观认识我国燃烧学发展现状，正视我国近现代在燃烧技术发展方面与先进国家的差距，深刻认识燃烧学科及燃烧技术助力国家发展与民族复兴的重要作用，培养学生科技兴国的理想信念与责任担当，帮助学生建立勤奋、严谨、勇于创新的专业素养与节能环保、可持续发展的人文理念。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	燃烧的概念▲（氧化学说、燃素学说）[1]，燃烧过程涉及的学科及内容★[2]，燃烧技术与燃烧科学发展简史[2]，近代燃烧技术的主要发展及趋势，燃烧学的研究内容和研究方法；燃烧与能源利用的关系[3]；燃烧与环境保护的关系[3]。	√			
第二章 燃料概论	燃料的定义及作为燃料的条件，燃料分类方法[3]；燃料的组成和特性，燃料化学组成表示方法，燃料成分表示基准，燃料热值（低位热值、高位热值）[1]；主要固体燃料、液体燃料、气体燃料的性质及其主要性能。		√		√
第三章 工程燃烧 计算	完全燃烧与不完全燃烧的概念[2]；燃烧空气量的计算▲[1]；燃烧烟气量的计算▲[1]；理论燃烧温度及影响理论燃烧温度的因素[1]；燃烧温度的计算[1]；空气系数的概念及其检测计算方法▲[1]；燃烧方程式与燃烧质量分析★[2]；燃烧效率与不完全燃烧损失[1]。		√	√	√
第四章 燃烧理论 基础	燃烧反应的热力学基础▲[1]；燃烧反应的化学动力学基础▲[1]；活化络合物的过渡态理论★[3]；链锁反应理论[2]；燃烧的传质学基础▲[1]；燃烧过程中的射流特性及其混合过程▲[1]。		√		√
第五章 气体燃料 的燃烧	气体燃料预混燃烧、半预混燃烧、扩散燃烧的概念[2]；预混可燃气体着火自燃理论▲[1]、链锁自然理论[3]、点燃理论▲[1]；着火浓度界限▲[1]；层流火焰传播理论与传播速度▲[1]；湍流预混火焰的传播理论[3]；预混气体火焰的稳定条件▲[1]；层流扩散燃烧与湍流扩散燃烧[2]；扩散火焰的稳定▲[1]；气体燃料燃烧装置[3]。		√	√	√
第六章 液体燃料 的燃烧	液体燃料的蒸发过程▲[1]、液体燃料的燃烧过程▲[1]（单个油滴燃烧、油滴群燃烧）；雾化燃烧概念、机理及其特点[2]；雾化性能及质量的评价▲[1]；雾化方式及雾化喷嘴[3]；配风原理与装置[2]。		√	√	√
第七章 固体燃料 的燃烧	煤的燃烧过程▲[1]，煤的燃烧方式[3]；煤的层状燃烧技术及装置[3]；煤的悬浮燃烧技术及装置[2]；煤的旋风燃烧技术及装置[2]；煤的沸腾燃烧技术及装置[2]；燃煤新技术及发展趋势[3]		√	√	√
第八章 燃烧污染 物生成与 控制	燃烧污染主要排放物及控制标准[3]；颗粒与烟尘污染生成与控制技术▲[1]；SO _x 污染生成与控制技术▲[1]；NO _x 污染生成与控制技术▲[1]；燃烧噪声与控制技术[3]。		√	√	√

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的

基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主，课外作业讲评为辅。课内讲授以理论知识为基础，传授科学思想和研究方法，结合实际的能源现象和问题，激发学生的专业学习兴趣，引导学生牢固地掌握基础理论，具备解决工程实际问题的能力。

学习方法：重视对基本概念和理论的学习，深刻理解其物理本质，结合实际问题的分析，掌握解决工程实际问题的一般方法。明确学习各阶段的任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源、同学资源、网络资源。仔细研读教材，适当选读参考书，深入理解概念，掌握理论分析和计算方法的关键，力求融会贯通。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	燃料概论	4		2	2		8
3	工程燃烧计算	4	2				6
4	燃烧理论基础	8					8
5	气体燃料的燃烧	6		2			8
6	液体燃料的燃烧	6					6
7	固体燃料的燃烧	6					6
8	燃烧污染生成与控制	4					4
合计		40	2	4	2		48

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%（作业与随堂测验 10%，实验 20%，课堂表现 10%），期末考试 60%。

平时成绩主要反映学生的课堂表现、随堂课程内容的接受程度和自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂互动、随堂测试、课内实验及作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。重点考核学生对基本概念、基本理论和基本分析方法的掌握程度，同时考核学生运用所学知识解决问题的能力。要求学生系统全面地掌握燃烧学基础理论、基本概念和基本公式，具备相应工程燃烧计算能力，形成分析解决工程问题的能力。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
作业随堂练习	10	相关作业的完成质量与随堂测验参与度及其完成质量，对应新能源科学与工程 专业毕业要求 2、3、4、6、12 和能源与动力工程专业毕业要求 1、2、3 达成度的考核。
课堂表现	10	出勤、课上听讲与课上讨论参与度及其完成质量，对应新能源科学与工程 专业毕业要求 2、3、4、6、12 和能源与动力工程专业毕业要求 1、2、3 达成 度的考核。
实验	80	实验参与度及其完成质量，对应毕业要求 5 达成度的考核。
期末考试	80	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2、3、4、6、12 和能源与动力 工程专业毕业要求 1、2、3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
出勤与课堂表现	出勤率 100%， 积极回答问题参与讨论。	出勤率大于 90%，能正确回 答问题。	出勤率大于 80%，回答问题 大部分正确。	出勤率大于 70%，回答问题 部分正确。	不满足 D 要求
作业与随堂测验	按时完成作业， 作业与随堂测验 正确率 90%以 上。	按时完成作业， 作业与随堂测验 正确率 80%-89%。	按时完成作业， 作业与随堂测验 正确率 70%-79%。	按时完成作业， 作业与随堂测验 正确率 60%-69%。	不满足 D 要求
实验	实验过程与报告 撰写规范，回答 问题图文结合， 数据采集、处理 与结论正确 90% 以上。	实验过程与报告 撰写较为规范， 回答问题详实， 数据与结论正 确。	实验过程与报告 撰写规范，数据 与结论正确。	实验过程与报告 撰写基本规范， 数据与结论无明 显错误。	不满足 D 要求
考试	期末考试卷面正 确率 90%以上	期末考试卷面正 确率 80%以上	期末考试卷面正 确率 70%以上	期末考试卷面正 确率 60%以上	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识 解决复杂问题能力的要求。					

制定者：王景甫、姚宝峰、汪硕峰

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“汽车发动机构造”课程教学大纲

英文名称: Construction of Automotive Engines

课程编码: 0000586

课程性质: 学科基础必修课、专业任选课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业本科生

先修课程: 工程力学、机械设计基础、工程材料

教材及参考书:

[1] 史文库, 姚为民. 汽车构造第六版 (上册). 人民交通出版社, 2015.3

[2] Bonnick, Allan W. M. Newbold, Derek. A practical approach to motor vehicle engineering and maintenance. Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2011

[3] Halderman, James D. Automotive Engines. Prentice Hall, 2009

一、课程简介

汽车发动机构造是能源与动力工程专业汽车方向学生所接触的第一门专业课, 是动力工程专业课程体系: 结构—原理—设计中的基础环节。通过课程学习, 学生能够较熟练地掌握传统汽车发动机的整体结构, 各大基本总成的作用, 结构特点, 工作原理等方面的知识, 及电动汽车电驱动系统的结构和工作原理, 为本专业后续专业课打下良好的基础。本专业的专业生产实践环节为本课程后续环节, 主要为汽车发动机拆装实习, 通过实习进一步巩固课堂教学的效果, 树立结构-功能-制造相统一的设计思想, 培养发现问题解决问题的能力 and 实际动手能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程是能源与动力工程专业的学科一门重要的专业基础课, 是该专业学生接触的第一门与汽车动力紧密相关的课程, 是学生学习后续专业课程的重要基础, 是学生接触专业的启蒙课程。本课程理论性和实践性都很强。除了汽车发动机构造课主要采用理论讲授外, 课程体系中还安排了汽车发动机结构拆装实践环节, 对学生进行发动机零部件认识, 拆装与调整的基本技能训练, 做到理论与实践相统一。通过本课程的学习, 学生能够掌握汽车发动机的基本知识, 理解现代发动机的结构和技术, 培养探究性学习态度, 奠定专业知识和工程能力基础。

对于毕业要求 2.1, 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达和研究分析与发动机性能、制造和结构有关问题的能力。

对于毕业要求 2.2, 系统掌握汽车能源动力领域的工程基础和专业知识。汽车动力系

统结构属于本专业类的基础课程之一，通过课程学习，能够掌握本专业必要的工程基础和专业知识。

对于毕业要求 3.1，能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达能源动力领域的复杂工程问题。

对毕业要求 13.1，13.3，能够在学习过程中，特别是关注汽车动力工程结构的发展，培养自主学习意识和不断学习和适应发展的能力

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

总的教学目标是：使学生掌握汽车发动机构造的基本概念、发动机整体结构、不同零部件及总成的结构特点，树立功能-结构-制造相统一的工程观念。了解汽车动力发展中出现的新结构、新技术。在实践中认真观察汽车发动机零部件和各总成的结构特点，进一步巩固课堂教学知识。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		X1. Y1	X2. Y2	X3. Y3
2	具备扎实的数学、自然科学知识。 系统掌握汽车动力系统的工程基础和专业基础知识	●	●	
3	能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理，识别、表达和研究分析与发动机性能、制造和结构有关问题的能力。	●		
13	在学习过程中，培养学生的自主学习能力	◎		◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：汽车这种交通工具与国家的机械制造业、交通运输和能源消耗都密切相关，是新材料、新技术和互联网+都能立即投入运用的综合性的产品，因此汽车行业是国家的支柱产业，关系着国家经济运行和技术劳动生产力的合理配置。与此同时，汽车还会带来环境污染，交通事故，能源消耗等社会问题。在教学过程中，注意培养学生提升民族产业的信心和责任担当，提高学生的专业素养。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		2	3	13
绪论	世界汽车工业和我国汽车工业发展与形势分析； 汽车总体组成 ^[▲] 和汽车的总体布置形式 ^[★] 汽车行驶的基本原理 ^[★]	√		
第一章 发动机的工作原理 和总体构造	四冲程发动机工作原理 ^[▲] ； 发动机的总体构造 ^[▲] ； 发动机的主要性能指标与特性	√		

第二章曲柄连杆机构	第一节曲柄连杆机构受力分析 ^[★] 、 第二节机体组 ^[▲] 、 第三节活塞连杆组 ^[▲] 第四节曲轴飞轮组 ^[▲]	√		
第三章配气机构	配气机构的组成和布置 ^[▲] 充气效率和配气定时 ^[★] 气门传动组 气门组	√	√	
第四章汽油机供给系统	第一节汽油及其使用性能 ^[▲] 第二节发动机工况及对可燃混合气成分的要求 ^[▲] 第三节电控汽油喷射系统 ^[★]	√	√	
第五章柴油机供给系统	第一节柴油及其使用性能 ^[▲] 第二节柴油机燃烧室 第三节柴油机的供给系统 ^[▲] 第四节柴油机喷油泵 ^[★]	√		
第六章发动机增压	发动机增压的概念和分类 发动机涡轮增压系统 ^[★]	√	√	
第七章发动机冷却系统	发动机冷却系统组成 冷却液的组成及性能 ^[▲] 冷却系统组成零部件 ^[▲] 冷却系统故障诊断与排除 ^[★]	√	√	
第八章发动机润滑系统	发动机润滑系统组成 发动机润滑油的要求及性能 ^[▲] 润滑系统零部件 ^[▲] 润滑系统故障诊断与排除 ^[★]	√		

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教学方法服务于课程教学目标，同时结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，包括讲授、研讨、小组合作、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，养成探索的习惯，注意从实际问题入手，要多看，包括看书、图册和实物；要多讨论，跟同学或老师探讨结构与功能之间的关系，能用所学的基本原则解释结构和新技术。明确学习各阶段的重点，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参与讨论和相应的实践环节，在实际拆装中加深对结构的认识和对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
绪论	汽车总体构造	2					2
第一章	发动机工作原理	4					4
第二章	曲柄连杆机构	5	1				6
第三章	配气机构	3			1		4
第四章	汽油机供给系统	3			1		4
第五章	柴油机供给系统	3			1		4
第六章	发动机增压	1			1		2
第七章	发动机冷却系统	1			1		2
第八章	发动机润滑系统	1			1		2
	随堂考试					2	2
合计		23	1		6	2	32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。其中平时成绩占 20%，期末考试占 80%。

平时成绩中的 20%主要反映学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的随堂测试成绩和作业情况等。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对发动机基本结构、基本概念、工作原理、简单故障诊断和排除的掌握程度，考核学生知识掌握情况。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	课堂出勤占 15%，课堂讲授知识的随堂测验和作业占 85%
考试成绩	80	汽车发动机结构对应的自然科学和工程结构等基础知识，及发动机控制，发动机故障排除等扩展知识

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
课堂测试	能够掌握课堂上讲解的基本概念和工作原理。课堂测试的准确率为 90—100%	能够掌握课堂上讲解的基本概念和工作原理。课堂测试的准确率为 80—89%	基本掌握课堂上讲解的基本概念和工作原理。课堂测试准确率为 70-79%	初步掌握课堂上讲解的基本概念和工作原理。课堂测试准确率为 60-69%	不满足 D 要求
考试	掌握基本概念和工作原理，进行计算和画图。试卷答题准确率为 90-100%	掌握基本概念和工作原理，可进行计算和画图。试卷答题准确率为 80-89%	基本掌握基本概念和工作原理，可进行计算和画图。试卷答题准确率为 70-79%	基本掌握基本概念和工作原理，可进行计算和画图。试卷答题准确率为 60-69%	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张彦琴

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“汽车原理”课程教学大纲

英文名称: Automobile principle

课程编码: 0009675

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 能源与动力工程专业学生

先修课程: 工程图学, 机械设计基础

[1] 徐石安.汽车构造——底盘工程(第2版), 清华大学出版社, 2019年9月

[2] 陈家瑞.汽车构造(下册).机械工业出版社, 2009年2月

[3] 张瑞亮.汽车工程概论.机械工业出版社, 2018年8月

[4] 王建昕.汽车发动机原理.清华大学出版社, 2011年2月

[5]陈新亚.图解汽车构造与原理.机械工业出版社, 2009年4月

一、课程简介

本课程以典型国产车型及常见进口车型为基本车型, 主要讲授现代汽车基本构造, 包括汽车传动系、行驶系、转向系、制动系的构造, 以及电动汽车基本构造、**电机原理构造**; 同时讲授汽车设计、汽车实验基本原理。通过本课程的学习, 掌握现代**汽车底盘各总成**, 零部件的作用、结构和工作原理、汽车设计、汽车测试基本原理。同时为继续学习汽车方向的专业课及实践课程、毕业设计等其他专业课程打下基础, 同时也为今后从事汽车方向的产品设计以及开发提供理论基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程作为能源与动力工程汽车专业学生的专业必修课, 在专业培养目标中具有非常重要的作用。本课程对整体汽车结构进行系统介绍, 相应的拆装实习是能源与动力工程专业的一个重要实践环节, 这体现了相应专业既有很强的理论性、技术性, 又有很强的实践性的特征。学好本课程可以为继续学习其他专业课程及毕业设计打下坚实的基础, 也对今后就业从事汽车产品的设计与研发具有重要的基础性作用。

主要为毕业要求第2、3、4的实现提供支持。

对于毕业要求2, 汽车底盘构造属于本专业类的基础理论之一, 掌握底盘构造的结构和工作原理, 能够培养学生分析结构的功用, 具备从事汽车动力系统相关领域工作所需要的结构原理分析设计等。

对于毕业要求2, 学习汽车底盘构造的基础知识和本专业的基本理论用于分析解决汽车动力系统过程中存在的关键问题, 进而获得解决问题的基本方法和基本技能。能够识别、表达并通过文献研究分析汽车动力系统相关领域中的复杂工程问题, 已获得有效结论。

对于毕业要求3、4, 学习过程中能学会根据实际情况进行性能分析, 对于底盘结构的各个部分的图纸学会识别, 在学习过程中学会举一反三融会贯通。

对毕业要求10、11的实现有一定支撑作用。

对毕业要求 10，通过分小组学习培养学生团队协作能力。在完成课堂讨论及课后作业中相互协调、相互配合。

对毕业要 11，通过课堂组内讨论，验收过程中的讨论、陈述发言等，培养专业相关的表达能力。

（二）课程目标

1 课程教学目标：通过汽车概论课程的教学活动，使学生全面掌握汽车的组成，掌握汽车底盘的功用、组成和工作原理、汽车底盘典型系统零部件的功用、组成和工作原理，并且对于汽车结构设计以及汽车相关性能实验进行学习了解，努力实现“理论与实践并重的教学目标”本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

通过本课程的学习可使得本科学生们实现以下目标：

目标 1：（扎实的基础知识）培养学生具有能源与动力工程专业扎实的专业基本原理、方法和手段等方面的基础知识，为将所学基础知识应用到能源与动力工程实践中去做好准备。

目标 2：（解决问题能力）培养学生熟练掌握能量传递、转换和利用技术，相关设备的设计、分析和计算等方面的先进方法，熟悉本专业领域内车辆动力或制冷方面的专业知识，了解其学科前沿和发展趋势掌握，培养学生能够创造性地利用能源与动力工程基本原理解决实践和工业需求问题的能力。

目标 3：（团队合作与领导能力）培养学生在团队中的沟通和合作能力，进而能够具备能源与动力工程领域的领导能力。

目标 4：（社会适应能力）较高的外语水平、以及较强的计算机操作应用能力，适应经济、科技、社会发展需要的高级工程技术、科研和管理能力。

目标 5：（专业的社会影响评价能力）培养学生正确看待能源与动力工程领域相关工艺、设备、节能减排技术的选择、设计和应用对人们日常生活、工商业的经济结构以及人类健康所产生的潜在影响。

目标 6：（全球意识能力）培养学生能够在全球化的环境里保持清晰意识，有竞争力地、负责任地行使自己的职责。

目标 7：（终身学习能力）能源与动力工程毕业生能够胜任相关单位从事研究、规划、及技术改进、设计、施工和运行管理工作，并具备终身学习的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1.1	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.3	10.2	11.1	12.1	13.3	14.1
1	扎实的基础知识	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	解决问题	◎	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

	能力														
3	团队合作与领导能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4	社会适应能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
5	专业的社会影响评价能力	◎	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
6	全球意识能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
7	终身学习能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，◎：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。在课程中，接合专业工程伦理讲授课程内容，结合中国汽车工业的发展与现实，鼓励学生自主创新，激发学生爱国热情，投身我国汽车工业。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)						
		1	2	3	4	5	6	7
第一章 传动系统	国内外汽车底盘技术发展的状况；汽车底盘及传动系概述；汽车传动系的功用与组成▲▲，汽车的驱动形式与传动系的布置形式▲。掌握机械式、液力式、电力式三种传动系统的布置方案。 重点：汽车传动系的功用与组成、汽车的驱动形式与传动系的布置形式。 难点：汽车传动系的功用与组成。	√						
第二章 离合器	离合器的基本功用、结构和工作原理；摩擦离合器分类；膜片弹簧离合器的结构和工作原理▲▲；离合器中	√						

	的从动盘和扭转减振器。离合器操纵机构涵盖的人力式操纵机构和气助式操纵机构的结构工作原理及优缺点。 重点：摩擦离合器。 难点：摩擦离合器的结构和工作原理。						
第三章 手动变速器	变速器的变速传动结构，普通齿轮式变速器中的传动结构^{▲*}，工作原理图以及如何计算传动比[*]；组合式变速器；同步器构造及工作原理[*]；变速器操纵结构；分动器。 重点：变速器的变速传动机构。 难点：计算变速器的变速传动机构的传动比。	√	√	√			
第四章 自动变速器	液力耦合器的机构和工作原理、液力变矩器的工作原理^{▲*}、典型的液力变矩器的结构和工作原理[*]；机械式无级变速器的工作原理^{▲*}、关键部件[*]。 重点：液力机械传动。 难点：自动变速器传动比计算。	√					
第五章 万向节与传动轴	万向传动装置概述，万向节的种类结构和工作原理^{▲*}；不等速万向节[*]、准等速万向节[*]、等速万向节[*]和挠性万向节。传动轴和中间支承。 重点：万向节传动装置。 难点：万向节不等速性。	√					
第六章 最终传动	主减速器^{▲*}，差速器^{▲*}，半轴和桥壳。主减速器包含单级减速器、双级主减速器、轮边减速器、双速主减速器、贯通式主减速器，掌握不同类型的减速器结构和工作原理以及之间的区别。差速器需要了解的种类有齿轮差速器、强制锁止差速器、高摩擦自锁式差速器、牙嵌式自由轮差速器、托森差速器、粘性联轴差速器、变速驱动桥。了解几种差速器的结构和工作原理，能根据给出的结构图看出差速器的类型。 重点：齿轮差速器。 难点：差速原理。	√					
第七章 车桥与悬架	车桥的功用中分别介绍转向桥、转向轮定位参数^{▲*}、转向驱动轮的结构作用和判断。 重点：转向定位参数、轿车轮胎的表示方法。 难点：转向定位参数。 概述悬架的功用和组成、固有频率和类型。减振器的结构和工作循环。弹性元件分为钢板弹簧、螺旋弹簧、扭杆弹簧、气体弹簧和橡胶弹簧，分别介绍弹性元件的组成结构和工作原理。非独立悬架，独立悬架^{▲*}，多轴汽车的平衡悬架，主动悬架和半主动悬架。 重点：悬架、减振器、弹性元件。 难点：独立悬架，独立悬架。	√					
第八章 车轮与轮胎	车轮和车胎中介绍了其功用，车轮的组成、种类及其优缺点。并学习国产轮毂规格的表示方法[▲]。车胎详细	√					

	介绍其功用和分类 [▲] 。 重点：轿车轮胎的表示方法。							
第九章 车架	车架的功用和类型。边梁式车架，中梁式车架，综合式车架和承载式车身的结构组成及作用 [▲] 。 重点：梁式车架，中梁式车架，综合式车架和承载式车身的结构组成及作用。	√						
第十章 转向系统	汽车转向系统的类型和组成 [▲] ，转向器传动效率、转向盘自由行程以及转向器的种类，各种转向器的结构和工作原理需要掌握。转向操纵结构，转向传动机构，转向加力装置 [*] ，转向油罐与转向液压泵，电动助力转向系统 [*] 。 重点：转向系统的类型和组成、转向器、转向助力装置。 难点：转向器、转向助力装置。	√						
第十一章 制动系统	概述汽车制动系统的机构组成和功用，不同类别的制动器的功能、结构和工作原理，盘式制动器 ^{▲*} 和鼓式制动器对比的优缺点。人力制动系统，伺服制动系统，动力制动系统，制动力调节装置，辅助制动系统。 重点：制动器。 难点：制动器。	√						
第十二章 电动汽车	电动汽车概述；纯电动汽车 [▲] ，电驱动装置 ^{▲*} 、电动汽车用动力电池、电动汽车传动系统；混合动力电动汽车；燃料电池电动汽车。 重点：纯电动汽车电驱动装置。 难点：驱动电机。	√						√
第十三章 汽车设计	汽车设计的内容及特点；当代汽车设计重点及发展趋势；汽车设计过程；汽车设计理论与设计技术的发展。 重点：汽车设计过程。 难点：汽车设计过程。			√			√	
第十四章 汽车试验	汽车试验的意义和目的；汽车试验分类；汽车性能试验；汽车零部件实验。 重点：汽车性能试验。 难点：汽车性能试验。		√			√		

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 传动系统	第一节汽车传动系统概述；	2					2
第二章 离合器	第一节离合器概述；第二节摩擦离合器；第三节离合器操纵机构	4					4
第三章 手动变速器	第一节变速器的变速传动机构；第二节同步器；第三节变速器操纵机构；第四节分动器	5					5
第四章 自动变速器	第一节液力机械传动；第二节机械式无级变速器	3					3
第五章 万向节与传动轴	第一节万向传动装置概述；第二节万向节；第三节传动轴和中间支承	2					2
第六章 最终传动	第一节主减速器；第二节差速器；第三节半轴与桥壳	4					4
第七章 车桥与悬架	第一节车桥；第二节悬架概述；第三节减振器；第四节弹性元件；第五节非独立悬架；第六节独立悬架；第七节多轴汽车的平衡悬架；第八节主动悬架和半主动悬架	6					6
第八章 车轮与轮胎	第一节车轮概述；第二节轮胎概述	1					1
第九章 车架	第一节车架概述；第二节车架分类	1					1
第十章 转向系统	第一节转向系统概述；第二节转向器及转向操纵机构；第三节转向传动机构；第四节转向加力装置；第五节转向油罐与转向液压	2					2

	泵；第六节电动助力转向系统						
第十一章 制动系统	第一节制动系统概述；第二节制动器；第三节人力制动系统；第四节伺服制动系统；第五节动力制动系统；第六节制动力调节装置；第七节辅助制动系统	4					4
第十二章 电动汽车	第一节动力系统实验概述；第二节动力系统测试发展历程；第三节动力系统实验特点及研究方法	6					6
第十三章 汽车设计	第一节汽车设计；第二节汽车制造工艺；第三节汽车工程材料	2					2
第十四章 汽车试验	第一节汽车试验的意义和目的；第二节汽车试验分类；第三节汽车性能试验；第四节大型试验设施；第五节汽车零部件试验	4					4
考试						2	2
合计		46				2	48

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），考试成绩 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动、课程报告等）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
研讨	全勤	缺勤 1 次	缺勤 2 次	缺勤 3 次	不满足 D 要求
实验	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	教师点拨后主动	被动参与且表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求

制定者：雷艳

批准者：梁文俊

2020 年 9 月

“车辆动力系统原理”课程教学大纲

英文名称: Vehicle Power System Fundamentals

课程编码: 0000583

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 热能与动力工程(汽车)

先修课程: 工程热力学、传热学、化学

教材及参考书:

[1]、Allan Kirkpatrick, 《Internal Combustion Engine –Applied Thermal Sciences》. John Wiley & Sons, INC, 2001.

[2]、Jung-Ki Park, 《Principles and Applications of Lithium Secondary Batteries》. 2012 Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany.

[3]、Frano Barbir, 《PEM Fuel Cells: Theory and Practice》. Academic Press is an imprint of Elsevier 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA.

一、课程简介

本课程是环生学部能源与动力工程专业本科生的专业必修课, 是在学完工程热力学、传热学、化学等课程基础上, 针对汽车动力系统的内燃机、锂离子电池和燃料电池所要求的热力学、传热学和电化学理论及实验技能, 为汽车动力系统的内燃机、锂离子电池和燃料电池的设计、制造、试验提供理论基础。通过本课程的学习, 学生要掌握车辆动力系统的内燃机、锂离子电池和燃料电池的基本结构、原理和运行规律等知识, 以便在汽车动力系统产品设计、试验和制造中加以应用。本课程主要介绍车辆动力系统涉及的内燃机原理、锂离子电池原理和燃料电池原理等内容。教学内容重点: 内燃机和锂离子电池原理。教学内容难点: 转子机几何、运动学及锂离子电池能斯特定理等内容。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 汽车动力系统原理是能源与动力工程专业一门重要的学科专业必修课程。本课程是能源与动力工程专业本科生的核心专业课程, 主要介绍内燃机、锂离子电池和燃料电池的基本工作原理、分析方法及国内外相关进展。课程以内燃机、锂离子电池和燃料电池性能作为主要研究目标, 从理论上分析提高汽车动力系统性能指标的措施, 不但具有很强的理论性, 还涉及动力系统课程实验及参与科研, 是本专业学生专业知识与综合能力培养的一门不可缺少的课程。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的课堂教学和实验教学, 使学生 1) 掌握内燃机、锂离子电池和燃料电池主要性能指标—动力性、经济性的计算分析方法、影响因素和及其内在联系, 为设计及应用性能优越的内燃机、锂离子电池和燃料电池提供理论基础; 2) 掌握内燃机、

锂离子电池和燃料电池主要参数对其性能的作用和影响，并从原理上加以分析；3)了解内燃机、锂离子电池和燃料电池技术的最新发展动向和趋势。通过本课程的学习，提高学生的分析和解决问题的能力，掌握内燃机、锂离子电池和燃料电池基本知识，培养学生实验动手能力与对专业的兴趣及热爱科学、勇于创新、实事求是的科学态度。通过课堂授课与实验，向学生介绍内燃机、锂离子电池和燃料电池的发展历程、内燃机、锂离子电池和燃料电池的性能指标、热力学循环、电化学原理、燃料燃烧及电池电化学反应过程和相关实验技术。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点							
		1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	3.4
1	通过了解和掌握内燃机、锂离子电池和燃料电池的工作原理和运行特性，培养学生基于基本热力学原理并采用热工测试方法对车辆能源动力领域的复杂工程问题进行创新研究的能力。	●	●	●	●	●	●	◎	◎
2	本课程作为学科专业课，课程内容包含了内燃机、锂离子电池和燃料电池涉及的热力学、传热学和电化学理论、实验技术和分析方法，本课程将使学生深化对这些理论和方法的理解，能够运用这些知识和方法解决内燃机、锂离子电池和燃料电池车辆动力系统的工程应用问题。	●	●	●	●	●	●	◎	◎
3	本课程除讲授内燃机、锂离子电池和燃料电池的基本理论、技术和运行特性，还涉及基本的性能计算、课程试验及参与科研，将使得学生通过性能计算、课程实验及参与科研实践，学会运用这些基本理论、方法及专业分析软件，对汽车动力系统领域复杂工程问题进行预测和论证，提出优化改进建议和措施。	●	●	●	●	●	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标:在课程教学过程中引入一些最新的国内自主创新的汽车动力系统新技术的具体事例来体现思政元素、弘扬中华民族自力更生的自主创新精神，培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	1.1 内燃机的历史[3]; 1.2 内燃机的分类[3]; 1.3 内燃机的机械结构[2]; 1.4 内燃机的运行和控制[2]; 1.5 内燃机的替代装置[2]。重点: 内燃机的运行和控制方法及性能提升途径。难点: 各种结构内燃机控制策略分析。	√		
第二章 内燃机的燃料	2.1 内燃机燃料特性[2]; 2.2 化石燃料的历史[3]; 2.3 化石燃料[2]; 2.4 气体燃料[2]; 2.5 代用燃料[2]。重点: 内燃机的替代燃料的物化及燃烧特性。难点: 氢燃料内燃机性能优化方法。	√	√	√
第三章 内燃机的性能指标	3.1 内燃机的制动指标及测量[1]; 3.2 内燃机的指示指标及测量[1]; 3.3 内燃机的热效率[1]; 3.4 内燃机的充气效率和空燃比[1]。重点: 内燃机的指示指标及测量及热效率。难点: 示功图及运行测量测量方法。	√	√	√
第四章 内燃机的热力循环	4.1 理想空气循环 [1]; 4.2 Otto 循环[1]; 4.3 Diesel 循环[1]; 4.4 Dual 循环[1]; 4.5 Miller 循环[1]。重点: Dual 循环及 Miller 循环热效率表达式推导。难点: Dual 循环及 Miller 循环优缺点分析。	√	√	√
第五章 内燃机的进、排气和缸内流动	5.1 进、排气过程 [1]; 5.2 残余废气及进气终了温度[1]; 5.3 Otto 循环分析[1]; 5.4 气门正时与重叠角[1]; 5.5 进排气系统和充气效率[1]; 5.6 充气效率的影响因素[1]; 5.7 内燃机的缸内涡流、挤流和滚流[2]; 5.8 内燃机的缸内湍流[3]。重点: 残余废气、进气终了温度及 Otto 循环分析。难点: Otto 循环热效率分析。	√	√	√
第六章 内燃机的燃烧	6.1 汽油机的混合气形成和燃烧 [1]; 6.2 汽油机的异常燃烧机理和爆震控制[1]; 6.3 柴油机的混合气形成和燃烧[1]; 6.4 柴油机的着火滞燃期和碳烟生成机理[1]。重点: 汽油机和柴油机的混合气形成和燃烧。难点: 汽油机和柴油机的燃烧过程优化及控制。	√	√	√
第七章 锂离子电池原理	7.1 锂离子电池概述[2]; 7.2 锂离子电池组成[1]; 7.3 锂离子电池电压和电流[1]; 7.4 锂离子电池特性[1]。重点: 锂离子电池特性。难点: 锂离子电池的极化原理。	√	√	√
第八章 锂离子电池性能	8.1 充放电曲线[1]; 8.2 循环寿命[1]; 8.3 温度特性[1]; 8.4 能量与功率密度[2]。重点: 锂离子电池的循环寿命。难点: 锂离子电池的寿命影响因素及评估方法。	√	√	√
第 9 章 燃料电池原理	9.1 燃料电池概述[2]; 9.2 燃料电池热力学[3]; 9.3 燃料电池电化学[3]。重点: 燃料电池电化学。难点: 燃料电池极化特性分析及控制。	√	√	√

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用, 包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳, 并能把某一事实或概念分解为若干部分, 指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等, 知道事物的分类、过程及变化倾向, 包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主，讲授本课程所涉及的基本原理、分析方法和手段，通过探讨和研讨式教学，引导学生在掌握基本原理的前提下对新知识进行自我探索和学习。在课程教学过程中适当采用难点研讨和科研案例分析等手段

学习方法：研读发放的课件和学习资料，努力掌握基本概念和原理，做到课前预习教材，课中认真听课，积极思考，主动提问，课后认真复习，难点和疑点及时与教师讨论，充分利用好教师课后答疑时间、同学资源、教学网站等，仔细研读教材或参考书，适当选读参考书的相关内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	4					4
2	内燃机的燃料	4					4
3	内燃机的性能指标	6					6
4	内燃机的热力循环	6					6
5	内燃机的进、排气和缸内流动	6					6
6	内燃机的燃烧	6					6
7	锂离子电池原理	6					6
8	锂离子电池性能	4					4
9	燃料电池原理	6					6
合计		48					48

六、考核与成绩评定

平时成绩占 20%，主要依据包括：课程的出勤情况、课堂测验和作业情况。

期末考试占 80%，强调考核学生对基本概念、基本方法、基本原理的掌握程度，考核学生运用所学知识来解决问题的能力。通过考试，督促学生对基本概念、原理的掌握，强化学生综合运用知识能力的培养。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	全部正确完成	绝大部分正确完成	大部分正确完成	部分正确完成	不满足 D 要求
出勤	全勤	缺勤 1 次	缺勤 2 次	缺勤 3 次	不满足 D 要求
课堂表现	积极主动	较积极主动	教师点拨后主动	被动参与且表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况 (优秀)	依照试卷答案评分情况 (良好)	依照试卷答案评分情况 (一般)	依照试卷答案评分情况 (及格)	不满足 D 要求

制定者：纪常伟

批准者：梁文俊

2019 年 12 月

“汽车智能控制技术”课程教学大纲

英文名称: Automobile intelligent control technology

课程编码: 0009677

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业学生

先修课程: 动力系统控制原理, 自动控制原理

[1] 张亚琛.汽车电子控制原理与技术应用. 清华大学出版社, 2017 年 8 月

[2] 陈家瑞.汽车构造(下册).机械工业出版社, 2009 年 2 月

[3] 张瑞亮.汽车工程概论.机械工业出版社, 2018 年 8 月

一、课程简介

随着我国对汽车需求的不断增多, 目前国内市场已经发展成汽车生产和消费大国, 尤其是随着我国车企数量的不断增多, 汽车生产制造已经成为当前的主要产业之一。而随着各种科学技术的有效应用, 在车辆工程中引入智能控制技术已经成为当前发展的主要趋势, 为了能够有效保证汽车行业朝着更加舒适化和智能化的方向发展, 就必然会对汽车生产制造提出更高的要求与标准, 智能化技术的合理应用能够使得汽车更好的发挥作用, 所以说必须对其引起足够的重视。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是能源与动力工程专业的专业选修课程, 对汽车智能控制系统进行系统介绍, 为之后的课设提供理论支持, 是能源与动力工程专业的一个重要环节, 这体现了相应专业既有很强的理论性、技术性, 又有很强的实践性的特征。

主要为毕业要求第 5、6、11 的实现提供支持。

对于毕业要求 5, 学习过程中能学会汽车控制的原理, 以及整个控制流程, 对发动机中复杂问题进行研究并得到合理有效的结论。

对于毕业要求 6, 汽车控制属于本专业类的基础理论之一, 掌握汽车控制的基本工作原理, 能够培养学生分析结构的功用, 具备从事汽车动力系统相关领域工作所需要的结构原理分析设计等。

对毕业要求 11, 通过分小组学习培养学生团队协作能力。在完成课堂讨论及课后作业中相互协调、相互配合。

汽车智能控制系统集成了单片机、传感器、执行器、通讯、信号等很多知识, 这就要求具备一定的学习、与同行的有效沟通能力等。

对毕业要求 13, 有一定支撑作用, 学习汽车控制的基础知识和本专业的基本理论用于分析解决汽车动力系统过程中存在的关键问题, 进而获得解决问题的基本方法和基本技能。能够识别、表达并通过文献研究分析汽车动力系统相关领域中的复杂工程问题, 已获得有效结论。学习过程中能学会根据实际情况进行性能分析, 对于汽车发动机的各个部分的结

构、工作原理学会识别，在学习过程中学会举一反三融会贯通。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

通过汽车智能控制技术的教学活动，使学生掌握汽车控制系统的组成，特别是掌握汽车发动机典型系统零部件的功用、组成、工作原理、控制原理，努力实现“理论与实践并重的教学目标”。

课程教学目标：本课程设计的主要目标是让学生根据题目的要求，依据课堂讲授的相关知识和方法，通过分析、设计、编写控制策略、调试等各个环节的训练，使学生加深理解控制系统的相关知识和技术。同时培养学生的控制系统思维能力，提升学生逻辑意识和认知能力和程序设计能力。主要对毕业要求 3、6、7 的达成提供支撑，同时对毕业要求 13 提供一定的支撑。具体如下。

目标 1：对毕业要求 3 的达成提供一定支撑。课程内容包含了控制表示的逻辑结构和相应问题处理最典型的算法。本课程设计将使学生深化对他们的理解，能够用数据结构（数据模型）和基本算法（计算处理）表达问题和计算，为解决复杂工程问题奠定基础。

目标 2：对毕业要求 6 的达成提供支撑。通过设计和实现综合运用基本控制算法数据，培养学生设计和实现控制算法解决方案的能力。

目标 3：对毕业要求 7 的达成提供一定的支撑。汽车智能控制系统集成了单片机、传感器、执行器、通讯、信号等很多知识，这就要求具备一定的学习、与同行的有效沟通能力等。通过分小组学习培养学生团队协作能力。在完成课堂讨论及课后作业中相互协调、相互配合。

目标 4：对毕业要求 13 的达成提供一定的支撑。学习过程中能学会汽车控制的原理，以及整个控制流程，对发动机中复杂问题进行研究并得到合理有效的结论。培养自主学习、终身学习的意识。

课程地位：本课程作为能源与动力工程汽车专业学生的专业选修课，在专业培养目标中具有非常重要的作用。学好本课程可以为继续学习其他专业课程及毕业设计打下坚实的基础，也对今后就业从事汽车产品的设计与研发具有重要的基础性作用。

教学目的：总的教学目标是：通过汽车智能控制技术的教学活动，使学生全面掌握汽车控制系统的组成，掌握汽车发动机功用、组成和工作原理；了解电动汽车这一新能源驱动形式的汽车电机构造，了解电动汽车驱动原理；并且对于汽车结构设计以及汽车相关性能实验进行学习了解。努力实现“理论与实践并重的教学目标”。

本专业以培养能源与动力工程领域的高级专门技术人才和管理人才为目标，培养热爱祖国，坚持社会主义道路，同时具有科学的知识结构、一定的人文社会科学知识、综合的实践能力、开阔的国际视野、强烈的创新意识、良好的团队合作精神以及自信的沟通能力，适应经济、科技、社会发展需要，德智体全面发展的学生。

本专业教授的技术基础理论知识包括电工与电子、自动控制和机械等基础理论，通过工程训练和实践，培养学生的分析能力和实践能力。毕业生能在汽车、船舶、铁路、电力、机械等领域从事能源动力工程和控制化以及相关方面的研究、教学、设计、开发、管理和

营销等工作。

通过本课程的学习可使得本科学生们实现以下目标：

目标 1:（扎实的基础知识）培养学生具有能源与动力工程专业扎实的专业基本原理、方法和手段等方面的基础知识，为将所学基础知识应用到能源与动力工程实践中去做好准备。

目标 2:（解决问题能力）培养学生熟练掌握能量传递、转换和利用技术，相关设备的设计、分析和计算等方面的先进方法，熟悉本专业领域内车辆动力的专业知识，了解其学科前沿和发展趋势掌握，培养学生能够创造性地利用能源与动力工程基本原理解决实践和工业需求问题的能力。

目标 3:（团队合作与领导能力）培养学生在团队中的沟通和合作能力，进而能够具备能源与动力工程领域的领导能力。

目标 4:（社会适应能力）较高的外语水平、以及较强的计算机操作应用能力，适应经济、科技、社会发展需要的高级工程技术、科研和管理能力。

目标 5:（专业的社会影响评价能力）培养学生正确看待能源与动力工程领域相关工艺、设备、节能减排技术的选择、设计和应用对人们日常生活、工商业的经济结构以及人类健康所产生的潜在影响。

目标 6:（全球意识能力）培养学生能够在全球化的环境里保持清晰意识，有竞争力地、负责任地行使自己的职责。

目标 7:（终身学习能力）能源与动力工程毕业生能够胜任相关单位从事研究、规划、及技术改进、设计、施工和运行管理工作，并具备终身学习的能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1.1	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.3	10.2	11.1	12.1	13.3	14.1
1	扎实的基础知识	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	解决问题能力	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	团队合作与领导能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4	社会适应能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

5	专业的社会影响评价能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
6	全球意识能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
7	终身学习能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

在课程中，接合专业工程伦理讲授课程内容，结合中国汽车工业的发展与现实，鼓励学生自主创新，激发学生爱国热情，投身我国汽车工业。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）						
		1	2	3	4	5	6	7
第一章 汽车智能控制概述	汽车概论；汽车动力是什么？如何驱动车？▲★，汽车动力发展的驱动力是什么▲。智能化是必然---电控是实施手段。	√					√	√
第二章 汽车智能控制目标	汽车发动机工作原理；内燃机：一切为了“烧”▲★；ECU 主要功能；电控系统控制软件控制内容；	√						
第三章 汽车智能控制原理	组成和架构（感知、决策、执行），传感器+执行器+控制器；控制对象▲★，典型的传感器、执行器★；典型的控制方法★；控制系统。	√						
第四章 典型的汽车智能控制子系统	高效柴油机对燃油系统的要求；故障诊断；高压共轨燃油系统、SCR 后处理系统▲★	√						
第五章 汽车智能控制系统开发流程	汽车智能控制系统开发模式介绍；	√		√	√	√		

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 汽车智能 控制概述	第一节汽车概述；	1					2
第一章 汽车智能 控制概述	第二节汽车动力是什么？如何驱动车	2					2
第一章 汽车智能 控制概述	第三节汽车动力发展的驱动力是什么：智能化是必然---电控是实施手段	1					1
第一章 汽车智能 控制概述	第四节汽车电子的现状	2					2
第二章 汽车智能 控制目标	第一节内燃机：一切为了“烧”，烧得更好，排得更少	2					2
第二章 汽车智能 控制目标	第二节电动：一切为了电驱动电机更顺畅----控电流大小、方向和历程；	2					2
第二章	第三节整车角度看待动力优	2					2

汽车智能控制目标	化；						
第三章汽车智能控制原理	第一节控制的组成和架构（感知、决策、执行），传感器+执行器+控制器；	2					2
第三章汽车智能控制原理	第二节典型的传感器、执行器、控制单元	2					2
第三章汽车智能控制原理	第三节典型的控制方法；	2					2
第四章典型的汽车智能控制子系统	第一节高压共轨燃油系统	2					2
第四章典型的汽车智能控制子系统	第二节电控单元 ECU、故障诊断；	4					4
第四章典型的汽车智能控制子系统	第三节 SCR 后处理控制系统	2					2
第五章汽车智能控制系统开发流程	第一节控制工程化；	4					4
考试							
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），综合答辩 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动、课程报告等）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求 5、6、11 的实现提供支撑。
综合答辩	80	对规定考试内容掌握的情况，为毕业要求 5、6、11 的实现提供支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
研讨	全勤	缺勤 1 次	缺勤 2 次	缺勤 3 次	不满足 D 要求
实验	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	教师点拨后主动	被动参与且表现一般	不满足 D 要求
考试	依照综合答辩效果（优秀）	依照综合答辩效果（良好）	依照综合答辩效果（一般）	依照综合答辩效果（及格）	不满足 D 要求

制定者：仇滔

批准者：梁文俊

2020 年 10 月

“能源动力测试技术”课程教学大纲

英文名称: Testing Technologies of Energy and Power

课程编码: 0009678

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业本科生

先修课程: 流体力学、传热学、工程热力学、控制技术和电工技术等相关课程

教材及参考书:

[1] 战洪仁, 李雅侠, 王立鹏. 热工实验原理与测试技术. 中国石化出版社有限公司, 2019年10月

[2] 罗红英. 内燃机及动力装置测试技术. 哈尔滨工程大学出版社, 2006年9月

[3] 陈卫华. 实验室安全风险控制与管理. 化学工业出版社, 2017年2月

一、课程简介

描述课程概况(250-300字)。

实验测试是评价动力系统性能的重要环节,也是开发和设计新型动力系统的必须环节。掌握动力系统测试所需的基本方法、设备、流程与安全要求是从事本学科相关行业所必备的基础能力。本课程将重点讲述动力装置测试所需的传感器基本原理、测试台架组成与搭建方法、数据处理与误差分析及实验安全知识等内容,并根据本学科的特点,针对动力领域三大系统——内燃机、动力锂离子电池及燃料电池的典型实验方法进行介绍。使学生通过本课程的学习,掌握动力系统测试的基本方法,提高学生设计与开展实验的能力,间接提高学生对测试系统的设计与二次开发能力。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

本课程是针对能源与动力工程专业本科生的专业课程,是指导学生掌握动力系统测试相关技术和方法的重要环节。本课程主要介绍测量和数据处理的基本知识、动力系统测试技术、典型动力装置测试系统与实验方法及实验安全与风险控制相关专业知识。使学生可以通过本课程学习掌握测试的基本原理、数据分析方法、操作规程、专业测试设备使用规范,并通过对基础知识的学习和理解具备设计创新性实验和对实验设备进行二次开发的能力。

本课程主要为毕业要求(4)和(5)的实现提供强力支撑。

对于毕业要求(4),通过本课程的学习,可使学生在掌握测试原理与安全规范的基础上具备针对复杂工程问题设计实验、分析和解释数据的能力。

对于毕业要求(5),通过本课程的学习,有助于学生将所学知识 with 恰当的现代化信息技术手段结合,对专业领域复杂问题开展预测、验证及评价的能力。

(二) **课程目标**

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

通过本课程的学习，学生应当掌握能源与动力工程专业所涉及的基础测试知识与技能，以便在开展能源与动力专业设备测试实验时具备正确、独立操作设备、分析处理数据及正确评价实验结果的能力。通过本课程学习，学生在掌握测试原理、安全规范与实验设备使用方法的基础上，应具备独立设计复杂工程问题相关装置实验的能力，具备安全实验的能力，具备正确管理实验环节的能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3.1	3.2	4.1	5.1	5.2
1	掌握能源与动力工程专业设备的测试原理	●	◎	◎	◎	●
2	具备正确处理和评价实验结果的能力	◎	◎	◎	●	●
3	具备独立开展实验设计的能力	◎	◎	◎	●	●
4	具备正确管理实验流程及安全实验的能力	◎	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，◎：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

在教学过程中通过引入具体事例强化课程思政元素，如：在实验室管理过程中负责人与具体操作人员对实验设计与操作过程管理对人身安全、环境影响的事例，增强学生的责任担当、行为规范及职业素养。通过介绍中国动力系统和测试技术的发展提高学生对中国发展历程和理念的信念，提高民族自信。

三、课程教学内容

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章绪论	第一节动力系统实验概述 ^[3] ；第二节动力系统测试发展历程 ^[3] ； 第三节动力系统实验特点及研究方法 ^[2] 重点：动力系统实验的特点与基础方法 难点：动力系统实验基础方法	√			√
第二章测量和数据处理的基本知识	第一节测量与测量系统 ^[2] ；第二节测量误差概念与分类 ^[2] ；第三节测量误差的计算方法和测量精度的判断标准 ^[1] ；第四节系统误差 ^[2] ；第五节随机误差 ^[1] ；第六节间接测量的误差计算 ^[1] ；第七节有效数字及其运算规则 ^[2] ；第八节测试结果的表达方法 ^[3] 重点：测量误差的计算方法，间接测量的误差计算 难点：间接测量的误差计算	√	√	√	

第三章动力系统测试技术	第一节温度测量技术 ^[1] ；第二节压力测量技术 ^[1] ；第三节速度测量技术 ^[1] ；第四节光学测试技术 ^[3] ；第五节湿度测量技术 ^[2] 重点：温度、压力、速度测试的基本传感器原理 难点：基于测试要求选择正确的原理与传感器	√	√	√	√
第四章典型动力装置测试系统与实验方法	第一节内燃机实验测试系统 ^[1] ；第二节动力锂离子电池测试系统 ^[2] ；第三节燃料电池测试系统 ^[2] ；第四节动力系统典型性能测试方法 ^[1] 重点：动力装置的基础测试系统与方法 难点：基于基础测试系统，面向目标设计实验系统的方法	√	√	√	√
第五章实验安全与风险控制	第一节概述 ^[3] ；第二节燃料安全控制方法 ^[1] ；第三节实验安全个人防护知识 ^[1] ；第四节常见实验室安全风险应对方法 ^[1] ；第五节实验室安全事故实例 [△] 重点：实验室安全管理与风险应对方法 难点：实验室安全管理与风险应对方法	√		√	√

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（32学时）。课程讲授中以本科所涉及的基本知识、理论和方法为主，通过探究教学，引导学生在掌握基本内容的前提下对新知识进行自我发现和学习。在课程教学过程中适当引入研讨环节、翻转课堂等手段

学习方法：强化基本理论和方法的学习，形成安全实验的意识，在基本原理和安全规范的基础上培养设计新实验流程与开发实验设备的能力；培养基本工程实验实践能力；明确各阶段学习任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教学资源、实验室资源等。仔细研读教材或参考书。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	第一节动力系统实验概述；第二节动力系统测试发展历程；第三节动力系统实验特点及研究方法	2	0	0	0	0	4
第二章测	第一节测量与测量系统；第二	6	2	0	0	0	8

量和数据处理的基本知识	节测量误差概念与分类；第三节测量误差的计算方法和测量精度的判断标准；第四节系统误差；第五节随机误差；第六节间接测量的误差计算；第七节有效数字及其运算规则；第八节测试结果的表达方法						
第三章动力系统测试技术	第一节温度测量技术；第二节压力测量技术；第三节速度测量技术；第四节光学测试技术；第五节湿度测量技术	8	0	0	0	0	6
第四章典型动力装置测试系统与实验方法	第一节内燃机实验测试系统；第二节动力锂离子电池测试系统；第三节燃料电池测试系统；第四节动力系统典型性能测试方法	6	0	0	2	0	8
第五章实验安全与风险控制	第一节概述；第二节燃料安全控制方法；第三节实验安全个人防护知识；第四节常见实验室安全风险应对方法	6	0	0	0	0	6
合计		28	2	0	2	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%，期末考试 70%。

平时成绩占 30%，主要反应学生的课堂表现、出勤、课后学习情况。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂参与情况与自律情况）、作业情况。

期末考试占 70%，是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学知识来解决问题的能力。通过考试，督促学生对基本概念、理论的掌握，强化学生综合运用知识能力的培养。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求（4）和（5）的实现提供强力支撑。
考试成绩	70	对规定考试内容掌握的情况，为毕业要求（4）和（5）的实现提供强力支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
出勤	全勤	出勤良好	出勤中等	有少量缺勤	不满足 D 要求
课堂表现	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	参与研讨、表现中等	参与研讨、表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：汪硕峰

批准者：梁文俊

2020 年 3 月

“能动专业科研方法导论”课程教学大纲

英文名称: Methodology of Scientific Research

课程编码: 0009679

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

[1] 张伟刚. 科研方法导论(第2版). 科学出版社, 2015年1月

[2] 张伟刚. 科研方法论(第2版). 天津大学出版社, 2007年9月

一、课程简介

本课程是针对能源与动力工程专业本科生的专业选修课,通过本课程的学习,使本科生掌握一些自然科学的基本思想方法,获得较为系统的科研基本知识,了解并掌握典型的科研方法和研究技能,提高分析问题和解决问题的能力,帮助他们在科研领域尽快入门。同时,培养他们的科学态度,开阔眼界,提高科学素养,为做好本科论文(或毕业设计)以及今后从事深入的科学研究打下坚实基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是针对能源与动力工程专业本科生的专业选修课。知识的学习和积累是本科阶段的重要任务,而通过有效地学习和科研实践,从中获得科研方法和研究能力,对于培养具有创新意识和科研能力的优秀人才具有十分重要的意义。科研素养是本科阶段素质教育中不可或缺的内容,本课程是本科教学课程体系中培养学生科研技能、创新能力和科学精神的重要组成部分。

本课程主要为毕业要求 3.2、5.1、6.1 的实现提供强力支撑。

对于毕业要求 3.2,通过本课程的学习,能够研究分析能源动力领域遇到的复杂工程问题,以获得有效结论。

对于毕业要求 5.1,通过本课程的学习,能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

对于毕业要求 6.1,通过本课程的学习,能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,解决能源动力领域复杂工程问题。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的学习,使本科生掌握一些自然科学的基本思想方法,获得较为系统的科研基本知识,了解并掌握典型的科研方法和研究技能,以提高分析问题和解决问题的能力,培养学生的创新能力和科学精神,帮助他们在科研领域尽快入门。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	掌握一些自然科学的基本思想方法			●	◎	●	●	◎	◎			◎		◎	
2	获得较为系统的科研基本知识			●	◎	●	●	◎	◎			◎		◎	
3	了解并掌握典型的科研方法和研究技能			●	◎	●	●	◎	◎			◎		◎	
4	培养学生的创新能力和科学精神			●	◎	●	●	◎	◎			◎		◎	

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：在课程教学过程中引入一些最新的具体事例来体现课程思政元素、尤其是在科研道德与科研规范方面，弘扬社会正气、传播正能量，以利于培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 科研与科研方法	科学与科学研究、科研特征及价值、科研方法及作用（▲）	√	√		
第二章 科研程序及准备	科研基本过程、自然科学研究程序（▲）、如何进行科研准备		√		√
第三章 问题分析与选题	问题层次分析法、科研课题类型、选题原则与方式（▲）、科研信息的收集（▲）		√	√	√
第四章 典型的科研方法	科研方法层次、经典科研方法（★）、现代科研方法（★）、科研方法示例（▲）		√	√	√
第五章 典型的科研思维	科研思维概论、典型科研思维（★）、科研思维示例（▲）		√	√	√
第六章 专利撰写与申请	发明创造概论、专利撰写申请（★）、典型专利示例（▲）		√	√	√
第七章 学术会议及	学术会议类型与模式、会议报告的准备（▲）、学术会议示例（▲）、国际会议常用语		√	√	√

报告					
第八章 科研道德与 规范	研究者类型及品格、科研素质及养成、科研规范与约束（▲）、学术道德方面的典型案例分（▲）		√	√	√
第九章 研究性学习	研究性学习的特点、研究性学习科研、经典科研示例（▲）、本科科研示例（▲）				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（32 学时）。课程讲授中以本科所涉及的基本知识、理论和方法为主，通过探究教学，引导学生在掌握基本内容的前提下对新知识进行自我发现和学习。在课程教学过程中适当引入研讨环节、翻转课堂等手段

学习方法：强化基本概念和理论的研读，在基本知识掌握的基础上培养探索新知识、解决新问题的能力，特别强调各知识综合运用解决问题的能力；培养自主学习能力和自主实践能力；明确各阶段学习任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源、同学资源、教学网站等。仔细研读教材或参考书，适当选读参考书的内容。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	科研与科研方法	2	0	0	0	0	2
2	科研程序及准备	2	0	0	0	0	2
3	问题分析与选题	3	0	0	1	0	4
4	典型的科研方法	3	0	0	1	0	4
5	典型的科研思维	2	0	0	0	0	2
6	专利撰写与申请	3	0	0	1	0	4
7	学术会议及报告	3	0	0	1	0	4
8	科研道德与规范	3	0	0	2	0	5
9	研究性学习	3	0	0	2	0	5
合计		24	0	0	8	0	32

六、考核与成绩评定

平时成绩 50%，期末考试 50%。

平时成绩占 50%，主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试占 50%，是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学知识来解决问题的能力。通过考试，督促学生对基本概念、理论的掌握，强化学生综合运用知识能力的培养。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	50	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求 3.2、5.1、6.1 的实现提供强力支撑。
考试成绩	50	对课程核心内容掌握的情况、分析问题和解决问题的能力等，为毕业要求 3.2、5.1、6.1 的实现提供强力支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
出勤	全勤	出勤良好	出勤中等	有少量缺勤	不满足 D 要求
课堂表现	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	参与研讨、表现中等	参与研讨、表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张红光

批准者：梁文俊

2020 年 1 月

“新能源汽车热管理技术”课程教学大纲

英文名称: Thermal Management Technology of Clean Energy Automotive

课程编码: 0009680

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0 学时: 32

面向对象: 能源与动力工程本科生

先修课程: 汽车概论、动力系统构造、动力系统原理、传热学

教材及参考书:

- [1] 姚仲鹏, 王新国. 车辆冷却传热. 北京: 北京理工大学出版社, 2001-06
- [2] 饶中浩, 张国庆. 电池热管理. 北京: 科学出版社, 2015-07
- [3] 徐晓明. 动力电池热管理技术: 散热系统热流场分析. 北京: 机械工业出版社, 2018-10
- [4] 王若平等. 高超声速推进——发动机设计一体化和热管理. 北京: 航空工业出版社, 2016-01
- [5] 自编讲义

一、课程简介

本课程是在汽车概论、动力系统构造、动力系统原理、传热学等课程基础上, 进一步结合新能源汽车在运行过程中所遇到的热管理实际问题, 通过温度控制为新能源汽车实现安全性、经济性、环境适应性和舒适性提供理论基础。本课程主要以传统燃油汽车和新能源汽车的能源动力系统为学习对象, 使学生掌握发动机-传动系、动力电池、驱动电机及功率电子、燃料电池、汽车座舱等系统的构成、工作原理、控制策略以及集成设计等知识; 同时, 简要介绍热泵空调系统以及储能系统、风力发电系统、光伏发电系统的热管理知识。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是能源与动力工程专业的专业限选课, 也可以作为其它能源动力类专业的选修课, 属于能源与动力工程类系列。旨在继汽车概论、动力系统构造、动力系统原理、传热学等课程之后, 引导学生在系统层面对前期课程进行再认识, 培养学生归纳、综合、运用基础知识的意识和能力。同时, 为后续能源管理类课程的学习奠定扎实的理论基础。

本课程主要为毕业要求第 4、11、13 的实现提供支持。与毕业要求第 4、13 为强相关, 与毕业要求第 11 为一般相关。

对于毕业要求 4, 具备根据新能源汽车热管理的实际运行情况进行热管理性能分析、系统结构设计、控制策略优化设计、撰写设计说明书的能力, 在设计过程中体现创新意识, 考虑社会、健康、安全、节能、减排、环保、法律、文化以及环境等因素。

对于毕业要求 11, 能够就新能源汽车热管理领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 具有撰写报告、设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令的能力。并具备本领域开阔的国际视野, 能够在跨文化背景下针对本领域问题进行沟通和交流。

对于毕业要求 13，有自主学习和终身学习的意识，具备在新能源汽车热管理领域不断学习和适应发展的能力。

（二）课程目标

1. 教学目标

通过本课程的学习，首先使学生了解新能源汽车基本热管理知识，掌握发动机-传动系、动力电池、驱动电机及功率电子、燃料电池、汽车座舱的系统构成、工作原理、控制策略以及集成设计知识。通过本课程的学习，学生应当具备对典型新能源汽车热管理的分析与设计的能力，具备制定与优化典型新能源汽车热管理控制策略的能力，提高学生的分析和解决问题的能力，与对专业的兴趣及热爱科学、勇于创新、实事求是的科学态度。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点									
		4.1	4.2	4.3	4.4	11.1	11.2	11.3	13.1	13.2	13.3
1	了解新能源汽车基本的热管理知识。	●	●	●	●	◎	◎	◎	●	●	●
2	掌握新能源汽车的构造、组成、类型及工作原理。	●	●	●	●	◎	◎	◎	●	●	●
3	具备对典型新能源汽车热管理的分析与设计的能力	●	●	●	●	◎	◎	◎	●	●	●
4	具备制定与优化典型新能源汽车热管理控制策略的能力	●	●	●	●	◎	◎	◎	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2. 育人目标

在课程教学过程中引入一些最新的与新能源汽车热管理有关的具体案例来体现思政元素、弘扬社会正气、传播正能量，以利于培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章绪论	本课程的教学目的、教学内容；能源与环境★；新能源汽车热管理的意义▲	√			
第二章发动机热管理	活塞、气缸盖、气缸体(套)的冷却传热机理▲；发动机冷却系设计；传动系热管理系统分析▲；发动机-传动系统集成热管理★	√	√	√	

第三章热管介质及热泵空调	高位能与低位能 [*] ；热泵的定义及分类；热管理的冷却/加热介质 [△] ；热泵空调 [△]	√	√		
第四章电池热管理	动力电池产热原理及模型 [△] ；动力电池的成组应用技术；动力电池热管理系统构型分析 [△] ；动力电池热失控机理及预警 [*] ；动力电池热扩散抑制 [*]	√	√	√	√
第五章电机及功率电子热管理	驱动电机分类、构成及工作原理 [△] ；驱动电机工作过程的损耗；功率电子的产热及冷却 [△] ；驱动电机及功率电子热管理结构及优化 [*]	√	√	√	
第六章燃料电池的水/气/热管理	燃料电池热平衡分析 [△] ；燃料电池气管理；燃料电池水管理；燃料电池热管理 [*]	√	√	√	
第七章新能源汽车热管理系统的设计	汽车座舱热管理；冷、热、湿负荷计算 [△] ；拓扑结构分析及关键部件选型 [△] ；系统集成设计 [*] ；新能源汽车热管理控制策略 [*] ；设计举例	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（32 学时）。课程讲授中以本科所涉及的基本知识、理论和方法为主，通过探究教学，引导学生在掌握基本内容的前提下对新知识进行自我发现和学习。在课程教学过程中适当引入研讨环节、翻转课堂等手段。

学习方法：强化基本概念和理论的研读，在基本知识掌握的基础上培养探索新知识、解决新问题的能力，特别强调各知识综合运用解决问题的能力；培养基本工程实践能力；明确各阶段学习任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源、同学资源、教学网站等。仔细研读教材或参考书，适当选读参考书的内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	1.1 能源与环境 1.2 新能源汽车热管理的意义 1.3 课程简介	2	0	0	0	0	2
第二章发动机-传动系热管理	2.1 活塞、气缸盖、气缸体(套)的冷却传热 2.2 发动机冷却系设计 2.3 传动系热管理系统分析 2.4 发动机-传动系集成热管理	4	0	0	2	0	6
第三章热管 管理介质及热 泵空调	3.1 高位能与低位能 3.2 热管理的冷却/加热介 质	2	0	0	0	0	2

	3.3 热泵空调						
第四章动力电池热管理	4.1 动力电池产热原理及模型 4.2 动力电池的成组应用技术 4.3 动力电池热管理系统构型分析 4.4 动力电池热失控机理及预警 4.5 动力电池热扩散抑制	4	2	0	0		6
第五章驱动电机及功率电子热管理	5.1 驱动电机分类、构成及工作原理 5.2 驱动电机工作过程的损耗 5.3 功率电子的产热及冷却 5.4 驱动电机及功率电子热管理结构及优化	4	0	0	0	0	4
第六章燃料电池的水/气/热管理	6.1 燃料电池热平衡分析 6.2 燃料电池气管理 6.3 燃料电池水管理 6.4 燃料电池热管理	4	0	0	0	0	4
第七章新能源汽车热管理系统设计	7.1 汽车座舱热管理 7.2 冷、热、湿负荷计算 7.3 拓扑结构分析及关键部件选型 7.4 系统集成 7.5 新能源汽车热管理控制策略 7.6 设计举例	4	2	0	2	0	8
合计		24	4	0	4	0	32

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 10%，其它 20%），考试成绩 70%。

平时成绩中的 20%主要反应学生的到课率、课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本

技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	30%	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求 1、2、3、4、5、6、9 的实现提供强力支撑。
考试成绩	70%	对规定考试内容掌握的情况，为毕业要求 1、2、3、4、5、6、9 的实现提供强力支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
出勤	全勤	出勤良好	出勤中等	有少量缺勤	不满足 D 要求
研讨	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	参与研讨、表现中等	参与研讨、表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求

制定者：冯能莲、郭瑞莲

批准者：梁文俊

2020 年 01 月

“专业阅读与写作”课程教学大纲

英文名称: AcademicReadingandWriting

课程编码: 0009681

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 能源与动力工程专业(汽车)本科生

先修课程: 大学英语, 工程热力学, 传热学, 流体力学

教材及参考书:

[1] 付俊玲.汽车专业英语.机械工业出版社, 2019

[2] John B Heywood. Internal combustion engine fundamentals. Wiely. 1989.

一、课程简介

“专业阅读与写作”是环境与生命学部为能源与动力工程专业(汽车)本科生开设的自主课程。本课程的任务是通过学习此课程增加学生能源动力领域专业英语的词汇量, 提高学生专业英文文献的阅读能力。通过介绍学术英语的写作特点及做练习, 提高学生专业领域学术英语的写作能力。帮助学生认识口语与书面表达的不同。使学生具有在专业领域与国外同行相互交流和学习的能。教学内容重点: 学术论文的特点及写作技巧。教学内容的难点: 长难复合句的句子分析及使用。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: “专业阅读与写作”是能源与动力工程专业(汽车)开设的一门自主课程, 是为提高学生专业英语的阅读与写作能力, 在完成了专业基础课和大部分专业选修课后学习的课程。专业英文文献是学生了解学科前沿, 解决复杂工程问题必读的重要资料。通过此课程的学习, 可扩大学生专业外语的词汇量, 提高英文文献的阅读能力, 掌握基本的学术写作技巧。使学生具有国际视野, 具有和国际同行交流学习的基本能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.2: 能够研究分析能源动力领域遇到的复杂工程问题, 以获得有效结论。

11.1: 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 具有撰写报告、设计文稿的能力。

11.2: 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 具有陈述发言、清晰表达或回应指令的能力。

11.3: 具备开阔的国际视野, 能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

13.3: 有不断学习和适应发展的能力

(二) 课程目标

1 教学目标:

总的教学目标是: 通过本课程的学习, 提高学生能源动力领域专业英语的阅读和写作能力, 具有和国际同行交流和学习的能。该目标分解为以下子目标。

- (6) 1 扩大专业英语词汇量。
- (7) 2 掌握常用的语法知识，特别是复合句的使用。
- (8) 3 提高英文文献的阅读能力
- (9) 4 掌握学术英语的写作技巧
- (10) 5 认识口语和书面表达的不同

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3.2	11.1	11.2	11.3	13.3
1	扩大专业英语词汇量	◎	◎	●	●	◎
2	掌握常用的语法知识，特别是复合句的使用	◎	●	◎	◎	◎
3	提高英文文献的阅读能力	◎	◎	◎	◎	◎
4	掌握学术英语的写作技巧	⊙	●	⊙	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标:

在教学过程中适当向学生介绍目前国际上本领域著名的国际期刊使用的语言是英语，国际会议的语言通常是英语。我国改革开放以来科技迅速发展，取得了举世瞩目的成就，但还要认识到我们和发达国家间仍然有差距，一方面要自身努力，另一方面需要和国际同行沟通与交流。

三、课程教学内容

注：下文符号含义：

▲表示掌握，是教学重点。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

▼表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

△表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向。

▽表示粗讲或自学。指学生主要或全部通过自学获得的知识，包括必要的记忆。

*表示难点。

第一部分汽车与动力系统英语阅读

1. 主要内容：选择下列与工程热力学、传热学、流体力学、内燃机原理、汽车构造相关的英文课文阅读▲，学习专业词汇▲，语法要点▲，并做练习。语法重点学习复合句▲★。认识口语和书面表达的不同▲。

Unit 1 Basic Concepts of Thermodynamics

Unit2Automobile constructions

Unit3Combustion theory of IC engines

Unit4 Hybrid and Electric vehicles

2. 教学要求：除课堂上学习课文，掌握专业词汇，掌握相关语法要点，还要课外广泛地阅读英文教材和英文期刊。要认识口语和书面表达的不同。

重点：掌握专业词汇，掌握语法要点，特别是复合句的使用

难点：复杂复合句的句子分析与使用

第二部分汽车与动力系统科技英语写作

1. 主要内容：选择典型的英文期刊论文阅读，并总结学术论文的结构、特点[▲]；学术写作与日常写作的区别[▲]；英文科技论文的结构与各部分内容的撰写[▲]；写作逻辑与观点的表达[▼]；学术道德[▲]；如何避免科学研究和出版上的抄袭行为[▲]。

2. 教学要求：从 SAE 论文集中选择一篇原创研究论文，带学生一起阅读，并总结论文的结构，写作特点。结合此论文介绍学术写作技巧，写作原则、方法。讲解学术道德，及如何避免科学研究和出版上的抄写行为。

重点：总结科技论文的结构与写作特点；学术道德

难点：总结科技论文的结构与写作特点

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一部分 汽车与动力系统英语阅读	选择下列与工程热力学、传热学、流体力学、内燃机原理、汽车构造相关的英文课文阅读 [▲] ，学习专业词汇 [▲] ，语法要点 [▲] ，并做练习。语法重点学习复合句 [▲] 。认识口语和书面表达的不同 [▲] 。	√	√	√	
第二部分 汽车与动力系统科技英语写作	选择典型的英文期刊论文阅读，并总结学术论文的结构、特点 [▲] ；学术写作与日常写作的区别 [▲] ；英文科技论文的结构与各部分内容的撰写 [▲] ；写作逻辑与观点的表达 [▼] ；学术道德 [▲] ；如何避免科学研究和出版上的抄袭行为 [▲] 。				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

以课堂教授为主，兼利用日新学堂的功能实现线上线下混合教学。网上有一些有价值的专业领域的英文音视频资料可放到日新学堂，供学生课下学习。可利用小班上课的优势，多与学生互动，联系学生口语交流能力。布置写作作业，提高学生写作能力。

学习方法：

除课上跟老师学习教材上的内容外，鼓励学生多读英文期刊上的科技论文，不懂的地方可向老师答疑。多练习学术写作。可找中文科技论文，试着翻译为英语。课堂上多与老师互动，用英语回答问题或参与讨论。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一部分	汽车与动力系统英语阅读	8					8
第二部分	汽车与动力系统科技英语写作	6			2		8
合计		14			2		16

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和写作大作业两部分。课程成绩采用二级分制，即“通过”和“不通过”。总评成绩不小于 60 分的为通过，总评成绩小于 60 分的为不通过。

平时成绩 40%，学术写作大作业 60%。

平时成绩中的 40%主要反应学生的课堂表现、出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；其余的 60%主要是课后作业。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	40%	主要考核内容：课程的出勤情况、课堂的基本表现、作业的完成情况。支撑毕业要求拆分指标点之 11.1、11.2、11.3、13.3。
学术写作大作业	60%	主要考核内容：专业英语写作能力。支撑毕业要求拆分指标点之 11.1、11.3、13.3。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。任课教师可根据表 5 和表 4 计算出总评成绩，然后转为两级分制。总评成绩不小于 60 分的为通过，总评成绩小于 60 分的为不通过。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
课后作业	按时完成作业，正确率 90%以上	按时完成作业，正确率 80%-89%	按时完成作业，正确率 70%-79%	按时完成作业，正确率 60%-69%	不满足 D 要求
课堂表现	按时出勤，积极回答问题参与讨论	按时出勤，能正确回答问题并参与讨论	按时出勤，回答问题大部分正确	按时出勤，回答问题部分正确	不满足 D 要求
写作大作业	语句流畅，极少语法错误，符合学术写作的要求	语句基本流畅，有少量语法错误，符合学术写作的要求	语句基本流畅，有较多语法错误，基本符合学术写作的要求	语句不够流畅，有较多语法错误，基本符合学术写作的要求	未交大作业，或不符合学术写作的基本要求

制定者：汪硕峰

批准者：梁文俊

2020 年 10 月

“新生研讨课”课程教学大纲

英文名称: Freshman seminar course

课程编码: 0007075

课程性质: 自主课程

学分: 1.0 学时: 16

面向对象: 能源与动力工程专业学生

先修课程: 工程图学, 机械设计基础

教材及参考书: (注: 一般须有近3年的优质教材及参考书)

[1] 徐石安.汽车构造——底盘工程(第2版), 清华大学出版社, 2019年9月

[2] 陈家瑞.汽车构造(下册).机械工业出版社, 2009年2月

[3] 张瑞亮.汽车工程概论.机械工业出版社, 2018年8月

[4] 王建昕.汽车发动机原理.清华大学出版社, 2011年2月

[5] 陈新亚.图解汽车构造与原理.机械工业出版社, 2009年4月

一、课程简介

新生研讨课是由学院汽车工程领域学术造诣深厚、教学经验丰富的教授面向一年级新生开设的小班研讨形式的课程。课程以引导、探索、研究、激励为指向,围绕国家及未来、汽车原理、发现、设计、控制及其自动化专业作用与前沿、正确人生观和大学学习生活等师生共同感兴趣的专题,教师作为问题提出者和学术讨论主持者,鼓励学生主动思考、开展讨论式学习。其强调“师生”互动、“生生”互动和学生自主学习,对学生在正确人生观、大学学习方法、掌握知识、开拓视野、合作精神、批判思考、交流表达、写作技能等诸多方面进行整体上的培养与训练。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 新生研讨课是能源与动力工程专业的一门重要的课程,此课程面向大学一年级新生,对汽车工程专业进行介绍,引导学生对汽车工程专业的认知,感受专业的魅力,了解专业的基本情况,这对激发新生对于专业的兴趣及认识有很好的效果。

主要为毕业要求第1、2、3的实现提供支持。

对于毕业要求1,新生研讨课是本专业类的基础课之一,通过研讨课培养新生对专业的兴趣,培养新生的自学意识,做好汽车动力系统相关领域工作所需要的结构原理分析设计的准备。

对于毕业要求2,学习汽车专业的发展状况及趋势有利于基础知识和本专业的基本理论的学习,了解学校资源等使用情况能够在今后识别、表达并通过文献研究分析汽车动力系统相关领域中的复杂工程问题时更加得心应手。

对于毕业要求3,在研讨课中通“师生”互动、“生生”互动和学生自主学习,能够增强学生的思考能力,自主学习能力,在学习过程中遇到困难时能够更快的解决,在学习过程中学会举一反三融会贯通。

对毕业要求 9、10 的实现有一定支撑作用。

对毕业要求 9，通过分小组学习培养学生团队协作能力。在完成课堂讨论及课后作业中相互协调、相互配合。

对毕业要 10，通过课堂组内讨论，验收过程中的讨论、陈述发言等，培养专业相关的表达能力。

（二）课程目标

1 课程教学目标：新生研讨课是由各学科领域的教授面向大学一年级学生开设的小班研讨课程。设置新生研讨课旨在引导学生认知所学专业，感受教授魅力，激发其求知欲、好奇心和研究兴趣，培养其积极思考、讨论和探究式学习的习惯，实现从中学向大学的有效过渡。新生研讨课的教学目标是专业航、启迪思维、体会研究，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

通过本课程的学习可使得本科学生们实现以下目标：

目标 1：（职业道德意识能力）让学生理解汽车工程专业，尤其是汽车在国民经济、国防中的地位 and 作用，了解可持续发展、绿色发展等的背景、内涵、作用和意义，引导学生热爱专业，培养学生社会责任感和工程职业道德。

目标 2：（解决问题能力）让学生了解工大校园环境、图书馆资源(包括电子资源)和这些资源的使用方法，培养学生掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法，培养学生能够创造性地利用学校资源，通过查询解决一些基础问题的能力。

目标 3：（终身学习能力）让学生了解专业特色与优势，引导学生有意识做好人生与职业规划，助力新生从高中到大学学习习惯的转换和大学文化的适应，提高学生终身学习的认识。

目标 4：（全球意识能力）让学生了解汽车行业的发展水平，未来的发展趋势，理解学科发展发展趋势和前沿方向，培养学生能够在全球化的环境里保持清晰意识，有竞争力地、负责地行使自己的职责。

目标 5：（社会适应能力）较高的外语水平、以及较强的计算机操作应用能力，适应经济、科技、社会发展需要的高级工程技术、科研和管理能力。

目标 6：（专业的社会影响评价能力）培养学生正确看待能源与动力工程领域相关工艺、设备、节能减排技术的选择、设计和应用对人们日常生活、工商业的经济结构以及人类健康所产生的潜在影响。

目标 7：（写作能力）通过课程论文让学生锻炼培养专业交流表达、学术与科技论文的写作技能。

表1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	职业道德意识能力	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	解决问题能力	◎	●	●	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	终身学习能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	●	◎	◎
4	全球意识能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎	◎
5	社会适应能力	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎	●	◎	◎	◎	◎
6	专业的社会影响评价能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎	◎
7	写作能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。在课程中，接合专业工程伦理讲授课程内容，结合中国汽车工业的发展与现实，鼓励学生自主创新，激发学生爱国热情，投身我国汽车工业。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表2。

表2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 汽车行业发展状况	国内外汽车行业发展状况，了解并理解是科技是社会进步的根本动力，汽车行业的历史和趋势，汽车行业发展的作用和意义▲。 重点:汽车行业发展的作用和意义。		√	
第二章 校园环境 与文献资料 检索查询方法	校园环境的介绍、图书馆资源(包括电子资源)，讨论这些资源的使用方法▲。 重点：了解校园环境、图书馆资源(包括电子资源)及资源使用方法。		√	
第三章 专业、职业 规划与终身 学习	我校汽车专业发展史，专业特色发展优势，职业规划与终身学习▲★。 重点：职业规划与终身学习。 难点：职业规划与终身学习。	√		
第四章 行业发展趋势	我国汽车行业发展史、发展现状与趋势▲；中国汽车行业管理发展进程；中国汽车工业标准体系建设与发展；中国汽车市场发展特征。 重点：我国汽车行业发展史、发展现状与趋势。		√	
第五章 汽车行业人才的需求	新能源专用汽车产品的发展现状；智能网联汽车技术与标准的发展；机械自动化在汽车制造中的应用优势与发展趋势★；从汽车行业的发展及趋势的角度出发分析汽车行业未来人才的需求▲。 重点：汽车行业未来人才的需求。	√		

	难点：新能源专用汽车产品的发展现状；智能网联汽车技术与标准的发展；机械自动化在汽车制造中的应用优势与发展趋势。			
第六章 节能减排	中国汽车行业排放标准体系建设与发展；中国节能减排技术的种类；汽车节能减排技术新产品新技术发展状况；中国节能减排技术的发展及趋势 [▲] 。 重点：中国节能减排技术的发展及趋势。			√
第七章 论文写作	根据课程内容撰写论文 [▲] ，论文的格式要求，论文内容的选择。 重点：根据课程内容撰写论文。	√		

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表 3。

表 3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 汽车行业 发展状况	第一节国内外汽车行业发展状况； 第二节汽车行业发展的作用 和意义。	1					1
第二章 校园环境 与文献资 料检索查 询方法	第一节校园环境 第二节文献资料检索查询方法	1					1
第三章 专业、职业 规划与终	第一节我校汽车专业发展史 第一节专业特色及发展优势 第三节职业规划与终身学习	2					2

身学习							
第四章 行业发展 趋势	第一节我国汽车行业发展史 发展现状与趋势； 第二节我国汽车行业管理发 展进程； 第三节我国汽车工业标准体 系建设与发展； 第四节我国汽车市场发展特 征	3					3
第五章 汽车行业 人才的需 求	第一节新能源专用汽车产品 的发展现状； 第二节智能网联汽车技术与 标准的发展； 第四节机械自动化在汽车制 造中的应用优势与发展趋势； 第五节汽车行业未来人才的 需求。	3					3
第六章 节能减排	第一节中国汽车行业排放标 准体系建设与发展； 第二节汽车节能减排技术新 产品新技术发展状况； 第三节中国节能减排技术的 发展及趋势	3					3
第七章论 文写作	第一节论文的选题、格式要求	1					1
考试						2	2
合计		14				2	16

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），考试成绩 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动、课程报告等）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
研讨	全勤	缺勤 1 次	缺勤 2 次	缺勤 3 次	不满足 D 要求
实验	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	教师点拨后主动	被动参与且表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求

制定者：雷艳
批准者：梁文俊
2020 年 9 月

“专业前沿研讨课”课程教学大纲

英文名称: Professional Frontier Seminar

课程编码: 0009682

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 能源与动力工程专业学生

先修课程: 工程图学, 机械设计基础

[1] 徐石安.汽车构造——底盘工程(第2版), 清华大学出版社, 2019年9月

[2] 陈家瑞.汽车构造(下册).机械工业出版社, 2009年2月

[3] 张瑞亮.汽车工程概论.机械工业出版社, 2018年8月

[4] 王建昕.汽车发动机原理.清华大学出版社, 2011年2月

[5] 陈新亚.图解汽车构造与原理.机械工业出版社, 2009年4月

[6] 刘世恺.刘宏.汽车百年史话第二版北京: 人民交通出版社, 2005年1月

一、课程简介

专业前沿研讨课是由学院汽车工程领域学术造诣深厚、教学经验丰富的教授开设的课程。这门课给学生围绕着汽车工业的起源和发展进行了一个整体的介绍, 课程以引导、探索、研究、激励为指向, 培养学生的兴趣, 同时初步形成职业兴趣, 该门课的学习为继续学习其他的专业奠定基础, 进行了扎实的知识储备, 同时也能培养学生对汽车服务类职业的兴趣和认同感。汽车类专业所培养出来的人不应该只具备汽车专业相关的知识, 还应该具备对汽车和汽车文化的理解及现代交通的意识。具有对现代“汽车”的感悟和意识。所以提高学生对专业的认知, 无论在提高学生对汽车专业的理解, 还是对培养该专业学生的专业创新意识和能力、提高学生适应社会的各个方面都很有必要。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 专业前沿研讨课是能源与动力工程专业的一门重要的课程, 此课程对汽车工业进行介绍, 引导学生对汽车专业的认知, 感受专业的魅力, 了解专业的基本情况, 这对激发新生对于专业的兴趣及认识有很好的效果。

主要为毕业要求第2、3、4的实现提供支持。

对于毕业要求2, 专业前沿研讨课是本专业类的基础课之一, 通过专业前沿研讨课培养新生对专业的兴趣, 培养新生的自学意识, 做好事汽车动力系统相关领域工作所需要的结构原理分析设计的准备。

对于毕业要求3, 在专业前沿研讨课中通过“师生”互动、“生生”互动和学生自主学习, 能够增强学生的思考能力, 自主学习能力, 在学习过程中遇到困难时能够更快的解决, 在学习过程中学会举一反三融会贯通。

对于毕业要求4, 学习汽车专业的发展状况及趋势有利于基础知识和本专业的基本理论的学习, 了解学校资源等使用情况能够在今后识别、表达并通过文献研究分析汽车动力

系统相关领域中的复杂工程问题时更加得心应手。

对毕业要求 7、11 的实现有一定支撑作用。

对毕业要求 7，通过分小组学习培养学生团队协作能力。在完成课堂讨论及课后作业中相互协调、相互配合。

对毕业要 11，通过课堂组内讨论，验收过程中的讨论、陈述发言等，培养专业相关的表达能力。

（二）课程目标

1 课程教学目标：专业前沿研讨课是由各学科领域的教授所开设的课程。设置专业前沿研讨课旨在引导学生认知所学专业，感受教授魅力，激发其求知欲、好奇心和研究兴趣，培养其积极思考、讨论和探究式学习的习惯，实现从中学向大学的有效过渡。专业前沿研讨课的教学目标是专业航、启迪思维、体会研究，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

通过本课程的学习可使得本科学生们实现以下目标：

（一）培养学生的汽车文化素养

本课程通过对汽车发展史、汽车结构和汽车营销的学习,力图使学生形成初步的汽车文化素养，产生了解、学习汽车各方面知识的兴趣和动力，同时初步形成职业兴趣为后续专业课的学习建立基础。

（二）建立开放的教学环境，倡导自主、探究的学习方法

本课程的开发为国家中等职业教育数字化信息资源库的建设的一部分，教师可以根据学生的具体需要自身的教学特长，选择适当的教学内容和教学方法，节约备课时间，提高教学效率；学生也可以根据自己的学习能力和兴趣，自主选择学习内容，从而形成一个纸质教材和电子教材相配合。

目标 1：（职业道德意识能力）让学生理解汽车工程专业，尤其是汽车在国民经济、国防中的地位和作用，了解可持续发展、绿色发展等的背景、内涵、作用和意义，引导学生热爱专业，培养学生社会责任感和工程职业道德。

目标 2：（解决问题能力）让学生了解工大校园环境、图书馆资源(包括电子资源)和这些资源的使用方法，培养学生掌握文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取相关信息的基本方法，培养学生能够创造性地利用学校资源，通过查询解决一些基础问题的能力。

目标 3：（终身学习能力）让学生了解专业特色与优势，引导学生有意识做好人生与职业规划，助力新生从高中到大学学习习惯的转换和大学文化的适应，提高学生终身学习的认识。

目标 4：（全球意识能力）让学生了解汽车行业的发展水平，未来的发展趋势，理解学科发展发展趋势和前沿方向，培养学生能够在全球化的环境里保持清晰意识，有竞争力地、负责任地行使自己的职责。

目标 5：（社会适应能力）较高的外语水平、以及较强的计算机操作应用能力，适应经济、科技、社会发展需要的高级工程技术、科研和管理能力。

目标 6: (专业的社会影响评价能力)培养学生正确看待能源与动力工程领域相关工艺、设备、节能减排技术的选择、设计和应用对人们日常生活、工商业的经济结构以及人类健康所产生的潜在影响。

目标 7: (写作能力)通过课程论文让学生锻炼培养专业交流表达、学术与科技论文的写作技能。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	职业道德意识能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎
2	解决问题能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
3	终身学习能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4	全球意识能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
5	社会适应能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
6	专业的社会影响评价能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
7	写作能力	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，◎：表示有弱相关关系

2 育人目标: 课程培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。在课程中，接合专业工程伦理讲授课程内容，结合中国汽车工业的发展与现实，鼓励学生自主创新，激发学生爱国热情，投身我国汽车工业。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (✓)		
		1	2	3
第一章 汽车工业技术发展	汽车工业发展状况，了解并理解是科技是社会进步的根本动力，汽车行业的历史和趋势，汽车行业发展的作用和意义▲。 重点:汽车行业发展的作用和意义。		✓	
第二章 汽车设计技术	从结构设计、参数选择、强度分析等方面，对离合器、万向传动装置、驱动桥、悬架、转向系和制动器等汽车底盘和车身各主要总成系统，进行了全面的介绍▲。 重点：了解汽车的设计的过程，每个部件设计的要求		✓	
第三章 汽车制造技术	阐述汽车制造的基本过程和基本体系、汽车产品结构工艺性、汽车典型零部件的生产工艺和设备、整车制造四大主要工艺及设备、零部件快速成型工艺及设备、汽车生产企业的质量管理和生产管理▲。 重点：先进的汽车制造技术及其未来发展方向	✓		
第四章	装配完成的汽车是否能够达到出厂技术标准要经过各项检测来验证▲。		✓	

汽车出厂前所做试验	重点：在汽车出厂前需要进行哪些检测。			
第五章 汽车结构的介绍	通过对活塞式内燃机汽车的各总成、部件的典型结构实例之分析，系统阐述了现代汽车的构造和工作原理*。 重点：现代汽车的构造和工作原理。	√		
第六章 汽车尾气处理技术介绍	讲述汽车排放污染物生成的机理▲、检测诊断设备及仪器的使用，排放不合格车辆维修治理的程序和方法。 重点：汽车排放污染物生成的机理。			√
第七章 北京工业大学智控汽车介绍	介绍北京工业大学的智能汽车的发展和目前的研究方向，研究成果▲。 重点:北京工业大学智控汽车研究方向。		√	

[1]表示掌握。指学生能根据不同情况对某些概念、定律、原理、方法等在正确理解的基础上结合事例加以运用，包括分析和综合。

[2]表示理解。指学生能用自己的语言叙述、解释、归纳，并能把某一事实或概念分解为若干部分，指出它们之间的内在联系或与其他事物的相互关系。

[3]表示了解。指学生应该辨认的科学事实、概念、原则和术语等，知道事物的分类、过程及变化倾向，包括必要的记忆。

△表示自学或粗讲。

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

本课程各章节的教学环节及学时分配，详见表3。

表3 各章节的教学环节及学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 汽车工业技术发展	第一节汽车工业发展状况； 第二节汽车行业的历史和趋势，汽车行业发展的作用和意义。	1					1
第二章 汽车设计技术	第一节汽车的设计的过程； 第二节文每个部件设计的要求。	1					1
第三章	第一节先进的汽车制造技术；	2					2

汽车制造技术	第二节汽车制造技术未来发展方向。						
第四章 汽车出厂前所做试验	汽车的装配； 汽车能达到出厂的要求； 第二节怎么对装配好的汽车进行检测	3					3
第五章 汽车结构的介绍	第一节现代汽车的构造； 第二节现代汽车的工作原理； 第三节现代汽车的发展趋势。	3					3
第六章 汽车尾气处理技术介绍	第一节中国汽车行业排放标准体系建设与发展； 第二节讲述汽车排放污染物生成的机理； 第三节检测诊断设备及仪器的使用，排放不合格车辆维修治理的程序和方法。	3					3
第七章 北京工业大学智控汽车介绍	第一节北京工业大学的智能汽车的发展和目前的研究方向，研究成果。	1					1
考试						2	2
合计		14				2	16

六、考核与成绩评定

课程的考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的分值，各考核环节、考核内容对课程目标支撑情况。

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），考试成绩 80%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动、课程报告等）；其余的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本技术以及一些基本理论等的掌握程度，考核学生运用所学方法解决复杂工程问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 各章节学时分配表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分点的支撑情况
平时成绩	20	平时作业完成质量、平时出勤情况、平时课堂表现等，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。
考试成绩	80	对规定考试内容掌握的情况，为毕业要求 1、2、3 的实现提供支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节的质量标准，详见表 5。

表 5 各考核环节的质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	概念清楚、解题能力强	概念清楚、解题能力较强	概念较清楚、解题能力中等	概念一般、解题能力一般	不满足 D 要求
研讨	全勤	缺勤 1 次	缺勤 2 次	缺勤 3 次	不满足 D 要求
实验	研讨积极、表现优秀	研讨积极、表现良好	教师点拨后主动	被动参与且表现一般	不满足 D 要求
考试	依照试卷答案评分情况（优秀）	依照试卷答案评分情况（良好）	依照试卷答案评分情况（一般）	依照试卷答案评分情况（及格）	不满足 D 要求

制定者：雷艳

批准者：梁文俊

2020 年 9 月

“动力系统仿真设计”课程教学大纲

英文名称: Simulation and Design of Vehicle Power Systems

课程编码: 0009683

课程性质: 自主课程

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 能源与动力工程专业本科生

先修课程: 工程热力学、工程燃烧学、汽车发动机构造

教材及参考书:

[1] 周松, 王银燕, 明平剑, 朱元清. 内燃机工作过程仿真技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012 年 8 月

[2] 朱访君, 吴坚. 内燃机工作过程数值计算及优化. 北京: 国防工业出版社, 1997 年 7 月

一、课程简介

内燃机数值模拟及仿真技术是内燃机研究的重要工具, 已在内燃机研究领域发挥了重要的作用。在计算方法、计算流体力学、计算传热学等学科发展的基础上, 内燃机工作过程模拟, 尤其是燃烧、排放等当今内燃机数值模拟重点研究的领域, 获得了广泛、迅速的应用和发展。三维、瞬态以及燃油喷射、蒸发、化学反应相耦合的数值模拟, 已经成为内燃机研究的最新方向。本课程以内燃机工作过程的有关理论和方法为主线, 以相应的数值计算方法为基础, 以内燃机仿真软件 GT-POWER 为平台, 介绍了内燃整机性能仿真、气缸内热力过程仿真、机进排气系统仿真、增压器与中冷器仿真、燃烧与排放模型及内燃机工作过程优化。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是能源与动力工程专业的一门自主课程, 在学习了工程热力学, 工程燃烧学, 传热学, 工程流体力学等学科基础课程及专业课汽车发动机构造的前提下, 学生们已经初步具备了分析内燃机的构造内工质流动、燃烧、传热等现象的理论基础。通过本门课程的学习, 可以使学生以内燃机内部工质物理、化学状态变化的视角, 深化对内燃机运行原理及内燃机结构特点变化的认识, 结合数值计算方法与仿真软件的学习, 学生能够掌握内燃机整机及关键部件运行过程的仿真设计技术, 可初步参与内燃机结构设计、运行方式及控制策略优化的工程实践, 是后续专业课程、课程设计和毕业设计的理论与技术平台。

主要为毕业要求第 2、3、4、5、6、10、11、13 的实现提供支持。

2.2 系统掌握能源动力领域的工程基础和专业知识。

3.1 能够应用数学、自然科学及工程科学的基本原理, 识别、表达能源动力领域的复杂工程问题。

4.2 能够设计满足特定需求的系统、设备 (部件)

5.1 能够基于科学原理并采用科学方法对能源动力领域复杂工程问题进行研究并通过信息综合得到合理有效的结论。

6.1 能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，解决能源动力领域复杂工程问题。

11.1 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，具有撰写报告、设计文稿的能力。

13.1 有自主学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生能够将流体的热力学理论、传热学理论、力学理论及燃烧学理论与内燃机构造有机融合，掌握从以内燃机内部工质物理、化学状态变化分析理解内燃机运行原理的理论与方法，掌握内燃机整机性能仿真软件的使用方法，增强内燃机模型建立与性能优化的实践水平。该目标分解为以下子目标。

- (1) 掌握内燃机工作过程热力学描述及关键部件内工质热力学过程计算；
- (2) 理解内燃机缸内工质传热、流动、喷雾蒸发及燃烧模型的物理意义；
- (3) 了解工质流动的数值计算方法，掌握内燃机数值计算的流程；
- (4) 掌握 GT-POWEWR 软件的使用方法及内燃机性能优化的基本理论。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		2.2	3.1	4.2	5.1	6.1	11.1	13.1
1	掌握内燃机工作过程热力学描述及关键部件内工质热力学过程计算			●	◎	●		
2	理解内燃机缸内工质传热、流动、喷雾蒸发及燃烧模型的物理意义	◎	◎		◎			
3	了解工质流动的数值计算方法，掌握内燃机数值计算的流程			●	◎	●		
4	掌握 GT-POWEWR 软件的使用方法及内燃机性能优化的基本理论				◎	●	◎	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	教学目的 ^[1] 、课程的基本内容 ^[3] 、内燃机数值计算的数学模型 ^[3] 、内燃机工作过程模拟的基础理论 ^[1] 、废气涡轮增压柴油机工作过程数值计算中热力系统的划分 ^[2] 、工作介质特性计算 ^[1] 。			√	
第二章 缸内热力过程计算	气缸内热力过程的基本微分方程、气缸工作容积、气缸周壁的传热、燃烧放热率计算、进排气流量计算、气缸内各阶段热力过程分析、发动机性能参数计算。	√	√	√	
第三章 进、排气系统的热力过程计算	进气系统参数计算 ^[1] 、中冷器计算 ^[1] 、排气管内的热力过程计算 ^[1] 、排气系统中的散热、排气温度计算 ^[1] 、	√	√	√	
第四章 增压发动机稳定运行的计算及其分析	进气系统参数计算 ^[1] 、中冷器计算 ^[1] 、排气管内的热力过程计算 ^[1] 、排气系统中的散热、排气温度计算 ^[1] 、发动机的流通特性 ^[1] 、机械增压发动机的配合计算 ^[2] 、一级涡轮增压设计点的匹配计算 ^[1] 、一级涡轮增压变工况运行特性计算 ^[1] 、二级涡轮增压系统计算 ^[3] 、	√	√	√	
第五章 内燃机燃烧模型	基本控制方程和状态方程 ^[1] 、湍流模型 ^[2] 、燃油喷雾与蒸发模型 ^[2] 、湍流燃烧模型 ^[2] 、燃烧化学反应动力学模型 ^[2] 、内燃机排放模型 ^[2] 、内燃机缸内传热模型 ^[2] 、初始条件和边界条件 ^[1] 。	√	√	√	
第六章 数值计算与 GT-POWER 仿真建模	内燃机数值模拟计算流程 ^[2] 、微分方程的数值解法 ^[3] 、气相流动的数值计算方法 ^[3] 、液相流动的数值计算方法 ^[3] 、化学反应的数值计算方法 ^[3] 、稳定性条件 ^[3] 、GT-POWER 软件概述 ^[3] 、GT-POWER 软件界面特点与基本操作方法 ^[1] 、基于 GT-POWER 软件的发动机建模 ^[1] 。			√	√
第七章 内燃机整机性能仿真与优化	最优化技术基本概念 ^[2] 、内燃机工作过程优化概况 ^[2] 、内燃机气缸直径和行程的最优化设计 ^[1] 、内燃机气缸内工作过程的最优化设计 ^[1] 、内燃机进排气系统的最优化设计 ^[1] 、内燃机工作过程多目标优化 ^[1] 、基于 GT-POWER 软件的最优化设计 ^[1] 。			√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（20 学时），实践为辅（课内 12）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。

学习方法：提倡自主学习、自主探索，仔细研读教材，重视对基本理论的钻研，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，在理论指导下进行实践。做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	缸内热力过程计算	4					4
3	进、排气系统的热力过程计算	4					4
4	增压发动机稳定运行的计算 及其分析	4					4
5	内燃机燃烧模型	4					4
6	数值计算与 GT-POWER 仿真建模	2		8			8
7	内燃机整机性能仿真与优化	2		4			6
合计		20		12			32

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%（作业 5%，随堂测验 15%，大作业 20%），期末考试 60%。

大作业占 20%。主要反映学生在所学理论指导下如何在 GT-POWER 软件中建立内燃机工作过程仿真模型并针对关键部件进行优化设计的实践能力：掌握 GT-POWER 软件的安装与基本操作方法，掌握多缸内燃机的建模方法，掌握内燃机工作过程优化仿真的方法。在仿真报告的撰写与汇报的过程中与实现培养口头和书面表达能力。

随堂测验占 15%。主要反应学生对所学重点知识的掌握程度，同时也可以反映学生课上对知识点的理解、课下的复习情况及课程的出勤情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生内燃机工作过程、数值计算与优化方法基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法建立的仿真模型解决实际问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
课堂表现	10	对应毕业要求 2、3、4、5、6、11 达成度的考核。
作业与随堂测验	10	相关作业的完成质量，课堂练习参与度及重点知识的掌握情况，对应毕业要求 2、3、4、5、6、11、13 达成度的考核。
上机实践	40	实验参与度及其完成质量，对应毕业要求 4、6、11、13 达成度的考核。
期末考试	40	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2、3、4、5、6、11、13 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标准

	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
出勤与课堂表现	出勤率 100%，积极回答问题参与讨论。	出勤率大于 90%，能正确回答问题。	出勤率大于 80%，回答问题大部分正确。	出勤率大于 70%，回答问题部分正确。	不满足 D 要求
作业与随堂测验	按时完成作业，作业与随堂测验正确率 90%以上。	按时完成作业，作业与随堂测验正确率 80%-89%。	按时完成作业，作业与随堂测验正确率 70%-79%。	按时完成作业，作业与随堂测验正确率 60%-69%。	不满足 D 要求
上机实践	实践过程与报告撰写规范，回答问题图文结合，数据采集、处理与结论正确 90%以上。	实践过程与报告撰写较为规范，回答问题详实，数据与结论正确。	实践过程与报告撰写规范，数据与结论正确。	实践过程与报告撰写基本规范，数据与结论无明显错误。	不满足 D 要求
考试	期末考试卷面正确率 90%以上	期末考试卷面正确率 80%以上	期末考试卷面正确率 70%以上	期末考试卷面正确率 60%以上	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：姚宝峰

批准者：梁文俊

2020 年 3 月