

晋中学院

Jinzhong University

环境科学与工程专业

课程教学大纲（2023 版）

化学化工系

二〇二三年八月

目 录

一、专业教育平台.....	1
1. 学科专业基础课程.....	1
《环境科学与工程专业导论》课程大纲.....	2
《无机化学》课程大纲.....	10
《有机化学》课程大纲.....	31
《分析化学》课程大纲.....	50
《仪器分析》课程大纲.....	63
《工程制图基础》课程大纲.....	79
《电工电子学》课程大纲.....	90
《无机化学实验》课程大纲.....	108
《有机化学实验》课程大纲.....	129
《分析化学实验》课程大纲.....	145
《仪器分析实验》课程大纲.....	165
2. 专业核心课程.....	184
《环境学基础》课程大纲.....	185
《环境工程原理》课程大纲.....	199
《环境生物学》课程大纲.....	214
《水处理工程》课程大纲.....	226
《环境化学》课程大纲.....	243
《环境监测》课程大纲.....	263
《大气污染控制工程》课程大纲.....	277
《固体废物处理与处置》课程大纲.....	290
《物理性污染控制》课程大纲.....	304
《实验室安全教育》课程大纲.....	318
《环境工程原理实验》课程大纲.....	328
《水处理工程实验》课程大纲.....	350
《环境监测实验》课程大纲.....	361
《大气污染控制工程实验》课程大纲.....	371
3. 专业选修课程.....	383
《环境工程微生物学》课程大纲.....	384
《色谱分析》课程大纲.....	400
《环境地学》课程大纲.....	411
《基础生态学》课程大纲.....	424
《环境材料学》课程大纲.....	439
《环境规划与管理》课程大纲.....	495
《环境影响评价》课程大纲.....	504
《环境与资源保护法学》课程大纲.....	518
《文献检索与论文写作指导》课程大纲.....	527
二、职业能力教育平台.....	538
模块一、水处理工程.....	538
《水污染与水环境修复》课程大纲.....	539
《给排水工程仪表与控制》课程大纲.....	549

《工业废水处理及再生利用》课程大纲.....	564
《废水处理新技术》课程大纲.....	580
《污水处理常用设备及应用》课程大纲.....	593
模块二、土壤污染修复.....	608
《环境土壤学》课程大纲.....	609
《土壤农化分析》课程大纲.....	622
《污染土壤修复技术与应用》课程大纲.....	633
《土壤修复工程管理与实务》课程大纲.....	644
《土壤污染防治规划与评价》课程大纲.....	654
三、专业实践.....	665
《专业实习》课程大纲.....	666
《水处理工程课程设计》教学大纲.....	671
《毕业实习》课程大纲.....	676
《毕业论文（设计）》教学大纲.....	681

一、专业教育平台

1. 学科专业基础课程



环境科学与工程专业

《环境科学与工程专业导论》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境科学与工程专业导论》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境科学与工程专业导论 Introduction to Environmental Science and Engineering Major		
课程编码	230910801B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无	修读学期	一
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	8 学时（理论学时 8，实践学时 0）		
执笔人	祁红学	审核人	李利红

二、课程简介

《环境科学与工程专业导论》是环境科学与工程专业本科生上大学后的第一门学科基础课。通过本课程的学习，使学生了解环境科学的产生及学科体系、环境问题的性质与实质、环境污染问题、全球环境问题、解决环境问题的环境科学技术；熟悉本专业的课程设置体系，以及人才培养方案。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习了解环境类相关专业的设置与就业前景，提高环境学科的认知能力。【毕业要求 8.2】

课程目标 2：通过学习环境保护对社会的影响，熟悉本专业的人才培养方案与课程体系设置。【毕业要求 8.2】

课程目标 3：通过了解环境类前沿科学技术、发展现状和趋势，积极做好学业规划。【毕业要求 8.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的 毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1-3	毕业要求 8 【职业规范】	8.2 理解并遵守诚实守信的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，并能在工程实践中自觉履行对公众安全、健康、福祉、以及环境保护的社会责任，理解包容性、多元化的社会需求。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、专业介绍和前景展望	课程目标 3	讲授、讨论	2
模块二、人才培养方案解读	课程目标 1、2	讲授、讨论	2
模块三、课程体系详解	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
模块四、学业规划	课程目标 1、2	讲授、案例法	2
合计			8

（二）课程内容

模块一、专业介绍和前景展望

【学习目标】

1. 知识目标：通过了解环境科学与工程的发展状况，能够归纳环境科学与工程的主要研究领域。
2. 能力目标：具备分析环境问题的能力，能够提出初步的解决方案；培养团队合作、批判性思维和创新的能力。
3. 素质目标（价值观目标）：树立环保意识和社会责任感，具备可持续发展的理念和行动能力。

【课程内容】

1. 近代环境科学及环境学的基本知识
2. 环境工程前沿工程技术、发展现状和趋势我国工业废水污染现状
3. 环境类相关专业的设置与就业前景

【重点、难点】

1. 重点：环境工程前沿工程技术、环境问题的多学科交叉解决策略，环境保护与可持续发展的关系。
2. 难点：环境类相关专业的设置与就业前景。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 深入挖掘课程思政元素，如“绿水青山就是金山银山”、“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”等，将“立德树人”的内涵融入到教学活动中。

【学习要求】

课前预习有关本科专业和学科方面的知识；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 什么是“绿色消费”？如何实现“绿色消费”？
2. 联合国可持续发展目标涉及哪些领域？

【学习资源】

[1] 2019 年度全国普通高等学校名单

http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/xxgk/neirong/fenlei/sxml_gdjy/gdjy_gxsx/gxsx_xxmd/

[2] 2022 年教育统计数据 http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/moe_560/2022/

[3] 普通高等学校本科专业目录（2024 年）

http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/202403/t20240319_1121111.html

[4] 研究生教育学科专业目录（2022 年）

http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_833/202209/t20220914_660828.html

模块二、人才培养方案解读

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习 2023 版环境科学与工程专业人才培养方案，掌握环境科学与工程本科专业人才培养方案的基本框架和核心要点。

2. 能力目标：具备分析专业培养方案的能力，能够根据个人兴趣和职业规划提出优化建议；提升批判性思维和创新能力。

3. 素质目标（价值观目标）：增强环保意识和社会责任感，树立可持续发展的理念，为成为未来环保领域的专业人才奠定坚实基础。

【课程内容】

1. 环境科学与工程类教学质量国家标准（2018）

2. 环境科学与工程专业人才培养方案（2023 版）

【重点、难点】

1. 重点：深入解读本专业人才培养方案的制定依据、目标定位及特色。分析课程设置如何支撑培养目标，特别是核心课程和实践环节的重要性。

2. 难点：如何将抽象的培养目标转化为具体的教学活动和评价标准。引导

学生理解并认同专业培养方案中的教育理念。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。
3. 激发学生的自豪感和家国情怀，将环境理念融入到教学活动中。

【学习要求】

课前预习环境类专业的一、二级学科体系；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 本科专业设置与一、二级学科之间的关系？
2. 本科毕业有哪些毕业要求？

【学习资源】

- [1] 环境科学与工程类教学质量国家标准（2018）
- [2] 环境科学与工程专业人才培养方案（2023 版）
- [3] 研究生教育学科专业目录（2022 年）

http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_833/202209/t20220914_660828.html

模块三、课程体系详解

【学习目标】

1. 知识目标：掌握环境科学与工程本科专业课程体系的基本框架和核心课程，理解课程间的逻辑关系。
2. 能力目标：具备分析课程体系的能力，能够提出优化建议；提升跨学科综合应用能力和解决问题的能力。
3. 素质目标（价值观目标）：增强环保意识和社会责任感，树立可持续发展的理念，为成为具有创新精神和实践能力的环境科学与工程专业人才打下坚实基础。

【课程内容】

1. 环境科学与工程专业的课程体系
2. 学分制管理的概况
3. 实践类课程的设置情况

【重点、难点】

1. 重点：课程体系概况。
2. 难点：实践类教学环节的设置。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【学习要求】

课前预习学分制管理方面的知识；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 专业模块课程和第二课堂的含义？
2. 必修课和选修课的区别？

【学习资源】

[1] 工程教育认证通用标准解读及使用指南（2022 版）

<https://www.ceeaa.org.cn/gcjyzyrzxh/xwdt/tzgg56/631560/index.html>

模块四、学业规划

【学习目标】

1. 知识目标：了解考研、考公、就业的基本信息和流程，掌握学业规划的基本方法。
2. 能力目标：能够根据自身情况，制定合理的学业规划，并具备灵活调整规划的能力。
3. 素质目标（价值观目标）：增强社会责任感、爱国情怀和职业规划意识，为未来的职业发展打下坚实基础。

【课程内容】

1. 环境类专业的发展现状和趋势
2. 环境类专业的就业前景
3. 学业规划

【重点、难点】

1. 重点：分析考研、考公、就业三条路径的优劣势，明确各路径的适用条件和准备要点。根据自身情况，制定合理的学业规划。
2. 难点：如何客观评估自身兴趣、能力和市场需求，做出理性决策。面对不确定性，培养灵活调整规划的能力。

【教学方法】

1. 线下教学，在教学过程中适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

2. 课堂讨论，通过讨论、提问等形式引导学生对问题逐步深入，由表及里，发挥学生学习的主动性，加深学生对知识和问题有更深入的了解和自我看法。

【学习要求】

课前预习预习考研方面的内容；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 专业硕士与学术硕士的区别？

【学习资源】

[1] 中国研究生招生信息网 <https://yz.chsi.com.cn/>

[2] 国家公务员局

<http://bm.scs.gov.cn/pp/gkweb/core/web/ui/business/home/gkhome.html>

[3] 军队人才网 <http://81rc.81.cn/wzry/index.html>

五、实践教学安排

无

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比50%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标1 (40%)	专业介绍和前景展望：约占20%。 人才培养方案解读：约占20%。	学风养成、期末考试
课程目标2 (30%)	课程体系的构成及特点：约占15%。 课程体系的理解应用能力：约占15%。	课堂表现、期末考试
课程目标3 (30%)	就业、考研、考公等职业前景的了解：约占15%。 学业规划的应用能力：约占15%。	平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 50% + 期末考试卷面成绩 × 50%

过程性考核成绩 = 学风养成 × 30% + 课堂表现 × 30% + 平时作业 ×

40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准见下表:

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与,主动学习。按时完成任务,展现高度自律。	表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲,配合老师,勇于发言,积极回答问题。	上课认真听讲,勇于发言,积极回答问题。	上课能够认真听讲,敢于发言,能够回答问题。	上课时有走神,羞于回答问题,正确率低。	不认真听讲,能够回答问题,但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业,书写整齐,内容完整,没有少题、漏题,过程合理,结果正确。	按时完成作业,书写较为整齐,内容基本完整,没有故意的少题、漏题,少数结果有误。	按时完成作业,书写不太整齐,过程模糊,部分结果有误。	催交,或书写不太整齐,过程模糊,大部分结果有误。	作业内容不完整,没有达到作业要求,或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

无

九、主要参考书目

- [1] 环境科学与工程类教学质量国家标准, 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(下). 北京: 高等教育出版社, 2018, 488-494.
- [2] 环境科学与工程专业人才培养方案(2023版). 晋中学院.

十、课程学习建议

关注行业动态, 了解国内外环境保护领域的发展趋势及最新动向, 培养自主学习的能力。



环境科学与工程专业

《无机化学》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《无机化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	无机化学 Inorganic Chemistry		
课程编码	230910802B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无	修读学期	一
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 52，实践学时 0）		
执笔人	李阳	审核人	李利红

二、课程简介

无机化学是环境科学与工程专业的第一门专业课，主要包括化学反应原理、物质结构基础、无机元素化学三大模块。在创新创业背景下，围绕“基础扎实、能力突出、德才兼备”的人才培养目标，通过本课程的学习，使学生系统掌握无机化学基本理论知识，培养学生自主学习、科学探究、分析解决实际问题、创新创业等方面的能力，适当引入和无机化学相关的生产生活实际案例、课程实践项目、学科发展史、学科前沿、社会热点问题等拓展知识，着重培育学生的科学精神、绿色发展理念、创新创业意识和团队协作精神，使学生树立社会主义核心价值观，加强学生的社会责任感，从而将价值塑造、知识传授和能力培养紧密融合，培养具有创新精神、创业能力的应用型人才。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：指明无机化学的基本概念、基本理论和基本反应，包括溶液与胶体、电解质溶液、物质结构、化学热力学、化学动力学、化学平衡、电化学等内容。（毕业要求 1.2）

课程目标 2：熟练运用化学的理论观点和方法来分析和解决与环境专业相

关的化学问题的能力。能够利用化学的基础知识进行自主探索，解决环境工程领域的相关问题。（毕业要求 2.1）

课程目标 3：关联化学新知识、新内容在环境科学研究及环境保护技术等方面的应用，能够运用所学知识分析工程应用中的实际问题，锻炼和培养科学思维和创新意识。（毕业要求 3.2）

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1： 【工程知识】	1.2 能够将化学类基础知识，用于推演、分析环境工程领域的复杂工程问题。
课程目标 2	毕业要求 2： 【问题分析】	2.1 能够应用数学、物理、化学和工程科学的基本原理，识别和判断水污染控制、大气污染控制和固体废弃物处理处置等环境工程领域的复杂问题及其关键影响因素。
课程目标 3	毕业要求 3： 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防控需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
化学基础知识	课程目标 1/2	课堂讲授法、问题讨论法、自主学习法	4
化学热力学初步	课程目标 1/2/3	课堂讲授法、问题讨论法	4
化学平衡	课程目标 1/2/3	课堂讲授法、问题讨论法、自主学习法	6
原子结构和元素周期律	课程目标 1/2	课堂讲授法、问题讨论法	6
分子结构和共价键理论	课程目标 1/2	课堂讲授法、问题讨论法、自主学习法	4
晶体结构	课程目标 1/2	课堂讲授法、问题讨论法	4
氧化还原反应和电化学基础	课程目标 1/2/3	课堂讲授法、问题讨论法、自主学习法	4
元素性质 1.卤素	课程目标 1/2/3	课堂讲授法、问题讨论法、自主学习法	20

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
2.氧族元素氮族元素 3.碳族和硼族元素 4.IA,IIA 族元素和稀有 气体 5.过渡元素			
合计			52

(二) 课程内容

化学基础知识

【学习目标】

1. 应用理想气体状态方程式、混合气体分压定律进行计算。
2. 识别溶液浓度的各种表示方法，浓度的计算和各种浓度之间的换算。
3. 解释稀溶液的依数性。
4. 列举晶体的基本类型。

【课程内容】

1.第一节 绪论

要点:

- 1、化学研究对象、内容和目的
- 2、无机化学的研究对象和任务
- 3、无机化学课程的内容和学习方法

2.第二节 气体

要点:

- 1、理想气体状态方程
- 2、分压定律和扩散定律

3.第三节 液体和溶液

要点:

- 1、溶液的饱和蒸汽压
- 2、稀溶液的依数性

4.第四节 固体和非晶体

要点:

晶体结构

5.第五节 酸碱理论

要点:

- 1、酸碱电离理论
- 2、酸碱质子理论
- 3、酸碱电子理论
- 6.第六节 化学反应速率的概念

要点：

- 1、平均速率和瞬时速率
 - 2、化学反应速率方程
- 7.第七节反应速率理论

要点：

- 1、碰撞理论
 - 2、过渡状态理论简介
- 8.第八节影响反应速率的因素

要点：

- 1、浓度(压力)对反应速率的影响
- 2、温度对反应速率的影响
- 3、催化剂对反应速率的影响

【重点、难点】

- 1.重点：理想气体状态方程式、气体分压定律的理解和应用。
- 2.难点：非电解质稀溶液依数性的理解及应用。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解化学原理和现象。对于复杂现象，引入实际化学问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习和思考，从而加深对化学知识的理解。

4. 通过设计和进行实验，让学生亲身体会化学反应过程，从而加深对相关知识的理解。通过实验结果和现象解释化学原理，使学生对化学现象有更直观的认识。

【学习要求】

通过本章学习，熟练掌握理想气体状态方程式理想气体、分压定律和分体积定律，了解大学，了解化学及无机化学的研究对象、发展史和前景，了解无

机化学原理的学习方法。理解与化学反应速率有关的概念及速率实验测定方法；掌握浓度、温度及催化剂对反应速率的影响；学会阿仑尼乌斯公式的有关计算；初步了解活化能的概念及其与反应速率的关系。

【复习与思考】

- 1.标准状况和标准态有何不同。
- 2.融雪剂和防冻液的原理。
- 3.玻璃和二氧化硅晶体的区别。
- 4.工业中如何提高反应速率。

【学习资源】

1. 吉林大学，武汉大学，南开大学. 无机化学（第四版）上、下册：北京：高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学（第3版）. 北京：高等教育出版社. 1994.
3. 傅献彩. 大学化学. 北京：高等教育出版社. 2001.

化学热力学基础

【学习目标】

- 1.阐释状态函数等热力学的基本概念；
- 2.区别热力学能、焓和焓变、熵和熵变、吉布斯自由能等的定义和物理意义；
- 3.运用盖斯定律进行反应热的计算；
- 4.概述热力学第一、第二、第三定律；
- 5.熟练计算标准状态下反应的焓变、熵变和自由能变，并能够运用自由能变化判断化学反应的方向。

【课程内容】

1.第一节 基本概念和热力学第一定律

要点：

- 1、常用术语
- 2、热功和热力学第一定律

2.第二节 化学反应的反应热

要点：

- 1、恒压（恒容）反应热(Q_p/Q_v)
 - 2、化学反应的热效应
- ##### 3.第三节 熵和反应的方向

要点：

- 1、自发变化
- 2、熵和熵变
- 3、自由能与化学反应的方向性

【重点、难点】

1.重点：化学热力学四个状态函数——热力学能、熵、焓、吉布斯自由能的计算；恒容反应热、恒压反应热的计算；盖斯定律、吉布斯-亥母霍茨方程的应用和反应自发性的判据。

2.难点：四个状态函数的物理意义。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解化学原理和现象。对于复杂现象，引入实际化学问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习和思考，从而加深对化学知识的理解。

4.通过设计和进行实验，让学生亲身体会化学反应过程，从而加深对相关知识理解。通过实验结果和现象解释化学原理，使学生对化学现象有更直观的认识。

【学习要求】

通过本章学习，要求学生熟悉热力学的几个基本概念；掌握热力学第一定律并会熟练应用、标准摩尔生成焓和标准摩尔燃烧焓的概念、会书写热化学方程式、掌握并能熟练运用其计算反应的反应热。理解自发反应与熵变的关系，初步学会用吉布斯自由能变化去判断化学反应的方向。了解化学反应的几种热效应。

【复习与思考】

- 1.热力学能、热量、温度三者概念是否相同。
- 2.用实例说明热和功都不是状态函数。
- 3.状态函数中，哪些具有加和性。

【学习资源】

1. 吉林大学，武汉大学，南开大学. 无机化学（第四版）上、下册：北京：高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学（第3版）. 北京：高等教育出版社. 1994.

3. 傅献彩. 大学化学. 北京: 高等教育出版社. 2001.

化学平衡

【学习目标】

- 1.判断化学反应的可逆性;
- 2.说明化学平衡和平衡常数的概念;
- 3.运用平衡常数进行计算;
- 4.阐明化学反应等温式的意义及其应用,明确浓度、压力、温度对化学平衡移动的影响;
- 5.明确化学平衡常数与热力学函数的关系;
- 6.运用缓冲溶液的作用机制,计算缓冲溶液 pH 值。

【课程内容】

1.第一节 化学平衡

要点:

- 1、可逆反应
- 2、化学平衡
- 3、标准平衡常数

2.第二节 影响化学平衡移动的因素

要点:

- 1、浓度对化学平衡的影响
- 2、压力对化学平衡的影响
- 3、温度对化学平衡的影响
- 4、平衡移动原理

3. 第三节 弱酸、弱碱的电离平衡

要点:

- 1、水的解离平衡和溶液的 pH
- 2、一元弱酸、弱碱的电离平衡
- 3、多元弱酸、弱碱的电离平衡

4.第四节 酸碱指示剂与缓冲溶液

要点:

- 1、酸碱指示剂
- 2、缓冲溶液

5.第五节 盐类水解

要点:

- 1、盐类水解
- 2、影响盐类水解的因素
- 6.第六节 溶解度和溶度积

要点：

- 1、溶解度
- 2、溶度积
- 3、溶解度与溶度积的关系
- 7.第七节 沉淀的生成和溶解

要点：

- 1、溶度积规则
- 2、同离子效应与盐效应
- 8.第八节 沉淀溶解平衡

要点：

- 1、pH 对沉淀溶解平衡的影响
- 2、分步沉淀与沉淀的转化

【重点、难点】

1.重点：标准平衡常数和吉布斯能变；化学反应等温式；反应商、标准平衡常数及其有关计算，利用反应商和标准平衡常数判断反应进行的方向；一元弱酸、弱碱在水溶液中的质子转移和近似计算；缓冲溶液 pH 值的计算；溶度积原理。

2.难点：温度、压力、温度对化学平衡移动的影响及其相关计算；多元酸、多元碱质子转移平衡和近似计算；pH 值对难溶金属氢氧化物和金属硫化物沉淀溶解平衡的影响及有关计算。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解化学原理和现象。对于复杂现象，引入实际化学问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习和思考，从而加深对化学知识的理解。

4. 通过设计和进行实验，让学生亲身体会化学反应过程，从而加深对相关知识理解。通过实验结果和现象解释化学原理，使学生对化学现象有更直观

的认识。

【学习要求】

通过本章学习，掌握化学平衡的概念、影响化学平衡移动的因素及原理；理解标准平衡常数的意义、化学平衡移动的原理和化学反应等温式的含义；了解化学平衡的有关应用。掌握溶液酸度的概念、pH 值的意义及有关 pH 值的测定与计算，一元弱酸和弱碱的电离平衡及有关离子浓度的计算方法，掌握二元弱酸溶液中 $[H^+]$ 的计算方法，掌握各种盐类水解平衡及盐溶液 pH 值的计算。理解缓冲溶液的组成、缓冲原理、缓冲能力和缓冲容量。掌握标准溶度积常数及其与溶解度的关系和有关计算，掌握溶度积规则，能用溶度积规则判断沉淀的生成和溶解；熟悉难溶电解质的沉淀溶解平衡。

【复习与思考】

1. 能否使用 K^\ominus 来判断反应自发性？为什么？
2. 对于一个封闭体系，其化学反应自由能是否随反应进度的变化而变化？
3. 是否凡是反应体系便一定能建立化学平衡？若不是，举例说明。

【学习资源】

1. 吉林大学，武汉大学，南开大学. 无机化学（第四版）上、下册：北京：高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学（第3版）. 北京：高等教育出版社. 1994.
3. 傅献彩. 大学化学. 北京：高等教育出版社. 2001.

原子结构和元素周期律

【学习目标】

1. 总结微观粒子运动的特点；从原子结构与元素周期系的关系，明确元素某些性质的周期性。
2. 解释电子云的概念；区别四个量子数的意义和取值规则；图解 s、p、d 原子轨道和电子云分布的图像。
3. 根据多电子原子的原子轨道近似能级图和核外电子排布原则书写核外电子排布和价电子构型。

【课程内容】

1. 第一节 核外电子的运动状态

要点：

- 1、氢原子光谱和玻尔理论
- 2、微观粒子的波粒二象性

2. 第二节 氢原子结构的量子力学描述

要点：

- 1、薛定谔方程与四个量子数
- 2、波函数与原子轨道
- 3、几率密度与电子云
- 3.第三节 多电子原子轨道能级与核外电子排布

要点：

- 1、多电子原子的轨道能级
- 2、多电子原子的核外电子排布
- 3、原子结构与元素周期表的关系
- 4.第四节 元素基本性质的周期性变化

要点：

- 1、原子半径
- 2、电离能与电子亲和能
- 3、电负性

【重点、难点】

- 1.重点：四个量子数的意义和取值，多电子原子核外电子排布。
- 2.难点：波函数、电子云、元素原子的价电子构型。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解化学原理和现象。对于复杂现象，引入实际化学问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习和思考，从而加深对化学知识的理解。

4. 通过设计和进行实验，让学生亲身体验化学反应过程，从而加深对相关知识的理解。通过实验结果和现象解释化学原理，使学生对化学现象有更直观的认识。

【学习要求】

通过本章学习，掌握核外电子排布、钻穿效应、屏蔽效应、多电子原子轨道近似能级图和核外电子排布，并能确定它们在周期表中的位置。掌握周期表元素的分区、结构特征；理解四个量子数的名称、符号、取值和意义；理解原子半径、电离能、电子亲和能和电负性的变化规律；理解 s、p、d 原子轨道与

电子的形状和空间的伸展方向；了解氢原子光谱和能级的概念，了解原子轨道、概率和概率密度、电子云等概念。

【复习与思考】

1. 元素周期表编排符合什么原则？
2. 原子中的能级主要由哪些量子数来确定？
3. 基态原子的核外电子排布应遵循哪些规律？

【学习资源】

1. 吉林大学，武汉大学，南开大学. 无机化学（第四版）上、下册：北京：高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学（第3版）. 北京：高等教育出版社. 1994.
3. 傅献彩. 大学化学. 北京：高等教育出版社. 2001.

分子结构和共价键理论

【学习目标】

1. 对比离子键和共价键的基本特征及其差异。
2. 区别价键理论、杂化轨道理论和分子轨道理论的基本内容。

【课程内容】

1. 第一节 离子键和价键理论

要点：

- 1、化学键
- 2、离子键理论
- 3、共价键理论
- 4、杂化轨道理论

2. 第二节 价层电子对互斥理论

要点：

- 1、价层电子对互斥理论要点
- 2、价层电子对互斥理论的应用

3. 第三节 分子轨道理论与键参数

要点：

- 1、分子轨道理论
- 2、键参数

【重点、难点】

1. 重点：价层价键理论；电子对互斥理论；杂化轨道理论；分子轨道理论。
2. 难点：价层电子对互斥理论；分子轨道理论。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识,通过设计问题导向,让学生思考问题、分析问题,深入理解化学原理和现象。对于复杂现象,引入实际化学问题,让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果,以实例出发,进行探讨,加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论,激发学生的学习兴趣,促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论,促进学生学习和思考,从而加深对化学知识的理解。

4.通过设计和进行实验,让学生亲身体验化学反应过程,从而加深对相关知识的理解。通过实验结果和现象解释化学原理,使学生对化学现象有更直观的认识。

【学习要求】

通过本章学习,掌握离子键和共价键的形成、特点,掌握现代价键理论的基本要点和共价键的特征及类型,掌握 VSEPR 理论及其应用.;理解键级、键能、键长、键角、键矩的概念,理解 σ 键, π 键的形成方式和特点,杂化轨道理论;了解离子键和共价键的形成,分子轨道理论。

【复习与思考】

- 1.分子中原子的空间排布是怎样的?
- 2.物质的结构与性质之间有什么关系?
- 3.分子轨道理论与价键理论有什么异同?

【学习资源】

1. 吉林大学,武汉大学,南开大学. 无机化学(第四版)上、下册:北京:高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学(第3版). 北京:高等教育出版社. 1994.
3. 傅献彩. 大学化学. 北京:高等教育出版社. 2001.

晶体结构

【学习目标】

- 1.对比键的极性和分子的极性。
- 2.总结晶体的基本类型及其性质的特点。
- 3.阐明分子间作用力及氢键的性质和特点。

【课程内容】

- 1.第一节 键的极性与分子的极性

要点：

- 1、极性的基本概念
- 2、极性的判断

2.第二节 分子间作用力

要点：

- 1、分子间作用力的类型和来源
 - 2、氢键
- ## 3.第三节 离子晶体和离子键

要点：

- 1、离子键的形成和性质
- 2、离子键强度
- 3、离子晶体和离子极化

【重点、难点】

- 1.重点：晶体的基本类型及其性质的特点。
- 2.难点：晶体的基本类型及其性质的特点。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解化学原理和现象。对于复杂现象，引入实际化学问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习 and 思考，从而加深对化学知识的理解。

4. 通过设计和进行实验，让学生亲身体验化学反应过程，从而加深对相关知识的理解。通过实验结果和现象解释化学原理，使学生对化学现象有更直观的认识。

【学习要求】

通过本章学习，掌握分子间作用力的形成和强弱关系，掌握分子极性的判断方法，了解氢键的形成和特点，了解离子晶体的形成和性质，掌握离子极化对离子化合物性质的影响。

【复习与思考】

1. 为什么 Cu^+ 与 Na^+ 虽然半径相似，但 CuCl 在水中溶解度比 NaCl 小得多。
2. 简述卤化氢 HX 系列物质的沸点大小变化规律及原因。

3. 用离子极化理论解释 AgF 在水中的溶解度较大，而 AgCl 难溶于水。

【学习资源】

1. 吉林大学，武汉大学，南开大学. 无机化学（第四版）上、下册：北京：高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学（第3版）. 北京：高等教育出版社. 1994.
3. 傅献彩. 大学化学. 北京：高等教育出版社. 2001.

氧化还原反应和电化学基础

【学习目标】

1. 阐明氧化还原反应的实质；电极电势的概念，以及酸度、沉淀等对电极电势的影响。
2. 运用电极电势判断氧化还原反应进行的方向；使用电动势和电极电势的 Nernst 方程进行计算；学会原电池符号的书写。
3. 了解元素电势图及其运用。

【课程内容】

1. 第一节 基本概念氧化还原反应方程式的配平

要点：

- 1、氧化还原反应基本概念
- 2、氧化还原反应方程式的配平

2. 第二节 电极电势

要点：

- 1、电极电势的产生
 - 2、标准电极电势的应用
3. 第三节 影响电极电势的因素

要点：

- 1、能斯特方程式
- 2、影响电极电势的因素

【重点、难点】

1. 重点：电极电势的概念、以酸度、沉淀等对电极电势的影响；电极电势判断氧化还原反应进行的方向；电动势和电极电势的 Nernst 方程；原电池符号的书写；元素电势图的应用。

2. 难点：电极电势的应用。

【教学方法】

1. 引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、

分析问题，深入理解化学原理和现象。对于复杂现象，引入实际化学问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习思考和思考，从而加深对化学知识的理解。

4.通过设计和进行实验，让学生亲身体会化学反应过程，从而加深对相关知识的理解。通过实验结果和现象解释化学原理，使学生对化学现象有更直观的认识。

【学习要求】

通过本章学习，掌握氧化还原的基本概念，熟练掌握氧化还原反应方程式的配平方法，掌握影响电极电势的因素，能熟练应用奈斯特方程计算和讨论离子浓度、溶液酸度变化时电极电势和氧化还原反应的变化情况；理解标准电极电势的意义，能运用标准电极电势判断氧化剂还原剂的相对强弱，氧化还原反应的方向和程度。

【复习与思考】

- 1.电解质溶液中 pH 值如何影响电化学反应？
- 2.电解质浓度对电极电势有何影响？
- 3.常见的参比电极有哪些？各有什么特点？
- 4.电化学氧化还原反应和非电化学氧化还原反应有什么区别？

【学习资源】

1. 吉林大学，武汉大学，南开大学. 无机化学（第四版）上、下册：北京：高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学（第3版）. 北京：高等教育出版社. 1994.
3. 傅献彩. 大学化学. 北京：高等教育出版社. 2001.

元素性质

【学习目标】

- 1.关联化学元素（1.卤素 2.氧族元素氮族元素 3.碳族和硼族元素 4. I A, II A 族元素和稀有气体 5.过渡元素）的基本性质与其电子层结构的关系。
2. 归纳单质及其化合物的主要化学性质及其递变规律。
- 3.对比某些单质、常见化合物的结构；熟记常见化合物的制备和用途。

【课程内容】

要点：

- 1、元素单质的物理和化学性质。
- 2、元素化合物的化学性质和反应特性。
- 3、化合物的工业制备方法。

【重点、难点】

1.重点：重点是单质及重要化合物的制备和性质；常见化合物的化学性质和反应特性。

2.难点：常见化合物的结构与性质之间的关系。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解化学原理和现象。对于复杂现象，引入实际化学问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对化学原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定的化学问题展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习和思考，从而加深对化学知识的理解。

4.通过设计和进行实验，让学生亲身体验化学反应过程，从而加深对相关知识理解。通过实验结果和现象解释化学原理，使学生对化学现象有更直观的认识。

【学习要求】

熟悉元素的通性、单质的制备和性质。掌握相关常见化合物的制备及其还原性、酸性、稳定性的变化规律。

【复习与思考】

- 1.单质的熔沸点有什么规律？受哪些因素影响？
- 2.比较氧、氧气、臭氧和过氧化氢的结构和氧化还原性质。
- 3.如何除去氮气中的氨气、氨气中的水蒸气？
- 4.乙硼烷的结构有什么特点？乙硼烷有什么特殊的化学性质？
- 5.钠和钾在地壳中丰度接近，但为什么海洋中钾含量远小于钠？
- 6.用原子结构理论说明第四周期过渡元素在性质上的基本共同点。

【学习资源】

1. 吉林大学，武汉大学，南开大学. 无机化学（第四版）上、下册：北京：高等教育出版社. 2015.

2. 吉林大学. 无机化学(第3版). 北京: 高等教育出版社. 1994.

3. 傅献彩. 大学化学. 北京: 高等教育出版社. 2001.

五、实践教学安排

进行无机化学实验, 主要安排无机化学基础知识、基本理论学习及验证。

通过无机化学实验, 了解、熟悉或熟练掌握无机化学实验的基本操作和技能技巧, 正确使用基本仪器。加深对无机化学基本概念和理论的理解。通过实践, 培养学生独立思考的能力。培养学生科学、严谨的探索精神和团结、协作的精神, 从而提高他们独立进行综合实验的能力。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核, 考核形式: 考试。

过程性考核方式包括课堂表现、平时作业、学风养成和单元检测。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例(%)	考核方式
课程目标 1	基本概念和基本知识: 30-40%	学风养成、单元检测、课堂讨论、课堂表现、作业完成情况、期末考试
课程目标 2	化学问题分析处理: 40%-60%	学风养成、单元检测、课堂讨论、课堂表现、作业完成情况、期末考试
课程目标 3	研究进展了解和工程应用: 10%-20%	课堂表现、学风养成、单元检测、作业完成情况、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

1. 总成绩评定

采取“N+1”的评定模式, “N”指过程性考核成绩, 包括学风养成(20%)、课堂表现(30%)、平时作业(30%)、单元检测(20%), 占比 30%; “1”指期末考试成绩, 占比 70%。

2. 过程性考核成绩评定

过程性考核成绩 = 学风养成(20%) + 课堂表现(30%) + 作业完成情况(30%) + 单元检测(20%)。

(1) 课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。

(2) 作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。

(3) 学风养成：学生课堂纪律表现和学习态度。

(4) 单元检测：学生阶段性单元内容掌握程度。

3.期末成绩评定

详见期末试题评分标准。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	作业完成情况	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	学风养成	遵守课堂纪律，积极配合老师教学，积极主动学习，主动提问，积极交流，课堂内容记录完整，格式规范，笔迹工整，字体统一	遵守课堂纪律，配合老师教学，可以进行提问和交流，课堂内容记录完整，格式规范，笔迹较工整，字体统一	基本遵守课堂纪律，较配合老师教学，较少进行提问和交流，课堂内容记录较完整，格式较规范，笔迹欠工整，字体统一	基本遵守课堂纪律，与老师教学配合较差，基本不进行提问和交流，课堂内容记录欠完整，格式欠规范，笔迹欠工整，字体统一	不遵守课堂纪律，不配合老师教学，不提问和交交流，课堂内容记录不完整，格式不规范，笔迹不工整，字体不统一

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
4	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	单元检测	单元内容掌握熟练, 可以对实际问题进行处理解决, 分析透彻, 思路正确	单元内容掌握较熟练, 可以对实际问题进行一定处理解决, 分析较透彻, 思路基本正确	单元内容掌握欠熟练, 有一定对实际问题进行处理解决能力, 分析较完整, 思路基本正确	单元内容掌握较不熟练, 较难对实际问题进行处理解决, 分析不完整, 思路欠合理	单元内容掌握不熟练, 无法对实际问题进行处理解决, 分析不透彻, 思路不正确
5	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	期末成绩	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
简明无机化学 (第三版)	宋天佑	高等教育出版社	2021 年	否	

九、主要参考书目

1. 吉林大学, 武汉大学, 南开大学. 无机化学(第四版)上、下册: 北京: 高等教育出版社. 2015.
2. 吉林大学. 无机化学(第3版). 北京: 高等教育出版社. 1994.
3. 傅献彩. 大学化学. 北京: 高等教育出版社. 2001.

十、课程学习建议

1. 理解基本概念:

无机化学涉及许多基础概念, 确保深入理解这些概念, 建立一个清晰的概念框架, 并尝试将这些概念相互关联起来,

2. 阅读教材与参考书籍:

仔细阅读教材和推荐的参考书, 通常会提供更深入的解释和额外的例题, 标记出重要的定义、公式和图表, 以便日后复习。

3. 参与课堂讨论:

积极参与课堂上的讨论，提问或回答老师的问题。与同学分享想法和疑惑，相互学习和帮助。

4.定期复习与总结：

定期复习已学过的内容，巩固记忆。尝试总结重要概念和公式，制作思维导图或复习笔记。

5.多做练习：

无机化学需要大量的练习来掌握。通过做习题，可以检验自己的理解程度并加深对知识点的记忆。

6.关注实验：

无机化学是一门实验性很强的科学。尽可能多地参与实验工作，亲手进行实验，观察并记录实验现象，通过实验，可以更好地理解理论知识，并发现新的问题和解决方案。

7.利用学习资源：

利用图书馆、在线资源(如 MOOCS 科学论坛等)和其他学术资料拓宽学习视野。



环境科学与工程专业

《有机化学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《有机化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	有机化学 Organic Chemistry		
课程编码	230910803B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学	修读学期	二
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	杜亚丽	审核人	李利红

二、课程简介

《有机化学》是环境科学与工程专业专业的专业基础课程，是研究各类有机化合物的结构、性质、相互转化及其规律的一门学科。有机化学与其它学科的渗透、交叉十分广泛，对生命科学，材料科学、环境科学等研究起着十分重要作用。本课程的主要任务是通过学习，能够系统地掌握有机化学的基本知识、基本理论、基本方法及基本实验技能，有机化学学习中受到科学思维的良好训练，提高分析和解决问题的能力，为进一步的学习打下坚实基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能正确地写出所学有机物的结构式与名称。通过有机化学基础知识的学习，认识到基础理论发展的循序渐进性，敢于挑战权威、质疑经典的科研品质。【毕业要求 1.2】

课程目标 2：能运用所学知识初步分析简单有机物的结构与性质间的关系。在一些人名反应的案例中，通过科学家背后的故事，培养学生善于反思、不畏困难、勇于探索的科学精神。【毕业要求 2.1】

课程目标 3：能选择运用简单有机物的合成路线和方法。结合有机合成路线选择方法，培养学生站在环保角度思考问题和创新性地解决问题的能力。【毕业要求 3.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能够将化学类基础知识，用于推演、分析环境工程领域的复杂工程问题
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能够运用基础理论原理识别判断大气污染控制、水处理和固体废弃物处理等环境工程领域的复杂问题及其关键影响因素问题。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计开发】	3.2 针对水或土壤污染问题能够设计满足污染防控需求的系统、单元或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、 有机化合物及有机化学概述	课程目标 1、2	课堂讲授法	2
模块二、饱和烃 1. 烷烃 2. 环烷烃	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题导向法 讨论式教学法	6
模块三、不饱和烃 1. 单烯烃 2. 炔烃 3. 二烯烃 4. 芳香烃	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题导向法 讨论式教学法	10
模块四、旋光异构	课程目标 1、2	课堂讲授法 问题导向法 讨论式教学法	2
模块五、卤代烃	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题导向法 讨论式教学法	4
模块六、醇、酚、醚	课程目标 1、2、3	讲课堂讲授法 问题导向法 讨论式教学法	6

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块七、醛、酮、醌	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题导向法 讨论式教学法	6
模块八、羧酸及其衍生物	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题导向法	4
模块九、含氮有机化合物	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题导向法	2
模块十、生物体中的有机化合物 1. 杂环化合物 2. 碳水化合物 3. 氨基酸、多肽和蛋白质	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 讨论式教学法	6
合计			48

(二) 课程内容

模块一、有机化合物及有机化学概述

【学习目标】

1. 能够通过有机化学学科的发展史理解掌握自然学科的一般发展规律，并树立善于思考、不畏艰难，敢于探索自然和改造自然的科学精神。
2. 了解有机化学课程的特点，掌握有机化学的有效学习方法。
3. 对价键理论和分子轨道理论等先修课程中理论知识有进一步的理解，理解先修课程对学好后续课程的重要性。

【课程内容】

1. 有机化合物和有机化学的含义及产生和发展，有机化合物的相对特征。
2. 共价键理论和共价键的属性（包括本质，特点，类型，参数，断裂方式）。
3. 研究有机化合物的一般步骤及分类方法。

【重点、难点】

1. 重点：有机物的结构表示方法、价键理论及共价键性质及断裂。
2. 难点：价键理论与分子轨道理论， σ 键、 π 键的特点。

【教学方法】

1. 讲授法。由熟悉的无机物引出有机物，并引出有机化合物的定义；由有机化合物的认识发展过程引出有机化学的概念及理论；从价键理论和分子轨道理论的角度认识共价键，了解共价键的成键特点，从而更好的了解的有机化合物的性质特点；从官能团的角度了解有机化合物的分类。

【学习要求】

1. 课前查阅相关资料初步了解有机化学学科发展历程及中国科学家对有

机化学发展做出的贡献。

2. 掌握共价键的基本属性。

【复习与思考】

1. 复习先修课程中轨道杂化理论的相关知识。
2. 思考价键理论、分子轨道理论及轨道杂化理论对学习有机化学的重要性。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。
2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。
3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块二、饱和烃

【学习目标】

1. 能够运用普通命名法或系统命名法命名烷烃分子、会运用命名规则命名简单的螺环化合物和桥环化合物，并能正确书写出名称。
2. 能够从构造、构型和构象上认识有机分子，理解不同结构层次上的同分异构现象，能够从重叠式和交叉式构象理解环己烷椅型和船型构象的稳定性。
3. 能够运用拜耳张力学说和轨道重叠理论解释环的稳定性与形状，从而理解小环化合物特殊的活泼性。
4. 能够运用“结构决定性质，性质决定用途”这一规律来理解饱和烃的物理性质和化学性质

【课程内容】

1. 烷烃的系统命名及同分异构现象。
2. 烷烃的结构与相应的物理性质，如熔点、沸点、溶解度等之间的关系。
3. 烷烃的构象，透视式和纽曼投影式的写法及各构象之间的能量关系。
4. 烷烃卤化的自由基反应机理及各类自由基的相对稳定性。
5. 过渡态理论。
6. 脂环烃的分类和命名（桥环和螺环）。
7. 环烷烃的化学性质（取代反应和加成反应）。
8. 环烷烃的结构与稳定性。
9. 环烷烃的构象。
10. 有机合成的基本概念。

【重点、难点】

1. 烷烃的系统命名规则；原子序数优先规则；烷烃的自由基取代反应；环烷烃的化学性质；环的大小与稳定性的关系；取代环己烷的稳定构象。

2. 烷烃的构象(透视式与纽曼式); 烷烃的自由基取代反应; 环己烷的稳定构象。

【教学方法】

1. 讲授法: 从共价键的形成和碳的杂化类型引出饱和烃的概念; 从键能的角度认识饱和烃的相对稳定性; 从简单的烷烃组成归纳推导出同系物等概念; 从烷烃的构造表达式认识同分异构体, 从而知晓用构造式表达有机分子的重要性, 进而进一步引出烷烃的普通命名法和系统命名法; 由开链烷烃的构造过渡到环烷烃, 进而引出环烷烃的同分异构现象和命名; 由“结构决定性质, 性质体现结构”这一基本原理出发, 介绍开链烷烃和环烷烃的化学性质。

2. 问题导向法: 从“位能-反应进程”曲线图认识有机反应过程, 什么样的曲线代表“吸热反应”或“放热反应”? 哪一步反应属于整个反应的决速步骤? 等

3. 讨论式教学法: 利用球棍模型理解单键的自由旋转以及导致的构象异构。

【学习要求】

1. 课前查阅资料了解甲烷的结构和性质, 了解我国天然气资源的开发利用; 查阅文献了解环烷烃的其它结构, 从复杂环烷烃结构中感受有机分子的美感, 体会有机分子是科学与艺术的完美统一, 提升专业自豪感。

2. 利用先修课程中轨道杂化理论理解碳原子的 sp^3 杂化。

【复习与思考】

1. 查阅 CCS-2017 版有机化合物命名规则, 并与现行的 CCS-1980 版命名规则进行比较。

2. 思考反应活性中间体与过渡态的异同。

3. 比较开链烷烃和环烷烃的性质差异。

4. 复习二取代环己烷顺反异构体的优势构象的书写。

【学习资源】

1. 爱课程, 有机化学及实验, 清华大学, 李艳梅主讲。

2. 大学慕课, 有机化学, 北京化工大学, 杜洪光等主讲。

3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块三、不饱和烃

【学习目标】

1. 会运用“结构决定性质”这一规律, 从碳-碳双键和三键的结构上分析推测烯烃和炔烃能够进行的化学反应, 会从碳-碳双键和三键结构上的不同理解双键的活性高于三键。

2. 能够运用诱导效应解释烯烃的亲电加成反应所遵循的马氏规则，初步学会运用电子效应解释有机化学反应。

3. 会运用分子轨道理论解释共轭结构的稳定性，知道共轭效应的类型。

4. 会从速度控制和平衡控制的角度理解有机反应。

5. 会用思维导图法归纳总结烯烃和炔烃的所能进行的化学反应。

6. 会运用电子效应和共振论解释定位基的定位规律，并能够应用此规律预测苯环上亲电取代反应的主要产物。

【课程内容】

1. π 键的特征。

2. 不饱和烃的同分异构：碳架异构，官能团位置异构，顺反异构体。

3. 烯烃顺反异构的顺/反命名法和 Z/E 命名法，炔烃和二烯烃的系统命名。

4. 不饱和烃的物理性质和化学性质（亲电加成、自由基加成、催化加氢、硼氢化-氧化、加聚反应、氧化反应、 α -H 的自由基卤代反应、共轭二烯烃的 1, 2-加成和 1, 4-加成）

5. 烯烃亲电加成反应机理及马氏规则的解释。

6. 芳香烃及其衍生物的命名。

7. 单环芳烃亲电取代反应及机理。

8. 苯环上亲电取代反应定位效应及解释。

【重点、难点】

重点：烯烃的 Z/E 命名法；烯烃加成的马氏规则及亲电加成机理；烯烃的氧化反应及其应用；炔氢的化学反应、共轭体系与共轭效应、共轭二烯的亲电加成反应、Diels-Alder 反应。芳香烃亲电取代反应的定位规律。

难点：碳正离子的稳定性；烯烃亲电加成机理及立体化学；共轭效应的理解及应用。芳香烃亲电取代反应的定位规律。

【教学方法】

1. 讲授法：从共价键的形成认识“ π 键”，进一步认识饱和烃和不饱和烃；从“ π 键”的电子排布特点推测烯烃和炔烃可能具备的性质；从分子的极性角度理解饱和烃和不饱和烃的物理性质的差异；与烷烃的构造异构现象比较，认识不饱和烃的构造异构、官能团异构及烯烃的立体异构（顺反异构）；讲解“诱导效应”和“共轭效应”，并认识它们对学好有机化学的重要性。通过回顾苯分子的组成和结构，并从分子轨道的角度进一步认识苯分子的离域大 π 键，理解苯分子的特殊稳定性；讲解一取代苯和多取代苯的命名；讲解苯环上的亲电取代反应，通过不同结构的取代产物，引出苯环上定位基及定位规律，并从共振论的角度理解定位规律；由苯的结构引出萘的结构及性质。

2. 问题导向法：不对称烯烃与 HBr 的加成反应，在有无过氧化物存在，导致加成产物不同，让学生分析、理解影响有机反应的因素，进而理解弄清楚有机反应机理的重要性。通过对苯的认识，提出“结构和组成上符合什么的条件才具有与苯类似的性质？”的问题，引出休克尔规则（Hückel's rule）和非苯芳烃。

3. 讨论式教学法：让学生摆弄球棍模型，结合共价键的形成过程，讨论理解为什么单键能自由旋转，而双键却不能？进一步讨论理解烯烃的顺反异构。

【学习要求】

1. 查阅资料了解我国石油化工的发展，了解环境与能源的关系。
2. 利用先修课程中轨道杂化理论理解碳原子的 sp^2 杂化。
3. 查阅文献了解 D-A 反应的发现和应用，了解狄尔斯-艾尔德的科学成就，学习不断探索，不畏困难的科学精神。
4. 查阅资料了解富勒烯的发现并从中体会科学家的探究和创新精神。

【复习与思考】

1. 从双键的结构特点上进一步理解双键不能自由旋转。
2. 查阅资料判断碳正离子是否属于路易斯酸？
3. 从反应条件、反应产物对比烯烃和炔烃的亲电加成反应。
4. 对比诱导效应、共轭效应的异同。
5. 通过苯环上和苯环侧链上的反应理解有机反应条件对反应产物的影响。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。
2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。
3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块四、 旋光异构

【学习目标】

1. 了解偏振光的产生和应用
2. 掌握有机化合物的手性和对称因素
3. 掌握含有手性碳原子的对映异构
4. 不含手性碳原子的对映异构
5. 结合相关知识点，介绍我国旋光异构的研究进展，以此为思想政治教育融入点增强学生对我国有机化学发展的自信心以及对中国特色社会主义事业的道路自信、理论自信、制度自信和文化自信，激励学生立志肩负民族复兴的时代重任

【课程内容】

1. 偏振光的产生和应用
2. 有机化合物的手性和对称因素及含有手性碳原子的对映异构和不含手性碳原子的对映异构

【重点、难点】

1. 重点：含有手性碳原子的对映异构
2. 难点：构型的表示方法——R/S 标记法、构型表示方法——费歇尔投影式

【教学方法】

1. 课堂讲授法：结合目录展开，讲授偏振光的产生和应用，并详细讲授有机化合物的手性和对称因素及含有手性碳原子和不含手性碳原子的对映异构。
2. 问题导向法：提出“是否有手性碳的分子一定有手性？没有手性碳的分子一定没有手性？”的问题，让学生深入思考如何判断分子是否具有手性？有哪些方法？引入我国旋光异构的研究进展实例，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，增强学生的民族自信心。

【学习要求】

1. 查阅资料了解历史上跟手性概念产生相关的历史事件（如“反应停事件”），辩证地认识化学是把双刃剑，树立正确的价值理念。
2. 查阅资料了解在不对称合成方面中国科学家作出的贡献。

【复习与思考】

1. 思考立体化学在研究有机化学反应机理时的重要性。
2. 从立体化学的角度复习思考烯烃的亲电加成反应。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。
2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。
3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块五、 卤代烃

【学习目标】

1. 掌握卤代烃的分类和命名；
2. 掌握卤代烃的化学性质，特别是卤代烃亲核取代反应历程及影响反应活性的因素；
3. 了解卤代烃的制备方法，及其在有机合成上的重要性和应用。

【课程内容】

- 1.详细阐述卤代烃的分类、结构及命名法
- 2.讲授卤代烃的亲核取代反应、消除反应、与金属的反应及还原反应，并详细介绍其反应机理
- 3.介绍重要的一些卤代烃的性质及应用

【重点、难点】

- 1.卤代烃的化学性质及其制备方法； S_N2 、 S_N1 反应历程、立体化学及其影响因素；Grignard 试剂及其在有机合成上的应用
- 2.难点： S_N2 、 S_N1 反应历程、立体化学及其影响因素。Grignard 试剂及其在有机合成上的应用

【教学方法】

1.课堂讲授法：结合目录展开，讲授卤代烃的分类和命名及其化学性质，并详细讲授亲核反应、消除反应机理，Grignard 试剂及其在有机合成上的应用。

2.问题导向法：结合卤代烃的结构，提出问题引导学生思考，“为什么卤代烃容易发生取代反应？”、卤代烃发生亲核取代反应“ S_N1 和 S_N2 机理的区别是什么？”学生从本质上理解卤代烃的取代反应，通过对比两种机理的不同点（如反应速率决定步骤、中间体存在与否、立体化学结果等），掌握取代反应的动力学特征，加深对反应机理的理解。

3.讨论式教学法：根据卤代烃的结构及其亲核取代反应的化学性质，讨论卤素原子的电负性及其对碳-卤键稳定性的影响；亲核试剂的种类与活性如何影响取代反应的发生；反应溶剂、温度、催化剂等条件对取代反应速率和产率的影响。

【学习要求】

- 1.掌握卤代烃的结构及命名法
- 2.掌握亲核加成反应、消除反应，并会解释其反应历程。

【复习与思考】

1.复习卤代烃的定义、分类、物理性质、化学性质及其制备方法。理解卤代烃的取代反应和消去反应机理，掌握其反应条件及产物的判断。了解卤代烃的检验方法及其在工业上的应用与危害。

2.思考卤代烃在有机合成中的重要作用及其作为中间体的应用实例。探讨如何减少卤代烃对环境的污染及其替代品的研发方向。关注卤代烃领域的最新研究进展和应用动态，拓宽视野并激发学习兴趣。

【学习资源】

- 1.爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。

2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。
3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块六、醇、酚、醚

【学习目标】

1. 掌握醇、酚、醚的结构特点、分类和命名；
2. 掌握醇、酚、醚的制备方法和主要化学性质；掌握消除反应的历程、取向与竞争反应等概念；
3. 了解酚类的酸性和显色反应、醚类氧盐的生成和醚键断裂等反应规律。

【课程内容】

1. 详细阐述醇、酚、醚的结构、分类及命名法
2. 讲授醇羟基、酚羟基、醚键上发生的化学反应，并详细介绍其反应历程
3. 介绍醇、酚、醚在工业上的应用

【重点、难点】

1. 醇、酚、醚的命名、化学性质及其制备方法；E1、E2 反应历程、立体化学及其影响因素
2. 难点：E1、E2 反应历程、立体化学及其影响因素。亲核取代反应与消除反应的竞争

【教学方法】

1. 课堂讲授法：引入醇（如酒精）、酚（如苯酚消毒剂）、醚（如乙醚作为麻醉剂的历史）在日常生活和工业应用中的实例，激发学生学习兴趣；利用多媒体展示醇、酚、醚的分子结构，详细讲解官能团的特点及其对化合物性质的影响；系统阐述醇、酚、醚的基本物理性质、化学性质及主要反应类型，如醇的氧化、酯化、取代反应，酚的亲电取代反应，醚的制备与稳定性。

2. 问题导向法：在讲解过程中，提出问题引导学生思考，如“为什么醇的羟基比酚的羟基更容易被氧化？”、“醚键的稳定性如何体现在其反应中？”。

3. 讨论式教学法：根据醇的化学性质，讨论检查司机是否酒驾的呼吸分析仪的工作原理。

【学习要求】

1. 能够灵活运用碳正离子稳定性理解碳正离子重排反应。
2. 查阅文献了解酿造法制乙醇工艺，进而了解中华文明，坚定文化自信。

【复习与思考】

1. 总结醇、酚、醚的结构、命名、分类及化学性质。

2. 思考醇酚醚等化合物的合成方法及其在有机合成中的应用。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。
2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。
3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块七、 醛、酮、醌

【学习目标】

1. 掌握掌握醛、酮的结构特点、分类和命名；
2. 掌握醛、酮的制备方法和主要化学性质；掌握各种类型亲核加成反应的历程与规律；系统的学会醛、酮在有机合成上的应用；了解醛与酮的共性和特性。

【课程内容】

1. 详细阐述醇、酚、醚的结构及命名法
2. 讲授醛、酮的制备方法和主要化学性质，掌握各种类型亲核加成反应并详细介绍其反应历程与规律
3. 醛、酮在有机合成上的应用

【重点、难点】

1. 醛、酮的命名、化学性质及其制备方法；亲核加成反应历程及其影响因素
2. 难点：亲核加成反应历程、影响因素及其应用

【教学方法】

1. 课堂讲授法：系统地介绍醛和酮的定义、分类、结构特点（包括官能团的结构）、命名规则（如系统命名法和普通命名法）以及基本的物理性质。详细讲解醛和酮的主要化学反应类型，如加成反应（亲核加成、醛酮的 α -氢反应）、氧化反应（Tollens 试剂、Fehling 试剂测试）、还原反应（Clemmensen 还原、Wolff-Kishner 还原）等，并解释每类反应的机理。

2. 问题导向法：根据醛和酮的结构，引导学生思考“如何区分醛和酮？”、“为什么醛比酮更容易发生亲核加成反应？”

3. 讨论式教学法：结合醛的化学性质，讨论解释日常生活现象“切开的苹果为什么会变色？”，并提出可能得解决办法。

【学习要求】

1. 掌握醛、酮的结构及命名法

2. 重点掌握醛、酮的化学性质。

【复习与思考】

1. 总结醛、酮的结构、命名、分类及化学性质
2. 思考醛、酮等化合物的合成方法及其在有机合成中的应用。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。
2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。
3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块八、羧酸及其衍生物

【学习目标】

1. 了解羧酸及其衍生物的命名；
2. 掌握羧酸及其衍生物的物理化学性质；
3. 了解自然界存在的羧酸衍生物的种类

【课程内容】

1. 详细阐述羧酸及其衍生物的结构及命名
2. 重点讲解羧酸及其衍生物的化学性质
3. 羧酸及其衍生物在有机合成上的应用

【重点、难点】

1. 重点：羧酸及其衍生物的命名、化学性质
2. 难点：羧酸及其衍生物的命名、化学性质

【教学方法】

1. 讲授法:通过介绍醋的起源，了解我国古代人民的智慧和中国传统文化的博大精深，增强学生的民族自豪感和文化自信，培养学生的爱国情怀，激发学习羧酸的兴趣。系统介绍羧酸的结构特点、命名规则、物理性质及化学性质（如酸性、羟基上的取代反应、脱羧反应、 α -H 卤化反应机理、还原反应）。

2. 问题导向法:根据羧酸的分子结构，引导学生思考，“比较不同碳链长度的羧酸，它们的沸点、溶解度等物理性质有何变化规律？这些变化背后的原因是什么？”、“羧酸分子中的羧基（-COOH）是如何影响其化学性质的？能否通过改变羧酸分子中的其他部分来调控这些性质？”。

【学习要求】

1. 掌握羧酸及其衍生物的结构及命名法
2. 掌握羧酸及其衍生物的化学性质。

【复习与思考】

1. 在学习过程中，应深化对羧酸及其衍生物的结构和性质的理解，掌握其合成方法和应用规律。通过实验操作和观察实验现象，加深对羧酸及其衍生物反应机理的认识。

2. 关注羧酸及其衍生物在新技术、新材料和新工艺中的应用进展，拓展自己的知识视野。了解羧酸及其衍生物在环境保护和可持续发展方面的作用，培养自己的环保意识和责任感。

3. 通过分析问题和解决问题的过程，提高自己的思维能力和创新能力。加强实验技能和操作规范的学习，提高自己的实践能力和科学素养。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。

2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。

3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块九、含氮有机化合物

【学习目标】

1. 了解胺及其他含氮化合物的命名；
2. 掌握胺的物理性质、光谱性质及化学性质；
3. 掌握含氮化合物的合成；
4. 掌握重氮及偶氮化合物的命名

【课程内容】

1. 详细阐述含氮有机化合物的结构及命名
2. 重点讲解含氮有机化合物的化学性质
3. 含氮有机化合物在有机合成上的应用

【重点、难点】

重点：胺的化学性质；含氮化合物的合成

难点：胺的化学性质

【教学方法】

1. 课堂讲授法：关注热点新闻：复旦投毒案，提出疑问：投毒的药品是什么呢？如何得到的呢？通过热点新闻，激起学生学习含氮有机化合物的兴趣，培养学生尊重生命的态度，树立正确的人生观和价值观。通过对胺的结构的分析引导学生得出其化学性质，并详细讲授胺的碱性、氧化反应、烷基化、酰基化及磺酰化反应。

2. 问题导向法：为什么芳香胺的碱性比脂肪胺小？引导学生分析其实质原因，并进一步分析芳环上取代基对其碱性的影响，加深学生理解。

3. 讨论式教学法：结合“8·12 天津滨海新区爆炸事故”案例，讨论内容包括但不限于：事故发生的原因、预防措施、应急救援等，引导学生理解含氮化合物在不同条件下可能产生的危险、安全管理和储存的重要性，并提出含氮有机化合物在工业生产和应用过程中的化学安全意识和防范措施。

【学习要求】

- 1.掌握胺的结构及命名法
- 2.掌握胺的的的化学性质。

【复习与思考】

1.在学习过程中，应深化对含氮有机化合物的结构和性质的理解，掌握其分类方法和性质特点。通过实验操作和观察实验现象，加深对含氮有机化合物反应机理的认识。

2.关注含氮有机化合物在新技术、新材料和新工艺中的应用进展，拓展自己的知识视野。了解含氮有机化合物在环境保护和可持续发展方面的作用，培养自己的环保意识和责任感。

3.通过分析问题和解决问题的过程，提高自己的思维能力和创新能力。加强实验技能和操作规范的学习，提高自己的实践能力和科学素养。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。
2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。
3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

模块十、生物体中的有机化合物

【学习目标】

1. 理解杂环化合物的分类和命名；
2. 了解杂环化合物用途；
3. 了解生物碱的一般性质和提取方法
4. 能够应用 D/L 命名法命名常见的糖类化合物。
5. 熟悉单糖的链式结构及其环状半缩醛结构。
6. 熟悉一些常见的单糖、双糖和多糖。
7. 掌握 α -氨基酸的结构、命名、分类、性质和制法。
8. 了解蛋白质的结构及核酸的组成、结构及生物功能。

【课程内容】

1. 详细阐述杂环的结构及特点；重点讲解五元杂环的结构特点及化学性质；说明六元杂环及稠杂环的结构特点
2. 糖的定义，来源及分类。单糖的构造式，构型和构象（环状半缩醛结构）。单糖的化学性质：氧化，还原，成脎反应，糖的递增和递降，成苷反应。
3. 重要单糖及其衍生物：戊糖，己糖，氨基糖，糖苷。二糖：麦芽糖，蔗糖，纤维二糖，乳糖。多糖：纤维素，淀粉，糖原。
4. 氨基酸（结构，命名，分类，性质，制备），多肽：肽键，结构测定和端基分析，合成。
5. 蛋白质：分类，结构，性质。
6. 核酸：组成，结构，生物功能，基因工程，人类基因组计划。

【重点、难点】

重点：杂环的结构特点，芳香性；单糖的物理和化学性质；常见的二糖。

难点：单糖的变旋现象和环状结构；多肽的结构、命名和合成。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过对五元杂环的结构特点分析，详细讲解五元杂环的卤代反应、硝化反应及磺化反应，并简单介绍六元杂环及稠杂环的结构特点。通过生动的生物实例或科学故事（如细胞内的“甜蜜工厂”---糖代谢，生命的蓝图---DNA与蛋白质的合成），激发学生对生物化学的兴趣。从单糖出发，逐步介绍寡糖、多糖的结构特点，强调糖苷键的形成及其多样性。让学生熟悉氨基酸的结构，理解肽键的形成和蛋白质一级结构的构建。对比DNA与RNA两者的结构特点，强调DNA作为遗传信息的存储者和RNA作为信息传递者的角色。

2. 讨论式教学法：新型糖类化合物在食品工业或医药领域的应用潜力。引导学生根据糖类化合物的结构，讨论糖类化合物是否具有还原性？如何设计实验进行验证？糖类化合物是否具有旋光度？旋光性如何影响其在药物制剂中的应用？

【学习要求】

1. 掌握五元杂环的结构特点。
2. 了解我国糖化学现状及成就，以化学先辈为榜样，培养敢于创新的科学精神，启迪探究学习的灵感。
3. 能够正确书写重要糖的构型和构象，以及糖苷键的类型。
4. 通过查阅资料了解我国生物工程取得的成就及发展前景

【复习与思考】

1. 加强对杂环化合物结构和性质的理解，掌握其分类方法和命名规则。通

过实验操作和观察实验现象，加深对杂环化合物反应机理的认识。

2. 关注杂环化合物在新技术、新材料和新工艺中的应用进展，了解其在现代化学和生物学研究中的重要地位。思考杂环化合物在环境保护和可持续发展方面的作用，培养自己的环保意识和责任感。

3. 思考糖的链式结构与环状半缩醛结构之间的动态平衡关系。

4. 归纳总结 α -氨基酸的合成方法。

【学习资源】

1. 爱课程，有机化学及实验，清华大学，李艳梅主讲。

2. 大学慕课，有机化学，北京化工大学，杜洪光等主讲。

3. Organic Chemistry On-Line Learning Center (<http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Carey.html>)

五、实践教学安排

本门课程的实践教学环节为独立设课，即《有机化学实验》。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业和随堂测验。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1	有机化学的一些基本概念及研究方法，能正确地写出所学有机物的结构式与名称。依据杂化轨道理论等电子理论分析有机化学结构，预判可能有的物理及化学性质。(40%)	平时作业 随堂测验 期末考试
课程目标 2	运用所学有机化学知识初步分析简单有机物的结构与性质间的关系。掌握基本官能团类型化合物的化学性质，设计简单有机物的合成路线和方法。(30%)	平时作业 期末考试
课程目标 3	根据有机基础知识，分析较复杂结构有机化合物的化学性质；依据已学有机化学反应，设计较复杂有机化合物的合成路线。(30%)	学风养成 课堂表现 期末考试

七、 成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核 (30%) + 期末考试卷面成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

期末成绩评定详见期末试题评分标准。

(二) 评分标准

过程性考核成绩评分标准如下表。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 3	课堂表现	上课认真听讲, 配合老师, 勇于发言, 积极回答问题。	上课认真听讲, 勇于发言, 积极回答问题。	上课能够认真听讲, 敢于发言, 能够回答问题。	上课时有走神, 羞于回答问题, 正确率低。	不认真听讲, 能够回答问题, 但正确率极低。
2	课程目标 1、2	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求, 或催交未果。
3	课程目标 1	随堂测验	笔记内容完整, 形式新颖, 具有较高的创新性, 没有少记、漏记, 格式规范, 条理清晰, 对课堂内容记录简洁明了, 准确性高, 总结性强, 书写工整, 字体统一。	笔记内容较完整, 形式较新颖, 少于 10% 的内容少记、漏记, 格式较规范, 条理清晰, 对课堂内容记录简洁明了, 总结性较强, 书写较工整, 字体统一。	笔记内容较完整, 少于 20% 的内容少记、漏记, 格式欠规范, 照抄书本内容, 书写欠工整, 字体统一。	笔记内容欠完整, 少于 30% 的内容少记、漏记, 格式不规范, 照抄书本内容, 书写不工整, 字体统一。	笔记内容不完整, 少于 50% 的内容少记、漏记, 格式不规范, 书写不工整, 字体、纸张不统一。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
4	课程目标3	学风养成	积极参与,主动学习,按时完成任务,学习高度自律。	课堂表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成大部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
有机化学	汪小兰	高等教育出版社	2018	否	

九、主要参考书目

- [1] 邢其毅, 基础有机化学(第四版). 北京: 高等教育出版社, 2016。
- [2] 徐寿昌, 有机化学(第二版), 北京: 高等教育出版社, 2014年。
- [3] 胡宏纹, 有机化学(第四版), 北京: 高等教育出版社, 2018。

十、课程学习建议

《有机化学》内容多、难度大,对知识积累和思考问题的全面性要求较高,学好有机化学就要综合从动力学和热力学角度理解有机反应,对经典的有机化学反应机理要充分了解,熟记各种官能团之间的转化反应。因此,学好有机化学要注意以下几点:

1. 要铭记“结构决定性质,性质反映结构”这一基本原则,利用归纳总结的方法将知识系统化。
2. 要注意应用有机结构理论(价键理论、杂化理论、分子轨道理论及电子效应和空间效应)来理解、分析和比较各种有机化合物的化学性质。
3. 有机反应机理分析是理解和掌握有机反应的重要基础,也是实际实验操作中控制有机反应条件的依据。因此,在学习过程中要重视有机反应机理。
4. 有机合成是有机化学的重要组成部分,有机合成路线设计是学习有机化学的难点之一。要设计出合理的有机合成路线,必须在熟练掌握有机物化学性质的基础上,灵活应用逆合成分析方法将各个具体的有机反应正确排列组合。
5. 现代物理实验方法在有机化学中占着举足轻重的作用,要熟练掌握各种现代物理分析方法(紫外-可见吸收光谱、红外光谱、核磁共振谱和质谱等)的基本原理,能够应用这些方法分析确定有机物的结构。



环境科学与工程专业

《分析化学》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023 年 8 月

《分析化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	分析化学/Analytical Chemistry		
课程编码	230910804B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学、高等数学、 大学物理	修读学期	三
课程类别	专业核心课	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	康锦	审核人	李利红

二、课程简介

分析化学是环境科学与工程等专业的一门专业基础必修课，是一门及其重要且应用广泛的，理论与实际紧密结合的基础学科，是化学学科的一个重要分支，是研究物质的组成、含量、结构及其它多种信息，为现代工业、农业、国防和科学技术的科学。当前，分析化学已发展为一门综合性学科，致力于研究关于获取物质系统化学信息的方法及理论的学科。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：使学生掌握分析化学的基本理论、基础知识和分析方法，提高学生的专业知识水平，培养学生分析问题和解决问题的能力。【毕业要求 1.2】

课程目标 2：了解相关的研究领域前沿，帮助大学生树立正确的科学观、人生观和价值观。【毕业要求 2.1】

课程目标 3：使学生掌握分析化学在各领域的应用，提高他们的就业竞争力，成为社会需要的应用型人才。【毕业要求 3.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能够将化学类基础知识，用于推演、分析环境工程领域的复杂工程问题。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能够应用数学、物理、化学和工程科学的基本原理，识别和判断水污染控制、大气污染控制和固体废弃物处理处置等环境工程领域的复杂问题及其关键影响因素。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防控需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、酸碱滴定法 1. 绪论 2. 误差与实验数据的处理 3. 化学平衡与滴定分析法概论。 4. 酸碱水溶液中各型体的分布 5. 酸碱溶液中氢离子浓度的计算 6. 酸碱缓冲溶液 7. 酸碱指示剂 8. 终点误差的计算 9. 强酸(碱)和一元弱酸(碱)的滴定 10. 多元酸碱的滴定 11. 酸碱滴定的应用。	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法 自主学习法	20
模块二、络合滴定法 1. 概述 2. 络合平衡的处理 3. EDTA 及其螯合物 4. 络合滴定中的副反应系数 5. MY 络合物的条件形成常数 6. EDTA 滴定法的基本原理 7. 混合离子的选择性滴定 8. 配位滴定的方式和应用	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法 实验项目学习法	10
模块三、氧化还原滴定法 1. 氧化还原平衡 2. 氧化还原反应的速率 3. 氧化还原滴定曲线	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题学习法	10

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
4. 氧化还原滴定中的指示剂 5. 氧化还原滴定前的预处理 6. 常用的氧化还原滴定方法 7. 氧化还原滴定结果的计算			
模块四、沉淀滴定法及重量分析法 1. 沉淀滴定法 2. 重量分析法概述 3. 沉淀的溶解度及其影响因素 4. 沉淀的类型与沉淀的形成机理 5. 影响沉淀纯度的因素 6. 沉淀条件的选择 7. 沉淀重量分析法的应用	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题学习法	4
模块五、吸光光度法 1. 吸光光度法 2. 光吸收定律 3. 分光光度计 4. 显色反应及显色条件的选择 5. 吸光度测量条件的选择	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题学习法	4
合计			48

(二) 课程内容

模块一、酸碱滴定法

【学习目标】

1. 理解分析化学的课程体系，能够应用分析化学知识，获得分析化学解决实际问题的能力，通过认识分析化学的发展趋势、比较分析化学与其他学科的关系，培养学生脚踏实地、掌握扎实的专业技能，立志成为对社会发展有贡献的专业技术人才。

2. 能够描述误差的来源与分类、准确度与精密度的表示方法、有效数字的修约规则和运算规则，能够正确判断误差的类型，获得提高准确度的能力，进行有效数字的修约和运算的能力。

3. 建立标准溶液的配制和标定方法、化学中溶液的平衡，能够思考滴定分析的原理，获得利用滴定法进行定量分析的能力。

4. 能够实施溶液中各种化学平衡处理的方法，描述溶液中化学物质的整体分布，分析水溶液中 $[H^+]$ 的计算目的，开展酸碱缓冲溶液的配制与缓冲容量和 pH 值的计算方法，描述指示剂的变色原理与变色区间，正确选择指示剂，掌握滴定曲线与化学计量点的计算方法，分析滴定可行性的判断，终点误差的计算，通过处理化学平衡的学习，获得计算溶液中各种组分的能力，利用酸碱滴定法定量分析酸碱组分含量的能力，以及缓冲溶液配制的能力。

【课程内容】

1. 分析化学的任务和作用,分析方法的分类, 分析化学的发展趋势, 分析化学与其他学科的关系及分析化学的应用。

2. 准确度与精密度, 误差与偏差, 系统误差与随机误差, 提高准确度的基本方法, 掌握有效数字的修约规则和运算规则。

3. 分析学中的溶液平衡, 滴定分析法简介, 标准溶液的配制和标定, 标准溶液浓度的表示方法, 滴定分析结果的计算与分析的应用。

4. 酸碱水溶液中各型体的分布, 酸碱溶液中氢离子浓度的计算, 酸碱缓冲溶液, 酸碱指示剂, 终点误差的计算, 强酸(碱)和一元弱酸(碱)的滴定, 多元酸碱的滴定, 酸碱滴定的应用。

【重点、难点】

重点: 1.分布分数; 2.滴定曲线的计算; 3.指示剂的选择。

难点: 1.滴定条件的控制与混合物的选择滴定; 2.终点误差的计算; 3.滴定分析结果的计算。

【教学方法】

1. 课堂讲授法: 通过多媒体 PPT 辅助教学, 使学生掌握分析化学基本原理, 树立“量”的概念、明确分析化学在生产、科学研究和教学工作的任务、作用, 使学生建立正确的分析化学学习方法。通过讲解误差及其产生的原因, 准确度与精密度的关系, 有效数字及其运算规则, 引导学生得出提高分析结果准确度的方法。通过讲解分析化学中的溶液平衡、滴定分析法和过程和方法特点、标准溶液的配制和浓度的标定, 引导学生建立滴定分析法的总体分析思路。通过讲解酸碱溶液中氢离子浓度的计算, 酸碱指示剂, 酸碱滴定过程分析, 终点误差计算, 引导学生理解酸碱滴定的原理和应用。

2. 问题讨论法: 提出“结合课后习题 18, 总结酸碱溶液中 H^+ 浓度的计算?” 这一问题, 引导学生结合讲授内容进行讨论。在酸碱滴定应用中讲解课本例题, 与学生一起分析酸碱滴定在解决实际问题中的应用。

3. 自主学习法: 引导学生查阅酸碱滴定分析在各个学科领域的应用, 使得学生能够学会查阅文献, 积极主动的了解酸碱滴定分析法的热点、难点问题, 建立学习兴趣, 树立科技强国的信念。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课, 深刻理解滴定分析法的发展趋势。通过阅读文献和学习慕课, 搜集酸碱滴定分析法在解决实际问题中的最新进展。

【复习与思考】

1. 简述分析化学的定义、任务和作用。
2. 何为准确度和精密度，两者有什么关系？
3. 滴定分析法的特点和对滴定反应的要求。
4. 酸碱滴定法的应用。

【学习资源】

分析化学网上课堂 <https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>。

模块二、络合滴定法

【学习目标】

1. 能够描述 EDTA 特点、络合滴定曲线的绘制以及应用，认识 EDTA 滴定法的基本原理及应用。
2. 熟悉络合滴定中的各种副反应及条件形成常数意义及公式的应用，认识副反应对配位滴定的影响和配位效应系数的含义；能够准确绘制出 EDTA 滴定曲线，同时描述金属指示剂的变色点确定，同时应用金属离子能被准确滴定的条件。
3. 分析提高络合滴定选择性的各种方法，描述金属指示剂的作用原理及选择指示剂的因素；熟悉 EDTA 滴定方式和如何提高络合滴定的选择性，能够实际分析各种方法的应用。

【课程内容】

1. 络合滴定法概述；乙二胺四乙酸的性质及其络合物配位特点；
2. 络合滴定中的副反应及条件形成常数；金属指示剂的性质和作用原理；络合滴定指示剂的适用范围及选择；
3. EDTA 滴定法的原理；EDTA 滴定曲线的绘制；突跃范围；影响滴定突跃范围的主要因素；金属离子能被准确滴定的条件。单一离子络合滴定的酸度范围。
4. 分步滴定的可行性判据；提高络合滴定选择性的方法；络合滴定法的应用。

【重点、难点】

重点：EDTA 滴定法滴定原理；滴定剂 EDTA 及其螯合物的性质、副反应系数 α 及条件平衡常数；络合滴定法的应用。

难点：计算条件平衡常数，终点误差的计算；副反应系数的意义和计算；混合金属离子滴定的酸度控制。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过前面讲解的酸碱滴定法，主要用来测定酸碱的含量，如果我们要测定金属的含量，怎么来测定从而引出本章的络合滴定法。通过介绍络合物的概念引出有机络合剂 EDTA 的配位特点及优势，从而指

络合滴定主要选择的配位剂是 EDTA。进一步配位滴定所产生的副反应对配位滴定的影响，引出配位副反应效应系数以及含义；进一步研究 EDTA 滴定曲线的绘制以及突跃范围和影响滴定突跃的主要因素，引出络合滴定指示剂的选择。如果体系是混合组分的话，那么怎么通过络合滴定进行金属离子含量的测定，从而引出分步滴定的可行性判据，最后进一步讨论配位滴定的应用。

2. 问题讨论法：提出“金属指示剂和酸碱指示剂作用原理有什么不同？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“直接滴定法的条件是什么？”这一问题，引导学生结合前面讲过的内容进行回顾和讨论。

3. 实验项目学习法：以相关的络合滴定分析实验项目为例，针对具体的被测试样，进行学习，对实验结果的计算重点讲解以突破难点。

【学习要求】

1. 了解络合滴定法的特点及测定组分。
2. 掌握准确滴定的关键是控制溶液的酸度，了解其应用。

【复习与思考】

课后思考题 P249:1、2、6、8、10 题

【学习资源】

分析化学网上课堂 <https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>。

模块三、氧化还原滴定法

【学习目标】

1. 分析影响氧化还原反应速率的主要因素，建立条件电位的计算方法；
2. 熟悉氧化还原滴定曲线的绘制和影响滴定突跃范围大小的因素，认识滴定可行性的判断，熟悉氧化还原指示剂的作用原理及选择指示剂的因素，描述氧化还原反应的预处理反应及试剂；
3. 建立几种常见的氧化还原滴定法，能够应用氧化还原的原理，获得利用氧化滴定法定量分析的能力，应用氧化还原滴定法，解决污水中还原性有机物的问题，培养学生实事求是的科学精神，树立水体保护意识、生命至上的健康观念。

【课程内容】

1. 氧化还原滴定法概述；氧化还原平衡的学习，包括氧化还原电对的分类条件电极电势的概念及通过能斯特方程计算电势方法，影响条件电势的因素分析；条件平衡常数的学习，氧化还原反应进行的程度判断。氧化还原反应速率的探讨，影响氧化还原反应速率的因素，催化对反应速率的影响，催化作用和诱导作用。

2. 氧化还原滴定曲线的学习，氧化还原滴定的滴定分数，通过可逆氧化还原体系滴定曲线的计算进行滴定曲线的绘制，学习突跃范围的计算；氧化还原滴定指示剂的性质和作用原理；氧化还原滴定指示剂的适用范围及选择，氧化还原滴定前的预处理方法。

3. 常用的几种氧化还原滴定方法，其中主要是高锰酸钾法、重铬酸钾法，碘量法（直接和间接），其他方法。氧化还原滴定结果的计算。

【重点、难点】

重点：1. 滴定曲线的计算，指示剂的选择；2. 滴定可行性的判断；3. 滴定条件的控制与混合物的选择滴定。

难点：1. 条件电位的计算；2. 氧化还原指示剂变色原理；3. 反应平衡常数与滴定分析结果的计算。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过前面讲解的酸碱滴定法用来测定酸碱的含量，络合滴定法主要用来测定金属离子的含量，我们怎么来测定无机物和有机物，从而引出本章的氧化还原滴定法。通过回顾氧化还原反应及氧化还原平衡的知识点，提出条件电势的概念，进一步引出影响条件电势的因素，条件平衡常数的学习，以及氧化还原反应进行程度的判断，以及反应速率等问题的探讨；进一步类比学习氧化还原滴定曲线的绘制以及突跃范围和影响滴定突跃的主要因素，引出氧化还原滴定指示剂的选择。讲解氧化还原滴定的预处理，指出氧化还原滴定法的局限性，并一一介绍几种常用的氧化还原滴定法。

2. 问题学习法：提出“高锰酸钾法和重铬酸钾法作用原理以及适用情况有什么不同？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“氧化还原滴定指示剂与酸碱指示剂、金属指示剂的不同点有哪些？”这一问题，引导学生结合前面讲过的内容进行回顾和讨论。

3. 实验项目学习法：以相关的氧化还原滴定分析实验项目为例，针对具体的被测试样，进行学习，对实验结果的计算重点讲解以突破难点。

【学习要求】

1. 分析氧化的滴定中的副反应和条件形成常数；
2. 描述氧化还原滴定曲线及其影响因素；
3. 比较氧化还原滴定指示剂；
4. 掌握准确滴定的条件；
5. 掌握常用的氧化还原滴定方法。

【复习与思考】

课后思考题 P290:1、2、11、16、26 题

【学习资源】

分析化学网上课堂 <https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>。

模块四、沉淀滴定法及重量分析法

【学习目标】

1. 描述莫尔法和佛尔哈德法确定计量点的原理和条件；熟悉沉淀滴定法所需标准溶液的配制和应用；建立滴定条件的控制及滴定分析结果计算的方法；通过学习常用的沉淀滴定法，能够利用沉淀滴定法进行定量分析，培养独立思考、分析问题、解决问题的能力。

2. 认识沉淀形成的过程；描述 Von Weimarn 公式并了解其应用；认识共沉淀、后沉淀及其对分析结果的影响；分析沉淀条件的选择；沉淀重量分析法的步骤；选择沉淀滴定法对沉淀反应的要求；描述有机沉淀剂的分类特点及应用，通过界定沉淀重量分析法的应用范围，获得利用重量法定量分析的能力，应用沉淀滴定法的使用。

3. 通过重量法的系统学习，培养规则意识、约束观念，并以社会主义核心价值观来进行价值定位；掌握沉淀的原理与方法，增强理论结合实际能力。

【课程内容】

1. 莫尔法和佛尔哈德法确定计量点的原理和条件；沉淀滴定法所需标准溶液的配制和应用；滴定条件的控制与混合物的选择滴定的方法；滴定分析结果计算的方法。

2. 重量分析法概述，沉淀的溶解度及其影响因素；沉淀的类型与沉淀的形成机制；影响沉淀纯度的因素，共沉淀、后沉淀，以及提高沉淀纯度的方法；沉淀条件的选择，晶形沉淀及无定形沉淀的条件；

3. 沉淀重量分析法的应用；沉淀滴定法，莫尔法、佛儿哈德法、法扬司法等方法的原理，滴定条件，应用范围，指示剂。

【重点、难点】

重点：1.莫尔法和佛尔哈德法确定计量点的原理和条件；2.沉淀的形成过程；3.沉淀条件的选择及称量形沉淀的获得。沉淀滴定法。

难点：1.滴定条件的控制与混合物的选择滴定的方法；2.Von Weimarn 公式及应用；3.共沉淀、后沉淀及其对分析结果的影响。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：首先通过讲授法介绍沉淀滴定法的基本原理，然后分别讲解莫尔法、佛尔哈德法和法扬司法确定计量点的原理和条件；分析沉淀滴定法所需标准溶液的配制和应用；探讨滴定条件的控制与混合物的选择滴定的方法

及滴定分析结果计算的方法。引导学生了解几种不同类型的重量分析方法，引出沉淀法，介绍沉淀溶解度基本知识及影响因素，分析沉淀类型与沉淀的形成机理，进一步引导学生探讨影响沉淀纯度的因素，引出提高沉淀纯度的方法，以及学习沉淀条件的选择。

2. 问题学习法：设问，前面所学几种滴定方法都有对应的化学反应，那么同学们思考一下，除了前面几种反应，还有哪些反应可以用于滴定分析？设问，前面所学滴定法是属于容量分析法，现在学习的沉淀法是属于重量分析法，二者的优缺点是什么？设问，能否在分析中将容量分析法和重量分析法结合？引出沉淀滴定法，进一步展开沉淀滴定法的学习。

【学习要求】

1. 掌握沉淀滴定法的原理和使用；
2. 了解沉淀的形成和条件的选择；
3. 影响沉淀的因素。

【复习与思考】

1. 简述影响沉淀的因素；
2. 晶型沉淀和非晶型沉淀的异同点；
3. 几种不同沉淀滴定法的适用条件。

【学习资源】

分析化学网上课堂 <https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>。

模块五、吸光光度法

【学习目标】

1. 认识分光光度法的基本原理；描述可见分光光度法用于定量分析的基本定律—朗伯比耳定律。明确此法适用于微量分析。
2. 熟悉比色分析和分光光度法的应用的实例。建立有关的简单计算。熟悉吸光光度法仪器原理和分光光度法的分析方法。

【课程内容】

1. 光度分析法的特点，物质对光的选择性吸收，光吸收的基本定律。
2. 分光光度法及其仪器，显色反应与显色条件的选择。
3. 分光光度仪器测量误差及其消除，分光光度法的应用。

【重点、难点】

重点：吸光光度法的基本原理及特点，朗伯-比尔定律建立的前提条件，偏离朗伯-比尔定律的原因；分光光度计的构造及使用；光度测量误差及条件的选择；吸光光度法的应用。

难点：偏离朗伯-比尔定律的原因；光度测量误差及条件的选择。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：首先介绍一种微量分析法的新型方法，引出分光光度法，介绍分光光度法的基本知识、基本原理，引出光的基本性质，物质对光的选择性吸收，引导学生了解吸收曲线的绘制及意义，进一步引导学生探讨进行定量分析的依据，引出朗伯-比尔定律；进一步讲授分光光度法具体的实验方法引出吸光光度计的构成以及测量条件的选择。

2. 问题学习法：提出分析化学在食品安全中的重要性，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解分光光度法在食品分析中的研究热点、难点问题，提高学习分析化学的兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 学会用吸光光度法解决生产生活中的实际问题。

【复习与思考】

课后习题 P360:6 题

【学习资源】

分析化学网上课堂 <https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/204207573>。

五、实践教学安排

独立设置《分析化学实验》课程。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标 1 (40%)	化学四大滴定分析方法的基本概念和基本原理：约占40%。 化学四大滴定分析方法的实际分析应用能力：约占30%。 化学四大滴定分析方法解决问题的综合能力：约占30%。	平时作业、随堂测验、期末考试

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标2 (30%)	四大滴定分析方法条件的选择及控制；实验数据的正确记录和处理，测定结果的计算和表示等基础知识：约占50%。 通过不同分析方法解决问题的综合能力：约占50%。	学风养成、期末考试
课程目标3 (30%)	分光光度法的基本概念、基本原理：约占70% 分光光度法在实际生活中的应用以及解决实际问题的能力：约占30%。	课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%)。

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认证。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动时较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动，但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标1、2	作业完成情况	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。

序号	课程目标	评价项目	评分标准					
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59	
			优	良	中	及格	不及格	
			的分析。					
4	课程目标1	章节测试	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学下册	华中师范大学等	高等教育出版社	2021.12	否	无

九、主要参考书目

1. 《分析化学》（上）第五版，武汉大学化学系编，高等教育出版社，2007年12月。
2. 《分析化学》潘祖亭，黄朝表主编。
3. 《分析化学例题与习题》武汉大学化学系分析化学教研室编。

十、课程学习建议

本课程每模块的文献阅读不少于2篇，有案例教学法的章节阅读文献内容与之要相关，通过阅读文献加强自主学习的能力。每模块的基础知识点要形成思维导图，便于记忆和复习。另外学习通预习及习题练习。

<https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>。



环境科学与工程专业

《仪器分析》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023 年 8 月

《仪器分析》课程大纲

一、课程信息

课程名称	仪器分析 Instrumental Analysis		
课程编码	230910805B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学, 分析化学	修读学期	四
课程类别	专业核心课	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	康锦	审核人	李利红

二、课程简介

仪器分析是测定物质的化学组成、状态、结构和进行科学研究与质量检控的重要手段。仪器分析法在自然科学领域的研究和应用中占有极其重要的地位,是自然科学工作必须掌握的关键手段。开设“仪器分析”课,是其它学科取得化学信息的研究手段,在许多领域发挥着重要的作用,是实现高校培养目标的必经环节。通过本课程的教学,应使学生对仪器分析这一领域有较全面的了解,基本掌握仪器分析的各类方法。要求学生对这些方法的基本原理、仪器设备及其基本结构、方法特点及应用能较深入的理解和掌握,初步具备根据分析对象选择合适的分析方法及理解相应问题的能力。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 能够对各种仪器分析方法的基本原理、仪器设备及其基本结构、方法特点有全面的理解和掌握,初步掌握仪器分析的基本思维方法及本质规律,具备一定的专业基础和专业理论,能针对分析要求选择合适的仪器分析方法,进行分析方法条件优化,能应用各种仪器分析方法分析实际样品。【毕

业要求 1.2】

课程目标 2：以各种仪器的基本原理的提出过程以及解决办法为出发点，培养学生的发散思维、创新能力及自主学习的良好习惯，开阔学生解决问题的方法及思路，激发学生对的热爱。【毕业要求 2.1】

课程目标 3：通过课堂练习、课堂提问以及课后技能训练培养学生综合能力，为今后从事环保事业奠定扎实的基础。【毕业要求 3.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能够将化学类基础知识，用于推演、分析环境工程领域的复杂工程问题。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能够应用数学、物理、化学和工程科学的基本原理，识别和判断水污染控制、大气污染控制和固体废弃物处理处置等环境工程领域的复杂问题及其关键影响因素。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防控需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、原子光谱法 1. 仪器分析简介及定量分析方法评价指标、电磁辐射与电磁波谱、物质与电磁辐射的相互作用 2. 原子发射光谱法的基本原理、原子发射光谱仪器、原子发射光谱定性和定量分析 3. 原子吸收光谱法基本原理、原子吸收光谱仪器、原子吸收光谱法的干扰及抑制、原子吸收光谱定量分析	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题讨论法 实验项目学习法	10
模块二、分子光谱法 1. 荧光分析法概述，发光的基本原理，荧光激发光谱和发射光谱的关系，荧光量子产率，影响荧光发射的因素，荧光光谱仪的结构，各部件的基本知识点，	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、自主学习法、合	10

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
<p>荧光分析的应用；磷光分析的基本原理，磷光光谱仪的构造，磷光分析的应用；化学发光的基本原理，化学发光分析仪的构造，化学发光分析的应用。</p> <p>2. 紫外-可见吸收光谱法的概述，有机化合物的紫外-可见吸收光谱，电子跃迁类型，溶剂对吸收光谱的影响，紫外-可见分光光度计的构造，各部件的基本知识点，紫外-可见吸收光谱法的应用。</p> <p>3. 红外吸收光谱法和拉曼光谱法概述、基本原理，分子产生红外吸收的条件，红外光谱与拉曼光谱的关系，红外光谱仪的结构，各部件的基本知识点，红外基团振动及影响基团频率的因素，红外光谱分析及应用。</p>		作教学法	
<p>模块三、核磁共振波谱法和质谱分析法</p> <p>1. 核磁共振基本原理，原子核的磁性，核自旋能级和核磁共振；核磁共振波谱主要参数，化学位移的概念及影响化学位移的因素，耦合常数J的概念，峰面积与质子数目的关系；核磁共振波谱仪的类型及构造，核磁共振试样的制备，核磁共振波谱法的应用，解析化合物结构的一般步骤，以氢核磁共振谱为例。</p> <p>2. 质谱分析法的基本原理，质谱仪器的构造，各种类型离子源的优缺点，各种质量分析器的优缺点；质谱图和主要离子峰，质谱分析法的应用，相对分子量的测定，化学式的确定，结构式的确定，质谱定量分析，质谱联用技术。</p>	<p>课程目标</p> <p>1、2、3</p>	<p>课堂讲授</p> <p>法、自主学习法、合作教学法</p>	6
<p>模块四、电分析化学</p> <p>1. 电分析化学的分类和方法特点、原电池和电解池、电极电位、电极的种类、电极溶液界面性质、电化学</p>	<p>课程目标</p> <p>1、2、3</p>	<p>课堂讲授</p> <p>法、问题讨论法、自主</p>	12

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
电池中的电极系统、电分析化学新进展。 2. 电位分析法的基本原理、电位分析法的分类和特点、离子选择性电极（膜电极）、pH 的测定、离子选择性电极的性能参数、直接电位分析法、电位滴定法。 3. 电解的基本原理、电解分析方法及其应用、库仑分析法。 4. 极谱分析法的基本原理、极谱定量分析、极谱波的种类及极谱波的方程式、极谱分析法的发展及特点、循环伏安法、溶出伏安法、方波极谱法、脉冲极谱法		学习法、合作教学法	
模块五、色谱法 1. 色谱基本概念、色谱理论基础、色谱定性定量分析 2. 气相色谱法概述、气相色谱固定相、气相色谱检测器、气相色谱实验技术 3. 液相色谱的原理、影响柱效的因素；高效液相色谱仪的四大系统；高效液相色谱的类型；色谱分离方式的选择及液相色谱最新进展。	课程目标 1、2、3	课堂讲授法 问题学习法 自主学习法	10
合计			48

(二) 课程内容

模块一、原子光谱法

【学习目标】

1. 掌握电磁辐射和电磁波谱的概念及性质；了解物质与电磁辐射相互作用所产生的各种光谱；掌握原子发射光谱分析的基本原理，谱线强度的表达式、影响因素；熟悉原子发射光谱仪器主要部件；了解发射光谱的定性、半定量、定量分析的常用方法及工作条件的选择；掌握 ICP 光源的特点和应用。

2. 掌握原子吸收光谱法的基本原理，谱线宽度变宽的因素；掌握原子吸收光谱仪器构造及主要部件，空心阴极灯及常用的原子化器。

3.掌握原子吸收光谱法的干扰及抑制方法，包括物理干扰及抑制、化学干扰及抑制、电离干扰及抑制电离干扰、光谱干扰及抑制。

4.熟练掌握原子吸收的两种定量分析方法：标准曲线法和标准加入法。

【课程内容】

1. 电磁辐射和电磁波谱的概念及性质；物质与电磁辐射相互作用所产生的各种光谱；原子发射光谱的产生；原子能级与能级图；谱线强度；谱线强度表达式；影响谱线强度的因素；原子发射光谱仪器；激发光源：电弧、电火花、ICP光源；原子发射光谱定性和半定量分析法。

2. 原子吸收光谱法定义及发展史；原子吸收光谱法的产生；原子吸收谱线的轮廓；谱线变宽的因素；

3. 原子吸收光谱仪器：锐线光源、原子化系统；常用的原子化器：火焰原子化器、非火焰原子化器和低温原子化法分光系统；原子吸收分光光度计的类型。

4. 原子吸收光谱法物理干扰及抑制；化学干扰及抑制；电离干扰及抑制；光谱干扰及抑制；背景干扰及抑制。

5. 原子吸收光谱定量分析方法：标准曲线法、标准加入法；灵敏度和检出限；测定条件的选择。

【重点、难点】

1.重点：共振线与吸收线，影响谱线变宽的因素，测定条件的选择；原子吸收光谱法的干扰及其抑制法；积分吸收，灵敏度，检测限。

2.难点：共振线与吸收线，影响谱线变宽的因素，测定条件的选择；原子吸收光谱法的干扰及其抑制法；积分吸收，灵敏度，检测限。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：首先介绍仪器分析方法在科学研究中的作用以及发展趋势，引出定量分析的评价指标及含义。介绍仪器分析最常用的分析方法即光学分析法，引出电磁辐射及电磁波谱的概念，引导学生思考电磁辐射与物质之间的相互作用，引出光学分析法的分类，即原子吸收、原子发射、分子吸收、分子发射。由于原子发射原理比较简单，首先介绍最古老的光谱法——原子发射光谱法，主要讲解原子发射光谱法的原理以及半定量分析的应用；由于原子发射光谱法对于光源温度要求比较高而且定量分析结果准确度比较低，引导学生联想能否在不是很高的温度下进行原子定量分析的测定，从而引出了原子吸收光谱法，原子吸收光谱要进行定量分析则要求色散仪有很高的分辨率，目前技术达不到，引出另外一种定量分析方法——峰值吸收法，进一步讲解峰值吸收法代替积分吸收法的必备条件；根据原理进一步讲解原子吸收光谱仪的构造及部件；引导学生分子在原子化过程中会产生一些副产物从而影响光谱继而影响定量分析的准确度，引出下

一个问题光谱干扰及抑制方法，最后讨论原子吸收光谱的定量分析方法。

2. 问题讨论法：提出“原子发射光谱法光源有哪些作用？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“原子吸收光谱法为什么光源不需要很高的温度？”这一问题，引导学生结合前面原子发射光谱法的讲解进行回顾和讨论。

3. 实验项目学习法：以相关原子吸收实验项目为例，针对具体的被测试样，进行学习，对实验结果的计算重点讲解以突破难点。

【学习要求】

- 1.了解原子发射光谱法的光源特点。
- 2.掌握原子吸收光谱法的原理、光源、原子化器以及定量分析法的应用。
- 3.掌握原子吸收谱线干扰及抑制方法。

【复习与思考】

课后习题 P68:5,6,9 题。

【学习资源】

<https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>

模块二、分子光谱法

【学习目标】

1. 掌握分子发光分析法的基本原理，了解荧光光谱的类型及影响因素，掌握荧光光谱仪、磷光光谱仪的基本结构、各仪器元件的基本知识点，能够应用化学发光分析法测定待测物质含量。

2. 掌握紫外-可见吸收光谱法的基本原理、了解紫外分光光度计的构造原理、基本部件及各部件的基本知识点，能够应用紫外可见吸收光谱分析法对待测物质进行定性和定量分析。

3. 掌握红外吸收光谱法和拉曼光谱法的基本原理、了解红外光谱和拉曼光谱的关系，了解红外光谱仪的构造原理、基本部件及各部件的基本知识点，掌握红外吸收法试样的制备，掌握基团振动及影响基团频率的因素，掌握红外光谱和拉曼光谱的分析方法。

【课程内容】

1. 荧光分析法概述，发光的基本原理，荧光激发光谱和发射光谱的关系，荧光量子产率，影响荧光发射的因素，荧光光谱仪的结构，各部件的基本知识点，荧光分析的应用；磷光分析的基本原理，磷光光谱仪的构造，磷光分析的应用；化学发光的基本原理，化学发光分析仪的构造，化学发光分析的应用。

2. 紫外-可见吸收光谱法的概述，有机化合物的紫外-可见吸收光谱，电子跃迁类型，溶剂对吸收光谱的影响，紫外-可见分光光度计的构造，各部件的基本知识点，紫外-可见吸收光谱法的应用。

3. 红外吸收光谱法和拉曼光谱法概述、基本原理，分子产生红外吸收的条

件，红外光谱与拉曼光谱的关系，红外光谱仪的结构，各部件的基本知识点，红外基团振动及影响基团频率的因素，红外光谱分析及应用。

【重点、难点】

重点：

- 1.有机化合物电子跃迁类型及其影响因素以及生色团的共轭作用。
- 2.红外光谱产生的原理、能产生红外吸收的条件；红外吸收光谱仪的组成、吸收池、检测器；制样方法。
- 3.荧光发光机理；物质分子荧光、磷光的辨析；积分吸收，灵敏度，检测限。

难点：

- 1.有机化合物电子跃迁类型及其影响因素以及生色团的共轭作用。
2. 红外光谱产生的原理、能产生红外吸收的条件；红外吸收光谱仪的组成、吸收池、检测器。
- 3.荧光发光机理，物质分子荧光、磷光的辨析。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：借助多媒体教室通过 PPT 为学生讲解分子发光分析法的概念、分子发光的种类，引导学生理解分子荧光的发光机制，贾布伦斯基能级图、激发态分子去激发的途径，荧光的激发光谱和发射光谱，荧光量子产率；通过探讨影响荧光发射的因素引出荧光定量分析的基础。通过学习荧光光谱仪的构造，对比分光光度计与荧光光谱仪的区别，分别讲解各部件的原理及作用。介绍荧光分析的应用。讲解磷光分析法的概念、基本原理，引导学生对比学习磷光与荧光的发光机制区别，贾布伦斯基能级图、磷光的种类。通过学习磷光光谱仪的构造，对比磷光光谱仪与荧光光谱仪的区别，介绍磷光分析的应用。讲解化学发光分析法的概念、基本原理，化学发光的种类。学习化学发光分析仪的构造，介绍化学发光分析的应用。讲解紫外-可见吸收光谱法的概述，引导学生思考分子产生紫外吸收的机理，分别介绍几种不同电子跃迁类型，重点讲解能产生 200 nm 以上紫外-可见吸收的电子跃迁类型。引出生色团、助色团的术语，探讨溶剂对吸收光谱的影响。通过学习紫外-可见分光光度计的构造，对比分光光度计与荧光光谱仪的区别，分别讲解各部件的原理及作用。介绍紫外-可见吸收光谱分析的应用。讲解红外光谱法和拉曼光谱法的概述，引导学生学习红外吸收和拉曼散射的基本原理，产生红外的条件，红外与拉曼的关系。通过学习红外光谱仪的构造，对比分光光度计与红外光谱仪的区别，分别讲解各部件的原理及作用。学习红外吸收法试样的制备，红外光谱的分析方法，介绍红外光谱分析的应用。

2. 问题讨论法: 在荧光分析法部分, 通过设问引导学生理解斯托克斯位移。在磷光分析法中, 提问学生在什么情况下会发磷光, 如何判断物质所发出的光是荧光还是磷光? 紫外-可见吸收光谱法的学习中, 提问分子的最大紫外-可见吸收强度受溶剂极性的影响? 在红外光谱法中, 提问学生红外光谱的作用?

3. 自主学习法: 引入分子光谱分析法, 引导学生学会查阅资料和文献, 积极主动的理解分子光谱分析法在有机化合物的定性、定量及结构解析方面的应用。引导学生学会查阅资料和文献, 积极主动的了解荧光分析法在测定物质含量中的应用, 建立学习兴趣。引入红外光谱法, 引导学生学会查阅资料和文献, 积极主动的学习如何分析红外光谱图, 建立学习兴趣。

4. 合作教学法: 在课前安排提前查阅资料进行预习, 让学生自己总结各种电分析法的特点及应用并通过查阅文献给出具体应用实例, 学生以 10 人小组为单位交流讨论, 建立学生良好的团队合作精神, 用两周时间准备教案、PPT, 并进行汇报、展示, 汇报结束后进行小组自评、互评和代课教师评价, 写出评语, 资料留存

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课, 搜集分子光谱分析法应用实例的最新进展。
3. 通过仪器分析实验加深对分子光谱分析法的原理和特点的理解, 并理解其最适的应用范围。

【复习与思考】

1. 每章课后习题。

【学习资源】

1. <https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>

模块三、核磁共振波谱法和质谱法

【学习目标】

1. 掌握核磁共振波谱法的概念、核磁共振基本原理, 了解核磁共振波谱的主要参数;
2. 掌握核磁共振波谱仪的构造原理和试样的制备, 了解核磁共振波谱法的应用。
3. 掌握质谱分析法的概念、质谱分析法的基本原理;
4. 掌握质谱仪器的构造, 不同离子源的特点及适用情况, 不同质量分析器的优缺点; 掌握质谱图与主要离子峰, 质谱分析法的应用。

【课程内容】

1. 核磁共振基本原理, 原子核的磁性, 核自旋能级和核磁共振; 核磁共振波谱主要参数, 化学位移的概念及影响化学位移的因素, 耦合常数 J 的概念,

峰面积与质子数目的关系；核磁共振波谱仪的类型及构造，核磁共振试样的制备，核磁共振波谱法的应用，解析化合物结构的一般步骤，以氢核磁共振谱为例。

2. 质谱分析法的基本原理，质谱仪器的构造，各种类型离子源的优缺点，各种质量分析器的优缺点；质谱图和主要离子峰，质谱分析法的应用，相对分子量的测定，化学式的确定，结构式的确定，质谱定量分析，质谱联用技术。

【重点、难点】

1.重点：核磁共振波谱主要参数化学位移和耦合常数的概念及影响因素。质谱分析的基本原理，各种离子源的优缺点，质量分析器的优缺点，质谱图和主要离子峰。

2.难点：自旋耦合和裂分的一般规律。掌握各种离子源的优缺点，主要离子峰的分析。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：借助多媒体教室通过 PPT 为学生讲解核磁共振波谱法的概念、核磁共振基本原理，引导学生理解核自旋能级核磁共振、饱和与弛豫。重点讲解核磁共振波谱主要参数，包括化学位移，自旋耦合常数，信号强度和弛豫时间等，引导学生探讨影响化学位移的因素，耦合常数的规律，峰面积与质子数目的关系。讲解核磁共振波谱仪的类型及构造，试样的制备。讲解核磁共振波谱法的应用，解析化合物结构的一般步骤，以氢核磁谱图为例。借助多媒体教室通过 PPT 为学生讲解质谱分析法的概念、质谱分析的基本原理，引导学生理解质荷比。重点讲解质谱仪器，离子源和质量分析器的种类及其优缺点，引导学生学习质谱图和质谱表，质谱中的主要离子峰，学会如何获取有用信息。讲解质谱分析法的应用，相对分子量的测定，化学式的确定，结构式的确定，质谱定量分析，介绍质谱联用技术。

2. 问题学习法：以习题为例，给出化合物的质谱数据，引导学生确定该化合物的化学式，从而让学生掌握质谱分析法的使用。

3. 自主学习法：引入核磁共振波谱法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的理解核磁共振波谱法在解析各种有机化合物中的应用，建立学习兴趣。

【学习要求】

1.理解与掌握学习目标中的知识。

2.通过阅读文献和学习慕课，搜集核磁共振波谱法和质谱分析法应用实例的最新进展。

【复习与思考】

课后习题。

【学习资源】

1. <https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>

模块四、电分析化学

【学习目标】

1.掌握电化学分析法的概念、电极的种类以及原电池和电解池，了解电极电位和液接电位的计算方法、极化和过电位，能够了解电分析化学新进展，前言发展方向，使学生树立努力学习、科技强国的信念

2.掌握电位分析法的基本原理，掌握离子选择电极的基本结构、各类电极的响应机理，能够应用电位法测定待测物质含量，尤其是 pH 操作定义，能够了解电位滴定法的方法原理和特点、能够应用该方法确定滴定终点并选择合适的指示电极。

3.掌握电解分析的基本原理、能够判断电解时离子的析出次序及完全程度，掌握库仑分析法的基本原理、法拉第定律、能够了解控制电位库仑分析法和库仑滴定法的原理、装置及特点和应用。

4.掌握极谱法的基本原理、极谱波的形成及极谱过程的特殊性，能够应用极谱定量分析被测物质的含量、了解影响扩散电流的主要因素、干扰电流及其消除方法，理解极谱波的种类及极谱波方程式、了解极谱分析法的发展、特点及其存在的问题，理解循环伏安法、溶出伏安法、方波极谱法、脉冲极谱法的原理、特点及其应用范围。

【课程内容】

1. 电分析化学的分类和方法特点、原电池和电解池、电极电位、电极的种类、电极溶液界面性质、电化学电池中的电极系统、电分析化学新进展。

2. 电位分析法的基本原理、电位分析法的分类和特点、离子选择性电极(膜电极)、pH 的测定、离子选择性电极的性能参数、直接电位分析法、电位滴定法。

3. 电解的基本原理、电解分析方法及其应用、库仑分析法。

4. 极谱分析法的基本原理、极谱定量分析、极谱波的种类及极谱波的方程式、极谱分析法的发展及特点、循环伏安法、溶出伏安法、方波极谱法、脉冲极谱法

【重点、难点】

1.重点：离子选择电极的基本结构、各类电极的响应机理，电位法测定待测物质含量，尤其是 pH 操作定义。

2.难点：电解分析中能够判断电解时离子的析出次序及完全程度、极谱分析法的特点及应用。

【教学方法】

1.课堂讲授法：借助多媒体教室通过 PPT 为学生讲解电化学分析法的概念、电极的种类以及原电池和电解池，引导学生理解电极电位和液接电位的计算方法、极化和过电位，通过讲解实例使学生能够了解电分析化学新进展，前言发展方向；通过展示各种离子选择性电极，使学生能够直观理解离子选择电极的基本结构、各类电极的响应机理，得出电位法测定待测物质含量的公式，尤其是 pH 操作定义公式，结合分析化学上册滴定分析法，通过讲解电位滴定法的方法原理和特点、使学生能够应用该方法确定滴定终点并选择合适的指示电极；通过讲解电解分析的基本原理、使学生能够判断电解时离子的析出次序及完全程度，通过讲解库仑分析法的基本原理、法拉第定律、使学生了解控制电位库仑分析法和库仑滴定法的原理、装置及特点和应用；通过讲解掌握极谱法的基本原理、极谱波的形成及极谱过程的特殊性，使学生能够应用极谱定量分析被测物质的含量，对比讲解循环伏安法、溶出伏安法、方波极谱法、脉冲极谱法的原理、特点及其应用范围。

2.问题讨论法：在 pH 操作定义部分，讲解课后习题 13，引导学生利用公式解决实际问题。在电解分析法中讲解课本例题，与学生一起分析电解时离子的析出次序及完全程度。在极谱法和伏安法中，提出“循环伏安法、溶出伏安法、方波极谱法、脉冲极谱法的在原理、特点及其应用方面的相同点和不同点”，使学生通过对比各种方法能够更好的掌握极谱法和伏安法。

3.自主学习法：引入电位分析法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的理解电位分析法在测定各种金属阳离子、阴离子、气体分子等物质的应用，尤其是测定 pH 方面的应用，建立学习兴趣。引入电解和库仑分析法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的了解电解和库仑分析法在测定物质含量中的应用，建立学习兴趣。引入极谱法和伏安法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的了解极谱法和伏安法在各个领域中的研究热点、难点问题，建立学习兴趣。

4.合作教学法：在课前安排提前查阅资料进行预习，让学生自己总结各种电分析法的特点及应用并通过查阅文献给出具体应用实例，学生以 10 人小组为单位交流讨论，建立学生良好的团队合作精神，用两周时间准备教案、PPT，并进行汇报、展示，汇报结束后进行小组自评、互评和代课教师评价，写出评语，资料留存

【学习要求】

- 1.理解与掌握学习目标中的知识。
- 2.通过阅读文献和学习慕课，搜集电分析法应用实例的最新进展。
- 3.通过仪器分析实验加深对电分析法的原理和特点的理解，并理解其适合

的应用范围。

【复习与思考】

1. 每章节课后习题。
2. 考宁 015 玻璃对氢离子具有选择性的原因？
3. 考宁 015 玻璃制成的 pH 玻璃电极产生碱差和酸差的原因？
4. 库仑滴定法和普通的容量滴定法的主要区别是什么？
5. 应用库仑分析法进行定量分析的关键问题是什么？
6. 循环伏安法、溶出伏安法、方波极谱法、脉冲极谱法的在原理、特点及其应用方面的相同点和不同点？

【学习资源】

1. <https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>
2. 电分析化学在生命科学中的应用, 2005, 14 (1): 2106-2107.
3. 电分析化学在重金属离子检测中的运用综述,
<https://max.book118.com/html/2020/1217/7043064035003032.shtm>

模块五、色谱法

【学习目标】

1. 掌握色谱基本概念；色谱分离过程；色谱常用术语。
2. 了解色谱理论塔板理论和速率理论——范第姆特方程式。
3. 掌握色谱定性定量分析：掌握定量分析方法-峰面积测量方法。
4. 了解气相色谱分离原理及流程；气相色谱固定相；掌握气相色谱检测器的主要性能指标；热导检测器的结构应用和工作原理以及氢火焰离子化检测器（FID）的应用范围。
5. 了解液相色谱分离原理及影响柱效的因素；掌握高效液相色谱的高压输液系统、进样系统、分离系统、检测系统；了解高效液相色谱的类型。

【课程内容】

1. 色谱法基本原理及分类；色谱法的流出曲线和有关术语；色谱分离的基本理论（塔板理论）。
2. 气相色谱仪器的流路、各组成部分的详细结构和工作原理；在色谱实验条件优化中灵活应用 Van Deemter 方程；保留指数以及各种定量方法；气相色谱固定相及分离条件的选择。
3. 气相色谱分析方法及应用；气相色谱法的流程和气相色谱仪；气相色谱法操作条件的选择（如载体、固定相、温度等的选择）。
4. 液相色谱的原理、影响柱效的因素；高效液相色谱仪的四大系统；高效液相色谱的类型；色谱分离方式的选择及液相色谱最新进展。

【重点、难点】

1.重点：色谱法的分类，气—固色谱的分离原理；塔板理论，速率理论，总分离效能指标；定量分析方法；高效液相色谱仪的四大系统。

2.难点：塔板理论，速率理论，总分离效能指标；固定相及其选择；色谱分离方式的选择。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲解色谱法的应用，引出仪器分析第四模块色谱法，先讲解色谱法的基本术语，让学生了解色谱法的流出曲线表示的含义，进一步讲解色谱分离的基本理论，引出塔板理论，让学生明白塔板理论可以解释色谱流出曲线呈正态分布，从而引出概念理论塔板数和有效理论塔板数，但是塔板理论无法指出影响柱效的因素及提高柱效的途径，引出速率理论，引导学生怎么填充柱子效果更好，进一步引出分离度的概念及分离度与柱效的关系，进一步讲解色谱定性定量分析的理论依据；最后讲解气相色谱分离原理及流程和气相色谱检测器的类型及应用范围。通过讲解液相色谱的原理及仪器的四大系统，引导学生如何选择合适的色谱分离方式。

2.问题学习法：提出色谱法在食品安全中的重要性，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解色谱法在食品分析中的研究热点、难点问题，提高学习分析化学的兴趣。

3.自主学习法：引入气相色谱法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的理解色谱分析法在测定各种低沸点物质方面的应用，建立学习兴趣。引入高效液相色谱法，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的了解高效液相色谱法在测定物质含量中的应用，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 掌握色谱基本概念；色谱常用术语；流出曲线含义。
2. 掌握气相色谱仪的构造以及气相色谱检测器的应用。
3. 掌握液相色谱仪的构造以及其应用。

【复习与思考】

1. 简述塔板理论和速率理论的原理。
2. 简述气相色谱和液相色谱在原理和应用方面的区别？

【学习资源】

<https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>。

五、实践教学安排

独立设置《分析化学实验》课程，具体内容见实验课程的大纲。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式中的包括课堂表现、平时作业和课堂反思。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	不同仪器分析方法的基本概念和基本原理：约占20%。 不同仪器分析方法的实际分析应用能力：约占10%。 通过不同仪器分析方法解决问题的综合能力：约占10%。	平时作业、章节测试、期末考试
课程目标 2 (30%)	不同分析仪器的构造和原理：约占 15%。 通过不同仪器分析方法解决问题的综合能力：约占15%。	平时作业、期末考试
课程目标 3 (30%)	光学分析法的基本概念、基本原理：约占 10% 光学分析法在实际生活中的应用以及解决实际问题的能力：约占20%。	课堂反思、课堂表现、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（30%）+ 期末考核成绩（70%）。

过程性考核成绩 = 学风养成(20%)+ 课堂表现(30%)+ 平时作业(30%)
+ 随堂测验（20%）。

（二）评分标准

1.过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认证。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
2	课程目标3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动时较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动，但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标1、2	作业完成情况	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
4	课程目标1	章节测试	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学下册	华中师范大学等	高等教育出版社	2021.12	否	无

九、主要参考书目

[1]武汉大学化学系.《分析化学》(下)第五版.北京:高等教育出版社,2007.12。

[2]刘密斯.《仪器分析》(第二版).北京:清华大学出版社,2002.8。

[3]胡育筑.《分析化学》(下)第四版.北京:科学出版社,2015.6。

十、课程学习建议

学习通预习及习题练习

<https://mooc1.chaoxing.com/course/218842355.html>。



环境科学与工程专业

《工程制图基础》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023 年 8 月

《工程制图基础》课程大纲

一、课程信息

课程名称	工程制图基础 Fundamental of Engineering Drawing		
课程编码	230910806B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无	修读学期	四
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	必修
课程学分	2.0	考核方式	考试
课程学时	学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	牛宪军	审核人	李利红

二、课程简介

本课程是环境科学与工程专业必修的专业基础课程，是一门研究绘制和阅读工程图样的基本原理和基本方法的课程，理论严谨，实践性强，与工程实践有密切联系，对掌握科学思维方法，增强工程和创新意识有重要作用。通过本课程的学习可具备以下知识和能力：

1. 熟悉有关的国家制图标准，正确使用绘图仪器和工具，掌握熟练的绘图技巧。
2. 掌握投影法的基本理论及应用，掌握组合体的视图画法、读图方法及尺寸注法，能够绘制和看懂较简单的零件图和装配图，具备初步处理工程图的能力。
3. 培养空间想象和形体表达能力，培养工程意识和贯彻、执行国家标准的意识。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：具备图解空间几何问题的初步能力，掌握常用的绘图仪器及

工具的使用方法和投影法的基本原理及应用，学会绘制与阅读简单立体和组合体的视图。【毕业要求 5.2】

课程目标 2：树立起工程意识和贯彻、执行国家标准的意识，养成认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。培养学生的空间思维能力和创新能力，学会机件的不同表达方法，比较标准件和常用件的绘制与阅读。【毕业要求 1.3】

课程目标 3：通过投影法的基本理论及应用的学习，具备零件图、装配图及简单工程图的识读、绘制及方案选择的能力，为将来从事各类与工程设计相关工作应具备的创新能力打下较强的基础。【毕业要求 3.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析
课程目标 2	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 较好地掌握水、气、固和物理性污染控制工程等专业知识的基本概念、原理和方法，用于污染治理工艺设计、控制与改进方案的比较和综合。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防治需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、制图的基本知识	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	4
模块二、投影法原理及三视图	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	15
模块三、机件的表达方法	课程目标 1, 2	讲授法、讨论法	4
模块四、零件图与装配图	课程目标 1, 2, 3	讲授法、讨论法	9
合计			32

（二）课程内容

模块一、制图的基本知识

【学习目标】

1. 学会国家标准有关制图方面的基本规定及常用绘图工具的使用。
2. 形成分析与绘制平面图形的能力，能够熟练绘制简单的几何作图以及圆

弧连接。

3. 建立严谨认真的学习习惯，培养工程意识和贯彻、执行国家标准的意识。

【课程内容】

1. 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定
2. 尺规制图工具及其使用
3. 几何作图
4. 平面图形的画法及尺寸标注

【重点、难点】

1. 重点：工程制图国家标准的有关基本规定。
2. 难点：图线的理解与应用，平面图形的分析和尺寸标注。

【教学方法】

1. 课程导入：通过提问引导学生思考，设计者是如何向制造者描述他们所设计的产品？图样是机械工程界的通用技术语言。举例生活中常见的建筑、设备等，进而强调为了便于技术管理、方便技术交流，国家颁布了一系列“制图”标准。引出制图国家标准的基本规定。

2. 知识点讲授

课堂讲授法为主，结合实例及 ppt 讲解国家标准的基本规定及作图方法等，进行提问，组织学生讨论发言。

案例分析法：举例“西汉时期的棱台插图”和“《营造法式》中古建筑插图”，分析学习我们祖先在制图方面的发展与应用。

讲练结合法：课堂实践练习“平面图形的尺寸标注”和“线段的等分”，通过讲解和练习的结合，帮助学生在作图实践中加深对知识的理解和记忆，巩固所学内容。

3. 总结

【学习要求】

学生具有一定几何基础知识，准备好作图工具。上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 线段的等分与圆内接正多边形的画法。
2. 四心圆弧法画椭圆。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲.
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲.

模块二、投影法原理及三视图

【学习目标】

1. 认识三视图的形成原理及三视图一般的投影规律。
2. 结合具体实例，体会点、直线和平面的投影规律，能绘制平面立体（棱柱体、棱锥体）、曲面立体（圆柱体、圆锥体）和简单组合体的投影及立体表面取点取线。
3. 会用相关几何定理和投影规律进行直线上点及平面上直线、点及平面与回转体的截交线的作图，知道直线与平面相交交点及平面与平面相交交线的求法，可见性的判断和立体表面相贯线的画法。
4. 培养观察生活、体验生活，从生活中发现规律、总结经验的能力。

【课程内容】

1. 投影法的基本知识
2. 点、直线和平面的投影
3. 几何元素的相对位置
4. 平面立体和曲面立体的投影
5. 截切体的投影
6. 组合体的画法、尺寸标注以及组合体的看图方法

【重点、难点】

1. 重点：投影原理和三视图之间的关系，重影点的判断，直线上点的作图方法，平面上直线、点的作图方法，基本体的投影及立体表面取点取线，截交线的作法，两曲面立体表面相贯线的作法，运用形体分析法进行组合的画图与读图。

2. 难点：三视图之间的关系，平面上点的作图方法，平面与平面相交交线的求法及可见性的判断，立体截交线及相贯线的求法，形体分析法和线面分析法的应用，组合体三视图的绘制。

【教学方法】

1. 课程导入：回顾模块一、内容；开展学生“从不同方向观察物体”的活动过程，理论联系实际，从而引出本课程所要学习的知识。

2. 知识点讲授

课堂讲授法：教师结合动画及 PPT 深入浅出的分析讲解投影法的基本概念，三视图的形成及对应关系等相关知识内容。

问题讨论法：结合生活和生产实践中经常接触到各种形状的物体，通过提问，引导学生分析这些物体由哪些基本形状构成？引入基本立体的概念。

案例分析法：组合体的学习中，通过阀门的图片展示和分析，指出通常我们生产生活中常见的零件都是由基本体进行截切、叠加组合得到的，和学生一

起讨论分析这些零件又是由哪些基本体进行何种截切和组合得到的。

讲练结合法：随着知识点的讲授，及时穿插课堂实践练习题目“已知点 B 的投影，且知点 A 在点 B 的右侧 10mm、前面 6mm、上方 12mm，求 A 点的投影。”，“已知线段 AB 的投影图，试求将 AB 分成 1:2 两段分点 C 的投影。”，“已知圆柱表面的曲线 AE 的 V 面投影直线 $a'e'$ ，求其另外两投影。”等。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 总结点、直线和平面的投影规律。
2. 在 $\triangle ABC$ 内取一点 M ，并使其到 H 面 V 面的距离均为 15 mm。
3. 求不同截切圆柱的水平投影和侧面投影。
4. 组合体的分析方法，组合体画法、尺寸标注以及组合体的看图方法。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲。
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲。

模块三、机件的表达方法

【学习目标】

1. 识别机件的基本视图、向视图、局部视图与斜视图概念。
2. 掌握剖视图与断面图的概念、画法、标注与种类。
3. 绘制工程图样时，会灵活使用局部放大图和简化画法。
4. 知道第三投影法概念。

【课程内容】

1. 视图
2. 剖视图
3. 断面图
4. 机件的其他表达方法（局部放大、简化画法）
5. 第三角投影法简介

【重点、难点】

1. 重点：基本视图的绘制，剖视图与断面图的画法及标注一般规定。
2. 难点：剖视图与断面图的绘制，视图的选择和配置恰当。

【教学方法】

1. 课程导入：展示两个零件，引导学生思考，是否每个零件的表达方法都

是三视图，除此之外，机件常用的表达方法还有哪些？学生观察零件，思考教师提出的问题。

2. 知识点讲授

采用启发式和讨论式相结合的教学方法，激发学生的求知欲和学习兴趣。借助多媒体立体图和动画演示能生动直观的将实体的三维模型展现给学生，弥补学生空间想象能力差的不足，培养学生的空间想象能力和空间分析能力。

讲练结合法：随着知识点的讲授，及时穿插课堂实践练习题目“补画剖视图中所缺的轮廓线及剖面线”，“将主视图改画成全剖视图”等。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

基本视图、向视图、局部视图与斜视图概念，剖视图与断面图的概念、画法、标注与种类。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲.
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲.

模块四、零件图与装配图

【学习目标】

1. 能够描述螺纹的种类、用途和要素，比较不同螺纹的标注及画法，熟悉螺纹紧固件的标记及规定画法，认识键、销、轴承和齿轮的规定画法。

2 认识零件的工艺结构，掌握零件图的作用和内容，判断零件的视图选择，能正确选择零件的视图并进行合适的表达，会正确标注零件图的尺寸。

2. 掌握表面粗糙度的标注方法，熟悉极限与配合的术语，能识别尺寸公差代号和进行标注，掌握正确的读零件图和装配图的方法和步骤。

4. 培养学生的自学能力及举一反三的能力。

【课程内容】

1. 螺纹及其规定画法与标注
2. 螺纹紧固件及其标记与画法
3. 键、销、滚动轴承及圆柱齿轮的规定画法
4. 零件图的内容
5. 零件的工艺结构
6. 零件图的视图选择

7. 零件图的尺寸标注
8. 零件图的技术要求
9. 读零件图
10. 装配图的内容、作用及画法
11. 装配图的尺寸标注
12. 读装配图

【重点、难点】

1. 重点：螺纹要素，内外螺纹的标注及画法，螺纹紧固件装配图的画法，直齿圆柱齿轮的画法，键和销的规定画法，零件图的作用与内容，表面粗糙度的含义，极限与配合，装配图的作用与内容及表达方法。

2. 难点：直齿圆柱齿轮的画法，键和销的规定画法，零件图的表达方案选择，表面粗糙度的标注方法，公差与配合在图样上的标注，装配图的表达方法，绘制和阅读装配图。

【教学方法】

1. 课程导入：展示一个齿轮零件，提问，这个零件如果用投影的原理进行绘图是否容易？进而指出，对于标准件和常用件我们一般用规定的画法来进行绘制，而不是按照投影的原理绘图，那标准件和常用件到底如何绘制呢？

2. 知识点讲授

讲授法为主，采用启发式和讨论式相结合的教学方法，激发学生的求知欲和学习兴趣。

演示法：借助多媒体立体图和动画演示将“螺钉连接、络酸连接和双头螺柱连接”的视频展现给学生，弥补学生空间想象能力差的不足，培养学生的空间想象能力和空间分析能力。

讲练结合法：相应知识点讲解后，及时穿插课堂实践练习题目“指出下面的螺纹画法错误的地方”，“读齿轮零件图，回答相应问题”，“阅读法兰盘内套轴，按图回答问题”等。

3. 总结

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 内、外螺纹的规定画法。
2. 螺纹的标注。
3. 读零件图，回答问题。

【学习资源】

1. 大学慕课，工程制图. 南昌大学，李小兵等主讲.
2. 大学慕课，工程制图与计算机绘图. 西安电子科技大学，杜淑幸等主讲.

五、实践教学安排

通过增加课堂作图练习提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业和随堂测验。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1	投影法的基本概念和原理：10% 三视图的形成及应用：30%	课堂表现、平时作业、期末考试。
课程目标 2	制图的基本知识：15% 机件表达方法、标准件绘制：25%	学风养成、随堂测验、平时作业、期末考试。
课程目标 3	零件图和装配图的识读与绘制：20%	平时作业、期末考试。

七、成绩评定

(一) 评定方式

1. 总成绩评定

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)。

2. 过程性考核成绩评定

过程性考核成绩 = 课堂表现 (30%) + 平时作业 (30%) + 随堂测验 (20%) + 学风养成 (20%)。

(1) 课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力。

(2) 平时作业：学生平时作业提交次数及完成质量。

(3) 随堂测验：学生对课堂知识点的理解程度和应用能力。

(4) 学风养成：学生的学习态度和自律性、到课率和迟到、早退情况等。

3. 期末考核成绩评定

期末考试采取闭卷考试的形式，占总成绩的 70%。

(二) 评分标准

1.过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
2	课程目标 1/2/3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
3	课程目标 2	随堂测验	规定时间内独立按时完成, 准确性高。	规定时间内独立按时完成, 准确性较高。	规定时间内独立完成题目或绘图步骤, 准确性较高。	规定时间内完成大部分题目或步骤, 准确性一般。	题目完成度较低, 准确性较差。
4	课程目标 2	学风养成	主动学习, 积极参与, 按时完成任务, 不缺勤、不迟到早退, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	缺勤较多, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
工程制图基础	王迎, 栾英艳	机械工业出版社	2022年6月	否	

九、主要参考书目

- [1] 万勇, 夏俊芳, 吴保群. 工程制图基础 (第三版). 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [2] 杨裕根. 现代工程图学 (第3版). 北京: 北京邮电大学出版社, 2010.
- [3] 杨惠英. 机械制图 (第2版). 北京: 清华大学出版社, 2010.

十、课程学习建议

首先，学习本门课程要多看、多想、多比划，尽快建立空间概念；其次，课程是从点、到线、到面、再到体，一环扣一环，逐步深入，因此，每一节课、每一章节内容都应该很好地掌握，否则后续章节就无法学习；再者，就是要勤做练习、快做练习，课堂和课后如果不及时完成练习和作业，将会大大降低学习效率。

另外，利用好网络课程和资源。



环境科学与工程专业

《电工电子学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《电工电子学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	电工电子学 Electrical and Electronic Engineering		
课程编码	230910807B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	高等数学、大学物理	修读学期	五
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	黄鑫	审核人	李利红

二、课程简介

《电工电子学》是高等学校本科非电类专业的一门电子电气基础课程。目前，电工电子技术应用十分广泛，发展迅速，并且日益渗透到其他学科领域，在我国社会主义现代化建设中具有重要的作用。本课程的作用与任务是：使同学们通过本课程的学习，获得电工电子技术必要的基本理论、基本知识和基本技能，了解和使用实际工作和生活中常见的电工、电子设备；了解电工电子技术应用和我国电工电子事业发展的概况，为今后学习和从事与本专业有关的工程技术工作和科学研究工作打下一定的基础。本课程的主要学习内容包括直流电路、单相正弦交流电路、三相交流电路、磁路及变压器、三相异步电动机及其控制、安全用电、晶体二极管和整流电路、晶体三极管和放大电路、数字电路基础、基本数字部件等专业必需知识。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习电工电子学理论，会运用电工电子学的原理来分析电路的基本组成；通过学习电工电子学的计算方法，进行简单电工电子电路的电流、电压和功率等参数的计算。通过学习主要半导体电子元件的结构、工作原理和应用特点，对此类元件进行功能分析和参数计算，进而为由此类元件构成的电路的分析、应用打下基础，拓宽知识背景。【毕业要求 1.1】

课程目标 2：能对一般的工业设备的电工电子系统进行阅读、分析，具备

能够按说明书进行调试和基本维修的初步能力。【毕业要求 2.2】

课程目标 3：能够根据材料加工等专业要求，对所需的电工电子设备进行初步的计算和设计，提出合理方案，据此选用合适元件或设备。【毕业要求 5.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.1 掌握高等数学、线性代数等基础知识，能够用于表述复杂环境问题的基本科学原理和方法。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能够针对水、气、固、或土壤等污染问题，提出至少一种以上解决方案，或可通过文献调研找到替代方案。
课程目标 3	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、直流电路	课程目标 1、2	课堂讲授、案例教学、 课堂讨论	4
模块二、单相正弦交流电路	课程目标 1、2	课堂讲授、案例教学、 课堂讨论	4
模块三、三相交流电路	课程目标 1、2	课堂讲授、课堂讨论	4
模块四、磁路及变压器	课程目标 1、2、3	课堂讲授、案例教学、 课堂讨论	4
模块五、三相异步电动机及其控制	课程目标 1、2、3	课堂讲授、案例教学、 课堂讨论	4
模块六、安全用电	课程目标 1、2、3	课堂讲授、课堂讨论	1
模块七、晶体二极管和整流电路	课程目标 1、2	课堂讲授、案例教学、 课堂讨论	4
模块八、晶体三极管和放大电路	课程目标 1、2、3	课堂讲授、案例教学、 课堂讨论	4
模块九、数字电路基础和基本数字部件	课程目标 1、2、3	课堂讲授、案例教学、 自主学习	3
合计			32

(二) 课程内容

模块一、直流电路

【学习目标】

1. 了解电路的基本概念、电路的作用、组成和工作状态；
2. 掌握欧姆定律、基尔霍夫定律（KCL、KVL）；掌握电路中电位的概念及计算；
3. 掌握线性电阻电路的基本分析方法，包括支路电流法、叠加原理、戴维宁定理。

【课程内容】

1. 电路的基本概念；
2. 欧姆定律；
3. 基尔霍夫定律；电路中电位的概念及计算；
4. 电阻串并联连接的等效变换；
5. 支路电流法；叠加原理；戴维宁定理。

【重点、难点】

1. 重点：基尔霍夫定律（KCL、KVL）；线性电阻电路的基本分析方法。
2. 难点：戴维宁定理的应用。

【教学方法】

1. 讲授法

利用多媒体课件、视频动画、仿真软件等多媒体资源辅助教学。通过动态展示电路结构、电流流向、电位变化等过程，帮助学生直观理解电路现象和原理。讲解电路基本概念、欧姆定律、基尔霍夫定律等基础理论的应用实例。

2. 讨论法

将学生分成小组，每组分配一个特定的电路分析任务，如使用支路电流法、叠加原理或戴维宁定理分析复杂电路。或设计一系列与课程内容紧密相关的电路问题，如“如何测量电路中某点的电位？”、“如何使用戴维宁定理简化电路分析？”等。小组成员需共同讨论解决方案，分工合作完成任务。鼓励学生发表自己的观点和想法，培养学生的合作精神、问题解决能力和创新思维，加深对电路分析方法的掌握和应用。教师对学生的讨论进行点评和总结，强调重点知识和方法。

3. 互动问答法

在教学过程中设置互动问答环节，鼓励学生积极提问和回答问题。教师根据学生的提问和回答情况，及时给予反馈和指导，帮助学生解决疑惑和巩固知

识。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用，学会分析相关问题。

【复习与思考】

1. 复习电路基本概念和欧姆定律；
2. 复习基尔霍夫定律；
3. 复习支路电流法；叠加原理；戴维宁定理；
4. 重点思考电路变换。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第5版）》相关部分内容及习题。

模块二、单相正弦交流电路

【学习目标】

1. 理解正弦量及正弦电路的基本概念；
2. 掌握交流电路物理量基本计算；
3. 掌握相量法和相量图分析计算单相正弦交流电路。

【课程内容】

1. 正弦量及正弦电路的基本概念；
2. 单相正弦交流电路中的电压、电流及功率的关系与分析计算；
3. 应用相量法和相量图分析计算单相正弦交流电路。

【重点、难点】

1. 重点：正弦交流电的相量表示法、一般正弦交流电路的分析计算方法、有功功率和功率因数的概念及计算。
2. 难点：相量图分析正弦交流电路；无功功率的概念

【教学方法】

1. 讲授法

引入阶段：以日常生活中的交流电应用实例（如家庭照明、电风扇等）为引子，简要介绍正弦交流电的重要性和普遍性，激发学生的学习兴趣。

概念讲解：清晰、系统地讲解正弦量及正弦电路的基本概念，包括正弦波形的特点、周期、频率、相位、幅值等基本概念，以及它们在电路中的表现形式。

公式推导：逐步推导单相正弦交流电路中电压、电流、阻抗、功率等基本物理量的计算公式，确保学生理解每个公式的来源和应用场景。

例题演示：通过典型例题，演示如何应用公式进行具体计算，帮助学生掌握计算方法。

目的：为学生打下坚实的理论基础，确保他们对正弦交流电路的基本概念和计算方法有全面而深入的理解。

2. 讨论法

分组讨论：将学生分成小组，每组分配一个与课程内容相关的讨论题目，如“有功功率与无功功率的区别与联系”、“相量法在电路分析中的应用优势”等。

引导讨论：教师作为引导者，鼓励学生积极参与讨论，提出自己的观点和疑问，促进思维碰撞。

总结汇报：各组选派代表向全班汇报讨论结果，教师进行点评和补充，确保讨论内容的全面性和准确性。

目的：通过讨论，加深学生对难点和重点的理解，培养他们的团队合作能力和批判性思维能力。

3. 案例分析法

案例选择：选取与课程内容紧密相关的工程案例，如家庭电路中的功率因数改善、工厂供电系统中的无功补偿等。

案例描述：详细介绍案例背景、问题、解决方案及效果，引导学生思考案例中涉及的知识点。

分析讨论：组织学生对案例进行深入分析，讨论案例中运用的理论知识、技术方法及其实际效果，鼓励学生提出改进意见。

目的：通过案例分析，使学生能够将理论知识与实际应用相结合，增强他们的实践能力和问题解决能力。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用，学会分析相关问题。

【复习与思考】

1. 复习正弦量及正弦电路基本概念；
2. 复习单相正弦交流电路基本物理量计算方法；
3. 重点思考单相正弦交流电路的相量法分析方法。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第5版）》相关部分内容及习题。

模块三、三相交流电路

【学习目标】

1. 理解负载的星形联接和三角形联接；
2. 掌握对称三相电路的电流电压及功率的计算；
3. 了解中性线的作用。

【课程内容】

1. 三相电源的概念；
2. 电源和负载星形、三角形联接的三相电路计算；
3. 三相正弦交流电路功率。

【重点、难点】

1. 重点：对称三相电路的电流电压及功率的计算；
2. 难点：对称三相电路的电流电压及功率的计算。

【教学方法】

1. 讲授法

通过 PPT 展示三相电源的结构示意图，结合口头讲解，使学生直观理解三相电源的概念；使用图表展示 Y-Y、Y- Δ 、 Δ -Y、 Δ - Δ 四种联接方式，并对比它们的电路结构和参数关系；例题演示，逐步引导学生理解并掌握三相电功率的计算过程。

2. 讨论法

分组讨论，每组负责一个主题。如星形联接与三角形联接的优缺点在电流分配、电压稳定性、线路损耗等方面的优缺点；结合具体案例（如三相电动机、变压器等），讨论三相电功率计算在实际工程中的应用。讨论结束后，各组派代表进行汇报，全班进行交流和讨论。

3. 案例分析法

选择包含星形联接和三角形联接的实际电路案例，如三相异步电动机的星形起动和三角形运行案例；选择具有典型性的三相电功率计算案例，如计算某三相电网的传输功率。分析案例的电路结构，明确电源和负载的联接方式；根据电路结构和参数，选择合适的计算方法，进行电流、电压和功率的计算；分析计算结果，讨论其在实际应用中的意义。

4. 互动问答法

课堂提问：在讲解过程中适时提出问题，如“星形联接下，线电压和相电压的关系是什么？”、“如何根据功率公式计算三相电功率？”等，引导学生思考并回答。针对学生在听讲或讨论过程中提出的问题解答，确保每位学生都能跟上课程进度。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用，学会分析相关问题。

【复习与思考】

1. 复习三相电源的概念；
2. 重点思考对称三相电路的电流电压及功率的计算。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、

潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第5版）》相关部分内容及习题。

模块四、磁路及变压器

【学习目标】

1. 了解磁路的基本物理量及磁性材料；
2. 理解铁心线圈中的电磁关系；
3. 掌握磁路及其基本定律。

【课程内容】

1. 磁路的基本物理量及磁性材料；
2. 磁路及其基本定律；
3. 铁心线圈中的电磁关系。

【重点、难点】

1. 重点：磁路及其基本定律；
2. 难点：磁化曲线的应用。

【教学方法】

1. 讲授法

用板书和多媒体等教学手段介绍磁学在日常生活和工业生产中的重要性，激发学生的学习兴趣和积极性。详细讲解磁通量、磁感应强度、磁场强度等磁路的基本物理量，结合公式和图表加深理解；分类介绍不同种类的磁性材料（如永磁材料、软磁材料、硬磁材料等），分析其特性和应用；重点讲授磁路欧姆定律、磁路基尔霍夫定律等基本定律，通过实例和推导过程帮助学生理解；结合电磁感应原理，讲解铁心线圈中的电磁关系，包括自感和互感现象。

2. 讨论法

围绕磁路的基本定律、磁化曲线的应用等难点问题，提出具有讨论价值的问题。各小组围绕问题进行讨论，教师适时引导，鼓励学生提出自己的观点和见解。每组选派代表汇报讨论结果，教师进行总结和点评。

3. 案例分析法

选择与课程内容紧密相关的实际案例，如电动机、发电机中的磁路设计、磁悬浮列车技术等。详细介绍案例的背景、原理和应用情况。引导学生运用所学知识对案例进行分析，讨论其中的磁路设计和电磁关系。总结案例分析的收获和体会，反思学习中的不足和改进方向。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用，学会分析相关问题。设计相关电路。

【复习与思考】

1. 复习磁路及其基本定律；
2. 重点思考磁化曲线的成因及应用。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第5版）》相关部分内容及习题。

模块五、三相异步电动机及其控制

【学习目标】

1. 了解异步电动机类型和基本框架结构；
2. 理解转子线圈与定子运动磁场之间的关系；
3. 掌握异步电动机工作和启停特性。

【课程内容】

1. 异步电动机类型和基本结构框架；
2. 异步电动机中磁场运动与交流电之间的关系；
3. 异步电动机的起动、工作、停止阶段的控制。

【重点、难点】

1. 重点：异步电动机中磁场运动与定子运动之间的异步关系；
2. 难点：异步电动机中定子磁场运动与交流电之间的关系。

【教学方法】

1. 讲授法

简述电动机在现代工业中的重要性和应用广泛性，引出三相异步电动机的学习意义。详细介绍三相异步电动机的分类（如鼠笼式、绕线式等），并展示其结构框架图，说明各部件的功能和作用。磁场运动与交流电关系：重点讲解交流电如何产生旋转磁场，以及这个旋转磁场如何与转子线圈产生相互作用，导致转子旋转。使用公式、图表和动画辅助说明。起动、工作、停止控制：介绍异步电动机的起动方法（如直接起动、降压起动等）、工作原理和停止过程，强调控制过程中的关键要素。

2. 讨论法

将学生分成小组，每组分配一个讨论主题，如“转子线圈如何跟随定子磁场旋转？”、“不同起动方法的优缺点比较”。小组成员根据分配的任务进行资料收集、讨论和整理观点。教师巡回指导，鼓励学生提出疑问和分享见解。每组选派代表汇报讨论结果，其他小组和教师进行点评和补充。

3. 案例分析法

选取一个典型的三相异步电动机应用案例，如工厂生产线上的电动机驱动系统。详细介绍案例的背景、电动机的选型、控制方案以及遇到的问题等。引导学生运用所学知识分析案例中的电动机工作原理、控制策略以及可能存在的问题和改进方案。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用，学会分析相关问题，设计相关电路。

【复习与思考】

1. 复习异步电动机中磁场运动与定子运动之间的异步关系；
2. 重点思考异步电动机中定子磁场运动与交流电之间的关系。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第5版）》相关部分内容及习题。

模块六、安全用电

【学习目标】

1. 了解供电基本回路的组成、工作原理；
2. 理解触电各种途径及安全用电方案。

【课程内容】

1. 工业、生活供电基本回路的组成、工作原理、特点；
2. 触电各种途径及安全用电方案。

【重点、难点】

1. 重点：供电基本回路的组成、工作原理、特点；
2. 难点：触电各种途径及安全用电方案。

【教学方法】

1. 讲授法

通过一段视频或动画展示日常生活中电力的应用，引出供电系统的重要性，激发学生兴趣。清晰阐述供电基本回路的概念，包括电源、负载、导线和开关等主要部分。使用图表和示意图展示不同类型供电回路的构成，如单相、三相供电系统。解释各部分的工作原理，如电流如何流动、电压如何分配等。强调供电系统的特点，如稳定性、可靠性及安全要求。归纳供电基本回路的关键点，帮助学生构建知识框架。

2. 讨论法

学生分成若干小组，每组分配一个触电途径的主题（如直接接触、跨步电压、感应电等）。各组利用课外时间搜集相关案例、数据和研究资料。在课堂上，各小组分享资料，讨论触电的具体途径、危害及可能的预防措施。

3. 案例分析法

选取几个典型的触电事故案例，通过视频、图文等形式展示给学生。针对每个案例，提出一系列问题，如事故原因、预防措施、应急救援等。学生分组或全班一起分析案例，讨论问题的解决方案。教师引导学生总结案例中的经验教训，强调安全用电的重要性。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用，学会分析相关问题。

【复习与思考】

1. 复习供电基本回路的组成、工作原理、特点；
2. 重点思考触电各种途径及安全用电方案。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第5版）》相关部分内容及习题。

模块七、晶体二极管和整流电路

【学习目标】

1. 了解半导体及 PN 结的基本结构、二极管的结构、制作方法；
2. 理解二极管的电学特性；
3. 掌握二极管特征电学性质在整流电路中的应用、整流电路的整流、滤波原理和典型元件应用。

【课程内容】

1. 半导体及 PN 结的基本结构；
2. PN 结构成的二极管的结构、制作方法、种类；
3. 二极管的电学特性；
4. 二极管特征电学性质在整流电路中的应用；
5. 整流电路的整流、滤波原理和典型元件应用。

【重点、难点】

1. 重点：二极管的电学特性；
2. 难点：二极管特征电学性质在整流电路中的应用。

【教学方法】

1. 为了有效地组织关于“晶体二极管和整流电路”的教学内容，以下是从讲授法、讨论法、案例分析法和互动问答法四个方面进行的教学设计建议：

1. 讲授法

简述半导体材料的重要性及其在电子学中的基础地位，引出 PN 结和二极管的概念。详细讲解半导体的特性、能带理论、PN 结的形成过程及其特性（如

单向导电性)。展示二极管的结构图,介绍常见的二极管类型(如普通二极管、稳压二极管、发光二极管等),简述制作方法(如扩散法、合金法等)。重点讲解二极管的伏安特性曲线、正向导通电压、反向击穿电压等关键参数,解释其工作原理。简述整流电路的作用,介绍半波整流、全波整流、桥式整流等基本概念,解释滤波电容的作用及滤波原理。

2. 案例分析法

选择具有代表性的整流电路应用案例,如电源电路中的整流模块、信号处理中的检波电路等。详细介绍案例的背景、应用场景、电路结构和工作原理,重点分析二极管在其中的作用及其电学性质的应用。引导学生思考案例中的关键问题,如如何提高整流效率、如何减少谐波干扰等,并探讨解决方案。

3. 互动问答法:在讲授过程中适时提出问题,引导学生思考并回答,如“PN结为何具有单向导电性?”、“二极管的正向导通电压与哪些因素有关?”等。布置与课程内容紧密相关的课后作业,鼓励学生独立思考和完成作业。同时设立答疑时间,解答学生在作业或学习过程中遇到的问题。通过课堂小测验检验学生对知识点的掌握情况,及时发现并纠正学生的错误理解。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用,学会分析相关问题。

【复习与思考】

1. 复习半导体及PN结的基本结构、二极管的电学特性;
2. 重点思考二极管特征电学性质在整流电路中的应用。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编,叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学(第5版)》相关部分内容及习题。

模块八、晶体三极管和放大电路

【学习目标】

1. 了解三极管的电学特性;
2. 理解三极管特征电学性质在功率放大电路中的应用;
3. 掌握功率放大电路的关键参数的确定。

【课程内容】

1. 半导体及双PN结的基本结构;
2. 双PN结构成的三极管的结构、制作方法、种类;
3. 三极管的电学特性;
4. 三极管特征电学性质在功率放大电路中的应用;
5. 功率放大电路的关键参数的确定。

【重点、难点】

1. 重点：三极管的结构和电学特性；
2. 难点：三极管特征电学性质在功率放大电路中的应用及功率放大电路关键参数的确定。

【教学方法】

1. 讲授法

简要介绍半导体技术的发展及其在电子器件中的重要性，引出三极管作为核心元件的地位。详细讲解半导体材料的基本性质，以及双 PN 结的形成和工作原理，为后续三极管的学习打下基础。介绍三极管（NPN 型和 PNP 型）的基本结构、制作方法以及不同类型的三极管（如小功率、大功率、高频管等）的特点和应用场景。通过图表和公式，详细讲解三极管的电流放大作用、输入输出特性曲线、工作区域（截止区、放大区、饱和区）等关键概念。

2. 讨论法

将学生分成若干小组，每组分配一个讨论主题，如“三极管在不同工作区域下的性能差异”、“A 类与 B 类功率放大电路的优缺点比较”等。每组选派代表汇报讨论结果，教师进行总结和点评，强调讨论中的亮点和需要注意的问题。

3. 案例分析法

选择与课程内容紧密相关的实际案例，如音频功率放大器、射频功率放大器等。详细介绍案例的背景、工作原理、关键部件（如三极管的选择、偏置电路的设计等）以及性能指标（如增益、失真、效率等）。引导学生讨论案例中的技术难点和解决方案，并思考如何将所学知识应用到其他类似的场景中。

【学习要求】掌握相关知识的工程案例和应用，学会分析相关问题，设计相关电路。

【复习与思考】

1. 复习三极管的结构和电学特性；
2. 重点思考三极管特征电学性质在功率放大电路中的应用及功率放大电路关键参数的确定。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第 5 版）》相关部分内容及习题。

模块九、数字电路基础

【学习目标】

1. 了解与门、或门、非门、与非门等几种常用的门电路的电路结构和逻辑功能；

2. 理解逻辑代数及逻辑函数的表示方法与简化；
3. 掌握几种基本触发器——RS, D, JK 触发器的逻辑功能。

【课程内容】

1. 与门、或门、非门、与非门等几种常用的门电路的电路结构和逻辑功能；
2. 逻辑代数及逻辑函数的表示方法与简化；
3. 几种基本触发器——RS, D, JK 触发器的逻辑功能。

【重点、难点】

1. 重点：各种门电路的逻辑功能及对应的逻辑符号；
2. 难点：逻辑函数的表示与简化。

【教学方法】

1. 讲授法

简要介绍数字电路在现代科技领域（如计算机、通信、自动控制等）的重要性，以及学习本章内容对于理解这些领域技术的基础性作用。明确本章的学习目标，包括了解几种常用的门电路、理解逻辑代数及逻辑函数的表示与简化、掌握基本触发器的逻辑功能等。

2. 讨论法

将学生分成若干小组，每组分配一个讨论主题，如“门电路在数字电路中的应用”、“逻辑函数的简化方法比较”、“触发器在时序电路中的作用”等。鼓励学生结合所学知识，充分发表自己的观点和见解，促进思维的碰撞和融合。各小组选派代表向全班汇报讨论结果，其他同学可以提问或补充，形成全班范围内的深入交流和探讨。

【复习与思考】

1. 复习与门、或门、非门、与非门等几种常用的门电路的电路结构和逻辑功能；
2. 复习逻辑代数及逻辑函数的表示方法与简化
3. 重点思考几种基本触发器——RS, D, JK 触发器的逻辑功能。

【学习资源】参考由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编《电工电子学（第5版）》相关部分内容及习题。

五、实践教学安排

本门课程无实践安排，可以通过设计相关电路的方式展示学生的实践运用能力。

1. 结合课程知识点，设计一系列课外实践项目。

(1) 实践项目内容：制作简易电路、编程控制 LED 灯、设计小型电子设

备等。项目难度应分层次设置，以满足不同水平学生的需求。

(2) 小组协作：学生可以自由组队，根据项目需求分配任务，共同完成项目设计、材料准备、组装调试等环节。通过团队协作，增强学生的沟通能力、组织协调能力及团队合作精神。

(3) 展示与反馈：组织项目展示会，各小组展示项目成果，并接受教师和其他同学的提问与点评。此环节旨在检验学生实践成果，同时促进经验分享与相互学习。

2. 课程学习成果展示与汇报。

(1) 多样化展示形式：除了传统的书面报告外，学生采用 PPT、短视频、实物演示等多种方式展示学习成果。特别是针对实验课、案例分析等内容，通过直观展示加深理解。

(2) 模拟应用场景：在成果展示中，尽可能模拟电工电子技术的实际应用场景，如设置虚拟电路故障排查、智能控制系统演示等环节，让学生在接近真实的情境中应用所学知识。

(3) 反馈与评估：对学生的展示内容、表达能力、创新思维等多方面进行评价。同时，学生进行相互评价，提出建设性意见，促进共同进步。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测验等。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1	基本概念和基本知识：25% 电路分析与设计方法：10% 职业素养与安全意识：5%	课堂测试、课堂表现、平时作业、期末考试、学风养成
课程目标 2	基本概念和基本知识：15% 电路分析与设计方法：10% 职业素养与安全意识：5%	课堂测试、课堂表现、平时作业、期末考试、学风养成
课程目标 3	基本概念和基本知识：5% 职业素养与安全意识：5%	课堂测试、课堂表现、平时作业、期末考试、学风养成

七、成绩评定

(一) 考核方式

1. 总成绩评定

总成绩 = 过程性考核成绩（30%） + 期末考核成绩（70%）。

2. 过程性考核成绩评定

过程性考核成绩 = 学风养成（20%） + 课堂表现（30%） + 平时作业（30%） + 随堂测验（20%）。

3. 期末成绩评定

详见期末试题评分标准。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成大部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整，独立完成或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
4	课程目标 1、2、3	随堂测验	积极主动地学习实践，能解答全部问题，能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答全部问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践，能解答部分问题，不能解决相关拓展问题。	积极学习实践，不能解答大部分问题，不能解决相关拓展问题。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
				问题。			

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
电工电子学	庞艳荣	中国质检出版社	2015年9月	否	/

九、主要参考书目

《电工电子学（第5版）》是由浙江大学电工电子基础教学中心电工学组编，叶挺秀、潘丽萍、张伯尧主编，高等教育出版社于2021年3月29日出版的面向21世纪课程教材、iCourse教材、“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材、高等学校电气名师大讲堂推荐教材。该书可作为高等学校非电类专业“电工学”课程的教材，也可供其他工科专业选用和社会读者参考。该书共10章，包括电工技术与电子技术两大部分，两者相互融合，电子技术部分增强了应用并包含了对一些新技术的介绍。

十、课程学习建议

电工电子学不仅是一门理论深厚的学科，更是现代科技进步不可或缺的驱动力。它深入探索电与磁的相互作用、电子器件的工作原理、电路的设计与分析以及信号与系统的基础理论，直接关联到电力传输、通信技术、自动化控制、计算机硬件等多个关键领域的发展。

对学生学习电工电子学课程的学习建议如下：

1. 每周学习时间：建议学生每周至少分配3-5小时的课外时间用于电工电子学课程的预习、学习与习题写作。即将面临考试时，可以适当增加学习时间，比如每天2-3小时，以确保知识的巩固和复习。

2. 周期性复习：每月至少进行一次全面复习，回顾本月学习的所有重要概念和知识点，巩固记忆，整理知识框架，查漏补缺。

3. 复习大学物理和数学知识基础：电工电子学课程与大学物理和数学知识紧密相连。因此，建议学生在学习过程中定期复习相关的物理概念和数学原理，如电磁学、电路理论、微积分等。这将为学生打下坚实的理论基础，有助于更好地理解和应用电工电子学中的复杂概念。

4. 建立学习小组：与同学组建学习小组，共同讨论学习中的问题和难点。通过小组讨论，加深对知识点的理解，提高学习效率。

5. 利用网络资源：利用互联网资源，如在线课程、学习网站、学术论坛等，获取更多的学习资料和信息。通过网络学习，可以更加灵活地学习电工电子学知识。

6. 定期复习和总结：定期复习已学知识，巩固记忆和理解。对学习过程中的经验和教训进行总结，不断完善学习方法。

通过遵循以上建议，可以更加有效地学习电工电子学，提高学习效果和兴趣。



环境科学与工程专业

《无机化学实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《无机化学实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	无机化学实验 Inorganic Chemistry Experiments		
课程编码	230910810B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学	修读学期	一
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.0
课程学时	39	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李阳	审核人	李利红

二、课程简介

无机化学实验作为化学实验的一个重要分支,是学习其他化学实验的基础。课程内容包括基本知识及基本操作技术介绍,以及基本技能训练、无机化合物制备、化学特征常数的测定等实验部分。基本任务是掌握基本操作技能,养成严谨求实的科学态度。通过实验可以获取无机化学基本理论、原理和物质变化的感性认识,进一步熟悉无机化学理论和元素及其化合物的重要性质,加深对化学基本原理和基础知识的理解和应用。为后续课程如分析化学、有机化学、物理化学等打下坚实的基础。有助于理解和掌握无机化学的基本概念和基本理论,还为未来的科学研究和工作实践提供了必要的技能和知识基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 具有运用无机化学实验技能解决问题的能力,可以运用本领域的先进实验理念,能够基于科学原理并采用科学方法对相关领域的科学问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过综合信息得到合理有效的结论。能正确独立完成实验合成、实验设计、有一定的创新意识能力。(毕业

要求 4.1)

课程目标 2: 具备无机化学实验基础知识, 能够规范化操作技能、准确观察现象、合理处理数据、正确描绘仪器装置简图, 具备如实撰写实验报告的严谨科学态度和良好实验习惯。(毕业要求 5.1)

课程目标 3: 在实验中采取小组合作的方式进行, 通过小组进行实验设计和结果分析讨论, 具备交流沟通、合作创新的能力(毕业要求 9.1)。

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4: 【研究】	4.1 经历科学研究相关的基础实验, 积累经验, 能够基于科学原理和环境专业基础知识, 用于调研和分析环境污染问题的防治措施。
课程目标 2	毕业要求 5: 【使用现代工具】	5.1 了解环境污染常用监测仪器和处理设备的使用原理和方法, 能够选择与使用恰当的监测仪器、信息资源、以及污染处理设备, 用于环境污染的防治, 并理解其局限性。
课程目标 3	毕业要求 9: 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中, 与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	安全教育, 仪器的认领、洗涤、干燥	3	演示	2	必做	课程目标 1
2	氯化钠的提纯	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
3	硫酸亚铁铵的制备	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
4	转化法制备硝酸钾	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
5	溶液的配制	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
6	酸碱滴定	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
7	摩尔气体常数的测定	3	验证	2	选做	课程目标 1、2、3
8	化学反应速率与活化能	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
9	醋酸解离度和解离常数的测定	6	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
10	水溶液中的解离平衡	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
11	氧化还原反应和氧化还原平衡	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
12	二氧化碳分子量的测定	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3

(二) 实验项目

1. 安全教育，仪器的认领、洗涤、干燥

【实验目的】

1. 明确无机化学实验室规则和要求。
2. 懂得无机化学实验安全规则和事故处理方法。
3. 知悉废液处理方法。
4. 认领无机化学实验常用仪器，熟悉其名称、规格、主要用途和正确使用方法。
5. 运用常用仪器的洗涤和干燥方法。

【实验原理】

无机化学实验常识。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：常用玻璃仪器、试管刷、铁架台

材料：去污粉、铬酸洗液

【内容提要】

无机化学实验是四大化学实验之一，是科学研究和生成实践不可缺少的环节。通过实验教学，不仅要传授化学知识，更重要的是培养学生的能力和素质，掌握基本的操作技能、试验技术，培养分析问题解决问题的能力，养成严谨的实事求是的科学态度，树立勇于开拓的创新精神。在进行无机化学实验前，学生需要先了解无机化学实验课的学习方法，熟悉实验室的学生守则和安全守则，掌握实验室一般性伤害的应急措施，了解实验室常用仪器及其使用方法，并会对其进行洗涤和干燥。

【实验安排】

教师介绍无机化学实验室规则、要求、安全守则及事故处理方法；讲解并演示常用仪器的洗涤和干燥方法；学生2人一组，认领无机化学实验常用仪器，动手按照洗净标准洗涤一件仪器。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

归纳总结实验安全规则、事故处理方法及常用仪器的洗涤和干燥方法；写出实验的体会与心得。实验报告完整，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，

思考题回答准确。

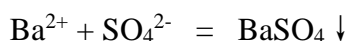
2. 氯化钠的提纯

【实验目的】

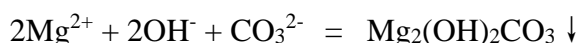
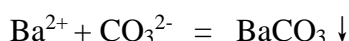
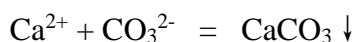
1. 阐明化学方法提纯 NaCl 的原理和方法。
2. 学习溶解、沉淀、常压过滤、减压过滤、蒸发浓缩、结晶和烘干等基本操作。
3. 学会运用 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等离子的定性鉴定。

【实验原理】

化学试剂 NaCl 都是以粗食盐为原料提纯的，粗食盐中含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 和 SO_4^{2-} 等可溶性杂质和泥沙等不溶性杂质。选择适当的试剂可使 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等离子生成难溶盐沉淀而除去，一般先在食盐溶液中加 BaCl_2 溶液，除去 SO_4^{2-} 离子：



然后再在溶液中加入 Na_2CO_3 溶液，除 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和过量的 Ba^{2+} ：



过量的 Na_2CO_3 溶液用 HCl 中和，粗食盐中的 K^+ 仍留在溶液中。由于 KCl 溶解度比 NaCl 大，而且粗食盐中含量少，所以在蒸发和浓缩食盐溶液时，NaCl 先结晶出来，而 KCl 仍留在溶液中。

【主要试剂及仪器设备】

1. 仪器：酒精灯，抽滤瓶，布氏漏斗，普通漏斗，烧杯，蒸发皿，台秤，滤纸，pH 试纸。
2. 试剂：NaCl(粗)， $\text{H}_2\text{SO}_4(3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})$ ， $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{饱和溶液})$ ， $\text{HCl}(6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})$ ， $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{饱和溶液})$ ， $\text{BaCl}_2(1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})$ ， $\text{BaCl}_2(0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})$ ， $\text{NaOH}(6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})$ ， $\text{HAc}(2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1})$ ，镁试剂(对硝基偶氮间苯二酚)。

【内容提要】

粗盐中含有较多杂质，从粗盐中提取试剂级氯化钠，首先需要利用加热溶解的方法，过滤除去不溶性杂质。之后加入化学试剂，使其中大量的硫酸根和钙镁离子形成沉淀后过滤，实现杂质的去除。最后使用浓缩结晶的方法，析出纯净的氯化钠，过滤洗涤除去可溶性杂质，实现氯化钠的提纯。

【实验安排】

教师讲解实验原理及注意事项；演示操作；学生 2 人一组，称取 15 克粗盐制备试剂级氯化钠。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验原理及实验方法；概况减压过滤的基本操作要点；详细记录实验数据及实验结果；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

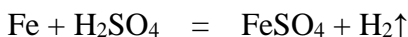
3. 硫酸亚铁铵的制备

【实验目的】

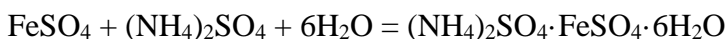
1. 根据有关原理及数据设计并制备复盐硫酸亚铁铵；
2. 练习水浴加热、溶解、过滤、蒸发、结晶等基本操作；
3. 运用目视比色法检验产品中杂质含量。

【实验原理】

铁屑易溶于稀硫酸，生成硫酸亚铁溶液：



然后在硫酸亚铁溶液中加入等物质的量的硫酸铵并使其全部溶解，经加热浓缩，冷却结晶，便析出浅蓝色的硫酸亚铁铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 复合晶体，该晶体商品名称为莫尔盐（摩尔盐），它能溶于水，但难溶于乙醇。



一般亚铁盐在空气中都易被氧化，但形成复盐后却比较稳定，不易被氧化，因此在定量分析中常用来配制亚铁离子的标准溶液。

在硫酸亚铁铵制备过程中，为了使 Fe^{2+} 不被氧化和水解，溶液需保持足够的酸度。

像所有的复盐一样，硫酸亚铁铵在水中的溶解度比组成它的任何组分 FeSO_4 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的溶解度都小。因此将含有 FeSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的溶液经蒸发浓缩、冷却结晶可得到摩尔盐晶体。

【主要试剂及仪器设备】

1. 仪器：抽滤瓶，布氏漏斗，锥形瓶（250 mL），蒸发皿，表面皿，量筒（50 mL），托盘天平，水浴锅，吸量管，比色管
2. 药品：铁屑， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (固)， $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (固)， H_2SO_4 溶液($3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，浓)， HCl 溶液($3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)， Na_2CO_3 (10%)。

【内容提要】

一、铁屑的净化

称取铁屑，使用 Na_2CO_3 溶液，加热除去铁屑表面的油污。用倾析法除去碱液，再用水把铁屑上碱液冲洗干净。

二、硫酸亚铁的制备

往盛着铁屑的锥形瓶内加入 H_2SO_4 ，控制温度，使铁屑与硫酸完全反应，趁热减压过滤，并计算溶液中所溶解的铁屑的质量，计算理论产量。

三、硫酸亚铁铵的制备

根据上面计算出来的硫酸亚铁的理论产量，按照 FeSO_4 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量之比为 1 : 1，称取固体硫酸铵，配制成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的饱和溶液。将此饱和溶液加到上述 FeSO_4 溶液的蒸发皿中，调节 pH，加热浓缩后冷却，得到硫酸亚铁铵晶体。用减压过滤法除去母液，观察晶体的颜色和形状，称量，计算产率。

四、产品的检验

配置铁(III)标准溶液，配置标准色阶的配制，取一定量制备的硫酸亚铁铵溶解后与标准溶液进行目视比色，确定产品级别。

【实验安排】

教师讲解实验原理及注意事项；学生 2 人一组用铁屑制备硫酸亚铁；进一步制备硫酸亚铁铵；目视比色法检验产品纯度。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验原理及实验方法；记录实验数据及比色分析结果；计算产率；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

4. 转化法制备硝酸钾

【实验目的】

1. 运用转化法合成硝酸钾晶。
2. 阐明重结晶法提纯物质的原理。
3. 练习物质的溶解、蒸发、浓缩、过滤、间接热浴和重结晶等基本操作。。

【实验原理】

转化法是制备无机盐类的常用方法，不溶性盐很容易制得，但是对可溶性盐则需要根据温度对盐类溶解度的不同影响来确定。

工业上常使用转化法合成 KNO_3 晶体，其反应如下： $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} = \text{KNO}_3 + \text{NaCl}$

该反应是可逆的。当 NaNO_3 和 KCl 溶液混合后，在混合溶液中同时存在 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^{2-} ，由这四种离子组成的 4 种盐 NaNO_3 、 KCl 、 KNO_3 、 NaCl 同时存在于溶液中，氯化钠的溶解度随温度变化极小，而 KNO_3 的溶解度随着温度的升高增加得非常快。因此，只要把一定量的固体 NaNO_3 和 KCl 在较高温度时混合溶解，首先析出 NaCl 晶体，趁热过滤将 NaCl 晶体除去，滤液冷却后，其中 KNO_3 因溶解度急剧下降而析出，得到仅含有少量 NaCl 等杂质的 KNO_3 晶体，然后可用重结晶的方法提纯。

从上面制得的 KNO_3 产品中，杂质 NaCl 的含量可利用 AgNO_3 与氯化物生成 AgCl 白色沉淀的反应来检验。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：刻度烧杯、量筒、布氏漏斗、吸滤瓶、台秤、表面皿

试剂： NaNO_3 、 KCl 、 AgNO_3 ($0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)

【内容提要】

1. 硝酸钾的制备

称取一定量固体 NaNO_3 和固体 KCl ，加热溶解。继续用小火加热沸腾，使溶液蒸发至原有体积的 $2/3$ ，这时烧杯底部有晶体析出。趁热用热滤漏斗过滤后，冷却至室温，使 KNO_3 晶体析出，用吸滤法分离母液，称量，计算 KNO_3 粗产品的百分产率。

2. 用重结晶法提纯 KNO_3

将粗产品加入计算量的蒸馏水并搅拌，用小火加热，直到晶体全部溶解为止。然后冷却溶液，待晶体析出后晾干，称重，计算产率。

按上法检验重结晶后 KNO_3 的纯度，与粗产品的纯度作比较。

3. 产品纯度的检验

称取 KNO_3 粗产品，溶解后稀释。加 1 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液，观察有无 AgCl 白色沉淀产生。

【实验安排】

教师讲解原理及注意事项；演示操作；学生 2 人一组制备硝酸钾粗产品；重结晶提纯产品；检验产品纯度。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。

2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加

以纠正，结束时检查原始数据并签字。

3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验原理；概况实验步骤；详细记录实验数据及实验结果；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

5. 溶液的配制

【实验目的】

1. 练习一般溶液的配制方法和基本操作。
2. 学会正确使用量筒、移液管、容量瓶和相对密度计。
3. 进一步练习称量操作，熟练掌握分析天平的使用方法。

【实验原理】

固体溶解精确、粗略配制溶液；浓溶液稀释精确、粗略配制溶液。

【主要试剂及仪器设备】

1. 仪器：台秤、分析天平、移液管、容量瓶、烧杯、相对密度计、量筒。
2. 液体药品：浓盐酸、冰醋酸
固体药品：草酸、氢氧化钠

【内容提要】

1. 用氢氧化钠固体粗略配制一定浓度溶液。
2. 用草酸固体精确配制一定浓度溶液。
3. 用 6 mol/L 盐酸精确配制一定浓度盐酸溶液。
4. 由已知准确浓度为 2 mol·L⁻¹ 的醋酸溶液配制一定浓度醋酸溶液。

【实验安排】

教师讲解溶液配制方法及要求；演示操作；学生 2 人一组按要求配制不同浓度的溶液。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述移液管，容量瓶的使用方法；写出固体、液体配制不同要求的溶液的方法；记录实验数据并计算出实验结果；完成实验思考题。

6. 酸碱滴定

【实验目的】

1. 明确酸碱滴定的原理，练习滴定的基本操作。
2. 学会滴定管的使用方法。

【实验原理】

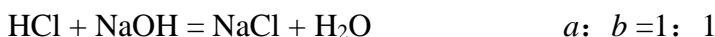


反应达到终点时： $c(\text{酸})V(\text{酸})/a = c(\text{碱})V(\text{碱})/b$

a 、 b 分别代表酸和碱的化学计量系数。



选择酚酞作指示剂，终点时由无色变浅红色（放置半分钟不褪色。）



选择甲基橙作指示剂，终点时由黄色变橙红色。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：酸式滴定管、碱式滴定管、移液管。

液体药品： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标准溶液、 NaOH 待测溶液、 HCl 待测溶液、酚酞、甲基橙。

【内容提要】

1. 用 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液标定 NaOH 溶液的浓度：

酚酞作指示剂， NaOH 溶液装在碱式滴定管中，用移液管移取 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液放于锥形瓶，平行测定三次。

2. 用 NaOH 溶液测定 HCl 溶液的浓度：

甲基橙作指示剂， HCl 溶液装在酸式滴定管中，用移液管移取溶液放于锥形瓶，平行测定三次。

【实验安排】

教师讲解原理；演示操作；学生 2 人一组分别用酸式滴定管和碱式滴定管标定粗略配制的溶液的准确浓度。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验原理；概况滴定操作要点及实验步骤；列表记录并处理实验数据；分析数据；完成实验习题。

7. 摩尔气体常数的测定

【实验目的】

1. 练习分析天平和气压计的使用；
2. 学会测定摩尔气体常数的基本测定方法；
3. 归纳有效数字的基本知识；
4. 学会运用理想气体状态方程式和分压定律。

【实验原理】

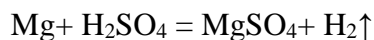
理想气体状态方程式可表示为：

$$pV = nRT \quad (1-1)$$

式(1-1)表示一定量的理想气体的压力(p)和体积(V)的乘积与气体的物质的量(n)和绝对温度(T)的乘积之比为一常数，即摩尔气体常数 R 。

$$R = \frac{pV}{nT} \quad (1-2)$$

因此，对一定量的气体，若能在一定的温度和压力条件下，测出其所占体积，则气体常数即可求得。本实验是采用镁与 H_2SO_4 反应：



实验时的温度 T 和压强 p 可分别由温度计和气压计测得，氢气的物质的量 n 可通过反应中的镁的质量求得。

所生成的氢气近似认为在此实验条件下为理想气体，再用排水集气法收集并测量其体积，从而测定出气体常数。

由于氢气是在水面上收集的，故氢气的分压 $p(\text{H}_2)$ 与水的饱和蒸气压 $p(\text{H}_2\text{O})$ 有关，根据分压定律： $p = p(\text{H}_2) + p(\text{H}_2\text{O})$ ，则 $p(\text{H}_2) = p - p(\text{H}_2\text{O})$ 。由于 $p(\text{H}_2)$ 、 $V(\text{H}_2)$ 、 $n(\text{H}_2)$ 、 T 均可由实验测得，这样根据式(1-2)即可求得气体常数。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：铁架台，蝴蝶夹，铁圈，夹子，分析天平，气压计，精密温度计，量筒，试管，玻璃漏斗。

材料： H_2SO_4 溶液 ($3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)，镁片。

【内容提要】

1. 称量镁片。
2. 检查实验装置的气密性

在漏斗中加入适量的水。将漏斗微微上下移动，使漏斗和量气管两个液面在同一水平面上，且应在 0 刻度附近。塞紧支管试管上的胶塞。将漏斗下移约在量气管 30 刻度左右，此时可见量气管的液面下降，但下降一小段就不再下降。继续观察几分钟，确认液面不再下降，说明实验装置不漏气，接续下面操作。

3. 试剂的装入

取下胶塞，用长颈漏斗向支管试管中加入 H_2SO_4 。

4. 氢气体积的测量

将试管与胶塞紧密连接，调节漏斗中液面的高度，使之与量气管中的液面在同一水平面上，并稳定在 0 刻度附近，记录此时的量气管液面刻度读数 V_1 。

摇动试管，使镁片落入 H_2SO_4 中，反应生成氢气，会使量气管的液面不断下降。反应停止后，待试管冷却到室温，调节漏斗，使漏斗内的液面和量器管内的液面在同一水平面上，读取此时量气管液面刻度读数 V_2 。重复上述过程。

【实验安排】

教师讲解原理；演示操作；学生 2 人一组准确质量的锌片与盐酸反应制备氢气；测量的氢气体积，记录数据。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验原理；概况操作要点；记录并处理实验数据；分析误差原因；完成实验习题。

8. 化学反应速率和活化能的测定

【实验目的】

1. 总结浓度、温度和催化剂对反应速度的影响。
2. 练习测定指定反应的反应速度。
3. 学会通过实验数据计算反应级数、反应速度常数和反应的活化能。

【实验原理】

1. 化学反应速率:单位时间内反应物或生成物浓度的变化量。
2. 温度对化学反应速率的影响：一般来说，温度升高，反应速率加快；温度降低，反应速率减慢。这是因为温度升高使反应物分子的能量增加，更多的分子达到活化能，从而增加了有效碰撞的次数，使反应速率加快。
3. 活化能：活化分子与反应物分子的能量差，是化学反应发生的能量障碍。活化能越大，反应速率越慢；活化能越小，反应速率越快。
4. 活化能的测定方法：通过测定不同温度下的反应速率常数，利用 Arrhenius 公式计算得到。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：秒表、烧杯、量筒、恒温水浴锅。

材料：二硫酸铵溶液、硫代硫酸钠溶液、碘化钾溶液、淀粉水溶液、硝酸铁溶液

【内容提要】

1、浓度对反应速率的影响

在室温下，用量筒分别量取 KI 溶液和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和淀粉溶液，加入锥形瓶中，混匀。再用另一个量筒取 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，快速加到盛混合溶液的锥形瓶中，同时开动秒表将溶液搅匀。当溶液刚出现蓝色时，立即停表记下反应时间和温度。改变反应物浓度，记录反应时间。

通过改变 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 与 I⁻ 的初始浓度，测定消耗等物质的量浓度的 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 所需要的不同 t, 计算不同初始浓度的初速率，进而确定该反应的微分速率方程与反应级数。

2、温度对化学反应速率的影响

将试剂放入不同温度水浴中，当温度达到平衡时，将过二硫酸铵溶液迅速加入，重复上面实验，当溶液出现蓝色时，记录反应时间。

【实验安排】

教师讲解原理及注意事项；讲授数据处理方法；学生 2 人一组测定不同浓度、不同温度的反应速率。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

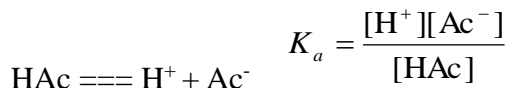
简述实验原理；完整记录实验数据；准确计算反应级数、反应速度常数和反应的活化能；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

9. 醋酸解离度和解离常数的测定

【实验目的】

1. 测定醋酸的解离度和解离常数。
2. 进一步练习滴定原理，滴定操作及正确判断滴定终点。
3. 学习使用 pH 计。

【实验原理】



$[\text{H}^+]$ 、 $[\text{Ac}^-]$ 和 $[\text{HAc}]$ 分别为 H^+ 、 Ac^- 和 HAc 平衡浓度， K_a 为电离常数。

设电离度为 α ， HAc 的初始浓度为 c ，则：

$$[\text{H}^+] = [\text{Ac}^-] = c\alpha, \quad [\text{HAc}] = c(1-\alpha)$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{c} \times 100\% \quad a < 5\% \text{ 时} \quad K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{c}$$

通过测定已知浓度的醋酸的 pH，即可计算出电离平衡常数 K_a 和电离度 α 。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：碱式滴定管、吸量管、移液管、锥形瓶、烧杯、pH 计。

材料：醋酸溶液（ $0.20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）， $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 标准溶液（已标定），酚酞指示剂。

【内容提要】

一、醋酸溶液浓度的测定

以酚酞为指示剂，用已知浓度的 NaOH 标准溶液标定醋酸的准确浓度。

二、配制不同浓度的醋酸溶液

用移液管和吸量管分别取不同量已测得准确浓度的醋酸溶液，把它们分别加入容量瓶中，再用蒸馏水稀释至刻度线，摇匀，并计算这三个容量瓶中醋酸溶液的准确浓度。

三、测定醋酸溶液的 pH，计算醋酸的电离度和电离平衡常数。

【实验安排】

教师讲解原理；演示 pH 使用步骤；学生 2 人一组 配制醋酸；用已知准确浓度的氢氧化钠标定醋酸的浓度；配制不同浓度醋酸溶液；测定各浓度溶液的 pH 值。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验原理；完整记录实验数据；准确计算出不同浓度醋酸的解离度和解离常数；分析误差原因；完成实验思考题。

10. 水溶液中的解离平衡

【实验目的】

1. 练习缓冲溶液的配制并试验其性质。
2. 解释同离子效应和盐类水解以及抑制水解的方法。
3. 试验沉淀的生成、溶解及转化的条件。

【实验原理】

无机化学实验常识。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：试管、离心试管、离心机、表面皿、pH 试纸、精密 pH 试纸。

试剂：

液体药品：HAc (0.1 mol/L、1 mol/L)、HCl (1 mol/L、6 mol/L)、HNO₃ (6 mol/L)、NH₃·H₂O (2mol/L)、NaOH (1mol/L)、MgCl₂ (0.1 mol/L)、NH₄Cl (饱和)、NaAc (0.1 mol/L)、Na₂CO₃ (1mol/L)、NaCl (0.1 mol/L、1 mol/L)、Al₂(SO₄)₃ (1 mol/l)、Na₃PO₄ (0.1 mol/L)、Na₂HPO₄ (0.1 mol/L)、NaH₂PO₄ (0.1 mol/L)、Pb(NO₃)₂ (0.001 mol/l、0.1 mol/l)、KI (0.001 mol/L、0.1 mol/L)、(NH₄)₂C₂O₄ (饱和)、CaCl₂ (0.1 mol/L)、AgNO₃ (0.1 mol/l)、CuSO₄ (0.1 mol/l)、Na₂S (0.1mol/L)、K₂CrO₄ (0.005 mol/L)、甲基橙 (w = 0.1%)、酚酞 (1%)。

固体药品：三氯化锑 SbCl₃(s)、醋酸钠 NaAc (s)。

【内容提要】

- 1、同离子效应
- 2、缓冲溶液配制
- 3、盐类水解
- 4、沉淀的生成、溶解和转化。

【实验安排】

教师讲解原理；学生 2 人一组完成实验内容。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验步骤；重点记录实验现象，分析实验结果；完成实验思考题。

11. 氧化还原反应和氧化还原平衡

【实验目的】

1. 验证原电池装置以及浓度对电极电势的影响
2. 解释电对的氧化型或还原型物质的浓度、介质的酸度等因素对电极电势、氧化还原反应的方向、产物、速率的影响；
3. 举例说明常用氧化剂和还原剂的反应。

【实验原理】

金属间的置换反应伴随着电子的转移，利用这类反应可组装原电池，如标准铜锌原电池。



在原电池中，化学能转变为电能，产生电流，由于电池本身有内电阻，用毫伏计所测的电压，只是电池电动势的一部分（即外电路的电压降）。可用酸度计粗略地测量其电动势。

当氧化剂和还原剂所对应的电对的电极电势相差较大时，通常可以直接用标准电极电势 E^\ominus 来判断，作为氧化剂电对对应的电极电势与作为还原剂电对对应的电极电势数值之差大于零，则氧化还原反应就自发进行。也就是 E^\ominus 值大的氧化态物质可以氧化 E^\ominus 值小的还原态物质，或 E^\ominus 值小的还原态物质可以还原 E^\ominus 值大的氧化态物质。

若两者的标准电极电势代数值相差不大时，必须考虑浓度对电极电势的影响。具体方法是利用 Nernst 方程式：

计算出不同浓度的电极电势值来说明氧化还原反应的情况。

若有 H^+ 或 OH^- 参加氧化还原反应，还必须考虑 pH 值（酸度）对电极电势和氧化还原反应的影响。

【主要试剂及仪器设备】

仪器：试管（离心、10 mL）、烧杯（50 mL）、伏特计、表面皿、U 型管

材料：电极（铜片，锌片）、回形针、红色石蕊试纸（或酚酞试纸）、导线、砂纸、滤纸

试剂：

固体试剂：锌粒、铅粒、琼脂、氟化铵

液体试剂：HAc 溶液（ $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 H_2SO_4 （ $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 Na_2SO_4 （ $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 NaOH （ $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、浓氨水、 ZnSO_4 （ $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 CuSO_4 （ $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 Na_2SO_3 （ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 KI （ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 KBr （ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 FeCl_3 （ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液（ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 FeSO_4 （ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 H_2O_2 （3%）、 KIO_3 （ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、 KMnO_4 （ $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、溴水、碘水（ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、氯水（饱和）、 KCl 溶液（饱和）、 CCl_4 、 KSNC （ $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）、酚酞指示剂、淀粉溶液（0.4%）

【内容提要】

- 一、氧化还原反应和电极电势
- 二、浓度对电极电势的影响
- 三、酸度和浓度对氧化还原反应的影响
- 四、酸度对氧化还原反应速率的影响
- 五、氧化数居中的物质的氧化还原性

【实验安排】

教师讲解原理；学生 2 人一组完成实验内容。

【教学方法与手段】

1. 课前预习，写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授（原理、方法、操作技能、注意事项等），再由学生独立完成实验，实验中教师指导和巡视，对出现的问题及时指出并加以纠正，结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告，由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验步骤；重点记录实验现象，分析实验结果；完成实验思考题。

12.二氧化碳分子量的测定

【实验目的】

1. 学习气体密度法测定气体相对分子质量的原理的方法；
2. 学会运用理想气体方程式和阿伏伽德罗定律；
3. 总结气体的净化和干燥的原理和方法；
4. 练习启普发生器的使用。

【实验原理】

根据阿伏伽德罗定律，在同温同压下，同体积的任何气体含有相同数目的分子。因此，在同温同压下，同体积的两种气体的质量之比等于它们的相对分子质量之比，即

$$M_1/M_2=m_1/m_2$$

其中： M_1 和 m_1 代表第一种气体的相对分子质量和质量； M_2 和 m_2 代表第二种气体的相对分子质量和质量； $d(=m_1/m_2)$ 叫做第一种气体对第二种的相对密度。

本实验是把同体积的二氧化碳气体与空气(其平均相对分子质量为 29.0)相比。这样二氧化碳的相对分子质量可按下式计算：

$$M(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2) \times M(\text{空气}) / m(\text{空气}) = d(\text{空气}) \times 29.0$$

式中一定体积(V)的二氧化碳气体质量 $m(\text{CO}_2)$ 可直接从天平上称出。根据

实验时的大气压(p)和温度(t), 利用理想气体状态方程式, 可计算出同体积的空气质量:

$$m(\text{空气}) = pV \times 29.0 / RT$$

这样就求得了二氧化碳气体对空气的相对密度, 从而测定二氧化碳气体的相对分子质量。

【主要试剂及仪器设备】

仪器: 启普发生器, 洗气瓶 (2 只), 250 mL 锥形瓶, 台秤, 天平, 温度计, 气压计, 橡皮管, 橡皮塞等。

材料: HCl (工业用, $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$), H_2SO_4 (工业用), 饱和 NaHCO_3 溶液, 无水 CaCl_2 , 大理石等

【内容提要】

连接好二氧化碳气体的发生和净化装置。取一个洁净而干燥的锥形瓶, 选一个合适的橡皮塞塞入瓶口, 在塞子上作一个记号, 以固定塞子塞入瓶口的位置。在天平上称出(空气+瓶+塞子)的质量。锥形瓶内收集纯净的二氧化碳气体充满后, 取出导气管用塞子塞住瓶口。在天平上称出(二氧化碳气体+瓶+塞子)的质量。最后在瓶内装满水, 塞好塞子, 在台秤上称重。记下室温和大气压, 计算二氧化碳相对分子量。

【实验安排】

教师讲解原理; 学生 2 人一组完成实验内容。

【教学方法与手段】

1. 课前预习, 写好预习报告。
2. 课堂实验过程先由教师讲授(原理、方法、操作技能、注意事项等), 再由学生独立完成实验, 实验中教师指导和巡视, 对出现的问题及时指出并加以纠正, 结束时检查原始数据并签字。
3. 课后学生按照格式要求书写实验报告, 由教师进行批改。

【实验报告要求】

简述实验步骤; 记录实验装置, 分析实验结果; 完成实验思考题。

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、结果性考核(期末考核)和技能性考核(技能考试)。

过程性考核方式为实验报告。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1	考核内容：实验步骤、操作技能的掌握情况，实验原理、方法的掌握情况，实验完成情况；期末考试成绩中对各项实验内容的掌握情况。所占比例：40%。	实验报告 实验操作 实验技能 期末考试
课程目标 2	考核内容：实验操作的规范性，实验报告中结果分析和讨论的科学性，对实验结果反思，寻求改进方案；期末考试中应用性试题的答题情况。所占比例：30%。	实验报告 实验操作 实验技能 期末考试
课程目标 3	考核内容：根据实验目的通过查阅相关文献资料设计合理实验方案，实验协作情况，讨论实验问题时的参与度。所占比例：30%	实验报告 实验操作 实验技能 期末考试

六、成绩评定

(一) 评定方式

1. 总成绩评定

总成绩 = 过程性考核成绩 × 30% + 期末考试卷面成绩 × 30% + 实验操作 × 40%

过程性考核成绩 = 实验报告成绩的平均分

(二) 评分标准

1. 实验报告和实验操作的评价方法与标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	实验报告	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写整齐，绘图精美，实验结果分析	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写较为整齐，内容基本完整，绘	按时完成实验报告，格式欠规范，字体统一，书写不太整齐，绘图较规范，实验	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写不太整齐，绘图欠规范，实验结果分析不	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写潦草，绘图不规范，实验结果没有分

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
			深入合理，思考题回答准确、完整。	图规范，实验结果分析合理，思考题回答较准确、完整。	结果分析较合理，思考题回答完整。	深入或无分析，思考题回答不完整。	析，思考题回答不完整。
2	课程目标1、2、3	实验操作	实验前预习充分，精心准备实验器材，整个实验过程认真操作，时间安排合理，操作无误，实验数据准确。	实验前预习充分，实验器材准备妥当，整个实验过程认真操作，时间安排较合理，操作无误，实验数据较准确。	实验前预习欠佳，实验器材准备欠妥当，整个实验过程操作较认真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确。	实验前没预习，实验器材准备欠妥，整个实验操作过程较认真，无时间安排，实验数据不准确。	实验前没预习，实验器材无准备，不进行实验操作。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

七、教学参考资料（含课程思政资源）

- [1] 张四方, 大学化学实验. 北京: 中国石化出版社, 2011.
 [2] 中山大学. 无机化学实验（第四版）. 北京: 高等教育出版社, 2019.
 [3] 古映莹, 郭丽萍. 无机化学实验. 北京: 科学出版社, 2013.

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
无机化学实验（第四版）	赵新华等	高等教育出版社	2014	否	

九、课程学习建议

1. 安排学习时间：建议每天投入一定时间进行课外学习。包括阅读教材、做笔记、查阅相关文献等。

2.注重实践操作：无机化学实验是一门实践性很强的学科，很多知识和技能需要实际操作才能掌握。因此，建议多进行实验操作熟练掌握各种实验仪器的使用方法。

3.自主探索和研究：建议自主探索和研究无机化学实验的相关领域。可以阅读相关的文献，了解新的技术和方法，或者设计自己的实验进行研究，提高自己的科研能力和创新意识。

4.利用网络资源：通过在线课程、教学视频、学术论坛等方式，学习和掌握更多无机化学实验的知识和技能。



环境科学与工程专业

《有机化学实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《有机化学实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	有机化学实验 Organic chemistry experiment		
课程编码	230910811B	适用专业	环境科学与工程专业
先修课程	有机化学	修读学期	二
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李晓东	审核人	李利红

二、课程简介

《有机化学实验》是一门独立于有机化学课程之外的必修课，是有机化学教学的重要组成部分，也是科学研究和生成实践不可缺少的环节。本课程突出对学生有机化学综合实验能力的培养，培养理论联系实际、严谨认真的科学态度与良好的实验习惯。课程的安排着力于培养具有宽广的有机化学知识基础和熟练的基本技能，能够适应未来发展需求的专业人才。通过实验操作和研究，学生不仅能巩固和拓展有机化学与化学基础知识，还能培养严谨的科学态度、良好的实验习惯和团队协作精神，实验设计和数据分析环节也有助于激发学生的创新思维，为今后从事高分子材料相关领域的研究、开发和应用工作奠定坚实的基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握有机化学的基本概念、熟悉有机化合物的命名规则、了解有机化合物的物理和化学性质、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，以及具备基本合成技能和初步的分析问题和解决问题的能力。通过性质实验丰富感性认识，验证所学有机化合物的主要性质。【毕业要求 4.1】

课程目标2：通过合成实验，进一步巩固和提高基本操作技能，学会一些重要有机物的制备、分离和提纯方法，加深对典型有机反应的认识，增强运用所学理论知识及方法分析和解决实际问题的能力，为后续知识的学习和掌握奠定良好的基础。【毕业要求5.1】

课程目标3：引导学生养成认真负责的工作态度，培养严谨求实的科学精神、实事求是的工作作风，增强学生发现问题、分析问题、解决问题的职业素养，遵守职业道德和职业规范。【毕业要求9.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4 【研究】	4.1 经历科学研究相关的基础实验，积累经验，能够基于科学原理和环境专业基础知识，用于调研和分析环境污染问题的防治措施。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.1 了解环境污染常用监测仪器和处理设备的使用原理和方法，能够选择与使用恰当的监测仪器、信息资源、以及污染处理设备，用于环境污染的防治，并理解其局限性。
课程目标 3	毕业要求9 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中，与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	实验安全教育、仪器认领和洗涤	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	熔点的测定及温度计校正	3	综合	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	微量法沸点的测定	3	综合	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	常压蒸馏	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	简单分馏	3	验证	2人	必做	课程目标 1、2、3

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
				一组		
6	重结晶	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
7	液-液萃取	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	液体有机化及合物的干燥	3	验证	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
9	薄层色谱	3	综合	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
10	色素的提取与分离	3	综合	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
11	茶叶中咖啡因的提取与升华	6	验证	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
12	乙酸异戊酯的制备	6	综合	2人一组	必做	课程目标 1、2、3
13	正丁醚的制备	6	综合	2人一组	必做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 实验安全教育、仪器认领和洗涤

【实验目的】使学生了解有机实验的目的、要求、内容及有机化学实验的安全知识，认识有机实验中可用到的玻璃仪器名称及用途，了解洗涤玻璃仪器的要领及方法，会正确使用有机洗液，了解实验室要求和安全常识，基本掌握查化工手册，熟悉掌握识别和清洗仪器。

【主要试剂及仪器设备】实验室常用玻璃仪器及其它设备。

【内容提要】通过学习有机化学实验室学生实验守则，让学生全面理解实验室安全的重要性。能够应认识有机实验常用的玻璃器皿，获得独立搭建实验装置的能力。培养良好的实验工作方法和工作习惯，以及实事求是和严谨的科学态度。

【实验安排】教师实验室安全常识，带领学生洗涤并熟悉玻璃仪器，带领学生组装一些有机实验装置（蒸馏装置），给学生讲解实验报告所包含的具体内容。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生了解有机实验的目的、要求、内容及有机化

学实验的安全知识，认识有机实验中可用到的玻璃仪器名称及用途，了解洗涤玻璃仪器的要领及方法，会正确使用有机洗液，了解实验室要求和安全常识，基本掌握查化工手册，熟悉掌握识别和清洗仪器。。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】简述实验室所用玻璃仪器的种类；以及实验室安全守则；实验室预习报告和实验报告的内容要求。

2. 熔点的测定及温度计校正

【实验目的】了解熔点测定的原理和意义，熟悉熔点测定的操作方法了解利用对纯粹有机化合物的熔点测定校正温度计的方法。

【实验原理】利用化合物熔化时固液两相蒸汽压一致时候的温度就是该化合物熔点的原理

【主要试剂及仪器设备】液体石蜡、萘、b形管、酒精灯、温度计。

【内容提要】通过微量法测定萘的熔点。

【实验安排】教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生了解了解熔点测定的原理和意义，熟悉熔点测定的操作方法了解利用对纯粹有机化合物的熔点测定校正温度计的方法。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

3. 微量法沸点的测定

【实验目的】了解测定沸点的意义，掌握微量法测定沸点的原理和方法。

【实验原理】利用气体平衡原理

【主要试剂及仪器设备】b形管、酒精灯、毛细管。

【内容提要】用微量法测定工业酒精的沸点。

【实验安排】教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两

人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生了解了解沸点测定的原理和意义，熟悉沸点测定的操作方法了解利用对纯粹有机化合物的沸点测定的方法。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将实验数据及结果以表格列出，要求得出两次测量结果的平均值，思考题回答准确。

4. 常压蒸馏

【实验目的】了解测定蒸馏的意义，掌握常压蒸馏原理和操作方法。

【实验原理】利用气压平衡原理。

【主要试剂及仪器设备】圆底烧瓶、蒸馏头、温度计套管、温度计、直型冷凝管、接液管、锥形瓶。

【内容提要】练习蒸馏基本操作，会搭建实验室蒸馏装置。

【实验安排】教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生了解蒸馏的意义，掌握常压蒸馏原理和操作方法。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将各个馏分实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

5. 简单分馏

【实验目的】学习分馏的原理及其应用，掌握实验室常用的分馏的操作技术。

【实验原理】沸腾着的混合物蒸汽进行一系列的热交换而将沸点不同的物质分离出来

【主要实验仪器与设备】电热套、分馏柱、冷凝管、接液管、圆底烧瓶、

温度计等。

【内容提要】练习分流基本操作，会搭建实验室分馏装置。

【实验安排】教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生掌握分馏的原理及其应用，掌握实验室常用的分馏的操作技术。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，将各个馏分实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

6. 萃取实验

【实验目的】学习过滤操作，了解萃取的原理意义及萃取与洗涤的区别。

【实验原理】利用物质在两种互不相溶的溶剂中溶解度或分配比的不同达到分离和纯化的目的。

【主要试剂及仪器设备】分液漏斗、锥形瓶、铁架台等。

【内容提要】练习萃取基本操作，会萃取有机物，掌握萃取的原理。

【实验安排】教师先讲授测定的原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，并强调实验报告书写中存在的问题，学生以两人一组开始实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生掌握萃取的原理及其应用，萃取的操作方法。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，画图整齐、规范，思考题回答准确。

7. 液体有机化合物的干燥

【实验目的】了解液体有机物的干燥原理和方法了解液体有机化合物干燥剂的选择干燥剂的用量。

【实验原理】利用物质与水反应生成水合物的原理。

【主要试剂及仪器设备】氯化钙、硫酸镁、锥形瓶、天平、分液漏斗。

【内容提要】干燥前应将被干燥液体中的水分尽可能分离干净。将该液体置于锥形瓶中,取适量的干燥剂小心加入液体中。然后加上塞子,振摇片刻,增加液固两相的接触,促进干燥。

【实验安排】教师先讲授测定的原理、方法和步骤;以及实验中的注意事项,并强调实验报告书写中存在的问题,学生以两人一组开始实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法:解释实验的教学目标,即通过化合物干燥的目的和意义,阐述液体有机化合物的干燥对于有机物波谱分析、定性或定量分析及测定物理常数和纯度的重要性。讲解干燥的基本原理。

(2) 演示法:通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程,强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作,通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法:教授学生如何准确记录实验现象和数据,指导学生如何实验现象,确定干燥过程的完成。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容,详细记录实验现象,得出实验结果,写出实验体会与讨论,完成实验思考题。

8. 重结晶

【实验目的】了解重结晶的原理和用途,掌握溶剂的选择、热饱和溶液的配制、活性炭用法、热滤漏斗的用途,学习热过滤操作、抽滤装置安装及抽滤操作,学习晶体的析出、收集、洗涤、干燥及称量操作。

【实验原理】利用物质对被提纯物及杂质溶解度的不同,可以被提纯物从过饱和溶液中析出,从而达到提纯目的。

【主要试剂及仪器设备】苯甲酸、活性炭、玻璃漏斗、热滤漏斗、滤纸、真空水泵。

【内容提要】取约 2g 粗苯甲酸晶体置于烧杯中,加入在微沸状态下刚好溶解剂量的蒸馏水,加热,待粗苯甲酸全部溶解,停止加热。将烧杯中的混合液在保温漏斗里趁热过滤。将滤液静置室温冷却,观察烧杯中晶体的析出。将析出苯甲酸晶体置于安装好的布氏漏斗进行减压过滤,最终形成滤饼,室温干燥。

【实验安排】教师先讲授重结晶的原理、方法和步骤;以及实验中的注意事项,并强调书写实验报告的基本要求,学生以两人一组开始实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法:解释实验的教学目标,即通过重结晶的目的和意义,阐述重结晶过程对于固体物质提纯的重要性。讲解重结晶的基本原理。

(2) 演示法:通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程,强调安全

操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验现象和数据，指导学生如何实验现象，评估其纯度。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

(4) 互动交流法：在实验过程中，鼓励学生提问和讨论，及时回应学生的疑惑，提升学生的思考能力和问题解决能力。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容，详细记录实验现象，得出实验结果，写出实验体会与讨论，完成实验思考题。

9. 薄层色谱

实验目的：学习薄层色谱分离的原理，掌握比移值 (R_f) 的计算方法，掌握薄层色谱的操作方法。

实验原理：利用混合物各组分在某一物质中吸附与解析性能的平衡原理。

实验仪器：研钵、分液漏斗、层析缸、载玻片。

实验安排：教师先讲授实验的原理操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

实验场所：有机化学实验室。

实验报告要求：实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，比移值的实验数据及结果以表格列出，思考题回答准确。

【教学方法与手段】

(1) 案例导入法：引入相关工业或科研案例，让学生了解乙酸异戊酯在实际生产和研究中的应用，提高学生的学习兴趣和实验参与度。

(2) 讲授法：详细讲解乙酸异戊酯的制备原理，包括酯化反应机制、反应条件对产物性能的影响等。通过理论讲解，帮助学生理解实验的目的、原理和预期结果。

(3) 演示法：教师进行实验演示，展示乙酸异戊酯的制备过程，让学生观察并理解实验操作。

(4) 实践法：学生分组进行实验，每组负责完成乙酸异戊酯的制备过程，确保每位学生都能亲手操作，教师在实验过程中巡回指导，解答学生疑问，纠正错误操作。

(5) 互动教学：鼓励学生提问和讨论，解答学生在实验过程中遇到的问题，组织学生就实验结果进行交流和讨论，培养学生的分析和解决问题的能力。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容，详细记录实验现象并得出结论，写出实验的体会与讨论，

完成实验思考题。

10. 菠菜中色素的提取与分离

【实验目的】学习薄层色谱分离的原理应用掌握比移值 (R_f) 的计算方法掌握薄层色谱的操作方法。学习菠菜中色素的提取方实验原理：比旋光度是物质特性常数之一，测定旋光度，可以检验旋光性物质的纯度和含量。

【实验原理】利用混合物各组分在某一物质中吸附与解析性能的平衡原理。

【主要试剂及仪器设备】石油醚、乙醇、乙酸乙酯(化学纯)、无水硫酸钠、硅胶、菠菜叶、羧甲基纤维素钠 (CMC) 研钵、分液漏斗、层析缸、载玻片。

【内容提要】用抽滤和浸泡法从菠菜叶中提取色素；称取适量硅胶 G，制备薄层板；使用薄层色谱对叶绿素、胡萝卜素和叶黄素进行分离。待溶液挥发后，测量各色素点（中心）及溶剂前沿到原点的距离，分别计算各色素点的 R_f 值。

【实验安排】教师讲解实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容；学生 2 人一组进行菠菜中色素的提取与分离实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：详细讲解菠菜中色素的提取与分离的合成原理、实验目的、试剂及仪器的作用，讲解实验步骤，强调实验中的安全事项和注意事项。

(2) 演示法：在课堂上进行实验操作示范，展示正确的实验流程和操作技巧，强调实验中的关键步骤和易错点，帮助学生更好地掌握实验技能。

(3) 实践法：学生分组进行实验，进行巡回指导，解答学生疑问。要求学生严格按照实验步骤进行操作，注意观察实验现象和记录数据。

(4) 分析讨论法：引导学生分析实验结果，讨论层析过程对色素分离的影响。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容，详细记录实验现象并计算产率，得出实验结果，写出实验的体会与讨论，完成实验思考题。

11. 茶叶中提取咖啡因

【实验目的】学习从天然产物—茶叶中提取咖啡因的原理与方法，掌握索氏提取器的使用并了解其原理，巩固升华的基本操作。

【实验原理】升华、虹吸原理。

【主要试剂及仪器设备】茶叶、95%乙醇、生石灰、索氏提取器、蒸馏装置、升华装置等。

【内容提要】将茶叶，乙醇放入索氏提取器的纸筒中，回流提取，最后一次虹吸，待冷凝液刚刚虹吸下去时，立即停止加热。提取液倒入 100 mL 蒸馏

瓶进行蒸馏，趁热将残余物倾入蒸发皿中，拌入 CaO，使成糊状，小火焙炒，尽可能除尽水分。盖上刺有许多小孔的滤纸，滤纸上罩三角漏斗，小火加热升华，直至残渣变为棕色为止。

【实验安排】教师讲解实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容；学生 2 人一组进行茶叶中提取咖啡因的实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解实验原理、步骤和数据处理方法，使学生掌握索氏提取器的使用并了解其原理，巩固升华的基本操作。

(2) 现场演示实验操作过程，或利用多媒体教学设备展示实验原理和步骤，使学生更直观地了解实验步骤和注意事项。

(3) 分析讨论法：组织学生进行小组讨论，分享实验心得和遇到的问题，促进知识共享和问题解决。在线教学资源提供实验视频和课件供学生自学和复习。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容，详细记录实验现象，得出实验结果，写出实验的体会与讨论，完成实验思考题。

12. 乙酸异戊酯的制备

【实验目的】学习乙酸乙酯制备的原理和方法，进一步巩固和练习蒸馏、回流、洗涤、干燥等基本操作。

【实验原理】
$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

【主要试剂及仪器设备】异戊醇、冰醋酸、碳酸氢钠溶液、饱和氢氧化钠溶液、无水硫酸镁、回流装置、蒸馏装置、分液漏斗等。

【内容提要】准备异戊醇、冰醋酸、碳酸氢钠溶液、饱和氢氧化钠溶液、无水硫酸镁的水溶液；反应物混合进行酯化反应（50 °C，1 h）；洗涤产物。

【实验安排】教师讲解实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容；学生 2 人一组进行乙酸异戊酯的制备实验。

【教学方法与手段】

(1) 案例导入法：引入相关工业或科研案例，让学生了解乙酸异戊酯在实际生产和研究中的应用，提高学生的学习兴趣和实验参与度。

(2) 讲授法：详细讲解乙酸异戊酯的制备原理，包括酯化反应机制、反应条件对产物性能的影响等。通过理论讲解，帮助学生理解实验的目的、原理和预期结果。

(3) 演示法：教师进行实验演示，展示乙酸异戊酯的制备过程，让学生观察并理解实验操作。

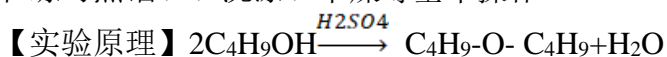
(4) 实践法：学生分组进行实验，每组负责完成乙酸异戊酯的制备过程，确保每位学生都能亲手操作，教师在实验过程中巡回指导，解答学生疑问，纠正错误操作。

(5) 互动教学：鼓励学生提问和讨论，解答学生在实验过程中遇到的问题，组织学生就实验结果进行交流和讨论，培养学生的分析和解决问题的能力。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容，详细记录实验现象并得出结论，写出实验的体会与讨论，完成实验思考题。

实验 13. 正丁醚的制备

【实验目的】学习正丁醚制备的原理和方法，掌握分水器的用途，进一步巩固和练习蒸馏、洗涤、干燥等基本操作。



【主要试剂及仪器设备】正丁醚、浓硫酸、分馏装置、蒸馏装置、分液漏斗等。

【内容提要】掌握醇在酸催化下分子间脱水制醚的反应原理和方法。学习分水回流实验装置的正确安装拆卸及正确绘制。熟练掌握分水器的使用方法。

【实验安排】教师先行讲授实验的目的、原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 案例导入法：引入相关工业或科研案例，让学生了解正丁醚在实际生产和研究中的应用，提高学生的学习兴趣和实验参与度。

(2) 讲授法：详细讲解正丁醚的制备原理，包括纯脱水制备醚的化反应机制、反应条件对产物性能的影响等。通过理论讲解，帮助学生理解实验的目的、原理和预期结果。

(3) 演示法：教师进行实验演示，展示正丁醚的制备过程，让学生观察并理解实验操作。

(4) 实践法：学生分组进行实验，每组负责完成正丁醚的制备过程，确保每位学生都能亲手操作，教师在实验过程中巡回指导，解答学生疑问，纠正错误操作。

(5) 互动教学：鼓励学生提问和讨论，解答学生在实验过程中遇到的问题，组织学生就实验结果进行交流和讨论，培养学生的分析和解决问题的能力。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容，详细记录实验现象并得出结论，写出实验的体会与讨论，完成实验思考题。

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、实验技能考核和期末考核。

过程性考核方式为实验报告的平均分数。

实验技能考核方式（实验技能）为实验操作技能考核。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	考核内容： 实验原理、方法的掌握情况，实验完成情况；实验操作的规范性，实验报告中结果分析和讨论的科学性，理论测试的答题情况。 所占比例： 40%	理论测试、实验报告、实验技能
课程目标 2	考核内容： 根据实验目的通过查阅相关文献资料设计合理实验方案，对实验结果分析和反思，寻求改进方案；实验协作情况，讨论实验问题时的参与度。 所占比例： 40%	理论测试、实验报告、实验技能
课程目标 3	考核内容： 实验报告中对数据的处理能力及对结果分析、讨论的科学思维。。 所占比例： 20%	理论测试、实验报告、实验技能

六、成绩评定

(一) 评定方式

1. 总成绩评定

总成绩=过程性考核成绩×30%+实验技能×40%+期末成绩×30%

2. 过程性考核成绩评定

实验报告成绩的平均值（100%）。

3. 实验技能成绩评定

实验操作正确性、规范性、熟练度；能对实验数据进行正确处理和计算；能在规定时间内完成实验操作。

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	理论测试	熟悉实验理论知识,独立完成全部测试题目,书写端正,对问题有详细透彻的分析,正确性高。	比较熟悉实验理论知识,独立完成或合作完成测试题目,书写比较端正,对问题分析较全面,正确性较高。	基本熟悉实验理论知识,独立完成或部分测试题目,书写较端正,对问题分析不全面,部分正确。	不太熟悉实验理论知识,无法独立或合作完成测试题目,书写凌乱,正确性低。	完全不熟悉实验理论知识,理论测试题目不完整,没有达到要求。
2	课程目标 1、2、3	实验报告	按时完成实验报告,格式规范,字体统一,书写整齐,绘图精美,实验结果分析深入合理,思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告,格式规范,字体统一,书写较为整齐,内容基本完整,绘图规范,实验结果分析合理,思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告,格式欠规范,字体统一,书写不太整齐,绘图较规范,实验结果分析较合理,思考题回答完整。	催交,格式欠规范,字体欠统一,书写不太整齐,绘图欠规范,实验结果分析不深入或无分析,思考题回答不完整。	反复催交,格式不规范,字迹不规整,绘图不规范,无结果分析,不回答思考题或催交未果。
3	课程目标 1、2、3	实验操作技能	实验前预习扎实,精心准备实验器材,整个实验过程认真操作,时间安排合理,操作无误,实验数据准确或产率高。	实验前预习扎实,实验器材准备妥当,整个实验过程认真操作,时间安排较合理,操作无误,实验数据较	实验前预习欠佳,实验器材准备欠妥,整个实验过程操作较认真,时间安排欠合理,操作有失误,实验	实验前没预习,实验器材准备欠妥,整个实验操作过程较认真,无时间安排,实验数据不准确或产率	实验前没预习,实验器材无准备,不进行实验操作。

				准确或产率较高。	数据欠准确或产率不高。	非常低。	
--	--	--	--	----------	-------------	------	--

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

- [1] 李炳奇.有机化学实验. 北京: 高等教育出版社.2007.07
 [2] 黄涛.有机化学实验. 北京: 高等教育出版社. 2000.06
 [3] 吴美芳,李琳.有机化学实验. 北京: 高等教育出版社, 2013.08

2. 与实验课程相关主要网站

有机化学实验__北京理工大学__中国大学 MOOC(慕课)

https://www.icourse163.org/course/BIT-1466036163?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsgj

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
有机化学实验 (第四版)	兰州大学	北京:高等教育出版社	2018.05	否	

九、课程学习建议

1. 课程理解与目标设定

学生应明确课程定位和学习目标, 通过本课程实验实践, 掌握有机化学相关知识, 培养解决有机合成与制备等方面复杂问题的能力, 以及树立正确的价值观, 正确评价高分子材料专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律及文化的影响。

2. 学习方法与策略

积极参与实验: 学生应积极参与实验, 亲自操作, 认真观察实验现象, 记录实验数据, 分析实验结果, 从而掌握高分子化学实验的基本操作技能和实验方法。

注重实验技能的培养：有机化学实验部分主要是验证聚合原理，巩固和加深对有机化学的基本理论的理解。学生应注重实验技能的培养，如蒸馏、提取、萃取等主要实验方法和技能、正确处理实验数据的能力等。

3. 学习资源与拓展

充分利用教学资源：学生应充分利用学校提供的教学资源，如实验室设备、教材、参考书籍等，为学习提供有力支持。

积极参与讨论与交流：学生应积极参与课堂讨论和实验小组的交流活动，与教师和同学分享学习心得和实验经验，共同提高学习效果。

拓展学习领域：学生可以通过参加学术讲座、研讨会等活动，拓展学习领域，了解高分子化学与物理的最新研究成果和发展趋势。

4. 考核与评价

重视实验考核：有机化学实验课程的考核应重视实验考核的比重，以全面评价学生的实验能力和实验技能。

综合评价学习效果：学生应综合评价自己的学习效果，包括理论知识掌握程度、实验技能提高程度、问题解决能力等方面，以便更好地调整学习策略和方法。



环境科学与工程专业

《分析化学实验》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023年8月

《分析化学实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	分析化学实验 Analytical Chemistry Experiments		
课程编码	230910812B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学、分析化学	修读学期	三
课程类别	专业核心课	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	康锦	审核人	李利红

二、课程简介

《分析化学实验》是环境科学专业本科必修的专业基础课程。密切配合分析化学理论课堂教学，通过分析化学实验进行严格的实验技能训练，掌握基础和现代分析化学，巩固和加深对所学理论知识的理解和应用。既注重与课堂教学的衔接，又注重实验教学的完整性和独立性。通过分析化学实验教学，加深对分析化学基本理论的理解，并熟练地掌握分析化学的实验方法和基本操作技能，为学习后续课程和将来从事化学教学和科研工作打下良好的基础。培养良好的实验习惯，实事求是的科学态度，严谨细致的工作作风和坚韧不拔的科学品质。培养科学的思维方法和创新能力，提高分析问题、解决问题和独立工作的能力，为探索新事物培养创新能力奠定基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

课程目标 1：能对化学分析法的基本原理、实验操作及方法特点有全面的理解和掌握。【毕业要求 4.1】

课程目标 2：能应用各种分析方法对实际样品进行分析，具备化学分析的实验操作和技能的动手能力，具有较强的实践应用能力。能对样品分析过程中产生的各种数据进行分析和解决各种环境问题的能力。【毕业要求 5.1】

课程目标 3：通过小组实验，能够培养学生良好的团队合作精神和沟通交流

能力，使学生树立正确的人生观、世界观和价值观。【毕业要求 9.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4 【研究】	4.1 经历科学研究相关的基础实验，积累经验，能够基于科学原理和环境专业基础知识，用于调研和分析环境污染问题的防治措施。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.1 了解环境污染常用监测仪器和处理设备的使用原理和方法，能够选择与使用恰当的监测仪器、信息资源、以及污染处理设备，用于环境污染的防治，并理解其局限性。
课程目标 3	毕业要求 9 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中，与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	1.1 分析化学实验安全知识	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
	1.2 分析天平的称量练习(递减称量法)	3	应用	2	必做	课程目标 1、2、3
2	量器的校准	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
3	滴定分析基本操作(滴定终点的判断、操作练习)	3	应用	2	必做	课程目标 1、2、3
4	NaOH、HCl 标准溶液的配制浓度的标定	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
5	有机酸摩尔量和含量的测定(方案设计)	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
6	食用白醋中总酸含量的测定(方案设计)	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
7	混合碱含量的测定(双指示剂法)	3	设计	2	必做	课程目标 1、2、3
8	EDTA 标准溶液的配制和标定	3	应用	2	必做	课程目标 1、2、3
9	水的总硬度及其钙硬、镁硬的测定(方案设计)	3	应用	2	必做	课程目标 1、2、3
10	EDTA 标准溶液的配制和	3	应用	2	必做	课程目标

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
	标定(二)					1、2、3
11	铅、铋混合液中铅铋含量的测定	3	应用	2	必做	课程目标 1、2、3
12	高锰酸钾标准溶液的配制与标定	3	应用	2	必做	课程目标 1、2、3
13	高锰酸钾法测定过氧化氢的含量	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
14	高锰酸盐指数的测定	3	综合	2	必做	课程目标 1、2、3
15	分光光度法测定高锰酸盐指数	3	验证	2	必做	课程目标 1、2、3
16	Na ₂ S ₂ O ₃ 标准溶液的配制与标定	3	应用	2	选做	课程目标 1、2、3
17	间接碘量法测定铜盐中的铜	3	应用	2	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1.1 分析化学实验安全知识

【实验目的】

- (1) 了解分析化学实验的基本知识及要求；
- (2) 了解化学分析实验的基本操作技术；
- (3) 了解滴定分析中量器的基本操作；
- (4) 了解分析化学实验报告的书写要求；
- (5) 认领仪器。

【实验原理】

分析化学实验的基本知识及要求。

【主要试剂及仪器设备】

酸(碱)式滴定管, 烧杯, 量筒, 移液管, 锥形瓶, 试剂瓶。

【内容提要】

- (1) 化学实验的基本知识及基本要求；
- (2) 书写实验报告的基本要求；
- (3) 认领仪器。

【实验安排】

教师先讲授分析化学实验的基本知识及基本要求, 书写实验报告的基本要

求，实验的基本操作技术，量器的使用方法，然后学生分两人一组认领仪器，分别贴标号，打扫实验室卫生。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述分析化学实验的基本知识，基本要求，酸碱滴定管及量器的基本操作技术，实验报告的书写要求。

1.2 分析天平的称量练习(递减称量法)

【实验目的】

- (1) 了解分析天平的构造及其使用方法；
- (2) 掌握分析天平正确的称量方法及使用规则、注意事项；
- (3) 学会用直接法和差减法称取试样。

【实验原理】

电磁力学平衡原理。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 电子天平 (0.1mg)；
- (2) 100 mL 小烧杯，称量瓶。

【内容提要】

- (1) 了解天平构造；
- (2) 练习天平称量使用。

【实验安排】

教师先讲授分析天平的原理、构造、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定，强调实验中正确记录称量数据。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲解

【实验报告要求】

简述称量原理、称量方法，保留正确的有效数字，实验数据尽量采用表格形式，思考题要求写在实验报告上。

2.容量器皿的校准

【实验目的】

- (1) 考查学生对分析化学实验中量器的应用；
- (2) 考查学生对滴定管、移液管、吸量管和容量瓶的操作；
- (3) 继续熟悉分析天平的称量的操作。

【实验原理】

绝对校准法和相对校准法。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 电子天平 (0.1 mg)；
- (2) 酸式滴定管，容量瓶，移液管。

【内容提要】

- (1) 练习绝对校准法；
- (2) 练习相对校准法。

【实验安排】

教师先讲授实验的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述绝对校准法和相对校准法的原理、操作步骤，应根据所用仪器的精度，如实记录，保留正确的有效数字，实验数据尽量采用表格形式，思考题要求写在实验报告上。

3.滴定分析基本操作(滴定终点的判断、操作练习)

【实验目的】

- (1) 学习滴定操作；
- (2) 初步掌握准确确定终点的方法；
- (3) 了解 NaOH、HCl 标准溶液的配制方法；
- (4) 熟悉指示剂的性质和终点颜色的变化；
- (5) 正确观察和记录消耗滴定剂的体积。

【实验原理】

盐酸和氢氧化钠相互滴定的过程中，同一指示剂指示终点，不断改变被滴定溶液的体积，则滴定剂的用量亦随之变化，但滴定的体积之比基本不变。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 容量瓶，酸式滴定管，量筒，移液管；
- (2) 盐酸、氢氧化钠、酚酞、甲基橙。

【内容提要】

- (1) 盐酸滴定氢氧化钠溶液；
- (2) 氢氧化钠溶液滴定盐酸。

【实验安排】

教师先讲授滴定分析的原理、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，实验数据体积的记录应保留两位有效数字，实验数据要采用表格形式，体积比要求相对平均偏差不大于 0.3%。思考题要求写在实验报告上。

4.NaOH、HCl 标准溶液的配制浓度的标定实验

【实验目的】

- (1) 进一步熟悉指示剂的性质和终点颜色的变化；
- (2) 学习基准物质标定酸碱标准溶液浓度的方法；
- (3) 掌握准确确定终点的方法。

【实验原理】

酸碱标准溶液采用间接配制法配制，因此必须用基准物质标定其准确浓度，只要标定出其中任何一种溶液的浓度，然后根据体积比即可计算出另一种溶液的浓度。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 容量瓶，酸式滴定管，量筒，移液管；
- (2) 盐酸、氢氧化钠、邻苯二甲酸氢钾、碳酸钠等。

【内容提要】

- (1) 用邻苯二甲酸氢钾标定氢氧化钠标准溶液；
- (2) 用碳酸钠标定盐酸标准溶液。

【实验安排】

教师先讲授标定酸碱的基准试剂、标定原理、方法、操作步骤及注意事项，然后学生分两人一组进行实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲解

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，应根据所用仪器精度如实记录，保留正确的有效数字，实验数据要用表格形式，正确计算氢氧化钠、盐酸标准溶液的准确浓度，要求相对平均偏差不得大于 0.3%，思考题要写在实验报告上。

5.有机酸摩尔量和含量的测定

【实验目的】

学习酸碱滴定法在有机酸摩尔量和含量测定中的应用。

【实验原理】

草酸是二元弱酸，其两级解离常数都相差不大，故不能分步滴定，由于其最后一级 K_a 一般并不小，因此可以用氢氧化钠作滴定剂，按照多元酸一次完全滴定。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) 氢氧化钠标准溶液；草酸。

【内容提要】

- (1) 制备有机酸试样溶液；
- (2) 用氢氧化钠标准溶液滴定有机酸试样，测定含量，计算摩尔量。

【实验安排】

教师先讲授有机酸含量测定的原理，据此设计测定的方法和步骤，以及实验中的注意事项，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，应根据所用仪器精度如实记录，保留正确的有效数字，实验数据要用表格形式，实验报告中要计算相对误差，并讨论产生误差的原因，思考题写在实验报告上。

6.食用白醋中总酸含量的测定(方案设计)实验

【实验目的】

- (1) 了解食用白醋中总酸的成份；
- (2) 学会由液体试样分析方案的设计；
- (3) 进一步练习滴定中各种量器的操作技术；
- (4) 掌握食用白醋中总酸含量的测定方法。

【实验原理】

食用白醋中的主要成分为乙酸，其 K_a 为 1.8×10^{-5} ，满足直接准确滴定一元弱酸的条件 ($CK_a \geq 10^{-8}$)，因此可以用氢氧化钠直接滴定测定。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 碱式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) 氢氧化钠标准溶液，白醋。

【内容提要】

- (1) 白醋试样的制备；
- (2) 用氢氧化钠标准溶液滴定白醋试样。

【实验安排】

教师先讲授测定食用白醋的原理，然后设计实验思路、方法、步骤；强调实验中的注意事项，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述实验原理、实验步骤，应根据所用仪器精度如实记录，保留正确的有效数字，实验数据要用表格形式，醋酸结果含量以 $\text{g}/100\text{mL}$ 表示，写出实验中减免误差提高测定结果准确度的方法和措施。

7.混合碱含量的测定(双指示剂法)实验

【实验目的】

- (1) 了解酸碱滴定法的应用；
- (2) 进一步熟练滴定操作和滴定终点的判断；
- (3) 掌握混合碱分析的测定原理、方法和结果的计算。

【实验原理】

工业混合碱一般有两种形式，采用盐酸标准溶液作为滴定剂，先后使用酚酞和甲基橙两种指示剂，在同一份试液中连续滴定，根据消耗滴定剂的体积，可以判断混合碱的组成并计算出各组分的含量。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) 盐酸标准溶液，碳酸钠和碳酸氢钠混合液 1，碳酸钠和氢氧化钠混合液 2。

【内容提要】

- (1) 盐酸标准溶液滴定混合碱 1；
- (2) 盐酸标准溶液滴定混合碱 2。

【实验安排】

教师先讲授混合碱测定的原理，然后设计测定的思路、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述双指示剂法测定混合碱的实验原理、实验步骤。正确记录保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，计算结果以质量浓度表示，要求相对平均偏差不得大于 0.3%，思考题写在实验报告上。

8. EDTA 标准溶液的配制和标定实验

【实验目的】

- (1) 学习配制和标定 EDTA 标准溶液的方法，了解络合滴定法的特点；
- (2) 掌握铬黑 T 指示剂和钙指示剂的使用条件和在终点时颜色的变化。

【实验原理】

EDTA 采用间接配制法配制，在 pH 为 12~13 的条件下，用碳酸钙基准试剂标定 EDTA，选用钙指示剂指示终点。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) EDTA，碳酸钙。

【内容提要】

- (1) 碳酸钙标准溶液的配制；
- (2) EDTA 溶液的配制和标定。

【实验安排】

教师先讲授 EDTA 标准溶液的配制和标定的原理、方法、测定条件和步骤，以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告的基本要求，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算 EDTA 的准确浓度，要求相对平均偏差不大于 0.3%，实验报告中要计算相对误差，并讨论产生误差的原因。思考题要写在实验报告上。

9.水的总硬度及其钙硬、镁硬的测定(方案设计)实验

【实验目的】

学习测定水的总硬度、钙硬度、镁硬度的原理和方法。

【实验原理】

在 pH≈10.00 的 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 的缓冲溶液中，以铬黑 T 为指示剂，用 EDTA 标准溶液直接测定水中钙离子和镁离子的总量，取等量水样，用 $40\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液调节溶液的 pH 为 12~13，使镁离子形成氢氧化镁沉淀，选用钙指示剂指示终点。用 EDTA 标准溶液测定溶液中的钙分量，镁分量即可由钙镁总量与钙分量之差求得。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。

(2) EDTA 标准溶液，铬黑 T，钙指示剂。

【内容提要】

- (1) 用 EDTA 标准溶液直接测定水中钙离子和镁离子的总量；
- (2) 用 EDTA 标准溶液测定溶液中的钙分量。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤；以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算水的总硬度及钙硬和镁硬，要求相对平均偏差不大于 0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法。

10. EDTA 标准溶液的配制和标定实验

【实验目的】

- (1) 学习在酸性条件下标定 EDTA 标准溶液的方法；
- (2) 了解络合滴定法的特点；
- (3) 掌握二甲酚橙指示剂的使用条件和在终点时颜色的变化。

【实验原理】

EDTA 采用间接配制法配制，用盐酸—六亚甲基四胺控制溶液 pH 为 5~6，选用二甲酚橙为指示剂，以 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 为基准试剂标定 EDTA。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) EDTA, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。

【内容提要】

- (3) 硫酸锌标准溶液的配制；
- (4) EDTA 溶液的配制和标定。

【实验安排】

教师先讲授 EDTA 标准溶液的配制和标定的原理、方法、测定条件和步骤，以及实验中的注意事项，并强调书写实验报告的基本要求，学生以两人一组开始

实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算 EDTA 的准确浓度，要求相对平均偏差不大于 0.3%，实验报告中要计算相对误差，并讨论产生误差的原因。思考题要写在实验报告上。

11. 铅、铋混合液中铅铋含量的测定实验

【实验目的】

- (1) 学习通过控制溶液酸度对 Pb^{2+} ， Bi^{3+} 进行连续滴定的原理和方法；
- (2) 掌握二甲酚橙指示剂的使用条件和它在终点时的变色情况。

【实验原理】

Pb^{2+} ， Bi^{3+} 均能与 EDTA 形成稳定的螯合物，但它们的绝对形成常数有很大的差别，符合混合离子分步滴定的条件，因此可以通过控制溶液酸度对 Pb^{2+} ， Bi^{3+} 进行连续滴定，采用二甲酚橙为指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) EDTA 标准溶液， Pb^{2+} ， Bi^{3+} 混合溶液。

【内容提要】

- (1) 控制条件，用 EDTA 标准溶液滴定被测溶液，测定 Bi^{3+} 含量；
- (2) 调节 pH，继续用 EDTA 标准溶液滴定，测定 Pb^{2+} 的含量。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算铅、铋含量，要求相对平均偏差不大于 0.3%，要分

析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法，思考题写在实验报告上。

12.高锰酸钾标准溶液的配制与标定实验

【实验目的】

- (1) 了解高锰酸钾标准溶液的配制、标定方法和保存条件；
- (2) 掌握采用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 作基准物标定高锰酸钾标准溶液的方法；
- (3) 了解高锰酸钾滴定法自身指示剂的实验过程和自身氧化还原反应的特点。

【实验原理】

高锰酸钾采用间接配制法配制，在酸性条件下，用草酸钠标定高锰酸钾，自身指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) 高锰酸钾，草酸。

【内容提要】

- (1) 配制高锰酸钾溶液；
- (2) 准确称量草酸固体并溶解；
- (3) 用高锰酸钾溶液滴定草酸溶液。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲解

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算高锰酸钾标准溶液的准确浓度，要求相对平均偏差不大于0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法，思考题写在实验报告上。

13.高锰酸钾法测定过氧化氢的含量实验

【实验目的】

- (1) 掌握高锰酸钾法测定过氧化氢的原理；
- (2) 高锰酸钾滴定法的应用。

【实验原理】

过氧化氢具有还原性，在酸性介质和室温条件下，能被高锰酸钾定量氧化，自身指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) 高锰酸钾标准溶液，过氧化氢溶液。

【内容提要】

- (1) 准备 H_2O_2 试样；
- (2) 用高锰酸钾标准溶液滴定。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算过氧水的质量浓度和相对平均偏差，要求相对平均偏差不大于 0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法，思考题写在实验报告上。

14.高锰酸盐指数的测定实验

【实验目的】

掌握水样中测定高锰酸盐指数的原理和方法。

【实验原理】

本实验通过用高锰酸钾煮沸消解法，采用返滴定法对水样进行高锰酸盐指数的测定。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶。
- (2) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 标准溶液；高锰酸钾标准溶液； H_2SO_4 。

【内容提要】

- (1) 用过量高锰酸钾标准溶液氧化水样；
- (2) 加入过量草酸标准溶液将水样还原；
- (3) 用高锰酸钾标准溶液滴定过量的草酸。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数据要用表格形式，正确计算测定结果和相对平均偏差，要求相对平均偏差不大于0.3%，要分析讨论产生误差的原因，提出提高测定准确度采取的措施和方法。

15.分光光度法测定高锰酸盐指数实验

【实验目的】

- (1) 学习 V1200 可见分光光度计的组成、结构和操作方法；
- (2) 学习利用分光光度计测定水中高锰酸盐指数的测量方法；
- (3) 初步了解环境分析的重要性及水样的采集和保存方法。

【实验原理】

根据朗伯-比尔定律，做出高锰酸钾的标准曲线法，通过标准曲线求出水样中氧化水体中还原性物质后剩余的 KMnO_4 的量 n ，计算高锰酸盐指数（COD）。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计；
- (2) KMnO_4 标准溶液。

【内容提要】

- (1) 配制不同浓度的高锰酸钾系列标准溶液并测定各溶液的吸光度，做出工作曲线；
- (2) 测定用高锰酸钾处理后的水样中高锰酸钾特定吸收波长下的吸光度，

利用工作曲线得出高锰酸钾的量，计算高锰酸盐指数。

【实验安排】

教师介绍高锰酸钾标准溶液的吸收曲线的绘制，学生以4人一组，首先配制高锰酸钾标准溶液，然后对高锰酸钾标准溶液进行吸光度的测定；学生测定水样溶液中高锰酸钾的吸光度，计算高锰酸盐指数。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲解

【实验报告要求】

简述分光光度法测定的方法；记录样品吸光度的数据，将实验数据以列表法列出，绘制高锰酸钾标准曲线，计算高锰酸盐指数，对比两种测定方法的准确度。

16. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制与标定实验

【实验目的】

- (1) 掌握 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液配制方法；
- (2) 掌握 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的原理方法。

【实验原理】

采用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 作为基准物质，以淀粉为指示剂，用间接碘量法标定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管；移液管；锥形瓶；
- (2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ； $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 。

【内容提要】

- (1) 配制 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液；
- (2) 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液进行标定。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤，以及实验中的注意事项，并强调上次实验报告中存在的问题，学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要，正确保留有效数字位数，实验数

据要用表格形式,正确计算 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的准确浓度,要求相对平均偏差不大于 0.3%,并讨论产生误差的原因,提出提高测定准确度采取的措施和方法,思考题要写在实验报告上。

17. 间接碘量法测定铜盐中的铜

【实验目的】

- (1) 学习间接碘量法测定铜的基本原理;
- (2) 了解间接碘量法中误差的来源;
- (3) 掌握提高分析结果准确度的方法。

【实验原理】

在弱酸性条件下, Cu^{2+} 可以被 KI 还原为 CuI , 同时析出与之计量相当的 I_2 , 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定, 以淀粉为指示剂。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) 酸式滴定管; 移液管; 锥形瓶;
- (2) KI 溶液; Cu^{2+} 试样溶液; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液。

【内容提要】

- (1) 先用 KI 还原 Cu^{2+} ;
- (2) 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定析出的 I_2 。

【实验安排】

教师先讲授测定的原理、方法和步骤; 以及实验中的注意事项, 并强调上次实验报告中存在的问题, 学生以两人一组开始实验测定。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

实验原理、实验内容、操作步骤简明扼要, 正确保留有效数字位数, 实验数据要用表格形式, 正确计算铜盐中的铜含量, 要求相对平均偏差不大于 0.3%, 并讨论产生误差的原因, 提出提高测定准确度采取的措施和方法, 思考题要写在实验报告上。

五、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式考查课，成绩采取“N+2”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，为实验报告成绩的平均分，占比30%；“2”指卷面成绩与实验操作，分别占比30%和40%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例(%)	考核方式
课程目标 1	基本概念和基本知识：20% 分析应用能力：10% 解决问题的综合能力：10%	实验报告、技能成绩、期末考试
课程目标 2	基础知识：20% 分析应用能力：10%	实验报告、技能成绩、期末考试
课程目标 3	基础知识：10% 解决问题的综合能力：20%	实验报告、技能成绩、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 30% + 期末考试卷面成绩 × 30% + 实验操作 × 40%

过程性考核成绩 = 实验报告成绩的平均分

(二) 评分标准

1. 实验报告和实验操作的评价方法与标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	实验报告	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写整齐，绘图精美，实验结果分析深入合理，思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写较为整齐，内容基本完整，绘图规范，实验结果分析合理，思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告，格式欠规范，字体统一，书写不太整齐，绘图较规范，实验结果分析较合理，思考题回答完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写不太整齐，绘图欠规范，实验结果分析不深入或无分析，思考题回答不完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写潦草，绘图不规范，实验结果没有分析，思考题回答不完整。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
2	课程目标 1、2、 3	实验操作	实验前预习充分，精心准备实验器材，整个实验过程认真操作，时间安排合理，操作无误，实验数据准确。	实验前预习充分，实验器材准备妥当，整个实验过程认真操作，时间安排较合理，操作无误，实验数据较准确。	实验前预习欠佳，实验器材准备欠妥当，整个实验过程操作较认真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确。	实验前没预习，实验器材准备欠妥，整个实验操作过程较认真，无时间安排，实验数据不准确。	实验前没预习，实验器材无准备，不进行实验操作。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 武汉大学主编. 分析化学实验（第五版）. 北京：高等教育出版社. 2011年2月。
2. 华中师范大学，东北师范大学，陕西师范大学，北京师范大学，西南大学，华南师范大学. 分析化学（第四版）下册. 北京：高等教育出版社. 2011年6月。
3. 与实验课程相关主要网站。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学实验（第四版）	华中师范大学等	高等教育出版社	2015年1月	否	无

九、课程学习建议

1. 每次实验前需要进行预习。每次实验之后均有实验思考题，请认真完成，可进一步加深对实验原理的理解。
2. 师生面对面交流，鼓励学生大胆发表意见，组织学生对实验结果、内容、方法及相关内容进行现场讨论，提高学生分析问题、解决问题的能力。



环境科学与工程专业

《仪器分析实验》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023年8月

《仪器分析实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	仪器分析实验 Instrumental Analytical Experiments		
课程编码	230910813B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学, 分析化学, 分析化学实验	修读学期	四
课程类别	学科专业基础课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	康锦	审核人	李利红

二、课程简介

《仪器分析实验》对于环境科学与工程专业, 是不可缺少的专业教学实践课程。近年来, 分析化学学科飞速发展与其它学科相互交融, 设计出精密度高、检测限低的各种仪器, 除掌握相关仪器的基本结构和原理外, 同时还必须掌握分析仪器的正确操作。仪器分析实验是在教师指导下, 以分析仪器为工具, 学生亲自动手获得所需物质化学组成和含量等信息的实践活动, 是分析化学学科中重要的课程。通过本课程的实践教学, 可具备仪器分析的实验技能、团队合作精神和沟通交流能力, 树立正确的人生观、世界观和价值观。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习, 学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 能够使掌握仪器的基本结构及工作原理, 同时引导学生利用多个设备分析一个问题的方法和手段, 提高学生对解决问题的综合分析水平和能力, 培养学生的科学、辩证统一的认识论和方法论等本领。【毕业要求 4.1】

课程目标 2: 能够使熟练的运用化学专业的书籍和数据库等资源, 达到查阅本专业国际国内学科前沿知识, 开阔学生解决问题的方法及思路, 激发

求知欲望及创新创业精神，不断提高学生的科研水平与人文素养。【毕业要求 5.1】

课程目标 3：通过小组实验，能够培养学生良好的团队合作精神和沟通交流能力，使学生树立正确的人生观、世界观和价值观。【毕业要求 9.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4 【研究】	4.1 经历科学研究相关的基础实验，积累经验，能够基于科学原理和环境专业基础知识，用于调研和分析环境污染问题的防治措施。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.1 了解环境污染常用监测仪器和处理设备的使用原理和方法，能够选择与使用恰当的监测仪器、信息资源、以及污染处理设备，用于环境污染的防治，并理解其局限性。
课程目标 3	毕业要求 9 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中，与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	仪器分析实验的基本知识和操作指南	3	验证性		必做	课程目标 1、2、3
2	邻二氮菲分光光度法测定未知物中铁的含量	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
3	邻二氮菲分光光度法测铁的条件实验	3	设计性	4	必做	课程目标 1、2、3
4	邻二氮菲—铁（II）络合物的组成测定	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
5	混合物中铬锰含量的同时测定	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
6	铬、锰光吸收曲线的绘制及吸光度加和性试验	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
7	醒目饮料中柠檬黄和亮蓝的同时测定	3	设计性	4	必做	课程目标 1、2、3
8	食品中 NO ₂ -含量的测定	3	综合性	4	必做	课程目标 1、2、3
9	有机化合物的紫外吸收	3	验证性	4	必做	课程目标

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
	光谱及溶剂性质对吸收光谱的影响					1、2、3
10	火焰原子吸收光度法测定水中的铜	3	设计性	4	必做	课程目标 1、2、3
11	火焰原子吸收光度法测定水中的锰	3	设计性	4	必做	课程目标 1、2、3
12	分子荧光法测定奎宁的含量	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
13	荧光素钠含量的测定	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
14	红外光谱测定有机化合物的结构	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
15	玻璃电极响应斜率和溶液 pH 的测定	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3
16	气相色谱法混合物定性、定量分析	3	验证性	4	必做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 仪器分析实验的基本知识和操作指南

【实验目的】

仪器分析实验对实验操作和实验结果的要求；培养学生的实验素养和实验能力；练习 V1200 分光光度计的操作。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

- (1) 仪器分析实验的基本要求
- (2) 实验数据处理和结果的表达
- (3) 玻璃仪器的洗涤和分析实验室的安全规则
- (4) V1200 分光光度计的使用方法

【实验安排】

教师介绍 V1200 分光光度计的构造，进行操作演示；学生以 4 人一组，练习仪器的操作。

【教学方法与手段】

讲授、操作示范——实验——讨论总结
线下教学

【实验报告要求】

简述仪器分析实验的基本知识；记录比色皿的使用方法和实验数据及结果的处理方法；写出 V1200 分光光度计的构造及操作方法；写出实验的体会与疑问。

2. 邻二氮菲分光光度法测定未知物中铁的含量

【实验目的】

分光光度法测定铁的基本原理；分光光度法测定铁的分析方法；分光光度计和吸量管的使用方法练习。

【实验原理】

标准曲线法, $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$,
 $\text{Fe}^{2+} + 3 \text{phen} \rightarrow [\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$ 。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

- (1) 配制标准系列溶液，显色。
- (2) 绘制吸收光谱，选择测量波长。
- (3) 固定波长，测定标准系列显色溶液的 A。
- (4) 铁试液显色，测定其 A。
- (5) 计算样品中的铁含量。

【实验安排】

教师讲解标准曲线法测定未知溶液的原理，进行分光光度计的操作演示，测定一份已知浓度的试样；学生以 4 人一组，对事先准备好的样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理，计算出未知溶液的浓度。

【教学方法与手段】

讲授、操作示范——实验——讨论总结
线下教学

【实验报告要求】

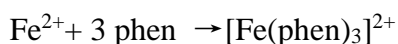
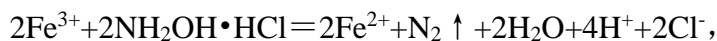
简述标准曲线法测定未知溶液的原理；记录不同浓度下吸光度的数据，将实验数据以列表法，图解法列出；通过 Excell 作图得到一元线性回归方程及相关系数，同时计算出未知溶液的浓度；写出实验的体会与疑问。

3. 邻二氮菲分光光度法测铁的条件实验

【实验目的】

分光光度法测定铁的实验条件的选择；分光光度计和吸量管的使用。

【实验原理】



【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

- (1) 适宜酸度范围的确定
- (2) 显色剂用量的确定
- (3) 显色时间及络合物稳定性的确定

【实验安排】

教师介绍邻二氮菲分光光度法测定铁的实验条件，选择最佳实验条件的依据；介绍用单因素变换法和正交实验法选择实验条件方法；学生以 4 人一组，对事先准备好的样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理，得出最佳实验条件。

【教学方法与手段】

讲授、操作示范——实验——讨论

线下教学

【实验报告要求】

简述邻二氮菲分光光度法测定铁最优实验条件的选择方法；记录用单因素变换法测定样品吸光度的数据，将实验数据以列表法，图解法列出，得出最优条件；写出实验的体会与疑问。

4. 邻二氮菲—铁（II）络合物的组成测定

【实验目的】

分光光度法测定络合物组成的原理及方法；分光光度计的操作使用方法。

【实验原理】

JOB 曲线；朗伯比尔定律。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

配制一系列溶液，各溶液的金属离子浓度、酸度、温度等条件恒定，只改变配位体 L 邻二氮菲的浓度，在 ML_n 的最大吸收浓长处测定该系列溶液的吸光度 A，以 A 对摩尔比 C_L/C_M 作图，将曲线的线性部分延长相交于一点，该点对应的 C_L/C_M 值即为配位数 n。摩尔比法使用于稳定性较高的络合物组成的测定。

【实验安排】

教师介绍分光光度法测定络合物组成的原理,介绍用图表法得到络合比的方法;学生以4人一组,对事先准备好的样品进行吸光度的测定;学生对测定后的数据进行处理,得出络合比。

【教学方法与手段】

讲授、操作示范——实验——讨论总结

线下教学

【实验报告要求】

简述分光光度法测定络合物组成的原理及方法;记录样品吸光度的数据,将实验数据以列表法,图解法列出,得出络合比;写出实验的体会与疑问。

5.混合物中铬锰含量的同时测定

【实验目的】

分光光度法进行多组分同时测定的方法;正确测定摩尔吸收系数的方法;分光光度计的结构和正确的使用方法。

【实验原理】

利用吸光度具有加和性特性,采用解联立方程组的方法。

【主要试剂及仪器设备】

- (1) V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计;
- (2) 0.020mol.L⁻¹KMnO₄ 溶液(其中含 H₂SO₄0.5mol.L⁻¹, 含 KIO₄2g/L);
- (3) 0.020mol.L⁻¹K₂Cr₂O₇ 溶液(其中含 H₂SO₄0.5mol.L⁻¹, 含 KIO₄2g/L);
- (4) 混合试样

【内容提要】

- (1) 测绘铬和锰标准溶液的吸收曲线
- (2) 铬和锰含量的同时测定

【实验安排】

教师介绍铬、锰标准溶液的吸收曲线的绘制,介绍利用吸光度具有加和性的特点计算铬、锰含量的方法;学生以4人一组,对铬、锰标准溶液及混合物样品进行吸光度的测定;学生对测定后的数据进行处理,得出铬、锰含量。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

线下讲解

【实验报告要求】

简述分光光度法进行多组分同时测定的方法;记录样品吸光度的数据,将实验数据以列表法列出,绘制铬、锰的标准曲线,计算出混合物中铬、锰的含量;

写出实验的体会与疑问。

6. 铬、锰光吸收曲线的绘制及吸光度加和性试验

【实验目的】

紫外可见分光光度计构造及自动扫描吸收光谱的操作方法； KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的可见吸收光谱； KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 双组分吸光度的加和性。

【实验原理】

吸光度的加和性；朗伯比尔定律。

【主要试剂及仪器设备】

1. TU-1901 紫外可见分光光度计。

2. $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$ 溶液（其中含 $\text{H}_2\text{SO}_4 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，含 $\text{KIO}_4 2\text{g/L}$ ）；

3. $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液（其中含 $\text{H}_2\text{SO}_4 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，含 $\text{KIO}_4 2\text{g/L}$ ）；

【内容提要】

1. TU-1901 双光束紫外可见分光光度计构造及操作方法

2. 吸收光谱测绘

3. KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 双组份吸光度的加合性试验

【实验安排】

教师介绍 TU-1901 紫外可见分光光度计的构造，进行操作演示，采集并描绘一张 KMnO_4 的紫外可见吸收谱图；学生以 12 人一组，对 KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 及混合物样品进行紫外可见吸收光谱的测定及数据保存；学生对测定后的数据进行处理，得出混合物中铬、锰含量。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

线下讲解

【实验报告要求】

简述紫外可见分光光度计的结构及自动扫描吸收光谱的操作方法；记录 KMnO_4 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 及混合物样品的紫外可见吸收光谱及数据；写出实验的体会与疑问。

7. 醒目饮料中柠檬黄和亮蓝的同时测定

【实验目的】

分光光度法测定有机染料的方法；分光光度计的结构和正确的使用方法。

【实验原理】

柠檬黄 ($\lambda_{\text{max}}=428\text{nm}$) 和亮蓝 ($\lambda_{\text{max}}=630\text{nm}$) 的吸收峰相互干扰较少，在饮

料中不含其它有色物质的情况下,两色素在各自的最大吸收波长处的吸光度值与浓度之间有良好的线性关系,符合朗伯比耳定律。

【主要试剂及仪器设备】

1.V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

2.醒目苹果汁

3.0.1 g•L⁻¹ 的柠檬黄储备液;

4.0.1 g•L⁻¹ 的亮蓝储备液;

【内容提要】

1.标准系列的配制:

2.吸收光谱图的绘制

3.工作曲线的测绘

4.样品的测定

【实验安排】

教师介绍柠檬黄和亮蓝标准溶液的吸收曲线的绘制,介绍利用吸光度具有加和性的特点计算柠檬黄和亮蓝含量的方法;学生以 4 人一组,对柠檬黄和亮蓝标准溶液及混合物样品进行吸光度的测定;学生对测定后的数据进行处理,得出混合溶液中柠檬黄和亮蓝的含量。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

线下讲解

【实验报告要求】

简述柠檬黄和亮蓝的性质及分光光度法进行多组分同时测定的方法;记录样品吸光度的数据,将实验数据以列表法列出,绘制柠檬黄和亮蓝的标准曲线,计算出混合物中柠檬黄和亮蓝的含量;写出实验的体会与疑问。

8.食品中 NO₂⁻含量的测定

【实验目的】

学习盐酸萘乙二胺光度法测定亚硝酸盐的原理和方法;分光光度法在食品分析中的应用。

【实验原理】

盐酸萘乙二胺光度法的反应原理。

【主要试剂及仪器设备】

V1200 分光光度计或 UV1200 分光光度计。

【内容提要】

1. 试样预处理

2. 测定

(1) 标准曲线的绘制

(2) 试样的测定

【实验安排】

教师介绍盐酸萘乙二胺光度法测定亚硝酸盐的原理和方法，简述香肠样品预处理方法、标准曲线的绘制及试样的测定；学生以 4 人一组，对火腿肠样品中 NO^2 进行提取，测定提取液和 NO^2 标准溶液的吸光度；学生对测定后的数据进行处理，得出火腿肠中 NO^2 的含量。

【教学方法与手段】

实验原理、操作讲授，教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲授、教师演示与学生动手实验

【实验报告要求】

简述盐酸萘乙二胺光度法测定亚硝酸盐的原理和方法；记录提取液和 NO^2 标准溶液吸光度的数据，将实验数据列表法列出，绘制 NO^2 的标准曲线，计算出火腿肠中 NO^2 的含量；写出实验的体会与疑问。

9. 有机化合物的紫外吸收光谱及溶剂性质对吸收光谱的影响

【实验目的】

加深理解紫外吸收光谱的产生机理和溶剂对紫外吸收光谱的影响；学习紫外吸收光谱定性分析方法。

【实验原理】

紫外吸收光谱的产生机理。

【主要试剂及仪器设备】

TU-1901 紫外可见分光光度计，1cm 石英比色皿。

苯、乙醇、正己烷、氯仿、丁酮、异亚丙基丙酮。

【内容提要】

1. 苯的吸收光谱的绘制

2. 乙醇中杂质苯的检查

3. 溶剂性质对紫外吸收光谱的影响

【实验安排】

教师介绍 TU-1901 紫外可见分光光度计的构造，进行操作演示，采集并描绘一张苯的紫外可见吸收谱图；学生以 12 人一组，对苯、乙醇中苯样品及不同极性溶剂对丁酮和异亚丙基丙酮进行紫外可见吸收光谱的测定及数据保存；学生

对测定后的数据进行处理，得出结论。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲解

【实验报告要求】

简述紫外可见分光光度计的结构及自动扫描吸收光谱的操作方法；记录苯及不同极性溶剂对丁酮和异亚丙基丙酮样品的紫外可见吸收光谱；写出实验的体会与疑问。

10.火焰原子吸收光度法测定水中的铜

【实验目的】

原子吸收光谱分析法测定铜的基本原理；TAS-986 原子吸收光谱仪的构造和仪器的使用方法；原子吸收分光光度定量分析方法。

【实验原理】

利用气态的基态原子数与物质的含量成正比，进行定量分析。

【主要试剂及仪器设备】

1.仪器：TAS-986 原子吸收分光光度计；电子天平（瑞士普利赛斯 XS）

2.试剂：

（1）Cu 标准贮备液：准确称取 2.9683 gCu(NO₃)₂ 置于小烧杯中，加少量水溶解后转移至 1000mL 容量瓶中，用蒸馏水定容，浓度为 1g/L。

（2）Cu 未知液。

注意：所有使用的仪器要提前用 10%HNO₃ 浸泡 24 小时，后用蒸馏水洗，用去离子水洗干净。

【内容提要】

1.标准系列的配制（50mL 的容量瓶）

2.标准曲线的绘制：

3.测定试样溶液的吸光度，在工作曲线上找出其浓度，求出其含量。

4.数据处理

（1）由标准溶液的测量数据，做出 Cu 的 A→C 工作曲线；

（2）由工作曲线求出 Cu 未知液的浓度。

（3）求出相对标准偏差；

【实验安排】

教师介绍 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造，进行操作演示，采集并记录样品的吸光度；学生以 12 人一组，对铜标准溶液及自来水中铜原子进行吸光度的

测定；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲授、教师演示与学生动手实验

【实验报告要求】

简述 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造；记录测试条件及铜标准溶液及自来水中铜原子的吸光度值，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出自来水中铜原子含量；写出实验的体会与疑问。

11.火焰原子吸收光度法测定水中的锰

【实验目的】

原子吸收光谱分析法测定锰的基本原理；TAS-986 原子吸收光谱仪的构造和仪器的使用方法；原子吸收分光光度定量分析中标准加入法的计算方法。

【实验原理】

利用气态的基态原子数与物质的含量成正比，进行定量分析。

【主要试剂及仪器设备】

1.仪器：TAS-986 原子吸收分光光度计；电子天平（瑞士普利赛斯 XS）

2.试剂：Mn 标准贮备液：准确称取 3.9091gMn(NO₃)₂·2H₂O 置于小烧杯中，加少量水溶解后转移至 1000mL 容量瓶中，用蒸馏水定容，浓度为 1g/L。

注意：所有使用的仪器要提前用 10%HNO₃ 浸泡 24 小时，后用蒸馏水洗，用去离子水洗干净。

【内容提要】

1.标准系列的配制（50mL 的容量瓶）

2.标准曲线的绘制：

在 TAS-986 原子吸收分光光度计上测标准系列的吸光度，以标准系列的浓度为横坐标，相应的吸光度为纵坐标绘出标准曲线。

3.外推法在工作曲线上救出未知溶液 Mn 的浓度，求出其含量。

4.数据处理

(1) 由标准溶液的测量数据，做出 Mn 的 A→C 工作曲线；

(2) 由工作曲线倒推法求出 Mn 未知液的浓度。

【实验安排】

教师介绍 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造，进行测试条件的设置和操作演示，采集并记录样品的吸光度；学生以 12 人一组，采用标准加入法对样品进行吸光度的测定；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论
线下讲授、教师演示与学生动手实验

【实验报告要求】

简述 TAS-986 原子吸收光谱仪的构造；记录测试条件及锰样品中锰原子的吸光度值，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出自来水中锰原子含量；写出实验的体会与疑问。

12.分子荧光法测定奎宁的含量

【实验目的】

荧光分析法的基本原理；荧光分析仪的基本结构、性能与操作方法；荧光分析法测定奎宁的含量。

【实验原理】

$$I = Kc。$$

【主要试剂及仪器设备】

1.Cary Eclipse 荧光光度计。

2.100.0ug•mL⁻¹ 奎宁贮备液：准确称取 120.7 mg 硫酸奎宁二水合物，加 50mL 1mol•L⁻¹ H₂SO₄ 溶解，用去离子水定容至 1000mL。将此溶液稀释 10 倍即得 10.0ug•mL⁻¹ 奎宁标准溶液。0.05mol•L⁻¹H₂SO₄ 溶液；

3.0.05 mol•L⁻¹H₂SO₄ 溶液。

【内容提要】

- 1.系列标准溶液的配制：取 6 只 5mL 容量瓶，按下表配制标准系列溶液。
- 2.绘制激发光谱和荧光发射光谱：在 200~400nm 范围扫描荧光激发光谱；在 400~600nm 范围扫描荧光发射光谱；
- 3.绘制标准曲线：将激发波长固定在 350nm（或 250nm），荧光发射波长固定在 450nm，测量系列标准溶液的荧光强度 I_F，数据记录上表。
- 4.未知试样的测定：取奎宁试样，测量其荧光发射强度。
- 5.绘制荧光强度 I_F对奎宁溶液浓度 c 标准曲线，并由标准曲线求算未知试样的浓度，计算药片中的奎宁含量。

【实验安排】

教师介绍 Cary Eclipse 荧光光度计的构造，进行测试条件的设置和操作演示，采集并记录样品的荧光强度；学生以 12 人一组，测定标准溶液及未知溶液的荧光强度；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

线下讲解

【实验报告要求】

简述 Cary Eclipse 荧光光度计的构造；记录测试条件及标准溶液及未知溶液的荧光强度，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出未知溶液中奎宁的含量；写出实验的体会与疑问。

13. 荧光素钠含量的测定

【实验目的】

荧光分析法测定荧光素钠的含量；荧光分析法的基本原理；荧光分析仪的基本结构、性能与操作方法。

【实验原理】

$$I = Kc。$$

【主要试剂及仪器设备】

1. Cary Eclipse 荧光光度计。

2. 荧光素钠； $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 的荧光素钠储备液； 1.0 mol/L 的 NaOH 溶液；

【内容提要】

1. 系列标准溶液配制

取荧光素钠储备液溶液 0.5ml、1.0ml、1.5ml、2.0ml、3.0ml，于 5 只 25ml 容量瓶中，再分别加入 1.0 mol/L 的 NaOH 溶液 2.5mL，以蒸馏水稀释至刻度，摇匀，待测定各标准溶液的荧光强度。

2. 荧光强度测定

(1) 荧光光度计操作

(2) 荧光素钠激发光谱与发射光谱的绘制

(3) 标准溶液荧光的测定：

(4) 试样溶液荧光的测定：

【实验安排】

教师介绍 Cary Eclipse 荧光光度计的构造，进行测试条件的设置和操作演示，采集并记录样品的荧光强度；学生以 12 人一组，测定荧光素钠标准溶液及注射液的荧光强度；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

线下讲解

【实验报告要求】

简述 Cary Eclipse 荧光光度计的构造；记录测试条件及荧光素钠标准溶液及注射液的荧光强度，将实验数据及结果以表格列出，绘制标准曲线，得出注射液中荧光素钠的含量；写出实验的体会与疑问。

14. 红外光谱测定有机化合物的结构

【实验目的】

薄膜的制备方法，并用于红外光谱的测定；红外分光光度计的结构、原理及操作方法。

【实验原理】

采用与已知标准物对照的方法定性分析有机化合物的结构。

【主要试剂及仪器设备】

傅立叶变换红外光谱仪。

【内容提要】

1. 固体试样苯甲酸的红外谱图的测绘

(1) 制样 取干燥的苯甲酸试样 1~2mg 置于玛瑙研钵中充分磨细，再加入 150mg 干燥的 KBr 研磨至完全混匀，颗粒粒度约为 2 μ m。

(2) 取出约 100mg 混合物装入干净的压膜内，置于压片机上，在 29.4MPa 压力下压制 1min, 制成透明试样薄片。

(3) 将试样薄片装在试样架上，插入红外光谱仪试样池的光路中，用纯 KBr 薄片为参比片。先粗测透射比是否超过 40%，若达到 40%，按仪器操作方法从 4000 扫谱至 650。若未达到 40% 的透射比，则重新压片。

(4) 扫描结束后，取下试样架，取出薄片，按要求将磨具、试样架等擦净收好。

2. 将扫描得到的苯甲酸与已知标准谱图进行对照比较，并找出主要吸收峰的归属。

FT-IR 光谱仪没有色散元件，主要由光源（硅碳棒、高压汞灯）迈克尔逊干涉仪、检测器和计算机系统组成。其工作原理是将光源发出的红外辐射，经干涉仪转变成干涉图，通过试样后得到含试样信息的干涉图，由计算机采集，并经过快速傅里叶变换，得到吸收强度或透光度随频率或波数变化的红外光谱。

【实验安排】

教师介绍傅立叶变换红外光谱仪的构造，制备苯甲酸薄膜，采集并打印一张苯甲酸的红外光谱谱图；学生以 12 人一组，保存苯甲酸的红外光谱谱图及数据；学生对红外光谱图进行分析，找出特征吸收峰及对应苯甲酸结构。

【教学方法与手段】

课堂讲授加实验现场指导教学

课堂讲授、教师演示、学生动手实验、课堂讨论

【实验报告要求】

简述傅立叶变换红外光谱仪的结构及苯甲酸薄膜的制备方法；记录苯甲酸的红外光谱图；写出实验的体会与疑问。

15.玻璃电极响应斜率和溶液 pH 的测定

【实验目的】

准确测定溶液 pH 的方法；pH 玻璃电极的构造及使用方法；酸度计的使用方法。

【实验原理】

能斯特方程。

【主要试剂及仪器设备】

pH 酸度计。

【内容提要】

1.玻璃电极的构造

2.玻璃电极的响应机理

3.膜电位

4.pH 的测定：以 pH 玻璃电极为指示电极、SCE 电极为参比电极，用 pH 计分别测定 pH 已知的缓冲液、待测液的电动势。

【实验安排】

教师介绍 pH 酸度计的构造，进行操作演示，测试样品的 pH 值；学生以 6 人一组，首先对酸度计进行校准，测试不同样品的 pH 值；学生对测定后的数据进行处理。

【教学方法与手段】

本课以课堂讲授教学法为主，辅以问题式，启发式和讨论式教学法。

线下教学

【实验报告要求】

简述 pH 酸度计的构造；校正酸度计，记录不同样品的 pH 值和 E 值，将实验数据及结果以表格列出，得出不同样品的 pH 值；写出实验的体会与疑问。

16.气相色谱法混合物定性、定量分析

【实验目的】

通过模拟实验，了解气相色谱法的分离原理，分离分析的过程；气相色谱仪

的组成和使用。

【实验原理】

气相色谱法的原理。

【主要试剂及仪器设备】

气相色谱仪：安捷伦 Agilent GC-8890 气相色谱仪，毛细柱分流不分流进样口（S/SL）；

检测器：氢火焰（FID）；

色谱柱：毛细管（5%-苯基）-甲基聚硅氧烷·非极性·高性能通用色谱柱 P/N19091J-413（HP-5 30m×320m×0.25um）；

进样器：自动液体进样器（ALS）用 10uL 进样针或手动进样；

进样体积：1 μL

正己烷、苯、甲苯均为分析纯，待分析样品一份。

色谱条件：柱温范围：-60-325/350 °C，汽化室温和检测器室温均为 250 °C，载气为氮气 25 mL/min，燃气氢气 30 mL/min，助燃空气 270 mL/min。

【内容提要】

1. 开机规程及操作方法

（1）色谱仪启动按照上述色谱条件，首先接通载气，调节流量。再接通色谱仪电源开关，自检完毕后，仪器按照设定温度开始升温。

（2）色谱工作站启动首先启动计算机，点击“在线工作站”图标，再选择“打开通道”，再打开已编辑好的方法文件，之后点击“数据采集”，再选择点击“查看基线”，工作站进入待机状态。

（3）FID 点火：上述设定温度在稳定之后，打开氢气和空气载气开关后，按“FIRE”键给 FID 点火，由 FID 出口确定水蒸气产生，开始稳定基线。

2. 待测样品组分确定

（1）待仪器稳定后，启动程序方法，仪器自动进样，进样后随即启动工作站，记录色谱图。一般可通过遥控开关或单击监视窗口右边的“采集数据”，使工作站开始采集数据。样品出峰完毕，记录各色谱峰的保留时间 t_R 。

（2）在与上述完全相同的方法下，分别对正己烷、苯、甲苯等试样进样自动进样分析，得到各自的色谱图后，记录三种物质的保留时间 t_R 。确定样品中各有哪些物质。

【实验安排】

教师介绍气相色谱仪的构造，在电脑上进行操作演示，采集并描绘一张气相色谱图；每位学生在电脑上按照操作流程模拟定性定量分析苯系物。

【教学方法与手段】

实验原理、操作讲授，教师演示、学生模拟实验、课堂讨论
线下讲授、教师演示与学生动手实验

【实验报告要求】

简述气相色谱仪的构造及原理；记录气相色谱的测试条件，绘制测试谱图；
写出实验的体会与疑问。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式考查课，成绩采取“N+2”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，为实验报告成绩的平均分，占比 30%；“2”指卷面成绩与实验操作，分别占比 30%和 40%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	基本概念和基本知识：20% 分析应用能力：10% 解决问题的综合能力：10%	实验报告、技能成绩、期末考试
课程目标 2	基础知识：20% 分析应用能力：10%	实验报告、技能成绩、期末考试
课程目标 3	基础知识：10% 解决问题的综合能力：20%	实验报告、技能成绩、期末考试

六、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 30% + 期末考试卷面成绩 × 30% + 实验操作 × 40%

过程性考核成绩 = 实验报告成绩的平均分

（二）评分标准

1. 实验报告和实验操作的评价方法与标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标1、2、3	实验报告	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写整齐，绘图精美，实验结果分析深入合理，思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写较为整齐，内容基本完整，绘图规范，实验结果分析合理，思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告，格式欠规范，字体统一，书写不太整齐，绘图较规范，实验结果分析较合理，思考题回答完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写不太整齐，绘图欠规范，实验结果分析不深入或无分析，思考题回答不完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写潦草，绘图不规范，实验结果没有分析，思考题回答不完整。
2	课程目标1、2、3	实验操作	实验前预习充分，精心准备实验器材，整个实验过程认真操作，时间安排合理，操作无误，实验数据准确。	实验前预习充分，实验器材准备妥当，整个实验过程认真操作，时间安排较合理，操作无误，实验数据较准确。	实验前预习欠佳，实验器材准备欠妥当，整个实验过程操作较认真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确。	实验前没预习，实验器材准备欠妥，整个实验过程较认真，无时间安排，实验数据不准确。	实验前没预习，实验器材无准备，不进行实验操作。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

- [1] 武汉大学主编. 分析化学实验（第五版）. 北京：高等教育出版社. 2011年2月.
- [2] 华中师范大学，东北师范大学，陕西师范大学，北京师范大学，西南大学，华南师范大学. 分析化学（第四版）下册. 北京：高等教育出版社. 2011年6月.

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
分析化学实验（第四版）	华中师范大学等	高等教育出版社	2015年1月	否	无

九、课程学习建议

1. 每次实验前需要进行预习。每次实验之后均有实验思考题，请认真完成，可进一步加深对实验原理的理解。
2. 师生面对面交流，鼓励学生大胆发表意见，组织学生对实验结果、内容、方法及相关内容进行现场讨论，提高学生分析问题、解决问题的能力。

2. 专业核心课程



环境科学与工程专业 《环境学基础》 课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境学基础》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境学基础 Foundation to Environmental Science		
课程编码	230910815B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境科学与工程专业导论	修读学期	二
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵冰清	审核人	李利红

二、课程简介

环境学基础是环境科学与工程专业的一门专业核心课程，考查课。通过学习本课程，学生可以系统了解有关环境问题、环境污染、可持续发展战略及全球环境变化等基本概念和基础理论，初步了解水、气、土壤、固废和噪声等环境污染和生态破坏的一般控制措施，能够运用环境学原理认识、分析环境现象和环境问题，初步判断解决环境问题措施的合理性与有效性，为后续专业学习奠定必要的理论和技能基础。同时，培养学生正确的环境观，全面理解人与环境的相互作用，树立自觉保护环境意识，践行“绿水青山就是金山银山”的环保理念，增强毕业后从事环保事业的责任感和使命感。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习水环境、大气环境、土壤环境、固体废弃物等污染物的相关知识，对环境专业的基础知识有基本认识，深刻理解环境问题的产生、发展及其背后的社会因素，认识到环境专业在解决环境问题、促进社会可持续发展中的重要作用和价值，明确在保护环境、维护生态平衡、保障人类健康等方面所承担的社会责任。【毕业要求 6.2】

课程目标 2：通过学习全球环境问题、人口与环境、粮食生产与环境、能源与环境、自然资源开发利用与环境等相关知识，分析人类活动和经济社会发展对环境的影响，增强环境保护的意识，树立可持续发展理念。【毕业要求 7.1】

课程目标 3：通过学习生态学和可持续发展等基础知识，初步能够应用环境学的基本理论提出解决环境污染和生态破坏问题的对策和措施，培养学生自主学习和终身学习的能力，不断学习和更新环境领域的新知识、新技术和新方法，以适应不断变化的社会需求和环境问题。【毕业要求 12.1】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 6 【工程与社会】	6.2 能够分析和评估环境污染方针、政策和防治方案的可持续发展，对社会、经济、可持续性、健康、安全、法律、以及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任，具有社会责任感。
课程目标 2	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.1 知晓和理解联合国可持续发展目标，在促进经济繁荣的同时保护环境，走可持续发展的道路。
课程目标 3	毕业要求 12 【终身学习】	12.1 能在技术变革的背景下，认识到自主学习和终身学习的必要性，并且养成自主学习的意识和能力。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、环境学基础理论 1. 绪论 2. 全球环境问题 3. 可持续发展	课程目标 1、2、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	6
模块二、环境污染与治理 1. 水环境 2. 大气环境 3. 土壤环境 4. 固体废物与环境 5. 物理环境	课程目标 1、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	10

模块三、人口/资源与环境 1. 人口与环境 2. 粮食生产与环境 3. 能源与环境 4. 自然资源的开发利用与环境 5. 战争与环境	课程目标 2、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	10
模块四、生态系统 1. 生态学基础 2. 生物多样性 3. 工业生态系统构建	课程目标 1、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	6
合计			32

(二) 课程内容

模块一、环境学基础理论

【学习目标】

1. 知识目标：掌握环境、环境问题的基本概念，理解环境问题的产生与变化，了解环境学的产生、研究内容、研究任务和学科体系。掌握全球环境问题的产生与危害，了解我国的主要环境问题。了解可持续发展思想的产生和发展过程；掌握可持续发展的概念、内涵和原则；理解循环经济、清洁生产的基本内涵。

2. 能力目标：运用所学知识，对简单的环境问题进行初步的判断和识别。培养学生运用环境科学知识分析全球环境问题的能力，包括识别问题、分析问题成因、评估影响等。能够运用可持续发展理论，思考和分析实际问题。

3. 专业素养：激发对环境科学与工程学科的学习兴趣，增强专业认同感和责任感，为后续的专业学习奠定基础。增强学生的环保意识，使其认识到保护地球环境是每个人的责任，鼓励学生将所学知识应用于实践，积极参与环境保护活动，为推动全球环境问题的解决贡献自己的力量。树立可持续发展的价值观，培养全球视野和人文关怀，关注全球范围内的可持续发展问题，积极参与国际交流与合作。

【课程内容】

1. 环境的概念及其组成；环境问题的产生；环境学的产生、特点、研究内容与任务、学科体系。

2. 全球环境问题；我国的环境问题；环境问题与人类社会经济发展的关系；解决环境问题的根本途径。

3. 可持续发展概述；循环经济；清洁生产。

【重点、难点】

重点：环境的概念、组成与特点；环境问题的分类。全球环境问题的基本

常识。可持续发展、循环经济、清洁生产。

难点：环境问题的特点与实质。环境问题及其与人类社会经济发展的关系；解决环境问题的根本途径。循环经济、清洁生产。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授环境的概念、组成和特点，以及环境问题的产生和变化过程。播放关于全球环境问题的纪录片或新闻报道，或者利用图表展示全球环境问题的数据和趋势，讲授当前全球面临的主要环境问题和中国的主要环境问题。介绍循环经济和清洁生产的理论知识，包括基本概念、发展历程、国际经验等。

2. 课堂讨论法：提出“你家乡或身边的环境问题有哪些？”、“产生环境问题的实质是什么？”，组织学生展开讨论并思考“如何正确处理人与自然之间的关系”。围绕生态县建设组织讨论，引导学生深入探讨可持续发展的实施路径和策略。

3. 案例教学法：选取中国北方冬季雾霾、太湖蓝藻暴发等典型案例，引导学生分析这些问题的产生原因、影响及解决方案，从而加深对环境问题的认识。选取中国生态文明建设等国内外成功的可持续发展案例，引导学生分析这些案例的成功经验和可借鉴之处。选取国内外循环经济和清洁生产的成功案例，如德国的循环经济体系、中国的清洁生产审核制度等，引导学生分析案例的成功要素、实施难点及解决方案，加深对理论知识的理解。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 环境的定义及特点。
2. 环境问题的分类。
3. 环境问题有哪些特点？其实质是什么？
4. 简述我国生物多样性减少的现状。
5. 简述臭氧层损耗的危害。
6. 简述酸雨对人类的影响。
7. 可持续发展的原则。
8. 可持续发展的基本内涵。
9. 清洁生产的基本内容。

【学习资源】

[1] 何强, 井文涌, 王翊亭. 环境学导论(第三版). 北京: 清华大学出版社,

2004

[2] 林克锋, 张颖. 环境学导论. 北京: 中国林业出版社, 2012

[3] 管华. 环境学概论. 北京: 科学出版社, 2017

模块二、环境污染与治理

【学习目标】

1. 知识目标: 掌握水环境的基本概念、了解地球上水环境的分布, 理解水污染的概念、分类及危害, 掌握水文循环、水体自净和水污染控制技术。掌握大气的组成和结构, 熟悉大气污染源的主要污染类型, 掌握大气污染的分类及大气污染物治理技术。掌握土壤的基本概念、组成与性质, 熟悉土壤污染源与土壤污染物, 掌握土壤中重金属迁移转化, 掌握土壤污染的防治与修复技术。掌握固体废物的定义、来源和分类、固体废物的特点及其危害; 掌握固体废物的处理、处置及资源化利用技术; 熟悉固体废物的管理。掌握噪声污染、热污染及光污染的危害及防治措施, 了解放射性污染的危害及防治措施。

2. 能力目标: 能够运用所学知识, 对水环境和大气环境问题进行深入的分析, 识别问题的成因、影响范围及潜在后果, 培养学生根据水环境和大气环境的实际情况, 初步制定水污染和大气污染防治措施。提升学生对土壤环境的学习研究兴趣和能力, 能够在实践中应用土壤环境基本理论去研究身边的问题。能够针对不同类型的固体废物, 初步选择科学合理的处理或处置方法。能够针对不同类型的物理性污染问题, 初步提出科学合理的控制措施。

3. 专业素养: 深刻认识环境保护的重要性, 树立强烈的环保意识和社会责任感。引导学生关注可持续发展, 理解经济发展与环境保护之间的和谐关系, 倡导绿色、低碳的生活方式。

【课程内容】

1. 水资源的概况; 水循环; 水污染及其危害; 水污染物及其主要来源; 水环境标准、水处理模式、水污染控制技术。

2. 大气的组成与大气圈的结构; 大气污染及其危害; 大气污染主要类型; 大气环境标准、大气污染治理技术。

3. 土壤的组成和基本性质; 土壤污染来源和特点; 土壤自净; 污染物在土壤中的迁移转化; 土壤污染的危害; 土壤污染防治与修复。

4. 固体废物的来源及危害; 固体废物的处理、处置和资源化技术; 危险废物越境迁移的控制政策。

5. 噪声污染; 热污染; 光污染; 放射性污染。

【重点、难点】

重点：我国水资源的特点、利用与保护；水污染及其危害；水污染控制技术。大气的组成、大气污染的形成和污染源；大气污染的危害及控制。土壤的组成和基本性质。固体废物的来源及危害；固体废物的管理及消除污染的途径、控制危险废物越境转移的对策。物理性污染的来源、危害及控制措施。

难点：水污染控制技术。一次污染物和二次污染物的基本知识及其解决方法。污染物在土壤中的迁移转化；土壤污染的危害、防治与修复。典型固体废物与危险废物污染的基本知识及其相关工程技术常识。物理性污染的危害及控制技术。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过 PPT、板书等形式，系统讲授水环境的基本概念、水的循环过程、水质指标与标准、水体污染的类型、危害及控制技术等。介绍大气环境的基本概念、大气组成、大气圈的结构、大气污染及其危害等。利用多媒体展示土壤样本图片和视频，介绍土壤的主要成分及其比例，土壤的结构和性质，阐述土壤的形成过程，以及土壤的分类体系。讲授固体废物的定义、特点、来源及危害，固体废物的处理、处置和资源化技术，以及相关法律法规等。讲授物理环境的基本概念、特点以及各类物理污染（如噪声、热、光污染等）的来源、传播方式、危害及防治措施。

2. 课堂讨论法：组织学生讨论并列举自己日常生活中产生的固体废物类型、来源及危害。结合讲授内容，组织学生讨论不同固体废物处理方法的优缺点及适用对象。

3. 案例教学法：选取太湖蓝藻爆发水污染事件作为教学案例，引导学生分析其原因、影响及治理措施。结合伦敦烟雾事件，引导学生深入分析案例的起因、发展、影响及治理措施。选取沈阳张士灌区的镉污染典型案例，引导学生分析污染原因、影响及治理措施。选取城市热岛效应为教学案例，引导学生分析污染产生的原因及危害等。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 简述我国水环境现状。
2. 简述水污染物来源及其分类。
3. 简述废水处理技术中物理处理法的原理。
4. 简述大气的组成。
5. 简述大气污染物来源及其分类。

6. 简述布袋除尘法的原理。
7. 简述土壤的组成与性质。
8. 简述土壤污染源的主要污染类型。
9. 简述土壤污染的防治与修复方法。
10. 简述典型固体废物危害有哪些。
11. 简述固体废物资源化技术。
12. 固体废物的防治政策有哪些。
13. 简述物理性污染的特点。
14. 简述噪声污染的危害及控制措施。
15. 光污染的危害。

【学习资源】

- [1] 何强, 井文涌, 王翊亭. 环境学导论(第三版). 北京: 清华大学出版社, 2004
- [2] 林克锋, 张颖. 环境学导论. 北京: 中国林业出版社, 2012
- [3] 管华. 环境学概论. 北京: 科学出版社, 2017

模块三、人口/资源与环境

【学习目标】

1. 知识目标: 了解世界和我国人口的分布和增长情况; 理解并掌握人口增长对环境的影响。掌握粮食安全概念及重大意义; 了解新形势下国家粮食安全战略; 掌握化肥、农药的危害及其防治措施。掌握能源的类型; 了解世界能源的消费和利用情况; 掌握能源开发利用对环境的影响。掌握自然资源的基本概念和分类; 认识主要资源开发利用对环境的影响。了解历史上发生的较大战争; 掌握战争对环境造成的影响。

2. 能力目标: 培养学生运用所学知识分析人口、粮食生产与环境问题的能力, 能够识别问题的本质、分析问题的成因和影响, 并提出初步的解决方案。培养学生运用所学知识识别不同类型能源开发利用过程存在的环境问题。运用所学知识, 能够分析自然资源开发利用对环境的影响。能够识别战争对环境的具体影响, 鼓励学生从多个角度审视战争与环境的关系, 不盲目接受单一观点, 能够提出自己的见解和质疑。

3. 专业素养: 认识人口、粮食生产、能源、自然资源与环境之间的紧密联系, 树立可持续发展的观念。深刻认识战争给人类和环境带来的巨大灾难, 树立热爱和平、反对战争的观念。认识到环境问题具有全球性特点, 需要各国人民共同努力解决。培养学生的国际视野和国际合作精神。

【课程内容】

1. 世界人口的增长；人口增长对自然环境的压力；我国的人口与控制。
2. 粮食安全；新形势下国家粮食安全战略；保障粮食安全面临的困难和问题；粮食安全与环境。
3. 能源概述；能源开发利用对环境的影响；开发利用新能源。
4. 自然资源的定义与分类；自然资源开发与环境问题；土地资源、水资源、森林资源和矿产资源的利用与环境问题。
5. 战争及其危害；不同战争阶段对生态环境的影响与危害；不同战争过程对生态环境的影响与危害

【重点、难点】

重点：人口增长对自然环境的影响。粮食安全的重要作用。能源开发利用对环境的影响。自然资源开发与环境问题。理解军事活动与环境破坏。

难点：我国的人口与控制。化肥、农药污染防治。能源开发利用对环境的影响、解决能源问题的措施。自然资源开发与环境问题。战争与环境伦理。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：系统讲授人口增长的趋势、特点及其对自然资源的压力，以及资源开发利用过程中产生的环境问题，如资源枯竭、生态破坏等。讲授粮食安全的概念、新形势下国家粮食安全战略，针对保障粮食安全面临的困难和问题，讲授如何提高粮食产量的途径，进而介绍农药和化肥的污染防治措施。讲授能源的基本概念及分类、不同类型能源开发利用对环境的影响。讲授自然资源的定义、分类、开发利用的历史与现状，以及开发利用过程中产生的环境问题。介绍战争的类型、不同战争阶段和战争过程对生态环境的影响与危害。

2. 课堂讨论法：引导学生讨论中国的人口老龄化问题及其对社会保障体系的影响。组织学生讨论日常生活中应如何防止果蔬农药污染？

3. 案例教学法：选取湖南大米镉超标污染事件，讲授施用化肥对生态环境的影响及其防治措施。选取海湾战争中的油轮泄漏等案例，引导学生分析战争如何对环境造成了破坏，以及这些破坏的长期影响。以露天煤矿开采为例，引导学生分析开采矿产资源而导致的生态破坏和环境污染问题。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 世界人口发展的四个阶段。
2. 未来世界人口增长特点。

3. 人口增长对环境造成的影响。
4. 新形势下国家粮食安全战略的内涵。
5. 今后如何保障国家粮食安全。
6. 农药污染的主要危害及防治方法。
7. 化肥污染的主要危害及防治方法。
8. 能源的来源有哪些。
9. 煤炭的使用对环境有哪些影响？
10. 自然资源的分类。
11. 我国在森林资源利用中存在的问题。
12. 海洋资源开发利用的主要问题。
13. 二次资源再生利用的意义。
14. 战争对环境的破坏有哪些？
15. 军事演习对环境的影响有哪些？

【学习资源】

- [1] 何强, 井文涌, 王翊亭. 环境学导论(第三版). 北京: 清华大学出版社, 2004
- [2] 林克锋, 张颖. 环境学导论. 北京: 中国林业出版社, 2012
- [3] 管华. 环境学概论. 北京: 科学出版社, 2017

模块四、生态系统

【学习目标】

1. 知识目标: 学理解生态学的概念、研究内容和研究方法; 理解生态系统的概念与功能; 理解生态问题与可持续发展。理解生物多样性的概念及其含义; 掌握生物多样性的价值; 掌握生物多样性保护的措施。理解工业生态系统的概念、组成与特征; 理解工业生态系统的构建; 了解生态工业园区的构建途径。

2. 能力目标: 提升学生对生态学的学习研究兴趣和能力, 能够在实践中应用生态学思维和基本理论思考问题。培养学生观察自然界中生物多样性的能力, 学会使用科学方法进行生物多样性的调查与监测, 并能分析数据, 得出合理结论; 面对生物多样性丧失的挑战, 能够运用所学知识提出保护生物多样性的有效策略和措施。能够在实践中应用工业生态系统的基本理论研究身边的问题。

3. 专业素养: 激发学生对大自然的热爱, 树立可持续发展的观念, 认识到人类活动对生态环境的影响以及保护生态环境对于人类自身发展的重要性; 认识到自己在保护生态环境、推动可持续发展方面所肩负的责任和使命, 从而更加积极地投身到相关工作中去。引导学生树立尊重每一个生命体、尊重自然规

律的价值观，促进人与自然的和谐共生。

【课程内容】

1. 生态学的概念、发展；生态学的研究内容与方法；生态系统的组成、物质循环和能量流动；生态系统的稳定性；生态问题与可持续发展。

2. 生物多样性的概念、演化和价值；生物多样性的特点和现状；生物多样性损失及其原因；生物多样性保护。

3. 工业生态学与工业生态系统的概念；工业生态系统的特征；工业生态系统的构建。

【重点、难点】

重点：生态系统的概念与功能、生态问题与可持续发展；生态学研究的方法。生物多样性损失及其原因。工业生态系统的构建。

难点：生态问题与可持续发展。生物多样性保护。生态工业园区的构建途径。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过耳熟能详的生态词语，介绍生态学的定义。简述生态学的发展历程，从古代的生态思想萌芽到现代生态学的建立和发展，重点介绍几个关键时期和代表人物。介绍生态学的主要分支学科（如个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学等）及其研究内容，强调这些分支学科之间的联系和区别。通过生态学研究内容的讲解，引出生态学的具体研究方法。通过图片展示不同类型的生态系统（如森林、草原、海洋等），引出生态系统的概念，讲解生态系统的组成与功能。讲解生物多样性的定义、分类，分析生物多样性的价值、特点、现状和保护措施。讲授工业生态系统的定义、特点及其与传统工业系统的区别。

2. 课堂讨论法：提出“不同生态学研究方法的优缺点分别是什么？”组织学生讨论。通过日常生活中耳闻目睹的生态问题，如荒漠化与沙尘暴，生物物种丧失、生物入侵等，引导学生讨论产生这些生态问题的根源是什么？提出问题：“热带雨林为什么被称为‘地球之肺’？为什么热带雨林会有如何高的生物多样性？”，引导学生讨论。围绕生物多样性丧失的原因，引导学生展开讨论。

3. 案例教学法：选取具体的生态系统案例（如热带雨林、湿地等），讲授生态系统的组成，引导学生分析其中生物群落与环境的相互作用。选取典型工业生态系统案例——丹麦卡伦堡工业共生体，深入分析其构建过程、关键要素、运行机制及成效。探讨案例中企业间的合作关系、物质和能量的交换方式等，讲授工业生态系统的构建。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 生态学的发展历史和发展趋势。
2. 生态学的研究内容和研究方法。
3. 生态系统的组成与结构。
4. 生物多样性的定义。
5. 生物多样性的保护措施。
6. 工业生态系统的特征。
7. 工业生态系统的构建原则。

【学习资源】

- [1] 何强, 井文涌, 王翊亭. 环境学导论(第三版). 北京: 清华大学出版社, 2004
- [2] 林克锋, 张颖. 环境学导论. 北京: 中国林业出版社, 2012
- [3] 管华. 环境学概论. 北京: 科学出版社, 2017

五、实践教学安排

无

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核成绩占比 50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；期末考核采用考查形式，占比 50%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例(%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识: 20-30% 综合应用: 10-20%	学风养成、期末考试
课程目标 2 (30%)	基本概念和基本知识: 10-20% 综合应用: 10-20%	课堂表现、期末考试
课程目标 3 (30%)	基本概念和基本知识: 约10% 综合应用: 约20%	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩=过程性考核成绩×50%+期末考核成绩×50%

过程性考核成绩=学风养成×30%+课堂表现×30%+平时作业×40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲，配合老师，勇于发言，积极回答问题。	上课认真听讲，勇于发言，积极回答问题。	上课能够认真听讲，敢于发言，能够回答问题。	上课时有走神，羞于回答问题，正确率低。	不认真听讲，能够回答问题，但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求，或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准

详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境学导论	周北海	化学工业出版社	2017年	否	

九、主要参考书目

[1] 何强, 井文涌, 王翊亭. 环境学导论(第三版). 北京: 清华大学出版社,

2004

[2] 林克锋, 张颖. 环境学导论. 北京: 中国林业出版社, 2012

[3] 管华. 环境学概论. 北京: 科学出版社, 2017

十、课程学习建议

预习或复习相关知识点。了解当前全球和本地的环境问题。通过定期阅读最新的学术论文、报告、新闻或参加相关讲座等，了解国内外环境保护领域的发展趋势及最新动向。牢固树立环保意识，并将环保理念融入日常生活中。



环境科学与工程专业

《环境工程原理》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境工程原理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境工程原理 Principles of Environmental Engineering		
课程编码	230910816B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	高等数学、无机化学、有机化学、环境学导论	修读学期	三
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	杜亚丽	审核人	李利红

二、课程简介

《环境工程原理》是环境科学与工程专业核心课，通过本课程的学习，可具备必要的水处理工程、大气污染控制工程、固体废弃物处理处置工程等环境污染防治以及生态修复工程中涉及的具有共性的基本现象和基本过程的基本原理等基本知识和一定的基本技能，同时在科学思想能力方面获得应有的训练和培养，为后续的各种污染控制工程实践做准备。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握物料衡算与能量衡算的基本知识，了解衡算的系统、对象及衡算的基准，能够对给定系统进行物料和能量衡算。通过基础知识的学习，使学生认识到基础扎实的重要性。【毕业要求 2.1】

课程目标 2：掌握热量传递的基础理论和知识，能够合理地应用三种热量传递的方式，对涉及热交换的过程进行强化或采取保温措施。能够在教师指导下，对各单元操作的理论进行验证和操作实验；能够查阅和使用常用工程计算图表、手册、资料；逐渐具备具体问题具体分析，考虑节能环保的能力。【毕

业要求 3.1】

课程目标 3：能够综合应用各单元操作的基本理论来进行设计型和操作型的计算；能够初步具备设计流体输送管路、填料吸收塔和板式精馏塔和对离心泵、换热器等设备进行选型、校核及正常操作的能力；能够在各单元操作过程的本质的基础上，理论联系实际，综合运用所学知识来解决遇到的实际问题。

【毕业要求 4.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能用数学、物理、化学和工程科学的基本原理，识别和判断水污染控制、大气污染控制和固体废弃物处理处置等环境工程领域的复杂问题及其关键影响因素。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制和固体废弃物处理处置等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元，能够根据污染防空目标确定设计内容。
课程目标 3	毕业要求 4 【研究】	4.2 通过文献研究，设计解决复杂环境工程问题的实验方案，安全地开展实验，科学地采集实验数据，并能通过信息综合对实验结果进行分析和解释，得到合理有效的结论。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、环境工程原理基础知识 1. 绪论 2. 质量衡算 3. 能量衡算	课程目标 1、3	讲授法、启发式、案例教学	6
模块二、流体流动 1. 管道系统衡算 2. 边界层理论 3. 管路设计	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式、案例教学	6
模块三、热量传递 1. 热量传递的方式 2. 热传导 3. 对流传热 4. 热辐射 5. 换热器	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式、案例教学	12

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块四、质量传递 1. 环境工程中的传质过程 2. 质量传递的基本原理 3. 分子传质 4. 对流传质	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式、案例教学	8
模块五、分离技术 1. 吸收 (1) 吸收的基本概念 (2) 物理吸收 (3) 化学吸收 (4) 吸收设备的主要工艺计算 2. 吸附 (1) 吸附分离的基本概念 (2) 吸附平衡 (3) 吸附动力学 (4) 吸附操作与吸附穿透曲线	课程目标 1、2、3	讲授法、启发式、案例教学	16
合计			48

(二) 课程内容

模块一、环境工程原理基础知识

【学习目标】

1. 能够知道环境问题与环境学科的发展及环境工程中的一些基本概念；
2. 能够了解环境污染与环境工程学及环境工程原理课程的主要内容；
3. 了解污染控制技术体系，包括水污染控制技术体系、大气污染控制技术体系、固体废物处理处置技术体系等；
4. 能够运用物料衡算和能量衡算关系式。

【课程内容】

1. 环境工程原理研究对象和内容、学习方法、发展简史及其在环境工程领域的地位，当前研究现状及未来发展方向。
2. 物理量的单位制、工程单位制和国际单位制以及各种单位直接的衡算衡算。量纲体系及无量纲数的概念。
3. 衡算的概念。质量衡算和能量衡算。

【重点、难点】

1. 重点：物料衡算式；能量衡算式；
2. 难点：物料衡算和能量衡算式的应用；

【教学方法】

1. 案例教学法：通过介绍吉林化工厂苯胺车间爆炸事件，从事故发生到现场的应急处理，以及紧急污染处理和后续环境修复过程，向学生展示了常见的环境污染过程处理，引出环境学科的发展和环境工程原理的研究内容。综合分析解决环境污染过程的共性问题，引导学生总结其中涉及到的物理过程，即三种传递过程；通过案例引入，展示一些水体污染和治理的典型案列，如某城市河流污染严重导致居民生活受影响，经过治理后恢复清澈的案列；或者某地区地下水受到污染，通过采取一系列措施使水质得到改善的案列。这些案列可以让学生直观地感受到水体污染的危害和治理的必要性，并且确切明白污染治理过程中质量衡算和能量衡算的重要性。

2. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出本课程的研究对象、内容、重要性、发展史和学习方法。比较总结各种物理量在不同单位制中的单位，掌握物料衡算式在蒸发操作中的应用，及能量衡算式在换热器中的应用；提高学生分析和解决实际问题的能力；

3. 总结归纳：学生可能会出现问题理解能力的欠缺，由于缺乏污染治理的实践经验，所以在进行物料衡算或者能量衡算时不会用衡算方程，尤其是面对同一物理量的换算有时出现单位换算的情况比较容易出错，从而导致计算结果准确率较低。引导学生多进行归纳总结，通过思维导图进行记忆。

【学习要求】

学生具有一定数学、化学知识。上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

- (1) “环境工程学”的主要研究对象是什么？
- (2) 去除水中的溶解性有机污染物有哪些可能的方法？各种方法的技术原理是什么？
- (3) 简述土壤污染治理的技术体系。
- (4) 简述废物资源化的技术体系。
- (5) 简述稳态系统和非稳态系统的特征。
- (6) 质量衡算的基本关系是什么？
- (7) 物质的总能量由哪几部分组成？系统内部能量变化与环境的关系如何？
- (8) 什么是封闭系统和开放系统？
- (9) 简述热量衡算方程的涵义。

【学习资源】

1. 大学慕课，环境工程原理. 清华大学，胡洪营教授等主讲。
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲。
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲。

模块二、流体流动

【学习目标】

1. 能够计算流体的密度、压力，能够应用流体静力学方程测量压差及液位；
2. 能够简述流量和流速的概念，能够推导流体流动的连续性方程、伯努利方程、范宁公式；
3. 能够区分层流和湍流，说明其各自的特点、速度分布；
4. 能够综合运用连续性方程、伯努利方程及阻力计算公式来计算实际流体在管路中的流动。

【课程内容】

1. 流体静力学
2. 流体流动的基本方程
3. 流体流动现象及雷诺实验
4. 管内流体流动的阻力损失
5. 管路计算
6. 流速和流量的测量

【重点、难点】

1. 重点：流体静力学方程、连续性方程以及机械能衡算方程的物理意义、适用条件及其应用；管路系统的摩擦阻力、局部阻力和总阻力的计算方法。
2. 难点：机械能衡算方程的应用；测速管、孔板、文丘里、转子流量计的原理；

【教学方法】

1. 案例教学法：通过举例潜水，启发引导学生思考水下压力的变化，引出流体静力学；通过图片展示现代工程管道的设计，引导学生思考背后的理论依据。通过展示各种科研实验室所用的管路系统引导学生思考，如果要想精准测量流体的流量，用体积流量计和质量流量计哪种更好，如何矫正。

2. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出流体流动的特征。使学生能够计算不同操作条件下流体的密度和压力；掌握流体静力学方程，并应用静力学方程来测量压差及液位等；掌握流量、流速等基本概念，连续性方程、伯努利方程及其应用；掌握流体流动型态的判定方法，加深对流体流动型态的理解；掌握流体流动阻力的计算方法；提高学生分析和解决实际问题的能力。

3. 启发式：通过提问河道里面的水，上层和下层紧贴壁面处的流速是不是相同的方式引导学生思考流体流动过程中各层流体的流动状态有什么不同，引出边界层理论及流体阻力，引出流体内部阻力计算方法实践。引导学生多进行归纳总结，通过思维导图进行记忆。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 如何判断流体的流动型态？不同流动型态的区别。
2. 不同类型压差计的原理。
3. 完成课后作业题。
4. 如何判断流体的流动型态？不同流动型态的区别。
5. 不同类型压差计的原理。
6. 试分析圆管湍流流动的雷诺数和管道相对粗糙度对摩擦系数的影响。
7. 简述测速管、转子流量计的工作原理和使用时的注意事项；分析孔板流量计和文丘里流量计的相同点和不同点。

【学习资源】

1. 大学慕课，环境工程原理. 清华大学，胡洪营教授等主讲。
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲。
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲。

模块三、热量传递

【学习目标】

1. 能够区分传热的三种基本方式，并简述其特点；
2. 能够灵活运用傅立叶定律计算不同情况下的传热速率；
3. 能够通过传热过程中流体的流动情况分析对流传热的机理；
4. 能够综合应用热量衡算式和总传热速率方程式完成传热生产任务；

【课程内容】

1. 传热概述
2. 热传导及傅立叶定律
3. 对流传热及牛顿冷却定律
4. 两流体间的间壁式传热过程
5. 换热器

【重点、难点】

1. 重点：传热的三种基本方式及特点、傅立叶定律及其应用、对流传热机

理、热量衡算、对数平均温差、总传热系数的计算；

2. 难点：对流传热机理；总传热系数的计算；

【教学方法】

1. 案例教学法：通过举例加热铁棒、烧水、太阳光等引入热量传递的概念，引导学生思考传热方式的不同；借助环境工程实际案例，指出很多过程涉及加热和冷却。比如对水或污泥进行加热、对管道及反应器进行保温以减少系统的热量散失以及在冷却操作中移出热量等，引起学生对传热理论的兴趣和求知欲。另外，结合牛顿冷却定律和对流传热系数等概念，解释对流传热速率与传热方向垂直的微元传热面积、局部对流传热系数（或称为膜系数）以及流体与固体壁面之间的温差之间的关系。强调对流传热系数不是物性参数，其大小取决于流体物性、壁面情况、流动原因、流动状况、流体是否有相变等因素，通常由实验确定。通过这样，学生能够理解对流传热的基本概念、分类及其在热传递中的重要性，为后续深入学习对流传热的机理和应用打下基础。

2. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出几种传热方式。使学生能够阐述热传导的机理及傅里叶定律的推导过程和使用方法，掌握傅立叶定律的表达形式及在单层、多层平壁及圆筒壁中进行导热时的传热速率方程式。掌握保温层临界直径的计算。掌握间壁换热过程的传热速率计算。分析对流换热的机制、影响因素以及强化或削弱对流传热的措施。能够阐述对流的机理及牛顿冷却定律的推导过程和使用方法。能够阐述热辐射的机理及四次方定律的推导过程和使用方法。掌握黑体、白体、镜体及灰体的概念。掌握各种换热器的换热原理，不同换热器的使用领域以及改善换热效果的理论依据和实践方法。

3. 启发式：通过举例工程上保温管道的铺设过程中，为何是裸管而不加保温层引入保温层厚度的选择问题。借助环境工程实际案例，指出在传热管道设计时需要考虑的因素。比如对水或污泥进行加热、对管道及反应器进行保温以减少系统的热量散失以及在冷却操作中移出热量等，激发学生兴趣和求知欲。通过提问或讨论的方式，让学生思考日常生活中遇到的与辐射传热相关的现象，例如，两个不同温度的物体之间的热量传递，或者同一温度下物体间的辐射和吸收过程。另外，通过列举温室效应及极地冰川融化速度加快等环境污染典型案例，引出其背后的理论原因。启发学生站在科学的角度寻找问题解决方案。激发学生的求知欲和使命感。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 三种传热的基本方式？
2. 间壁式换热的过程？
3. 并流、逆流、错流、折流的特点？
4. 分析导温系数和导热系数的涵义及影响因素。
5. 为什么多孔材料具有保温性能？保温材料为什么需要防潮？
6. 当平壁面的导热系数随温度变化时，若分别按变量和平均导热系数计算，导热热通量和平壁内的温度分布有何差异。
7. 若采用两种导热系数不同的材料为管道保温，试分析应如何布置效果最好。
8. 试分析影响对流传热系数的因素。
9. 分析圆直管内湍流流动的对流传热系数与流量和管径的关系，若要提高对流传热系数，采取哪种措施最有效？
10. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，环境工程原理. 清华大学，胡洪营教授等主讲。
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲。
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲。

模块四、质量传递

【学习目标】

1. 能够区分分子传质和对流传质，并简述其特点；
2. 能够灵活运用费克定律传质速率；
3. 能够通过传质过程中流体的流动情况分析对流传质的机理；

【课程内容】

1. 基本概念：（1）传质机理：分子扩散、涡流扩散
（2）分子扩散：费克定律、分子扩散系数及其影响因素
2. 分子传质：（1）单向扩散：费克定律的普通形式、扩散通量、浓度分布
（2）等分子反向扩散：扩散通量、浓度分布
3. 对流传质：（1）传质机理：传质边界层、边界层厚度和流态对传质的影响（2）单相中对流传质：对流传质速率方程、等分子反向扩散时的传质系数和单向扩散时的传质系数。

【重点、难点】

1. 重点：分子传质和对流传质。

2. 难点：对流传质速率方程、等分子反向扩散时的传质系数和单向扩散时的传质系数。

【教学方法】

1. 案例教学法：通过选取环境工程中的实际案例，如用石灰水进行烟道脱硫及催化氧化法净化汽车尾气的案例等，分析这些过程中涉及的质量传递原理和技术。通过具体案例的分析，帮助学生理解质量传递在解决实际问题中的应用。生活中的例子导入，在厨房中，我们能闻到饭菜的香味，这就是一种质量传递现象。以化工生产中的气体吸收、液体萃取等过程为例，强调对流传质在其中的关键作用，从而引入对流传质的学习。通过以上例子，引出对流传质的概念。

2. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出质量传递的概念。使学生能够区分传质的基本方式、流体间传质的不同方式；掌握费克定律的表达形式及使用范围；掌握对流传质机理及传质速率的计算；理解传质机理，掌握分子传质中分子扩散和涡流扩散的概念及发生条件。熟悉分子传质的相关计算，如分子传质通量的计算，会运用相关公式和原理进行浓度分析等的计算。

3. 启发式：通过向一杯水中加入一滴蓝墨水的实验，可以直观地展示质量传递的过程。开始时，墨水颜色集中在加入的位置，随着时间的推移，颜色会逐渐扩散到整个杯子中，直到颜色均匀分布。启发学生这个过程可以解释为分子扩散的过程。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 分子传质和对流传质的区别。
2. 传质过程速率计算公式推导方法。
3. 在双组分混合气体的单向分子扩散中，组分 A 的宏观运动速度和扩散速度的关系？
4. 单向扩散中扩散组分总扩散通量的构成及表达式。
5. 简述漂移因子的涵义。
6. 分析双组分混合气体中，当 $N_B=0$ 、 $N_B=-N_A$ 及 $N_B=-2N_A$ 时，总体流动对组分传质速率的影响。
7. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，环境工程原理. 清华大学，胡洪营教授等主讲。
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲。

3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲。

模块五、分离过程

【学习目标】

1. 能够知道吸收的一些基本概念及简述其流程；
2. 能够运用亨利定律分析吸收过程进行的方向及其推动力；
3. 能够将描述吸收机理的菲克定律和牛顿黏性定律、傅立叶定律联系起来进行类比；
4. 能够综合应用吸收的操作关系和平衡关系计算完成吸收所需填料层高度。
5. 能够确定吸附分离操作的类型及应用；
6. 掌握常用的吸附剂及主要特性；
7. 能够综合分析各种分离过程选择合适的吸附剂。

【课程内容】

1. 吸收概述、亨利定律及其应用、吸收机理及双膜理论
2. 吸收塔的物料衡算、填料层高度的计算、填料塔
3. 吸附分离操作的类型及应用、常用的吸附剂及主要特性、吸附剂的选择；
4. 吸附平衡：（1）吸附平衡与平衡吸附量（2）吸附等温线：吸附等温线的类型，吸附等温式（Freundlich 方程、Langmuir 方程、BET 方程）；
5. 吸附动力学：吸附剂颗粒外表面传质速率、吸附剂颗粒内表面扩散速率、总传质速率方程；
6. 吸附操作与吸附穿透曲线：吸附工艺（接触过滤吸附、固定床吸附）、吸附穿透曲线。

【重点、难点】

1. 重点：亨利定律及其应用、双膜理论、吸收剂用量的确定、填料层高度的计算；吸附平衡；吸附动力学。
2. 难点：吸收机理、填料层高度的计算；吸附操作过程动力学参数的计算及穿透曲线的理解。

【教学方法】

1. 案例教学法：列举净化原料气及精制气体产品，例如用水（或碳酸钾水溶液）脱除合成氨原料气中的 CO_2 等。制取液体产品或半成品，如水吸收 NO_2 制取硝酸；水吸收 HCl 制取盐酸等。分离获得混合气体中的有用组分，比如用洗油从焦炉煤气中回收粗苯等。净化有害气体，如湿式烟气脱硫（用水或碱液吸收烟气中的 SO_2 ），以及干法脱硫（如喷雾干燥烟气脱硫）。回收有用物质，

如用吸收法净化石油炼制尾气中的硫化氢，同时回收有用的元素硫。通过举例吸收操作在化工领域的广泛应用，在环境工程中扮演着重要角色，能够有效地处理和净化含 SO_2 、 H_2S 、 HF 和 NO_x 等有害气体，为保护环境和人类健康做出贡献。

2. 课堂讲授法：通过案例导入吸收和吸附内容。使学生能够掌握吸收的基本概念、物理吸收和化学吸收的主要特征及主要区别。亨利定律的几种形式，已经使用亨利定律判断吸收极限，物理吸收和化学吸收的传质速率方程；掌握常见几种吸收设备的主要工艺计算，吸收塔的高度和操作线的绘制等。掌握吸附分离操作的基本概念及常见的吸附剂特点及主要应用领域；熟悉物理吸附和化学吸附的特点及主要区别；了解几种吸附平衡等温式的表达形式及使用范围；理解吸附动力学的计算和吸附穿透曲线的实验过程。吸附剂颗粒外表面传质速率、吸附剂颗粒内表面扩散速率、总传质速率方程。

3. 启发式：通过举例新家装修后用活性炭去除甲醛的过程，启发学生思考为何空气中的甲醛分子会自动跑到活性炭的孔道里面，继而引出吸附动力学。启发学生站在科学的角度寻找问题解决方案。通过举例染料水色素分离过程，引导学生思考吸附的依据，导入吸附操作，激发学生的求知欲。

【学习要求】

上课认真听讲，及时做好笔记，认真完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 吸收的目的、依据及流程？
2. 吸收剂的选择原则？
3. 如何判断过程进行的方向及推动力？
4. 增大或减小吸收剂用量，会对吸收过程产生什么样的影响？
5. 传质单元高度和传质单元数的概念及物理意义？
6. 吸附平衡是如何定义的，平衡吸附量如何计算？
7. 环境条件如何影响吸附平衡？
8. 等温吸附线的物理意义是什么，温度对吸附是如何影响的？
9. Freundlich 方程的形式和适用范围，方程式中的常数如何求解？
10. 完成课后作业题。

【学习资源】

1. 大学慕课，环境工程原理. 清华大学，胡洪营教授等主讲。
2. 大学慕课，化工原理. 大连理工大学，都健教授等主讲。
3. 大学慕课，化工原理. 北京化工大学，丁忠伟教授等主讲。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。主要通过环境工程原理实验课程培养学生的实践能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业和随堂测验。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	各单元操作的基本概念和原理：40%	随堂测验、平时作业、期末考试。
课程目标 2	各单元操作的综合应用：30%	平时作业、期末考试。
课程目标 3	各单元操作的设备及与实际的联系：30%	学风养成、课堂表现、期末考试。

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（30%）+ 期末考试卷面成绩（70%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（20%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（30%）+ 随堂测验（20%）。

期末成绩评定详见期末试题评分标准。

（二）评分标准

过程性考核成绩评分标准如下表。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 3	课堂表现	上课认真听讲，配合老师，勇于发言，积极回答问题。	上课认真听讲，勇于发言，积极回答问题。	上课能够认真听讲，敢于发言，能够回答问题。	上课时有时有走神，羞于回答问题，正确率低。	不认真听讲，能够回答问题，但正确率极低。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
2	课程目标 1、2	平时作业	按时完成作业,书写整齐,内容完整,没有少题、漏题,过程合理,结果正确。	按时完成作业,书写较为整齐,内容基本完整,没有故意的少题、漏题,少数结果有误。	按时完成作业,书写不太整齐,过程模糊,部分结果有误。	催交,或书写不太整齐,过程模糊,大部分结果有误。	作业内容不完整,没有达到作业要求,或催交未果。
3	课程目标 1	随堂测验	笔记内容完整,形式新颖,具有较高的创新性,没有少记、漏记,格式规范,条理清晰,对课堂内容记录简洁明了,准确性高,总结性强,书写工整,字体统一。	笔记内容较完整,形式较新颖,少于10%的内容少记、漏记,格式较规范,条理清晰,对课堂内容记录简洁明了,总结性较强,书写较工整,字体统一。	笔记内容较完整,少于20%的内容少记、漏记,格式欠规范,照抄书本内容,书写欠工整,字体统一。	笔记内容欠完整,少于30%的内容少记、漏记,格式不规范,照抄书本内容,书写不工整,字体统一。	笔记内容不完整,少于50%的内容少记、漏记,格式不规范,书写不工整,字体、纸张不统一。
4	课程目标 3	学风养成	积极参与,主动学习,按时完成任务,学习高度自律。	课堂表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成大部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境工程原理(第四版)	胡洪营等	高等教育出版社出版	2022	否	

九、主要参考书目

- [1] 蒋展鹏. 环境工程学(第2版), 北京: 高等教育出版社, 2005。
- [2] Walter J. Weber, Jr. and Francis A. DiGiano: Process dynamics in Environmental systems, John Wiley & Sons, Inc., 1996。
- [3] 陈敏恒. 化工原理. 北京: 化学工业出版社, 2000。
- [4] 谭天恩等. 化工原理(第3版)上、下册, 北京: 化学工业出版社, 2011。

十、课程学习建议

本课程是一门理论性较强的课程, 学习时需要结合一定的实践经验, 增加抽

象理论的可理解性，帮助理解，提高学习效率。另外，鼓励学生查询文献，对实验背景知识及相关领域内的发展做进一步的了解，落实学习效果。



环境科学与工程专业

《环境生物学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境生物学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境生物学 Environmental Biology		
课程编码	230910817B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论	修读学期	四
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李利红	审核人	李利红

二、课程简介

《环境生物学》是环境科学与工程专业必修的专业主干基础课之一，是当环境问题成为全球重大问题时，环境科学、生物学应用生命科学的理论和方法，认识环境问题实质并寻找解决环境问题途径的过程中形成的一门新兴交叉学科，旨在探讨生物与受损环境之间的关系。

通过本课程的学习，使学生掌握环境生物学的主要概念、基本理论体系及其应用，并对当前环境生物学的前沿领域和热点问题有较清晰的了解，为进一步学习环境科学其他专业课奠定基础，为开展环境生物学领域的研究和相关应用实践做好理论储备。通过学习，掌握环境问题的特点，认识通过生物手段解决环境问题的思路，提高应用生物技术手段解决环境问题的能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习环境对生物的影响、生物对环境的响应与适应以及生物监测与生物修复，使学生对环境生物学专业基础知识有更加深入的理解，并能够从根本上理解环境对生物的重要性。【毕业要求 1.3】

课程目标 2：培养和训练学生认识生物与环境的相互关系及其基本规律，

同时拓宽学生的学术视野和知识结构,为进一步的学习和工作打下良好的基础。

【毕业要求 3.1】

课程目标 3: 通过学习全球环境污染和生态破坏的现状及对人类生存环境的影响,更深层次地认识到生态环境的主要问题和环境保护的重要性。**【毕业要求 12.1】**

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 较好地掌握水、气、固和物理性污染控制工程等专业知 识的基本概念、原理和方法,用于污染治理工艺设计、控制 与改进方案的比较和综合。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解 决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制、固体废弃物处理处置 等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元,能够根 据污染防控目标确定设计内容。
课程目标 3	毕业要求 12 【终身学习】	12.1 能在技术变革的背景下,认识到自主学习和终身学习 的必要性,并且养成自主学习的意识和能力。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、概述	课程目标 3	讲授、讨论	2
模块二、生物与受损环境	课程目标 1、2	讲授、讨论	2
模块三、污染物在生态系统中的 行为	课程目标 2、3	讲授、讨论	4
模块四、污染物对生物的影响和 毒害作用	课程目标 1、2	讲授、案例法	6
模块五、生态退化及其对生物 的影响	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块六、生物在受损环境中的响 应	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块七、全球变化及其生物响应	课程目标 1、3	讲授、演示	4
模块八、生物对受损环境的监测 与预警	课程目标 1、2	讲授、讨论	2

模块九、退化环境的生态修复	课程目标 1、2	讲授、案例法	2
模块十、污染环境的生物修复	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一、概述

【学习目标】

1. 掌握环境生物学的定义、研究内容与任务。
2. 认识环境科学与环境问题，环境科学的发展历史。
3. 了解环境生物学国内外发展历程，培养学生的责任感和使命感。

【课程内容】

1. 环境生物学的定义
2. 受损环境对生物的影响，生物对受损环境的响应
3. 生物对受损环境的监测预警和改良恢复
4. 我国环境生物学的优先研究领域

5. 【重点、难点】

1. 重点：受损环境对生物的影响。
2. 难点：生物对受损环境的响应。

【教学方法】

采用多媒体进行教学，多积累相关案例，结合案例进行分析。

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 环境生物学的研究内容主要包括哪些方面？
2. 如何开展环境生物学的研究？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、 生物与受损环境

【学习目标】

1. 掌握受损环境的特点和分析方法。
2. 了解生物与受损环境的相互关系。
3. 培养学生实事求是的科学精神，提高学生保护环境的积极性。

【课程内容】

1. 自然环境与受损环境
2. 受损环境的类型
3. 生物与受损环境相互关系的综合分析

【重点、难点】

1. 重点：生物与受损环境关系的综合分析理解。
2. 难点：对受损环境的分析。

【教学方法】

以生态学基本原理为出发点，采用生态系统的思想引导学生掌握生物与受损环境之间的关系特点和本质。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 生态破坏和环境污染各有什么特点？
2. 如何全面系统地分析生物与受损环境的关系？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三、污染物在生态系统中的行为

【学习目标】

1. 掌握污染物在生态系统中吸收、转化、排出、积累的生态过程。
2. 深入理解影响污染物在生态系统中行为的因素。

【课程内容】

1. 植物、动物、微生物对污染物的吸收
2. 污染物在生物体内的转化和排出
3. 生物积累和生物放大
4. 污染物在生态系统中行为的影响因素

【重点、难点】

1. 重点：影响污染物在生态系统中行为的主要因素。
2. 难点：污染物积累的机制。

【教学方法】

根据污染物在生态系统中的行为过程，采用多媒体进行教学，结合案例进行分析。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 污染物在生态系统中的行为包括哪些主要环节？
2. 超量积累植物具有什么特点？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块四、污染物对生物的影响和毒害作用

【学习目标】

1. 掌握污染物对生物新陈代谢、生命活动过程的影响。
2. 认识污染物对人群健康的影响方式。
3. 深入理解环境污染的长期效应。

【课程内容】

1. 污染物对细胞膜、植物、动物、微生物新陈代谢的影响
2. 污染物对植物、动物、微生物生命活动的影响
3. 物理污染、化学污染、食品生物污染对人群健康的影响
4. 环境激素及其对生物的毒害效应

【重点、难点】

1. 重点：污染物对生物新陈代谢的影响。
2. 难点：环境污染的长期生态效应。

【教学方法】

根据污染物在不同层次生命活动过程中的影响特点，结合现实生活中的事例进行分析和讨论。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 污染是如何影响膜的结构和功能的？
2. 讨论环境激素对生物影响的特点和机制。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块五、生态退化及其对生物的影响

【学习目标】

1. 掌握水土流失、土壤退化的概念、成因及其生态效应。
2. 深入理解生物多样性的概念及其丧失的成因和影响。

【课程内容】

1. 植被退化及其生态效应
2. 水土流失的成因及其生态效应
3. 土壤退化的成因及其生态效应
4. 微生物与其他生物之间的关系
5. 生物多样性的丧失

【重点、难点】

1. 重点：水土流失的成因及生态影响。
2. 难点：生物多样性丧失的成因。

【教学方法】

根据生态退化的不同类型的特点，应用我国近年来典型的生态退化案例进行分析。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 水土流失引起的生态效应有哪些？
2. 人类活动对生物多样性丧失的作用主要包括哪些方面？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块六、生物在受损环境中的响应

【学习目标】

1. 掌握污染环境生物的抗性机理。
2. 理解退化环境中外来物种的入侵问题。
3. 了解转基因生物释放的生态安全问题。

【课程内容】

1. 生物对污染物的抗性与适应
2. 生物对退化环境的适应
3. 生物入侵
4. 转基因生物的环境行为及生物安全

【重点、难点】

1. 重点：生物对环境污染的抗性。
2. 难点：转基因生物的生物安全。

【教学方法】

根据不同受损环境生物响应特点，采用课堂讨论案例的方式进行分析、引导。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 如何利用生物对胁迫环境的响应解决环境污染问题？
2. 从中国的国情出发，制定阻止生物入侵的政策应考虑哪些因素？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块七、全球变化及其生物响应

【学习目标】

1. 掌握全球变化的特点，重点分析温室效应、臭氧层减薄、酸雨等全球环境问题的生物效应。
2. 深入理解生物在长期污染条件下的适应与进化趋势。

【课程内容】

1. 人类世与全球变化
2. 全球气候变化及其生物响应
3. 臭氧层衰减及其生物响应
4. 酸雨及其生物响应
5. 生物对全球变化的适应与进化
6. 应对适应全球变化与地球管理

【重点、难点】

1. 重点：全球变化对生物的影响途径。
2. 难点：长期污染条件下生物的适应与进化。

【教学方法】

根据全球变化及其普遍关注的主要问题，采用多媒体进行教学。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 结合实际，思考当今世界出现的主要环境问题及其影响。
2. 结合本章内容，并从中国国情出发，简述在人类世条件下对生态环境管理的促进措施。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块八、生物对受损环境的监测与预警

【学习目标】

1. 掌握生物监测的特点和机制。
2. 熟悉生物检测污染的方式和指标。
3. 认识环境预警的意义及生物监测的作用。

【课程内容】

1. 生物监测的概念
2. 生物对污染环境的监测与指示
3. 生态监测特点、参数、技术、方案
4. 生态环境预警与生态风险评估

【重点、难点】

1. 重点：生物监测的原理及其特点。
2. 难点：细胞遗传学方法、分子标记的应用。

【教学方法】

根据生物对受损环境的反应特点，结合近期科学研究的动态采用多媒体进行教学。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 监测生物与指示生物的区别及监测生物的筛选原则。
2. 生态风险评价的基本方法有哪些？生态风险评价的程序是什么？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块九、退化环境的生态修复

【学习目标】

1. 掌握生物在退化环境中的作用。
2. 把握不同退化环境中（水土流失、退化土壤）中生物修复的基本原理和方法。

【课程内容】

1. 生态修复的定义、特点、途径和基本过程
2. 生物在土壤质量修复中的作用

3. 生物在水土流失防治中的作用
4. 生物与荒漠化的防治
5. 陆地水环境的生态修复

【重点、难点】

1. 重点：植物在生态修复中的作用。
2. 难点：湖泊生态系统的特点及生物在维持湖泊环境中的作用方式。

【教学方法】

选择案例，引导学生讨论进行教学。

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 生物群落是如何改变水分在生态系统中的分配格局的？
2. 生物对小气候的改良作用体现在哪些方面？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块十、污染环境的生物修复

【学习目标】

1. 掌握生物对污染环境的修复机理。
2. 掌握生物修复污染环境的基本原则

【课程内容】

1. 生物修复的特点、类型和工作程序
2. 土壤污染的生物修复
3. 水污染的生物修复
4. 大气污染的生物治理

【重点、难点】

1. 重点：环境工程生物的选择。
2. 难点：生物修复的一般原则。

【教学方法】

根据目前的工程实践过程进行案例教学

【学习要求】

课前预习，积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 生物修复一般方法的工作程序是什么？

2. 如何针对大气、土壤、水体污染遴选不同的修复植物？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比50%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	考核内容：作业完成情况，课堂表现；期末考试成绩中对各项理论内容的掌握情况。 所占比例：40%。	课后作业、课堂表现、期末考试等
课程目标 2	考核内容：课后习题的讨论性问题回答的科学性，期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例：30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等
课程目标 3	考核内容：课后习题中关于材料分析问题回答的科学性，期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例：30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 作业（40%）

（二）评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与, 主动学习。按时完成 任务, 展现 高度自律。	表现积极, 按时提交 作业, 课堂 参与度高, 学习态度 认真。	基本遵守 纪律, 按时 完成部分 任务, 课堂 参与一般。	偶尔拖延, 参与度和 作业完成 情况一般, 需加强自 律。	频繁缺勤, 作业提交 不及时, 学 习态度消 极, 缺乏参 与。
2	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认 真, 互动较 积极, 发言 次数较多。	上课能作 一点笔记, 互动有一 定自主性, 能够发言。	上课不太 认真, 有互 动但不多, 很少发言。	听课很不 认真, 不互 动也不发 言。
3	课程目标 2、3	作业完成 情况	作业内容 完整, 独立 或合作完 成全部作 业要求。书 写端正, 对 问题有详 细透彻的 分析。	作业内容 完整, 独立 或合作完 成作业要 求。书写端 正, 但对问 题分析较 全面。	作业内容 完整, 独立 或全部完 成作业要 求, 书写端 正, 没有对 问题进行 分析。	作业内容 完整, 独立 或合作完 成作业要 求。书写较 凌乱, 没有 对问题进 行分析。	作业内容 不完整, 没 有达到作 业要求。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否 马工程教材	备注
环境生物学 (第三版)	段昌群	高等教育出版社	2023.02	否	

九、主要参考书目

- [1] 孔繁翔, 环境生物学. 高等教育出版社, 2000.
- [2] 熊治延, 环境生物学. 武汉大学出版社, 2000.

十、课程学习建议

本课程每章的文献阅读不少于 1 篇, 通过阅读文献加强自主学习的能力。每章的基础知识点要形成思维导图, 便于记忆和复习。



环境科学与工程专业

《水处理工程》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023 年 8 月

《水处理工程》课程大纲

一、课程信息

课程名称	水处理工程 Water Treatment Engineering		
课程编码	230910818B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学基础、有机化学、环境工程原理	修读学期	四
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	祁红学	审核人	李利红

二、课程简介

《水处理工程》是环境科学与工程专业必修的专业核心课程，通过学习水处理工程的基本概念、理论及原理，污水处理的工艺流程、参数及常用设备、装置，能够掌握水处理的基本方法、工艺特点和处理构筑物运行方式，为废水污染控制打下基础，具有废水处理常见工艺的设计计算和运行管理能力，并了解国内外污水生物处理技术的发展趋势及最新动向，培养独立分析和解决水污染控制的工程实践问题。同时，结合行业特色激励学生提高家国情怀和专业素养，树立社会主义核心价值观，践行“绿水青山就是金山银山”的环保理念，增强毕业后服务于我国环保领域，从事水处理事业的责任感和使命感。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够运用废水处理技术的基本理论，针对实际废水的水质特点，正确选择合理的废水处理工艺和流程。【毕业要求 1.3】

课程目标 2：能合理运用废水处理的基本原理和应用特点，根据实际的治理需要设计工艺路线、进行设备选型以及构筑物的选择。【毕业要求 2.2】

课程目标 3：具备水污染物控制工艺流程设计的初步能力，确定适宜的污

水处理工艺，结合行业特色提高专业素养，践行可持续发展理念，牢固树立环境保护意识，并且能够站在环境和社会可持续发展的角度，评价废水污染防治中可能对人类和环境造成的影响。【毕业要求 3.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 较好地掌握水、气、固和物理性污染控制工程等专业知识的基本概念、原理和方法，用于污染治理工艺设计、控制与改进方案的比较和综合。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能够针对水、气、固、或土壤等污染问题，提出至少一种以上解决方案，或可通过文献调研找到替代方案。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制、固体废弃物处理处置等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元，能够根据污染防控目标确定设计内容。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、废水的物理处理 1. 废水预处理 2. 重力分离 3. 过滤	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、案例法	12
模块二、废水的化学处理 1. 化学混凝 2. 氧化还原	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、演示	8
模块三、废水的物化处理 1. 吸附和离子交换 2. 膜分离	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、演示	8
模块四、废水的好氧生物处理 1. 活性污泥法 2. 好氧生物膜法	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、案例法	10
模块五、废水的厌氧生化处理	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、案例法	4
模块六、同步生物脱氮除磷处理	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、案例法	4

模块七、污泥处理与处置	课程目标 1、2	讲授、讨论	2
合计			48

(二) 课程内容

模块一、废水的物理处理

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习水质预处理的基本方法，掌握水质、水量调节的原理和方法；通过学习颗粒沉淀四种类型的特点，全面理解沉淀在水处理中的应用；学习隔油池、气浮池的特点，全面理解隔油池、气浮法在水处理中的应用；通过学习过滤的作用、去除对象、以及过滤机理，学会分析水污染原因，利用快滤池处理废水。

2. 能力目标：能够正确选用格栅的类型，获得废水预处理的能力；掌握自由沉淀和絮凝沉淀的特点，获得利用沉淀法处理废水的能力；掌握隔油池与气浮法的特点，获得利用隔油池或气浮法处理废水的能力；能够应用滤池的结构及其运行方式，获得过滤法处理废水的能力。

3. 素质目标：通过废水预处理的学习，树立社会主义核心价值观，养成理论联系实际、注重实效的环保理念；掌握沉淀法、气浮法、过滤法的原理与方法，增强理论结合实际能力，获得沉淀法、气浮法处理废水等解决实际工程问题的专业技能，传承、发扬中华优秀传统文化，树立绿色发展的责任和担当，规范操作与安全意识。

【课程内容】

1. 常用的废水预处理方法，格栅和筛网的使用，中和处理；
2. 沉淀的基本理论，沉砂池、沉淀池、隔油池的使用方法，气浮池的基本特点及使用方法；
3. 过滤理论，快滤池的构造，快滤池的运行与设计。

【重点、难点】

1. 重点：（1）沉淀四种类型的特性；（2）自由沉淀的 Stocks 公式；（3）沉砂池与沉淀池的类型；（4）电解气浮法的原理；（5）加压溶气气浮法的基本原理；（6）快滤池的构造；（7）影响过滤效果的因素；（8）滤池冲洗。

2. 难点：（1）自由沉淀（中部取样法）效率的计算；（2）气浮原理；（3）增加气浮效果的途径；（4）滤料的有效粒径和不均匀系数。

【教学方法】

以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

【学习要求】

课前预习有关水质水量调节的知识、颗粒沉淀四种类型的特点、快滤池的结构及其运行方式；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 格栅、筛网的主要功能是什么？各适用于什么场合？
2. 简述水质水量调节的意义。
3. 何为颗粒最小沉速？
4. 试说明沉淀有哪些类型？各有何特点，并讨论各种类型的内在联系与区别，各适用在哪些场合？
5. 如何从理想沉淀池的理论分析得出斜板（管）沉淀池的产生？
6. 如何提高疏水性一般或亲水性悬浮物质的气浮效果？
7. 在废水处理中，浮上法与沉淀法相比较，各有何优缺点？
9. 过滤的基本原理是什么？
10. 简述滤池反冲洗配水系统的种类，它们各自的工作原理、特点与适用范围是什么？
11. 滤池冲反洗配水系统的作用是什么？为什么配水的不均匀性是绝对的？如何才能达到配水的相对均匀性？
12. 影响滤池冲洗效果的因素有哪些？

【学习资源】

- [1] 叶蒙蒙, 钱付平, 王来勇, 等. 基于响应面法 SCR 脱硝反应器喷氨格栅的优化研究[J]. 中国环境科学, 2021, 41(03): 1086-1094.
- [2] 梁炎伦. 应用于二沉池的斜板（管）沉淀池数学模型建立研究[D]. 广州大学, 2020.
- [3] 戴红霞, 许慧敏, 杨雪凤. 废水颗粒自由沉淀实验课创新设计[J]. 当代化工研究, 2020 (22): 97-99.
- [4] 冯金河. “气浮+水解酸化+UASB+AO+芬顿法”对烟草废水处理工程应用[J]. 广东化工, 2021, 48 (22): 170 - 171.
- [5] 关永年, 刘洪波, 孟庆臣, 等. 气浮+两级 A/O+气浮工艺处理某餐厨沼液[J]. 工业水处理. 2022, 42 (04): 152 - 157.
- [6] 董志锋, 刘倩, 薛文, 等. 虹吸滤池改造为翻板滤池的应用[J]. 净水技术, 2020, 39 (10): 24-28.

模块二、废水的化学处理

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习混凝的基本特点和基本原理，全面理解助凝剂的作用

用；通过学习氯氧化、臭氧氧化的作用原理，掌握化学氧化法在水处理中的应用；通过学习电解化学还原、电化学氧化还原的作用原理，全面理解还原法在水处理中的应用。

2. 能力目标：能够思考胶体的作用机理及其影响因素，获得利用混凝法处理废水的能力；能够应用化学氧化法的原理，获得利用化学氧化法处理废水的能力；能够应用化学还原法的原理，获得利用氧化还原法处理废水的能力。

3. 素质目标：通过对混凝法的系统学习，培养由简再繁的转换能力、以及对实际复杂问题的认知能力和解决能力；探索水污染原因，应用化学氧化法，解决废水中难降解有机物的问题，培养学生实事求是的科学精神，树立水体保护意识、生命至上的健康观念；通过对还原法的系统学习，培养学生的规则意识、约束观念，务实精神。

【课程内容】

1. 胶体特性与结构
2. 混凝机理及其影响因素
3. 常见的混凝剂与助凝剂
4. 氧化还原法处理废水的基本原理
5. 电化学氧化还原的基本应用
6. 电化学氧化还原的基本知识及其相关工程技术常识

【重点、难点】

1.重点：混凝机理、混凝的影响因素，臭氧氧化的作用原理，氯氧化的作用原理，Fenton 氧化法的原理，还原除铬，电解除氰。

2.难点：胶体的双电层结构，4种混凝机理，折点加氯法的原理，电解除氰。。

【教学方法】

以课堂教学为主，PPT 展示结合板书，采用案例式教学形式；辅以课内讨论，积极开展课下学习互动、布置作业；培养勤于思考、乐于合作、严谨求实的学习态度。

【学习要求】

课前预习预习有关化学混凝、氧化还原反应的知识；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 胶体的基本特性有哪些？
2. 试概述水的混凝机理。
3. 简述铝盐混凝剂的水解过程及作用机理。
4. 在投加混凝剂时，为什么须立即与处理水充分混合、剧烈搅拌？

5. 碱性氯化法处理含氰废水时，为什么要严格控制 pH 值？
6. 氧化还原法有何特点？是否废水中的杂质必须是氧化剂或还原剂才能使用此方法？
7. 碱性氯化法处理含氰废水时，为什么要严格控制 pH 值？
8. 氧化还原法有何特点？是否废水中的杂质必须是氧化剂或还原剂才能使用此方法？

【学习资源】

- [1] 贾朋, 陈家庆, 蔡小垒, 等. 炼化污水化学混凝净化处理效果影响的实验研究[J]. 工业水处理, 2021, 41 (01): 77-82.
- [2] 陈建新, 徐国鹏, 肖妍, 等. 抗坏血酸根化学还原对铁基催化剂 UV-Fenton 体系的影响[J/OL].安全与环境学报. 2021: 1-12.
- [3] 俞红梅, 邵志刚, 侯明, 等. 电解水制氢技术研究进展与发展建议[J/OL].中国工程科学. 2021: 1-7.

模块三、废水的物化处理

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习吸附的基本类型，能够比较物理吸附与化学吸附的异同；通过学习离子交换剂的种类和基本特性，掌握离子交换树脂的性能和应用范围；通过学习膜分离法的特征，掌握渗析和电渗析的工作原理及应用范围；通过学习反渗透膜的特性及原理，超滤和纳滤的工作原理，全面理解膜法在废水处理中的应用场景。

2. 能力目标：通过学习常用的吸附等温式，能够利用一元线性拟合初步分析吸附类型，并进行最大吸附量的计算，培养独立思考、分析问题、解决问题的能力；能够应用离子交换工艺及设备，解决废水除盐和软化问题；通过掌握渗析和电渗析的应用范围，获得工业上酸、碱废液回收的能力；能够应用膜的分类及应用方式，获得利用膜处理废水的能力。

3. 素质目标：能够应用吸附法的基本知识，获得利用吸附法处理废水的能力，践行可持续发展理念，牢固树立环境保护意识；通过学习离子交换的原理与方法，增强理论结合实际能力，分析问题、解决问题的能力；通过渗析法的系统学习，培养规则意识、约束观念，并以社会主义核心价值观来进行价值定位；掌握反渗透、超滤和纳滤的原理与方法，增强理论结合实际能力，树立社会主义核心价值观，养成理论联系实际、注重实效的工作作风。

【课程内容】

1. 吸附的基本理论

2. 吸附剂及其再生方法
3. 吸附工艺及其应用
4. 离子交换剂
5. 离子交换工艺与设备
6. 膜分离的基本原理
7. 扩散渗析、电渗析的原理及其使用方法
8. 反渗透；超滤和纳滤

【重点、难点】

1. 重点：（1）单分子体系吸附等温式：Langmuir 吸附等温式和 Freundlich 吸附等温式；（2）离子交换树脂的类型；（3）离子交换树脂的再生；（4）电渗析的工作原理；（5）浓差极化；（6）反渗透的装置类型；（7）反渗透的工艺流程；（8）纳滤膜的分离特性。

2. 难点：吸附等温式的实际运用，通过一元线性拟合初步分析吸附类型，并进行最大吸附量的计算，离子交换树脂的再生，电渗析的工作原理，反渗透的工艺流程。

【教学方法】

以问题导向的学习模式为主，包括课前探究、导入新课、新课讲授、常见错误分析、知识拓展、文献阅读推荐、随堂测试、课堂总结等环节，学生是学习的主体，培养善于合作、勤于思考、严谨求实的科学态度。

【学习要求】

课前探究有关吸附法、膜分离在废水处理中的应用实例；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 比较物理吸附和化学吸附的主要区别？
2. 常见的吸附等温线有哪几种类型？
3. 吸附等温式有哪几种形式及应用场合如何？
4. 简述离子交换树脂的再生原理，如何降低再生费用？
5. 从水中去除某些离子（例如脱盐），可以用离子交换法和膜分离法。您认为，当含盐浓度较高时，应该用离子交换法还是膜分离法，为什么？
6. 什么是树脂的交换容量？影响树脂工作交换容量的因素有哪些？
7. 简述影响离子交换膜选择透过性的因素。
8. 简述电渗析器的工作原理。
9. 简述反渗透膜的选择透过性机理。
10. 简述反渗透操作过程中的浓差极化现象及其产生的原因、危害和预防

措施。

11. 反渗透膜与离子交换膜的异同点。
12. 简述超滤与反渗透的异同点。

【学习资源】

[1] Zhang X, Gu P, Liu Y. Decontamination of radioactive wastewater: State of the art and challenges forward[J]. Chemosphere, 2019, 215. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.10.029.

[2] Qi H, Niu X, Wu H, et al. Adsorption of chromium (VI) by Cu(I)-MOF in water: Optimization, kinetics, and thermodynamics [J]. Journal of Chemistry, 2021, 4413095. Doi: 10.1155/2021/4413095.

[3] Lima EC, Sher F, Guleria A, et al. Is one performing the treatment data of adsorption kinetics correctly? [J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2021, 9 (2): 104813.

[4] 唐兴睿, 黄鹏玲, 阮昊明, 等. 海水提铀材料与方法的现状与挑战[J]. 核化学与放射化学, 2023, 45 (04): 267-283.

[5] 阴阳离子交换树脂混杂后如何分离? [J]. 工业水处理, 2021, 41 (03): 22.

[6] 田磊, 王岱, 巢志理. 双极膜电渗析在高浓盐水资源化的性能评价指标研究[J/OL]. 应用化工: 1-7, 1671.

[7] 李玉林. 煤化工废水零排放系统反渗透问题分析与优化[J]. 膜科学与技术, 2021, 41 (02): 104 - 109.

模块四、废水的好氧生物处理

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习活性污泥法的基本原理，掌握活性污泥法工艺及常用参数的意义；通过学习活性污泥法的曝气原理，掌握活性污泥法的基本工艺类型；通过学习活性污泥系统的工艺设计，掌握曝气池容积、剩余污泥量、需氧量的计算；通过学习好氧生物膜法的基本原理，理解好氧生物膜法处理废水的优缺点；通过学习曝气生物滤池、生物转盘的基本原理，学会根据水污染来源选用好氧生物膜法处理废水。

2. 能力目标：能够应用有关活性污泥法的相关指标，获得活性污泥法基本参数的计算能力；能够灵活选择活性污泥法的工艺类型，获得好氧法处理废水的能力；能够分析活性污泥系统的常见异常现象，获得处理污泥膨胀的能力；能够应用生物滤池、生物接触氧化的知识，获得生物膜法处理废水的能力；能够灵活选用生物接触氧化法、曝气生物滤池和生物转盘等工艺，处理常用生活

废水。

3. 素质目标：通过对活性污泥法的系统学习，培养由简到繁的转换能力，以及对实际复杂问题的认知和解决能力；应用活性污泥系统的运行原则，解决废水的好氧处理问题，培养追根溯源、勤于思考、善于总结、实践创新的科学素养；通过活性污泥系统的运行及管理，充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。通过好氧生物膜法处理废水工艺的学习，增强理论联系实际，提升探索未知的科学素养；通过对好氧生物膜法的系统学习，培养科学思维能力，利用辩证唯物主义的观点去分析和解决问题。

【课程内容】

1. 活性污泥法处理废水的基本原理
2. 活性污泥法参数
3. 曝气原理与曝气系统
4. 活性污泥法工艺类型
5. 活性污泥系统工艺设计
6. 活性污泥系统的运行与管理
7. 生物膜法的基本原理
8. 生物滤池
9. 生物接触氧化法的基本原理
10. 曝气生物滤池
11. 生物膜法的运行与管理

【重点、难点】

1. 重点：（1）活性污泥法的基本流程；（2）活性污泥指标；（3）污泥负荷的表达公式；（4）曝气原理；（5）曝气设备；（6）活性污泥法工艺类型；（7）需氧量的设计计算；（8）活性污泥膨胀采取的措施；（9）生物膜法的污水处理特征；（10）生物接触氧化法的优点；（11）曝气生物滤池的优缺点。

2. 难点：污泥负荷的表达公式，曝气原理：氧总传递系数的测定，需氧量的设计计算，生物接触氧化法处理废水的优点，曝气生物滤池的优缺点。

【教学方法】

采用问题导向式教学模式，以 PPT 展示结合板书讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论等。包括课前探究、导入新课、新课讲授、知识拓展、文献阅读推荐、随堂测试、课堂总结等环节，学生是学习的主体，培养善于合作、勤于思考、严谨求实的科学态度。

【学习要求】

课前预习活性污泥法与生物膜法的基本工艺类型；积极参与课堂教学，做

好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 良好的活性污泥必须具备哪些性能？
2. 活性污泥在曝气过程中，对有机物的降解过程分为哪两个阶段？其作用机理是什么？
3. 总结归纳活性污泥净化反应的影响因素？
4. 说明间歇式活性污泥法（SBR 法）的运行过程及其优缺点？
5. 引起活性污泥膨胀的因素有哪些？其原因如何？如何来克服？
6. 污水处理中生物膜法有哪些特征？
7. 比较生物膜法和活性污泥法的优缺点？
8. 普通生物滤池、高负荷生物滤池、两级生物滤池各适用于什么具体情况？
9. 生物接触氧化法处理废水有哪些优点？
10. 简述生物流化床的工作原理及运行特点。

【学习资源】

[1] 孙意忱, 孙小然, 程文静, 等. 温度对高负荷活性污泥法的影响及动力学分析 [J/OL]. 应用化工 : 1-7 [2021-04-19]. <https://doi.org/10.16581/j.cnki.issn1671-3206.20210325.037>.

[2] 张洛红, 李芮莹, 曹敏, 等. 印染废水活性污泥代谢状态光偏转快速检测法研究[J]. 中国环境科学. 2021, 41 (09): 4157–4166.

[3] 李微, 曾飞, 由昆, 等. SBR 工艺处理大蒜废水及污泥菌群结构研究[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2021,37 (02): 370–377.

[4] 代义强. 微电解/Fenton 氧化/水解酸化/生物接触氧化处理制药废水[J]. 生物化工, 2021, 7 (01): 77-80.

[5] 敬双怡, 于治豪, 朱浩君, 等. 厌氧生物滤池-特异性移动床生物膜法对丁腈橡胶废水的处理[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(11): 341-346.

模块五、厌氧生化处理

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习厌氧生化法的基本原理，应用新型厌氧生化工艺，解决废水的厌氧处理问题；通过学习厌氧生化法的设计计算，掌握厌氧反应器的设计、厌氧产气量、反应器热量的计算。

2. 能力目标：能够应用有关厌氧生化处理工艺运行知识，获得利用厌氧生化法处理废水的能力；能够应用有关厌氧生化处理工艺运行知识，获得利用厌

氧生化法处理废水的能力。

3. 素质目标：认识到利用厌氧处理技术，有利于缓解能源紧张，促进人与自然和谐发展，强化可持续发展的理念；通过对厌氧生化处理的系统学习，培养工程职业道德、规范和安全理念。

【课程内容】

1. 厌氧生化法的基本原理
2. 厌氧生化处理工艺的研究内容和研究方法
3. 厌氧生化法的设计计算
4. 厌氧设备的运行管理

【重点、难点】

1. 重点：厌氧消化三阶段理论、厌氧生化处理工艺、厌氧产气量的计算、厌氧反应器运行中的欠平衡现象。
2. 难点：厌氧生化处理工艺：UASB、EGSB 和 IC 反应器，厌氧产气量的计算。

【教学方法】

1. 以课堂教学为主，采用启发式教学。
2. 辅以课内讨论，积极开展课下学习互动、布置作业。
3. 紧密结合工程实践以及最新技术前沿成果。

【学习要求】

课前预习厌氧生化处理的原理；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 什么是厌氧生物处理？它有什么优缺点？
2. 试比较厌氧法与好氧法处理的优缺点。
3. 厌氧生物处理对象是什么？可达到什么目的？
4. 影响厌氧生物处理的因素有哪些？
5. 厌氧运行管理中的安全要求有哪些？

【学习资源】

[1] 龙琦. 植物酸化油废水厌氧生化法处理研究[D]. 华南理工大学, 2020.

[1] 吕红, 张欣, 周杨, 等. 细菌产黄素类化合物介导的电子传递及对环境污染物的厌氧生物转化研究进展[J]. 微生物学通报, 2020, 47 (10): 3419-3430.

模块六、同步生物脱氮除磷

【学习目标】

1. 知识目标：认识到废水中氮磷去除的重要性，学习脱氮除磷的原理、工艺及其影响因素；通过了解常用的同步生物脱氮除磷工艺，掌握废水中生物脱氮除磷的基本流程。

2. 能力目标：灵活选用成熟的生物脱氮除磷工艺，获得去除废水中氮磷的能力；学会选用常用的同步脱氮除磷工艺，获得废水脱氮除磷的能力。

3. 素质目标：解决废水的氮、磷问题，激发解决水污染问题的兴趣，体会我国科学家矢志不渝地从事环保工作的精神力量，树立榜样的力量；通过同步脱氮除磷工艺的学习，培养健康向上的人生态度，正确对待人生发展中的顺境与逆境，处理好人生发展中的各种矛盾。

【课程内容】

1. 生物脱氮除磷的概念及其含义
2. 生物脱氮、生物除磷的常用方法
3. 同步脱氮除磷工艺

【重点、难点】

1. 重点：（1）生物脱氮原理；（2）前置缺氧-好氧生物脱氮工艺；（3）Phostrip 除磷工艺；（4）同步脱氮除磷工艺：A/A/O、倒置 A/A/O、以及 SBR 工艺。

2. 难点：废水生物脱氮原理、倒置 A/A/O 同步脱氮除磷工艺。

【教学方法】

1. 借助多媒体教学，利用短视频介绍废水的不同特点，增加学生的感性认识，提高教学效率。

2. 采用案例式教学，结合特定行业废水的污染特征，进行废水处理主要技术的分析，使学生具备相应的实际应用能力。

【学习要求】

课前预习生物脱氮除磷的原理；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 生物脱氮通过硝化作用和反硝化作用来进行的，但硝化作用的速度快慢是与哪些因素有关？

2. 常用的同步生物脱氮除磷工艺有哪些？各有何优缺点？

【学习资源】

[1] 周杰, 宋小三, 王三反. 四环素影响污水生物脱氮除磷过程的最新研究进展[J/OL]. 应用化工: 1-6. <https://doi.org/10.16581/j>.

[2] 贾体沛, 王灿, 张亮, 等. 城镇污水处理厂生物除臭技术的关键影响因

素及案例分析[J]. 环境工程学报, 2022, 16 (04): 1074-1082.

[3] 李文洪, 熊春莲. 脱氮除磷新工艺在污水处理中的应用研究[J]. 环境与
发展, 2020, 32(09): 115+117.

[2] 王伟, 王明刚, 刘丽娜, 等. 面向碳中和的污水低能耗脱氮及氮回收技
术探讨[J]. 水处理技术, 2023, 49 (04): 1-6.

模块七、污泥处理与处置

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习污泥好氧消化的机理，理解污泥好氧消化池的构造
及工艺设计。

2. 能力目标：能够应用有关污泥浓缩和脱水的知识，获得污泥处理与处置
的基本能力。

3. 素质目标：通过强调污泥合法处置的必要性，强化法治意识，激发学生
解决污泥的兴趣，树立将废弃物资源化、能源化利用的绿色发展理念。

【课程内容】

1. 污泥的来源与特性
2. 污泥浓缩、稳定与脱水策略
3. 污泥的综合利用与最终处置

【重点、难点】

1. 重点：（1）污泥中水分的存在形式；（2）污泥浓缩方法；（3）污泥
脱水方法。

2. 难点：污泥脱水方法。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展案例式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于
学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 挖掘思政元素，如“绿水青山就是金山银山”、“加快生态文明体制改
革，建设美丽中国”等，激发学生的民族自豪感和家国情怀。

【学习要求】

课前预习污泥处理与处置的内容；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及
时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 一般而言，污泥有哪些来源？
2. 污泥浓缩有哪些方法，并加以比较？

3. 污泥常用的脱水方式有哪些？

【学习资源】

[1] 苏志升, 林培真, 罗建标, 等. 污泥脱水、输送及储存系统的设计探讨与总结[J]. 中国给水排水, 2021, 37 (04): 76-81.

[2] 桑稳姣, 贾丹妮, 卢伟, 等. QS 技术在污泥处理处置领域的碳减排应用研究[J]. 中国给水排水, 2023, 39 (10): 47-54.

五、实践教学安排

单独设置实验课——《水处理工程实验》提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比30%，包括学风养成（20%）、课堂表现（30%）、平时作业（30%）和随堂测验（20%）；“1”指期末考试成绩，占比70%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	废水物理与化学处理的基本概念和基本知识：约占20%； 废水物理与化学处理的分析应用能力：约占10%； 利用物理与化学处理解决环境废水问题的综合能力：约占10%。	学风养成、平时作业、期末考试
课程目标 2 (30%)	废水物化处理的基本概念、基本知识：约占15%。 废水物化处理的分析应用能力：约占15%。	课堂表现、随堂测验、期末考试
课程目标 3 (30%)	废水生物处理的基本概念和基本知识：约占10%； 废水生物处理的分析应用能力：约占10%； 利用生物处理解决环境废水问题的综合能力：约占10%。	平时作业、随堂测验、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 30% + 期末考核成绩 × 70%

过程性考核成绩 = 学风养成 × 20% + 课堂表现 × 30% + 平时作业 × 30% + 随堂测验 × 20%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准见下表:

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与,主动学习。按时完成任务,展现高度自律。	表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲,配合老师,勇于发言,积极回答问题。	上课认真听讲,勇于发言,积极回答问题。	上课能够认真听讲,敢于发言,能够回答问题。	上课时有走神,羞于回答问题,正确率低。	不认真听讲,能够回答问题,但正确率极低。
3	课程目标 1、3	平时作业	按时完成作业,书写整齐,内容完整,没有少题、漏题,过程合理,结果正确。	按时完成作业,书写较为整齐,内容基本完整,没有故意的少题、漏题,少数结果有误。	按时完成作业,书写不太整齐,过程模糊,部分结果有误。	催交,或书写不太整齐,过程模糊,大部分结果有误。	作业内容不完整,没有达到作业要求,或催交未果。
4	课程目标 2、3	随堂测验	积极主动地学习实践,能解答全部问题,能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答全部问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答大部分问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答部分问题,不能解决相关拓展问题。	积极学习实践,不能解答大部分问题,不能解决相关拓展问题。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
水污染控制工程	成官文	化学工业出版社	2023	否	

九、主要参考书目

- [1] 高廷耀, 顾国维, 周琪. 水污染控制工程(第五版), 高等教育出版社, 2023.
- [2] 王淑勤, 苏金波, 冯亚娜. 水污染控制工程(双语). 中国建筑工业出版社,

2023.

[3] 许晓毅, 罗固源. 水污染控制工程(第二版). 高等教育出版社, 2022.

[4] 李长波, 水污染控制工程, 中国石化出版社, 2016.

[5] 室外排水设计标准 [S]. GB 200014-2021.

十、课程学习建议

1. 培养、坚持课前预习的习惯，有助于培养自学能力。
2. 关注行业动态，养成文献阅读的习惯，了解国内外污水处理技术的发展趋势及最新动向，培养独立分析和解决水污染控制方面实际工程问题的能力。
3. 关心国家、家乡、身边发生的与水环境保护相关的大事件，在学习生活中践行低碳生活、可持续发展的理念，牢固树立环保意识。



环境科学与工程专业

《环境化学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境化学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境化学 Environmental Chemistry		
课程编码	230910819B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学、有机化学	修读学期	五
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李晓东	审核人	李利红

二、课程简介

本课程是环境科学与工程专业，环境科学的一个分支学科，是在无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等学科基础上形成的。它主要是运用化学的理论和方法，鉴定和测量化学污染物在大气圈、水圈、土壤-岩石圈和生物圈中的含量，研究它们在环境中存在形态及其迁移、转化和归趋的规律。通过该课程的学习，使学生了解环境化学的研究领域及发展趋势,使学生掌握环境化学的基本知识和基本原理，利用化学的基础知识提高解决实际环境问题的能力，为从事环境保护和环境科学研究工作奠定理论基础，全面提高学生的综合素质。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

培养目标 1：通过系统教学，使学生掌握环境化学的基本概念、基本理论和基本研究技能，了解环境问题的来源和解决策略，为环境保护决策提供科学依据。课程内容包括主要污染物的类别、迁移转化过程，以及处理实际环境问题的思路和方法。通过学习，学生将具备分析和解决环境问题的能力，为未来从事环境教育和环境保护工作打下基础。【毕业要求 1.2】

培养目标 2：了解环境化学的基本原理、 研究内容及发展动向；掌握大气污染化学， 水污染化学， 土壤污染化学， 生物体内污染物质的运动过程及毒性， 放射性物质的环境行为；了解环境科学与工程领域的理论前沿及发展动态，能够综合应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，结合可持续发展的整体考虑，初步掌握现代实验与分析技术，能够分析并解决环境污染防治及环保领域的实际问题。【毕业要求 2.1】

培养目标 3：环境化学还特别强调实践能力的培养，通过课程的学习，以及参与科研项目和工程项目的锻炼，强化学生的工程能力和创新意识。这些实践活动旨在提高学生的工程应用能力和创新能力，使他们能够直接参与科学研究及实际工程项目的工艺设计、施工等环节【毕业要求 3.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能够将化学类基础知识，用于推演、分析环境工程领域的复杂工程问题。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能够应用数学、物理、化学和工程科学的基本原理，识别和判断水污染控制、大气污染控制和固体废弃物处理处置等环境工程领域的复杂问题及其关键影响因素。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制、固体废弃物处理处置等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元，能够根据污染防控目标确定设计内容。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、绪论	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合、启发引导	2
模块二、大气环境化学	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合，启发引导	6
模块三、土壤环境化学	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合，启发引导	6
模块四、水环境化学	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合，启发引导	6

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块五、生物体内污染物质的运动过程及毒性	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合, 启发引导	6
模块六、典型污染物在环境各圈层中的转归与效应	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合, 启发引导	6
模块七、受污染环境的修复	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合, 启发引导	0
模块八、绿色化学的基本原理和应用	课程目标 1, 2, 3	讲授与讨论相结合, 启发引导	0
合计			32

(二) 课程内容

模块一、绪论

【学习目标】

1. 要求掌握对现代环境问题认识的发展及对环境化学提出的任务, 明确学习环境化学课程的目的。

【课程内容】

1. 第一节 环境化学
2. 第二节 环境各圈层
3. 第三节 环境污染物

【重点、难点】

1. 重点: 环境污染物的类别、环境效应及其影响因素。
2. 难点: 环境污染物在环境各圈层迁移转化的简要过程。

【教学方法】(此处详细说明如何组织教学)

导入: 以日本向太平洋排入核废水引出环境问题, 通过小组讨论, 然后逐步介绍了环境化学在环境科学中和解决环境问题上的地位和作用, 它的研究内容、特点和发展动向。

1. 讲授法, 引导学生掌握环境化学的相关概念、基本原理与方法的实际意义, 利用环境污染中的实际案例, 帮助学生理解和掌握分析和解决环境问题的方法, 具备解决实际问题的能力。

2. 采用案例式教学, 结合实际案例, 了解污染物的源和汇, 从而具备相关知识和方法的实际应用能力。以任务驱动, 工作过程为出发点, 以多媒体课件为主, 结合环境污染案例, 使理论知识点讲解具有可视性、形象性。并采用启发引导、多媒体讲解、分组实践、分组讨论等多种教学方法。

3. 自主学习。鼓励教师、收集、整理、制作供学生学习的信息资料库, 广

泛地利用校园网和其他网络信息建立参考文献、背景资料库和学习资料的索引，通过信息共享和网络交流活动，为学生提供大量的课程信息和交流平台。从广播、电影、电视和报纸等大众媒体中采撷新写作信息；不断地补充和扩展信息资源。为学生自主学习提供有利条件。

4.讨论法

讨论环境化学的学习方法和学习内容

【学习要求】

本章简要介绍了环境化学在环境科学中和解决环境问题上的地位和作用，它的研究内容、特点和发展动向，主要环境污染物的类别和它们在环境各圈层中的迁移转化过程。要求掌握对现代环境问题认识的发展及对环境化学提出的任务，明确学习环境化学课程的目的

【复习与思考】

- 1.如何认识现代环境问题的过程?
- 2.怎样了解人类活动对地球环境系统的影响?
- 3.你对于氧、碳、氮、磷、硫几种典型营养性元素循环的重要意义有何体会?
- 4.根据环境化学的任务、内容和特点以及其发展动向,你认为怎样才能学好环境化学这门课程?
- 5.环境污染物有哪些类别?当前世界范围普遍关注的污染物有哪些特性?
- 6.举例简述污染物在环境各圈层间的迁移转化过程。

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

1. 学习强国，《环境化学》，南开大学，主讲人：孙红文
2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983
3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.
4. Manahan S E.Toxicological Chemistry.Lewis Publishers,1993.
5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的环境化学。北京:科学出版社,2004.
6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.

模块二、大气环境化学

【学习目标】

1. 要求了解大气的层结结构，大气中的主要污染物，大气运动的基本规律。
2. 掌握污染物遵循这些规律而发生的迁移过程，特别是重要污染物参与光化学烟雾和硫酸型烟雾的形成过程和机理。
3. 还应了解描述大气污染的数学模式和酸雨、温室效应，以及臭氧层破坏等全球性环境问题。

【课程内容】

1. 大气的组成和主要污染物
2. 大气中污染物的迁移
3. 大气中污染物的转化
4. 大气颗粒物

【重点、难点】

1. 重点：主要介绍大气结构，大气中的污染物及其迁移，大气污染物的化学变化机制。
2. 难点：大气结构与大气污染物迁移的规律，污染物的化学变化过程。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

1. 导入：以大气的组成引入，重点介绍大气的结构，大气中的污染物及其迁移以及大气污染物的化学变化机制。

（1）讲授法：讲授大气的结构，大气中污染物及其迁移规律，大气污染物的变化机制

（2）案例讨论法

通过典型大气污染物 SO_2 , CO_2 , NO_x 的学习来了解大气污染物的特点。

（3）分组讨论法

讨论大气的净化方式？保护空气的意义

（4）自主学习法

通过对基础对大气环境化学基础知识的学习，鼓励学生去调研文献，查资料，去慕课、学习强国等平台进行自主学习，进而更好地掌握大气环境化学。

2. 针对大气结构与大气污染物迁移的规律，污染物的化学变化过程等难点问题，通过并采用启发引导、多媒体讲解、分组实践、分组讨论等多种教学方法。对重难点进行详细的讲解与学习。

【学习要求】

1. 要求了解大气的层结结构，大气中的主要污染物，大气运动的基本规律。
2. 掌握污染物遵循这些规律而发生的迁移过程，特别是重要污染物参与光化学烟雾和硫酸型烟雾的形成过程和机理。
3. 还应了解描述大气污染的数学模式和酸雨、温室效应，以及臭氧层破坏

等全球性环境问题。

【复习与思考】

1. 大气的主要层次是如何划分的?每个层次具有哪些特点?
2. 逆温现象对大气中污染物的迁移有什么影响?
3. 大气中有哪些重要污染物?说明其主要来源和消除途径。
4. 影响大气中污染物迁移的主要因素是什么?
5. 大气中有哪些重要的吸光物质?其吸光特征是什么?
6. 太阳的发射光谱和地面测得的太阳光谱有何不同?为什么?
7. 大气中有哪些重要自由基?其来源如何?
8. 大气中有哪些重要含氮化合物?说明它们的天然来源和人为来源及对环境的污染。
9. 叙述大气中 NO 转化为 NO₂的各种途径。
10. 大气中有哪些重要的碳氢化合物?它们可发生哪些重要的光化学反应?11. 碳氢化合物参与的光化学反应对各种自由基的形成有什么贡献?
12. 说明光化学烟雾现象,解释污染物与产物的日变化曲线,并说明光化学烟雾产物的性质与特征。
13. 说明烃类在光化学烟雾形成过程中的重要作用。
14. 何谓有机物的反应活性?如何将有机物按反应活性分类?15. 简述大气中 SO₂ 氧化的几种途径。
15. 论述 SO₂液相氧化的重要性,并对各种催化氧化过程进行比较。17. 说明酸雨形成的原因。
16. 确定酸雨 pH 界限的依据是什么?

【学习资源】 (此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源,如试题库、案例库、网络教学平台等)

1. 学习强国,《环境化学》,南开大学,主讲人:孙红文
2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983
3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.
4. Manahan S E.Toxicological Chemistry.Lewis Publishers,1993.
5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的环境化学。北京:科学出版社,2004.
6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.

模块三、水环境化学

【学习目标】

1.要求了解天然水的基本性质，掌握无机污染物在水环境中沉淀-溶解、氧化还原、配合作用、吸附-解吸、絮凝-沉降等迁移转化过程的基本原理。并运用所学原理计算水体中金属存在形态，确定各类化合物溶解度，以及天然水中各类污染物的 pE 计算及 $pE-pH$ 图的制作。

2.了解颗粒物在水环境中聚集和吸附-解吸的基本原理。

3.掌握有机污染物在水体中的迁移转化过程和分配系数、挥发速率、水解速率、光解速率和生物降解速率的计算方法，了解各类水质模型的基本原理和应用范围。

【课程内容】

1. 天然水的基本特征与污染物的存在形态

2. 水中无机污染物的迁移和转化

3. 水中有机污染物的迁移和转化

4. 水质模型

【重点、难点】

1.重点：了解天然水的基本特征及自净作用，掌握水污染物的来源与迁移和转化。

2.难点：水污染物的迁移及转化及富营养化。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

1.导入：水的重要性，水是生命之源

（1）讲授法：讲授天然水的基本特征与污染物的存在形态，水中无机污染物的迁移和转化，水中有机污染物的迁移和转化，碳酸盐平衡，水中污染物的分布和存在形态。

（2）案例讨论法

讨论典型的水质模型

（3）分组讨论法

分组讨论当前我国的水资源面临的挑战，以及如何保护水资源？

（4）自主学习法

在学习水环境化学的基本知识点后，鼓励学生查阅文献资料，进行水污染防治方法的学习和水体富营养化

3.总结：本章学习了天然水基本特征及污染物存在形态。天然水的组成；水中污染物的分布；存在形态。水中无机污染物的迁移转化。颗粒物与水之间的迁移；吸附等温式；水中颗粒物的聚集；溶解和沉淀平衡；氧化和还原及配

合作用的原理。水中有机污染物的迁移转化。分配作用和标化分配系数；挥发作用的双膜理论和亨利定律；水解作用和水解速率；直接和间接（敏化）光解作用；生物降解作用的机理。

【学习要求】

主要介绍天然水的基本特征，水中重要污染物存在形态及分布，污染物在水环境中迁移转化的基本原理以及水质模型。要求了解天然水的基本性质，掌握无机污染物在水环境中沉淀-溶解、氧化还原、配合作用、吸附-解吸、絮凝-沉降等迁移转化过程的基本原理，并运用所学原理计算水体中金属存在形态，确定各类化合物溶解度，以及天然水中各类污染物的 pE 计算及 pE-pH 图的制作。了解颗粒物在水环境中聚集和吸附-解吸的基本原理，掌握有机污染物在水体中的迁移转化过程和分配系数、挥发速率、水解速率、光解速率和生物降解速率的计算方法，了解各类水质模型的基本原理和应用范围。

【复习与思考】

1.请推导出封闭和开放体系碳酸平衡中 $[H_2CO^*]$ ， $[HCO_3^-]$ 和 $[CO_3^{2-}]$ 的表达式，并讨论这两个体系之间的区别。

2.请导出总酸度、 CO_2 酸度、无机酸度、总碱度、酚酞碱度和苛性碱度的表达式作为总碳酸量和分布系数(a)的函数。

3. 向某一含有碳酸的水体加入重碳酸盐。问:总酸度、总碱度、无机酸度、酚酞碱度和 CO_2 酸度是增加、减少还是不变?

4.在一个 pH 为 6.5,碱度为 1.6 mmol/L 的水体中，若加入碳酸钠使其碱化，问每升中需加多少的碳酸钠才能使水体 pH 上升至 8.0。若用 NaOH 强碱进行碱化，每升中需加多少碱?(1.07 mmol, 1.08 mmol)

5:具有 $2.00 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ 碱度的水，pH 为 7.请算 $[H_2CO^*]$ 和 $[HCO_3^-]$ 和 $[CO_3^{2-}]$ 的浓度各是多少? ($[OH^-]=1.00 \times 10^{-7} \text{mol}$ ， $[HCO_3^-]=2 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ ， $[CO_3^{2-}]=9.38 \times 10^{-7} \text{mol/L}$ ， $[H_2CO_3^*]=4.49 \times 10^{-4} \text{mol}$.)

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

1. 学习强国，《环境化学》，南开大学，主讲人：孙红文
2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983
3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.
4. Manahan S E.Toxicological Chemistry.Lewis Publishers,1993.
5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的

环境化学。北京:科学出版社,2004.

6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.

模块四、土壤环境化学

【学习目标】

1.本章主要介绍土壤的组成及性质；污染物在土壤—植物体系中的迁移和它的作用机制，以及主要农药和重金属在土壤中的迁移、转化与归趋。要求了解土壤的组成与性质，土壤的粒级与质地分组特性；

2.了解污染物在土壤—植物体系中迁移的特点、影响因素及作用机制。

3.掌握土壤的吸附、酸碱和氧化还原特性，重金属离子和农药在土壤中的迁移原理与主要影响因素，以及主要农药和重金属离子在土壤中的转化规律与效应。

【课程内容】

1. 土壤的组成与性质

2. 重金属在土壤-植物体系中的迁移转化规律

3. 土壤中农药的迁移转化

【重点、难点】

1.重点：掌握土壤的组成和性质，理解化学污染物在土壤中的迁移转化与土壤性质的关系。

2.难点：理解不同化学污染物在土壤中的迁移转化规律与特点。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

1.导入，以民以食为天导入，粮食安全

(1) 讲授法：

(2) 案例讨论法

(3) 分组讨论法

(4) 自主学习法

2.教学内容：

(1) 土壤的组成与性质

(2) 重金属在土壤-植物体系中的迁移转化规律

(3) 土壤中农药的迁移转化

3.【学习要求】

本章主要介绍土壤的组成及性质；污染物在土壤—植物体系中的迁移和它的作用机制，以及主要农药和重金属在土壤中的迁移、转化与归趋。要求了解土壤的组成与性质，土壤的粒级与质地分组特性；了解污染物在土壤—植物体系中迁移的特点、影响因素及作用机制。掌握土壤的吸附、酸碱和氧化还原特

性，重金属离子和农药在土壤中的迁移原理与主要影响因素，以及主要农药和重金属离子在土壤中的转化规律与效应。

【复习与思考】

1. 土壤有哪些主要成分?它们对土壤的性质与作用有哪些影响?2. 什么是土壤的活性酸度与潜在酸度?试用两者的关系讨论我国南方土壤酸度偏高的原因。
3. 土壤的缓冲作用有哪几种?举例说明其作用原理
4. 什么是盐基饱和度?它对土壤性质有何影响?
5. 试比较土壤阳、阴离子交换吸附的主要作用原理与特点。

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

1. 学习强国，《环境化学》，南开大学，主讲人：孙红文
2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983
3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.
4. Manahan S E.Toxicological Chemistry. Lewis Publishers,1993.
5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的环境化学。北京:科学出版社,2004.
6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.

模块五、生物体内污染物质的运动过程及毒性

【学习目标】

1. 要求掌握污染物质的生物富集、放大和积累；耗氧和有毒有机污染物质的微生物降解；若干元素的微生物转化；微生物对污染物质的转化速率；毒物的毒性、联合作用和致突变、致癌及抑制酶活性等作用；定量构效关系中几种应用的分析方法。
2. 要求了解有关重要辅酶的功能；有毒有机污染物质生物转化的类型。

【课程内容】

1. 物质通过生物膜的方式
2. 污染物质在生物体内的运转
3. 污染物质在生物体内的富集、放大和积累
4. 污染物质的生物转化
5. 污染物质的毒性

6. 有机污染物的定量结构与活性的关系

【重点、难点】

1.重点：掌握化学污染物的生物吸收、迁移和转化规律。

2.难点：理解和领会生物的络合和螯和作用，酶的结合位点和蛋白质结构的变异对污染物的活性关系，理解污染物毒性与化学结构的机理。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

1.导入：癌症的发病导入

（1）讲授法：讲授物质通过生物膜的方式，污染物在生物体内的转运，污染物质的生物富集、放大和积累、污染物质的生物转化，毒物的毒性

（2）案例讨论法

（3）分组讨论法

是药三分毒，讨论药物的用量

毒物毒性的分类，结合毒理学进行讨论

（4）自主学习法

通过生物体内污染物质的运动过程及毒性的学习，学生可以自行查阅资料进行拓展，也可以通过

【学习要求】

主要介绍污染物质与生物机体之间的相互作用，涉及机体对污染物质的吸收、分布、转化、排泄等过程和污染物质对机体毒性两方面的内容，要求掌握污染物质的生物富集、放大和积累；耗氧和有毒有机污染物质的微生物降解；若干元素的微生物转化；微生物对污染物质的转化速率；毒物的毒性、联合作用和致突变、致癌及抑制酶活性等作用；定量构效关系中几种应用的分析方法。要求了解有关重要辅酶的功能；有毒有机污染物质生物转化的类型。

【复习与思考】

1, 2, 3, 4, 5, 6

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

1. 学习强国，《环境化学》，南开大学，主讲人：孙红文

2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983

3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.

4. Manahan S E.Toxicological Chemistry.Lewis Publishers,1993.

5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的环境化学.北京:科学出版社,2004.

6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.

模块六、典型污染物在环境各圈层中的转归与效应

【学习目标】

1. 要求了解这些典型污染物的来源、用途和基本性质。
2. 掌握它们在环境中的基本转化、归趋规律与效应。

【课程内容】

1. 污染物在多介质多界面环境中的传输
2. 重金属元素在环境中的转归与效应
3. 有机污染物在环境中的转归与效应

【重点、难点】

- 1.重点：环境化学污染物在环境多介质多界面的传输规律。
- 2.难点：了解环境重金属与有机污染物在环境中的迁移转化特点。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

1.导入：以水俣病导入

（1）讲授法：讲授污染物在多介质多界面环境中的传输，有机污染物在环境中的转归与效应

（2）案例讨论法

重金属元素在环境中的转归与效应，典型重金属 Hg,Cr,As 在环境中。

（3）分组讨论法

讨论有机污染物在环境中的转归与效应。

（4）自主学习法

通过查阅文献，学习持久有机污染物的毒性。

【学习要求】

主要介绍了以重金属、持久性有机污染物（Persistent Organic Pollutants, POPs）为代表的持久性有毒污染物（Persistent Toxic Substances, PTS）等典型污染物在各圈层中的转归与效应。要求了解这些典型污染物的来源、用途和基本性质。掌握它们在环境中的基本转化、归趋规律与效应。

【复习与思考】

- 1.为什么 Hg^{2+} 和 CH_3Hg^+ 在人体内能长期滞留?举例说明它们可形成哪些化合物。
- 2.砷在环境中存在的主要化学形态有哪些?其主要转化途径有哪些?
- 3.PCDD 是一类具有什么化学结构的化合物?并说明其主要污染来源
- 4.简述多氯联苯(PCBs)在环境中的主要分布、迁移与转化规律。

5.根据多环芳烃形成的基本原理,分析讨论多环芳烃产生与污染的来源有哪些。

6.表面活性剂有哪些类型?它对环境和人体健康有何危害?

【学习资源】 (此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源,如试题库、案例库、网络教学平台等)

1. 学习强国,《环境化学》,南开大学,主讲人:孙红文
2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983
3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.
4. Manahan S E.Toxicological Chemistry.Lewis Publishers,1993.
5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的环境化学。北京:科学出版社,2004.
6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.

模块七、受污染环境的修复

【学习目标】

1. 要求掌握主要修复技术的基本原理、修复过程中污染物的降解和消除过程、以及影响因素。
2. 要了解各技术适用的污染物及介质。

【课程内容】

1. 微生物修复技术
2. 植物修复技术
3. 化学氧化技术
4. 电动力学修复
5. 地下水修复的可渗透反应格栅技术
6. 表面活性剂及共溶剂淋洗技术

【重点、难点】

- 1.重点:掌握各种修复技术的原理,特征和应用范围。
- 2.难点:环境污染的修复技术的原理以及应用范围。

【教学方法】 (此处详细说明如何组织教学)

1.导入:环境污染后如何恢复呀?接下来我们这节课我们就学习一下环境修复技术的原理,特征和应用范围。

(1) 讲授法:

- (2) 案例讨论法
 - (3) 分组讨论法
 - (4) 自主学习法
2. 讲授：（1）微生物修复技术
- (2) 植物修复技术
 - (3) 化学氧化技术
 - (4) 电动力学修复
 - (5) 地下水修复的可渗透反应格栅技术
 - (6) 表面活性剂及共溶剂淋洗技术
3. 总结

【学习要求】

要求掌握主要修复技术的基本原理、修复过程中污染物的降解和消除过程、以及影响因素。要了解各技术适用的污染物及介质。

【复习与思考】

1. 微生物修复所需的环境条件是什么？
2. 请列举几种强化微生物原位修复技术。
3. 请列举几种强化微生物异位修复技术。
4. 植物修复重金属的主要过程是什么？
5. 请写出植物耐受重金属危害的机理。
6. 请描述植物修复有机污染物的根区效应。
7. 哪些有机污染物适合用植物修复技术？
8. 请说明臭氧与有机污染物反应的主要机理。
9. 腐殖质怎样影响 Fenton 氧化效率？
10. 写出电动力学修复的三个主要过程。
11. 写出 Fe-PRB 去除重金属的主要机理。
12. 写出表面活性剂促进污染物移动的主要机理。

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

1. 学习强国，《环境化学》，南开大学，主讲人：孙红文
2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983
3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.
4. Manahan S E.Toxicological Chemistry.Lewis Publishers,1993.

5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的环境化学。北京:科学出版社,2004.
6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.
- 7.

模块八、绿色化学的基本原理和应用

【学习目标】

1. 学习中要充分理解和体会绿色化学的重要学术意义和实用价值；掌握绿色化学的 12 条原理及其与绿色工程和工业生态学原理的相互联系；
2. 明确绿色化学的主要研究方向，并从典型应用实例中学习灵活运用绿色化学原理解决实际问题的学术思路，认识绿色化学在保护生态环境、促进可持续发展战略方针贯彻方面的巨大作用。

【课程内容】

- 1.绿色化学的诞生于发展简史
- 2.绿色化学的基本原理
- 3.绿色化学的应用

【重点、难点】

- 1.重点：了解、掌握绿色化学的产生与发展，绿色化学的基本原理与应用。。
- 2.难点：绿色化学的应用。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

- 1.导入：讲述可持续发展的概念，引出绿色化学

（1）讲授法：

讲授绿色化学的重要学术意义和实用价值；绿色化学的 12 条原理及其与绿色工程和工业生态学原理的相互联系；

（2）案例讨论法

明确绿色化学的主要研究方向，并从典型应用实例中学习灵活运用绿色化学原理解决实际问题的学术思路，认识绿色化学在保护生态环境、促进可持续发展战略方针贯彻方面的巨大作用。

（3）分组讨论法

结合双碳战略目标和绿色化工，讨论绿色化学的意义。

（4）自主学习法

自主学习最新的绿色化学的反展前景和最新技术

- 2.总结：绿色化学的产生与发展，绿色化学的基本原理与应用

【学习要求】

学习中要充分理解和体会绿色化学的重要学术意义和实用价值；掌握绿色

化学的 12 条原理及其与绿色工程和工业生态学原理的相互联系；明确绿色化学的主要研究方向，并从典型应用实例中学习灵活运用绿色化学原理解决实际问题的学术思路，认识绿色化学在保护生态环境、促进可持续发展战略方针贯彻方面的巨大作用。

【复习与思考】

1、概述绿色化学的诞生和发展简史，并论述促进绿色化学产生和发展的根本动力和有关因素。

2.绿色化学 12 条原理的实质核心是什么?如何理解各条原理的相互关系?

3.如何理解绿色工程的原理与绿色化学原理的异同及其联系?

4.举例说明工业生态学原理的运用和实际效益。

5.试选实例简介绿色化学在我国工农业方面的应用。

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

1. 学习强国，《环境化学》，南开大学，主讲人：孙红文

2. 中国大百科全书—环境科学.北京:中国大百科全书出版社 1983

3. 刘培哲.当代的环境意识、环境问题和经验教训北京:海洋出版社,1983.[3]Manahan S E.Environmental Chemistry.7th EditionLewis Publishers,2000.

4. Manahan S E.Toxicological Chemistry.Lewis Publishers,1993.

5. 国家自然科学基金委员会化学科学部,叶常明,王春霞,金龙珠.21 世纪的环境化学。北京:科学出版社,2004.

6. 戴树桂.环境化学进展.北京:化学工业出版社,2005.

【注意：各单元教学内容不是对教材目录的简单复制，而是根据需要有取舍、有增补。】

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核包括学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测试等。

期末考试采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1	了解环境化学的基本原理、研究内容及发展动向；掌握大气污染化学，水污染化学，土壤污染化学，生物体内污染物质的运动过程及毒性，放射性物质的环境行为；（50%）	平时作业、随堂测试、期末考试
课程目标 2	熟练掌握污染物在大气、水、岩石、生物各圈层环境介质中迁移转化过程所涉及的污染化学问题及其效应等基本知识和理论。（40%）	学风养成、课堂表现、平时作业、随堂测试、期末考试
课程目标 3	全面、系统地培养学生的专业素质以及运用环境化学知识分析、解决实际问题的能力。了解环境化学发展过程和方向，树立环保的专业素质；具备较强的责任感和严谨的工作态度（10%）	学风养成、课堂表现、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩×30% + 期末考试成绩×70%

过程性考核成绩 = 学风养成(20%) + 课堂表现(30%) + 平时作业(30%) + 课堂笔记(20%)

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	目标 1、2、3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏主动性

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
2	目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整,独立或合作完成全部作业要求。书写端正,对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整,独立或合作完成作业要求。书写端正,但对问题分析较全面。	作业内容完整,独立或合作完成作业要求,书写端正,没有对问题进行分析。	作业内容完整,独立或合作完成作业要求。书写较凌乱,没有对问题进行分析。	作业内容不完整,没有达到作业要求。
3	目标 1、2、3	课堂表现	认真听课,积极互动,主动讨论,发言积极	上课较认真听课,积极互动,主动讨论,发言次数较多	上课能作一点笔记,互动有一定自主性,能够发言	上课不太认真,有互动但不多,很少发言	上课很不认真,无互动也不发言
4	目标 1、2、3	随堂测试	积极主动地学习实践,能解答全部问题,能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答大部分问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答全部问题,能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答部问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,不能解答部问题,不能解决相关拓展问题。

2. 期末考核成绩评分标准; 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境化学	戴树桂	高等教育出版社	2006	是	

九、主要参考书目

- [1] 《环境化学》, 戴树桂等, 北京:高等教育出版社, 2006 年;
- [2] 《环境毒理学》, 孔志明等, 江苏:南京大学出版社, 2000 年;
- [3] 《生态学》, 李博编著, 高教出版社, 2000 年;
- [4] 《环境生态学导论》, 盛连喜编著, 高教出版社, 2002 年;
- [5] 《生物化学》, 姚文兵主编, 人民卫生出版社, 2016 年。

十、课程学习建议

《环境化学》是一门基础性和实用性都很强的专业基础课程, 内容繁多、理论性强、应用型强。针对该课程, 提出以下几点学习建议:

1. 要把握每一章的核心思想和学习目标, 注意掌握定理和基本概念。

2. 注意理论联系实际,环境化学的基本知识和化学密切相关,要基于知识的学习提高学习兴趣与应用转换能力,培养分析和解决实际问题的能力。

3. 由于大多数的生态环境问题都与化学物质直接有关,环境化学学科在掌握污染来源,消除和控制污染,为确定环境保护决策提供科学依据等方面都起着重要作用。所以,对环境科学专门人才的培养,无论侧重于研究自然环境问题的环境学或环境工程专业,还是具有自然科学与社会科学交叉性质的环境规划与管理专业,都需要有较扎实的环境化学基础知识。

4. 环境化学是研究有害化学物质在环境介质中的存在、特性、行为和效应及其控制的化学原理和方法的科学。从 21 世纪环境科学应围绕人与自然相和谐的主题,和对专门人才应着重培养两方面基本能力的要求出发,本书着力拓宽和加深环境化学的基础内容。在依次讲解大气、水、岩石(土壤)各圈层的环境化学之后,对典型污染物在各圈层间的迁移转化规律做了专门论述,这将有利于学生针对区域性生态环境问题发展的趋势掌握防治控制的知识与技能。

5. 正确处理了传统学科与新兴交叉学科知识的关系。在内容阐述中既充分运用传统化学学科的原理和方法解释环境化学问题,又注重了包括生物学、生物化学、毒理学、气象学、土壤学等多种交叉学科知识的融合,以期在基本原理和知识的基础上阐明作为多组分、多介质复杂体系的实际环境过程,体现了环境化学已趋于成熟的特色。在讨论时某些方面还力图做到量化阐述,有关污染物在生物体内的运动过程与毒性问题的讨论就是一例,

总之,环境化学虽然是知识点较多的课程,但是只要同学们坚定信心,并且用科学、有效的学习方法,同学们就一定能学好它。



环境科学与工程专业

《环境监测》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023 年 8 月

《环境监测》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境监测 Environmental Monitoring		
课程编码	230910820B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论	修读学期	五
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	3.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	李利红	审核人	李利红

二、课程简介

《环境监测》是环境科学与工程专业必修课之一，是环境科学与工程学科具有综合性、实践性、时代性和创新性的一门重要的理论与方法课程，是学习大气污染控制工程、固体废物处理与处置、物理性污染控制等专业课程的基础，对环境保护的各个方面影响重大。通过本课程的学习，具备以下知识和能力：

1. 掌握环境监测的基本原理和基本方法，能够对主要的环境污染物进行监测；
2. 掌握水、大气、固体废弃物、土壤、噪声等污染物的环境监测原理和方法，具备综合运用所学知识分析和解决实际的环境问题；
3. 掌握监测方案的制定方法及重要监测指标的布点采样方法、预处理技术及分析方法，能够独立完成环境监测、污染调查、环境质量评价等工作。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握环境监测的基本概念和基本原理，了解环境监测新方法、新技术及其发展趋势，能够针对实际的环境问题，提出污染物监测的具体方案。

【毕业要求 3.1】

课程目标 2：培养学生今后在监测数据收集、整理和评价等方面达到独立开展工作的能力，为今后独立从事环境保护工作和环境科学研究奠定坚实的基础。【毕业要求 1.2】

课程目标 3：培养学生具有综合应用多种方法处理环境监测实践问题的能力，进一步培养与时俱进、发展新方法和新技术的创新思维和创新能力。【毕业要求 2.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制、固体废弃物处理处置等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元，能够根据污染防控目标确定设计内容。
课程目标 2	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能够将化学类基础知识，用于推演、分析环境工程领域的复杂工程问题。
课程目标 3	毕业要求 2 【问题分析】	2.1 能够应用数学、物理、化学和工程科学的基本原理，识别和判断水污染控制、大气污染控制和固体废弃物处理处置等环境工程领域的复杂问题及其关键影响因素。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、概述	课程目标 2	讲授法、讨论法	2
模块二、水和废水监测	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	10
模块三、空气和废气监测	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	10
模块四、固体废物监测	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	4
模块五、土壤质量监测	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	4
模块六、环境污染生物监测	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	4
模块七、物理性污染监测	课程目标 1、3	讲授法、讨论法	4
模块八、遥感监测	课程目标 2、3	讲授法、讨论法	4
模块九、环境污染自动监测	课程目标 2、3	讲授法、讨论法	4
模块十、环境监测管理和质量保证	课程目标 2、3	讲授法、讨论法	2
合计			48

(二) 课程内容

模块一、概述

【学习目标】

1. 掌握环境污染和环境监测的特点，培养学生分析与监测环境污染的能力。

2. 掌握有关水、空气、固体废物等的国家标准，并根据标准判断污染状况。
3. 学生建立严谨认真的学习习惯，培养贯彻、执行国家标准的意识。

【课程内容】

1. 环境监测的目的。
2. 环境污染和环境监测的特点。
3. 环境优先污染物和优先监测。
4. 环境标准的作用、分类和分级等。

【重点、难点】

1. 重点：环境监测的分类，环境标准的作用与分类及制订环境标准的原则。
2. 难点：对环境污染的特点及环境监测特点的理解。

【教学方法】

1. 课程导入：通过全球环境污染和生态破坏现状，引导学生思考解决和控制环境污染的方法和手段，引出环境监测的目的、方法和任务等。
2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。
3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 环境监测的任务。
2. 优先污染物的确定和监测。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块二、水和废水监测

【学习目标】

1. 了解水资源情况及水体主要污染物的分类情况。
2. 掌握水质监测方案的制订方法。
3. 掌握水质的布点、采样、保存方法。
4. 了解水样的一般预处理方法。
5. 掌握各种污染物国家标准监测方法的原理、监测技术、监测结果数据的处理方法。
6. 了解各种污染物与国家标准方法等效的监测方法的原理、监测技术及结果处理。

【课程内容】

1. 水质监测的对象和目的。
2. 水质监测方案的制订（主要是地面水）。
3. 水样的类型、水样的采集、保存。
4. 水样的预处理，包括湿式消解、干法灰化、富集与分离。
5. 水质的物理指标、化学指标的测定（包括金属化合物、非金属化合物及有机物的测定）、底质监测等。

【重点、难点】

1. 重点：地面水水质监测方案的制定。监测范围的水体采样点的合理布设、选择合适的采样方法。水样选择合适的保存方法及正确的预处理方法。各种常见污染物的监测方法原理及监测技术。

2. 难点：水样选择合适的保存方法及正确的预处理方法。各种常见污染物的监测方法原理及监测技术。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍水质污染现状、水体重金属污染引发的食品安全事件，引导学生思考水和废水监测的重要性。

2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。

3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 监测水体采样点的合理布设，并选择合适的采样方法。
2. 水和废水中常见污染物的测定原理和方法。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块三、空气和废气监测

【学习目标】

1. 了解大气污染的基本知识。
2. 掌握大气样品的采集方法和采样仪器。
3. 掌握气态和蒸汽态污染物质、颗粒物、大气降水污染源和大气污染生物监测的内容和方法。
4. 掌握大气污染监测方案的制订和评价方法。

【课程内容】

1. 空气中的污染物及其存在状态，空气中污染物的时空分布特点。
2. 空气污染监测方案的制订。
3. 直接采样法、富集采样法、滤料阻留法，采样仪器和采样效率。
4. 空气中气态、蒸气态污染物及颗粒物的测定。
5. 固定污染源的排气监测，流动污染源监测。
6. 静态配气法和动态配气法。

【重点、难点】

1. 重点：空气污染监测方案的制订。气态污染物和颗粒态污染物的采样及测定。固定污染源的一些基本参数测定。掌握标准气体的两种类型的配制方法及使用范围。

2. 难点：空气污染样品的采集。等速采样法。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍空气污染现状、雾霾天气对人体健康的影响，引导学生思考空气和废气监测的重要性。

2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。

3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 直接采样法核富集采样法各适用于什么情况？怎样提高溶液吸收法的采样效率？
2. 测定空气中 SO_2 和 NO_x 的原理和方法。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块四、固体废物监测

【学习目标】

1. 了解工业有害固体废物的特性。
2. 掌握固体废物的采样方法、制备方法、保存方法及预处理方法。
3. 掌握有害特性的监测方法及有害物质的毒理学研究方法。
4. 了解垃圾的特性分析方法。

【课程内容】

1. 危险固体废物的定义及鉴别标准。
2. 固体废物的监测方案的制定。
3. 有害特性的监测方法。
4. 生活垃圾的监测。
5. 有害物质的毒理学研究方法。

【重点、难点】

1. 重点：固体废物样品的采集。生活垃圾的处理。
2. 难点：样品的采集。垃圾热值的测定。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍常见的生活垃圾的危害，引导学生思考固体废物监测的重要性。

2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。

3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 固体废物危险特性的检测方法。
2. 生活垃圾的处置方式及其监测的重点。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块五、土壤质量监测

【学习目标】

1. 了解土壤的组成性质及受污染的特点。
2. 学会采集具有代表性的土壤样品。
3. 学会选用正确的制备方法和保存方法对土壤进行预处理。
4. 掌握测定不同项目时测定前的预处理方法及测定方法。

【课程内容】

1. 土壤的组成、特点，土壤污染的概念。
2. 土壤监测方案的制订。
3. 污染土壤与土壤背景值采样方法等。
4. 土壤中不同污染物的测定方法。

【重点、难点】

1. 重点：监测方案的制订。采样点的确定，样品的采集。
2. 难点：测定不同指标时土壤的预处理方法。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍土壤退化和水土流失现状，引导学生认识到中国土地资源的现状及监测的必要性。

2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。

3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 土壤环境质量监测方案的制订。
2. 土壤样品进行预处理的目的是及预处理方法的选择。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块六、环境污染生物监测

【学习目标】

1. 掌握水环境污染生物群落监测方法。
2. 掌握空气污染植物监测方法。
3. 了解生物测试法的原理。
4. 了解污染物在动、植物体内的分布规律及污染途径。
5. 掌握生物样品的采集制备方法及测定污染物时样品的预处理方法。

【课程内容】

1. 生物群落监测方法（水污染指示生物、生物指数监测法、污水生物系统法、PFU 微型生物群落监测法）。

2. 指示植物及其受害症状。
3. 空气污染生物监测。
4. 生态监测。

【重点、难点】

1. 重点：水污染生物监测方法。生物污染样品的采集和制备。
2. 难点：生物群落监测法、水污染细菌学检查。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍生物与环境之间的关系，引导学生认识到生物监测

的优点。

2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。

3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 水、空气、土壤污染的生物监测方法。
2. 生态监测的特点和任务。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块七、物理性污染监测

【学习目标】

1. 掌握各种噪声的测量方法和计算方法，了解噪声的标准，并能进行比较。
2. 了解放射性污染的来源、监测方法。
3. 掌握光和热污染的监测方法。

【课程内容】

1. 声音的发生，噪声的叠加和相减。噪声污染监测
2. 城市区域环境振动测量方法。
3. 核和电磁辐射监测。环境中放射性的来源，放射性污染的危害。
4. 光和热污染监测。

【重点、难点】

1. 重点：声音的量度。噪声监测的方法。放射性的度量和放射性的检测。
2. 难点：响度、计权声级、等效连续声级。噪声相加减的运算。放射性的检测。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍生活中常见的物理性污染及其危害，引导学生认识到物理性污染监测的重要和必要性。

2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。

3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 噪声相加减的运算。
2. 放射性污染对人体的危害。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块八、遥感监测

【学习目标】

1. 了解遥感的原理和应用。
2. 掌握水、大气、生态环境的遥感监测技术。
3. 了解 3S 在环境监测中的应用。

【课程内容】

1. 遥感的定义、组成和分类。。
2. 大气臭氧、颗粒物、有害气体、水资源、水污染、土地利用、植被的遥感监测。
3. 利用 3S 技术开展环境监测。

【重点、难点】

1. 重点：大气中不同组成成分的遥感监测。
2. 难点：利用遥感技术监测水资源和水污染。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍遥感技术的先进性，让学生认识到遥感监测的必要性。
2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。
3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 遥感应用的基本步骤。
2. 3S 技术在环境监测中的应用。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块九、环境污染自动监测

【学习目标】

1. 了解几种简易监测方法的原理及应用情况。
2. 对自动监测系统的作用和功能有一定的了解。

【课程内容】

1. 空气污染连续自动监测系统，包括二氧化硫监测仪、氮氧化物监测仪、臭氧监测仪。
2. 水污染连续自动监测仪器。
3. 遥感监测技术。
4. 突发性环境污染事故的应急监测。
5. 简易监测。

【重点、难点】

1. 重点：水质和空气的连续自动监测仪器。
2. 难点：遥感监测技术。

【教学方法】

1. 课程导入：通过介绍环境污染物随时间、空间、气象条件等不断改变，让学生认识到采用连续自动监测的必要性。
2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。
3. 总结

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 环境质量自动监测系统。
2. 烟气连续排放监测系统（CEMS）的构成。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

模块十、环境监测管理和质量保证

【学习目标】

1. 了解进行质量保证活动的意义和方法。
2. 掌握监测数据的统计处理方法及结果的表示方法。

【课程内容】

1. 环境监测管理的内容和原则，质量保证的意义和内容。
2. 数据的处理和结果表述。测量结果的统计检验。

3. 实验室内质量控制和实验室间质量控制。分析方法标准化和标准分析方法。标准物质的定义及制备。

【重点、难点】

1. 重点：监测实验室基础。监测数据的统计处理及结果表达。监测结果的统计检验以及回归方程。实验室的质量保证。

2. 难点：监测数据的统计处理。监测结果的统计检验。

【教学方法】

1. 课程导入：为保证环境监测发展，理顺和规范监测工作以及保证监测质量，必须对环境监测实施管理。

2. 知识点讲授：结合实例及 ppt 讲解课程内容，并进行提问、组织讨论；学生讨论发言，进行理解记忆，做好相应笔记；穿插课堂练习，巩固知识点。

【学习要求】

学生上课认真听讲，及时做好笔记，完成课堂练习和作业。

【复习与思考】

1. 环境监测管理的主要内容。

2. 准确度和精密度在监测质量管理中的重要作用。

【学习资源】

1. 中国大学 MOOC，环境监测. 东华大学，马春燕等主讲。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。主要通过《环境监测实验》课提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比 30%，包括学风养成（20%）、课堂表现（30%）、平时作业（30%）和随堂测验（20%）；“1”指期末考试成绩，占比 70%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	考核内容：基本概念、基本知识和综合应用 所占比例：40%。	课后作业、课堂表现、期末考试等
课程目标 2	考核内容：课后习题的讨论性问题回答的科学性， 期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例：30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 3	考核内容: 课后习题中关于材料分析问题回答的科学性, 期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例: 30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考核成绩 (70%)

过程性考核成绩 = 学分养成 (20%) + 课堂表现 (30%) + 作业 (30%)
+ 随堂测验 (20%)

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与, 主动学习。按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标 1、2	作业完成情况	作业内容完整, 独立或合作完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立或全部完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。
4	课程目标 2、3	随堂测验	积极主动地学习实践, 能解答全部问题, 能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答全部问题, 不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答大部分问题, 不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答部分问题, 不能解决相关拓展问题。	积极学习实践, 不能解答大部分问题, 不能解决相关拓展问题。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境监测 (第五版)	奚旦立	高等教育出版社	2019.01	否	十二五国家规 划教材

九、主要参考书目

1. 《水和废水监测分析方法》（第四版），国家环境保护总局 水和废水监测分析方法编委会编，中国环境科学出版社，2002
2. 环境监测，但德忠主编，高等教育出版社，2006
3. 环境监测，姚运先，王怀宇编，高等教育出版社，2002
4. 水环境监测与评价，肖长来，梁秀娟编，清华大学出版社，2008

十、课程学习建议

1. 利用好网络课程和资源。
2. 关注行业动态，养成文献阅读的习惯，了解国内外环境监测技术的发展趋势及最新动向，培养独立分析和解决环境问题的能力。
3. 关心国家、家乡、身边发生的与环境保护相关的大事件，在学习生活中践行低碳生活、可持续发展的理念，牢固树立环保意识。



环境科学与工程专业

《大气污染控制工程》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023 年 8 月

《大气污染控制工程》课程大纲

一、课程信息

课程名称	大气污染控制工程 Air Pollution Control Engineering		
课程编码	230910821B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论、环境监测	修读学期	六
课程类别	专业核心课	课程性质	必修
课程学分	3.0	考核方式	考试
课程学时	48 学时（理论学时 48，实践学时 0）		
执笔人	薛彩龙	审核人	李利红

二、课程简介

《大气污染控制工程》是环境工程专业培养高级专门技术人才和管理人才的一门必修专业主干课。通过本课程的学习，对大气污染的问题、来源、影响及其控制法规有一个全面的了解，对于大气污染控制工程中涉及到的有关基本知识、基本理论、基本技能和科学思维方法有全面的掌握，旨在于培养学生获取综合运用大气污染治理技术的能力，为学生能够进一步独立分析和解决工程实际问题，开发新工艺、新技术奠定坚实的基础。同时，结合行业特色激励学生提高家国情怀和专业素养，树立社会主义核心价值观，践行“绿水青山就是金山银山”的环保理念，增强毕业后服务于我国环保领域，从事环境方面事业的责任感和使命感。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：教学中介绍我国大气污染控制前沿领域，以此为思想政治教育融入点，增强学生对我国大气污染控制工程的自信心以及对中国特色社会主义事业的道路自信、理论自信、制度自信和文化自信，激励学生立志肩负民族复兴的时代重任。利用大气污染控制过程的基本理论、主要大气污染物及其发

生源，大气环境空气质量标准和综合防治措施以及大气扩散的基本原理，初步学会估算大气污染物浓度和烟囱高度；【毕业要求 1.3】

课程目标 2：在解题过程中，通过对难点的分析和解决，培养学生用联系的、全面的、发展的观点看问题，正确对待人生发展中的顺境与逆境，处理好人生发展中的各种矛盾，培养健康向上的人生态度。通过学习有关除尘技术的基本理论，具有选用除尘设备、设计除尘系统的能力；【毕业要求 2.2】

课程目标 3：教学中结合知识点讲述我国科学家在革命、建设和改革各个历史时期满怀“以天下为己任”的赤诚投身民族振兴伟业中的先进事迹，让学生了解学习我国科学家在艰苦岁月中力学笃行、无私奉献、报效祖国的崇高精神，增强民族自豪感和民族自信心，使其厚植爱国主义情怀，把爱国情、强国志、报国行自觉融入学习和今后的工作中。通过学习气态污染物控制的基本原理及其方法，能进行一般气态污染物控制系统的设计和典型设备的工艺计算，对其工艺方案进行优选，体现其创新。【毕业要求 3.1】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 较好地掌握水、气、固和物理性污染控制工程等专业知识的概念、原理和方法，用于污染治理工艺设计、控制与改进方案的比较和综合。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能够针对水、气、固、或土壤等污染问题，提出至少一种以上解决方案，或可通过文献调研找到替代方案。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制、固体废弃物处理处置等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元，能够根据污染防控目标确定设计内容。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、大气污染物的来源与控制 1. 大气污染及大气污染物 2. 全球性大气污染 3. 燃烧与大气污染 4. 机动车污染与控制	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、案例法	6
模块二、颗粒污染物及控制	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、	14

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
1. 颗粒污染物物理性质 2. 颗粒污染物捕集理论 3. 四种类型吸尘器 4. 净化装置性能		演示	
模块三、气态污染物的净化 1. 吸收法 2. 吸附法 3. 催化法 4. 生物法 5. 其它净化法	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、 演示	20
模块四、大气扩散与控制 1. 气象要素 2. 大气热力学过程 3. 大气扩散与风 4. 大气扩散模式 5. 大气扩散相关计算	课程目标 1、2、3	讲授、讨论、 案例法	8
合计			48

(二) 课程内容

模块一、大气污染物的来源与控制

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习世界及我国大气环境质量，认识大气圈、大气污染物；了解我国大气污染防治法规、环境空气质量控制标准；全面理解大气污染物的自然循环和大气污染物的社会循环，通过燃料及其燃烧过程，掌握燃烧过程中大气污染物的形成与控制。。

2. 能力目标：能够应用有关大气污染指数及环境质量标准知识，获得空气质量级别，能够正确计算燃烧的空气量，进而可以计算烟气量

3. 素质目标：激发解决大气污染问题的兴趣，培养实事求是的科学精神，树立“绿水青山就是金山银山”的环保意识，培养法治观念。通过燃烧与大气污染的学习，养成理论联系实际、注重实效的环保理念。

【课程内容】

1. 大大气污染物的来源。大气污染的影响。大气污染综合防治。大气污染防治法规、环境空气质量控制标准。

2. 燃料及其燃烧。燃烧过程中空气量和烟气体量的计算。过程中大气污染物的形成与控制。

【重点、难点】

1. 重点：大气污染和大气污染物的定义、分类、特点、技术及主要环境标准。燃烧过程的理论空气量、所需的实际空气量、空气过剩系数燃烧设备的热损失、理论烟气体积、理论水蒸汽体积（组成）。

2. 难点：烟气体积及污染物排放量计算和燃烧过程中颗粒污染物的形成机理。大气污染的基本概念以及空气污染指数与大气污染的关系。

【教学方法】

1. 以 PPT 展示结合板书讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论等，开展启发式教学。

2. 在教学过程中引用水质标准全文做支撑，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 融入思政案例，大气环境保护关乎社会主义生态文明建设，关乎子孙后代的福祉，树立“绿水青山就是金山银山”的环保意识，培养法治观念。

【学习要求】

课前预习城镇大气污染物排放标准；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 何谓大气圈结构？大气圈的组成？

2. 大气污染物排放标准是如何制定的？

3. 按照空气质量指数分类，空气质量可分为几级？分别说明各级对人类的危害程度

4. 空燃比和过剩系数是什么？

5. 简述燃烧过程中硫氧化物的形成与控制。

【学习资源】

[1] 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）

[2] 《玻璃工业大气污染物排放标准》（GB 26453-2022）

[3] 《环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中有机碳和元素碳连续自动监测技术规范》（HJ 1327-2023）

[4] 《环境空气颗粒物（PM_{2.5}）中水溶性离子连续自动监测技术规范》（HJ 1328-2023）

[5] 燃烧与污染_沈阳航空航天大学_中国大学 MOOC(慕课) (icourse163.org)

模块二、颗粒污染物及控制

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习大气污染物的物理性质，全面理解大气污染物的危害。通过学习四种类型除尘器的特点，全面理解各类除尘器的应用；学习除尘器的选择原则，全面理解各类除尘器的除尘性能。

2. 能力目标：能够思考颗粒物的捕集理论基础，继而可以对净化装置优劣性评价。掌握四种类型除尘器的原理和适用范围，获得利用各类除尘器处理常见颗粒物的能力

3. 素质目标：通过对大气污染控制的基础知识的系统学习，培养由简再繁的转换能力、以及对实际复杂问题的认知能力和解决能力。掌握除尘器的原理与方法，增强理论结合实际能力，获得用除尘器解决实际工程问题的专业技能，树立绿色发展的责任和担当，规范操作与安全意识

【课程内容】

1. 气体的物理性质，物料衡算与热量衡算；
2. 颗粒粒径及粒径分布，尘颗粒的物理性质，颗粒捕集的理论基础；
3. 净化装置的性能。
4. 机械式除尘器、湿式除尘器、电除尘器、过滤式除尘器的原理和设计
5. 除尘器的选择。

【重点、难点】

1. 重点：物料衡算与热量衡算的各种计算公式，粒径分布的表示方法。各类除尘器的工作原理、类型和结构、设计和选型。

2. 难点：除尘器性能比较和选择的原则。粒径分布函数和尘颗粒的物理性质中的休止角理解。

【教学方法】

以 PPT 展示结合板书讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论，开展案例式教学。培养勤于思考、勇于探索、严谨求实的学习态度。

【学习要求】

课前预习预习大气污染控制的基础知识；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 粉尘颗粒的物理性质有哪些？
2. 试概述水的混凝机理。

3. 解释粉尘颗粒在重力场中的受力分析。
4. 在评价时，为什么要考虑压降？
5. 试说明除尘器有哪些类型？各有何特点，并讨论各种类型的内在联系与区别，各适用在哪些场合？
6. 什么是电晕放电？
7. 除尘器的选择原则是什么？

【学习资源】

[1] 范云明,陆广军,王成伟,等. 袋式除尘器参数化结构设计及优化 [J]. 机械工程师, 2024, (06): 133-135+141.

[2] 徐刚强 ,张珂 ,刘涛 . 工业废气主要污染物治理措施研究 [J]. 青海环境, 2024, 34 (02): 92-95.

[3] 穆效治,任仲久. 旋风除尘器内煤尘运移及捕获机理研究 [J]. 能源技术与管理, 2024, 49 (03): 52-55.

[4] 环保科普 | 关于大气污染的基本知识你了解多少? (thepaper.cn)
https://m.thepaper.cn/baijiahao_19998042

模块三、气态污染物的净化

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习吸收的作用、去除对象、以及吸收机理，学会分析吸收剂的选择，利用吸收法池处理大气污染物。通过学习吸附的基本类型，能够比较物理吸附与化学吸附的异同；通过学习吸附法净化气态污染物的作用原理，掌握吸附法在净化气态污染物中的应用。通过学习催化作用和催化剂，能够掌握催化作用原理；通过学习催化反应过程，掌握催化法净化气态污染物的性能和应用范围；通过学习生物法处理的微生物基础知识，全面理解微生物生长特点与废气的可生化性；通过学习膜燃烧法的特征，掌握燃烧转化的的工作原理及应用范围；通过学习反冷凝法的特性及原理，掌握冷凝法的应用范围；通过学习反膜的特性及原理，膜滤法的工作原理，全面理解膜法在大气污染物处理中的应用场景。

2. 能力目标：能够应用气态污染物净化装置的结构及其运行方式，获得吸收法、吸附法、催化法等处理大气污染物的能力；能够应用各种方法的原理，获得利用各种方法处理气态污染物的能力；

3. 素质目标：能够应用气态污染物净化法的基本知识，获得利用气态污染物净化法处理气态污染物的能力，践行可持续发展理念，牢固树立环境保护意识；通过学习气态污染物净化法的原理与方法，增强理论结合实际能力，分析

问题、解决问题的能力

【课程内容】

1. 吸收平衡和吸收速率；吸收设备与设计，吸收工艺的配置；吸收净化法的应用。

2. 燃烧净化法的原理及应用；冷凝法的原理及应用；膜分离法的原理及应用。

3. 废气生物处理原理；影响生物净化废气的主要因素；节生物法净化废气的工艺及设计；生物净化法的应用。

4. 催化作用和催化剂；气固相催化反应过程及速率方程；催化反应器及其设计；响催化转化的因素；催化转化法的应用。

5. 吸附剂和吸附机理；吸附装置及工艺；固定床吸附过程的计算；吸附净化法的应用。

【重点、难点】

1. 重点：吸收设备的选择和设计及吸收工艺流程设置中吸附剂的选择和工艺流程的确立；燃烧净化法、冷凝法、膜分离法原理和设备以及应用。废气生物处理原理及其影响因素。影响催化转化的因素以及固定床反应器的设计计算。吸附剂的选择原则、吸附机理、吸附装置及工艺。。

2. 难点：固定床吸附过程的分析计算以及吸附法净化气态污染物的应用。气固相催化反应动力学和催化转化法的应用。生物洗涤法和生物净化法及其应用。电子束辐照烟气脱硫脱硝技术的研究和应用。吸收法在烟气脱硫、净化含氮氧化物废气、净化含氟废气中的应用。

【教学方法】

以课堂教学为主，PPT 展示结合板书，采用启发式教学形式；辅以课内讨论，积极开展课下学习互动、布置作业。

【学习要求】

课前预习气态污染物净化装置的结构及其运行方式；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 吸收的基本原理是什么？
2. 简述吸收剂的选择原则
3. 什么是爆炸的极限浓度范围？
4. 燃烧的类型有哪些，各自有什么特点？
5. 冷凝法从废气中分离有害物质的基本方法有什么，他们的特点是？
6. 简述气体分离膜的性能。

7. 微生物分类有哪些？
8. 影响生物净化废气的主要因素？
9. 催化法加快反应的作用有哪些？
10. 催化剂选择的原则？
11. 简述气固反应的步骤。
12. 影响催化转化的因素有哪些？
13. 什么是吸附，物理吸附和化学吸附的区别和联系？
14. 吸附法有何特点？
15. 吸附剂的选择原则？
16. 吸附等温式有哪几种形式及应用场合如何？

【学习资源】

[1] 李国璋,复合溶剂选择吸收法净化黄磷尾气.湖北省,湖北兴发化工集团股份有限公司,2010-04-25.

[2]有机气态污染物的吸附净化与资源化回收技术.广东省,广东工业大学科技处,2001-01-01.

[3]倪书权,高风雨,唐晓龙,等.柔性负载型催化剂催化净化气态污染物研究进展[J].化工展,2019,38(12):5390-5401.

[4]段连杰.锰基复合纳米材料的制备及催化净化气态污染物的应用[D].辽宁师范大学,2018.

[5] 李雪英.生物法处理气态污染物的研究现状与应用前景[J].能源环境保护,2019,33(04):1-3+10.

[6] 周铁祥,王平安,周玉祥,等.恶臭工业有机废气治理关键技术研究及应用[C]//中国硅酸盐学会环保学术年会论文集.合肥天翔环境工程有限公司,;2012:6.

[7]张才菁.天然气中酸性气体脱除的新方法——膜分离方法[J].天然气工业,1993,(01):95-99+10.

[8]田唯一.工业通风排气中有害气体的净化评述[J].炼油与化工,2019,30(02):14-15.

模块四、大气扩散与控制

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习主要气象要素和大气热力学过程，掌握大气稳定度的判断；通过逆温，烟气扩散与大气稳定度关系，掌握实际过程中烟气扩散类型的判断；通过学习大气扩散模式，掌握高斯模式在各种情况下的计算以及烟囱的计算。

2. 能力目标：能够应用高斯扩散模式，获得其他情况下的高斯模式的应用；能够灵活应用相关知识，获得计算烟囱计算的能力。

3. 素质目标：通过对大气扩散与污染控制的系统学习，培养由简到繁的转换能力，以及对实际复杂问题的认知和解决能力；应用高斯扩散模式，解决实际过程扩散模式的计算问题，培养追根溯源、勤于思考、善于总结、实践创新的科学素养；通过活性污泥系统的运行及管理，充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。

【课程内容】

1. 主要的气象要素；
2. 大气的热力学过程；
3. 大气的运动和风；
4. 大气扩散模式。

【重点、难点】

1. 重点：掌握大气中的气象要素，大气的热力学过程。。
2. 难点：大气高斯扩散模式和熏烟扩散模式。

【教学方法】

采用问题导向式教学模式，以 PPT 展示结合板书讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论等。包括课前探究、导入新课、新课讲授、知识拓展、文献阅读推荐、随堂测试、课堂总结等环节，学生是学习的主体，培养善于合作、勤于思考、严谨求实的科学态度。

【学习要求】

课前预习大气扩散与污染控制；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 主要气象要素有哪些？
2. 根据逆温的形成过程逆温可以分为那些？
3. 烟气扩散和稳定度的关系可以分为几种类型？
4. 说高斯扩散模式的应用？
5. 烟囱高度和口径的计算？

【学习资源】

[1] 桑敏捷.利用监测数据与扩散模型提高城市排放清单精度研究[D].河北科技大学,2022.

[2] 谢在永.大气环境评价方法[J].辽宁气象,1990,(01):43.

[3] 聂挺,张启阳.城市快速路大气污染扩散模拟研究[J].中国新技术新产

品,2024,(10):130-132.

[4] 汪鑫莹,杨锋,崔鹏义,等.不同大气稳定度下城市建筑群内污染物的扩散特性[J].亚热带资源与环境学报,2023,18(02):70-77.

五、实践教学安排

单独设置实验课——《大气污染控制工程实验》提升学生的实践运用能力。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比30%，包括学分养成（20%）、课堂表现（30%）、平时作业（30%）和课堂笔记（20%）；“1”指期末考试成绩，占比70%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	大气污染物理与化学处理的基本概念和基本知识：约占20%； 大气污染物理与化学处理的分析应用能力：约占10%； 利用物理与化学处理解决环境大气污染问题的综合能力：约占10%。	学风养成、平时作业、期末考试
课程目标 2 (30%)	大气污染物化处理的基本概念、基本知识：约占15%。 大气污染物化处理的分析应用能力：约占15%。	课堂表现、随堂测验、期末考试
课程目标 3 (30%)	大气污染处理的基本概念和基本知识：约占10%； 大气污染处理的分析应用能力：约占10%； 利用各种方法处理解决环境大气污染问题的综合能力：约占10%。	平时作业、随堂测验、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 30% + 期末考核成绩 × 70%

过程性考核成绩 = 学风养成 × 20% + 课堂表现 × 30% + 平时作业 × 30% + 随堂测验 × 20%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与,主动学习。按时完成任务,展现高度自律。	表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲,配合老师,勇于发言,积极回答问题。	上课认真听讲,勇于发言,积极回答问题。	上课能够认真听讲,敢于发言,能够回答问题。	上课时有走神,羞于回答问题,正确率低。	不认真听讲,能够回答问题,但正确率极低。
3	课程目标 1、3	平时作业	按时完成作业,书写整齐,内容完整,没有少题、漏题,过程合理,结果正确。	按时完成作业,书写较为整齐,内容基本完整,没有故意的少题、漏题,少数结果有误。	按时完成作业,书写不太整齐,过程模糊,部分结果有误。	催交,或书写不太整齐,过程模糊,大部分结果有误。	作业内容不完整,没有达到作业要求,或催交未果。
4	课程目标 2、3	随堂测验	积极主动地学习实践,能解答全部问题,能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答全部问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答大部分问题,不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践,能解答部分问题,不能解决相关拓展问题。	积极学习实践,不能解答大部分问题,不能解决相关拓展问题。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
大气污染控制工程	蒋文举	高等教育出版社	2020	否	

九、主要参考书目

- [1] 姜安玺, 等. 空气污染控制. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] 郝吉明, 马广大. 大气污染控制工程. 北京: 高等教育出版社, 2010.

[3] Noel De Nevers. Air Pollution Control Engineering. International Editions, 北京: 清华大学出版社, 2000.

十、课程学习建议

1. 培养、坚持课前预习的习惯, 有助于培养自学能力。
2. 关注行业动态, 养成文献阅读的习惯, 了解国内大气污染控制技术的发展趋势及最新动向, 培养独立分析和解决大气污染控制方面实际工程问题的能力。
3. 关心国家、家乡、身边发生的与大气环境保护相关的大事件, 在学习生活中践行低碳生活、可持续发展的理念, 牢固树立环保意识。



环境科学与工程专业

《固体废物处理与处置》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《固体废物处理与处置》课程大纲

一、课程信息

课程名称	固体废物处理与处置 Solid Waste Treatment and Disposal		
课程编码	230910822B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学基础、环境工程原理、环境生物学、环境化学、环境监测、水处理工程	修读学期	六
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 考试 <input type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵冰清	审核人	李利红

二、课程简介

《固体废物处理与处置》是环境科学与工程专业的一门专业核心课程。通过学习固体废物的基本概念和管理、收集、运输、预处理、生物处理、热处理、资源化利用、填埋等基本原理、技术方法及设备装置，能够掌握不同类型固体废物处理、资源化利用和最终处置的基本理论和方法，具有固体废物处理与处置常见工艺的设计计算和运行管理能力，提出合理的固体废物处理及资源化的途径和方案，为今后从事固体废物处理与处置方面的工程技术及研究开发打下坚实基础，培养独立分析和解决固体废物污染控制的工程实践问题，树立固体废物全过程管理及可持续管理理念，增强毕业后服务于我国环保领域，从事固体废物处理事业的责任感和使命感。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握固体废物的基本概念、处理原理和技术方法，用于固体废物污染控制。【毕业要求 1.3】

课程目标 2：能够运用固体废物处理与处置的基本理论和方法，分析固体废物污染防治中可能对人类和环境造成的影响，并针对不同类型固体废物的特点，

选择合理的处理方法和设备装置。【毕业要求 2.2】

课程目标 3: 具备固体废物污染控制工艺流程设计计算的初步能力, 确定适宜的固体废物处理工艺, 牢固树立环境保护意识, 践行固体废物全过程管理及可持续管理理念。【毕业要求 3.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 较好地掌握水、气、固和物理性污染控制工程等专业知识的基本概念、原理和方法, 用于污染治理工艺设计、控制与改进方案的比较和综合。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能够针对水、气、固、或土壤等污染问题, 提出至少一种以上解决方案, 或可通过文献调研找到替代方案。
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制、固体废弃物处理处置等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元, 能够根据污染防控目标确定设计内容。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、绪论	课程目标 1	课堂讲授、课堂讨论	2
模块二、固体废物分类与收运	课程目标 2、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	2
模块三、固体废物预处理技术	课程目标 2、3	课堂讲授、课堂讨论	4
模块四、固体废物处理技术	课程目标 1、2、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	12
模块五、固体废物资源化技术	课程目标 1、2	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	4
模块六、固体废物最终处置技术	课程目标 1、2、3	课堂讲授、课堂讨论	8
合计			32

(二) 课程内容

模块一、绪论

【学习目标】

1. 知识目标：掌握固体废物的定义、特点、性质、分类；固体废物污染现状、固体废物处理与处置概述以及固体废物处理与处置的研究方法介绍的学习，让学生理解固体废物处理与处置。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对固体废物处理与处置的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用固体废物处理与处置基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：增强环境保护意识和社会责任感，认识到固体废物处理与处置在环境保护中的重要性，树立固体废物全过程管理理念。

【课程内容】

1. 固体废物概述；
2. 固体废物的污染与控制；
3. 固体废物的管理。

【重点、难点】

重点：固体废物的定义、特点、性质、分类；危险废物的定义、分类及特征；固体废物污染的特点、途径、危害及控制；固体废物管理的“三化”原则、“3R”原则、“3C”原则和全过程控制原则。

难点：固体废物污染途径和控制。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授固体废物的定义、特点、来源及危害，固体废物的处理、处置和资源化技术，以及相关法律法规等。

2. 课堂讨论法：组织学生讨论并列举自己日常生活中产生的固体废物类型、来源及危害。结合讲授内容，组织学生讨论不同固体废物处理方法的优缺点及适用对象。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 如何理解固体废物是放错了位置的资源？
2. 思考固体废物的综合利用与可持续性发展的相互关系。
3. 如何区分固体废物、废水和废气？
4. 清洁生产与固体废物污染控制有何关系？

【学习资源】

[1] 唐雪娇. 固体废物处理与处置（第二版）. 北京：化学工业出版社，2018

- [2] 宁平. 固体废物处理与处置. 北京: 高等教育出版社, 2010
- [3] 何晶晶. 固体废物处理与资源化技术. 北京: 高等教育出版社, 2011
- [4] 蒋建国. 固体废物处置与资源化(第二版). 北京: 化学工业出版社, 2013

模块二、固体废物分类与收运

【学习目标】

1. 知识目标: 掌握固体废物收集方式的分类; 了解城市固体废物的运输、转运系统; 掌握城市固体废物的收集系统及其分析方法。
2. 能力目标: 能够准确、高效地对固体废物进行分类; 面对固体废物分类、收集与运输中的实际问题时, 能够运用所学知识提出有效的解决方案; 能够初步计算生活垃圾收集成本。
3. 专业素养: 培养实事求是的科学精神、环保意识和社会责任感。

【课程内容】

1. 生活垃圾的收集与运输;
2. 生活垃圾清运;
3. 生活垃圾转运;
4. 危险废物的收集、运输和贮存。

【重点、难点】

重点: 生活垃圾收集, 城市生活垃圾收运系统。

难点: 城市生活垃圾收运成本计算。

【教学方法】

1. 课堂讲授法: 讲授生活垃圾收集、运输、清运、转运的基本概念及其在固体废物管理系统中的重要性。介绍混合收集和分类收集的概念及其优缺点。讲解不同类型转运站的特点和设置要求。讲授拖曳容器系统和固定容器系统的工作原理。危险废物的收集、运输和贮存。
2. 课堂讨论法: 引导学生举例说明不同固体废物(如生活垃圾、工业废物、危险废物)的收集方式和要求。讲解固体废物不同运输方式的适用场景和优缺点。针对日常生活中具体的危险废物管理问题, 组织学生展开讨论,
3. 案例教学法: 以某城市的垃圾收集系统为例, 引导学生分析其收集点设置、容器数量计算、收集周期等。选取重庆冉某某、何某某倾倒危废污染环境犯罪案, 进行深入剖析, 讲解危险废物的管理。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论, 做好课堂笔记; 课后及时完成

课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 城市生活垃圾的收集原则有哪些？
2. 城市垃圾中转站的设置原则。
3. 简述筛分的基本原理。
4. 危险废物的运输方式有哪些？

【学习资源】

- [1] 唐雪娇. 固体废物处理与处置（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2018
- [2] 宁平. 固体废物处理与处置. 北京：高等教育出版社, 2010
- [3] 何晶晶. 固体废物处理与资源化技术. 北京：高等教育出版社, 2011
- [4] 蒋建国. 固体废物处置与资源化（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2013

模块三、固体废物预处理技术

【学习目标】

1. 知识目标：掌握压实、破碎、分选，以及污泥的浓缩、脱水和干燥等固体废物预处理技术。
2. 能力目标：能够根据固体废物的性质和分选目标，选择合适的固体废物预处理方法和设备。
3. 专业素养：增强学生对环境保护的认识，树立可持续发展的观念，积极参与垃圾分类和资源化利用等环保活动。

【课程内容】

1. 压实；
2. 破碎；
3. 分选；
4. 污泥的浓缩和脱水。

【重点、难点】

重点：压实、破碎、分选、污泥的浓缩和脱水原理。

难点：筛分效率的计算；分选技术。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过介绍固体废物预处理的目的、意义及在固体废物管理中的重要性，引出固体废物预处理的主要技术类型，详细讲解压实、破碎、分选、浓缩和脱水的基本原理、方法和常用设备，各种重力分选方法的优缺点及适用条件。

2. 课堂讨论法：结合筛分原理，引导学生讨论影响筛分效率的因素可能有哪些？

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 衡量压实效果的指标有哪些？
2. 破摔的目的是什么？
3. 筛分的基本原理。
4. 影响筛分效率的因素有哪些？
5. 磁力分选的原理。
6. 电力分选的原理。

【学习资源】

- [1] 唐雪娇. 固体废物处理与处置（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2018
- [2] 宁平. 固体废物处理与处置. 北京：高等教育出版社, 2010
- [3] 何晶晶. 固体废物处理与资源化技术. 北京：高等教育出版社, 2011
- [4] 蒋建国. 固体废物处置与资源化（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2013

模块四、固体废物处理技术

【学习目标】

1. 知识目标：理解固体废物焚烧的基本概念与原理，了解焚烧炉的类型、结构及其工作原理，理解焚烧过程中产生的污染物种类及其对环境的影响，掌握焚烧污染物控制技术。理解固体废物热解的基本概念、原理及影响因素，明确热解与焚烧等其他热处理方法的区别与联系，了解热解技术的发展历程及在不同领域的应用现状及发展趋势，熟悉典型热解装置。掌握好氧堆肥与厌氧发酵的概念、基本原理、生物化学过程、影响因素、基本工艺，了解好氧堆肥和厌氧发酵设备。

2. 能力目标：根据给定的固体废物成分和性质，能够选择合适的焚烧炉型和辅助设备，学会计算焚烧热值，能够应用烟气净化技术控制焚烧污染物。能够在实践中应用有机固体废物热解技术基本理论去研究身边的问题。能够描述好氧堆肥与厌氧发酵技术的关键步骤和微生物学基础，能够分析影响厌氧发酵效率的主要因素。

3. 专业素养：通过学习固体废物焚烧技术的重要性和紧迫性，增强环保意识

识和社会责任，关注废物减量和资源回收，积极参与相关实践活动。培养学生树立可持续发展的观念，关注热解技术在促进循环经济、推动绿色低碳发展方面的作用。鼓励学生思考如何将热解技术与其他环保技术相结合，形成更加完善的固体废物处理体系。培养学生的职业道德，在未来工作中能够遵守相关法律法规，为固体废物处理行业的健康发展贡献力量。

【课程内容】

1. 固体废物焚烧概述；焚烧过程及焚烧产物；焚烧过程平衡分析；固体废物焚烧系统；焚烧烟气控制技术；

2. 热解的原理；热解工艺；热解装置；热解产物；典型固体废物热解案例。

3. 固体废物堆肥原理及影响因素；有机废物堆肥工艺；好氧堆肥设备；

4. 固体废物厌氧发酵的原理及影响因素；厌氧发酵装置；厌氧发酵工艺；沼气与沼渣的综合利用。

【重点、难点】

重点：固体废物焚烧的原理，焚烧的影响因素，热值的计算，烟气控制技术。热解的定义及原理，热解的特点，热解的工艺分类。好氧堆肥的原理及影响因素，好氧堆肥的工艺；厌氧发酵的原理及影响因素，厌氧发酵的优缺点，厌氧发酵产物的综合利用。

难点：焚烧参数计算，焚烧烟气的处理。热解的工艺构成及控制。好氧堆肥需氧量的计算及调控，堆肥原料的调配及各组分的比例；厌氧发酵的影响因素及调控。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲解固体废物焚烧的过程、影响因素、焚烧系统及烟气控制技术。讲授有机固体废物好氧堆肥和厌氧发酵的基本原理、影响因素、工艺和设备等。

2. 课堂讨论法：提出“固体废物为什么要进行焚烧处理？”，引导学生讨论。通过讲解焚烧和热解技术，组织学生讨论二者的优缺点。

3. 案例教学法：以餐厨废弃物为例，讲授其厌氧消化的可行性。以污泥、废塑料、废橡胶、城市生活垃圾、农林废物等为例，讲解热解技术的原理、工艺流程和设备。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 烟气污染物的产生与防治有哪些？

2. 烟气排放浓度限制指标有哪些。
3. 简述固体废物焚烧系统。
4. 简述影响热解的主要因素。
5. 简述热解工艺分类。
6. 简述生物质的热解的特点。
7. 简述好氧堆肥的基本处理。
8. 简述厌氧发酵技术特点。

【学习资源】

- [1] 唐雪娇. 固体废物处理与处置（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2018
- [2] 宁平. 固体废物处理与处置. 北京：高等教育出版社, 2010
- [3] 何晶晶. 固体废物处理与资源化技术. 北京：高等教育出版社, 2011
- [4] 蒋建国. 固体废物处置与资源化（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2013

模块五、固体废物资源化技术

【学习目标】

1. 知识目标：理解工业固体废物的定义、分类、来源及其对环境的影响；掌握工业固体废物处理与资源化的基本概念、基本理论和基本方法；了解典型工业固体废物，如矿业固体废物、煤矸石、粉煤灰、钢渣、化学工业固体废物等的处理与资源化利用途径。

2. 能力目标：针对实际工业固体废物的特点，能够分析其对环境可能产生的危害，并说明其资源化利用的具体途径。

3. 专业素养：培养学生树立可持续发展的观念，关注工业固体废物处理与资源化在促进循环经济、推动绿色低碳发展方面的作用。

【课程内容】

1. 工业固体废物的处理原则与技术；
2. 矿业固体废物、煤矸石、粉煤灰、钢铁工业、化学工业固体废物的处理与资源化；
3. 清洁生产。

【重点、难点】

重点：固体废物资源化与循环经济的关系、资源化的途径及基本原则；典型工业固体废物处理与资源化技术。

难点：典型工业固体废物处理与资源化技术。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授工业固体废物的定义、来源、分类及对环境的影响，介绍工业固废的处理原则、各种工业固体废物处理技术；清洁生产的定义、原则和实施途径。

2. 课堂讨论法：结合粉煤灰的性质，引导学生讨论粉煤灰在环保领域可能有哪些应用？提出“煤矸石有哪些危害？如何对煤矸石进行综合利用？”引导学生参与讨论。

3. 案例教学法：以矿业固体废物、煤矸石、粉煤灰、钢铁工业、化学工业固体废物为例，分别介绍不同工业固体废物的产生、特点、危害以及资源化利用的途径。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 简述工业固体废物的处理原则。
2. 钢铁工业固体废物的处理与资源化有哪些。
3. 简述清洁生产的实施途径。

【学习资源】

参考资料：

- [1]唐雪娇.固体废物处理与处置（第2版）.北京：化学工业出版社.2018
- [2]宁平.固体废物处理与处置.北京：高等教育出版社.2010
- [3]何晶晶.固体废物处理与资源化技术.北京：高等教育出版社.2011
- [4]蒋建国.固体废物处置与资源化（第二版）.北京：化学工业出版社.2013

模块六、固体废物最终处置技术

【学习目标】

1. 知识目标：理解生活垃圾卫生填埋的基本概念，掌握生活垃圾卫生填埋的原理与流程，掌握生活垃圾卫生填埋场的设计原则与方法，熟悉填埋场的运营管理与维护。理解并掌握危险废物的定义、分类及其对环境和人体健康的潜在危害，掌握危险废物安全填埋技术的基本原理和工艺流程，掌握固化/稳定化技术的基本原理和适用范围。

2. 能力目标：能够根据填埋场实际情况合理的设计方案，包括填埋容量、防渗系统、渗滤液收集处理系统等。获得固化/稳定化基础处理危险废物的能力。

3. 专业素养：增强学生对环境保护的认识，树立可持续发展的观念，积极

参与垃圾分类和资源化利用等环保活动。鼓励探索新技术、新方法在危险废物处理处置中的应用，激发创新思维和实践能力，为危险废物处理处置领域的技术进步贡献力量。

【课程内容】

1. 生活垃圾卫生填埋概述；垃圾填埋场总体规划与设计；垃圾填埋工艺；垃圾填埋场防渗系统；填埋气体导排及综合利用；终场覆盖与环境监测。

2. 危险废物的判别方法和鉴别标准；危险废物的固化/稳定化处理；危险废物安全填埋技术。

【重点、难点】

重点：卫生填埋场的典型工艺流程，土地填埋场的选址原则，垃圾渗滤液的收集与处理，填埋气体的收集与利用，卫生填埋场的组成系统。危险废物的判别方法；固化/稳定化的原理；危险废物安全填埋。

难点：垃圾渗滤液的估算，填埋气体产生量的预测及利用，土地填埋场的防渗处理，填埋场的规划与设计。危险特性的鉴别；固化/稳定化；安全填埋技术。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授固体废物处置的定义、类型，引出卫生填埋的基本概念。介绍常见的生活垃圾填埋场类型、基本结构。讲授垃圾填埋场总体规划与设计、垃圾填埋工艺、垃圾填埋场防渗系统、填埋气体导排及综合利用、终场覆盖与环境监测。讲授危险废物的判别方法、固化/稳定化的原理、优缺点和适用对象、危险废物安全填埋技术。

2. 课堂讨论法：引导学生讨论如何鉴别危险废物？通过讲解，引导学生讨论不同固化技术的优缺点和适用处理对象。

3. 案例分析法：以某城市垃圾填埋场沼气爆炸事故为例，讲授垃圾填埋场填埋气体的组成与危害。以云南省巧家县垃圾填埋场封场及生态修复工程为例，讲授垃圾填埋场的封场。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 填埋场选址的依据、原则和要求。
2. 简述渗滤液来源和危害。
3. 简述填埋气体的危害与导排。
4. 危险废物的鉴别方法有哪些？

5. 固体废物固化处理方法有哪些？

6. 安全填埋场的选址要求。

【学习资源】

[1] 唐雪娇. 固体废物处理与处置（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2018

[2] 宁平. 固体废物处理与处置. 北京：高等教育出版社, 2010

[3] 何晶晶. 固体废物处理与资源化技术. 北京：高等教育出版社, 2011

[4] 蒋建国. 固体废物处置与资源化（第二版）. 北京：化学工业出版社, 2013

五、实践教学安排

无

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核成绩占比 30%，包括学风养成（20%）、课堂表现（30%）、平时作业（30%）和随堂测验（20%）；期末考核采用闭卷考试，占比 70%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识：20-30% 综合应用：10-20%	学风养成、平时作业、期末考试
课程目标 2 (30%)	基本概念和基本知识：10-20% 综合应用：10-20%	课堂表现、随堂测验、期末考试
课程目标 3 (30%)	基本概念和基本知识：约10% 综合应用：约20%	平时作业、随堂测验、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩=过程性考核成绩×30%+期末考核成绩×70%

过程性考核成绩=学风养成×20%+课堂表现×30%+平时作业×30%+随堂测验×20%

（二）评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲, 配合老师, 勇于发言, 积极回答问题。	上课认真听讲, 勇于发言, 积极回答问题。	上课能够认真听讲, 敢于发言, 能够回答问题。	上课时有走神, 羞于回答问题, 正确率低。	不认真听讲, 能够回答问题, 但正确率极低。
3	课程目标 1、3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求, 或催交未果。
4	课程目标 2、3	随堂测验	积极主动地学习实践, 能解答全部问题, 能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答全部问题, 不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答大部分问题, 不能解决相关拓展问题。	积极主动地学习实践, 能解答部分问题, 不能解决相关拓展问题。	积极学习实践, 不能解答大部分问题, 不能解决相关拓展问题。

2. 期末考核成绩评分标准

详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
固体废物处理与资源化 (第三版)	赵由才	化学工业出版社	2020年	否	

九、主要参考书目

- [1] 唐雪娇. 固体废物处理与处置（第二版）. 北京: 化学工业出版社, 2018
- [2] 宁平. 固体废物处理与处置. 北京: 高等教育出版社, 2010
- [3] 何晶晶. 固体废物处理与资源化技术. 北京: 高等教育出版社, 2011
- [4] 蒋建国. 固体废物处置与资源化（第二版）. 北京: 化学工业出版社, 2013

十、课程学习建议

预习或复习相关知识点。通过定期阅读最新的学术论文、报告、新闻或参加相关讲座等，了解国内外固体废物污染控制技术的发展趋势及最新动向。牢固树立环保意识，并将可持续发展理念融入日常生活中。



环境科学与工程专业

《物理性污染控制》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《物理性污染控制》课程大纲

一、课程信息

课程名称	物理性污染控制 Physical Pollution Control		
课程编码	230910823B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	大学物理、环境监测	修读学期	六
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

物理性污染控制是环境科学与工程专业的专业基础课，考查课。该课程是在完成教学计划规定的公共、基础和技术基础课教学之后开设，是一门迅速发展的边缘性应用学科，它涉及机械、建筑、材料、电子、环境、仪器乃至医学等多个领域。通过本课程的学习，使学生了解和掌握物理性污染的基本知识、基本理论和控制技术，旨在培养学生对噪声、振动、放射性、电磁、光、热等物理性污染要素的认识和防范措施，为从事环境保护和环境管理工作奠定基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握主要的物理性污染控制技术和方法，通过自主学习、课堂研讨和布置课外作业，学习物理性污染和环境物理学的有关内容；掌握噪声和振动的产生、传播、危害、评价和控制的基本原理和方法；了解电磁辐射、放射性污染、热污染和光污染的危害和控制技术，具有初步解决环境物理性污染问题的能力。【毕业要求 1.3】

课程目标 2：通过噪声和振动控制仪器设备的使用和噪声及振动治理方案

的选择，能够相关的环境问题，提出至少一种以上解决方案，或可通过文献调研找到替代方案。【毕业要求 2.2】

课程目标 3：具有物理性污染的认识能力和初步的污染控制工程设计能力，通过课堂讲授、自主学习、小组学习、课后作业，提高学生对常见物理性污染问题的认知判断能力，能够提出相应的解决方案，具有初步的物理性污染控制的工程分析和设计能力。【毕业要求 3.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.3 较好地掌握水、气、固和物理性污染控制工程等专业知识的基本概念、原理和方法，用于污染治理工艺设计、控制与改进方案的比较和综合。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能够针对水、气、固、或土壤等污染问题，提出至少一种以上解决方案，或可通过文献调研
课程目标 3	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.1 掌握水污染控制、大气污染控制、固体废弃物处理处置等环境污染防治的基本原理、常用工艺和处理单元，能够根据污染防控目标确定设计内容。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、噪声污染及其控制 1. 环境物理学 2. 噪声的物理度量 3. 噪声的评价与标准 4. 噪声测量 5. 噪声控制	课程目标 1、 2、3	课堂讲授法、问题讨论法、自主学习法、案例分析法	14
模块二、振动污染及其控制 1. 振动的危害及评价 2. 振动的测量 3. 振动的控制	课程目标 1、2	课堂讲授法、自主学习法、案例分析法	4
模块三、电磁辐射污染及其控制 1. 电磁辐射的产生与传播 2. 电磁辐射的危害 3. 电磁辐射的控制措施	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	4
模块四、放射性污染及其控制 1. 放射性的度量	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	4

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
2. 辐射的生物效应及对人体的危害 3. 辐射防护与放射性废物处理			
模块五、环境热污染及其控制 1. 热污染及其危害 2. 热污染评价与标准 3. 热污染防治	课程目标 1、3	课堂讲授法、问题讨论法	2
模块六、环境光污染及其控制 1. 光度量与光的测量 2. 光环境中的眩光 3. 光污染的危害与防治措施	课程目标 1、3	课堂讲授法、案例分析法	2
模块七、污染物的物理性传播 1. 大气环境污染与污染物的迁移 2. 水体污染物的传播 3. 土壤污染物的迁移	课程目标 1、3	课堂讲授法、问题讨论法	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一、噪声污染及其控制

【学习目标】

- 1.知识目标：掌握噪声的概念，物理度量，评价与标准，噪声的控制方法和策略等知识。
- 2.能力目标：能够区分天然物理环境和人工物理环境。
- 3.素质目标：认识到噪声污染的危害，增强保护环境意识。

【课程内容】

1. 噪声的来源与危害；噪声的传播规律；声压级、A 声级、等效连续 A 声级、噪声评价数等噪声评价量的含义；
2. 噪声级在传播过程中的衰减规律；噪声的控制方法和策略；噪声在室内传播规律以及吸声降噪的降噪原理及其适用范围；
3. 隔声间、隔声屏、隔声罩的隔声原理及隔声计算；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；吸声材料的种类和特性。

【重点、难点】

- 1.重点：噪声的评价量；噪声污染的控制方法；吸声、隔声和消声的原理及手段，应用噪声叠加规律解决实际噪声污染工程问题
- 2.难点：吸声、隔声和消声的原理及手段，应用噪声叠加规律解决实际噪声污染工程问题

【教学方法】

1.课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出本课程的研究对象、内容、重要性、发展史和学习方法；讲授噪声的定义和相关主要评价量的含义，声压级的计算和声音的频谱分析基础；通过解读噪声的标准，评价噪声的大小，并引出噪声的测量方法；通过对比噪声的标准衡量，对于超过标准值的噪声，引出典型的噪声控制技术，带领学生了解吸声、消声和隔声的原理、特点和应用等。

2. 问题讨论法：提出“生活中的噪声是如何产生的？它们对我们的生活造成了哪些影响？如何控制和减少这些噪声污染？”“如何科学地评价噪声？”引导学生积极主动的了解噪声污染的研究的热点、难点问题，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

3. 自主学习法：引入“运用科学的方法和手段控制噪声污染”这一理念，引导学生学会查阅文献，积极主动的噪声污染控制技术研究的热点、难点问题，建立学习兴趣，树立科技强国的信念。

4. 案例分析法：引入“工业企业噪声污染”、“社会生活噪声污染”的案例，让学生明确噪声污染的法律责任，增强法治观念。同时，通过案例分析等方式，引导学生学会用法律武器维护自身权益和社会公共利益。

【学习要求】

1.理解与掌握学习目标中的知识。

2.通过阅读文献和学习慕课，搜集典型的噪声控制技术研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜集噪声监测技术研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜集声屏障技术研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜集主动控制降噪技术研究的最新进展。

【复习与思考】

1.噪声控制的基本方法？

2.试说明噪声吸声机理、分类效果。

3.某工人在 91dB(A)下工作 1h，90dB(A)下工作 3h，86dB(A)下工作 2h，其余时间在 78dB(A)以下。计算等效连续 A 声级。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、振动污染及其控制

【学习目标】

1.知识目标：理解掌握振动的评价指标、振动级、振动的评价标准及控制

方法等内容。

2.能力目标：具备准确选择评价标准的能力。

3.素质目标：通过学习振动评价与标准，增强保护环境的责任感。

【课程内容】

1. 振动的危害，振动描述物理量；

2. 振动污染的评价指标的传播规律和控制方法；

【重点、难点】

1.重点：振动污染控制的基本方法，振动污染的危害；振动污染的评价指标

2.难点：振动污染的评价指标

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授典型的振动基础知识，引出振动的物理量描述；通过振动的危害及评价的讲授，引出振动的测量方法；通过对比振动的标准，对于超过标准值的振动值，引出典型的振动控制技术，带领学生了解振动的控制方法等。

2. 问题讨论法：提出“如何有效控制振动”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“生活中的振动是如何产生的？它们对我们的生活造成了哪些影响？”引导学生结合讲授内容进行讨论。

3. 自主学习法：引入共振的概念，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解如何避免共振研究的热点、难点问题，建立学习兴趣，树立科技强国的信念。引入振动控制技术的最新研究进展，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的了解振动控制的难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索振动控制技术的研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索振动监测与评估技术研究的最新进展。

【复习与思考】

1.振动污染的来源？

2.共振现象是如何产生的？有何危害？

3.设有三种频率分别为 8Hz、18Hz、25Hz 的振动，其垂直、水平方向的加速度有效值均为，试求加速度级和振动级。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块三、电磁辐射污染及其控制

【学习目标】

1. 知识目标：电磁环境、电磁辐射污染概念，电场与磁场，电磁场与电磁辐射的基本物理量，电磁辐射防护基本原则和形式，电磁辐射防护的基本方法。
2. 能力目标：具有选择合理电磁辐射防治技术的能力。
3. 素质目标：了解电磁辐射污染的危害，增强保护环境的责任感。

【课程内容】

1. 电磁辐射的基本概念，电磁场污染源，电磁辐射污染传播途径，电磁辐射的危害
2. 电磁辐射控制措施。

【重点、难点】

1. 重点：电磁辐射污染的传播途径，电磁辐射的评价方法；电磁辐射的评价方法
2. 难点：电磁辐射的评价方法

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授电磁辐射的基本概念，引出电磁辐射的物理量描述；通过电磁场污染源，电磁辐射污染传播途径的讲授，带领学生了解电磁辐射的危害等。
2. 问题讨论法：提出“电磁辐射如何控制”这一问题，引导学生结合日常生活中的实例和讲授内容进行讨论；提出“生活中的电磁辐射有哪些危害？”，引导学生结合讲授内容进行讨论。
3. 自主学习法：引入“电磁辐射的生物效应研究”，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解电磁辐射对生物体的非热效应；引入“电磁辐射源的优化与调控”，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的该研究的难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索电磁辐射检测技术和防护技术发展研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索电磁辐射防护材料研究的最新进展。

【复习与思考】

1. 电磁辐射防治有哪些措施？各自的适用条件是什么？
2. 电磁污染源可分为哪几类？各有何特性？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块四、放射性污染及其控制

【学习目标】

- 1.知识目标：辐射的生物效应及其危害；辐射计量学的基本量和单位；辐射防护有关的量和概念；放射性固体废物、废液、废气处理技术。
- 2.能力目标：根据放射性固体废物的特点合理选择固化方式。
- 3.素质目标：了解放射性污染的危害，增强保护环境的责任感。

【课程内容】

- 1.放射性来源，量度；辐射生物效应及对人体危害；
- 2.中放和低放废液处理，放射性废气处理技术，放射性固体废物处理。

【重点、难点】

- 1.重点：放射性的来源于度量，辐射生物效应及对人体危害；辐射防护与放射性废物处理；
- 2.难点：辐射防护与放射性废物处理。

【教学方法】

- 1.课堂讲授法：通过讲授辐射防护有关的量和概念，引出辐射计量学的基本量和单位；通过讲授辐射的生物效应及其危害，引出放射性固体废物、废液、废气处理技术等内容。
- 2.问题讨论法：提出“从哪些方面开发放射性污染控制技术”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论
- 3.自主学习法：引入“放射性污染监测技术”，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解放射性污染对环境的影响；引入“放射性安全防控技术”，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动的该研究的难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

- 1.理解与掌握学习目标中的知识。
- 2.通过阅读文献和学习慕课，搜索放射性安全防控技术发展研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索放射性监测技术的最新进展。

【复习与思考】

- 1.环境中放射性的来源主要有哪些？
- 2.辐射对人体的作用和危害是什么？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块五、环境热污染及其控制

【学习目标】

- 1.知识目标：热环境，热污染，水体热污染的影响，水体热污染的防治，城市热岛效应，城市热岛效应的成因、影响以及防治。
- 2.能力目标：针对水体热污染、城市热岛效应能够给出具体防治措施。
- 3.素质目标：学习水体热污染、城市热岛效应的影响，增强保护环境的责任感。

【课程内容】

- 1.热污染、热岛效应和温室效应的含义；热污染、热岛效应和温室效应的危害；
- 2.热污染防治方法和控制技术；热污染的评价标准和方法。

【重点、难点】

- 1.重点：城市热岛效应的成因；温室效应的成因及危害；水体热污染及其危害；热污染防治措施
- 2.难点：城市热岛效应的成因；温室效应的成因。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授热污染、热岛效应和温室效应的危害，引出热污染评价的方法与标准；通过讲授热污染防治方法和控制技术，带领学生了解振动的控制方法等。
- 2.问题讨论法：提出“环境热污染的控制措施”这一问题，引导学生积极主动的了解热污染防治方法和控制技术的研究的热点、难点问题，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索热污染防治技术研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索改进热能利用技术的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索开发新能源的最新研究进展。

【复习与思考】

1. 理解热环境的概念及其热量来源。
2. 分析引起热污染的主要成因。
3. 什么是温室效应，主要的温室气体有哪些？温室效应的主要危害有哪些？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块六、环境光污染及其控制

【学习目标】

1.知识目标：光环境的定义和影响因素，光源及类型，光污染及危害，光学基础，光污染防治技术。

2.能力目标：分析所在城市光污染的主要形式、产生的危害和可以采取的防治措施。

3.素质目标：了解光污染的危害，并采取相应措施避免或者防治光污染，增强保护环境的责任感。

【课程内容】

1.光污染的危害，类型，测量仪器；眩光定义和分类；

2.光污染防治技术。

【重点、难点】

1.重点：光污染的危害与防治措施；眩光污染的分类与防治措施

2.难点：光污染的危害与防治措施。

【教学方法】

1.课堂讲授法：通过讲授光污染的定义，危害，类型，引出眩光定义和分类；通过讲授光度量与光的测量，带领学生了解光污染防治技术等内容。

2.问题讨论法：提出“污染防治方法和控制技术的最新研究进展”这一问题，引导学生积极主动的了解光污染防治方法和控制技术的研究的热点、难点问题，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

1.理解与掌握学习目标中的知识。

2.通过阅读文献和学习慕课，搜索光污染防治技术研究的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索遮光技术与材料的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索光源优化与控制技术的最新研究进展。

【复习与思考】

1.什么是光环境？其影响因素有哪些？

2.什么是光污染，光污染的主要类型有哪些？什么是温室效应，主要的温室气体有哪些？温室效应的主要危害有哪些？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块七、污染物的物理性传播

【学习目标】

1.知识目标：大气环境污染与污染物的迁移；水体中污染物的传播理论，土壤中的污染物迁移。

2.能力目标：掌握大气、水体、土壤中污染物的扩散和迁移理论，并应用相关理论提出控制相关环境要素的污染措施。

3.素质目标：了解污染物的物理性污染途径，并采取相应措施避免或者防治水、土、气污染。

【课程内容】

1.大气污染物类型，迁移过程及扩散模式；水体污染物的类型及主要来源，扩散模式，水质模型；土壤污染源和污染物质，土壤净化以及污染物在土壤中的迁移规律；

2.污染物在土壤中的迁移扩散规律。

【重点、难点】

1. 重点：大气环境污染与污染物的迁移；水中污染物的传播理论；土壤中的污染物迁移；

2. 难点：土壤中的污染物迁移。

【教学方法】

1.课堂讲授法：通过讲授大气污染物类型，迁移过程及扩散模式，引出大气污染物的迁移规律；通过讲授水体污染物的类型及主要来源，扩散模式，水质模型，引出水体污染物的迁移规律；通过讲授土壤污染源和污染物质，土壤净化，引出污染物在土壤中的迁移规律等内容。

2.问题讨论法：提出“不同媒介中的污染物如何是迁移转化的”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论

【学习要求】

1.理解与掌握学习目标中的知识。

2.通过阅读文献和学习慕课，搜索污染物转化机制的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索污染物监测技术的最新进展；通过阅读文献和学习慕课，搜索污染物的高校治理技术的最新研究进展。

【复习与思考】

1. 大气污染物迁移哪些过程？

2. 河流中的污染物是如何扩散的？

3. 污染物在土壤中如何迁移转化？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标1 (40%)	噪声、振动污染及控制的基本概念和基础知识: 约占20% 噪声、振动污染及控制的分析应用能力: 约占10% 物理性污染控制的理论解决环境问题的综合能力: 约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标2 (30%)	电磁辐射、放射性污染及控制的基本概念和基础知识: 约占20% 电磁辐射、放射性污染及控制的解决环境问题的综合能力: 约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标3 (30%)	热污染、光污染及控制的基本概念和基础知识: 约占20% 污染物的物理性传播的理论解决环境问题的综合能力: 约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标1、2、3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消

序号	课程目标	评价项目	评分标准					
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59	
			优	良	中	及格	不及格	
			高度自律。	认真。				极，缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。		听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。		作业内容不完整，没有达到作业要求。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境物理性污染控制工程	任连海	北京：化学工业出版社	2022.9	否	

九、主要参考书目

[1] 何德文. 物理性污染控制工程（第1版）. 北京：中国建材工业出版社，2015.

重点学习该教材中“2.3 噪声预测与评价”，“3.4 振动控制技术”，“5.3 放射性污染评价”的相关内容，作为补充知识。

[2] 刘宏，张冬梅. 环境物理性污染控制工程. 武汉：华中科技大学出版社，2018.

重点学习该教材中“第1章 环境噪声污染控制”，“第2章 环境振动污染控制”的相关内容，作为补充知识。

十、课程学习建议

本课程每章的文献阅读不少于 1 篇，通过阅读文献加强自主学习的能力。每章的基础知识点要形成思维导图，便于记忆和复习。



环境科学与工程专业

《实验室安全教育》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《实验室安全教育》课程大纲

一、课程信息

课程名称	实验室安全教育 Laboratory Safety Education		
课程编码	230910824B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学、有机化学、 大学物理	修读学期	三
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	0.5	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	8 学时（理论学时 0，实践学时 8）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

实验室安全教育是环境科学与工程专业的一门专业核心课程，是专为提高实验室工作人员及学生安全意识与技能而设计的一门重要课程。该课程主要讲述实验室危险化学品安全、消防和电气安全、仪器设备操作安全、生物与辐射安全、人员健康安全和安全事故应急处置等内容，使学生和实验人员掌握实验室安全的基本原理、基础知识及应急处理技能，培养学生良好的安全理念，养成良好的行为习惯，为后续专业实验课程学习打下坚实的安全基础，确保实验室工作的安全顺利进行。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：了解检验实验室的基本常识与特点，掌握实验室电、气、化学试剂的安全使用方法，掌握微生物检疫等实验的安全与管理知识。【毕业要求 5.1】

课程目标 2：初步具备对检验实验室的总体管理要求，尽可能多的掌握各种生化仪器的操作、维护保养等知识，树立实验室安全意识和对工作认真负责的态度，加强职业道德教育。【毕业要求 7.2】

课程目标 3：具备在企、事业单位检验实验室工作的基本知识，为将来从事实验室管理或科研等方面工作打下良好的理论和技能基础。【毕业要求 8.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.1 了解环境污染常用监测仪器和处理设备的使用原理和方法，能够选择与使用恰当的监测仪器、信息资源、以及污染处理设备，用于环境污染的防治，并理解其局限性。
课程目标 2	毕业要求 7【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性，评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。
课程目标 3	毕业要求 8 【职业规范】	8.2 理解并遵守诚实守信的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，并能在工程实践中自觉履行对公众安全、健康、福祉、以及环境保护的社会责任，理解包容性、多元化的社会需求。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、实验室安全基础知识 1. 实验室常见事故类型 2. 危险化学品分类及危害 3. 实验室常见危险化学品 4. 仪器设备操作安全	课程目标 1、2	课堂讲授法、案例分析法	2
模块二、实验室消防安全及电气安全 1. 灭火常识与技术 2. 消防安全疏散与自救逃生 3. 电气安全事故与危害 4. 电气安全事故预防措施	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法	2
模块三、实验室生物与辐射安全 1. 实验室生物安全防护设施 2. 个人防护装备 3. 事故处理	课程目标 2、3	课堂讲授法、案例分析法	2
模块四、实验室人员健康安全与事故处置 1. 实验室健康安全管理体系	课程目标 2、3	课堂讲授法、问题讨论法	2

2. 常见的健康安全危害			
3. 实验室安全事故应急处置规范			
4. 实验室各类伤害应急处置			
合计			8

(二) 课程内容

模块一、实验室安全基础知识

【学习目标】

1. 知识目标：通过实验室不同事故类型特点及发生原因的介绍，让学生理解实验室安全的重要性；掌握危险化学品分类、实验室常见危险化学品、危险化学品安全管理、危险化学品个人防护等相关知识；实验室常见仪器的安全使用规程等内容。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对实验室安全的认知和关注，掌握各类仪器安全操作的规程，能够在实践中应用实验室安全知识做到防患与未然，从而更好地保护自身的生命财产安全。

3. 专业素养：培养学生遵守相关制度和规则的行为规范，在实践中自觉履行对安全及环境保护的责任。

【课程内容】

1. 实验室常见事故类型的特点；实验室安全事故发生的原因。

2. 危险化学品分类与危害、实验室常见危险化学品、危险化学品安全管理、危险化学品个人防护。

3. 玻璃仪器、高压设备、高温低温设备、高能设备、贵重仪器设备等仪器的安全使用规程。

【重点、难点】

1. 重点：火灾、爆炸、中毒窒息、触电、生物暴露和辐射危害等事故类型的特点；危险化学品分类、个人防护；高压设备、高温低温设备、高能设备仪器的安全使用规程。

2. 难点：危险化学品安全管理；贵重仪器设备的安全使用规程

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授实验室安全的基本知识，实验室主要事故类型及发生的原因；讲授危险化学品的安全使用等相关知识；实验室常见仪器的安全使用规程等。

2. 案例分析法：选择具有代表性的实验室安全事故案例，这些案例应涵盖不同类型的实验室（如化学实验室、生物实验室、物理实验室等）和不同类型的安全事故（如火灾、爆炸、中毒、触电等），和学生一起深入分析事故发生

的原因，包括直接原因（如设备故障、操作失误等）和间接原因（如管理不善、安全意识淡薄等）。

【学习要求】

- 1.理解与掌握学习目标中的知识。
- 2.通过阅读文献和学习慕课，搜集最新的实验室安全法规、标准和研究成果，及时更新自己的知识储备。

【复习与思考】

- 1.实验室常见的事故类型有哪些？
- 2.实验室事故发生的原因。
- 3.如何对危险化学品进行个人防护。
- 4.质谱仪和高效液相色谱仪的安全使用注意事项？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、实验室消防安全及电气安全

【学习目标】

1. 知识目标：掌握实验室消防安全技术和消防设施等知识；学习实验室安全事故的类型与危害，及用电管理规范与标准等内容。
2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对查找实验中存在安全隐患的能力，能够在实践中应用消防安全知识在火灾爆炸发生时，把损失降到最低；让学生针对实验室各类安全事故的预防控制，提出相应的建议和措施。
3. 专业素养：培养学生遵守相关制度和规则的行为规范，在实践中自觉履行对安全及环境保护的责任。

【课程内容】

1. 火灾的特点和分类；实验室消防安全技术；
2. 消防设施；火灾的预防和火场逃生与自救；
3. 电气事故类型及危害；实验室电气设备安全与防护；
4. 实验室常用电气设备安全使用知识；实验室安全用电管理规范与标准。

【重点、难点】

1. 重点：燃烧、爆炸的基本知识、火灾的特点和分类；理解火灾的预防和火场逃生与自救；实验室电气设备的安全与防护以及安全使用知识
2. 难点：火灾的预防和火场逃生与自救；实验室安全用电与应急救援。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过火灾的特点和分类，实验室消防安全技术，以及消防

设施，引出火灾的预防和火场逃生与自救等相关内容。

2. 问题讨论法：要求学生结合讲授内容，提出本实验室消防及电气安全事故的预防控制措施，引导学生积极主动的了解高校实验室消防安全的重要性，带着问题去学习，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集最实验室消防及电气事故应急处理措施，及时更新自己的知识储备。

【复习与思考】

1. 实验室常见的火灾事故爆炸原因是什么？
2. 使用灭火器的基本方法。
3. 实验室常用电气设备的防火措施；

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块三、实验室生物与辐射安全

【学习目标】

1. 知识目标：学习生物安全防护设施、个人防护装备、放射性事故防护等内容。
2. 能力目标：通过本节内容的学习，使学生掌握实验室生物安全和放射性事故防范的规程。
3. 专业素养：培养学生遵守相关制度和规则的行为规范，在实践中自觉履行对安全及环境保护的责任。

【课程内容】

1. 生物安全实验室等级与生物安全水平防护设施；
2. 生物安全操作规程，感染控制和应急程序；
3. 放射性辐射防护及管理。

【重点、难点】

- 1、重点：生物安全实验室等级与生物安全水平防护设施；生物安全操作规程；电离辐射源、危害，辐射防护及管理
- 2、难点：电离辐射源、危害，辐射防护及管理

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授生物安全实验室等级与生物安全水平防护设施、电离辐射源、危害，引出辐射防护措施及管理。

2.案例分析法：通过讲解历史上发生的实验室生物与辐射安全事故案例，让学生深刻认识到加强实验室生物与辐射安全管理的重要性。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集如何有效预防实验室安全事故？

【复习与思考】

1. 生物安全实验室的划分等级？
2. 射线防护的要点有哪些？
3. 实验室应如何预防辐射事故的发生？一旦发生辐射事故，应立即采取哪些措施？
4. 实验室应如何制定生物危害事故的应急预案，并进行定期演练以检验其有效性？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块四、实验室人员健康安全与事故处置

【学习目标】

1. 知识目标：掌握职业健康安全管理体系(OHSMS)基本内容及其安全管理体系等内容；掌握实验室安全事故应急处置流程、应用于实验室内各种应急装备和个人防护措施等内容。
2. 能力目标：通过本节内容的学习，使学生掌握实验室人员健康安全防护工作的规程。
3. 专业素养：培养学生遵守相关制度和规则的行为规范，在实践中自觉履行对安全及环境保护的责任。

【课程内容】

1. 职业健康安全管理体系(OHSMS)基本内容；基于 OHSMS 构建高校实验室健康与安全管理体系；
2. 高校各类实验室典型的健康伤害；实验室人员健康安全防护工作的重点；
3. 实验室安全事故应急处置规范、实验室安全事故应急处理方法

【重点、难点】

1. 重点：高校各类实验室典型的健康伤害；实验室人员健康安全防护工作的重点；实验室安全事故应急处置规范。
2. 难点：职业健康安全管理体系(OHSMS)基本内容；基于 OHSMS 构建高校实验室健康与安全管理体系；实验室安全事故应急处理方法

【教学方法】

1.课堂讲授法：通过讲授职业健康安全管理体系(OHSMS)基本内容，引出实验室人员健康安全防护工作的重点等相关内容；通过讲授现场应急控制与急救措施等相关内容，引出实验室各类伤害应急处置的方法。

2.问题讨论法：提出“如何持续改进实验室人员健康安全与事故处置工作？”引导学生积极主动的了解实验室职业健康管理和人员健康防护的重点，带着问题去学习，找出解决的方法。

【学习要求】

1.理解与掌握学习目标中的知识。

通过阅读文献和学习慕课，搜集如何构建高校实验室健康和安全管理标准化体系、对人体健康的危害及控制办法。

【复习与思考】

- 1.实验室常见的健康安全危害。
- 2.实验室人员健康管理的内容。
- 3.简述实验室安全事故应急处置规范流程。
- 4.简述化学泄漏的控制和处理方法。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

五、实践教学安排

本课程为实践类课程，总共 8 学时

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标1 (40%)	实验室安全基础知识、实验室消防安全及电气安全的基本概念和基础知识：约占 20% 实验室安全基础知识、实验室消防安全及电气安全的分析应用能力:约占10% 实验室安全基础知识、实验室消防安全及电气安全解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标2 (30%)	实验室生物与辐射安全的基本概念和基础知识:约占 20% 运用实验室生物与辐射安全解决环境问题的综合能力:约占 10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标3 (30%)	实验室人员健康安全与事故处置的基本概念和基础知识:约占 20% 应用实验室人员健康安全与事故处置的理论解决环境问题的综合能力:约占 10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整, 独立或合作完成全部作业要求。书写端正, 对	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较	作业内容完整, 独立或全部完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行	作业内容完整, 独立或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进	作业内容不完整, 没有达到作业要求。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
			问题有详细透彻的分析。	全面。	分析。	行分析。	

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
高校实验室安全教育	阳富强	化学工业出版社	2023.12	否	

九、主要参考书目

- [1] 储金宇, 秦明周. 环境地学. 武汉: 华中科技大学出版社. 2010.4
 [2] 宋青春, 邱维理, 张振春. 地质学基础. 北京: 高等教育出版社. 2005.11

十、课程学习建议

本课程每章的文献阅读不少于 1 篇, 通过阅读文献加强自主学习的能力。每章的基础知识点要形成思维导图, 便于记忆和复习。



环境科学与工程专业

《环境工程原理实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境工程原理实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境工程原理实验 Principles of Environmental Engineering Experiments		
课程编码	230910825B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	高等数学、无机化学、有机化学、环境工程原理	修读学期	三
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.0
课程学时	30	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李晓东	审核人	李利红

二、课程简介

环境工程原理实验是环境科学与工程类专业学生必修的一门专业基础实验课程，是联系理论与生产实际的桥梁，对课堂教学起到必要的有益的补充作用。环境工程原理实验具有典型的工程实践特点，其实验设备、工艺流程、操作条件和参数变量，都接近于工业生产实际。研究问题的方法是用工程的观点去分析、观察和处理数据，实验结果可以直接用于或指导工程计算和设计。本课程要求学生运用已学过的知识验证一些结论、结果和现象等，或综合运用已学过的理论知识设计实验或进行综合性的实验，训练学生理论知识的运用能力、实验操作能力、仪器仪表的使用能力、实验数据的处理和分析能力，培养和提学生在思维方法和创新能力。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能正确理解各单元操作的基本原理；了解典型设备的构造、性能和操作原理，并具有设备选型及校核的基本知识。【毕业要求 4.2】

课程目标 2：能正确理解各单元操作的基本原理；了解典型设备的构造、性能和操作原理，并具有设备选型及校核的基本知识。熟悉主要单元操作过程

及设备的基本计算方法；掌握基本计算公式的物理意义、应用方法和适用范围；具有查阅和使用常用工程计算图表、手册、资料的能力。【毕业要求 5.2】

课程目标 3：严格执行实验规则和操作规范，培养学生严谨细致的工作作风和实事求是的科学态度。通过合理分工和有效组织，增强学生的团队协作意识，学会处理好人生发展中的各种关系和矛盾，倡导吃苦耐劳、勇于奉献的优良品德，树立正确的人生观和价值观。【毕业要求 9.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4 【研究】	4.2 通过文献研究，设计解决复杂环境工程问题的实验方案，安全地开展实验，科学地采集实验数据，并能通过信息综合对实验结果进行分析和解释，得到合理有效的结论。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。
课程目标 3	毕业要求 9 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中，与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	实验安全须知	3	验证	4人一组	必做	课程目标 1、2、3
2	雷诺实验	3	综合	4人一组	必做	课程目标 1、2、3
3	伯努利实验	3	综合	4人一组	必做	课程目标 1、2、3
4	流体流动阻力综合实验	3	验证	4人一组	必做	课程目标 1、2、3
5	流量计性能测定实验	3	验证	4人一组	必做	课程目标 1、2、3
6	恒压过滤实验	6	验证	4人一组	必做	课程目标 1、2、3

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
7	离心泵特性曲线测定实验	3	验证	4人一组	必做	课程目标 1、2、3
8	传热综合实验	6	综合	4人一组	必做	课程目标 1、2、3
9	换热器单元仿真操作	3	综合	4人一组	选做	课程目标 1、2、3
10	吸收	3	综合	4人一组	选做	课程目标 1、2、3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 实验 1.实验安全须知

【实验目的】

了解环工实验规则和要求；熟悉环工实验安全规则；初步认识环工实验常用设备的主要用途。

【实验原理】通过安全教育培养学生的安全意识、熟悉环境工程原理实验的内容和要求、树立一个良好的实验习惯，为以后的生产实习、毕业设计、就业奠定基础。

【主要试剂及仪器设备】

实验仪器：教师介绍环工实验规则、要求、安全守则及事故处理方法；讲解常用设备的主要用途。

【内容提要】

通过讲解使学生了解环境工程原理实验的目的、要求、内容及环境工程原理实验的安全知识，认识环境工程原理实验可用到的仪器名称及用途，了解使用仪器的要领及方法，会正确使用有离心泵等一起，了解实验室要求和安全常识，基本掌握查化工手册，熟悉掌握常用仪器的使用和维护

【实验安排】

给学生讲解实验报告 所包含的具体内容。

【教学方法与手段】

- (1) 讲授法。
- (2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。
- (3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏

差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】

简述实验室所用化工仪器的种类；以及实验室安全守则；实验室预习报告和实验报告的内容要求。

2. 雷诺实验

【实验目的】测水的层流和湍流的形态、特征和判别准则；学习测量和计算流体的临界雷诺数和雷诺数。

【实验原理】

雷诺准数的定义式为：

$$Re = \frac{du\rho}{\mu}$$

d ——管子的直径， m ；

u ——流体的速度， m/s ；

ρ ——流体的密度， kg/m^3 ；

μ ——流体的粘度， $Pa \cdot s$ 。

圆管中流体作定态流动时，其流动型态开始变化时对应的雷诺准数称为临界雷诺数，对应于上、下临界速度的雷诺数，称为上临界雷诺数和下临界雷诺数。通常以它作为判别流动状态的准则，即 $Re \leq 2000$ 时为层流， $Re \geq 4000$ 时为湍流，而当 $2000 \leq Re \leq 4000$ 时，属不稳定的过渡区。当流体流动处于过渡状态时，可能是层流也可能是湍流，受外界条件所影响较大。根据大量实验资料，上临界雷诺数是一个不稳定的数值，大于 10000 甚至更大，因此上临界雷诺数没有实际的应用意义。而下临界雷诺数是一个相当稳定的数值，约为 2300，因此在工程上都采用下临界雷诺数作为判别流动型态的标准。

实验以一定温度的清水为工作介质，使流体稳定地流过一定管径的水平玻璃管，此时流体的性质 ρ 、 μ 及管径 d 均为常数，通过调节流体的流速 u 来改变雷诺准数 Re 值，并结合观察流体的流动型态，从而确定流体的上、下临界雷诺准数。

【主要试剂及仪器设备】雷诺实验装置，红墨水。

【内容提要】了解雷诺实验的原理和意义，熟悉雷诺实验的原理和操作方法。

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；演示操作；学生4人一组进行雷诺实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生了解了解雷诺实验的原理和意义，熟悉雷诺实验的原理和操作方法。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】

简述实验目的、原理及实验方法；概况雷诺实验的基本操作要点，画出雷诺实验装置示意图；详细记录实验数据及实验结果；完成实验思考题。

3. 伯努利实验

【实验目的】熟悉流动流体中各种能量和压头的概念及其相互转换关系，在此基础上掌握伯努利方程式；观察水流沿程的能量变化规律，并验证伯努利方程式；了解压头损失的影响因素；加深受流体流动过程基本原理的理解。

【实验原理】

伯努利方程是流体流动中机械能守恒和转化原理的体现，它描述了流入和流出某系统的流体流量及有关流动参数间的定量关系。

对于不可压缩流体，在管内作定态流动，且系统与环境又无外功交换时，如果以单位质量流体为衡算基准，则对确定的系统可列出机械能衡算方程：

$$gZ_1 + \frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = gZ_2 + \frac{u_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + \sum h_f$$

若以单位重量流体为衡算基准时，则又可表达为

$$Z_1 + \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = Z_2 + \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + H_f$$

不可压缩流体的机械能衡算方程，应用于不同的具体情况下，应作适当的简化，例如：

当流体为理想液体时，于是可简化为

$$gZ_1 + \frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = gZ_2 + \frac{u_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho}$$

$$Z_1 + \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = Z_2 + \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g}$$

当液体流经的系统为一水平装置的管道时，则式又可简化为

$$\frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = \frac{u_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + \Sigma h_f$$

$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + \Sigma h_f$$

当流体处于静止状态时，则又可简化为

$$gZ_1 + \frac{p_1}{\rho} = gZ_2 + \frac{p_2}{\rho}$$

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g}$$

【主要试剂及仪器设备】

伯努利实验装置。

【内容提要】

熟悉流动流体中各种能量和压头的概念及其相互转换关系，在此基础上掌握伯努利方程式；观察水流沿程的能量变化规律，并验证伯努利方程式；了解压头损失的影响因素；加深对流体流动过程基本原理

【实验安排】

教师讲解实验原理及演示操作；学生 4 人一组按要求进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：使学生熟悉流动流体中各种能量和压头的概念及其相互转换关系，在此基础上掌握伯努利方程式；观察水流沿程的能量变化规律，并验证伯努利方程式；了解压头损失的影响因素；加深对流体流动过程基本原理的理解。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】

实验报告完整，步骤简明扼要，文字通顺，字迹端正，图表整齐、规范，

将实验数据及结果以表格列出，要求得出两次测量结果的平均值，思考题回答准确。

4. 流体流动阻力综合实验

【实验目的】

- 1.学习直管摩擦阻力 ΔP_f 、直管摩擦系数 λ 的测定方法。
- 2.掌握直管摩擦系数 λ 与雷诺数 Re 和相对粗糙度之间的关系及其变化规律。
- 3.掌握局部摩擦阻力 ΔP_f 、局部阻力系数 ζ 的测定方法。
- 4.学习压强差的几种测量方法和提高其测量精确度的一些技巧。

【实验原理】

1.直管摩擦系数 λ 与雷诺数 Re 的测定

流体在管道内流动时，由于流体的粘性作用和涡流的影响会产生阻力。流体在直管内流动阻力的大小与管长、管径、流体流速和管道摩擦系数有关，它们

之间存在如下关系：
$$h_f = \frac{\Delta P_f}{\rho} = \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2} \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{2d}{\rho \cdot l} \cdot \frac{\Delta P_f}{u^2} \quad (2)$$

$$Re = \frac{d \cdot u \cdot \rho}{\mu} \quad (3)$$

式中： d —管径，m； ΔP_f —直管阻力引起的压强降，Pa；

l —管长，m； ρ —流体的密度， Kg/m^3 ；

u —流速， m/s ； μ —流体的粘度， $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ 。

直管摩擦系数 λ 与雷诺数 Re 之间有一定的关系，这个关系一般用曲线来表示。在实验装置中，直管段管长 l 和管径 d 都已固定。若水温一定，则水的密度 ρ 和粘度 μ 也是定值。所以本实验实质上是测定直管段流体阻力引起的压强降 ΔP_f 与流速 u （流量 q_v ）之间的关系。

根据实验数据和式（2）可计算出不同流速下的直管摩擦系数 λ ，用式（3）计算对应的 Re ，从而整理出直管摩擦系数和雷诺数的关系，绘出 λ 与 Re 的关系曲线。

$$2. \text{局部阻力系数 } \zeta \text{ 的测定: } h'_f = \frac{\Delta P'_f}{\rho} = \zeta \frac{u^2}{2} \quad (4)$$

$$\zeta = \left(\frac{2}{\rho} \right) \cdot \frac{\Delta P'_f}{u^2} \quad (5)$$

式中： ζ —局部阻力系数，无因次；

$\Delta P'_f$ —局部阻力引起的压强降，Pa；

h'_f —局部阻力引起的能量损失，J/Kg。

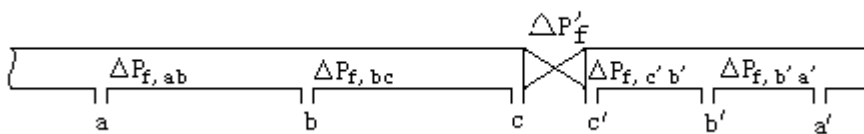


图 1 局部阻力测量取压口布置图

局部阻力引起的压强降 $\Delta P'_f$ 可用下面的方法测量：在一条各处直径相等的直管段上，安装待测局部阻力的阀门，在其上、下游开两对测压口 a-a' 和 b-b'，见图 1，使 $ab=bc$ $a' b' = b' c'$

则 $\Delta P_{f, ab} = \Delta P_{f, bc}$; $\Delta P_{f, a' b'} = \Delta P_{f, b' c'}$

在 a~a' 之间列柏努利方程式： $P_a - P_{a'} = 2\Delta P_{f, ab} + 2\Delta P_{f, a' b'} + \Delta P'_f$ (6)

在 b~b' 之间列柏努利方程式： $P_b - P_{b'} = \Delta P_{f, bc} + \Delta P_{f, b' c'} + \Delta P'_f$
 $= \Delta P_{f, ab} + \Delta P_{f, a' b'} + \Delta P'_f$ (7)

联立式 (6) 和 (7)，则： $\Delta P'_f = 2(P_b - P_{b'}) - (P_a - P_{a'})$

为了便于区分，称 $(P_b - P_{b'})$ 为近点压差， $(P_a - P_{a'})$ 为远点压差。其数值通过差压传感器来测量。

【实验仪器】

流体流动阻力实验装置。

【内容提要】

学习直管摩擦阻力 ΔP_f 、直管摩擦系数 λ 的测定方法。掌握直管摩擦系数 λ 与雷诺数 Re 和相对粗糙度之间的关系及其变化规律。掌握局部摩擦阻力 ΔP_f 、局部阻力系数 ζ 的测定方法。学习压强差的几种测量方法

【实验安排】

教师讲解实验原理及演示操作；学生 3 人一组按要求进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：使学生学习直管摩擦阻力 ΔP_f 、直管摩擦系数 λ 的测定方法。掌握直管摩擦系数 λ 与雷诺数 Re 和相对粗糙度之间的关系及其变化规律。掌握局部摩擦阻力 ΔP_f 、局部阻力系数 ζ 的测定方法。学习压强差的几种测量方法和提高其测量精确度的一些技巧。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】

实验报告要求：简述实验目的、原理及实验方法；概况流体流动阻力实验的基本操作要点，画出实验装置流程图；详细记录实验数据及实验结果；完成实验思考题。

实验 5. 流量计性能测定实验

【实验目的】

了解几种常用流量计的构造、工作原理和主要特点；掌握流量计的标定方法。

【实验原理】

(1) 节流式流量计：

流体通过节流式流量计时在流量计上、下游两取压口之间产生压强差，它与流量的关系为：

$$V_s = CA_0 \sqrt{\frac{2(P_{\text{上}} - P_{\text{下}})}{\rho}}$$

式中： V_s — 被测流体(水)的体积流量， m^3/s ；

C — 流量系数，无因次；

A_0 — 流量计节流孔截面积， m^2 ；

$P_{\text{上}} - P_{\text{下}}$ — 流量计上、下游两取压口之间的压强差， Pa ；

ρ — 被测流体(水)的密度， kg / m^3 。

用涡轮流量计作为标准流量计来测量流量 V_s 。每个流量在压差计上都有一个对应的读数，测量一组相关数据并作好记录，以压差计读数 ΔP 为横坐标，流量 V_s 为纵坐标，在半对数坐标上绘制成一条曲线，即为流量标定曲线。同时，通过上式整理数据，可进一步得到流量系数 C 随雷诺数 Re 的变化关系曲线。

(2) 转子流量计

转子流量计是工业上和实验室最常用的一种流量计。它具有结构简单、直观、压力损失小、维修方便等特点。

转子流量计,通过测量设在直流管道内的转动部件的 (位置) 来推算流量的装置。是变面积式流量计的一种，在一根由下向上扩大的垂直锥管中，圆形横截面的浮子的重力是由液体动力承受的，浮子可以在锥管内自由地上升和下降。在流速和浮力作用下上下运动，与浮子重量平衡后，浮子就稳定在一定高度，锥管的高度与流量有对应的关系。

转子流量计由两个部件组成，转子流量计一件是从下向上逐渐扩大的锥形管；转子流量计另一件是置于锥形管中且可以沿管的中心线上下自由移动的转子。转子流量计当测量流体的流量时，被测流体从锥形管下端流入，流体的流动冲击着转子，并对它产生一个作用力（这个力的大小随流量大小而变化）；当流量足够大时，所产生的作用力将转子托起，并使之升高。同时，被测流体流经转子与锥形管壁间的环形断面，这时作用在转子上的力有三个：流体对转子的动压力、转子在流体中的浮力和转子自身的重力。流量计垂直安装时，转子重心与锥管管轴会相重合，作用在转子上的三个力都沿平行于管轴的方向。当这三个力达到平衡时，转子就平稳地浮在锥管内某一位置上。对于给定的转子流量计，转子大小和形状已经确定，因此它在流体中的浮力和自身重力都是已知是常量，唯有流体对浮子的动压力是随来流流速的大小而变化的。因此当来流流速变大或变小时，转子将作向上或向下的移动，相应位置的流动截面积也发生变化，直到流速变成平衡时对应的速度，转子就在新的位置上稳定。对于一台给定的转子流量计，转子在锥管中的位置与流体流经锥管的流量的大小成一一对应关系。

(3) 涡轮流量计：

涡轮流量计是一种速度式仪表，它具有精度高、重复性好、结构简单、耐

高压、测量范围宽、体积小、重量轻、压力损失小、寿命长、操作简单、维修方便等优点，用于封闭管道中测量低粘度、无强腐蚀性、清洁液体的体积流量和累积量。可广泛应用于石油、化工、冶金、有机液体、无机液、液化气、城市燃气管网、制药、食品、造纸等行业。

涡轮流量计是速度式流量计中的主要种类,当被测流体流过涡轮流量计传感器时，在流体的作用下，叶轮受力旋转，其转速与管道平均流速成正比，同时，叶片周期性地切割电磁铁产生的磁力线，改变线圈的磁通量，根据电磁感应原理，在线圈内将感应出脉动的电势信号，即电脉冲信号，此电脉动信号的频率与被测流体的流量成正比。

【主要试剂及仪器设备】

流量计性能测定装置。

【内容提要】

用涡轮流量计作为标准流量计来测量流量 VS，标定文丘里流量计、转子流量计和孔板流量计。

【实验安排】教师讲解实验原理及演示操作；学生 3 人一组按要求进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生分馏的原理及其应用，掌握实验室常用的分馏的操作技术。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】

实验报告要求：简述实验目的、原理及实验方法；概况流量计性能测定实验的基本操作要点，画出实验装置流程图；详细记录实验数据及实验结果；完成实验思考题。

6. 恒压过滤实验

【实验目的】

1.掌握恒压过滤常数 K 、 q_e 、 θ_e 的测定方法，加深对 K 、 q_e 、 θ_e 概念和影响因素的理解。

2. 学习滤饼的压缩性指数 s 和物料常数 k 的测定方法。
3. 学习 $\frac{d\theta}{dq} - q$ 一类关系的实验确定方法。
4. 学习用正交试验法来安排实验，达到最大限度地减小实验工作量的目的。
5. 学习对正交试验法的实验结果进行科学的分析，分析出每个因素重要性的大小，指出试验指标随各因素变化的趋势，了解适宜操作条件的确定方法。

【实验原理】

过滤是利用过滤介质进行液—固系统的分离过程，过滤介质通常采用带有许多毛细孔的物质如帆布、毛毯、多孔陶瓷等。含有固体颗粒的悬浮液在一定压力作用下，液体通过过滤介质，固体颗粒被截留，从而使液固两相分离。

在过滤过程中，由于固体颗粒不断地被截留在介质表面上，滤饼厚度逐渐增加，使得液体流过固体颗粒之间的孔道加长，增加了流体流动阻力。故恒压过滤时，过滤速率是逐渐下降的。随着过滤的进行，若想得到相同的滤液量，则过滤时间要增加。

恒压过滤方程

$$(q + q_e)^2 = K(\theta + \theta_e)$$

(1)

式中： q —单位过滤面积获得的滤液体积， m^3 / m^2 ；

q_e —单位过滤面积上的虚拟滤液体积， m^3 / m^2 ；

θ —实际过滤时间， s ；

θ_e —虚拟过滤时间， s ；

K —过滤常数， m^2/s 。

将式(1)进行微分可得：
$$\frac{d\theta}{dq} = \frac{2}{K}q + \frac{2}{K}q_e \quad (2)$$

这是一个直线方程式，于普通坐标上标绘 $\frac{d\theta}{dq} - q$ 的关系，可得直线。其斜率为 $\frac{2}{K}$ ，

截距为 $\frac{2}{K}q_e$ ，从而求出 K 、 q_e 。至于 θ_e 可由下式求出：
$$q_e^2 = K\theta_e \quad (3)$$

注：当各数据点的时间间隔不大时， $\frac{d\theta}{dq}$ 可用增量之比 $\frac{\Delta\theta}{\Delta q}$ 来代替。

过滤常数的定义式：
$$K = 2k\Delta p^{1-s} \quad (4)$$

两边取对数 $\lg K = (1-s) \lg \Delta p + \lg(2k)$ (5)

因 $k = \frac{1}{\mu r' v}$ = 常数，故 K 与 Δp 的关系在对数坐标上标绘时应是一条直线，直线的斜率为 $1-s$ ，由此可得滤饼的压缩性指数 s ，然后代入式(4)求物料特性常数 k 。

【主要试剂及仪器设备】

碳酸钙溶液、板框过滤实验装置。

【内容提要】

- 1.测定不同压力实验条件下的过滤常数 K 、 q_e 、 θ_e 。
- 2.根据实验测量数据，计算滤饼的压缩性指数 s 和物料特性常数 k 。

【实验安排】

教师讲解实验原理及演示操作；学生 4 人一组按要求进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解使学生过滤的原理及其应用，掌握恒压过滤常数 K 、 q_e 、 θ_e 的测定方法，加深对 K 、 q_e 、 θ_e 概念和影响因素的理解；学习滤饼的压缩性指数 s 和物料常数 k 的测定方法。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

【实验报告要求】 简述实验目的、原理及实验方法；概况本实验的基本操作要点，画出实验装置流程图；详细记录实验数据及实验结果；完成实验思考题。

7. 离心泵特性曲线测定实验

【实验目的】

- 1.本实验装置采用循环水系统，可让学生熟悉离心泵的结构、性能及特点，练习并掌握其操作方法。
- 2.能够完成离心泵在一定转速下特性曲线的测定。
- 3.能够测定并绘制流量调节阀某一开度下管路的特性曲线。
- 4.通过计算机数据采集和控制操作，了解其基本原理和实现方法；本装置中采用电动调节阀调节流量，可练习其操作和控制方法。

【实验原理】

- 1.离心泵特性曲线测定：

离心泵是最常见的液体输送设备。在一定的型号和转速下，离心泵的扬程 H 、轴功率 N 及效率 η 均随流量 Q 而改变。通常通过实验测出 $H-Q$ 、 $N-Q$ 及 $\eta-Q$ 关系，并用曲线表示之，称为特性曲线。特性曲线是确定泵的适宜操作条件和选用泵的重要依据。泵特性曲线的具体测定方法如下：

(1) H 的测定：

在泵的吸入口和排出 5 之间列柏努利方程

$$Z_{\lambda} + \frac{P_{\lambda}}{\rho g} + \frac{u_{\lambda}^2}{2g} + H = Z_{\text{出}} + \frac{P_{\text{出}}}{\rho g} + \frac{u_{\text{出}}^2}{2g} + H_{f\lambda-\text{出}} \quad (1)$$

$$H = (Z_{\text{出}} - Z_{\lambda}) + \frac{P_{\text{出}} - P_{\lambda}}{\rho g} + \frac{u_{\text{出}}^2 - u_{\lambda}^2}{2g} + H_{f\lambda-\text{出}} \quad (2)$$

上式中 $H_{f\lambda-\text{出}}$ 是泵的吸入口和压出口之间管路内的流体流动阻力，与柏努利方程中其它项比较， $H_{f\lambda-\text{出}}$ 值很小，故可忽略。于是上式变为：

$$H = (Z_{\text{出}} - Z_{\lambda}) + \frac{P_{\text{出}} - P_{\lambda}}{\rho g} + \frac{u_{\text{出}}^2 - u_{\lambda}^2}{2g} \quad (3)$$

将测得的 $(Z_{\text{出}} - Z_{\lambda})$ 和 $P_{\text{出}} - P_{\lambda}$ 的值以及计算所得的 u_{λ} 、 $u_{\text{出}}$ 代入上式，即可求得 H 。

(2) N 测定：

功率表测得的功率为电动机的输入功率。由于泵由电动机直接带动，传动效率可视为 1，所以电动机的输出功率等于泵的轴功率。即：

泵的轴功率 N =电动机的输出功率， Kw

电动机输出功率=电动机输入功率×电动机效率。

泵的轴功率=功率表读数×电动机效率， Kw 。

$$(3) \eta \text{ 测定:} \quad \eta = \frac{Ne}{N} \quad (4)$$

$$Ne = \frac{HQ\rho g}{1000} = \frac{HQ\rho}{102} (Kw) \quad (5)$$

式中： η —泵的效率； N —泵的轴功率， Kw ；

Ne —泵的有效功率 Kw ； H —泵的扬程， m ；

Q —泵的流量， m^3/s ； ρ —水的密度， Kg/m^3 。

2. 管路特性曲线:

当离心泵安装在特定的管路系统中工作时, 实际的工作压头和流量不仅与离心泵本身的性能有关, 还与管路特性有关, 也就是说, 在液体输送过程中, 泵和管路二者相互制约的。

管路特性曲线是指流体流经管路系统的流量与所需压头之间的关系。若将泵的特性曲线与管路特性曲线在同一坐标图上, 两曲线交点即为泵的在该管路的工作点。因此, 如同通过改变阀门开度来改变管路特性曲线, 求出泵的特性曲线一样, 可通过改变泵转速来改变泵的特性曲线, 从而得出管路特性曲线。泵的压头 H 计算同上。

【主要试剂及仪器设备】

水、离心泵性能测定装置

【内容提要】

学生熟悉离心泵的结构、性能及特点, 练习并掌握其操作方法。能够完成离心泵在一定转速下特性曲线的测定。能够测定并绘制流量调节阀某一开度下管路的特性曲线。

【实验安排】 教师讲解实验原理及演示操作; 学生 3 人一组按要求进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法: 解释了解离心泵的结构和性能, 掌握离心泵的工作原理及其操作方法; 掌握离心泵特性曲线的测定方法。

(2) 演示法: 通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程, 强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作, 通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法: 教授学生如何准确记录实验现象和数据, 指导学生如何实验现象, 确定离心泵特性曲线测定实验的完成。

【实验报告要求】

简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容, 详细记录实验现象, 得出实验结果, 写出实验体会与讨论, 完成实验思考题。

9. 传热综合实验

【实验目的】 了解换热器换热的原理、认识各种传热设备的结构和特点; 认识传热装置流程及各传感检测的位置、作用, 各显示仪表的作用等; 掌握传热设备的基本操作、调节方法、了解影响传热的主要影响因素; 掌握换热系数

k 计算方法及意义。

【实验原理】

传热是指由于温度差引起的能量转移，又称热传递。由热力学第二定律可知，当有温差存在时，热量必然从高温处传递到低温处，传热是自然界和工程技术领域中极普遍的一种传递现象。在能源、宇航、化工、动力、冶金、机械、建筑等工业部门以及农业、环境保护等部门中都涉及到许多有关传热的问题。

总传热系数 K 是评价换热器性能的一个重要参数，也是对换热器进行传热计算的依据。对于已有的换热器，可以通过测定有关数据，如设备尺寸、流体的流量和温度等，通过传热速率方程式计算 K 值。

传热速率方程式是换热器传热计算的基本关系。该方程式中，冷、热流体温度差 ΔT 是传热过程的推动力，它随着传热过程冷热流体的温度变化而改变。

$$\text{传热速率方程式} \quad Q = K \times S \times \Delta T_m \quad (2-1)$$

$$\text{热量衡算式} \quad Q = C_p \times W \times (T_2 - T_1) \quad (2-2)$$

$$\text{总传热系数} \quad K = C_p \times W \times ((t_2 - t_1) / (S \times \Delta t_m)) \quad (2-3)$$

式中： Q --热量(W)； S --传热面积(m²)；

Δt_m --冷热流体的平均温差 (°C)；

K ---总传热系数 (W/(m²·°C))；

C_p --比热容 (J/(Kg·°C))；

W --空气质量流量 (Kg/s)；

t_2-t_1 --空气进出口温差(°C)。

【主要试剂及仪器设备】

水、传热仪器

【内容提要】

了解不同种类换热器的构造，以空气和水蒸汽为传热介质，可以测定不同种类换热器的总传热系数，研究用于教学实验、科研中和化工生产中。

通过对换热器的实验研究，可以掌握总传热系数 K 的测定方法，加深对其概念和影响因素的理解。

【实验安排】

教师讲解实验原理及演示操作；学生 3 人一组按要求进行实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：解释实验的教学目标，了解换热器换热的原理、认识各种传热设备的结构和特点；认识传热装置流程及各传感检测的位置、作用，各显示仪表的作用等；掌握传热设备的基本操作、调节方法、了解影响传热的主要影响因素；掌握换热系数 k 计算方法及意义。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示实验的标准操作流程，强调安全操作规程。鼓励学生参与实验操作，通过实践加深对实验步骤的理解。

(3) 分析讨论法：教授学生如何准确记录实验现象和数据，指导学生如何实验现象，记录数据。讨论可能导致数据偏差的因素，以及如何通过控制实验条件来减少误差。

(4) 互动交流法：在实验过程中，鼓励学生提问和讨论，及时回应学生的疑惑，提升学生的思考能力和问题解决能力。

【实验报告要求】

实验报告要求：简述实验目的、原理及实验方法；概况传热实训的基本操作要点，画出实训工艺流程图；详细记录实验数据及实验结果；完成实验思考题。

10. 换热器单元仿真操作

【实验目的】掌握热交换器的工艺流程及操作控制，冷态开车及正常停车操作，事故处理。

【实验原理】热量交换原理，为了所要求的温度，物料在进入下一个设备前常需要加热或冷却到一定温度。

【主要试剂及仪器设备】换热器仿真实训软件。

【内容提要】

对传热过程进行仿真实验。了解热交换器的工艺流程及操作控制，冷态开车及正常停车操作，事故处理。了解实际生产中的正确操作。

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑进行仿真实验

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：详细讲解热交换器的工艺流程及操作控制，冷态开车及正常停车操作，事故处理。

(2) 演示法：在课堂上进行实验操作示范，展示正确的实验流程和操作技巧，强调实验中的关键步骤和易错点，帮助学生更好地掌握实验技能。

(3) 实践法：学生分组进行实验，进行巡回指导，解答学生疑问。要求学生严格按照实验步骤进行操作，注意观察实验现象和记录数据。

(4) 分析讨论法：引导学生分析实验结果，讨论说明换热器的工作原理；

画出换热器的流程图；整理出换热器的开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

【实验报告要求】

简要地用文字说明换热器的工作原理；画出换热器的流程图；整理出换热器的开车准备、开停车操作及运行操作内容；列举所在岗位的生产常见事故及处理办法。

10. 吸收实验

【实验目的】

了解填料吸收塔的结构、性能和特点，练习并掌握填料塔操作方法；通过实验测定数据的处理分析，加深对填料塔流体力学性能基本理论的理解，加深对填料塔传质性能理论的理解；掌握填料吸收塔传质能力和传质效率的测定方法，掌握对实验数据的处理分析方法。

【实验原理】

吸收是利用混合气中各组分在吸收剂中溶解度的差异，来实现对混合气的分离。遵循亨利定律，吸收速率方程。

【主要试剂及仪器设备】

吸收解吸单元仿真实训软件。

【内容提要】利用仿真软件学习吸收单元操作的流程和操作，加深对填料塔流体力学性能基本理论的理解，加深对填料塔传质性能理论的理解

【实验安排】教师讲解工艺流程和操作要点，学生每人一台电脑操作仿真实验。

【教学方法与手段】

(1) 讲授法：通过讲解实验原理、步骤和数据处理方法，使学生掌握了解填料吸收塔的结构、性能和特点，练习并掌握填料塔操作方法；通过实验测定数据的处理分析，加深对填料塔流体力学性能基本理论的理解，加深对填料塔传质性能理论的理解；掌握填料吸收塔传质能力和传质效率的测定方法，掌握对实验数据的处理分析方法。

(2) 现场演示实验操作过程，或利用多媒体教学设备展示实验原理和步骤使学生更直观地了解实验步骤和注意事项。

(3) 分析讨论法：组织学生进行小组讨论，分享实验心得和遇到的问题，促进知识共享和问题解决。在线教学资源提供实验视频和课件供学生自学和复习。

【实验报告要求】简述实验目的、实验原理、实验仪器及试剂、实验步骤及注意事项等内容，详细记录实验现象，得出实验结果，写出实验的体会与讨

论，完成实验思考题。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和实验技能考核和期末考核。

过程性考核成绩为实验报告的平均分数。

实验技能考核方式（实验技能）为实验操作技能考核。

期末考核为闭卷。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	考核内容： 实验原理、方法的掌握情况，实验完成情况；实验操作的规范性，实验报告中结果分析和讨论的科学性，理论测试的答题情况。 所占比例： 50%	理论测试、实验报告、实验技能
课程目标 2	考核内容： 根据实验目的通过查阅相关文献资料设计合理实验方案，对实验结果分析和反思，寻求改进方案； 所占比例： 40%	理论测试、实验报告、实验技能
课程目标 3	考核内容： 实验协作情况，做实验过程中的参与度，讨论实验问题时的参与度。 所占比例： 10%	理论测试、实验报告、实验技能

六、成绩评定

（一）评定方式

1. 总成绩评定

总成绩=过程性考核成绩×30%+实验技能×40%+期末成绩×30%

2. 过程性考核成绩评定

过程性考核成绩评定由实验报告（100%）构成。

3. 实验技能成绩评定

实验操作正确性、规范性、熟练度；能对实验数据进行正确处理和计算；能在规定时间内完成实验操作。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	1、2、3	理论测试	熟悉实验理论知识，独立完成全部测试题目，书写端正，对问题有详细透彻的分析，正确性高。	比较熟悉实验理论知识，独立或合作完成测试题目，书写比较端正，对问题分析较全面，正确性较高。	基本熟悉实验理论知识，独立或合作完成部分测试题目，书写较端正，对问题分析不全面，部分正确。	不太熟悉实验理论知识，无法独立或合作完成测试题目，书写凌乱，正确性低。	完全不熟悉实验理论知识，理论测试题目完整，没有达到要求。
2	1、2、3	实验报告	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写整齐，绘图精美，实验结果分析深入合理，思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写较为整齐，内容基本完整，绘图规范，实验结果分析合理，思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告，格式欠规范，字体统一，书写不太整齐，绘图较规范，实验结果分析较合理，思考题回答完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写不太整齐，绘图欠规范，实验结果分析不深入或无分析，思考题回答不完整。	反复催交，格式不规范，字迹不规整，绘图不规范，无结果分析，不回答问题或催交未果。
3	1、2、3	实验操作技能	实验前预习扎实，精心准备实验器材，整个实验过程认真操作，时间安排合理，操作无误，实验数据准确或产率高。	实验前预习扎实，实验器材准备妥当，整个实验过程认真操作，时间安排较合理，操作无误，实验数据较准确或产率较高。	实验前预习欠佳，实验器材准备欠妥当，整个实验过程操作较认真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确或产率不高。	实验前没预习，实验器材准备欠妥，整个实验操作过程较认真，无时间安排，实验数据不准确或产率非常低。	实验前没预习，实验器材无准备，不进行实验操作。

七、教学参考资料（含课程思政资源）

- [1] 张金利，郭翠梨，胡瑞杰.化工原理实验.北京：化学工业出版社.2016
- [2] 杨祖荣.化工原理实验（第二版）北京：化学工业出版社.2014
- [3] 王红梅，徐铁军.化工单元操作实训.北京：化学工业出版社.2016
- [4] 都健，王瑶，王刚.化工原理实验.北京：化学工业出版社.2017

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
化工原理实验	天津大学	北京:高等教育出版社	2018.05	否	

九、课程学习建议

1. 课程理解与目标设定

学生应明确课程定位和学习目标，通过本课程实验实践，掌握环境工程原理实验的相关知识，培养解决环境工程等方面复杂问题的能力，以及树立正确的价值观，正确评价环境科学与工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律及文化的影响。

2. 学习方法与策略

积极参与实验：学生应积极参与实验，亲自操作，认真观察实验现象，记录实验数据，分析实验结果，从而环境工程原理实验的基本操作技能和实验方法。

注重实验技能的培养：环境工程原理实验主要是验证环境工程原理的理论，巩固和加深对环境工程原理的基本理论的理解。学生应注重实验技能的培养，传热、离心泵、流量计、阀门等主要实验方法和技能、正确处理实验数据的能力等。

3. 学习资源与拓展

充分利用教学资源：学生应充分利用学校提供的教学资源，如实验室设备、教材、参考书籍等，为学习提供有力支持。

积极参与讨论与交流：学生应积极参与课堂讨论和实验小组的交流互动，与教师和同学分享学习心得和实验经验，共同提高学习效果。

拓展学习领域：学生可以通过参加学术讲座、研讨会等活动，拓展学习领域，了解高分子化学与物理的最新研究成果和发展趋势。

4. 考核与评价

重视实验考核：环境工程原理课程的考核应重视实验考核的比重，以全面评价学生的实验能力和实验技能。

综合评价学习效果：学生应综合评价自己的学习效果，包括理论知识掌握程度、实验技能提高程度、问题解决能力等方面，以便更好地调整学习策略和方法。



环境科学与工程专业

《水处理工程实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《水处理工程实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	水处理工程实验 Water Treatment Engineering Experiments		
课程编码	230910826B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论、水处理工程	修读学期	五
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	祁红学	审核人	李利红

二、课程简介

《水处理工程实验》是环境科学与工程专业必修的专业主干课程，本课程根据废水中污染物的不同存在状态，较系统地介绍了各种分离处理与转化处理方法，侧重于基础理论和基本知识。通过学习水处理工程实验的基本原理，污水处理的工艺流程、参数及常用设备、装置，能够掌握水处理的基本方法、工艺特点和处理构筑物（模型）的运行方式。综合运用水处理相关的物理、化学和生物技术的基本原理，使学生具有废水处理常见工艺的设计计算和运行管理能力。为今后从事水环境保护工作奠定良好的理论及技术基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习主要污水处理构筑物及设备的选型和初步计算，针对实际废水的水质特点，进行设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论，撰写实验报告。并了解国内外污水生物处理技术的发展趋势及最新动向，能够进一步独立分析和解决水污染控制的工程实践问题。【毕业要求 4.2】

课程目标 2：了解水处理工程实验的发展现状和趋势，掌握废水物化处理技术的基本技能，熟练使用水处理相关的常用仪器与设备。【毕业要求 5.2】

课程目标 3：树立环保意识与责任感，与小组成员精诚合作，有效沟

通，完成实验任务，养成认真负责的工作态度，培养精益求精的科学探索精神，提高工程意识。【毕业要求 9.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4 【研究】	4.2 通过文献研究，设计解决复杂环境工程问题的实验方案，安全地开展实验，科学地采集实验数据，并能通过信息综合对实验结果进行分析和解释，得到合理有效的结论。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备 and 专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。
课程目标 3	毕业要求 9 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中，与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	安全教育、仪器认领和洗涤	3	演示	2-3 人	必做	课程目标 3
2	混凝沉淀实验	6	综合	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
3	自由沉淀实验	3	验证	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
4	活性炭吸附实验	6	验证	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
5	光催化氧化染料废水实验	3	验证	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
6	水处理模型操作实验	3	验证	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
7	折点加氯消毒实验	6	验证	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
8	工业废水处理流程模拟实验	3	综合	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
9	臭氧氧化法处理印染废水实验	3	验证	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
10	还原法处理酸性含铜废水实验	6	综合	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
11	Fenton 氧化法处理模拟废水实验	6	设计	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
	合计	48				

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 安全教育、仪器认领和洗涤

【实验目的】了解实验室安全的目的、要求，及水处理工程实验的一般知识。

【实验原理】实验室水、电、人身安全。

【主要试剂及仪器设备】常用玻璃器皿。

【内容提要】实验室安全知识，玻璃仪器的认领、洗涤、干燥。

【实验安排】教师介绍实验室安全，进行常用仪器安全操作演示，学生以 2-3 人为 1 小组，准备以后实验常用的玻璃仪器并清洗干净。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示

【实验报告要求】归纳总结实验安全规则、事故处理方法及常用仪器的洗涤和干燥方法，写出体会与心得。

2. 混凝沉淀实验

【实验目的】通过学习混凝现象、混凝的净水作用及影响混凝效果的主要因素，观察絮凝体的形成过程及混凝沉淀效果，加深对混凝沉淀特点、基本概念及沉淀规律的理解。能够研究确定实验水样的最佳投药种类和投药量。通过对混凝沉淀法的系统学习，培养学生由复杂到简单再到复杂的转换能力、以及对实际复杂问题认知能力和解决能力。培养良好的实验工作方法和工作习惯，以及实事求是和严谨的科学态度。

【实验原理】向水中投加混凝剂提供大量的正离子，压缩胶团的扩散层，Zeta 电位降低，使胶体脱稳，通过碰撞而聚集，形成靠重力沉淀的絮凝体（矾花），从水中分离。

【主要试剂及仪器设备】硫酸铝，聚合氯化铝，搅拌机，浊度仪，烧杯、量筒等玻璃器皿。

【内容提要】中部取样法的操作及数据处理，自由沉淀静沉曲线的绘制。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2-3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际动手操作为主，重点讲解、操作示范、现场纠正。

【实验报告要求】简述实验原理和操作流程；记录实验水样的最佳投药种类和投药量，如实记录，保留正确的有效数字，将实验数据及结果以表格（三线表）形式列出，单位换算成国际单位；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

3. 自由沉淀实验

【实验目的】通过自由沉淀实验的原理和意义，加深对自由沉淀特点、基

本概念及沉淀规律的理解。掌握颗粒自由沉淀实验方法，并能对实验数据进行分析、整理、计算和绘制颗粒自由沉淀曲线。掌握自由沉淀的原理与方法，增强理论结合实际能力，获得沉淀法处理废水的专业技能。结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【实验原理】浓度较稀的、粒状颗粒的沉淀属于自由沉淀，其特点是静沉过程中颗粒互不干扰、等速下沉，其沉速在层流区符合 Stokes 公式。

【主要试剂及仪器设备】搅拌机、浊度仪、烧杯、量筒等玻璃器皿。

【内容提要】颗粒自由沉淀实验：中部取样法的操作及数据处理，自由沉淀静沉曲线的绘制。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际动手操作为主，辅以讲授、提问、演示、指导、以及讨论等。

【实验报告要求】简述实验原理和操作流程；如实记录实验水样的浊度，保留正确的有效数字，将实验数据及结果以表格（三线表）形式列出，单位换算成国际单位；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

4. 活性炭吸附实验

【实验目的】通过学习活性炭吸附实验的原理和意义，掌握活性炭吸附实验的数据处理方法。能够掌握活性炭吸附实验的操作及方法，了解活性炭吸附性能的评价方法。掌握活性炭吸附的原理与方法，增强理论结合实际能力，获得吸附法处理废水等解决实际工程问题的专业技能。养成理论联系实际、注重实效的工作作风。

【实验原理】活性炭的吸附以物理吸附为主，在温度一定的条件下，活性炭的吸附量随被吸附物质平衡浓度的提高而提高，两者之间的变化曲线称为吸附等温线，通常用费兰德利希经验式加以表达。

【主要试剂及仪器设备】活性炭，震荡仪，浊度仪，烧杯、量筒等玻璃器皿。

【内容提要】活性炭吸附公式中常数的确定方法，吸附等温线的物理意义及其功能：弗兰德利希吸附等温式的线性公式为 $\lg q = \lg k + 1/n \lg C$ 。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际动手操作为主，重点讲解、操作示范、现

场纠正。

【实验报告要求】简述实验原理和操作流程；如实记录实验水样的浊度，保留正确的有效数字，将实验数据及结果以表格（三线表）形式列出，单位换算成国际单位；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

5. 光催化氧化染料废水实验

【实验目的】通过学习光催化氧化的基本原理，让学生理解其应用范围。能够应用光催化氧化染料废水，加深理解分光光度计的使用方法，掌握标准曲线的绘制。通过了解光催化的原理及实践体验，培养学生实事求是的科学精神，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力，正确对待人生发展中的顺境与逆境，处理好人生发展中的各种矛盾，培养健康向上的人生态度。

【实验原理】利用金属氧化物二氧化钛作为催化剂，在紫外光照下，有色废水溶液中的氧气将有机物氧化、降解成小分子氧化物。

【主要试剂及仪器设备】二氧化钛，亚甲基蓝，紫外灯，分光光度计，离心机，烧杯、试管等玻璃器皿。

【内容提要】考察单因素（如催化剂投加剂量、光照时间、水温和 pH 等）的影响。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述实验原理和操作流程；如实记录亚甲基蓝水溶液的降解率，保留正确的有效数字，将实验数据及结果以表格（三线表）形式列出，单位换算成国际单位；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

6. 水处理模型操作实验

【实验目的】通过水处理模型演示及操作，掌握五种水处理装置的基本组成和内部构造，深入理解这些方法处理废水的工作原理。利用模型培训并考查学生的独立操作能力，提高学生的动手能力和操作水平。增强理论结合实际能力，获得处理废水等解决实际工程问题的专业技能。充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。

【实验原理】通过模型演示及操作，掌握以下五种水处理装置的基本组成和内部构造，深入理解这些方法处理废水的工作原理。

【主要试剂及仪器设备】（1）脉冲澄清池实验装置，（2）生物膜接触氧化池实验装置，（3）卡鲁塞尔氧化沟实验装置，（4）部分回流加压溶气气浮

实验设备，（5）A/A/O 工艺城市污水处理模拟装置。

【内容提要】水处理模型的主要组成、内部构造和操作方法。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】完成至少一种模型的书面实验报告；包括实验原理、工艺流程、注意事项、以及应用范围等；一定要对实验过程中出现的问题分析并进行简单地讨论。

7. 折点加氯消毒实验

【实验目的】掌握游离氯、总氯含量的测定。能够绘制投氯量-余氯量的关系曲线。通过对重难点的分析和解决，提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力。

【实验原理】探讨某含氨氮水样与不同氯量接触一定时间的情况下，水中游离性余氯、化合性余氯及总余氯量与投氯量的关系。

【主要试剂及仪器设备】次氯酸钠，氯化氨，分光光度计，烧杯、量筒等玻璃器皿。

【内容提要】测定水样中游离氯、化合氯及总余氯的含量，测定方法采用水质 游离氯和总氯的测定 *N,N*-二乙基-1,4-苯二胺分光光度法（HJ 586-2010）。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2-3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】将实验数据及结果以表格（三线表）形式列出，单位换算成国际单位；绘制加氯量与余氯量之间的关系曲线；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

8. 工业废水处理流程模拟实验

【实验目的】通过学习工业废水处理工艺的原理，理解工业废处理工艺的一般工艺和方法。能够应常用水处理工艺，获得处理工业废水的基本能力。通过对工业废水处理的系统学习，培养学生由复杂到简单再到复杂的转换能力、以及对实际复杂问题认知能力和解决能力。

【实验原理】通过模型演示及操作，掌握工业废水处理模型装置的基本组成和内部构造，深入理解这些方法处理废水的工作原理和主要作用。

【主要试剂及仪器设备】（1）曝气池和二沉池，（2）混凝池，（3）铁碳微电解，（4）快滤池，（5）活性炭吸附柱。

【内容提要】曝气池的结构、过滤池的反冲洗、以及铁碳微电解的原理。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际动手操作为主，辅以讲授、提问、演示、指导、以及讨论等。

【实验报告要求】每小组拍摄约 5 分钟的短视频，介绍该工业废水处理模型，包括实验原理、工艺流程、注意事项、以及应用范围等。

9. 臭氧氧化法处理印染废水实验

【实验目的】通过了解臭氧制备的工艺流程及装置，掌握臭氧发生器的操作方法。能够测定染色废水用臭氧脱色的效果，考察水力停留时间（HRT）、臭氧投加量对脱色效果影响的能力。结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【实验原理】臭氧将废水溶液中的有色基团氧化、降解成小分子物质，具有脱色、除臭功能。

【主要试剂及仪器设备】亚甲基蓝，臭氧处理废水装置，分光光度计，烧杯、量筒等玻璃器皿。

【内容提要】处理前亚甲基蓝模拟水溶液的浓度不宜过大，否则，降解率会很低或者测不到。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际动手操作为主，辅以讲授、提问、演示、指导、以及讨论等。

【实验报告要求】根据标准曲线得出降解后水溶液中亚甲基蓝的含量，然后计算平均降解率；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

10. 还原法处理酸性含铜废水实验

【实验目的】通过学习还原法的基本原理与工艺操作，熟悉水合肼还原法处理酸性含铜废水的影响因素，并掌握其还原的最佳条件。能够掌握排放水中铜含量的分析方法。通过掌握还原法处理酸性含铜废水的原理与方法，增强理论结合实际的能力，获得还原法处理废水的专业技能。

【实验原理】向酸性含铜废水中投加水合肼，在碱性条件下将二价铜还原为氧化亚铜。

【主要试剂及仪器设备】水合肼，硫酸铜，磁力搅拌器，分光光度计，烧杯、量筒等玻璃器皿。

【内容提要】水合肼还原法处理酸性含铜废水的原理及其影响因素。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际动手操作为主，重点讲解、操作示范、现场纠正。

【实验报告要求】简述实验原理和操作流程；如实记录实验中还原剂的投药量，保留正确的有效数字，以表格（三线表）形式列出，单位换算成国际单位；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

11. Fenton 氧化法处理模拟废水实验

【实验目的】以铁盐为对象，掌握 Fenton 氧化操作技术。能够掌握 Fenton 氧化工艺的使用条件和方法，利用正交实验设计优化最佳实验条件的能力。掌握 Fenton 氧化法的原理与方法，增强理论结合实际能力，获得 Fenton 氧化法处理废水的专业技能。

【实验原理】 H_2O_2 与 Fe^{2+} 反应生成羟基自由基，对水中的有机物进行氧化，此外，反应中还可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，具有絮凝、吸附功能，也可以去除水中的总有机质。

【主要试剂及仪器设备】过氧化氢，硫酸亚铁，搅拌机，浊度仪，烧杯、量筒等玻璃器皿。

【内容提要】铁盐为对象，掌握 Fenton 氧化操作技术，采用正交实验 ($L_9(3^4)$) 设计进行水样处理，以温度、搅拌时间、 H_2O_2 投加量、 $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ 比值为四因素，分别各选取三个水平。。

【实验安排】教师先介绍实验原理及注意事项，然后学生以 2~3 人为 1 小组进行实验。

【教学方法与手段】以学生实际动手操作为主，辅以讲授、提问、演示、指导、以及讨论等。

【实验报告要求】简述实验原理和操作流程；如实记录亚甲基蓝的降解率，通过直观分析法处理正交实验设计的实验结果；一定要对实验结果分析并进行简单地讨论；回答实验思考题或写出实验的体会与疑问。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式考查课，成绩采取“N+2”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，为实验报告成绩的平均分，占比 30%；“2”指卷面成绩与实验操作，分别占比 30%和 40%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	废水物理与化学方法处理的基本原理: 约占20%; 废水物理与化学处理的应用分析能力: 约占10%; 利用物理与化学处理环境废水问题的综合能力: 约占10%。	实验报告、 实验操作、 期末考试
课程目标 2 (30%)	工业废水的处理技术与流程: 约占15%。 工业废水处理技术与流程的应用能力: 约占15%。	实验报告、 实验操作、 期末考试
课程目标 3 (30%)	氧化还原法处理废水的基本原理: 约占10%; 氧化还原法处理废水的应用能力: 约占10%; 利用氧化还原法处理环境废水问题的综合能力: 约占10%。	实验报告、 实验操作、 期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 30% + 期末考试卷面成绩 × 30% + 实验操作 × 40%

过程性考核成绩 = 实验报告成绩的平均分

(二) 评分标准

1. 实验报告和实验操作的评价方法与标准见下表:

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	实验报告	按时完成实验报告, 格式规范, 字体统一, 书写整齐, 绘图精美, 实验结果分析深入合理, 思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告, 格式规范, 字体统一, 书写较为整齐, 内容基本完整, 绘图规范, 实验结果分析合理, 思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告, 格式欠规范, 字体统一, 书写不太整齐, 绘图较规范, 实验结果分析较合理, 思考题回答完整。	催交, 格式欠规范, 字体欠统一, 书写不太整齐, 绘图欠规范, 实验结果分析不深入或无分析, 思考题回答不完整。	催交, 格式欠规范, 字体欠统一, 书写潦草, 绘图不规范, 实验结果没有分析, 思考题回答不完整。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
2	课程目标 1、2、3	实验操作	实验前预习充分，精心准备实验器材，整个实验过程认真操作，时间安排合理，操作无误，实验数据准确。	实验前预习充分，实验器材准备妥当，整个实验过程认真操作，时间安排较合理，操作无误，实验数据较准确。	实验前预习欠佳，实验器材准备欠妥当，整个实验过程操作较认真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确。	实验前没预习，实验器材准备欠妥，整个实验操作过程较认真，无时间安排，实验数据不准确。	实验前没预习，实验器材无准备，不进行实验操作。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

七、教学参考资料（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

[1] 陈泽堂. 水污染控制工程实验. 北京：化学工业出版社, 2019.

[2] 孙丽欣. 水处理工程应用实验（第3版）. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社, 2005.

2. 与实验课程相关主要网站

[1] 爱课程. https://www.icourses.cn/sCourse/course_2656.html

[2] 中国大学 MOOC (慕课). <https://www.icourse163.org/course/XZNU-1206690838>

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
水处理工程实验	王学刚	冶金工业出版社	2016	否	

九、课程学习建议

1. 每次实验前需要进行预习。每次实验之后均有实验思考题，请认真完成，可进一步加深对实验原理的理解。

2. 鼓励查询文献，对实验背景知识及相关领域内的发展做进一步的了解，将“实验”转化为“试验”，增加兴趣，注重创新能力的培养。

3. 师生面对面交流，鼓励学生大胆发表意见，组织学生对实验结果、内容、方法及相关内容进行现场讨论，提高学生分析问题、解决问题的能力。



环境科学与工程专业

《环境监测实验》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境监测实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境监测实验 Environmental Monitoring Experiments		
课程编码	230910827B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	无机化学, 有机化学	修读学期	五
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	李利红	审核人	李利红

二、课程简介

《环境监测实验》是环境科学与工程专业一门重要的专业核心课程，是环境监测教学的重要组成部分。本课程突出对学生环境监测综合实验能力的培养，课程的安排着力于培养具有宽广的环境监测知识基础和熟练的基本技能，能够适应未来发展需求的专业人才。

通过本课程的理论教学和实践教学使学生具备以下知识和能力：

1. 牢固掌握和深入理解每个实验的基本原理，掌握现代环境监测理论；
2. 通过学习环境监测的基本技能，包括样品处理、分析测试、数据处理等，能够熟练、准确地进行常见环境污染物监测分析；
3. 通过理论与实践相结合的教学，加强学生环境监测基本技能的训练，培养学生运用相关知识和技能解决实际的环境问题。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握水、气、土壤中常见污染物和噪声监测的基本原理和方法，具有运用相关知识解决实际环境污染问题的能力。【毕业要求 4.2】

课程目标 2：了解环境监测实验的发展现状和趋势，掌握本领域的先进实验理念。能够运用环境监测的基本理论，进行实验设计、仪器操作和数据处理，

并在综合分析后撰写实验报告。【毕业要求 5.2】

课程目标 3：树立环保意识与社会责任感，与小组成员精诚合作，有效沟通，完成实验任务，养成认真负责的工作态度，培养精益求精的科学探索精神，提高工程意识。【毕业要求 9.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4 【研究】	4.2 通过文献研究，设计解决复杂环境工程问题的实验方案，安全地开展实验，科学地采集实验数据，并能通过信息综合对实验结果进行分析和解释，得到合理有效的结论。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。
课程目标 3	毕业要求 9 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中，与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	实验室安全知识及基本操作	3	验证性	2-3 人	必做	课程目标 3
2	水中悬浮物和浊度的测定	6	综合性	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
3	水中色度的测定	3	验证性	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
4	水中铬的测定	3	验证性	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
5	水中氨氮的测定	6	验证性	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
6	水中总氮的测定	3	验证性	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
7	水中总磷的测定	3	验证性	2-3 人	必做	课程目标 2, 3
8	水中化学需氧量的测定	3	验证性	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
9	水中高锰酸盐指数的测定	3	验证性	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
10	水中五日生化需氧量的测定	6	综合性	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
11	交通噪声监测	3	设计性	2-3 人	必做	课程目标 1, 2, 3
12	校园土壤环境质量现状监测与评价	6	综合性	2-3 人	必做	课程目标 3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 实验室安全知识及基本操作

【实验目的】了解实验室安全知识及环境监测实验的基本操作。

【实验原理】实验室水、电、人身安全。

【主要试剂及仪器设备】常用玻璃器皿、天平、分光光度计。

【内容提要】实验室安全知识及环境监测实验的基本操作

【实验安排】教师介绍实验室安全，进行常用仪器安全操作演示，学生以2人为1小组，准备以后实验常用的玻璃仪器并清洗干净。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】归纳总结实验安全规则、事故处理方法及常用仪器的洗涤和干燥方法，写出体会与心得。

2. 水中悬浮物和浊度的测定

【实验目的】掌握悬浮物和浊度的基本概念和测定方法。

【实验原理】重量法和浊度计法。

【主要试剂及仪器设备】烘箱，分析天平，干燥器，滤膜，称量瓶。

【内容提要】悬浮物重量的计算公式，浊度计的使用方法。

【实验安排】将水样通过滤膜后，烘干固体残留物及滤膜，将所称质量剪去滤膜质量，即为悬浮物质量。用浊度仪测定水样浊度。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样悬浮物和浊度的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

3. 水中色度的测定

【实验目的】掌握铂钴比色法和稀释倍数法测定水中的色度，了解两种不同方法所适用的范围。

【实验原理】用氯铂酸钾与氯化钴配成标准色列，与水样进行目视比色。将废水稀释到接近无色时，记录稀释倍数，以此表示该水样的色度。

【主要试剂及仪器设备】氯铂酸钾，氯化钴；具塞比色管，容量瓶，移液管，量筒，烧杯。

【内容提要】称量氯铂酸钾和氯化钴，配制标准色列。量取一定体积水样，进行目视比色。

【实验安排】配制铂钴标准色列，将水样与标准色列进行目视比色。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样色度的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

4. 水中铬的测定

【实验目的】掌握用分光光度法测定六价铬和总铬的原理和方法，熟练应用分光光度计。

【实验原理】在酸性溶液中，六价铬离子与二苯碳酰二肼反应，生成紫红色化合物，其最大吸收波长为 540nm，吸光度与浓度的关系符合郎伯-比尔定律。如果测定总铬，需先用高锰酸钾将水样中的三价铬氧化为六价铬。

【主要试剂及仪器设备】二苯碳酰二肼，重铬酸钾；分光光度计，具塞比色管，容量瓶，移液管。

【内容提要】取一定体积水样，与二苯碳酰二肼反应后，测定其吸光值，计算六价铬含量。

【实验安排】配制标准溶液，绘制标准曲线。水样预处理后，测定并计算水样中六价铬含量。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样六价铬和总铬的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

5. 水中氨氮的测定

【实验目的】掌握用纳氏试剂分光光度法测定氨氮的原理和技术。

【实验原理】碘化汞和碘化钾的碱性溶液与游离态的氨反应生成黄棕色胶体化合物，其颜色的深度与氨氮含量成正比，在波长 420nm 处测其吸光度，用标准曲线法定量。

【主要试剂及仪器设备】碘化汞，碘化钾，氢氧化钠，酒石酸钾钠，氯化铵；分光光度计，比色管。

【内容提要】取一定体积水样，与纳氏试剂反应后，测定其吸光值，计算氨氮含量。

【实验安排】配制标准溶液，绘制标准曲线。配制纳氏试剂，水样预处理后，测定并计算水样中氨氮的含量。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样氨氮的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

6. 水中总氮的测定

【实验目的】掌握水中总氮的测定原理和方法。

【实验原理】在 120~124℃的碱性过硫酸钾溶液中，将水样中氨、铵盐、亚硝酸盐，以及大部分有机氮化合物氧化成硝酸盐，再用紫外分光光度法测定硝酸盐氮的含量。

【主要试剂及仪器设备】过硫酸钾，氢氧化钠，硝酸钾；分光光度计，具塞磨口刻度管，高压蒸汽灭菌锅。

【内容提要】取一定体积水样，加入碱性过硫酸钾预处理后，测定其吸光值，计算总氮含量。

【实验安排】配制硝酸盐标准使用液，绘制标准曲线。水样利用高压蒸汽灭菌锅预处理后，测定并计算水样中总氮的含量。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样总氮的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

7. 水中总磷的测定

【实验目的】掌握水中总磷的测定原理和方法。

【实验原理】在中性条件下，用过硫酸钾使水样消解，将所含磷全部氧化为正磷酸盐。在酸性介质中，正磷酸盐与钼酸铵反应，在铋盐存在条件下生成磷钼杂多酸后，立即被抗坏血酸还原，生成蓝色络合物，于 700 nm 波长处测量吸光度，用标准曲线法定量。

【主要试剂及仪器设备】过硫酸钾，抗坏血酸，钼酸铵，酒石酸铋钾，硫酸，磷酸；分光光度计，具塞磨口刻度管，高压蒸汽灭菌锅。

【内容提要】取一定体积水样，加入过硫酸钾预处理后，测定其吸光值，计算总磷含量。

【实验安排】配制磷标准使用液，绘制标准曲线。水样预处理后，测定并计算水样中总磷的含量。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样总磷的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

8. 水中化学需氧量的测定

【实验目的】熟练掌握化学需氧量（COD）测定方法及原理。

【实验原理】在水样中加入已知量的重铬酸钾溶液，在强酸介质中以银盐作催化剂氧化水样中的还原性物质，经快速消解后，剩余的重铬酸钾以试亚铁灵作指示剂，用硫酸亚铁铵标准溶液回滴至溶液由蓝绿色变为红棕色即为终点，记录硫酸亚铁铵标准溶液消耗量；再以蒸馏水作为空白水样，按同样方法测定空白水样消耗硫酸亚铁铵标准溶液量，根据水样实际消耗硫酸亚铁铵标准溶液量计算化学需氧量。

【主要试剂及仪器设备】七水合硫酸亚铁，重铬酸钾，硫酸亚铁铵，硫酸银，硫酸汞；消解仪，酸式滴定管。

【内容提要】利用消解仪对水样进行快速消解，再用硫酸亚铁铵标准溶液进行滴定。

【实验安排】利用重铬酸钾对水样进行消解后，进行滴定，利用消耗的硫酸亚铁铵标准溶液的体积计算水样 COD。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样化学需氧量的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

9. 水中高锰酸盐指数的测定

【实验目的】熟练掌握高锰酸盐指数测定方法及原理。

【实验原理】向样品中加入已知量的高锰酸钾和硫酸，在沸水浴中加热 30 min，高锰酸钾将样品中的某些有机物和还原性无机物氧化，反应后加入过量的草酸钠还原剩余的高锰酸钾，再用高锰酸钾标准溶液回滴过量的草酸钠，通过计算得到样品的高锰酸盐指数。

【主要试剂及仪器设备】草酸钠，高锰酸钾；酸式滴定管，水浴，锥形瓶。

【内容提要】配制高锰酸钾和草酸标准溶液，利用回滴法测定高锰酸盐指数。

【实验安排】取水样，测定消耗的高锰酸钾标准溶液的体积，计算高锰酸盐指数。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样高锰酸盐指数的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

10. 水中五日生化需氧量的测定

【实验目的】掌握用稀释与接种法测定五日生化需氧量（BOD₅）的基本原理和操作技能。

【实验原理】将水样充满完全密闭的溶解氧瓶，在（20±1）℃的暗处培养 5 d±4 h，分别测定培养前后水样中溶解氧的质量浓度，其差值即为所测样品的 BOD₅，以氧的 mg/L 表示。

【主要试剂及仪器设备】磷酸二氢钾，磷酸氢二钾，硫酸镁，氯化钙，氯化铁；恒温培养箱，溶解氧瓶，溶解氧测定仪，曝气装置。

【内容提要】配制稀释水，测定培养前后的溶解氧，计算生化需氧量（BOD₅）。

【实验安排】稀释水的配制，水样的预处理，溶解氧的测定，结果计算。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述水样五日生化需氧量的测定过程；记录实验数据并

以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

11. 交通噪声监测

【实验目的】掌握噪声测量仪器的使用方法和交通噪声的监测技术。

【实验原理】利用声级计测定。

【主要试剂及仪器设备】声级计。

【内容提要】利用声级计测定校园不同位置的交通噪声情况。

【实验安排】准备好仪器，选定测量位置布点测定。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述交通噪声的测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

12. 校园土壤环境质量现状监测与评价

【实验目的】掌握土壤监测方案的制订过程和方法；土壤监测点的优化布设；土壤检测采样方法；土壤环境监测因子的确定和检测；根据土壤监测数据和标准评价土壤质量现状。

【实验原理】重量法测定土壤水分；原子吸收分光光度法测定重金属含量。

【主要试剂及仪器设备】土壤采样器，烘箱，天平，原子吸收分光光度计，微波消解仪。

【内容提要】学生设计土壤检测方案，并完成采样和测定过程。

【实验安排】组织与分工，土壤污染监测指标和监测方法的选择，样品采集，实验室监测，土壤环境质量评价和实验报告。

【教学方法与手段】以学生实际操作为主，辅以讲授、提问、分析和演示。

【实验报告要求】简述实验设计和土壤指标测定过程；记录实验数据并以表格列出；写出计算结果；写出实验的体会与疑问。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式考查课，成绩采取“N+2”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，为实验报告成绩的平均分，占比30%；“2”指卷面成绩与实验操作，分别占比30%和40%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标1	考核内容：实验原理和方法；期末考试成绩中对各项理论内容的掌握情况。	实验报告、期末考试等

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
	所占比例: 30%。	
课程目标 2	考核内容: 实验步骤的完整性和准确性, 期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例: 40%。	实验报告, 实验操作、 期末考试等
课程目标 3	考核内容: 实验过程中仪器的操作和数据的准确性, 期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例: 30%。	实验报告, 实验操作、 期末考试等

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (30%) + 期末考试成绩 (30%) + 实验操作 (40%)

过程性考核成绩 = 实验报告成绩的平均分

(二) 评分标准

1. 实验报告和实验操作的评价方法与标准见下表:

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2	实验报告	按时完成实验报告, 格式规范, 字体统一, 书写整齐, 绘图精美, 实验结果分析深入合理, 思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告, 格式规范, 字体统一, 书写较为整齐, 绘图规范, 实验结果分析合理, 思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告, 格式欠规范, 字体统一, 书写不太整齐, 绘图较规范, 实验结果分析较合理, 思考题回答完整。	催交, 格式欠规范, 字体欠统一, 书写不太整齐, 绘图欠规范, 实验结果分析不深入, 思考题回答不完整。	催交, 格式欠规范, 字体欠统一, 书写潦草, 绘图不规范, 实验结果没有分析, 思考题回答不完整。
2	课程目标 2、3	实验操作	实验前预习充分, 精心准备实验器材, 整个实验过程认真操作, 时间	实验前预习充分, 实验器材准备妥当, 整个实验过程认真操作, 时间	实验前预习欠佳, 实验器材准备欠妥当, 整个实验过程操作较认	实验前没预习, 实验器材准备欠妥, 整个实验操作过程较认真, 无	实验前没预习, 实验器材无准备, 不进行实验操作。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
			安排合理，操作无误，实验数据准确。	安排较合理，操作无误，实验数据较准确。	真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确。	时间安排，实验数据不准确。	

2. 期末考试成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

七、教学参考资源（含课程思政资源）

1. 主要参考书目

- (1) 环境监测实验，胡敏等编著，北京大学出版社。
- (2) 中华人民共和国国家环境保护标准. 水质氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法（HJ 535-2009）。
- (3) 中华人民共和国国家环境保护标准. 水质化学需氧量的测定 重铬酸盐法（HJ 828-2017）。
- (4) 中华人民共和国国家环境保护标准. 水质五日生化需氧量（BOD₅）的测定 稀释与接种法（HJ 505-2009）。

2. 与实验课程相关主要网站

- (1) 中国大学 MOOC (慕课). 环境监测实验，杨毅，西安建筑科技大学。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境监测实验（第二版）	奚旦立	高等教育出版社	2019.9	否	十二五国家规划教材

九、课程学习建议

1. 每次实验前需要进行预习。每次实验之后均有实验思考题，请认真完成，可进一步加深对实验原理的理解。
2. 鼓励查询文献，对实验背景知识及相关领域内的发展做进一步的了解，将“实验”转化为“试验”，增加兴趣，注重创新能力的培养。
3. 师生面对面交流，鼓励学生大胆发表意见，组织学生对实验结果、内容、方法及相关内容进行现场讨论，提高学生分析问题、解决问题的能力。



环境科学与工程专业

《大气污染控制工程实验》

课程大纲

晋中学院化学化工

2023年8月

《大气污染控制工程实验》课程大纲

一、课程信息

课程名称	大气污染控制工程实验 Air Pollution Control Engineering Experiments		
课程编码	230910828B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	大气污染控制工程	修读学期	六
课程类别	专业核心课	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
设置类别	独立设课	课程学分	1.5
课程学时	48	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
执笔人	薛彩龙	审核人	李利红

二、课程简介

大气污染控制工程实验是一门独立于大气污染控制工程课程之外的必修课，是大气污染控制工程教学的重要组成部分。本课程突出对学生大气污染控制工程综合实验能力的培养，课程的安排着力于培养具有宽广的大气污染控制工程知识基础和熟练的基本技能，能够适应未来发展需求的专业人才。通过本课程的学习，具备以下知识和能力：

1. 通过学习实验室基础知识，牢固能够树立安全意识，正确记录实验数据，准确计算和表达实验结果，掌握常用仪器和测量仪器的使用方法。
2. 通过学习基本操作，掌握大气污染控制工程实验的基本操作方法和技能技巧，提高实验操作的规范性，积累实验技能水平，了解并掌握大气污染控制工程实验的一般方法。
3. 通过该课程的学习与训练，培养学生的观察能力、实验实践能力、分析问题解决问题的能力，进一步为专业理论与实验课程的学习和从事科研打下一定基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

课程目标 1：能够应用大气污染控制工程的基本原理和基本方法，深入理解和掌握相关的专业基本理论与方法，具备一定的学科专业基础知识。严格执行实验规则和操作规范，培养学生一丝不苟的工作作风，实事求是的科学态度，唯物辩证的思想方法，增强责任意识、使命担当和爱国主义情操。【毕业要求 4.2】

课程目标 2：具备大气污染控制工程实验的基本操作规范和操作技能，能够根据需求完成、设计实验方案，归纳总结设计、实验过程并撰写报告。通过合理分工和有效组织，增强学生的团队协作意识，学会处理好人生发展中的各种关系和矛盾，倡导吃苦耐劳、勇于奉献的优良品德，树立正确的人生观和价值观。【毕业要求 5.2】

课程目标 3：能够用大气污染控制工程实验的基本思想和基本思维方法，综合运用所学知识解决一般的大气知识方面的问题，具有独立阅读参考书和文献资料的能力，锻炼其从事化学教学及研究的能力。以化学发展进程和科学家的故事激励学生，提高学生的人文素养，培养学生勇于质疑、善于创新的科学精神。【毕业要求 9.1】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 4 【研究】	4.2 通过文献研究，设计解决复杂环境工程问题的实验方案，安全地开展实验，科学地采集实验数据，并能通过信息综合对实验结果进行分析和解释，得到合理有效的结论。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。
课程目标 3	毕业要求 9 【个人和团队】	9.1 能够在多学科、多元化、多形式的团队中，与其他成员进行有效地、包容性地沟通与合作。

四、实验项目设置与要求

(一) 实验项目与课程目标的关系

序号	实验项目	实验学时	实验类型	分组要求	开出要求	支撑课程目标
1	安全教育, 仪器的认领、洗涤、干燥	3	基础	2	必做	课程目标 1
2	空气中 PM10 浓度的测定	6	验证	2	必做	课程目标 1 课程目标 2
3	浸渍法制备 Ag/Al ₂ O ₃ 催化剂	6	验证	2	必做	课程目标 1 课程目标 2
4	空气中 PM2.5 浓度的测定	6	验证	2	必做	课程目标 1 课程目标 2
5	浸渍法制备 Cu/Al ₂ O ₃ 吸附剂	6	验证	2	必做	课程目标 1 课程目标 2
6	空气中 TSP 浓度的测定	6	验证	2	必做	课程目标 1 课程目标 2
7	电除尘器除尘效率测定	6	验证	2	选做	课程目标 1 课程目标 2
8	电除尘器伏安特性测定	6	验证	2	选做	课程目标 1 课程目标 2
9	共沉淀法制备 Ag/Al ₂ O ₃ 催化剂	6	验证	2	必做	课程目标 1 课程目标 3
10	碱液吸收气体中的 SO ₂	3	验证	2	选做	课程目标 1 课程目标 3
11	催化剂比表面的测定	3	演示	2	必做	课程目标 1 课程目标 3
12	活性炭吸附气体中 NO _x 的实验	3	设计性	2	选做	课程目标 1 课程目标 3
13	浸渍法制备 Fe/AC 催化剂	6	设计性	2	必做	课程目标 1 课程目标 3

注：实验类型：演示/验证/综合/设计；开出要求：必做/选做；分组要求：几人一组。

(二) 实验项目

1. 安全教育、仪器认领和洗涤

【实验目的】 学生学习并牢记大气污染控制实验室规则和要求；初步认识大气污染控制实验常用仪器的主要用途和使用方法以及常用仪器的洗涤和干燥方法。

【实验原理】 安全事项，仪器洗涤认领

【主要试剂及仪器设备】 常用玻璃器皿如烧杯、试管、漏斗等。

【内容提要】

- 一、大气污染控制实验课的目的
- 二、大气污染控制实验课的学习方法
- 三、大气污染控制实验室学生守则

- 四、实验室安全守则
- 五、实验室一般性伤害的应急措施
- 六、实验室废液的处理
- 七、常用玻璃仪器的洗涤
- 八、仪器的干燥方法
- 九、本实验具体要求

【实验安排】教师介绍大气污染控制实验室规则、要求、安全守则及事故处理方法；讲解并演示常用仪器的洗涤和干燥方法；学生 2 人一组，认领大气污染控制实验常用仪器，动手按照洗净标准洗涤一件仪器。

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】归纳总结实验安全规则、事故处理方法及常用仪器的洗涤和干燥方法；写出实验的体会与心得。

2.空气中 PM10 浓度的测定

【实验目的】掌握空气采样器的原理和使用方法；学会利用重量法测定大气环境中 TSP 浓度。

【实验原理】采样器的流量校准；总悬浮颗粒物含量测试。

【主要试剂及仪器设备】采样器、滤膜、电子天平、镊子。

【内容提要】

1. 采样器的流量校准
2. 采样器工作点流量的校准
3. PM10 含量测试
4. 计算

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；演示操作；学生 2 人一组开始使用大流量采样器收集气体样品。

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述采样器的校准流程和使用方法；记录实验数据并计算出实验结果；完成实验思考题。

3.浸渍法制备 Ag/Al₂O₃

【实验目的】根据有关原理及数据，设计并制备 Ag/Al₂O₃ 负载型催化剂/吸附剂，了解 Ag/Al₂O₃ 负载型催化剂/吸附剂。。

【实验原理】首先选取 AgNO₃ 和 Al(NO₃)₃ 然后通过，浸渍法将活性组分 Ag 负载于 Al₂O₃ 表面，以增大活性组分与被处理物质的接触面积。，然后通过

热自动分散法制备催化剂。

【主要试剂及仪器设备】烧杯，台秤，滤纸，pH试纸，滴定管，量筒，马弗炉，烘箱，玻璃棒。

【内容提要】1. 根据上述原理，设计出制备吸附剂的方法。

2. 列出实验所需的仪器、药品及材料。

3. 根据所设计的方法制备吸附剂。

4. 产量的分析——重量差法。

5. 产品孔结构分析——利用物理吸附仪测定所制备的样品，根据吸附等温线确定产品的孔结构性质。

【实验安排】教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，溶解，烘干焙烧，记录数据

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述溶解流程和马弗炉使用方法；记录实验数据并计算出实验结果；完成实验思考题。

4.空气中PM_{2.5}浓度的测定

【实验目的】掌握空气采样器的原理和使用方法；学会利用重量法测定大气环境中PM_{2.5}浓度。

【实验原理】采样器的流量校准；总悬浮颗粒物含量测试。

【主要试剂及仪器设备】采样器、滤膜、电子天平、镊子。

【内容提要】1. 采样器的流量校准

2. 采样器工作点流量的校准

3. PM_{2.5}含量测试

4. 计算

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；演示操作；学生2人一组开始使用大流量采样器收集气体样品。

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述实验原理及实验方法；概况重量法测定大气环境中PM_{2.5}浓度的基本操作要点；详细记录实验数据及实验结果；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

5.浸渍法制备Cu/Al₂O₃吸附剂

【实验目的】根据有关原理及数据，设计并制备 Cu^+ 负载型催化剂/吸附剂，了解 Cu^+ 负载型催化剂/吸附剂，掌握一价铜的性质。

【实验原理】首先选取载体活性炭，然后通过浸渍法将活性组分 Cu 负载于载体表面，以增大活性组分与被处理物质的接触面积。

【主要试剂及仪器设备】烧杯，台秤，滤纸，pH 试纸，滴定管，量筒，马弗炉，烘箱，玻璃棒。

【内容提要】

1. 根据上述原理，设计出制备吸附剂的方法。
2. 列出实验所需的仪器、药品及材料。
3. 根据所设计的方法制备吸附剂。
4. 产量的分析——重量差法。
5. 产品孔结构分析——利用物理吸附仪测定所制备的样品，根据吸附等温线确定产品的孔结构性质。

【实验安排】教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，溶解，烘干焙烧，记录数据

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述溶解流程和马弗炉使用方法；记录实验数据并计算出实验结果；完成实验思考题。

6. 空气中 TSP 浓度的测定

【实验目的】掌握空气采样器的原理和使用方法；学会利用重量法测定大气环境中 TSP 浓度。

【实验原理】采样器的流量校准；总悬浮颗粒物含量测试。

【主要试剂及仪器设备】采样器、滤膜、电子天平、镊子。

【内容提要】

1. 采样器的流量校准
2. 采样器工作点流量的校准
3. TSP 含量测试
4. 计算

【实验安排】教师讲解实验原理及注意事项；演示操作；学生2人一组开始使用大流量采样器收集气体样品。

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述采样器的校准流程和使用方法；记录实验数据并计

算出实验结果；完成实验思考题。

7.共沉淀法制备 $\text{Ag}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 催化剂

【实验目的】 掌握共沉淀法制备 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 催化剂的原理和方法，学生需学习溶解、滴定、减压过滤、沉淀、焙烧等基本操作。

【实验原理】 $\text{AgNO}_3/\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 两种金属盐溶液在氨水作用下，经共同沉淀后制得固体产品 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ，而且各组分之间的分布也比较均匀。

【主要试剂及仪器设备】 抽滤瓶，布氏漏斗，普通漏斗，烧杯，台秤，滤纸，pH 试纸，250ml 分液漏斗，滴定管，量筒，抽滤器，抽滤漏斗，马弗炉，烘箱，玻璃棒。

【内容提要】 1. 根据上述原理，设计出制备吸附剂的方法。

2. 列出实验所需的仪器、药品及材料。

3. 根据所设计的方法制备吸附剂。

4. 产量的分析——重量差法。

5. 产品孔结构分析——利用物理吸附仪测定所制备的样品，根据吸附等温线确定产品的孔结构性质。

【实验安排】 教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，溶解，烘干焙烧，记录数据

【教学方法与手段】 参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】 简述实验原理；概况操作要点；记录并处理实验数据；分析误差原因；完成实验习题。

8.催化剂比表面的测定

【实验目的】 学习使用液氮温度下氮气吸脱附表征催化剂的孔结构性质的方法。

【实验原理】 使用的吸附气体是氮气，它已经成为比表面分析的标准吸附物质。这是因为高纯度的氮气很容易得到；另外，液氮作为最合适的冷却剂也很容易得到；其三，氮气与大多数固体表面相互作用的强度比较大；最后，氮气分子在 77.35K 时的截面面积为 0.162 nm^2 ，这个在 BET 计算中必须用到的数值已经被广泛接受。在传统的容量法技术中，小于整数的相对压力是通过造成部分真空条件来实现的。在已知的固定体积里，用精确的高精度压力传感器监控因吸附过程引起的压力变化情况。需要测得在不同相对压力下一系列的气体吸附量。通常，测定仪器在相对压力范围 0.025 和 0.30 之间至少采集 3 个

数据点。实验测定的数据以成对数值的方式进行记录：以在标准温度和压力（STP）下的体积（V_{STP}）表示气体吸附量，其对应的是相对压力（P/P₀）。根据这些数据绘制的图就称为吸附等温线

【主要试剂及仪器设备】烘箱，泡管，Autosorb iQ，天平

【内容提要】1. 样品称量。

2. 样品活化。

3. 样品分析。

4. 记录数据。

5. 根据吸附等温线确定产品的孔结构性质。

【实验安排】教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，记录数据

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述实验原理；完整记录实验数据；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

9.活性炭吸附气体中 NO_x 的实验

【实验目的】进一步了解吸附法净化有害废气的原理和特点。

【实验原理】活性炭吸附法净化废气中 NO_x 的。

【主要试剂及仪器设备】吸附器，活性炭，稳压阀，蒸汽瓶，真空泵，加热套，吸收瓶，医用注射器，72型分光光度计，调压器和空压机。

【内容提要】气体的收集，活性炭吸附量。

【实验安排】教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，记录数据

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】写出实验步骤；记录实验现象；得出实验结果；分析实验结果；写出实验的体会与心得。

10.碱液吸收气体中的 SO₂

【实验目的】学生通过改变气流速度，学会观察气液接触状况和液泛现象，测定碱液的吸收率。

【实验原理】通过演示及操作，掌握吸收处理废气中 SO₂ 装置的基本组成和内部构造，深入理解废气中 SO₂ 工作原理和主要作用。。

【主要试剂及仪器设备】空压机、液体 SO₂ 钢瓶、填料塔、填料、泵、缓

冲罐、高位液槽、转子流量计、毛细管流量计、U型管压力计、压力表、温度计、空盒式大气压力计、吸收瓶、比色管和医用注射器。。

【内容提要】 掌握吸收瓶、比色瓶安装顺序和安装原理。

【实验安排】 教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，记录数据

【教学方法与手段】 参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】 简述实验步骤；重点记录实验现象，分析实验结果；完成实验思考题。

11.电除尘器除尘效率测定

【实验目的】 学会计算总除尘效率和分级除尘效率，认识烟气状态、流速和含尘浓度测定所需的仪器、库尔特粒度分析仪及其配套设备。

【实验原理】 电除尘器除尘效率的测定方法。

【主要试剂及仪器设备】 发尘装置、进口端采样口、高压进线箱、电除尘器本体、高压控制柜、高压电源、出口端采样机、流量调节阀和引风机。

【内容提要】 通过电除尘器的除尘效率测定 掌握电除尘器的工作原理，了解什么是烟气状态、流速。

【实验安排】 教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，记录数据

【教学方法与手段】 参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】 简述实验原理；概况操作要点；记录并处理实验数据；分析误差原因；完成实验习题。

12.电除尘器伏安特性测定

【实验目的】： 了解电除尘器的电极配置、高压供电线路的连接，认识电晕放电、火花放电外观形态。

【实验原理】 电除尘器伏安特性实验方法

【主要试剂及仪器设备】 发尘装置、进口端采样口、高压进线箱、电除尘器本体、高压控制柜、高压电源、出口端采样机、流量调节阀和引风机。

【内容提要】 模拟放电装置，实验仪表（交流电流表、交流电压表、直流毫安表和高压电压表）。。

【实验安排】 教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，记录数据

【教学方法与手段】 参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、

演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述实验原理；概况操作要点；记录并处理实验数据；分析误差原因；完成实验习题。

13.浸渍法制备 Fe/AC 催化剂

【实验目的】：根据有关原理及数据，设计并制备 Fe³⁺负载型催化剂/吸附剂，了解 Fe³⁺负载型催化剂/吸附剂。

【实验原理】首先选取载体活性炭，然后通过浸渍法将活性组分 Fe³⁺负载于载体表面，以增大活性组分与被处理物质的接触面积

【主要试剂及仪器设备】烧杯，台秤，滤纸，pH 试纸，滴定管，量筒，马弗炉，烘箱，玻璃棒。

【内容提要】根据 Fe/AC 催化剂的制备 熟练掌握浸渍法的操作过程，能够全面讲述浸渍法的基本原理和注意事项。

【实验安排】教师讲解实验原理及要求；演示操作；学生2人一组称量试剂，记录数据

【教学方法与手段】参与式教学法、案例教学法、启发式教学法，讲授法、演示法、参与法、练习法。

【实验报告要求】简述实验原理及实验方法；完整记录实验数据；写出实验的体会与讨论；完成实验思考题。

五、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式考查课，成绩采取“N+2”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，为实验报告成绩的平均分，占比 30%；“2”指卷面成绩与实验操作，分别占比 30%和 40%。

（二）考核方式与课程目标的关

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	废水物理与化学方法处理的基本原理：约占20%； 废水物理与化学处理的应用分析能力：约占10%； 利用物理与化学处理环境废水问题的综合能力：约占10%。	实验报告、 实验操作、 期末考试
课程目标 2 (30%)	工业废水的处理技术与流程：约占15%。 工业废水处理技术与流程的应用能力：约占15%。	实验报告、 实验操作、 期末考试
课程目标 3	氧化还原法处理废水的基本原理：约占10%；	实验报告、

(30%)	氧化还原法处理废水的应用能力：约占10%； 利用氧化还原法处理环境废水问题的综合能力：约占10%。	实验操作、 期末考试
-------	--	---------------

六、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩×30% + 期末考试卷面成绩×30%+ 实验操作×40%

过程性考核成绩 = 实验报告成绩的平均分

(二) 评分标准

1. 实验报告和实验操作的评价方法与标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标1、2、3	实验报告	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写整齐，绘图精美，实验结果分析深入合理，思考题回答准确、完整。	按时完成实验报告，格式规范，字体统一，书写较为整齐，内容基本完整，绘图规范，实验结果分析合理，思考题回答较准确、完整。	按时完成实验报告，格式欠规范，字体统一，书写不太整齐，绘图较规范，实验结果分析较合理，思考题回答完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写不太整齐，绘图欠规范，实验结果分析不深入或无分析，思考题回答不完整。	催交，格式欠规范，字体欠统一，书写潦草，绘图不规范，实验结果没有分析，思考题回答不完整。
2	课程目标1、2、3	实验操作	实验前预习充分，精心准备实验器材，整个实验过程认真操作，时间安排合理，操作无误，实验数据准确。	实验前预习充分，实验器材准备妥当，整个实验过程认真操作，时间安排较合理，操作无误，实验数据较准确。	实验前预习欠佳，实验器材准备欠妥当，整个实验过程操作较认真，时间安排欠合理，操作有失误，实验数据欠准确。	实验前没预习，实验器材准备欠妥，整个实验操作过程较认真，无时间安排，实验数据不准确。	实验前没预习，实验器材无准备，不进行实验操作。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

七、教学参考资料（含课程思政资源）

1.主要参考书目

[1] Noel De Nevers. Air Pollution Control Engineering. International Editions, 北京: 清华大学出版社, 2000.

[2] 耿启金 杨金美 宋明君, 大气污染控制工程实验, 北京: 清华大学出版社, 2023.

2.与实验课程相关主要网站

[1] 爱课程. <https://www.icourse163.org/course/NUIST-1470914187>

[2] 中国大学 MOOC (慕课). https://www.icourse163.org/course/NUIST-1470914187?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcassjg_

[3] [中华人民共和国生态环境部 \(mee.gov.cn\)](http://www.mee.gov.cn)

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
大气污染控制工程实验	郝吉明, 段雷	高等教育出版社	2012	否	

九、课程学习建议

1. 每次实验前需要进行预习。每次实验之后均有实验思考题, 请认真完成, 可进一步加深对实验原理的理解。

2. 鼓励查询文献, 对实验背景知识及相关领域内的发展做进一步的了解, 将“实验”转化为“试验”, 增加兴趣, 注重创新能力的培养。

3. 师生面对面交流, 鼓励学生大胆发表意见, 组织学生对实验结果、内容、方法及相关内容进行现场讨论, 提高学生分析问题、解决问题的能力。

3. 专业选修课程



环境科学与工程专业

《环境工程微生物学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境工程微生物学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境工程微生物学 Environmental Engineering Microbiology		
课程编码	230910829B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境工程原理、环境生物学、水处理工程	修读学期	六
课程类别	专业选修课	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	祁红学	审核人	李利红

二、课程简介

《环境工程微生物学》是环境科学与工程专业选修课，通过本课程的学习，熟悉微生物的主要类别、微生物的形态特征、生理特性和生态规律，掌握环境工程中的污（废）水、废气及有机固体废弃物的生物处理和水体、土壤及大气污染与自净过程中涉及到的微生物学基本概念、基本原理、基本方法和水处理基本工程技能，提高分析问题和解决问题的能力，具备利用微生物技术为环境治理工程服务的能力，为其它专业课的学习、为以后从事专业工作和科学研究打下良好的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握环境工程微生物基本形态结构、生长繁殖及新陈代谢基本规律；了解环境生态工程中微生物的作用；理解微生物在废水、固废处理中的作用原理及重要性。

课程目标 2：深入理解微生物的代谢途径与遗传机制，以及它们如何参与污染物的降解、转化与去除过程，学习并应用微生物技术解决环境污染问题，包括废水处理、废气净化、固体废物生物转化等。

课程目标 3：评估微生物技术在环境工程中的应用潜力与局限性，进行工艺设计与优化，培养运用微生物学原理解决实际环境问题的能力，提升在环境工程领域的专业素养与创新能力；建立适应科学发展、不被思维定式束缚的思想；树立终身学习、与时俱进的理念。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、病毒	课程目标 3	讲授、讨论	2
模块二、原核微生物	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块三、真核微生物	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
模块四、微生物的生理、生长繁殖与生存因子	课程目标 1、2	讲授、案例法	6
模块五、微生物的遗传与变异	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块六、微生物的生态与环境物质循环中的作用	课程目标 1、3	讲授、演示	6
模块七、水环境污染控制与治理的生态工程及微生物学原理	课程目标 1、2、3	讲授、案例法	4
模块八、有机固体废物与废气的微生物处理及其微生物群落	课程目标 1、2	讲授、案例法	2
模块九、微生物学新技术在环境工程中的应用	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
合计			32

（二）课程内容

模块一、病毒

【学习目标】

1. 通过学习病毒的形态特征与分类，能够总结病毒的培养与繁殖过程。
2. 能够应用有关病毒的知识，分析水污染的原因。
3. 掌握病毒对理化因素的抵抗力及在污水处理过程中的去除效果。

【课程内容】

1. 病毒的一般特征及其分类

2. 病毒的形态和结构
3. 病毒的繁殖
4. 病毒的测定与培养
5. 病毒对物理、化学因素的抵抗力及污水处理过程对病毒的去除效果
6. 病毒的危害、对策与应用

【重点、难点】

1. 重点：病毒对化学因素的抵抗力。
2. 难点：噬菌体的溶原性。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

【学习要求】

课前预习有关病毒的知识；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 什么叫毒性噬菌体？什么叫温和噬菌体？
2. 什么叫溶原细胞（菌）？什么叫原噬菌体？
3. 什么叫噬菌斑？什么是 PFU？
4. 破坏病毒的蛋白质衣壳、核酸和脂类被膜的化学物质有哪些？

【学习资源】

[1] 余琴芳, 邹磊. 水源微生物污染下应急水处理工艺探讨 [J]. 净水技术, 2023, 42 (07): 58-65.

[2] 程晓玲, 王焘, 肖云勤, 等. 某大型应急医院污水处理站设计实例分析 [J]. 给水排水, 2023, 59 (05): 93-97.

[3] 秦泽, 沈平, 朱卓睿, 等. 后疫情时代医院污水处理技术发展对策 [J]. 三峡生态环境监测, 2023, 8 (02): 8-16.

模块二、原核微生物

【学习目标】

1. 通过学习古细菌、细菌、放线菌、蓝细菌的形态、结构特征，能够总结其在环境污染方面的应用。
2. 掌握细菌的物理化学性质、培养特征及环境中常见的细菌种类，获得微生物处理环境污染的能力。

3. 培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境污染的兴趣。

【课程内容】

1. 古菌域
2. 细菌域
3. 蓝细菌
4. 放线菌
5. 其他原核微生物

【重点、难点】

1. 重点：细菌的细胞结构。
2. 难点：古菌的分类。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。
3. 激发学生的民族自豪感和家国情怀，将环境理念融入到教学活动中。

【学习要求】

课前预习生活中关于细菌方面的知识；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 细菌有哪些一般结构和特殊结构？它们各有哪些生理功能？
2. 革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌的细胞壁结构有什么异同？各有哪些化学组成？
3. 可用什么培养技术判断细菌的呼吸类型和能否运动？如何判断？
4. 蓝细菌是一类什么微生物？它们与人类和环境有什么关系？

【学习资源】

[1] 高东东, 张涵, 任兴念, 等. 长江上游典型季节性河流富营养化评价及污染成因分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2024, 33 (03): 584-595.

模块三、真核微生物

【学习目标】

1. 通过学习原生动物、微型后生动物、藻类、真菌的形态、结构特征，能够总结真核微生物在环境中的作用。
2. 掌握真核微生物的生存环境，掌握其在水污染防治及污水处理中的意义。

3. 培养学生实事求是的科学精神，激发学生应用当前主要技术，解决环境污染问题的能力。

【课程内容】

1. 原生动物
2. 微型后生动物
3. 藻类
4. 真菌

【重点、难点】

1. 重点：酵母菌、霉菌在有机废水生物处理中的作用。
2. 难点：藻类在水体富营养化中的作用。

【教学方法】

1. 线下教学，在教学过程中适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

2. 课堂讨论，通过讨论、提问等形式引导学生对问题逐步深入，由表及里，发挥学生学习的主动性，加深学生对知识和问题有更深入的了解和自我看法。

【学习要求】

课前预习水体富营养化的常见原因；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 原生动物中各纲在水体自净和污水生物处理中如何起指示作用？
2. 常见的浮游甲壳动物有哪些？你如何利用浮游甲壳动物判断水体的清洁程度？
3. 硅藻和甲藻是什么样的藻类？水体富氧化与那些藻类有关？
4. 酵母菌有哪些细胞结构？有几种类型的酵母菌？

【学习资源】

[1] 郑震, 冷东梅, 郑莺, 等. 山仔水库环境因子与藻类群落生长的相互作用机制探究及应对建议 [J]. 灌溉排水学报, 2023, 42 (11): 131-139.

[2] 杨正健, 章睿, 刘德富, 等. 藻类水华聚散迁移机制及其数值模拟研究进展 [J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2023, 45 (05): 71-76.

模块四、微生物的生理、生长繁殖与生存因子

【学习目标】

1. 通过学习酶的组成、结构，能够总结酶的分类及影响酶活力的因素；通过学习微生物的生长规律，能够比较微生物之间的关系。

2. 掌握酶的催化特点，获得处理环境污染监测与修复的能力；掌握细菌的生长曲线，获得其在污水处理中应用的能力。

3. 掌握微生物的营养和培养原理，增强理论结合实际能力，获得酶法处理废水的专业技能；探索环境因子与微生物的生长关系，应用当前主要技术，解决微生物的生长繁殖问题。

【课程内容】

1. 微生物的酶
2. 微生物的营养
3. 微生物的能量代谢
4. 微生物的合成代谢
5. 微生物的生长繁殖
6. 微生物的生存因子
7. 影响微生物生长繁殖的不利因素
8. 微生物与其他生物之间的关系
9. 菌种的退化、复壮与保藏

【重点、难点】

- 1.重点：微生物的生物氧化类型，影响微生物生长繁殖的不利因素。
- 2.难点：重要的辅基和辅酶，微生物生长量的测定方法。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。
3. 结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【学习要求】

课前预习酶的催化特点、环境因子与微生物生长的关系；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 酶有哪些催化作用特性？
2. 根据微生物对碳源和能量需要的不同，可把微生物分为哪几种类型？
3. 生物氧化的本质是什么？可分为哪几种类型？各有什么特点？
4. 何谓光合作用？比较产氧光合作用和不产氧光合作用的异同。
5. 什么叫消毒？加热消毒方法有哪几种？
6. 专性厌氧微生物为什么不需要氧？氧对专性厌氧微生物有什么不良影

响？

7. 紫外线辐射杀菌的作用机理是什么？何谓光复活现象和暗复活现象？
8. 常用的有哪几种有机化合物杀菌剂？它们的杀菌机制是什么？

【学习资源】

- [1] 陈焯, 孙治雷, 吴能友, 等. 海洋沉积物中甲烷代谢微生物的研究进展 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2022, 42 (06): 82-92.
- [2] 陈畅, 李成. 生物化学中厌氧消化代谢途径的教学实践 [J]. 生物工程学报, 2022, 38 (12): 4765-4778.
- [3] 牛明杨, 梁文悦, 王风平. 海洋环境中甲烷的生物转化及其对气候变化的影响 [J]. 中国科学: 地球科学, 2018, 48 (12): 1568-1588.
- [4] 杨英, 柏松, 罗玲, 等. 低温对含盐食品污水深度处理性能与微生物群落的影响 [J]. 水处理技术, 2024, 50 (01): 42-46.
- [5] 朱梦圆, 宋艳宇, 高思齐, 等. 三江平原不同植被类型湿地土壤微生物碳源代谢多样性特征 [J]. 生态环境学报, 2022, 31 (12): 2310-2319.

模块五、微生物的遗传和变异

【学习目标】

1. 通过学习微生物遗传和变异的基本知识，能够区别中心法则及微生物变异的类型。
2. 掌握基因重组的概念，获得遗传工程技术在环境保护中应用的能力。
3. 培养学生务实精神，应用当前主要技术，解决环境污染问题。

【课程内容】

1. 微生物的遗传
2. 微生物的变异
3. 基因重组
4. 突变体的检测与筛选
5. 分子遗传学新技术在环境工程中的应用

【重点、难点】

1. 重点：微生物的遗传与变异。
2. 难点：突变体的检测与筛选。

【教学方法】

1. 线下教学，以讲授为主。
2. 辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

【学习要求】

课前预习基因重组方面的内容；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 微生物变异的实质是什么？微生物突变类型有几种？变异表现在哪些方面？
2. 废水生物处理中变异现象有哪几方面？举例说明。
3. 何谓杂交、转化和转导？各自有什么实践意义？
4. 质粒是什么？在遗传工程中有什么作用？举例说明。

【学习资源】

[1] 刘金升, 陈振娅, 霍毅欣, 等. FACS 技术在酶定向进化中的应用 [J]. 生物技术通报, 2023, 39 (10): 93-106.

[2] 宋春林, 张雨晴, 翟玉静, 等. 体外定点突变体或 CRISPR/Cas9 介导的敲入突变体快速筛选方法的建立 [J]. 精准医学杂志, 2023, 38 (03): 254-258+263.

模块六、微生物的生态与环境物质循环中的作用

【学习目标】

1. 通过学习土壤、空气、水体中微生物种类、数量及分布，能够总结水体富营养化概念及评价方法；通过学习碳、氮、氧、硫、磷的循环过程，能够区别几种主要碳化合物的转化过程及与之有关的微生物。
2. 掌握污染水体微生物生态，获得水体污染及修复技术的能力；掌握蛋白质水解和氨基酸转化，获得利用三氮转化途径、硫化作用、反硫化作用及铁的三态转化过程去除污染的能力。
3. 培养学生的探索精神，应用当前主要技术，解决水体自净及空气微生物检测方法。

【课程内容】

1. 生态系统概述
2. 土壤微生物生态
3. 空气微生物生态
4. 水体微生物生态
5. 氧循环、碳循环、氮循环
6. 硫循环、磷循环、铁循环
7. 锰循环、汞循环

【重点、难点】

1. 重点：土壤生物修复的方法，硝化、反硝化作用。
2. 难点：评价水体富营养化的方法与潜在生产力，硝化、反硝化作用。

【教学方法】

1. 以课堂教学为主，采用多媒体教学形式。
2. 辅以课内讨论，积极开展课下学习互动、布置作业。
3. 紧密结合工程实践以及最新技术前沿成果。

【学习要求】

课前探究土壤、空气、水体中微生物种类，氮循环方面的内容；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 土壤生物修复技术关键有哪些方面？
2. 空气中有哪些致病微生物？以什么微生物为空气污染指标菌？
3. 水体污染指标有哪几种？污化系统分为哪几“带”？各“带”有什么特点？
4. 什么叫水体富营养化？评价水体富营养化的方法有几种？
5. 自然界中氮素如何循环？
6. 何谓氨化作用、硝化作用、反硝化作用、固氮作用？它们各由哪些微生物起作用？
7. 叙述磷的循环。有机磷如何分解？
8. 铁的三态是如何转化的？有哪些微生物引起管道腐蚀？

【学习资源】

[1] 樊艳翔, 雷社平, 解建仓. 广东省河流水体富营养化综合评价及分异特征——基于博弈论组合赋权法与 VIKOR 模型 [J]. 生态环境学报, 2023, 32 (10): 1811-1821.

[2] 晏嘉辉, 汪明武, 陈光耀, 等. 非支配排序遗传算法-II 组合赋权的水体富营养化多维联系云评价 [J]. 环境污染与防治, 2023, 45 (01): 86-91.

[13] 杜睿, 彭永臻. 城市污水生物脱氮技术变革: 厌氧氨氧化的研究与实践新进展 [J]. 中国科学: 技术科学, 2022, 52 (03): 389-402.

模拟七：水环境污染控制与治理的生态工程及微生物学原理

【学习目标】

1. 通过学习好氧、厌氧活性污泥和好氧生物膜中的微生物群落及其功能，能够总结好氧、厌氧活性污泥和好氧生物膜的培养；通过学习天然水体中氮、磷的来源及废、污水脱氮、除磷的目的意义，能够归纳微生物脱氮、除磷工艺

的原理及其微生物。

2. 掌握活性污泥丝状膨胀及控制对策，获得好氧活性污泥法和好氧生物膜法处理废（污）水的能力；能够应用饮用水的消毒及其微生物学效应，获得处理饮用水的能力。

3. 结合行业特色，激发应用当前主要技术，解决废水处理及再生利用问题的兴趣。

激发学生解决废水处理及再生利用问题的兴趣。

【课程内容】

1. 污（废）水生物处理中的生态系统
2. 活性污泥丝状膨胀的成因及控制对策
3. 厌氧环境中活性污泥和生物膜的微生物群落
4. 污（废）水深度处理——脱氮、除磷与微生物学原理
5. 微污染源水预处理中的微生物学原理
6. 人工湿地中微生物与水生植物净化污（废）水的作用
7. 饮用水的消毒及其微生物学效应

【重点、难点】

1. 重点：好氧活性污泥法常见的工艺类型，饮用水的消毒及其微生物学效应。
2. 难点：活性污泥丝状膨胀的成因及控制对策，微生物脱氮工艺的选择。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

【学习要求】

课前探究活性污泥丝状膨胀的原因；预习常用的脱氮、除磷工艺；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 好氧活性污泥中有哪些微生物？
2. 如何控制活性污泥丝状膨胀？
3. 含碳含硫的高浓度有机废水有几种处理方法？
4. 脱氮运行管理中要掌握哪几个关键才能获得高的脱氮效果？
5. 为获得好的除磷效果要掌握哪些运行操作条件？
6. 哪些水需要消毒？有哪些消毒方法？
7. 加氯消毒怎么会产生“三致”物？

【学习资源】

- [1] 赵晓娟, 张智瑞, 刘东洋, 等. A²O 工艺活性污泥黏性膨胀原因及控制措施 [J]. 工业水处理, 2024, 44 (04): 198-204.
- [2] 龚立, 王启镔, 刘志远, 等. 某大型造纸废水处理厂的污泥膨胀控制及微生物群落结构分析 [J]. 环境工程学报, 2023, 17 (06): 1761-1768.
- [4] 古凌艳, 黄文章, 王维康, 等. AOA 与多段 AO 工艺生物脱氮除磷性能的比较 [J]. 中国给水排水, 2024, 40 (07): 1-5.
- [5] 陈洋, 王磊. 厌氧耦联二级缺氧-好氧工艺强化生物脱氮除磷的探究 [J]. 水处理技术, 2023, 49 (09): 119-123.
- [6] 孙光霖, 王若琛, 杨慎华, 等. 基于厌氧氨氧化的低碳氮比城市污水同步脱氮除磷工艺研究进展 [J]. 水处理技术, 2023, 49 (08): 13-18.

模拟八：有机固体废物与废气的微生物处理及其微生物群落

【学习目标】

1. 通过学习有机固体废弃物与废气的微生物处理方法及微生物群落，能够总结有机固体处理的重要性。
2. 掌握堆肥法的原理及基本工艺，获得利用堆肥法处理有机固体的能力。
3. 结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【课程内容】

1. 有机固体废物的微生物处理及其微生物群落
2. 废气的生物处理

【重点、难点】

1. 重点：堆肥工艺的类型。
2. 难点：废气的处理方法。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。
3. 通过对活性污泥的系统学习，培养学生由复杂到简单再到复杂的转换能力、以及对实际复杂问题认知能力和解决能力，充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。

【学习要求】

课前预习堆肥法的原理及基本工艺；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；

课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 为什么废气要处理？其处理工艺有哪些？
2. 有一个工厂的废气含甲苯，另一个工厂的废气含二氧化碳和氨气，你如何处理这两个厂的废气？试设计一个工艺流程处理之。

【学习资源】

[1] 乔如陆, 刘佳琪, 孙玉鑫, 等. 厨余堆肥污染气体减排的工艺参数优化 [J]. 农业工程学报, 2023, 39 (14): 223-231.

[2] 贾培寅, 王馨, 花玉婷, 等. 不同堆肥工艺处理的城市污水污泥对滨海湿地土壤中养分释放特征和潜力的影响 [J]. 环境科学, 2023, 44 (09): 5025-5035.

模拟九：微生物学新技术在环境工程中的应用

【学习目标】

1. 通过学习几种微生物新技术，能够总结其在环境工程中的应用。
2. 能够掌握微生物絮凝剂在废水处理中的作用，获得利用微生物絮凝剂处理废水的能力。
3. 培养学生实事求是精神，激发学生应用当前主要技术，解决环境污染问题的兴趣。

【课程内容】

1. 固定化酶和固定化微生物在环境工程中的应用
2. 微生物细胞外多聚物的开发与应用
3. 优势菌种与微生物制剂的开发与应用
4. 微生物产生的能源

【重点、难点】

1. 重点：微生物絮凝剂和沉淀剂的开发。
2. 难点：固定化酶和微生物的固定化方法。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。
3. 通过对活性污泥的系统学习，培养学生由复杂到简单再到复杂的转换能力、以及对实际复杂问题认知能力和解决能力，充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。

【学习要求】

课前查阅固定化酶方面的知识；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 何谓表面活性剂？生物表面活性剂有哪几类？
2. 絮凝剂有几类？微生物絮凝剂在废水生物处理中起什么作用？
3. 叙述废水处理中微生物絮凝剂的作用原理。

【学习资源】

[1] 李章良, 杨月珠, 伍传田, 等. 活性炭纤维毡负载 N-TiO₂/MoS₂/N-TiO₂ 固定化漆酶降解双酚 A [J/OL]. 化工进展, 1-16 [2024]. <https://doi.org/10.16085/j.issn.1000-6613.2024-0248>.

[2] 王旺民, 豆杨, 徐乐天, 等. 生物炭和碳纳米管固定化漆酶去除水体雌二醇 [J]. 环境工程学报, 2024, 18 (02): 492-502.

五、实践教学安排

无

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比50%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	病毒、原核微生物、真核微生物、微生物的生理、生长繁殖与生存因子的基本概念和基本知识：约占20%； 病毒、原核微生物、真核微生物、微生物的生理、生长繁殖与生存因子的分析应用能力：约占10%； 利用病毒、原核微生物、真核微生物、微生物的生理、生长繁殖与生存因子处理环境废水问题的综合能力：约占10%。	学风养成、期末考试
课程目标 2 (30%)	微生物的遗传与变异、生态、在环境物质循环中作用的基本概念和基本知识：约占15%。 微生物的遗传与变异、生态、在环境物质循环中作用的应用能力：约占15%。	课堂表现、期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 3 (30%)	水环境污染控制与治理的生态工程及微生物学原理、污水深度处理和微污染源水预处理中的微生物学原理、有机固体废物与废气微生物处理及其微生物群落的基本概念和基本知识：约占10%； 微生物学新技术在环境工程中的应用能力：约占10%； 利用微生物处理环境废水、废气、固体废物等环境污染问题的综合能力：约占10%。	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 50% + 期末考试卷面成绩 × 50%

过程性考核成绩 = 学风养成 × 30% + 课堂表现 × 30% + 平时作业 × 40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与,主动学习。按时完成任务,展现高度自律。	表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲,配合老师,勇于发言,积极回答问题。	上课认真听讲,勇于发言,积极回答问题。	上课能够认真听讲,敢于发言,能够回答问题。	上课时有走神,羞于回答问题,正确率低。	不认真听讲,能够回答问题,但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业,书写整齐,内容完整,没有少题、漏题,过程合理,结果正确。	按时完成作业,书写较为整齐,内容基本完整,没有故意的少题、漏题,少数结果有误。	按时完成作业,书写不太整齐,过程模糊,部分结果有误。	催交,或书写不太整齐,过程模糊,大部分结果有误。	作业内容不完整,没有达到作业要求,或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否 马工程教材	备注
环境工程微生物学 (第五版)	周群英	高等教育出版社	2023	否	

九、主要参考书目

- [1] 王国惠, 环境工程微生物学. 科学出版社, 2011.
- [2] 袁林江, 环境工程微生物学. 化学工业出版社, 2020.

十、课程学习建议

关注行业动态, 养成文献阅读的习惯, 了解国内外污水处理技术方面的发展趋势及最新动向, 培养独立分析问题的能力, 以解决工业废水污染控制方面的实际工程问题。网络资源如下:

- [1] 中国科学院微生物研究所: <http://www.im.cas.cn>
- [2] 广州市微生物研究所: <http://www.gzmri.com>
- [3] 武汉大学微生物教学专题网站: <http://202.114.65.51/fzjx/wsw/>



环境科学与工程专业

《色谱分析》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《色谱分析》课程大纲

一、课程信息

课程名称	色谱分析 Chromatographic Analysis		
课程编码	230910830B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	分析化学、仪器分析	修读学期	六
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李阳	审核人	李利红

二、课程简介

色谱分析课程主要介绍色谱分析的基本理论、方法及主要仪器技术的应用，包括气相色谱法、高效液相色谱法、平面色谱法、毛细管电泳、色谱的定性和定量分析方法、色谱联用技术、液相色谱样品预处理等。通过对色谱分析法的基本理论、定性定量及各种色谱分析方法的原理及应用的讲述，培养学生分析问题，独立解决问题的能力，要求学生能够将理论知识与实践相结合，争取做到学以致用，为其以后的职业发展奠定基础。

本课程是环境科学与工程专业选修课之一，是以物质的物理和化学性质为基础的分析方法，是研究物质组成和结构，对其进行分离分析的最有效的手段。是从事环境科学、应用化学等相关学科必不可少的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的理论教学具备以下知识和能力：

课程目标 1：通过学习色谱理论，明确色谱分离的基本原理，学会给定分离条件下分离度的计算；通过公式计算如何在节约成本，符合分离要求的前提下有效提高分离效率。具备运用常用分析方法的原理和仪器解决相应问题的能力。

课程目标 2：明晰气相色谱、液相色谱等谱图的特征，熟悉气相色谱仪、液相色谱仪等大型分离检测仪器的使用方法、灵敏度及对样本的要求。区别色谱仪的类型、进样量及应用范围，并能够选用适当的仪器实现样本中物质的分离、提纯或鉴定。能够较好的完成对常用色谱仪器的调试、使用、维护等工作，具有相应的科研能力及科学素养。

课程目标 3：运用所学色谱分析知识，对实际环境样本中的污染物类型、含量进行鉴定，并对不同特定环境样本给出最佳检测方案，明确我国环境相关污染物的成分、国家标准及检测手段，树立环境保护的理念，具备成为环境检测人员的资格与能力。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、色谱分析概论	课程目标 1/2/3	课堂讲授	8
模块二、经典液相色谱法	课程目标 1/2/3	课堂讲授	8
模块三、气相色谱法	课程目标 1/2/3	课堂讲授	6
模块四、高效液相色谱法	课程目标 1/2/3	课堂讲授	5
模块五、毛细管电泳法	课程目标 1/2/3	课堂讲授	5
合计			32

（二）课程内容

模块一、色谱分析法概论

【学习目标】

1. 说明色谱分析的定义、用途及发展现状。
2. 界定色谱分析方法的不同类型和区别。
3. 解释色谱分析方法的基本原理。

【课程内容】

1. 色谱分析的历史和发展以及相关术语。
2. 色谱分析法的分类和原理。
3. 色谱分析基本理论。

【重点、难点】

1. 重点：色谱图和相关术语、色谱流出曲线的意义。
2. 难点：色谱分离过程、塔板理论和速率理论。

【教学方法】

1. 引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、

分析问题，深入理解色谱分析原理。对于复杂现象，引入实际工业问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对色谱原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定分离情况展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习思考和思考，从而加深对色谱分离原理的理解。

4. 通过设计和进行操作，让学生亲身体会色谱分析过程，从而加深对相关知识的理解。

【学习要求】

1. 掌握色谱分析技术的分类方法、类型及发展历程
2. 明确色谱分离过程及色谱分离中常用色谱参数，了解色谱分析参数并熟知色谱参数所代表的意义。
3. 掌握塔板理论与速率理论的基本假设，熟悉塔板理论与速率理论的主要内容及在色谱分离中的意义，并通过对该理论的了解，明确影响色谱分离效果的因素。

【复习与思考】

1. 什么是色谱法？色谱分析的任务是什么？
2. 一个色谱峰可以用哪些参数来描述？
3. 什么是塔板理论？它对色谱的贡献和他的局限是什么？
4. 如何通过速率理论调节色谱分离过程？

【学习资源】

1. 色谱分析概论 傅若农编著，绪论，色谱分析的发展史；

模块二、经典液相色谱法

【学习目标】

1. 明确经典液相色谱法的定义和分类。
2. 运用经典液相色谱法的定性和定量方法。
3. 学会薄层色谱法的操作方法。

【课程内容】

- 1.经典液相色谱法的分类和分离原理。
- 2.平面色谱法的基本流程。
- 3.平面色谱法的定性定量方法和分离条件选择。

【重点、难点】

- 1.重点：薄层色谱法与柱色谱法的主要操作步骤，经典液相色谱法的应用。
- 2.难点：经典色谱法固定相与流动相的选择，薄层色谱法与柱色谱法在有机样品分离提纯中的应用。

【教学方法】

- 1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解色谱分析原理。对于复杂现象，引入实际工业问题，让学生通过自主实践得出答案。
- 2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对色谱原理的理解。
- 3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定分离情况展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习和思考，从而加深对色谱分离原理的理解。
- 4.通过设计和进行操作，让学生亲身体会色谱分析过程，从而加深对相关知识的理解。

【学习要求】

- 1.掌握经典液相色谱法的分类和原理。
- 2.掌握经典液相色谱法中固定相和展开剂的选择原则。
- 3.掌握薄层色谱法和纸色谱法的原理、各步骤的操作方法以及常见的问题和消除的方法。
- 4.熟悉薄层色谱法定性和定量分析方法。

【复习与思考】

1. 经典液相色谱法的分离原理是什么？
2. 平面色谱法如何进行定性和定量？色谱参数如何计算？
3. 薄层色谱中展开剂应该如何选择？

【学习资源】

1. 夏之宁，季金苟，杨丰庆。《色谱分析法》。重庆：重庆大学出版社。
2. 苏立强。《色谱分析法(第二版)》。北京：清华大学出版社。

模块三、气相色谱法

【学习目标】

1. 描述气相色谱仪的分离原理。
2. 运用气相色谱法的定性和定量方法。
3. 解释气相色谱法的操作方法分离条件选择原则。

【课程内容】

1. 气相色谱的分离原理。
2. 气相色谱仪的构造和各部分构件的作用。
3. 气相色谱仪的操作方法、维护及应用。

【重点、难点】

- 1.重点：气相色谱的分离原理，气相色谱检测器。
- 2.难点：气相色谱分离条件选择。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以视频演示，使得学生对于气相色谱仪器有更直观的认识。

【学习要求】

- 1.掌握气相色谱仪的基本组成部分、结构流程及关键部件。
- 2.掌握气相色谱固定液的分类方法；柱效的评价方法、影响柱效的因素、提高柱效的途径。
- 3.操作条件的选择原则、固定液选择的基本原则、操作条件对分析分离的影响，熟悉定性和定量方法。
- 4.气相色谱仪器的操作与维护的方法。
- 5.了解气相色谱-质谱法的应用。

【复习与思考】

1. 气相色谱法定性与定量的依据是什么？
2. 气相色谱仪中常用的检测器有哪些？它们各有什么特点和适用范围？
3. 如何选择合适的气相色谱分离条件？

【学习资源】

1. 夏之宁，季金苟，杨丰庆。《色谱分析法》。重庆：重庆大学出版社。
2. 王瑞芬。《现代色谱分析法的应用》。北京：冶金工业出版社。

模块四、高效液相色谱法

【学习目标】

1. 说明高效液相色谱法的分类与基本原理。
2. 总结色谱仪的基本组成部分、结构流程及关键部件。
3. 阐释选择高效液相色谱法的固定相和流动相等分析条件。

【课程内容】

1. 高效液相色谱仪的构造和部件作用。
2. 液相色谱的分离原理。
3. 高效液相色谱的分析条件选择。

4. 高效液相色谱仪的操作、维护及应用。

【重点、难点】

1.重点：高效液相色谱仪的结构；检测器的原理、适用范围。

2.难点：各种分离方式的原理、适用的分析对象及选择原理。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解色谱分析原理。对于复杂现象，引入实际工业问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对色谱原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定分离情况展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习思考和，从而加深对色谱分离原理的理解。

4. 通过设计和进行操作，让学生亲身体会色谱分析过程，从而加深对相关知识理解。

【学习要求】

1.掌握高效液相色谱法的分类与基本原理。

2.掌握色谱仪的基本组成部分、结构流程及关键部件。

3.熟悉选择高效液相色谱法的固定相和流动相等分析条件。

4.熟悉高效液相色谱法定性、定量分析方法及应用。

5.了解液-质联用技术及其应用。

【复习与思考】

1. 高效液相色谱仪与气相色谱仪的区别有哪些？

2. 高效液相色谱仪如何进行定性和定量分析？

3. 高效液相色谱法适用于哪些领域？

【学习资源】

1. 夏之宁，季金苟，杨丰庆。《色谱分析法》。重庆：重庆大学出版社。

2. 王瑞芬。《现代色谱分析法的应用》。北京：冶金工业出版社。

模块五、毛细管电泳法

【学习目标】

1. 解释毛细管电泳分离的基本原理。

2. 说明毛细管电泳分离中的基本概念。

3. 区别各种毛细管电泳分离方式。

【课程内容】

1. 毛细管电泳法的基本原理。
2. 毛细管电泳仪的构造。
3. 毛细管电泳法的常见分离模式。
4. 毛细管电泳仪的操作、维护及应用。

【重点、难点】

1.重点：影响分离效率的各因素及评价分离效果的参数，毛细管电泳法常见的分离模式。

2.难点：毛细管电泳分离的基本原理。

【教学方法】

1.引导学生自主探索和发现知识，通过设计问题导向，让学生思考问题、分析问题，深入理解色谱分析原理。对于复杂现象，引入实际工业问题，让学生通过自主实践得出答案。

2.通过引入相关领域经典和最新科研成果，以实例出发，进行探讨，加深对色谱原理的理解。

3.通过小组讨论或全班讨论的形式让学生就特定分离情况展开讨论，激发学生的学习兴趣，促进交流和思维碰撞。引导学生就不同观点进行辩证讨论，促进学生学习和思考，从而加深对色谱分离原理的理解。

4. 通过设计和进行操作，让学生亲身体会色谱分析过程，从而加深对相关知识的理解。

【学习要求】

- 1.掌握毛细管电泳法的基本理论和基本术语。
- 2.掌握影响分离效率的各因素及评价分离效果的参数。
- 3.熟悉毛细管电泳仪的基本组成及操作。
- 4.熟悉毛细管电泳法常见的分离模式。
- 5.了解毛细管电泳法的应用。

【复习与思考】

1. 毛细管电泳仪用于分析和分离有哪些优势？
2. 毛细管电泳仪的分析的基本原理是什么？
3. 毛细管电泳有哪些分离模式？各自适合哪些范围？

【学习资源】

1. 夏之宁，季金苟，杨丰庆。《色谱分析法》。重庆：重庆大学出版社。
2. 王瑞芬。《现代色谱分析法的应用》。北京：冶金工业出版社。

五、实践教学安排

通过观看色谱仪器的使用视频，线下讨论并模拟色谱使用过程。采用案例式教学，结合工作实例，讲述不同色谱仪器在工作中的应用。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核，考核形式：考查。

过程性考核方式包括课堂表现、平时作业、学风养成。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	基本概念和基本知识：30-40%	学风养成、课堂讨论、课堂表现、作业完成情况、期末考试
课程目标 2	仪器操作流程及问题处理：30%-55% 案例分析处理：5%-10%	学风养成、课堂讨论、课堂表现、作业完成情况、期末考试
课程目标 3	研究进展和前沿技术了解：10%-20%	课堂表现、学风养成、作业完成情况、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

成绩采取“N+2”的评定模式，“N”指过程性考核成绩（占比30%）；“2”指卷面成绩与单元检测（分别占比50%、20%）。

成绩均以百分制计分。

1.总成绩评定

总成绩 = 卷面成绩（50%）+ 单元检测（20%）+ 过程性考核成绩（30%）。

2.过程性考核成绩评定

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 作业完成情况（40%）。

（1）课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力

（2）作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。

（3）单元检测：学生阶段性单元内容掌握程度。

3.期末成绩评定

详见期末试题评分标准。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	作业完成情况	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	学风养成	遵守课堂纪律，积极配合老师教学，积极主动学习，主动提问，积极交流，课堂内容记录完整，格式规范，笔迹工整，字体统一	遵守课堂纪律，配合老师教学，可以进行提问和交流，课堂内容记录较完整，格式规范，笔迹较工整，字体统一	基本遵守课堂纪律，较配合老师教学，较少进行提问和交流，课堂内容记录较完整，格式较规范，笔迹欠工整，字体统一	基本遵守课堂纪律，与老师配合较差，基本不进行提问和交流，课堂内容记录欠完整，格式欠规范，笔迹欠工整，字体统一	不遵守课堂纪律，不配合老师教学，不进行提问和交流，课堂内容记录不完整，格式不规范，笔迹不工整，字体不统一
4	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	单元检测	单元内容熟练掌握，可以对实际问题进行处理解决，分析透彻，思路正确	单元内容掌握较熟练，可以对实际问题进行一定处理解决，分析较透彻，思路基本正确	单元内容掌握欠熟练，有一定对实际问题进行处理解决能力，分析较完整，思路基本正确	单元内容掌握较不熟练，较难对实际问题进行处理解决，分析不完整，思路欠合理	单元内容掌握不熟练，无法对实际问题进行处理解决，分析不透彻，思路不正确
5	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	期末成绩	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
色谱分析	丁立新	化学工业出版社	2019年8月	否	

九、主要参考书目

1. 夏之宁, 季金苟, 杨丰庆. 色谱分析法. 重庆: 重庆大学出版社. 2012年9月
2. 王瑞芬. 现代色谱分析法的应用. 北京: 冶金工业出版社. 2006年1月
3. 苏立强. 色谱分析法(第二版). 北京: 清华大学出版社. 2017年4月
4. 何华, 倪坤仪. 现代色谱分析. 北京: 化学工业出版社. 2004年2月

课程学习建议

1.安排学习时间: 由于色谱分析需要理解和掌握大量的概念和原理, 建议每天投入一定时间进行课外学习。包括阅读教材、做笔记、做习题、查阅相关文献等。

2.注重实践操作: 色谱分析是一门实践性很强的学科, 很多知识和技能需要实际操作才能掌握。因此, 建议多进行实验操作熟练掌握各种色谱技术和仪器的使用方法。

3.参加学术活动和研讨会: 通过参加学术活动和研讨会, 可以了解色谱领域的最新研究进展和前沿技术, 同时也可以与老师和同学进行交流和讨论, 加深对色谱分析的理解和认识。

4.自主探索和研究: 建议自主探索和研究色谱分析的相关领域。可以阅读相关的文献, 了解新的技术和方法, 或者设计自己的实验进行研究, 提高自己的科研能力和创新意识。

5.利用网络资源:通过在线课程、教学视频、学术论坛等方式, 学习和掌握更多的色谱分析知识和技能。

对于色谱分析课程的课外学习, 需要注重实践操作、学术交流、自主探索和研究等多个方面, 不断提升能力和素质。



环境科学与工程专业

《环境地学》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《环境地学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境地学 Environmental geology		
课程编码	230910831B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论、环境工程原理、水处理工程、环境监测	修读学期	六
课程类别	专业核心课程	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

环境地学是环境科学与工程专业的一门专业核心课程。环境地学是环境科学的一个分支学科，它是以人-地系统为对象，研究其发展、组成和结构，调节和控制，改造和利用的规律，使学生熟悉地球环境系统的组成、结构、时空分异的基本规律，掌握地球环境系统中物质能量迁移转化基本规律，在拓展学生有关环境背景与自然环境过程知识与环境地学观察技能的基础上，培养学生运用地球科学理论、现代科学技术方法解决区域环境问题的能力，为学生深入学习环境科学专业课程和从事环境科学研究奠定必要的地理学基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习地球环境系统以及地球内部大气、水、岩石、土壤、生物、智慧等圈子的学习，加深对环境地学类专业基础知识的理解，并能够从根本上理解环境地学产生的由来和所需要解决的问题。【毕业要求 1.2】

课程目标 2：通过地球环境自然资源、地球环境物质循环、城市环境地学

和人类优化聚落环境等问题的研究和学习，理解人类和环境地理的关系以及人类活动对环境地理造成的影响，培养科学精神、专业的素质和相关专业创新精神。

【毕业要求 2.2】

课程目标 3：通过环境地学调查技术与方法的学习使学生掌握环境地学野外调查的方法，能够进行基本的环境监测，并且具备进行环境制图的能力，提高应用专业知识分析解决环境问题。【毕业要求 4.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 1 【工程知识】	1.2 能够将环境类基础知识、计算与数学模型方法用于推演、分析环境工程领域的复杂工程问题。
课程目标 2	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能对水、气、固、土壤等污染问题提出多种解决方案，或可通过文献调研找到替代方案。
课程目标 3	毕业要求 4 【科学研究】	4.2 通过文献研究，选择研究路线，设计解决复杂环境工程问题的实验方案，安全地开展实验，科学地采集实验数据，并能通过信息综合对实验结果进行分析和解释，得到合理有效的结论。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、环境地学总论 1. 环境与环境问题 2. 环境地学的研究内容 3. 环境地学调查技术与方法	课程目标 1	讲授法、自主学习法	4
模块二、地球环境系统 1. 地球环境系统的组成和结构 2. 地球环境系统中的自然资源 3. 地球环境系统中的物质循环	课程目标 1、2、3	讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	6
模块三、自然资源系统 1. 大气圈子系统 2. 水圈子系统 3. 岩石圈子系统	课程目标 1、2	讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	16

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
4. 土壤圈子系统			
模块四、生态系统的组成和结构 生物圈子系统	课程目标 1、2	讲授法、问题讨论法	4
模块五、社会经济系统的组成和结构 智慧圈子系统	课程目标 1、2	讲授法、问题讨论法	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一、环境地学总论

【学习目标】

1. 通过环境与环境问题、环境地学概述以及环境地学的研究方法介绍的学习，让学生理解环境地学，掌握野外调查的方法并能利用所学的知识增强在野外调查中的实践能力。

2. 通过本节内容的学习，提升学生对环境地学的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用环境地学基本理论去研究身边的问题，应用环境地学调查技术与方法去进行实际调查研究。

3. 培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 环境的基本概念、组成、特征、类型以及主要环境问题；
2. 环境地学的概念、分支学科及研究内容；
3. 环境地学的研究方法：地形图概况、地形图的野外使用、环境背景调查与记录；物理与化学监测、生物监测、环境样品采集点的设置；环境地图的表示方法、环境地图的成图过程、环境地图的底图与编绘、数字环境制图；环境遥感概况、遥感影像的目视解译方法、环境遥感数据自动识别方法。

【重点、难点】

1.重点：环境的概念；环境地学的概念和研究方法；环境地学的研究方法；人与环境的对立统一关系。

2.难点：环境地学野外调查方法；环境制图技术与方法。

【教学方法】

1.课堂讲授法：讲授环境及环境地学的概念，环境地学的概念、分支学科及研究内容，环境地学调查技术与方法，环境地学野外调查方法等内容。

2.自主学习法：引入环境地学调查技术与方法，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1.要求学生掌握环境与环境地学的定义，掌握地形图概况、地形图的野外使用、环境背景调查与记录；物理与化学监测、生物监测、环境样品采集点的设置；了解环境地图的表示方法、环境地图的成图过程、环境地图的底图与编绘、数字环境制图；环境遥感概况、遥感影像的目视解译方法、环境遥感数据自动识别方法。

2.通过查阅相关资料，搜集环境地学调查技术与方法的最新进展。

【复习与思考】

1. 什么是环境地学。
2. 简述环境地学的分支学科及研究内容。
3. 简述野外调查与定位观测研究法。
4. 在本章学习的基础上，通过查阅相关资料试绘制本校的综合环境图。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块二、地球环境系统

【学习目标】

1. 掌握地球环境系统的外围空间——太阳系、地球-月球系统及其运动、地球环境系统及其演化；理解地球环境系统中各类自然资源的特点及其环境影响；掌握地球环境系统中的碳、氮、磷的物质循环及其环境效益。

2. 通过本节内容的学习，提升学生对地球环境系统，自然资源开发利用以及对有毒有害物循环的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用地球环境系统的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 太阳系概况、太阳的物质组成和结构、行星及其运动；月球概况、地球自转、地球公转；

2. 地球环境系统概况、地球环境系统的组成结构、地核和地幔系统、地球表层系统、地球演化；物质形态、结构与质量、能量形态与质量、物质与能量的转化、物质与能量转化的一般规律；

3. 自然资源的概念、分类和特性；土地资源概念、土地与环境的相互关系、土地利用及其环境影响、协调土地利用与生态环境建设的途径、土地整理与生态环境建设、土地利用总体规划战略环境影响评价；

4. 水资源概念、全球和中国水资源的基本特点；生物资源概念、生物资源

对污染物的吸收与积累、生物资源的利用与管护；矿产资源概念、分类及其环境污染；

5. 地球环境系统中的碳、氮、磷、硫循环过程及其对环境的影响；微量营养元素循环的特征、碘循环异常与地方性甲状腺肿、氟循环异常与地方性氟病、硒循环异常与克山病和大骨节病；有毒有害物循环的特点、重金属元素循环、放射性核素循环。

【重点、难点】

1.重点：太阳系、太阳活动与环境变化的相互关系；资源与环境的联系、资源使用强度、方式及其对环境的影响；地表物质循环类型与驱动力、物质循环与区域环境质量的相互关系。

2.难点：地球自转与公转；物质循环以及生态环境效应。

【教学方法】

1.课堂讲授法：讲授太阳系概况、太阳的物质组成和结构、行星及其运动，月球概况、地球自转、地球公转；地球环境系统概况、地球环境系统的组成结构、地核和地幔系统、地球表层系统、地球演化等。讲授自然资源的概念、分类和特性；土地资源概念、土地与环境的相互关系水资源概念、生物资源概念、生物资源对污染物的吸收与积累、矿产资源概念等内容；讲授物质循环过程的类型、驱动力，地球环境系统中的碳、氮、磷、硫循环过程，微量营养元素循环的特征等内容。

2.问题讨论法：提出“人类与地球环境系统的关系”这一问题，让学习和思考相互进行，找出解决的方法；提出“我国气候资源的特征，并分析气候资源、水资源、土地资源、生物资源之间的相互关系”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

3.案例分析法：举例“介绍我国光伏发电技术”，引导学生结合讲授内容进行讨论太阳能资源的利用。

4.自主学习法：引入地球环境系统中各类自然资源的利用，引导学生查阅文献，积极主动的了解地球环境系统研究的热点、难点问题，建立学习兴趣

【学习要求】

1. 了解太阳系的组成及其基本特征、太阳活动对地球环境的影响；地球与月球的运动特征及其环境意义；了解自然资源的概念、分类和特性；土地资源概念、土地与环境的相互关系水资源概念、生物资源概念、生物资源对污染物的吸收与积累、矿产资源概念等内容；掌握地球各圈层组成、特征及其演化；人类活动与地球环境之间的相互关系；掌握地球环境系统中的碳、氮、磷、硫循环过程及其对环境的影响，微量营养元素循环的特征。

1. 要求学生了解生态系统物质循环的类型和特点，有毒有害物循环的特点、重金属元素循环、放射性核素循环。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集地球环境系统物质循环的最新进展

【复习与思考】

1. 简述地球环境系统的外围空间，以及地球环境系统及其演化。

2. 简述全球水资源的基本特点。

3. 简述自然资源的特性。

4. 简述碳循环、氮循环过程及其环境效应。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块三、自然资源系统

【学习目标】

1. 掌握大气圈的物质组成与结构、大气圈子系统中的能量、大气运动、天气与气候；掌握水圈的物质组成及其演化、陆地水系统与湿地、海洋、冰川与冻土系统；理解岩石圈、土壤圈的形态；理解环境和岩石圈、土壤圈的关系。

2. 提升学生对大气圈、水圈子、岩石圈、土壤圈系统的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用环境地学基本理论去研究身边的问题。

3. 培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 大气圈的组成、气象要素、大气圈的层结；太阳辐射能、地表辐射平衡、气温场、气压场；大气运动的驱动力、大气水平运动和垂直运动、大气环流、蒸发与凝结、大气降水；天气系统、气候系统、温室气体及温室效应、大气污染、臭氧层耗损、影响大气污染的环境因素、城市小气候。

2. 水圈概念、水圈的组成及其特征、水分循环、流域及其水量平衡；河流、产流与面源扩散、湖泊与沼泽、地下水；海水的组成和理化性质、海水的运动、厄尔尼诺现象、海洋生物生活环境分区；冰冻圈在全球变化研究中的作用、极地冰芯研究、冰冻圈陆地生态系统研究概况；

3. 大陆漂移学说、海底扩张学说、板块构造学说；岩石圈的组成；构造运动简介、岩层产状、褶皱与断层、生物化石与生物层序律、地壳演化简史；岩石圈的形态；

4. 土壤的概念、土壤剖析、土壤圈在地球环境系统中的作用、土壤圈与人类社会的发展；原生矿物、土壤矿物的形成与转化、土壤次生矿物、土壤化学元素组成；土壤有机质的来源与组成、土壤腐殖质、土壤生物；土壤空气来源

和组成、土壤热量状况、土壤温度状况、土壤溶液、土壤理化特性；成土因素学说、土壤形成过程、土壤分类。

【重点、难点】

1. 重点：气候类型的时空变异性、不同气候类型与大气质量之间的联系；地表水体系统、水分循环的资源环境意义；矿物与岩石、岩石圈与表层环境之间的联系，地貌类型及其对环境质量的影响；土壤矿物及其结构；土壤类型；土壤发生过程；土壤生态环境功能；土壤背景的时空分异规律。

2. 难点：水体类型及其时空变异规律；板块构造，构造运动；土壤发生过程；土壤分类体系

【教学方法】

1.课堂讲授法：通过讲授大气圈的组成、气象要素，大气运动的驱动力、大气水平运动和垂直运动、天气系统、气候系统、温室气体及温室效应等相关内容，引导学生积极主动的了解大气环流是如何影响天气系统研究的热点、难点问题。通过讲授地表水体系统、水分循环，引导学生积极主动的了解人类活动对水资源影响研究的热点、难点问题，找出解决的方法；通过讲授岩石圈的组成，以及岩石圈的形态等相关内容，引导学生了解人类活动对岩石圈影响研究的热点、难点问题，找出解决的方法；通过讲授土壤的概念、土壤剖析、土壤圈在地球环境系统中的作用原生矿物、土壤矿物的形成与转化、土壤次生矿物、土壤化学元素组成土壤空气来源和组成土壤形成过程、土壤分类等相关内容，引导学生积极主动的了解人类活动对土壤圈影响研究的热点、难点问题，找出解决的方法。

2.问题讨论法：提出“分析近年来极端天气出现的原因”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“影响大气污染的环境因素”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

3.案例分析法：举例“介绍不同国家的调水工程”，结合文献和学生一起讨论人类活动对水圈的影响；举例“不同地区土壤的颜色不同”，结合所讲内容和学生一起讨论人类活动对水圈的影响。

4.自主学习法：引入“近年来臭氧层的耗损”这一热点，引导学生查阅文献，积极主动的了解大气环境系统研究的热点、难点问题，建立学习兴趣；引入“厄尔尼诺现象”这一热点，引导学生查阅文献，积极主动的了解大气环境系统研究的热点、难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集大气生态环境系统、水生态环境系统、

土壤生态系统的最新研究进展。

【复习与思考】

1. 什么是大气环流？并举例说明大气环流是如何影响天气系统的。
2. 简述影响大气污染的环境因素。
3. 简述水圈概念、水圈的组成及其特征；以及水分循环、流域及其水量平衡。
4. 简述河流地貌的类型及特点；喀斯特地貌和黄土地貌的特点及成因。
5. 简述土壤圈在地球环境系统中的作用；以及土壤形成过程。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块四、生态系统的组成和结构

【学习目标】

1. 通过生态系统、生态系统类型、生态系统的空间分布规律的学习，让学生全面理解生物圈的形态；通过人类活动对生物圈的影响的学习，让学生理解环境和生物圈的关系。

2. 通过本节内容的学习，提升学生对生态系统的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用环境地学基本理论去研究身边生态系统问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 生物圈的概念、形成与演化；生态系统的概念、类型及其空间分布规律；
2. 生物圈的化学组成、生物圈中化学循环的特征、生物圈中的能量流过程、生物圈的生产力及其空间分布；
3. 人类活动对生物圈的影响。

【重点、难点】

1、重点：生态系统的概念、分类以及不同生态系统类型的地域分布规律；人类活动对生物圈子系统的影响。

2、难点：生物圈物质与能量的转化。

【教学方法】

1.课堂讲授法：讲授生物圈的概念、形成与演化；生态系统的概念、类型及其空间分布规律生物圈的化学组成、生物圈中化学循环的特征生物圈中的能量流过程等相关内容。

2.问题讨论法：引导学生积极主动的了解人类活动对生物圈或生态系统影

响研究的热点、难点问题，进行讨论，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 要求学生掌握生物圈的组成，空间结构，物质和能量转化；
2. 了解生物圈的概况，人类活动对生物圈或者生态系统的影响。

【复习与思考】

- 1、简述生物圈中的物质和能量转化过程。
- 2、简述生物入侵及其防治对策。
- 3、简述生态系统类型。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块五、社会经济系统的组成和结构

【学习目标】

1. 知识目标：通过智慧圈及其发展演化、农业生产对环境的影响、工业生产对环境的影响的学习，让学生全面理解智慧圈子系统；通过人类社会与环境的协调发展的学习，让学生理解环境和智慧圈的关系。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对智慧圈子系统的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用环境地学基本理论去研究身边工业、农业生产对环境的影响。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 智慧圈的概念、组成；人类活动对智慧圈的影响
2. 人类社会与智慧圈协调发展

【重点、难点】

- 1、重点：智慧圈的概念、组成；智慧圈对人类的影响。
- 2、难点：不同产业活动对地球环境系统的影响。

【教学方法】

1.课堂讲授法：智慧圈的概念、组成；智慧圈对人类的影响；不同产业活动对地球环境系统的影响等相关内容。

2.问题讨论法：引导学生积极主动的了解人类活动对智慧圈影响研究的热点、难点问题，引导学生讨论，让学习和思考相互进行，找出解决的方法

【学习要求】

1. 要求学生了解智慧圈的概念、组成；智慧圈对人类的影响
2. 要求学生掌握智慧圈与生物圈的异同及其相互联系。

【复习与思考】

- 1、简述农业生产对农用地环境的影响。
- 2、简述工业生产对环境的影响。
- 3、简述采掘业生产对环境的影响。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（三）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	自然资源系统的基本概念和基础知识：约占20% 自然资源系统的分析应用能力:约占10% 自然资源系统的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 2 (30%)	地球环境系统的基本概念和基础知识：约占20% 地球环境系统和理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 3 (30%)	生态系统和社会经济系统的基本概念和基础知识：约占20% 生态系统和社会经济系统解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业

(40%)

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整, 独立完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境地学 (第二版)	赵焯	高等教育出版社	2015.6	否	

九、主要参考书目

- [1] 储金宇, 秦明周. 环境地学. 武汉: 华中科技大学出版社. 2010.4
(第2章 环境地学基础; 第3章 全球性主要环境问题; 第4章 水环境与水污染控制; 第5章 土地环境及其保护; 第6章 矿产资源与地质环境)
- [3] 宋青春, 邱维理, 张振春. 地质学基础. 北京: 高等教育出版社. 2005.11

（第 2 章 地球的基本特征；第 3 章 矿物与岩石；第 4 章 构造运动和构造变动；）

十、课程学习建议

本课程每模块的文献阅读不少于 2 篇，通过阅读文献加强自主学习的能力。每模块的基础知识点要形成思维导图，便于记忆和复习。



环境科学与工程专业

《基础生态学》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《基础生态学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	基础生态学 Basic Ecology		
课程编码	230910832B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学基础、环境生物学, 环境监测	修读学期	六
课程类别	专业选修课	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时 (理论学时 32, 实践学时 0)		
执笔人	赵冰清	审核人	李利红

二、课程简介

《基础生态学》是环境科学与工程专业专业的专业选修课程。通过学习本课程, 学生能够了解生态学学科发展的现状与趋势, 全面、系统地认识生物与环境的相互关系、规律及生态系统的结构和功能, 牢固掌握生物有机体的个体、种群、群落、生态系统的基本概念和基础理论, 能够初步利用生态学基础理论与方法思考生态学问题和现象, 解决资源与环境问题, 增强学生保护生态环境的意识及形成良好的生态文明观, 培养学生从事科学研究的基本素质与能力, 树立实事求是、严谨治学的学风, 为学生进一步深造和从事生态环境相关领域工作打下基础。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习, 学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 了解生态学的发展历程和前沿动态, 理解生物与环境之间的相互作用及其规律, 掌握个体、种群、群落、生态系统生态学的基本概念、原理和方法, 理解生态环境对人类社会发展的意义。

课程目标 2: 应用生态学的基本原理和方法, 开展生态环境调查和评价, 分析人类活动对生态系统的影响。

课程目标 3：初步具备应用生态学基本原理，解决环境保护、生态恢复和可持续发展等实际生态学问题。培养学生对生态环境的热爱和保护意识，树立可持续发展的观念，提升在生态环境领域的专业素养与创新能力。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、绪论 1. 生态学的定义 2. 生态学的研究对象 3. 生态学的分支学科 4. 生态学的研究方法 5. 生态学发展简史	课程目标 1	课堂讲授、课堂讨论	2
模块二、有机体与环境 1. 环境与生态因子 2. 生物与环境的相互作用 3. 最小因子、限制因子和耐受性定律 4. 光的生态作用及生物对光的适应 5. 温度的生态作用及生物对温度的适应 6. 水的生态作用 7. 生物对水的适应 8. 土壤的理化性质及其对生物的影响	课程目标 1、2	课堂讲授、课堂讨论	6
模块三、种群生态学 1. 种群的概念 2. 种群动态 3. 能量分配与权衡 4. 体型效应 5. 生殖对策 6. 生境分类与植物的生活史对策 7. 种内关系 8. 种间关系	课程目标 1、2、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	8
模块四、群落生态学 1. 生物群落 2. 群落的种类组成 3. 群落的结构 4. 群落组织 5. 生物群落的内部动态 6. 生物群落的演替 7. 群落分类 8. 群落排序	课程目标 2、3	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	8

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块五、生态系统生态学 1. 生态系统的基本概念 2. 生态系统的组成与结构 3. 食物链和食物网 4. 营养级和生态锥体 5. 生态效率 6. 生态系统的反馈调节和生态平衡 7. 生态系统中的初级生产、次级生产和分解 8. 物质循环的一般特征 9. 水循环和典型元素循环 10. 陆地生态系统的主要类型及分布规律	课程目标 1、2	课堂讲授、课堂讨论、案例教学	8
合计			32

(二) 课程内容

模块一、绪论

【学习目标】

1. 知识目标：了解学习生态学的背景和意义、生态学的起源、形成与发展；理解生态学与其它学科的关系和最新发展趋势；掌握生态学的定义和生态学的研究方法。

2. 能力目标：掌握生态学的研究方法，培养科学思维能力和方法论素养，学会用科学的眼光观察问题、分析问题并尝试解决问题。

3. 专业素养：树立可持续发展的观念，认识到人类活动对生态环境的影响以及保护生态环境对于人类自身发展的重要性；认识到自己在保护生态环境、推动可持续发展方面所肩负的责任和使命，从而更加积极地投身到相关工作中去。

【课程内容】

1. 生态学的定义
2. 生态学的研究对象
3. 生态学的分支学科
4. 生态学的研究方法
5. 生态学发展简史

【重点、难点】

重点：生态学的定义及研究内容与对象。

难点：生态学的形成与发展史；现代生态学的发展趋势及特点。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过耳熟能详的生态词语，介绍生态学的定义。简述生态学的发展历程，从古代的生态思想萌芽到现代生态学的建立和发展，重点介绍几个关键时期和代表人物。介绍生态学的主要分支学科（如个体生态学、种群生态学、群落生态学、生态系统生态学等）及其研究内容，强调这些分支学科之间的联系和区别。通过生态学研究内容的讲解，引出生态学的具体研究方法。

2. 课堂讨论法：通过日常生活中耳闻目睹的生态问题，如荒漠化与沙尘暴，生物物种丧失、生物入侵等，引导学生讨论为何这些生态环境问题愈演愈烈，其根源和本质是什么？如何应用生态学的方法解决这些生态问题？

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 生态学的定义是什么？
2. 生态学的分支学科有哪些？
3. 简述生态学的研究方法。

【学习资源】

- [1] 曹凑贵. 生态学概论. 北京: 高等教育出版社, 2002
- [2] 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [3] 孙儒泳. 动物生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1992

模块二、有机体与环境

【学习目标】

1. 知识目标：了解环境因子和生态因子概念的范围、主要生态因子的特点以及生物适应的方式；掌握生态因子的限制性作用、生物对生态因子耐受限度的调整及限制因子、耐受限度、耐受性定律。掌握生物对光质、光照强度的适应和生物的光周期现象。光的生态作用及生物的光周期现象；温度的生态作用；外温动物和植物对温度的适应；内温动物对极端温度的适应；生物对周期性变温的适应。了解水的生态作用、土壤的理化性质，掌握生物对水分的适应，土壤对生物的影响。

2. 能力目标：理解生态因子作用的一般特征，并能举例说明生物与环境之间的协同作用（协同进化）。培养学生运用科学方法进行问题分析和解决问题的能力，学会从能量环境的角度审视生物与环境的关系，并能够在实践中应用能量环境相关知识解释自然界中的物种分布现象。通过观察不同生态环境下生物的生长状况和适应特征，分析水、土壤等生态因子对生物种群分布和生长的影响。

3. 专业素养：认识到人类活动对自然环境的影响，人类与自然命运共同体，需要共同维护地球的生态平衡。激发学生对自然环境的关注和热爱，培养保护环境的责任感和使命感。

【课程内容】

1. 环境与生态因子
2. 生物与环境的相互作用
3. 最小因子、限制因子与耐受性定律
4. 光的生态作用及生物对光的适应
5. 温度的生态作用及生物对温度的适应
6. 水的生态作用及生物对水的适应
7. 土壤的理化性质及其对生物的影响

【重点、难点】

重点：生态因子的作用规律；生态因子的生态作用及生物适应。生物的光周期现象；有效积温法则及其应用；生物对极端温度的适应。水、土壤对生物的作用。

难点：生态因子的生态作用及生物适应。有效积温法则、内温动物对低温的适应方式、生物对高温的适应。水、土壤因子对生物的影响。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过理论讲授的方式，介绍生物与环境的基本概念、生态因子的类型及其对生物的影响等基础知识，阐述光、温度、水、土壤等如何作用于生物体，以及生物体如何通过形态、生理和行为等方式适应环境变化。讲授最小因子、限制因子与耐受性定律，如温度对植物生长的影响、水质对水生生物生存的限制等，说明不同定律的应用场景。

2. 课堂讨论法：举例“池塘中的鲤鱼”，引导学生讨论环境的概念。

3. 案例教学法：选取典型的生态学案例，如湖泊富营养化引发的藻类爆发等，引导学生分析哪些因子可能成为最小因子或限制因子。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 简述生态因子的作用规律。
2. 简述生态因子的生态作用及生物适应。
3. 简述环境的概念及其类型。
4. 简述光照强度的适应和生物的光周期现象。

5. 简述光的生态作用及生物的光周期现象。
6. 简述外温动物和植物对温度的适应。
7. 简述水的分布与水因子的生态意义。
8. 简述土壤的物理性质对生物的影响。

【学习资源】

- [1] 曹凑贵. 生态学概论. 北京: 高等教育出版社, 2002
- [2] 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [3] 孙儒泳. 动物生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1992

模块三、种群生态学

1. 知识目标：掌握种群的概念，理解种群的动态及主要原因及种群增长的逻辑斯谛模型；掌握种群的分布（空间格局）、年龄结构、内禀增长率及生态入侵的概念及意义。掌握生活史和繁殖策略的基本概念，及 r -对策和 K -对策的特征及在进化过程中的优缺点，并能联系 R 、 C 和 S 选择认识自然界种群生活上的复杂性和生态意义。了解生物种间关系的基本类型；掌握密度效应的基本规律；了解动物的婚配制度和性行为；掌握生物种间关系及生态位理论。

2. 能力目标：能够举例说明生物稀有和灭绝的原因（因素）；解释我国实行计划生育政策的种群生态学基础；学会编制生面表，绘制存活曲线，通过数学模型预测种群数量变化。理解繁殖成效在生物适应环境方面的重要意义，能够比较不同生活史对策者的差异，并运用生活史对策解释植物和动物繁殖和生长的关系。学会应用种间竞争原理，说明两物种共存或排斥的条件；应用生态位理论解释物种共存机制。

3. 专业素养：通过实地调查获取种群数据，培养学生实事求是的科学精神和团队合作的能力。认识到生物生活史策略在维持生态平衡和生物多样性中的重要作用，以及人类活动对这些策略的影响，激发学生对生物多样性和生态保护的关注和热爱，培养保护环境的责任感和使命感。

【课程内容】

1. 种群的概念
2. 种群动态
3. 种群调节
4. 能量分配与权衡
5. 体型效应
6. 生殖对策
7. 生境分类与植物的生活史对策

8. 种内关系

9. 种间关系

【重点、难点】

重点：种群的概念；种群的增长模型。繁殖策略： r -选择和 K -选择。生物密度效应的基本规律及其主要特征；生物种间关系；生态位理论。

难点：种群的逻辑斯蒂增长模型；种群调节理论。种群繁殖的基本方式及其各自的生态学意义,种群的繁殖格局。高斯假说与竞争排斥理论模型；生态位理论。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：围绕种群的关键问题：有多少？在哪里？什么因素影响和决定了种群的多少和分布？种群以后将发生什么变化？讲授种群的概念与种群动态。

2. 课堂讨论法：通过讲授 r 对策和 K 对策，引导学生讨论分析 r 选择和 K 选择的异同点，并根据它们的特点说明在生物保护中应采取的对策。结合生态位和资源利用曲线，引导学生讨论说明资源供给和生态位幅度与竞争的关系。

3. 案例教学法：选取“水葫芦（凤眼莲）在中国的入侵”作为教学案例，通过介绍其入侵途径、危害及应对措施，帮助学生深入理解生态入侵的基本概念、入侵途径、危害及预防措施。引入高斯的双小核草履虫和大草履虫竞争实验经典案例，加深学生对种间竞争机制的理解。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 简述种群定义所表现的时空、遗传和数量特征。
2. 简述静态生命表与动态生命表。
3. 简述种群繁殖的基本方式及其各自的生态学意义。
4. 简述种群的繁殖格局。
5. 简述种群的生活史对策。
6. 简述生物密度效应的基本规律及其主要特征。
7. 简述竞争排斥原理。
8. 论述生态位理论。

【学习资源】

- [1] 曹凑贵. 生态学概论. 北京: 高等教育出版社, 2002
- [2] 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000

[3] 孙儒泳. 动物生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1992

模块四、群落生态学

【学习目标】

1. 知识目标：掌握群落的定义和基本特征、群落的种类组成和结构以及影响群落结构的生物因素及非生物因素。了解群落变化及群落演替类型和控制演替的几种主要因素；掌握三种演替顶级学说。掌握中国植物群落分类体系中的植被型、群系、群丛等基本概念及其划分依据；了解直接排序和间接排序的基本概念和操作方法；认识群落分类与排序在揭示群落结构、动态变化、物种多样性及环境关系等方面的重要作用。

2. 能力目标：能够运用中度干扰假说、岛屿效应解决生物多样性保护和自然保护区管理中的实际问题。运用群落动态知识，能够分析和解决外来物种入侵、生态环境修复等生态问题。根据植物群落调查数据，能够对群落进行命名；运用群落分类与排序的方法，能够分析群落的组成结构、动态变化及其与环境因子的关系。

3. 专业素养：通过学习人类活动对群落动态的影响，学生能够深刻认识到生态环境保护的重要性，增强保护生态环境的责任感和使命感。培养学生严谨的科学态度，尊重科学事实，遵循科学方法，勇于探索未知领域。

【课程内容】

1. 生物群落
2. 群落的种类组成
3. 群落的结构
4. 群落组织
5. 生物群落的内部动态
6. 生物群落的演替
7. 群落分类
8. 群落排序

【重点、难点】

重点：生物群落的概念、种类组成；群落的结构：生活型—垂直结构（层片；层次）；水平结构（镶嵌性）；外貌；季相群落交错区，边缘效应；影响群落结构的因素（竞争，干扰，空间异质性，迁入迁出（岛屿生物学效应）。群落演替类型；顶级演替理论。群落的分类与命名。

难点：群落种类组成的调查方法，影响群落组成的因素；边缘效应；岛屿生物学理论。演替理论；控制演替的主要因素。群落的分类；群落排序。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过复习种群生态学的内容，引出群落生态学的核心概念，讲授群落的基本特征。通过回顾具有一定的结构是群落的基本特征之一，由此引入群落结构，讲授群落结构单元：生活型和层片的概念，注意与生长型、层次概念的区别。讲授群落的结构：垂直结构、水平结构和时间结构，由群落交错区的形成过程解释边缘效应的含义。讲授群落分类的基本概念，解释为什么需要对群落进行分类，以及分类的依据和标准。介绍中国的植物群落分类系统和分类原则。

2. 课堂讨论法：引导学生结合讲授内容进行讨论：不同程度的干扰对群落生物多样性的影响如何，是否支持中度干扰假设学说？讲授岛屿面积与物种数量的关系，MacArthur 平衡学说，引导学生思考岛屿生物群落的结构取决于哪些因素？岛屿理论对自然保护区的建立具有什么启示？群落演替方向受控于哪些因素？单顶级学说、多顶级学说和顶级一格局假说之间有哪些区别和联系？群落是怎样形成的？生态修复中构建人工群落应该注意哪些问题？

3. 案例教学法：举例说明竞争、捕食对群落结构的影响。选取美国黄石公园的森林群落演替、我国黄土高原的植被恢复过程案例，让学生了解不同环境下群落动态的具体表现和影响因素，加深学生对群落动态原理的理解。以天山山脉中段南北坡植物群落的排序为例，讲授群落排序。通过典范对应分析(CCA)发现，植物群落分布与土壤有机质含量、土壤 pH 值和土壤中的 C/N 等环境变量之间有着很好的回归关系。通过排序分析，可以清晰地看出不同植物群落样地之间的相似度和差异度，以及它们与环境因子之间的关系。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 简述生物密度效应的基本规律及其主要特征。
2. 简述共生作用理论。
3. 简述群落的结构单元。
4. 简述群落的垂直结构。
5. 简述岛屿生物学理论。
6. 简述群落变化及群落演替类型。
7. 简述控制演替的几种主要因素。
8. 简述三种演替顶级学说。
9. 简述群落的分类系统和中国植被分类系统。

10. 简述群落的直接排序与间接排序。

【学习资源】

[1] 曹凑贵. 生态学概论. 北京: 高等教育出版社, 2002

[2] 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000

[3] 孙儒泳. 动物生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1992

模块五、生态系统生态学

【学习目标】

1. 知识目标: 掌握生态系统的基本概念、组成与结构; 理解食物链与食物网以及营养级和生态金字塔; 了解生态系统的反馈调节和生态平衡。掌握生态系统的生产力的初级生产及次级生产; 掌握影响分解过程的影响因素。掌握物质循环的概念和水循环、气体型循环和沉积型循环; 了解有毒有害物质循环; 了解生态系统物质循环的重要意义; 理解主要元素物质循环的过程; 掌握主要元素物质循环和有毒有害物质循环的特点。掌握陆地生态系统水平分布的基本规律, 植被分布的垂直地带性, 理解局部地形对植被的影响。

2. 能力目标: 通过本节内容的学习, 提升学生对生态系统的一般特征的学习研究兴趣和能力, 能够在实践中应用自然保护法基本理论去研究身边的问题。引导学生分析具体生态系统的能量流动过程, 培养学生分析生态系统结构和功能的能力。培养学生分析具体的物质循环过程的能力, 深刻理解生态系统各组成成分在物质循环中的作用及相互关系。通过学习和比较不同生态系统类型的特征和分布, 能够准确地将生态系统划分为不同的类型, 并归纳出各类型的共同点和差异点, 培养学生的分类与归纳能力。

3. 专业素养: 通过学习生态系统中的能量流动, 认识到能量在生态系统中的有限性和宝贵性, 从而增强保护生态环境、合理利用资源的意识。理解物质循环与生态系统稳定性的关系, 认识到维护生态平衡、实现可持续发展的重要性, 从而树立可持续发展的观念。理解人类活动对生态系统的影响, 以及生态系统对人类生存和发展的重要性, 树立可持续发展的观念, 倡导人与自然和谐共生的生活方式。

【课程内容】

1. 生态系统的基本概念
2. 生态系统的构成和结构
3. 食物链和食物网
4. 营养级与生态锥体
5. 生态效率

6. 生态系统中的反馈调节和生态平衡
7. 生态系统中的初级生产、次级生产和分解
8. 物质循环的一般特征
9. 全球水循环和典型元素循环
10. 陆地生态系统分布的基本规律

【重点、难点】

重点：生态系统的基本概念、组成与结构；食物链与食物网；营养级和生态金字塔。生态系统的生产力的初级生产；生态系统中的分解。物质循环的概念、气体型循环和沉积型循环。陆地生态系统植被分布的纬向地带性、经向地带性和垂直地带性规律。

难点：生态系统的反馈调节和生态平衡。次级生产量的测定；分解过程的特点及速率。碳循环、氮循环、磷循环。陆地生态系统的分布格局。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过图片展示不同类型的生态系统（如森林、草原、海洋等），引出生态系统的概念。选取简单的生态系统（如草原生态系统），引导学生绘制食物链，并解释食物链中的营养级和能量传递过程。在食物链的基础上，引导学生构建复杂的食物网，分析食物网中生物之间的相互关系。详细讲解营养级的概念和生态金字塔的类型。通过展示不同生态系统中植物的光合作用过程，引导学生思考这些过程中能量的来源和转化，明确初级生产的基本概念、地球上初级生产力的分布、初级生产的生产效率以及初级生产量的限制因素。利用食物链或食物网图示展示能量在生态系统中从初级生产者传递到次级生产者的过程，讲授次级生产的基本概念。通过展示自然界中动植物遗体和排泄物的分解过程，引导学生思考这些有机物质是如何被转化为无机物质的，引出分解的基本概念。利用图示展示分解过程的不同阶段和参与的微生物种类，分析分解速率、影响因素及其对生态系统的影响。讲授物质循环的基本概念和一般特征。通过展示不同纬度、不同经度以及不同海拔地区的自然景观图片，引导学生观察并思考这些地区生态系统类型的差异。明确陆地生态系统分布的基本规律（纬度地带性、经度地带性和垂直地带性），解释这三个概念的含义及其在生态系统分布中的作用。

2. 课堂讨论法：引导学生讨论生态平衡的概念及其重要性，总结维持生态平衡的关键因素。组织学生讨论人类活动对生态系统平衡的影响及保护生态系统的措施。通过比较不同生态系统中初级生产量的数据，引导学生分析不同生态系统中初级生产量的差异及其原因，讨论初级生产在生态系统中的作用和意义，以及人类活动对初级生产的影响。组织学生讨论分解作用在生态系统中的

作用和意义，以及人类活动对分解过程的影响（如垃圾处理、污染等）。组织学生讨论物质循环在生态系统中的作用和意义。引导学生思考人类活动对物质循环的影响（如温室气体排放、污染等），并探讨可能的解决方案。

3. 案例教学法：选取具体的生态系统案例（如热带雨林、湿地等），讲授生态系统的组成，引导学生分析其中生物群落与环境的相互作用。选取典型的生态效率案例（如农业生态系统的能量利用效率）进行分析，探讨提高生态效率的途径。以碳、氮、磷、硫等元素为例，详细分析物质循环的过程。选取亚马逊雨林、青藏高原等案例，探讨其生态系统类型的形成原因及分布特点。

【学习要求】

课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业，阅读相关文献。

【复习与思考】

1. 简述生态系统的基本概念。
2. 简述生态系统的组成与结构。
3. 简述生态系统的反馈调节和生态平衡。
4. 简述生态系统的初级生产及次级生产。
5. 分解过程的特点和速率取决于哪些因素？
6. 简述物质循环的概念。
7. 简述气体型循环和沉积型循环。
8. 简述有毒有害物质循环。
9. 简述陆地生态系统植被分布的纬向地带性。
10. 简述中国植被水平分布的地带性规律。

【学习资源】

- [1] 曹凑贵. 生态学概论. 北京: 高等教育出版社, 2002
- [2] 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [3] 孙儒泳. 动物生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1992

五、实践教学安排

无

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核成绩占比 50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；期末考核采用考查形式，占比 50%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识: 20-30% 综合应用: 10-20%	学风养成、期末考试
课程目标 2 (30%)	基本概念和基本知识: 10-20% 综合应用: 10-20%	课堂表现、期末考试
课程目标 3 (30%)	基本概念和基本知识: 约10% 综合应用: 约20%	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩=过程性考核成绩×50%+期末考核成绩×50%

过程性考核成绩=学风养成×30%+课堂表现×30%+平时作业×40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲, 配合老师, 勇于发言, 积极回答问题。	上课认真听讲, 勇于发言, 积极回答问题。	上课能够认真听讲, 敢于发言, 能够回答问题。	上课时有走神, 羞于回答问题, 正确率低。	不认真听讲, 能够回答问题, 但正确率极低。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求，或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准

详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
基础生态学	牛翠娟	高等教育出版社	2023年	否	

九、主要参考书目

- [1] 曹凑贵. 生态学概论. 北京: 高等教育出版社, 2002
- [2] 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [3] 孙儒泳. 动物生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1992

十、课程学习建议

培养对大自然的兴趣和好奇心，留意和关心城乡生态与环境问题；多一点阅读、思考，不仅限于课堂或教材；注意开放思维和多学科知识的联系；参加一些生态环境调查与研究性实践活动交流互动，与其他同学合作并分享学习和研究成果；有明晰的学业发展目标和持之以恒的学习决心。

此外，关注行业动态，养成文献阅读的习惯，了解国内外生态学方面的发展趋势及最新动向，培养独立分析问题的能力，以解决实际生态环境问题。网络资源如下：

- [1] 中国科学院生物多样性委员会：www.brim.ac.cn
- [2] 中国科学院生态环境中心：www.reeces.ac.cn
- [3] 湿地国际：www.wetlands.org
- [4] 普蘭塔——生态学与生物多样性论坛：<http://www.planta.cn>



环境科学与工程专业

《环境材料学》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《环境材料学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境材料学 Environmental Materials Science		
课程编码	230910833B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境科学与工程专业 导论、环境学基础	修读学期	六
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李阳	审核人	李利红

二、课程简介

环境材料是材料学科中的一个重要门类。环境材料学主要研究在材料加工和使用过程中如何减少对环境的破坏；建立定量的评价材料环境负担性的生态循环评估方法（LCA）；将环境负荷作为一个考核材料的新指标，用于指导开发具有环境意识的绿色材料和产品；把资源效率、生态平衡、环境保护、可持续发展等学科知识融入材料科学，保护自然，造福人类。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：明确环境材料的基本概念和基本理论，具有环境材料科学的基本理论框架体系，可以描述新型环境材料的应用前景，养成从环境的观点对待材料开发的基本意识，明确防止对环境的损害的基本原则，具备从事环境材料相关科学研究及技术开发的能力。

课程目标 2：具备评价材料环境协调性的基本能力，能够从环境保护和可持续发展的角度出发，阐述材料生产对资源环境的影响及其可持续性；能够运用 LCA 法（生命周期评价法）对材料在原料选取、成型加工和使用回收的全生命周期进行环境评价，以及可能对人类和环境造成的损害和隐患。

课程目标 3：树立环保意识和可持续发展理念，识别全球环境问题，简述环境负荷定义，选择具有环保意识的生活方式，明确作为环境材料工程师所承担的环境保护的社会责任，理解环境材料工程师对公众的安全、健康和福祉的重要性。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、绪论	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块二、材料对环境的影响	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块三、材料环境影响评价技术	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块四、材料的资源效率理论	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块五、材料的生态设计	课程目标 1/2/3	课堂讲授	3
模块六、材料的环境友好加工及设备	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块七、材料工业生态学	课程目标 1/2/3	课堂讲授	3
模块八、环境治理材料	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块九、固体废弃物中有价元素的回收利用技术	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块十、有毒有害元素的替代技术	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块十一、纯天然材料	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块十二、仿生物材料	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块十三、环境降解材料	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块十四、绿色包装材料	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
模块十五、生态建材	课程目标 1/2/3	课堂讲授	2
合计			32

（二）课程内容

模块一、绪论

【学习目标】

1. 知道可持续发展与生态环境材料的概念
2. 懂得生态环境材料的内涵及其发展
3. 明白进行材料的生态化研究的重要性

【课程内容】

1. 环境材料的起源与定义

从理论上评价材料对环境影响的定量方法和手段；从应用上开发具有改善环境状况功能或是环境友好型的新材料及其制品；最终在环境和材料两大学科间开创了一门新兴学科——环境材料。

2. 环境材料的研究意义

(1) 材料科学发展的必然阶段

(2) 自然界对人类行为反作用的结果

研究环境材料的目的：

(1) 发挥材料科学的优势，将先进的材料科学与技术用于治理环境污染，改善生态环境。

(2) 研究材料与环境的相互作用，定量评价材料活动过程对环境的影响，研究如何改善材料对环境的副作用，开发环境协调性的新材料及绿色产品。

3. 环境材料的发展趋势

材料的环境性能将成为 21 世纪新材料的基本性能，各种环境材料及绿色产品的开发将成为材料产业发展的一个主导方向。

【重点、难点】

1.重点：环境材料学的发展和意义

2.难点：环境材料的内涵

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 通过材料使学生了解环境材料的分类及发展历程。

2. 明确环境材料的研究意义和目的。

3.了解环境材料的发展趋势。

【复习与思考】

1.用自己的理解给出环境材料的定义

2.从人类历史的发展趋势，找出环境与材料之间的关系

3.我们常见的环境材料有哪些？

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.

2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块二、材料对环境的影响

【学习目标】

1. 理解材料生产对生态环境的影响
2. 明确材料中主要元素的环境和资源特征理解材料流与资源效率及其对环境的影响

【课程内容】

2.1 材料在国民经济中的地位和作用

国民经济和社会发展的基础和先导；

现代文明的三大支柱（能源、信息、材料）；

社会文明进化的标志（人类社会时代命名与材料密不可分）；

近代两次产业革命离不开新材料的开发（铁基材料与蒸汽机；能源革命相联系的交通运输工业）；

科技发展史来看，重大技术革新起始于材料的革新；

我们从个人到社会国家的方方面面都离不开材料和材料的革新。

2.2 材料与资源环境的关系

工业品的链式生产流程：原料的投入和产品的产出；能源的输入与废弃物的排放。

2.3 材料加工和使用过程中资源和能源消耗

2.3.1 全球资源和能源现状

现状：资源危机，能源短缺

原因：人口膨胀，经济总量增加

2.3.2 中国资源和能源现状

资源现状：总量大，种类齐全，数量丰富；人均水平远低于全球平均水平，资源与人口矛盾突出；地域分布不平衡；质量差别大，低劣资源比重高

能源现状：结构和分布不合理；能源效率低下，环境污染严重。

2.3.3 我国材料加工和使用过程中的资源消耗

直接消耗：用于材料的生产和使用

间接消耗：材料的运输、储藏、包装、管理、流通、人工、环境迁移等环节造成的资源消耗

2.3.4 我国材料加工和使用过程中的能源消耗

2.4 材料加工和使用过程中固、液、气污染物排放

现状：

- （1）化工造纸行业废水排放量居首，钢铁冶金次之；

- (2) 非金属矿物制品业废气排放居首，建材（水泥）行业烟尘排放居首；
- (3) 黑色及有色金属采选业固废、重金属排放量居首。

2.5 其它环境影响

2.5.1 温室效应

温室效应指数 **GAI**：评价某一气体的温室效应影响。

依据气体的分子内部振动和转动能级水平，以及在大气中的寿命等，以上决定了其易于吸收红外长波辐射的程度。

2.5.2 区域毒性水平

有毒物质因排放和泄露对该地区的生物产生的毒性

$$LTL=Wi/Ci$$

LTL-区域毒性水平；

Wi—某污染物的实际排放水平；

Ci—该污染物容许排放标准。

2.5.3 臭氧层破坏

原理：氯氟烃化合物（CFCs）在平流层紫外照射下分解产生氯原子，与臭氧发生链式反应，一个氯原子消耗十万个臭氧分子，形成空洞。

2.5.4 电磁污染

电磁辐射影响人体健康。

来源：电子设备。

对策：设计减量；开发有效屏蔽材料。

2.5.5 噪声污染

机械振动产生，工业噪声占有较大份额（材料生产）。

对策：工艺革新；生态设计；清洁生产。

2.5.6 放射性物质污染

核能使用和核科学试验产生（能源和材料使用加工过程中产生）。

2.5.7 光污染

来源：玻璃幕墙、外墙装饰。

危害：诱发交通事故。

【重点、难点】

- 1.重点：材料生产对生态环境的影响
- 2.难点：材料加工和使用过程中的资源和能源消耗、固液气污染物的产生和排放

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适

当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 使学生理解材料与资源环境的关系。
2. 学生学会分析材料加工和使用过程中资源和能源消耗。
3. 学生了解材料对环境产生的影响。

【复习与思考】

1. 试用物质不灭和能量守恒的理论说明材料与资源、环境之间的关系。
2. 结合实际说明某一材料或产品从生产到废弃对环境产生的影响。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块三、材料环境影响评价技术

【学习目标】

1. 归纳材料的环境协调性评价方法及其体系的涵义、内容、提出的意义及其应用。
2. 描述 LCA 方法的起源、进展、存在的问题及其发展前景。

【课程内容】

3.1 常见的环境指标及其表达方法

3.1.1 能耗

在材料的生产和使用过程中，用能耗指标来表示其对环境影响。

3.1.2 环境影响因子

EAF=【资源，能源，污染物，生物影响，区域性】

把材料的生产和使用过程中原材料和能源的投入及废物的产出都考虑进去，这样比能耗指标更全面综合一些。

3.1.3 环境负荷单位

ELU，由于单位材料的质量环境负荷单位是一种无量纲单位，在实际应用中如何换算某种材料的环境负荷单位并与其他材料的环境影响进行比较，目前没有完全让公众了解和接受。

3.1.4 单位服务的材料消耗

MIPS，指在某一单位过程中的材料消耗量，可以生产过程或消费过程。

3.1.5 生态指数

Eco-point，对某一过程或产品，根据其污染的产生量及其他环境作用的大小，综合计算出该产品或过程的生态指数，判断其环境影响程度。

3.1.6 生态因子

Eco-indicator, ECOI。

一部分是材料的环境影响 (Environmental Impact, EI) 包括资源、能源的消费, 以及排放的废水、废气、废渣等污染物, 以及其他环境影响。另一部分考虑材料的使用或服务性能 (Service Performance, SP) 包括材料的强度、韧性、热膨胀系数、电导率等指标。

$$ECOI = EI/SP$$

3.2 材料环境影响评价方法与标准

生命周期评价方法 (Life Cycle Assessment, LCA) 已经成为世界通行的方法, 是 ISO14000 标准系列之一。

3.2.1 LCA 起源

LCA 起源于 20 世纪 60 年代化学工程中应用的“物质-能量流平衡方法”。20 世纪 80 年把“物质-能量流平衡”代引入到工业产品整个寿命周期分析中, 以考察工艺过程中各个环节, 即从原材料提取、制造、运输与分发、使用、循环回收, 直至废弃的整个过程对环境的综合影响, 这种方法后来被称为“从坟墓到摇篮” (From Cradle to Grave) 的生命周期评价技术。LCA 作为正式的环境评价术语由国际环境毒理和化学学会 (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC) 1990 年提出, 并给出了 LCA 定义和规范。

3.2.2 LCA 的定义

所谓生命周期评价技术 (LCA) 是一种评价某一过程、产品或事件从原材料投入、加工制备、使用到废弃的整个生态循环过程中环境负荷的定量方法。

实施 LCA 的主要目的

帮助提供产品系统与环境之间相互作用的尽可能完整的概貌;

促进全面和正确地理解产品系统造成的环境影响;

为关注产品或受产品影响的相关方之间进行交流和对话奠定基础;

向决策者提供关于环境的有益的决策信息。

3.3 LCA 的技术框架及评价过程

LCA 一般分为四个阶段:

- 1、确定分析的目的与范围
- 2、清单分析
- 3、影响评价
- 4、生命周期解释。

3.3.1 LCA 目标和范围定义

确定整个研究的基本框架, 确立并定义另外三部分的相互关系, 并决定后续

阶段的进行及 LCA 最终结果。研究的理由、研究的应用意图、预期的交流对象、研究范围的修改及论证、研究范围的功能、系统边界、数据类型、输入输出初步选择准则以及数据质量要求需要定义的 LCA 评价目标主要包括界定评价对象、实施 LCA 评价的原因，以及评价结果的输出方式。

3.3.2 编目分析

根据评价的目标和范围定义，针对评价对象收集定量或定性的输入和输出数据，并对这些数据进行分类整理和计算的过程称为编目分析。

主要流程有数据的收集与确认，数据与单元过程的关联，数据与功能单位的关联，数据的合并，系统边界的修改以及数据的反馈，最后完成清单。

编目分析中通常含以下几个过程或步骤：

- (1) 系统和系统边界定义
- (2) 系统内部流程
- (3) 编目数据的收集与处理

3.3.3 环境影响评价

是对编目分析阶段所识别的环境影响压力进行定量或定性的确定、表征和评价，即确定产品系统的物质和能量交换对其外部环境的影响。

目前，环境影响评价的方法有许多，但基本上都包含 4 个步骤：分类、表征、归化和评价。

3.3.4 评价结果解释

根据 LCA 的前几个阶段或 LCI 的研究发现，以透明的方式来分析结果、形成讨论、解释局限性、提出建议并报告生命周期解释的结果，具有系统性、重复性的特点。

3.4 常用的 LCA 评价模型

在 LCA 评价过程中，常需要使用到一定的数学模型和数学方法，简称为 LCA 评价模型。目前为止，关于 LCA 评价模型可分为精确方法和近似方法。前者有输入输出方法，后者有线性规划法、层次分析法等。

3.4.1 输入输出法

最简单，也是最常用的 LCA 评价模型。

3.4.2 线性规划法

线性规划法是一种常用的系统分析方法，其原理是在一定约束条件下寻求目标函数的极值问题。

3.4.3 层次分析法

层次分析法（analytic hierarchy process, AHP），它是一种实用的多准则决策方法。

AHP 方法的具体过程是根据问题的性质以及要达到的目标,把复杂的环境问题分解为不同的组合因素,并按各因素之间的隶属关系和相互关系程度分组,形成一个不相交的层次,上一层次的对相的下一层次的全部或部分元素起着支配作用,从而形成一个自上而下的逐层支配关系。

目标层---LCA 的评价目标并为范围定义服务,相当于环境影响因子。

准则层---数据层,不同的环境影响因子在系统各个阶段有不同的数据。

方案层---环境影响的评价结果。

3.5 LCA 应用举例

3.5.1 建筑瓷砖的环境影响评价

在 LCA 实施过程中,首先是目标定义。对该瓷砖生产过程的环境影响评价的目标定义为只考察其生产过程对环境的影响;范围界定在直接原料消耗和直接废物排放,不考虑原料的生产加工过程以及废水、废渣的再处理过程。

对该瓷砖生产过程的环境影响 LCA 评价的编目分析,主要按资源和能源消耗、各种废弃物排放及其引起的直接环境影响进行数据分类、编目。在环境影响评价过程中采用了输入输出法模型,其中输入参数有能源和原料,输出参数包括产品、废水、废渣,以及由二氧化碳引起的全球温室效应。

通过输入输出法计算,得到该瓷砖生产过程对环境的影响结果图,其中(a)为能源和资源消耗情况,(b)为对环境的影响。

3.5.2 聚氨酯防水涂料生产过程的环境影响评价

详见教材 P52。

3.5.3 用层次分析法评价一般材料的环境影响

详见教材 P53。

3.6 LCA 的局限性

3.6.1 应用范围的局限性

LCA 只考虑生态环境、人体健康、资源和能源消耗等方面的影响因素,不涉及技术、经济或社会效应方面的评价,不考虑诸如质量、性能、成本、利润、公众形象等影响因素。

3.6.2 评价范围的局限性

LCA 评价对象的周期越长,相应地,其环境影响越小;同时间范围定义一样,一般情况下,地域范围定义越大,从评价结果看,环境影响越小。

LCA 的应用不可能包括所有与环境相关的问题,对未来的、不可知的环境风险在 LCA 中无法定量描述,从而产生了 LCA 的风险范围局限性。

3.6.3 评价方法的局限性

LCA 的评价方法既包括了客观因素,也包括了一些主观成分。主要在标准

化方面和数据的量化。

3.7 材料的环境性能数据库

1. 建立材料环境性能数据库的基本原则

(1) 建立的数据库要有一定的通用性，能够在一般情况下被不同领域、不同类型、不同行业以及不同层次的用户兼容和使用。

(2) 所建立的材料环境性能数据库要具有可比性。即不同国家、不同地区的数据库对同一类材料在相同条件下可以进行比较,以判断不同地区的材料在生产使用过程中环境影响的大小。

(3) 所建立的材料环境性能数据库应具有服务性的功能。能够为用户所面临的环境问题提供决策信息咨询服务,使所建立的数据库具有可持续发展的可能性。

(4) 所建立的材料环境性能数据库要具有预测性的功能，以使新研制的材料在环境性能方面有所改善和提高,为材料的生态设计提供可靠的依据和手段。

【重点、难点】

1.重点：材料生命周期评价方法的内涵与定义

2.难点：LCA 的概念和方法学框架、LCA 体系的内容及其应用、LCA 方法的主要问题及其发展前景。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 使学生了解环境指标表示方法。

2. 明确 LCA 方法的概念和定义，掌握 LCA 评价方法流程。

3. 学会使用 LCA 方法分析实际案例。

【复习与思考】

1.选择一个熟悉的产品、事件或过程，用 LCA 方法进行环境影响评价。

2.分析讨论 LCA 方法存在哪些方面的不足。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.

2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007

模块四、材料的资源效率理论

【学习目标】

区别材料流与资源效率及其对环境的影响。

【课程内容】

4.1 材料的资源效率

4.1.1 资源概述

自然资源：矿产资源、水力资源、海洋资源、土地资源、森林草地资源、生物资源；

物质资源：自然物质资源、人工物质资源、废弃物质资源等；
人力资源、信息资源、社会资源等。

恒定性：空气、太阳。

可再生：生物、水、森林草地、土壤。

非再生：矿物、化石燃料。

资源的三个特点：

- (1) 社会性：人们对资源的认识随时代和地区的不同而不同。
- (2) 自然性：资源随地域的不同，其丰饶程度也有所不同。
- (3) 商品性：资源具有商品性，可以进入市场进行流通。

4.1.2 材料生产的资源效率

指在某一生产过程中所产出的有用产品占所投入原料总量的百分比。

资源效率越低，环境污染越严重。

4.2 材料流分析

4.2.1 材料流理论概述

材料流：又称物质流，也称材料链。

材料流分析理论是指用数学物理方法对在工业生产过程中按照一定的生产工艺所投入的原材料的流动方向和数量大小的一种定量分析理论。

理论基础：物质不灭定律和能量守恒定律。

实质：从实物的质量出发，通过追踪人类对自然资源和物质的开发、利用及遗弃过程，研究可持续发展问题。

即通过对自然资源和物质的开采、生产、转移、分配、消耗、循环、废弃等过程的分析，揭示物质在特定区域内的流动特征和转化效率，找出环境压力的直接来源，进而提出相应的减少环境压力的解决方案。

用于研究、评价工业生产中所投入的原材料的资源效率，找出提高资源效率的途径。

材料流理论是研究资源效率的一种有效工具。

4.2.2 材料流分析的研究框架和主要指标

从层次上划分为：经济系统材料流分析——产业部门材料流分析——产品生命周期评价。

以质量守恒定律为依据,将通过经济系统、产业部门和企业的物质分为输入、储存与输出三大部分,通过研究三者的关系,跟踪、定位物质利用及迁移、转化途径。

利用文献积累的公式来计算材料流分析的指标。

4.2.3 材料流分析的基本方法

(1) 4 倍因子理论(von Weizsaecker, 1995):

基于: 20%的富人消耗 82.7%的能源和资源(1995)。

目的: 保持已有的高质量生活, 消除贫富差距

措施: 通过采取技术措施, 将现有的资源和能源效率提高 4 倍。

(2) 10 倍因子理论 (Schmidt-Bleek, 1994) :

核心思想: 必须继续减少全球的材料流量, 在一代人之内将资源效率提高 10 倍, 才能使发达国家保持享有的生活质量, 逐步缩小国与国之间的贫富差距, 且可以让子孙后代在这个星球上继续生存。

(3) X 因子理论

8、16、20 倍等, 统称 X 倍因子理论。

保证在人口不增加的情况下, 提高国民生产总值,并降低单位国民生产总值的资源消耗,那么根据经济发展和技术进步的程度可以使环境影响呈不同倍数的降低。

(4) 极值理论

对一定的原材料投入, 有效产品的产出率越高, 废物产生量就越小。

极大的有效产品产出率和极小的废物排放量。最大资源效率=最小废物产出率。

4.2.4 材料流分析理论的应用实践

(1) 国家材料流分析

目的: 提高资源利用效率、节约能源、减少环境污染。

指标: 经济系统的物质输入量和输出量。

(2) 区域材料流分析

是物质流分析研究的一个层面, 主要研究对象是一个城市或地区经济系统的物质流向和物质输入、输出量, 通过跟踪分析这些情况, 为政府对经济和环境问题的宏观调控提供技术支持。

(3) 产业部门材料流分析

4.3 资源保护和综合利用

资源保护

广义: 人类在维护自然的生态系统及其综合体过程中对开采和利用资源采取

的平衡观念和行动。

狭义：对资源进行有效的利用和综合利用，提高资源效率。

提高资源效率的途径：

技术革新、工艺改造，提高单位资源利用效率；发展替代资源；延长产品生命周期；废弃物回收利用。

资源的保护措施：

资源评价：综合评价资源价值、开采价值、开采目的，根据资源效率决定资源利用的意义。

资源管理：对资源使用过程中的资源回采率、贫化率、加工回收率等进行综合管理，以保证资源效率。

资源监督：保证资源利用过程中的经济效益、社会效益和环境效益的统一。

资源利用：资源的开采技术、分选水平和资源的综合利用水平等。

（1）一次资源的综合利用

一次资源的综合利用：将某一生产过程中排除的废弃物直接作为下一生产过程的原料而加以利用。

（2）二次资源的综合利用

将某种废物经过加工处理使其重新变为资源的过程，也称废弃资源再生利用。

与一次资源不同的是，二次资源利用是将已经排放进入环境成为污染物的物质进行加工、处理、使之成为原料。其意义、技术、成本与一次资源利用有本质区别。所以，二次资源综合利用时，需对处理技术、经济性、环境影响、资源本身和能源消耗等进行综合考虑。

【重点、难点】

- 1.重点：材料流与资源效率、多倍因子理论及其应用。
- 2.难点：LCA 和材料流理论的异同。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 掌握材料的资源效率理论。
2. 学会使用材料流理论对生产工程进行分析。
3. 理解材料流的应用范围以及对环境保护的意义。

【复习与思考】

- 1.分析材料流理论和 LCA 的异同。

2.选择一个熟悉的材料产品或过程，用物质流方法进行资源效率分析，并就如何提高资源效率提出具体技术措施。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块五、材料的生态设计

【学习目标】

1. 描述生态设计概念的诞生背景。
2. 解释生态设计的概念及其内涵。

【课程内容】

5.1 材料产业的可持续发展

传统的发展只重视物质财富增加，只顾谋求自身的、局部的、暂时的经济性，进而带来全局性的、影响后代子孙的灾难。伴随着环境问题的出现，以及对发展目标的重新认识，人类开始反思，从而产生了可持续发展的思想。

可持续发展是指经济、社会、资源和环境保护协调发展，它们是一个密不可分的系统，既要达到发展经济的目的，又要保护好人类赖以生存的大气、淡水、海洋、土地和森林等自然资源和环境，使子孙后代能够永续发展和安居乐业。

可持续发展的要点

- 1) 不同领域的理解不同；
- 2) 不否定经济增长；
- 3) 强调经济发展以自然资源为基础，同环境承载能力相协调；社会发展要以提高生活质量为目标，同社会进步相适应；承认并要求体现环境和资源的价值；
- 4) 生产过程中尽量少投入、多产出；
- 5) 消费过程中尽量多利用、少排放；
- 6) 最终目标：实现经济效益、社会效益、环境效益的统一。

材料产业可持续发展的方向：高投入、高消耗、高污染向低投入、低消耗、低污染转变

- 1) 资源节约型产品替代资源消耗型产品；
- 2) 环境协调工艺替代环境损害工艺；
- 3) 技术先进生产过程，淘汰技术落后生产过程；
- 4) 精细化经营管理方式替代粗放化经营管理方式。

5.2 材料的生态设计

5.2.1 生态平衡

生态系统内部，生产者、消费者、分解者和非生物环境之间，在一定时间内保持能量与物质输入、输出动态的相对稳定状态。

环境材料与生态平衡：材料生产和使用过程中维持生态平衡，实质是保持资源平衡、能源平衡和环境平衡。

5.2.2 生态设计的理念、原则及要素

生态设计的基本思想：在设计阶段就将环境因素和预防污染的措施纳入产品设计之中，力求使产品对环境的影响降到最小。对工业设计而言，生态设计的核心是 3R，减少物质和能源的消耗，减少有害物质的排放，而且要使产品及零部件能够方便的分類回收并循环利用。

生态设计的四个目标：先进性、经济性、协调性、舒适性

生态设计原则：

- 1) 首先考虑所有材料、能量输入和输出，尽可能为无害而努力；
- 2) 预防废弃物的产生比废弃物的处理和清除更重要；
- 3) 后处理过程设计为能源、处理消耗最省；
- 4) 产品、过程和系统的设计必须考虑所有被投入的能量与物质的综合利用；
- 5) 产品、过程和系统的设计应该使物质、能量、空间和时间都能达到最高效率；
- 6) “出口拉动”而非“入口推动”；
- 7) 在考虑再循环、再利用效果时，所有过程都应该被认为是一种投资；
- 8) 产品耐久性是一个设计目标，但不是永久性；
- 9) 如果技术方案中含有不必要的成本或投资，这个方案需要重新考虑；
- 10) 为便于回收，尽量降低产品所含材料成分的多样性；
- 11) 产品、过程和系统应该考虑服役后的影响；
- 12) 尽可能使所投入的材料和能源能够再回收利用。

5.2.3 材料生态设计方法

主要方法包括：

- 1) 系统设计：整体性、综合性、最优化；
- 2) 模块化设计（汽车、计算机、复印机等）；
- 3) 长寿命设计；
- 4) 再生设计：回收可能性、回收价值、回收处理方法等。

5.3 生态设计案例分析

5.3.1 Ecosystems Brand 家具设计

设计原则：

原料生态化，减少材料种类和二次加工；

原材料消耗最小化，提高资源效率；
可拆卸设计，方便运输和分类回收；
提供统一回收途径，提高资源循环利用率，减少废弃物。

5.3.2 家电行业的生态设计

集中化设计减少资源和能源消耗。

模块化设计和可拆卸性设计。

【重点、难点】

- 1.重点：生态设计概念及其内涵、生态设计的目标。
- 2.难点：与 LCA 的关系，材料生态设计与产品生态设计的区别及联系。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 理解材料生态设计与产品生态设计的区别及联系。
2. 掌握有机聚合物、复合材料及其包装材料的生态设计方法。
3. 明确生态产品的设计原则与方法。

【复习与思考】

- 1.考虑如何实现金属材料、非金属材料或高分子材料等的可持续发展。
- 2.分析材料的生态设计应该从哪几个角度考虑？

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块六、材料的环境友好加工及设备

【学习目标】

1. 总结降低材料环境负担性的加工制备技术。
2. 界定清洁生产技术。

【课程内容】

6.1 降低材料环境负担性的技术

避害技术：避免环境污染

污染控制技术：减少环境污染

补救修复技术：已造成的污染

再循环利用技术：未排放到环境以前

6.1.1 避害技术

通过改变生产方式、技术更新和工艺置换来减少有害物的产生，改善环境，减少污染。

目标：将污染物控制在生产过程内部，减少有害物质的外排。

- a. 用无害材料替代有害材料
- b. 用环境友好的代替污染较重的生产工艺

6.1.2 污染控制技术

对向环境排放的污染物，在排放到环境以前进行处理的工艺过程和技术。

- 1) 分离处理，减少有害物排放
- 2) 无害化转化处理
- 3) 有害物收集储存处理

6.1.3 再循环利用技术

将未排放入环境的废料或已排放的废弃物重新利用。

途径包括：资源再生化；废物回收再利用；能源回收再利用。

实质：线性的开放系统 末端封闭系统，即输出废物返回输入端。

目标：解决自然资源的合理利用和环境保护问题。

- a. 资源再生回收利用：资源再生化技术、资源回收技术
- b. 能源回收利用：节能&减排

6.1.4 补救修复技术

广义上包括对由于过去污染物排放的积累造成的环境污染的补救和修复，和由于正在进行的生产过程对环境造成的污染的补救修复处理。

途径：对生产过程推行清洁生产，节能降耗，减少排污量和污染物的毒性；建立一种生产和污染源削减并使废物循环回收利用的生产闭合圈；开发固体废弃物综合利用技术，降低环境负担性；开发环境净化材料、环境修复材料等功能材料。

6.2 清洁生产技术

提高资源效率，减少环境污染的工业生产模式。一种环境保护和可持续发展的概念。对生产过程和产品采取整体预防和组织管理的环境策略。

6.2.1 清洁生产定义

定义（1996 年联合国环境署）：清洁生产是一种新的创造性的思想,该思想将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率并减少对人类和环境的风险。

对生产，要求节约原材料，淘汰有毒原材料，减降所有废物的数量和毒性。

对于产品，要求减少从原材料的提炼到产品的最终处置的全生命周期的不利影响。

对服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。

清洁生产的观念主要强调三个重点：

清洁能源。包括开发节能技术，尽可能开发利用再生能源以及合理利用常规能源。

清洁生产过程。包括尽可能不用或少用有毒有害原料和中间产品。对原材料和中间产品进行回收，改善管理、提高效率。

清洁产品。包括以不危害人体健康和生态环境为主导因素来考虑产品的制造过程甚至使用之后的回收利用，减少原材料和能源使用。

清洁生产是生产者、消费者、社会三方面谋求利益最大化的集中体现：

(1) 它是从资源节约和环境保护两个方面对工业产品生产从设计开始，到产品使用后直至最终处置，给与了全过程的考虑和要求；

(2) 它不仅对生产，而且对服务也要求考虑对环境的影响；

(3) 它对工业废弃物实行费用有效的源削减，一改传统的不顾费用有效或单一末端控制办法；

(4) 它可提高企业的生产效率和经济效益，与末端处理相比，成为受到企业欢迎的新事物；

(5) 它着眼于全球环境的彻底保护，为人类社会共建一个洁净的地球带来了希望。

6.2.2 清洁生产的理论基础

(1) 废物与资源转化理论（资源效率理论）

在生产过程中，产生的废物越多，则原料（资源）消耗越大，废料是由原料转化而来。

清洁生产使废物最小化，其实质在于资源得到了最有效利用。

生产中的废物具有多功能特性，一种生产过程中产生的废物可作为另一种生产过程中的原料（资源），资源与废物是一个相对的概念。

清洁生产最好地体现了资源利用最大化，废物产生最小化，环境污染无害化。

(2) 生产过程最优化理论

核心：投入原料最少，而使产品的产出率达到最大。

很多情况下，废物最小量化可表示为目标函数，而清洁生产则是求它在约束条件下的最优解。

(3) 社会化大生产理论

马克思主义认为，用最少的劳动消耗，生产出最多的满足社会需要的产品，是经济活动的最高准则。

马克思曾预言：机器的改良，使那些在原有形式上本来不能利用的物质获得

一种在新的生产中可以利用的形式，科学的进步，特别是化学的进步，发现了那些废物的有用性。

当今社会化、集约化的大生产和科学进步，为清洁生产提供了必要的条件。

6.2.3 实现清洁生产的途径

- 1) 改进设计，使用清洁的能源和原料
- 2) 采用先进的工艺技术与设备
- 3) 改善管理，综合利用
- 4) 从源头消减污染，提高资源利用效率
- 5) 减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放

两个要点：

- 1) 提高物料转化过程的资源效率
- 2) 组织生产过程的环境意识

我国的清洁生产之路：

我国传统的经济方式：粗放型外延发展

特点：经济效益低，资源能源消耗大，污染严重，制约了经济的发展。

出路：推行清洁生产

6.3 清洁生产技术实践

6.3.1 钢铁工业清洁生产技术

保证使用性能前提下，充分考虑制造、使用和回收利用的生产周期全过程中的无害化和生态化要素。

优化工艺流程，采用先进工艺技术及装备，实现高效率、高质量合格率、低消耗和低排放。

6.3.2 水泥工业清洁生产技术

1. 原料、燃料替代（粉煤灰、有机废料）。
2. 生产工艺及装备的更新或优化。
3. 产品设计与开发

【重点、难点】

- 1.重点：各项降低材料环境负担性的加工制备技术的区别和联系。
- 2.难点：清洁生产技术的理解。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 了解降低材料环境负担性的技术。

2. 理论清洁生产技术理论的定义和目标。
3. 熟悉实现清洁生产的途径并可进行实例分析。

【复习与思考】

1. 举例分析无机材料、金属材料、有机材料再循环利用的可行性。
2. 分析生态加工对环境的贡献主要体现在哪些方面。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块七、材料工业生态学

【学习目标】

1. 指出工业生态学的基本概念及其与环境保护、可持续发展的关系。
2. 运用工业生态学的基本理论和方法。

【课程内容】

7.1 工业生态学的起源

工业系统能效仿自然系统，建立类似于自然生态系统的工业生态系统，各个工业企业之间相互依存、相互联系，从而形成一个复合的整体，运用一体化的生产方式代替简单的传统生产方式，减少工业对环境的影响。

7.2 工业生态学的基本原理

任何一个工业系统与其周围的环境不是相互隔绝的，而是相互联系的，存在着物质和能量的交换。这种系统的观点使人类不断优化从原材料、成品材料到零部件、产品，一直到使用、废弃和再循环的物质循环总过程。

系统包括材料的提炼、制造、使用、废弃到再循环。系统范畴包括材料、产品、工业部门，国家和地区，优化内容包括资源、能源，甚至资本。

工业生态学：

通过分析自然界的生物循环系统，将生物圈的循环原理用于工业过程，把现有的工业体系通过工业生态学的途径，转化为可持续发展的体系，最终实现人类社会的可持续发展。

实现材料可持续发展的途径：

基本核心：工业代谢理论；

即提高资源效率和促进环境保护的系统原理。

工业生态学的原则：

- 1) 产品、工艺、服务等过程产生的是残留物，而不是废弃物。
- 2) 每个进入一个加工过程的分子，应该在离开此过程后成为一种可以销售

的产品。

3) 为某种目的而使用的材料应该是具有最低毒性的。

4) 工业所需的材料主要应该来自于材料循环过程，而不是原材料的提取。

5) 每个过程和产品应该被设计成尽量节约材料的使用。强调产品的长寿命和模块化设计。

6) 所有的产品应该被设计成：能够在它们生命周期结束之后用于生产其它有用产品。

7.3 工业生态学的研究方法

7.3.1 工业代谢

根据质量守恒定律，对物质从开采，到工业生产、生产消费，直至变成最终的废物进行全过程跟踪。

通过建立物质衡算表，测量或估算物质流动与储存的数量及其物理化学状态，描绘行进路线和动力学机制。

研究对象和尺度多样化（物质到产品；区域到全球）。

7.3.2 生命周期评价

通过识别和量化所用的能量、原材料以及废物排放来评价与产品及其行动有关的环境责任，从而得到这些能量和材料应用以及排放物对环境的影响，并对改善环境的各种方案做出评估。

评价方法：SETAC-EPA 分析方法、经济输入和输出生命周期评价模式。

7.3.3 投入产出分析

分析特定经济系统内各个部分间投入与产出数量依存关系的原理和方法。

方法：通过平衡方程，借用数学模型分析初始投入、中间投入、总投入，中间产品、最终产品、总产出之间的关系。

投入：进行一项活动的消耗

产出：进行一项活动的结果

特点：实用性强，能够分析错综复杂的生产或整个国民经济活动。

7.3.4 生态工业评价指标

概念：用以衡量工业生态系统资源和能源转化效率的量

目的：通过不同的评价指标，指出不同行业和部门间提高资源使用效率的瓶颈和潜力，推动他们之间的物质和能量的交换。

指标：产品与废物比、物质和能量循环率或损失率。

7.3.5 为环境设计（生态设计）

美国环境保护局为企业在设计和重新设计产品与工艺时创建的生态设计方法。

产品整个生命周期中，包括设计、选材、生产、包装、运输、使用及报废处理，都必须综合考虑其对资源和环境的影响，做到环境协调。

7.3.6 产业共生

是工业生态学在区域层面的应用，通过组织间的协同效应，将隐藏在废物流或副产品中的资源重新利用。

实施产业共生，必须对现有产业系统进行大规模的重组调整。

生态工业园区：一个区域性的产业共生系统，系统内个组成单位间有密切的物料、能源、资金、信息的联系。

7.4 工业生态学应用案例

凯隆堡生态工业园

生态工业园的成功经验：

驱动力：制度创新、经济效益和来自企业的生态道德和社会责任

主要因素：

- 1) 法规的强制执行
- 2) 经济利益是纽带
- 3) 技术提供联系支撑
- 4) 建立伙伴合作关系
- 5) 重视风险管理

【重点、难点】

- 1.重点：工业生态学的基本概念。
- 2.难点：材料工业生态学的分析框架和方法。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 学会使用工业生态学的分析工具。
2. 发现工业生产环节中存在的环保问题，探索解决问题的方法和措施。
3. 提高对于环境保护和可持续发展的认识，培养环保意识和技能。

【复习与思考】

- 1.分析材料生产在理想的生态工业过程中的地位和作用。
- 2.选取身边的为环境设计的案例，分析其绿色制造过程。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块八、环境治理材料

【学习目标】

1. 列举主要的环境治理材料及技术。
2. 解释环境治理材料的概念及环境治理的意义。
3. 说明环境治理材料的分类。

【课程内容】

8.1 大气污染治理材料

大气污染通常是指由于人类活动或者自然过程引起某些物质进入大气中，呈现出足够的浓度，达到足够的时间，并因此危害了人体的舒适、健康和福利或造成了环境污染的现象。

主要的大气污染物：总悬浮颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、光化学氧化剂。

主要污染过程：污染源排放、大气传播、人与物受害。

8.1.1 大气污染及其控制技术

大气中的污染物，一般不能集中统一处理。主要是利用大气的自净作用和植物净化。

大气污染控制：对污染物采取预防控制，将污染物控制在进入大气之前。

8.1.2 过滤材料

8.1.3 吸附材料

吸附原理与分类

气体混合物与适当的多孔性固体接触，利用固体表面存在的为平衡的分子引力或化学键力，把化合物中某一组分或某些组分吸留在固体表面上，这种分离气体混合物的过程称为气体吸附。

吸附法主要分为物理吸附和化学吸附。

吸附步骤

1. 使气体和固体吸附剂进行接触。
2. 将未吸收的气体与吸附剂分开。
3. 进行吸附剂的再生，或更新吸附剂。

吸附法的应用

1. 二氧化硫的脱除（活性炭、活性氧化铝、分子筛、硅胶）
2. 氮氧化物的脱除（分子筛、硅胶、活性炭）
3. 除臭（活性炭）
4. 有机蒸汽的回收（活性炭）

用于大气污染净化的吸附剂主要有活性炭、硅胶、分子筛、活性氧化铝。

吸收法

吸收是利用气体混合物中各组分在液体中溶解度不同这一现象,以分离和净化气体混合物的一种技术。这种技术也用于气态污染物的处理。

吸收可分为化学吸收和物理吸收两大类。

8.1.4 催化材料

催化技术对于改善人类生存环境质量发挥了巨大作用,它为污染物的治理提供了独特的经济解决办法。

目前的主要研究方向:

- 1) 移动源尾气净化催化材料
- 2) 固定源烟气脱硫脱硝催化材料
- 3) 室内空气催化净化材料

8.1.4.1 移动源尾气净化催化材料

催化剂主要为三效催化剂。

8.1.4.2 固定源烟气脱硫脱硝催化材料

根据大气污染控制技术的原理和流程来分类,脱硫方法大致分为三类:

用各种液体和固体物料优先吸收或吸附二氧化硫。

在气流中将二氧化硫氧化为三氧化硫,再冷凝为硫酸。

在气流中将二氧化硫还原为单质硫,再将单质硫冷凝分离出来。

8.1.4.3 室内空气净化催化材料

室内污染分类

挥发性有机化合物: VOCs、甲醛等, 350 种以上

无机化合物污染: CO 及 CO₂, NO_x、SO_x、O₃

颗粒物 (PM₁₀ 和 PM_{2.5})

生物性污染: 微生物

8.2. 水污染治理材料

水在自然循环过程中,进入水体的污染物超过了水体自净化能力和消纳能力,从而使水体丧失了规定的使用功能,这类现象被称之为水污染。

8.2.1 水污染及其处理技术

废水排放引起的水体污染分类

需氧型污染: 废水中的有机物被微生物吸收利用时,消耗水中的溶解氧,影响水生生物正常循环,降低水的质量。

毒物型污染: 有毒物质排入导致水生生物中毒,并通过食物链危害人体健康。

富营养型污染: N、P 排入水体,促使藻类及其它水生生物过度生长,使水中需氧量增加,恶化水质。

感官型污染：废水中许多污染物能使人感到不愉快，如颜色、臭味、泡沫、浑浊等，尤其对旅游环境有较大影响。

其他类型的水污染还有生物污染、酸碱盐污染、油类污染、热污染等。

常用的废水处理技术：

分离处理：通过物理方法分离污染物，不改变其化学性质

转化处理：通过化学或生化反应，改变污染物化学性质，转化为无害无毒

稀释处理：降低浓度

现代废水处理工艺过程,按照废水处理的工艺过程来分类（三级处理）：

一级处理（筛滤、沉淀）：去除水中的悬浮固体和漂浮物质，同时还通过中和和均衡等预处理对废水进行调节,以便排放进入二级处理装置。

二级处理（微生物降解）：利用微生物新陈代谢，去除水中胶体和溶解态的有机污染物

三级处理（混凝、过滤、离子交换、反渗透、超滤、消毒）：处理难以降解的有机物和营养物质，以及其他溶解物质。

8.2.2 氧化还原型水污染治理材料

氧化还原属于一种污水化学转化处理工艺。用于氧化还原处理的材料包括氧化剂、还原剂以及催化剂等。

氧化剂：活泼非金属材料：如臭氧、氯气等、含氧酸盐：高氯酸盐、高锰酸盐等。

还原剂：活泼金属原子或离子。

催化剂：活性炭、粘土、金属氧化物及高能射线等。

8.2.3 沉淀分离型治理处理材料

利用水中悬浮颗粒与水的密度不同进行污染物分离的一种废水处理方式。

去除物质：砂粒、化学沉淀物，混凝处理形成的絮凝体，生物处理的污泥。

8.2.4 稀释中和型水污染治理材料

通过加入一些稀释中和剂，调节酸碱度，使废水水质的 pH 值达标。

目的：

- 1.使废水在合适的 pH 指标范围内，减少对水生生物的影响。
- 2.通过调节酸碱度，避免对管道系统造成腐蚀。
- 3.在生物处理前维持一定 pH 范围，以确保生物处理的最佳活力。

8.2.5 膜材料

膜分离法：用天然或人工合成的膜材料，以外界能量或化学位差作动力，对双组份或多组分溶质和溶剂进行分离、分级、提纯和富集的方法。

用于去除水中各种悬浮物、细菌、有毒金属物和有害有机物等。

优点:

- 1) 在膜分离过程中, 不发生相变化, 能量的转化效率高
- 2) 一般不需要投加其他物质, 可以节省原材料和化学药剂
- 3) 在膜分离过程中, 分离和浓缩同时进行, 能回收有价值的原料
- 4) 根据膜的选择性和膜孔径的大小, 既可将不同粒径的物质分开, 也可使物质得到纯化, 且不改变其原有的属性
- 5) 膜分离过程不会破坏对热敏感和对热不稳定的物质, 可在常温下得到分离
- 6) 膜分离法适应性强, 操作和维护方便, 易实现自动化控制

8.3 其它污染控制材料

8.3.1 噪声

噪声指不同频率和不同强度的声音无规律地组合在一起, 对人类的生活和工作造成了妨碍。

主要来源: 机械振动、摩擦、撞击和气流扰动而产生的工业噪声; 汽车、火车、飞机等行驶过程中产生的交通噪声; 街道或建筑物内部各种生活设施、人群活动产生的生活噪声等

控制方法: 降低噪声源强度; 阻碍噪声传递途径

8.3.2 电磁波

电磁波污染主要是指电磁波引起的对人体健康的不良影响。

电磁波防护材料, 目前主要有两类:

吸波材料: 以有机材料为主的泡沫吸波材料;

铁氧体吸波材料; 反射材料: 金属、纳米材料等。

【重点、难点】

1. 重点: 环境治理材料的分类。
2. 难点: 环境治理材料的概念及环境治理的意义。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主, 辅以提问、讨论等多种方式, 引发学生积极思考, 适当提问, 以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 掌握不同大气污染治理材料的应用范围和原理。
2. 掌握水污染治理材料。

【复习与思考】

1. 从环保工艺的角度分析环境工程材料应如何分类。
2. 在污染处理工艺中, 材料科学与技术起到了哪些作用。

3.综述治理大气污染材料的开发和应用现状。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块九、固体废弃物中有价元素的回收利用技术

【学习目标】

1. 举例说明固体废弃物的分类和危害。
2. 归纳有毒有害固体废弃物的处理方式和再利用方式。

【课程内容】

9.1 固体废弃物及资源化利用

固体废弃物是指人类在生产、消费、生活和其他活动中产生的固态、半固态废弃物物质。

9.1.1 固体废弃物的分类

按其组成成分：有机废弃物；无机废弃物；

按其形态分：固体（块状、粒状、粉状）；泥态废弃物（油泥）。

按其危害特性分：有害和无害废弃物。

按其来源分：工业固体废弃物；矿业固体废弃物；城市生活垃圾；农业固体废弃物；放射性固体废弃物。

工业固体废弃物：是指工业生产和加工过程所产生的的废渣、粉尘、废屑、污泥等。

矿业固体废弃物：来自矿物开采和矿物选洗过程，主要包括采矿废石和尾矿。

城市生活垃圾：指居民生活、商业活动、市政维护、机关办公等产生的生活废弃物。

农业固体废弃物：指农、林、牧、渔各业生产、科研及农民日常生活过程中的植物秸秆、牲畜粪便、生活废弃物等。

9.1.2 固体废弃物的危害

未经处理的工厂废物和生活垃圾简单露天堆放，占用土地，破坏景观，而且废物中的有害成份通过刮风进行空气传播，经过下雨侵入土壤和地下水源、污染河流，这个过程就是固体废弃物污染。

- 1) 污染水体
- 2) 污染大气
- 3) 污染土壤
- 4) 影响环境卫生，传染疾病

9.1.3 固体废物资源化利用及管理现状

废弃物资源化处置是指采取管理和工艺措施从固体废弃物回收有用的物质和能源的处理方式。

9.2 几种主要固体废弃物资源化利用

9.2.1 报废汽车资源化利用

莱因哈特法报废汽车资源化工艺路线

车用材料的回收再利用

(1) 黑色金属材料的分类及处理

钢铁材料占报废汽车总质量的 80%左右,具有成本低、加工难度较小、强度高生产工艺较成熟、炼钢能耗低、容易回收再利用、利于环境保护等优点,是组成汽车最重要的材料。

(2) 有色金属材料的分类及处理

汽车中使用的有色金属主要是铝、铜、镁合金和少量的锌、铅及轴承合金。

(3) 铂族金属材料的分类及处理

铂族金属在汽车工业中主要用于制造汽车尾气净化催化剂。每年通过报废回收生产的铂族金属产量约高出原生铂族金属 5 倍。

汽车催化剂铂族金属回收处理利用的流程总体上大致可分为四个环节:报废汽车拆解、废旧催化剂收集、催化剂铂族金属富集、铂族金属精炼。

(4) 非金属材料的分类及处理

轮胎回收; 车用塑料; 车用玻璃。

报废汽车资源化技术发展趋势:

- 1) 开展可拆解、可回收性绿色设计
- 2) 开发利用快速装配系统以及便利的拆解技术及装置
- 3) 研制可循环使用的原材料及零部件制造工艺
- 4) 汽车轻量化、节能化、环保化;
- 5) 提高整体报废汽车回收利用率。

9.2.2 报废电子电器的资源化利用

概念: 报废电子电器是指失去应有的使用价值的电子电器产品。

报废电子电器综合利用技术:

1) 机械法处理

利用磁性、电性、密度差异进行分选。包括拆解、破碎、筛分、分选四个过程。

优点: 污染小; 成本低; 可进行资源综合回收。

缺点: 获得产品纯度较低。

2) 火法处理

通过焚烧、等离子电弧炉或高炉熔炼等高温加热处理，使金属材料熔炼呈合金态流出，塑料及其它有机物等呈浮渣物被剥离去除，达到金属富集加工。

优点：工艺简单、回收率高、对加工材料的状态要求低、能够处理所有形式的报废电子电器。

缺点：能耗高、易造成二次污染。

3) 湿法处理

将破碎后的电子器件溶解在一定的溶剂中，经过浸出液的溶剂萃取、沉淀、置换、离子交换、电解等过程，将各种金属材料分步从溶液中析出并分离予以回收。

优点：废气排放少、能耗小、工艺流程简单、可获得高品位及高回收率的贵重金属。

缺点：对前期材料预处理要求高、不能处理复杂的材料体系、混合材料回收效率低、易导致二次污染。

4) 生物技术处理

利用微生物细胞及其代谢产物，通过物理、化学作用（包括络合、沉淀、氧化还原、离子交换等）吸附分离贵金属的处理方法。

优点：工艺简单、费用低、操作方便。

缺点：浸取时间长，浸取率低下。

9.2.3 废旧电池的资源化利用

我国废旧电池处理和再生利用现状

总体处于初级阶段，废镉镍电池回收率低于 10%，铅酸电池回收量达 85% 以上，但再生冶炼问题突出，比如处理以小作坊为主，处理工艺初级、操作不规范、二次污染严重等。

废旧电池资源化技术

1) 废旧镍氢电池处理和再生利用技术

火法回收：以镍铁合金为目标。

流程简单，处理量大，适合工业化处理方式。

有价资源流失严重。

湿法回收：各种金属元素单独回收，回收率较高，低能耗，无有害气体产生。

浸出条件难控制。

废旧锂离子电池处理和再生技术。

【重点、难点】

1.重点：固体废弃物概况及有毒有害废物的鉴别。

2.难点：固体废弃物处理方法。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 掌握固体废弃物的分类。
2. 了解固体废弃物的危害。
3. 掌握固体废弃物资源化利用方法。

【复习与思考】

- 1.简述常见城市垃圾的综合处理技术现状。
- 2.报废汽车中贵金属元素的回收途径有哪些。
- 3.分析废弃电子电器中可回收利用的元素种类。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块十、有毒有害元素的替代技术

【学习目标】

1. 归纳有毒有害物质、含有毒有害物质材料的防范、治理、替代与绿色化。
2. 举例说明已显现的和潜在的含有毒有害物质的材料及其典型的替代技术。

【课程内容】

10.1 背景及政策

10.1.1 RoHS 和 WEEE 指令

RoHS: 《关于在电子电器设备中禁止使用某些有害物质指令》

WEEE: 《关于报废电子电器设备指令》

RoHS 指令特点:

技术性限制目的更为明确，严格限定了电子电器产品中使用对人类健康造成潜在威胁的特定化学物质。

2006 年 7 月 1 日以后投放欧盟市场的电气和电子产品不得含有铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚等 6 种有害物质，涉及的电子电气产品范围包括 WEEE 指令中除医疗设备类、监控仪器类的 8 种产品

只能在生产环节中寻找安全的替代品；

对上述有害化学物质使用的限制实际也增强了 WEEE 指令中提倡的循环利

用方针的可能性和经济收益由于部分 ROHS 指令限用的化学物质目前还没有合适的替代品，继续使用含有这些物质的电子电气产品的获益要大于其潜在威胁，因此，RoHS 指令发布至今，已分批豁免了 20 余项电子电气产品或部件，预计今后豁免清单仍将增加。

WEEE 指令特点：

涉及的产品范围很广：

适用于 10 大类，近 20 万种，几乎涵盖当今所有电子电器产品，但不包括国家基本安全的设备、武器、弹药和战略物资。

技术核心 3R 技术: reuse, recycling, recovery;

指令要求，2005 年 8 月 13 日以后，电子电器产品的生产商(包括进口商和经销商)必须承担进入欧盟市场的废弃电子电器产品的回收处理责任；

指令规定必须采用分类回收制度，对报废电子电器单独收集，不让其进入城市垃圾系统，要求生产商或第三方在符合欧盟相关规定的情况下，尽可能采取最先进的、有效的处理、再生和循环技术建立电子电器报废处理系统：

在管理体系上，采用了先进的生产者延伸责任体系，强制电子电器生产商在产品的研发、制造、销售以及后续的一系列过程都要考虑到环境因素，对产品整个生命周期负责

RoHS 指令和 WEEE 指令效果：

限制减少欧盟市场中有害化学物质的使用并减少其废弃物带来的对欧盟环境的负面影响；确保欧盟市场中电子电气产品能经由更有效的方式被重复使用、循环使用或回收再利用，以减少欧盟境内此类废弃物的处理量；对电子电气产品采取“从摇篮到坟墓”的管制方式，改进有关电子电气产品生命周期中所有操作人员如原料供应商、生产商和销售商，以及产品消费者的环保行为和意识。

10.1.2 中国的 RoHS 法规及实施进程

目的:应对欧盟“双绿指令”挑战，从源头加强对电子信息产品污染的限制和控制，减少废气电子信息产品对环境的污染和对公众的危害，实现电子工业清洁生产 and 可持续发展，保护人类健康，提高资源利用率。

10.2 有毒有害元素替代材料的研究和应用进展

10.2.1 无铅焊料

以 Sn 为机体，添加 Ag,Cu,Zn,Sb,In 等其它合金元素主要用于电子组装的软钎料合金。

具有以下特征

- 1) 无毒性:替代合金无毒性
- 2) 与铅锡焊料相近的熔点和尽量小的熔程

- 3) 良好的润湿性能:245 度, 润湿时间 1s
- 4) 良好的抗氧化性
- 5) 合适的物理性能:导电性、导热性、热膨胀系数等足够的机械强度和耐热疲劳性

新型焊料的研究方向:

- 1) 新型无铅焊料的多元合金化成分设计
- 2) 利用相图计算技术进行新型无铅焊料体系的优化计算
- 3) 寻找无铅焊料的粉体制备方法、提高焊接和易操作性及缩短工艺流程
- 4) 免清洗无铅焊料的开发和应用

10.2.2 无毒塑料稳定剂

热稳定剂的主要作用机理:吸收、中和 PVC 降解过程总生成的 HCl, 从而抑制 HCl 的自动催化降解作用。置换 PVC 分子中不稳定的烯丙基氯原子或叔碳氯原子, 消除不稳定氯原子, 减少引发降解的位点。与多烯结构发生加成反应, 防治大共扼体系的形成, 减少着色。捕捉热力、机械剪切、光氧及热氧过程产生的大量自由基, 阻止氧化反应和连锁反应。

- 1) 铅盐化合物稳定剂
- 2) 金属皂类稳定剂

含镉、铅稳定剂的替代技术

- 1) 有机锡类稳定剂

热稳定性好:热加工耐候性能优越; 露天制品; 透明性能优越; 着色性能好。

- 2) Ca/Zn 复合稳定剂

锌皂与钙皂复合, 可以产生协同作用, 或得良好的稳定效果。

- 3) 水滑石稳定剂

热稳定效果好于常规金属皂类稳定剂透明、耐候、绝缘、加工性好、无毒、不受硫化物污染。

- 4) 稀土类稳定剂

无毒、热稳定性优异, 耐候性好, 降低塑化温度, 提高力学性能, 优于其它稳定剂。

10.2.3.汞、铬等替代材料

1. 照明工业中的汞替代

- 1) 准分子光源
- 2) 锌替代汞光源
- 3) 微波硫灯

2. 铬替代技术

三价铬电镀技术的优点

(1)三价铬在槽液中的含量很低，因此需要控制的废水中铬含量要少得多，而且还减少了废水处理中的还原步骤，不需要使用亚硫酸钠或其他还原剂，也不需要加入酸调整 pH 值，从而明显减少了淤渣的体积，同时三价铬电镀时向空气中散发的物质也少，毒性也更低，减少了铬雾对于空气的污染。

(2)三价铬电镀的阳极不会分解，没有六价铬阳极分解产生的淤渣，并且三价铬电镀需要的电流密度比六价铬小得多，能源消耗显著减少。

(3)三价铬的分散能力比六价铬好。三价铬电镀如果电流中断，恢复供电后可以继续进行电镀，不会影响产品质量，而六价铬一旦电流中断，只能退镀，重新进行电镀，影响产品质量。

三价铬电镀技术存在的问题

1) 杂质容忍性很低：锌、铜和镍等金属离子在三价铬镀槽中的累积浓度达到一定量时，镀铬层质量就要下降，从而造成它的稳定性不好，难以投入实际生产应用。

2) 在阳极产生的六价铬离子也会严重影响镀层的质量，以致不能镀出合格的产品。

3) 按照一般的槽液配比，不能镀厚铬层等。【重点、难点】

1.重点：RoHS 和 WEEE 指令的概念。

2.难点：RoHS 和 WEEE 指令的区别和联系。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 熟悉 RoHS 和 WEEE 指令的效果。

2. 了解有毒有害材料的回收技术。

【复习与思考】

1.简述 RoHS 和 WEEE 指令的主要技术要求。

2.在处理废弃物过程中，如何避免二次污染。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.

2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块十一、纯天然材料

【学习目标】

1. 举例说明几种常规的纯天然材料。
2. 区别纯天然材料相关作用机理。
3. 描述纯天然材料的开发和利用现状。

【课程内容】

11.1 纯天然材料

特点：

- 1、具有强烈的个性；
- 2、材料的性能、纯度的偏差大；
- 3、地域性强，表现在不同地区的出产偏差值大，或者产地仅仅局限在少数地区；
- 4、材料的形状、性能不一，有形状与数量的限制；
- 5、一般不适宜作为单一品种大批量产品的材料使用，而多用手工工艺产品。

11.1 木材的开发和利用

11.1.1 木材的结构和性质

木材是利用土壤中的水分、空气中的二氧化碳以及太阳能通过光合作用而成长的有机体，具有各种各样的年轮结构、组织结构、细胞形态、空隙结构及化学组成。

从结构上看，木材主要由管状细胞结构和软组织构成；从成分上看，木材主要成分是纤维素、半纤维素和木质素组成。

11.1.2 木材的环境特性

优异的环境性能

在树木的生长、木材的加工和使用过程中对环境具有非常友好的特性。

与钢材、铝合金、混凝土及纸材相比，加工木材的过程中，特别是自然干燥木材的矿物燃料消耗和二氧化碳排放量都是最小的。

木材是有机体，在生长过程中，大量的碳以固体形态储藏在其内部，用 LCA 评价其综合温室效应，结果发现木材向大气中排放的二氧化碳的总量为负值。所以，木材的生长过程对生态环境而言，起着调节温度的作用。

从成分上看，木材具有生物降解性，经加工使用后，其废弃物可通过自然生物过程进行降解，对环境无不良影响。

废旧木材还可以作为二次资源，进行再循环利用。

废弃的木材还可以进行焚烧处理，获取能源，且无固态废弃物遗留。

11.1.3 木材改性和应用

由于木材具有如上所述的各种各样的组织结构和化学组成，因而木材具有其特有的各种性能。

1) 木材的强度在纵向、切向、半径三个方向都不同。纵向的压缩强度是横向的数十倍。纵向的拉伸强度为钢铁的 $1/4\sim 3/5$ ，压缩强度为混凝土的 $1.3\sim 2.5$ 倍。

2) 木材的比重很小，仅是铁的 $1/20$ ，混凝土的 $1/5$ ，是一种轻质结构材料。

3) 热传导率比铁小三个数量级,比混凝土小一个数量级，同时具有适当的硬度和良好的触感。

4) 年轮和木节具有特有的木纹和色调，很美观。

5) 具有吸潮和脱潮性，从而具有调节室内湿度的功能。

改性方式包括整体改性、表面改性及细微复合处理等。

1) 整体改性

整体改性主要有物理改性和化学改性等方式。

物理改性包括对木材进行外形修饰、形状加工、组合等，如制成叠层木、三合板、复合板等

化学改性包括浸渍处理、减压注入、加热注入、化学修饰等方法，可起到防腐、阻燃、耐磨、抗裂、装饰等作用。

2) 表面改性

仅以改善木材表面性质为目的的表面改性，包括涂层保护、装饰处理等。

木材的表面改性方法：表面压实、非电解镀膜、等离子体处理。

11.2 竹材的开发和利用

特点：致密性好，材质柔韧，结构不均匀，价格低廉，生长快、产量高、生态功能强。

11.2.1 竹材的结构与性质

1) 密度 $0.4-0.8\text{g/cm}^3$ ，与木材相当

2) 各向异性

3) 典型长纤维复合材料，外层致密，体内逐渐变疏。

4) 有较强的的抗拉和抗压强度，延伸率较高。

5) 生长周期短，资源丰富

11.2.1 竹材的加工与利用

1) 竹材人造板

2) 竹浆造纸

3) 其它用途：竹炭、竹醋液、鲜竹沥液。

11.3 石材的开发和利用

一般认为，从自然界中分离出来，在颜色、花纹上具有为人们所欣赏的美感，同时又能切割加工的石料统称为石材。

岩石的三种成因：火成岩，沉积岩，变质岩。

天然石材的特性：耐火性、热胀冷缩、耐冻性、耐久性、抗压强度。

11.4 其它天然材料的开发和利用

11.4.1 稻壳

提取木糖醇

稻壳灰制活性炭、水玻璃、高纯硅

11.4.2 秸秆

秸秆是成熟农作物茎叶（穗）部分的总称。通常指小麦、水稻、玉米、薯类、油菜、棉花、甘蔗和其它农作物（通常为粗粮）在收获籽实后的剩余部分。

粉碎还田、饲料、建材、活性炭、发电、提取乙醇。

11.4.3 其它天然材料的综合利用

- 1) 纤维素、甲壳素和淀粉
- 2) 废弃羽毛
- 3) 由树叶提取香精油、生物医药制剂及食品添加剂

【重点、难点】

- 1.重点：纯天然材料的分类和应用。
- 2.难点：不同纯天然材料的特点。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 掌握纯天然材料的分类和应用。
2. 纯天然材料的开发和利用。
3. 明确开发纯天然材料的意义和优势。

【复习与思考】

- 1.用 LCA 法分析木材、石材、竹材等的环境特性。
2. 如何利用纯天然材料的环境特性来减少材料加工和使用过程中的环境负担性。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块十二、仿生物材料

【学习目标】

1. 归纳总结仿生物材料的发展背景。
2. 举例说明仿生物材料的分类和使用性能。

【课程内容】

12.1 仿生物材料的环境性能

12.2 天然生物材料的组成

天然生物材料的组成可分为四大类:结构蛋白质、结构多糖及生物软组织、生物复合纤维以及生物矿物等。

12.2.1 结构蛋白质

生物体中广泛存在的一类生物大分子,由 α 氨基酸之间按照一定的序列组成的具有特定立体结构的、有活性的大分子

结构蛋白质组装三定律:

- 1) 大分子结合成含有几个不同大小层次的组织
- 2) 多层次结构被具有特殊相互作用的界面连接在一起
- 3) 纤维和层状物组装成有取向的分级复合系统

12.2.2 结构多糖及生物软组织

自然界中有光合作用合成的糖类主要有三种,单糖、寡糖和多糖,其中只有多糖具有结构性能,是细胞的基本结构物质。

任何具有重要机械性能的多糖都是由己糖构成的。

纤维素是自然界中分布最广、含量最多的一种多糖。

(1) 纤维素:

作为动植物或细菌细胞的外壁支撑和保护物质,使细胞保持足够的韧性和刚性。

(2) 生物软组织

由多糖、蛋白质和水三相体系。

胶原纤维、结构多糖和蛋白质复合形成生物软组织,如粘液、软体动物骨架、节间膜、皮肤等。

12.2.3 生物复合纤维

生物软组织是由柔性机体与硬的纤维组成的,这类软组织不能承受压缩、弯曲和剪切载荷。

提高这类生物材料的抗压及抗剪切能力,主要通过形成生物复合纤维即形成层叠结构的生物组织,使基体硬化,从而达到改善力学性能的目的。

12.2.4 生物矿物

构成生物材料的一种重要成分,指动植物体内的无机矿物材料,如骨、牙、软体动物壳、植物维管束等。

由无机矿物结晶与有机基质组成的具有高级有序结构的复合材料。

作用:骨架支撑、重力传感、磁场传感等。

生物矿物与无机矿物的区别:

晶体化学特性不同:生物矿物的晶体之间具有相互作用和影响,如大小结构、成分、形貌和取向等,比化学合成的无机矿物材料等级高。

生物矿化:

形成生物矿物的方式,通过大分子和无机矿物离子在界面处的相互作用,在分子水平上控制无机矿物相的析出,从而使生物矿物具有特殊的高级结构和组装方式。

两种形式:

1) 物体代谢产物直接与细胞内、外阳离子形成矿物质,如某些藻类的细胞间纹石

2) 代谢产物在细胞干预下,在胞外基质的指导下形成生物矿物,如牙齿、骨骼中羟基磷灰石的形成

生物矿物形成主要途径

1) 生物矿化出现在特定的亚单元隔室或微环境中,其晶体只能在特定的功能结点上成核、长大。

2) 特定的生物矿物具有确定的晶粒尺度和晶体学取向。

3) 宏观的生长伴随着大量生长单元的组装堆置,形成一种特殊的复合材料,并且提供进一步组织生长和修复所需条件

12.3 仿生物材料的制备和应用生物陶瓷及其复合材料

12.3.1 生物陶瓷及其复合材料

生物陶瓷

在成分上与生物体具有相容性的一类仿生物无机陶瓷材料,目前主要产品分为以下三个系列:生物惰性陶瓷材料、生物活性陶瓷材料、生物陶瓷复合材料。

1.生物惰性陶瓷材料

1) 在生物体中耐腐蚀性好,可长期保持化学稳定性。

2) 材料的强度高,摩擦系数低,可用于力学性能要求较高的场合。

3) 缺点:不具有生物活性。

目前的生物惰性陶瓷 a)氧化铝陶瓷; b)单晶陶瓷; c)氧化锆陶瓷; d)玻璃陶瓷等。

2.生物活性陶瓷材料

表面生物活性陶瓷

陶瓷在生物体内发生选择性化学反应形成一层覆盖表面的羟基磷灰石,使植

入体表面和周围组织形成化学键结合，阻止了植入材料随时间发生进一步降解。

生物吸收生物陶瓷(生物降解陶瓷)

含有可通过新陈代谢途径吸收、化解的成分，如磷、钙等。被植入生物体内后，起着空间骨架和临时填充的作用，经逐步降解和吸收，最终被新形成的生物组织替换。

3.生物陶瓷复合材料

为避免羟基磷灰石吸收和降解导致的断裂韧性和抗疲劳性能下降，开发生物陶瓷复合材料。

生物陶瓷复合材料的制备技术：

- 1) 基体+表面涂层复合法
- 2) 第二相增强法

12.3.2 组织工程材料

用于代替某些生物体组织器官，或恢复、维持以及改善其功能的一类仿生物材料。

- 1) 组织引导材料:引导组织再生长，控制新生组织质量
- 2) 组织诱导材料:在材料表面连接活性配体使材料释放活性信息，诱导细胞和组织的生长和修复
- 3) 组织隔离材料:隔离植入体与宿主的接触避免排斥和免疫排斥
- 4) 组织修复材料:用于骨骼和牙齿修复

12.3.3 仿生智能材料

仿生智能材料一般指能模仿生命系统，同时具有感知和驱动双重功能的材料。

三大要素:感知、响应、反馈

由传感器或敏感元件等与传统材料结合而成，实现自我诊断、自我修复、自我优化控制:也可以利用一些材料微观结构本身具有的智能功能，随时间和环境变化改变自身的性能。

目前主要有智能高分子凝胶材料、智能药物释放体系以及仿生薄膜材料。

【重点、难点】

- 1.重点：仿生物材料的分类和使用性能。
- 2.难点：仿生物材料与组织工程学的意义和应用。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 掌握仿生物材料的特性。
2. 了解仿生物材料的主要应用方向。

【复习与思考】

1. 如何使未来的材料朝着高性能、智能化、环境友好方向发展。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块十三、环境降解材料

【学习目标】

1. 明确环境降解材料的定义、分类。
2. 区别环境降解材料的降解方式和机理。

【课程内容】

13.1 概述

环境降解材料：一般指在适当和可表明期限的自然环境条件下，可被环境自然吸收、消化或分解，从而不产生固体废弃物的一类材料。

13.1.1 可降解塑料的研究背景

塑料：玻璃化温度或结晶聚合物熔点在室温以上，添加辅料后能在成型中塑制成一定形状的高分子材料。

分类：

热固性塑料：树脂为线型或支链型大分子链的结构。加热后固化并且不可溶解，不融化特性的塑料。如聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)等。

热塑性塑料：在加热时能发生流动变形，冷却后可以保持一定形状的塑料。如酚醛树脂(PF)、环氧树脂(EP)、氨基树脂、醇酸树脂、烯丙基树脂、脲甲醛树脂(UF)、三聚氰胺树脂、不饱和聚酯(UP)、硅树脂、聚氨酯(PUR)。

塑料的特性

①质轻，化学性稳定，不会锈蚀；②耐冲击性好；③具有较好的透明性和耐磨耗性；④绝缘性好，导热性低；⑤一般成型性、着色性好，加工成本低；⑥大部分塑料耐热性差，热膨胀率大，易燃烧；⑦尺寸稳定性差，容易变形；⑧多数塑料耐低温性差，低温下变脆；⑨容易老化；⑩某些塑料易溶于溶剂。

塑料废弃物：

使用量大，回收率低，塑料废弃物环境问题（性质稳定，不易腐烂降解，构成白色污染）。

13.1.2 可降解塑料的定义及发展历史

定义：在塑料中加入一些促进其降解的助剂或者采用可再生的天然物质为原料，保证在使用和保存期内满足应用性能要求的前提下，使用后在特定条件下，在较短时间内其化学结构会发生明显变化发生降解的一类塑料。

1972 年英国 Griffin：第一个淀粉填充聚乙烯塑料专利，开创了可降解塑料研究开发的先河。

13.2 可降解塑料的分类

13.2.1 光降解塑料

日光下（主要是紫外光，波长 290-400nm)照射下，高分子链能够有序分解、发生老化的一类塑料。分为以下两类：

（1）合成型光降解塑料：通过共聚反应在塑料的高分子主链上引入羰基等感光基团，赋予其光降解特性。可通过调节光敏基团的含量来控制光降解活性。

（2）添加型光降解塑料：在聚乙烯、聚苯乙烯等通用塑料中填加光敏性添加剂制成的光降解塑料制品。在紫外光照射下，光敏剂可离解成具有活性的自由基，进而引发聚合物分子链断裂使其降解。可以调节加入组分的含量来控制聚合物的分解速率。

13.2.2 生物降解塑料

具有满意的使用性能，且使用后能被自然界微生物或光最后完全分解成二氧化碳、水及其低分子化合物的一类高分子材料。

分类：

（1）掺混型降解塑料

将两种或两种以上的高分子材料共混聚合而得，至少有一种组分为生物可降解，多采用淀粉、纤维素等天然高分子，其中又以淀粉居多。

缺点：耐水性差。并非真正意义上的降解塑料。

（2）微生物合成型降解塑料

以微生物为碳源，通过微生物的发酵而得到的生物降解材料，以聚羟基脂肪酸酯（PHA）类居多。

缺点：耐热和机械强度性能差，成本太高，尚未获的广泛应用。

（3）化学合成型降解塑料

利用化学方法合成的具有类似于天然高分子结构的物质或含有易生物降解官能团的聚合物，大多为在分子结构中引入能被微生物降解的含酯基结构的脂肪族聚酯。

利用化学合成制造生物降解高分子材料，合成具有类似于天然高分子结构的物质或含有容易生物降解的官能团的聚合物，较微生物合成具有更大的灵活性，

容易操纵产品质量和要求。

(4) 天然高分子塑料

利用可以生物降解的天然原料制成的塑料。

原料包括植物型（淀粉、纤维素、半纤维素、木质素、多糖类及碳氢化合物）和动物型（甲壳素、壳聚糖、明胶）。

13.2.3 光-生物共降解塑料

克服无光或光照不足造成的不易降解和降解不彻底的缺陷。克服了生物降解塑料加工复杂、成本太高、不宜推广的缺陷。

主要问题：光与生物降解两者的有机结合尚不理想，有待进一步改进。

13.3 材料的环境降解机理

高分子聚合物材料在热、机械、光、辐射、生物及化学作用下，分子中化学键断裂，并由此引发的一系列材料老化、性能劣化的过程。

13.3.1 光降解机理

高分子材料在日光照射下发生劣化分解反应，在一段时间内失去机械强度，其实质是在紫外线照射下的一种快速光老化反应过程。塑料吸收太阳光中的紫外线，达到高分子链键断裂的过程。高分子材料在光辐照条件下发生分解反应所需的能量与其吸收波长成反比。常见的化学键断裂的离解能恰好在紫外光波长范围内，使高分子发生断键反应，从而产生光降解。

制备光降解塑料的两种方法：添加光敏剂、采用含羰基的光敏单体与常规的结构单体共聚。

光降解塑料的缺陷：

光降解塑料只有在日光的作用下才可能降解，而且能降解为小分子化合物进入生态循环的塑料只是极小部分，绝大部分塑料只是逐步崩解变为碎片或者粉末。而且，塑料废弃物部分埋在土壤中或整个作为垃圾填埋在地下时，缺光或缺氧、缺水，使光降解塑料在许多情况下降解不完全。即使在光辐照条件下发生分解反应，也受地理、气候影响较大，降解速度难控制。

13.3.2 生物降解机理

通过微生物的反应作用将高分子塑料分解成水、二氧化碳及其他低分子化合物。通过各种细菌及酶将高分子材料分解成二氧化碳、水、蜂巢状高分子材料和低分子盐类，可被植物用于光合作用，不会对环境造成污染。

生物降解分为 2 步：

第一步：填充在其中的淀粉被真菌、细菌等微生物侵袭，渐渐消失，在聚合物中形成多孔破坏结构，增大了聚合物的表面积。

第二步：剩下的高分子聚合物在细菌和酶的作用下进一步发生各种分解反

应，使分子链断裂成低分子量碎片，达到微生物代谢的程度。

13.3.3 光-生物降解机理

塑料在光和微生物的共同作用下发生的分解过程被称为光-生物共降解。

其过程是塑料先通过自然日光作用发生光氧化降解，并在光降解达到衰变期后可继续被微生物降解，最终变成二氧化碳、水及一些低分子化合物，参与大自然的循环进程。

13.4 生物降解材料的应用趋势及发展前景

1) 光降解塑料的应用

2) 生物降解塑料

可降解塑料的用处：

在工农业生产中：制造农用地膜、建筑薄膜、林业木材包装材料、土壤沙漠绿化保水材料，纸张薄膜，代纸用品，农药化肥包装袋，渔具、渔网等水产材料，药物释放缓释材料等；

在日常生活中：制作食品包装袋、包装箱、日化包装瓶、饮料瓶、一次性圆珠笔、垃圾袋、野外旅行用品、休闲用品等。

在医学上：医用材料，如手术缝合线、外用脱脂棉、绷带、骨科用固定材料、生理卫生用品、药品缓释控制材料等。

可降解塑料开发和应用存在的问题和优势：

缺点：成本过高、技术尚不成熟、标准及试验评价方法不统一。

优势：环保能力、节约不可再生资源。

发展趋势：

- 1) 用可降解塑料代替一次性使用又不易回收的塑料制品是一种必然趋势；
- 2) 完全生物降解塑料和光-生物双降解塑料性能优良，是降解塑料的发展方向；
- 3) 寻找新原料，开发新技术，降低成本是可降解塑料普及使用的动力；
- 4) 各国应从环保的角度，制定法规推广使用性能优良的可降解塑料及其制品。

【重点、难点】

1.重点：环境降解材料的分类和发展现状。

2.难点：环境降解材料的作用机理。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 掌握环境降解材料的作用机理。
2. 明确不同环境降解材料的优缺点。

【复习与思考】

1. 用自己的理解定义环境降解材料。
2. 为什么要开发环境降解材料。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

模块十四、绿色包装材料

【学习目标】

1. 描述绿色包装的概念和定义。
2. 指出绿色包装的重要性和优势。
3. 归纳绿色包装的原则和技巧。

【课程内容】

14.1 概述

包装是指为在流通过程中保护产品，方便储运，促进销售，按一定技术方法而采用的容器、材料和辅助材料的总体名字。包装也包括为了达到上述目的而进行的操作活动。

包装的基本功能：货物保护、信息传递、效率提高。

包装的分类：

按在流通中的作用：商业包装、运输包装。

按适用的广泛性：专用包装、通用包装。

按容器：硬包装、软包装、包装袋、包装箱、包装盒等。

14.1.1 包装材料及分类

包装材料是指用于制造包装容器、包装装潢、包装印刷、包装运输等满足产品包装要求所使用的材料。

包装材料的特性

使用性能：

- (1) 一定的机械性能。
- (2) 阻隔性能。
- (3) 合适的加工性能。

经济性能:包装材料应来源广泛、取材方便、成本低廉，使用后的包装材料和包装容器应易于处理，不能污染环境，以免造成公害。

环境性能:包装材料本身的毒性要小, 以免污染产品和影响人体健康; 包装材料应无腐蚀性, 并具有防虫、防蛀、防鼠、抑制微生物等性能, 以保护产品安全。

14.2 包装材料的分类

按包装材料的材质分, 常见的包装材料可以认为包括纸、塑料、金属、玻璃陶瓷、木材和其他材料等几大类。

(1) 金属

特点: 较高的机械强度、牢固、耐压、不碎、可延展、可咬合、可焊接、可粘接、具有优良的阻湿性和气密性。

主要材料: 钢铁等黑色金属和铝、铜、锡、铅等有色金属。

按材质主要分为: 钢基包装材料和铝质包装材料。

(2) 玻璃

组成: 二氧化硅、氧化硼以及一些金属氧化物

特点: 化学稳定性好; 阻隔性、卫生性与保存性好; 一般不会变形; 容易用盖密封, 开封后仍可再度紧封; 易于美化; 原料丰富、成本低廉。

种类: 普通瓶罐玻璃(主要是钠、钙、硅酸盐玻璃)、特种玻璃(中性玻璃、石英玻璃、微晶玻璃等)。

缺点: 自身质量较大、易碎导致运输成本高、不易印刷、材质比较脆, 耐冲击强度小, 容易粉碎、成本较高等。

(3) 塑料

分类: 热塑性塑料和热固性塑料

特点: 强度高、韧性好、相对密度轻、耐化学性、易加工成型。

缺点: 强度和硬度较低; 耐热性和耐寒性差; 易老化; 有异味; 容易产生静电; 回收困难; 易燃烧; 来源是不可再生资源等。

(4) 纸

原料: 植物纤维、矿物纤维、合成纤维、金属纤维。

类型: 牛皮纸、铜版纸、白板纸、瓦楞纸。

特点: 价格低廉、经济节约; 防护性能好; 生产灵活性好; 贮运方便; 易于造型装潢; 不污染内装物; 回收利用型好。

缺点: 设备要求高、环境因素考虑多; 抗压性差; 耐水性差, 在潮湿时强度差是纸包装不可忽视的缺点。

(5) 木材

种类: 天然木材、人造木材。

特点: 分布广, 可以就地取材; 强度高; 有一定弹性, 能承受冲击和震动作

用；容易加工，具有很高的耐久性；木材耐腐蚀性强，不生锈，不污染内装物；容易加工。

缺点：组织结构不均匀，各向异性；易受潮而变形、开裂、翘曲和强度下降；易燃、易虫害、易腐朽。

重点：回收利用。

14.3 包装材料的环境影响及评价

14.3.1 包装材料对环境的影响

包装在加速经济发展、促进商品流通和改善人们生活方面发挥了重要作用的同时，也给环境带来了严重的污染。

尽管我国人均包装材料的消耗量低于世界平均水平，但所产生的固体废弃物总量远高于其他国家。

14.3.2 包装材料的环境影响评价

评价包装材料对环境的影响主要是利用生命周期评价技术（LCA）对包装材料的环境负担性进行定量的计算，科学地评价包装材料的环境性能，给出具体的环境污染数据，分析见效环境负担的技术途径。

14.4 绿色包装材料的设计和加工技术

14.4.1 绿色包装的概念

能够重复利用或循环再生或降解腐化，且在产品整个生命周期中不对人体及环境造成危害的适度包装。

14.4.2 绿色包装材料的设计

绿色包装材料的设计原则

- 1) 实行包装材料减量化，采用新材料和新技术，使包装在满足产品保护、方便销售等功能的条件下，包装材料的用量减少，从而减少对环境的影响。
- 2) 包装材料应易于重复利用或易于回收再生。通过再循环利用、生产再生制品，焚烧利用热能、废弃物综合利用等措施，达到再利用的目的。
- 3) 包装材料废弃物可以降解消化，不形成永久垃圾，减小固体废弃物对环境的影响。
- 4) 包装材料中不含有毒元素、卤素、重金属等对人体和生物有害的成分，或有害物质含量在控制标准以下。
- 5) 包装制品从原材料采集、材料加工、制造产品、产品使用、废弃物回收再生，直到最终处理的生命全过程均不应对人体及环境造成损害。这是对绿色包装提出的最高理想要求。

绿色包装设计的内容

1) 包装材料设计

- 2) 顾客满意设计
- 3) 企业形象设计
- 4) 物流运输设计
- 5) 包装方案设计
- 6) 包装废弃物处理设计

14.4.3 绿色包装材料的加工处理技术

- 1) 降低包装用料，节约资源和再资源化
- 2) 重复使用、再生和再循环利用包装材料
- 3) 降解净化，减少固态废弃物

14.5 绿色包装材料的开发和应用

14.5.1 绿色包装替代材料

通过一些环境影响较小的包装材料替代那些环境负担性比较大的一些包装材料。

14.5.2 绿色包装改性材料

对现有的材料进行改性，减轻其环境影响，也是包装材料绿色化的一个重要途径。

14.5.3 绿色包装新材料的开发及应用

开发包装新材料，实施绿色包装的重要途径之一。尤其是应用环境友好型新材料作为包装材料，是目前包装行业研究的热点。

【重点、难点】

- 1.重点：绿色包装的定义、内涵和宗旨。绿色包装的基本准则。
- 2.难点：绿色包装设计中的清洁生产。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主，辅以提问、讨论等多种方式，引发学生积极思考，适当提问，以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

1. 了解绿色包装材料的开发原则。
2. 掌握绿色包装材料的优势和应用。
3. 明确绿色包装材料的开发原则。

【复习与思考】

- 1.如何理解包装材料的使用性能、经济性能和环境性能、
- 2.如何解决包装环境负担与产品经济性能之间的矛盾。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.

2. 冯奇, 马放, 冯玉杰, 《环境材料概论》, 化学工业出版社, 2007 年

模块十五、生态建材

【学习目标】

1. 说明生态建材的定义和类型。
2. 举例说明生态建材的开发与应用。

【课程内容】

15.1 建材与环境

15.1.1 建材对环境的影响

传统建材在生产过程中消耗大量的资源和能源, 并且排放大量的废气(CO_2 、 SO_2 、 NO_x 等)、废渣、废水。某些建筑装饰装修材料在使用过程中释放出对人体健康有害的物质。废弃的建筑材料通常不再利用, 而成为新的环境污染源。

(1) 大气污染

建材生产过程中产生的废气; 水泥、石棉等产生的粉尘; 化学建材中塑料、涂料、粘结剂中有毒物质的挥发。

(2) 建筑垃圾

我国建筑垃圾的数量已占到城市垃圾总量的 30%-40%。

3) 废水污染

建筑工地废水(混凝土搅拌地)碱性偏高, 还夹杂着可溶性有害的混凝土外加剂。在建材的生产过程中会产生很多污水。

(4) 可耕地大量减少

(5) 噪声污染

(6) 光污染及光化学污染

城市高层建筑群不利于汽车尾气及光化学产物的扩散。使 NO_x 等气体对人体产生光化学作用, 危害人体健康。另外城市高楼的玻璃幕墙产生污染现象也相当严重。

(7) 可能造成的放射性污染

有些矿渣、炉渣、粉煤灰、花岗岩、大理石放射性物质超量。据有关部门测试, 天然大理石近 30%放射性超标。制成建筑制品对人体造成外照射(γ 射线)和内照射(氡气吸入)。

15.1.2 环境污染对建材和建筑物的影响

- (1) 大气污染与酸雨的影响
- (2) 建筑物表面析白现象
- (3) 建筑用高分子材料老化

主要老化反应可归纳为键的裂解反应和键的交联反应。裂解反应是大分子键断裂,相对分子质量降低,使高分子化合物变软、发粘并丧失机械强度;交联反应是大分子与大分子相联结,产生体型结构,使高分子化合物进一步变硬、变脆,而丧失弹性。两种反应往往同时并存。

(4) 金属材料的化学腐蚀和电化学腐蚀

(5) 其他影响

15.2 生态建材

15.2.1 生态建材的定义

一般指采用清洁生产技术、少用天然资源和能源,并有利于保护生态环境、提高居住质量、性能优异、多功能的建筑材料。

生态建材是一个系统工程的概念,对原料、生产、施工、使用及废弃物处理等环节贯彻环保意识并实施环保技术、保证材料的全过程都应与生态环境相协调,以及社会经济的可持续发展。

15.2.2 生态建材的特点/类别

- (1)具有优异的使用性能;
- (2)生产时少用或不用天然资源,大量使用废弃物作为再生资源;
- (3)采用清洁的生产技术,使用清洁的原料、清洁的工艺和清洁的产品,废气、废渣和废水的排放量相对较少;
- (4)使用过程中有益于人体健康、有利于生态环境改善及与环境相和谐;
- (5)废弃后使之作为再生资源或能源加以利用,或能作净化处理。

15.3 典型的生态建材产品

15.3.1 生态水泥

从狭义上讲,生态水泥(Ecological Cement)是指利用城市垃圾焚烧灰和下水道污泥等作为主要原料,经过烧成粉磨形成的水硬性胶凝材料;而从广义上讲,生态水泥不是单独的水泥品种,而是对水泥“健康、环保、安全”属性的评价,包括对原料采集、生产过程、施工过程、使用过程和废弃物处置五大环节的分项评价和综合评价。

生态水泥的获得途径:

1) 低环境负荷水泥添加料:用矿渣、粉煤灰等做混合料,减少普通硅酸盐的使用量,节约烧制水泥所消耗的能量,降低CO₂的排放量。

2) 生态水泥生产技术:成分上进行环境友好改进,并且在水泥生产过程中减少能源消耗,降低水泥烧成温度。如日本小野田公司利用垃圾焚烧灰渣和下水道污泥为原料生产高强度水泥的新技术,建成一条50吨生态水泥的干法回转窑生产线。烧成温度为1000~1200℃。

3) 降低能耗新工艺:

4) 废弃物再生利用技术: 废轮胎、城市垃圾作燃料, 城市垃圾炉灰和污泥, 城市生活污水处理厂污泥等。

15.3.2 生态混凝土

环境友好型生态混凝土: 可降低环境负担性的混凝土。技术途径包括以下三条:

1. 降低混凝土生产过程中的环境负担性
2. 降低使用过程中的环境负担性
3. 通过提高性能改善混凝土的环境影响

(1) 生物相容型生态混凝土: 指能与动植物等生物和谐共生的混凝土。

(2) 植物相容型: 利用多孔混凝土的空隙部位透气、透水、能渗透植物所需营养、生长植物根系的特点, 种植草灌植物, 用于河川护堤。

(3) 海洋生物淡水生物相容型: 将多孔混凝土设置在河川、湖泊、海滨水域, 为陆生、水生小动物提供栖息场所, 通过相互作用和共生作用, 形成食物链。

(4) 净化水质用混凝土: 利用多孔混凝土外表面对各种微生物的吸附, 通过生物层的作用产生间接净化性能, 将其制成浮体或浮岛设置在富营养化水域净化水质。

15.3.3 生态建筑

将建筑看成一个生态系统, 根据当地的自然生态环境, 通过组织(设计)建筑内外空间中的各种物态因素, 使物质、能源在建筑生态系统内部有秩序地循环转换, 使建筑和环境之间成为一个有机的结合体, 获得一种高效、低耗、无废、无污染、生态平衡的建筑环境, 使人、建筑与自然生态环境之间形成一个良性循环系统。

15.4 环境友好装饰材料

15.4.1 建筑涂料

建筑涂料可应用于金属、混凝土、砖、瓦、木材等不同建筑结构材料表面, 对建筑物起到保护性和装饰性的作用; 建筑涂料按使用场合可分为内墙涂料、外墙涂料、门窗涂料、地面涂料、顶棚涂料等。

建筑涂料一般要求具有无毒、无味、无污染、耐光、耐气候变化、抗老化、良好的结合力、施工简单等性能和特点。

绿色涂料(环境友好的建筑涂料)是指节能、低污染的涂料, 包括水性涂料、粉末涂料、无溶剂涂料和 UV 辐射固化涂料等。

15.4.2 壁纸墙布

新型墙纸原料选用树皮、化学加工合成纸浆, 具有防霉, 防蛀, 阻燃、抗静

电的功能，确保了产品在使用后不散发有害人体健康的成分。

15.4.3 绿色地板

市场上的绿色地板品种除传统的普通木地板、竹地板、三层复合木地板、集成材地板、细木工地板外，还有复合强化地板、木竹复合地板、聚氨酯复合地板、蜂窝地板等。

15.4.4 贴面胶合板

15.5 环境功能玻璃

15.5.1 热反射玻璃

热反射玻璃是用喷雾法、溅射法在玻璃表面上涂上金属膜、金属氮化物膜或金属氧化物膜而制成的。这种玻璃能反射太阳光，创造一个舒适的室内环境，同时在夏季能起到降低空调能耗的作用。

15.5.2 高性能隔热玻璃

高性能隔热玻璃是在夹层内的一面涂上一层特殊的金属膜，由于该膜的作用，太阳光能照射进入室内，而室外的冷空气被阻止在外，室内的热量不会流失。冬天取暖可节能 60%。

15.5.3 调光玻璃

自动调光玻璃有两种，一种是电致色调光玻璃，另一种是液晶调光玻璃。

电致变色是指材料电场的光学属性（吸收率、透过率或反射率等）在外加的作用下发生稳定、可逆变化的现象，外观上表现为颜色和透明度的可逆变化。

液晶调光玻璃属于透视性可变型，其结构为在两片相对透明的玻璃之间夹有一层分散有液晶的聚合物，通常聚合物中的液晶分子处于无序状态，入射光被折射，玻璃为不透明，加上电场后，液晶分子按电场方向排布、结果得到透明的视野。

15.5.4 隔音隔热玻璃

隔音玻璃是在将隔热玻璃夹层中的空气换成氦、氩或六氟化硫等气体并用不同厚度的玻璃制成，可在很宽的频率范围内有优异的隔音性能。

15.5.5 电磁屏蔽玻璃

电磁屏蔽玻璃是经过特殊工艺处理，在玻璃表面涂覆导电涂层或在玻璃中夹入特殊介质而实现对电磁波的阻挡和衰减，达到阻挡电磁波透过、防止电磁辐射、保护信息不泄露以及抗电磁干扰的屏蔽玻璃器件。

15.5.6 抗菌自洁玻璃

抗菌自洁玻璃是采用目前成熟的镀膜玻璃技术在玻璃表面涂盖一层二氧化钛薄膜。二氧化钛在阳光，特别是紫外线的照射下，产生电子和空穴。空穴能将空气中的氧激活变成活性氧，从而杀死大多数的病菌和病毒。同时可以把许多有

害的物质以及油污等有机物分解成氢气和二氧化碳,从而实现消毒和玻璃表面的自清洁。

15.6 建筑卫生陶瓷

生态陶瓷的典型材料为木材陶瓷。木材陶瓷(Woodceramic)泛指木材无机非金属复合材料。

木材陶瓷的优点:

- 1) 轻量、比强度高,可作构造用材;
- 2) 硬质、耐磨,可作摩擦材料;
- 3) 结构多孔,可作各种滤过、吸收材料,以及其它材料的基体;
- 4) 耐热、抗氧化、耐腐蚀,可应用十高温、腐蚀环境中;
- 5) 导热,有良好的远红外发射功能,是大有前途的房暖材料;
- 6) 经济性好,能大批量生产。

15.7 辅助建材和建材化学品

主要有防水材料、密封材料、保温材料、粘合剂等。

(1) 防水材料

传统沥青类防水材料含有大量煤焦油、苯类挥发物。

现代的防水材料已向环境友好型方向发展,如聚丙烯类防水材料、聚苯乙烯类防水卷材等,对人体无毒无害。

(2) 密封材料

现代的密封材料着重发展浅色的水乳型嵌缝油膏以及能在潮湿基层上施工的粉状嵌缝油膏等,这些密封膏对环境和人体基本无不良影响。

(3) 胶粘剂

传统建筑胶粘剂使用过程中释放出甲醛等有害气体。

建筑胶粘剂现正向无毒、功能性胶发展,主要功能有耐热、耐低温、阻燃、绝缘、导热、导电等。

【重点、难点】

- 1.重点:生态建材的基本特征。
- 2.难点:生态建材与普通建材之间的区别。

【教学方法】

以教师课堂讲授为主,辅以提问、讨论等多种方式,引发学生积极思考,适当提问,以加深学生对某重点知识的印象。

【学习要求】

- 1.了解常见的生态建材及其环境协调性。
- 2.掌握生态建材的定义。

3. 熟悉生态建材的应用。

【复习与思考】

1.生态建材的属性及其基本特点应该包括哪些内容。

2.生态建筑的概念主要体现在哪些方面。

【学习资源】

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.

2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007 年

五、实践教学安排

开展研习，学生进行分组，选择一种材料，根据数据库、相关报道、汇总内容，在消化基础上进行 PPT 汇报，汇报内容经班级交流，教师引导学生讨论，对不足内容给予补充和修正。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核和期末考核，考核形式：考查。

过程性考核方式包括课堂表现、平时作业、学风养成。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	基本概念和基本知识：30-40%	学风养成、课堂讨论、课堂表现、作业完成情况、期末考试
课程目标 2	环境材料学案例分析处理： 40%-60%	学风养成、课堂讨论、课堂表现、作业完成情况、期末考试
课程目标 3	研究进展和前沿技术了解： 10%-20%	课堂表现、学风养成、作业完成情况、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

成绩采取“N+2”的评定模式，“N”指过程性考核成绩（占比 30%）；“2”指卷面成绩与单元检测成绩（分别占比 50%、20%）。

成绩均以百分制计分。

1.总成绩评定

总成绩 = 卷面成绩（50%）+ 单元检测（20%）+ 过程性考核成绩（30%）。

2.过程性考核成绩评定

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 作业完成情况（40%）。

（1）课堂表现：学生主动参与课堂练习、讨论，创造性地提出问题的能力

（2）作业完成情况：学生平时作业提交次数及完成质量。

（3）学风养成：学生课堂纪律表现和学习态度。

3.期末成绩评定

详见期末试题评分标准。

4. 单元检测：学生阶段性单元内容掌握程度。

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	作业完成情况	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	学风养成	遵守课堂纪律，积极配合老师教学，自主学习，主动提问，积极交流，课堂内容记录完整，格式规范，笔迹工整，字体统一	遵守课堂纪律，配合老师教学，可以进行提问和交流，课堂内容记录较完整，格式规范，笔迹较工整，字体统一	基本遵守课堂纪律，较配合老师教学，较少进行提问和交流，课堂内容记录较完整，格式较规范，笔迹欠工整，字体统一	基本遵守课堂纪律，与老师配合较差，基本不进行交流，课堂内容记录欠完整，格式欠规范，笔迹欠工整，字体统一	不遵守课堂纪律，不配合老师教学，不进行提问和交流，课堂内容记录不完整，格式不规范，笔迹不工整，字体不统一

4	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	单元检测	单元内容掌握，可以对实际问题进行理解，分析透彻，思路正确	单元内容掌握较熟练，可以对实际问题进行一定处理，分析较透彻，思路基本正确	单元内容掌握欠熟练，有一定对实际问题进行理解能力，分析较完整，思路基本正确	单元内容掌握较不熟练，较难对实际问题进行理解，分析不完整，思路欠合理	单元内容掌握不熟练，无法对实际问题进行理解，分析不透彻，思路不正确
5	课程目标 1 课程目标 2 课程目标 3	期末成绩	详见期末试题评分标准				

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
《环境材料学》 (第 2 版)	翁端	清华大学出版社	2011 年	否	

九、主要参考书目

1. 张建波主编，《环境材料导论》，北京大学出版社，2008.
2. 冯奇，马放，冯玉杰，《环境材料概论》，化学工业出版社，2007.

十、课程学习建议

环境材料学是一门实践性很强的学科，可以通过实验操作、案例学习等方式，加深对环境材料学知识的理解，培养问题解决和创造力。

为了进一步提高学生学习热情，可以成立由老师指导，定期开展与课程相关的小型实验课题研究。通过积累研究成果，举行阶段性研究成果小型报告会，锻炼学生的讲演能力，增加成就感，并带动其他学生的学习热情

对于一些抽象难懂的概念和理论，合理利用多媒体，以帮助学生地理解。



环境科学与工程专业

《环境规划与管理》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境规划与管理》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境规划与管理 Environmental Planning and Management		
课程编码	230910834B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学基础、环境工程原理、环境监测、水处理工程	修读学期	六
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵冰清	审核人	李利红

二、课程简介

环境规划与管理是环境科学与工程专业的一门专业选修课。通过学习本课程，学生能够掌握环境规划与管理的基本理论、技术方法和科学思维方法，了解环境规划与管理的实践和学科的发展趋势，初步具备设计环境规划方案的能力，能够运用环境管理的理论和方法分析和解决人类社会行为，培养学生的全局观念和可持续发展观念，为服务我国新时代生态文明建设奠定坚实基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握环境规划与管理的核心概念和基础理论，了解环境规划与管理技术支撑体系，将所学知识应用于实际环境规划与管理项目中。

课程目标 2：掌握区域环境规划和生态规划的方法，了解环境规划的整体思路与程序，能够运用环境规划的基本理论和技术方法，初步进行环境规划方案设计，培养学生的全局观念和创新思维，以应对复杂多变的环境问题。

课程目标 3：系统掌握环境管理的体制、政策与制度、法律法规，并运用环境管理的理论和手段，分析和解决人类社会行为，树立可持续发展的观念，培养

学生在环境管理领域的专业知识、技能及综合素养。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、环境规划与管理的理论与技术基础 1. 绪论 2. 环境规划与管理技术支撑	课程目标 1、2、3	课堂讲授、 课堂讨论、 案例教学	4
模块二、环境管理的组织体系与政策依据 1. 环境管理体制与职能 2. 环境管理政策与制度 3. 环境管理的法律法规 4. 区域环境管理	课程目标 1、3	课堂讲授、 课堂讨论、 案例教学	14
模块三、环境规划的内容与技术方法 1. 区域环境规划 2. 生态规划	课程目标 1、2	课堂讲授、 案例教学	14
合计			32

(二) 课程内容

模块一、环境规划与管理的理论与技术基础

【学习目标】

1. 知识目标：掌握环境规划与管理的基本概念与理论，了解环境规划与管理思想和理论的产生和发展过程。掌握环境规划与管理中的基本技术方法。

2. 能力目标：能够运用科学的方法对环境现状进行调查和评价，利用环境预测和模拟技术对未来环境状况进行预测。能够在实践中应用环境规划与管理的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生的全局观念和可持续发展观念，能够在环境规划与管理实践中考虑长远利益和社会整体福祉。培养学生的辩证思维和实事求是的科学精神。强调职业严谨性和规范性，提升职业素养。

【课程内容】

1. 管理的定义、属性、职能、方法及发展过程；环境规划与管理的含义、环境管理的任务和内容、环境管理的手段、环境管理思想的发展、环境规划与管理的关系；环境规划管理的理论基础。

2. 环境监测的程序和方法、环境监测的质量；我国现行的环境标准；环境预

测的方法；环境决策方法。

【重点、难点】

重点：环境管理的任务和内容；环境规划与管理的关系；环境规划管理的基本原理。环境监测的程序和方法、环境标准、环境预测。

难点：环境规划与管理的理论基础。环境预测、环境决策。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授管理学的概念、职能和方法，引出环境管理的概念、内容和手段。通过回顾环境问题的发展，梳理环境管理思想的发展。讲授环境规划的概念和内容。介绍环境规划与管理在环境保护中的关系。讲授环境管理的理论基础。介绍环境预测的基本概念、分类和常用的环境预测方法。明确环境决策的定义、方法分类以及常用的环境决策方法。

2. 课堂讨论法：某一河流未来几年的水质变化趋势，根据已有水环境监测数据，引导学生分析讨论选择合适的预测方法并给出预测结果。

3. 案例教学法：以水质监测为例，介绍环境监测的基本概念、目的、任务、分类、程序与方法以及质量保证等基础知识，让学生掌握环境监测的基本技能和流程。以云南省昆明市东川区“牛奶河”事件为例，结合《地表水环境质量标准》，讲述环境标准的基本概念、制定原则与程序，以及环境标准在环境保护和环境管理中的重要性，介绍我国现行的环境标准体系。

【学习要求】

预习环境预测和环境决策。认真听讲，做好笔记，掌握课程重点。积极参与课堂讨论。按时完成课后作业，巩固所学知识。

【复习与思考】

1. 管理的职能和方法；
2. 环境管理包括哪些内容？
3. 说明环境规划与环境管理的区别和联系。
4. 环境监测的程序和方法。
5. 简述环境统计和环境审计的概念和内容。
6. 环境规划管理的技术支撑的手段和方法。

【学习资源】

- [1] 郭怀成. 环境规划学（第二版）. 北京：高等教育出版社，2009
- [2] 宋国君. 环境规划与管理. 武汉：华中科技大学出版社，2015
- [3] 王金南，蒋洪强. 环境规划学. 北京：中国环境出版社，2014

模块二、环境管理的组织体系与政策依据

【学习目标】

1. 知识目标：理解环境管理体制的基本概念，熟悉国内外环境管理体制的演变与现状，熟悉国家及地方各级环境管理部门的设置、职责范围及其相互关系，认识环境管理体制在环境保护中的作用。理解我国环境管理方针，了解我国环境管理政策的发展历程，深入理解我国现行的环境管理政策，掌握环境管理体制的体系，认识环境管理政策与制度的作用。掌握环境保护法的基本原则以及环境法体系；熟悉主要的环境管理法律法规，理解环境法律责任的构成要件，了解环境与资源保护的法律规定。掌握末端控制为基础和污染预防为基础的环境管理模式的涵义，理解浓度控制和总量控制的内容和特点，掌握循环经济和清洁生产的内容。

2. 能力目标：能够描述国家及地方各级环境管理部门的职责，具备分析我国环境管理体制存在问题的能力。能够将所学的环境管理政策与制度知识应用于实际环境问题的解决中。初步具备运用环境管理法律法规分析和解决实际环境问题的能力。具备运用末端控制技术、污染预防理念和方法解决环境问题的基本能力。

3. 专业素养：增强学生的环境保护意识，树立可持续发展的观念，理解环境保护与经济发展的关系，促进两者协调发展。增强环境保护法律意识，培养学生的法律素养，能够在环境管理和保护工作中自觉遵守法律法规。

【课程内容】

1. 我国的环境管理体制模式及其演变、国外发达国家环境管理模式；环境管理部门的基本职能和业务范围、各级环保部门职责；我国现行环境管理体制存在的主要问题、完善环境管理体制、我国环境管理体制改革的趋向。

2. 环境管理的“三十二字”方针、“三同步、三统一”的方针、可持续发展战略方针、“五位一体、四个全面”的方针；环境管理的基本政策和单项政策；“老三项”和“新五项”环境管理制度。

3. 环境法的基本原则、我国的环境法体系；环境法律责任、违反环境保护法的行政责任、环境污染损害的民事赔偿责任、破坏环境犯罪的刑事责任、环境纠纷；污染和公害防治的法律规定、资源和生态环境环境保护的法律规定。

4. 末端控制的环境管理模式；污染预防型环境管理模式。

【重点、难点】

重点：环境管理部门的基本职能和业务范围、我国现行环境管理体制存在的主要问题。“三同步、三统一”的方针、我国环境管理的基本政策、环境管理制度。我国的环境法体系、违反环境保护法的相关责任。浓度控制、总量控制、循环经济、清洁生产、产品环境标志。

难点：完善环境管理体制。环境管理制度。我国环境法体系的构成、环境法

律责任的概念、构成要件及特征。总量控制、产品生态设计、清洁生产。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：解释环境管理体制的概念，介绍其主要类型和模式，对比分析发达国家（如美国、日本）和我国环境管理体制的特点和异同点，介绍我国环境管理体制的演变过程和现状。明确环境管理部门的基本职能。介绍我国环境管理的基本方针，讲授环境管理政策的定义和主要分类，梳理我国环境管理政策的发展历程。介绍我国环境管理老三项和新五项制度。讲授环境法的概念、特点、作用、基本原则。梳理环境与资源保护法律体系的各个层次和组成部分，形成清晰的法律体系框架。介绍我国水环境保护相关的法律法规。讲授末端控制的概念、国内外发展历程。重点讲授末端控制为基础的环境管理模式（浓度控制和总量控制）。通过讲解末端控制的局限性，引出预防为主的概念。从组织层面、产品层面、活动层面讲授污染预防型的环境管理模式。

2. 课堂讨论法：围绕环境管理体制的优缺点、国内外差异等，引导学生讨论。提出“我国为什么要坚持预防为主、综合治理的原则”引导学生讨论。引导学生讨论末端控制有哪些弊端？并讨论我国为何要从浓度控制走向总量控制？引导学生讨论传统经济与循环经济的区别。

3. 案例教学法：以某市水务局副局长郭某某行政处分案为例，讲授环境行政责任构成要件。以云南阳宗海砷污染事件为例，讲授环境刑事责任构成要件。以某造纸厂非法排污环境侵权案为例，讲授环境民事责任构成要件。

【学习要求】

预习环境管理政策、基本制度、环境法律责任、污染预防型环境管理模式；认真听讲，做好笔记，掌握课程重点。积极参与课堂讨论，与同学和老师交流思想和观点。按时完成课后作业，巩固所学知识。

【复习与思考】

1. 环境管理部门的基本职能和业务范围。
2. 简述我国现行环境管理体制存在的主要问题。
3. 简述如何完善环境管理体制。
4. 什么是“三同步、三统一”的方针？
5. 简述我国环境保护的基本政策。
6. 简述我国环境管理方针及其演变过程。
7. 什么是环境法制管理？
8. 简述我国环境法体系。
9. 简述违反环境保护法的相关责任。
10. 简述末端控制的涵义及其主要特征。

11. 污染预防型环境管理模式的基本内容有哪些？
12. 简述循环经济和清洁生产的主要内容。
13. 简述产品环境标志的含义和分类。

【学习资源】

- [1] 郭怀成. 环境规划学（第二版）. 北京：高等教育出版社, 2009
- [2] 宋国君. 环境规划与管理. 武汉：华中科技大学出版社, 2015
- [3] 王金南, 蒋洪强. 环境规划学. 北京：中国环境出版社, 2014

模块三、环境规划的内容与技术方法

【学习目标】

1. 知识目标：理解区域环境规划的基本概念和一般编制程序，掌握区域大气环境、水环境、固体废物、噪声污染控制规划的主要内容，并熟悉各种规划方法和技术手段。掌握生态规划的基本概念、原则、编制程序，掌握生态规划分析评价方法，生态功能分区的方法。

2. 能力目标：能够运用区域环境规划的基本理论和技术方法，初步进行环境规划方案设计。能够运用生态学、环境科学、地理学等多学科知识，初步进行生态规划方案设计。

3. 专业素养：培养学生的全局观念和创新思维，以应对复杂多变的环境问题。提高学生遵守法律法规的意识，确保生态规划方案的合法性和合规性。

【课程内容】

1. 区域环境规划的基本概念、类型、内容和编制程序；大气环境、水环境、固体废物、噪声污染防治规划的环境现状调查与评价、环境预测、环境目标设定、环境功能区划、环境规划方案设计与优化等。

2. 生态规划的概念和原则、编制程序和内容；生态规划分析；生态功能分区。

【重点、难点】

重点：区域大气环境、水环境规划的编制程序、内容和技术方法。生态规划分析方法；生态功能分区

难点：污染预测、环境功能分区、大气污染总量控制计算、水环境容量计算。生态规划分析方法、生态功能分区。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授区域环境规划的基本概念、类型。讲授区域大气污染控制规划的主要内容，包括大气环境现状分析与评价、大气污染预测、大气污染总量控制规划、大气污染综合整治措施等。介绍区域水环境规划的主要内容，包括水污染源调查与分析、水环境现状评价、水环境预测、水环境容量计算与分配、水污染控制单元划分、水污染控制规划措施等。讲授固体废物、噪声污染防治规

划的内容、方法和综合整治措施。重点讲授生态规划的概念、内容和编制程序。

2. 案例教学法：以《“十三五”生态环境保护规划》为例，讲授区域环境规划的内容和编制程序。以山东省某市大气污染控制规划为例，重点讲授大气污染物允许排放总量计算方法、总量负荷分配原则及其各自优缺点。以成都国家高新技术产业开发区南区水污染总量控制规划为例，分析案例的背景、问题、规划方案等。以某县生态功能区划为例，讲授生态规划分析和生态功能分区方法。

【学习要求】

预习区域环境规划的主要内容、生态规划评价方法；课堂认真听讲、积极回答问题、参与讨论，做好课堂笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 简述区域环境规划的编制程序。
2. 环境规划的环境调查评价有哪些方法和内容？
3. 生态规划的概念和内容。
4. 如何进行生态功能分区？

【学习资源】

- [1] 郭怀成. 环境规划学（第二版）. 北京：高等教育出版社, 2009
- [2] 宋国君. 环境规划与管理. 武汉：华中科技大学出版社, 2015
- [3] 王金南, 蒋洪强. 环境规划学. 北京：中国环境出版社, 2014

五、实践教学安排

无

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核成绩占比 50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；期末考核采用考查形式，占比 50%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识：20-30% 综合应用：10-20%	学风养成、期末考试
课程目标 2 (30%)	基本概念和基本知识：10-20% 综合应用：10-20%	课堂表现、期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 3 (30%)	基本概念和基本知识: 约10% 综合应用: 约20%	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩=过程性考核成绩×50%+期末考核成绩×50%

过程性考核成绩=学风养成×30%+课堂表现×30%+平时作业×40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲, 配合老师, 勇于发言, 积极回答问题。	上课认真听讲, 勇于发言, 积极回答问题。	上课能够认真听讲, 敢于发言, 能够回答问题。	上课时有走神, 羞于回答问题, 正确率低。	不认真听讲, 能够回答问题, 但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求, 或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准

详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境规划与管理（第二版）	姚建	化学工业出版社	2020年	否	

九、主要参考书目

- [1] 郭怀成. 环境规划学（第二版）. 北京: 高等教育出版社, 2009
- [2] 宋国君. 环境规划与管理. 武汉: 华中科技大学出版社, 2015
- [3] 王金南, 蒋洪强. 环境规划学. 北京: 中国环境出版社, 2014

十、课程学习建议

预习或复习相关知识点。阅读相关的学术著作、期刊文章、政策文件和法律法规，了解国内外环境规划与管理领域的最新研究动态与成功案例，通过在线课程等学习环境规划与管理中常用的分析工具和技术，如 GIS、EIA 等，为未来的职业生涯或学术研究打下坚实的基础。



环境科学与工程专业

《环境影响评价》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023 年 8 月

《环境影响评价》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境影响评价 Environmental Impact Assessment		
课程编码	230910835B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境监测、水处理工程、 大气污染控制工程	修读学期	六
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

《环境影响评价》是环境科学与工程专业的选修课程，考查课。课程主要讲述我国环境影响评价制度及相关法规、标准，介绍环境影响评价工作程序和方法，让学生掌握环境现状调查，工程分析以及各环境要素的环境影响分析与评价等内容。通过系统学习环境影响评价知识，学生基本具备编制环境影响评价文件能力，同时提高分析问题和解决问题的能力。环境影响评价具有实践性和综合性特点，是环境法规、环境管理、环境监测、污染治理技术等知识在项目环境管理过程的具体应用，学好该课程可为今后从事专业工作和科学研究打下良好的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：了解环境影响评价制度、熟悉环境影响评价相关标准和法律法规，熟悉环境影响评价的基本程序和方法，掌握工程分析的内容和方法；掌握不同环境要素的环境现状调查，环境影响评价等级划分、预测模式方法和评价内容等。

课程目标 2：掌握建设项目环境影响分析、预测、评估能力，可分析和评价建设项目实践对社会、健康、安全、法律、文化的影响，能提出预防或减轻不良环境影响的对策和措施，具备编制一般项目环评文件的初步能力。

课程目标 3：明了环境影响评价政策的意义，理解环境影响评价工作的重要

性及其应承担的责任，形成坚定的环保意识，可评价人类活动对环境保护与社会可持续发展的影响，形成良好的职业道德感和社会责任感。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、环境现状调查与评价 1. 环境影响评价体系 2. 环境影响评价的工作程序与内容 3. 环境现状调查 4. 环境大气现状调查与评价 5. 地表水环境现状调查与评价 6. 地下水环境现状调查与评价 7. 声环境现状调查与评价 8. 声环境现状调查与评价	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	8
模块二、工程分析 1. 工程分析目的、原则与要求 2. 工程分析的方法 3. 工程分析的时段和重点 4. 规划及产业政策符合性评价 5. 污染型项目工程分析 6. 生态影响型项目工程分析	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法	6
模块三、环境影响评价技术与方法 1. 地表水环境影响评价 2. 大气环境影响评价 3. 声环境影响评价 4. 固体废物环境影响评价 5. 生态影响评价	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法、自主学习法	10
模块四、环境风险评价 1. 评价工作等级判定级源项分析 2. 环境风险后果影响预测分析方法 3. 环境风险水平表征 4. 环境风险管理与防范措施 5. 突发环境事件应急预案	课程目标 1、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	4
模块五、规划环境影响评价 1. 规划方案分析 2. 资源环境承载力评价 3. 规划环境影响评价技术方法 4. 规划合理性评价	课程目标 1、2	课堂讲授法、自主学习法	4

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
合计			32

(二) 课程内容

模块一、环境现状调查与评价

【学习目标】

1. 知识目标：熟悉环境现状调查的方法；
2. 能力目标：掌握大气、水体、声、生态环境质量现状监测与评价；
3. 素质目标：通过环境现状调查与评价的学习，形成坚定的环保意识，良好的职业道德感和社会责任感。

【课程内容】

1. 环境的涵义；环境影响评价的有关法律法规规定及标准体系；
2. 环境影响评价的产生和发展。
3. 环境现状调查的涵义；
4. 大气、地表水、地下水、声、生态环境质量现状调查与评价的基本方法。

【重点、难点】

1. 重点：环境现状调查
2. 难点：环境质量现状监测与评价；环境标准体系及环境标准的实施

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出本课程的研究对象、内容、重要性、发展史和学习方法，讲授环境的涵义；环境影响评价的有关法律法规规定及标准体系；环境影响评价的产生和发展；通过讲授自然、生态环境及区域污染源现状调查的内容，引出环境大气环境、地表水环境、地下水环境、声环境、生态环境现状调查的内容与评价方法，带领学生了解各类环境要素现状调查的方法。

2. 问题讨论法：提出“环境现状调查包括哪些方面？”引导学生积极主动的了解环境现状调查与评价的热点、难点问题，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

3. 案例分析法：通过实际案例的分析，让学生深入了解环境问题的成因、影响及解决方案。激发学生的兴趣和参与度，同时培养其分析问题和解决问题的能力。

4. 自主学习法：引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣，树立科技强国的信念。引入通过建立数学模型简历环境现状评价的方法，学会查阅资料和文献，积极主动解决疑难问题，建立学习兴

趣。

【学习要求】

- 1.理解与掌握学习目标中的知识。
- 2.通过阅读文献和学习慕课，搜集环境现状调查与评价最新的先进监测技术与方法，以及环境风险评估与管理。

【复习与思考】

- 1.什么是环境评价?环境评价的作用是什么?
- 2.环境评价按评价的时间可以分为哪几类?环境评价应遵循哪些原则?
- 3.国内环境质量评价分为哪几个进展阶段?
- 4.简述环境现状调查包括哪些方面?
- 5.简述区域污染源调查内容。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、工程分析

【学习目标】

1. 知识目标：能够了解工程分析的作用、工程分析的技术原则；掌握工程分析的方法、内容；理解污染型项目在工程设计、施工、运营等阶段可能产生的环境影响，以及工程分析在环境影响评价中的核心作用。

2. 能力目标：通过具体案例和实践，掌握工程分析的方法论，包括污染源调查、污染物产生和排放的定量分析等。

3. 素质目标：在学习过程中，增强环境保护意识，理解工程项目与环境保护之间的紧密关系；培养严谨、求真、务实的学习态度，确保工程分析结果的准确性和可靠性；通过工程分析的学习，提升解决复杂工程问题的能力，为今后的环保实践打下坚实的基础。

【课程内容】

1. 工程分析的作用、工程分析的技术原则、工程分析的方法、工程分析的内容；

2. 污染型项目工程分析，生态影响型项目工程分析的基本方法。

【重点、难点】

1.重点：污染型建设项目的工程分析内容和方法，生态影响型建设项目工程分析

2. 难点：污染型项目工程分析方法

【教学方法】

1.课堂讲授法：介绍工程分析的基本概念、原理、目的和重要性，以及它在环境影响评价中的地位和作用。同时，还需讲解污染物及污染源的分类，为后续的分析打下基础。通过详细讲解污染源的调查方法，包括如何确定污染源的类型、数量、位置、排放强度等，引出如何根据工程项目的具体情况，运用相关公式和模型计算污染物排放量。介绍并讲解各种工程分析方法，如物料衡算法、类比法、资料复用法等，并通过具体案例，演示这些方法在实际工程分析中的应用，帮助学生理解和掌握。介绍环境影响评价的软件工具的基本功能和操作方法，并鼓励学生尝试使用它们进行工程分析。

2.问题讨论法：提出“如何对某工厂的废水排放进行工程分析？需要考虑哪些因素？”，引导学生积极主动的了解环境现状调查与评价的热点、难点问题，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。提出“在工程分析过程中，如何平衡经济发展与环境保护的关系？”这类问题旨在激发学生的深入思考和讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集结合大数据、人工智能、机器学习技术，优化模型的预测能力和效率，发展动态模拟和实时预测模型，提高对环境变化的响应能力。

【复习与思考】

1. 工程分析的任务和作用是什么？
2. 工程分析的重点是什么？分为哪几个阶段？
3. 污染型建设工程分析的内容有哪些？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三、环境影响评价技术与方法

【学习目标】

1. 知识目标：掌握环境影响识别的方法，包括核查表法、矩阵法、网络法等；了解并掌握环境影响预测方法，如数学模式法、物理模拟法、专家判断法等；学习环境影响综合评价的方法，能够运用不同方法进行综合分析和评价。掌握环境影响评价的工作程序，包括项目筛选、评价范围确定、现状调查、影响预测、综合评价、报告书编写等。

2. 能力目标：具有初步进行环境影响评价的能力。能够对环境影响评价中的复杂问题进行深入分析和判断，提出科学合理的解决方案。能够准确识别项目中

的潜在环境风险，并提出有效的预防和减缓措施。

3. 素质目标：掌握环境影响评价的方法，增强保护环境的责任感。具备良好的职业道德和敬业精神，能够严格遵守环境影响评价的法律法规和标准规范。不断学习和更新专业知识，提高自己的专业素养和综合能力。

【课程内容】

1. 地面水环境影响评价基础；常用水质模型；地表水环境影响的识别与现状评价；地表水环境影响预测；地面水环境影响评价的工作程序、评价等级、方法；

2. 大气环境影响评价基础；大气扩散模式；大气环境影响评价的工作程序和工作内容；大气环境影响评价技术导则；

3. 土壤环境影响概述；土壤环境质量标准；土壤环境影响评价的等级划分、工作内容、范围和程序；土壤及其环境现状的调查与评价；土壤环境影响预测与评价；污染场地的土壤修复；

4. 声环境影响评价概述；噪声衰减和反射效应；声环境影响评价技术工作程序和要求；声环境现状调查和评价；声环境影响预测及评价；声环境影响评价和噪声防治对策；

5. 固体废物环境影响评价概述；固体废物环境影响评价的主要内容及特点；生活垃圾填埋场的环境影响评价；危险废物处置设施建设项目的环境影响评价要求；固体废物污染控制及处理处置的常用技术方法。

【重点、难点】

1. 重点：地表水环境影响预测和评价内容及方法；大气环境影响预测和评价内容及方法；声环境影响评价技术工作程序和要求；固体废物污染控制技术；生态影响预测。

2. 难点：地表水环境影响预测模型；危险废物环境影响评价，噪声环境影响预测与评价。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：详细讲解环境影响评价的基本概念、原理、目的和意义，确保学生建立起扎实的理论基础；介绍国内外关于环境影响评价的法律法规、政策制度及环境管理体系，使学生了解评价工作的法律依据和规范性要求。详细讲解环境影响识别的方法，包括核查表法和矩阵法，帮助学生快速识别项目潜在的环境影响，通过构建影响矩阵来评估不同活动对环境因素的影响程度和范围。介绍环境影响预测方法和环境影响综合评价方法，使学生能够根据不同项目特点选择合适的评价方法。

2. 问题学习法：提出“讨论在环境影响评价过程中可能遇到的数据获取难、

预测模型不确定性、公众参与不足等难题，并思考解决方案”这一问题，引导学生积极主动的了解环境现状调查与评价的热点、难点问题，带着问题去学习，让学习和思考相互进行，找出解决的方法。

3. 案例分析法：通过“某城市污水处理厂建设项目环境影响评价”实际案例的分析，让学生深入了解环境问题的成因、影响及解决方案。激发学生的兴趣和参与度，同时培养其分析问题和解决问题的能力。

4. 自主学习法：引入“技术进步对环境影响评价的影响”，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣，树立科技强国的信念。引入“在环境影响评价过程中可能遇到的数据获取难、预测模型不确定性、公众参与不足等难题，并思考解决方案”，学会查阅资料和文献，积极主动解决疑难问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

- 1.理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集利用物联网（IoT）和大数据技术，实现对环境影响的实时监测和动态评估，以及时调整管理措施。

【复习与思考】

1. 如何确定水环境影响预测评价中的参数？
2. 大气环境评价工作等级的划分方法及评价范围如何确定？
3. 常用的固体废物污染控制技术有哪些？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块四、环境风险评价

【学习目标】

1. 知识目标：熟悉环境风险评价的基本概念，包括风险的定义（如生命与财产损失或损伤的可能性、事故的可能性或损失的幅度等）、环境风险评价的定义和目的。理解环境风险评价的基本原理，包括风险识别、风险分析、风险评价和风险管理等核心环节。掌握环境风险评价的步骤和流程，包括从项目识别、风险源分析、暴露评估、受体分析、风险表征到风险管理措施制定的全过程。学习并熟悉常用的环境风险评价方法和技术，如事故树分析（FTA）、事件树分析（ETA）、定量风险评价（QRA）等。了解国内外环境风险评价的相关标准和法规，包括环境质量标准、排放标准、环境影响评价导则等，以及它们在环境风险评价中的应用。

2. 能力目标：培养学生对建设项目或区域环境风险的分析能力，能够识别潜

在的环境风险源和风险因素。掌握环境风险评价的方法和技巧，能够对建设项目或区域的环境风险进行客观、全面的评价。培养学习者在环境风险评价过程中解决实际问题的能力，包括数据收集与处理、模型构建与验证、方案制定与实施等。

3. 素质目标：通过环境风险评价的学习，养成理论联系实际、科学严谨、认真细致、实事求是的科学态度和职业道德。强调环境风险评价工作的职业道德和职业素养，要求学习者在评价过程中保持客观公正、诚实守信的态度。培养学习者在环境保护事业的责任感和使命感，鼓励其积极参与环境保护工作。

【课程内容】

1.环境风险评价概述；环境风险识别的目的与内容；源项分析；后果计算；风险计算和评价。

2.环境风险管理。

【重点、难点】

1.重点：风险识别；风险评价等级和评价范围；源项分析；风险预测；风险防范措施；

2.难点：风险潜势；风险识别；风险评价等级和评价范围；风险防范措施。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过解释环境风险评价的基本概念，明确其在环境保护中的重要作用，引出环境风险评价对于预防和控制环境污染、保障公众健康和安全的意义。通过介绍风险识别的基本步骤和方法，包括资料收集、现场调查、专家咨询等，讲解风险评估的流程和关键技术，包括事故概率和后果估算、风险计算等。通过阐述环境风险防范的基本策略和措施，如推广清洁能源、加强环境监测等，介绍风险控制的技术手段和方法，如应急预案制定、风险监测与预警等。

2. 问题讨论法：围绕“如何开展环境风险评价”，指导学生收集有关资料或进行现状调查，启发引导学生发现问题、分析问题及解决问题发表个人意见，然后在进行归纳总结，培养学生运用所学知识解决实际问题的能力

3. 案例分析法：通过引入“各类环境污染事件”的案例分析，让学生深入了解环境问题的成因、影响及解决方案。使学生可以更直观地理解环境风险的来源、影响以及管理和防范措施的重要性。

【学习要求】

1.理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集更加精准和高效的环境风险建模方法，如系统动态模型、网络模型等，以提高对复杂环境系统的预测能力。

【复习与思考】

1. 什么是环境风险?为什么要进展环境风险评价?

2. 环境风险评价工作等级是依据什么划分的?环境风险评价包括哪些时段?
3. 环境风险评价的根本内容有哪些?

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块五、规划环境影响评价

【学习目标】

1. 知识目标：掌握规划环境影响评价的基本概念、原理及其在环境管理中的作用。学习并掌握规划环境影响评价的主要方法和技术，包括环境现状调查、影响识别、预测模型构建、影响评价等。了解国内外规划环境影响评价的最新进展和研究成果，保持知识的更新和前沿性。

2. 能力目标：掌握规划环评的内容、规划环评的影响识别与评价指标；熟悉规划环境影响评价的评价体系、评价指标和评价标准，能够根据实际情况合理选择和运用。在评价过程中，能够综合考虑经济、社会、环境等多方面因素，提出科学合理的评价结论和对策建议。

3. 素质目标：通过规划环境影响评价的学习，养成理论联系实际、科学严谨、认真细致、实事求是的科学态度和职业道德。

【课程内容】

1. 规划环评的概念与特点、规划环评的原则与方法、规划环评的程序与内容、规划环评的影响识别与评价指标；规划环境影响现状调查与评价；
2. 资源环境承载力评价；规划方案的环境合理性综合论证

【重点、难点】

1. 重点：规划环评的内容、评价标准、建设项目环境风险评价内容、等级划分、评价范围、评价方法
2. 难点：风险识别方法。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：介绍规划环境影响评价的基本概念、原理、法律法规框架和政策导向，帮助学生建立对课程的整体认识。详细讲解环境现状调查、影响识别、预测模型构建、影响评价等方法和技术，结合实例进行分析和演示。针对大气、水、噪声、振动、生态等专项环境影响评价，分别介绍其特点和评价方法，帮助学生掌握不同领域的环境影响评价技术。介绍规划环境影响评价的程序，包括规划分析、环境影响识别与确定环境目标、环境影响预测与评价、环境保护对策与措施等，并通过案例分析加深学生对评价程序和方法的理解。。

2. 自主学习法：引入规划环境影响评价领域的最新研究进展和实际应用案

例，引导学生查阅规划环评相关案例，积极主动的了解规划环评的热点、难点问题，建立学习兴趣；引导学生查阅相关的环境保护政策法规和评价标准，了解规划环境影响评价的法律法规框架和政策导向。

【学习要求】

- 1.理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集基于多尺度综合评估，将区域、城市、地方等不同尺度的环境影响综合考虑，以便于更全面地评估规划对环境的总体影响。

【复习与思考】

1. 规划环境影响评价的概念与特点？
2. 什么是累积环境影响评价？
3. 规划合理性评价包括哪些方面？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	环境现状调查与评价、环境影响评价技术与方法的基本概念和基础知识：约占20% 环境影响评价技术与方法的分析应用能力:约占10% 环境影响评价技术与方法解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 2 (30%)	工程分析、环境风险评价的基本概念和基础知识：约占20% 运用环境风险评价的方法解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 3 (30%)	规划环境影响评价的基本概念和基础知识: 约占 20% 应用规划环境影响评价的理论解决环境问题的 综合能力:约占10%	学风养成、课堂表 现、平时作业、期末 考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按 时 完 成 任务, 展 现 高度自律。	表现积极, 按时提交 作业, 课 堂 参与度高, 学习态度 认真。	基本遵 守 纪 律, 按 时 完 成 度 部分任 务, 课 堂 参与一 般。	偶尔拖延, 参与度和 作业完成 情况一般, 需加强自 律。	频繁缺 勤, 作业 提交不及 时, 学习 态度消 极, 缺乏 参 与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认 真, 互动较 积极, 发言 次数较多。	上 课 能 作 一 点 笔 记, 互 动 有 一 定 自 主 性, 能够 发言。	上课不太 认真, 有互 动但不多, 很少发言。	听课很不 认真, 不 互动也不 发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成 情况	作业内 容完整, 独 立或合作 完成全部 作业要求。 书写端正, 对 问 题 有 详 细 透 彻 的 分析。	作业内 容完整, 独 立或合作 完成作业 要求。书 写端正, 但 对 问 题 分 析 较 全面。	作业内 容完整, 独 立或全 部完成 作业要 求, 书 写端正, 没有对 问 题 进 行 分析。	作业内 容完整, 独 立或合作 完成作业 要求。书 写较凌 乱, 没有 对 问 题 进 行 分析。	作业内 容不 完整, 没有达 到作 业要 求。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境影响评价	汪诚文	高等教育出版社	2017年6月	否	

九、主要参考书目

[1] 金腊华. 环境影响评价. 北京: 化学工业出版社, 2015.

重点学习该教材中“第2章 环境评价技术方法”，“第9章 区域环境影响评价”，“第13章 环境影响评价文件的格式和要求”的相关内容，作为补充知识。

[2] 吴春山，成岳. 环境影响评价（第3版）. 武汉: 华中科技大学出版社, 2020.

重点学习该教材中“第5章 环境质量综合评价方法”，“第11章 土壤环境影响评价”，“第13章 环境影响的经济损益分”的相关内容，作为补充知识。

十、课程学习建议

本课程每章的文献阅读不少于1篇，通过阅读文献加强自主学习的能力。每章的基础知识点要形成思维导图，便于记忆和复习。



环境科学与工程专业 《环境与资源保护法学》 课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《环境与资源保护法学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境与资源保护学 Environmental and Resource Protection Law		
课程编码	230910836B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境生物学、环境化学	修读学期	六
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李利红	审核人	李利红

二、课程简介

通过本课程的学习，使学生了解掌握环境法学方面的基本理论和基本知识，提高环境保护意识，增强环境法制观念，为学生进一步学习和日后从事环境科学与工程工作打下基础。学生应了解和掌握环境与资源保护法的基本理论、基本知识和基本技能，熟悉环境污染防治法、自然资源保护法、国际环境法规范，以及各类规范之间的相互关系，提高运用环境与资源保护法规范进行诉讼和处理环境与资源纠纷的能力。引导学生关注身边的环境问题，培养良好的法律素养，并综合运用环境污染防治法、自然与资源保护法等，帮助学生树立正确的法律意识，为积极建设生态文明贡献自己的力量。

三、课程目标

通过本课程的理论教学，使学生具备下列能力：

课程目标 1：能够运用环境与资源保护法的基本理论和基本制度，针对各种环境与资源相关的纠纷，选择合理的法律途径解决问题。

课程目标 2：综合运用环境污染防治法、自然与资源保护法等的基本知识，深刻理解环境与资源保护法的法律责任。

课程目标 3：培养学生实事求是的科学精神，激发学生利用环境与资源保护法解决环境问题的兴趣。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、导论	课程目标 3	讲授、讨论	2
模块二、环境与资源保护法基本理论	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块三、环境与资源保护法基本制度	课程目标 2、3	讲授、讨论	6
模块四、环境污染防治法	课程目标 1、2	讲授、案例法	6
模块五、自然与资源保护法	课程目标 1、2	讲授、讨论	6
模块六、环境与资源保护法的法律责任	课程目标 1、2	讲授、讨论	6
模块七、国际环境法与中国	课程目标 1、3	讲授、演示	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一、导论

【学习目标】

4. 掌握环境与资源保护法的产生和发展。
5. 中国现代环境与资源保护法的发展。

【课程内容】

1. 环境与资源保护法的缘起
2. 现代环境与资源保护法的产生和发展
3. 环境与资源保护法的作用
4. 环境与资源保护法学及方法论

6. 【重点、难点】

1. 重点：环境与资源保护法的产生和发展。
2. 难点：中国现代环境与资源保护法的发展。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

环境与资源保护法学争论对象和学习方法。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、环境与资源保护法基本理论

【学习目标】

3. 掌握环境与资源保护法的概念和特点。
4. 理解并掌握环境与资源保护法律关系的三要素。
5. 掌握环境与资源保护法律体系。
6. 掌握环境法基本原则的含义，了解环境法基本原则的产生和发展过程。

【课程内容】

1. 环境与资源保护法的概念、目的和渊源
2. 环境与资源保护法律关系
3. 环境与资源保护法律体系
4. 环境与资源保护法的基本原则

【重点、难点】

1. 重点：环境与资源保护法律关系和法律体系。
2. 难点：环境权的法律问题。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

1. 简述环境与资源保护法的法律体系。
2. 简述环境与资源保护法的根本原则。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三、环境与资源保护法基本制度

【学习目标】

1. 理解主要环境与资源保护法律基本制度的概念，了解其产生和发展过程。
2. 掌握环境与资源保护法律制度的内容 and 应用范围。

【课程内容】

5. 环境与资源保护法基本制度概述
6. 生态环境标准制度
7. 环境与资源保护规划制度

8. 环境影响评价制度
9. 环境税费制度
10. 突发环境事件应急制度

【重点、难点】

3. 重点：环境影响评价制度，“三同时”制度。
4. 难点：环境与资源保护法基本制度的应用。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

1. 概述环境与资源保护法的基本制度。
2. 简述环境税费制度。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块四、环境污染防治法

【学习目标】

3. 了解和把握环境污染防治法的根本内容。
4. 掌握物质和能量流污染防治法。

【课程内容】

5. 环境污染防治法概述
6. 物质流污染防治法
7. 能量流污染防治法
8. 环境污染的源头和全过程治理

【重点、难点】

1. 重点：环境污染防治法的根本制度和具体措施。
2. 难点：能量流污染防治法及污染源头和全过程治理。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

3. 试述环境污染的源头和全过程治理的主要措施。

4. 联系试剂探讨环境污染防治法的重要性。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块五、自然与资源保护法

【学习目标】

1. 了解中国的土地资源保护法和水资源保护法。
2. 掌握我国土地资源、水资源等根本法律规定。
3. 掌握渔业资源、矿产资源和野生动植物的相关的法律规定，深入理解保护渔业资源、矿产资源和野生动植物的重要性。

【课程内容】

5. 自然与资源保护法概述
6. 自然保护法
7. 自然资源保护法

【重点、难点】

1. 重点：自然资源保护法的根本概念，中国的土地资源、水资源、森林资源、草原资源保护法。
2. 难点：中国的水土保持法、矿产资源保护法、渔业资源保护法、野生动植物保护法、特别区域保护法的主要规定。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

1. 我国《土地治理法》对耕地的保护有哪些规定？
2. 简述野生动物概念以及保护野生动物的根本措施。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块六、环境与资源保护法的法律责任

【学习目标】

4. 掌握环境保护行政责任的概念、构成要件以及法律责任形式。
5. 掌握环境保护民事责任和刑事责任的概念、构成要件、归责责任以及法律责任形式。

【课程内容】

3. 环境与资源保护法的法律责任概述
4. 违反环境与资源保护法的行政责任
3. 破坏环境与资源保护犯罪的刑事责任
4. 环境污染和生态破坏的民事责任
5. 环境公益诉讼

【重点、难点】

1. 重点：环境与资源保护法法律责任的构成要件。
2. 难点：具体环境侵权纠纷的解决方式以及环境公益诉讼过程。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

3. 我国法律规定了哪些环境行政责任形式？
4. 简述环境污染民事责任的特点。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块七、国际环境法与中国

【学习目标】

1. 了解当前主要的国际环境问题。
2. 掌握国际环境法产生的必要性和国际环境法的根本原则

【课程内容】

1. 国际环境法概述
2. 环境与资源的国际法律保护
3. 国际环境法与国际法其他领域的交叉问题概述
4. 中国与国际环境法

【重点、难点】

1. 重点：国际环境法的一般原则和实施。
2. 难点：中国与国际环境法。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

1. 我国在解决全球环境问题上有哪一些根本观点？
2. 简述国际环境法的根本原则。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比50%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标1	考核内容：作业完成情况，课堂表现；期末考试成绩中对各项理论内容的掌握情况。 所占比例：40%。	课后作业、课堂表现、期末考试等
课程目标2	考核内容：课后习题的讨论性问题回答的科学性，期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例：30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等
课程目标3	考核内容：课后习题中关于材料分析问题回答的科学性，期末考试中应用性试题的答题情况。 所占比例：30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 作业（40%）

（二）评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与, 主动学习。按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标 2、3	作业完成情况	作业内容完整, 独立完成或合作完成全部作业要求。书写端正, 对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整, 独立完成或合作完成作业要求。书写端正, 但对问题分析较全面。	作业内容完整, 独立完成或全部完成作业要求, 书写端正, 没有对问题进行分析。	作业内容完整, 独立完成或合作完成作业要求。书写较凌乱, 没有对问题进行分析。	作业内容不完整, 没有达到作业要求。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境与资源保护法学 (第四版)	金瑞林等	高等教育出版社	2023.06	否	

九、主要参考书目

- [1] 韩德培, 《环境保护法教程》. 法律出版社, 2023.
 [2] 吕忠梅, 《环境法视野》. 法律出版社, 2023.

十、课程学习建议

收集案例, 通过案例分析加强自主学习的能力。每章的基础知识点要形成思维导图, 便于记忆和复习。



环境科学与工程专业 《文献检索与论文写作指 导》课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《文献检索与论文写作指导》课程大纲

一、课程信息

课程名称	文献检索与论文写作指导 Literature Search and Thesis Writing Guidance		
课程编码	230910837B	适用专业	环境科学与工程
先修课程	计算机应用基础	修读学期	六
课程类别	专业选修课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李利红	审核人	李利红

二、课程简介

《文献检索与论文写作指导》是本科各专业的专业素质拓展课程，培养学生运用网络学术资源的检索技巧，并从文献资源中获取有用信息，同时，掌握学术论文的写作流程、规范、写作技巧以及论文投稿，为适应学业需求和将来从事科研工作奠定基础。

通过本课程的理论教学和上机教学，使学生掌握常用中、英文网络数据库的各种检索方法，能够快速、全面、准确的查询网络信息资源，能按照检索要求独立地完成数字图书、数字期刊论文、标准、专利、报告等多种类型的信息资源的查询任务，学会学术论文的写作和投稿，掌握一门科研必备的基本功，为后续毕业论文的写作打下坚实的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过本课程的学习，使学生了解各自专业及相关专业文献的概况，掌握信息检索的基本原理与方法，能够从海量的文献信息源中，快、准、全地获取有用的信息，掌握一门终身学习型获取知识的方法。

课程目标 2：掌握论文框架构思、论文撰写规范、论文投稿过程和方法，提

高学生论文的写作能力，基本能够独立完成本学科学术论文的写作和投稿。

课程目标 3: 结合知识点使学生了解国外文献，培养学生的责任感和使命感。教学过程中严格要求学生，培养学生的诚实守信精神以及严谨求实的工作作风。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、文献信息检索基础	课程目标 3	讲授、讨论	2
模块二、文献信息检索工具基础	课程目标 1、2	讲授、讨论	2
模块三、网络信息资源的检索与文献线索的应用	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
模块四、EV 平台与 EI 的检索	课程目标 1、2	讲授、案例法	2
模块五、引文索引及其检索	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块六、中文文献检索平台及其数据库的检索	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块七、中文电子书数据库的检索	课程目标 1、3	讲授、讨论	2
模块八、经典外文检索平台及其数据库的检索	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块九、特种文献的检索	课程目标 1、2	讲授、案例法	2
模块十、文献的合理使用	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
模块十一、学术规范与论文写作	课程目标 2、3	讲授、讨论	6
合计			32

(二) 课程内容

模块一、文献信息检索基础

【学习目标】

6. 掌握文献的概念、属性、现象、本质和规律。
7. 认识文献信息检索的含义、类型和基本原理。
8. 了解计算机检索技术。

【课程内容】

1. 文献信息基本知识
2. 文献信息检索
3. 计算机检索基础

【重点、难点】

1. 重点：文献信息检索的方法和步骤。
2. 难点：选择检索词的原则，计算机统一检索与其他检索表述。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

什么是信息能力？信息能力由哪几种能力所构成？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、文献信息检索工具基础

【学习目标】

3. 掌握文献信息检索工具的概念、特点、分类与结构。
4. 了解中文及境外图书和期刊检索工具。

【课程内容】

7. 文献信息检索工具概要
8. 中文综合性检索工具
3. 境外文献综合性检索工具

【重点、难点】

1. 重点：中文图书检索工具，中文期刊检索与评价工具。
2. 难点：境外图书、境外报刊、境外特种文献的检索。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

常见的图书馆有哪些资源？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三、网络信息资源的检索与文献线索应用

【学习目标】

1. 掌握网络信息资源的特点与评估。

2. 学会使用超星系列搜索引擎。

3. 了解科技查新的概念与特点。

【课程内容】

7. 网络信息资源的检索

8. 学术搜索引擎

9. 互联网时代的世界图书馆与信息服务

10. 基于文献检索的科技查新

11. 文献原文的获取

【重点、难点】

1. 重点：网络信息检索工具，主要学术搜索引擎的运用。

2. 难点：文献查新的性质与应用。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

简要叙述文献数据库的类型。

【学习资源】

教材：文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块四、EV 平台与 EI 检索

【学习目标】

1. 掌握 Ei 的发展及 EV 平台的使用。

2. 学会使用 EI 数据库检索文献。

【课程内容】

1. EI 与 EV 平台简介

2. EI 系列文献概要

3. EI 的网络检索

【重点、难点】

1. 重点：掌握 EI 数据库的检索方法。

2. 难点：EI 数据库及其核心与外围文献的识别。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

如何判断中文期刊是否被 EI 收录？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块五、引文索引及其检索

【学习目标】

3. 掌握引文索引的作用和意义。

4. 掌握 Web of Science 核心合集数据库的检索。

【课程内容】

1. 引文索引概述

2. SCI 与 SSCI 简介

3. 引文索引网络数据库的检索

【重点、难点】

1. 重点：Web of Knowledge 平台与 Web of Science 数据库、中国科学引文数据库、科学引文数据库、以及中国引文数据库的使用。

2. 难点：SCI 与 SSCI 的编排结构与检索方法。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

影响因子、高被引论文、热点论文和顶级论 的具体含义指什么？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块六、中国三大平台及其数据库的检索

【学习目标】

5. 掌握 CNKI 平台、万方数据知识服务平台和维普中文期刊服务平台的文献检索方法。

【课程内容】

9. CNKI 平台及其利用。

10. 万方数据知识服务平台及其利用

11. 维普中文期刊服务平台及其利用

【重点、难点】

1. 重点：掌握 CNKI、万方、维普数据知识服务平台的检索方法。
2. 难点：CNKI 平台、数字出版物超市的架构与资源。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

如何选择合适的中文数据库？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块七、中文电子图书的检索

【学习目标】

1. 掌握汇雅、读秀和超星电子图书的检索方法。
2. 掌握中华数字书苑电子图书的检索方法。

【课程内容】

8. 超星电子图书
9. 中华数字书苑的电子图书
10. CADAL 数字图书馆

【重点、难点】

1. 重点：超星数据库简介、检索方法、以及超星数字图书的阅读和下载。
2. 难点：电子图书数据库的简介、检索与使用方法。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

在学校图书馆中进行超星数据库的检索。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块八、经典外文检索平台及其数据库的检索

【学习目标】

6. 掌握 SpringerLink 平台及其数据库的检索方法。
7. 掌握 ScienceDirect 平台及其数据库的检索方法。

【课程内容】

1. EBSCOhost 平台及其数据库的检索
2. SpringerLink 平台及其数据库的检索
3. ScienceDirect 数据库的检索
4. Scitation 平台及其电子全文期刊的检索

【重点、难点】

1. 重点：SpringerLink、ScienceDirect 的检索语言与检索技巧。
2. 难点：Scitation 平台的检索方法、检索结果的处理与个性化服务。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

从本章所学的数据库中，任意选择一个数据库，选择环境相关关键词，进行实践训练，并且将今年发表的论文等，检索结果摘录几条。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块九、特种文献的检索

【学习目标】

3. 了解科技报告的作用与类型及其检索方法。
4. 掌握专利文献、标准文献、会议文献和学位论文的检索方法。

【课程内容】

1. 科技报告
2. 专利文献的检索
3. 标准文献的检索
4. 会议文献及其检索
5. 学位论文及其检索

【重点、难点】

1. 重点：科技报告、标准文献、会议论文、以及学位论文的检索方法。
2. 难点：知识产权和专利的基本理论、基本知识，获得专利信息检索能力。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

发明取得专利权的条件有哪些？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块十、文献的合理使用

【学习目标】

1. 了解文献合理使用的概念与特征及认定标准。
2. 掌握不同类型电子文献合理使用的相关规定。

【课程内容】

1. 合理使用概述和判定标准
2. 合理使用的法律规定
3. 电子资源的合理使用

【重点、难点】

1. 重点：合理使用的法律规定，图书馆对电子文献合理使用的一般规定。
2. 难点：合理使用的判定标准。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

检索工具选择的基本原则有哪些？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块十一、学术规范与论文写作

【学习目标】

1. 了解学术规范的层次和体系。
2. 掌握中文、英文论文及文献综述的撰写方法和要求。

【课程内容】

1. 学术规范
2. 学术论文的撰写
3. 学术论文的投稿

【重点、难点】

1. 重点：学术论文的结构及撰写要求（论文标题、作者署名、作者单位与个人信息、摘要及图文摘要、关键词、英文标题、作者、单位、摘要、关键词、分类号、前言、正文部分、结论、致谢、参考文献、附录）。

2. 难点：摘要、引言、结论的撰写。

【教学方法】

以讲授为主，通过设疑、提问、案例等形式开展启发式理论教学。

【学习要求】

鼓励学生研究式学习，让学生提出问题，自己查阅资源，寻找答案。

【复习与思考】

如何选择投稿刊物？如何撰写科研论文中的“讨论”部分？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比 50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比 50%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	考核内容：作业完成情况，课堂表现；期末考试成绩中对各项内容的掌握情况。 所占比例：40%。	课后作业、课堂表现、期末考试等
课程目标 2	考核内容：课后习题的讨论性问题回答的科学性，期末考试的答题情况。 所占比例：30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等

课程目标 3	考核内容：课后习题中问题回答的科学性，期末考试的答题情况。 所占比例：30%。	课后作业、课堂表现、期末考试等
--------	--	-----------------

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)

过程性考核成绩 = 学分养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 作业 (40%)

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与，主动学习。按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 1	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标 2、3	作业完成情况	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否 马工程教材	备注
文献信息检索与论文 写作（第八版）	王细荣等	上海交通大学出 版社	2022.07	否	

九、主要参考书目

- [1] 王荣民. 化学化工信息及网络资源的检索与利用 (第4版). 北京: 化学工业出版社. 2016.
- [2] 余向春. 化学文献及查阅方法(第三版). 北京: 科学出版社. 2003.

十、课程学习建议

收集案例，通过案例分析加强自主学习的能力。每章的基础知识点要形成思维导图，便于记忆和复习。

二、职业能力教育平台

模块一、水处理工程



环境科学与工程专业

《水污染与水环境修复》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《水污染与水环境修复》课程大纲

一、课程信息

课程名称	水污染与水环境修复 Water Pollution and Water Environment Restoration		
课程编码	230910801C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学基础、环境工程原理、 环境生物学、水处理工程、 环科化学、环境监测	修读学期	六
课程类别	专业方向课	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵冰清	审核人	李利红

二、课程简介

水污染与水环境修复是环境科学与工程专业专业方向选修课。通过学习本课程，了解我国水环境状况，理解水污染的成因，掌握水环境监测、水污染源调查与评价、水环境保护规划的工作内容和方法，重点掌握河流、湖（库）等的修复理论、技术方法和工程应用，能够运用水污染与水环境修复的基本知识和理论，针对实际水污染问题，分析污染源项，选择合理的水环境修复技术，初步设计水污染修复与治理方案。培养学生从千变万化的实际问题中抓住事物本质的能力和掌握解决实际问题的思路和方法，树立环境保护意识，坚持“绿水青山就是金山银山”和可持续发展的理念，增强毕业后从事水环境保护事业的责任感和使命感。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：通过学习水污染与水环境修复的基本知识和理论，能够开展水环境监测和污染源调查，评价水环境质量及主要污染物和污染源，分析水污染对环境和人类的影响。【毕业要求 2.3】

课程目标 2：运用水环境修复的基本原理和技术，根据实际水污染情况，选择合理的水环境修复技术，具备水污染修复与治理方案初步设计能力，培养勇于

创新的科学思维。【毕业要求 3.2】

课程目标 3: 采用数学模型, 能够计算水域纳污能力, 具备初步进行水环境保护规划的能力。熟悉水环境保护相关的法律法规、污水控制技术标准、规范和环境管理政策、制度, 理解不同社会文化对工程活动的影响。树立环境保护意识, 坚持“绿水青山就是金山银山”和可持续发展的理念, 加强法制观。【毕业要求 7.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识, 并通过查阅文献或文献积累, 在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题, 形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题, 能够设计满足污染防治需求的系统、单元(部件)或工艺流程, 并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性, 评价污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、基础理论 1. 绪论 2. 水环境监测 3. 水环境质量评价	课程目标 1、2、3	课堂讲授、课堂讨论、 案例教学	14
模块二、污染防治技术 1. 水污染及其防治 2. 水体富营养化及其防治	课程目标 2、3	课堂讲授、课堂讨论、 案例教学	8
模块三、政策法规与管理 1. 环境法规和水环境管理 2. 水环境保护规划	课程目标 1、3	课堂讲授、课堂讨论、 案例教学	10
合计			32

（二）课程内容

模块一、基础理论

【学习目标】

1. 知识目标：了解我国水环境现状；理解水体污染物来源、成因及危害；掌握水体自净过程及其影响因素；掌握河流、湖泊和地下水污染的特点。掌握水环境监测的基本概念、目的；掌握水环境监测的采样、布点、样品保存、运输和处理的方法；熟悉国家和行业关于水环境监测的标准、规范和技术要求；了解水质指标及其分析方法。了解水环境质量评价的标准和准则；掌握污染源调查和评价方法以及水质评价方法；理解水环境影响评价与预测方法。

2. 能力目标：能够识别不同类型的水污染，并理解其对环境和人类健康的影响。能够根据监测目的和任务要求，参与制定和实施水环境监测方案，包括监测项目的确定、监测方法的选择、监测频次的安排等。能够运用所学知识，对水体环境质量和污染源进行调查和评价。

3. 专业素养：增强学生的环境保护意识，激发新时代主人翁精神，强化水环境保护的职业使命感及社会责任感。培养学生的批判意识、创新意识、辩证思维和实事求是的科学精神；培养爱岗敬业、遵守工作制度、团结协作等基本职业素养，强调职业严谨性和规范性，提升职业素养。

【课程内容】

1. 水环境的基本概念、特性；我国水环境现状；水体污染物、来源及其危害；水体自净过程及其影响因素；水环境容量及其特征；河流、湖泊和地下水污染的特点；我国典型水环境污染案例。

2. 水环境监测的概念、目的、工作程序、监测项目和分析方法；地表水和地下水水质监测布点；水样的采集、运输和保存；水质指标；水环境质量标准。

3. 水环境质量评价的概念、方法和标准；污染源的概念、分类、特征；污染源调查的方法；污染源评价的原则、类型和方法；地表水水质评价；水环境影响预测与评价。

【重点、难点】

重点：水污染及其危害；水体自净过程及其影响因素。地表水水质监测布点；水样采集和保存；水质指标。污染源调查方法；污染源评价方法；地表水水质评价方法。

难点：水体自净过程。河流、湖（库）和地下水水质监测布点。污染源评价方法和水质评价方法。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授水污染的基本概念、水体污染物、来源及其危害。通过

讲解水污染的危害，引出水环境容量的概念、水体自净过程及其影响因素。通过观看水质监测实验视频、回顾环境监测实验，重点讲授水样采集、保存、预处理及主要水质指标的概念和测定，让学生掌握水质监测的基本技能和流程。在环境监测的基础上，讲授河流、湖泊（或水库）等水环境质量评价过程、评价方法、评价指标、评价结果及报告编制等。

2. 课堂讨论法：引导学生讨论我国当前水环境面临的主要问题有哪些？提问“为什么河流能够自我净化？哪些因素会影响水体的自净能力？”引导学生展开讨论。

3. 案例教学法：选取典型的水污染事件案例（如太湖蓝藻事件、日本水俣病等），引导学生思考和分析案例中的污染源、污染途径、污染影响及治理措施。选取全国第二次污染源普查（以沁源县为例），重点讲授污染源调查和评价方法。

【学习要求】

预习水体污染及其危害、水质监测布点的方法、污染源调查和评价方法；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成作业。

【复习与思考】

1. 简述水污染有哪些危害。
2. 影响水体自净的因素有哪些？
3. 简述水体中污染物的来源。
4. 我国地下水污染有哪些特点？
5. 简述水环境监测的目的。
6. 地表水水质监测断面包括哪些？其设置的目的是和方法分别是什么？
7. 河流监测断面的布设原则有哪些？
8. 水体的耗氧过程和复氧过程主要有哪些？
9. 按照环境标准的使用途径，我国环境标准分为哪些类型？
10. 污染源调查各阶段的工作内容包括哪些？
11. 水污染对生物群落的生态效应有哪些表现？
12. 水环境影响评价的目的是什么？

【学习资源】

- [1] 周怀东, 彭文启. 水污染与水环境修复. 北京: 化学工业出版社, 2005
- [2] 雒文生, 李怀恩. 水环境保护. 北京: 中国水利水电出版社, 2009
- [3] 窦明, 左其亭. 水环境学. 北京: 中国水利水电出版社, 2014

模块二、污染防治技术

【学习目标】

1. 知识目标：掌握点源和面源污染的基本概念与防治措施；初步掌握河流综合治理技术；了解现有水污染防治方法和技术在实际中的应用。掌握水体富营养化的成因、危害及防治措施；了解我国河流水体富营养化控制实例；初步掌握水体富营养化的风险评估方法。

2. 能力目标：针对具体的水污染问题，具备初步评估水体富营养化风险的能力，能够选择合理的水环境修复技术，初步设计合理的水污染防治方案。

3. 专业素养：通过习总书记关于湿地治理的视频，培养学生的家国情怀。灌输依靠自然能力净化污水的道法自然，天人合一的思想理念。弘扬工匠精神，激励青年一代走技能成才、技能报国之路。坚持可持续发展的战略思想。树立科学严谨的态度，尊重事实、追求真理，以科学的方法研究和解决水污染问题。

【课程内容】

1. 点源污染的概念、来源及其防治措施；面源污染的概念、特点、来源、研究方法和防治措施；河流综合治理技术；河流综合治理实例。

2. 水体富营养化的概念、成因、危害及防治措施；水体富营养化的风险评估；河流湖库水体富营养化控制实例。

【重点、难点】

重点：点源污染和面源污染及其防治措施。水体富营养化的概念、成因和危害；水体富营养化的防治措施。

难点：面源污染防治措施。水体富营养化的风险评估与防治措施。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授点源和面源污染的概念、来源及防治措施、河流综合治理技术（物理法、化学法和生物法）。讲授水体富营养化的概念、成因、危害及其防治措施。

2. 课堂讨论法：引导学生讨论不同河流综合治理技术的优缺点。提出“水体富营养化的影响因素有哪些？”引导学生讨论。

3. 案例教学法：以杭州市江干区丁兰街道河道综合治理为案例，引导学生分析其污染原因、治理过程及成效。以典型的湖泊富营养化案例太湖为例，基于层次分析法，讲授水体富营养化的风险评估，选取一一，引导学生分析太湖水体富营养化的原因、治理过程及成效。

【学习要求】

预习点源和面源污染防治措施、水体富营养化防治措施；通过阅读文献资料，学习层次分析法；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成作业。

【复习与思考】

1. 简述污水处理的“三级控制”模式。

2. 什么是面源污染？面源污染有何特点？
3. 试述面源污染的防治措施。
4. 什么是人工湿地？其基本构成是什么？
5. 简述生态塘系统运行的基本原理。
6. 水体富营养化有哪些危害？
7. 水体富营养化的防治措施有哪些？

【学习资源】

- [1] 周怀东, 彭文启. 水污染与水环境修复. 北京: 化学工业出版社, 2005
- [2] 雒文生, 李怀恩. 水环境保护. 北京: 中国水利水电出版社, 2009
- [3] 窦明, 左其亭. 水环境学. 北京: 中国水利水电出版社, 2014

模块三、政策法规与管理

【学习目标】

1. 知识目标：掌握环境法的基本概念、基本原则以及环境法体系；掌握水资源环境管理的基本制度；了解环境法与环境管理的产生和发展；熟悉环境法律责任构成要件。掌握水功能区划的基本概念、分类体系；水环境容量的相关概念和水环境容量的计算；理解水污染总量控制方法；了解水环境保护规划的工作流程。

2. 能力目标：初步具备运用环境法学和水环境管理制度相关理论，分析和解决水污染环境问题的能力。采用数学模型，能够计算水域纳污能力，具备初步进行水环境保护规划的能力。

3. 专业素养：增强环境保护意识和法律素养，树立正确的环境价值观和法治观念。培养学生具备科学严谨的态度和作风，能够客观、理性地看待水环境问题，遵循科学规律开展规划工作。

【课程内容】

1. 环境法的产生和发展；环境法的概念、特点和作用；环境法的基本原则；我国环境法体系；环境法律责任；水环境保护相关法律法规；水资源环境管理的对象、内容、体制、手段和基本制度。

2. 水环境保护规划的基本概念、原则及工作流程；水功能区划的基本概念、分类体系；水环境容量的概念、特点、分类和计算；水污染总量控制；水体纳污能力计算；城镇饮用水源地保护规划。

【重点、难点】

重点：环境法基本原则、水资源环境管理的内容和基本制度。水功能区划；水污染总量控制；水环境容量的计算。

难点：环境法律责任；水资源环境管理的基本制度。水域纳污能力计算。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授环境法的概念、特点、作用、基本原则。梳理环境与资源保护法律体系的各个层次和组成部分，形成清晰的法律体系框架。介绍我国水环境保护相关的法律法规。讲述水资源环境管理的对象、内容、体制、手段和基本制度。讲授水环境保护规划的基本概念、原则；水功能区划的基本概念和分类体系。通过对比水环境容量和水域纳污能力的概念和适用场景，引出水环境容量和水体纳污能力的计算方法。

2. 课堂讨论法：提出“我国为什么要坚持预防为主、综合治理的原则”引导学生讨论。

3. 案例教学法：以某机械有限公司非法排污为例，讲授环境行政责任构成要件。以刘祖清污染环境案为例，讲授环境刑事责任构成要件。以某造纸厂非法排污环境侵权案为例，讲授环境民事责任构成要件。以某流域的水质保护规划或水源地保护规划等为例，讲授水环境保护规划编制的基本思路和方法。

【学习要求】

预习环境法律责任、水资源环境管理制度、水污染总量控制、水域纳污能力计算；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成作业。

【复习与思考】

1. 简述我国环境法的基本原则。
2. 什么是水环境保护标准？
3. 简述我国环境法体系。
4. 我国水资源环境管理的基本制度有哪些？
5. 简述我国现行的水功能区划体系。
6. 什么是水环境容量？其具有哪些特征？
7. 影响水域纳污能力的主要因素有哪些？

【学习资源】

- [1] 周怀东, 彭文启. 水污染与水环境修复. 北京: 化学工业出版社, 2005
- [2] 雒文生, 李怀恩. 水环境保护. 北京: 中国水利水电出版社, 2009
- [3] 窦明, 左其亭. 水环境学. 北京: 中国水利水电出版社, 2014

五、实践教学安排

无

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考试。

过程性考核成绩占比 50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；期末考核采用考查形式，占比 50%。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	基本概念和基本知识：20-30% 综合应用：10-20%	学风养成、期末考试
课程目标 2 (30%)	基本概念和基本知识：10-20% 综合应用：10-20%	课堂表现、期末考试
课程目标 3 (30%)	基本概念和基本知识：约10% 综合应用：约20%	平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩=过程性考核成绩×50%+期末考核成绩×50%

过程性考核成绩=学风养成×30%+课堂表现×30%+平时作业×40%

（二）评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲，配合老师，勇于发言，积极回答问题。	上课认真听讲，勇于发言，积极回答问题。	上课能够认真听讲，敢于发言，能够回答问题。	上课时有走神，羞于回答问题，正确率低。	不认真听讲，能够回答问题，但正确率极低。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业，书写整齐，内容完整，没有少题、漏题，过程合理，结果正确。	按时完成作业，书写较为整齐，内容基本完整，没有故意的少题、漏题，少数结果有误。	按时完成作业，书写不太整齐，过程模糊，部分结果有误。	催交，或书写不太整齐，过程模糊，大部分结果有误。	作业内容不完整，没有达到作业要求，或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准

详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
水污染与水环境治理	朱丽芳	中国水利水电出版社	2019年	否	

九、主要参考书目

- [1] 周怀东, 彭文启. 水污染与水环境修复. 北京: 化学工业出版社, 2005
- [2] 雒文生, 李怀恩. 水环境保护. 北京: 中国水利水电出版社, 2009
- [3] 窦明, 左其亭. 水环境学. 北京: 中国水利水电出版社, 2014

十、课程学习建议

预习或复习相关知识点。通过定期阅读最新的学术论文、报告、新闻或参加相关讲座等，了解国内外水污染控制技术的发展趋势及最新动向。牢固树立环保意识，并将可持续发展理念融入日常生活中。



环境科学与工程专业

《给排水工程仪表与控制》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《给排水工程仪表与控制》课程大纲

一、课程信息

课程名称	给排水工程仪表与控制 Instrument and control of water supply and drainage engineering		
课程编码	230910802C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	水处理工程、环境工程原理	修读学期	五
课程类别	专业选修课	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	李晓东	审核人	李利红

二、课程简介

给排水工程仪表与控制是环境科学与工程专业水处理工程方向的专业选修课，课程是一门多学科交叉，工程性质和创新性非常强的一门从本专业学生的实际需要及具备的相关知识基础出发，力图站在水工业工程工艺技术的角度来介绍相关仪表与控制知识，从而为他们在今后的工作中与相关专业人员的协调与合作提供一个“接口”，为他们从事相关的工作或进一步学习奠定基础。是将自动化与给排水工程密切结合的，站在给水工业的角度了解和认识自动化仪表与监控技术的教材。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

培养目标 1：本课程以排水系统自动化仪器仪表设备、常用控制技术与方法为主，适当地介绍自动控制的基础知识。【毕业要求 2.3】

培养目标 2：培养学生具有使用常规测试仪器仪表及参与施工、调试、运行

和维护管理的基本能力。环境科学与工程专业学生通过该课程的学习，能够了解有关的仪器仪表的基本原理、特点与应用技术，理解有关的控制技术概况与特点，【毕业要求 3.2】

培养目标 3：立足给排水基本知识，加强对单元操作自动控制的原理、过程分析和实际工程应用案例的掌握和认识，夯实进一步学习相关专业课的基础，在此过程中融入家园情怀、爱国情怀、理想塑造等德育元素。【毕业要求 7.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识，并通过查阅文献或文献积累，在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题，形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求3： 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防控需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求7 【环境和可持续发展】	7.2能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性，评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、自动控制基础知识	课程目标 1.2	讲授法，讨论法、案例分析法、自主学习法	4
模块二、给排水自动化仪表与设备	课程目标 1.2	讲授法，讨论法、案例分析法、自主学习法	8
模块三、水泵及管道系统的控制调节	课程目标 1.2	讲授法，讨论法、案例分析法、自主学习法	6
模块四、给水处理系统控制技术	课程目标 1.2	讲授法，演示法	6
模块五、污水处理厂的检测与仪表	课程目标 1.2	讲授法，演示法	4
模块六、污水处理厂的监视操作与自动控制	课程目标 1.2	讲授法，演示法	4
合计			32

(二) 课程内容

模块一、自动控制基础知识

【学习目标】

1. 了解自动控制系统的构成与分类；
2. 了解评价自动控制系统的过渡过程的基本指标；
3. 掌握自动控制的基本方式。

【课程内容】

自动控制的概念及其组成、自动控制系统的作用与构成以及传递函数与环节特性、自动控制系统的过渡过程、自动控制系统的调节规律、双位逻辑控制系统、计算机控制系统。

- 1.1 自动控制系统的概念与构成体得
- 1.2 传递函数与环节特性
- 1.3.自动控制系统的过渡过程及品质指标
- 1.4 自动控制的基本方式
- 1.5 双位逻辑控制系统
- 1.6 控制科学与技术发展

【重点、难点】

- 1.重点：双位控制与比例积分控制。
- 2.难点：比例积分控制，比例积分微分控制。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

1. 理论讲授法：把握主线，引导学生掌自动控制系统的概念与构成体得掌握传递函数与环节特性了解自动控制系统的过渡过程及品质指标，明确自动控制的基本方式，双位逻辑控制系统，控制科学与技术发展
2. 采用案例式教学，结合空调、雷达、红绿灯、水位控制来讲解自动控制的概念。
3. 采用分组讨论的方法，讨论自动控制的用途
4. 自主学习法，通过无人值守水厂，无人机，京张高铁等自动控制的实例，激发学生的学习兴趣。

【学习要求】

通过本章的学习，了解自动控制系统的构成与分类；了解评价自动控制系统的过渡过程的基本指标；掌握自动控制的基本方式。

【复习与思考】

- 1.自动控制系统的作用是什么？与人工控制系统有什么共同点？有什么差别？

2. 自动控制系统有哪些基本组成部分?各部分的作用是什么?

【学习资源】(此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源,如题库、案例库、网络教学平台等)

(一) 推荐教材

崔福义, 彭永臻, 南军, 杨庆. 给排水工程仪表与控制(第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 2017年5月.

(二) 主要参考书

[1] 厉玉鸣. 化工仪表及自动化. 北京: 化学工业出版社, 2011年7月.

[2] 刘美, 司徒莹, 禹柳飞. 化工仪表及自动化. 北京: 中国石化出版社, 2014年1月.

[3] 武平丽. 过程控制及自动化仪表. 北京: 化学工业出版社, 2007年7月.

模块二、给排水自动化仪表与设备

【学习目标】

1. 了解检测仪器的组成、性能指标和发展方向;
2. 理解可编程控制仪器的基本组成与工作原理;
3. 掌握典型的水质检测仪器工作原理。

【课程内容】

给排水工程中常用过程参数检测仪器(浊度测量仪器、pH 测量仪器、溶解氧测量仪器等)、常用过程控制仪器、执行设备三大类常用的仪器与设备,以及各种设备的工作原理。

【重点、难点】

重点: 典型水质检测仪器, 水质生物毒性检测技术, 水质自动监测系统。

难点: 水质生物毒性检测技术, 工作参数在线检测仪器。

【教学方法】(此处详细说明如何组织教学)

导入: 以自来水的指标来导入, 采用课堂教学的方式进行讲授, 教学中从仪器的工作原理入手进行阐述

1. 讲授法, 讲授检测的基础, 典型的水质检测仪器, 水质生物毒性检测技术, 水质自动监测系统, 工作参数在线检测仪器, 可编程控制仪器, 执行设备

2. 案例分析法

通过疫情期间体温检测来讲解检测的基础。

3. 讨论法

讨论自动控制在给排水仪器中的应用有哪些, 讨论水质检测站点如何选择。

4. 自主学习法

【学习要求】

通过本章的学习，要求掌握典型水质检测仪表，水质生物毒性检测技术，水质自动监测系统。熟知水质生物毒性检测技术，工作参数在线检测仪表。

【复习与思考】

- 1.检测仪器有哪些基本部分组成？各有什么作用？
- 2.检测仪表的性能指标是什么？简述重要性能指标。
- 3.水质自动监测站点如何选择？
- 4.溶解氧测量的基本方法和原理是什么？

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

（一）推荐教材

崔福义，彭永臻，南军，杨庆．给排水工程仪表与控制（第三版）．北京：中国建筑工业出版社，2017年5月．

（二）主要参考书

- [1] 厉玉鸣．化工仪表及自动化．北京：化学工业出版社，2011年7月．
- [2] 刘美，司徒莹，禹柳飞．化工仪表及自动化．北京：中国石化出版社，2014年1月．
- [3] 武平丽．过程控制及自动化仪表．北京：化学工业出版社，2007年7月．

模块三、水泵及管道系统的控制调节

【学习目标】

- 1.了解水泵及管道系统的控制调节的意义；
- 2.理解水泵调速运行的方式与恒压给水系统控制技术原理；
- 3.掌握水泵及管道系统的主要构成及控制系统的分类。

【课程内容】

水泵及管道系统调节的内容及意义，讲述水泵管路的双位控制系统的工作原理、水泵的调速控制方法、恒压给水系统控制技术、污水泵站的变速运行以及计算机在城市供水系统自动监控与调度中的应用和城市供水系统计算机监控的应用实例。

- 1.调节的内容与意义
- 2.水管路的双位控制系统
- 3.水泵的调速控制
- 4.恒压给水系统控制技术
- 5.污水泵站组合运行系统

6.给水监控与调度系统

7.给水监控系统应用实例

【重点、难点】

重点：水泵的调速控制方法，恒压给水控制技术工作原理；利用卡诺图简化双位逻辑控制系统；恒压给水系统控制原理。

难点：如何利用卡诺图简化双位逻辑控制系统；恒压给水系统控制原理。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

1.导入：如何优化水泵的使用。

【教学方法与手段】

（1）讲授法：解释了解的水泵及管道系统的控制调节、讲解水泵调速运行的方式与恒压给水系统控制技术原理。

（2）演示法：通过视频、动画或操作演示实验的水泵调速运行与恒压水系统的技术原理。

（3）讨论法

（4）自主学习法

【学习要求】

通过本章的学习，了解水泵及管道系统的控制调节的意义；理解水泵调速运行的方式与恒压给水系统控制技术原理；掌握水泵及管道系统的主要构成及控制系统的分类。

【复习与思考】

- 1.对水泵及管道系统调节的意义是什么？
- 2.水泵工况调节有哪些类型？
- 3.双位控制系统的优缺点有哪些？
- 4.水泵的调速技术有哪些？常用的有哪些？
- 5.变频调速的原理与特点是什么？
- 6.何为水泵的“软启动”？
- 7.恒压给水系统的压力控制点有哪些设置方式，各有什么特点？
- 8.气压给水系统中，气压罐的安装位置对系统的工作特性有什么影响？
- 9.污水泵站组合运行有什么意义？
- 10.给水监控与调度系统的基本功能与常见组成方式是什么？
- 11.自动控制系统可以采取哪些抗干扰措施？

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

（一）推荐教材

崔福义, 彭永臻, 南军, 杨庆. 给排水工程仪表与控制 (第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 2017年5月.

(二) 主要参考书

[1] 厉玉鸣. 化工仪表及自动化. 北京: 化学工业出版社, 2011年7月.

[2] 刘美, 司徒莹, 禹柳飞. 化工仪表及自动化. 北京: 中国石化出版社, 2014年1月.

[3] 武平丽. 过程控制及自动化仪表. 北京: 化学工业出版社, 2007年7月.

模块四、给水处理系统控制技术

【学习目标】

1. 了解混凝控制技术、沉淀池运行控制技术的分类和典型技术简介;
2. 了解基于 PLC 的集散控制系统在水厂的应用;
3. 掌握常规给水处理工艺的组成、系统检测及控制功能。

【课程内容】

常规给水处理系统的控制技术, 以及每个环节的控制要点, 如混凝投药控制技术、沉淀池的控制技术、滤池的控制技术、加氯控制技术等。

1. 混凝投药单元的控制技术
2. 沉淀池运行控制技术
3. 滤池的控制技术
4. 氯气的自动投加与控制技术
5. 供水企业监视控制和数据采集(SCADA)系统...

【重点、难点】

重点: 混凝投药工艺控制技术, 沉淀池、滤池运行控制技术。

难点: 混凝控制的各种技术比较, 流动电流混凝控制技术原理, 透光脉动混凝控制技术。

【教学方法】 (此处详细说明如何组织教学)

1. 导入: 如何优化混凝控制技术、沉淀池运行控制技术?

【教学方法与手段】

(1) 讲授法: 解释了解的混凝控制技术、沉淀池运行控制技术, 混凝投药单元的控制技术, 沉淀池运行控制技术, 滤池的控制技术, 氯气的自动投加与控制技术, 供水企业监视控制和数据采集(SCADA)系统。

(2) 演示法: 通过视频、动画或操作演示混凝、沉淀运行的技术控制。

【学习要求】

通过本单元的学习, 掌握混凝投药单元的控制技术、沉淀池运行控制技术、

滤池的控制技术、氯气的自动投加与控制技术和供水企业监视控制和数据采集(SCADA)系统。

【复习与思考】

1. 混凝控制的目的与意义是什么?
2. 混凝控制技术有哪些类型?
3. 数学模型法混凝控制技术的特点是什么?数学模型是如何建立的?
4. 流动电流混凝控制技术有什么特点?其基本组成是什么?
5. 流动电流的基本原理与检测原理是什么?流动电流参数有哪些基本特性?
6. 透光率脉动的产生与检测仪的原理是什么?
7. 高浊度水混凝控制有哪些技术?各有什么特点?
8. 絮体影像混凝投药控制技术有什么特点?
9. 对比分析现有混凝投药控制技术各有什么优缺点?
10. 混凝投药智能复合控制技术特点是什么?
11. 沉淀池控制主要有哪些内容?
12. 沉淀池排泥控制有哪些方法?【学习资源】(此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源,如试题库、案例库、网络教学平台等)

(一) 推荐教材

崔福义, 彭永臻, 南军, 杨庆. 给排水工程仪表与控制(第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 2017年5月.

(二) 主要参考书

- [1] 厉玉鸣. 化工仪表及自动化. 北京: 化学工业出版社, 2011年7月.
- [2] 刘美, 司徒莹, 禹柳飞. 化工仪表及自动化. 北京: 中国石化出版社, 2014年1月.
- [3] 武平丽. 过程控制及自动化仪表. 北京: 化学工业出版社, 2007年7月.

模块五、污水处理厂的检测与仪表

【学习目标】

1. 了解污水处理厂安装仪表设备的目的、常规检测项目、仪表的安装位置与检测对象。
2. 掌握污水处理厂常用的检测方法与仪表设备。

【课程内容】

自动控制系统在污水处理厂的检测中的应用,从污水处理厂的检测项目与取样到检测仪表与方法的选择作了详细具体的讲述,最后讲述污水处理厂常用的检测方法与仪表设备。

1. 概述
2. 污水处理厂的检测项目与取样
3. 检测仪表与方法的选择
4. 污水处理厂常用的检测方法 with 仪表设备
5. 污水处理系统 ICA 技术及其现状

【重点、难点】

重点: 检测的取样, 检测仪表与方法的选择, 污水处理厂常用的检测方法 with 仪表设备。

难点: 检测仪表与方法的选择, 污泥浓度的检测方法 with 仪表, 污泥界面的检测方法 with 仪表。

【教学方法】 (此处详细说明如何组织教学)

(1) 讲授法: 解释了解的混凝控制技术、沉淀池运行控制技术, 混凝投药单元的控制技术, 沉淀池运行控制技术, 滤池的控制技术, 氯气的自动投加与控制技术, 供水企业监视控制和数据采集(SCADA)系统。

(2) 演示法: 通过视频、动画或操作演示混凝、沉淀运行的技术控制。

【学习要求】

通过本章的学习, 了解污水处理厂安装仪表设备的目的、常规检测项目、仪表的安装位置 with 检测对象, 掌握污水处理厂常用的检测方法 with 仪表设备。

【复习与思考】

1. 为什么要进行污水处理厂水质水量的检测?
2. 污水处理厂中的常规检测项目有哪些? 这些检测项目对污水处理厂的运行与控制有何意义?
3. 取样位置对检测结果有什么影响? 举例说明。
4. 仪表设备的安装位置取决于哪些因素? 你认为本书图 5.2 和图 5.3 给出的污水和污泥处理系统典型的仪表安装示意图中的仪表安装在将来还应当如何改进与完善?
5. 在选择仪表类型与检测方法时, 应综合考虑哪些因素与条件? 当有些因素相互矛盾时, 应如何考虑?
6. 你认为本书表 5.3 和表 5.4 给出的不同处理设施的各种检测项目中, 些是必需的? 哪些不是绝对必需的?
7. 流量的检测在污水处理厂的管理中有何重要意义? 在各种流量计中, 选择最适宜的流量计应当综合考虑哪些因素?
8. 简述巴氏计量槽的工作原理, 为什么在污水处理厂的最终出水管渠中经常采用巴氏计量槽来计量其总处理水量?

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

（一）推荐教材

崔福义，彭永臻，南军，杨庆．给排水工程仪表与控制（第三版）．北京：中国建筑工业出版社，2017年5月．

（二）主要参考书

[1] 厉玉鸣．化工仪表及自动化．北京：化学工业出版社，2011年7月．

[2] 刘美，司徒莹，禹柳飞．化工仪表及自动化．北京：中国石化出版社，2014年1月．

[3] 武平丽．过程控制及自动化仪表．北京：化学工业出版社，2007年7月．

模块六、污水处理厂的监视操作与自动控制

【学习目标】

1. 了解污水处理厂的监视操作方式与仪表设备
2. 理解污水处理厂控制系统的组成与特点
3. 掌握污水一级处理、二级处理、三级处理的过程控制。

【课程内容】

污水处理厂的监视控制与自动控制系统，对监视控制方式与项目的选择、监视控制仪表设备的选择、污水处理厂的计算机控制系统、污水泵站的自动控制及其设备、污水处理厂的自动控制及应用。

- 1 监视控制方式与项目的选择
- 2.监视控制仪表设备的选择.
3. 污水处理厂的计算机控制系统
4. 污水泵站的自动控制及其设备
5. 生物脱氮系统的控制和优化...
6. 厌氧生物处理系统的过程控制
- 7.SBR 的控制与优化
8. 生物除磷系统的控制与优化
9. 污水处理厂的自动控制及应用

【重点、难点】

重点: 污水一级处理的过程控制、污水二级处理的过程控制、污水三级处理的过程控制，污泥处理的过程控制。

难点: 污水二级处理的过程控制。

【教学方法】（此处详细说明如何组织教学）

(1) 讲授法：解释了解的混凝控制技术、沉淀池运行控制技术，混凝投药单元的控制技术，沉淀池运行控制技术，滤池的控制技术，氯气的自动投加与控制技术，供水企业监视控制和数据采集(SCADA)系统。

(2) 演示法：通过视频、动画或操作演示混凝、沉淀运行的技术控制。

【学习要求】

通过本章的学习掌握监视控制方式与项目的选择，监视控制仪表设备的选择、掌握污水处理厂的计算机控制系统、污水泵站的自动控制及其设备、生物脱氮系统的控制和优化、厌氧生物处理系统的过程控制、SBR 的控制与优化、生物除磷系统的控制与优化、污水处理厂的自动控制及应用。

【复习与思考】

1.绘图并简要说明污水处理厂常用的监视控制方式及各自特点。

2.在选择污水处理厂监视控制方式时，应当考虑哪些因素与条件，这些因素对其选择有何影响？

3.选择污水处理厂监视控制项目时，为什么除了首先考虑处理厂的规模、管理体制、节省人力和自动化程度等因素之外，还要从可靠性和经济性等方面予以充分的注意？

4.简述监视操作盘的类型及各自特点。

5.简述三种最基本的控制方式，以及由这些方式组合与发展而成的模糊控制、神经控制和专家系统等控制方式的基本思想与各自特点。

6.列表说明控制方式与控制设备的关系，如何根据控制方式选择合适的控

7.绘图并说明污水处理厂的计算机控制系统，简要说明计算机控制系统的基本组成、特点和控制过程。

8.简述按功能分类的四种计算机控制系统—操作指导控制系统、直接数字控制系统、计算机监督控制系统的和分布式控制系统的结构、工作原理和特点。

9.在进行污水处理厂计算机系统的规划与设计时，应当综合考虑哪些因素？为什么？在此基础上如何考虑选择具体的设备

【学习资源】（此处说明可以为学生提供参考书目之外的课程学习资源，如试题库、案例库、网络教学平台等）

（一）推荐教材

崔福义，彭永臻，南军，杨庆．给排水工程仪表与控制（第三版）．北京：中国建筑工业出版社，2017年5月．

（二）主要参考书

[1] 厉玉鸣．化工仪表及自动化．北京：化学工业出版社，2011年7月．

[2] 刘美，司徒莹，禹柳飞．化工仪表及自动化．北京：中国石化出版社，

2014年1月。

[3] 武平丽. 过程控制及自动化仪表. 北京: 化学工业出版社, 2007年7月.

五、实践教学安排

本课程为理论类课程, 无专门的实践教学学时。

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核包括学风养成、平时作业、课堂表现。

期末考试采用闭卷考试。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例(%)	考核方式
课程目标1	立足给排水基本知识, 加强对单元操作自动控制的原理、过程分析和实际工程应用案例的掌握和认识, 夯实进一步学习相关专业课的基础。50%	学风养成、平时作业、课程表现、期末考试
课程目标2	能综合利用数学、水处理、化学等学科知识, 分析并研究给排水过程中所用到的仪表、设备, 以及自动控制在给排水中的应用。40%	学风养成、平时作业、课程表现、期末考试
课程目标3	充分领悟在给排水工程仪表与控制课程中的科学思维和科学研究方法, 通过知识的获取, 强化归纳和演绎推理等能力的培养, 并掌握量自动控制的原理及方法以及在给排水过程中为了实现自动控制所需要应用的等科学研究方法, 融入逻辑思辨、创新精神的德育元素。10%	学风养成、平时作业、课程表现、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩×50% + 期末考试成绩×50%

过程性考核成绩 = 学风养成×30% + 课堂表现×30% + 平时作业×40%

(二) 评分标准

1.过程性考核成绩评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	目标 1、2、3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
2	目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整，独立完成或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。
3	目标 1、2、3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏主动性

2. 期末成绩评定：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
给排水工程仪表与自动控制	崔福义	中国建筑工业出版社	2017.5	否	

九、主要参考书目

- [1] 厉玉鸣. 化工仪表及自动化. 北京: 化学工业出版社, 2011 年 7 月.
- [2] 刘美, 司徒莹, 禹柳飞. 化工仪表及自动化. 北京: 中国石化出版社, 2014 年 1 月.
- [3] 武平丽. 过程控制及自动化仪表. 北京: 化学工业出版社, 2007 年 7 月.

十、课程学习建议

本课程以排水系统自动化仪器仪表设备、常用控制技术与方法为主，适当地介绍自动控制的基础知识。环境科学与工程专业学生通过该课程的学习，能够了

解有关的仪器仪表的基本原理、特点与应用技术，理解有关的控制技术概况与特点，掌握本专业各个工艺环节需要的监测与控制内容、能够采取的技术方法、目前的现状与发展趋势。

在给排水工程仪表与控制课程思政教学中，应将课程知识与思政教育融合为一体，具体做到以下三点：

首先，立足给排水基本知识，加强对单元操作自动控制的原理、过程分析和实际工程应用案例的掌握和认识，夯实进一步学习相关专业课的基础，在此过程中融入家园情怀、爱国情怀、理想塑造等德育元素。

其次，能综合利用数学、水处理、化学等学科知识，分析并研究给排水过程中所用到的仪表、设备，以及自动控制在给排水中的应用。厚植工程理论、意志品格、职业素养、耐挫能力、饱满人格等德育元素。

第三，让学习者充分领悟在给排水工程仪表与控制课程中的科学思维和科学研究方法，通过知识的获取，强化归纳和演绎推理等能力的培养，并掌握量自动控制的原理及方法以及在给排水过程中为了实现自动控制所需要应用的等科学研究方法，融入逻辑思辨、创新精神的德育元素。



环境科学与工程专业

《工业废水处理及再生利用》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023 年 8 月

《工业废水处理及再生利用》课程大纲

一、课程信息

课程名称	工业废水处理及再生利用 Industrial Wastewater Treatment and Recycling		
课程编码	230910803C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境工程原理、环境生物学、水处理工程	修读学期	五
课程类别	专业方向课	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	祁红学	审核人	李利红

二、课程简介

《工业废水处理及再生利用》是环境科学与工程专业方向选修课，通过本课程的学习，了解和掌握工业废水处理及再生水回用工程有关基本知识、基本技能和科学思维方法，各种工业废水处理工艺的特点和应用范围，旨在培养获取综合运用工业废水处理和回用技术的能力，能够合理地根据各种工业废水特点选择合理的处理工艺和回用策略。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：能够运用常用的废水处理技术，针对各种工业废水的水质特点，正确选择合理的废水处理工艺和流程。【毕业要求 2.3】

课程目标 2：通过工业废水处理回用的标准和途径，根据实际的处理需要设计工艺路线、进行设备选型以及构筑物的选择，确定适宜的污水处理工艺，具备工业废水污染物控制工艺流程设计的初步能力。【毕业要求 3.2】

课程目标 3：能够合理地根据各种工业废水特点选择合理的处理工艺和回用策略，具备对工业废水处理设备的实际运行和管理能力。【毕业要求 7.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识,并通过查阅文献或文献积累,在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题,形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题,能够设计满足污染防治需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性,评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、水资源及污染治理状况	课程目标 3	讲授、讨论	2
模块二、废水处理常用技术	课程目标 1、2	讲授、讨论	2
模块三、纺织印染废水处理技术与工程实践	课程目标 2、3	讲授、讨论	4
模块四、造纸废水处理技术与工程实践	课程目标 1、2	讲授、案例法	4
模块五、石油化工废水处理技术与工程实践	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块六、食品工业废水处理技术与工程实践	课程目标 1、2	讲授、讨论	2
模块七、煤气发生站废水处理技术与工程实践	课程目标 1、2	讲授、案例法	2
模块八、重金属废水处理技术与工程实践	课程目标 1、2	讲授、讨论	6
模块九、工业废水处理设备采购	课程目标 2、3	讲授、案例法	4
合计			32

(二) 课程内容

模块一、水资源及污染治理状况

【学习目标】

1. 通过学习世界及我国水资源状况，全面理解我国工业废水污染现状。
2. 能够应用有关水质指标及水质标准知识，掌握水污染原因及水污染物分类。
3. 掌握工业废水的污染来源，增强理论结合实际，解决实际工程问题的专业技能。

【课程内容】

1. 我国水污染现状。
2. 我国工业废水污染现状。
3. 我国工业废水污染控制现状。

【重点、难点】

1. 重点：我国工业废水污染重点行业。
2. 难点：工业废水污染控制基本途径。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 深入挖掘课程思政元素，如“绿水青山就是金山银山”、“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”等，将“立德树人”的内涵融入到教学活动中。

【学习要求】

课前预习有关水质指标及水质标准知识；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 水质标准是如何制定的？
2. 按照水处理的程度分类，废水处理可分为几级？分别说明其去除对象和主要采用的方法。它们之间有何区别和联系？
3. 工业废水污染控制有哪些基本途径？

【学习资源】

- [1] 城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2002 [S].
- [2] 污水综合排放标准 GB 8978-1996 [S].
- [3] 污水排入城镇下水道水质标准 GB-T-31962-2015 [S].
- [4] 生态环境部. 2022 年中国生态环境状况公报 [R], 2023-05.
- [5] 生态环境部, 国家统计局, 农业农村部. 第二次全国污染源普查公报 [R], 2020-06.

模块二、废水处理常用技术

【学习目标】

1. 通过学习水质预处理的基本方法，让学生全面理解水质、水量调节的原理和方法。
2. 能够应用各种处理方法，获得处理工业废水的能力。
3. 培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决工业废水污染的兴趣。

【课程内容】

1. 工业废水的物理、化学处理方法。
2. 活性污泥法与生物膜法处理工业废水的基本工艺。
3. 厌氧生物处理工艺。

【重点、难点】

1. 重点：（1）高级氧化；（2）AAO 的原理和工艺流程。
2. 难点：厌氧反应器的原理和结构形式。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

【学习要求】

课前预习 AAO 的原理和工艺流程；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 常用去除悬浮物的处理工艺有哪些？
2. 较为成熟的同步脱氮除磷工艺有哪些？

【学习资源】

- [1] 城市污水再生利用 绿地灌溉水质 GB/T 25499-2010.
- [2] 城市污水再生利用 农田灌溉用水水质 GB 20922-2007.
- [3] 城市污水再生利用 地下水回灌水质 GB/T 19772-2005.
- [4] 城市污水再生利用 工业用水水质 GB/T 19923-2005.
- [5] 城市污水再生利用 分类 GB/T 18919-2002.
- [6] 城市污水再生利用 城市杂用水水质 GB/T 18920-2002.
- [7] 城市污水再生利用 景观环境用水水质 GB/T 18921-2002.

模块三、纺织印染废水处理技术与工程实践

【学习目标】

1. 通过学习纺织印染的生产分类和生产工艺，全面理解纺织印染废水和基

本特征。

2. 掌握纺织印染处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理纺织印染废水的能力。

3. 掌握纺织印染废水的处理工艺，增强理论结合实际能力，获得气浮法处理废水等解决实际工程问题的专业技能。

【课程内容】

1. 纺织印染生产分类和生产工艺；纺织印染生产废水量和水质；纺织印染废水的特点和处理要求。

2. 纺织印染废水处理主要技术和工艺流程。

3. 纺织印染废水再生利用。

【重点、难点】

1.重点：纺织印染废水处理主要技术。

2.难点：废水的氯氧化。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【学习要求】

课前预习废水的氯氧化的原理；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 丝绸印染废水有何特征？

2. 纺织印染废水有何特点？

3. 请简述氯氧化脱色技术的原理及要点。

【学习资源】

[1] GB 28937-2012, 毛纺工业水污染物排放标准[S].

[2] GB 28938-2012, 麻纺工业水污染物排放标准[S].

[3] GB 4287-2012, 纺织染整工业水污染物排放标准[S].

[4] GB 28936-2012, 缫丝工业水污染物排放标准[S].

[5] Zhou HJ, Zhou L, Ma KK. Microfiber from textile dyeing and printing wastewater of a typical industrial park in China: Occurrence, removal and release [J]. Science of the Total Environment, 2020, 739: 9. Doi:

10.1016/j.scitotenv.2020.140329.

[6] 张彦. 纺织印染废水处理的自动化策略与系统设计[J]. 工业水处理, 2021, 41(03): 133-136.

模块四、造纸废水处理技术与工程实践

【学习目标】

1. 通过学习制浆造纸废水的基本特征，全面理解制浆造纸的生产分类和生产工艺。

2. 掌握制浆造纸处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理制浆造纸废水的能力。

3. 培养学生实事求是的科学精神，激发学生应用当前主要技术，解决制浆造纸废水的处理及再生利用问题。

【课程内容】

1. 制浆造纸生产分类、生产工艺、废水量和水质；

2. 制浆造纸废水处理主要技术和流程；

3. 制浆造纸废水再生利用。

【重点、难点】

1. 重点：漂白硫酸盐木浆制浆废水处理工艺流程，竹木浆化学制浆废水处理工艺流程，废纸制浆造纸废水处理工艺流程。

2. 难点：热磨机械浆和化学热磨机械浆制浆废水处理工艺流程。

【教学方法】

1. 线下教学，在教学过程中适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

2. 课堂讨论，通过讨论、提问等形式引导学生对问题逐步深入，由表及里，发挥学生学习的主动性，加深学生对知识和问题有更深入的了解和自我看法。

【学习要求】

课前预习预习制浆造纸生产分类和生产工艺；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 废纸类制浆造纸废水有何特点？

2. 请简述制浆造纸废水清浊分流生产回用的一般流程。

4. 试说明沉淀有哪些类型？各有何特点，并讨论各种类型的内在联系与区别，各适用在哪些场合？

【学习资源】

[1] 中国造纸协会. 中国造纸工业年度报告[R], 每年 5 月份.
<http://www.chinappi.org>

[2] GB 3544-2008, 制浆造纸工业水污染物排放标准 [S].

[3] HJ/T 317-2006, 清洁生产标准.造纸工业(漂白碱法蔗渣浆生产工艺) [S].

[4] Patel K, Patel N, Vaghamsi N, et al. Trends and strategies in the effluent treatment of pulp and paper industries: A review highlighting reactor options [J]. *Current Research in Microbial Sciences*, 2021, 2: 10. Doi: 10.1016/j.crmicr.2021.100077.

模块五、石油化工废水处理技术与工程实践

【学习目标】

1. 通过学习石油工业的生产分类和生产工艺，归纳石油工业废水的基本特征；通过学习化工废水的生产分类和生产工艺，总结化工废水的污染特征。

2. 掌握石油工业废水处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理石油工业废水的能力；掌握化工废水处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理化工废水的能力。

3. 探索钢铁废水污染原因，应用当前主要技术，解决石油工业废水的处理及再生利用问题；培养学生务实精神，应用当前主要技术，解决化工废水的处理及再生利用问题。

【课程内容】

1. 石油工业生产分类、生产工艺、废水量和水质

2. 石油工业废水处理技术和工艺流程

3. 石油工业废水再生利用

4. 化工生产分类、生产工艺、以及废水的特征

5. 化工废水处理技术和工艺流程

6. 化工废水的再生利用

【重点、难点】

1. 重点：石油工业生产分类、生产工艺、废水量和水质，氧化还原法处理废水的基本原理。

2. 难点：石油工业废水处理技术和工艺流程，电化学氧化还原的基本知识及其相关工程技术常识。

【教学方法】

1. 线下教学，以讲授为主。

2. 辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

【学习要求】

课前预习石油工业生产分类、生产工艺，以及化工废水的特征；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 碱性氯化法处理含氰废水时，为什么要严格控制 pH 值？
2. 氧化还原法有何特点？是否废水中的杂质必须是氧化剂或还原剂才能使用此方法？
3. 染料化工生产废水有哪些特征？
4. 农药化工废水有何特点？
5. 日用化工废水一般有哪些来源？
6. 染料化工废水一般有哪些来源？
7. 请简述铁碳微电解的原理及技术要点。

【学习资源】

[1] 王雪清, 郭宏山, 邢心语. 石油化工园区污水治理技术与对策研究 [J]. 工业水处理, 2023, 43 (11): 7-14.

[2] 周亮, 杨井路, 汪慧杰, 等. 聚四氟乙烯膜分离技术在含油废水处理中的应用进展 [J]. 化学通报, 2023, 86 (10): 1250-1257.

[3] 马兴冠, 马云浩, 杜小雨, 等. 不同温度下厌氧氨氧化处理含挥发酚和石油类废水运行条件优化试验研究 [J]. 水处理技术, 2023, 49 (11): 105-111.

[4] 李东彧, 赵国峥, 李长波, 等. 活性污泥法降解石油化工废水的微生物群落研究进展 [J]. 环境污染与防治, 2023, 45 (09): 1294-1299.

[5] 刘思成, 金煜宸, 孙永军. 强化混凝技术在水处理方面的研究进展[J]. 广东化工, 2020, 47 (05): 98-99.

[6] 苏兆阳, 李星, 杨艳玲. 强化混凝技术在水处理中的研究进展[J]. 水处理技术, 2016, 42(02): 11-14.

[7] Shi JX, Huang WP, Han HJ, et al. Pollution control of wastewater from the coal chemical industry in China: Environmental management policy and technical standards [J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2021, 143: 20. Doi: 10.1016/j.rser.2021.110883.

模块六、食品工业废水处理技术与工程实践

【学习目标】

1. 通过学习食品工业的生产分类和生产工艺，归纳食品工业废水的来源及特征。

2. 掌握食品工业处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理食品工业废水的能力。

3. 结合行业特色，激发学生解决食品工业废水处理及再生利用问题的兴趣。

【课程内容】

1. 食品工业生产分类、生产工艺、废水量和水质；
2. 食品工业废水处理主要技术和工艺流程。
3. 食品工业废水再生利用。

【重点、难点】

1. 重点：食品工业废水处理主要技术。
2. 难点：食品工业废水深度处理生产回用技术新进展。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

【学习要求】

课前预习食品工业生产废水量和水质；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 屠宰与肉类加工废水有何特点？
2. 水果蔬菜罐头生产废水有何特点？
3. 请简述常用的生物除磷技术及其特点。

【学习资源】

[1] 李玉林. 煤化工废水零排放系统反渗透问题分析与优化[J]. 膜科学与技术, 2021, 41(02): 104-109.

[2] Asgharnejad H, Nazloo EK, Larijani MM, et al. Comprehensive review of water management and wastewater treatment in food processing industries in the framework of water-food-environment nexus [J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2021, 20 (5): 4779-4815.

模块七、煤气发生站废水处理技术与工程实践

【学习目标】

1. 通过学习煤气发生站的生产分类和生产工艺，能够归纳煤气发生站废水的基本特征。

2. 能够应用水处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理煤气发生

站废水的能力。

3. 结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【课程内容】

1. 煤气发生站生产工艺；
2. 煤气发生站废水的特点、水质和水量；
3. 煤气发生站废水循环系统及水量平衡与控制；
4. 煤气发生站废水的常规处理技术；
5. 煤气发生站含酚废水处理工程实例。

【重点、难点】

1. 重点：煤气发生站废水的常规处理技术。
2. 难点：煤气发生站废水循环系统及水量平衡与控制。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 通过对煤气发生站废水处理的系统学习，培养学生由复杂到简单再到复杂的转换能力、以及对实际复杂问题认知能力和解决能力，充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。

【学习要求】

课前预习煤气发生站废水的特点、水质和水量；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 煤气发生站废水的有哪些特点？
2. 煤气发生站废水的主要处理技术有哪些？

【学习资源】

[1] 苑卫军, 煤气发生站含酚废水模块化综合处理系统. 河北省, 唐山科源环保技术装备有限公司, 2021-08-12.

[2] 薛知宜, 李洪枚, 王新春, 等. 建筑陶瓷行业发生炉煤气站污染防治措施研究 [J]. 佛山陶瓷, 2020, 30 (09): 46-52.

[3] 林皓, 张健, 刘瑞来, 等. EF-Fe₂O₃ 法预处理煤气洗冷废水中试研究 [J]. 煤炭科学技术, 2017, 45 (07): 190-195.

模块八、重金属废水处理技术与工程实践

【学习目标】

1. 通过学习有制革工业的生产分类和生产工艺，能够归纳其废水的基本特征；通过学习电镀工业废水的生产分类和生产工艺，能够归纳电镀工业废水的来源及特性。

2. 能够应用水处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理制革工业废水的能力；掌握电镀工业废水处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理电镀工业废水的能力。

3. 结合行业特色激励学生提高专业素养，自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去；培养学生实事求是的科学精神和探索精神。应用当前主要技术，解决电镀工业废水的处理及再生利用问题。

【课程内容】

1. 制革工业废水的来源
2. 制革工业废水的危害和特点
3. 制革废水的常规处理方法
4. 制革废水处理工程实例
5. 电镀工业生产废水分类和生产工艺
6. 电镀工业废水处理技术和工艺流程
7. 电镀工业废水再生利用

【重点、难点】

1. 重点：制革废水的常规处理方法，电镀工业废水的常用处理技术。
2. 难点：灰碱脱毛废液的处理，电镀工业废水处理的工艺流程。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 通过对制革工业废水处理的系统学习，培养学生由复杂到简单再到复杂的转换能力、以及对实际复杂问题认知能力和解决能力。

【学习要求】

课前预习制革工业废水的处理技术，电镀工业生产废水的分类和生产工艺；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 制革废水的主要处理技术有哪些？
2. 影响制革废水处理效能的因素有哪些？
3. 电镀废水有何特征？

4. 在螯合沉淀法中，重金属离子沉淀剂应具备什么特点？

5. 请简述含铬废水的一般处理工艺。

【学习资源】

[1] 于卓阳, 王少建, 张启磊, 等. 蛭石絮凝剂一级强化絮凝预处理皮革废水的研究 [J]. 水处理技术, 2023, 49 (09): 132-136.

[2] 朱召军, 陈涛, 范安亿, 等. 皮革加工企业废水提标改造工程实例 [J]. 中国给水排水, 2023, 39 (10): 144-149.

[3] GB 21900-2008, 电镀污染物排放标准[S].

[4] DB 441597-2015, 电镀水污染物排放标准[S].

[5] 李喜林, 等. 多硫化钙还原高浓度含铬废水实验研究[J/OL]. 工业水处理: 1-10 [2021-09-28]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1087>.

[6] Feng Y, Yang SM, Xia L, et al. In-situ ion exchange electrocatalysis biological coupling (i-IEEBC) for simultaneously enhanced degradation of organic pollutants and heavy metals in electroplating wastewater [J]. Journal of Hazardous Materials, 2019, 364: 562-570. Doi: 10.1016/j.jhazmat.2018.10.068.

[7] 朱春雁, 任晓晶, 白雪. 重金属废水处理与回用技术评价系列国家标准解析[J]. 标准科学, 2021(08): 101-106.

模块九、工业废水处理设备采购

【学习目标】

1. 通过了解水处理设备的性能参数，能够比较、选择工业废水处理中的常用设备；通过学习一体化设备处理工业废水的发展趋势，能够归纳一体化设备处理工业废水的现状。

2. 掌握工业废水处理的基本理论、基本知识和主要技术，获得工业废水处理设备的采购能力；掌握体化设备处理废水的基本理论、基本知识和主要技术，获得处理工业废水的能力。

3. 培养学生实事求是的科学精神和探索精神。应用当前水处理的常用设备，解决工业废水的处理及再生利用问题。

【课程内容】

1. 工业废水处理中常用设备

2. 处理设备和产品在采购中应该注意的问题

3. 设备采购中的其他问题

4. 当前一体化设备处理工业废水的状况和发展趋势。

5. 污水处理机（专利）的研制与开发。

6. 污水处理机（专利）处理工业废水工程实例。

【重点、难点】

1. 重点：工业废水处理设备和产品在采购中应该注意的问题，一体化设备处理工业废水的发展状况。

2. 难点：工业废水处理设备和产品的套牌、非标、异地生产等问题，污水处理机（专利）的研制与开发。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

【学习要求】

课前预习工业废水处理中的常用设备，一体化设备处理工业废水的状况；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 水泵在采购中应该注意哪些问题？

2. 风机在采购中应该注意哪些问题？

3. 污泥脱水设备在采购中应该注意哪些问题？

4. 污水处理机（专利）新产品开发面临的困难？

5. 污水处理机（专利）研制与开发的关键问题？

6. 一体化设备处理工业废水的应用前景？

【学习资源】

[1] 赵潇然, 叶斌, 李阔, 等. 基于生命周期理论的水泵选型模型研究与应用 [J]. 中国设备工程, 2022, (08): 72-74.

[2] 乔志青. 生活垃圾发电项目给水泵改造最佳优化方案 [J]. 能源与节能, 2021, (10): 198-200.

[3] 王春利. EPC 总承包模式下水厂设备采购管理的探讨 [J]. 建筑与预算, 2020, (12): 98-100.

[4] 邱勇军, 张玉峰, 杨永前, 等. 移动式一体化生活污水处理设备的应用进展 [J]. 净水技术, 2023, 42 (11): 27-36.

[5] 毛磊. 一种新型一体化洗车污水系统及净化设备的研究与应用 [J]. 工业安全与环保, 2023, 49 (S1): 76-78.

[6] 魏霞. 单晶硅生产废水处理工程实例 [J]. 给水排水, 2022, 58 (02): 40-44.

五、实践教学安排

无

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比 50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比 50%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	各行业工业废水的来源与基本特点：约占20%； 废水物理与化学处理的的分析应用能力：约占10%； 利用物理与化学处理解决环境废水问题的综合能力：约占10%。	学风养成、期末考试
课程目标 2 (30%)	各行业工业废水的处理技术与流程：约占15%。 各行业工业废水的处理技术与流程的应用能力：约占15%。	课堂表现、期末考试
课程目标 3 (30%)	工业废水处理设备采购的基本概念和基本知识：约占10%； 工业废水处理设备采购的应用能力：约占10%； 利用工业废水处理设备解决环境废水问题的综合能力：约占10%。	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 50% + 期末考试卷面成绩 × 50%

过程性考核成绩 = 学风养成 × 30% + 课堂表现 × 30% + 平时作业 × 40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与,主动学习。按时完成任务,展现高度自律。	表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲,配合老师,勇于发言,积极回答问题。	上课认真听讲,勇于发言,积极回答问题。	上课能够认真听讲,敢于发言,能够回答问题。	上课时有走神,羞于回答问题,正确率低。	不认真听讲,能够回答问题,但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业,书写整齐,内容完整,没有少题、漏题,过程合理,结果正确。	按时完成作业,书写较为整齐,内容基本完整,没有故意的少题、漏题,少数结果有误。	按时完成作业,书写不太整齐,过程模糊,部分结果有误。	催交,或书写不太整齐,过程模糊,大部分结果有误。	作业内容不完整,没有达到作业要求,或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
工业废水处理技术与工程实践	冯宽利	化学工业出版社	2019	否	

九、主要参考书目

- [1] 余淦申, 工业废水处理及再生利用. 化学工业出版社, 2013.
- [2] 许晓毅, 罗固源. 水污染控制工程(第二版). 高等教育出版社, 2022.
- [3] 室外排水设计标准 [S]. GB 200014-2021.
- [4] 高廷耀, 顾国维, 周琪. 水污染控制工程(第五版), 高等教育出版社, 2023.
- [5] 任南琪. 高浓度有机工业废水处理技术. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [6] 杨敏. 工业废水处理与资源化技术原理及应用. 北京: 化学工业出版社, 2012.

十、课程学习建议

关注行业动态, 养成文献阅读的习惯, 了解国内外污水处理技术方面的发展趋势及最新动向, 培养独立分析问题的能力, 以解决工业废水污染控制方面的实际工程问题。



环境科学与工程专业

《废水处理新技术》

课程大纲

晋中学院 化学化工系

2023年8月

《废水处理新技术》课程大纲

一、课程信息

课程名称	废水处理新技术 New Technology for Wastewater Treatment		
课程编码	230910804C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	水处理工程 水处理工程实验	修读学期	五
课程类别	专业模块课	课程性质	必修
课程学分	2.0	考核方式	考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	薛彩龙	审核人	李利红

二、课程简介

近年来,水资源的日趋短缺和水环境污染制约了人类社会和经济的可持续发展,严重威胁着人类生存。人们在水污染治理方面,做了大量的研究、开发和工程实践,出现了一些比传统处理技术和工艺更加有效的新技术和新工艺。通过本课程了解近年来国内外水处理尤其是水污染治理的新技术、新工艺以及相关的水处理设备技术,同时还介绍了污泥减量新技术,能够了解当前国内外水处理技术的最新研发成果和工程实践经验。通过本课程的学习,可掌握废水处理新技术的工作原理及工艺流程,能较好地针对废水水质和排放要求进行污水处理新工艺全流程设计,并对工艺方案进行优选,培养独立分析与解决工程实践问题能力。

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习,学生可以达到以下目标:

课程目标 1: 能够运用废水处理技术的基本理论,能够根据污染现状及排放要求合理地设计出废水组合生物处理新技术。【毕业要求 2.2】

课程目标 2: 能合理运用废水处理的基本原理和应用特点,根据实际的处理需要设计工艺路线、进行设备选型以及构筑物的选择。【毕业要求 3.2】

课程目标 3：具备水污染物控制工艺流程设计的初步能力，确定适宜的污水处理工艺；在分组讨论教学时，通过合理分工和有效组织；培养学生团队合作精神培养学生团队合作精神结合行业特色提高专业素养，践行可持续发展理念，牢固树立环境保护意识，并且能够站在环境和社会可持续发展的角度，评价废水污染防治中可能对人类和环境造成的影响。【毕业要求 7.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.2 能运用环境工程专业知识，并通过查阅文献或文献积累，在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题，形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防控需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7： 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性，评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、水处理基本知识及技术发展	课程目标 1、3	讲授、讨论	4
模块二、废水处理近年新技术 1. 超临界水氧化技术 2. 湿式氧化新技术 3. TiO ₂ 光催化氧化技术 4. 膜处理技术	课程目标 1、2、3	讲授、讨论 、案例法	16
模块三、传统废水处理技术更新 1. 污水生物脱氮除磷新工艺 2. 污水生物处理新工艺 3. 自然生物净化技术	课程目标 1、2、3	讲授、讨论 、案例法	8
模块四、污泥处理处置新技术	课程目标 1、2	讲授	2

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块五、管道分质供水技术	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
合计			32

(二) 课程内容

模块一、水处理基本知识及技术发展

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习世界及我国水资源状况，全面理解水的自然循环和水的社会循环。
2. 能力目标：能够应用有关水质指标及水质标准知识，获得处理废水的能力。
3. 素质目标：激发解决水污染问题的兴趣，培养实事求是的科学精神，树立“绿水青山就是金山银山”的环保意识，培养法治观念。

【课程内容】

1. 水体水质状况；
2. 水污染物质及危害；
3. 水污染物造成的损失；
4. 水质指标，常规水处理技术及典型工艺流程；
5. 水处理技术的发展；
6. 我国水处理技术评价与发展方向。

【重点、难点】

1. 重点：水污染物质及危害；水处理技术及典型工艺流程。
2. 难点：水处理技术及典型工艺流程。

【教学方法】

1. 以 PPT 展示结合板书讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论等，开展启发式教学。
2. 在教学过程中引用水质标准全文做支撑，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。
3. 融入思政案例，水环境保护关乎社会主义生态文明建设，关乎子孙后代的福祉，树立“绿水青山就是金山银山”的环保意识，培养法治观念。

【学习要求】

课前预习城镇污水污染物排放标准；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 何谓水质指标？常用水质指标有哪些？
2. 水质标准是如何制定的？
3. 按照水处理的程度分类，废水处理可分为几级？分别说明其去除对象和主要采用的方法。它们之间有何区别和联系？

【学习资源】

- [1] 室外排水设计标准[S]. GB 200014-2021.
- [2] 污水综合排放标准[S]. GB 8798-1996.
- [3] 城镇污水处理厂污染物排放标准[S]. GB 18918-2002.
- [4] 地表水环境质量标准[S]. GB 3838-2002.

模块二、废水处理近年新技术

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习水质预处理的基本方法，掌握水质、水量调节的原理和方法。1. 知识目标：通过学习 TiO_2 光催化氧化技术的特点，全面理解 TiO_2 光催化氧化技术在水处理中的应用；通过学习湿式氧化新技术的基本特点和基本原理，全面理解湿式氧化新技术的作用。通过学习膜分离法的特征，掌握渗析和电渗析的工作原理及应用范围；通过学习反渗透膜的特性及原理，超滤和纳滤的工作原理，全面理解膜法在废水处理中的应用场景。

2. 能力目标：能够正确选用格栅的类型，获得废水预处理的能力。能够思考湿式氧化新技术的作用机理及其影响因素，获得利用湿式氧化新技术处理废水的能力。掌握 TiO_2 光催化氧化技术的特点，获得利用 TiO_2 光催化氧化技术处理废水的能力；通过掌握渗析和电渗析的应用范围，获得工业上酸、碱废液回收的能力；能够应用膜的分类及应用方式，获得利用膜处理废水的能力。

3. 素质目标：通过渗析法的系统学习，培养规则意识、约束观念，并以社会主义核心价值观来进行价值定位；掌握反渗透、超滤和纳滤的原理与方法，增强理论结合实际能力，树立社会主义核心价值观，养成理论联系实际、注重实效的工作作风。

【课程内容】

1. 常用的废水预处理方法。 格栅和筛网的使用。中和处理。
2. 膜分离的基本原理；扩散渗析、电渗析的原理及其使用方法； 反渗透；超滤和纳滤。
3. 湿式氧化技术概述；湿式氧化法的工程应用；湿式氧化技术的评价。
4. TiO_2 光催化氧化技术概述； TiO_2 光催化氧化技术； TiO_2 光催化氧化在废水处理中的应用； TiO_2 光催化氧化在废气治理中的应用； TiO_2 光催化氧化的其他应用； TiO_2 光催化氧化存在的问题及发展前景展望。

【重点、难点】

1. 重点：格栅的类型。（1）电渗析的工作原理；（2）浓差极化；（3）反渗透的装置类型；（4）反渗透的工艺流程；（5）纳滤膜的分离特性。 TiO_2 光催化氧化反应机理和影响因素， TiO_2 光催化氧化在废水处理中的应用。湿式氧化工艺、湿式氧化法的工程应用。

2. 难点：湿式氧化法的工程应用。水中有机化合物的光催化降解，水中无机污染物光催化氧化还原。电渗析的工作原理、反渗透的工艺流程。格栅的安装倾角。

【教学方法】

以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

【学习要求】

课前预习有关水质水量调节的知识；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 格栅、筛网的主要功能是什么？各适用于什么场合？
2. 简述水质水量调节的意义。
3. 简述影响离子交换膜选择透过性的因素。
4. 简述电渗析器的工作原理。
5. 简述反渗透膜的选择透过性机理。
6. 简述反渗透操作过程中的浓差极化现象及其产生的原因、危害和预防措施。
7. 反渗透膜与离子交换膜的异同点。
8. 简述超滤与反渗透的异同点。
9. 何为光催化剂？
10. TiO_2 光催化氧化技术的优势？
11. 湿式氧化新技术的基本特性有哪些？
12. 试概述废水处理的湿式氧化新技术机理。

【学习资源】

[1] 贾朋, 陈家庆, 蔡小垒, 等. 湿式氧化新技术化处理效果影响的实验研究[J]. 工业水处理, 2021, 41 (01): 77-82.

[1] 安卫龙. TiO_2 光催化氧化法处理废弃炸药回收技术研究[J]. 天津化工, 2022, 036(06): 76-79.

[2] 何景儒. TiO_2 光催化技术降解印染废水的研究进展[J]. 辽宁化工, 2022, 51(12): 1762-1764.

[3] 张娜,任会学,郭正午,等.TiO₂ 光催化剂改性及其净化抗生素废水研究进展[J].山东建筑大学学报,2020,35(05):70-77.

[4] 张文文.TiO₂ 光催化氧化技术在废水处理中的应用[C]//中共沈阳市委,沈阳市人民政府,中国农学会.第十三届沈阳科学学术年会论文集(理工农医).沈阳建筑大学;,2016:4.

[5] 田磊,王岱,巢志理. 双极膜电渗析在高浓盐水资源化的性能评价指标研究[J/OL]. 应用化工: 1-7, 1671.

[6] 李玉林. 煤化工废水零排放系统反渗透问题分析与优化[J]. 膜科学与技术, 2021, 41 (02): 104 - 109.

[7] 叶蒙蒙,钱付平,王来勇,等. 基于响应面法 SCR 脱硝反应器喷氨格栅的优化研究[J]. 中国环境科学, 2021, 41(03): 1086-1094.

模块三、传统废水处理技术更新

【学习目标】

1. 知识目标：认识到废水中氮磷去除的重要性，学习脱氮除磷的原理、工艺及其影响因素；通过了解常用的同步生物脱氮除磷工艺，掌握废水中生物脱氮除磷的基本流程。通过学习废水生化处理的微生物基础知识，全面理解微生物生长特点与废水的可生化性；通过学习稳定塘污水处理技术，能够比较好氧塘、兼性塘、厌氧塘、曝气塘的异同；

2. 能力目标：灵活选用成熟的生物脱氮除磷工艺，获得去除废水中氮磷的能力；学会选用常用的同步脱氮除磷工艺，获得废水脱氮除磷的能力。能够应用有关废水可生化性的评价方法，获得利用生化法处理废水的能力；通过学习人工湿地处理技术，能够培养独立思考、分析问题、解决问题的能力；能够应用人工湿地处理技术工艺及设备，解决废水处理相关问题。

3. 素质目标：能够应用传统水处理更新净化技术的基本知识，获得利用传统水处理更新净化技术处理废水的能力，践行可持续发展理念，牢固树立环境保护意识；通过学习离子交换的原理与方法，增强理论结合实际能力，分析问题、解决问题的能力。

【课程内容】

1. 生物脱氮除磷的概念及其含义；生物脱氮、生物除磷的常用方法；同步脱氮除磷工艺。

2. 稳定塘污水处理技术；好氧塘、兼性塘、厌氧塘、曝气塘；人工湿地处理技术；废水土地处理系统；自然生物净化技术工程实例。

3. 废水处理微生物学基础；酶促反应与微生物生长动力学；废水可生化性评价及强化途径。

【重点、难点】

1. 重点：(1) 生物脱氮原理；(2) 前置缺氧-好氧生物脱氮工艺；(3) Phostrip 除磷工艺；(4) 同步脱氮除磷工艺：A/A/O、倒置 A/A/O、以及 SBR 工艺。好氧塘、兼性塘、厌氧塘、曝气塘的工作原理与设计要求，废水土地处理系统的类型、优势和特点。(1) 酶促反应速度；(2) 微生物生长动力学；(3) 可生化性的评价方法。

2. 难点：微生物生长动力学。废水土地处理系统的优势和特点。废水生物脱氮原理、倒置 A/A/O 同步脱氮除磷工艺。

【教学方法】

1. 借助多媒体教学，利用短视频介绍废水的不同特点，增加学生的感性认识，提高教学效率。

2. 采用案例式教学，结合特定行业废水的污染特征，进行废水处理主要技术的分析，使学生具备相应的实际应用能力。

【学习要求】

课前预习传统废水处理技术更新的原理；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 生物脱氮通过硝化作用和反硝化作用来进行的，但硝化作用的速度快慢是与哪些因素有关？

2. 常用的同步生物脱氮除磷工艺有哪些？各有何优缺点？

3. 简述微生物净增长与底物降解的关系。

4. 如何提高废水和可生化性？

【学习资源】

[1] 王旭, 岳金权, 肖生苓, 等. NaOH 常压浸渍废液污染物成分和可生化性分析[J]. 中国造纸, 2021, 40 (01): 19-26.

[2] Zhang X, Gu P, Liu Y. Decontamination of radioactive wastewater: State of the art and challenges forward[J]. Chemosphere, 2019, 215. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.10.029.

[3] Qi H, Niu X, Wu H, et al. Adsorption of chromium (VI) by Cu(I)-MOF in water: Optimization, kinetics, and thermodynamics [J]. Journal of Chemistry, 2021, 4413095. Doi: 10.1155/2021/4413095.

[4] Lima EC, Sher F, Guleria A, et al. Is one performing the treatment data of adsorption kinetics correctly? [J]. Journal of Environmental Chemical Engineering, 2021, 9 (2): 104813.

[5] 唐兴睿, 黄鹏玲, 阮昊明, 等. 海水提铀材料与方法的现状与挑战[J]. 核化学与放射化学, 2023, 45 (04): 267-283.

[6] 阴阳离子交换树脂混杂后如何分离? [J]. 工业水处理, 2021, 41 (03): 22.

[7] 周杰, 宋小三, 王三反. 四环素影响污水生物脱氮除磷过程的最新研究进展[J/OL]. 应用化工: 1-6. <https://doi.org/10.16581/j>.

[8] 贾体沛, 王灿, 张亮, 等. 城镇污水处理厂生物除臭技术的关键影响因素及案例分析[J]. 环境工程学报, 2022, 16 (04): 1074-1082.

[9] 李文洪, 熊春莲. 脱氮除磷新工艺在污水处理中的应用研究[J]. 环境与发展, 2020, 32(09): 115+117.

[10] 王伟, 王明刚, 刘丽娜, 等. 面向碳中和的污水低能耗脱氮及氮回收技术探讨[J]. 水处理技术, 2023, 49 (04): 1-6.

模块四、污泥处理处置新技术

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习污泥好氧消化的机理，理解污泥好氧消化池的构造及工艺设计。

2. 能力目标：能够应用有关污泥浓缩和脱水的知识，获得污泥处理与处置的基本能力。

3. 素质目标：通过强调污泥合法处置的必要性，强化法治意识，激发学生解决污泥的兴趣，树立将废弃物资源化、能源化利用的绿色发展理念。

【课程内容】

1. 污泥的来源与特性；
2. 污泥浓缩、稳定与脱水策略；
3. 污泥的综合利用与最终处置。

【重点、难点】

1. 重点：（1）污泥中水分的存在形式；（2）污泥浓缩方法；（3）污泥脱水方法。

2. 难点：污泥脱水方法。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展案例式教学。

2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 挖掘思政元素，如“绿水青山就是金山银山”、“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”等，激发学生的民族自豪感和家国情怀。

【学习要求】

课前预习污泥处理与处置的内容；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 一般而言，污泥有哪些来源？
2. 污泥浓缩有哪些方法，并加以比较？
3. 污泥常用的脱水方式有哪些？

【学习资源】

[1] 苏志升, 林培真, 罗建标, 等. 污泥脱水、输送及储存系统的设计探讨与总结[J]. 中国给水排水, 2021, 37 (04): 76-81.

[2] 桑稳姣, 贾丹妮, 卢伟, 等. QS 技术在污泥处理处置领域的碳减排应用研究[J]. 中国给水排水, 2023, 39 (10): 47-54.

模块五、管道分质供水技术

【学习目标】

1. 知识目标：通过学习管道分质供水技术的基本原理，掌握活管道分质供水技术工艺及常用参数的意义；

2. 能力目标：能够应用有管道分质供水技术的相关指标，获得管道分质供水技术参数的计算能力；能够灵活选择管道分质供水技术法的工艺类型，获得设计管道分质供水技术的能力；

3. 素质目标：通过对管道分质供水技术的系统学习，培养由简到繁的转换能力，以及对实际复杂问题的认知和解决能力；应用管道分质供水技术系统的运行原则，解决废水处理中管道分质供水技术问题，培养追根溯源、勤于思考、善于总结、实践创新的科学素养；通过活性污泥系统的运行及管理，充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。

【课程内容】

1. 我国管道分质供水的发展概述；
2. 我国管道分质供水的形式；
3. 我国管道分质供水水处理技术；
4. 管道分质供水系统工艺设计；
5. 我国管道分质供水技术的应用前景。

【重点、难点】

1. 重点：我国管道分质供水的形式和处理技术，管道分质供水系统工艺设计。

2. 难点：管道分质供水系统的计算与参数的规格选择。

【教学方法】

采用问题导向式教学模式，以 PPT 展示结合板书讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论等。包括课前探究、导入新课、新课讲授、知识拓展、文献阅读推荐、随堂测试、课堂总结等环节，学生是学习的主体，培养善于合作、勤于思考、严谨求实的科学态度。

【学习要求】

课前预习管道分质供水技术的基本工艺类型；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 我国管道分质供水的形式有哪些？
2. 管道分质供水系统组成？

【学习资源】

[1] 马萍. 管道分质供水系统的组成及工程设计 [J]. 四川建材, 2005, (06): 101-103.

[2] 彭海清, 李平, 刘霞, 等. 管道分质供水系统的组成及工程设计 [J]. 中国给水排水, 2002, (05): 65-67.

[3] 邓丹青. 浅谈管道分质供水在工程中的应用 [J]. 广东科技, 2007, (S2): 211-212.

五、实践教学安排

无

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比 50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比 50%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 1 (40%)	各行业工业废水的来源与基本特点：约占20%； 废水物理与化学处理的的分析应用能力：约占10%； 利用物理与化学处理解决环境废水问题的综合能力：约占10%。	学风养成、期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
课程目标 2 (30%)	各行业工业废水的处理技术与流程: 约占15%。 各行业工业废水的处理技术与流程的应用能力: 约占15%。	课堂表现、期末考试
课程目标 3 (30%)	工业废水处理设备采购的基本概念和基本知识: 约占10%; 工业废水处理设备采购的应用能力: 约占10%; 利用工业废水处理设备解决环境废水问题的综合能力: 约占10%。	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 50% + 期末考试卷面成绩 × 50%

过程性考核成绩 = 学风养成 × 30% + 课堂表现 × 30% + 平时作业 × 40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准见下表:

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与, 主动学习。按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲, 配合老师, 勇于发言, 积极回答问题。	上课认真听讲, 勇于发言, 积极回答问题。	上课能够认真听讲, 敢于发言, 能够回答问题。	上课时有走神, 羞于回答问题, 正确率低。	不认真听讲, 能够回答问题, 但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业, 书写整齐, 内容完整, 没有少题、漏题, 过程合理, 结果正确。	按时完成作业, 书写较为整齐, 内容基本完整, 没有故意的少题、漏题, 少数结果有误。	按时完成作业, 书写不太整齐, 过程模糊, 部分结果有误。	催交, 或书写不太整齐, 过程模糊, 大部分结果有误。	作业内容不完整, 没有达到作业要求, 或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否 马工程教材	备注
水处理新技术、新工艺 与设备	白润英.	化学工业出版 社	2017	否	

九、主要参考书目

- [1] 高廷耀, 顾国维, 周琪. 水污染控制工程(第五版), 高等教育出版社, 2023.
- [2] 王淑勤, 苏金波, 冯亚娜. 水污染控制工程(双语). 中国建筑工业出版社, 2023.
- [3] 许晓毅, 罗固源. 水污染控制工程(第二版). 高等教育出版社, 2022.
- [4] 张自杰, 排水工程下册 (第四版), 中国建筑工业出版社, 2015.
- [5] 室外排水设计标准 [S]. GB 200014-2021.
- [6] 李亚新. 活性污泥法理论与技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [7] 吕炳南. 污水生物处理新技术 (第3版). 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2012.
- [8] 张忠祥, 钱易. 废水生物处理新技术. 北京: 清华大学出版社, 2004.

十、课程学习建议

1. 培养、坚持课前预习的习惯, 有助于培养自学能力。
2. 关注行业动态, 养成文献阅读的习惯, 了解国内外污水处理技术的发展趋势及最新动向, 培养独立分析和解决水污染控制方面实际工程问题的能力。
3. 关心国家、家乡、身边发生的与水环境保护相关的大事件, 在学习生活中践行低碳生活、可持续发展的理念, 牢固树立环保意识。



环境科学与工程专业

《污水处理常用设备及应用》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《污水处理常用设备及应用》课程大纲

一、课程信息

课程名称	污水处理常用设备及应用 Sewage Treatment Equipment and Application		
课程编码	230910805C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境工程原理、环境生物学、水处理工程	修读学期	五
课程类别	专业方向课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	祁红学	审核人	李利红

二、课程简介

《污水处理常用设备及应用》是环境科学与工程专业方向选修课，本课程侧重于污水处理设备的实际应用，在《水处理工程》课程的基础上，进一步介绍和探讨污水处理过程中常用的各种设备，包括它们的工作原理、性能特点、应用范围以及选型方法等。通过本课程的学习，能够更深入地理解污水处理工艺中设备的角色和重要性，掌握如何根据实际需求选择合适的污水处理设备，并学会如何在实际工作中运用这些设备解决所面临的水污染问题。旨在培养实践能力和解决实际问题的能力，为环境科学与工程领域的职业发展打下坚实的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：学会分析不同工业废水的水质特性，理解各种污水处理设备的工作原理和适用范围，从而能够根据具体问题选择合适的处理技术和设备。【毕业要求 2.3】

课程目标 2：掌握设计污水处理工艺路线的能力，包括设备选型、构筑物选择等，以满足特定的处理需求，初步具备工业废水污染物控制工艺流程的设计能力。【毕业要求 3.2】

课程目标 3：学会如何在实际运行中管理工业废水处理设备，选择合理的处理工艺和回用策略，以减少环境污染，促进可持续发展。【毕业要求 7.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识,并通过查阅文献或文献积累,在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题,形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题,能够设计满足污染防治需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性,评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、阀门	课程目标 3	讲授、讨论	2
模块二、拦污及筛滤设备	课程目标 1、2	讲授、讨论	2
模块三、流量计	课程目标 2、3	讲授、讨论	2
模块四、吸泥机与刮泥机	课程目标 1、2	讲授、案例法	2
模块五、鼓风机	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块六、曝气设备	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块七、潜水搅拌器	课程目标 1、3	讲授、演示	4
模块八、消毒(脱色)设备	课程目标 1、2	讲授、讨论	4
模块九、污水提升泵	课程目标 1、2	讲授、案例法	4
模块十、膜设备	课程目标 2、3	讲授、讨论	4
合计			32

（二）课程内容

模块一、阀门

【学习目标】

1. 通过学习阀门的基本知识，学习如何通过分析流体特性（如压力、温度、介质性质等）、管道布局及系统控制要求，合理选择并应用不同类型的阀门，以确保水处理系统的安全、高效运行。

2. 学习阀门在水处理流程中的关键作用，学会识别阀门故障的原因，制定并实施有效的维护计划，包括定期检查、清洗、更换密封件或阀体部件等，以保障污水处理系统的连续稳定运行。

3. 能够根据水处理系统的整体需求，结合阀门的技术参数、材料特性、经济成本等因素，进行科学合理的阀门选型。同时，还将了解如何通过优化阀门配置，提高系统的整体性能，降低能耗与运行成本，为水处理系统的设计与优化提供有力支持。

【课程内容】

1. 阀门分类
2. 污水处理用阀门：闸阀，球阀，蝶阀，截止阀，止回阀。

【重点、难点】

1. 重点：闸阀，球阀，蝶阀，截止阀，止回阀。
2. 难点：蝶阀，截止阀，止回阀。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 深入挖掘课程思政元素，如“绿水青山就是金山银山”、“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”等，将“立德树人”的内涵融入到教学活动中。

【学习要求】

课前预习有关阀门分类的知识；积极参与课堂教学，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 阀门选择有哪些依据？
2. 闸阀有哪些优缺点？
3. 蝶阀有哪些优点？

【学习资源】

[1] 王志远, 李伦, 张毅, 等. 阀门法兰-盲板螺栓联接密封性研究 [J]. 机床与液压, 2023, 51 (19): 72-77.

[2] 梁超, 于建华, 陈林, 等. 法兰阀门安装及检修保养管理探讨 [J]. 化工

模块二、拦污及筛滤设备

【学习目标】

1. 通过全面了解拦污及筛滤设备的工作原理、类型及其在水处理系统中的作用。学会根据污水的具体特性和处理流程的需求, 选择适合的拦污及筛滤设备, 以确保系统的预处理效果, 提高后续处理单元的运行效率。

2. 学习如何识别设备故障的迹象, 分析故障原因, 并制定相应的维护计划。通过实践, 获得拦污及筛滤设备维护与管理的技能, 确保设备的长期稳定运行。。

3. 学习如何根据污水处理系统的整体需求, 综合考虑多个因素进行设备选型。此外, 还将了解如何通过优化设备配置与运行参数, 进一步提高系统的处理效率和经济性, 为污水处理系统的设计与优化提供有力支持。

【课程内容】

1. 平面格栅除污机
2. 曲面格栅机
3. 筛网
4. 格栅破碎机
5. 其他拦污设备

【重点、难点】

1. 重点: (1) 链传动式格栅机; (2) 回转式格栅机。
2. 难点: 螺旋式格栅机。

【教学方法】

1. 以讲授为主, 辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示, 开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化, 从而激发学生的学习兴趣, 便于学生理解与接受, 提高讲课效率。

3. 激发学生的自豪感和家国情怀, 将环境理念融入到教学活动中。

【学习要求】

课前预习格栅除污机的原理; 积极参与课堂小组讨论, 做好笔记; 课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 回转式格栅机的结构有何特点?
2. 步进式格栅机有哪些特点?
3. 与普通过滤器相比, 高梯度磁分离器有哪些优点?

【学习资源】

[1] 田冰. 某核电 CFI 循环水过滤系统粗格栅海生物污损分析及解决措施 [J]. 材料保护, 2022, 55 (06): 173-176.

[2] 乔治忠, 郝彦东, 宋晓利, 等. 渐变格栅式煤泥絮凝装置设计及应用研究 [J]. 煤炭工程, 2021, 53 (05): 168-172.

[3] 郭红峰, 张丽丽, 姚旭峰, 等. 七格三期污水处理厂转鼓式细格栅的改造与运行 [J]. 中国给水排水, 2020, 36 (16): 132-136.

模块三、流量计

【学习目标】

1. 掌握流量计的基本原理与类型，学习如何通过分析流体特性（如流量、压力、温度、介质性质等）、管道布局及系统监测要求，合理选择并应用不同类型的流量计，以确保水处理系统的准确计量与安全、高效运行。

2. 深入了解流量计在水处理流程中的关键作用，学会识别流量计故障的原因，制定并实施有效的维护与管理策略，包括定期检查、校准、清洗等，以保障污水处理系统的连续稳定运行和准确计量。

3. 能够根据污水处理系统的整体需求，结合流量计的技术参数、测量范围、精度、材料特性、经济成本等因素，进行科学合理的流量计选型。

【课程内容】

1. 流量计的分类
2. 污水处理工程采用的流量计
3. 制浆造纸废水再生利用。

【重点、难点】

1. 重点：电磁流量计。
2. 难点：超声波明渠流量计。

【教学方法】

1. 线下教学，在教学过程中适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

2. 课堂讨论，通过讨论、提问等形式引导学生对问题逐步深入，由表及里，发挥学生学习的主动性，加深学生对知识和问题有更深入的了解和自我看法。

【学习要求】

课前预习预习转子流量计；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 转子流量计安装时的注意事项？

2. 电磁流量计有何特点?
3. 超声流量计有哪些优点?

【学习资源】

[1] 刘然, 邓忠, 姜明梁, 等. 超声波换能器安装方式对渠道水流特性的影响 [J]. 节水灌溉, 2023, (09): 114-119.

[2] 赵俊奎, 刘权, 王燕, 等. 基于超声波流量计的流速模拟器设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2023, (04): 294-297.

模块四、吸泥机与刮泥机

【学习目标】

1. 掌握吸泥机与刮泥机的基本原理、类型及结构, 学习如何通过分析污泥特性(如浓度、粒度、沉降性能等)、处理流程及系统要求, 合理选择并应用不同类型的吸泥机与刮泥机, 以确保污水处理系统的有效沉淀与排泥, 保障系统的高效运行。

2. 深入了解吸泥机与刮泥机在污水处理流程中的关键作用, 学会识别设备故障的原因, 制定并实施有效的维护与管理策略, 包括定期检查、清洗、更换刮板或吸泥管等, 以保障污水处理系统的连续稳定运行和有效沉淀。

3. 能够根据污水处理系统的整体需求, 结合吸泥机与刮泥机的技术参数、处理能力、材料特性、经济成本等因素, 进行科学合理的设备选型。同时, 还将了解如何通过优化设备配置与运行参数, 提高系统的整体性能, 降低能耗与运行成本, 为污水处理系统的设计与优化提供有力支持。

【课程内容】

1. 刮泥机
2. 吸泥机
3. 相关设备在辐流式沉淀池中的应用

【重点、难点】

- 1.重点: 周边传动刮泥(浓缩)机。
- 2.难点: 辐流式沉淀池排泥的设计。

【教学方法】

1. 以讲授为主, 辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示, 开展启发式教学。

2. 适当运用短视频使概念和理论具体化, 从而激发学生的学习兴趣, 便于学生理解与接受, 提高讲课效率。

3. 结合行业特色激励学生提高专业素养, 自觉融入到实现中华民族伟大复兴中国梦的生态文明建设进程中去。

【学习要求】

课前预习辐流式沉淀池排泥的设计要点；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 常用的刮泥机有哪些类型？比较其特点与适用范围。
2. 泵吸排泥机有哪些优点？

【学习资源】

[1] 盛大春, 王洋, 吴苏炜. 净水厂平流式沉淀池桁架式吸泥机研究与改进 [J]. 机电工程技术, 2023, 52 (08): 226-229.

[2] 李维, 丁云松, 杨晓东. 气提原理在虹吸式刮吸泥机的研究与应用 [J]. 节能与环保, 2021, (06): 91-93.

[3] 蔡芝斌, 王国方. 桁架式吸泥机在绍兴污水处理厂的应用与改造 [J]. 给水排水, 2016, 52 (06): 108-110.

模块五、鼓风机

【学习目标】

1. 掌握鼓风机的基本原理、类型及结构，学习如何通过分析气体特性（如流量、压力、温度等）、处理流程及系统供氧要求，合理选择并应用不同类型的鼓风机，以确保污水处理系统的曝气效果与高效运行。

2. 深入了解鼓风机在污水处理流程中的关键作用，学会识别鼓风机故障的原因，制定并实施有效的维护与管理策略，包括定期检查、清洗、更换空气滤清器或轴承等，以保障污水处理系统的连续稳定运行和曝气效果。

3. 能够根据污水处理系统的整体需求，结合鼓风机的技术参数、供氧能力、材料特性、经济成本等因素，进行科学合理的鼓风机选型。

【课程内容】

1. 污水处理对曝气鼓风机的要求
2. 风机的主要类型与应用
3. 风机的比较与选型

【重点、难点】

1. 重点：风机的主要类型与应用。
2. 难点：风机的比较与选型。

【教学方法】

1. 以讲授为主，采用多媒体教学形式。
2. 辅以课内讨论，积极开展课下学习互动、布置作业。

【学习要求】

课前预习风机的主要类型与应用；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 多级离心风机有哪些特点？
2. 三叶罗茨风机有何特点？
3. 中型污水处理厂在选用风机时，应该考虑哪些因素？

【学习资源】

- [1] 蔡芝斌, 蔡宇翔, 阮兴苗, 等. 绍兴污水处理厂生活污水鼓风机系统的优化改造与应用 [J]. 城镇供水, 2023, (01): 85-88.
- [2] 林万洲, 侯开红, 冯庆. 天然气净化厂污水处理鼓风机选型优化探讨 [J]. 化工设备与管道, 2021, 58 (02): 62-65.

模块六、曝气设备

【学习目标】

1. 掌握曝气设备的基本原理、类型及结构，学习如何通过分析水体特性（如水深、水质、需氧量等）、处理流程及系统供氧要求，合理选择并应用不同类型的曝气设备，以确保污水处理系统的曝气效果与高效运行。
2. 深入了解曝气设备在污水处理流程中的关键作用，学会识别曝气设备故障的原因，制定并实施有效的维护与管理策略，包括定期检查、清洗、更换曝气头等，以保障污水处理系统的连续稳定运行和曝气效果。
3. 能够根据污水处理系统的整体需求，结合曝气设备的技术参数、供氧能力、材料特性、经济成本等因素，进行科学合理的曝气设备选型。同时，还将了解如何通过优化曝气设备配置与运行参数，提高系统的整体性能，降低能耗与运行成本，为污水处理系统的设计与优化提供有力支持。

【课程内容】

1. 曝气设备性能指标与曝气类型
2. 鼓风曝气扩散器
3. 机械曝气
4. 其他形式的曝气装置

【重点、难点】

1. 重点：曝气设备性能指标与曝气类型。
2. 难点：鼓风曝气扩散器。

【教学方法】

1. 线下教学，以讲授为主。
2. 辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。

【学习要求】

课前预习曝气设备性能指标的内容；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 目前，膜片式曝气器主要存在哪些问题？
2. 射流曝气技术有哪些特点？
3. 表面曝气机有几种类型，比较其优缺点？

【学习资源】

[1] 陈露露, 詹旭刚, 郑灵芝, 等. 曝气设备在水质净化中应用的研究进展 [J]. 广州化工, 2023, 51 (18): 6-8.

[2] 王建利, 陈霖, 魏寿廷, 等. 南方某污水处理厂奥贝尔氧化沟工艺问题解析与升级改造 [J]. 给水排水, 2022, 58 (S1): 638-641.

模块七、潜水搅拌机

【学习目标】

1. 掌握潜水搅拌器的基本原理、类型及结构，学习如何通过分析水体特性（如水深、水质、污泥浓度等）、处理流程及系统搅拌要求，合理选择并应用不同类型的潜水搅拌机，以确保污水处理系统的有效搅拌与混合，促进处理效率。

2. 深入了解潜水搅拌机在污水处理流程中的关键作用，获得识别潜水搅拌机故障的原因，制定并实施有效维护计划的能力，包括定期检查、清洗、更换易损件等，以保障污水处理系统的连续稳定运行。

3. 能够根据污水处理系统的整体需求，结合潜水搅拌器的技术参数（如转速、功率、叶轮直径等）、材料特性、经济成本等因素，进行科学合理的潜水搅拌机选型。同时，了解如何通过优化潜水搅拌机配置与运行参数，提高系统的整体性能，降低能耗与运行成本。

【课程内容】

1. 潜水搅拌器的分类
2. 作用与要求
3. 结构
4. 潜水搅拌机的技术参数
5. 潜水搅拌机选型需要考虑的因素
6. 潜水搅拌机安装

【重点、难点】

1. 重点：潜水搅拌机选型需要考虑的因素。
2. 难点：潜水搅拌机的技术参数。

【教学方法】

1. 以课堂教学为主，采用多媒体教学形式。
2. 辅以课内讨论，积极开展课下学习互动、布置作业。
3. 紧密结合工程实践以及最新技术前沿成果。

【学习要求】

课前探究潜水搅拌机的技术参数；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 在污水处理过程中，安装潜水搅拌器有什么作用？
2. 选择潜水搅拌器时，需要考虑哪些因素？
3. 潜水搅拌器常用的安装方式有哪些？

【学习资源】

[1] 穆震宇. 规模化沼气工程湿式发酵工艺发酵罐搅拌器选择 [J]. 设备管理与维修, 2022, (02): 83-84.

[2] 仇寿平. 潜水搅拌器在水处理领域中的应用研究 [J]. 山东水利, 2021, (05): 23-25.

[3] GB/T 39986-2021, 泵、试验、污水和类似应用的潜水搅拌器[S].

模块八、消毒（脱色）设备

【学习目标】

1. 掌握臭氧、紫外线与氯系列消毒剂的基本原理、特性及应用范围，学习如何根据水质特性和消毒要求，合理选择并应用不同类型的消毒（脱色）设备，以确保出水水质达到卫生标准和环保要求。

2. 深入了解臭氧、紫外线与氯系列消毒剂设备在水处理流程中的关键作用，获得识别设备故障的原因，制定并实施有效维护计划的能力，以保障消毒（脱色）效果的持续性和系统的稳定运行。

3. 能够根据水处理系统的整体需求，结合消毒（脱色）设备的技术参数、运行成本、环境影响等因素，进行科学合理的设备选型与配置。同时，了解如何通过优化设备运行参数和管理策略，提高系统的整体性能，降低能耗与运行成本。

【课程内容】

1. 臭氧发生器。

2. 紫外消毒设备。
3. 氯系列消毒设备。

【重点、难点】

1. 重点：废水的常用消毒处理设备。
2. 难点：臭氧处理废水处理的工艺流程。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

【学习要求】

课前预习废水的常用消毒处理设备；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 有哪些方法可以产生臭氧？
2. 有哪些因素影响臭氧的产量？
3. 紫外线消毒有哪些优缺点？
4. 化学法制备二氧化氯时，应该注意哪些问题？

【学习资源】

[1] 叶心彤, 张欣, 董磊, 等. 微气泡臭氧工艺在制药废水中的处理效果研究 [J]. 给水排水, 2023, 59 (06): 51-57.

[2] 姚佳伟, 杨庆峰, 刘阳桥. 100 mg/L 以上高浓度臭氧水的制备 [J]. 应用化工, 2022, 51 (11): 3119-3122.

模块九、污水提升泵

【学习目标】

1. 掌握污水提升泵的基本原理、类型及结构特点，学习如何通过分析污水特性（如流量、含固率、腐蚀性等）、提升高度及系统运行要求，合理选择并应用不同类型的污水提升泵，以确保污水处理系统的有效提升与输送，保障系统安全、高效运行。

2. 深入了解污水提升泵在水处理流程中的关键作用，获得识别提升泵故障的原因，制定并实施有效维护计划的能力，包括定期检查、清洗、更换磨损件等，以保障污水处理系统的连续稳定运行。

3. 深入了解污水提升泵在水处理流程中的关键作用，获得识别提升泵故障的原因，制定并实施有效维护计划的能力，包括定期检查、清洗、更换磨损件等，

以保障污水处理系统的连续稳定运行。

【课程内容】

1. 泵的基本情况：泵的主要参数，泵的性能曲线图，泵叶轮结构形式，污水提升泵类型，泵选型原则与方法。

2. 污水提升系统主要组成部分与应用：污水收集管网以及配套设施，调节池，集水池，泵站，水泵机组与管道布置，污水泵站中的其他辅助设备。

【重点、难点】

1. 重点：泵选型原则与方法。
2. 难点：泵的性能曲线。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

【学习要求】

课前预习泵的主要参数；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 污水提升泵的叶轮结构一般有几类型？各有何特点？
2. 潜水污水泵为目前污水提升常用的泵种，有何特点？
3. 选泵时，应该遵循哪些原则？

【学习资源】

[1] 陈建华, 周岭, 张帆, 等. 基于比面积调控的潜水排污泵内部流动特性 [J]. 排灌机械工程学报, 2022, 40 (06): 549-555.

[2] 孙瑾亭. WQ 系列潜水排污泵 CFD 分析与试验 [J]. 机械工程师, 2022, (03): 93-95+98.

模块十、膜设备

【学习目标】

1. 掌握反渗透膜、超滤膜和纳滤膜的基本原理、结构特点及应用范围，学习如何通过分析水质特性（如浊度、pH 值、溶解性固体含量等）、处理量及系统净化要求，合理选择并应用不同类型的膜设备，以确保水处理系统的有效净化与高效运行。

2. 深入了解膜设备在水处理流程中的关键作用，获得识别膜设备故障的原因，制定并实施有效维护计划的能力，包括定期清洗、更换膜元件、调整运行参

数等，以保障水处理系统的连续稳定运行和膜设备的长期使用寿命。

3. 能够根据水处理系统的整体需求，结合膜设备的技术参数（如截留率、通量、耐压性等）、材料特性、经济成本等因素，进行科学合理的膜设备选型。同时，了解如何通过优化膜设备的配置与运行参数，提高系统的整体性能，降低能耗与运行成本，为水处理系统的设计与优化提供有力支持。

【课程内容】

1. 反渗透
2. 超滤膜
3. 纳滤膜

【重点、难点】

1. 重点：合理选择并应用不同类型的膜设备。
2. 难点：识别膜设备故障的原因。

【教学方法】

1. 以讲授为主，辅以分析、提问、难题讨论和 PPT 演示，开展启发式教学。
2. 适当运用短视频使概念和理论具体化，从而激发学生的学习兴趣，便于学生理解与接受，提高讲课效率。

3. 通过对不同类型膜设备的系统学习，培养学生由复杂到简单再到复杂的转换能力、以及对实际复杂问题认知能力和解决能力，充分体会马克思主义认识论、方法论和实践论的内涵。

【学习要求】

课前预习膜设备在水处理中的应用；积极参与课堂小组讨论，做好笔记；课后及时完成课后作业。

【复习与思考】

1. 影响反渗透运行参数的主要因素有哪些？
2. 超滤膜分离技术有何特点？
3. 纳滤膜技术应用于哪些方面？

【学习资源】

[1] 杜亚威, 戴江波, 李亚新, 等. 考虑有效能和环境影响的反渗透脱硼海水淡化操作优化 [J]. 水处理技术, 2023, 49 (12): 11-18.

[2] 李婉, 廖珍珠. 某工程海水反渗透中能量回收装置方案比选 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43 (18): 118-120.

五、实践教学安排

无

六、考核方式

(一) 考核方式

课程考核方式采取“N+1”的评定模式，“N”指过程性考核成绩，占比50%，包括学风养成（30%）、课堂表现（30%）和平时作业（40%）；“1”指期末考试卷面成绩，占比50%。

(二) 考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标1 (40%)	阀门、拦污及筛滤设备、流量计的基本特点和应用场景：约占20%； 阀门、拦污及筛滤设备、流量计的分析应用能力：约占10%； 利用阀门、拦污及筛滤设备、流量计处理废水的综合能力：约占10%。	学风养成、期末考试
课程目标2 (30%)	吸泥机、刮泥机、鼓风机、曝气设备、潜水搅拌器的基本特点和应用场景：约占15%。 吸泥机、刮泥机、鼓风机、曝气设备、潜水搅拌器的分析应用能力：约占15%。	课堂表现、期末考试
课程目标3 (30%)	消毒（脱色）设备、污水提升泵、膜设备的基本概念和基本知识：约占10%； 消毒（脱色）设备、污水提升泵、膜设备的应用能力：约占10%； 利用消毒（脱色）设备、污水提升泵、膜设备解决环境废水问题的综合能力：约占10%。	平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 × 50% + 期末考试卷面成绩 × 50%

过程性考核成绩 = 学风养成 × 30% + 课堂表现 × 30% + 平时作业 × 40%

(二) 评分标准

1. 过程性考核成绩评分标准见下表：

序号	课程目标	评价项目	评分标准						
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59		
			优	良	中	及格	不及格		

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1	学分养成	积极参与,主动学习。按时完成任务,展现高度自律。	表现积极,按时提交作业,课堂参与度高,学习态度认真。	基本遵守纪律,按时完成部分任务,课堂参与一般。	偶尔拖延,参与度和作业完成情况一般,需加强自律。	频繁缺勤,作业提交不及时,学习态度消极,缺乏参与。
2	课程目标 2	课堂表现	上课认真听讲,配合老师,勇于发言,积极回答问题。	上课认真听讲,勇于发言,积极回答问题。	上课能够认真听讲,敢于发言,能够回答问题。	上课时走神,羞于回答问题,正确率低。	不认真听讲,能够回答问题,但正确率极低。
3	课程目标 3	平时作业	按时完成作业,书写整齐,内容完整,没有少题、漏题,过程合理,结果正确。	按时完成作业,书写较为整齐,内容基本完整,没有故意的少题、漏题,少数结果有误。	按时完成作业,书写不太整齐,过程模糊,部分结果有误。	催交,或书写不太整齐,过程模糊,大部分结果有误。	作业内容不完整,没有达到作业要求,或催交未果。

2. 期末考核成绩评分标准: 详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
污水处理常用设备及应用	蒋克彬	中国石化出版社	2018	否	

九、主要参考书目

- [1] 高廷耀, 顾国维, 周琪. 水污染控制工程(第五版), 高等教育出版社, 2023.
- [2] 许晓毅, 罗固源. 水污染控制工程(第二版). 高等教育出版社, 2022.
- [3] 室外排水设计标准 [S]. GB 200014-2021.
- [4] 冯宽利, 工业废水处理技术与工程实践. 化学工业出版社, 2020.
- [5] 段金明. 环保设备设计与应用(第三版). 北京: 化学工业出版社, 2022.

十、课程学习建议

关注行业动态, 养成文献阅读的习惯, 了解国内外污水处理技术方面的发展趋势及最新动向, 培养独立分析问题的能力, 以解决工业废水污染控制方面的实际工程问题。

模块二、土壤污染修复



环境科学与工程专业 《环境土壤学》 课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《环境土壤学》课程大纲

一、课程信息

课程名称	环境土壤学 Environmental Soil Science		
课程编码	230910806C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论、环境化学、无机及分析化学	修读学期	五
课程类别	职业能力教育课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

《环境土壤学》是环境科学、环境工程等相关专业本科生的一门专业课程。土壤是环境的重要组成部分，也是人类赖以生存的重要自然资源。环境土壤学是一门新兴的综合性交叉学科，是环境科学和土壤学的重要组成部分，环境土壤学的核心问题是土壤环境质量与可持续发展。本课程主要讲授土壤在环境中的作用与地位，土壤的基本组成、性质和分类，土壤中碳、氮、硫、磷与环境质量，土壤—植物系统中的硒、氟、碘及其环境行为，土壤重金属元素与环境质量，土壤中有机污染物与环境质量，土壤中的放射性物质与环境，土壤退化过程与环境质量，污染土壤的修复，土壤环境工程，环境土壤学的研究方法等。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握环境土壤学的基本内容、方法和技能，包括环境土壤学的发展概况及其在环境科学和相关学科中的重要地位，土壤质量与水质、大气、作物品质和人体健康等的关系。【毕业要求 2.3】

课程目标 2：了解环境土壤的最新进展，结合特定的试验方法，巩固和加深对环境土壤学课程中基本理论知识的理解和掌握，理论知识的运用能力【毕业要

求 3.2】

课程目标 3：与本领域同行和企业工程技术人员进行有效表述、交流和沟通的能力；分析土壤环境复杂问题的能力；通过污染土壤修复工程案例，解决污染土壤修复复杂工程问题的能力【毕业要求 7.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识,并通过查阅文献或文献积累,在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题,形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题,能够设计满足污染防治需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性,评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、土壤的基本组成、性质和分类 1. 土壤质量和土壤健康、土壤安全 2. 环境土壤学研究法 3. 土壤的基本组成、性质和分类	课程目标 1、2	课堂讲授法、自主学习法	6
模块二、土壤无机元素与环境质量 1. 土壤中碳、氮、硫、磷与环境质量 2. 土壤-植物系统中的硒、氟和碘及其环境行为 3. 土壤重金属元素与环境质量	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、自主学习法、案例分析法、问题讨论法	10
模块三、土壤中有机污染物与环境质量 1. 有机污染物的土壤环境行为 2. 土壤中有机污染物的生态效应与环境质量 3. 土壤中有机污染物的研究展望	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法	4
模块四、土壤中其他污染物与环境质量 1. 土壤中的放射性物质与环境 2. 土壤生物污染与环境质量	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法	4
模块五、土壤污染与修复工程 1. 土壤退化过程与环境质量 2. 农用地土壤污染的修复	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、自主学习法、案例分析	8

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
3. 土壤环境工程		法、问题讨论法	
合计			32

(二) 课程内容

模块一、土壤的基本组成、性质和分类

【学习目标】

1. 知识目标：了解环境土壤学的发展状况及本课程的性质、特点及与其它学科的关系；掌握环境土壤学的基本观点与思路。掌握土壤的基本组成及相关性质；理解土壤的形成过程及大体分布的规律，土壤的功能与环境质量的关系；了解土壤的基本分类及主要土壤类型。了解各种评价方法的原理及适用范围，主要的技术环节；掌握基本的采样方法。

2. 能力目标：通过本章内容的学习，提升学生对环境土壤学的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用环境地学基本理论去研究身边的问题。初步具备判别土壤性质和类别的能力，能够在实践中应用环境土壤学技术与方法去进行实际调查研究。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤的定义、土壤的特征、土壤圈的概念、土壤圈的功能；土壤污染的特点与防治；土壤肥力质量、土壤环境质量；环境土壤学的定义、环境土壤学的主要研究内容。

2. 土壤分类概述；土壤形成因素、土壤剖面分化与特征；土壤发生分类、土壤系统分类；土壤缓冲性、土壤自净功能。

3. 环境土壤样品的采集与制备；土壤中无机元素的分析；土壤典型有机污染物分析方法；土壤环境质量评价方法示例。

【重点、难点】

1. 重点：土壤的概念、土壤环境问题与土壤污染，及环境土壤学研究内容；土壤生态系统的组成，土壤的各种理化性质；土壤生态系统的组成，土壤组成与土壤理化性质的关系及其环境学意义。

2. 难点：土壤的各种理化性质；采样点的布设、样品的采集与处理方法及主要技术；全程质量控制。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出土壤、土壤污染及土壤质量的

概念，环境土壤学的概念、分支学科及研究内容；通过讲解土壤固相，液相和气相物质，引出土壤的物理、化学和生物性质；简要说明土壤分类的主要依据，引出国内外主要的土壤分类系统，特别是中国土壤系统分类的体系，并以中国土壤系统分类为例，详细介绍土纲、亚纲、土类、亚类的划分及其主要特征。通过介绍宏观研究与微观研究结合，实验与观测，模型建立等方法，引导学生思考环境土壤学未来的发展趋势。

2. 自主学习法：引入“国内外在环境土壤学领域的最新研究成果，如新型土壤修复技术、土壤污染防治策略、土壤生态系统服务功能评估等”，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣；引入“环境土壤学未来的发展趋势，如土壤分类的定量化、标准化和国际化发展，土壤污染防治技术的创新等”，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索环境土壤学的最新进展。

【复习与思考】

1. 请举例说明土壤在环境中的作用与地位。
2. 请叙述环境土壤学的定义、特点和主要研究内容。
3. 简述土壤微生物的根际效应及其环境意义。
4. 土壤组成及性质对环境污染生物有效性有何影响？
5. 在采样和分析过程中如何进行质量控制？
6. 简述土壤重金属全量和有效态的测定方法。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、土壤无机元素与环境质量

【学习目标】

1. 知识目标：了解土壤中的 C、N、P 的含量、形态及其在环境中的迁移转化；理解这几种元素在土壤中的行为，主要包括其在环境中的迁移转化原理；掌握其对农产品、水及土壤的影响；掌握硒的健康效应及其调节；熟悉土壤—水—植物系统中的氟与地氟病；了解碘缺乏病防治；了解土壤中重金属的来源、形态与运移方式；理解重金属污染对土壤理化性质、土壤微生物和酶活性的影响；掌握典型重金属在土壤中的行为与环境效应。

2. 能力目标：初步具备分析土壤碳、氮、硫、磷的分布特征及相关环境影

响问题的能力；初步具备分析土壤重金属的分布特征及相关环境问题的能力。

3. 专业素养：了解土壤环境问题的危害，培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤有机碳库的重要性，土壤碳的形态与活性，土壤碳的分解与转化，土壤碳库与甲烷；土壤中氮的含量及形态，氮在土壤中的迁移转化，土壤氮素管理与环境质量；土壤中硫的含量与形态，土壤中硫的循环与迁移，硫素循环对环境的影响；土壤中磷的含量与形态，土壤磷的循环与转化，土壤磷素与水体富营养化。

2. 土壤中的硒、氟、碘、植物中硒的含量与来源，土壤—植物系统中硒的迁移、硒的健康效应及其调节；土—水系统中氟的化学平衡，土壤—水—植物系统中的氟与地氟病；植物对碘的吸收、碘缺乏病的防治。

3. 土壤重金属污染及其来源；重金属对土壤肥力的影响、重金属的植物效应及其影响因素、重金属对土壤微生物和酶的影响、重金属对人类健康的影响；土壤中稀土元素的来源和含量、及其在土壤中的吸附与解吸；土壤、植物系统中的Pb—Cd交互作用对植物吸收Cd的影响、交互作用对模式参数的重要性、土壤中重金属与有机污染物的交互作用。

【重点、难点】

1. 重点：土壤碳的形态与活性，土壤中氮的形态和含量，氮在土壤中的迁移转化及其与大气、水体及土壤环境质量的关系，土壤磷素含量与形态及其与水体富营养化的关系；土壤—植物系统中硒的迁移，土壤中氟的含量与来源，土壤中碘的含量与来源；土壤中重金属的种类、形态及其环境效应，

2. 难点：各营养元素不同形态与环境质量间的关系；土壤—植物系统中的硒、氟和碘的来源及其环境行为和影响因素；土壤负载容量与土壤污染。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授土壤有机碳库、氮在土壤中的迁移转化，硫在土壤中的行为、硫素循环对环境的影响及磷在土壤中的迁移转化与固定等相关内容。通过介绍硒、氟、碘在土壤-植物系统中的环境行为，引出硒、氟、碘的环境效应；通过讲解重金属元素在土壤中的稳定性、难降解性、累积性和毒性等特点。重点说明重金属一旦进入土壤，很难被彻底清除，且能通过食物链在人体内积累，造成慢性中毒，引出土壤重金属污染对植物生长、土壤微生物、土壤动物以及水体、食物和大气等造成的多方面危害，以及影响重金属在土壤中迁移转化的因素

2. 问题讨论法：提出“土壤重金属污染的来源及危害”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“土壤碳氮的迁移转化过程”这一问题，引导学

生结合讲授内容进行讨论。

3. 案例分析法：选择一个具有代表性的土壤重金属污染案例，直观地展示土壤重金属污染的现状、成因、危害及防治措施，帮助学生深刻理解相关理论知识，从案例中提炼出值得借鉴的经验和需要避免的教训，和学生讨论并展望土壤重金属污染防治的未来方向和挑战。

4. 自主学习法：引入“土壤中磷的迁移转化与地表水富营养化有何关系？”，引导学生学会查阅资料和文献，积极主动了解土壤污染物迁移转化的发展、难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索土壤污染物迁移转化研究的最新进展。

【复习与思考】

1. 全球气候变化对土壤碳循环有何影响？
2. 农田氮素损失对环境的影响包括哪几个方面？
3. 硒污染土壤的修复技术有哪些？硒含量过高对植物的生长有何影响？
4. 重金属对土壤微生物和酶有哪些影响？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三、土壤中有有机污染物与环境质量

【学习目标】

1. 知识目标：了解有机污染土壤的生态风险评价；理解有机污染物的结构与土壤生物毒性效应间的关系；掌握有机污染物的残留、富集与农产品质量安全及土壤中的有机污染物的环境行为及其对土壤环境质量的影响。

2. 能力目标：初步具备分析土壤有机污染物的分布特征及相关环境问题的能力。

3. 专业素养：了解土壤有机污染环境问题的危害，培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 农药、多环芳烃类、多氯联苯、二噁英、石油类污染物、其他重要的有机污染物概述；

2. 有机污染物在土壤中的吸附与迁移、有机污染物在土壤中的转化、土壤中农药的结合残留；

3. 有机污染物对生物的影响、农药污染与农产品质量安全；土壤中有有机污染

物的研究展望。

【重点、难点】

1. 重点：土壤中有有机污染物的种类、来源，在土壤中的环境行为、环境效应及其影响因素

2. 难点：有机污染物的复杂性和多样性；有机污染物在土壤中的迁移转化规律。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过介绍有机污染物的种类与来源，引出有机污染物在土壤中的行为，带领学生了解有机污染物对土壤环境质量的影响。

2. 问题学习法：提出“土壤有机污染防治技术的发展方向”，引导学生积极主动的探索相关研究的热点、难点问题，找出解决的方法。提出“土壤中有有机污染物的环境行为”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索土壤有机污染物领域的最新研究成果和技术进展。

【复习与思考】

1. 请列举土壤环境中常见有机污染物的来源、分布特征与主要危害。

2. 试述有机污染物在土壤环境中迁移转化的主要过程及其影响因素。

3. 简述土壤中有有机污染物的主要生态效应及其对环境质量的影响。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块四、土壤中其他污染物与环境质量

【学习目标】

1. 知识目标：熟悉土壤中的放射性物质；了解土壤中放射性核素的植物效应；掌握放射性核素在土壤侵蚀研究中的应用。了解生物污染及其预防及控制；掌握土壤生物污染的环境行为。

2. 能力目标：初步具备分析土壤放射性物质污染及相关环境问题的能力；初步具备分析土壤生物污染的分布特征及相关环境问题的能力。

3. 专业素养：了解土壤放射性物质和生物污染环境问题的危害，培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤中放射性物质的来源、危害，及在土壤中的行为；植物吸收放射性核

素的途径，及影响因素；放射性核素示踪土壤侵蚀的原理、侵蚀示踪技术的基本方法、侵蚀示踪研究的基本现状和前景。

2. 土壤生物污染的成因与危害；土壤中生物污染物的环境行为及其预防与控制；土壤生物污染防控策略和关键措施。

【重点、难点】

1. 重点：土壤中放射性物质的来源、放射性核素在土壤中的行为；土壤生物污染的成因及危害。

2. 难点：放射性核素示踪土壤侵蚀的原理、侵蚀示踪技术的基本方法；土壤生物污染物的迁移。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授土壤中放射性核素在土壤中的行为，植物吸收放射性污染物的调控，引出放射性核素侵蚀示踪技术的基本方法等相关内容。通过讲授土壤中生物污染物的环境行为及其预防与控制，引出土壤生物污染防控策略和关键措施等相关内容。

2. 问题讨论法：提出“如何防护辐射及如何处理土壤放射性废物”，引导学生积极主动的相关研究的热点、难点问题，找出解决的方法。提出“土壤生物污染的防控技术与应用”，引导学生积极主动的相关研究的热点、难点问题，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索土壤放射性污染与生物污染治理与防控的最新研究成果和技术进展。

【复习与思考】

1. 简述环境中放射性核素的来源与种类。

2. 植物对土壤中放射性污染物吸收的影响因子有哪些？叙述植物对放射性污染物的吸收的途径和控制方法。

3. 土壤生物污染物的成因可分为哪几个大的途径？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块五、土壤污染与修复工程

【学习目标】

1. 知识目标：理解土壤侵蚀、荒漠化过程、土壤酸化、及土壤盐渍化的概念；掌握个土壤退化过程对环境质量的影响。了解污染土壤修复的原理；掌握污

染土壤修复的主要方法。了解地下管道的腐蚀与保护；熟悉城市污水土地处理；掌握固体废弃物的土地处置。

2. 能力目标：初步具备分析土壤退化及相关环境问题的能力；具备选择土壤修复方法的能力。能够在实践中应用土壤环境工程基本理论去研究身边的环境问题。

3. 专业素养：了解土壤修复方法，培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤水蚀与其影响因子、土壤水蚀的估计和预测、土壤水蚀对环境质量的影响；荒漠化及其影响、荒漠化过程的特点和影响因子、荒漠化评价的土壤和环境指标；土壤酸化过程的形成和实质、土壤酸化的主要成因、土壤酸化的环境效应；土壤盐渍化过程及其影响因子、盐渍化土壤的管理。

2. 农用地土壤环境污染的基础知识、污染来源与现状、污染控制措施，以及土壤环境污染的修复技术和方法。

3. 金属在土壤中的腐蚀过程、土壤腐蚀性表征、地下管道的腐蚀防护；污水慢速渗滤处理系统、其它土地处理系统；固体废弃物在处置过程中的反应、土地填埋、填埋场终场覆盖系统的构成和稳定化后的土地利用。

【重点、难点】

1. 重点：土壤污染源的识别与评估；修复技术的选择与应用；土壤退化的类型和原因；污染土壤修复的物理、化学和生物学方法及其原理；固体废弃物在处置过程中的反应。

2. 难点：土壤退化的影响因素及评价指标；生物修复的特点及应用范围；固体废弃物的土地填埋、填埋场终场覆盖系统的构成和稳定化后的土地利用。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授土壤污染类型与特征，引出土壤修复技术的选择与应用；通过讲解介绍修复效果评估的方法和标准，引出土壤修复效果的评估；通过介绍我国农用地土壤污染的现状，包括污染程度、范围、主要污染物类型及其对农业生产、农产品质量安全和生态环境的影响，强调农用地土壤污染修复的必要性和紧迫性；通过讲解农用地土壤污染的主要类型（如重金属污染、有机污染等）、污染物的性质及其在土壤中的迁移转化规律，引出土壤污染修复的基本原理及修复技术与方法。

2. 问题讨论法：提出“土壤退化的防控技术与应用”，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“如何选择合适的土壤修复方法”这一问题，引导学生结合日常生活中的实例和讲授内容进行讨论；提出“如何开展土壤环境工程的构建”这一问

题，引导学生结合日常生活中的实例和讲授内容进行讨论。

3. 案例分析法：选取国内外典型的农用地土壤污染修复案例，分析其污染成因、修复过程、技术选择及修复效果，帮助学生理解不同修复技术的实际应用情况和效果；

4. 自主学习法：引入“土壤污染修复技术的发展趋势和研究方向”，引导学生学会查阅文献，关注该领域的最新动态和研究成果；引入“修复过程中可能产生二次污染问题，如何采取有效措施进行预防和治理”，引导学生学会查阅文献，关注该领域的最新动态和研究成果

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜索土壤污染修复技术的发展趋势、研究方向和技术进展。

【复习与思考】

1. 土壤退化过程与自然演变过程有哪些主要区别和联系？
2. 土壤侵蚀过程的主要影响因子有哪些？
3. 简述城市污水土地处理系统的组成。不同处理系统的特点和优势是什么？
4. 什么是固体废弃物的土地处置？在处置过程中的主要环境问题是什么？
5. 什么是土壤修复和污染土壤修复？土壤修复技术包括哪些主要类型？各有何特点？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	土壤的基本组成、性质和分类与研究方法的基本概念和基础知识：约占 20% 土壤的基本组成、性质和分类与研究方法的分析应用	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
	能力:约占10% 土壤的基本组成、性质和分类与研究方法解决环境问题的综合能力:约占10%	
课程目标 2 (30%)	土壤污染物与环境质量的基本概念和基础知识: 约占20% 土壤污染物与环境质量解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 3 (30%)	土壤污染与修复工程的基本概念和基础知识: 约占20% 土壤污染与修复工程的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整, 独	作业内容完整, 独立	作业内容完整, 独立	作业内容完整, 独立	作业内容不完整,

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
			立或合作完成全部作业要求。书写端正,对问题有详细透彻的分析。	或合作完成作业要求。书写端正,但对问题分析较全面。	或全部完成作业要求,书写端正,没有对问题进行分析。	或合作完成作业要求。书写较凌乱,没有对问题进行分析。	没有达到作业要求。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
环境土壤学 (第三版)	陈怀满	科学出版社	2018.8	否	

九、主要参考书目

- [1] 牟树森. 环境土壤学. 北京: 中国农业大学出版社, 2013.1.
 [4] 黄昌勇. 土壤学. 北京: 中国农业出版社, 2000. 5.

十、课程学习建议

此门课程要求学生课外的学习时间应保证每周 3 小时, 除复习本周所学知识外, 还需要查询相关的文献资料, 以及相关案例, 关注国家相关政策及最新研究进展



环境科学与工程专业

《土壤农化分析》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《土壤农化分析》课程大纲

一、课程信息

课程名称	土壤农化分析 Soil and Agricultural Chemistry Analysis		
课程编码	230910807C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论、环境化学、环境监测	修读学期	五
课程类别	职业能力教育课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

《土壤农化分析》是研究土壤 植物及肥料分析的科学，是一门以实验为主实践性技术性很强的课程，同时也是一门应用科学，是农业资源与环境专业必修的一门专业课。通过本课程的教学，使学生比较全面系统地掌握土壤 植物及肥料分析的基本理论，基本知识和基本操作，并且学会现代分析仪器的使用技术，达到能够熟练掌握土壤农化分析的基本技能及分析方法，准确规范的进行土壤植物及肥料样品的分析得出正确的分析结果，并能应用到生产实际和科学研究中去。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：掌握土壤农化分析的基本知识、实验原理和实验操作技能,掌握实验质量控制和常用数据分析方法。【毕业要求 2.3】

课程目标 2：具备良好的实践操作能力和团队合作力量，严谨的科学思维和综合分析解决问题的能力【毕业要求 3.2】

课程目标 3: 养成良好的实验习惯,提高实验安全意识; 具备较高的科学素养, 遵守学术道德和学术规范,提高专业使命感和社会责任感。【毕业要求 7.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识,并通过查阅文献或文献积累,在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题,形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题,能够设计满足污染防治需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性,评价污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、土壤农化分析及样品制备基础知识 1. 土壤农化分析的基本知识 2. 土壤样品的采集与制备	课程目标 1、2	课堂讲授法、自主学习法	4
模块二、土壤有机质的测定 1. 重铬酸钾容量法 2. 完全湿烧法	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法	4
模块三、土壤无机元素的测定 1. 土壤氮和硫的分析 2. 土壤中磷的测定 3. 土壤中钾的测定 4. 土壤中微量元素的测定	课程目标 2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	14
模块四、植物样品的测定 1. 植物样品的采集、制备与水分测定 2. 植物灰分和各种营养元素的测定 3. 植物无机污染(有害)物质的分析	课程目标 2、3	课堂讲授法、问题讨论法	6
模块五、分析质量的控制和数据处理 1. 分析误差及控制 2. 实验室内部质量控制 3. 实验室间质量控制	课程目标 2、3	课堂讲授法、问题讨论法	4

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
合计			32

(二) 课程内容

模块一、土壤农化分析及样品制备基础知识

【学习目标】

1. 知识目标：了解土壤农化分析用纯水的制备及检验的一般知识；掌握试剂的标准、规格及选用和保藏，并熟悉试剂配制的要求及操作；实验室常用器皿的性能、选用和洗涤；滤纸的性能与选用。理解土壤正确采集土壤样品的重要性；掌握各种土壤样品采集的方法及要求。

2. 能力目标：通过本章内容的学习，提升学生对土壤分析的学习研究兴趣和能力，初步具备判别土壤样品采集和样品制备的能力，能够在实践中应用土壤分析的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 试剂的标准、规格、选用、保藏和配制；常用器皿的性能、选用和洗涤；滤纸的性能与选用；土壤农化分析的基本操作技术

2. 土壤样品采集的原则、方法、过程以及制备，同时集和制备过程中应注意的事项。混合土壤样品的采集与制备、土壤水分含量的测定（包括适用范围、方法原理、测定步骤、结果计算）。

【重点、难点】

1. 重点：实验室安全规范；土壤样品采集与制备的方法。
2. 难点：如何采集典型性和代表性样品；土壤农化分析的基本操作技术

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授土壤农化分析的基础知识，引出土壤样品的采集与制备的方法；通过介绍土壤常规指标的基本分析方法，带领学生了解土壤农化分析领域的最新研究成果和发展动态，拓宽学生的视野和知识面。

2. 自主学习法：引入“土壤农化分析的应用与最新研究进展”引导学生学会查阅文献，积极主动的了解本学科研究的热点、难点问题，建立学习兴趣引导学生学会查阅文献。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集土壤的肥力状况、养分含量和酸碱度等关

键指标与科学施肥和土壤管理的关系；通过阅读文献和学习慕课，搜集土壤污染物的检测和分析对评估土壤环境质量状况的影响。

【复习与思考】

1. 土壤化学分析常用哪几类化学试剂，各有何标志？
2. 联系实际说明应如何进行试剂的配制？配制试剂时应注意些什么？
3. 采样为什么强调代表性和典型性？
4. 混合土样和剖面土样采集各有什么要求？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块二、土壤有机质的测定

【学习目标】

1. 知识目标：了解我国土壤有机质含量分布特点；理解土壤有机质测定方法原理；掌握土壤有机质含量测定方法和步骤。
2. 能力目标：初步具备运用重铬酸钾容量法——外加热法测定土壤有机质的能力。
3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤有机质不同测定方法的比较
2. 学习土壤有机质的各种测定方法，尤其是重铬酸钾容量法——外加热法测定土壤有机质原理、步骤、结果计算、注意事项。

【重点、难点】

1. 重点：有机质含量的准确测定；测定方法的选择；测定过程的规范性。
2. 难点：操作复杂性；土壤有机质测定过程中的误差控制；环境因素的影响

【教学方法】

1. 课堂讲授法：概述目前常用的土壤有机质测定方法，如重铬酸钾容量法（外加热法、水合热法）、干烧法、紫外分光光度法、TOC 分析法等，并简要说明各种方法的优缺点和适用范围，引出重铬酸钾容量法（以外加热法为例）测定的操作步骤与注意事项。
2. 问题讨论法：提出“如何整理实验数据，包括计算平均值、标准差等统计指标”，引导学生了解土壤有机质的各种测定方法的原理、步骤、结果计算、注意事项等，并分析测定结果，探讨可能的影响因素，如土壤类型、气候条件等。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集土壤有机质测定技术的发展趋势和未来研究方向，激发学生的研究兴趣和创新思维。

【复习与思考】

1. 干烧法、湿烧法、重铬酸钾容量法、比色法测定土壤有机质的原理及其优缺点各是什么？
2. 重铬酸钾容量法测定土壤有机质应注意哪些问题？水合热法与外加热法有何区别？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

模块三、土壤无机元素的测定

【学习目标】

1. 知识目标：了解我国土壤氮、硫、磷、钾含量分布特点及其影响因素；掌握半微量蒸馏滴定测定土壤全氮和碱解扩散测定土壤有效氮的方法原理；磷酸盐浸提—硫酸钡比浊法测定土壤有效硫；掌握土壤全 P 和有效 P 的测定方法和步骤；了解我国土壤微量元素含量分布特点及其影响因素；掌握土壤速效钾的测定方法和步骤，火焰分光光度计的使用方法；理解土壤微量元素有效态的含义及其浸提方法；掌握土壤有效硼、铁、锰、铜、锌的测定方法与步骤。
2. 能力目标：初步具备半微量蒸馏滴定测定土壤全氮的能力；具备钼锑抗法测定土壤全磷的能力；具备火焰分光光度计测定土壤全钾的能力。
3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤全氮、速效氮、全硫和有效硫的测定意义、方法、原理和步骤。
2. 土壤全磷和速效磷的测定方法、原理和操作步骤。高氯酸—硫酸—钼锑抗比色法测土壤全磷的原理、操作步骤、蓝色生成的条件及注意事项，Olsen 法和 Bray 法测定土壤有效磷的原理和方法。
3. 土壤全钾、速效钾、缓效钾的测定方法、原理及步骤。
4. 土壤中有有效铁、有效锰、有效铜、有效锌的测定（DTPA 浸提--原子吸收分光光度法和 M3 浸提--原子吸收分光光度法）、有效硼的测定（沸水浸提--甲亚胺法）、有效硫的测定（磷酸盐--乙酸浸提--硫酸钡比浊法）、有效钼（草酸--草酸铵浸提--极谱法）。

【重点、难点】

1. 重点:土壤全氮与碱解氮测定方法与步骤;土壤全磷与速效磷的测定方法与步骤;土壤全钾与速效钾的测定方法与步骤;土壤有效性微量元素的测定方法与步骤。

2. 难点:各个无机元素的测定原理,会分析试验中出现的异常现象

【教学方法】

1. 课堂讲授法:讲授土壤氮、磷、钾、微量元素的形态和含量,土壤全氮、速效氮、全硫和有效硫的测定意义、方法、原理和步骤等内容。

2. 问题讨论法:提出“如何优化测定方法和加强质量控制,提高土壤无机元素测定的准确性和可靠性”这一问题,引导学生结合讲授内容进行讨论;提出“如何将测定结果的应用价值转化为实际的生产力和社会效益”,引导学生结合讲授内容进行讨论。

3. 案例分析法:假设某地区正在进行一项农业土壤肥力调查项目,旨在了解该地区土壤氮磷含量状况,为制定科学合理的施肥方案提供依据。项目选取了具有代表性的农田土壤样本进行氮磷测定。和学生一起讨论分析如何设计土壤氮磷含量的测定方案、过程及结果分析。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课,搜集“如何将测定结果应用于农业、环境保护等领域,为相关决策提供科学依据”,激发学生的研究兴趣和创新思维。

【复习与思考】

1. 为什么凯氏法测定土壤全氮的消煮过程包括氧化和还原两个过程?加速剂的主要作用是什么?硫酸钾的加入量是任意的吗?

2. 如何选择合适的土壤有效磷浸提剂?为什么 Olsen 法是石灰性土壤有效磷的较好的浸提剂?钼锑抗法的显色条件是什么?

3. 浸提土壤交换性钾最通用的是哪几种浸提剂?为什么醋酸铵法作为土壤速效钾的标准浸提剂?它有什么优点?

4. 为尽可能减少污染,在样品采集到测定的全过程中土壤微量元素分析应该注意哪些问题?

【学习资源】

教材;文献数据库;线上慕课资源;图书资料。

模块四、植物样品的测定

【学习目标】

4. 知识目标：理解正确采集植株样品的重要性；掌握各种植株样品采集的方法及要求；植株水分含量测定。理解植物微量元素缺乏及过量的症状；掌握植物硼、锰、铜、锌、钼的测定方法。

5. 能力目标：初步掌握植物样品的采集与制备方法；初步掌握植物硼、锰、铜、锌、钼的测定方法。

6. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 植物样品的采集原则、采集数量、采集方法以及制备和保存过程，植物水分干物质的测定意义、测定方法过程及计算方法。

2. 植物灰分和氮、磷、钾全量测定方法,植物灰分和氮、磷、钾全量的测定方法以及微量元素的分析方法。

3. 土壤常见有害无机污染物的分析；农产品中常见有害无机污染物的分析

【重点、难点】

1. 重点：植物组织、瓜果和籽粒样品的采集、制备和保存方法；植物灰分和各种营养元素的测定原理和方法；土壤和农产品中有害物质的测定原理和方法。

2. 难点：植物样品的采集的代表性，一致性；营养元素的测定灵敏度与选择性；无机污染（有害）物质分析的基质干扰

【教学方法】

1.课堂讲授法：通过讲植物样品的采集、制备与水分测定以及植物灰分和各种营养元素的测定原理等内容，带领学生领会测定的方法及过程

2.问题讨论法：提出“怎样选择新鲜植物样品或农产品的水分测定方法？”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“如何评价土壤无机污染的生态风险和健康风险”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集“如何通过科学的方法和严格的质量控制措施，确保分析结果的准确性和可靠性的方法”，激发学生的研究兴趣和创新思维。

【复习与思考】

1. 植物样品采集应符合哪些基本原则?这些原则是否也适合土壤样品的采集?

2. 说明常压加热干燥法、减压加热干燥法、共沸蒸馏法的原理、优缺点。

3. 主要作物中氮、磷、钾、钙、镁、硼、锰、锌、铜和钼的一般含量是多少?测定的样品前处理是如何进行的?试比较这些元素测定的方法和土壤样品的测定方法有什么不同?

4. 用冷原子吸收法测定土壤和农产品中总汞含量时,为什么要除尽消解液中的氮氧化物?如何去除?

【学习资源】

教材; 文献数据库; 线上慕课资源; 图书资料。

模块五、分析质量的控制和数据处理

【学习目标】

1. 知识目标: 理解数据质控的原理; 掌握质量控制的方法, 分析误差。
2. 能力目标: 初步掌握实验数据处理和质量控制的方法。
3. 专业素养: 培养学生实事求是的科学精神, 激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 分析质量的控制, 质量控制的重要性, 质量管理体系, 误差控制, 质量控制方法;
2. 数据处理, 数据检索, 数据分析

【重点、难点】

1. 重点: 实验室内部质量控制; 制定科学合理的质量标准; 建立高效的质量监控与检测体系
2. 难点: 如何有效控制和减少各种误差; 质量问题的应急响应与处理

【教学方法】

1. 课堂讲授法: 通过实验数据的处理方法和质量控制等内容的讲授, 引出质量控制工具; 通过数据处理的方法的讲授, 引出数据处理工具。
2. 问题讨论法: 提出“如何筛选和获得准确的实验数据”这一问题, 引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课, 搜集“数据分析领域的发展趋势和未来挑战”, 激发学生的研究兴趣和创新思维。

【复习与思考】

1. 何为分析误差? 如何有效控制系统误差和偶然误差?
2. 何为空白实验和对照实验? 它们在分析中起什么作用?

3.简述实验室质量考核的办法。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	土壤和植物样品各类元素测定的基本概念和基础知识：约占20% 土壤和植物样品各类元素测定的分析应用能力:约占10% 土壤和植物样品各类元素的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、 课堂表现、 平时作业、 期末考试
课程目标 2 (30%)	土壤农化分析的基本知识和土壤样品的采集与制备分析的基本概念和基础知识：约占20% 运用土壤农化分析的基本知识解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、 课堂表现、 平时作业、 期末考试
课程目标 3 (30%)	质量的控制和数据处理的基本概念和基础知识：约占20% 质量的控制和数据处理的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、 课堂表现、 平时作业、 期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 学风养成(30%)+ 课堂表现(30%)+ 平时作业(40%)

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准
----	------	------	------

			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
土壤农化分析（第三版）	鲍士旦	中国农业出版社	2000.12	否	

九、主要参考书目

- [1] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京：中国农业科技出版社, 2000.1.
[5] 徐建明. 土壤学. 北京：中国农业出版社. 2019.12.

十、课程学习建议

此门课程要求学生课外的学习时间应保证每周 3 小时，除复习本周所学知识外，还需要查询相关的文献资料，以及相关案例，关注国家相关政策及最新研究进展。



环境科学与工程专业

《污染土壤修复技术 与应用》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《污染土壤修复技术与应用》课程大纲

一、课程信息

课程名称	污染土壤修复技术与应用 Remediation Technology and Application of Contaminated Soil		
课程编码	230910808C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学基础、土壤学、无机及分析化学	修读学期	五
课程类别	职业能力教育课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

《污染土壤修复技术与应用》是环境科学与工程专业的选修课程，考查课。主要讲授土壤环境法律法规相关政策、土壤污染调查与风险评价，以及土壤环境污染的修复等相关内容。通过本课程的学习，要求学生掌握土壤环境污染来源与现状、土壤环境污染控制，以及土壤环境污染修复的基本概念、原理与方法，特别要求学生掌握不同土壤环境污染控制措施和修复方法的相关知识，理论联系实际，并结合目前多发的土壤污染事件，进行专题讲解与交流讨论。通过本课程的学习，使得学生在面对各种土壤环境污染时能学以致用，选择正确有效的控制与修复方法的目的，提升专业素养。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：了解土壤污染的定义、特点、主要污染物种类（如重金属、有机污染物等）及其来源。掌握土壤污染修复的基本原理、方法和技术体系，包括物理修复、化学修复、生物修复及其组合技术等。理解各种修复技术的原理、适

用条件、优缺点及局限性。【毕业要求 2.3】

课程目标 2: 掌握土壤污染风险评估的基本流程和方法,能够初步判断土壤污染程度和潜在风险。具备根据土壤污染实际情况制定初步修复方案的能力,包括目标区域调查与评价、修复技术和设备的选择等。【毕业要求 3.2】

课程目标 3: 与本领域同行和企业工程技术人员进行有效表述、交流和沟通的能力;提高学生分析土壤环境复杂问题的能力;通过污染土壤修复工程案例分
析,培养学生解决污染土壤修复复杂工程问题的能力。【毕业要求 7.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识,并通过查阅文献或文献积累,在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题,形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题,能够设计满足污染防控需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性,评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、土壤污染政策法规标准 1. 土壤污染法律法规 2. 土壤质量相关标准 3. 我国土壤污染的导则与指南	课程目标 1、2	课堂讲授法、自主学习法	4
模块二、土壤污染调查与风险评价 1. 土壤污染调查 2. 土壤污染风险评价与管理 3. 重金属污染土壤的风险评价 4. 有机物污染土壤的风险评价 5. 污染土壤防范及国内外土壤管理	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	6
模块三、污染土壤修复技术 1. 污染土壤物理化学修复技术 2. 污染土壤生物修复技术	课程目标 1、2、3	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	14
模块四、污染场地土壤修复工程实施与管理 1. 污染场地土壤修复工程实施的特点与影	课程目标 2、3	讲授法、讨	8

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
响因素 2. 修复工程实施流程与工作内容土壤修复工程技术筛选及方案制订 3. 土壤修复工程实施过程中的仪器设备 4. 土壤修复工程实施过程中的药剂 5. 我国土壤修复面临的主要问题和趋势		论法	
合计			32

(二) 课程内容

模块一、土壤污染政策法规标准

【学习目标】

1. 知识目标: 了解土壤污染对生态环境、农产品质量及公众健康的严重影响, 认识到土壤污染防治的紧迫性和重要性。理解制定和实施土壤污染政策法规对于保护土壤资源、推动生态文明建设、促进经济社会可持续发展的关键作用。熟悉《中华人民共和国土壤污染防治法》等相关法律法规, 了解其在土壤污染防治中的法律地位和作用。掌握国家土壤污染风险管控标准、地方土壤污染风险管控标准等标准体系, 以及这些标准在土壤污染防治中的应用

2. 能力目标: 通过本节内容的学习, 提升学生对土壤污染过程的学习研究兴趣和能, 能够在实践中应用土壤环境污染监测和评价的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养: 关注国家及地方土壤污染防治政策法规的最新修订和发布情况, 及时了解政策导向和变化。了解国际土壤污染防治的最新理念、技术和经验, 推动国内土壤污染防治工作的国际化进程。

【课程内容】

1. 土壤污染与修复技术概述, 土壤污染政策法规背景;
2. 我国土壤污染的导则与指南; 国外土壤污染防治法律; 我国现行土壤污染防治法律制度;
3. 土壤质量相关标准; 国外土壤环境质量标准概况; 我国土壤环境质量标准概况 ;
4. 我国土壤污染的导则与指南; 工业企业场地环境调查评估与修复工作指南; 地下水环境状况调查评价工作指

【重点、难点】

1. 重点: 以《中华人民共和国土壤污染防治法》为核心, 构建完善的土壤污

染防治政策法规体系，明确土壤污染的定义、防治原则、责任主体、监督管理机制等；制定科学合理的土壤污染风险管控标准和土壤环境质量标准，确保标准的可操作性和可执行性，同时加强标准的宣传、培训和监督，确保标准得到有效执行。

2. 难点：土壤污染防治政策法规涉及多个部门和领域，需要协调各方利益，确保政策法规的协调性和一致性。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出本课程的研究对象、内容、重要性史和学习方法；通过讲授土壤污染的重要性、现状以及政策法规标准在土壤污染防治中的作用，引出土壤相关法律及其配套法规的立法背景、目的、基本原则和主要内容。

2. 自主学习法：引入“国际先进经验对我国土壤污染防治政策法规和标准制定的启示”，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解土壤污染法律法规的热点、难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集“国际间政策法规和标准的异同点及其原因”。

【复习与思考】

1. 简述土壤污染防治政策法规的重要性。
2. 分析我国土壤污染防治政策法规的现状及存在的问题。
3. 简述土壤环境污染的危害与特点。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块二、土壤污染调查与风险评价

【学习目标】

1. 知识目标：掌握土壤污染调查的一般工作程序，包括调查前的准备、现场采样、样品分析、数据处理等环节。熟悉各种土壤污染调查技术，如遥感监测、地理信息系统（GIS）应用、现场勘探等。理解土壤污染风险评价的基本概念、目的和意义。掌握风险评价的主要步骤，包括危害识别、暴露评估、毒性评估和风险表征等。熟悉常用的风险评价模型和方法，如人体健康风险评价模型、生态风险评价模型等

2. 能力目标：通过本节内容的学习，能够从数据中提取关键信息，为土壤

污染风险评估提供有力支持。。

3. 专业素养：通过学习土壤污染调查与风险评价，认识到土壤污染对生态环境和人类健康的危害，积极参与土壤污染防治工作，增强对环境保护的认识和责任感。

【课程内容】

1. 土壤污染调查的原则；污染源调查，污染物种类及含量分析，土壤污染程度评估污染影响分析；土壤污染调查资料收集与分析；现场踏勘与人员访谈；布点采样；样品处理与分析。

2. 土壤污染风险评价类型与方法；土壤污染风险评价步骤。

【重点、难点】

3. 重点：土壤调查的方法；土壤污染风险评价的方法

4. 难点：生态风险评估的不确定性；法律法规与技术应用的局限性

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授土壤污染调查的采样原则、采样点的选择和布设、采样深度和采样量的确定等，介绍随机采样和网格采样等常用方法；通过介绍土壤样品的处理流程，包括干燥、研磨、筛分等步骤；引出样品分析的方法和仪器设备，如气相色谱质谱仪、液相色谱质谱仪等；风险识别。通过讲授风险识别，暴露评估，毒性评估，风险表征的内容，强调土壤风险评价的重要性和应用价值。

2. 问题讨论法：提出“土壤污染防治领域的发展趋势和前景”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

3. 案例分析法：结合具体案例进行分析，如某化工场地、农药厂等污染场地的调查与风险评估。通过案例分析，学生可以更直观地了解土壤污染调查与风险评估的实际操作过程和方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集近年来土壤污染调查和监测网络建设的内容，以及如何调查数据的时效性和准确性。通过阅读文献和学习慕课，搜集如何开展风险评价体系和预警机制，加强风险评估方法和技术的研究与应用。

【复习与思考】

1. 土壤布点方法和采样方法有哪些？

2. 简述土壤环境质量评价的工作程序。

3. 简述土壤风险评价的步骤。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块三、污染土壤修复技术

【学习目标】

1. 知识目标：掌握各种污染土壤修复技术的基本原理，包括物理修复、化学修复、生物修复及联合修复等方法的科学基础；熟悉不同修复技术的分类、特点及应用范围，理解各技术的优势和局限性。

2. 能力目标：通过学习和实践，学生能够根据不同污染土壤的特性，选择并设计合理的修复方案，掌握实际操作中所需的技能和工具；培养学生制定污染土壤修复方案的能力，包括目标区域的调查与评价、修复技术的选择与优化、设备配置与运行管理等。

3. 专业素养：通过学习污染土壤修复技术，增强学生的环境保护意识，认识到个人和社会在环境保护中的责任与义务；鼓励学生在学习和实践中不断探索和创新，针对复杂的污染土壤问题提出新的解决方案或改进现有技术。

【课程内容】

1. 污染土壤各类物理化学修复技术的基本原理，系统构成，影响因素，适用性，及在工程中的应用；

2. 污染土壤微生物及植物修复技术的特点；

3. 污染土壤各类修复技术中的应用案例及效果评估。

【重点、难点】

1. 重点：土壤污染修复技术的选择与优化；土壤修复方案制定与实施

2. 难点：土壤污染修复技术复杂性与不确定性

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授土壤污染各类修复技术，选取几个典型的污染土壤修复案例，详细介绍修复过程、技术选择、效果评估等方面，帮助学生更好地理解理论知识在实际应用中的情况。

2. 问题讨论法：提出“当前污染土壤修复技术的发展趋势和前沿技术”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

3. 案例分析法：结合某化工厂重金属污染土壤修复具体案例进行分析，鼓励学生就案例中的技术选择、实施过程、效果评估等方面提出问题和看法

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集污染土壤修复技术的发展趋势，以及未来可能的发展方向和研究热点。通过阅读文献和学习慕课，搜集污染土壤修复领域的新技术、新方法，如纳米技术、基因工程技术在土壤修复中的应用。

【复习与思考】

1. 污染土壤修复技术的现状、挑战、发展趋势及其实践意义简述土壤环境质量评价的工作程序。
2. 物理修复技术在污染土壤修复中的应用有哪些？
3. 污染土壤修复技术的选择依据是什么？
4. 污染土壤修复技术主要包括哪几类？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块四、污染场地土壤修复工程实施与管理

【学习目标】

知识目标：掌握土修复工程实施流程与工作内容；土壤修复工程技术筛选及方案制订；了解我国土壤修复的技术发展趋势。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，能够根据污染场地的具体情况，选择合适的土壤污染修复技术，并了解各种技术的优缺点及适用范围。具备制定土壤污染修复方案的能力，包括修复目标的设定、修复技术的选择、修复工程的设计和实施计划等。掌握污染场地土壤修复工程的具体实施步骤和管理要点，包括修复工程的施工组织、质量控制、安全管理和环境保护措施等。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣；增强社会责任感和环保意识，积极参与土壤污染防治和修复工作，为构建生态文明和美丽中国贡献力量。

【课程内容】

1. 修复方案制定：教授如何根据污染场地的具体情况，制定科学合理的土壤修复方案，包括目标设定、技术选择、工程设计等；

2. 修复工程施工：介绍修复工程的施工组织、质量控制、安全管理和环境保护措施等，确保修复工程的安全、高效实施；

3. 修复效果评估：讲解修复效果评估的方法、标准和程序，确保修复工程达到预期目标；

4. 我国土壤修复行业面临的主要问题及发展趋势。

【重点、难点】

1. 重点：修复技术选择与优化；修复方案制定；修复效果评估；工程实施与管理。

2. 难点：污染物种类复杂多样；土壤性质差异大；修复周期长、成本高；环境风险和安全风险高；法律法规和政策限制。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授污染场地土壤修复方案的制定，引出保证修复工程的安全、高效实施的措施，以及如何评估修复效果，确保修复工程达到预期目标。

2. 问题讨论法：提出“在选择修复技术时，如何考虑技术成熟度、修复效果、成本效益、环境影响等因素，确保所选技术既经济又高效”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“在修复过程中，如何开展环境风险与安全风险防控”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集在技术研发与创新、优化施工组织与管理、防控环境与安全风险、遵守法律法规与政策导向以及积极应对挑战与问题等方面如何开展工作，可以确保修复工程的顺利进行和取得预期效果。。

【复习与思考】

1. 污染场地土壤修复工程实施与管理的主要环节及其重要性。

2. 污染场地土壤修复工程实施与管理有哪些风险与挑战？

3. 在修复工程管理过程中，如何识别、评估并应对可能遇到的各种风险，包括技术风险、环境风险、资金风险等？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料。

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标1 (40%)	污染土壤修复技术及其工程实施与管理的基本概念和基础知识：约占20% 污染土壤修复技术及其工程实施与管理的分析应用能力：约占10% 运用土壤环境污染监测和评价的理论解决环境问题的综合能	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

课程目标	考核内容及所占比例 (%)	考核方式
	力:约占10%	
课程目标2 (30%)	土壤污染政策法规标准的基本概念和基础知识: 约占20% 运用土壤污染政策法规标准的理论解决环境问题的综合能力: 约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标3 (30%)	土壤污染调查与风险评价的基本概念和基础知识: 约占 20% 土壤污染调查与风险评价的理论解决环境问题的综合能力: 约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

(一) 评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩 (50%) + 期末考核成绩 (50%)。

过程性考核成绩 = 学风养成 (30%) + 课堂表现 (30%) + 平时作业 (40%)

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标1、2、3	学风养成	积极参与, 主动学习, 按时完成任务, 展现高度自律。	表现积极, 按时提交作业, 课堂参与度高, 学习态度认真。	基本遵守纪律, 按时完成度部分任务, 课堂参与一般。	偶尔拖延, 参与度和作业完成情况一般, 需加强自律。	频繁缺勤, 作业提交不及时, 学习态度消极, 缺乏参与。
2	课程目标1、2、3	课堂表现	认真听课, 积极互动, 主动讨论, 发言积极。	上课较认真, 互动较积极, 发言次数较多。	上课能作一点笔记, 互动有一定自主性, 能够发言。	上课不太认真, 有互动但不多, 很少发言。	听课很不认真, 不互动也不发言。
3	课程目标1、2、3	作业完成情况	作业内容完整, 独立或合作完成全部	作业内容完整, 独立或合作完成作业要	作业内容完整, 独立或全部完成作业要	作业内容完整, 独立或合作完成作业要	作业内容不完整, 没有达到作业要

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
			作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	求。书写端正，但对问题分析较全面。	求，书写端正，没有对问题进行分析。	求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	求。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
污染土壤修复技术与应用	崔龙哲 李社锋	化学工业出版社	2016.10	否	

九、主要参考书目

- [1] 洪坚平. 土壤污染与防治, 北京: 中国农业出版社, 2011.2.
 [6] 周启星, 宋玉芳. 污染土壤修复原理与方法. 北京: 科学出版社, 2004. 2.

十、课程学习建议

此门课程要求学生课外的学习时间应保证每周 3 小时, 除复习本周所学知识外, 还需要查询相关的文献资料, 以及相关案例, 关注国家相关政策及最新研究进展。



环境科学与工程专业

《土壤修复工程管理 与实务》

课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《土壤修复工程管理与实务》课程大纲

一、课程信息

课程名称	土壤修复工程管理与实务 Soil Remediation Project Management and Practice		
课程编码	230910809C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论、环境化学、环境工程原理	修读学期	五
课程类别	职业能力教育课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

随着中国社会经济的不断发展、工业企业的持续增长，环境污染问题日益严重。继水、气、噪声、固废之后，近年来，一系列标准与政策的出台使得污染场地的调查与修复工作也备受关注。《土壤修复工程管理与实务》在综述了污染场地调查和土壤修复技术及装备的基础上，结合现场实践经验，阐述了土壤修复工程全过程的管理工作。通过本课程的学习，使学生掌握各种土壤环境污染控制措施及土壤环境污染修复技法的相关知识，达到使学生在面对各种土壤环境污染时能够正确地选择适用的控制及修复方法的目的。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：从理论到实际了解、学习、掌握污染土壤生态修复的基本工作流程及相关法律法规；掌握污染土壤修复技术类型、理论原理、发展阶段及国内外应用现状。【毕业要求 2.3】

课程目标 2：初步具备针对不同的土壤污染问题制定修复方案的能力；通过污染土壤修复工程案例，解决污染土壤修复复杂工程问题的能力。【毕业要求 3.2】

课程目标 3：将污染土壤的生态修复技术与我国当前生态文明建设相结合，提出具有中国新时代特色的生态修复技术体系。【毕业要求 7.2】

(二) 课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识,并通过查阅文献或文献积累,在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题,形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题,能够设计满足污染防治需求的系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性,评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

(一) 课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、土壤修复法律、法规与标准 1. 土壤修复技术的分类 2. 环境保护标准 3. 场地调查及风险评估标准 4. 国外土壤治理相关政策	课程目标 1、2	课堂讲授法、自主学习法	4
模块二、场地调查工程技术与装备 1. 退役场地调查工程 2. 在产企业自查 3. 重点行业企业详查 4. 场地调查技术与软件	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	6
模块三、土壤修复工程技术与装备 1. 直接处理土壤中污染物 2. 将土壤污染转移至气相处理 3. 将土壤污染转移至液相处理 4. 隔断暴露途径	课程目标 1、2	课堂讲授法、问题讨论法、案例分析法	14
模块四、土壤修复工程设计与管理 1. 整体设计 2. 土壤修复工程现场管理 3. 土壤修复工程质量管理 4. 污染地块风险管控与土壤修复效果	课程目标 2、3	讲授法、讨论法	8
合计			32

（二）课程内容

模块一、土壤修复法律、法规与标准

【学习目标】

1. 知识目标：了解土壤修复技术的分类，以及土壤修复技术对比分析的内容与任务的学习；掌握与土壤修复相关的国内外法律、法规与标准等内容知识。
2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对土壤修复的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用土壤修复技术的基本理论去研究身边的问题。
3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤修复的背景；土壤修复技术按修复位置，修复原理，修复方式的具体分类；
2. 土壤常见修复技术的对比与分析；
3. 土壤污染防治相关法律法规；环境保护标准；场地调查及风险评估标准；土壤修复技术指南；方案编制及修复效果评估；标准解读及标准修订；重点行业企业详查相关技术规定；
4. 土壤污染隐患的排查与防治；地方相关标准及指南；国外土壤治理相关政策。

【重点、难点】

3. 重点：土壤修复技术的分类及对比；场地调查及风险评估标准以及方案编制及修复效果评估
4. 难点：土壤污染修复技术与应用；如何基于相关法律、法规制定适合的修复措施

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授土壤修复技术的分类，引出土壤修复原理，修复方式，以及土壤修复技术对比分析等研究内容；通过讲授土壤污染防治相关法律法规及相关环境保护标准等内容，引出它们在特定领域内的应用情况。
2. 自主学习法：引入土壤修复领域的未来发展趋势，包括新法规、新标准的出台以及技术创新等方面的成果，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解土壤修复技术的热点、难点问题，建立学习兴趣

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集我国的土壤修复的发展趋势与最新技术。

【复习与思考】

1. 土壤污染与修复的发展现状?
2. 土壤修复技术的分类?
3. 如何理解各类修复标准中的“值”?
4. 简述我国土壤法律法规的建立历程。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块二、场地调查工程技术与装备

【学习目标】

1. 知识目标：掌握与污染场地调查的程序、步骤及详细的方法等内容。
2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对污染场地调查与评估学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用土壤修复的基本理论去研究身边的问题。
3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 退役场地调查工程的步骤及内容；
2. 在产企业自查的步骤过程；
3. 重点行业企业详查程序；场地调查的采样技术与常用软件。

【重点、难点】

1. 重点：场地土壤污染的主要类型及相应的控制原则与技术。
2. 难点：针对不同企业类型污染土壤的控制方法及其主要区别。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授场地土壤污染的主要类型以及场地调查中常用的技术原理和方法，引出场地调查程序及相关的采样技术和作图软件等相关内容，以及应用场景和优势。

2. 案例分析法：选取国内外具有代表性的场地调查案例，进行深入剖析。通过分析案例的背景、调查过程、技术路线、发现的问题及解决方案等，使学生了解场地调查的实际应用

3. 问题讨论法：提出“重点行业详查的程序和使用的最新软件”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论，找出解决的方法。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集场地调查工程的最新技术与装备

【复习与思考】

1. 退役场地调查工程的技术路线及具体内容。
2. 重点行业企业详查调查监测方案如何制定。
3. 场地调查过程中土壤、地下水、土壤气如何取样。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块三、土壤修复工程技术与装备

【学习目标】

2. 知识目标：通过对不同类型土壤修复工程技术与装备的学习，让学生理解修复工程的原理、特点及关键参数等。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，能够让学生在实践中应用土壤修复工程的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

气/多相抽提工程技术与装备；固化/稳定化工程技术与装备；异位淋洗工程技术与装备；原位热脱附工程技术与装备；异位热脱附工程技术与装备；水泥窑协同处置工程技术与装备；化学氧化/还原工程技术与装备；物通风工程技术与装备；植物修复工程技术与装备；生物堆工程技术与装备；阻隔填埋工程技术与装备；地下水抽提—处理工程技术与装备；可渗透反应墙工程技术与装备。

【重点、难点】

1. 重点：土壤污染处理的主要方式及相应的控制原则与技术。
2. 难点：针对不同类型污染土壤的控制方法及其主要区别。

【教学方法】

1. 课堂讲授法：讲授目前常见的各类修复技术及介绍专用装备等相关内容。

2. 问题讨论法：提出“各类土壤修复工程技术的优缺点及适用范围”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“针对不同类型污染的土壤，如何设计修复方法”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论。

3. 案例分析法：选取典型土壤修复工程案例进行分析，介绍其修复过程、技术选择、装备应用及效果评估等方面的经验和教训。通过案例分析加深对土壤修复工程技术与装备的理解和应用能力

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课, 搜集场地土壤修复工程最新技术研发与装备创新

【复习与思考】

4. 简述土壤污染分类及相应阻控技术
5. 简述植物修复工程的技术要点与装备
6. 比较原位与异位热脱附工程技术与装备的异同。

【学习资源】

教材; 文献数据库; 线上慕课资源; 图书资料

模块四、土壤修复工程设计

【学习目标】

1. 知识目标: 通过对土壤修复工程设计的学习, 让学生理解土壤修复工程设计的原则, 流程等。
2. 能力目标: 通过本节内容的学习, 能够让学生在实践中应用土壤修复工程设计的基本理论去研究身边的问题。
3. 专业素养: 培养学生实事求是的科学精神, 激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 设计基础资料; 工程整体设计流程; 工程总体布置; 工程设备选型; 二次污染防治;
2. 污染事故及应急处理; 工程投资估算; 土壤修复中的环保工程设计;
3. 土壤修复设计及案例分析; 地下水修复设计; 挥发性有机物气体治理设计; 土壤修复中的市政工程设计。

【重点、难点】

5. 重点: 土壤修复工程整体设计, 环保工程设计以及市政工程设计的思路。
6. 难点: 不同类型土壤修复工程的参数的设定

【教学方法】

1. 课堂讲授法: 讲授结合环保设计和市政设计的土壤修复工程设计的概念和方法等内容。
2. 问题讨论法: 提出“对于有机和无机污染土壤, 如何设计土壤修复工程”这一问题, 引导学生结合讲授内容进行讨论

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课, 搜集场地土壤修复工程最新技术研发与装备创

新

【复习与思考】

1. 土壤修复中的环保工程设计应关注哪些单元的设计？每个单元设计的步骤是什么？

2. 土壤修复中的市政工程设计每个单元应重点注意什么问题？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块五、土壤修复工程管理

【学习目标】

1. 知识目标：通过对土壤修复工程管理过程的学习，让学生理解土壤修复工程中各个环节的流程及管理等内容。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，能够让学生在实践中应用土壤修复工程管理相关的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决土壤环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤修复工程招标投标流程，土壤修复工程合同管理的内容，土壤修复工程造价管理的内容；

2. 土壤修复工程现场管理概述，土壤修复工程质量管理，土壤修复工程成本管理，土壤修复工程环境健康安全(EHS)管理，污染地块风险管控与土壤修复效果。

【重点、难点】

1. 重点：土壤修复工程各环节的内容要点

2. 难点：土壤修复工程管理理论与实际的结合应用

【教学方法】

1. 课堂讲授法：从施工组织、进度、质量、安全、招标投标、造价与成本、合同、施工现场与验收等多个方面对施工管理进行讲授。

2. 问题讨论法：提出“如何开展土壤修复工程的管理”这一问题，引导学生结合讲授内容及案例进行讨论。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集土壤修复工程管理领域的技术创新、市场需求、政策环境以及未来发展趋势。

【复习与思考】

1. 土壤修复工程管理包括哪几个方面？
2. 污染地块风险管控与土壤修复效果评估的工作流程是什么？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（三）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	土壤修复工程技术与装备的基本概念和基础知识:约占20% 环境影响评价技术与方法的分析应用能力:约占10% 应用土壤修复工程技术与装备的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 2 (30%)	土壤修复法律、法规与标准、场地调查工程技术与装备的基本概念和基础知识:约占20% 土壤修复法律、法规与标准、场地调查工程技术与装备的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 3 (30%)	土壤修复工程设计与管理的概念和基础知识:约占 20% 土壤修复工程设计与管理的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（40%）

（二）评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整，独立或合作完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立或全部完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立或合作完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
土壤修复工程管理与实务	程功弼	科学技术文献出版社	2019.03	否	

九、主要参考书目

- [1] 周启星, 宋玉芳. 污染土壤修复原理与方法. 北京: 科学出版社, 2004. 2.
[2] 陈怀满. 环境土壤学. 北京: 科学出版社, 2018. 8.

十、课程学习建议

此门课程要求学生课外的学习时间应保证每周3小时，除复习本周所学知识外，还需要查询相关的文献资料，以及相关案例，关注国家相关政策及最新研究进展。



环境科学与工程专业 《土壤污染防治规划 与评价》 课程大纲

晋中学院化学化工院（系）

2023年8月

《土壤污染防治规划与评价》课程大纲

一、课程信息

课程名称	土壤污染防治规划与评价 Soil Pollution Control Planning and Evaluation		
课程编码	230910810C	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境学导论、土壤学、 无机及分析化学	修读学期	五
课程类别	职业能力教育课程	课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修
课程学分	2.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	32 学时（理论学时 32，实践学时 0）		
执笔人	赵颖	审核人	李利红

二、课程简介

土壤污染是农业环境污染的重要组成部分，随着自然演化和工业化、城市化的不断深入，土壤环境污染问题日益凸显，已成为发展道路上的一个严重障碍。如何正确的认识土壤污染问题、如何采取措施有效控制土壤污染进而修复污染土壤是本课程的教学重点。本课程将通过深入浅出的方式系统介绍土壤的组成、结构与性质、土壤环境背景值和土壤环境容量、土壤环境污染概况、土壤污染防治与修复标准、污染土壤修复技术和方法等。通过本课程的学习，掌握基本的专业课程学习方法，养成从多维度思考问题的习惯，为进一步深入开展专业研究打下坚实的基础。

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生可以达到以下目标：

课程目标 1：从理论到实际了解、学习、掌握污染土壤诊断及其方法，土壤污染风险评价与管理，污染土壤的植物修复、生物修复、化学修复、物理修复，污染土壤修复标准，污染土壤修复的技术再造等。【毕业要求 2.3】

课程目标 2：初步具备针对不同的土壤污染问题制定修复方案的能力，并具有对土壤污染修复效果进行评估的能力，训练学生分析问题解决问题的能力。【毕业要求 3.2】

课程目标 3：与本领域同行和企业工程技术人员进行有效表述、交流和沟通的能力；提高学生分析土壤环境复杂问题的能力；通过污染土壤修复工程案例分分析，培养学生解决污染土壤修复复杂工程问题的能力。【毕业要求 7.2】

（二）课程目标与毕业要求的关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识，并通过查阅文献或文献积累，在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题，形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防治需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。
课程目标 3	毕业要求 7 【环境和可持续发展】	7.2 能够站在环境和社会可持续发展的角度思考环境工程实践的可持续性，评价环境污染防治中可能对人类和环境造成的损害和隐患。

四、课程内容

（一）课程内容与课程目标的关系

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块一、土壤污染概述 4. 土壤环境污染 5. 土壤污染物与污染源 6. 土壤污染物的迁移转化特征	课程目标 1	课堂讲授法、 自主学习法	4
模块二、土壤环境的污染 6. 土壤环境的无机污染 7. 土壤环境的有机污染 8. 土壤环境固体废物污染 9. 土壤环境与农业面源污染	课程目标 1、2	课堂讲授法、 问题讨论法、 案例分析法	6
模块三、土壤环境污染监测和评价 3. 土壤环境监测与土壤污染诊断 4. 土壤环境质量评价 5. 土壤环境影响评价 6. 土壤环境风险评价与管理	课程目标 1、2	讲授法、问题 讨论法	8
模块四、土壤污染修复 6. 土壤重金属污染的修复与防治 7. 土壤有机物污染的修复与防治	课程目标 2、3	讲授法、讨论 法	8

课程内容	支撑的课程目标	教学方法	学时安排
模块五、土壤污染修复的工程实例 1. 生物修复技术工程应用实例 2. 物理修复技术工程应用实例 3. 化学修复技术工程应用实例			6
合计			32

(二) 课程内容

模块一、土壤污染概述

【学习目标】

1. 知识目标：掌握土壤环境的定义、土壤污染现状，以及土壤污染防治的内容与任务的学习；掌握土壤环境背景值和环境容量、土壤污染物与污染源、土壤污染物的迁移转化特征等内容知识。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对土壤污染过程的学习研究兴趣和能够，能够在实践中应用土壤环境污染监测和评价的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

5. 土壤环境污染的概念、特点、危害；土壤环境背景值、环境自净作用、土壤环境容量；

6. 土壤污染物、土壤污染源、土壤污染类型；

7. 土壤环境污染发生的机制、污染物在土壤中的环境行为。

【重点、难点】

5. 重点：土壤污染的概念、土壤环境背景值和环境容量、土壤污染源、有机和无机污染物的迁移转化规律；

6. 难点：土壤环境容量、有机和无机污染物的迁移转化规律

【教学方法】

3. 课堂讲授法：通过回顾前修课程内容，引出本课程的研究对象、内容、重要性史和学习方法；通过讲授土壤污染现状、土壤污染类型，引出污染发生机制等研究内容。

4. 自主学习法：引入“土壤环境污染及如何判定土壤污染”，引导学生学会查阅文献，积极主动的了解土壤污染物迁移转化的热点、难点问题，建立学习兴趣。

【学习要求】

2. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集土壤环境污染发生的机制的最新研究进展。

【复习与思考】

2. 何谓土壤背景值及其应用？简述土壤中污染物的化学行为。
2. 土壤环境与农业生产的关系是什么？
3. 简述土壤环境污染的危害与特点。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块二、土壤环境的污染

【学习目标】

3. 知识目标：通过介绍土壤环境中不同种类无机污染过程的概述，引出土壤有机污染、固体废物污染、土壤环境与农业面源污染的行为及影响因素

2. 能力目标：通过本节内容的学习，能够让学生在实践中应用土壤污染的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

3. 土壤重金属污染的来源及生态环境效应；重金属污染在土壤中的环境行为及影响因素；土壤非金属污染的生态环境效应、非金属污染在土壤中的环境行为及影响因素；土壤放射性污染物的生态环境效应、放射性污染物在土壤中的环境行为及影响因素。

4. 农药的种类及性质、农药对土壤的污染、农药在土壤中的迁移转化、农药的生态效应；石油污染物的组成及危害；石油在土壤中的迁移转化；主要的 POPs 及危害、POPs 在土壤中的迁移转化

5. 固体废物的概念、特点与分类；城市生活垃圾、污泥、粉煤灰、农业固体废物对土壤环境的污染。

4. 农业面源污染定义、特点及来源；农业面源污染的影响因素；农业面源污染的控制措施及防治对策；土壤氮、磷的利用情况，污染来源，及其面源污染的防控措施。

【重点、难点】

7. 重点：土壤重金属和非金属的生态环境效应、重金属污染在土壤中的环境行为及影响因素；土壤有机污染物的种类和来源；有机污染物在土壤中环境行为

及影响因素；土壤环境固体废物污染物的类型，来源及危害；有机污染物在土壤中的环境行为

8. 难点：重金属污染物在土壤中的环境行为及影响因素；土壤环境固体废物污染物的处置与资源化利用

【教学方法】

4. 课堂讲授法：通过讲授场地土壤无机、有机污染及固体废物的来源、环境行为、生物效应等相关内容；引出土壤不同类型无机、有机污染、固体废物的影响因素，找出解决土壤无机及有机污染的方法；

5. 问题讨论法：提出“如何控制污泥土地施用的环境风险”，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“减少农药对农产品污染的措施有哪些？”引导学生结合讲授内容进行讨论。

6. 案例分析法：列举土壤固体废物污染及有机污染的案例，与学生一起讨论土壤污染的防治措施。

【学习要求】

2. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集过分析国内外土壤有机污染的典型案例，了解污染发生的原因、过程和影响，以及采取的防治措施和效果；通过阅读文献和学习慕课，关注土壤有机污染领域的最新研究进展和技术动态，了解新技术、新方法在土壤污染防治中的应用和效果。

【复习与思考】

7. 简述土壤重金属污染的主要来源与特点。土壤中的汞主要存在形态有哪些？其迁移转化主要受哪些因素影响？

8. 简述土壤放射性污染的来源及其生态环境效应。

9. 有机污染物降解的方式有哪些？

10. 影响农田氮素损失的因素有哪些？

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

模块三、土壤环境污染监测和评价

【学习目标】

2. 知识目标：了解土壤的组成、性质及其受污染的特点，掌握土壤污染的类型、来源以及污染物在土壤中的迁移转化规律；熟悉国家和地方关于土壤环境质量的规范和标准，理解其制定依据和适用范围；掌握土壤环境监测的基本原理、技术路线和常用方法，包括样品的采集、处理、保存和运输等；了解并掌握土壤

污染评价的方法论体系,包括单因子指数法、内梅罗污染指数法等多种评价方法,以及相应的评价标准。

2. 能力目标:通过本节内容的学习,提升学生对土壤环境污染监测和评价的学习研究兴趣和能力,能够在实践中应用土壤环境污染监测和评价的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养:培养学生实事求是的科学精神,激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

4. 土壤环境监测技术路线与监测方案制定,土壤污染诊断;
5. 土壤环境质量评价的原则及工作程序;
6. 土壤环境影响评价的工作程序;土壤环境风险评价与管理。

【重点、难点】

3. 重点:土壤环境监测技术路线与监测方案制定,以及土壤环境质量评价的工作程序。

4. 难点:土壤健康及生态风险评价的方法

【教学方法】

4. 课堂讲授法:通过讲授土壤污染诊断、土壤监测、土壤环境质量评价及风险评价等相关内容;引导学生积极主动的了解土壤污染监测的方法意义,建立土壤污染评价的程序步骤。

5. 问题讨论法:提出“如何加强监测技术的研发和应用,提高监测数据的准确性和可靠性”这一问题,引导学生结合讲授内容进行讨论。

【学习要求】

2. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课,搜集土壤环境污染监测和评价中存在的问题及对策。

【复习与思考】

- 1、土壤布点方法和采样方法有哪些?
- 2、简述土壤环境质量评价的工作程序。
- 3、简述土壤风险评价的步骤。

【学习资源】

教材;文献数据库;线上慕课资源;图书资料

模块四、土壤污染修复概述

【学习目标】

1. 知识目标：掌握土壤污染修复的概念及分类；土壤重金属及有机物污染修复的概念及分类。

2. 能力目标：通过本节内容的学习，提升学生对土壤污染修复方法的学习研究兴趣和能力，能够在实践中应用土壤修复的基本理论去研究身边的问题。

3. 专业素养：培养学生实事求是的科学精神，激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤污染修复的概念及内容；土壤污染修复的目的和原则；土壤污染修复的技术分类及技术手段；

2. 土壤重金属污染的植物及微生物修复技术；土壤重金属污染的物理分离、电动力学及农业工程改土修复技术；土壤重金属污染土壤的化学淋洗修复技术，固定/稳定化修复技术及土壤性能改良修复技术

3. 土壤有机物污染的生物修复、物理修复、物理化学修复方法的技术原理、技术优势与限制因素、适用范围。

【重点、难点】

1. 重点：土壤修复的概念、类型和原则；土壤重金属污染的物理、化学和生物学方法及其原理；土壤有机污染的生物修复、物理修复、物理化学修复方法及其原理。

2. 难点：土壤修复技术在土壤重金属及有机污染治理中的具体应用；

【教学方法】

1. 课堂讲授法：通过讲授土壤重金属及有机污染的物理、化学、生物修复技术等内容，引出各类土壤修复技术的发展趋势，优缺点，以及土壤污染的防治措施。

2. 问题讨论法：提出“在重金属污染土壤的治理中，如何将先进的技术手段融入到土壤中，以达到去除和减少重金属污染的目的”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论；提出“在有机污染土壤的治理中，如何将先进的技术手段融入到土壤中，以达到去除和减少有机污染的目的”这一问题，引导学生结合讲授内容进行讨论

【学习要求】

2. 理解与掌握学习目标中的知识。

2. 通过阅读文献和学习慕课，搜集土壤污染修复技术的最新研究进展和发展趋势。

【复习与思考】

4. 什么叫原位修复?分析原位修复技术的优缺点。

5. 重金属污染土壤和有机物污染土壤分别可选择的修复技术有哪些?
6. 比较化学淋洗修复技术和固定/稳定化修复技术的特点。植物修复技术具有哪些优缺点?
7. 简述土壤中光化学降解作用的概念及分类,影响农药光化学降解的土壤因素。

【学习资源】

教材; 文献数据库; 线上慕课资源; 图书资料

模块五、土壤污染修复的工程实例

【学习目标】

1. 知识目标: 了解土壤修复工程技术及其应用, 通过具体工程实例的分析, 掌握如何制定修复方案、选择修复技术、实施修复工程以及评估修复效果等。
2. 能力目标: 通过本节内容的学习, 提升学生对土壤污染修复方法的学习研究兴趣和能力, 能够在实践中应用土壤有机物污染修复的基本理论去研究身边的问题。
3. 专业素养: 培养学生实事求是的科学精神, 激发学生解决环境问题的兴趣。

【课程内容】

1. 土壤生物修复技术工程应用实例展示;
2. 土壤物理修复技术工程应用实例展示;
3. 土壤化学修复技术工程应用实例展示。

【重点、难点】

3. 重点: 土壤不同修复技术的联合使用
4. 难点: 如何根据实际情况选择最佳的土壤修复方式

【教学方法】

1. 课堂讲授法: 讲授土壤有机污染的物理、化学、生物修复技术工程的案例等内容, 引导学生分析其他类似的土壤污染修复工程实例, 比较不同修复技术的应用效果。
2. 问题讨论法: 展示“我国土壤修复技术典型案例”这一问题, 引导学生结合讲授内容进行讨论, 解析; 从而形成土壤修复方案的设计思路。

【学习要求】

1. 理解与掌握学习目标中的知识。
2. 通过阅读文献和学习慕课, 引导学生分析其他类似的土壤污染修复工程实例, 比较不同修复技术的应用效果。

【复习与思考】

1. 试比较生物修复、物理修复和化学修复在工程应用中的优缺点。
2. 在有机污染土壤的微生物修复中需要哪些步骤？
3. 设计一个采用化学方法修复重金属污染土壤的方案。

【学习资源】

教材；文献数据库；线上慕课资源；图书资料

五、实践教学安排

本课程为理论类课程，无专门的实践教学学时。

六、考核方式

（一）考核方式

课程考核方式分为过程性考核、期末考核。

过程性考核方式包括学风养成、课堂表现、平时作业等。

期末考核采用闭卷考试。

（四）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1 (40%)	土壤环境污染监测和评价的基本概念和基础知识：约占20% 土壤环境污染监测和评价的分析应用能力:约占10% 运用土壤环境污染监测和评价的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 2 (30%)	土壤有机无机污染的基本概念和基础知识：约占20% 运用土壤有机无机污染的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试
课程目标 3 (30%)	土壤污染修复的基本概念和基础知识：约占20% 土壤污染修复的理论解决环境问题的综合能力:约占10%	学风养成、课堂表现、平时作业、期末考试

七、成绩评定

（一）评定方式

总成绩 = 过程性考核成绩（50%）+ 期末考核成绩（50%）。

过程性考核成绩 = 学风养成（30%）+ 课堂表现（30%）+ 平时作业（40%）

(二) 评分标准

序号	课程目标	评价项目	评分标准				
			90-100	80-89	70-79	60-69	0-59
			优	良	中	及格	不及格
1	课程目标 1、2、3	学风养成	积极参与，主动学习，按时完成任务，展现高度自律。	表现积极，按时提交作业，课堂参与度高，学习态度认真。	基本遵守纪律，按时完成度部分任务，课堂参与一般。	偶尔拖延，参与度和作业完成情况一般，需加强自律。	频繁缺勤，作业提交不及时，学习态度消极，缺乏参与。
2	课程目标 1、2、3	课堂表现	认真听课，积极互动，主动讨论，发言积极。	上课较认真，互动较积极，发言次数较多。	上课能作一点笔记，互动有一定自主性，能够发言。	上课不太认真，有互动但不多，很少发言。	听课很不认真，不互动也不发言。
3	课程目标 1、2、3	作业完成情况	作业内容完整，独立完成全部作业要求。书写端正，对问题有详细透彻的分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写端正，但对问题分析较全面。	作业内容完整，独立完成作业要求，书写端正，没有对问题进行分析。	作业内容完整，独立完成作业要求。书写较凌乱，没有对问题进行分析。	作业内容不完整，没有达到作业要求。

2. 期末考核成绩评分标准：详见期末试题评分标准。

八、选用教材

教材名称	编者	出版社	出版时间	是否马工程教材	备注
土壤污染与防治 (第三版)	张颖 伍钧	中国林业出版社	2012.10	否	

九、主要参考书目

- [1] 洪坚平. 土壤污染与防治, 北京: 中国农业出版社, 2011.2.
 [7] 周启星, 宋玉芳. 污染土壤修复原理与方法. 北京: 科学出版社, 2004. 2.

十、课程学习建议

此门课程要求学生课外的学习时间应保证每周 3 小时，除复习本周所学知识外，还需要查询相关的文献资料，以及相关案例，关注国家相关政策及最新研究进展。

三、专业实践



环境科学与工程专业

《专业实习》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《专业实习》课程大纲

一、课程信息

课程名称	专业实习 Professional Internship		
课程编码	230910801D	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境监测、水处理工程、 大气污染控制工程	修读学期	四
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	1.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	1 周		
执笔人	李利红	审核人	李利红

二、课程简介

专业实习是学生学习专业基础课以及部分专业核心课程后，到净水厂、污水处理厂、固体废弃物填埋场、或焚烧厂等进行参观学习的教学过程，对新工科专业学生工程技术应用能力的培养发挥着至关重要的作用。在本科人才培养体系中起着承上启下的作用，是连接理论知识和实际应用的重要纽带。

以了解水污染控制、大气污染控制、或固体废弃物处理与处置的工艺设备、净化流程和净化装备为主要教学目的，增强学生对本专业的学习兴趣，初步了解现代化管理知识，为之后进行的专业性课程教学打基础。

三、实习目的

通过专业实习，使学生具备下列能力：

1、通过专业实习，掌握水污染控制、大气污染控制、或固体废弃物处理与处置的主要工艺流程以及主要设备类型，生产操作流程以及相关污染控制的相关法律和标准。【毕业要求 2.3】

2、能够将专业知识用于水和大气污染控制及固体废弃物处理与处置，并了解相关行业的发展现状、趋势及最新国内外进展。【毕业要求 5.1、6.1】

3、通过参观学习以及与工程师交流，让学生深刻体会严谨科学精神的重要性，由此为学生建立全面、健康、务实的科学精神，提升职业道德、责任心和意志毅力。培养学生一丝不苟的工匠精神。【毕业要求 8.2】

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识，并通过查阅文献或文献积累，在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题，形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.1 了解环境污染常用监测仪器和处理设备的使用原理和方法，能够选择与使用恰当的监测仪器、信息资源、以及污染处理设备，用于环境污染的防治，并理解其局限性。
	毕业要求 6 【工程与社会】	6.1 熟悉环境科学与工程领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程设计的影响。
课程目标 3	毕业要求 8 【职业规范】	8.2 理解并遵守诚实守信的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，并能在工程实践中自觉履行对公众安全、健康、福祉、以及环境保护的社会责任，理解包容性、多元化的社会需求。

四、实习内容及进度安排

选择有代表性企事业单位进行水污染控制、大气污染控制、或固体废弃物处理与处置实习基地进行参观实习。

实习项目一：了解城市污水和工业废水的来源与危害，掌握水处理基本工艺流程以及主要设备，并对各个处理单元的组成和工作原理有初步的认识，例如沉砂池、活性污泥处理单元，沉淀池，消毒池、消毒设备、提升设备、曝气设备以及污泥脱水设备等。

实习项目二：了解固体废弃物的生产与危害，了解固体废弃物收运方法及主要设备，了解固体废弃物处理与处置方法，掌握固体废弃物基本工艺流程以及主要设备，并对各个处理单元的组成和工作原理有初步认识，例如填埋场的填埋处理流程、焚烧处理厂的炉排的类型等。

五、考核方式

（一）考核方式

实习结束后，由实习单位指导教师和校内指导教师根据学生在实习期间的表现、完成实习任务情况、实习报告撰写情况进行综合评判，给出实习成绩。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	工作态度、实习报告撰写情况（40%）	实习报告

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 2	遵守纪律情况、工作态度（30%）	考勤
课程目标 3	思想政治表现、遵守纪律情况（30%）	考勤

六、成绩评定标准与方式

专业实习结束后，由指导教师根据学生在实习期间的思想政治表现、遵守纪律情况、工作态度、实习报告撰写情况进行综合评判，给出专业实习成绩。成绩以五级计分评定成绩：90~100 分为优秀、80~89 分为良好、70~79 分为中等、60~69 分为及格和 0~59 分为不及格。

评价方式及所占比例	评价内容及标准	对课程目标的支撑	实施方式
过程性考核成绩（30%）	工作态度	课程目标3、2	实习评价
	迟到、早退、缺勤	课程目标3、2	实习评价
	安全事故	课程目标3、2	实习评价
实习报告（70%）	语言准确度	课程目标1、2	实习报告
	内容完整性	课程目标1、2	实习报告
	结论正确性	课程目标1、2	实习报告

七、实习方式与组织

实习由学校带队教师和工厂教育培训部门、实习车间共同商量安排进行。实习期间的政治学习和党团活动安排在各实习单位进行。

聘请车间或科室技术人员为实习指导教师，具体指导学生的实习活动。在实习指导教师的指导下，除完成规定的实习任务外，如有可能可参加工厂的技术革新和研讨活动。

八、实习要求

在实习过程中，学生必须写实习日记，指导教师定时检查。实习日记中，记录每天主要的参观结果，画出必要的草图，记录重要的资料信息，及对一些问题的看法等心得体会。实习结束后，每个学生要以实习日记为重要依据，按一定的格式，写出一份实习报告。

2. 实习报告的内容包括实习过程概述及收获、体会、建议等。实习报告格

式要求：装订成册，封面注明报告名称、实习日期、所在班级、姓名（签名）、报告日期；要有报告目录；正文应依次编页码，正文中图和表应有编号及图名和表名，各部分内容应有层次，要有规格化的标题。文字内容，要用兰（或黑）墨水工整书写，亦可用计算机打印；资料要准确，图表要清晰，语言要简练、通顺、易懂。

九、教材、参考书目及其他学习资源

1.选用教材

无

2.主要参考书目

无

3.其它学习资源

图书资料、网络资源。



环境科学与工程专业 《水处理工程课程设计》 教学大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《水处理工程课程设计》教学大纲

一、课程信息

课程名称	水处理工程课程设计		
课程英文名称	Curriculum Design of Water Treatment Engineering		
课程编码	230910802D	考试方式	考查
学分	2.0	学时数	2周
授课对象	环境科学与工程专业		
授课对象年级	大三		
开课院系	化学化工系		
课程负责人	祁红学		
大纲执笔人	祁红学	大纲审阅人	李利红
审定日期	2023年8月30日		

二、课程设计简介

《水处理工程课程设计》是环境科学与工程专业开设的一门专业必修实践课程，在完成水处理工程或土壤污染修复专业方向课学习的同时，通过该实践环节加深对专业知识的理解与应用，对学生工程应用能力的培养发挥着至关重要的作用。在本科人才培养体系中起着承上启下的作用，是连接理论知识和实际应用的重要纽带，是专业课理论教学的继续、深入和发展，通过专业基础课程及相关实验课程的学习，课程设计应使学生加深对环境工程基本理论的理解，掌握基本的设计方法和工艺流程、应用范围，培养学生利用专业知识、解决实际问题的能力，培养学生的科学精神、工程素养和开拓创新精神，为之后的毕业论文（设计）打好基础。

三、课程设计目标与毕业要求

（一）课程目标

课程设计目标 1：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决水处理工程领域的实际问题，熟悉水处理工程的基本理论和污水处理不同构筑物的

工作原理与优缺点。

课程设计目标 2：能够进行文献检索和资料查询，掌握污水处理构筑物的设计与计算方法、水处理系统的平面布置图及设计原则，初步具备水处理工艺流程设计的能力。

课程设计目标 3：引导学生养成认真负责的工作态度，树立社会主义核心价值观。在工程案例中，培养实事求是的科学探索精神，设计满足特定需求的工艺流程，并能够在设计环节中综合考虑社会、环境、法律、安全、健康、文化等制约因素，初步具备水污染控制工程师的工程素养。

课程设计目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程设计目标对毕业要求的支撑关系
毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识，并通过查阅文献或文献积累，在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题，形成有效分析结论和解决思路。	课程目标 1
毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.2 针对水或土壤污染问题，能够设计满足污染防控需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计和方案开发中融入创新理念。	
毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。	课程目标 2
毕业要求 10 【沟通】	10.1 能就环境专业问题，通过口头、文稿、图表等方式表达自己的观点，与业界同行及社会公众进行有效地沟通和交流，并理解与包容其差异性。	课程目标 3
毕业要求 11 【项目管理】	11.2 能够在环境污染防治中，将工程管理的原理与经济决策的方法用于环境工程设计及工艺的优化。	

四、课程设计的内容与要求

1. 课程设计内容

(1) 设计准备

阅读设计任务书、明确设计任务；阅读课程设计指导书；准备设计资料及绘图用具。

(2) 工艺流程的设计

了解相关的工艺流程、设备及标准规范，确定优选的水处理工艺流程。

(3) 主要构筑物的设计

主要处理构筑物的设计及参数计算。

(4) 整理和编写课程设计报告

(5) 制作成果汇报 ppt

2. 指导教师责任与要求

指导老师负责制定项目设计计划、下达任务书和检查实施过程中学生设计状况、指导设计计算，对实际工程训练的重点和难点讲解，带领学生完成设计，并评阅学生提交的设计报告，给出指导意见，课程设计期间指导老师至少辅导 2~3 次。

3. 学生要求

课程设计是对专业理论知识的一次综合运用，需大量查阅资料。学生要对水污染控制工程理论进行提前复习，熟练掌握工艺原理。接受任务后，对给定设计任务进行分析、研判。

五、进程安排时间表

序号	内 容	时间 (天)
1	学会查阅、收集相关文献资料，了解水处理构筑物的特点及适	2
2	掌握污水预处理、物化处理或生物处理等主要构筑物的设计计	3
3	确定工艺流程，按照生产工艺要求进行平面布置	4
4	明确水污染控制工程设计规范和设计注意事项	1
合 计		10

六、考核方法与成绩评定

(一) 考核方式

编写课程设计报告一份，要求 3000 字以上；答辩（PPT 报告）5~8 分钟。

(二) 成绩评定标准

根据课程设计成果综合打分，设计计算报告及其答辩（PPT）分别占 60% 和 40%。最终成绩以五级计分评定成绩（≥ 90 分为优秀、≥ 80 分为良好、≥ 70 分为中等、≥ 60 分为及格和 < 60 分为不及格）。具体评分标准见下表。

课程成绩构成及比例	考核环节	目标分值	考核/评价细则				对应的课程 设计目标
课程设计 报告 (60%)	设计内容	30	27~30: 内容充实	23~26: 内容较充 实	19~22: 内 容基本充 实	0~18: 内容单薄	课程目标 1
	工艺参数	40	36~40: 工艺完全 符合行业 要求	30~35: 工艺能够 符合行业 要求	25~29: 工 艺基本符 合行业要 求	0~24: 工艺无法 满足行业 要求	课程目标 2
	报告格式	30	27~30: 格式规范	23~26: 格式较规 范	19~22: 格 式欠规范	0~18: 格 式不规范	课程目标 3
课程设计 答辩 (40%)	内容	30	27~30: 内容充 实, 完全 符合行业 要求	23~26: 内容较充 实, 能够符 合行业要 求	19~22: 内 容基本充 实, 基本符 合行业要 求	0~18: 内容单 薄, 无法 满足行业 要求	课程目标 1
	结构	40	36~40: 结构严谨	30~35: 结构完整	25~29: 结 构基本完 整	0~24: 结构混乱	课程目标 2
	表达	30	27~30: 语言流畅	23~26: 语言较流 畅	19~22: 语 言基本通 顺	0~18: 语 言不通顺	课程目标 3

七、教学参考资料

1. 参考书目

- [1] 室外排水设计标准[S]. GB 200014-2021.
- [2] 污水综合排放标准[S]. GB 8798-1996.
- [3] 城镇污水处理厂污染物排放标准[S]. GB 18918-2002.
- [4] 地表水环境质量标准[S]. GB 3838-2002.
- [5] 高廷耀. 水污染控制工程(第五版). 北京: 高等教育出版社, 2023.
- [6] 郭亚丹. 水处理工程设计指南及案例. 北京: 冶金工业出版社. 2017.
- [7] 刘咏. 水污染控制工程课程设计案例与指导. 成都: 四川大学出版社, 2018.
- [8] 王春荣. 水污染控制工程课程设计及毕业设计. 北京: 化学工业出版社, 2018.

2. 与课程相关主要网站

- [1] 中华人民共和国生态环境部 <https://www.mee.gov.cn/>
- [2] 山西省生态环境厅 <https://sthjt.shanxi.gov.cn/>

环境科学与工程专业

《毕业实习》

课程大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《毕业实习》课程大纲

一、课程信息

课程名称	毕业实习 Graduation Internship		
课程编码	230910803D	适用专业	环境科学与工程
先修课程	环境监测、环境化学、水处理工程	修读学期	七
课程类别	专业实践	课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修
课程学分	9.0	考核方式	<input type="checkbox"/> 考试 <input checked="" type="checkbox"/> 考查
课程学时	18 周		
执笔人	李利红	审核人	李利红

二、课程简介

毕业实习是学生在学习专业基础课以及专业核心课程后的生产实习环节。通过生产实习，使学生对水污染、大气污染和固体废弃物污染的危害、影响及控制有较全面的了解，掌握控制工程中相关的基本知识、基本理论、基本技能和科学思维方法，培养学生理论联系实际和独立分析与解决工程实际问题能力。

以了解水污染控制、大气污染控制、或固体废弃物处理与处置的工艺设备、净化流程和净化装备为主要教学目的，增强学生对本专业的学习兴趣，初步了解现代化管理知识，为学生从事环境监测、环境保护、环境污染治理等工作打基础。

三、实习目的

通过毕业实习，使学生具备下列能力：

1. 通过毕业实习，掌握水污染控制、大气污染控制、或固体废弃物处理与处置的主要工艺流程以及主要设备类型，生产操作流程以及相关污染控制的相关法律和标准。【毕业要求 2.3】

2. 能够基于专业知识进行合理分析，评价水污染控制、大气污染控制、或固体废弃物处理与处置方案对健康、安全、环境以及社会可持续发展的影响，并理解应承担的责任。【毕业要求 5.2、6.1】

3. 通过毕业实习的完成，培养学生运用所学专业理论知识发现问题、分析问题和解决问题的能力，提高独立思考能力，培养理论联系实际的作风和务实精

神。通过合理分工和有效组织，培养学生的团队合作精神和沟通交流能力。【毕业要求 8.2】 【毕业要求 11.1】

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识，并通过查阅文献或文献积累，在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题，形成有效分析结论和解决思路。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。
	毕业要求 6 【工程与社会】	6.1 熟悉环境科学与工程领域的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程设计的影响。
课程目标 3	毕业要求 8 【职业规范】	8.2 理解并遵守诚实守信的工程职业道德和规范，尊重相关国家和国际通行的法律法规，并能在工程实践中自觉履行对公众安全、健康、福祉、以及环境保护的社会责任，理解包容性、多元化的社会需求。
	毕业要求 11 【项目管理】	11.1 理解环境工程管理与经济决策的重要性，并初步掌握环境工程项目中涉及的工程管理与经济决策方法，了解环境工程及环保产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题。

四、实习内容及进度安排

毕业实习是环境科学与工程专业本科教学计划中的一个实践性教学环节，一般要求学生集中在岗实习。具体实习内容如下：

1) 熟悉环境科学与工程的实践过程，学习本专业的生产实践知识，加深感性认识；对实习中的生产组织管理机制有较全面的认识；对实习中的产品名称、生产工艺流程、主要反应装置有较详细的了解。

2) 理论联系实际，用已学过的理论知识去分析实习场所看到的实际生产技术，使理论知识得以印证，巩固、充实，深化，体会书本知识的必要性，提高解决实际生产问题的能力。

3) 在整个实习中，充分发挥学习的主动性和积极性，得到一次综合能力的训练和培养。在生产现场细致观察，虚心请教，积极思考，多方了解，在有限的实习时间里，使各方面的能力都得到锻炼。

4) 通过对工厂管理经营状况的了解，培养现代企业管理意识和市场意识。在工厂与工人接触，学习工人的优秀品质，培养事业心、使命感和责任感，为将来走向工作岗位打下良好的基础。

五、考核方式

（一）考核方式

实习结束后，由实习单位指导教师和校内指导教师根据学生在实习期间的表现、完成实习任务情况、实习报告撰写情况进行综合评判，给出实习成绩。

（二）考核方式与课程目标的关系

课程目标	考核内容及所占比例（%）	考核方式
课程目标 1	工作态度、实习报告撰写情况（40%）	实习报告
课程目标 2	遵守纪律情况、工作态度（30%）	考勤
课程目标 3	思想政治表现、遵守纪律情况（30%）	考勤

六、成绩评定标准与方式

毕业实习结束后，由实习单位指导教师和校内指导教师根据学生在实习期间的思想政治表现、遵守纪律情况、工作态度、完成实习任务情况、实习报告撰写情况进行综合评判，给出毕业实习最终成绩，并给出相应意见。毕业实习最终成绩以五级计分评定成绩：90~100分为优秀、80~89分为良好、70~79分为中等、60~69分为及格和0~59分为不及格。

评价方式及所占比例	评价内容及标准	对课程目标的支撑	实施方式
过程性考核成绩（30%）	工作态度	课程目标3、2	实习评价
	迟到、早退、缺勤	课程目标3、2	实习评价
	安全事故	课程目标3、2	实习评价
实习报告（70%）	语言准确度	课程目标1、2	实习报告
	内容完整性	课程目标1、2	实习报告
	结论正确性	课程目标1、2	实习报告

七、实习方式与组织

实习由学校带队教师和工厂教育培训部门、实习车间共同商量安排进行。实习期间的政治学习和党团活动安排在各实习单位进行。

聘请车间或科室技术人员为实习指导教师，具体指导学生的实习活动。在实习指导教师的指导下，除完成规定的实习任务外，如有可能可参加工厂的技术革新和研讨活动。

八、实习要求

1. 实习期间，每个学生均应该在统一规定的实习记录本上作好实习记录、报告笔记、现场情况等。

2. 实习笔记是对学生实习情况的文字记载资料。毕业实习后期，每个学生应独立完成实习报告一份。报告内容应详细、具体，文字通顺、简明扼要。实习报告是评定学生实习成绩的重要依据。实习期间，要积极收集材料，从毕业实习中发现问题、研究问题

3. 实习报告的内容包括实习过程概述及收获、体会、建议等。实习报告格式要求：装订成册，封面注明报告名称、实习日期、所在班级、姓名（签名）、报告日期；要有报告目录；正文应依次编页码，正文中图和表应有编号及图名和表名，各部分内容应有层次，要有规格化的标题。文字内容，要用兰（或黑）墨水工整书写，亦可用计算机打印；资料要准确，图表要清晰，语言要简练、通顺、易懂。

4. 每位带队老师和每小组组长手机 24 小时畅通，配合企业负责人做好实习的各种组织、协调沟通和心理疏导工作，对个别学生时刻关注其思想动态。

5. 生产实习纪律

为了保证实习任务的顺利完成同时保证实习期间不出任何安全事故，在实习过程中应注意如下安全规定，并严格执行。

（1）学生实习前必须经过安全教育，学生要认真记录、认真学习，强化自己的安全意识。

（2）进入实习场所严禁抽烟，严禁乱扔碎纸等生活垃圾。

（3）按规定穿工作服、配带安全帽。女同学的长发必须盘在头顶，以防头发被转动设备卷入，造成伤亡。

（4）在实习现场严禁同学间相互嬉戏，以防发生交通事故、高空坠落、机械伤害等事故。

九、教材、参考书目及其他学习资源

1. 选用教材

无

2. 主要参考书目

无

3. 其它学习资源

图书资料，网络资源



环境科学与工程专业 《毕业论文（设计）》 教学大纲

晋中学院化学化工系

2023年8月

《毕业论文（设计）》教学大纲

一、课程信息

课程名称	毕业论文（设计）		
课程英文名称	Graduation Thesis（Design）		
课程编码	230910804D	考试方式	考查
学分	6.0	学时数	12 周
授课对象	环境科学与工程专业		
开课院系	化学化工系		
大纲执笔人	祁红学	大纲审阅人	李利红
审定日期	2023 年 8 月 30 日		

二、毕业论文（设计）简介

毕业论文（设计）是环境科学与工程专业本科学生完成学业前的最后一门课程，毕业论文（设计）通过专业综述、调查研究、实验研究等方式来检验学生所学专业的理论水平和学术观点。学生通过文献查阅、方案设计、实验研究到最后论文写作的整个过程，使其具备一定写好学术论文的基本条件，懂得写作一篇学术论文的基本程序和方法，完成学术论文（设计）的写作。

三、毕业论文（设计）目标与毕业要求

毕业论文（设计）目标 1：综合运用所学专业和相关理论知识，凝练出科学问题，确定毕业论文的研究内容和设计实验方案，提升学生独立分析问题、解决问题的能力。在设计中能够恰当考虑公共健康和安全、全寿命成本、节能环保，以及资源、法律、文化和伦理要求。

毕业论文（设计）目标 2：查阅文献资料，了解所选课题在本专业领域研究动态，以及所选课题在国内外的研究状况和前沿动态。通过对调研资料的整理，提高外文文献阅读和信息搜集能力与实验数据处理能力。

毕业论文（设计）目标 3：通过毕业论文（设计）的选题、调研、实验、写作以及最后答辩环节，提高综合分析问题的能力，养成认真负责的工作态度，树

立社会主义核心价值观，培养实事求是的科学探索精神。设计满足特定需求的工艺流程，并能够在设计环节中综合考虑社会、环境、法律、安全、健康、文化等制约因素，初步具备水污染控制工程师的工程素养。

毕业论文（设计）目标对毕业要求的支撑关系

课程设计	毕业要求	毕业要求指标点
课程目标 1	毕业要求 2 【问题分析】	2.3 能运用环境工程专业知识，并通过查阅文献或文献积累，在可持续发展理念下分析水或土壤污染控制领域的复杂工程问题，形成有效分析结论和解决思路。
	毕业要求 3 【设计/开发解决方案】	3.3 在设计中能够恰当考虑公共健康和安全、全寿命成本、节能环保，以及资源、法律、文化和伦理要求，选择合理的解决方案。
课程目标 2	毕业要求 5 【使用现代工具】	5.2 针对具体环境污染防治的对象，能够选择与使用恰当的处理设备和专业模拟软件，进行合理的预测与模拟，满足污染防治的需求，并能够分析其局限性。
课程目标 3	毕业要求 10 【沟通】	10.2 了解环境科学与工程领域国际发展趋势、研究热点，具备跨文化交流的语言和书面表达能力，能就专业问题在跨文化背景下进行沟通和交流，理解和尊重不同语言、文化的差异性和多元化。
	毕业要求 11 【项目管理】	11.2 能够在环境污染防治中，将工程管理的原理与经济决策的方法用于环境工程设计及工艺的优化。

四、毕业论文（设计）内容与方式

本科毕业论文选题应做到与科学研究、经济建设和社会发展紧密结合的原则，确保毕业设计（论文）的工作质量。

（一）选题的基本原则

（1）毕业论文题目的选择，必须符合专业培养目标的要求，力求有利于巩固、深化和应用所学知识；应尽量覆盖专业主干课程，有利于学生获得综合性的训练和独立工作能力的培养。

（2）选题内容的现实性和实践性原则，所选课题原则上要反映社会、经济、文化中的实际问题、热点问题。

（3）选题的适中性原则，所选题目可根据专业教学计划和每个学生的具体情况而定，选题大小适中。

（4）选题难易适中的原则，毕业论文应考虑必要性和可能性，选题难易适度。

(二) 选题要求

- (1) 完成论文所需知识和技能应在本科生所学专业领域内。
- (2) 选题要有足够的工作量，但又必须在规定的时间内能够完成。
- (3) 选题可检验学生的文献检索能力、数据处理能力、分析问题能力、实验技能以及语言表达能力。
- (4) 选题要注重实践环节的计划和安排。
- (5) 毕业论文题目确定后，按统一格式，由系汇总报教务部备案。题目选定后，中途不得随意更改设计内容和更换指导教师，如因特殊原因确实需要改变时，需报学院批准并报教务部备案。

(三) 选题来源

- (1) 学生在学习过程中发现的有探索和研究价值的理论或实践问题。
- (2) 导师承担的科研项目或工作任务的部分。
- (3) 企事业单位、学校或院（系）予以承接的课题。

五、毕业论文（设计）的指导

(一) 论文选题

向学生下达毕业论文（设计）任务书，明确内容、任务和目标、研究进度及基本要求等，指导学生进行毕业论文（设计）的前期准备工作，组织学生协商确定论文题目。

(二) 论文开题

学生在指导教师指导下进行文献检索、调研、确定实验内容、实验方案设计和前期实验预备工作的准备，完成毕业论文（设计）的前期准备工作，指导教师指导学生写出开题报告，完成论文开题工作。

(三) 毕业论文（设计）全程指导

论文开题之后，指导教师指导学生完成毕业论文（设计）的实验（调研）、数据处理和写作，学生就实验中出现的指导和指导教师交流，指导教师定期检查学生的实验进度、数据处理和论文写作情况，及时解答和处理学生提出的有关问题。

(四) 论文中期检查

论文实验、数据处理和写作等进展到中期的时候，安排进行毕业论文（设计）的中期检查，中期检查主要检查学生毕业论文完成的进度，实验过程中，论文写作的格式等存在的问题及解决措施，中期检查完成以后，指导教师指导学生继续论文的实验和论文的写作。

（五）论文写作定稿

指导教师在学生实验过程中，指导学生处理实验结果，按照学校本科毕业论文（设计）模板的要求进行论文的写作。并对学生毕业论文一稿、二稿进行评阅，提出修改意见，学生修改后再经指导教师进行批阅最后定稿。指导教师给出定稿意见，并给论文定稿评定成绩（成绩以百分计）。

（六）论文审阅

论文定稿以后，安排审阅组进行论文审阅，从选题、研究内容、创新性以及论文的写作进行最后审阅，写出审阅意见，给论文定稿评定成绩（成绩以百分计）。确定是否达到学校对本科生毕业论文的要求，是否同意答辩。

六、毕业论文（设计）撰写

学生应独立撰写毕业论文（设计），应按工程设计或科技论文的写作格式撰写，一般要求有以下几方面的内容：

1. 题目：要求作者用最恰当、简明的词语逼真地反映论文的特定内容及所研究的范围和深度，一目了然；
2. 摘要：200~300 字的中文摘要，3~5 个关键词，并将设计题目、摘要和关键词翻译成英文；
3. 引言（说明研究背景、意义、创新点等）；
4. 正文：要求在该部分真实、客观、全面地反映自己的论点、研究内容，具体展现创造性成果或新的研究成果。做到论点鲜明，论据充分，论证严谨，内容充实，层次分明。
5. 结论：经过分析判断、归纳综合，得出准确的学术观点作为结论，结论必须准确、完整。
6. 参考文献：参考文献数量应不低于 15 篇，其中最好能包含英文文献 2 篇以上。参考文献的组成应包括著作、论文、期刊、电子出版物、报纸等，以期刊为主。必须在正文中标注引用位置。参考文献的格式参照国标关于《信息与文献 参考文献著录规则》（GB/T 7714-2015）的要求。

七、考核方法与成绩评定

（一）论文查重

1. 学生按规定时间提交毕业论文电子版

学生以班为单位将毕业论文的定稿的电子版、同一版本的打印稿（指导教师签署意见）和定稿说明提交至系。

电子稿要求：PDF 格式；论文除封面、诚信声明、致谢、附录之外的全部内容；电子稿命名格式：系 班级 学号 姓名（如化学化工系 环科 2101 班 1801132226 张三.pdf）。

2. 重复率检测

3. 注意事项

（1）按晋中学院学位论文（设计）作假行为处理办法(以当年规定)规定，初检重复率高于 25%（不含）的论文限期修改，修改后复检仍不合格的延期一年答辩。

（2）将学生提交的论文定稿电子版妥善保存备份，省学位办抽检论文时将从中调取。

（二）答辩

系里设立若干个专业答辩小组，答辩小组由 3~5 人组成，设组长 1 人，秘书 1 人。各答辩小组具体负责学生的毕业论文（设计）答辩工作。

1. 由学生报告毕业论文（设计）的主要内容，或演示毕业设计成果。然后教师提问、学生回答，最后由答辩小组负责人总结。每个学生答辩时间一般为 15 分钟左右。

2. 学生向答辩小组汇报毕业论文（设计）的主要内容，应当包括：论题的目的及意义、采用的主要研究方法、参考的主要文献及资料、论文（设计）的主要观点、价值及不足之处。

3. 教师提问的主要内容包括：需要进一步说明的问题；论文（设计）中所涉及的基本理论、基本知识、方法和原理。

4. 答辩后答辩小组要给出论文（设计）成绩及答辩是否通过的意见，意见要针对毕业论文（设计）的质量、学生陈述和回答问题情况给出。

（三）成绩评定及标准

1. 成绩评定程序

（1）指导教师对毕业论文（设计）定稿后，按照百分制给出指导老师的成绩。

（2）审阅组对毕业论文（设计）审阅后，按照百分制给出审阅组的成绩。

（3）学生参加毕业论文（设计）答辩，并由答辩小组按照百分制给出答辩成绩；

（4）答辩委员会按照下列公式计算毕业论文（设计）总成绩：

总成绩 = 指导教师评定成绩 × 30% + 评阅教师评定成绩 × 20% + 答辩评定成绩 × 50%

（5）答辩委员会根据整体状况综合平衡后，按照优秀、良好、中等、及格、不及格五级制确认毕业论文（设计）最终成绩。

（6）百分制成绩和五级制成绩之间的折算标准：90~100 分为优秀、80~89 分

为良好、70~79分为中等、60~69分为及格、0~59分为不及格。

课程成绩构成及比例	考核环节	目标分值	考核/评价细则	对应的毕业论文(设计)目标
指导教师评定成绩(30%)	选题	10	综合运用所学专业知 识进行选题。	课程目标 1
	文献调研	10	查阅中外文献资料情况, 选题在本专业领域研究状况和前沿动态。	课程目标 2
	内容设计	30	研究内容和方案设计的完整性、条理性、语言表 达能力、图表规范性等。	课程目标 1
	实验任务	20	任务分解和进度安排的合理性, 实验数据记录、 处理的详实性和规范性。	课程目标 3
	论文质量	20	信息搜集、文献整理、数据处理、论文写作, 图 表、结构规范性, 计算机处理文字写作能力。	课程目标 2
	创新性	10	论文的创新意识和自主创新性。	课程目标 1
评阅教师评定成绩(20%)	选题	20	论文选题的可行性和合理性, 文献引用情况, 学 科前沿动态。	课程目标 1
	内容设计	30	研究内容和方案设计的合理性, 图表规范性, 语 言文字表述等。	课程目标 1
	论文质量	30	论文内容完整性、条理性, 结构规范性, 论文完 成情况, 研究成果对所选题领域的贡献性, 英文 摘要翻译。	课程目标 2
	创新性	20	论文的创新意识和自主创新性, 对环境等因素的 影响。	课程目标 1
答辩评定成绩(50%)	选题	15	符合专业培养目标、难易适度、能紧密结合社会 实际、体现新颖性与综合性	课程目标 1
	文献阅读与综述	10	查阅中外文献资料情况、研究内容在所属专业领 域的研究状况和前沿动态的了解情况	课程目标 2
	论文质量	30	论文符合规范化要求, 语言准确, 结构严谨, 论 述层次清晰, 论点鲜明, 论据确凿	课程目标 3
	创新点	10	论文有独到见解, 富有新意或对问题有较深刻的 分析, 体现出一定的学术水平或应用价值	课程目标 1
	内容陈述	20	语言表达简洁流利、清楚准确, 思路清晰, 重点 突出, 表现出对论文(设计)内容掌握透彻	课程目标 3
	回答问题	15	回答问题准确, 基本概念清晰, 有理论根据, 有 一定的深度	课程目标 3

2. 评分等级及参考标准

优秀:

- ①独立完成毕业论文(设计)任务书所规定的全部内容;
- ②能较好地综合运用所学知识, 独立分析和解决问题的能力较强;

- ③毕业论文有较好理论深度及学术水平，毕业设计方案有明显的创新；
- ④毕业论文观点（设计）正确、合理，体现与时俱进；
- ⑤毕业论文结构严谨，逻辑性强，分析透彻，论证充分，文理通顺，表达正确；毕业设计规范合理，文档清晰完整，提供的软件或模型可供操作，并能实现预定目标；
- ⑥毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等完整、规范；
- ⑦答辩期间，陈述内容、回答提问准确、完整、熟练。

良好：

- ①独立完成毕业论文（设计）任务书所规定的全部内容；
- ②能较好地综合运用所学知识，具有一定分析和解决问题能力；
- ③毕业论文有一定理论深度及学术水平，毕业设计方案有一定的创新；
- ④毕业论文观点（设计）正确、合理；
- ⑤毕业论文结构合理，符合逻辑，分析正确，论证较充分，文理通顺，表达正确；毕业设计规范合理，文档完整，提供的软件或模型基本可供操作；
- ⑥毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等符合要求；
- ⑦答辩期间，陈述内容、回答提问正确、完整。

中等：

- ①完成毕业论文（设计）任务书所规定的全部内容；
- ②基本上能综合运用所学知识，分析和解决问题能力一般；
- ③毕业论文有一定理论、及学术水平，毕业设计方案有所创新；
- ④毕业论文观点（设计）正确；
- ⑤毕业论文结构基本合理，层次比较清楚，分析、论证无明显错误，文理尚通顺，表达基本正确；毕业设计较规范，文档基本完整，提供的软件或模型基本可供操作；
- ⑥毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等基本符合要求；
- ⑦答辩期间，陈述内容基本上能涵盖毕业论文（设计）的主要内容，回答提问没有出现明显错误。

及格：

- ①基本完成毕业论文（设计）任务书所规定的全部内容；
- ②有一定分析和解决问题能力；
- ③毕业论文观点（设计）基本正确；
- ④毕业论文结构基本完整、层次尚清楚，分析、论证无明显错误；文理表达基本正确，无重大错误；毕业设计尚规范，有主要文档，提供的软件或模型简单修正后能运行、操作；

- ⑤毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等基本具备；
- ⑥答辩期间，陈述内容能涉及毕业论文（设计）的主要观点和基本内容，回答问题时经提示后能及时纠正错误。

不及格：

- ①毕业论文选题不当，论点不明确或不成立，存在抄袭现象或内容空泛、陈旧，材料与观点脱节，无法体现所学知识及其应用水平；毕业设计未能完成规定的基本内容，提供的软件或模型无法操作；
- ②写作态度不端正，独立解决问题能力差；
- ③毕业论文观点有原则性错误；毕业设计方方案不合理，严重脱离实际；
- ④毕业论文（设计）的中外文提要、关键词、参考文献等不完整或极不规范；
- ⑤答辩中不能独立阐明观点或设计思路，回答问题错误较多，经提示后仍不能及时予以纠正。

八、教学参考资源

1. 参考书目

- [1] 奚旦立. 环境监测（第五版）. 北京：高等教育出版社. 2019.
- [2] 高廷耀. 水污染控制工程（第五版）. 北京：高等教育出版社, 2023.
- [3] 蒋文举, 宁平主. 大气污染控制工程. 北京：高等教育出版社, 2020.
- [4] 赵由才. 固体废物处理与资源化（第三版）. 北京：化学工业出版社. 2020.
- [5] 刘惠玲, 辛言君. 物理性污染控制工程（第1版）. 北京：电子工业出版社, 2015.
- [6] 王春荣. 水污染控制工程课程设计及毕业设计. 北京：化学工业出版社, 2018.
- [7] 任南琪. 高浓度有机工业废水处理技术. 北京：化学工业出版社, 2012.
- [8] 杨敏. 工业废水处理与资源化技术原理及应用. 北京：化学工业出版社, 2012.
- [9] 室外排水设计标准[S]. GB 200014-2021.
- [10] 污水综合排放标准[S]. GB 8798-1996.
- [11] 城镇污水处理厂污染物排放标准[S]. GB 18918-2002.
- [12] 地表水环境质量标准[S]. GB 3838-2002.

2. 与课程相关主要网站

- [1] 中华人民共和国生态环境部 <https://www.mee.gov.cn/>
- [2] 山西省生态环境厅 <https://sthjt.shanxi.gov.cn/>
- [3] 国家智慧教育公共服务平台 <https://www.smartedu.cn/>
- [4] 爱课程 <https://www.icourses.cn/home/>