

河北大学课程教学大纲

课程编号:	112035	
课程名称:	环境工程综合实验	
学分学时:	1.5 学分	51 学时
开课单位:	化学与环境科学学院	
撰稿人:	秦哲 梁淑轩	
审核人:	李占臣	

2015年5月20日制(修)订

《环境工程综合实验》实验教学大纲

(实验课程)

- ◆课程编号：112035
- ◆课程英文名称：Comprehensive Experimental of environmental Engineering
- ◆学分/学时：1.5 学分/51 学时
- ◆课程类型： 通识通修课程 通识通选课程
 学科基础必修课程 学科(跨学科)选修课程
 专业发展核心课程 专业发展拓展课程 集中实践课程
- ◆适用专业（专业类）：环境工程专业
- ◆先修课程：《环境化学实验》、《环境监测实验》、《环境工程实验》等及相关理论课程。

一、课程简介与教学目标

(一) 课程简介

环境问题的认识和解决都离不开环境污染防治的设计和实践活动，所培养的环境专业人才除具有必要的理论基础知识外，还要具备处理环境问题的实际能力，掌握治理过程中工艺的优化方法和技术。

环境工程综合实验是在环境化学实验、环境工程实验、环境监测实验、环境工程学、大气污染控制工程等的基础上形成和发展起来的一门新的综合性的实验学科，是研究污染物在环境中的迁移、转化和归宿的方法，是人工强化处理污染物的优化方法。本课程是环境工程专业的一门专业发展拓展课程。

(二) 教学目标

环境工程综合实验教学目的就是为了培养学生运用现代科学理论，培养学生良好的工程独立操作能力，设计和动手能力，实事求是的工作作风和严格认真的科学态度。

二、教学方式与方法

1. 要求学生做好课前预习，设计实验方案，在每次实验前需提交预报告，预报告中包括实验目的、实验方法与实验步骤设计、注意事项、可能出现问题、预期结果、向老师提出的问题等内容；

2. 教师通过提问、查看预报告等方式对学生的实验预习情况进行检查，然后讲解本次实验原理、方法、步骤、注意事项等内容；

3. 学生根据方案进行实验→数据处理→分析结果→可能出现的问题→再实验→再数据处理→再分析结果，最后根据存在问题，调节工艺参数。教师对学生实验情况进行监控，并随时给予指导；

4. 实验结束，教师对本次实验情况进行总结；

5. 学生对实验数据处理、讨论，提交个人实验报告。

三、教学重点与难点

(一) 教学重点

本课程教学重点：培养学生运用基础理论知识和实验方法，优化出可行的监测方案及废水、废气、固废等处理工艺流程参数。

(二) 教学难点

本课程打破演示及示范性实验的教学内容与组织方式，具有灵活性，开放性、互动性强，强调学生个性发挥。

四、学时分配计划

序号	实验项目名称	实验要求	实验类型	学时
一	地表水与间隙水中磷形态的测定	选修	设计研究性	8
二	地表水体中总氮的测定	必修	设计研究性	8
三	地表水中叶绿素的测定及水体富营养化评价	必修	综合性	9
四	电催化氧化法处理印染废水	必修	设计研究性	8
五	平流式溶气加压气浮处理含油废水	选修	综合性	8
六	浸没式混凝-微滤法处理重金属废水	选修	设计研究性	8
七	连续微滤法（CMF）处理氨氮废水	必修	设计研究性	8
八	一体化生化装置处理微污染水工艺的优化研究	选修	设计研究性	9
九	生物转盘除磷脱氮工艺的优化研究	必修	设计研究性	8
十	A-O 法处理制药废水工艺的优化研究	选修	设计研究性	8
合计				82

注：1.“实验要求”填写“必修”或“选修”；

2.“实验类型”填写“演示性”“验证性”“综合性”“设计研究性”或“其它”；

3. 学时“合计”数应大于或等于该实验课程总学时数。

五、教材与教学参考书

(一) 教材

1. 《环境综合实验讲义》，自编教材，2010。

(二) 教学参考书

1. 《水污染控制工程》，高延耀、顾国维主编，高等教育出版社，2001年；
2. 《污水处理工程设计》，徐新阳、于锋主编，化工出版社，2008年；
3. 《污水处理新工艺与设计计算实例》，孙力平主编，科学出版社，2002年。

六、课程考核与成绩评定

【考核类型】 考试 考查

【考核方式】 开卷 闭卷 项目报告/论文

其它：_____（填写具体考核方式）

【成绩评定】

实验成绩由实验指导教师根据预习情况、方案设计、操作技能、数据处理、实验报告撰写和合作能力等综合评定，平时实验占 70%（其中预习 5%、实验与数据处理技能 30%，考勤 10%，实验报告 25%），期末考试占 30%。

七、课程内容概述

实验一 地表水与间隙水中磷形态的测定

（一）教学要求

1. 了解水中不同形态磷的测定方法；
2. 了解间隙水的采集与总磷测定方法；
3. 熟悉水样预处理的方法；
4. 熟悉钼锑抗分光光度法测定总磷的原理和过程。

（二）知识点提示

知识点：（1）水体中磷的形态及测定意义；（2）底泥的采集技术；（3）间隙水的制备方法；（4）磷的测定原理和过程。

重点：磷的测定原理和过程

难点：底泥的采集；形态的测定。

（三）教学内容

1. 利用分层采水器采取水样。
2. 沉积物（底泥）的采集：将采泥器轻轻地垂直放下，采集河流或湖泊沉积物。
3. 将采集的底泥制备间隙水样品。
4. 测定地表水和间隙水中磷的形态。

（四）思考题

1. 过硫酸钾消解的作用？
2. 用分光光度计测吸光度时，如果比色皿中有气泡对结果有什么影响？如果比色皿外壁有水痕对结果有什么影响？

实验二 地表水体中总氮的测定

（一）教学要求

1. 掌握过硫酸钾氧化—紫外分光光度法测定总氮的原理和方法；

2.掌握平行样品精密度的测定及计算方法;

3.学会回收率的测定及计算方法。

(二) 知识点提示

知识点: (1) 样品前处理方法; (2) 过硫酸钾氧化—紫外分光光度法测定总氮; (3) 总氮测定准确度实验(回收率实验); (4) 总氮测定精密度实验。

重点: 过硫酸钾氧化—紫外分光光度法测定总氮

难点: 精密度实验; 回收率实验

(三) 教学内容

1.样品的采集与处理

2.利用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法测定测定平行水样中总氮,并计算出相对标准偏差。

3.在水样中加入一定以质量的标准溶液,测定回收率。

(四) 思考题

1.过硫酸钾氧化—紫外分光光度法测定总氮的过程中过硫酸钾起什么作用?

2.紫外分光光度计和可见光分光光度计有什么不同?

实验三 地表水中叶绿素的测定及水体富营养化评价

(一) 教学要求

1.测定水体中的叶绿素 a 含量的原理和实验方法。

2.掌握富营养程度评价的方法。

(二) 知识点提示

(1) 水体中的叶绿素 a 含量测定技术; (2) 水体富营养程度评价方法。

(三) 教学内容

1.提取水样中叶绿素 a。

2.把研磨好的悬浊液离心,最后移入容量瓶内,定容,摇匀。

3.分光光度法测定叶绿素含量。

4.综合实验一~实验四结果,计算水体的富营养化指数。

(四) 思考题

评价水体富营养化程度有哪些方法?

实验四 电催化氧化法处理印染废水

(一) 教学要求

1.了解电催化氧化法处理废水中难降解有机污染物的机理;

2.掌握电催化氧化法使水溶性染料降解脱色的实验方法;

3.掌握实验中主要影响因素的优化方法。

(二) 知识点提示

教学重点: 电催化氧化设备的操作使用,染料废水中发色有机污染物的测定,总有机碳的测

定。

教学难点：电极材料、电催化时间、电解质投加量、电压、pH 值、曝气量等实验条件对染料废水中发色有机污染物的降解影响。

（三）教学内容

- 1.电极材料的影响；
- 2.最佳电催化氧化时间的确定；
- 3.最佳电压的确定；
- 4.最佳电解质投加量的确定；
- 5.最佳反应酸碱度的确定；
- 6.最佳曝气量的确定。

（四）思考题

通过什么方法可以提高电催化氧化法处理有机染料废水的效率？色度去除后，有机物是否被完全降解？

实验五 平流式溶气加压气浮处理含油废水

（一）教学要求

- 1.加深对气浮基本概念及原理的理解。
- 2.掌握加压溶气气浮的实验方法，并能熟练操作气浮装置。
- 3.通过对实验系统的运行，熟练掌握加压溶气气浮的工艺流程。

（二）知识点提示

教学重点：气浮反应设备的组装和操作使用，水中油含量的测定。

教学难点：实验条件对气浮法去除水中油的影响。

（三）教学内容

- 1.配制模拟含油废水。
- 2.开动射流器加压，调节好各流量计使加压溶气罐上的压力表读数为 0.3MPa
- 3.在不同的气浮时间取样测定水中油的含量

（四）思考题

气浮池内气泡是否很微小，若不正常，是什么原因？如何解决？

实验六 浸没式混凝-微滤法处理重金属废水

（一）教学要求

中空纤维膜分离技术是一种新型的净化分离技术，该分离过程常温进行，无相变，不产生二次污染，是高效节能型分离净化技术。作为反渗透的预处理系统，可替代传统的絮凝、沙滤、精滤工艺，减少占地面积，产水水质高且稳定，延长反渗透系统的使用寿命；系统自动化控制程度高，降低劳动强度和成本。使学生掌握浸没式中空纤维膜分离工艺的基本操作，结合混凝沉淀、微滤膜分离法的原理，综合运用理论知识。

（二）知识点提示

掌握中空纤维膜的结构和运行方式，中空纤维膜的分离机理是筛孔分离机理，在中空纤维膜壁上有数纳米至数百纳米的贯通孔。在压力驱动下，尺寸小于膜分离孔径的分子或粒子，可穿过纤维壁，而尺寸大于膜分离孔径的分子或粒子则被纤维壁所截留，从而实现大小粒子的分离。

（三）教学内容

中空纤维膜连续微滤系统（CMF）是以中空纤维微滤膜为中心处理单元，配以特殊设计的管路、阀门、自清洗单元、加药单元和自控单元等，形成闭路连续操作系统。当处理液在一定压力下通过微滤膜过滤，达到物理分离的目标。

主要记录数据：

1. 工作状态。调节阀门，使工作压力为进口 0.07~0.09 MPa、出口 0.03~ 0.05 MPa。工作时间 20~30 分钟。
2. 清洗状态 1。调节反洗流量计 1 t/h，清洗时间 20~40 秒。
3. 清洗状态 2。调节反洗流量计 6~9t/h，其余阀门状态同清洗状态 1。清洗 20 秒~40 秒。
4. 排污状态。排污时间 5~30 秒，准确时间以排污口不出污水所需时间。
5. 回到工作状态。
6. 化学清洗。在 MF 循环水槽中加入化学试剂，设定工作时间 40~60min，其余同工作状态。

（四）思考题

1. 浸没式微滤膜法和连续式微滤魔法的主要区别是什么？
2. 怎样提高浸没膜法去除电池中重金属离子的效果。

实验七 连续微滤法（CMF）处理氨氮废水

（一）教学要求

CMF（Continuous Membrane Filtration 连续膜过滤）技术，是一种新型的膜分离工艺过程。通过模块化的结构设计，采用错流过滤方式和间歇式自动清洗（气、水洗工艺）的系统，组合成一整套封闭连续的膜过滤系统。使学生深入掌握沸石吸附法和微滤膜分离法的原理，将 CMF 工艺对氨氮废水的处理过程与理论知识相结合，考察国产 CMF 系统在污水净化系统中应用，为工程设计提供科学依据。

（二）知识点提示

掌握分离膜的结构，完善 CMF 工艺流程，考察在运行条件下，连续微滤技术作为反渗透的预处理的运行工艺条件及清洗方式。

（三）教学内容

- 1) 连续加药
- 2) 间歇冲击式加药（循环回流）
- 3) 化学清洗周期与方法

反渗透膜的运行工艺与清洗方案，包括阻垢与清洗，主要考察水净化处理系统工艺可靠性与清洗方案，不考虑反渗透的水回收率。

(四) 思考题

请简述 CMF 工艺处理氨氮废水的主要优缺点，及应用领域。

实验八 一体化生化装置处理微污染水工艺的优化研究

(一) 教学要求

- 1.熟悉物化-生化处理原理和实验方法。
- 2.掌握水泵、初沉池、生化控制方法。

(二) 知识点提示

(1) 水、电、气的线路和控制点；(2) 物化-生化处理方法。

(三) 教学内容

- 1.熟悉水路、电路、气路的开关。
- 2.开启水泵，控制回流阀的流量，曝气量；检查各工艺装置联动情况。
- 3.测定各工艺 COD、BOD、SS、色度含量变化。测定生化工序的微生物群落（镜检）、SV、SVI 等。
- 4 计算各工艺去除率。

(四) 思考题

净化微污染水有哪些方法？

实验九 生物转盘除磷脱氮工艺的优化研究

(一) 教学要求

- 1.掌握生物转盘除磷脱氮的原理和方法；
- 2.了解厌氧-生物转盘结构；

(二) 知识点提示

知识点：(1) 生物转盘处理方法；(2) 生物转盘除磷脱氮的原理；(3) 生物转盘运行方式；

(三) 教学内容

- 1.了解水路、电路走向和控制点；
- 2.开启厌氧-生物转盘，控制转速、进水量。
- 3.3.测定不同转速 COD、BOD、SS、色度含量变化。测定生化工序的微生物群落（镜检）、膜厚度等。

(四) 思考题

- 1.生物转盘优缺点？

实验十 A-O 法处理制药废水工艺的优化研究

(一) 教学要求

- 1.熟悉 A-O 法处理原理和实验方法。

2.掌握水泵、生化控制方法。

(二) 知识点提示

(1) 水、电、气的线路和控制点；(2) 厌氧-好氧处理方法。

(三) 教学内容

1.熟悉水路、电路、气路的开关。

2.开启水泵，控制水流量和曝气量，检查各工艺装置联动情况；将装置变为 A2-O 法或 A-O-O 法。

3.测定各工艺 COD、BOD、SS、色度含量变化。测定生化工序的微生物群落（镜检）、SV、SVI 等。

4 计算各工艺去除率。

(四) 思考题

A-O 处理高浓度废水条件？