

# 河北大学课程教学大纲

课程编号:	112027
课程名称:	环境科学综合实验
学分学时:	3 学分                      3 周
开课单位:	化学与环境科学学院
撰 稿 人:	梁淑轩 李占臣
审 核 人:	赵春霞

2015 年 5 月 20 日制 ( 修 ) 订

# 《环境科学综合实验》实验教学大纲

## (实验课程)

- ◆课程编号：112027
- ◆课程英文名称：Comprehensive Experimental of environmental Science
- ◆学分/学时：3 学分/102 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）：环境科学专业
- ◆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

《环境科学综合实验》安排在四年级秋季学期进行，该课程是对学生学习效果、知识掌握程度、能力和素质提高程度评估的重要教学环节。

环境综合实验课打破课程实验的教学内容与组织方式，整个过程必须边实验，边研究，边操作才能完成，突出专业的综合性、创新性、应用性、实践性。通过本课程学习，使学生将专业知识与职业实践结合起来，增加其职业适应性，因此，既锻炼了学生的实验能力，又培养了他们的研究精神，还提高了他们的实际操作技能，为毕业后走上工作岗位打下坚实的基础。

#### （二）教学目标

1. 进一步理解水处理实验、环境监测实验、大气污染控制等实验的基本原理和操作技能，
2. 提高学生对专业知识综合应用能力，集实验、实习、实训于一体，将专业知识与职业实践结合起来，增强学生职业适应性。

### 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	地表水的采集方案设计、样品的采集及保存方法、高锰酸钾指数的测定	必修	设计研究性	9
二	地表水与间隙水中磷形态的测定	必修	设计研究性	8
三	地表水体中总氮的测定	必修	设计研究性	9
四	地表水中叶绿素的测定及水体富营养化评价	必修	综合性	8
五	电催化氧化法处理印染废水	必修	设计研究性	8
六	平流式溶气加压气浮处理含油废水	必修	综合性	8
七	浸没式混凝-微滤法处理重金属废水	必修	设计研究性	9
八	连续微滤法（CMF）处理氨氮废水	必修	设计研究性	9
九	一体化生化装置处理微污染水工艺的优化研究	必修	设计研究性	9
十	生物转盘除磷脱氮工艺的优化研究	必修	设计研究性	8
十一	A-O 法处理制药废水工艺的优化研究	必修	设计研究性	8
十二	紫外光-接触氧化法处理 H 酸废水工艺的优化研究	必修	综合性	9
合计				102

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 地表水的采集方案设计、样品的采集及保存方法、高锰酸钾指数的测定

#### （一）教学要求

1. 学会地表水样品的采集方案的设计；
2. 学会地表水瞬时水样的手工采集方法；
3. 熟悉水质透明度等现场参数的监测技术；
4. 掌握高锰酸钾指数的测定方法。

#### （二）知识点提示

重点：（1）水样的采集；（2）现场参数的测定；（3）高锰酸钾指数的测定方法。

难点：采集方案及保存技术；点位的选取。

#### （三）教学内容

1. 根据监测目的，设计出样品采集方案，并准备好采水仪器及容器。
2. 现场采集水样，并测定现场水温、水深、透明度，做好现场记录。
3. 样品注入样品瓶后，加入适当保护剂，样品的保存按照国家标准《水质采样 样品的保存和管理技术规定》中规定执行。
4. 实验室测定高锰酸钾指数。

#### （四）思考题

样品的采集及保存有哪些注意事项？

### 实验二 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？

### 实验三 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？

### 实验四 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？

## 实验五 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？

## 实验六 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？

### 实验七 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。

## 实验八 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。使学生深入掌握混凝沉淀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。

## 实验九 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？

### 实验十 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？

### 实验十一 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？

### 实验十二 紫外光-接触氧化法处理 H 酸废水工艺的优化研究

#### （一）教学要求

- 1.熟悉紫外光-接触氧化法处理原理和实验方法。

2.掌握紫外光光强、生化挂膜控制方法。

### (二) 知识点提示

(1) 水、电、气的线路和控制点；(2) 紫外光处理方法和应用条件。

### (三) 教学内容

1.熟悉水路、电路、气路的开关。

2.开启水泵，控制曝气量、水量，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）、膜厚度等。

4 计算各工艺去除率。

### (四) 思考题

简述高级氧化法的类型？