

河北大学课程教学大纲

课程编号:	112030	
课程名称:	水污染控制工程实验	
学分学时:	1 学分	34 学时
开课单位:	化学与环境科学学院	
撰稿人:	赵春霞	
审核人:	秦哲 马建薇	

2015 年 5 月 20 日制 (修) 订

《水污染控制工程实验》实验教学大纲

(实验课程)

- ◆课程编号：111064
- ◆课程英文名称：Water Pollution Control Engineering Experiments
- ◆学分/学时：1 学分/34 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：环境工程、环境监测

一、课程简介与教学目标

本实验课程是环境工程专业本科生的一门必修专业课程，也是《水污染控制工程》课程的重要实践性环节，通过实验使学生加深对水污染控制原理的理解，掌握水污染控制工程中的物化、生化和物理化学工业过程，掌握一般水处理实验技能和仪器、设备的使用方法，将水污染控制原理和工艺方法融会贯通，并掌握相关数据处理和设计计算能力。培养和提高学生的动手能力、操作技能、观察及分析问题解决问题的能力，培养学生综合利用所学知识解决水污染控制的实际问题。

《水污染控制工程实验》教学目的就是为了培养学生运用工程实验的方法掌握水污染的防治技术和控制措施，使学生的动手能力及理论与实践相结合的能力有进一步的提高。通过本课程的学习，使学生掌握从而初步具备水污染治理方面的技术开发、研究设计和实际工作能力。为以后进一步学习环境类的相关课程和从事环境污染控制的设计、科研及环境管理的工作打下坚实的基础。

二、教学方式与方法

PBL (Problem-based Learning) 是问题导向式教学模式，强调小组学习，由学生根据教案，自行提出问题、分析问题，找资料解决问题，以获得最有效率的学习。它通过现实世界中可能遇到的问题激发学生的求知欲，让学生通过查阅书籍、期刊，网络检索，和他人讨论等途径来解决问题，在此过程中对新旧知识结构重新整合，长期运用 PBL 有利于培养学生的自主学习能力。

三、教学重点与难点

(一) 教学重点

本实验课程的重点是通过实验，让学生掌握污染物处理的基本原理；熟悉、掌握污染物分析检测的基本方法；了解实验数据处理的基本方法。

(二) 教学难点

难点是将所学的理论知识与实验现象相结合，培养实验的动手、分析、解决问题的能力。

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	絮体的成层沉淀通量曲线	必修	验证性	5
二	混凝沉淀实验	必修	设计研究性	6
三	曝气设备的清水充氧性能	必修	验证性	5
四	固定床离子交换软化除盐	必修	设计研究性	6
五	水中分立颗粒物的沉降分离	必修	验证性	6
六	改性活性炭吸附溶解性有机物	必修	设计研究性	6
七	典型污水处理厂 AAO 工艺仿真实验	选修	综合性	6
八	电解法处理染料废水	选修	设计研究性	6
九	生物接触氧化法的容积负荷测定	选修	综合性	6
十	液-液萃取的平衡曲线与操作线	选修	综合性	6
合计				58

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

《环境工程实验讲义》，自编。

(二) 教学参考书

1. 《环境工程学》，蒋展鹏 主编，高等教育出版社，2005，第二版；
2. 《水污染控制工程》上下册，高廷耀、顾国维主编，高等教育出版社，2004，第二版；
3. 《大气污染控制工程》，郝吉明，高等教育出版社，2004，第二版；
4. 《水和废水监测分析方法》，魏复盛，北京：中国环境科学出版社，2002，第四版。

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：平时成绩 70%=预习 5%+实验与数据处理技能 30%+考勤 10%+实验报告 25%；期末成绩 30%=操作成绩 15%+实验原理问答 15%（填写具体考核方式）

【成绩评定】平时实验占 70%，期末考试占 30%。

七、课程内容概述

实验一 絮体的成层沉淀通量曲线

(一) 教学要求

加深对成层沉淀的基本概念、特点和规律的认识,使学生能够绘制成层沉淀过程的污泥浓度—沉降速度关系曲线和污泥浓度—固体通量关系曲线,并能对成层沉淀曲线进行分析。

(二) 知识点提示

水样的配制和 pH 值的调节、混凝剂的投加,实验数据的记录,样品的抽滤、烘干、称量,数据的处理。

(三) 教学内容

1. 水样的配制和 pH 值的调节、混凝剂的投加
2. 检查实验装置
3. 将水样加入沉淀柱中,并记录实验数据
4. 原水样的抽滤、烘干、称量
5. 数据的处理

(四) 思考题

1. 成层沉淀与自由沉降有何区别。
2. 阐述絮凝或混凝沉淀适于处理具有何种废水水质特征的废水。

实验二 混凝沉淀实验

(一) 教学要求

加深对混凝机理的理解,了解影响混凝沉淀的主要因素;确定给定所配水样的混凝剂最佳投药量;观察矾花的形成过程及混凝沉淀效果。

(二) 知识点提示

了解、掌握混凝作用的基本原理。求出用于处理特定水质的混凝剂最佳 pH 值与最佳投入量,根据实验结果掌握废水混凝沉降的影响因素。

(三) 教学内容

1. 测定原水水温,浊度, pH 值
2. 配制水样
3. 投加药剂
4. 混凝搅拌、静置沉淀
5. 观察矾花的形成过程、矾花的外观、大小、密实程度等,并纪录
6. 测定水样上清液的剩余浊度、pH
7. 数据的处理

(四) 思考题

1. 根据本实验所给定的条件,计算出最佳投药量和 pH 值范围。
2. 根据实验结果及实验中所观察到的现象,简述影响混凝效果的几个主要因素。
3. 为什么投药量大时,混凝效果不一定好?

实验三 曝气设备的清水充氧性能

（一）教学要求

了解曝气设备的充氧性能及影响因素，掌握清水中氧转移系数的测定方法与技术，加深理解氧在水中转移规律和转移效率，通过实验数据计算巩固有关物理、化学方面的参数概念及其换算。

（二）知识点提示

掌握溶氧仪的使用；计算脱氧剂的用量要准确；曝气后数据变化很快，要准确、精确记录；处理数据的原理要掌握。

（三）教学内容

1. 向曝气槽中加入清水，测定溶氧量
2. 计算脱氧剂用量
3. 观察槽中溶氧量为零时，开始曝气，同时记录溶氧量
4. 处理实验数据并画图，求得 KLa 值
5. 计算曝气设备的充氧能力和氧利用率
6. 数据的处理

（四）思考题

1. 本实验结果只适用于曝气设备在清水中充氧性能，如何在此基础上完成活性污泥污水充氧实验？

实验四 固定床离子交换软化除盐

（一）教学要求

熟悉逆流再生固定床离子交换软化水的运行操作过程；加深对离子交换理论和离子交换树脂特性的理解；掌握水的硬度的测定方法。本实验的实验设计兼顾了离子交换工艺运行操作的四个步骤：交换、反洗、再生、清洗。

（二）知识点提示

配制含钙的样品溶液，标定其硬度；将样品加入离子交换柱中进行反洗、软化、反冲洗、再生、清洗等步骤，注意观察现象；树脂再生的操作；数据的处理。

（三）教学内容

1. 熟悉实验装置，搞清楚各管路和阀门的作用
2. 测交换柱内径及树脂层高度
3. 配制含钙溶液，标定其硬度
4. 在离子交换柱中进行反洗、软化、反冲洗、再生、清洗操作
5. 数据的处理

（四）思考题

1. 影响出水硬度的因素有哪些？
2. 再生液浓度过高或过低有何不利？

实验五 水中分立颗粒物的沉降分离

（一）教学要求

加深对颗粒物自由沉降的基本概念、特征及规律的理解，掌握颗粒物自由沉降的实验方法、数据处理及沉降曲线绘制的技术。

（二）知识点提示

观察沉淀现象，正确的取样、抽滤、烘干、称量，准确记录数据，处理数据并描绘沉淀曲线。分析实验所得结果是否与理论相同，加深对理想沉淀池沉淀效率的理解。

（三）教学内容

1. 称量瓶和滤纸的干燥、称量
2. 按指定时间取样
3. 将样品抽滤、烘干、称量、记录
4. 整理实验数据
5. 数据的处理

（四）思考题

1. 如何理解公式： $R = (1 - X_r) + \int_0^{X_r} V/V_r dx$ ，中图解积分项的意义？
2. 通过什么方法可以提高沉淀效率？

实验六 改性活性炭吸附溶解性有机物

（一）教学要求

使学生加深理解吸附的基本原理；掌握活性炭吸附等温式中常数的确定方法。

（二）知识点提示

活性炭吸附时穿透层的理论分析，平衡浓度概念的理解。理解 Freundlich 吸附等温式，应用图解法求出公式中的常数 K 和 n，及出水水质的测定。

（三）教学内容

1. 配制模拟的溶解性有机废水；
2. 以改性颗粒活性炭作为吸附剂，进行吸附容量测定实验；
3. 待吸附达到平衡后，测定原水及处理出水中溶解性有机物（TOC）的浓度；
4. 操作要点：
 - （1）每次用 6 个样做一组实验；
 - （2）吸附必须平衡后方可进行测定。

（四）思考题

1. 连续流活性炭的吸附过程与间歇式吸附过程有何不同？
2. 根据测定数据绘制吸附等温线。

实验七 典型污水处理厂 AAO 工艺仿真实验

（一）教学要求

巩固课堂上讲授的脱氮除磷生物法的原理和工艺流程；掌握典型污水处理厂 AAO 工艺的日常运行和维护工作。

（二）知识点提示

污水的物理处理法的去除对象是漂浮物和悬浮物质。其处理方法可分为筛滤截留法（设备有筛网、格栅、微滤机等）、重力分离法（设备有沉砂池、沉淀池、AAO 池等）、离心分离法（设备有离心机、旋流分离器等）等。

（三）教学内容

1. 选择参观实习项目，培训项目，启动项目；

2. 参观认识实习①是初步了解水厂概况，掌握工艺流程及工艺特点，理解主要岗位的职责及操作规程；熟悉水厂中建筑物、构筑物的平面布局。

3. 参观认识实习②是在指引 NPC 的带领下漫游整个水厂区域并查看各工序单元的知识点，了解和掌握主要构筑物的结构、原理及特点。

4. 参观认识实习③是通过全厂巡游查看并记录工艺中所有动设备的驱动电机的电压电流值，计算出电力消耗。同时了解药剂消耗成本和出水水质，掌握水厂的日常消耗情况及处理能力。

（四）思考题

1. 总结 AAO 污水厂日常运行和维护工作。

实验八 电解法处理染料废水

（一）教学要求

要求学生准确理解微电解实验原理；学会控制微电解过程的控制方法。

（二）知识点提示

主要知识点：理解电解法处理废水的原理，掌握控制微电解过程的方法；正确处理数据。

教学重点：电解法处理废水的原理的理解，控制电解过程的方法。

（三）教学内容

1. 了解并正确操作电解装置

2. 废水色度的测定

3. 控制电解过程的方法，包括 pH 值、温度、rpm（转速）等

4. 数据记录

（四）思考题

1. 评价电解法处理染料废水的效果。

2. 如何改进实验，可以使去除效率提高？

实验九 生物接触氧化法的容积负荷测定

（一）教学要求

巩固课堂上讲授的关于生物接触氧化法的原理和工艺流程；了解生物接触氧化法的容积负

荷概念，测定容积负荷；通过实验观察生物膜，对其概貌有一个初步印象。

（二）知识点提示

主要知识点：经过充氧的废水以一定的速度流过生物接触氧化柱，使填料上长满生物膜，废水与生物膜相接触，在生物膜的作用下去除废水中的污染物。

教学重点：采用重铬酸钾法（ COD_{Cr} ）评价生物接触氧化法对废水的处理效果。

（三）教学内容

1. 正确的操作生物接触氧化柱的废水处理过程；
2. 掌握废水中 COD_{Cr} 的测定方法；
3. 调节气水比；
4. 数据记录与分析计算生物接触氧化法的容积负荷。

（四）思考题

1. 生物接触氧化法容积负荷与活性污泥法中的污泥负荷有何区别。
2. 为什么在填料上能生成微生物膜。

实验十 液-液萃取的平衡曲线与操作线

（一）教学要求

加深理解关于废水萃取法的原理和设备计算内容，初步掌握萃取平衡曲线的实验绘制。

（二）知识点提示

主要知识点：液-液萃取原理；萃取操作。

教学重点：萃取平衡曲线与操作线的绘制。

（三）教学内容

1. 配制不同起始苯酚浓度的实验水样
2. 准确加入甲苯，塞好塞子进行萃取操作
3. 将分层后的下层水相慢慢放入比色管中
4. 滴定苯酚浓度

（四）思考题

1. 常用来萃取苯酚的萃取剂有哪些，举出两三种，说明它们的分离性能（分配系数）。
2. 萃取剂萃取苯酚后如何再生，举出最常用的一种再生法。