

矿业与环境类专业实验教学丛书 / 邓衍义 主编

环境工程专业实验指导书

周丹等 编



江西高校出版社

矿业与环境类专业实验教学丛书/邓衍义 主编

环境工程专业实验指导书

周丹等 编

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境工程专业实验指导书/周丹等编. —南昌:江西高校出版社, 2010. 7

(矿业与环境类专业实验教学丛书/邓衍义主编)

ISBN 978 - 7 - 81132 - 993 - 3

I. ①环... II. ①周... III. ①环境工程 - 实验 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. ①X5 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010) 第 140266 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791) 8504319
销 售 电 话	(0791) 8508502
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	850mm × 1168mm 1/32
印 张	3.375
字 数	78 千字
版 次	2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1 ~ 1000 册
书 号	ISBN 978 - 7 - 81132 - 993 - 3
定 价	12.00 元

赣版权登字 - 07 - 2010 - 180

版权所有 侵权必究

前 言

现代教育要求学生不仅要掌握一定的基础知识,而且还要培养和发展他们的智力和能力。如:学生动手操作能力、观察能力、创造性思维能力、科学研究能力以及记录和描述现象的能力、数据处理的技巧能力等等,都是在学生掌握知识的过程中逐步形成和提高的。而实验教学则是形成各种能力最有效的手段之一。显然实验教学指导书在实验教学中具有无可替代的作用。

根据教育部有关建立“高校实验教学示范中心”的标准,结合培养“应用型、复合型”的人才培养目标,通过对教学课程体系、教学方法的更新,对教学设备和教学条件的进一步整合和优化,提高学生工程实践能力,培养适应新世纪国家经济建设与社会发展需要的、具有竞争能力的高素质工程专业人才,急需完善包括实验教材在内的各项建设。《矿业与环境类专业实验教学丛书》紧跟时代发展进行编写,其中包括《采矿工程专业实验指导书》、《矿物加工工程专业实验指导书》、《安全工程专业实验指导书》、《环境工程专业实验指导书》四个分册。在内容上图文并茂,通俗易懂,强调实用性与可操作性。适合相关专业本科学生、工程技术培训学员阅读,同时也可作为相关专业研究生的参考读物。丛书各分册作者具有多年的教学经验,且负责实验教学管理工作,从而使图书的内容更符合教学大纲,更能满足学生的实际需求。

本书全面系统地介绍了环境工程专业的实验理论和实验技术,内容包括实验数据的分析整理,大气污染控制工程实验(包括综合

性实验、设计性实验等),水污染控制工程实验(包括在水处理中应用较广泛的沉淀、过滤和生物处理技术),固体废弃物处理处置实验,噪声控制工程实验等共四篇。在本书编写过程中,我们立足于环境工程专业基础知识体系,充分考虑工科院校学生的特点,注重学生基本理论、基本技能及创新思维能力的启发和培养,实验方法与实验内容设计灵活多样,方便不同院校选择实验教学。

本书由周丹、任如山、陈云嫩主编。参加本书编写的有江西理工大学资源与环境工程学院的任如山(第一篇和第四篇)、周丹(第二篇)、陈云嫩(第三篇)。全书由参编人员讨论拟定编写大纲,最后由邓衍义修改和定稿。

在本书的编写过程中,作者参阅并引用了大量的国内外有关文献和资料,在此向所引用文献的作者致以诚挚谢意。由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在错误或疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2010年8月

目 录

第一篇 大气污染控制工程实验.....	1
实验一 室外污染源粉尘采样.....	2
实验二 电除尘器电晕放电现象及其伏安特性测定.....	5
实验三 通风系统测定与评价.....	8
实验四 碱液吸收气体中的二氧化硫	12
实验五 湍球塔的设计与使用	17
实验六 电除尘器的设计与使用	22
实验七 湿式石灰/石灰石 SO ₂ 烟气脱硫	32
实验八 通风除尘系统设计	36
第二篇 水污染控制工程实验	41
实验一 混凝试验	42
实验二 自由沉淀实验	46
实验三 活性炭静态吸附实验	49
实验四 曝气设备清水充氧性能的测定	51
实验五 活性污泥形态及生物相的观察	56

实验六	污水可生化性能的测定	57
实验七	活性污泥耗氧速率的测定	67
实验八	活性污泥性能测定实验	69
第三篇	固体废弃物处置实验	72
实验一	生活垃圾样品的采集	73
实验二	生活垃圾的风力分选	74
实验三	危险废物毒性鉴别实验	76
实验四	水泥固化实验	78
实验五	稻壳处理印染废水	81
实验六	粉煤灰处理重金属废水	82
第四篇	噪声控制工程实验	85
实验一	测量仪器的使用	86
实验二	车间噪声的测定	90
实验三	(道路)交通噪声的测定	95
实验四	混响室法吸声材料无规入射吸声系数的测量	98

第一篇 大气污染控制工程实验

大气污染控制工程实验是大气污染控制工程的重要组成部分,是科研和工程技术人员解决大气污染控制技术或大气(或空气)污染治理中各种问题的一个重要手段。通过实验研究可以解决下述问题:

- (1) 掌握大气污染物在大气中的湍流扩散、稀释、化学转化等规律,为大气环境保护和环境空气质量提供依据。
- (2) 掌握大气污染治理过程中污染物去除的基本规律,以改进或提高现有的污染治理技术及设备。
- (3) 开发新的大气污染治理技术和设备。
- (4) 实现大气污染治理设备的优化设计和优化控制。
- (5) 解决大气污染治理技术开发中的放大问题。

一、本课程实验的作用与任务

本课程实验是大气污染控制工程课程的重要组成部分,是高等院校科研和工程技术人员解决大气(或空气)污染控制技术或污染治理中各种问题的一个重要手段,是培养学生解决各种实际问题的综合运用能力。同时也为今后的实践教学课程设计和毕业论文(设计)打下基础。

- (1) 对大气污染控制工程的基本理论有较系统、较深入的理解,能基本掌握控制方法的应用范围和条件。
- (2) 能应用本课程中所学的基本理论和控制方法对实际的大气

污染控制方法进行分析、研究和评价,并提出控制方案。

(3) 了解大气扩散的基本原理,学会对大气污染物的浓度和烟囱高度的设计。

(4) 能对典型的控制设备进行工艺设计计算和设备选型与评价。

二、本课程实验的基础知识

本实验课程需要的基本知识包括: 前需课程如普通化学及分析化学等的仪器基本操作、大气污染控制工程课程基本理论及相关知识。

实验一 室外污染源粉尘采样

一、实验目的

(1) 掌握大气风向、风速、温度、压力的测试方法及其测试仪器的使用。

(2) 了解粉尘采样器的结构及其工作原理,熟练掌握粉尘采样器的使用。

(3) 分析了解大气气象参数对尘源浓度分布的影响。

二、实验原理

测定尘源不同位置的粉尘浓度,在同一测点测定大气风速、温度、压力。分析尘源浓度与大气气象参数之间的关系。

细微粉尘在大气中随气体流动,粉尘浓度用 $g(mg)/m^3$ 表示。在粉尘采样器中安装清洁滤膜,启动采样器,污染空气通过滤膜。记录采样时间,计算空气流量。根据清洁滤膜和污染滤膜的重量差计算粉尘浓度。

三、主要仪器及耗材

实验主要装置为粉尘采样器、三杯风速风向表、数字风表、空盒气压表、温度计、分析天平一台(精度为 0.1mg)、干燥箱一台、滤膜若干等。

四、实验内容和步骤

- (1) 观察测试现场,布置测点。
- (2) 调节校对测量仪表。
- (3) 取清洁滤膜安装于采样器内。
- (4) 先测大气气象参数(风速、风向、气压、温度),再采样,记录数据。
- (5) 回实验室称重污染滤膜,计算粉尘浓度。

五、数据处理与分析

实验数据见表 1-1。

六、实验注意事项

(1) 学生进实验室做实验以前,必须先仔细阅读实验指导书,必要时可参阅有关教材和著作,明确为什么要做和如何做此实验。老师可适当检查提问,了解学生的准备情况。

(2) 按时进入实验室。进行实验时听从指导老师的安排,严格遵守操作规程,认真地如实地记录各种实验数据,不得抄袭他人的实验纪录。实验后按要求认真书写实验报告。

(3) 学生使用贵重仪器之前,必须先熟悉该仪器的性能和操作方法,并得到指导老师的许可,才能动用。不得擅自动用与本实验无关的仪器设备。

(4) 学生在实验中要注意安全,节约用水、电、药剂(或试剂),爱

护实验仪器设备。遇有事故发生和仪器损失时,应立即报告指导老师,以便及时处理,凡损坏仪器,打破玻璃仪器者,填写报损单,按具体情节进行处理和赔偿。

(5) 学生在实验完毕后,应清点整理好仪器用具,并按要求对仪器设备的使用情况进行登记。搞好卫生,经老师同意后,方可离开实验室。

表 1-1 实验数据

序号 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
风速										
风向										
清滤膜										
污滤膜										
流量										
浓度										

注: T(温度) =

P(atm) =

七、思考题

- (1) 计算各点的粉尘浓度,分析影响粉尘浓度测试精度的因素。
- (2) 分析讨论不同测点粉尘浓度出现差别的原因。

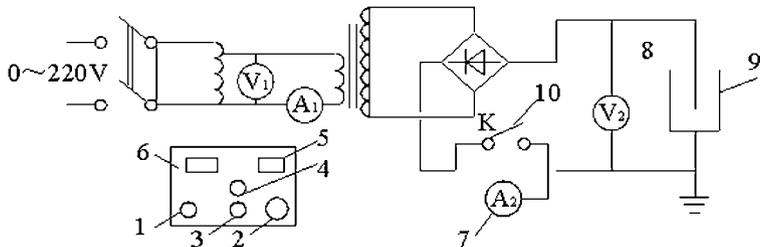
实验二 电除尘器电晕放电现象及其伏安特性测定

一、实验目的

通过本实验,了解电除尘器的电极配置和供电装置,观察电晕放电的外观形态,测定板线式电除尘器电晕放电的电流-电压特性。

二、实验原理

电除尘器的伏安特性是指极间电压(V)与电晕电流(I)之间的关系,以及开始产生电晕放电的起始电晕电压(V_c)和开始出现火花放电时的火花电压(V_s)。这些特性取决于放电极和集尘极的几何形状与它们之间的距离,气体的温度、压力和化学成分等因素。它们通常由实验测定。电路原理图见图2-1。



- 1—电源开关 2—调压器手柄 3—低压指示灯和高压关闭钮
4—高压指示灯和高压启动按钮 5—交流电流表
6—交流电压表 7—高压电流表 8—高压电压表
9—阳极板 10—保护开关

图2-1 电路原理图

三、主要仪器及耗材

实验主要装置为高压静电除尘器(板线式)、供电设备、交流输

入电流表、交流电压表、毫安表、直流静电电压表等。

四、实验内容和步骤

测量板式电除尘器的电压 - 电流特性曲线。

1. 测试板式电除尘器模拟电极的伏安特性

(1) 在断电条件下安装、调节放电装置。拉下供电系统最前面的低压供电闸刀,实验人员进入安全屏护内安装、调节平板电极和放电极。可以改变的几何参数有平行平板间的距离和相邻放电极线间的距离。例如,若极板长 1m,两板间的距离可取 200mm、300mm 和 400mm 等。若选定 3 根放电线,可将平板按横向分成三个等长分区,在每个分区中心挂一根放电线。若装 4 根、5 根线时,也按同样原则布置。先选定板间距为 200mm,挂 3 根放电线。

(2) 按照电路原理图连结高压引线、接地线及电压表、电流表等。

(3) 实验人员撤到安全屏护外,启动高压供电设备。启动顺序:闭合向控制路供电的 220 伏交流电的闸刀;转动控制器的电源开关到通的位置,低压绿色信号灯亮;将调压器手柄转到零位;按下高压启动电钮,这时高压红色信号灯亮,低压绿色信号灯灭,各个接通高压的部件均已带电。

(4) 转动调压器手柄,使电压缓慢升高。当高压电压表读数到 5kv 左右时,打开保护开关 K,记录电压表 V_2 和电流表 A_2 的读数。闭合保护开关 K,继续调高电压。每次升高 5kv 左右时,记录一组电压表(V_2)和电流表(A_2)的读数。当电极间出现火花放电时,立即停止升压,记录火花电压(V_s)。

(5) 转动调压器手柄,使电压下降到最低值。按下高压断开电钮,高压变压器的输入即被切断,高压红色信号灯灭,低压绿色信号灯亮。切断控制器的电源,低压绿色信号灯随之熄灭。拉下供电闸刀。

(6) 断电后的一段时间内,与高压线相连的各部件仍有残留电荷。手持放电棒的绝缘柄将其金属尖端接触可能有残留电荷的部件,使之放电。

(7) 将两平行平板的间距调到 300mm 和 400mm,仍挂 3 根电晕线。重复上述步骤,测定该两种几何参数下的伏安特性。

2. 研究板式电除尘器电压板间距一定时电晕电流与电晕线根数的关系

(1) 断开电源,板间调到 300mm,两板中间挂一根电晕线。按照上述方法将高压调到 60kv,测出电晕电流,关断高压。

(2) 保持板间距 300mm,依次挂放电线 3 根、5 根、7 根、9 根、11 根,在高压为 60kv 时,测量对应的电晕电流。

五、数据处理与分析

(1) 绘制板间距分别为 200mm、300mm、400mm 时的板 - 线放电装置的伏安特性曲线。

(2) 绘制板间距和电压固定时电晕电流与放电线根数的关系曲线。

前一组曲线宜绘在单对数坐标纸上,电晕电流改变范围大,应取值于按对数划分的轴上。

六、实验注意事项

(1) 学生进实验室做实验之前,必须先仔细阅读实验指导书,必要时可参阅有关教材和著作,明确为什么要做和如何做此实验。老师可适当检查提问,了解学生的准备情况。

(2) 学生按时进入实验室。进行实验时听从指导老师的安排,严格遵守操作规程,认真地如实地记录各种实验数据,不得抄袭他人的实验记录。实验后按要求认真书写实验报告。

(3) 学生使用贵重仪器之前,必须先熟悉该仪器的性能和操作

方法,并得到指导老师的许可,才能动用。不得擅自动用与本实验无关的仪器设备。

(4) 学生在实验中要注意安全,节约用水、电、药剂(或试剂),爱护实验仪器设备。遇有事故发生和仪器损失时,应立即报告指导老师,以便及时处理,凡损坏仪器,打破玻璃仪器者,填写报损单,按具体情节进行处理和赔偿。

(5) 本实验一些部件需加高电压,实验人员要切实注意安全。学生必须严格遵照指导教师的要求操作,人体离高压带电体的距离至少保持在 1.5 米以上,所有接地线必须牢固连结,高电压供电设备和通高电压的实验装置的外围必须装设安全屏护。

(6) 学生在实验完毕后,应清点整理好仪器用具,并按要求对仪器设备的使用情况进行登记。搞好卫生,经老师同意后,方可离开实验室。

七、思考题

- (1) 电晕放电的电流 - 电压关系是否符合欧姆定律?
- (2) 板 - 线电极配置中,当线距、电压一定时,电流怎样随板距改变?
- (3) 电晕起始电压与板间距有什么样的关系?

实验三 通风系统测定与评价

一、实验目的

通过本实验,了解通风系统测定方法,掌握通风系统评价指标及其通风系统评价方法。同时要求学生掌握通风系统组成要素和风速风量的测定方法。

二、实验原理

基于流体力学知识,气流速度在管道断面上的分布是不均匀的。由于速度的不均匀性,阻力分布也是不均匀的。因此必须在同一断面上多点测量气流速度,然后求出该断面的平均速度。由此根据通风系统评价标准确定其效果。

三、主要仪器及耗材

实验主要装置为风机、通风橱、风速仪等。

四、实验内容和步骤

1. 通风系统组成

主要包括有:进风系统、管道系统、动力系统、净化系统、排气系统等。

2. 通风系统评价标准

系统稳定性、风速风量、风质等等。

3. 测定方法

(1) 实验装置和仪器

通风橱和热球风速仪。

(2) 测定方法

用热球风速仪将通风橱分为 9 个部分,分别测其风速,记录数据,重复上述步骤,测三组数据,误差不超过 10%。

由流体力学可知,气流速度在管道断面上的分布是不均匀的。由于速度的不均匀性,阻力分布也是不均匀的。因此必须在同一断面上多点测量,然后求出该断面的平均值。

①矩形管道 可将管道断面划分为若干等面积的小矩形,测点布置在每个小矩形的中心,小矩形每边的比度为 200mm 左右,如图 3-1 所示。对于工业炉窑,其烟道的断面积较大,测点数按表 3-1

确定。

表 3-1 矩形烟道的分块和测点数

烟道断面积 (m^2)	等面积小块数	测点数
1 以下	2×2	4
1 ~ 4	3×3	9
4 ~ 9	4×3	12

②圆形管道 在同一断面设置两个彼此垂直的测孔,并将管道断面分成一定数量的等面积同心环,同心环的环数按表 3-2 确定。图 3-2 是划分为三个同心环的风管的测点布置图,其他同心环的测点可参考图 3-2 布置。

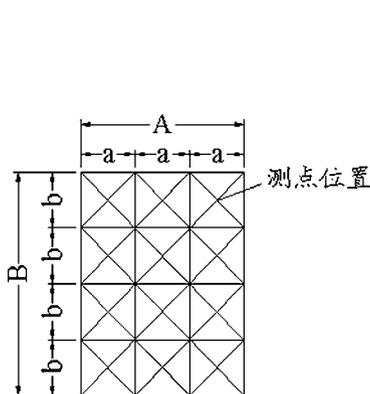


图 3-1 矩形风管测点布置图

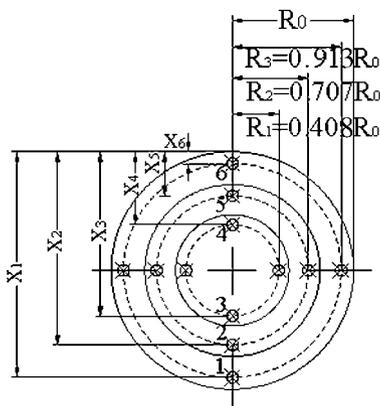


图 3-2 圆形风管测点布置图

对于圆形烟道其分环数按表 3-3 确定。

表 3-2 圆形风管的分环数

风管直径 D (mm)	≤ 300	300 ~ 500	500 ~ 800	850 ~ 1100	> 1150
划分的环数 n	2	3	4	5	6