



H 环境监测实验教程

UANJIANGJIANCE SHIYAN JIAOCHENG

郑力燕 王佳楠 王喆 主编

南开大学出版社

环境监测实验教程

郑力燕 王佳楠 王 喆 主编

南开大学出版社
天 津

图书在版编目(CIP)数据

环境监测实验教程 / 郑力燕, 王佳楠, 王喆主编.

—天津: 南开大学出版社, 2014.12

高等学校应用型环境专业实验教材

ISBN 978-7-310-04657-7

I. ①环… II. ①郑… ②王… ③王… III. ①环境监
测—实验—高等学校—教材 IV. ①X83—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 226903 号

版权所有 侵权必究

南开大学出版社出版发行

出版人: 孙克强

地址: 天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码: 300071

营销部电话: (022) 23508339 23500755

营销部传真: (022) 23508542 邮购部电话: (022) 23502200

北京楠梅印刷厂印刷

全国各新华书店经销

2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

260×185 毫米 16 开本 12 印张 296 千字

定价: 25.00 元

如遇图书印装质量问题, 请与本社营销部联系调换, 电话: (022) 23507125

内容提要

本书根据全国高等院校环境专业教学指导委员会制定的基本教学要求,参考了国家环保总局和国家环境监测总站颁布的最新方法标准,并在总结多年来环境监测实验教学和实际工作经验的基础上编制而成。

全书共分三部分:第一部分介绍分析化学实验基本知识和基本操作;第二部分为环境监测专业实验,共 38 个实验,涵盖地表水水质监测、饮用水水质监测、生活污水水质监测、工业废水水质监测、室外大气监测、室内空气监测、土壤监测、工业废渣监测、交通噪声监测、工业噪声监测和生物监测等方面的基本监测项目;第三部分为综合设计实验,共 3 个实验,作为拓展实验或设计实验,为培养学生综合动手能力以及组织配合的团队合作精神而设置。

本书可作为高等院校环境工程专业以及环境科学专业的实验教学用书,也可供有关专业及环保技术人员参考。

前 言

人们对环境的关注日渐增长，导致对环境分析的需求也日益明显。经济的日益发展不可避免地将会引起新的环境问题和大自然生态结构的新变化，而环境监测的任务就是通过对各种环境要素的分析，评价环境总体质量，预测人类活动引起的后果和影响，从而协调经济发展和环境的关系，为人类创造美好的生存环境。

本书的编写内容既反映全国高等院校环境专业教学指导委员会对环境工程和环境科学专业培养方案的基本要求，又结合了南开大学滨海学院培养应用型人才的办学宗旨，基于多年实际教学经验设置不同类别的实验项目，将基础理论、基本方法和实验技能最大程度地融合。教材在知识体系构建上更加注重培养学生的实际应用的专业技能，强调现代技术在环境监测中的应用；并在环境要素监测中突出方案制定、样品制备与数据整理等环节；在具体实验和操作中以环境监测行业标准和国家标准为依据，逐步完成由验证实验向综合实验的转化。

本书共分三大部分九章，主要包括绪论、化学实验基本知识、化学实验基本操作、水质监测、大气监测、土壤和固体废弃物监测、噪声监测、生物监测以及综合设计实验等内容。本书由南开大学滨海学院郑力燕（第1章、第4章、第9章）、王佳楠（第2章、第3章）和王喆（第5章、第6章、第7章、第8章）编写，全书由郑力燕统稿。南开大学滨海学院张延龙和李挺，天津市环境监测中心的郑浩和天津职业大学的张青撰写了部分章节并参与校稿工作。书稿写作和出版过程中，得到了南开大学滨海学院有关领导和同事的大力支持和帮助；特别是刘庆余教授对写作大纲的拟定和文稿写作均提出了具体意见和建议，在此一并致谢。

因编者水平和时间有限，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请读者给予批评指正，以便修订改进。

编者

2014年7月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 课程性质	1
1.2 课程内容	1
1.3 课程任务	2
1.4 课程要求	2

第一部分 分析化学实验基础知识和基本操作

第2章 化学实验基本知识	5
2.1 化学实验室的安全知识	5
2.1.1 实验室用水安全	5
2.1.2 实验室用电安全	5
2.1.3 实验室用火(热源)安全	6
2.1.4 实验室用气的安全	7
2.1.5 化学实验废液(物)的安全处理	7
2.1.6 化学实验室安全守则	8
2.2 实验室用水	9
2.2.1 蒸馏水	9
2.2.2 去离子水	9
2.3 常用玻璃仪器	10
2.4 化学试剂	11
2.4.1 化学试剂的分类	11
2.4.2 化学试剂的等级标准	14
2.4.3 化学试剂的取用	14
2.4.4 部分特殊试剂的存放和使用	15
2.4.5 化学试剂的保质期	16
2.4.6 常用化学试剂使用注意事项和事故处理	17
2.5 实验记录 and 数据处理	19
2.5.1 基础概念	19
2.5.2 实验数据的记录	20
2.5.3 分析结果的表示方法	21
2.5.4 有效数字及其运算规则	21

2.5.5 可疑数据的取舍	22
2.5.6 实验报告格式	23
第3章 化学实验基本操作	25
3.1 分析天平	25
3.1.1 托盘天平	25
3.1.2 电子天平	26
3.2 滴定分析	29
3.3 pH计	40
3.4 分光光度法	41

第二部分 环境监测专业实验

第4章 水质监测	47
4.1 地表水监测	47
4.1.1 地表水中色度的测定——铂钴比色法	47
4.1.2 地表水中浊度的测定——目视比浊法	49
4.1.3 地表水中溶解氧的测定——碘量法	51
4.1.4 地表水中高锰酸盐指数的测定——酸性高锰酸钾法	54
4.1.5 地表水中氟离子的测定——氟离子选择电极法	56
4.2 饮用水水质监测	59
4.2.1 饮用水中硬度的测定——EDTA滴定法	59
4.2.2 饮用水中铁的测定——邻菲罗啉分光光度法	61
4.2.3 饮用水中游离氯的测定——N, N-二乙基-1, 4-苯二胺分光光度法	63
4.2.4 饮用水中常见阴离子的测定——离子色谱法	66
4.2.5 饮用水中氟离子的测定——氟试剂比色法	68
4.3 生活污水水质监测	70
4.3.1 生活污水中悬浮物的测定——重量法	70
4.3.2 生活污水中化学需氧量的测定——重铬酸钾法	71
4.3.3 生活污水中五日生化需氧量的测定——稀释与接种法	74
4.3.4 生活污水中硫化物的测定——碘量法	80
4.3.5 生活污水中油的测定——重量法	82
4.4 工业废水水质监测	84
4.4.1 工业废水中碱度的测定——酸标准溶液法	84
4.4.2 工业废水中氨氮的测定——纳氏试剂比色法	86
4.4.3 工业废水中挥发性酚类的测定——4-氨基安替比林比色法	88
4.4.4 工业废水中六价铬的测定——二苯碳酰二肼分光光度法	92
4.4.5 工业废水中氰化物的测定——异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	94
第5章 大气监测	98
5.1 室外大气监测	98

5.1.1	大气降尘的测定——重量法	98
5.1.2	大气中 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的测定——重量法	100
5.1.3	大气中氮氧化物的测定——盐酸萘乙二胺分光光度法	103
5.1.4	大气中二氧化硫的测定——甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	108
5.2	室内空气监测	113
5.2.1	室内空气中甲醛的测定——酚试剂分光光度法	113
5.2.2	室内空气中氨的测定——次氯酸钠-水杨酸分光光度法	116
5.2.3	室内空气中苯系物的测定——固体吸附/热脱附-气相色谱法	119
5.2.4	室内空气总挥发性有机物 (TVOC) 的测定——气相色谱法	123
5.2.5	室内空气中氡的测定——活性炭盒法	125
第 6 章	土壤和固体废弃物监测	128
6.1	土壤监测	128
6.1.1	土壤中含盐量的测定——重量法	128
6.1.2	土壤中多氯联苯的测定——气相色谱法	129
6.1.3	土壤中总砷的测定——二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	131
6.2	工业废渣监测	134
6.2.1	工业废渣样品采集及样品制备	134
6.2.2	工业废渣中总铬的测定——硫酸亚铁铵滴定法	135
第 7 章	噪声监测	138
7.1	交通噪声的测定	138
7.2	工业噪声的测定	142
第 8 章	生物监测	144
8.1	生物样品中有机氮含量的测定——凯氏定氮法	144
8.2	蔬菜中有机磷农药残留量的测定——气相色谱法	146
第三部分 综合设计实验		
第 9 章	综合设计实验	153
9.1	地表水水质监测方案——某大学校园水质监测	153
9.2	环境空气监测方案——某大学校园空气质量监测	155
9.3	环境区域噪声监测方案——某大学校园环境噪声质量监测	156
附 录		158

第1章 绪论

1.1 课程性质

“环境监测实验”是环境类专业学生的一门必修课。滴定分析、天平称量、分光光度分析、电位分析等常用的分析方法是环境监测过程中常用的污染物分析方法。“环境监测实验”课程的主要特点就是实践性很强，若单纯靠课堂教学，往往很难掌握。而环境监测过程中的现场调查、布点、采样、样品前处理、保存、分析方法的选择、分析测试以及数据处理等环节，往往随着实际情况而定。因此环境监测课程一定要有实验实践环节配合，才能达到目的。

“环境监测实验”课程的基础课是“分析化学实验”，两者都是实践性很强的课程，对于环境类专业学生而言，两者的学习侧重点不同。“分析化学实验”更侧重于分析化学的基础操作训练，而“环境监测实验”则包括从采样布点到给出监测结果等一系列过程的综合训练，同时“环境监测实验”还包括除化学分析以外的生物污染因子和物理污染因子的监测。两门课程内容相互渗透、合理安排，才能取得很好的教学效果。

1.2 课程内容

目前，现行的各种环境监测实验教材虽然各有特色，但多以基本操作和验证性实验为主。本课程教学改革的指导思想就是逐步改变这种现状，坚持以应用性和面向社会需求为主，培养学生创新精神和实践能力为主，增加思考性、设计性和综合性实验，重视多媒体和计算机技术在实验教学中的应用。

实验教学应加强基础技能训练，强化实际分析问题、解决问题能力和创新能力的培养。本实验教材在编写过程中注意四个方面的改革。一是注重理论教学和实验教学的紧密联系，认真选择主干课程的知识点作为实验内容；二是注重社会需要，完善知识技能结构，将反映环境类专业发展趋势的新进展新成果补充进来；三是按照从简单到复杂、循序渐进的过程安排实验教学；四是注意基本实验与综合创新实验的合理比例结构，在环境类本科教学中以基本型实验为主。

环境监测实验内容采用“基础实验+专业实验+综合设计实验”三个层次相结合的结构体

系。基础实验的内容以分析化学的实验为主,着眼于培养本科生基础操作技能;专业实验主要讲授水体、大气、噪声、土壤固体废物等主要污染物的监测分析技术方法,包括样品处理、分析测试、数据处理等,着眼于本科生从事环境保护活动所需的专业技能培养;综合设计实验着眼于加强实践教学,拓宽学生的专业领域,提高竞争力。

1.3 课程任务

本课程的教学任务是通过不同类型的实验项目的学习,达到以下几个目的:

(1) 对环境监测和分析化学等理论课程中重要知识点的理解、验证、巩固和充实。通过实验内容不仅可以使理论知识具体化、形象化,而且能说明这部理论和规律的应用条件、使用范围和具体方法,较为全面的反映了环境监测研究的复杂性和多样化。

(2) 掌握正确的环境监测的操作技能。只有正确规范的操作,才能保证获得准确的数据和结果,从而得到正确的结论。

(3) 提高观察、独立分析和解决问题的能力。通过实验可以培养灵活运用理论知识和方法的能力,提高细致观察和分析实验现象、认真处理实验数据、善于归纳总结内容规律的研究素质,为学习后继课程和未来的科学研究及实际工作打下良好的基础。

(4) 培养严格、认真和实事求是的科学态度。科学的工作态度是指实事求是的作风,能忠于所观察的客观现象。当发现实验现象或结果与理论不相符时,应及时检查操作是否正确或所涉及的理论运用是否合适等。这些都是做好实验研究工作所必备的重要素质。

1.4 课程要求

环境监测实验课程主要从教师和学生两个层面出发,提出如下基本要求:

(1) 教师应根据社会需求,将环境监测新进展的内容融入课程,并结合学校特色来选择实验内容和组织教学工作,力求突出重点,合理衔接,精讲多练,注重能力培养。

(2) 学生在实验环节中,要树立实事求是的科学态度和严谨的工作作风,忠于自己所观察到的实验现象和调查数据,养成严肃、认真、细致、整洁的工作习惯。

(3) 学生应独立完成实验的整个过程,对实验各环节的重难点、基本原理、操作步骤、实验方法等做到心里有数,在独立完成实验的基础上,从专业的角度进行创新思维并主动发展在实际工作中对所学知识的创造性应用能力。

第一部分

分析化学实验基础知识和基本操作

第2章 化学实验基本知识

本章由五部分构成：化学实验室的安全知识、实验室用水、常用玻璃仪器、化学试剂以及实验记录和数据处理等。本章知识为分析化学基础，为后续基础实验和专业实验的顺利开展奠定必要的基础。

2.1 化学实验室的安全知识

在进行化学实验时，经常会用到水、电、气体和各种药品、仪器，如果不严格按照操作规程进行操作，不仅会造成实验失败，还可能会发生各种事故，因此化学实验室的安全工作非常重要。经过长期的化学实验工作积累，可以将实验室安全工作总结为通俗好记的七个字：水、电、门、窗、气、废、药。这七个字，涵盖了实验室工作中对水、电、气体、试剂、实验过程产生的废物处理和安全防范的关键。

2.1.1 实验室用水安全

实验过程中，尤其是冷凝实验，会大量地使用自来水，实验完毕后要及时关闭阀门，以免忘记。如遇突然停水，要立即关闭阀门，以防来水后跑水。离开实验室之前应再检查自来水阀门是否完全关闭。

2.1.2 实验室用电安全

1. 实验室用电注意事项

- (1) 所有电器必须由专业人员安装。
- (2) 不得私拉乱接电线。
- (3) 在使用电器时，先仔细阅读有关的说明书及资料，并按照要求去做。
- (4) 所有电器的用电量应与实验室的供电及用电端口匹配，绝不可超负荷运行，以免发生事故。

2. 发生触电事故的应急处理

如遇触电事故，应立即使触电者脱离电源——拉下电闸或用绝缘物将电源线拨开，千万不可徒手去拉触电者。同时，应立即将触电者抬至空气新鲜处，如电击伤害较轻则触电者短时间内可恢复知觉；若电击伤害严重或已停止呼吸，则应立即为触电者解开上衣并及时做人工呼吸并及时通知医院进行抢救。

2.1.3 实验室用火（热源）安全

目前，实验过程中使用的热源大多用电，但也有少数直接用明火。首先，不管采用什么形式获得热源都必须十分注意用火（热源）的规定及要求：

- (1) 使用燃气热源装置，应经常对管道或气罐进行检漏，避免发生泄漏引起火警。
- (2) 加热易燃试剂时，必须使用水浴、油浴或电热套，绝对不可使用明火。
- (3) 若加热温度有可能达到被加热物质的沸点，则必须加入沸石（或碎瓷片），以防暴沸伤人，实验人员不应离开实验现场。
- (4) 用于加热的装置，必须是规范厂家的产品，不可随意使用简便的器具代用。

如果在实验过程发生火灾，第一时间要做的是：将电源和热源（或煤气等）断开。起火范围小可以立即用合适的灭火器材进行灭火，但若火势有蔓延趋势，必须同时立即报警。常用的灭火器及其适用范围见表 2-1。

表 2-1 常用的灭火器及其适用范围

类型	药液成分	适用范围
酸碱式	H_2SO_4 、 NaHCO_3	非油类及电器失火的一般火灾
泡沫式	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NaHCO_3	油类失火
二氧化碳	液体 CO_2	电器失火
四氯化碳	液体 CCl_4	电器失火
干粉灭火	粉末主要成分为 Na_2CO_3 等盐类物质，加入适量润滑剂、防潮剂	油类、可燃气体、电器设备、文件记录和遇水燃烧等物品的初起火灾
1211	CF_2ClBr	油类、有机溶剂、高压电器设备、精密仪器等失火

在化学实验室的灭火中要慎用水，因为大部分易燃的有机溶剂都比水轻，会浮在水面上流动，此时用水灭火，非但不能灭火反而使火势扩大蔓延；还有的溶剂与水发生剧烈的反应产生大量的热能引起燃烧加剧甚至爆炸。

根据燃烧物质的性质，国际上统一将火灾分为 A、B、C、D 四类，必须根据不同的火灾原因，选择相应的灭火器材。火灾类别及其灭火器材的选用见表 2-2。

表 2-2 火灾类别及其灭火器材的选用

火灾类型	燃烧物质	灭火器材	注意事项（灭火效果）
A 类	木材、纸张、棉布等	水，泡沫式、酸碱式灭火器	酸碱式灭火器喷出的主要是水和二氧化碳气体，而泡沫式灭火器除了有水和二氧化碳气体外，同时喷出发泡剂，与水、二氧化碳混合在一起，形成被液体包围的细小气泡群，在燃烧物表面形成抗热性好的泡沫层，阻止燃烧气化和外界氧气的侵入
B 类	可燃烧液体（液态石油化工产品，食用油脂和涂料稀释剂等）	泡沫式灭火器	泡沫式灭火器，其作用如上述。B 类火灾还可以用二氧化碳灭火器和四氯化碳灭火器。注意：①使用二氧化碳灭火器时，人要站在上风处，以免二氧化碳中毒，手和身体不要靠近喷射管和套筒，以防低温（约 -70°C ）冻伤。另外，二氧化碳灭火器的有效喷射距离仅为 1.5~2 m。②四氯化碳灭火器：由于四氯化碳在高温下可能会转化为剧毒的光气，所以使用时应保持一定的距离（切记：不能用水和酸碱式灭火器）

续表

火灾类型	燃烧物质	灭火器材	注意事项（灭火效果）
C类	可燃性气体 (天然气、城市生活用煤气、沼气等)	干粉灭火器	干粉灭火器灭火时间短、灭火能力强（禁用水、酸碱式和泡沫式灭火器）
D类	可燃性金属 (钾、钠、钙、镁、铅、钛等)	砂土	严禁用水、酸碱式、泡沫式和二氧化碳灭火器灭火。扑灭D类火灾最经济有效的材料是砂土（注意消防用砂土应该清洗干净且放置在固定位置）。另外也可用偏硼酸三甲酯灭火剂和原位石墨灭火剂。偏硼酸三甲酯（TMB）灭火剂，因其受热分解，吸收大量的热量，并在可燃性金属表面生成氧化硼保护薄膜、隔绝空气。原位石墨灭火剂：由于它受热迅速膨胀，生成较厚的海绵状保护层，使燃烧区温度骤降，并隔绝空气，迅速灭火。

2.1.4 实验室用气安全

使用压缩气（钢瓶）时应注意：

- (1) 压缩气体钢瓶要有明确的外部标志，内置气体应与外部标志一致。
- (2) 搬运及存放压缩气体钢瓶时，一定要将钢瓶上的安全帽旋紧。
- (3) 搬运气瓶时，要用特殊的担架或小车，不得将手扶在气门上，以防气门被打开。气瓶直立放置时，要用铁链等进行固定。
- (4) 开启压缩气体钢瓶的气门开关及减压阀时，旋开速度不能太快，而应逐渐打开，以免气流过急流出，发生危险。
- (5) 瓶内气体不得用尽，剩余残压一般不应小于数百千帕，否则将导致空气或其他气体进入钢瓶，再次充气时将影响气体的纯度，甚至发生危险。

2.1.5 化学实验废液（物）的安全处理

由于化学实验室的实验项目繁多，所使用的试剂与反应后的废物也大不相同，对一些毒害物质不能随手倒在水槽中。例如：氰化物的废液，若倒入强酸的介质中将立即产生剧毒的HCN，故此，一般将含有氰化物的废液倒入碱性亚铁盐溶液中使转化为亚铁氰化物盐类，再作废液集中处理。又如重铬酸钾标准溶液是常用标准溶液之一，剩的重铬酸钾溶液应将其转化为三价铬再作废液处理，决不允许未经处理就倒入下水道。根据国家标准 GB8978-1996《污水综合排放标准》，第一类污染物指能在环境或动物体内蓄积，对人体产生长远影响的污染物，它们允许排放的浓度是作了严格规定的，如附录 12 所示。

1. 含汞盐废液的处理

将废液调至 pH 8~10，加入过量的硫化钠，使其生成硫化汞沉淀，再加入共沉淀剂硫酸亚铁，生成的硫化铁吸附溶液中悬浮的硫化汞微粒而生成共沉淀。弃去清液，残渣用焙烧法回收汞，或再制成汞盐。

2. 含砷废液的处理

加入氧化钙, 调节 pH 为 8, 生成砷酸钙和亚砷酸钙沉淀。或调节 pH 为 10 以上, 加入硫化钠与砷反应, 生成难溶低毒的硫化物沉淀。

3. 含铅、镉废液的处理

用消石灰将 pH 调节至 8~10, 使 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 生成 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 沉淀, 加入硫化亚铁作为共沉淀剂, 使之沉淀。

4. 含氰废液的处理

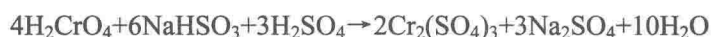
用氢氧化钠调节 pH 值为 10 以上, 加入过量的高锰酸钾 (3%) 溶液, 使 CN^- 氧化分解。如 CN^- 含量高, 可加入过量的次氯酸钙和氢氧化钠溶液。

5. 含氟废液的处理

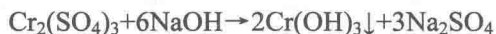
加入石灰生成氟化钙沉淀。

6. 含 Cr^{6+} 废液的处理

我国环境保护有关规定, Cr^{6+} 最高允许排放浓度为 0.5 mg/L, 而有些国家往往限制到 0.05 mg/L。常用化学还原法处理 Cr^{6+} , 还原剂可用亚硫酸氢钠。



铬酸盐被还原后, 应使用氢氧化钠将铬酸盐转化成氢氧化铬从水中沉淀下来再另作处理。



2.1.6 化学实验室安全守则

由于化学实验室一般都存放有化学试剂、易燃易爆气体、有机溶剂等, 因此, 必须十分重视实验室的安全防范工作。对所有在实验室工作的人员和上实验课的学生, 都必须进行安全教育, 使所有人员都知道如何安全地进行工作和学习, 更应该知道当事故发生时, 应如何面对和采取怎样的应急措施。

实验室的安全十分重要, 为使大家都有一个安全的工作和学习环境, 所有人员必须遵守实验室的规则:

(1) 学生应按教学计划与课程安排进入实验室做实验, 必须带好记录本和报告纸。

(2) 实验课前必须做好预习, 必须熟悉实验内容, 明确实验目的、要求、方法及有关注意事项, 写好预习报告, 依照实验指导做实验。不做预习和无故迟到不得进入实验室做实验。

(3) 进入实验室后应立即更换实验服, 服从教师指导, 在规定位置做实验。遵守课堂纪律, 不得旷课迟到, 实验室内要保持安静、不许擅自离开岗位。

(4) 实验过程中要爱护仪器、节约药品; 取完药品要盖好瓶盖; 仪器破损要及时报损; 实验中发生错误, 需经教师同意后方可重做。

(5) 所有实验室数据要及时如实地记录在专用实验记录纸上, 严禁随意杜撰和拼凑数据。要认真保存记录, 不得随意乱丢。实验结束后要经教师审阅签字。

(6) 注意保持实验室桌面、地面、水池的清洁, 公用仪器、药品用完要放回原处。

(7) 实验室内禁止饮食、吸烟, 不能以实验容器代替水杯、餐具使用, 防止试剂入口,

实验结束后应洗手。

(8) 不得将与实验无关的物品带入实验室, 书包、衣物应放在指定地点。不得将实验仪器、药品随意带出实验室。

(9) 使用浓酸、浓碱或其他具有强烈腐蚀性的试剂时, 操作要小心, 防止溅伤和腐蚀皮肤、衣物等。对易挥发的有毒或有强烈腐蚀性的液体或气体, 应在通风橱中操作。

(10) 废液、废渣不得倒入水池内, 应回收或加以特殊处理。

(11) 实验结束后, 将仪器设备、用具放归原处, 将实验场地周围环境整理干净, 经教师检查合格后, 方可离开实验室。值日生要做好清洁卫生工作, 检查实验室安全, 对水、电、门、窗、气进行详细检查。

(12) 熟悉灭火器材、砂箱的放置地点和使用方法。

2.2 实验室用水

分析化学实验应使用纯水, 一般是蒸馏水或去离子水。有的实验要求用二次蒸馏水或更高规格的纯水(如: 电分析化学、液相色谱等实验)。纯水并非绝对不含杂质, 只是杂质含量极微而已。分析化学实验用水的级别及主要技术指标见表 2-3。

表 2-3 分析化学实验室用水的级别及主要技术指标 (GB 6682—2008)

指标名称	一级	二级	三级
pH 值范围 (25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率 (25℃) / $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$ ($\leq$)	0.01	0.10	0.50
可氧化物质[以 (O) 计]/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ($\leq$)	—	0.08	0.4
蒸发残渣[(105±2)℃]/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ($\leq$)	—	1.0	2.0
吸光度 (254 nm, 1cm 光程) ($\leq$)	0.001	0.01	—
可溶性硅[以 (SiO_2) 计]/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ($\leq$)	0.01	0.02	—

注: 由于在一级、二级纯度的水中, 难以测定真实的 pH 值, 因此, 对一级水、二级水的 pH 值范围不做规定; 由于在一级水的纯度下, 难以测定可氧化物质和蒸发残渣, 对其限量不做规定, 可用其他条件和制备方法来保证一级水的质量。

2.2.1 蒸馏水

通过蒸馏方法、除去水中非挥发性杂质而得到的纯水称为蒸馏水。同是蒸馏所得纯水, 其中含有的杂质种类和含量也不同。用玻璃蒸馏器蒸馏所得的水含有 Na^+ 和 SiO_2 等; 而用铜蒸馏器所制得的纯水则可能含有 Cu^{2+} 。

2.2.2 去离子水

利用离子交换剂去除水中的阳离子和阴离子杂质所得的纯水, 称之为离子交换水或“去离子水”。未进行处理的去离子水可能含有微生物和有机物杂质, 使用时应注意。化学分析法中, 除络合滴定必须用去离子水外, 其他方法均可采用蒸馏水。分析实验用的纯水必须注意保持纯净、避免污染。通常采用以聚乙烯为材料制成的容器盛载实验用纯水。