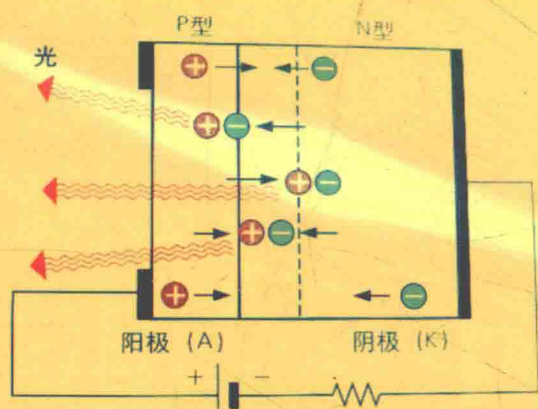


普通高等教育电子电气信息类应用型本科系列规划教材

光电测试技术

实验教程

田亮亮 胡 荣 蒲 勇 主 编
彭玲玲 滕柳梅 黎军军 闫恒庆 副主编



科学出版社

光电测试技术实验教程

主 编 田亮亮 胡 荣 蒲 勇
副主编 彭玲玲 滕柳梅 黎军军 闫恒庆

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书共3章。第1章介绍实验要求及安全注意事项。第2章系统地介绍实验数据处理与误差分析方法,并在此基础上介绍数据分析软件 Origin 与 Excel 的使用。第3章为实验部分,详细介绍X射线衍射实验、扫描电镜的操作、原子力显微镜技术、四探针测试技术、电化学传感测试技术、光谱电化学测试技术、太阳能电池测试技术、发光材料测试技术和光色测试技术。

本书可作为高等院校光信息科学与技术、信息显示与光电技术、光电信息工程、光电子材料与器件等专业本科生或研究生的实验教程,也可供相关专业教师、科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

光电测试技术实验教程 / 田亮亮, 胡荣, 蒲勇主编. — 北京: 科学出版社, 2017.1
普通高等教育电子电气信息类应用型本科系列规划教材

ISBN 978-7-03-051462-2

I. ①光… II. ①田…②胡…③蒲… III. ①光电检测-测试技术-高等学校-教材 IV. ①TN206

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 009310 号

责任编辑: 张 展 李小锐 / 责任校对: 韩雨舟

责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

* <http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年2月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017年2月第一次印刷 印张: 9.75

字数: 220千字

定价: 28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着光电技术的快速发展,光电材料与器件在新能源、半导体照明、光电传感、信息显示等领域的应用日趋广泛。因而,有关光电材料、器件的结构表征与性能测试就显示着尤为重要。

本书由重庆文理学院新材料技术研究院的老师共同编写而成,总结了编者长期的实践和教学经验,主要由3章组成。第1章介绍实验室规章制度、操作规范与安全注意事项等,由蒲勇、滕柳梅、闫恒庆共同编写。第2章为实验数据的分析与处理,主要涉及误差分析、Excel、Origin软件的介绍与实例运用,由胡荣、彭玲玲、黎军军共同编写。第3章为实验部分,精选了9个与光电研究领域密切相关的测试技术,其中X射线衍射与扫描电子显微镜表征技术由蒲勇编写,原子力显微镜技术由滕柳梅编写,四探针测试技术由阮海波编写,电化学传感器测试技术由田亮亮编写,光谱电化学测试技术由胡荣编写,太阳能电池性能测试技术由程江编写,发光材料测试技术与光色测试技术由彭玲玲编写。

本书的写作特点如下:

(1)从技术现状出发,注重与现代光电领域紧密结合,并与高等教育教学改革的理念相适应;

(2)注重内容的科学性、严谨性、先进性、实用性和针对性;

(3)与光电测试密切相关,详略得当。

本书可作为高等院校光信息科学与技术、信息显示与光电技术、光电信息工程、光电材料与器件等专业本科生或研究生的实验教程,也可作为相关专业科研人员和工程技术人员参考用书。

本书的出版得到了重庆文理学院教材项目资助,在此表示感谢。

限于编者的水平,书中难免存在疏漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

田亮亮

2017年2月于重庆文理学院

目 录

第1章 绪论	1
1.1 开课的意义和目的	1
1.1.1 开课的背景和意义	1
1.1.2 开课的目的	1
1.2 实验要求	1
1.2.1 实验室规章制度	1
1.2.2 实验准备要求	2
1.2.3 实验注意事项	2
1.2.4 实验预习报告和实验报告的格式要求	3
1.3 安全注意事项	5
1.3.1 化学药品使用安全	5
1.3.2 安全用电	8
1.3.3 安全用气	9
1.3.4 X射线防护	12
第2章 数据处理方法	15
2.1 Origin 软件简介	15
2.1.1 Origin 7.5 主要结构体系	15
2.1.2 Origin 的工作界面、基本编辑命令以及 Tools 工具	16
2.1.3 图形的绘制和设置	19
2.1.4 数据处理与拟合	22
2.2 Excel 的使用	25
2.2.1 Excel 软件相关功能的介绍	25
2.2.2 Excel 的数据运算	27
2.2.3 Excel 的表格绘制	30
2.2.4 Excel 的图形绘制	32
2.2.5 Excel 的数据统计与分析	37
2.3 误差分析与数据处理	47
2.3.1 误差分析	47
2.3.2 误差的基本性质	51
2.3.3 测试结果分析	57
第3章 实验部分	63
3.1 X射线衍射仪的认识与表征	63
3.1.1 实验目的	63

3.1.2	实验原理	63
3.1.3	仪器与试剂	66
3.1.4	实验步骤	67
3.1.5	实验注意事项	68
3.1.6	思考题	68
3.2	扫描电子显微镜及能谱仪的认识与表征	77
3.2.1	实验目的	77
3.2.2	实验原理	77
3.2.3	仪器与试剂	83
3.2.4	实验步骤	83
3.2.5	实验注意事项	84
3.2.6	思考题	85
3.3	原子力显微镜技术及应用	86
3.3.1	实验目的	86
3.3.2	实验原理	86
3.3.3	仪器与试剂	89
3.3.4	实验步骤	89
3.3.5	实验案例	90
3.3.6	实验问题与分析	93
3.3.7	实验注意事项	94
3.3.8	思考题	94
3.4	四探针测试仪测量薄膜的电阻率	98
3.4.1	实验目的	98
3.4.2	实验原理	98
3.4.3	仪器与试剂	102
3.4.4	实验步骤	104
3.4.5	结果分析	107
3.4.6	实验注意事项	107
3.4.7	思考题	108
3.5	电化学传感器的信号采集及数据分析	110
3.5.1	实验目的	110
3.5.2	实验原理	110
3.5.3	试剂与仪器	112
3.5.4	实验步骤	112
3.5.5	实验注意事项	114
3.5.6	思考题	114
3.6	光谱电化学测定极化子的稳态吸收光谱	119
3.6.1	实验目的	119
3.6.2	实验原理	119

3.6.3	仪器和试剂	121
3.6.4	实验步骤	122
3.6.5	结果分析	126
3.6.6	实验注意事项	128
3.6.7	思考题	128
3.7	太阳能电池性能测试	129
3.7.1	实验目的	129
3.7.2	实验原理	129
3.7.3	仪器与试剂	133
3.7.4	实验步骤	133
3.7.5	实验注意事项	134
3.7.6	思考题	134
3.8	发光材料测试技术	135
3.8.1	实验目的	135
3.8.2	实验原理	135
3.8.3	仪器与试剂	137
3.8.4	实验步骤	137
3.8.5	实验注意事项	139
3.8.6	思考题	139
3.9	光色测试技术	140
3.9.1	实验目的	140
3.9.2	实验原理	140
3.9.3	仪器与试剂	142
3.9.4	实验步骤	143
3.9.5	实验注意事项	143
3.9.6	思考题	143
参考文献		145

第1章 绪论

1.1 开课的意义和目的

1.1.1 开课的背景和意义

本课程系统介绍了有关光电测试技术的各种仪器分析方法、原理及应用，仪器装置结构等，并介绍了光电材料检测中常用测试技术。作为光电材料与器件卓越工程师实验班的学生，了解并掌握这些常用测试技术属于必备技能。

1.1.2 开课的目的

(1) 让学生掌握光电材料主要分析技术方法的基本原理，仪器的简单结构和应用，了解较先进的材料分析方法和应用。

(2) 培养学生根据目的和要求，结合各种仪器分析方法的特点和应用范围，选择适宜的方法解决相应问题的能力，为后续课程的学习和今后的科研工作打下坚实的基础。

(3) 培养学生的动手能力、观察能力、逻辑思维能力、想象能力、表达能力和处理实验结果的能力。

(4) 培养学生课前预习实验内容，了解实验仪器的习惯，养成勤奋学习、求真务实的科学精神。

1.2 实验要求

1.2.1 实验室规章制度

(1) 学生实验前必须认真阅读实验指导书，熟悉实验内容，明确实验目的、要求和注意事项。

(2) 学生进入实验室，应注意个人卫生，不得将食物等带入室内，保持环境整洁，不得高声喧哗和打闹，不得抽烟、喝酒和随地吐痰，注意举止文明。

(3)实验过程中必须注意安全,防止人身伤害和设备事故的发生。若发生意外事故需立即切断电源,及时向指导教师报告,并保护现场,不得自行处置。经指导教师查明原因排除故障后,方可继续实验。

(4)进行实验时应严肃认真、专心细致,严格遵守安全操作规程,认真记录实验数据,服从指导教师的安排。

(5)实验时应爱护仪器设备、节约实验材料,未经许可不得使用与本实验无关的仪器设备和其他物品,不得将任何附件带出实验室。

(6)实验完毕,要办好仪器交接和归还手续,做好台面及周边卫生,由指导教师检查仪器设备、材料和实验记录,经指导老师同意后方可离开。

(7)实验完成后要认真分析实验结果,处理实验数据,完成实验报告,总结实验效果。

(8)对违反实验规章制度和操作规程、擅自动用与本实验无关的仪器设备、私自拆卸仪器等造成事故和损失的,须写出书面检查,视情节轻重进行处理。

1.2.2 实验准备要求

(1)遵守实验室的各项规章制度,了解消防设施和安全通道的位置。

(2)实验前要认真预习实验教材,理解实验原理,掌握仪器设备使用规则,了解实验步骤,探寻影响实验结果的关键环节,做好必要的预习笔记。未预习者不得进行实验。

(3)实验者要准备好记录本,在记录本上拟定好实验方案和操作步骤,预先记录必要常识与计算公式。

(4)实验前,由指导教师对实验原理和结构进行必要的讲解,并检查学生对实验内容的预习情况,必要时先由指导教师进行演示试验后,经指导教师许可方可进行实验。

1.2.3 实验注意事项

(1)特殊实验仪器和药品,要向教师领取,完成试验后立即归还。

(2)在老师的现场指导下进行实验,严格按仪器操作规程进行,禁止私自更改仪器的各项设置。实验完毕,由实验老师检查仪器后方可离开实验室。

(3)在实验过程中,实验室应保持安静,保持实验场所整洁。人人都应遵守实验室管理规定,养成良好的科学态度和实验习惯。使用药品、试剂、水、电、气等都应本着节约原则,不得浪费。

(4)实验过程中要认真观察实验现象,实验中所有测试数据必须随时记在专用的记录本上,不得随意涂改。准确记录实验数据和分析实验结果,注意手脑并用,积极思考,善于发现和解决实验过程中出现的问题,养成良好的实验习惯。

(5)实验中发现异常情况或遇到故障应及时排除,实验者本人不能排除时,应立即报

告指导教师或工作人员,及时采取应对措施。

(6)实验结束后按要求关好水电气,将仪器复原。打扫好室内卫生,结束工作检查合格后,将实验数据交指导教师检查签字,方可离开实验室。

1.2.4 实验预习报告和实验报告的格式要求

1. 实验预习报告

实验预习是实验课程的一个必要阶段,对学生全面认识和了解新的实验项目具有重要的意义。预习报告作为检验学生是否认真进行实验准备的手段,可以作为评定实验成绩的一个重要依据,并且规定没有预习实验的学生不能进行某些实验操作。对于实验预习的具体要求和相关说明如下:

(1)实验预习报告在实验前由实验教师检查,并最终与实验报告一同按时上交。

(2)实验预习最常见的形式是纸质手写实验预习报告。预习报告不同于总结性的实验报告,因此可以采取灵活的书写样式,但基本上应包括学生个人信息、实验时间和地点、实验项目名称、实验目的、实验原理、实验内容和步骤、实验要求和注意事项七大部分。在书写规范上要求书面整洁,条理清晰,内容描述尽可能具体详细。

(3)清楚把握实验预习的重点。在明确实验目的和实验名称的前提下,根据不同的实验目的把握不同的预习侧重点,这其中包括实验原理、实验操作步骤、仪器结构和操作要领、安全注意事项、数据分析方法等方面。

(4)在进入实验室之前,学生需要仔细阅读实验内容和牢记实验注意事项,也可积极参考网上实验学习辅导,必要时查阅相关资料,帮助理解实验原理,了解实验仪器和实验方法,明确实验目的。预习中如遇到疑问,应及时记录下来,带着问题进入实验室,认真倾听实验教师讲解示范,在讨论、思考和实验中解答疑问,并按照实验步骤动手操作完成整个实验过程。

实验预习报告范例

课程名称: _____

实验项目名称: _____

实验时间: _____

学生姓名: _____

学生学院、年级与专业: _____

实验教师: _____

(一)实验目的与要求

A. 实验目的

1. ××××××

2. ××××××

B. 实验要求和注意事项

1. ××××××

2. ××××××

(二)实验原理及仪器介绍

(预习实验内容, 查阅相关资料, 用自己的语言叙述与实验相关的原理、公式; 介绍仪器的大致结构和对应部分的功能。此部分内容应尽可能详细、内容连贯, 但不能照抄实验讲义)

(三)实验内容与步骤

A. 实验内容

(光电测试技术实验要求学生通过对样品的测试, 了解仪器的相关知识, 掌握测试仪器和相关应用软件的使用方法, 因此实验内容应包括对测试样品的前期处理、测试样品的固定和放置、测试软件的使用、测试数据的分析等)

B. 实验步骤

1. ××××××

2. ××××××

(四)预习中遇到的问题

1. ××××××

2. ××××××

(五)实验数据或实验相关记录

2. 实验报告

实验报告是对实验深度认识和学习之后的一次全面总结。学生通过前期的预习、实验室现场操作或观摩, 形成了直观的测试情境, 加深了对实验目的、实验原理、实验操作、数据处理等部分的理解, 最后以书面报告的形式整理和汇报出来。与预习报告不同, 实验报告应该是经过思考和凝练之后的结果, 因此语言要尽可能概括和简练且能表达原意, 避免冗长的表述, 报告的重点集中在数据处理和分析讨论上。具体的要求如下:

(1)学生需在规定的时间内独立完成实验报告, 不得抄袭他人结果。

(2)实验报告要求一律手写, 不接受打印形式, 并与预习报告一同上交。

(3)实验报告要求字迹清晰, 书写规范, 数据图表清晰明白, 不得随意删改。

(4)对需要计算机绘制的图表, 可打印附在实验报告后, 但数据结果分析和讨论部分仍需手写。

(5)尝试回答实验讲义后针对实验提出的思考题。

实验报告范例

课程名称: _____

实验项目名称: _____

实验教师: _____

学生姓名: _____

学生学院、年级与专业: _____

实验时间: _____

报告提交时间: _____

一、实验目的

1. ××××××

2. ××××××

二、实验原理

(不同于预习报告,实验报告中实验语言要简练,内容要概括)

三、实验步骤

1. ××××××

2. ××××××

四、实验结果与数据分析讨论

1.3 安全注意事项

在实验室里,安全是非常重要的,它常常潜藏着发生爆炸、着火、中毒、灼伤、割伤、触电等事故的危险。因此实验人员应学习如何防止这些事故的发生以及发生后如何进行紧急处理。

1.3.1 化学药品使用安全

实验室中的化学药品主要是指在化学试验、化学分析、化学研究及其他试验中使用的各种纯度等级的化合物或单质。化学药品容易受到温度、光辐照、空气和水分等外在因素的影响而发生潮解、霉化、变色、聚合、氧化、挥发、升华和分解等物理化学变化。因此在使用化学药品过程中应时刻保持高度警惕,做好必要的防护措施,以免造成不必要的人身伤害和财产损失。

1. 化学药品的分类

依据《GB13690—2009 化学品分类和危险性公示通则》,我国将危险化学品按照其危

险性划分为以下 8 类:

1) 爆炸品

本类化学品指在外界(如受热、摩擦、撞击等)作用下,能发生剧烈的化学反应,瞬时产生大量的气体和热量,使周围压力急骤上升,发生爆炸,对周围环境造成破坏的物品,不包括无整体爆炸危险,但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物品。

2) 压缩气体和液化气体

压缩气体和液化气体指压缩、液化或加压溶解的气体,并符合下述两种情况之一者:①临界温度低于 50℃,或在 50℃时,其蒸气压力大于 294 kPa 的压缩或液化气体;②温度在 21.2℃时,气体的绝对压力大于 257 kPa,或在 54.4℃时,气体的绝对压力大于 715 kPa 的压缩气体;或在 37.8℃时,雷德蒸气压力大于 275 kPa 的液化气体或加压溶解气体。本类物品当受热、撞击或强烈震动时,容器内压力会急剧增大,致使容器破裂爆炸,或导致气瓶阀门松动漏气,酿成火灾或中毒事故。

按其性质分为以下三项:①易燃气体;②不燃气体(包括助燃气体);③有毒气体。

3) 易燃液体

易燃液体指闭杯闪点等于或低于 61℃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体,但不包括由于其危险性已列入其他类别的液体。本类物质在常温下易挥发,其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物。

4) 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品

该类物品易于引起和促成火灾。按其燃烧特性分为以下三项:①易燃固体:指燃点低,对热、撞击、摩擦敏感,易被外部火源点燃,燃烧迅速,并可能散发出有毒烟雾或者有毒气体的固体;②自燃物品:指自燃点低,在空气中易于发生氧化反应,放出热量,而自行燃烧的物品;③遇湿易燃物品:指遇水或受潮时,发生剧烈化学反应,放出大量的易燃气体和热量的物品。有些不需明火,即能燃烧或爆炸。

5) 氧化剂和有机过氧化物

该类物品具有强氧化性,易引起燃烧、爆炸。按其组成为以下两项:①氧化剂指处于高氧化态,具有强氧化性,易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的无机物,其本身不一定可燃,但能导致可燃物的燃烧;与粉末状可燃物能组成爆炸性混合物,对热、震动或摩擦较为敏感。按其危险性大小,分为一级氧化剂和二级氧化剂。②有机过氧化物指分子组成中含有过氧键的有机物,其本身易燃易爆、极易分解,对热、震动和摩擦极为敏感。

6) 毒害品和感染性物品

本类物品指进入肌体后,累积达一定的量,能与体液和组织发生生物化学作用或生物物理学作用,扰乱或破坏肌体的正常生理功能,引起暂时性或持久性的病理改变,甚至危及生命的物品。具体指标为经口: $LD_{50} \leq 500 \text{ mg/kg}$ (固体), $LD_{50} \leq 2000 \text{ mg/kg}$ (液体); 经皮(24 h 接触): $LD_{50} \leq 1000 \text{ mg/kg}$ (固体); 吸入: $LC_{50} \leq 10 \text{ mg/L}$ (粉尘、烟雾)。该类分为毒害品、感染性物品两项。其中毒害品按其毒性大小分为一级毒害品和二级毒

害品。

7) 放射性物品

该类物品的分项方法很多,比较常用的有以下几种:

(1)按物理形态分项。①固体放射性物品:如钴 60、独居石等;②粉末状放射性物品:如夜光粉、铈钠复盐等;③液体放射性物品:如发光剂、医用同位素制剂磷酸二氢钠-P32 等;④晶粒状放射性物品:如硝酸钍等;⑤气体放射性物品:如氩 85、氡 41 等。

(2)按放出的射线类型分项。①放出 α 、 β 、 γ 射线的放射性物品:如镭 226;②放出 α 、 β 射线的放射性物品:如天然铀;③放出 β 、 γ 射线的放射性物品:如钴 60;④放出中子流(同时也放出 α 、 β 或 γ 射线中的一种或两种)的放射性物品:如镭-铍中子流,钋-铍中子流等。

(3)按放射性大小分为一级放射性物品、二级放射性物品、三级放射性物品。

8) 腐蚀品

腐蚀品是指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。与皮肤接触在 4h 内可见皮肤坏死现象,或温度在 55℃ 时,对 20 号钢的均匀年腐蚀率超过 6.25 mm/a 的固体或液体。该类按化学性质分为三项:①酸性腐蚀品;②碱性腐蚀品;③其他腐蚀品。按其腐蚀性的强弱又细分为一级腐蚀品和二级腐蚀品。

2. 化学药品使用中容易产生的危害

(1)腐蚀性化学药品损伤或烧毁皮肤。

(2)易燃化学危险品因一些日常动作,如开关电源、穿脱衣服而引起燃烧或爆炸。

(3)配制、使用化学药品不当引起爆炸或者液体飞溅。

(4)随意倾倒化学废液导致环境污染等实验事故。

3. 化学药品使用中的安全注意事项

(1)使用化学药品前,要详细查阅有关该化学药品的使用说明,充分了解化学药品的物理和化学特性。

(2)严格遵照操作规程和使用方法,避免对自己和他人造成危害。

(3)佩戴合适的个人防护器具,在通风橱中操作实验。

(4)实验中不得擅自离开岗位。

(5)了解化学药品的使用、保存、安全处理和废弃的程序。

(6)清楚工作的地方所用的危害性物质,了解它们对身体健康造成的危害,注意采取相应的预防措施。清楚当接触到化学危险品产生损伤时应采用的应急措施并有所准备。

(7)从事化学类有毒有害物质的工作可享受适当级别的营养保健。

(8)化学危险品使用过程中一旦出现事故,应及时采取相应控制措施,并及时向有关老师和部门报告。

4. 化学药品使用中的紧急事故处理办法

- (1)通知事故现场人员,穿戴防护设备,包括防护眼镜、手套和防护衣等。
- (2)避免吸入溅出物产生的气体,将溅出物影响区域控制在最小范围。
- (3)用合适的化合物去中和、吸收无机酸。
- (4)收集残留物并放置在容器内,当作化学废弃物处理。

1.3.2 安全用电

实验室是用电比较集中的地方,人员多、设备多、线路多,安全用电是一个非常重要的问题。实验室常用电为 50 Hz, 220 V/380V 的交流电。220 V/380V 电的危险性主要是在于电击和电灼烧。人体通过 1 mA 的电流,便有发麻或针刺的感觉,10 mA 以上人体肌肉会强烈收缩,25 mA 以上则呼吸困难,就有生命危险,直流电对人体也有类似的危险。违章用电可能造成人员伤亡、火灾、损坏仪器设备等严重事故。

1. 用电中容易产生的危害

- (1)被电击导致受伤甚至死亡。
- (2)电路短路导致爆炸和火灾。
- (3)电弧或电火花点燃易燃物品或者引爆具有爆炸性的材料。
- (4)冒失地开启或操作仪器设备导致仪器设备的损坏、身体受伤。
- (5)电器过载使机器损坏、断路或燃烧。

2. 用电中的安全注意事项

(1)当手、脚或身体沾湿或站在潮湿的地板上时,切勿启动电源开关、触摸电器用具。

(2)禁止用湿抹布擦拭电气设备,只能在拉闸或拔出插头后才能进行。

(3)经常检查电线、插座或插头,一旦发现损毁要立即更换。

(4)电炉、高压灭菌锅等用电设备在使用过程中,使用人员不得离开。

(5)电器用具要保持清洁、干燥和良好的情况下使用,清理电器用具前要将电源切断。

(6)在使用移动电动工具时若有漏电、震动异常异声、过热时,应立即停用,找专业检修者修理,切勿私自拆修。

(7)切勿带电插、接电气线路及维修设备。

(8)非电器施工专业人员,切勿擅自拆、改电气线路。

(9)使用电器时,应注意输电网所规定的电压与所允许通过最大电流强度,切勿将 110 V 的电器插入 220 V 的插座,工业用电的电器插入民用照明插座中。

(10)不要在一个电源插座上通过转接头连接过多的电器。

(11)禁止在插座、开关、电线上挂任何物品,禁止任意加大更换保险丝。

(12)不要擅自使用大功率电器,如有特殊需要必须与学校主管部门联系。

(13)实验室内禁止私拉电线。

(14)若仪器中有高压电部分,应有防护、警示标识,标示“高压危险”处,禁止未经许可擅自进入。

(15)手持用电设备,如手电钻、电烙铁、去湿机、电吹风、电炉等,极易引起人身安全事故,应特别注意防范。

(16)电气仪器设备的金属外壳,应有保护接地(单相 220 V)、接零(三相 380 V)。应经常检查接地有否折断,螺丝是否松动,有否腐蚀现象。

3. 用电中紧急事故处理办法

(1)发现电器设备及线路冒烟失火,应立即切断电源,迅速用灭火器进行灭火,切忌用水灭火。

(2)发现插头、插座、电线发热,应切断电源,找专业人员处理。

(3)发现有人触电,应立即切断电源并用绝缘物将触电者与漏电处脱离,把触电者移到室外,进行人工呼吸抢救,必要时立即与医疗单位联系。

1.3.3 安全用气

实验室中会用到各种压缩气体,在使用过程中我们应了解各种气体的理化性能并增强安全意识。在实验室可以使用气体钢瓶直接获得各种气体。气体钢瓶是储存压缩气体的特制的耐压钢瓶。使用时,通过减压阀(气压表)有控制地放出气体。由于钢瓶的内压很大(有的高达 15 MPa),而且有些气体易燃或有毒,所以在用钢瓶时要注意安全。

1. 常用高压气体的常识和防护知识

1)常用高压气体的种类

(1)压缩气体:氧、氢、氮、氩、氨、氦等。

(2)溶解气体:乙炔(溶于丙酮中,加油活性炭)。

(3)液化气体:二氧化碳、一氧化氮、丙烷、石油气等。

(4)低温液化气体:液态氧、液态氮、液态氩等。

2)常用高压气体的性质

(1)氧:无色、无嗅,比空气略重,助燃,助呼吸,阀门及管道禁油。氧气是强烈的助燃烧气体,高温下,纯氧十分活泼;当温度不变而压力增加时,可以与油类发生急剧的化学反应,并引起发热自燃,进而产生强烈爆炸。

(2)氢:无色、无味,比空气轻,易燃,易爆,禁止接触火源。氢气密度小,易泄

漏,扩散速度很快,易和其他气体混合。氢气与空气混合气的爆炸极限:空气中含量为18.3:59.0(体积比)。此时,极易引起自燃自爆,燃烧速度约为2.7m/s。

(3)氨:无色、有刺激性气味,比空气轻,易液化,极易溶于水、乙醇和乙醚。在高温时分解成氮气和氢气,有还原作用。有催化剂存在时可被氧化成一氧化氮。能灼伤皮肤、眼睛、呼吸器官的黏膜。

(4)氩:无色、无味的情性气体,对人体无直接危害,但在高浓度时有窒息作用。当空气中氩浓度增高时,先出现呼吸加速,注意力不集中,共济失调。继而出现疲倦乏力、烦躁不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐。液态氩可致皮肤冻伤,眼部接触可引起炎症。

(5)氮:无色、无味,不可燃气体,在空气中不会发生爆炸和燃烧,但在高浓度时有窒息作用。另外,如果是由高压气瓶中直接吸入氮气,其高流速会严重破坏肺部组织。大量及长时间吸入氮气可导致脑损伤甚至死亡。

(6)氮:无色、无嗅,比空气稍轻,难溶于水。空气中氮气含量过高,使吸入氧气分压下降,引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时,患者最初感胸闷、气短、疲软无力;继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳,称之为“氮酩酊”,可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度氮气时,患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。

(7)乙炔:无色、无嗅,比空气轻,易燃,易爆,禁止接触火源,具有麻醉作用。含有7%~13%乙炔的乙炔-空气混合气,或含有30%乙炔的乙炔-氧气混合气最易发生爆炸。乙炔和氯、次氯酸盐等化合物也会发生燃烧和爆炸。

(8)一氧化二氮(N_2O):又称笑气,无色,带芳香甜味,比空气重,助燃,具有麻醉兴奋作用,受热时可分解成为氧和氮的混合物,如遇可燃性气体即可与此混合物中的氧化合燃烧。

3) 用气注意事项及应急处理办法

(1)使用气体时,应保持良好的自然通风条件。

(2)操作人员必须经过专门培训,严格遵守操作规程。

(3)在使用有毒气体时,应做好呼吸系统及眼睛等的防护。

(4)如遇气体泄漏,应迅速脱离现场至空气新鲜处,保持呼吸道的畅通。

(5)如呼吸困难,应及时输氧,如呼吸停止,应立即进行人工呼吸,及时就医。

(6)遇气体爆炸和燃烧,应使用适宜其阻燃性质的灭火器。

2. 高压气瓶的安全使用和防护知识

1) 高压气瓶的标志

高压气瓶表面涂敷的字样内容、色环数目和涂膜颜色按充装气体的特性作规定的组合,是识别充装气体的标志。充装常用气体的高压气瓶标志见表1-3-1。