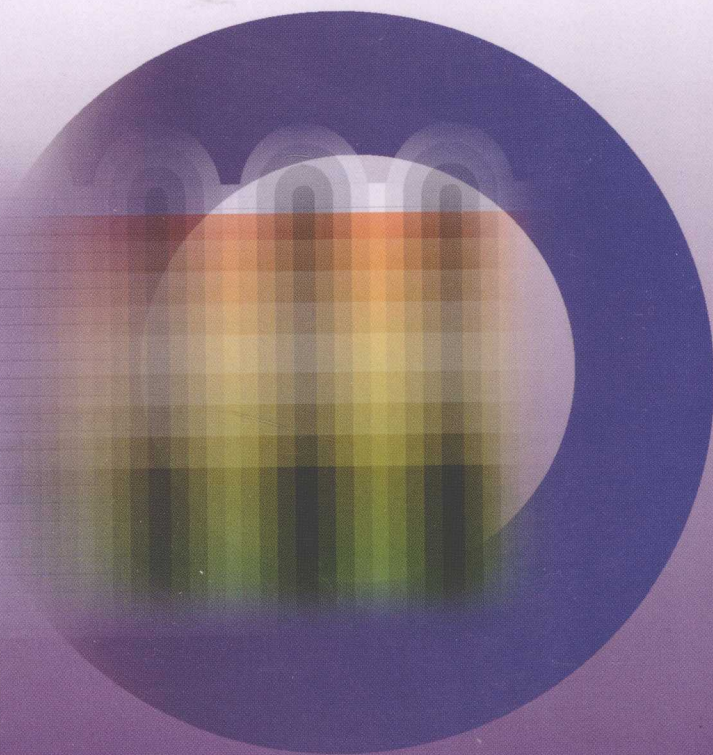


高等学校实验实训规划教材

# 安全工程

## 实践教学综合实验指导书

张敬东 余明远 等编



冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press

高等学校实验实训规划教材

# 安 全 工 程

## 实践教学综合实验指导书

张敬东 余明远 等编

北 京

冶金工业出版社

2009

## 内 容 提 要

本实验教材内容覆盖了安全工程专业基础课和专业课全部必做实验,包括普通化学、普通物理、电工电子、流体力学、工程力学、工程地质、安全人机工程、环境安全与职业卫生、通风除尘、应急救援以及安全检测等十一门课程的实验教学内容,是一本综合性的安全工程专业实验指导书。本书避免了各门课程分别开设实验所带来的重复,能够满足安全工程专业所修专业基础课和专业课实验教学的需求,对于安全工程专业学生实践能力和创新能力的培养将有积极的推动作用。

本书主要读者对象是高等院校安全工程专业学生、教师,也可供从事相关专业教学、科研等工作作为实验参考用书或者培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

安全工程实践教学综合实验指导书/张敬东,余明远等编. —北京:冶金工业出版社, 2009. 8

高等学校实验实训规划教材

ISBN 978-7-5024-4987-2

I. 安… II. ①张… ②余… III. 安全工程—高等学校—教学参考资料 IV. X93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 169198 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 朱华英 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4987-2

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2009 年 8 月第 1 版, 2009 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 17 印张; 449 千字; 260 页; 1-2000 册

38.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

# 前 言

---

安全工程是随着现代化工业迅速发展而逐渐形成的有关工业安全生产技术、安全管理、应急救援以及环境健康安全等的学科，它涉及较宽的学科体系，是一门综合性实践性较强的交叉科学，因此，培养从事安全工程的高级人才，除了要求其具有扎实的理论基础外，还必须拥有较高的实践创新能力。实验教学就是培养提高学生的实践创新能力的重要环节之一，它贯穿在安全工程本科专业培养体系的始终。

由于安全工程是近年来发展起来的新的学科，教材体系还不够完善，虽然已陆续出版一些课堂教学用书，但到目前为止还没有一本比较完整的包括安全工程专业所有基础课和专业课的实验教材正式出版，《安全工程实践教学综合实验指导书》就是在这种情况下应运而生的。

本实验教材内容覆盖了安全工程专业基础课和专业课全部必做实验，包括普通化学、普通物理、电工电子、流体力学、工程力学、工程地质、安全人机工程、环境安全与职业卫生、通风除尘、应急救援以及安全检测等十一门课程的实验教学内容，是一本综合性的安全工程专业实验指导书。本书避免了各门课程分别开设实验所带来的重复，能够满足安全工程专业所修专业基础课和专业课实验教学的需求，对于安全工程专业学生实践能力和创新能力的培养将有积极的推动作用。

本教材由张敬东提出编写提纲，由多位老师共同执笔编写完成。第1章由冯瑞香、余明远、黄晖编写；第2章由冯瑞香编写；第3章由余明远、艾汉华、黄晖等编写；第4章由陈宝安编写；第5章、第6章由余明远编写；第7章、第8章由张卫中编写；第9章由张敬东编写；第10章由彭兴文编写；第11章由姜威编写；第12章由余明远、陈宝安编写。全书由张敬东负责统稿，黄晖、郑重等参加了本教材部分章节的修订工作。本教材主要读者对象是高等院校安全工程专业学生、教师，也可供从事相关专业教学、科研等工作作为

实验参考用书或者培训教材。

本教材在编写过程中，参考了大量相关的实验指导书和文献资料，在此谨向这些作者表示感谢。由于水平所限，加之时间仓促，本教材中的不妥之处，恳请各位读者批评指正。

编 者  
2009 年 6 月

# 目 录

## 第一篇 基础实验部分

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第1章 实验基础理论 .....               | 1   |
| 第1节 化学实验基本要求、基本知识与基本操作技能 ..... | 1   |
| 第2节 测量误差与实验数据处理方法 .....        | 16  |
| 第2章 普通化学实验 .....               | 24  |
| 实验1 化学实验室规则及称量练习 .....         | 24  |
| 实验2 酸碱滴定 .....                 | 25  |
| 实验3 化学反应的摩尔焓变的测定 .....         | 27  |
| 实验4 由粗食盐制备试剂级氯化钠 .....         | 32  |
| 实验5 氧化还原反应 .....               | 35  |
| 实验6 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的制备及其性质 .....    | 37  |
| 实验7 由孔雀石制备五水硫酸铜 .....          | 39  |
| 第3章 普通物理实验 .....               | 41  |
| 实验1 基本长度测量与数据处理 .....          | 41  |
| 实验2 碰撞打靶实验 .....               | 46  |
| 实验3 示波器的使用 .....               | 49  |
| 实验4 用惠斯通电桥测量电阻 .....           | 56  |
| 实验5 数字万用表的使用 .....             | 61  |
| 实验6 数字电表改装与校准 .....            | 67  |
| 实验7 霍尔效应测量磁场 .....             | 77  |
| 实验8 气体相对压力系数的测量 .....          | 81  |
| 实验9 金属线胀系数的测定 .....            | 85  |
| 实验10 动态弹性模量的测定 .....           | 88  |
| 实验11 磁化曲线和磁滞回线 .....           | 93  |
| 实验12 非线性电路混沌现象研究 .....         | 97  |
| 实验13 透镜和透镜组参数的测量与研究 .....      | 100 |
| 实验14 迈克尔逊干涉仪的调节和使用 .....       | 104 |
| 实验15 分光计的调节与使用 .....           | 110 |
| 第4章 电工电子实验 .....               | 117 |
| 实验1 直流电路实验 .....               | 117 |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 实验 2 电路的瞬态分析 .....              | 118        |
| 实验 3 交流电路实验 .....               | 120        |
| 实验 4 三相电路实验 .....               | 122        |
| 实验 5 变压器实验 .....                | 124        |
| 实验 6 三相异步电动机实验 .....            | 126        |
| 实验 7 继电器—接触器控制实验 .....          | 127        |
| 实验 8 基本放大电路实验 .....             | 128        |
| 实验 9 集成运算放大器实验 .....            | 130        |
| 实验 10 直流稳压电源实验 .....            | 132        |
| <b>第 5 章 工程力学实验 .....</b>       | <b>134</b> |
| 实验 1 金属的拉伸实验 .....              | 134        |
| 实验 2 金属压缩实验 .....               | 139        |
| 实验 3 金属扭转试验 .....               | 141        |
| <b>第 6 章 流体力学实验 .....</b>       | <b>144</b> |
| 实验 1 水静压强实验 .....               | 144        |
| 实验 2 沿程水头损失实验 .....             | 147        |
| 实验 3 局部阻力实验 .....               | 149        |
| 实验 4 毕托管测速演示实验 .....            | 153        |
| <b>第 7 章 工程地质实验 .....</b>       | <b>156</b> |
| 实验 1 主要造岩矿物的认识和鉴定 .....         | 156        |
| 实验 2 常见变质岩的鉴定与认识 .....          | 157        |
| 实验 3 常见沉积岩的鉴定与认识 .....          | 159        |
| 实验 4 常见岩浆岩的鉴定与认识 .....          | 162        |
| 实验 5 双面尺法水准测量 .....             | 164        |
| 实验 6 隧道断面净空收敛与拱顶下沉量控监测 .....    | 167        |
| <b>第二篇 专业实验部分</b>               |            |
| <b>第 8 章 安全人机工程学实验 .....</b>    | <b>171</b> |
| 实验 1 注意分配实验 .....               | 171        |
| 实验 2 视觉、听觉刺激反应实验（声光反应时测定） ..... | 174        |
| 实验 3 动作稳定性实验 .....              | 177        |
| <b>第 9 章 职业卫生与环境安全实验 .....</b>  | <b>180</b> |
| 实验 1 噪声测量实验 .....               | 180        |
| 实验 2 振动测定实验 .....               | 185        |
| 实验 3 环境电磁强度测定实验 .....           | 187        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 实验 4 环境放射性测定实验 .....           | 189        |
| 实验 5 水中 COD 测定实验 .....         | 190        |
| 实验 6 室内空气中挥发性有机物(VOCs)测定 ..... | 193        |
| <b>第 10 章 通风除尘实验 .....</b>     | <b>196</b> |
| 实验 1 大气粉尘浓度的测定 .....           | 196        |
| 实验 2 粉尘物理化学特性实验 .....          | 198        |
| 实验 3 气体有毒有害成分测定实验 .....        | 203        |
| 实验 4 大气压力、温度、湿度及风速测定实验 .....   | 204        |
| 实验 5 扇风机特性测定 .....             | 207        |
| 实验 6 通风阻力、风阻、阻力系数测定 .....      | 209        |
| <b>第 11 章 应急救援实验 .....</b>     | <b>214</b> |
| 实验 1 矿山自救器设备的使用 .....          | 214        |
| 实验 2 矿山氧气呼吸器的使用 .....          | 218        |
| 实验 3 矿山苏生器的使用 .....            | 225        |
| 实验 4 现场急救 .....                | 228        |
| <b>第 12 章 安全检测实验 .....</b>     | <b>232</b> |
| 实验 1 煤的甲烷吸附量测定方法(高压容量法) .....  | 232        |
| 实验 2 光干涉甲烷检定器的检定 .....         | 237        |
| 实验 3 气相色谱气体成分分析 .....          | 242        |
| 实验 4 煤尘爆炸性鉴定演示实验 .....         | 244        |
| 实验 5 数字式气体检定仪表的使用 .....        | 246        |
| <b>附 录 .....</b>               | <b>251</b> |
| 附录 1 声环境质量标准 .....             | 251        |
| 附录 2 环境电磁波卫生标准 .....           | 252        |
| 附录 3 地表水环境质量标准 .....           | 254        |
| 附录 4 室内空气质量标准 .....            | 256        |
| 附录 5 《生产性粉尘作业危害程度分级》国家标准 ..... | 257        |
| <b>参考文献 .....</b>              | <b>260</b> |

# 第一篇 基础实验部分

---

## 第1章 实验基础理论

### 第1节 化学实验基本要求、基本知识与基本操作技能

#### 一、化学实验基本要求

##### (一) 实验目的

(1) 使学生通过实验获得感性知识, 巩固和加深对化学基本理论、基础知识的理解, 进一步掌握常见元素及其化合物的重要性质和反应规律, 了解无机化合物的一般提纯和制备方法。

(2) 对学生进行严格的化学实验基本操作和基本技能的训练, 学会使用一些常用仪器。

(3) 培养学生独立进行实验、组织与设计实验的能力。例如, 细致观察与记录实验现象, 正确测定与处理实验数据的能力, 正确阐述实验结果的能力等。

(4) 培养学生严谨的科学态度、良好的实验作风和环境保护意识。

化学实验课还为学生学习后续课程、参与实际工作和进行科学研究打下良好的基础。

##### (二) 实验的学习方法

要达到上述目的, 不仅要有正确的学习态度, 还需要有正确的学习方法。做好化学实验必须掌握以下4个环节。

##### 1. 预习

充分预习是做好实验的前提和保证。本实验课是在教师指导下, 由学生独立实验, 只有充分理解实验原理、操作要领, 明确自己在实验室将要解决哪些问题, 怎样去做, 为什么这样做, 才能主动和有条不紊地进行实验, 取得应有的效果, 感受到做实验的意义和乐趣。为此, 必须做到以下几点:

(1) 钻研实验教材, 阅读普通化学及其他参考资料的相应内容。看懂实验原理, 明了做好实验的关键及有关实验操作的要领和仪器用法。能自行设计实验。

(2) 合理安排好实验。例如, 哪个实验反应时间长或需用干燥的器皿应先做, 哪些实验先后顺序可以调动, 从而避免等候使用公用仪器而浪费时间等, 要做到心里有数。

(3) 写出预习报告。内容包括: 每项实验的标题(用简练的言语点明实验目的), 用反应式、流程图等表明实验步骤, 留出合适的位置记录实验现象, 或精心设计一个记录实验数据和实验现象的表格等, 切忌原封不动地照抄实验教材。总之, 好的预习报告, 应有助于实验的进行。

##### 2. 讨论

(1) 实验前教师以提问的形式指出实验的关键, 由学生回答, 以加深对实验内容的理解,

检查预习情况。另外还对上次的实验进行总结与评述。

(2) 教师或由教师指定某个学生进行操作示范及讲评。

(3) 不定期举行实验专题讨论, 交流实验方面的心得体会。

### 3. 实验

(1) 实验时要认真正确地操作, 正确使用仪器, 多动手、动脑。仔细观察和积极思考, 及时和如实地做好记录。要善于巧妙安排和充分利用时间, 以便有充裕的时间进行实验和思考。

(2) 记录实验数据的要求。记录数据最好用表格的形式, 要实事求是, 绝不能拼凑或伪造数据, 也不能掺杂主观因素。如果记录数据后发现读错或测错, 应将错误数据圈去重写 (不要涂改或抹掉), 简要注明理由, 便于找出原因。

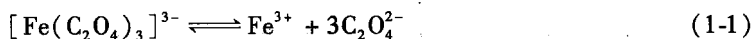
重复测定, 数据完全相同时, 也要记录下来, 因为这是表示另一次操作的结果。

(3) 仔细观察实验现象。在实验中观察到的物质的状态和颜色、沉淀的生成和溶解、气体的产生、反应前后温度的变化等都是实验现象。对现象的观察是积极思维的过程, 善于透过现象看本质是科学工作者必须具备的素质。

1) 要学会观察和分析变化中的现象。

例1, 用碘化钾-淀粉试纸检验有无氯气生成。最初生成的  $\text{Cl}_2$ , 使  $\text{I}^-$  氧化为  $\text{I}_2$ , 试纸变蓝, 但继续生成的  $\text{Cl}_2$  能将  $\text{I}_2$  进一步氧化成无色  $\text{IO}_3^-$ , 蓝色褪去。要观察和分析现象的全过程。

例2, 为了证实三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的  $(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$  是否在内界, 是将  $\text{CaCl}_2$  溶液加到此化合物的溶液中。最初溶液出现微弱的混浊, 随着放置时间增长, 沉淀量增多, 这是由于溶液中存在如下平衡:



$\text{Ca}^{2+}$  的加入, 生成难溶的  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , 使平衡向配离子离解方向移动。应以刚加入  $\text{CaCl}_2$  溶液时的实验现象作为判断  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  在内界的依据。

2) 观察时要善于识别假象。例如, 为了观察有色溶液中产生沉淀的颜色, 应该使溶液与沉淀分离, 还要洗涤沉淀, 以排除溶液颜色对沉淀颜色的干扰。又如, 浅色沉淀的颜色会被深色沉淀的颜色所掩盖, 为了判断浅色沉淀是否存在, 可选用一种试剂, 使深色沉淀溶解转入溶液后再观察。

3) 应该及时和如实地记录实验现象, 学会正确描述。例如, 溶液中有灰黑色固态碘生成, 就不能描述成“溶液变为灰黑色”。如果实验现象与理论不符时, 应首先尊重实验事实。不要忽视实验中的异常现象, 更不要因实验的失败而灰心, 而应仔细分析其原因, 做些有针对性的空白试验或对照试验 (即用蒸馏水或已知物代替试液, 用同样的方法、在相同条件下进行实验), 以利于查清现象的来源, 检查所用的试剂是否失效, 反应条件是否控制得当等。千万不要放过这些提高自己科学思维能力与实验技能的机会。

### 4. 实验报告

做完实验后, 要及时写实验报告, 将感性认识上升为理性认识。实验报告要求文字精练、内容确切、书写整洁, 应有自己的看法和体会。

实验报告内容包括以下几部分:

(1) 预习部分: 实验目的、简明原理、步骤 (尽量用简图、反应式、表格等表示)、装置示意图等。

(2) 记录部分: 测得的数据、观察到的实验现象。

(3) 结论: 包括实验数据的处理, 实验现象的分析与解释, 实验结果的归纳与讨论, 对

实验的改进意见等。

各实验的思考题,有些可以帮助理解实验原理和操作,有些可以引导实验者做好总结,通过个别实验认识一类物质或一类反应,领悟处理同类问题的方法。书写实验报告时,应根据自己的实验情况,将对实验数据、现象的分析、归纳与回答思考题结合起来。对某个实验的小结往往也是对某个思考题的回答,这样做,比孤立回答思考题收益大。至于实验报告的格式,不作统一规定。可以根据不同类型实验(如定量测定、元素性质、无机物制备等)的特点,自行设计出最佳格式。

### (三) 实验室规则

(1) 实验前充分预习,写好预习方案,按时进入实验室,未预习者,不能进行实验。

(2) 必须认真完成规定的实验,如果对实验步骤或操作有改动,打算做规定内容之外的实验,应先与老师商洽,经允许后方可进行。

(3) 药品仪器应整齐地摆放在一定位置,用后立即放还原位。有腐蚀性或污染的废物应倒入废液桶或指定容器内。火柴梗、碎玻璃等废物倒入垃圾箱内,不得随意乱抛。

(4) 实验结束后,将实验记录交指导教师检查签字后方可离开实验室,按时交实验报告。

(5) 各实验台轮流值日,打扫实验室内卫生。

### (四) 实验室安全操作

在进行化学实验时,必须将“安全”放在首位。安全操作对保证实验的顺利进行,保证国家财产不受损失,保证个人和他人的安全均是至关重要的。

#### 1. 安全措施

(1) 必须熟悉实验室及其周围的环境,如水、电、煤气、灭火器放置的位置。实验完毕后立即关闭水龙头、煤气阀,拔下电源插头,切断电源。

(2) 一切有毒、有刺激性的恶臭气体的操作都应在通风柜中进行。易燃、易爆的操作要远离火源。

(3) 不能用手直接取物品。加热、浓缩液体时,不能俯视加热液体,加热试管时,试管口不能对着自己或他人,严禁在实验室内饮食或做与实验无关的活动。

(4) 使用有毒的药品(如汞、砷化物、氰化物等),应将废液回收集中处理,不准倒入下水道。常用的酸、碱具有强烈的腐蚀性,注意不要溅在衣服或皮肤上。

(5) 不允许将各种化学药品随意混合,以免引起意外事故,自行设计实验必须和教师讨论并取得首肯后方可进行。

#### 2. 实验室中意外事故的急救处理

(1) 割伤。先将异物排出,用生理盐水或硼酸液擦洗,涂上紫药水或撒些消炎粉包扎,必要时送医院治疗。

(2) 烫伤。涂敷烫伤膏或万花油。

(3) 酸或碱腐蚀、伤害皮肤或眼睛时,可用大量的水冲洗。酸腐蚀致伤可用饱和碳酸氢铵、3%~5%碳酸氢钠或稀氨水冲洗;对于碱腐蚀致伤可用食用醋、5%醋酸或3%硼酸冲洗,最后用水冲洗。

(4) 吸入刺激性或有毒气体(如氯、氯化氢)时,可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气解毒。因吸入硫化氢气体感到不适(头晕、胸闷、欲吐)时,立即到室外呼吸新鲜空气。

(5) 起火。一般起火可用湿布或沙子覆盖燃烧物,大火时用水或灭火剂,凡是活泼金属、有机溶剂、电器着火,切勿用水或泡沫灭火剂,只能用防火布、沙土等。

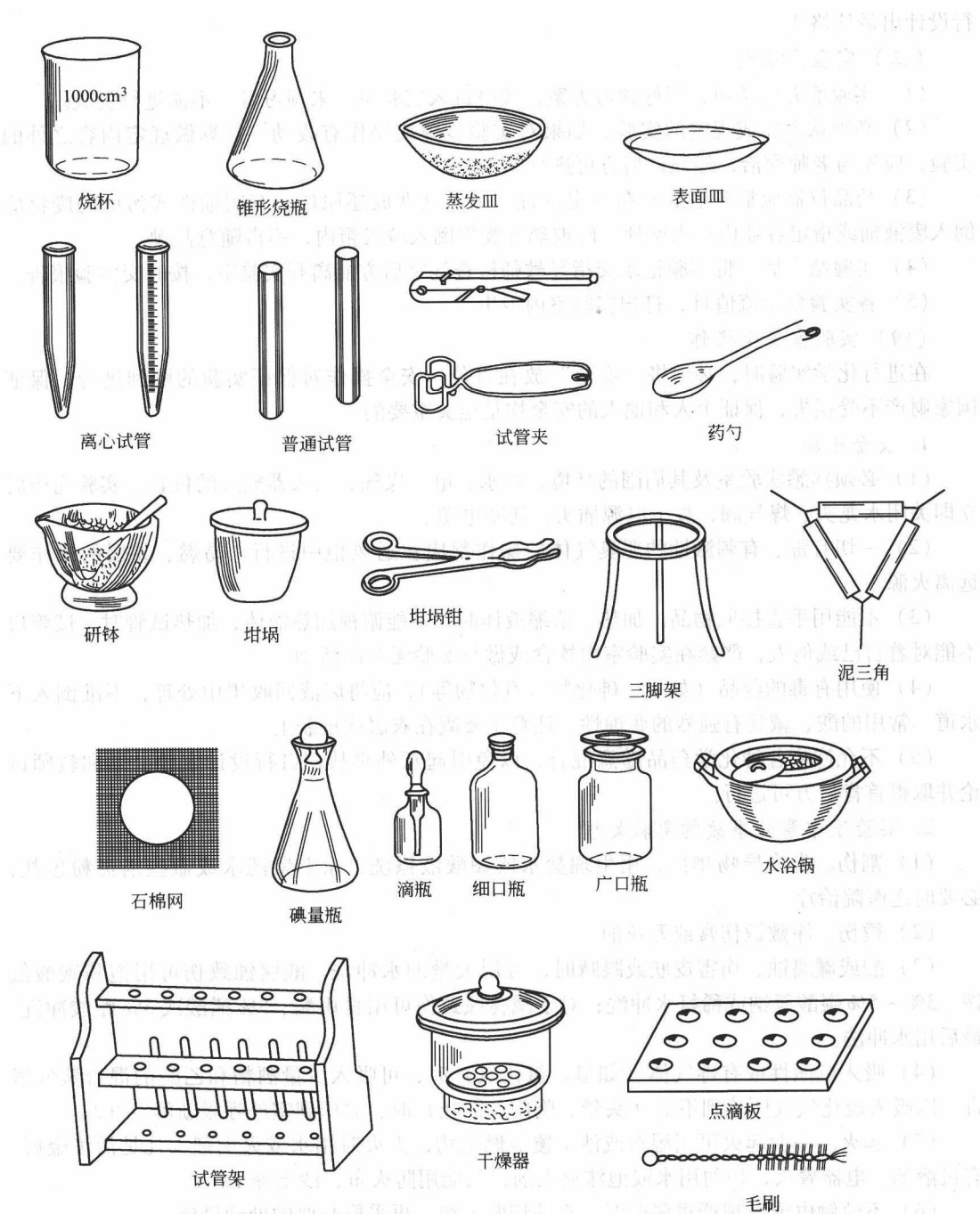
(6) 不慎触电或发现严重漏电时,立即切断电源,再采取必要的处理措施。

## 二、化学实验基本知识与基本操作技能

### (一) 常用玻璃仪器的洗涤和干燥

#### 1. 化学实验常用仪器

化学实验常用的仪器如图 1-1 所示。



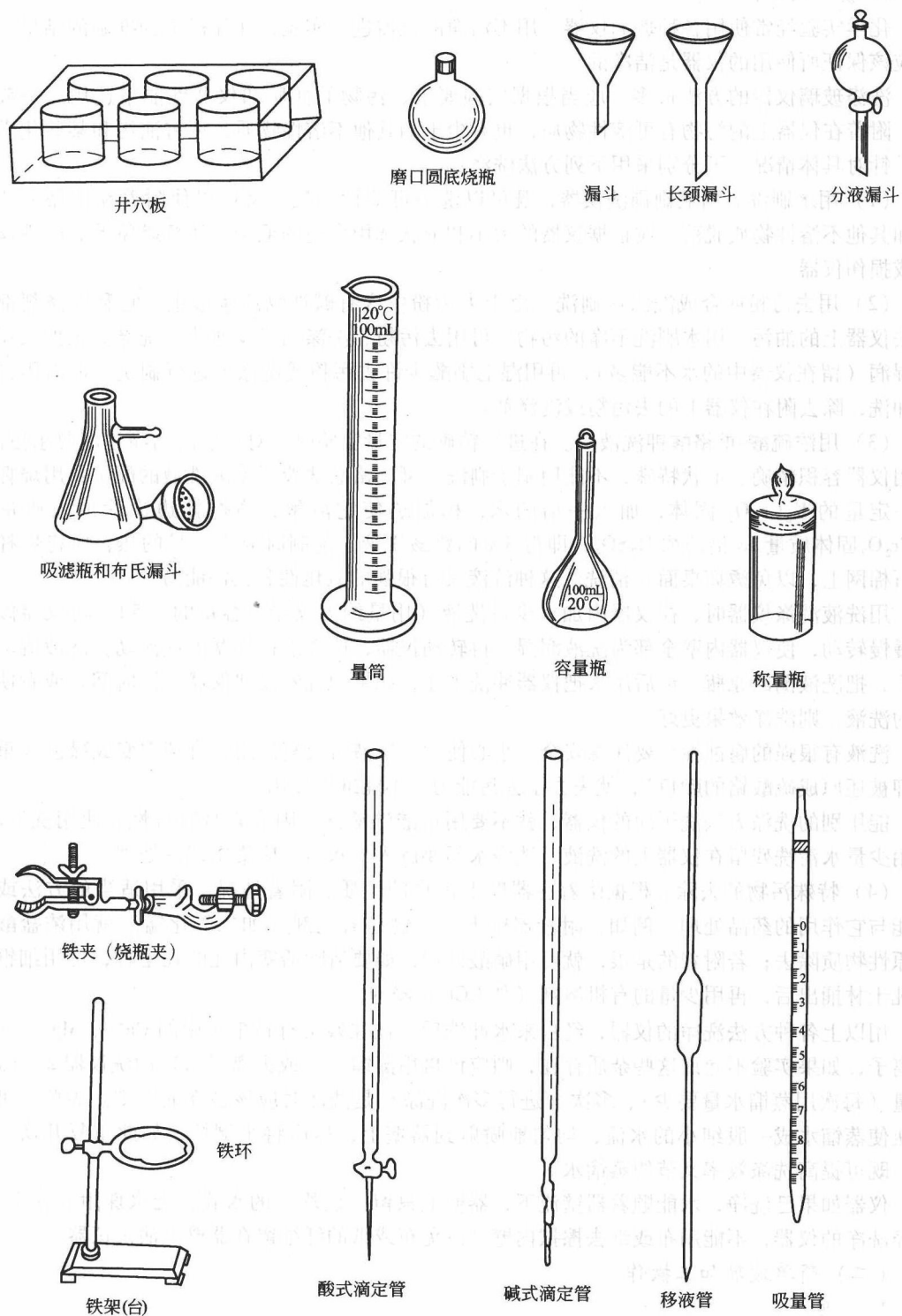


图 1-1 实验室常用仪器

## 2. 玻璃仪器的洗涤

化学实验经常使用各种玻璃仪器，用不洁净的仪器进行实验，往往得不到准确的结果，所以应该保证所使用的仪器是洁净的。

洗涤玻璃仪器的方法很多，应当根据实验要求、污物的性质和仪器性能来选用。一般说来，附着在仪器上的污物有可溶性物质，也有尘土和其他不溶性物质，还有油污和某些化学物质。针对具体情况，可分别采用下列方法洗涤：

(1) 用水刷洗。用毛刷刷洗仪器，既可以洗去可溶性物质，又可以使附着在仪器上的尘土和其他不溶性物质脱落。应根据仪器的大小和形状选用合适的毛刷，注意避免毛刷的铁丝撞破或损伤仪器。

(2) 用去污粉或合成洗涤剂刷洗。由于去污粉中含有碱性物质碳酸钠，它和洗涤剂都能除去仪器上的油污。用水刷洗不净的污物，可用去污粉、洗涤剂或其他药剂洗涤。先把仪器用水湿润（留在仪器中的水不能多），再用湿毛刷蘸少许去污粉或洗涤剂进行刷洗。最后用自来水冲洗，除去附在仪器上的去污粉或洗涤剂。

(3) 用浓硫酸-重铬酸钾洗液洗。在进行精确的定量实验时，对仪器的洁净程度要求更高，所用仪器容积精确、形状特殊，不能用刷子刷洗，可用铬酸洗液（铬酸洗液的配法：用烧杯称取一定量的  $K_2Cr_2O_7$  固体，加入一倍的水，稍加热使它溶解，边搅拌边徐徐加入质量为  $K_2Cr_2O_7$  固体质量 18 倍的浓  $H_2SO_4$ ，即得 3% 的铬酸洗液。配制时放出大量的热，应将烧杯置于石棉网上，以免烫坏桌面）清洗。这种洗液具有很强的氧化性和去污能力。

用洗液洗涤仪器时，往仪器内加入少量洗液（用量约为仪器总容量的 1/5），将仪器倾斜并慢慢转动，使仪器内壁全部为洗液润湿。再转动仪器，使洗液在仪器内壁流动，洗液流动几圈后，把洗液倒回原瓶，最后用水把仪器冲洗干净，如果用洗液浸泡仪器一段时间，或者使用热的洗液，则洗涤效果更好。

洗液有很强的腐蚀性，要注意安全，小心使用。洗液可反复使用，直到它变成绿色（重铬酸钾被还原成硫酸铬的颜色），就失去了去污能力，不能继续使用。

能用别的洗涤方法洗干净的仪器，就不要用铬酸洗液洗，因为它具有毒性。使用洗液后，先用少量水清洗残留在仪器上的洗液，洗涤水不要倒入下水道，应集中统一处理。

(4) 特殊污物的去除。根据附着在器壁上污物的性质、附着情况，采用适当的方法或选用能与它作用的药品处理。例如，附着器壁上的污物是氧化剂（如二氧化锰）就用浓盐酸等还原性物质除去；若附着的是银，就可用硝酸处理；如要清除活塞内孔的凡士林，可用细铜丝将凡士林捅出后，再用少量的有机溶剂（如  $CCl_4$ ）浸泡。

用以上各种方法洗净的仪器，经自来水冲洗后，往往残留有自来水中的  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Cl^-$  等离子，如果实验不允许这些杂质存在，则应该再用蒸馏水（或去离子水）冲洗仪器 2~3 次。少量（每次用蒸馏水量要少）、多次（进行多次洗涤）是洗涤时应该遵守的原则。为此，可用洗瓶使蒸馏水成一股细小的水流，均匀地喷射到器壁上，然后将水倒掉，如此重复几次。这样，既可提高洗涤效率又节约蒸馏水。

仪器如果已洗净，水能顺着器壁流下，器壁上只留一层均匀的水膜，无水珠附着在上面。已经洗净的仪器，不能用布或纸去擦拭内壁，以免布或纸的纤维留在器壁上沾污仪器。

## (二) 简单玻璃加工操作

### 1. 截断

将玻璃管（玻璃棒）平放桌面边缘上，按住要截断的地方，用锉刀的棱边靠着拇指按住的位置，用力由外向内锉出一道稍深的锉痕，见图 1-2，锉时应向一个方向略用力拉锉，不要

来回乱锉。锉痕应与玻璃管垂直，这样折断后玻璃管的截面才是平整的。然后双手持玻璃管，锉痕向外，两拇指顶住锉痕的背后轻轻向前推，同时两手朝两边稍用力一拉，如锉痕深度合适，玻璃管即可折断（图1-3）。如折断困难，可在原痕再锉一下，重新折断。

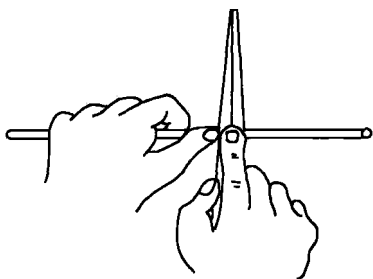


图 1-2 截玻璃管

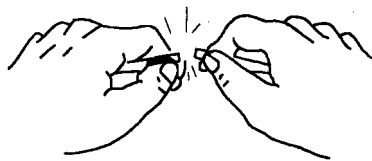


图 1-3 折断玻璃管

## 2. 熔烧

玻璃管的截面很锋利，容易把手割破和割裂橡皮管，也难以插入塞孔内，所以必须熔烧圆滑。把玻璃管的截断面斜插入氧化焰中，不断地来回转动玻璃管，使断面各部分受热均匀（图1-4）。直到受热处发红，先移至火焰附近转动一会儿，使红热部分慢慢冷却，再放在石棉网上冷至室温。灼热的玻璃管不能直接放在桌面上，以免烧焦桌面。玻璃棒的截断面也需用相同的方法熔烧后使用。熔烧时间不能过长，否则会使玻璃管断面收缩变小甚至封死，玻璃棒则会变形。

## 3. 弯曲

先将玻璃管用小火预热一下。然后双手持玻璃管，把要弯曲的地方斜插入氧化焰内，以增大玻璃管的受热面积（也可以在煤气灯上罩个鱼尾灯头，以扩大火焰，增大玻璃管受热面积）。要缓慢而均匀地向一个方向转动玻璃管，两手转速要一致、用力要均等，以免玻璃管在火焰中扭曲，见图1-5。加热到玻璃管发黄变软但未自动变形前，即可自火焰中取出，稍等1~2s，使热量扩散均匀，再把它弯成一定的角度。使玻璃管的弯曲部分在两手中间的下方，这样可同时利用玻璃管变软部分自然下坠的力量。

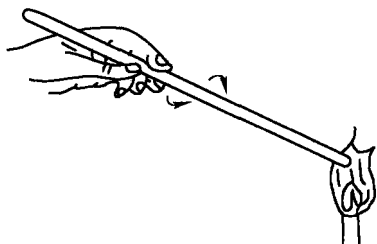


图 1-4 熔烧玻璃管

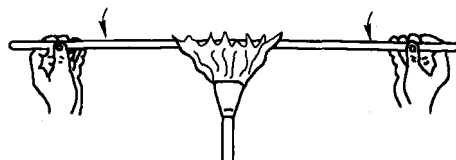


图 1-5 加热玻璃管

较大的角度可以一次弯成；较小的角度可以分几次弯成。先弯成一个较大的角度，然后在第一次受热部位稍偏左、稍偏右处进行第二次、第三次加热和弯曲，直到弯成所要求的角度。

弯曲时应注意使整个玻璃管在同一平面上。不能用力过猛，否则会使玻璃管弯曲处直径变小或折叠、扁塌。玻璃管弯好后置石棉网上自然冷却。

## 4. 拉伸

拉伸受热变软的玻璃管（或玻璃棒）可使它们变细。加热方法与弯玻璃管时基本相同，不过要烧得更软一些，玻璃管应烧到红黄色稍有以下凹时才能从火焰中取出，顺着水平方向边拉

边来回转动，拉开至一定细度后，手持玻璃管，使它垂直下垂。冷却后，可按需要截断，即得到两根一端有尖嘴的玻璃管。

### (三) 化学试剂及其取用方法

#### 1. 化学试剂的级别

试剂的纯度对实验结果准确度的影响很大，不同的实验对试剂纯度的要求也不相同。化学试剂按杂质含量的多少，分属于不同的等级。表 1-1 所列为我国化学试剂等级标志与某些国家化学试剂等级标志的对照。

表 1-1 化学试剂等级对照

| 我国化学试剂<br>等级标志     | 级 别               | 一级品                  | 二级品                  | 三级品               | 四级品                  | 五级品                  |
|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
|                    | 中 文<br>标 志<br>符 号 | 保证试剂<br>优级纯<br>G. R. | 分析试剂<br>分析纯<br>A. R. | 化学纯<br>纯<br>C. P. | 化学用<br>实验试剂<br>L. R. | 生物试剂<br>B. R., C. R. |
| 标签颜色               |                   | 绿                    | 红                    | 蓝                 | 棕色等                  | 黄色等                  |
| 德、美、英等国<br>通用等级和符号 |                   | G. R.                | A. R.                | C. P.             |                      |                      |
| 前苏联等级和符号           |                   | 化学纯                  | 分析纯                  | 纯                 |                      |                      |

还有许多符合某方面特殊要求的试剂，如基准试剂、色谱试剂等。试剂的标签上写明试剂的含量与杂质最高限量，并标明符合什么标准，即写有 GB（我国国家标准）、HG（化学工业部标准）、HGB（化工部暂行标准）等字样。同一品种的试剂，级别不同，价格相差很大，应根据实验要求选用不同级别的试剂。在用量方面也应该根据需要取用。

固体试剂装在广口瓶内，液体试剂装在细口瓶或滴瓶中。应该根据试剂的特性，选用不同的储存方法。例如：氢氟酸能腐蚀玻璃，就要用塑料瓶装；见光易分解的试剂（如  $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$  等）则应装在棕色的试剂瓶中；存放碱的试剂瓶要用橡皮塞（或带滴管的橡皮塞），不宜用磨砂玻璃塞，由于碱会跟玻璃作用，时间长了，塞子会和瓶颈粘住；反之，浓硫酸、硝酸对橡皮塞、软木塞都有较强的腐蚀作用，就要用磨砂玻璃塞的试剂瓶装，浓硝酸还有挥发性，不宜用有橡皮帽的滴瓶装。

每个试剂瓶都贴有标签，以表明试剂的名称、纯度或浓度；经常使用的试剂，还应涂一薄层蜡来保护标签。

#### 2. 试剂的取用

取用试剂时必须遵守两个原则：一是不沾污试剂，不能用手接触试剂，瓶塞应倒置桌面上，取用试剂后，立即盖严，将试剂瓶放回原处，标签朝外。二是节约，尽量不多取试剂。万一多取了试剂不能倒回原瓶，以免影响整瓶试剂纯度，应放在其他合适容器中另做处理或供他人使用。遵照这两条原则，请按以下方法取用液体试剂和固体试剂。

##### (1) 液体试剂的取用：

1) 从滴瓶中取用试剂时，应先提起滴管，使管口离开液面，用手指捏瘪滴管的橡皮帽，再把滴管伸入液体中吸取。滴加液体时，滴管要垂直，这样量取液滴的体积才准确。滴管口应距离受器口 3~5mm（见图 1-6），

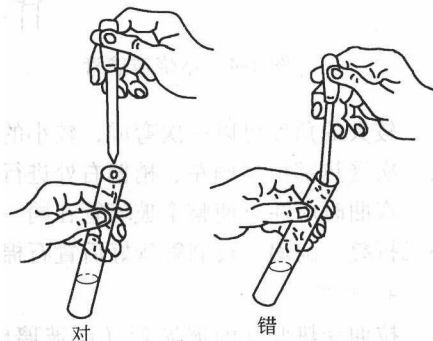


图 1-6 滴管的使用

以免滴管与器壁接触黏附其他试剂,否则,滴管再插回原滴瓶时,瓶内试剂就会变质。注意不要倒持滴管,这样试剂会流入橡皮帽,可能与橡胶发生反应,引起瓶内试剂变质。如果要从滴瓶中取出较多的试剂,可以直接倾倒,先把滴管内的液体排出,然后把滴管夹持在食指和中指之间,倒出所需要量的试剂。滴管不能随意放置,以免弄脏滴管。不准用自用的滴管到试剂瓶中取药。如果确需滴加药品,而试剂瓶又不带滴管,可把液体倒入离心管或小试管中,再用自用的滴管取用。

2) 用倾注法取用液体试剂:倾注液体试剂时,应手心向着试剂瓶标签握住瓶子(有双面标签的试剂瓶,则应手握标签处),以免试剂流到标签上。瓶口要紧靠容器,使倒出的试剂沿容器壁流下,或沿玻璃棒流入容器,倒出所需量后,瓶口不离开容器(或玻棒),稍微竖起瓶子,将瓶口倒出液体处在容器(或玻棒)上沿水平或垂直方向“刮”一下,然后竖直瓶子,这样可避免遗留在瓶口的试剂流到瓶的外壁。一旦试剂流到瓶外,务必立即擦干净。腾空倾倒试剂是不对的。

3) 有些实验(如许多试管里进行的反应),不必很准确量取试剂,所以必须学会估计从瓶内取出试剂的量,如1mL液体相当于多少滴,将它倒入试管中,液柱大约有多高等。如果需准确地量取液体,则要根据准确度要求,选用量筒、移液管或滴定管。

#### (2) 固体试剂的取用:

1) 要用干净的药匙取固体试剂,用过的药匙要洗净擦干后才能再用。如果只取少量的粉末试剂,便用药匙柄末端的小凹处挑取。

2) 如果要把粉末试剂放进小口容器底部,又要避免容器其余内壁沾有试剂,就要使用干燥的容器,或者先把试剂放在平滑干净的纸片上,再将纸片卷成小圆筒,送进平放的容器中,然后竖立容器,用手轻弹纸卷,让试剂全部落下(注意:纸张不能重复使用)。

3) 把锌粒、大理石等粒状固体或其他坚硬且密度较大的固体装入容器时,应把容器斜放,然后慢慢竖立容器,使固体沿着容器内壁滑到底部,以免击破容器底部。

#### (四) 容量仪器及使用方法

##### 1. 容量瓶

容量瓶的容积比量筒准确,容量瓶是细颈平底瓶,瓶口配有磨口玻璃塞,容量瓶的颈部刻有标线,并在瓶上标明使用温度和容量(表示在标明的温度下,液体充满至标线时的容积)。

在洗涤容量瓶前应先检查瓶塞处是否漏水。为此,在瓶内加水至标线附近,塞好瓶塞用一只手顶住,另一只手将瓶倒立片刻,观察瓶塞周围是否有水漏出。如不漏,将瓶正立,把塞子旋转180°后塞紧,同法试验这个方向是否漏水。容量瓶和它的塞子配套使用,不能互换。检漏后,再按常规把容量瓶洗净。

如果用固体物质配制溶液,应先在烧杯中把固体溶解,再把溶液转移到容量瓶中(图1-7),然后用蒸馏水“少量多次”洗涤烧杯,洗涤液也转移到容量瓶中,以保证溶质的全部转移。再加入蒸馏水,当瓶内溶液体积达容积的3/4左右时,应将容量瓶沿水平方向摇动,使溶液初步混合(这样做,有何好处,此时为什么不能加塞倒置摇动?),然后加蒸馏水至接近标线,稍等片刻,让附在瓶颈上的水全流入瓶内,再用滴管加水至标线(标线与弯月形液面最低处相切),盖好瓶塞,用一只手的食指按住瓶塞,用另一只手的手指把住瓶底边缘(图1-8),将瓶倒转并摇动多次,使溶液混合均匀。瓶塞部分的溶液不易混匀,可将瓶塞打开,使它周围的溶液流下后,重新塞好再摇。