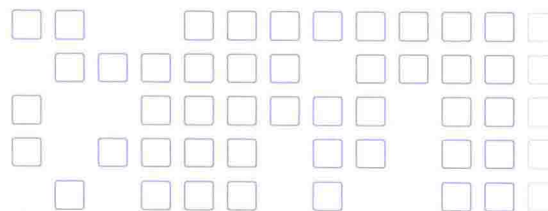


# 无机化学实验

张雷 刘松艳 李政 张颖 主编

 科学出版社



# 无机化学实验

张 雷 刘松艳 李 政 张 颖 主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书共 32 个实验, 根据实验内容的特点和要求分成: 引言、基础知识和实验操作技能、无机化学实验和设计性实验共 4 章。结合各类实验特点, 在部分实验中编入了实验录像截图, 以加强教学效果。同时, 在部分实验中编写了自学导读, 扩展了实验原理及应用, 帮助学生在掌握实验的操作过程中更深刻地体会原理在实践中的应用, 提高对理论基础的掌握, 达到学以致用效果。附录包括各种常用数据表, 供读者查阅。本书的特点是突出能力培养, 注重加强启发性、思考性及培养学生举一反三的分析问题和解决问题的能力, 并且结合了各专业特点。

本书可作为综合性、师范类、医药类和农林类院校本科生的无机化学实验教材, 也可供相关教师和科研人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学实验/张雷等主编. —北京: 科学出版社, 2017.9

ISBN 978-7-03-054286-1

I. ①无… II. ①张… III. ①无机化学—化学实验—教材 IV. ①O61-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 209993 号

责任编辑: 陈雅娴 高 徽 / 责任校对: 王 瑞

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 迷底书装

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>

北京豪华虎影印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017 年 9 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2018 年 1 月第二次印刷 印张: 12

字数: 242 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

本书是吉林大学“十三五”规划立项教材。

随着科技的进步及化学教育的变革，化学实验项目内容不断更新。为适应新形势下的教学要求，编者从2014年开始编写无机化学实验教材，并应用于同年秋季学期教学，使用对象为吉林大学生命科学学院、环境科学与工程学院、临床医学院等12个学院30多个专业的本科生。经过三年的教学检验和修改完善，本书于2017年正式出版。

本书基于医学、药学、生命、环境和农学等多学科化学教学特点，结合各专业实验教学大纲的要求，倡导绿色化学环境保护，精心编写每个实验项目，尽量做到实验内容与理论知识紧密联系。本书对实验基本操作练习、实验技能训练、学生守则和安全规则等进行了详细介绍，在实验内容编写上打破常规实验教材的编写模式，内容新颖。本书的特点如下：

(1) 精选玻璃仪器和电子仪器使用的相关内容，着重训练一年级本科生的动手能力，为后期专业知识学习打下良好基础。

(2) 对经典实验的药品用量反复试验、计算和验证，在不影响实验效果的前提下最大限度地减少药品用量，符合绿色化学发展理念。

(3) 在实验顺序的安排方面，尽量适应大多数专业的理论学习顺序，使学生能够更好地掌握理论基础，提高学习效率。

(4) 实验内容参照专业论文的形式编写，以提高学生的科研和写作能力。

(5) 每个实验都附有实验装置、关键操作的实景照片和简要说明，使学生在预习实验时能够身临其境，预知实验的原理和操作中的注意事项，提高预习效果。

(6) 每个实验最后附有思考题、注意事项、数据处理和自学导读，使学生在预习的过程中能够很好地掌握实验原理和操作技术，并进一步了解实验内容可能的实际应用。

(7) 录制了与本书配套的光盘，介绍相关实验内容和仪器使用，实验录像配套性强，直观、新颖，特别适用于缺乏实验经验的一年级本科生，有利于学生快速进入实验状态。

本书主编为张雷、刘松艳、李政、张颖，编者有王志才、权新军、金为群、王宝珍、许迪欧、邸建城、胡滨、张海燕、路航、赵淑洁、张天斌。各位编者有多年无机化学及实验的教学经验，在实验教学和教材编写过程中，反复对药品计

量、仪器使用方法、实验原理等进行修改和完善，付出了辛勤工作。全书由张雷统稿。

在本书编写过程中得到了“吉林大学‘十三五’规划教材建设项目”的支持，科学出版社的编辑给予帮助和支持，在此表示诚挚的谢意！

愿本书能够给更多学生和从事无机化学实验教学的工作者带来帮助。

由于编者水平所限，书中难免有疏漏和不妥之处，望读者批评指正。

编 者

2017年4月

# 目 录

## 前言

第 1 章 导言	1
1.1 无机化学实验学习目的	1
1.2 无机化学实验的学习方法	1
1.3 无机化学实验的成绩评定	2
1.4 无机化学实验学生守则	2
1.5 实验室安全守则和意外事故处理	3
第 2 章 基础知识和实验操作技能	6
2.1 无机化学实验常用仪器介绍	6
2.2 无机化学实验基本操作技术	9
2.3 无机化学实验常用仪器使用方法	19
第 3 章 无机化学实验	33
实验 1 硫酸亚铁铵的制备	33
实验 2 溶液的配制与酸碱滴定	38
实验 3 消毒液中过氧化氢含量的测定	43
实验 4 电解质溶液	48
实验 5 乙酸解离度和解离常数的测定	51
实验 6 碳酸饮料中柠檬酸含量的测定	54
实验 7 三氯化六氨合钴(III)的制备和组成的测定	57
实验 8 化学反应速率与活化能的测定	62
实验 9 缓冲溶液的配制与性质	67
实验 10 碘酸铜溶度积的测定	72
实验 11 吸附与胶体	79
实验 12 葡萄糖酸锌片中葡萄糖酸锌含量的测定	83
实验 13 磺基水杨酸铁(III)配合物组成和稳定常数的测定	89
实验 14 重铬酸钾法测定亚铁盐中铁的含量	93
实验 15 氯化铵生成焓的测定	97
实验 16 水汽化过程热力学函数的测定	102
实验 17 生物体中几种元素的定性鉴定	105

实验 18	复方氢氧化铝片剂中铝、镁含量的测定	109
实验 19	饲料中钙和磷含量的测定	115
实验 20	蛋壳中碳酸钙含量的测定	118
实验 21	分光光度法测定水和废水中总磷	122
实验 22	p 区元素 (一)	125
实验 23	p 区元素 (二)	132
实验 24	d 区元素 (一) 铬、锰	137
实验 25	d 区元素 (二) 铁、钴、镍	142
实验 26	ds 区元素化合物的性质	147
实验 27	氧化还原反应	152
<b>第 4 章</b>	<b>设计性实验</b>	<b>158</b>
实验 28	大豆中钙、镁、铁含量的测定	158
实验 29	食盐中碘含量测定	163
实验 30	虾皮、海带、紫菜等海产品中钙、镁、铁含量的测定	164
实验 31	茶叶中微量元素的鉴定与分析	165
实验 32	蔬菜、果汁中维生素 C 含量的测定	166
<b>参考文献</b>		<b>167</b>
<b>附录</b>		<b>168</b>
附录 1	化合物的摩尔质量	168
附录 2	常用弱酸和弱碱的解离常数 (298K)	172
附录 3	常用配位化合物的稳定常数	174
附录 4	常见难溶化合物的溶度积常数	179
附录 5	不同温度下水的饱和蒸气压和密度 (1atm)	182
附录 6	特殊试剂的配制	184

# 第1章 导 言

## 1.1 无机化学实验学习目的

化学是一门实践性很强的自然学科，化学实验教学在高等学校本科教学中占有极大的比例和重要的地位。引导学生重视大学化学实验，启迪学生的学习方法，训练学生的基础操作，培养学生的学习兴趣和良好的科研作风，为以后其他实验课的学习打下坚实的基础。

无机化学实验的学习目的是：

(1) 学生通过观察实验现象，直接获取大量的化学事实，经过思考、归纳和总结，从感性认识上升到理性认识，加深对无机化学基本理论的理解，并进一步用于指导实验。

(2) 学生经过严格的训练，能较规范地掌握基本操作技术，正确使用各类仪器，培养独立操作能力和准确取得实验数据的能力。

(3) 通过综合性实验，学生掌握正确记录、处理数据和表达实验结果的方法，训练对实验现象进行分析判断、逻辑推理和得出结论的能力，培养分析和初步解决实际化学问题的能力。

(4) 通过设计性实验，学生逐渐能自己动手查找资料、设计方案、实施试验、观察现象、获取数据、分析问题、解决问题，提高学生的综合素质和独立工作的能力。

(5) 培养学生实事求是的科学态度、勤奋好学的思想品质、一丝不苟的工作作风、条理整洁的实验习惯、相互协作的团队精神、勇于开拓的创新意识，为今后的科研工作奠定良好的基础。

## 1.2 无机化学实验的学习方法

要达到上述学习目的，必须有正确的学习方法。无机化学实验课的学习大致可分为以下3个步骤。

### 1. 课前预习

实验课前必须做好预习，预习时应做到以下几点：

(1) 深入、仔细地阅读实验的有关章节，参阅有关教材和参考资料，查阅有



关数据。

(2) 明确实验的目的要求, 看懂实验原理, 熟悉实验内容和步骤, 了解实验所涉及的基本操作和仪器的正确使用方法。

(3) 明确实验时应注意的操作事项和安全注意事项。

(4) 掌握实验数据的处理方法, 并能初步解答实验教材中提出的思考题。

(5) 写出实验预习报告。

## 2. 实验过程

(1) 认真听实验课前指导教师对本次实验内容的讲解, 并及时做好记录。

(2) 实验过程中应认真操作, 仔细观测实验现象并及时记录, 如数据、颜色、物态、温度、压力等。

(3) 实验中应勤于思考, 努力自己解决问题, 也可向指导教师请教。

(4) 实验中有异常情况或发现有疑问的现象时, 应仔细分析和检查原因, 也可重做或进行空白实验、标准实验或自行设计实验来核对。

## 3. 实验结束

(1) 做好实验室安全和卫生工作后, 方可离开。

(2) 及时、认真、独立地完成实验报告。

# 1.3 无机化学实验的成绩评定

学生实验成绩的评定是对学生实验综合素质和能力的全面考查, 主要依据如下几个方面:

(1) 平时成绩。主要从预习情况(如预习报告、实验课讨论、提问等考查学生对实验基础知识和基本原理的掌握和熟练情况)和实验过程中的实验态度(如严谨求实、勤于思考、条理整洁、团队协作、遵守规章等)来评定成绩。

(2) 报告成绩。包括实验报告的书写, 实验结果如实验现象、原始数据记录, 实验结果的精密度、准确性评价, 运算技能、有效数字、图表技术的掌握等方面来评定成绩。

(3) 期末成绩。实验课结束后, 进行综合的实验课笔试或者进行实验技能、实验操作考核。分值比例视具体情况而定。

# 1.4 无机化学实验学生守则

(1) 为使实验获得良好的效果, 实验前必须预习。阅读实验教材、理论教材

和参考资料中的有关内容；明确实验目的；了解实验原理和操作方法；明确实验时应注意的安全知识；在预习的基础上，写好预习笔记。

(2) 实验开始前要检查实验所需的药品、仪器是否齐全，如有缺少或破损应立即报告教师补领。如人为破损，必须及时登记补领并且按照规定赔偿。爱护实验仪器和实验设备，公用仪器和临时供用的仪器用毕应清理整洁，并立即送回原处。

(3) 实验过程中严格遵守操作规程，积极思考，接受教师指导。注意节约用水、用电及所用试剂。

(4) 遵守纪律，不准到处乱走，保持实验室安静和整洁。实验结束后，经教师检查允许后方能离开实验室。不得迟到早退，不得无故缺席，否则教师按照规定计分处理。

(5) 实验中的废弃物和碎玻璃等放入台面小垃圾盒里，待实验结束后，集中倒入垃圾桶。酸性废液、氧化性废液及其他废液倒入指定废液桶中，按照规定集中处理。切勿倒入水槽，以防腐蚀下水管道，污染环境。

(6) 实验时仔细观察，准确如实地记录实验现象和结果，按格式要求写出实验报告，按时交给教师批阅。

(7) 实验结束后，把所有仪器洗净并整齐地放回实验柜内，存放有序。实验台保持洁净，试剂架试剂摆放整洁，水池内不得有杂物和废纸，水池内壁不得有药品液痕，用抹布擦干净。最后关好电源、水龙头、煤气阀门。

(8) 每次实验后由学生轮流值日，负责打扫和整理实验室，并检查水、电、煤气、门窗是否关紧，经教师检查合格后在值日记录本上签字，方可离开。

(9) 严格遵守使用易燃、易爆及有毒药品等的安全规则。有毒药品用完后要回收或销毁，及时清理有毒物的桌子，擦净地面并洗净双手。

(10) 如果发生意外事故，应保持镇静，不要惊慌失措；遇有烧伤、烫伤、割伤时应立即报告教师，及时救治。

## 1.5 实验室安全守则和意外事故处理

### 1.5.1 实验室安全守则

进行无机化学实验，经常要用水、电、煤气，各种仪器，易燃、易爆、腐蚀性以及有毒的药品等，因此实验室安全极为重要。如果不遵守安全规则而发生事故，不仅会导致实验失败，还会伤害人的健康，并给国家财产造成损失。相反，若在思想上充分重视安全工作，在行动上做到认真预习，掌握实验中的安全注意事项，集中精力进行实验，严格遵守操作规程，便能避免事故的发生。现将实验室安全守则介绍如下：

(1) 不能在实验室内饮食、喝水、吸烟。实验结束必须洗净双手方可离开实验室。

(2) 水、电、煤气一经使用完毕应立即关闭。实验结束后，值日生和最后离开实验室的人员应再一次检查它们是否被关好。

(3) 绝不允许任意混合各种化学药品，以免发生事故。

(4) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿使其溅在皮肤或衣服上，尤其注意保护自己的眼睛。稀释时（特别是稀释浓硫酸），应将它们慢慢注入水中，绝不能按相反的顺序进行。

(5) 一些有机溶剂（如乙醚、乙醇、丙酮、苯等）极易挥发和引燃，使用时必须远离明火，用后要立即塞紧瓶塞，放于阴凉处。

(6) 加热时，操作要严格遵守操作规程。

(7) 制备实验如果产生具有刺激性、恶臭和有毒气体时，必须在通风橱内进行。

(8) 实验室内任何药品不得进入口中或接触伤口，有毒药品如重铬酸钾、可溶性钡盐、铅盐、砷的化合物、氰化物等更应特别注意。

(9) 有毒废液不得倒入水槽，以免与水槽中的残液作用而产生有毒物质。

(10) 实验室电器设备的功率不得超过电源负载能力。电器设备使用前应检查是否漏电，常用仪器外壳应接地。使用电器时，要通读仪器使用说明书，掌握电器的正确使用方法，注意安全，不能用湿手接触电器插头。

## 1.5.2 意外事故处理

万一实验中发生了事故，绝对不能惊慌，除及时报告教师外，还应立即采取适当的处理措施。现对实验中一般伤害的救护和灭火常识进行介绍。

实验室中要准备简易药箱，根据受伤情况可进行如下处理：

(1) 割伤：先取出伤口内异物，然后在伤口上抹上红药水或撒上消炎粉并用纱布包扎。

(2) 烫伤：在受伤处可抹烫伤药、万花油、黄色苦味酸溶液，也可用浓高锰酸钾溶液润湿烫伤处至皮肤呈棕色，不要用凡士林、油脂涂伤口，也不能用水冲洗。

(3) 受酸腐蚀：先用大量水冲洗，再用饱和碳酸氢钠溶液（或稀氨水）冲洗，最后用水冲洗。酸液溅入眼内也可用此法处理。

(4) 受碱腐蚀：先用大量水冲洗，再用乙酸溶液（ $20\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ）冲洗，最后用水冲洗。碱液溅入眼内，可用硼酸溶液冲洗，然后用水冲洗。

(5) 吸入刺激性、有毒气体：根据吸入气体的性质，可采用不同的方法处理。如吸入溴蒸气、氯气、氯化氢气体时，可吸入少量乙醇和乙醚混合的蒸气。吸入硫化氢气体而感到不适时，应立即到室外吸入新鲜空气。

(6) 毒物进入口内：将 5~10mL 约 5%硫酸铜溶液加入一杯温开水中，内服后用手指伸入咽喉部，以促使呕吐。

(7) 若遇水银温度计破损时，应立即向教师报告，集中收集，并用硫粉处理。若伤势较重，经上述简单处理后，应立即送医院救护。

### 1.5.3 灭火常识

#### 1. 起火原因

(1) 可燃物质（如纤维制品、乙醚、乙醇等）因接触火焰或处于较高温度而燃烧。

(2) 可自燃物质（如白磷）因接触空气或长时间的氧化作用而燃烧。

(3) 由于化学反应（如金属钠与水反应）而引起燃烧或爆炸。

(4) 电火花引起燃烧。

#### 2. 灭火措施

万一起火，绝对不能慌乱，应根据起火的原因及火场情况，立即采取如下措施。

(1) 报警：若火势较大，应立即向消防部门报警。

(2) 防止火势扩大：立即关闭煤气和停止加热，切断电源，移去一切可燃物质等。

(3) 扑灭火焰：物质燃烧除需要空气外，还要有一定的温度，故灭火的原则一是降温，二是使燃烧物与空气隔绝。为此，根据起火原因，可选择如下的灭火方法：

(i) 一般起火可用泡沫灭火器喷射起火处，但此法不适用于电器火灾。

(ii) 金属和有机溶剂着火时，可用二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器或 1211 灭火器灭火。

(iii) 电器设备起火时，可用二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器或 1211 灭火器喷射燃烧物以灭火。

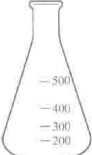


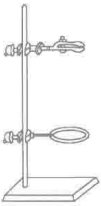
(iv) 实验人员衣服着火时，切勿惊慌乱跑，应立即脱下衣服或用石棉布覆盖着火处，或就地卧倒打滚，使火焰熄灭。

## 第2章 基础知识和实验操作技能




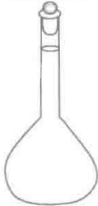
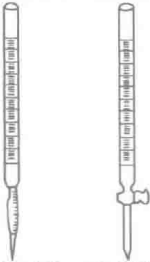


### 2.1 无机化学实验常用仪器介绍

无机化学实验常用仪器如表 2-1 所示。

表 2-1 无机化学实验常用仪器

仪器	规格	用途	注意事项
 <p>锥形瓶 conical flask</p>	玻璃质，规格以容量 (mL) 表示	反应容器，振荡方便，适用于滴定操作	可作为反应容器，但是不能直火加热
 <p>吸量管 移液管 pipette</p>	玻璃质，移液管为单刻度，吸量管有分刻度。规格以容量 (mL) 表示	用于精确移取一定体积的液体	不能加热。用后应洗净，置于吸管架上，以免污染
 <p>量筒 measuring cylinder</p>	玻璃质，规格以容量 (mL) 表示	用于度量一定体积的液体	不能加热；不能量取热的液体；不能用作反应容器
 <p>铁架台 iron stand</p>	铁制品	用于固定或放置反应容器铁圈，还可代替漏斗架使用	使用前检查旋钮是否可旋紧，使用时仪器的重心应处于铁架台底盘中部

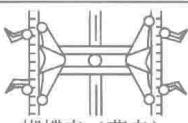
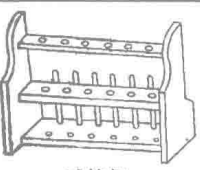
续表

仪器	规格	用途	注意事项
 药匙 spatula	由牛角或塑料制成,有长短各种规格	用于取用固体药品,视所取用量的多少选用药匙两端的大小勺	不能取用灼烧的药品,用后应洗净擦干备用
 坩埚 crucible	质地有瓷、石英、铁、镍、铂及玛瑙等,规格以容量(mL)表示	用于灼烧固体,随固体性质之不同而选用	可直接灼烧至高温
 坩埚钳 crucible tongs	金属(铁、铜)制品,有长短不一的各种规格。习惯上以长度(cm)表示	夹持坩埚加热,或往热源(煤气灯、电炉、马弗炉)中取放坩埚	使用前坩埚钳尖应预热,用后坩埚钳尖应向上放在桌面或石棉网上
 容量瓶 volumetric flask	玻璃质或者塑料质,规格以刻度所示的容量(mL)表示	用于配制准确浓度的溶液	不能加热,不能用毛刷刷洗。瓶的磨口瓶塞配套使用,不能互换
 碱式滴定管    酸式滴定管 basic buret    acidic buret	玻璃质,分酸式和碱式两种。管身颜色为棕色或无色。规格以刻度最大标度(mL)表示	用于滴定,或用于量取准确体积的液体	不能加热及量取热的液体,不能用毛刷刷洗内管壁。酸、碱管不能互换使用。酸管的活塞配套使用,不能互换
 称量瓶 weighing bottle	玻璃质,分高型和矮型。规格以外径(mm)×瓶高(mm)表示	用于准确称取一定量的固体样品	不能直接用火加热。盖与瓶配套,不能互换
 吸滤瓶 filter flask	玻璃质,规格以容量(mL)表示	与布氏漏斗配套使用,用于无机物制备中晶体或粗颗粒沉淀的减压过滤	不能用火直接加热

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 布氏漏斗 buchner funnel	瓷质，规格以容量 (mL) 或斗径 (cm) 表示	与吸滤瓶配套使用，用于无机物制备中晶体或粗颗粒沉淀的减压过滤	不能用火直接加热
 蒸发皿 evaporating basin	瓷质，也有玻璃质。规格以容量 (mL) 或口径 (cm) 表示	用于蒸发浓缩液体。随液体性质不同可选用不同材质的蒸发皿	能耐高温但不宜骤冷。蒸发溶液时一般放在石棉网上，也可直接火上加热
 比色管 colorimetric tube	玻璃质，规格以容量 (mL) 表示。管口与塞子之间为磨口	配制溶液后，比较溶液颜色	配好溶液后放在试管架上比较颜色
 试剂瓶 reagent bottle	玻璃质，带有磨口塞或胶塞，有棕色和无色瓶体。规格以容量 (mL) 表示	用于盛放固体或液体药品溶液	不能加热。瓶塞不能互换。盛放碱液时要用胶塞，防止玻璃瓶塞被腐蚀黏牢
 普通试管 test tube      离心试管 centrifugal test tube	玻璃质。无刻度的普通试管以管口外径 (mm) × 管长 (mm) 表示。离心试管以容量 (mL) 表示	用作少量试剂的反应容器，便于操作和观察。也可用于少量气体的收集。离心试管主要用于沉淀分离	普通试管可直接用火加热。加热时应用试管夹夹持。加热后不能骤冷。离心试管只能用水浴加热
 点滴板 spot plate	透明玻璃质、瓷质，按孔穴的多少分为四穴、六穴、十二穴等	用作同时进行多个不需分离的少量沉淀反应的容器，根据生成的沉淀以及反应溶液的颜色选用黑、白或透明点滴板	不能加热；不能用于含氢氟酸溶液和浓碱液的反应
 双顶丝 铁夹 flask clamp clamp regular holder	铁制品，也有用铝或铜制成的	用于固定或放置反应容器，夹烧瓶、冷凝管等	使用前检查旋钮是否可旋转。使用时仪器的重心应处于铁架台底盘中部

续表

仪器	规格	用途	注意事项
 蝴蝶夹 (燕夹) double-buret clamp	铁制品, 也有用铝或塑料制成的	用于固定酸式、碱式滴定管	使用前检查旋钮是否可旋动
 试管架 test-tube rack	有木质、铝质和塑料质等。有大小不同、形状不一的各种规格	盛放试管	加热后的试管应用试管夹夹好置于架上

## 2.2 无机化学实验基本操作技术

### 2.2.1 常用玻璃仪器的洗涤和干燥

#### 1. 仪器的洗涤

为了避免杂质混入反应中, 实验时必须用清洁的玻璃仪器。最简单又常用的清洗玻璃仪器的方法是用毛刷、试剂刷、烧瓶刷和去污粉刷洗器壁, 直到玻璃表面的污物除尽为止, 最后用自来水清洗。每次实验结束后应立即清洗使用过的仪器, 不清洁的仪器放置一段时间后, 挥发性溶剂逸去, 就会变得更难洗涤。常用的洗涤剂有重铬酸钾和浓硫酸配成的洗液。例如, 20.0g  $K_2Cr_2O_7$  溶于 40.0mL 水中, 将 360.0mL 浓  $H_2SO_4$  慢慢加入  $K_2Cr_2O_7$  溶液中 (千万不能将水或溶液加入浓  $H_2SO_4$  中), 边倒边用玻璃棒搅拌, 注意不要溅出, 混合均匀并冷却后, 装入洗液瓶备用。新配的洗液呈红褐色, 有很强的氧化能力。它对玻璃器皿侵蚀作用小, 洗涤效果好。一般将需要洗涤的仪器放入洗液中浸泡超过 10min, 取出后用水冲净即可。用过的洗液如果不显绿色 ( $Cr^{3+}$  的颜色), 能够倒回原瓶再次使用。洗液有强烈的腐蚀作用, 使用时必须小心, 防止溅到皮肤或衣服上。

#### 2. 仪器的干燥

可根据不同的情况, 采用下列方法将洗净的仪器一起干燥。

(1) 晾干: 把洗净的仪器倒置在干净的实验柜内或仪器架上晾干。

(2) 吹干: 用吹风机或气流干燥器吹干仪器。

(3) 烘干: 将洗净的仪器放进电烘箱 (图 2-1) 烘干, 放入烘箱前应尽量把水沥干, 放置仪器时, 仪器口应朝下。



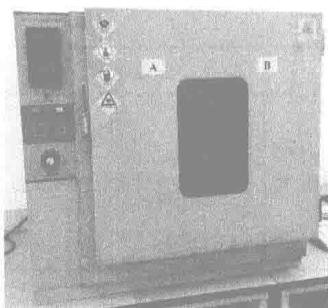


图 2-1 电烘箱

(4) 有机溶剂快速干燥：通常将少量与水互溶的易挥发有机溶剂（如乙醇、丙酮等）倒入已控去水分的仪器中摇洗，控净溶剂（溶剂要回收），然后用吹风机吹，开始用冷风吹 1~2min，当大部分溶剂挥发后吹入热风至完全干燥，再用冷风吹残余的蒸气，使其不再冷凝在容器内。此法要求通风好，防止中毒，不可接触明火，以防有机溶剂爆炸。

## 2.2.2 常用玻璃仪器的使用方法

在实验室里常用量筒、移液管、滴定管及容量瓶来量液体的体积。

### 1. 量筒的使用方法

在实验过程中，如果对液体体积的准确度要求不高时，可用量筒量取液体。读数时，视线应与液体的凹液面最低点保持水平。

### 2. 移液管的使用方法

在实验过程中，可以用移液管准确地量取溶液的体积，其种类很多，有吸量管，也有刻度移液管、大肚移液管、奥托移液管、自动移液管等。使用时，要先检查移液管的尖嘴是否破损，如有破损则不能使用，否则影响量取液体体积的准确性。然后洗涤，先用自来水洗 3 次，蒸馏水洗 3 次，直至整个内壁和其下部的内壁不挂水珠，用滤纸将尖端内外的水吸去，再用少量被移取溶液润洗两三次，以确保移取溶液的浓度不变。如果使用前移液管内壁有油污，用自来水很难洗去时，要用洗液来润洗（洗时不要用毛刷，以防被腐蚀），洗液用量为移液管容积的 1/10~1/2 即可。移取溶液时，一般用右手的拇指和中指捏住移液管颈刻线上方，使移液管插入溶液的液面 2cm 以下，并随试剂瓶内液面下降而下降（插入不要太深，会使管外沾附溶液过多，影响量取溶液体积的准确性，太浅往往会产生空吸）。左手拿洗耳球，先把球内空气压出，然后把球的尖端接在移液管上端管口，慢慢地松开左手指使溶液吸入管内（不要用力过猛，以防溶液吸入洗耳球中）。待溶液上升到刻度标线上方 2~3cm 时，迅速用右手食指（不要用大拇指）按住移液管上端管口，将移液管持直，并移出液面，使管尖端靠着盛溶液的器皿内壁，略微放松食指并用拇指和中指轻轻转动移液管，让溶液慢慢流出，使液面平稳下降，直到管口液体的弯月面与刻线相切（注意：视线、液面、刻线均应在同一水平面上），立即压紧管口（图 2-2）。若管尖端挂有液滴，可使管尖端与溶液器壁接触一圈使液滴落下，把移液管移出溶液器皿中，用干净滤纸片擦去管下端外部的溶液，