

中 等 职 业 学 校 教 材



第二版

化学分析 基本操作

张小康 主编



化学工业出版社
教材出版中心

中等职业学校教材

化学分析基本操作

第二版

张小康 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

本书以最新的国家标准为基础,主要介绍了实验室常用玻璃仪器的种类、规格、用途和使用方法,实验室常用设备的构造、类型和使用方法,分析天平的构造和使用方法,滴定分析仪器的种类、规格、用途和使用方法,实验室用水水质标准和检验方法。本书安排了学习指南、技能训练、能力考核等内容,以增强学习效果。

本书为中等职业学校工业分析专业的教材,也可供从事化验、分析工作的技术人员和操作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学分析基本操作/张小康主编. —北京:化学工业出版社,
2006.7

中等职业学校教材
ISBN 7-5025-9123-0

I. 化… II. 张… III. 化学分析-专业学校-教材 IV. O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 083936 号

中等职业学校教材
化学分析基本操作
第二版

张小康 主编
责任编辑:王文峡
文字编辑:余萍
责任校对:李林
封面设计:于兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010) 64982530

(010) 64918013

购书传真:(010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{1}{4}$ 字数 167 千字

2006 年 9 月第 2 版 2006 年 9 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-5025-9123-0

定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

第一版前言

本书是根据全国化工中等专业学校教学指导委员会审定的“工业分析专业 CBE 模式教学计划”和 1998 年 10 月在上海审定通过的编写大纲编写的。

全书共分 7 章，介绍了实验室中常用的玻璃仪器及其洗涤、常用的器具、器材和常用的实验室设备、分析天平和滴定分析仪器的使用，以及实验室用水的制备和检验等内容。涉及 5 类共计 33 块专项能力。每章的开始是学习指南，明确该章的学习目的和作用；在章节之后有练习题，以便测试学习的效果；对本书的各专项能力均采用最新的国家及行业标准，并作了详细的介绍，以方便学习。

本书内容简明，目标明确，突出以能力为本位的思想，设置专项能力的技能训练内容（训练时间仅供参考），各章节后面同时还附有自我测试题。与相关的多媒体学习包配套使用，适合个体化的教与学。本书是工业分析专业 CBE 教学模式的教材，是工业分析专业的入门课程，也可作为相关专业分析化学课程的教材，以及广大从事分析化验人员的学习材料。书中各能力模块的序号是相对的，学习时不应受章节先后顺序的约束，应根据所学内容的需要选择相应的能力模块进行学习。打“*”的内容应在学习有关后续课程后才能进行，或者在老师指导下进行学习。

江苏徐州化工学校张小康编写本书的第 1、2、3、6、7 部

分，凌昌都编写第4、5两部分。全书由张小康主编，上海化工学校李品芳主审。参加审稿的还有新疆化工学校刘德生、江苏常州化工学校黄一石、贵州化工学校吴筱南、江西化工学校陈艾霞、天津市化工学校赵国瑞、南京化工学校王建梅。江苏省徐州化工学校刘兵为本书的插图做了大量的工作，本书的编写和出版得到了化学工业出版社的大力支持。在此一并致以衷心的感谢！

由于编者水平有限，编写时间较紧，难免有疏漏和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

1999年6月

第二版前言

本书第一版于 2000 年作为工业分析专业 CBE 教学模式的教材出版,突出以能力为本位的思想,受到了教学改革试点学校的欢迎。在使用过程中,一些学校提出了建议和要求,为了适应新形势下的教学要求,对本书进行了修订。

本书第二版主要有以下一些特点:

1. 保留了第一版全书的原有风格,每章的开始是学习指南,明确该章的学习目的和作用;在章节之后有自测题,以便测试学习的效果。

2. 本书保持第一版内容简明、目标明确的特色,为便于更多的学校和操作技术人员使用,本书修订时删去了原有的模块代码,以增强通用性。基础知识与技能训练并重,学习者可根据需要直接学习其中的任一部分内容,可不按顺序进行,达到快速掌握所需知识和技能的目的。

3. 对本书的各专项能力均采用最新的国家及行业标准,并作了详细的介绍,以方便学习。

本书介绍了实验室中常用的玻璃仪器及其洗涤、常用的器具、器材和常用的实验室设备、分析天平和滴定分析仪器的使用,以及实验室用水的制备和检验 7 章内容。本书是工业分析专业的入门课程,也可作为相关专业分析化学课程的教材,以及广大从事分析化验人员的学习材料。

张小康编写本书的第 1、2、3、6、7 章,凌昌都编写第

4、5 章。全书由张小康主编。

本书修订工作期间得到了有关方面的支持和帮助，编者谨致诚挚的谢忱。

由于编者水平有限，此次修订仍会有不尽人意之处，书中内容不妥在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

目 录

1. 实验室基础知识	1
1.1 常用玻璃仪器、器具和器材	1
1.1.1 常用玻璃仪器	1
1.1.2 常用瓷质器皿	16
1.1.3 常用器具和器材	20
1.2 玻璃仪器的洗涤	26
1.2.1 一般玻璃仪器的洗涤	26
1.2.2 烧结（玻璃砂）过滤器的洗涤	27
1.2.3 对特殊要求仪器的洗涤方法	27
1.3 玻璃仪器的干燥	27
1.4 玻璃仪器的管理	28
1.5 使用玻璃仪器的一些操作经验	29
1.5.1 打开粘住的磨口塞的方法	29
1.5.2 玻璃磨口塞的修配	30
1.5.3 在玻璃上作永久性编号的方法	30
1.6 化学试剂的取用	31
1.6.1 化学试剂的分类和规格	32
1.6.2 化学试剂的包装和选用	33
1.6.3 化学试剂的取用方法	34
2. 实验室常用的洗涤液（剂）	37
2.1 实验室常用洗涤液（剂）的种类	37

2.2 实验室常用洗涤液(剂)的使用	39
2.2.1 合成洗涤剂	39
2.2.2 铬酸洗涤液	39
技能训练 铬酸洗涤液的配制	41
3. 实验室常用玻璃仪器的使用	43
3.1 量筒和量杯的使用	44
3.1.1 知识	44
3.1.2 技能	45
3.2 滴瓶的使用	47
3.2.1 知识	47
3.2.2 技能	48
3.3 试剂瓶的使用	50
3.3.1 知识	50
3.3.2 技能	51
3.4 烧杯的使用	52
3.4.1 知识	53
3.4.2 技能	53
3.5 锥形瓶的使用	55
3.5.1 知识	56
3.5.2 技能	56
3.6 碘(量)瓶的使用	57
3.6.1 知识	57
3.6.2 技能	58
3.7 自动加液器的使用	59
3.7.1 知识	59
3.7.2 技能	60
3.8 称量瓶的使用	62

3.8.1 知识	62
3.8.2 技能	62
3.9 干燥器的使用	64
3.9.1 知识	64
3.9.2 技能	65
3.10 漏斗和滤纸的使用	67
3.10.1 知识	68
3.10.2 技能	69
3.11 烧结过滤器的使用	74
3.11.1 知识	74
3.11.2 技能	75
3.12 分液漏斗的使用	76
3.12.1 知识	77
3.12.2 技能	77
3.13 布氏漏斗及抽滤瓶的使用	79
3.13.1 知识	80
3.13.2 技能	80
3.14 水压真空泵的使用	81
3.14.1 知识	82
3.14.2 技能	82
技能训练 3.1 常用玻璃仪器的洗涤	84
技能训练 3.2 常用玻璃仪器的使用——配制溶液	86
技能训练 3.3 常用玻璃仪器的使用——萃取分离	89
技能训练 3.4 常用玻璃仪器的使用——沉淀分离操作 (粗盐的提纯)	92
4. 实验室常用器皿和设备的使用	97
4.1 坩埚的使用	97

4.1.1 知识	97
4.1.2 技能	100
4.2 蒸发皿的使用	103
4.2.1 知识	103
4.2.2 技能	103
4.3 温度计的使用	104
4.3.1 知识	104
4.3.2 技能	107
4.4 托盘天平的使用	110
4.4.1 知识	110
4.4.2 技能	111
4.5 马福炉的使用	113
4.5.1 知识	113
4.5.2 技能	114
4.6 离心机的使用	117
4.6.1 知识	117
4.6.2 技能	118
4.7 研钵的使用	119
4.7.1 知识	119
4.7.2 技能	120
4.8 酒精灯和酒精喷灯的使用	120
4.8.1 知识	121
4.8.2 技能	124
4.9 显微镜的使用	126
4.9.1 知识	126
4.9.2 技能	127
技能训练 4.1 温度计的使用	129

技能训练 4.2	托盘天平的使用	129
技能训练 4.3	马福炉的使用	131
技能训练 4.4	离心机的使用	132
技能训练 4.5	研钵的使用	134
技能训练 4.6	酒精灯和酒精喷灯的使用	135
技能训练 4.7	显微镜的使用	136
5. 分析天平的使用		141
5.1 电光分析天平		141
5.1.1 知识		141
5.1.2 技能		151
5.2 电子天平的使用		160
5.2.1 知识		160
5.2.2 技能		162
5.3 天平的维护		163
5.3.1 知识		163
5.3.2 技能		167
技能训练 5.1	双盘电光天平的使用 (一)	168
技能训练 5.2	双盘电光天平的使用 (二)	170
技能训练 5.3	电子天平的使用	172
6. 滴定分析仪器及其使用		175
6.1 移液管的使用		175
6.1.1 知识		175
6.1.2 技能		180
6.2 容量瓶的使用		184
6.2.1 知识		184
6.2.2 技能		185
6.3 滴定管的使用		189

6.3.1	知识	189
6.3.2	技能	190
6.4	滴定分析仪器的校准	199
6.4.1	绝对校准法(称量法)	199
6.4.2	相对校准法	203
6.4.3	溶液体积的校准	204
技能训练 6.1	移液管的使用	205
技能训练 6.2	容量瓶的使用	207
技能训练 6.3	滴定管的使用(一)	210
技能训练 6.4	滴定管的使用(二)	210
技能训练 6.5	滴定管的校准	215
技能训练 6.6	容量瓶和移液管的校准	217
7.	实验室用水的制备和鉴别	221
7.1	实验室用水的要求	221
7.2	分析实验室用水的制备	222
* 7.3	分析实验室用水的质量检验	223
7.3.1	电导率的测定	223
7.3.2	pH值的测定	223
7.3.3	可氧化物质限量试验	223
7.3.4	吸光度的测定	224
7.3.5	蒸发残渣的测定	224
7.3.6	可溶性硅的限量试验	225
7.3.7	电导率的换算及三级水的化学检验	226
技能训练	实验室用蒸馏水的检验蒸馏水中杂质离子的检验	229

1. 实验室基础知识

 **学习指南** 分析检验工作是现代工业生产及环境保护工作的重要环节。无论是企业、质量检验还是环保监测部门，或是有关科研单位的化验室，他们的分析任务虽然不同，但都有共同的特点，所采用的分析测定的手段是一致的。本章介绍实验室中常用的玻璃仪器、器具和器材，这是各个实验室中具有共性的，也是必不可少的内容。学习本章内容，掌握相关的知识，对职业能力的提高是很有益处的。在筹建化验室，或者在平时的分析测定中，这些知识有助于有效地进行工作，使之得心应手，而不至于手忙脚乱，无所适从。

1.1 常用玻璃仪器、器具和器材

在分析测定中，或者进行其他类型的实验，需要用到各种各样的玻璃仪器、器具和器材，即使是使用现代化的仪器设备，也少不了这些既简单又实用的玻璃仪器、器具和器材。就像在酒店用餐，少不了用筷子、勺子、碗和碟子一样。首先应该认识本节介绍的各种玻璃仪器、器具和器材，可以从现在开始逐步认识它们，了解其种类、规格和用途。以便轻松顺利地完成今后的各项实验。

1.1.1 常用玻璃仪器

玻璃仪器由于具有透明、耐热、耐腐蚀、易清洗等特点，

是化验室中最常用的仪器。玻璃仪器种类很多,用途极广。现将化验室中常用的玻璃仪器 (common glassware) 列于表 1-1。表中“规格”一栏,除有特别说明外,都是指体积。

表 1-1 常用玻璃仪器

名 称	规 格	主要用途	注意事项
烧杯(见图 1-1)	容量/mL	① 溶解样品,配制溶液 ② 作不挥发性物质的反应容器	① 加热时要垫石棉网,不能干烧 ② 杯内的待加热液体体积不要超过总容积的 2/3 ③ 加热腐蚀性液体时,杯口要盖表面皿
低型	50、100、150、200、250、300、500、1000、2000		
印标	50、100、150、200、250、300、500、1000、2000		
微量	5、10、15、20		
高型	50、100、150、250、400、600、800、1000、2000		
锥形瓶(三角烧瓶)(见图 1-2)	容量/mL	① 加热处理样品 ② 滴定分析中用作反应容器	① 加热时要垫石棉网,不能干烧 ② 磨口具塞锥形瓶加热时要打开塞子 ③ 非标准磨口的塞子要保持原配
无塞	25、50、100、150、250、500、1000		
具塞	50、100、150、250、500、1000		
碘(量)瓶(见图 1-3)	容量/mL 50、100、250、500	碘量法或其他挥发性物质的滴定分析	① 为防止内容物挥发,瓶塞处用水或 KI 水溶液密封 ② 可垫石棉网加热
烧瓶(见图 1-4)	容量/mL	加热条件下用作反应器或蒸馏器(平底烧瓶可自制洗瓶)	① 不能直接加热,要垫石棉网或用油浴 ② 内容物不得超过容积的 2/3 ③ 如需安装冷凝器等,应选短颈厚口烧瓶 ④ 可根据待蒸馏样品的沸点选用
(a) 圆(平)底烧瓶(分长颈、短颈、细口、广口等)	50、100、150、200、250、300、500、1000、2000、3000、5000、1000		

续表

名 称	规 格	主要用途	注意事项
(b) 普通蒸馏烧瓶(支管在颈的位置有上、中、下三种)	50、100、250、500、1000	蒸馏;可作少量气体发生反应器	a. 低沸点——支管在上部 b. 一般沸点——支管在中部 c. 高沸点——支管在下部 ⑤ 切勿直接加热,加热时瓶口不要对着人
(c) 凯氏烧瓶(减压蒸馏烧瓶)	50、100、250、500、1000	消化有机物	小瓶宜有斜口,以便安装温度计;大瓶宜用直口,便于安装搅拌器
(d) 多口烧瓶(分为两口、三口、直口、斜口等)	50、100、250、500、1000、2000、3000	有机物的制备和合成	
试管(见图 1-5) 一般试管	管长/mm 70、100、120、150	少量试剂化学反应容器;定性分析中用于检验离子	① 一般试管可干烧,但不能骤冷,加热前要擦干外壁 ② 加热液体时,内容物不得超过容积的 2/3;加热要均匀,试管要倾斜约 45°
具支管试管 刻度试管	100、160、200 容量/mL 10、15、20、25	少量试剂蒸馏可代替量筒	③ 加热固体时,应先小火预热;加热时管口稍向下
离心试管	容量/mL 5、10、15	离心分离沉淀	④ 离心试管不能直接加热
量筒(见图 1-6) 无塞 具塞	容量/mL 量出式、量入式 5、10、25、50、100、250、500、1000 5、10、25、50、100、250、500、1000	粗略量取一定体积的液体	① 不能加热、烘烤,不能盛热溶液、不能在其中配制溶液 ② 要认清分度值和起始分度 ③ 操作时要沿壁加入或倒出液体

续表

名 称	规 格	主要用途	注意事项
量杯(见图 1-7)	容量/mL 量出式 50、100、250、500、 1000、2000	粗略量取一定 体积的液体,精 度比量筒差	① 不能加热、烘 烤,不能盛热溶液、不 能在其中配制溶液 ② 要认清分度值 和起始分度 ③ 操作时要沿壁 加入或倒出液体
容量瓶(见图 1-8) 有无色和棕 色两类	容量/mL 量入式 10、25、50、100、250、 500、1000、2000	滴定分析中的 精密量器,用于 配制准确体积的 标准溶液或被测 试液	① 非标准的磨口 塞要保持原配 ② 漏水的不能使用 ③ 不能直接加热, 可用水浴加热 ④ 不能在烘箱中 烘烤
滴定管(见图 1-9) 碱式滴定管 酸式滴定管	容量/mL 量出式 25、50、100 25、50、100	滴定分析中的 精密量器,用于 准确测量滴加到 试液中的标准溶 液的体积	① 活塞要保持原配 ② 漏水的不能使用 ③ 不能加热 ④ 不能长期存放 溶液
自动滴定管	10、25、50 储液瓶体积:1000(mL)	自动调零,可 用于滴定液需隔 绝空气的操作	⑤ 碱式滴定管不 能放置与胶管作用 的标准溶液 自动滴管要成套 保管,要配打气用的 二连球
微量滴定管	1、2、5、10	用于微量或半 微量分析操作	微量滴定管只有 酸式
聚四氟乙烯塞 滴定管 注:另有无色 和棕色两类	25、50、100		
移液管和吸量 管(见图 1-10) 无分度移液管 直管式吸量管 (刻度移液管) 上小直管式吸 量管	容量/mL 量出式 5、10、25、50、100 量出式和量入式 0.5、1、2、5、10 1、2、5、10	滴定分析中的 精密量器,用于 准确地移取一定 量体积的液体	① 不能加热 ② 上端和尖端不 能碰破