

化学工人自学丛书



化验员 基本知识

(修订本)

孙守田编写 刘 珍等修订

化学工业出版社

化学工人自学丛书

化验员基本知识

(修订本)

孙守田 编写
刘 珍 等修订

化学工业出版社

本书在第一版的基础上作了适当的修改与增删，其内容从实践的角度出发，系统地介绍了一个普通化验员应掌握的基本知识，内容具体实用。

全书共分十章，前三章介绍了化验室常用的仪器设备及其使用，第四、五、六章介绍了化验分析的基本操作、溶液制备及样品处理的有关知识，第七章介绍了石油化学工业中常用的物理常数测定及气相色谱分析，第八章介绍了分析工作中的计算知识，第九、十章简要介绍了安全、急救与化验室管理。书末附有分析工作中常用数据表。

本书可供化工、轻工、重工、食品、卫生等工业部门的初、中级化验分析人员学习，也可供有关技工学校师生及其它部门从事化验分析工作的同志参考。

这次修订增编工作主要由北京化工学院的教师刘珍、黄沛成、于世林、王令今、周心如、朱雪贞同志参加，修订稿由原作者孙守田同志审阅。

化学工人自学丛书

化验员基本知识

(修订本)

孙守田 编写

刘 珍 等修订

*

化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $17^{1/4}$ 插页1 字数393千字印数1—87,150

1980年8月北京第1版 1980年8月北京第1次印刷

书号15063·3097定价1.40元

《化学工人自学丛书》

出 版 说 明

为了普及化工生产技术知识和理论知识，提高我国化工企业广大工人的科学技术水平、以适应加速实现化学工业现代化的需要，特组织编写出版这套《化学工人自学丛书》。

这套丛书的内容包括化学、化工技术，基础理论以及化工生产工艺和设备，并反映当代新技术、新工艺、新设备、新材料。叙述力求深入浅出，理论联系化工生产实际，便于自学。根据化学工业多行业、多工种的特点，本丛书除分册出版无机化学、有机化学、化工生产原理等基础理论和基础技术读物外，还将陆续出版主要化工生产的工艺操作、主要化工设备机器的安装和检修、生产分析、化工仪表及自动化等方面的图书。

本丛书主要供化工企业具有初中以上文化程度的工人和其他有关人员自学。通过自学，达到或接近中等专业学校毕业的水平。也可作为各化工企业的技工学校教学参考书和考工评级的参考读物；还可供化工中等专科学校教师和学生参考。

再 版 前 言

自1977年本书初版本和化验分析战线上的同志见面以来，收到很多同志的来信，给予了积极、热情地鼓励和支持。同时，很多同志也提出了不少宝贵的修改意见。在此表示感谢！

这次修订本原则上保持初版本的体系，将某些章节中的内容作了适当调整和增删，并增加了“有机工业分析基本知识”一章以适应石油化工分析工作的需要，同时修正了初版本的一些错误。

本书以初、中级化验人员为主要对象，用普及读物的形式，将中、小型企业的化验室内，所能涉及到的玻璃仪器、电器设备、分析仪器、试剂制备、化验分析基本操作方法、计算知识和数据分析处理，较系统地予以介绍，并尽量介绍了所涉及的基本理论知识。其次，也介绍了指示剂、安全与急救、化验室管理和经常查阅的部分数据资料。

参加这次修订工作有北京化工学院刘珍、黄沛成、于世林、王令今、周心如、朱雪贞等同志，尤其刘珍副教授对全书稿给予精心地审阅、指导，谨此表示衷心感谢！

限于水平，错误之处仍所难免，恳请读者批评指正。

孙守田

1979年8月

目 录

第一章 玻璃仪器及其它仪器	1
第一节 玻璃仪器	1
一、仪器玻璃性能简介	1
1. 一般仪器玻璃; 2. 量器玻璃; 3. 硬质玻璃; 4. 特硬玻璃	
二、常用玻璃仪器的一般知识及正确使用方法	2
1. 烧器; 2. 量器; 3. 瓶类; 4. 管类; 5. 其它仪器;	
6. 标准磨口组合仪器	
三、玻璃仪器的洗涤	28
1. 洁净剂及使用范围; 2. 洗涤液的制备及使用注意事项;	
3. 洗涤玻璃仪器的方法与要求	
四、玻璃仪器的校准	32
1. 滴定管的校准; 2. 容量瓶的校准	
五、玻璃仪器的干燥与保存	37
1. 玻璃仪器的干燥方法和要求; 2. 洗净的仪器保存方法;	
3. 打开瓶塞子的方法	
六、加工玻璃的简单方法	40
1. 工具和材料; 2. 几个基本操作法; 3. 制作基本零件	
第二节 石英玻璃器皿	47
第三节 瓷制器皿	48
第四节 金属器皿	50
一、铂制品	50
二、镍、铁、银等器皿	51
第五节 塑料制品	52

II

一、聚乙烯制品	52
二、聚四氟乙烯制品	52
第六节 其它用品	53
1. 煤气灯; 2. 水浴锅; 3. 铁架台、铁环、铁三角架;	
4. 泥三角、石棉网; 5. 双顶丝、万能夹、烧瓶夹; 6. 烧	
杯夹; 7. 坩埚钳; 8. 滴定台及滴定管夹; 9. 移液管架;	
10. 漏斗架; 11. 试管架、比色管架; 12. 螺旋夹、弹簧	
(止水)夹; 13. 打孔器	
第二章 天平	60
第一节 常用天平的种类	60
1. 托盘天平; 2. 工业天平; 3. 阻尼分析天平; 4. 电光	
分析天平; 5. 单盘天平; 6. 扭力天平	
第二节 天平的构造与安装	67
第三节 砝码与砝码组	74
一、砝码的组合形式	75
二、砝码的形状	76
三、砝码的等级	77
四、砝码的使用	77
第四节 称量方法	77
一、等臂电光天平的称量方法	78
1. 使用前的检查; 2. 零点的测定及调整; 3. 感量的测	
定; 4. 称量方法	
二、单盘天平的称量方法	80
三、试样的称量方法	80
1. 直接法称样; 2. 减量法称样	81
第五节 天平的计量性能及检定	81
一、天平的计量性能	82
1. 稳定性; 2. 灵敏性; 3. 正确性; 4. 示值变动性	
二、各级天平的计量性能指标	86

三、天平的检定	86
1. 外观检查; 2. 计量性能的检定	
第六节 砝码的检定	92
第七节 天平常见故障的调修	94
第八节 使用天平的注意事项	98
第九节 天平室的规则及管理	100
第三章 化验室常用设备和仪器	102
第一节 电热仪器	102
一、电炉	102
二、高温电炉	105
三、电热恒温箱	110
四、电热恒温水浴	116
第二节 制冷设备——电冰箱	118
一、冰箱的构造和工作原理	119
二、冰箱的使用方法	122
三、冰箱的保养及注意事项	124
第三节 光电比色分析仪器	124
一、朗伯-比尔定律	125
二、光电比色仪器的基本构件	127
三、581-G型光电比色计	132
四、72型分光光度计	135
五、72-1型分光光度计	139
六、75-1型可见紫外分光光度计	141
七、光电比色分析的应用计算	144
八、光电比色法注意的几个问题	148
九、光电比色计和分光光度计的维护保养及注意事项	149
第四节 浊度分析仪器	150
一、比光式浑浊度仪的工作原理	151
二、比光式浑浊度仪的操作法	152

IV

三、使用浑浊度仪的注意事项	153
第五节 电化学分析仪器	154
一、电导仪	154
二、酸度计	157
1. 指示电极; 2. 参比电极; 3. 测定pH的工作电池;	
4. pHs-2型酸度计	
三、离子选择电极	164
第四章 化验分析基本操作	167
第一节 取样及样品处理	167
一、抽样	167
二、取样及取样的方法	170
三、样品处理	171
四、样品的保存	171
第二节 加热、灼烧、干燥	172
一、加热	172
二、灼烧及注意事项	173
三、干燥及干燥方法	173
第三节 溶解、搅拌及粉碎	176
第四节 过滤与分离	182
一、过滤	182
二、离心分离	189
第五节 蒸发与结晶	191
一、蒸发	191
二、结晶	192
第六节 蒸馏与萃取	194
一、蒸馏	194
二、萃取	202
第五章 溶液的基本概念及有关制备的知识	208
第一节 水	208

一、水的物理化学性质	208
二、化学分析用水	210
1. 天然水; 2. 蒸馏水; 3. 去离子水 (离子交换水)	
第二节 化学试剂	222
一、我国化学试剂的等级标志和符号	223
二、几种分级标准的对照	224
三、化学试剂的包装规格	224
第三节 溶液	225
一、溶液的一般概念	225
1. 溶质、溶剂和溶液; 2. 溶解过程; 3. 溶解过程的热效应; 4. 一般加快溶解的方法; 5. 溶解度	
二、溶液的浓度表示方法	230
1. 比例浓度(v/V); 2. 百分浓度; 3. 摩尔浓度(M);	
4. 当量浓度(N); 5. 滴定度	
三、电解质溶液和电离平衡	232
1. 电解质及其电离; 2. 弱电解质的电离平衡; 3. 水的离子积及pH值的概念; 4. 缓冲溶液; 5. 盐类水解	
第四节 溶液的配制	245
一、非标准溶液的配制	245
1. 以比例浓度表示的溶液的配制; 2. 以重量百分浓度表示的溶液的配制; 3. 以体积百分浓度表示的溶液的配制;	
4. 以摩尔分子浓度表示的溶液的配制; 5. 以当量浓度表示的溶液的配制; 6. 溶液各种浓度表示方法的互换关系	
二、标准溶液的制备和标定	265
1. 直接法; 2. 标定法	
三、溶液制备须知	278
第六章 指示剂	281
第一节 酸碱指示剂	282
一、酸碱指示剂主要类型和作用原理	282

1. 常用的酸碱指示剂的结构类型; 2. 指示剂的变色原理及变色规律	
二、酸碱指示剂的选择	285
第二节 氧化还原指示剂	288
第三节 吸附指示剂	289
第四节 荧光指示剂	290
第五节 金属离子指示剂	291
一、金属离子指示剂的作用原理	291
二、金属指示剂应具备的条件	292
第七章 有机工业分析基本知识	295
第一节 物理常数的测定方法	296
一、比重的测定	296
1. 比重计法; 2. 韦氏比重天平法; 3. 比重瓶法	
二、熔点和凝固点的测定	306
1. 温度计的校正; 2. 熔点的测定; 3. 凝固点的测定	
三、沸点和沸程的测定	310
1. 沸点的测定; 2. 沸程(馏程)的测定	
四、粘度的测定	314
1. 石油产品运动粘度的测定(毛细管粘度计法); 2. 特性粘度法测定高聚物的平均分子量; 3. 条件粘度的测定(恩格勒氏粘度计法)	
五、折光率(折射率)的测定	324
第二节 气相色谱分析法	327
一、气相色谱法简介	327
二、气相色谱法的流程及设备	330
1. 载气流速控制及测量装置; 2. 进样器和汽化室; 3. 色谱柱及柱温控制; 4. 鉴定器; 5. 记录仪; 6. 国产气相色谱仪简介	
三、气相色谱的一般操作技术	362

1. 固定相; 2. 色谱柱的制备; 3. 操作条件的选择	
四、定性及定量方法	383
1. 定性分析; 2. 定量分析	
第八章 化验分析工作中的计算知识	399
第一节 分析结果的计算	399
一、定量分析的计算基础	399
二、分析结果的计算	402
1. 直接测定结果的计算; 2. 间接法测定结果的计算	
第二节 误差及误差的表示方法	407
一、误差及其产生的原因	407
1. 系统误差; 2. 偶然误差; 3. 操作错误	
二、准确度和精密度	409
1. 准确度; 2. 精密度; 3. 准确度和精密度的关系	
三、用准确度和精密度分析测定结果的可靠性	414
四、定量分析结果允许的误差范围	418
五、提高分析结果准确度的方法	420
第三节 数据处理	422
一、有效数字的概念及应用	422
二、分析结果的处理	428
1. 可疑数据的舍弃; 2. 精密度的计算; 3. 置信界限(或称可靠性区间界限)	
第九章 安全与急救	437
第一节 毒物与中毒	437
第二节 中毒急救	438
第三节 几种常见的化学毒物及预防急救措施	439
一、气体毒物	440
二、酸类毒物	441
三、碱类毒物	442
四、某些特殊剧毒物质中毒的预防和急救	443

五、有机化合物	448
六、癌与致癌物质	450
第四节 常见外伤的急救	451
一、烫伤和烧伤急救	451
二、炸伤急救	452
三、触电事故急救	453
第五节 化验室的一般安全规则	453
第十章 化验室的管理	455
第一节 药品、试剂的管理	455
一、药品的贮存	455
二、试剂的管理	461
第二节 仪器的管理	462
一、玻璃仪器的管理	462
二、分析仪器的管理	463
第三节 图书资料的管理	464
第四节 化验室的污染及防治	464
第五节 化验室的清洁卫生要求	466
一、个人卫生	467
二、公共卫生	467
第六节 化验室的建筑要求	468
第七节 小维修设备	469
附录	471
一、强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与比重、当量浓度 (N) 的关系	471
二、制备所需浓度 (重量%) 的溶液所需要的溶剂重量	473
三、在各种温度 (°C) 下某些物质在水中的溶解度	475
四、在室温下难溶化合物的溶解度和溶度积	479
五、常用酸碱指示剂及其变色范围	480

六、常用混合指示剂	481
七、常用试纸的制备	482
八、某些标准缓冲溶液的配制	482
九、在室温下标准氧化还原电位	485
十、某些酸和碱在水溶液中的电离常数	486
十一、常用标准溶液的体积在不同温度下的校正值	488
十二、气体体积在不同温度下的校正系数	489
十三、不同温度下水的饱和蒸汽压	490
十四、不同温度下气体的克分子体积	490
十五、工业“废水”中有害物质最高容许排放浓度	491
十六、工业“废水”排放要求	491
十七、室内空气有害气体、蒸气及粉尘的最高容许 浓度	492
十八、可燃性气体的着火点和混合气体的爆炸范围	494
十九、常见化合物的俗名	495
二十、常见化合物的分子量及当量	499
二十一、干燥剂的干燥效率	502
二十二、冷却剂的组成及其冷却温度	502
二十三、水的密度、容量与温度的关系	504
二十四、比重与波美度的关系	506
二十五、毫克/升与毫克当量/升互换表	510
二十六、常用掩蔽剂及其使用的条件	510
二十七、酒精的比重和浓度的对照表	513
二十八(一)、酒精水溶液的密度(20℃时)与浓度的对照表	515
二十八(二)、酒精水溶液的密度(15℃时)与浓度的对照表	516
二十九、啤酒比重和浸出物的对照表	518
三十、葡萄汁中的糖度与葡萄酒中的酒精含量计 算表	525
三十一、各种测量单位	529

X

三十二、常用电工单位的符号及换算关系531

三十三、常用数学符号532

三十四、对数和逆对数表533

元素周期表

第一章 玻璃仪器及其它仪器

化验分析要使用专门的仪器及装置进行操作。由于玻璃具有相当好的化学稳定性，因此玻璃仪器已成为化学分析最常用的仪器。此外，化验室也常用到石英、瓷、金属、塑料等材料制成的器皿及一些铁制、木制的物件。本章主要介绍玻璃仪器的正确使用方法和有关知识，同时也介绍一些其它仪器的一般知识。

第一节 玻璃仪器

化验分析用的玻璃质器皿，统称玻璃仪器。根据不同用途的要求，用各种仪器玻璃制成各种形状的产品。

一、仪器玻璃性能简介

仪器玻璃一般可分为四种：

1. 一般仪器玻璃

通称“管料”，为软质玻璃，是以石英砂、长石、纯碱、石灰石等为主要原料制成的。其主要成分为二氧化硅（ SiO_2 ）、氧化钙（ CaO ）、氧化钾（ K_2O ）、氧化钠（ Na_2O ）、三氧化二铝（ Al_2O_3 ）、三氧化二硼（ B_2O_3 ）等。其耐温性、硬度及耐腐蚀性较差，多制成不需加热的仪器。如试剂瓶、滴管、培养皿、干燥器、玻璃棒等产品。这类玻璃容易用灯火加工制作成不同形状，但耐热急变温差小，不适于在实验时直接用火加热，特别是加热后不宜骤冷，因其容易炸裂破碎。

2. 量器玻璃

通称“白料”，也是软质玻璃，透明性好，适于制成量杯、量筒等仪器，同样不能直接用火加热。

3. 硬质玻璃

是一种含硅、硼较高，低碱硼硅酸盐玻璃，具有较好的理化性能、热稳定性及机械强度，适合生产烧器类及其它玻璃仪器。各种烧杯、烧瓶、试管等均是硬质玻璃制成的。

4. 特硬玻璃

特硬料是一种高硅、高硼、低碱、优质硼硅酸盐玻璃，具有良好的化学稳定性、热稳定性及机械性能，适合生产烧器类耐热产品。

玻璃的抗蚀性较好，但并不是说绝对不受侵蚀，水或溶液（尤其是热的）对任何玻璃都起一些作用，其被侵蚀的程度视玻璃的成分、溶液的性质、接触时间等因素而定。碱性溶液易侵蚀玻璃，氢氟酸能与玻璃作用，在选用玻璃仪器时均须注意。

二、常用玻璃仪器的一般知识及正确使用方法

化验室所能用到的玻璃仪器种类是很多的，特别是各种专业性质的化验室，又各有着自己业务范围内的特殊玻璃仪器，因此，不可能将各种玻璃仪器都一一列举介绍，下面仅就一些通用和常见的基本仪器加以介绍。

1. 烧器

（1）烧杯 烧杯是化验室最常用的器皿，有普通烧杯和高型烧杯，还有带有“容积近似值”刻度的烧杯（图1-1）。

（2）三角烧瓶 三角烧瓶也称为锥形瓶（图1-2），多用于加热液体时避免大量蒸发，反应时便于摇动的工作中，特别