

化验员基本知识

孙 守 田 编



石油化学工业出版社

化 验 员 基 本 知 识

孙 守 田 编

石油化学工业出版社

本书从实践的角度出发,较详细地介绍了一个普通化验人员应掌握的基本知识,并尽量用深入浅出的方法介绍了所涉及的基础理论知识。

全书共分九章,主要对玻璃仪器、试剂制备、化验基本操作、天平及常用电热、光电仪器比较系统地进行了介绍;其次简要地介绍了有关计算知识、溶液 pH 值、指示剂及安全急救、化验室管理等方面的知识。书末还附有化验分析工作中经常要查阅的有关表格。

本书可供石油化工、轻工、冶金等工业部门,具有初中以上文化程度初做化验工作的青年同志学习,也可供从事化验分析工作的其他同志参考。

化验员基本知识

孙守田



石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

北京印刷一厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787 × 1092¹/₃₂ 印张 12¹/₈ 插页 1

字数 264 千字 印数 1—50,450

1977年3月第1版 1977年3月第1次印刷

书号 15063·化137 定价 0.86 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

序 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国社会主义革命和社会主义建设事业蓬勃发展，全国形势一派大好。随着国民经济的发展，各工矿企业部门的工人阶级队伍不断扩大，化验分析战线也增加了大量的新生力量。

为了帮助初做化验工作的青年同志学习化验基本知识，根据自己在学习和实践中的粗浅体会，编写了这本《化验员基本知识》一书，与同志们共同讨论学习。

书中对玻璃仪器、试剂制备、化验基本操作、天平及常用电热、光电仪器较系统地加以介绍，并尽量介绍了所涉及的基本理论知识；其次介绍了有关计算知识、溶液 pH 值、指示剂以及安全急救、化验室管理等方面的问题。

在编写过程中，受到青岛啤酒厂领导及有关同志的鼓励、支持和帮助；太原工学院化工系、北京化工学院、青岛医学院、山东海洋学院化学系及原水产系的有关教师认真审阅了书稿，并提出了许多宝贵意见。谨此致谢！

限于水平，错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九七五年元旦

目 录

序言

第一章 玻璃仪器	1
第一节 玻璃仪器的分类和性质	1
一、软质玻璃仪器	1
二、硬质玻璃仪器	1
第二节 常用玻璃仪器的规格及正确使用	2
一、容器	2
二、量器	7
三、特定用途的玻璃仪器	16
第三节 玻璃仪器的洗涤	26
一、洁净剂及使用范围	26
二、洗涤液的制备及使用注意事项	26
三、洗涤玻璃仪器的方法与要求	29
第四节 玻璃仪器的校准	30
一、滴定管的校准	34
二、容量瓶的校准	35
第五节 玻璃仪器的干燥与保存	36
一、玻璃仪器的干燥方法和要求	36
二、洗净的仪器保存方法	37
三、打开瓶塞子的方法	38
第六节 加工玻璃的简单方法	39
一、工具和材料	39
二、几个基本操作法	41
三、制作基本零件	43

第二章	试剂的制备及有关基础知识	47
第一节	化学试剂	47
一、	我国化学试剂的等级标志和符号	48
二、	几种分级标准的对照	49
三、	化学试剂的包装规格	49
第二节	水	50
一、	水的理化性质	51
二、	蒸馏水	52
第三节	溶液	61
一、	常用术语	61
二、	悬浊液和乳浊液	63
三、	胶体溶液	63
四、	制备溶液时的几种现象	64
第四节	试剂的制备	68
一、	试剂浓度的表示方法及计算公式	68
二、	溶液浓度表示法互换公式	78
三、	特殊试剂的制备	79
四、	标准溶液的制备和标定	80
第五节	制备试剂的操作规程及有关事项	90
第三章	天平	92
第一节	常用天平的种类	92
第二节	天平的构造与安装	97
第三节	天平的检定与调整	104
一、	天平的稳定性	104
二、	天平的灵敏性	105
三、	天平的正确性	107
四、	示值变动性	108
第四节	砝码和砝码组	112
一、	砝码的组合形式	113
二、	砝码的形状	114

三、砝码的等级	114
四、砝码的使用	114
五、砝码的校准	116
第五节 摆动和阻尼分析天平的称量法	127
一、平衡点的测定	127
二、天平零点的测定	128
三、感量(分度值)的测定	129
四、零点、停点和感量的应用——精密称量法	131
第六节 电光天平的称量法	133
一、零点的测定及调整	134
二、感量的测定	135
三、称量尾数(停点和零点)的计算法	135
第七节 称量法中毫克以下尾数的计算规律	136
第八节 使用天平的注意事项	136
第九节 天平室的规则及管理	138
第四章 化验分析基本操作	141
第一节 取样及样品处理	141
一、抽样	141
二、取样及取样的方法	144
三、样品处理	145
四、样品的保存	145
第二节 加热、灼烧、干燥	146
一、加热	146
二、灼烧及注意事项	147
三、干燥及干燥方法	147
第三节 溶解、搅拌及粉碎	150
第四节 过滤与分离	156
一、过滤	156
二、离心分离	163
第五节 蒸发与结晶	164

一、蒸发	165
二、结晶	166
第六节 蒸馏与萃取	168
一、蒸馏	168
二、萃取	176
第七节 沸点、熔点及比重的测定	181
第五章 计算知识	188
第一节 误差	188
一、系统误差	189
二、偶然误差	190
三、误差的表示方法	190
四、分析测定结果的准确度和精密度	194
五、定量分析结果的允许误差范围	199
六、提高准确度的措施	200
第二节 有效数字的概念及使用	202
一、有效数字	202
二、有效数字的运算法则	204
第三节 对数表的使用法	207
一、一般性概念	207
二、查对数时指标的确定	208
三、对数表中列与行的关系及对数表的用法	209
四、余对数	211
五、计算规则	211
六、逆对数	212
七、综合计算例题	213
第六章 溶液的 pH 值和指示剂	215
第一节 pH 值的概念	215
一、水的离解	215
二、水的电离常数和离子积	216
三、pH 的来历	218

四、pH 值计算的几个例题	218
第二节 指示剂的概念	221
一、常用指示剂的种类	222
二、指示剂是怎样工作的	225
三、常用指示剂的选择	228
第七章 常用电热、光电仪器	234
第一节 电热仪器	234
一、电炉	234
二、高温电炉	237
三、电热恒温箱	241
四、电热恒温水浴	248
第二节 制冷设备——电冰箱	250
一、冰箱的构造和工作原理	250
二、冰箱的使用方法	254
三、冰箱的保养及注意事项	256
第三节 光电比色分析仪器	256
一、朗伯-比尔定律	257
二、光电比色仪器的基本构件	258
三、光电比色计	264
四、分光光度计	269
五、光电比色分析的应用计算	272
六、光电比色法注意的几个问题	277
七、光电比色计和分光光度计的维护保养及注意事项	278
第四节 荧光分析仪器	279
一、荧光计的工作原理	280
二、荧光分析法操作	281
第八章 安全与急救	282
第一节 毒物与中毒	282
第二节 中毒急救	283
第三节 几种常见的化学毒物及预防急救措施	284

一、气体毒物	285
二、酸类毒物	286
三、碱类毒物	287
四、某些特殊剧毒物质中毒的预防和急救	289
五、有机溶剂	293
第四节 常见外伤的急救	293
一、烫伤和烧伤急救	293
二、炸伤急救	295
三、触电事故急救	295
第五节 安全与急救的结束语	296
第九章 化验室的管理	297
第一节 药品、试剂的管理	297
一、药品的贮存	297
二、试剂的管理	303
第二节 仪器的管理	304
一、玻璃仪器的管理	304
二、分析仪器的管理	305
第三节 图书资料的管理	306
第四节 化验室的清洁卫生要求	307
一、个人卫生	307
二、公共卫生	307
第五节 化验室的建筑要求	308
第六节 小维修设备	310
附 录	311
一、强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与比重、当量浓度 (N) 的关系	311
二、制备所需浓度(重量%)的溶液所需要的溶剂重量	313
三、在各种温度(°C)下某些物质在水中的溶解度	315
四、在室温下难溶化合物的溶解度和溶度积	319
五、常用酸碱指示剂及其变色范围	320

六、常用混合指示剂	321
七、常用试纸的制备	322
八、某些标准缓冲溶液的配制	322
九、在室温下标准氧化还原电位	325
十、某些酸和碱在水溶液中的电离常数	326
十一、常用标准溶液的体积在不同温度下的校正值	328
十二、气体体积在不同温度下的校正系数	329
十三、不同温度下水的饱和蒸汽压	330
十四、不同温度下气体的克分子体积	330
十五、室内空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许 浓度	331
十六、可燃性气体的着火点和混合气体的爆炸范围	333
十七、常见化合物的俗名	334
十八、常见化合物的分子量及当量	338
十九、筛号规格	341
二十、干燥剂的干燥效率	345
二十一、冷却剂的组成及其冷却温度	345
二十二、水的密度、容量与温度的关系	347
二十三、比重与波美度的关系	349
二十四、酒精的比重和浓度的对照表	353
二十五、啤酒比重和浸出物的对照表	355
二十六、葡萄汁中的糖度与葡萄酒中的酒精含量计算表	362
二十七、各种测量单位	366
二十八、常用电工单位的符号及换算关系	368
二十九、常用数学符号	369
三十、对数和逆对数表	370
化学元素周期表 (插页)	

第一章 玻璃仪器

化验分析用的玻璃质器皿，统称为玻璃仪器。根据玻璃仪器的不同用途制成各种各样的形状。这一章主要介绍玻璃仪器的正确使用方法和有关知识。

第一节 玻璃仪器的分类和性质

如果按一般简单的分类法，可分为可加热的玻璃仪器和不能加热的玻璃仪器；如果按它们的用途，可分为容器类、量器类和特殊用途类。

一、软质玻璃仪器

软质玻璃(又称普通玻璃)仪器是由二氧化硅(SiO_2)、氧化钙(CaO)、氧化钾(K_2O)、三氧化二铝(Al_2O_3)、三氧化二硼(B_2O_3)、氧化钠(Na_2O)等原料制成的。其耐温、硬度、耐腐蚀性较差，但透明性好。所以多制成不需加热的仪器。如试剂瓶、漏斗、干燥器、表面皿、培养皿、培养缸、量筒、吸管(移液管)、滴定管、称瓶、容量瓶、标本瓶、玻璃管、玻璃棒、活塞通管、瓶塞等。这类玻璃因为质软，容易用灯火加工操作焊接，但因温差小容易炸裂破碎，不适于在实验时直接用火加热。

二、硬质玻璃仪器

这类仪器可用于直火加热。其组成的主要原料为二氧化

硅、碳酸钾(K_2CO_3)、碳酸钠(Na_2CO_3)、碳酸镁($MgCO_3$)、硼砂($Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$)、氧化锌(ZnO)、三氧化二铝等。因为含有硼砂和硼酸(H_3BO_3)，能耐较大的温差(一般在 $200^\circ C$ 左右)，所以可以作成加热的玻璃仪器。这类仪器具有耐腐蚀、耐电压及抗击性好等优点，制作玻璃仪器是很实用的。如，常见的带“烧”字的仪器：烧杯、各种烧瓶(圆底烧瓶、平底烧瓶、三角烧瓶、蒸馏烧瓶、分馏烧瓶、凯氏烧瓶等)；还有不带“烧”字的，如试管、蒸馏器、冷凝器、曲颈甑等。

上述介绍的软质玻璃仪器，在使用时，切不要用于直火加热的试验工作中，特别是加热后不宜再骤冷。一定要按其性质和特定的用途正确使用。否则，不但易破碎造成浪费和耽误工作，而且在发生爆炸时常常造成危害。

第二节 常用玻璃仪器的规格及正确使用

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，各又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，仅能就一般通用和常见的一些基本仪器加以介绍。

一、容 器

1. 试剂瓶

用于盛装各种试剂。如在颜色上分，有白色的(即无色的)和棕色的。棕色的试剂瓶用于盛装避光的试剂，如碘液、碘化钾、硝酸银等；在瓶口上分，有磨口(图 1-1)和不磨口的(图 1-2)。不磨口的试剂瓶，供盛装碱性试剂和浓盐类的试剂，或者按某试验要求安装配套的仪器设备。不磨口的试剂瓶的塞子是用橡皮或软木塞。磨口试剂瓶的塞子是不能两

个瓶子调换的(任何磨口的玻璃仪器均如此), 调换后就不密封了。磨口试剂瓶不宜盛装碱性和易结晶的试剂(如盐类浓溶液), 如装上这类试剂, 很易由于试剂的结晶使塞子固结住不易打开。如果磨口瓶长期不使用, 需将瓶口和塞子间衬上一块纸条, 防止时间久了打不开塞子。

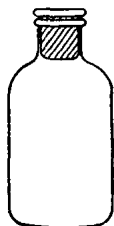


图 1-1 磨口试剂瓶(细口)



图 1-2 不磨口试剂瓶(细口)

从瓶口上还可分为广口试剂瓶(或简称广口瓶, 图 1-3)和细口试剂瓶(或简称细口瓶, 一般称试剂瓶, 也即指的是细口试剂瓶, 图 1-1、图 1-2)。广口瓶多用于盛装固体药品。

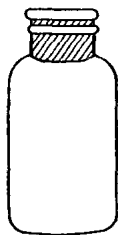


图 1-3 广口试剂瓶(磨口)



图 1-4 蒸馏水瓶(龙头瓶)

较大一些的(1000 毫升以上)试剂瓶还有带下口龙头和下口塞的, 这两种瓶子通常称为蒸馏水瓶(也称龙头瓶, 图 1-4)和下口瓶(图 1-5)。

较小一些的(125 毫升以下), 还有带一个磨口滴管的,

用作取小量的试剂。这类试剂瓶也叫滴瓶(图 1-6、图 1-7)。



图 1-5 下口试剂瓶



图 1-6 滴瓶

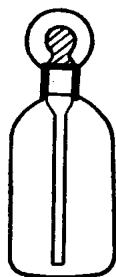


图 1-7 具帽滴瓶(油
镜滴瓶)

试剂瓶如在容量上分, 种类就很多了。有 20、30、50、60、100、125、250、500、1000、2500、5000、10000 毫升等规格。

试剂瓶不能用于直火加热, 也不宜骤冷和骤热。

2. 烧杯

烧杯在化验室用的范围比较广泛, 形状大致差不多, 只在高矮和直径的大小上略有区别(图 1-8、图 1-9)。规格比较多, 最小的只有 5 毫升、10 毫升的容量, 最大的有几千毫升的容量。烧杯多用于蒸发、浓缩、煮沸、化学反应、配制试剂等, 三角烧杯(图 1-10)还可用于滴定实验。

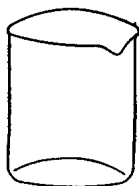


图 1-8 烧杯

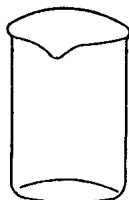


图 1-9 高型烧杯

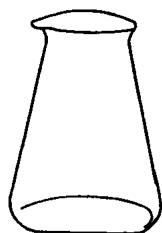


图 1-10 三角烧杯

3. 三角烧瓶

三角烧瓶也称为锥形瓶(图 1-11),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,特别适用于滴定工作。三角烧瓶的规格大致与烧杯一样,种类较多,但最小的以 20~30 毫升为限,最大的 5000 毫升,再大的较为少见。

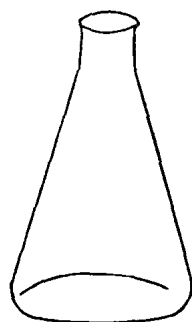
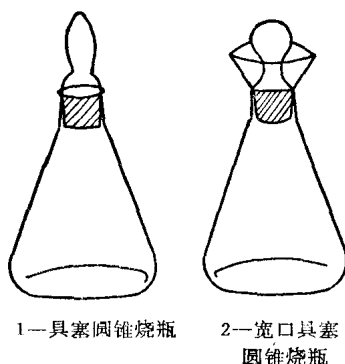


图 1-11 三角烧瓶

4. 定碘烧瓶

定碘烧瓶也叫磨口三角瓶,有具塞圆锥烧瓶和宽口具塞圆锥烧瓶两种(图 1-12)。具有自己的固定磨口塞,用于实验时严防液体蒸发和固体升华的工作中,如用于碘量法的测定工作。磨口三角瓶在加热时,需将塞子打开(其它带塞的烧瓶也是如此),否则瓶内气体膨胀,易使瓶子破碎或冲开塞子溅出液体。定碘烧瓶的规格并不太多,常用的有 100、125、250、500 毫升四种。



1—具塞圆锥烧瓶

2—宽口具塞圆锥烧瓶

图 1-12 定碘烧瓶

5. 烧瓶

烧瓶分平底(图 1-13)和圆底的。圆底的又分厚口或短颈(图 1-14)和薄口或长颈的(图 1-15)。平底烧瓶不适宜直火加热,圆底的可以直火加热,但一般不宜骤冷。烧瓶的规格最小的有 50 毫升的,最大的有 10,000 毫升的。烧瓶多用于制备反应和蒸馏的加热容器。

6. 试管