



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

普通化学实验

(第二版)

PUTONG HUAXUE SHIYAN

黎春秀 主编
张 斌 副主编
王红云 主审

中国环境出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

普通化学实验

(第二版)

黎春秀 主 编
张 斌 副主编
王红云 主 审

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

普通化学实验/黎春秀主编. —2 版. —北京: 中国环境出版社, 2015.3

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-5111-2261-2

I. ①普… II. ①黎… III. ①化学实验—高等学校—教材 IV. ①06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 037324 号

出版人 王新程
责任编辑 沈建 董蓓蓓
责任校对 尹芳
封面设计 彭杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教材图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2015 年 4 月第 2 版
印 次 2015 年 4 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 12
字 数 290 千字
定 价 26.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

第二版前言

本书自 2007 年出版以来,承蒙各有关高职院校教师的关注和支持,将本书作为高职院校中环境类专业、化学化工类专业、轻化类专业的主要教材和参考书,因而应用较广,在此编者表示衷心的感谢。为适应国家中长期教育改革和发展的需要,适应高职教育改革和各高校的教学需要,根据教材使用更新的原则,依据近七年来使用者的反馈和编者的编写体会,我们进行了修订。本次修订基本保留了第一版的编写系统和格局,结合高职高专的教学特点,对部分内容进行了修改与更新,第二版与第一版比较,变化比较大的内容有:

(1) 书中部分实验中增加了标有选作的内容,如氧化还原的实验。目的是为了扩大学生的视野,增加学生新的知识,以培养创新精神。此部分内容有些也可以为学时不够时调整教学内容之用。

(2) 调整了部分实验的试剂用量,如硫酸铜的提纯。作为高职高专教材,为适应实验课时的需要,调整了部分实验的试剂用量,以便能在 2 课时内顺利完成实验。

(3) 部分验证性试验采用了表格式实验的形式,如缓冲溶液的制备和性质。便于学生在预习和实验操作时能较快领会实验目的,顺利进行实验。

(4) 修改了部分难度较大的实验,删减了部分对理论理解要求较高的内容,如氧化还原的实验。用更具实用性和操作更加方便的内容来代替。

(5) 增加了部分设计性实验的内容,如部分设计性的实验。既具趣味性,又具实用性,既能增强学生的实验兴趣,又能达到培养能力的效果。

全书由黎春秀、张斌、王红云策划主编。第一章、第二章由刘玉玲编写,第三章由喻学文编写,第四章由王美兰编写,第五章由黎春秀编写,第六章由

张斌编写。全书由黎春秀统稿，王红云主审。

本书的出版得到了中国环境出版社的大力支持，也得到了兄弟院校的大力支持，在此对他们表示感谢。

本书的编写借鉴了许多专家和学者在普通化学实验教学方面的见解和编写经验（参考书目见本书参考文献），再一次向这些专家和学者表示衷心的感谢和崇高的敬意！

由于编者的水平有限，难免有不妥之处，敬请同行和读者批评指正。

编 者

2015 年 2 月

前 言

《普通化学实验》是普通化学课程的一个重要组成部分，对培养学生的专业技能和综合素质具有十分重要的意义。通过对《普通化学实验》的学习，学生可以加深对基本理论与基本概念的理解，进一步熟悉各类物质的性质与检验方法，掌握普通化学实验的基本操作技能，学习如何初步处理“三废”，增强环保理念。本教材的每个实验以掌握基本操作为目的进行编写，以“实用”和“够用”为原则，以基础性为前提，为后续专业基础课程打下坚实的实验基础。本书主要由普通化学实验准备知识、基本操作、基本实验、物质的制备实验、元素化学与物质检验以及综合性实验和研究性实验六部分内容组成。特点如下：

1. 教学内容安排符合普通化学教学需要并充分考虑高职院校学生的特点。本书从玻璃仪器的洗涤和干燥、简单玻璃仪器的制作、酒精灯及酒精喷灯的使用、加热和冷却方法、固液分离技术、沉淀转移及洗涤与烘干、结晶和重结晶、气体的制备及净化与干燥、滤纸和滤器的使用等最基本的实验入手，舍弃了难度稍大的水蒸气蒸馏，分析天平的使用以及复杂光电仪器的使用等内容。技能训练的起点符合高职院校学生的特点，与后续课程（如化学分析、仪器分析等）能有效衔接。

2. 重视基本知识的学习与基本技能的训练。本书将普通化学实验的基本操作与基本技能训练放在重要的位置，教材前3章对此部分内容阐述详细，后3章每个实验以掌握基本操作为目的，由易到难、循序渐进地进行编写，并适当降低难度，舍弃了有机物质的光谱鉴定部分。教材紧密结合我国高职高专院校的教学实际，学习本课程后能熟练系统地掌握必备和足够的普通化学实验基本知识及基本操作技能，有利于为学生的职业岗位技能打下坚实基础。

3. 与其他《普通化学实验》比较，元素化学部分增加了物质检验的内容。元素化学部分包括了大部分无机化合物和有机化合物的性质验证和物质的鉴定。与以往的元素化学实验部分不同的是，在每一个性质实验中，大部分以自行设计实验的形式，加入了物质的鉴定实验，既避免了学生在实验时“照方抓药”，又能加强实验的系统性和综合性，有助于培养学生分析问题、解决问题的能力。

4. 与其他《普通化学实验》比较,增加了设计性的实验。本书在部分实验中穿插了自行设计性的实验,第6章特别增加了设计性实验部分,并提供了一些有代表性的设计性实验,分别是无机物的鉴定、有机物以及官能团的鉴定,色谱分析实例、物质的制备,以及有机物的提取。设计难度不大,原理不很复杂,既让学生有充分思考、开拓、创新的余地,又对锻炼和培养学生解决实际问题具有重要意义。

5. 以“少用”“回收”“处理”为原则,树立从源头治理“三废”的环保理念。“少用”:每一个涉及物质用量的实验,由编写人员做好预实验,精心设计实验用量和试剂浓度,使其达到实验最佳结果或最少试剂用量要求,强调能少用的试剂尽可能少用;“回收”:恰当处理实验废液,提倡统一回收实验废液;“处理”:提倡统一处理实验废液,并提供处理建议。

6. 环保提醒与安全提示。有些实验中增加了环保提醒和安全提示,以提示实验中可能对人或环境的影响,或者警示实验中存在的危险性,充分体现了以人为本,把师生的安全和健康放在第一位的思想。提供排放标准,以环境影响最低为原则,充分体现了环保的理念。

7. 体现绿色化学的理念。教材中部分实验设计采用了滤纸实验、微量实验和微型实验,既控制了药品用量,也减少了环境污染;实验设计时尽量采用无毒或毒性小的试剂;在制备实验中要求回收实验产品以利于循环使用;对一些环境毒物提出了处理建议,从各个角度体现了绿色化学的理念。

本书在编写中力求创新和具有特色。教学起点适中,适合高职高专环境类、化学、化工、生物、医药、纺织、轻工等专业以及师范、农林等专业使用。

本书是长沙环境保护职业技术学院环境化学教研室集体智慧的结晶。由黎春秀、王红云策划主编。第一章、第二章由刘玉玲编写,第三章由喻学文编写,第四章、第六章由王美兰编写,第五章由黎春秀编写。全书由黎春秀统稿,王红云审稿。

本书的编写借鉴了许多专家和学者在普通化学实验教学方面的见解和编写经验(参考书目见本书参考文献),在此向这些专家和学者表示衷心的感谢和崇高的敬意!

鉴于多方面的原因,本书的编写难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者
2007年12月

目 录

第一章 普通化学实验准备知识	1
一、普通化学实验的目的	1
二、实验室规则	1
三、实验室安全守则和意外事故处理	2
四、普通化学实验常用仪器介绍	3
五、普通化学实验的学习方法	12
六、实验数据的记录和处理	18
七、作图技术	19
八、实验性污染与环境保护知识	21
第二章 普通化学实验基本操作	24
一、加热与冷却	24
二、试剂的取用	27
三、试纸及其使用	30
四、称量及台秤的使用	31
五、气体的发生、净化和干燥	32
六、溶解、蒸发、结晶和干燥	33
七、沉淀的分离和洗涤	35
第三章 普通化学基本实验	39
第一节 操作性实验	39
实验一 玻璃工操作实验	39
实验二 酸度计的使用	41
实验三 蒸馏及沸点的测定	46
实验四 熔点的测定和温度计的校正	48
实验五 萃取与洗涤	51
实验六 色谱分析	54
实验七 溶液的配制	57
第二节 测定性实验	60
实验八 醋酸离解常数的测定	60
实验九 化学反应速率和化学平衡	61
实验十 电导率法测定硫酸钡的溶度积	65

实验十一	离解平衡和沉淀-溶解平衡	67
实验十二	氧化还原与电化学	71
实验十三	配位化合物	74
实验十四	缓冲溶液的配制和性质的测定	78
第四章	物质的制备实验	82
实验一	硫酸铜的提纯	83
实验二	氯化钠的提纯	85
实验三	硫酸亚铁铵的制备 (微型实验)	88
实验四	溴乙烷的制备 (微型实验)	91
实验五	乙酸乙酯的制备 (微型实验)	93
实验六	肥皂的制备	95
实验七	乙酰水杨酸的制备	97
第五章	元素化学与物质鉴定	99
实验一	卤素的性质及其离子的鉴定 (部分为微量试验)	99
实验二	过氧化氢、硫的化合物及其离子的鉴定 (部分为微量试验)	103
实验三	铜、锌、银、镉、汞及其离子的鉴定 (部分为微量试验)	108
实验四	氮、磷、碳、硅及其化合物 (部分为微量实验)	114
实验五	锡、铅、铋、铊及其离子的鉴定 (部分为微量实验)	118
实验六	烃的性质与鉴定	121
实验七	卤代烃的性质与鉴定	124
实验八	醇和酚的性质与鉴定	126
实验九	醛和酮的性质与鉴定	130
实验十	羧酸、取代羧酸和羧酸衍生物的性质	134
实验十一	胺类化合物的性质与鉴定	138
实验十二	糖类化合物的性质与鉴定	142
实验十三	蛋白质的性质与鉴定	145
第六章	综合性实验与研究性实验	149
第一节	综合性实验	149
实验一	从茶叶中提取咖啡因 (微型实验)	149
实验二	从橙皮中提取柠檬油	152
实验三	从菠菜中提取天然色素	153
实验四	用废干电池锌皮制取硫酸锌晶体	155
实验五	固体乙醇的制备	157
实验六	聚乙烯醇缩甲醛反应制备胶水	159
实验七	甲基橙的制备 (微型实验)	160
实验八	从海带中提取碘 (微量实验)	162

实验九 水中花园实验.....	163
第二节 研究性实验.....	164
实验十 阴阳离子未知液的分析与鉴定.....	167
实验十一 醇、酚、醛、酮、羧酸未知液的分析与鉴定.....	168
实验十二 用纸色谱法分离与鉴定 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Cu^{2+}	168
实验十三 碱式碳酸铜的制备.....	169
实验十四 从黄连中提取黄连素.....	169
实验十五 头发中氨基酸的测定.....	170
附 录.....	171
参考文献.....	180

第一章 普通化学实验准备知识

化学是一门实验性很强的科学，化学理论中的定理和定律都来源于实验，又为实验所检验。普通化学是一门以实验为基础，理论性和实践性并重的课程。普通化学的发展与元素及化合物的性质、物质的分离提纯与合成制备、鉴定等实验研究紧密联系，正是在大量实验的基础上建立了普通化学理论。因此，普通化学实验课与普通化学理论课相辅相成，是普通化学教学的重要组成部分。

一、普通化学实验的目的

(1) 通过实验教学，使学生受到系统的普通化学基本操作和基本技能的训练，学会正确使用常用仪器，初步掌握物质的测定及鉴定、分离提纯、合成制备等基本方法。

(2) 通过实验教学和自己动手操作，进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和典型反应，加深对理论课中基本原理和基础知识的理解。

(3) 培养学生准确、细致、整洁、节约的良好实验习惯和实事求是、严谨认真的科学态度，培养敬业和一丝不苟的工作作风。

(4) 培养学生独立思考问题、分析问题和解决问题的能力，细致地观察现象以及由实验素材总结规律的思维方法。

(5) 了解实验室工作的有关知识、实验室的各项规则、实验室工作的基本程序、实验可能发生的一般事故以及处理事故的一般知识等。

二、实验室规则

为培养学生良好的实验方法和科学素质，保证普通化学实验正常、有效、安全地进行，保证教学质量，学生必须遵守下列规则：

(1) 熟悉实验室环境，了解急救药品与消防用品的位置和使用方法。

(2) 实验前必须认真预习，明确目的要求，弄清基本原理、操作步骤等。

(3) 实验过程中要听从教师的指导，正确操作、细心观察、如实记录、积极思考，不得擅自离实验岗位。严禁做未经教师允许的实验和任意混合各种药品，以免发生安全事故。

(4) 实验仪器放置要整齐有序，并保持实验环境（如桌面、地面等）的整洁。不得将固体物、废纸等倒入水槽内，实验产生的废酸、废碱或有毒废液应倒入指定的收集容器内集中处理。

(5) 实验室内严禁吸烟、饮食或把食物带入实验室。不得赤脚或穿拖鞋进实验室。保持实验室安静，不得大声喧哗。

(6) 爱护公物，小心使用实验仪器和设备，共用仪器用后应放回原处。因操作不当损坏的仪器要赔偿。

(7) 实验结束后, 应把用过的实验仪器洗净备用, 按教师的要求整理好自己的实验台面, 并做好实验室的其他清洁工作。

(8) 离开实验室时应检查电源、煤气、水龙头开关是否关好。

三、实验室安全守则和意外事故处理

普通化学实验所用的试剂或溶剂有些是有毒的、易燃的、易爆的或具有刺激性、腐蚀性的, 如果粗心大意或操作不当, 很容易导致各种安全事故的发生。因此必须重视安全操作并熟悉安全常识。

(一) 安全守则

(1) 凡有毒和刺激性气体的实验, 必须在通风橱内进行。使用易挥发、易燃物(如酒精、乙醚等)应远离火源, 并尽可能在通风橱内进行, 用后及时盖紧瓶盖。

(2) 使用有毒试剂(如汞、砷、甲苯等)时, 应避免触及皮肤和伤口, 剩余的废液也不能随便倒入水槽内, 更不准带出实验室, 应倒入指定的收集容器内, 集中处理。

(3) 使用强酸、强碱等具有强烈腐蚀性的试剂时, 要特别小心, 切勿溅在皮肤和衣物上, 尤其注意保护眼睛。

(4) 在闻气体的气味时, 不能用鼻子直接对着气体的瓶口或管口去闻, 而应用手将少量气体轻轻扇向自己。

(5) 用试管加热液体时, 不要将试管口对着自己或别人, 也不要直接俯视容器中的反应或正在加热的液体。

(6) 禁止用湿手接触电源。水、电、煤气一经使用完毕, 应立即关闭。

(7) 易挥发的可燃性废液、可燃物、浸过可燃性废液的滤纸、棉花等应立即集中统一处理。不可将带火星的火柴扔入废液缸中。

(8) 蒸馏乙醚、丙酮等低沸点易燃液体时, 必须用热水浴加热, 切忌在加热过程中投入沸石。装置应严密, 以免混入空气。另外, 放置过久的乙醚中可能有过氧化物存在, 故蒸馏乙醚不宜蒸干, 以防过氧化物爆炸。

(9) 加热乙醚、酒精等易挥发性液体时, 严禁使用烧杯等大口容器, 更不能用密闭容器, 而应采用回流装置水浴加热。

(10) 酒精灯应随用随点, 用完马上盖上灯罩, 绝不能用嘴吹, 更不能用燃着的酒精灯点燃酒精灯。

(二) 意外事故的处理

1. 割伤。

玻璃仪器使用不当造成破损, 易割伤皮肉。伤口内若有玻璃碎片应先挑出, 用干净的水冲洗伤口, 然后涂上红药水, 并进行包扎。伤势较重时应先对伤口进行简单消毒, 然后用纱布扎紧伤口上部, 压迫止血, 立即送医院治疗。

2. 烫伤。

轻度烫伤可涂抹饱和苦味酸酒精溶液、烫伤膏等。情况严重的涂上烫伤膏后立即送往医院治疗。

3. 化学药品灼伤。

无论被酸灼伤或碱灼伤，均应立即用干布或滤纸吸干，然后用大量的水冲洗伤处。被酸灼伤的，可再用饱和碳酸氢钠溶液洗涤；被碱灼伤的，可再用 20 g/L 醋酸溶液洗涤，最后用水洗，再涂上药用凡士林。如被酸或碱灼伤眼睛，应立即用大量水冲洗，再用 1%（质量分数）的碳酸氢钠溶液或 1%（质量分数）的硼酸溶液冲洗，严重的应立即送往医院治疗。若被溴或苯酚灼伤皮肤，应立即用酒精、石油醚等有机溶剂洗去溴或苯酚，再用 2%（质量分数）的硫代硫酸钠溶液洗，最后用甘油涂擦按摩。

4. 中毒。

吸入氯气、氯化氢气体时，可吸入酒精和乙醚的混合蒸汽以解毒。吸入硫化氢、氰化氢或一氧化碳等有毒气体而感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气，情况严重时送医院治疗。

5. 触电。

发生触电时，应立即切断电源，必要时对触电者进行人工呼吸。

6. 起火。

不慎起火，千万不要慌张，应立即采取有效灭火措施，同时立刻切断电源、关闭煤气总阀，移走易燃药品等，以防止火势蔓延。

一般的小火，用湿布、石棉布或沙子等覆盖燃烧物即可；火势较大时，可使用泡沫灭火器或干粉灭火器灭火；但电器起火，只能用二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器灭火，千万不能用泡沫灭火器，以免触电。使用四氯化碳灭火器时，应注意通风。实验人员衣服着火时，切勿惊慌失措，应赶快脱下衣服或用湿布、石棉布覆盖或泼水或就地打滚等方法灭火。

四、普通化学实验常用仪器介绍

（一）常用实验仪器

1. 普通仪器。

常用普通仪器及使用如下：

（1）试管。

普通试管用作少量试剂的反应容器，可以直接用火加热；离心试管还可用于少量溶液中沉淀的分离，但只能水浴加热。

（2）烧杯。

用作反应量较多时的反应容器，加热前应将外壁擦干，然后放置在石棉网上均匀加热。

（3）锥形瓶。

滴定分析中常用的反应容器，可以直接加热。

（4）量筒或量杯。

用于量取一定体积液体的量具，不能用作反应器，更不能加热。

（5）容量瓶。

用于配制一定体积、一定浓度溶液的容器，使用前应检查其密闭性，不能加热。使用前应进行校准。

(6) 移液管。

用于准确量取一定体积液体的量具，不能加热。使用前应进行校准。

(7) 酸、碱滴定管。

分别内装酸或碱，主要用于滴定分析，也常用于准确量取一定体积的溶液。使用前应进行校准。

(8) 漏斗。

有普通漏斗、长颈漏斗、分液漏斗、布氏漏斗（与吸滤瓶配套使用）等，用于过滤、洗涤、萃取或分离等操作，不能用火直接加热。

(9) 烧瓶。

有机实验中常用的反应器，有圆底烧瓶、平底烧瓶、蒸馏烧瓶、三口烧瓶等。可以直接加热，一般放在石棉网上均匀受热。

(10) 表面皿。

盖在烧杯上，防止液体迸溅或做成气室。不能用火直接加热。

(11) 蒸发皿。

蒸发液体用，随液体性质不同选用不同质地的蒸发皿。蒸发皿能耐高温，但不能骤冷。蒸发液体时，可以用火直接加热，一般放在石棉网上均匀受热。

(12) 冷凝管。

蒸馏装置中的冷凝部分。有空气冷凝管、直形冷凝管、球形冷凝管等，根据蒸馏物质的沸点选用不同类型的冷凝管。

(13) 石棉网。

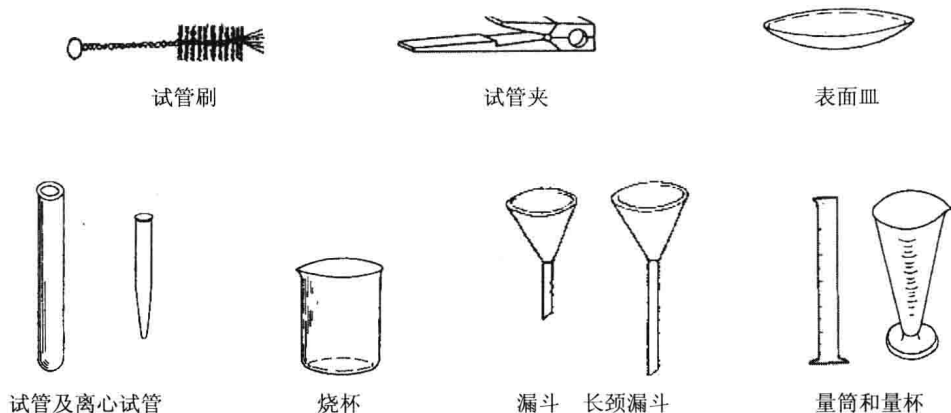
加热时，受热仪器垫上石棉网能使受热物体均匀受热，而不致造成局部过热。不能与水或腐蚀性试剂接触，以免石棉网的铁丝锈蚀。

(14) 研钵。

用于研磨固体物质，按固体性质的不同选用不同质地的研钵，不能用火加热。

(15) 洗瓶。

内装蒸馏水，用于淋洗玻璃仪器的内壁。使用时洗瓶嘴不允许碰触被淋洗的器壁。常见实验仪器如图 1-1 所示。



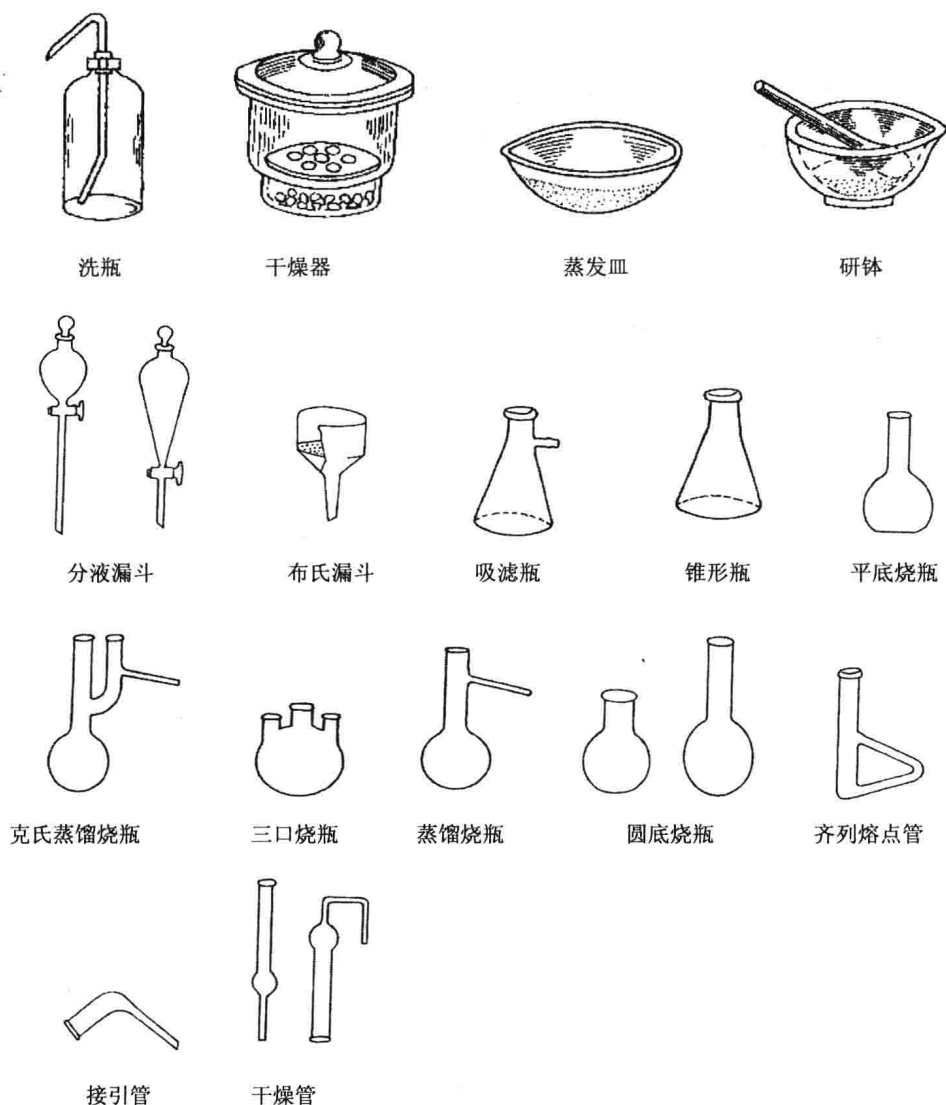


图 1-1 常见化学实验仪器

2. 标准磨口仪器。

在有机化学实验中，还常用带有标准磨口的组合玻璃仪器。标准磨口玻璃仪器分为标准内磨口玻璃仪器和标准外磨口玻璃仪器。标准磨口是按国家通用的技术标准制造的，我国已普遍生产和使用。标准磨口的最大直径即为其磨口编号，如 $\Phi 10$ 、 $\Phi 19$ 、 $\Phi 34$ 等。这种仪器具有标准化、通用化和系列化的特点。

相同编号的内、外磨口可以直接密封相连，磨口编号不同的仪器可以借助不同编号的磨口接头使其相互连接。它们组装、拆卸灵活，不仅可免去塞子、钻孔的环节，还能避免反应物和产物被塞子污染。

在使用标准磨口玻璃仪器时，应注意保持仪器磨口的洁净，不能沾有固体物质，否则磨口不能紧密相连或难以拆卸，甚至会损坏磨口。在使用后应马上拆卸，清洗干净，不要长期放置而不予拆卸。在连接内、外磨口时一般不用润滑剂，以免污染反应物或产

物。但当反应中有碱性物质特别是强碱存在时,应在磨口处涂上润滑剂,以免磨口粘连。常压操作时均匀地在磨口处涂上一层薄薄的凡士林即可;若为减压操作则应在磨口处涂上一层薄薄的真空油脂。从涂有润滑剂的内磨口仪器中倒出药品前,应先用蘸有丙酮等易挥发有机溶剂的滤纸将磨口擦净。另外,在所涂润滑剂未擦拭或洗净前,不能将仪器放入烘箱内烘烤干燥,否则磨口处会附着一层棕黑色杂质,影响磨口的质量。常见标准磨口仪器如图 1-2 所示。

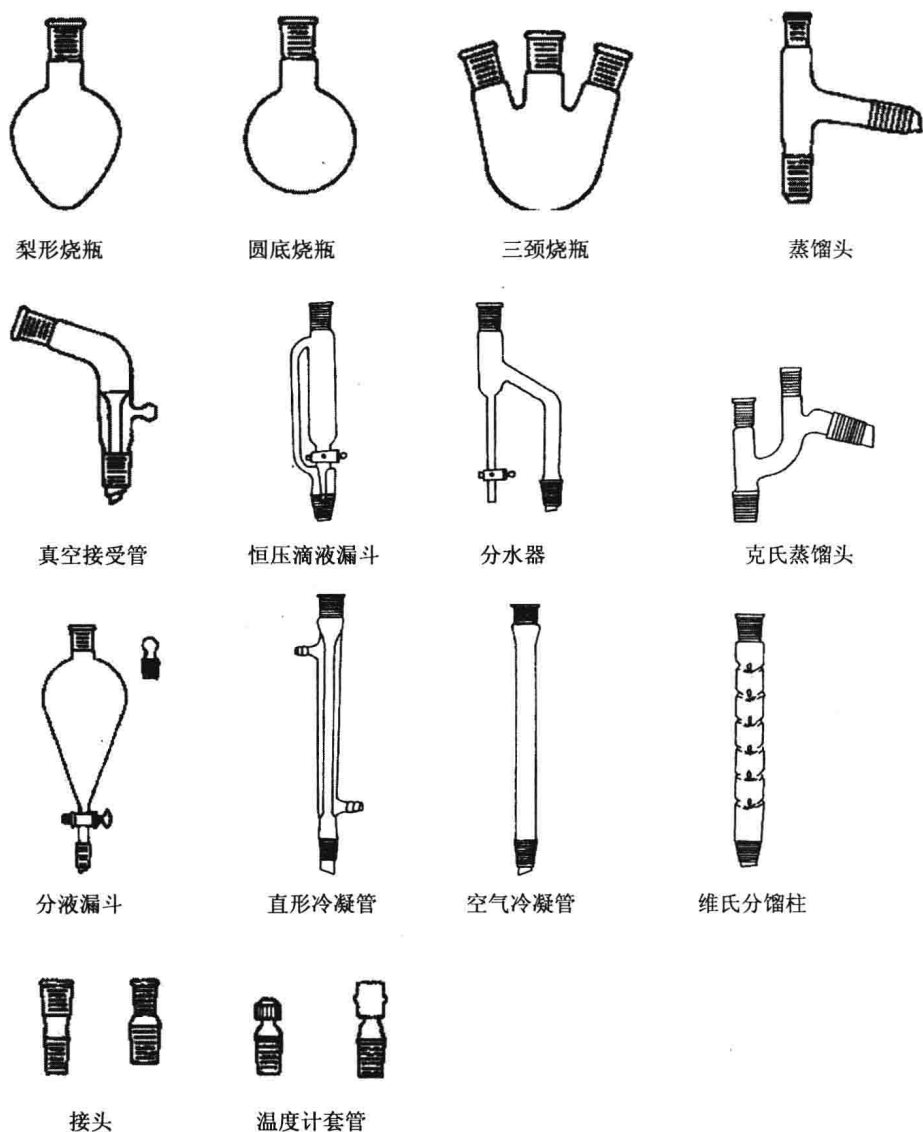


图 1-2 标准磨口仪器

(二) 微型实验仪器

实验室常用微型仪器如图 1-3 所列器具。其规格见表 1-1。微型仪器具有装拆简单、使用方便、操作规范准确的特点,并可以组装成多套成套反应装置。

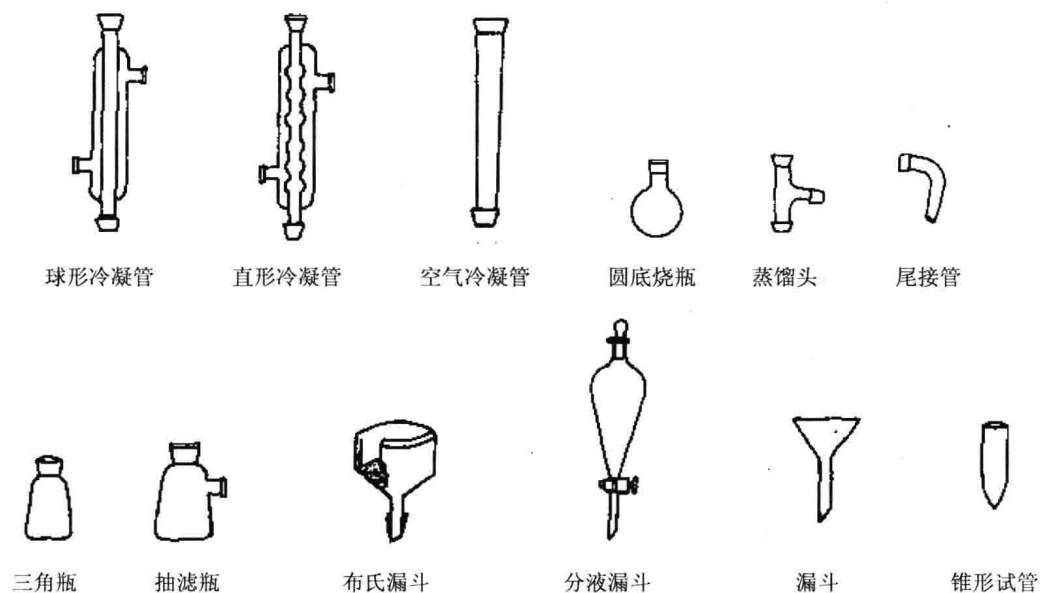


图 1-3 微型实验仪器

表 1-1 常用微型仪器品种以及规格

仪器名称	规格		
	磨口口径/mm	长度/mm	容量/mL
直形冷凝管	10 和 14	120	
球形冷凝管	10 和 14	120	
空气冷凝管	10 和 14	120	
圆底烧瓶	10 和 14		5、10 和 25
蒸馏头	10 和 14	50	
尾接管	10 和 14	50	
三角瓶	10 和 14		5 和 10
抽滤瓶	10 和 14		10 和 20
布氏漏斗	10 和 14	30	
分液漏斗	10 和 14		5 和 10
漏斗	10	30	
试管	10	100	
锥形试管	10		1 和 2
烧杯			25