



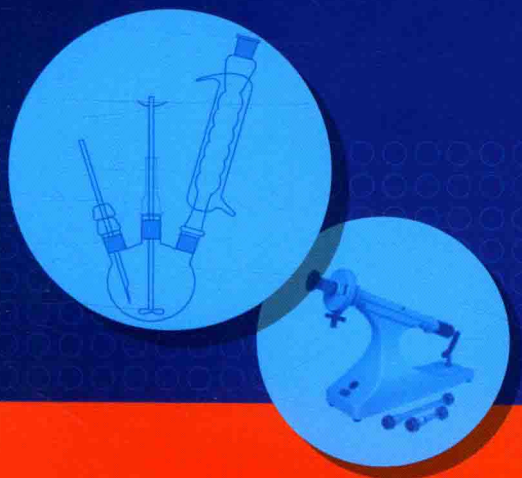
高 | 等 | 学 | 校 | 教 | 材

实验化学(Ⅱ)

第三版

俞 晔 熊 焰 主编

SHIYAN HUAXUE



化学工业出版社

高 | 等 | 学 | 校 | 教 | 材

实验化学(Ⅱ)

第三版

俞 晔 熊 焰 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是面向 21 世纪工科化学系列课程改革新体系模式中的《实验化学》课程系列教材之一,本教材打破了传统的无机、分析、有机与物化等独立开设化学实验课的体系,将几门课的基础化学实验进行整体优化组合,以基本操作与技能为主线,内容主要包括有机化合物的分离、纯化和物性测定技术,有机化合物的制备与合成,物理和化学参数的测定。本书在教学实践基础上,增加了一些有代表意义的有机化合物的制备与合成,对一些实验方法和技术进行了修改,同时对于化学实验安全方面的知识,和《实验化学 I》进行了整合,以更加符合化学实验的实际教学要求。

本书为高等院校理工类专业的实验教材,也可供从事化学实验或化学研究的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

实验化学 (II) / 俞晔, 熊焰主编. —3 版. —北京: 化学工业出版社, 2016. 7

高等学校教材

ISBN 978-7-122-27102-0

I. ①实… II. ①俞… ②熊… III. ①化学实验-高等学校-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 106032 号

责任编辑: 宋林青

文字编辑: 刘志茹

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm × 1092mm 1/16 印张 12 1/4 字数 293 千字 2016 年 11 月北京第 3 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

前言

《实验化学(Ⅱ)》第一版于1999年3月出版,第二版于2006年12月出版,该书是《实验化学》课程系列教材之一。本着与时俱进的精神,针对实验教学过程中出现的一些新问题,在听取了使用本教材的部分学生和教师的建议和意见后,结合教学实际,再次对本书进行修订。本版在保持第一版和第二版风格的基础上,本着贴近实际教学,方便教师与学生使用的目的,对第二版作了如下修改:

1. 增加了部分新的实验内容,删除了一些与实验教学发展不相适应的实验;
2. 考虑到基础实验化学的特点和使用对象,删除了原第二版中的综合性实验,另行编写了综合化学实验教材;
3. 对第二版中的实验内容顺序重新进行了编排,使之更加符合实际教学情况,以便于教学开展与学生使用;
4. 根据教学仪器的更新与发展情况,对实验所涉及的仪器进行了重新梳理,同步更新了附录中仪器设备使用说明。

《实验化学(Ⅱ)》第三版中的有机化学实验部分由俞晔组织修订,物理化学实验部分由熊焰组织修订。有机化学教研室的许胜副教授、王朝霞副教授参与编写了部分实验内容,有机化学实验室的张健参与了部分新实验的开发工作,吴海霞、陈君琴、周佳玮也为有机化学实验部分的编写提供了一定的帮助。物理化学教研室全体参与实验教学的教师分工参与了物理化学实验内容的修订工作,宋江闯、赵会玲、朱洁、白金瑞等参与了部分新实验开发工作。在此一并向他们表示感谢。

本书初稿经国家级教学名师黑恩成教授审阅,提出了很多宝贵的意见,我们据此进行了修改。在此谨向黑恩成教授表示诚挚的谢意。

本次修订得到了华东理工大学教务处、化学与分子工程学院、化学工业出版社等的大力支持,在此表示感谢。感谢为本书第一版、第二版做出过贡献的同仁及在使用本书过程中提出过中肯意见和建议的教师与学生。

由于编者本身的水平限制,本书不可避免地会存在一定的不足和疏漏,敬请各位同仁和使用本书的读者提出宝贵的意见和修改建议,以便今后能在进一步修订时予以改正。

编者
于华东理工大学
2016年3月

第一版前言

本书是华东理工大学工科化学系列基础实验课程改革教材。

据教育部教育发展研究中心报道，跨世纪的中国教育人才培养的历史性转变是从以学科为中心向以学习者为中心的转变。因此，要打破学科中心主义的课程结构，实行学科综合、知识与能力的综合。一些学科的严格分界将被整体优化组合的课程所代替，同时摒弃把知识分得过细，强调加强综合性与整体性的素质教育。考虑到基础的无机、分析、有机、物化与生化等化学实验课都统一于普遍性的化学原理和常用的实验测试手段与方法，不过是处理问题的方面与层次不同；同时，我校总结了多年来实验教学改革实践经验，已成立了化学实验教学中心这一新体制，所以，现在工科化学系列课程中开设一门广谱性的《实验化学》课程是顺理的，也是适时的。

《实验化学》课程整套教材包括《实验化学(I)》、《实验化学(II)》与《实验化学原理与方法》。这套教材力求以实验原理与方法为主线，把基础的无机、分析、有机、物化与生化等化学实验概括为物质性质与化合物制备、物质分离与提纯、物质组成分析与结构分析、物性常数与过程参数测定和综合研究等五种题材的实验内容，据此形成了不同的板块，将几门基础化学实验整体优化组合，有重点地由浅入深从第一学期安排到第五学期。第五学期后，结合高年级的化学选修课再开设《高等实验化学》课。

为了进一步加强实验原理的教学，提高实验课的理论思维以及使学生能比较系统地掌握实验方法与技术的共性，编写了《实验化学原理与方法》教材。每学期讲授其中与实验内容配套的相关章节。

参加本书编写的还有苏克曼、朱洁、孙瑛、徐苹、金丽萍、方国女、高永煜等。虞大红、张菊芳、王燕等为新实验开发做了许多工作，化学实验中心的叶汝强、张济新、邹文樵等在这方面给予积极支持与鼓励，并提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

本书初稿经同济大学陈秉垵教授审阅，提出了很多宝贵的意见，我们据此进行了修改。在此谨向陈秉垵教授表示诚挚的谢意。

实验教学的改革是一项任重而道远的任务。我们期望在教学实践中经过教与学等多环节的努力，积极探索，不断总结，使之逐步臻于完善。

编者

1998年12月

第二版前言

《实验化学(Ⅱ)》第一版于1999年3月出版,是《实验化学》课程的系列教材之一。为遵循教育部有关“大力改革实验教学的形式和内容,开设综合性、创新性实验”的改革精神,根据使用院校的反馈意见,特对本书进行了修订。本版在保持第一版编写指导思想和教材特色的基础上,本着提高学生独立分析与解决实际问题的能力和创新能力,对第一版做了如下修改。

1. 为使教材能反映科学技术的发展,更新了实验中所涉及的仪器,为此,书末新增“附录”,对这些仪器的工作原理和使用方法作了详细的阐述。

2. 对原有的章节内容及编排做了调整,开发并精选了一些与材料科学、环境保护、生活实践等有关的新实验,增加了综合性实验的内容,突出应用性和综合性,以体现化学在近代学科中的重要性。

第二版由虞大红、吴海霞修订。宋江闯参与了部分综合实验的开发,全书由虞大红统稿。

本次修订得到了华东理工大学教务处的大力支持,在此表示感谢。同时感谢为本书第一版做出过贡献的同仁及在使用本书时提出过中肯意见和建议的同行。

实验教学的改革是一项任重而道远的任务,我们期望在教学实践中经过教与学等多环节的努力,积极探索,不断总结,使实验教学逐步臻于完善。本书难免有疏漏和不妥之处,恳请同行和读者批评指正。

编者

2006年12月

目 录

第1章 化学实验基本知识 1

1.1 化学实验室常用设备及仪器	1
1.1.1 称量仪器	1
1.1.2 加热设备	1
1.1.3 其他仪器设备	3
1.2 实验室常用玻璃仪器及安装方法	3
1.2.1 常用玻璃仪器	3
1.2.2 常用玻璃仪器夹具	6
1.2.3 玻璃仪器的清洗和干燥	6
1.2.4 实验装置安装方法	7
1.3 实验室常用加热、冷却和干燥介质	8
1.3.1 加热	8
1.3.2 冷却	9
1.3.3 干燥	9
1.4 化学试剂的规格及取用	10
1.4.1 化学试剂的规格	10
1.4.2 化学试剂的取用	11
1.5 实验预习、记录和实验报告要求及范例	12
1.5.1 实验预习	12
1.5.2 实验记录	12
1.5.3 实验报告要求	12
1.5.4 有机化学实验报告范例	14
1.6 有机实验常用数据的查找、文献检索和相关网络资源	18
1.6.1 工具书	18
1.6.2 参考书	20
1.6.3 化学文摘	20
1.6.4 网络资源	21

第2章 化学物质分离、纯化和物性测定技术 22

实验一 简单蒸馏及液体沸点测定	22
-----------------------	----

实验二	乙醇-水溶液的分馏及乙醇溶液浓度的测定	25
实验三	苯甲酸乙酯的减压蒸馏	28
实验四	苯甲酸乙酯的水蒸气蒸馏及液-液萃取	33
实验五	折射率测定	37
实验六	乙酰苯胺的重结晶	40
实验七	熔点测定	42
实验八	旋光度测定	47
实验九	茶叶中咖啡因的提取(液-固萃取及升华)	51
实验十	偶氮苯的薄层色谱测定	53
实验十一	柱色谱分离荧光黄和亚甲基蓝	56

第3章 有机化合物的制备与合成 60

实验十二	环己烯	60
实验十三	三乙基苄基氯化铵(TEBA)	62
实验十四	7,7-二氯双环[4.1.0]庚烷 (相转移催化反应)	64
实验十五	1-溴丁烷	66
实验十六	三苯甲醇	69
实验十七	苯丁醚(Williamson 反应)	70
实验十八	二苯乙烯基甲酮(双亚苄基丙酮) (Claisen-Schmidt 反应)	72
实验十九	己二酸的绿色合成	74
实验二十	呋喃甲醇和呋喃甲酸(Cannizzaro 反应)	75
实验二十一	肉桂酸(Perkin 反应)	77
实验二十二	乙酸正丁酯	79
实验二十三	溴化 1-丁基-3-甲基咪唑(离子液体)	81
实验二十四	乙酰苯胺	83
实验二十五	内型-降冰片烯-顺 5,6-二羧酸酐的制备	85
实验二十六	相转移催化法制备二茂铁	86
实验二十七	乙酰二茂铁的制备	88
实验二十八	18-冠-6 的制备	89
实验二十九	α -己基肉桂醛	91
实验三十	8-羟基喹啉的制备(Skraup 反应)	93
实验三十一	从番茄酱中提取番茄红素和 β -胡萝卜素	94
实验三十二	超声波法制备苯亚甲基苯乙酮	96
实验三十三	β -D-吡喃葡萄糖五乙酸酯的微波合成	98

第4章 物理与化学参数的测定 100

实验三十四	液体黏度的测定	100
-------	---------	-----

实验三十五	溶液表面张力测定	103
实验三十六	原电池反应电动势及其温度系数的测定	107
实验三十七	量气法测定过氧化氢催化分解反应 速率常数	111
实验三十八	环己烷-乙醇恒压汽液平衡相图绘制	114
实验三十九	计算机联用测定无机盐溶解热	118
实验四十	差热-热重分析	122
实验四十一	金属钝化曲线的测定	126
实验四十二	计算机在线测定 B-Z 化学振荡反应	129
实验四十三	酯皂化反应动力学	134
实验四十四	氨基甲酸铵分解平衡常数的测定	137
实验四十五	有机物燃烧热测定	141
实验四十六	不同外压下液体沸点的测定	145
实验四十七	蔗糖水解酶米氏常数的测定	148
实验四十八	离子迁移数测定	151
实验四十九	光散射法测定表面活性剂聚集体 粒径/Zeta 电位	154
实验五十	可燃气-氧气-氮气三元系爆炸极限的测定	158

附录 162

附录一	部分实验仪器使用方法介绍	162
附录二	化合物的物理常数表	177
附录三	20℃乙醇水溶液密度与浓度关系表	185
附录四	30.0℃环己烷-乙醇二元系组成（以环己烷摩尔 分数表示）-折射率对照表	186
附录五	不同温度下水的密度、表面张力、黏度、蒸气压	187

参考文献 188

第1章

化学实验基本知识

化学实验是一门非常重要的实验科学，学好实验化学不但需要理解并掌握理论知识，同时也要和实践相结合，通过进入化学实验室进行相应的各类化学实验，验证和加深对化学的基本理论、化合物的基本性质和各类化学反应的认识，培养学生正确掌握化学实验的基本操作，无机、有机化合物的合成、分离和鉴定的方法，化合物物理性质的测定，化合物结构方面的表征，提高学生的实验动手技能和理论联系实际的能力，为今后从事与化学有关的工作打下良好的基础。

进入化学实验室，必须严格遵守化学实验室的有关规章制度，了解实验室安全操作环境，事故预防的措施和设施，熟悉实验室内的水、电、煤气的开关、阀门的位置和操作方法，按照实验要求进行资料查询、实验内容预习，明确实验的目的、原理、要求和方法，对于各类化学药品应了解其特点，做好有针对性的防范措施。

化学实验室规则及安全防护知识参见《实验化学（I）》第一章。

1.1 化学实验室常用设备及仪器

为了顺利地进行有机化学实验，通常有机化学实验室都会配备一定的常规仪器和设备，常见的有如下几种。

1.1.1 称量仪器

为了称量实验中所需的药品，需要一定的称量仪器，而称量仪器根据称量的范围和精度一般有托盘天平、电子天平、精密电子天平（见图 1-1）。

1.1.2 加热设备

实验室中需要加热的仪器设备很多，有的是需要提供热浴，使反应温度得到保证，促进反应速率的提高；也有的是通过提供热风，使需要干燥的玻璃仪器或反应产物快速脱水得到干燥。这些仪器设备主要有：电热碗、磁力搅拌器、油浴锅、恒温玻璃缸、电热鼓风

干燥箱、红外灯干燥箱、气流干燥器等（见图 1-2）。



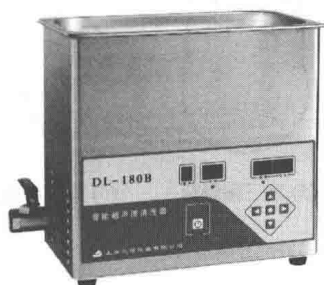
图 1-1 称量仪器



图 1-2 加热设备

1.1.3 其他仪器设备

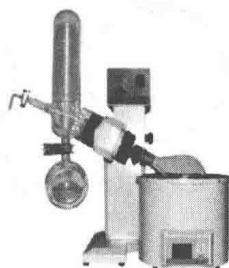
实验常见的其他仪器设备如图 1-3 所示。



(a) 超声波清洗器



(b) 真空循环水泵



(c) 旋转蒸发仪

图 1-3 实验室常见的其他仪器设备

1.2 实验室常用玻璃仪器及安装方法

1.2.1 常用玻璃仪器

化学实验室中有很多玻璃仪器，在进行实验之前，必须了解和熟悉自己柜中所配置的玻璃仪器品种和数量，并且在使用之前进行相应的清洗和干燥工作，以做好实验需要的准备。

玻璃仪器一般是由软质或硬质玻璃按照要求制作而成的，软质玻璃耐温性、硬度、耐腐蚀性较差，用它制作的玻璃仪器通常不耐温，如试剂瓶、普通漏斗、量筒、吸滤瓶、干燥器等；硬质玻璃具有较好的耐温性和耐腐蚀性，制成的玻璃仪器可以在温度变化较大的情况下使用，如烧瓶、烧杯、冷凝器等。除了一般化学实验室常见的烧杯、试管、量筒和玻璃棒外，有机实验室常用的玻璃仪器目前都是采用可以连接的标准磨口仪器和非磨口仪器，具体形状和类型见图 1-4。

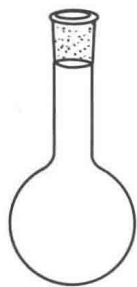
标准磨口仪器的磨口口径分为 10、14、19、24、29、34、40、50 等号，同样磨口口径的母口和子口可以匹配连接，这样可以用于多个磨口仪器的拼接。当有不同磨口的玻璃仪器需要连接时，可以采用不同编号的子母磨口接头（大小头）。通常实验室采用的磨口仪器主要是 14、19 和 24 号磨口仪器。

玻璃仪器使用必须注意以下几点：

- ① 使用时要做到轻拿轻放；
- ② 不能用明火直接加热玻璃仪器，需要加热时必须垫以石棉网；
- ③ 不能加热不耐高温的玻璃仪器，如吸滤瓶、量筒、普通漏斗等；
- ④ 玻璃仪器使用后应及时清洗，尤其是有旋塞及磨口玻璃仪器，当经历了碱性反应、酯化反应等过程后，旋塞或者磨口处易发生黏结拆不开的现象，可采用热水煮黏结处或用热风吹母口处，使其膨胀而易于拆开。也可用木槌轻轻敲打黏结处，使其振动松开。如果



(1) 短颈圆底烧瓶



(2) 长颈圆底烧瓶



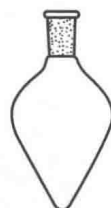
(3) 二颈烧瓶



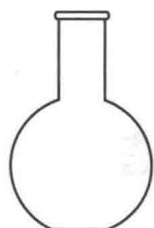
(4) 斜三颈烧瓶



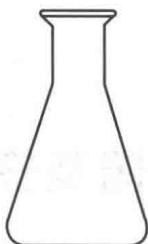
(5) 直三颈烧瓶



(6) 梨形烧瓶



(7) 平底烧瓶



(8) 锥形瓶



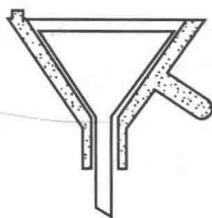
(9) 分液漏斗



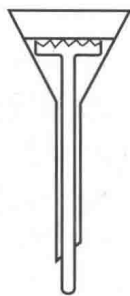
(10) 滴液漏斗



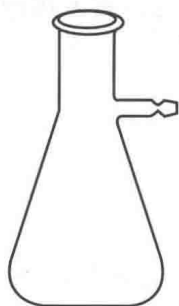
(11) 布氏漏斗



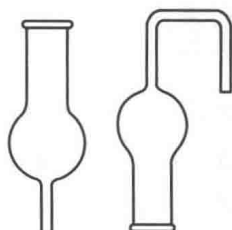
(12) 热水漏斗



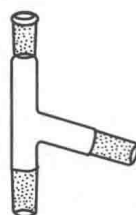
(13) 玻璃钉漏斗



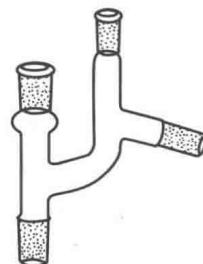
(14) 抽滤瓶



(15) 干燥管



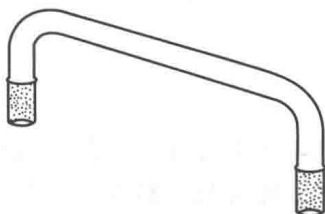
(16) 蒸馏头



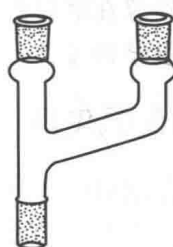
(17) 分馏头



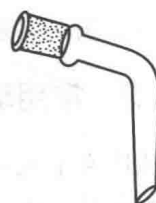
(18) 蒸馏弯头(75°)



(19) 蒸馏弯管(75°, 105°)



(20) 二口接管



(21) 接引管



(22) 弯形接引管(105°)



(23) 真空接引管



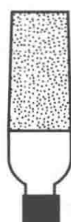
(24) 三叉燕尾管



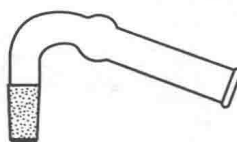
(25) 温度计套管



(26) 搅拌器套管



(27) 螺口接头



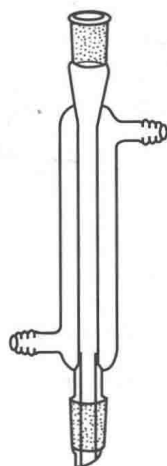
(28) 弯形干燥管



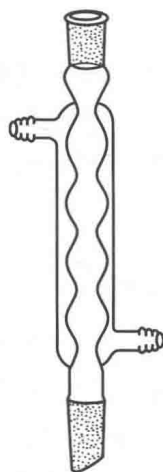
(29) 标准接头(A型)



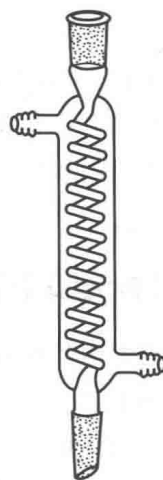
(30) 空气冷凝管



(31) 直形冷凝管



(32) 球形冷凝管



(33) 蛇形冷凝管



(34) 恒压(滴液)漏斗

图 1-4 实验室常见玻璃仪器

这些仪器长期不用,建议在磨口连接处或旋塞的活塞部位涂上一薄层凡士林或在旋塞处夹上一小纸条,以避免黏结现象。

1.2.2 常用玻璃仪器夹具

从广义上说,工艺过程中的任何工序,用来迅速、方便、安全地安装工件的装置,都可称为夹具。例如焊接夹具、检验夹具、装配夹具、机床夹具等。而在实验室中,因为进行有机化学反应时需要一定的时间,所以玻璃仪器往往需要固定,使之稳定地进行一定时间的反应,同时还可以防止因机械搅拌等引起的震动而造成玻璃仪器跌落、破损,所以配备不同种类、不同用途的夹具就非常重要。常见的玻璃仪器夹具有烧瓶夹、冷凝管夹、十字夹、止水夹、蝴蝶夹、铁三环等(见图 1-5)。

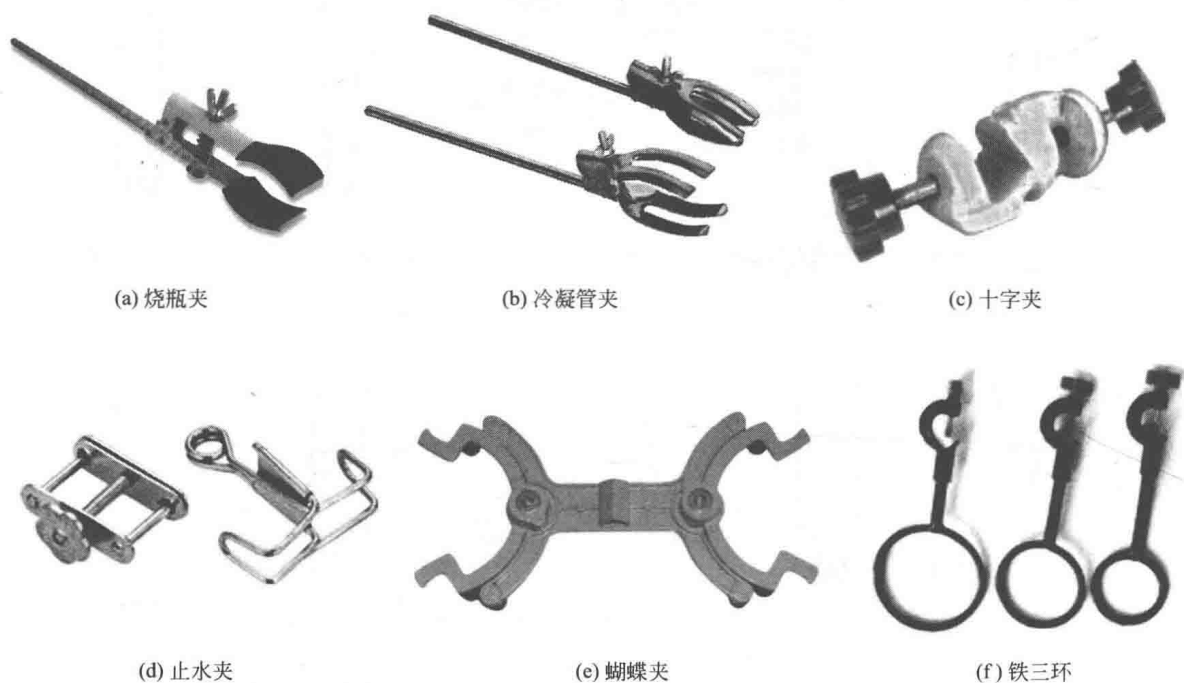


图 1-5 常见的玻璃仪器夹具

按照夹具的种类和用途,烧瓶夹主要用来固定各种大小不等的烧瓶;冷凝管夹用来夹各种冷凝管;十字夹主要用来连接烧瓶夹、冷凝管夹和铁架台,使之固定;止水夹主要用来夹紧水管;蝴蝶夹用于固定滴定管;铁三环主要用来托住或固定不同大小的分液漏斗及过滤漏斗等。

1.2.3 玻璃仪器的清洗和干燥

化学实验中必须使用干净的仪器,以避免发生不必要的化学物质的相互接触,降低反应物、产物的纯度并影响正常反应的进行。因此应养成实验中的有关玻璃仪器在使用前和使用后立即清洗的习惯,保证玻璃仪器的清洁和干燥。

在有机化学实验中,常用的洗涤剂是去污粉或合成洗涤剂,正确的洗涤方法是先把玻璃仪器用少量水湿润,再用湿的大小合适的毛刷蘸取少量洗涤剂涂在仪器内外壁上,来回刷洗,直到把污物刷洗掉为止,再用清水冲洗干净。洗净的玻璃仪器倒置时应该不挂水

珠，无污物痕迹。

洗涤标准磨口仪器时，尽量采用合成洗涤剂进行洗涤，防止去污粉中可能的粗颗粒磨料（主要是碳酸钙）划伤磨口面和器壁，造成使用中碎裂。如果玻璃仪器污渍较重，可以把玻璃仪器浸泡在洗涤液中一定的时间后再清洗。

有时遇到较难洗刷的污垢，可以根据其来源和性质，选择合适的酸、碱溶液或有机溶剂，如乙醇、乙醚、丙酮、苯、甲苯、石油醚等进行洗涤。如污垢为酸性物质，可以采用稀的氢氧化钠水溶液浸泡清洗，如果是碱性污垢，可以采用稀盐酸或稀硫酸溶解浸泡清洗，有机污垢可以采用相似相溶的原则，选择合适的有机溶剂进行浸泡清洗。但是不管选择何种方法，一定要注意安全，避免性质不明的污垢和浸泡物质发生化学反应，同时应尽量少用纯净的有机溶剂或采用回收的有机溶剂，防止造成不必要的浪费和二次污染以及增加有机溶剂的再处理成本。

也可采用超声波清洗器进行清洗，超声波清洗器是利用声波的振动和能量来清洗玻璃仪器，能有效地除去很多顽固污垢，尤其是焦油状物质，既省力、省事还方便，是目前有机实验室常配置的清洗仪器。

玻璃仪器的干燥一般可以根据实验的具体要求来定，如果反应不需要在无水条件下进行，玻璃仪器不干燥也可以使用。但是大部分有机实验需要在无水条件下进行，就必须对洗涤完的玻璃仪器进行干燥处理，常见的干燥仪器有鼓风干燥箱、气流干燥器、红外干燥箱。干燥方法为：仪器洗涤干净后，瓶口朝下将水沥干，放在以上设备中烘干。如果时间紧张，需要快速干燥，可将水沥干后，加入少量 95% 乙醇或丙酮清洗，再用电吹风吹干即可。

1.2.4 实验装置安装方法

有机化学实验常用的玻璃仪器装置，一般采用相应的夹子固定在铁架上，使之在进行有机化学反应时保持稳定和安全，保证反应的正常进行。夹子的双钳内侧应有橡胶、绒布等软性物质，或缠上布条、套上橡胶管等，不能使夹子直接夹住玻璃仪器，因很多夹子都是铁质材料，夹紧容易使玻璃仪器损坏。

有机化学实验的装置很多，例如回流装置、蒸馏装置、搅拌装置等，如图 1-6 所示。

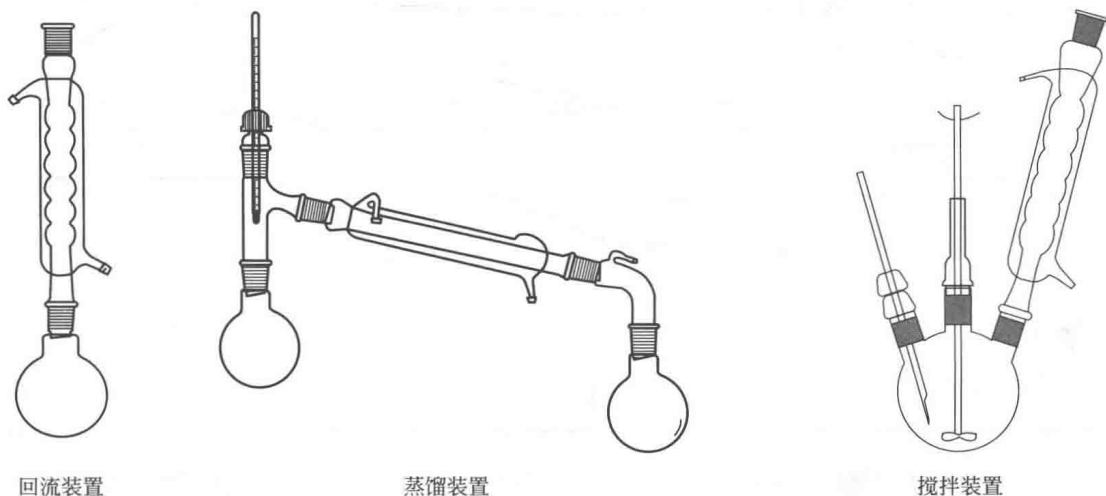


图 1-6 有机化学实验常用装置

在安装装置时，以回流装置为例，首先按照热源高低确定圆底烧瓶的位置，用烧瓶夹夹住圆底烧瓶的瓶颈，垂直固定于铁架上，然后将球形冷凝管下端正对烧瓶垂直固定在烧瓶上方，再放松夹子，将冷凝管放下，使冷凝管下端的磨口和烧瓶磨口紧密匹配后塞紧，再稍拧紧夹子，固定好冷凝管。选择合适的橡胶管，使冷凝管接好冷却水，注意进水口在下方，出水口在上方。

在有机化学实验中，因为各项单元操作，如回流、搅拌反应、蒸馏等，都需要一定的操作时间，所以整套仪器装置中的玻璃仪器固定非常重要。玻璃仪器的安装顺序要遵循“从前到后，先下后上”的基本原则，装置必须安装稳固，安装好的装置应该做到“横平竖直”，不能歪斜和接口松动。另外，实验结束时，拆卸装置时按照安装的反向步骤进行，即“从后到前，先上后下”进行，高度不够可以采用升降台等进行调节，切忌用书本、烧杯等去垫高，以免发生装置坍塌，玻璃仪器跌落造成破损等危险情况的发生。

1.3 实验室常用加热、冷却和干燥介质

实验时需要进行化学反应，对加热后或反应物进行冷却结晶提纯，或者需要对产品进行无水化处理得到干燥的纯净物质，就需要用到加热、冷却和干燥，很多化学实验室都需要用到，所以也是实验室的通用技术，除了仪器设备的采用，加热、冷却和干燥介质的使用对实验结果的好坏也具有一定的作用。

1.3.1 加热

化学实验室中常用的热源有煤气灯、酒精灯、电热套和电热炉等，为了安全起见，一般不使用带有明火的加热装置，除非需要，但必须做好相应的安全措施。

电热套是最常用的加热装置，另外还可根据所需加热温度的高低进行选择，如水浴、油浴等（见表 1-1）。加热温度在 80℃ 以下的采用水浴比较方便，加热温度超过 100℃，通常就需要采用电热套或油浴了。油浴所达到的最高温度取决于所用油的品种，一般加热温度最好不要达到所用油的沸点。

表 1-1 常用加热浴液体的沸点

液体名称	沸点/℃	液体名称	沸点/℃	液体名称	沸点/℃
水	100	萘	218	硅油	250
正丁醇	118	一般植物油	220	二缩三乙二醇	282
环己酮	156	液体石蜡	220	丙三醇	290
十氢化萘	190	正癸醇	231	蒎	354
乙二醇	197	甲基萘	242	邻苯二甲酸二异辛酯	370
四氢化萘	206	一缩二乙二醇	245	蒎醌	380

在加热油浴时，要注意安全，防止着火，同时要在油浴中放置温度计，以便控制温度，同时防止溅入水滴。