

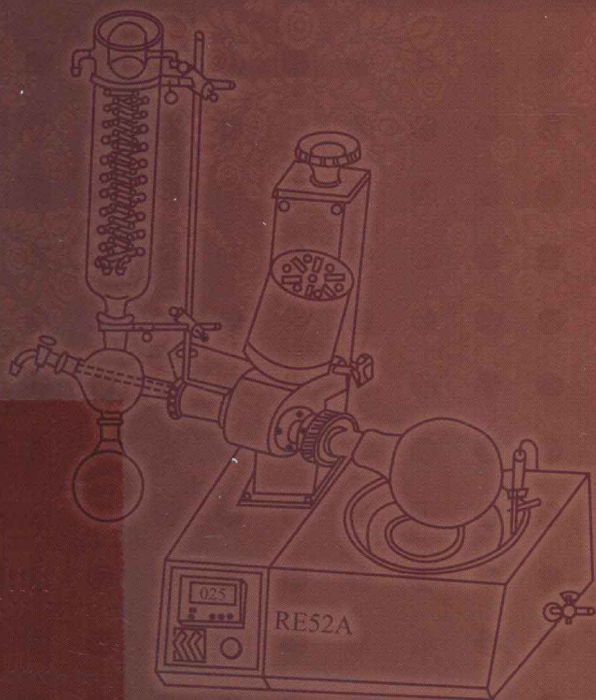


“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

有机化学实验

• 第二版 •

刘湘 刘士荣 主编



Organic
Chemistry
Experiment



化学工业出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

有机化学实验

• 第二版 •

刘湘 刘士荣 主编



Organic
Chemistry
Experiment



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本书以制备—分离—鉴定为主线,主要内容有有机化学实验的一般知识、有机化合物合成的基本技术、有机化合物的分离和提纯、有机化合物的物理性质测定和波谱分析、基础合成实验、天然产物的提取、提高性合成实验,其中提高性合成实验包含综合性、设计性和研究性实验三部分。全书有不同层次的合成和提取实验共 39 个,合成实验等附有红外光谱图。实验后有拓展和链接,以开拓学生的视野,切实体会有机化学及实验的具体应用和进展。书后附录列出了进行各类实验可能需要的参考数据,以便查阅。同时将各类有机官能团的定性鉴定方法单独作为附录,以供参考。本次修订特意增加了有机化学实验练习题和参考答案一套,以巩固所学,加深对有机化学实验的认识和理解。

本书体现绿色化和减量化、基础性和提高性结合的原则。在实验内容、实验手段和编写方式上都做了许多有益的尝试。本书可作为高等院校应用化学、化学工程与工艺、食品科学、生物工程、轻化工程、环境工程、制药工程、材料工程等专业本科生的有机化学实验教材,又可作为学生进行开放性实验和课余研究活动的主要参考书,也可供从事相关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验/刘湘,刘士荣主编.—2版.—北京:化学工业出版社,2013.1
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
ISBN 978-7-122-16253-3

I. 有… II. ①刘…②刘… III. 有机化学 化学实验-高等学校-教材 IV. O62-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 002858 号

责任编辑:宋林青 胡全胜
责任校对:陶燕华

装帧设计:史利平

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:三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 364 千字 2013 年 3 月北京第 2 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:25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本实验教材自 2007 年出版以来，以“制备—分离—鉴定（或表征）”为主线的有机化学实验教学模式得到了广泛肯定，在吸收国内外和我校有机化学实验教学改革有益经验的基础上，所形成的实验教材编写新理念和新尝试已经得到了广大读者和专家的赞同。考虑到本实验教材已经使用了五年，期间有机化学实验的教学也有了新的要求；同时我们深刻认识到，精心打造一本高质量的《有机化学实验》教材，是我们的责任和义务。为此，对原实验教材进行了修订。

本次修订的指导思想是，继续保持原教材的体系与特色，在具体内容和细节上作较大的变动与补充。

（1）在删除部分实验项目的基础上，实验项目由 36 个增加到 39 个。新增的实验项目既有典型的基础合成实验，也有近几年科研转化的设计性和研究性实验。

（2）对原书第 1 章至第 4 章，修订中更加注重实用性。即理论叙述简明扼要，实验方法翔实多样。同时兼顾了有机化学实验中现代分析手段的运用。

（3）对原书第 5 章至第 7 章，修订中进一步体现了绿色化与减量化的原则；按照循序渐进的原则，实验操作步骤由详到简；修改了部分实验预习和准备及思考题；调整充实了部分拓展与链接。

（4）考虑到近几年各高校开展化学实验大赛的需要，新增了有机化学实验练习题。该实验练习题也可以作为学生预习有机化学实验的自我检测题。

（5）对原书的一些欠妥之处进行了改正。

本实验教材于 2012 年入选教育部第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。编者衷心感谢五年来使用本教材的广大学生和其他兄弟院校的同行，他们在使用过程中对教材的肯定和中肯的建议是我们此次修订的最大动力，还要衷心感谢江南大学教务处，尤其是要感谢江南大学化学与材料工程学院的陈明清与丁玉强院长对本教材的关注和热心指导，使我们备受鼓舞，同时要感谢江南大学有机化学教研室老师的有益建议与热心帮助。我们深知，编写一本能够体现提高学生综合素质和创新能力的新体系《有机化学实验》仍需不断完善，对于本书的疏漏之处，敬请读者和同行不吝指正。

编者

2012 年 12 月于无锡 江南大学

第一版前言

进入 21 世纪以来, 有机化学实验课程在教学内容、教学方法和教学手段上有了很多新的变化。以验证化学原理为主的旧的有机化学实验教学体系与内容已逐步改革, 一个以提高学生综合素质和创新能力为主的有机化学实验新体系正在逐步形成。

我们编写的《有机化学实验》教材, 注意吸收国内外和我校有机化学实验教学改革成果, 在实验内容、实验手段和教材编写方式上作了新的尝试。总体目标是使有机化学实验教材不仅是学生学习有机化学实验的必备教科书, 而且还能引领学生进入丰富多彩的化学世界。

本书共分 7 章。第 1 章有机化学实验的一般知识, 第 2 章有机化合物合成的基本技术, 第 3 章有机化合物的分离和提纯, 第 4 章有机化合物物理性质测定和波谱分析, 第 5 章基础合成实验, 第 6 章天然产物的提取, 第 7 章提高性合成实验。全书有不同层次的合成和提取实验共 36 个, 并附红外光谱图。书后附录列出了进行各类实验可能需要的参考数据, 以便查阅。同时将各类有机化合物官能团的定性鉴定方法单独作为附录, 以供参考。

本书有如下特点:

1. 坚持一条主线

有机化学实验以“制备—分离—鉴定(或表征)”为主线的教学模式已日趋完善, 而真正能够凸显这一主线的教材还不多。我们在编写本书时, 坚持以“制备—分离—鉴定(或表征)”为主线组织教材: ①重点编写了第 2 章, 将有机合成的一些共同问题作为本书实验的基础, 有助于学生在进行合成实验时形成正确的思维方式。②将第 2 章、第 3 章和第 4 章作为有机合成的重要组成部分, 而不再仅是有机化学实验的一些基本操作, 提升了分离、鉴定在有机合成中的地位。③在具体的每一个实验中, 都以制备—分离和提纯—性质测定的方式进行编写, 不断强化有机化学实验的主线。

2. 体现二项原则

本书体现的第一项原则是绿色化和减量化的原则。当代科学技术发展越来越呼唤可持续发展的科学发展观。有机化学实验应该少做或不做污染源的制造者, 应该让学生牢固树立绿色化学的概念。为此: ①本书所有实验试剂量都是减量化的。减量化有别于微量或半微量实验的好处是, 既充分考虑学生的实际操作水平, 又能达到将实验造成的污染减少的目的。②本书在“拓展与链接”部分介绍了绿色化学的概念, 并在全书的多个地方予以强调。③本书也适当引入了部分半微量实验。

本书体现的第二项原则是将基础性和提高性有机结合的原则。作为一门基础实验课程, 有机化学实验的基本功能决定了它具有入门的意义。同时, 为了体现因材施教、培养学生创新能力的教学理念, 有机化学实验也应当有适度的提高部分。本书做了如下尝试: ①在实验内容上, 分成基础合成实验(含天然产物的提取)和提高性合成实验, 而在提高性合成实验中, 又分为综合性、设计性和研究性实验三部分。②不同层次的实验在编写方式上有明显的差异, 即由详到略、由简到难。③就每一个实验而言, 也体现了基础和提高的结合。如实验预习和准备是提供给学生做好本实验的预习指导, 是基础性的。而思考题则是提供给学生结

合实验进一步思考和提高的。再如编入的一部分“拓展与链接”就是属于提高性的。

3. 做到三个结合

本书在实验内容的选择上,力求做到经典性和应用性的结合。本书选编了一部分经长期教学实践证明实验效果明显的经典实验。同时也选编了一部分有应用背景的实验,如表面活性剂、抗氧化剂、香精香料的原料、增塑剂、防腐剂等的制备。这些实验鲜明的应用背景足以吸引学生重视有机化学实验,并继而培养对有机化学实验的浓厚兴趣。本书在第7章中尤其注意选择了应用性背景强的实验。

本书在介绍有机实验手段上,力争做到传统性和现代性的结合。如在有机合成手段上,本书既介绍了常规的回流方法,也介绍了相转移催化技术、微波化学、光化学方法、无水无氧技术等;在有机物分离手段上,本书既介绍了常用的方法,也介绍了较为现代的方法,如高压液相分离技术等。实践证明,让学生在较低年级就接触一些现代合成、分离方法,对于拓展他们的知识面是十分有益的。

本书的第三个结合是规范性和开放性的结合。集中体现在以下几点:①对基本实验技能的介绍和训练是严格规范的,对一些反应条件等则有一定程度的开放性。鼓励学生既遵守规则又不墨守成规,努力营造探究性学习的氛围。因此,本书实验的条件,尤其是一些应用性强的实验,其反应条件未必是最佳的。②对基本合成实验的介绍力求详细到位,而对提高性实验的介绍则比较简单和提纲化,这类实验中的一部分本身是由教师的科研成果转化而来的,因而更具有开放性,更加适宜于课外的开放性实验或课余研究活动。③本书还编入了大量的“拓展与链接”,这是本书的一大特色。“拓展与链接”的内容完全是开放性的,有科学家的名人轶事、有机实验的新技术新进展、相关有机物的应用研究和应用领域等。我们认为,这部分内容作为一个窗口和接口,对于提高学生的综合素质和培养学生的创新能力将起到重要作用。

本书可作为应用化学、化学工程与工艺、食品科学、生物工程、轻化工程、环境工程、制药工程、材料工程等专业本科有机化学实验教材,也可以作为学生进行开放实验和课余研究活动的主要参考书,同时也可供从事相关专业的科技人员参考。

本书虽然精选了实验内容,但对于一部分工科专业来说可能仍略多。使用本书时各专业可根据培养目标和学时数等条件自行取舍。

本书由刘湘、刘士荣共同主编。本书的编写得到了江南大学教务处和化工学院领导的关心和支持,长期以来陆文炎、朱同胜等江南大学有机化学教研室的教师对本书的形成做出了贡献,孙培冬、刘俊康、刘丽萍等老师对本书编写提供了方便。在本书编写过程中,编者还参阅了本校和国内各家教材以及有关文献资料,从中吸取了不少有益的内容。在此一并致以诚挚的谢意。

本书力图在内容和形式上进行一些新的尝试,尤其是本书提高性合成实验中三部分实验的归类 and 编写方式,国内还相当少见。某些实验在一定程度上做到了在化学学科上的综合和融合。这些尝试和探索是否可行,还需要实践的检验。同时,编写基础化学实验教材,需要化学实验教学改革的有力支撑,还需要丰富的理论和实践经验。虽然编者做了大量工作,但由于水平有限,本书难免有疏漏、不当甚至谬误,敬请读者和同仁不吝指正。

编者

2007年5月于无锡 江南大学

目 录

第 1 章 有机化学实验的一般知识	1
1.1 有机化学实验室规则	1
1.2 实验室安全、事故预防与处理	2
1.2.1 实验室的安全守则	2
1.2.2 实验室事故的预防与处理	2
1.2.3 有机化学品的毒性与安全取用	4
1.2.4 实验室急救器具	5
1.3 有机化学实验常用玻璃仪器和设备	5
1.3.1 常用玻璃仪器	5
1.3.2 玻璃仪器的洗涤、干燥和保养	6
1.3.3 常用设备	9
1.4 实验预习、实验记录和实验报告	13
1.4.1 预习	13
1.4.2 实验记录	13
1.4.3 实验报告的基本要求	14
第 2 章 有机化合物合成的基本技术	16
2.1 有机化学反应在实验中的实现	16
2.1.1 反应原料的选择	16
2.1.2 反应物料的摩尔比	17
2.1.3 反应温度	18
2.1.4 反应时间	18
2.1.5 反应介质	19
2.1.6 催化剂	19
2.1.7 提高反应产率的其他措施	20
2.2 有机合成反应常用装置	20
2.2.1 回流冷凝装置	20
2.2.2 滴加回流冷凝装置	21
2.2.3 回流分水冷凝装置	22
2.2.4 回流分水分馏装置	22
2.2.5 滴加蒸出反应装置	22
2.2.6 搅拌回流装置	22
2.2.7 有机合成装置的装配原则	23
2.3 加热、冷却和搅拌	24
2.3.1 加热技术	24
2.3.2 冷却技术	25
2.3.3 搅拌方法	26
2.4 干燥	27
2.4.1 气体的干燥	27
2.4.2 液体的干燥	28
2.4.3 固体的干燥	29
2.5 无水无氧操作技术	30
第 3 章 有机化合物的分离和提纯	33
3.1 蒸馏	33
3.2 分馏	37
3.3 水蒸气蒸馏	39
3.4 减压蒸馏	43
3.5 萃取和洗涤	48
3.6 重结晶	51
3.7 升华	57
3.8 色谱法	60
3.8.1 柱色谱	60
3.8.2 薄层色谱	65
3.8.3 纸色谱	69
3.8.4 气相色谱	71
3.8.5 高压液相色谱	74

第4章 有机化合物的物理性质测定和波谱分析	76
4.1 熔点的测定	76
4.2 沸点的测定	81
4.3 折射率的测定	82
4.4 旋光度的测定	85
4.5 紫外-可见吸收光谱法	89
4.6 红外光谱	92
4.7 核磁共振谱	97
第5章 基础合成实验	101
实验1 环己烯的制备	101
实验2 1-溴丁烷的制备	105
实验3 2-甲基-2-己醇	108
实验4 正丁醚的制备	111
实验5 对甲苯磺酸钠的制备	114
实验6 2-叔丁基对苯二酚的制备	117
实验7 茉莉醛的制备	120
实验8 苯乙酮的制备	122
实验9 呋喃甲醇和呋喃甲酸的制备	125
实验10 己二酸的制备	128
实验11 肉桂酸的制备	131
实验12 乙酸乙酯的制备	134
实验13 乙酸异戊酯的制备	138
实验14 乙酰乙酸乙酯的制备	140
实验15 苯胺的制备	143
实验16 乙酰苯胺的制备	146
实验17 甲基橙的制备	149
第6章 天然产物的提取	152
实验18 茶叶中咖啡碱的提取	152
实验19 黄连中黄连素的提取	155
实验20 槐花米中芸香苷和槲皮素的提取	157
实验21 番茄中番茄红素和 β -胡萝卜素的提取	160
实验22 肉桂皮中肉桂醛的提取和鉴定	163
第7章 提高性合成实验	166
第1部分 综合性合成实验	166
实验23 7,7-二氯双环[4.1.0]庚烷的制备	166
实验23-1 三乙基苄基氯化铵(TEBT)的制备	167
实验23-2 7,7-二氯双环[4.1.0]庚烷的制备	168
实验24 三苯甲醇的制备	170
实验24-1 苯甲酸乙酯的制备	171
实验24-2 苯基溴化镁的制备	172
实验24-3 三苯甲醇的制备	173
实验25 2-庚酮的制备	175
实验26 光学活性 α -苯乙胺的制备	177
实验26-1 (±)- α -苯乙胺的制备	179
实验26-2 (±)- α -苯乙胺的拆分	180
实验27 安息香的辅酶合成及其转化	182
实验27-1 安息香的辅酶法合成	183
实验27-2 二苯乙二酮的制备	185
实验27-3 二苯乙醇酸的制备	185
实验28 化学发光剂鲁米诺的制备和发光现象	187
实验28-1 鲁米诺的制备	189
实验28-2 鲁米诺的化学发光	190

第2部分 设计性合成实验	192	第3部分 研究性实验	198
实验 29 汽油抗震剂甲基叔丁基醚的 制备	192	实验 35 香豆素及其衍生物的合成、表征与 应用	198
实验 30 增塑剂邻苯二甲酸二丁酯的 制备	193	实验 36 Schiff 碱配合物制备及其性能 研究	199
实验 31 药物中间体 5-亚苄基巴比妥酸的 制备	194	实验 37 离子液体的合成及其在有机合成中 的应用	201
实验 32 香料紫罗兰酮的制备	195	实验 38 (S)-(+)-3-羟基丁酸乙酯的生物 合成	203
实验 33 药物中间体扁桃酸的制备	196	实验 39 新型杂多酸催化剂制备及其在酯 合成中的催化性能的研究	204
实验 34 驱蚊剂 <i>N,N</i> -二乙基间甲基苯 甲酰胺的制备	197		
附 录	207		
附录 I 常用元素的相对原子质量	207	附录 V 各类有机产物的分离通法	215
附录 II 常用酸碱溶液密度及组成表	207	附录 VI 常用有机试剂的纯化	216
附录 III 常用共沸物组成表	210	附录 VII 常见有机官能团的定性鉴定	218
附录 IV 有机实验中常用有机化合物的 物理常数	211	附录 VIII 有机化学实验练习题	222
参考文献	228		

第1章 有机化学实验的一般知识

有机化学是以实验为基础的自然科学，有机化学实验的目标是适应现代高等教育人才培养的基本要求，进行科学素质、知识能力和创新精神的培养。有机化学实验的基本任务是：①通过基本实验的严格训练，学生能够规范地掌握有机化学实验的基本技术、基本操作和基本技能（“三基”），能正确地进行重要有机化合物的制备、分离和表征以及天然有机物的提取和分离。培养学生良好的实验工作方法和习惯，以及实事求是和严谨的科学态度。②通过提高性实验，包括综合性、设计性和研究性实验，培养学生查阅文献的能力以及对典型合成方法和“三基”的综合运用能力，使学生具备分析问题、解决问题的能力 and 研究创新的思维方法，具备从事科学研究的初步能力。

本章主要介绍有机化学实验的一般知识，包括实验室规则、实验室安全、实验室事故的预防和处理、实验室常用玻璃仪器和设备等，以及如何做好实验预习、实验记录和实验报告，它是学生进行有机化学实验必须掌握的，也是达到以上教学目标和任务的前提。学生在进行有机化学实验之前，应当认真学习和领会这部分内容。

1.1 有机化学实验室规则

为了保证有机化学实验正常进行，培养严谨的工作态度和良好的实验习惯，并保证实验室的安全，学生必须严格遵守有机化学实验室的规则。

（1）切实做好实验前的准备工作。认真预习实验教材，明确实验目的和要求，了解实验原理和内容，对所需药品、仪器及装置做到心中有数。

（2）注意实验室安全。进入实验室时，应熟悉实验室环境，知道水、电、气总阀所处位置，灭火器材、急救药箱的放置地点和使用方法。严格遵守实验室的安全守则，熟悉每个具体实验操作中的安全注意事项。

（3）按照实验教材所规定的步骤、仪器及试剂的规格和用量进行实验，并要认真操作、细致观察、积极思考，如实记录原始数据并不得涂改。

（4）遵从教师和实验室工作人员的指导，如需更改或重做实验，须征得教师同意后方可进行。若有疑问或发生意外事故应及时报告老师，以得到及时解决和处理。

（5）实验时应遵守纪律，保持安静。应经常保持实验室的整洁，做到桌面、地面、水槽、仪器“四净”。废弃物应放在指定的废物缸中；废酸和废碱应分别倒入指定的容器中；废溶剂要倒入指定的密封容器中统一处理。

（6）爱护公用器材，注意节约水、电、煤气。实验结束后玻璃仪器必须洗净后放回原处。仪器损坏，及时赔偿处理。

（7）值日生应负责整理公用器材，打扫实验室，倒净废物缸，检查水、电、煤气总阀，关好门窗，经老师同意后才能离开实验室。

1.2 实验室安全、事故预防与处理

由于有机化学实验所用的药品多数是易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的，所用的仪器大部分是玻璃制品，所以，在有机化学实验室中工作，必须认识到化学实验室是潜在危险的场所，如果粗心大意，违反操作规定，就容易酿成事故：如割伤、烧伤，以致火灾、中毒和爆炸等。然而，只要我们重视安全问题，提高警惕，实验时严格遵守操作规程，加强安全措施，就能有效地防止事故发生，使实验正常进行。下面介绍实验室的安全守则和实验室事故的预防和处理。

1.2.1 实验室的安全守则

- (1) 实验开始前应检查仪器是否完整无损，装置是否正确稳妥。
- (2) 实验进行时，不得擅自离开岗位，要经常观察反应进行的情况，注意装置有无漏气、破裂等现象。
- (3) 当进行有可能发生危险的实验时，要根据实验情况采取必要的安全措施，如戴防护眼镜、面罩或橡皮手套等。
- (4) 实验中所用药品，不得散失或丢弃。使用易燃、易爆药品时，应远离火源。实验试剂不得入口。
- (5) 不准穿背心和拖鞋进入实验室，严禁在实验室内吸烟或吃食物，实验结束后要细心洗手。
- (6) 熟悉各种安全用具（如灭火器、喷淋设备等）、急救药箱等的放置地点和使用方法，并注意妥善保管。

1.2.2 实验室事故的预防与处理

(1) 火灾事故的预防与处理

实验室中使用的有机溶剂大多数是易燃的，如操作不慎，易引起火灾事故。为了防止事故发生，必须注意下列事项。

① 操作和处理易燃、易爆溶剂时，不得放在敞口容器内，并应远离火源；对于易发生自燃的物质（如加氢反应用的催化剂雷尼镍）及沾有它们的滤纸，不能随意丢弃；不要把未熄灭的火柴梗乱丢。

② 实验前应仔细检查仪器装置是否正确、稳妥与严密，不能漏气也勿使装置密闭；回流或蒸馏有机物时应放沸石，根据实验要求及易燃物的特点选择合适热源；从蒸馏装置接收瓶出来的尾气的出口应远离火源，最好用橡皮管引到下水管内或室外。当处理大量的可燃性液体时，应在通风橱或在指定地方进行，室内应无火源。

③ 实验室里不允许贮放大量易燃物。应经常检查煤气管阀、煤气灯是否完好，以防止漏气。

实验室如果发生了着火事故，切不可惊慌失措，应沉着镇静并及时处理，一般采用如下措施。

① 立即熄灭附近所有火源，切断电源，移开未着火的易燃物，关闭通风器，以防止火势扩展。若火势较小，可用石棉布或黄砂盖熄；如着火面积大，就用灭火器灭火，或立即报警。

② 汽油、乙醚、甲苯等有机物着火，千万别用水浇，否则反而会引起更大火灾，应用石棉布或干砂扑灭，也可撒上干燥的固体碳酸氢钠粉末；金属钾、钠或锂着火时，绝对不能用水、泡沫灭火器、二氧化碳、四氯化碳等灭火，可用干砂、石墨粉扑灭；电器着火，应切断电源，然后再用二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器灭火（注意：四氯化碳蒸气有毒，在空气不流通的地方使用有危险！），绝不能用水和泡沫灭火器灭火。

（2）爆炸事故的预防

对爆炸事故应以预防为主，一旦发生有爆炸的危险时，首先要镇静，然后再根据情况排除险情或及时撤离，并立即报警。一般预防爆炸事故的措施有以下几种。

① 实验装置、操作要求正确，不能造成密闭体系。对反应过于剧烈的实验，应严格控制加料速度和反应温度，使反应缓慢进行。真空蒸馏时，仪器装置必须正确，玻璃仪器必须耐压，操作时最好戴上防护眼镜。

② 切勿使氢气、乙炔、环氧乙烷等易燃易爆气体接近火源。应避免有机溶剂如醚类和汽油等的蒸气与空气相混，否则可能会由一个火花、电花而引起爆炸。

③ 对于易爆炸的固体，如重金属炔化物、芳香族多硝基化合物、干燥的重氮盐、叠氮化物、苦味酸金属盐等，在使用和操作时应特别注意，其残渣必须小心销毁后再弃去。剩余的金属钠切勿投掷到水中，金属钠遇水将爆炸并燃烧。乙醚等醚类有机物可能含有过氧化物，必须用硫酸亚铁除去才能使用，因为有过氧化物存在的乙醚蒸馏时易爆炸，同时使用乙醚时应在通风较好的地方或在通风橱内进行，并不能有明火。

（3）中毒事故的预防与处理

实验中的许多试剂都是有机的。有毒物质往往通过呼吸吸入、皮肤渗入、误食等方式导致中毒。要防止中毒，应注意以下事项。

① 实验中所用剧毒物质应有专人负责保管、适量发给使用人员并要回收剩余部分。装有毒物质的器皿要贴标签注明，用后及时清洗，经常使用有毒物质实验的操作台及水槽要注明，实验后的有毒残渣必须按照实验室规定进行处理，不准乱丢。如不慎损坏水银温度计，撒落在地上的水银应尽量收集起来，并用硫磺粉盖在撒落的地方。

② 在反应过程中可能生成有毒或有腐蚀性气体的实验应在通风橱内进行，使用后的器皿应及时清洗。处理具有刺激性、恶臭和有毒的化学药品时，如 H_2S 、 NO_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 CO 、 SO_2 、 SO_3 、 HCl 、 HF 、浓硝酸、发烟硫酸、浓盐酸，乙酰氯等，必须在通风橱中进行。通风橱开启后，不要把头伸入橱内，并保持实验室通风良好。

③ 有些剧毒物质如氰化钠等会渗入皮肤，因此，接触这些物质时必须戴橡皮手套，操作后应立即洗手，切勿让毒品沾及五官或伤口。沾在皮肤上的有机物应当立即用大量清水和肥皂洗去，切莫用有机溶剂洗，否则会加快化学药品渗入皮肤的速度。

操作有毒物质实验中若感觉咽喉灼痛、嘴唇脱色或发绀、胃部痉挛或恶心呕吐、心悸头晕等症状时，则可能系中毒所致。视中毒原因施以下述急救后，立即送医院治疗，不得延误。

① 固体或液体毒物中毒 有毒物质尚在嘴里的立即吐掉，用大量水漱口。误食碱者，先饮大量水再喝些牛奶。误食酸者，先喝水，再服 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 乳剂，最后饮些牛奶。不要用催吐药，也不要服用碳酸盐或碳酸氢盐。重金属盐中毒者，喝一杯含有几克 MgSO_4 的水溶液，立即就医，不要服催吐药，以免引起危险或使病情复杂化。砷化物和汞化物中毒者，必

须紧急就医。

② 吸入气体或蒸气中毒 将中毒者立即转移至室外，解开衣领和纽扣，呼吸新鲜空气。若是吸入氯气或溴气可用稀碳酸氢钠溶液漱口。对休克者应施以人工呼吸，但不要用口对口法。

(4) 触电事故的预防与处理

实验中常使用电炉、电热套、电动搅拌机等，使用电器时，应防止人体与电器导电部分直接接触，不能用湿手或手握湿的物体接触电插头。电热套内严禁滴入水等溶剂，以防止电器短路。为了防止触电，装置和设备的金属外壳等都应连接地线，实验结束后应切断电源，再将连接电源插头拔下。凡是漏电的仪器，一律不能使用。

如有触电发生，应立即关闭电源，并设法使触电者脱离电源，急救时急救者必须做好防止触电的安全措施，手或脚必须绝缘。然后对严重者做人工呼吸，同时急送医院抢救。

(5) 灼伤事故的预防与处理

人体暴露在外的部分（如皮肤）接触了高温、强酸、强碱、溴等都会造成灼伤。因此实验时要避免皮肤与上述能引起灼伤的物质接触。取用有腐蚀性的化学药品时，应戴上橡皮手套和防护眼镜。一旦发生灼伤应视情况分别处理。

① 高温灼伤 用大量水冲洗后，在伤口上涂以烫伤油膏。

② 药品灼伤 皮肤上遭到药品灼伤应先用大量水冲洗。对于酸灼伤，可用5%碳酸氢钠溶液洗净，再涂上油膏。若由于碱灼伤，可用1%硼酸溶液或1%醋酸溶液洗涤，再涂上油膏。溴灼伤应立即用酒精洗涤后涂上甘油或油膏。眼睛遭到药品灼伤，应立即用洗眼杯盛大量水冲洗眼内眼外，如被酸灼伤，可用1%碳酸氢钠溶液清洗；如被碱灼伤也可用1%硼酸溶液清洗。

上述各种急救法，仅为暂时减轻疼痛的初步处理。若伤势较重，在急救之后，应速送医院诊治。

(6) 割伤事故的预防与处理

为避免手部割伤，玻璃管（棒）的锋利边口必须用火烧熔，使之光滑后方可使用，将玻璃管（棒）或温度计插入塞子或橡皮管时，应用水、甘油或其他润滑剂，并渐渐旋转，不可强行插入或拔出。

一旦发生玻璃割伤，应仔细检查，并及时处理。如果为一般轻伤，应及时挤出污血，用消毒过的镊子取出玻璃碎片，用蒸馏水洗净伤口涂上碘酒，再用绷带包扎；如果伤口较深，应立即用绷带在伤口上部约10 cm处扎紧，使伤口停止出血，再速送医院诊治。

1.2.3 有机化学品的毒性与安全取用

(1) 有机化学品的毒性

① 有机溶剂 有机溶剂均为脂溶性液体，对皮肤黏膜有刺激作用，对神经系统有选择作用。例如，苯不但刺激皮肤，易引起顽固湿疹，而且对造血系统及中枢神经系统均有严重伤害。又如，醇对神经特别有害。在条件许可情况下，最好用毒性较低的石油醚、乙醚、丙酮、二甲苯代替二硫化碳、苯和卤代烷类。使用时注意防火，室内空气流通，最好在通风橱内进行。

② 硫酸二甲酯 吸入、皮肤吸收均可中毒，且有潜伏期，中毒后眼睛及呼吸道感到灼痛，对中枢神经影响大。滴在皮肤上能引起皮肤坏死、溃疡，恢复慢。

③ 芳胺类 吸入、皮肤吸收均可中毒，引起贫血，有较明显的致癌作用，要谨防侵入体内。

④ 芳香硝基化合物 化合物中硝基越多时毒性越大，在硝基化合物中增加氯原子，也将增加毒性。这类化合物的特点是能迅速被皮肤吸收，中毒后引起顽固性贫血及黄疸病，刺激皮肤引起湿疹。

⑤ 苯酚 具有强腐蚀性，能够灼伤皮肤，引起坏死或皮炎，皮肤被感染应立即用温水及稀乙醇洗。

⑥ 生物碱 多数具有强烈毒性，皮肤也可吸收，有些生物碱少量即可导致中毒，甚至死亡。

(2) 有机化学品的安全取用

① 固体试剂的称取 称取固体试剂应注意不可以使天平“超载”、不可使试剂直接接触天平的任何部位。一般固体试剂可放在表面皿或烧杯中称量；特别稳定且不吸潮的也可放在称量纸上称量；吸潮性或挥发性固体需放在干燥的锥形瓶（或圆底瓶）中塞住瓶口称量。固体试剂在开瓶后可用牛角匙移取，有时也可用不锈钢刮匙挑取，任何时候都不许用手直接抓取。取用后应随手将原瓶盖好，不许将试剂瓶敞口放置。

② 液体试剂的量取 液体试剂一般用量筒或量杯量取，用量少时可用移液管量取，用量少且计量要求不严格时也可用滴管吸取。试剂取用时要小心勿使其洒出，取用后应随手将原瓶盖好。黏度较大的液体可像称取固体那样称取，避免因量器的黏附而造成误差过大。吸潮性液体要尽快量取，易挥发或毒性大的液体试剂应在通风橱内量取，腐蚀性液体应戴上乳胶手套量取。挥发性液体试剂在取用时应先将瓶子冷却降压，然后开瓶取用。

1.2.4 实验室急救器具

消防器材：干粉灭火器、四氯化碳灭火器、二氧化碳灭火器、砂、石棉布、毛毡、喷淋设备。

急救药箱：医用酒精、碘酒、3%双氧水、1%硼酸溶液、1%醋酸溶液、5%碳酸氢钠溶液；玉树油、烫伤油膏、万花油、药用蓖麻油、硼酸膏或凡士林；医用镊子、剪刀、纱布、药棉、棉签、创可贴、绷带、胶布、洗眼杯等。

1.3 有机化学实验常用玻璃仪器和设备

1.3.1 常用玻璃仪器

(1) 普通玻璃仪器

图 1-1 是有机化学实验常用的普通玻璃仪器图。

(2) 标准磨口玻璃仪器

目前在有机化学实验中广泛使用标准磨口玻璃仪器，因为可以使用同一编号的磨口标准，所以仪器的互换性、通用性强，安装与拆卸方便，仪器的利用率高。利用不多的器件，可组合成多种功能的实验装置，提高工作效率，节省时间。同时还可避免因使用橡皮塞（或软木塞）而引起污染反应体系的弊病。

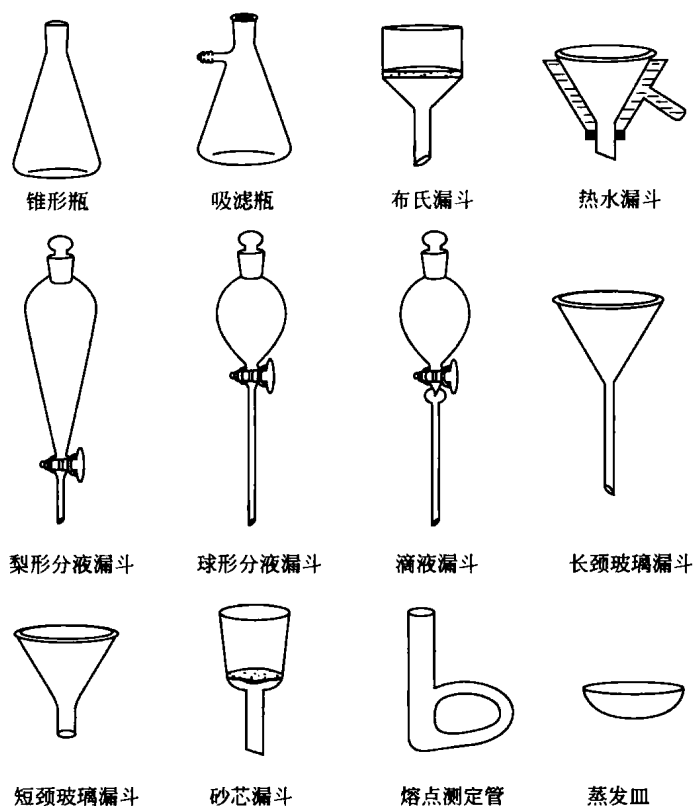


图 1-1 常用的普通玻璃仪器

标准磨口仪器的每个部件在其口、塞的上或下显著部位均具有烤印的白色标志, 表明规格。常用的编号有 10, 12, 14, 19, 24, 29, 34, 40 等。表 1-1 是标准磨口玻璃仪器的编号与大端直径。图 1-2 为有机化学实验常用的标准磨口玻璃仪器图。

表 1-1 标准磨口玻璃仪器的编号与大端直径

编号	10	12	14	19	24	29	34	40
大端直径/mm	10	12.5	14.5	18.8	24	29.2	34.5	40

1.3.2 玻璃仪器的洗涤、干燥和保养

(1) 玻璃仪器的洗涤

玻璃仪器上沾染的污物会干扰反应进程、影响反应速度、增加副产物的生成和分离纯化的困难, 也会影响产品的收率和质量, 情况严重时还可能遏制反应而得不到产品, 所以进行化学实验必须使用清洁的玻璃仪器。

实验用过的玻璃器皿必须立即洗涤, 应该养成习惯。因为此时污物和玻璃表面尚未黏合得十分紧密, 且污垢的性质在当时是清楚的, 用适当的方法进行洗涤是容易办到的。一旦放置一段时间, 清洗就要困难得多。

洗涤的一般方法是用特制的刷子(如瓶刷、烧杯刷、冷凝管刷等)用水、洗衣粉、去污粉刷洗。若难于洗净时, 则可根据污垢的性质选用适当的洗液进行洗涤。如果是酸性(或碱性)的污垢用碱性(或酸性)洗液洗涤; 有机污垢可选用合适的回收溶剂或低规格的溶剂如

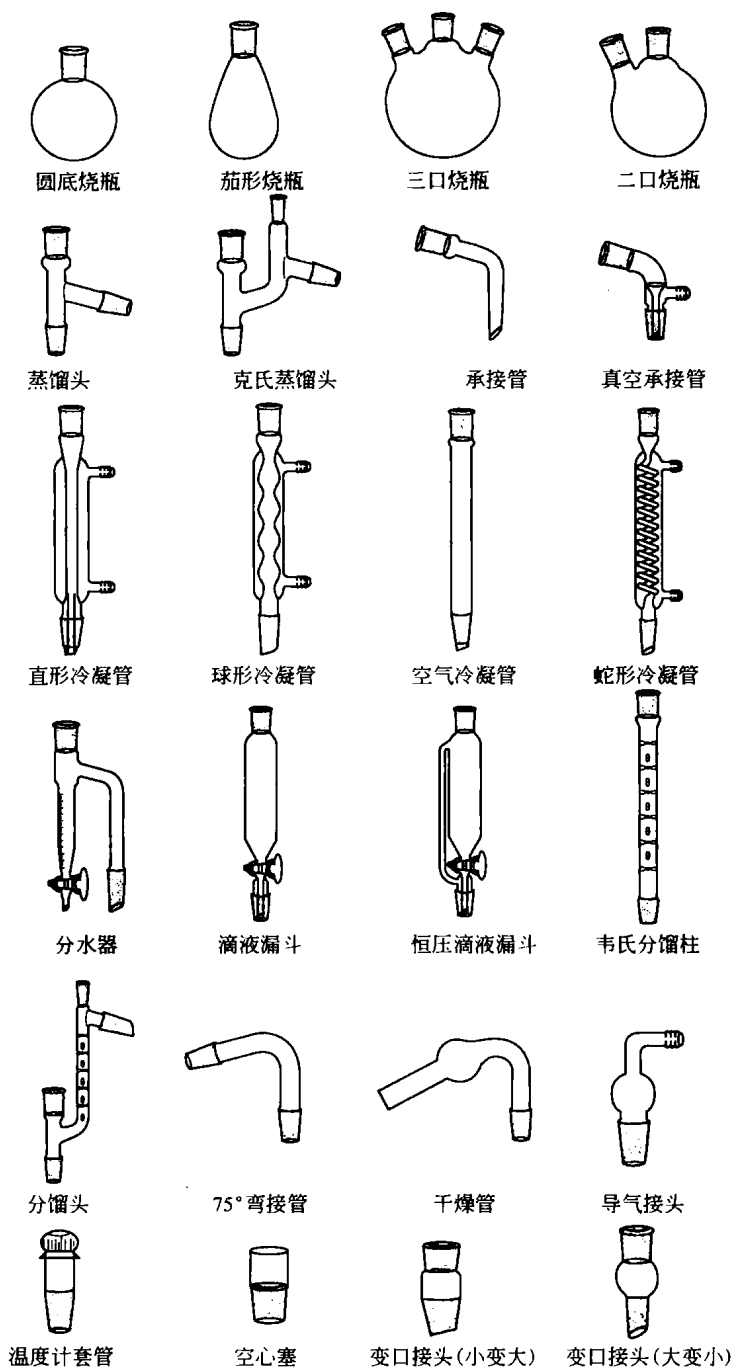


图 1-2 常用标准磨口玻璃仪器

乙醇、丙酮、石油醚等有机溶剂洗涤；如用有机溶剂不能洗净，可考虑用洗液浸洗；有条件还可采用超声波振动洗涤等。当然凡可用清水和洗衣粉刷洗干净的仪器，就不要用其他洗涤方法。

把玻璃表面的污物除去后，再用自来水清洗。当仪器倒置器壁不挂水珠时，表示已洗净，可供一般实验需用。若用于精制或有机分析用的器皿，除用上述方法处理外，还须用蒸馏水冲洗。

(2) 玻璃仪器的干燥

用于有机实验的玻璃仪器，除需要洁净外，常常还需要干燥，因为仪器的干燥与否，有

时是实验成败的关键。故要养成在每次实验后马上把玻璃仪器洗净和倒置使之干燥的习惯,以便下次实验时使用。干燥仪器时可根据需要干燥的仪器数量多少、要求干燥的程度高低及是否急用等采用不同的方法。

① 自然晾干:自然晾干是指把已洗净的仪器开口向下挂置,任其在空气中自然晾干,这是常用和简单的方法,这样晾干的仪器可满足大多数有机实验的要求。但必须注意,若玻璃仪器洗得不够干净时,水珠便不易流下,干燥就会较为缓慢。

② 吹干:数件至十数件仪器可用气流烘干机(图1-3)吹干。首先将水尽量沥干后,挂在气流烘干器的多孔金属管上,吹入热风至完全干燥为止,最后吹入冷风使仪器逐渐冷却。一两件急待干燥的仪器可用电吹风吹干,先在仪器中加入少量乙醇荡洗并倾出后,再用电吹风对玻璃仪器进行快速吹干。

③ 烘干:较大批量的仪器可用烘箱(图1-4)烘干,将经过清洗后的玻璃仪器倒置流去表面水珠后,再放入烘箱干燥。仪器上的橡皮塞、软木塞不可放入烘箱;活塞和磨口玻璃塞需取下洗净分别放置,待烘干后再重新装配。另外应让烘箱内的温度降至室温时才能取出玻璃仪器,切不可把很热的玻璃仪器取出,以免破裂。



图 1-3 气流烘干机

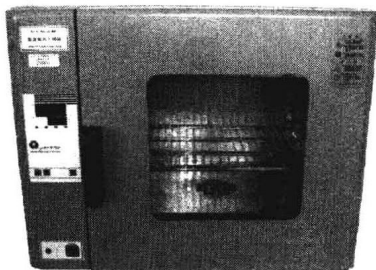


图 1-4 烘箱

(3) 玻璃仪器的保养

使用玻璃仪器皆应轻拿轻放,除试管、烧瓶、烧杯等少数仪器外,都不能直接用火加热。不能将有刻度的容量仪器(如量筒、量杯、容量瓶、移液管、滴定管)放入烘箱内烘干,也不能将吸滤瓶等厚壁器皿在烘箱内烘干。锥形瓶、平底烧瓶不耐压,不能用于减压操作。分液漏斗的活塞和顶塞都是磨砂口的,若非原配的,就可能不严密,而且使用后一定要在活塞和顶塞的磨砂口间垫上纸片,以防粘住。若已粘住,可用小木块轻敲使之松动,或在活塞四周涂上润滑剂(如甘油)后用电吹风吹热,或置于沸水浴中煮沸一段时间再设法打开。

温度计水银球部位的玻璃很薄,容易破损,使用时要特别小心。温度计不可作搅拌棒用,也不可用来测量超过刻度范围的温度,温度计用后要缓慢冷却,汞球不可以立即接触台面或铁板,更不允许马上用冷水冲洗,以免炸裂。

磨口仪器因为价格较贵,使用时更应细心和爱护。用时磨口处必须洁净,不得粘有固体杂质,不然,磨口处对接不严密并导致损坏。安装时把磨口和磨塞轻微地对旋连接,不宜用力过猛,不能在角度偏差时进行硬性装拆,否则,易导致仪器破裂或折断。用后应拆卸洗净,放置时磨口处不要对接在一起,以防粘牢。若已粘牢难以拆开,可参照上面处理活塞的方法打开。通常使用时磨口无需涂润滑剂,以免沾污反应物或产物;若反