

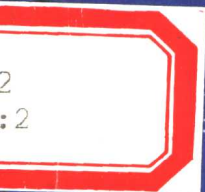
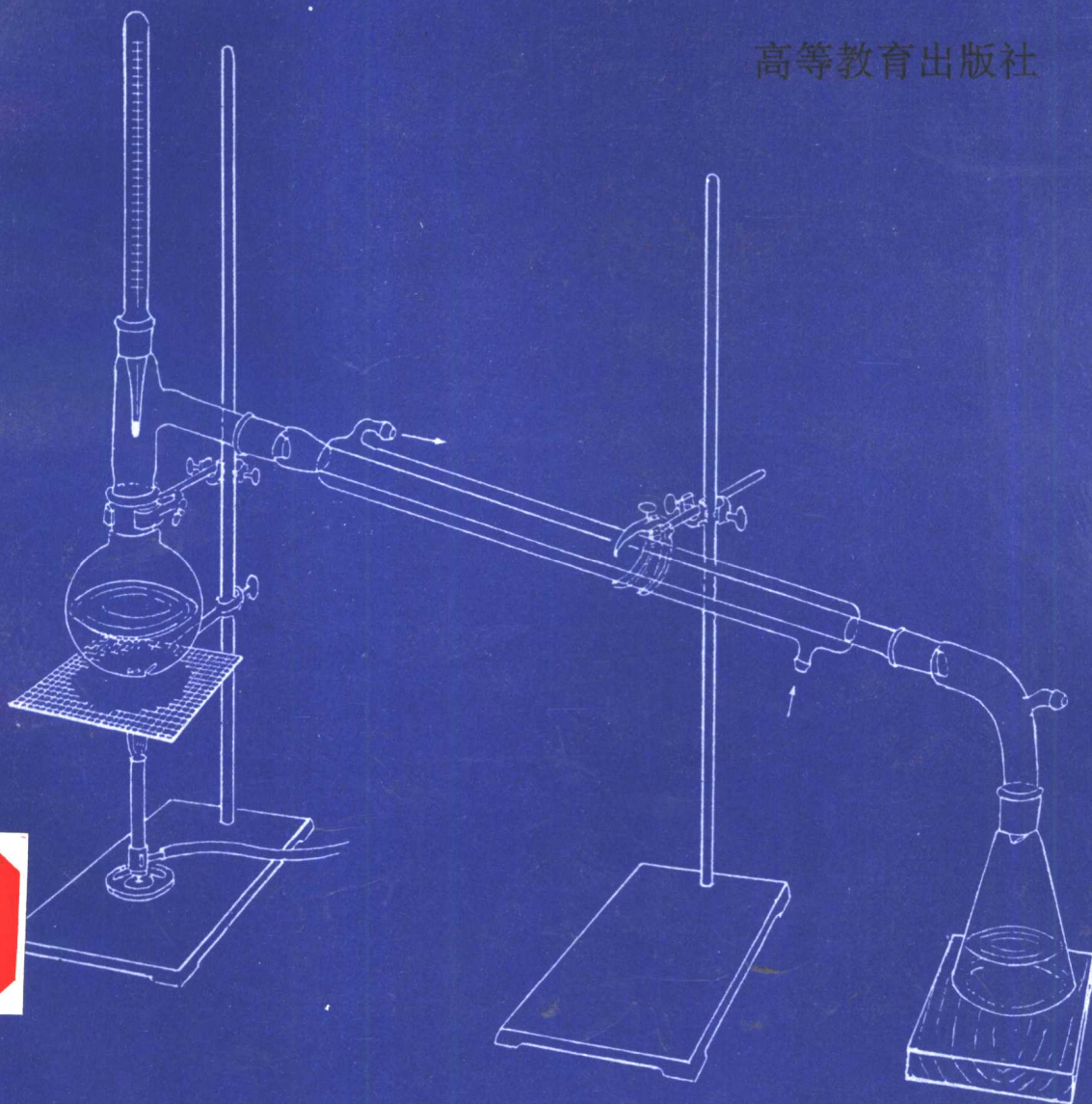
高等学校教材

有机化学实验

(第二版)

兰州大学 复旦大学
化学系有机化学教研室 编
王清廉 沈凤嘉 修订

高等教育出版社



高等学校教材

有机化学实验

(第二版)

兰州大学化学系有机化学教研室编
复旦大学

王清廉 沈凤嘉 修订

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本书是兰州大学、复旦大学化学系有机化学教研室编写的《有机化学实验》一书的修订版。

全书分五部分：①有机化学实验的一般常识；②有机化合物的物理性质及结构鉴定；③有机化合物的分离和提纯，列入了12个基本操作训练内容；④有机化合物的制备，列入了75个实验，涉及到有机化学重要的有代表性的典型的反应和反应类型，以及近年来出现的新的合成方法与技术；⑤有机化合物的鉴定。书末附有一些常用的数据表及有关知识。

本书可作为综合性大学化学和应化专业的教材，也可供师范院校、工院校有关专业选用。

责任编辑 岳延陵

图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验/兰州大学,复旦大学编;王清廉修订.
2版(修订本)—北京:高等教育出版社,1994.4(2000
重印)

ISBN 7-04-004605-9

I. 有… I. ①兰…②复…③王… III. 有机化学-实
验-高等学校-教材 IV. 062-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 01095 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 河北省香河县印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 21.5

字 数 530 000

版 次 1978年8月第1版

1994年4月第2版

印 次 2000年3月第7次印刷

定 价 17.30元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第二版前言

由兰州大学、复旦大学化学系有机化学教研室编写的《有机化学实验》一书出版以来，一直被各校广泛采用并受到普遍好评。该书于1987年获国家教委优秀教材一等奖，发行量已超过25万册。鉴于近年来新反应、新技术和新合成方法的不断涌现，以及现代分析手段在有机化学领域中的广泛应用，有机化学实验教学的内容已经发生了较大变化，教学仪器及设备也在不断更新与完善。根据近年来教学改革的使用该教材的学校所反映出的意见和要求，参考近期国内外出版的同类教材，我们对原书进行了修订。修订后的教材基本保持了原书的体系与特色，内容则做了较大的变动与补充，并对原书一些欠准确之处进行了纠正。

本书第一至三部分的内容在原书的基础上选择了理论和实际上必需的有机化学基本知识和基本操作。理论叙述尽量简明实用，偏重实验方法的讨论，对操作步骤均给予详尽说明，指出学生易出现的错误和问题，希望使学生的基本操作训练能够切实得到加强，并强调了安全操作在实验室工作中的重要性。考虑到目前大多数学校教学安排的实际情况，基本操作训练的大部分内容分别安排在相应的章节中，使学生对操作原理和操作要点做深入了解并获得较深的印象，避免了本书第一版编排上的前后脱节，并作为有机化学实验最初阶段训练的主要内容。

第四部分是合成与制备实验。与原书相比，制备实验的数目由46个增加至75个。合成实验的编选原则，首先是考虑到重要的、有代表性的、典型的有机反应与类型，并兼顾到有机化学出现的新理论、新反应和新技术；其次考虑到安全和减少环境污染，以及药品与试剂是否易得，时间安排是否恰当，是否有利于加强学生的基本操作训练及科学方法的培养等方面；同时考虑到实验的趣味性与实用性。本书保留了原书经实践证明是行之有效的大多数实验，并对近年来在教学实践中采用的新实验及改进的合成方法与技术给予了特别关注。编选的实验数量较大，是为了适应不同培养目标（教学和科学研究人才培养基地、化学专业和应化专业等）的特殊要求。

合成与制备实验由三部分组成。第一部分是基本的化学转化，包括了一些典型的反应类型与化合物类型，以传统的训练内容为主。目的是使学生掌握与熟悉基本的操作技术和典型的制备方法。同一制备实验，有些安排了两种不同的实验方法，有利于学生进行对比，并提高他们的兴趣。

基本化学转化之后安排了几组多步骤合成实验，如磺胺药、局部麻醉剂苯佐卡因及苯偶姻的辅酶合成与转化等，使学生在掌握了最基本的操作技术和完成一定数量的典型制备之后，向着合成较复杂的分子方面跨进一步。

考虑到学科发展的趋势，制备与合成的第三部分选编了一些难度较大的新的合成方法与实验技术。如Wittig反应、烯胺在合成中的应用、光化学反应、相转移反应、催化氢化、旋光拆分、有机活性中间体及反应动力学的测定等。这部分内容可根据实际情况加以选用，也可穿插在有关部分。

文献实验在本部分最后一节提出，并列出了一些可供选择的例子。

根据实验独立设课的原则，对各类化合物及典型反应的制备方法均进行了适当的讨论，力

求使本书成为实验教科书而不是单纯地作为实验教材。考虑目前国内化学实验教学的实际情况，实验步骤的叙述和注释较为详细，这对保证实验的有效结果和教学质量是必要的。

作为一门基础课实验，基本操作的训练与合成实验仍然以常量为主。为了节约药品和时间，提高对实验操作的要求，本书缩小了大多数实验的制备规模。固体产物一般保持2g左右，液体产物5—10mL，并选用了个别半微量实验。考虑到目前试剂价格的不断上涨，除多步骤合成外，本书收集的合成实验大多能成龙配套，即前面实验的产物作为后面实验的原料，总共可组合21套(见附录Ⅴ)。教师在组织实验内容时可单独安排，也可采用多步骤合成加以实施。

由于波谱技术已成为鉴定有机化合物的主要手段，本书对典型的化合物大多附有NMR和IR谱图，谱图数量由原书不到10个增加到70多个。希望能结合制备实验给学生提供更多的训练机会，提高他们解析谱图和通过波谱鉴定有机化合物的能力。

尽管仪器分析已成为鉴别有机化合物最重要的手段，但化学分析作为一种简单易行的方法，仍然是有机化学不可缺少的方面，并且是仪器分析无法完全代替的。本书的第五部分较系统地介绍了有机化合物的定性鉴定，增加了系统鉴定方面的内容，并对部分官能团的定性分析内容做了修改。

本书所列实验内容均进行过认真的复核，制备实验的产率是中等程度的学生所能达到的。

本书由王清廉、沈凤嘉修订，具体分工如下：王清廉编写第一至三部分基本操作训练实验内容，第四部分、第五部分和附录。沈凤嘉编写了第一至三部分(除基本操作训练实验外的内容)。本书的仪器装置图由吴海涛同志绘制。

兰州大学化学系有机化学教研室的蒋继宗、焦天权、蔡关兴、顾尚香、李瀛、曹小平、高坤、张炜、虞亚川、涂思龙等及编者参加了本书实验的复核工作，为本书的编写付出了辛勤的劳动。我们也感谢使用过本书第一版的历届学生，他们的实践和建议使本书得以不断完善。

南开大学、南京大学、四川大学、西北大学、郑州大学等院校的代表参加了本书的审稿，南开大学唐士雄教授担任主审，他们为本书的修订与完善提出了许多宝贵的建议。兰州大学张自义教授、高教出版社对本书的编写给予了热情的指导和鼓励。在此，一并向他们表示衷心的感谢。

本书参考了兄弟院校某些实验内容，谨表谢意。

限于编者水平，本书疏漏和谬误之处在所难免，恳望读者不吝赐教。

编者

一九九二年十月

第一版编者的话

本书是根据一九七七年十月高等学校理科化学类教材会议制定的《有机化学实验》教材编写大纲编写的。供综合大学化学系有机化学基础课实验使用，也可供高等师范院校及其他院校有关专业参考选用。主要内容包括四个方面：有机化学实验的一般知识、基本操作、合成实验和性质试验。

为了使学生牢固地掌握有机化学基本操作技术，一部分重要的基本操作单独安排了实验。大部分操作结合合成实验进行。各校在根据具体情况选择合成实验时，应考虑使学生在必须掌握的基本操作方面有多次练习的机会，同时兼顾反应类型。

由于近年来色谱技术（柱色谱、薄层色谱、气相色谱）和波谱技术（紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱）等在有机化学实验中的广泛应用，因此本书中列入了这两个方面的内容，并在部分实验中增加了光谱解析的思考题。这两部分内容在安排实验时可根据实际情况参考选用。

为了培养学生独立工作能力，本书安排了文献实验。所谓文献实验就是学生在接到题目后，在教师指导下找寻资料，选择合成方法或步骤，进行实验操作，写出工作报告的实验。具体文献实验的题目由各校自己确定。

本书还简单介绍了一些有机化学方面的手册、字典、实验参考书、文献、文摘及其查阅方法，并在最后附有元素原子量、常用酸碱密度、百分组成等附表及常用有机溶剂的纯化方法，以供学生学习和查阅参考。

在本书编写过程中得到了各兄弟院校的鼓励和支持，特别是北京大学、南开大学、南京大学、吉林大学、中山大学、四川大学、北京师范大学等校的同志们向我们提供了他们的工作经验和实验步骤，对此我们衷心地表示感谢。

参加本书编写工作的有兰州大学沈凤嘉、蒋继宗、王清廉和复旦大学吴世晖、谷珉珉、黄乃聚、姚子鹏、张生勇等同志，刘子馨、何慧珠同志参加了本书的绘图工作。

本书初稿于一九七八年五月二十九日至六月六日在苏州召开的《有机化学实验》审稿会上进行了讨论。与会代表对本书提出了许多宝贵的修改意见。全书最后由沈凤嘉、吴世晖等同志整理定稿。

由于时间仓促和我们的水平有限，错误及不妥之处定然不少，请读者批评指正。

兰州大学
复旦大学 化学系有机化学教研室

一九七八年六月

目 录

实验须知	1	3.8 萃取	100
第一部分 有机化学实验的一般知识	2	3.9 色谱法	104
1.1 实验室的安全 事故的预防 与处理	2	3.9.1 薄层色谱	105
1.2 有机化学实验常用仪器、设备和 应用范围	5	3.9.2 柱色谱	110
1.3 有机实验常用装置	12	3.9.3 纸色谱	114
1.4 仪器的清洗、干燥和塞子的配置	18	3.9.4 气相色谱	116
1.5 简单玻璃工操作	19	第四部分 有机化合物的制备 与反应	123
1.6 加热和冷却	23	4.1 烯烃的制备	123
1.7 实验预习、记录和实验报告	26	实验一 环己烯	124
1.8 实验产率的计算	28	4.2 卤代烃的制备	125
1.9 手册的查阅及有机化学文献 简介	29	实验二 溴乙烷	128
第二部分 有机化合物的物理性质及有 机化合物结构鉴定	40	实验三 正溴丁烷	129
2.1 熔点的测定及温度计校正	40	实验四 叔丁基氯	131
2.2 沸点及其测定	45	实验五 1,2-二溴乙烷	132
2.3 液体化合物折光率的测定	46	实验六 溴苯	133
2.4 旋光度	49	4.3 醇的制备 Grignard反应	135
2.5 红外光谱	51	实验七 2-甲基-2-己醇	136
2.6 核磁共振谱	57	实验八 三苯甲醇	138
2.7 紫外与可见光谱	61	实验九 1-苄基环戊醇的制备及脱水	140
第三部分 有机化合物的分离和提纯 (含基本操作训练内容)	67	实验十 二苯甲醇	143
3.1 重结晶及过滤	67	实验十一 乙醇的生物合成	145
3.2 蒸馏	74	4.4 醚的制备	147
3.3 水蒸气蒸馏	78	实验十二 乙醚	147
3.4 减压蒸馏	82	实验十三 正丁醚	149
3.5 简单分馏	88	4.5 脂肪族醛和酮的制备	150
3.6 升华	92	实验十四 环己酮	151
3.7 干燥和干燥剂的使用	94	实验十五 环戊酮	154
		4.6 羧酸的制备	154
		实验十六 己二酸	155
		实验十七 对硝基苯甲酸	157
		4.7 羧酸酯的制备 酯化反应	158
		实验十八 乙酸乙酯	160
		实验十九 乙酸异戊酯	162
		实验二十 乙酰水杨酸	163

实验二十一 苯甲酸乙酯	166	4.18 Diels-Alder反应	216
4.8 Fridel-Crafts反应	168	实验四十七 内型-降冰片烯-顺-5,6-二 羧酸酐	217
实验二十二 对二叔丁基苯	170	实验四十八 3,6-氧桥-1,2,3,6-四氢苯 -1,2-二甲酸酐	219
实验二十三 苯乙酮	172	4.19 重排反应	219
实验二十四 二苯酮	173	实验四十九 邻氨基苯甲酸	220
实验二十五 乙酰二茂铁	175	实验五十 ϵ -己内酰胺	222
4.9 芳香族硝基化合物	178	4.20 多步骤有机合成	223
实验二十六 硝基苯	178	[系列一] 磺胺药物	223
实验二十七 间二硝基苯	180	实验五十一 乙酰苯胺	224
实验二十八 邻硝基苯酚和对硝基 苯酚	181	实验五十二 对氨基苯磺酰胺	227
实验二十九 2-硝基-1,3-苯二酚	184	[系列二] 局部麻醉剂	229
4.10 芳香族硝基化合物的还原	185	实验五十三 对氨基苯甲酸	230
实验三十 苯胺	186	实验五十四 对氨基苯甲酸乙酯	232
实验三十一 间硝基苯胺	188	[系列三] 安息香缩合及安息香的 转化	233
实验三十二 偶氮苯	189	实验五十五 安息香的辅酶合成	236
4.11 羟醛缩合反应	189	实验五十六 二苯乙二酮	238
实验三十三 2-乙基-2-己烯醛	190	实验五十七 二苯乙醇酸	239
实验三十四 苯亚甲基苯乙酮	191	4.21 光化学反应	241
4.12 乙酰乙酸乙酯的制备、性质及 在合成中的应用	192	实验五十八 偶氮苯的光化异构化	241
实验三十五 乙酰乙酸乙酯	194	实验五十九 苯叶啉醇和苯叶啉酮	241
附: 乙酰乙酸乙酯的性质试验	195	4.22 Wittig反应	245
实验三十六 4-苯基-2-丁酮	196	实验六十 1,2-二苯乙烯	246
4.13 重氮盐及其反应	198	4.23 烯胺在合成中的应用	248
实验三十七 对氯甲苯(或邻 氯甲苯)	199	实验六十一 α -乙酰基环己酮	248
实验三十八 间硝基苯酚	201	4.24 卡宾的反应和相转移 催化剂	250
4.14 偶氮化合物与染料	203	实验六十二 7,7-二氯双环[4.1.0] 庚烷	252
实验三十九 甲基橙	203	实验六十三 扁桃酸	253
实验四十 甲基红	205	4.25 苯炔的反应	254
4.15 Perkin反应	205	实验六十四 三蝶烯	255
实验四十一 肉桂酸	206	4.26 催化氢化	257
实验四十二 香豆素-3-羧酸	208	实验六十五 氢化肉桂酸	257
4.16 Cannizzaro反应	210	4.27 外消旋化合物的拆分	260
实验四十三 苯甲醇和苯甲酸	210	实验六十六 外消旋苦杏仁酸的拆分	260
实验四十四 咪唑甲醇和咪唑甲酸	212	实验六十七 α -苯乙胺的制备	262
4.17 Skraup反应	213	实验六十八 外消旋 α -苯乙胺的拆分	264
实验四十五 喹啉	214		
实验四十六 8-羟基喹啉	215		

4.28 饱和碳原子上的亲核取代反应 和动力学测定	266	盐酸(附表2)	309
实验六十九 亲核取代反应——亲核试剂 的竞争	266	硫酸(附表3)	310
实验七十 叔丁基氯的水解	269	硝酸(附表4)	310
4.29 天然产物的提取	272	醋酸(附表5)	311
实验七十一 从茶叶提取咖啡因	272	氢溴酸(附表6)	311
附: 咖啡因水杨酸盐衍生物的制备	274	氢碘酸(附表7)	311
实验七十二 菠菜色素的提取和色素 分离	278	发烟硫酸(附表8)	312
实验七十三 从烟叶中提取烟碱	277	氢氧化铵(附表9)	312
4.30 植物生长调节剂	278	氢氧化钠(附表10)	312
实验七十四 2,4-二氯苯氧乙酸	279	氢氧化钾(附表11)	313
4.31 聚合反应	280	碳酸钠(附表12)	313
实验七十五 聚己内酰胺	281	常用的酸和碱(附表13)	313
4.32 文献实验	282	Ⅲ. 常用有机溶剂沸点、密度表 (附表14)	314
第五部分 有机化合物的鉴定	284	Ⅳ. 水的蒸气压力表(0—100℃) (附表15)	314
5.1 未知物鉴定的一般步骤和初步 观察	284	Ⅴ. 常用有机溶剂的纯化	314
5.1.1 未知物鉴定的一般步骤	284	1. 无水乙醚	315
5.1.2 未知物的初步观察	285	2. 绝对乙醇	315
5.2 元素定性分析	285	3. 无水甲醇	317
5.2.1 钠熔法	285	4. 无水无噻吩苯	317
5.2.2 元素的鉴定	285	5. 丙酮	317
5.3 溶解度试验	288	6. 乙酸乙酯	317
5.4 有机化合物的鉴定	291	7. 二硫化碳	317
5.4.1 烷、烯、炔的鉴定	291	8. 氯仿	318
5.4.2 卤代烃的鉴定	292	9. 石油醚	318
5.4.3 醇的鉴定	293	10. 吡啶	318
5.4.4 酚的鉴定	296	11. N,N-二甲基甲酰胺	318
5.4.5 醛和酮的鉴定	296	12. 四氢呋喃	318
5.4.6 胺的鉴定	299	13. 二甲亚砜	319
5.4.7 羧酸的鉴定	302	14. 二氧六环	319
5.4.8 酯的鉴定	303	15. 1,2-二氯乙烷	316
5.4.9 糖的鉴定	304	Ⅵ. 多步骤合成及配套实验目录	319
5.4.10 未知物的鉴定举例	306	Ⅶ. 实验中基本操作一览表	321
附录	309	Ⅷ. 有机化学文献和手册中常见的 英文缩写	325
I. 常用元素相对原子质量表 (附表1)	309	Ⅸ. 危险化学药品的使用和保存	328
II. 常用酸碱溶液密度及百分 组成表	309	一、易燃化学药品	328
		二、易爆炸化学药品	329
		三、有毒化学药品	330
		X. 主要参考书目	331

实验须知

有机化学实验教学的目的是训练学生进行有机化学实验的基本技能和基础知识，验证有机化学中所学的理论，培养学生正确选择有机化合物的合成、分离与鉴定的方法以及分析和解决实验中所遇到问题的思维和动手能力。同时它也是培养学生理论联系实际的作风，实事求是、严格认真的科学态度与良好工作习惯的一个重要环节。

安全实验是有机化学实验的基本要求。在实验前，学生必须阅读本书第一部分有机化学实验的一般知识及附录Ⅱ危险化学药品的使用与保存，了解实验室的安全及一些常用仪器设备；在进行每个实验以前还必须认真预习有关实验内容，明确实验的目的和要求，了解实验的基本原理、内容和方法，写好实验预习报告，知道所用药品和试剂的毒性和其它性质，牢记操作中的注意事项，安排好当天的实验。

在实验过程中应养成细心观察和及时记录的良好习惯，凡实验所用物料的质量、体积以及观察到的现象和温度等所有数据，都应立即如实地填写在记录本中。记录本应顺序编号，不得撕页缺号。实验完成后，应计算产率。然后将记录本和盛有产物、贴好标签的样品瓶交给教师核查。

实验台面应该经常保持清洁和干燥，不是立即要用的仪器，应保存在实验柜内。需要放在台面上待用的仪器，也应放得整齐有序。使用过的仪器应及时洗净。所有废弃的固体和滤纸等应丢入废物缸内，绝不能丢入水槽或下水道，以免堵塞。有异臭或有毒物质的操作必须在通风橱内进行。

为了保证实验的正常进行和培养良好的实验室作风，学生必须遵守下列实验室规则。

1. 实验前做好一切准备工作。
2. 实验中应保持安静和遵守秩序。实验进行时思想要集中，操作要认真，不得擅自离开，要安排好时间，按时结束。实验结束后，记录本须经教师签字。
3. 遵从教师的指导，注意安全，严格按照操作规程和实验步骤进行实验。发生意外事故时，要镇静，及时采取应急措施，并立即报告指导教师。
4. 保持实验室整洁。实验时做到桌面、地面、水槽、仪器四净。实验完毕后应把实验台整理干净，关闭所用水、电、煤气。
5. 爱护公物。公用仪器及药品用后立即归还原处。节约水、电、煤气及消耗性药品，严格药品用量。
6. 轮流值日。值日生的职责为整理公用仪器，打扫实验室，清倒废物缸，并协助实验室管理人员检查和关好水、电、煤气及门窗。

第一部分 有机化学实验的一般知识

1.1 实验室的安全 事故的预防与处理

在有机化学实验中,经常要使用易燃溶剂,如乙醚、乙醇、丙酮和苯等;易燃易爆的气体和药品,如氢气、乙炔和金属有机试剂等;有毒药品,如氰化钠、硝基苯、甲醇和某些有机磷化合物等;有腐蚀性的药品,如氯磺酸、浓硫酸、浓硝酸、浓盐酸、烧碱及溴等。这些药品若使用不当,就有可能产生着火、爆炸、烧伤、中毒等事故。此外,玻璃器皿、煤气、电器设备等使用或处理不当也会产生事故。但是,这些事故都是可以预防的。只要实验者树立安全第一的思想,认真预习和了解所做实验中用到的物品和仪器的性能、用途、可能出现的问题及预防措施,并严格执行操作规程,就能有效地维护人身和实验室的安全,确保实验的顺利进行。下列事项应引起高度重视,并予切实执行。

1.1.1 实验时的一般注意事项

- (1) 实验前须做好预习,了解实验所用药品的性能及危害和注意事项。
- (2) 实验开始前应检查仪器是否完整无损,装置是否正确稳妥。蒸馏、回流和加热用仪器,一定要和大气接通或与大气相接处套一气球^①。
- (3) 实验进行时应该经常注意仪器有无漏气、破裂,反应进行是否正常等情况。
- (4) 易燃、易挥发物品,不得放在敞口容器中加热。
- (5) 有可能发生危险的实验,在操作时应加置防护屏或戴防护眼镜、面罩和手套等防护设备。
- (6) 实验中所用药品,不得随意散失、遗弃。对反应中产生有害气体的实验,应按规定处理,以免污染环境,影响身体健康。
- (7) 实验结束后要及时洗手,严禁在实验室内吸烟、喝水或吃食品。
- (8) 玻璃管(棒)或温度计插入塞中时,应先检查塞孔大小是否合适,然后将玻璃切口熔光,用布裹住并涂少许甘油等润滑剂后再缓缓旋转而入。握玻璃管(棒)的手应尽量靠近塞子,以防因玻璃管(棒)折断而割伤皮肤。
- (9) 要熟悉安全用具如灭火器、砂桶以及急救箱的放置地点和使用方法,并妥加保管。安全用具及急救药品不准移作它用,或挪动存放位置。

1.1.2 火灾、爆炸、中毒及触电事故的预防

(1) 实验中使用的有机溶剂大多是易燃的。因此,着火是有机实验中常见的事故。防火的基本原则是使火源与溶剂尽可能离得远些,尽量不用明火直接加热。盛有易燃有机溶剂的容器不得靠近火源。数量较多的易燃有机溶剂应放在危险药品橱内,而不存放在实验室内。

回流或蒸馏液体时应放沸石,以防溶液因过热暴沸而冲出。若在加热后发现未放沸石,则

^① 用密闭装置蒸馏、回流时,可能因冷凝不好,或产生不易冷凝的气体而使体系内压力加大,导致爆炸。若在与空气相接处加一气球,既可使体系与空气隔绝,又可使体系内压力加大时,使气球膨胀或破裂,而不致发生意外事故。

应停止加热，待稍冷后再放。否则在过热溶液中加入沸石会导致液体突然沸腾，冲出瓶外而引起火灾。不要用火直接加热烧瓶，而应根据液体沸点高低使用石棉网、油浴、水浴或电热帽（套）。冷凝水要保持畅通，若冷凝管忘记通水，大量蒸气来不及冷凝而逸出，也易造成火灾。在反应中添加或转移易燃有机溶剂时，应暂时熄火或远离火源。切勿用敞口容器存放、加热或蒸除有机溶剂。因事离开实验室时，一定要关闭自来水和热源。

(2) 易燃有机溶剂（特别是低沸点易燃溶剂）在室温时即具有较大的蒸气压。空气中混杂易燃有机溶剂的蒸气达到某一极限时，遇有明火即发生燃烧爆炸。而且，有机溶剂蒸气都较空气的密度大，会沿着桌面或地面飘移至较远处，或沉积在低洼处。因此，切勿将易燃溶剂倒入废物缸中。量取易燃溶剂应远离火源，最好在通风橱中进行。蒸馏易燃溶剂（特别是低沸点易燃溶剂）的装置，要防止漏气，接受器支管应与橡皮管相连，使余气通往水槽或室外。

表 1.1 常用易燃溶剂蒸气爆炸极限

名 称	沸点/℃	闪燃点/℃	爆炸范围(体积%)
甲 醇	64.96	11	6.72—36.50
乙 醇	78.5	12	3.28—18.95
乙 醚	34.51	-45	1.85—36.5
丙 酮	56.2	-17.5	2.55—12.80
苯	80.1	-11	1.41—7.10

(3) 使用易燃、易爆气体，如氢气、乙炔等时要保持室内空气畅通，严禁明火，并应防止一切火星的发生，如由于敲击、鞋钉磨擦、静电磨擦、马达炭刷或电器开关等所产生的火花。

表 1.2 易燃气体爆炸极限

气 体	空气中的含量(体积%)
氢气 H_2	4—74
一氧化碳 CO	12.50—74.20
氨 NH_3	15—27
甲烷 CH_4	4.5—13.1
乙炔 $CH \equiv CH$	2.5—80

(4) 煤气开关应经常检查，并保持完好。煤气灯及其橡皮管在使用时亦应仔细检查。发现漏气应立即熄灭火源，打开窗户，用肥皂水检查漏气地方。若不能自行解决时，应紧急指导老师，马上抢修。

(5) 常压操作时，应使全套装置有一定的地方通向大气，切勿造成密闭体系（见1.1.1, (2)注）。减压蒸馏时，要用圆底烧瓶或吸滤瓶作接受器，不可用锥形瓶，否则可能会发生炸裂。加压操作时（如高压釜、封管等），要有一定的防护措施，并应经常注意釜内压力有无超过安全负荷，选用封管的玻璃厚度是否适当、管壁是否均匀。

(6) 有些有机化合物遇氧化剂时会发生猛烈爆炸或燃烧, 操作时应特别小心。存放药品时, 应将氯酸钾、过氧化物、浓硝酸等强氧化剂和有机药品分开存放。

(7) 开启贮有挥发性液体的瓶塞和安瓿时, 必须先充分冷却, 然后开启(开启安瓿时需布包裹), 开启时瓶口必须指向无人处, 以免由于液体喷溅而遭致伤害。如遇瓶塞不易开启时, 必须注意瓶内贮物的性质, 切不可贸然用火加热或乱敲瓶塞等。

(8) 有些实验可能生成有危险性的化合物, 操作时需特别小心。有些类型的化合物具有爆炸性, 如叠氮化物、干燥的重氮盐、硝酸酯、多硝基化合物等, 使用时须严格遵守操作规程, 防止蒸干溶剂或震动。有些有机化合物如醚或共轭烯烃, 久置后会生成易爆炸的过氧化物, 须特殊处理后才能应用。

(9) 当使用有毒药品时, 应认真操作, 妥为保管, 不许乱放, 做到用多少, 领多少。实验中所用的剧毒物质应有专人负责收发, 并向使用者提出必须遵守的操作规程。实验后的有毒残渣, 必须作妥善而有效的处理, 不准乱丢。

(10) 有些有毒物质会渗入皮肤, 因此在接触固体或液体有毒物质时, 必须戴橡皮手套, 操作后立即洗手。切勿让毒品沾及五官或伤口, 例如氰化物沾及伤口后就随血液循环全身, 严重者会造成中毒死亡事故。

(11) 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。在使用通风橱时, 当实验开始后, 不要把头伸入橱内。

(12) 使用电器时, 应防止人体与电器导电部分直接接触, 不能用湿的手或手握湿物接触电插头。为了防止触电, 装置和设备的金属外壳等都应连接地线。实验完后先切断电源, 再将连接电源的插头拔下。

1.1.3 事故的处理和急救

1. 火灾

一旦发生了火灾, 应保持沉着镇静, 不必惊慌失措, 并立即采取各种相应措施, 以减少事故损失。首先, 应立即熄灭附近所有火源(关闭煤气), 切断电源, 并移开附近的易燃物质。少量溶剂(几毫升, 周围无其它易燃物)着火, 可任其烧完。锥形瓶内溶剂着火可用石棉网或湿布盖灭。小火可用湿布或黄砂盖灭。火较大时, 应根据具体情况采用下列灭火器材:

四氯化碳灭火器: 用以扑灭电器内或电器附近之火, 但不能在狭小和通风不良的实验室中应用, 因为四氯化碳在高温时要生成剧毒的光气; 此外, 四氯化碳和金属钠接触也要发生爆炸。使用时只需连续抽动唧筒, 四氯化碳即由喷嘴喷出。

二氧化碳灭火器: 是有机实验室中最常用的一种灭火器, 它的钢筒内装有压缩的液态二氧化碳, 使用时打开开关, 二氧化碳气体即会喷出, 用以扑灭有机物及电器设备的着火。使用时应注意, 一手提灭火器, 一手应握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上。因喷出的二氧化碳压力骤然降低, 温度也骤降, 手若握在喇叭筒上易被冻伤。

泡沫灭火器: 内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液, 使用时将筒身颠倒, 两种溶液即反应生成硫酸氢钠、氢氧化铝及大量二氧化碳。灭火器筒内压力突然增大, 大量二氧化碳泡沫喷出。非大火通常不用泡沫灭火器, 因后处理较麻烦。

无论用何种灭火器, 皆应从火的四周开始向中心扑灭。

油浴和有机溶剂着火时, 绝对不能用水浇, 因为这样反而会使火焰蔓延开来。

若衣服着火，切勿奔跑，用厚的外衣包裹使其熄灭。较严重者应躺在地上（以免火焰烧向头部）用防火毯紧紧包住，直至火灭，或打开附近的自来水开关用水冲淋熄灭。烧伤严重者应急送医院治疗。

2. 割伤

取出伤口中的玻璃或固体物，用蒸馏水洗后涂上红药水，用绷带扎住或敷上创可贴药膏。大伤口则应先按紧主血管以防止大量出血，急送医院治疗。

3. 烫伤

轻伤涂以玉树油或鞣酸油膏，重伤涂以烫伤油膏后送医院。

4. 试剂灼伤

酸：立即用大量水洗，再以3—5%碳酸氢钠溶液洗，最后用水洗。严重时要消毒，拭干后涂烫伤油膏。

碱：立即用大量水洗，再以1—2%硼酸液洗，最后用水洗。严重时同上处理。

溴：立即用大量水洗，再用酒精擦至无溴液存在为止，然后涂上甘油或烫伤油膏。

钠：可见的小块用镊子移去，其余与碱灼伤处理相同。

5. 试剂或异物溅入眼内

任何情况下都要先洗涤，急救后送医院。

酸：用大量水洗，再用1%碳酸氢钠溶液洗。

碱：用大量水洗，再用1%硼酸溶液洗。

溴：用大量水洗，再用1%碳酸氢钠溶液洗。

玻璃：用镊子移去碎玻璃，或在盆中用水洗，切勿用手揉动。

6. 中毒

溅入口中尚未咽下者应立即吐出，再用大量水冲洗口腔。如已吞下，应根据毒物性质给以解毒剂，并立即送医院。

腐蚀性毒物：对于强酸，先饮大量水，然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋白；对于强碱，也应先饮大量水，然后服用醋、酸果汁、鸡蛋白。不论酸或碱中毒皆再灌注牛奶，不要吃呕吐剂。

刺激剂及神经性毒物：先给牛奶或鸡蛋白使之立即冲淡和缓解，再用一大匙硫酸镁（约30g）溶于一杯水中催吐。有时也可用手指伸入喉部促使呕吐，然后立即送医院。

吸入气体中毒者，将中毒者移至室外，解开衣领及钮扣。吸入少量氯气或溴者，可用碳酸氢钠溶液嗽口。

为处理事故需要，实验室应备有急救箱，内置有以下一些物品：

- (1) 绷带、纱布、脱脂棉花、橡皮膏、医用镊子、剪刀等。
- (2) 凡士林、创可贴、玉树油或鞣酸油膏、烫伤油膏及消毒剂等。
- (3) 醋酸溶液（2%）、硼酸溶液（1%）、碳酸氢钠溶液（1%及饱和）、医用酒精、甘油、红汞、龙胆紫等。

1.2 有机化学实验常用仪器、设备和应用范围

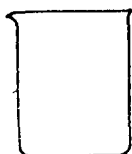
进行有机化学实验时，所用的器具有玻璃仪器、金属用具、电学仪器及一些其它设备。在使用时，有的公用，有的由个人保管使用，兹分别介绍如下：

1.2.1 玻璃仪器

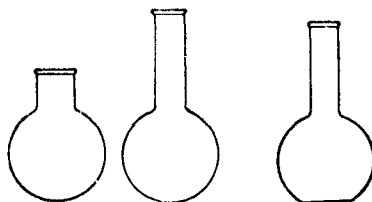
有机实验用玻璃仪器（见图1.1和图1.2所示），按其口塞是否标准及磨口，而分为标准磨口仪器及普通仪器两类。标准磨口仪器由于可以互相连接，使用时既省时方便又严密安全，它将逐渐代替同类普通仪器。使用玻璃仪器，皆应轻拿轻放。容易滑动的仪器（如圆底烧瓶），不要重叠放置，以免打破。



(1) 试管

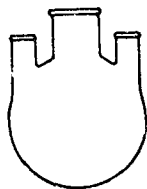


(2) 烧杯

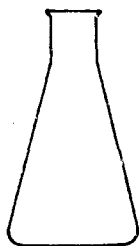


(3) 圆底烧瓶

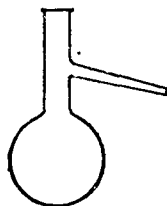
(4) 平底烧瓶



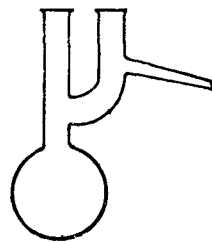
(5) 三颈瓶



(6) 锥形瓶



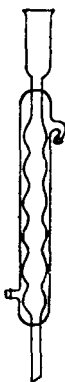
(7) 蒸馏瓶



(8) 克氏蒸馏瓶



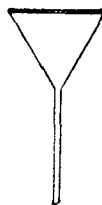
(9) 空气冷凝管



(10) 球形冷凝管



(11) 直形冷凝管



(12) 玻璃漏斗

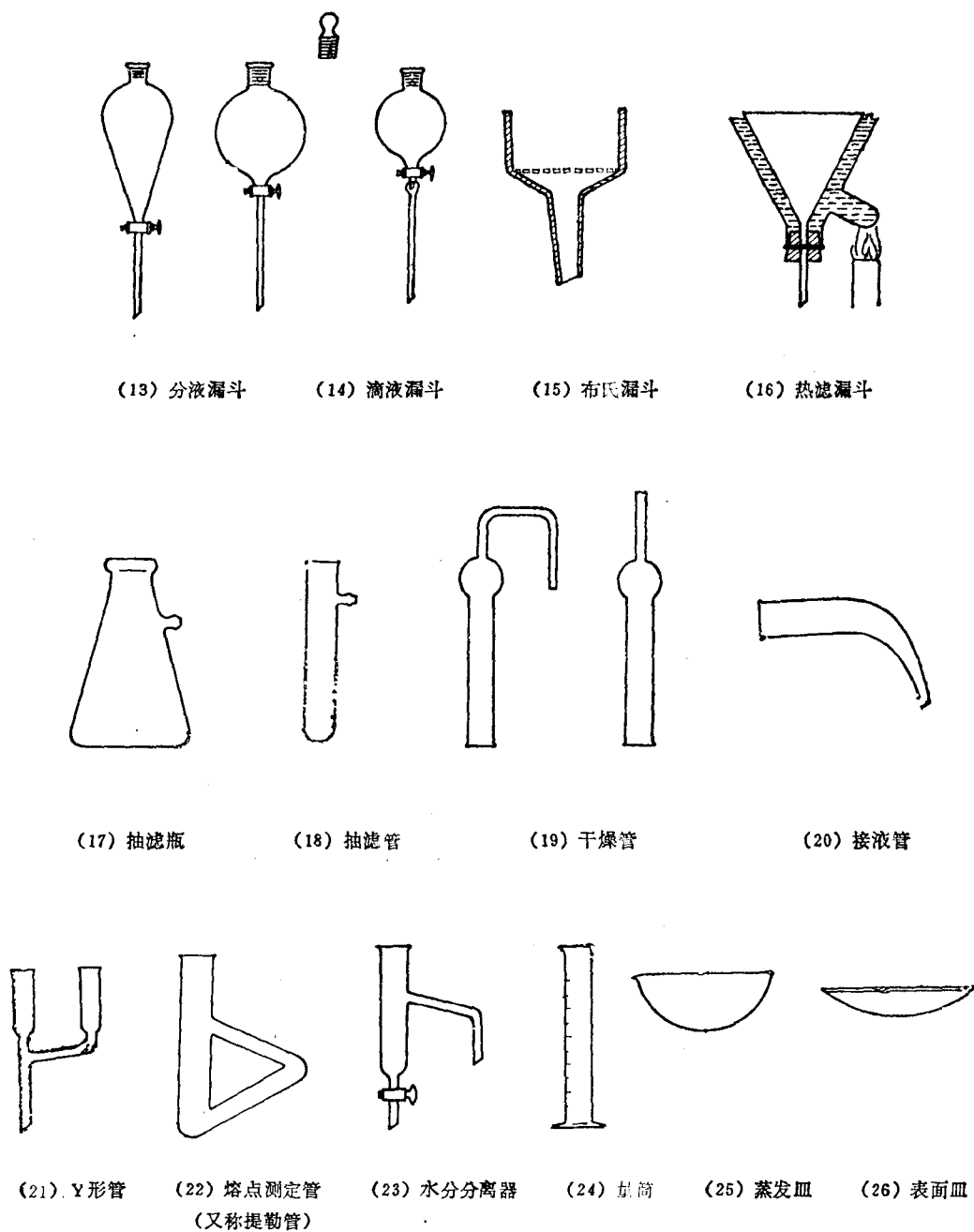


图 1.1 普通有机实验玻璃仪器

除试管等少数玻璃仪器外，一般都不能直接用火加热。锥形瓶不耐压，不能作减压用。厚壁玻璃器皿（如抽滤瓶）不耐热，故不能加热。广口容器（如烧杯）不能贮放易挥发的有机溶剂。带活塞的玻璃器皿用过洗净后，在活塞与磨口间应垫上纸片，以防粘住。如已粘住可在磨

口四周涂上润滑剂或有机溶剂后用电吹风吹热风，或用水煮后再用木块轻敲塞子，使之松开。此外，不能用温度计作搅拌棒用，也不能用来测量超过刻度范围的温度。温度计用后要缓慢冷却，不可立即用冷水冲洗以免炸裂。

有机化学实验，最好采用标准磨口的玻璃仪器（简称标准口玻璃仪器）。这种仪器可以和相同编号的标准磨口相互连接，既可免去配塞子及钻孔等手续，又能避免反应物或产物被软木塞（或橡皮塞）所玷污。标准磨口玻璃仪器口径的大小，通常用数字编号来表示，该数字是指磨口最大端直径的毫米整数^①。常用的有10，14，19，24，29，34，40，50等。有时也用两组数字来表示，另一组数字表示磨口的长度。例如14/30，表示此磨口直径最大处为14mm，磨口长度为30mm。相同编号的磨口、磨塞可以紧密连接。有时两个玻璃仪器，因磨口编号不同无法直接连接时，则可借助不同编号的磨口接头（或称大小头）[见图1.2, (9)]，使之连接。

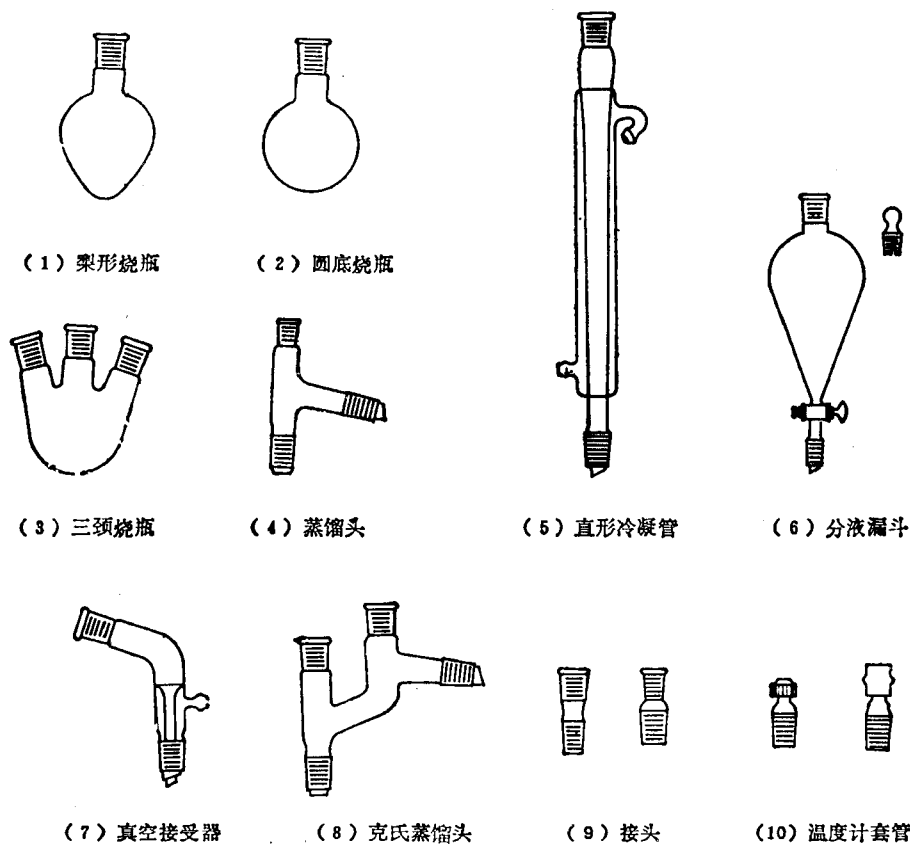


图 1.2 标准口玻璃仪器

^① 通常以整数表示磨口系列的编号，它与实际磨口锥体大端直径略有差别，下面列出了磨口的编号与大端直径的对照表：

编 号	10	14	19	24	29	34	40
大端直径/mm	10.0	14.5	18.8	24.0	29.2	34.5	40.0