



全国医药院校教材
QUANGUO YIYAO YUANXIAO JIAOCAI



有机化学实验

YOUJI HUAXUE SHIYAN

主 编 李敏宜



中国医药科技出版社

全国医药院校教材

有机化学实验

主 编 李敏谊
副 主 编 申东升 张精安
编写人员 (以编写内容先后为序)
张精安 谢 扬
申东升 余志刚
李敏谊 陈亿新
陈 琳 赵 红

中国医药科技出版社

内 容 简 介

本书由有机化学实验基本知识、有机化学实验基本操作、有机化合物合成实验、有机化合物性质实验四大部分和附录组成。还选编了部分能反应近代技术的实验内容,实用性强。

本书可供药学院、师范院校、工农医等院校本科生、大专生作实验教材,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/李敏谊主编. —北京:中国医药科技出版社,
2007.3

全国医药院校教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 3630 - 5

I. 有… II. 李… III. 有机化学—化学实验—医学院校—
教材 IV. 062 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 034035 号

美术编辑 陈君杞

责任校对 张学军

版式设计 程 明

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 010 - 62244206

网址 www.cspyp.cn www.mpsky.com.cn

规格 787 × 1092mm $\frac{1}{16}$

印张 15 $\frac{1}{4}$

字数 343 千字

印数 1—3000

版次 2007 年 3 月第 1 版

印次 2007 年 3 月第 1 次印刷

印刷 北京昌平百善印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 3630 - 5

定价 26.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

前 言

有机化学实验是药学类各专业以及化学、化工、材料学等专业重要的基础实验课。由于实验教学既要达到教学大纲的基本要求，又要顾及到场地、仪器设备和试剂药品各方面的客观条件，因此，选用教材应依据各院校自身情况。随着全国教学改革的不断深入，根据培养应用型、复合型、创新型人才的需要，在长期钻研实验课程教学体系、改革教学内容的基础上我们编写了本教材。在教学实践中我们认为有机化学实验教材应“精选”、“整合”，强调对学生动手能力、创新思维、科学素养等综合素质的全面培养。

本教材所选取内容注重基本操作的规范化、反应类型的系统化，并能反映近代技术发展状况新内容，如选编了无水无氧的简单装置、催化氢化装置、微波辐射与微波合成等。为了加强学生理论联系实际，增强解决实际问题的能力，在每类合成实验开始前，都对有关理论知识作一简短回顾，以启迪学生的思维。在合成实验中，选编的 30 个化合物制备，主要是实用性、趣味性、综合性、设计性的实验，它既可单元操作也可串起来成为多个多步骤的综合性实验。以此培养学生初步的科研思维能力，加强学生对知识的灵活运用，提高学生的实验兴趣。教材各个部分均有明确的实验目的，关键问题有说明，安全问题有提示并有相应的思考题，以利于学生自学，掌握要领，充分调动学生学习的主动性和积极性。

教材由四部分和附录组成。第一部分为有机化学实验基本知识；第二部分为有机化学实验基本操作；第三部分为有机化合物合成实验；第四部分为有机化合物性质实验。

本教材由李敏谊副教授任主编，张精安副教授、谢扬副教授编写第一部分，申东升教授、余志刚副教授编写第二部分，李敏谊副教授、陈亿新教授编写第三部分，陈琳副教授编写第四部分，赵红副教授编写附录。

本教材是编者所在有机化学教研室全体老师多年教学经验的总结，老师们对教材的编写提出过很多建设性的建议，在此表示衷心的感谢！

由于编写时间仓促，编者水平所限，错误和遗漏难免出现，敬请同行专家、读者批评指正。

编者

2007 年 2 月

目 录

第一部分 有机化学实验基本知识	(1)
一、有机化学实验的地位、目的、重要性与学习方法	(1)
二、有机化学实验的分类	(2)
三、有机化学实验室规则	(3)
四、有机化学实验安全知识	(3)
五、有机化学实验常用玻璃仪器和设备	(10)
六、有机化学实验常用技术	(21)
(一) 回流	(21)
(二) 气体吸收	(23)
(三) 机械搅拌	(24)
(四) 加热	(26)
(五) 冷却	(27)
(六) 抽气过滤	(28)
(七) 干燥及干燥剂的使用	(29)
(八) 蒸馏	(34)
(九) 分馏	(38)
(十) 无水无氧操作简单装置	(39)
(十一) 催化氢化装置	(41)
(十二) 微波辐射与微波炉反应装置	(42)
(十三) 仪器装置方法	(45)
七、反应的后处理(即产品的分离)	(45)
八、实验报告	(46)
九、手册的查阅和有机化学文献简介	(53)
第二部分 有机化学实验基本操作	(64)
实验一 简单的玻璃工操作和塞子的钻孔	(64)
实验二 熔点的测定	(68)
实验三 常压蒸馏和沸点的测定	(72)
实验四 分馏	(76)
实验五 水蒸气蒸馏	(78)
实验六 重结晶	(81)
实验七 减压蒸馏	(87)
实验八 萃取、乳化和盐析效应	(92)
实验九 氨基酸的纸色谱	(97)

实验二十二 正己酸的制备	(165)
十三、克莱森 (Claisen) 酯缩合反应	(167)
实验二十三 乙酰乙酸乙酯的制备	(168)
十四、柏金 (Perkin) 反应	(171)
实验二十四 肉桂酸的制备	(171)
十五、康尼扎罗 (Cannizzaro) 反应	(174)
实验二十五 苯甲醇和苯甲酸的制备	(174)
十六、重氮盐及其反应	(176)
实验二十六 对氯甲苯的制备	(176)
十七、偶氮化合物和染料	(179)
实验二十七 甲基橙的制备	(179)
实验二十八 对位红的制备及棉布的染色	(182)
十八、斯克劳普 (Skraup) 法合成喹啉	(186)
实验二十九 8-羟基喹啉的制备	(187)
十九、天然产物的提取	(189)
实验三十 从茶叶中提取咖啡因	(189)
二十、文献实验	(192)
第四部分 有机化合物性质实验	(194)
实验一 有机化合物的元素定性分析	(194)
实验二 烃的化学性质	(198)
实验三 醇酚醚的化学性质	(200)
实验四 醛和酮的化学性质	(203)
实验五 羧酸的化学性质	(206)
实验六 羧酸衍生物和取代羧酸的化学性质	(208)
实验七 糖的化学性质	(210)
实验八 胺和尿素的化学性质	(213)
实验九 氨基酸及蛋白质的化学性质	(215)
附录	(219)
附录 I 常用酸碱溶液的质量百分数及相对密度	(219)
附录 II 常用有机溶剂的性质及纯化	(223)
附录 III 常用有机溶剂的沸点和相对密度表	(227)
附录 IV 水的饱和蒸气压	(228)
附录 V 化学试剂的规格及常见的毒性危险性化学物质	(229)
附录 VI 元素周期表	(234)

第一部分 有机化学实验基本知识

一、有机化学实验的地位、目的、重要性与学习方法

(一) 有机化学实验与理论教学的关系

有机化学是化学、化工、材料学、医学、药学等专业的重要基础课。它是一门实验性很强的学科，重视和学好有机化学实验是学好有机化学的前提和基础，因此，学习有机化学时必须做好有机化学实验。

有机化学课程的教学内容包括有机化学理论教学和实验教学两个不可分割的部分。它们处于并重的地位，是相辅相成、相互促进、相互推动的关系。有机化学实验课可视为有机化学理论知识教学的一个应用与验证过程，是理论知识的一个形象化与深化的过程。只掌握有机化学理论教学的一些内容，若不重视或没有接受过有机化学实验的训练，则其“掌握”的有机化学知识显然是抽象的，难以具备处理或解决实际问题的能力。显然，过多地减少有机化学实验的教学时数与内容，不能真正学到有机化学实验的重要基础知识与实验技能，不利于创新人才的培养，应加以防止。因此，有机化学的理论教学与实验教学时做应当有一个恰当的、合理的比例。

(二) 有机化学实验的目的

有机化学实验教学是有机化学教学的一个重要的组成部分。实验教学对于人才综合素质的培养有重要的意义。通过有机化学实验获得的第一手材料，可使学生认识到课堂中所述及的化合物及反应并不是一些抽象的化学符号，在课堂中学到的理论和基本概念是经得起实验检验的。有机化学实验教学的主要目的是深入理解有机化学基本理论与概念，进一步熟悉各类有机化合物的重要性质，训练学生进行有机化学实验的基本操作技能和若干单元操作的实验技能，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。学习预防与处置化学实验事故的方法，以及正确使用与处置教学中所涉及的一些化学危险品；学习有机化学的科学研究的工作方法，培养严谨的科学精神，还可以培养学生的初步科研能力，即根据原料及产物的性质正确选择反应路线和分离纯化路线，正确控制反应条件，准确记录实验数据及对实验结果综合整理分析的能力。同时它也是培养学生理论联系实际的作风，实事求是的科学态度，养成良好的实验与工作习惯的一个重要环节。

(三) 有机化学实验的重要性

有机化学学科正在迅猛地发展，目前有机化合物数目已达数百万种，其中有相当多的是由人工合成的。虽然不同的有机化合物的制备要采用不同的合成路线、不同的方法，但

是常常会用到有机化学实验基本操作技术和有机合成单元操作反应,例如,蒸馏、分馏、水蒸气蒸馏、减压蒸馏、重结晶、层析、硝化、卤化、磺化、酯化、乙酰化等。在结构测试方面,常用红外光谱、紫外光谱、核磁共振谱、质谱等技术。

化工新产品的开发与应用、工业三废处理、生产技术攻关、安全生产、火灾与爆炸事故的分析等,均与有机化学理论知识和实验知识有关。所以,有机化学实验知识,在化学、化工、医药等领域的科研与生产,安全工程等方面均有广阔的应用前景。

(四) 有机化学实验的学习方法

1. 认真预习,完成作业

结合理论教学和实验教材的相关内容,完成实验项目中的预习内容,把实验记录中的反应装置图做好。如能进一步阅读书中所列参考文献,深入了解有关实验内容,则实验前的准备工作较为充分。

2. 认真操作,仔细观察,详细记录,一丝不苟

实验者要亲手完成每项操作,逐步提高实验技能。不要请人代劳,自己成为“实验旁观者”。要仔细观察与比较实验现象,并做如实的记录。实验时间有时较长,要始终如一地认真完成全部实验工作。

3. 写好实验报告

撰写实验报告是实验教学的最后一个环节。写好实验报告是对实验深化认识的过程,也是对今后撰写科学论文的初步训练。

二、有机化学实验的分类

有机化学是一门实验科学。有机化学的理论是在大量实验的基础上产生,接受实验的检验而得到发展和逐步完善。在高校中,有机化学实验课始终与有机化学理论课并存。很难想像一个不具备实验技能的人会在有机化学的科学研究和有机化工的生产指导中有重大造就。有机化学实验课的基本任务在于:①印证有机化学理论并加深对理论的理解;②训练有机化学实验的基本操作能力;③培养理论联系实际、严谨求实的实验作风和良好的实验习惯;④培养学生的初步科研能力,即根据原料及产物的性质正确选择反应路线和分离纯化路线,正确控制反应条件,准确记录实验数据及对实验结果综合整理分析的能力。

有机化学实验种类很多,有不同的分类方法,若从实验目的考虑,可分为以下四大类:

第一类为有机分析实验。它又可分为:①物理常数测定实验;②化合物性质实验;③元素定性分析实验;④元素定量分析实验;⑤波谱实验。

第二类为有机合成实验,以通过化学反应获取反应产物为目的。

第三类为分离纯化实验,以从混合物中获得某种预期成分为目的,一般不发生化学变化。被分离的混合物可以来自矿物(如石油)、动物、植物或微生物发酵液,但多数情况下则是化学反应后得到的反应混合物。

第四类是理论探讨性实验,如对反应动力学、反应机理、催化机理、反应过渡态的研究等。

以上第二、三两类实验有时合称为制备实验。制备实验在有机化学实验中占多数。但一次具体的实验又往往涉及到两类或三类实验,例如通过有机合成得到的是产物、副产物、未反应的原料、溶剂、催化剂等的混合物,需进行分离纯化才能得到较纯净的产物,最后还需通过适当的有机分析实验来鉴定产物。

有机化学实验中所用到的操作技能是多种多样的,其中那些反复使用的、具有固定规程和要点的操作单元称为基本操作。复杂的实验是基本操作的不同组合。因此,基本操作能力训练是有机化学实验课程的核心任务。为训练基本操作能力而专门设计的实验称为基本操作实验,其中多数是分离纯化实验。

有机实验的成功与否包括两个方面,一是实验的结果(例如预期的现象是否出现,预期的产品是否得到以及产品的质量 and 收率等);二是操作条件控制的准确性和记录的完整性。一般说来后者更为重要,因为实验结果不理想可以通过改变实验条件而逐步达到成功,而条件控制不准确则是一笔糊涂账,无法再现实验结果。

三、有机化学实验室规则

为了保证有机化学实验的正常进行,培养学生良好的实验作风、严密的科学态度,达到预期的教学目的,学生必须遵守如下实验室规则:

1. 实验前必须认真预习有关实验内容,通过预习,明确实验目的、要求和基本原理,了解实验步骤、方法及注意事项,写好预习报告,安排好实验计划。
2. 必须遵守实验室纪律和各项规章制度。按时进入实验室,实验中要保持安静和良好秩序,认真操作、仔细观察和如实记录。不得擅自离实验岗位。
3. 爱护公物。公用仪器、药品、器材应在指定地点使用,或用后及时放回指定地点并保持整洁。仪器若有损坏要按制度赔偿。要节约药品、水、电及消耗性物品。
4. 必须严格按照操作规程进行实验,听从教师和工作人员的指导,未经教师允许不得任意改变药品用量和实验内容。要胆大心细,注意安全,发生意外事故应立即报请教师处理。
5. 实验中要仔细观察,养成一边进行实验,一边实事求是地做好实验记录的习惯。实验结束后记录本需经教师审阅后方可离开实验室。
6. 保持实验室整洁。实验时做到桌面、地面、水槽和仪器清洁。实验完毕,及时将实验台整理干净。清洗、整理仪器,检查安全,上交实验记录(和报告),经教师允许方可离开实验室。
7. 同学要轮流值日。值日生职责为整理公用仪器、药品,打扫实验室,倒清废物桶,检查水、电、火是否关闭,关好门窗,最后离开实验室。

四、有机化学实验安全知识

为了预防发生事故,保证实验正常进行,实验时必须高度重视安全操作,熟悉一般安全常识并切实遵守实验室安全守则。

安全实验是有机化学实验的基本要求。进行有机化学实验必须高度重视实验室的安全

问题。

有机化学实验室可能是一个很危险的工作场所，经常要使用一些易燃和易爆的溶剂（如乙醇和乙醚），易燃易爆的气体（如氢气）和药品（如乙炔银），有毒药品（如氰化钠），有腐蚀性的药品（如氯磺酸、烧碱）等，若这些溶剂和药品使用不当，就有可能引起着火烧伤、爆炸、中毒甚至伤亡等严重事故。此外，易碎的玻璃器皿，自来水、电器设备等使用不当，也会发生事故。事故一旦发生，不但危及本人及他人的人身安全，甚至会给国家财产带来不可估量的损失。因此，进行有机化学实验安全要第一。尽管有危险因素的存在，但只要实验者思想上高度重视，加强安全防范措施，认真掌握基本操作，实验时集中注意力，严格执行操作规程，就一定能避免常见事故的发生，实验工作就能顺利完成。为防患于未然，实验者必须熟悉实验室的一般安全知识，掌握一般事故的处理方法。

（一）有机化学实验室安全规则

1. 实验开始前认真预习实验内容，做好一切准备工作。先穿好实验服，束好长发，方可进入实验室（不准穿拖鞋或凉鞋进入实验室）。进实验室后首先熟悉实验室内水、电、煤气等开关的位置，灭火器材的放置地点及使用方法。

2. 安装仪器前，应注意先检查仪器是否完整无损，有无缺少仪器。若缺少仪器，应报告给准备实验的老师补齐。安装仪器时，按照从下往上，从左到右（或从右到左）的顺序依次安装。安装完毕，要检查装置是否正确和稳妥（尤其是要检查气密性），要求搭好的装置竖的部分要与实验台面垂直，横的部分要与实验台边沿平行。征得指导教师同意后，方可进行实验。

3. 实验中应保持安静和遵守秩序。实验过程中思想要集中，操作要认真，及时做好实验记录，不得擅自离开实验室，要经常注意反应是否正常进行、装置有无漏气、仪器有无破损。要安排好时间，按时结束实验。实验结束后，记录本需经教师签字后方可离开实验室。

4. 严格遵守操作规程，按照实验步骤先后顺序进行实验。当进行有可能发生危险的实验时，要根据实验的情况采取必要的安全措施，如戴防护眼镜（不要戴隐形眼镜）、面罩或橡皮手套，设置防护屏等。若进行有刺激性气体或有毒气体产生的实验，要在通风橱中进行实验。

5. 实验中所用的药品不得随意散失、丢弃，实验中所生成的有害气体和有毒物质，应严格按照规定处理，以免污染环境。

6. 爱护公物。公用仪器、药品使用后立即归还原处。节约水、电、煤气及消耗性物品，严格药品用量。注意试剂、溶剂的瓶盖、瓶塞不要乱放，避免弄错。多余的试剂（或用后的药品）不要倒入原试剂瓶中，以免污染试剂。取完干燥剂后瓶盖随即盖上，以免吸潮。

7. 实验中必须做到熟悉药品和仪器的性能以及仪器的装配要点，弄清实验室各种钢瓶的标记，切忌弄错。

8. 保持实验室整洁。实验时做到桌面、地面、水槽、仪器四净。废弃的物品放到指定的废弃缸内，试验试剂不得入口，严禁在实验室里吸烟、吃食物或喝饮料。

9. 遵从教师指导，注意安全，熟悉安全用具及急救药箱的放置地点和使用方法。若

发生意外事故，要镇静，及时采取必要的应急措施，并立即报请教师处理。

10. 轮流值日。实验结束后，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、煤气和门窗。

(二) 有机化学实验室常见事故的预防和急救

有机化学实验是一类危险性较大的实验，实验事故发生率较高，恶性事故也时有发生。

为了预防和减少实验事故以及在万一发生事故能及时正确地处理，尽可能地减轻其危害和损失，必须对常见事故的发生原因、预防办法及处置措施有所了解。实验室中常见的事故有火灾、爆炸、中毒、灼伤、触电及漏水等。

1. 防火与急救

有机化学实验中使用的原料、溶剂大多数是易燃的，且在室温时具有较大的蒸气压（特别是低沸点的溶剂）。当空气中混杂的易燃溶剂的蒸气或易燃易爆气体的浓度在它的爆炸极限范围内，室温又在其闪燃点温度以上时，一旦有明火或火星，就会立即爆炸，甚至酿成火灾。同时，实验室中又要用煤气灯、电炉加热，各种电器的使用也往往会产生电火花。所以着火燃烧是发生率最高的实验事故。

(1) 常见的火灾情况

- ① 在烧杯或蒸发皿等敞口容器中加热有机液体，可燃的蒸气遇明火引起燃烧；
- ② 回流或蒸馏操作中未加沸石，引起暴沸，液体冲出瓶外被明火点燃；
- ③ 用直火加热装有液体有机物的烧瓶，引起烧瓶破裂，液体溢出并被点燃；
- ④ 在倾倒或量取有机液体时不小心将液体洒出瓶外并被明火点燃；
- ⑤ 盛放有机液体的瓶子长期不加盖，蒸气不断挥发出来，由于它比空气重，会下沉流动聚集于地面低洼处，遇到丢弃的未熄灭的火柴头、烟蒂等引起燃烧；
- ⑥ 将废溶剂等倒入废物缸，其蒸气大量挥发，被明火点燃；
- ⑦ 在使用金属钠时，不小心使金属钠接触水或潮湿的台面、抹布等引起燃烧。

此外，多数有机反应经常需要加热，若热源选择不当或装置安装得不规范，也容易引起火灾。因此，火灾是有机实验室中常见的事故之一，防火就显得十分重要。为了预防实验中可能发生的着火事故，在实验前必须对所用到的试剂、溶剂等有尽可能详尽的了解。一般说来化合物闪点越低，越易燃烧，如果同时沸点也较低（挥发性大），则使用时更应加倍小心。预防火灾发生的主要措施有：

(2) 预防措施

- ① 实验装置安装一定要正确，操作必须规范。
- ② 使火源与易燃有机物尽可能离得远些。盛放易燃有机物的容器应密闭、塞紧（切不可放在敞口容器内），防止其蒸气外逸，需放在阴凉干燥处妥善保存，不得靠近火源。数量较大的易燃有机溶剂应存放在指定的危险药品柜内（不要存放在实验室里），存放时应注意不得将易燃有机物与某些强氧化剂（如高锰酸钾、浓硝酸）放在一起。
- ③ 不可用明火直接加热盛有易燃有机物的烧杯、烧瓶或锥形瓶，应根据液体沸点高低选用合适的热源（水浴、油浴、砂浴、电炉垫上石棉网或使用电热套），还应根据具体情况选用合适的冷凝方式（水或空气）。使用油浴加热时，防止水滴入油浴中使油溅到热

源上着火。

若使用高温油浴（如高温硅油）较长时间且温度较高时加热，实验人员不得离开实验室，以免发生火灾时能及时处理。

④ 蒸馏或回流易挥发、易燃液体时注意检查接口处是否漏气，玻璃器皿是否完好，但整个系统不可密封。加热前应加 2 粒沸石或素烧瓷片或瓷环，防止暴沸溢出引起火灾。若加热后发现忘记加沸石，应先停止加热，待稍冷后才能补加，切不可直接补加（尤其是液体已沸腾时）。在用有机溶剂重结晶，遇有色杂质需用活性炭脱色时，同样要稍冷后才能加入活性炭。

⑤ 处理大量可燃性液体时，应在通风橱或指定地点进行，室内应没有火源。用过的易燃易挥发的有机溶剂不得倒入敞口的废物缸内，应设法回收或装入指定的瓶中。回收的少量溶剂一般要集中处理，回收的极少量溶剂可倒入水槽用水冲走（但含金属钠或与水猛烈反应的残渣及有毒的有机溶剂除外）。切勿将燃着的或带有火星的火柴头等杂物乱扔或投入废物桶（或废液缸）内。

⑥ 使用易燃易爆气体（特别是乙炔、氢气或臭氧等）时，应保持室内空气畅通，严禁明火，并防止一切火星的发生。

⑦ 金属钠、钾及氢化铝等遇水易爆炸燃烧，故应保存在煤油（或液体石蜡）及密闭容器中，切勿露置在空气中。黄磷等露置空气中也能自燃，必须保存在盛水玻璃瓶中，再放入金属筒中，但不得直接放在金属筒中以免腐蚀。

⑧ 要经常检查煤气开关及其橡皮管等是否完好。人离开实验室之前应先关掉烘箱、电炉的电源等。

一旦发生火灾，全室人员应沉着、冷静，千万不可惊慌失措。根据起火原因，及时采取各种相应措施，控制火势扩大，以减少事故的损失。首先，立即关掉煤气开关，切断电源，迅速移开火焰周围未着火的可燃物品。然后，根据易燃物的性质和火势大小做不同处置，设法扑灭。

（3）灭火措施

① 在失火初期，火势不大时，不能用口吹，必须使用湿抹布（或湿毛毯）、石棉毯或防火砂等灭火，必要时使用灭火器灭火。若是热溶剂挥发出的蒸气在瓶口处燃烧，可用湿抹布盖熄；若仅有一两滴液体溅在实验台面上燃烧，则移开周围可燃物后，可任其烧完，一般会在 1 分钟之内自行熄灭而不会烧坏台面；若洒出的液体稍多，可用防火砂、湿抹布或石棉布盖熄；若火势较大，则需用灭火器喷熄。反应器内着火，可用石棉板盖住瓶口，火即熄灭。身上衣服着火，可用石棉毯或湿毛毯包裹起来，或在地上打滚以灭火，切不可带火奔跑，以免火势扩大。

② 一般不可用水去灭火，因为有机物会浮在水面上继续燃烧并随水的流动迅速扩散，只有当着火的有机物极易溶于水，且火势不大时才可用水灭火；

③ 若油类着火，可用砂或灭火器灭火。有时也用撒上干燥的面体碳酸钠（或碳酸氢钠）粉末，就能扑灭。切忌用水灭火。

④ 若电器着火，必须先切断电源，然后用二氧化碳或四氯化碳灭火器去灭火（应注意空气流通）。但绝不能用水和泡沫灭火器去灭火。扑灭时，应从火的四周向中心扑灭，把灭火器的喷出口对准火焰的底部。

⑤ 金属钾、钠造成的着火事故不可用灭火器扑灭，更不能用水，只能用砂或石棉布盖熄。

⑥ 若一时不具备这些东西，也可将实验室常用的碳酸钠或碳酸氢钠固体倒在火焰上将火扑灭。

虽然实验室易发生火灾，但只要人员经常开窗通风透气，防止可燃蒸气的聚集，同时要懂得药品性能，重视实验安全，集中思想，严格操作，火灾事故是可以预防的。

2. 防爆与急救

有机物除易燃之外也易爆炸。因此，防爆是有机化学实验中又一重要措施之一。有机实验过程中，易发生爆炸的情况有：

(1) 易发生爆炸的情况

① 放热反应剧烈、且有大量气体放出时（如高锰酸钾与浓硫酸混合制氧气和臭氧）。

② 有些气体，如乙炔、乙醚与空气组成的混合物达到一定比例时，遇火星就会爆炸。易燃气体或易燃液体的蒸气与空气相混合，处于一定的浓度范围之内，遇明火即发生爆炸，这个浓度范围就叫做该气体或液体的爆炸极限，亦称爆燃极限。例如乙醚的爆炸极限为 1.85% ~ 48%，在此浓度范围内遇明火会爆炸，超过该浓度时可被明火点燃而平静地燃烧，低于该浓度时不能被明火点燃，也不会爆炸。一般说来，爆炸极限越宽，爆炸的危险性就越大。所以在使用氢气、乙炔、环氧乙烷或乙醚等液体时，必须保持室内空气流通并熄灭附近的明火。

③ 某些溶剂（如乙醚、二氧六环、四氢呋喃、共轭多烯等）放置过程中，在光照或氧的作用下生成过氧化物后，使用前未检验和除去，在蒸馏过程中因过氧化物浓度不断增加时，达到一定浓度时会发生爆炸；某些有机物（如叠氮化物、干燥重氮盐、硝酸酯、多硝基化合物、乙炔银等）受到碰撞或较高温度加热时也会爆炸。

④ 常压蒸馏或回流时系统密闭；减压蒸馏时用不耐压的仪器（如锥形瓶、平底烧瓶）作接受器；高压釜加压操作时，釜内压力超过安全负荷时，均易引起爆炸。

⑤ 氧化剂与有机物接触，极易引起爆炸。

⑥ 活泼金属（如钠、钾）、金属有机化合物（如氢化铝锂等）遇水会剧烈燃烧，爆炸。

爆炸引起的损失巨大，也应引起高度重视。

(2) 防爆措施

① 仪器安装要正确无误，严格按操作规程进行实验，不得擅自改动实验程序。如确实有必要改动时，需征得指导教师同意后方可进行实验。

② 进行易爆实验操作时，要采取必要的安全措施，如配戴防护面罩或防护眼镜，并设置防爆屏，最好在通风橱内进行。

③ 使用易燃易爆气体时，应远离火星，并在良好通风条件下进行；使用易爆液体时应先检验是否含有过氧化物等。如有，应先加入还原剂（如硫酸亚铁等）予以除去，蒸馏时也不可蒸干。使用易爆固体时，应避免挤压或碰撞。

④ 有机物与某些金属或氧化剂混合时，反应过于猛烈而发生爆炸时，应根据具体情况，采取冷冻或控制加料速度或改变投料顺序或加溶剂稀释等措施。

⑤ 危险残渣或残液（如钠屑、煤气废液）应小心销毁或放在指定容器中。切不可乱

倒乱扔。

⑥ 常压蒸馏或回流时系统应与大气相通；减压蒸馏时要用耐压玻璃仪器；高压釜加压时要低于其安全负荷；封管操作时要用厚度均匀的玻璃管。

如遇爆炸事故发生，室内人员应积极采取有效措施，防止事态扩大。如切断电源，将易燃易爆药品转移至安全地方。如爆炸后引起了火灾，还需迅速灭火。如遇人员负伤，要先采取有效措施急救，然后送医疗单位抢救。

3. 防毒与中毒处理

有机化学实验中接触的药品，除葡萄糖、果糖等少数外，大多都是有毒的。有机实验室中有毒药品包括有毒气体、有毒无机化学品、有毒有机物、强酸强碱等。这些有毒药品其毒性有大有小，有急有慢，对人体都有不同程度的毒害。这些有毒药品作用的方式和伤害的部位各不相同，但就摄入方式来说，最常见的是通过呼吸道和皮肤沾染而被摄入。尤其是有机化合物，在未真正了解某一化合物的性质之前，处理时都应小心，把它作为有毒物质对待。

所以，预防中毒最基本的方法是：①试剂取用后立即盖上盖子，以防其蒸气大量挥发，并保持空气流通，使空气中有毒气体的浓度降至允许浓度之下。②严格规程，细心操作，防止皮肤沾染和药品飞溅。③预先查阅有关资料，对所操作的试剂的毒性有尽可能详尽的了解。

(1) 常见的有毒药品

① 有毒气体

溴及溴化氢、氯及氯化氢、氟与氟化氢、氢氟酸、二氧化硫、一氧化碳、硫化氢、氨、二氧化氮等均为窒息性或具有刺激性气体。

② 有毒无机药品

汞、高价汞化合物、氰化物、氢氰酸、液溴、黄磷等均为剧毒物质，会引起急性或慢性中毒。

③ 强酸强碱

硫酸、盐酸、硝酸、氢氧化钠、氢氧化钾。

④ 有毒有机物

乙腈、苯肼、腈类、硝基及亚硝基化合物、三氯甲烷、四氯化碳、氯化亚砷、碘甲烷、溴乙烷、四氢呋喃、二氧六环、乙烯酮、苯、甲苯、乙酰氯、甲醇、硫酸二甲酯、对甲苯磺酸甲酯、亚硝基二甲胺、芳香腈类等均为剧毒品。有的可致癌。

上述有毒物质通常是由呼吸道吸入、消化道侵入、皮肤黏膜侵入的，从而使人体中毒。因此，预防中毒事件的发生也是有机实验中经常要注意的一件大事。

(2) 防毒措施

① 反应中产生有毒或腐蚀性气体的实验，应在通风橱内进行或应装有吸收装置，防止有机物蒸气在实验室内扩散。实验开始后勿将头伸入通风橱内。

② 有毒或腐蚀性的液态和固态物质易渗入皮肤，因此，应戴上防护手套，不能用手直接拿取或接触化学药品。实验完毕，应立即洗手，切勿让毒品沾及五官或伤口。

③ 任何化学药品均不得用口尝味，更不准在实验室吃东西。

④ 剧毒药品应妥善保管，专人负责，不得乱放。使用者必须严格按照操作规程进行

实验。实验后的有毒残渣、残液必须作妥善而有效的处理，不准乱丢。

⑤ 对沾染过有毒物品的仪器、用具、衣服，实验完毕应亲自采取适当方法处理、清洗，以破坏或消除其毒性。

实验者万一发生中毒事故，如出现头晕、恶心等症状，应立即到新鲜空气的地方休息，并根据具体中毒情况做妥善处理。

(3) 处理措施

① 皮肤接触具内吸性可渗透入皮肤的有毒物质，应立即用酒精擦洗，然后用肥皂和水洗去。

② 溅入口中而尚未咽下的毒物应立即吐出来，用大量水冲洗口腔，如已吞下时，应先根据毒物的性质服用解毒剂，并立即送医院急救。

a. 误服腐蚀性毒物 若为强酸，先饮大量的水，然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋白；若为强碱，也要饮大量的水，然后服用醋、酸果汁、鸡蛋白。不论酸或碱中毒都需灌注牛奶，不要吃呕吐剂。

b. 误服刺激性及神经性中毒物质 先服用牛奶或鸡蛋白使之缓和，再用硫酸镁溶液（约 30 克溶于一杯水中）催吐。也可用手指伸入喉部催吐后，立即送医院急救。

③ 吸入气体中毒 将中毒者移至室外，解开衣领及钮扣，必要时做人工呼吸并急送医院。吸入少量溴、氯、氯化氢气体时，可用碳酸氢钠溶液漱口，绝不可做人工呼吸。

4. 其他事故的预防与急救

(1) 触电

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接头。为了防止触电，装置和设备的金属外壳等都应连接地线。实验后应切断电源，再将连接电源插头拔下。

若发生触电事故，应先切断电源总开关，千万不能用手直接与触电者接触，应用干的竹竿或绝缘杆将电线挑开后，先移至杉木板上，然后进行人工呼吸，并立即送医院。

(2) 玻璃割伤

玻璃易破碎，因操作不当，常会发生割伤事故。要预防割伤，玻璃工操作一定要规范，玻璃仪器使用要正确。使用玻璃管时，最好用抹布包裹使用。其他玻璃仪器也要小心操作。万一割伤，受伤后要仔细观察伤口有无玻璃碎粒，应先将伤口处的玻璃碎粒取出。若伤势不重，用双氧水或硼酸水洗净伤口。涂上碘酒或红汞（注意不能同时使用），或涂上万花油或红花油，再用纱布包扎或贴上止血贴，若伤口严重、流血不止时，可在伤口上部约 10 厘米处用纱布扎紧，减慢流血，或先按紧主血管以防大量出血，急送医院救治。

(3) 烫伤

玻璃工操作中最容易发生烫伤，加热油浴时飞溅出油滴易烫伤。要预防烫伤，切勿用手去触摸刚加热过的玻璃管（棒）以及玻璃仪器，也不可将水滴入热的油浴锅内。若发生烫伤，轻伤者涂烫伤膏，重伤者涂烫伤膏后立即送医院救治。

(4) 药品灼伤

强酸、强碱和溴等化学药品触及皮肤（或眼）时，均可引起灼伤。因此，在使用或转移这类药品时要十分小心。如果被酸、碱或溴灼伤，应立即用大量水冲洗，然后再根据具体情况做如下处理：

酸灼伤：皮肤灼伤可用 5% 碳酸氢钠溶液洗涤，眼睛灼伤先用 1% 碳酸氢钠溶液洗，再用水洗。

碱灼伤：皮肤灼伤用 1% ~ 2% 醋酸洗涤；眼睛用 1% 硼酸清洗。

溴灼伤：应立即用酒精小心洗至无溴液存在为止，然后涂上甘油或烫伤油膏。

灼伤严重者经上述急救后迅速送往医院治疗。

(5) 大量溢水

大量溢水也是有机实验室中常见的一种事故。为预防水溢，应经常注意水槽清洁。废纸、玻璃碎片、火柴梗、木屑、沸石等应扔入废物缸，勿丢入水槽中。反应后的固体残渣、油脂也不能倒入水槽中。少量固体残渣清洗时也需倒入废物缸内。水槽、下水道堵塞不仅影响使用，有时还会造成大量溢水，发生水灾。甚至造成渗入楼下层，损坏精密仪器等。因此，实验时冷凝管的水不宜开得太大，否则因水压高，橡皮管又套得不牢而弹开，造成大量水外溢。为防止橡皮管从冷凝管接口处脱落，可用细铁线或用柔软胶线扎紧橡皮管与冷凝管的接口处。停止实验后，应及时关掉冷凝水龙头。离开实验室之前，应关体水阀总开关。

(三) 急救用具

正因为有机实验室事故隐患颇多，故实验室应备有急救用具。急救用具包括两部分：

1. 消防器材

泡沫灭火器、四氯化碳灭火器、二氧化碳灭火器、砂、石棉布、毛毯、棉胎、淋浴用的水龙头。

2. 急救药箱

① 绷带、纱布、消毒棉花、橡皮膏、护创膏布或创可贴，医用镊子、剪刀、橡皮管等。

② 凡士林、玉树油或鞣酸油膏、烫伤油膏、消毒剂。

③ 质量分数为 2% 醋酸溶液、质量分数为 1% 硼酸溶液、质量分数为 1% 及 5% 碳酸氢钠溶液、质量分数为 70% 酒精、甘油、红汞、龙胆紫、万花油、红花油、碘酒、洗眼杯。

五、有机化学实验常用玻璃仪器和设备

有机实验室常用的玻璃仪器分为普通玻璃仪器和标准磨口玻璃仪器两类。现在条件较好的实验室大多使用标准磨口仪器。

(一) 普通玻璃仪器

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示意图。

2. 标准磨口玻璃仪器

标准磨口玻璃仪器是具有标准磨口或磨塞的玻璃仪器。这类仪器具有标准化、通用化和系列化的特点。

标准磨口玻璃仪器均按国际通用技术标准制造，常用的标准磨口规格为 10、12、14、