



普通高等教育“十二五”规划教材



YOUJIHUAXUE SHIYAN

# 有机化学实验

雷文等编



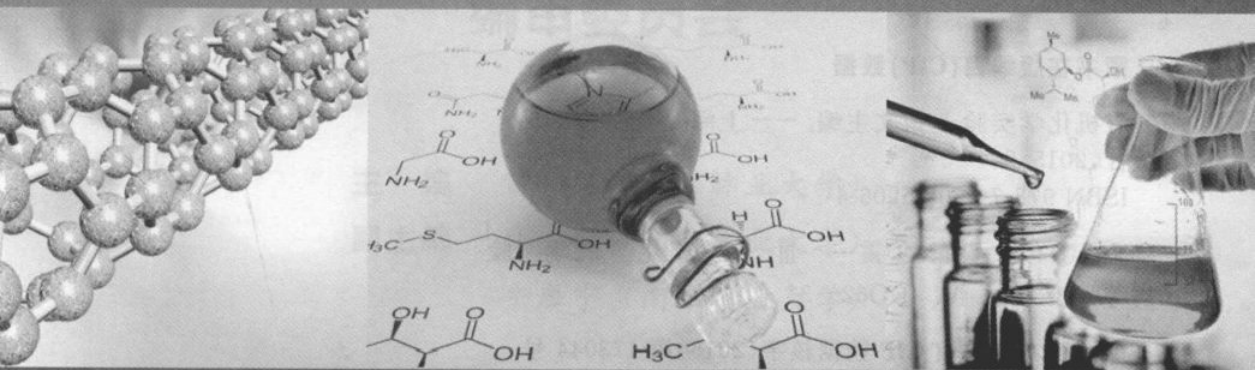
同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

化学类

本书是普通高等教育“十二五”规划教材，是“十二五”期间教育部立项出版的重点教材。本书在编写过程中，参考了国内外许多优秀的教材和有关文献，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进、注重实验能力的培养。本书可作为高等院校化学专业及相关专业的教材，也可供从事化学工作的工程技术人员参考。



YOUJIHUAXUE SHIYAN

# 有机化学实验

雷文 等 编

 同济大学出版社  
TONGJI UNIVERSITY PRESS

## 内 容 提 要

有机化学是一门实践性很强的学科,有机化学实验对有机化学的发展起着至关重要的作用。本书是一本满足应用型和创新型人才培养模式和理念的新体例实验教材,全书共分四章,列入代表性、典型性实验 42 个,涉及基本技能训练、有机化合物合成实验、绿色合成实验、天然产物提取实验等多个方面,同时,书中还介绍了有机化学实验室安全注意事项及文献查阅等。

本书适合综合性大学、工科院校、师范院校以及农林、医药类院校高分子材料与工程、材料化学、应用化学、林产化工、生物化工、环境工程、医学等专业的本科学生教学使用,也可供相关专业人员和研究人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验 / 雷文主编. —上海: 同济大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5608-5906-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 173044 号

---

普通高等教育“十二五”规划教材

## 有机化学实验

主编 雷文

责任编辑 陈佳蔚 责任校对 徐春莲 封面设计 李志伟

---

出版发行 同济大学出版社 [www.tongjipress.com.cn](http://www.tongjipress.com.cn)

(上海市四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 三河市海新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 349000

版 次 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5906-4

定 价 32.80 元

---

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究



## 前 言

化学是一门实践性很强的科学。有机化学实验教学的目的是训练学生掌握有机化学实验技术,培养和提高学生的动手能力及发现问题、分析问题和解决问题的能力,使学生养成严肃认真、实事求是的科学态度,严谨细致的工作作风,勇于探索的创新精神和良好的科学素养,为进一步应用化学知识和实验技术开展科学研究、解决生产实践和科学研究中所涉及的化学问题打下坚实的基础。

本书共五章。第一章为有机化学实验的一般知识,包含了化学实验的目的及基本要求,实验室安全、事故的处理,常规仪器的介绍,常用仪器的干燥、清洗和保养,有机化合物合成中常用设备的简介,常用仪器的介绍、实验预习、实验记录和实验报告的撰写、有机化学实验文献等内容。第二章介绍了有机化学实验基本操作,包括萃取、洗涤、旋光度、折光率、沸点的测定、熔点的测定、水蒸气蒸馏、减压蒸馏、重结晶、柱色谱和薄层色谱纸色谱等。第三章是有机化合物合成实验,以经典的、有代表性的有机化学反应类型为主线,在加强合成实验训练、强化分离和纯化操作的指导思想下,根据无毒化、绿色化和实用化选编了26个实验。大部分实验都将反应、合成、分离、提纯、物性的测定和波谱鉴定等环节串联成一体。第四章介绍了天然产物提取实验,选了6个具有代表性的天然产物。附录部分,包括有机化学中一些常用物质的物理性质参数,常用酸碱溶液的质量分数和相对密度、部分溶剂、试剂的性质与制备纯化、有机实验中的加热和冷却、有机实验中的干燥和干燥剂的使用及有机实验常用仪器试剂、有机化学实验报告的写作等方面的内容。

本书是具有应用型和创新型人才培养模式和理念的新体例实验教材,适用于高分子材料与工程、材料化学、应用化学、林产化工、生物化工、环境工程、医学等专业的本科学生使用。

本书在编写过程中,得到了南京林业大学南方学院的全力支持,在此谨致谢意!

由于编者水平有限,编写过程中难免存在差错和疏漏,恳请读者批评指正,并提出宝贵意见。

编 者

2015年8月于江苏南京

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第十三章 有机化合物的命名    | 104 |
| 第十四章 有机化合物的物理性质  | 106 |
| 第十五章 有机化合物的合成    | 108 |
| 第十六章 有机化合物的分离与纯化 | 110 |
| 第十七章 有机化合物的波谱分析  | 112 |
| 第十八章 有机化合物的干燥    | 114 |
| 第十九章 有机化合物的加热和冷却 | 116 |
| 第二十章 有机化合物的波谱分析  | 118 |
| 第二十一章 有机化合物的波谱分析 | 120 |
| 第二十二章 有机化合物的波谱分析 | 122 |
| 第二十三章 有机化合物的波谱分析 | 124 |
| 第二十四章 有机化合物的波谱分析 | 126 |
| 第二十五章 有机化合物的波谱分析 | 128 |
| 第二十六章 有机化合物的波谱分析 | 130 |
| 第二十七章 有机化合物的波谱分析 | 132 |

# 目 录

## CONTENTS

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一章 有机化学实验的一般知识 .....   | 1   |
| 第二章 有机化学实验基本操作 .....    | 43  |
| 实验一 溶液中物质的萃取与洗涤 .....   | 43  |
| 实验二 旋光度的测定 .....        | 48  |
| 实验三 液体有机物折光率的测定 .....   | 52  |
| 实验四 蒸馏及沸点的测定 .....      | 57  |
| 实验五 有机混合液的水蒸气蒸馏 .....   | 61  |
| 实验六 减压蒸馏 .....          | 65  |
| 实验七 简单分馏 .....          | 70  |
| 实验八 熔点的测定及温度计校正 .....   | 75  |
| 实验九 苯甲酸的重结晶提纯 .....     | 80  |
| 实验十 色谱法 .....           | 86  |
| 实验 I 柱色谱 .....          | 87  |
| 实验 II 薄层色谱 .....        | 91  |
| 实验 III 纸色谱 .....        | 95  |
| 第三章 有机化合物合成实验 .....     | 99  |
| 实验十一 环己烯的制备 .....       | 99  |
| 实验十二 1-溴丁烷的制备 .....     | 101 |
| 实验十三 对氯甲苯的制备 .....      | 104 |
| 实验十四 2-甲基-2-丁醇的制备 ..... | 106 |
| 实验十五 相转移催化法合成苯甲醇 .....  | 109 |
| 实验十六 正丁醚的制备 .....       | 111 |
| 实验十七 环己酮的制备 .....       | 113 |
| 实验十八 苯乙酮的制备 .....       | 117 |
| 实验十九 二苯叉丙酮的制备 .....     | 121 |
| 实验二十 己二酸的制备 .....       | 123 |
| 实验二十一 苯甲酸的制备 .....      | 125 |
| 实验二十二 苯甲酸和苯甲醇的制备 .....  | 127 |
| 实验二十三 肉桂酸的制备 .....      | 132 |

|               |                           |     |
|---------------|---------------------------|-----|
| 实验二十四         | 乙酰水杨酸的制备                  | 134 |
| 实验二十五         | 扁桃酸的制备                    | 137 |
| 实验二十六         | 乙酸乙酯的制备                   | 139 |
| 实验二十七         | 乙酸正丁酯的制备                  | 144 |
| 实验二十八         | 苯甲酸乙酯的制备                  | 146 |
| 实验二十九         | 乙酰乙酸乙酯的制备                 | 148 |
| 实验三十          | 甲基橙的制备                    | 150 |
| 实验三十一         | 对甲苯胺的制备                   | 152 |
| 实验三十二         | 乙酰苯胺的制备                   | 154 |
| 实验三十三         | 1-苯乙醇的制备                  | 158 |
| 实验三十四         | 查尔酮的制备                    | 160 |
| 实验三十五         | 聚醋酸乙烯乳液的制备                | 162 |
| 实验三十六         | 抗癫痫药——苯妥英的制备              | 164 |
| 实验 I          | 安息香的辅酶合成                  | 164 |
| 实验 II         | 二苯乙二酮的制备                  | 166 |
| <b>第四章</b>    | <b>天然产物提取实验</b>           | 168 |
| 实验三十七         | 从茶叶中提取咖啡因                 | 168 |
| 实验三十八         | 槐花米中芸香苷的提取及槲皮素的制备与检识      | 173 |
| 实验三十九         | $\beta$ 胡萝卜素和番茄红素的提取分离与测定 | 176 |
| 实验四十          | 从黄连中提取黄连素                 | 178 |
| 实验四十一         | 从油料作物中提取粗油脂               | 181 |
| 实验四十二         | 从果皮中提取果胶                  | 183 |
| <b>附 录</b>    |                           | 185 |
| 附录一           | 常用元素的元素符号及其相对原子质量         | 185 |
| 附录二           | 水在不同温度下的蒸汽压               | 186 |
| 附录三           | 常用有机化合物的物理常数              | 187 |
| 附录四           | 常用酸碱溶液的质量分数和相对密度          | 190 |
| 附录五           | 部分溶剂、试剂的性质与制备纯化           | 191 |
| 附录六           | 有机实验中一些常用试剂的配制            | 201 |
| 附录七           | 有机实验中的加热和冷却               | 204 |
| 附录八           | 有机实验中的干燥和干燥剂的使用           | 207 |
| 附录九           | 有机实验常用仪器、试剂词汇中英文对照表       | 213 |
| 附录十           | 有机化学实验报告(示例)              | 219 |
| <b>主要参考文献</b> |                           | 223 |

不允许拿着公用试剂在实验室走动。

——某位真刀(1)

其用意当然是希望我们以后能像他那样做实验，既认真又有人情味，中西结合走自己的道路。

重，可能威胁人身安全，所以，实验前必须做好一切准备工作。

重，可能威胁人身安全，所以，实验前必须做好一切准备工作。

## 第一章 有机化学实验的一般知识

### 一、有机化学实验的目的及基本要求

#### 1. 有机化学实验的目的

有机化学是一门以实验为基础的学科，有机化学的理论、原理和方法都是在实践的基础上产生，又依靠理论与实践的结合而发展的，实验是探索未知有机世界的重要途径，因而学习有机化学必须做好有机化学实验。通过有机化学实验，可以启发学生的智力，培养学生的动手能力和工作能力；通过本课程的学习，可使学生掌握蒸馏及沸点的测定、熔点的测定、重结晶等基本操作，全面训练有机化学实验的基本技能，能根据实验课题，设计合理的实验方案，正确选择仪器，安装实验装置，应用理论课知识解决实验中遇到的问题，合理解释实验现象。同时，通过实验验证巩固课堂上所学的理论知识；培养学生理论联系实际的工作作风，培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力，以形成实事求是的科学态度，严谨治学的科学素养，细致严格的科学学习习惯，勇于开拓的科学精神，为以后进一步的学习工作和科研打下坚实的基础。有机化学实验知识和实验技能是化学、化工、材料及其相关专业学生必备的基本素质之一，是培养 21 世纪高素质的化学类、化工类、材料类应用型人才的重要组成部分。

#### 2. 有机化学实验的基本要求

##### 1) 实验前

###### (1) 预习

预习是做好实验的前提和保证，在进行实验前必须提前做好预习，认真阅读实验教材、有关参考书及参考文献，明确实验目的和要求，了解实验基本原理和实验内容，对实验步骤及实验过程中需要注意的事项做到心中有数，了解实验过程中可能出现的安全问题及常用仪器设备的性能和使用方法，在头脑中勾勒出整个实验过程的轮廓，避免实验过程中手忙脚乱，盲目操作。在预习的基础上写出预习报告，主要包括实验目的、方法原理、实验装置、操作步骤，绘制好实验现象及实验数据的记录表格等。

###### (2) 清点仪器

实验开始前，应清点并准备好实验所需的仪器，如发现缺失或破损的玻璃仪器应及时报告并及时补充，避免实验过程中因玻璃仪器的缺乏而中断实验。

###### 2) 实验中

实验时认真操作，仔细观察，积极思考，边实验边记录是科研工作者的基本素质之一。为此，应做到以下几点：

### (1) 认真记录

在实验过程中,要及时认真而又详细地记录实验现象以及有关重量、体积、温度或其他数据和结果,学生在实验课中一定要养成这一良好的习惯,切忌事后凭记忆或纸片上的零星记载来补做实验记录。实验记录中一般包括以下内容:

① 每一步操作所观察到的现象,如:是否吸放热、有无颜色变化、有无气体产生、分层与否、温度、时间等。尤其是与预期相反或与教材、文献资料所述不一致的现象更应如实记载。

② 实验中测得的数据,如:沸点、熔点、比重、折光率、质量、体积等。

③ 产品的色泽、晶形等。

④ 实验操作中的失误,如:抽滤中的失误、粗产品或产品的意外损失等。

实验记录要求实事求是,文字简明扼要,字迹整洁。实验结束后交老师审阅签字。

### (2) 认真操作

有机化学实验所用的试剂一般具有挥发性,易燃易爆,腐蚀性强,甚至具有毒性,实验过程中操作不认真,不但得不到理想的实验结果,而且还可能导致意外事故的发生。所以,实验过程中必须仔细操作。主要包括以下几点:

① 正确搭建实验装置,包括选择恰当规格型号的玻璃仪器,正确连接等;

② 由于玻璃仪器属于易碎品,整个实验过程中,取用、摆放玻璃仪器必须做到轻拿轻放,对于装置上安装的玻璃仪器,必须连接牢固,防止掉落摔碎;

③ 取用药品时,瓶盖应倒置在台面上,试剂瓶的标签应朝向手心,量取完应及时盖好瓶盖,由于大多有机化合物液体具有一定的挥发性,取用时应在通风橱中进行。

### (3) 保持台面、地面整洁、干燥

实验过程中应保持实验台面整洁干燥,玻璃仪器有序摆放,对于暂时不用的玻璃仪器,应及时放入实验柜中,不要堆放在实验台面上;同时,保持地面整洁干燥,若有污损,应及时清理。

### (4) 注意安全

有机化学实验中,必须将安全问题放在首位,包括用电安全、防火、防毒等,在安全方面应遵循“三不要”原则,具体如下:

① 药品取用的三不要原则:不要用手接触药品,不要把鼻孔凑到容器口闻药品的气味,不要品尝任何药品的味道。

② 化学实验剩余药品的三不要原则:不要将实验剩余的药品放回原瓶,不要随意丢弃(所有废弃的物质应分类放入废液缸或废物桶中,不能随意丢入水槽或下水道中),不要拿出实验室。

③ 人身防护的三不要原则:不要伤害别人、不要被别人伤害、不要伤害自己。

### (5) 遵守纪律

实验过程中,严格遵守实验纪律,穿好实验服、带好防护镜、束起长发,在自己的操作台面上安静有序地进行实验,不得随意串岗,不得大声喧哗。称量药品要在指定的地方有序进行(此时,应注意自己的台面上有无正在进行的实验,若有,需征求老师同意后方可离开自己台面去指定位置称样)。严禁为了图自己省事方便而将公用试剂随意挪动位置,更

不允许拿着公用试剂在实验室乱跑。

### (6) 处理意外事故

实验过程中若发生意外事故,应及时报告给老师,并积极采取补救措施,当事故较严重,可能威胁人身安全时,应立即撤离。

### 3) 实验后

#### (1) 拆除装置

在断水断电、并确保受热玻璃仪器冷却接近室温的情况下,方可进行实验装置的拆卸,拆除玻璃仪器时应先行拆除没有固定的部件,以免悬空脱落摔碎。

#### (2) 清洗仪器

装置拆除完毕后,对于一些在实验过程中被污染的玻璃仪器,比如过度加热导致结垢的蒸馏烧瓶,应用烧瓶刷等器具进行清洗,清洗后用自来水冲洗干净。

#### (3) 仪器归位

实验完成后,应将玻璃仪器、加热套等实验器材根据老师要求整齐摆放在实验柜内或操作台上,对于需要干燥的玻璃仪器,应放入烘箱中或气流烘干器上进行干燥。

#### (4) 打扫卫生

清洗归位仪器后,学生应及时做好自己实验台面的清洁卫生,检查水电是否关闭。值日生将公用试剂、器材等整理好并整齐摆放,清洗水槽,拖洗地面,清倒废物缸,检查整个实验室的水电气及门窗是否已全部关闭。

#### (5) 实验记录签字确认

实验完成后,应计算产率,然后将记录本、样品交给老师检查并签字确认。

## 二、实验室安全、事故预防与处理

进行有机化学实验时,所用药品往往是有毒、易燃,具有腐蚀性或爆炸性的,所用仪器大部分是易碎玻璃制品,实验中常使用水、电或煤气,也经常需要高温、高压或低温、负压等操作。因此,在有机化学实验中,必须严格按照实验规程操作,如果违背实验操作规程、疏忽一些实验细节问题,就容易发生意外事故,如烧伤、烫伤、割伤、中毒、火灾或爆炸等。安全在于防范,只要重视安全问题,实验中严格按实验操作规程进行,加强安全措施,大多数事故是可以避免的,有些事故发生后,如果及时正确地处理就会减小损失。下面介绍实验室安全守则和实验室事故预防和处理的常用知识。

### 1. 实验室安全守则

(1) 初次进入实验室,需熟悉并牢记消防器材、急救箱、洗眼器和冲淋器等的位置和使用方法,熟悉紧急情况下的紧急应对方法和逃离路线,牢记急救电话,如119(消防)、120(急救)。如果发生意外,切勿慌张,立即采取必要的措施,并及时向老师汇报。

(2) 实验开始前应认真检查仪器是否完整无损、搭建的实验装置是否正确稳妥,熟悉实验所用的化学药品的特性和可能存在的危险,对实验中可能出现的问题做到心中有数。必要时在征求老师同意后,再开始实验。

(3) 实验过程中必须穿工作服,带防护镜,必要时,需带手套进行操作,长发需束起,不得穿背心、拖鞋、露趾凉鞋等进入实验室;未经实验室管理人员批准,不准携带外人进入实验室。

(4) 实验过程中保持实验室门和通道顺畅无障碍,保持地面干燥,不得擅自离开实验现场。

(5) 严禁在实验室内喝水、饮食,实验室内不允许储存食品、饮料等个人生活用品,不得在实验室内、走廊、电梯间等实验室区域吸烟,未经允许,未采用必要的防护措施时,严禁动用明火,实验结束后要及时用自来水将手冲洗干净。

(6) 实验室内不得储存大量易燃易爆化学品,易燃易爆物品应远离火源。化学药品不得储存在通风橱内,装有腐蚀性液体的容器应摆放在尽可能低的位置,并在其底部摆放收集盘,以防倾洒引起安全事故;彼此间可能发生化学反应的药品、不稳定的化学药品、腐蚀性化学药品、毒性化学药品、有机过氧化物、易燃品和放射性物质等均应分开存放。

(7) 实验结束后,妥善关闭水电气开关,及时打扫卫生,整理实验台面。实验中,各种药品不得散失和丢弃,废渣、废液和废气要按照规定处理。

(8) 晚上、周末、节假日实验时,室内至少要有两人以上,以确保实验安全。

(9) 不准将化学试剂带离实验室。

## 2. 实验室事故的预防和处理

### 1) 火灾

#### (1) 防火的基本原则

有机化学实验中使用的有机溶剂,大多是易挥发易燃品,若处置不当,很容易引起火灾,甚至发生爆炸。为防止火灾事故的发生,应遵循以下防火原则:

① 不得采用烧杯或敞口仪器盛装、加热、蒸除易挥发、易燃的溶剂,试剂瓶盛装液体不能过满。易燃的化学药品应摆放在较低的试剂架上并远离火源,在满足实验需要的前提下,尽可能减少易燃化学药品的储存量。

② 在满足使用的前提下,应尽量避免使用明火加热,尽可能采用电热套替代电炉或酒精灯进行加热,也可使用油浴或水浴进行加热。在反应过程中添加或转移易燃溶剂时,应暂时熄灭或远离火源。倾倒完毕后应及时盖上瓶盖。

③ 实验中,确保密封实验装置不漏气,不要使易燃蒸气泄漏,液体加热过程中防止局部过热和暴沸,一般不得在密闭的容器中加热液体。

④ 应尽量在没有火源且通风良好的地方,如通风橱内使用易燃的有机溶剂。

⑤ 严禁将易燃液体倒入水槽或下水道,应将有机溶剂倒入指定的回收容器,若容器已满,应及时向老师汇报。

⑥ 使用金属钠、氢化锂铝和电石等药品时,应注意避水使用和存放,避免与水接触发生剧烈反应、燃烧,甚至爆炸。

⑦ 回流或蒸馏液体时,应提前放入沸石,且保持实验过程中冷凝水畅通,宜缓慢加热,严禁直接加热。若实验过程中发现未加沸石,应切断热源,使反应液降温后方可补加沸石。用油浴加热时,严禁冷凝水溅入油浴中引起油珠飞溅到热源上而可能引起火灾。从蒸馏接收装置出来的尾气出口应远离火源。

#### (2) 火灾的处理

实验室一旦失火,室内人员千万不要慌张,应沉着冷静,并积极采取以下处理措施:

① 立即切断火源、关闭煤气开关和通风装置,移走未着火的易燃物。

②若少量溶剂着火,火势较小、着火面积不大时,可用湿抹布、石棉布或黄沙盖熄,切忌用嘴去吹;火势较大、着火面积较大时,可用灭火器、灭火毯等予以扑灭。

③针对不同燃烧情况,可采取相应的扑灭方法。

●油类着火:千万不能用水灭火,而应采用沙子或  $\text{CO}_2$  灭火器灭火,也可以撒固体碳酸氢钠粉末。

●电器着火:应立即切断电源,使用二氧化碳或四氯化碳灭火剂灭火,绝不能使用水或泡沫灭火器。但需注意的是,四氯化碳蒸气有毒,在空气不流通的地方使用有危险。

●衣物着火:切勿奔跑,就地躺倒,滚动将火压熄,或用厚外衣或防火毯裹紧着火处,使火焰因隔绝空气而熄灭。

●地面或桌面着火:如火势不大可用淋湿的抹布灭火;反应瓶内着火,可用石棉布盖上瓶口,使瓶内缺氧灭火。

灭火时,应该从火的四周开始向中心扑灭,并及时拨打 119 电话通报火警。另外,着火时,无关人员应及时撤离,让出灭火通道,切忌围观。

## 2) 爆炸

实验室经常会接触到一些可燃爆的物质,如氢气、乙烯、乙醚、过氧化物、重金属乙炔化合物、叠氮化物、干燥的重氮盐、硝酸酯、三硝基甲苯等,使用这些物质时必须谨慎操作,避免受热或受震动而可能产生的爆炸。

对爆炸事故,应以预防为主,对上述易燃爆的物质,须严格按照操作规程进行实验,发生险情时,首先要镇静,采取措施积极排除险情,并第一时间向老师报告或打电话报警,险情较大时,应及时撤离,确保人身安全。

为了防止爆炸事故的发生,应注意以下几点:

(1)保持室内通风良好,以防止可燃性气体或蒸气散失在室内空气中累积。切勿使易燃易爆气体接近火源,应避免汽油、醚类等有机溶剂的蒸气与空气混合,否则,一个热的表面、火星、电火花都可能导致爆炸的发生。

(2)强氧化剂和强还原剂必须分开存放,使用时轻拿轻放,远离热源。剩余的金属钠切勿投入水中,否则会发生剧烈反应而可能引起燃烧,甚至爆炸。

(3)常压操作时,切勿在密闭体系中进行反应或加热,应使装置与大气相通;减压蒸馏时,应使用具有一定耐压能力的玻璃仪器,比如圆底烧瓶或梨形瓶,而不能使用锥形瓶、平底烧瓶或薄壁试管等,否则会发生炸裂;进行高压反应时,一定要使用特制的高压反应釜,禁止用普通的玻璃仪器进行高压反应。

(4)乙醚等醚类化合物久置后可能产生过氧化物,当过氧化物浓度较高时,加热会引起爆炸,所以,在使用前,必须使用硫酸亚铁除去过氧化物后方可使用;另外,使用乙醚时应在通风良好的地方或通风橱内进行,且周围不能有明火,蒸馏此类化合物时,切忌蒸干。

(5)对于叠氮化物、重金属乙炔化物、三硝基甲苯、苦味酸重金属盐等易爆炸的固体药品,操作时必须轻拿轻放,避免重压或撞击。使用后,其残渣必须在老师指导下妥善处理后方可遗弃。

## 3) 割伤、烫伤和灼伤

有机化学实验室使用各种类型的玻璃仪器,玻璃仪器易破碎,碎裂时容易导致割伤;

实验过程中常用加热装置,部分玻璃仪器、介质的温度较高,操作不当或不小,可能会导致烫伤;另外,有机实验室使用的强酸、强碱、液氮、强氧化剂、溴、磷、苯酚、醋酸等物质,都会灼伤皮肤。为防止割伤、烫伤或灼伤,应注意以下几点:

(1)切割玻璃棒或玻璃管时,应注意将切口处理好(如用火烧钝化切口),以防切口割伤身体的任意部位;将温度计、玻璃棒、玻璃管等插入橡皮塞时,需谨慎操作,两手间的距离不能相距太远,操作不能急于求成,有条件时,可在玻璃器材外表面裹上一层布再进行操作,以防玻璃器材断裂而引起割伤。

(2)在实验过程中,若一不小心打碎了玻璃仪器,应及时将实验台面上的玻璃碎片清理干净,同时,将洒落地面的玻璃碎片扫除干净,避免残存的碎片可能引起割伤。

(3)开启有机化学药品的瓶盖时,必须先让试剂瓶充分冷却后再进行开启,开启时,瓶口不能对人,以免由于液体喷溅而造成伤害。如果瓶盖较难打开,必须注意瓶内物品的性质,切不可冒然用火加热或敲击瓶盖等。

(4)实验过程中,切勿让身体的任何部位直接接触加热的玻璃仪器或介质,实验完毕,拆卸装置时,必须确保各种玻璃仪器的温度已降至室温方可操作,避免烫伤的发生。

(5)实验过程中,应注意不要让有机溶剂泼洒到皮肤上或溅射到眼中,以免对皮肤或眼睛产生灼伤。

如果不小心发生了割伤、烫伤或灼伤,必须进行妥善处理:

(1)如果发生了轻微割伤,可及时挤出污血,并用已消毒的镊子从伤口处取出玻璃碎片,用蒸馏水清洗伤口后,再涂上碘酒,必要时,在伤口处包扎上绷带;如果割伤得较严重,应立即用绷带在伤口上部约 10 cm 处扎紧止血,并立即送医院进行进一步的处理救治。

(2)如果发生轻微的高温烫伤,先用大量自来水冲洗,然后可在患处涂以油膏或鞣酸软膏、烫伤膏。但如果烫伤严重,必须尽快送医院进行救治。

(3)酸液灼伤。皮肤被酸液灼伤,立刻用大量流动清水冲洗(皮肤被浓硫酸沾污时切忌先用水冲洗,以免硫酸水合时强烈放热而加重伤势,应先用干抹布吸去浓硫酸,然后再用清水冲洗),然后用 3%~5% 碳酸氢钠溶液或肥皂水洗涤后,再用水洗,最后涂上油膏,切忌未经大量流水彻底冲洗就用碱性药物在皮肤上直接中和,这样会加重皮肤的损伤;眼睛里溅入酸液,在现场立即就近用大量清水或生理盐水彻底冲洗,冲洗时可使用洗眼器,或将头置于水龙头下,使冲洗后的水自伤眼的颞侧流下,这样既避免水直接冲眼球,又不至于使带酸的冲洗液进入好眼,冲洗时应拉开上下眼睑,使酸不至于留存眼内和下穹窿中,如无冲洗设备,可将眼浸入盛清水的盆内,拉开下眼睑,摆动头部洗掉酸液,切忌因疼痛而紧闭眼睛,经上述处理后立即送医院眼科治疗。

(4)碱液灼伤。皮肤被碱液灼伤立刻用大量水冲洗至皂样物质消失,然后用 3% 硼酸溶液或 1%~2% 稀醋酸溶液进行进一步冲洗,再用水洗,涂上油膏;眼睛里溅入碱液,应先拭去眼外的碱液,然后用流动的清水冲洗,伤员也可把面部浸入到充满流动水的器皿中,张大眼睛,转动头部,转动眼球进行清洗,再用饱和硼酸溶液或 1% 稀醋酸溶液洗涤。

(5) 溴灼伤。先用大量自来水冲洗,然后用乙醇、石油醚等洗去溴,涂上甘油或烫伤膏油。

#### 4) 中毒

除乙醇外,绝大多数有机化学药品都有不同程度的毒性,见表 1.1。

表 1.1 不同化学品的毒性

| 化学品  | 毒性        | 中毒现象  | LD <sub>50</sub> /(mg/kg)                                 | 工作场所最高允许质量浓度/(mg/m <sup>3</sup> ) |
|------|-----------|---|---|-----------------------------------|
| 丙酮   | 低毒类       | 急性中毒主要表现为对中枢神经系统的麻醉作用,出现乏力、恶心、头痛、头晕、易激动,重者发生呕吐、气急、痉挛,甚至昏迷               | 5 800(大鼠经口);<br>20 000(兔经皮)                               | 400(皮)                            |
| 乙酸乙酯 | 低毒类       | 对眼、鼻、咽喉有刺激作用。高浓度吸入可引起进行性麻醉作用,急性肺水肿,肝、肾损害。持续大量吸入,可致呼吸麻痹                  | 5 620(大鼠经口);<br>4 940(兔经口)                                | 400                               |
| 二氯甲烷 | 低毒类       | 具麻醉性,大量吸入引起急性中毒,头痛、呕吐等。液体与皮肤接触可引起皮炎。与明火或灼热的物体接触生成剧毒的光气                  | 1 600~2 000(大鼠经口)   | 1 740(美国)                         |
| 氯仿   | 中等毒类      | 作用于中枢神经系统,并造成肝肾损害   | 909(兔经口)  | 120(美国)                           |
| 氯苯   | 中等毒类      | 损伤中枢神经和内脏   | 1 100(大鼠经口)   | 250(美国)                           |
| 四氯化碳 | 中等毒类      | 对心、肝、肾有严重损害,吸入或皮肤吸收也能中毒   | 2 350(大鼠经口)   | 25                                |
| 正溴丁烷 | 毒性比同类氯代烃大 | 对眼睛、皮肤有刺激、灼伤作用,吸入其蒸气能引起呼吸困难,甚至麻醉  | 47(大鼠经口)  |                                   |
| 石油醚  | 中毒类       | 其蒸气或雾对眼睛、黏膜和呼吸道有刺激性。中毒表现可有烧灼感、咳嗽、喘息、喉炎、气短、头痛、恶心和呕吐。该品可引起周围神经炎。对皮肤有强烈刺激性 | LC <sub>50</sub> : 15 300 g/m <sup>3</sup> /<br>4 h(大鼠吸入) | 1 760                             |

续表

| 化学品  | 毒性            | 中毒现象   | LD <sub>50</sub> /(mg/kg)         | 工作场所最高允许质量浓度/(mg/m <sup>3</sup> ) |
|------|---------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 环己烷  | 低毒类           | 对中枢神经有抑制作用。不会形成血液中毒                                    | 5 500(兔经口)                        | 100                               |
| 环己烯  | 低毒类           | 毒性与环己烷相同   | 670~1 000                         |                                   |
| 二甲苯  | 低毒类           | 毒性低于甲苯,高浓度蒸气可导致出血性肺水肿                                  | 2 000~4 300(大鼠经口)                 | 100                               |
| 甲苯   | 低毒类           | 吸入、皮肤吸收、误服等均会引起不适。具有麻醉作用,对皮肤具刺激作用。引起疲惫、恶心、头痛、白血球减少、贫血等 | 7 000(大鼠吸入);<br>1 640(腹腔注射)       | 100                               |
| 苯甲醛  | 微毒类           | 对眼和上呼吸道黏膜有一定刺激作用,对皮肤有脱脂作用                              | 1 300 g/kg(大鼠经口)                  |                                   |
| 乙醚   | 微毒类           | 具麻醉作用。长期吸入造成慢性中毒                                       | 3 560 g/kg(大鼠经口)                  | 500                               |
| 四氢呋喃 | 吸入为微毒类,经口属低毒类 | 蒸气具麻醉性,纯品的毒性比丙酮低                                       | 1 650(大鼠经口)                       | 590                               |
| 三乙胺  | 中等毒类          | 对皮肤和黏膜刺激性强   | 460 mg/kg(大鼠经口)                   | 100                               |
| 苯胺   | 中等毒类          | 因口服、吸入蒸气、皮肤吸收而中毒;对血液和神经的毒性强烈,症状为头痛等                    | 442 mg/kg(大鼠经口);<br>950 mg/kg(吸入) | 5                                 |
| 对甲苯胺 | 中等毒类          | 经皮肤吸收而中毒,可引起神经障碍,刺激膀胱产生炎症和血尿                           | 336 mg/kg(大鼠经口)                   | 5                                 |
| 正丁醇  | 低毒类           | 对人的毒性较乙醇大三倍  | 4.36g/kg(大鼠经口)                    | 200                               |
| 甲醇   | 中等毒类          | 作用于神经系统。甲醇排出缓慢,具累积性                                    | 10 ml/kg(兔经口)                     | 50                                |

注:《化学品分类和危险性公示 通则》(GB13690-2009)规定,经口半数致死量固体 LD<sub>50</sub> ≤ 500 mg/kg,液体 LD<sub>50</sub> ≤ 2 000 mg/kg 经皮肤接触 24 h,半数致死量 LD<sub>50</sub> ≤ 1 000 mg/kg;粉尘、烟雾及蒸气吸入半数致死量 LC<sub>50</sub> ≤ 10 mg/L 的固体或液体为有毒品。

表 1.2 为有机化学实验过程中常见毒物及其中毒防治要点。

表 1.2 有机化学实验过程中常见毒物及其中毒防治要点

| 物质           | 中毒症状  | 防护要点和急救法   |
|--------------|---|--|
| 三酸: 硫酸、盐酸、硝酸 | <p>接触其蒸气或烟雾,可引起急性中毒,出现眼结膜炎,鼻及口腔黏膜有烧灼感,鼻衄、齿龈出血,气管炎等。</p> <p>误服可引起消化道灼伤、溃疡形成,有可能引起胃穿孔、腹膜炎等。</p> <p>慢性影响:长期接触引起慢性鼻炎、慢性支气管炎、牙齿酸蚀症及皮肤损害</p>  | <p>(1)遵守安全规程,加强个人防护。</p> <p>(2)皮肤被烧伤,应立即用水或5%的苏打水冲洗,如果有水泡出现,需再涂油膏和龙胆紫溶液。</p> <p>(3)鼻、眼、咽喉受到蒸气刺激,可用温水或5%苏打水冲洗或含漱</p>  |
| 两碱:强氧化钠和氢氧化钾 | <p>(1)对皮肤、黏膜有腐蚀作用,其后果比酸更严重。</p> <p>(2)口服中毒者,口腔黏膜呈红色或棕色,有水肿、溃疡;口腔、食管、胃有烧灼痛及坏死性溃疡形成,声音沙哑、反复呕吐、呕吐物呈血性;腹部绞痛甚至消化道穿孔。</p> <p>(3)溅入眼内引起怕光、流泪、视力模糊、异物感,致结膜充血、水肿,角膜溃疡、白斑形成,重者可致失明。</p> <p>(4)皮肤接触可导致严重化学烧伤;局部充血水肿、糜烂,形成溃疡,向深处发展;创面白色、剧痛、周围红肿;形成的痂皮软、易碎,与正常组织分界不清,脱落后形成的溃疡易出血,难愈合,且愈合后留瘢痕;大面积灼伤可引起体液丢失而发生休克。</p> <p>机体吸收大量强碱后可致碱中毒,可有剧烈头痛、头晕、手足抽搐等,严重者可休克、昏迷,发生肝肾损伤危及生命;强碱中毒早期死亡原因多由于休克、出血及喉头水肿,随病情发展可并发吸入性肺炎、胸膜炎、心包炎等,数周后可发生感染性肺炎、胃及食管狭窄</p> | <p>(1)碱灼伤时应立即用大量的清水冲洗30 min以上,然后用3%硼酸溶液或2%醋酸溶液持续湿敷,以中和和剩余碱液;切忌在冲洗前使用中和剂,以免产生中和热加重灼伤;涂上油膏,并包扎好。</p> <p>(2)灼伤眼睛时,应抹去溅在眼睛外面的碱,再用水冲洗,并立即送往医院治疗,不允许用其他试剂进行冲洗。</p> <p>(3)碱溅在衣服上时,先用水清洗,然后用10%醋酸溶液洗涤,再用氨水中和多余的醋酸,最后用水冲洗</p> |

| 物质      | 中毒症状  | 防护要点和急救法   |
|---------|---|--|
| 氢氟酸及氟化物 | 急性中毒少见,由呼吸道或皮肤侵入人体,主要作用于骨骼、造血神经系统及牙齿、皮肤、黏膜等;氢氟酸接触皮肤会引起灼伤,起初疼痛不显著,数小时后剧痛,透入组织形成深部溃烂;吸入其散发的蒸气能引起肺水肿,同时氢氟酸蒸气溶于眼球的液体中会对人的视力造成持久破坏                                   | <p>(1)严格遵守使用规程,戴好橡皮手套操作。</p> <p>(2)吸入:移离危险区,若停止呼吸则以人工呼吸,若呼吸困难则提供氧气,使伤患充分休息并保持温暖,立即送医治疗。</p> <p>(3)皮肤接触:先用水冲洗,再用5%小苏打溶液清洗,然后浸泡在冷的饱和硫酸镁溶液中0.5 h,最后敷上特制膏药(20%硫酸镁、18%甘油、1.2%盐酸普鲁卡因、水)。</p> <p>(4)眼睛接触:拉开眼皮用清水至少冲洗15 min,立即送眼科医生就医</p>  |
| 氢氰酸及氰化物 | <p>急性中毒:轻者会黏膜刺激、头痛、眩晕、恶心、呕吐、气喘、瞳孔放大等;重者呼吸困难、昏迷、痉挛、血压下降、甚至死亡。如果食入高量氰化物可能有喘不过气,呼吸短促、昏厥、失去意识或死亡。</p> <p>皮肤接触后会有溃烂、皮肤刺激及红斑;眼睛接触后会有刺激、烧伤、视力模糊,过量或延时性接触会造成眼睛永久性伤害</p> | <p>(1)必须专人保管。</p> <p>(2)使用时戴好劳保用品,用后洗手。</p> <p>(3)工作场所要通风良好。</p> <p>(4)禁止在酸性介质中使用氰化物,废液必须专门处理,不准倒入下水道。</p> <p>(5)对于口服中毒给予解毒疗法后,用温水或1/1 000高锰酸钾洗胃,洗胃后再注入甘露醇50~100 g导泻。对皮肤灼伤可用高锰酸钾溶液洗涤,然后再用硫代硫酸钠溶液洗涤。急性中毒时,立即抬出现场,脱掉工作服,进行人工呼吸,送医院抢救</p>   |
| 硫化氢     | 轻度中毒时主要是刺激症状,表现为流泪、眼刺痛、流涕、咽喉部灼热感,或伴有头痛、头晕、乏力、恶心等症状;中度中毒者黏膜刺激症状加重,出现咳嗽、胸闷、视物模糊、眼结膜水肿及角膜溃疡,有明显头痛、头晕等症状,并出现轻度意识障碍;重度中毒则呼吸短促,心悸,并可使意识突然丧失、昏迷,以致死亡                   | <p>(1)工作场所应设有通风设备尽量不用或少用。</p> <p>(2)呼吸系统防护:空气中浓度超标时,佩带过渡式防毒面具(半面罩);眼睛防护:戴化学安全防护眼镜;身体防护:穿防静电工作服;手防护:戴防化学品手套;其他:工作现场严禁吸烟、进食和饮水。工作完毕,淋浴更衣。及时换洗工作服。作业人员应学会自救互救。</p> <p>(3)紧急事态抢救或撤离时,建议佩带氧气呼吸器或空气呼吸器。</p> <p>(4)中毒时立即离开现场,呼入新鲜空气或给氧,送医院治疗。</p> <p>(5)眼部受刺激时,立即用2%苏打水冲洗至少15 min,或用硼酸水作湿敷,用激素软膏点眼;接触的皮肤用肥皂水和清水清洗(后期按化学性烧伤处理)</p> |