



全国普通高等中医药院校药类专业“十三五”规划教材
(第二轮规划教材)

供中药学、药学、制药技术、制药工程及相关专业使用

有机化学实验

(第2版)

主编◎赵骏 杨武德



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

有机化学实验

（第2版）

（供中药学、药学、制药技术、制药工程及相关专业使用）

主 编 赵 骏 杨武德
副 主 编 蔡梅超 方 方 林玉萍 郑 彧
张京玉 高 颖 张淑蓉
编 者 （以姓氏笔画为序）

马 艳（山东中医药大学）	王新灵（河南中医药大学）
方 方（安徽中医药大学）	尹 飞（天津中医药大学）
权 彦（陕西中医药大学）	刘 健（南京中医药大学）
李 玲（湖南中医药大学）	杨武德（贵州中医药大学）
邹海舰（云南中医药大学）	沈 琤（湖北中医药大学）
张园园（北京中医药大学）	张京玉（河南中医药大学）
陈胡兰（成都中医药大学）	陈晓东（江西中医药大学）
林玉萍（云南中医药大学）	罗国勇（贵州中医药大学）
郑 彧（辽宁中医药大学）	赵 骏（天津中医药大学）
钟益宁（广西中医药大学）	施小宁（甘肃中医药大学）
徐秀玲（浙江中医药大学）	高 颖（长春中医药大学）
黄家卫（浙江中医药大学）	盛文兵（湖南中医药大学）
寇晓娣（天津中医药大学）	蔡梅超（山东中医药大学）



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材是“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材（第二轮规划教材）”之一。本教材将有机化学和药学、中药学相结合，遵循理论联系实际的原则，倡导基本能力培养与创新能力培养并重，是创新人才培养模式和理论的新体例教材。

全书共五章：第一章为有机化学实验基础知识，强调有机化学实验操作的规则及规范；第二章为有机化学实验技术，详细描述有机化学实验技术的基本原理和基本操作步骤，并有针对性地操作训练实验；第三章为有机化合物的制备，由经典实验合成实验和新型综合性实验组成；第四章为设计性实验流程与有机化合物性质实验，设计性实验流程，介绍了设计性和创新性实验实施、方法和案例，性质实验是有机化合物相关官能团的验证性实验；第五章为天然有机化合物的提取与综合性实验，选择典型天然药物及中药化学成分的提取、分离、鉴别及相关成分的合成、纯化、鉴别实验，全面训练学生有机实验技术的同时，也培养学生的专业方向；另有附录，可供查阅相关知识。

本教材主要供普通高等中医药院校中药学、药学、制药技术、制药工程及相关专业使用，也可作为其他相关人员的参考书籍。

图书在版编目（CIP）数据

有机化学实验/赵骏，杨武德主编. —2版. —北京：中国医药科技出版社，2018.8

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

ISBN 978-7-5214-0262-9

I. ①有… II. ①赵… ②杨… III. ①有机化学-化学实验-中医学院-教材 IV. ①O62-33

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第097847号

美术编辑 陈君杞

版式设计 诚达誉高

出版 中国健康传媒集团 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 发行：010-62227427 邮购：010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 889×1194mm $\frac{1}{16}$

印张 13

字数 315千字

初版 2015年2月第1版

版次 2018年8月第2版

印次 2019年1月第2次印刷

印刷 三河市潮河印业有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5214-0262-9

定价 32.00元

版权所有 盗版必究

举报电话：010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

编写委员会

主任委员 彭 成（成都中医药大学）

副主任委员 朱 华（广西中医药大学）

杨 明（江西中医药大学）

冯卫生（河南中医药大学）

刘 文（贵州中医药大学）

彭代银（安徽中医药大学）

邱智东（长春中医药大学）

委 员 （以姓氏笔画为序）

王 建（成都中医药大学）

文红梅（南京中医药大学）

邓 赟（成都中医药大学）

池玉梅（南京中医药大学）

严 琳（河南大学）

杨 云（云南中医药大学）

杨武德（贵州中医药大学）

李小芳（成都中医药大学）

吴 虹（安徽中医药大学）

吴啟南（南京中医药大学）

何 宁（天津中医药大学）

张 梅（成都中医药大学）

张朔生（山西中医药大学）

陈振江（湖北中医药大学）

周长征（山东中医药大学）

郑里翔（江西中医药大学）

胡 明（四川大学）

郭 力（成都中医药大学）

容 蓉（山东中医药大学）

巢建国（南京中医药大学）

蒋桂华（成都中医药大学）

傅超美（成都中医药大学）

裴 瑾（成都中医药大学）

王诗源（山东中医药大学）

尹 华（浙江中医药大学）

史亚军（陕西中医药大学）

许 军（江西中医药大学）

严铸云（成都中医药大学）

杨怀霞（河南中医药大学）

李 峰（山东中医药大学）

李学涛（辽宁中医药大学）

吴培云（安徽中医药大学）

吴锦忠（福建中医药大学）

张 丽（南京中医药大学）

张师愚（天津中医药大学）

陆兔林（南京中医药大学）

金传山（安徽中医药大学）

周玖瑶（广州中医药大学）

赵 骏（天津中医药大学）

夏厚林（成都中医药大学）

郭庆梅（山东中医药大学）

康文艺（河南大学）

彭 红（江西中医药大学）

韩 丽（成都中医药大学）

曾 南（成都中医药大学）

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

出版说明

“全国普通高等中医药院校药学类‘十二五’规划教材”于2014年8月至2015年初由中国医药科技出版社陆续出版，自出版以来得到了各院校的广泛好评。为了更新知识、优化教材品种，使教材更好地服务于院校教学，同时为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》《“十三五”国家药品安全规划》《中医药发展战略规划纲要（2016-2030年）》等文件精神，培养传承中医药文明，具备行业优势的复合型、创新型高等中医药院校药学类专业人才，在教育部、国家药品监督管理局的领导下，在“十二五”规划教材的基础上，中国健康传媒集团·中国医药科技出版社组织修订编写“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材（第二轮规划教材）”。

本轮教材建设，旨在适应学科发展和食品药品监管等新要求，进一步提升教材质量，更好地满足教学需求。本轮教材吸取了目前高等中医药教育发展成果，体现了涉药类学科的新进展、新方法、新标准；旨在构建具有行业特色、符合医药高等教育人才培养要求的教材建设模式，形成“政府指导、院校联办、出版社协办”的教材编写机制，最终打造我国普通高等中医药院校药学类专业核心教材、精品教材。

本轮教材包含47门，其中39门教材为新修订教材（第2版），《药理学思维导图与学习指导》为本轮新增加教材。本轮教材具有以下主要特点。

一、教材顺应当前教育改革形势，突出行业特色

教育改革，关键是更新教育理念，核心是改革人才培养体制，目的是提高人才培养水平。教材建设是高校教育的基础建设，发挥着提高人才培养质量的基础性作用。教材建设以服务人才培养为目标，以提高教材质量为核心，以创新教材建设的体制机制为突破口，以实施教材精品战略、加强教材分类指导、完善教材评价选用制度为着力点。为适应不同类型高等学校教学需要，需编写、出版不同风格和特色的教材。而药学类高等教育的人才培养，有鲜明的行业特点，符合应用型人才培养的条件。编写具有行业特色的规划教材，有利于培养高素质应用型、复合型、创新型人才，是高等医药院校教育教学改革的体现，是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》的体现。

二、教材编写树立精品意识，强化实践技能培养，体现中医药院校学科发展特色

本轮教材建设对课程体系进行科学设计，整体优化；对上版教材中不合理的内容框架进行适当调整；内容（含法律法规、食品药品标准及相关学科知识、方法与技术等）上吐故纳新，实现了基础学科与专业学科紧密衔接，主干课程与相关课程合理配置的目标。编写过程注重突出中医药院校特色，适当融入中医药文化及知识，满足21世纪复合型人才培养的需要。

参与教材编写的专家以科学严谨的治学精神和认真负责的工作态度，以建设有特色的、教师易用、学生易学、教学互动、真正引领教学实践和改革的精品教材为目标，严把编写各个环节，确保教材建设质量。

三、坚持“三基、五性、三特定”的原则，与行业法规标准、执业标准有机结合

本轮教材修订编写将培养高等中医药院校应用型、复合型药学类专业人才必需的基本知识、基本理论、基本技能作为教材建设的主体框架，将体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性、适用性作为教材建设灵魂，在教材内容上设立“要点导航”“重点小结”模块对其加以明确；使“三基、五性、三特定”有机融合，相互渗透，贯穿教材编写始终。并且，设立“知识拓展”“药师考点”等模块，与《国家执业药师资格考试考试大纲》、新版《药品生产质量管理规范》(GMP)、《药品经营质量管理规范》(GSP)紧密衔接，避免理论与实践脱节，教学与实际工作脱节。

四、创新教材呈现形式，书网融合，使教与学更便捷、更轻松

本轮教材全部为书网融合教材，即纸质教材与数字教材、配套教学资源、题库系统、数字化教学服务有机融合。通过“一书一码”的强关联，为读者提供全免费增值服务。按教材封底的提示激活教材后，读者可通过PC、手机阅读电子教材和配套课程资源（“扫码学一学”，轻松学习PPT课件；“扫码练一练”，随时做题检测学习效果），并可在线进行同步练习，实时反馈答案和解析。同时，读者也可以直接扫描书中二维码，阅读与教材内容关联的课程资源，从而丰富学习体验，使学习更便捷。教师可通过PC在线创建课程，与学生互动，开展在线课程内容定制、布置和批改作业、在线组织考试、讨论与答疑等教学活动，学生通过PC、手机均可实现在线作业、在线考试，提升学习效率，使教与学更轻松。此外，平台尚有数据分析、教学诊断等功能，可为教学研究与管理提供技术和数据支撑。

本套教材的修订编写得到了教育部、国家药品监督管理局相关领导、专家的大力支持和指导；得到了全国高等医药院校、部分医药企业、科研机构专家和教师的支持和积极参与，谨此，表示衷心的感谢！希望以教材建设为核心，为高等医药院校搭建长期的教学交流平台，对医药人才培养和教育教学改革产生积极的推动作用。同时精品教材的建设工作漫长而艰巨，希望各院校师生在教学过程中，及时提出宝贵的意见和建议，以便不断修订完善，更好地为药学教育事业发展和保障人民用药安全服务！

中国医药科技出版社
2018年6月

前 言

有机化学实验是药学及相关专业的一门重要实验基础课程。是本类专业必备的实践基础，是对有机化学基本知识、基本理论理解的重要手段。

《有机化学实验》(第2版)是全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材(第二轮规划教材)之一。本教材实验由全国二十多所中医药及药学院的有机化学专家、教授在第一版的基础上,总结经验联合编写而成,是根据各中医院校相关专业有机化学实验课开设的实际需要,涵盖了全国高等中医药院校中药学、药学、制药工程及相关专业在教学中比较成熟的实验,适度增大选用实验和调整实验内容,并对国家培养创新型人才要求,编写创新、设计性实验思路及基本流程。

全书主要由五章内容组成:第一章为有机化学实验基础知识,包括实验室规则、实验室的安全事项、有机化学实验室常用仪器、实验室报告的标准格式等;第二章为有机化学实验技术(基本理论、基本装置和基本操作),把基本操作理论与基本实验技能训练结合在一起;详细介绍了有机化学实验的基本操作、有机化合物物理常数的测定方法及有机化合物的分离纯化基础等内容;第三章为有机化合物的制备,由21个有机化合物经典实验合成实验和新型综合性实验组成供,各院校根据实际情况选择使用;第四章为设计性实验流程与有机化合物性质实验,设计性实验流程介绍了设计性和创新性实验实施和方法,并增加设计性、创新性试验实例,性质实验是有机化合物相关官能团的验证性实验;第五章为天然有机化合物的提取与综合性实验,选择典型天然药物及中药化学成分的提取、分离、鉴别及相关成分的合成、纯化、鉴别实验。除此之外,教材中还列有附录,包括常用试剂的配制与用途、常用有机溶剂的理化常数、常用有机化合物的毒性与危险特征等。

由于我们的水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,欢迎读者在使用中提出宝贵意见,以便再版时修订提高。

编 者
2018年6月

目 录

第一章 有机化学实验基础知识 / 1

一、有机化学实验及其分类	1
二、有机化学实验室守则	2
三、有机化学实验室安全知识	3
四、有机化学实验室常用仪器	8
五、预习报告、实验记录与实验报告范例	15
六、常用有机化学文献	19

第二章 有机化学实验技术 / 23

一、常用基本操作	23
实验一 简单玻工操作	34
二、有机化合物的物理常数测定	34
实验二 有机化合物熔点的测定与温度计的校正	44
实验三 沸点的测定	47
实验四 旋光度的测定	48
三、分离纯化基础	50
实验五 重结晶	69
实验六 常压蒸馏	70
实验七 分馏	71
实验八 减压蒸馏	73
实验九 水蒸气蒸馏	74
实验十 萃取	75
四、立体化学基础	76
实验十一 基础立体化学模型实验	77
五、色谱分离技术	78

第三章 有机化合物的制备 / 86

实验一 环己烯的制备	86
------------------	----

实验二	乙苯的制备	87
实验三	1-溴丁烷的制备	88
实验四	溴乙烷的制备	90
实验五	无水乙醇的制备	92
实验六	2-甲基丁-2-醇的制备	93
实验七	三苯甲醇的制备	95
实验八	2-硝基苯-1,3-二酚的合成	97
实验九	正丁醚的制备	99
实验十	环己酮的制备	100
实验十一	苯乙酮的制备	102
实验十二	苯亚甲基苯乙酮的制备	103
实验十三	苯甲酸的制备	104
实验十四	苯甲醇和苯甲酸的制备	106
实验十五	呋喃甲醇和呋喃甲酸的制备	108
实验十六	己二酸的合成	109
实验十七	肉桂酸的制备	111
实验十八	乙酸乙酯的制备	113
实验十九	乙酰水杨酸的制备	115
实验二十	乙酰乙酸乙酯的合成与应用	117
实验二十一	乙酰苯胺的制备	119

第四章 设计性实验流程与有机化合物性质实验 / 121

一、设计性实验流程	121
二、有机化合物的性质实验	133
实验一 钠熔法鉴定氮、硫、卤素	133
实验二 烃的性质	136
实验三 卤代烃的性质	138
实验四 醇、酚、醚的性质	139
实验五 醛和酮的性质	141
实验六 羧酸及其衍生物的性质	143
实验七 胺和酰胺的性质	145
实验八 糖的性质	147

第五章 天然有机化合物的提取与综合性实验 / 151

实验一	从茶叶中提取咖啡碱	151
实验二	从黄连中提取小檗碱	153
实验三	从槐米中提取芦丁	154
实验四	从奶粉中提取乳糖	156

实验五 丹皮酚的提取分离与鉴定	158
实验六 从橙皮中提取柠檬烯	159
实验七 甲基橙的合成	160
实验八 香豆素-3-羧酸的合成	163
实验九 8-羟基喹啉的合成	165
实验十 外消旋 α -苯乙胺的拆分	166

附录 / 169

一、常用元素相对原子质量	169
二、水的蒸汽压力 (0 ~ 100℃)	169
三、常用有机溶剂的理化常数与纯化方法	170
四、常用试剂的配制与用途	175
五、常见部分共沸混合物	180
六、常用酸碱溶液相对密度与百分组成	181
七、常见有机化合物的毒性与危险特征	185

参考文献 / 195

第一章 有机化学实验基础知识

一、有机化学实验及其分类

(一) 有机化学实验概述

有机化学实验是一门以实验为基础，理论性和实践性并重的系统课程。它是医学院校药学专业重要的专业基础课程，是有机化学教学的重要组成部分，是不可或缺的学习内容。其教学宗旨和任务是为了验证、巩固和加深有机化学理论知识；训练学生进行有机化学实验的基本操作技能；培养学生积极探索、发现问题、分析问题和创造性解决问题的综合能力以及初步开展科学研究的能力；培养学生理论联系实际、实事求是、严肃认真的科学态度和严谨的工作作风，为后续课程的学习与研究工作的开展奠定良好的基础。

(二) 有机化学实验的分类

有机化学实验种类很多，从不同的角度可有不同的分类方法，如按照从易到难，由浅至深，从“基础、综合、设计、研究”四个层次可分为有机化学基础实验、综合实验、设计实验、研究实验，但是实验分类的界限可能不是很明显，因为复杂的实验往往包含了不同种类实验的组合。从实验的目的来说可分为以下五大类。

1. 第一类 有机化学基础实验

有机化学实验中反复使用的、具有固定操作规程和要点的操作单元称为基本操作。为巩固有机化学理论知识，训练基本操作能力而专门设计的基本操作实验可称为有机化学基础实验，它是有机化学实验课程的核心任务和重要的基础环节，起到强化操作技能、夯实有机化学理论和实验基础的作用。如粗苯甲酸、乙酰苯胺及萘的重结晶实验的目的是为了训练重结晶的基本操作；橙皮中柠檬烯、牡丹皮中丹皮酚的提取等实验是为了训练水蒸气蒸馏的基本操作。

2. 第二类 有机化学分析实验

有机化学分析实验主要包括以下方面。

(1) 以确定化合物的某项物理常数为目的的物理常数测定实验。此类实验是有机化学分析实验的重点，要求掌握有机化合物熔、沸点的测定方法及液体化合物折光率、比旋光度的测定方法等。

(2) 以确定化合物性质或官能团为目的的性质实验。

(3) 以确定化合物所含元素及其含量为目的的元素定性和定量分析实验。由于定量分析实验操作难度大、要求严格，一般放到专业课里学习。

(4) 以表征化合物分子的结构为目的的红外、紫外、核磁共振以及质谱实验。化合物的结构表征实验难度大、专业性强，因而仅作简单介绍。

3. 第三类 有机化合物合成实验

以通过化学反应获取反应产物为目的的实验称为有机化合物合成实验。它是有机化学实验课程的重要组成部分，是训练和巩固基本操作和基本技能以及加深理论课理解的重要环节，是培养学生正确选择有机化合物的合成方法、分离提纯及分析鉴定方法的主要途径。该部分内容主要有：环己烯、1-

溴丁烷、2-甲基-2-丁醇、肉桂酸、乙酸乙酯、乙酰水杨酸、乙酰苯胺以及脲醛树脂的制备等。

4. 第四类 提取分离和纯化实验

通过分离混合物以获得某种预期成分为目的的实验称为提取分离和纯化实验，混合物可以来自矿物、动植物或微生物发酵液以及合成反应的混合物，也可以是化学反应后得到的反应混合物。

常用的提取方法有溶剂提取法、水蒸气蒸馏法、超临界流体萃取法以及吸收法、压榨法和升华法等；其中以溶剂提取法、水蒸气蒸馏法最为常用。

分离纯化方法主要可以分为四类。

(1) 根据物质溶解度差异进行分离的方法如重结晶、沉淀法和盐析法。

(2) 根据物质中两相溶剂中的分配比不同进行分离的方法如液-液萃取法、逆流分溶法、液-液分配色谱法等。

(3) 根据物质对固定相和流动相亲和能力的差异来分离的色谱法如吸附色谱法、分配色谱法、凝胶渗透色谱法、离子交换色谱法等。

(4) 其他方法如膜分离法、分馏法等。

5. 第五类 理论探讨性实验

研究反应动力学、反应机理、催化机理、反应过渡态等理论性较强的实验可称为理论探讨性实验。通过实验加深对理论课的理解和掌握，训练和培养学生积极探索、发现问题、分析问题、创造性解决问题的综合能力和素质，激发学生的创造欲望。但是，此类实验难度较大、时间长、条件要求高，在有机化学基础课教学实验中涉及较少。

二、有机化学实验室守则

有机化合物易燃、易爆和易挥发等特点决定了有机化学实验比其他实验课更具危险性，保证实验安全是有机化学实验最基本的要求，为此，学生在进入有机化学实验室之前，必须认真阅读本书第一章有机化学实验基础知识及附录中有关毒性、危害性化学药品的知识。注意实验室安全守则，实验室事故的预防、处理和急救措施等常识；进入实验室后，首先了解实验室的结构，尤其是电闸、灭火器材的位置，熟悉实验室安全出口和紧急逃生路线。

为了保证有机化学实验课能正常、安全、有效地进行，保证实验课的教学质量，学生还必须遵守下列实验室守则。

(1) 实验前要求学生认真预习实验内容，复习理论课教材中有关的内容，明确实验目的和要求，熟悉实验的原理、内容和方法，并按要求写好实验预习报告。了解实验注意事项、可能发生的事故及预防措施。

(2) 进入实验室要穿好工作服，带好实验课教材、预习报告和记录本，主动接受指导教师的检查。熟悉实验室环境，遵守实验安全规则，不得穿拖鞋、背心等不安全或不雅观的服装。

(3) 实验前要弄清每一步操作的目的、操作方法，实验中的关键步骤及难点，了解所用试剂的性质及应注意的安全问题。检查仪器是否完好无损并按照要求安装实验装置，经指导教师检查、纠正，合格后方可进行下一步的操作。

(4) 实验中要严格按操作规程进行，若有疑难问题或意外事故，应立即报请老师解决和处理。不能随意和擅自重做实验，如确需改变或重做，必须经指导教师同意，若当堂时间不允许，可安排其他时间。

(5) 实验过程中，应仔细观察实验现象，如温度、颜色的变化，有无气体、沉淀产生等，并养成

及时做记录的良好习惯；随时注意观察装置是否有漏气、破损等现象。不得大声喧哗，不得玩手机、听音乐、看视频等，不得擅自离开实验室，不得在实验室吃东西或吸烟。

(6) 实验自始至终要保持桌面、地面、水槽、仪器四净。待用仪器摆放整齐有序，使用过的仪器应及时洗涤。实验过程中，要合理安排好时间确保实验准时结束。

(7) 要爱护公物，节约水、电、煤气和药品，严格控制药品的规格和用量。如有损坏仪器、设备的行为需及时告知指导教师，及时登记更换。

(8) 用空瓶盛装产品或回收液时，必须养成及时贴标签的习惯。标签上注明物质名称、时间，以免后处理麻烦或不知内盛何物而引发事故。绝不允许把各种化学药品任意混合，以免发生意外事故。废纸、火柴棒和废液等不得放在水槽内，实验后应倒入污物桶内，以防水槽和下水道堵塞或腐蚀。可能产生刺激性或有毒气体的实验操作必须在通风橱内进行。

(9) 实验完成后，将实验记录及产品交由指导教师检查、登记并回收，清洗实验仪器，将个人实验台面打扫干净，检查水电开关，确认安全后请指导教师检查，合格后方可离开实验室。

(10) 每次实验需要安排值日生。值日生负责实验室的公共台、黑板及地面的清洁，倒垃圾，检查水电开关是否关闭，关门关窗。经指导教师同意后离开。

三、有机化学实验室安全知识

(一) 实验室一般安全事项

在有机化学实验中，许多药品是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的危险品，因此稍有不慎就有可能发生火灾、爆炸、中毒、烧伤等事故。另外，在化学反应时，常需要在高温、高压、低温、低压等不同的条件下进行，需要使用各种热源、电器及仪器，若操作不小心，就可产生触电、火灾、爆炸等事故。因此，必须充分认识到有机化学实验室是潜在危险的场所。实验者必须树立安全第一的观念，为了防止事故的发生，以及发生事故后及时处理，学生应高度重视以下事项，并切实执行。

(1) 实验前认真预习，了解实验所用药品的性能及其危害和有关注意事项。

(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。注意蒸馏、回流等装置以及加热用仪器，一定要和大气接通。

(3) 实验过程中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，不得随意离开岗位。

(4) 易燃、易挥发药品，避免放在敞口容器中加热；有可能发生危险的实验，在操作时应使用防护眼镜、面罩和手套等防护设备。

(5) 实验中所有药品，不得随意散失、遗弃。对反应中产生有害气体的实验，应在通风柜中处理或按规定处理，以免污染环境，影响身体健康。

(6) 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，玻璃切口是否光滑，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。

(7) 实验结束后要及时洗手；严禁在实验室内吸烟或饮食。

(8) 要熟悉安全用具如灭火器、沙桶以及急救箱的放置地点和使用方法，并妥善保管。安全用具及急救药品不准移作他用，或随意挪动存放位置。

(二) 常见实验室事故预防与处理

1. 触电 触电是由于人体直接接触电源产生的，人体受到一定量的电流会导致组织损伤和功能障

碍甚至死亡。为了更好地使用电器和电能，防止触电事故的发生，必须采取一些安全措施。

(1) 经常定期检查各种电器设备，如发现故障或不符合有关规定的，应及时处理。严格遵守各种电气设备操作使用制度和说明。

(2) 尽量不要带电工作，特别是在危险场所，禁止带电工作。如果必须带电工作时，应采取必要的安全措施。

(3) 静电可能引起危害，轻则可使人受到电击，重则引起爆炸与火灾，引起严重后果。消除静电首先应尽量限制静电电荷的产生或积聚。也可采用性能可靠的漏电保护器。

(4) 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。实验完成后先切断电源，再将连接电源的插头拔下。

万一发生触电事故，要立即展开施救，迅速切断电源，拉开电闸或用木棍等不导电物将电源与人体分开。立即行人工呼吸，心跳停止时，应立即施行心外或心内按压，并坚持不懈，至复苏或出现尸斑时为止。

2. 着火 通常将闪点在 25℃ 以下的化学试剂列为易燃化学试剂，易燃试剂多数是易挥发的液体，遇到明火即可燃烧。有机化学实验使用的有机溶剂大多数是易燃试剂，着火是有机化学实验中常见的事故。因此实验中要注意以下几点。

(1) 数量较多的易燃有机溶剂应存放在危险药品橱内，而不能放在实验室内，更不能放置在灯火附近。

(2) 切勿用烧杯等敞口容器存放、加热或蒸发易燃有机溶剂，应该远离火源。

(3) 避免用火焰直接加热烧瓶，加热时，要根据实验需求及易燃有机溶剂的特点选择理想的热源。

(4) 要尽量避免易燃溶剂的气体外逸，若有外逸时要及时灭掉火源，立即排出室内的有机蒸气。

(5) 易燃及易挥发物，不得倒入废物缸内，倾倒易燃液体时应远离火源，最好在通风橱中进行。量大时要专门回收；少量的可倒入水槽用水冲走（与水有猛烈反应者除外）。

(6) 切记不能在蒸馏或回流液体时的烧杯中放入沸石，或在过热溶液中补加沸石，避免液体突然沸腾，冲出瓶外而引起火灾事故。油浴加热时，应绝对避免水滴溅入热油中。

(7) 蒸馏或回流时，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遇到火源，也易造成火灾。

(8) 在反应中添加或转移易燃有机溶剂时，应注意熄火或远离火源。切忌斜持一只酒精灯到另一只酒精灯上去点火。酒精灯用毕应立即盖灭。避免使用灯颈已经破损的酒精灯。离开实验室时，一定要关闭火源和热源。

防火重在预防、消除火灾隐患，早发现、早报告、早处理。万一发生火灾，一定要保持沉着镇静，不能惊慌失措。应立即采取各种相应措施，以减少事故损失。首先，要及时熄灭附近所有的火源、关闭煤气、切断电源，立即移开附近的易燃物质。小火可用湿布或砂土盖熄。若锥形瓶内溶剂着火，可用石棉网或湿布盖熄。火较大时应根据具体情况采用不同的灭火器材如消防毯、灭火器等进行灭火。

若衣服着火，先将着火衣服脱掉，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）用防火材料紧紧包住，直到火灭，或打开附近的自来水开关用水冲淋熄灭。烧伤严重者应紧急送医院治疗。

3. 爆炸 当可燃气体、可燃液体的蒸气（或可燃粉尘）与空气混合并达到一定极限浓度时，遇到明火即发生燃烧爆炸。此时的浓度范围称为爆炸极限，一般说来，爆炸极限愈宽，爆炸的危险就愈大。

通常用可燃气体、蒸气或粉尘在空气中的体积百分比来表示。

在实验过程中，由于仪器堵塞、减压蒸馏使用了不耐压的仪器或装配不当、化学反应过于猛烈，难以控制以及违章使用易燃易爆有机物，都可能引起爆炸。为防止爆炸事故，一般应注意以下几点。

(1) 常压蒸馏或回流操作时，切勿在封闭系统内进行，应使装置与大气相通；在实验中必须经常检查仪器各部分有无堵塞现象。在蒸馏易燃易爆物时，要防止装置漏气；接收器支管应与橡皮管相连，使余气通往水槽或室外。

(2) 减压蒸馏时，应用圆底烧瓶或梨形烧瓶做蒸馏瓶和接收瓶，不可使用平底烧瓶、锥形瓶或薄壁烧瓶等机械强度不大的仪器，因其平底处不能承受较大的负压而发生爆炸。反应结束后，应等待瓶内的液体冷至室温，小心放入空气至常压状态后，再拆除仪器。

(3) 有的反应非常猛烈，要根据不同情况采取不同的冷冻和控制加料速度等，如干燥重氮盐受震动易爆炸，一般合成后即用。卤代烷不要与金属钠接触，因为二者反应相当激烈，会发生爆炸。

(4) 如果使用煤气，则煤气开关及其橡皮管应经常检查，并保持完好，发现漏气应立即熄灭火源，打开窗户，用肥皂水检查漏气的地方。若不能自行解决，应立即报告指导老师，马上抢修。

(5) 使用易燃易爆气体，如氢气、乙炔气等时要保持室内空气畅通，严禁明火，并防止一切火星的产生，如由敲击、鞋钉摩擦、静电摩擦、马达炭刷或电器开关等所产生的火花。使用过氧化物或遇水易燃烧的物质（如钠、钾）时，必须严格按照操作规程进行实验，切勿将易燃物质倒入废物缸中。

(6) 有些有机化合物遇氧化剂时会发生猛烈爆炸或燃烧，应事先了解其性质、特点及注意事项，操作时应特别小心，不能研磨，否则将引起爆炸；存放药品时，应将氧化剂与磷及有机药品分开存放，如氯酸钾、过氧化物、浓硝酸。量取时应远离火源，要求在通风橱中进行。

(7) 气瓶须存放在阴凉、干燥处，严禁明火，远离热源，搬运气瓶要轻拿轻放。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（开启安瓿时需用布包裹），开启时瓶口必须指向无人处，以免由于液体喷溅而导致伤害。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) 有些类型的化合物具有爆炸性，如干燥的重氮盐、硝酸酯、多硝基化合物等，使用时必须严格遵守操作规程，防止蒸干溶剂或剧烈震动。如重氮化物不能与金属铜接触（如污水管及管道设施）。

(9) 乙醚沸点低，易燃易爆挥发，久置后会生成易爆炸的过氧化物。使用时，必须检验是否有过氧化物存在，如有，应用硫酸亚铁除去后才能使用。蒸馏乙醚时，附近应禁止有明火，绝不能用明火直接加热，而应该水浴加热。为了防止蒸干后，残余的过氧化物产生爆炸事故，一般乙醚不能蒸干。

如果爆炸事故已经发生，应立即将受伤人员撤离现场，并迅速清理爆炸现场以防引发着火、中毒等事故。如果已经引发了其他事故，则按相应的方法处置。

4. 中毒 在实验室内发生的中毒，主要是由于吸入毒气或吞食了有毒的药品引起的。由于化学药品大多数具有不同程度的毒性，因此，有些毒物可以通过割伤或烧伤的皮肤渗入人体，也可通过呼吸道，接触有毒药品引起。防止中毒必须遵守下列操作规则。

(1) 对有毒药品应小心操作，妥为保管，不得乱放，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，并向使用者指出必须遵守操作规程。对实验后的有毒残渣必须做妥善有效处理，不准乱丢。严禁把剧毒物品和易制毒物品私自带出实验室外。

(2) 有些有毒物质会通过皮肤渗入，因此在使用时不得粘在皮肤上。必须戴橡皮手套操作，操作后立即洗手，切勿让毒品沾及五官及伤口。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。生物碱大多具有强烈毒性，皮肤亦可吸收。如果手上沾染有毒药品，应马上用肥皂

和冷水洗手，切不可用热水，热水可使皮肤的毛孔张开使药品更易渗入。称量任何药品时都应使用工具，不能用手直接接触药品。实验完毕后要立即洗手。

(3) 在使用或处理有毒、有刺激性的恶臭或腐蚀性物质时，一定要在通风橱中进行，不要把头伸入橱内，戴上防护用品，尽量防止有机物蒸气扩散到实验室内。

(4) 实验室的任何药品均不准许用口尝试，确定某药物的气味时，也不可大量吸入蒸气。

(5) 金属汞易挥发，并能通过呼吸道进入体内，会逐渐积累而造成慢性中毒，所以在取用时要特别小心，不得把汞洒落在桌上或地上。在实验时，水银温度计在高温条件使用后不能立即用冷水冲洗，否则温度计可能会破裂，如有水银撒落，要尽可能地收集起来，余留的残迹用硫磺粉处理。

(6) 实验中沾染过有毒物质的仪器和用具，实验结束后要立即清洗，及时处理。

(7) 如果药品溅入口中还没有咽下者必须立即吐出，再用大量水漱口。如已吞下，应根据毒物性质给予解毒剂进行解救，并立即送医院就诊。

腐蚀性毒物：对于强酸，先饮大量水，然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋蛋白解救；若是强碱，先饮下大量水，再服醋、酸果汁、鸡蛋蛋白解救。不论是酸还是碱中毒都可以灌注牛奶，不要吃呕吐剂。

刺激及神经性毒物：先给牛奶或鸡蛋蛋白，再服用含 30g 硫酸镁的水溶液一杯催吐。

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，先将中毒者移至室外，解开衣领及衣扣，如是吸入少量氨气或溴蒸气者，可服用稀碳酸氢钠溶液解毒。

5. 割伤 一般有下列几种情况，在实验时应特别予以注意。

(1) 装配仪器时用力处与连接部位远离，这样，玻璃管易破裂，因此，握玻璃管的手应靠近塞子。

(2) 仪器口径不合适却勉强连接，或在安装仪器时用力过猛或装配不当。因此，仪器要求配套，并按要求正确装配仪器。

(3) 玻璃折断面没烧圆滑，有棱角。遇到这种情况，应将断面在火上烧熔以消除棱角，避免划伤手。

若发生割伤事故应及时处理，取出伤口中的玻璃或固体物，如果伤口不大，用蒸馏水洗净伤口，再涂上红药水，用绷带扎住或贴上创可贴。如果伤口较大或割破了主血管，应立即用力按住主血管，防止大出血，及时送医院治疗。

6. 灼伤 在有机化学实验中经常接触热的物体、蒸汽、火焰，低温的液体氮、二氧化碳和腐蚀性物质，如强酸、强碱、溴等，如果皮肤接触这些物质，都会造成灼伤。所以实验时，取用有腐蚀性化学药品，通常都要戴上防护眼镜和橡皮手套。

如果实验中发生灼伤，要根据不同的灼伤情况分别采取不同的处理方法。

(1) 烫伤 注意不要用水冲洗烫伤处。轻伤涂以烫伤油膏，重伤立即涂以烫伤油膏后送医院。

(2) 酸或碱灼伤 被酸或碱灼伤时，首先应立即用干布拭去，然后用大量水冲洗；酸灼伤的再用 3% ~ 5% 碳酸钠冲洗，碱灼伤的则再用 1% 硼酸或 2% 醋酸溶液冲洗，最后再用水冲洗。严重者可消毒创位面，拭干后涂烫伤油膏，及时送医院就医。

(3) 苯酚灼伤 应立即用大量有机溶剂如乙醇或汽油洗去苯酚，最后在受伤处涂抹甘油。

(4) 溴灼伤 皮肤被溴灼伤时，首先应立即用干布拭去，然后马上用大量的水洗，再用乙醇擦到溴液消失为止，或直接用 2% 硫代硫酸钠溶液洗至伤处呈白色，然后，用甘油或烫伤油膏加以按摩。严重时送医院。

(5) 钠 金属钠、钾等与皮肤接触后，会造成皮肤烫伤，首先用镊子移去金属固体，干布拭擦干

净，其余与碱灼伤处理相同，按烫伤方法处理。

7. 溅眼 如果试剂溅入眼内，容易造成较为严重的伤害，除金属钠、钾外的任何药品溅入眼内，都要立即用大量水冲洗。如是酸或溴则用1%碳酸氢钠溶液冲洗；碱用1%硼酸溶液洗。若玻璃碎片溅入眼中，用镊子移取碎片，或者在盆中用水洗，切忌用手揉动；如果眼睛仍未恢复正常，应马上送医院就医。

(三) 实验室安全器材与使用

为了保证有机化学实验室的使用安全，防火防爆、灭火是最主要的措施。消防沙桶、消防毯以及灭火器等是实验室常用的安全器材，熟悉消防沙桶、防火毯、灭火器的性能及适用范围，掌握其使用方法并能正确地进行相关操作，可以避免火灾等事故的扩大，确保实验室安全。

1. 消防沙桶 消防沙是通过覆盖以隔绝着火物品与空气接触而达到灭火的目的。消防沙桶费用低，材料易得，适用于火势初起的化学品着火和D类金属，包括钠、钾、铝、镁、铝镁合金、钛等金属引起的火灾等。

一般来说20m²的房屋应该配备50L左右的沙子。消防沙还有吸纳易燃液体的功能，因此要保持干燥。使用时将消防沙覆盖在着火物品隔绝空气直到火熄灭为止。

2. 消防毯 消防毯具有优良灭火的性能，适用范围广，将消防毯放置于比较显眼且能快速拿取的地方。当发生火灾时，快速取出灭火毯，双手握住两根黑色拉带。将灭火毯轻轻抖开，作为盾牌状拿在手中。将灭火毯覆盖在火焰上，同时切断电源或气源。待着火物体熄灭，并于灭火毯冷却后，将毯子裹成一团，作为不可燃垃圾处理。如果人身上着火，将毯子抖开，完全包裹于着火人身上扑灭火源。

3. 灭火器 常见的灭火器有干粉、二氧化碳、泡沫以及1211灭火器等四类。

(1) **干粉灭火器** 干粉灭火器特点是使用方便、有效期长。其中手提式干粉灭火器是目前实验室最常用的灭火器，干粉灭火剂一般分为碳酸氢钠干粉和磷酸铵盐干粉两大类。它适用于扑救各种易燃、可燃固体、液体和气体火灾以及电器设备的火灾，但不能扑救金属燃烧火灾。使用干粉灭火器前应将瓶体颠倒几次，使筒内干粉松动。然后除掉铅封，拔掉保险销，左手握着喷管，右手提着压把，在距火焰2m的地方，右手用力压下压把，左手拿着喷管左右摇摆，喷射干粉覆盖燃烧区，直至把火全部扑灭并避免复燃的可能性。灭火时应对准火焰腰部扫射，如果被扑救的液体火灾呈流淌式燃烧时，应对准火焰根部由近而远，并左右扫射，直至把火焰全部扑灭。

(2) **泡沫式灭火器** 泡沫灭火器适用于扑救各种油类和木材、纤维、橡胶等固体可燃物火灾。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，泡沫灭火器喷出大量的硫酸钠，氢氧化铝污染比较严重，给后处理带来麻烦。使用泡沫灭火器时应该注意，人要站在上风处，尽量靠近火源，因为它的喷射距离只有2~3m，要从火势蔓延最危险的一边喷起，然后逐渐移动，注意不要留下火星。手要握住喷嘴木柄，以免被冻伤。因为二氧化碳在空气中的含量过多，对人体也是不利的，所以在空气不畅通的场合，喷射后应立即通风。

(3) **二氧化碳灭火器** 二氧化碳灭火器的灭火性能高、毒性低、腐蚀性小、灭火后不留痕迹，使用比较方便，是实验室比较常用的灭火器。它适用于各种易燃、可燃液体和可燃气体火灾，还可扑救贵重设备、仪器仪表、图书档案和低压电器设备以及600V以下的电器以及油脂等初起火灾。二氧化碳灭火器有开关式和闸刀式两种。它的钢筒内装有压缩的液态二氧化碳，使用时，先拔去保险销，然后一手提灭火器，一手应握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上（不能手握喇叭筒！避免冻伤）。打开开关，