



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 有机化学实验

(第三版)

主编 王俊儒 李学强 陈晓婷

高等教育出版社

ISBN 978-7-04-050967-0



9 787040 509670 >

定价 32.50元



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 有机化学实验

第三版

主编 王俊儒 李学强 陈晓婷

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书是为高等学校农林类专业编写的有机化学实验课程教材,将有机化学和农业生物学密切结合,突出体现具有创新人才培养理念的新体系,由模块化实验内容、综合习题和附录组成。全书共分8章,主要包括有机化学实验基础知识、基本操作,有机化合物的性质和鉴定及合成实验,天然产物提取分离与鉴定,以及综合实验和设计实验等内容。3套综合习题均附有参考答案。本次修订保留了前一版的特色和风格。

本书在第2章、第5章和第6章中,以扫描二维码观看视频的方式,展示了14个实验微视频,方便读者更加直观、形象地掌握实验技能。

本书可作为高等农林院校非化学化工类专业本科生有机化学实验课程用书,也可供相关专业选用和考研复习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

有机化学实验/王俊儒,李学强,陈晓婷主编.--  
3版.--北京:高等教育出版社,2019.3  
ISBN 978-7-04-050967-0

I. ①有… II. ①王… ②李… ③陈… 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(2018)第258355号

Youji Huaxue Shiyān

策划编辑 郭新华  
插图绘制 于博

责任编辑 郭新华  
责任校对 刘莉

封面设计 张志奇  
责任印制 田甜

版式设计 于婕

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 人卫印务(北京)有限公司  
开本 787mm×1092mm 1/16  
印张 17  
字数 380千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版 次 2007年7月第1版  
2019年3月第3版  
印 次 2019年3月第1次印刷  
定 价 32.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 50967-00

## 编写组成员

---

主 编 王俊儒(西北农林科技大学)

李学强(宁夏大学)

陈晓婷(福建农林大学)

副主编 白红进(塔里木大学)

袁茂森(西北农林科技大学)

汪玉秀(西北农林科技大学)

李元元(石河子大学)

季晓晖(陕西理工大学)

成 员(按姓氏笔画顺序排列)

门秀琴(宁夏大学)

王富强(宁夏大学)

杜振亭(西北农林科技大学)

李文闯(西北农林科技大学)

李圣坤(南京农业大学)

杨新娟(西北农林科技大学)

汪河滨(塔里木大学)

张 涛(西北农林科技大学)

张 强(陕西理工大学)

张继文(西北农林科技大学)

周文明(西北农林科技大学)

耿会玲(西北农林科技大学)

麻妙锋(西北农林科技大学)

韩叶俭(福建农林大学)

廉宜君(石河子大学)

魏梦雪(宁夏大学)

## 第三版前言

本书突出有机化学和农林生物学科相结合的人才培养理念,在保留前版特色与风格的基础上进行修订。全书共分8章,由模块化实验内容和综合习题组成。前7章以有机化学实验基础知识、基本操作训练、有机化合物性质与鉴定、合成实验、天然产物提取分离与鉴定、综合实验及设计实验为核心内容,其中包括基本操作实验项目20个、性质和鉴定实验项目5个、合成实验项目10个、天然产物提取分离与鉴定实验项目6个、综合实验项目3个、设计实验4个。各章之间内容安排循序渐进,构成模块化的内容体系。第8章为综合习题,共3套,并附有参考答案。书后有8个附录,除常见元素的相对原子质量、常用酸碱溶液组成、水在常见有机溶剂中的溶解度、化学试剂的配制等基本内容外,突出对实验中所涉及的有机化合物物理常数及易燃易爆毒害品(“三品”)常识的介绍,加强学生对易燃易爆毒害品的认知和安全防护,并增加了不同课时数情况下有机化学实验项目安排建议。

根据使用学校反馈意见,经编写组会议讨论,本次修订删除了麻黄碱实验内容,增加了乙酸异戊酯的制备、正丁醚的制备、对叔丁基苯乙酮的制备、油脂的提取、天然产物中咖啡因的定量分析等6个实验项目内容,完善了咖啡因、胡萝卜素等项目中提取分离方法和技术,对项目编排次序及综合实验内容进行合理调整,并修正个别细节和结构式错误。同时,在第2章、第5章和第6章中提供了14个实验示范操作微视频(扫描二维码观看),方便学习者掌握相关理论及操作。本次教材修订,一方面吸收了教学实践中的成熟做法和实验技巧,使得文字表述更规范,内容体系更完善,力争符合农林生物学科专业人才培养发展的新要求,形成高等农林院校有机化学实验教学的自身特色;另一方面,适应不同专业需要,强化大型仪器的综合分析测试内容及其实用性,在较高起点上培养低年级学生的基本科学素质和能力,促进学生分析问题和解决问题等综合能力的提升。

本次修订是由西北农林科技大学、南京农业大学、宁夏大学、石河子大学、福建农林大学、塔里木大学、陕西理工大学等7所高等院校24位教师共同完成的。修订期间专门召开了两次修订会,确定修订任务和分工安排,汪玉秀副教授负责收集使用反馈意见和修订材料。博士后李娜、博士生王世军、张丹,硕士生安治远等对修订稿进行通读和文字、标点校对。最后由西北农林科技大学王俊儒教授负责统稿。在修订过程中,得到高等教育出版社、西北农林科技大学教务处和化学与药学院的大力支持,西北农林科技大学化学与药学院有机化学教研室及相关教研室的一线任课教师也给予了全力协助。本版编写组成员在尊重各院校

意见的基础上进行了调整和更新。第二版主编马柏林和李炳奇二位教授也提出许多修改建议,在此一并表示感谢。

本书的出版,得到了2018年度中华农业科教基金教材建设研究项目的资助,特此致谢。

由于编者水平有限,书中的不足和错误之处恳请读者批评指正。

编者

2018年7月于杨凌

## 第二版前言

本书继续践行将有机化学学科和农林生物学科相结合培养创新型人才的理念,在保留第一版特色和风格的基础上进行修订。全书由模块化实验内容、综合习题和附录组成。全书共分8章,前7章以有机化学实验基础知识、基本操作技巧训练、有机化合物性质与鉴定、有机合成实验、天然产物提取分离与鉴定、综合实验及设计实验为核心内容,其中包括基本操作实验20个、性质实验5个、有机合成实验8个、天然产物实验4个、综合实验5个、设计实验6个。各章开篇均有相应的内容概述,各章间内容互有联系并循序渐进,构成模块化实验教学内容体系。第8章为综合习题,共3套,并附有参考答案。书后附录有8个内容,除常见元素的相对原子质量、常用酸碱溶液组成、溶解度、化学试剂的配制、常用显色剂及其使用等基本内容外,突出对实验中所涉及的有机化合物物理常数及易燃易爆毒害品(“三品”)常识的介绍,以便学生及时查阅实验内容中所涉及的化合物的性质,同时加强学生对易燃易爆毒害品的认知。

本次修订主要更新和规范化了陈旧的文字表述,充实完善了部分实验内容,增加了质谱实验等内容。一方面,吸收教学实践中的成熟做法和实验技巧,修改和规范文字表述,使实验内容更加完善,力争符合农林生物学科人才培养的新趋势,形成农业院校有机化学实验教学的自身特色;另一方面,完善分析测试实验内容,提高现代分析测试仪器在低年级学生中的使用频率,在教学实践中争取做到增内容不增学时,提高实验时效性,突出人才基本科学素质和能力的早期培养,促进分析问题和解决问题能力的提高。

本书是由西北农林科技大学、石河子大学和塔里木大学3所高等院校的17位教师共同修订的。在修订期间专门召开了两次修订会议,确定了修订的任务和目标,并进行分工,增加了西北农林科技大学杜振亭副教授、袁茂森博士参与部分内容修订,安排汪玉秀副教授收集各方面的书面反馈意见和修订材料。博士生杜宏涛,硕士生张树军、张格超、唐丹丹、章岳军、吴进等对修订稿进行了认真通读,并对书中文字表述、标点进行了校对修改。最后由西北农林科技大学王俊儒老师负责统稿。在修订过程中,得到高等教育出版社、西北农林科技大学教务处和理学院的大力支持,以及西北农林科技大学理学院应用化学系有机化学教研室及相关教研室教学一线教师的全力协助,尤其是朱玮教授给予了很大的关注和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的不足和错误之处恳请读者批评指正。

编者

2012年5月于杨凌

# 第一版前言

本书是一部将有机化学学科和农业生物学科相结合,具有创新型人才培养模式和理念的新体例实验教材。全书由模块化实验内容、综合习题和附录组成。主要内容有8章,其中前7章以有机化学实验基础知识、基本操作实验技巧训练、化合物性质与鉴定、有机合成实验、天然产物化学实验、综合性实验以及设计性实验为核心内容,各章开始均有相应的内容概述,包括基本操作实验19个,性质实验5个,有机合成实验8个,天然产物实验4个,综合实验5个,设计实验6个。各章间内容互有联系并循序渐进,构成模块化实验教学内容体系。第8章为综合实验习题,附有参考答案。书后附录部分有8个内容,除常见元素的相对原子质量、常用酸碱溶液组成表、溶解度、化学试剂的配制、常用显色剂及其使用等基本内容外,突出实验中所涉及的有机化合物物理常数及易燃易爆毒害品(“三品”)常识介绍,以便学生对实验内容中所涉及的化合物的性质及时查阅,同时加强学生对易燃易爆毒害品的认识。

本教材凝聚了一线教师几十年实验教学的体会和经验,在教学内容与体系方面进行了改革尝试,不但反映出本学科的最新研究教育成果,而且符合农业生物学科人才培养的新趋势。紧紧围绕化学与农业、生物学科相结合的交叉优势,并借鉴多年来一系列教学改革实践的成果,力图形成农业院校有机化学实验教学的自身特色。编写中突出两新两性,即把近年来的有机应用化学领域的新内容和高等人才培养的模块化教育新理念融入教材中,体现教材的前沿性与创新性。为此,在以往有机化学实验教材(龚报森,1993;周乐,2000;马柏林和周文明,2003)建设基础上,组织编写教师对教材体系和教学内容进行较大幅度的更新和完善,使之更适应本科教学新体系的要求。始终贯彻理论联系实际的原则,每个新概念、新理论和新方法都有改革实践材料作为支撑,使教师在开设实验课过程中能更好地传授实验技能,有利于学生在消化基本理论和基本知识的基础上,突出对动手能力和基本科研素质的培养,强化实验技能,促进分析实际问题能力的提高。

本书是由西北农林科技大学、石河子大学和塔里木大学等3所高等院校的16位教师共同编写的,期间麻妙锋讲师和硕士生李娜等参与了资料收集和校对工作,最后由西北农林科技大学王俊儒和马柏林两位教师负责统稿。在编写过程中,得到高等教育出版社、西北农林科技大学教务处和理学院的大力支持,以及西北农林科技大学理学院有机化学教研室老师们的全力协助,尤其是《有机化学》教材主编傅建熙教授给予了很大的关注和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的不足和错误之处恳请读者批评指正。

编者

2006年10月于杨凌

# 目 录

<b>第 1 章 有机化学实验操作与安全防护基础知识</b> .....	1
1.1 有机化学实验概述 .....	1
1.2 有机化学实验室规则 .....	1
1.3 实验室安全 .....	2
1.4 实验室常用玻璃仪器 .....	5
1.5 玻璃仪器的洗涤和干燥 .....	6
1.6 实验预习、记录和实验报告 .....	7
1.7 化学文献查阅 .....	8
<b>第 2 章 基本操作实验</b> .....	16
<b>有机化学基本操作实验概述</b> .....	16
实验 2.1 简单玻璃工操作和塞子的配置 .....	25
实验 2.2 熔点的测定 .....	29
实验 2.3 沸点的测定 .....	33
实验 2.4 折射率的测定 .....	35
实验 2.5 旋光度的测定 .....	39
实验 2.6 普通蒸馏 .....	43
实验 2.7 减压蒸馏 .....	48
实验 2.8 简单分馏 .....	55
实验 2.9 水蒸气蒸馏 .....	60
实验 2.10 重结晶及过滤 .....	64
实验 2.11 萃取和洗涤 .....	69
实验 2.12 升华 .....	75
实验 2.13 薄层色谱法 .....	77
实验 2.14 吸附柱色谱 .....	85
实验 2.15 纸色谱 .....	90
实验 2.16 气相色谱 .....	93
实验 2.17 高效液相色谱 .....	103
实验 2.18 紫外-可见光吸收光谱 .....	109
实验 2.19 红外光谱 .....	116
实验 2.20 质谱 .....	123

<b>第 3 章 有机化合物的性质和鉴定</b> .....	131
实验 3.1 烯烃、炔烃和卤代烃的性质 .....	131
实验 3.2 醇、酚、醛、酮的性质 .....	136
实验 3.3 羧酸及其衍生物的性质 .....	141
实验 3.4 糖类和蛋白质的性质 .....	143
实验 3.5 未知物的鉴定 .....	148
<b>第 4 章 有机化合物的合成实验</b> .....	149
<b>有机化合物合成原理概述</b> .....	149
实验 4.1 叔丁基氯的合成 .....	149
实验 4.2 环己烯的制备 .....	151
实验 4.3 乙酸异戊酯的制备 .....	153
实验 4.4 乙酰水杨酸的合成 .....	155
实验 4.5 苯乙酮的合成 .....	157
实验 4.6 肉桂酸的合成 .....	160
实验 4.7 邻硝基苯酚和对硝基苯酚的合成 .....	162
实验 4.8 正丁醚的制备 .....	165
实验 4.9 苯甲醇和苯甲酸的合成 .....	167
实验 4.10 对叔丁基苯乙酮的制备 .....	169
<b>第 5 章 天然产物提取分离与鉴定</b> .....	172
<b>天然产物提取分离与鉴定实验概述</b> .....	172
实验 5.1 烟草中烟碱的提取 .....	172
实验 5.2 槐米中芦丁(芸香苷)的提取 .....	175
实验 5.3 丁香油的提取与鉴定 .....	179
实验 5.4 辣椒红素和辣椒素的提取 .....	181
实验 5.5 $\beta$ -胡萝卜素和番茄红素的提取分离与测定 .....	186
实验 5.6 油脂的提取 .....	189
<b>第 6 章 综合实验</b> .....	192
<b>综合实验概述</b> .....	192
实验 6.1 茶叶中咖啡因等活性组分的提取与定量分析 .....	192
实验 6.1.1 茶叶中咖啡因和茶多酚的提取 .....	192
实验 6.1.2 天然产物中咖啡因的定量分析 .....	197
实验 6.2 乙酸乙酯的合成及其产物组分分析 .....	199
实验 6.2.1 乙酸乙酯的合成 .....	199
实验 6.2.2 乙酸乙酯合成产物组分分析 .....	201
实验 6.3 应用型活性酰胺类衍生物的合成 .....	203
实验 6.3.1 辣椒素衍生物的合成设计 .....	203
实验 6.3.2 驱蚊剂 <i>N,N</i> -二乙基间甲基苯甲酰胺的合成 .....	204
实验 6.3.3 巴比妥的合成 .....	205

实验 6.3.4 乙酰苯胺类止痛药物的微波合成 .....	207
<b>第 7 章 设计实验 .....</b>	<b>209</b>
<b>设计实验概述 .....</b>	<b>209</b>
实验 7.1 天然色素的提取与检测 .....	209
实验 7.2 植物杀虫成分苦皮藤母体提取与结构改造 .....	210
实验 7.3 昆虫信息素的提取与结构鉴定 .....	211
实验 7.4 取代苯甲酸衍生物的合成 .....	213
<b>第 8 章 综合习题 .....</b>	<b>215</b>
综合习题一 .....	215
综合习题二 .....	217
综合习题三 .....	218
综合习题参考答案 .....	222
<b>附录 .....</b>	<b>223</b>
附录 1 常见元素的相对原子质量 .....	223
附录 2 常用酸碱溶液相对密度及组成表 .....	223
附录 3 水在常见有机溶剂中的溶解度 .....	227
附录 4 常见有机化合物物理常数 .....	228
附录 5 一些特殊化学试剂的配制 .....	233
附录 6 常用有机溶剂的精制 .....	235
附录 7 常用易燃易爆及有毒有机化合物知识 .....	237
附录 8 有机化学实验课程不同课时数的实验项目安排建议 .....	253
<b>参考文献 .....</b>	<b>255</b>

# 第1章

## 有机化学实验操作与安全防护基础知识

### 1.1 有机化学实验概述

有机化学实验是一门以实验为基础的技术性课程,有机化学实验教学是有机化学教学的重要组成部分,其目的是通过实验,使学生在实验原理、实验技术和实验方法等方面得到全面系统的科学训练;让学生在实验过程中掌握仪器设备的正确使用方法和操作技巧,养成良好的实验作风与习惯;培养学生严肃认真、实事求是的科学态度和良好的实验素养;提高学生的动手能力,发现问题、分析问题和解决问题的能力,以及独立工作的能力,为相关后续课程和科研实践打下良好的基础。

为了做好有机化学实验,实验前必须认真预习实验内容,了解实验基本原理和基本要求,熟悉基本操作的技术要领和注意事项;实验过程中,要认真规范操作,仔细观察,详细记录结果及相关数据,每一步操作都要到位,要了解其用途,对实验现象,要了解其产生的原因;实验后要认真回顾实验过程,正确处理数据,总结实验结果和数据特征,完成实验报告。

### 1.2 有机化学实验室规则

为了保证实验的正常运行和培养良好的实验作风,学生必须遵守下列实验室规则:

① 实验前应做好一切准备工作,如复习教材中有关的章节,预习实验指导书,并写出实验预习报告等,做到心中有数,防止做实验时边看边做,降低实验效果。另外还要充分预防事故的发生和了解可能发生时所采取的安全措施。

② 进入实验室时,应熟悉实验室及其周边的环境,熟悉灭火器材、急救药箱的使用方法和放置的地方。严格遵守实验室的安全守则和每个具体实验操作中的安全注意事项。如有意外事故发生,应及时正确处理,并报告指导教师。

③ 实验室中应保持安静并遵守纪律,不得擅自离开实验位置。实验时,注意力要集中、操作要认真、观察要细致、思考要积极,要及时如实地认真做好实验过程有关现象和数据的记录,不得用散页纸记录,以免丢失。

④ 遵从教师的指导,严格按照实验指导书所规定的步骤、试剂的规格和用量进行实验。学生若有新的见解或建议要改变实验步骤、试剂的规格和用量时,必须征得教师的同

意后,方可改变。

⑤ 实验台面和地面要经常保持整洁,暂时不用的器材不要放在桌面上,以免碰倒损坏。污水、污物、残渣、火柴梗、废纸、塞芯、坏塞子和玻璃碎屑等,应分别放入指定的地方,不要乱抛乱丢,更不得丢入水槽,以免堵塞下水道;废酸和废碱应倒入指定的废液桶中,不得倒入水槽内,以免损坏下水道。

⑥ 要爱护公物,节省资源。公共器材用完后,必须整理好并放回原处。如有损坏仪器要办理登记换领手续。要节约水、电、灯用酒精及消耗性药品,严格控制药品的用量。

⑦ 实验结束后,将个人实验台面打扫干净,经指导教师检查、签字后方可离开。值日生应负责整理公用器材,打扫实验室,检查水、电、气是否关闭。做完值日后,应请指导教师检查、签字。

## 1.3 实验室安全

有机化学实验室所用的药品绝大多数是易燃、易爆、有毒的。若粗心大意,就容易发生事故。但是,这些危险是可以预防的,只要实验者思想集中,严格执行操作规程,加强安全措施,就一定能够有效地维护实验室的安全,使实验正常进行。因此,实验前必须熟悉一般安全常识,并掌握一般紧急救护措施。实验中,重视安全操作规程,并切实遵守实验室的安全守则。常见有机化合物物理常数和闪点、自燃点、爆炸极限以及其他主要危险特征可参阅书末附录(见附录4,附录7)。

### 1.3.1 实验室安全守则

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,要征得实验指导教师同意后,才可进行实验。

② 实验进行时,不准随便离开实验位置,要经常注意反应进行的情况和装置有无漏气、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、面罩或穿防护服等。

④ 实验结束后要仔细洗手,严禁在实验室内吸烟,严禁将食物带进实验室。

⑤ 充分熟悉安全用具如灭火器材、沙箱及急救药箱等的放置地点和使用方法,并妥善保管。安全用具和急救药箱不准移作他用。

### 1.3.2 实验室事故的预防

#### 1. 火灾的预防

着火是有机化学实验室常见的事故类型之一。防火基本原则有下列几点,必须充分注意。

① 在使用易燃的溶剂时要特别注意:远离火源;切勿将易燃溶剂放在广口容器内(如

烧杯)明火加热;加热必须在水浴中进行,切勿使容器密闭。否则,会造成爆炸。当附近有露置的易燃物质时,切勿点火。

② 在倾倒、量取、过滤易燃溶剂时,应在无火焰环境中或至少远离火焰处3 m以外的地方操作,并应在火焰的下风处,不要在上风处,否则溶剂蒸气随风扩散到火焰处会着火。

③ 蒸馏易燃的有机物时,受热装置部分不能漏气。如发现漏气,应立即停止加热,检查原因,从蒸馏装置接受瓶出来的尾气出口应远离火源。

④ 蒸馏或回流易燃低沸点液体时,一定要谨慎从事,不能粗心大意。瓶内液体量最多只能装至半满;严禁用明火直接加热;加热前应放数粒沸石、素烧瓷片或一端封口的毛细管,以防止暴沸。若在加热后才发现未放入沸石,绝不能立即打开瓶塞补放,而应停止加热,待被蒸馏的液体冷却后才能加入。否则,会因暴沸而发生危险。加热速度宜慢不宜快,避免局部过热而引发事故。

⑤ 用油浴加热时,应注意避免由于冷凝水溅入热油浴中致使油外溅到热源上而引起火灾。其原因主要是橡胶管套进冷凝管的侧管时不紧密漏水,或者开动水阀太快、水流过猛而从橡胶管中冲出来,所以要求橡胶管套进冷凝管的侧管时要很紧密,开动水阀时使水缓慢通入冷凝管中。

⑥ 当处理大量可燃性液体时,应在通风橱中或在指定地方进行,室内应无火源。

⑦ 不得把燃着或者带有火星的火柴梗或纸条等乱抛乱掷,也不得丢入废物缸中。否则,很容易发生危险事故。

## 2. 爆炸的预防

在有机化学实验室,一般预防爆炸的措施如下:

① 蒸馏、回流或反应装置一般不能密闭。否则,往往有发生爆炸的危险。

② 切勿使易燃易爆的气体接近火源,有机溶剂如乙醚和汽油一类的蒸气与空气相混时极为危险,可能会因一个过热的表面、一个火花或者电火花而引起爆炸。

③ 使用乙醚时,必须检查有无过氧化物存在,如果发现有过氧化物存在,应用硫酸亚铁等除去过氧化物,才能使用。

④ 对于易爆炸的固体,如重金属乙炔化物、苦味酸金属盐、三硝基甲苯等都不能重压或者撞击,以免引起爆炸,对于危险的残渣,必须小心销毁。

⑤ 卤代烷勿与金属钠接触,否则容易发生爆炸。

## 3. 中毒的预防

① 有毒药品应认真操作,妥善保管,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做妥善而有效的处理,不准乱丢。

② 有些有毒物质会渗入皮肤,因此,接触这些物质时必须戴橡胶手套,操作后立即洗手,切勿让有毒物质沾及五官或伤口。例如,氰化钠沾及伤口后就随血液循环至全身,严重时会造成死亡。

③ 在反应过程中有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,实验开始后不要把头伸入橱内。

## 4. 触电的预防

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的物体接