



21世纪高等学校精品教材

生物、化学类实验室 安全管理

主 编 刘雯雯 刘晓凤
副主编 郭 蓉 罗 倩 梁 洪
参 编 郭 靖 丰文泉

北京工业大学出版社

内 容 提 要

全书共分为三篇，系统而全面地阐述了生物、化学类实验室安全管理体系。第一篇生物实验室安全管理，包括生物实验室安全管理简介、生物实验室安全操作规范、生物安全实验室消毒技术规范、生物实验室废弃物的处理、生物安全应急体系与预案。第二篇化学实验室安全管理，包括化学实验室安全管理简介、化学实验室安全操作规范、化学实验室废弃物的处理、化学实验室事故的预防与应急处理。另附有附录，介绍实验室人员的安全培训与防护。

本书可作为普通高等院校实验室安全教育用书，也可作业内相关的科研机构进行安全管理的参考用书，以及从事生物化学实验室教学的师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生物、化学类实验室安全管理/刘雯雯，刘晓凤主编.
—北京：北京工业大学出版社，2020.5
ISBN 978-7-5639-7281-4

I. ①生… II. ①刘… ②刘… III. ①生物学—实验室管理—安全管理 ②化学实验—实验室管理—安全管理
IV. ①Q-338 ②O6-37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 297564 号

生 物 、 化 学 类 实 验 室 安 全 管 理

SHENGWU HUAXUE LEI SHIYANSHI ANQUAN GUANLI

主 编：刘雯雯 刘晓凤

责任编辑：李 涵

封面设计：易 帅

出版发行：北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园 100 号 邮编：100124)

010-67391722(传真) bgdcbs@sina.com

经销单位：全国各地新华书店

承印单位：河北祥浩印刷有限公司

开 本：787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张：6

字 数：140 千字

版 次：2020 年 5 月第 1 版

印 次：2020 年 5 月第 1 次印刷

标准书号：ISBN 978-7-5639-7281-4

定 价：19.80 元

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题，请寄本社发行部调换 010-67391106)

前言

高校的化学和生物实验室是进行科学研究的重要基地，是培养学生动手能力、创新思维的实践场所。近年来，实验室频发的安全事故对师生生命安全以及人身财产造成重大威胁，然而目前一些高校师生还没有意识到实验室安全的重要性。化学实验室大多存放有易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的物质，稍不注意就可能引起实验事故。生物实验室的细菌病毒感染以及消毒不当等同样容易引发实验事故。为使广大师生充分了解实验室安全知识，掌握实验室基本防护措施和事故应急处理办法，减少人员伤亡及财产损失，我们编写了这本《生物、化学类实验室安全管理》。

本书内容以实验室安全为主，管理为辅。编写本书的过程中，编者在查阅国内外大量相关文献以及相关教材的基础上，整理化学、生物实验室安全操作规范及相关法律法规，并且根据近年来实验室安全事故情况，将本书分为三篇，第一篇生物实验室安全管理，主要包括生物实验室安全管理简介、安全操作规范、实验室消毒技术规范、废弃物的处理、应急体系与预案。第二篇化学实验室安全管理，主要包括化学实验室安全管理简介、安全操作规范、废弃物的处理及实验室事故的预防与应急处理。另附有附录，主要介绍实验室人员的安全培训与防护。



本书具有以下特色：①章节安排合理，将生物和化学安全管理融合在一起，两部分既相对独立，又有机结合，便于学生知识面的扩宽以及利于学生学习。②本书着重于培养学生综合实践能力，在系统掌握基础知识的基础上，结合学生专业特点，提升解决具体化学和生物实验安全问题的能力。③本书实用性强，结合实验室常见危害事故，重点介绍实验操作技术规范及事故的预防与应急处理，实际指导性强。④本书内容丰富、通俗易懂，可读性强，符合相关专业学生的学情特点。

通过阅读此书，可以全面了解到生物和化学实验室安全管理相关知识，树立良好的安全意识，培养良好的实验安全操作习惯。在面临具体的实验安全事故时，可翻阅本书相关章节，解决问题。

在编写本书的过程中，由于编者的水平有限，书中难免存在不足或疏漏之处，恳请广大师生、读者提出宝贵的意见，以帮助我们对本书进一步完善。

编 者





目录 CONTENTS

第一篇 生物实验室安全管理

第一章 生物实验室安全管理简介

- 第一节 实验室生物安全 3
- 第二节 实验室生物危害 5

第二章 生物实验室安全操作规范

- 第一节 生物实验室安全标准化概述 8
- 第二节 实验室仪器设备使用规范 8
- 第三节 玻璃器皿的使用规范 15
- 第四节 感染性物质的操作与防护规范 17

第三章 生物安全实验室消毒技术规范

- 第一节 生物安全实验室消毒管理 19
- 第二节 生物安全实验室消毒与灭菌 21
- 第三节 消毒灭菌效力的确认 25
- 第四节 实验室常用消毒灭菌方法 26

第四章 生物实验室废弃物的处理

- 第一节 实验室生物废弃物的来源及危害 29
- 第二节 生物危害废弃物的日常管理和处理 29

第五章 生物安全应急体系与预案

- 第一节 生物实验室突发事件概述 31
- 第二节 生物实验室突发事件的应急预案 33



第二篇 化学实验室安全管理

第六章 化学实验室安全管理简介

- 第一节 化学实验室特点概述 43
- 第二节 进行高校实验室安全工作的必要性 44
- 第三节 实验室应注意的基本事项 45

第七章 化学实验室安全操作规范

- 第一节 化学实验室安全注意事项 47
- 第二节 实验室仪器设备使用注意事项 49
- 第三节 危险化学品安全操作规程与注意事项 55

第八章 化学实验室废弃物的处理

- 第一节 化学实验室常见废弃物的收集和储存 62
- 第二节 化学实验室常见无机废弃物的处理方法 63
- 第三节 化学实验室有机废液的处理方法及应用 65

第九章 化学实验室事故的预防与应急处理

- 第一节 化学实验室事故的预防 68
- 第二节 化学实验室事故的应急处理方法 70

参考文献 83

附 录 实验室人员的安全培训与防护 84

- 附录 1 实验室安全一般守则 84
- 附录 2 实验室人员的安全培训 85
- 附录 3 实验室人员的个人安全防护 88



第一篇

生物实验室安全管理



生物实验室安全管理简介

2003年7月新加坡国立大学1位研究生在做病毒实验时因安全程序处理不当而感染SARS病毒。2004年4月北京疾病预防控制中心病毒所腹泻病毒室2名研究生在做病毒实验时感染SARS病毒。2010年12月,东北农业大学动物医学学院由于相关教师在实验中使用了未经检疫的山羊,导致2011年3月至2011年5月,该校27名学生和1名教师陆续被确诊感染布鲁氏菌病。



第一节 实验室生物安全

随着生物学研究的不断扩大,实验室工作人员会不断地接触或使用生物病原体。病原体研究对于人类控制疾病,尤其是在传染性疾病的预防、诊断、治疗等方面作用非常大。然而人们在实验室从事感染性生物体的研究过程中容易发生实验室感染事件。因此,要特别注意实验室生物安全。

一、生物安全

生物安全是指避免危险生物因子造成实验人员暴露,向实验室外扩散并导致危害的综合措施。它贯穿于实验的整个过程,其面临的对象主要包括实验者本人、实验对象、实验者身边的人和环境。因此实验室生物安全涉及的绝不仅仅是实验室及相关工作人员,一旦发生事故,极有可能会给社会带来不可预知的危害。

实验室生物安全事件或事故的发生是难以完全避免的。重要的是实验室工作人员应事先了解所从事活动的风险,同时应在风险可控制和可接受的状态下,从事相关的活动。实验室工作人员应认识但不应过分依赖于实验室用于安全保障的设施设备,绝大多数生物安全事故发生的根本原因是缺乏生物安全意识和疏于管理。

二、国内外的生物安全要求

世界卫生组织(World Health Organization, 简称WHO)《实验室生物安全手册》为



生物、化学类实验室安全管理

全世界各国提供了生物安全实验室建设的重要依据，提出了生物安全的原理和原则性要求。它对微生物的危险等级、实验室物理防护等级、标准实验室操作、感染性物质的处理、个人防护、生物安全柜的使用等作出了明确的规定。

美国《微生物和生物医学实验室生物安全手册》着重描述生物实验室标准操作、实验室设计和安全设备的不同组合，形成1~4级的实验室微生物安全防护等级。

我国《中华人民共和国传染病防治法》规定对传染病防治实行预防为主方针，防治结合、分类管理、依靠科学、依靠群众。同时规定将传染病分为甲、乙和丙3类，详细说明流行病预防、疫情报告、疫情控制、医疗救治和监督管理等内容，并要求医疗保健部门、卫生防疫机构和从事致病微生物实验研究的单位必须严格执行国务院卫生行政部门制定的管理制度和操作规定。

我国《中华人民共和国传染病防治法实施办法》第十六条将传染病的菌(毒)种分为以下3类：

一类：鼠疫耶尔森氏菌、霍乱弧菌；天花病毒、艾滋病病毒。

二类：布氏菌、炭疽菌、麻风杆菌、肝炎病毒、狂犬病毒、出血热病毒、登革热病毒；斑疹伤寒立克次体。

三类：脑膜炎双球菌、链球菌、淋病双球菌、结核杆菌、百日咳嗜血杆菌、白喉棒状杆菌、沙门氏菌、志贺氏菌、破伤风梭状杆菌；钩端螺旋体、梅毒螺旋体；乙型脑炎病毒、脊髓灰质炎病毒、流感病毒、流行性腮腺炎病毒、麻疹病毒、风疹病毒。

我国《中华人民共和国传染病防治法实施办法》第十七条规定对传染病菌(毒)种的保藏、携带、运输实行严格管理：

菌(毒)种的保藏由国务院卫生行政部门指定的单位负责。

一、二类菌(毒)种的供应由国务院卫生行政部门指定的保藏管理单位供应。三类菌(毒)种由设有专业实验室的单位或者国务院卫生行政部门指定的保藏管理单位供应。

使用一类菌(毒)种的单位，必须经国务院卫生行政部门批准；使用二类菌(毒)种的单位必须经省级政府卫生行政部门批准；使用三类菌(毒)种的单位，应当经县级政府卫生行政部门批准。

一、二类菌(毒)种，应派专人向供应单位领取，不得邮寄；三类菌(毒)种的邮寄必须持有邮寄单位的证明，并按照菌(毒)种邮寄与包装的有关规定办理。

中华人民共和国卫生行业标准 WS 233—2017《病原微生物实验室生物安全通用准则》规定了病原微生物实验室生物安全防护的基本原则、分级和基本要求。根据实验室对病原微生物的生物安全防护水平，并依照实验室生物安全国家标准的规定将实验室分为一级(Biosafety Level 1, BSL-1)、二级(BSL-2)、三级(BSL-3)、四级(BSL-4)。

GB 19489—2008《实验室生物安全通用要求》规定了对不同生物安全防护级别实验室的设施、设备和管理的基本要求。



第二节 实验室生物危害

一、微生物危害等级

《病原微生物实验室生物安全管理条例》第三条提到根据病原微生物的传染性、感染后对个体或者群体的危害程度，将病原微生物分为4类：

第一类病原微生物，是指能够引起人类或者动物非常严重疾病的微生物，以及我国尚未发现或者已经宣布消灭的微生物。

第二类病原微生物，是指能够引起人类或者动物严重疾病，比较容易直接或者间接在人与人、动物与人、动物与动物之间传播的微生物。

第三类病原微生物，是指能够引起人类或者动物疾病，但一般情况下对人、动物或者环境不构成严重危害，传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并且具备有效治疗和预防措施微生物。

第四类病原微生物，是指在通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物。

第一类、第二类病原微生物统称为高致病性病原微生物。

二、实验室感染类型及来源

实验及辅助人员在从事病原微生物及感染性材料的实验室检测或研究的过程中，容易因实验操作失误、仪器设备故障及其他意外情况，导致致病因子的感染并出现相关的临床症状和体征。

(一)实验室感染类型

实验室感染类型常见有3种类型。

(1)气溶胶导致的实验室感染。相关实验人员吸入以气溶胶形式散在空气中的病原微生物造成感染。

(2)事故性感染。由于实验人员操作疏忽，导致病原微生物污染环境直接或间接感染人员或者周围环境。

(3)人为破坏导致实验室感染。生物武器可以说是一种人为的实验室感染。



(二) 实验室感染来源

(1) 标本：包括实验室标本和临床标本。当实验室涉及传染性或潜在传染性生物因子时，应先进行危害程度评估。临床工作者接收的各种病人的血液、尿液、粪便等标本可能含致病因子，极大威胁医务工作者的健康，因此医院临床实验室和检验科要求实验室最低应达到二级生物安全防护标准。

(2) 菌毒种：在《生物制品生产检定用菌毒种管理规程》中，以《人间传染的病原微生物名录》为基础，根据病原微生物的传染性、感染后对个体或者群体的危害程度，将生物制品生产用菌毒种分为 4 类。

第一类病原微生物，是指能够引起人类或者动物非常严重疾病的微生物，以及中国尚未发现或者已经宣布消灭的微生物。

第二类病原微生物，是指能够引起人类或者动物严重疾病，比较容易直接或者间接在人与人、动物与人、动物与动物间传播的微生物。

第三类病原微生物，是指能够引起人类或者动物疾病，但一般情况下对人、动物或者环境不构成严重危害，传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并且具备有效治疗和预防措施微生物。

第四类病原微生物，是指在通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物。

(3) 仪器设备使用过程：如离心机可能产生气溶胶、离心管泄露等感染。

(4) 操作过程：如接种环操作不当产生气溶胶、样本滴落引起危害性物质泄漏、操作不当导致擦伤或切割伤等。

(5) 实验动物：动物实验中管理不当，导致病原微生物传播而感染。

生物学实验室往往含较多致病微生物标本，是引起相关人员发生感染的危险场所，因此必须做好实验室安全防护。

(三) 实验室生物安全防护水平分级

根据对所操作生物因子采取的防护措施，将实验室生物安全防护水平分为一级、二级、三级和四级，一级防护水平最低，逐级升高，四级防护水平最高。以 BSL-1 (Biosafety Level, BSL)、BSL-2、BSL-3、BSL-4 表示仅从事体外操作实验室的相应生物安全防护水平。以 ABSL-1 (Animal Biosafety Level, ABSL)、ABSL-2、ABSL-3、ABSL-4 表示包括从事动物活体操作实验室的相应生物安全防护水平。《病原微生物实验室生物安全管理条例》中有如下规定：

生物安全防护水平为一级的实验室适用于操作在通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物。

生物安全防护水平为二级的实验室适用于操作能够引起人类或者动物疾病，但一

般情况下对人、动物或者环境不构成严重危害，传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并且具备有效治疗和预防措施微生物。

生物安全防护水平为三级的实验室适用于操作能够引起人类或者动物严重疾病，比较容易直接或者间接在人与人、动物与人、动物与动物之间传播的微生物。

生物安全防护水平为四级的实验室适用于操作能够引起人类或者动物非常严重疾病的微生物，以及我国尚未发现或者已经宣布消灭的微生物。