

实验室 安全与环境保护

主编 敖天其 廖林川

HIYANSHI

ANQUAN YU HUANJING BAOHU



四川大学出版社

实验室 安全与环境保护

主 编 敖天其 廖林川

副 主 编 刘胜青 王瑞林 李 晖

章节统稿人员 (按姓氏笔画排列)

王茂林 李首建 何 柳 陈 华 陈建平

罗 阳 曹益平 琚生根

参 编 人 员 (按姓氏笔画排列)

付 兵 冉 立 成 丽 伍 勇 许 欣

刘 瑾 李婉宜 李 智 李洪涛 余 倩

杨朝文 吴丽萍 赵西雄 周 舟 张 敏

夏 天 梁 斌 黄 强 魏 鸿



四川大学出版社

责任编辑:毕 潜
责任校对:蒋 琦
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

实验室安全与环境保护 / 敖天其, 廖林川主编.
—成都: 四川大学出版社, 2014. 11
ISBN 978-7-5614-8175-2
I. ①实… II. ①敖… ②廖… III. ①实验室管理—
安全管理—教材②实验室—环境保护—教材 IV. ①N33
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 267381 号

书名 实验室安全与环境保护

主 编	敖天其 廖林川
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5614-8175-2
印 刷	郫县犀浦印刷厂
成品尺寸	185 mm×260 mm
插 页	2
印 张	18.5
字 数	455 千字
版 次	2015 年 1 月第 1 版
印 次	2015 年 1 月第 1 次印刷
定 价	46.00 元

版权所有◆侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。
◆网址: <http://www.scup.cn>



化工传热实验室



化学仪器公用开放平台



快速成型 (3D) 实验室



机械加工实验室



激光偏振光实验室



化学生物实验室



高电压实验室



质子静电加速器实验室



岩土力学实验室



心肺听诊实验室



口腔仿头模教学实验室



形态学实验室

前 言

高等学校的实验室是进行实践教学和科学研究的场所，随着国家对教育投入的增加，各高校的实验室建设也得到了重视和加强，教学科研实验室的种类和数量在不断增加。与此同时，实验室安全与环境保护事故隐患也在不断增加。

实验室安全与环保工作是高校工作的重要内容之一，事关社会稳定、学校师生员工生命财产安全以及平安和谐校园的建设。为了减少实验室事故发生率，实现建设安全绿色实验室的目标，有必要开展实验室安全与环境保护教育工作。为此，我们组织编写了《实验室安全与环境保护》一书。

本书主要是为进入实验室的理、工、医专业的学生及实验室人员编写的实验室安全环保通识性教材，因此，在编写本书时，注重实验室安全与环保所要涉及的基础知识、常见安全隐患和事故发生的原因，注重预防、处置隐患和事故的知识，不过分强调术语的严格定义以及知识点的扩展，对安全隐患和事故也以结合具体案例的方式进行分析、描述。希望读者能直观了解并掌握实验室安全与环保常识及要求，从而增加安全环保意识，形成重视安全环保的理念和文化习惯。

全书共 8 章，大致按照高校开展实验所涉及的学科范围，将实验室划分为化学化工类、电气类、机械类、生物类、辐射类、计算机信息类和实践急救类，围绕每类实验室事故高发点，从基本概念、事故原因、事故危害、防范措施、应急处理等方面，辅以典型案例进行阐述和分析。

本书由四川大学实验室及设备管理处组织编写，全书由敖天其、廖林川、刘胜青、王瑞林、李晖统筹。第一章由廖林川、何柳、赵西雄编写，第二章由陈华、付兵、成丽、伍勇编写，第三章由曹益平、何柳、冉立、李智、梁斌编写，第四章由罗阳、刘胜青编写，第五章由陈建平、王茂林、许欣、刘瑾、李婉宜、余倩、黄强编写，第六章由李首建、刘军、杨朝文、吴丽萍、张敏编写，第七章由琚生根、赵西雄编写，第八章由王茂林、李洪涛、夏天、周舟编写，部分照片由魏鸿提供。其中各章节的负责人员有敖天其、廖林川、刘胜青、王茂林、李首建、何柳、陈华、陈建平、罗阳、曹益平、琚生根。

本书在编写过程中，参考了国内外专家学者的文献，以及部分高校实验室安全管理同仁的调研材料，在此一并表示衷心感谢。由于实验室安全与环保管理工作涉及面广，编者的知识水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 8 月

目 录

第一章 实验室安全管理与环境保护概述.....	(1)
第一节 安全管理与环境保护基本知识.....	(1)
第二节 实验室安全管理与环境保护基础.....	(5)
第三节 实验室主要安全环保隐患和事故.....	(7)
第四节 安全绿色实验室的建设内涵.....	(13)
第二章 化学化工类实验室安全与环境保护.....	(19)
第一节 化学化工实验室安全概述.....	(19)
第二节 危险化学品的分类及危害.....	(21)
第三节 常用化学化工实验装置设施.....	(33)
第四节 化学化工类实验室管理要求.....	(49)
第五节 化学化工常见安全事故防护及应急处理.....	(60)
第三章 实验室电气环境与电气安全.....	(72)
第一节 实验室的电气环境.....	(72)
第二节 实验室用电安全要求.....	(79)
第三节 电气安全事故防范和应急处理.....	(88)
第四章 机械类实验室安全与环境保护.....	(104)
第一节 机械安全概述.....	(104)
第二节 机械的危害及原因.....	(108)
第三节 机械实验室安全防护.....	(114)
第四节 典型机械安全操作.....	(119)
第五节 噪声与粉尘的危害及防护.....	(138)
第五章 生物类实验室安全与环境保护.....	(145)
第一节 实验室生物安全概述.....	(145)
第二节 实验生物存在的危害和分级.....	(149)
第三节 生物安全实验室的安全防护及分级.....	(164)
第四节 生物安全实验室的管理要求.....	(181)
第五节 生物安全事故应急处理.....	(189)

第六章 辐射安全与防护	(196)
第一节 核辐射	(197)
第二节 微波辐射	(217)
第三节 光射辐射	(221)
第七章 实验室计算机及信息安全	(240)
第一节 计算机软硬件安全	(240)
第二节 计算机网络安全	(251)
第三节 实验室数据安全	(263)
第四节 废旧计算机处理	(267)
第八章 野外实践安全与常用医疗急救知识	(271)
第一节 野外实践安全知识及救援	(271)
第二节 常用医疗急救知识与技能	(286)

第一章 实验室安全管理与环境保护概述

【本章导读】

高等学校的实验室（简称实验室）是进行实验实践教学和科学研究的场所。在承载人才培养、科学研究及社会服务的同时，也存在许多安全以及环境污染的隐患。如果缺乏实验室安全与环境保护的意识，缺乏必要的安全和环境保护常识，或者对实验室涉及的实验人员、实验材料、设备运行、环境条件、实验方法等诸多要素没有进行严格的规定和管理，就可能会发生实验室安全或环境污染事故，实验人员就会成为意外事故的受害者。实验室存在哪些可能的潜在危险？实验人员应该如何正确操作？如何避免受伤？如何处理紧急事故？认识这些问题，掌握有关知识，实行规范管理、严格管理，对于建设稳定和谐校园，保障实验室正常运行，保护师生员工生命安全及国家财产安全具有重要意义。

本章主要学习要点：

- (1) 熟悉实验室安全管理与环境保护基本知识。
- (2) 了解实验室存在的安全危险及环境污染的隐患种类。
- (3) 了解实验室涉及的实验人员，实验材料、设备、环境设施，实验方法等安全要素。
- (4) 了解实验室安全管理与环境保护现状以及如何建设安全绿色实验室。

第一节 安全管理与环境保护基本知识

一、安全基本知识

(一) 安全

安全 (safety)，现代汉语词典定义为“没有危险；不受威胁；不出事故”。然而，绝对的安全是没有的，人类对安全的认知随着科学技术的进步和人类社会的发展不断提高，且始终围绕着如何保护人体不受到伤害这个根本。最原始的安全意识是一种自我保护的本能反应，如下雨时躲避、远离火灾地等。一般人都能正确理解安全的含义，积极防范危险发生，并且适当地远离危险源。

随着社会的发展,危险的种类和其涉及的领域已超出了普通人所了解的基本范围,通过人们对安全的不断研究,目前已形成了系统、专业的安全科学。这门学科关注的领域涉及人类生活、生存空间、生产活动等各个方面,包括人身伤害、职业疾病、财产损失、设备损坏、环境污染等。

(二) 危险和危害

危险(hazard或danger),是指潜在存在于人类活动各领域的可能造成人身伤害、财产损失、环境危害等的状态。危险有一定的突发性和瞬间作用,危险的可能性与安全条件和概率有关。例如,甲醇是实验室常用的溶剂,但甲醇有毒,能使人失明或导致死亡。

危害是指使人受到伤害、财产损失、环境被破坏等的行为或状态。危害在一定的时间范围内有积累作用,如噪声和粉尘对人的危害等。

(三) 风险与风险评价

风险(risk),是指特定危害性事件发生的可能性与后果的结合。一般来说,风险具有不确定性,任何一项活动或多或少都存在风险,也可以说风险就是发生不幸事件的概率。风险与安全是相对的,风险值越低,人们会觉得安全性越高。一般而言,风险值在具体操作人员能接受、公众也认可的范围内,人们会认为是相对安全的。

风险评价(risk assessment),是指量化测评某一事件或事物的风险程度,并确定其带来的影响或损失是否在可承受范围内。国际上常用的风险评价方法有危险性半定量评价方法、工作安全分析评价法、安全检查表分析法和预先评价分析法等。通过这些方法,可以事先或定期对某事件进行风险评价,并根据评价结果制定和实施相应的控制措施,达到最大限度地消除或控制风险的目的。如采用安全检查表分析制定风险评价标准,来评定风险等级和控制措施,见表1-1。

表 1-1 风险等级判定准则及控制措施

风险级别	可能产生的后果	整改要求	整改期限
危险	发生人员伤亡、财产损失,风险极高	在采取措施降低危害前,不能继续进行,对改进措施重新进行评估	立刻整改
重大风险	发生人员伤亡、财产损失,风险较高	采取紧急保护措施降低风险,建立监督控制机制,定期检查、测量及评估	限期整改
中等风险	发生危险事件、未遂事故,风险较高	加强教育、培训,建立安全管理制度,加强检查	教育、督查
可接受	发生危险事件、未遂事故,风险较低	建立安全管理制度,严格按制度执行	劝告

(四) 事故

事故(accident),伯克霍夫定义为人(个人或集体)在为实现某种意图而进行的活

动过程中,突然发生的、违反人的意志的、迫使活动暂时或永久停止的、迫使之前存续的状态发生暂时或永久性改变的事件。事故应包括两个方面,即非正常发生的事件以及由此而导致的后果。对于既没有造成人员伤害,也没有造成物质损失的事故,称为未遂事故。

美国著名安全工程师海因里希提出 300 : 29 : 1 法则。该法则认为,1 个死亡重伤害事故背后,有 29 起轻伤害事故;29 起轻伤害事故背后,有 300 起无伤害虚惊事件,以及大量的不安全行为和不安全状态存在。它们之间的关系可以形象地用“安全金字塔”来表示,如图 1-1 所示。也就是说,大量的未遂事故是出现伤亡事故的征兆。因此,要分析统计造成死亡后果的事故及大量出现的未遂事故,找到事故发生发展的规律,消除不安全行为和不安全状态,从而防患于未然。

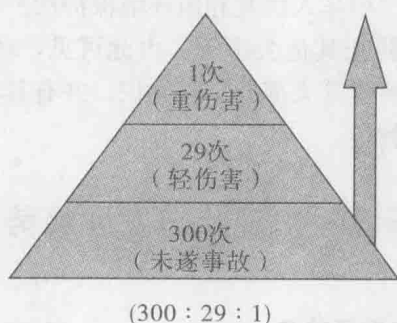


图 1-1 海因里希法则

（五）安全管理

安全管理 (safety management), 是以安全为目的, 运用现代安全管理的规则、原理和方法, 进行有关的决策、计划、组织和控制方面的活动, 从组织、技术和管理等方面采取有效的措施, 解决和消除各种不安全因素, 以达到保障安全的目的。

二、环境保护的相关知识

（一）环境定义及其属性分类

环境 (environment), 是指围绕着某一相对特定的事物并对该事物会产生某些影响的所有外界事物。通常所说的环境, 是指围绕着人类的外部世界。按环境的属性, 一般分为自然环境和社会环境。

在世界各国颁布的环境保护法规中, 常常为适应某些方面工作的需要而对“环境”进行解释。《中华人民共和国环境保护法》对环境作出如下定义: “本法所称的环境, 是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体, 包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生动植物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这个定义以保证法律的准确实施为目的, 从实际工

作的需要出发,把环境中应当保护的要素或对象界定为环境。

(二) 环境污染与环境保护

环境污染 (environment pollution),是指自然或人类直接或间接地向环境排放某种物质或能量,因超过环境的自净能力使其质量降低而产生危害的现象。具体包括水污染、大气污染、噪声污染、放射性污染等。近年来,随着社会经济的发展,环境污染问题越来越突出,已成为需要世界各国共同关注和研究解决的重要课题之一。

环境保护 (environment protection),是指人们应用环境科学的理论和方法,采取技术的、行政的、法律的、经济的多种方法和措施,来协调人类与环境的关系,防止环境的污染和破坏,保护自然资源并使其得到合理的利用,使环境能够适合人类的生存活动的各种行为的总称。根据《中华人民共和国环境保护法》规定,环境保护的内容包括保护自然环境、防治污染和防止其他公害等。由此可见,环境保护涉及的范围相当广泛,综合了自然科学、社会科学等大部分学科知识,并有其独特的研究对象,如自然环境、人类生存环境、地球生物等。

三、安全管理与环境保护现状与发展趋势

(一) 安全管理的现状与发展趋势

人类的发展历史也是人类对安全的认识过程。最初,因为人类对事故和灾害无能为力,所以只能听天由命。随着生产方式的变更,进入早期工业化社会后,人们对安全的认识提高到经验论水平。20世纪50年代,人们认识到事故是可以预防的,人们对安全的认识进入系统论阶段。20世纪90年代以后,人类社会进入信息化时代,超前预防的综合安全管理模式成为安全管理的发展趋势。

我国安全管理的发展是从20世纪50年代引入现代安全生产管理理论、方法、模式后开始的,到20世纪末期,我国几乎与世界工业化国家同步研究并推行了职业健康安全管理体系。进入21世纪以来,在超前的主动预防型综合安全管理模式的基础上,出现了安全风险管理理论雏形。该理论大致包括危险源辨识、风险评价、危险预警与监测管理、事故预防与风险控制管理及应急管理等。目前,我国安全管理正朝着现代安全管理模式稳步发展。

(二) 环境保护的现状与发展趋势

社会发展导致环境污染问题越来越严重,这逐渐引起了人们的关注。20世纪环境生态学的标志性起点就是1962年美国生物学家蕾切尔·卡逊出版的《寂静的春天》一书。因为该书阐释了杀虫剂DDT对环境的污染和破坏,所以引起了美国政府的重视,并于1970年正式成立了环境保护局,开始制定并通过禁止生产和使用有机氯剧毒杀虫剂的相关法律。

1972年在瑞典斯德哥尔摩召开的“第一届联合国人类环境会议”上发表的《人类

环境宣言》开启了关于环境问题的国际性对话、合作和讨论，并将会议的开幕日 6 月 5 日定为“世界环境日”，环境保护事业正式引起世界各国政府的高度重视。从此，全世界开始对环境污染问题进行研究和治理，实行建设项目环境影响评价制度和污染物排放总量控制制度，从单项治理发展到综合防治。

我国的环境保护事业从 1973 年国务院成立环保领导小组及其办公室，在全国开展“三废”治理和环保教育开始起步，经过了 30 多年的发展，已经从最初的末端管理转变成了推进绿色发展、循环发展、低碳发展，把生态文明建设放在突出位置，并融入经济建设、政治建设、文化建设各方面和全过程的持续发展阶段。

第二节 实验室安全管理与环境保护基础

一、实验室的基本知识

（一）实验室

实验室 (laboratory)，是指进行实验的场所。高等学校的实验室是教师与学生进行实践教学和科学研究工作的场所，承载人才培养、技术创新及社会服务的任务。实验室进行实验需要由实验人员、实验设施（设备）、实验材料、实验方法等方面的内容构成。

（二）实验室的分类

实验室按照开展实验所涉及的学科范围，可大致分为化学化工类、生物类、医学类、机械类、电气类、核科学类等。

按照级别、归属及规划等，实验室大体分为以下类型：①国家级或行业部级实验室及实验基地。这类实验室有国家重点实验室、国家级行业实验室或研究中心（如国家工程实验室及国家工程技术研究中心）、行业的部级重点实验室或研究中心（如教育部工程研究中心、教育部重点实验室、卫生部重点实验室等）、国家人才培养和科学研究及课程教学基地、国家级实验教学示范中心、国家大学生文化素质教育基地、教育部人文社会科学重点研究基地等。②省级实验室、中心及基地。③校级实验室。④其他。

（三）实验室的功能

1. 实验实践教学的载体和平台

实验室承载着人才培养的重要功能，是学生进行实验教学的主要场所，部分实践教学的任务也在实验室完成。学生在实验室进行理论教学的补充和继续，通过实验实践教学，使学生掌握有关实验技能、基本操作以及理论的具体应用，培养学生动手能力，发现问题、解决问题的能力，启发创造思维，提高综合素质。学生通过实验可以提高以下能力：

(1) 培养学生实践动手能力。这类实验以基础型实验为主, 主要面向低年级本科生, 以熟悉实验规则、学习相关基础知识和训练操作技能为目的。例如, 通过教师指导, 学生独立对已有现象和已知结论进行验证的基础实验。

(2) 培养学生分析和解决实际问题的能力。这类实验以综合设计型实验为主, 主要面向中、高年级本科生。学生通过对所学知识的综合运用, 逐步学会针对性地分析问题和完成解决问题方案的设计。

(3) 创新和科研训练, 提升学生创新能力。这类实验包括研究创新型实验和科研训练, 本科生在课余时间进入实验室, 参与老师的课题进行科研训练; 研究生在导师指导下进行科学研究, 并参加导师课题组的各类活动。

2. 创新研究和科技攻关的重要基地

实验室是科学研究的重要基地, 国家各部委立项的重大项目、重点项目、各类支撑项目、各类科学研究基金项目等的实施均在实验室进行。实验室作为原始性创新基地, 在国家科学研究、技术开发和科技攻关中承担着重要使命。

3. 实施社会服务的重要场所

实验室的另一个功能就是承担社会服务, 通过实验室为各行业提供技术支持, 包括提供技术开发、检测服务、人员培训等。

二、实验室的安全要素

实验室只要进行实验, 就会涉及实验人员、实验材料、实验设备、环境条件、实验方法等诸多要素。为了保证实验室的正常运行、实验结果的准确可靠, 保护实验人员的生命安全及国家的财产安全, 必须要对实验人员的安全意识和行为习惯进行培养, 并保证持续的培训; 必须要对实验过程中使用的各种实验材料、装置设施按要求进行严格管理和使用; 必须要对实验的环境条件、实验方案、操作流程等进行综合评估, 并确保安全。

三、安全绿色实验室

安全绿色实验室包括无事故和绿色环保两方面。首先, 实验人员要有正确的安全意识和行为习惯, 能消除实验材料、设备等实验环境的安全隐患, 降低安全事故发生的概率, 最终达到无事故的实验室。其次, 实验室还应该是坚持节约资源、保护环境的绿色生态的实验室。

绿色实验室是指从实验室的规划建设以及进行实验时, 充分考虑最低的能耗和污染的排放。这类实验室有许多成功的事例, 比如获得过设计大奖的台湾成功大学魔法学院, 其整幢实验大楼的规划和建设中, 选用的建材大多是废弃物再生材料; 实验室的采光充分利用日光, 而对于向阳门窗采取多重遮挡设计, 避免室内温度升高; 充分利用冷热气体的对流, 实现楼体内部的空气循环, 降低室内温度; 屋顶种植绿色植被, 降低屋顶吸收过多热量; 设计雨水回收装置, 充分节约用水等。

第三节 实验室主要安全环保隐患和事故

实验室,尤其是综合性大学的实验室,包含了许多学科门类,而且随着实验教学内容向多元化拓展、教学手段的不断更新以及科技研究的逐渐深入,实验室涉及的领域、学科越来越广泛。一方面,不论什么实验室,只要在实验室进行实验,就会涉及实验人员、实验材料、实验设备、环境条件、实验操作方法等诸多要素,所有的隐患和事故也包含在这些要素中;另一方面,各类实验室的特殊性和实验过程自身的特殊性,对实验室的安全管理提出了不同的要求。认识和了解实验室的主要安全隐患、事故类型、产生原因以及从哪些方面有效地避免事故发生,对于实验的正常进行,对于保护实验人员生命安全及国家财产安全具有重要意义。

一、实验室主要安全环保隐患来源

要保证实验室安全,做好环境保护,实验室应该进行严格的规范管理,保证消除影响实验室安全与环境保护的隐患。但是许多实验室无论是在空间安排、实验材料管理、规范操作,还是人员防护、实验用电和用气等方面都存在不同程度的安全隐患,图1-2所示的实验室就存在明显的安全隐患。



(a)



(b)



(c)



(d)

图1-2 实验室存在的安全隐患举例

在图 1-2 (a) 中, 电源插座悬挂在钢瓶上, 未按要求固定, 如果线路短路, 电火花极易燃爆钢瓶, 且插座不固定也易造成电气火灾。在图 1-2 (b) 中, 实验室空间狭窄, 操作台面摆放零乱, 实验中未拉下通风橱门, 实验人员未穿工作服。在图 1-2 (c) 中, 实验空间狭窄, 钢瓶未固定, 试剂、蒸馏水桶堵塞通道, 操作台面拥挤。在图 1-2 (d) 中, 实验室器材、试剂摆放杂乱。

对实验室存在的安全隐患状况进行详细分析, 并结合实验室安全与环境保护要素, 可将实验室主要安全环保隐患来源分为以下五类。

(一) 实验室的规划、设计、建设及配套设施

要实现实验室的安全环保, 从实验室的规划、设计和建设开始, 就需要充分考虑很多因素, 实验大楼在规划、设计时必须严格执行国家现行的有关方针政策和法律规范等。目前, 我国已有许多这方面的设计规范、施工规范, 如《科学实验室建筑设计规范》(JGJ 91—93)、《生物安全实验室建筑技术规范》(GB 50346—2004) 等, 就是根据实验大楼所从事的学科研究特点, 在规划、设计和建设上尽可能满足技术先进、安全可靠、经济合理、确保质量、节省能源和符合环境保护等要求。

如果实验室的结构、布局、空间安排及建成后的配套设施等不科学、不合理, 则均有可能产生安全环保隐患, 具体表现: ①实验室结构布局不合理, 实验区域划分不正确, 对有危险或可能产生危害的区域未有效隔离, 实验室不具备足够的空间供设备存放和人员操作等; ②实验室装修材质不符合要求; ③没有通风设施或通风设施不符合要求, 不具备污水排放前的处理装置; ④实验室基础建设不符合实验等级要求, 超负荷用电或用电设计不符合要求; ⑤消防设施不齐备或过期; ⑥未准确设置应有的危险标识, 安全通道不符合要求或标识不清, 高危实验室缺乏监控、紧急处置和救护设施等。

(二) 实验室人员

进入实验室的人员包括教师、学生以及其他相关人员。实验室人员的不规范操作和安全意识淡薄常常会引起安全隐患, 主要有以下方面的问题: ①从事实验的人员进入实验室前未接受安全教育或培训, 没有达到实验室的准入许可条件; ②实验人员不熟悉和未落实实验室有关安全的规章制度; ③实验人员不了解自己所要进行的试验可能存在的安全隐患, 如对所处环境存在的安全隐患的认识, 对使用的实验材料的危险性的认知等; ④实验指导人员未进行设备仪器操作、实验方法的安全预试和对其他人员的培训; ⑤实验人员可能存在心理或生理上的异常等。

(三) 实验材料及废弃物

实验室中经常使用一些危险的实验材料, 常见的危险实验材料主要有: 各类化学品, 特别是具有剧毒、易燃易爆、强腐蚀、麻醉等特性的危险化学品; 存在传染或被污染的细菌、病毒、动植物等生物类实验对象; 特殊的实验物品, 如放射源; 实验过程中产生的实验危险废弃物等。这些危险实验材料及废弃物都可能存在安全隐患: ①实验材料的购买、运输没有按要求进行报批、申领; ②实验材料的保管和使用没有按照国家和

学校的相关制度执行；③实验产生的危险废弃物（废水、废气等）没有按照规范进行存放和处置等。

（四）仪器设备和防护设施

实验室的仪器设备种类繁多，很多实验会用到具有尖端技术、贵重精密的设备设施，有些实验还会用到高温高压和带放射性的特种设备。仪器设备和防护设施容易存在的安全隐患因素：①实验所用装置设备的设计、生产、安装、使用不符合产品的技术要求；②设备设施不符合实验要求；③未进行定期检测、维护，并及时维修、报废；④未明确标识操作要求及注意事项；⑤实验场所没有按要求配备喷淋装置、洗眼器等有效防护设施；⑥未正确穿戴实验服、手套等有效的个人防护设施等。

（五）实验方法或工艺流程

由于实验本身具有探索性，可能存在安全隐患，在实验开始前，如果未对实验方法或实验工艺进行安全评估，则可能导致安全隐患和危险发生。例如，未对实验要使用的实验材料特性进行分析评估，实验方法的危害性未经证实和确认，实验的工艺流程不科学、不合理等。

二、实验室安全环保事故类型

通过对近年来实验室发生的安全环保事故的情况分析，可将事故大致分为火灾事故、爆炸事故、化学事故、电气事故、生物安全事故、机械事故、辐射事故和信息安全事故等。

（一）火灾事故

引发火灾事故的原因较多，主要原因：①实验材料保管不当引发火灾，如实验室存放的易燃易爆物质遇到热源或火源；②实验过程（燃烧反应、化学反应等实验）产生的高温物质和火源可能引发化学火灾；③实验设备设施使用不当引发火灾，如过载、短路、导线接触不良、用电设备操作不当等原因可能引发电气火灾；④人为疏忽，如忘记关电源、乱扔烟头、忘记关闭酒精灯或电炉等。

近年来，不少实验室正是由于上述可能原因，引发了各种各样的火灾事故，例如，实验时使用酒精灯不慎引燃周边可燃物，引发实验室起火；石油醚洒落地上未及时清理，挥发弥漫达到燃烧浓度，遇冰箱启动电火花发生火灾；操作台下药剂储柜内存放三氯氧磷、氰乙酸乙酯、金属钠，遇水自燃；进行试验时，实验人员中途离开，未能及时监控实验过程，导致火灾发生。这些火灾事故大多造成了巨大的经济损失，烧毁实验室和设备，造成研究成果、软件、设计文档、论文资料的损失，有些严重的事故还造成人员伤亡。实验室火灾事故现场举例如图 1-3 所示。