

高校实验室 技术安全概述

主 编 王晓迪

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

高校实验室技术安全概述

主 编 王晓迪
副主编 田宇欣 张国栋
主 审 胡今鸿

内 容 简 介

《高校实验室技术安全概述》针对高校实验室的具体情况,全面讲述实验室中经常出现的各种安全问题的表现特点、产生原因、防治措施、应急处理和救援。全书共分十一章:第一章讲述实验室安全事故的类型及成因分析等;第二章讲述实验室防火防爆;第三章讲述实验室电气安全;第四章讲述实验室危险化学品安全;第五章讲述实验室特种设备安全;第六章讲述实验室机械加工安全;第七章讲述实验室电离辐射安全;第八章讲述实验室特殊仪器设备安全;第九章讲述实验室计算机网络及信息安全;第十章讲述实验室其他安全防护;第十一章讲述实验室安全事故人员急救。

全书内容广泛、简明扼要,针对性、实用性和可操作性强,既可以作为高等院校和科研院所的教学参考书,还可作为一般工程技术人员、企事业技术人员和安全管理人员的工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

高校实验室技术安全概述/王晓迪主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2014.9
ISBN 978-7-5661-0923-1

I. ①高… II. ①王… III. ①高等学校-实验室-安全管理 IV. ①G642.423

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 219770 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 18.25
字 数 456 千字
版 次 2014 年 9 月第 1 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价 37.50 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

高校实验室，特别是理工类高校的实验室，涉及物理、化学、建筑、动力、控制、机械、电子、核辐射、医学等众多领域，是人才培养和科学研究的重要基地，在培养学生的动手能力、实验实践能力、协作创新能力的过程中发挥着不可或缺的作用。同时，高校实验室具有人员更替频繁、探索性实验多、风险难以准确预见等特点，由此也对实验室安全提出了更高的要求。高校实验室的安全问题不仅影响学校教学科研工作的进度，而且直接关系到师生的生命安全和国家财产安全，因此加强对学生的安全教育便显得十分迫切。

相关调查结果显示，有近90%的高校实验室安全事故由人为因素引发。这说明，如果我们高度重视实验室安全，不断提高师生的安全意识，充分了解并掌握实验室安全知识、防护方法和应急措施，则绝大部分安全事故是可以避免的。

实验室安全是建设平安校园的重要方面。多年来，哈尔滨工程大学一直非常重视实验室安全工作，除了常规的安全检查制度外，实验室与资产管理处还编写了《实验室安全基本技能须知》，每年为新生开设实验室安全基础必修课程；保卫部门每年都对新生进行消防安全教育，组织灭火逃生演习，收效显著。学校以“安全第一，预防为主”为宗旨，通过系统、科学的实验室安全教育来提高师生安全意识，使得安全文化逐步融入校园文化，形成了良好的校园安全文化氛围，切实保障了教学科研工作安全有序开展。

为使学生和实验室工作人员更好地学习掌握实验室安全方面的基础知识，我们编写了这本《高校实验室技术安全概述》。本书结合高校实验室特点，从防火防爆、电气安全、危险化学品安全、特种设备安全、机械加工安全、电离辐射安全、特殊仪器设备安全、生物安全、计算机网络及信息安全、安全事故人员急救等方面介绍了实验室安全基本知识、防护方法、事故救援及自救技能等，力求内容简明扼要，针对性、实用性和可操作性强。

本书由王晓迪任主编，田宇欣、张国栋任副主编，胡今鸿担任主审。各章编者如下：第一章、第六章，王晓迪；第二章，田宇欣；第三章，王松武；第四章，刘琦；第五章、第八章，张国栋；第七章，彭帮保；第九章，王嵩；第十章，高原；第十一章，刘嘉南。全书由张秀忠统稿。

在编写本书的过程中，我们查阅了大量有关安全方面的法规、条例、书籍、刊物、文章、报告等，咨询和听取了有关学者、专家和安全工作者的意见和建议，在此深表感谢。

由于时间仓促、编者水平有限，对书中的不当之处以及存在的缺点和问题，敬请有关专家和读者批评指正。

编 者

2014年6月

目 录

第一章 实验室技术安全概述	1
第一节 实验室技术安全的重要性	1
第二节 实验室技术安全事故	7
第三节 实验室技术安全管理的特点及内容	19
第四节 国外及中国香港高校实验室技术安全管理特色	20
第二章 实验室防火防爆	26
第一节 火灾	26
第二节 爆炸	29
第三节 火灾应急措施	31
第四节 实验室消防常识	41
第五节 实验室消防安全管理	50
第三章 实验室电气安全	52
第一节 实验室电气事故概述	52
第二节 触电安全防护	54
第三节 电弧安全防护	60
第四节 雷电安全防护	61
第五节 静电安全防护	65
第六节 电磁辐射安全防护	71
第七节 电气防火防爆	74
第八节 实验室常见电气事故及预防措施	75
第九节 触电急救	79
第四章 实验室危险化学品安全	83
第一节 危险化学品	83
第二节 危险化学品安全管理	90
第三节 危险化学品防护措施	96
第四节 危险化学品事故应急措施	99
第五章 实验室特种设备安全	105
第一节 特种设备	105
第二节 锅炉使用安全	108
第三节 压力容器使用安全	111
第四节 气瓶使用安全	117
第五节 起重机械使用安全	123
第六节 电梯使用安全	127
第六章 实验室机械加工安全	132

第一节	冷加工机械安全	132
第二节	热加工机械安全	143
第三节	机械加工常见安全事故类型	149
第四节	机械加工安全事故案例分析	152
第七章	实验室电离辐射安全	156
第一节	电离辐射	156
第二节	电离辐射对人体的危害	158
第三节	电离辐射的防护	161
第四节	电离辐射安全与防护管理	163
第五节	电离辐射事故应急措施	170
第八章	实验室特殊仪器设备使用安全	175
第一节	高温类仪器设备使用安全	175
第二节	低温类仪器设备使用安全	178
第三节	高速运转类设备使用安全	182
第四节	激光器使用安全	186
第五节	动力设备使用安全	189
第六节	试验水池使用安全	192
第九章	实验室信息安全	195
第一节	实验室信息安全概述	195
第二节	典型的信息安全案例	198
第三节	实验室信息设施的物理安全措施	206
第四节	实验室数据库安全的技术手段	209
第五节	信息安全防范技术	211
第十章	实验室其他安全防护	220
第一节	实验室生物安全	220
第二节	粉尘危害与防护	227
第三节	噪声危害与防护	235
第十一章	实验室安全事故人员急救	247
第一节	一般急救措施	247
第二节	实验室急救箱简介	255
第三节	其他实验室事故急救措施	256
附录	263
附录 1	哈尔滨工程大学安全生产管理办法	263
附录 2	哈尔滨工程大学技术安全管理规定(试行)	268
附录 3	哈尔滨工程大学重特大事故应急救援处理工作预案	271
附录 4	哈尔滨工程大学特种设备管理办法(试行)	275
附录 5	哈尔滨工程大学气瓶安全管理规定	279
附录 6	哈尔滨工程大学危险化学品安全管理规定	280
参考文献	283

第一章 实验室技术安全概述

实验室是高等学校进行教学实践和开展科学研究的重要基地，也是学校对学生全面实施综合素质教育，培养学生实验技能、知识创新和科技创新能力的必备场所。

实验室技术安全是高等学校实验室建设与管理的重要组成部分，它关系到学校实验教学和科学研究能否顺利开展，国家财产能否免受损失，师生员工的人身安全能否得到保障，对高等学校乃至全社会的安全和稳定都至关重要。

近年来，实验室技术安全事故引发人员伤亡和财产损失的事件时有发生，这也为我们敲响了警钟，使人们不得不对实验室技术安全予以高度的关注和重视。

实验室技术安全作为一门学科，重点研究的是在实验室环境下人、机、环境系统之间的相互作用及保障师生员工实验安全的科学与技术，研究教学科研中实验风险所导致的事故和灾害的发生、发展规律，防止实验室意外事故发生所需的科学知识与技术方法。

本章从实验室技术安全面临的问题入手，阐述了实验室安全事故发生的缘由、表现形式、危害类型，以及实验室技术安全管理的特点和内容，介绍了国外及我国香港高校实验室技术安全管理先进理念和特色，提出了加强实验室技术安全工作的有关对策。

第一节 实验室技术安全的重要性

一、实验室在高等学校的地位和作用

培养高级专门人才、发展科学技术以及社会服务是高等学校的三大职能。实验室是高等学校进行实践教学和从事科学研究的重要场所，在培养创新型人才和发展科学技术中具有重要的地位和作用，实验室的建设水平体现了学校教学水平、科学水平和管理水平。因此，可以说实验室是最能体现高等学校三大职能的平台。

1. 实验室是培养高级专门人才的重要保障

随着高等教育的发展，培养理论与实践并重、具有较高综合素质与创新能力、适应社会发展需要的人才，是高等学校在新形势下面临的新任务。

实验室是开展实验教学、培养学生实践能力与综合素质的主要场所，也是实现高等学校培养高级专门人才目标和学生完成学业的必备条件。在高等学校的教学资源配置体系中，实验室建设的资金投入量和固定资产额占有相当大的比例，可以说，实验室集中了学校主要的技术装备与教学资源，特别是许多具有较高技术水平和功能的高、精、尖仪器设备，对教学、科研、技术开发等形成了强大的支撑。学生通过对这些设备的了解和使用，可以亲身并直观感受到现代科学技术的成果与发展趋势，感受到浓厚的学术、技术氛围。

2. 实验室是科技创新的基地

科学技术是第一生产力,发展现代科学、知识创新有两个必要条件:一是人才,二是装备。高等学校创新人才聚集,有良好的基础设施、自由的学术氛围和多学科交叉的影响,这些特点使高等学校成为产生新知识、新思想的沃土,是科技知识生产和传播的重要基地。

“十五”期间,高等学校研究与开发人员总数保持在25万左右。承担了2/3左右的国家自然科学基金项目和大量的“863计划”等项目,依托高等学校建立的国家重点实验室占全国总数的近2/3。实践已经表明,高等学校是我国实施自主创新战略的一支十分重要的力量。

大多数的科研成果是在实验室产生的,而新的成果也需要仪器的检测作为支撑。据统计,“十五”期间,“863计划”“973计划”和国家科技攻关计划等科技计划经费的20%左右用于购置科学仪器,“985工程”“211工程”以及知识创新工程更将大量的经费用于科学仪器购置。

3. 实验室是社会服务的基础

高等学校利用自身的知识(智力)和技术优势,直接为社会解决迫切的生产实际问题和社会发展服务问题,以满足社会各方面对高等学校的需求。相关统计表明,高等学校是我国科技活动的重要力量,尤其在基础研究活动中占有十分重要的地位。2005年,高等学校参加R&D活动(R&D,即Research And Development)的人员达到22.7万/(人·年),用于R&D活动的经费为242.3亿元,其中133.1亿元来自政府、88.9亿元来自企业,16.3亿元来自国内其他机构,4.0亿元来自国外。高等学校在技术市场签订的技术转让合同为4.2万项,其中68%被转让到各类企业,合同成交金额达122.6亿元(2005年高等学校的科学技术活动)。2006年高等院校输出技术项目18401项,输出技术交易额65.0亿元(2006年全国技术市场统计分析报告),而这都离不开实验室的支持。

二、实验室技术安全工作面临的问题

近年来,随着我国高等教育事业的快速发展,国家对高等学校实验室建设的投入大幅度增加,实验室建设无论是从数量上还是从质量上都达到了前所未有的程度。但是,随着高等学校办学规模和招生数量的不断扩大,对实验室资源的开放性、共享性要求也越来越高。进入实验室的人员多、流动性大,实验室技术安全工作面临的问题也越来越多,实验室技术安全事故时有发生,如火灾事故、中毒事故、伤人事故和环境污染事故等。

实验室技术安全事故是指在实验过程中发生的,与人们的愿望相违背的,使实验操作发生阻碍、失控、暂时停止或永久停止,并造成人员伤害或财产损失的意外事件。

在实验过程中,人们总会遇到各种来自不同方面的不安全因素的干扰,如果忽视了对不安全因素的防范或对其控制不力,就会发生实验室技术安全事故。

实验室技术安全事故主要由“硬件”“软件”两个方面的问题造成。硬件方面主要是指实验室技术安全设施和装备;软件方面主要是指对实验室技术安全工作的思想认识、安全管理制度的建设及规范操作。

1. 硬件建设方面的问题

(1) 规划设计考虑不周, 造成安全隐患

由于规划设计人员对各类实验室的功能要求缺乏一定程度的了解, 尤其是对某些特殊实验室的特殊要求知之甚少, 因此在实验室建设的规划设计中对设施和装备的安全要求考虑不周, 工程设计上存在漏洞, 包括人与机械、作业环境之间配合不当等, 造成了安全隐患。

(2) 基础设施陈旧, 线路老化, 防火能力低, 火灾隐患多

目前, 在我国高等学校内尚有部分实验室用房属于砖木结构, 其供电线路老化而用电负荷又大量增加, 私拉乱接线路的问题也相当严重, 造成不少火灾隐患。此外, 一些高等学校建筑的走廊和室内吊顶采用了泡沫塑料板等易燃材料, 这些材料遇火即燃, 且会产生大量有毒气体, 易使人窒息死亡。

(3) 乱设防护门窗, 堵塞安全通道

近年来, 高等学校实验室内贵重实验仪器设备大量增加, 为防止这些设备被盗或失窃, 不少实验室、计算机房普遍加装钢筋护窗, 增设全封闭的金属门, 有的甚至将双向通道走廊的一头封闭, 改为单向通道走廊。一旦发生意外事故, 因通道严重受阻, 师生逃生不畅, 后果不堪设想。

(4) 安全资金投入不足, 安全设施陈旧落后

高等学校对实验室技术安全的资金投入严重不足, 主要表现为:

① 消防设施配备不足, 不少现有设施因陈旧而无法使用。按规定, 实验室应配备固定式灭火系统或移动式消防器具, 但因资金缺乏而未配备或配备数量不足, 已配备的消防设施又因维护不到位致使其功能丧失, 甚至于一些高等学校因供水压力不足而造成高层实验室缺乏消防用水。

② 实验室用房紧张。一些需要分开存放的物品不能做到分开存放, 而且一些设备的安全操作距离也达不到标准。

③ 缺乏应急动力供应系统。一些实验室设备在使用过程中不能突然停电, 否则会造成设备损坏甚至报废, 但因资金缺乏而未配备应急供电系统或双环路供电系统。

④ 不少高等学校因为资金问题而没有建立现代化的实验室监控系统, 无法有效地做好“四防”(防火、防盗、防破坏、防自然灾害)工作。

2. 软件管理方面的问题

(1) 安全观念落后, 安全意识不强

在高等学校中, 无论是领导层还是基层, 都不同程度地存在着重教学科研、轻安全教育的思想, 存在着安全工作只有投入、没有产出的糊涂观念, 以及只要现场工作人员注意就出不了大事的麻痹大意思。其根本原因就是以人为本的理念尚未真正深入人心, 尚未真正认识到实验室技术安全工作对保障学校发展、创建平安校园、构建和谐社会的重要意义。

(2) 安全建设审核制度不完善

在实验室的建设工程设计或改扩建项目中, 对安全功能进行审核的程序和制度还不够完善, 导致某些工程竣工投入使用后仍存在着安全隐患。

(3) 安全管理体制不顺, 安全责任不明

①部分高等学校缺乏全校性实验室技术安全工作的专门组织体系, 难以建立对整个学校实验室技术安全工作实行全面管理的领导体制, 没有落实法定代表人是单位安全第一责任人的要求;

②部分院(系)没有专人负责实验室的技术安全工作, 没有配备专职实验室安全员, 无法层层落实管理职责, 安全责任不明确;

③职能部门缺少专门的科室和专业的技术人员, 很难实现对实验室技术安全进行专业管理, 与院(系)的实验室技术安全管理之间缺乏有效的衔接。

(4) 实验室技术安全准入制度不落实

部分高等学校未能严格实行实验室技术安全准入制度, 新生和新职工在进入实验室之前没有接受系统的安全教育(培训)和考试; 新开设的实验课程和实验项目缺少技术安全论证, 甚至没有试讲和试做; 个别涉及易燃、易爆和强辐射等危险事项的科研项目在进入实验室之前缺失研制过程的技术安全论证。

(5) 制度不严, 检查不力, 奖罚不明

目前, 不少高等学校的实验室技术安全管理存在现有制度不严、执行落实不细、检查督促不力、奖罚不明等问题。实验室的技术安全管理不仅要建章立制, 更重要的是要落实检查。例如, 随着高等学校招生规模的扩大, 实验室工作人员明显不足, 请临时工到实验室工作或请学生到实验室值班的情况已很普遍, 相应的安全措施无法落实。

另外, 对实验室技术安全事故的处理流于形式, 往往是大事化小、小事化了, 同时也没有对实验室技术安全工作做得好的单位给予鼓励或奖励。

(6) 不重视安全教育和培训, 相关制度不完善

目前, 许多高等学校没有专门的实验室技术安全教育和培训制度, 是否对实验室人员进行专门的技术安全教育和培训主要取决于实验室负责人对安全的认识和态度, 而没有相关的制度予以保障。如何提高对实验室技术安全工作的认识, 加大实验室人员的技术安全培训力度, 以及对学生开展这方面的教育, 已成为实验室技术安全工作的当务之急, 应该列入学校的日常工作之中。

在实际工作过程中, 实验室技术安全事故的发生往往是由于实验室人员和学生对技术安全防护的认知不足, 凭经验, 或因平时的不良习惯(贪图方便、轻视、不按规定、懒惰等), 或疲劳疏忽, 或遇紧急危机时处理能力不足等造成。因此, 加强对实验室人员和学生的技术安全教育和培训就显得十分重要。

三、实验室技术安全事故的危害

高等学校实验室中各种潜在的不安全因素变异性大, 危害种类繁多。一旦发生实验室技术安全事故, 将造成人员伤亡、仪器设备损毁、教学科研停滞, 使师生员工的家庭以及社会、国家蒙受重大的损失, 甚至还可能连带发生其他刑事或民事的官司或赔偿。

1. 对人身安全的危害

实验室是实验人员工作的场所, 事故一旦发生, 首先会给实验操作人员和身边的其他人员造成人身伤害, 严重时可能会危及生命。

2. 对实验工作的危害

实验室通常都承担着繁重的科研和教学任务，其中涉及国家重点工程、国防军工的科研任务都有严格的实验计划。一旦实验室发生事故，就会严重影响实验进程，进而影响整个工程和科研任务的按期完成。许多重要的实验室都存放着贵重的样品以及科学家和实验技术人员多年积累的技术资料，一旦发生火灾和爆炸事故造成破损，就会给科研工作造成长期的不利影响。

3. 对国家财产的危害

实验室通常都放置有各种贵重仪器设备。随着科技的发展以及国家对科技投入的增多，实验室的仪器设备不断得到更新，各种贵重先进的仪器逐渐增多。有些仪器少则几万元，多则几十万元，甚至上百、上千万元，发生安全事故会造成国家财产的重大损失。

4. 对个人未来的危害

为了预防安全事故的发生，国家和学校制定了严格的安全责任制。如果由于自身的原因造成了重大安全事故，事故责任人会受到行政和经济处罚，严重的还会受到刑事和法律的制裁，并记录在档。这会对事故责任人将来的工作和事业发展产生重大的不利影响。更重要的是，如果自身受到伤害，致伤致残，还会给个人的生活、家庭造成严重影响。

四、实验室技术安全工作的重要性

无论从实验室的使用功能，还是从实验室的自身发展来看，我们都应该强调把实验室的安全防范作为实验室管理的基础。“隐患险于明火，防范胜于救灾，责任重于泰山”。因此，做好高校实验室技术安全工作意义重大。

1. 实验室技术安全是高等教育事业全面、协调、可持续发展的需要

为了促进高等教育的全面、协调和可持续发展，培养适应经济和社会发展的需要的高层次、高素质人才，国家加大了对高等教育的投入，高等学校实验仪器设备总值增长迅速，实验室优质资源的整合、开放共享，使实验教学和科学研究工作得到了保证。在高等教育快速发展的同时，实验室技术安全问题日益凸显，特别是许多高等学校扩招以后，学校学生人数激增，实验室工作人员流动性增大，由于安全意识不强，技术安全知识和技能缺乏，致使实验室火灾、人员伤亡、环境污染等问题时有发生。因此，高等学校必须加强实验室科学管理，做到开放、共享、发展有章可循，有法可依；必须重视实验室技术安全工作，预防安全事故发生，创建平安校园，建设和谐社会。

2. 实验室技术安全工作是 21 世纪人才培养新理念的建设需要

学校应培养学生的安全意识和责任意识，促使其掌握安全技能，从而保护自己，使其终身受益，并带动全社会共同营造良好的安全氛围。现代企业在招聘新员工时，十分注重对安全意识和责任意识的考察。例如，我国中石油公司就非常重视企业员工的安全教育工作，在用人机制上提出“安全是聘用的必要条件”，充分考察员工的安全意识、安全技能和历史表现。

3. 实验室技术安全工作是贯彻以人为本精神的重要保证

根据美国心理学家亚伯拉罕·马斯洛 1943 年提出的需求层次理论，人的需求分为五

种,像阶梯一样从低到高,按层次逐级递升,分别为:生理需求,安全需求,社交需求,尊重需求,自我实现需求。其中,安全需求是人的各种需求的基础,它是人类要求保障自身安全、摆脱事业和财产丧失威胁、避免职业病的侵袭等方面的需求。

随着社会的进步,人们逐步认识到人的生命是无价的,它是人的不同需求中最为基本而又最为重要的一个需求。实验室技术安全工作的目的就是坚持以人为本,创建一个安全的教学和研究的实验环境,减少实验过程中发生灾害的风险,确保师生员工的健康及安全,从而满足人性安全感的基本需要。

五、实验室技术安全工作的中心任务和对策

实验室技术安全工作的中心任务是有效预防实验室发生人员伤亡事故和财产损失事故(即保证人员安全和财产安全)。实验室技术安全工作的对策主要有以下几点:

1. 加强技术安全教育,加大宣传力度,营造技术安全文化氛围

事故的发生有着偶然性和突发性的特点,安全意识的淡薄,安全素质的欠缺,安全行为的背离是导致事故发生的直接原因。因此,加强技术安全教育,加大宣传力度,营造浓厚的技术安全氛围是确保实验室技术安全的有效途径和重要措施之一。要充分利用各种载体和安全宣传阵地,广泛开展技术安全教育和培训活动,大力倡导技术安全文化,在不断创建技术安全文化建设的活动中,树立技术安全的价值观念和技术安全责任意识,将“要我安全”的思想意识转变为“我懂安全、我要安全、我保安全”的思想意识,形成人人重视技术安全,人人具备技术安全技能的良好氛围。此外,还要加强对实验室人力资源的管理和人员素质的培养;开展技术安全教育、技术安全技能培训、技术安全保障、技术安全知识竞赛和技术安全维护等。

2. 以人为本,把技术安全管理落到实处

人既是管理的主体,又是管理的客体,每个人都在一定的管理层面上行使各自的权利、职责和义务。人是安全工作的决定性因素,以人为本抓安全,才能抓到安全工作的实质。按照科学的人力资源管理理论,每个人都有自身的能量,都能发挥各自的积极性、能动性和创造性,只有充分调动人的积极性,激发人的内在潜力,使每个人主动参与技术安全管理,形成全员参与、齐抓共管、人人要安全、人人管安全的共识,才能确保技术安全管理的稳定性和有效性。

3. 建立长效机制,促使技术安全管理制度化、规范化、标准化

建立长效机制是技术安全管理的关键环节,是引导实验室技术安全发展的客观要求。建立长效机制,一是要建立和完善实验室技术安全管理的各项规章制度,特别是根据不同实验室制定有针对性的、切实可行的技术安全实施细则。二要全方位和全员化落实实验室安全责任制,形成一个齐抓共管的良好氛围,使实验室安全管理横向到边,纵向到底,一层抓一层,一环连一环,层层相促,环环相扣。三是要加强制度的落实与执行力度。制度是安全保障的基础,严格执行制度才是确保安全的关键。在技术安全管理中要加大监督、监控、检查、整改和责任追究的力度;在执行层面上要运作规范,依法按章办事,工作落实到点到位。四是要尽快制定实验室安全运行、安全条件以及安全操作的标准化文件,同时制定以实验室安全运行为目标的实验室技术安全管理全过程的各项详

细的、可操作的管理标准，并在管理中严格贯彻和执行。

4. 加大对实验室技术安全的投入，提高技术安全设施的科技含量

实验室的安全防护硬件设施和仪器设备的安全运行状态是保证实验室技术安全的重要条件。一些实验室技术安全事故的发生往往是由于安全设施的欠缺或仪器设备运行状态不良所造成的。因此，增加实验室技术安全的投入，加强实验室安全设施的建设和仪器设备的管理，可以将实验室技术安全事故消灭于萌芽状态。安全经济观认为，预防性安全投入是最经济、最可行的措施之一，是确保实验室技术安全的重要手段。

5. 依法制定和完善规章制度，加大执法力度

随着时代的进步，科技水平的提高，人们法律意识的不断增强，以及世界有关专门组织的实验室标准的制定出台，各高等学校必须认真审视原先制定的实验室规章制度，摒弃与法律和有关标准相违背的条款，吸纳新的标准和规定。同时，主管部门应加大对实验室技术安全的执法力度。

6. 与时俱进，借鉴国外大学先进的管理经验和模式

借鉴国外大学先进的管理经验和模式，对新时期我国高等学校实验室技术安全管理水平的有效提升，具有极其重要的意义。其主要内容包括：一是设置较为强大的实验室技术安全管理专业机构，拥有详尽的技术安全管理制度，配备先进的技术安全检测设备和资深的技术专家；二是实施实验室技术安全资质认证制度、实验室及其设备的技术安全检查与评估、紧急情况应对处理，以及鉴定、评价和控制潜在的危险场所和安全隐患，为校方相关安全管理委员会提供技术支持；三是无论教师、学生还是到访者，都应有较强的安全意识和执行安全规定的自觉性，既可维护校园内部环境，又可保护周围大环境。

第二节 实验室技术安全事故

任何事物的发生和发展都有其内在规律可循。实验室技术安全事故的发生也有其因果性、潜在性、再现性、偶然性和必然性等特点。实验室技术安全事故总是给人们带来意想不到的损失，人们可以根据事故发生后残留的事故信息，经过分析、判断、推理，知悉事故发生过程，得出事故发生的缘由，并从中学到防范实验室技术安全事故发生的相关知识，预防事故的再次发生。为此，有必要了解实验室技术安全事故的表现形式、危害类型及其成因，从而探讨各种消除和控制事故发生的方法。

一、实验室技术安全事故的表现形式

实验室技术安全事故的表现形式主要有：火灾、爆炸、毒害、机电伤人、设备损坏、生物安全及放射源辐射类事故等。

1. 火灾性事故

火灾性事故的发生具有普遍性，几乎所有的实验室都可能发生。酿成这类事故的主要原因是：(1)忘记关电源，致使仪器设备或电器通电时间过长，温度过高，引起火灾；(2)实验人员操作不慎或使用不当，使火源接触易燃物质，引起火灾；(3)供电线路老化、

超负荷运行,导致线路发热,引起火灾;(4)擅自改装实验室电路或使用大功率电器,过载引起短路着火;(5)使用电炉等用电设备时,实验人员离岗,引起火灾;(6)乱扔烟头,或将火源带人实验室,接触易燃物质,引起火灾。

2. 爆炸性事故

爆炸性事故多发生在具有易燃易爆物品和压力容器的实验室,酿成这类事故的主要原因是:(1)实验人员违反操作规程,引燃易燃物品,进而导致爆炸;(2)设备老化,存在故障或缺陷,造成易燃、易爆物品泄漏,遇火花而引起爆炸。

3. 毒害性事故

毒害性事故多发生在具有化学药品和剧毒物质的化学化工实验室和具有毒气排放的实验室,酿成这类事故的主要原因是:(1)违反操作规程,将食物带进有毒物品的实验室,造成误食中毒;(2)设备、设施老化,存在故障或缺陷,造成有毒物质泄漏或有毒气体无法排放,酿成中毒;(3)管理不善,造成有毒物品散落流失,引起环境污染;(4)废水排放管路受阻或失修,造成有毒废水未经处理而流出,引起环境污染。

4. 机电伤人性事故

机电伤人性事故多发生在有高速旋转或冲击运动的机械实验室、有带电作业的电气实验室和一些有高温产生的实验室。酿成这类事故的主要原因是:(1)操作不当或缺少防护,造成挤压、甩脱和碰撞伤人;(2)违反操作规程或因设备、设施老化而存在故障或缺陷,造成漏电、触电或电弧火花伤人;(3)使用不当,造成高温气体和液体伤人。

5. 设备损坏性事故

实验设备非正常损坏,致使设备性能降低或不能使用者,均为实验设备损害性事故。此类事故的发生具有普遍性,几乎所有的实验室都可能发生。酿成这类事故的主要原因是:(1)操作人员不懂操作规程而进行错误操作;(2)未经批准,擅自使用、移动、装配或拆卸实验设备;(3)设备老化,存在缺陷和故障;(4)设备维护检查不到位,难以保证其正常运行;(5)受到外来不可抗拒的突发事件的影响(如雷击、突然停电等)。

6. 生物安全事故

生物安全事故多发生在微生物实验室。酿成这类事故的主要原因是:(1)实验室管理上的疏漏和意外事故可导致实验室工作人员的感染,也可造成环境污染和面积人群感染;(2)各类转基因生物体向环境释放后对生物多样性、生态环境和人体健康可能产生潜在危害;(3)实验室产生的生物废弃物中含有传染性的病菌、病毒、化学污染物及放射性有害物质,对人类健康和环境都可能构成极大的危害。

7. 放射源辐射类事故

酿成这类事故的主要原因是:(1)辐射防护设计和建设没有贯穿纵深防御的原则,缺少多重防御措施;(2)实验室管理上的疏漏可导致放射源丢失、被盗、失控;(3)违反操作规程,致使放射性同位素与射线装置失控,导致人员受到意外的异常照射;(4)辐射工作人员擅自解除安全连锁装置或不携带剂量报警仪就进入辐射工作场所。

二、实验室技术安全事故的危害类型

1. 机械危害

机械性伤害主要指机械设备运动(静止)部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等形式的伤害,以及焊接强光、噪音、震动造成的伤害。各类转动机械的外露传动部分(如齿轮、轴、履带等)和往复运动部分都有可能对人体造成机械伤害。

2. 化学品危害

许多化学品具有易燃、易爆、毒性和腐蚀性的特点,在生产、储存、运输、使用和经营,乃至废弃物处理过程中都可能发生安全事故,严重威胁人员的安全与健康,并造成环境的污染。

3. 电气危害

电气危害主要包括:(1)对人体的伤害作用,包括触电事故、电弧引起的电伤、静电伤害等;(2)对物体的损害,主要是设备以及房屋烧毁,引起电气装置失灵等,严重时可引起电气火灾爆炸事故;(3)对环境的干扰和污染,主要是指电磁污染、雷电等;(4)引起二次事故,指由于电气事故而带来的其他破坏作用的事故,如高处作业触电导致坠落,引起火灾爆炸等。

4. 辐射危害

辐射包括电磁波辐射和放射性辐射,因其具有高密度的能量,在实验室研究工作上具有很多用途,但其高能量的射线易造成对人体的伤害。

5. 生物危害

人们对动物、植物、微生物等生物体的研究中,由于病原体或者毒素的丢失、泛用、转移而引发地对人类健康和赖以生存的自然环境可能造成的不安全事故。比如,外来物种迁入导致对当地生态系统的不良改变或破坏;人为造成的环境的剧烈变化危及生物的多样性;在科学研究开发、生产和应用中,经遗传修饰的生物体和危险的病原体等可能对人类健康、生存环境造成的危害等。

6. 其他危害

一般工厂所发生的伤(灾)害,如跌倒、摔跤、坠落、碰撞、火灾、粉尘、噪声等,在实验室也同样会发生,一般小伤害均以此类居多。

三、实验室技术安全事故案例

1. 火灾事故

【案例一】 电源导线短路引发火灾——2008年3月13日下午6时左右,位于南京市学府路的某大学四牌楼校区动力楼突发大火,顶楼四楼的大部分被烧毁(如图1-1所示)。一个多小时后火势得到完全控制,没有人员伤亡。该动力楼于1957年建造(如图1-2所示),共四层,顶部为木结构,由于各楼层之间为混凝土楼板,因此三楼以下得以保存。第四层过火面积近千平方米,有30多个房间被烧毁,包括10个实验室。现场一位

白发苍苍的老师用“无法估计”来形容损失，“光是建筑设计院在四楼的设备，就值上千万元；还有那些没来得及抢救转移的研究成果、软件、设计文档、论文资料，这些更是宝贵，多少钱都买不来的。”据调查，此次大火系电源导线短路引发。



图 1-1 动力楼火灾现场图片



图 1-2 火灾前的动力楼图片

【案例二】 酒精遗洒引发火灾——2008年11月16日21时35分，位于北京市海淀区的某大学东校区南门附近的食品科学与营养工程学院大楼（高四层）楼顶一临时实验室（主要用于动物实验）突然起火，在大风作用下，火势迅速蔓延，难以控制，校方报警求助。14辆消防车赶到现场，经过两个小时的紧张扑救，火患才彻底解除（如图1-3、图1-4所示）。此次火灾过火面积约 150 m^2 ，实验室内放置的设备和仪器基本被烧毁，所幸无人员伤亡。据调查，此次大火系该校一名2007级博士生在实验室使用酒精灯时不慎将酒精遗洒，引燃周边可燃物导致楼顶实验室突然起火。

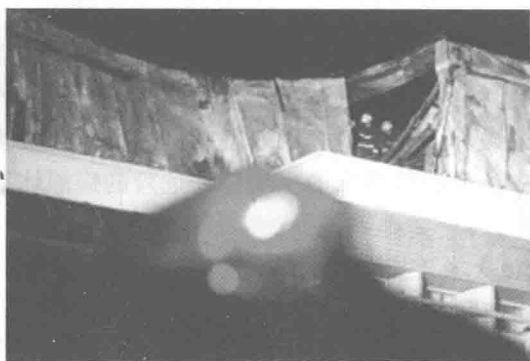


图 1-3 消防队员在处理火灾现场图片



图 1-4 火灾后的现场图片

【案例三】 危险化学药剂管理不善引发火灾——2011年10月10日中午12时50分左右，位于长沙市的某大学化学化工学院理学楼发生火灾（如图1-5所示），起火建筑始建于1960年，建筑结构为砖木结构，顶层基本被烧毁，殃及几个重点实验室，火灾过火面积约 790 m^2 ，火灾直接财产损失42.97万元，未造成人员伤亡。在火灾现场，该校一位姓聂的老师说：“这场火，烧掉了不少人的心血。”另一老师放声大哭，“十余年的科研数据付之一炬”。据湖南省消防总队通报，该学校化学化工学院对实验用危险化学品药剂管理不善，没有对未使用完的药剂进行严格管理，未将遇水自燃药剂放置在符合安全条件的

储存场所,是导致火灾发生的直接原因。起火建筑物为砖木结构,屋顶为木质材料,建筑耐火等级低,是导致火灾迅速蔓延的主要原因。



图 1-5 化学化工学院火灾现场图片

2. 爆炸事故

【案例一】 化学爆炸事故——1993年4月29日,位于太原市的某机械学院化工系405教研室发生重大爆炸伤亡事故,995 m²的化工实验室瞬间被摧毁,房体坍塌,爆炸还殃及化工实验室南侧科研楼,该建筑受到严重损害,直接经济损失31.6万元。令人痛心的是,此次事故造成4人死亡(其中年龄最大的副教授年仅37岁)、2人重伤,另有42人不同程度地受到伤害。据调查,确认事故原因系化工实验室内储存过滤170 kg左右过氧化甲乙酮(属于酮过氧化物,危险性很大,很易热分解,着火感度很高,且具有传爆性),由于过滤操作不当引起撞击爆炸,并引起存放在附近的约170 kg过氧化甲乙酮殉爆。

【案例二】 操作不当引发爆炸——2008年7月11日上午10时许,位于昆明市的某大学北院英华园内的省微生物研究所楼510实验室,该校生命科学院生物系的3年级在读博士研究生刘某(男,32岁),在实验过程中收集实验废料,因操作不当引发爆炸,被炸成重伤(如图1-6所示)。事发时实验室内还有另外两个人,因离得较远没有受伤。据医院介绍,刘某入院时处于间歇性休克状态;整个颌面部的组织已经糜烂,最大的伤口有4 cm×3 cm,而且深到面部骨头;左手手掌出现毁损,只留下拇指;右手手指末节也已毁损,只有拇指和食指健全。另外,伤者的颈部、胸部有多处伤口,全身受伤部位还有一些玻璃之类的异物。医院将对刘某的右手做残端修整手术,左手则要做截肢手术。



图 1-6 伤者送到医院抢救图片