

# 高校实验室安全教育体系建设

魏燕<sup>1</sup>, 武卫东<sup>1</sup>, 于劲松<sup>2</sup>

(1. 上海理工大学能源动力工程国家级实验教学示范中心, 上海 200093;

2. 上海理工大学医疗器械与食品学院, 上海 200093)

**摘要:** 实验室安全教育体系建设是当今高校实验室工作的重点, 需要在方法和模式上加大探索与实践的力度。区别于宽泛的实验室管理, 从明确高校实验室安全教育内涵及意义入手, 分析总结国内外实验室安全教育现状。从培养目标、培养对象、配套教材、师资队伍、教学内容及方法、考核及评价六个方面构建适合高校校情、切实可行的实验室安全教育体系结构, 确保提升高校实验室人员的安全意识, 助其有效掌握必要的安全知识, 以期对相关高校实验室安全教育提供参考。

**关键词:** 实验室安全; 安全教育; 大学生; 体系建设

中图分类号: G 482; X 92

文献标志码: A

文章编号: 1009-895X(2022)02-0201-05

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2022.02.016

## Constructing a Laboratory Safety Education System

WEI Yan<sup>1</sup>, WU Weidong<sup>1</sup>, YU Jinsong<sup>2</sup>

(1. National Demonstration Center for Experimental Energy Power Engineering Education, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. School of Medical Instrument and Food Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** It is important for colleges and universities to construct a laboratory safety education system. Beginning with the connotation and significance of laboratory safety education, this paper analyzes the current situation in colleges and universities at home and abroad, puts forward a feasible and practical laboratory safety education architecture which includes the training objectives, training objects, teaching materials, teaching staff, teaching content and methods, assessment and evaluation. It will ensure that the laboratory staff improve their safety consciousness and master necessary safety knowledge, and may provide a reference for laboratory safety education in other colleges and universities.

**Keywords:** laboratory safety; safety education; college students; system construction

随着世界一流大学和一流学科(简称“双一流”)建设高校及建设学科名单的公布, 各高校的学科教育、科研建设进入快速发展阶段。高校实验

室作为培养大学生动手实践能力、创新科研能力的重要载体和“双一流”建设的重要基地, 越来越多地向广大学生开放, 开展科研创新活动。

收稿日期: 2019-11-01

基金项目: 国防基础科研项目资助项目(TSXK20180917057-C); 上海理工大学2019年度教师教学发展研究项目(CFTD194005)

作者简介: 魏燕(1982-), 女, 讲师。研究方向: 制冷与低温及实验室管理与安全。E-mail: wyan@usst.edu.cn

然而,由于国内各高校的实验室安全教育水平参差不齐和学生作为高校实验人员主体的高度流动性,科研工作本身固有的未知不确定性等原因,实验室安全事故时有发生,对国家财产安全和高校师生的生命安全造成了不可估量的损失和严重危害。2019年5月,教育部印发《教育部关于加强高校实验室安全工作的意见》,进一步要求落实高校实验室安全管理责任,对高校实验室安全管理工作提出了新的要求。研究如何有效开展高校实验室安全管理工作,特别是以大学生为主体的实验室安全教育,已成为提升高校办学教育水平、教学科研活动正常开展的基本保障和重要支撑。

本文结合本校实验室安全教育的情况,对比分析总结国内外高校实验室安全教育的研究现状,努力构建适合高校校情的实验室安全教育体系,内容包括教学目标、课程框架和实施具体方法及考核评价等,以期整合高校实验室安全教育资源,为相关高校实验室安全教育提供参考。

## 一、实验室安全教育的内涵及意义

实验室安全是指实验室没有安全危险,无直接的安全威胁,实验前后无安全事故发生。实验室安全管理是指为了实现实验室安全目标而进行的有决策、计划、组织和控制的活动,运用现代安全管理的原理、方法和手段,分析和研究实验室各种不安全因素,从组织上、思想上和技术上采取有力的措施,解决和消除实验室中的各种不安全因素,以防实验室安全事故的发生<sup>[1]</sup>。

实验室安全教育是实验室安全管理的重要组成部分,主要通过各种教育教学手段,提高实验者的安全意识及安全素质,使之掌握必要的安全知识和技能,减少和消除安全隐患及事故。其内容包括实验室安全文化与管理、实验室安全基本知识、实验室安全技术培训与实践、环保教育四大方面<sup>[2]</sup>。实验室安全教育体系的构建区别于宽泛的实验室安全管理工作,主要以高校大学生为受众。大学生的实验室安全素养通过后天教育获得,特别对于理工科大学生而言,实验室有可能成为其长期学习和工作的重要场所,大学期间的实验室工作经验对其影响深远。

高校实验室是师生从事教学、科研、生产测试、技术开发及服务的实体,是全面实施素质教育、培养学生实验技能、提高创新创业能力的重要场所,是衡量学校综合实力、办学条件和管理水平的重要

标志<sup>[2]</sup>。对于高校实验室而言,大学生是实验室人员的主体,其活动直接影响实验室的安全,但存在流动性大、实验时间长、安全意识薄弱、技术知识缺乏等问题。

实验室安全教育是确保高校实验室安全管理的有效手段和长效机制,是确保高校教学、科研工作正常开展的重要组成部分,是长期的、与时俱进的工作<sup>[3]</sup>。对大学生进行实验室安全教育,是实验室安全管理的重要一环,可以提升师生的实验安全意识、可以强化学生的安全素质,增强实验室安全技能,对保护高校师生的身体健康和生命财产有着不可或缺的重要实践意义,对高校营造安全、规范的实验环境、推广以人为本的实验室安全文化具有现实意义。

## 二、我国实验室安全教育现状与问题

美国、英国等发达国家从1970年起逐渐关注包括高校实验室在内的职业安全工作,法律法规不断修正补充完善<sup>[4]</sup>,许多高校已有完善的实验室安全教育培训模式及实验室准入制度,安全教育培训内容丰富、形式多样、准入制度实施、印发指导手册以及应急预案完备等几个方面<sup>[5]</sup>。例如美国崇尚实用主义,以人为本,对包括教师、员工、研究人员、访问人员和学生在内的不同人员实施不同要求的实验室安全培训教育<sup>[6]</sup>。对学生则更多地教给其如何预防和处理可能出现的各种安全事故的方法,具有很强的可操作性和可遵循性。英国则有专门的健康与安全管理咨询委员会,注重建立全覆盖的健康安全培训体系,提供给导师申请让学生接受实验室常规与特殊安全培训<sup>[7]</sup>。

我国从20世纪八九十年代开始,陆续出版安全生产各专门领域的安全技术与管理知识。随着科教兴国战略和新工科建设等的提出和实施,国内各高校日益重视实验室安全,将高校实验室安全教育区别于安全生产,开始出版专门著作论述实验室安全管理与教育。目前清华大学、北京大学、复旦大学等各大高校已出版多本实验室安全教育与培训教材以及安全手册等<sup>[8-9]</sup>,形式上除了传统的课堂授课以外,还开展安全演习实践,并与网络充分融合,开发了考试准入系统、微课等形式的现代化教育手段,取得了不同程度的效果,但还存在一些如下问题。

### (一) 重制度建设,轻教育培训

自2015年教育部开展高校实验室安全督查工

作以来,《高校实验室安全检查项目表》作为高校安全管理中风险辨识和隐患排查的重要标准之一,已成为多数高校开展实验室安全管理工作中的关键准则<sup>[10]</sup>。目前大部分高校已有专人负责实验室安全工作,如上海理工大学资产设备与实验室管理处,设有“实验室与特种设备安全管理”科室。但是由于人员、经费等条件限制,相较于“安全教育”类目,“规章制度”类目中的校级、院系层面的安全管理制度建设、规章制度的执行、安全检查等内容更容易操作实施<sup>[11]</sup>。然而,高校各实验室的墙壁上张贴的“实验室管理制度”“实施细则”“应急预案”“安全责任书”往往容易流于形式。而“安全教育”类目中的教育培训、活动组织与实施、实验室安全考试系统、宣传都需要投入大量的人力物力财力,缺乏可持续操作性,因此进展相对缓慢。

## (二)重知识学习,轻技能训练

实验室安全教育是实验室安全工作的重要组成部分。无论是教职工、研究人员、学生还是访问学者等,只要是进入实验室的人员,都应该接受不同要求的实验室安全培训。但是,只有少数高校设置了实验室安全课程,多数学校以消防灭火逃生作为安全应急演练形式。目前高校开设的实验室安全课程,基本以理论教学、安全讲座、准入考试、知识竞赛为主,使学生的防范风险意识、对实验室安全的知识点掌握能力有所提高。如上海理工大学医疗器械与食品学院开设的《实验室操作与安全培训》课程,性质为考查课,内容以危险化学品的注意事项及化学实验室实验操作教程为主,授课方式以教师讲述、观看相关图片、视频资料为主。然而,纯理论说教对学生来说针对性不强,学生没有参与积极性,特别是网上考试容易出现替考等现象。实验室安全教育不应当仅仅限于意识层面和知识层面的提升,对实验室突发安全事故的预防操作规范、应急处理能力和现场应变能力是实验室安全培训的重点,只有一次次在沉浸式场景、实际操作中演练水电气、化学危险品、有毒有害物质、微生物与细胞、实验动物、烧伤和烫伤、三废处理等情况的操作和应急处理才能在事故现场处变不惊,冷静应对,而高校现有的实验室安全实训形式单一、内容不足。

## (三)重教学管理,轻科研安全

以我校为例,高校实验室主要分为教学为主和科研为主两大类。基础教学实验室一般有各级实验中心的专任教师管理,上课内容与本科理论课程相

结合,实验教师在课前统一针对开设的实验项目进行专门的实验室安全教育。在实验过程中,实验教师全程陪同指导,学生按照实验指导书要求开展实验,发生实验室安全事故的可能性相对较小。而相对于基础教学实验室,高校科研实验室随着学科交叉融合发展,研究人员多、设备种类广、实验材料杂、使用时间长,种种原因使得科研实验室已成为多头管理的安全管理盲区,存在着极大的实验室安全隐患。对参与科研实验的主体,特别是以硕博大学生,基本凭经验和师生口口相传,片面了解一些实验室安全知识即进入实验室开展工作,其实实验室安全教育培训刻不容缓。

## (四)重突击检查,轻日常管理

高校实验室安全工作已引起国家相关部门的高度重视,教育部2015年起多次开展高校实验室安全督查工作,检查范围覆盖近百所教育部属院校和地方院校,例如教育部曾在2018、2019年连续对我校开展实验室安全督查。每次督查由教育部组织专家督查组,到各高校听取实验室安全工作汇报,然后各高校提供实验室名单,供专家组选择。专家组查阅资料、台账后,检查实验室,对应《高校实验室安全检查项目表》条款号记录发现的问题、隐患,由教育部科技发展中心发整改通知书要求学校整改,学校在规定时间内上报书面整改报告,并提交整改见证材料。督查工作涉及各高校资产处、各实验室所在系所等,可以在短时间内极大促进高校实验室安全工作的规范性和有效性,增强师生安全风险防控意识,往往是在督查组督查前后会大力整改,但在日常实验室工作中整改效果却难以保持长效。只有将实验室安全工作日常化、常态化,按照“全员、全程、全面”的要求,通过案例式教学、规范性培训、线上线下混合式教学等手段,让实验室安全知识技能入脑入心,让实验室安全规范成为高校师生的行为自觉,才能确保将实验室安全工作推上新台阶<sup>[12]</sup>。

## 三、实验室安全教育体系建设

“双一流”建设要求下,高校创新型实验室建设模式的特点在于模块化管理、信息化管理、开放共享管理<sup>[13]</sup>。高校在加强学科建设的同时,重视实验室安全文化的建设才能确保实验室高效运行,促进学科发展,助力“双一流”建设。如图1所示,

就大学生实验室安全教育而言,高校应从培养目标、培养对象、配套教材、师资队伍、教学内容及方法、考核及评价六个方面着力提升大学生实验室安全素养、强化实验室安全技能,构建高校实验室安全教育体系建设。具体实施如下。

### (一) 培养目标

培养在实验室安全上思想意识到位、法律法规明了、知识体系扎实、技能操作规范,具有一定实验室事故应急处理能力和安全环保责任感的大学生,为高校培养各专业人才提供有力支撑和重要保障。

### (二) 培养对象

各学院各专业具有实验室工作需要的在校本科生、研究生。

### (三) 配套教材

“实验室安全课程”的基础教材以涵盖水电火气、化学品、辐射、生物、废弃物安全等知识点为主,各院校可以根据学校专业分布适当调整内容比重,也可以根据学校专业设置适当增加相关实验室安全培训内容,如基因重组技术、人工智能、纳米技术等新技术的实验室安全问题。

### (四) 师资队伍

设立“实验室安全教研室”,以各学院实验教学中心的专任教师为主要授课队伍,通识类模块集体备课,统一课件进行讲授,专业模块由相关学院专任教师联合备课讲授。教研室可以根据课程内容聘请消防支队、保卫处专业人员、专业实验室技术人员为临时授课教师,加强课程建设,增进交流合作,完善师资培训和课件优化。

### (五) 内容及教学方法

高校实验室安全教育体系包含组织安全知识讲座、编制学习手册、召开事故分析讨论会、开设实验室安全课程等多种形式。为了确保教育覆盖面广泛、教育内容全面、方便教务管理、保证教育效果,采用以正规课程教学为主,讲座、材料、网络自学为辅的形式。

因新生入学会组织安全教育讲座,且低年级独立完成实验室工作的机会较少,实验室安全教育课程可开设“专业基础课程”供高年级本科生和低年级研究生修读。围绕“模块化”建设特点,该课程分为“通识类”和“专业类”两个模块,通识类实验安全模块为课程必修内容,专业类实验室安全模块根据学生所在学院或研究需要选择修读内容。通

类别	形式	分类	内容	步骤	考核			
高校实验室安全教育体系	实验室安全课程	通识类模块	安全环保意识和文化	课堂教学	实验室安全教育考试系统			
			法律法规规章制度					
			水电气使用及消防安全					
			高温高压及常用设备					
			突发事件应急处理					
		专业类模块	实验室废弃物处理	VR/AR教学	系统自带计分功能			
			化学品及实验安全					
			辐射实验安全					
			医学生物实验安全					
			网络信息安全					
					特种设备安全	实践训练	学生自评 学生互评 老师评分	
					安全环保设计及配置			
					安全知识讲座			学生活动记录手册
					编制学习手册			
事故分析讨论会								
网络自学测试								

图1 高校实验室安全教育体系框架

Fig. 1 Framework of laboratory safety education system in universities

识类实验安全模块包括:安全环保意识和文化、法律法规规章制度、水电气使用及消防安全、高温高压及常用设备、突发事故应急处理和实验室废弃物处理6大板块。专业实验室安全模块包括:化学品及实验安全、辐射实验安全、医学生物实验安全、网络信息安全、特种设备安全、安全环保设计及配置6大板块。

围绕“信息化”建设特点,实验室安全教育可以借助多层级的虚拟仿真教学平台,比如 ilab、VRBOX 等来整合实验室安全教育资源。各板块的教学以实验室安全知识为主线,通过案例教学法、三维虚拟仿真沉浸式教学法、翻转课堂教学法、线上线下混合式教学法等多种教学模式优势互补,分课堂教学、VR/AR 教学、实践训练三步走,学习过程逐渐深入,从传统的以教为主,转变为以学为主,学教互动融合,教学相长,提升学生互动性、参与性和浸入感。

#### (六)考核及评价

为防止线下答题出现替考情况,课堂教学部分采用课上统一在学校机房相关平台进入“实验室安全教育与考试系统”进行考核。VR/AR 系统自带计分功能,根据学生演练表现打分,实现个性化、数据化定制评价。实践训练部分可以使用实验室安全教育技术平台开放评价系统,成绩根据学生课堂和教师、小组内成员的互动情况,以及课后线上线下答疑讨论参与情况决定。最后课程成绩由平台直接综合各板块三部分综合评分的加权平均分获得。其他讲座、材料、网络自学、事故分析讨论会等形式的教育评价则由学生活动记录手册体现。

在此基础上,围绕“开放共享”建设特点,实验室安全教育教学平台在高校教学推广的同时,面向社会开放资源,不断收集意见和建议,持续优化完善实验室安全教育的内容与评价反馈数据,满足院校对创新型实验室的建设需求,实验室安全教育体系的构建是为高校(专业)培养某一规格类型的人才提供支撑。

## 四、结束语

高校实验室是高校开展实验教学、科学研究及创新实践的重要场所。大学生是高校实验室的主要使用者,也是实验室各危险源的主要接触者。只有在大学生中切实有效地开展形式多样的实验室安全教育培训,才能使广大学生重视实验室安全,

掌握实验室安全知识,在突发事件中具备应急处理的能力,将高校实验室事故发生的可能性降到最低。实验室安全教育体系的构建与实施,需要教育部门、各高校教务处、资产处、各院系、各导师等的共同重视和推动,才可以发挥其重要作用,充分应对新时期高校实验室安全管理所面临的挑战。

#### 参考文献:

- [1] 和彦苓. 实验室安全与管理[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
- [2] 朱莉娜, 孙晓志, 弓保津, 等. 高校实验室安全基础[M]. 天津: 天津大学出版社, 2017.
- [3] 岳丽君, 周宜君, 张琳霞. 大学生实验室安全教育探索与实践[J]. 化学教育, 2017, 38(4): 30-33.
- [4] 郑春龙, 李五一. 中外高校实验室安全教育教材建设的比较[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(11): 181-184.
- [5] 骆晶晶. 高校实验室安全教育培训管理系统建立[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2018.
- [6] 曾懋华, 洪显兰, 彭翠红, 等. 对比中美实验安全规则, 反思我国高校化学实验室安全管理[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(6): 310-313.
- [7] ROBERT H. HILL J. The impact of OSHA's Laboratory Standard on undergraduate safety education[J]. Journal of Chemical Health and Safety, 2016, 23(5): 12-17.
- [8] 黄凯. 北京大学实验室安全教育体系建设的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(8): 1-4.
- [9] 陈浪城, 杜青平, 邱伟青, 等. “新工科”背景下高校实验室安全教育改革与实践探索[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(8): 260-262, 272.
- [10] 杜奕, 冯建跃, 张新祥. 高校实验室安全三年督查总结(II): 从安全督查看高校实验室安全管理现状[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(7): 5-11.
- [11] 教育部办公厅. 关于进一步加强高校教学实验室安全检查工作的通知[EB/OL]. (2019-01-24) [2019-09-20]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201901/t20190124\\_368001.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201901/t20190124_368001.html).
- [12] 教育部. 关于政协十三届全国委员会第二次会议第0204号(教育类028号)提案答复的函[EB/OL]. (2019-12-06) [2019-12-10]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xxgk/xxgk\\_jyta/jyta\\_ghs/201912/t20191206\\_411159.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/xxgk_jyta/jyta_ghs/201912/t20191206_411159.html).
- [13] 陆紫生. 海外一流院所的现代实验室规划和建设经验对我国“双一流”大学实验室建设的启示[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(3): 1-5, 10.

(编辑:程爱婕)