



# 提升高校实验室安全管理的对策和措施研究

李 浩<sup>1,2</sup>, 侯永振<sup>1</sup>, 田兵伟<sup>1,2</sup>

(1. 四川大学 灾后重建与管理学院, 成都 610207; 2. 四川大学 安全应急技能训练中心, 成都 610207)

**摘要:** 近年来高校实验室安全事故时有发生, 针对高校实验室安全工作, 教育部发布系列措施和指导意见, 明确提出对高校实验室安全管理工作的新要求。该文通过解读相关政策和总结国内外高校实验室安全应急管理的先进经验, 探讨高校实验室安全管理工作的对策与措施, 提出进一步推进高校实验室安全治理和治理能力建设, 根除高校实验室里存在的风险安全隐患, 强化高校特色的安全、健康和环保管理体系; 建设人人有责的科学治理体系; 完善实验室安全文化核心价值; 通过实验室安全服务平台建设, 实现科学化和信息化管理, 不断提升高校实验室安全管理水平。

**关键词:** 高校实验室; 实验室安全; 安全管理

中图分类号: G482

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20200276

## Research on Strategies and Measures to Improve University Laboratory Safety Management

LI Hao<sup>1,2</sup>, HOU Yongzhen<sup>1</sup>, TIAN Bingwei<sup>1,2</sup>

(1. Institute for Disaster Management and Reconstruction, Sichuan University, Chengdu 610207, China;

2. Safety Emergency Skills Training Center, Sichuan University, Chengdu 610207, China)

**Abstract:** In recent years, laboratory safety accidents in universities take place from time to time. In response to the safety of university laboratories, the Ministry of Education has issued a series of measures and guidance to clearly pose new requirements for the safety management of university laboratories. By interpreting relevant policies and summarizing the advanced experience of laboratory safety emergency management at home and abroad, this paper discusses the strategies and measures of laboratory safety management in universities. Capacity building for university laboratory safety management is put forward to eliminate risk and safety hazards in university laboratories, strengthen the safe, healthy and environmental management system with university characteristics, build a scientific governance system that everyone shares duty, and improve the core value of laboratory safety culture. The construction of laboratory safety service platform is conducive to realizing scientific and information-applied management to improving the safety management of university laboratories.

**Key words:** university laboratory; laboratory safety; safety management

近年来高校实验室安全事故时有发生, 高校实验室安全管理能力与水平面临挑战<sup>[1]</sup>, 特别是教育部对实验室安全管理工作提出了更高的要求, 强调各高校应根据实际情况, 及时排查、研判实验室安全管理方面存在的问题, 尽早提出切实可行的补短板、堵漏洞的科学方案。

### 1 高校实验室安全管理现状

为了培养学生的实践和创新能力, 国家高度

重视高校实验室在教学和科研领域的作用。根据 2018 年国家统计局数据显示, 共建普通本科高校实验室 36 953 个, 其中教学实验室 30 539 个。实验室总面积达 3 778.76 万平方米, 仪器设备总值达 3 781.83 亿元, 实验室工作人员总数为 24.33 万人, 年实验人时数为 40 亿人次<sup>[2]</sup>。

近几年高校实验室安全工作取得了很大成效, 参与实验室教学的学生人数逐年增多; 但因涉及学科背景复杂, 应用设备类型较多, 容易导

收稿日期: 2020-06-11; 修回日期: 2020-10-23

基金项目: 四川省科技厅项目(20KJPX0241)。

作者简介: 李浩(1966-), 男, 博士, 高级实验师, 主要从事实验室安全与管理、康复治疗学方向的研究。

通信作者: 侯永振(1987-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事综合减灾与应急管理方向的研究。E-mail: 473828718@qq.com

致各种潜在的安全隐患或者突发安全事件,从而使实验室安全管理难度加大,安全事故时有发生,实验室安全管理工作的落实和提升师生安全

意识面临挑战<sup>[3-5]</sup>。据不完全统计,2009—2019年国内高校实验室发生主要安全事故23起,具体情况如表1所示。

表1 2009—2019年国内高校实验室主要安全事故情况

| 序号 | 事故基本情况                                           | 检查安全问题类别                           | 事故实验室   | 引发事故主要原因分析                                       |
|----|--------------------------------------------------|------------------------------------|---------|--------------------------------------------------|
| 1  | 2009年某高校实验中失误接入一氧化碳气体,1名研究生中毒死亡                  | 组织体系、规章制度、安全教育、安全检查、基础安全和实验场所      | 化学      | 误将CO气体接入实验室,缺乏院系安全责任组织体系管理制度和实验气体安全督查措施以及实验室安检制度 |
| 2  | 2009年某高校实验仪器厌氧培养箱在调试过程中突然发生气体爆炸                  | 安全设施、安全教育、生物安全、基础安全和实验场所           | 微生物     | 实验仪器厌氧培养箱在调试过程中,未掌握安全操作方法和缺乏个人防护                 |
| 3  | 2010年某高校化学实验发生爆炸,3名学生受伤                          | 安全教育、化学安全和基础安全                     | 化学      | 未掌握化学实验安全操作规程,缺乏个人防护措施                           |
| 4  | 2010年实验室使用过氧化氢发生爆炸,无人员伤亡、部分居民家玻璃被震碎              | 化学安全、安全设施和基础安全                     | 化学      | 未掌握化学安全操作规程,安全设施缺乏                               |
| 5  | 2010年某高校实验室用电磁炉熔化石蜡发生大火                          | 安全教育、基础安全、机电等设备安全和安全设施             | 生物技术    | 缺乏实验操作安全教育和对突发事件的应急处理能力                          |
| 6  | 2010年动物实验室羊活体解剖导致感染疾病,28人感染布鲁氏杆菌传染病              | 安全教育、生物安全和基础安全                     | 动物      | 缺乏生物安全教育、生物实验室场所环境安全检查制度和个人防护措施                  |
| 7  | 2011年某高校化工实验室做常压流化床包衣实验发生爆炸,3名学生受伤               | 组织体系、规章制度、化学安全、安全教育和基础安全           | 化工      | 缺乏组织管理体系、安全检查和个人防护措施                             |
| 8  | 2011年某高校实验楼有机化学室起火,过火面积达30多平方米                   | 安全检查、实验室场所、安全设施和化学安全               | 化学      | 实验室安全隐患检查不到位和实验室场所安全设施缺乏                         |
| 9  | 2011年某高校实验室实验玻璃仪器爆炸,1名学生受伤                       | 安全教育、基础安全化学安全                      | 化学      | 缺乏实验化学实验安全教育和个人防护措施                              |
| 10 | 2011年某高校做高压化学实验发生爆炸,1名研究生生手部严重受伤                 | 安全教育、基础安全、化学安全                     | 化学      | 缺乏实验化学实验安全教育和化学实验安全检查以及个人防护措施                    |
| 11 | 2012年某高校实验室甲醛泄漏,约200名学生紧急疏散、部分有中毒症状              | 安全教育、安全设施、化学安全和基础安全                | 化学      | 化学实验有毒气体泄漏安全隐患检查不到位,缺乏安全设施的保障和个人防护               |
| 12 | 2012年某高校医学部中心实验楼发生火灾,多人被困                        | 安全检查、实验室场所和安全设施                    | 医学      | 缺乏预防火灾发生的安全检查和安全设施的保障                            |
| 13 | 2012年某高校生物催化实验室发生火灾和爆炸,造成实验室玻璃完全破碎,门口、窗口的墙壁多处被熏黑 | 安全检查、实验室场所和生物安全                    | 生物      | 缺乏生物实验的安全教育和安全设施应急处理措施                           |
| 14 | 2013年某高校废弃实验室设备被引发爆炸、造成房屋坍塌,致1死3伤                | 组织体系和规章制度、安全教育实验室场所和特种设备           | 物理      | 缺乏组织体系和制度与安全检查以及实验室特种设备的安全管理措施                   |
| 15 | 2013年某高校实验室甲烷混合实验气瓶突然发生爆炸,致5人受伤、1死亡              | 组织体系、规章制度、特种设备安全、安全教育、化学安全和基础安全    | 化学      | 缺乏特种设备安全制度与安全检查、化学安全和个人防护措施                      |
| 16 | 2015年某高校实验烧瓶发生爆溅,引发火灾导致2名学生受伤                    | 安全教育、基础安全和化学安全                     | 化学      | 缺乏化学实验安全教育,实验安全检查和个人防护措施                         |
| 17 | 2015年某高校实验室氢气钢瓶泄漏,引发氢气爆炸、1名研究生死亡                 | 特种设备安全、安全教育、基础安全和特种设备              | 物理      | 缺乏制度与检查,缺乏安全设施以及个人防护措施                           |
| 18 | 2015年某高校实验室锂块发生爆炸                                | 安全教育、实验室场所安全和化学安全                  | 化学      | 缺乏化学实验安全教育和化学实验场所安全制度                            |
| 19 | 2016年某高校实验室放化学药剂的冰箱电路老化自燃爆炸,引发火灾、无人员伤亡           | 安全教育、化学安全和常规冷热设备管理                 | 化学      | 缺乏化学安全教育、常规设备安全检查和冷热设备管理制度                       |
| 20 | 2016年某高校实验混合化学试剂发生爆炸,2名研究生重伤、1名研究生轻伤             | 安全教育、化学安全、安全检查和基础安全                | 化工和生物工程 | 缺乏化工实验教育、安全检查和化学实验环境安全检查以及个人防护措施                 |
| 21 | 2017年某高校化学实验室反应釜发生爆炸,1名学生手被炸伤和骨折                 | 安全教育和基础安全和化学安全                     | 化学安全    | 缺乏化学实验安全教育、实验室场所安全的保障和个人防护措施                     |
| 22 | 2018年某高校实验室进行垃圾渗滤液污水处理发生爆炸,3人死亡                  | 组织体系、规章制度、安全检查、安全教育、基础安全、化学安全和机电安全 | 环境和工程   | 缺乏组织管理体系和规章制度,安全检查和个人防护措施                        |
| 23 | 2019年某高校发生火灾烧毁实验室内办公物品                           | 安全检查、实验室场所和安全设施                    | 材料      | 缺乏安全检查和实验室场所安全保障以及完善的实验室安全设施                     |

2018年教育部发布高校实验室安全检查指标体系,建立了一套高校统一的检查指标。内容包括组织体系、规章制度、安全教育、安全检查、

实验室场所、安全设施、基础安全、化学安全、生物安全、辐射安全、机电等安全、特种设备与常规冷热设备。项目共分12个大类,50个小类、

149 项具体内容。该指标体系在目前高校实验室安全督查和自查中,具有针对性、操作性和指导性特点,对排除安全隐患、降低事故发生概率、推进实验室安全工作等方面具有重要的意义。本研究运用该指标体系对以上已经发生的 23 个典型实验室安全事故,进行统计分析,结果如图 1 所示,发生在实验室安全事故的问题分类主要集中在安全教育和基础安全方面,分别到达 21% 和 18%;其次是化学安全和实验室场所,分别占 15% 和 9%。事故原因如表 2 所示,需要从安全文化和危险识别方面来抓安全教育,加强个人防护

来强化基础安全,训练正确的实验操作是提高化学安全的关键。

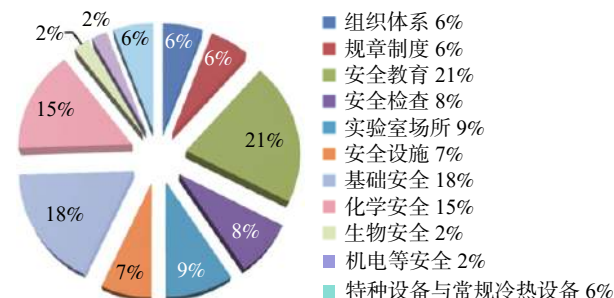


图 1 2009—2019 年高校实验室主要事故和问题类别

表 2 采用 2018 年高等学校实验室安全检查项目指标分析具体问题的结果

| 问题大类别 | 具体问题           | 问题数量 | 问题占比 |
|-------|----------------|------|------|
| 组织体系  | 学校层面安全责任体系     | 5    | 6%   |
|       | 院系层面安全责任体系     |      |      |
| 规章制度  | 实验室安全管理制度      | 5    | 6%   |
|       | 安全教育           |      |      |
| 安全教育  | 安全文化           | 18   | 21%  |
|       | 危险源识别          |      |      |
| 安全检查  | 安全检查           | 7    | 8%   |
|       | 场所环境           |      |      |
| 实验室场所 | 实验室防爆          | 6    | 7%   |
|       | 个人防护           |      |      |
| 安全设施  | 实验室化学试剂存放      | 13   | 15%  |
|       | 实验操作安全         |      |      |
| 基础安全  | 操作管理           | 2    | 2%   |
|       | 实验动物安全         |      |      |
| 化学安全  | 电气安全           | 2    | 2%   |
|       | 电冰箱老化等         |      |      |
| 生物安全  | 特种设备安全         | 5    | 6%   |
|       | 专用设备冷热处理设备安全管理 |      |      |
| 机电等安全 | 特种设备安全         | 5    | 6%   |
|       | 专用设备冷热处理设备安全管理 |      |      |

## 2 对策和措施

高校实验室安全工作直接关系到广大师生生命安全和校园安全稳定。2018 年底北京交通大学“12·26”较大爆炸事故造成严重负面影响,引起教育部对高校实验室安全的高度重视。从印发《教育部办公厅关于立即开展实验室安全检查的紧急通知》(教发厅函〔2018〕216 号)到《教育部关于加强高校实验室安全工作的意见》(教技函〔2019〕36 号),集中反映了高校实验室安全管理工作的重要性,并提出安全管理工作专项治理,强化建立以人为本的底线思维,建立安全第一的实验室安全管理体系。具体工作思路有如下 6 个方面的对策和措施。

### 2.1 牢固树立生命至上理念,全力维护师生安全

据不完全统计,过去 10 年高校实验室因发生各种事故,死亡 7 人,致伤 55 人<sup>[6]</sup>。教育部要求实验室管理相关人员不断提高思想觉悟,深刻认识实验室安全管理工作的重要性。实验室安全管理无小事,涉及师生的生命安全,高校实验室管理者必须树立生命至上的理念,不能麻痹大意因疏忽而造成危害师生安全的事故。只有始终把生命至上、师生安全至上的理念放在心上,才能切实保障师生教学科研的顺利开展。如何才能做到实验室安全工作的常态化和持久性?借鉴世界一流高校实验室的“大安全”理念,全面建立高校特色环境安全与健康 EHS 体系<sup>[7]</sup>,才能不断增强和实现安全的实验室教学和科研环境。

## 2.2 加强组织领导,落实安全责任的管理体系

教育部出台系列政策和措施,强调实验室安全防控中加强领导、压实责任,坚决纠正一切形式的本位主义、形式主义。领导责任、部门责任、师生责任是一个有机的整体,是抓好实验室安全管理工作的牛鼻子。要按照“党政同责、一岗双责、齐抓共管、失职追责”的总体要求,坚持问题导向、目标导向和结果导向,完善各级实验室管理责任主体和岗位责任清单,对违法违规行为坚决处理,切实推动各项工作落实落地。在校院两级均设立安全管理负责领导,统一建立高校实验室安全责任制管理模式。文献[8]和文献[9]的研究指出,高校应成立由主管校领导负责的专门机构实现实验室安全工作的统一组织和领导,构建纵横覆盖、无缝链接的校、院、实验室三级安全管理组织机构。根据北京大学实验室安全管理的先进经验<sup>[10]</sup>,为落实实验室安全管理责任制,学校、院系、实验室签订三级管理模式的安全责任书,将责任落实到人,形成各层面共同重视的管理合力。

## 2.3 加强实验室的风险分级管理和专项治理

《教育部关于加强高校实验室安全工作的意见》(教技函〔2019〕36号)要求健全安全责任体系,建立分级管理责任体系。在回顾与思考高校实验室安全3年督查总结研究中,发现高校实验室安全普遍存在隐患,建议推动高校实验室安全检查和风险评估常态化<sup>[11]</sup>。可根据实验室的不同类型,分为低风险、中风险、高风险3个等级,或根据实验室危险性、学生暴露性、危险发生的应对能力,开展实验室风险分级,制定评定等级的相关制度,定期进行安全管理动态评估。根据安全指标体系的评估结果,动态调整风险等级,并及时向高校实验室管理和使用单位发布,及时整改风险等级升高的实验室。通过对23个高校实验室安全事故统计分析,发现问题集中发生在化学实验室、环境与工程、生物、微生物和材料等高风险实验室,需要针对性地实施专项整治和整改这些主要问题。教育部科学技术司建议通过如下3个方面建立风险管控和隐患治理的安全防控体系:1)指导学校全面开展安全风险辨识评估,形成安全风险清单,建立安全风险评估、管控、公告制度;2)进一步完善中高风险实验室的隐患排查治理制度,实现隐患排查、登记、整改、报告、销账闭环管理;3)构建安全教学和科研协同

联动机制,加强与应急管理、市场监管、公安等部门协同,促进资源共享、信息互通,充分调动行业协会、公众等共同参与。

## 2.4 增强风险意识、促进实验室安全文化建设

《教育部科技司关于开展2019年度高等学校科研实验室安全现场检查的通知》(教技司〔2019〕178)要求高校实验室安全管理要坚持底线思维,不断加强危机意识,用大概率思维来应对小概率事件,做好风险排查和安全事故应急预案,加强实验室安全应急预案准备和实施管理,提高应急预案针对性和可操作性。文献[12]在高校化学实验室的安全管理探讨中强调了尽可能避免安全事故的发生,除了实验过程规范操作外,完善实验室安全风险意识,加强实验室安全文化建设显得尤为重要<sup>[13-14]</sup>。国外大学如哈佛大学的实验室安全文化有较高声誉,根据哈佛大学EH&S部门主任Shawna Marquis的介绍,它的实验室安全文化主要由7个方面组成:1)学校和院级安全委员会在决策和行为中表现出对安全的承诺;2)问题的认识 and 解决;3)所有人对安全负有个人责任,互相尊重;4)实施工作计划和控制过程,以确保安全;5)持续学习;6)同行检查,积极的不以惩罚为目的的环境,鼓励关注安全问题;7)有开放的交流平台系统,实现高效率沟通。这些措施和内容对实验室安全文化建设具有参考借鉴意义。

## 2.5 建立实验室的网络化管理体系

空间网格化管理在实验室安全管理中发挥了显著作用,体现了推进高校安全治理体系和治理能力,构建基于“人、事和物”多维度实验室安全信息系统,全方位覆盖的管理理念。以江南大学实验室安全GIS系统为例,它是基于GIS的可视化展示和运行,以房间为单元,对整个空间中有关实验室安全数据进行采集、储存、管理、运行、分析、显示和描述。GIS系统包括实验室基础信息、安全教育、安全检查、危险品管理、危险废弃物收、安全培训与准入、事物(LIMS)管理、安全人员智能管理、安全风险评估,安全事务系统等9个系统。该系统能够实现全面互联,提高了实验室安全管理的效率<sup>[15]</sup>。为了预防各种安全事故,保障师生健康,减少疾病传染风险,应强化实验室安全工作,保证实验室教学和科研顺利开展,建立实验室的空间网格安全管理体系。

## 2.6 加强实验室应急预案实训管理

我国自开展高校实验室教育系统“安全生产月”“安全生产万里行”活动以来,要求建立实验室安全管理的常态化机制,制定应急预案,完善应急预案的内容,定期开展实验室应急预案演练,落实应急防控措施,强化隐患排查,加强安全教育。通过桌面推演和演练加强各级实验室人员应急安全事件应对和管理的意识素养、政策水平、理论和实战能力培养,及时发现、有效处置可能出现的新发实验室安全问题,提高应对实验室突发事件的能力。通过应急演练来加强突发实验室安全事故的应对能力培养,切实维护学生在实验室教学和科研过程中的生命安全。从北京大学实验室安全管理多年探索的成果和经验来看,通过制定应急预案,调整实验室安全教学思路,理论讲解结合实践训练,不断提高实训练习的效果。同时,强调通过开展灭火训练、消防演习、急救训练、实地参观和操作体验等方式预防实验室安全事故发生。

## 3 结束语

高校实验室安全管理的指导文件相继出台,积极推动了高校实验室安全管理工作的落实和开展。同时应该抓好落实、落地、落小工作,主要包括建立“大安全”树立生命至上,决不牺牲生命为代价开展教学和科研实验;加强组织领导,落实安全责任的管理体系;实施实验室安全分级,建立风险管控和隐患治理的安全防控体系;增强实验室风险意识、促进实验室安全文化建设;通过实验室 GIS 系统开展空间网格化管理,建立实验室的安全管理体系;调整实验安全教学思路,突出实验室应急预案实训管理等。最终促进消除事故隐患、筑牢安全防线,有利于进一步做好实验室的安全管理工作。

## 参考文献

[1] 赵明,宋秀庆,祝永卫,等.新形势下高校实验室安全管

理现状与策略研究[J]. *实验技术与管理*, 2018, 35(11): 8-9.

- [2] 宋毅,高东锋.新时代高等学校教学实验室安全管理体系与管理能力提升实践[J]. *实验技术与管理*, 2020, 37(1): 1-2.
- [3] 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]. *实验室技术与管理*, 2018, 35(7): 6-11.
- [4] 王大刚,曾玉祥,潘成军,等.高校实验室安全管理和建设探索[J]. *实验室环境与安全*, 2020, 39(7): 296-299.
- [5] 陈洪霞,魏永前.高校实验室安全管理体系建设与实践[J]. *实验室研究与探索*, 2020, 39(7): 305-307.
- [6] 项晓慧,张银珠,金海萍,等.高校实验室安全事故原因分析与防范对策[C]// *Proceedings of 2012 International Conference on Social Science and Education*. Xiamen: ICSSE, 2012.
- [7] 黎莹,胡谷平,蔡涛,等.借鉴美国主流高校EHS体系建设我国的实验室安全文化[J]. *大学化学*, 2015, 30(2): 15-21.
- [8] 马庆,柯红岩,牛犁,等.高校实验室安全工作体系构建研究[J]. *实验技术与管理*, 2016, 33(12): 5-9.
- [9] 严新纲.高校实验室安全管理现状分析与对策[J]. *实验室研究与探索*, 2014, 33(4): 287-288.
- [10] 张志强,刘雪蕾,李恩敬,等.北京大学实验室安全管理的探索与实践[J]. *实验室技术与管理*, 2017, 34(10): 244-248.
- [11] 冯建跃,杜奕,张新祥,等.高校实验室安全三年督查总结(I)——回顾与思考[J]. *实验室技术与管理*, 2018, 35(7): 1-4.
- [12] 黄坤,李彦启.我国高校实验室安全管理现状分析与对策[J]. *实验室研究与探索*, 2015, 34(1): 280-283.
- [13] 元文涛,孙淑强,樊冰.基于信息化的高校实验室安全文化体系构建[J]. *实验室研究与探索*, 2016, 35(2): 295-299.
- [14] 廖冬梅,翟显,杨旭升.安全科学在高校实验室安全文化中的应用与研究[J]. *实验室研究与探索*, 2020, 39(8): 308-312.
- [15] 赵建新,钱婷婷,高珂,等.基于“GIS”的高校实验室安全管理信息化平台设计与构建[J]. *实验技术与管理*, 2019, 36(12): 5-9.

编辑 张莉