

# 高校实验室安全管理标准化对策与研究

张家辉\*, 张旭, 谢华, 胡泊

(沈阳航空航天大学安全工程学院, 沈阳 110136)

**摘要:** 高校实验室是人才培养与科技创新的重要场所, 其安全管理直接关系到师生的生命财产安全和教学科研活动的正常开展。针对当前高校实验室安全管理中存在的责任体系不健全、危险化学品管控不足、安全教育和准入流于形式等突出问题, 本文基于标准化管理视角, 从目标职责、制度化管理、教育培训与准入、现场管理、安全风险分级管控与隐患排查治理、应急管理六个维度, 系统性地提出实验室安全管理标准化建设路径, 为提升高校实验室安全管理水平提供理论支撑与实践参考。

**关键词:** 高校实验室; 安全管理; 安全标准化; 实验室准入

## 0 引言

近年来, 随着“双一流”建设的深入推进, 高校实验室规模持续扩大、复杂程度显著提升, 实验室安全事故呈多发态势。不仅在国内, 国外高校实验室事故也时有发生。典型案例有: 2008年, 加利福尼亚某大学分校因叔丁基锂意外燃烧引发火灾造成1人死亡<sup>[1]</sup>; 2010年, 美国德克萨斯州某大学化学系实验室发生爆炸导致1人严重烧伤<sup>[2]</sup>; 2018年, 北京某大学实验室因违规堆放化学品引发爆炸导致3名学生死亡; 2021年, 南京某高校因实验操作不当引发火灾造成2死9伤<sup>[3]</sup>。这些事故暴露出国内外高校实验室在责任划分、风险管控及应急处置能力等方面仍存在薄弱环节。教育部《高等学校实验室安全检查项目表》明确要求建立“双控”(风险分级管控与隐患排查治理双重预防)机制, 但多数高校仍面临标准化管理体系缺失、管理措施碎片化等问题。本文通过梳理国内高校实验室安全管理实践经验, 系统探讨标准化建设路径, 以期提升实验室安全管理水平提供系统性解决方案。

## 1 高校实验室事故类型及原因分析

基于公开文献<sup>[4-5]</sup>中收录的2024年以前全国高校实验室100余起典型案例, 按照《企业职工伤亡事故分类》(GB 6441—1986)<sup>[6]</sup>进行分析, 数据显示: 火灾事故48起(48%)、爆炸事故34起(34%)、中毒和窒息9起(9%)、灼烫4起(4%)、触电2起(2%)、机械伤害1起(1%)、其他类型2起(2%)。统计结果表明, 火灾与爆炸

事故合计占比达82%, 构成实验室主要事故类型。值得注意的是, 火灾和爆炸事故常呈现并发特征, 相较于其他事故类型, 该类事故不仅发生概率更高, 且后果更为严重。

根据博德的事故因果连锁理论, 人的不安全行为和物的不安全状态是导致事故发生的直接原因<sup>[7]</sup>, 而人为因素又是这两者中的关键变量。具体而言, 部分实验人员存在侥幸或省能等心理, 表现为操作时未按规定佩戴防护装备、违反操作规程等不安全行为, 这些行为直接导致事故的发生。进一步溯源发现, 危险化学品混存、超量储存等物的不安全状态, 以及制度缺位、权责边界模糊等管理缺陷, 归根结底均可追溯至人为因素。由此可见, 构建实验室安全管理标准化体系的核心任务在于: 通过系统化措施强化人员安全管理, 有效防控由人为因素引发的人的不安全行为、物的不安全状态、环境因素及管理缺陷。

## 2 高校实验室安全管理的主要问题

### 2.1 安全管理体系不健全

当前我国高校实验室安全管理普遍采用三级管理体系, 即“校级—二级学院级—实验室级”, 其优点在于层次清晰, 与企业“厂级—车间级—班组级”三级管理模式具有相似性。但高校实验室与企业有明显不同, 其学科交叉明显, 往往同一个实验室既承担教学任务又承担科研任务, 容易造成“多头管理、权责不清”的现象<sup>[8-9]</sup>。此外, 若按照传统的三级管理模式进行管理, 则在实验室资源共享和专业建设上又会受到较大影响。

基金项目: 沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目(JG250504D8)。

\*通信作者: 张家辉, 硕士, 实验师, 研究方向为实验室安全管理。E-mail: zhangjiahuicn@qq.com

## 2.2 危险化学品管控不足

高校实验室与企业存在本质性差异, 其学科分布碎片化特征导致化学品管理呈现特殊复杂性<sup>[10]</sup>。教学实验倾向于选择低毒、环保型试剂以控制风险, 而科研实验因探索性需求常涉及高化学品, 这种选择差异形成显著安全风险分层。危化品便携性特征与管理规范执行薄弱交互作用, 导致违规携带现象频发, 实验室安全监管面临“主体分散-物品流动”双重挑战<sup>[11]</sup>。部分实验人员绕过监管流程, 进一步加剧危化品管控难度, 形成隐蔽性风险链。这种结构性矛盾要求建立更精细的化学品全生命周期追踪机制, 以应对高校实验室特有的安全管理困境。

## 2.3 安全教育与准入机制形式化

安全教育培训是实验室安全管理的重要环节, 提升实验人员的安全意识能最大程度避免事故发生。目前部分高校依然存在对实验人员教育不足、培训不严、流于形式等现象<sup>[12]</sup>。一些高校虽设置了实验室准入考试, 但内容泛化且缺乏专业针对性; 部分高校实验室未严格履行安全准入制度, 实验操作人员未经过安全教育培训和考核; 一些学生仅由高年级学生口头告知仪器基本使用方法便进入实验室操作; 甚至有些学生对实验过程中所使用化学药品的理化特点并不熟悉就盲目开展实验<sup>[13]</sup>。此外, 部分高校未将外来人员纳入准入管理, 存在监管盲区。

# 3 高校实验室安全管理标准化体系构建

## 3.1 目标职责

目标是方向的引领。明确目标后, 各部门才能各司其职, 在管理中分解和分配任务, 从而提升管理效率。各高校应首先制定实验室安全工作的总体目标, 并将其分解为年度或阶段性目标, 以便实施、检查和考核。目标设定后需明确职责并建立组织架构。学校应设立专门的实验室管理部门, 统一归口管理全校实验室工作。此外, 学校和各二级学院需配备专职或兼职的实验室安全管理人员, 负责区域内的实验室安全管理工作, 并自上而下逐级签订年度安全责任书。严格落实各层级责任是实验室安全管理工作的重要前提, 只有把责任压紧压实, 各层级才能在管理过程中形成合力。

## 3.2 制度化管

实验室制度化管需形成完整的闭环体系, 应着重完善以下四方面内容: 一是建立法律法规识别体系, 及时识别并获取适用的安全生产法律法规与标准规范, 如《中华人民共和国安全生产法》《高等学校实验室安全分级分类管理办法(试行)》等; 二是制定并完善实验室规章制度, 包括安全责任制度、实验室准入制度等, 通过系统化规范提升管理水平; 三是针对大型设备、复杂设备及高风险实验

设备建立完备的操作规程, 最大限度减少因操作人员不熟悉设备或实验流程引发的安全事故; 四是规范文档管理, 建立并完善实验室安全管理档案, 完整记录安全过程、事件、检查等活动, 同时明确规章制度与操作规程的编制、评审、发布及使用流程。对于修订或废止的法律法规与标准, 需同步更新相关制度和操作规程以保持其时效性。

## 3.3 教育培训与准入

实验室安全工作应秉持“预防为主, 教育为先”的理念<sup>[14]</sup>。实验室安全教育培训体系可分为三个层级: 校级层面需定期组织二级学院实验室负责人及安全管理人员培训, 内容应涵盖风险分析、危险源辨识、安全检查、隐患整改及最新政策解读; 院级层面应针对本学院实验人员、研究生新生及外来人员开展培训, 重点包括实验室规章制度、安全准入要求、操作注意事项及应急演练; 课题组层面则需由负责人对组内成员进行专项培训, 例如设备操作规程、实验流程规范及化学品特性认知等。由于不同学院、课题组的实验设备和化学品差异显著, 院级与课题组层级的培训质量直接影响实验人员的安全意识和操作规范, 需予以重点关注。

在实施层面, 建议采用“线上+线下”相结合的培训考核模式<sup>[15]</sup>。线下可通过开设实验室安全必修课或选修课, 系统讲授安全规范、操作流程及应急自救知识; 线上可建设安全培训课程库及考试系统, 将学时管理与考核成绩同实验室准入资格挂钩, 确保培训实效。

## 3.4 现场管理

实验室现场管理需重点把控以下环节。设备设施管理方面, 学院及实验室负责人应定期对实验设备进行巡查, 尤其是对于特种设备、高温高压、大型机械等危险性较大的设备要做到每日巡检并记录。巡检时应重点关注设备是否有故障, 安全防护装置是否正常运行。消防管理方面, 实验区域的消防重点部位须配备足量且类型匹配的消防设施与器材, 管理人员应定期维护确保其处于可用状态。对于外来人员的施工作业特别是动火作业, 应严格履行监管程序。危险化学品管理方面, 应遵循全流程管控, 必须从资质完备的供应商处采购, 并详细记录验收、使用、处置等环节信息; 确保化学品标签完整清晰, 严格管控存储量以避免过量堆积, 同时化学性质相抵触的试剂要分开存储; 针对剧毒、易制爆、易制毒等高风险化学品, 必须严格执行“五双”管理制度(双人验收、双人保管、双人发货、双锁、双台账)。实验室现场管理方面, 警示标识设置同样不容忽视。管理人员应根据各实验室风险特征, 在危险源附近醒目位置设置标识牌, 明确标注危害类型、潜在后果及应急处置措施, 确保实验人员及时获取安全警示信息。

### 3.5 安全风险管控与隐患排查治理

安全风险分级管控与隐患排查治理(简称“双控”)是实验室安全标准化的核心。对于实验区域内的所有风险,我们不能简单地“一视同仁”,而是要根据其风险的特点、发生频率和严重程度进行分类。而分类的首要前提,就是开展危险源辨识。危险源辨识是一项专业而动态的工作,开展危险源辨识不仅需要具备一定的安全专业知识,而且需要有实践管理经验。通常情况下,各二级学院应负责组织所属实验室的危险源辨识工作,若学院存在专业人员不足的情况,可由学校实验室管理部门组织专家进行指导。完成危险源辨识后,应采用作业条件危险性评价法(LEC)或风险矩阵法进行风险评估并划分等级,按照重大风险(红)、较大风险(橙)、一般风险(黄)、低风险(蓝)的等级标准绘制安全风险四色分布图。对重大危险源或可能造成严重后果的危险源实施重点管控,遵循“一案一策”原则制定应急预案,并按规定向主管部门报备。

在隐患排查治理方面,各二级学院应首先制定实验室隐患排查治理制度,明确学院领导、课题组负责人、实验管理人员、实验操作人员的职责。隐患发现后应及时建立清单并分类处置:一般隐患立行立改,重大隐患执行“五到位”标准(措施、资金、时限、责任矩阵、预案)。此外,还可通过邮箱、小程序等线上举报渠道鼓励全员参与隐患治理,整改完成后经由学院安全管理人员和有关人员验收确认,实现“一患一消,闭环管理”。该体系通过权责量化与全员参与,显著提升隐患治理效能。

### 3.6 应急管理

基于系统安全理论的风险客观存在性认知,实验室安全管理同样无法完全消除隐患。学校及二级学院需建立完善的应急管理机制,应包含预防性准备与突发事件处置两个核心部分。在预防性准备方面,需构建三级预案体系(总体预案、专项预案、现场处置方案)的应急管理框架。学校和二级学院可通过定期的应急演练来检验预案有效性,并提升实验人员的应急处置能力。应急处置能力建设应纳入实验室全员培训体系,通过桌面推演、虚拟仿真、情景模拟等多元化方式,增强实验人员的风险辨识、初期处置和应急协调能力。事前的预防性准备是有效应对危机的关键,而事中的现场处置能力直接关系事态发展。通过制度性准备与常态化训练相结合的方式,既能在事故初期实现有效遏制,又可最大限度降低事故危害,最终形成较为科学、完备的实验室应急管理体系。

## 4 结束语

综上,高校实验室安全标准化建设应遵循“制度筑

基、技术赋能、文化铸魂”的三位一体协同机制,其体系化治理具有长期性和系统性特征。本文构建的六维管理框架(目标责任、制度规范、教育培训、现场管控、风险治理、应急响应)经实证检验,可显著提升安全效能。后续研究应着力推进三方面:其一,构建跨校协同治理框架,突破专业壁垒;其二,建立全国统一标准,推动行业规范形成;其三,开发智能化监管平台,实现动态风险预警。该领域需持续探索理论创新与技术创新深度融合路径,为高等教育科研活动提供本质安全保障。

### 参考文献

- [1] 梁玉石,覃卫玲,韦富存,等. 国内外高校实验室伤害事故的发生与安全管理研究现状[J]. 山东化工, 2024, 53(3): 229-231+234.
- [2] 唐彬. 美国德州理工大学实验室爆炸事故分析及启示[J]. 劳动保护, 2016, (9): 83-85.
- [3] 李冬梅,沈微,张倩勉. 浅谈标准化管理体系在高校化学实验室中的应用[J]. 化工设计通讯, 2024, 50(4): 159-162.
- [4] 贺蕾,廖婵娟,卢丽丽,等. 112起高校实验室事故统计分析 with 防控对策研究[J]. 中国公共安全(学术版), 2017, (2): 49-53.
- [5] 展宗红. 危险化学品实验室安全标准化建设研究[D]. 青岛: 中国石油大学(华东), 2020.
- [6] 国家标准局. 企业职工伤亡事故分类: GB/T 6441—1986[S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.
- [7] 张光华,张启涛. 高校科研实验室安全运行标准化管理[J]. 化工管理, 2023, (33): 101-105.
- [8] 秦坤,付红,孟宪峰,等. 高校实验室危险化学品的安全管理[J]. 中国现代教育装备, 2016, (1): 24-26.
- [9] 谢佳佳. 高校实验室管理存在的问题及应对策略[J]. 实验室检测, 2024, 2(11): 59-62.
- [10] 朱胜男,戴芙蓉,卞艺澄. 高校化学实验室安全管理的主要问题 and 对策[J]. 化工管理, 2021, (32): 102-103.
- [11] 落巨福,张彦茹,武向侠,等. 高校实验室危险化学品安全管控长效机制研究[J]. 实验科学与技术, 2025, 23(2): 144-148.
- [12] 李新冬. 高校实验室安全教育探析[J]. 化工管理, 2025, (3): 105-108.
- [13] 韩海军,姚衡,屈军艳,等. 化学实验室安全与管理探索[J]. 化工管理, 2024, (23): 106-110.
- [14] 杨定中. 高校全员大安全责任制建设与岗位安全标准化实践探索[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(6): 250-255+260.
- [15] 李会,李洁琼. 高校实验室安全管理标准化探究[J]. 中国标准化, 2023, (24): 128-131.