

高校实验室安全风险预警机制构建研究

陈永聪*, 曾宇浩, 许景民

(广州华立科技职业学院, 广州 511325)

摘要: 高校实验室是高校实施创新人才培养、科学研究和服务社会的重要基地, 其安全管理工作至关重要。本文探讨了高校实验室安全风险预警机制的重要性, 并提出相关构建体系, 包括风险识别、风险评估、风险预警、应急响应及持续改进等关键环节, 并针对高校实验室安全风险预警机制构建面临的挑战, 提出相应的优化对策, 旨在提高实验室安全管理水平, 保障师生人身安全和财产安全。

关键词: 高校实验室; 安全风险预警; 风险评估; 应急响应

0 引言

高校实验室作为教学、科研与创新的关键平台, 承载着教学育人、科研探索以及社会服务等诸多重要使命。然而, 随着实验室规模的不断扩大、实验活动的日益复杂, 各类安全风险也如影随形。危险化学品的不当储存与使用、仪器设备的老化与故障、实验操作的失误等, 都可能引发火灾、爆炸、中毒等严重事故, 不仅危及师生的生命安全和身体健康, 还会引发巨额财产损失, 干扰学校正常的教学科研秩序。因此, 构建一套科学、高效的高校实验室安全风险预警机制迫在眉睫。该机制能够提前识别潜在风险, 及时发出预警信号, 为实验室安全管理提供有力保障, 确保实验室安全稳定运行。

1 高校实验室安全的重要性

1.1 筑牢师生安全防线

高校实验室中充斥着易燃易爆化学品、高精密仪器设备及致病微生物等高风险元素, 稍有不慎便可能引发火灾、泄漏、感染等严重事故。构建安全风险预警机制, 能够敏锐捕捉潜在隐患, 提前发出警报并启动预防措施, 为师生生命安全和身体健康构筑坚实屏障。

1.2 守护实验室资产安全

实验室配备的先进仪器设备和珍贵实验材料, 是教学和科研的宝贵资源。预警机制借助实时监测与数据分析, 可精准识别设备故障、环境参数异常等问题, 及时干预以避免设备损坏、材料失效或丢失, 确保资产安全与完整。

1.3 保障教学科研平稳运行

实验室是知识传授与科研创新的重要基地, 任何安全事故都可能导致教学计划中断、科研数据丢失。通过构建预警机制, 可有效预防实验室突发事件, 保障实验环境稳定可靠, 为教学科研活动的连续性和高效性提供有力支撑^[1]。

1.4 提升高校责任担当

完善的安全风险预警机制不仅体现了高校对安全管理的高度重视和责任感, 更能通过防范实验室事故对校园及周边环境的潜在威胁, 展现高校维护公共安全、履行社会责任的积极形象, 增强社会公信力和影响力。

2 高校实验室安全风险预警机制的构建

2.1 风险精准识别

风险识别作为构建安全风险预警机制的基础, 要求对实验室内各类潜在风险展开全面的排查与甄别。潜在风险包括: ①设备设施风险。实验室中的仪器设备在长期服役过程中, 极易出现老化现象, 诸如电路老化导致短路风险增加、机械部件磨损引发运行异常。②实验材料风险。高校实验室广泛使用各类危险化学品, 包括易燃易爆品、腐蚀品和有毒品等, 这些化学品在采购、储存、使用和废弃处理等各个环节都潜藏着巨大风险。生物实验室中的病原微生物、实验动物等生物材料, 如果管理不善, 可能引发生物安全事故^[2]。③操作流程风险。在操作过程中, 实验步骤过于繁琐、实验条件控制不当等, 不仅可能导致实验失败, 还可能引发安全事故。④环境风险。实验室布局如

基金项目: 2024年广州华立科技职业学院校级科研项目(青年创新项目)——基于强化学习的高职院校实验室安全风险评估与动态预警模型研究(HLZ122422)。

*通信作者: 陈永聪, 硕士, 讲师, 研究方向为人工智能、计算机网络。E-mail: 839402907@qq.com

果不符合安全要求, 如通风不畅导致有害气体积聚、照明不足影响实验操作、安全通道堵塞阻碍人员疏散等, 都将对实验人员的安全和健康构成威胁。此外, 停电、停水、地震等自然灾害或突发事件, 也可能对实验室安全造成不可预测的影响。

2.2 风险科学评估

风险评估主要采用定性评估和定量评估。定性评估主要采用风险矩阵法以及专家评估法。风险矩阵法主要是根据风险发生的概率以及后果的严重程度, 把风险分成不同等级, 如重大风险、较大风险、一般风险和低风险, 以便有针对性地采取防控措施。专家评估法可邀请相关领域的专家, 依托其深厚的经验与专业知识, 对实验室风险展开定性评估, 为风险管理提供科学依据; 定量评估主要采用概率统计法以及故障树分析法。概率统计法通过收集和分析历史数据, 运用概率统计方法计算风险发生的概率和可能造成的损失, 提供量化支持。故障树分析法是从顶事件(即事故)出发, 逐层剖析导致事故发生各种原因, 计算各基本事件发生的概率, 全面评估整个系统的风险状况。

2.3 风险及时预警

根据风险的大小和危害程度, 设定不同的预警级别, 如红色预警(重大风险)、橙色预警(较大风险)、黄色预警(一般风险)和蓝色预警(低风险), 以便相关人员能够迅速了解风险状况。在预警信息发布阶段, 通过实验室管理信息系统、短信、邮件等多种渠道, 及时将预警发送给实验室管理人员、师生等相关人员^[3]。同时建立健全预警响应机制, 明确不同预警级别下的应对措施和责任部门。

2.4 应急高效响应

应急高效响应包括应急预案制定、应急物资储备以及应急队伍建设。首先, 针对不同类型的风险事件, 拟定一套详细的应急预案, 其中要包含应急组织架构、应急处置流程、应急物资储备等方面的内容。应急预案应定期进行演练和修订, 以确保其有效性和可操作性; 其次, 根据实验室的特点和风险类型, 储备必要的应急物资, 如消防器材、急救药品、防护用品等。需对应急物资开展定期检查与维护工作, 以此保障其性能良好, 随时可用; 最后, 组建应急队伍, 包括实验室管理人员、师生志愿者等, 并开展应急培训和演练, 提高应急响应能力和协同作战水平。

2.5 机制持续改进

持续改进是安全风险预警机制不断完善和发展的重要保障, 通过不断总结经验教训, 优化预警机制, 提高安全管理水平。第一, 定期对实验室进行安全检查, 及时发现并整改安全隐患。同时, 对风险评估和预警机制的有效性进行评估, 根据评估结果进行针对性改进; 第二, 强化对师

生的安全教育与培训力度, 提升其安全意识^[4]。培训应包含实验室安全管理制度、操作规范、应急处置要点等内容, 保证师生能够娴熟掌握安全知识与操作技能; 第三, 利用信息化手段建立实验室安全管理信息系统, 实现风险的动态监测和预警。通过数据分析发现安全管理的薄弱环节, 为持续改进提供有力依据, 推动实验室安全管理水平不断提升。

3 高校实验室安全风险预警机制构建面临的挑战

3.1 实验室安全的重视程度不够, 投入不足

实验室设备的更新维护、危险化学品的规范储存与妥善处置、安全设施的建设完善等需要大量资金作为支撑。然而, 在实验室建设任务繁重、科研经费相对紧张的现实背景下, 很多高校实验室的安全设施与措施相对滞后。加上高校实验室安全管理的资金来源过度依赖学校的财政拨款, 缺乏多元化的资金筹集渠道。这种单一的资金来源模式, 极大地限制了实验室安全管理在资金投入和发展空间上的拓展, 难以满足实验室安全管理日益增长的实际需求。

3.2 师生安全意识淡薄, 不重视安全教育培训

高校部分师生对实验室安全的重要性缺乏认识, 表现为在实验过程中, 不按要求佩戴必要的防护用品, 随意违反实验操作规程, 甚至在实验室内进行一些与实验无关的活动。此外, 高校实验室缺乏安全教育培训机制, 即使有大多数也是流于形式化, 缺乏针对性, 难以取得实际效果, 无法真正提升师生的安全意识和应对能力。

3.3 风险识别难度大, 信息化水平不足

新型实验材料和设备的不断应用可能会带来新的未知风险, 而传统的风险识别方法在面对这些新情况时往往无法有效地发挥作用。构建有效的预警机制需要大量实时数据作为支撑, 但实验室在数据的采集、传输和处理过程中面临诸多技术难题。一些老旧实验室缺乏必要的数据采集设备, 或数据传输过程中存在延迟、丢失等问题, 严重影响了预警的准确性和及时性。此外, 部分高校实验室的信息化管理水平较低, 缺乏先进的预警系统和软件支持, 导致预警信息的发布、传递和处理效率低下。

3.4 安全管理责任不明确, 安全管理制度有待完善

部分高校实验室的安全管理职责分散在多个部门, 缺乏统一的协调和管理机制, 使得各部门之间难以形成有效的合力。同时, 实验室安全管理责任的落实不到位, 部分实验室管理人员没有充分履行职责, 导致实验室安全管理存在诸多漏洞。而现有的部分高校实验室的安全管理制度存在明显漏洞, 缺乏系统性和可操作性, 一些实验室的安全管理制度仅仅停留在纸面上, 难以真正融入到日常管理工作^[5]。此外, 部分高校实验室的安全管理人员配置不

足, 专业技术水平参差不齐, 这也在一定程度上影响了实验室安全管理的效果和质量。

4 高校实验室安全风险预警机制构建优化对策

4.1 加大重视程度, 拓宽投入渠道

高校管理层需要将实验室安全融入学校整体发展规划中, 可以主动争取政府部门的专项安全资金支持, 用于改善实验室安全设施与条件。鼓励企业和社会组织以捐赠、合作等形式参与高校实验室安全建设, 为实验室安全提供资金或先进设备支持, 高校则为企业提供优质科研成果和优质人才资源, 实现互利共赢。此外, 高校还应科学调配内部资金, 在预算安排中合理增加实验室安全管理的经费比例, 确保实验室安全工作的资金需求得到保障^[6]。

4.2 强化安全意识, 健全培训体系

针对安全教育培训工作, 需规划一套系统、完备且极具针对性的实验室安全教育培训方案。清晰界定培训内容, 涉及实验室安全法规、安全操作规范、应急处理措施等核心要点, 以此保障师生能够扎实掌握必要的安全知识与操作技能。采用多样化的培训方式, 如线上学习平台提供便捷的学习途径, 线下实操培训增强实际操作能力, 模拟演练利用虚拟现实技术模拟实验室事故场景, 让师生在虚拟环境中进行应急处理演练^[7], 有效提升应对实际事故的能力。建立严格的培训考核机制, 对参加培训的师生进行全面考核, 考核合格者方可进入实验室开展实验活动, 形成良好的安全学习氛围。

4.3 提升风险识别能力, 推进信息化建设

引入先进的风险识别技术和方法, 如大数据分析、人工智能等, 对实验室的实验设备、试剂、操作流程等进行实时监测和分析, 精准发现潜在的风险因素。加强对新型实验材料和设备的研究和评估, 提前预判其可能带来的安全风险, 并制定相应的防范措施^[8]。在信息化建设方面, 加强实验室信息化建设, 更新和完善数据采集设备, 确保实验室数据的实时、准确采集和传输。引进先进的预警系统和软件, 实现对实验室风险的实时监控和预警^[9]。预警系统应具备强大的数据分析、风险评估、预警发布等功能, 能够及时将预警信息传递给相关人员, 为应对风险争取宝贵时间, 提高实验室安全管理的效率和决策的科学性。

4.4 明确管理责任, 完善制度体系

制定详细的实验室安全管理责任清单, 明确各部门和人员在实验室安全管理中的具体职责和任务, 避免责任不清、推诿扯皮的现象。建立严格的安全管理责任追究机制, 对因不履行安全管理职责导致事故发生的部门和个人, 依法依规追究其责任, 形成有效的约束机制^[10]。强

化各部门间的协同与配合, 对现行的实验室安全管理制度展开全方位梳理与修订工作, 以保证制度具备系统性、科学性以及可操作性, 制度应涵盖实验室安全管理的各个方面, 形成全方位的安全管理体系。同时, 构建制度执行监督体系, 定期针对制度执行状况开展检查与评估工作, 以此保障制度得以切实贯彻。此外, 根据实验室安全管理的实际需求, 合理配置专业的安全管理人员和技术人员, 加强对安全管理人员的培训和教育。

5 结束语

高校实验室安全风险预警机制的构建是一项兼具系统性与长期性的重要工程。本文探讨高校实验室安全的重要性, 提出高校实验室安全风险预警机制的构建, 并针对高校实验室安全风险预警机制构建面临的挑战, 提出加大重视程度, 拓宽投入渠道; 强化安全意识, 健全培训体系; 提升风险识别能力, 推进信息化建设; 明确管理责任, 完善制度体系等对策, 为高校实验室安全风险预警机制的构建提供参考。未来, 高校实验室安全将向“更精准、更快速响应、更加人性化”方向发展, 并最终形成集人防、物防、技防、制防于一体的智慧安全体系。

参考文献

- [1] 刘伟. 数智赋能“四维一体”高校实验室安全管理实践探索[J]. 实验室检测, 2025, 3(5): 63-65.
- [2] 石俊枝, 廖冬梅, 吴运卿, 等. 高校实验室安全应急预案“1-3-3-5”体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(12): 278-281.
- [3] 丁园. 高校实验室安全责任人管理效能提升路径[J]. 化工管理, 2024, (23): 35-37.
- [4] 李曾, 王皓, 李牧天, 等. 大数据视域下实验室安全风险感知与应对[J]. 实验技术与管理, 2025, 42(1): 251-256.
- [5] 范嘉. 新工科背景下民办应用型本科高校实验室安全管理机制建设研究[J]. 科技经济市场, 2024, (11): 137-139.
- [6] 刘晓彤, 张艳玲, 刘伟伟, 等. 高校实验室安全管理研究[J]. 科技经济导刊, 2024, 32(6): 73-78.
- [7] 黄紫微, 聂小鹏, 赵开元. “三全育人”背景下高校实验室安全素养培育体系的探索[J]. 上海化工, 2025, 50(1): 43-46.
- [8] 周晓龙. 基于双重预防机制的高职业院校化学实验室安全应急管理体系建设与实践[J]. 江西电力职业技术学院学报, 2024, 37(11): 59-64.
- [9] 邹玉晓. 人才培养视域下的高校实验室创新管理路径探索[J]. 中国现代教育装备, 2024, (21): 58-60+64.
- [10] 王旭. 融合教育背景下的高校实验室安全管理改革研究[J]. 大学, 2024, (34): 12-15.