

高校实验室安全教育智慧平台构建研究

赵阳*, 王海霞, 廉静静

(大连海事大学航海学院, 大连 116026)

摘要: 本文聚焦高校实验室安全教育的现实困境与升级需求, 结合人工智能发展背景, 系统分析了当前高校实验室安全教育存在的问题。在此基础上, 遵循全程性、全面性、科学性、时效性原则, 搭建了实验室安全教育智慧平台的整体架构。该平台以教育学习模块和教育管理模块为核心, 实现“教管结合”的协同运行机制。本文指出, 该平台通过先进技术赋能, 解决传统安全教育痛点, 提升了实验室安全教育质量与安全管理的科学化、智能化水平, 为高校实验室安全运行与人才培养提供保障。

关键词: 安全教育; 智慧平台; 人工智能; 安全管理

0 引言

高校实验室是教学科研活动开展的重要阵地, 也是高校产学研转化、科技创新的重要孵化器, 在复合型人才培养和科学技术发展中具有重要地位。确保高校实验室的安全, 是实验室顺利运行, 充分发挥其育人创新功效的基本前提。近年来, 随高校实验室规模的不断更新扩大, 越来越多的师生参与到实验活动中, 同时, 随新技术新设备的不断涌现, 一些高精尖和物化类的仪器设备越来越普遍, 这些都给实验室安全带来不确定因素。纵观近几年的高校实验室安全事故, 虽然有环境、设备等外在因素的影响, 但人的因素不可忽视, 如何切实加强高校实验室安全教育, 使参与实验室活动的师生树立安全意识, 并系统掌握实验室安全技术, 营造良好的教学科研环境, 正成为高校实验室管理工作的热点难点问题。

2021年教育部办公厅在开展加强高校实验室安全专项行动的通知中强调, 要强化实验室安全教育体系建设, 提升实验室安全应急能力^[1-2]。2023年, 习近平总书记在主持中共中央政治局第五次集体学习时提出: 教育数字化是我国开辟教育发展新赛道和塑造教育发展新优势的重要突破口^[3]。人工智能与教育的深度融合是教育数字化转型的核心驱动力, 近年来, 伴随《教育信息化2.0行动计划》《中国教育现代化2035》《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》及《教育强国建设规划纲要(2024-2035年)》相关政策

的相继出台^[4], 国家在人工智能赋能教育领域的一些重要举措正不断展开深化, 在此背景下, 高校实验室的安全教育应乘此东风, 借助先进技术, 构建实验室安全教育智慧平台, 探索开展实验室安全教育的新方法和新路径, 进一步提升优化实验室安全管理科学化和智能化水平。

1 高校实验室安全教育现状

面对日益复杂的实验室安全情况, 各高校正创新思维、革新方法, 探索通过不同途径开展实验室安全教育活动, 如建立实验室安全准入教育培训机制, 开展实验室安全入学教育, 组织实验室安全专家讲座和论坛, 举办实验室安全竞赛, 编制实验室安全手册, 建设实验室安全教育警示长廊, 定期进行实验室应急演练等, 还有一些高校效仿国外高校环境、健康与安全管理体系, 结合自身特点, 形成了实验室安全管理、教育、培训三角机制。长期以来, 各高校的实验室安全教育工作取得了一些成效, 获得了一些实践经验, 但面对实验室安全的新形势以及新技术的发展, 还存在一些问题和不足, 亟待不断改进和完善。

1.1 安全教育未形成有效闭环

大部分高校近年来不断重视实验室安全教育, 结合学校实际也制订了较为完善的实验室安全准入制度, 明确了各层级的安全责任, 加强了实验室安全检查力度。但是, 就落实情况来看, 实际的安全教育往往较为“骨感”, 不够“丰满”, 非常重视大量的“教”, 而“练”和“验”却很少, 即没

基金项目: 2024年度辽宁省教育厅高校基本科研项目(LJ212410151009); 教育部产学研合作协同育人项目(2408134517); 大连海事大学实验管理改革项目“高校实验室安全教育培训路径研究”

第一作者/通信作者: 赵阳, 硕士, 实验师, 主要研究方向为交通运输工程, 高等航海教育。E-mail: zhaoyang@dlnu.edu.cn

有形成统一成熟的教育成效检验和监督的手段,缺乏有效的反馈机制,安全教育呈现开环状态^[5]。

1.2 安全教育系统性较弱

实验室安全教育的层次不够深入,体系结构不完整。许多高校实验室安全教育主要集中在校级层面,集中在入学教育阶段或参与实验课程之前,一般以讲座、安全准入考试等形式开展,学院、实验室等单位开展的实验室安全教育及培训偏少,总体呈现阶段性、松散性的特点,缺乏持久性和集中性。另一方面,一些学校未从“安全育人”角度出发,把通识性的实验室安全教育纳入培养方案,设置相关必修课程^[6]。

1.3 安全教育能力不足

目前,各高校按照教育部要求对实验室进行安全等级划分,但一些高校对各级实验室的安全要求较为模糊,不够明确,也缺乏针对性的安全指导。这些高校在学校层面普遍缺乏专职的实验室安全技术专家或专业顾问,在学院及实验室层面也缺少经过系统、专业培训的安全管理人员^[7],导致难以开展深入且有针对性的个性化安全教育,整体实验室安全教育能力存在明显不足。

1.4 实验室安全文化薄弱

“安全第一”的理念并未真正渗透到实验室管理的每一个环节、每一位师生心中,安全文化的缺失成为制约实验室安全发展的“隐形壁垒”^[8]。这种缺失不仅导致安全教育流于形式、规章制度执行乏力,更让教学科研活动时刻面临潜在风险,严重阻碍了持续改进的实验室安全生态环境的构建^[9]。

2 安全教育智慧平台建设的目标和原则

为了解决高校实验室安全教育的诸多问题,应顺应时代发展,倡导先进技术赋能教育的新模式,积极搭建实验室安全教育智慧平台,开拓探索教育新思路。智慧平台的建设,综合运用了物联网、云计算、大数据、人工智能等新技术,促进实验室数智升级,推进资源共享,实现实验室安全教育全链条,提升教育质量及实验室数字化安全管理水平。智慧平台的建设既要有的放矢,也要有所侧重,遵循全程性、全面性、科学性、时效性的建设原则,真正促进安全教育的落地实施。

2.1 全程性

平台建设应聚焦实验室安全教育的全过程,从安全理论学习到安全准入资格的获取,从实验安全提醒到实验经验总结,从违规警告到整改再学习,形成闭环管理。同时也应针对不同群体的特点,提供递进式的安全教育内容,实现安全教育的循序渐进和持续深化。

2.2 全面性

实验室安全教育应有较广的覆盖面。从组织角度,应从校级、院级、实验室3个层级抓起,立足各层级要求开展;从人员角度,安全教育应涵盖所有可能接触到实验室的群体;从学习场景角度,应整合理论知识、虚拟仿真、应急演练等多种形式,保证足够的吸引力^[10]。

2.3 科学性

实验室安全教育的内容应依据国家标准、行业标准以及实验室安全相关法律法规制订,确保知识的准确、规范。同时通过收集用户学习进度、考核成绩、风险事件记录等数据,运用算法分析安全教育薄弱点和高风险环节,为管理员推送平台功能调整和教育改进建议,促进平台升级。

2.4 时效性

实时调整安全教育内容,新法规、新要求等要及时更新,避免内容滞后。对新建实验室、新增仪器设备、新开展的实验项目,应快速补充对应的安全教育内容。及时反馈学习和考核结果,对违规操作进行实时警告推送和记录,并督促跟进整改情况。

3 构建实验室安全教育智慧平台

实验室安全教育智慧平台以智慧物联为核心支撑,依托智能化技术构建沉浸式智慧学习空间,立足实验教学、科研等核心业务场景,创新实验室综合安全管理模式,形成教育管理深度融合、协同高效的一体化运行机制。智慧平台由校级实验室安全主管部门及院级二级单位共管,利用校园局域网实现无线和有线的接入方式,支持网页端和移动端的登录操作^[11]。智慧平台主要由教育学习模块和教育管理模块构成,利用教育学习模块开展学习任务、获取实验室使用权限等,利用教育管理模块可实现对实验过程的记录、预警等。校级主管部门与各学院二级单位可依托该平台开展维护管理工作,实时调取、查阅安全教育相关信息与数据;同时,平台具备智能学习与数据分析能力,能够将安全教育过程中发现的问题及风险隐患精准推送至管理员与用户,为后续安全决策提供数据支撑与科学依据。智慧平台的整体架构如图1所示。

3.1 教育学习模块

平台的教育学习模块主要由安全理论学习、安全准入考试、虚拟仿真演练、安全整改反馈、安全交流共享等构成,围绕“学、考、练、改、享”形成完整教育闭环。

3.1.1 安全理论学习

安全理论学习依托平台构建多元化学习资源库,可从校级、院级、实验室3个层级设置具体内容,内容涵盖理论课程、教学视频、动画演示等多种形式,全面丰富安全教育学习载体与内容维度。校级安全教育内容侧重通识

性,具备覆盖全面、受众广泛的特点;院级层面可结合自身学科需求,从校级通识内容中筛选匹配模块,也可立足专业特色,自主设置契合行业需求的专项教育内容;实验室层面需紧扣具体实验环境、仪器设备特性,细化安全教育要点。针对创新性实验及实践活动,管理人员可依据实验人员提交的设计方案与实践计划开展风险评估,量身定制专属安全学习内容。

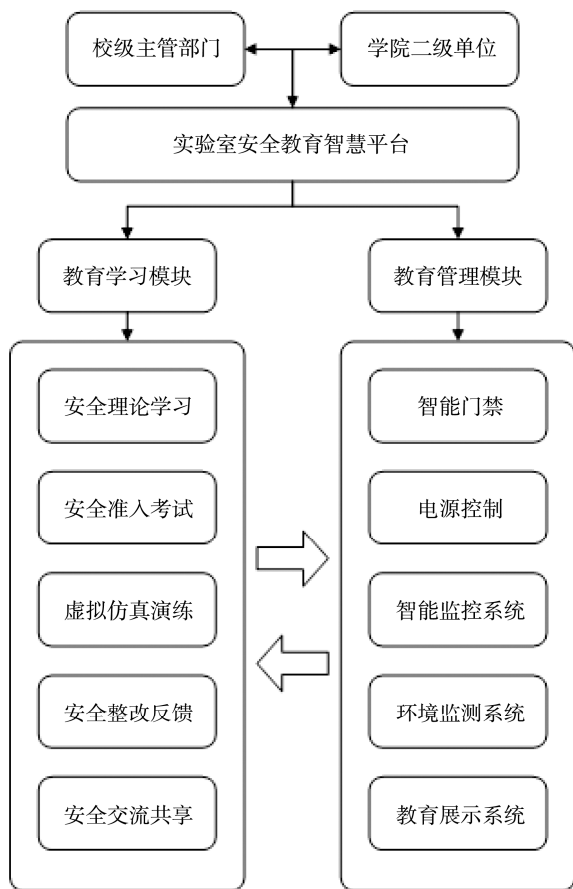


图1 实验室安全教育智慧平台架构

3.1.2 安全准入考试

安全准入考试是用户获取实验室准入资格的唯一途径,未通过该考试者不得进入实验室参与教学科研活动。用户需先凭校园一卡通信息登录平台,完成身份信息匹配后,按要求修完规定的理论课程并达到最低学习时长,方可进入对应考试系统参加考核。考试采用随机动态抽题模式,合理设置主观与客观题型;每位用户共有3次考试机会,若连续3次未通过,需重新完成理论学习后才可再次报名考试。考试合格者,可凭校园一卡通验证进入实验室开展相关实验活动。

3.1.3 虚拟仿真演练

依托虚拟仿真技术,为学员打造沉浸式交互体验。学员通过鼠标、手柄等设备进行操作,可实时感受实验设备操作手感与环境反馈,显著提升安全教育的趣味性与参与

感。在虚拟仿真环境中,学员既能模拟化学品称量、特种设备规范操作、废弃物处理等常规实验安全流程,也能体验火灾、触电、有害气体泄漏等典型实验室安全事故场景。通过分步引导或自由操作两种模式,学员可开展事故应急处置演练,既能增强应对突发事件的信心,也能强化快速应变的实操能力。

3.1.4 安全整改反馈

平台可全程记录用户安全教育学习轨迹,自动统计学习难点与易错点,生成针对性重点学习建议。同时,借助教育管理模块实时监督用户实验过程,针对不规范操作及危险行为精准提出整改要求,并通过平台消息、短信等方式自动推送至用户,同步跟踪审核学习完成情况与整改落实效果。此外,学校及学院层面可将日常实验室安全检查结果汇总至该模块,定向推送至对应安全负责人,实时跟踪整改进度,形成安全教育和安全管理闭环。

3.1.5 安全交流共享

本模块旨在搭建平台用户无障碍沟通桥梁,助力平台功能持续优化完善。安全问答板块支持用户提出实验室安全相关疑问、反馈安全隐患及平台改进建议,由专家提供专业解答;经验分享板块鼓励用户交流实验安全操作技巧、应急处置心得、安全学习感悟等;资源共享板块允许学员上传、下载实验室安全手册、培训课件等相关资料。同时,可邀请安全领域专家入驻平台,针对高难度问题提供权威解答,并定期开展线上答疑直播,丰富交流形式与内容深度。

3.2 教育管理模块

平台的教育管理模块主要由智能门禁、电源控制、智能监控系统、环境监测系统以及教育展示系统构成^[12],在实现安全教育和安全管理双管齐下,确保智慧平台功能的有效实现。

3.2.1 智能门禁

智能门禁系统基于射频识别技术,搭配人脸识别设备与实验室安全门构建而成。该系统与安全学习模块的准入考试系统深度联动,用户通过安全准入考试后,其校园一卡通将自动获得门禁授权,可通过刷卡或人脸识别方式进出实验室,实现人员准入精准管控。同时,智能门禁与智能监控、安全整改反馈等模块数据互通,同步用户安全教育学习及实际表现数据,对触发安全警告阈值上限的人员自动回收门禁权限,加强安全准入管理。

3.2.2 电源控制

电源控制系统实现对实验室远程供电管理,管理员登录智慧平台后,可对实验室门禁、仪器设备、照明设施等进行精准电源开关操作,平台将自动记录每次开关的时间节点与持续时长^[13]。系统可与已授权的校园一卡通联动,实现开门自动通电、关门自动断电的智能化控制,方便用户自主开展实验活动。此外,系统实时监控各回路用电状

态, 紧急情况下可一键切断电源, 保障安全; 同时系统配套备用电源, 在主电源故障时自动切换供电, 确保前端设备稳定运行^[14]。

3.2.3 智能监控系统

平台采用智能高清摄像头实现实验场所无死角覆盖, 支持实时视频查看与音频录制功能。摄像头可灵活调节朝向、角度并进行画面缩放, 对实验全过程开展不间断监控。系统融合红外侦测与图像识别技术, 能够自动识别人员不规范操作及危险行为, 实时向操作人员与管理员推送预警信息, 规范人员操作、预防事故风险, 所有异常情况均同步存储至后台留痕备查。

3.2.4 环境监测系统

利用无线传感技术建立实验室动态环境监测系统, 通过在实验室关键区域设置传感器, 对温度、湿度、烟雾及有害气体含量等进行动态数据采集, 并将采集数据与系统预设安全阈值进行实时对比分析^[15]。当分析结果临近安全极限时, 立即向后台管理员推送预警信息, 一旦超出安全极限, 自动触发声光报警装置, 提示人员进行应急操作。该系统大幅提升了实验室应急响应水平, 能够全方位保障实验过程中的人员安全。

3.2.5 教育展示系统

教育展示系统以多媒体技术为核心, 以安全教育模块的学习资源库为展示蓝本, 聚焦实验室安全文化宣传与氛围营造, 由实验室门口触控一体机、教学楼投影设备、数字视频展示台及音响设备等组成。触控一体机支持人机交互, 可推送实验室操作规范视频、常见错误演示, 还设有安全知识问答、实验环境找茬等互动板块, 提升学习参与度; 投影设备与数字视频展示台定时播放安全演示动画、事故应急处置流程等内容, 实现安全宣传常态化。

4 结束语

高校实验室安全教育智慧平台的建设是“人工智能”背景下教育信息化的必然要求。本文分析了当前高校在实验室安全教育方面的突出困境, 并针对问题探索搭建了实验室安全教育智慧平台的框架, 明确了各模块部分的核心功能。本文构建的智慧平台系统, 借助先进技术, 在实践

中能够提高实验室安全教育水平, 提升实验室安全管理效率, 保障实验室安全运行的高效性、灵活性、持续性, 实现了安全教育和安全管理的统一。同时, 也应该认识到, 实验室安全教育是一项长期工程, 应不断深化安全育人理念, 坚持实事求是、与时俱进的工作作风, 创新思维和方法, 全方位推进安全工作进步, 促进高校人才培养。

参考文献

- [1] 教育部办公厅关于开展加强高校实验室安全专项行动的通知[Z]. 中华人民共和国教育部公报, 2022(4): 30-33.
- [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] 程宗宇, 吕子豪. 数字化赋能专门教育教师高质量发展[N]. 太原: 山西科技报, 2024.
- [4] 王坤俊. 赋能·革新·融合: 人工智能赋能教育的璧山实践[J]. 中国信息技术教育, 2025(22): 13-16.
- [5] 梁茜茜, 梁红梅, 王晓鹏, 等. 加强信息化管理确保实验室安全运行[J]. 山东化工, 2022, 51(18): 182-183, 186.
- [6] 杨晓峰, 吴新颖, 吴伟华, 等. 基于全员安全理念的实验室全层级安全教育培训[J]. 实验技术与管理, 2025, 42(8): 250-256.
- [7] 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.
- [8] 李莉, 杨娟. 高校实验室安全教育多源路径与体系建设探索[J/OL]. 实验技术与管理, 1-9. [2025-12-08]. DOI: 10.16791/j.cnki.sjg.2025.11.032
- [9] 古海云. 基于以人为本理念下的高校实验室安全教育路径探析[J]. 实验室检测, 2025, 3(13): 136-138.
- [10] 顾昊, 曹群, 孙智杰, 等. 实验室安全教育体系的构建及实践[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(4): 281-283, 292.
- [11] 秦艳姣, 王海军, 胡延林. 教育数字化背景下智慧实验室的建设[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(3): 140-146.
- [12] 吴青林, 王焱. 基于“云计算+物联网”的高校智慧实验室探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(2): 226-230.
- [13] 赵阳, 廉静静, 王海霞, 等. 高校专业实验室智慧管理平台构建研究[J]. 科教导刊, 2022(28): 28-30.
- [14] 张凯, 宋慧宁, 杨再明. 高校智慧实验室的构建路径研究[J]. 数字教育, 2019, 5(6): 30-35.
- [15] 夏春琴, 俞婷婷, 孙炜, 等. ASMT 视角下高校智慧实验室创新模型构建与实践[J/OL]. 实验室研究与探索, 1-7. [2025-11-21]. DOI: 10.19927/j.cnki.syyt.2025.11.028