

数字化赋能危化品实验管理改革：路径、技术与实践

梁亦龙, 曾垂省, 王 允, 武巍峰, 谢永芳*

重庆邮电大学生命健康信息科学与工程学院, 重庆

收稿日期: 2025年3月31日; 录用日期: 2025年5月14日; 发布日期: 2025年5月21日

摘 要

危化品管理效能直接关系到师生生命安全与教学科研质量, 为维护校园的安全和环境健康, 为教学和科研工作提供良好的保障和支持, 本文针对危化品管理进行教学改革, 突出解决传统危化品管理普遍存在理论与实践脱节、风险防控不足、实验安全依赖人工经验等问题, 通过数字化技术重构危化品管理模式, 实现教学场景的虚实融合、风险防控的智能化升级, 推动实验室安全管理向标准化、智慧化转型。

关键词

危化品, 实验安全, 教学管理, 风险管控

Digital Empowerment of Hazardous Chemical Laboratory Management Reform: Approaches, Technologies, and Practices

Yilong Liang, Chuisheng Zeng, Yun Wang, Weifeng Wu, Yongfang Xie*

School of Life Health Information Science and Engineering, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing

Received: Mar. 31st, 2025; accepted: May 14th, 2025; published: May 21st, 2025

Abstract

The management effectiveness of hazardous chemicals directly impacts the life safety of teachers and students as well as the quality of teaching and research. To ensure campus safety and environmental health, and to provide solid support for teaching and research activities, this paper explores

*通讯作者。

文章引用: 梁亦龙, 曾垂省, 王允, 武巍峰, 谢永芳. 数字化赋能危化品实验管理改革: 路径、技术与实践[J]. 职业教育发展, 2025, 14(5): 187-191. DOI: 10.12677/ve.2025.145214

a teaching reform initiative for hazardous chemical management. It focuses on addressing common issues in traditional management, such as the disconnect between theory and practice, insufficient risk prevention, and over-reliance on human experience for laboratory safety. By leveraging digital technologies, the reform reconstructs the hazardous chemical management model. This approach facilitates the integration of virtual and real teaching scenarios, upgrades risk prevention with intelligence, and propels laboratory safety management towards standardization and smart transformation.

Keywords

Hazardous Chemicals, Laboratory Safety, Teaching Management, Risk Control

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

实验室作为教学与科研的核心阵地，其危化品管理效能直接关系到师生生命安全与教学科研质量。在应用型人才培养体系升级的背景下，随着实验课程中危化品使用规模扩大、品类复杂度提升(涉及 9 大类 2000 余种)，传统粗放式管理模式已暴露出三大管理悖论——技术迭代与管理滞后的矛盾、使用需求与风险防控的失衡、制度完备性与执行穿透力的落差。

由于危化品具有放射性、剧毒性、易燃性、腐蚀性、易爆性等特点，鉴于其特殊性，如何实现危化品有效安全管理是各高校应用型教学转型的重要任务。危化品在有效发挥实验教学价值的同时还要深刻了解危险隐患，做到严格管理、恰当使用，这样才能避免重大安全事故和人身伤害事件的发生[1]。近年来高校危化品事件频频发生，为实验室危化品安全管理敲响了警钟。本研究主要对目前高校实验室危化品安全管理存在的问题进行分析，并探讨高校改革实验安全保障策略和措施，以期完善现有教学方式，提高教学质量，保障教学顺利进行。

2. 高校危化品管理存在的问题分析

2.1. 实验室专业队伍缺失导致管理碎片化

高校实验室很多缺乏专业技术管理人员，在运行、管理和科研等方面存在漏洞[2]。实验室的人员结构不合理，部分缺乏必要的专业知识和技能，不能形成完善的人才管理梯队。实验室职业发展机会有限，导致工作积极性不高，人员流动性较大，影响了工作的连续性和稳定性。这些使实验室安全责任划分难以有效落实，管理制度、流程碎片化，资源缺乏集中统筹和科学的顶层规划，导致管理效率低下、资源浪费和工作混乱，安全管理隐患突出。实验室的安全设备得不到及时更新，老旧设备也没有进行定期的检修，信息化建设严重滞后，在绩效政策支持和技术人员配备上明显不足。

2.2. 实验室安全投入结构性失衡导致安全技术代差

实验室安全管理中资源分配、设施建设和管理措施等方面存在不均衡的现象。具体表现如下：一些实验室在硬件设施建设上投入大量资金，但年度维护费用占比不够，忽视了安全教育培训、应急物资储备；有些实验室配备了先进的安全设备，但缺乏完善的管理制度和有效的安全文化氛围，导致设备的使用效率不高，安全管理效果不理想。实验室人员对安全问题重视程度不够，存在侥幸心理，低估实验的

危险性,危化品管理的安全防范停留在表面,忽略药品回收环节,忽视安全操作规程和防护措施;安全应急预案不完善或未定期演练,导致在突发安全事件发生时,无法迅速有效地进行应对,增加了事故的损失和影响[3]。

2.3. 部门责任缺乏明确性难以形成有效合力

危化品的安全监管涉及学校、学院、保卫处、资产处、教务处、科技处等职能部门,涉及本科实验教学、研究生教学及研究机构,同一个安全问题出现多方监管要求不一,导致监管重复、监管工作的错位甚至出现监管工作的盲区,学院和职能部门层次相互间无法实现有效交流和信息工作无法进行有效的共享[4],所以在一定程度上也降低了管理工作的效率和制度执行的力度。

2.4. 管理制度存在漏洞,各环节有待完善

危化品管理流程环节存在漏洞[5],如采购、储存、使用、回收、风险分析及控制不完善,造成危化品安全管理不到位。药品采购方:采购流程缺乏信息技术监控支撑:采购还是在线下进行,采购药品分类不准确或不够规范,采购、审批、结算、内控等未融为一体,未能有效防止违规采购、超量采购和后续的依法依规使用存放处置等监控,未对采购申请者要求必须提交采购药品具体原因、危险化学品安全技术说明书(MSDS)、存储使用和搬运风险分析及其应急防控措施,引发的废物及其处置方案等要求才能。且缺乏相应技术组审核流程。也未对供应单位资质进行审核环节,未要求供货方提供 MSDS 及安全标签、国家规定的危险化学品事故应急预案,并配备必要的应急救援器材、设备建议清单。药品存储方面:集中存储药品信息化数据位置信息只定位到房间,没有完全实现药品分类储放安全规范性精准判别;未设制应急下水排放收集系统,以便针对泄漏事故产生的含有毒、腐蚀性的危险化学品的消防水、冲洗水进行收集处理,避免产生二次污染;在连续较长时间或距离集中存放点较远地方未设置分散存储仓柜,若频繁出库入库及其路途搬运,会存在较大安全隐患。

3. 本科教学实验室危险化学品的智慧管控改革

结合高校实验室管理新要求和我校实际情况,研究我校本科教学实验室危险化学品的智慧管控新思路,提出以人为本绿色健康环保安全新发展理念,建设绿色健康环保安全与智慧校园融合的管理新方法。

3.1. 构建“人本、智能、融合”三位一体的新型治理范式

以人为本,提升安全为基础,将健康与安全作为首要前提,遵循相关法规标准[6]-[8],充分考虑实验室管理人员、教师与学生等各类人员的需求、行为习惯的前提下,通过智慧管控系统,实现危险化学品管理信息的实时共享与交互,为人员提供便捷、高效且个性化的服务,以人为核心,提升安全素养与行为合规性,同时强化人员的安全教育培训,对危化品实验人员进行知识考核和技能评估(比如模拟泄漏应急处置),根据考核结果,授予不同级别的危化品操作权限,每季度进行稳定性检测实操考核,未通过者权限自动降级。采用“安全观察员”制度,每位成员每月需完成 1 次他人操作观察报告,重点关注个人防护装备(PPE)佩戴、通风橱使用规范等细节。利用大数据驱动,实现危化品全生命周期智慧管控,结合实验计划与历史数据,实验方案伦理审查阶段同步完成危化品风险评估, AI 推算未来实验试剂消耗量,避免过量存储。管理系统在检测到存量接近安全阈值时,自动冻结新申购申请并提示优先使用旧批次。确保在危险化学品管理的各个环节中,人的主观能动性与管理要求相契合,并积极对接重庆市南岸区城市应急管理系统,共享危化品仓储数据与应急资源。

3.2. 构建危险化学品安全治理体系

系统梳理全球化学品管理法规[9],构建“风险分级-隐患溯源”双重预防机制,制定并完善危险化

学品管理的各项规章制度,明确各部门、各岗位在危险化学品采购、储存、使用、处置等环节的职责与权限,确保责任落实到位。建立健全危险化学品安全管理责任链条,从学校管理层到实验室一线工作人员,都要明确自己的安全责任,形成全员参与、全过程控制、全方位监督的安全管理网络。制定完善的危险化学品事故应急预案,明确应急救援的组织机构、职责分工、应急响应程序和救援措施,定期组织应急演练,提高实验室人员的应急反应能力和协同作战能力[9][10]。对实验室危险化学品危险源进行全面评估,根据其危害性程度,将实验室分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险四个等级。针对不同等级的风险,制定相应的管控措施。例如,对于重大风险等级的实验室,打造“智慧+”实验室安全保障体系,提升实验室安全管理的智能化水平,严格控制危险化学品的储存量,加强实时监控,实现对预警事件的快速响应和应急处置。建立危险化学品全生命周期的信息化管理系统,实现对危险化学品从采购到废弃处置的全过程追溯和管理。

3.3. 大力建设隐患排查治理体系

建立以安全风险分级管控为基础的隐患排查治理制度,定期组织专业人员对实验室危险化学品的各个环节进行隐患排查。对排查出的隐患进行分类分级管理,明确整改责任人、整改措施和整改期限,确保隐患整改到位。运用数字化信息化手段,实现隐患自查自改自报闭环管理,提高隐患排查治理的效率和质量。为学校教学改革研究等工作开展提供支撑保障。

引入先进的安全技术装备,如智能存储柜、气体泄漏检测报警装置、自动灭火系统等,提高危险化学品储存和使用过程中的安全性。利用物联网、大数据、人工智能等技术,建立危险化学品安全风险监测预警系统,实现对危险化学品的实时监控、动态分析和自动预警。优化危险化学品的采购、储存、使用和处置流程,减少中间环节,降低安全风险。定期组织危险化学品安全知识培训,提高实验室管理人员和师生的安全意识与操作技能。针对不同岗位和人员,开展有针对性的培训课程,确保每个人都能掌握与自身工作相关的安全知识和应急处置方法,完成实验室安全员年均30学时认证培训,关键岗位持证率从65%提升至100%。每位操作人员必须对实验药品的危险分类、特点和安全措施等了然于心,掌握危化品操作规程,严格遵守使用方法,熟悉可能出现的事故应对方式,掌握危化品的废液处理方式,消除危化品对环境的隐患,为实验室工作人员配备必要的个人防护装备,如防护服、防护手套、护目镜等,并确保其正确使用,定期对个人防护装备进行检查和维护,确保其完好有效。

4. 建立持续改进实验室智能管控机制

从人员的责任、危险源监管、安全设施建设、操作流程培训等多个维度加强实验室安全体系化建设,确定全面且具有针对性的评估指标。例如,人员培训记录、设备维护保养情况、实验室整洁度、实验操作规范性等。每个学期采用多种安全评估,如定期检查、不定期抽查、自我评估、专家评估等,确保实验安全的保障进行。建立科学合理的风险矩阵评估模型,对实验室安全状况进行量化评估,确定安全等级或风险程度。不断地畅通反馈渠道,通过线上反馈平台、线下意见箱、定期会议等,方便实验室安全管理相关人员及时反馈安全评估情况和安全隐患。对收到的反馈信息进行分类、整理和分析,设立专门的反馈处理团队或岗位,及时将问题反馈给相关部门或责任人,并跟踪处理进度和结果。对于需要进行安全整改的,明确整改措施、责任人、整改期限等,确保问题得到及时有效的解决。通过这种全方位发力,不断地优化评估指标、方法和反馈机制,提高系统的实验室智能管控的适应性和有效性,使实验室安全管理更规范、服务更智慧、信息溯源更准确、资源共享更便捷、安全管控更到位,全力保障学校师生的人身安全和教学科研工作的顺利进行。

5. 结语

危险化学品管理对于高校保障校园安全和环境保护至关重要, 本文从实验安全专业管理视角切入, 构建了覆盖化学品全生命周期的智慧管控体系, 形成实验室危化品管理规程规范流程, 建设智能管理平台基于物联网技术开发的“三全信息化管理系统”(全域感知、全链追溯、全时预警), 集成电子标签、智能柜体与 AI 监控模块, 实现危化品申购 - 储存 - 领用 - 处置全流程数字化管控, 建立“理论 - 实操 - 应急”三维度培训体系, 配套事故模拟平台与智能考核系统, 可为兄弟院系提供相关借鉴。所有相关部门和教师都要共同参与, 提高危化品安全管理意识, 为提升科研创新提供良好的保障和支持。

基金项目

重庆市重点教改项目: 高校数字化转型背景下教师教学方法的创新与实践(项目编号: cqgj23019B); 重庆市教改项目: “前引后驱、外联内聚、全线贯通”的实践育人体系研究与实践(CQGJ21B034), 数字赋能视域下基础医学课程育人体系的范式研究(项目编号: 243129); 重庆邮电大学教改项目(XJG19222; XWTJG2201; XWTJG2301; XJG19204, XJG24229)。

参考文献

- [1] 徐志玲, 祝连彩, 郝石磊, 等. 实验室危化品安全使用智能化管理系统研究[J]. 化工管理, 2025(3): 80-84.
- [2] 刘硕, 赵珏, 刘雪蕾, 等. 高校生物实验室危化品的科学化安全管理模式及长效机制[J]. 科技管理研究, 2024, 44(10): 110-115.
- [3] 郝鹏飞. 借鉴危化品企业管理经验提高实验室应急管理水平的研究[J]. 实验室检测, 2025, 3(1): 36-39.
- [4] 尚绪鹏, 魏冰冰, 赵浩翔, 等. 高校实验室危化品信息化管理研究现状及分析[J]. 山东化工, 2024, 53(12): 215-219.
- [5] 褚燕燕. 基于 PDCA 模式的高校教学实验室危化品安全管理激励制度[J]. 中国现代教育装备, 2024(9): 39-42.
- [6] 贾远超, 张清新, 王荣海. 化工企业危化品安全管理的现状及改进策略[J]. 中国公共安全, 2024(6): 85-87.
- [7] 王永波. 高校危险化学品安全管理风险评控[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(5): 153
- [8] 周颖涛, 赵浩翔, 李振如, 等. 高校化学实验室危化品管理系统设计与实现[J]. 物联网技术, 2025, 15(4): 118-121.
- [9] 郭宁宁. 高校实验室危化品全生命周期安全管控的探究[J]. 生物化工, 2024, 10(1): 164-166.
- [10] 廖颖妍. 基于信息化建设的高校药学教学实验室安全管理研究[J]. 中国教育技术装备, 2024(4): 27-30.