

# 高校实验室安全信息化路径与策略

## ——基于地方本科院校视角

李志雄

湖北科技学院人文与传媒学院, 湖北 咸宁

收稿日期: 2026年4月1日; 录用日期: 2026年4月29日; 发布日期: 2026年5月8日

### 摘要

地方本科院校实验室安全信息化建设存在资源有限、管理分散、技术基础薄弱等现实困境。本文以地方本科院校为研究对象, 通过分析其实验室安全信息化建设现状, 提出以“数据驱动、智能防控、协同治理”为核心的信息化建设路径, 构建“三位一体”实验室安全信息化体系: 建设智能管理平台, 整合物联网感知设备与数据分析模块, 实现危险源实时监测、预警信息自动推送及隐患闭环处理功能; 建立标准化数据体系, 通过统一接口对接现有教务、资产管理系统, 消除信息孤岛, 为安全决策提供多维数据支撑; 实施分层培训机制, 面向管理人员开展系统操作专项培训, 面向师生开设虚拟仿真安全课程, 并定期组织应急演练, 全面提升数字化环境下的安全应对能力。通过技术赋能(如引入物联网、大数据分析)相结合, 破解地方院校实验室安全管理的“最后一公里”问题, 为同类院校提供可复制的安全信息化建设方案。

### 关键词

地方本科院校, 实验室安全, 信息化建设, 智能防控, 协同治理

# Informationization Path and Strategies for Laboratory Safety in Colleges and Universities

## —A Perspective from Local Undergraduate Institutions

Zhixiong Li

School of Humanities and Media, Hubei University of Science and Technology, Xianning Hubei

Received: April 1, 2026; accepted: April 29, 2026; published: May 8, 2026

## Abstract

Local undergraduate colleges and universities are confronted with practical difficulties such as limited resources, decentralized management, and weak technical foundations in the construction of laboratory safety informatization. This paper takes local undergraduate colleges and universities as the research object, and through the analysis of the current situation of laboratory safety informatization construction, proposes an informatization construction path centered on “data-driven, intelligent prevention and control, and collaborative governance”, and builds a “trinity” laboratory safety informatization system: constructing an intelligent management platform, integrating Internet of Things perception devices and data analysis modules, to achieve real-time monitoring of hazardous sources, automatic push of early warning information, and closed-loop processing of hidden dangers; establishing a standardized data system, through a unified interface to connect with existing teaching and asset management systems, eliminating information silos, and providing multi-dimensional data support for safety decision-making; implementing a hierarchical training mechanism, conducting specialized training for system operation for management personnel, offering virtual simulation safety courses for teachers and students, and regularly organizing emergency drills to comprehensively enhance safety response capabilities in a digital environment. By combining technological empowerment (such as introducing the Internet of Things and big data analysis), it solves the “last mile” problem of laboratory safety management in local colleges and universities, providing a replicable informatization construction solution for similar institutions.

## Keywords

Local Undergraduate Colleges and Universities, Laboratory Safety, Informatization Construction, Intelligent Prevention and Control, Collaborative Governance

Copyright © 2026 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

地方本科院校实验室主要是服务师生开展教学相关工作、开展科学研究及学科建设相关工作的重要场所。根据专业和学科的不同，地方本科院校的实验室一般包括基础课实验室，专业课程实验室，实习实训实验室，科技创新实验室，科研实验室等众多类别，是培养学生的专业能力、创新实践能力以及科研能力，培养复合型人才的重要场所[1]。地方本科院校实验室安全是保障师生生命安全与健康、维护正常的教学科研秩序、构建和谐校园等方面中非常重要的一环[2]。地方本科院校实验室的安全管理需要培养严格的操作规程，培养严谨科研态度，保障地方本科院校实验室安全可以提高资源利用率，为创新实践提供可靠支撑，促进教学质量和科研水平提升。

地方本科院校实验室安全信息化建设是高等教育现代化进程中的重要组成部分。随着信息技术的快速发展，传统实验室安全管理模式已难以满足当前高校对安全风险防控的精细化需求。实验室作为教学科研的核心场所，其安全管理水平直接关系到师生人身安全、设备资产保护以及教学科研活动的正常开展。特别是地方本科院校，由于资源相对有限，更需通过信息化手段提升安全管理效率。

当前地方本科院校实验室安全信息化建设取得了一定进展，但仍存在多方面的不足。在硬件设施方面，一些地方院校基础设施落后，老旧实验室电路，通风等硬件不达标；部分院校虽已配备基础监控设

备,但存在设备老化、覆盖不全等问题,如危险品存储区未实现24小时智能监控,气体泄漏报警系统响应滞后等[3]。管理机制上,专职安全管理人员缺乏,主要由普通教师或行政人员兼职;多数院校仍采用人工巡检和纸质记录的传统模式,缺乏统一的信息化平台,导致安全数据分散、隐患整改跟踪效率低下。技术应用层面,智能识别、物联网等先进技术普及率不足,仅少数院校尝试引入人员定位系统或智能门禁,且因缺乏专业维护而常处于半瘫痪状态[4]。此外,师生信息化素养参差不齐,师生安全意识薄弱,安全培训存在形式化,考核不够严格,部分教师对安全管理系统操作不熟练,学生则普遍缺乏数字化安全意识培训,进一步制约了信息化效能的发挥[5]。

基于此,本文聚焦地方院校的实验室安全信息化建设现状,旨在通过系统性分析,探索符合其实际需求的技术解决方案,为构建智能化、标准化的实验室安全管理体系提供理论依据和实践参考。

## 2. 高校实验室安全信息化建设的现状

在国外高校,对实验室安全信息化建设一直非常重视。特别是西方发达国家形成了一些比较成熟的安全信息化管理方法,比如全生命周期危化品管理系统,美国纽约州立大学石溪分校化学专业通过数字化平台实现危化品采购、存储、使用、废弃的全流程追踪,系统自动关联化学品安全数据表(SDS),并设置库存阈值预警[6]。类似地,法国某研究院采用RFID技术对高危试剂容器进行标识,实验人员需通过生物识别验证权限方可存取,操作记录实时上传至中央数据库[7]。又比如智能环境监测与应急响应系统,德国亚琛工业大学实验室部署物联网传感器网络,实时监测通风柜负压、气体泄漏等参数,异常数据触发声光报警并同步推送至管理人员移动终端[8]。英国剑桥大学则整合消防喷淋系统与智能门禁,火灾发生时自动切断电源并开启逃生通道。有些国外高校实现跨部门数据协同机制,比如澳大利亚墨尔本大学建立校级实验室安全数据中心,整合教务、资产、医疗等部门信息,实现事故案例库共享和风险趋势分析[9]。加拿大滑铁卢大学通过区块链技术确保安全巡查记录不可篡改,审计结果直接对接政府监管平台[10]。这些实践表明,国外高校普遍通过技术融合(物联网+AI+大数据)和制度创新(跨部门协同+区块链存证)提升安全管理效能,其经验对国内院校具有参考价值。

在国内,高校实验室安全信息化建设也随着时代发展越来越受到更多的关注。国内一大批重点大学,包括一些地方高校也持续加强实验室安全信息化建设[11]。例如,清华大学构建了涵盖危化品全生命周期管理、安全监控与报警的系统。北京大学通过构建八大系统数字化工作体系,实现从危化品管理到设备报废的全链条覆盖。其试剂管理平台采用智能预警机制,当库存量低于安全阈值时自动触发采购流程,同时关联实验人员操作权限,确保高风险试剂使用可追溯[12]。天津大学建立信息化管理平台,利用线上平台随时监控实验室安全情况;建立人员准入政策,严格把控实验室人员进出;利用GIS技术全面监控各个实验室的情况,让管理人员能在第一时间到达具有隐患的实验室解除隐患[13]。西安交通大学充分利用先进的信息技术,基于各类信息化平台建设了全面的实验室安全管理体系,建立了实验室在线学习和考试系统,并将实验室安全培训列入学生的必修课,师生安全知识和安全管理水平不断上升[14]。厦门大学则通过智慧平台集成实验室环境监测与能耗数据,在大型仪器共享模块中嵌入使用率分析算法,为资源配置提供决策依据[15]。北京理工大学安全体验馆的VR危化品泄漏模拟系统通过三维场景重构,使受训者在虚拟环境中完成应急演练,该系统可记录操作轨迹并生成能力评估报告,弥补传统培训缺乏量化指标的缺陷[16]。而湖北第二师范学院部署的物联网感知网络则实现物理环境实时监控,其计算机实验室智慧服务系统通过大量数据采集点,动态监测设备运行状态与温湿度变化,异常数据触发分级报警机制[17]。这两类技术分别从人员能力提升和环境监管切入,形成人-机协同的防控体系。

这些实践表明,国内高校正从单一系统建设转向平台化整合,通过数据互联形成智能化的管理体系,为安全管理提供立体化支撑。

### 3. 地方院校实验室安全信息化建设存在的问题

#### 3.1. 信息系统独立，数据无法互通

地方院校由于其资源的局限性，存在系统数据独立的现象。很长一段时间存在各业务系统(如设备管理、危化品监控、门禁系统)相互独立，缺乏统一数据接口，导致信息无法实时共享。系统构架割裂，设备管理、危化品监控、门禁系统等模块采用独立数据库，数据标准不统一导致跨系统调用需人工干预。例如危化品库存数据与实验预约系统脱节，易引发超量存储风险。与此同时，传统管理依赖人工巡检和纸质记录，导致安全数据分散、隐患整改跟踪滞后。校级与院级管理信息不对称，危险源动态更新不及时[18]。缺乏统一的数据元标准与共享机制，各部门数据重复采集率较高，且存在字段定义冲突(如“设备状态”在不同系统中分别定义为“在用/闲置”和“正常/故障”)。

很多地方院校实验室预约仍依赖线下纸质审批，平均审批周期达 3~5 个工作日，与科研团队即时需求严重脱节。安全检查记录需人工汇总，隐患整改响应时间过长。智能监测覆盖率低，仅很少一部分地方院校部署了环境监测传感器，温湿度、气体浓度等关键参数依赖人工记录，数据更新滞后。

#### 3.2. 师生能力与培训短板

地方院校师生信息化素养参差不齐，部分教师对系统操作不熟练，学生缺乏数字化安全意识培训，制约了信息化效能发挥。尽管部分院校通过网站共享安全知识并组织消防演练，但系统性虚拟仿真培训尚未普及。部分院校的实验室安全培训内容单一、缺乏针对性，多采用“填鸭式”教育，未结合信息化工具开展模拟演练或实时考核[19]。学生进入实验室前的安全考核流于形式，导致师生对危化品管理、应急处理等关键技能掌握不足。

师生对实验室安全管理系统(如危化品动态监测平台、设备预约系统)的操作不熟练，存在数据录入错误、预警响应延迟等问题[20]。部分教师仍依赖传统纸质记录，未形成信息化管理习惯，导致安全数据更新滞后。尽管部分院校配备了信息化应急设施(如智能喷淋系统、气体泄漏报警装置)，但师生缺乏定期实操演练，对系统联动机制和处置流程不熟悉。例如，部分实验室的智能监控系统虽能识别异常，但操作人员无法快速定位故障点或启动应急预案。

部分师生存在“重科研轻安全”心理，对信息化预警提示(如危化品存量超限、设备超期未检)响应消极，甚至人为关闭系统提醒功能。实验室安全责任书签订后，部分人员仍不清楚自身在信息化管理中的具体职责。这些短板暴露出地方院校在安全信息化建设中“重硬件轻软件”的倾向，需通过分层培训、模拟考核和激励机制加以改进。

#### 3.3. 管理平台功能缺失、智能监测能力不足

对于地方院校，现有实验室管理系统多聚焦设备台账等基础管理，缺乏对人员资质动态监控、应急预案数字化等核心安全功能的支持。部分院校仍未建立实验室安全教育培训与准入的线上体系。在管理系统中，危化品管理模块不完善：部分系统未实现特殊试剂的温湿度监控、使用流程追踪等核心功能，导致实际操作中仍需依赖纸质记录[21]。流程设计不合理：仅简单复刻线下流程，未进行优化，如审批环节冗余，反而增加工作量。

部分地方院校未部署物联网传感器，无法实时监测通风系统状态、危化品泄漏等关键指标。传统人工巡检模式存在响应滞后隐患。缺乏风险预判功能：多数平台仅实现基础台账管理，难以主动识别安全隐患移动端支持薄弱：部分地方院校系统未开发移动端应用，导致安全检查、隐患上报等场景受限。权限管理粗放：未实现分级授权，导致责任边界模糊，如危化品申购审核流程中部门权责不清。这些问题

反映出地方院校在平台建设存在重建轻运维的倾向，需通过顶层设计优化和业务流程重构加以解决。

#### 4. 构建地方院校实验室安全信息化“三位一体”新模式

针对地方本科院校实验室安全信息化建设存在的问题，本文提出构建实验室安全信息化“三位一体”新模式：首先，构建智能化管理平台，整合物联网感知设备与数据分析模块，实现危险源实时监测、预警信息自动推送及隐患闭环处理功能。其次，建立标准化数据体系，通过统一接口对接现有教务、资产管理信息系统，消除信息孤岛，为安全决策提供多维数据支撑。最后，实施分层培训机制，面向管理人员开展系统操作专项培训，面向师生开设虚拟仿真安全课程，并定期组织应急演练，全面提升数字化环境下的安全应对能力。这些措施通过技术赋能与制度优化相结合，有望系统性提升实验室安全管理效能。如图 1 所示。具体分为以下几个方面：

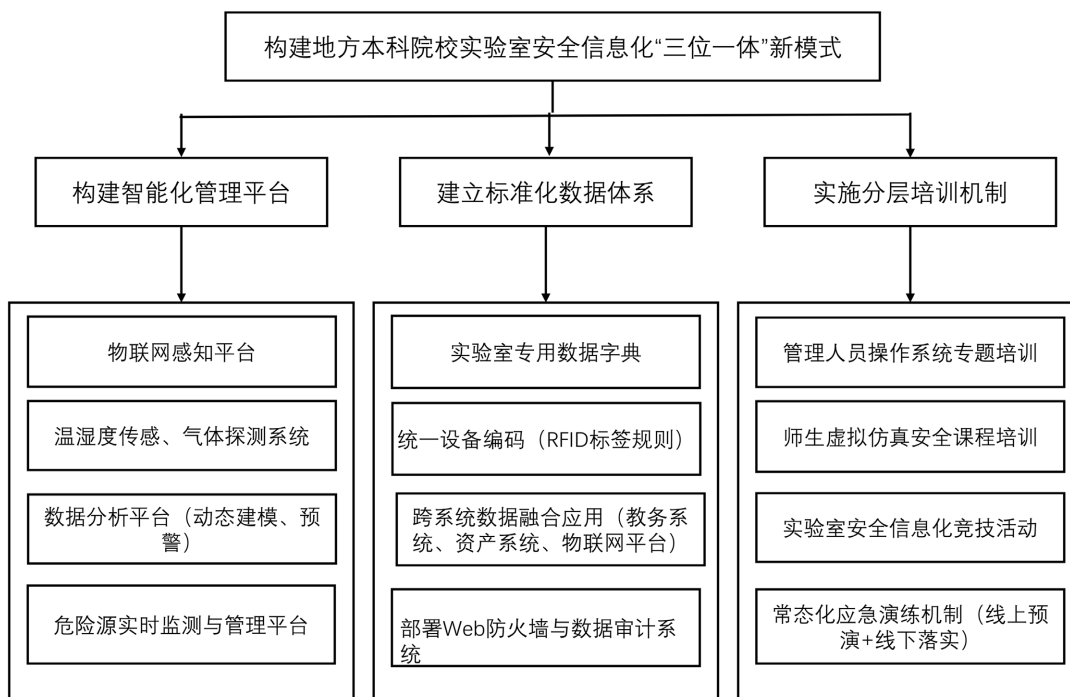


Figure 1. Implementation of a new information system for laboratory safety in local undergraduate colleges and universities  
图 1. 实施地方本科院校实验室安全信息化建设新体系

##### 4.1. 构建智能化管理平台。整合物联网感知设备与数据分析模块，实现危险源实时监测、预警信息自动推送及隐患闭环处理功能

(1) 智能化管理平台架构设计。对于地方院校实验室信息化管理平台，增加物联网感知层，部署温湿度传感器、气体探测器、智能门禁等设备，实时采集环境参数与人员操作数据。同时增加数据分析模块，采用 AI 算法对危险源进行动态建模，生成风险热力图并触发多级预警(声音、短信、APP 推送)。

(2) 核心功能实现路径。危险源实时监测，危化品管理：通过 RFID 技术实现双人双锁管控，电子秤称重记录试剂取用，云端数据实时上传并触发安全库存预警。大型仪器监控：设备运行数据实时采集，异常阈值触发报警并联动维修系统。预警信息自动推送，集成移动端(APP/小程序)，支持环境异常、设备故障等实时报警。隐患闭环处理，构建“监测 - 预警 - 处置 - 反馈”流程，通过系统跟踪隐患整改，并生成合规性报告。

## 4.2. 建立标准化数据体系。通过统一接口对接现有教务、资产管理系统，消除信息孤岛，为安全决策提供多维数据支撑

(1) 标准化数据体系构建。将数据元标准进行统一，根据国家标准，建立实验室专用数据字典，统一设备编码(如 RFID 标签规则)、危化品分类代码等关键字段定义，解决不同系统间数据语义冲突问题。接口规范制定，采用中间件技术，实现与教务系统(课程安排)、资产系统(设备台账)的实时数据交互。例如，通过数据中台打通实验室预约与设备状态数据，可使设备空闲率大幅度提升。

(2) 跨系统数据融合应用。开展安全风险动态评估，整合人员资质(教务系统)、设备维保记录(资产系统)、环境监测数据(物联网平台)，构建风险预测模型。可通过多源数据关联分析，提前预警超期未检设备使用风险。资源优化配置，基于实验课程排课数据与设备使用日志，智能调度大型仪器共享。通过对接教务系统，可以将设备利用率大大提高。

与此同时，部署 Web 应用防火墙与数据库审计系统，确保跨系统数据传输安全，建立数据质量监控机制，对异常数据(如设备状态与能耗数据矛盾)自动触发校验流程，该策略通过标准化与接口化改造，使地方院校实验室安全管理从“经验驱动”转向“数据驱动”，显著提升决策效率与资源利用率。

## 4.3. 实施分层培训机制。面向管理人员开展系统操作专项培训，面向师生开设虚拟仿真安全课程，并定期组织应急演练，全面提升数字化环境下的安全应对能力

(1) 管理人员系统操作专项培训。针对实验室安全管理人员，需构建以信息化平台操作、数据分析和风险预警为核心的培训体系。例如，通过引入实验室安全管理系统(如教育部推荐的“实验室安全教育学习与考试系统”)，开展模块化培训，涵盖设备管理、危险源动态监控、权限分配等功能。地方院校可通过“校级-院级-实验室级”三级准入机制，要求管理人员通过系统操作考核后方可上岗，实现危险化学品全程动态管理。

(2) 师生虚拟仿真安全课程。对于课程设计：采用闯关式虚拟仿真教学，例如可通过安全培训软件将化学实验事故应急处理融入 3D 场景，通过角色扮演、案例复盘提升实操能力。对于教学实施：结合 VR 技术模拟高风险操作，学生需通过理论考核与仿真演练双重认证方可进入实验室。地方院校可以考虑将虚拟现实应急演练纳入必修学分，事故响应效率期望大幅提升。

(3) 常态化应急演练机制。对于演练形式：采用“线上预演 + 线下实战”模式，可以通过视频推演火灾逃生流程后，组织实地疏散演练。效果评估：利用信息化平台记录演练数据，分析响应时间、处置漏洞等指标。通过实战演练系统，可提升师生对应急设备的熟练程度。例如，地方院校通过以下措施实现安全能力跃升：

管理层面：部署实验室安全管理系统，管理人员全员参加培训，隐患整改率将显著提高；

教学层面：开设 VR 安全课程，学生准入考试通过率大幅度提升；

演练层面：每学期开展 2 次多部门协同演练，应急响应时间大大缩短。

通过分层培训与信息化融合，地方院校可构建“预防-培训-处置”闭环体系，有效降低实验室安全风险。

## 5. 结论

本文系统剖析了地方本科院校实验室安全信息化建设面临的主要问题：数据孤岛导致的协同效率低下、管理平台功能缺失引发的监管盲区、师生数字化能力不足造成的操作风险，以及标准化体系缺位带来的资源浪费。通过构建智能化管理平台-标准化数据体系-分层培训机制，提出以物联网感知层实现危险源动态监测、通过统一数据接口消除信息壁垒、依托虚拟仿真技术提升应急能力等创新路径。研究

证实, 该框架能有效解决传统管理模式中响应滞后、权责不清等痛点, 为地方院校实验室安全治理提供可复制的数字化转型方案。地方院校要特别重视实验室安全工作, 强化安全意识、责任意识, 保障实验室安全, 保障实验和科研工作的顺利开展, 为地方院校培养复合型人才提供安全保障。

## 基金项目

2023 湖北省高校实验室研究项目: 地方本科院校实验室安全信息化建设研究(No.HBSY2023-101)。

## 参考文献

- [1] 张飞, 戴滢, 朱兴荣, 等. 高校化学类实验室事故分析与安全管理对策[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(4): 258-262.
- [2] 白静. 破除自主创新障碍加快建设科技强国: 解读新修订的《中华人民共和国科学技术进步法》[J]. 中国科技产业, 2022(7): 14-15.
- [3] 乔玲, 李俊, 王延生. 基于事故因素分布的实验室安全管理探究[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(8): 239-244, 262.
- [4] 卫飞飞. 高校实验室安全信息化建设探究[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(10): 299-303.
- [5] 夏昕. 英国和新加坡高校实验室安全信息化管理先进经验与借鉴[J]. 消防界(电子版), 2019, 5(6): 43-45.
- [6] 朱臻, 窦小刚. 基于信息化平台建设的高校实验室安全管理体系研究[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(4): 1-3, 8.
- [7] 赵文静, 刘葵. 基于 AI/物联网的高校智慧实验室建设[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(12): 163-167.
- [8] 曾洁, 张云怀, 吴正松, 等. 新工科背景下高校实验室安全管理现状与对策[J]. 高教学刊, 2023, 9(15): 149-152.
- [9] 邹云玲, 连晓雪, 李娜. 浅谈高校化学实验室的安全教育培训[J]. 教育进展, 2022, 12(10): 3925-3929.
- [10] 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): 5-8.
- [11] 玄大悦, 王春雷, 刘贵彤, 等. 英国兰卡斯特大学实验室安全管理体系及借鉴[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(1): 245-248.
- [12] 韩景芸, 宋崴, 王江雪, 等. 交叉学科实验室开放与安全的管理体系建设[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(12): 303-307.
- [13] 赵珏, 刘雪蕾, 李恩敬. 普通高校实验室生物废弃物管理实践与探索[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(5): 246-250.
- [14] 黄渝斐, 陈铖颖, 邱任扬, 张佳濛. 基于小程序的实验室管理系统设计与实现[J]. 电子技术, 2022, 51(4): 42-45.
- [15] 王晓锋, 樊敏, 王剑. 基于数据决策的实验室管理系统应用探析[J]. 数字技术与应用, 2025, 43(4): 154-156.
- [16] 陈志聪, 洪小坚. 基于云技术的实验室管理系统的设计与实现[J]. 数字技术与应用, 2022, 40(12): 174-176.
- [17] 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.
- [18] 查国清, 徐亚妮, 秦夷飞. 高校实验室安全管理体系存在的问题及对策建议[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(10): 271-277, 283.
- [19] 宋志军, 蔡美强, 谢湖均. 高校实验室安全现实困境与应对策略[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(10): 292-296.
- [20] 霍特, 赵龙飞, 王月, 刘启祥, 何慧敏. 基于信息化背景下实验室安全改革的问题与对策[J]. 化工管理, 2025(24): 98-102.
- [21] 孟雁, 陆紫生. 高校实验室安全教育改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(9): 263-268.