

高职院校实验室危化品全周期管理体系构建与 信息化平台建设研究

张月娟, 李桂伶, 陈兰芬, 张海超, 鲁茗莉*

北京农业职业学院教务处, 北京

收稿日期: 2025年12月29日; 录用日期: 2026年2月25日; 发布日期: 2026年3月5日

摘要

在国家职业教育高质量发展战略背景下, 涉农类高职院校实验室危化品管理因品类繁杂、使用场景分散、管理环节繁琐等特殊性质面临诸多挑战。基于全周期管理理论, 构建覆盖危化品“采购-储存-使用-废弃”全链条的闭环管理体系, 明确科学化、规范化、可操作性构建原则, 完善全员安全责任制、分级分类管控等核心制度, 建立内外结合的监督评估与持续改进机制。同时, 融合物联网、大数据等现代技术, 搭建“基础支撑-核心流程-协同决策”三层架构的信息化管理平台, 实现危化品全生命周期的数字化追溯、智能化预警与协同化管控。该体系经试点应用验证, 可显著提升管理效率与风险防控能力, 为涉农类高职院校实验室危化品安全管理提供标准化、精细化的实践范式, 助力实验室安全治理现代化升级。

关键词

全周期, 信息化, 高职院校, 危化品

Research on the Construction of the Full Cycle Management System and Information Platform for Hazardous Chemicals in Vocational College Laboratories

Yuejuan Zhang, Guiling Li, Lanfen Chen, Haichao Zhang, Mingli Lu*

Academic Affairs Office, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

Received: December 29, 2025; accepted: February 25, 2026; published: March 5, 2026

*通讯作者。

文章引用: 张月娟, 李桂伶, 陈兰芬, 张海超, 鲁茗莉. 高职院校实验室危化品全周期管理体系构建与信息化平台建设研究[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(3): 113-120. DOI: 10.12677/ass.2026.153205

Abstract

Under the background of the national strategy for high-quality development of vocational education, the management of hazardous chemicals in agricultural vocational colleges' laboratories faces many challenges due to the complexity of categories, scattered usage scenarios, and cumbersome management processes. Based on the theory of full cycle management, a closed-loop management system covering the entire chain of hazardous chemicals' procurement, storage, use, and disposal is constructed. The principles of scientific, standardized, and operable construction are clarified, and core systems such as the full staff safety responsibility system and hierarchical classification control are improved. An internal and external joint supervision, evaluation, and continuous improvement mechanism is established. At the same time, by integrating modern technologies such as the Internet of Things and big data, an information management platform with a three-layer architecture of "basic support core process collaborative decision-making" will be built to achieve digital traceability, intelligent warning, and collaborative control of the hazardous chemicals. This system has been verified through pilot applications and can significantly improve management efficiency and risk prevention and control capabilities, providing a standardized and refined practical paradigm for the safety management of hazardous chemicals in agricultural vocational colleges' laboratories, and assisting in the modernization and upgrading of laboratory safety governance.

Keywords

Full Cycle, Informational, Vocational Colleges, Hazardous Chemicals

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

国家推动职业教育高质量发展的战略背景下，职业教育实验室作为实践教学的核心载体，其安全管理标准不断提升。《国家职业教育改革实施方案》《职业院校实验室安全管理规范》等政策文件相继出台，明确要求职业院校构建全链条、精细化的实验室安全管理体系[1]-[3]，将安全管理融入教学、科研全流程，这为涉农类高职院校实验室安全管理提出了新的更高要求[4]。

涉农类高职院校实验室危化品管理具有显著特殊性，面临诸多现实挑战。与普通高校相比，其危化品种类繁杂，涵盖农药、兽药、化学试剂、微生物制剂等，其中部分农药兽药具有高毒性、高残留性，化学试剂存在易燃、易爆、腐蚀性等特性，且部分危化品需结合涉农实践教学需求频繁领用、使用与处置，管理环节更繁琐[5]-[7]。同时，涉农实验室常涉及田间样本检测、畜禽疫病诊断等实操场景，危化品使用场景分散，进一步加大了管理难度，当前部分院校存在管理流程不规范、风险防控不到位等问题。

本研究选取北京某职业学院作为案例研究对象，具有较强的典型性与问题聚焦性。该校作为北京市属重点涉农高职院校，开设了种植、养殖、农产品检测等多个涉农专业，实验室危化品种类覆盖农药、兽药、化学试剂等核心品类，管理规模与复杂程度契合涉农类高职院校普遍特征。近年来，该校在推进实践教学改革过程中，面临危化品安全管理与教学效率提升的双重诉求，其管理实践中存在的问题与探索经验，可为同类院校提供借鉴，具有重要的研究价值。

2. 全周期管理理论发展现状

全周期管理理论源于产品生命周期管理思想,其核心要义在于对管理对象从“准入”到“退出”的全过程实施系统化、闭环式的规划、执行、监控与持续优化。这一理论强调打破环节壁垒、落实全程责任、实现风险前置干预,其系统性与过程性特征与实验室危险化学品管理的复杂性和高风险性高度契合。将全周期管理理论适配于实验室危化品管理,即意味着构建一个覆盖“采购审批、运输监管、入库储存、领用跟踪、实验使用、废物回收、最终处置”等所有环节的无缝衔接管理体系。这一适配旨在将传统的、以储存和使用环节为重点的静态、被动管理模式,转变为动态、主动的预防性治理模式,通过制度设计与流程再造,确保每一种危化品在其“生命周期”内的每一个状态都可追溯、每一份责任都可落实、每一处风险都可控,这是实现实验室安全治理现代化和提升管理效能的必然理论路径[8]-[12]。

从国内外研究与实践现状来看,发达国家高校实验室安全管理体系通常嵌入成熟的EHS(环境、健康与安全)管理框架,其显著特征是高度的合规性文化、全员责任体系以及信息化的深度支撑。尤其是在危化品管理方面,普遍采用集中化的化学品管理系统,实现了从供应商资质审核、化学品采购、安全数据单在线获取、库存精准定位、使用记录电子化到废弃物合规处置的全流程数字化追踪。大数据分析被用于评估使用模式、预测采购需求和识别潜在风险。反观国内,近年来随着国家对高校实验室安全重视程度空前提高,相关研究与实践在管理体系标准化、安全文化建设、特别是危化品存储环节的硬件改造与信息化探索方面取得了长足进展。然而,现有研究多集中于综合性或工科优势明显的本科院校,其管理模式与信息化解决方案往往侧重于通用化学品和大型集中式实验室。普遍存在的不足体现在:一是管理体系的“全周期”闭环设计尚不完善,各环节间存在管理断点或信息孤岛;二是信息化水平参差不齐,不少系统仍局限于库存台账的电子化,未能实现对危化品流转状态的实时、动态、智能化监管;三是缺乏针对特定类型院校(如涉农类高职院校)特殊危化品类别的精细化、差异化管理制度与技术支持方案。

在此背景下,北京农业职业学院稳步推进实验室危化品全周期管理体系构建,以全周期管理理论为指导,系统构建一套契合涉农高职特点、覆盖危化品全生命周期的管理体系,并依托物联网、大数据技术建设与之深度匹配的智能化管理平台,不仅是提升学院自身实验室安全治理能力、保障师生安全与教学科研秩序的紧迫任务,也是为同类院校破解相似管理困境、探索具有农业特色的实验室安全管理路径提供可资借鉴的实践范式,具有重要的理论意义与应用价值。

3. 高职院校实验室危化品全周期管理体系的构建

高职院校实验室危险化学品管理是一项系统性、专业性极强的安全工作,传统分散化、片段化的管理模式已难以适应新时期安全发展的要求。因此,构建一套科学、规范、可操作的全周期管理体系,实现对危化品从“入口”到“出口”的全程闭环管控,成为提升实验室安全治理能力的关键路径。该体系的构建坚持以“科学化、规范化、可操作性”为核心原则,以覆盖“采购-储存-使用-废弃”的全链条闭环为整体框架,旨在打通管理环节壁垒,实现风险前置防控与过程精细管控。在制度设计上,体系着重强化全员安全责任落实,明确各环节责任主体;推行分级分类差异化管理,实现对不同风险等级危化品的精准管控;并系统制定标准化操作规程与应急处置预案,提升操作的规范性与应急响应能力。为保障体系持续有效运行,还建立了内外结合的监督评估机制与问题反馈驱动的持续改进闭环,通过定期审核、动态优化,形成长效化管理机制,最终实现实验室危化品安全管理的系统化、标准化与可持续化[13]-[15]。该体系(如图1所示)以闭环管理为纽带,以制度机制为支撑,以监督改进为保障,共同构成了一个动态演进、持续优化的安全管理生态系统,为高职院校实验室安全运行与人才培养提供了坚实的制度基础。

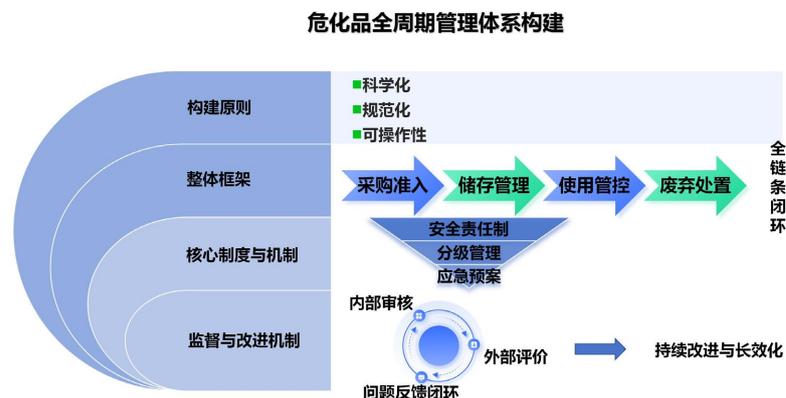


Figure 1. Schematic diagram for the construction of a full-cycle management system for hazardous chemicals

图 1. 危化品全周期管理体系构建示意图

3.1. 构建原则与整体框架

高职院校实验室危化品全周期管理体系的构建，旨在建立一套系统、严谨、高效的管控方案。其构建遵循三大核心原则：科学化，即管理策略与方法需基于危化品的理化特性、风险规律及行业最佳实践；规范化，要求所有流程、操作与记录均须有明确的标准、制度与表单作为依据，确保管理的统一与公正；可操作性，体系设计必须紧密结合院校实际，考虑资源配置、人员能力与管理成本，确保各项制度能够落地执行。

基于上述原则，体系构建的整体框架应以覆盖危化品完整生命周期为核心，形成“采购 - 储存 - 使用 - 废弃”全链条闭环。该框架将管理起点前置至供应商准入与采购审批，终点延伸至废弃物的无害化处置，通过信息化手段或流程设计，确保各环节信息可追溯、责任可倒查、状态可监控。闭环设计旨在打破传统分段管理的隔阂，实现从源头到末端的全程受控，任何环节的异常都能触发预警并反馈至前端，形成持续改进的管理循环。

平台采用三层架构设计，层级间相互独立、高效联动，适配职业院校危化品管理实际需求。物理层可依托校园私有云服务器、智能感知终端、门禁打卡设备及危化品储存区监控硬件，搭建稳定的硬件运行底座，实现数据实时采集与设备智能联控；数据层构建标准化数据库，整合危化品全周期台账、人员操作记录、风险预警数据等，通过数据加密与备份技术保障数据安全；应用层面向管理员、教师、实验员等不同角色，开发采购审批、库存管理、领用登记、风险预警、隐患整改等功能模块，实现全流程线上化操作。

3.2. 核心制度与管理机制设计

为确保全周期框架的有效运行，必须配套设计坚实的核心制度与管理机制。首要任务是落实全员安全责任制，通过制度文件明确界定采购部门、资产管理部、二级学院(系部)、实验室负责人、实验指导教师以及学生等各方在危化品生命周期各环节的具体职责与权限，建立“谁使用、谁负责，谁管理、谁监督”的责任网络，确保事事有人管、环环有落实。

其次，实施分级分类差异化管控机制。依据《危险化学品目录》及校内使用实际，按危化品的燃烧、爆炸、腐蚀、毒害等风险等级，以及其使用频次、单次使用量等进行科学分类。对高风险(如剧毒品、易制爆化学品)或高频使用的危化品实行“一事一议、双人管理、视频监控、精确计量”等重点监控；对普通危化品实行标准化的台账与出入库管理。同时，必须为每一类危化品的储存、领用、操作与应急处置

制定详细的标准化操作规程，并为火灾、泄漏、灼伤等常见事故编制切实可行的现场应急处置预案，通过定期演练提升师生应急能力。

3.3. 监督、评估与持续改进机制

体系的持续有效运行离不开严格的监督与动态的优化。为此，需建立内部审核与外部评估相结合的风险排查机制。内部审核由学院安全管理职能部门牵头，定期(如每学期)对各单位危化品管理全流程进行系统性检查，核查制度执行、记录完整性与现场合规性。外部评估则可邀请行业专家或第三方机构进行不定期诊断，提供专业、客观的改进意见。二者结合，旨在主动发现管理体系中的漏洞与执行层面的偏差。

更重要的是，需建立基于问题反馈的闭环管理与长效化保障机制。对内外审发现的问题、日常巡查的隐患、事故未遂事件以及师生提出的合理化建议，均应纳入整改台账，明确责任单位、整改措施与完成时限，并跟踪验证整改效果。将评估结果、事故分析与整改成效作为管理评审输入，用于修订管理制度、优化管理流程、调整资源配置。通过“计划-执行-检查-处理”的闭环运行，推动管理体系不断自我完善与螺旋上升，最终实现危化品安全管理的长效化与常态化，为核心教学科研活动提供坚实可靠的安全保障。

4. 融合现代技术的危化品全周期管理流程体系构建

全周期管理的制度框架能否从纸面走向实践、能否真正实现闭环运行，关键在于构建一套与之深度融合、高效运转的管理流程体系。传统依赖人工传递、纸质流转的管理流程，存在效率瓶颈、信息失真、追溯断层、响应迟缓等固有缺陷，难以承载全周期管理对精确性、实时性与协同性的要求。因此，构建一个以信息化为支撑、以数据为驱动、以流程协同为核心的危化品全周期管理流程体系(见图 2)，不仅是管理手段的现代化升级，更是将静态制度转化为动态能力、将分散操作整合为系统合力、将经验判断提升为数据决策的核心路径。本章旨在阐述如何将物联网、大数据等现代技术深度嵌入管理流程，打造一个智能化、可追溯、能预警、善协同的“技管融合”新型管理体系。

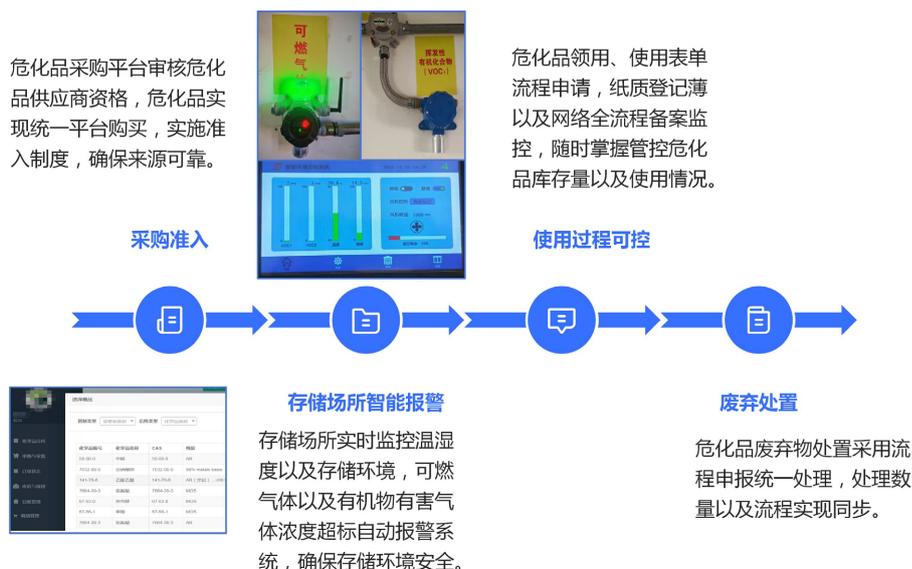


Figure 2. Full-cycle management process system for hazardous chemicals
图 2. 危化品全周期管理流程体系

4.1. 流程体系构建目标与顶层设计

危化品全周期管理流程体系的根本目标，是构建标准统一、流程贯通、数据联动、响应敏捷的业务运行与监控体系，确保管理制度通过清晰、可控、高效的流程得以严格执行。其核心特征体现为：流程数字化与标准化，将全链条业务转化为线上标准流程；物品标识化与溯源一体化，通过唯一“数字身份证”实现端到端全程追溯；状态感知化与风险预警前置化，利用物联网技术实现主动风险防控；决策数据化与协同网络化，依托数据分析与平台协同支持科学决策与管理协作[16]。

该体系顶层架构设计为三层有机整体：基础支撑层：由物联网感知设备、网络与数据中心构成，是体系的“感官”与“记忆”，负责数据采集、传输与存储。核心流程层：体系主体，将管理要求分解为采购审批、智能仓储、领用管控、废弃物处置等数字化业务流程模块，并内置规则与权限控制。协同监控与决策层：面向不同层级角色，提供流程终端、实时监控仪表盘、预警处置台及全局数据分析视图，赋能日常管理、应急响应与战略决策。



Figure 3. Hazardous chemicals full life cycle management process diagram
图 3. 危化品全周期管理流程示意图

以实验室常用危化品浓硫酸为例(图 3)，系统实现从采购申请到最终处置的全流程闭环追踪，各环节操作留痕、数据可溯，具体运作流程如下：采购申请：实验员在系统提交浓硫酸采购申请，填报用量、使用场景、储存条件，附审批材料后提交，管理员线上审核，审核通过后自动生成采购单据，关联供应商信息；入库登记：物资到库后，管理员扫描浓硫酸试剂瓶标签，录入规格、批次、有效期、储存位置，系统自动更新库存台账；领用使用：实验员线上提交领用申请，系统记录领用时间、用量、领用人，使用过程中异常操作将触发系统实时预警；剩余退回/处置：未使用浓硫酸由管理员核对后扫码退回库存，过期或报废浓硫酸按规范提交处置申请，审批通过后执行处置，全流程数据永久留存，可随时追溯查询。

4.2. 关键功能实现与管控机制

建立全校统一的危化品信息数字标准库。实现入库建档，领用在线审批，出库核减，网络系统实时更新库存数据，实现从静态台账到动态感知的转变，确保账实实时同步。对接区域危化品管理相关部门，为每件危化品建立贯穿始终的“数字档案”。采购环节，线上流程关联供应商资质与审批记录；使用环节，领用申请须关联具体实验项目，鼓励记录实际消耗量，实现“申-领-用-还”闭环；废弃环节，在线生成带二维码的危废标签，全程追踪至合规处置。形成完整的责任追溯链条。

在关键区域部署传感器网络,对储存环境(温湿度)、安全状态(危险气体浓度、设备运行)进行不间断监测。数据异常时,系统自动触发多级联动预警,现场声光报警、信息即时推送至安全责任人、实现从被动响应到主动预防的转变。

融合现代技术的危化品全周期管理流程体系通过技术赋能实现了管理业务的深度再造,将制度转化为流程,将责任固化为数据,将监管升级为预警,标志着实验室安全管理迈入“流程驱动、数据智能、协同治理”的现代化新阶段。

5. 结论与展望

本研究构建的全周期管理体系与信息化平台方案,已在北京农业职业学院的涉农类重点实验室进行试点应用。系统上线运行以来,在危化品全周期管理工作中成效显著,业务处理效率与管理规范化水平大幅提升。年度累计高效处理采购、入库、领用、处置等各类单据超 200 个订单,单据审核办结时长较线下缩短 36 小时,实现风险隐患早发现、早处置,隐患整改完成率达 100%,危化品库存盘点、台账更新等工作耗时较以往减少 80%,人工录入误差率降至零,切实以数字化手段筑牢校园危化品安全管理防线。初步运行表明,体系有效实现了危化品从采购到处置的线上闭环管理,管理流程效率显著提升,审批与追溯时间大幅缩短,实现了库存动态实时可视。在风险控制方面,依托物联网的环境实时监测与自动预警机制成功运行,对温湿度异常、气体泄漏等风险实现了分钟级响应,初步验证了从“人防”到“技防”转变的有效性,为全面推广积累了实证经验。针对高职院校尤其是涉农类院校实验室危化品管理的特殊性与复杂性,构建“制度为纲、技术赋能”的双核驱动全周期管理模式具有必要性与有效性。其创新性在于:一是在理论上,将全周期管理理念系统适配于高职实验室场景,并突出了农业类危化品的差异化管控;二是在实践上,提出了以信息化平台固化流程、以物联网实现主动预警的“技管融合”落地路径。该模式为解决管理碎片化、信息孤岛化、监管滞后化等普遍难题提供了系统性方案,有助于实现安全管理的标准化、精细化与长效化。

危化品全周期管理逐步推动实验室安全管理平台与智慧校园能源管理、安防监控等系统的深度集成,构建全域覆盖、协同联动的一体化校园安全生态体系,深化人工智能技术在实验室安全治理中的应用场景探索,基于大数据模型分析,最终推动实验室安全管理模式向更智能、更具自适应能力的智慧实验室安全治理新阶段演进。

基金项目

全国高校实验室工作研究会农业高校分会课题(项目编号:NYFH2025-24);北京市教委数字教育研究课题(项目编号:BDEC2025619087)。

参考文献

- [1] 张磊,马旭灵,梁国胜,等.线上线下结合模式助力高校化学品安全管理[J].实验室研究与探索,2024,43(10):259-264.
- [2] 陈静.高校实验室危化品全周期信息化管理与实践[J].化工管理,2025(30):89-93.
- [3] 王华,台红祥,刘钊.数智化赋能高校实验室危化品全生命周期管理的思考与实践[J].实验室检测,2025,3(11):133-135.
- [4] 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.
- [5] 宫兆合,刘心悦.实验室危险化学品全寿命管理研究[J].实验室科学,2021,24(3):187-190.
- [6] 虞俊超,王满意,张锐,等.基于二维码的高校实验室危险化学品安全管理[J].实验室研究与探索,2021,40(2):307-310.
- [7] 刘燕燕,田建波,李斌,等.危化品全生命周期管理研究[J].科技创新与品牌,2018(7):70-71.

- [8] 王智禹, 王玉龙, 邓光祁, 等. 医学院校化工实验室危化品全生命周期安全管理模式的构建与实践[J]. 塑料工业, 2025, 53(8): 183.
- [9] 殷志飞. 航海类实训室危化品全生命周期安全管理流程优化研究[J]. 实验室检测, 2025, 3(22): 175-177.
- [10] 范伟. 基于危化品全流程追溯管理模式的研究[J]. 北京石油化工学院学报, 2024, 32(2): 69-73.
- [11] 钱城江, 郭燕秋, 沈张铭, 等. 科研型实验室危化品全生命周期安全风险管控研究[J]. 劳动保护, 2024(6): 103-105.
- [12] 沈海霞, 秦冬玲, 张彤. 我国高校危化品管理可视化分析——基于 CiteSpace 软件[J]. 实验室科学, 2025, 28(3): 132-138.
- [13] 覃冯, 杨宁. 基于戴明环(PDCA)的高校实验室危险化学品安全管理信息化系统设计[J/OL]. 化学世界: 1-7. <https://doi.org/10.19500/j.cnki.0367-6358.20241105>, 2025-12-29.
- [14] 王继锋, 卢立珏, 张若妤, 等. 高校化学类实验室“双防一全”机制的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(1): 219-222, 227.
- [15] 吴逸华, 王碧波, 叶洁. 食品理化检验实验室危化品管理问题与实施策略[J]. 现代食品, 2025(1): 140-143.
- [16] 尚缙鹏, 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.