Advances in Education 教育进展, 2026, 16(11), 144-149
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2026.16112368

Hans汉斯

《实验室安全与规范》课程的范式转型与实践路径探索

龙梦影[1]，邹云玲[1]，赵　云[2]，仝晓强[1]

[1]中国民航大学理学院，天津
[2]中国民航大学国有资产与实验室管理处，天津

收稿日期：2026年9月30日；录用日期：2026年10月26日；发布日期：2026年11月4日

摘　要

实验室安全是高校教学与科研工作的底线工程，然而高校实验室安全课程教育长期存在“重理论、轻实操、弱体验”的结构性缺陷，学生安全意识与应急能力之间难以达到知行合一。本文剖析传统《实验室安全与规范》课程教学的深层困境，研究以Kolb体验学习圈、情境学习理论与能力本位教育的理论模型，提出构建“虚实结合、场景驱动、能力闭环”的实践教学逻辑框架，构建层层递进的实践体系，推动课程从“知识传授”向“能力培养”转型。在此基础上，构建“安全能力画像”四维雷达图评价模型，借助AI个性化分析，有效提升学生的安全素养和应急处置能力，为高校实验室安全教育改革提供可借鉴的范式。实践教学改革将显著提升学生的安全技能和应急处置能力，助力中国民航大学材料化学“绿色航空新能源材料”微专业建设中的相关实验课程构筑安全藩篱，为高校实验室安全教育提供了可迁移的理论框架与实践路径。

关键词

实验室安全，实训中心，虚实结合，场景驱动，教学改革

Exploring the Paradigm Transformation and Practical Pathways of the “Laboratory Safety and Regulations” Course

Mengying Long[1], Yunling Zou[1], Yun Zhao[2], Xiaoqiang Tong[1]

[1]College of Science, Civil Aviation University of China, Tianjin
[2]Office of State-Owned Assets and Laboratory Management, Civil Aviation University of China, Tianjin

Received: September 30, 2026; accepted: October 26, 2026; published: November 4, 2026

文章引用: 龙梦影, 邹云玲, 赵云, 仝晓强.《实验室安全与规范》课程的范式转型与实践路径探索[J]. 教育进展, 2026, 16(11): 144-149. DOI: 10.12677/ae.2026.16112368

Abstract

Laboratory safety is a bottom-line undertaking in teaching and research at higher education institutions. However, laboratory safety education in colleges and universities has long suffered from a structural deficiency characterized by "emphasis on theory, neglect of hands-on practice, and weak experiential learning," making it difficult for students to achieve the unity of knowledge and action between safety awareness and emergency response capacity. This paper analyzes the deep-seated dilemmas in traditional teaching of the "Laboratory Safety and Regulations" course. Drawing on theoretical models such as Kolb's experiential learning cycle, situated learning theory, and competency-based education, it proposes a practical teaching logic framework of "virtual-real integration, scenario-driven learning, and a closed loop of competencies", and develops a progressively structured practical system to promote the course's transformation from "knowledge transmission" to "competency development". On this basis, a four-dimensional radar chart evaluation model for a "safety competency profile" is constructed. With the support of AI-enabled personalized analysis, this model effectively enhances students' safety literacy and emergency response capabilities, providing a replicable paradigm for laboratory safety education reform in higher education. The practical teaching reform will significantly enhance students' safety skills and emergency response capabilities, help build safety safeguards for the relevant laboratory courses in the development of the "Green Aviation New Energy Materials" micro-major in Materials Chemistry at Civil Aviation University of China, and provide a transferable theoretical framework and practical pathways for laboratory safety education in higher education.

Keywords

Laboratory Safety, Practical Training Center, Virtual-Real Integration, Scenario-Driven, Teaching Reform

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. 实验室安全教育的必要性

高校实验室是人才培养和科学研究的重要阵地，也是安全事故易发、多发区域。近年来，国内高校实验室火灾、爆炸、中毒等事故频发，暴露出学生安全意识淡薄、安全技能欠缺、应急能力不足等深层次问题[1]-[3]。中国民航大学材料化学专业紧密服务于国家战略性新兴产业及绿色航空新能源领域，具有鲜明的行业应用性与交叉学科特征，其培养体系涵盖四大化学实验、材料表面技术实践、功能器件创新实验及毕业设计等大量依赖实验室操作的课程环节[4]。同时，该专业本科毕业生大多选择继续攻读研究生学位，或进入相关新兴产业从事一线研发工作，其职业发展高度依赖扎实的实验素养与安全习惯。因此，《实验室安全与规范》作为中国民航大学材料化学专业大二年级必修基础课程，承载着系统性培育学生安全风险意识、规范实验操作行为及提升应急处突能力的核心使命，是衔接理论教学与安全实践的关键纽带，对于保障人才培养质量、筑牢科研安全底线具有不可替代的作用。

2. 《实验室安全与规范》课程的教学现状

目前，多数高校的实验室安全课程仍以课堂讲授为主，辅以案例分析和课后作业，课程考核仅能评价学生对于安全知识的掌握，难以获悉学生是否能做到遵守安全规范。其核心原因在于课程采用传统的

知识传递范式，而非能力构建范式[3]。由于理论教学内容为课堂讲授，缺乏实验、实操环节，学生即使听懂也难以形成长期的记忆，难以从课程获得直接经验，具有典型的“知而不会、会而不用”现象。尤其是对于灭火、急救、逃生等关键技能仅通过视频或口头讲解，学生无法动手操作，缺乏必要的安全技能训练。危险化学品泄漏、火灾、触电等事故场景无法真实还原，使得学生对于具体情境的感知能力不足，缺乏相应的临场应激训练。此外，课程的评价以课程论文和平时作业为主，考核方式单一，缺乏对实操能力的有效评价。然而，安全技能本质上是“情境依赖性知识”，技能形成需要在真实或仿真的压力情境中，通过边干边学逐步建构习得，传统的授课缺乏必要的时间与空间，无法提供情境再现，学生缺乏真实或仿真的实操体验，难以形成“肌肉记忆”和“条件反射”式的安全行为[5]。

以中国民航大学《实验室安全与规范》课程为例，本课程属于材料化学专业必修课，总学时为 8 学时，均为传统课堂授课模式。主要讲授实验室安全规范、危险化学品安全知识、化学实验室消防安全、劳动教育本质等教学内容。通过本课程的学习，学生可了解实验室安全相关文件内容，掌握必要的危险化学品安全和消防安全知识，提高实验室安全意识和技能，增强个人防护能力和突发事件应急处理能力，为学生将来从事实验或科研等奠定良好的基础。然而该课程的设计缺乏实践环节，仅通过课堂的视频播放环节难以形成情景式体验。

3. 实践教学的理论基础与逻辑框架：虚实结合、场景驱动、能力闭环

(1) 理论溯源：体验学习、情境学习与能力本位教育

《实验室安全与规范》课程“重理论、轻实操、弱体验”困境的深层根源，在于课程设计遵循“知识传递”逻辑而非“能力建构”逻辑。要突破这一困境，需从学习理论层面重新审视“安全能力如何形成”这一根本问题。体验学习、情境学习与能力本位教育三大理论传统，分别从认知机制、社会参与和评价转向三个维度提供了理论资源。

安全知识若仅通过讲授传递，学生获得的是“抽象概念化”层面的认知，缺乏“具体经验”锚点，更无从经历完整学习循环，难以形成稳定安全行为。国内学者顾兴海等基于 Kolb 理论构建了“实际体验－观察思考－抽象归纳－积极实验”的螺旋闭环安全教育模型，并通过实验室安全应急预案综合演练验证了其有效性[6]。韩国学者基于 Kolb 体验学习与 KAP 模型开发的 XR 安全教育项目，实验组在安全知和安全行为表现上均显著优于对照组[7]。Huang 等将 Kolb 体验学习圈应用于消防安全教育，发现技术增强的体验学习能显著提升学习者的安全认知与行为意向[8]。

安全技能本质上是“情境依赖性知识”，脱离具体情境的规范讲授无法产生可迁移的行为能力。国内学者万祥云等基于情境学习与 OBE 理念，提出了安全工程专业“三阶六环”沉浸式教学模式，通过“课前模拟预习－课中双场景切换－课后数据跟踪”学习链条，有效解决了工科实践教学中“认知和行为分离”的问题[9]。情境学习与传统培训相结合能显著提升建筑工人的危险识别能力，但对风险感知和安全决策能力的提升效果受情境逼真度与参与深度调节。

能力本位教育(CBE)要求以明确的能力标准为出发点，反向设计课程内容与评价方式，强调学习者通过实际表现证明能力达成度。在实验室安全领域，蔡鹰等构建了“学习、实训和实战”三维一体的无预警教学模式，其核心逻辑是 CBE 所倡导的能力导向[10]。将化学推理与安全判断整合为“识别－评估”的耦合过程，体现了从“知识本位”向“能力本位”转型的深层逻辑。

(2) 实践教学的逻辑框架：认知筑基－技能淬炼－虚拟推演－实景整合

基于课程学时有限但实践缺位严重的现实矛盾，本课程突破单一课堂讲授模式，系统整合校内既有资源与新建平台，构建“认知筑基－技能淬炼－虚拟推演－实景整合”四阶递进实践链条，使有限的 8 学时实现“以练代听、以做代背”的范式转型。四个环节并非简单叠加，而是层层嵌套、能力逐级跃升，每一

环的输出即为下一环的输入，既无冗余重复，亦无能力断层，有效破解了传统课程“理论灌输–单一考核”的线性弊端，真正实现安全素养从知识层向行为层的内化迁移，最终指向“知行合一”的安全素养闭环。

第 1 次课(2 学时)：依托化学实验室实景，认知筑基，开展“隐患即教材”的现场教学。0~10 分钟，教师以微课形式精讲实验室安全国家规范、典型事故案例，融入“敬畏生命、规范意识”的思政元素。10~50 分钟，学生以 4~5 人为一组，在化学实验室现场轮转，学生逐一核对并记录隐患。50~80 分钟，小组汇报隐患清单，教师结合实物讲解规范出处与违规后果。80~90 分钟，总结并布置“安全承诺书”与反思日志。组织形式为“现场教学 + 小组轮转 + 清单核查”，强调“隐患即教材”。课程打破教室围墙，将第一课移至学校化学实验室现场。教师引导学生实地辨识试剂柜通风状态、气瓶固定与防倒链、烘箱超温保护装置、废液桶分类标识等常见却易被忽视的风险点。学生手持检查清单，逐一核对并记录隐患，随后由教师结合实物讲解规范出处与违规后果。例如，气瓶未戴防震圈、烘箱旁堆放可燃物等“习以为常”的场景，经现场点醒后形成强烈的视觉与位置记忆。此环节完成“去文本化”认知，使规范条文锚定于具体物象，建立“看见即警觉”的第一反应。

第 2 次课(2 学时)：融入学校消防演练，技能淬炼，强化灭火与逃生的“肌肉记忆”。本课程可主动对接学校年度消防演练，将其纳入必修实训模块。0~45 分钟为传统的教学模式，教师在教室讲解实验室危化品及其使用规范，并借助实验室的火灾风险引出消防演练与急救实训，观看消防专业人员演示灭火器“提、拔、握、压”要领及烟雾逃生动作的视频。45~85 分钟，学生分两站轮转，每站 20 分钟：① 灭火器操作站，使用干粉灭火器扑救模拟火源，传感系统记录喷射角度、距离与扫射路径；② 烟雾逃生站，在烟雾帐篷内完成低姿、捂鼻、扶墙疏散，记录耗时与动作规范度。85~90 分钟，教师点评并记录技能达标数据。组织形式为“分组轮转 + 专业指导 + 即时纠偏”，强化“肌肉记忆”。

第 3 次课(2 学时)：借助虚仿平台，完成虚拟推演，对爆燃等不可真实复现的事故进行沉浸式仿真决策。0~45 分钟为传统的教学模式，教师在教室讲解实验室常见仪器设备及其使用规范，并借助实验室爆燃事故引出虚拟仿真实验教学平台，为重大安全隐患事故提供“零成本试错”的替代空间。45~60 分钟，学生佩戴 VR 设备，进入虚拟实验室环境，面对突发爆燃、喷溅或电路短路等场景，需在数十秒内做出断电、灭火、疏散或报警等系列决策。此环节并不要求动作标准，而是训练“瞬间判断”与“优先级排序”能力，使学生在安全距离内体验灾难压力，为后续实景整合积累心理韧性。60~75 分钟，系统记录其决策序列与反应时，事后生成决策路径图。75~90 分钟，教师针对决策路径图，系统讲解“先灭火还是先断电”“孤身救援还是呼叫支援”等认知偏差。

第 4 次课(2 学时)：以新建实验室安全实训中心为载体，实景整合，实现全情境、跨场景的综合能力闭环。2026 年建成启用的中国民航大学实验室安全实训中心，以沉浸式、全场景、智能化为特色，其实景实训装备为《实验室安全与规范》课程实践教学提供了全新载体[11]。0~15 分钟，学生完成安全标识认知，并在触屏互动屏上完成 20 个安全标识的“标识–含义–应对措施”匹配。15~30 分钟，学生根据实验场景合理使用防护用品，完成护目镜、手套、实验服等佩戴，并提醒个人保护需要注意的事项。30~45 分钟，在教师指导下将微量粉尘喷入透明爆炸仓，触发点火，观察爆燃火焰传播与压力波形态，记录不同浓度下的爆炸剧烈程度，并通过调节粉尘浓度与粒度，理解爆炸极限与最大爆炸压力的量化关系。45~60 分钟，学生在佩戴与未佩戴安全帽两种状态下，分别接受同等能量模拟撞击，记录冲击力衰减数据与主观感受并规范佩戴训练。60~75 分钟，模拟实验室触电场景，引导学生第一时间判断电源类型并完成断电操作，使用绝缘操作杆将触电者与电源分离，训练站位安全与操作力度，实施心肺复苏训练。75~90 分钟，实训中心的传感系统实时采集操作轨迹、协作分工与时间消耗，生成多维行为数据。课程最终将所有数据汇入个人“安全能力画像”，借助 AI 个性化分析，驱动课后针对性的强化训练，形成“实训–评估–补训–再评估”的闭环迭代。

本研究构建了安全教育领域的“整合性理论框架”。现有研究或侧重体验学习的认知机制，或侧重情境学习的社会性参与，或侧重能力本位的行为评价，四阶模型将三者整合为“认知－动作－决策－评价”的递进链条，使体验学习的经验转化、情境学习的实践参与与能力本位的行为评价在同一框架内协同运作，为安全教育研究提供了可操作的中层理论工具。其此，提出了“分层虚实耦合”的情境化学习设计原则。四阶模型将虚拟仿真与实景实训明确为承担不同学习功能的互补性环节，为安全教育中“安全性－真实性－有效性”三角困境提供了理论解法，具有跨学科方法论价值。最后，将 AI 驱动的行为数据反馈嵌入学习循环，拓展了 CBE 在安全教育中的操作化路径。

(3)“安全能力画像”评价模型：四维雷达图

“安全能力画像”以知识(Knowledge)、技能(Skill)、态度(Attitude)、反应决策(Response-Decision)四个维度构建雷达图模型，其维度定义与数据来源见表 1，每个维度归一化为 0~100 分，四轴分别绘制，形成个人安全能力雷达图。模型覆盖 8 学时四阶实践教学全过程，数据采集点嵌入各环节，实现“实训－评估－补训－再评估”的闭环迭代。

Table 1. Dimension definition and data sources
表 1. 维度定义与数据来源

维度	权重	子指标	数据采集点	数据来源
知识 K	0.2	安全规范测验	第 1 次课在线测验	第 1 次课在线测验
		隐患清单准确率	第 1 次课现场排查	教师批阅清单
		课程论文/分析报告	期末提交	教师评分
技能 S	0.3	灭火器操作得分	第 2 次课灭火器工位	传感评分系统
		烟雾逃生耗时与规范度	第 2 次课烟雾逃生工位	计时器 + 教师观察
态度 A	0.2	考勤	全程	学习通考勤签到系统
		课堂表现与小组协作	全程	同伴互评 + 教师观察
		安全承诺书与反思日志	第 1 次课后	教师评阅
反应决策 R	0.3	VR 决策路径合理性	第 3 次课虚仿平台	VR 系统日志
		VR 反应时	第 3 次课虚仿平台	VR 系统日志
		实景演练断电反应时	第 4 次课触电站	系统计时

各维度得分为其子指标加权和，每个子指标平均分配，将各子指标原始分经极差归一化处理：

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} * 100$$

总分与均衡度：$T = 0.2K + 0.3S + 0.2A + 0.3R$。

雷达图四轴分别标注 K、S、A、R 得分，连线形成个人能力轮廓。例如，某生 K = 85、S = 70、A = 90、R = 65，雷达图显示其知识扎实、态度积极，但反应决策偏弱，系统自动推荐增加 VR 推演与实景演练频次。教师依据班级整体雷达图，动态调整下一轮实训工位配置与情境难度。该模型将抽象安全素养转化为可量化、可追踪、可干预的行为证据，使评价从“终结性判断”转向“形成性诊断”，真正实现能力本位教育所要求的“以行为证明能力达成”。

4. 结语

实验室安全不是一门“背背规范、写写论文”的课，而是一项需要嵌入身体、内化为本能的生存技

能。从“知道”到“做到”，跨越的不是知识的距离，而是教育范式的鸿沟。中国民航大学实验室安全实训中心的建成，为《实验室安全与规范》课程提供了从理论到实践、从认知到行为转化的重要桥梁。通过构建“虚实结合、场景驱动、能力闭环”的实践教学体系，课程将实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一，有力支撑了材料化学专业人才培养目标的达成。

基金项目

CAUC-2025-A1-16，材料化学(“绿色航空新能源材料”微专业建设) 2025.10-2027.10。

参考文献

[1] 姜柏羽, 戴进峰. 高校“实验室安全”课程的数智化教学改革探索[J]. 塑料工业, 2026, 54(5): 176.

[2] 赵云. 高校实验室安全教育培训实效分析及思考[J]. 实验室科学, 2026, 29(4): 221-226.

[3] 赵云. 高校实验室安全管理工作助力平安校园构建——以中国民航大学为例[J]. 平安校园, 2024(7): 58-63.

[4] 龙梦影, 李酽. 材料化学专业课教学中 AI 技术的应用探索——以中国民航大学为例[J]. 教育进展, 2024, 14(12): 92-96.

[5] 张磊, 虎春艳, 张潍纤, 等. “实验室安全与规范”课程“四位一体”教学改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(2): 258-262.

[6] 顾兴海, 刘滨, 宋歌. 基于体验式学习的实验室安全教育探析[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(8): 261-264.

[7] Kim, Y. (2025) Development and Evaluation of an Extended Reality-Based Educational Program for Preventing Patient Safety Incidents in Hospitalized Children: Focusing on Fall Prevention and Medication Safety. Kyungpook National University, 138.

[8] Huang, H.M., Huang, T.C. and Cheng, C.Y. (2022) Reality Matters? Exploring a Tangible User Interface for Augmented-Reality-Based Fire Education. *Universal Access in the Information Society*, **21**, 927-939. https://doi.org/10.1007/s10209-021-00808-0

[9] 万祥云, 张路路, 贾炳, 娄全. 智慧教育视域下工科沉浸式实践教学模式研究——以安全工程专业为例[J]. 时代报告, 2025(7): 171-173.

[10] 蔡鹰, 刘丹, 胡章, 罗少杰, 李宇彬, 吴湛霞. 基于强化学生应对能力的基础化学实验室安全教学模式探索[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(2): 222-225.

[11] 中国民航大学实验室安全实训中心建成启用[EB/OL]. https://www.stdaily.com/web/gdxw/2026-04/20/content_505157.html, 2026-04-20.