

以生为本的多层次立体化实验室安全教育培训体系构建与实践研究

余江, 尹凝霞, 刘强, 沈小云*, 姚梦琦, 罗晓彤

广东海洋大学机械工程学院, 广东 湛江

收稿日期: 2026年7月1日; 录用日期: 2026年7月28日; 发布日期: 2026年8月3日

摘要

针对高校实验室安全事故频发及传统安全教育“重理论、轻实践”、“重形式、轻实效”的问题, 本项目旨在探索构建适应新工科及工程教育专业认证要求的实验室安全教育体系。依托广东海洋大学机械工程学院实验教学中心, 基于“以生为本”理念, 构建了包含“准入-理论-实践”三个维度的多层次立体化安全教育培训体系, 并引入信息化手段实施全过程监管。实践成效显示, 该体系有效提升了学生的安全素养。数据显示, 试点学生的安全准入考核通过率由85%提升至98.6%, 实验室违规操作率下降42%, 安全演练参与度达到100%。该体系有效解决了实验室安全教育中针对性不强、监管缺失的问题, 实现了从“被动管理”向“主动防御”的转变, 具有较高的推广价值。

关键词

实验室安全, 以生为本, 多层次培训, 立体化体系, 安全教育

Research on the Construction and Practice of a Student-Centered Multi-Level and Three-Dimensional Laboratory Safety Education and Training System

Jiang Yu, Ningxia Yin, Qiang Liu, Xiaoyun Shen*, Mengqi Yao, Xiaotong Luo

School of Mechanical Engineering, Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong

Received: July 1, 2026; accepted: July 28, 2026; published: August 3, 2026

*通讯作者。

文章引用: 余江, 尹凝霞, 刘强, 沈小云, 姚梦琦, 罗晓彤. 以生为本的多层次立体化实验室安全教育培训体系构建与实践研究[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 16-20. DOI: 10.12677/ae.2026.1681599

Abstract

In response to the frequent occurrence of safety accidents in university laboratories and the issues of traditional safety education, such as “emphasizing theory over practice” and “prioritizing form over effectiveness,” this project aims to explore the construction of a laboratory safety education system that meets the requirements of emerging engineering disciplines and engineering education accreditation. Based at the Mechanical Engineering Experimental Teaching Center of Guangdong Ocean University and guided by the “student-centered” philosophy, a multi-level, three-dimensional safety education and training system encompassing “access-theory-practice” dimensions was developed, incorporating information technology for comprehensive process supervision. Practical results demonstrate that the system significantly enhances students’ safety literacy. Data indicate that the pass rate of safety access assessments for pilot students increased from 85% to 98.6%, laboratory violation rates decreased by 42%, and participation in safety drills reached 100%. The system effectively addresses the problems of weak relevance and lack of supervision in laboratory safety education, achieving a shift from “passive management” to “active defense,” and holds high promotional value.

Keywords

Laboratory Safety, Student-Centered, Multi-Level Training, Three-Dimensional System, Safety Education

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

实验室作为学生创新实践的重要场所[1], 它的安全运行不仅关乎师生的生命安全, 更是学校稳定发展的基础。据不完全统计, 2003 年至 2023 年间, 媒体公开报道的全国高校实验室安全事故高达 100 多起, 其中 80%以上是由人为因素导致的。在“新工科”建设和工程教育专业认证的大背景下, 高校实验室在国家科技创新人才培养和高水平科学研究中发挥着更大的支撑作用[2], 但同时也存在教学科研任务繁重与安全管理难度激增的矛盾, 突出表现为设备更新周期缩短、人员流动频繁以及危险源日益复杂化等多重挑战。

传统的实验室安全教育往往侧重于制度的制定和事故的通报, 缺乏对学生主体需求的关注, 导致教育效果不佳, 师生满意度较低。某高校调查显示, 58%的师生认为目前的实验室安全教育总体成效较差, 72%认为安全演练效果一般[3]。因此, 如何构建一套符合时代特征、满足学生需求、行之有效的安全教育体系, 是当前高校实验室管理亟待解决的课题。本文以广东海洋大学机械工程学院省级实验教学示范中心为例, 详细阐述了“以生为本多层次立体化实验室安全教育培训体系”的构建过程与实践成效。

2. 研究背景与现状分析

2.1. 新工科背景下实验室安全的新挑战

广东海洋大学机械工程学院拥有省级实验教学示范中心 - 机械工程实验教学中心, 实验室面积达 3205 平方米, 设备总值约 2000 万元。随着工程教育专业认证理念的引入, 学院对学生的工程实践能力提

出了更高要求。实验室不仅服务于机械设计制造及其自动化专业，还涉及机电、液压、化学等多个学科领域。这种多学科交叉融合的环境，使得实验室内的危险源从单一的机械伤害扩展至化学品泄漏、电气火灾等多种风险并存的状态。传统的“一刀切”式教育难以覆盖不同专业背景、不同年级学生的差异化需求。

2.2. 现有安全教育体系的痛点

通过对校内外实验室安全教育现状的调研，发现主要存在以下问题：

教育形式单一，学生参与度低：目前的安全教育多以讲座、观看视频为主，内容枯燥，学生被动接受，甚至出现玩手机、睡觉等现象，教育效果难以内化为学生的安全行为。

缺乏有效监管，准入制度流于形式：虽然学校制定了实验室准入制度，但在执行层面往往缺乏严格的过程监控，导致部分未经过系统培训的学生进入实验室，埋下安全隐患。

重理论轻实践，应急能力不足：安全教育往往停留在理论层面，缺乏针对性的实操演练。学生在面对突发火情或化学品泄漏时，往往不知所措，缺乏必要的应急处置技能。

3. 体系构建的理论框架

3.1. 核心理念：以生为本

本研究的核心在于确立“以生为本”的教育理念。工程教育专业认证强调“学生中心(Student Centered)”，这一理念同样适用于安全教育。我们不再将学生视为被动的管理对象，而是将其视为安全文化建设的主体。通过激发学生的内在需求，引导他们从“要我安全”转变为“我要安全”[4]，主动学习安全知识，自觉遵守安全规范。

3.2. 总体架构设计

基于上述理念，本项目构建了“一核双驱三维”的实验室安全教育培训体系。

“一核”：即以提升学生安全素养为核心目标。

“双驱”：即“制度约束”与“文化引领”双轮驱动。一方面通过严格的准入制度和责任落实进行硬性约束；另一方面通过安全文化建设进行柔性引导。

“三维”：即构建“新生安全准入”、“安全理论教育”和“安全实践”三个维度的立体化课程模块。这三个模块层层递进，从通识到专业，从理论到实操，全方位覆盖学生的实验生涯。

4. 实践路径与实施过程

4.1. 实验室安全管理成效评估指标

以实验室违规操作率作为实施成效核心指标。本研究中实验室违规操作率定义为在特定统计周期内，被确认的违规操作事件总数与实验室总实验人次之比。违规操作具体分为三类，依据《实验室安全管理违规行为处罚办法》及行业标准界定。A类严重违规定义为涉及人身安全、重大设备损坏或数据造假的行为。B类一般违规是指违反标准操作规程(SOP)但未造成直接后果的行为。C类轻微违规指影响实验室秩序或数据规范性的行为。

实验室违规操作率计算公式：

$$\text{违规操作率} = \frac{\sum (\text{A类违规数} \times \text{权重1} + \text{B类违规数} \times \text{权重2} + \text{C类违规数} \times \text{权重3})}{\text{当期总实验人次} \times 100\%}$$

本研究综合考虑违规严重程度设置权重 1、权重 2、权重 3 值分别为 0.5、0.3、0.2。

4.2. 实验室操作违规数据采集方法

为确保数据的真实性和可追溯性,采用“人防 + 技防 + 制度防”相结合的三维采集模式。

人防指现场巡查与视频监控采集违规操作。实验室安全管理教师现场巡查,重点检查个人防护装备穿戴、危化品存放、废液处理等情况,并使用移动终端实时录入违规事实。关键区域部署高清摄像头,定期回溯抽查,识别违规操作等行为。技防指通过自动化日志采集违规操作。利用实验室信息管理系统(LIMS)自动抓取电子原始记录。系统设置逻辑校验规则,如若采样时间与报告时间倒挂、同一人员同一时间在两个地点签到、仪器校准过期仍产生数据等,系统自动标记为“疑似违规”并生成警报。通过物联网传感器监控环境参数,一旦超出设定阈值且无对应处置记录,视为违规。制度防指内部审核与飞行检查。实验室安全管理教师反向核查原始记录、谱图、仪器使用记录的完整性与一致性。开展不定期“飞行检查”,重点核查样品流转链条是否闭环,是否存在调换样品、伪造签字等行为。

4.3. 统计周期

实行日清日结、月度分析、季度评估、年度考核多周期尺度的实验室违规操作统计监测。实验室安全管理教师每日汇总当日发现的 B 类和 C 类违规,录入管理台账。每月 5 日前完成上月数据统计,计算各实验室的违规操作率,形成《月度实验室合规性分析报告》。每季度对 A 类严重违规进行专项复盘,结合月度数据趋势,评估整体安全态势。将全年累计违规操作率作为实验室人员绩效考核、职称晋升及评优评先的一票否决项或重要参考指标。

4.4. 实施过程

1) 第一阶段: 调研与方案优化

项目组首先对机械工程学院实验教学中心进行了全面的摸排调研,梳理了 37 间实验室的危险源分布情况。随后,组织调研组前往兄弟院校交流学习,借鉴了“互联网+实验室安全”等先进经验。结合本校实际,制定了《多层次立体化实验室安全教育培训实施方案》。

2) 第二阶段: 构建多层次教育内容

针对不同年级、不同专业背景学生的认知特点,构建了“三维一体”的安全教育培训体系:

新生安全准入模块(通识层):面向大一新生,侧重于通用安全常识和校纪校规,采用线上学习 + 考核的形式,解决“入门”问题。

安全理论教育模块(专业层):针对大二、大三学生,结合专业特点(如机械操作、化学品安全),开展深度理论培训,解决“懂行”问题。

安全实践模块(技能层):面向高年级及研究生,重点在于应急处置和实操技能,通过模拟火灾、泄漏等场景演练,解决“会做”问题。

3) 第三阶段: 建立全过程监管机制

为了确保教育效果落地,项目组建立了“三级准入”和“逐层审批”制度。即:学生个人准入 > 指导教师准入 > 实验中心主任准入。每一层级都有明确的安全教育学时要求和考核标准。

同时,利用信息化手段,建立了实验室安全教育档案,记录学生的培训、考核和演练情况,实现全过程可追溯。

5. 实施成效与局限性

经过近两年的实践,该体系在广东海洋大学机械工程学院取得了显著成效。

5.1. 学生安全素养显著提升

通过对 2023 级和 2024 级学生的对比调查发现,接受新体系培训的学生,实验室安全知识测试平均分从 72 分提升至 89 分。更重要的是,学生的安全行为发生了改变。在 2025~2026 学年的实验室安全检查中,学生违规操作率下降了 42%。

5.2. 安全事故隐患大幅降低

在研究实施期间,学院实验室未发生一起等级以上安全事故。通过定期的隐患排查和整改,累计消除各类安全隐患 10 余项,有效保障了教学科研的正常运行。

5.3. 研究局限性

本研究在取得成效的同时,也存在一些可进一步探讨和完善的不足之处:

研究案例的单一性与代表性局限。本研究以广东海洋大学机械工程学院省级实验教学示范中心为单一实践案例。尽管该案例具有典型性,但不同高校、不同学科的实验室在危险源类型、管理模式、学生基础等方面存在显著差异。单一案例的成功经验普适性和可复制性有待更多样本、多场景的验证。此外,本研究对体系实施成本与资源投入的经济成本、人力成本、时间成本等方面的评估存在不足。

6. 结论与展望

本研究基于“新工科”和工程教育专业认证背景,构建并实践了“以生为本多层次立体化实验室安全教育培训体系”。实践证明,该体系通过将学生置于教育的中心位置,利用信息化手段和多元化的教学方法,有效解决了传统实验室安全教育中“针对性不强”、“监管乏力”等痛点。

该体系的成功实施,不仅提升了学生的安全意识和应急能力,也为高校实验室安全管理提供了新的思路。未来,我们将进一步探索人工智能(AI)在实验室安全行为识别中的应用,利用大数据分析学生的学习行为,实现安全教育的精准推送和个性化定制,持续完善实验室安全育人长效机制。

基金项目

广东海洋大学 2024 年实验室安全研究项目——以生为本多层次立体化实验室安全教育培训体系构建与实践,广东省高等教育学会实验室管理专业委员会 2024 年基金项目(GDJ20240004)。

参考文献

- [1] 刘莹莹,龚吉蕊,高晓飞,等.“双一流”背景下科研型实验室的安全管理探究[J].实验科学与技术,2025,23(2): 149-155.
- [2] 教育部关于加强高校实验室安全工作的意见[J].中华人民共和国教育部公报,2019(5): 29-31.
- [3] 谢亚萍.高校实验室安全教育评价的现状调研[J].实验室研究与探索,2024,43(8): 250-253.
- [4] 王金叶,郑波,任贻超,等.高校水产实验室安全文化建设的探索与实践[J].青岛农业大学学报(社会科学版),2025,37(4): 130-134, 148.