

基于“三位一体 四融合”策略的化学实验室安全课程创新与探索

胡晨, 吴宇, 陈连清*, 黄涛*, 李春涯, 李琳, 张丙广, 梅鹏

中南民族大学化学与材料科学学院, 武汉 430074

摘要: 传统化学实验室安全教育存在诸多问题。针对这些“痛点”问题, 中南民族大学化学实验室安全课程教学团队, 基于“知识传授、能力培养、价值塑造”三位一体的课程目标, 采取“课程内容与课程思政融合、实验室安全与专业实验深度融合、基础知识与前沿成果融合、实验室安全教育与科研实践融合”的四融合教学模式, 探索出一套行之有效的教学策略。以线上线下教学为主体, 以案例分析教学, 课前、课中和课后相结合为教学方法, 以多元化评价为课程考核体系, 在课程目标设定、教学内容设计、教学模式构建以及教学考核改革等方面开展了实践与探索, 取得积极成效, 可为高校化学实验室安全教育提供参考。

关键词: 化学实验室安全; 教学策略; 混合式教学; 多元化评价; 课程创新与探索

中图分类号: G64; O6

Innovation and Exploration of Chemical Laboratory Safety Curriculum Based on the “Trinity and Four Integrations” Strategy

Chen Hu, Yu Wu, Lianqing Chen*, Tao Huang*, Chunya Li, Lin Li, Bingguang Zhang, Peng Mei

College of Chemistry and Materials Science, South-Central Minzu University, Wuhan 430074, China.

Abstract: Traditional chemical laboratory safety education faces numerous challenges. To address these issues, the teaching team of the chemistry laboratory safety course at Central South University for Nationalities has developed a set of effective teaching strategies. These strategies are based on the “trinity” curriculum objectives of “knowledge imparting, skill development, and value formation”. The team employs a “four integrations” teaching model: integration of curriculum content with ideological and political education, deep integration of laboratory safety with professional experiments, integration of foundational knowledge with cutting-edge advancements, and integration of laboratory safety education with scientific research practice. The approach centers on a blended teaching format, combining online and offline methods with case-based teaching, and incorporates pre-class, in-class, and post-class learning strategies. Additionally, a diversified evaluation system is applied to the course assessment. The team’s practices and explorations in course goal setting, content design, teaching mode development, and assessment reform have yielded positive outcomes, providing valuable insights for improving chemical laboratory safety education in higher education institutions.

Key Words: Chemical laboratory safety; Teaching strategy; Blended teaching; Diversified evaluation; Curriculum innovation and exploration

收稿: 2024-10-23; 录用: 2024-11-25; 网络发表: 2025-03-03

*通讯作者, Emails: lqchen@mail.scucc.edu.cn (陈连清); 3021207@mail.scucc.edu.cn (黄涛)

基金资助: 湖北省高等学校教学教研项目(2021190); 中南民族大学教学教研项目(JYX24021, JPZXX23027); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(CZZ24002); 民族院校应用化学专业虚拟教研室资助(XNJYS2202)

化学实验是化学学科教学的重要组成部分，为学生提供了验证理论、培养实践能力的平台^[1]。实验室作为科学研究和实验教学的重要场所，其安全问题受到广泛关注。传统的化学实验室安全教育往往注重知识的灌输，忽视了对学生能力的培养和价值观的塑造，教学方法较为单一，教学方式缺乏实践性和互动性，以至于难以有效提升学生的实验室安全意识和技能，可能导致安全事故的发生。因此迫切需要对化学实验室安全教育进行改革，探索更加有效的教学模式。

为加强高等学校实验室精细化管理，提高化学实验室安全风险防范的针对性和有效性，中南民族大学化学实验室安全课程教学团队依据2023年2月教育部办公厅印发的《高等学校实验室安全规范》^[2]进行课程改革，形成了以“知识传授、能力培养、价值塑造”——“三位一体”的教学目标，以及“课程内容与课程思政融合，实验室安全与专业实验深度融合，基础知识与前沿成果融合，实验室安全教育与科研实践融合”——“四融合”的教学模式，为化学实验室安全教育改革提供了一种新的思路和方法。

1 明确“三位一体”课程教学目标

通过系统传授化学实验室安全相关的基本知识，包括化学危险品识别与分类、常用安全设备的使用、安全操作规程、应急处理措施等，使学生能够掌握化学实验室安全的基本理论和规范；通过能力培养加强学生的实验安全操作技能、应急处理能力、安全风险评估能力以及问题解决能力，使学生能够熟练进行各种化学实验操作，并能够在突发事件中采取有效的应急措施；通过价值塑造使学生在实验过程中遵守相关法规，保障自身和他人的权益，使学生能够在整个学习过程中形成对实验安全的全面认识，并将其与专业课学习紧密结合，同时培养社会主义核心价值观和创新能力^[3] (图1)。

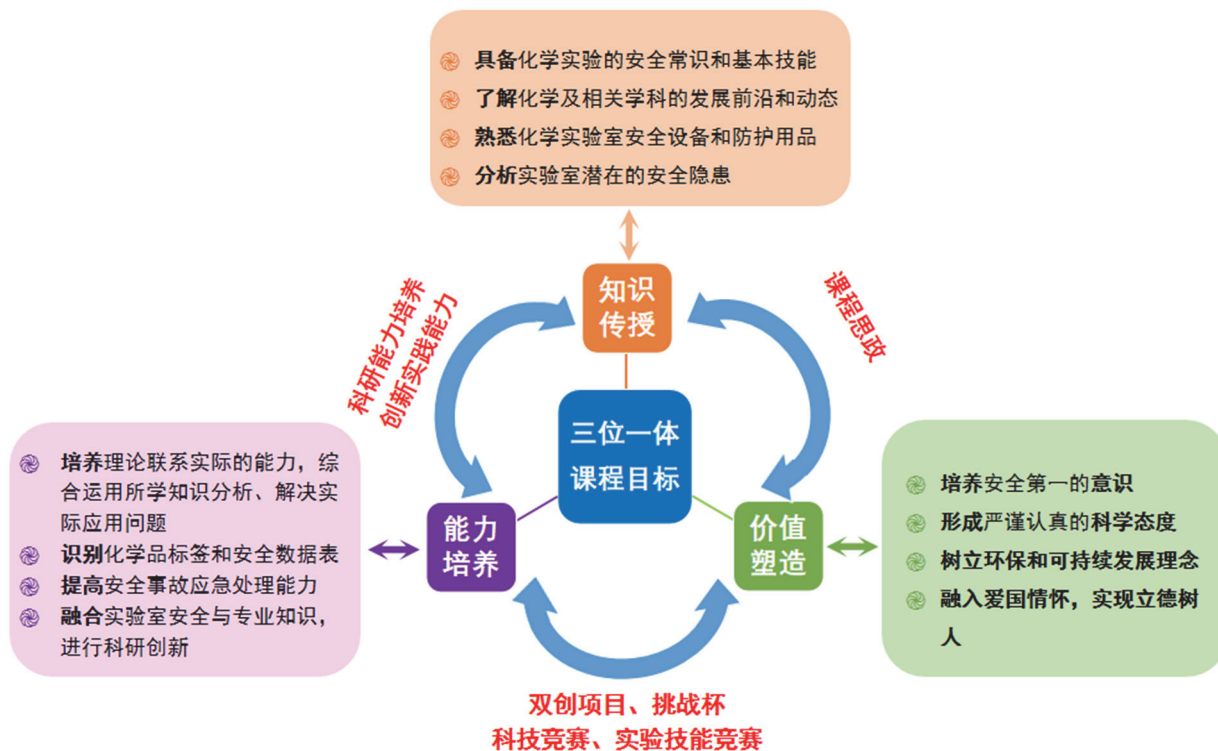


图1 “三位一体”课程目标

2 建立四融合教学模式

2.1 课程内容与课程思政融合

构建显性与隐性教育相结合的课程思政内容体系^[4]。在显性教育环节，设置实验安全专题讲座、新闻案例分析、社会实践等内容，明确告诉学生在化学实验室中哪些行为是安全的，哪些是危险的，以及如何正确处理意外情况。在教学过程中通过案例分析，引入相关的法律法规，如《中华人民共和国安全生产法》《危险化学品安全管理条例》等，让学生了解法律法规在实验室安全管理中的重要性，组织学生就案例中的具体问题进行小组讨论，引导学生运用社会主义核心价值观来分析和解决问题。在隐性教育中，通过实验室环境布置、宣传栏、警示标志以及实验室安全警示语(图2)等，营造一种安全、合规的实验室文化氛围。同时教师通过自己的行为为学生树立榜样，严格遵守实验室安全规程，展现良好的职业操守，在教学中融入爱国、创新、诚信、友善等社会主义核心价值观的元素，让学生在日常实验中不断地接受隐性教育。以化学实验室安全与环境保护为例，在课程中详细讲解化学实验室安全操作规程、个人防护装备的正确使用、化学品的妥善存放与处理等内容，进行显性教育。明确介绍《环境保护法》《固体废物污染环境防治法》等相关法律法规，强调遵守法律的重要性。隐性教育环节，通过实验室废物的分类存放和处理，让学生在实践中体验到绿色环保的重要性，培养他们节约资源和保护环境意识。



图2 实验室安全警示语

信息化手段赋能“课程思政”教育。借助智慧树、超星^[5]等学习平台，将实验室安全课程资源通过动画、微视频等方式上传平台资源，方便学生自由选择学习时间、地点，打破学习的时空限制，在介绍实验室安全规则的同时，融入社会主义核心价值观教育，让学生在掌握安全技能的同时，理解遵守规则的重要性。学校构建虚拟仿真平台，依据实验室实际布局搭建模型，学生可以随时进入平台，学习实验室安全文化、规章制度，以及实验室个人防护用品、工程防护用品和消防用品的使用方法，查找相关安全隐患，学生按实际实验过程完成线上虚拟操作。此方法为学生提供了一个自主发挥的舞台，有利于调动学生学习积极性，培养学生的安全意识，体会安全的重要性，能够潜移默化地培养学生的安全意识、责任担当等精神。

2.2 实验安全与专业实验深度融合

在传统教学模式中, 化学实验室安全教学与专业实验联系较少, 学生无法将实验安全知识灵活运用到实验中。根据化学实验室安全课程“三位一体”教学目标, 让化学实验室安全课程为不同专业课如材料化学、有机化学和生物化学等赋能。通过将安全教育与实验预习相结合, 对不同类型实验过程中可能的问题进行分类, 使学生了解实验室安全知识, 掌握正确的实验操作规范, 培养学生的安全意识和安全能力, 解决实验室安全教育与专业实验融合度低的“痛点”问题。

2.3 基础知识与前沿成果融合

针对课程内容时代前沿性不足的“痛点”问题, 从科研报道、前沿成果、热点话题和社会焦点等方面入手, 将时代发展的新技术、新材料和新方法融入教学内容, 确保学生掌握最新的安全标准和实践。譬如在讲解第五章“实验室安全防护及辐射防护”时, 拓展讲述新型配备传感器的实验防护装备的研发, 其能够实时监测化学品的暴露情况, 以及温度和湿度等环境参数。一旦检测到危险, 防护服可以自动发出警报或者采取措施, 使学生了解信息技术在实验室安全建设中的重要作用。

2.4 实验室安全教育与科研实践融合

实验室安全教育与科研实践的融合是保障学生及科研人员安全的重要环节, 它要求在科研活动中始终贯彻安全第一的原则。通过对学生进行安全培训, 确保每个学生了解并遵守所有的实验室安全规则。让学生参与检查实验室的安全状况, 包括实验设备是否正常、安全设施如消防设备等是否完备等, 使学生在掌握实验技能的同时, 也培养了对实验安全规范的理解和遵守。通过鼓励学生参与学校的双创活动、大学生实验技能竞赛、实验室安全有奖竞答比赛等活动, 让化学安全教育与创新创业教育融合, 以赛促学, 以赛促练, 多方位立体化提高学生的安全素质和安全意识。这种融合不仅体现在实验前的安全培训、实验中的安全监督中, 还包括实验后的安全反思, 确保每次科研实践都成为提升安全意识和技能的过程。

3 教学方法

3.1 采用线上线下混合式教学法

化学实验室安全知识体系零散且复杂, 不仅包含消防、用电、易燃易爆危险品、放射性物质、个人防护和急救处理等安全知识, 还要及时了解不断更新的实验室安全标准及行业规范^[6]。此外, 针对不同方向的实验室使用的药品不同、实验方法不同、所产生的安全问题也是大相径庭, 在教学中针对理论知识的介绍多抽象且难于讲解, 事故处理的实际演练也难以进行, 故将互联网和信息化技术运用到教学中就显得尤为重要。我们利用超星和智慧树等平台建设了化学实验室安全开放课程, 建设了音频、视频等“互联网+”教学资源同时, 还优化了混合式教学设计(图3), 引导学生由“被动受教”向“主动学习”转变, 探索出符合时代发展和实际要求的教学模式。

线上部分, 通过虚拟实验室模拟、安全操作动画演示等, 学生可以学习到实验安全知识和事故应急处理技能。同时, 教师可以穿插介绍国家关于实验室安全管理的法律法规, 强调遵守规章制度的重要性和对生命的尊重。线下部分, 则可以通过实际操作实验, 将实验安全与专业课融合, 实验室安全教育与科研实践融合, 前沿知识与基础成果相结合, 让学生亲身体验安全操作的规范流程。在此过程中, 学生不仅学习了化学实验室安全, 培养创新能力和实践能力, 塑造了在实验中确保个人和他人安全的意识, 更培养了对社会负责、对生态环境负责的意识体系, 从而实现专业知识传授与课程思政的无缝对接。

3.2 案例分析法

化学实验室安全教学案例分析法是一种通过研究实验室安全事故案例^[7], 以增强实验室安全意识和提高事故预防能力的教学方法。该方法通过对具体事故案例的深入分析, 揭示事故发生的根源、过程和后果, 让学生从中学习到如何在实验操作中识别潜在风险, 采取正确防范措施, 从而确保实验室安全。通过这种方法, 学生能够深刻理解实验室安全规定的重要性, 并在实际操作中更加注重



图3 混合式教学法设计

安全细节，达到降低实验室安全事故发生概率的目的^[8]。

例如，通过上海某高校实验室爆炸事故，引发学生对实验室安全的关注进行课程导入。教师组织学生分组进行案例分析，从事故原因、处理过程、防范措施等方面进行深入探讨。在此过程中，教师还要引导学生运用所学知识，结合实际情况提出合理的解决方案，并让学生分享自己的分析成果和安全心得。最后通过线上平台发布问题、线下问答等形式，测试学生对此案例所涉及到的实验室安全知识的掌握程度。

通过分析案例，使学生能够在专业课程的学习背景下，更加深刻理解实验安全的重要性。在融合课程内容与课程思政方面，通过案例强调了对生命至上、规章制度遵守、团队合作和责任感的教育。在基础知识与前沿成果融合方面，案例分析不仅可以回顾事故背后的基本安全知识，还介绍了当前实验室安全领域的前沿技术，如智能监测系统、新型防护材料等，让学生了解如何通过前沿知识保障实验室安全。案例分析法让学生在实践中学习，例如，在分析某一事故案例后，学生可以参与到实验室安全改进的研究项目中，运用所学知识解决实际问题，这不仅加深了对安全知识的理解，也促进了理论与实践的结合。

3.3 课前、课中、课后相结合

课前一周，发布实验室爆炸事故新闻讲解视频和相关报道，让学生在学习通平台学习“易燃易爆危险品”章节(图4)，包括它们的化学性质、安全存储与处理原则，以及相关的法律法规。通过预习，学生能够对即将进行的实验中可能遇到的安全风险有初步的认识，并按要求完成相关测试。

课中，教师提问实验爆炸原因，学生分组讨论。然后教师重点讲述实验中会使用的易燃易爆危险品，包括易燃易爆危险品定义和分类，常见易燃液体、气体和固体等物质，讲解危化品的危险特征及其在不同环境下的潜在风险。在这一过程中，教师还会融入课程思政元素，强调遵守实验规程、保护生命安全、维护公共安全的重要性。融合科研实践，让学生加强对实验安全的重视，消除学生的无所谓心理和惰性心理，树立“安全管理，人人有责”的使命与担当，提高对安全的敏感度。

课后，要求学生阅读相关拓展文献，参加学校举办的化学实验室安全学术讲座，参与实验室安全演练、撰写实验报告、进行安全相关的科研探索等方式，将所学知识内化为实际操作能力，将基础知识与前沿成果融合。



图4 案例分析法及课前、课中和课后实施说明

4 “五维三方”考核评价体系

成绩评定以形成性评价和终结性评价相结合(图5), 着眼于科学全面地评价学生综合素质, 推动学生自主学习, 达到以评促学的目的, 实现全过程考核有机融合^[9], 全面有效地提升学习效果。同时, 利用学习通进行问卷调查, 实时获得学生的反馈信息, 及时进行教学反思, 优化教学设计, 促使反馈改进常态化, 让学生、教师、课程共同成长、共同发展!



图5 侧重形成性评价

本课程采用“五维三方”的考核评价体系, 通过线下作业、平时讨论、线下测试、视频观看、实验操作这五个维度进行考核, 组织学生、学院督导、同行专家等三个主体进行评价, 全面评估学

生在课程学习中的成效和实际操作能力，从而提升学生安全意识和实验室安全管理能力。

五个维度课程成绩评定方式，突显过程性评价，如图6所示。

线下作业：学生完成作业后，教师需要对其进行批改，并根据作业的正确性、完整性、逻辑性和创造性给予评分；

平时讨论：教师在课堂讨论中可以通过课程中的争议点、案例研究或实际应用，评估学生的批判性思维和沟通能力，观察学生的参与度、发言质量和对他人观点的回应能力，对学生给予评分；

线下测试：测试包括课程的主要知识点，包括概念、原理和实际应用来评估学生的知识掌握程度，测试可以包括选择题、填空题、简答题和论述题等；

视频观看：通过观看视频，提问学生有关视频中的关键信息、主要观点以及学生对视频内容的个人反思，以检验他们对视频内容的理解和吸收；

实验操作：通过观看实验视频，使学生了解实验操作，通过口头报告在实验中展示学生对实验内容和实验操作理解。

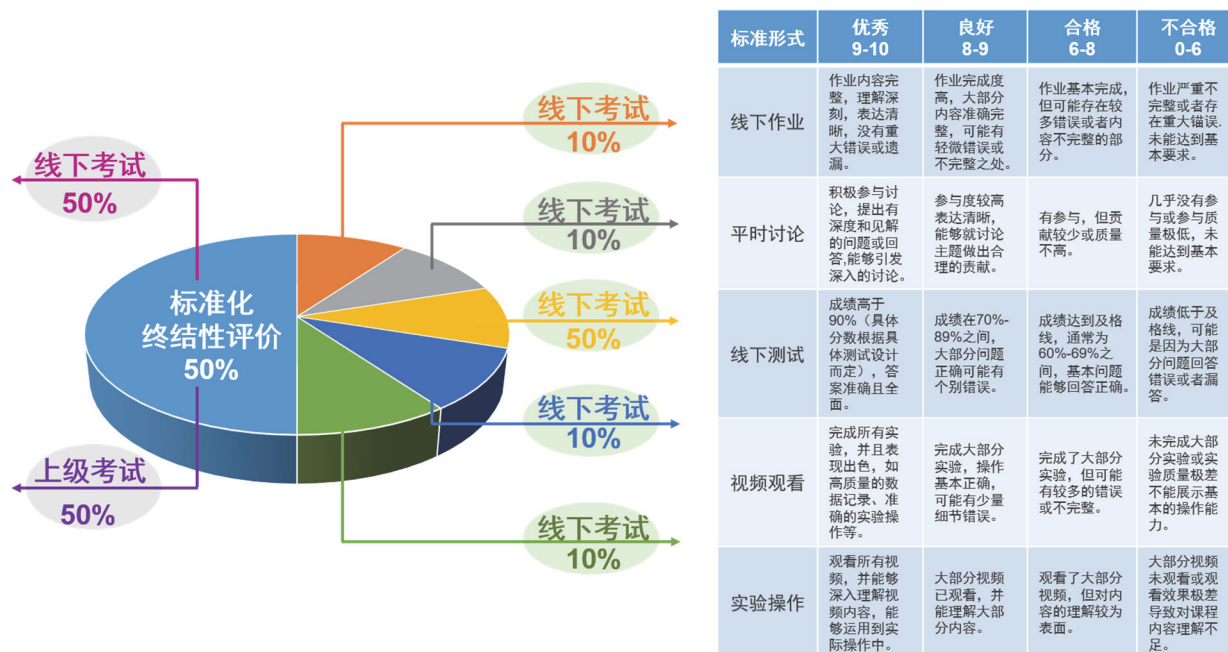


图6 “五维”课程成绩评定方式

课程评价采用学生，学院督导，同行三方评价。

学生评教：通过本课程学习到了关于化学实验安全的许多知识点，例如如何处理实验室污染物，以及实验仪器的使用注意事项等。并且老师通过线上线下相结合、案例分析法等教学方法使学生更容易理解课程内容。

学院督导评价：本课程内容全面，既覆盖了基础理论，也融入了最新的研究成果和实践案例，有利于学生建立起扎实的知识体系，做到了“知识传授、能力培养、价值塑造”三位一体。

同行专家评价：该课程的教材选择和辅助教学资源准备得相当充分。教材内容新颖，能够反映当前学术界的最新动态；辅助资源如在线平台、实验设备、多媒体材料等的运用，丰富了教学内容，提高了教学效率。

5 结语

本研究基于“三位一体 四融合”策略对化学实验室安全课程进行了创新与探索，取得了积极

成效。该策略有效解决了传统实验室安全教育的“痛点”问题，通过线上线下教学法、案例分析法，以及课前、课中、课后相结合的教学法将课程内容与课程思政融合，基础理论课与专业实验深度融合，基础知识与前沿成果融合，安全理论教育与科研实践融合。提高了学生的实验室安全意识和操作技能，培养了学生的责任意识 and 安全意识，提升了学生对社会以及生态环境负责的意识。下一步将继续完善教学内容和教学方法，引入智能化教学，不断丰富教学资源，加强对学生安全意识的长期跟踪评估，以期构建更加完善的化学实验室安全教育体系，为培养高素质的化学人才做出更大贡献。

参 考 文 献

- [1] 闫瑾, 童程霞, 李雅洁, 谷月, 屈学俭, 魏士刚, 朱万春, 郭玉鹏. 大学化学, **2024**, *39* (7), 69.
- [2] 教育部办公厅关于印发《高等学校实验室安全规范》的通知. 中华人民共和国教育部公报, **2023**, No. 3, 40.
- [3] 张洪玉, 尹文生, 柴智敏. 高教学刊, **2024**, *10* (28), 21.
- [4] 董相军, 张彩霞. 化工管理, **2024**, No. 10, 33.
- [5] 马艺, 魏灵灵, 李淑妮, 薛东旭, 徐玲, 张伟强, 焦桓. 大学化学, **2022**, *37* (3), 2106044.
- [6] 房芳, 于月娜, 王春燕, 刘华伟. 大学化学, **2022**, *37* (7), 2111008.
- [7] 张飞, 戴滢, 朱兴荣, 丛培荣. 实验室研究与探索, **2024**, *43* (4), 258.
- [8] 陈立妙, 李亚娟, 周发, 厉江华, 李嘉伟, 刘又年, 黄健涵. 大学化学, **2023**, *38* (3), 119.
- [9] 段金伟, 王莹, 崔林, 郑华宇, 王康, 王英辉, 王珊珊, 李佳佳, 王其召. 大学化学, **2024**, *39* (4), 227.