

# 浅析VR技术在高校实验室安全教育中的 实践与应用探索

叶 蕾

武汉工程大学化学与环境工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2024年8月12日; 录用日期: 2024年9月12日; 发布日期: 2024年9月20日

## 摘 要

随着数字技术的发展, 虚拟现实(VR)已经在教育、文旅、影视等行业得到广泛应用。基于VR技术在沉浸式教育和体验式学习方面的优势, 本文提出利用VR技术赋能高校实验室安全教育, 使学生能够在虚拟实验教育过程中明晰安全规范操作, 辨识潜在的风险。本文对采用VR技术开展实验室安全教育的优势、挑战和解决路径进行了探析。

## 关键词

高校实验室, VR安全教育, 情景体验, 安全管理

# Analyzing the Practice and Application Exploration of VR Technology in College Laboratory Safety Education

Lei Ye

School of Chemistry and Environmental Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

Received: Aug. 12<sup>th</sup>, 2024; accepted: Sep. 12<sup>th</sup>, 2024; published: Sep. 20<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

With the development of digital technology, virtual reality (VR) has been widely used in education, cultural tourism, film and other industries. Based on the advantages of VR technology in immersive education and experiential learning, this paper proposes the use of VR technology to empower laboratory safety education in colleges and universities, so that students can clarify the safety norms operation and identify potential risks in the process of virtual laboratory education. This paper

explores the advantages, challenges and solution paths of using VR technology to carry out laboratory safety education.

## Keywords

College Laboratory, VR Safety Education, Situational Experience, Safety Management

Copyright © 2024 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

实验室是高校组织教学和科研活动的重要基地，高校实验室安全问题也频频发生。例如，2015年，北京某高校实验室发生氢气爆炸，一名博士后在做实验时当场死亡；2017年，上海某实验室发生爆炸，一名正在做实验的学生被爆炸炸伤；2018年，三名学生在北京交通大学研究污水处理时在实验室爆炸中丧生。实验室安全事故不仅严重影响教学科研正常秩序，更严重威胁着师生的生命安全，损害着国家和集体的财产利益，需要我们反思和重新审视高校实验室安全教育和管理工作。遗憾的是，很多人依然认为高校实验室“风险低”，这在一定程度上是因为缺乏危险意识[1]，忽视了安全教育的重要性。

根据教育部2015~2017年组织开展的3年高校实验室安全调查数据显示，受访的75所高校均存在化学安全管理隐患；80%的高校实验室水电系统存在隐患，以及个人保护问题。76%的高校仪器设备管理不规范，45%的高校实验室安全教育和准入存在缺陷[2]。这些数据充分揭示了安全管理的不足以及安全教育的欠缺，是实验室事故频繁发生的关键因素。

基于建构主义理论，知识是通过学习者与环境的互动，通过积极的思维活动而建构起来的[3]。而VR技术正是通过提供一个高度互动和沉浸式的学习环境，使学习者能够在虚拟的实验室中进行真实的操作和体验，从而更加有效地构建知识。然而，目前众多国内外文献资料中，关于实验室安全管理的议题得到了全面而系统的探讨与论述，但在安全教育方式这一关键领域的研究却显得相对薄弱，缺乏足够的创新与深度探索。具体而言，当前高校实验室在安全教育方面，多数仍沿用着传统的教学模式，导致教育效果难以达到最佳状态。因此，本文主要是探讨利用VR技术开展虚拟实验安全教育，使师生身临其境与安全培训系统进行互动，学习实验流程、发现安全隐患、体验事故后果、规范应急处置，以期减少高校实验室安全事故频发的现状。

## 2. VR技术赋能实验室安全教育的优势

实验室是高等学校开展实验教学、科学研究和社会服务的重要场所，同时也是高校培养学生实践能力、创新能力、综合素质的必备场所。因此，高校实验室安全的安全教育关系到高校能否快速健康地发展。完善安全教育体系，教育学生避免不必要的实验室安全隐患，便可以将安全事故消灭在萌芽之中。具体而言，VR技术赋能实验室安全教育具有以下优势：

(1) 沉浸式的虚拟环境有助于提升学习效果。当前高校实验室在安全教育方面，多数仍沿用着传统的教学模式，这些模式往往侧重于理论知识的传授，通过课堂讲授、教材阅读等方式进行，虽能在一定程度上提升学生的安全意识，但在激发学生兴趣、促进知识内化、增强实践能力等方面存在局限。传统的安全教育方式可能未能充分考虑到学生的个体差异、学习风格及现代科技手段的应用，导致教育效果难以达到最佳状态。与传统的讲授式安全教育相比，运用VR技术开展实验室安全教育有助于激发学生兴

趣, 学生可以在虚拟现实环境中进行模拟操作, 掌握实验安全操作步骤和要领, 身临其境地接受参与式安全教育。

(2) 虚拟现实环境有助于激发学生学习兴趣。当代大学生生活在一个科技日新月异、信息爆炸的时代, 他们对新鲜事物充满好奇心和探索欲。虚拟现实(VR)技术作为一种前沿的科技手段, 其独特的沉浸式体验能够迅速吸引大学生的注意力, 使他们在安全教育中保持高度的参与兴趣。在虚拟现实中, 个性化的VR技术还可以根据大学生的兴趣和需求进行个性化定制, 例如通过调整虚拟环境的难度、复杂度以及内容, 大学生可以自由地探索不同的场景, 尝试不同的操作, 甚至模拟应对各种突发情况以确保每个大学生都能在安全培训中找到适合自己的学习路径和挑战。例如, 北卡罗来纳州立大学(NC State University)开发了有机化学的虚拟现实(VR)实验室体验, 为那些无法参加现场实验室的学生提供了一种无障碍工具。由此产生的第一人称VR体验是身临其境和逼真的, 有一个虚拟助教指导用户完成实验所需的步骤, 包括必要的反馈[4]。这种自主学习和探索的过程不仅满足了他们的好奇心和求知欲, 还培养了他们的应变能力和解决问题的能力, 从而进一步提升安全培训效果。

(3) VR技术可以实现重复性操作, 有助于实现降本增效。体验式学习强调通过实际操作和体验来学习, 学习过程包括具体经验、反思观察、抽象概念化和主动试验四个阶段。VR技术可以创造出逼真的实验室环境, 让学生在虚拟世界中体验各种实验场景[5]。例如, 学生可以在虚拟实验室中操作危险设备, 感受化学品泄漏、电气故障等紧急情况。这种沉浸式体验可以让学生在没有实际危险的情况下, 获得真实的操作经验。同时, 在VR环境中, 学生可以反复观看自己的操作过程, 并在虚拟环境中观察实验的每一个细节。例如, 斯坦福大学使用VR技术为新生提供实验室安全培训, 通过虚拟场景模拟化学品泄漏、火灾等紧急情况, 使学生在虚拟环境中学习如何应对这些紧急情况。通过这种方式, 学生可以在短时间内掌握大量的安全知识, 并在实际操作中减少事故发生的可能性。此外, 由于进行化学实验可能既费力又耗时, 昂贵的实验室基础设施使教学这些实验变得困难[6] [7], 并且化学实验室中的危险化学品、玻璃器皿和设备在缺乏适当的安全措施的情况下会给学生和教师带来危险的环境。与传统的线下实验相比, 实验室可以利用VR技术对学生进行安全操作规范培训, 只有达到规范操作标准后才可正式进入实验。因此, 当学员在虚拟环境中能够准确无误地完成实验操作时, 他们才具备进入真实化学实验的资格。这种“先虚拟后真实”的培训模式不仅提高了培训效率, 还确保了学员在实际操作中的安全性和有效性, 从而促进了降本增效目标的实现。

### 3. VR 实验室安全教育面临的挑战

在高等教育体系中, 化学实验作为培养学生科学素养和实践能力的重要环节, 其安全性直接关系到师生的生命健康及学校的稳定运行。然而, 目前高校实验室有关VR安全教育仍存在许多现实问题, 这些问题不仅影响了实验教学的质量, 更对师生的安全构成了潜在威胁。

(1) 缺乏专业师资力量支撑。由于实验室多为高校专业授课老师, 一般工作在教学一线, 目前高校能进行实验室操作的专业老师多为银发教授, 师资结构偏向传统, 这些教师虽有较为丰富的专业知识, 但在新兴技术上仍存在技术鸿沟。除了计算机相关专业的教师外, 绝大多数教师没有VR技术专业背景, 仅凭借技术开发商的技术支撑进行安全课程建设又缺乏专业性, 且对企业内容有很强的依赖性, 当企业的技术路线发生变化或者运转不良的情况下, 课程会受到影响, 同时缺少对企业开发行为的监督和开发路线的规范[8]。

(2) 技术缺乏监管保障。目前, VR虚拟实验室安全教育领域尚未形成统一的技术标准和规范, 由于VR安全教育内容往往涉及多个学科领域和复杂场景, 导致不同学校或机构开发的VR安全教育内容在质量、难度和效果上存在差异, 且其真实性、科学性和安全性难以进行有效的监管和评估。此外, 由于技

术限制和审核机制的不完善,部分 VR 安全教育内容可能存在误导性或安全隐患,学生的个人信息和交互数据可能会被收集和存储。如果缺乏有效的隐私保护和数据安全措施,这些信息可能会被泄露或滥用,对学生的权益造成损害。

(3) 缺乏 VR 实验教育的经费。随着科技的飞速发展,VR 技术在教育领域的应用前景日益广阔,尤其在安全教育方面,其能够模拟真实场景、规避实际风险、提升学习体验的优势备受瞩目。然而,由于国家实验室或相关机构在 VR 教学项目上的评定数量存在严格限制,导致许多具有创新性和实用价值的 VR 安全教育项目难以获得必要的资金支持。没有项目的资助就难以支撑 VR 安全教育的建设和后期维护,这不仅是对开发资源的浪费,也是相关教学工作的损失。

#### 4. 创新高校实验室 VR 安全教育,进行有意义的学习

有意义的学习是由奥苏贝尔和诺瓦克首先提出的一个概念,即学生在他们已经知道的东西,即他们的先验知识和他们需要知道的东西之间形成实质性联系的过程,有意义的学习要求学生积极地参与到认识(认知)、感觉(情感)和行动(精神)的体验中,而不是死记硬背那些可以通过死记硬背和在评估中逐字重复来学习的程序、定义和事实[9]。根据目前存在的问题,本文对实验室安全教育路径提出以下建议:利用 VR 加强安全教育培训,VR 模拟规范操作流程,采取措施完善组织管理制度,从而让学生进行有意义的学习。

##### (1) 提高教师信息素养,加强技术培训

安全教育是最基础的工作,是实验室安全事故的预防。学校需要建立 VR 实验室安全教育的长效机制,从教育源头做起。因此,针对教师在 VR 安全教育方面的具体需求,开展针对性的技术培训。培训内容可以包括 VR 设备的操作、VR 教育内容的制作与编辑、VR 教学设计与实施等。培训过程中应注重实践操作环节,让教师在实际操作中掌握技能。可以组织教师分组进行 VR 教学模拟演练,通过实际操作来加深理解和记忆。同时学校可以定期组织教师参加新技术、新理念的培训和学习活动,帮助他们跟上时代的步伐,鼓励教师之间进行交流分享,分享他们在 VR 安全教育中的成功经验、遇到的问题以及解决策略。这种交流可以促进教师之间的相互学习和共同进步。此外,在培训结束后,需要对教师的培训成果进行考核,包括理论知识测试和实际操作能力评估,确保培训质量和效果,并建立培训反馈机制,收集教师在培训过程中遇到的问题和意见建议,及时改进培训方案。

##### (2) 统一技术标准和规范,加强数据安全

相关部门应组织专家、学者和行业代表共同制定 VR 虚拟实验室安全教育领域的技术标准和规范,鼓励学校、机构和开发者遵循这些标准进行 VR 安全教育内容的开发和使用。同时,对不符合标准的内容进行整改或淘汰。在条件允许的情况下,可以引入第三方机构进行 VR 安全教育内容的审核。第三方机构应具备独立性和专业性,能够客观公正地评估内容的质量和安全性。此外,需要制定明确的隐私政策,明确告知师生 VR 安全教育过程中可能收集的个人信息和交互数据,以及这些信息的使用方式和保护措施,对收集到信息和交互数据进行加密存储,确保数据在传输和存储过程中的安全性。同时,定期备份数据,防止数据丢失或损坏。从而提高 VR 安全教育内容的质量和效果,保障学生的权益和安全。此外,积极收集教师和学生在使用 VR 设备过程中的反馈意见,了解设备使用中的问题和不足,不断改进和完善设备管理。

##### (3) 建立 VR 安全教育共享系统,全面提高高校实验室安全教育水平

各高校可以建立 VR 安全教育共享系统。根据数据显示,目前国内上线项目已达 20 项,包括 2018 年已认定国家虚拟仿真实验教学项目 1 项,2019 年已申报国家虚拟仿真实验教学项目 7 项,2020 年及 2021 年准备申报国家虚拟仿真实验教学项目 12 项,同时服务了多门实验课程的教学[10]。因此,高校可以建

立相关共享系统, 允许全国其他师生申请进入其校实验室进行安全教育学习。例如 VR 硬件设备, 包括高性能计算机、VR 头盔、动作捕捉系统等可以结合高校实验室的实际情况, 开发具有针对性的 VR 安全教育内容, 包括个人防护、实验室消防安全、电气安全、危险化学品安全、生物安全、医疗废弃物处理、仪器设备安全、实验动物安全、事故自援自救等多个方面。此外, 也可以开发软件系统, 实现多屏互动教学、实时录播、直播等功能。这种资源互补的方法, 不仅缓解了由资金匮乏导致的 VR 安全教育资源不足, 还加强了各高校之间的科研交流与学习, 对全面提高高校实验室安全教育水平有重要作用。最后, 需要定期统计平台的使用数据, 向平台用户(教师和学生)发放满意度调查问卷, 了解其对平台资源和功能的评价, 及时优化平台, 根据每季度发布平台使用情况评估报告, 总结平台的运行情况和存在问题, 为后续改进提供依据。

## 5. 结语

综合来看, 本文主要探讨的是利用 VR 技术进行实验室安全培训系统模拟的高风险实验场景和应急处置场景, 使学生能够对实验过程中潜在的风险进行直观感受和辨识, 确保了参加安全教育的师生熟悉各类风险和控制的措施, 掌握紧急情况下的应对措施。同时提出构建现代化实验安全教育体系的策略, 进行安全教育方式的创新, 当然, 不仅是安全教育, 安全管理制度等也是影响实验室安全的重要因素。针对上述问题, 本文也提出了安全管理的相关路径, 可以为相关管理者提供一些管理建议, 促进他们建立实验室安全管理。

## 参考文献

- [1] Ma, L., Ma, X., Zhang, J., Yang, Q. and Wei, K. (2021) A Methodology for Dynamic Assessment of Laboratory Safety by SEM-SD. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article 6545. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126545>
- [2] Du, Y., Feng, J. and Zhang, X. (2018) Summary of Three Years' Supervision of University Laboratory Safety (II): Review of Current Situation of University Laboratory Safety Management from Perspective of Safety Supervision. *Experimental Technology and Management*, **35**, 5-11.
- [3] Piaget, J. (1952) *The Origins of Intelligence in Children*. International Universities Press.
- [4] Williams, N.D., Gallardo-Williams, M.T., Griffith, E.H. and Bretz, S.L. (2021) Investigating Meaningful Learning in Virtual Reality Organic Chemistry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, **99**, 1100-1105. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00476>
- [5] 徐剑坤, 王恩元, 习丹阳, 等. 矿业工程多专业融合数字场景体验式教学方法[J]. *实验技术与管理*, 2021, 38(1): 202-206.
- [6] Reid, N. and Shah, I. (2007) The Role of Laboratory Work in University Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, **8**, 172-185. <https://doi.org/10.1039/b5rp90026c>
- [7] Bretz, S.L. (2019) Evidence for the Importance of Laboratory Courses. *Journal of Chemical Education*, **96**, 193-195. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00874>
- [8] Seery, M.K. (2020) Establishing the Laboratory as the Place to Learn How to Do Chemistry. *Journal of Chemical Education*, **97**, 1511-1514. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00764>
- [9] Bretz, S.L. (2001) Novak's Theory of Education: Human Constructivism and Meaningful Learning. *Journal of Chemical Education*, **78**, 1107. <https://doi.org/10.1021/ed078p1107.6>
- [10] 许丽, 王鸿鹏, 高振元, 等. 综合性高校虚拟仿真实验教学项目群建设初探[J]. *实验室研究与探索*, 2021, 40(12): 187-190.