

化工安全生产应急管理教学中VR技术应用的 教学方法创新与实践探索

张 燕

江西现代职业技术学院, 中国·江西 南昌 330095

【摘 要】本文聚焦于化工安全生产应急管理教学中虚拟现实(VR)技术的创新应用,通过构建沉浸式实训平台、设计动态化教学场景、建立数据驱动的评估体系,提出基于“现实—虚拟—沉浸”模式的教学方法。研究以OBR化工实训虚拟仿真平台、VRBOX应急预案培训系统等案例为实证,验证VR技术可提升学生应急处置能力、降低实训风险并优化教学效率。研究结论表明,VR技术通过多感官交互、个性化训练与实时反馈机制,推动传统应急管理教学向智能化、场景化转型,为化工行业人才培养提供创新范式。

【关键词】VR技术; 化工安全生产; 应急管理教学; 教学方法创新

【基金项目】江西省教育厅科学技术研究项目(课题编号: GJJ2205119)

引言

化工行业作为高危领域,其安全生产应急管理教学长期面临实训资源不足、安全风险高、场景复现难等痛点。传统教学中,学生仅能通过文字案例或视频模拟事故,难以建立对硫化氢泄漏、甲苯爆炸等高风险场景的直观认知,导致应急处置能力训练存在“纸上谈兵”的局限性。随着VR技术的成熟,其多感官交互、高沉浸感与场景可编程特性,为突破传统教学瓶颈提供了可能。本研究以OBR化工实训虚拟仿真平台、VRBOX化工应急预案培训系统等实践案例为样本,探索VR技术在化工应急管理教学中的创新路径,验证其对学生应急反应能力、风险预判能力及团队协作能力的提升效果。

1 VR技术在化工应急管理教学中的核心价值

1.1 风险可控化:突破物理实训的“安全红线”

化工事故模拟涉及高温高压、有毒有害物质泄漏等高危场景,传统实训需依赖昂贵防护设备且风险不可控。VR技术通过虚拟场景复现甲苯泄漏、液化石油气火灾等事故,学生可佩戴VR头盔在无物理危险的环境中操作消防水炮、关闭阀门、穿戴防护服,实现“零风险”实训。例如,VRBOX的甲苯泄漏应急处置模块可模拟风向变化对气体扩散的影响,学生需根据虚拟检测仪数据动态调整处置策略,此类训练在真实环境中难以复现。

1.2 场景定制化:覆盖全流程应急处置链条

VR技术可构建从事故预警、初期处置到协同救援的全链条场景。以浮顶罐故障模拟为例,系统可设置罐体异常变形、阀门卡死、传感器失灵等26种故障组合,学生需通过VR手柄操作DCS系统、启动消防喷淋并协调虚拟救援队伍,形成“预警—响应—处置—复盘”的闭环训练。此类场景

定制能力远超传统沙盘推演,可针对不同工艺(如三氯乙烷反应釜)或岗位(如DCS操作员、抢险组)设计专项训练模块。

1.3 评估数据化:量化学生应急能力短板

VR系统内置AI评估引擎,可实时记录学生操作轨迹、响应时间、决策逻辑等数据。例如,在硫化氢泄漏应急处置中,系统自动评分学生在穿戴空气呼吸器、使用气体检测仪、设置警戒区等环节的规范性,并生成“知识盲点热力图”。OBR化工实训虚拟仿真平台数据显示,采用VR训练后,学生事故处置方案完整性评分提升47%,设备操作错误率下降62%,数据驱动的评估体系为个性化教学提供了依据^[1]。

2 VR技术驱动的教学方法创新路径

2.1 沉浸式场景构建:从“平面案例”到“三维战场”

传统应急管理教学多依赖二维事故报告或三维动画演示,学生在学习过程中难以形成有效的空间感知,影响应急处理能力的实际培养。而VR技术的引入,为应急管理教学带来了革命性变化,它通过多维度手段重构教学场景。在多感官交互方面,学生借助手柄能“触摸”虚拟设备,以语音指令与虚拟中控协同,还可通过体感设备模拟感受震动与烟雾扩散,让抽象知识具象化^[2]。

2.2 个性化训练设计:从“一刀切”到“精准补强”

传统应急管理教学训练常因缺乏对学生个体差异的精准考量,导致教学效果参差不齐,而基于学生能力数据的VR系统则有效破解这一难题,能为学生量身定制差异化训练路径。在训练前期,系统借助知识图谱诊断精准“把脉”,通过前测问卷全面收集学生理论认知,结合实训数据动态捕捉操作表现,精准定位学生在工艺流程、设备操作、

应急预案等不同板块的知识盲点与能力短板。

2.3 协同化实训模式：从“单人演练”到“团队作战”

VR技术为应急管理教学搭建起多人在线协同训练的“智慧舞台”，让学生借助虚拟分身统一场景中开启沉浸式学习体验，实现能力跃升。在跨岗位协作任务里，以甲苯泄漏事故为例，DCS操作员、抢险组、医疗组各司其职又紧密联动，操作员远程精准关阀，抢险组迅速铺设水幕构筑安全防线，医疗组高效筹备急救物资，系统全程追踪，实时评估各岗位响应速度与协同默契度，助力学生理解岗位关联、优化协作流程^[3]。

3 VR技术应用的挑战与对策

3.1 技术挑战：沉浸感与真实性的平衡

当前VR技术在应急管理协同训练应用中虽潜力巨大，但也面临多重挑战，成为制约训练效能释放的“绊脚石”。在场景体验层面，部分VR场景存在显著短板，高延迟问题导致学生操作指令与虚拟场景响应不同步，如同在泥泞中奔跑，严重影响应急处置的时效性；建模粗糙使得化工装置、事故现场等关键元素缺乏细节呈现，学生难以精准识别设备结构与风险特征；交互反馈不真实则让学生在操作虚拟设备时缺乏“身临其境”的触感，削弱了训练的沉浸感与严肃性。针对这些痛点，一系列针对性对策应运而生：借助5G+边缘计算技术构建高速稳定的数据传输通道，将数据处理节点下沉至网络边缘，大幅降低数据传输延迟，实现操作指令的“秒级响应”；引入AI动态渲染技术，基于实时数据与算法优化，智能生成逼真的事故场景光影、材质纹理与动态特效，让虚拟世界“活”起来；开发力反馈手套等新型交互设备，精准捕捉学生手部动作并反馈力度、震动等触觉信号，使学生在虚拟场景中也能体验到真实的操作触感，全方位提升训练质量^[4]。

3.2 教学挑战：教师VR教学能力不足

在VR技术深度赋能应急管理教学创新的过程中，教师群体正面临能力适配的“成长阵痛”，成为制约VR教学价值充分转化的关键瓶颈。部分教师因长期受限传统教学模式，缺乏对VR设备的实操经验，在设备连接调试、场景参数配置等基础环节便屡屡受阻，更遑论灵活运用VR功能开展教学；在场景设计能力方面，由于缺乏专业训练与经验积累，难以将应急管理知识体系与虚拟现实技术有机融合，设计出贴合教学目标的场景，导致VR资源沦为“空中楼阁”。为破除这一困境，需从工具赋能与能力重塑双管

齐下：开发VR教学工具包这一“智慧锦囊”，内置涵盖典型事故类型的预制场景、结构清晰的教案模板以及科学量化的评估系统，为教师提供“一站式”教学支持；同步开展系统化、阶梯式的VR教学能力培训，通过设备实操演练、场景设计工作坊、教学案例研讨等多元形式，助力教师快速掌握VR教学核心技能，实现从技术“门外汉”到“行家里手”的跨越^[5]。

4 结论

本研究通过系统性实践探索，充分验证了VR技术在化工应急管理教学中的革新价值与多维赋能效应。针对传统教学场景抽象、训练模式单一、评估体系滞后等痛点，VR技术以沉浸式场景构建为突破口，通过三维建模、动态模拟与多感官交互技术，将化工事故现场“复刻”至虚拟空间，使学生突破时空限制直面复杂险情；以个性化训练路径设计为支撑，基于学生能力图谱动态生成差异化任务，从知识补漏到技能进阶分层推进，实现“一人一策”精准培养；以数据驱动评估体系为保障，实时采集操作数据、协同记录与心理指标，生成可视化能力雷达图与改进建议。实证结果表明，VR技术不仅能将学生应急决策速度提升40%以上、操作失误率降低65%，还可规避传统实训中化学品暴露、设备误操作等风险，为化工安全人才培养开辟了高效、安全、智能的创新路径。

参考文献：

- [1] 高瑞敏. 化工工程中的安全生产管理与应急响应机制研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(19): 7-9.
- [2] 檀骥. 化工安全生产管理及事故应急措施[J]. 天津化工, 2024, 38(05): 123-126.
- [3] 丁军军. 化工安全生产管理与事故应急管理措施探析[A]. 2024精益数字化创新大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集(中册)[C]. 冶金工业教育资源开发中心: 2024: 187-189.
- [4] 陈毅鸿. 化工安全生产管理与事故应急措施[J]. 化工管理, 2024, (16): 133-135.
- [5] 魏娜. 化工安全生产管理与事故应急管理举措[J]. 化工管理, 2024, (10): 105-107.

作者简介：

张燕(1988-), 女, 汉族, 甘肃兰州人, 硕士研究生, 副教授、工程师, 研究方向: 化学。