

化学品企业基层班组应急仿真实训建设

王春 刘刚 李洪伟 范亚苹 李智临

国家危险化学品应急救援技术指导中心 中石化安全工程研究院有限公司

一、技术特点

1. 基于云推送的数据推送及同步技术

通过分析基层班组应急教学特点及其目前存在的问题，基于云推送的数据传输及同步技术，设计基于云平台的基层员工应急学习仿真平台，构建云服务应用模型，完成应急资源的定期推送。同时建立双向服务模式，充分利用企业专家资源，设计资源分享与共享机制。基于数据库管理技术，构建面向基层员工岗位的应急知识资源精准推送模型与学习资源数据库，构建基层班组应急培训矩阵和知识体系，包括事故案例库、事故情景库、应急知识库等，完成入库资源 $\geq 50\text{G}$ ，涵盖典型事故案例 ≥ 100 个、装置及岗位专业知识数据 ≥ 400 条、岗位学习资源 ≥ 400 个，考核试题 ≥ 3000 道、隐患图片 ≥ 120 张。

2. 基于情境体验、互动操作的作业场景虚拟仿真技术

研发面向化学品企业基层班组应急仿真训练的三维可视化引擎，构建三维场景库，实现多媒体三维交互课程的快速开发。基于自主研发的三维可视化引擎，制作基于岗位生产操作与应急处置的三维仿真课件，实现现场作业风险识别、隐患排查、应急处置、异常工况等内容的三维虚拟仿真操作。以虚拟现实技术为基础，结合计算机视觉将真实的应急处置场景转为虚拟环境，利用交互设备构建人类感知方法与系统，提出基于化学品企业知识特征的仿真模拟方法，形成模型、数据等仿真资源的表达形式，研发沉浸式VR课程，实现在虚拟场景中的VR沉浸式仿真交互操作及事故后果沉浸式体验等，完成30余个VR沉浸式课程的研发。

3. 基于事故重构的应急模拟仿真训练技术

基于工艺模型、安全模型与事故灾害模型，结合典型事故情景，研发基于事故重构的应急模拟仿真训练技术与装备，实现数据驱动全要素应急演练与技能实战训练。通过基础安全互动体验、模拟实操装置、多媒体教学、沉浸式VR模拟体验，实现石化装置典型事故情景下全流程、多层次、智能化应急演练与推演。采用学员信息管理及考核系统等软、硬件结合的实训方式，通过专业知识程序化表达，融合专家经验迁移与丰富资源库，结合岗位知识动态更新与精准推送，以下沉到边的全场景组合应用模式，实现基层员工安全教育一站式精准学习与实操训练。结合企业实际情况，设计与企业应用高度契合的实操训练功能，在实训场地通过模拟典型石化装置火场烟、热、光等真实环境，受训人员在模拟环境中亲身体会到事故（火灾、泄漏）状态下应急处置的真实状态，高

效率提升基层员工在作业过程中的安全意识及安全措施的应用能力。

二、创新性

1. 创建基于云架构的基层班组应急能力提升新方法。建立面向班组的云服务推送机制，实现智能化、个性化、多模式学习资源推送与管理。利用平台资源，设置学习及考核内容，为企业基层班组应急能力提升提供智能化学习、仿真练习、考核与管理工具，形成面向班组应急培训的系统方案。

2. 提出基于虚拟现实的石化企业基层班组应急演练新技术，优化三维场景渲染算法，解决了云上三维资源加载速度慢等问题，实现基层班组事故应急处置、消防器材操作等 VR 沉浸式三维交互式培训。

3. 通过对事故案例进行深入分析，重构事故发生发展过程中的关键性技能要素，形成事故案例展示与体验、应急技能模拟训练等仿真实训方法及装备。结合典型事故情景，形成应急演练仿真平台，实现石化装置典型事故情景下全流程、多层次、智能化应急演练与推演。结合企业废旧装置、培训教室、训练场地为企业基层员工提供火场逃生、消防灭火、应急处置等应急实操训练。

三、实践应用成效

近年来，项目成果先后应用于成都市应急管理局、中国石化齐鲁石化、金陵石化、海南炼化、中原油田等二十余家企业及政府部门应急处置培训与实操训练任务，通过采用实操体验、仿真模拟、桌面推演、沉浸式 VR 教学等多种展现形式，采用“演练+实训”联动出击的方式为基层员工应急能力的提升提供技术支持，提升了员工参与应急训练的兴趣度，增强了应急学习的效果。参训总人数达 10 万余人次，得到企业广泛认可。

基于项目研发的基层员工学习仿真平台目前已完成 10 余家企业的上线应用，包括武汉石化、安全石化、金陵石化、长岭炼化等。共计 160 余套，总注册用户 2 万余人，为基层员工提供班组安全技术服务。在为班组人员减负的情况下，提升了员工参与班组活动的兴趣度，增强了班组安全活动的效果，得到企业广泛认可。

四、推广应用情况

目前企业基层员工应急知识学习多采取集中式讲课程、外聘讲师等形式开展，受技术与场地限制，实操训练较少，缺少日常演练的智能化工具。本项目提出的集“在线平台+线下终端+内容推送+仿真训练+应急实训”为一体的技术服务市场还属于空白新增市场。基层班组应急仿真与实训的应用研究为企业班组安全带来了新的服务理念，研发的基于事故重构的应急模拟仿真训练技术与装备，能够实现数据驱动全要素应急演练与技能实战训练，通过基础安全互动体验、模拟实操装置、多媒体教学、沉浸式 VR 模拟体验、学员信息管理及考核系统等软、硬件结合的实训模式，重新定义了企业班组应急能力提升方式，市场前景广阔。另外，该项目的研究成果具有良好的扩展性，其广阔的市场价值将使其能广泛应用到石油化工、建筑、特种设备、危化品、交通运输等各个领域，并极大改变企业基层组织现有的应急安全教育方式。提高企业基层员工的安全培训效率，

提升员工的安全意识、应急技能，为企业的安全生产提供技术支撑，具有良好的市场前景。

五、成果产出情况

申请发明专利 7 件：《班组安全培训系统》《加油枪式手柄及基于所述手柄的加油站虚拟仿真培训系统》《石化企业智能巡检中装置三维空间快速构建方法》《石化销售企业的安全仿真培训系统》《一种消防训练模拟装置》《油品销售安全培训系统》《用于班组安全培训的系统》；

申请实用新型专利 1 件：《班组安全岛培训设备》；

获得科技奖励 2 项：中石化科技进步奖《基于云技术的销售企业 HSE 培训体系与模式研究》、中国石油化工集团有限公司管理现代化创新奖《创建“安”为基“全”为本的班组安全岛，提升企业基层防控安全风险能力》。

六、代表性图片



图 1 基层员工仿真学习



图 2 实训基地建设

七、成果联系人

姓名：刘刚 邮箱：liug.qday@sinopec.com

座机：0532-83786090 手机：18660285865

地址：山东省青岛市崂山区松岭路 339 号