

Research on immersive cognition design of mine safety education exhibition

Tiao Hao

Hao Tao Planning (Shandong) Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong, 277100, China

Abstract

This study focuses on designing and implementing a cognitive-oriented mine safety education exhibition hall, aiming to enhance the effectiveness of mining safety education through multisensory immersive experiences. As a globally high-risk industry, the mining sector faces complex environments, unpredictable natural disasters, and frequent accidents that endanger workers' lives and property. Building upon specific cognitive theories and integrating cognitive, emotional, and sensory experiences, this research designs and optimizes an immersive space for mine safety education exhibitions. By combining multisensory interactions with virtual reality-based scenario construction, it helps visitors gain a profound understanding of accident causes and consequences, thereby improving safety awareness and prevention capabilities.

Keywords

mine safety education; immersive design; social significance

矿山安全教育展览的沉浸式认知设计研究

郝涛

郝涛企划（山东）有限公司，中国·山东 枣庄 277100

摘 要

本研究的重点是设计和实施一个具体的、认知性的矿山安全教育展厅，旨在通过多感官沉浸式体验提高矿山安全教育的效果。采矿业是全球高危行业，由于环境复杂，自然灾害难以预测，矿难频发，威胁着工人的生命财产安全。因此，本研究基于特定的认知理论，结合认知、情感和感官体验，设计并优化了矿山安全教育展览的沉浸式空间，利用多感官交互和虚拟现实相结合的情境构建，帮助参观者深刻理解事故发生的原因和后果，提高安全意识和防范能力。

关键词

矿山安全教育；沉浸式设计；社会意义

1 引言

研究运用数字多媒体、虚拟现实及跨媒体互动技术，构建高度还原的矿难情境，设计以参观者为中心的多感官互动模式，让参观者在沉浸式认知体验中直观感知矿难影响。该创新设计通过真实情景叙事与认知参与强化学习，促进知识内化，推动参观者从被动教育接受者转变为主动体验者，提升风险意识。本研究通过情境化叙事、情感共鸣、多感官沉浸等设计，为矿山安全教育展厅赋予具体认知情境，拓宽其公共教育功能与应用范围，为社区、企业及矿工提供持续安全教育支持，既增强教学效果，也为矿山安全教育展厅可持续设计提供理论依据与实践参考。

2 研究背景

采矿业因工作环境复杂、条件艰苦且潜在危险多，事故频发，瓦斯爆炸、矿井坍塌、进水及机械伤害是常见事故类型。此类事故不仅严重威胁矿工生命安全，还对矿区生产、经济与环境造成重大损害。全球已探明储量的 80 种矿产资源分布于 200 个国家的 30 万个矿山，受采矿环境复杂性与不可预测性影响，矿难问题突出。国际劳工组织（ILO）数据显示，全球每年采矿事故死亡人数居高不下，2022 年澳大利亚矿难死亡人数达 30449 人；发展中国家因采矿设备陈旧、管理制度不完善，事故更为频发，2010 年陕西省王家岭煤矿洪水事故致 38 人死亡，成为矿山安全领域的重要警示案例。这些事故暴露了矿山生产中安全管理的不足，凸显加强安全教育培训的紧迫性。

当前，沉浸式空间技术已从基础理论研究迈向复杂技术应用阶段，涵盖虚拟现实（VR）、增强现实（AR）及智能虚拟环境等领域，实现了理论到实践的跨越。本研究以淮

【作者简介】郝涛（1975—）男，中国山东枣庄人，博士，设计师，从事艺术与科技研究。

北矿山安全教育展馆为依托,运用虚拟现实技术构建沉浸式安全教育模式。通过搭建虚拟培训环境,让学员获得身临其境的真实体验,将传统安全培训模式转型为互动体验式学习模式。在矿山安全培训中,通过事故模拟与应急培训体验,结合多感官体验与反馈,提升工人安全意识与应急能力;同时收集分析参与者心理状态、行为反应及模拟事故现场相关行为数据,借助虚拟现实间接体验危险情境,实现安全教育效果最大化。该展览构建的沉浸式安全教育模型,覆盖从事事故模拟到应对措施的全阶段,为系统化安全教育奠定理论框架与实践基础;展览中心通过数据驱动的评估方法,跟踪参与者学习成果并开展数据分析,提出沉浸式培训效果评估方法,通过优化学习项目提升效果,既为虚拟现实技术在矿山安全培训中的应用提供学术支撑,也为沉浸式技术在其他行业的应用研究提供新方向与实践依据。

3 研究目的和意义

3.1 研究目的

本研究旨在全面提升矿山安全教育中心展厅对矿工及相关人员的安全意识培养与应急能力训练效果,明确展厅知识传播、技能培训、情景体验、情感共鸣、安全文化普及及反馈改进六大核心功能。在知识传播层面,通过图片、视频、模型等多元媒体形式,系统呈现矿山安全基础知识,帮助参与者全面掌握工作中的危险点与预防措施;技能培训环节,设置模拟操作区,借助真实操作体验,开展紧急救援、火灾疏散等技能训练,提升参与者实际应对能力;情景体验方面,运用虚拟现实(VR)、增强现实(AR)技术,打造沉浸式体验场景,让参与者亲身感受采矿作业真实环境与潜在危险,强化危险识别能力与应急响应技能;情感共鸣维度,通过展示真实事故案例与幸存者故事,触动参与者情感,深化其对安全重要性的认知,提升自我保护意识;安全文化普及功能上,承担矿山安全法规宣传与企业安全文化传播责任,通过讲座、互动活动推动企业安全文化建设与优化;反馈改进环节,收集学员反馈意见,评估培训效果,持续优化培训内容与方法,以适应动态变化的安全需求,充分发挥矿山安全培训中心展厅在事故预防与安全文化建设中的作用。

3.2 技术应用意义

在矿山安全培训中心,虚拟现实(VR)、增强现实(AR)及沉浸式体验技术的应用,大幅提升了教育效果与参与体验。VR技术可构建完全沉浸式虚拟环境,让学员直观感受采矿作业实际情况,强化安全意识与应急处理技能;AR技术将虚拟信息融入现实环境,实时提供视觉引导与信息提示,助力工人识别设备操作要点与安全隐患,提升安全操作水平;沉浸式体验技术整合VR与AR技术优势,通过多感官参与和互动,打造更逼真的学习环境,增强情感共鸣,提升学习效果。这些技术在矿山安全培训中的应用,能在保障人员安全的前提下,模拟真实矿山事故场景,帮助学习者深

入了解潜在危险,掌握应对策略,为矿山安全培训提供了高效、安全的技术路径^[1]。

3.3 展厅设计实践意义

以“淮北矿业集团安全警示教育体验馆”为设计主题,围绕多感官沉浸式体验构建展厅空间,通过分区设计打造特色鲜明的立体教育空间。入口区域利用直观的安全警示牌与矿山安全主题展品,吸引参观者进入体验状态;西翼区域设置矿山安全历史回顾与重大安全事故展区,结合互动屏幕、多媒体展品,提前让参观者认识到安全教育的重要性;核心体验区—坠落体验区,通过还原真实矿井坠落场景,借助先进设备让参观者切身感受事故发生时的状态,深刻理解安全防护的必要性;事故展示区陈列多起真实矿山安全事故案例,运用声光电技术再现事故现场紧张氛围,搭配VR设备让参观者沉浸式体验事故危害,明晰事故成因、后果与预防措施;多媒体培训区依托多媒体技术,讲解最新矿山安全知识与技能,总结反思区引导观众梳理所学知识,通过问卷调查、互动讨论等形式分享感悟与收获,深化对矿山安全知识的理解。该展厅设计通过丰富内容与多元互动形式,打造兼具教育性与吸引力的空间,从感官与情感层面强化观众对矿山安全重要性的认知;未来还将依据观众反馈优化内容与布局,进一步提升教育效果,为矿山安全教育展厅设计提供实践范例。

3.4 社会意义

矿山安全教育中心作为安全教育的重要载体,具有显著社会意义。在公众安全意识提升方面,通过展示矿山安全知识、事故案例及预防措施,提高公众与矿工对矿山安全生产的关注度与认知度,增强自我保护能力,降低事故发生率;在安全文化建设层面,作为安全文化传播的关键平台,借助多样化展览与互动体验,助力矿业企业及员工树立“安全第一”理念,营造积极的安全文化氛围;在企业社会责任弘扬方面,安全培训中心的存在向社会传递了矿业企业重视安全生产的信号,有助于提升企业社会形象与公信力;在政策制定支持上,能为政府及行业组织提供矿山安全相关数据与案例,为科学、有效的安全政策制定与实施提供依据,提升矿山安全管理整体水平。综上,矿山安全教育工作不仅在提升个人安全意识与技能方面发挥重要作用,更在推动社会安全文化发展、强化企业社会责任、辅助政策制定等方面具有深远社会意义^[2]。

4 沉浸式展览相关理论与实践分析

4.1 体验式学习的类型及其效果

在矿山安全培训中心沉浸式空间设计中,体验式学习通过感官体验、情感体验、认知体验三个维度协同作用,显著提升教育效果。感官体验借助视觉、听觉、触觉等多感官刺激,营造逼真的学习环境,强化学员对安全信息的感知与记忆,例如利用VR、AR技术让学员在模拟矿井环境中完

成真实操作任务,加深对安全操作规程的理解与应用;情感体验通过模拟现实案例与情境,引发参与者情感共鸣,促使其反思自身安全行为,推动安全知识向态度与行为转化,增强对安全文化的认同与践行意愿;认知体验强调主动学习,通过实践操作与情境模拟,实现知识构建与应用的深度融合,如通过角色扮演让参与者理解安全管理的复杂性,提升应对复杂安全问题的适应能力。

4.2 积极参与和教育效果的关联

积极参与是实现有效学习的核心要素,沉浸式展览设计通过多维度互动,确保参观者在展览全程保持高度参与度,进而提升学习效果。在知识内化方面,沉浸式展览引导参观者通过情境体验与互动操作主动建构知识,契合建构主义学习理论中“学习是个体通过与环境互动构建知识体系”的核心观点,参观者通过反复体验与反思,将展览中的安全知识内化为自身认知体系的重要组成部分;在情感共鸣层面,沉浸式展览打造逼真场景,调动观众情绪,而强烈的情感体验能加深对知识的理解与记忆,如灾难教育展品通过模拟事故危机,让参观者切身体验危险情境,强化安全意识;在深度学习维度,依据大卫·科尔布体验式学习理论,学习是“体验—反思—概念化—实验”的循环过程,沉浸式展览为参与者提供丰富的体验场景,推动反思、概念化环节的深入开展,实现安全知识的深度学习与应用能力提升。

5 矿山安全教育展览沉浸式设计实践与分析

5.1 设计理念与方法

本研究以提升矿山安全教育效果为核心目标,提出“情境叙事+多感官互动”的展览设计理念,将情境叙事贯穿展览全程,通过故事化的事故案例呈现、安全知识传递,增强展览的吸引力与感染力;同时融合多感官互动设计,调动参观者视觉、听觉、触觉等多种感官,实现“身临其境”的体验效果。

在设计方法上,采用文献研究、实地调研、用户需求分析相结合的方式。首先通过文献研究梳理矿山安全教育现状、沉浸式技术应用成果及体验式学习理论,明确设计方向;其次对淮北矿山及现有安全教育展厅进行实地调研,掌握矿山作业实际安全需求与现有展厅设计不足;最后通过问卷调查、访谈等方式收集矿工及安全培训人员的需求,为设计提供精准依据^[1]。

5.2 设计实施与效果分析

基于设计理念与方法,本研究在淮北矿山安全教育展馆开展沉浸式空间设计实施。在技术应用上,整合数字多媒

体、VR、AR技术,构建矿难事故模拟系统,还原瓦斯爆炸、矿井坍塌等常见事故的发生过程,参观者通过VR设备“亲历”事故,直观感受事故危害;在互动设计上,设置模拟操作平台,参观者可通过AR技术获取设备操作的实时指导,完成安全操作训练,同时通过触觉反馈设备感受矿井不同环境的触感差异,强化感官体验;在空间布局上,依据“入口引导—历史回顾—事故体验—技能培训—总结反思”的逻辑脉络,划分功能区域,各区域通过声光电技术实现场景衔接,营造连贯的沉浸式体验。

通过对展览实施效果的调研分析,沉浸式空间设计显著提升了矿工对安全培训的需求与满意度。参与培训的矿工中,85%表示通过沉浸式体验更深刻地认识到矿难危害,78%认为模拟操作训练有效提升了应急处理能力;从培训数据来看,矿工对安全知识的掌握程度较传统培训提升30%,安全操作规范的遵守率提升25%。此外,情境共创设计方法的引入,让学员从被动接受知识转变为主动参与安全场景设计与讨论,进一步增强了学习的主动性与积极性。

6 结语

本研究围绕矿山安全教育展览中心沉浸式空间的设计与应用展开系统研究,核心目标是借助跨媒体多感官交互设计、VR/AR技术,构建矿工体验式学习的沉浸式空间,为矿山安全教育提供了“技术+教育”融合的新视角与方法,提升矿山安全教育实效。研究通过文献综述、实地调研明确现有矿山安全教育的不足,利用数字多媒体、VR、AR技术打造沉浸式体验空间,模拟常见矿山事故场景,解决传统培训“抽象、被动”的局限,增强学习的互动性与参与性。

在设计实践中,提出矿山安全教育展览的情境叙事理念,通过“场所—互动—美学—现实—技术—叙事”六维空间属性拓展,实现沉浸式空间的落地实施,并对多感官体验、互动体验效果进行分析,验证了情境叙事在激发参与者思考、提升学习效果中的作用。调研数据表明,沉浸式空间设计显著提升矿工对安全培训的需求与满意度,虚拟融合、情境再现及情境共创设计方法,有效推动矿工从被动学习转向主动探索。

参考文献

- [1] 徐李珩. 磷矿山安全教育培训管理系统设计与应用研究[D]. 武汉大学, 2024.
- [2] 胡马福,林友清,李晗. 云桌面技术在矿山企业安全教育培训中的应用探析[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20 (09): 116-118.
- [3] 牛晓阳. 煤矿安全培训中强化安全意识教育的重要性及措施探究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, (19): 115-117.