

矿业工程融合虚拟现实数字场景体验式教学路径研究

陈怡帆, 任启帆, 聂峰华

中南大学资源与安全工程学院, 湖南长沙

摘要: 矿业工程学科的主要育人目标在于培养更多符合采矿行业时代发展需求的创新型技能型综合人才。目前, 高校矿业工程研究生的教学模式已相对成熟, 但与现今传统工科向智能化方向发展需求存在一定差距。鉴于此, 本文开展了矿业工程融合虚拟现实数字场景体验式教学路径研究。通过设计应用于矿业学科的复合型数字场景教学模式, 结合虚拟现实技术阐述基于完善的项目数字场景的教学资源云平台构建路径, 在此基础上提出虚拟现实数字教学云平台实践教学机制, 探索适应时代发展的矿业专业复合型人才创新培养模式。

关键词: 矿业工程; 虚拟现实数字场景; 教学; 创新培养模式

Research on the Experiential Teaching Path Integrating Virtual Reality Digital Scenes in Mining Engineering

Yifan Chen, Qifan Ren, Fenghua Nie

School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha, Hunan

Abstract: The main educational goal of the discipline of mining engineering is to cultivate more innovative, skilled and comprehensive talents that meet the development needs of the mining industry in the contemporary era. At present, the teaching mode for postgraduate students in mining engineering in colleges and universities has become relatively mature, but there is still a certain gap compared with the current development needs of traditional engineering towards intelligence. In view of this, this paper conducts research on the experiential teaching path of integrating virtual reality digital scenes into mining engineering. By designing a composite digital scene teaching model applied to the mining discipline, and combining virtual reality technology, the construction path of a teaching resource cloud platform based on a complete project digital scene is expounded. On this basis, the practical teaching mechanism of the virtual reality digital teaching cloud platform is proposed, and an innovative training model for composite talents in the mining major that ADAPTS to the development of The Times is explored.

Keywords: Mining Engineering; Virtual Reality Digital Scene; Teaching; Innovative Training Model

1 引言

矿业是我国的第一产业，矿产资源是工业发展的基础[1-3]。矿产资源是工业生产和日常生活不可或缺的基础材料，不仅关系到国家的能源安全 and 经济发展，也是推动科技进步和社会可持续发展的重要保障，而矿业工程则是矿产资源长期稳定供应及提高生产效率所必需的技术支撑。它贯穿于从资源勘探到最终产品生产的整个生命周期，对于保证国家能源安全、促进经济发展以及维护生态平衡等方面发挥着不可替代的作用。矿业工程学科是培养适合时代发展需要的新型矿山综合技术人才的一个实践性很强的学科。在传统的教学方法中，往往采用理论教学和实践教学相结合的方法，但由于理论教学和实践教学分立，导致教学效果收效甚微[4-6]。

当今矿业领域正在经历一场影响深远的智慧革命，虚拟现实技术优势与传统矿业理论教学改革深度契合。因此，加强矿业教学与智能技术融合的研究，是高校矿业工程教学改革的重要战略选择[14,15]。虚拟现实理念最早起源20世纪70年代，20世纪90年代时受到了全球多个领域的广泛关注和重视，同时获得了高速的发展和进步，现阶段已经进步为融合接口技术、人工智能技术、心理学及人类工程学的综合性学科[7-9]。在虚拟现实系统中，其最大的特征表现在三个方面，分别为信息性、交互性和构想性。通过相关使用者和虚拟环境二者之间的有机交互，让使用者产生身处于现实世界一样的身临其境之感，并通过虚拟环境，获得更为深刻的体验。还可通过对技术手段的运用，对虚拟环境进行更改、操作、决策，进行动态化的实时模拟，促使参与者的身心体验得以丰富，优化了使用者对系统对象的感知水平[10]。因此，虚拟现实技术在矿业工程教学中存在巨大的优势，能够动态展示矿山施工过程，辅助采矿工程设计。在教学过程中，除了可以让学生了解采矿机械设备的构造、操作办法之外，也可以规避现场实践操作仪器带来的危险，减少高校在设备购置上的经费投入，也可以帮助学生展开自主学习。此外，还有助于拓展学生的三维立体视野[11-13]。

伴随着虚拟现实技术在教学领域的逐步推

广，众多矿业院校在虚拟现实场景构建和体验式教学方面开展了诸多探索，起到了良好的示范和引领作用[16-18]。例如，葛世荣等[19,20]对虚拟现实技术应用在矿业实践教学进行了探讨，发现虚拟现实数字模式是矿业教学转型的有效途径，但相关改革仍处于探索阶段。侯晨等[21]针对室内试验严重受限现场环境和实验设备的情况，探讨了虚拟现实技术对于应用岩石力学课程的应用。随后，侯晨等[22]还基于东北大学金属矿山岩石力学与安全开采国家级虚拟仿真教学平台，结合国内典型矿山的实际，建立了虚拟矿山，实现了对金属矿山上地下整体三维建模与开采工艺的虚拟仿真教学，取得了较好的教学效果。杨博飞等[23]详细介绍了虚拟现实技术与矿业工程教学之间的联动作用，并提出了关于虚拟现实技术在矿业工程专业教学进行应用的改革策略。徐剑坤等[24]基于建构主义学习理论，设计了应用于矿业工程学科的数字场景体验式教学方法，梳理并融合专业知识体系，运用虚拟现实与系统仿真技术，以真实世界与真实任务为依据，开发数字场景教学资源库，建设数字教学云平台，形成以学习者为主体、以核心素养发展为中心，采用信息化教育手段、在数字空间完成学习的教学模式。

矿业工程教学改革与虚拟现实技术深度融合，为创新矿业人才培养模式提供了新的思路。目前，矿业教学仍以传统课堂模式为主，真实还原矿山工作环境存在较大难度。针对该问题，本文探索基于虚拟现实技术的矿业工程数字场景教学方案，为矿业学科理论教学改革提供有力支撑，并丰富和发展矿业类学科改革建设的理论和实践。

2 矿业工程教学存在的问题

在前期实践教学，实地调研及文献资料分析的基础上，总结得出表1所示的当前矿业工程教学中存在的主要问题。

总体上看，矿业工程研究生课堂教学中缺乏实景体验、交互共享、可视化数字模型、学习效果反馈评估等必要环节，矿业专业教学存在形式化、零散化和抽象化等问题。而开展矿业工程融合虚拟现

表1. 高校矿业工程教学问题分析

问题	表现	原因
矿业教学形式化	① 矿业专业实践效果较差 ② 学生对矿业真实环境理解较少	高校矿业工程教学模式较为单一
矿业教学零散化	① 学生对矿业系统环境认知不足 ② 矿业实践教学缺乏过程管理	高校矿业工程数字资源较为匮乏
矿业教学抽象化	① 学生对矿业工程智能化发展反向缺乏准确认知 ② 学生的矿业案例数值化能力较为欠缺	高校矿业工程实践教学机制尚未健全

实数字场景体验式教学路径研究能够:

(1) 促进高校矿业学科教学改革进程。虚拟现实数字场景课堂操作方式灵活,以信息化新技术应用为基础,面向传统矿业学科教学特点而创建,探索矿业及相关专业的创新教学方法,为高校开展传统工科教学改革提供有力借鉴。

(2) 提升学生的自主创造意识和能力。虚拟现实数字场景体验式教学是学生接触智能化矿业的理想途径,通过“线上线下、身临其境”的教学模式,可以在智能化教学中深入思考,切实有效提高学生的创造意识和动手能力。

(3) 提升学校服务区域和地方行业贡献度。以虚拟现实数字场景体验式课堂为契机,学院加强与企业、政府和科研机构的深入合作,使得学院服务于区域和行业的作用凸显,更加明确了传统工科向信息化、智能化方向发展的规划。

3 创新教学方案

(1) 创新矿业工程虚拟现实体验式教学模式

虚拟现实数字场景是一种基于完善数字空间的可视、可交互的学习情境,其核心内容是建构全新的学习模式和学习理论,改变原有师生在课堂上的角色,由传统的师生之间的单向线性灌输模式,转变为以学生为学习主体、教师为问题导向的互动建构模式。学生知识的建构与应用需要基于不同专业设置的任务情境,而矿业工程的任务情境必须涉及工程现场的操作知识和背后的专业理论,本身强调专业的理论基础和实践特性。基于此,本文以矿山开采的现场环境与实际任务为蓝本,设计并开发矿业教学的虚拟现实场景,作为矿业学科研究生的真实任务情境。在数字化的虚拟现实学习情

境中,通过全方位了解、体验互动等方式,完成知识的理解与运用。其中,虚拟现实场景教学系统示意图如图1所示。

根据矿业工程的培养方案,将专业体系内涉及的核心基础课程梳理,并分模块建立基础资源数据库,同时将矿业方法、安全理论、机械原理、矿山信息自动化等专业课程核心部分联系起来,将知识细化、分点,以多个学科的知识节点为单元构成矿业专业知识网络体系。根据矿业教学任务目标,规划采矿专业任务的拟解决途径,探索并建立采矿知识的总体脉络,依据上述知识体系脉络找出对应的工程解决途径。

依据现场工程实际,将复杂的工程问题和现场环境完成数字化转换,并运用虚拟现实、系统仿真等技术,拟设计并构建出可视化的数字影像,直观感受矿业真实的作业环境,了解矿山开采的作业流程,最终达到将采矿专业知识通过多种形式融入数字化课堂的目的。

(2) 构建矿业工程虚拟现实数字资源教学云平台

矿业工程实施数字化场景教学需构建对应的情境资源平台。数字资源教学平台建设可基于大型矿山成熟的开采模式,收集整理矿山长期开采数据资源,结合生产效率和数字矿山模拟系统,再根据采矿专业培养方案和实践环节,融合矿山矿产赋存地质模型、井巷三维教学模型、开采过程模型等,构建系统的矿业工程数字资源教学云平台,为实现体验式互动教学提供平台支撑。基于项目构建的矿业工程数字化教学资源及平台如图2所示。

采集多个高校学校数据中心的教学资源,并建立关于矿业工程数字场景教学资源库,开发高效的

学习系统。并根据研究反馈结果选择适合数字学习场景的多种终端服务设备（如3D环幕、VR穿戴装备、全息投影等），构建适合矿业研究生的教学体验模式。最后，研究整合软硬件和教育云服务的方法 and 实施措施，拟构建出矿业工程融合虚拟现实数字场景教学空间——可视化矿山数字资源教学云平台。根据构建的平台探索出宽松的数字学习环境，打破研究生学习的时空限制，达到教学内容可个性化选择的目的，兼顾差异化与定制化学习的要求，最终突破原有封闭教学的思路，开发得出基于虚拟

现实技术的数字云平台，并基于其开展的情景化教学创新模式。

（3）探索虚拟现实数字教学云平台实践教学机制

根据探索得出的成熟的教学模式，将云平台资源和教学方法运用到教学实践中，反馈得到使用矿业工程数字场景教学资源库的最佳路径，分析构筑采矿专业数字学习空间的教学实践规律，在真实矿业工作情境营造的环境中，以实际工程任务为导向，研究生自主学习并思考问题，培养自身独立思

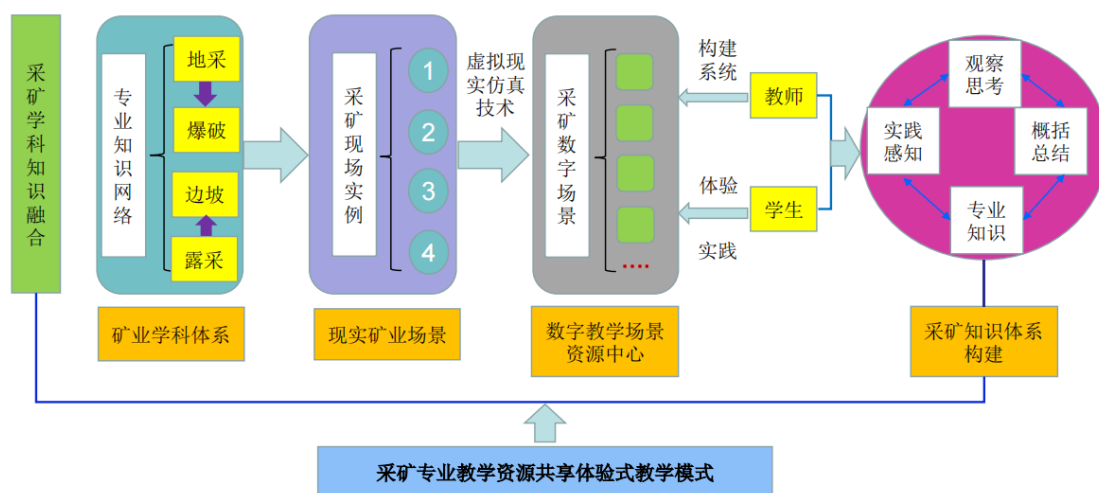


图1. 矿业工程融合虚拟现实数字场景教学模式分析

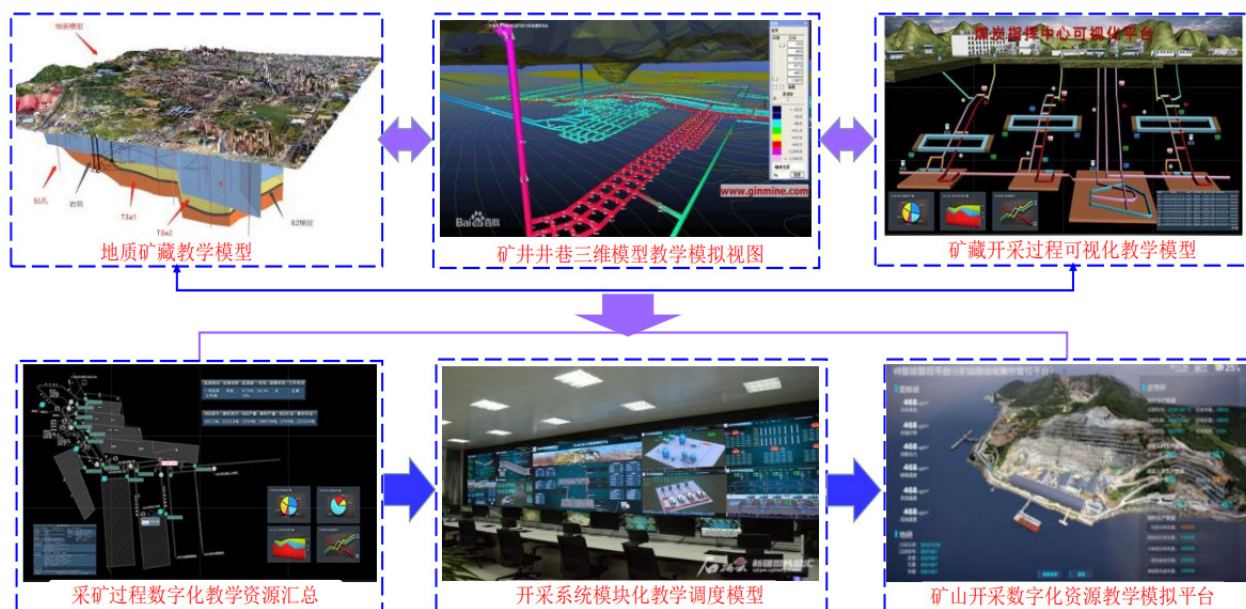


图2. 矿业工程数字化教学资源及平台构建思路

考并寻求解决问题的能力，并在实践过程中创造合理轻松的环境，自我探索，在体验与试错的过程中建构立体全面的矿业知识体系，找到自我训练工程实践能力的途径，最终达到全面系统了解矿业核心知识的目标。在实践教学中，研究学习理解上的薄弱环节，从而分析进行个性化与差异化学习的方案，使用云平台进行多为学习与问题探讨，找出提升学习效率与效果的方法。并在课程设计答辩环节，总结出提升研究生专业知识和实践应用能力的规律。

矿业工程学科的数字场景实践教学路径，需要梳理并融合矿业工程学科相关的专业知识体系，最终构建出专业知识网络。因此，基于虚拟现实与系统仿真技术，能够构建出支撑实践教学的数字资源平台，从而探索开发数字场景教学资源库的合理路径。根据虚拟现实技术应用于教学的最新进展采用信息化教育手段，并基于虚拟现实环境下利用数字资源开展实践教学，把学生带入到主动建构矿业专业的实践体系中来，探寻理论教学与实践教学的最合理培养机制。探索虚拟现实数字平台实践教学机制如图3所示。

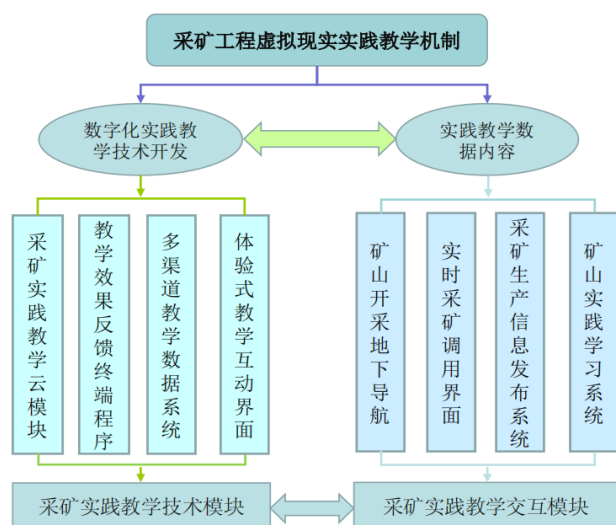


图3 矿业工程虚拟现实数字平台实践教学机制

4 结语

随着虚拟现实技术的快速发展和教育数字化转型的深入推进，矿业工程教育正迎来全新的发展

机遇。本研究围绕虚拟现实数字场景与体验式教学的融合路径展开探索，通过构建沉浸式、交互式的虚拟实践环境，来解决传统矿业工程教学中实训成本高、安全风险大、场景还原难等痛点问题，提出了“场景构建—交互设计—教学应用—效果评估”的系统化路径框架，为矿业工程教育的数字化转型提供了方法论参考。

然而，虚拟现实教学平台的推广仍面临硬件成本、技术适配性及师生数字素养提升等现实挑战。未来研究需进一步优化虚实融合的教学模式，加强跨学科协作（如教育学、计算机科学与矿业工程），推动技术迭代与教学内容的深度耦合，从而为矿业工程领域培养更具创新能力和实践素养的复合型人才，助力行业可持续发展与智能化转型。

总之，虚拟现实与体验式教学的结合不仅革新了传统矿业工程教育的形式与内涵，更为产教融合与行业技术升级开辟了新的可能性。这一探索既是教育技术创新的实践缩影，也为同类工科专业的数字化转型提供了有益借鉴。

致谢

本文由以下基金项目资助：中南大学学位与研究生教育教学改革项目（2025JGB037）：矿业工程融合虚拟现实数字场景体验式教学路径研究；2025年度中南大学学位与研究生教育教学改革项目“人工智能赋能的建筑与土木工程课程教学改革研究”（2025JGB143）。

参考文献

- [1] Wu R, Kulatilake P H S W, Luo H, et al. Design of the Key Bearing Layer and Secondary Mining Technology for Previously Mined Areas of Small Coal Mines[J]. Rock Mechanics and Rock Engineering, 2020, 53(4): 1685-1699.
- [2] Zou, Junpeng, Wu Kunbo, Zhang Xiufeng, Zhu Jianbo, Zhou Zhu, Zheng Fei, Xie, Heping, Jiao, Yuyong. Effective evaluation of deep-hole blasting for controlling strong tremors induced by deep coal mining-A case study. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2022, 159: 105211.

- [3] Roy J M , Eberhardt E , Bewick R P ,et al. Application of Data Analysis Techniques to Identify Rockburst Mechanisms, Triggers, and Contributing Factors in Cave Mining[J].Rock Mechanics and Rock Engineering, 2023, 56(4):2967-3002.
- [4] 王玲, 聂铁苗, 刘淑贤, 等. 新工科背景下提高矿业工程类学生自主学习能力教学研究[J].中国教育技术装备, 2022, (6): 79-81.
- [5] 谢生荣, 陈冬冬, 吴仁伦, 等. 采矿工程专业实践课程信息化教学模式探索[J]. 科教导刊, 2022, (7): 97-99.
- [6] 姜有, 滑怀田. 大思政背景下的“井巷工程”课程教学改革与实践[J]. 内蒙古教育, 2018, (16): 18-20.
- [7] 曾云珍, 吴国林. 教育数字化背景下沉浸式教学在高校思政课中的应用机理、困境与路径[J]. 黑龙江高教研究, 2024, 42(10): 54-59.
- [8] 姜晓梅. 虚拟现实技术在视觉传达教学中的应用研究[J]. 美术教育研究, 2024, (18): 91-93.
- [9] 窦洽. 人工智能技术在计算机辅助教学中的应用研究[J]. 信息系统工程, 2024, (9): 48-51.
- [10] 刘敏, 魏永涛. 虚拟现实技术VR在数字媒体教育领域的创新发展[C]//北京国际交流协会. 2024年第四届教育创新与经验交流研讨会论文集. 深圳城市职业学院; 南京工业大学经济与管理学院; ,2024: 4.
- [11] 黄林超. 新兴信息技术在采矿工程中的应用研究[J]. 冶金与材料, 2023, 43(10): 178-180.
- [12] 李兆霖, 李少波. 煤炭智能采矿虚拟仿真教学研究[J]. 科技资讯, 2023, 21(11): 196-199.
- [13] 赵红泽, 孙振明, 闫宁, 等. 疫情背景下虚拟仿真教学在采矿工程中的应用模式研究[J].高教学刊, 2022, 8(24): 89-93.
- [14] Li D , Yi C , et al. Research on College Physical Education and Sports Training Based on Virtual Reality Technology[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2021(8): 259-267.
- [15] Plotzky C , et al. Virtual reality simulations in nurse education: A systematic mapping review[J]. Nurse Education Today, 2021(9):104868.
- [16] 李蕊. 虚拟现实技术在采矿工程中的应用[J]. 当代化工研究, 2021, (5): 60-61.
- [17] 侯运炳, 姜喜迪, 权伟隆. 采矿与安全虚拟仿真实验教学系统的搭建[J]. 教育现代化, 2019, 6(46): 40-43.
- [18] 杨天鸿, 张春明, 于庆磊, 等. 金属矿山岩石力学与安全开采虚拟仿真教学实验中心建设与教学实践[J]. 教育教学论坛, 2019, (17): 140-145.
- [19] 葛世荣等. 数字孪生智能采煤工作面技术架构研究[J]. 煤炭学报, 2020(6): 1-15.
- [20] 徐剑坤等. 矿业工程专业虚拟仿真教学资源库建设[J]. 教育现代化, 2017(13): 67-68.
- [21] 侯晨, 朱万成, 刘洪磊, 等. 基于虚拟现实技术的应用岩石力学实验教学改革[J]. 高教学刊, 2021, 7(24): 136-139.
- [22] 侯晨, 朱万成, 刘洪磊, 等. 基于虚拟现实技术的采矿工程专业教学改革[J]. 教育教学论坛, 2021, (21): 73-76.
- [23] 杨博飞, 曹其嘉, 韦钊, 等. 基于虚拟现实技术的采矿工程专业教学改革策略探究[C]//中国智慧工程研究会智能学习与创新研究工作委员会. 2022教育教学与管理（高等教育论坛）论文集. 陕西能源职业技术学院, 2022: 3.
- [24] 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+216.

