



移动阅读

郭泱泱. 元宇宙技术在煤矿安全培训和应急演练中的可行性研究[J]. 煤田地质与勘探, 2022, 50(1): 144-148. doi: 10.12363/issn.1001-1986.21.11.0629

GUO Yangyang. Feasibility study of the Metaverse technology in coal mine emergency training and drills[J]. Coal Geology & Exploration, 2022, 50(1): 144-148. doi: 10.12363/issn.1001-1986.21.11.0629

元宇宙技术在煤矿安全培训和应急演练中的可行性研究

郭泱泱

(中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要: 煤矿安全培训和应急演练是预防灾害事故发生的有效措施, 但现阶段面临着培训内容枯燥乏味, 演练重“演”轻“练”、形式主义等问题。元宇宙技术充分结合了 VR、AR、3D、区块链、物联网、AI、数字孪生等技术, 在煤矿安全培训和应急演练中具有直观、交互性强和知识转化率高等特点, 可很好地解决培训单调枯燥、演练走过场的问题。虽然元宇宙从硬件、软件到各种配套设施产品日趋成熟, 目前仍面临着 VR 设备单一, 三维模型仿真度低以及仿真模拟算法落后的问题。但随着智慧矿山的不断推进, 元宇宙技术的不断发展, 本技术最终将为煤矿及非煤矿山的安全培训和应急演练提供一个新的途径。

关键词: 元宇宙; 煤矿灾害; 安全培训; 应急演练

中图分类号: TD77 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1986(2022)01-0144-05

Feasibility study of the Metaverse technology in coal mine emergency training and drills

GUO Yangyang

(Xi'an Research Institute Co. Ltd., China Coal Technology and Engineering Group Corp., Xi'an 710077, China)

Abstract: Coal mine safety training and emergency drills are effective measures to prevent disasters and accidents. At this stage, however, there are problems such as the boring training content, drills emphasizing “performance” rather than “practice”, and formalism. Metaverse technology integrates VR, AR, 3D, blockchain, Internet of things, AI, digital twin and other technologies, therefore, it is characterized by intuitiveness, strong interaction and high knowledge conversion rate in coal mine safety training and emergency drills, which can well solve the above problems. Now the metaverse technology is increasingly mature from hardware, software to various supporting facilities, while it is still faced with the problems of single VR equipment, low simulation degree of three-dimensional models and backward simulation algorithms. With the continuous promotion of smart mines and the development of the metaverse technology, it will eventually provide a new way for safety training and emergency drills in coal mines and non-coal mines.

Keywords: Metaverse; coal mine disaster; safety training; emergency drill

煤矿井下生产系统复杂、地质条件多变、机电设备众多、生产环境恶劣, 顶板、瓦斯、机电、运输、放炮、火灾、水害等各类事故时有发生。根据相关资料统计: 从 2011 年到 2020 年, 全国煤炭企业共计死亡 7 770 人, 2020 年全国煤矿百万吨死亡率为 0.059%^[1]。煤矿事故发生的原因是多方面的, 其中安全培训不到位、应急演练形式化是原因之一。因此, 提升煤矿安全培训和应急演练水平, 对保障煤矿安全生产, 以及出现险情后矿工全员自救、互救和科学防灾救灾能力等都有极其重要的意义。

目前, 煤矿对工人的灾害安全培训主要采用手册培训、安全理论讲解培训以及视频培训等方式, 应急演练缺少通过特定的预案(脚本), 设定灾害类型、发生时间、发生地点来实施, 导致一线员工在培训中对安全内容理解不深, 而参与应急演练又重视不够, 重“演”轻“练”, 形式化严重; 一些煤矿虽然意识到应急演练的重要性, 但碍于条件限制、经验欠缺等原因, 导致其在演练内容时过于简单且不切合实际, 无法真正发挥演练作用。

煤矿开采一直是一项高危行业, 井下地质条件错

收稿日期: 2021-11-07; 修回日期: 2021-11-30

基金项目: 天地科技股份有限公司科技创新创业资金专项项目(2019-TD-ZD003, 2020-TD-ZD002)

作者: 郭泱泱, 1987 年生, 男, 陕西西安人, 硕士, 工程师, 从事透明地质与智慧矿山相关技术产品研发工作. E-mail: 78491466@qq.com

综复杂、机电设备数量众多、作业人员素质参差不齐等“人机环管”问题,都有可能成为煤矿灾害事故发生的诱因。因此,加强煤矿安全培训和应急演练,增强一线工人安全防范意识,提高安全技能和对突发事件的应对能力,杜绝违规作业,消除生产中可能存在的各种隐患,对于降低各类灾害的发生、保障煤矿安全生产具有重要的意义。以前,煤矿灾害安全培训一直依赖于手册和多媒体教学,而应急演练现场感、真实感不强,如何给煤矿一线工作人员提供“沉浸”式的体验,提高培训和演练效果是亟待解决的问题。

1 元宇宙技术

1.1 元宇宙技术的概念

近年来,随着 VR、AR、数字孪生、物联网等技术的不断发展,煤矿企业在信息化领域不断加大投入,煤矿安全培训和应急演练迫切需要采用更先进的信息技术手段,以促进其效果的提高。元宇宙可以实现虚拟与实体的深度融合,建立起虚拟世界与实体世界的深度联通,打破横亘于虚拟世界与实体世界之间的壁垒,该技术在煤矿安全培训和应急演练中的应用,有助于全面提升矿工的安全意识和面对突发事故的应对能力。

2021 年,元宇宙(Metaverse)一词及其背后关键技术在国际 IT 界火爆出圈,获得了极高的关注度,而 Facebook 于 2021 年 10 月 29 日改名 Meta,将这一潮流推向了一个高潮。目前普遍认为,元宇宙是互联网的下一个阶段^[2-3]。那什么是元宇宙呢? Facebook 总裁马克·扎克伯格将其描述为一个随时可以进入的“虚拟世界”;亚马逊马修·鲍尔认为“元宇宙是一个持久、同步和实时的宇宙,它将跨越数字和物理世界,完全包容”。元宇宙看起来似乎是一个新生事物,但实际元宇宙一词源于 1992 年美国小说家斯蒂文森撰写的科幻小说《雪崩》(Snow Crash)。该小说中描述的元宇宙是一个与现实世界平行的虚拟世界,所有人都可以在虚拟世界中有一个不同于现实世界的独立身份^[2-4]。

为了弄清元宇宙技术,需要先将其所包含的 AR、VR、3D、区块链、数字孪生、AI、物联网等技术逐个进行分析。增强现实(Augmented Reality,缩写为 AR)技术是一种将虚拟信息与真实世界巧妙融合的技术,广泛运用了多媒体、三维建模、实时跟踪及注册、智能交互、传感等多种技术手段,将计算机生成的文字、图像、三维模型、音乐、视频等虚拟信息模拟仿真后,应用到真实世界中,现实与虚拟世界的两种信息互为补充,从而实现对真实世界的“增强”;虚拟现实技术(Virtual Reality,缩写为 VR)是 20 世纪发展起来的一项全新技术,其基本实现方式是通过计算机模拟虚拟环境从而给人以环境沉浸感;3D 显示技术是一种新型

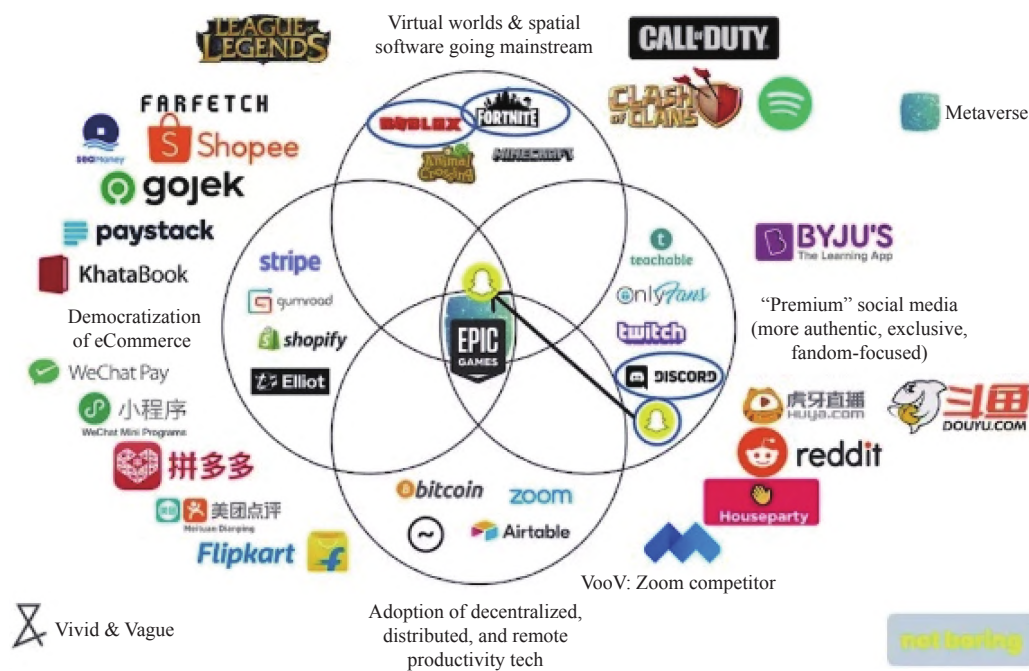
显示技术,与普通 2D 画面显示相比,3D 技术可以使画面变得立体逼真,图像不再局限于屏幕的平面上,仿佛能够走出屏幕外面,让观众有身临其境的感觉;区块链是信息技术领域的术语,它实质上是一个共享数据库,存储于其中的数据或信息具有“不可伪造”“全程留痕”“可以追溯”“公开透明”“集体维护”等特征^[5-7];数字孪生是充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据,集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程,在虚拟空间中完成映射,从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程,是一种超越现实的概念,可以被视为一个或多个重要的、彼此依赖的装备系统的数字映射系统;人工智能(Artificial Intelligence,缩写为 AI)是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学;物联网(Internet of Things,简称 IoT)是指通过各种信息传感器、射频识别技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等各种装置与技术,实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程,采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息,通过各类可能的网络接入,实现物与物、物与人的泛在连接,实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理,它是一个基于互联网、传统电信网等的信息承载体,让所有能够被独立寻址的普通物理对象形成互联互通的网络。

目前,游戏公司元宇宙技术趋之若鹜,Facebook、微软以及国内的腾讯、字节跳动等互联网巨头都不惜重金投入到元宇宙研发、落地和实践项目中(图 1)。以游戏为载体的元宇宙概念正在各行各业蓬勃发展,元宇宙绝不只是游戏,而是一个包罗万象的未来生态。这个生态在新冠疫情期间已崭露头角,2020 年 4 月美国著名流行歌手 Travis Scott 在吃鸡游戏《堡垒之夜》中,以虚拟形象举办了一场虚拟演唱会,吸引了全球超过 1 200 万玩家参与其中;全球 AI 学术会议 ACAI 把 2020 年的研讨会放在了任天堂的《动物森友会》上举行;而中国传媒大学为了不让学生因为疫情错过毕业典礼,在沙盘游戏《我的世界》里重建了校园,学生以虚拟化身齐聚一堂完成仪式。NVIDIA Omniverse 是英伟达 2021 年 4 月推出的面向企业的实时仿真和协作平台,被称为“工程师的元宇宙”,专用于处理 3D 制作流程,已经有超过 17 000 名客户进行了测试体验,包括宝马、爱立信、沃尔沃、Adobe、Epic Games 在内的众多公司都正参与 Omniverse 合作^[2]。

1.2 元宇宙技术的优势

1) 场景感强

煤矿行业作为高危险性行业,需要高度重视对从业人员的安全教育,而在煤矿安全培训和应急演练的



图源：智东西，国外分析师 Not Boring 理解的“腾讯元宇宙”

图 1 腾讯的元宇宙架构

Fig.1 Tencent's Metaverse architecture

环节应用元宇宙技术有突出的优势。元宇宙通过三维制作工具构建出高保真度的煤矿井下三维模型，创建虚拟场景，并连接井下各类传感器，了解井下实际状况，将井下的真实情况如实反映到元宇宙场景中去，利用大数据算法建立高仿真的灾害脚本，参演人员可以直观感受灾害场景，**提高面对突发事件时的心理素质和应变能力**^[8-14]。

2) 交互性强

参演人员通过 VR 眼镜、话筒、手套、头盔等交互工具可以和元宇宙场景、其他参演人员进行互动，并在相应环境中获得自然反馈，用户与用户、用户与环境之间的交互具有高度实时性，实现应急指挥、自救互救、次生灾害预防等多科目，这在以往的高仿真联合演练难以进行，有助于**提升灾害发生时各部门的应急响应速度和综合协调能力**^[8-14]。

3) 知识转化率高

与传统应急安全培训相比，元宇宙技术下的灾害演练和教学能够将灾害的场景真实反映出来，加深煤矿一线人员对安全手册的印象，快速提高其对应急安全培训内容的认识^[8-14]。

2 元宇宙技术的可行性论证

2.1 技术可行性

元宇宙技术在煤矿安全培训和应急演练中应用，无论是仿真性还是系统性都能够非常接近现实环境，其中设计的灾害脚本、井下模型可以重复利用和调节，而且能真实模拟较为复杂的多灾害和次生灾害场景。

运用这种模式进行灾害培训和演练，既能提升煤矿工人面对煤矿灾害发生时的自救、互救意识和能力，又能**确保培训和演练过程的效果与安全**^[15]。

1) 元宇宙的相关技术已经逐渐成熟

各类 VR/AR 游戏场景层出不穷，感官体验不断提升。据预测：2022 年全球 VR/AR 用户将会突破 25 亿。Facebook、Google、微软等巨头也纷纷发布了自己的 VR/AR 头盔产品，VR/AR 技术已经在市场化方向迈出了坚实的一步^[2-3]。与此同时，以 Google Alfa Go 为代表的 AI 技术已经逐渐显露出超强的运算能力；以物联网 IoT 为核心的智慧城市、智慧交通等工程在各大城市相继落地；数字孪生更是引入到了机场、码头、学校、矿山、医院等诸多领域。元宇宙相关技术正以惊人的速度发展，更大规模的市场也逐渐孕育。

2) 煤矿信息化数据有充足的来源

近年来，随着智慧煤炭、智慧矿山不断深化发展与推广应用，煤矿机电、监测设备的自动化、信息化升级改造已逐步完成。打造元宇宙环境的基础数据源已经具备。随着华为发布“矿鸿”系统，煤炭物联网数据格式不一致、规格不统一、接口不确定的问题也将逐步解决。数据作为元宇宙的灵魂已经逐渐凝聚。

2.2 经济可行性

目前，煤矿企业经济效益较好，对于煤炭信息化、智能化投入逐渐增大。元宇宙技术在煤矿安全培训和应急演练中还展现了极强的经济性，无需消耗实际应急救援资源，只需要进行仿真设计和元宇宙环境搭建，对于各煤矿而言，元宇宙技术既能**减少不必要的成本**

支出,又能提高煤矿一线工作人员的应急救灾水平^[16]。

2.3 政策可行性

最近几年,工业互联网在传统行业发展得如火如荼,煤炭行业“两化”融合取得成效。企业、院校加快推进互联网、虚拟现实、大数据、人工智能、元宇宙等技术在煤矿企业中的应用,打造具有自主需求的智慧煤矿。

3 面临问题和研究方向

依据元宇宙的特性以及煤矿企业的实际现状,元宇宙在煤矿安全培训和应急演练的应用,主要面临如下问题,也是今后的攻关方向。

首先,VR设备将会是元宇宙中非常重要的一环^[17]。能够提供深度沉浸式体验的VR设备将是元宇宙发展的关键。这将不仅仅是一个VR眼镜,而是全身的可穿戴装备以及环境空间,能够给用户提供视觉、听觉、触觉甚至温度、气味等多维度的感官体验。从而帮助用户真正打开了虚拟和现实世界之间的大门。

其次,高度的视觉仿真依赖高精度的三维模型。现有的三维模型搭建更多的是利用相关材质的贴图拼接,无法达到现实中每寸都有不同的纹理,有不同的结构。这将使用户体验的真实感大大下降,也将导致所应用的应急演练事倍功半。因此高精度三维建模工具,高精度模型所依赖的数据,以及能够支撑高精度模型的硬件设备都是以后研究的方向。

再次,算法是元宇宙的核心。现有的算法难以支撑元宇宙以高度仿真的场景去模拟完整的煤矿灾害。煤矿中各类传感器的数值变化如何反映到虚拟世界?单一监测数据的变化又对煤矿安全产生怎么样的影响?这些都需要大量深入的研究,了解灾害发生的机理。更深一步则需要揭开大气圈、生物圈、水圈、岩石圈的复杂耦合效应,此类算法的研究依赖大数据和人工智能去进行海量的计算和修正。

以上三点是目前元宇宙在煤矿安全培训和应急演练的应用中所面临的问题以及今后为解决这些问题所设立的研究方向。

4 结语

元宇宙技术充分结合了VR、AR、3D、区块链、物联网、AI、数字孪生等技术,具有仿真程度高、交互性强等特点,目前主要应用于游戏、培训、社交等方面。

由于元宇宙具有直观、交互性强和知识转化率高等特点,在煤矿安全培训和应急演练中可很好地解决目前培训单调枯燥、演练走过场的问题。无论是从技术方面、经济方面抑或是政策方面,元宇宙技术在煤矿安全培训和应急演练都有着合适的土壤和发展

空间。

虽然元宇宙从硬件、软件到各种配套设施产品日趋成熟,目前仍面临着VR设备单一,三维模型仿真度低以及仿真模拟算法落后的问题。但是,坚信随着智慧矿山的不断推进,元宇宙技术的不断发展,本技术终将为煤矿及非煤矿山的安全培训和应急演练提供一个新的途径。

参考文献(References)

- [1] 2020年中国发生煤矿事故、死亡人数、事故原因、“从根本上消除事故隐患”的路径及任务分析[EB/OL]. [2021-08-30]. <https://www.chyxx.com/industry/202108/971566.html>
- [2] 扎克伯格:元宇宙,就是下一张互联网[EB/OL]. [2021-08-05]. <https://36kr.com/p/1340450830473223>
- [3] 喻国明. 未来媒介的进化逻辑:“人的连接”的迭代、重组与升维:从“场景时代”到“元宇宙”再到“心世界”的未来[J]. 新闻界, 2021(10): 54-60.
YU Guoming. The evolution logic of future media: the iteration, reorganization and sublimation of “human connection”: From the “Age of context” to the “Metaverse” to the future of the “Mental world”[J]. Press Circles, 2021(10): 54-60.
- [4] 元宇宙深度研究报告:元宇宙是互联网的终极形态?[EB/OL]. [2021-08-05]. <https://xueqiu.com/6194642173/195920493>
- [5] 洪炳铭,蔡则苏,唐好选,等. 虚拟现实及其应用[M]. 北京:国防工业出版社, 2005.
- [6] 谢良魁. VR/AR技术在企业培训中应用的可行性分析[J]. 企业技术开发, 2019, 38(5): 74-76.
XIE Liangkui. VR/AR technology applied in the enterprise training of feasibility analysis[J]. Technological Development of Enterprise, 2019, 38(5): 74-76.
- [7] 赵群. VR全景技术在信息化教学中应用可行性研究[J]. 无线互联科技, 2017(16): 59-60.
ZHAO Qun. Feasibility study on application of VR panoramic technology in informatization teaching[J]. Wireless Internet Technology, 2017(16): 59-60.
- [8] 张文光,阚宗峰. 创新煤矿应急预案演练模式提升应急救援处置能力[J]. 产业与科技论坛, 2016, 15(15): 214-215.
ZHANG Wenguang, KAN Zongfeng. Innovating the drill mode of coal mine emergency plan and improving the ability of emergency rescue and disposal[J]. Industrial & Science Tribune, 2016, 15(15): 214-215.
- [9] 张纪锁. 虚拟现实技术在煤矿应急培训中的应用[J]. 河南科技, 2021(8): 16-18.
ZHANG Jisuo. Application of virtual reality technology in coal mine emergency training[J]. Henan Science and Technology, 2021(8): 16-18.
- [10] 王光肇. 虚拟现实技术在煤矿领域的应用[J]. 中国管理信息化, 2021, 24(10): 100-101.
WANG Guangzhao. Application of virtual reality technology in coal mine field[J]. China Management Informationization, 2021, 24(10): 100-101.
- [11] 高吉来. 虚拟现实技术在煤矿安全工程中的应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2018(10): 50-51.

- GAO Jilai. Application of virtual reality technology in coal mine safety engineering[J]. Modern Industrial Economy and Informationization, 2018(10): 50–51.
- [12] 马义如, 张骐, 潘涛. 煤矿多人协同应急演练系统设计[J]. 工矿自动化, 2018, 44(12): 93–97.
- MA Yiru, ZHANG Qi, PAN Tao. Design of multi-person cooperative emergency exercise system in coal mine[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(12): 93–97.
- [13] 马叶钦, 王红卫, 祁超. 基于计算机仿真的桌面演练研究[J]. 管理评论, 2016, 28(8): 186–192.
- MA Yeqin, WANG Hongwei, QI Chao. Research on tabletop exercise based on the computer simulation[J]. Management Review, 2016, 28(8): 186–192.
- [14] 刘晓丹, 张东旭, 赵英君, 等. 基于虚拟仿真技术开发的安全培训演练系统[J]. 煤矿机电, 2021, 42(3): 60–63.
- LIU Xiaodan, ZHANG Dongxu, ZHAO Yingjun, et al. Training and drilling system for safety based on virtual simulation technology[J]. Colliery Mechanical & Electrical Technology, 2021, 42(3): 60–63.
- [15] 刘海涛, 熊浩浩, 郝传波, 等. 演化博弈下煤矿事故的应急救援能力建设及仿真分析[J]. 黑龙江科技大学学报, 2021, 31(5): 554–561.
- LIU Haitao, XIONG Haohao, HAO Chuanbo, et al. Construction and simulation analysis of emergency rescue ability of coal mine accidents under evolutionary game[J]. Journal of Heilongjiang University of Science & Technology, 2021, 31(5): 554–561.
- [16] 王威. 试论模拟飞行训练与经济效益的因素研究[J]. 科技风, 2021, 8: 134–136.
- WANG Wei. On the factors of simulated flight training and economic benefits[J]. Technology Wind, 2021, 8: 134–136.
- [17] 元宇宙怎么理解(深度解析元宇宙发展的趋势)[EB/OL]. [2021-11-09]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/431195673>
- (责任编辑 范章群)