

数字化转型背景下采矿工程创新发展研究

曹建平

准格尔旗神陶煤炭运销有限责任公司营沙壕煤矿, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 在数字经济快速发展的当下, 数字化转型已成为推动传统产业高质量发展的核心引擎, 采矿工程作为支撑国民经济发展的基础性产业, 面临着安全管控难度大、资源利用效率低、绿色发展压力大等诸多挑战, 数字化转型成为其突破发展瓶颈、实现创新升级的必由之路。本文立足数字化转型的时代背景, 结合采矿工程发展实际, 梳理数字化技术在采矿工程中的应用现状, 剖析当前采矿工程数字化转型与创新发展中存在的突出问题, 结合政策导向与行业实践案例, 提出针对性的创新发展路径。研究表明, 通过技术创新、模式创新、管理创新与人才创新的协同推进, 能够有效推动采矿工程数字化转型落地, 提升采矿工程的安全水平、效率与绿色发展能力。

关键词: 数字化转型; 采矿工程; 创新发展; 数字化技术; 能源安全

Research on Innovation and Development of Mining Engineering under the Background of Digital Transformation

Cao Jianping

Zhungeer Banner Shentao Coal Transportation and Marketing Co., Ltd. Yingsha Hao Coal Mine, China Inner Mongolia Ordos 017000

Abstract: In the era of rapid digital economy development, digital transformation has become the core engine driving high-quality development in traditional industries. As a foundational sector supporting national economic growth, mining engineering faces multiple challenges including complex safety management, inefficient resource utilization, and mounting pressure for green development. Digital transformation has emerged as the essential path to break through developmental bottlenecks and achieve innovation-driven upgrades. This paper examines the current application status of digital technologies in mining engineering within the context of digital transformation, analyzes prominent issues in its digital transformation and innovative development, and proposes targeted innovation pathways based on policy guidance and industry case studies. The research demonstrates that coordinated advancement of technological innovation, operational model innovation, management innovation, and talent innovation can effectively facilitate the implementation of digital transformation in mining engineering, thereby enhancing safety standards, operational efficiency, and green development capabilities.

Keywords: Digital transformation; Mining engineering; Innovation-driven development; Digital technologies; Energy security

0 引言

采矿工程是国民经济的支柱产业, 承担着煤炭、有色金属等重要能源资源的开采与供给任务, 直接关系到国家能源安全与工业经济的稳定运行。随着我国经济进入高质量发展阶段, 传统采矿工程面临着诸多发展困境: 井下作业环境复杂、安全风险高, 人工开采效率低下; 资源勘探精度不足, 导致资源浪费严重; 绿色开采要求不断提高, 传统开采模式难以适配环保需求。数字化转型作为新一代信息技术与传统产业深度融合的产物, 为采矿工程创新发展提供了新的机遇。大数据、人工智能、物联网、数字孪生等数字化技术的应用, 能够实现采矿工程从勘探、开采到运输、治理全流程的智能化、精准化管控, 破解传统采矿工程的发展瓶颈。当前, 国家高度重视矿山智能化建设,

出台多项政策引导采矿工程数字化转型, 各地矿山企业也逐步推进数字化技术应用, 但整体来看, 采矿工程数字化转型仍处于初级阶段, 创新发展能力不足, 未能充分发挥数字化技术的赋能作用。

1 数字化转型背景下采矿工程发展现状及数字化应用成效

近年来, 随着数字化技术的快速普及与政策的大力扶持, 我国采矿工程行业逐步推进数字化转型, 在勘探、开采、安全管控等环节的数字化应用取得了一定成效, 行业发展呈现出智能化、绿色化、高效化的发展趋势。

在数字化应用方面, 大数据技术已广泛应用于矿产资源勘探, 通过对地质数据的精准分析, 提升资源勘探的精度与效率, 减少资源浪费; 物联网技术实现了井下设备、

人员的实时监控，有效降低了井下作业的安全风险；数字孪生技术能够构建矿山虚拟模型，实现开采过程的模拟仿真与精准管控，优化开采方案；人工智能技术应用于选矿、运输等环节，提升了生产效率与产品质量^[1]。

为直观呈现数字化转型对采矿工程的赋能成效，结合国内典型矿山企业数字化应用实践，整理相关数据如表1，反映数字化技术应用前后采矿工程在效率、安全、成本等方面的变化，见表1。

从表1数据可以看出，数字化技术在采矿工程各环节的应用，能够有效提升生产效率、安全水平与资源利用率，降低生产成本，充分体现了数字化转型对采矿工程创新发展的赋能作用。但同时也应看到，当前采矿工程数字化转型仍存在诸多问题，制约了创新发展水平的进一步提升。

2 数字化转型背景下采矿工程创新发展存在的问题

2.1 数字化技术应用深度不足，核心技术突破不够

当前，多数采矿企业的数字化应用仍停留在表面层面，未能实现全流程、深层次的数字化覆盖。部分企业仅引入基础的数字化设备与系统，缺乏对大数据、人工智能等核心技术的深度应用，导致数字化技术的赋能作用未能充分发挥。同时，采矿工程领域的核心数字化技术仍存在“卡脖子”问题，如深部开采岩体力学与岩层控制、矿岩识别、智能装备集群协同控制等关键技术仍依赖进口，自主研发能力不足，技术创新水平难以满足行业发展需求，制约了采矿工程的创新升级^[2]。

2.2 数字化人才储备短缺，人才结构不合理

数字化转型与创新发展的支撑，但当前采矿工程行业人才储备存在明显短板。一方面，行业内传统采矿技术人才居多，具备数字化技术与采矿工程专业知识的复合型人才严重短缺，难以满足数字化转型对人才的需求；另一方面，人才结构不合理，高端技术研发人才、数字化管理人才匮乏，基层操作人员的数字化技能不

足，多数员工难以熟练操作数字化设备与系统，导致数字化技术应用效果大打折扣，影响了采矿工程创新发展的推进速度。

2.3 数字化管理模式滞后，协同联动能力不足

传统采矿工程的管理模式以粗放式管理为主，缺乏精细化、智能化的管理理念，与数字化转型的发展要求不相适配。部分企业虽引入数字化设备与系统，但未建立对应的数字化管理体系，各部门、各环节之间的信息互通不畅，形成“信息孤岛”，导致数字化技术的应用难以实现协同联动。同时，企业之间缺乏有效的协同创新机制，难以实现数字化技术、资源的共享与优势互补，制约了整个行业创新发展的整体水平。

2.4 数字化与绿色开采协同不足，环保创新力度不够

在数字化转型过程中，部分企业过度注重生产效率与经济效益的提升，忽视了绿色开采与环保创新，导致数字化技术与绿色开采未能实现有效协同。传统开采模式带来的资源浪费、环境污染等问题仍较为突出，数字化技术在环保治理、资源循环利用等方面的应用不足，缺乏有效的绿色创新技术与方案，难以适配国家“双碳”目标与绿色发展战略，制约了采矿工程的可持续创新发展^[3]。

3 数字化转型背景下采矿工程创新发展路径

3.1 强化技术创新，突破核心技术瓶颈

技术创新是采矿工程数字化转型与创新发展的核心动力，更是破解行业技术瓶颈、提升核心竞争力的关键抓手，重点从核心技术研发、技术融合应用两大维度精准发力，推动采矿工程技术迭代升级。首先，加大核心技术研发投入力度，引导矿山企业与科研机构、高校建立深度合作机制，联合组建技术创新中心，聚焦采矿工程数字化转型中的“卡脖子”难题，重点攻克透明地质探测、井下精准定位导航、智能采掘装备核心零部件等关键技术，着力提升自主研发能力，逐步减少对进口技术的依赖，推动数

表1 数字化技术应用前后变化

应用环节	数字化技术类型	应用前现状	应用后成效	提升/下降幅度
矿产勘探	大数据+地质探测	勘探精度65%，平均勘探周期8个月	勘探精度88%，平均勘探周期4.5个月	精度提升23%，周期缩短43.75%
井下开采	数字孪生+智能采掘	人均开采效率120吨/天，事故发生率0.8起/年	人均开采效率280吨/天，事故发生率0.1起/年	效率提升133.3%，事故率下降87.5%
安全管控	物联网+智能监控	隐患排查率70%，响应时间30分钟	隐患排查率98%，响应时间5分钟	排查率提升28%，响应时间缩短83.3%
资源利用	人工智能+选矿技术	资源回收率68%，选矿成本85元/吨	资源回收率82%，选矿成本62元/吨	回收率提升14%，成本下降27.1%

数字化技术与采矿工程核心技术深度融合, 筑牢技术创新根基。其次, 拓宽数字化技术应用覆盖面, 推动大数据、人工智能、数字孪生等新一代信息技术, 全面渗透到矿产勘探、井下开采、安全管控、环保治理等采矿全流程, 构建一体化全流程数字化管控体系, 充分释放数字化技术的赋能效能, 显著提升采矿工程的智能化、精准化运营水平。同时, 注重经验借鉴与成果转化, 参考内蒙古、湖南等地区矿山智能化建设的成熟实践, 积极推广智能化采掘、井下无人值守等先进适用技术, 加快技术落地应用, 推动采矿工程技术创新升级, 为数字化转型提供坚实技术支撑^[4]。

3.2 加强人才培养, 优化人才结构

人才是创新发展的关键, 立足数字化转型需求, 构建完善的人才培养与引进体系。首先, 优化人才培养模式, 高校应调整采矿工程专业课程设置, 增加数字化技术相关课程, 培养具备采矿工程与数字化技术复合型知识的专业人才; 企业应加强对现有员工的数字化技能培训, 开展针对性的技能考核, 提升基层操作人员的数字化操作能力, 培育一批数字化技术骨干。其次, 加大高端人才引进力度, 出台针对性的人才扶持政策, 引进数字化技术研发、数字化管理高端人才, 弥补人才短板。最后, 建立健全人才激励机制, 完善薪酬福利体系, 鼓励人才开展技术创新与实践探索, 激发人才创新活力, 优化人才结构, 为采矿工程创新发展提供人才支撑。

3.3 优化管理模式, 提升协同联动能力

结合数字化转型发展需求, 推动采矿工程管理模式创新优化, 打破各环节“信息孤岛”, 着力提升协同联动能力, 为采矿工程数字化创新发展提供管理保障。首先, 构建完善的数字化管理体系, 整合采矿工程各部门、各环节的信息资源, 搭建统一的数字化管理平台(图1), 实现勘探、开采、安全管控等全流程信息实时共享、协同联动, 切实提升管理的精细化与智能化水平, 破解传统管理碎片化难题。其次, 推动管理模式从粗放式向精细化、智能化转型, 依托大数据、物联网等数字化技术, 对采矿全流程进行精准管控, 科学优化生产方案、合理调配人力物力资源, 有效提升管理效率与经济效益, 适配数字化转型发展节奏。最后, 建立健全企业间协同创新机制, 推动行业内矿山企业加强数字化技术交流、资源共享与经验互鉴, 打破企业间发展壁垒, 形成协同创新、共同发展的良好格局, 切实提升整个采矿行业的创新发展水平, 落实国家矿山智能化建设协同发展相关要求^[5]。

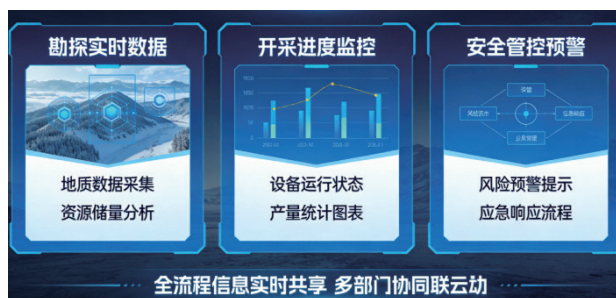


图1 数字化管理平台

3.4 推动绿色协同, 强化环保创新

立足国家绿色发展与“双碳”目标战略要求, 推动数字化技术与绿色开采深度融合、协同发力, 以环保创新赋能采矿工程高质量可持续发展, 是破解资源开发与生态保护矛盾的关键路径。首先, 借助数字化手段优化开采设计与资源利用方案, 运用大数据、地质建模等技术精准划定开采边界与回采路径, 最大限度提高资源回收率, 同时推广尾砂充填、废石综合利用等循环利用技术, 将矿山废弃物转化为可利用资源, 真正实现“变废为宝”, 从源头降低资源损耗与生态扰动。其次, 依托物联网、在线监测等数字化技术构建全域环境智能管控体系, 对井下粉尘、污水排放、地表沉降等关键指标进行实时监测、自动预警与闭环处置, 推动环保治理由被动整改向主动防控转变, 切实降低开采活动对生态环境的负面影响。最后, 加大绿色低碳技术研发与推广力度, 推动智能绿色采掘、低扰动开采、清洁运输等技术装备迭代升级, 促进数字技术与生态保护、绿色采矿深度融合, 不断提升采矿工程绿色化、低碳化水平, 实现经济效益、生态效益与社会效益协同统一。

4 结语

数字化转型背景下, 采矿工程的创新发展是破解行业发展瓶颈、实现高质量发展的必由之路, 也是保障国家能源资源安全、落实绿色发展战略的重要举措。通过强化技术创新、加强人才培养、优化管理模式、推动绿色协同的创新发展路径, 能够有效推动采矿工程数字化转型落地, 提升行业的智能化、绿色化、高效化水平, 破解传统采矿工程的发展困境。未来, 随着数字化技术的不断发展与政策的持续扶持, 采矿工程行业应持续深化数字化转型, 强化创新驱动, 不断优化创新发展路径, 推动采矿工程行业高质量发展, 为国家能源资源安全与国民经济稳定运行提供有力支撑。

参考文献:

[1] 万朝海. 基于数字化智能矿山系统的露天矿山采矿技术的研究[J]. 世界有色金属, 2023(16):20-22.

[2] 王恩浩, 王鹏军, 王卉等. 现代化采矿工艺技术在金属矿采矿工程中的应用[J]. 冶金与材料, 2024,44(9):172-174.

[3] 马晓明, 陈浩, 乔家亮等. 煤矿采矿工程中的采矿工艺与技术探讨[J]. 机械与电子控制工程, 2024,6(21).

[4] 孙晶, 何利辉, 石新红. 新“四化”矿山建设助力

煤炭新质生产力腾飞[J]. 煤炭工程, 2024,56(10):172-177.

[5] 王鹏飞. 现代化采矿工艺在低品位厚大矿床开采中应用效果分析[J]. 中国金属通报, 2021(17):32-33.

作者简介: 曹建平(1970.08-), 男, 汉族, 内蒙古鄂尔多斯市, 本科, 毕业于山东大学, 工程师, 研究方向: 主要从事安全工程, 矿山安全方面研究。