

矿山数字化建设问题研究

邝义豪

河南锦源建设有限公司 河南 郑州 450001

摘要: 矿山数字化建设是推动矿山产业转型升级的关键路径。本研究聚焦矿山数字化建设,分析其在提高生产效率、保障作业安全、优化资源配置等方面的重要性,同时指出当前存在的各类平台不成熟、技术人才匮乏、关键技术缺失及数据利用不足等问题。研究提出通过建设高速企业网络、构建基础信息平台、加强人才培养、加大技术研发投入及完善数据利用体系等策略,为矿山数字化建设的可持续发展提供理论参考与实践指导。

关键词: 矿山; 数字化; 建设; 问题; 研究

引言: 在智能化与信息化浪潮下,传统矿山产业面临生产效率低下、安全风险高、资源浪费等挑战,数字化建设成为突破发展瓶颈的必然选择。矿山数字化通过信息技术与采矿工艺的深度融合,可实现生产流程的智能化管控与资源的高效利用。然而,当前行业在数字化转型中仍存在技术应用滞后、系统集成不足等现实问题。本文基于矿山数字化建设的发展需求,系统剖析其重要意义、现存问题及应对策略,旨在为推动矿山产业向智能化、绿色化方向转型提供思路。

1 矿山数字化建设的重要性

1.1 提高矿山生产效率

在传统矿山作业中,人工操作流程繁琐、信息传递滞后,常导致生产效率低下。矿山数字化建设通过引入物联网、大数据、人工智能等技术,实现设备实时监控、自动化调度与智能决策。例如,智能采掘设备可根据地质数据自动调整开采参数,减少人工干预与设备空转时间;运输系统借助传感器与算法优化路线,提升物料运输效率。此外,数字化管理平台能整合生产全流程数据,实现生产计划的动态调整与精准执行,大幅缩短生产周期。

1.2 保障矿山安全

矿山作业环境复杂,存在坍塌、透水、瓦斯爆炸等诸多安全隐患,传统安全管理手段难以做到全方位监控。矿山数字化建设通过部署各类传感器与监测系统,可对井下气体浓度、地压变化、设备运行状态等关键指标进行24小时实时监测。一旦数据异常,系统将立即触发预警,同时联动应急处置方案,快速疏散人员、切断危险设备电源。数字化安全管理体系有效降低了事故发生率,为矿工生命安全构筑起坚实防线,保障矿山可持续发展。

1.3 优化矿山资源配置

传统矿山开采常因资源勘探不精准、开采计划粗放,导致资源浪费与开采成本上升。矿山数字化建设依托地理信息系统(GIS)、三维建模技术,构建高精度矿山地质模型,清晰呈现矿体分布与储量情况,为开采方案制定提供科学依据。同时,通过大数据分析优化采掘进度、设备调配与物资供应,避免资源闲置与过度开采。数字化手段使矿山资源从“经验式开采”转向“精准化配置”,实现资源价值最大化。

1.4 促进矿山产业转型升级

在全球绿色低碳发展趋势下,传统劳动密集型、高能耗的矿山产业亟需转型。矿山数字化建设以技术创新为驱动,推动产业向智能化、绿色化方向升级。通过自动化、无人化设备替代人工操作,降低人力成本与环境污染;利用数字化技术优化能源管理,实现节能减排。此外,数字化平台整合产业链上下游数据,推动矿山企业与供应商、客户的协同发展,延伸产业价值链条^[1]。

2 矿山数字化建设存在的问题

2.1 各类平台不够成熟

目前,矿山数字化建设中的各类平台普遍存在稳定性差、兼容性不足的问题。部分企业引入的管理信息系统、生产监控平台,在实际运行中常出现数据传输延迟、系统崩溃等故障,影响矿山正常生产调度。不同品牌、功能的设备与软件间缺乏统一标准,数据接口不兼容,导致各子系统难以实现互联互通,形成“信息孤岛”。此外,现有平台在功能设计上与矿山复杂作业场景适配度低,无法满足动态化、精细化管理需求,例如三维建模平台难以实时更新地质变化数据,限制了数字化技术的应用效果。

2.2 缺乏相关技术人才

矿山数字化建设对复合型人才需求迫切,但行业人才储备严重不足。一方面,传统矿山从业者多以采矿、

地质等专业为主，对物联网、大数据、人工智能等数字化技术掌握程度较低，难以适应新的生产管理模式；另一方面，高校相关专业培养体系滞后，数字化矿山专业课程设置不完善，导致对口人才输出有限。此外，矿山工作环境艰苦、薪资待遇缺乏竞争力，难以吸引外部数字化技术人才，现有人才流失现象严重。企业内部也缺乏完善的人才培养机制，无法满足数字化转型对高端技术、管理人才的需求。

2.3 缺乏数字化矿山建设关键技术

我国矿山数字化建设在核心技术领域仍存在明显短板。在智能化开采方面，高精度地质勘探技术、复杂环境下设备自主导航与协同作业技术尚未完全突破，导致无人化开采设备难以精准应对复杂地质条件。在数据处理领域，矿山多源异构数据的高效采集、存储与分析技术发展滞后，海量数据的实时处理能力不足，无法支撑智能化决策。此外，网络安全防护技术薄弱，矿山数字化系统面临数据泄露、网络攻击风险，却缺乏成熟的加密、防护解决方案，制约了矿山数字化建设的深入推进。

2.4 数据利用不足

矿山在数字化建设过程中积累了海量数据，但数据利用水平较低。由于缺乏统一的数据标准与管理规范，数据存在格式不统一、质量参差不齐的问题，难以实现有效整合与共享。企业对数据的分析挖掘能力有限，仅停留在数据记录、简单统计层面，未能运用机器学习、深度学习等技术，从海量数据中提取有价值的信息，例如无法通过设备运行数据预测故障隐患。此外，数据应用场景单一，未充分融入矿山规划、生产、安全管理等全流程，导致数据资源无法转化为实际生产力，造成资源浪费^[2]。

3 矿山数字化建设的应对策略

3.1 建设贯穿矿山各个领域的高速企业网络

建设高速企业网络是矿山数字化转型的根基，需构建全方位、立体化的通信体系。首先，构建“地上+井下”双轨通信架构，地面铺设千兆光纤骨干网，覆盖办公区、选矿厂、仓储物流等区域，保障日常办公、生产管理数据的稳定传输；井下针对巷道狭长、环境复杂的特点，采用5G专网与矿用本安型无线基站相结合的方式，解决信号衰减与覆盖盲区问题。例如，通过在巷道关键节点部署5G微基站，实现采掘设备、传感器数据毫秒级回传，为无人化开采提供网络支撑。其次，引入网络切片技术，依据业务优先级划分生产监控、安全预警、设备控制等独立网络切片。以安全监测业务为例，优先分配高带宽、低延迟资源，确保瓦斯浓度、地压等

关键数据实时上传，提升应急响应效率。同时，部署智能运维系统，利用AI算法实时监测网络流量、设备状态，自动识别故障点并触发修复流程，故障处理时间缩短60%以上。再者，推动网络与物联网、云计算深度融合，搭建统一数据传输平台，整合设备管理、生产调度等系统，实现全矿设备互联互通。通过边缘计算节点下沉，将部分数据处理能力前置，减少数据回传压力，为无人化开采、智能调度等应用提供稳定的网络环境，支撑矿山生产向智能化、高效化转型。

3.2 构建数字化矿山基础信息平台

数字化矿山基础信息平台是整合数据资源、实现协同管理的核心枢纽，需从架构设计、功能集成、安全保障等多维度构建。首先，采用分层架构设计，底层搭建分布式存储系统，利用Ceph等技术实现PB级数据的高效存储与检索，满足矿山海量数据的存储需求；中间层构建数据中台，通过ETL技术对地质勘探、生产运行、设备监测等多源异构数据进行清洗、转换、整合，形成统一的数据资产池。例如，将钻孔数据、物探资料转化为结构化数据，为地质建模提供精准数据源。上层开发可视化应用界面，通过低代码开发平台快速定制不同部门的业务需求，如生产部门的实时调度看板、管理层的决策驾驶舱。其次，集成地质建模、生产调度、安全监测等核心功能模块。借助三维GIS技术构建动态地质模型，直观展示矿体分布、地质构造，辅助开采方案设计；基于实时生产数据，通过智能算法优化采掘计划、运输路线，提升生产效率15%以上。再者，强化平台开放性与兼容性，制定统一的数据接口标准，支持OPCUA、MQTT等协议，实现与第三方系统无缝对接。同时，引入区块链技术，对数据上链存证，保障数据安全与可信共享，确保平台在矿山规划、开采、运营全生命周期中发挥数据中枢作用，提升整体管理效能。

3.3 加强人才培养与引进

人才是矿山数字化转型的核心驱动力，需通过内培外引、优化机制等举措构建人才梯队。首先，深化校企合作，与高校、职业院校共建“数字化矿山人才培养基地”。在课程设置上，融合采矿工程、计算机科学、数据分析等专业知识，开设大数据分析、智能采矿、物联网应用等特色课程，定向培养既懂采矿工艺又精通信息技术的复合型人才。同时，针对在职员工开展“数字化技能提升计划”，采用“线上课程+线下实训+项目实战”的培养模式，邀请行业专家授课，普及物联网、AI、云计算等技术知识，提升员工数字化技能。其次，优化人才引进机制，制定具有竞争力的薪酬福利政策，

设立大数据工程师、AI算法专家等高端岗位，提供安家补贴、科研经费等优厚待遇。设立“柔性引智”岗位，与行业专家、科研团队建立项目合作关系，借助外部智力资源解决技术难题。例如，邀请高校团队联合攻关无人化开采算法，加速技术突破。再者，完善企业内部人才发展体系，设立数字化创新奖励基金，对在智能设备研发、数据模型构建等方面取得突破的团队给予重奖；打通技术与管理双通道晋升路径，为人才提供广阔发展空间。

3.4 加大技术创新与研发投入

技术创新是破解矿山数字化技术瓶颈的关键，需从明确方向、多元投入、深化合作等方面发力。首先，企业需明确研发重点，聚焦智能采掘机器人、高精度地质探测雷达、矿用5G防爆终端等关键装备，以及多源数据融合分析、设备自主决策控制等核心算法，制定3-5年技术攻关路线图。例如，针对复杂地质条件下的精准开采需求，研发具有自主导航、自适应控制功能的智能采掘机器人，提高开采效率与安全性。其次，构建多元化研发投入体系，企业自身设立不低于年营收5%的研发专项资金，用于购置先进试验设备、搭建模拟测试平台；积极申报国家重点研发计划、地方科技专项，争取政策支持；联合产业链上下游企业成立技术创新联盟，分摊研发成本与风险。再者，深化产学研合作，与高校、科研院所共建联合实验室，围绕无人化开采、智能选矿等领域开展协同创新。建立技术成果转化激励机制，对成功产业化的项目给予研发团队股权、分红奖励，加速科研成果向生产力转化。

3.5 完善数据利用体系

数据是矿山数字化的核心资产，完善数据利用体系需从治理、分析、应用等环节系统推进。首先，建立全流程数据治理机制，制定数据采集规范、质量标准与安全管理制度，明确数据所有权与使用权限。通过数据清洗、脱敏、标注等预处理，去除噪声数据，提升数据可用性；利用主数据管理系统统一关键数据标准，如设备

编码、物料分类等，消除数据冗余与矛盾。其次，搭建智能数据分析平台，引入机器学习、深度学习算法，构建设备故障预测、能耗优化、安全风险预警等模型。例如，通过分析设备振动、温度、电流等历史数据，利用LSTM神经网络构建故障预测模型，提前72小时预测设备故障概率，降低非计划停机时间30%以上；基于生产数据与能耗数据的关联分析，优化能源分配策略，降低单位能耗15%以上。再者，拓展数据应用场景，将分析结果深度融入生产运营。在规划层面，依据地质数据与市场需求，利用优化算法制定开采设计方案；在执行层面，通过实时数据动态调整采掘参数、设备运行状态；在管理层面，利用数据看板展示关键指标，辅助管理层科学决策。同时，探索数据资产化运营，对脱敏后的生产数据、设备数据进行价值评估，与行业平台共享数据资源，参与数据交易，实现数据价值的二次挖掘，为企业创造新的利润增长点^[1]。

结束语

矿山数字化建设是推动行业高质量发展的必然趋势，虽面临平台不成熟、人才短缺、技术瓶颈等挑战，但通过构建高速网络、夯实信息平台、强化人才储备、加大研发投入与完善数据利用体系等策略，可有效突破困境。未来，随着5G、人工智能等技术的深入应用，矿山数字化将朝着智能化、绿色化、安全化方向持续演进。期待更多企业与研究机构协同创新，共同探索数字化转型路径，助力矿山产业实现可持续发展，为经济社会发展提供坚实资源保障。

参考文献

- [1]张会峰.数字化矿山建设技术研究与应用[J].山东煤炭科技,2022(12):180-181.
- [2]程洪源,卢东亚,余文挺,等.试论数字化矿山建设的安全管理[J].城市建设理论研究:电子版,2021(3):147-148.
- [3]邓云英.数字化矿山建设中存在问题分析及对策[J].工业c,2021(6):280-282.