

Application of Mechanization and Automation Technology in Mining Engineering

Linping Yang

Shaanxi Zhongneng Coalfield Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

Current mining engineering practices face challenges including suboptimal operational efficiency, significant safety risks, and underutilized resource potential, making the widespread adoption of mechanization and automation technologies imperative for achieving high-quality industry development. This study first examines the theoretical foundations of mechanization and automation applications in mining engineering, analyzing the principles of mechanized mining systems, the core mechanisms of automated control technologies, and the enhanced capabilities of intelligent solutions. It concludes with practical strategies to optimize technological implementation effectiveness. The research provides theoretical support and operational references for advancing mechanization and automation technologies in mining operations, demonstrating critical significance in improving production efficiency, ensuring operational safety, and driving the mining industry toward sustainable and high-efficiency development.

Keywords

Mining Engineering; Mechanization and Automation Technology; Intelligent Empowerment; Practical Strategies; Mine Safety

机械化自动化技术在采矿工程中的应用探讨

杨林平

陕西中能煤田有限公司, 中国 · 陕西 榆林 719000

摘要

目前采矿工程存在着效率不够高、安全方面有较大风险、资源利用程度不够等状况,促使机械化自动化技术广泛且深入地运用成为该行业实现高质量发展的迫切需要。本文首先对机械化自动化技术在采矿工程里的理论根据进行了研究,剖析了机械化采矿技术的原理、自动化控制技术的根基以及智能化技术所起到的增强作用,最后对提高这项技术应用成效的实际策略进行了探讨。本研究能够为采矿工程中机械化自动化技术的推广运用提供理论方面的支持和实际操作的参考,对于提高采矿生产的效率、保障作业过程的安全、推动矿山行业朝着绿色且高效的方向发展具有重要的意义和价值。

关键词

采矿工程; 机械化自动化技术; 智能化赋能; 实践策略; 矿山安全

1 引言

随着矿山行业向绿色化、高效化方向转变,传统采矿方式难以满足发展要求,作为解决采矿效率低下、安全风险较高问题关键办法的机械化自动化技术,其理论研究和实际应用至关重要,本文围绕该技术理论基础和应用策略展开研究,为矿山行业高质量发展提供支持帮助。

2 机械化自动化技术在采矿工程中的理论基础

2.1 机械化采矿技术原理

核心要点为依靠力学原理与采矿工艺的匹配程度、结合矿床地质赋存状况,运用专业机械装置取代传统人力操作,使矿产资源开采、装载、运送、破碎等全部环节达成机

械化操作;关键思路是借助设备性能改善和工艺相互配合,减少人力投入、避免高风险作业隐患,同时提高开采效率和资源回收比率;具体表现为露天矿中大型挖掘机器与电动矿用卡车的协同工作、地下矿中智能钻孔机器和掘进机器的精确施工;其理论重点围绕设备与地质状况适配性、作业流程连贯性展开,构成采矿工程实现大规模、高效率生产的根本支持。

2.2 自动化控制技术基础及其在采矿中的支撑作用

以可编程逻辑控制器(PLC)、分布式控制系统(DCS)为核心部分、依靠自动控制理论和信号传输技术搭建采矿全流程闭环控制体系,通过传感器及时收集设备运行参数和矿山环境数据并经控制模块分析处理,实现设备自动启停、参数自适应调整及故障提前警示,其支撑作用体现为解决地下深井、高瓦斯等复杂环境下人工操控限制以保证作业连贯性和安全性。

【作者简介】杨林平(1984—),男,中国陕西榆林人,本科,工程师,从事采矿工程研究。

2.3 智能化技术对采矿的赋能

利用物联网技术搭建“天-空-地-井”一体化感知网络以实现采矿全要素数据及时收集与互通,运用大数据技术对海量地质、设备、生产数据进行深入分析以为开采方案优化提供数据支持,借助人工智能技术通过算法模型实现顶板安全提前警示、设备故障预先判断及开采路径自主规划,三者共同作用推动采矿工程从“自动化执行”向“智能化决策”转变,实现生产效率、安全水平与资源利用效率共同提升,成为现代采矿工程高质量发展的核心推动力量。

3 提升机械化自动化技术在采矿工程应用效果的实践策略

3.1 研发高适应性、高可靠性采矿装备与优化选型

关键之处在于以矿山地质储层差异和开采技术要求为根本,把重点放在提升设备性能和矿山实际情况的适合程度上,打破核心零件生产的困难局面,增强设备抵抗恶劣环境的能力和运行的稳定状况,同时构建科学合理的设备选择体系,将矿山开采规模、地质状况、作业环境等核心要素相结合,让设备性能、开采需要和经济效益达到共同匹配的状态,防止因为设备选择和实际作业不相符而造成的效率降低和成本浪费,研究开发的方向主要集中于适应新能源、智能化、小型化要求的设备,同时考虑绿色环保和高效作业的需求,提高设备的可维修程度和使用年限,为机械化自动化技术的实施打下硬件方面的基础。

有一个位于陕北黄土高原的露天煤矿,其地质状况复杂,有很多沟壑,风沙很大,冬季最低温度能达到零下20摄氏度,传统的采矿设备存在持续工作能力不足、抗寒性能不好、适合程度不强等问题,严重影响了开采效率。该煤矿和陕西本地的设备制造企业中铁长安重工合作,共同研究开发适合该区域环境的105吨无人驾驶新能源矿用自卸汽车,组成专门的研究开发队伍,突破了整车电气控制等20多项关键核心技术,对设备动力系统和热管理系统进行优化,提高设备抵抗风沙、耐受低温的能力,同时结合矿山“载重量小的时候上坡、载重量大的时候下坡”的作业特点,设计出把势能转化为电能的能量储存模式,提升持续工作的能力。该设备投入使用后,每台每年可以节省将近一百万元的运营成本,减少大约360吨的二氧化碳排放,彻底解决了传统设备在该矿山的适应难题。

3.2 构建矿山一体化信息平台与深化系统集成

核心在于把采矿各个环节的信息阻碍打破,将采掘作业、运输过程、通风状况、安全监测活动、设备运维工作等各类子系统的数据进行整合,搭建起“数据来源相同、相互连接沟通、协同管理控制”的一体化信息平台。依靠工业互联网的架构形式,达成对操作技术数据的统一收集、对设备进行统一模型构建,促使各个系统深入融合在一起,消除数据孤立的现象,让采矿整个流程能够进行可视化的监控、集

中化的调度以及协同化的作业。与此同时,对平台的操作界面进行优化改进,使系统的兼容性能得到提升,让数据传输的效率得以提高,保证数据具有实时性和准确性,为后续的智能决策提供可靠的数据支持,推动矿山管理模式从分散化朝着集约化转变。

有一个处于陕北风沙区域的大型煤矿企业,在这之前,采矿各个环节的子系统都是独立运行的,采掘作业数据、运输过程数据、安全监测数据等无法相互流通,存在着调度效率低下、数据传递滞后、协同性较差等情况,对机械化自动化技术的应用效果产生了限制作用。该煤矿企业借鉴陕煤集团红柳林矿业智能矿山的建设经验,与相关企业合作搭建矿山一体化信息平台,接入45个子系统和3000余套设备,每天汇聚2亿条数据,实现数据统一进入数据湖并沉淀为数据资产,对智能综采系统、智能掘进系统、智能安全监控系统等二十多个智能应用系统进行整合,打造生产调度综合管控平台,对138.4平方公里的井田生产场景进行全息模型构建和映射,使井下智能系统实现动态联动。平台投入使用之后,调度人员能够通过一个屏幕查看多个综采工作面的实时运行状态,实现跨系统的调度指挥和协同作业,数据传输的延迟缩短到秒级,各个环节的协同效率提高了40%,有效地解决了之前信息分散、调度不畅的难题,推动矿山实现集约化、精细化的管理。

3.3 推进智能算法应用与提升智能决策水平

关键之处在于以采矿工程的现实需要为根本,把像机器学习、深度学习、数字孪生这类智能运算方法和采矿的整个流程进行紧密结合,将重点放在开采计划优化、设备故障预先判断、生产安排优化等主要方面,构建具有特定针对性的运算模型,借助大量的数据对模型的精准程度进行训练和提升,达成从“数据采集”向“智能研判”的转变,增强采矿决策的科学性、准确性和前瞻性,降低人为决策产生的偏差。同时,依据矿山的地质状况和生产的动态变化,不断对运算方法的参数进行优化,保证运算模型的适应能力和实际应用效果,推动采矿工程从自动化操作向智能化决策的层面提升。

某处于地下的煤矿,其地质状况较为复杂,存在瓦斯突出、顶板不够稳定等安全隐患。传统的开采计划主要依靠人工的经验来制定,决策的效率不高,针对性也不够强,而且设备出现故障难以提前做出判断,对生产的连续性产生影响。该煤矿借助陕煤集团红柳林矿业在智能矿山建设方面的技术经验,引入数字孪生、机器学习等智能运算方法,构建矿井的数字孪生模型,将地质勘探、设备运行、生产安排等大量的数据进行整合,对设备故障预先判断模型和开采计划优化模型进行训练。通过运算模型对设备运行的参数进行实时分析,提前判断设备存在的故障隐患,同时结合地质数据对采掘的路线和支持方案进行优化。

3.4 强化自动化安全监测体系与智能预警体系建设

核心是坚持“预防为主、防治结合”的原则，搭建起涵盖采矿全部场景、所有环节的自动化安全监测系统，对监测点位的布置情况进行优化，选用精准度高、稳定性强的监测仪器，及时收集瓦斯、一氧化碳、地应力、顶板位移等关键的安全数据，借助智能预警计算方法，构建起红、橙、黄、蓝四个级别的智能预警体系，达成隐患在早期就被察觉、提前发出警报、尽早进行处理的效果，同时建立起预警信息形成封闭环节的处理机制，明确处理流程和责任划分，保证预警信息能够及时传送、隐患得以迅速整治，解决传统安全监测存在人工成本大、响应速度迟缓、隐蔽隐患难以发现问题，稳固矿山安全生产的防护屏障。

某发生煤与瓦斯突出情况的煤矿位于关中北部地区，井下的作业环境错综复杂，瓦斯、顶板等隐患的防控压力显著，传统的安全监测主要依靠人工进行巡查，存在监测不够全面、预警不够及时等状况，安全风险较高。该煤矿依据陕西矿山“非现场执法+信息化监控”的建设要求，构建自动化安全监测系统，在井下的采掘工作面、核心设备所在区域、重要的硐室等关键区域安装了一千余路监测仪器和高清摄像装置，将数据接入陕西省矿山安全风险监测预警系统，及时收集瓦斯浓度、地应力、顶板位移等关键数据，运用智能计算方法构建四个级别的预警体系，对20余类“三违”行为进行及时识别，准确程度达到97%以上。

3.5 加强复合型人才培养与探索多元化技术应用成本控制

关键之处在于以机械化自动化技术运用的需求为根本，搭建起“理论+实践”的复合型人才培养体制，冲破旧有人才方面的阻碍，集合科研机构和矿山生产现场的力量，培育出既熟知采矿专业理论，又熟练掌握自动化、智能化技术的复合型人才。同时，建立并完善人才激励制度，提高人才保留比例和专业水平。在成本管理方面，结合矿山实际状况，

探寻多样化的成本管理方式，优化设备选择，提高设备运行维护效率，推动技术成果转化，降低设备采购、运行维护及技术应用的成本，实现技术应用和经济效益的共同提高，解决机械化自动化技术应用成本过高、人才不足的难题。

某金矿处于秦岭山区，在机械化自动化技术运用过程中，碰到综合型人才不足、技术应用成本过高的问题，限制了技术落地的效果。该矿参考四方金矿“科学家和工程师”团队建设的经验，组建了由科研机构科学家和矿山现场工程师构成的创新团队，核心成员有12人，专业涉及采矿、地质、自动化等关键领域，形成了“科学家确定方向，工程师解决难题”的协作机制，定期开展技术培训和实际操作演练，培育出20多名复合型技术人才。在成本管理方面，该矿优化设备选择，采用适合山区开采的小型自动化设备，降低采购成本；同时依靠创新团队优化开采工艺，创造性地提出V型中深孔爆破技术，每年节省爆破成本超过一百万元。通过对设备进行精细的运行维护，降低设备故障发生率和运行维护成本，促使技术应用成本降低35%以上。

4 结语

本文关于机械化自动化技术在采矿工程中的理论依据和实践应用策略的全面研究，明确机械化、自动化及智能化技术核心内容、提出针对性应用途径并结合矿山案例验证其可行性的成果，能够为采矿工程中机械化自动化技术的推广应用提供理论和实践支持，助力矿山行业实现绿色、高效、安全发展。

参考文献

- [1] 李健. 机械自动化技术及其在机械制造中的应用探讨[J]. 工程技术: 全文版[2026-03-22].
- [2] 李晓东. 自动化技术在机械制造中的应用分析[J]. 科技致富向导, 2014(6):1.
- [3] 范海涛, 蒲立周. 机械自动化技术及其在机械制造中的应用探讨[J]. 中国科技期刊数据库 工业C, 2018(1):00111-00111.