

矿井回采工作面智能化技术运用分析

薛占军

国能神东煤炭大柳塔煤矿, 中国·陕西 榆林 719315

摘要: 智能化技术在推进矿井回采进程, 提升回采工作面煤炭开采效率等方面, 发挥了重要的作用。在智能化技术应用支持下, 改善作业环境, 降低煤炭开采难度, 真正保障作业人员的安全。本文主要分析了采煤机自动控制技术、液压支架远程监测技术、智能控制技术、数字孪生技术等智能化技术, 旨在提高矿井回采工作面智能化程度, 促使煤矿企业高质量发展。

关键词: 矿井回采工作面; 智能化技术; 采煤机自动控制技术; 煤炭

Analysis of the Application of Intelligent Technology in Underground Coal Mining Faces

Xue Zhanjun

Guoneng Shendong Coal Daliuta Mine, China Shaanxi Yulin 719315

Abstract: Intelligent technology has played a significant role in advancing the underground coal mining process and enhancing the efficiency of coal extraction in mining faces. With the support of intelligent technology, the working environment has been improved, the difficulty of coal mining has been reduced, and the safety of workers has been truly guaranteed. This paper mainly analyzes intelligent technologies such as automatic control technology for shearer, remote monitoring technology for hydraulic supports, intelligent control technology, and digital twin technology, aiming to increase the degree of intelligence in underground coal mining faces and promote the high-quality development of coal mining enterprises.

Keywords: Underground coal mining face; Intelligent technology; Automatic control technology for shearer; Coal

0 引言

煤炭开采环境恶劣, 受开采设备、煤层条件等因素影响, 开采效率低下, 潜在瓦斯爆炸等安全风险。通过应用智能化技术, 大大提升了井下作业自动化程度, 实现对矿井回采工作面的数字化管理, 提高煤矿生产效率, 创造安全、有序的作业环境。本课题探究的是矿井回采工作面智能化技术运用情况, 赋能煤矿企业转型。

1 关于矿井回采工作面智能化技术分析

1.1 采煤机自动控制技术

采煤机自动控制技术是常用的煤矿开采技术, 运用采煤机可自动切割煤炭, 能够自动放顶, 煤炭开采作业更高效, 安全性有保障。运用采煤机自动控制技术, 可远程控制回采工作面, 管理人员可动态追踪煤矿开采现场情况, 便于及时调度, 能够提高煤矿现场管理水平。运用采煤机自动控制技术可以实时监测井下地质情况, 精准识别潜在的安全隐患, 针对性处理, 降低井下安全事故发生可能性。

采煤机自动控制技术的优势显著, 系统自身携带的传感器装置, 可以获取采煤机割煤速度参数, 牵引速度参数等, 还能了解采煤机自身的运行姿态, 便于随时调整上述参数, 保证采煤机稳定运行^[1]。将 AIGC 算法引入采煤机

自动控制系统中, 能够自动调高调速, 在井下可根据传感器反馈的数据信息, 随时调整滚筒高度, 保证割煤深度, 以免出现割顶或割底情况, 提高煤炭开采效率, 延长采煤机自动控制系统及相关设备的使用寿命。

实际应用发现, 采煤机自动控制技术可以同步记录自身的操作轨迹, 支持无人化连续作业, 减轻井下作业人员的工作量。将采煤机自动控制技术与井下通信系统互联, 还能及时将采煤机运行状态数据回传至控制中心, 可评估采煤机故障发生率, 能够预测采煤机剩余使用寿命, 为采煤机运维管理提供了便捷, 有利于控制矿井回采工作面煤炭开采相关设备维护成本, 对提升煤矿企业整体经济效益有重要意义。

1.2 液压支架远程监测技术

液压支架设备与矿井回采工作面安全密切相关, 将远程监测系统嵌入液压支架设备中, 监测设备运行状态。在实际应用过程中发现, 液压支架远程监测系统方便操作, 可以提高回采工作面生产效率, 有利于提升煤矿开采工作稳定性。液压支架远程监测系统可及时反馈数据信息, 便于工作人员远程管理, 将系统与手机端对接, 让工作人员第一时间获取监控信息, 及时发现问题, 并快速解决问题。

液压支架远程监测系统架构组成相对简单,包括压力传感器、位移传感器等各类传感器装置,包括智能感知元件等,在矿井回采工作面煤炭开采过程中,可以高效采集支架工作阻力、支架姿态角、初撑力等参数信息,系统的基础层进行数据加工处理,管理层接收预处理数据后进行分析和信息提取,并将关键信息传输至系统决策层,给出反馈意见;最后上传至监控控制中心^[2]。在可视化界面下,能够清晰化地分析液压支架远程监测系统反馈的数据,生成图表后一目了然,便于计算和分析,管理人员能够精准评估每台液压支架的运行状态,评估液压支架初撑力,若初撑力与设定的数值存在偏差,则会及时处理,以免发生漏液、咬架等问题。

液压支架远程监测系统本身具有预警功能,能够将监测到的异常信息通过反馈到管理人员的手机端,便于管理人员第一时间做出正确的决策,降低液压支架故障所致风险事件发生率,为矿井回采工作面创造安全、有序的生产条件。液压支架远程监测系统支持对历史数据的追溯,将历史数据与当前监测数据进行对比分析,可以预测液压支架保养节点,便于制定周期性的保养计划,能够指导技术人员规范检修,以免出现非计划停机情况。

1.3 智能感知和识别技术

矿井下通风差,光线暗淡,整体环境相对恶劣,回采工作面传统监测模式,以人工巡检为主,耗时耗力,效率低下。在人工智能技术应用支持下,矿井回采工作面煤炭开采变得更加智能化,通过应用智能感知和识别技术,可同步获取液压支架设备的运行数据,运用 AIGC 算法建立运行状态模型,评估液压支架设备运行参数设定可行性,促使液压支架设备安全、稳定运行。在智能感知和识别模式下,改变了高度依赖人工的现状,监控中心可实时监控,对井下异常信号的识别准确性高,能够快速提取异常信息数据,可以精准评估支架当前状态,实现对传统监测技术的突破和创新。

将智能感知和识别技术运用到矿井回采工作面中,实现对液压支架的监测和监控,精准定位生产作业人员的位置,通过视频画面显示作业人员的状态,感知能力极强,还能精准告知井下回采环境温度、湿度等温度数据,便于优化井下环境管理,从而给井下作业人员创造相对良好的作业环境^[3]。在井下安装和部署高清摄像头、热成像系统,能够通过热成像图谱,判断煤层厚度,精准定位割煤位置,大大提升了矿井回采工作面精准化程度,提升煤炭开采效率。运用智能感知和识别技术,可监测矿井回采工作面粉

尘浓度,计算瓦斯含量,若粉尘浓度超标,或瓦斯含量超出安全阈值,系统可立即启动报警装置,并在智能控制技术作用下,实现对相关设备的联动控制,同步开启喷雾降尘装置,变频调整井下通风量,以免发生矿井安全事故,保障生产人员的人身安全。

根据智能感知和识别技术提供的信息,可了解生产人员的移动轨迹,能够关联到生产人员安全装备信息,及时发现违反安全管理规定的行为。当生产人员未佩戴安全帽时,会及时进行语音提醒,提醒生产人员加强自身的安全防护,提高安全防范意识,以免发生意外。在智能感知和识别技术作用下,实时监测回采工作面刮板输送机、转载机等设备的运行状态,计算设备的振动频率,判断设备故障发生风险,进行风险等级划分,为管理人员决策提供依据,以免因设备轴承磨损等问题引发安全事故,预见性防范设备故障问题,提高设备维护和保养水平,实现回采工作面智能化控制目标。

1.4 智能控制技术

通过运用智能控制技术,实现采煤机、液压支架设备等井下生产作业设备的互联互通,创建了协同作业场景。有数据统计显示,在多系统设备协同作业模式下,综合自动化率达到了 95% 以上,煤炭开采效率较前提升了 30%,证实了智能控制技术的应用效果^[4]。智能控制技术的自适应调节能力很强,能够在矿井复杂的环境中,精确地判断地质条件,并调整相应的控制策略。若是识别到断层构造,可智能反馈煤层厚度、煤岩界面等,从而自动调整割煤速度,调节好液压支架支护阻力等相关参数,促使煤炭开采作业安全、有序进行。

智能控制基础具有远程控制功能,能够构建基于人工智能的人机交互界面,实现人机协作,可以精准操控井下设备启闭,还能减少生产人员职业暴露时间,智能化程度非常高。研究发现,将智能控制技术与数字孪生技术相结合,还能组建仿真模型,将井下设备关联的参数导入模型后,能够预测设备故障发生可能性,指导设备运维管理,实现对矿井回采工作面的智能化管理。

1.5 数字孪生技术

运用数字孪生技术创建矿井回采工作面三维虚拟空间,对回采工作面进行全景展示和监控,并实时将监控画面传回控制中心。构建基于数字孪生技术的数字模型,能够将在采煤机等设备运行参数同步传输至模型中,实现对矿井回采作业全流程的模拟,便于及时发现问题。当井下每层条件发生变化时,根据数字孪生模型反馈的信息,可以

判断矿井回采工作面当前情况,通过数据分析和历史数据比对,能够识别风险源,并制定相对应的应对策略,为后续生产作业的开展提供信息数据支持。将数字孪生技术与智能控制技术联用,可以构建智能化闭环管理模式,有利于提升矿井回采工作面智能化程度。

1.6 智能运输技术

通过智能化技术运用,可提高矿井回采工作面安装、回撤效率,通过应用运输新工艺,实现压支架整架连续运输,提升了运输效率,还能保证运输过程中的安全性。智能运输技术集成度高,实现对新兴传感器、AIGC 算法及新一代数字技术的集成。在运输车辆内部安装专属导航系统,可以提高指令相应速度,能够根据运输路线变化随时进行调度,还能比较不同运输路线的优劣势,进行个性化推荐,为矿井回采作业的开展提供科学的运输路线,提高了物料装卸效率。在运输过程中,可自动规避障碍物,通过安装高清摄像头等设备,能够获取车辆运输信息,包括车辆数量、位置等,便于智能化调度。控制中心可根据智能运输路径,优化运输路径设计,真正提升物料运输时效。

智能运输系统直至故障自检自查,识别故障信号后,可以立即预警,能够对车辆自身的运行状态进行监测,若是发现胎压不稳等异常情况,会通过预警的方式告知管理人员,并同步进行制动,将风险和损失降到最小,为故障处理争取时间,便于尽快恢复正常运输状态,以免影响矿井回采工作面物料供应。将智能运输系统与矿井其他生产设备、监控系统进行互联,可以结合回采进度调整运输路径,确保提高运输效率,实现对运输环节的智能化管理。

2 评价矿井回采工作面智能化技术运用效果

2.1 生产作业效率显著提升

通过运用智能化技术,能够显著提升煤炭开采效率,数据统计显示,在矿井回采工作面运用智能化技术后,采煤效率较前提升 25% 左右;工作面开机率较前提升 4% 左右;单日采煤最高产量达 5 万吨,证实了智能化技术的应用价值。

2.2 提高安全管理水平

智能化技术的运用,实现对井下环境、人员、设备的全天候监测,能够精准识别和判断安全问题,通过智能控制、智能调度,实现对生产作业人员的安全保护,改善了生产人员职业暴露问题。数据统计显示,应用智能化技术后,巡检人员从 3 人缩减至 1 人,通过智能感知和识别,及时发现故障问题,能够及时检修,降低了设备所致的安

全事故发生率;并且,在智能技术应用支持下,改善了矿井环境,有效预防瓦斯爆炸、粉尘浓度超标等问题,大幅度提升了矿井安全管理水平。

2.3 实现生产效益最大化目标

智能化技术的应用,实现智能化、自动化管理,减少人员使用,提高了作业效率,还能控制人工成本。数据统计显示,运用智能技术后,回采率提升至 96%,增加了煤矿企业利润空间,实现生产效益最大化目标,有利于持续提升煤矿企业整体发展水平。

3 矿井回采工作面智能化技术应用面临的困境及应对策略

分析发现,受矿井地质条件因素影响,增加了智能化技术和系统设备的应用难度,尤其是井下粉尘大、湿度大,伴有不同声倍的噪音,会干扰温度、湿度传感器和监控设备的运行状态,容易引起监测数据偏差。并且,矿井回采工作面设备、系统多样,多源异构数据量庞大,存在数据壁垒问题。

研究认为,为了突破上述困境,需要加强智能技术研发,突破技术局限,结合矿井地质类型及构造变化,研发稳定、可靠的智能传感器装置,并充分利用大数据技术实现对多源异构数据数据的整合,实现数据信息共享,制定数据统一格式标准,提高数据传输时效,便于控制中心第一时间了解回采作业面相关联的数据。逐步健全智能回采工作面管理体系,实现矿井回采工作面智能化管理,为井下规模化作业提供及时支撑。

进一步分析发现,在智能化技术运用过程中,面临技术人才匮乏困境,有必要加强技术人才培养,提高技术人才的数字化素养,能够熟练操作智能化设备和系统,可以持续壮大技术人才队伍,切实为矿井回采工作面智能化技术运用和实施提供人力资源保障。建议通过完善薪酬管理体系吸引人才、留住人才,加强技术人才的专业化培训,促使技术人才掌握前沿技术,了解智能化技术在煤矿企业中的应用情况,并鼓励技术人才参与技术研发,激发技术人才的潜能,实现自我价值。

4 结语

综上所述,矿井回采工作面智能化技术类型多样,包括采煤机自动控制技术、液压支架远程监测技术、智能感知和识别技术、智能控制技术、数字孪生技术等,通过科学运用上述技术,可以显著提升矿井生产作业效率,能够提升安全管理水平,能够实现生产效益最大化目标,有利于促进煤矿企业高质量发展。

参考文献:

- [1] 李溪枝. 试分析矿井回采工作面智能化技术应用[J]. 当代化工研究, 2024(12): 101-103.
- [2] 杜国凯. 矿井回采工作面智能化技术应用分析[J]. 机械管理开发, 2022, 37(02): 143-144+147.
- [3] 王茂华. 煤企工业化智能升级改造的经济效益分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(01): 180-182.
- [4] 冯晓斌. 矿井智能化建设模式与管理途径研究[J]. 工矿自动化, 2022, 48(S2): 1-3.

作者简介：薛占军（1968.07-），男，汉族，陕西榆林人，助理工程师，大专，研究方向：矿井采煤。