

The advantages and applications of intelligent electromechanical equipment in coal mine excavation

Hao Feng

Shaanxi Yanchang Petroleum Group Hengshan Weiqiang Coal Industry Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

The application of intelligent excavation equipment can improve the production efficiency of coal mining enterprises and promote the sustainable development of the coal mining industry. Intelligent excavation technology mainly relies on intelligent equipment and professional control software to achieve automated and intelligent operation, effectively respond to various complex situations, and ensure the efficiency and quality of coal mining. In specific applications, coal mining enterprises need to select appropriate technical equipment based on demand, strengthen intelligent design management and control, deal with various problems, strengthen links between various links, and improve production efficiency. In view of this, the research work of this article is carried out to briefly outline the key technologies of intelligent electromechanical equipment, analyze its application advantages in coal mining excavation, and explore specific applications and development trends for reference by relevant enterprises and personnel.

Keywords

intelligent electromechanical equipment; Coal mining excavation; advantage

智能化机电设备在煤矿掘进中的优势及应用

冯浩

陕西延长石油集团横山魏墙煤业有限公司，中国·陕西 榆林 719000

摘 要

智能化掘进设备的应用，可以提高煤矿企业的生产效率，促进煤矿行业的可持续发展。智能化掘进技术主要依赖于智能化设备与专业控制软件，实现自动化智能化的运行，有效应对各种复杂情况，保障煤矿开采的效率与品质。在具体的应用中，煤矿企业需要结合需求选择合适的技术设备，加强智能化设计管控，应对各种难题，加强各环节的联系，提高生产效率。鉴于此，开展本文的研究工作，简单概述智能化机电设备的关键技术，分析其在煤矿掘进中的应用优势，并探究具体的应用和发展趋势，以供相关企业和人员参考。

关键词

智能化机电设备；煤矿掘进；优势

1 引言

随着对能源需求不断增多，煤矿企业面临着更为广阔的发展空间。在发展的过程中，企业需要保障煤矿开采工作的安全性，提升整体的效率，才能实现可持续发展。因此，积极推进智能化机电设备在掘进工作中的应用，实现传统技术的有效升级。构建智能化工作面，使掘进的过程更加安全可靠。智能化机电设备的合理应用，可以搭建智能化工作系统，实现掘进、支护、锚固、运输协同作业，便于煤矿企业编制详细计划，应对多种情况，提高生产效率，保障开采的品质，实现预期目标，从而促进煤矿行业的进一步发展。

【作者简介】冯浩（1989-），男，中国陕西佳县人，本科，助理工程师，从事矿山掘进研究。

2 智能化机电设备的关键技术分析

2.1 信息传输与智能分析技术

掘进面信息传递途径主要有有线和无线两种。按照数据特性，传输方式可分为两类：其一，让掘进巷道内所有工作设备相互连通，达成近距离数据共享；其二，实现掘进工作面与集控室之间的数据交互，再现生产场景，将各类数据还原显示出来。巷道内掘进设备在信息交互时，呈现出设备数量多、数据规模庞大、数据价值高的显著特征。考虑到实际生产需求，我们引入区块链、大数据、云计算等前沿技术，搭建智能煤矿系统，同时构建标准化的数据体系。这样一来，就能实现多传感器信息的高效融合，提前完成数据的计算、匹配与归类工作，大幅降低数据拥堵问题^[1]。在绝大多数矿区，掘进生产设备之间的信息交互，主要依靠以太网、光纤这类传输方式。随着 5G 技术的兴起，其低延时、高可靠性的特性，突破了传统传输局限，实现了掘进设备端到端的远

程精准控制,以及对设备运行数据的实时监控。在实际应用中,构建5G网络系统架构,在煤矿作业中全面推广部署,可以实现生产管理、设备巡检和人员定位等诸多功能。

2.2 信息感知及智能交互技术

信息感知及智能交互技术主要是整合相关信息,进一步分析确定煤矿的运行状态,做好监测运行。智能感知技术主要包括环境感知、设备感知和地质感知。将该技术应用于掘进设备中,感知各项工作性能参数和设备故障情况,可以将多源信息收集起来,上传至远程监控软件,集中处理数据信息,诊断掘进作业设备的健康状态。开展地质状态感知。主要信息含瓦斯、地下水、断层构造、围岩压力等,采用机械超前钻探、物理探测技术。通过钻探与物探结合的方式,提高探测距离的同时,控制钻探方向,为掘进工作提供保障。计算机视觉与图像数据技术进步,为工程监测开辟新路径。借助这些技术开展图像识别,实时监测围岩变形、破坏,辨识稳定性。为工作人员和设备提供可靠的信息,用于调整设备参数和运行方案。

2.3 自主定形定向切割技术

在煤矿智能化生产的众多关键技术里,自主定形定向截割控制技术占据着重要地位,主要由精准定位定姿技术、记忆截割控制技术和自适应截割技术进行支持。

在煤矿掘进作业中,精准定位定姿技术精准把控掘进机身姿态与方向,按截割支护步距要求实现设备前移,确保巷道直线度,为后续开采打基础;记忆截割技术优化掘进机工作流程,削减信息采集处理工作量,降低自主定形定向控制难度,提升作业流畅度;自适应截割技术以掘进机恒功率截割控制为核心,降低截割振动量,提升截割效率^[2]。

3 智能化机电设备在煤矿掘进中的优势

3.1 实现掘进的远程监控

在煤矿掘进中,智能化机电设备让工作人员能远程监控运行状况。设备通过传感器和监测装置抓取机械工作状态、温度等关键实时数据,传输到监测中心。工作人员实时监测诊断,发现故障等问题能快速检修,缩短停机时间,避免生产中断。借助智能化还能远程操控、指导维修,加快排障,保障设备稳定运转,助力煤矿掘进高效持续开展。

3.2 自动控制截割过程

智能化掘进机借助高精度传感器和先进控制算法,实现远程截割自动化操控。传感层实时捕捉煤层厚度、硬度等变化,监测截割头位置和运动状态,据此迅速精准调整截割参数,确保截割精确度^[3]。智能化掘进机可根据煤层特性和截割要求,自动调整截割策略与工艺参数,分析实时数据后切换截割模式、调节速度和深度,既提升截割效率,又降低对人工经验的依赖,推动煤矿开采向高效、智能发展。

3.3 在线监测截割轨迹

智能化掘进机利用定位和惯性导航系统,实时获取自

身位置、姿态及截割位置、角度、方向等数据,开展截割轨迹在线监测。掘进机记录、存储截割轨迹数据,为后续分析评估提供依据,以了解截割准确性与稳定性,进一步优化机电设备。也能及时发现其中的问题,加强改造,提高机电设备的灵敏度,保障煤矿掘进生产的工作效率。

4 智能化机电设备在煤矿掘进中的具体应用

4.1 智能化掘进机的应用

煤矿智能化掘进作业中掘进机型号多样,EBZ200型因性能和适配度出色,近期应用最频繁,故以它为例优化煤矿智能化掘进系统设计,提升作业效率与智能化水平。掘进机的机构十分复杂,运输机构、后支架机构等都是掘进机的重要组成部分,如果性能较差,无法满足实际需求,会影响到整体的生产效率,就此,在智能化控制中必须将截割部分作为重要对象。系统设计需全面考量智能化掘进原理,以及传感器与掘进机参数的关联。压力传感器精准探测油缸垂直升降和水平回转压力,位移传感器测定截割角度。将各种传感器与控制器模块连接,便于开展实时监测工作,掌握掘进工作面设备的运行状态。

4.2 梭车无人驾驶的应用

在掘进工作中,应用梭车无人驾驶技术,进一步优化设计,提高煤矿掘进的作业效率。一,梭车自动行驶。在自动驾驶领域,磁导航技术较为常见,常被应用于短距离无轨设备的导航工作中,助力这类设备实现精准运行路径规划与定位,按照预定的运行路线导航和定位,具有结构简单、抗干扰能力强的优势。梭车运行的过程中不间断地获取磁场参数以及同磁轨道预设位置的偏移量,进行自动调节,按照既定的路线行进^[4]。二,梭车自动接煤。梭车前端通过安装限位磁铁与刮板输送机相连,末端配置磁信号接收器。在特定距离范围内,掘进机一旦接收到磁信号,便会自动启动刮板输送机,为装煤工作做好准备。同时,梭车料斗上安装的料位传感器,能自动感知物料情况,一旦满足条件,即可触发设备启动,让装煤作业迅速展开。三,梭车自动卸煤。在给料破碎机的料斗内部安置限位磁铁,于梭车刮板输送机的尾部配备磁信号接收器。当磁信号接收器接收到破碎机料斗信号后,梭车停止退机,开始卸载。根据限煤量得出卸煤时间,到达指定时间后停止作业。

4.3 掘锚一体化系统的应用

掘锚一体智能掘进系统由掘锚一体机、转载破碎机、柔性运输系统、锚杆钻车、迈步自移机尾组成。运行时截割与锚护独立,截割为主,锚护服务截割。掘锚一体机后配转载破碎机和柔性运输系统,负责物料破碎与运输^[5]。锚杆钻车搭载多组装机,能在运输系统上方依据锚护作业需求灵活移动,实现独立的锚杆支护作业。掘锚一体机作业时,强调截割与锚护同步开展,在中等稳定的围岩地质条件下,它能够独自完成所有锚杆支护任务。在实际运用中,可依照不同

地质条件灵活调整作业模式，适应性强，所以在各类煤矿开采场景中被广泛采用。

4.4 全断面智能掘进系统的应用

TBM 优点是断面一次成型、可成异形断面，多环节并行实现整体智能化。不过该设备具有体积大、转弯半径大、作业工期长的特点，适用于长距离、断面形状固定、小曲度转弯的巷道掘进作业。这几年随着科技水平不断提升，对 TBM 掘进过程进行了智能化改进，设计全断面智能掘进系统，加入实时感知技术，开展全岩掘进作业。不过在推广过程中还有一定的技术难点，例如 TBM 的高效破岩控制难度大，掘进过程监测难度大，难以进行掘进参数的决策控制。

4.5 掘进工作面网络架构

掘进工作面布设网络，优化整体架构，可以确保智能化机电设备之间的互联互通，实现全过程的控制工作，从而提供一个更加安全稳定的作业环境，提高生产效率。交换机借助井下工业管网，搭建起掘进工作面与地面之间的数据传输通道，使得远程控制中心能够实时掌握掘进面的实际状况^[6]。数据采集设备通过以太网与交换机相连，掘进机、梭车的相关运行参数，借助无线网络汇总至交换机。集控计算机依托交换机，打通设备间的通信链路，成功搭建起覆盖整个掘进工作面的网络架构，让各类数据能够高效流通，保障掘进作业智能化有序开展。

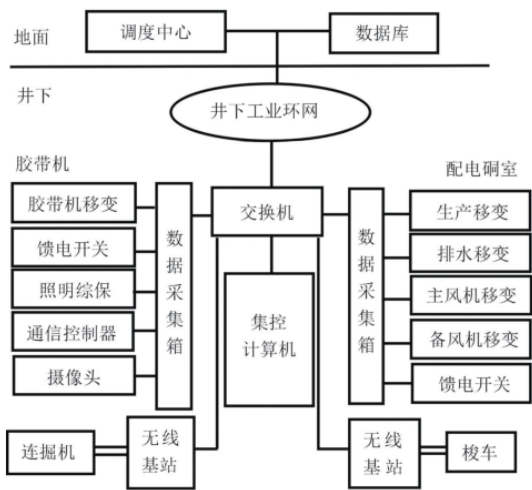


图 1 掘进工作面网络架构

5 煤矿掘进中智能化机电设备的的发展趋势

5.1 革新巷道支护理念

煤矿坑道的主流支撑形式有锚、喷、网以及两种以上的共同支撑，现阶段并不适用于综合智能挖矿设备，因此在

未来发展中，需要进一步革新项目支撑理念。考虑到智能化的发展需求，进一步改进相关的机电设备，使用管道支撑和主坑道平等技术，实现巷道支护型式的优化改进，满足智能化的需求。

5.2 专业智能化系统的发展方向

在煤矿巷道掘进方面，现有的安全监测和自动化控制系统已经相当成熟，在此基础上根据实际的生产情况，进一步实现挖掘运输排水系统的智能化以及运输供水等的智能化。可以从单一智能设备走向专业智能化系统的发展方向，加强设备之间的互联互通构建，全系统网络实现有效管控。

5.3 综合智能掘进系统的发展。

设备自适应功能综合智能掘进设备，实现地下巷道工作面的独立运行，而终极目标是实现一次掘进。在未来发展中，通过实现无人化或者最低程度的人性化，节约人工成本，避免安全隐患，可以提高煤矿掘进的生产效率。而为了实现这一目的不断地改进盾构机的智能化。由专业智能化系统向综合智能掘进系统方向发展，发挥各设备性能优势，搭建统一系统，开展一体化控制，朝着目标的方向发展迈进。

6 结语

综上所述，现阶段煤矿掘进涉及的各项机电设备，正朝着智能化和自动化的方向发展，考虑到实际的工作需求，可以选择合适的设备，优化井下作业系统的架构，实现掘进智能化工作面的布局。通过应用智能化机电设备，可以实现远程控制、掌握截割过程的具体情况，自动记录轨迹，为优化生产提供重要依据。应用智能化掘进系统，优化整体设计，实现梭车无人驾驶改造，可以自动接煤与卸煤。应用掘锚一体化技术，同步作业，提高生产效率。与此同时，还需要加大对机电设备的研发力度，推动其朝着综合化、智能化的方向发展，在煤矿掘进中得到更加广泛的应用。

参考文献

[1] 张利民. 基于物联网技术的煤矿掘进机电设备智能化管理系统研究[J]. 电气技术与经济,2024(7):287-289.
[2] 柴树攀. 煤矿智能化掘进工作面关键技术及应用实践[J]. 晋控科学技术,2024(3):48-51.
[3] 唐铵. 煤矿智能化掘进工作面应用分析[J]. 科学与信息化,2024(1): 129-131.
[4] 袁猛,崔东伟. 掘进机智能化设计与应用效果研究[J]. 中国机械, 2023(16):13-16.
[5] 李东祥. 浅析智能化掘进技术的应用与发展[J]. 能源与节能,2023 (6):192-194.
[6] 姚武江. 煤矿智能化掘进系统的开发与应用[J]. 矿业装备,2023 (3):143-145.