

Research on Intelligent Mining Technology and Electromechanical Equipment Collaborative Control of Coal Mine Comprehensive Mining Face

Min Li Xiaojie Cui

Xiangkuang Group Co., Ltd., Changzhi, Shanxi, 046200, China

Abstract

The application of intelligent mining technology in fully mechanized coal mining faces plays a pivotal role in enhancing production efficiency, ensuring mine safety, and optimizing resource utilization. With advancements in intelligent technologies, coal mining is progressively transitioning toward full automation and intelligent operations. This paper thoroughly examines the fundamental principles and methodologies of intelligent mining technology for fully mechanized faces, with a focus on the application of coordinated control of electromechanical equipment. Through analyzing the synergistic effects of various intelligent devices during mining processes, the study proposes optimized technical solutions and implementation pathways, providing theoretical foundations and practical guidance for intelligent mining in coal mines. Intelligent mining technology not only boosts production efficiency but also effectively reduces safety hazards, driving the coal industry toward more efficient, safer, and environmentally sustainable development.

Keywords

coal mine; fully mechanized mining face; intelligent mining technology; electromechanical equipment; collaborative control; automation

煤矿综采工作面智能化开采技术及机电设备协同控制研究

栗敏 崔晓杰

山西襄矿集团有限公司, 中国·山西 长治 046200

摘要

煤矿综采工作面智能化开采技术的应用在提高生产效率、保障矿山安全及资源利用效率方面发挥着至关重要的作用。随着智能化技术的进步,煤矿生产逐步走向全自动化、智能化方向。本文深入探讨了综采工作面智能化开采技术的基本原理与方法,重点分析了机电设备协同控制在工作面中的应用。通过研究各类智能设备在开采过程中的协同作用,本文提出了优化技术方案和实施路径,为煤矿综采工作面的智能化开采提供了理论依据与实践指导。智能化开采技术不仅能够提高煤矿生产效率,还能有效降低安全隐患,推动煤矿行业向更加高效、安全、绿色的方向发展。

关键词

煤矿; 综采工作面; 智能化开采技术; 机电设备; 协同控制; 自动化

1 引言

煤矿综采工作面是煤矿开采中最为关键的部分,其生产效率和安全性直接影响整个煤矿的生产状况。传统的煤矿开采技术存在人工操作多、效率低、安全隐患大等问题,亟需通过智能化技术实现转型升级。智能化开采技术通过集成自动化控制、信息化管理和智能设备,能够实现煤矿生产的自动化、远程化、精准化控制。尤其是在机电设备的协同控制方面,智能化技术使得各类设备能够高效协同工作,保障生产稳定性、提高生产效率。本文将探讨煤矿综采工作面智能化开采技术的核心内容,分析机电设备协同控制技术的应用及其对矿山生产的影响。

【作者简介】栗敏(1989-),男,中国山西长治人,助理工程师,从事机电研究。

2 煤矿综采工作面智能化开采技术概述

2.1 智能化开采技术的定义与发展历程

智能化开采技术通过现代信息技术、自动化控制技术及应用,提升煤矿生产的自动化和智能化水平,进一步实现煤矿生产过程的高效、安全和精准控制。随着技术的不断发展,煤矿生产从早期的机械化、半自动化逐步向全自动化、智能化方向转变。最初的自动化技术依赖于机械设备和基础控制系统,而随着计算机和通信技术的发展,煤矿行业逐步引入智能化技术,推动煤矿开采向更加智能和自动的方向发展。智能化开采技术的应用范围广泛,涵盖了采煤、运输、通风、环境监测等多个方面。通过引入智能化控制系统,煤矿生产不再依赖大量人工操作,设备运行更加精准,生产效率和安全性显著提升,智能化技术的应用不仅降低了人工成本,还有效减少了安全隐患,为煤矿的可

持续发展奠定了坚实基础^[1]。

2.2 综采工作面智能化开采技术的构成

煤矿综采工作面智能化开采技术由多种核心技术构成,主要包括智能采煤机、智能运输系统、智能通风系统和自动化调度系统等设备。智能采煤机通过集成自动化控制系统,根据地质条件自动调整工作参数,提高采煤效率,确保煤矿资源的高效利用。智能运输系统通过自动化调度和路径优化,能够保证煤炭快速且高效地运输至指定位置,减少人工干预。智能通风系统通过实时监控矿井内的气体浓度、湿度和温度等环境参数,自动调节通风量,确保矿井内空气质量稳定,防止危险气体的积聚。自动化调度系统通过实时数据分析,优化设备运行和资源分配,确保工作面生产的连续性与高效性。所有这些设备通过物联网、大数据和云计算技术的支持,实现信息共享、状态监控和自动控制,进一步提升了煤矿生产的自动化水平,确保了各环节的高效协作。

2.3 智能化开采技术的国内外应用现状

国内外的煤矿智能化开采技术应用已有较长时间,尤其是在大型煤矿和重点企业中,智能化设备的应用已逐渐成为常态。在中国,神华集团、兖州煤业等大型煤矿企业已在综采工作面引入智能化采煤机、智能运输系统和智能监控设备,显著提升了煤矿的生产效率与安全性。国外方面,特别是澳大利亚、美国等煤炭生产大国,早期就开始在智能化开采领域投入应用。以澳大利亚的 BHP Billiton 公司为例,通过自动化采煤、运输和监控系统,该公司实现了矿山的无人化操作,不仅大幅提高了生产效率,也极大地减少了安全隐患。通过这种方式,智能化开采技术不仅提升了生产效率,还加强了矿山作业的安全性,成为煤矿现代化发展的重要推动力。

3 煤矿综采工作面智能化开采技术的关键要素

3.1 智能化设备在综采工作面中的应用

智能化设备是煤矿综采工作面智能化开采技术的核心组成部分。智能采煤机、智能运输设备、智能通风系统和智能监控系统等设备的引入,不仅显著提高了煤矿的自动化程度,还能优化煤矿生产过程的各个环节。智能采煤机能够根据地质条件和煤层情况自动调整工作参数,大大提高采煤效率,同时减少煤矿资源浪费。智能运输设备通过实时监控煤炭的运输状况,自动调整运输路径和速度,确保煤炭的高效输送。与采煤机配合使用,能够避免因运输延迟导致的生产停滞。智能通风系统则通过实时监测矿井内的气体浓度、温湿度等环境参数,自动调节通风设备的运行状态,确保矿井内的空气质量,避免气体聚集带来的安全隐患。通过这些设备的高效协同,煤矿综采工作面能够实现自动化的生产过程,提高了生产效率并减少了人工干预。

3.2 智能化开采中的自动化控制系统

自动化控制系统是智能化开采技术中的重要组成部分,

其作用是实时监控煤矿各类设备的工作状态,并自动调整设备的运行参数,确保生产过程的高效、稳定运行。通过对数据的实时采集和分析,自动化控制系统能够根据煤矿的实际需求,对设备进行调度和优化,提高生产效率。与传统的人工操作方式相比,自动化控制系统能够实现设备的远程控制和故障预警,及时发现并处理设备故障,避免因设备故障导致的生产中断。一旦发现设备出现异常,系统会自动发出警报,提醒操作人员进行维护或调整。此外,自动化控制系统还能够提高设备的使用寿命,减少不必要的停机时间,为煤矿生产的顺利进行提供保障^[2]。

3.3 信息技术与大数据在智能化开采中的作用

信息技术与大数据技术在煤矿综采工作面的智能化开采中起着至关重要的作用。通过各种传感器、摄像头和数据采集设备,煤矿生产的各类数据能够实时被采集并传输至中央控制系统。大数据分析技术能够对这些数据进行处理和分析,从而为生产调度、设备维护和安全监控提供数据支持。生产调度的优化可以通过对实时数据的分析,精准调度设备,避免资源浪费和生产延误。设备维护管理方面,大数据技术能实时监控设备的健康状况,预测设备的故障风险,提前进行维护或更换,减少设备故障对生产的影响。安全监控方面,通过对矿井环境数据的实时监测,能够及时发现气体浓度、温湿度等异常情况,并启动紧急预警措施,保障矿井安全。

4 机电设备协同控制技术在综采工作面中的应用

4.1 机电设备协同控制的基本原理

机电设备协同控制技术通过综合运用自动化控制、信息化管理和数据共享技术,确保煤矿综采工作面各类设备能够高效协调工作。其基本原理是通过控制系统对各设备的实时数据进行采集和分析,使得设备之间能够实现信息共享与任务协同,避免因设备独立运作而导致的生产延误和效率低下。在煤矿综采工作面,采煤机、运输系统、通风设备等设备通过协同控制实现联动。举例来说,采煤机的工作状态和运输系统的工作需求通过实时数据传输和调度,使得两者可以同步调整工作状态,从而提高整体生产效率。这一技术使设备间的信息流和工作流能够有效整合,保证设备的运行协调,提升生产的整体效率和稳定性^[3]。

4.2 协同控制技术对生产效率的提升

协同控制技术在煤矿综采工作面中的应用,能够显著提升生产效率。在传统开采过程中,设备通常独立运作,难以实现有效地协调,导致资源浪费和生产延误。通过机电设备的协同控制,采煤机、运输系统、通风系统等设备能够根据实际的生产任务和实时需求自动调整工作状态,避免因设备间缺乏协调而产生的停滞与延迟。比如,智能采煤机与运输系统的协同控制可以根据采煤机的工作进度自动调整运

输设备的速度,确保煤炭快速而有效地运输到下一环节,避免积压现象。这不仅提升了采煤效率,还优化了煤炭运输流程,避免了因设备不匹配而导致的生产效率低下。

4.3 协同控制技术对安全性的保障作用

机电设备的协同控制技术不仅提高了煤矿生产效率,也在保障矿山安全方面发挥了关键作用。通过对设备的实时监控,协同控制系统能够及时捕捉设备状态的变化,并根据设备的工作负荷与运行条件自动调整各设备的工作状态。例如,当某台设备出现异常时,控制系统能够迅速发出预警,启动备用设备,避免因单一设备故障而导致整个生产线停产或安全事故。同时,协同控制技术能够实现对矿井环境的实时监控。通过采集矿井内的气体浓度、温湿度等数据,智能系统可以自动调节通风系统和排水系统的运行,确保矿井内的空气质量和水位处于安全范围内,降低了因矿井内环境问题引发的安全隐患。因此,机电设备协同控制技术在提高生产效率的同时,能够大大提高矿山作业的安全性,减少事故发生^[4]。

5 煤矿综采工作面智能化开采技术的实施方案与挑战

5.1 智能化开采技术的实施路径

煤矿综采工作面智能化开采技术的实施需要从技术、设备和管理多个维度展开。首先,对于现有设备,应进行智能化改造,升级其自动化与智能化功能,或者选购具备智能控制系统的新型设备,确保设备能够适应现代化采矿要求。其次,建立健全的数据采集与分析平台,借助物联网技术实时收集生产数据,并利用大数据分析技术对这些数据进行处理,从而优化生产调度、设备运行和维护管理。数据平台不仅可以实时反馈设备状态,还能为生产决策提供数据支持。此外,还应为员工进行专业技术培训,确保他们能够熟练操作和维护智能化设备,最大程度地减少人为失误和设备故障。在实际应用中,煤矿企业应根据自身矿山的实际情况,量身定制智能化开采实施方案。

5.2 机电设备协同控制技术的优化方案

为了提升机电设备协同控制技术的效率,煤矿综采工作面需要优化设备间的协同工作机制。首先,采用更先进的通信技术与控制算法,确保各类设备能够高效交换信息,并根据生产需求进行协调运行,避免设备的低效运作与资源浪

费。其次,完善设备间的联动机制,使设备之间能够自动调整工作状态,以实现最大化的协同效果。例如,在采煤机和运输系统的配合中,智能控制系统能够根据采煤机的采煤速度自动调节运输设备的速度,确保煤炭及时输送,避免积压。同时,通过大数据分析 with 人工智能技术,可以进一步提升设备的自我诊断与故障预警能力,减少突发性设备故障带来的生产中断。通过这种优化方案,机电设备协同控制能够大幅提高生产效率、减少能源消耗,并提高设备的使用寿命^[5]。

5.3 智能化开采面临的技术与管理挑战

尽管智能化开采技术带来了诸多优势,但在实际应用过程中仍面临不少挑战。技术方面,设备的高成本是智能化技术推广的主要障碍之一,智能设备的投入不仅需要高额的前期投资,还需要定期的维护和升级,增加了矿山运营的经济压力。与此同时,设备的技术适应性和系统兼容性问题也可能影响实施效果。不同设备之间的协同控制可能因技术差异、标准不统一等原因遇到困难,导致系统整体性能发挥不足。管理方面,智能化开采技术的引入要求煤矿企业具备一定的技术积累和人才储备。矿山需要建立完善的技术支持体系,并对员工进行持续的技术培训,以确保他们能掌握并有效操作新的智能化设备。

6 结语

煤矿综采工作面智能化开采技术及机电设备协同控制技术,作为现代煤矿生产的核心技术,已经取得了显著的成果。通过智能化设备的应用和机电设备的协同控制,煤矿生产的安全性、效率和资源利用率得到了大幅提升。未来,随着技术的不断发展,智能化开采将在煤矿行业中得到更加广泛地应用,推动煤矿行业向高效、安全、绿色的方向发展。

参考文献

- [1] 魏文艳.综采工作面智能化开采技术发展现状及展望[J].煤炭科学技术,2022,50(S2):244-253.
- [2] 王伟.煤矿综采工作面智能化开采探究[J].能源与节能,2024,(09):24-26+29.
- [3] 苏杰,王新坤.寸草塔煤矿综采工作面智能化建设关键技术研究与应用[J].煤炭科学技术,2022,50(S1):250-256.
- [4] 宋冰清,郑开明.对煤矿综采工作面智能化开采技术的应用[J].中国新通信,2022,24(14):65-67.
- [5] 孔峰.基于煤矿综采工作面智能化开采技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(15):63-65.