智能化技术在现代煤矿开采中的应用研究

谌满艺

焦作煤业(集团)新乡能源有限公司赵固二矿 河南 焦作 453636

摘要: 煤炭作为我国重要的基础能源,其开采效率与安全水平一直备受关注。本文聚焦智能化技术在现代煤矿开采中的应用展开研究。首先阐述其在煤矿开采中的概述,接着详细介绍智能化采煤机、智能监控系统等多种智能化技术的具体应用。同时分析了应用过程中面临地质条件复杂、技术标准不完善、人才短缺及投资成本高的挑战。最后探讨发展趋势,包括智能化水平提升、系统集成协同、无人化开采及绿色开采等方面,旨在为推动煤矿智能化开采提供理论与实践参考。

关键词: 智能化技术;在现代煤矿;开采中;应用研究

引言:随着科技的飞速发展,智能化技术在各行业广泛应用,煤矿开采领域也迎来深刻变革。传统煤矿开采方式存在效率低、安全风险大等问题,智能化技术的引入有望有效解决这些难题,提升煤矿开采的安全性与生产效率。研究智能化技术在现代煤矿开采中的应用具有重要意义,不仅关乎煤炭行业的转型升级,还对保障国家能源安全起着关键作用。本文将深入探讨智能化技术在煤矿开采中的应用、挑战及发展趋势。

1 智能化技术在现代煤矿开采中的概述

智能化技术是将先进的信息技术、自动化技术、人工智能等多种技术深度融合,应用于现代煤矿开采的各个环节,以实现煤矿开采的高效、安全与智能运行。在现代煤矿开采中,智能化技术的应用范围广泛。从煤矿开采的规划设计阶段,借助地理信息系统(GIS)、虚拟现实(VR)等技术,对煤矿地质条件进行精准建模与模拟分析,为开采方案的制定提供科学依据。到开采过程中,智能化采煤机、掘进机等设备,通过自动化控制和智能感知技术,能够根据煤层变化自动调整开采参数,实现高效、精准开采。同时,智能监控系统可实时监测煤矿生产过程中的各类数据,如设备运行状态、环境参数等,利用大数据分析技术对数据进行深度挖掘,及时发现潜在的安全隐患与生产问题,并做出预警和决策。此外,智能化的运输、排水、通风等系统,也通过自动化与智能化控制,确保煤矿生产各环节的协调运行。智能化技术的应用使得煤矿开采从传统的劳动密集型向技术密集型转变,显著提升了煤矿开采的安全性、生产效率与资源利用率,为煤矿行业的可持续发展奠定了坚实基础^[1]。

2 智能化技术在煤矿开采中的应用

2.1 智能化采煤机

智能化采煤机是煤矿开采智能化的关键设备。它融

合了先进的传感器技术,能够实时感知煤层的厚度、倾角、硬度等地质参数变化。同时,借助自动化控制技术,操作人员能在远离采煤现场的控制中心,通过远程操控台精准控制采煤机的运行,实现割煤、装煤等一系列采煤动作的自动化。此外,智能化采煤机还具备故障诊断功能,通过对设备关键部件的运行数据进行实时监测与分析,一旦发现异常,可及时发出警报并定位故障点,方便维修人员快速处理,大大减少了设备停机时间,提高了采煤效率与安全性。

2.2 智能监控系统

它在煤矿的各个关键区域,如采煤工作面、掘进巷道、运输大巷等,安装了大量的高清摄像头、传感器等设备。这些摄像头能实时捕捉现场画面,让监控人员清晰掌握设备运行状况与人员作业情况。各类传感器则负责采集诸如温度、湿度、瓦斯浓度、一氧化碳浓度等环境参数。监控系统将采集到的数据实时传输至控制中心,利用数据分析软件进行处理与分析。一旦监测数据超出预设安全范围,系统会立即发出声光报警,提醒工作人员采取相应措施。此外,智能监控系统还可对历史数据进行存储与分析,为煤矿安全生产管理提供数据支持,有助于提前发现潜在的安全隐患,实现煤矿开采的动态化、精细化管理。

2.3 智能化矿山排水系统

在煤矿开采过程中,矿井水的及时排出至关重要,智能化矿山排水系统便承担了这一重任。该系统通过安装在井下不同位置的水位传感器,实时监测矿井内的水位变化情况。当水位上升到一定程度时,传感器将信号传送给排水控制系统,系统会自动启动排水泵进行排水作业。而且,智能化排水系统能够根据水位变化自动调整排水泵的运行台数和功率,实现排水的精准控制,避

免了能源的浪费。同时,系统还具备故障诊断功能,对排水泵、管路等设备的运行状态进行实时监测,一旦发现故障,可迅速定位并发出警报,通知维修人员及时处理,确保排水系统的可靠运行。

2.4 智能化安全监测系统

智能化安全监测系统是保障煤矿安全生产的核心防线。它由多种高精度的传感器和智能分析设备组成,全方位监测煤矿井下的安全状况。例如,瓦斯传感器能够实时、精确地检测瓦斯浓度,一旦瓦斯浓度接近危险阈值,系统会立即发出警报,提醒工作人员及时采取通风、撤离等措施,有效预防瓦斯爆炸事故的发生。一氧化碳传感器则对井下一氧化碳浓度进行监测,为预防火灾和中毒事故提供重要依据。此外,该系统还能监测顶板压力、风速、温度等参数,通过对这些数据的综合分析,利用智能算法提前预测可能出现的安全隐患,如顶板冒落、火灾等事故。

2.5 基于5G的通信技术

5G通信技术为煤矿智能化发展注入了强大动力。在煤矿井下复杂的环境中,5G凭借其高速率、低时延、大连接的特性,实现了数据的快速、稳定传输。例如,在采煤工作面,大量的设备运行数据、视频监控数据等能够通过5G网络实时传输至地面控制中心,使操作人员能够及时了解设备状态并进行精准控制。对于远程操控的智能化采煤机、掘进机等设备,5G的低时延特性确保了指令的快速响应,提高了设备操作的准确性和安全性。同时,5G的大连接能力可以满足煤矿内众多传感器、摄像头等设备的联网需求,构建起全面覆盖的智能感知网络。这使得煤矿内各个生产环节的数据能够互联互通,为实现煤矿开采的智能化管理、协同作业提供了可靠的通信保障,有力推动了煤矿智能化建设的进程。

2.6 智能化矿山运输系统

智能化矿山运输系统是煤矿开采高效运行的“大动脉”。它主要由智能输送带、无人驾驶矿车等设备组成。智能输送带采用先进的传感器技术,能够实时监测输送带的运行速度、张力、温度等参数,一旦发现异常,如输送带跑偏、温度过高,系统会自动调整或发出警报,确保输送带的稳定运行。无人驾驶矿车则利用激光雷达、摄像头等感知设备,实时感知周围环境,结合高精度地图和导航技术,实现自主路径规划与行驶。在运输过程中,矿车能够自动避让障碍物,按照最优路线将煤炭运输到指定地点。同时,智能化矿山运输系统还通过物联网技术与煤矿其他生产环节进行数据交互,根据采煤进度和煤炭存储情况,智能调整运输节奏,实现

了煤矿运输的自动化、智能化与高效化,大大提高了煤矿整体生产效率^[2]。

3 智能化技术在煤矿开采中面临的挑战

3.1 地质条件复杂

煤矿开采所面临的地质条件千差万别,极为复杂。不同矿区的煤层赋存条件差异巨大,煤层厚度可能从几十厘米到几十米不等,且厚度变化频繁,这给智能化采煤设备的精准截割带来极大挑战。同时,煤层倾角也不尽相同,部分急倾斜煤层开采难度高,智能化设备需适应不同倾斜角度下的稳定运行与高效开采。此外,地质构造如断层、褶皱等普遍存在,这些区域岩石破碎、应力集中,不仅影响智能化设备的正常掘进与开采,还可能引发顶板冒落、片帮等事故。而且,井下地质条件并非一成不变,随着开采作业推进,地质条件会动态变化,智能化设备难以实时准确应对这些复杂多变的情况,限制了智能化技术在煤矿开采中的全面、高效应用。

3.2 技术标准和规范不完善

目前,智能化技术在煤矿开采领域尚处于发展阶段,相关技术标准和规范严重缺失。不同厂家生产的智能化设备在接口、数据格式、通信协议等方面缺乏统一标准,导致各设备之间难以实现有效兼容与互联互通。例如,采煤机、运输设备与监控系统可能来自不同厂家,因标准不统一,无法顺畅进行数据交互与协同作业,降低了煤矿开采整体智能化水平。同时,对于智能化设备的性能评估、安全检测等方面也缺乏完善规范,难以准确衡量设备是否满足煤矿复杂工况下的使用要求。此外,智能化技术不断更新迭代,但技术标准和规范的制定相对滞后,无法及时跟上新技术发展步伐,使得新技术在推广应用过程中缺乏明确指导,阻碍了智能化技术在煤矿行业的广泛应用与健康发展。

3.3 人才短缺

煤矿行业智能化转型面临严重的人才短缺问题。一方面,智能化煤矿开采涉及多学科交叉知识,既需要掌握煤矿开采专业知识,又要熟悉自动化、信息化、人工智能等前沿技术,此类复合型人才在市场上本就稀缺。煤矿企业受工作环境、地理位置等因素限制,难以吸引到高素质复合型人才。另一方面,现有煤矿从业人员大多是传统开采模式下培养的,知识结构相对单一,对智能化技术的理解和掌握程度有限,企业内部员工培训体系也难以短时间内将其培养成适应智能化开采的专业人才。而且,煤矿行业对智能化人才的培养重视程度和投入不足,高校相关专业设置与课程体系也未能及时跟上行业智能化发展需求,导致智能化人才的输出难以满足

煤矿行业快速智能化转型的需要,成为制约智能化技术在煤矿开采中应用的关键因素。

3.4 投资成本高

智能化技术在煤矿开采中的应用需要巨额投资成本。首先,采购智能化设备本身价格高昂,如智能化采煤机、智能监控系统等,其先进的技术和复杂的构造决定了购置成本远高于传统设备。其次,为使智能化设备有效运行,需对煤矿基础设施进行大规模改造升级,包括建立高速通信网络、建设智能化控制中心等,这部分费用不菲。再者,智能化技术的研发和维护也需要持续投入大量资金。技术研发过程中要攻克诸多难题,需投入大量人力、物力进行试验和创新;日常维护中,不仅要定期对设备进行检测、维修,还需不断更新软件系统以适应新的生产需求和安全标准^[3]。

4 智能化技术在煤矿开采中的发展趋势

4.1 智能化水平不断提高

随着科技进步,煤矿开采智能化水平将持续攀升。未来,智能化设备对地质条件的感知会更精准,能实时、全面掌握煤层变化等信息。采煤机、掘进机等设备将实现更高层次的自主决策与智能控制,比如自动规划最优开采路径,大幅提升开采效率与质量。同时,智能分析技术深度融合,对海量生产数据挖掘更深入,不仅能提前精准预测设备故障、安全隐患,还能为生产管理提供科学决策依据,实现煤矿开采全过程的智能化、精细化,推动煤矿产业向高端智能化迈进。

4.2 系统集成和协同工作

煤矿智能化发展将促使各子系统实现深度集成与协同。当前相对独立的采煤、运输、通风、安全监测等系统,未来会打破壁垒,形成有机整体。通过统一的数据平台和通信协议,实现数据实时共享与交互。各系统可依据整体生产需求,自动协同调整运行参数。例如,采煤量变化时,运输系统自动调节运力,通风系统按需调整风量,实现煤矿生产各环节无缝对接、高效协同,提升煤矿整体运行效率与管理水平,保障安全生产。

4.3 无人化开采

无人化开采是重要趋势。随着智能化技术成熟,危

险复杂的煤矿开采作业面将逐步实现无人化。智能化采煤机、掘进机等设备在远程控制或自主运行下完成开采任务。井下巡检、故障维修等工作也可由智能机器人承担。无人化开采不仅能避免人员伤亡风险,还能突破人力作业限制,实现24小时不间断高效生产。同时,通过地面远程监控与指挥中心,操作人员可实时掌控井下情况,精准调度,极大提升煤矿开采的安全性与生产效率。

4.4 绿色开采

绿色开采是煤矿智能化发展的必然方向。智能化技术助力下,煤矿将更注重资源合理利用与环境保护。一方面,精准开采技术减少煤炭资源浪费,提高回采率。另一方面,通过智能监测与控制,降低开采过程中的粉尘、废水、废气排放。此外,智能化技术还能用于矿山生态修复,实时监测矿山地表变形、植被恢复等情况,推动煤矿行业可持续发展,实现经济效益与生态效益双赢^[4]。

结束语

智能化技术在现代煤矿开采中的应用是行业发展的必然趋势,虽面临地质条件复杂、技术标准不完善、人才短缺及投资成本高等挑战,但前景广阔。其在提升开采效率、保障安全及推动绿色发展等方面的成效显著。未来,随着智能化水平提升、系统集成协同推进、无人化与绿色开采逐步实现,煤矿行业将完成智能化转型,实现高效、安全、可持续发展,为国家能源供应提供坚实保障。

参考文献

- [1]李浩荡,余长超,周永利,黄玉凯.智能化技术在现代煤矿开采中的应用研究[J].煤炭科学技术,2023,47(10):241-352.
- [2]李首滨.智能化技术在现代煤矿开采中的应用研究[J].煤炭科学技术,2023,47(10):102-110.
- [3]王国法,庞义辉,任怀伟.智能化技术在现代煤矿开采中的应用研究[J].采矿与岩层控制工程学报,2021,2(01):151-191.
- [4]王国法,杜毅博.智慧煤矿与智能化开采技术的发展方向[J].煤炭科学技术,2022,47(01):110-113.