

煤矿智能化矿山应用与发展探讨

孙仕琪

内蒙古平西白音华煤业有限公司 内蒙古 锡林郭勒 026200

摘要: 本文围绕煤矿智能化矿山展开讨论,阐述了其在国内外的应用现状,包括国外研发起步早、应用广泛和我国起步虽晚但发展迅速的情况。详细介绍了采掘、运输、安全监控、灾害预警与防治等主要应用领域,分析了物联网、大数据、人工智能、通信技术等关键技术在其中的作用。同时指出煤矿智能化面临技术标准不统一、创新能力不足、人才短缺和资金投入不足等挑战,并提出加强标准制定、加大创新投入、培养人才和拓宽融资渠道等发展策略。

关键词: 煤矿智能化; 矿山应用; 发展

引言

随着科技的不断进步,煤矿行业正朝着智能化方向发展。煤矿智能化矿山的建设对于提高煤矿生产效率、保障安全生产、提升资源利用率等方面有着至关重要的意义。在全球能源发展的大背景下,了解煤矿智能化矿山的应用现状、关键技术以及所面临的挑战,探索有效的发展策略,是推动煤矿行业可持续发展、适应新时代能源需求的关键所在,本文将对此进行深入探讨。

1 煤矿智能化矿山的应用现状

1.1 国外应用情况

西方发达国家上世纪90年代开始研究智能开采技术。加拿大国际镍公司研究自动采矿技术,美国开展地下煤矿自动定位与导航研究。力拓集团、英美资源集团等推动“未来矿山”计划,前者部署多种智能设备,后者用机器人等代替人工。在井工矿,澳大利亚2001年提出长壁自动化控制技术,一些煤机厂商实现简单地质条件工作面自动化开采。露天矿中,卡车无人驾驶技术和系统已应用,如澳大利亚所罗门露天铁矿的MineStar系统、小松和力拓合作的AHS系统,提高了效率和安全性。

1.2 国内应用情况

我国煤矿智能化建设起步晚但发展快。2020年2月《指导意见》印发后,多地煤矿积极推进。截至2024年,全国有1642个智能化采掘工作面、859处智能化工作面煤矿,大量机器人和无人驾驶车辆推广,1.7万个固定岗位无人值守。我国还研制出全断面矩形智能掘进机、10米大采高智能化液压支架等,5G技术在煤矿应用也有突破。如山西省寿阳县段王煤矿实现了采掘智能控制、通信一体化。

2 主要应用领域

2.1 采掘系统智能化

这是煤矿智能化的核心应用领域。智能化采掘系统

可根据地质条件和开采计划自动调整采掘参数,实现精准采掘。采煤机能够依据煤层的厚度、倾角等地质信息自动调整截割高度和速度,在提高采煤效率的同时,减少煤炭资源的损失。一些先进的采煤工作面还配备了智能跟机系统,液压支架可以根据采煤机的位置和推进速度自动进行支护动作的调整,保障了采掘过程的安全性。在掘进方面,智能掘进机能够实现自动定位、定向掘进,并且可以实时监测掘进过程中的各项参数,如巷道的成型尺寸、瓦斯浓度等,遇到异常情况能够自动停机报警,大大提高了掘进的效率和质量^[1]。

2.2 运输系统智能化

煤炭运输是煤矿生产的重要环节,智能化运输系统发挥着关键作用。在井下,带式输送机、刮板输送机运输设备通过传感器和控制系统实现了远程监控和故障诊断。当设备出现故障时,系统能够及时准确地定位故障点,并提供相应的故障诊断信息,方便维修人员快速进行维修。同时智能调度算法根据煤炭的产量、运输需求以及设备的运行状态等信息,优化运输路线和运输量,避免了设备的空转和过载运行,减少了能耗和设备磨损。在露天煤矿,无人驾驶卡车、火车等智能运输设备的应用,不仅提高了运输效率,还降低了人工成本和运输过程中的安全风险。

2.3 安全监控系统智能化

安全是煤矿生产的首要任务,智能化安全监控系统为煤矿的安全生产提供了有力保障。该系统通过在井下安装各类传感器,如瓦斯传感器、一氧化碳传感器、温度传感器、粉尘传感器等,实时监测井下的气体浓度、温度、粉尘浓度等参数。一旦参数超过安全阈值,系统会立即自动报警,并启动相应的通风、排水、灭火等安全措施,防止事故的发生。

2.4 灾害预警与防治智能化

煤矿生产过程中面临着瓦斯爆炸、煤尘爆炸、顶板坍塌、水害等多种灾害威胁。智能化矿山应用技术可以对这些灾害进行实时监测和预警。例如,通过建立地质模型和监测数据分析,预测顶板的稳定性,提前采取支护措施;利用水文监测系统对井下的水位、水压等进行监测,及时发现水害隐患;对瓦斯的涌出规律进行分析和预测,采取有效的瓦斯抽采和防治措施,降低瓦斯爆炸的风险。

3 煤矿智能化矿山的关键技术

3.1 物联网技术

(1) 在煤矿井下环境中,物联网技术可通过大量的传感器和电子标签对设备、人员、环境等多方面信息进行实时采集。比如在设备上安装传感器能够监测设备的运行状态,包括设备的温度、振动、电流等参数,及时发现设备的异常情况;对人员配备定位标签,可以实时掌握井下人员的位置和活动轨迹,便于人员管理和安全监控。(2) 实现煤矿井下各种设备之间的互联互通,使不同设备能够协同工作。如,采煤机、刮板输送机、液压支架等设备可以通过物联网技术实现联动控制,根据采煤工艺的要求自动调整工作状态和参数,提高生产效率和协同性。(3) 远程监控与管理:借助物联网技术,地面的管理人员可以通过网络对井下设备和生产过程进行远程监控和管理。即使不在井下现场,也能够实时了解井下的生产情况、设备运行状况等信息,并能够远程对设备进行操作和控制,提高管理效率和响应速度。

3.2 大数据技术

(1) 数据采集与整合:煤矿生产过程中会产生大量的多源数据,包括设备运行数据、环境监测数据、生产管理数据等。大数据技术能够对这些分散的数据进行采集和整合,将来自不同设备、不同系统的数据汇聚到一起,形成一个统一的数据资源库,为后续的分析和处理提供基础。(2) 数据分析与挖掘:利用大数据分析算法和工具,对海量的数据进行深入分析和挖掘,发现其中的潜在规律和价值信息。通过对设备运行数据的分析,可以预测设备的故障发生时间和部位,提前安排维护和保养计划,减少设备故障停机时间;对生产管理数据的分析,可以优化生产计划和调度方案,提高生产效率和资源利用率。(3) 决策支持与智能管理:基于大数据分析的结果,为煤矿的生产管理和决策提供科学依据和支持。管理层可以根据大数据分析报告,了解生产过程中的优势和不足,制定合理的发展战略和管理策略,实现煤矿的智能化管理和可持续发展^[2]。

3.3 人工智能技术

(1) 智能控制与自动化操作:在煤矿生产中,人工智能技术可以实现设备的智能控制和自动化操作。采煤机可以通过人工智能算法根据煤层的地质条件和开采要求,自动调整割煤速度、截割深度等参数,实现自动割煤;掘进机可以根据巷道的地质情况和设计要求,自动规划掘进路径和掘进速度,实现自动掘进。(2) 智能预警与安全保障:利用人工智能技术对煤矿井下的安全隐患进行智能预警和监测。通过对环境数据、设备运行数据等多源信息的分析,及时发现瓦斯泄漏、火灾、顶板坍塌等安全事故的潜在风险,并发出预警信号,提醒工作人员采取相应的防范措施,保障井下人员的生命安全。(3) 智能机器人应用:研发和应用煤矿井下智能机器人,代替人工完成一些危险、繁重、重复性的工作。如,巡检机器人可以在井下对设备、管道、电缆等进行巡检,及时发现设备的故障和隐患;救援机器人可以在事故发生后进入井下进行搜索和救援工作,提高救援效率和安全性。

3.4 通信技术

(1) 高速传输与低延迟:建立高速、稳定的通信网络是煤矿智能化的基础保障。例如,5G通信技术具有大带宽、低延迟的特点,能够满足煤矿井下高清视频传输、远程控制等对通信带宽和实时性要求较高的业务需求。通过5G网络,地面的操作人员可以实时观看井下的视频画面,对设备进行远程精确控制,提高生产操作的准确性和安全性。(2) 可靠性与抗干扰性:由于煤矿井下环境复杂,存在着电磁干扰、瓦斯爆炸等危险因素,因此通信技术需要具备高可靠性和强抗干扰性。采用工业以太网等技术,可以构建可靠的井下通信网络,确保数据传输的稳定性和准确性,保障煤矿生产的正常进行。(3) 网络融合与一体化通信:将煤矿井下的各种通信网络进行融合,实现一体化通信。比如,将语音通信、数据通信、视频通信等多种通信方式融合到一个网络中,方便工作人员之间的沟通和信息交流,提高工作效率和协同性。

4 煤矿智能化矿山面临的挑战

4.1 技术标准不统一

(1) 设备选型与集成受阻:各厂家设备和系统的技术标准存在差异,通信协议、数据格式等不统一,导致在智能化建设中,煤矿企业难以选择合适的设备,且系统集成时难以实现不同设备间的数据共享和交互,增加了建设的复杂性和成本。(2) 维护与升级困难:由于标准不统一,设备的维护和升级也变得困难。当某个设备需要升级或更换时,可能与原系统不兼容,需要对整个系统

进行大规模的调整和改造, 耗费大量的时间和资金。

4.2 技术创新能力不足

(1) 核心技术依赖进口: 在人工智能算法、传感器芯片、通信模块等关键技术领域, 我国与国外发达国家仍有一定差距, 依赖进口会导致我国煤矿智能化建设受到技术限制和供应链风险。比如在一些高端传感器和芯片方面, 国外产品的性能和稳定性更优, 国内企业难以在短时间内实现替代, 这不仅增加了成本, 还可能影响智能化系统的安全性和可靠性。(2) 自主研发投入不足: 煤矿企业和相关科研机构在智能化技术研发方面的投入相对较少, 缺乏足够的资金和人才支持, 导致技术创新进展缓慢。同时产学研合作不够紧密, 科研成果转化效率不高, 难以将先进的技术应用到实际的煤矿生产中^[1]。

4.3 人才短缺

(1) 复合型人才匮乏: 煤矿智能化建设需要既懂煤矿开采又懂信息技术的复合型人才, 但目前这类人才数量严重不足。煤矿行业的从业人员大多是传统的采矿、机电等专业背景, 对信息技术的了解有限, 而信息技术专业的人才又缺乏对煤矿生产的认识, 两者之间的融合存在困难。(2) 人才培养体系不完善: 高校和职业院校的相关专业设置和课程体系与煤矿智能化的需求结合不紧密, 培养出来的学生难以满足企业的实际需求。此外, 煤矿企业内部的培训机制也不够完善, 员工缺乏学习和提升的机会, 导致人才队伍的建设滞后。

4.4 资金投入不足

(1) 建设成本高: 煤矿智能化建设需要购置大量的先进设备和系统, 如传感器、控制器、通信设备、自动化采掘设备等, 这些设备的价格高昂, 加上系统集成、软件开发等费用, 使得建设成本大幅增加。对于一些小型煤矿企业或经济效益不佳的企业来说, 难以承担如此高的成本。(2) 投资回报周期长: 煤矿智能化建设的投资回报周期较长, 短期内难以看到明显的经济效益。这使得企业在资金投入时存在顾虑, 担心投资无法得到及时的回报, 从而影响了企业对智能化建设的积极性。

5 煤矿智能化矿山的发展策略

5.1 加强标准制定和推广

政府和行业协会应加强煤矿智能化技术标准的制定和推广, 统一设备和系统的接口标准、通信协议、数据格式等, 提高设备和系统的兼容性和互操作性。同时加强对标准的宣传和培训, 提高煤矿企业和技术服务机构对标准的认识和执行力度。

5.2 加大技术创新投入

政府和企业应加大对煤矿智能化技术创新的投入, 支持科研机构和企业开展关键技术的研发和创新, 提高我国煤矿智能化的技术水平。同时加强国际合作与交流, 引进国外先进的技术和经验, 推动我国煤矿智能化技术的快速发展。

5.3 加强人才培养

高校和职业院校应加强对煤矿智能化相关专业的建设, 培养更多的专业技术人才。同时, 煤矿企业应加强对员工的培训和再教育, 提高员工的技术水平和综合素质。此外, 政府应出台相关政策, 吸引更多的人才投身于煤矿智能化建设。

5.4 拓宽融资渠道

政府应出台相关政策, 鼓励金融机构加大对煤矿智能化建设的支持力度, 为煤矿企业提供更多的融资渠道。同时, 煤矿企业应积极探索多元化的融资方式, 如发行债券、引入战略投资等, 筹集更多的资金用于智能化建设。

结束语: 煤矿智能化矿山建设是煤矿行业发展的必然趋势, 但在这个过程中存在诸多挑战。通过加强标准制定和推广, 可解决设备兼容性问题, 降低建设和维护难度; 加大技术创新投入, 能突破核心技术瓶颈, 提高自主研发能力; 加强人才培养, 可缓解复合型人才匮乏的困境; 拓宽融资渠道, 则能为智能化建设提供资金保障。

参考文献

- [1]张德方.煤矿掘进智能化技术发展趋势与应用研究[J].工程技术研究,2024,6(9):218-220.
- [2]杨森,何闻龙,韩套轮.智能化矿山机械在开采中的应用与发展[J].世界有色金属,2024(10):37-39.
- [3]赵海琴.矿山智能化建设中融合通信系统的应用[J].矿业装备,2023(8):128-129.