

煤矿机械设备智能化技术研究

杨小军

窑街煤电集团有限公司金河煤矿 甘肃 兰州 730080

摘要: 煤矿机械设备智能化技术是现代科技与煤矿生产深度融合的产物。本文研究了计算机技术、自动控制技术、传感器技术等煤矿机械设备中的应用,旨在提高设备自动化水平、生产效率和安全性。智能化技术可实现设备的远程监控、自动操作和故障诊断,显著降低人力成本,改善矿工工作环境。通过不断的技术创新和实践,煤矿机械设备智能化技术将为煤矿行业的可持续发展做出积极贡献。

关键词: 煤矿机械设备;智能化技术;应用效果与挑战

引言:随着科技的飞速发展,煤矿机械设备智能化已成为煤炭工业转型升级的关键方向。传统煤矿作业面临人力成本高、安全隐患大等问题,而智能化技术的引入,为煤矿生产带来了革命性的变革。本研究旨在探讨智能化技术在煤矿机械设备中的应用与前景,通过技术创新提升设备自动化水平,保障作业安全,促进煤炭行业的高效、绿色、可持续发展,具有重要的理论与实践意义。

1 煤矿机械设备智能化现状

1.1 智能化技术在煤矿机械设备中的应用

智能化采煤机器人与掘进机器人的研发与应用,标志着煤矿开采进入了智能机器人时代。这些机器人不仅具备自主导航、智能避障等功能,还能根据实际煤层情况进行精确开采,大大提高了开采效率和安全性。同时,智能通风系统、分选系统以及其他辅助系统的智能化改造,也显著提升了煤矿生产的智能化水平。例如,智能通风系统能够根据井下空气质量自动调节通风量,确保工作面的空气流通;智能分选系统则通过高精度的图像识别技术,对煤炭进行高效、准确的分类与筛选。

1.2 智能化开采系统的构建

智能化开采系统的构建是煤矿机械设备智能化的关键。地质勘探、三维仿真、地理信息等技术的综合运用,为煤矿开采提供了精准的地质信息和开采方案。通过三维仿真技术,可以模拟煤矿开采的全过程,为决策者提供科学的依据。此外,井下多系统全时空感知的传输体系构建,实现了对井下环境、设备状态以及人员动态的实时监测与数据传输。基于5G、大数据、人工智能等新一代信息技术的无人化智能开采系统,更是将煤矿开采推向了智能化、自动化的新高度。

1.3 煤矿智能化标准体系与一体化解决方案

为了推动煤矿机械设备的智能化发展,必须建立完

善的智能化标准体系。煤矿智能化基础组成与6S技术特征要求,为煤矿智能化的建设提供了明确的指导。同时,智能化矿山一体化解决方案的构建与实施,也是推动煤矿机械设备智能化的重要举措。通过整合各类智能化技术,形成一体化的解决方案,可以实现煤矿开采的智能化、高效化和安全化。

2 煤矿机械设备智能化关键技术

2.1 智能感知与传输技术

(1) 智能传感器在煤矿机械设备中的应用。智能传感器是煤矿机械设备智能化感知层的核心组件。它们能够实时监测设备的振动、温度、压力、位移等关键参数,以及井下环境如瓦斯浓度、氧气含量、温湿度等信息。例如,在采煤机、掘进机上安装加速度、温度和压力传感器,可以实时监测设备的运行状态,及时发现潜在故障;在通风系统中安装气体浓度传感器,可以实时监测瓦斯等有害气体浓度,确保作业环境安全。智能传感器的应用极大地提高了煤矿机械设备的感知能力和响应速度。(2) 数据采集、传输与处理的智能化方法。在智能感知的基础上,数据采集、传输与处理的智能化方法成为关键。随着物联网技术的不断发展,煤矿机械设备已能够通过无线传感器网络实现数据的实时采集和传输。这些数据经过预处理后,通过网络传输到数据中心,利用云计算、边缘计算等技术进行高效处理和析。智能化处理方法包括数据清洗、融合、压缩和加密等,以确保数据的完整性、准确性和安全性。通过智能化的数据处理,可以提取出有价值的信息,为后续的决策支持提供科学依据^[1]。

2.2 大数据分析决策支持系统

(1) 煤矿生产过程中海量数据的收集与分析。煤矿生产过程中产生的数据种类繁多,包括设备运行数据、环境数据、物料数据等。这些数据通过智能感知系统被

实时采集,并通过数据传输系统被送到数据分析中心。大数据分析技术可以对这些数据进行深度挖掘和分析,揭示出生产过程中的规律和趋势,为优化开采策略提供指导。(2)基于大数据的开采计划优化与风险预警。基于大数据分析技术,可以建立开采计划优化模型,通过对历史数据和实时数据的分析,预测未来的开采效率和资源利用率,从而制定出更加合理的开采计划。同时,大数据分析技术还可以用于风险预警,通过对设备故障数据、环境数据等进行分析,可以预测潜在的安全隐患,及时发出预警信号,为安全生产提供保障。(3)人工智能在设备故障预测与维护中的应用。人工智能技术在设备故障预测与维护中发挥着重要作用。通过机器学习算法对历史故障数据进行分析 and 建模,可以预测设备未来的故障发生概率和故障类型。这种预测能力使得煤矿企业能够提前采取措施进行预防性维护,减少因设备故障导致的停机时间和生产损失。同时,人工智能技术还可以为设备的智能化维护提供指导,根据预测结果自动调整维护策略和计划。

2.3 智能控制与调度系统

(1)智能化开采设备的远程控制与协同作业。智能化开采设备通过远程控制系统可以实现远程操作和监控。操作人员可以在安全地带通过监控屏幕和遥控器对设备进行精确操控,大大降低了作业风险。同时,智能化开采设备具备协同作业能力,多台设备之间可以通过无线网络进行通信和数据交换,实现协同作业和智能调度。这种协同作业模式不仅提高了开采效率,还减少了设备间的冲突和等待时间,优化了生产流程^[2]。(2)智能调度系统在优化资源配置中的应用。智能调度系统是煤矿机械设备智能化的另一个重要组成部分。它通过对生产流程的全面监控和分析,能够实时掌握设备的运行状态、任务进度和资源消耗情况。基于这些信息,智能调度系统可以自动调整设备的工作计划和资源配置,以确保生产任务的顺利完成。例如,在采煤作业中,智能调度系统可以根据煤层的厚度和硬度,自动调整采煤机的切割深度和速度,以提高采煤效率和资源利用率。同时,智能调度系统还可以对人力资源进行合理配置,确保作业人员的安全和工作效率。

2.4 机器人与自动化技术

(1)煤矿机器人的研发与应用现状。煤矿机器人是近年来煤矿机械设备智能化领域的研究热点。这些机器人具备自主导航、智能避障、精准作业等功能,能够在复杂、危险的井下环境中替代人工完成采掘、支护、运输等任务。例如,掘进机器人可以根据煤层的实际情况

进行智能调整,实现精准掘进;采煤机器人则可以通过实时监测煤层厚度和硬度,自动调整切割策略,提高采煤效率。此外,还有一些专门用于监测井下环境、救援被困人员等特殊任务的煤矿机器人。这些机器人的应用不仅提高了生产效率,还大大降低了作业风险。(2)自动化技术在煤矿采掘、运输等环节的应用。自动化技术也是煤矿机械设备智能化的重要组成部分。在采掘环节,自动化技术可以通过智能控制系统对采煤机、掘进机等设备进行精准控制,实现自动化采掘。在运输环节,自动化技术可以通过智能调度系统和无人驾驶技术,实现矿车的自动化运输和调度。这种自动化运输模式不仅提高了运输效率,还减少了人力成本和安全风险。同时,自动化技术还可以与智能感知和大数据技术相结合,实现对运输过程的实时监控和优化调度,进一步提高运输效率和资源利用率^[3]。

3 煤矿机械设备智能化技术的应用效果与挑战

3.1 应用效果

(1)提高生产效率与资源利用率。煤矿机械设备的智能化技术通过集成先进的传感器、控制系统和数据分析算法,实现了设备的精准控制和自动调度。这不仅显著提高了开采作业的生产效率,还使得资源利用率得到了大幅提升。智能化设备能够根据实际开采条件自动调整作业参数,确保每一块煤都能被高效、精准地开采出来,减少了资源浪费。(2)增强作业安全性,减少矿难风险。智能化技术的应用极大地增强了煤矿作业的安全性。通过实时监测和预警系统,智能化设备能够及时发现并应对潜在的安全隐患,如瓦斯浓度超标、设备故障等。此外,智能化设备还可以替代人工完成一些危险、繁重的作业任务,从而降低了矿难风险,保障了作业人员的生命安全^[4]。(3)促进煤矿开采的绿色化与可持续发展。智能化技术还推动了煤矿开采的绿色化和可持续发展。智能化设备能够根据开采过程中的环境参数自动调整作业策略,减少对生态环境的破坏。同时,通过数据分析和优化算法,智能化技术还能够实现资源的最大化利用,减少废弃物的产生,为煤矿开采的可持续发展奠定了坚实基础。

3.2 面临的挑战

(1)技术瓶颈与研发投资的双重挑战。尽管智能化技术在煤矿机械设备中的应用取得了显著成效,但仍面临技术瓶颈和研发投资的双重挑战。智能化设备的研发需要高精尖的技术和大量的资金投入,这对于许多煤矿企业来说是一个不小的负担。此外,智能化技术还需要不断迭代升级,以适应日益复杂的开采环境和需求,这

也需要持续的研发投入。(2) 设备操作与维护的技术要求较高。智能化设备的操作和维护需要较高的技术水平。这要求煤矿企业不仅要引进先进的智能化设备,还要加强对作业人员的培训和技术支持。然而,在一些地区或企业中,由于技术水平和人员素质的限制,智能化设备的操作和维护可能面临一定困难。(3) 智能化设备的市场普及与推广问题。智能化设备的市场普及和推广也面临一定挑战。一方面,智能化设备的成本较高,对于一些资金实力较弱的煤矿企业来说可能难以承担。另一方面,智能化技术在煤矿行业的应用还处于起步阶段,市场认可度和接受度有待提高。因此,如何推动智能化设备的市场普及和推广,是当前煤矿机械设备智能化技术发展中亟待解决的问题。

4 煤矿机械设备智能化技术的发展趋势与展望

4.1 技术发展趋势

(1) 高端智能装备的研发与突破。未来,煤矿机械设备智能化技术的发展将更加注重高端智能装备的研发与突破。这包括高性能传感器、高精度定位系统、智能执行机构等关键部件的研发,以及智能化开采设备、智能运输系统、智能安全监测系统等高端装备的创新。这些装备的研发与应用将大幅提升煤矿开采的自动化水平和作业效率,同时降低人力成本和安全风险。(2) 智能化系统的持续优化与集成。智能化系统的持续优化与集成是煤矿机械设备智能化技术发展的重要方向。通过集成先进的控制技术、信息技术和人工智能技术,将形成更加高效、智能的煤矿开采系统。这些系统不仅能够实现设备的远程监控和自动控制,还能够通过数据分析和预测,优化开采策略,提高资源利用率。同时,智能化系统的集成将促进煤矿机械设备之间的协同作业,实现生产流程的无缝衔接。(3) 机器人与自动化技术的广泛应用。机器人与自动化技术在煤矿机械设备智能化技术中的应用将越来越广泛。这些技术不仅能够替代人工完成一些危险、繁重的作业任务,还能够通过智能感知和决策系统,实现更加精准、高效的开采作业。未来,随着机器人技术的不断进步和成本的降低,煤矿机械设备中的机器人数量将大幅增加,形成更加完善的机器人作业体系。

4.2 未来展望

(1) 实现煤矿开采的真正无人化与智能化。随着煤矿机械设备智能化技术的不断发展,未来有望实现煤矿开采的真正无人化与智能化。这意味着在煤矿开采过程中,将不再需要大量的人力参与,而是通过智能化设备和系统实现全自动的开采作业。这将极大地提高开采效率,降低安全风险,推动煤炭工业向更加高效、安全、可持续发展的方向发展。(2) 构建多能融合的智慧生态系统。未来,煤矿机械设备智能化技术将与新能源、新技术深度融合,构建多能融合的智慧生态系统。这个系统将包括智能化开采设备、智能运输系统、智能安全监测系统以及新能源利用系统等多个部分。这些系统将相互协同,共同实现煤炭开采的绿色化、高效化和智能化。(3) 推动煤炭工业的高质量发展。煤矿机械设备智能化技术的发展将有力推动煤炭工业的高质量发展。通过提升开采效率、降低生产成本、保障作业安全等方面的改进,将促进煤炭工业的转型升级和可持续发展。同时,智能化技术的应用还将推动煤炭工业与新能源、新技术的深度融合,为实现能源行业的多元化发展贡献力量。

结束语

综上所述,煤矿机械设备智能化技术的研究与实践,对提升煤矿生产效率、保障作业安全、推动煤炭行业绿色可持续发展具有重要意义。随着技术的不断革新与进步,智能化设备将更加高效、智能、安全,为煤矿行业带来深远的影响。未来,我们应继续深化智能化技术研究,加强技术创新与应用,为煤炭工业的转型升级和高质量发展贡献力量。

参考文献

- [1] 刘海亮.煤矿采掘机械自动化与智能化[J].中国科技信息,2024,(10):104-105.
- [2] 王国利,胡强,齐玉山.智能控制系统在煤矿机械设备中的运用[J].机械管理开发,2024,(09):118-119.
- [3] 杨伟.煤矿机械设备电气智能化技术应用研究[J].建筑技术科学,2024,(07):71-72.
- [4] 杨尚.煤矿机械设备智能化技术研究[J].建筑理论,2025,(13):130-131.