

煤矿机电设备的智能化改造与能效提升策略

李卫国

陕西华电榆横煤电有限责任公司 陕西 榆林 719015

摘要: 煤矿机电设备作为煤矿生产的核心工具,其智能化改造与能效提升对于煤矿行业的安全生产和可持续发展具有重要意义。本文分析了煤矿机电设备的现状及其存在的问题,在此基础上,探讨了智能化感知系统构建、控制系统升级、设备互联互通与集成等智能化改造路径,以及节能技术应用、能源管理优化、运行优化策略等能效提升策略。通过本文的研究,旨在为煤矿机电设备的智能化改造与能效提升提供理论支持和实践指导,推动煤矿行业的智能化进程和绿色发展。

关键词: 煤矿机电设备;智能化改造;能效提升

引言: 煤矿机电设备的性能与效率直接关系到煤矿生产的安全与效益。然而,当前煤矿机电设备普遍存在着自动化程度低、能效不高等问题,严重制约了煤矿行业的可持续发展。随着智能化技术的不断进步,将智能化技术应用于煤矿机电设备的改造与能效提升已成为行业发展的必然趋势。本文旨在深入剖析煤矿机电设备的现状及存在的问题,探讨智能化改造与能效提升的有效策略,为煤矿行业的智能化转型和绿色发展提供新的思路 and 方向。

1 煤矿机电设备智能化与能效提升相关理论基础

1.1 煤矿机电设备概述

煤矿机电设备是煤矿生产作业的核心工具,其类型多样且功能各异。从生产流程角度划分,主要包括采掘设备、运输设备、通风设备和排水设备等。采掘设备如滚筒采煤机、掘进机,承担着煤炭开采与巷道挖掘的关键任务,其性能直接影响煤炭开采效率与质量。运输设备涵盖带式输送机、刮板输送机等,负责将开采出的煤炭及矸石输送至指定地点,保障生产运输的连续性。通风设备像主要通风机,通过持续向井下输送新鲜空气、排出有害气体,为井下作业人员创造安全的工作环境。排水设备则能及时排除井下积水,防止水害事故发生。煤矿机电设备运行环境极为恶劣,长期处于高湿度、高粉尘、强振动且具有瓦斯等易燃易爆气体的环境中。同时,设备工作强度大,需长时间连续运转,以满足煤矿高强度生产需求。煤炭生产的连续性要求设备必须保持稳定运行,一旦出现故障停机,不仅会影响生产进度,还可能引发安全事故。这些特点对设备的性能、可靠性和管理水平提出了极高要求,设备需具备良好的防护性能、耐用性和稳定性,管理上需采用科学的维护与运行策略。

1.2 智能化技术理论基础

物联网技术作为智能化的关键支撑,通过各类传感器将煤矿机电设备与网络连接,实现设备运行状态的实时感知与数据采集。例如,在采煤机上安装振动传感器、温度传感器,可实时监测设备的振动幅度、轴承温度等参数。这些数据通过无线网络传输至监控中心,管理人员能够远程掌握设备运行情况,及时发现潜在故障隐患^[1]。同时,物联网技术还支持设备之间的互联互通,使不同设备协同工作,提高生产系统的整体效率。大数据与云计算技术为煤矿机电设备智能化管理提供了强大的数据处理与分析能力。

煤矿生产过程中,设备运行产生海量数据,包括设备运行参数、故障记录、能耗数据等。大数据技术能够对这些数据进行高效存储、清洗和分析,挖掘数据背后的规律。云计算技术则可根据数据分析需求,动态分配计算资源,快速完成复杂的数据处理任务。通过大数据与云计算结合,可实现设备故障预测,如基于历史故障数据和实时运行参数,预测设备部件的剩余使用寿命;还能优化设备运行决策,根据生产计划和设备状态,制定最优的设备调度方案。人工智能技术中的机器学习和深度学习算法,赋予煤矿机电设备智能化决策能力。以故障诊断为例,通过对大量设备故障样本数据的学习,机器学习算法能够建立故障诊断模型,自动识别设备故障类型和原因。深度学习算法可应用于图像识别领域,如对煤矿井下监控视频进行分析,识别人员违规操作行为、设备异常状态等。在设备控制方面,人工智能算法能够根据实时工况,自动调整设备运行参数,实现设备的自适应控制,提高设备运行的智能化水平。

2 煤矿机电设备现状及存在问题分析

2.1 设备现状分析

目前,许多煤矿存在机电设备老化与技术落后的问题。部分煤矿的采掘设备已使用超过10年,机械部件磨损严重,采煤机截齿磨损加剧导致切割效率下降,掘进机液压系统泄漏频繁。运输设备中的带式输送机托辊损坏率高,造成皮带跑偏、打滑,影响运输效率。这些老旧设备不仅故障率高,维修成本逐年增加,而且其技术水平难以满足现代煤矿高效开采的需求,无法实现自动化、智能化操作。同时,煤矿机电设备自动化程度低也是普遍现象。在一些中小型煤矿,采煤作业仍依赖人工操作采煤机,工人需在恶劣环境下近距离控制设备,安全风险极大。运输环节中,带式输送机的启停、调速多由人工现场操作,无法根据运输量实时调整运行状态,导致能源浪费和设备过度磨损。通风设备和排水设备同样缺乏自动化控制,不能根据井下实际情况自动调节风量和排水量,影响安全生产和能源利用效率。

2.2 智能化改造面临的问题

在煤矿机电设备智能化改造过程中,技术应用面临诸多瓶颈。煤矿井下环境复杂,电磁干扰强、巷道狭窄、信号遮挡严重,导致物联网设备的数据传输不稳定,经常出现数据丢失、延迟等问题。不同厂家生产的机电设备通信协议不统一,使得设备之间难以实现互联互通,无法构建完整的智能化系统。例如,部分老设备缺乏通信接口,难以与新的智能化监测设备集成。煤矿智能化改造所需的高端传感器、智能控制器等核心技术和产品依赖进口,增加了改造成本和技术风险。资金与人才短缺也是阻碍智能化改造的重要因素。煤矿机电设备智能化改造成本高昂,包括设备采购、系统开发、网络建设等方面的费用。对于一些经营效益不佳的煤矿企业,难以承担巨额的改造资金投入^[2]。同时,煤矿行业对智能化技术人才吸引力不足,缺乏既懂煤矿生产又掌握智能化技术的复合型人才。企业内部现有人员对智能化技术的认知和操作能力有限,无法满足智能化改造和运行管理的需求,导致改造后的设备难以发挥最大效能。

2.3 能效方面存在的问题

煤矿机电设备在运行过程中能源浪费现象严重。许多煤矿的通风机、水泵长期处于满负荷运行状态,即使在井下需风量、排水量较小时,也未进行调节,造成大量电能浪费。运输设备在空载或轻载时,电机仍以额定功率运行,增加了不必要的能耗。此外,设备老化也是能源浪费的重要原因,老旧设备机械传动效率低,电机能效等级低,与新型节能设备相比,单位产量能耗明显偏高。在能效管理方面,煤矿普遍缺乏科学完善的体系。多数煤矿未建立系统的能耗监测机制,无法准确掌

握各设备、各生产环节的能耗数据。没有对能耗数据进行深入分析,难以发现能源浪费的关键环节和节能潜力点。同时,煤矿企业尚未制定明确的能效考核指标和管理制度,对设备能耗控制缺乏有效的激励和约束机制,导致员工节能意识淡薄,在设备操作和管理过程中忽视能源节约。

3 煤矿机电设备智能化改造路径

3.1 智能化感知系统构建

构建智能化感知系统的关键在于传感器的合理部署。在煤矿机电设备的关键部位,如采掘设备的电机轴承、传动齿轮,运输设备的皮带接头、托辊,通风设备的风机叶轮、风道等位置,安装相应的传感器。压力传感器可监测液压系统压力,及时发现压力异常;温度传感器能实时检测设备部件温度,预防过热故障;振动传感器可捕捉设备振动信号,分析设备运行状态。通过全面部署传感器,实现对设备运行参数的全方位、实时采集。同时,搭建稳定可靠的数据传输网络至关重要。工业以太网凭借其高带宽、低延迟的特点,可作为井下数据传输的骨干网络,连接各设备的传感器和监控中心。对于一些布线困难的区域,可采用5G网络或无线传感网络(WSN)进行补充。5G网络具有高速率、低时延、大连接的优势,能够满足大量传感器数据的实时传输需求。通过构建多种网络融合的数据传输体系,确保设备运行数据快速、准确地传输到监控中心,为智能化管理提供数据支持^[3]。

3.2 智能化控制系统升级

自动化控制技术的应用是智能化控制系统升级的核心。可编程逻辑控制器(PLC)具有可靠性高、编程灵活的特点,可用于实现煤矿机电设备的逻辑控制和顺序控制。在带式输送机控制系统中,PLC可根据运输量传感器的数据,自动控制皮带的启停和调速,实现节能运行。分布式控制系统(DCS)能够对大规模、复杂的设备系统进行集中管理和分散控制,适用于煤矿通风系统、排水系统的自动化控制。通过DCS系统,可根据井下瓦斯浓度、水位高度等参数,自动调节通风机转速和水泵运行台数,保障井下安全和节能运行。开发智能决策系统可进一步提升设备智能化水平,基于人工智能算法,结合设备运行数据和历史故障数据,构建设备故障诊断模型。当设备运行参数出现异常时,智能决策系统能够快速诊断故障类型和原因,并给出维修建议。在设备运行优化方面,系统可根据生产计划、设备状态和能源价格等因素,制定最优的设备运行方案。例如,在用电低谷时段,增加设备运行负荷,降低生产成本。智能决策系

统还能实现设备的自主控制,根据工况变化自动调整设备运行参数,提高设备运行效率和稳定性。

3.3 设备互联互通与集成

制定统一的通信协议是实现设备互联互通的基础。针对煤矿机电设备通信协议不统一的问题,行业应制定通用的通信标准,规范设备数据格式、通信接口和通信协议。对于老旧设备,可通过加装通信转换模块,使其具备与新系统通信的能力。同时,鼓励设备厂家采用开放式通信协议,便于设备之间的集成和互操作。通过统一通信协议,不同厂家、不同类型的机电设备能够实现数据共享和协同工作,构建完整的智能化生产系统。搭建智能化管理平台可实现设备的集中管理与集成,该平台整合煤矿所有机电设备的数据,通过可视化界面展示设备运行状态、故障信息、能耗数据等。管理人员可在平台上对设备进行远程监控、控制和管理,如远程启停设备、调整设备运行参数。平台还具备数据分析功能,通过对设备运行数据的深度挖掘,为设备维护、生产调度、能效优化等提供决策支持。例如,通过分析设备能耗数据,找出高耗能设备和环节,制定针对性的节能措施。智能化管理平台的建设,使煤矿机电设备管理更加高效、科学。

4 煤矿机电设备能效提升策略

4.1 节能技术应用

推广应用节能型机电设备是能效提升的重要措施。例如,选用高效电机,高效电机具有更高的功率因数和效率,相比传统电机可以显著降低电能消耗。采用变频器对设备进行调速控制,根据设备的实际负载情况调整电机的转速,避免电机在额定转速下长期运行造成的能源浪费。在照明系统中,推广使用节能灯具,如LED灯,其具有能耗低、寿命长等优点^[4]。还可以采用余热回收技术,对煤矿生产过程中产生的余热进行回收利用,如利用矿井排水余热为矿井供暖或提供生活热水,实现能源的梯级利用。

4.2 能源管理优化

建立科学的能源管理体系是能效提升的关键。制定能源消耗定额和考核制度,对各生产环节的能源消耗进行量化考核,将能源消耗指标与部门和个人的绩效挂

钩,提高员工的节能意识。利用能源管理系统对煤矿的能源消耗进行实时监测和分析,通过大数据分析技术找出能源消耗的重点环节和潜在节能点。例如,分析不同时间段、不同设备的能源消耗情况,发现设备在非生产时间的能源浪费问题,及时采取措施进行整改。同时,加强能源计量管理,安装准确的能源计量器具,为能源管理提供可靠的数据支持。

4.3 运行优化策略

优化设备的运行参数和运行方式可以有效提高能效。根据设备的特性和生产需求,优化设备运行参数和运行方式,使设备始终处于最佳运行状态,从而有效提高能效。采用合理的生产调度策略,避免设备的频繁启停和长时间空载运行。例如,根据煤炭的产量和运输需求,合理安排刮板输送机和带式输送机的运行时间和运行速度,减少不必要的能源消耗。加强设备的维护保养,定期对设备进行检修、清洁和润滑,及时发现和排除设备故障,保证设备的正常运行效率,降低因设备故障导致的能源浪费。

结束语

本文通过对煤矿机电设备的智能化改造与能效提升策略的研究,揭示了智能化技术在提升煤矿机电设备性能、优化能效管理方面的巨大潜力。未来,随着智能化技术的不断创新和应用,煤矿机电设备的智能化水平将进一步提升,能效也将得到显著优化。本文的研究成果可为煤矿行业的智能化建设和绿色发展提供有益的参考和借鉴。

参考文献

- [1]郭江龙.煤矿智能化建设中机电设备升级改造研究[J].机电产品开发与创新,2024,37(05):69-71.
- [2]卢彦龙.煤矿机电设备的智能化管理[J].能源与节能,2024,(08):260-263.
- [3]李明.煤矿机电系统智能化改造技术研究[J].煤矿技术,2020,21(3):45-50.
- [4]常振华.煤矿机电设备变频节能技术应用[J].能源与节能,2023(10):129-131.
- [5]翟文修.煤矿机电设备物联网监测系统开发及应用研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(9):97-98+105.