

煤矿机电设备节能技术及其应用研究

邬志强

国能神东煤炭集团锦界煤矿管理处, 中国·陕西 榆林 719319

摘要: 煤炭行业作为我国能源支柱产业, 在现代化生产进程中面临着能源消耗过高、环保压力增大的双重挑战。煤矿机电设备作为生产环节的核心载体, 其运行效率与能耗水平直接关系到企业的经济效益与绿色发展进程。本文围绕煤矿机电设备节能技术展开研究, 分析节能技术应用的重要意义, 梳理当前主流的节能技术类型, 探讨节能技术在实际生产中的应用路径, 并提出相应的保障措施, 旨在为煤矿企业降低能耗、实现可持续发展提供参考。

关键词: 煤矿机电设备; 节能技术; 节能减排; 应用研究

Research on Energy-saving Technology and Its Application in Coal Mine Electromechanical Equipment

Wu Zhiqiang

Guoneng Shendong Coal Group Jinjie Coal Mine Management Office, China Shaanxi Yulin 719319

Abstract: As a pillar industry of energy in China, the coal industry is confronted with the dual challenges of excessive energy consumption and increasing environmental pressure in the process of modern production. As the core carrier of the production process, the operation efficiency and energy consumption level of coal mine electromechanical equipment directly affect the economic benefits and green development process of enterprises. This paper focuses on the energy-saving technology of coal mine electromechanical equipment, analyzes the significance of applying energy-saving technology, sorts out the current mainstream types of energy-saving technology, explores the application paths of energy-saving technology in actual production, and proposes corresponding safeguard measures, aiming to provide references for coal mine enterprises to reduce energy consumption and achieve sustainable development.

Keywords: Coal mine electromechanical equipment; Energy-saving technology; Energy conservation and emission reduction; Application research

0 引言

在“双碳”目标的战略指引下, 高耗能产业的绿色转型成为行业发展的必然趋势。煤矿行业作为传统高耗能领域, 生产过程中涉及的采掘、运输、通风、排水等各类机电设备数量庞大, 运行时间长, 能源消耗占比极高。据相关数据统计, 煤矿机电设备能耗约占煤矿生产总能耗的80%以上, 其中风机、水泵、胶带运输机等大型设备更是能耗大户。长期以来, 部分煤矿企业因设备老化、技术落后、管理粗放等问题, 导致机电设备运行效率低下, 能源浪费现象严重。这不仅增加了企业的生产成本, 也与我国节能减排、绿色发展的政策要求相悖。因此, 研发与应用先进的煤矿机电设备节能技术, 优化设备运行模式, 提高能源利用效率, 成为煤矿行业实现转型升级的关键举措。在此背景下, 深入研究煤矿机电设备节能技术的原理、特点及应用场景, 对于推动煤矿行业节能降耗、实现可持续发展具有重要的现实意义。

1 煤矿机电设备节能技术应用的重要意义

1.1 降低企业生产成本, 提升经济效益

煤矿机电设备的节能改造与技术升级, 能够有效减少设备运行过程中的能源消耗。以胶带运输机为主举例, 通过采用变频调速技术, 可根据实际工况调节设备运行功率, 避免设备长期处于大马拉小车的低效运行状态, 大幅降低电能消耗。能源消耗的减少直接降低了企业的电费支出, 而设备运行效率的提升则能缩短生产周期, 提高煤炭产量。同时, 节能技术的应用能够减少设备因过载运行产生的磨损, 延长设备使用寿命, 降低设备的维修与更换成本。从长远来看, 节能技术的投入能够为煤矿企业带来显著的经济效益, 增强企业在市场竞争中的优势。

1.2 减轻环保压力, 助力绿色发展

煤矿机电设备在运行过程中, 除了消耗大量能源外, 还会因能源利用不充分产生一定的污染物排放。节能技术的应用能够提高能源利用效率, 减少化石能源的消耗, 从

而降低二氧化碳、二氧化硫等污染物的排放量。这与我国碳达峰、碳中和的战略目标高度契合，有助于煤矿企业减轻环保压力，实现绿色生产。此外，节能技术推动下的设备升级，能够减少设备运行过程中的噪声、振动等污染，改善煤矿作业环境，保障作业人员的身体健康，体现了企业的社会责任与人文关怀。

1.3 提高设备运行稳定性，保障安全生产

煤矿机电设备的稳定运行是安全生产的重要前提。传统的机电设备控制方式较为粗放，设备易出现过载、空载等异常运行状态，不仅增加能耗，还容易引发设备故障，甚至导致安全事故。节能技术往往与自动化、智能化控制技术相结合，能够实现对设备运行状态的实时监测与精准调控。通过传感器采集设备的温度、压力、转速等参数，系统可及时发现设备运行中的异常情况，并自动调整运行参数或发出报警信号，避免故障扩大。这不仅提高了设备运行的稳定性与可靠性，也为煤矿安全生产提供了有力保障^[1]。

2 煤矿机电设备主流节能技术类型

2.1 变频调速节能技术

变频调速节能技术是目前煤矿机电设备中应用最为广泛的节能技术之一，其核心原理是通过改变电动机的供电频率，调节电动机的转速，使设备运行状态与实际工况需求相匹配。在煤矿生产中，风机、水泵、提升机等设备的负载往往会随生产需求变化而波动。采用传统的工频运行方式时，设备转速固定，只能通过调节阀门、挡板等方式改变流量或扬程，造成大量的能源浪费。而变频调速技术可根据负载变化实时调整设备转速，当负载较小时，降低设备转速，减少能源消耗；当负载增大时，提高转速，满足生产需求。该技术具有调速范围广、节能效果显著、运行平稳等优点，一般可实现10%~40%的节能率，同时还能减少设备的机械磨损，延长设备使用寿命。

2.2 无功补偿节能技术

煤矿机电设备中大量使用异步电动机，异步电动机在运行过程中需要消耗无功功率来建立磁场，导致电网的功率因数降低。功率因数过低会增加电网的线损，降低供电效率，同时还会造成电能的浪费。无功补偿节能技术的核心是通过在用电设备侧并联电容器等无功补偿装置，为设备提供所需的无功功率，减少从电网中吸收的无功功率，从而提高电网的功率因数。在煤矿应用中，无功补偿装置可根据设备的运行状态自动投切，实现动态补偿。当设备负载较大时，投入更多的补偿电容；当负载较小时，切除

部分电容，确保功率因数始终保持在较高水平。该技术能够有效降低电网线损，提高电能利用率，一般可使功率因数提高到0.9以上，同时还能改善设备的运行性能，减少电压波动对设备的影响^[2]。

2.3 智能控制节能技术

智能控制节能技术是基于人工智能、大数据、物联网等先进技术，对煤矿机电设备进行智能化监测、分析与调控的节能技术。该技术以传感器为基础，通过采集设备的运行参数、环境参数等数据，利用大数据分析算法对数据进行处理，构建设备运行的数学模型，进而实现对设备的优化控制。在煤矿生产中，智能控制系统可实时监测风机的风量、水泵的流量、提升机的负载等参数，并结合生产计划、地质条件等因素，自动调整设备的运行参数，使设备始终处于最优运行状态。智能排水系统可根据矿井水位变化，合理调度多台水泵的启停顺序和运行转速，避免水泵空载运行。该技术具有自学习、自适应、智能化程度高等特点，能够实现设备的精细化管理，进一步挖掘设备的节能潜力^[3]。

2.4 高效节能设备技术

高效节能设备技术是通过采用新型材料、优化设备结构设计等方式，研发生产出具有高效能、低能耗特点的煤矿机电设备，从源头上降低设备的能源消耗。在煤矿设备制造领域，高效节能电动机是典型的代表。与传统电动机相比，高效节能电动机采用了新型的定子绕组、转子结构和铁芯材料，降低了电机的铁损、铜损和机械损耗，提高了电机的运行效率。例如，永磁同步电动机具有功率因数高、效率高、启动性能好等优点，其效率比传统异步电动机高出5%~10%。此外，高效节能风机、水泵等设备通过优化叶轮、蜗壳等部件的结构设计，减少了流体在设备内部的阻力损失，提高了设备的工作效率。推广应用高效节能设备，能够直接降低设备的能源消耗，是煤矿机电设备节能的重要途径之一。

3 煤矿机电设备节能技术的实际应用路径

3.1 采掘设备的节能应用

采掘设备是煤矿生产的核心设备，包括采煤机、掘进机等。在采煤机的节能改造中，可采用变频调速技术，根据采煤工作面的推进速度、煤层厚度等因素，调节采煤机的牵引速度和滚筒转速，避免设备空载运行或过载运行。同时，可加装智能监测系统，实时监测采煤机的运行状态，当设备出现故障或异常时，及时发出报警信号，并自动停机，防止故障扩大。在掘进机的应用中，可采用高效节能

电动机替代传统电动机,降低电机的能耗。此外,还可通过优化掘进机的液压系统,减少液压油的泄漏和压力损失,提高液压系统的工作效率,实现节能降耗^[4]。

3.2 通风设备的节能应用

通风系统是煤矿安全生产的重要保障,其能耗约占煤矿总能耗的20%~30%。在通风设备的节能改造中,变频调速技术是主要的应用手段。通过为风机加装变频器,根据矿井内的瓦斯浓度、风量需求等参数,实时调节风机转速,实现按需供风。同时,可采用智能通风控制系统,结合矿井的三维模型和实时监测数据,对通风网络进行优化,合理分配各分支巷道的风量,减少通风阻力,提高通风效率。此外,还可对风机的叶片进行优化设计,采用高效节能叶片,减少气流在叶片表面的涡流损失,进一步提高风机的工作效率。

3.3 排水设备的节能应用

煤矿排水系统主要用于排出矿井内的地下水,其能耗也占有较大比重。在排水设备的节能应用中,可采用变频调速技术和智能控制技术相结合的方式。通过在水泵上加装变频器,根据矿井水位变化调节水泵转速,实现水位的精准控制。同时,构建智能排水控制系统,对多台水泵进行集中管理,根据水位高低和用电峰谷情况,合理调度水泵的启停,优先在用电低谷时段开启水泵排水,降低用电成本。此外,还可对排水管道进行优化改造,减少管道的沿程阻力和局部阻力,提高排水效率,降低能源消耗^[5]。

3.4 运输设备的节能应用

煤矿运输设备包括带式输送机、刮板输送机等,其能耗主要来自电动机和传动系统。在带式输送机的节能改造中,可采用变频调速技术,根据输送量的变化调节输送机的运行速度,当输送量较小时,降低速度,减少能耗;当输送量较大时,提高速度,满足运输需求。同时,可采用高效节能电动机和节能型输送带,减少电动机的能耗和输送带的运行阻力。在刮板输送机的应用中,可通过优化刮板链的结构设计,减少刮板与溜槽之间的摩擦阻力,提高输送效率。此外,还可加装智能监测系统,实时监测输送机的运行状态,及时发现刮板链的松弛、断裂等故障,避免设备过载运行,实现节能与安全的双重目标。

4 煤矿机电设备节能技术应用的保障措施

4.1 加大节能技术研发投入

煤矿企业应重视节能技术的研发工作,加大资金投入,与科研院所、设备制造企业合作,开展产学研协同创新,研发适合煤矿生产特点的节能技术和设备。一方面,

加强对现有节能技术的改进与优化,提高技术的适用性和节能效果;另一方面,积极探索新型节能技术,如新能源技术在煤矿机电设备中的应用,研发太阳能、风能等可再生能源驱动的煤矿设备,降低对传统化石能源的依赖。同时,建立健全节能技术研发激励机制,鼓励技术人员开展创新研究,对在节能技术研发中取得突出成果的团队和个人给予奖励。

4.2 完善节能技术推广应用体系

政府相关部门应出台相应的扶持政策,加大对煤矿企业节能技术改造的支持力度,通过财政补贴、税收优惠等方式,降低企业节能改造的成本。行业协会应发挥桥梁纽带作用,组织开展节能技术交流活动,推广先进的节能技术和成功案例,促进节能技术在煤矿行业的普及应用。煤矿企业应结合自身实际情况,制定节能技术推广应用计划,优先选择节能效果显著、技术成熟的节能技术进行改造。同时,加强对员工的培训,提高员工对节能技术的认识和操作水平,确保节能技术能够得到有效应用。

4.3 强化设备运行的精细化管理

精细化管理是保障节能技术发挥作用的重要手段。煤矿企业应建立健全设备运行管理制度,加强对机电设备的日常维护与保养,及时发现并处理设备故障,确保设备始终处于良好地运行状态。同时,利用物联网、大数据等技术构建设备能耗监测平台,实时监测设备的能耗数据,对设备的运行效率和节能效果进行评估。通过分析能耗数据,找出能源浪费的环节,制定针对性地优化措施。此外,推行精益管理理念,消除生产过程中的各种浪费现象,提高资源利用效率,实现节能降耗与提质增效的有机统一。

5 结语

煤矿机电设备节能技术的研发与应用是煤矿行业实现绿色发展、转型升级的必然选择。变频调速、无功补偿、智能控制、高效节能设备等技术的应用,能够有效降低煤矿机电设备的能源消耗,提高设备运行效率,为企业带来显著的经济效益和社会效益。在未来的发展中,随着人工智能、大数据等先进技术与煤矿行业的深度融合,煤矿机电设备节能技术将朝着智能化、集成化、绿色化的方向发展。煤矿企业应抓住发展机遇,加大节能技术研发与投入力度,完善节能技术应用保障体系,通过技术创新与管理优化,推动煤矿行业向高效、节能、环保的可持续发展道路迈进。

参考文献:

[1] 周蕊,徐玉晨,罗瑾.煤矿机电设备中变频节能技

术的应用分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2025,(03):153-155.

[2] 张树友. 浅析煤矿机电运输系统中自动化技术的应用[J]. 矿业装备, 2024,(10):61-63.

[3] 吴灵. 煤矿机电自动化控制技术应用分析[J]. 中国设备工程, 2024,(15):227-229.

[4] 王晓芸. 煤矿机电设备能效管理与节能优化策略分

析[J]. 冶金与材料, 2024,44(01):190-192.

[5] 伍海宾. 自动化在煤矿机电技术中的应用[J]. 矿业装备, 2023,(12):118-120.

作者简介: 邬志强 (1989.11.01), 男, 汉族, 内蒙古鄂尔多斯, 本科, 助理工程师, 研究方向: 煤矿机电。