

Research on the Application of Frequency Conversion and Energy Saving Technology of Coal Mine Mechanical and Electrical Equipment

Xiaowan Guo Mingsong Liu

Kuqa Kexing Coal Industry Co., Ltd., Aksu, Xinjiang, 842000, China

Abstract

The dual challenges of energy crisis and environmental protection pressure make the coal mining industry have to re-examine the energy consumption of its equipment. The energy consumption of traditional coal mine electromechanical equipment has long been criticized, but with the rapid development of frequency conversion technology, the energy saving potential of this technology has gradually emerged, which has become the focus of attention in the industry. Frequency conversion energy saving technology can not only effectively reduce the energy consumption in the operation of the equipment, but also improve the operation efficiency of the equipment and extend its service life, which is particularly important for the moment when resources are increasingly tight. Therefore, the study of the application of frequency conversion and energy saving technology of coal mine mechanical and electrical equipment is a necessary measure to respond to the current energy crisis, and is also the key to promote the sustainable development of the industry.

Keywords

coal mine mechanical and electrical equipment; frequency conversion and energy saving technology; application research

煤矿机电设备变频节能技术的应用研究

郭晓婉 刘明松

库车市科兴煤炭实业有限责任公司, 中国·新疆阿克苏 842000

摘要

能源危机和环保压力的双重挑战让煤矿行业不得不重新审视其设备能耗问题, 传统煤矿机电设备的能耗问题早已被诟病, 但随着变频技术的迅猛发展, 这一技术的节能潜力逐渐显现, 成为业内关注的焦点。变频节能技术不仅能有效降低设备运行中的能源消耗, 还能提升设备的运行效率并延长其使用寿命, 这对于资源日益紧张的当下显得尤为重要。因此, 研究煤矿机电设备的变频节能技术应用正是回应当下能源危机的必要举措, 亦是推动行业可持续发展的关键所在。

关键词

煤矿机电设备; 变频节能技术; 应用研究

1 引言

在当今的能源紧缺背景下, 节能已不再是可有可无的选项, 而是攸关行业未来的命脉。煤矿作为传统能源的开采主力军, 其机电设备能耗问题自然备受关注。传统的控制方式虽然简单易用, 但在效率和能源利用上存在巨大漏洞, 时常导致资源的浪费。变频技术作为一种新型的工业节能手段, 通过调整设备的运行频率实现了动力与需求的高度匹配, 极大地减少了不必要的能源消耗。更重要的是, 这项技术还能提升设备的整体性能, 从根本上解决了传统控制方式

无法避免的效率低下问题。研究煤矿机电设备变频节能技术既是响应国家节能减排政策的需求, 也是推动煤矿行业技术进步的必要路径, 深入探讨和实践应用有望为行业提供一条更为绿色高效的发展道路。

2 变频节能技术原理

变频节能技术的核心在于其变频调速的工作原理, 变频调速是通过改变电动机的供电频率来调节电动机的转速。电动机的转速与供电频率成正比关系, 变频器将工频交流电转换为不同频率的交流电进而控制电动机的转速, 这一过程依赖于变频器的逆变单元, 它将直流电逆变为可调频率的交流电, 实现对电动机的精确控制。这种调速方式具有高效、灵活的特点, 特别适用于需要频繁调速的应用场景, 如煤矿中的带式输送机、采煤机、通风机、压风机、提升机等设备(如

【作者简介】郭晓婉(1988-), 女, 中国河南洛阳人, 本科, 工程师, 从事煤矿节能减排、供电管理、市场化交易、绿色矿山等研究。

图1所示)。相比传统的调速方式,如机械调速和电磁调速,变频调速具有显著的优势。机械调速一般是改变传动比来实现的,虽然结构简单,但能量损失大,调速精度低且设备磨损较快;电磁调速则通过调节磁场实现,虽然较机械调速有所改进,但依然存在较大的能量损耗,且设备体积较大。而变频调速直接改变供电频率不仅可以实现无级调速,还能大

幅降低能耗,提高电动机的工作效率,延长设备的使用寿命。变频技术还具有过流、过压保护功能,减少了设备的故障率。特别是在煤矿机电设备中应用时,变频调速技术有效降低了设备运行中的噪音和振动,提高了工作环境的安全性和舒适性。因此,变频节能技术在煤矿机电设备中的应用具有极高的经济效益和社会效益,值得大力推广和深入研究。

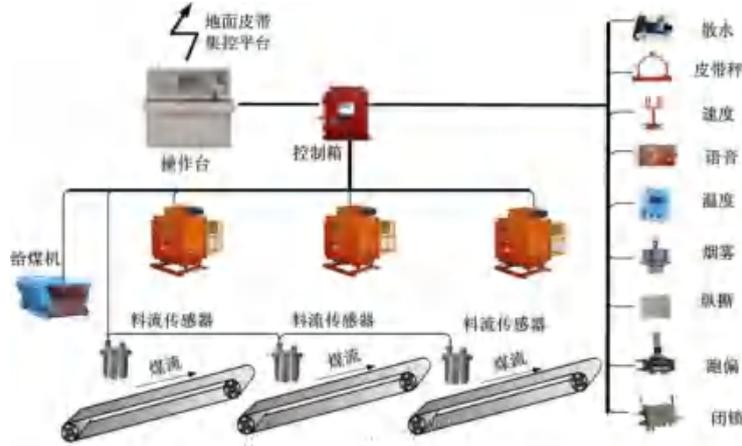


图1 变频节能系统在煤矿井下带式输送机中的应用

3 煤矿机电设备的能耗问题

煤矿机电设备的能耗问题一直是行业内关注的焦点,虽然近年来节能技术的应用逐步增多,但依然存在一些亟待解决的能耗问题。设备运行的负荷不均衡导致能耗居高不下的现象在煤矿生产过程中尤为明显,特别是在井下采掘设备和提升系统中,由于生产需求的波动性,设备往往不能处于最佳负荷区间运行。设备在低负荷或超负荷情况下运转不仅会降低其工作效率,还会造成能源的浪费,增加运营成本。许多煤矿企业的机电设备使用年限较长,部分设备甚至已超过其设计寿命,设备性能随之下降。老旧设备的电气系统往往难以达到现代节能标准,控制系统反应迟缓,电机效率降低,导致能源利用率偏低。即使在日常维护中尽力保持设备的正常运行,但由于技术限制,老化的机电设备仍然难以避免高能耗的问题。尽管煤矿生产的自动化程度在逐步提高,但仍有不少煤矿企业的设备控制系统相对落后,不能实现精细化管理。传统的设备控制方式依赖人工操作,调节不够精确,容易导致设备长时间空转或超负荷运转,进而增加了能耗。而缺乏智能化监控手段也使得设备运行中的能耗问题难以及时发现和纠正,从而进一步加剧了能源浪费。

4 变频节能技术在煤矿机电设备中的应用

4.1 变频调速优化

变频调速就是对设备运行参数的精确控制和实时调整,显著提升了设备的工作效率和能耗表现。煤矿机电设备在实际运行中往往需要根据负载的变化调整电机的运行速度。传统的定速运行模式难以适应负载变化,导致能源浪费和设备磨损。而变频调速技术通过调节电机的频率实现了电机转

速的无级调节,从而使设备能够在不同工况下保持最佳的运行状态。在煤矿实际应用中,变频调速系统实时监控和反馈调整电机能够根据设备的负载需求,精确控制电机的输出功率,使电机运行始终保持在高效区间。以井下排水系统为例,通常情况下,水泵电机的负载随着井下水位的变化而波动,传统定速运行方式无法实时响应这种变化,容易造成过载或空载运行;而通过变频调速优化,水泵电机能够根据水位实时调整转速,确保在高效区间内工作,避免能源浪费的同时也减少了设备的机械冲击,延长了使用寿命。实践表明,变频调速系统能够将电机运行效率提高至90%以上,与传统运行方式相比能耗降低30%~50%。在井下通风系统中,变频调速优化也发挥了重要作用,调节风机转速能在不同工作面通风需求下提供最佳风量,既保证了作业环境的安全,又大幅度降低了能耗。在提升系统中,变频调速技术的应用不仅提高了提升设备的平稳性和可靠性,还有效减少了对电网的冲击,优化了整个供电系统的稳定性^[1-3]。

4.2 智能控制系统

智能控制系统以其高度集成化和智能化的特性显著提升了设备运行效率和节能效果。具体而言,智能控制系统通过对电机运行状态的实时监控和数据分析,自动调整变频器的输出频率和电压,实现了电机在不同负载条件下的动态调节。这种方式不仅减少了电能的浪费,还降低了设备的机械损耗,延长了设备的使用寿命。在实际应用中,智能控制系统集成了PLC(可编程逻辑控制器)、传感器网络以及先进的算法模型。利用PLC精准控制整个系统,传感器负责采集电机运行的关键参数,如电流、电压、转速等。这些数据被实时传输到控制中心,利用基于模糊逻辑和神经网络的

算法模型,系统能够快速判断当前负载状况并据此调整变频器的输出特性。例如,在矿井提升设备中,提升机的负载随着提升高度的变化而波动,变频器通过智能控制系统可以精确匹配提升机在每一时刻的负载需求,确保电机始终在最佳效率点运行。智能控制系统具备自诊断功能,能够实时检测设备的运行状态,发现异常时及时调整运行参数,避免因负载突变或电压波动引起的设备损坏。智能控制系统还能实现远程监控和操作,管理人员通过监控平台可以实时查看设备运行状态,并在必要时进行远程干预,这在提高设备运行效率的同时也减少了人工干预的频率和操作风险。

4.3 故障预测维护

基于变频驱动系统的设备通过智能监测与数据分析实现了设备运行状态的全面感知和动态评估,从而能够提前识别潜在故障隐患。变频器在控制电机时采集电流、电压、转速、温度等参数后能实时监控电机运行的过程。数据经由传感器传输至中央监控系统,系统利用大数据和人工智能算法分析提取出电流波动、振动频率异常等特征信号,判断设备是否存在潜在的故障风险。如对于常见的电机绕组短路问题,传统方式多依赖人工定期检查,而变频节能技术可通过监控绕组电流的非线性变化,提前预警可能的绝缘老化或损坏问题,从而及时安排维护,避免故障扩大。尤其在高负荷、长时间运转的煤矿环境下,电机因频繁启停、负载波动而容易产生过热、过载等问题,变频器通过动态调节电机输出频率和功率来维持稳定运行,降低了设备的磨损和故障率。基于变频控制的预测性维护还体现在振动监测和轴承状态分析上,煤矿输送设备的振动信号通过频谱分析可以识别出因轴承磨损、齿轮啮合异常导致的早期故障,而变频系统能够自动调节电机运行频率,使设备始终运行在最佳工作状态,有效降低设备损耗和维修成本。在实际应用中,构建智能化运维平台并将变频器采集的各类运行数据进行统一管理和深度分析,能够建立设备全生命周期的故障诊断模型,实现由传统的“事后维修”向“预防性维护”的转变。这种基于大数据和智能算法驱动的故障预测方案,为煤矿企业的安全生产提供了重要保障,也为设备节能高效运行奠定了坚实基础^[4,5]。

4.4 综合节能管理

综合节能管理在煤矿机电设备变频节能技术的应用中体现出显著的系统性与效率优化的优势。在具体实施过程中,变频调速技术的核心在于调节电动机的运行频率,使设备在不同工作负载下均能保持在最佳能效区间内运行。以带式输送机为例,传统的定速驱动方式使得设备在空载或轻载时依然保持高功率运转,造成了大量电能的浪费。而应用

变频调速技术则可以根据实际负载情况动态调整电机的转速,使其在低负载时低速运行,从而减少能耗。通常情况下,带式输送机在低载荷运行时,通过变频器调速可以实现20%~30%的节能效果,这对于煤矿这种高耗能场所来说,节能效益极为显著。在综合节能管理中,安装能效管理系统可以对整个煤矿机电系统的电力消耗情况进行全面的数据采集和分析,与智能控制系统类似,能效管理系统能够及时发现能耗异常或设备故障的早期信号,从而预防设备非正常运行导致的能耗增加和设备损坏。具体而言,能效管理系统能够通过数据模型预测设备的最佳运行模式,并自动调整变频器的工作参数,使得煤矿机电设备在不同的生产阶段均能达到最佳的节能效果。综合节能管理还要求对煤矿的整体电力系统进行优化设计,包括合理选择变频器的容量、优化电力传输线路、减少电能的传输损耗等。据统计,通过合理的综合节能管理措施,煤矿整体能耗可降低15%~20%,这不仅有助于降低生产成本,还符合现代化绿色矿山的可持续发展要求^[6]。

5 结语

在煤矿机电设备的节能改造中,变频节能技术无疑是一把利器。通过优化设备的运行模式、引入智能控制系统并结合故障预测与维护手段,可以显著提升设备的能效。这不仅为企业带来了经济效益,也为环境保护作出了贡献。然而,技术的应用总是伴随着挑战,如何将变频技术与煤矿机电设备的具体需求更好地结合是未来需要深入探索的问题。未来,煤矿机电设备的节能技术必将更加智能化和精细化,为行业的可持续发展注入新的活力。在这个节能与环保并重的时代,煤矿机电设备的节能之路才刚刚起步,前方的创新空间广阔且充满希望。

参考文献

- [1] 裴志强.煤矿机电设备中变频节能技术的应用研讨[J].中国设备工程,2023(17):214-216.
- [2] 任永才.煤矿机电设备变频技术的应用研究[J].能源与节能,2023(7):124-126.
- [3] 赵勇.变频节能技术在煤矿机电设备中的应用[J].矿业装备,2023(7):203-205.
- [4] 马良,刘铁.变频节能技术在煤矿机电设备中的运用分析[J].低碳世界,2023,13(3):52-54.
- [5] 梁洁.变频节能技术在煤矿机电设备中的应用[J].能源与节能,2023(3):112-114.
- [6] 王彦龙.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,2023(5):124-126.