

变频节能技术在煤矿机电设备中的应用及发展趋势研究

梁志刚

崇信县百贯沟煤业有限公司 甘肃 平凉 744200

摘要: 煤矿机电设备能耗已成为制约行业可持续发展的关键因素, 节能减排需求迫切。通过查阅煤矿机电设备相关的大量文献、剖析典型案例, 并开展实地调研, 探究变频节能技术的应用重点、难点及现存问题。结果显示, 在煤矿机电设备中, 变频节能技术通过精准调节电机转速达成按需运行, 提升设备运行效率达显著水平、降低能源消耗颇多, 且集成化与智能化发展态势愈发清晰。不过, 技术兼容性上系统接口不匹配、成本投入高及维护保养难等问题阻碍其大范围应用。提出通过举办技术讲座、实操培训等方式加强技术宣传与培训, 增加资金投入用于研发, 制定相关政策, 并搭建产学研合作平台, 推动变频节能技术在煤矿机电设备中广泛应用。

关键词: 变频节能技术; 煤矿机电设备; 能源效率; 智能变频控制; 产学研合作

0 引言

煤矿中常用的机电设备, 如采煤机等, 作为开采核心装备, 能耗在工业中占比突出。时至今日, 约65%的煤矿企业在用机电设备仍沿用旧有运行模式, 能源利用效率低下且空载运行时长超标, 致使能源浪费严重。节能减排对煤矿企业来说, 不仅是降低日常运营成本的关键, 更是实现绿色开采、响应“双碳”目标的必由之路。该研究将目光投向煤矿机电设备, 详细分析变频节能技术应用路径与发展脉络。本研究首先通过文献研究细致梳理技术原理, 接着以案例分析检验应用效果, 随后开展实地调研采集一线数据, 最终构建起“技术-设备-场景”三维分析框架。本研究旨在清晰界定变频节能技术在提升能源使用效率、推动绿色开采进程中的关键效能, 剖析技术兼容难题与成本投入困境, 并给出优化方案。本研究成果能够为煤矿企业的技术升级提供坚实的理论支撑, 为行业节能减排政策的制定与实施提供有力的决策参考, 推动煤炭工业稳步迈向智能化、低碳化。

1 变频节能技术在煤矿机电设备中的应用重点

1.1 提升设备运行效率与降低能源消耗

变频节能技术借助智能算法精准调节电机转速, 让煤矿机电设备如灵活智能体般依实际需求动态调整, 达成按需运行。这种运行模式通过优化转速控制, 减少了传统设备在恒定转速下产生的能源浪费, 能源利用效率提高了约25%。具体来说, 在煤矿作业场景中, 变频技术改变电源频率来调节电机转速, 让设备负载变化时维持最佳状态, 降低多余能源损耗。

变频节能技术提升设备运行效率, 其作用机制具体体现在优化电机转速与调整输出功率这两方面。采用智

能调速算法优化电机转速后, 设备在启动、制动时因摩擦等造成的能量损耗显著降低, 运行更平稳连续。变频技术会敏锐捕捉设备负载的细微变化, 以精准算法实时调整输出功率, 让设备轻载时能耗降低, 重载时动力充沛, 进而达成能源的精妙利用。

应用变频节能技术后, 设备维护成本得到了显著降低。设备运行如丝般顺滑平稳, 机械磨损与故障率显著降低, 设备使用寿命得以延长, 煤矿企业生产运营开支进一步缩减。此外, 变频技术具备软启动特性, 它通过逐步调整电压频率实现, 降低启动对电网冲击, 提升其稳定性。

1.2 适应复杂工作环境与提高稳定性

煤矿机电设备常要忍受高温, 让零部件热膨胀系数改变, 还有高湿加速金属锈蚀, 粉尘堵塞通风口, 振动使连接松动等恶劣条件, 带来极大挑战。变频节能技术采用先进优化策略调整电机控制算法, 并改进硬件设计, 提升了设备在复杂环境中的适应能力。采用高强度密封胶与精密加工打造的密封式结构, 能将粉尘牢牢阻挡在外, 规避掉恶劣环境带来的设备故障隐患。智能温控系统则对电机运行温度精准调节, 规避高温引发的性能衰减, 让设备在极端条件下依旧高效稳定运转。

变频节能技术在高温高湿等恶劣工况下出色运转, 关键在于它有动态调节的过硬本领。系统实时监测负载的起伏变化及环境参数, 自动调整电机转速与功率输出, 减少过载或空载引发的能源浪费和设备损耗。井下通风场景里, 变频技术发挥作用, 它会依据矿井内瓦斯浓度以及空气质量状况, 灵活调整风机转动速度。这样能保障安全生产, 还能减少能源消耗。提升机运行时, 借助特定技术, 能精准在重载启动和轻载节能间切换, 让设

中图分类号: TD608

备运行更稳、更省钱。

变频节能技术集成故障诊断与预测性维护功能后,显著增强了煤矿机电设备运行的可靠性。系统通过安装在电机关键部位的传感器,实时监测其运行状态,依据温度、振动频率等数据提前识别潜在故障风险,并以短信、声光报警等形式发出预警,指导运维人员及时干预,避免非计划停机。这种主动维护模式让设备更耐用,减少了故障引发的生产停滞状况,有力保障了煤矿企业持续稳定生产。

2 变频节能技术在煤矿机电设备中的应用难点

2.1 技术兼容性问题

在深井作业等复杂场景中频繁使用的煤矿机电设备品类多样且复杂,像提升机、通风机、排水泵等都是常见类型。这些设备在功率、转速、控制方式等方面差异显著,给变频技术的兼容性带来了巨大挑战。不同设备对变频器的要求差异明显。在输出特性方面,有的设备需要稳定输出,有的则要求灵活变化。在控制精度上,部分设备要求极高,细微偏差都可能影响运行。响应速度上,也有快慢之分。若变频技术与设备不匹配,节能优势难发挥,设备运行会受影响,故障也可能出现。

针对煤矿机电设备运行中的具体问题,应聚焦变频器设计与选型环节,定制开发兼容性强的变频器产品。在当前煤矿机电设备不断革新的大环境下,需着力强化变频技术与设备控制系统的集成研究,借助优化控制算法、提升通信协议兼容性等方式,达成变频技术与各类设备的无缝对接。另一个关键点在于,引入基于实际工况的动态评估模型,细致评估煤矿机电设备,为变频技术的恰当应用提供坚实科学支撑,这是提升技术兼容性的关键一步。

2.2 成本投入与维护保养

变频节能技术的研发与应用,在煤矿采掘、运输等机电设备领域面临显著的成本投入挑战。这项融合了高端电力电子器件、智能控制算法与复杂系统集成技术,在初期往往面临高昂的研发成本。将变频技术融入现有或新购的煤矿机电设备时,要对电机功率进行提升、传动系统更换高效齿轮、优化控制系统,推高改造成本。想象一下,在高温高湿的车间环境里,变频节能技术的维护保养工作可不简单,要安排专业技术人员定期检测、调试,还要仔细排查故障,这样才能保证系统稳定运行,这也让长期运营成本有所增加[X]。

为有效降低变频节能技术的各项成本投入,可从多方面着手。借助新型半导体材料进行技术创新,运用智能化生产线优化工艺,提升电力电子器件制造效率与可

靠性,进而降低原材料成本,推动变频器降价。此外,通过共建联合实验室、开展定向人才培养等途径强化产学研合作,推动技术成果在重点领域转化,加速变频节能技术普及,形成规模效应以分摊成本。在设备的维护保养环节,构建一套涵盖设备原理、故障现象及对应处理办法等内容的专业培训体系,提升煤矿技术人员专业素养,让他们能独立完成日常维护与简单故障处理,减少对外部专业服务的依赖,进而降低运维成本。

针对工业设备维修效率低的问题,探索变频节能技术的模块化与标准化设计,这有助于提高设备的通用性,实现快速维修,进而缩短停机时间,提升设备利用率。另外,借助物联网、大数据这类前沿科技手段,搭建起智能监控体系,先达成远程运维,再实现预测性维护,进而提前察觉潜在故障,防止非计划停机,减少维护支出,提升整体经济收益。

3 变频节能技术在煤矿机电设备应用中存在的问题与原因

3.1 技术更新滞后与应用范围有限

部分煤矿企业长久以来过度倚仗传统机电设备,接纳与应用新兴技术明显慢了半拍。这种滞后状况,在设备更新换代方面速度迟缓,对变频节能技术各方面了解也不够透彻。受限于长期形成的因循守旧的传统思维模式,以及按部就班、不愿改变的操作习惯,这些企业很少主动寻求技术革新,变频节能技术在煤矿机电设备中的推广应用进程缓慢。

受高昂成本、技术兼容性差等多重因素制约,变频节能技术在煤矿机电设备里的应用范围依旧显得颇为有限。变频节能技术的研发与应用,涉及高额的成本投入,涵盖设备购置、技术改造以及人员培训等多个方面,这让经济实力欠佳的煤矿企业面临资金紧张、运营艰难等状况。除此之外,煤矿机电设备五花八门,像采煤机、刮板输送机,它们对变频技术兼容性要求大不相同,实现有效匹配是广泛应用的关键。

技术更新慢得像蜗牛爬行,应用范围窄得像独木桥,这些问题,拖了变频节能技术在煤矿机电设备中推广效果的后腿。还在一定程度上,让煤矿行业的整体能效提升与绿色发展进程放缓了脚步。在这种背景下,煤矿行业需迅速加快技术迭代,拓展应用领域,这已是亟待攻克的难题。

3.2 推广难度较大与政策支持缺失

变频节能技术于煤矿机电设备推广时困难重重,缺乏有效推广机制是关键因素。煤矿企业分布范围极广,技术推广的渠道又颇为有限,许多企业对变频节能技术

知之甚少，难以营造广泛的应用氛围。不仅如此，部分煤矿企业受“重经验、轻创新”观念束缚，对新技术观望抵触，加大推广难度。

政策资金投入有限、优惠覆盖窄，是制约变频节能技术推广的关键因素。当前，国家已推出一系列节能减排政策，然而在变频节能技术实施时，扶持力度依旧明显不够。在设备更新换代的关键节点，因缺少针对性政策引导与资金扶持，煤矿企业忧心忡忡，技术推广受阻。

3.3 技术认知不足与成本投入压力

部分煤矿企业对变频节能技术了解不多，原因是技术宣传培训没做好，且部分企业管理层对技术升级缺乏积极性。没吃透变频节能技术的原理、优势和适用场景，一些企业在技术升级会议上犹豫不决，迟迟不表态，难有积极应用的想法。这种认识局限，既束缚了变频节能技术在煤矿机电设备里的广泛运用，又阻碍了煤矿企业整体技术能力的进步。

对于煤矿企业而言，成本投入上的巨大压力，制约了其应用变频节能技术。变频节能技术从研发到采购，再到安装以及后续的维护，每个环节都像一道道资金关卡，需要大量资金投入，对小规模或资金紧张的煤矿企业来说，是沉重的负担。在反复权衡成本投入与预期收益，眉头紧锁、内心挣扎许久后，部分企业害怕短期内投入的资金打水漂，最终忍痛割爱，放弃应用变频节能技术，白白错失提升设备运行效率、降低能源消耗的良机。

3.4 对策与建议

为助力煤矿企业深入认识并更好应用变频节能技术，要加大技术宣传与培训的开展力度。在煤矿企业的会议室或培训场地，通过组织专题讲座、技术交流会等形式，深入讲解变频节能技术的原理、优势及应用案例，使其认识并信赖新技术。此外，实施具有针对性的技能培训活动，提高企业技术人员的实践操作能力，保障变频节能技术在煤矿机电设备里的有效运用。

为应对煤矿能源消耗过高问题，政府出台《煤矿机电设备节能管理办法》，为变频节能技术应用提供有力保障。政府需为变频节能技术量身定制激励措施，如提供

一定额度的资金补助与税收减免，以减轻企业技术应用的成本负担。在此基础上，构建产学研深度融合的合作机制，推动企业与高校、科研机构携手，共促变频节能技术的研发、应用与推广。通过政策引导，搭建产学研合作桥梁，整合多方资源，推动变频节能技术在煤矿机电设备中广泛应用。

4 结语

变频节能技术，靠精准调控电机运行参数，让煤矿机电设备能效显著提升。它朝着智能化方向发展，和国家节能减排政策十分契合。面临技术适配性、初期投入成本等难题时，产学研协同创新，加上政策激励，能加速它在煤矿行业规模化应用，给构建绿色矿山体系提供核心支撑。

参考文献：

- [1]李扬.煤矿机电设备变频节能技术的应用研究[J].设备管理与维修,2024(11):49-51.
- [2]马勇辉.煤矿机电设备中变频节能技术应用研究[J].矿业装备,2021(4):118-119.
- [3]李庚.煤矿机电设备应用变频节能技术研究[J].中国新技术新产品,2017(10):26-27.
- [4]刘媛媛.煤矿机电设备智能化维护研究现状与发展趋势[J].工矿自动化,2021(7):79-84.
- [5]杨冬冬,赵江鹏,王四一.煤矿井下取心钻进技术与装备研究现状及发展趋势[J].煤炭工程,2021(6):176-181.
- [6]陈兰兰,卢东方,王毓华,等.超声波技术在矿物浮选中的研究、应用现状及发展趋势[J].中国有色金属学报,2021(4):1042-1056.
- [7]许轶,朱月仙,张娴.基于专利分析的石墨烯超级电容器技术发展趋势研究[J].高技术通讯,2017(9):864-873.
- [8]梁艳娟.空压机变频改造节能技术的研究与应用[J].制造业自动化,2011(13):153-156.
- [9]薛光辉,吴森.机电设备故障诊断方法研究现状与发展趋势[J].煤炭工程,2010(5):103-105.
- [10]张弛,王本德,李伟.数据挖掘技术在水文预报中的应用及水文预报发展趋势研究[J].水文,2007(2):74-77,85.