

煤矿皮带运输节能降耗技术应用探讨

张泰山

永煤集团股份有限公司新桥煤矿 河南 商丘 476600

摘要: 煤矿皮带运输作为煤炭生产关键环节, 能耗问题备受关注。本文分析设备自身特性、运行参数、系统配套及环境工况等因素对能耗的影响, 阐述设备节能、运行控制节能、系统优化及辅助节能等关键技术。探讨技术适配、安装调试、日常维护和技术更新等应用要点, 指出煤矿皮带运输节能降耗技术朝着智能化、集成化、绿色化方向发展。合理应用节能降耗技术, 对降低煤矿生产成本、提升经济效益、推动行业可持续发展意义重大。

关键词: 煤矿皮带运输; 节能降耗技术; 能耗影响因素; 应用要点

引言: 在煤炭生产过程中, 煤矿皮带运输系统承担着煤炭及物料运输的重任, 其能耗水平直接影响煤矿的生产成本与经济效益。随着能源问题的日益突出和环保要求的不断提高, 降低煤矿皮带运输能耗成为煤矿企业关注的焦点。深入剖析煤矿皮带运输能耗的影响因素, 探寻有效的节能降耗关键技术, 并明确技术应用要点与发展趋势, 有助于煤矿企业优化运输系统, 实现节能减排目标, 提升市场竞争力, 推动煤炭行业可持续发展。

1 煤矿皮带运输能耗影响因素

1.1 设备自身因素

设备自身特性是决定煤矿皮带运输能耗水平的基础条件, 其结构与性能参数直接影响能量转化效率。输送带材质与结构选型对能耗具有显著影响, 轻量化高性能输送带相较于传统重型输送带可有效降低驱动电机负载, 减少能量损耗。驱动电机的功率裕量设计与运行效率直接关联能耗表现, 过量预留功率裕量会导致电机长期处于非经济运行状态, 造成电能浪费。托辊与滚筒的制造精度和磨损程度同样影响能耗, 转动阻力的增加会提升电机驱动功率需求, 设备老化会进一步加剧能量损耗, 合理的设备选型与定期维护可有效优化这一影响。

1.2 运行参数因素

运行参数的合理匹配是控制煤矿皮带运输能耗的关键环节, 核心参数的调控直接决定能耗效率。带速与煤流量的适配程度对能耗影响显著, 煤流量波动时维持恒定带速会出现无效能耗, 根据实际运量动态调节带速可实现能耗优化^[1]。输送带张紧力设置不合理会增加运行阻力, 过高张紧力会提升输送带僵性阻力和托辊旋转阻力, 过低则可能引发打滑, 进一步增加能耗。运量的不均衡性会导致皮带频繁在空载、轻载与重载之间切换, 频繁启停产生的冲击电流会额外消耗电能, 降低整体能耗效率。

1.3 系统配套因素

系统配套的协调性与合理性对皮带运输能耗具有系统性影响, 各配套组件的协同运行决定整体能效水平。控制体系的智能化程度直接影响能耗调控效果, 缺乏变频调速与智能控制功能的系统, 难以实现带速与运量的动态匹配, 易造成能源浪费。多电机驱动系统的功率分配均衡性至关重要, 功率不平衡会导致部分电机过载、部分电机轻载, 降低系统整体运行效率。保护装置与监测系统的完善性可减少非计划停机与无效运行, 配套组件的兼容性不足会引发系统内耗, 进一步提升整体能耗。

1.4 环境及工况因素

煤矿井下复杂的环境与工况条件会间接加剧皮带运输能耗, 形成不可忽视的能耗影响因素。井下环境湿度与粉尘浓度会影响设备运行状态, 粉尘附着会增加托辊与输送带的摩擦阻力, 潮湿环境会加速设备锈蚀, 提升运行能耗。巷道坡度与运输距离直接关联能耗需求, 坡度增加会提升物料提升的重力阻力, 长距离运输则会累积设备运行阻力, 导致能耗持续上升。采掘工作面的生产不均衡性会造成皮带运输工况波动, 负载的频繁变化会降低电机运行效率, 间接增加能源消耗, 工况稳定性不足会进一步放大能耗损失。

2 煤矿皮带运输节能降耗关键技术

2.1 设备节能技术

高效驱动设备技术以电机能效提升与能量转化效率优化为核心, 选用高效永磁同步电机替换传统异步电机, 可显著降低电机运行时的能量损耗, 搭配高效变频器完成驱动系统的精准调速, 适配不同运量场景下的能耗调控, 契合煤矿皮带运输节能技术发展走势^[2]。皮带自身节能优化技术围绕材质升级与结构改进推进, 采用高强度轻量化复合材质生产输送带, 减轻输送带自身重量引发的驱动负载, 优化输送带断面结构, 降低运行时的空气阻力与摩擦损耗, 强化皮带运行的节能效能。托辊及滚

筒节能改进技术通过优化制造工艺提高部件精度,采用低摩擦系数轴承与耐磨防腐涂层,削减托辊转动阻力与滚筒磨损程度,降低部件运行中的能量消耗,在延长设备使用周期的基础上达成节能目的。

2.2 运行控制节能技术

负载自适应调节技术依靠智能监测模块实时捕捉运输负载数据,动态调整驱动系统输出功率,规避负载波动产生的无效能耗,保障设备运行状态与实际运量精准契合,提高运行能耗利用率。运行速度优化控制技术基于运量变化规律,运用变频调速技术实现皮带速度的动态调控,轻载时段适度降低带速,重载时段合理提高带速,杜绝恒定速度运行造成的能源浪费,平衡运输效率与节能效果。多皮带协同控制技术通过搭建一体化控制体系,实现多段皮带运行状态的精准配合,避免单段皮带空载运行或负载失衡问题,优化整体运行节奏,降低系统综合能耗水平。

2.3 系统优化技术

运输线路优化技术结合煤矿井下地质条件与运输需求,科学规划皮带运输线路,缩短运输距离,减少坡度变化引发的能耗增加,规避线路冗余导致的无效运行,提升系统运输能效。系统布局节能改进技术优化皮带机安装位置与衔接方式,减少物料转载过程中的能量损耗,合理调整驱动系统与辅助设备的布局,降低设备间的能量内耗,提升系统整体节能效能。冗余设备精简优化技术梳理系统内冗余辅助设备,拆除不必要的冗余部件,优化设备配置方案,避免冗余设备运行带来的额外能耗,实现系统能耗的精细化管控。

2.4 辅助节能技术

润滑节能技术采用高效长效润滑介质,对托辊、滚筒等转动部件开展定期润滑作业,降低部件间的摩擦阻力,减少摩擦损耗带来的能量浪费,延缓设备老化速度。定期润滑可以保证转动部件的正常运行,减少能量损耗,延长设备使用寿命。散热节能技术优化驱动电机与变频器的散热结构,配备高效散热装置,防止设备因过热导致的能效下降,保障设备长期处于最优节能运行状态。良好的散热可以保证设备在合适的温度下运行,提高设备的能效和可靠性。节能监测技术通过安装能耗监测终端,实时采集设备运行能耗数据,精准排查能耗异常环节,为节能调控提供可靠数据支撑,推动能耗的精细化管理与持续优化。

3 煤矿皮带运输节能降耗技术应用要点

3.1 技术适配原则

技术适配原则是煤矿皮带运输节能降耗技术有效应

用的前提,核心在于让选用的节能技术与现场实际工况、现有设备配置及生产运营需求形成精准契合,规避技术与现场条件脱节引发的节能效能不足、资源浪费等问题^[3]。需全面梳理井下地质构造、运输运量波动规律及现有设备老化程度、性能参数,以此为基础合理筛选节能技术类型,优先选取与现有运输系统兼容性强、改造工程量小、节能效益稳定且运维便捷的技术。同时兼顾技术经济性与实际实用性,结合煤矿中长期生产规划,筛选性价比合理、运维成本可控、适配生产负荷变化的节能技术,既实现能耗高效降低,又保障运输系统长期稳定高效运行,契合煤矿行业节能技术应用的相关规范与绿色发展导向。

3.2 安装调试要点

安装调试环节直接决定节能技术能否充分发挥预设效能,需严格遵循煤矿皮带运输设备安装工程相关规范,规范开展各环节安装作业,精准把控设备安装精度与各部件衔接质量。安装过程中重点做好节能部件的位置校准与固定,针对驱动设备、输送带、托辊、滚筒等核心部件,严格按照技术参数要求校准安装位置,减少安装偏差引发的运行阻力增加、部件磨损加快等问题。调试阶段聚焦运行参数优化,结合现场实时运量、工况变化特点,细致调整调速系统、智能控制系统的运行参数,确保各节能技术组件形成协同运行态势。调试过程中全面排查安装隐患,及时调整部件配合间隙、紧固松动部位,避免因安装调试不当导致节能技术无法达到预期效果,保障技术应用的稳定性与可靠性,为后续节能运行奠定基础。一般来说,安装偏差控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内,部件配合间隙调整至合适范围,可有效避免上述问题。

3.3 日常维护要点

日常维护是维持节能技术长期稳定发挥效能的关键,需建立科学完善的常态化维护机制,围绕节能设备与技术组件的运行状态开展全面管控,定期对各节能部件进行检查、清洁、保养与检修。针对驱动电机、变频器等核心节能设备,定期检查运行温度、运行声响及线路连接状态,及时处理部件磨损、线路老化、接触不良等问题,避免设备故障引发的能耗上升。对输送带、托辊、滚筒等易损耗部件,定期开展润滑、紧固与清洁作业,选用适配的高效润滑介质,降低部件间的摩擦阻力,减少摩擦损耗带来的能量浪费,同时延缓设备老化速度。做好完整维护记录,跟踪设备运行状态变化,精准捕捉节能技术应用过程中的异常信号,采取针对性处理措施,延长设备使用寿命,维持节能技术长期稳定的节能效果。一般建议驱动电机、变频器每1-2周检查一次,输送带、托辊、

滚筒等每1-3天进行一次润滑、紧固与清洁作业。

3.4 技术更新要点

技术更新需立足煤矿生产发展需求，遵循与时俱进的原则，密切关注煤矿皮带运输节能技术的行业发展趋势与前沿成果，结合现场生产负荷、能耗管控目标，适时更新落后节能技术与老化设备。定期开展节能技术应用效果评估，全面排查现有技术方案存在的不足与短板，结合行业先进技术成果与同类煤矿节能改造经验，优化完善现有节能技术方案。更新过程中注重与现有运输系统的衔接适配，科学制定更新方案，避免盲目更新造成的系统冲突、资源浪费及生产中断，优先选用技术成熟、节能效益显著、适配现场工况且运维便捷的新技术、新设备^[4]。通过持续的技术更新，不断提升皮带运输系统的节能效能，实现能耗管控的持续优化，契合煤矿行业绿色低碳、高效节能的发展要求。

4 煤矿皮带运输节能降耗技术发展趋势

4.1 技术智能化发展方向

技术智能化发展方向顺应煤矿智能化建设的行业导向，依托大数据、物联网与智能监测技术，推动皮带运输节能技术向精准化、自主化管控升级。智能感知终端全面覆盖运输系统各环节，实时采集带速、负载、设备运行状态等核心数据，通过智能算法完成数据分析与异常研判，实现能耗调控的精准适配。智能巡检与远程管控技术逐步普及，替代传统人工值守模式，减少人为操作偏差带来的能耗浪费，同时提升设备故障预警能力，降低非计划停机引发的无效能耗。智能化技术与节能设备深度融合，实现运行参数的动态自适应调整，契合煤矿智能化建设的政策要求与行业发展规律。

4.2 技术集成化发展方向

技术集成化发展方向聚焦系统效能提升，打破单一节能技术的应用局限，推动各类节能技术与设备的协同融合，构建一体化节能系统。将驱动设备节能、运行控制节能与系统优化技术有机整合，实现各环节节能效能的叠加放大，提升运输系统整体节能水平。集成化技术注重数据贯通与协同管控，打通各节能组件的数据壁垒，实现运输线路、设备运行、能耗监测等多环节的统筹调

控。通过技术集成简化系统结构，减少设备冗余，降低系统内耗，同时提升运维便捷性，契合煤矿皮带运输集约化发展的趋势。

4.3 技术绿色化发展方向

技术绿色化发展方向紧扣国家“双碳”目标与煤矿绿色低碳发展要求，推动节能技术与环保理念深度融合，实现能耗降低与环境友好的双重目标。高效节能设备的研发与应用持续推进，通过技术创新提升能量转化效率，减少电能消耗与二氧化碳排放。绿色环保材质逐步替代传统高损耗、高污染材料，优化输送带、润滑介质等部件的环保性能，降低设备运行对井下环境的影响^[5]。节能技术与资源循环利用理念相结合，推动废旧设备与部件的回收再利用，减少资源浪费，构建绿色低碳的皮带运输体系，助力煤矿行业实现高质量绿色发展。

结束语

煤矿皮带运输节能降耗技术的应用，对煤矿企业降低运营成本、提高资源利用效率具有重要作用。通过合理应用设备节能、运行控制节能、系统优化及辅助节能等技术，并遵循技术适配、安装调试、日常维护和技术更新等应用要点，可有效降低皮带运输能耗。同时，顺应技术智能化、集成化、绿色化发展趋势，不断探索创新，将进一步提升煤矿皮带运输系统的节能水平，为煤矿行业的可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]李倬榕.煤矿皮带机运输系统的智能调速节能控制策略[J].今日制造与升级,2025(8):140-142.
- [2]蒋习伟,郭靖,郭世永,等.煤矿机电皮带运输系统节能技术研究[J].电气技术与经济,2024(8):239-241.
- [3]王志江.煤矿井下皮带运输系统节能驱动技术应用探讨[J].工程技术研究,2025,7(10):10-12.
- [4]李元珍,王小松,时浩然.基于变频调速的煤矿皮带运输机电气控制系统优化设计[J].电气技术与经济,2025(6):221-223.
- [5]俱登锋,刘超.自动化控制技术在煤矿井下皮带运输系统中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2024(7):151-153.