

煤矿井下机电设备节能改造技术应用探析

党雪峰

宁夏王洼煤业有限公司银洞沟煤矿 宁夏 固原 756000

摘要:国内多数煤矿井下机电设备存在运行能耗高、工作效率低、管理方式落后等问题,节能改造对煤矿绿色生产和成本控制有着重要作用。本文结合矿井机电设备实际能耗情况,梳理节能改造的基础实施原则,针对井下通风、排水、运输、采掘设备逐一分析对应的节能改造技术,从管理制度、人才储备、资金投入、智能监测角度制定保障措施,可为煤矿机电设备节能改造工作提供基础参考。

关键词:煤矿;井下机电设备;节能改造;技术应用

引言:机电设备是煤矿井下开采作业的基础配套设施,设备运行产生的能耗,在矿井整体生产能耗中占据较大比重。目前绿色矿山建设的相关要求逐步落实,煤炭行业对生产环节的能耗管控工作愈发重视。传统机电设备的运行模式存在一定弊端,整体能耗水平较高,无法满足现代煤矿低碳高效的生产发展要求。本文结合矿井机电设备的实际运行状态,分析节能改造的相关技术与保障措施,为煤矿实现低耗生产提供基础依据。

1 煤矿井下机电设备能耗现状及节能改造必要性

多数老旧煤矿的井下机电设备更新节奏较慢,设备制造工艺较为传统,核心部件运行损耗偏大,整体作业效率无法适应当下生产要求。井下恶劣的作业环境会加速设备老化,部分煤矿存在设备选型不当、运行工况不匹配的问题,使得设备长期处于低效工作状态。目前不少煤矿依旧采用传统人工管控模式,设备运行参数固定,无法根据生产工况动态调整,无效能耗问题较为突出^[1]。行业普遍重生产、轻节能,节能技术推广力度不足,改造推进速度偏缓。落实机电设备节能改造,能够帮助煤矿控制生产能耗、压缩运营成本,贴合绿色矿山建设要求,也能提升井下作业的整体安全水平。

2 煤矿井下机电设备节能改造核心原则

2.1 安全优先原则

煤矿井下作业整体环境较为复杂,作业过程中会面临多种安全隐患,安全生产始终是煤矿生产工作的首要准则,机电设备节能改造工作需要坚守安全优先的基本要求。企业开展设备改造、技术选型以及运行模式调整等相关工作时,都需要将井下生产安全作为首要前提,不能为了提升节能效果降低设备安全标准,也不能删减设备的安全防护相关配置。工作人员开展改造作业需要

遵守煤矿生产相关规程与机电设备防爆规范,选用防护性能与运行稳定性达标的节能设备和改造工艺,以此规避设备漏电、停机失控等安全问题,让节能改造工作和井下安全生产可以同步开展、互不影响。

2.2 适配性原则

各个煤矿的开采条件与生产条件都存在一定的区别,矿井开采深度、现场作业环境、生产体量以及机电设备配置情况均有不同,同一矿井内部各个作业区域的设备运行负荷和作业需求也会产生差异。煤矿在开展机电设备节能改造工作时,不能套用固定的改造方案,企业需要结合自身矿井的实际生产条件,按照适配性原则开展针对性改造工作。工作人员需要提前统计井下机电设备的运行状态、能耗数据和故障情况,结合矿井生产规划挑选适配度高、性价比合理且维护简单的节能设备与技术。企业需要重点整改高能耗设备,优化工况波动较大设备的运行方式,避免盲目改造的情况,让改造工作贴合矿井生产实际,切实提升节能改造的实际效果。

2.3 经济性原则

煤矿机电设备节能改造工作的开展,需要企业综合考量经济成本与实际效益,经济合理性也是矿井节能改造需要遵守的基本准则。企业在编制各类改造方案时,需要全面统计项目推进产生的各项费用,其中包含设备采购费用、施工建设费用、设备运维费用以及人员培训费用等内容。企业需要结合改造完成后的长期节能收益进行综合评判,以此确定最终改造方案^[2]。企业要优先选择成本可控、节能效果稳定、后期维护便捷的改造技术与设备,摒弃投入成本高、回报周期长、运维难度大的改造项目。企业在规划改造工作时,不能只关注短期的生产效益,需要在控制整体投入的基础上,选用耐用

性强、具备升级空间的设备与技术,保障节能改造成果可以长期稳定发挥作用,持续提升煤矿生产的综合经济效益。

2.4 可持续性原则

煤矿企业开展机电设备节能改造工作,不属于阶段性的施工任务,而是需要长期推进、持续优化的系统性工作,所以改造全过程都要遵守可持续发展的基本要求。企业在制定相关改造方案时,需要贴合当下矿山智能化、绿色化的整体发展方向,为设备更新、技术升级预留足够的空间,让改造成果可以适配矿井产能调整、智能化建设以及开采范围拓展等后续发展变化。企业还要建立常态化的设备管理机制,做好设备运维、能耗管控以及技术优化等各项工作。企业在完成设备硬件改造以后,需要持续调整设备运行参数,规范日常操作流程,定期开展设备检修工作,以此保障各类节能设备可以长期稳定运行,有效维持节能工作的整体效果,助力煤矿行业实现长效绿色发展。

3 煤矿井下核心机电设备节能改造技术应用

3.1 通风设备节能改造技术

井下通风设备属于煤矿常态化运行设备,整体能耗占比较大,是矿井节能改造工作的重点对象。传统风机普遍采用固定转速的工频运行模式,设备运行参数不会跟随井下通风需求发生变动,设备在低负荷生产阶段会产生大量无效能耗,能源利用效率整体偏低。现阶段矿井通风系统的节能改造工作,主要依托变频调控技术与智能监测系统落地实施。煤矿可以在原有通风设备基础上加装变频控制装置,传感设备可实时采集井下环境的基础数据,系统能够结合现场工况自动调整风机转速与运行参数。煤矿可同步对老旧通风设备的内部结构进行优化,提升设备传动效率,降低机械运行损耗。多设备智能联动控制模式的应用,能够统一管控通风设备的启停状态和协同运行逻辑,有效杜绝设备空转运行的情况,稳步提升井下通风系统的整体节能水平。

3.2 排水设备节能改造技术

井下排水系统是煤矿安全生产的重要组成部分,设备启停次数较多,运行负荷会随着井下涌水总量产生波动,传统排水系统的运行模式较为固化,整体能耗控制效果并不理想。多数煤矿对排水设备的管控方式较为传统,设备启停和运行功率多依靠人工设定固定参数,系统无法根据井下积水变化自主调节工作状态^[3]。井下涌水量较少的时段,排水设备依旧维持满负荷运行状态,设备工作效率无法匹配实际生产需求,整体能耗浪

费问题较为突出。煤矿可通过多项基础整改措施完善排水系统节能水平,企业可更新老旧排水设备,替换能耗更低、运行稳定性更强的排水泵,减少设备机械运转损耗。企业可加装液位监测装置与变频控制系统,实现水泵运行状态的自动化调节。企业可整改原有输水管道结构,更换老化破损的管路配件,降低水体输送过程中的阻力损耗,持续提升井下排水系统的节能运行质量。

3.3 提升运输设备节能改造技术

井下提升与运输设备是煤矿生产的主要耗能设备之一,设备作业时间长,运行负荷并不稳定,整体能耗在矿井机电总能耗中的占比较高。传统提升运输设备的控制技术较为陈旧,设备启动过程容易产生电网冲击能量,制动作业阶段的剩余能量大多会直接消耗,造成能源浪费。输送机在日常运行中,空载运转和轻载高速运转的问题较为突出,设备运行效率整体偏低。煤矿企业可对提升机控制系统进行升级改造,以变频调速搭配回馈制动技术替代传统控制方式,设备启停的平稳性能得到提升,多余的机械能也可转化为电能重新输入电网。企业可在输送机设备加装物料检测装置,系统可根据物料承载量自适应调节运行速度,减少无效能耗。企业可同步更新设备传动部件,优化整体传动结构,降低机械摩擦带来的能量损耗,保障井下运输设备长期处于节能稳定的运行状态。

3.4 采掘设备节能改造技术

采煤设备和掘进设备是井下采掘工序的核心设备,设备在工作期间的负荷状态波动较大,瞬时能耗数值偏高,传统采掘设备的运行能效普遍偏低。采掘设备的节能改造工作,主要从动力系统优化、运行工况适配、能耗管控等基础方向开展实施。煤矿企业可以对采掘设备的驱动电机进行升级替换,新型永磁同步电机的适配性更强,能够贴合井下复杂多变的采掘工况,有效降低设备作业过程中的电能消耗^[4]。企业可以配套搭载智能感应调控系统,设备动力输出能够根据煤层阻力大小自动调节,改善设备动力冗余以及空载运行的问题。企业需要定期对设备液压系统、传动结构进行检修维护,及时排查并处理设备运行隐患,减少机械结构产生的运行损耗,持续提升井下采掘设备的节能运行效率,保障采掘作业稳定低耗推进。

4 煤矿井下机电设备节能改造技术应用保障措施

4.1 完善节能改造管理制度

煤矿机电设备节能改造的顺利推进,需要配套管理体系作为基础支撑,企业需要结合自身井下生产的实

际情况,搭建统一规范的节能管理体系。企业需要制定适配机电设备运行的管理条例,明确能耗管控、设备运维、节能改造以及工况监测等各项工作的具体要求,细化各个岗位的工作职责和工作标准。企业可以将节能考核指标纳入日常绩效考核内容,以此提升工作人员对节能管理工作的重视程度。企业需要对设备运行数据进行常态化登记存档,完整记录设备运行时长、能耗数据、故障信息和改造情况,定期整理并分析数据内容,及时找出设备能耗偏高的原因。企业还需要统一节能改造项目的实施流程,对项目审批、现场施工和竣工验收等环节进行规范,减少各类不规范操作,让井下机电设备节能改造工作能够稳定有序开展。

4.2 强化技术人才队伍建设

煤矿机电设备节能改造工作的推进效果,会直接受企业技术人才储备水平的影响。各类新型节能设备与智能控制系统的日常操作、检修维护和参数优化工作,都需要依靠专业技术人员完成。煤矿企业需要重视内部人才能力提升工作,定期组织在岗机电运维人员开展专项学习培训,培训内容可以围绕设备工作原理、节能控制方式、日常维护流程和故障排查方法展开,能够有效提升在岗人员的专业操作能力与节能管理水平。企业也需要做好外部人才引进工作,吸纳机电自动化、智能控制、矿井节能等相关专业人才,充实内部技术团队,负责改造方案编制、设备调试及后期技术优化等工作。企业可以搭建常态化技术交流渠道,组织工作人员学习行业成熟技术经验,逐步提升整体团队的专业素养,保障矿井节能改造技术可以稳定落地与正常运行。

4.3 加大技术资金投入力度

煤矿机电设备的技术升级与设备换代工作,需要稳定的资金资源作为基础支撑,企业想要顺利落实节能改造工作,就需要持续增加专项资金的投入力度。企业可以单独设立节能改造专项资金,将资金主要用于老旧设备替换、新型节能技术引进、智能管控系统搭建和设备日常运维升级等工作,重点保障高能耗核心设备的改造进度。企业可以主动对接各地出台的绿色矿山建设与节能降耗相关政策,积极申报对应的资金补助,以此缓解企业自身的改造资金压力^[5]。企业需要合理规划每一笔专项经费的使用方向,不断优化资金配置方式,避免出

现资金闲置与浪费的情况。企业通过集中资金投入核心改造项目,能够有效提升资金利用效率,让井下机电设备节能改造工作可以长期稳定推进,逐步完成矿井机电设备整体的节能升级工作。

4.4 构建智能能耗监测体系

煤矿企业想要稳定把控设备能耗水平,持续优化节能改造成效,就需要建立对应的智能化能耗监测体系。企业可以依托现阶段成熟的网络技术、数据处理技术和传感设备技术,搭建覆盖井下所有机电设备的能耗监测系统。企业可在各类生产设备上安装对应的监测装置,设备运行产生的功耗、温度、转速、负荷等基础数据,都可以被系统实时采集并上传至后台平台完成汇总分析。系统能够自主判断设备低效运行、能耗异常和故障损耗等各类问题,并及时推送预警信息,方便工作人员开展排查与整改工作。企业可以依托积累的能耗数据开展对比分析,持续调整设备运行参数与调控方式,不断优化整体节能方案,逐步实现矿井能耗的精细化管理,有效巩固机电设备节能改造的实际成果。

结束语

综上所述,煤炭行业的转型升级,对矿山生产节能与安全管控提出了更高的标准。机电设备节能改造可以改善矿井设备高能耗、低效率的运行问题,能够在生产环节实现能耗控制与成本缩减。各类井下核心设备的节能技术改造,需要对应管理机制、技术人员、专项资金和智能监测系统作为支撑。持续开展机电设备节能优化工作,可以兼顾煤矿安全生产与节能降耗的发展需求,能够为煤矿行业的稳定可持续发展提供基础助力。

参考文献

- [1] 高新乐. 节能技术在煤矿机电设备改造中的应用[J]. 凿岩机械气动工具,2026,52(7):219-222.
- [2] 袁华斌. 基于变频技术的煤矿机电设备节能改造分析[J]. 能源与节能,2026(5):104-107.
- [3] 焦飞. 变频技术在煤矿机电设备中的应用研究[J]. 西部探矿工程,2026,38(6):66-69.
- [4] 任帅. 煤矿井下机电设备电能消耗分析与节能优化策略[J]. 矿业装备,2026(4):40-42.
- [5] 任丽锋. 变频节能技术在煤矿机电设备中的应用[J]. 凿岩机械气动工具,2026,52(3):168-170.