

节能技术改造降低机电设备运行能耗探析

李娜, 李鹏

渭南市黄河机电设备安装有限公司, 陕西 渭南 715300

DOI:10.61369/ME.2026050021

摘 要 : 工业生产场景中机电设备长期持续运行, 设备装机总量大、运行时间长, 整体能耗占据工业用电主要比重。多数企业机电设备存在老化严重、运行模式粗放、匹配度不足等实操问题, 造成无效能耗偏高、能源浪费突出。节能技术改造能够针对设备运行短板开展硬件升级、结构优化与运行模式调整, 从设备源头与运行过程双向压降能耗。本文立足工业机电设备运行实际工况, 梳理设备高能耗的具体成因, 总结现阶段节能改造工作存在的短板问题, 从硬件技改、控制优化、运维升级、系统适配等维度提出针对性节能改造策略, 配套完善落地保障方式, 有效降低机电设备常态化运行能耗, 提升企业生产用能效率与生产经济效益。

关 键 词 : 机电设备; 节能改造; 运行能耗; 能效优化

Analysis on Energy Saving Technology Transformation and Reduction of Energy Consumption in Mechanical and Electrical Equipment Operation

Li Na, Li Peng

Weinan Huanghe Mechanical and Electrical Equipment Installation Co., Ltd., Weinan, Shaanxi 715300

Abstract : In industrial production scenarios, mechanical and electrical equipment operate continuously for long periods, with a large total installed capacity and long operation time, accounting for the majority of industrial electricity consumption. Most enterprises have practical problems such as severe aging of equipment, loose operation mode, and insufficient matching, resulting in high ineffective energy consumption and prominent energy waste. Energy-saving technology transformation can carry out hardware upgrades, structural optimizations, and operation mode adjustments based on the shortcomings of equipment operation, reducing energy consumption from both the equipment source and the operation process. This paper is based on the actual operating conditions of industrial mechanical and electrical equipment, analyzes the specific causes of high energy consumption of the equipment, summarizes the shortcomings of current energy-saving transformation work, and proposes targeted energy-saving transformation strategies from dimensions such as hardware technology transformation, control optimization, operation maintenance upgrade, and system adaptation, along with the improvement of supporting implementation guarantee methods, effectively reducing the energy consumption of mechanical and electrical equipment during normal operation, and improving the energy efficiency and production economic benefits of enterprises.

Keywords : mechanical and electrical equipment; energy saving transformation; energy consumption; energy efficiency optimization

引言

工业节能降耗是工业转型升级、绿色发展的重要手段, 机电设备是工业生产的主体, 广泛应用于加工、传动、输送、温控等各种生产环节。工业机电系统长期处于高负荷、连续运转的状态, 并且老旧设备的性能不断下降, 控制方式也较为粗放, 运维也不规范, 从而造成整个工业机电系统的能源利用率低。常规的设备运维和管控方式只能保证设备的基本运行状态, 不能解决由于设备结构损耗、工况不匹配造成的能耗浪费问题。对系统的节能技术改造进行系统性的改善, 以设备硬件结构、控制逻辑、运行模式为突破口, 可不断降低无效能耗, 减少能源浪费。依靠科学化的技改方案落实节能工作, 促使企业能够控制用电成本, 改善生产能耗结构, 符合工业绿色低碳的发展趋势。

一、工业机电设备运行能耗现状与高能耗成因

（一）老旧设备硬件性能衰减造成能耗偏高

大量的工业企业仍然使用着超过设计寿命的机电设备，这些设备的核心部件一直处在磨损和老化中，机械传动精度降低，电气运行稳定性下降。电机轴承、传动结构密封部件磨损间隙变大，设备运行时摩擦损耗不断增大，在相同的生产工况下，消耗的电能也越来越多。老旧电机线圈老化阻抗增大，运行发热严重，电能向热能无效转化的比例增大，有效做功的占比不断降低。同时老旧设备的防护结构老化，运行抖动、震动大，加大了机械损耗和能源浪费，造成高能耗运行状态。

（二）设备工况与生产负荷匹配度不足

工业生产具有明显的时段性、波动性特点，不同的生产时段生产负荷差别很大，但是大部分的机电设备都采取固定模式运行。设备长时间工作在恒定的功率下，不能按照实际的生产需求来改变自身的运行状况。生产低负荷时段设备仍然处于满负荷运转状态，导致大量的电能空耗、空载损耗现象比较严重。部分生产线设备选型冗余，装机功率远远大于实际生产需求，设备长时间处于轻载运行状态，功率因数低，能源利用率大大降低，长期累积形成大量无效能耗。

（三）传统控制方式引发动态能耗浪费

目前，大部分机电设备依靠传统的固定逻辑控制来运行，启停调速的调控方式单一，自动化程度不高。设备调速大多采用工频恒速，无法根据生产节拍、物料输送量、加工需求等的变化来自动调节运行速度。频繁人工启停、硬性调速会造成设备冲击损耗，也会造成阶段性的峰值能耗。部分温控、液压、气动类机电设备的控制精度不高，工况调节滞后，参数波动大，设备不断进行补能调节，造成系统能耗不断增大。

（四）设备运维管理不规范加剧能耗损耗

日常运维工作不细致是造成机电设备高能耗的主要原因，大部分企业只重视设备的故障维修，而忽略对设备的常态节能维护。设备长时间没有做清洁保养，散热结构积尘堵塞造成设备运行温度过高，运行效率降低，能耗增加。传动部件润滑不到位，磨损速度加快，机械运行阻力增大^[1]。线路开关接线端子老化、松动会造成漏电损耗、电压不稳。运维流程粗放，隐患处置滞后，造成设备长期处于低效高耗运行状态，不断加大生产用能成本。

二、机电设备节能技术改造现存实操问题

（一）节能技改方案针对性不足

部分企业开展节能改造存在盲目跟风的现象，没有根据自身设备工况、生产节奏能耗特点来制定技改方案。直接套用通用化节能改造模板，改造内容单一、改造方向模糊，不能准确找到设备高能耗的痛点。部分企业只重视电机的更换，忽略了传动系统、控制系统运维体系的配套改造，单个环节的改造不能达到解决系统性能耗问题，技改完成后节能效果有限，无法达到能耗大幅度降低的目的。

（二）技改投入与成本管控不够合理

节能技术改造要投入资金，用于硬件更换、技术升级、设备

调试等，一些中小企业过分追求改造成本的控制，选用价格低廉、质量低劣的节能改造配件和普通节能设备。此类设备节能效果不明显，使用寿命短，短时间内节能效果显著，但是长时间后易产生性能衰退、能耗回升的问题。部分大型企业为了追求技术上的先进性而投入过多的高端技改设备，超过了企业的生产实际需要，造成技改资源的浪费，投入产出比低，不利于节能技改的长效发展。

（三）自动化节能改造覆盖范围有限

目前机电设备节能改造大多集中于核心生产设备，风机、水泵、电机等通用辅助设备的改造力度不够大。辅助设备数量多、运行时间长，整体能耗占比不可小视，但是长期处于技改盲区。大多数企业只完成了硬件设备节能替换，没有同步进行控制系统数字化智能化改造，设备仍然使用传统的运行逻辑，节能设备的性能优势不能得到充分发挥，自动化节能水平较低。

（四）技改后运维衔接工作存在缺失

节能技改完成后设备结构、运行参数、控制逻辑都会发生变化，但是大部分企业没有及时更新运维标准和操作规程。操作人员仍然沿用传统的操作习惯来控制新型节能设备，无法适应节能设备的运行要求。运维人员没有针对技改设备开展针对性的保养调试工作，导致设备节能参数逐渐偏离，节能效果越来越差。技改之后运维衔接断层，造成很多节能改造工程不能长久保持稳定的节能效果。

（五）能耗监测与数据复盘机制不完善

大多数企业没有建立完善的能耗监测系统，不能准确地获取单台设备在某一时间段的能耗负荷数据。技改前没有能耗基线统计，技改后没有能耗对比分析，不能准确判断技改效果。缺少常态化的能耗复盘制度，不能及时发现技改后能耗的波动、设备匹配的问题。由于缺少数据支撑，节能改造不能持续改进，不能形成节能改造复盘优化的闭环^[2]。

三、机电设备节能技术改造实操策略

（一）实施老旧设备硬件升级改造

对厂区所有超期服役的、性能衰减、高耗能的机电设备进行全方位的排查，制订出分批更换和升级的计划，重点更换低效老旧的电机、风机、水泵等核心耗能设备。用高效的节能电机取代传统的异步电动机，提高电机的电能转换效率，减少电机工作时的热量、无功功率损耗。更换掉老化的传动轴承、密封件以及润滑结构，减小设备的机械摩擦阻力，提高传动运行效率。改造设备散热结构、通风结构，清除老旧设备积尘堵塞问题，改善设备散热条件，防止高温运行造成的能耗增大，从硬件上实现基础节能降耗。

（二）推行变频调速负荷适配改造

对工频恒速运行的机电设备进行变频节能改造，给风机、水泵输送设备加装电机变频控制装置。抛弃固定的功率运行模式，依靠变频技术按照实时的生产负荷、物料流量、加工要求来调节设备的运行速度和输出功率。在生产低负荷时期自动减小设备的运行功率，减少空载、轻载能耗，消除满负荷空转造成的能源浪费。根据生产工况和设备输出功率进行精准匹配，提高设备功率因数，减少无功损耗，从而解决由于设备负荷不匹配而造成的高

能耗问题。

（三）优化机电设备智能控制改造

升级机电设备控制系统，更换掉老旧的固定逻辑控制器，创建起智能化的自适应控制体系。根据生产工艺流程来设置多时段运行模式，使设备可以自动启停、自动调速、自动稳压调节。对温控、液压、气动系统进行参数精准控制逻辑的优化，减小参数波动范围，防止由于反复调节补能造成的能耗浪费。采用时序控制、联动控制模式，使上下游设备的启停同步工作，避免设备单独空转待机造成的能耗浪费，提高整个系统的控制节能效果^[3]。

（四）开展设备传动与管路系统优化

对机电设备传动系统进行专项优化，更换老化松弛的传动带、磨损的齿轮、间隙过大的传动部件，保证传动结构紧密贴合，减小传动过程中动力损耗。改善传动配比，改变齿轮参数，调节皮带松紧度，提高传动效率。对流体类机电设备的老旧破损管路风道进行改造，修补泄漏点位，改善管路布局，减小流体压力损耗、介质泄漏损耗。精简冗余管路可以减小输送距离，减小风机、水泵的输送负荷，使系统的综合能耗降低。

（五）落实精细化节能运维技改配套

根据节能技改后设备性能特点重新制订标准化的运维规程和设备操作规范。建立设备定期清洁、定期润滑、定期校准、定期检修的常态化制度，及时清除设备散热积尘，更换适合的润滑油脂，紧固老化线路端子，排除漏电发热隐患。重点对节能设备的运行参数进行监测，及时修正偏移参数，保证设备一直处在最佳节能运行状态。规范操作人员的作业流程，禁止违规操作、空载运行、超负荷运行等浪费能源的操作行为。

（六）搭建能耗监测数字化技改体系

加装能耗采集传感终端，创建厂区机电设备能耗监测平台，可以对单台设备的能耗负荷运行状况实施实时监测。对技改前后设备能耗数据进行精确统计，形成能耗基线台账，直观比较节能改造效果。根据数据分析找出设备低效运行时段、能耗浪费点位，为二次优化技改提供数据支持。建立月度能耗复盘制度，根据生产工况分析能耗波动的原因，不断改善设备运行方式和技改方案，使节能改造不断增效^[4]。

四、节能技术改造落地实施保障措施

（一）制定精准化技改实施方案

企业应提前完成厂区机电设备全面摸排工作，对老旧设备、高耗能设备、低效运行设备进行分类统计，并且要对这些设备的分布情况和能耗水平进行统计。根据生产线生产节奏负荷特点，整理出各种设备高能耗的主要原因，并且有针对性地制定出一设备一方案的技改计划。确定技改重点改造内容、实施步骤、时间节点，先投入能耗占比大、节能空间大的设备改造项目，保证技

改资源的高效利用，最大限度地发挥节能降耗的效果。

（二）合理管控技改投入与设备选型

根据企业生产规模能耗现状来制定合理的技改投入规划，将改造成本和长期节能收益结合起来。严格挑选节能改造设备和配件，选择能效等级高、稳定性好、适配性强的正规产品，严禁使用低劣的设备。对大型技改项目进行投入产出分析，评价长期节能效果，防止资源浪费。依靠科学化的成本控制来达到技改投入产生稳定收益的良性循环。

（三）扩大节能技改整体覆盖范围

在核心生产设备技改的基础上，将节能改造延伸到辅助设备配套系统和附属设施上。全面推行风机、水泵、照明、通风等通用设备的节能改造，并同步推进管路、线路、控制系统配套升级。对全厂区的机电设备进行节能改造，消除局部能耗的不足。统筹设备系统联动优化，解决单一改造不配套造成系统能耗问题，全面提高厂区整体节能水平。

（四）强化人员操作与运维培训

对技改后新型设备智能控制系统进行专项实操培训，使操作人员掌握节能设备运行特性、规范操作流程。指导运维人员掌握新型设备检修校准保养技能，可以及时处理设备的小问题，保证设备节能性能的稳定。普及节能生产作业常识，规范设备启停、运行负荷调节操作，杜绝人为操作造成能耗浪费，从人员角度保证节能技改效果的持续落实。

（五）建立技改成效长效考核机制

将设备能耗指标的节能成效加入到车间班组、岗位的考核体系中，确定各个岗位的节能管控责任。定期对设备能耗数据运行情况、节能效果明显的人好事进行检查，并给予奖励，对能耗控制不到位、问题较多的岗位下达整改通知。依靠正向激励和反向约束并用的方式，促使全体员工重视节能运维，保证节能技改效果长久稳定地保持^[5]。

五、结论

机电设备高能耗运行是制约工业企业降本增效绿色发展的主要问题，设备硬件老化工况匹配失衡、控制粗放、运维不规范等问题共同造成工业机电系统能耗浪费严重。实施系统的节能技术改造，依靠硬件更新、变频调节、智能控制、传动管道配套完善、精细化运维等手段，可从各个方面降低设备的无效能耗，提高能源利用率。企业推进技改时要以设备实际工况为依据来制定精确的方案，控制好技改投入，扩大技改的覆盖面，健全人员培训和长效考核机制。持续实施节能技改和运维改善，可削减企业的生产用电成本，促使机电设备高效、低碳运转，从而推进工业企业达成绿色化、高效化、长效化的持续发展目标。

参考文献

[1] 韦荣李.造纸厂机电一体化设备的节能改造技术研究[J].造纸技术与应用,2025,53(2):19-21.
[2] 孔德胜,任俊峰.煤矿机电设备中应用变频节能技术的实践探究[J].内蒙古煤炭经济,2024(7):148-150.
[3] 王峰.煤矿机电设备节能降耗技术的综合探讨[J].地质研究与环境保护,2024,3(9):31-33.
[4] 邱清.建筑机电设备安装中节能降耗技术应用研究[J].中州建设,2024(7):23-24.
[5] 张春帅,李成西.基于模糊PID算法的煤矿机电设备运行可靠性提升策略[J].凿岩机械气动工具,2025,51(8):11-13.