

# 工业机电设备运行维护与节能改造技术应用研究

刘磊

神木市水务集团有限公司 陕西 榆林 719300

**摘要:** 本文针对工业机电设备运行维护短板与高能耗问题,深入剖析设备运行特点、运维模式缺陷及能耗过高根源,提出规范化运维、智能化监测、人员技能提升等优化策略,同时梳理变频调速、高效电机替换、余热回收等主流节能改造技术,结合典型设备给出实践方案,并建立多维效果评估体系。研究旨在破解设备运维低效、能耗浪费难题,助力企业降本增效,推动工业领域绿色低碳转型,契合双碳发展战略要求。

**关键词:** 工业机电设备; 运行维护; 节能改造技术; 应用

引言: 工业机电设备是工业生产的核心装备,其运行效率与能耗水平直接关乎企业生产成本和行业绿色发展。当前,多数企业机电设备存在老化严重、运维粗放、节能意识薄弱等问题,能耗浪费突出,设备故障频发,制约生产效益提升。在国家双碳目标引领下,优化设备运维体系、推进节能改造刻不容缓。本文立足工业生产实际,深挖设备运维与能耗痛点,探究可行的优化路径和改造技术,为企业设备管控和节能降耗提供参考。

## 1 工业机电设备运行维护现状与问题分析

### 1.1 工业机电设备运行特点

(1) 机电设备分类及运行原理。工业机电设备涵盖传动设备、动力设备、自控设备等多个品类,各类设备运行原理差异显著,动力设备以电能、热能转化为机械能实现驱动,传动设备依靠齿轮、链条等构件传递动力,自控设备则通过传感、调控系统实现自动化运转,设备结构复杂、工序衔接紧密。(2) 设备运行工况与能耗特征。设备多处于长时间连续运转状态,运行工况复杂多变,常伴随高温、高压、重载等恶劣条件,能耗总量大且分布不均。大功率设备能耗占比超七成,运行负荷波动会直接影响能耗效率,空载、轻载运行时段能耗浪费尤为突出。(3) 设备运行稳定性影响因素。设备稳定性受内部构件磨损、外部环境、操作规范等多重因素影响,零部件老化、润滑不到位、环境粉尘潮湿、电压不稳等问题,都会引发设备故障,降低运行稳定性,进而拉高能耗<sup>[1]</sup>。

### 1.2 机电设备现行运维管理模式

(1) 传统运维模式与流程。主流依旧采用事后维修、定期检修模式,故障发生后再开展维修工作,定期保养多按固定周期执行,流程繁琐、针对性差,难以适配设备实时运行状态。(2) 智能化运维技术应用现状。部分企业引入在线监测、故障预警等智能化技术,但应用范

围有限,多数中小型企业仍以人工巡检为主,智能化设备普及率低,数据整合与分析能力薄弱。(3) 运维管理制度建设情况。大部分企业建有基础运维制度,但制度执行力度不足,权责划分模糊,缺少精细化管控细则,日常运维流于形式,监管考核机制不完善。

### 1.3 设备运行存在的核心问题

(1) 设备老化与能效偏低问题。多数企业在使用设备服役年限较长,零部件磨损严重,机身密封性、传动效率下降,设备能效远低于新标准,能耗损耗持续攀升。(2) 运维不到位导致能耗浪费问题。运维人员专业能力不足,保养、检修工作敷衍了事,小故障拖延成大问题,设备带病运行,负荷异常升高,造成大量电能、燃油损耗。(3) 节能意识薄弱与管理漏洞。企业上下重生产、轻节能,管理层缺乏节能管控思维,基层员工操作不规范,节能整改投入不足,能耗管控存在诸多漏洞。

### 1.4 设备能耗过高的成因剖析

(1) 设备设计与选型缺陷。前期规划忽视能耗指标,盲目追求产能,选用设备型号偏大、能效等级低,设备与生产工况不匹配,先天存在能耗过高问题。(2) 运行参数设置不合理。未根据生产需求微调设备转速、负荷、电压等参数,长期处于高负荷、空载运行模式,偏离最佳运行区间,额外增加能耗。(3) 维护保养不及时不规范。未按规范开展润滑、清洁、检修工作,零部件积垢严重、摩擦阻力增大,设备运转效率下滑,能耗随之大幅上升。

## 2 工业机电设备运行维护技术优化策略

### 2.1 设备日常运维规范化管理

(1) 日常巡检制度与流程优化。构建权责明晰的常态化设备巡检体系,细化巡检项目内容,明确巡检点位、频次及判定标准,全面覆盖设备温度、噪声、振动、电路线路等关键监测部位,摒弃传统粗放式巡检模式。优

化巡检作业流程,推行定点核验、逐项排查的标准化作业方式,及时记录设备运行异常信息,实现隐患早发现、早处置,严防隐患扩大引发设备故障。(2)设备定期保养与检修方案。结合设备运行时长、实际工况条件,制定差异化、针对性的维保计划,严格落实设备润滑、清洁、紧固件紧固、易损件更换等常规维保作业,合理统筹生产工期,避开生产高峰期开展停机检修。针对老旧设备、核心生产设备缩短检修周期,全面排查各类故障隐患,保障设备始终处于最优运行状态,提升设备运行能效<sup>[2]</sup>。(3)运维台账建立与信息化管理。建立健全全周期设备运维台账,详实记录设备基础信息、巡检记录、维保内容、故障维修等各类数据。推行信息化台账管理模式,替代传统手工记录方式,实现运维数据全程可追溯、可查询,提升运维管理精细化水平,为设备检修、更新换代决策提供详实可靠的数据支撑。

## 2.2 设备状态监测与故障诊断技术

(1)在线监测技术应用。在核心机电设备加装振动、温度、电流等专业监测传感器,搭建全天候实时监测体系,全程追踪设备运行状态,弥补人工巡检的时空局限,精准捕捉设备细微运行异常,杜绝漏判、误判问题。(2)常见故障诊断方法。整合经验判别、仪器检测、数据对比等多种诊断手段,针对轴承磨损、线路老化、电机故障等高发设备故障,建立标准化诊断流程,精准定位故障根源,缩短故障排查与维修时长,降低设备停机造成的生产损失。(3)故障预警与预判机制构建。依托设备实时运行数据,设定各项参数安全预警阈值,实现参数超标自动告警。建立故障预判机制,结合历史故障数据、运行趋势分析,提前预判潜在故障风险,将传统事后维修转变为事前预防管控,有效降低设备故障发生率。

## 2.3 智能化运维体系建设

(1)物联网技术在运维中的应用。依托物联网技术打通各类设备监测终端,实现设备运行数据互联互通,破除信息孤岛壁垒,实时采集设备运行参数、能耗数据,实现运维信息集中管控、统一调度,提升运维响应速度与管控精度。(2)大数据分析辅助运维决策。归集整理设备全生命周期运维数据,通过大数据分析挖掘设备运行规律,定位能耗偏高节点、故障频发成因,优化设备运行参数与运维管控方案,推动运维工作科学化、精准化开展,达成节能降耗管控目标。(3)远程运维管控平台搭建。搭建一体化远程运维管控平台,实现设备运行状态远程监测、故障远程预警、运维指令远程下达,打破地域与时空限制,便于技术人员实时掌控设备工况,提升故障应急处置效率<sup>[3]</sup>。

## 2.4 运维人员技能提升与管理

(1)专业技能培训体系。构建分层级、系统化的专业技能培训体系,开展设备工作原理、检修技术、智能设备操作等专项培训,定期组织实操演练,补齐基层运维人员技能短板,全面提升运维队伍专业维修与管控能力。(2)运维考核与激励机制。建立量化绩效考核制度,将巡检到位率、故障处置效率、设备完好率等指标纳入考核体系,落实奖罚分明的考核机制。设立专项激励资金,鼓励运维人员主动排查隐患、优化运维流程,激发岗位工作积极性与责任心。(3)节能理念与运维责任培养。强化全员节能宣传教育,树立节能降耗与运维管控深度融合的工作理念,明晰运维人员节能管控职责,规范设备操作流程,杜绝违规操作、空载空转等能源浪费行为,将节能理念贯穿于日常运维全流程。

## 3 工业机电设备节能改造技术及应用

### 3.1 节能改造核心原则与目标

(1)节能改造基本原则。工业机电设备节能改造需严守安全优先、经济适用、科学合理三大原则,改造全过程必须保障生产连续性与设备运行安全性,杜绝因改造引发设备故障、停产停工等问题。兼顾改造成本与节能效益,选用成熟可靠、性价比高的技术手段,避免盲目投入。同时结合设备工况、厂区条件、生产需求,量身定制改造方案,确保技术可行、落地顺畅、长效稳定。(2)改造目标设定。能效目标聚焦提升设备运行效率,降低单位产能能耗,推动老旧设备能效达标,缩小与先进设备的能耗差距。成本目标以严控改造投入、缩短投资回收期为核心,减少能耗开支与运维成本,实现降本增效。环保目标紧扣低碳绿色发展要求,降低能源消耗与碳排放,减少余热、噪声等污染,契合环保政策与双碳发展目标。(3)改造可行性评估要点。改造前开展全方位可行性论证,全面摸排设备运行现状、能耗损耗数据,精准测算改造成本、节能收益与回本周期。评估改造技术的成熟度、适配性与施工难度,研判对正常生产的影响程度。同时核查厂区供电、场地、安全等配套条件,综合评估技术、经济、安全可行性,规避改造风险<sup>[4]</sup>。

### 3.2 常用节能改造技术

(1)变频调速节能技术应用。变频调速是工业设备节能核心技术,通过变频器实时调节电机转速,精准匹配生产负荷需求,摒弃传统节流调节方式的能耗弊端,彻底解决空载、轻载运行的能源浪费问题。该技术适用于风机、水泵、压缩机等变负荷设备,节能效果显著,节能率通常可达20%至40%,且改造难度小、见效快。(2)高效电机替换与系统优化。淘汰老旧低效电机,换装一级能

效、永磁同步等高效节能电机,提升电能转化效率,减少电能损耗。同步优化传动系统,更换高精度构件,缩小传动间隙,降低机械摩擦损耗。加装智能启停装置,根据生产物料情况自动启停设备,杜绝无效空转,全方位提升设备系统能效。(3)余热回收与循环利用技术。针对设备运行产生的高温废气、废水、余热等废弃能源,加装余热回收装置,将余热转化为生产用水、供暖、保温等可用能源,实现废热循环再利用。该技术能大幅提升能源综合利用率,变废为宝,减少额外能源投入,适用于冶金、化工、制造等余热排放量大的行业<sup>[5]</sup>。(4)无功补偿与电网优化技术。通过加装无功补偿装置,提升厂区供电功率因数,降低线路无功损耗,减少电网传输能耗。优化厂区供电线路布局,更换老化线缆,稳定供电电压,避免电压波动、电流不稳导致的设备能耗升高、部件损坏问题,保障设备平稳高效用电,减少电力损耗。

### 3.3 典型机电设备节能改造实践

(1)风机、水泵类设备节能改造。风机、水泵属于工业高耗能通用设备,改造以变频调速技术为主,替换低效叶轮、密封件,修复管路漏洞,优化管路布局,减少节流、回流、憋压等损耗。根据实际风量、水量需求调节转速,摒弃恒速运行模式,让设备负荷贴合生产需要,大幅削减电能消耗。(2)压缩机、制冷设备节能优化。压缩机加装变频控制系统,根据用气需求调节负荷,清理进气过滤器,降低进气阻力,减少无用功耗。制冷设备更换高效环保冷媒,加装保温隔热层,防止冷量流失,精准调控温度、压力参数,使其维持在最佳运行区间,降低设备负载,减少能耗损失。(3)输送设备与传动系统改造。针对皮带输送机、链条传动设备,更换高效轴承、节能传动带,调整传动间隙,去除多余负重,降低机械摩擦损耗。加装红外感应、智能控制装置,实现物料到位开机、无料停机,杜绝长时间空载运转。优化输送速度,贴合生产节拍,提升传动效率,减少电力浪费。

### 3.4 节能改造效果评估

(1)能耗指标对比分析。改造前后全程监测设备耗电量、耗气量、综合能耗等数据,对比单位产量能耗、小时能耗、负荷能耗等核心指标,核算能耗下降比例,直观验证节能成效,判断是否达到预设能效目标,形成完整能耗对比报告。(2)经济效益核算。全面统计改造总投入,涵盖设备采购、施工安装、调试运维等费用。核算改造后年度能耗节约金额、运维费用减少额度,计算投资回收周期。评估长期经济效益,衡量改造投入产出比,为后续改造项目提供参考依据。(3)环境效益与社会效益评价。环境效益方面,核算能源节约总量、碳减排量、污染物削减量,评估对生态环境的改善作用。社会效益方面,体现企业绿色生产责任,助力双碳目标实现,推动行业节能技术推广,提升企业品牌形象与行业竞争力,实现经济、环境、社会效益共赢。

### 结束语

综上,科学的运维管理与合理的节能改造,是提升工业机电设备效能、降低能耗损耗的关键举措。通过完善运维制度、引入智能技术、落实精细化管理,能有效减少设备故障;选用适配的节能技术开展改造,可大幅提升能源利用率。企业需兼顾安全、效益与环保,持续推进设备运维升级与节能改造。未来应进一步推广智能化、绿色化技术,助力工业行业提质增效,实现可持续发展,践行低碳生产理念。

### 参考文献

- [1]潘耀山.工业互联网驱动下机电电气设备的智能化运维策略探究[J].新发现,2025,9(12):13-15.
- [2]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(02):19-24.
- [3]张天睿,杨辰,杨静.既有建筑机电设备绿色节能改造技术的发展[J].能源与节能,2023,6(10):86-88.
- [4]强艳.变频技术在机电设备节能改造中的应用研究[J].造纸装备及材料,2023,52(03):90-92.
- [5]臧甲贵.工厂机电设备节能改造技术的应用研究[J].建筑技术科学,2024,11(8):55-59.