

电厂循环水系统节能性能现场检测技术优化

纪少阳 李培垒 郝长军

临沂市阳光热力有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19261

[摘要] 电厂循环水系统节能性能检测技术优化聚焦精度、效率、适配性及数据处理四大维度。本文通过高精度传感器部署、多参数同步采集、智能算法融合提升检测精度;采用快速采样模块、并行处理架构优化检测效率;模块化硬件架构、自适应算法调校增强系统适配性;运用智能数据清洗、特征提取及动态建模完善数据处理。最终实现循环水系统能耗精准量化,推动电厂能效提升与绿色发展。

[关键词] 电厂循环水系统;节能性能检测;现场检测技术

中图分类号: TM621 **文献标识码:** A

Optimization of On-Site Detection Technology for Energy-Saving Performance of Power Plant Circulating Water System

Shaoyang Ji Peilei Li Changjun Hao

Linyi Sunshine Thermal Power Co., Ltd.

[Abstract] The optimization of energy-saving performance detection technology for power plant circulating water systems focuses on four dimensions: accuracy, efficiency, adaptability, and data processing. This paper improves detection accuracy through high-precision sensor deployment, multi-parameter synchronous acquisition, and intelligent algorithm fusion. Detection efficiency is optimized by adopting fast sampling modules and parallel processing architecture. System adaptability is enhanced through modular hardware architecture and adaptive algorithm calibration. Data processing is improved by employing intelligent data cleaning, feature extraction, and dynamic modeling. Ultimately, accurate quantification of energy consumption in the circulating water system is achieved, promoting energy efficiency improvement and green development of power plants.

[Key words] power plant circulating water system; energy-saving performance detection; on-site detection technology

引言

电厂循环水系统承担冷却工艺重任,其节能性能检测直接影响机组运行效率与能源利用水平。当前检测面临精度不足、效率偏低、系统适配性差及数据处理不完善等问题,导致能耗评估失真与节能优化决策滞后。优化需从设备升级、流程优化、算法创新入手,提升检测精度与效率,增强系统适配性,优化数据处理流程,为电厂节能改造与能效提升提供可靠数据支撑。

1 电厂循环水系统节能性能现场检测技术概述

电厂循环水系统作为冷却工艺核心环节,其节能性能检测直接影响机组运行效率。现场检测需覆盖流量、温度、压力、功率等关键运行参数,真实反映系统在不同负荷、季节工况下的能耗特性,为节能诊断、潜力挖掘及改造方案验证提供直观依据,同时保障机组冷却安全稳定与经济运行双重需求。当前

检测技术需聚焦系统能耗特征提取与动态监测,通过优化检测方法实现能耗精准评估。(1)检测设备精度提升:采用高精度流量计与温度传感器,实时捕捉循环水流量、温差变化,减少测量误差对能耗评估的影响;检测过程需结合系统运行特性,分阶段实施动态监测策略,例如在机组负荷波动时,通过调整检测频率与参数范围,捕捉能耗变化规律,为节能优化提供数据支撑。(2)数据采集智能化:引入物联网技术实现传感器数据自动上传,结合边缘计算进行初步分析,降低人工干预误差;现场检测还需关注系统协同性,通过多参数关联分析识别能耗异常点,例如结合水泵功率、管网阻力等参数,定位高能耗环节并提出针对性优化建议。(3)系统协同优化:通过建立能耗模型,模拟不同工况下的能耗表现,指导检测策略调整与系统优化方向;检测技术优化需兼顾实用性与创新性,通过设备升级、数据智能处理及模型构建,形成闭环式节能检测体系^[1]。最终目标是实现循环水系统

能耗的精准量化与动态优化,推动电厂整体能效提升,助力绿色能源发展。

2 电厂循环水系统节能性能现场检测技术现存问题

2.1 检测精度不足

电厂循环水系统检测精度不足,严重制约系统能耗诊断精准度,常因传感器灵敏度低、环境干扰及数据校准误差导致;低精度检测无法准确反映系统能耗状态,影响节能优化决策。提升精度需从硬件、环境、算法三方面突破。(1)硬件升级:采用高灵敏度传感器,如光纤测温、超声波流量计,提升基础数据采集精度,减少设备自身误差对结果的影响。温度波动、水质变化等环境因素会干扰检测信号,传统方法未有效补偿该误差,需建立环境参数与检测信号的动态关联模型,实时修正数据偏差。(2)环境补偿:通过温度、湿度、水质传感器实时监测环境参数,结合智能算法动态调整检测信号,消除环境波动对精度的影响。数据处理算法落后,传统平均值法易掩盖瞬时误差;需引入机器学习算法,如随机森林、神经网络,对多源数据进行深度分析,挖掘隐藏误差模式。(3)算法优化:采用机器学习算法对检测数据进行多维度分析,识别并修正瞬时误差,提升数据处理的准确性与可靠性。

2.2 检测效率偏低

电厂循环水系统节能检测效率偏低,主要体现为检测周期长、设备响应慢及数据处理繁琐;传统检测流程需多步骤人工操作,耗时较长,影响系统优化节奏。检测效率提升需从流程、设备、数据三方面入手。(1)流程优化:简化检测步骤,采用模块化设计,减少人工干预,实现自动化检测,缩短单次检测时间,提升整体效率。设备老化导致数据采集速度慢,影响检测效率。部分检测设备功能单一,无法适应多场景需求,需升级设备性能;检测设备需具备快速响应与多参数采集能力。(2)设备升级:引入高精度、快速响应的检测设备,支持多参数同步采集,提升数据采集速度,适应不同检测场景需求。数据处理方法落后,传统人工分析耗时且易出错;需引入智能算法,实现数据自动处理与分析,提升数据处理效率。数据处理需与检测流程同步优化^[2]。(3)数据优化:采用智能算法自动处理检测数据,减少人工干预,提升数据处理速度与准确性,确保检测结果及时反馈。

2.3 系统适配性较差

电厂循环水系统节能检测技术优化需聚焦适配性提升,现有检测设备常因型号差异导致数据偏差,需开发通用接口模块以适配多类型机组。检测流程标准化不足,不同电厂操作差异大,影响结果可比性。(1)设备兼容性:检测仪器需适配不同循环水泵、冷却塔等设备参数,避免因接口不匹配导致数据失真,需研发可调节式传感器组件。检测环境复杂多变,温湿度、水质参数波动影响检测精度;传统方法未充分考虑动态环境因素,导致节能评估误差。需引入实时环境监测模块,动态修正检测数据。(2)环境适应性:检测方案需考虑季节、昼夜温差及水质变化,通过智能算法动态调整检测参数,确保不同环境下数据一致性。检测周期长、效率低,影响电厂运行优化节奏;需优化检测流程,缩

短单次检测时间,同时保证数据完整性。(3)效率提升:通过模块化检测单元与并行数据处理技术,缩短检测周期,实现快速节能评估与方案调整,提升系统响应速度。

2.4 检测数据处理不完善

检测数据处理不完善易导致节能性能评估失真,传统方法多依赖人工记录,存在数据采集频率低、误差范围大等问题,影响后续分析准确性。(1)数据采集设备老化:部分电厂仍使用老旧传感器,响应速度慢、精度不足,难以捕捉瞬时参数变化,导致基础数据失真。(2)算法模型单一:现有处理多采用线性回归或简单平均,无法适应循环水系统非线性、多变量耦合特性,分析结果与实际能耗偏差明显。(3)校验机制缺失:缺乏数据质量动态评估与异常值自动筛查功能,人工审核耗时且易遗漏,导致错误数据流入分析流程,难以形成闭环数据质量管控,严重降低节能评估精准度与改造决策可靠性;这导致节能优化方案制定缺乏可靠依据,而系统运行参数动态调整滞后,进一步加剧能耗浪费。进而引发检测结果可信度下降,影响节能改造决策的科学性^[3]。因此需要构建智能化数据处理体系,通过实时校准、多模型融合及异常预警,提升检测数据质量与节能性能评估的精准度。

3 电厂循环水系统节能性能现场检测技术优化措施

3.1 检测精度优化技术

检测精度优化是提升循环水系统节能性能检测效果的关键,精准把控数据,提升评估质量,传统检测方法因传感器精度不足、数据采集频率低等问题,常导致检测结果偏差较大,影响节能性能评估的准确性。(1)高精度传感器部署:选用新型压电式流量传感器与光纤温度传感器,提升数据采集分辨率至0.1%,有效捕捉微小参数波动,减少测量误差。(2)多参数同步采集系统:构建温度、压力、流速等多参数实时同步采集平台,确保各参数时间序列一致性,避免因数据不同步导致的分析偏差。(3)智能算法融合:引入支持向量机与随机森林算法,构建非线性回归模型,精准刻画循环水系统多变量耦合关系,提升能耗预测精度。优化后的检测体系可实现数据采集与处理的全程自动化,大幅提升检测数据的真实性与可靠性,为循环水系统能耗分析、节能潜力挖掘及运行策略优化提供坚实的数据基础,降低人为干预误差;进一步推动检测结果与实际运行状态的深度匹配,为节能优化提供更精准的数据支撑。通过精度优化,可有效提升循环水系统节能性能评估的可靠性,助力节能改造方案的精准实施与效果验证。

3.2 检测效率提升技术

检测效率提升是优化现场检测流程的核心环节,传统检测常因人工操作耗时长、数据传输延迟等问题,难以满足实时性要求,影响节能性能评估的时效性。(1)快速采样模块设计:采用高速模数转换芯片,将数据采集频率提升至10kHz,缩短单次采样周期,适应循环水系统瞬态参数变化需求。(2)并行处理架构搭建:构建多核处理器并行计算框架,实现数据预处理、特征提取与能耗分析同步进行,减少各环节等待时间,提升整体处理速

度。(3)无线传输方案优化:应用远距离低功耗广域网技术(LoRa),实现检测数据实时远程传输,避免人工现场抄录,降低人力成本的同时提升数据获取效率。全程高效协同,切实提升检测速率,多种技术协同发力,可显著改善现场检测节奏慢、反馈滞后的问题,更好适配电厂连续化、高可靠的运行需求。优化后的检测流程可实现从数据采集到结果输出的全链条自动化,大幅缩短检测周期;推动节能性能评估从“事后分析”向“实时监控”转变,为系统运行状态动态调整提供即时数据支撑^[4]。通过效率提升,可有效降低检测过程对电厂正常运行的干扰,助力节能优化措施的快速响应与精准实施。

3.3系统适配性优化技术

系统适配性优化旨在增强检测技术对不同运行环境的适应能力,适配多工况,兼容各设备,传统检测方案常因设备接口不统一、工况差异大等问题,导致现场部署困难或数据失真,影响节能性能评估的普适性。(1)模块化硬件架构:采用可插拔式传感器模块与标准化接口设计,适配不同型号循环水泵、换热器等设备,降低现场改造难度与成本。(2)自适应算法调校:开发基于工况识别的动态参数校准算法,自动匹配冷却水温度、流量波动范围,提升数据采集的场景适应性。(3)多场景验证机制:构建包含夏季高负荷、冬季低负荷等典型工况的测试数据库,通过历史数据对比验证检测方案的鲁棒性。该优化兼顾硬件通用性与算法自适应性,能够有效解决不同电厂设备差异大、工况波动强带来的检测适配难题。优化后的技术方案可快速适配不同电厂循环水系统特性,减少现场调试时间;推动检测技术从“单一场景适用”向“多场景通用”升级,提升节能性能评估的广泛适用性。通过系统适配性优化,可有效解决检测方案与实际运行环境匹配度不足的问题,助力节能优化措施在不同工况下的精准落地。

3.4检测数据处理优化技术

检测数据处理优化是提升节能性能评估可靠性的核心支撑。传统处理常面临数据噪声大、分析延迟等问题,导致能耗特性刻画不准确,影响节能优化决策质量。(1)智能数据清洗模块:

采用自适应滤波算法,自动识别并剔除异常数据点,提升原始数据质量,减少人工干预需求,确保分析基础可靠。(2)多维度特征提取:运用主成分分析与聚类算法,从温度、压力、流量等多参数中提取关键能耗特征,增强分析深度,揭示隐藏的能耗规律。(3)实时动态建模:构建基于递归神经网络的动态预测模型,实时更新系统能耗特性,提升评估时效性与准确性,适应系统运行状态变化。可精准处理多源异构检测数据,有效抑制噪声干扰与分析滞后问题,夯实节能性能评估的数据基础,为电厂节能决策提供可靠依据。优化后的数据处理流程可实现从数据采集到特征分析的全链条智能化,缩短分析周期,提高处理效率;推动节能性能评估从静态分析向动态预测转型,为系统运行状态精准调控提供数据支撑,提升节能优化措施的实施效果^[5]。通过数据处理优化,可显著提升节能改造方案的长期效益,助力循环水系统节能性能持续优化,实现能耗降低与运行稳定。

4 结束语

未来,需以技术创新为驱动,推动智能算法迭代与物联网深度融合,提升检测精度与实时性。同时强化跨部门协同机制,建立统一数据共享平台,实现检测数据标准化与资源高效配置。通过构建“技术-数据-协作”三位一体的节能检测体系,推动电厂循环水系统能效持续提升,为绿色能源转型与区域生态保护提供长效支撑,实现可持续发展目标。

[参考文献]

- [1]吴阳,王涵.火电厂循环水药剂阻垢缓蚀性能试验研究[J].山东工业技术,2025(2):90-95.
- [2]李亚轩.燃气蒸汽联合循环机组汽轮机冷却系统节能分析[J].电力设备管理,2025(17):287-289.
- [3]魏久程.火电厂汽轮机真空改造技术应用[J].产品可靠性报告,2025(10):182-183.
- [4]王名杨,曾伟光,单洪基,等.海水冷却机组凝汽器在线清洗装置的应用[J].设备管理与维修,2023(22):133-135.
- [5]刘钧.石化企业循环水系统的节能优化与应用[J].化工管理,2020,(16):45-46.