

火电厂辅机节能优化运行策略研究

王勇

贵州西电电力股份有限公司黔北发电厂，贵州 毕节 551800

DOI:10.61369/WCEST.2025070004

摘 要： 随着全球能源危机变得日益严峻，再加上人们的环保意识越来越高，火电厂作为能源生产的主要载体，面临着巨大的节能减排压力。基于此，本文以火电厂辅机节能优化运行策略展开探究分析，通过分析火电厂辅机系统能耗现状，对其能耗问题进行诊断评估，并与先进水平差距进行分析。以此针对性提出节能优化技术和管理两个方面的策略，如对设备升级改造、参数优化、制度建设、人员培训等，旨在为火电厂辅机优化运行提供必要的参考借鉴。研究结果表明，在实施针对性的技术优化和管理策略后，火电厂辅机能耗得到了显著的降低，其能源利用率也大幅度得到了提升，由此可见，该优化运行策略能够为火电厂实现节能减排目标、降低运营成本提供更加强有力的支持。

关 键 词： 火电厂；辅机；节能优化；策略

Research on Energy Saving and Optimization of Auxiliary Machinery Operation in Thermal Power Plant

Wang Yong

Guizhou Xidian Electric Power Co., LTD. Qianbei Power Plant, Bijie, Guizhou 551800

Abstract： As global energy crises intensify and environmental awareness grows, thermal power plants—key energy producers—are facing mounting pressure to reduce emissions and conserve energy. This study investigates energy-saving optimization strategies for auxiliary equipment in thermal power plants. Through analyzing current energy consumption patterns, diagnosing operational inefficiencies, and comparing with industry benchmarks, the research proposes targeted solutions in both technological and managerial aspects. These include equipment upgrades, parameter optimization, institutional frameworks, and staff training programs, providing actionable references for improving auxiliary equipment operations. Results demonstrate that implementing these tailored strategies has significantly reduced energy consumption and substantially enhanced energy efficiency. This approach offers robust support for thermal power plants to achieve emission reduction targets and lower operational costs.

Keywords： thermal power plant; auxiliary machine; energy saving optimization; strategy

火电厂辅机系统是火电厂运行的关键组成部分，其能耗占火电厂总能耗的绝大部分。但当前大部分火电厂的辅机系统依旧存在效率较低、能耗过高等常见问题，以至于火电厂的运营成本大幅度增加。为此，加强对火电厂辅机节能优化，并采用先进的节能技术和管理手段，可实现火电厂整体能源的利用效率，确保火电厂经济效益与环境效益的双赢目的。

一、火电厂辅机系统能耗现状分析

（一）典型火电厂辅机能耗数据统计

在系统性分析火电厂辅机系统能耗现状的进程中，针对典型火电厂辅机能耗数据的统计分析可构成基础性环节。为此，通过收集那些具备行业代表性及典型工况的火电厂样本，并覆盖不同规模、装机容量及技术路线的电厂类型，可有效确保数据统计的全面性与普适性^[1]。而采集辅机系统在完整代表性时段内的能耗数据，涵盖电能消耗，设备运行过程中的各类电能消耗，燃料消

耗，如因特殊工艺需求消耗的煤炭、天然气等。随后，采用科学严谨的统计分析方法，对海量数据进行系统化梳理与深度挖掘，从设备类型、运行工况、时间周期等多维角度，剖析能耗分布特征与动态演变规律，为精准评估辅机系统能耗水平及挖掘节能潜力提供可靠的数据基础。

（二）能耗问题诊断与评估

在火电厂辅机系统能耗现状分析框架中，能耗问题诊断与评估是精准识别节能潜力的核心环节。需采用系统化的能效分析法体系，热平衡分析通过量化辅机系统热输入、输出、传递及损

失过程，精准识别热能损耗关键节点，如设备散热损失、管道热传导损失。能量梯级利用分析基于能量品位分级原理，优化能量在辅机设备间的流动路径，诊断能量利用失配问题，如高品位能量低效利用。依托上述分析方法，对辅机系统实施深度能耗诊断，全面评估各设备能源利用效率，通过对比行业基准值及同类设备先进能效指标，精准定位高能耗关键环节与设备，如效率偏低的泵组、冷却系统能量回收效率不足，为制定针对性节能优化策略提供科学依据。

（三）与先进水平的差距分析

在火电厂辅机系统能耗现状分析框架中，对标先进水平的差距量化分析是精准识别节能优化路径的关键。需系统筛选国内外同类型先进火电厂作为基准参照，确保其在装机规模、机组类型及运行工况等关键维度与目标电厂具备高度一致性，以保障对比数据的科学性与可比性^[2]。而全面采集并整合目标电厂与先进电厂的辅机能耗核心指标，包括单位电耗、燃料消耗量、热效率及能量回收率等关键参数。通过多维度系统化对比分析，精准量化能耗差异特征，例如，单位电耗较先进水平偏高，热效率存在显著差距等。同时，深入剖析差异成因，主要归因于设备技术层面（目标电厂辅机设备老化、技术迭代滞后，先进电厂采用高效新型设备）、管理机制（先进电厂实施精细化节能管理制度与动态优化策略）及人员素质（员工节能意识与操作技能优势显著）等多维因素。在精准界定差距与成因基础上，方可制定系统性优化策略，以此有效驱动目标电厂辅机系统能耗水平向行业先进水平持续提升。

二、火电厂辅机节能优化技术策略

（一）设备升级与改造

在对火电厂辅机系统进行技术优化改进时，针对设备的升级和改造过程中，可采用高效节能型辅机设备，其中高效离心泵通过优化叶轮流道结构与水力模型设计，能显著降低泵内流体传输过程中的能量损耗，提高流体传输效率。而高效轴流风机则基于先进空气动力学原理，优化叶片翼型与流场分布，提升气动效率，实现风量与风压的协同提升，同时降低功率消耗。此类高效设备在相同工况条件下，可使辅机系统整体能耗降低10%~20%。对于火电厂现有辅机设备，技术改造为必要手段^[3]。同时，叶轮切割技术通过精确调整叶轮直径，优化设备工作点，使其运行于高效区间，变频调速改造则通过安装变频器，可实现设备转速的实时动态调节，避免低负荷工况下的高能耗运行，有效提升设备运行效率，从而达到节能降耗目标，为火电厂的可持续发展提供技术支撑。

（二）运行参数优化

对于火电厂辅机系统运行参数进行精确配置时，辅机设备的流量、压力及转速等运行参数与系统能耗之间存在显著的非线性关联关系。而流量超出设计范围会导致设备做功增加，进而引发能耗上升，压力参数偏离设计工况将加剧系统内部能量耗散，转速偏离最优运行区间则会显著降低设备运行效率。基于热力学与

流体力学原理，通过建立运行参数与能耗的定量关系模型，可准确表征各参数变化对系统能耗的影响机制。在此基础上，采用遗传算法、粒子群优化算法等智能优化方法，并以此模拟自然进化过程或群体智能行为，在多维参数空间中进行高效搜索，通过迭代优化计算获得系统能耗最小化与运行效率最大化的最优参数组合。该优化策略可使辅机系统运行于最优工况，降低火电厂辅机系统能耗，提升整体能源利用效率，为火电厂实现节能减排目标与经济效益最大化提供技术支撑。

（三）系统优化与集成

针对火电厂辅机系统内部，实施全面系统性优化时，可通过对泵与风机组合方式的科学设计，依据运行工况动态配置设备参数，从而有效消除设备容量不匹配及过载运行现象，以显著降低无效能耗。而冷却系统运行模式的精细化调控需基于环境温度、机组负荷等多维参数进行动态适配，避免过度冷却引发的能量损耗，进而实现系统能量的梯级利用与高效配置^[4]。同时，辅机系统与其他系统的集成优化研究具有重要理论价值与实践意义，辅机系统与热力系统的深度耦合，可促进余热的合理回收与再利用，大幅削减热能散失，在与电气系统的协同集成时，则能优化电力分配与传输机制，有效降低线路损耗。通过跨系统集成优化的实施，打破传统系统间壁垒，能实现能量在不同系统间的有序流动与高效转化，从而系统性提升火电厂整体能源利用效率，以推动电厂向绿色化、高效化及可持续化方向转型。

（四）智能控制技术应用

基于模糊集合理论的模糊逻辑控制技术，通过构建精确的模糊规则库与隶属度函数，能够对辅机运行参数进行非线性映射处理，以实现温度、压力等关键参数的自适应调节，确保系统在多工况条件下均能维持最优运行状态。而神经网络控制技术则依托其自学习与非线性拟合特性，通过历史运行数据的深度学习，建立辅机设备的动态特性模型，实现运行参数的精确预测与自适应调整，有效规避传统固定参数控制策略的局限性，显著降低系统运行过程中的能量损耗。同时，构建基于多源数据融合的辅机系统智能监控与诊断平台，集成振动、温度、电流等多维运行参数的实时采集与分析功能，运用数据挖掘与模式识别算法对设备运行状态进行动态评估，可实现故障特征的早期识别与预警，通过建立故障诊断知识库提供优化处置方案，以确保辅机系统在高效、稳定、节能的运行状态下持续工作，为火电厂整体能效提升提供技术保障。

三、火电厂辅机节能优化管理策略

（一）节能管理制度建设

在火电厂辅机节能优化管理框架中，健全的节能管理制度体系是确保节能工作系统化、规范化实施的根本保障。需构建覆盖辅机设备全生命周期的精细化管理制度，系统规定设备选型阶段的能效准入标准，运行阶段的科学操作规程，以及维护保养环节的效能保障要求，从而确保设备在各运行周期均符合能效优化目标^[5]。对于制度设计，则应明确界定组织职责矩阵，其中生产部

门负责辅机运行参数的实时调控与能效监控，技术部门主导节能技术方案的开发与改造实施，管理部门则统筹协调节能工作的整体推进与监督评估，形成权责清晰、协同高效的管理机制。并且，还需建立基于目标分解的量化考核体系，将电厂整体节能目标科学分解至各责任单元，制定分层级的考核指标与周期性评估标准，通过定期开展能效数据的统计分析与综合评价，实施基于绩效的奖惩机制，有效激发全员参与节能管理的主动性和创新性，以此营造持续改进的节能文化氛围，为火电厂能效水平的持续提升提供制度保障与管理支撑。

（二）人员培训与素质提升

在火电厂辅机节能优化管理实践中，人员能力素质的系统性提升，需构建覆盖全岗位的辅机节能知识培训体系，针对运行人员，系统讲授设备节能运行机理、标准化操作规程及故障节能处置策略，通过仿真模拟与实操训练提升其基于负荷动态变化的参数精准调控能力，强化能效意识，可有效规避操作偏差引发的能源损耗。针对管理人员，重点深化节能管理理论、成本优化模型及政策法规的专题培训，提升其科学决策能力与管理创新水平。同时，建立创新激励长效机制，设立专项创新奖励基金，对提出并实施有效节能技术方案、实现能效突破的个人予以物质与精神双重激励，搭建跨部门创新交流平台，促进技术经验与优化成果的系统化共享，从而激发全员创新潜能，构建协同推进辅机节能优化的可持续管理机制。

（三）节能激励机制建立

在火电厂辅机节能优化管理实践中，完善的节能激励机制构成驱动全员参与节能行动、保障节能目标高效达成的核心。为此，需构建专项节能激励基金体系，以明确资金来源涵盖企业节能效益提取、上级财政专项拨款等多渠道，并制定科学透明的量化评定标准与规范化评选流程^[9]。对在节能技术改造中取得显著成效的部门，实施资金激励与荣誉授予，并在全厂范围内开展系统性表彰宣传。针对个人贡献者，对提出创新性节能方案、实现

操作参数优化突破或积极参与节能管理监督的，依据贡献度实施物质激励与职业发展通道激励^[7]。同时，将节能绩效深度耦合于员工绩效考核体系，设定分层级的量化评估指标，将节能目标完成情况纳入关键绩效维度，构建双向激励约束机制，促使员工将节能行为与个人职业发展及经济收益有效关联，从而激发全员主动参与节能优化的内生动力，营造持续改进的节能管理文化氛围^[8]。

（四）能源管理与审计

能源管理体系构建与审计机制实施是保障节能工作持续深化的核心支撑，因此，需建立覆盖能源全生命周期的精细化管理架构，系统规范能源采购、储存、分配及使用等关键环节的动态监控与效能评估。通过部署高精度能源计量装置，实现辅机设备能耗数据的实时精准采集，并依托集成化能源管理平台开展多维度数据挖掘与趋势分析，动态把握能源消耗特征，为科学决策提供数据支撑^[9]。同时，定期执行基于国家标准的能源审计工作，组建专业化审计团队，对辅机系统能源利用效率进行系统性评估与诊断。深入剖析节能措施实施效果，精准识别能效瓶颈与浪费成因，制定系统性整改方案，明确责任主体与执行时限，实施闭环跟踪管理机制，确保问题彻底解决。基于上述体系化运作，能持续提升辅机系统能源利用效率，驱动火电厂节能工作向精细化、智能化方向实现质的跃升^[10]。

四、结束语

针对火电厂辅机节能进行优化是一项长期且持续性的工作，而良好的优化运行策略，不但能提高火电厂的能源利用率，还能为火电厂带来显著的经济效益。而随着科技的不断进步与节能要求的日益提高，火电厂应持续关注并积极应用全新的节能技术和管理理念，才能为我国能源的高效利用与环境保护做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 李钰. 发电厂辅机电动机节能改造技术研究 [J]. 应用能源技术, 2021, (10): 49-51.
- [2] 张志强, 王承亮, 魏道君, 等. 火电厂节能环保技术策略探讨 [J]. 科技创新导报, 2020, 17(14): 112-113.
- [3] 王丽娜. 火力发电厂锅炉节能降碳路径研究 [J]. 资源节约与环保, 2019, (01): 3-4.
- [4] 房善恩, 钟瑶. 试析火力发电厂照明系统中的节能优化措施 [J]. 中国照明电器, 2025, (04): 171-173.
- [5] 吕永红. 火电厂汽轮机运行节能降耗策略研究 [J]. 电力设备管理, 2025, (05): 267-269.
- [6] 王成辉. 火电厂汽轮机运行与检修的节能降耗策略分析 [J]. 中国轮胎资源综合利用, 2024, (12): 85-87.
- [7] 王庆黎. 火电厂集控运行节能降耗技术策略与应用 [J]. 中国高新科技, 2024, (22): 80-82.
- [8] 邵长军. 新时期火电厂集控运行节能降耗策略研究 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(06): 181-183.
- [9] 卢昱辰, 樊岩. 百万机组火电厂节能降耗的运行策略分析 [J]. 中国金属通报, 2021, (09): 241-242.
- [10] 李伟. 火力发电厂锅炉运行控制的节能策略研究 [J]. 化工管理, 2020, (24): 56-57.