

火电厂环保设施节能改造方案探索

王嘉宇

内蒙古上都发电有限责任公司

DOI:10.32629/etd.v6i11.17543

[摘要] 火电厂环保设施能耗高,节能改造意义重大。本文分析主流环保设施能耗特征与偏高成因,指出节能改造切入点。阐述脱硫、脱硝、除尘等系统及协同运行节能改造方向,介绍关键技术支撑。详述改造实施流程与保障,包括前期诊断、改造实施、效果评估及实施保障体系,为火电厂环保设施节能改造提供全面参考。

[关键词] 火电厂; 环保设施; 节能改造; 实施流程; 技术支持

中图分类号: TM621.8 **文献标识码:** A

Exploration of Energy-Saving Renovation Solutions for Environmental Protection Facilities in Thermal Power Plants

Jiayu Wang

Inner Mongolia Shangdu Power Generation Co., Ltd.

[Abstract] The high energy consumption of environmental protection facilities in thermal power plants makes energy-saving renovation highly significant. This paper analyzes the energy consumption characteristics of mainstream environmental protection facilities and the causes of their high consumption, identifying entry points for energy-saving renovation. It elaborates on the directions for energy-saving renovation in systems such as desulfurization, denitrification, and dust removal, as well as synergistic operational optimization, and introduces key technical support. The renovation implementation process and safeguards are detailed, including preliminary diagnostics, implementation, effect evaluation, and the support system, providing comprehensive references for the energy-saving renovation of environmental protection facilities in thermal power plants.

[Key words] Thermal Power Plant; Environmental Protection Facilities; Energy-Saving Renovation; Implementation Process; Technical Support

引言

在能源需求增长与环保要求提升背景下,火电厂环保设施运行面临挑战。当前,火电厂主流环保设施如脱硫、脱硝、除尘及废水处理系统等,能耗普遍偏高。设备选型不当、运行参数调控不精准、系统集成度低等因素,致使能源浪费严重。探索有效的节能改造方案,降低环保设施能耗,成为火电厂实现可持续发展的紧迫任务。

1 火电厂环保设施能耗现状分析

1.1 主流环保设施能耗特征

脱硫系统中,浆液循环泵和氧化风机是能耗核心。浆液循环泵需持续运转以维持吸收塔内反应充分,能耗占脱硫系统总量的大部分,且随机组负荷波动呈现变化。氧化风机负责提供氧气确保反应效率,因出口压力需保持稳定,能耗相对恒定^[1]。脱硝系统能耗集中在还原剂制备与喷氨调节环节。以液氨为还原剂的系统,蒸发与汽化过程消耗热能。喷氨格栅为匹配烟气成分变

化,阀门频繁动作,驱动装置产生持续能耗。除尘系统能耗呈现设备差异。电除尘依赖高压供电设备产生电场,粉尘浓度升高时供电功率需同步提升。袋式除尘能耗重点在清灰系统,脉冲喷吹的周期性工作带来波动,滤袋阻力增大也增加风机能耗。废水处理系统中,曝气设备为微生物降解提供氧气,长期运行能耗显著。搅拌设备维持反应池水质均匀,负荷随水量变化。污泥处理环节的脱水与干燥设备则因流程复杂,能耗呈现阶段性高峰。

1.2 能耗偏高的核心成因

设备选型与实际工况匹配度不足较为常见。部分设施采购时侧重处理能力,忽视日常运行负荷特点,导致设备长期处于低效状态。部分设备未结合具体工况参数优化,运行中产生额外能耗。运行参数调控缺乏精准性与动态适应性。多数设施仍采用固定参数运行模式,无法根据负荷与污染物浓度波动及时调整,导致不必要的能源消耗。系统集成度低,各设施间协同运行效率差。脱硫、脱硝、除尘等系统独立控制,未形成联动调节机制,

整体运行能耗增加。各系统数据未共享,难以实现全局优化。老旧设施技术落后,能量回收利用缺失。部分运行较久的环保设施,核心技术未及时升级,能耗水平偏高。这些设施往往未配套能量回收装置,大量能量直接排放。

1.3 节能改造的关键切入点

高能耗设备的能效提升与替代是首要任务。针对核心设备,采用高效节能电机并配套变频调速装置,根据实际工况调整运行状态。对老旧设备进行技术升级,优化关键结构以降低能耗。运行系统的智能化调控优化潜力巨大。引入数据分析与自动控制技术,构建运行监测平台,实时采集数据并通过算法模型计算最优运行参数,实现各系统动态调节。搭建跨系统联动控制体系,提升整体效率。余热余压等二次能源的回收利用是重要方向。在还原剂制备等环节,利用工艺余热替代外部热源,降低能量消耗。在各类流体处理系统中,引入能量回收装置,将富余压力转化为有用能源,实现循环利用。

2 火电厂环保设施节能改造核心方向

2.1 脱硫系统节能改造

在火电厂脱硫系统节能改造中,循环泵系统优化是重要环节。通过采用高效泵体替换原有设备,可直接提升运行效率,降低电能消耗。结合变工况运行调节,使循环泵能根据不同工况灵活调整状态,避免不必要的能耗。吸收塔运行优化也不容忽视,采用喷淋层动态启停技术,根据实际需求启闭部分喷淋层,减少浆液循环量与能耗^[2]。精准控制浆液pH值,确保脱硫反应在最佳条件下进行,既提高脱硫效率,也降低药剂消耗。氧化风机节能方面,选用高效风机可从源头上提升能效,并根据实际风量需求进行按需调节,避免风机长时间满负荷运行造成浪费。脱硫副产品处理环节同样存在节能空间,优化处理工艺可减少能源消耗,实现副产品高效利用与节能降耗的双重目标。

2.2 脱硝系统节能改造

脱硝系统节能改造可从多个方面入手。还原剂制备系统优化,提升氨水或尿素水解效率,使还原剂制备过程更加高效节能。喷氨系统精准调控是关键,采用分区喷氨方式,根据不同区域的烟气成分与浓度,精准控制喷氨量。同时实现流量动态匹配,确保氨与烟气充分反应,提高脱硝效率,减少氨逃逸与能源浪费。催化剂性能提升与再生也不容忽视,通过改进催化剂配方与制备工艺,降低系统阻力,延长催化剂使用寿命,减少更换频率与成本。对脱硝反应器流场进行优化,减少烟气在反应器内的扰动与能量损耗,使脱硝反应更加高效稳定。

2.3 除尘、废水处理及协同运行节能改造

除尘系统节能改造中,电除尘通过优化高压电源,提升电能转化效率,为电场提供稳定且高效的电力支持。智能控制振打系统,根据电场内积灰情况自动调整振打频率与力度,减少电能消耗。袋式或电袋复合除尘则优化清灰周期,根据滤袋积灰程度合理确定清灰时间,避免过度清灰造成能源浪费。升级滤料性能,提高过滤效率,降低系统阻力。风机系统节能方面,替换为高效引风机,并应用变频调节技术,根据实际风量需求调整风机转速,

降低能耗。废水处理系统节能改造,优化曝气系统,选用高效曝气设备,精准控制供氧量,提高曝气效率。污泥处理节能通过提升脱水设备能效,利用余热进行污泥干燥等处理。实现水资源循环利用,减少废水外排与补水量,降低水处理能耗。环保设施协同运行节能方面,对多系统风量、水量进行协同调节,实现能源的合理分配与利用。优化能源消耗峰谷错配,避开用电高峰,降低用电成本。提升共用辅助系统如供水、供电的能效,实现整体节能降耗目标。

3 节能改造关键技术支撑

3.1 高效设备技术

在火电厂环保设施节能改造中,高效设备技术发挥着基石作用。高效节能泵、风机、压缩机等核心设备具有独特运行特性。高效节能泵采用先进水力模型与制造工艺,有效降低水流摩擦与阻力,提升扬程与流量,输送相同介质时所需功率更低,大幅减少电耗^[3]。高效风机通过优化叶片形状与角度,提高全压效率,以更小能耗产生更大风量,满足不同工况需求。压缩机则改进压缩腔结构与过程控制,降低能量损失,提高效率,为环保设施提供稳定高效动力。低阻力、高效率环保功能部件同样关键。以催化剂为例,新型催化剂优化活性成分分布与孔隙结构,降低烟气流阻,使其顺畅通过催化剂层,提高脱硝效率,减少催化剂用量与能耗。滤料采用新型纤维与特殊处理工艺,不仅过滤精度更高,能有效捕捉微颗粒,且阻力更低,减轻风机负荷,延长使用寿命,降低更换频率与成本。

3.2 智能化控制技术

智能化控制技术为节能改造注入智慧动力。基于大数据的运行参数优化模型,通过对大量历史运行数据的分析与挖掘,找出设备在不同工况下的最佳运行参数组合,为操作人员提供精准的运行指导,使设备始终运行在高效节能状态。PLC/DCS系统升级与智能调控算法应用,实现对环保设施的自动化、智能化控制。升级后的系统具备更强大的数据处理能力与更灵活的控制策略,能够根据实时运行数据自动调整设备运行参数,实现精准控制。在线监测与故障预警技术支撑,通过在关键设备与部位安装传感器,实时监测设备的运行状态与参数变化,一旦发现异常情况,立即发出预警信号,提醒操作人员及时处理,避免设备故障扩大导致能耗增加与生产中断。

3.3 能量回收与梯级利用技术

能量回收与梯级利用技术实现能源的高效利用。烟气余热回收用于辅助系统加热,将烟气中的余热通过换热器传递给辅助系统的循环水,可回收热量约5-15MW,为锅炉补水、采暖等提供热源,减少对外部能源的依赖。高压设备排汽、排水余热利用,通过回收高压设备排汽、排水中的热量,用于加热其他工艺介质或产生蒸汽,提高能源综合利用效率。压差发电等能源梯级利用方式,利用系统中存在的压力差驱动发电机发电,单台小型透平发电装置功率可达100-500kW,将原本浪费的压力能转化为电能,实现能源的梯级利用,进一步提升能源利用效率。

3.4 系统集成优化技术

系统集成优化技术实现整体节能最优。环保设施与主工艺系统的匹配优化,根据主工艺系统的运行特点与需求,对环保设施进行针对性设计与调整,使环保设施与主工艺系统紧密配合,避免出现能源浪费与运行不协调问题。多系统能量流、物质流协同调控,通过建立统一的能源管理系统,对环保设施与主工艺系统的能量流、物质流进行实时监测与调控,实现能源与物质的合理分配与高效利用,达到整体节能降耗目标。

4 节能改造实施流程与保障

4.1 前期诊断与方案设计

开展节能改造,前期诊断与方案设计是关键起点。建立能耗基线,如同为设备运行绘制一幅精准的能耗地图,通过收集设备在不同工况下的能耗数据,明确能耗基准水平,进而识别出影响能耗的关键指标,如单位电量消耗、单位处理量能耗等^[4]。基于这些关键指标,对改造潜力进行全面评估,分析现有设备与系统在节能方面的提升空间。开展技术可行性分析,考量不同节能技术在实际应用中的适用性、可靠性与经济性,确保所选技术能够切实可行地应用于改造项目。根据评估与分析结果,制定个性化改造方案,充分考虑火电厂的实际情况与特殊需求,对方案进行反复优化,确保方案既具有前瞻性,又具备可操作性,为后续改造工作奠定坚实基础。

4.2 改造实施与过程管控

改造实施阶段,施工组织与进度管理至关重要。制定详细的施工计划,明确各阶段的任务、时间节点与责任人,确保施工工作有序推进。合理安排施工资源,包括人力、物力与财力,避免资源闲置或浪费。在设备安装与系统调试环节,严格遵循技术要点,确保设备安装精准到位,系统调试达到设计要求。对关键设备与关键工序进行重点把控,加强质量监督与检验,防止因安装调试不当导致设备故障或性能下降。做好施工与运行的衔接保障措施,在施工期间尽量减少对正常运行的影响,力争将单次主要设备改造停机时间控制在72小时内,提前制定应急预案,确保在出现突发情况时能够迅速响应,保障生产安全与稳定。

4.3 改造效果评估与持续优化

改造完成后,对改造效果进行全面评估与持续优化。建立节能指标量化评估方法,通过对比改造前后的能耗数据,准确计算节能效果,如节能率、节能量等,直观展现改造成效。验证运行

稳定性与环保性能,监测设备在长期运行过程中的稳定性,确保改造后的系统能够持续稳定运行。检测污染物排放指标,确保改造后的环保设施能够有效降低污染物排放,满足环保要求。基于运行数据开展持续优化策略,通过对实时运行数据的分析,发现设备运行中存在的问题与潜在节能空间,及时调整运行参数与控制策略,实现节能效果的持续提升。

4.4 实施保障体系

构建完善的实施保障体系是节能改造顺利进行的坚实后盾。组建专业的技术团队,确保团队成员具备丰富的节能改造经验与专业知识,为改造工作提供技术支撑。建立资金投入与成本控制机制,合理安排改造资金,确保资金充足且使用合理,要求项目预算执行偏差率控制在±5%以内,在保证改造质量的前提下,有效控制改造成本^[5]。完善运行维护体系,制定详细的运行维护规程,加强对改造后设备的日常维护与保养,定期进行设备检修与性能检测,及时发现并处理设备隐患,延长设备使用寿命,保障节能改造效果的长期稳定。

5 结束语

火电厂环保设施节能改造是一项系统工程,通过深入分析能耗现状,明确改造方向,运用高效设备、智能化控制等关键技术,并严格把控实施流程与保障措施,可有效降低环保设施能耗,提升能源利用效率。这不仅有助于火电厂降低运营成本,还能减少污染物排放,实现经济效益与环境效益的双赢,推动火电厂可持续发展。

[参考文献]

- [1]王浩,刘阳.火电厂燃煤掺烧优化与节能降碳实践研究[J].热力发电,2024,53(8):78-83.
- [2]陈曦,张伟.超临界火电机组辅机变频改造与能耗管控分析[J].电力科技与环保,2025,41(3):92-96.
- [3]赵琳,李明.火电厂水资源梯级利用与脱硫废水零排放技术应用[J].中国电力,2024,57(6):135-140.
- [4]刘坤.火电厂环保设施的优化及节能措施[J].皮革制作与环保科技,2021,2(13):144-145+149.
- [5]田忠玉,李勇,李杰,等.火电厂集控运行节能降耗技术分析[J].科技视界,2020,(28):86-88.