

火电厂环保设施的优化及节能探讨

奚丹丹

临沂市阳光热力有限公司 山东 临沂 276000

摘要: 火电厂环保设施在大气污染控制中发挥着不可替代的作用,而设施运行带来的能耗问题日益突出。本文围绕环保设施的优化与节能两条主线,从烟气处理、废水处理、固废处置等环节的工艺改进出发,探讨动力系统与换热系统的节能改造路径,并提出环保与节能协同优化的多项策略。在此基础上,从维护检修、管控机制、技术适配与人员能力四个层面构建实施保障体系,为火电厂在满足排放要求的前提下降低环保设施能耗提供系统性参考。

关键词: 火电厂; 环保设施; 节能优化; 协同管控; 设施运行

引言: 火电厂生产过程伴随大量废气、废水与固废产生,环保设施的运行水平直接关系到污染物能否稳定达标排放。随着排放标准持续收严,环保设施规模不断扩张,由此带来的电能消耗与运维成本攀升已成为电厂运营中不可回避的难题。环保与节能并非对立关系,而是存在深度耦合的可能。从烟气治理到固废处置,各环节均蕴含工艺改进与参数优化空间,而多系统协同与智能化管控则为挖掘节能潜力提供了可行路径。

1 火电厂环保设施优化策略

1.1 烟气处理设施优化

烟气处理设施承载着火电厂大气污染物减排的主要任务,设备运行状态直接决定排放浓度能否稳定达标。电除尘器作为前端除尘装置,通过优化电极配列方式与极板间距,可有效改善电场内荷电粒子的迁移轨迹,使粉尘捕集效率获得实质提升^[1]。布袋除尘器则需围绕滤料材质筛选与清灰脉冲参数调节两个方向展开改进,选用耐高温耐腐蚀的复合型纤维滤料能够延长设备连续运行周期,而合理设置清灰间隔与脉冲压力则可在维持过滤效率的前提下降低压缩空气消耗。湿法脱硫塔内部喷淋层的布置密度与雾化粒径对气液接触充分程度产生显著影响,通过调整喷淋角度与液气比参数,能使二氧化硫吸收反应更加彻底。脱硝系统中催化剂的活性保持与喷氨均匀性控制是两大关键环节,采用分区喷氨与流量精确分配策略,可在降低氨逃逸水平的条件下维持较高的氮氧化物转化率。

1.2 废水处理设施优化

火电厂废水来源多元且水质波动较大,脱硫废水因含有高浓度氯离子与重金属离子而成为处理难度较高的一类。针对该类废水的处理工艺,可通过多级浓缩与蒸发结晶组合方式实现盐分分离与水质回收,使处理后水体能够回用于脱硫系统或除尘冲洗环节,从而降低新鲜

水取用量。含煤废水与含油废水则宜采用气浮与过滤联用的技术路线,通过微气泡粘附悬浮物与油滴的方式完成初步分离,后续经活性炭吸附与膜过滤深度处理后即可达到回用标准。各类废水处理设施在药剂投加量与反应停留时间的控制上需结合进水水质实时调整,避免因过量投药造成运行成本上升或因停留时间不足导致出水不达标。

1.3 固废处置设施优化

粉煤灰与脱硫石膏是火电厂产量较大的两类固体废物,处置设施的优化方向在于提升资源化利用率与处置过程的能耗控制。粉煤灰分选系统可通过气流分级与重力沉降相结合的方式,将不同细度的颗粒分离至各自适用的应用领域,粗颗粒用于建材生产,细颗粒则可作为混凝土掺合料使用。脱硫石膏经脱水与品质提升处理后,能够满足建材行业对原料纯度的要求,从而拓宽消纳渠道。灰库与石膏仓的储存设施宜优化料位监测与输送方式,采用气力输送替代机械输送可降低粉尘外溢风险并减少设备磨损。

1.4 环保设施运行参数优化

环保设施各类辅机的运行参数直接关联整座电厂的厂用电率水平。引风机与循环泵作为耗电量较大的设备,实施变频调速改造后可根据实际负荷需求灵活调节转速,在低负荷工况下节约大量电能。压缩空气系统通过管网泄漏检测与供气压力分级供给,能够削减不必要的能量损耗。各类环保设施的运行参数需依托在线监测数据进行动态调整,使设备始终处于高效低耗的工作区间。

2 火电厂环保设施节能优化路径

2.1 环保设施能耗分析与优化方向

环保设施能耗在火电厂厂用电中占据相当比重,其中引风机、循环泵与增压风机为主要耗电设备^[2]。引风机承担烟气输送任务,运行功率随机组负荷变化呈非线性

性关系,低负荷时段存在较大的节流损失。循环泵在脱硫系统中维持浆液循环,额定工况下电能消耗十分可观。增压风机为脱硝反应器提供氨气混合所需压头,长期满负荷运行亦产生显著电耗。节能优化方向应从降低系统阻力、提高设备运行效率与减少无效能耗三个层面切入,通过量化各环节电能消耗占比来确定优先改造对象,使有限的节能投入获得最大回报。

2.2 动力系统节能改造与优化

动力系统是环保设施电能消耗的集中区域,风机与水泵的节能改造潜力最为突出。对引风机与增压风机实施变频调速改造,可使设备转速随烟气量变化自动调节,避免挡板节流带来的能量浪费。脱硫循环泵的液力耦合器可替换为高压变频器,在部分负荷工况下大幅削减电机输入功率。空压机系统通过多级离心式替代活塞式机型,并配置智能联控逻辑,能够依据各用气点实际需求动态分配气量,减少空载运行与排气损失。电机能效等级的提升与高效电机的替换,虽单台设备节能幅度有限,但在多台设备叠加后可产生可观的节电量。

2.3 换热系统能效提升优化

换热系统的能效直接影响脱硫脱硝设施的热平衡状态。烟气余热回收装置通过在除尘器与脱硫塔之间设置换热器,可将高温烟气中的显热转化为供暖或加热回用水的热源,降低烟气进入后续系统的温度负荷。换热器管束的定期清洗与积灰清除对于维持传热系数十分关键,结垢与积灰会导致传热效率持续衰减,推高系统整体能耗。

2.4 节能技术在环保设施中的应用

智能化节能控制技术为环保设施运行提供了新的手段。基于实时负荷信号的自适应控制策略,能够使风机转速、浆液循环量与喷氨量随工况变化自动匹配,消除人为滞后调节造成的能耗偏高。热泵技术在脱硫废水蒸发浓缩环节具有应用价值,利用低温位余热驱动蒸发过程可显著降低蒸汽消耗量。高效保温材料在烟道与管道表面的敷设能够减少散热损失,而管道阀门的选型优化与密封性能改善,则可降低流体输送过程中的压力降与泄漏损耗。

3 环保与节能协同优化措施

3.1 环保设施与生产系统协同优化

环保设施与生产系统之间存在紧密的能量耦合关系,烟气参数的波动直接影响脱硫脱硝装置的运行负荷。机组变负荷运行过程中,烟气温度与流量的变化会引起除尘器电场强度与布袋过滤阻力的波动,若环保设施参数未能随主机负荷及时匹配,将导致设备偏离最佳运行区间而产生额外能耗^[3]。构建主机与环保岛的协调调度体系,

可使引风机转速、循环泵流量与喷氨量随锅炉出力联动调节,在满足排放要求的前提下将辅机电耗压至最低水平。生产系统排出的低品位余热可经换热网络导入环保设施使用,用于加热脱硫浆液或提升烟气温度以改善催化反应条件,从而实现热源在两个系统间的高效流转。

3.2 资源回收利用与节能协同推进

脱硫副产品与废水中蕴含的热能及物质成分均具备回收利用价值,将资源化利用与节能目标相结合可产生叠加收益。脱硫石膏经脱水干燥后所消耗的热能可部分由烟气余热供给,降低干燥环节对新鲜蒸汽的需求。脱硫废水经膜浓缩处理后产出的清洁冷凝水可回用于除尘冲洗或脱硫系统补水,减少新鲜水制备过程中的电耗与药耗。粉煤灰的分选加工若与气力输送系统集成,可利用输送风压完成粗细颗粒分离,省去单独的分选动力消耗。各类固废与废液的处理过程中融入能量梯级利用理念,使高品位能量用于核心处理环节,低品位能量用于辅助加热或预热,从而在资源回收的各个环节中挖掘节能潜力。

3.3 环保设施运行与节能管理协同

环保设施的运行管理与节能管控不应割裂推进,而应纳入统一的管理框架统筹部署。设备巡检与运行参数调整中嵌入能耗监测指标,可使运行人员在关注排放达标过程中兼顾电耗水平,避免为追求排放浓度绝对达标而过度投入运行资源。检修计划的制定需综合考量设备性能衰减与能耗上升之间的关联,对能耗增幅明显的设备优先安排维护或改造,而非等到故障发生后才被动处理。建立环保设施能耗台账与排放数据的关联分析机制,能够识别出高能耗低减排的运行模式并加以纠正,使管理手段在环保与节能两个维度上形成合力。

3.4 多设施联动节能优化

除尘脱硫脱硝等多套环保设施之间存在工艺衔接与能耗关联,联动优化可打破各系统独立运行造成的能量浪费。除尘器出口烟气温度影响脱硫塔的热平衡状态,电除尘器的运行参数调整需兼顾下游脱硫系统的进气条件。引风机作为多套设施的共用动力设备,通过优化风道阻力分配与阀门开度组合,可在保证各系统风量需求的基础上降低风机总压头。脱硫循环泵与脱硝稀释风机的启停逻辑可依据烟气工况统一编排,减少设备频繁启停带来的冲击能耗。多设施联动控制系统将各单元的运行状态纳入全局优化模型,在约束条件下寻找整体能耗最小的运行方案。

4 火电厂环保设施优化与节能实施保障

4.1 环保设施维护与检修优化

环保设施的长期稳定运行离不开科学合理的维护检修体系支撑。传统定期检修模式往往存在过度维护或维护不足的问题,部分设备在未达检修周期时便出现性能衰退,而另一部分设备则因频繁拆装加速了部件磨损^[4]。引入状态检修理念后,可依托在线监测数据与运行趋势分析,精准判定设备健康状态,在故障萌芽阶段实施针对性维护,避免非计划停机带来的连锁损失。检修工艺的规范化与标准化同样关键,对电除尘器极板校正、布袋更换、催化剂检测等关键作业环节制定明确的技术标准,能够有效控制检修质量偏差。备品备件的分类管理与库存优化可缩短抢修响应时间,使设施在出现异常后迅速恢复至正常运行状态,减少因停机等待造成的发电量损失与环保排放超标风险。

4.2 节能运行管控机制完善

节能运行管控需要一套覆盖全过程的制度框架来约束与引导。建立环保设施能耗考核指标体系,将引风机电耗、循环泵电耗、压缩空气消耗等关键参数纳入班组与岗位的绩效评价内容,可使运行人员在日常操作中主动关注能耗水平。运行日志与能耗台账的规范化记录为后续分析提供了数据基础,通过定期梳理能耗异常波动并追溯操作原因,能够发现节能潜力较大的运行环节。分级管控机制的设置使不同能耗等级的设备获得差异化的管理关注度,高耗能设备配备专人监控与定期调优,低耗能设备则按常规流程管理,从而实现管理资源的合理分配。节能目标的分解与落实需要与生产计划相衔接,使环保设施的节能运行融入全厂能源管理的统一框架之中。

4.3 技术适配与升级保障

技术方案的选取与升级需紧密结合电厂实际工况条件,避免盲目追求新技术而忽视适配性。不同机组的煤种特性、负荷区间与烟气参数存在差异,脱硫脱硝工艺参数的设定应依据本厂烟气条件进行针对性调整,而非照搬通用方案。技术升级的节奏应与设备服役周期相匹配,对运行年限较长的设施宜优先采用成熟可靠的改造技术,对新建或近期改造的设施则可引入智能化控制与高效节能装备。技术改造的经济性分析需涵盖投资回收期与全寿命周期运维成本,确保改造投入能够在合理年限内通过节能收益与减排收益得以回收。技术资料的归档

与知识沉淀为后续运维人员提供了可查阅的技术支撑,降低了因人员变动导致的技术断层风险。

4.4 人员专业能力提升

环保设施的优化运行与节能管控最终依赖于高素质的技术与管理队伍。运行人员需掌握除尘脱硫脱硝各系统的工作原理与参数调整方法,具备根据工况变化灵活操作的能力,定期开展的技能培训与实操演练能够有效弥补理论知识与现场操作之间的差距。管理人员则需熟悉能耗分析方法与设备状态评估技术,能够从运行数据中识别节能空间并制定改进方案。跨专业的技术交流与学习有助于打破岗位壁垒,使运行人员了解节能技术的应用逻辑,使管理人员掌握一线操作的实际约束^[5]。建立技能等级评定与岗位晋升挂钩的激励机制,可调动人员主动学习与持续提升的积极性,为环保设施的长期优化运行提供稳定的人才支撑。

结束语

火电厂环保设施的优化与节能是一项涵盖多系统、多环节的综合性工作。烟气处理、废水处理与固废处置设施的工艺改进筑牢了减排与降耗的基础,动力系统与换热系统的技术升级则为节能目标的达成提供了硬件支撑。环保与节能的协同推进使资源回收与多设施联动成为现实,而维护检修体系、管控机制、技术适配与人员能力的持续提升,则保障了各项策略的有效落地。唯有将技术手段与管理措施深度融合,方能实现环保设施高效低耗的长期稳定运行。

参考文献

- [1]秦杰.火电厂环保设施的优化及节能探讨[J].清洗世界,2026,42(1):76-78.
- [2]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.
- [3]郭俊蒙.火电厂环保设施的优化及节能措施[J].数字化用户,2023,29(18):115-117.
- [4]许宗清.火电厂环保设施纳入主设备管理的分析[J].低碳世界,2021,11(10):120-121,124.
- [5]康彭.火电厂环保设施节能改造技术探索[J].中文信息,2021(6):206-207.