

火电厂锅炉节能降耗技术探索

徐达志

国能民权热电有限公司 河南 商丘 476800

摘要: 本文围绕火电厂锅炉节能降耗技术展开探索,先分析能耗现状,指出燃料燃烧、排烟、散热环节的能量损失及燃料特性、设备状况、运行管理对能耗的影响。接着分类阐述节能降耗技术,涵盖燃烧优化、受热面节能、余热回收利用、运行控制与优化四大方向。随后提出技术改造与升级、运行管理优化、能源管理与监测三类实施策略,最后展望智能化、绿色化、集成化发展趋势,为火电厂锅炉节能降耗提供全面技术参考。

关键词: 火电厂锅炉; 节能降耗技术; 技术实施策略; 发展趋势

引言: 火电厂作为电力供应主力,锅炉是核心设备,其能耗水平直接影响火电厂经济性与环保性。当前,火电厂锅炉在运行中面临燃料不完全燃烧、排烟热损失大、散热损失等问题,导致能源浪费。深入研究锅炉节能降耗技术,通过合理选型、优化运行、加强管理等措施降低能耗,不仅可提升企业效益,还能减少污染物排放,对火电厂可持续发展意义重大。

1 火电厂锅炉能耗现状分析

1.1 锅炉运行中的主要能耗环节

燃料燃烧是锅炉能量转化核心环节,也是能耗损失重要来源。燃料不完全燃烧会导致大量能量浪费,化学不完全燃烧热损失源于空气供给不足或燃料与空气混合不充分,使可燃成分以未燃烧气体随烟气排出;机械不完全燃烧热损失多出现于固体燃料燃烧,部分燃料颗粒未充分反应,以灰渣或飞灰形式排出^[1]。排烟热损失在总能耗损失中占比显著,由排烟温度过高和排烟量过大导致。排烟温度过高与受热面换热效率下降相关,受热面积灰、结渣或元件老化会使烟气热量无法充分传递,携带余热排出;排烟量过大常因空气过量系数控制不当,多余空气未参与燃烧且带走炉膛热量,加剧能量散失。散热损失虽占比小,但长期累积能耗可观。锅炉本体、蒸汽管道及附属设备运行时,因与环境存在温差持续散热。设备保温层破损、老化或设计不合理会加快散热速率,导致热量未用于工质加热而直接散失,增加整体能耗。

1.2 影响锅炉能耗的因素

燃料特性对燃烧效率和能耗有基础性影响。不同燃料热值差异决定单位能量输出所需燃料量,热值低的燃料需更多用量满足负荷,间接增加能耗;挥发分过低会导致燃烧启动难、不充分,灰分过高易造成受热面积灰、结渣,降低换热效率并增加排渣能量损失。锅炉设备状况是影响能耗的关键硬件因素。本体结构设计是否

合理关系炉膛燃烧工况与换热效果,炉膛容积热负荷过高可能导致燃烧不完全,过低则可能增加散热损失;受热面布置与面积需匹配锅炉容量、燃料特性,布置不当会导致换热不均;燃烧器性能决定燃料与空气混合质量和燃烧稳定性,性能不佳易导致火焰偏斜、温度不均,增加不完全燃烧损失。运行管理水平影响贯穿锅炉运行全过程。运行参数控制精度不足,蒸汽压力、温度偏离设计值会降低运行效率;负荷调整频繁或幅度大,易造成燃烧工况波动,增加不完全燃烧概率;设备维护不到位,未及时清理积灰、修复泄漏点,会导致设备性能劣化,换热效率降低、能量泄漏增加,长期显著提升能耗。

2 火电厂锅炉节能降耗技术分类

2.1 燃烧优化技术

燃料预处理技术通过对燃料进行破碎、筛分、干燥等操作提升燃料质量与燃烧均匀性。破碎与筛分可将燃料颗粒调整至适宜尺寸,避免颗粒过大导致燃烧不充分或颗粒过小造成扬析损失;干燥处理能降低燃料水分含量,减少水分蒸发消耗的热量,让燃料更易着火且燃烧更稳定,从源头减少不完全燃烧损失。低氮燃烧技术采用分级燃烧、浓淡燃烧等方式,在降低氮氧化物生成的同时提升燃烧效率。分级燃烧通过分阶段供给空气,使燃料在不同区域逐步燃烧,避免局部高温导致氮氧化物大量生成;浓淡燃烧则将燃料与空气分为浓淡两股气流,在浓相区实现稳定着火,在淡相区保证充分燃烧,兼顾环保要求与燃烧效率提升。燃烧器改进技术依托新型燃烧器设计改善燃烧工况,低污染燃烧器通过优化喷嘴结构与配风方式,减少有害气体排放;高效燃烧器则通过增强燃料与空气的混合效果,缩短燃烧时间,让燃料在炉膛内更充分燃烧,减少能量浪费,适配不同燃料特性与锅炉负荷需求。

2.2 受热面节能技术

受热面结构优化通过调整布置方式、增加受热面积提高热交换效率。合理调整受热面排列间距与角度,可优化烟气流动路径,延长烟气与受热面的接触时间;增加受热面积能扩大热交换接触范围,让烟气中的热量更充分传递给工质,减少排烟携带的热量损失^[2]。受热面清洁技术采用化学清洗、机械清洗、在线吹灰等方法保持受热面清洁。化学清洗可去除受热面表面的顽固结垢,机械清洗能清除沉积的灰渣,在线吹灰则可实时清理受热面灰尘,避免污垢与灰渣形成热阻,确保受热面传热性能稳定,减少因传热效率下降导致的能耗增加。新型受热面材料应用通过耐高温、耐腐蚀、高导热性能的材料提升节能效果。耐高温材料可适应炉膛内高温环境,延长受热面使用寿命;耐腐蚀材料可减少烟气腐蚀对受热面的损害;高导热材料则可加快热量传递速度,减少热量在受热面的蓄积,降低散热损失,提升整体热交换效率。

2.3 余热回收利用技术

烟气余热回收利用烟气换热器、余热锅炉等设备回收烟气中的热量,用于加热给水、空气等。烟气换热器可将烟气热量传递给锅炉给水或燃烧所需空气,提高给水温度与空气温度,减少锅炉加热工质消耗的燃料量;余热锅炉则能利用烟气余热产生低压蒸汽,用于驱动辅机或补充热力系统需求,充分利用排烟余热。蒸汽余热回收针对蒸汽冷凝水、疏水等进行回收利用,提高能源利用率。回收的冷凝水水质较好,可直接作为锅炉给水再次使用,减少生水预处理消耗的能源与药剂;疏水回收则能收集蒸汽使用后的残余热量与水分,避免这部分热量随疏水排放流失,实现蒸汽能量的梯级利用。其他余热回收途径涵盖锅炉排渣余热、吹灰蒸汽余热等回收利用。排渣余热回收通过冷却装置吸收炉渣携带的热量,用于加热空气或水;吹灰蒸汽余热回收则可收集吹灰后蒸汽的余热,转化为其他形式的能量重新利用,进一步挖掘锅炉系统内的潜在能量。

2.4 运行控制与优化技术

智能控制系统应用依托先进智能控制算法与系统,实现锅炉运行参数的精准控制与优化调整。系统可实时采集炉膛温度、烟气成分、蒸汽参数等数据,通过算法分析自动调节燃料供给量、风量、给水流量等参数,使锅炉始终处于最佳运行工况,避免参数偏离导致的能耗上升。负荷优化调度根据电网需求与锅炉运行特性合理安排负荷。在电网负荷低谷期适当降低锅炉负荷,避免低负荷下燃烧效率下降;在负荷高峰期通过协调多台锅炉运行,让每台锅炉均处于高效负荷区间,减少因负荷

波动过大造成的能量浪费,平衡能源供给与需求。运行参数监测与分析通过实时监测锅炉运行参数,进行数据分析与诊断。对压力、温度、流量等参数的持续监测,可及时发现异常波动,结合数据分析定位能耗异常原因,如受热面结垢导致的温度偏差、燃烧配风不当引发的效率下降等,便于及时采取调整措施解决能耗问题。

3 火电厂锅炉节能降耗技术实施策略

3.1 技术改造与升级

制定科学的技术改造方案需结合锅炉实际运行状况与节能目标,先对锅炉能耗水平、设备老化程度、现有技术短板进行全面评估,明确改造重点方向,再据此制定详细且可行的改造计划,涵盖改造步骤、时间节点、资源调配等内容,确保改造工作有序推进^[3]。选择合适的技术和设备是改造成功的关键,需综合考量本厂锅炉的型号、燃料类型、运行负荷特点等因素,在众多节能技术中筛选适配性强的方案。例如针对高排烟温度的锅炉,优先选择烟气余热回收技术;针对燃烧效率低的锅炉,重点考虑燃烧器改进或燃料预处理技术,避免盲目引进不匹配的技术设备导致改造效果不佳。确保改造工程的质量和安全性需加强全过程管理,改造前对施工团队进行技术交底与安全培训,明确质量标准与安全规范;改造过程中安排专业人员实时监督,检查施工工艺是否符合要求、设备安装是否精准,及时发现并整改质量隐患与安全风险;改造完成后进行全面调试与验收,确认各项指标达标后方可投入运行,保障改造工程稳定可靠。

3.2 运行管理优化

建立完善的运行管理制度需制定涵盖运行操作、设备维护、应急处理等方面的规范文件。运行操作规程明确各岗位操作流程与参数控制范围,避免人为操作失误;设备维护保养制度规定定期巡检、清洁、检修的频次与标准,防止设备因维护不当导致性能下降;通过制度约束规范运行人员行为,为节能降耗提供制度保障。加强运行人员培训需结合节能技术应用需求,开展专业技能与节能意识培训。技能培训涵盖新型节能设备操作、运行参数调节技巧、故障排查方法等内容,提升人员实操能力;节能意识培训通过案例讲解、能耗数据分析等方式,让人员认识节能工作的重要性,主动在工作中践行节能操作,形成全员参与的节能氛围。实施绩效考核与激励机制需将节能指标纳入运行人员考核体系,设定明确的能耗控制目标,如排烟温度、燃料消耗率等。定期对人员工作表现进行考核,对达到节能目标且表现突出的个人和团队给予物质奖励或荣誉表彰,对未达标的进行指导与督促,通过奖惩机制激发人员参与节

能工作的积极性。

3.3 能源管理与监测

建立能源管理体系需依据相关标准构建覆盖能源采购、储存、消耗、回收等环节的管理框架,明确各部门能源管理职责,制定能源消耗定额与考核标准,形成从能源输入到输出的全流程管控,确保能源管理工作系统化、规范化,为节能降耗提供体系支撑。加强能源监测与分析需安装专业的能源监测设备,实时采集锅炉燃料消耗量、发电量、排烟温度、给水温度等能耗相关数据,建立数据库进行存储与整合。通过数据分析工具对数据进行深入挖掘,识别能耗异常波动的原因,如设备故障导致的能耗上升、运行参数偏离引发的效率下降等,为节能决策提供精准的数据依据。持续改进与优化需以能源监测分析结果为导向,针对发现的问题及时调整节能措施。若数据显示排烟热损失增加,可检查受热面清洁状况并加强吹灰操作;若燃料消耗率上升,可优化燃烧参数或调整燃料配比。定期评估节能措施实施效果,根据锅炉运行工况变化与技术发展趋势,不断完善节能方案,实现能耗持续降低。

4 火电厂锅炉节能降耗技术的发展趋势

4.1 智能化发展

智能控制技术的深入应用将随着人工智能、大数据等技术的进步不断升级。锅炉智能控制系统将具备更强大的数据处理与分析能力,能根据燃料特性、负荷变化等动态调整运行参数,实现自适应运行和精准优化控制,进一步减少人为干预带来的效率波动,让锅炉长期稳定处于高效运行状态^[4]。远程监控与诊断依托物联网技术实现全方位覆盖。通过在锅炉各关键部件部署智能传感设备,实时采集运行数据并传输至远程监控平台,技术人员可随时掌握设备运行状态;当系统检测到参数异常或潜在故障时,能自动发出预警并提供诊断建议,及时排除运行隐患,大幅提高锅炉运行的可靠性与连续性。

4.2 绿色化发展

清洁能源与生物质燃料的应用探索将逐步深化。行业将尝试将太阳能、风能等清洁能源与锅炉系统结合,通过余热互补或辅助加热等方式减少传统化石燃料消

耗;同时加大生物质燃料的研发与应用力度,这类燃料燃烧后碳排放较低,能有效降低锅炉运行对环境的影响,推动能源结构向低碳转型。低碳技术的研究与应用成为重点发展方向。相关领域将持续开展低碳燃烧技术研发,通过优化燃烧工艺减少燃烧过程中碳的生成;同时推进碳捕集与封存技术的实践应用,对锅炉排放的二氧化碳进行收集、处理与储存,从源头降低碳排放总量,助力火电厂实现“双碳”目标。

4.3 集成化发展

多能互补系统的构建打破传统能源利用模式。将锅炉与热泵、储能系统等进行有机集成,形成协同运转的能源网络,热泵可回收低品位余热用于供暖或预热,储能系统能在负荷低谷期储存能量、高峰期限释放,实现能源的梯级利用与高效转换,提升整体能源利用效率。全流程节能优化覆盖火电厂能源利用各环节。从燃料采购阶段筛选高性价比、高热值燃料,到运输与储存过程中减少损耗,再到锅炉燃烧环节优化参数、余热回收环节最大化利用热量,每个环节都融入节能理念,通过全链条管控减少能源浪费,推动火电厂整体节能水平提升。

结束语

火电厂锅炉节能降耗是一项长期且系统的工程。通过深入分析能耗现状,运用多种节能技术并制定合理实施策略,火电厂锅炉能耗已取得一定降低成效。未来,随着智能化、绿色化、集成化发展,火电厂锅炉节能降耗将迎来新机遇。火电厂应紧跟技术发展趋势,持续创新与实践,不断提升能源利用效率,为能源可持续发展与环境保护贡献力量。

参考文献

- [1]吴锡鹏.节能降耗技术在火电厂锅炉运行中的应用[J].生态与资源,2024(5):11-13.
- [2]陈旭光.火电厂锅炉运行中节能降耗技术的应用对策[J].百科论坛电子杂志,2024(17):28-30.
- [3]李阳.火电厂集控运行节能降耗技术研究[J].电力设备管理,2025(13):236-238.
- [4]李鸣.火电厂节能降耗技术分析及应用[J].科技创新与应用,2024,14(19):167-170.