

# 发电厂锅炉运行控制节能策略

徐阳阳

华电国际电力股份有限公司十里泉发电厂 山东 枣庄 277100

**摘要：**围绕发电厂锅炉运行控制节能展开研究，明确其核心是通过全流程科学管控优化参数、规范操作，降低各类能耗。分析当前锅炉运行中燃烧控制不合理、负荷调节不灵活、水质管控不严格等节能短板，从燃烧优化、负荷调节、水质管控、设备运维及技术升级等方面，提出针对性节能策略，助力提升能源利用效率、降低运行成本，推动发电厂绿色可持续运行。

**关键词：**发电厂锅炉；运行控制；节能策略；燃烧优化

引言：锅炉作为发电厂能量转换的核心设备，其运行控制水平直接决定能耗高低与运行效益，做好锅炉运行控制节能是发电厂实现降本增效、绿色发展的关键举措。当前能源节约与绿色发展理念深入推进，发电厂面临能耗管控的更高要求，但锅炉运行控制中仍存在诸多短板，制约节能成效。基于此，本文结合锅炉运行控制实际，分析节能短板并提出优化策略，为相关工作开展提供参考。

## 1 发电厂锅炉运行控制节能的核心内涵与重要价值

发电厂锅炉运行控制节能是贯穿锅炉启动、运行、停运全流程的系统性工作，核心是通过科学的运行控制手段，优化运行参数、规范操作流程、强化设备管控，最大限度降低锅炉运行过程中的热能损耗、电能损耗及物料损耗，实现能源利用效率的最大化。其核心内涵涵盖燃烧过程节能、负荷调节节能、水质管控节能、设备运维节能及技术升级节能，各环节相互关联、协同作用，任一环节的管控疏漏都可能导致能耗上升，影响整体节能效果。锅炉运行控制节能的重要价值主要体现在三个方面：一是降低发电厂能耗成本，通过减少能源损耗，降低燃料消耗与电力消耗，提升发电厂的经济效益；二是提升能源利用效率，优化能源转换过程，减少能源浪费，推动能源资源的合理高效利用；三是减轻设备运行负荷，通过科学管控减少锅炉设备的磨损与损耗，延长设备使用寿命，降低设备运维成本，同时减少能源消耗带来的各类损耗，助力发电厂实现绿色可持续运行<sup>[1]</sup>。

## 2 发电厂锅炉运行控制中的节能短板

### 2.1 燃烧控制不合理，能源损耗较为突出

燃烧控制是锅炉运行节能的核心环节，当前部分发电厂锅炉燃烧控制存在不合理问题，导致燃料燃烧不充分，能源损耗较为严重。(1) 燃料配比不合理，未根据锅炉型号、燃烧方式及负荷需求，对燃料的粒度、成分

进行科学配比，部分燃料粒度不均匀、成分波动较大，导致燃烧过程中出现着火延迟、燃烧速度慢、燃尽率低等问题，大量燃料未充分燃烧便排出，造成燃料浪费与热能损耗。(2) 燃烧参数控制不当，对锅炉炉膛温度、烟气氧量、送风压力等关键燃烧参数的调控不够精准，要么出现送风不足导致燃料燃烧不充分，要么出现送风量导致热能随烟气大量流失，同时炉膛温度控制不合理也会影响燃烧效率，增加热能损耗。(3) 燃烧操作不规范，部分运行操作人员缺乏系统的节能操作培训，对燃烧控制的节能要点掌握不熟练，操作过程中存在操作流程不规范、参数调整不及时等问题，进一步加剧了燃料浪费与能源损耗。

### 2.2 负荷调节不灵活，适配性不足

负荷调节是锅炉运行控制的重要内容，直接影响锅炉运行效率与能耗水平，当前部分发电厂锅炉负荷调节存在不灵活、适配性不足的问题，导致能耗上升。(1) 负荷调节响应滞后，当电网负荷发生变化时，锅炉负荷调节系统的响应速度较慢，无法及时根据负荷需求调整运行参数，导致锅炉运行处于非经济负荷区间，增加能源损耗。(2) 负荷调节方式不合理，部分发电厂仍采用传统的负荷调节方式，调节精度较低，无法实现负荷的精准调控，当负荷波动较大时，易出现锅炉运行不稳定、能耗骤升的情况。(3) 负荷分配不均衡，多锅炉运行的发电厂，存在负荷分配不合理的问题，部分锅炉处于高负荷过载运行状态，部分锅炉则处于低负荷低效运行状态，两种状态均会导致能耗上升，无法实现整体节能效果的最大化<sup>[2]</sup>。

### 2.3 水质管控不严格，换热效率下降

锅炉水质是影响锅炉换热效率与节能效果的重要因素，当前部分发电厂锅炉水质管控存在不严格问题，导致锅炉受热面结垢、腐蚀，换热效率下降，能耗增加。

(1) 水质预处理不到位,对锅炉给水的过滤、软化、除氧等预处理环节管控不严,给水硬度、含氧量、悬浮物等指标超标,导致锅炉运行过程中,受热面表面快速结垢,结垢层会阻碍热能传递,降低换热效率,同时增加燃料消耗以维持锅炉正常出力。(2) 水质运行监测不及时,缺乏完善的水质实时监测体系,无法及时掌握锅炉给水、锅炉水质的指标变化,当水质出现异常时,未能及时采取针对性处理措施,导致结垢、腐蚀问题持续加剧,进一步降低换热效率,增加能耗损耗。(3) 水质处理工艺不完善,部分发电厂仍采用传统的水质处理工艺,处理效果不佳,无法满足锅炉节能运行的水质要求,同时水质处理过程中存在药剂浪费、水资源损耗等问题,间接增加了运行能耗与成本。

### 3 发电厂锅炉运行控制的节能优化策略

#### 3.1 优化燃烧控制,提升燃烧效率

(1) 科学优化燃料配比,结合锅炉型号、燃烧方式及当前负荷需求,对燃料的粒度、成分进行精准分析,制定合理的燃料配比方案,确保燃料粒度均匀、成分稳定,避免因燃料配比不合理导致燃烧不充分。同时,加强燃料储存与预处理管理,减少燃料在储存、输送过程中的损耗,确保燃料质量符合燃烧要求,为高效燃烧奠定基础。(2) 精准调控燃烧参数,建立燃烧参数实时监测体系,实时监测炉膛温度、烟气氧量、送风压力、引风压力等关键燃烧参数,根据燃料特性与负荷变化,及时调整各项参数,确保燃烧过程处于最佳状态。合理控制送风总量与送风比例,避免送风不足或过量,优化炉膛温度分布,加快燃烧速度,提升燃料燃尽率,减少热能随烟气流失,降低燃料消耗。(3) 规范燃烧操作流程,加强对运行操作人员的专业培训,重点培训燃烧控制的节能要点、操作规范及参数调整技巧,提升操作人员的专业素养与节能操作能力。建立燃烧操作考核机制,规范操作人员的操作行为,杜绝操作不规范、参数调整不及时等问题,确保燃烧控制的科学性与规范性,最大限度减少燃料浪费<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 完善负荷调节,提升适配性与经济性

(1) 优化负荷调节系统,引入先进的负荷调节控制技术,升级负荷调节控制系统,提升系统的响应速度与调节精度,确保当电网负荷发生变化时,能够快速、精准调整锅炉运行参数,使锅炉始终运行在经济负荷区间,减少能耗上升。同时,加强负荷预测管理,结合电网负荷变化规律,提前预判负荷需求,制定合理的负荷调节计划,实现负荷的提前调控,提升负荷调节的主动性与科学性。(2) 改进负荷调节方式,摒弃传统粗放式的负

荷调节方式,采用精准化、精细化的负荷调节方式,根据负荷波动情况,分层次、分阶段调整锅炉运行参数,避免负荷调节过程中出现运行不稳定、能耗骤升的情况。对于多锅炉运行的发电厂,优化锅炉运行组合,根据负荷需求合理分配各锅炉的负荷,避免部分锅炉过载、部分锅炉低效运行的情况,实现各锅炉负荷均衡分配,提升整体运行效率与节能效果。(3) 强化负荷调节协同,加强锅炉运行与电网调度的协同配合,及时获取电网负荷调度信息,同步调整锅炉负荷,确保锅炉运行与电网负荷需求精准适配,同时加强锅炉与汽轮机、发电机等设备的协同运行,优化整体运行参数,提升发电厂的整体节能水平。

#### 3.3 强化水质管控,提升换热效率

(1) 完善水质预处理工艺,优化锅炉给水的过滤、软化、除氧等预处理环节,引入先进的水质预处理设备,提升预处理效果,确保锅炉给水的硬度、含氧量、悬浮物等指标符合锅炉节能运行的水质要求,从源头减少结垢、腐蚀隐患。根据水质情况,合理调整预处理工艺参数,优化药剂投放量,避免药剂浪费与水资源损耗,提升水质预处理的经济性与有效性。(2) 加强水质实时监测,建立完善的水质实时监测体系,在锅炉给水、锅炉本体、凝结水等关键部位安装监测设备,实时监测水质指标变化,建立水质监测数据库,及时分析水质变化规律,当水质出现异常时,及时发出预警信号,并采取针对性处理措施,避免结垢、腐蚀问题加剧。同时,定期对监测设备进行校准与维护,确保监测数据的准确性与可靠性,为水质管控提供科学依据。(3) 规范水质处理操作,加强对水质处理操作人员的专业培训,提升操作人员的水质处理能力与操作规范性,严格按照水质处理标准与操作流程开展工作,定期对锅炉受热面进行清洗除垢,及时清除结垢层,恢复换热效率,减少热能损耗。同时,加强水质处理药剂的管理,合理储存、规范使用药剂,避免药剂泄漏与浪费,降低运行成本<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 加强设备运维,提升设备运行效能

(1) 完善设备运维体系,建立健全锅炉设备运维管理制度,明确各岗位的运维职责,制定详细的日常巡检、维护保养、检修计划,规范运维流程,确保设备运维工作有序开展。建立设备运维考核机制,将运维工作质量与节能效果挂钩,提升运维人员的工作积极性与责任心,确保运维措施落实到位。(2) 强化日常巡检与维护保养,增加核心设备的巡检频次,扩大巡检范围,重点巡检锅炉炉膛、受热面、省煤器、空气预热器、风机、水泵等核心设备,及时发现设备存在的磨损、泄漏、堵塞等问题,

采取针对性措施及时处理,避免问题扩大化导致能耗上升。定期对设备进行清洗、润滑、校准,减少设备部件的磨损与运行阻力,提升设备运行效率,延长设备使用寿命,降低设备运维成本。(3)及时更新老旧设备,对能耗高、效能低、故障发生率高的老旧锅炉设备及辅助设备进行全面排查,制定老旧设备更新计划,逐步替换为新型节能设备,提升设备运行效率与节能效果。新型节能设备不仅能耗低、效能高,还具有运行稳定、故障发生率低等优势,能够有效降低运行能耗与运维成本,为锅炉节能运行提供设备支撑。同时,加强对新型设备的运维管理,定期开展设备调试与维护,确保设备始终处于最佳运行状态。

### 3.5 推动技术升级,完善节能管控体系

(1)引入新型节能技术,结合锅炉运行实际需求,积极引入燃烧优化技术、烟气余热回收技术、变频调速技术、智能化控制技术新型节能技术,提升锅炉运行控制的智能化与节能化水平。例如,采用烟气余热回收技术,回收锅炉排烟中的余热,用于预热锅炉给水或加热空气,减少热能损耗;采用变频调速技术,对锅炉风机、水泵等辅助设备调速控制,根据运行需求调整设备转速,降低电能消耗。(2)规范节能技术应用,加强对节能技术操作人员的专业培训,提升操作人员的技术应用能力,确保新型节能技术能够规范、合理应用,充分发挥节能作用。建立节能技术应用考核机制,定期对技术应用效果进行评估,及时调整技术应用参数,优化技术应用方案,避免因技术应用不规范导致节能效果不佳。同时,加强节能技术的研发与创新,结合发电厂锅炉运行特点,研发适配性强、节能效果好的专用节能技术,提升节能技术的针对性与有效性。(3)健全节能管控体系,

建立完善的节能管控机制,明确各部门、各岗位的节能职责,将节能指标分解到具体岗位、具体人员,形成全员参与、全方位管控的节能工作格局。建立节能考核与激励机制,将节能效果与员工绩效、奖惩挂钩,对节能工作成效显著的部门与个人给予表彰奖励,对能耗超标、节能工作不力的部门与个人进行问责,提升全员节能意识与主动节能的积极性。同时,加强节能宣传培训,定期开展节能知识培训与宣传活动,普及锅炉运行节能知识与操作技巧,营造全员节能的良好氛围,推动锅炉运行控制节能工作持续深入开展<sup>[5]</sup>。

结束语:锅炉运行控制节能是系统性、全流程工作,需兼顾各环节协同发力,才能实现能源利用效率最大化。针对运行中的各类节能短板,通过优化燃烧控制、完善负荷调节、强化水质管控、加强设备运维及推动技术升级,可有效降低能耗、减少损耗。后续需持续强化全员节能意识,细化管控措施,动态优化节能策略,为发电厂实现经济效益与环境效益双赢提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]赵寄龙.火力发电厂锅炉运行控制与节能策略[J].今日制造与升级,2025(12):135-137.
- [2]刘海峰.火力发电厂燃煤锅炉节能优化控制方法[J].中国新技术新产品,2025(6):75-77.
- [3]张强.火力发电厂锅炉效率优化与节能减排技术应用[J].消费电子,2025(14):83-85.
- [4]曹鹏飞.火力发电厂锅炉节能降耗的对策研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(7):105-108.
- [5]孟彦青.火电厂锅炉运行中的节能策略研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(9):001-004.