

# 火电厂锅炉运行中的节能对策研究

周兴平 罗 智 张泽群  
华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

**摘 要：**在全球能源转型与节能减排的大趋势下，火电厂作为传统能源消耗大户，其节能降耗至关重要。本文聚焦火电厂锅炉运行节能问题，深入剖析其重要性。当前火电厂锅炉运行存在能源浪费严重、设备老化及维护不足、运行管理水平欠佳等问题。针对这些，文中详细介绍了高效燃烧、余热回收、变频调速等节能技术的应用。并提出一系列节能对策，包括优化燃烧调整、降低排烟热损失、减少散热损失、提升自动化控制水平以及强化设备维护管理等，旨在为火电厂锅炉实现高效节能运行提供理论与实践参考，促进火电行业可持续发展。

**关键词：**火电厂锅炉；运行节能；对策研究

引言：在能源需求日益增长且环保要求愈发严格的当下，火电行业作为能源消耗大户，其节能增效至关重要。火电厂锅炉作为核心设备，消耗大量能源，其运行效率直接关乎火电厂整体能耗与经济效益。然而，现阶段火电厂锅炉在运行过程中暴露出诸多问题，严重制约了能源利用效率。为推动火电行业绿色发展，降低能源消耗，对火电厂锅炉运行中的节能对策展开深入研究刻不容缓，这不仅有助于提升火电厂竞争力，也契合全球节能减排的大趋势。

### 1 火电厂锅炉运行节能的重要性

在火电厂的运行体系中，锅炉运行节能具有举足轻重的意义。从经济层面来看，节能能够显著降低火电厂的运营成本。锅炉作为能耗核心设备，高效节能运行可减少燃料消耗，直接削减采购成本，增加利润空间，提升火电厂在电力市场中的竞争力。在环保方面，节能意味着减少污染物排放。传统火电厂锅炉燃烧过程中会释放大量的二氧化碳、二氧化硫等污染物，对环境造成严重危害。通过节能措施，降低燃料使用量，可有效减少这些污染物的排放，助力缓解温室效应，改善空气质量，契合当下严格的环保要求。从能源安全角度出发，节能有助于提高能源利用效率，降低对有限能源资源的依赖。在全球能源紧张的大背景下，火电厂锅炉运行节能能使能源得到更合理的分配与利用，保障能源供应的稳定性，为国家能源安全提供有力支撑<sup>[1]</sup>。

### 2 火电厂锅炉运行中存在的问题

#### 2.1 能源浪费现象严重

在火电厂锅炉运行时，能源浪费情形突出。燃烧环节常因煤质波动、燃烧器性能欠佳，致使燃料难以充分燃烧，大量化学能未有效转化就被浪费。排烟方面，过高的排烟温度携带大量热量直排大气，据测部分电厂此

热损失占比达 10%-20%。而且蒸汽输送时，管道及连接处的泄漏问题也时有发生，使热能白白散失，多重因素叠加，严重拉低能源利用效率。

#### 2.2 设备老化及维护不到位

长期运行让火电厂锅炉设备逐渐老化，受热面、管道经高温、高压及腐蚀介质作用，出现磨损、结垢等情况，增大热阻，降低传热效率。同时，一些电厂对设备维护投入不足，巡检不勤，难以及时察觉早期隐患，小故障拖成大问题，延长停机维修时长。老旧设备未及时更新，能耗远超新型设备，却仍在运行，加剧能源消耗与设备风险。

#### 2.3 运行管理水平有待提高

部分火电厂锅炉运行管理存在短板。运行人员专业素养不一，部分人员对锅炉运行原理及参数理解不足，工况变化时难以及时精准调整参数，导致燃烧效率低下。运行管理制度不完善，缺乏规范操作流程与考核机制，违规操作、巡检敷衍等现象缺乏约束。不同部门间协作不畅，设备维护与运行需求脱节，影响锅炉整体运行效率<sup>[2]</sup>。

### 3 节能技术在火电厂锅炉运行中的应用

#### 3.1 高效燃烧技术

高效燃烧技术着力改善燃料燃烧状况。通过优化燃烧器设计，促使燃料与空气更均匀混合，像采用新型旋流燃烧器，增强气流扰动，大幅提升燃烧效率。搭配智能燃烧控制算法，依据实时工况精准调控参数，维持最佳燃烧状态。在实际应用中，该技术显著提高燃料利用率，降低煤炭消耗，减少成本，同时降低污染物排放，实现节能与环保双赢。

#### 3.2 余热回收技术

余热回收技术针对锅炉排烟及蒸汽冷凝水余热。利

用热管式空气预热器,将排烟余热传递给冷空气,提高空气预热温度,提升锅炉热效率。对于蒸汽冷凝水余热,借助热交换器回收用于预热补水。某火电厂引入此技术后,排烟温度降低,热效率提升,既节省燃料,又减少热污染,节能与环保效益显著。

### 3.3 变频调速技术

变频调速技术通过改变电机供电频率调节设备转速。在火电厂,送风机、引风机等辅助设备传统恒速运转能耗大。采用此技术后,可依锅炉负荷实时调整风机转速,负荷低时降速节能,负荷高时提速满足需求。实践表明,应用该技术能明显降低风机等设备电能消耗,降低厂用电率,提升能源利用效率<sup>[3]</sup>。

## 4 火电厂锅炉运行中的节能对策

### 4.1 优化燃烧调整

#### 4.1.1 合理控制燃料与空气比例

合理控制燃料与空气比例是优化燃烧调整、实现节能的基础。在锅炉运行过程中,需依据负荷变化及燃料特性,精准调控两者比例。借助先进的监测设备,实时测量烟气中的含氧量、一氧化碳浓度等参数,据此反馈调节送风量与燃料供给量。当燃料为高热值煤时,适当减少空气量,避免过量空气带走过多热量;若燃料热值较低,则需增加空气量以保证充分燃烧。实际运行表明,将过量空气系数控制在合理范围,如 1.15-1.25 之间,可有效提升燃烧效率,减少燃料浪费,降低锅炉运行成本,显著提高能源利用效率。

#### 4.1.2 改进燃烧器结构与性能

改进燃烧器结构与性能对优化燃烧效果意义重大。在结构设计上,采用新型的多级配风燃烧器,使燃料与空气在不同阶段充分混合,强化燃烧过程。比如,一次风集中输送燃料,保证着火稳定;二次风分级送入,促进燃料燃尽。同时,选用耐高温、耐腐蚀的高性能材料制造燃烧器关键部件,提高其可靠性与使用寿命。通过优化燃烧器内部流场,如增设扰流装置,增强气流扰动,促使燃料与空气均匀混合,加快燃烧速度,减少不完全燃烧损失。经改进的燃烧器可使锅炉燃烧效率提高 3%-5%,有效降低能源消耗,助力火电厂节能增效。

#### 4.1.3 加强对煤质的管理与控制

加强煤质管理与控制是保障锅炉高效运行的重要举措。入厂环节,严格检测煤炭的热值、挥发分、水分、灰分等关键指标,按品质分类存放。入炉前,依据锅炉运行工况与设计的要求,科学配煤,确保入炉煤质稳定。例如,将高挥发分与低挥发分煤合理搭配,使燃烧更稳定。同时,建立煤质动态监测机制,实时掌握煤质

变化,及时调整燃烧参数。如煤中水分增加时,适当提高一次风温度,确保燃料顺利着火。良好的煤质管理能避免因煤质波动导致的燃烧恶化,显著提升锅炉燃烧效率,降低燃料消耗,实现节能运行。

### 4.2 降低排烟热损失

#### 4.2.1 安装高效的空气预热器

安装高效的空气预热器是降低排烟热损失的有效手段。这类预热器通常采用先进的换热技术,如热管式或回转式结构,大幅提升换热效率。其工作原理是利用锅炉排烟的余热来预热进入炉膛的冷空气,使冷空气在进入炉膛前温度显著升高。这样一来,炉膛内的燃烧环境得到优化,燃料能更充分地燃烧,同时排烟温度得以降低。以某火电厂为例,安装新型热管式空气预热器后,排烟温度降低了 20-30℃,排烟热损失明显减少,锅炉热效率相应提高了 2%-3%,有效实现了节能目标,减少了能源浪费,提升了火电厂的经济效益。

#### 4.2.2 定期清理受热面积灰

受热面积灰会严重影响锅炉的传热效率,增加排烟热损失。定期清理受热面至关重要,积灰在受热面上堆积,犹如一层隔热层,阻碍热量从烟气传递至工质,导致排烟温度升高。清理方式可采用蒸汽吹灰、声波吹灰等。蒸汽吹灰利用高温高压蒸汽冲击积灰,使其脱落;声波吹灰则通过特定频率的声波震动,使积灰松散掉落。火电厂应制定科学的吹灰计划,依据锅炉运行状况和积灰规律,合理安排吹灰周期。一般来说,对于易积灰区域,每周至少进行一次吹灰作业。

#### 4.2.3 合理调整排烟温度

排烟温度直接关系到排烟热损失大小,合理调整排烟温度是节能的关键。排烟温度过高,会携带大量热量排出,造成能源浪费;但温度过低,又可能引发低温腐蚀等问题。火电厂需综合考虑设备材质、燃料特性、运行成本等因素,确定最佳排烟温度范围。通常,对于常规燃煤锅炉,排烟温度可控制在 120-150℃。当燃料水分增加时,适当提高排烟温度,防止尾部受热面结露腐蚀;若设备材质升级,可承受更低温度,则可适当降低排烟温度以减少热损失。

### 4.3 减少锅炉散热损失

#### 4.3.1 加强锅炉本体及管道保温

加强锅炉本体及管道保温是减少散热损失的基础举措。锅炉在运行中,高温的本体和输送蒸汽、热水的管道会持续向周围环境散热,造成能源浪费。为解决这一问题,需选用优质的保温材料,如陶瓷纤维、岩棉等,它们具有低导热系数、高耐火性和良好的绝热性能。在

施工时,对锅炉本体进行全面包裹,确保无裸露部位;管道保温层厚度应依据管径、介质温度等因素合理设计,一般在50-100毫米。同时,加强对保温层的维护,定期检查是否有破损、脱落,及时修复。

#### 4.3.2 优化锅炉房布局

优化锅炉房布局能显著减少锅炉散热损失。首先,合理规划锅炉在锅炉房内的位置,使锅炉之间保持合适间距,利于空气流通的同时,避免相互干扰热量分布。将锅炉靠近负荷中心,缩短蒸汽和热水输送管道长度,减少沿途热量损耗。其次,锅炉房的朝向应根据当地气候和主导风向设计,冬季可利用阳光照射提高室内温度,减少锅炉为维持室内环境温度的额外散热;夏季借助自然通风,降低锅炉房内温度,减少锅炉因环境温度过高导致的散热增加。

#### 4.4 提高锅炉自动化控制水平

##### 4.4.1 引入先进的控制系统

引入先进的控制系统是提升锅炉自动化控制水平的核心。当前,诸如分布式控制系统(DCS)和可编程逻辑控制器(PLC)等技术在火电厂得到广泛应用。DCS系统通过网络将分散的控制站、操作站和工程师站连接,实现对锅炉运行的全方位监控与管理。它能快速处理大量数据,依据预设逻辑精准调节设备运行,例如实时调整燃料供给量与风量,确保锅炉在不同负荷下均能保持最佳燃烧状态。PLC则适用于对顺序控制要求较高的场景,如锅炉的启动、停止流程。

##### 4.4.2 实现运行参数的精准监测与调控

实现运行参数的精准监测与调控是提高锅炉自动化控制水平的关键环节。借助高精度传感器,对锅炉运行中的关键参数,如蒸汽压力、温度、水位、烟气成分等进行实时采集。这些传感器将数据传输至控制系统,经分析处理后,系统依据预设的最优运行模型,自动调整相关设备,实现参数的精准调控。

#### 4.5 加强设备维护与管理

##### 4.5.1 建立完善的设备维护制度

建立完善的设备维护制度是保障锅炉设备稳定运行的基石。制度应涵盖设备巡检、维护计划制定、故障处理流程等多方面内容。首先,明确巡检周期与标准,规定日常、周度、月度巡检的详细项目,如每日检查设备外观有无异常、每周检测关键部件温度等。其次,依据

设备运行状况与厂家建议,制定年度、季度维护计划,合理安排设备保养、零部件更换时间。再者,规范故障处理流程,一旦设备出现故障,能迅速响应,明确各部门职责,确保及时修复。

##### 4.5.2 定期对锅炉设备进行检修与保养

定期对锅炉设备进行检修与保养是延长设备使用寿命、保障其性能的关键举措。检修方面,按照预定周期,对锅炉本体、燃烧系统、汽水系统等进行全面检查。例如,每年打开锅炉炉膛,检查受热面磨损、腐蚀情况,及时修复或更换受损部件;定期校验安全阀、压力表等安全附件,确保其准确性与可靠性。保养工作同样重要,对转动设备如风机、给水泵等定期添加润滑油,清洗过滤器,检查皮带或联轴器的松紧度。

##### 4.5.3 提高维护人员的专业素质

提高维护人员的专业素质对设备维护与管理成效起着决定性作用。一方面,定期组织专业培训,涵盖锅炉原理、设备结构、维护技术、故障诊断等知识,使维护人员深入了解设备运行机制,掌握先进的维护方法。例如,开展新型节能设备维护专项培训,提升人员对新技术的应用能力。另一方面,鼓励维护人员参加行业研讨会、技术交流活动,拓宽视野,学习借鉴先进经验。同时,建立考核激励机制,对表现优秀、技术水平提升显著的人员给予奖励,激发其学习积极性<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

综上所述,火电厂锅炉运行节能意义重大,关乎能源利用效率、经济效益与环保成效。面对现存的能源浪费、设备老化及管理不足等问题,本文提出一系列节能对策,涵盖优化燃烧调整、应用节能技术、降低热损失、提升自动化水平及强化设备维护管理等。这些措施相辅相成,为火电厂锅炉节能提供了系统解决方案。

#### 参考文献

- [1]王文斌.火电厂锅炉运行中的节能措施[J].中国金属通报,2021(3):237-238.
- [2]管智钱.浅析火电厂锅炉汽轮机引起的环境问题及节能运行管理[J].数码设计,2021,10(6):182-183
- [3]李成飞.火电厂锅炉节能减排技术的应用[J].中国新技术新产品,2020(15):186-187.
- [4]崔晓伟.电厂锅炉燃烧控制的优化分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,39(12):176-177.