

# 热电厂锅炉燃烧运行优化策略

刘叶龙

内蒙古联源热电有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015008

**摘要：**随着能源需求的不断增长和环保要求的日益严格，热电厂锅炉燃烧运行的优化策略显得尤为重要。本文围绕锅炉燃烧系统现状，分析了常见的燃烧不充分、煤粉分配不均、燃烧不稳定及运行效率低等问题，并提出了针对性的优化策略，包括采用高效燃烧器、精准配风、提高换热效率、引入智能控制系统及改善锅炉运行环境等。这些策略旨在提升锅炉热效率，减少能源消耗和污染物排放，为热电厂的可持续发展提供有力支持。

**关键词：**热电厂；锅炉燃烧运行；优化策略

**引言：**热电厂作为电力生产和热能供应的关键设施，其锅炉燃烧运行的效率不仅关乎能源的有效转化与利用，还直接影响到环境质量与可持续发展。面对日益增长的能源需求和严格的环保法规，优化热电厂锅炉燃烧运行显得尤为迫切。本文深入剖析热电厂锅炉燃烧运行的现状与挑战，提出一系列针对性的优化策略，旨在提升锅炉燃烧效率，减少能源消耗与环境污染，为热电厂的绿色发展、高效运营提供科学依据和实践指导。

## 1 热电厂锅炉燃烧运行现状分析

### 1.1 锅炉燃烧系统基本构成与工作原理

热电厂的锅炉燃烧系统是电厂发电过程中的关键环节，主要由炉膛、制粉系统、送风系统、引风系统和汽水系统等构成。炉膛作为燃烧的核心区域，承担着煤粉燃烧并释放热能的任务。煤粉由制粉系统加工而成，通过送风系统送入炉膛。在炉膛内，煤粉与空气混合后点燃，释放出的高温热能传递给炉膛四周的水冷壁。汽水系统则负责将水冷壁吸收的热量转化为蒸汽的动能。水经过低压加热器预热后，由水泵送入高压加热器进一步加热，再进入省煤器预热，最后进入汽包。在汽包内，水被加热汽化，产生的蒸汽进入过热器继续加热，成为过热蒸汽，进而推动汽轮机发电。

### 1.2 锅炉燃烧运行中常见的问题

在热电厂锅炉燃烧运行中，常见的问题主要包括以下几个方面：（1）燃料调控不合理。由于煤质波动、给煤机故障或控制系统不准确等原因，燃料供给量可能无法满足燃烧需求，导致燃烧不充分或燃烧效率下降。（2）煤粉分配不均。煤粉在炉膛内的分布不均匀，可能会导致火焰偏斜、燃烧不稳定，严重时甚至会导致水冷壁结渣或爆管。（3）燃烧不稳定。燃烧稳定性受多种因素影响，包括煤质、风量、风速、炉膛温度等。不稳定燃烧不仅会降低锅炉的热效率，还可能对锅炉设备造成

损害。（4）运行效率低。由于设备老化、积灰、磨损或控制系统落后等原因，锅炉的运行效率可能会逐渐降低，导致能源浪费和发电成本增加。

### 1.3 问题成因分析

（1）环境条件影响。环境条件如温度、湿度、气压等都会对锅炉燃烧产生影响。例如，高温环境下，锅炉散热效率降低，可能导致炉膛温度过高；而湿度过大则可能影响煤粉的燃烧性能。（2）设备老化与维护不足。锅炉设备长时间运行后，会出现磨损、腐蚀、积灰等问题。如果不及时进行维护和保养，这些问题将逐渐累积，严重影响锅炉的运行效率和安全性。例如，水冷壁积灰会导致传热效率下降；煤粉管道堵塞则会影响煤粉的均匀分配<sup>[1]</sup>。（3）控制系统落后。部分热电厂的锅炉控制系统相对落后，无法实现对燃烧过程的精确控制和调节。这导致在燃料供给、风量调节等方面存在误差，进而影响燃烧效率和稳定性。此外，落后的控制系统还可能导致设备故障无法及时发现和处理，增加了安全隐患。

## 2 热电厂锅炉燃烧运行优化策略

### 2.1 优化燃烧系统

燃烧系统的优化是提升锅炉热效率的关键。通过改进燃烧设备和技术，可以显著提高燃料的燃烧效率，减少不完全燃烧损失，同时降低污染物排放。（1）采用高效燃烧器头，升级燃烧器：高效燃烧器头设计精巧，能够确保燃料与空气充分混合，提高燃烧效率。通过升级燃烧器，采用先进的燃烧技术和材料，可以进一步减少燃料浪费，提高热效率。例如，采用低氮燃烧技术，通过改变燃烧器结构、调节燃烧温度和控制燃烧速度，可有效降低氮氧化物的排放，同时保持较高的燃烧效率。（2）加装风机变频控制器，实现风量自动调节：风机变频控制器能够根据锅炉的实际需求自动调节风机转速，

从而精确控制风量。这种自动调节机制不仅可以提高燃烧的稳定性和效率，还能减少过量空气导致的热损失，降低风机的能耗。通过实时监测锅炉内的燃烧状况，风机变频控制器能够迅速响应并调整风量，确保燃烧过程始终处于最佳状态<sup>[2]</sup>。（3）精准配风，确保燃烧充分：精准配风是提高燃烧效率的重要手段。通过烟气分析系统实时监测烟气中的CO浓度，可以指导锅炉的配风过程，确保燃料与空气充分混合并完全燃烧。此外，还可以通过调整燃烧器角度和布局，使火焰在炉膛内分布更加均匀，进一步提高燃烧效率。

## 2.2 提高换热效率

提高换热效率是减少热损失、提升锅炉热效率的有效途径。通过优化换热设备和工艺，可以更有效地利用热能，降低排烟温度，减少热损失。（1）优化管道布局，减少阻力：合理的管道布局能够减少流体在管道中的流动阻力，从而提高换热效率。通过对管道进行精心设计和优化，可以减少弯头和变径等阻力元件的使用，降低管道系统的压力损失。同时，采用高效的换热元件和增强传热技术，可以进一步提高换热效率。（2）定期清理锅炉受热面积灰和结垢：积灰和结垢会降低受热面的传热效率，导致热损失增加。因此，定期清理锅炉受热面是保持换热效率的重要措施。通过采用高效的清灰和除垢设备和技术，可以确保受热面的清洁和高效运行。同时，加强锅炉水质管理，防止水垢生成，也是保持受热面清洁的有效手段。（3）采用节能材料，提升换热能力：在水冷壁等关键部位喷涂高效吸热材料，如ZS-1061红外辐射涂料、ZS-2022吸波控温涂料等，可以显著提升换热能力。这些材料具有优异的热传导性能和辐射性能，能够更有效地吸收和传递热量。通过采用这些节能材料，可以进一步提高锅炉的热效率<sup>[3]</sup>。（4）降低排烟温度，减少热损失：排烟温度过高是导致热损失增加的主要原因之一。通过优化燃烧和调整风量，可以降低排烟温度，从而减少热损失。此外，还可以采用烟气余热回收技术，将烟气中的余热转化为有用的热能，进一步提高锅炉的热效率。例如，安装省煤器、半冷凝或全冷凝式烟气余热回收器等设备，可以有效降低排烟温度，提高锅炉的热效率。

## 2.3 提升自动化控制水平

自动化控制技术的应用可以显著提高锅炉燃烧运行的稳定性和效率。通过引入智能控制系统和加强数据分析，可以实现对锅炉工况的实时监测与精确调节，挖掘节能降耗潜力。（1）引入智能控制系统，实现锅炉工况的实时监测与调节：智能控制系统能够实时监测锅炉的

各项运行参数，如温度、压力、流量等，并根据预设的控制策略自动调节燃料供给、风量、水位等关键参数。通过采用先进的传感器、控制器和执行机构，智能控制系统可以实现对锅炉工况的精确控制，提高燃烧效率和稳定性。同时，智能控制系统还具有故障预警和自我保护功能，能够及时发现并处理潜在的故障，确保锅炉的安全运行。（2）加强数据分析，挖掘节能降耗潜力：通过收集和分析锅炉运行过程中的大量数据，可以挖掘出潜在的节能降耗机会。例如，通过对燃料消耗、排烟温度、热效率等关键指标的历史数据进行分析，可以找出影响锅炉热效率的关键因素，并制定相应的优化措施。此外，还可以利用机器学习算法对锅炉运行数据进行建模和预测，为锅炉的优化运行提供更加精准的指导。

## 2.4 改善锅炉运行环境

锅炉运行环境的改善也是提高锅炉热效率的重要手段。通过检查并修复漏风点、提高锅炉用水质量等措施，可以优化锅炉的运行条件，减少不必要的热损失。

（1）检查并修复漏风点，降低过量空气系数：锅炉漏风会导致过量空气进入炉膛，降低燃烧效率并增加排烟损失。因此，定期检查并修复锅炉的漏风点是非常重要的。通过采用先进的检测技术，如红外热成像仪、超声波检测仪等，可以快速准确地定位漏风点，并及时进行修复。同时，加强锅炉的日常维护和保养，确保锅炉的密封性能良好，也是减少漏风的有效手段。（2）提高锅炉用水质量，防止结垢：锅炉用水质量的好坏直接影响到锅炉的热效率和运行安全。通过采用高效的水处理技术和设备，如离子交换器、反渗透装置等，可以去除水中的杂质和硬度离子，提高锅炉用水的质量。同时，加强锅炉水质的监测和管理，确保水质符合相关标准，也是防止锅炉结垢和延长锅炉使用寿命的有效手段<sup>[4]</sup>。

## 2.5 其他优化措施

除了上述优化策略外，还可以采取一些其他措施来进一步提高锅炉的热效率。（1）煤粉细化，提高煤粉细度和均匀性：煤粉的细度和均匀性对燃烧效率有很大影响。通过采用先进的磨煤技术和设备，如中速磨煤机、高压辊磨机等，可以将煤粉细化到更小的粒度范围，并提高煤粉的均匀性。这样可以增加煤粉与空气的接触面积，提高燃烧速度和燃烧效率。同时，细化的煤粉还更容易着火和稳定燃烧，有助于减少不完全燃烧损失。

（2）回收余热，用于预热助燃空气或预热锅炉供水：锅炉运行过程中会产生大量的余热，这些余热如果不加以利用就会造成能源浪费。通过采用余热回收技术，可以将烟气中的余热转化为有用的热能，用于预热助燃空气

或预热锅炉供水。这样不仅可以提高锅炉的热效率，还可以减少能源的消耗和排放。例如，在锅炉尾部安装空气预热器或省煤器等设备，可以利用烟气中的余热来预热助燃空气或锅炉供水，从而提高锅炉的整体热效率。

### 3 热电厂锅炉燃烧运行优化策略的挑战与对策

#### 3.1 技术挑战与对策

##### 3.1.1 新技术应用与推广问题

挑战：随着科技的不断发展，各种新技术如高效燃烧器、智能控制系统、余热回收装置等不断涌现，为热电厂锅炉燃烧运行的优化提供了有力支持。然而，新技术的应用与推广面临着诸多困难。一方面，新技术需要经过严格的测试与验证，确保其稳定性和可靠性；另一方面，新技术的推广需要得到政策、资金等多方面的支持。

对策：为了克服这一挑战，热电厂可以采取以下措施：一是加强与科研机构和技术企业的合作，共同研发和推广新技术；二是积极参与政府组织的示范项目和技术交流活动，争取政策和资金的支持；三是建立健全的技术评估体系，对新技术进行全面的测试和验证，确保其在实际应用中的稳定性和可靠性。

##### 3.1.2 设备改造与升级的资金投入问题

挑战：锅炉设备的改造与升级是实现燃烧运行优化的关键环节。然而，设备改造与升级需要大量的资金投入，这对于一些资金实力较弱的热电厂来说是一个巨大的挑战。

对策：为了解决这一问题，热电厂可以采取多元化融资的方式筹集资金。一方面，可以通过银行贷款、政府补贴等方式获取资金；另一方面，可以积极寻求合作伙伴，共同投资进行设备改造与升级。同时，热电厂还可以考虑采用分期付款、租赁等方式减轻资金压力。

#### 3.2 管理挑战与对策

##### 3.2.1 人员培训与技能提升问题

挑战：锅炉燃烧运行的优化需要高素质的技术人才支持。然而，由于热电厂往往地处偏远，人员流动性较大，加之新技术不断涌现，使得人员培训和技能提升成为一个持续的挑战。

对策：为了应对这一挑战，热电厂可以采取以下措施：一是建立健全的培训体系，定期组织技术人员参

加内部培训和外部培训；二是鼓励技术人员自主学习和参加技能竞赛等活动，提高其专业技能和综合素质；三是加强与高校和职业院校的合作，定向培养和引进高素质的技术人才。

##### 3.2.2 安全生产与质量控制问题

挑战：锅炉燃烧运行的优化过程中，安全生产和质量控制是至关重要的一环。然而，由于锅炉设备复杂、运行环境恶劣等因素，使得安全生产和质量控制面临着诸多困难。

对策：为了保障安全生产和质量控制，热电厂可以采取以下措施：一是建立健全的安全管理制度和质量管理体系，明确各级人员的安全职责和质量责任；二是加强对锅炉设备的日常维护和保养，定期进行安全检查和质量检测；三是加强对技术人员的安全教育和质量培训，提高其安全意识和质量意识。同时，热电厂还可以考虑引入先进的安全管理技术和质量控制技术，如远程监控、智能预警等，进一步提高安全生产和质量控制水平。

#### 结束语

综上所述，热电厂锅炉燃烧运行的优化策略对于提升能源利用效率、减少环境污染及促进可持续发展具有重要意义。通过实施高效燃烧器应用、精准配风调控、换热效率提升及智能控制系统的引入等措施，热电厂不仅能够有效解决燃烧不充分、煤粉分配不均等问题，还能显著提高锅炉燃烧的稳定性和热效率。未来，随着技术的不断进步和环保政策的持续加强，热电厂锅炉燃烧运行的优化将迈向更高层次，为实现绿色、高效、智能的能源供应体系贡献力量。

#### 参考文献

- [1]马毅.热电厂锅炉燃烧运行优化策略探微[J].电力设备管理,2020,(12):115-116.
- [2]冯洪林.论火力发电厂锅炉运行调整与优化[J].水电水利,2021,(03):28-29.
- [3]赵卫庆.电厂锅炉燃烧运行优化策略分析[J].华东科技(综合),2021,(13):156-157.
- [4]杨磊.燃煤电厂锅炉燃烧运行优化策略研究[J].技术与市场,2021,(12):128-129.