

# 火电厂锅炉燃烧优化技术研究

何鹏举

华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

**摘要:** 火电厂锅炉燃烧优化技术至关重要,能提升发电效率并减少污染。关键影响因素包括燃料特性、空气系数、燃烧器及炉膛结构。通过燃烧器调整、氧量控制、煤粉细度优化、炉膛吹灰及燃烧优化控制系统等技术,精细调控燃烧参数,优化燃烧过程。这些技术显著提升了锅炉燃烧效率,降低了污染物排放,为火电厂的环保与经济运行提供了有效支持。

**关键词:** 火电厂; 锅炉燃烧; 优化技术

## 引言

火电厂作为能源转换的重要设施,其锅炉燃烧过程的高效性和清洁性对于能源利用和环境保护具有重要影响。随着能源需求的不断增长和环保要求的日益严格,火电厂锅炉燃烧优化技术成为研究的热点。本文旨在探讨火电厂锅炉燃烧优化的关键技术,分析其影响因素,并提出相应的优化措施。通过深入研究这些技术,可以为火电厂的环保改造和能效提升提供理论支持和实践指导。

## 1 火电厂锅炉燃烧过程概述

火电厂锅炉的燃烧过程是一个复杂且精细的能量转换环节,其核心在于将燃料的化学能高效、清洁地转化为热能,进而驱动蒸汽轮机发电。这一过程不仅关系到电厂的发电效率和经济效益,还直接影响到环境保护和能源可持续利用。锅炉燃烧过程始于燃料的输入。在火电厂中,常用的燃料包括煤、天然气和重油等。这些燃料经过预处理后,通过给料系统送入锅炉的燃烧室<sup>[1]</sup>。在燃烧室内,燃料与来自空气预热器的热空气混合,形成可燃混合气体。这一过程称为燃料的准备与混合。混合后的可燃气在点火装置的作用下开始燃烧。燃烧过程中,燃料中的碳、氢等元素与空气中的氧气发生剧烈的氧化还原反应,释放出大量的热能。这些热能一部分被锅炉的受热面吸收,转化为蒸汽的热能;另一部分则通过烟道排出,形成烟气。在燃烧过程中,火焰的形态、温度分布以及燃烧速率等参数都受到燃料种类、空气流量、混合均匀度以及炉膛结构等多种因素的影响。为了保持锅炉燃烧的稳定性 and 高效性,需要不断地对燃烧过程进行监测和调整。这包括调节燃料的供给量、控制空气流量和温度、以及优化炉膛的通风条件等。还需要对锅炉的受热面进行定期维护和清理,以防止积灰和结渣等问题影响热能的传递效率。锅炉燃烧过程中还会产生一系列的污染物,如氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、二氧化硫

( $\text{SO}_2$ )和颗粒物等。这些污染物对环境造成危害,还可能对锅炉设备本身造成腐蚀和磨损。在锅炉燃烧过程中,还需要采取有效的污染控制措施,如低氮燃烧技术、烟气脱硫和除尘等,以减少污染物的排放。

## 2 影响火电厂锅炉燃烧效率和污染物排放的因素

### 2.1 燃料特性

在火电厂锅炉的燃烧过程中,燃料特性起着至关重要的作用。不同种类和品质的燃料,其发热量、挥发分、灰分和水分等特性各不相同,这些特性直接影响了锅炉的燃烧效率和污染物排放。挥发分高的燃料,如某些烟煤和无烟煤,易于着火和燃烧,能够迅速释放出大量的热能。这类燃料在燃烧过程中可能会产生较多的氮氧化物,对环境造成一定的污染。在燃烧这类燃料时,需要采取适当的低氮燃烧技术,以减少氮氧化物的生成。另一方面,灰分和水分含量高的燃料,如某些劣质煤和生物质燃料,会降低锅炉的燃烧效率。灰分会增加锅炉受热面的积灰和磨损,影响热能的传递效率;而水分则会消耗大量的热能用于蒸发,增加排烟热损失和机械不完全燃烧热损失。在燃烧这类燃料时,需要采取有效的预处理和燃烧调整措施,以提高燃烧效率和减少污染物排放。

### 2.2 空气系数

空气系数是锅炉燃烧过程中的一个重要参数,它决定了实际供给的空气量与理论空气量的比值。这一比值对锅炉的燃烧效率和污染物排放具有显著影响。(1)当空气系数过大时,意味着实际供给的空气量超过了理论需求。这会导致排烟量增加,排烟温度上升,从而增大排烟热损失。这不仅降低了锅炉的热效率,还增加了能源浪费。(2)当空气系数过小时,实际供给的空气量不足以支持燃料的完全燃烧。这会导致燃料燃烧不完全,产生大量的化学不完全燃烧热损失和机械不完全燃烧热

损失。燃烧不完全还会产生一氧化碳等有害气体,对环境造成污染(3)在锅炉燃烧过程中,需要合理控制空气系数,以确保燃料的完全燃烧和锅炉的高效运行。这通常需要通过精确的燃烧控制和调整来实现,包括调节送风量、控制燃烧室温度和压力等。通过优化空气系数,可以提高锅炉的燃烧效率,减少污染物排放,实现更加环保和经济的能源利用。

### 2.3 燃烧器性能

燃烧器作为锅炉燃烧系统的核心部件,其设计和运行性能直接关系到锅炉的燃烧效果。(1)燃烧器的布置方式、喷口形状和尺寸,以及煤粉与空气的混合方式等,都是影响燃料着火、燃烧稳定性和燃烧效率的关键因素,一个设计合理的燃烧器能够确保燃料与空气充分混合,提高燃烧效率,同时减少污染物的生成<sup>[2]</sup>。(2)在实际运行过程中,燃烧器可能会因为长期磨损、堵塞等问题而出现性能下降。这些问题会导致燃烧不均匀,局部过热等现象,不仅影响锅炉的燃烧效果,还可能对锅炉设备造成损害,降低其使用寿命。(3)定期对燃烧器进行检查和维护,及时发现并处理潜在问题,是确保锅炉安全和经济运行的重要措施。在设计和选用燃烧器时,也需要充分考虑锅炉的实际需求和运行环境,以确保其能够满足锅炉的燃烧要求。

### 2.4 炉膛结构和受热面布置

炉膛作为锅炉燃烧的主要场所,其形状、尺寸和结构对燃料的燃烧过程至关重要。合理的炉膛设计能够确保燃料在炉膛内有足够的停留时间,提供充足的燃烧空间,并优化气流组织,使燃料能够充分燃烧,减少热损失。受热面的布置方式和面积也是影响锅炉燃烧效率的关键因素。受热面是锅炉中传递和吸收热量的主要部件,其布置方式和面积直接决定了热量的传递效率。如果受热面布置合理,面积足够,就能够有效地吸收炉膛内的热量,提高锅炉的热效率。在实际运行过程中,受热面可能会因为结渣、积灰等问题而影响传热效果。这些问题会导致炉膛温度升高,不仅影响燃烧效率,还可能对锅炉设备造成损害。定期对受热面进行清理和维护,确保其清洁和畅通,是确保锅炉安全和经济运行的重要措施。

## 3 火电厂锅炉燃烧优化技术

### 3.1 燃烧器调整技术

在火电厂锅炉的燃烧优化中,燃烧器调整技术占据着举足轻重的地位。这一技术通过精细调控燃烧器的各项参数,旨在提升锅炉的燃烧效率,确保燃烧过程的稳定性和环保性。燃烧器的调整,首先着眼于其整体布

局与配置。合理的燃烧器布局能够确保燃料在炉膛内的均匀分布,进而实现火焰的稳定燃烧。通过调整燃烧器的位置、角度和数量,可以优化炉膛内的气流组织,提高燃料的燃烧效率。在燃烧器的具体调整过程中,还需关注其内部结构的优化。燃烧器的喷口形状、尺寸以及煤粉与空气的混合方式等,均会对燃烧效果产生显著影响。通过调整这些参数,可以进一步细化燃烧过程,使燃料与空气充分混合,促进燃料的完全燃烧。燃烧器的风量调节也是燃烧优化中的关键环节。风量的大小直接影响到炉膛内的氧气浓度和燃烧温度。通过精确控制一次风、二次风以及三次风的风量和风速,可以实现对燃烧过程的精细调控。一次风主要用于携带煤粉进入炉膛,其风量的大小直接影响到煤粉的着火速度;二次风则用于补充燃烧所需的氧气,促进燃料的完全燃烧;而三次风则主要用于调节炉膛内的温度分布,防止局部过热。在燃烧器的调整过程中,还需充分考虑煤质的变化对燃烧过程的影响。

### 3.2 氧量控制技术

氧量控制技术是火电厂锅炉燃烧优化中的另一项关键技术。通过精确控制锅炉燃烧过程中的氧量,可以显著提升燃烧效率,减少污染物排放,实现更加环保和经济的燃烧过程。氧量控制技术的核心在于维持炉内过剩空气的稳定。在锅炉燃烧过程中,空气量的大小直接影响到燃料的燃烧效率和污染物的生成。过剩空气量过大,会导致排烟量增加,排烟热损失增大;而过剩空气量过小,则会造成燃料燃烧不完全,增加化学不完全燃烧热损失和机械不完全燃烧热损失,同时还会产生大量的一氧化碳等污染物。为了实现精确的氧量控制,火电厂通常采用氧量校正信号来实时监测和调整炉内的氧量。这一信号根据锅炉的燃烧特点和负荷变化进行修正,确保在任何工况下都能维持最佳的过剩空气系数或氧量,通过调整送风量、控制燃烧室温度和压力等参数,可以实现对氧量的精细调控<sup>[3]</sup>。氧量控制技术还需要与锅炉的其他控制系统相配合,如送风控制系统、炉膛负压控制系统等。这些系统共同协作,确保锅炉在燃烧过程中始终保持稳定、高效的状态。在实际应用中,氧量控制技术还需注意以下几点:首先,要确保锅炉与燃烧器的匹配性,避免影响燃烧效率和锅炉热效率;其次,要定期检测和维护氧量测量设备,确保其准确性和可靠性;最后,还需根据锅炉的实际运行工况和煤质变化,灵活调整氧量控制策略,以实现最佳的燃烧效果。

### 3.3 煤粉细度优化技术

煤粉细度优化技术是提升火电厂锅炉燃烧效率的重

要手段之一。煤粉细度的合理调整,不仅能够提高燃料的燃烧效率,还能降低锅炉的污染物排放,实现更加环保和经济的能源利用。煤粉细度是指煤粉颗粒的大小分布,通常用筛余量来表示。在锅炉燃烧过程中,煤粉颗粒的大小直接影响到其燃烧速度和燃烧完全性。煤粉颗粒过粗,会导致燃烧不完全,增加化学不完全燃烧热损失和机械不完全燃烧热损失;而煤粉颗粒过细,则会增加磨煤机的能耗和制粉成本。为了实现煤粉细度的优化,火电厂通常采用以下方法:(1)通过调整磨煤机的运行参数,如磨盘转速、磨辊压力等,来控制煤粉的细度。这些参数的调整需要根据锅炉的负荷变化、煤质特性以及磨煤机的性能进行综合考虑。(2)利用粗细分离器对煤粉进行分级,以确保煤粉的粒度分布符合燃烧要求。粗细分离器的工作原理是通过改变空气流动的速度,将不同大小的煤粉颗粒进行分离。通过调整分离器的挡板角度或出口套筒位置,可以改变煤粉的细度。(3)火电厂还需定期对煤粉细度进行监测和分析,以确保其始终处于最佳范围。监测数据可以作为调整磨煤机运行参数和粗细分离器设置的依据,从而实现煤粉细度的持续优化。

### 3.4 炉膛吹灰技术

炉膛吹灰技术是火电厂锅炉燃烧优化中不可或缺的一环。长期运行的锅炉,其炉膛内会不可避免地积累灰尘和结渣,这些沉积物不仅会降低锅炉的热效率,还会影响锅炉的稳定运行。定期且有效地进行炉膛吹灰,对于保持锅炉的高效、稳定运行具有重要意义。炉膛吹灰技术主要利用压缩空气或蒸汽等介质,通过吹灰器将炉膛内的灰尘和结渣清除。吹灰器的类型多样,包括长伸缩式、短伸缩式、旋转式等,它们各自具有不同的应用场景和优势。长伸缩式吹灰器能够深入到锅炉内部管束之间,对难以清理的区域进行有效清灰;而旋转式吹灰器则通过旋转喷头,扩大了清灰的覆盖范围,适用于大面积的受热面清理<sup>[4]</sup>。在吹灰过程中,需要注意以下几点以确保吹灰效果:首先,要选择合适的吹灰时机,通常应根据锅炉的运行情况和灰积累情况来定期吹灰;其次,要控制吹灰器的压力和温度,避免对锅炉受热面造成损伤;吹灰的顺序和频率也需要合理安排,以避免已吹落的灰尘重新沉积在其他受热面上。

### 3.5 燃烧优化控制系统

燃烧优化控制系统是火电厂锅炉燃烧优化技术的核心组成部分。该系统通过集成先进的传感器、执行机构和智能控制算法,实现了对锅炉燃烧过程的实时监测、精确控制和优化调整。(1)燃烧优化控制系统的主要功能包括:实时监测锅炉的燃烧状态,如火焰温度、烟气成分等;根据实时监测数据,自动调整锅炉的燃料供给、空气流量等参数,以保持最佳的燃烧状态;系统还能对锅炉的运行效率、污染物排放等关键指标进行持续优化,以实现更加环保和经济的能源利用。(2)在实际应用中,燃烧优化控制系统展现出了显著的优势。该系统能够显著提高锅炉的燃烧效率,通过精确控制燃料和空气的供给,确保燃料充分燃烧,减少热损失。系统能够降低锅炉的污染物排放,通过优化燃烧过程,减少氮氧化物、二氧化硫等有害物质的生成。燃烧优化控制系统还能提高锅炉运行的稳定性和安全性,减少因燃烧不稳定而导致的设备故障和停机时间。(3)燃烧优化控制系统的成功应用,离不开其背后的技术支持。系统采用了先进的控制算法和模型预测技术,能够根据锅炉的实时运行数据和历史数据,进行精确的控制和优化。

### 结语

综上,火电厂锅炉燃烧优化技术是提高发电效率、减少污染物排放的重要手段。通过应用燃烧器调整、氧量控制、煤粉细度优化、炉膛吹灰以及燃烧优化控制系统等技术,可以显著提升锅炉的燃烧效率和环保性能。未来,随着技术的不断进步和创新,火电厂锅炉燃烧优化技术将更加注重智能化、自动化和集成化的发展,为实现更加高效、清洁的能源利用做出更大贡献。

### 参考文献

- [1]温浩.火电厂锅炉燃烧优化技术研究[J].今日自动化,2024(7):98-100.
- [2]杨东林.火电厂锅炉设备燃烧优化与节能技术研究[J].电力设备管理,2024(8):253-255.
- [3]郝美.火电厂锅炉燃烧优化关键技术研究[J].现代工业经济和信息化,2020,10(9):16-17,73.
- [4]王鹏,高莹.火电厂CFB锅炉的燃烧技术优化研究[J].造纸装备及材料,2022,51(5):120-122.