

# 火力发电厂的锅炉本体检修

牟宝岐

陕西德源府谷能源有限公司 陕西 榆林 719000

**摘要:** 火力发电厂中锅炉本体的正常运行至关重要,其关乎整个发电系统的稳定与高效。本文围绕锅炉本体检修展开探讨,先是详细阐述了锅炉本体的结构,包括各组成部分及其布局,同时介绍了其工作原理。接着深入分析了常见的故障类型,像磨损、腐蚀、过热变形以及密封不严等多种情况。重点论述了检修过程里的关键技术,涵盖受热面、汽水系统以及燃烧系统等方面的检修要点,旨在为火力发电厂锅炉本体检修工作提供有效参考。

**关键词:** 火力发电厂; 锅炉本体; 检修

引言: 在火力发电厂的运营中,锅炉本体作为核心设备,发挥着关键作用。它通过复杂的结构与特定的工作原理,将燃料的化学能转化为热能,进而产生蒸汽推动汽轮机发电。然而,在长期运行过程中,锅炉本体不可避免地会出现各类故障,例如受热面的磨损、不同部位的腐蚀、过热导致的变形以及密封出现问题等,这些故障严重影响发电效率与设备安全。因此,对锅炉本体检修相关内容进行深入研究,掌握科学有效的检修技术有着重要的现实意义。

## 1 锅炉本体的结构与工作原理

### 1.1 锅炉本体结构

锅炉本体结构较为复杂,主要由炉膛、燃烧器、受热面以及锅筒等部分组成。炉膛是燃料燃烧的空间,其四周布置着水冷壁,水冷壁由众多并列的管子组成,既起到吸收炉膛内辐射热的作用,又能保护炉墙。燃烧器则负责将燃料和空气按一定比例混合后送入炉膛,确保燃料稳定高效地燃烧,常见的燃烧器有旋流燃烧器和直流燃烧器等类型。受热面包括过热器、再热器、省煤器等,过热器用于将饱和蒸汽进一步加热成过热蒸汽,再热器则对汽轮机高压缸排出的蒸汽进行再次加热,提高热效率,省煤器布置在锅炉尾部烟道,利用烟气余热加热给水,降低排烟温度。锅筒是汽水分离和储存的关键部件,内部设有汽水分离装置,确保进入过热器的蒸汽品质良好,这些部件相互协同,构成了完整的锅炉本体结构,以满足火力发电的需求。

### 1.2 工作原理

锅炉的工作原理基于燃料的燃烧释放热量,并通过受热面将热量传递给工质(水),使其转化为蒸汽,从而实现能量转换。首先,燃料与空气在燃烧器中混合燃烧,产生高温火焰和烟气,火焰和烟气在炉膛内释放大量的辐射热,被炉膛四周的水冷壁吸收,使水冷壁内

的水部分蒸发形成汽水混合物。汽水混合物向上流入锅筒,在锅筒内通过汽水分离装置进行分离,饱和蒸汽进入过热器,被烟气进一步加热成为过热蒸汽,用于驱动汽轮机发电。而烟气在离开炉膛后,依次经过过热器、再热器、省煤器等受热面,将热量传递给工质,自身温度逐渐降低,最后经烟囱排出<sup>[1]</sup>。

## 2 锅炉本体常见故障类型

### 2.1 磨损

#### 2.1.1 受热面磨损

受热面磨损是锅炉运行中常见的故障之一。其主要原因是烟气中携带的固体颗粒,如飞灰等,在高速流动时对受热面管子表面产生冲刷作用。当烟气速度不均匀、局部流速过高,或者受热面布置不合理、存在烟气走廊时,磨损情况会加剧。磨损通常发生在管子迎风面、弯头处以及与支撑结构接触的部位。长期的磨损会使受热面管壁变薄,强度下降,最终可能导致管子泄漏,影响锅炉的安全稳定运行,降低热传递效率,增加维修成本和停机时间,严重时甚至会引发停炉事故,对火力发电的连续性造成重大影响。

#### 2.1.2 燃烧器磨损

燃烧器磨损主要是由于燃料和空气的高速流动以及燃烧过程中的颗粒冲击造成的。在燃烧器的喷口、风道内部等部位,燃料颗粒和未完全燃烧的焦炭颗粒等,随着气流的高速运动不断撞击燃烧器的内壁表面,逐渐侵蚀其金属材料。燃烧器的结构设计、运行参数以及燃料的特性都与磨损程度密切相关。例如,频繁的启停、燃烧工况不稳定、燃料颗粒度不均匀等情况,都会加速燃烧器的磨损。磨损后的燃烧器会使燃料和空气的混合效果变差,燃烧效率降低,火焰形状改变,进而影响炉膛内的燃烧稳定性,导致不完全燃烧热损失增加,锅炉的经济性和可靠性下降,同时也可能引发其他相关部件的

故障。

## 2.2 腐蚀

### 2.2.1 高温腐蚀

高温腐蚀在锅炉运行中较为常见，主要发生在高温受热面区域，如过热器、再热器等部位。其成因主要是燃料中的硫、碱金属等成分在高温环境下与金属管壁发生化学反应。当燃烧过程中产生的硫氧化物、氯化物等腐蚀性气体，在管壁温度较高且存在氧化性气氛时，会形成硫酸盐、氯化物等腐蚀产物，加速管壁的腐蚀过程。这种腐蚀会导致受热面管壁厚度减薄，强度降低，严重时甚至会引发爆管事故，影响锅炉的安全稳定运行，降低设备的使用寿命，增加维修成本和停机时间，给火力发电生产带来较大的经济损失和安全隐患。

### 2.2.2 低温腐蚀

低温腐蚀通常出现在锅炉尾部烟道的低温受热面，如省煤器、空气预热器等部位。这主要是因为燃料燃烧产生的二氧化硫在低温且有水汽存在的条件下，会生成亚硫酸和硫酸等酸性物质，对金属表面产生腐蚀作用。当排烟温度过低、空气预热器的冷端温度低于酸露点时，硫酸蒸汽会凝结在受热面管壁上，形成腐蚀性的电解液，使金属发生电化学腐蚀。低温腐蚀不仅会损坏受热面，降低其传热效率，增加通风阻力，还可能造成设备的泄漏，影响锅炉的正常运行，增加运行维护成本，降低整个发电系统的经济性和可靠性。

## 2.3 过热变形

### 2.3.1 受热面过热

受热面过热是锅炉运行中不可忽视的故障问题。其主要原因包括热负荷过高、汽水循环不良以及管内结垢等。当炉膛内局部热负荷过大，超过受热面管材所能承受的温度极限时，会使管壁温度急剧上升。此外，若汽水循环系统出现故障，如水流停滞、汽水分层等情况，会导致受热面无法得到良好的冷却，热量积聚引发过热。长期过热会使受热面管材的金相组织发生变化，强度降低，管材发生鼓包、胀粗等变形现象，严重影响受热面的传热效率和安全性能，甚至可能导致爆管事故，使锅炉被迫停机，给火力发电的连续性和稳定性带来严重威胁<sup>[2]</sup>。

### 2.3.2 联箱过热

联箱过热主要是由于汽水流量分配不均、内部异物堵塞或外部热辐射过强等因素造成的。在运行过程中，如果各受热面分支管的阻力差异较大，会引起联箱内汽水流量分配不均匀，部分区域流量过小而热量积聚，导致过热。同时，联箱内部若存在杂质、焊渣等异物，可

能会堵塞部分通道，减少汽水流通面积，使局部过热情况加剧。另外，联箱靠近高温区域，若外部保温层损坏或隔热措施不当，受到炉膛高温辐射影响，也会使其温度升高而发生过热变形。

## 2.4 密封不严

### 2.4.1 炉墙密封不严

炉墙密封不严是锅炉常见故障之一。其产生原因包括炉墙砌筑质量不佳、长期运行后炉墙出现裂缝、膨胀节损坏以及密封材料老化等。当炉墙密封不严时，外部冷空气会漏入炉膛，降低炉膛内的温度和压力，影响燃烧效率，导致燃料不完全燃烧损失增加。高温烟气也可能从缝隙处泄漏，造成热量散失，使锅炉的热效率下降，增加能源消耗。

### 2.4.2 受热面密封不严

受热面密封不严通常是由于密封结构设计不合理、安装工艺不当、运行中的振动和热膨胀等因素引起的。在锅炉运行过程中，若受热面管排之间、管排与集箱连接部位的密封不严，会导致烟气泄漏，使部分受热面无法正常接触高温烟气，降低传热效果，影响蒸汽的产生和参数稳定性。而且，泄漏的烟气可能冲刷相邻部件，造成额外的磨损和腐蚀，缩短设备的维修周期。空气的漏入会使烟气中的氧量发生变化，干扰燃烧过程的正常进行，降低燃烧效率，增加氮氧化物等污染物的排放，对环境造成负面影响，因此必须重视受热面的密封问题，确保锅炉的高效、安全运行。

## 3 检修过程中的关键技术

### 3.1 受热面检修

#### 3.1.1 受热面管子更换

受热面管子更换是锅炉检修的关键环节。首先，需精确定位损坏管子的位置和范围，通过外观检查、无损检测等手段评估管子的受损程度。更换时，要选择材质、规格与原管相同的新管，并严格按照焊接工艺要求进行焊接操作，确保焊接质量，防止出现漏焊、虚焊等问题。在切割和安装过程中，要注意保护周围管子及部件，避免造成二次损伤。完成更换后，还需对新管进行压力试验和探伤检测，确保其密封性和强度符合运行要求，保障锅炉受热面的安全稳定运行，使汽水循环系统恢复正常功能。

#### 3.1.2 受热面清灰与除垢

受热面清灰与除垢对于维持锅炉热效率至关重要。清灰可采用机械振打、压缩空气吹扫、声波清灰等多种方式，清除受热面表面积聚的灰渣，恢复其传热性能，降低排烟温度，提高热传递效率。除垢则需根据垢的成

分选择合适的化学清洗剂,通过浸泡、循环冲洗等方法去除管内水垢,防止因结垢导致的受热不均和过热现象。在操作过程中,要严格控制清洗剂浓度、温度和清洗时间,避免对管子造成腐蚀损伤。

### 3.1.3 受热面管排整形与修复

受热面管排在运行中可能因热膨胀受阻、外部冲击等原因发生变形。整形修复时,先对变形管排进行详细检查和测量,确定变形程度和位置。对于轻微变形,可采用机械矫正方法,利用专用工具逐步恢复管排形状;对于严重变形或损坏的管排,则需部分拆除更换。在修复过程中,要注意调整管排间距和垂直度,确保烟气流通顺畅且均匀冲刷受热面,同时保证管排与支撑结构连接牢固,防止再次出现位移和变形。修复后的管排需进行全面检查和测试,保证其恢复到正常运行状态,维持锅炉的稳定运行性能和安全性能。

## 3.2 汽水系统检修

### 3.2.1 锅筒内部检修

锅筒内部检修是汽水系统检修的关键部分。进入锅筒前,需确保内部温度、压力降至安全范围,并进行充分通风置换。检修人员要对汽水分离装置进行检查,查看其是否有变形、损坏或堵塞情况,如旋风分离器的叶片是否完整,若有问题需及时修复或更换,以保证汽水分离效果,防止蒸汽带水影响过热器运行。还要检查锅筒内壁的腐蚀状况,对腐蚀部位进行打磨、补焊等处理,并测量锅筒壁厚,确保其强度满足要求<sup>[3]</sup>。

### 3.2.2 汽管道检修

首先要对管道进行外观检查,查看是否有变形、磨损、裂纹等缺陷,尤其是弯头、焊缝等部位,对于发现的问题及时进行修复或更换。检查管道的支吊架,确保其牢固且能正常发挥支撑和导向作用,防止因管道位移引发泄漏等事故。还要对管道的保温层进行检查和修复,保证其保温效果,减少热量损失。对于汽水管道的阀门,要检查其密封性和灵活性,进行必要的研磨、密封件更换等操作,确保阀门能准确控制汽水的流量和压力,维持汽水系统的正常运行工况,避免因管道故障导致停机等严重后果。

## 3.3 燃烧系统检修

### 3.3.1 燃烧器检修

燃烧器检修是保障锅炉燃烧效率和稳定运行的关

键。首先要检查燃烧器的喷头、风道等部件的磨损情况,对于磨损严重的部位进行修复或更换,确保燃料和空气能均匀混合并良好喷射。还要检查燃烧器的调节机构,如风门的灵活性和准确性,保证其能精确控制风煤比,适应不同负荷需求。清理燃烧器内部的积灰和结焦,防止堵塞影响燃烧效果。对燃烧器的点火装置进行测试和维护,确保其可靠点火,避免因点火失败导致燃烧不稳定或熄火,通过这些检修措施,使燃烧器保持良好的工作状态,提高燃烧效率,降低污染物排放,保障锅炉安全经济运行。

### 3.3.2 炉膛检修

炉膛检修对于锅炉稳定运行意义重大。要检查炉膛的炉墙,查看是否有裂缝、脱落等损坏情况,及时修补或重砌,确保炉膛的密封性,防止漏风漏烟影响燃烧和热效率。对炉膛内的水冷壁管进行检查,包括管子的变形、磨损、腐蚀等问题,对受损部位进行修复或更换,保证水冷壁的正常吸热和保护作用。同时,清理炉膛底部的灰渣,防止堆积过高影响通风和燃烧,检查炉膛内的观火孔、人孔等部件的密封性,保证其正常使用且不影响炉膛内的压力和温度分布,为燃料在炉膛内的充分高效燃烧创造良好条件,提升锅炉整体性能和安全性<sup>[4]</sup>。

## 结束语

本文通过对锅炉本体结构与工作原理的深入理解,准确识别常见故障类型,并运用科学有效的检修关键技术,能够及时排除隐患,恢复设备性能,延长设备使用寿命,提升发电效率和安全性。但检修工作并非一劳永逸,随着技术发展和设备老化,需持续优化检修策略与工艺,加强检修人员培训与管理,以应对新挑战,确保火力发电事业在安全、高效、环保的轨道上稳步前行,为电力供应提供坚实基础。

## 参考文献

- [1]朱孝清.火力发电厂锅炉设备检修及改造问题分析[J].科技传播,2019,6(21):104+121.
- [2]覃光能.火力发电厂锅炉设备检修及改造研究[J].科技与创新,2019(12):150+152.
- [3]马阳.董力翔.火电厂化学水处理控制系统设计与开发[J].东北大学,2019.162-163
- [4]张宏伟.嫡方法在火电厂清洁生产中的应用研究[J].上海电力学院,2019.187-189