

Research on the Structure Characteristics and Optimization Operation of W-type Boiler in Thermal Power Plant

Fa Zheng

Guizhou Jinyuan Tea Garden Power Generation Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 551800, China

Abstract

This paper systematically examines the core structural features and optimized operational methods of W-type boilers in thermal power plants. It begins with an overview of the boiler's fundamental components, including overall layout, combustion system, and heat exchange surface arrangement, followed by an in-depth analysis of key components such as burners, water walls, and superheaters. This foundational analysis establishes the basis for understanding the operational mechanisms. The study further explores combustion and heat transfer characteristics, steam-water system parameters, and common operational challenges during boiler operation. The research holds significant engineering application value. Additionally, it proposes specific operational improvement strategies focusing on combustion regulation, parameter control, and safety-economic coordination. The findings aim to provide theoretical references for achieving efficient, safe, and economical operation of W-type boilers.

Keywords

W-type boiler; structural characteristics; operational characteristics; combustion optimization; operational adjustment

火电厂 W 型锅炉结构特点与优化运行研究

郑发

贵州金元茶园发电有限责任公司, 中国·贵州 毕节 551800

摘要

本文针对火电厂W型锅炉, 系统论述其核心结构特征及其改良运行方法。先概括W型锅炉的整体布置、炉膛燃烧系统、受热面布置这些基本结构, 再深入剖析燃烧器、水冷壁、过热器等关键部件的结构特点。这为理解其运行机理奠定了基础。依此探讨锅炉运行时出现的燃烧传热特性、汽水系统参数特性以及常见运行问题。本研究具有重要的工程应用价值。而且, 从燃烧调节、运行参数控制、安全经济性协调等方面给出具体的运行改良策略。本研究希望给W型锅炉的高效、安全、经济运行提供理论参照。

关键词

W型锅炉; 结构特点; 运行特性; 燃烧优化; 运行调整

1 引言

在能源电力领域当中, 锅炉属于火力发电厂的关键设备, 其性能会直接左右电厂整体的效率以及运行的安全状况。W型火焰锅炉是一种合适燃烧低挥发分煤种的重要炉型, 由于其独特的结构设计, 在燃烧无烟煤、贫煤等难燃煤种时表现出很大的优势。深入探究W型锅炉内部的结构特点, 是把握其运行规律的根基所在。而且, 伴随对发电经济性和环保要求的逐步提升, 怎样达成锅炉的改良运行, 找出其中的节能潜力, 已经变成行业瞩目的焦点。所以, 本文力求全面整理W型锅炉的结构特性, 并依托此来剖析其运行特性, 然后给出有针对性的改良运行策略, 从而给相关技术实践提供理论支持。

【作者简介】郑发(1999-), 男, 中国贵州遵义人, 本科, 助理工程师, 从事火电厂集控运行研究。

2 W 型锅炉结构概述

2.1 锅炉整体布置与工作原理

W型锅炉得名于其特有的火焰行程形态, 其整体布局一般为单炉膛、双拱结构。炉膛底部是燃烧核心地带, 前后墙对称地覆盖着拱顶区域。其工作原理在于, 煤粉气流由前后拱顶部的燃烧器向下喷出, 于炉膛底部汇合, 点燃之后向上拐弯, 从而形成W字形的火焰轨迹。这样的设计使得煤粉在高温区域得以滞留更多时延, 有益于难燃煤种的完全燃烧。烟气经过炉膛之后, 会依次冲击位于炉膛上方以及水平烟道中的过热器、再热器和省煤器等受热部件以实施热能传递, 最后通过尾部烟道排放出去。此种结构形式的主要目的在于营造稳定的点燃环境并确保充足的燃烧余地^[1]。此外, W型锅炉结构还便于组织分级燃烧, 降低氮氧化物生成。整体布置紧凑, 有利于减少占地, 同时增强燃尽效率, 尤其适合低挥发分煤种, 是大型电站锅炉的重要炉型之一。

2.2 炉膛与燃烧系统结构特点

W型锅炉的炉膛结构具有这样的特征,即下部是燃烧室,上部是燃尽室,二者由前后拱所形成的缩腰加以隔开。下炉膛既深又大,容纳了诸多卫燃带,以此来守住高温,这对低挥发分煤做到稳定着火以及燃烧十分关键。燃烧系统同炉膛结构紧密契合,其突出之处就在于燃烧器集中设置并且分级供风。燃烧器往往密集聚集于前后拱之上,煤粉气流会带着很高的速度朝着下方喷射出来,从而合成一道深沉的射流。而供风系统一般包含分级送入的一次风、二次风以及三次风。通过恰当安排各层风量之间的比例关系及其混合时间,就能够达成对煤粉气流着火、燃烧直至燃尽整个过程的改良调控,这也是做到高效低污染燃烧的根基所在。

2.3 受热面布置与汽水流程特点

热面布置要符合W型火焰的燃烧特性和烟气流程。炉膛四面都是水冷壁,这是主要的辐射受热面,用来吸收火焰辐射热并产生饱和蒸汽。从炉膛出口到水平烟道,依次设置屏式过热器、高温过热器以及再热器这些对流受热面,它们负责吸收烟气中的对流热,把蒸汽加热到额定温度。就汽水流程而言,给水先经过省煤器预热,然后流入汽包,再通过下降管分配到水冷壁下集箱。在水冷壁内部吸热蒸发,变成汽水混合物会流回汽包执行汽水分离。饱和蒸汽会依次流经过热器各个吸热段,从而变成过热蒸汽,送进汽轮机来做功。再热蒸汽流程为:汽轮机高压缸排出的气体被引导回到锅炉再热器实施加热,之后送入中压缸持续做功,目的在于提升机组循环效率。

3 W型锅炉关键部件结构分析

3.1 燃烧器与配风系统结构

燃烧器对于W型锅炉达成稳燃十分关键,其结构设计要符合难燃煤种的要求。燃烧器一般采用直流煤粉燃烧器,并安装在前后拱之上,喷口呈狭长状,从而做到煤粉气流的深入穿透。一次风粉混合物以高浓度、高速度喷入炉膛,其结构和风速会左右火焰的稳定状况。配风系统的结构较为复杂,包含拱上一次风、拱下二次风以及三次风等部分。拱上二次风靠近一次风喷口设置,起到早期混合和助燃的作用;而拱下二次风又称为分级风,通过燃烧器底部送入,用以补充燃烧末期所需的氧气,做到分级燃烧,削减氮氧化物的产生。各个次风道都装有调节挡板,以此来达成风量的精准调控与分配。

3.2 水冷壁与蒸发系统结构

水冷壁属于锅炉的关键蒸发受热面,它的结构要符合高强度换热以及安全运行的需求。W型锅炉炉膛的水冷壁往往采取膜式结构,通过鳍片管焊接而成,形成气密性较好的整体。这样既能提升炉墙的整体强度,又能优化换热效率。在下炉膛卫燃带部分,为了保留高温,会在水冷壁管表面覆盖耐火材料层。蒸发系统的结构重点在于由汽包、下降管和下

集箱合成的自然循环回路。汽包充当汽水分离及储水容器,内部装有旋风分离器、百叶窗之类的装置,以此来保障蒸汽的质量。下降管负责从汽包输送水到下集箱,然后分配给各个面墙的水冷壁。这样的自然循环结构既简单又可靠,具备较强的自身调节能力,可以应对一定的负荷变化情况。

3.3 过热器与再热器结构布置

过热器和再热器属于提升蒸汽能级的重要部件,它们的结构安排对于蒸汽温度特征以及锅炉安全非常关键。W型锅炉的过热器系统往往采取辐射与对流结合的形式来执行布置。屏式过热器置于炉膛出口处,主要汲取辐射热,随着负荷增大,它的汽温特性变得较为稳定甚至出现下降情况。高温过热器位于水平烟道,属于纯对流受热面,其出口汽温会随着负荷的增多而有所增长。再热器一般是纯对流式的,被设置在过热器之后的烟道内部^[2]。从结构上看,这些受热面包含诸多蛇形管束,这些管束按照顺列或者错列的方式加以布置,而且根据工质温度来选择恰当的耐热钢材。合理的管排间距、蒸汽流速以及减温器的设置,都是控制管壁温度、规避超温爆管的重要因素。

4 W型锅炉运行特性分析

4.1 燃烧与传热特性

W型锅炉的燃烧特性由自身结构所决定,其特点在于火焰集中、炉膛下部温度较高、煤粉停留时间较长,这些情况非常有益于低挥发分煤的着火及燃尽。不过,这种燃烧方式也极易造成炉内热负荷分布不均衡,火焰中心部位温度过高,从而加重结渣的可能性。在传热特性上,因为众多热量都在炉膛下部散发出来,所以水冷壁,特别是下炉膛部分的辐射吸热比例很大。炉膛出口的烟气温度会受到燃烧组织状况的影响,而且这种影响十分明显,它会直接左右后续对流受热面的吸热量分配情况。燃烧是否稳定以及火焰中心处于哪个位置,都是影响锅炉整体传热流程的关键要素,它们还决定了主再热蒸汽温度的变动趋势。

4.2 汽水系统运行参数特性

汽水系统的运行参数体现了锅炉的运行状况。蒸汽压力表明蒸发量和用汽量是否达成协调,它受诸多因素左右,比如给水控制、燃烧率的改变等。过热蒸汽和再热蒸汽的温度属于重要的运行参数,它们与锅炉负荷、燃料种类、送风方式以及受热面的积灰状况紧密相关。W型锅炉的汽温特征比较繁杂,辐射式过热器、对流式过热器以及再热器的汽温变化方向也许会相悖,要通过恰当的燃烧调节并注入减温水来实施协调控制。汽包水位显示了给水和产汽之间的动态均衡,是锅炉安全运行的核心所在,其控制必要排除虚假水位之类的干扰因素,以保证在安全区间内波动。

4.3 典型运行问题与影响因素

W型锅炉运行时存在若干典型问题。结渣与积灰属于比较常见的情况,炉膛下部温度较高,如果燃烧组织失当或

者煤质发生改变,就很可能造成熔融灰分黏附于卫燃带和水冷壁管之上,从而影响传热效果,甚至诱发安全事故。汽温存在偏差和超温现象也比较明显,这种情况和炉内烟气温度场、速度场分布不均衡,各个受热面吸热量存在差异有着密切联系。而且,燃烧不稳定、飞灰含碳量过高、氮氧化物排放浓度较大等问题也是运行过程中须要着重留意之处。这些问题的影响要素繁杂多端,大致包含燃煤品质的改变、配风方法欠妥、负荷起伏剧烈、设备本身具有的结构上的不足等因素。必要通过系统分析并采取综合措施加以治理。

5 W型锅炉运行优化策略

5.1 燃烧调整与效率优化

燃烧调整属于改善锅炉运行的关键举措,目的在于达成稳定、高效又清洁的燃烧效果。其改良策略重点在于合理调控一次风粉浓度,以此保障着火的稳定性。细致调节拱上下二次风的比例及其风速,拱上二次风量不可过多,这样才能保留着火区域高温还原性的氛围;而拱下分级风的投入时间与风量颇为关键,既要保证煤粉完全燃烧,也要顾全氮氧化物的排放控制^[1]。通过实验来确定不同工况下最理想的过量空气系数,并削减排烟热能损耗。恰当协调各个燃烧器间的风粉调配,防止火焰偏斜,促使炉内温度场分布均匀。这些举措相互配合,可以有效地减小机械不完全燃烧热能损耗以及排烟热能损耗,进而加强锅炉的效率。

5.2 运行参数控制优化

对关键运行参数实施精细化控制,这是保障安全与经济性的根基所在。蒸汽温度控制要依照锅炉的汽温特性,通过调节燃烧器摆角、烟气挡板、配风方式等粗调方法,再加上减温水的细调效果,把汽温稳定在规定的范围内。而且还要尽力缩减减温水的用量来提升经济性。给水自动控制系统应当可靠地投入运行,精准地控制汽包水位,避免发生满水或者缺水这样的事故。要维持主蒸汽压力稳定,协调好锅炉蒸发量和汽机用汽量之间的关系。也要重视对烟气含氧量、一氧化碳浓度等燃烧参数的观察和调整,让它们维持在理想

的水平上,从而给高效燃烧提供及时的反馈和指导。

5.3 安全与经济协调优化

安全运行是经济性的先决条件,改良要在二者之间谋求恰当的调和点。要想规避结渣现象,就要在保证燃烧稳定的情况下,适度减小炉膛火焰中心的温度,免除局部出现缺氧状况以及还原性气氛过于强烈的情形发生。通过定时执行吹灰操作来维持受热面的洁净,这是守住传热效能、防止汽温出现异常并促使排烟温度下降的有效手段。在低负荷运行期间,应当采用稳燃措施,比如采用集中火嘴运行的方式、提升煤粉浓度等,以此来确保燃烧的稳定性,并且还要格外关注水动力的安全情况以及汽温是否达到标准。在平时的运行过程中,创建依靠设备状态和运行参数的警报系统,尽早察觉并且解决诸如受热面壁温超标、风机失速之类的非正常工况,从而做到预防性的保养。从长远角度来讲,这乃是保障安全和经济性的关键所在。

6 结语

W型锅炉属于专门应对难燃煤种的炉型,它的双拱结构以及W形火焰行程很特别,对于低挥发分煤做到稳定高效燃烧很重要。本文从整体结构、关键部件、运行特点以及改良策略入手展开系统阐述,从而体现其中蕴含的工作原理和运行规律。研究显示,深刻理解其结构特征是了解运行特点的前提,精准的燃烧调节和运行参数控制是达成安全、经济又环保运行的关键举措。未来,伴随运行经验逐步增多、控制技术不断提升,W型锅炉的性能潜能可能会被进一步发掘出来,给利用低质煤炭资源发电提供更可靠、更高效的技术保障。

参考文献

- [1] 刘富强.“W”型锅炉受热面优化改造及效果分析[J].湖南电力,2017,37(01):70-72.
- [2] 范焕霞,畅晓峰.W型锅炉全过程氮氧化物控制技术研究及应用[J].山西电力,2019,(05):45-48.
- [3] 熊辉,吴元元,毛志慧,等.W型火焰锅炉全比例燃烧烟煤特性[J].洁净煤技术,2024,30(S2):302-310.