

往复炉排热水锅炉的研究与试验

王永栋 (齐齐哈尔锅炉总厂)

〔摘要〕 介绍燃用劣质烟煤的往复炉排锅炉的结构设计特点及其性能试验结果。

关键词 工业锅炉 往复炉排

近年来,在我国不少地区由于供煤紧张,工业锅炉燃煤质量下降和煤种多变的情况日趋严重,一些锅炉的燃烧设备已难于适应这种情况,有的甚至连着火都成了问题,锅炉出力和效率更无从谈起。为此,我们决定开发研制能够燃用Ⅰ类烟煤的锅炉,以便适应锅炉可能燃用劣质燃料的实际情况。在研制过程中还考虑此型锅炉燃用Ⅱ类烟煤及褐煤的可行性和可靠性。现就此型锅炉的结构设计特点及性能试验结果介绍如下。

1 整体结构

SHW4.2—0.7/95/70—AI型锅炉为双锅筒横置式往复炉排锅炉,额定供热量为4.2 MW/h,工作压力为0.7 MPa,热水出口温度为95℃,回水温度为70℃,使用燃料为Ⅰ类烟煤。该锅炉由侧墙水冷壁管和前后拱管构成炉膛辐射受热面。炉膛后设有燃烬室,对流排管受热面及省煤器受热面。锅炉本体设有六个独立的水循环回路,辐射受热面采用回水引射装置进行循环,对流受热面采用自然循环方式,并装有回水分配管。

2 主要技术特点

2.1 采用了先进的炉拱结构

在机械化层燃锅炉中,炉排上的燃料处

于连续运动的状态,新燃料的着火主要取决于来自拱和火焰的辐射热以及由火焰气流卷带到新燃料区的炽热碳粒。而炉排上的煤是否能进行强烈而完全的燃烧,不仅取决于合适的炉排热强度,合理的炉膛结构及运行方式,而且在很大程度上还取决于炉拱的几何形状和尺寸。

本型锅炉炉拱结构采用了机械电子工业部“六五”科研攻关项目,而且获得机电部科技成果一等奖的西安交大研制的新型炉拱,此一炉拱的设计原则和方法,基于对炉拱工作机理的新认识,即前拱实质上是再辐射拱,其辐射能力与前拱区的几何尺寸及前拱区的温度有极大的关系。从再辐射的观点来看,只要前拱的投影尺寸(即拱长和拱高)确定,则前拱的形状对拱的辐射换热效果并无直接关系。然而,良好的前拱形状却可以使高温烟气流在前拱区获得良好的流体动力特性,使从后拱流出的烟气能够深入前拱区,并在前拱区形成强烈的旋涡,提高前拱区的温度水平,为煤层达到引燃温度提供所必需的热量,从而达到入炉的新燃料连续稳定着火的目的。后拱在锅炉的燃烧中,起着间接引燃、混合及加速燃烬的作用。后拱形状应保证能将大量的高温烟气、炽热的碳粒送到前拱区,促成那里的高温,使燃烧强化,从而间接地加强前拱的辐射引燃作用。因此,设计时要选择好后拱的出口形

收稿日期 1991—08—26

本文联系人 王永栋 男 齐齐哈尔 161005

状,使后拱出口的烟速适当,并通过后拱与前拱的配合,改变炉内空气动力场,促进炉内烟气扰动混合,减少由于配风不当造成的 q_3 损失和飞灰的分离。基于上述的炉拱工作机理,在该型锅炉的炉拱设计中着重考虑了以下几个方面。

2.1.1 前拱出口端高于后拱出口端,前拱出口高度为后拱出口高度的两倍,保证了从后拱流出的烟气深入到前拱区。

2.1.2 后拱出口端的高度和形状决定了烟气的喷出速度和流向,因而对在前拱区形成良好的流体动力场有着决定性的影响。本锅炉选择的后拱出口烟气流速为 6 m/s ,后拱出口段有 500 mm 直段并采用锐角拱端,形成反倾斜形状,后拱出口高度为 550 mm 。采用反倾斜形状的出口段在于阻止拱区内的高温烟气过快地地流走,从而增强拱区的火焰充满度,提高拱区的温度,达到间接引燃的目的。前后拱总覆盖率为 79% 。

2.2 采用复合循环的水循环方式

通常,自然循环热水锅炉循环水速较低,受热面极易产生汽化结垢和氧腐蚀现象。为此,在下降管入口处装设喷嘴,喷嘴与下降管入口段组成射流装置,使回水通过喷嘴引射锅筒的水进入循环回路,增加了辐射受热面的循环水流速。同时,对流受热面增设了回水分配管及锅内隔板。通过水动力计算表明,炉膛双侧水冷壁管、前后墙水冷壁管中水的流速都已达到 0.4 m/s 以上,超过了不发生冷沸腾规定之水速。锅炉对流管束循环回路采用下降区与总管束截面比为 0.428 的自然循环回路,其中:前墙水冷壁管中水流速为 0.425 m/s ,双侧墙水冷壁管中水流速为 0.41 m/s ,后墙水冷壁管中水流速为 0.423 m/s ,燃烬室后墙水冷壁管中水流速为 0.281 m/s ,对流管束中水流速为 0.149 m/s 。燃烬室后墙水冷壁管最小允许重量流速为 $667\text{ N}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,经校验偏差管重量流速为 $2151\text{ N}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,前墙水冷壁管最小允许

重量流速为 $1803\text{ N}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,经校验偏差管重量流速为 $5113\text{ N}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,对流管束最小允许重量流速为 $586\text{ N}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,经校验偏差管重量流速为 $1713\text{ N}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,因此,锅炉受热面管子不会发生过冷沸腾。

2.3 采用逆向通风锯齿形炉排片

往复炉排上的煤是通过相间布置的活动炉排片和固定炉排片的往复运动而呈均匀波浪形状向后运动,而空气则是通过炉排片间的缝隙进入炉内。为使进入炉内的空气能够均匀地通过煤层并与燃料接触良好,炉排片的通风缝隙采用前倾锯齿形,通风方向采用与煤的运动方向相交叉的通风形式。采用此种通风方式也相应地增加了后拱对燃烧产物向前拱区的导流能力,强化了燃烧。为改进炉排片的冷却条件,防止炉排片由于冷却不好而被烧坏,本锅炉的炉排片冷却比设计为 $1:5$ 。此外,主燃区炉排片采用中硅球耐热铸铁制造,延长了炉排片的使用寿命。

2.4 锅炉炉排配风采用推迟配风方式

炉排的配风必须与燃料燃烧各阶段需要的空气量相适应。因此,烟气的混合就与新燃料的引燃及煤层的燃烧有着密切的联系。当然,良好的炉拱结构是一种必要的条件,而配风方式则是一个主动因素。为此我们在炉排隔风板和进风口位置的设计结构中,采用了推迟配风法,在通风量的调整上,采用关开关的办法,即烧中间,促两头。这是因为通过后拱向前拱区导流引燃新煤和炉排后部保温,促燃的主要热源是后拱中部的燃烧提供的,因此,后拱中部的燃烧工况会直接影响到整台锅炉是否能够稳定燃烧和经济运行。

2.5 锅炉炉排结构

为降低锅炉整体高度,该炉排设计倾角为 14° 。炉排宽度为 2 m ,长度为 3.81 m ,炉排面积为 7.62 m^2 。为减小炉排运行阻力,活动炉排梁采用大滚轮支撑传动;为防止炉排跑偏,活动炉排架两侧装有导向装置。

3 锅炉的运行及测试

通过该锅炉安装后的调试及运行情况表明, 锅炉整体结构设计合理, 热工测试结果证明, 该锅炉在燃用低位发热值 14 149~16 398 kJ/kg 的 I 类烟煤时, 达到了设计参数要求, 并具有较强的超负荷能力。锅炉热工测试热效率为 79.93%, 比 ZBJ98011—88《工业锅炉通用技术条件》规定的 72% 提高了 7.93%。

经环保部门测试, 本锅炉烟尘排放浓度为 318.4 mg/m³ (标, 干烟), 符合 GB3841—83《锅炉烟尘排放标准》中 II 类区域的要求, 烟气黑度小于林格曼 0.5 级, 符合《锅炉烟尘排放标准》中 I 类区域的要求。本锅炉原始排尘浓度为 2 100.5 mg/m³ (标, 干烟), 小于工业锅炉原始排尘浓度标准中规定 2 500 mg/m³ (标, 干烟) 的要求。当除尘器的除尘率在 84.8% 时, 锅炉的烟尘排放浓度为 318.4 mg/m³ (标, 干烟), 倘若在锅炉出厂时配套除尘器的除尘效率能够保证在 90.5%

以上时, 本锅炉的排烟含尘浓度将能达到《锅炉烟尘排放标准》中 I 类区域的要求, 即最大允许烟尘浓度不大于 200 mg/m³ (标, 干烟)。

SHW4.2—0.7/95/70—AI 型锅炉于 1991 年 4 月 7 日通过鉴定, 到会专家一致认为, 本型锅炉结构设计采用了较先进炉拱结构, 复合循环的水循环方式, 逆向通风锯齿形炉排片, 推迟配风法及带导向装置的往复炉排技术, 保证了安全可靠地运行, 节能效果显著, 操作简单, 维修方便, 产品性能达到了 ZBJ98011—88 及 GB3841—83 标准规定, 锅炉热效率高出标准要求 7.93%, 达到了国家优质产品的性能指标。本型产品利用往复炉排燃用劣质烟煤取得良好效果, 具有重要的社会效益和经济效益, 建议批量生产。

参 考 文 献

- 1 陈学俊, 陈听宽. 锅炉原理. 机械工业出版社, 1979
- 2 杨明新. 热水锅炉. 机械工业出版社, 1986

Study and Testing of Reciprocating Grate

Hot Water Boilers

Wang Yongdong

(Qiqihar Boiler Works)

Abstract

This paper presents the design features of reciprocating grate boilers intended for firing low-grade bituminous coals and the results of their performance tests.

Key words: industrial boilers, reciprocating grate