

往复炉排燃用褐煤的研究设计

王永栋 (齐齐哈尔锅炉总厂)

〔提要〕 为开辟利用褐煤的新途径,作者设计一种双锅筒横置式往复炉排,具有省煤器和空气预热器的自然循环水管锅炉。该炉热效率高达76.84%,社会效益和经济效益均较显著。

主题词 锅炉 设计

我国褐煤储藏量十分丰富,近几年来开采量逐年加大。目前,褐煤用作工业锅炉的燃料,只能在沸腾炉上稳定燃烧。但由于沸腾炉对环境污染严重,自耗电量大,燃烧效率较低,尚难广泛发展。

为开辟利用褐煤的新途径,我厂与哈尔滨工业大学共同研制成功燃用褐煤的SHW6—13—H型锅炉。产品经东北工业锅炉测试中心和齐齐哈尔市环境保护监测中心站进行热工试验和烟尘排放浓度的测试之后,通过了省级技术鉴定。鉴定委员会认为:该型锅炉设计先进、锅炉运行稳定,性能指标达到JB2816—80《工业锅炉产品技术条件》的规定,鉴定热效率超出部颁标准5.84%。该炉的研制成功,可以充分利用我国蕴藏丰富的褐煤资源,并取得重要的社会效益和经济效益,具有推广价值。

下面就SHW6—13—H型锅炉在研制过程中的几点体会浅谈如下。

一、锅炉的整体布置

本锅炉为双锅筒横置式往复炉排,具有省煤器和空气预热器的自然循环水管锅炉。燃烧设备采用倾斜式往复炉排。配风采用双侧对冲分段送风,除渣选用JSM—2型马丁式除渣机,炉排传动选用LJ8型减速机构。

众所周知,煤的燃烧特性取决于燃料的品质和成分。由于褐煤的发热值低,水份大,挥发份高,而含碳量和灰份较小,因而褐煤具有独特的燃烧特性。

通常,煤的着火从挥发份开始。挥发份越多的煤,挥发份开始析出的温度越低,越容易着火。由于挥发份燃烧很快,所以煤的燃烬时间主要取决于焦碳的燃烬。挥发份越多的煤,挥发份燃烧后剩余的焦碳量越少,并且焦碳粒子比较疏松,比重小,它燃烬所需要的时间也就越少,这是褐煤燃烧有利的一面。但由于褐煤水份大,煤入炉后预热干燥的时间长,水份蒸发需要加热,这是褐煤着火不利的一面。并且蒸发出的水份与挥发出的可燃气体混合,既增加可燃气体的热容量,又降低其浓度,对可燃气体燃烧不利。这些都促使燃烧室温度下降,不利强化燃烧。因此,在炉排设计中正确选择炉排预热干燥段、主燃段、燃烬段区域的面积和采取强化燃烧措施非常重要。它是关系到往复炉排能否稳定燃用褐煤的关键所在。

为此,我们在SHW6—13—H型锅炉的设计中重点考虑了以下几个问题。

二、炉排设计

该炉排设计倾角选为 14° ，炉排宽度为2米，长度为4.45米。整个炉排配风系统由预热干燥段，主燃段和燃烬段组成。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；为减少漏煤和增加炉排通风面积，采用前倾锯齿形炉排片。

1. 预热干燥段的设计

由于褐煤水份大，必然会造成着火点推迟，因此，预热干燥段主要应解决新煤进入炉膛后的加热问题。我们选取较长的炉排预热干燥段，使新煤有足够的时间在预热干燥段加热，让煤的水份蒸发并挥发出可燃物，以利提高炉膛温度，稳定连续着火。选取该段炉排面积占总炉排面积的30%。此数据主要由风室隔板控制，实践证明效果很好。

2. 主燃段的设计

褐煤因为挥发份大，含碳量少。新煤一旦开始燃烧便会很快燃尽，剩余的焦碳较少，不需很长的主燃段。因而，设计主燃段时，适当地控制了该区域的炉排面积，以便合理利用炉排面积和提高炉膛温度。选取的主燃段炉排面积占炉排总面积的30%。

3. 燃烬段的设计

根据褐煤含灰份小的特点，为减少由于燃烬段渣层薄而造成的过量空气进入炉膛，降低炉膛温度，设计燃烬段时宜采取变行程推动的措施，即燃烬段炉排往复推程比预热干燥段和主燃段小40毫米，其结构靠卡钩来解决。这就使炉排末端保持了一定的渣层厚度，有效地防止了过量空气进入炉膛。

4. 炉排片高度的设计

由于褐煤的发热值低，为防止炉排运行中断火和保证锅炉出力，单位时间内进入炉膛的煤量就要增加。这样，在炉排宽度一定的情况下，煤层厚度也要相应增大。调试实践证明，燃用褐煤的往复炉排锅炉的煤层厚度比燃用Ⅱ类烟煤的往复炉排锅炉的煤层厚度大一倍以上。因此，为使炉排在运行中能稳定地将煤向后推动，我们选取的炉排片端部高度变为80毫米。调试运行中燃烧稳定，而明显地体现出往复炉排的拨火作用。

5. 炉排配风设计

往复炉排风室设计是很重要的，它不但要求从进风方式和结构上做到配风均匀，而且根据煤在炉排上不同区段的燃烧情况要调整灵活。所以，我们在风室中采取双侧对冲进风，并在各支风道上加调节风量挡板。此措施对燃烧的调整简单可靠，操作方便，使各区段所需风量得到了合理的调整。

三、炉膛的设计

为使层燃锅炉稳定、经济地运行，除了选定适宜的燃烧设备之外，正确地布置炉膛结构也很重要。炉膛出口烟温对稳定燃烧的影响特别大，设计燃用挥发份大和水份大的褐煤炉膛，首先应力求提高炉膛出口烟温，以提高火焰的平均温度，使大量的挥发份及时燃尽。辐射拱在满足吊挂强度的情况下，应尽量少布置拱管，炉膛四周也应减少辐射受热面的布置。

通过本型锅炉的设计,运行和测试,我们认为,燃用褐煤的锅炉炉膛受热面吸热量以占锅炉总吸热量的35%为宜,其相应的炉膛容积热强度 $q_v = 455 \text{ kW/m}^3$ (不包括燃烬室容积),炉膛的出口烟气温为 1050°C 。为充分利用这样高的烟温,并使可燃物进一步燃烬,在炉膛后面布置燃烬室,使燃烬室出口烟温降到 910°C 。这样,便实现了燃料的热量在炉膛中最大限度地释放出来,然后再由燃烬室充分吸收的理想情况。

四、炉拱的设计

由燃烧过程的研究可知,在分区段燃烧的层燃炉中,各区段释出的气体成份并不一样。在预热干燥段和燃烬段存在着过量空气,而在主燃段,由于燃烧层中始终存在着还原区,不断产生大量的可燃气体,加上预热干燥段来不及燃烬的挥发份,使炉排上部的气体成份中存在着不少可燃气体。如果炉膛是个直筒,气流将成层状上升,并以低速流动,在没有墙拱的扰动作用下,过剩空气和可燃气体就不能很好混合。可燃气体便无法在炉膛内燃烬。

另一方面,分区段燃烧的层燃炉,其着火条件远不如手烧炉和抛煤机炉。它的燃料引燃主要依靠高温烟气的辐射和高温焦粒的接触传热。如果在布置炉膛时不采取有效措施,就可能使燃料,特别是难以着火的燃料无法引燃。因而采用了炉拱,拱的作用有两个:一是促使炉膛中气体混合;二是组织辐射和炽热烟气流动,使燃料及时着火。不同的煤种要求炉拱起的作用也不同。由于褐煤水份大难以着火,而挥发份多,需要空气很好混合,故炉拱的上述两个作用都缺一不可。我国的褐煤水份偏高,要使新煤及时引燃,必须加速煤的干燥。因此,应使后拱保证将炉排上所产生的高温烟气引向前拱之下,使前拱下温度保持较高水平,增强前后拱对新煤的幅射对流热交换,并使炽热的焦粒和灰粘落在新煤层上,造成接触传热,使新煤及时点燃。此外,后拱还具有将炉排尾部过剩空气导向主燃区使之同可燃气体混合的作用,以利于可燃气体的燃烬。

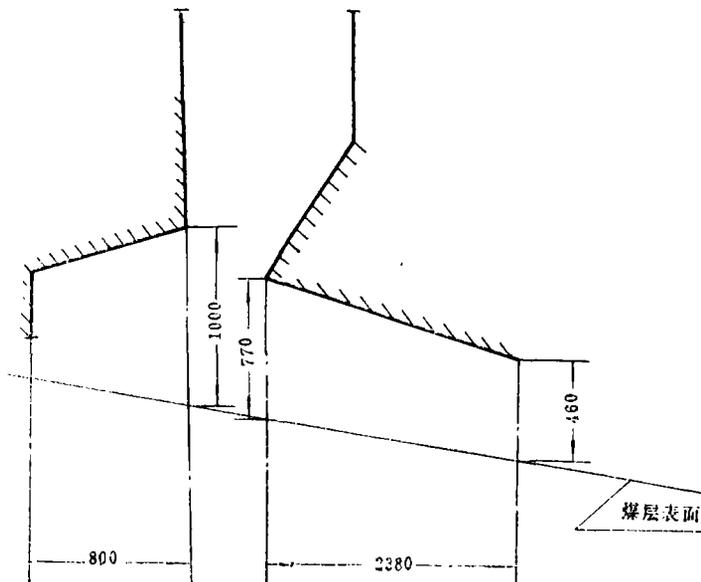
前拱应设计得同后拱配合良好,保证使后拱的射流全为前拱所吸收,造成一个高温的烟气空间,强化对新煤的辐射。同时,结构上还应有利于可燃气体的混合以及焦粒、灰粒的沉积。

通过本型锅炉的运行实践证明,合理地选择拱型尺寸对往复炉排稳定燃用褐煤也是一个相当重要的因素。本型锅炉拱的尺寸如图所示。

由图可知,本型锅炉前拱高仰,后拱低长,前拱复盖率为17%,后拱为50%,总复盖率为67%。后拱与炉排的相对倾角为8度。

通过调试和运行,上述炉拱结构能较好地满足新煤及时引燃和对炉膛中可燃气体扰动的要求。另外,在选定的后拱倾角下,炉排末端与后拱表面的距离是一个很重要的结构尺寸。其大小对后拱前端与炉排距离、后拱表面与煤层表面的平均距离以及后拱出口处烟气速度、都有直接影响。后拱出口烟速越高,引流的烟气就射得越远,对新煤的干燥着火就越有利。这一重要因素,对燃用水份大的褐煤能否及时着火,作用尤为明显。

总之,燃用褐煤的锅炉,在锅炉整体、炉排和炉拱的设计布置中,都要结合褐煤水份大、挥发份大、含碳量低、灰份小等特点进行综合分析、研究和考虑,采用最佳的合理的结构型式,满足褐煤在层状燃烧锅炉上稳定运行的需要。



五、锅炉的调试和运行

在本型锅炉的调整试验中，我们曾分别试验用三种发热值、水份和灰份不同的褐煤：一种是发热值 $Q_{DW}^y = 8423.8$ 千焦/公斤（2012 千卡/公斤），灰份 $A^y = 30.6\%$ ，水份 $W^y = 28.12\%$ ；另一种 $Q_{DW}^y = 9127.2$ 千焦/公斤（2180 千卡/公斤） $A^y = 27.6\%$ ， $W^y = 33.9\%$ ；再一种 $Q_{DW}^y = 9964.6$ 千焦/公斤（2380 千卡/公斤）， $A^y = 28\%$ ， $W^y = 28\%$ 。

通过对煤层厚度，往复行程以及送风量的配比进行调整，上述三种褐煤都能在本锅炉上稳定地燃烧和运行。测试效率都超过了JB2816—80《工业锅炉产品技术条件》的规定。两次100%负荷测试，平均效率为76.84%。即使在超负荷（蒸发量为7265 公斤/时）试验时，锅炉效率仍达到73.35%。100%负荷时的烟尘含量为297毫克/标米³，烟气黑度符合标准要求。

六、结 论

本型锅炉的研究和试验结果表明：

1. 倾斜式往复炉排可以稳定燃烧低热值褐煤。
2. 当往复炉排宽度较大时，采用导向装置防止炉排跑偏简单可靠。我们认为，炉排宽度可以加宽至2.5米，锅炉容量可达到10吨/时。
3. 设计煤闸板高度要有一个较大的调节范围，炉排片端部高度不宜小于80毫米。
4. 炉排传动及行程机构的调节性能必须方便灵活。
5. 锅炉整体设计宜采用空气预热，以利煤的干燥和燃烧。

(完)

used for the reconstruction and design of the transmission system.

Key words: variable transmission drive, energy-saving, electromagnetic clutch, design improvement

4. Research and design of a lignite-firing reciprocating grate furnaces
..... *Wang Yongdong* (21)

Abstract

In order to open up a new realm for the utilization of lignite, the author has designed a double drum, natural circulation water-tube boiler with economizer, air preheater and transversely positioned reciprocating grate bars. With a thermal efficiency of the boiler as high as 76.80%, significant social and economic benefits can be attained.

Key words: boiler, design

5. The design of a gas turbine waste heat boiler..... *Wu Yishan* (25)

6. The off-design performance of two shaft gas turbines
..... *Zhao Shihang Hu Ziqin*
Xiang Wenguo Zhang Yingjian (29)

Abstract

In this paper the performance maps of 2/LL and 2/HH two shaft gas turbine series are obtained by way of calculating the off-design performance. On this basis, the off-design performance of these gas turbines is analyzed. In conclusion, the paper pointed out that some types of these gas turbines might have potential for development in and application to combined cycle power stations.

Key Words: gas turbines, properties, thermodynamic cycle, analysis

7. Elimination of the connecting screw failure of the power turbine load-bearing casing and load-bearing analysis..... *Wang Gouhua* (34)

Abstract

In connection with the analysis and elimination of a gas turbine power turbine joint screw head failure, the author suggests that some structural parts in the engine should be given a checkout with respect to their fatigue strength. She also stresses the importance of the dynamic balance of the rotor as a whole.

Key words: turbine fastener, rupture, analysis

8. Introduction of Ingersoll-Rand Compad and its Products
..... *Guan Huaming* (39)

9. Some problems concerning air intake tests of the MGT-1 gas turbine land-based parallel running test rig..... *Qian Zhenyue* (41)

Abstract

Some appraisal data were obtained from tests of various versions of intake ducts on a land-based parallel running test rig. This paper sorts out and analyzes a variety of problems, such as the effect of different air intake louver arrange-