

保障锅炉高效运行提高蒸汽品质

郭 亮

(山西兰花科技创业股份有限公司田悦化肥分公司)

摘 要:近年来,循环流化床锅炉在国内化工市场中不断发展,并且是八十年代发展起来的,拥有高效率、低污染和良好综合利用的燃烧技术,由于它在燃料适应性和变负荷能力以及污染排放上具有的独特优势,使其得到迅速发展,但其在运行的过程中存在一些问题也逐步暴露出来。本文探讨了循环流化床锅炉运行的相关工艺流程,阐述了锅炉系统设计以及受热面布置分析。

关键词:循环流化床锅炉;效率;运行

1 前言

山西兰花科技创业股份有限公司田悦化肥分公司热电车间采用武汉天元锅炉有限责任公司的3台75t/h循环流化床锅炉,于2007年7月点火投入运行至今已有15个年头,一直在锅炉的额定负荷下稳定运行。

锅炉型号:WCG—75/3.82—M3,额定蒸发量:75t/h,额定蒸汽压力:3.82MPa,额定蒸汽温度:450℃,给水温度:150℃,锅炉热效率:88.16%。

2 工艺流程简述

(1)水汽系统

锅炉给水进入省煤器进口集箱,然后经过水平布置的三级顺列光管省煤器,进入省煤器出口集箱,最后由引出管接至汽包。在启动和停止阶段,省煤器再循环系统可将炉水从汽包引至省煤器进口集箱,从而保护省煤器。

锅炉采用自然循环,汽包内的水由集中下降管引至锅炉下部再分配到炉膛膜式水冷壁下集箱,加热后成为汽水混合物,随后经水冷壁上集箱、汽水引出管引入汽包进行汽水分离。被分离出来的水进入汽包进行循环。分离出来的饱和蒸汽从汽包顶部的蒸汽连接管引至过热器设施,然后依次进入低过进口集箱、低过、喷水减温器、高过,最后将合格的过热蒸汽送入集汽集箱。

(2)烟风系统

锅炉采用平衡通风,炉膛出口烟气压力为-100Pa,通过引风机挡板的开度进行调节。空气采用两级送风,一次风由一次风机提供,由布风板下的一次风箱进入炉膛。二次风由二次风机提供,由炉膛下部的二次风喷口进入炉膛。燃煤在炉膛内燃烧后产生的高温烟气和没有被分离的飞灰流经尾部竖井内的对流受热面,然后经过电除尘、布袋除尘、引风机进入烟囱,排向大气。

(3) 燃烧系统

炉膛内的燃煤和空气在流化状态下掺混燃烧,并与炉膛水冷壁受热面进行热交换,离开炉膛并夹带大量物料颗粒的烟气经过高温旋风分离器之后,绝大部分固体物料被旋风分离器分离下来,经返料器返回炉膛,烟气则进入尾部烟道。

(4) 排渣系统

煤燃烧后的灰渣以底渣的形式从炉膛底部排出,飞灰从尾部排出。就本设计煤种和要求粒度而言,按底渣占总灰量的60%及粒度0.1~10mm、飞灰占总灰量的40%及粒度0~0.1mm。底渣从布风板上的二个放渣管排出炉膛。出渣量以维持合适的料层差压为准。通常运行时根据负荷维持一定的料层差压(一次风室静压和密相区出口间的压差)。

(5) 给煤系统

每台炉配备两台皮带输送装置给煤机,一定粒度的燃煤经给煤机进入布置在前墙的两个Φ325的给煤管,借助自身重力和引入的播煤风,在布风板上1500mm处进入炉膛。为防止给煤管内堵煤,在给煤管的转弯处和给煤管下部出口处均引入播煤风。

3 设备构造和参数

(1) 整体概述

本锅炉采用中温、中压参数、单汽包自然循环、集中下降管、平衡通风、绝热旋风分离器、一级喷水

减温器调节蒸汽温度的结构。锅炉采用支吊结合的固定方式,锅炉运转层标高为7000mm。锅炉采用位于炉膛前墙水冷壁下部的两点给煤,采用位于炉膛底部布风板上的三点排渣。

(2) 锅炉基本尺寸

运转层标高:	7000mm
锅炉左、右二柱宽度:	7680mm
锅炉前、后二柱深度:	13360mm
炉膛布风板尺寸:	5500×1500mm ²
炉膛上部尺寸:	5500×3640mm ²
尾部过热器下降烟道:	5000×2480mm ²
尾部省煤器下降烟道:	5000×2480mm ²
尾部空气预热器下降烟道:	5000×2480mm ²
锅筒中心标高:	31500mm

4 锅炉主要系统的设计和参数选取

(1) 锅炉炉膛

炉膛上部横断面为5500×3640mm,工作温度900℃左右,烟气表观速度为4.53m/s。炉膛下部的后墙水冷壁弯管制成水冷布风板,布风板成水平布置,水冷布风板的尺寸为5500×1500mm,其中布置297个风帽,风帽采用耐磨高温合金精密铸造,风帽的横向和纵向节距皆为160mm。布风板上的表观空气速度为5.26m/s。在炉膛下部的两侧墙分别设有炉门,供清理维修用。

(2) 气固分离器与返料

本锅炉采用旋风分离器作为烟气与物料的分离器,它具有分离效率高和强化燃烧的优点。旋风分离器将被烟气夹带离开炉膛的固体物料分离下来,固体物料通过返料器返回炉膛,烟气则流向尾部对流受热面。整个物料分离器和返料回路的工作温度为950℃左右。旋风分离器的筒体内壁面及入口通

道内壁面均敷设高温耐磨材料,壁面必须光滑,保证旋风分离器既有较高的分离性能,又有较长的使用寿命。

(3) 锅炉配风

本锅炉燃烧系统采用两级配风,一次风经空气预热器升温至 150°C 左右,进入水冷风室,经过布风板上的风帽进入炉膛的燃烧室。二次风经空气预热器也升温至 150°C 左右,进入二次风室。从二次风风箱引出9个支管,二次风经过这些支管进入炉膛。一、二次风风量比为 $0.55:0.45$,布风板下的一次风室风压大约为 9000Pa ,二次风风箱内的风压大约为 4000Pa 。运行中可以通过一、二次风风量的配比来控制炉膛温度。

从一次风风道引出四支风管,接到炉前两个进煤管的特定部位,在进煤口的下部形成气垫使煤能够顺利的进入炉膛。风量占锅炉运行风量的 4.5% 。返料器用的流化风由返料风机提供,其风机的进口风道装有消声装置,总风量为 $159\text{Nm}^3/\text{h}$ 。启动时返料器的流化风总量是 $333\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

(4) 锅炉的点火启动

锅炉设置有两台床下风道点火燃烧器,点火燃烧器由点火油枪、高能点火器及火焰检测装置组成。点火油枪为机械雾化,燃料为0#轻柴油,油枪的出力为 $250\text{kg}/\text{h}$,油压 2.5MPa ,油枪所需助燃风为一次风。床下风道点火燃烧器布置在炉膛水冷风室后墙的一次风道内。空气和油燃烧后形成 $<700^{\circ}\text{C}$ 左右的热烟气,从炉底均匀送入,其热量损失小,能将床温均匀加热到 600°C 左右,在一次风道靠近油枪处布置有防爆门。为便于了解油枪的点火情况,风室的另一侧设有观火孔。

(5) 锅炉给煤

一定粒度的燃煤经给煤机进入布置在前墙的两个 $\Phi 325$ 的给煤管,借助自身重力和引入的播煤风,在布风板上方 1500mm 处进入炉膛。为防止给煤管

内堵煤,在给煤管的转弯处和给煤管下部出口处均引入播煤风。给煤量按仅用一条管路给煤时,锅炉也能满负荷运行。

(6) 锅炉的防磨

本锅炉炉膛部分采用敷管炉墙,并配有外护板。旋风分离器和尾部烟道、料腿、返料器采用砖砌炉墙,内墙是耐火砖,外墙是保温砖,必须采用外护板结构,且要进行满焊。如需要采用耐火浇注料和保温混凝土,必须将不锈钢Y型钉焊在外护板上,以防止浇注料的脱落。



图1 炉膛水冷壁管道

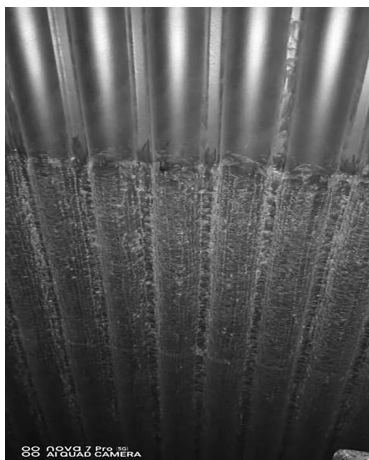


图2 炉膛水冷壁管道融敷近照

炉顶水冷管的穿墙部位,高温过热器、低温过热器和省煤器的穿墙部位,旋风分离器和炉膛、返料器、分离器出口水烟道的接口部位,炉膛与返料器连

接部位都采用特殊的密封和膨胀结构,使整台锅炉具有较好的密封性。

为防止水冷壁管磨损,在超出炉膛敷设耐磨浇注料以上水冷壁管熔敷镍铬合金材质进行防磨(高度约2.7米),锅炉在经过两年的运行过程,水冷壁管换热无影响,能够保证锅炉长周期稳定运行。

燃烧室密相区四周水冷壁敷设耐磨可塑料,炉膛烟气出口附近的后墙水冷壁和侧墙水冷壁亦敷设耐磨可塑料。布风板下一次风室为适应床下点火的需要,采用了水冷风室,内侧均敷以耐火浇注料。

5 锅炉的受热面布置

(1) 炉膛水冷壁

炉膛水冷壁采用膜式壁结构,水冷壁管的规格为 $\Phi 60 \times 5$,节距为80mm,悬吊于钢架的顶部横梁上,整体向下膨胀,最大膨胀量约为100mm。

炉膛水冷壁分为前、后、左、右四个循环回路,水冷壁由集中下降管引至锅炉下部,由连接管与前墙、后墙、侧墙下集箱连接,水冷壁上集箱经汽水引出管与锅筒连接。

炉膛上部尺寸为 $5500 \times 3640 \text{mm}^2$,炉膛下部的前后墙向中间收缩,在炉膛底部达到 $5500 \times 1500 \text{mm}^2$,水冷布风板的管规格是 $\Phi 60 \times 5$,形成水冷风室,管节距为160mm,在水冷管上焊有销钉,用以固定防磨耐火浇注料。

(2) 省煤器

省煤器布置在低温过热器的下部区域,由省煤器支撑梁支撑。整个省煤器分成三个管组,管子规格为 $\Phi 38 \times 4 \text{mm}$,顺列布置。省煤器的前两排管、弯头和穿墙部位采取防磨措施,如加装防磨盖板。

(3) 空气预热器

空气预热器采用卧式结构,并分为三级,顺列布置;上段为双行程、下段为单行程。烟气走管外,空

气在管内流动。一二次风的冷风风道分别从烟道后墙方向引出,热风风道从烟道前墙方向引出。

空气预热器的各段管箱的管子规格均为: $\Phi 42 \times 1.5 \text{mm}$,为防止磨损,每一级空气预热器的前两排管子规格为 $\Phi 42 \times 3 \text{mm}$ 。这样可以满负荷运行。由于给煤管内为正压,给煤机就拥有了很好的密封性。

6 提高锅炉高效运行措施和办法

循环流化床锅炉有着更好的使用优势,为了最大程度的发挥其燃烧作用,必须要重点对其热效率进行控制与提升。在循环流化床锅炉的实际运行中,影响其热效率提升的因素主要包含以下几种:第一,入炉煤颗粒度。当其颗粒度过大时,会导致锅炉热负荷偏低、锅炉排渣排灰中的含碳量较高,导致锅炉燃烧的热效率降低。第二,排放烟气含氧量。当排放烟气中的含氧量提升时,煤灰中的含碳量随之下降,促使了该锅炉的燃烧热效率提升。但是,若是排放烟气中的含氧量过大时,则会导致排烟气损失,需要重点平衡。第三,床层压差。当床层压差升高的过程中,煤灰中的碳含量随之增大;而当其升至一定的程度时,煤灰中的碳含量降低,促使热效率提升。第四,炉膛差压。当炉膛差压提升时,锅炉循环的灰量增大,影响着循环流化床锅炉的热效率。第五,其他工艺指标。如给水温度、炉床温度、煤灰中的含碳量、运行负荷等,均会对循环流化床锅炉的热效率产生影响。

(1) 入炉煤颗粒度的调整

入炉煤的颗粒度较大时,作为会降低循环流化床锅炉的热负荷,并导致其排渣排灰中的含碳量提升,降低了锅炉热效率。同时,入炉煤颗粒度过高还会增加循环流化床锅炉的磨损、运行压力波动频率、炉内上下燃烧份额差距较大等问题,可以控制入炉煤的颗粒度在0-8mm。

(2) 排放烟气含氧量的调整

排放烟气中的含氧量增加时,循环流化床锅炉内部的含氧量随之提升,使得锅炉整体的燃烧热效率升。通过适当提升循环流化床锅炉内部的氧气含量,能够促使入炉煤充分燃烧,降低煤灰中的含碳量,总体上实现热效率的增高。

(3) 床层压差的调整

床层压差对于循环流化床锅炉的热效率也产生一定的影响。当床层差压上升时,煤灰中的碳含量有所增加,而当其升至一定的程度后,煤灰碳含量则有所降低,此时循环流化床锅炉的热效率提升。在固定的流化风速条件下,若床层压差数值较低,会使得入炉煤的燃烧更加充分;而当床层压差增加时,炉内的煤渣厚度、入炉煤浓度增大,使得循环流化床锅炉的热效率有所下降;炉内底部的细小煤颗粒上升,并与床料碰撞,实现了炉内停留时间的延长,最终使得循环流化床锅炉的热效率增加。将床层压差保持在6.7-7.0kPa的范围内,能够实现循环流化床锅炉热效率的提升。

(4) 炉膛差压的调整

循环流化床锅炉的炉膛内部煤粒浓度增加时,这一差压数值则更大,此时,循环流化床锅炉的循环灰量越大。在这样的条件下,燃烧热的一部分在循环系统的作用下由返回料吸收,并带至炉膛上部进行二次燃烧、放热,确保床层温度始终处于稳定状态。在循环灰量降低的条件下,会导致流化层床温过大,

无法实现热效率的提升。基于这样的情况,可以通过适当提升循环灰量,促进循环流化床锅炉的热效率提升。

(5) 其他工艺指标的优化

给水温度、炉床温度、煤灰中的含碳量、运行负荷在内的多种工艺指标均会对循环流化床锅炉的热效率产生影响。因此,通过优化这些工艺指标,即可实现热效率的提升。给水温度控制在103-105℃,并适当提高煤器传热温差,促使热效率提升;炉床控制在880-960℃的范围内,保证物料燃烧充分,提升锅炉热效率;对于煤灰中的含碳量来说,应当将保证并提升分离器的实际分离效率,实现含碳量降低,能够实现热效率的增高。

7 结语

本文探讨了循环流化床锅炉平稳运行的工艺流程,对循环流化床锅炉系统在设备构造、参数选取方面进行了介绍。以山西兰花科技创业股份有限公司田悦化肥分公司热电车间采用武汉天元锅炉有限责任公司的循环流化床锅炉为例介绍了锅炉运行工艺流程以及受热面的控制调节方法。通过其运作效果不难看出,锅炉运转压力平稳,自动化程度逐渐提升,且相关设备规格满足我国标准。所以,该设计能够很好的处理资源浪费以及环境污染的情况。