

# CFB 锅炉用耐火材料的选择、施工及质量控制

胡济东

重庆松藻煤电有限责任公司发电厂 重庆 401445

**摘要:**循环流化床锅炉(简称为 CFB 锅炉)用耐火材料的选择,炉墙砌筑施工质量的好坏,将直接影响到该锅炉能否安全、正常、经济地投入运行。结合重庆松藻煤电有限责任公司发电厂 75 t·h<sup>-1</sup> CFB 锅炉的使用经验,介绍了 CFB 锅炉用耐火材料的选择及施工,并对 CFB 锅炉用耐火材料的质量控制进行了总结。该锅炉经过了两年多的运行,到目前检查内衬各部分耐火材料基本全部完好,无磨损。

**关键词:**循环流化床(CFB)锅炉;耐火耐磨材料;施工;质量控制

中图分类号:TQ175.71

文献标识码:A

文章编号:1001-1935(2012)02-0154-03

重庆松藻煤电有限责任公司发电厂技改工程 3 号锅炉使用的是济南锅炉厂设计生产的 YG-75/3.82-M9 型循环流化床锅炉(简称 CFB 锅炉),该锅炉由布风室、燃烧室、旋风分离器、返料器、过热器室、尾部烟道等组成,采用循环流化燃烧新技术<sup>[1]</sup>。CFB 锅炉用耐火材料的选择,炉墙砌筑施工质量的好坏,将直接影响到该锅炉能否安全、正常、经济地投入运行,同时也直接影响该锅炉所设计的各项技术参数<sup>[2]</sup>。发电厂使用的 75 t·h<sup>-1</sup> CFB 锅炉于 2009 年 4 月 8 日正式投产发电,运行至今,其设备性能较为稳定,一般运行周期都在一个月以上,停炉检查发现其内衬材料均未出现裂纹。笔者就锅炉内衬材料的改进和锅炉安装的质量控制进行了经验总结,以供同行借鉴和探讨。

## 1 CFB 锅炉各部位的耐火材料选择及施工要点

### 1.1 炉底水冷布风板的耐火材料选择及施工

炉底水冷布风板采用 HF-160 型高强耐磨浇注料浇注。水冷布风板有膜式壁和风帽构成,耐磨浇注料浇注前,须将风帽取下,将管口封堵,防止浇注料进入风管。为保证运行中非金属材料 and 进风管能自由膨胀,在施工耐磨浇注料前将布风板上所有进风管的外表面与浇注料接触部分刷 3 mm 厚的沥青漆。布风板浇注料浇注时要保证设计尺寸,距离风帽孔 10 mm。在布风板表面的前后水冷壁有一斜坡台阶,有耐磨浇注料的台阶应由“Y”型抓钉固定,焊于水冷壁的鳍片上,可视需要加长或切短,并在浇注前将此抓钉涂以沥青。此处耐磨浇注料应在炉膛上部耐火材

料安装好后再进行安装,并在浇注前用压缩空气清理布风板。

### 1.2 布风室的耐火材料选择及施工

布风室采用 HF-160 型高强耐磨浇注料浇注,浇注厚度为 60 mm。布风板向下面,采用在地面浇注、72 h 养护后,就可交付安装就位。在浇注前将布风管孔先保护处理后再浇注,确保布风管孔不为物料浇注堵塞。首先在膜壁式水冷壁预先焊好的抓钉上涂 2 mm 沥青漆,然后按图纸设计技术要求,预制好模板,浇注 HF-160 型高强耐磨浇注料,机械搅拌,手工捣密压实。

### 1.3 燃烧室的耐火材料选择及施工

炉膛布风板周围为四侧水冷壁,在布风板上部 5.5 m 高度范围内水冷壁的内外侧全部焊接销钉,整体浇注“耐高温耐磨浇注料”,外侧安装金属护板。向火面的浇注料层厚度通常为 20 mm。这个区域称为“燃烧带”,也叫“卫燃带”。循环流化床锅炉的燃烧温度为 800~1 000 ℃,因此在这个温度区要选用耐磨可塑料。

CFB 锅炉运行时,炉膛内部气固两相流动,工况极为复杂。在炉膛下部区域,物料浓度很高,大量的回混物料严重冲刷四周壁面,为防止该区域受热面的磨损,在四周水冷壁范围内都预焊了销钉,以固定耐磨浇注料。在炉膛下部水冷壁四周区域,有许多开孔,包括:出渣口及回灰口、回料口、启动燃烧器开口、

\* 胡济东:男,1975 年生,工程师。  
E-mail:68400328@qq.com  
收稿日期:2011-09-29

编辑:张子英

二次风口、测温测压口及人孔,对于所有穿管结构,除测温管及启动燃烧器处浇注孔与该管外径相同外,其余穿管处浇注孔径应与该管处的内径相同,且上述所有穿管与浇注孔同轴。施工前,对炉膛底部所有部位进行一次全面的清洗,可用压缩空气进行一次吹扫,尤其是墙箱底部堆积的杂物。

此外,在回料阀口、启动燃烧器周围处的膜式壁扁钢上或密封盒上还应焊一些Y型抓钉,以固定这些开口周围区域的耐磨浇注料,这些抓钉也应在施工前涂沥青。

卫燃带同水冷壁接口处必须打磨光滑,以免引起物料冲刷而磨破水冷壁。

#### 1.4 水平烟道的耐火材料选择及施工

水平烟道是烟气从炉膛进入旋风分离器的通道,底面和两侧墙砌耐高温耐磨砖,顶部浇注耐高温耐磨浇注料。水平烟道入口四周的水冷壁,其向火面焊接销钉,敷设耐高温耐磨浇注料。高速烟气携带十几倍于进煤量的未燃尽的煤粒和飞灰,旋转 $90^\circ$ 进入水平烟道,在入口处对水冷壁冲击严重,因此在入口处水冷壁向火面必须敷设400 mm宽的浇注料。水平烟道因通流面积小,烟气从炉膛进入水平烟道后流速增大,因此要选择耐磨可塑料,并用材质为Cr25Ni20、直径为 $\phi 12$  mm、布置间距为150~200 mm的耐热钢筋固定在四周。

#### 1.5 炉膛后水冷壁上出烟口的耐火材料选择及施工

高温烟气携带着床料粒子从炉膛进入旋风分离器时,在流经出烟口处,气固两相流动速度急剧增大,出烟口及其相邻的后水冷壁部分区域受到粒子的冲刷磨损,因此在出烟口和周边炉膛区域分别预焊了短的圆销钉,并采用耐磨可塑料。此处可进行立面手工捣打施工。

#### 1.6 旋风分离器入口段顶棚及筒体顶棚的耐火材料选择及施工

旋风分离器入口段顶棚及筒体顶棚选用耐磨可塑料<sup>[3]</sup>。按照图纸设计支好模板,并采用材质为Cr25Ni20、直径为 $\phi 12$  mm、布置间距为150~200 mm的耐热钢筋固定在顶板。旋风分离器筒体顶棚的施工分成两种类型的若干部位分别进行:中心筒体周围350~450 mm的区域和圆环部分平均分成的6个扇形区域,并向上、向中心筒方向留 $13^\circ$ 的角度<sup>[1]</sup>。两区域之间用陶纤纸留3 mm膨胀缝。施工时,首先浇注中心筒周围的耐磨浇注料,浇注时采取从侧向向里浇注的方式。其他圆环部分施工时,应分开进行,每相邻部位应用陶纤纸留3 mm膨胀缝。顶部施工顺序

是先施工耐磨可塑料再施工保温浇注料。分片支模进行施工,支模高度为耐磨层厚度。每模先施工耐磨浇注料,施工时要振动密实。待耐磨浇注料凝固后(至少需要12 h),再施工保温浇注料,保温浇注料采用捣打法施工,并注意捣打密实。

#### 1.7 旋风筒返料器的耐火材料选择及施工

返料器耐火材料设计厚度为360 mm(膨胀节与燃烧室接口处),由里向外分别布置为:第1层选用HF-160型高强耐磨浇注料,115 mm厚;第2层选用轻质保温浇注料,130 mm厚;第3层选用保温棉,115 mm厚。先在护板内支模 $\phi 680$  mm的柱体后,涂刷脱模油,浇注轻质保温浇注料,6~8 h后拆模,再支模 $\phi 450$  mm的柱体后,涂刷脱模油,浇注HF-160型高强耐磨浇注料。返料器膨胀节以上至回料腿,采用炉墙砌筑保温,采用3层砖砌筑:第1层采用磷酸铝高铝质耐磨异型砖,115 mm厚;第2层采用微珠保温砖,130 mm厚;第3层采用珍珠岩保温砖,115 mm厚。

砌筑时严格控制灰缝,保证 $\phi 450$  mm圆度,自下而上施工。各型号磷酸铝高铝质耐磨砖砌筑时应注意先后次序,阴角、转向处按图纸留好膨胀缝。

#### 1.8 旋风筒回料腿炉墙及直段部分的耐火材料选择及施工

回料腿材料采用保温砖和HF-160型高强耐磨浇注料,厚度360 mm。第1层选用HF-160高强耐磨浇注料,115 mm厚;第2层为微珠保温异型砖,130 mm厚;第3层为珍珠岩保温异型砖,115 mm厚。在砌筑保温层前,在回料腿水冷套上均涂2 mm厚的沥青漆,施工时必须同安装交叉作业。

旋风筒直段部分采用3层砖砌筑,厚度为360 mm。第1层采用磷酸铝高铝质锆铬刚玉异型砖,115 mm厚;第2层采用微珠保温异型砖,130 mm厚;第3层采用珍珠岩保温异型砖,115 mm厚。砌筑时严格控制灰缝,上下、里外不能通缝,泥浆饱满、均匀。砌筑到标高22 000 mm处放置磷酸铝高铝质耐磨异型砖1层,留放12 mm膨胀缝1条。砌筑到标高22 600 mm处留好旋风筒进口烟道,在砌筑进口烟道的同时,异型砖沿高度方向交错使用。

#### 1.9 省煤器、过热器炉墙的耐火材料选择及施工

省煤器、过热器炉墙砌筑设计厚度为345 mm。第1层采用锆铬刚玉砖,115 mm厚;第2层采用珍珠岩保温砖,230 mm厚。首先铺好46 mm厚的耐火材料垫层,再砌筑耐火砖。砌筑时按先里后外的程序,即先砌筑耐火砖,后砌筑保温砖,炉墙四周应同时并

砌,按要求留好膨胀缝。焊接好金属紧固件。当砌筑到紧固件时,填充硅藻土碎料,共砌筑8层拉钩砖,留置1条20 mm膨胀缝。

## 2 CFB 锅炉用耐火材料的质量控制

(1)内衬材料应存放在有防潮、防雨措施的地方,以防材料变质,降低或丧失其使用性能。材料厂家有其他特殊存放要求,应严格按照执行。

(2)内衬中支撑固定件的安装。内衬材料中需布置抓钉、钩钉、销钉和耐热钢筋等支撑固定件,用以支撑固定相应的内衬材料,使用合金材料的,材质必须合格方可使用。内衬支撑固定件按要求安装,必须保证其数量和间距符合设计要求,结构特殊的地方需增加数量,减小间距。抓钉、钩钉和销钉一般需星形错列布置。内衬支撑固定件需焊接牢固可靠,抓钉、钩钉和销钉的根部需保证足够的熔焊长度。厂家已在设备上焊好的销钉,到场后要检查其数量、间距和焊接牢固情况,防止在运输过程中出现的脱落和损坏。由于敷设耐火材料的设备及其销钉和耐热钢筋等支撑固定件的膨胀系数和耐火材料的有显著差异,因此其表面上必须按设计要求涂刷沥青。

(3)内衬材料施工前,应将施工部位的杂物清理干净,施工时防止杂物混入其中。

(4)模板表面应光滑,接口严密,对木模和施工部位要洒水湿润,对于孔洞,尤其是穿墙管等容易泄露处要封堵牢固。

(5)耐火耐磨浇注料振捣应采用机械振捣的方式,在工作量很难以采用机械振捣的部位方可采用人工振捣,振捣工具需轻拨慢移,不留死角,振捣时间应保证浇注料密实,不过不欠,以表面返浆不再沉落为宜。

(6)拆模需在耐火耐磨浇注料达到一定的强度后方可进行,拆时应轻撬轻敲,以免损伤内衬材料,拆模后发现小的缺陷要立即进行修补处理。

(7)耐火可塑料为气硬性材料,运输储存应防止风干凝固,施工时施工面要清洁干燥,块与块间要捣打压实,以免干燥收缩产生裂缝,施工后防止水侵蚀。

(8)烘炉质量的控制。CFB 锅炉内衬用耐火耐磨浇注料、可塑料在敷设时会含有大量游离水和结晶水<sup>[4]</sup>。因此,烘炉通常分两阶段:低温烘炉阶段,就是通过加热升温使内衬材料中的游离水在100℃左右缓慢蒸发,结晶水在260~350℃得以排出并干燥,采

用在排污管处倒送蒸汽使水加热,进行从内向外加热;高温烘炉阶段,就是通过温度的升高使内衬材料在500℃以上均匀膨胀并发生化学变化,充分固化和烧结,使得材料的强度和耐磨、耐高温等性能大大增强。目前,低温烘炉常采用炉内无焰烘炉法,通过燃油或木柴的燃烧加热空气,在锅炉出口采用风机使其内空气流通,通过调节燃料量来调节炉内温度;高温烘炉一般在锅炉点燃后用蒸汽吹出锅炉管道内的残渣时进行,通过投用锅炉正式的燃烧系统来使炉内达到一定的高温。

烘炉的关键是确定烘炉的升温曲线。升温曲线应由材料供应厂家提供,厂家提供的升温曲线应是通过实验室模拟试验得出的,并提供试验报告。烘炉时严格按升温曲线升温,严密监视炉内各测点的温度及变化,严防炉内温度不均和局部超温。低温烘炉时一定要保证各阶段要求的恒温时间。

高温烘炉起始阶段升温也不能过快,也应按升温曲线进行,由于经过了低温烘炉,此处容易忽视。尤其在油枪点火阶段,应使用最小的油枪雾化片,避免爆燃时温度跃变,使油枪附近区域的内衬受损。高温烘炉最后阶段油枪投运数量和燃油量需控制好,保证达到要求的高温和维持时间,不能为了省燃料和抢工期而降低要求,这也是保证内衬材料强度和稳定性的关键。

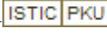
## 3 效果分析

重庆松藻煤电有限责任公司发电厂3号锅炉经过了两年多的运行,到目前检查内衬各部分耐火材料,基本全部完好,无磨损。因此,按照此方法选择耐火材料、严格施工和严密的质量控制,均能达到较为理想的效果,此方法值得借鉴和推广。

### 参考文献

- [1] 刘德昌. 流化床燃烧技术的工业应用[M]. 北京:中国电力出版社,1999:138-175.
- [2] 包绍麟,吕清刚,那水洁,等. 循环流化床锅炉耐火耐磨材料的设计与施工[J]. 工业锅炉,2006(2):16-21.
- [3] 周宁生,倪晓辉. 对我国循环流化床锅炉用耐火材料现存问题的探讨[C]//全国循环流化床防磨技术及耐火耐磨材料研讨会论文集,桂林,中国,2005:10-24.
- [4] 江伟程,张洪. 循环流化床锅炉内衬的复合烘炉工艺[J]. 耐火材料,2001,35(1):26-28.

## CFB锅炉用耐火材料的选择、施工及质量控制

作者: [胡济东](#)  
作者单位: [重庆松藻煤电有限责任公司发电厂 重庆401445](#)  
刊名: [耐火材料](#)   
英文刊名: [Refractories](#)  
年, 卷(期): 2012, 46(2)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_nhcl201202021.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nhcl201202021.aspx)