

减少主汽温波动的锅炉燃烧优化

洪晓萍, 徐建华, 邵 标

(盐城发电有限公司, 江苏 盐城 224003)

摘 要: 盐城发电有限公司、#10、#11 炉同为上海锅炉厂产品, 其燃烧器都为水平浓淡分离直流式燃烧器, 2014 年的机组大小修中, 分别对#10、#11 炉进行低氮燃烧器改造。改造运行后, 锅炉负荷变化时主汽温波动大。通过运行调整, 锅炉能够达到稳定运行。

关键词: 锅炉; 燃烧器; 调整

1 概况

盐城发电有限公司锅炉为上海锅炉厂制造; 制造于 2004 年, 投产于 2005 年 7 月; 锅炉型号为 SG-480/13.7-M775 型, 480t/h 锅炉超高压自然循环锅炉; 锅炉编号是 775-1-8601; 锅炉型式是单汽包自然循环具有一次中间再热悬吊式 II 型露天布置锅炉。

本锅炉为单汽包自然循环、平衡通风、四角切圆燃烧煤粉炉, 配带中间储仓式制粉系统, 锅炉本体呈 II 型露天布置、采用全钢双排柱构架悬挂结构方式。炉顶标高为 56m, 汽包中心标高为 45.95m, 布置于炉前距离前水冷壁中心 2.66m 处, 采用四根 $\phi 419 \times 40$ 大直径集中下降管, 汽包内部装置有: 旋风式汽水分离器、波形板分离器、蒸汽清洗装置, 顶部均孔板、连续排污管、加药装置等。

炉膛由密封性能较好的 $\phi 60 \times 7$ 的鳍片管组成膜式水冷壁, 外面敷设保温岩棉和金属护板, 炉膛截面深 \times 宽 $= 9.6 \times 9.6\text{m}$, 宽深比为 1:1, 炉膛容积为 2761m^3 , 燃烧器采用正四角切圆布置。

燃烧设备设计为烟煤, 采用钢球磨中间储仓式乏气送粉系统, 燃烧器采用四角布置切向燃烧方式, 在炉膛中心形成 $\phi 700$ 的假想切圆, 逆时针旋转, 燃烧器的箱体固定于水冷壁上, 随水冷壁一起向下膨胀, 在系统设计中, 对煤粉管和热风管道采用相应的合理结构吸收锅炉在水平和垂直向上的膨胀量。

炉膛截面深 \times 宽 $= 9.6 \times 9.6\text{m}$, 宽深比为 1:1, 炉膛容积为 2761m^3 。燃烧器共设置四层一次风喷嘴, 下下、下上一次风集中布置, 采用水平浓淡分离燃烧技术。一次风设计风速为 24m/s , 二次风设计风速为 45m/s 。每组燃烧器各有二次风挡板四组, 均由

电动执行机构单独操作。燃烧器一次风喷嘴除下一次风不摆动, 其余喷嘴均可手动上下摆动。燃烧器设置二层共八支油枪, 一层主油枪单支出力为 600kg/h , 另在下下一次风喷嘴内设 4 支稳燃小油枪, 出力为 150kg/h 。油枪均采用压缩空气雾化方式。高能点火枪装置。

制粉系统采用钢球磨中间储仓式乏气送粉系统, 每台锅炉共配置 2 台 TDM350/600 型磨煤机, 出力 42.19t/h 。煤粉细度 R90 约 22%。

2 低氮改造方案

主燃烧器区域下端部 AA 及 OFA、SOFA 二次风及一次风为逆时针方向旋转, 切圆直径 $\Phi 831\text{mm}$; 其它的二次风改为与一次风形成 5° 角偏置, 顺时针反向切入, 形成横向空气分级。全部更换四角主燃烧器组件(包括一、二次风组件, 风箱风道等), 相应风门执行器换新。主燃烧器整体下移; B、C、D 一次风喷口采用上下浓淡分离、中间带稳燃钝体的燃烧器。重新合理分配二次风量, 采用新的二次风室结构, 调整主燃烧器区一二次风喷口面积, 使一次风速满足入炉煤种的燃烧特性要求, 适当减少主燃烧器区域的二次风量, 形成纵向空气分级; 在 BC 层、OFA 层风室两侧布置我公司独创的贴壁风喷口。在主燃烧器上部两侧墙大风箱上盖开孔, 向上延接 SOFA 燃尽风道, 与原来大风箱结构相似, 保持较大的流通面积, 形成统一的等压大风箱, 阻力小, 供风量能得到满足。见图 1。

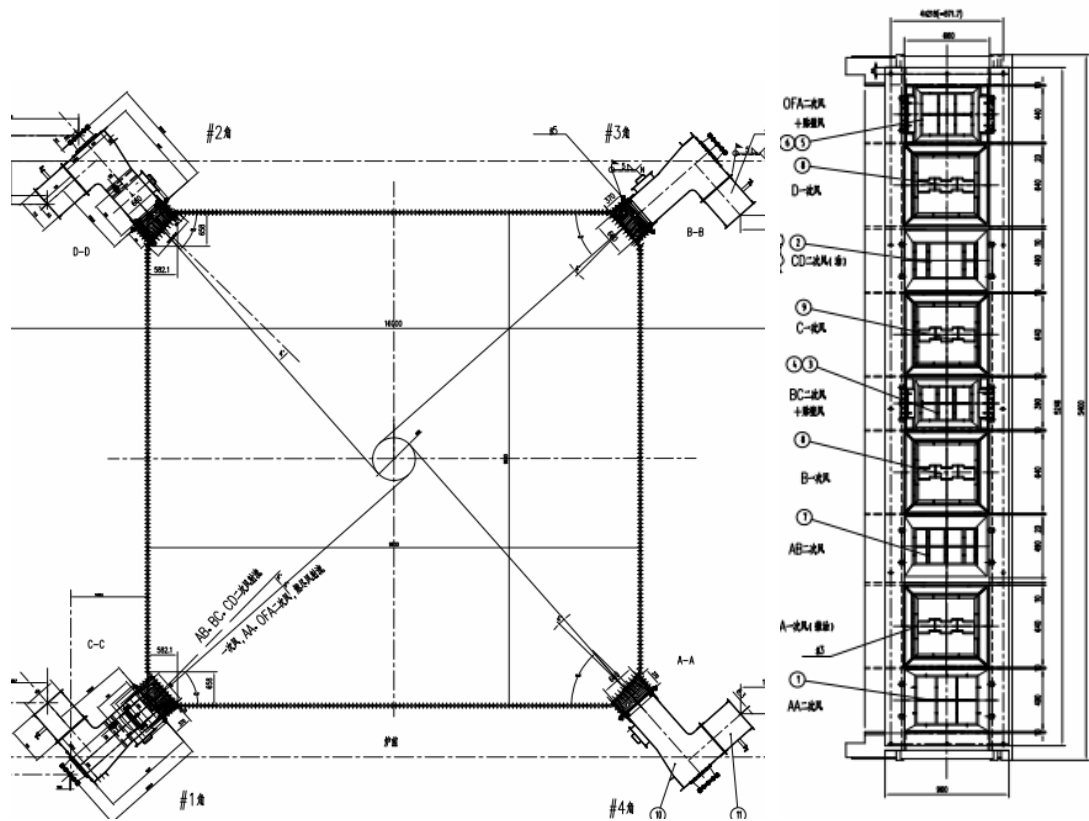


图 1 改造后燃烧器切圆方式与分布方式

3 低氮改造后运行状况

#10 锅炉低氮燃烧器改造后于 2014 年 6 月投入运行。投运行后燃烧器出口NOx排放符合技术协议要求，即锅炉NOx排放值（省煤器出口）低于300mg/m³（标态、干基、6%O₂）。

但是，机组加负荷时，汽温急剧上升；机组减负荷时，汽温急剧下降。机组增、减负荷时，汽温波动大。改造后锅炉配风操作卡如表 1。

表 1 改造后锅炉配风操作卡

机组负荷/MW	点火启动	70	100	135
氧量/%	5.0 以上	3.5-4.0	3.0-3.5	2.5-3.0
OFA3/%	0	0	0	50
OFA2/%	0	50	100	100
OFA1/%	0	100	100	100
上上/%	0	30	30	30
中上/%	50	15	30	30
中/%	50	30	30	30
中下/%	50	15	30	30
下下/%	50	70	80	80

运行中各层周界风开度保持在 50%左右，保持一定 OFA 风门开度，防止主燃烧区容易结焦，各层二次风门开度不宜开得过大。按此配风后，记录锅

炉一次汽温度波动：

7 月 9 日前#10 炉按厂家提供的配风方式进行配风，即加减负荷时，调整燃烬风门开度，二次风门基本不作调整。飞灰含碳量较改造前上升约 0.5%。在加減负荷试验时，在运行人员有准备的超前调节、提前干预的情况下，加 20MW 负荷时，主汽温度最高升至 577℃；减 20MW 负荷时，主汽温度最低降至 497℃。加、减 20MW 负荷时汽温变化幅度达 34℃左右，特别是 95MW 减至 90MW 时主汽温降率达 5℃/min。

7 月 9 日-11 日改变原先的配风方式，即加減负荷时，调整二次风门开度，燃烬风门基本不作调整。将负荷调节速率由 5MW/min 降为 3.5MW/min 并投入送风自动，进行了加、减负荷和制粉系统启停试验。在运行人员有准备的超前调节、提前干预的情况下，加 25MW 负荷试验时，主汽温度最高升至 568℃；平均汽温变化幅度约 20℃左右；减 20MW 负荷试验时，主汽温度最低降至 503℃，平均汽温变化幅度约 30℃左右；制粉系统启停时，汽温变化约 20℃左右。

7 月 14 日-15 日将负荷调节速率由 3.5MW/min

降为 3MW/min。同样在运行人员有准备的超前调节、提前干预的情况下，加 30MW 负荷时，主汽温度最高升至 557℃；汽温变化幅度约 17℃左右；减 30MW 负荷时，主汽温度最低降至 511℃，汽温变化幅度约 25℃左右。

4 改变锅炉燃烧调整和配风方式

低氮改造前，锅炉燃烧调整方式是保持 A 层给粉机转速并切换成手动，B、C、D 层给粉机投入燃烧自动控制，高低负荷时投停 D 层给粉机。为控制加减负荷时汽温波动，保持 B 层给粉机转并切换成手动，C、D 层给粉机投入燃烧自动控制，高低负荷时投停 A 层给粉机，保持负荷调节速率由 3MW/min。锅炉配风调整见表 2。

表 2 锅炉配风调整表

氧量	3.0 %
OFA3	50 %
OFA2	100 %
OFA1	100 %
上上二次风	100 %
中上二次风	100 %
中二次风	100 %
中下二次风	100 %
下下二次风	100 %
周界风	100 %

7 月 29 日重新进行燃烧调整试验。试验前#10 机负荷 90MW，主汽压力 12.2MPa，送风自动投入，氧量设定为 2.8，主/再汽温度 543℃/536℃，乙制运行，甲制备用，二次风门和周界风门全开状态，OFA 风门开度为 50/100/100，OFA 摆动风门 50%，解除 B 层、A 层给粉机层操自动。

08:40-09:00 #10 机负荷由 90MW 升至 110MW，OFA 风门开度为 50/100/100，投 D 层给粉机并投层

操自动，控制 A 层给粉机转速，维持主蒸汽压力稳定，主/再汽温度最高升至 543℃/551℃；

09:05-09:26 #10 机主汽压 12.2MPa，负荷由 110MW 降至 90MW，OFA 风门开度为 50/100/100，逐步收小 A 层给粉机至 300rpm，停 A 层#2、#4 给粉机，主/再汽温最低降至 532℃/544℃；

09:38-10:00 #10 机主汽压力升至 12.6MPa，负荷由 90MW 升至 130MW，OFA 风门开度维持 50/100/100，开 A 层#2、#4 给粉机，逐步开大 A 层给粉机转速，维持主蒸汽压力稳定，主/再汽温最高升至 544℃/555℃；

10:32-10:48 将氧量设定为 2.5%，负荷由 130MW 降至 90MW，OFA 风门开度调整为 60/100/100，逐步收小 A 层给粉机转速，维持主蒸汽压力稳定，主/再汽温最低降至 526℃/523℃。

通过燃烧调整，10 机加减负荷对锅炉蒸汽参数汽温的影响由原来汽温变化幅度约 25℃减少到 10℃左右，联系省调投入#10 机 AGC。

5 结论

#10 锅炉低氮燃烧器改造后，经过锅炉燃烧调整和改变配风方式，机组负荷变化时，一次汽汽温能够达到稳定，消除了汽温超温和跌汽温对机组安全性影响。但是，锅炉燃烧调时改变 A 层给粉机转速，对锅炉排烟温度和飞灰可燃物有一定影响，继续要求锅炉技术人员进一步优化燃烧调整，共同摸索低氮燃烧器的运行特性，提高锅炉运行安全性和经济性。