

# SOFA 配风调整对超临界锅炉末级过热器偏差的影响

薛森贤, 余盛杰, 陈树科

(广东珠海金湾发电有限公司, 广东 珠海 519000)

**摘要:** 针对珠海金湾发电厂 600 MW 超临界机组在运行的过程中, 存在烟气流场分布不均导致局部管壁出现超温的现象, 限制了主汽温、再热汽温的运行参数。不但降低了机组的经济性, 而且因受热面的局部超温使氧化皮快速生成, 导致受热面爆管影响了机组安全性。通过不同 SOFA 配风方式对末级过热器偏差影响的研究, 探索出最佳的 SOFA 配风方式, 实现对热偏差有效控制, 为机组安全、经济运行提供了保障, 同时也为解决其他同类型机组的热偏差问题提供参考。

**关键词:** 超临界锅炉; SOFA; 末级过热器; 配风; 热偏差

**Abstract:** There is uneven distribution of gas flow which leads to the excessive temperature so as to limit the operating parameters of main steam temperature and reheat steam temperature during the operation of 600 MW supercritical units in Zhuhai Jinwan power plant. It not only reduces the economy of the units, but also influences the security of the units because the local overheating of heating surface enables the rapid generation of oxide skin which causes pipe explosion of heating surface. The effects of different SOFA air distribution on the deviation of finishing superheater are studied, and the best SOFA air distribution scheme is found out to achieve the effective control of superheater deviation, which provides a guarantee for the safe and economic operation of the units and a reference for solving heat deviation of other units of the same kind.

**Key words:** supercritical boiler; SOFA; finishing superheater; air distribution; heat deviation

中图分类号: TK223.3+1 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2015)04-0088-03

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2015.04.021

## 1 设备简介

珠海金湾发电厂现有两台 600 MW 超临界机组, 锅炉设备采用的是上海锅炉厂生产的超临界螺旋管圈、一次中间再热、平衡通风、四角切圆燃煤直流炉。炉膛上部布置有分隔屏过热器和后屏过热器, 水平烟道依次布置高温再热器和高温过热器, 尾部烟道布置有低温再热器和省煤器。燃烧方式采用最新引进的低 NO<sub>x</sub> 同轴燃烧系统(LNCFS), 煤粉燃烧器为四角布置、切向燃烧、摆动式燃烧器。主风箱设有 6 层强化着火煤粉喷嘴, 在煤粉喷嘴四周布置有燃料风(周界风)。在每相邻 2 层煤粉喷嘴之间布置有 1 层辅助风喷嘴, 其中包括上下 2 只偏置的 CFS 喷嘴, 1 只直吹风喷嘴。在主风箱上部设有 2 层 COFA 喷嘴, 在主风箱下部设有 1 层 UFA 喷嘴。在主风箱上部布置有 SOFA 燃烧器, 包括 5 层可水平摆动的分离燃尽风(SOFA)喷嘴。

SOFA 分离燃尽风技术, 由于它与主燃烧器射

流分离, 又在炉膛上部区域布置, 并且为保证有足够的穿透能力, 强化燃烧后期混合, 其出口风速较高, 根据以往空气动力场研究积累, 其射流刚性必然很强, 实际切圆直径较小, 这样有可能使 SOFA 风以上至炉膛出口的实际切圆较小, 同时旋转减弱, 起到明显的消旋作用。

## 2 热偏差原因

一般来说, 引起过热器吸热偏差的原因主要有两方面: 一是蒸汽侧的原因, 由于工质流量分配不均引起的流量偏差。二是烟气侧的原因。在切向燃烧方式的锅炉中, 由于残余旋转的影响, 引起水平烟道左右两侧烟气存在一定的速度和温度偏差, 从而造成两侧管屏的对流传热、辐射传热不一致引起热偏差。这主要由于四角切圆燃烧系统特有的流动模式造成的, 即它在炉膛内组织煤粉和空气形成强烈的切向旋转并螺旋向上的流场模式。这一模式对强化风粉混合燃烧是非常有利的, 但旋转的流场到炉膛

出口会仍然存在,即所谓的残余旋转。残余旋转会导致整个烟气流不均匀的流入水平烟道,往往沿炉宽方向烟速一侧高,另一侧低,而在水平烟道布置的过热器以对流吸热为主,因此,烟速不均对吸热量影响较大,从而形成传热偏差。可见,对于采用四角切圆燃烧系统的锅炉,炉内空气动力场,尤其是炉内切圆的分布特点,不仅直接关系炉内燃烧的好坏,还对水平烟道布置的过热器传热偏差有着重要关联。

### 3 试验结果及分析

针对锅炉末级过热器管屏各管吸热的差异,引入屏间吸热偏差系数,用来衡量该级受热面各管屏沿炉膛宽度吸热的强弱。

根据经验,SOFA喷嘴反切15°的设置对受热面吸热偏差效果较好,以下试验均在SOFA喷嘴反切15°下进行。

根据各个负荷段的SOFA配风调整试验得出普遍结论,随着SOFA风开度的变化,末级过热器沿炉膛宽度吸热偏差发生一定的变化,主要表现为随着SOFA风开度的增大,该偏差系数减少,这为降低末级过热器受热面吸热偏差提供了可调整的方向。

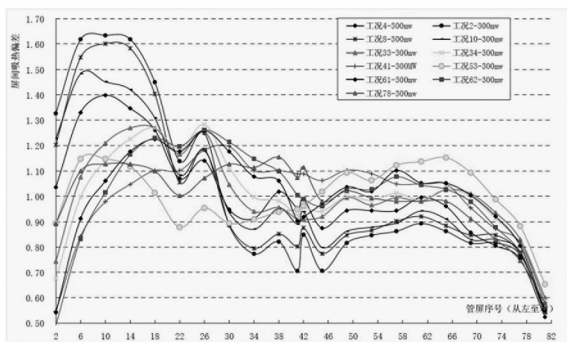


图1 300 MW 负荷下,不同SOFA风门开度末级过热器吸热偏差曲线

图1中,工况2为原DCS原始控制函数,SOFA风采用正宝塔配风方式(SOFA1在最低层,从SOFA1~SOFA3开始依次减小),该工况下,末级过热器屏间吸热偏差系数最大值达1.63,水平烟道沿宽度吸热极不均匀,导致末级过热器个别管屏出口汽温较高。

工况8和工况2(左最顶上两条线)相比,也采用正宝塔配风,只是风门开度较工况2大,热偏差系数略微降低,但最大值仍为1.60,且此时SOFA风门开度依次为50%、40%、32%、0%、0%,在低负荷下

该风门开度已经相对较大,但水平烟道残余旋转仍较强。说明机组在该负荷下采用正宝塔配风不能有效解决高温热偏差较大的问题。

通过优化二次风风门开度,采用倒宝塔的配风方式,可以在该负荷下降低高温受热面吸热峰值,且达到较好的效果。如工况53,最大吸热偏差系数为1.15。而控制系统最终在该负荷下各风门开度控制函数参照工况36。

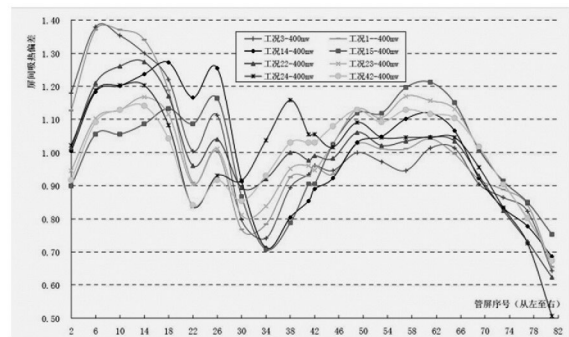


图2 400 MW 负荷下,不同SOFA风门开度末级过热器吸热偏差曲线

图2的曲线表明:在400 MW下,末级过热器吸热偏差较300 MW负荷下要小的多。采用工况1和工况3效果不好,最大热偏差系数在1.38。而采用倒宝塔配风方式则吸热偏差有所改善,最大偏差系数为1.28。采用工况15、23和42的配风,最大热偏差系数均能低于1.2。最终采用工况42的配风作为400 MW负荷下的SOFA风门开度函数。

图3中的曲线表明:在500 MW负荷下,如工况5为运行人员习惯采用的方式,末级过热器偏差系数相对较小为1.23。采用工况12和工况13,效果不好,最大热偏差系数在1.39。采用倒宝塔配风方式,如工况25、65的配风,最大热偏差系数均能低于1.2。最终采用工况65的配风作为500 MW负荷下的SOFA风门开度函数。

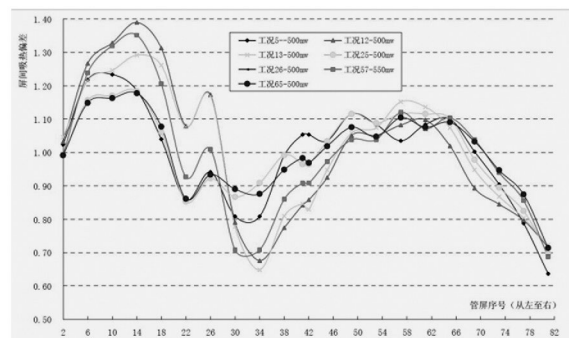


图3 500 MW 负荷下,不同SOFA风门开度末级过热器吸热偏差曲线

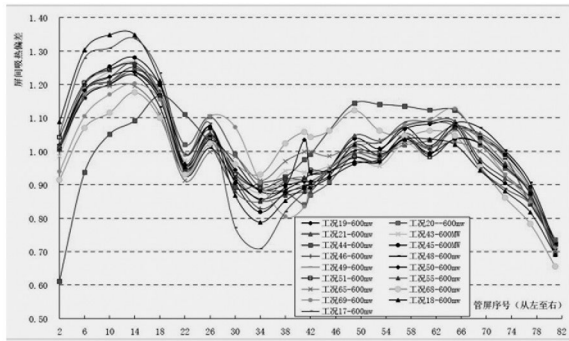


图 4 600 MW 负荷下不同 SOFA 风门开度  
末级过热器吸热偏差曲线

图 4 中的曲线表明: 在 600 MW 高负荷下, 末级过热器沿炉膛宽度吸热偏差工况 18 最大, 而该工况为 CCOFA 开度较大, SOFA 开度较小且采用正宝塔, 该配风方式即为原控制系统设定函数。而工况 17 则把 SOFA2 和 SOFA3 适当开大, 偏差系数略微降低, 最大仍为 1.34, 说明该种正宝塔配风模式是不适用的。而工况 19、20、21 均改变配风模式为倒宝塔配风, 最大偏差系数在 1.25 左右, 其中工况 20 较工况 19, SOFA3 增加 10%, 其他各配风均不变, 偏差系数还略微增大, 说明 SOFA3 并非越大越好, 开到 80% 基本合适。随着各种配风的变化, 通过不断的调整, 工况 68 和 44 偏差系数均较小。

通过以上不同 SOFA 配风方式摸索, 得出最佳的 SOFA 风门开度如表 1 所示。

表 1 各负荷下的最佳 SOFA 风门开度

负荷 /MW	SOFA1 /%	SOFA2 /%	SOFA3 /%	SOFA4 /%	SOFA5 /%
600	70	76	80	9	5
500	61	72	80	6	0
400	55	65	68	0	0
300	43	52	59	0	0

## 4 结 论

1) SOFA 喷嘴反切 15° 且开下 3 层时, 采用倒宝塔配风模式的效果最好, 尤其是在降低左侧峰值壁温方面。SOFA 对锅炉高温受热面管屏间吸热偏差有明显影响, 利用 SOFA 和合理配风能够优化锅炉高温受热面管屏间的吸热偏差分布, 减小受热面的蒸汽氧化腐蚀趋势。

2) 通过优化锅炉燃尽风的配比, 可以降低锅炉出口烟气残余旋转强度, 进而降低高温受热面的屏间偏差, 使得末级过热器偏差屏出口汽温降低 10℃ 左右, 提高受热面的使用寿命。

3) SOFA 风开度在 20% ~ 60% 内, 5 层全开, 末级过热器屏间吸热偏差系数随着 SOFA 风开度增大而减小(在一定范围内), SOFA 风可以减小炉膛出口烟气残余旋转强度, 降低高温受热面吸热偏差。

4) 通过此次针对性的 SOFA 配风方式调整, 机组运行的安全性、可靠性得到了较大提高, 同时也提高了机组整体的运行经济性。

### 参考文献

[1] 陶丽, 丁士发. 超临界锅炉燃尽风配风方式对热偏差影响的研究[C]. 中国动力工程学会锅炉专业委员会 2010 年学术研讨会, 上海, 2010.  
[2] 李树田, 陈莉. 超临界锅炉 SOFA 对高温受热面吸热偏差影响的试验研究[J]. 动力工程学报, 2013, 33(9): 671-676.

### 作者简介:

薛森贤(1981), 工程师、技师, 工程硕士, 主要从事电厂集控运行工作;

余盛杰(1975), 高级技师、工程师, 主要从事电厂集控运行工作;

陈树科(1984), 本科, 主要从事电厂集控运行工作。

(收稿日期: 2015-04-14)

# 促节能减排和低炭发展 改善环境保护生态