

330 MW 锅炉再热汽温偏低的技术改造

马士松, 陈国华

(江苏新海发电有限公司, 江苏 连云港 222023)

摘要:江苏某发电有限公司 330 MW 机组锅炉再热蒸汽温度长期低于设计值,除了影响机组运行经济性,严重时也会造成汽轮机末级叶片冲蚀。通过在低温再热器垂直段区域增加部分受热面,再热蒸汽温度能够达到或超过设计水平,在为企业带来丰厚经济效益的同时,也解决了低温再热器磨损问题,提高了机组运行的安全、经济水平,减轻了环境污染。

关键词:锅炉;再热蒸汽温度;低温再热器;改造

中图分类号:TK223.2

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2015)04-0074-02

江苏某发电有限公司 15 号锅炉是武汉锅炉厂设计制造的 WGZ1100/17.45-4 自然循环 II 型锅炉,采用中速磨正压直吹式制粉系统,直流式百叶窗水平浓淡燃烧器,四角布置,切向燃烧方式,尾部双烟道布置,烟气挡板调节再热汽温,一次中间再热,平衡通风,锅炉设计再热蒸汽温度 540 ℃。

机组自投运以来,锅炉再热蒸汽温度长期比设计值低 15 ℃左右。虽然通过抬高燃烧器摆角增强高温再热器换热、调整再热烟气挡板开度提高低温再热器侧烟气份额、提高过量空气系数^[1]增加烟气流速等手段,再热蒸汽温度有所提高,由此也导致低温再热器侧烟气流速过高、局部磨损严重,曾多次造成低再受热面爆管泄漏。经相关设计制造单位研究论证,决定对锅炉进行受热面改造,以提高再热蒸汽温度,同步减少低温再热器磨损。

1 改造方案选择

锅炉受热面布置情况如图 1 所示。炉膛出口及水平烟道部分沿烟气流动方向依次布置前屏过热器、后屏过热器、高温过热器、高温再热器。尾部竖井烟道由分隔墙分为 2 部分,前烟道布置低温再热器,烟道出口设再热烟气挡板;后烟道布置低温过热器及省煤器,烟道出口设过热烟气挡板。炉膛从上至下布置五层煤粉燃烧器,四层运行、一层备用。

1.1 改造共设置 4 种解决方案

(1) 高温过热器减少 25% 受热面积,增加 70 m² 卫燃带面积。在 THA 工况,高温再热器进口烟温提高了近 27 ℃,低温再热器侧烟气流量减少约 5%,高温再热器出口蒸汽温度提高 3 ℃,排烟温度提高约 6 ℃。改造后,若中压供热量大幅上升,同负荷下锅炉蒸发量高,会引起高温再热器处烟气温度进一步提升,可能造成高温再热器处金属超温。目前主蒸汽温度能达到设计值,但过热减温水用量很少,如果高温过热器受热面

收稿日期:2015-03-12;修回日期:2015-04-19

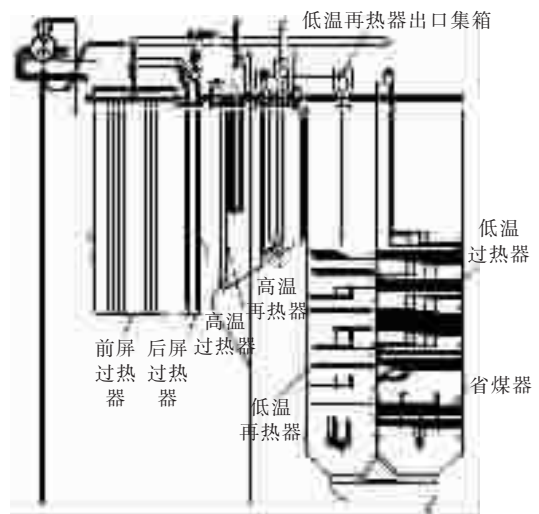


图 1 锅炉受热面布置图

积减少,可能会出现高负荷时主蒸汽温度不达标现象,从而影响机组效率。

(2) 后屏过热器减少 20% 受热面,卫燃带面积不变。由于割管位置离高温再热器较远,虽然后屏过热器吸热减少,但高温过热器吸热量相应增多,故对提高再热汽温效果不如方案 1,且同样会引起排烟温度上升。

(3) 低温再热器垂直段增加受热面。该方案增加部分低温再热器换热面积,再热蒸汽温度增加幅度预期较好,且对排烟温度无负面影响。由于相同条件下高温再热器传热温差下降,其吸热量将有所下降,增加的面积需重新进行热力计算来确定,实施难度中等。

(4) 将锅炉燃烧器整体上移。该方案可以达到比较理想的提高再热汽温效果,但改造牵扯到的范围较大,主要涉及水冷壁、燃烧器、煤粉管道等,改造后还有可能造成飞灰可燃物升高、排烟温度上升,且施工难度大,工程费用较高。

1.2 改造方案确定

经西安热工院、东南大学及上海锅炉厂等多家单位计算论证,方案 3 以预期效果好、实施难度中等、工程费用一般、不利影响因素较少等优势被确定为最终改造方

案。通过热力计算,在燃用设计煤种且下四层磨煤机运行、锅炉负荷 75% 至 100% 额定工况下,主、再热汽温均能达到设计值,且改造后对排烟温度及锅炉其它参数无明显负作用,并能重新分配低温再热器烟气份额,减少锅炉受热面烟气磨损,是最优的改造方案。

2 改造方案实施

2014 年,利用 15 号机组脱硫脱硝改造机会,在原低温再热器垂直段的前后增加再热器受热面积,如图 2 所示。管子数量保持不变,只增加管子长度,管材采用原低温再热器相同材质 12Cr1MoVG。其中前部为 3 根管绕 1 匝,横向间距 $S_1=228$ mm,纵向为 6 根管,管屏宽度为 580 mm,两屏间隔交叉布置;后部为 2 根管绕 1 匝,横向间距 $S_1=228$ mm,纵向为 4 根管,管屏宽度为 410 mm,两屏间隔布置如图 3 所示。

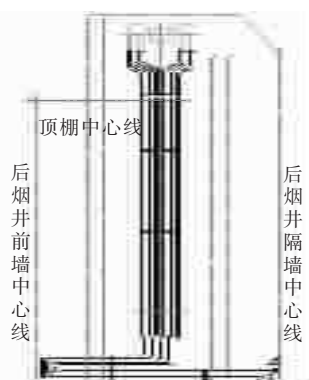


图 2 改造前低温再热器垂直段布置图

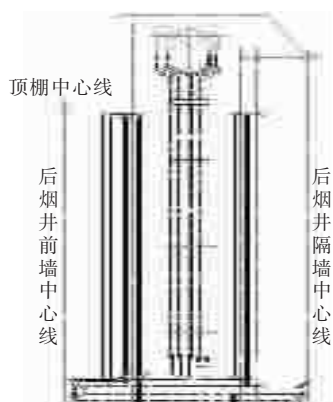


图 3 改造后低温再热器垂直段布置图

原低温再热器垂直段前部增加的受热面积为 1211 m^2 ,原低温再热器垂直段后部增加的受热面积为 808 m^2 ,总共增加受热面积 2019 m^2 ,增加的受热面积为原垂直段 1.98 倍。改造过程中拆除了一台原低再区域蒸汽吹灰器,改作人孔门,并对其中一台吹灰器进行了移位。

3 改造后效果

15 号机组改造后,于 2014 年 7 月 27 日并网发电,改造前与改造后相关试验参数对照,如表 1 所示。

通过比较,在主蒸汽温度未发生下降情况下,再热

表 1 改造前后试验参数对照表

项目	改造前	改造后
负荷率 /%	68.4	70.9
主蒸汽流量 /($t \cdot h^{-1}$)	752.52	779.91
主蒸汽温度 / $^{\circ}C$	538.36	539.85
再热蒸汽温度 / $^{\circ}C$	527.69	540.04
再热烟气挡板开度 /%	100	74.54
过热烟气挡板开度 /%	38	74.49

蒸汽温度提高 12.35 $^{\circ}C$,供电煤耗降低 2.1g/($kW \cdot h$)^[2],按年运行 5000 h,平均负荷 250 MW 计,改造后每年可节约标煤 $5000 \times 250 \times 103 \times 2.1 \times 10^{-6} = 2625$ t,标煤按 700 元 / t 计,改造后每年可节约发电成本 183.75 万元。

再热蒸汽温度提升后,再热烟气挡板平均开度下降了 25.46%,低温再热器侧烟气流减少,受热面磨损情况得到了改善。同时烟气挡板总开度较改造前增加了 11%,烟气阻力减少,进一步增强了节能效果。另外,改造后长期采用下四台燃烧器运行方式,提高了煤粉颗粒的燃燃性能,排烟热损失降低,同时对 NO_x 的抑制也有良好的效果。

4 改造后暴露出的问题及解决方法

4.1 新增加受热面发生爆管泄漏

改造后,机组运行至第 5 天,低温再热器第 51 片及 52 片屏新老管焊缝附近出现 5 根管泄漏,如图 4 所示。箭头指向为工质流向,焊缝为低再水平段与垂直段的对接焊缝,焊缝上方水平段为改造前的老管,下方垂直段为改造后新换的管,焊口为工地焊口。根据宏观形貌判断 51-2 或 52-3 先泄漏。经试验分析,新老管的化学成分、拉伸性能、非金属夹杂含量均符合国家标准要求,金相组织和硬度均未发现异常,且没有明显的超温现象。因漏点已被吹损,具体的泄漏原因无法确定。经更换泄漏管重新投入运行,至今未有新问题产生。

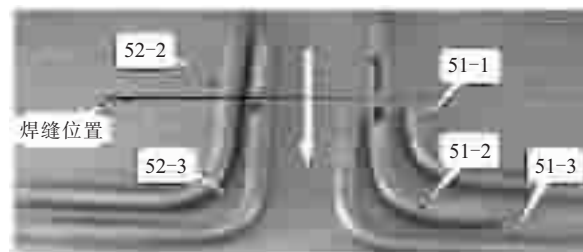


图 4 爆管宏观形貌图

4.2 高负荷段需投用再热减温水

改造后,上四台磨运行时,当负荷大于 280 MW 时,部分工况需投用再热器微量减温水,特别是在燃用低灰熔点煤时较为突出。现在通过采用控制入炉煤的结渣性,适当增加炉膛吹灰频次^[3],降低燃烧器摆角,并将最上层磨改为备用磨等手段,再热减温水用量几乎为 0。

(下转第 78 页)

4 经济效益

按 600 MW 级别发电机组测算,凝泵变频深度由 40 Hz 降到 35 Hz,可降低凝结水泵运行电流平均 25 A,厂用电率可降低 0.01%,每小时可节电 273 kW·h。按每台泵年运行 8000 h 计算,则年节电分别为 $273 \times 8000 = 218.4$ 万 kW·h,按上网电价 0.43 元/(kW·h)计算,则年效益分别为 $218.4 \times 0.43 = 93.9$ 万元,能够取得良好的经济效益。同时凝结水泵低频振动问题解决后,使凝泵安全性提高,设备寿命延长,更能降低检修维护费用。是经济性和安全性双赢的结果。

5 结束语

凝泵低频振动问题,是由电厂节能改造所伴生出来的新问题。各电厂都进行了不同层度的探索,其中江苏大唐国际吕四港电厂采用流道修整加共振回避方法,取得了良好的经济效益,基本解决了凝泵低频共振

问题,给凝泵低频振动治理提供了一个好的借鉴方案。同时也从中可看出转机设备由工频改变频需要在方案设计、试验验收上对机务设备投入更多的关注。增加机务设备在不同转速下的试验与测试,对不同转速进行动平衡试验,并对发现问题进行处理,这样才能从根本上解决低频振动问题。

参考文献:

- [1] 黄莉莉,李建河. 凝结水泵变频改造节能效果分析及提高措施[J]. 热力发电,2011(6):85-87.
- [2] 陈柏权,刘明君,吴志强. 600 MW 机组凝泵变频运行振动分析及治理[J]. 浙江电力,2013(1):60-62.

作者简介:

李伟林(1979),男,湖北天门人,高级工程师,研究方向为汽轮机运行及辅机设备优化;

张海峰(1974),男,河北阳原人,助理工程师,研究方向为汽轮机检修及辅机设备管理。

On the Vibration of Condensate Pump Due to Frequency Conversion Retrofit in 660 MW Ultra-supercritical Power Plant

LI Weilin, ZHANG Haifeng

(Jiangsu Datang Lvsigang Power Generation Co. Ltd., Qidong 226246, China)

Abstract: The advantages and disadvantages of the currently available solution measures, proposed for solving the low-frequency vibration issues encountered after performing frequency conversion retrofit to the condensate pump, are introduced. The key factors inducing low-frequency vibration are analyzed, and the most effective solution strategy is established.

Key words: condensate pump; frequency conversion; vibration

(上接第 75 页)

5 结束语

次低温再热器受热面改造,由于仅涉及到低温再热器及相应包覆区域的改造,相对工作量较小,工程造价也少,解决了机组长期以来再热蒸汽温度偏低的问题,提高了锅炉效率,机组运行的安全性能也得到进一步提升,为同类型锅炉技改方案的选择提供借鉴。

参考文献:

- [1] 叶江明. 电厂锅炉原理及设备[M]. 北京:中国电力出版社,2004:178-179.

- [2] 陈健婷. 300 MW 与 600 MW 燃煤机组耗差系数的变负荷特性[J]. 动力工程,2009(9):891-894.

- [3] 万跃,晏海能. 汽包锅炉炉内结渣的监控及优化吹灰策略[J]. 江苏电机工程,2014,33(5):80-81.

作者简介:

马士松(1967),男,江苏连云港人,工程师,从事火力发电厂锅炉设备管理工作;

陈国华(1976),男,江苏连云港人,工程师,从事火力发电厂设备运行管理工作。

Technical Transformation for Improving Reheat-steam Temperature in 330 MW Boiler

MA Shisong, CHEN Guohua

(Jiangsu Xinhai Power Generation Co. Ltd., Lianyungang 222023, China)

Abstract: The reheat-steam temperature of one 330 MW coal-fired power unit in Jiangsu had been lower than the design value for a long term. It not only affected the economy of the power unit, but also caused serious erosion to the last stage blades of the steam turbine. Through increasing the area of the low-temperature reheater in vertical position, the reheat steam temperature can achieve or even exceed the design level, which could bring huge economic benefits for the power unit. Moreover, the wear and tear problems associated with low-temperature reheater were also solved, which could significantly improve the safety and economy of the power unit.

Key words: boiler; reheat steam temperature; low-temperature reheater; transformation