

# 超临界600MW燃煤锅炉省煤器改造及效果分析

李名武, 张赢丹, 李晓坚

(江苏国信扬州发电有限责任公司, 江苏 扬州 225131)

**摘 要:** 某公司#4锅炉一直存在排烟温度高的问题, 虽已在运行和系统等方面进行了相应的调整和改造, 但降低幅度有限。2011年#4锅炉A修前, 针对这一问题提出了几种改造方案, 经分析比较后, 确定了增加低压省煤器的改造方案。改造后试验表明, 在满负荷工况下, 可降低锅炉排烟温度近10℃, 降低供电煤耗近1.5g/kWh, 且空预器出口一二次风温和水冷壁壁温正常, 有效提高了机组运行的经济性。

**关键词:** 燃煤锅炉; 省煤器改造; 排烟温度; 煤耗

## 0 引言

锅炉排烟温度高严重影响锅炉的经济性, 对于600MW等级燃煤机组, 排烟温度高出设计值10℃, 锅炉热效率将降低约0.5%, 机组供电煤耗增加约1.5g/kWh。此外, 受尾部烟气脱硫塔工作温度的限制, 较高温度的烟气进入脱硫塔后必须喷水降温, 致使大量水汽随烟气从烟囱排出, 造成水资源的浪费。因此进行技术改造, 降低锅炉的排烟温度, 不仅能较大幅度地提高机组运行经济性, 还有利于机组的节能减排。

## 1 设备概况

某公司#4锅炉系哈尔滨锅炉厂引进三井巴布科克能源公司技术生产的超临界变压运行直流锅炉。锅炉型号为HG1956/25.4-YM, 锅炉型式为单炉膛、一次中间再热平衡通风、固态排渣、全钢架、全悬吊结构、 $\pi$ 型锅炉。采用前后墙对冲布置低NO<sub>x</sub>轴向旋流燃烧器, 前后墙各三层共三十只, 配有六台HP1003中速磨煤机, 制粉系统为正压直吹式, OFA燃烬风喷嘴布置在燃烧器上方, 前后墙共十只。锅炉设计煤种为神府煤, 校核煤种为晋北煤<sup>[1]</sup>。

## 2 改造的背景

#4锅炉于2007年1月26日通过168小时试运后投入正式运行。锅炉自投运以来, 一直存在排烟温度较高的问题。锅炉制造厂原设计排烟温度值为121.1℃(BMCR工况修正后)<sup>[1]</sup>, 在投产验收试验时排烟温度为132.73℃。2011年A修前性能试验时, 排烟温度为140.8℃(修正后), 比设计值高近20℃。

2010年3~9月#4炉排烟温度的月平均值均在140℃以上, 最高值为152℃, 具体情况如图1所示。为降低排烟温度, 该公司先后对#4炉进行了增加热一次风旁路<sup>[2]</sup>和空预器转向调整等改造工作, 虽取得了一定的效果, 但成果有限, 并不能解决根本问题。

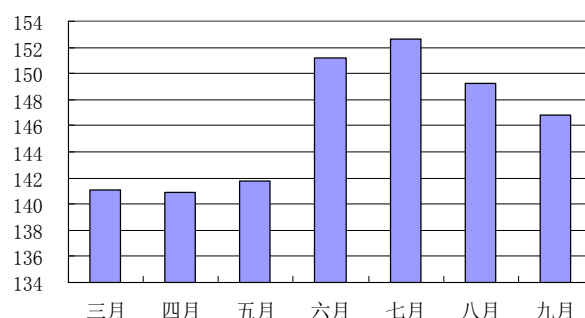


图1 2010年3~9月#4锅炉排烟温度月平均值

## 3 省煤器改造方案的选择

### 3.1 排烟温度高的原因分析

(1) 实际燃用煤种与设计及校核煤种差异较大, 尤其是低位发热量的减小和水份的增加;

(2) 制粉系统运行中冷风掺入量较多; 制粉系统掺入的冷风量越大, 通过空气预热器的空气量就越小, 空气预热器的风烟比就越小;

(3) 省煤器面积偏少, 造成吸热量偏少;

(4) 受再热汽温的限制, 尾部烟气挡板开度较小甚至全关, 低再侧的省煤器受热面利用不足, 而低过侧的省煤器受热面冷却能力有限, 使预热器入口烟温相对升高, 预热器出口排烟温度呈现升高的趋势<sup>[3]</sup>。

### 3.2 改造方案

为降低排烟温度, 考虑了三套方案:

方案一：适当减少高再受热面，以增大低再烟道烟气量，提高低再侧省煤器利用率；

方案二：增加省煤器面积；

方案三：减少高温再热器面积，增加省煤器面积。

3.3 方案的选择

方案一减少高再受热面，有利于提高低再吸热比例，提高低再侧挡板调温的灵敏性，减少再热器减温水的投入，同时因再热器侧烟气比例增加，提高低再侧省煤器受热面的利用率，适当降低空预器的入口烟温，从而降低排烟温度。但是因受再热蒸汽温度的限制，空预器入口烟温降低幅度不大，经校核对于设计煤（LHV=24450kJ/kg）排烟温度降低 3℃左右，设计运行煤和设计校核煤降低 5℃左右。且减少高再受热面后会降低锅炉对煤种的适用性。

方案二经哈锅核算在过热器、再热器烟道分别增加部分省煤器面积，可将省煤器出口烟气温度降低 23℃<sup>[4]</sup>，烟气温度和空气温度都有一定幅度的降低。但是由于低再侧省煤器区域原设计烟道的空间比较紧，已无空间余量，因此只能利用过热器侧省煤器区域的富裕空间，在不影响一二次风温及锅炉燃烧的基础上，最大限度增加受热面。

方案三为方案一和二组合，虽然排烟温度可降低较大幅度，但因改造工作量大，工期受影响，最终未选择。

3.4 方案的现场实施

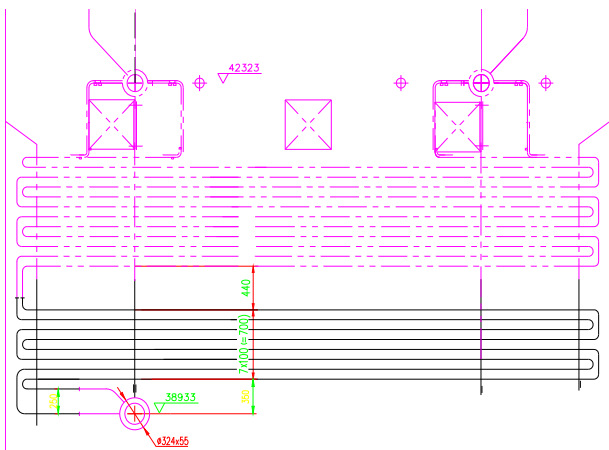


图 2 省煤器改造施工图

#4 锅炉 A 修中，在#4 锅炉尾部烟道低过区内的省煤器管屏上再增加一段省煤器管排。安装在原省煤器 H 型肋片管屏下部与其进口集箱之间的空间内，共计 212 排，上部接口标高位置：#1、#2 管均

为 40103mm，下部接口标高位置：#1 管为 39183mm；#2 管为 38933mm。如图 2 所示（底部为需增加的管排）。

4 省煤器改造效益评估

经哈锅核算，改造后可降低省煤器出口烟温 19.1℃，降低锅炉排烟温度可达 6.9℃，水冷壁出口温度上升 3℃，烟气侧阻力上升可忽略不计。但哈锅计算时所取基准数据为设计工况数据，理论分析哈锅计算结果降低排烟温度数据偏小。为评估改造后效果，采集修前、修后相近工况点的运行参数<sup>[5]</sup>，见表 1，分析如下。

表 1 改造前后相近工况运行参数比较

项目	单位	改造前	改造后
机组负荷	MW	600	600
总煤量	t/h	251	248
省煤器出口水温	Deg C	312	322
分离器出口温度	Deg C	404	406
一次风温度	Deg C	328	303
二次风温度	Deg C	345	322
空预器进口烟温	Deg C	389	368
排烟温度	Deg C	135.0	116.7
环境温度	Deg C	15	6
排烟温度（修正至环境温度 20℃）	Deg C	140.8	130.9
省煤器压差	MPa	0.29	0.30
水冷壁压差	MPa	1.95	1.70
引风机 A 出口烟气压力	kPa	-0.02	-0.03
引风机 A 电流	A	133	127
引风机 B 出口烟气压力	kPa	-0.11	-0.12
引风机 B 电流	A	130	126

4.1 省煤器改造经济效益的评估

(1) 600MW 下改造后空预器进口烟温下降了 21℃（高于预计的 19.1℃），排烟温度下降了近 10℃，机组煤耗下降近 1.5g/kWh。

(2) 由于增加省煤器受热面，省煤器差压上升约 0.01 MPa，对汽水系统阻力影响可忽略不计。此外，A 修时对锅炉进行酸洗后，水冷壁阻力下降约 0.25 MPa，因此水循环阻力总体下降。

(3) 由于增加了省煤器受热面，增加了风烟系统的阻力，引风机出口烟气压力降低，但由于排烟温度下降，改造后引风机电流有所下降，因此改造对于风烟系统的阻力影响基本可以忽略。

综合考证后证实：省煤器改造后提高了机组运行的经济性。

4.2 省煤器改造对机组安全运行的影响

(1) 省煤器出口水温上升 10℃，分离器出口温度上升约 2℃，垂直管圈水冷壁平均温度上升约 2℃，高负荷下水冷壁无超温现象。

(2) 改造后空预器进口烟温下降 21℃, 预计可顺带解决夏季高峰负荷下空预器由于入口烟温高、变形量大而导致空预器电流晃动的问题, 提高了机组运行安全性。

因此省煤器改造后, 不影响机组的安全稳定运行。

#### 4.3 省煤器改造后需要注意的问题

(1) 考虑到增加省煤器后排烟温度降低有可能会对空预器造成冷端腐蚀, 该公司与同类型机组电厂进行了沟通比较, 最终确定冬季锅炉排烟温度不低于 110℃时不必开启热风再循环; 当冬季极端低温且机组带低负荷时导致锅炉排烟温度低于 110℃时, 可开启热风再循环回路, 避免空预器出现冷端腐蚀。

(2) 改造后对锅炉运行最大的影响为一次风温下降 25℃, 造成磨煤机干燥出力下降, 主要对于含水分高的煤种有一定的影响(如褐煤)。对 600MW 工况下运行参数进行分析, 一次风温为 300℃(一次风设计值为 336.1℃), 在单仓全部燃用褐煤情况下(水份 35%), 在磨煤机最低稳燃煤量为 30t/h 时, 磨煤机煤粉出口温度不低于 58℃, 能满足正常运行中的要求。但使用水份较高的褐煤时会由于一次风温低而导致磨煤机出力受限, 应根据机组负荷情况及时调整燃煤加仓方式。

## 5 结论

综上所述, 本次#4炉增加省煤器受热面的改造非常成功, 各项技术指标均达到了预期的效果。锅炉运行稳定, 热效率提高, 经济效益显著。改造后

降低了空预器入口烟温; 解决了夏季高峰负荷时空预器进口烟温高导致空预器电流晃动的问题; 烟气侧阻力上升、水冷壁出口温度安全裕量等负面影响均在可控范围内; 而改造对机组空预器冷端腐蚀及制粉系统干燥出力等方面的影响, 也可通过调节运行手段等方式加以控制。

#### 参考文献:

- [1] 柳扣林,唐海宁.国信扬州发电有限责任公司2×600MW机组集控运行规程[Z]. 扬州:国信扬州发电有限责任公司,2011.
- [2] 王春昌.燃煤电厂锅炉热一次风加热器的研制及开发[J] 中国电力, 2011(01).
- [3] 周克毅.国信扬州发电有限责任公司#4锅炉排烟温度偏高原因分析技术报告[R]. 南京:东南大学,2009.
- [4] 哈尔滨锅炉厂.扬州二电厂600MW超临界锅炉降低预热器入口烟温技术方案报告[R]. 哈尔滨锅炉厂,2010.
- [5] 邹磊,徐星.江苏国信扬州发电有限责任公司#4锅炉A修前后性能试验报告[R].南京:江苏方天电力技术有限公司,2011.

#### 作者简介:

李名武(1969-), 男, 江苏扬州人, 高级工程师, 主要从事火电厂锅炉运行管理工作, E-mail: yzlimingwu@yahoo.com.cn;

张赢丹(1982-), 女, 河北石家庄人, 工程师, 主要从事火电厂环保管理工作;

李晓坚(1982-), 男, 江苏连云港人, 工程师, 主要从事火电厂节能管理工作。