

# 某 630 MW 超临界机组锅炉排烟温度高的技术改造

孙伟<sup>1</sup>, 唐海宁<sup>2</sup>

(1.江苏省投资管理有限责任公司,江苏南京 210005;

2.江苏国信扬州发电有限责任公司,江苏扬州 225131)

**摘要:**某厂 630 MW 超临界机组锅炉投产后存在排烟温度高于设计值的问题,严重影响机组的经济运行。针对这一问题,尽管电厂在运行燃烧调整和系统改造等方面进行一系列的工作,但均未能彻底解决这一问题。为此,电厂方面和锅炉制造厂进行技术合作,最终确定通过增加省煤器的面积来解决这一问题,并利用机组大修机会实施了改造工作。改造后排烟温度达到了设计值,提高了锅炉运行的经济性和安全性。

**关键词:**超临界机组;锅炉;受热面;改造

**中图分类号:**TM621.2

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2015)02-0069-03

江苏国信扬州发电有限责任公司二期工程 2 台 630 MW 超临界机组,配备某锅炉厂生产的超临界锅炉。自投运以来,2 台锅炉一直存在排烟温度较高的问题,尽管已在运行和系统等方面进行了相应的调整和改造,但未能彻底解决这一问题。制造厂原先设计值为 119 °C(BRL 修正后),在投产试验时 3 号、4 号机组排烟温度分别为 132.75 °C 和 132.73 °C,4 号机大修前性能试验时排烟温度数据为 146.53 °C(修正后),比设计值高 15 °C 以上。实际运行中,2010 年 3 月至 9 月 4 号炉排烟温度平均值均在 140 °C 以上,最高值达 152 °C。

## 1 锅炉排烟温度高对经济性的影响分析

对于 600 MW 等级机组,排烟温度高出设计值 20~30 °C,锅炉热效率将降低 1%~1.5%,机组煤耗增加 3~4.5 g/(kW·h)<sup>[1]</sup>。尽快进行技术改造,降低这 2 台锅炉的排烟温度,将显著提高江苏国信扬州发电有限责任公司机组运行的经济性。

## 2 锅炉排烟温度高原因分析

3 号、4 号炉自调试以来就存在排烟温度高的问题,额定工况下,空预器进口烟温即高于设计值 25 °C 左右,造成锅炉排烟温度高于设计值 15 °C 左右。对相关数据及锅炉受热面进行分析,初步认为造成锅炉排烟温度高的原因主要有以下几个因素<sup>[2]</sup>:

(1) 锅炉设计存在偏差。从调试数据来,3 号、4 号炉调试过程中就发现排烟温度高于设计值,通过对同类型机组锅炉运行情况的了解,发现同类型电厂中大别山电厂、潮州电厂、常州电厂也存在同样的问题。产生这一问题的原因为锅炉受热面设计存在一定的偏差,这一问题属于设计缺陷,难以通过运行调整的方法进行解决。

(2) 燃烧器区域结渣严重。由于该锅炉设计的煤

种为结渣特性较强的神府煤,燃烧器采用英巴公司设计的双调风旋流式燃烧器,此种燃烧器对结渣特性较强的神府煤等煤种的适应范围比较窄,造成了目前 3 号、4 号炉燃烧器区域存在较严重的积渣现象,结渣的存在在一定程度上影响了水冷壁的吸热量,导致锅炉排烟温度有所上升。

(3) 烟道的积灰影响。由于锅炉本身水平烟道较长的布置方式,造成目前 3 号、4 号炉水平烟道存在较严重的积灰现象,从而影响水平烟道的吸热量,导致锅炉排烟温度有所上升。

从以上分析可知,造成炉排烟温度高的根本原因为制造厂受热面设计存在一定的偏差,此外,锅炉燃烧器区域的结渣以及水平烟道的积灰问题也是造成锅炉排烟温度高的因素。对于排烟温度高的问题,只有进行锅炉受热面的重新优化设计改造,方可彻底解决这一问题。

## 3 解决排烟温度高问题的典型方案比较

为彻底解决锅炉排烟温度高的问题,结合相关电厂的实际经验<sup>[3]</sup>,进行如下几方面的改造工作:(1) 增加高压省煤器;(2) 增加低压省煤器;(3) 增加低过或低再受热面面积;(4) 增加空预器受热面;(5) 进行空预器反转。

这几个方案的对比结果如表 1 所示。在对比各种改造的优缺点后,最终电厂确定了采用增加省煤器受热面积的方法来彻底解决锅炉排烟温度高的问题。

## 4 改造方案介绍

在 4 号机 A 修中,在 4 号锅炉尾部低过区烟道内的原省煤器管屏基础上再增加上一段省煤器管排。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,如图 1 所示(底部为需增加的管排)。

表 1 各种降低锅炉排烟温度方案对比

改造方案	改造工作实施难度评估	改造工作风险性评估	改造效果
增加高压省煤器	对高压管道进行施工,施工难度较大,具有一定的风险。	提高了省煤器出口水温,有可能会造成水冷壁超温问题;若计算不好造成排烟温度下降过多,易造成空预器发生冷端腐蚀,严重时造成空预器堵灰。	若计算准确,高压省煤器改造可彻底解决锅炉排烟温度高的问题。
增加低压省煤器	在空预器后增加低压省煤器受热面。	增加风烟系统阻力;机组运行中发生低压省煤器泄漏,可隔离低压省煤器,系统可靠性高;不会加剧水冷壁超温问题;不会造成锅炉原有受热面运行工况的改变,原有受热面不会发生腐蚀问题。	相关电厂改造数据表明,低压省煤器改造可降低锅炉排烟温度 20℃ 以上,可解决锅炉排烟温度高的问题
增加低过或低再受热面面积	对高压管道进行施工,施工难度较大,具有一定的风险。	提高了低过或低再受热面积,有可能导致过、再热器超温问题;若计算不好造成排烟温度下降过多,易造成空预器发生冷端腐蚀,严重时造成空预器堵灰。	若计算准确,增加低过或低再受热面面积改造可彻底解决锅炉排烟温度高的问题。
增加空预器受热面	改造工作不大	风险小,但会增加空预器阻力,风机电耗会有所上升。	经计算,可降低低排烟温度 5℃ 左右。
空预器反转	改造工作不大,但对空预器密封片进行重新施工	风险较大,一方面空预器密封片需重新调整,调整不良易造成空预器电流晃动,另一方面热一次风温下降后会造磨煤机热风裕量下降,降低了对高水分煤的适应性。	降低锅炉排烟温度效果有限,具估算,可降低低排烟温度 3℃ 左右。

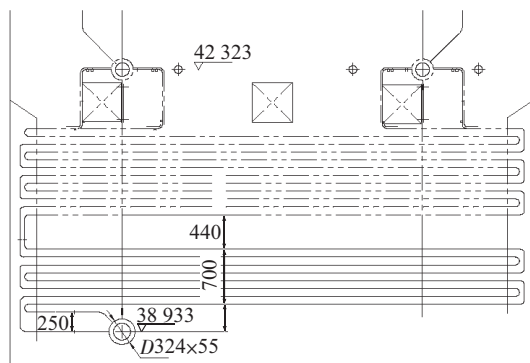


图 1 省煤器改造方案示意图

#### 4.1 安装前准备工作

(1) 锅炉省煤器都是通过悬吊板吊于省煤器上集箱上,吊板作为主要的承载过度部件,在安装搬运中要保平整。吊板在安装前应进行尺寸核查,清理检查。

(2) 省煤器组装前,要进行逐根通球检查。通球用压缩空气的压力不低于 0.59 MPa。通球试验用的球径  $D$  为 70 mm。

(3) 蛇形管管排在组合前,应复查外型尺寸和进行外观质量检查,对发生变形和存在的其他缺陷,要在地面进行处理和更换。

(4) 省煤器蛇形管组件,组合前除进行通球外,还要在平台上放样校正,以保证安装的顺利进行。

#### 4.2 省煤器的安装

(1) 拆除尾部烟道过热器省煤器区两侧包墙的保温和护板。

(2) 对省煤器进口集箱进行固定,以保证安装过程中,集箱不移动位置。

(3) 拆除省煤器集箱吊挂板。

(4) 切割管子工地焊口,并加工坡口,坡口加工好后,应用塑料布或其他材料包裹,以保护坡口和避免杂质进入管内。

(5) 进行省煤器新增管屏的焊接安装工作:① 将一组省煤器吊起后依次装入烟道中相应的位置,将蛇形管与上部省煤器蛇形管焊接连接及焊口拍片工作。② 依次焊接封板和吊板。③ 然后对下部省煤器蛇形管和省煤器入口集箱上的管接头进行焊接和焊口拍片工作。

(6) 恢复省煤器集箱吊挂板和包墙护板,拆除临时支撑件。

(7) 省煤器参与水压试验,并参与酸洗工作。

#### 5 改造效果评估

经核算,改造后可降低省煤器出口烟温 19.1℃,降低锅炉排烟温度预计可达 6.9℃。改造后计算水冷壁出口温度上升 3℃,烟气侧阻力上升可忽略不计。但计算所取基准数据为设计工况数据,为评估改造效果,该公司在大修后进行专项试验,对大修前、大修后数据进行分析,如表 2 所示。

由表 2 可知,省煤器改造后对机组运行主要参数影响如下:

(1) 600 MW 下改造后空预器进口烟温下降了 27℃,排烟温度下降了 11℃,预计 600 MW 工况机组煤耗下降近 1.5 g/(kW·h)。

(2) 省煤器出口水温上升 10℃,分离器出口温度上升约 3℃,垂直管圈水冷壁平均温度上升约 3℃,高负荷下水冷壁无超温现象。

(3) 改造后空预器进口烟温下降 27℃,解决了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,机组运行的安全性得到了提高。

(4) 省煤器由于增加受热面,省煤器压差上升约 0.02 MPa,对汽水系统阻力影响可忽略不计。

(5) 虽然改造增加了一定的风烟系统阻力,但由于改造后排烟温度下降,也会造成引风机电流下降,最终结果表明,本次改造后引风机电耗基本不变。

(6) 相关资料表明过高的排烟温度 (>150℃)将

表2 改造前后锅炉运行主要数据对比

机组运行主参数	改造前数值	改造后数值
机组负荷 /MW	595.32	605.91
主汽流量 /(t·h <sup>-1</sup> )	1 838.19	1 875.75
炉侧主汽压力 /MPa	24.79	24.24
炉侧主汽温度(A侧)/°C	540.35	538.74
炉侧主汽温度(B侧)/°C	541.05	539.70
炉侧再热汽温度(A侧)/°C	564.64	561.80
炉侧再热汽温度(B侧)/°C	566.96	561.82
省煤器出口水温 /°C	313.10	321.70
分离器出口温度 /°C	402.61	405.26
一次风温度(A侧)/°C	332.59	298.40
一次风温度(B侧)/°C	324.88	297.83
二次风温度(A侧)/°C	351.32	316.93
二次风温度(B侧)/°C	340.22	315.13
空预器进口烟温 A侧 /°C	396.75	359.18
空预器进口烟温 B侧 /°C	393.25	364.84
排烟温度(A侧)/°C	135.98	123.63
排烟温度(B侧)/°C	129.87	118.02
排烟温度 (修正至环境温度 20°C)/°C	139.33	128.26
环境温度 /°C	13.63	12.35
引风机 A 电流 /A	129.33	130.45
引风机 B 电流 /A	126.06	125.16

影响电除尘效率,省煤器改造前在夏季高峰负荷时锅炉排烟温度高于 150 °C,对电除尘器效率有一定影响,增加省煤器降低排烟温度可有效提高电除尘器效率。

通过运行数据分析,4号炉省煤器增加面积后降低锅炉排烟温度的达到了预期的节能效果。锅炉增加省煤器后降低了空预器入口的烟温,解决了夏季高峰负荷时空预器入口烟温高导致空预器电流晃动的问题,提高了机组运行的安全性。改造后烟气侧阻力上升、水冷壁出口温度安全裕量等负面影响均在预测范围内。

## 5 结束语

某锅炉制造厂生产的此类型锅炉,普遍存在排烟温度过高的现象。国信扬州发电有限责任公司是首家对锅炉省煤器进行改造的单位,通过改造,成功解决了锅炉排烟温度高的问题,提高了机组运行的安全性及经济性,该改造项目的成功经验对于存在同类型问题机组的改造工作具有较好的借鉴作用。

### 参考文献:

- [1] 周强泰,周克毅. 锅炉原理[M]. 北京:中国电力出版社,2009: 152-154.
- [2] 高远,秦鹏,岳峻峰. 600 MW 前后墙对冲燃烧锅炉降低排烟温度的试验研究[J]. 江苏电机工程,2011,30(4):64-65.
- [3] 吴江. 1000 MW 发电机组烟气余热换热器设计方案探讨[J]. 江苏电机工程,2013,32(1):74-77.

### 作者简介:

孙伟(1979),男,江苏盐城人,工程师,从事火电厂技术管理工作;唐海宁(1974),男,江苏盐城人,高级工程师,从事火电厂技术监督管理工作。

## Integrated Analysis and Solutions to Exit Gas Temperature High Problems for Supercritical Boiler

SUN Wei<sup>1</sup>, TANG Haining<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Guoxin Investment Co. Ltd., Nan Jing 210005, China;

2. Jiangsu Guoxin Yangzhou Power Generation Co. Ltd., Yangzhou 225131, China)

**Abstract:** When a 630 MW supercritical boiler put into operation, it was found that exit gas temperature is much higher than design value, that will seriously affect the economic operation of the unit. In order to solve these problems, a lot of work such as combustion adjustment and technical renovation have been done, but still failed to completely solve the problem. Finally, by technical cooperation between the power plant and Harbin boiler company, a method of economizer heating surface modification have been confirmed to solve the problem. Finally, the technical renovation works have been finished during the overhaul period. After renovation, exit gas temperature of the boiler reached the design value, the thermal efficiency and the safety of boiler operation is improved.

**Key words:** supercritical unit; boiler; heat-absorbing surface; technical renovation

# 欢迎投稿 欢迎订阅