

## 南热 600 MW 超临界机组回转式空气预热器改造

张光

(江苏南热发电有限责任公司, 江苏南京 210035)

**摘要:**南热 2×600 MW 超临界机组自投运以来排烟温度一直居高不下。分析了 1 号机组空气预热器进、出口运行参数,指出空气预热器的传热效果较低是其主要原因,综合比较了 3 种改造方案,最终采取方案一,即更换热端传热元件板型对空气预热器进行了改造。运行结果表明,锅炉排烟温度降低约 10 ℃,提高了传热效果和锅炉效率。

**关键词:**回转式空气预热器;传热元件;排烟温度;锅炉效率

**中图分类号:**TK223.3<sup>+</sup>4

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2012)01-0075-03

传热元件是影响回转式空气预热器传热效果的关键因素,传热效果偏低,冷风和高温烟气不能较好进行热交换,使得排烟温度增加,热一、二次风温均较低,从而导致锅炉效率降低<sup>[1]</sup>。因此,提高空气预热器的传热效果,可以降低排烟温度,提高热一、二次风温度,有效提高锅炉效率,降低发电煤耗,提高机组经济性。

## 1 设备概述

江苏南热发电有限责任公司(简称南热)2×600 MW 超临界机组 HG-1965/25.4-YM5 型锅炉是哈尔滨锅炉厂有限责任公司(简称哈锅)设计、制造的。锅炉为一次中间再热、超临界压力变压运行带内置式再循环泵启动系统的直流锅炉,单炉膛、平衡通风、固态排渣、全钢架、全悬吊结构、 $\pi$  型布置。锅炉岛为露天布置。锅炉同步安装 SCR 脱硝装置。锅炉设计煤种为神府煤,校核煤种为淮南煤。

南热 2×600 MW 超临界机组锅炉空气预热器采用哈锅预热器公司生产的三分仓回转式空气预热器,型号为:31.5-VI(T)-1850-SMR 空气预热器。传热元件分两层布置,热端传热元件采用 0.5 mm

厚碳钢钢板,DU3 板型布置,热端所有传热元件高度为 950 mm;冷端传热元件采用 0.8 mm 钢板两面涂搪瓷,涂搪瓷后总厚度为 1.2 mm,DFC 板型布置,冷端所有传热元件高度 900 mm。冷、热端传热元件均采用模式布置,共分 48 小仓,与冷、热端扇形板形成双、三密封。

## 2 运行情况分析

南热 1 号机组于 2010 年 1 月 21 日通过 168 h 试运行,投运后一直存在排烟温度较高的问题。2010 年夏季,排烟温度经常达到 150 ℃ 以上,最高达 170 ℃,严重影响脱硫系统的安全运行,同时使得锅炉效率降低,发电煤耗增加。对 1 号锅炉在 2010 年 04 月~12 月期间 A/B 侧空气预热器进口和出口的相关参数进行统计,如表 1 所示。从表 1 可看出,空气预热器进口烟温基本正常,而排烟温度相对较高,热一、二次风温则相对较低,由此推断空气预热器的传热效果较低。2010 年 6 月邀请江苏方天电力技术有限公司对 1 号机组进行了性能试验,燃用接近设计煤种的燃煤的条件下(如表 2 所示),试验结果和设计工况进行了对比(如表 3 所示)。

表 1 改造前空气预热器进口和出口相关参数

月份	A 侧空预器						B 侧空预器					
	进口烟温/℃	出口烟温/℃	进口一次风温/℃	出口一次风温/℃	进口二次风温/℃	出口二次风温/℃	进口烟温/℃	出口烟温/℃	进口一次风温/℃	出口一次风温/℃	进口二次风温/℃	出口二次风温/℃
4	338	142	26	299	17	266	335	142	26	301	17	264
5	337	146	34	300	25	263	329	145	35	300	25	260
6	329	148	35	293	27	264	319	148	35	293	27	261
7	326	150	41	292	32	266	316	148	42	292	32	263
8	333	152	42	300	33	267	323	151	42	300	33	265
9	322	142	37	288	28	258	311	141	37	287	28	255
10	327	140	30	291	21	262	319	139	30	291	21	259
11	331	137	25	294	16	262	322	136	26	293	16	259
12	320	138	19	288	11	256	311	117	20	275	11	250

表2 设计煤种和性能试验用煤的煤质资料

序号	名称	设计煤种	性能试验煤种
1	收到基碳 /%	61.88	52.29
2	收到基氢 /%	3.40	3.30
3	收到基氧 /%	10.78	7.94
4	收到基氮 /%	0.8	0.57
5	收到基硫 /%	0.44	0.52
6	收到基水 /%	13.6	20.24
7	空干基水 /%	3.68	8.52
8	收到基灰分 /%	9.10	14.98
9	收到基低位发热量 / (kJ·kg <sup>-1</sup> )	23 470	19 190

表3 设计工况和性能试验结果对比

序号	名称	设计工况	性能试验
1	预热器二次风进口温度 /℃	23	25.5
2	预热器一次风进口温度 /℃	23	35
3	空气预热器入口 /℃	360	344
4	预热器出口一次风温度 /℃	336.7	307
5	预热器出口二次风温度 /℃	309.4	281
6	排烟温度(修正前) /℃	125	144
7	A/B 空预热器漏风率 /%	6/6	5.07/4.18

由表3可知,在BRL工况下,A/B空气预热器漏风率较小,空气预热器进口烟气温度低于设计值16℃,排烟温度反而高出设计值19℃,空气预热器出口一次风温低于设计值近30℃,出口二次风温低于设计值28.4℃。而且哈锅空气预热器热端采用DU3板型,该板型阻力小,传热效果相对较差。可见,造成排烟温度高的主要原因是空气预热器传热元件的传热效果不好,没有达到设计要求。

### 3 改造方案的选择

为了降低排烟温度,提高锅炉效率,对空气预热器进行改造调整。由于电厂燃煤煤质变化较大,为保证制粉系统较高的一次风混合温度,预热器旋转方向仍然采用顺转方式(即空气侧旋转时先经过一次风,再经过二次风的旋转方向)。通过与哈锅预热器公司设计人员多次沟通,针对南热现场实际情况提出以下3种改造方案。

方案一:更换热端传热元件,保留冷端传热元件,不对预热器内部结构进行改造。

具体改造内容:将DU3板型、高度950mm的热端传热元件改为FNC板型、高度1000mm的传热元件。原DU3板型元件每台炉(2台预热器)重量为183t,更换后FNC板型重量约为222t,换热面积(8万m<sup>2</sup>)增加20%左右。更换板型后,可使空气流通过程增加还能起到扰流作用。该方案可在改造前排烟温度基础上有效降低10℃以上。

费用:更换的FNC板型元件由哈锅预热器公司供货,费用约220万元/台,原DU3板型可由哈锅预热器公司回购,回购费用在30万~40万元/台,施工安装费用约30万~40万元/台。每台炉实际改造费用约为220万元。

施工工期:由于该方案仅需更换热端传热元件,不需要对预热器内部结构做出改变,所以施工难度小,周期短。每台炉施工工期约为15d。

方案二:更换热端传热元件,保留冷端传热元件,并对预热器内部结构做出改造。

具体改造内容:将原有DU3板型、高度950mm的热端传热元件改为FNC板型、高度1100mm的传热元件。原DU3板型元件每台(2台预热器)重量为183t,更换后FNC板型重量约为248t。更换后传热元件重量增加,换热面积增加,并且由于板型原因可使空气流通过程增加还能起到扰流作用。可在改造前排烟温度基础上有效降低15℃左右。

但由于增加传热元件高度超过设计值,需对预热器内部结构进行改造,将热端扇形板高度提升100mm,部分零件也需重新制作。例如:扇形仓加高焊接钢板,转子径向密封片、中心筒密封片、轴向密封片、转子密封角钢、旁路密封角钢等重新加工、制作。增加其改造费用和施工难度。

费用:更换的FNC板型元件由哈锅预热器公司供货,成本费用在245万元/台,原有DU3板型可由哈锅预热器公司回购,包括施工安装费用约60万元/台,需改造零部件成本费用约50万元,故每台实际改造费用约为320万元。

施工工期:由于该方案不仅需更换热端传热元件,还需要对预热器内部结构进行改造,所以施工难度大,周期长。每台炉施工工期为36d左右。

方案三:降低冷端传热元件高度,更换热端传热元件板型并增加热端传热元件高度。

由于是脱硝机组,更容易造成预热器冷端低温腐蚀,所以在正常排烟温度时,冷端传热元件高度不能低于813mm的设计下限,目前冷端传热元件高度为900mm,且材质为搪瓷钢板,已满足并接近设计高度,不宜改造。

如果采用降低冷端元件高度来增加热端传热元件高度,在不改变扇形仓高度的前提下,改造难度较高,工作量较大。有2种改造办法:办法一,需将所有热端元件抽出并拆掉周向隔板,再重新焊接周向隔板装入更换后的热端元件盒;办法二,与方案二内容基本相同。以上2种办法,在施工时间和难度上都较高。另,更换冷端传热元件成本较高,而该方案不仅需要更换冷端传热元件,而且热端元件也需如方案

一或方案二进行更换和改造,总体费用巨大。

以上 3 种方案的总结对比如表 4 所示。综合比较,结合 2011 年的 1 号机组 C 级检修工期,选择改造方案一。

表 4 改造方案对比

	方案一	方案二	方案三
内容	更换热端传热元件板型,并增加 50 mm 元件高度	更换热端传热元件板型,并增加 150 mm 元件高度,需对预热器内部进行改造	降低冷端搪瓷元件高度,更换热端元件板型,增加热端元件高度,对预热器内部进行改造
优点	费用较低,施工周期短	排烟温度降低较多(15℃)	排烟温度降低较多。
缺点	排烟温度降低相对低(10℃)	费用较高;施工难度大,施工周期长	费用巨大;施工难度大,施工周期长;可行性低

## 4 改造效果

2011 年 2 月 8 日~3 月 1 日,南热 1 号机组进行了一次 C 级检修,利用检修机会,对空气预热器按照方案一进行了改造。改造后效果明显:排烟温度平均降低约 10℃,热一次风温提高约 25℃,热二次风温提高约 30℃。空气预热器改造后,对 1 号锅炉在 2011 年 3 月~6 月期间 A/B 侧空气预热器进、出口的相关参数进行统计,如表 5 所示。

为了更好地评估空气预热器改造的效果,选取 1 号机组相对运行工况较为相近(1 号机组平均负荷均在 530 MW)的 2010 年 5 月和 2011 年 5 月的运行参数进行比对分析。

表 5 改造后空预热器进口出口相关参数

月份	A 侧空预器						B 侧空预器					
	进口烟温/℃	出口烟温/℃	进口一次风温/℃	出口一次风温/℃	进口二次风温/℃	出口二次风温/℃	进口烟温/℃	出口烟温/℃	进口一次风温/℃	出口一次风温/℃	进口二次风温/℃	出口二次风温/℃
3	336	125	22	316	14	289	335	125	23	312	14	285
4	346	136	29	325	20	298	345	136	29	323	21	295
5	342	138	34	322	27	296	349	136	35	325	27	294
6	336	138	37	316	29	293	342	134	38	317	29	289

### 参考文献:

[1] 冯俊凯,沈幼庭. 锅炉原理及计算[M]. 北京:科学出版社, 1995.

### 作者简介:

张光(1980),男,江苏南京人,助理工程师,从事锅炉技术管理工作。

## Reform Scheme for Rotary Air Preheater of 600 MW Supercritical Power Plant

ZHANG Guang

(Jiangsu Nanre Thermal Power Generation Co. Ltd., Nanjing 210035, China)

**Abstract:** The exhaust gas temperature of two 600 MW supercritical power plants has always been too high since they were put into operation. After analyzing the operational parameters of the air preheater in #1 power plant, this paper figures out that the poor heat transfer performance is the main reason. Three reform schemes are compared, and Scheme 1, which means to change the type of heat transfer components, is finally adopted. The operation results show that the exhaust gas temperature has been decreased by 10℃, and a better boiler efficiency has been obtained.

**Key words:** rotary air preheater; heat transfer component; exhaust gas temperature; boiler efficiency

(1) 2010 年 5 月 1 号机组空气预热器出口烟温平均为 145℃,2011 年 5 月 1 号机组空气预热器出口烟温平均为 136℃,锅炉排烟温度降低 9℃。

(2) 2010 年 5 月 1 号机组空气预热器进、出口烟温差平均为 187℃,2011 年 5 月 1 号机组空气预热器进、出口烟温差平均为 209℃,空气预热器进、出口烟温差提高约 22℃。

(3) 2010 年 5 月 1 号机组空气预热器出口热一次风温平均为 299℃,2011 年 5 月 1 号机组空气预热器出口热一次风温平均为 323℃,空气预热器出口热一次风温提高 24℃。

(4) 2010 年 5 月 1 号机组空气预热器出口热二次风温平均为 259℃,2011 年 5 月 1 号机组空气预热器出口热二次风温平均为 294℃,空气预热器出口热二次风温提高 35℃。

## 5 结束语

南热 1 号机组进行空气预热器改造后,提高了热端传热元件的传热效果,锅炉排烟温度降低约 10℃,热一次风温、热二次风温均有所提高,达到了预期目标,提高了机组运行的经济性和安全性。在经济性方面,排烟温度降低 10℃,可提高锅炉热效率 0.5%,降低供电煤耗约 1.66 g/(kW·h),年节约标准煤约 4 695 t (年等效满负荷运行时间按 6 600 h,燃煤按 5 000 kCal/kg 计),约合人民币 470 万元/年。在安全性方面,排烟温度的降低,可减轻高温烟气对脱硫系统运行的危害。