

# DG2028/17.45 – II 5 型锅炉受热面改造的重要性

彭 林,王建华,王 亮

(四川省电力工业调整试验所,四川 成都 610016)

摘 要:东方锅炉厂股份有限公司生产的 DG2028/17.45 – II 5 型锅炉在国内有着比较大的装机容量,同时也是现时中国出口海外的主力炉型之一,通过成都金堂电厂的成功改造经验,论述了该炉型受热面改造的重要性及必要性。

关键词:减温水;受热面;技术改造;节能降耗

**Abstract:** DG2028/17.45 – II 5 type boiler made by Dongfang Boiler Manufacturing has a relatively large installed capacity in China, and it is one of the main furnaces exported to foreign countries. Through the successful experiences of the reconstruction in Chengdu Jintang Power Plant, the importance and necessity for heating surface reconstruction of such furnace are discussed.

**Key words:** desuperheating water; heating surface; technical reconstruction; energy saving and consumption reducing

中图分类号:TK223 文献标志码:B 文章编号:1003 – 6954(2012)03 – 0088 – 05

## 1 现实应用及减温水问题

### 1.1 现实的运用

东方锅炉厂生产的 DG2028/17.45 – II 5 型锅炉为亚临界参数、自然循环、前后墙对冲燃烧方式、一次中间再热、单炉膛平衡通风、固态排渣、尾部双烟道、全钢构架的 II 型汽包炉,再热汽温采用烟气挡板调节,空气预热器置于锅炉主柱内。

虽然该类型(及相似类型)锅炉现在在国内已

经基本没有订货,但在国际市场上还有一定的市场。以印度市场为例,截至 2011 年年底,仅东方集团做 BTG 的就有 Udupi、Mettur、Ampara、Kalisindh 这 4 个项目采购了该类型锅炉共 7 台。其中笔者负责了 Udupi 电厂两台机组的调试,现在均已投产。

### 1.2 运行过程中减温水量过大问题

笔者曾经先后负责华电广安电厂 3 期、国电成都金堂电厂、印度 UPCL 电厂的调试,这 3 个电厂采用了几乎一样的炉型,现将 3 个电厂 168 期间的数据做如下对比。

表 1 3 电厂 168 h 运行数据对比表

		广安电厂 3 期	成都金堂电厂	印度 UPCL
入炉煤	全水 / %	6.40	7.52	9.11
	灰份 / %	35.83	44.35	6.82
收到基	挥发分 / %	11.43	13.83	43.74
	固定碳 / %	46.34	34.30	40.33
	低位发热量 / (kJ · kg <sup>-1</sup> )	18 609	15 163	26 902
	设计煤种低位发热量 / (kJ · kg <sup>-1</sup> )	19 900	20 190	24 832
	飞灰含碳量 / %	4.10	2.80	1.30
	底渣含碳量 / %	6.20	5.30	3.10
一级	设计值 (BMCR) / (t · h <sup>-1</sup> )	40.20	19.21	36.23
减温水	实际值 / (t · h <sup>-1</sup> )	195	197	77
二级	设计值 (BMCR) / (t · h <sup>-1</sup> )	26.8	12.18	24.15
减温水	实际值 / (t · h <sup>-1</sup> )	52	33	36
再热	设计值 (BMCR) / (t · h <sup>-1</sup> )	0	0	0
减温水	实际值 / (t · h <sup>-1</sup> )	35	31	20

从表1对比可以看出,即使是在燃用优质煤的情况下,减温水量仍然偏大,这不但增加了机组能耗,作为出口机组,更将在移交过程中出现问题。以印度UPCL电厂为例,东方集团与印度LANCO签署的技术协议里,BMCR工况下,过热器减温水保证值103 t/h,再热器为0。在经过多次燃烧及制粉系统调整后,过热器减温水量基本达标,但再热器减温水量要达标困难很大。

## 2 受热面改造及测试结果

### 2.1 受热面改造的必要性

为了解决减温水量过大这一难题,金堂电厂协同西南电力设计院、东方锅炉厂、四川电力调试所对此问题进行了深入研究,分析根本原因由于锅炉设计时对劣质烟煤的燃烧特性认识不足,炉膛结构尺寸、辐射和对流受热面分配比例设计不合理,引起炉膛吸热量的不足,而对流受热面换热过大,致使减温水量偏大,因此受热面改造是必要而可行的。

### 2.2 受热面改造方案

#### 2.2.1 改造主要内容

- (1) 将后竖井后烟道的水平低温过热器下组改为省煤器;
- (2) 将中组水平低温过热器部分去除;

- (3) 切除部分中组和下组水平低温再热器受热面;
- (4) 将中隔墙下集箱上移;
- (5) 前竖井增加省煤器。

#### 2.2.2 改造示意图

锅炉受热面改造示意图见图1。

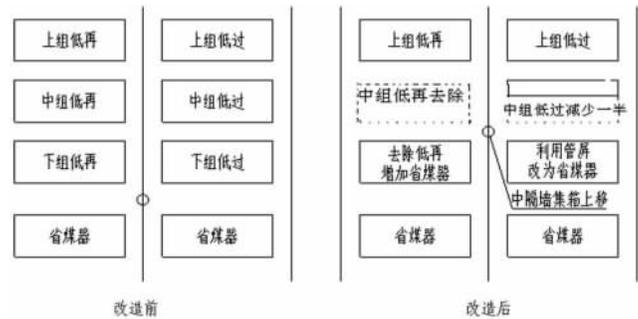


图1 受热面改造前后示意图

### 2.3 改造后的测试结果

对61号机改造后的性能进行了测试,在正式试验期间,保证煤质的稳定,关闭排污系统,尽量减少对炉膛燃烧有扰动的操作,3个工况点分别为600 MW、450 MW和360 MW,每个工况试验持续时间为2 h。在进行试验过程中,每个试验工况均无异常状况出现,各取样工作完成顺利。正式试验的工作主要针对锅炉的热效率、空气预热器的漏风率及减温水量的测试,结果见表2、表3、表4和图2、图3。

#### 2.3.1 锅炉效率试验及结论

表2 600 MW 工况大修前后锅炉效率对比

项 目	大修前(550 MW)	大修后(600 MW)	备 注	
煤质元素分析	碳收到基 Car/%	46.01	45.11	元素分析
	氢收到基 Har/%	2.66	2.72	元素分析
	氧收到基 Oar/%	8.85	5.16	元素分析
	氮收到基 Nar/%	0.60	0.75	元素分析
	硫收到基 Sar/%	2.36	2.09	元素分析
	灰分收到基 Aar/%	32.02	35.12	元素分析
	水分收到基 Mar/%	7.50	9.05	元素分析
燃料低位发热量 $Q_{net,ar} / (kJ \cdot kg^{-1})$	17 690	17 530	元素分析	
各项损失及锅炉效率	排烟热量损失 $q_2 / \%$	7.659	6.69	计算值
	化学不完全燃烧损失 $q_3 / \%$	0.059	0.01	计算值
	机械不完全燃烧损失 $q_4 / \%$	1.923	1.50	计算值
	散热损失 $q_5 / \%$	0.396	0.32	计算值
	灰渣物理热量损失 $q_6 / \%$	0.327	0.31	计算值
	总损失 $\Sigma q_i / \%$	10.36	8.84	计算值
	锅炉效率 $\eta / \%$	89.64	91.16	计算值
大修后比大修前效率提高 $\Delta \eta / \%$		1.52	计算值	

表3 450 MW 工况大修前后锅炉效率对比

项 目	大修前	大修后	备 注	
煤质元素分析	碳收到基 Car/%	47.30	45.23	元素分析
	氢收到基 Har/%	2.63	2.7	元素分析
	氧收到基 Oar/%	8.99	5.7	元素分析
	氮收到基 Nar/%	0.72	0.78	元素分析
	硫收到基 Sar/%	2.93	1.92	元素分析
	灰分收到基 Aar/%	30.53	33.9	元素分析
	水分收到基 Mar/%	6.90	9.76	元素分析
	燃料低位发热量 $Q_{net.ar} / (kJ \cdot kg^{-1})$	17 480	17 460	元素分析
各项损失及锅炉效率	排烟热量损失 $q_2 / \%$	7.886	6.70	计算值
	化学不完全燃烧损失 $q_3 / \%$	0.033	0.04	计算值
	机械不完全燃烧损失 $q_4 / \%$	2.547	2.52	计算值
	散热损失 $q_5 / \%$	0.491	0.45	计算值
	灰渣物理热量损失 $q_6 / \%$	0.329	0.30	计算值
	总损失 $\Sigma q / \%$	11.29	10.02	计算值
	锅炉效率 $\eta / \%$	88.71	89.98	计算值
	大修后比大修前效率提高 $\Delta \eta / \%$		1.27	计算值

表4 360 MW 工况大修前后锅炉效率对比

项 目	大修前	大修后	备 注	
煤质元素分析	碳收到基 Car/%	46.02	46.09	元素分析
	氢收到基 Har/%	2.76	2.75	元素分析
	氧收到基 Oar/%	8.96	5.34	元素分析
	氮收到基 Nar/%	0.50	0.65	元素分析
	硫收到基 Sar/%	1.20	2.04	元素分析
	灰分收到基 Aar/%	30.06	34.75	元素分析
	水分收到基 Mar/%	10.50	8.38	元素分析
	燃料低位发热量 $Q_{net.ar} / (kJ \cdot kg^{-1})$	17 320	17 880	元素分析
各项损失及锅炉效率	排烟热量损失 $q_2 / \%$	7.358	6.97	计算值
	化学不完全燃烧损失 $q_3 / \%$	0.023	0.07	计算值
	机械不完全燃烧损失 $q_4 / \%$	3.574	2.63	计算值
	散热损失 $q_5 / \%$	0.576	0.55	计算值
	灰渣物理热量损失 $q_6 / \%$	0.314	0.30	计算值
	总损失 $\Sigma q / \%$	11.84	10.51	计算值
	锅炉效率 $\eta / \%$	88.16	89.49	计算值
	大修后比大修前效率提高 $\Delta \eta / \%$		1.33	计算值

表5 锅炉大修前后减温水量对比表

项 目	600 MW		450 MW		360 MW	
	大修前	大修后	大修前	大修后	大修前	大修后
一级减温水 A $/(t \cdot h^{-1})$	90.02	36.98	91.4	51.68	82.07	55.07
一级减温水 B $/(t \cdot h^{-1})$	91.40	79.00	90.09	73.81	70.08	54.34
二级减温水 A $/(t \cdot h^{-1})$	34.58	15.61	21.11	14.67	12.32	19.68
二级减温水 B $/(t \cdot h^{-1})$	20.10	32.07	21.72	25.03	19.33	14.63
过热器减温水总量 $/(t \cdot h^{-1})$	236.09	163.66	224.32	165.19	183.81	143.72
大修前后过热器减温水量之差 $/(t \cdot h^{-1})$	72.43		59.13		40.09	
再热器减温水流量 $/(t \cdot h^{-1})$	87.62	22.97	46.86	2.46	26.74	2.47
大修前后再热器减温水流量之差 $/(t \cdot h^{-1})$	64.65		44.4		24.26	
再热器和过热器减温水总量 $/(t \cdot h^{-1})$	323.71	186.63	271.18	167.65	210.55	146.19
大修前后减温水总量之差 $/(t \cdot h^{-1})$	137.08		103.53		64.36	

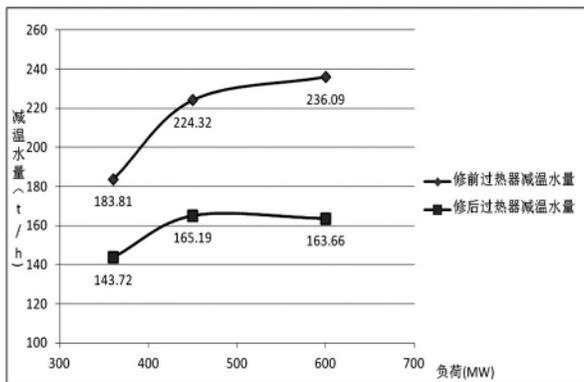


图 2 过热器减温水量与负荷关系曲线

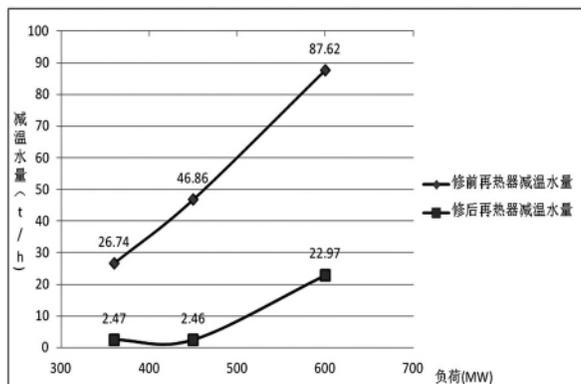


图 3 再热器减温水量与负荷关系曲线

试验结果表明:大修后锅炉效率在 600 MW 工况下为 91.16% ,450 MW 工况下为 89.98% ,360 MW 工况下为 89.49% 。

试验结论:600 MW 工况大修后锅炉效率比大修前(机组负荷 550 MW)提高了 1.52% ,450 MW 工况大修后锅炉效率比大修前提高了 1.27% ,360 MW 工况大修后锅炉效率比大修前提高了 1.33% 。大修后锅炉效率提高明显。

### 2.3.2 大修前后减温水流量比较

每一次试验工况调整后,应保证锅炉主要运行参数在允许波动范围之内,试验测试时间为 2 h,试验期间锅炉燃烧工况、燃料量、主蒸汽流量、再热蒸

汽流量、给水流量、汽包水位、过量空气系数及制粉系统投运方式等尽可能保持稳定运行,试验中过热器减温水流量及再热器减温水流量测试见表 5。

试验结果表明:大修后在 600 MW 工况下,过热器减温水流量为 163.66 t/h,再热器减温水流量为 22.97 t/h,再热器和过热器减温水总量为 186.63 t/h;在 450 MW 工况下,过热器减温水流量为 165.19 t/h,再热器减温水流量为 2.46 t/h,再热器和过热器减温水总量为 167.65 t/h;在 300 MW 工况下,过热器减温水流量为 143.72 t/h,再热器减温水流量为 2.47 t/h,再热器和过热器减温水总量为 146.19 t/h。

试验结论:600 MW 工况下,大修后过热器减温水流量比大修前减少 72.43 t/h,再热器减温水流量减少 64.65 t/h,减温水总量比大修前减少 137.08 t/h;450 MW 工况下,大修后过热器减温水流量比大修前减少 59.13 t/h,再热器减温水流量减少 44.4 t/h,减温水总量比大修前减少 103.53 t/h;360 MW 工况下,大修后过热器减温水流量比大修前减少 40.09 t/h,再热器减温水流量减少 24.26 t/h,减温水总量比大修前减少 64.36 t/h;此次 A 级检修对大修前机组减温水量偏高的针对性改造效果明显。

## 3 结 论

试验证明,DG2028/17.45-Ⅱ5 型锅炉受热面改造是成功的,具有重要意义。对国内已经投产的机组,通过改造,可以有效降低供电煤耗,提高机组效率;对出口海外的机组,在制造阶段就有针对性的改变设计,有利于机组通过性能考核试验,从而达到顺利移交的目的。

(收稿日期:2012-02-15)

(上接第 51 页)

[7] IEEE Subsynchronous Resonance Working Group. First Benchmark Model for Computer Simulation of Subsynchronous Resonance [J]. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1977, 96(5): 1565-1572.

[8] 徐政. 复转矩系数法的适用性分析及其时域仿真实现 [J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(6): 1-4.

[9] 程时杰,曹一家,江全元. 电力系统次同步振荡的理论及方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.

[10] 张静,徐政,郑翔,等. SVC 抑制 SSR 的机理及控制器

设计 [J]. 南方电网技术, 2010, 4(3): 57-61.

[11] 张丹. 高压直流输电系统次同步振荡的特征值分析与控制 [D]. 北京: 华北电力大学, 2011.

作者简介:

王 敏(1988),男,西南交通大学硕士研究生,研究方向为电力系统稳定与控制;

康积涛(1962),男,教授,主要从事电力调度自动化系统、电力系统无功优化、电压稳定性、嵌入式测控装置和工业监控组态软件的研究。

(收稿日期:2012-01-19)