

# 自动可调叶栅煤粉分配器在富拉尔基发电总厂锅炉的应用

赵振奇, 毕大鹏, 张恒威

(哈尔滨工业大学 能源科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘 要:**富拉尔基发电总厂 1 号~4 号炉均已成功地改造安装了自动可调叶栅煤粉分配器。此分配器能在运行中对空气和煤粉分配进行调节, 实现了风粉分配由不可控制到有效控制, 有效调整炉膛出口温度, 避免或减轻炉内结渣, 使锅炉的低负荷不投油稳燃能力得到大大增强, 并且由于燃料在炉内燃烧被分为过浓燃烧和过淡燃烧两部分, 使  $\text{NO}_x$  排放量低于  $373 \text{ mg/m}^3$ , 机械不完全燃烧损失降低了  $1.166\%$ , 具有良好的经济效益和社会效益。

**关 键 词:** 锅炉; 分配器; 燃烧; 低负荷稳燃; 浓淡燃烧器

中图分类号: TK223 文献标识码: B

## 1 前 言

富拉尔基发电总厂是国家第一个 5 年计划期间兴建的大型火力发电厂。该厂装有 6 台  $20 \times 10^4 \text{ kW}$  发电机组, 所用锅炉为单汽包自然循环煤粉炉, 型号有 3 种: 1 号~3 号炉为 HG-670/140-6 型; 4 号炉为 HG-670/140-12 型; 5 号和 6 号炉为 HG-670/140-HM12 型, 燃料为褐煤。

## 2 设备状况

### 2.1 1 号炉主要设计参数

锅炉的设计参数: 额定发热量:  $670 \text{ t/h}$ , 过热蒸汽压力:  $13.72 \text{ MPa}$ , 过热蒸汽温度:  $540 \text{ }^\circ\text{C}$ , 再热蒸汽出口压力:  $2.5 \text{ MPa}$ , 再热蒸汽出口温度:  $540 \text{ }^\circ\text{C}$ , 锅炉效率:  $89.7\%$ , 排烟温度:  $167 \text{ }^\circ\text{C}$ , 燃料消耗量:  $185.6 \text{ t/h}$ , 炉膛出口烟气温度:  $1060 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 2.2 燃料特征

锅炉设计煤种为扎莱诺尔褐煤, 煤质特性为:  $A_{\text{ar}}=17.02\%$ ;  $V_{\text{ar}}=43.75\%$ ;  $C_{\text{ar}}=34.65\%$ ;  $H_{\text{ar}}=2.34\%$ ;  $O_{\text{ar}}=10.48\%$ ;  $S_{\text{ar}}=0.31\%$ ;  $N_{\text{ar}}=0.57\%$ ;  $Q_{\text{near}}$

$=12288 \text{ kJ/g}$ ; 灰熔点  $T_1=1160 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_2=1198 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_3=1278 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 2.3 燃烧器的主要设计参数

锅炉采用风扇磨直吹式制粉系统, 配置 6 台 S-45-50 型风扇磨煤机, 在额定工况下投入 5 台磨煤机, 一台备用。6 组燃烧器分别布置在四周炉墙上, 采用六角切圆燃烧, 假想切圆直径为  $1000 \text{ mm}$ 。每组燃烧器分别有 3 层一次风口, 每个一次风口的截面为  $0.6 \text{ m} \times 0.95 \text{ m}$ , 风口中间装有十字管排, 每个一次风口上、下面分别布置两个二次风口, 其截面为  $0.48 \text{ m} \times 0.175 \text{ m}$ 。燃烧器的主要参数如下:

一次风率:  $15.53\%$ , 中心风速:  $26.73 \text{ m/s}$

二次风率:  $68.96\%$ , 一次风喷口面积:  $8.676 \text{ m}^2$

中心风率:  $5.37\%$ , 二次风喷口面积:  $6.048 \text{ m}^2$

一次风速:  $16.67 \text{ m/s}$ , 中心风喷口面积:  $0.1 \text{ m}^2$

二次风速:  $50 \text{ m/s}$ , 单只喷嘴热功率:  $183.2 \times 10^6 \text{ kJ/h}$

### 2.4 锅炉在运行中的主要问题

长期以来锅炉炉膛出口烟温高, 过热器汽温和再热器汽温超标, 特别是当煤种发生较大变化时, 过热器汽温和再热器汽温变化很大, 完全依靠减温水已无法调节, 常常导致过热器和再热器超温爆管, 严重影响了锅炉机组的安全经济运行。另外, 随着电网峰谷差的不断增加, 大型机组参与电网调峰已不可避免, 因此要求大型机组具有低负荷不投油稳燃的能力, 而该类型锅炉的低负荷不投油稳燃性能差, 一般低于  $70\%$  额定负荷时, 必须投油助燃, 大大增加了发电成本, 同时也不符合国家的能源政策。因此, 国家电站燃烧工程技术研究中心研制开发了自动可调叶栅煤粉分配器, 并已应用于多台  $200 \text{ MW}$  机组。经过大量的工业试验和长期的运行实践证明: 该装置能够有效调整锅炉出口烟温, 降低过热器超温爆

管事故的发生次数, 使该类型锅炉在额定负荷的 50% 运行时, 实现不投油稳定燃烧, 并且有效的降低了  $\text{NO}_x$  排放浓度, 提高了锅炉燃烧效率。

### 3 自动可调叶栅煤粉分配器的工作原理

自动可调叶栅煤粉分配器是一种新型的燃烧调整装置, 它由两部分构成: (1) 煤粉浓缩装置; (2) 自动可调叶栅煤粉分配器本体。其中煤粉浓缩装置安装于各只燃烧器入口的一次风水平管道, 利用煤粉气流在弯头处的离心效应, 使煤粉气流实现垂直方向的浓淡分离, 以降低煤粉气流的着火热和氮氧化物的生成量, 浓煤粉气流着火热量小, 容易着火和燃烧, 使锅炉机组有较宽的煤种适应性和较理想的调峰能力; 自动可调叶栅煤粉分配器本体安装于风扇式磨煤机的煤粉分离器出口, 通过自动检测发电机功率、给煤机转数、汽轮机调节级压力和磨煤机的开关状态等参数, 根据预先编制好的程序改变自动可调叶栅煤粉分配器的叶栅角度, 使运行磨煤机所提供的上、中、下 3 个一次风喷口的煤粉量发生变化。由于煤粉分配器在正向转动叶栅角度运行时具有一定的浓缩煤粉作用, 可保证此时成倍加大煤粉浓缩比, 从而保证了低负荷稳燃, 调整沿炉膛高度方向的热负荷分配, 改变火焰中心高度, 调整炉膛出口烟温, 避免炉膛结渣, 并由于可集中煤粉燃烧, 既达到了低负荷不投油稳定燃烧的目的, 又可提高低负荷燃烧区域温度, 提高燃烧效率。

### 4 设备改造情况

辽东电燃烧设备有限公司对该锅炉机组燃烧制粉系统(见图 1)进行了改造, 加装了自动可调叶栅煤粉分配器, 其叶栅设计成既可正向转动(顺时针方向), 又可反向转动(逆时针方向), 并将叶栅置于垂直于地面的位置定义为  $0^\circ$ 。叶栅正向转动促使煤粉较多地向下层一次风管流动, 叶栅反向转动加大煤粉向上层一次风管流动的分配比, 以期达到调整炉膛出口烟温, 提高锅炉效率, 实现低负荷稳燃的目的。

#### 4.1 试验条件

为了对 1 号炉加装自动可调叶栅煤粉分配器和煤粉浓缩装置前后的燃烧和低负荷稳燃效果进行比较, 富拉尔基发电总厂和国家电站燃烧工程技术研

究中心决定对 1 号炉进行分配器改前、改后的热态测试及低负荷稳燃试验。试验分为单台磨试验和整台炉试验。其中在整台炉试验中, 根据燃煤种类和锅炉负荷划分为 6 个工况。

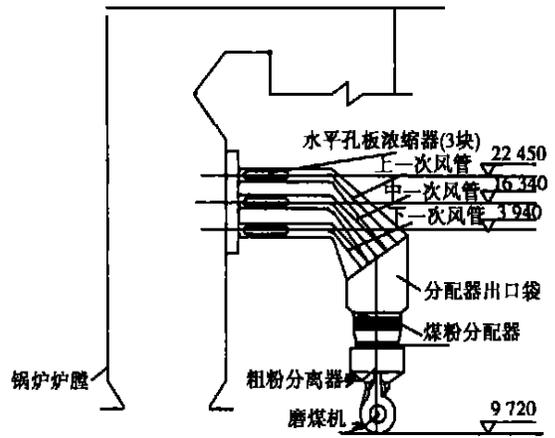


图 1 燃烧制粉系统示意图

#### 4.1.1 单台磨试验

单台磨试验燃用煤种为烟煤或褐煤, 锅炉负荷保持为 200MW。在试验之前, 应预先解除分配器的自动调节的工作状态, 而改为手动调节, 以便能够就地调节单台分配器的挡板角度。在分配器挡板的旋转角度为  $15^\circ$ 、 $7.5^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $-7.5^\circ$  和  $-15^\circ$  时, 分别测量 1 号、3 号和 5 号磨上层一次风管道中的风量及磨煤机出口的压力。另外, 为了了解自动可调叶栅煤粉分配器对风量、煤粉量的分配特性及煤粉浓缩器的浓淡分离效果, 进行上述测量时, 应保证单台磨的风量和粉量稳定。

#### 4.1.2 整台炉试验

表 1 改后整台炉试验 6 个试验工况

燃煤种类	电负荷		
	200 MW	140 MW	不投油最低负荷
100%设计煤种	工况 1	工况 2	工况 3
100%本地烟煤	工况 4	工况 5	工况 6

每个工况进行 2 h, 其中前 1 h 是为了得到稳定的运行参数, 后 1 h 进行试验测定。

温度场测定每 30 min 进行一次, 其它实测项目每 15 min 进行一次, 表盘记录参数每 15 min 进行一次。在试验过程中, 锅炉分别燃用 100% 的褐煤和

100%的本地烟煤, 试验用煤煤质分析结果见表 2, 按发电厂用煤国家 VAWST 分类标准, 表 2 中的安装前褐煤煤质为高挥发分、高灰分、高水分和低硫褐煤, 等级代号 V5A1W2S1; 安装前烟煤煤质为高挥发分、高灰分、高水分和低硫烟煤, 等级代号 V4A2W1S1; 安装后褐煤煤质为高挥发分、常灰分、常

水分和低硫褐煤, 等级代号 V5A1W1S1; 安装后烟煤煤质为中高挥发分、高灰分、常水分、低硫烟煤, 等级代号 V4A2W1S1。试验采用 1 号、3 号、4 号和 6 号 4 台磨煤机运行, 在机组不发生燃烧不稳定现象的情况下, 连续降负荷至不投油最低稳定燃烧的极限负荷。

表 2 安装分配器前后煤质分析

	叶栅 安装	褐 煤			烟 煤		
		200 MW	140 MW	125 MW/ 121 MW(后)	200 MW	140 MW	137 MW/ 122 MW(后)
收到基水份 $W_{ar}/\%$	前	32.9	—	32.07	11.37	—	10.24
	后	21.04	20.64	26.09	10.04	8.57	9.39
收到基灰份 $A_{ar}/\%$	前	16.09	—	15.75	34.66	—	35.22
	后	25.42	27.91	21.12	39.47	42.05	41.46
干燥无灰基挥发份 $V_{daf}/\%$	前	43.79	—	43.63	37.06	—	37.77
	后	41.85	42.64	42.90	37.20	37.38	37.77
收到基碳 $C_{ar}/\%$	前	38.19	—	38.71	44.67	—	45.31
	后	41.78	40.09	40.46	41.08	40.69	40.16
收到基硫 $S_{ar}/\%$	前	0.19	—	0.21	0.52	—	0.46
	后	0.29	0.31	0.26	0.30	0.33	0.34
低位发热量 $Q_{ar, net}/MJ \cdot kg^{-1}$	前	13.09	—	13.39	16.59	—	16.81
	后	15.42	14.87	14.65	15.64	15.53	15.42

#### 4.2 试验结果及数据分析

锅炉机组在燃用 100%褐煤或 100%本地烟煤的条件下, 试验从电负荷 200 MW 附近开始降负荷, 经 140 MW, 在确保燃烧稳定的条件下, 降至不投油最低稳燃负荷。由综合试验数据可知, 全烧褐煤的条件下: 安装自动可调叶栅煤粉分配器前, 最低不投油稳燃负荷 125 MW; 安装自动可调叶栅煤粉分配器后, 最低不投油稳燃负荷 121 MW。全烧烟煤的条件下: 安装自动可调叶栅煤粉分配器前, 最低不投油稳燃负荷 137 MW; 安装自动可调叶栅煤粉分配器后, 最低不投油稳燃负荷 122 MW。在降负荷试验过程中, 汽温和汽压正常, 炉膛负压稳定, 炉内火焰有些暗淡, 经过自动可调叶栅煤粉分配器调整后, 炉内火焰变得红亮, 燃烧非常稳定。在低负荷时试验, 若采用 3 台磨煤机的运行方式不投油稳燃负荷的极限将进一步降低。

##### 4.2.1 风量的分配特性

在 200 MW 的试验工况附近, 单台磨煤机的风量、粉量基本稳定的条件下, 将自动可调叶栅煤粉分配器的叶栅角度分别置于  $+15^\circ$ 、 $+7.5^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $-7.5^\circ$  和  $-15^\circ$  的不同位置上, 对 1 号、3 号和 5 号磨煤机对应的上喷口进行风量测量, 并将所得数值的平均值

进行线性回归, 得到上喷口风量同叶栅角度的关系。由此关系表明: 随着叶栅的正向转动, 上一次风管中的风量随之减少, 随着叶栅的反向转动, 上一次风管中的风量随之增加。一次风管平均风速 18.78 m/s。

##### 4.2.2 煤粉量的分配特性

200 MW 的试验工况附近, 单台磨煤机的风量、粉量基本稳定的条件下, 将自动可调叶栅煤粉分配器的叶栅角度分别置于  $+15^\circ$ 、 $+7.5^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $-7.5^\circ$  和  $-15^\circ$  的不同位置, 对 3 号磨煤机对应的上喷口进行粉量测量, 并将所得数值的平均值进行线性回归, 得到上层一次风中煤粉量随叶栅角度的分配关系。由此关系表明: 随着叶栅的正向转动, 上一次风管中煤粉量随之减少, 这部分减少的煤粉量被分配到中下层燃烧器喷口, 使炉膛内火焰中心下移; 另一方面, 延长了该部分煤粉的炉内停留时间, 降低飞灰可燃物含量。随着叶栅的反向转动, 上一次风管中的煤粉量随之增加, 使炉膛内火焰中心上移, 提高炉膛出口烟气温度的, 但飞灰可燃物含量会有所增加。

##### 4.2.3 煤粉浓度

根据煤粉量同叶栅角度和风量同叶栅角度的变化关系可以得到煤粉浓度同叶栅角度的变化关系曲线(见图 2)。

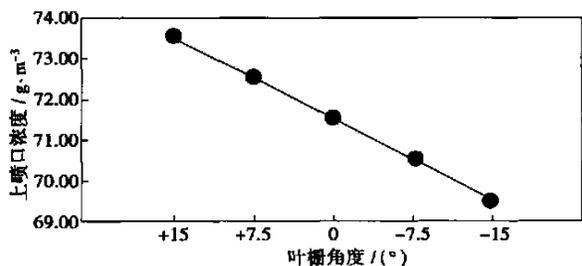


图 2 改后浓度分配曲线(平均值)

由图 2 可以看出,随着叶栅的正向转动,上一次风管中煤粉浓度随之增加(由于风量随叶栅角度的变化率大于粉量随叶栅角度的变化率),使着火点提前,降低飞灰可燃物含量。随着叶栅的反向转动,上一次风管中的煤粉浓度随之减少,着火延迟,可以适当提高炉膛出口烟气温度,但飞灰可燃物含量会有所增加。燃烧褐煤时,在 200 MW 和 120 MW 煤粉平均浓度分别为 0.43 kg/m<sup>3</sup> 和 0.38 kg/m<sup>3</sup>; 燃烧烟煤时则分别为 0.37 kg/m<sup>3</sup> 和 0.28 kg/m<sup>3</sup>。

#### 4.2.4 炉膛内温度的变化

在燃烧褐煤或烟煤时,机组负荷从 200 MW (叶栅角度为 0°)附近,经 140 MW (叶栅角度为 +7.5°),降低至 120 MW (叶栅角度为 +15°)附近的过程中,分 3 个阶段稳定运行。由炉内温度分布情况可以看到:在降低负荷的全过程中,改前、改后的炉膛火焰中心发生变化,特别是低负荷运行时,改前全烧褐煤 125 MW 时,火焰中心位于 20.1 m,该层平均温度 1256.25 °C;改后全烧褐煤 121 MW 时,通过自动可调叶栅煤粉分配器的调整,火焰中心下降到 17.55 m,该层平均温度 1235 °C。改前全烧烟煤 137 MW 时,火焰中心位于 20.1 MW 该层平均温度 1280 °C;改后全烧烟煤 122 MW 时,通过自动可调叶栅煤粉分配器的调整,火焰中心下降到 17.55,该层平均温度 1165 °C。

#### 4.2.5 机械不完全燃烧损失的变化

改后,大渣、飞灰和省煤器灰中的可燃物损失比改前有所降低。在全烧褐煤时,在 200 MW 电负荷的同等条件下,改前的机械不安全燃烧损失为 1.462%,改后的机械不完全燃烧损失为 0.296%,改后比改前降低了 1.166%,如果忽略气体不完全燃烧损失,则锅炉机组的燃烧效率由 98.538% 提高到 99.704。不同电负荷情况下的机械不完全燃烧损失平均值,改前为 1.654%,改后为 0.663%,改后比改前降低了 0.991%。在全烧烟煤时,在 200 MW 热负荷的同等条件下,改前的机械不完全燃烧损失为 2.369%,改后的机械不完全燃烧损失为 1.513%,改后比改前降低了 0.856%,如果忽略气体不完全燃烧损失,则锅炉机组的燃烧效率由 97.631% 提高到 98.487%。不同电负荷情况下的机械不完全燃烧损失平均值,改前为 2.467%,改后为 1.744%,改后比改前降低了 0.732%。

#### 4.2.6 NO<sub>x</sub> 排放的变化

由于自动可调叶栅煤粉分配器包括煤粉浓缩器,所以能实现煤粉气流的浓淡分离燃烧,有效地降低了氮氧化物的生成量。特别是燃烧烟煤的过程中,改前 NO<sub>x</sub> 的排放值均高于 434 mg/m<sup>3</sup>,改后 NO<sub>x</sub> 的排放值均降低到 373 mg/m<sup>3</sup> 以下(见表 3)。

#### 4.2.7 经济效益分析

根据工业试验数据,自动可调叶栅煤粉分配器的安装,运行不仅降低了锅炉机组的机械不安全燃烧损失,而且提高了低负荷断油稳燃能力。因此,所取得的经济效益应由两个方面构成:一方面是节煤所得,另一方面是节油所得。

(1) 在燃烧设计煤种,并且满负荷运行时,锅炉机组的燃烧效率比改前提高了 1.166%。锅炉机组每年满负荷运行 400 h 计算,每年可以节约 86.75 万元人民币。

表 3 排放物表

	改前(褐煤)		改前(烟煤)		改后(褐煤)			改后(烟煤)		
	200 MW	125 MW	197 MW	137 MW	199 MW	140 MW	121 MW	200 MW	138 MW	122 MW
O <sub>2</sub> / %	5.825	9.825	8.525	10.175	8.35	11.05	12.15	9.15	11.1	11.45
CO <sub>2</sub> / %	13.275	9.775	10.975	9.475	11.05	8.7	5	10.4	8.7	8.4
CO / mg·m <sup>-3</sup>	0.000	3.44	13.75	15.00	16.88	20.63	21.88	15.63	22.5	29.38
NO <sub>x</sub> / mg·m <sup>-3</sup>	13.73	376.54	434.6	472.33	331.7	346.45	333.68	372.34	304.13	284.82
排烟温度 / °C	170.00	163	164.5	160.00	151.5	142	133.5	143	138	134

(2) 在燃烧设计煤种时, 锅炉最低不投油稳燃负荷由 125 MW 降低到 121 MW。每天可以节约人民币 8 280 元/d, 每天节约稳燃用油 2 520 t, 折合人民币 302 万元。

由上述可知, 使用自动可调叶栅煤粉分配器后每年可节约人民币 388.75 万元, 而该项目的总投资为 136 万元, 当年即可收回成本, 并创造 252.75 万元的经济效益。

## 5 结 论

(1) 工业试验及运行实践证明: 自动可调叶栅煤粉分配器能够有效调整沿炉膛高度方向的煤粉量, 改变炉膛内火焰中心高度, 调整炉膛出口烟气温度, 降低过热器超温爆管的频次。

(2) 自动可调叶栅煤粉分配器能够实现煤粉气流的浓淡燃烧, 使煤粉气流着火点提前, 减少机械不完全燃烧损失, 提高锅炉燃烧效率, 保证了低负荷着火和燃烧的稳定性, 年节约燃煤费用 86.75 万元。

(3) 安装自动可调叶栅煤粉分配器后, 锅炉机组可在 120 MW 负荷下不投油稳定燃烧, 较大地提高了机组的低负荷调峰能力, 年节约燃油费用 302 万

元。

(4) 自动可调叶栅煤粉分配器可根据磨煤机工作状态、炉膛出口烟温、发电功率等因素, 对叶栅角度进行自动调节, 既可实现远程自动控制, 又可实现手动操作。

(5) 使氮氧化物排放值低于  $434 \text{ mg/m}^3$ , 对改善大气环境具有一定的作用, 具有良好的社会效益。

(6) 建议机组在低负荷时, 采用 3 台磨煤机对角方式运行。

## 参考文献:

- [1] 白卫东. 通辽发电总厂风扇磨直吹式系统煤粉浓缩器冷模试验 [A]. 东北第三届现代锅炉技术学术会议论文集 [C]. 沈阳: 辽宁省科学技术出版社, 1996: 7—11.
- [2] 胡荫平. 新型煤粉燃烧器 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1986.
- [3] 岑可法, 池涌. 洁净煤技术的研究与发展 [J]. 动力工程, 1997, 17(5): 15—20.
- [4] 毕玉森. 我国电站锅炉低  $\text{NO}_x$  应用状况及运行实绩 [J]. 热力发电, 1998, 20(1): 4—11.
- [5] 由长福, 徐旭常. 四角切圆燃烧锅炉炉膛内流体流动的试验研究 [J]. 工程热物理学报, 2001, 22(3): 386—389.

(何静芳 编辑)

(上接第 202 页)

汽压力、温度水蒸气性质表, 可得蒸汽比容为  $v_a = 0.045\ 578 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。因此, 额定工况下过热器管段处的蒸汽动量为:  $G_a^2 \cdot v_a = 184.941\ 39 [(\text{t}^2/\text{h}^2) (\text{m}^3/\text{kg})]$ 。

该工程的吹管方案经论证后, 决定采用稳压吹管方法, 燃机在吹管期间稳负荷运行, 排烟温度控制在  $425 \sim 435 \text{ }^\circ\text{C}$  范围内, 吹管时, 余热锅炉烟气挡板全开, 燃机排烟全部进入余热锅炉。表 1 给出了一次吹管运行记录, 它记录了 1 号余热锅炉过热器吹管过程中各时刻的吹管系数。

表 1 1 号余热锅炉过热器吹管记录

时间	蒸汽压力 $P_b/\text{MPa}$	蒸汽温度 $T_b/^\circ\text{C}$	蒸汽比容 $v_b/\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$	蒸汽流量 $G_b/\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$	吹管系数 $K$ $G_b^2 v_b / (G_a^2 v_a)$
17:06:00	1.449	405.02	0.197 95	38.75	1.607
17:16:00	1.376	402.36	0.207 07	44.40	2.207
17:26:00	1.404	408.25	0.205 04	39.68	1.746
17:36:00	1.398	408.54	0.205 97	40.37	1.815

需要说明的是, 由于蒸汽流量孔板只有在管道吹扫完毕后才能安装, 因此蒸汽流量的数据是通过给水流量计读取的; 而稳压吹管时是定负荷运行, 其给水流量计的读数可视同蒸汽流量。另外, 蒸汽压力和温度的数据可以容易地从相应仪表上读取; 蒸汽的比容可查水蒸气性质表得出。

该联合循环电厂第一套 206B 的吹管过程 (包括两台余热锅炉的过热器、主蒸汽管道及旁路蒸汽管道的吹扫) 共用了 3 天时间即达到吹管合格。第二套 206B 的吹管过程仅用 2 天即达到吹管合格。

## 7 结 论

从上述的理论分析和实际应用中不难看出, 对于联合循环电厂而言, 稳压吹管方法比较可行、安全、易操作、吹管周期短和吹管系数容易量化监测。因此, 相对降压吹管而言, 稳压吹管更适合在联合循环电厂吹管时采用。

(何静芳 编辑)

联合循环电厂主蒸汽管道稳压吹管方法 = **Stable-pressure Steam Blowing-out Method for a Combined Cycle Power Plant** [刊, 汉] / ZONG Hong-wei (Harbin Power Plant Engineering Co. Ltd., Harbin, China, Post Code: 150040), YANG Li, LIU Huan (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(2). — 201 ~ 202, 207

The aim, principle and acceptance criteria of steam blowing-out during the erection and commissioning test stage of a power plant are described along with a brief account of the commonly used pressure-reduction and stable-pressure blowing-out method. A detailed discussion is conducted of the specific features of a combined cycle power plant and the stable-pressure steam blowing-out. It is noted that the stable-pressure blowing-out method is more suitable for use in a combined cycle power plant. Meanwhile, some specific cases of employing stable-pressure blowing-out method in power plant engineering are presented. **Key words:** steam blowing-out, stable-pressure steam blowing-out, combined cycle power plant, heat recovery steam generator

自动可调叶栅煤粉分配器在富拉尔基发电总厂锅炉的应用 = **The Application of a Pulverized-coal Distributor with Auto-adjustable Cascades for Boilers at Fulaerji Power Plant General Works** [刊, 汉] / ZHAO Zhen-qi, BI Da-peng, ZHANG Heng-wei, et al (College of Energy Science & Engineering under the Harbin Institute of Technology, Harbin, China, Post Code: 150001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(2). — 203 ~ 207

Fulaerji Power Plant General Works has successfully modified and installed for boilers No. 3 and No. 4 a pulverized-coal distribution device fitted with auto-adjustable cascades. By using this device it is possible to regulate the distribution of air and pulverized coal during boiler operation, thus realizing the effective control of pulverized coal distribution. As a result, the furnace outlet temperature can be properly adjusted to eliminate or alleviate slag formation in the boiler. This in turn can greatly enhance the ability of the boilers to maintain a stable combustion at low loads without resorting to oil firing. Moreover, as the fuel during its combustion in the furnace is divided into two portions, namely, excessive thick and excessive thin, good economic and social benefits can be attained with  $\text{NO}_x$  emissions being lowered to less than  $37.3 \text{ mg/m}^3$  and mechanical incomplete combustion loss reduced by 1.166%. **Key words:** combustion, stable combustion at low loads, thick and thin burner, boiler, distribution device

回转式空气预热器双密封节能改造 = **Energy Saving-oriented Modification of a Rotary Air Preheater through the Adoption of a Double Seal** [刊, 汉] / HU Lan-hai, ZHAO Wen-jun, ZHANG Yan-fei, et al (Hebei Hengfeng Power Generation Co. Ltd., Hengshui, Hebei Province, China, Post Code: 053000) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2005, 20(2). — 208 ~ 210

A single seal structure used for air preheaters can lead to an excessive air leakage, thus affecting boiler safe and economic operation. Hengfeng Co. has adopted “air preheater double seal” technology of ABB-API Co. of USA. During the overhaul of boiler No. 3 in February of 2003 the Hengfeng Co. had invested nearly RMB 2, 520, 000 yuan to undertake an energy saving-oriented modification by introducing a double seal for the air preheaters. With the air leakage rate being reduced from 13.92% to 6.36% the annual economic benefits amount to about RMB 1, 140, 000 yuan. The above-mentioned energy-saving technology has also been applied to the air preheater modification of No. 2 boiler in 2004. **Key words:** air preheater, double seal, energy saving-oriented modification