

# 1 045 MW 超超临界贫煤锅炉燃用高挥发分烟煤的燃烧调整研究及工程实践

李德波<sup>1</sup> 狄万丰<sup>2</sup> 李鑫<sup>2</sup>, 郭宏宇<sup>2</sup>

(1. 广东电网公司电力科学研究院, 广东 广州 510060; 2. 华润电力(贺州)有限公司, 广西 贺州 542709)

**摘要:** 针对某 1 045 MW 超超临界燃烧贫煤锅炉改烧高挥发分烟煤问题, 进行锅炉(或燃烧器)冷态空气动力场试验, 调整了燃烧器配风及煤粉细度, 确定了燃煤掺配方案。并对改进后炉膛热态温度分布进行了监测, 运行结果表明贫煤锅炉燃用高挥发分烟煤试验工作取得初步成功。截至目前燃烧器未见烧损迹象, 锅炉无明显结焦, 较好地保证了锅炉安全、经济和稳定运行, 拓宽了锅炉及制粉系统对实际煤种的适用能力。

**关键词:** 超超临界; 贫煤锅炉; 高挥发分烟煤; 燃烧调整  
**中图分类号:** TK16 **文献标识码:** B  
**DOI:** 10.16146/j.cnki.rndlgc.2016.01.020

## 引言

随着我国火力发电事业快速发展, 国内投产了一大批超临界和超超临界燃煤发电机组。由于四角切圆锅炉残余旋转给过热器和再热器受热面温度偏差控制带来了非常大的挑战和困难, 尤其是超临界和超超临界机组, 这种偏差对温度的影响更加明显, 因此采用旋流燃烧器组织炉内空气动力场逐渐成为超临界和超超临界机组的首选方式<sup>[1-10]</sup>。

某电厂 1 045 MW 超超临界锅炉设计及校核煤种均为河南贫煤(设计煤种  $V_{daf}$  为 16.97%, 校核煤种  $V_{daf}$  为 15.5%), 受到广西区域煤炭资源等诸多因素影响, 设计煤种的煤源局限性较大、供需矛盾突出。而实际广西区域可燃用的高挥发分烟煤资源相对充足且价格低廉, 为了缓解燃料供应紧张局面和经营成本的压力, 并进一步拓宽煤源, 提高锅炉及制粉系统对实际煤种的适用能力, 需进行试燃用高挥发分烟煤工作。本研究针对贫煤锅炉改烧烟煤的燃烧调整试验进行了深入研究, 研究成果对我国大型超(超)临界锅炉贫煤锅炉改烧烟煤燃烧调整具有

重要的学术价值和工程应用价值。

## 1 设备概况

该电厂 2 × 1 045 MW 机组锅炉型号为 DG3033/26.15-Ⅱ2 型, 由东方锅炉厂制造。锅炉为超超临界参数、直流锅炉、固态排渣、单炉膛、一次再热、平衡通风、露天Π型布置、全钢构架、全悬吊结构、前后墙对冲燃烧方式。炉膛水平截面为 31 433.4 mm × 15 558.4 mm(宽 × 深)。设计煤种和校核煤种均为河南贫煤。工程点火启动及助燃燃油品种采用 0 号轻柴油, 同时安装脱硝装置。煤质分析数据如表 1 所示。

表 1 贵州煤和印尼煤的元素分析

Tab. 1 Coal elements analysis of Guizhou and Indonesia coal

参数	设计煤种	校核煤种
全水分 $M_t / \%$	6.6	7.1
空气干燥基水分 $M_{ad} / \%$	0.99	1.22
收到基灰分 $A_{ar} / \%$	25.00	31.57
干燥无灰基挥发分 $V_{daf} / \%$	16.97	15.50
收到基碳 $C_{ar} / \%$	60.71	53.23
收到基氢 $H_{ar} / \%$	2.59	2.65
收到基氮 $N_{ar} / \%$	1.28	1.03
收到基氧 $O_{ar} / \%$	3.22	3.64
全硫 $S_t / \%$	0.60	0.78
收到基高位发热量 $Q_{gr, ar} / \text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	22.75	20.68
收到基低位发热量 $Q_{net, ar} / \text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	22.00	19.97
哈氏可磨指数 HGI	63	65
变形温度 $DT / 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$	> 1.50	1.33
软化温度 $ST / 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$	> 1.50	1.34
半球温度 $HT / 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$	> 1.50	1.35
流动温度 $FT / 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$	> 1.50	1.36

收稿日期: 2014-06-25; 修订日期: 2014-08-04

作者简介: 李德波(1984-), 男, 湖北宜昌人, 广东电网公司电力科学研究院高级工程师。

制粉系统采用双进双出钢球磨煤机正压直吹式冷一次风机制粉系统,每台炉配 6 台沈重生产的 MGS4366 型双进双出钢球磨煤机,不设备用,每台磨煤机带前墙或后墙 1 层共 8 只燃烧器。采用 2 台密封风机,1 备 1 用。给煤机为沈阳 STOCK 生产的 EG2490 型耐压电子称重式给煤机。每台磨煤机配备 2 台,每台锅炉配 12 台给煤机。

燃烧器采用前后墙对冲分级燃烧技术。在炉膛前后墙各分 3 层布置低 NO<sub>x</sub> 旋流式 DBC - OPCC 煤

粉燃烧器,每层布置 8 只,全炉共设有 48 只燃烧器。在前、后墙旋流煤粉燃烧器的上方各布置了 1 层燃尽风,其中每层 2 只侧燃尽风(SAP)喷口,8 只燃尽风(AAP)喷口。每只燃烧器均配有机雾油枪,用于启动和维持低负荷燃烧。与 E 磨对应的后墙最下层燃烧器配置少油点火燃烧器。供锅炉点火或低负荷助燃使用。

实际入炉各煤种煤质情况如表 2、表 3 所示。

表 2 实际入炉煤质情况

Tab.2 Coal elements analysis for the practical running

参 数	印尼煤	银宝煤	九龙峰	范米根	澳洲煤	科西	南非	2012 年累
全水分 $M_t / \%$	21	11.6	8.7	7.2	6.6	10.2	6.3	11.2
收到基灰分 $A_{ar} / \%$	3.85	16.64	19.48	13.46	27.34	19.43	21.04	17.41
干燥无灰挥发分 $V_{daf} / \%$	48.46	38.65	38.92	31.25	26.01	31.07	32.28	34.7
全硫 $S_{t, ar} / \%$	1.33	0.99	2.1	0.61	0.32	0.5	0.63	0.83
收到基低位发热量 $Q_{net, ar} / \text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	21.61	22.3	22.06	25.51	22.37	21.89	22.74	22.36

表 3 煤灰熔融性分析(°C)

Tab.3 The analysis of the melting property of ash(°C)

煤样名称	变形温度 $DT$	软化温度 $ST$	半球温度 $HT$	流动温度 $FT$
印尼煤	$1.09 \times 10^3$	$1.13 \times 10^3$	$1.14 \times 10^3$	$1.14 \times 10^3$

锅炉设计为贫煤,炉膛容积热负荷、截面积热负荷较高,因此燃烧器区域更易结焦。

## 2 燃用高挥发分烟煤存在的问题

### 2.1 煤场自燃情况

印尼煤挥发分高,挥发分析出温度较低,煤场已发生多次自燃现象,煤场测温高时已近 80 °C,通过及时取用处理后得以缓解。

以目前燃用情况来看,在加强煤场碾压、置换同时,应尽量控制印尼煤的场存时间,一般不要超过 2 周。同时,应合理调整来煤结构,避免印尼煤集中进厂。

### 2.2 锅炉结焦情况

印尼煤属于低灰熔点煤种,软化温度  $ST$  为 1 130 °C 左右。而锅炉设计屏式过热器底部温度 1 345 °C。因此锅炉燃用时屏式过热器存在严重挂渣现象如图 1 所示,影响锅炉安全运行;燃用印尼煤后,煤粉的着火距离变短,燃烧器区域易结焦,由于

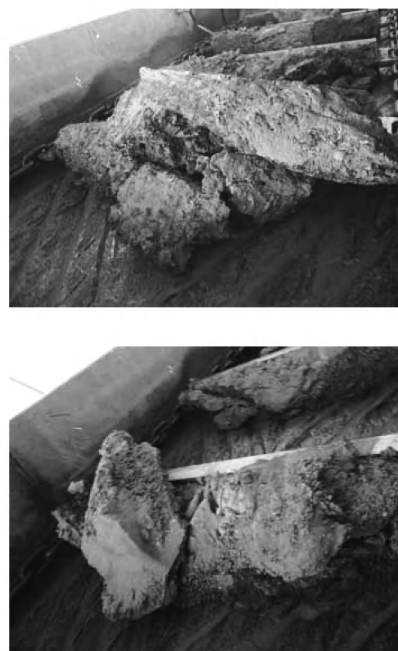


图 1 锅炉结焦情况

Fig.1 The coking condition of boiler

在借鉴以往经验基础上,针对印尼煤种与设计煤种偏差大的实际情况,对燃烧器及配风情况进行

了针对性地调整,通过停炉后对燃烧器喷口结焦情况观察及机组运行期间捞渣机渣量的观察结果,实际掺烧燃用过程中,已出现不同程度结焦、掉焦现象,总体来看目前锅炉的结焦情况属可控。

### 2.3 磨煤机分离器草帽上部积粉情况

磨煤机停运检查发现,磨煤机分离器草帽上部积粉已有不同程度阴燃。

磨煤机分离器草帽角度偏缓,避免积粉积存时间过长阴燃,目前通过利用磨煤机停备机会,及时对分离器内部进行检查和清粉工作,目前此现象有所缓解。

### 2.4 燃烧器烧损情况

广东某电厂 3 号炉 2011 年 1 月 6 日投入运行,

2012 年 1 月 17 日检修时(运行时间 4 166 h)发现,旋流燃烧器一次风室耐磨陶瓷脱落,风筒前端烧损、变形。下层燃烧器损坏相对较轻,中、上层损坏严重。图 2 为现场停炉检修后得到的前、后墙中、上层旋流燃烧器烧损的情况。从图可以看出,旋流燃烧器的中心风筒和一次风筒严重烧损,前端耐磨陶瓷均脱落。下层燃烧器损坏相对较轻,中、上层损坏严重。煤粉浓缩器前端严重减薄,一次风筒前端严重烧损<sup>[11-12]</sup>。

燃烧器为东方锅炉厂按贫煤设计的新型燃烧器,内外二次风均为旋流型式。由于印尼煤挥发分较高,着火点比较靠近燃烧器,较易烧损燃烧器。

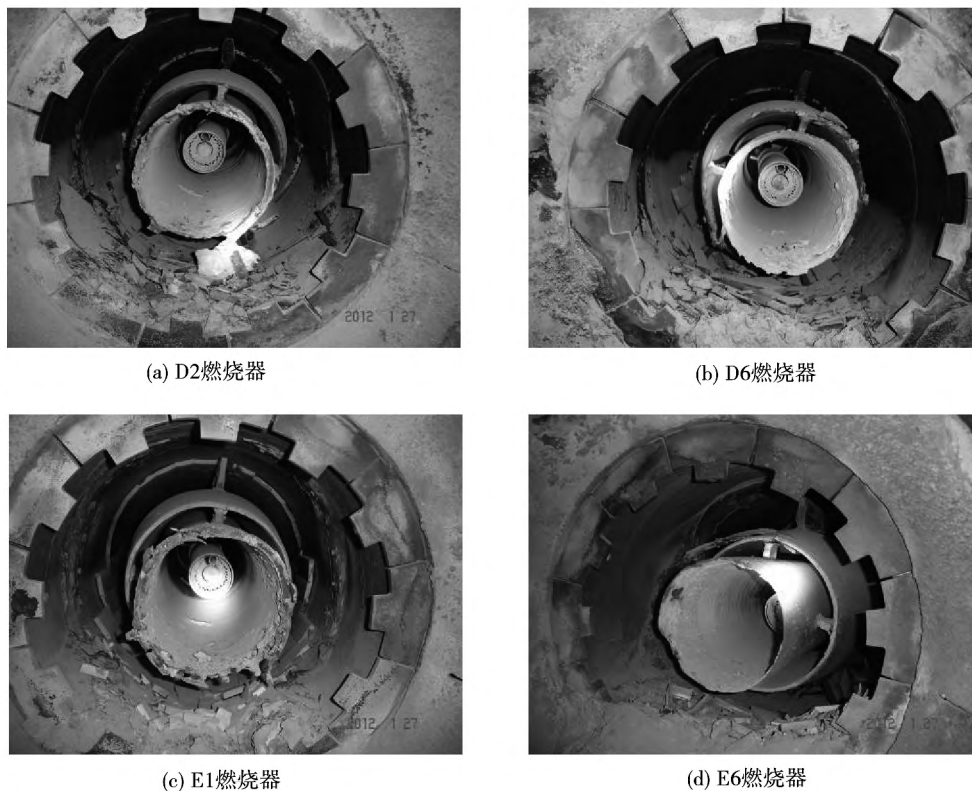


图 2 现场检修的旋流燃烧器烧损情况(前墙)

Fig. 2 The distribution diagram of swirl burner burning on the site of inspection( front wall)

### 2.5 汽温影响情况

由于印尼煤挥发分较高,燃烧行程较短,炉膛出口烟气温度有所降低,相同负荷及过热度情况下,汽温偏低 5-10℃左右。但通过调整提高中间点过热度(过热度较以前提高近 20℃)及降低减温水量,

目前基本可以满足汽温达到额定值。

### 2.6 脱硫系统脱硫情况

印尼煤全硫为 1.33%,澳洲煤全硫不超 0.5%,燃煤整体全硫约为 0.9%,为原煤种全硫(0.60%)的 1.5 倍。吸收塔入口 SO<sub>2</sub> 约为 2 500 mg/Nm<sup>3</sup>,原

煤种入口  $SO_2$  约为  $1\ 700\ mg/Nm^3$  ,而设计吸收塔入口  $SO_2$  小于  $5\ 223\ mg/Nm^3$  ,完全能满足脱硫要求 ,且 3 台浆液循环泵运行时 ,出口  $SO_2$  为  $100\ mg/Nm^3$  左右 ,能满足脱硫环保要求。

### 3 高挥发分烟煤应对措施

#### 3.1 燃烧器配风试验与调整

将每层内二次风门至全开位 ,每层外二次风门至 75%、50%、50%、50%、50%、50%、50% 和 75% 开度。选取前墙中层靠 B 侧(即 D5、D6、D7 和 D8 燃烧器)  $\frac{1}{4}$  截面进行飘带试验 ,飘带分 4 列 ,分别距燃烧器喷口  $D$ 、 $2D$ 、 $4D$ 、 $5D$ ( $D$  为燃烧器喷口直径 , $D = 1\ 130\ mm$ ) ,并对此  $\frac{1}{4}$  截面气流速度场进行了测量 ,主要测量了轴向速度 ,气流速度场如图 3 所示。

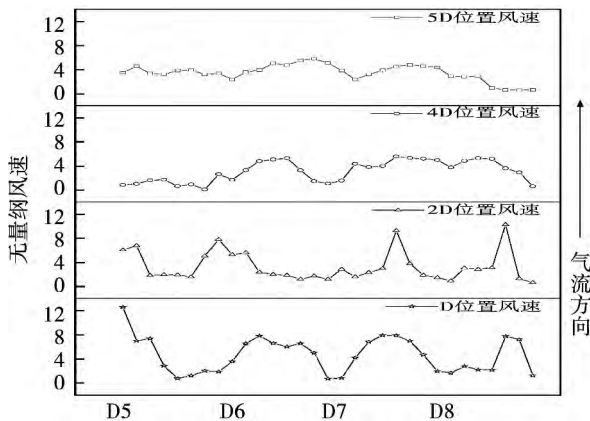


图 3 D 层燃烧器出口各截面  
气流轴向流场示意图

Fig. 3 The schematic diagram of streamwise velocity at different cross - section for the combustion of D

冷态试验中 ,通过在燃烧器出口放置长飘带 ,观察空气动力场的情况。在离喷口 2 - 3 m 内 ,一次风射流刚度比较强 ;在距离喷口 3 - 5 m ,飘带逐步发生偏转 ,末端偏离轴线约 600 mm。在距离燃烧器  $1D - 1.5D$ ( $D$  为燃烧器直径) 区域的飘带能够明显看到回流现象 ,表明燃烧器末端卷吸周围热烟气能够正常。因此 ,从图 3 中现场冷态动力场试验得到 ,在燃烧器喷口  $2D$  以外的截面上没有测量得到稳定的回流区 ,即实际冷态空气动力场试验得到的回流

区的长度为  $2D$ 。通过试验中飘带的示踪可以发现 ,外二次风气流并没有向炉墙发散 ,而是呈现一定角度的由外及内的闭合气流分布趋势 ,在投入燃烧时与煤粉混合并形成包裹气流层 ,有助于煤粉的燃烧。

通过水平烟道气流速度测试炉膛出口截面的气流速度在  $2.5 - 3\ m/s$  之间 ,且均匀性较好。

为了确保旋流燃烧器安全、稳定运行 ,防止出现旋流燃烧器大面积烧损的恶性事故 ,在实际运行中 ,需要按照运行要求进行调整:

(1) 降低内二次风量 ,将开度减小到 60% (全开是 90%) ,降低旋流强度。

(2) 提高一次风粉管的风速 ,提高到  $22 - 26\ m/s$  ,通过增加一次风的风速 ,延缓煤粉着火的时间 ,使得回流区起始点远离旋流燃烧器出口。

(3) 外二次风的开度设置: 同层 1 号、8 号燃烧器开度设置为 80%; 同层 2 号、3 号、4 号、5 号、6 号、7 号燃烧器开度设置为 50 - 60%; 机组负荷大于 800 MW 时 ,燃烧器外二次风开度各增加 10%。

(4) 中心风的风量开度: 停运时设置为 50% ,运行时设置 100%。

(5) 燃尽风燃烧器 ,将旋流风挡板拉杆由 400 mm 减小到 100 mm; 中心直流风挡板开度最大 ,拉杆定位至 400 mm。

(6) 没有投运的旋流燃烧器 ,应加大冷却风的风量 ,降低对高温烟气的卷吸。同时 ,停运燃烧器的二次风箱两侧的风门挡板的开度设置为 10% ,中心风挡板的开度设置为 50%。

调整后 ,对燃烧器进行多次检查 ,未发现明显烧损情况。

#### 3.2 燃煤掺配与制粉系统运行

通过制粉系统热态调整 ,保证各一次风速偏差在允许范围内 ,同时调整煤粉细度满足要求。各台磨煤粉细度如表 4 所示。

表 4 煤粉细度调整情况

Tab. 4 Adjustment of coal degree of fineness

参 数	A 磨	B 磨	C 磨	D 磨	F 磨(I)	F 磨(II)
$R_{90} / \%$	14.79	12.91	15.54	16.24	9.34	14.34
$R_{200} / \%$	1.43	1.29	1.31	1.38	0.67	1.27
均匀性指数 $n$	1.03	0.98	1.06	1.09	0.97	1.02

### 3.3 掺煤方案

(1) 燃煤掺烧原则: 燃煤采用分仓上煤, 磨内混配; 所有长给煤机上印尼煤种、贵州煤种, 所有短给煤机上非印尼煤或非贵州煤种。

(2) 运行磨台数大于 4 台时, 上 2 台磨掺烧贵州煤, 余下的下排磨掺烧印尼煤, 具体的磨煤机内混配掺烧规定如表 5 所示。

表 5 混煤掺烧方案

Tab. 5 Mixed coal blending combustion plan

运行磨煤机台数	掺烧要求
6	A、B 磨煤机给煤机上贵州煤, C、E、D 磨煤机给煤机上印尼煤
5	A(B)、D 磨煤机给煤机上贵州煤, 其余磨煤机给煤机上印尼煤
4	1 台磨煤机掺烧贵州煤, 余下 3 台磨煤机掺烧印尼煤
	D 磨煤机给煤机上贵州煤, C、E、F 磨煤机给煤机上印尼煤

(3) 上印尼煤的原煤仓位控制在 10 m 以下。每周三、周六晚班, 所有给煤机均上非印尼煤、非贵州煤, 进行原煤置换一个班次。

### 3.4 磨煤机启停运行操作措施

(1) 磨煤机入口一次风混合风温控制在 250 ℃ 以下, 一次风量不得低于 90 t/h。磨煤机出口温度应控制在 60 - 65 ℃, 最大不得超过 70 ℃, 最低不得低于 55 ℃。磨正常运行时料位控制在 600 - 700 Pa, 禁止长时间低料位运行。

(2) 磨两端旁路风挡板开度控制在 10% 左右, 断煤时及时关闭旁路风。旁路风关闭后至少 2 h 开关一次进行吹扫, 防止混料箱内积煤自燃。

(3) 加强一次风速监视, 不低于 18 m/s。若发现风速下降, 应对该一次粉管的温度加强监视, 就地测量粉管温度比其它粉管低 10 ℃ 以上, 应关该 PC 闸进行吹扫直至一次风速正常。

(4) 运行人员每 1 h 测量一次原煤仓壳体、回粉管和各一次粉管温度, 并做好记录。发现回粉不畅, 通知维护单位处理, 发现一次粉管温度下降比较明显, 应关该 PC 闸进行吹扫。

(5) 对 1 号、2 号、7 号和 8 号燃烧器三次风旋流强度及一次风速进行控制, 三次风挡板开度控制在 70% 以上, 一次风速控制在 18 m/s 以上, 防止回流过强、着火点离燃烧器过近, 损坏燃烧器。

(6) 停运磨煤机时, 应先用非印尼煤对磨煤机内存煤进行置换, 置换时间不得低于 15 min。待置换完全后, 方可降低料位进行吹磨。停运时磨煤机出口温度不得超过 70 ℃。停运后应定期对磨煤机进行蒸汽惰化。

### 3.5 制粉系统异常时的防范措施

(1) 发现磨出口一次风速下降或一次粉管温度下降明显(10 ℃ 以上), 应关该 PC 闸, 通清扫风进行吹扫, 直至正常。

(2) 若因为磨煤机本体异响、油站渗油等缺陷, 磨煤机能坚持运行, 应通知输煤停止给印尼煤煤仓上煤, 将原煤仓及磨内印尼煤置换完后滑参数停磨。

(3) 若燃烧印尼煤的给煤机跳闸, 应立即增加另一台给煤机出力, 调节磨入口两侧一次风挡板, 控制磨煤机出口温度, 磨煤机改单进双出运行; 若非印尼煤种给煤机跳闸, 应迅速加大印尼煤给煤量, 控制磨高料位运行。

(4) 发现磨分离器温度急剧升高、磨煤机入口、出口压力急剧波动, 筒体温度升高, 应控制粉系统自燃、爆炸处理, 关闭所有磨出入口门, 对磨煤机进行惰化, 直至磨内温度下降至正常(50 ℃) 后, 投入磨煤机盘车, 打开各 PC 闸, 磨通冷风进行抽粉。

(5) 如果因为其它原因导致磨煤机跳闸, 应按磨煤机惰化处理, 对磨煤机进行惰化, 直至磨内温度下降至正常(50 ℃) 后, 定期投入磨煤机盘车, 每班 3 次, 每次 10 min。再次启动时, 应采用“反转法”启动磨煤机。

(6) 机组因其它原因导致锅炉主原料跳闸(MFT) 应立即对磨煤机进行惰化处理。

(7) 因设备原因导致原煤仓内的印尼煤无法烧尽时, 应由集控和输煤定期测量煤仓及壳体温度, 发现温度异常升高, 应对其进行定期惰化降温。

## 4 热态试验及运行效果分析

为进一步了解实际运行工况下的燃烧器性能及炉内燃烧工况, 依照锅炉冷态动力场试验风门开度, 采取均衡配风方式, 在机组负荷 760 MW, C、D、B、

E、F 磨运行时,对各层燃烧器喷口两侧的看火孔及炉膛中心的看火孔进行实际温度场测量,测量结果如表 6-表 8 所示。从表 6-表 8 可以得出,炉膛整体温度场相对较均衡,炉膛前后、炉左右两侧整体偏差不大;炉膛中心区域温度水平较高,最高温度出现在最上层燃烧器与燃尽风之间;炉膛前墙上部屏过的下部区域温度分布,中间较高、两侧略低。综合上述冷态及热态试验数据表明,炉内整体配风方式是合理的。

表 6 炉左墙温度分布(℃)

Tab. 6 Left wall temperature distribution(℃)

测温位置	前墙侧	炉膛中心	后墙侧
燃尽风	1 380	1 417	1 355
B 层燃烧器	1 361	1 561	1 348
D 层燃烧器	1 336	1 552	1 294
C 层燃烧器	1 204	1 364	1 231

表 7 炉右墙温度分布(℃)

Tab. 7 Right wall temperature distribution(℃)

测温位置	前墙侧	炉膛中心	后墙侧
燃尽风	1 386	1 433	1 393
B 层燃烧器	1 374	1 559	1 365
D 层燃烧器	1 368	1 540	1 260
C 层燃烧器	1 180	1 400	1 244

表 8 炉前墙屏过下部温度分布(℃)

Tab. 8 Left wall temperature distribution(℃)

左侧墙	炉膛中心			右侧墙
932	1 084	1 156	1 125	920

### 5 结 论

相比贫煤,高挥发分烟煤属极易自燃且易结焦的煤种。同时,相比烟煤锅炉,贫煤锅炉炉膛容积热负荷、截面积热负荷较高,因此燃烧器区域更易结焦。本研究通过进行冷态动力场试验,热态炉膛温度场实际监测、制粉系统细化调整等,使得贫煤锅炉燃用高挥发分烟煤试验取得初步成功,截至目前燃烧器未见烧损迹象,锅炉无明显结焦,较好地保证了锅炉安全、经济和稳定运行,拓宽了锅炉及制粉系统对实际煤种的适用能力,缓解了燃料供应紧张局面和经营成本的压力。

### 参考文献:

[1] 樊泉桂. 新型煤粉燃烧器的燃烧机理分析[J]. 广东电力, 2010, 23(4): 45-50.  
 FAN Quan-gui. Combustion mechanism analysis of new-type pulverized coal burner[J]. Guangdong Electric Power, 2010, 23(4): 45-50.

[2] 岳峻峰,秦 鹏,邹 磊,等. 600 MW 超临界旋流燃烧烟煤锅炉 NO<sub>x</sub> 排放特性试验[J]. 中国电力, 2012, 45(3): 62-67.  
 YUE Jun-feng, QIN Peng, ZOU Lei et al. NO<sub>x</sub> emission performance experiment on 600 MW supercritical rotational flow combustion bituminous coal boiler[J]. China Power, 2012, 45(3): 62-67.

[3] 潘 晶,李 涛,李文胜. 1 021 t/h 烟煤锅炉结焦原因分析[J]. 东北电力技术, 2006(3): 6-10.  
 PAN Jing, LI Tao, LI Wen-sheng. Analysis on 1 021 t/h boiler coking using bituminite[J]. Northeast Electric Power Technology, 2006(3): 6-10.

[4] 岑可法,周 昊,池作和. 大型电站锅炉安全及优化运行技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.  
 CEN Ke-fa, ZHOU Hao, CHI Zuo-he. Large utility boiler safety and optimizing technology [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.

[5] 冯俊凯,沈幼庭. 锅炉原理及计算[M]. 北京: 科学出版社, 1992.  
 FENG Jun-kai, SHEN You-ting. Principles and calculation of boiler[M]. Beijing: Science Press, 1992.

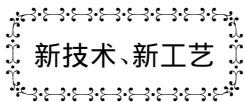
[6] 沈跃良,苏余宁,廖宏楷. 1 025 t/h 锅炉燃用越南无烟煤和烟煤混煤的燃烧特性的研究[J]. 动力工程, 2007, 27(6): 885-889.  
 SHEN Yue-liang, SU Yu-ning, LIAO Hong-kai. Study on Combustion Characteristics of Vietnamese Anthracite Blended with Bituminous Coal and Fired in a 1 023 t/h Boiler[J]. Power Engineering, 2007, 27(6): 885-889.

[7] 姬红涛. 直吹式制粉系统磨制高挥发分烟煤时发生爆炸的原因及对策[J]. 发电设备, 2011, 25(1): 37-39.  
 JI Hong-tao. Explosive reasons of direct-fired system during volatile coal pulverization and the remedy[J]. 2011, 25(1): 37-39.

[8] 靖剑平,李争起,陈智超,等. 中心给粉燃烧器在燃用烟煤

- 1025t/h 锅炉上的应用[J]. 中国电机工程学报 2008 28(2): 1-7.
- JING Jian-ping ,LI Zheng-qi ,CHEN Zhi-chao ,et al. Application of centrally fuel rich swirl burner an a 1 025 t/h bituminous coal fired boiler[J]. Proceedings of CSEE 2008 28(2): 1-7.
- [9] 梁志勇,余岳溪. 锅炉燃烧由贫煤改烟煤的热效率分析[J]. 广东电力 2009 22(11): 80-83.
- LIANG Zhi-yong ,YU Yue-xi. Investigation into thermal efficiency of boiler burning bituminous coal instead of meager coal [J]. Guangdong Electric Power 2009 22(11): 80-83.
- [10] 李占元,高 鹏. 进口煤在 600 MW 烟煤锅炉上的掺烧方式探讨[J]. 广东电力 2010 23(5): 23-26.
- LI Zhan-yuan ,GAO Peng. Syudy on blending and use of imported coal in 600 MW bituminous coal-fired boilers[J]. Guangdong Electric Power 2010 23(5): 23-26.
- [11] 李德波,沈跃良,邓剑华,等. OPCC 型旋流燃烧器大面积烧损的关键原因及改造措施[J]. 动力工程学报 2013 33(6): 43-46.
- LI De-bo ,SHEN Yue-liang ,DENG Jian-hua ,et al. Cause analysis on burnout of OPCC swirl burners and the remedy[J]. Journal of Chinese society of power engineering 2013 33(6): 43-436.
- [12] 李德波. 运用燃烧数值模拟分析某台 660 MW 超临界锅炉旋流燃烧器喷口烧损事故[J]. 机械工程学报 2013 49(16): 120-130.
- LI De-bo. Numerical investigation on the key mechanisms of burn-out of swirling combustors for 660MW supercritical unit swirl coal-fired combustion boiler[J]. Journal of mechanical engineering 2013 49(16): 121-130.

(丛 敏 编辑)



## Siemens 的 SGT - 750 燃气轮机

据《Diesel & Gas Turbine Worldwide》2014 年 10 月刊报道, Siemens 公司已经完成了前二台工业用 SGT - 750 燃气轮机的安装和试运转。该燃气轮机是一型适用于电力生产和机械驱动的 38 MW 双轴燃气轮机。

二台工业用机组的第一台机组在德国卢布明通过波罗的海的北施屈利姆天然气管线的着陆站运行。该应用是联合生产, 燃气轮机排气的热量被用来对管线天然气重新加热。

该 SGT - 750 联合生产装置正在卢布明季节性的运行, 只是在一年中的寒冷部分运行。

第二台机组是在墨西哥阿尔塔米拉的 60 Hz 联合生产装置, 它是在 2014 年 5 月投入商业运行的, 并且将为该地区的纺织厂即供应电力也供应生产用蒸汽。

SGT - 750 简单循环的技术规范和额定性能

推出年份	ISO 基本负荷额 定输出功率/kW	热耗率/ kJ · ( kWh ) <sup>-1</sup>	效率/ %	压比	流量/ kg · s <sup>-1</sup>	涡轮转速/ r · min <sup>-1</sup>	排气温度/ °C	大约的尺寸 L × W × H/m × m × m
2012	35 930	8 831	38.7	23.8	113.3	6 100	462	17 × 4.6 × 4.0

(吉桂明 摘译)

source ORC system using R236fa as its working medium is optimum. **Key words:** dual heat source ,organic Rankine cycle ,cold-end temperature difference ,working medium ,thermal performance

百万千瓦燃煤机组烟气超低排放设计及应用 = **Design and Applications of the Ultra Low Emissions of Flue Gases From a 1 000 MW Coal-fired Boiler Unit** [刊 汉] MENG Wei ,LI Qing-yi ,HU Da-qing ( Zhejiang Heaven-and-earth Environmental Protection Engineering Co. Ltd. ,Hangzhou ,China ,Post Code: 310003) ,GAO Xiang ( National Key Laboratory on Clean Utilization of Energy Sources ,Thermal Energy Engineering Research Institute ,Zhejiang University ,Hangzhou ,China ,Post Code: 310027) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 ,31( 1) . -111 -116

To realize the ultra low emissions of flue gases from a 1 000 MW coal-fired boiler unit in a power plant ,the following flue gas ultra low emission technical version was applied: low nitrogen burners were used in the denitration process , catalysts were added into the SCR ( selective catalytic reduction) reactors ,low-low temperature ESPs ( electronic static precipitator) and wet type electronic precipitators were employed to remove the dust and the interactive sprinkling technology was used to remove the sulfur. After this technical version has been put in practice ,the flow path for discharging the flue gases from the boiler unit can be given as follows: the flue gases outgoing from the outlet of the boiler adopting low nitrogen burners will in turn flow through the economizers ,SCR reactors ,air preheaters ,the desuperheating section of tube type heat exchangers and the low-low temperature ESPs and then enter into the absorption towers ,afterwards ,pass through the wet type ESPs and the temperature rise sections of the tube type heat exchangers and go into the smoke stacks. After the technical version had been executed ,the emissions concentrations of the main pollutants tested at the inlets of the smoke stacks ,including  $\text{NO}_x$  ,soot and  $\text{SO}_2$  ,arrived at 25.83  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  ,1.61  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  and 22.08  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  at an oxygen concentration of 6% respectively ,thus making the pollutant emissions concentrations of the coal-fired boiler unit meet the requirements stipulated in the emission standard for natural gas turbines. **Key words:** ultra low emissions ,pollutant ,natural gas turbine unit ,standard

1 045 MW 超超临界贫煤锅炉燃用高挥发分烟煤的燃烧调整研究及工程实践 = **Study of the Adjustment to the Combustion in a 1 045 MW Ultra-supercritical Boiler Burning Bituminous Coal With a High Volatile Content Instead of Lean Coal and Its Engineering Practice** [刊 汉] LI De-bo ( Electric Power Science Research Institute ,Guangdong Power Grid Company ,Guangzhou ,China ,Post Code: 510060) ,DI Wan-feng ,LI Xin ,GUO



Hong-yu ,LI Chun-yu ( Huarun Electric Power ( Hezhou) Co. Ltd. ,Hezhou ,China ,Post Code: 542709) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 ,31( 1) . - 117 - 123

A cold-state aerodynamic field test of a 1045 MW ultra-supercritical boiler ( or its burners) burning bituminous coal with a high volatile content instead of lean coal was conducted with the air distribution and pulverized coal fineness in the burners being adjusted and a version for diluting and mixing the coal burned being determined. At the same time ,the hot-state temperature distribution in the furnace after the improvement was monitored. The operation results show that the test of the boiler burning bituminous coal with a high volatile content instead of lean coal has achieved a preliminary success. Up to date ,there emerge no signs of any combustion-caused damage to the burners and also no obvious signs of coking in the boiler ,thus ensuring relatively well the safe ,economic and stable operation of the boiler and enhancing the adaptability of the boiler and its milling system to the actual coal ranks. **Key words:** ultra-supercritical ,lean-coal-fired boiler ,bituminous coal with a high volatile content ,combustion adjustment

百万千瓦核电机组凝结水再循环管道振动处理 = **Disposal of the Vibration of a Condensate Water Recirculation Pipeline in a 1000 MW Nuclear Power Station** [刊 ,汉] WANG Shu-yi ,ZHANG Fan ,WANG Hao-tu ( Zhong-guang Nuclear Power Engineering Co. Ltd. ,Shenzhen ,China ,Post Code: 518124) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 ,31( 1) . - 124 - 126

The phenomena and treatment process of the vibration occurred to the recirculation pipelines in the condensate water system of the unit No. 1 in Hongyanhe Nuclear Power Station and Yangjiang Nuclear Power Station were described. Vibration occurred to the recirculation pipeline in the condensate water system of the unit No. 1 in Hongyanhe Nuclear Power Station during its commissioning period and the valve rod of the recirculation valve was broken. Through an analysis of the vibration sources ,it has been confirmed that the type selection of the circulation valve is not proper and cavitation after the valve results. It can be solved by replacing it with a new valve of a proper type. Vibration occurred to the condensate water recirculation pipeline during the commissioning of the unit No. 1 in Yangjiang Nuclear Power Station. Through an analysis of the vibration sources ,it has been confirmed that the condensate water system had been operating beyond its design operating condition ,thus resulting in a flashing of the fluid after the valve and it can be solved by additionally installing an orifice plate. **Key words:** condensate water system ,recirculation pipeline ,vibration ,orifice plate