

DBEL 型 W 火焰锅炉燃尽风喷口设计

韩海燕¹, 刘鹏远¹, 李同策², 任霄汉³

(1. 华电电力科学研究院 浙江 杭州 310030; 2. 贵州乌江水电开发有限责任公司 贵州 贵阳 550002;
3. 哈尔滨工业大学能源科学与工程学院燃煤污染物减排国家工程实验室 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要: 三井巴布科克公司的 W 火焰锅炉技术, 受锅炉结构及风箱位置等因素的制约, 使得内直流外旋流的燃尽风喷口不能设置单独的调节装置调节旋流强度, 故对燃尽风喷口的结构设计提出更高的要求。利用冷态模化试验和 CFD 数值模拟软件获得燃尽风喷口的阻力特性和流动特性。使燃尽风与锅炉的热工过程相匹配, 实现封闭主流烟气, 保证燃烧效率的作用。应用结果表明: 当叶片与轴线的夹角为 25° - 30° 时, 燃尽风喷口出口射流的旋转动量矩衰减较慢, 旋转动能可有效传递至炉膛中心, 使得此处的可燃物质与空气充分混合, 保证燃尽度。

关 键 词: W 火焰锅炉; 燃尽风喷口; 实验研究; 数值模拟
中图分类号: TK223. 2 文献标识码: A

引 言

西南某电厂采用哈尔滨锅炉厂应用 DBEL(三井巴布科克公司, 下同) 技术设计制造的 600 MW 超临界 W 火焰锅炉, 其拱上布置有旋风子煤粉分离器, 用于进行煤粉的浓淡分离, 喷口结构采用直流缝隙式, 这种结构使得煤粉气流呈长方形喷入炉膛, 其辐射面远大于圆形喷口的射流, 有利于煤粉的及时着火。一次风狭缝喷口和二次风狭缝喷口在拱上相间布置, 三次风通过拱下前后墙上的靠近冷灰斗处的狭缝式喷口喷入炉膛。

W 火焰锅炉高效低 NO_x 燃烧技术要求在靠近锅炉喉口位置处加设燃尽风。这种技术已在采用 FW(福斯特·惠勒公司, 下同) 型 W 火焰锅炉技术的珙县电厂成功应用^[1]。而燃尽风技术在 DBEL 型 W 火焰锅炉上的推广却受到锅炉结构的阻碍: 如表 1 所示, 与同容量 FW 型 W 火焰锅炉相比, 炉膛宽度较小而深度较大, 要求燃尽风射流对主流烟气的穿透性好, 故燃尽风喷口只能放置在上炉膛, 此处炉膛深度较小有利于燃尽风的穿透。然而虽然 DBEL 型 W 火焰锅炉与 FW 型 W 火焰锅炉全炉膛高度近似

相等, 上下炉膛高度比却差异很大, 导致 DBEL 型 W 火焰锅炉上炉膛高度(拱顶上折点至炉膛顶棚中心线) 比 FW 型 W 火焰锅炉少了近 6 m, 为增加燃尽风与主流烟气的混合时间保证燃尽, 燃尽风喷口只能放置在上炉膛近喉口处的二次风箱高度处。受风箱结构的限制, 不能通过设置单独的调节装置来调节燃尽风的旋流强度。故在燃尽风喷口的设计中, 就要保证燃尽风射流刚性及旋流强度满足锅炉热工过程的需要。

表 1 600 MW 级 DBEL 型与 FW 型 W 火焰锅炉结构参数对比

Tab. 1 Comparison of the structural parameters between a 600 MW class FW type and DBEL type W flame boiler

参数名称	某 FW 型锅炉	某 DBEL 型锅炉
全炉膛高度/m	56. 1	56. 22
炉膛宽度/m	32. 12	26. 68
下炉膛高度/m	21. 43	27. 46
上炉膛高度/m	34. 57	28. 76
上下炉膛高度比	1. 61	1. 04
上炉膛深度/m	9. 96	12. 51
下炉膛深度/m	17. 10	23. 67

目前国内外对 W 火焰锅炉燃尽风技术的研究, 主要集中在研究燃尽风风率、下倾角度对 W 火焰锅炉炉动力场、NO_x 生成过程的影响。但燃尽风系统的设计还需要充分考虑燃尽风喷口的压降、结构等因素。虽然有部分学者的研究工作涉及燃尽风喷口结构^[2], 却仅停留在比较直流喷口与外旋流内直流喷口对 W 火焰锅炉流场、组分浓度场(O₂、NO_x) 的影响, 未进一步研究外旋流内直流喷口的结构参数对喷口阻力及锅炉流场特性的影响。本研究首次采用试验及 CFD(计算流体动力学) 数值模拟技术研究应用于 W 火焰锅炉内直流外旋流燃尽风喷口的阻

收稿日期: 2013 - 12 - 06; 修订日期: 2014 - 01 - 21

基金项目: 中国华电工程(集团)有限公司重点科技项目基金(CHEC - KJ - 2013 - 09)

作者简介: 韩海燕(1987 -), 女, 山东烟台人, 华北电力科学研究院工程师。

力及流动特性研究,对燃尽风技术在 W 火焰锅炉上的实际应用具有指导意义。

1 燃尽风喷口的设计

燃尽风系统喷口对冲布置在上炉膛的前后墙上,每台锅炉共 28 只;其中 24 只为主燃区燃尽风,与下炉膛煤粉喷口一一对应;另外在上炉膛四角靠近侧墙处各加装一支翼墙燃尽风,目的是改善炉膛内烟气流动状态,防止“烟气走廊”的产生。其中主燃区燃尽风占总风量 15.7%,翼墙燃尽风占总风量 1.3%。

主燃区燃尽风喷口由中心风道、外环风道、固定叶片等组成,将燃尽风分为两股独立的气流喷入炉膛,中央部位气流为一次风直流气流,它速度高、刚性大、能直接穿透上升烟气进入炉膛中心;外环气流是二次风旋转气流,离开喷口后向四周扩散,可以和靠近炉膛水冷壁附近的上升烟气进行混合。在外环风道内装有若干个静叶片,叶片结构按照旋流器叶片设计计算方法进行设计^[3],采用弯曲叶片结构,如图 1 所示。叶片出口与中心风道轴线呈一定夹角,可以获得较强的旋流强度,加强与主烟气流的混合。表 2 是按照不同叶片角度(指叶片与喷口轴线所成夹角,下同)设计燃尽风喷口。为保证遮盖度,外环风道内的静叶片数由 16 个到 24 个不等。本研究将通过冷态模化试验和数值模拟研究内直流外旋流喷口的阻力和流动特性^[4]。

表 2 燃尽风喷口主要参数

Tab. 2 Main parameters of a OFA spout

参数	数值				
中心风道直径 D_1 /mm	295				
外环风道直径 D_2 /mm	458				
叶片厚度 δ /mm	3				
叶片角度 β /($^\circ$)	45	40	35	30	25
叶片遮盖度 k	1.434	1.38	1.326	1.197	1.125
叶片个数	16	20	20	24	24
叶片轴向宽度 H' /mm	182	166	182	164	182
进口端叶片直线段长度 I_1 /mm	20	20	20	20	20
出口端叶片直线段长度 I_3 (外边缘) /mm	132.9	117.3	130.1	116.5	133.7
垂直轴线的投影长度 S' (外边缘) /mm	121.3	95.1	91.6	69.4	65.3
叶片弯曲半径 r /mm	93.2	84.4	93.6	83.2	93.7

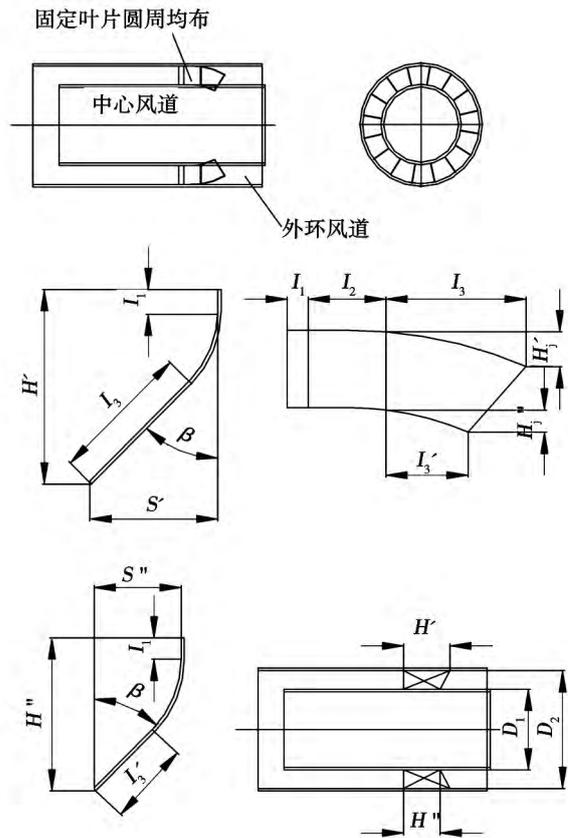


图 1 弯曲叶片结构图

Fig. 1 Drawing of the structure of a bent blade

2 冷态模化试验

2.1 实验装置

试验台图如图 2 所示,本试验台所用燃尽风喷口模型按原型 1:1 制造,拟采用鼓风机供风,在模型入口处安装阀门和笛形管流量计实现风量的测量和调节。在模型中,通过风箱上的静压测点 1 测量风箱静压,测量风箱处的静压 $P_{\text{风箱}}$,通过沿周向均匀布置叶片前静压测点 2 测量外环风道叶片前的静压 P_2 。 $P_{\text{风箱}}$ 及 P_2 单位均为 Pa。静压测点为 $\Phi 4$ mm 的小孔,连接微压计对需要获得静压参数的地方进行压力测量。

2.2 燃尽风喷口阻力特性试验结果

首先,通过冷态模化试验测量叶片角度在 25° - 45° 之间变化时燃尽风喷口阻力特性。对外环风道建立伯努利公式:

$$P_{\text{风箱}} + \frac{\rho V_{\text{风箱}}^2}{2} = \zeta_{2\text{入口}} \frac{\rho V_2^2}{2} + \frac{\rho V_2^2}{2} + P_2$$

$$= \zeta_{2\text{入口}} \frac{\rho V_2^2}{2} + \zeta_{\text{旋流叶片}} \frac{\rho V_2^2}{2} \quad (1)$$

式中: V_2 —外环风道入口之后,叶片之前环形风道的平均风速, m/s,由笛形管流量计测得的体积流量 Q 除以外环风道面积 F_2 求得; $\zeta_{\text{旋流叶片}} \frac{\rho V_2^2}{2}$ 一项不但包括气流流经弯曲叶片时的功损,也包括弯曲叶片出口处气流的动能, V_2 和 $\zeta_{\text{旋流叶片}} \frac{\rho V_2^2}{2}$ 均是《煤粉燃烧器设计及运行》中的规定的物理量^[2],使试验结果和计算结果具备可比性; $\zeta_{2\text{入口}} \frac{\rho V_2^2}{2}$ 指气流由大风箱结构进入外环风道处的局部功损,实验中的风箱近似大风箱结构,有 $V_{\text{风箱}} \approx 0$ 。

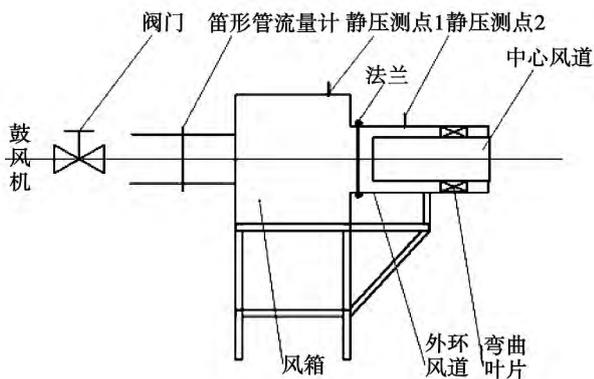


图2 试验台结构图

Fig.2 Drawing of the structure of the test stand

式(1)经简化之后,有:

$$\frac{\rho V_2^2}{2} + P_2 = \zeta_{\text{旋流叶片}} \frac{\rho V_2^2}{2} \quad (2)$$

试验得到叶片阻力系数随叶片角度的变化情况如图3所示。图中计算值是按照《煤粉燃烧器设计及运行》给出的当叶型为螺旋扭曲型及弯曲型时的阻力系数公式求得的^[3]:

$$\zeta_{\text{旋流叶片}} = (1 + k\beta)(1 + \text{tg}^2\beta) \quad (3)$$

式中: k —考虑出口速度不均匀性系数, $k = 0.003 - 0.006$,无量纲。

图3表明,尽管严格按照弯曲叶片设计方法设计燃尽风喷口的叶片,不同叶片角度下,叶片阻力系数实验值与理论值 $\xi = (1 + k\beta)(1 + \text{tg}^2\beta)$ 在数值上差异较大,且无法通过单纯改变 k 值的取值范围来使计算值趋近实验值。根据试验结果及前人的研究工作,说明叶片阻力系数不但与角度有关,而且与叶片高度、个数、厚度、遮盖度、弯曲半径等多种因素

有关。由于上述几个因素相互约束,无法通过单纯改变某一变量来获得叶片阻力系数与该变量的相关性,也无法通过单一的 k 值准确反映叶片高度、个数、厚度、遮盖度、弯曲半径等参数对叶片阻力系数的综合影响,故叶片实际的阻力应以实验值为准。

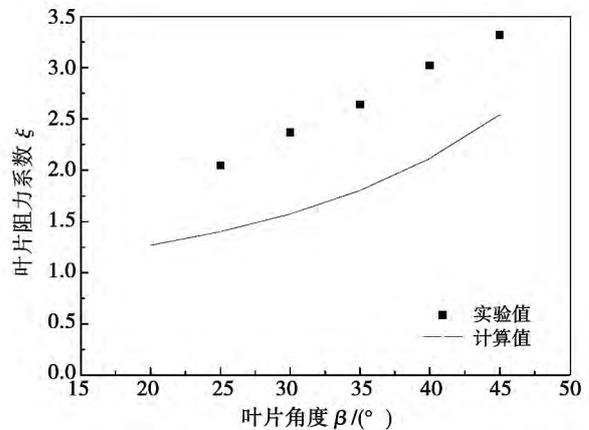


图3 燃尽风叶片阻力系数与叶片角度关系图

Fig.3 Chart showing the relationship between the resistance coefficient of the OFA blade and bladeangle

由实验得到,内直外旋燃尽风喷口的阻力随叶片角度的减小而降低,且喷口中心风道和外环风道流量之比也随叶片角度的减小而减小,使得更多的空气进入外环风道形成旋流,然而,弯曲叶片角度变小时,旋流强度也减小。对保持中心风道和外环风道尺寸不变,不同叶片角度下燃尽风喷口冷态工况下的旋转动量矩和轴向动量进行测量,并依据模化关系,计算实际风箱压力 1 000 Pa、风温 615 K 时,主燃区燃尽风的旋转动量矩、轴向动量在不同叶片角度下的值以便比较,结果如图4所示:内直流外旋流的燃尽风喷口旋转动量矩与叶片角度呈正比,轴向动量与叶片角度呈反比。叶片角度的变化主要调节能量在旋转动能和直流动能间的分配,表现在炉内热工过程中就是燃尽风射流沿宽度方向上的搅混能力和射流对主流烟气的穿透能力间的分配。因此,在实际中应优化叶片角度,从而提供合适的轴向动量和旋转动量矩,以实现内直外旋燃尽风喷口的最优化设计。这涉及到燃尽风从喷口喷出进入炉膛后的流动情况。由于试验条件的限制,燃尽风出口射流流场的研究将通过数值模拟方法实现。

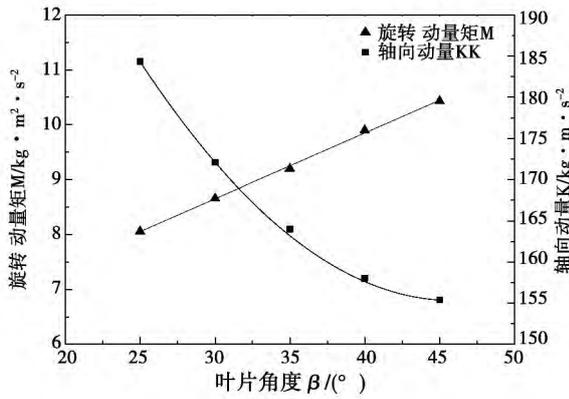


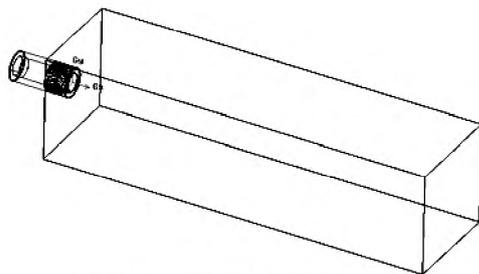
图 4 相同风箱压力下燃尽风旋转动量矩和轴向动量与叶片角度关系

Fig. 4 Relationship of the rotary moment and axial momentum of the OFA with the angle of the blades at a same pressure in the air box

3 燃尽风出口射流的数值模拟

3.1 物理模型及数学模型

计算域为单个内直外旋燃尽风喷口,以及两个燃尽风喷口之间的风箱及炉膛区域。采用结构化网格划分方式。总网格数为 285 万左右。计算域(省略风箱部分)及喷口局部网格如图 5 所示。



燃尽风喷口计算域(省略风箱部分)



喷口局部网格情况

图 5 燃尽风喷口数值计算模型

Fig. 5 Model for numerically calculating the OFA spout

采用 CFD 软件对燃尽风喷口的湍流流动过程进行模拟,按不可压稳态流动湍流模拟采用 RNG $k-\epsilon$ 模型。

3.2 计算模型准确性的验证

利用热线风速仪分别测量了叶片角度为 25° 、 35° 和 45° 时燃尽风喷口出口处 $2 \times 2 \text{ m}$ 处轴向速度和切向速度,并通过飘带观察燃烧器的扩展角,以便将试验结果和数值模拟结果进行比较。

图 6 和图 7 是以叶片角度 45° 为例,比较喷口出口处轴向和切向速度数值的模拟结果与试验测量结果。由图可见,数值模拟计算所得的切向速度、轴向速度分布与冷态试验基本吻合,表明所建立的燃尽风喷口数值模型可以比较准确的模拟实际情况。

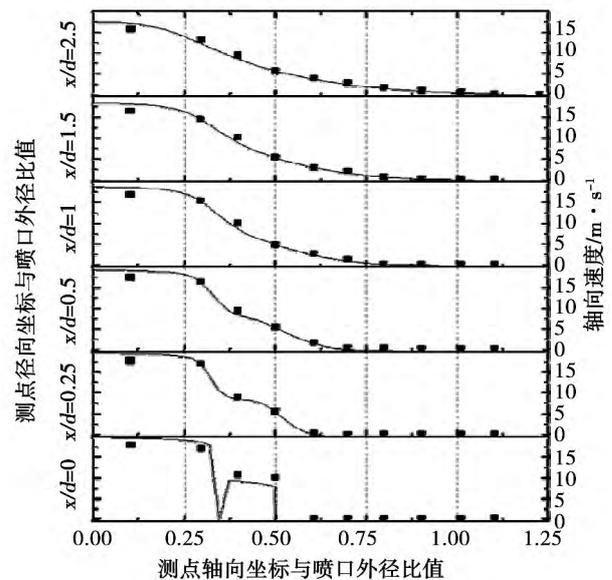


图 6 喷口出口轴向速度实验值与数值模拟结果比较

Fig. 6 Comparison of the test value of the axial velocity at the outlet of the spout with the numerical simulation result

3.3 叶片角度对燃烧器出口流场的影响

应用前述数值模型计算锅炉实际运行工况下(风箱压力 1000 Pa 、燃尽风温 615 K)时,不同叶片角度的主燃区燃尽风喷口轴向动量及旋转动量矩沿入射深度方向上的分布,分别如图 8、图 9 所示。图 8 结果表明:对冲的燃尽风射流在炉膛中心轴向动量趋近于零,呈滞止状态。该处烟气的混合主要依靠燃尽风沿宽度方向上的搅浑能力,与此处燃尽风射流残留的旋转动量矩有关。在燃尽风射流到达

之前,叶片角度越小,燃尽风射流轴向动量越大,对主流烟气的穿透效果越好。

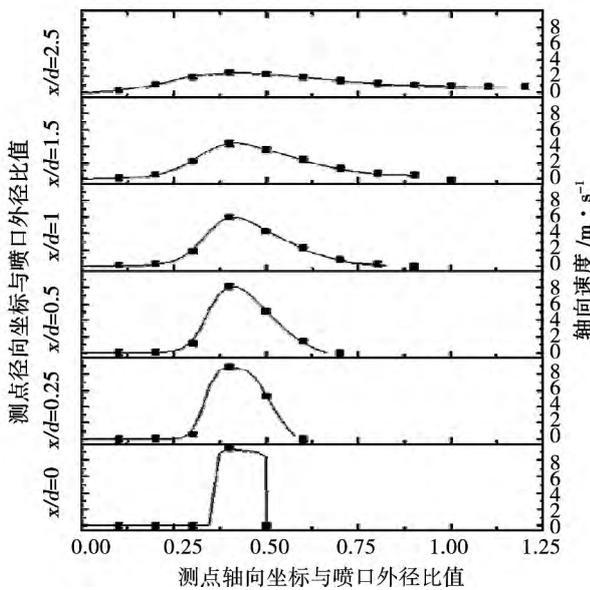


图7 喷嘴出口切向速度实验值与数值模拟结果比较

Fig. 7 Comparison of the test value of the tangential velocity at the outlet of the spout with the numerical simulation result

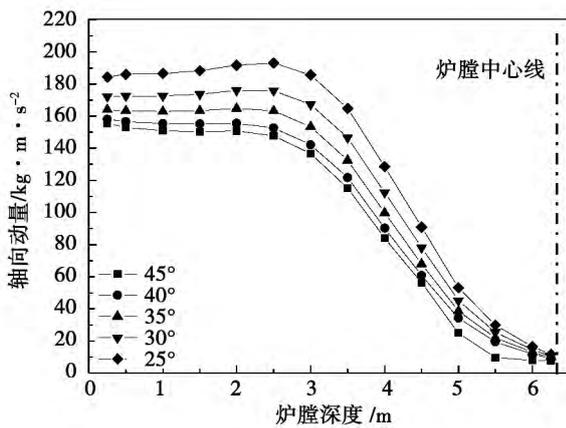


图8 不同叶片角度喷嘴轴向动量沿入射深度的变化情况

Fig. 8 Changes in the axial momentum of the OFA at the outlet of the spout along the incidence depth direction at various angles of the blade

图9表明,虽然燃尽风喷嘴入口处的旋转动量矩与叶片角度呈正相关,但在燃尽风射流入射深度达到一定值以后反而表现出旋转动量矩与叶片角度呈反相关的状态。通过联系轴向动量与叶片角度的

关系,归纳得出:增大内直外旋的燃尽风喷嘴叶片角度,燃尽风射流对主流的穿透效果越差,影响了旋转动量矩沿入射方向上的传递,加速其衰减,反而降低了燃尽风射流对炉膛中心区域沿宽度方向上的搅混能力。

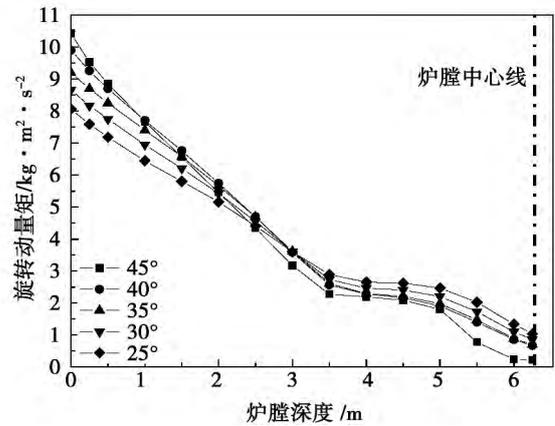


图9 不同叶片角度喷嘴旋转动量矩沿入射深度的变化情况

Fig. 9 Changes in the rotary moment of the OFA at the outlet of the spout along the incidence depth direction at various angles of the blade

数值模拟结果表明,当内直外旋燃尽风喷嘴叶片角度为25°-30°时,燃尽风出口射流的旋转动量矩衰减较慢,旋转动能可有效传递值炉膛中心,使得此处的可燃物质与空气充分混合,保证燃尽度。

4 结 论

(1) 叶片阻力系数实验值与理论值 $\xi = (1 + k\beta) (1 + \text{tg}^2\beta)$ 在数值上差异较大,且无法通过单纯改变 k 值的取值范围来使计算值趋近实验值。说明单一的 k 值无法准确反映叶片高度、个数、厚度、遮盖度、弯曲半径等参数对叶片阻力系数的综合影响,故叶片实际的阻力应以实验值为准。

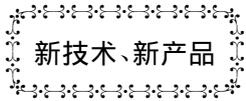
(2) 内直流外旋流的燃尽风喷嘴旋转动量矩和轴向动量与叶片角度有关。叶片角度的变化可以调节能量在旋转动能和直流动能间的分配,表现对炉内热工过程的影响就是燃尽风射流沿宽度方向上的搅混能力和射流对主流烟气的穿透能力间的分配。因此,在实际中应优化叶片角度,从而提供合适的轴向动量和旋转动量矩,以实现内直外旋燃尽风喷嘴的最优化设计。

(3) 当内直外旋燃尽风喷口叶片角度为 $25^{\circ} - 30^{\circ}$ 时, 燃尽风出口射流的旋转动量矩衰减较慢, 旋转动能可有效传递值炉膛中心, 使得此处的可燃物质与空气充分混合, 保证燃尽度。

参考文献:

- [1] 刘鹏远, 肖宏博, 谢明均, 等. FW 型 600 MW 超临界 W 火焰锅炉燃烧优化试验[J]. 电站系统工程, 2012, 28(6): 29-31.
LIU Peng-yuan, XIAO Hong-bo, XIE Ming-jun, et al. Combustion optimization experiment of a 600 MW FW type supercritical W flame boiler[J]. Power Plant System Engineering, 2012, 28(6): 29-31.
- [2] 陈 墨. 1 025 t/h W 型火焰锅炉燃尽风参数优化[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2011.
CHEN Zhao. Parameter optimization of the OFA of a 1 025 t/h W-shaped flame boiler[D]. Harbin: dissertation for master's degree, Harbin Institute of Technology, 2011.
- [3] 何佩鳌, 赵仲琥, 秦裕琨. 煤粉燃烧器设计及运行[M]. 北京: 机械工业出版社, 1987.
HE Pei-ao, ZHAO Zhong-hu, QIN Yu-kun. Design and operation of pulverized coal burners[M]. Beijing: China Machine Industry Press, 1987.
- [4] 杨连杰. 35 t/h 锅炉中心给粉旋流燃烧器单相流动特性的试验研究[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2011.
YANG Lian-jie. Experimental study of the single-phase flow characteristics of the pulverized coal central-feeding swirling burners of a 35t/h boiler[M]. Harbin: dissertation for master's degree, Harbin Institute of Technology, 2011.

(陈 滨 编辑)



2014GTW 简单循环技术规范

据《Gas Turbine World》2014 年 1-2 月刊发布了 2014 年度燃气轮机简单循环技术规范。

介绍了世界各国各燃机制造公司的各型燃气轮机产品, 叙述了各型燃气轮机的设计性能及规范, 包括首台可用年份、ISO 条件下基本负荷额定功率、热耗率、效率、压气机压比、质量流量、涡轮转速、排气温度、以及燃气轮机的重量和尺寸。

在注解一栏中还对这些燃机是否使用双燃料燃烧器、标准燃烧室、干式低 NO_x 燃烧室、干式低排放、 NO_x 排放、喷水、蒸汽回注、天然气燃料和双燃料、回热、拖车装载、60 Hz 或 50 Hz、可用于 50 Hz 或 60 Hz、低热值燃料等情况作了补充说明。

2012 年推出新机组包括功率达 6 520 kW 和效率达 32.0% 的 MGT6100、功率达 14 400 kW 和效率达 35.4% 的 CX400、功率达 30 120 kW 效率达 40.1% 的 L30A、功率达 37 031 kW 和效率达 39.5% 的 SGT-750、功率达 202 700 kW 和效率达 38.0% 的 GT13E2 以及功率达 275 000 kW 和效率达 41.4% 的 7HA0.1。

2013 年推出的新机组是功率达 25 500 kW 和效率达 37.2% 的 GTU-25PA。

(吉桂明 摘译)

数据驱动的 BFG/Coal 混烧锅炉热效率建模与优化操作 = **Thermal Efficiency Modeling of a BFG(Blast Furnace Gas) /Coal Blended Combustion Boiler Driven by Data and Its Optimized Operation** [刊, 汉]

WANG Jian-guo ,CHENG Hua-li ,XIAO Qian-ping ,MA Shi-wei (Shanghai Key Laboratory on Power Plant Automation Technology ,College of Electromechanical Engineering and Automation ,Shanghai University ,Shanghai ,China , Post Code: 200072) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 29(5) . -544 -548

Based on the practical data for operation ,put forward was tactics for thermal efficiency modeling of a blended combustion boiler driven by data and its optimized operations. Firstly ,the process input variables were converted into three derivative variables of physical statistical significance. Then ,the non-negative garrote (NNG) variable selective algorithm and the self-regressive integral moving average (ARIMA) correction algorithm were introduced and a self-adaptive modeling method was given. Finally ,the tactics for optimizing the operation of blended combustion boilers based on the model in question was put forward and used for optimization of operation of boilers. It has been found that the blended combustion boilers using the tactics for optimizing the operation based on the model enjoy a relatively big energy-saving space and the average increase of the thermal efficiency is 0.32% . **Key Words:** multi-fuel boiler ,thermal efficiency ,non-negative garrote (NNG) ,variable selection ,data driving

DBEL 型 W 火焰锅炉燃尽风喷口设计 = **Design of the OFA (Over-fired Air) Spout of a DBEL(Doosan Babcock Energy Limited) Type W-shaped Flame Boiler** [刊, 汉]

HAN Hai-yan ,LIU Peng-yuan (Huadian Electric Power Science Research Institute ,Hangzhou ,China ,Post Code: 310030) ,LI Tong-ce (Guizhou Wujiang Hydropower Development Co. Ltd. ,Guiyang ,China ,Post Code: 550002) ,REN Xiao-han (National Key Laboratory on Coal-fired Pollutant Emissions Reduction Engineering ,College of Energy Science and Engineering ,Harbin Institute of Technology ,Harbin ,China ,Post Code: 150001) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2014 , 29(5) . -548 -553

The W-shaped flame boiler technology developed by Doosan Babcock Co. Ltd. makes it impossible to set up a separate regulation device to regulate the swirling intensity at the OFA spout forming an once-through flow inside and swirling flow outside due to the restriction of such factors as the structure of the boilers and the location of the air box and in such a case a higher requirement is set for the design of the structure of the OFA spout. By utilizing the cold-state modeling test and the CFD numerical simulation software ,the authors obtained the resistance and flow characteristics of the OFA spout ,making the OFA to match with the thermal process of the boilers and realize the aim of enclosing the mainstream flue gases and securing the combustion efficiency. The application results show that when the inclusive angle of the blades and the axial line is 25° to 30° ,the rotating momentum torque of the jet flow

at the outlet of the OFA spout will attenuate relatively slow and the rotating kinetic energy can be effectively transferred to the furnace center, thus making the combustible substances and air thereto sufficiently mixed and ensuring a burn-out degree. **Key Words:** W-shaped flame boiler, OFA spout, experimental study, numerical simulation

颗粒粒径对层燃炉煤层 NO_x 析出影响的研究 = **Study of the Influence of the Particle Diameter on the Precipitation of NO_x from the Coal Bed of a Laminar Combustion Boiler** [刊, 汉] DU Hai-liang, ZHANG Pin, LUO Yong-hao, CAO Yang (Thermal Energy Engineering Research Institute, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China, Post Code: 200240) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(5). - 554 - 560

To investigate the influence of the coal particle diameter on the precipitation of NO_x from the coal bed of a laminar combustion boiler, a series of combustion test of different coal ranks at various particle diameters (5 to 10 mm and 12 to 20 mm) was carried out on a laminar combustion monoblock test stand. During the test, the NO_x concentration on the surface of the coal bed and O_2 , CO_2 , CO and H_2 concentration were tested and the influence of the particle diameter on the combustion characteristics of the laminar combustion boiler and its NO_x precipitation characteristics as well as the influence of CO on the NO_x precipitation characteristics were contrasted and analyzed. It has been found that the NO_x concentration along the direction of the chain grate features a dual-peak distribution and the first peak value is bigger than the second one. During the initial combustion time period, the volatile nitrogen was oxidized to form a great quantity of NO_x and the coal particles in small diameters delayed the combustion time duration while the diffusion coefficient of the ash bed formed by the coal particles in big diameters was smaller. Therefore, fewer NO_x was separated out in the earlier stage of the combustion, however, more NO_x was precipitated in the latter stage. The CO and NO_x on the coal bed enjoyed a very good correlation and the peak value of CO concentration corresponded to the valley value of NO_x concentration. CO intensified the heterogeneous reduction reaction of coke and NO . **Key Words:** laminar combustion boiler, NO_x , particle diameter, experimental study

固体燃料在 O_2 气氛下气化特性研究 = **Study of the Gasification Characteristics of Solid Fuels in O_2 Atmosphere** [刊, 汉] ZHU Lin, FAN Jun-ming (College of Chemistry and Chemical Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu, China, Post Code: 610500) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(5). - 561 - 566

Based on the Gibbs free energy minimization theory and Van Krevelen coordinates, studied were the gasification characteristics of various solid fuels in the oxygen atmosphere when the fuels were fully gasified. It has been found that when the solid fuels are fully gasified, the variation ranges of CO , CO_2 , H_2 and H_2O mole fraction are 0.4 to