

并联双速双流化床粗细颗粒交换特性研究

双伟, 卢啸风, 何洪浩, 王泉海

(重庆大学 低品位能源利用技术及系统教育部重点实验室, 重庆 400044)

摘要: 提出一种并联双速双流化床技术, 并对其粗、细颗粒的交换特性进行了冷态实验研究。研究表明, 不同的运行参数和结构参数都会对颗粒的定向交换造成影响, 但对不同粒径影响的程度不同。风速对 0.6 mm 以下细颗粒交换率影响显著, 最大可达 -100% (全部交换); 隔墙高度与粗床床层高度之差在 200-250 mm 左右时, 颗粒定向交换效果达到最佳: 粗床中 0.6 mm 以下颗粒减少了近 70-80%, 而 3 mm 以上颗粒减少量几乎为零; 细床床层高度增加到一定值后, 会出现细颗粒的“倒灌”现象; 各工况下, 细床床料的平均粒径最大值仅为 0.55 mm。

关键词: 循环流化床; 并联; 双速; 双床; 颗粒交换

中图分类号: TK229.6⁺6 文献标识码: A

引言

循环流化床锅炉(CFB)以其优越的燃料适应性及较好的污染物排放性能, 越来越受到工业燃煤锅炉领域的认可, 尤其在燃烧低热值的煤矸石技术方面较其它技术具有明显的优势^[1]。但传统燃煤矸石的CFB工业锅炉技术还存在着以下困难: 首先, 燃烧效率较低^[2-3], 这是因为燃用高灰分的低热值煤矸石时, 飞灰量大, 同时受工业锅炉的高度限制, 飞灰在炉膛中通过的时间短, 所以含碳量高, 造成飞灰 Q_4 损失较大。同时, 燃用煤矸石的CFB工业锅炉的排渣量大且频率高, 粗颗粒在炉膛中的燃烧时间短, 造成底渣含碳量较高, 因而其底渣 Q_4 也较大。其次, 炉内受热面磨损严重^[4], 这主要是由于煤矸石硬度高、难破碎, 造成入炉煤平均粒径大, 且受热面的磨损与运行风速的三次方、颗粒粒径的平方成正比。因此燃用煤矸石时炉膛下部受热面磨损相当严重。最后, 燃烧煤矸石时, 由于煤矸石热值变化而造成的床温控制问题, 也是一个急需研究解决

的问题, 如果能在运行中控制炉内密相区的热交换, 则可解决低热值煤矸石的燃烧稳定性问题。

为解决以上问题, 本研究提出一种并联双速双流化床技术, 即将流化床锅炉的炉膛用中隔墙分为两部分: 一部分运行在高流化风速状态, 用于燃烧粗颗粒燃料, 另一部分则运行在低流化风速状态, 用于燃烧细颗粒燃料。入炉燃料从高速的粗颗粒流化床(以下简称粗床)一侧进入炉膛后在高速流化风的作用下, 大部分细颗粒被交换至细颗粒流化床(以下简称细床)一侧燃烧、换热, 再返回粗床, 仅有少部分形成循环灰或飞灰。即通过增强内循环的方式来减少离开炉膛的飞灰量, 同时使细颗粒形成密相鼓泡床燃烧, 从而显著增加了细颗粒在炉内高温环境下的燃烧时间。由于细床内颗粒粒径小, 流化风速低, 将埋管受热面布置在细床中, 能明显减小磨损。粗颗粒继续留在没有受热面且流化风速较高的粗床中, 粗床燃烧温度较高, 能最大限度的燃烧粗颗粒。运行中可根据入炉煤矸石的热值变化, 通过控制细颗粒床料的流动方向(由粗床进入细床或相反), 以维持粗床密相区的燃烧温度, 从而保证燃烧稳定性。

因此该技术的关键在于实现粗、细颗粒流动方向及流量可控, 即运行过程中能根据床温变化, 使细颗粒能可控的从粗床中交换至细床中, 而粗颗粒最大限度的保存在粗床中。目前国内外关于双流化床技术的研究, 多为生物质气化、“裤衩腿”两炉膛的“翻床”及床压稳定性方面^[5-10], 主要针对单流化风速条件下并联双床的气固流动特性研究。也有进行并联双速床气固流动特性方面的研究报道^[11], 但研究工作并未涉及粗、细颗粒床料的交换问题。本研究着重分析宽筛分床料中粗、细颗粒在并联双速双流化床中的双向交换方式和交换强度。

收稿日期: 2013-07-03; 修订日期: 2013-08-05

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(XDA07030100)

作者简介: 双伟(1987-), 男, 四川成都人, 重庆大学硕士研究生。

1 实验概况

1.1 冷态实验系统

冷态实验装置系统如图 1 所示,整个系统包括空气压缩机、空气稳压罐、联箱、管道、流量计、风室及流化床主体。试验台本体由有机玻璃组成。主床尺寸为 640 mm × 660 mm × 2 500 mm,其中粗细流化床的平面尺寸均为 310 mm × 660 mm,隔墙采用模块化有机玻璃,高度可调。

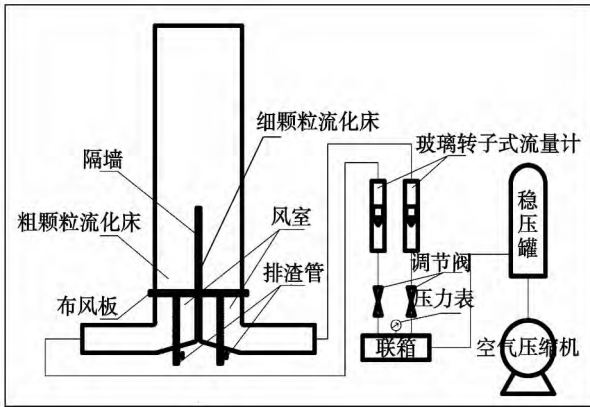


图 1 冷态实验装置系统图

Fig. 1 Systematic diagram of the cold-state test device

1.2 实验方法

实验所用粗床床料为筛分后的实际 CFB 工业锅炉主床料(考虑到冷态下流化风的携带能力有限,去除了 3 mm 以上的粗颗粒),细床床料为筛分后的实际 CFB 工业锅炉循环灰,它们的主要物理性质、粒径配比如表 1、表 2 所示。实验床料的临界流化风速由冷态流化特性试验来确定,细床的临界流化风速 u_{1mf} 为 0.1 m/s、粗床的临界流化风速 u_{2mf} 为 0.45 m/s。

表 1 床料物理性质

Tab. 1 Physical properties of the bed material

参数	粗床床料	细床床料
真实密度 $\rho_s / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	2 531	2 496
堆积密度 $\rho_b / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	1 645	1 931
平均粒径 d_p / mm	1.207 5	0.375

实验通过分析粗床各粒径段颗粒质量变化率

$$P_m \left(P_m = \frac{m_{后} - m_{前}}{m_{前}} \times 100\% \right), m_{前} \text{ — 某段粒径实验前的质量, } m_{后} \text{ — 试验后的质量, } P_m \text{ 值为正表示某}$$

段粒径试验后质量增加,为负则表示质量减少)及试验后粗细床的质量平均粒径 d_m 来评价颗粒交换效果。在实验连续运行 3 min 达到稳定状态后(连续运行 3 min 后,经称量发现粗细床中各粒径的质量已不再发生变化,认为两床之间颗粒交换达到稳定状态),对两床床料用标准筛进行筛分,精确称量,并计算得出 P_m 和 d_m (试验中发现粗、细床中各粒径段物料增加或者减少的量几乎完全相对应,因此对于 P_m 的研究只需考察粗床即可)。

表 2 床料粒径配比

Tab. 2 Proportion of the bed material in various particle diameters

粒径/mm	粗床床料/%	细床床料/%
0 - 0.6	10	80
0.6 - 0.75	30	20
0.75 - 1	20	
1 - 3	40	

粗、细两床之间的颗粒交换效果受多种因素的影响,本研究主要针对粗床流化风速 u_2 、细床床层高度 H_1 、隔墙高度 H_0 与粗床床层高度 H_2 的高度差 ΔH ($\Delta H = H_0 - H_2$) 对颗粒交换的影响进行了实验研究。实验过程中,细床一直保持鼓泡床流化状态, $u_1 = 0.27 \text{ m/s}$ 。实验的工况如表 3 所示。

表 3 实验工况

Tab. 3 Test condition

工况	$u_2 / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\Delta H / \text{mm}$	H_2 / mm
1	0.63、1.05、1.29、 1.54、1.72、2.03	200	60
2	1.29	150、200、 250、350	60
3	1.29	200	60、100、130、 160、200、250

2 实验结果及分析

由颗粒迁移理论可知颗粒在两床之间交换的主要原因为两个床层上部之间存在的静压差^[12],颗粒从静压高的一侧往静压低的一侧迁移。试验中观察到,颗粒交换同时存在两种方式:单颗粒交换方式和颗粒团簇交换方式,且颗粒越细,越易以团簇方式交换,颗粒越粗越易以单颗粒方式交换。

2.1 运行过程中粗、细床床层压降的变化

粗、细床运行过程中床层压降的变化如图 2 所

示。粗、细床风速分别为 1.29 m/s、0.27 m/s,床层高度均为 60 mm,隔墙高度为 260 mm 时,试验时间在 3 min 左右内两床床层压降随时间的变化曲线。从图中可以看出由于细床维持在鼓泡流化床状态,床层压降波动较小且随时间的增加先增大后逐渐趋于平稳,这主要是由于粗床的床料交换至细床后增加了细床的床层高度,当颗粒交换达到稳定状态后(150 s 左右时)粗床交换至细床的颗粒不再增加,因此细床床层压降不再变化。由于粗床流化风速高,床层压降波动非常大,但从图中也可以看出粗床的平均床层压降随着时间的增加先略有降低后趋于平稳。从图中还可以看出,两条曲线的偏差仅在 50 Pa 以内,因此粗、细流化床内的流化状况在颗粒交换过程中保持不变。

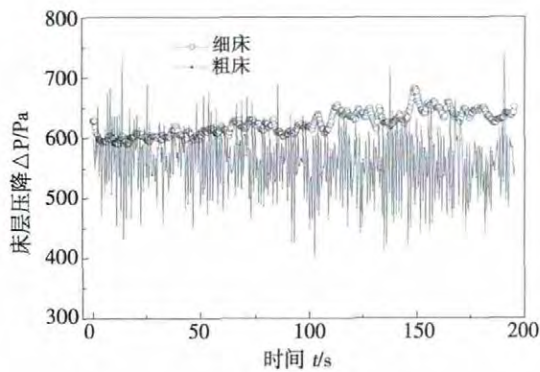


图 2 粗、细床层压降曲线

Fig. 2 Curves showing the pressure drops of the coarse and fine material bed

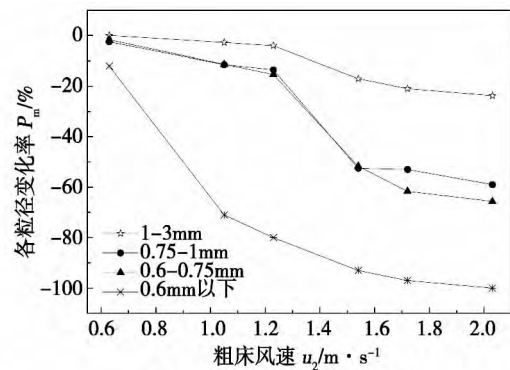
2.2 粗、细床床层的膨胀特性

由于各试验工况下细床流化风速恒定且维持在鼓泡流化床状态,因此细床膨胀高度随着细床床层高度的增加而增加,但高度有限,各实验工况下均低于隔墙高度,从而保证细床中的颗粒不会以溢流方式进入粗床。粗床由于风速较高,床内湍流度较大,难以测量粗床膨胀高度,从实验中观察得出粗床的密相区表面远低于隔墙高度,所以从粗床交换至细床中的颗粒只能以扬析夹带方式。

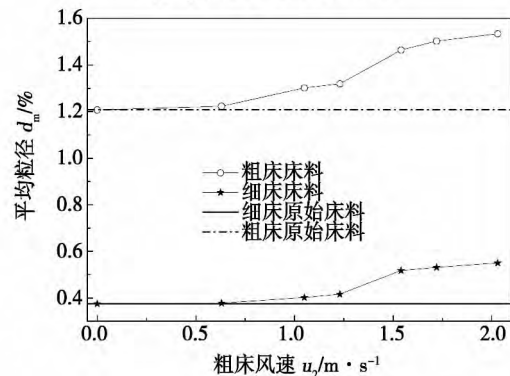
2.3 粗床流化风速对颗粒交换特性的影响

粗床流化风速 u_2 对颗粒交换的影响如图 3 所示。从图 3(a) 中可以看出随着风速的增加 P_m 随之减小,且粒径越小 P_m 减小越快,说明随风速的增加粗床中粒径越小的颗粒交换到细床中的量越大。 u_2 大于 1.72 m/s 后 0.6 mm 以下颗粒的 P_m 已接近 -100%, 而 1-3

mm 颗粒的 P_m 仅为不到 -20%。分析认为细颗粒交换量的增加是由于随着风速的增加,气泡产生的频率、合并数目增大后,最终到达床层表面的气泡尺寸增大,破裂后在上升气流的作用下大量卷吸周围被扬析起来的细颗粒而形成的颗粒团变大,造成细颗粒交换量增大;而粗颗粒交换量的增加主要是由于随着风速的增加,以单颗粒形式交换的粗颗粒其所获得的能量增大,扬析高度增高,颗粒交换量增加。由于交换方式的不同,从粗床中交换到细床中的物料以细颗粒为主,大部分粗颗粒继续维持在粗床中,从而保证了粗、细颗粒的分床流化。



(a) u_2 对粗床各粒径段的影响



(b) u_2 对平均粒径的影响

图 3 粗床不同流化风速对床料颗粒交换的影响

Fig. 3 Influence of the fluidized air speed on the coarse material bed on the exchange of particles of the bed material

图 3(b) 中可以看出,由于粗床中的大部分细颗粒和少部分粗颗粒交换至细床中从而导致了粗、细床的 d_m 都随着 u_2 的增加而增大。但即使 u_2 为实验最高风速 2.03 m/s 时,细床的 d_m 仅为 0.55 mm,如果安装埋管,能保证其受到极小的磨损。同时随着 u_2 的增加,粗床的 d_m 随 u_2 的增加而持续增加,最大达到 1.53 mm。

2.4 隔墙与粗床床层高度差对颗粒交换特性的影响

隔墙高度与粗床床层高度差 ΔH 对颗粒交换的影响如图 4 所示。由图 4 (a) 不难看出, 0.6 mm 以下颗粒的 P_m 在 ΔH 小于 200 mm 时几乎不变, ΔH 超过 200 mm 后 P_m 快速增加, 这是由于在定风速下, 细颗粒团(0.6 mm 以下)的平均扬析高度是一定的, ΔH 只有在超过这一高度时, 才会对细颗粒团的颗粒交换造成影响。图 4 (a) 中 0.6 mm 以上颗粒的 P_m 值随着 ΔH 的增大持续增大, 当达到 250 mm 时 P_m 值已经稳定且接近 0, 这是由于实验观测到 0.6 mm 以上的颗粒仅有少部分以团簇方式进行交换, 以单颗粒方式进行交换的颗粒居多, 一定风速下单颗粒所获得的能量一定, 扬析高度也一定。因此随着 ΔH 的增加, 就会有越来越多颗粒的扬析高度低于隔墙高度, 不能迁移至细床, 造成颗粒交换量随 ΔH 的增加而减小。

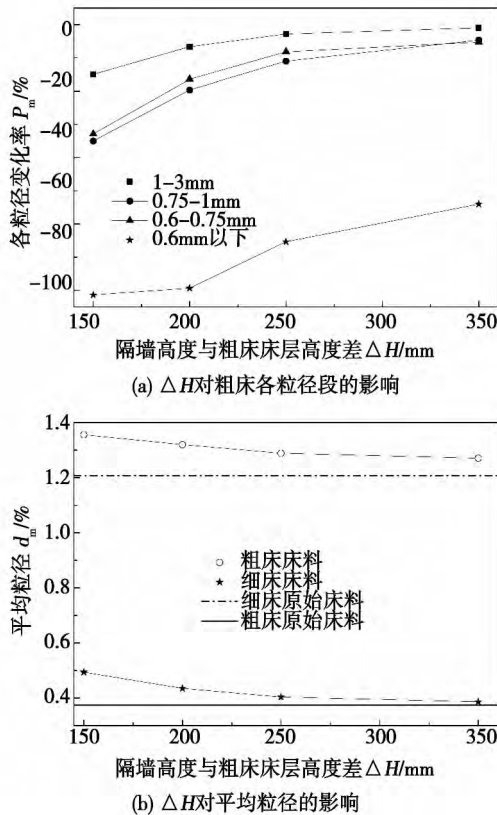


图 4 隔墙与粗床高度差 ΔH 对床料颗粒交换的影响

Fig.4 Influence of the height difference ΔH between the partition wall and the coarse material bed on the exchange of particles of the bed material

图 4 (b) 中粗细床的平均粒径都随 ΔH 的增加而减小, 这是由随 ΔH 的增加交换到细床中的粗、细颗粒均减小造成的。虽然 ΔH 的增大可以同时减少粗、细两部分颗粒的交换量, 但由于其减少程度不同, 必然存在一个最佳值。结合图 4 (a) 可以得出: 只有当 ΔH 在 200 - 250 mm 时, 才能最大限度的增加细颗粒(0.6 mm 以下)的交换量的同时也最大限度的减小粗颗粒(0.6 mm 以上)的交换量。

2.5 细床床层高度对颗粒交换特性的影响

细床床层高度 H_1 对颗粒交换特性的影响如图 5 所示。可以看出, 随着 H_1 的增加, 0.75 mm 以上的颗粒的 P_m 几乎没有变化, 这是因为这部分颗粒交换至细床后, 由于细床风速低, 主要集中在细床床层底部流化, 不会随着细床床高的增加而反向交换至粗床中。

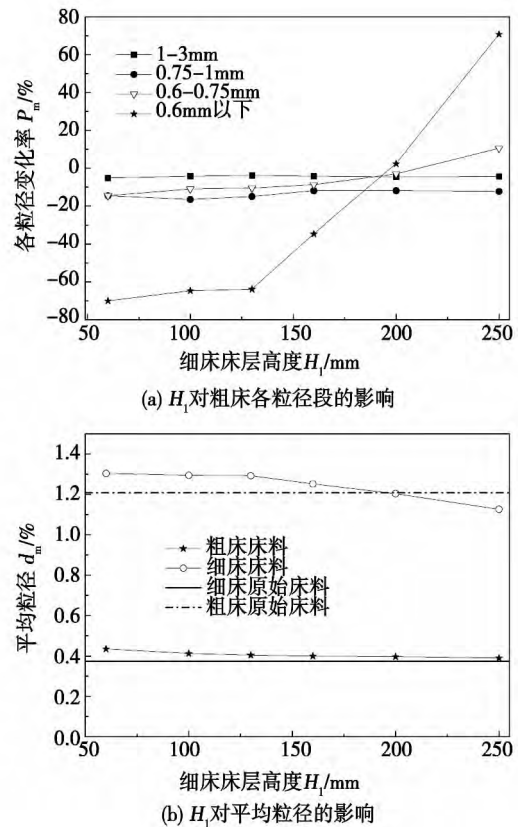


图 5 细床床层高度对床料颗粒交换的影响

Fig.5 Influence of the height of the fine material bed on the exchange of particles of the bed material

粗床中 0.6 - 0.75 mm 颗粒在 H_1 小于 160 mm 时 P_m 几乎保持稳定, 表明此时这部分颗粒还只能正向从粗床交换至细床中; 当 H_1 大于 160 mm 后, P_m 开始随之增加而增加, 表明此时细床中 0.6 - 0.75

mm 颗粒开始反向交换至粗床中; 当 H_1 达到 200 mm 时 $P_m = 0$ 表明 0.6 - 0.75 mm 颗粒的正反向交换达到平衡。 H_1 继续增大, 则反向大于正向颗粒交换量, 此时 $P_m > 0$ 。

随着 H_1 的增加 0.6 mm 以下颗粒 P_m 变化最为明显, 如图 5(a) 所示 H_1 大于 130 mm 后, 细床反向交换至粗床中的这部分颗粒明显增加; $H_1 = 200$ mm 时, 这部分颗粒 $P_m = 0$, 即正反向颗粒交换量达到平衡, 当 $H_1 = 250$ mm 时 0.6 mm 以下颗粒 P_m 已经达到 +70% 左右。

如图 5(b) 中 $H_1 = 200$ mm 时, 粗床 d_m 与原始值相同; $H_1 = 250$ mm 时, 由于大量 0.6 mm 以下细颗粒反向交换至粗床, 造成粗床 d_m 低于原始床料 d_m 。0.6 mm 以下颗粒的这种从细床往粗床“倒灌”的现象, 实际运行中可以解决粗床由于未布置埋管受热面而造成的床温偏高问题。

煤矸石的热值波动大, 当入炉煤某个工况下热值相对较高时, 可能会引起粗床超温, 但由于细床中温度较低的细颗粒不断的“倒灌”, 会起到很好的温度调节作用。而入炉煤热值较低, 造成粗床温度降低比较明显时, 可单独排放一部分细床床料以降低细床床层高度, 避免这种“倒灌”现象加剧粗床炉温的降低, 从而维持粗床中的燃烧温度。

3 结论

提出了一种新型并联双速双流化床燃烧技术并在冷态试验台进行了颗粒交换特性研究, 得出结论:

(1) 实验观察到, 并联双速双流化床的两床之间的颗粒交换存在两种方式: 单颗粒交换方式和团簇交换方式。风速越大, 团簇越大; 颗粒越粗, 以单颗粒方式交换越多; 颗粒越细, 以团簇方式交换越多。

(2) 实验发现 u_2 、 ΔH 以及 H_1 的变化都会影响颗粒的交换量, 但对不同的粒径的颗粒影响不同。 u_2 增大到一定值后 0.6 mm 以下颗粒的交换率能达到 -100%; ΔH 为 200 mm - 250 mm 时, 能最大限度的增加细颗粒交换量的同时最大限度的降低粗颗粒交换量: 0.6 mm 以下颗粒减少了近 70% - 80%, 而 3 mm 以上颗粒减少量几乎为零。 H_1 增加到一定值后, 会出现细颗粒的“倒灌”现象。

(3) 实验得出, 各工况下 0.6 mm 以下的细颗粒的交换比例最大, 说明并联双速双流化床技术具

有很好的颗粒交换效果, 且颗粒交换方向、强度基本可控, 因此实际运行过程中可以较好的实现粗细颗粒的分床流化、稳定燃烧。

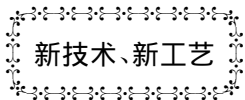
(4) 各试验工况下细床的平均粒径最大值仅为 0.55 mm, 且细床维持在鼓泡流化床状态, 不仅能延长细颗粒在床内的停留时间, 如果将埋管受热面布置于细床中, 其所受到的磨损也非常有限。

参考文献:

- [1] 熊飞, 王金华. 煤矸石电厂及劣质煤的合理利用[J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(8): 4-6.
XIONG Fei, WANG Jin-hua. Gangue power plant and rational utilization of low-quality coal[J]. Coal Science and Technology, 2004, 32(8): 4-6.
- [2] 姜兴华. 循环流化床锅炉燃烧煤矸石的研究及应用[J]. 科技资讯, 2009(29): 107-108.
JIANG Xing-hua. Research and applications of CFB boilers burning gangue[J]. Science & Technology Information, 2009(29): 107-108.
- [3] 陈文峰, 和文强, 白文海. 提高 CFB 锅炉煤矸石利用率[J]. 节能, 2009(5): 53-55.
CHEN Wen-feng, HE Wen-qiang, BAI Wen-hai. Enhancement of the utilization rate of gangue in CFB boilers[J]. Energy Conservation, 2009(5): 53-55.
- [4] 李启超, 贾宝鹏, 贾曼. 浅谈燃煤煤矸石 CFB 锅炉的防磨措施和施工工艺[J]. 内蒙古科技与经济, 2010(9): 77-78.
LI Qi-chao, JIA Bao-peng, JIA Man. Introduction of the prevention measures and construction techniques of abrasion in CFB boilers burning coal gangue[J]. Inner Mongolia Science, Technology & Economy, 2010(9): 77-78.
- [5] XU Guang-wen, Takahifo Murakami, Toshiyuki Suda, et al. Two-stage dual fluidized bed gasification: Its conception and application to biomass[J]. Fuel Processing Technology, 2009, 90: 137-144.
- [6] 李晶晶, 吕俊复, 龚鹏, 等. 大型循环流化床锅炉炉膛内床压摆动的机理[J]. 动力工程学报, 2013, 33(4): 245-249.
LI Jing-jing, LU Jun-fu, GONG Peng, et al. Mechanism governing the bed pressure fluctuation in the furnace of a large-sized CFB boiler[J]. Journal of Power Engineering, 2013, 33(4): 245-249.
- [7] 杨志伟, 王哲, 李政, 等. 裤衩腿循环流化床“翻床”过程影响因素的研究[J]. 动力工程学报, 2010, 30(12): 904-908.
YANG Zhi-wei, WANG Zhe, LI Zheng, et al. Study of factors influencing the “bed-turning-over” process of a breeches-leg circulating fluidized bed[J]. Journal of Power Engineering, 2010, 30(12): 904-908.
- [8] WANG Zhe, SUN Ji-ning, YANG Zhi-wei, et al. Bed-invento-ry or-

- vertum mechanism for pant-leg circulating fluidized bed boilers [J]. Powder Technology 2011 (214): 469 - 476.
- [9] LI Jin-jing ,WANG Wei ,YANG Hai-rui ,et al. Bed inventory over-turn in a circulating fluid bed riser with pant-leg structure [J]. Energy & Fuels 2009(23): 2565 - 2569.
- [10] YANG Chun-zhen ,DUAN Yu-feng ,HU Haitao ,et al. Pressure fluctuation analysis of solid exchange in a dual-leg fluidized bed [J]. Powder Technology 2012 (224): 69 - 75.
- [11] 秦 兵 陈晗霞 邓 勇. 高低差速床锅炉内循环流体动力特性及技术特点[J]. 工业锅炉 2007(3): 22 - 25.
- QIN Bing ,CHEN Han-xia ,DENG Yong. Dynamic characteristics and technical features of the cyclic fluid in a high-low speed differential bed boiler [J]. Industrial Boiler 2007(3): 22 - 25.
- [12] LI Jin-jing ZHANG Hai ,YANG Hai-rui ,et al. The mechanism of lateral solid transfer in a CFB riser with pant-leg structure [J]. Energy & Fuels 2010 (24): 2628 - 2633.

(陈 滨 编辑)



Siemens SGT - 300 MD 8.2 MW 机械驱动燃气轮机

据《Gas Turbine World》2013 年年度手册报道,于 1996 年推出,SGT - 300 至今已有 100 多台机组用于工业用途,总运行时间已接近 400 万小时。

SGT - 300MD 为双轴燃气轮机,配备 1 个轴流压气机、6 个环管逆流式低排放燃烧室、二级空气冷却的压气机涡轮和 1 个气动连接的二级自由动力涡轮。

用天然气作为燃料,该燃气轮机的额定输出功率为 8.2 MW,热耗率为 10 400 kJ/kWh(34.6% 效率)。燃气初温为 1 152 ℃,压比为 13.3:1,排气流量为 29 kg/s,排气温度为 498 ℃,动力涡轮的转速范围为 5 750 - 12 075 r/min。

除了可转进口导叶外,10 级跨音速压气机的前 3 级具有可转导叶,使用级间抽气,以便在启动、停机和减负荷过渡工况运行期间保持喘振裕度。

2 级高压涡轮的所有动叶都是用定向结晶 IN6203 镍基超耐热合金制造并镀有扩散铝。

动力涡轮的动叶使用互连带冠叶片,以便降低振动级。带冠动叶相对于蜂窝状顶部密封旋转,能够减少顶部漏泄损失并得到更高的效率。

SGT - 300MD 能够使用多种燃料,诸如 LPG(液化石油气) 和 LNG(液化天然气)。

燃烧气体燃料时,在 50% - 100% 负荷范围内该燃气轮机 NO_x 排放低于 15 mg/m³,CO 排放低于 10 mg/m³。

(吉桂明 摘译)

金属氧化物对飞灰介电性能的影响 = Influence of Metal Oxides in Flying Ash on Its Dielectric Performance

[刊 汉] JING Bo , JIN Yan , LIU Hai-yu , FAN Bao-guo (College of Electrical and Power Engineering , Taiyuan University of Science and Technology , Taiyuan , China , Post Code: 030024) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014 , 29(2) . - 156 - 160

The dielectric performance of flying ash is the underlying basis for on-line microwave monitoring the carbon content of flying ash. A network-based vector analyzer was used to analyze the influence of the major metal oxides contained in flying ash on its dielectric performance. It has been found that the carbon content is in a positive proportion to the dielectric losses. Iron oxide , magnesium oxide and aluminium oxide will all influence the weight of such a positive proportion , i. e. iron oxide has the biggest influence and the dielectric losses will increase with an increase of the iron oxide content. The dielectric losses caused by 20% iron oxide content approach to those caused by 5% carbon content. The influence of magnesium oxide content is inferior to that of the iron oxide content and with an increase of the magnesium oxide content , such an influence will first decrease and then increase with an increase of the frequency. Such an influence is very slight at low frequencies and the dielectric losses caused by the magnesium oxide content at high frequencies approach to those caused by 2% carbon content. With an increase of the aluminium oxide content , the influence of aluminium oxide content on the dielectric losses will first increase and then decrease. The calcium oxide content has almost no influence on the dielectric losses with an increase of the calcium oxide content.

Key words: metal oxide in flying ash , dielectric performance , dielectric loss , carbon content of flying ash

新型中心给粉燃烧器及燃尽风系统在 600 MW 机组锅炉的应用研究 = Study of Applications of New Type Pulverized Coal-centrally-fed Burners and OFA (Over-fired Air) Systems in 600 MW Boiler Units [刊 汉]

ZENG Ling-yan , ZHU Qun-yi , ZHANG Qing-hua , ZHANG Xi-qian (College of Energy Sciences and Engineering , Harbin Institute of Technology , Harbin , China , Post Code: 150001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014 , 29(2) . - 161 - 164

In a power plant , there did exist such problems in a 600 MW supercritical boiler unit as a relatively high amount of NO_x emissions , and burn-down deformation of and slagging at the spouts of low NO_x axial swirling burners (LNASB) provided by Doosan Babcock Energy Ltd. As a result , new type pulverized coal centrally-fed burners and an OFA system were used to reconstruct the boiler. After the reconstruction , the boiler can operate stably at a load of 600 MW , its NO_x emissions reduces by 50.07% , carbon contents of flying ash and slag are 1.11% and 1.08% respectively and its efficiency can be up to 93.51%. **Key words:** swirling burner , over-fired air , NO_x emission

并联双速双流化床粗细颗粒交换特性研究 = Study of the Exchange Characteristics of Coarse and Fine Par-

ticles in a Parallel Dual-speed Dual Fluidized Bed [刊, 汉] SHUANG Wei, LU Xiao-feng, HE Hong-hao, WANG Quan-hai (Education Ministry Key Laboratory on Low Grade Energy Utilization Technologies and Systems, Chongqing University, Chongqing, China, Post Code: 400044) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(2). - 165 - 170

The authors put forward a parallel dual-speed dual fluidized bed technology and conducted an experimental study of the exchange characteristics of coarse and fine particles. The research results show that different operating and structural parameters can always bring about an influence on the exchange of particles in a definite direction but the extent of such an influence varies in various particle diameters. The air speed remarkably influences the exchange of particles in a diameter below 0.6 mm, maximally attaining 100% (total exchange). The difference of the partition wall height and the coarse bed height exists an optimum value and makes the exchange effectiveness of particles in a definite direction be optimum. When the fine bed height increases to a certain value, there will emerge a “reverse flow” phenomenon of the fine particles. Under various operating conditions, the average diameter of particles in the fine bed is only 0.55 mm maximally. **Key words:** circulation fluidized bed, parallel, dual speed, dual bed, particle exchange

增压锅炉大容量蒸汽机械雾化喷油器的设计及试验研究 = Design and Experimental Study of a Large-capacity Steam-mechanically-atomized Oil Sprayer in a Supercharged Boiler [刊, 汉] ZHANG Hai-long, WU Guo-song, WANG Xuan (CSIC Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150078), LI Guo-bin (Naval Representative Office Resident in Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150078) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2014, 29(2). - 171 - 174

A detailed investigation was made of the design of a large-capacity steam-mechanically-atomized oil sprayer in a marine supercharged boiler and a verification calculation was conducted of the oil sprayer by using several flow rate coefficient correction calculation methods. On this basis, the calculation results were analyzed and compared with the test results of the flow rate characteristics. It has been found that by using the flow rate coefficient $\mu_{kj} = 0.405A_k^{-0.75}$ empirical formulae as the correction calculation method, the calculation results have a maximal error of 1.8% as compared with the test calibration results. The correction calculation method can be used in design and calculation of marine steam-mechanically-atomized oil sprayers. **Key words:** supercharged boiler, oil sprayer, correction calculation, flow rate characteristics

基于燃料特性实时修正的煤气锅炉热效率在线监测方法 = Method for On-line Monitoring the Thermal Efficiency of a Coal-gas-fired Boiler Real-time Corrected Based on the Fuel Characteristics [刊, 汉] YE Ya-lan