

CFB 锅炉掺烧高钙煤矸石自脱硫性能试验研究

刘博, 郑文广, 张鑫

(华电电力科学研究院, 浙江 杭州 310030)

摘要: 为研究 200 MW CFB(循环流化床) 锅炉掺烧高钙煤矸石自脱硫性能, 某电厂进行了不同配比混矸煤种自脱硫性能和在炉内喷钙工况下脱硫的性能的试验研究。试验结果表明: 掺烧高钙煤矸石的混矸煤种的平均自脱硫效率可达到 87.3%, 相比于普通混矸煤种的 48.2% 高出 39.1%。在投入石灰石系统后, 脱硫效率达到 95% 以上, 该技术对 CFB 锅炉实现低成本高效脱硫具有指导作用。

关键词: CFB 锅炉; 高钙煤矸石; 炉内喷钙; 自脱硫性能

中图分类号: TK229.6 文献标识码: A

DOI: 10.16146/j.cnki.mdjgc.2016.04.013

引言

洁净发电技术中, 循环流化床锅炉以其煤种适应性强、燃烧效率高、环保性能好、负荷调节范围广和灰渣能综合利用等优点脱颖而出, 成为行业领域内鼓励发展的一种锅炉类型^[1]。2011 年国家颁布的《火电厂污染物排放标准》中对 SO₂ 排放要求更加严格, 2014 年 7 月 1 日起现有火电厂必须达到 SO₂ 排放量 200 mg/m³ 以内。要达到新标准的要求, 只能燃用低硫煤, 或者加大石灰石的投入量。但是当石灰石投量增加时, 脱硫剂的利用率会下降约 50%, 炉内的灰渣量和飞灰量也会增加, 而且还会造成燃料不能充分燃尽, 从而降低锅炉的燃烧效率, 使经济效益变差^[2~4]; 各地的研究学者们都开始寻求深度脱硫方式^[5~7]; 宋树亮等人建议采用炉内投石灰石加简易石膏法结合的两级组合脱硫方式^[8]; 郭新法等人提出采用湿式氨法脱硫法^[9]; 广东云浮电厂建立的世界首台 CFB 锅炉石灰石-石膏湿式深度脱硫装置, 湿法烟气脱硫虽然脱硫效率高^[10~11], 但存在初投资大, 对老电厂机组改造困难, 脱硫后烟气对烟道和烟囱腐蚀性等问题; 有文献指出煤自身

中的 CaO 与 SO₂ 发生反应的可能性远大于外来石灰石^[12~13]; 陈鸿伟等人分析了床温、钙硫比对混矸煤自脱硫性能的影响机理^[14]。

针对上述问题, 以某电厂 200 MW CFB 锅炉为实验对象, 进行了不同配比混矸煤种自脱硫性能和在炉内喷钙工况下脱硫性能的试验研究, 以便寻求更为科学、规范的掺烧配比方式, 为 CFB 锅炉的高效低成本脱硫提供参考。

1 试验系统和方法

1.1 研究对象

该厂 CFB 锅炉采用自然循环、一次中间再热、平衡通风、固态排渣, 锅炉汽系统中过热蒸汽采用六级加热, 二级减温方式, 炉膛外集中下降管布置结构; 循环物料的分离采用高温分离器, 立管处采用汽冷形式。共设有 4 台给煤机和 1 台石灰石给料机。设计混矸煤成分组成为烟煤 20%、煤矸石 60%、煤泥 20%; 采用循环流化床燃烧方式, 通过在石灰石投运系统, 石灰石粉和混矸煤一起送入炉内实现燃烧中脱硫, 图 1 为 CFB 锅炉示意图, 表 1 为锅炉主要技术参数。

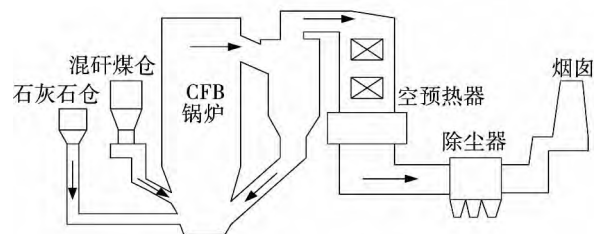


图 1 CFB 锅炉示意图

Fig. 1 Diagram of CFB boiler system

收稿日期: 2015-03-30; 修订日期: 2015-05-05

作者简介: 刘博(1988-), 男, 辽宁阜新, 华电电力科学研究院工程师。

表 1 锅炉的主要技术参数

Tab.1 Main technical parameters of the CFB boiler

参数	数值
蒸发量 / t · h ⁻¹	705
过热蒸汽出口蒸汽温度 / °C	538
再热蒸汽流量 / t · h ⁻¹	853.18
再热蒸汽进 / 出口压力 / MPa	2.709 / 2.529
再热蒸汽进 / 出口汽温 / °C	316.5 / 538
省煤器给水温度 / °C	253.4
主蒸汽压力 / MPa	13.80
锅炉热效率 / %	91.3
Ca/S	2

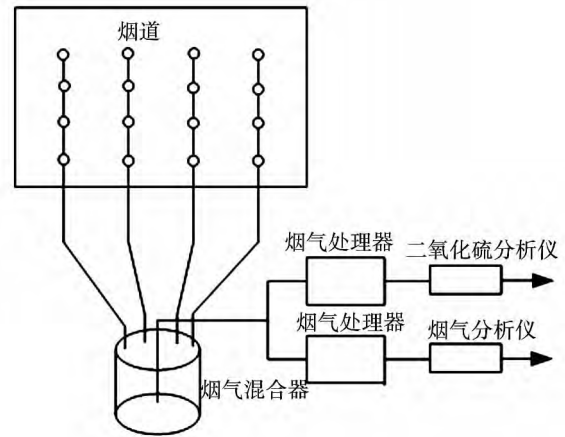


图 2 烟气成分测量系统示意图

Fig.2 Diagram of flue gas composition measurement system

1.2 试验方法

试验方法主要涉及烟气流量的测量及烟气成分的测量。烟气流量的测量是用切贝切夫法在除尘器入口前烟道通流截面上选点测量各点处的烟气动压、静压和温度,然后根据下列公式求出烟气流量:

$$v = k \sqrt{\frac{2 \times P_d}{\rho_{sj}}} \quad (1)$$

$$\rho_{sj} = \rho_0 \times \frac{273}{273 + t_{sj}} \times \frac{P_{act} + P_{sj}}{101325} \quad (2)$$

$$q_v = 3600 \times Av \quad (3)$$

$$q_v^0 = q_v \times \frac{273}{273 + t_{sj}} \times \frac{P_{act} + P_{sj}}{101325} \quad (4)$$

式中: v —烟道内气体流速, m/s; k —修正系数; P_d —动压平均值, Pa; ρ_{sj} —实际烟气密度, kg/m³; ρ_0 —标况下烟气密度, kg/m³; t_{sj} —实际烟气温度, °C; P_{act} —环境大气压力, Pa; P_{sj} —实测烟气静压, Pa; A —烟道截面积, m²; q_v —实测烟气体积流量, m³/h; q_v^0 —标况下烟气体积流量, Nm³/h。

图 2 为除尘器入口前烟道中烟气成分测试系统示意图,在两侧烟道上采用网格法分别抽取烟气样品,烟气样品经烟气混合器混合后通过微型真空泵被送入前置烟气预处理器除水、除灰处理后,分别进入二氧化硫分析仪 ROSEMOUNT NGA2000 和烟气分析仪 TEST350 中分析其 SO₂、O₂ 氧气浓度,每 15 min 测量一次。TEST350 在每次试验前、后都使用标准气体进行标定,必要时可对所测氧量进行修正。对脱硫效率的计算中,为了便于对比分析,假设煤种中的硫在燃烧的过程中全部转移到挥发分中。

试验主要分为 3 组共 7 种工况,第 1 组是改变混研煤小汗研石的种类,观察不同煤研石掺烧工况下烟气中的 SO₂ 浓度,计算自脱硫效率;第 2 组是改变混研煤中原煤种类,观察掺烧不同原煤工况下 SO₂ 浓度的变化趋势;第 3 组是同时改变原煤煤种、煤研石的掺烧比例,观察对 CFB 锅炉脱硫性能的影响。试验主要涉及 3 种原煤、2 种煤研石。原煤为吴家山煤、皇楼沟煤、安顺煤,吴家山煤热值比皇楼沟煤与安顺煤稍高。

煤研石为青沟煤研石、小汗煤研石。青沟煤研石中 CaO 含量为 20.48%,硫含量为 0.44%;小汗煤研石中 CaO 含量仅为 3.00%,硫含量为 1.10%。2 种煤研石成分差别较大。表 2 为 3 种原煤和 2 种煤研石元素和工业分析情况。表 3 为 7 种掺烧工况下的混研煤种成分。

当 CFB 锅炉在设计负荷范围内运行时,一般认为负荷在相当大的范围内变化时脱硫效率基本恒定或略有升降^[15],试验主要考虑煤研石种类及掺烧比例对脱硫效果的影响。

2 试验结果分析

2.1 煤研石种类对脱硫效率的影响

表 4 为吴家山煤和 3 种工况下的混研煤的自脱硫效率,吴家山煤中 CaO 含量为 18.18%。其中自脱硫效率较高的是掺烧青沟煤研石的混研煤,出口

烟气 SO₂ 浓度降到 148 mg/m³, 已经满足环保排放要求, 脱硫效率达到 96.5%。脱硫率较低的为掺烧了小汗煤矸石的混矸煤, 出口烟气 SO₂ 浓度为 2 034 mg/m³, 脱硫效率只有 54.6%。青沟煤矸石中 CaO 含量比小汗煤矸石高出约 17%, 这部分 CaO 可以有效地与 SO₂ 反应合成 CaSO₄ 使 SO₂ 被吸收。目前国内 CFB 锅炉的炉内脱硫效率都较低的最大

原因就是燃烧过程中石灰石掺烧不均、反应石灰的孔隙结构被反应产物堵塞阻止了 CaO 与 SO₂ 继续接触反应, 使 CaO 随飞灰被浪费。此外, 在计算脱硫效率时假定了混矸煤中的硫全部会转化为 SO₂, 所以掺烧吴家山煤不起运炉内喷钙系统的工况下, 锅炉自脱硫效率较高, 仍有 85.5% 的脱硫效率。

表 2 混矸煤种元素和工业分析

Tab.2 Elements and industry analysis of mixed gangue coal

	元素分析					收到基低位热值 Q _{net,ar} /MJ·kg ⁻¹	工业分析		
	收到基 碳 C _{ar} /%	收到基 氢 H _{ar} /%	收到基 氧 O _{ar} /%	收到基 氮 N _{ar} /%	收到基全 硫 S _{t,ar} /%		收到基灰 分 A _{ar} /%	干燥无灰基 挥发分 V _{daf} /%	全水分 M _{ar} /%
设计煤种	44.51	2.63	9.05	0.33	0.79	16.25	36.29	30.59	6.4
吴家山煤	55.58	3.46	7.63	0.60	0.89	19.28	21.50	25.34	16.83
皇楼沟煤	49.79	3.21	8.22	0.61	1.15	18.04	00.50	29.52	17.92
安顺煤	48.44	3.10	7.84	0.59	0.68	17.43	23.50	30.85	18.29
小汗煤矸石	15.02	1.92	6.26	0.45	0.84	5.42	70.31	61.47	5.21
青沟煤矸石	22.48	1.82	7.11	0.43	1.03	7.93	60.33	48.11	6.82

表 3 混矸煤种成分

Tab.3 Composition of the mixed gangue coal

工况	煤种	M _{ar} /%	M _{ad} /%	A _{ad} /%	V _{ad} /%	Q _{ar,net} /kJ·kg ⁻¹
1	吴家山煤	16.9	3.99	42.86	22.26	14 302
2	吴家山煤掺烧青沟煤矸石比例(5:5)	11.8	2.76	42.32	23.40	13 569
3	吴家山煤掺烧小汗煤矸石比例(5:5)	11.60	2.48	41.34	22.96	13 639
4	皇楼沟煤掺烧青沟煤矸石比例(5:5)	10.1	2.46	45.40	22.03	13 193
5	皇楼沟煤掺烧小汗煤矸石比例(7:3)	9.6	2.32	41.72	22.74	15 180
6	皇楼沟煤掺烧吴家山煤及小汗煤矸石比例(3:5:2)	12.0	4.17	41.10	21.72	14 541
7	皇楼沟煤掺烧安顺煤及青沟煤矸石比例(4:5:1)	11.8	3.42	43.82	21.68	13 851

表 4 混矸煤自脱硫效率

Tab.4 Self-desulfurization efficiency of the mixed gangue coal

参数	工况 1	工况 2	工况 3
负荷/MW	147.8	185.6	200
混矸煤收到基全硫/%	1.18	1.12	1.33
给煤量/t·h ⁻¹	108.8	133.9	152.3
SO ₂ 的转化浓度/mg·m ⁻³	4671.0	4233.4	4479.0
烟气流/m ³ ·h ⁻¹	619 589	708 495	802 470
实测烟气中 SO ₂ 浓度/mg·m ⁻³	677	148	2034
脱硫效率/%	85.5	96.5	54.6
锅炉燃烧效率/%	86.27	87.41	88.18

表 5 为投运石灰石系统后 3 种工况下的脱硫效率, 可见在炉内喷入石灰石后, 所有工况的脱硫率都超过 95%, 出口烟气 SO₂ 浓度都达到了环保排放要求, SO₂ 浓度小于 200 mg/m³。

2.2 原煤种类对脱硫效率的影响

表 6 为吴家山煤、皇楼沟煤掺烧青沟煤矸石工况下的脱硫效率, 可以看出掺烧吴家山煤、青沟煤矸石时脱硫效率较高达到 96.5%, 而掺烧皇楼沟煤时也可达到 78%, 平均脱硫率达到 87.3%。启用炉内喷钙后, 工况 2 加喷钙脱硫效率为 98.9%, SO₂ 浓度降到 44.7 mg/m³, Ca/S 比为 1.6, 石灰石消耗量为

4.5 t/h; 工况 4 加喷钙脱硫效率为 96.9% ,SO₂浓度降到 47.4 mg/m³ ,Ca/S 比为 2.0 ,石灰石消耗量为 5.5 t/h。脱硫效果较为明显,可见青沟煤矸石对原煤适应性较好。

表 5 混矸煤喷钙后脱硫效率

Tab.5 Desulfurization efficiency with the limestone system online

参数	工况 1	工况 2	工况 3
	加喷钙	加喷钙	加喷钙
负荷/MW	147.8	189.4	200
混矸煤收到基全硫/%	1.18	1.12	1.33
给煤量/t·h ⁻¹	111.2	135.6	144.6
SO ₂ 的转化浓度/mg·m ⁻³	4 774.0	4 287.2	4 252.6
烟气流 / m ³ ·h ⁻¹	619 589	708 495	802 470
实测烟气中 SO ₂ 浓度/mg·m ⁻³	140.4	44.7	190.3
脱硫效率/%	97.1	98.9	95.5
锅炉燃烧效率/%	86.07	87.14	88.07

2.3 不同原煤种类、煤矸石掺烧比例下的 CFB 脱硫效率

从表 7 中可以看出掺烧小汗煤矸石的工况 3、工况 5、工况 6 下的烟气中 SO₂ 浓度都达到 2 000 mg/m³ 以上 脱硫率均较低,最低为 37.8% 最

高为 54.6% ,平均脱硫率也只用 48.2% ,还可以看出混矸煤中 小汗煤矸石掺烧量越少,脱硫率越低。在掺烧青沟煤矸石的工况 7 中,脱硫率达到 85% ,SO₂浓度依然较高达到 861 mg/m³ ,在投入石灰石系统后,SO₂排放浓度依然达到 263.7 mg/m³ ,这是由于一方面混矸煤中含硫量较高生成的 SO₂量较多 ,SO₂转化后浓度为 6 039.8 mg/m³ ,另一方面青沟煤矸石的掺烧量较少,高钙煤矸石的作用不甚明显。

表 6 混矸煤脱硫效率

Tab.6 Desulfurization efficiency of the mixed gangue coal

参数	工况 2	工况 2	工况 4	工况 4
	加喷钙	加喷钙	加喷钙	加喷钙
负荷/MW	185.6	189.4	198.8	196.3
混矸煤收到基全硫/%	1.12	1.12	1.00	1.00
给煤量/t·h ⁻¹	133.9	135.6	123.9	129.8
SO ₂ 的转化浓度/mg·m ⁻³	4 233.4	4 287.2	2 958.8	3 099.7
烟气流 / m ³ ·h ⁻¹	708 495	708 495	837 507	837 507
实测烟气中 SO ₂ 浓度/mg·m ⁻³	148	44.7	651	47.4
脱硫效率/%	96.5	98.9	78	96.9
锅炉燃烧效率/%	87.41	87.14	87.46	87.56

表 7 混矸煤自脱硫效率

Tab.7 Self - desulfurization efficiency of the mixed gangue coal

参数	工况 3	工况 5	工况 6	工况 7	工况 7 加喷钙
负荷/MW	200	203	202	198.6	199.6
混矸煤收到基全硫/%	1.33	1.37	1.47	1.67	1.67
给煤量/t·h ⁻¹	152.3	144.6	146.3	141.8	147.1
SO ₂ 的转化浓度/mg·m ⁻³	4 479.0	4 937.3	5 308.8	5 822.2	6 039.8
烟气流 / m ³ ·h ⁻¹	802 470	802 470	810 845	813 462	813 462
实测烟气中 SO ₂ 浓度 / mg·m ⁻³	2 034	3 071	2 527	861	263.7
脱硫效率/%	54.6	37.8	52.4	85.2	91.3
锅炉燃烧效率/%	88.18	87.99	88.49	88.05	88.12

3 结 论

以 200 MW CFB 锅炉为实验对象,进行了不同配比高钙混矸煤种自脱硫性能试验研究,试验结果得出:

(1) 不同煤种、不同掺烧比例情况下理论计算的炉内脱硫效率在 37.8% ~ 96.5% 之间,自脱硫效率变化较大,反映了 CFB 锅炉炉内自脱硫效果受不同煤种的煤质特性(热值、含硫量、钙基含量等)和掺烧方式影响较大。其中,掺烧高钙煤矸石的混矸煤种的平均自脱硫效率可达到 87.3% 相比于普通

混矸煤种的48.2%高出39.1%;

(2) 投入石灰石系统后,脱硫率都达到95%以上,都达到环保要求,脱硫效果显著;

(3) CFB锅炉采用以掺配高钙煤矸石为主、炉内喷石粉调节为辅的脱硫运行方式可以使石粉单耗下降,节约脱硫材料费用。具有在全国同类型机组推广应用价值,示范意义重大,更具有重要的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 孙献斌,蒋敏华,于龙等.国产大型CFB锅炉的开发研制与工程示范[J].中国电力,2008,41(3):38-42.
SUN Xian-bin,JIANG Min-hua,YU Long et al. R&D and demonstration of large domestic CFB boilers [J]. Electric Power, 2008, 41(3):38-42.
- [2] 李永华,陈鸿伟,高建强等.循环流化床锅炉的燃烧脱硫试验研究[J].动力工程,2008,28(6):935-939.
LI Yong-hua,CHEN Hong-wei,GAO Jian-qiang et al. Experimental study on combustion desulfurization of circulating fluidized bed boilers [J]. Journal of Power Engineering, 2008, 28(6):935-939.
- [3] ZHAO Yi,XU Pei-yao,SUN Xiao-jun,et al. Experimental and mechanism studies on simultaneous desulfurization and denitrification from flue gas using a flue gas circulating fluidized bed [J]. Science in China Series B: Chemistry, 2007, 50(1):135-44.
- [4] 何宏舟,邹峥,俞金树等.循环流化床锅炉燃烧福建无烟煤炉内脱硫的工业试验研究[J].中国电机工程学报,2010,30(35):7-12.
HE Hong-zhou,ZOU Zheng,YU Jin-shu et al. An Industrial experiment research on the desulfurization of circulating fluidized bed boiler burning fujian anthracite [J]. Proceedings of the CSEE, 2010, 30(35):7-12.
- [5] 刘宏丽,靳智平,卫国等.1 025 t/h 循环流化床锅炉深度脱硫方式选择研究[J].热力发电,2009,38(3):5-9.
LIU Hong-li,JIN Zhi-ping,WEI Guo et al. Study on selecting deep desulphurization mode for 1 025 t/h CFB boiler [J]. Thermal Power Generation, 2009, 38(3):5-9.
- [6] 王菲,赵培.湿法烟气脱硫在循环流化床锅炉的系统设计[J].资源节约与环保,2010(2):70-71.
WANG Fei,ZHAO Pei. System design of wet flue gas desulfurization in CFB boiler [J]. Resources Economization & Environment Protection, 2009, 38(3):5-9.
- [7] 刘军.CFB锅炉与尾部脱硫塔组合的深度脱硫与超低排放[C].第四届广东油气发展论坛论文集,2008(1):22-29.
LIU Jun. Deeper desulfurization and ultra lower emission achieved in the circulating fluidized bed boiler and its polishing scrubber [C]. The 4th Guangdong Oil & Gas Development Forum Proceedings, 2008, 1:22-29.
- [8] 宋树亮,李彪.小型循环流化床锅炉烟气脱硫实例应用[J].山东煤炭科技,2009(1):42-43.
SONG Shu-liang,LI Biao. Instance applications of small circulating fluidized bed boiler flue gas desulphurization [J]. Shandong Coal Science and Technology, 2009, 1:42-43.
- [9] 郭新法.循环流化床锅炉烟气湿式氨法脱硫新工艺[J].化肥工业,2010,37(2):41-47.
GUO Xin-fa. New technology for desulfurization by wet ammonia process of flue gas from circulating fluid-bed boiler [J]. Chemical Fertilizer Industry, 2010, 37(2):41-47.
- [10] 曾庭华,湛志钢,方健等.大型循环流化床锅炉深度脱硫探讨[J].中国电力,2011,44(6):34-37.
ZENG Ting-hua,ZHAN Zhi-gang,FANG Jian et al. Deep desulfurization in large capacity circulating fluidized bed boiler [J]. Electric Power, 2011, 44(6):34-37.
- [11] 李树林.循环流化床锅炉深度脱硫技术经济性研究[D].上海:上海交通大学,2012.
LI Shu-lin. Technology and economic research on CFB boiler deep desulfurization [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2012.
- [12] 肖平,孙献斌,徐正泉等.煤的自脱硫性能在1 MWth循环流化床燃烧试验台上的试验研究[J].热力发电,2004(2):985-989.
XIAO Ping,SUN Xian-bin,XU Zheng-quan et al. Test and study on selfdesulfuration behavior of coal sorts in 1 MWth CFB combustion test stand [J]. Thermal Power Generation, 2004, 2:985-989.
- [13] 王智微.循环流化床燃烧室内煤自脱硫效率的试验研究[J].洁净煤技术,2001(2):35-37.
WANG Zhi-wei. Experiment study on coal self-desulfurization efficiency in CFB chamber [J]. Clean Coal Technology, 2001, 2:35-37.
- [14] 陈鸿伟,于伟锋,高建强.燃用矸石300 MW循环流化床锅炉脱硫试验研究[J].电站系统与工程,2013,29(6):5-11.
CHEN Hong-wei,YU Wei-feng,GAO Jian-qiang. Industrial experiment on desulfurization of 300 MW CFB boiler fueled with coal gangue [J]. Power System Engineering, 2013, 29(6):5-11.
- [15] 杨海瑞,吕俊复,岳光溪.循环流化床锅炉的设计理论与设计参数的确定[J].动力工程,2006,26(1):42-48.
YANG Hai-rui,LU Jun-fu,YUE Guang-xi. Design theory of circulating fluidized bed boilers and determination of the design parameters [J]. Journal of Power Engineering, 2006, 26(1):42-48.

(姜雪梅 编辑)

flow field ,which is the main reason causing combustion instabilities. **Key words:** swirl stabilized flame ,partially premixed ,combustion instabilities ,large eddy simulation ,vortex-flame interactions ,Rayleigh index

背压环境下压力喷嘴雾化特性实验研究 = **Experimental Study on the Atomization Characteristics of Pressure Nozzle** [刊 汉]ZHANG Liang ,LU Zhen-hua (Shanghai Jiaotong University Key Laboratory for Power Machinery and Engineering of Ministry of Education ,Shanghai ,China ,Post Code: 200240) ,Liu Yu-feng (Systems Engineering Research Institute ,Beijing ,China ,Post Code: 100036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 31(4) . -74 ~78

In this paper a test facility is designed such that it can provide a stable backpressure for the spray nozzle and is also equipped with the data collection and measurement system. And a study on the spray atomization characteristics of a pressure nozzle is performed by using this test facility. The nozzle flow coefficient is obtained with a flow meter. The experimental results show that the atomization angle will decrease when the backpressure increases and eventually approaches a stable value. Near the nozzle ,the diameter of droplets decreases with the backpressure under the same pressure difference. Away from the nozzle ,the droplet diameter increases with the backpressure. With the backpressure less than 3 bar ,the average droplet diameter changes evidently with pressure difference. However ,the droplet diameter change is not remarkable with pressure difference when it reaches 4 bar. **Key words:** backpressure ,pressure difference ,mass flow ,atomization angle ,average diameter

CFB 锅炉掺烧高钙煤矸石自脱硫性能试验研究 = **Experimental Study on Self-desulfurization Performance of Blending the Gangue Coal with High Calcium in CFB Boiler** [刊 汉]LIU Bo ,ZHENG Wen-guang ,ZHANG Xin (China Huadian Electric Power Research Institute ,Hangzhou ,China ,Post Code: 310030) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 31(4) . -79 ~83

Experimental study on the self-desulfurization performance of gangue coal mixed with different proportions and the desulfurization performance in conditions of furnace sorbent injection was carried out by a power plant to investigate

the self-desulfurization performance of blending the gangue coal of high calcium in 200MW CFB Boiler. The results show that the average desulfurization efficiency with the calcium gangue coal is 87.3% ,which is 39.1% higher compared to the normal levels 48.2% . The average desulfurization efficiency can reach more than 95% when the limestone system is put into operation ,which fundamentally meets the environmental requirements. The presented technology is believed to provide a guidance to achieve low-cost and efficient desulfurization. **Key words:** CFB boiler ,gangue coal of high calcium ,self-desulfurization performance

小型流化床钴基载氧体积碳性能研究 = **Experiments Study on Carbon Deposition on Co Oxygen Carrier in a Small Fluidized Bed** [刊 ,汉] ZHONG Cheng-peng ,JIN Jing ,WANG Yong-zhen ,LIU Lei (School of Energy and Power Engineering ,University of Shanghai for Science and Technology ,Shanghai ,China ,Post Cod: 200093) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -2016 ,31(4) . -87 ~ 88

The effects of reaction temperatures (650 ,750 ,850 and 950 °C) and environments (CO-H₂ mixture and CH₄) on the deposition of carbon over Co-based oxygen carrier were studied in a small fluidized bed ,and the influence of adding steam or CO₂ was also examined. The results indicate that in the environment of CO-H₂ mixture ,the amount of carbon deposition on Co-based oxygen carrier decreases as temperature increases ,and it reaches the minimum when the temperature increases to 950 °C . Compared to the environment of CH₄ ,the mixed gas of CO and H₂ reduces effectively the carbon deposition on the surface of Co-based oxygen carrier. Moreover ,the carbon deposition can be efficiently inhibited by adding water vapor or CO₂ . Especially ,adding water vapor to the Co-based oxygen carrier almost eliminates the carbon deposition on surfaces. **Key words:** Co oxygen carrier ,carbon deposition ,small fluidized bed ,steam ,carbon dioxide

神华煤富氧燃烧的结渣特性研究 = **Study on the Slagging Characteristics of Shenhua Coal under Oxygen-enriched Combustion** [刊 ,汉] WU Hai-bo ,WANG Peng ,LIAO Hai-yan(Shenhua Guohua Electric Power Research Institute(Bering) Co. ,Ltd. ,Beijing ,China ,Post Code: 100025) ,LIU Zhao-hui (Huazhong University of Science and Technology ,Wuhan ,China ,Post Code: 430074) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power.