

添加剂对五彩湾煤燃烧过程中钠析出的影响

涂圣康¹ 张守玉¹ 施登宇² 裴育峰³

(1. 上海理工大学 能源与动力工程学院热能工程研究所, 上海 200093; 2. 上海机易电站设备有限公司, 上海 200437;
3. 中国电力工程顾问集团东北电力设计院, 吉林 长春 130021)

摘 要: 对五彩湾原煤及加入胶体添加剂后的混合煤样进行燃烧实验, 并分别检测了原煤和煤灰中钠元素的含量, 确定了五彩湾煤中钠在燃烧过程中的析出规律以及胶体添加剂对其的影响。并且对部分煤灰采用 XRD(X 射线衍射仪) 进行分析。研究表明, 在原煤燃烧过程中, 钠的析出量随着温度的升高而增大, 在 1 100 °C 时达到最大值。XRD 分析结果表明: 适量硅溶胶的添加可将五彩湾煤中可挥发性钠转化成硅铝酸钠等高熔点含钠化合物, 从而减少了五彩湾煤中钠的析出; 在 800 °C 燃烧温度下, 适量铝溶胶的添加也可将可挥发性钠转化为不可挥发性钠, 从而减少钠的析出; 而在 1 000 °C 燃烧温度下, 添加铝溶胶后所对应的灰样中并没有生成硅铝酸钠等高熔点含钠化合物, 而是生成了高岭石等物质。

关 键 词: 五彩湾煤; 钠; 燃烧; 胶体添加剂; 析出规律

中图分类号: TQ534

文献标识码: A

DOI: 10.16146/j.cnki.rndlge.2016.08.012

引 言

我国新疆地区煤炭资源预测储量 2.19 万亿吨, 约占全国煤炭预测总储量的 40% 以上, 因此, 新疆将成为我国一个重要的煤电基地^[1]。准东地区是新疆煤炭资源最丰富的区域之一, 其煤炭预测储量为 3 900 亿吨, 是我国已探明的最大整装煤田^[2]。五彩湾煤矿是准东煤田四大矿区之一, 五彩湾煤着火温度低、燃尽率高、燃烧经济性高、燃烧稳定性好, 氮硫含量低, 而且开采成本低、反应性好, 是用作发电和煤化工的洁净原料^[3~4]。但五彩湾煤煤灰中钠的含量(以 Na₂O 计)高达 5% 以上, 明显超过目前中国典型烟煤甚至是褐煤灰的含钠水平, 具有严重的沾污、结渣特性^[2]。高温下煤中碱金属会析出, 析

出的碱金属以气态形式存在于锅炉烟气中, 在冷凝团聚的作用下形成亚微米级飞灰颗粒, 这些颗粒会黏结在受热面表面, 形成富含碱金属的沾污底层。沾污底层极易与锅炉烟气中的 SO₃ 和飞灰等发生物理化学反应, 使得渣层和积灰层迅速增厚, 造成严重的沾污结渣^[5~8]。此外, 加压循环流化床发电技术中烟机叶片的积灰和腐蚀也与煤中钠含量密切相关^[9]。

目前, 五彩湾煤只能和其它煤种掺配用于电厂锅炉燃烧, 严重限制了该煤种的大规模应用^[10]。针对燃烧高钠煤出现的沾污结渣情况, 目前提出的技术方法主要有掺烧、脱钠提质、固钠、添加高岭土、与煤种相匹配的燃煤锅炉设计和改造等, 其中添加高岭土的方法较易实现, 且效果较为理想^[2, 11~13]。Kyri 等研究了包括高岭土在内的 12 种矿物质对钠的吸附能力^[14], 研究发现, 含有硅和铝的矿物质对钠吸附能力强。

为进一步研究高岭土中对钠起吸附作用的是含硅物质还是含铝物质, 本研究选取 SiO₂ 和 Al₂O₃ 两种添加剂, 为了让添加剂与煤样更充分的混合, 本研究将以胶体添加剂的形式来加入两种添加剂。本研究考察了煤中钠在燃烧过程中的析出规律及胶体添加剂对其的影响, 为研究和掌握高钠煤燃烧过程中钠的析出提供了理论依据, 为高钠煤燃前脱钠提质来控制高钠煤沾污的研究奠定了基础。

1 实验部分

1.1 实验样品的选择与制备

实验选取典型的新疆准东高钠煤五彩湾煤, 其

收稿日期: 2015-08-20; 修订日期: 2015-12-11

基金项目: 国家科技支撑计划基金资助项目(2012BAA04B01), 上海市科学技术委员会地方院校能力建设基金资助项目(12230502600), 沪江研究基地专项基金资助项目(D14001)

作者简介: 涂圣康(1990-), 男, 湖北潜江人, 上海理工大学硕士研究生。

通讯作者: 张守玉(1971-), 男, 吉林集安人, 上海理工大学教授。

工业分析、元素分析及灰成分分析如表 1 和表 2 所示。实验选用硅溶胶为蓝航耐火材料有限公司生产,硅溶胶中 SiO_2 的含量为 30%, SiO_2 的粒径在 5 ~ 15 nm 之间,硅溶胶密度为 1.19 g/mL。实验选用铝溶胶为原平市恒忆铝业有限公司生产,铝溶胶中 Al_2O_3 的含量为 15%, Al_2O_3 的粒径在 10 ~ 20 nm 之间,铝溶胶密度为 1.05 g/mL。将一整块五彩湾原煤破碎并研磨至粒径小于 0.1 mm,用四分法取出适量的煤,在 105 °C 下干燥 2 h。以胶体中分散质与原煤质量比 1%、3% 和 5% 添加胶体,取原煤质量为 10 g,则对应硅溶胶的体积为 0.28、0.84 和 1.40 mL,对应铝溶胶的体积为 0.64、1.90 和 3.17 mL。

对五彩湾煤样进行如下操作:3 次称取 10 g 煤样,取 0.28、0.84 和 1.40 mL 硅溶胶,分别在烧杯中稀释至 20 mL,将煤样分别倒入装有稀释胶体的烧杯中,每 10 min 搅拌一次,持续 1 h,在 105 °C 恒温干燥 6 h,得到加入胶体的混合煤样。3 次称取 10 g 煤样,取 0.64、1.90 和 3.17 mL 铝溶胶重复如上操作。

表 1 五彩湾煤原煤的工业分析和元素分析

Tab. 1 Proximate and ultimate analyses of Wucuiwan coal

工业分析 $w_{\text{ad}}/\%$				元素分析 $w_{\text{ad}}/\%$				
M	A	V	FC	C	H	O	N	S
15.54	3.76	30.43	50.27	61.40	2.61	15.59	0.52	0.31

表 2 五彩湾煤的灰成分分析($w_i/\%$)

Tab. 2 Ash composition analysis of Wucuiwan coal

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	SO_3	P_2O_5	K_2O	Na_2O
11.07	11.55	2.72	47.85	2.01	1.30	18.20	0.06	0.66	4.26

1.2 燃烧实验

为研究五彩湾煤及加入胶体添加剂后的混合煤样燃烧过程中碱金属的析出规律,取 10 g 五彩湾原煤或混合煤样平铺于两个刚玉瓷舟底部,放入上海益众电炉有限公司生产的可控气氛的箱式电阻炉(SX_2-6-13)中,持续通入 0.5 L/min 空气并以 5 °C/min 升温,原煤燃烧终温分别为 700、800、900、1 000 和 1 100 °C,混合煤样燃烧终温分别为 800 和 1 000 °C,停留 2 ~ 3 h,确保煤样完全燃烧。将燃烧制得的灰样收集标记,将灰样中的钠含量折算成原煤中的钠含量,钠的析出量通过原煤中实际钠含量和灰样所对应原煤钠含量之差得出。

1.3 原煤及煤灰中钠含量的测定

称取 0.1 g 的五彩湾煤原煤或所制得煤灰,使用上海屹尧仪器科技发展有限公司生产的 WX-8000 微波消解仪进行消解,所得消解液使用美国 Perkin Elmer 公司生产的型号为 Optima 8000 的电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-OES)对消解液进行分析。

1.4 煤灰的 XRD 分析

对燃烧制得部分灰样进行 XRD 分析,衍射参数如下:Cu 靶射线,步距 0.01,管压 40 kV,管流 40 mA,扫描角度 $2\theta = 10^\circ \sim 90^\circ$ 。

2 结果与讨论

2.1 五彩湾原煤燃烧过程中钠的析出规律

图 1 为不同燃烧温度下五彩湾原煤中钠的析出规律,由图 1 可以看出,五彩湾煤中钠的析出主要集中在 900 °C 之前,在 700 ~ 900 °C 钠的析出最快,900 °C 后钠的析出比例随温度升高而增加,但趋于平缓。煤中钠的释放有 3 种途径^[9]:(1) 通过氯化钠挥发;(2) 通过有机钠转换成的挥发分形式释放;(3) 通过钠原子释放^[15]。刘大海研究发现^[16],五彩湾煤中钠主要以水溶钠形式存在,有机钠的含量也有 26%。存在于煤颗粒内部的水溶钠,在煤加热过程中会被带到颗粒表面,并以 NaCl 形式释放出来^[5]。水的释放主要发生在燃烧初期,因此,在 900 °C 燃烧时,五彩湾煤中钠大部分以 NaCl 晶体和水合离子存在的无机钠被带到煤颗粒表面,从而增加了钠的析出^[17]。而对于五彩湾煤中的有机钠,羧酸钠在脱挥发分过程中很早就分解,此时分解产生的钠可能结合在碳上,并随着碳的燃烧而以钠原子的形式释放出来。在燃烧过程中,以配位形式出现在煤结构的含氮或含氧官能团上的钠,也可能同羧酸钠一样,结合在碳原子上,并随着碳的燃烧而以钠原子的形式释放出来^[9]。因此,在 900 °C 燃烧时,五彩湾煤中大部分有机钠以钠原子的形式释放出

来。在 900 °C 燃烧温度之后, 随着温度的升高, 钠析出比例的增加趋于平缓, 这可能是因为水溶钠和有机钠的析出在 900 °C 已经比较充分, 此后随着温度的升高, 只有少量不可溶钠析出, 导致了钠析出总量稍有增加。

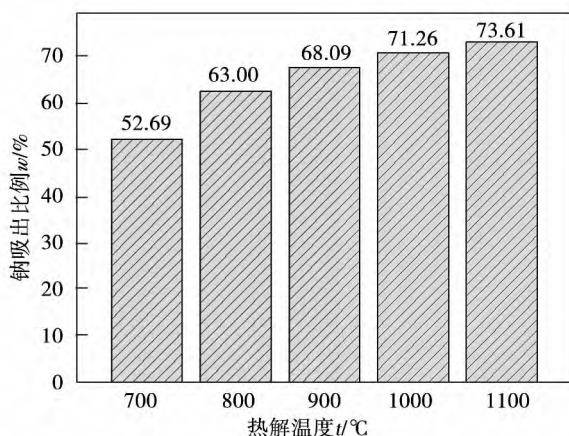


图 1 不同燃烧温度下五彩湾原煤中钠的析出规律

Fig. 1 Emission ratio of sodium at different combustion temperatures

2.2 燃烧温度为 800 °C 时加入胶体添加剂后混合煤样燃烧过程中钠的析出规律

图 2 和图 3 分别为燃烧温度为 800 °C 时不同硅溶胶添加比例和不同铝溶胶添加比例下五彩湾煤中钠的析出比例。由图 2 和图 3 可以看出, 适量硅溶胶或铝溶胶的添加可有效降低五彩湾煤中钠的析出比例, 添加 1% 比例溶胶时钠的析出比例最小, 此后随着溶胶添加比例继续增加, 钠的析出量也随之增加。煤灰中各种矿物质对 X 射线衍射的吸收量是不同的, 它不仅与矿物质含量有关而且与矿物质本身结晶好坏有关, 但对于同一种矿物质, 其衍射强度的变化可近似反应其含量的变化^[18~19]。

由图 4 可以看出, 燃烧温度为 800 °C 时, 煤灰中的矿物质主要以 CaSO_4 、 MgO 、 CaCO_3 和 CaO 形式存在, 在加入 1% 的硅溶胶之后, 煤灰中的矿物质出现了 SiO_2 和 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 而在加入 1% 的铝溶胶后, 煤灰中的矿物质出现了 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 。由此可知, 在燃烧温度为 800 °C 时, 加入 1% 的硅溶胶或铝溶胶可将煤中的可挥发性钠向不可挥发性钠转变, 从而降低了燃烧过程中钠的析出比例。此后, 随着溶胶添加比例的继续增加, 钠的析出比例也随之增加,

这可能是因为随着溶胶添加比例的增加, 进入煤孔隙内部溶胶中的分散质增加, 随着温度的升高, 溶胶中的分散质在与钠发生反应之前可能发生了聚沉, 而进入煤孔隙内部溶胶中的分散剂在挥发过程中使得煤内部孔隙结构更加丰富, 从而促进了钠的析出。随着溶胶添加剂的添加比例增加, 溶胶中分散质在煤孔隙内部发生聚沉的可能性增加, 同时增加的分散剂挥发时更易丰富煤内部的孔隙结构, 从而促进钠的析出, 故虽然可反应的 SiO_2 和 Al_2O_3 增多, 却无法有效的抑制钠的析出。

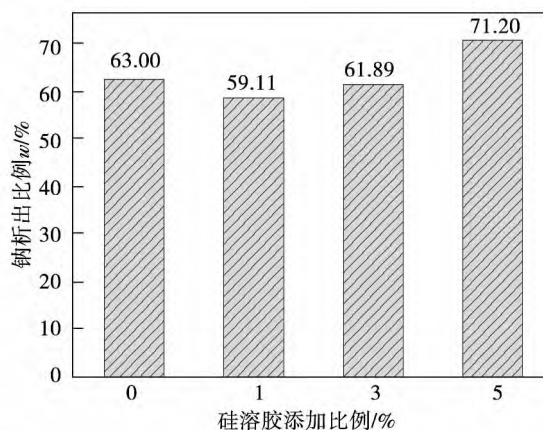


图 2 燃烧温度为 800 °C 时不同硅溶胶添加比例下钠的析出比例

Fig. 2 Emission ratio of sodium at different proportion of silica sol at combustion temperature 800 °C

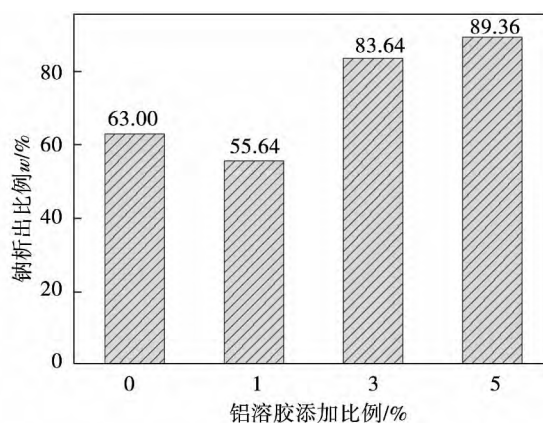
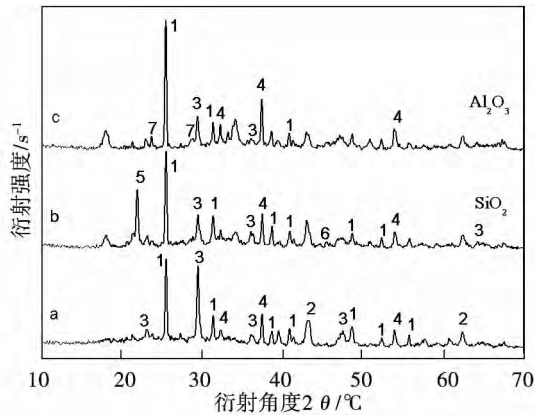


图 3 燃烧温度为 800 °C 时不同铝溶胶添加比例下钠的析出比例

Fig. 3 Emission ratio of sodium at different proportion of aluminum sol at combustion temperature 800 °C



1: CaSO_4 ; 2: MgO ; 3: CaCO_3 ; 4: CaO ; 5: SiO_2 ;

6: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 7: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$

a: 无添加剂; b: 1% 硅溶胶; c: 1% 铝溶胶

图4 800 °C 燃烧温度下样品的 XRD 谱图

Fig. 4 XRD spectrogram of samples at combustion temperature 800 °C

2.3 燃烧温度为 1 000 °C 时加入胶体添加剂后混合煤样燃烧过程中钠的析出规律

图 5 和图 6 分别为燃烧温度为 1 000 °C 时不同硅溶胶添加比例和不同铝溶胶添加比例下五彩湾煤中钠的析出比例。

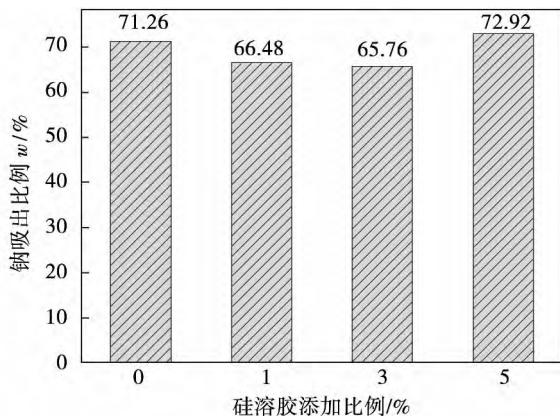


图5 燃烧温度为 1 000 °C 时不同硅溶胶添加比例下钠的析出比例

Fig. 5 Emission ratio of sodium at different proportion of silica sol at combustion temperature 1 000 °C

由图 5 可以看出,钠的析出比例随着硅溶胶的添加比例增加呈现先减少后增大的规律,且在硅溶胶的添加比例为 3% 时得到最小值 65.76%。由图 7 可知,燃烧温度为 1 000 °C 时,煤灰中的矿物质主

要以 CaSO_4 、 MgO 、 CaSiO_4 、 CaO 和 $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ 形式存在,加入 3% 的硅溶胶后,煤灰中出现了 SiO_2 和 NaAlSiO_4 ,说明硅溶胶将五彩湾煤中的部分可挥发性钠转化成了 NaAlSiO_4 ,进入煤灰中,从而抑制了钠的析出。随着硅溶胶的添加比例继续增加,钠的析出比例反而增加了,说明在 1 000 °C 燃烧温度下,硅溶胶对五彩湾煤中钠析出的抑制作用存在一个最佳比例。由图 6 可以看出,钠的析出比例随着铝溶胶的添加比例的增加呈现先增大后减小的规律,且加入添加剂后混合煤样中钠的析出比例均大于原煤中钠的析出比例。由图 7 可知,加入铝溶胶后,煤灰中出现了 CaAl_4O_7 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 $\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{O}_{12}\text{SiO}_4$,并未出现高熔点含钠化合物,说明铝溶胶的添加并未抑制钠的析出。铝溶胶的添加促进了钠的析出,这可能是因为铝溶胶中的分散质与五彩湾煤中钙发生反应生成高熔点含钙化合物,使得五彩湾煤中钠发生反应转化为高熔点含钠化合物的机会减少,从而促进了钠的析出。

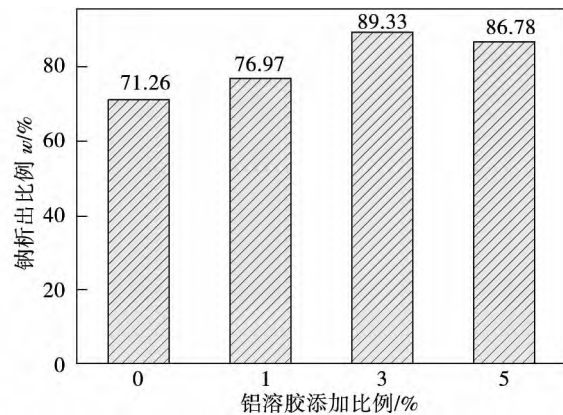
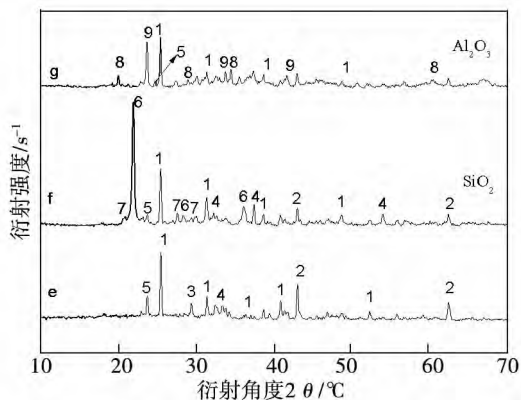


图6 燃烧温度为 1 000 °C 时不同铝溶胶添加比例下钠的析出比例

Fig. 6 Emission ratio of sodium at different proportion of silica sol at combustion temperature 1 000 °C

3 结 论

(1) 在燃烧过程中,五彩湾煤中钠的析出主要集中在 900 °C 之前,在 700 ~ 900 °C 钠的析出最快,900 °C 后钠的析出比例随温度升高而增加,但趋于平缓,在 1 100 °C 时钠的析出比例达到最大值 73.61%;



1: CaSO_4 ; 2: MgO ; 3: CaSiO_3 ; 4: CaO ; 5: $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$;
6: SiO_2 ; 7: NaAlSiO_4 ; 8: CaAl_4O_7 ; 9: $\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{O}_{12}\text{SiO}_4$
e: 无添加剂; f: 3% 硅溶胶; g: 3% 铝溶胶

图7 1000 °C 燃烧温度下样品的 XRD 谱图

Fig. 7 XRD spectrogram of samples at combustion temperature 1000 °C

(2) 在 800 °C 燃烧温度下, 添加 1% 的硅溶胶或铝溶胶均能将煤中可挥发性钠向不可挥发性钠转变, 从而降低钠的析出比例;

(3) 在 1000 °C 燃烧温度下, 添加 3% 的硅溶胶可将煤中可挥发性钠向不可挥发性钠转变, 从而降低钠的析出比例。而此燃烧温度下, 铝溶胶的添加不仅不能降低钠的析出, 反而会促进钠的析出。

参考文献:

[1] 严陆光, 夏训诚, 吕绍勤, 等. 大力推进新疆大规模综合能源基地的发展[J]. 电工电能新技术, 2011, 30(1): 1-7.
YAN Lu-guang, XIA Xun-cheng, LU Shao-qin, et al. Great promotion of development of large scale integrative energy base in Xinjiang[J]. Advanced Technology of Electrical Engineering and Energy, 2011, 30(1): 1-7.

[2] 杨忠灿, 刘家利, 何红光. 新疆准东煤特性研究及其锅炉选型[J]. 热力发电, 2010, 39(8): 38-40.
YANG Zhong-can, LIU Jia-li, HE Hong-guang. Study on properties of Zhundong coal in Xinjiang region and type-selection for boilers burning this coal sort [J]. Thermal Power Generation, 2010, 39(8): 38-40.

[3] 卢远梅. 掺配五彩湾煤对乌鲁木齐主要电厂配烧的影响研究[J]. 煤质技术, 2011(01): 10-12.
LU Yue-mei. Study on the effect of mix-burning with Wucuiwan coal in main power plants in Urumuqi [J]. Coal Quality Technology, 2011(01): 10-12.

[4] 邱忠, 梁进林. 循环流化床锅炉燃烧新疆准东五彩湾煤的对策探讨[J]. 应用能源技术, 2012(12): 16-19.

QIU Zhong, LIANG Jin-lin. Circulating fluidized bed boiler burning Xinjiang Wucuiwan area in Zhundong coal measures [J]. Applied Energy Technology, 2012(12): 16-19.

[5] RAASKE. Mineral impurities in coal combustion: behavior, problems and remedial measures [M]. Taylor & Francis, 1985.

[6] 李水清, J. S. Marshall, A. Ratner, 等. 气固稀相流中颗粒沉积和聚集的分子动力学模拟[J]. 工程热物理学报, 2007(06): 1035-1038.
LI Shui-qing, MARSHALL J. S., RATNER A., et al. Molecular dynamics simulation of particle deposition and agglomeration in two-phase dilute flow [J]. Journal of Engineering Thermal Physics, 2007(06): 1035-1038.

[7] 董明钢. 高钠煤对锅炉受热面结渣、沾污和腐蚀的影响及预防措施[J]. 热力发电, 2008, 37(09): 35-39.
Dong Ming-gang. Influence of high-sodium coal upon slagging, contamination and corrosion on the heating surface of boilers [J]. Thermal Power Generation, 2008, 37(09): 35-39.

[8] 邱建荣, 马毓义, 曾汉才. 混煤的结渣特性及煤质结渣程度评判[J]. 热能动力工程, 1994(01): 3-8+62.
QIU Jian-rong, MA Yu-yi, ZENG Han-cai. The characteristics of the mixed coal and the evaluation of the degree of the coal quality [J]. Journal of Engineering for Thermal Energy and Power, 1994(01): 3-8+62.

[9] 张军, 汉春利, 刘坤磊, 等. 煤中碱金属及其在燃烧中的行为[J]. 热能动力工程, 1999(02): 83-85.
ZHANG Jun, HAN Chun-li, LIU Kun-lei, et al. Various forms of alkali metal in coal and its behavior during coal combustion [J]. Journal of Engineering for Thermal Energy and Power, 1999(02): 83-85.

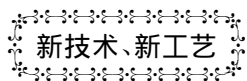
[10] 赵冰, 王嘉瑞, 陈凡敏, 等. 高钠煤水热脱钠处理及其对燃烧特性的影响[J]. 燃料化学学报, 2014(12): 1416-1422.
ZHAO Bing, WANG Jia-rui, CHEN Fan-min, et al. Hydrothermal treatment to remove sodium from high sodium coal and its influence on combustion characteristics [J]. Journal of Fuel Chemistry and Technology, 2014(12): 1416-1422.

[11] 张守玉, 陈川, 施大钟, 等. 高钠煤燃烧利用现状[J]. 中国电机工程学, 2013, 33(05): 1-12+17.
ZHANG Shou-yu, CHEN Chuan, SHI Da-zhong, et al. Situation of combustion utilization of high sodium coal [J]. Proceeding of the CSEE, 2013, 33(05): 1-12+17.

[12] 陈川, 张守玉, 施大钟, 等. 准东煤脱钠提质研究[J]. 煤炭转化, 2013, 36(04): 14-18.
CHEN Chuan, ZHANG Shou-yu, SHI Da-zhong, et al. Study on sodium removal for zhundong coal upgrading [J]. Coal Conversion, 2013, 36(04): 14-18.

[13] 沈铭科, 邱坤赞, 黄镇宇, 等. 准东煤掺烧高岭土对固钠率及灰熔融特性影响研究[J]. 燃料化学学报, 2015, 09: 1044-1051.

- SHEN Ming-ke ,QIU Kun-zan ,HUANG Zhen-yu ,et al. Influence of kaolin on sodium retention and ash fusion characteristic during combustion of Zhundong coal [J]. Journal of Fuel Chemistry and Technology, 2015 43(09) : 1044 – 1051.
- [14] KYI S ,CHADWICK B L. Screening of potential mineral additives for use as fouling preventatives in Victorian brown coal combustion [J]. Fuel ,1999 78(7) : 845 – 855.
- [15] QUYN D M ,WU H ,LI C Z. Volatilisation and catalytic effects of alkali and alkaline earth metallic species during the pyrolysis and gasification of Victorian brown coal. Part I. Volatilisation of Na and Cl from a set of NaCl-loaded samples [J]. Fuel ,2002 ,81 (2) : 143 – 149.
- [16] 刘大海 ,张守玉 ,涂圣康 ,等. 五彩湾煤中钠在燃烧过程中的迁移释放规律 [J]. 化工进展 ,2015(03) : 705 – 709.
- LIUDa-hai ,ZHANG Shou-yu ,TU Sheng-kang ,et al. Transformation and release of sodium in Wucaiwan coal during combustion [J]. Chemical Industry and Engineering Progress ,2015 (03) : 705 – 709.
- [17] 张 军 ,汉春利 ,颜 峥 ,等. 煤中钠在燃烧初期行为的研究 [J]. 燃料化学学报 ,2001(01) : 49 – 53.
- ZHANG Jun ,HAN Chun-li ,YAN Zheng ,et al. Study on the behavior of sodium during coal combustion [J]. Journal of Fuel Chemistry and Technology, 2001(01) : 49 – 53.
- [18] 兰泽全 ,曹欣玉 ,周俊虎 ,等. 炉内灰渣沉积物中矿物元素分布的电子探针分析 [J]. 中国电机工程学报 ,2005(02) : 117 – 122.
- LANZe-quan ,CAO Xin-yu ,ZHOU Jun-hu ,et al. The electron probe analysis of mineral elementary distribution at ash deposition from furnace [J]. Proceedings of the CSEE, 2005 (02) : 117 – 122.
- [19] 李 帆 ,邱建荣 ,郑 瑛 ,等. 煤燃烧过程矿物质行为研究 [J]. 工程热物理学报 ,1999 02: 258 – 260.
- LIFan ,QIU Jian-rong ,ZHENG Ying ,et al. Study on the behavior of mineral in coal during combustion [J]. Journal of Engineering Thermal Physics, 1999(02) : 258 – 260.
- (姜雪梅 编辑)



公司的目录和指南

《Gas Turbine World》2014 ~ 2015 年年度手册发布了有关燃气轮机产品和服务的供应者的目录和指南。

主要的栏目如下:

公司的目录和指南

提供全套燃气轮机装置、系统、系统和用于设计、制造、试验、安装、运行、维护和大修服务等业务的供应者。

燃气轮机装置

包括用于电力、机械驱动、油 & 气、石油化工和船舶应用的 BOP(耐高温) 设备的燃气轮机和全套装置的 OEM(原设备制造者) 和供应者。

项目开发

工程、建造和用于初步评估和设计、现场准备、投标技术要求和评估、最终的装置设计安装、启动和支工试运转的保障服务。

装置的建造

为完成装置的安装所需要的装置的辅助设备; 相关的余热锅炉 ,汽轮机 ,涡轮膨胀器 ,压缩机和泵; 辅助系统。

运行保障

用于装置运行的产品和服务 ,停机检查 ,现场寻找并排除故障 ,燃料和水处理 ,压气机清洗 ,可消耗的催化剂和滑油补充。

大修和重新装配

替换动叶片和静叶片 ,涂(镀) 层 ,传感器 ,控制系统 ,阀门和致动器 ,离合器和联轴节 ,过滤器 ,燃料喷嘴 ,泵 ,垫片和密封 ,轴承和齿轮装置。

(吉桂明 摘译 徐立民 提供)

Swirling Counter-flow Combustion [刊, 汉] LI Jin-jing, ZHAO zhen-ning, ZHANG Qing-feng, LI Yuan-yuan (North China Electric Power Research Institute Co. Ltd., Beijing, China, Post Code: 100045) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(8). - 59 ~ 63

The reform of pulverized coal fired boiler with low- NO_x combustion technology causes a series of shortages, such as increase in carbon content in fly ash, rise in spraying water flow rate in steam heater, and frequent overheating of steam heater. In this paper, the total air flow rate, separated overfire air flow rate, and difference of separated overfire air between front and rear walls, were investigated on a 2 070 t/h pulverized coal fired boiler with swirling counter-flow combustion, and the optimized air supplication was obtained. Results showed that with the optimized air supplication, the boiler efficiency increases by 1.38% point, NO_x formation in furnace decreases by 15 mg/m^3 , and the spraying water in super heater and reheater also reduces by 95.2 t/h and 10.6 t/h, respectively. **Key words:** Swirling combustion, counter-flow combustion, low- NO_x combustion, air supplication adjustment, operation optimization

某核电厂风冷器对称排列子风机共振特性 = Resonance Character of Wind-cooler's Sub-Fans Symmetrical-ly Arranged in a Nuclear Power Station [刊, 汉] YANG Zhang, WANG He-xu, JIANG Yan-long (Department of Aerospace Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, Post Code: 210016) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(8). - 64 ~ 68

In this paper, the wind-cooler vibration beyond its limitation in a large-size diesel genset of a nuclear power station was investigated and resolved. The genset is mainly composed of 8 axial-flow fans in symmetry arranged. It was found that the main vibration spectrum component was 12.5 Hz, as wind-fan's rotation frequency through vibration measurement and spectrum analysis was 12.33 Hz. It was also found that the 12.5 Hz is near to the second-order resonance frequency of axial flow fan-supporting system which was 13.6 Hz. The main cause of fan vibration beyond the limitation was too low rigidity of the axial flow fan-supporting system, and structural resonance happened near the rotation frequency of fans, leading to severe and periodic fluctuation in vibration. When the sub-axial flow fan was switched from signal-running mode to all 8 fans running mode in synchronism, the spectrum component of 12.5 Hz increased sharply. With some reinforced measures added in field, the fan vibration drops back to the allowable range. **Key words:** symmetry axial flow fan, vibration, structural resonance

添加剂对五彩湾煤中钠在燃烧过程中析出的影响 = The Influence of Additive on the Emission of the Sodium Contained in Wucaiwan Coal During Combustion [刊, 汉] TU Sheng-kang, ZHANG Shou-yu (Department of Thermal Engineering, School of Energy and Power Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, China, Post Code: 200093), SHI Deng-yu (Shanghai J. E Power Plant Equipment Co., LTD, Shanghai, China, Post Code: 200437), PEI Yu-feng (Northeast Electric Power Design Institute of China Power Engineering Consulting Group, Changchun, China, Post Code: 130021) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(8). - 69 ~ 74

The combustion experiments of the Wucaiwan raw coals and the sol-treated coals were conducted. The contents of sodium contained in the raw coals and the coal ashes were measured respectively. The emission behaviors of the sodium contained in the raw coals and the treated coals during combustion and the influence of colloid additive were determined. Some of the coal ashes were examined by XRD. Results show that the emission of sodium increases with temperature and the emission of sodium reach the maximum at 1 100 °C. The results of XRD show that adding appropriate amount of silica sol can transform the volatile sodium into sodium aluminum silicate to reduce the emission of sodium in wucaiwan coal during combustion. When the combustion temperature is 800 °C adding appropriate amount of aluminum sol can also transform the volatile sodium into sodium silicate to reduce the emission of sodium in wucaiwan coal during combustion. However, when the combustion temperature is 1 000 °C after adding a aluminum sol to the corresponding sample, there are kaolinite and other substances generated rather than sodium aluminum silicate in the coal ashes. **Key words:** wucaiwan coal, sodium, combustion, colloid additive, emission behavior

超超临界二次再热直流锅炉水冷壁水动力特性研究 = **Research on Thermal hydrodynamic Performance of Water Wall Pipes for Ultra-supercritical Double Reheat Once-through Boiler** [刊 汉] ZHANG Wei (State Key Laboratory of Multiphase Flow for Power Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049), YAN Kai (Shanghai Boiler Works Co., Ltd., Shanghai, China, Post Code: 200245), WANG Huan (School of Environment and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, China, Post Code: 710055), CHE De-fu (State Key Laboratory of Multiphase Flow for Power Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(8). - 75 ~ 80

The water wall system can be equivalent to a boiler network consisting of pressure nodes and connecting pipe groups, considering the structure feature of ultra-supercritical double reheat once-through boiler. A mathematical model for calculating pressure drop, mass flow rate and steam temperature was established on the basis of the mass, momentum and energy conservation laws. Moreover, the thermal hydrodynamic performance of a 1 000 MW supercritical double reheat once-through boiler with spiral tube coils at Taizhou Power Plant was studied under different loads. The results show that the mass flow rate of lower-furnace has a uniform distribution, the mass flow rate of upper-furnace presents the positive flow response characteristics, the steam temperature undergoes the endothermic flat area and the outlet steam temperature in middle wall of different furnaces is the highest. **Key words:** Double reheat, component-pressure method, mass flow distribution, positive flow response

660 MW 机组 SCR 喷氨策略的模拟研究 = **Simulation Study on SCR Injection Strategy of 660 MW Unit** [刊 汉] ZHAO Da-zhou, LI Yun-chao, ZHENG Wen-guang, HE Sheng (Huadian Electric Power Research Institute, Hangzhou, Zhejiang, China, Post Code: 310030) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2016, 31(8). - 81 ~ 86