

乌海煤的性质研究及应用

黄世平 李立业 刘 需 田京雷 赵燕青 刘宏强
(河北钢铁集团 河北钢铁技术研究总院 河北 石家庄 052165)

摘要: 为了掌握乌海煤的煤质及结焦特性,实验研究了乌海煤的常规煤质指标及煤岩参数,分析了乌海煤的奥亚膨胀度和基氏流动度等黏结性指标,研究了乌海煤小焦炉配煤炼焦试验和工业化应用效果。结果表明:乌海煤的煤岩均质镜质体含量较高,且在热态下呈现出较宽的胶质体塑性温度区间和较高的最大流动度;除其硫含量较高外,乌海煤在邯郸钢铁集团大型焦炉生产实践应用表明,用 6% 乌海煤替代 6% 南关肥煤,不但能有效降低焦炭生产成本,还能保证焦炭质量的稳定。

关键词: 乌海煤; 配煤炼焦; 煤岩参数; 焦炭质量

中图分类号: TQ520.62 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-6772(2016)01-0114-04

Properties and utilization of Wuhai coal

HUANG Shiping, LI Liye, LIU Xu, TIAN Jinglei, ZHAO Yanqing, LIU Hongqiang
(Hebei Iron and Steel Technology Research Institute, Hesteel Group, Shijiazhuang 052165, China)

Abstract: In order to understand the coal quality and coking characteristics of Wuhai coal, the traditional coal properties, coal petrologic parameters, Hoya expansion measurement and Gieseler fluidity measurement of Wuhai coal were studied. Its small coke oven test of blending and coking and industrial application effects were investigated. The results showed that Wuhai coal was high telocollinite relative content and it showed wide plastic temperature range of colloid and high maximal flowing. The sulfur content of Wuhai coal was high. The practical application in big coke oven of Hansteel corporation showed that the coke production cost reduce and the coke quality improved by replacing 6% Nanguan fat coal with 6% Wuhai coal.

Key words: Wuhai coal; coal blending and coking; coal petrologic parameters; coke quality

0 引 言

焦化企业降本增效的主要目标是降低焦炭生产成本,同时稳定和提高焦炭质量^[1]。山西炼焦煤由于品种齐全,质量优良,得到了焦化行业的认同^[2-4]。邯郸钢铁集团焦化厂配用山西煤达到 50% 以上,但价格普遍较高。目前,内蒙古煤炭已探明储藏量和开采量逐年增大,2010 年的煤产量首次超过山西,成为我国第一大产煤省,而且每年增量显著^[5]。但内蒙古乌海矿区炼焦煤占该地区的 80%,且多为露天煤矿,煤层厚,地质构造简单、埋藏浅等,其炼焦煤质量与国内其他产煤省炼焦煤有一定差异性,煤质含硫高^[6-8]。由于近几年环保对用煤企业

的要求,高硫煤逐渐处于劣质资源,价格走低。但乌海煤依靠低价优势逐渐得到了国内钢铁冶金领域焦化行业的青睐^[9]。国内各大焦化厂对高硫煤煤质的认识仍然不足,使焦化厂对高硫煤配煤炼焦的应用非常谨慎。因此,如何有效利用乌海煤进行配煤炼焦已经成为行业的关注点。

1 乌海煤的性质

1.1 乌海煤的工业分析和硫含量

表 1 为乌海煤的工业分析和全硫含量。从表 1 可看出,乌海煤的灰分偏高,挥发分为 29.34%,固定碳含量为 78.50%,属于 1/3 焦煤。乌海煤的全硫含量为 1.69%,硫含量较高,为中高硫煤。

收稿日期:2015-04-29;责任编辑:孙淑君 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2016.01.023

作者简介:黄世平(1981—),男,江西南昌人,高级工程师,硕士,从事煤化工技术研究和设备开发的科研工作。E-mail: huangshiping@hbisco.com

引用格式:黄世平,李立业,刘 需,等.乌海煤的性质研究及应用[J].洁净煤技术,2016,22(1):114-117.

HUANG Shiping, LI Liye, LIU Xu et al. Properties and utilization of Wuhai coal[J]. Clean Coal Technology, 2016, 22(1): 114-117.

表 1 乌海煤的工业分析及全硫

Table 1 Proximate analysis and total sulfur content of Wuhai coal %

A_d	V_{daf}	FC_d	M_1	$w(S_{t,d})$
10.34	29.34	78.50	5.21	1.69

1.2 乌海煤的镜质组反射率分析

测量了乌海煤的煤岩镜质组随机反射率分布。通过分析发现,乌海煤的平均最大反射率为

1.19%, 应属肥煤类,煤种随机反射率整体呈正态分布,且分布较宽,从 0.5~2.0 都有分布,其标准方差为 0.266,说明该煤为复杂混煤。

1.3 乌海煤的黏结性分析

煤的黏结性能分析包括黏结指数、胶质层指数、奥亚膨胀度和基氏流动度^[10-11]等指标,见表 2。表 2 表明,乌海煤的黏结指数 G 值高达 91,胶质层最大厚度为 19 mm,体积曲线为山型,说明这种煤生成的胶质体数量大、质量高,且黏结性能好。

表 2 乌海煤的黏结性分析

Table 2 Caking property analysis of Wuhai coal

胶质层指数		G	奥亚膨胀度				基氏流动度						
Y/mm	X/mm		$t_1/^\circ C$	$t_2/^\circ C$	$t_3/^\circ C$	$a/\%$	$b/\%$	$t_1/^\circ C$	$t_a/^\circ C$	$t_b/^\circ C$	$t_2/^\circ C$	ΔT	MF
19	22	91	360	420	462	24	100.6	377	464	501	501	124	4809

注:奥亚膨胀度测量中 t_1 表示软化温度, t_2 表示表示最大膨胀温度, t_3 表示固化温度;基氏流动度测量中 t_1 表示初始软化温度, t_2 表示固化温度, t_a 表示最大流动度温度, t_b 表示最后流动温度, ΔT 表示塑性温度区间,且 $\Delta T = t_2 - t_1$, MF 表示最大流动度(单位 ddpm,表示分度每分钟)。

其次,乌海煤在 360 °C 左右就开始软化熔融,生成胶质体,说明这种煤易于软化;且其奥亚膨胀度 b 值为 100.6% 膨胀度很高,说明这种煤生产的胶质体数量较多且胶质体膨胀性较大^[12]。

再者,在 377 °C 左右,乌海煤生成的胶质体开始流动,且胶质体固化温度达到 501 °C,说明乌海煤的

塑性温度期间很宽,达到 124 °C,非常适合炼焦配煤。同时,乌海煤的最大流动度为 4809 ddpm,说明这种煤黏结性能很好,能生成质量较高的焦炭。

1.4 乌海煤的小焦炉试验研究

对乌海煤共进行了 3 组小焦炉平行试验,试验结果见表 3。

表 3 乌海煤的小焦炉试验结果

Table 3 The small coke-oven test results of Wuhai coal

焦炭	$A_d/\%$	$w(S_t)/\%$	$M_{40}/\%$	$M_{25}/\%$	$M_{10}/\%$	$CRI/\%$	$CSR/\%$
第 1 炉	14.62	1.48	84.33	89.67	9.00	35.5	44.5
第 2 炉	13.83	1.40	81.67	87.67	11.00	36.8	43.4
第 3 炉	13.82	1.42	84.00	89.33	9.33	34.0	45.8
平均	14.09	1.43	83.33	88.90	9.78	35.4	44.6

注: M_{40} 表示抗碎强度, M_{25} 表示冶金强度, M_{10} 表示耐磨强度, CRI 表示反应性, CSR 表示反应后强度。

从表 3 可看出,炼焦所得焦炭的硫平均含量为 1.43%,比原料煤 1.69% 的硫含量有所下降,说明煤中较多的硫在炼焦过程中转入荒煤气中,降低了高硫乌海煤在配煤炼焦过程中对焦炭硫分的影响。从小焦炉焦炭化验结果来看, M_{40} 平均高达 83.33%, M_{10} 平均为 9.78%,说明内蒙古焦炭的抗碎强度与焦煤炼焦的焦炭质量接近,高于一般肥煤和 1/3 焦煤炼焦的焦炭质量,而其焦炭热态性能和肥煤比较接近。

2 乌海煤在邯钢生产中的应用

2.1 乌海煤和南关肥煤的性质对比

表 4 为乌海煤和南关肥煤(以下简称 NG 肥煤)的化验分析数据。表 4 表明,相比 NG 肥煤来说,乌海煤的黏结指数更高一些,挥发分较低。

同时,为更好地说明乌海煤的性质,测量了乌海煤和 NG 肥煤的显微组分含量,结果见表 5(在 50 倍油浸物镜下测量)。乌海煤的镜质组大多数为大块

表4 乌海煤和NG肥煤的化验分析

Table 4 Testing analysis of Wuhai coal and NG fat coal

煤种	煤阶	工业分析		$w(S_1)/\%$	G	胶质层指数		
		$A_d/\%$	$V_{daf}/\%$			Y/mm	X/mm	图形
乌海煤	肥煤	10.34	29.34	1.69	91	19	22	山形
NG肥煤	肥煤	9.39	30.34	1.62	87	20	34	之字

表5 乌海煤和NG肥煤显微组分分析

Table 5 Microscopic components analysis of Wuhai coal and NG fat coal

煤种	体积分数/%					活惰比
	镜质组(V)	惰质组(I)	半镜质体(SV)	壳质组(E)	矿物质(M)	
乌海煤	62.2	33.3	3.4	0	1.1	1.73
NG肥煤	50.2	41.6	5.2	1.3	1.7	1.14

注:活惰比= $(V+E+1/3SV)/(I+2/3SV+SF+M)$

均质镜质体,惰质组主要由丝质体、半丝和粗、微粒体组成;煤中镜质组含量高,达到62.2%,矿物质含量较低,活惰比高,为1.73,说明这种煤在炼焦过程中生成的胶质体数量多。NG肥煤的镜质组含量只有50.2%,且多为基质镜质组,相比NG肥煤来说,乌海煤有利于配煤炼焦的使用。

通过显微镜观察,发现乌海煤的镜质组含量高,且多为大块均质镜质体,炼焦过程中会生成大量胶质体。NG肥煤的镜质组和惰质组交杂出现,且三合煤较多,活惰比为1.14,煤种质量较乌海煤相差很多。相比NG肥煤来说,乌海煤镜质组含量高,且多为均质镜质组,非常适合配煤炼焦使用,能生产出高质量的焦炭。

2.2 乌海煤配煤炼焦的工业化生产

综合考虑焦炭的硫分、热强度、冷强度、煤炭价格和试验结果等因素,用6%乌海煤替代6%NG肥煤作为焦炉工业化生产配比。配乌海煤的工业化生产情况见表6。

表7为乌海煤配煤炼焦工业化生产前后的配比。相比原配比,执行后的配比是用6%乌海煤代替6%NG肥煤。

表6 乌海煤工业化生产前后的配比

Table 6 The contrast of Wuhai coal blending ratio before and after industrial production

煤种	1/3焦煤	NG肥煤	乌海煤	肥煤1号	焦煤1号	焦煤2号	焦煤3号	焦煤4号	焦煤5号	瘦煤	合计
原配比/%	12	12	0	13	12	8	17	11	8	7	100
执行后配比/%	12	6	6	13	12	8	17	11	8	7	100

表7 乌海煤工业化生产前后的焦炭质量对比

Table 7 The contrast of coke quality before and after industrial production of Wuhai coal

项目	$M_{40}/\%$	$M_{10}/\%$	$CRI/\%$	$CSR/\%$	$A_d/\%$	$w(S_{1,d})/\%$	
配入乌海煤之前焦炭质量	2009年10月	84.66	5.99	22.66	68.28	12.69	0.68
	2009年11月	84.66	6.06	22.32	68.46	12.71	0.67
	2009年12月	85.04	6.06	21.85	68.42	12.7	0.67
	实施前的平均值	84.79	6.04	22.28	68.39	12.70	0.67
配入乌海煤之后焦炭质量	2010年1季度	85.03	5.92	21.88	68.89	12.78	0.73
	2010年2季度	84.88	6.01	21.93	68.74	12.76	0.74
	2010年3季度	84.70	6.08	22.95	67.62	12.85	0.75
	实施后的平均值	84.87	6.00	22.25	68.42	12.80	0.74
主要指标差距	0.08	-0.03	-0.02	0.03	0.10	0.07	

乌海煤配入后,焦炭的成本下降10元/t以上,重点对焦炭各项指标,尤其是焦炭的热强度和焦炭硫分进行了关注,焦炭硫分2010年全年比2009年

10—12月平均升高了0.07%,最高达到0.75%。在低成本配煤炼焦条件下,焦炭的热态性能得到稳定且略有改善,其中CRI降低0.02%,CSR提高

0.03%,证明乌海煤的配入不仅能降低焦炭成本,而且能保持焦炭质量的稳定。

3 结 论

1) 乌海煤镜质组含量高,且多为均质镜质组,非常适合配煤炼焦使用,能生产出高质量的焦炭。

2) 乌海煤的奥亚膨胀度大,最大流动度较高,这种煤炼焦时生产的胶质体数量较多,且胶质体的结焦性能很好。在单独炼焦的焦炭热态性能和肥煤炼焦的焦炭质量接近。

3) 乌海煤可部分替代肥煤炼焦,不仅能低焦炭成本,而且能保持焦炭质量稳定。

参考文献:

- [1] 邓秀媛. 关于工业企业“成本领先行动”推进方法的探讨[J]. 中国总会计师, 2011(1): 120-122.
Deng Xiuyuan. Discussion on industrial enterprises promote methods of "cost ahead action" [J]. China Chief Financial Officer, 2011(1): 120-122.
- [2] 曹代勇, 黄岑丽, 袁文峰, 等. 山西炼焦煤资源与开发利用现状分析[J]. 中国煤炭地质, 2008(11): 1-4 23.
Cao Daiyong, Huang Cenli, Yuan Wenfeng, et al. Exploitation and utilization status quo of coal resources for coking in shanxi province [J]. Coal Geology of China, 2008(11): 1-4 23.
- [3] 黄岑丽, 袁文峰. 关于山西炼焦煤资源保护的政策建议[J]. 煤炭经济研究, 2009, 29(2): 12-17.
Huang Cenli, Yuan Wenfeng. Policy recommendations on protection of Shanxi coking coal resources [J]. Coal Economic Research, 2009, 29(2): 12-17.
- [4] 张学军. 山西焦煤集团主要炼焦煤特性分析[J]. 选煤技术, 2009(2): 20-22.
Zhang Xuejun. Characteristics analysis of main coking coal in Shanxi coking coal group [J]. Coal Preparation Technology, 2009(2): 20-22.
- [5] 王锋正, 郭晓川. 内蒙古煤炭资源产业比较优势研究[J]. 煤炭经济研究, 2010, 30(3): 8-12.
Wang Fengzheng, Guo Xiaochuan. Advantages study on inner Mongolia coal resources industry contrast [J]. Coal Economic Research, 2010, 30(3): 8-12.
- [6] 赵广文. 乌海及周边城镇空间整合研究[D]. 北京: 清华大学, 2012: 40-59.
Zhao Guangwen. Research on the spatial integration of Wuhai and the surrounding towns [M]. Beijing: Tsinghua University, 2012: 40-59.
- [7] 韩兵, 李慧. 乌海煤化工的发展前景[J]. 内蒙古煤炭经济, 2013, 31(2): 3-5.
Han Bing, Li Hui. Coal chemical industry development prospects in Wuhai [J]. Inner Mongolia Coal Economy, 2013, 31(2): 3-5.
- [8] 李宁, 朱书全, 曹国强. 乌海肥煤硫分分布特性研究[J]. 煤炭工程, 2014, 46(2): 108-110.
Li Ning, Zhu Shuquan, Cao Guoqiang. Experimental study on sulfur content distribution features of wuhai fat coal [J]. Coal Engineering, 2014, 46(2): 108-110.
- [9] 郭金立. 对合理利用乌海炼焦煤的探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 1992, 10(2): 66-67.
Guo Jinli. Discussion on the rational use of Wuhai coking coal [J]. Inner Mongolia Coal Economy, 1992, 10(2): 66-67.
- [10] 孙会青, 齐炜, 胡进. 煤的基氏流动度测定标准及测定仪研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(6): 73-76.
Sun Huiqing, Qi Wei, Hu Jin. Study on Gieseler plastometer and determination standards of Gieseler fluidity [J]. Clean Coal Technology, 2011, 17(6): 73-76.
- [11] 付建华, 张振国, 薛立民. 几种煤的基氏流动度浅析[J]. 燃料与化工, 2008, 39(3): 23-25.
Fu Jianhua, Zhang Zhenguo, Xue Limin. Brief analysis on gieseler fluidity of some coals [J]. Fuel & Chemical Processes, 2008, 39(3): 23-25.
- [12] 孔庆和. 乌海煤田开发现状及建议[J]. 内蒙古煤炭经济, 1986, 4(1): 6-8.
Kong Qinghe. Status and suggestions on Wuhai coal development [J]. Inner Mongolia Coal Economy, 1986, 4(1): 6-8.
- [10] 李斌, 李剑锋, 吕俊复, 等. 我国大型流化床锅炉机组运行现状[J]. 锅炉技术, 2012, 43(1): 22-28.
Li Bin, Li Jianfeng, Lyu Junfu, et al. Status of large scale circulating fluidized bed boiler operation in china [J]. Boiler Technology, 2012, 43(1): 22-28.
- [11] 薛启春. 链条锅炉改造探讨[J]. 中国井矿盐, 2007(6): 38-40.
Xue Qichun. Discussion on the modification of chain boiler [J]. China Well and Rock Salt, 2007(6): 38-40.
- [12] 牛焱. 固硫型煤的应用分析[J]. 煤炭加工与综合利用, 2004(4): 36-39.
Niu Yan. Analysis on the application of sulfur-fixation coal briquettes [J]. Coal Processing & Comprehensive Utilization, 2004(4): 36-39.
- [13] 康建国. 全球天然气市场变化与中国天然气发展策略思考[J]. 天然气工业, 2012, 32(2): 5-10.
Kang Jianguo. A discussion on global natural gas market change and Chinese natural gas development strategies [J]. Natural Gas Industry, 2012, 32(2): 5-10.
- [14] 张晓松, 郭旭. 城市集中供热系统现状和问题分析[J]. 煤气与热力, 2009, 29(11): 11-14.
Zhang Xiaosong, Guo Xu. Analysis on status quo and problems of urban centralized heat-supply system [J]. Gas & Heat, 2009, 29(11): 11-14.

(上接第113页)