

首钢使用无烟煤炼焦的可行性研究

李东涛¹, 薛立民¹, 何龙¹, 郑宝国², 吴继扬², 曹贵杰², 邱冬英¹

(1. 首钢技术研究院钢铁技术研究所, 北京 100041;

2. 迁安中化煤化工有限责任公司, 河北, 迁安 064404)

摘要 通过 200kg 小焦炉实验研究, 认为添加 1~2% 的粒度 < 1mm 的无烟煤炼焦, 可以保证焦炭的冷热态强度, 而采用粒度 < 1.5mm 的无烟煤进行炼焦, 最好添加 1% 的比例才能保证焦炭的冷、热态强度。同时, 对采用无烟煤的具体工艺流程进行了初步的设计, 对采用无烟煤炼焦的经济效益进行了分析。

关键词 无烟煤, 炼焦, 配煤

The research on the possibility of using anthracite coal for coking in capital Steel

Dongtao Li¹, Limin Xue¹, Long He¹, Baoguo Zheng²,

Jiyang Wu², Guijie Cao², Dongying Qiu¹

(1. Shougang technical research institute, Beijing, China, 100041.

2. Zhonghua coal chemical of Qian'an Co. Ltd, Qian'an, Hebei, China)

Abstract Using 200kg pilot coke oven, the possibility of using anthracite coal for coking in Capital Steel was studied. The following conclusions can be obtained from this work. (1) the addition of 1~2% anthracite with particle size of - 1mm, the strength can be stabile. (2) However, for the anthracite with particle size of - 1.5mm, only 1% of anthracite can be added if we want to keep the stability of the strength of the coke in Capital Steel. Based on this work, the possibility of using anthracite for coking in capital Steel was also given.

Key words anthracite Coal, coking, coal blending.

0 前言

我国炼焦煤资源虽然丰富, 但以高挥发的气煤和 1/3 焦煤为主, 肥煤、焦煤和瘦煤的储量有限, 特别是肥煤、瘦煤储量的一半是高硫煤, 其储藏比例与炼焦配煤的使用比例远远不匹配。随着国内钢铁业的快速发展和高炉的大型化, 对焦炭的需求量越来越大, 对其质量的要求也越来越高。就首钢的现状来说, 降低焦炭中的灰份和硫分是一个长期的工作。

鉴于此, 为了降低首钢焦炭中灰份和硫分, 我们在使用低灰、低硫的无烟煤配煤炼焦方面做了一些基础研究工作, 现将部分工作汇报如下。

1 无烟煤在配煤中的作用机理

1.1 焦炭的裂纹形成机理

在煤结焦过程的粘结阶段, 煤料呈塑性状态。一旦生成半焦, 随温度升高、气体析出, 固态的半焦发生收

缩。另一方面,在焦炉炭化室内结焦过程中,热能从炭化室两侧炉墙向其中心传递,使炭化室内始终存在温度梯度,相邻半焦层之间必然存在收缩差。当这种相邻半焦层收缩差引起的层间应力超过半焦层强度时,裂纹便形成。

1.2 无烟煤在配煤中的作用

无烟煤在配煤中的作用主要有以下几点:

- (1)无烟煤在配煤中起瘦化作用。结焦过程中无烟煤本身并不熔融,其颗粒表面吸附相当一部分烟煤热解生成的液相产物,使塑性体内液相量减少,得到合适流动度和膨胀度的配合煤。
- (2)配无烟煤可以降低装炉煤的半焦收缩系数,改善半焦气孔结构以提高半焦强度。
- (3)配无烟煤可以减少相邻半焦层间的收缩差,减少焦炭裂纹,提高焦炭强度。

1.3 配无烟煤的条件

一般来说,要配用无烟煤炼焦,需要注意以下几个方面的问题。

- (1)配合煤的粘结性要有富余;
- (2)无烟煤的配量要适中,使配合煤达到合适的流动度和膨胀度;
- (3)无烟煤的粒度要合适。太大会成为焦炭裂纹中心。粒度太小,会因其比表面积过大而消耗大量胶质体,使配合煤的粘结性变得太差。

2 实验部分

2.1 200kg 小焦炉实验条件

200kg 小焦炉试验的条件是,燃烧室温度 1050℃,焦饼中心结焦温度 910℃,结焦时间 16.5h,入炉煤的水分控制在 10%,细度为 91~93%。每个方案进行两炉平行试验,所得焦炭湿熄焦后进行焦炭的筛分和转鼓测试,获得焦炭的冷态强度 M_{40} 和 M_{10} 。所得焦炭测试其反应性和反应后强度,同时进行工业分析,检测焦炭的灰份、硫份。

2.2 无烟煤的粉碎和制备

在试验中我们对无烟煤进行了单独粉碎,用方孔筛筛分,直至分别全部通过 1mm 和 1.5mm 的筛网。按表 1 中的比例分别配入对这两种粒度的无烟煤进行实验。

2.3 实验方案的设计

实验方案如表 1 中所示。其中的基础方案为首钢当时的生产配煤方案,不配用无烟煤,用作对照。方案 1~3 进行分别进行 <1.5mm 和 <1mm 两种无烟煤粒度的 200kg 小焦炉实验。方案 1~3 为使用粒度 <1mm 的无烟煤进行实验的方案,试验结果表中的方案 4~6 为按照表 1 中的方案 1~3 重新进行无烟煤粒度 <1.5mm 的配用实验,为了与原方案 1~3 区别,依次分别命名为方案 4 至方案 6。

表 1 试验配煤方案(%)								
矿名	唐山	钱家营	古焦	马头	无烟煤	三给	大同	抚顺
基础	16	26	18	13	0	9	11	7
方案 1	18	26	18	13	1	6	11	7
方案 2	16	28	18	13	1	6	11	7
方案 3	16	28	18	13	2	6	10	7
方案 4	18	26	18	13	1	6	11	7
方案 5	16	28	18	13	1	6	11	7
方案 6	16	28	18	13	2	6	10	7

2.4 所用单种煤指标

实验中所用各单种煤的分析结果见表 2 所示。

表 2 单种煤指标分析结果

煤种	灰分 Ad, %	挥发分 Vdaf, %	硫分 St. d, %	b	G 值
抚顺	4.48	48.80	0.54	仅	53
1/3 唐山	9.42	30.23	0.53	132	95
钱家营	11.13	30.80	0.91	158	95
古焦	10.41	18.81	1.09	13	79
马头	10.14	22.68	0.74	15	85
无烟煤	2.81	7.56	0.08	—	—
三给瘦	12.11	16.27	0.81	仅	14
大同	5.79	35.64	0.77	仅	0

3 结果与讨论

200kg 小焦炉实验结果见表 3。为了叙述方便,按照无烟煤粒度分别<1.0mm 和 <1.5mm 的情况分别叙述。

从表 3 中可以看出,如果使用粒度<1.0mm 的无烟煤,方案 1 使用 1% 的无烟煤焦炭质量较好。而方案 3,虽然使用了 2% 的无烟煤,但是大同煤的比例降低了 1%,肥煤的用量增加了 2%,配煤的粘结性有所提高,所以焦炭的冷、热态强度均较好,所以认为这两个方案的实验效果较好。至于方案 2,加入无烟煤后焦炭的冷态强度尚可,但是焦炭的热态强度较差,具体原因暂时无法获知,需要进一步研究。至于各方案焦炭的灰份和硫分,可以看出方案 1 和方案 3 的硫分降低明显,灰份也是有所降低。从筛分结果来看,各个方案的基本相当,差异不明显。

表 3 焦炭质量指标

焦炭名称	灰分 Ad, %	挥发分 Vdaf, %	硫分 St. d, %	M ₁₀ , %	M ₁₀ , %	CRI, %	CSR, %
基础	11.77	1.50	0.72	74.0	13.0	30.5	46.0
方案 1	11.72	1.38	0.70	75.4	10.6	31.5	43.8
方案 2	11.83	1.50	0.72	76.9	11.6	33.8	38.9
方案 3	11.63	1.52	0.65	74.6	10.9	27.5	53.3
方案 4	11.68	1.73	0.64	75.7	12.4	32.3	45.0
方案 5	11.79	1.57	0.70	77.5	10.9	29.3	47.3
方案 6	11.50	1.30	0.68	74.6	13.4	33	40.3

表 4 焦炭筛分结果

筛分结果	基础	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
>80	36.80	35.72	41.23	36.05	40.88	40.26	40.64
>60	24.68	24.35	23.53	24.11	22.91	20.16	22.10
>40	25.91	26.42	23.37	28.91	24.66	22.08	24.13
>20	5.57	6.98	6.00	4.95	5.78	5.22	6.44
>10	1.46	0.99	1.22	1.37	1.33	7.23	1.39
<10	5.58	5.56	4.66	4.61	4.44	5.06	5.29

使用粒度<1.5mm 的无烟煤,得到表 3 中所示方案 4~6 中的结果。从表中可以看出,采用方案 4 和方案 5,即使用 1% 的粒度<1.5mm 的无烟煤,焦炭的冷、热态强度基本上能够得到保证,同时焦炭的灰份和硫分降低,尤其是硫分可以明显降低,表现了使用低灰低硫无烟煤的作用。尤其是其中方案 5 焦炭的冷热态强度甚至得到些许提高。方案 6 中使用了 2% 的粒度<1.5mm 的无烟煤,焦炭的冷热态强度不能保证。

4 经济效益分析

按照表 1 中的配煤方案计算,预计配入 1% 左右的无烟煤,可以降低配煤成本 0.8 元/吨左右,年经济效益 233.6 万元。

(下转第 674 页)

(2)与普通酸性球团矿相比,含 MgO 球团矿的低温还原粉化率和膨胀率低,还原性能好,是一种较佳的高炉炉料。

(3)进行了合理利用含 MgO 炉料结构的生产试验研究。采用高碱度低 MgO 烧结矿配加含 MgO 球团矿的炉料结构后,料柱压差降低 4.82%,高炉产量提高 0.6%,有效地改善了炼铁工艺生产指标。

参考文献

- [1]刘德军,王尤清.提高鞍钢高炉炉渣中 MgO 含量的理论研究[J].鞍钢科技,1999(5):1-5.
- [2]杨志泉.武钢高炉渣中 Al_2O_3 含量异常升高原因分析及对策[J].2005 中国钢铁年会论文集,北京:冶金工业出版社,2005:482-485.
- [3]Kimura H, Tsukihashi F. Phase diagram for the $CaO-SiO_2-FeO_x$ system and melting behavior[A]. Science and Technology of Innovative Ironmaking for Aiming at Energy Half Consumption[C]. Tokyo: MEXT, 2003. 83-86.
- [4]Higuchi K, Naito M, Nakano M, et al. Optimization of chemical composition and microstructure of iron ore sinter for low-temperature drip of molten iron with high permeability[J]. ISIJ International, 2004, 44(12): 2057-2066.
- [5]F. Shen, X. Jiang, G. Wu etc.. Proper MgO Addition in Blast Furnace Operation[J]. ISIJ International, 2006, 46(1): 65-69.
- [6]Panigraphy S C, Verstraeten P, Dilewijns J. Influence of MgO addition on mineralogy of iron ore sinter[J]. Metallurgical Transactions B, 1984, 15B(3): 23-32.
- [7]Yadav U S, Pandey B D. Influence of magnesia on sintering characteristics of iron ore[J]. Ironmaking and Steelmaking, 2002, 29(2): 91-94.
- [8]Matsumura M, Hoshi M, Kawaguchi T. Improve of sinter softening property and reducibility by controlling chemical compositions[J]. ISIJ International, 2005, 45(4): 594-602.
- [9]姜鑫. MgO 对烧结工艺及烧结矿冶金性能影响的研究[D]. 沈阳:东北大学,2005.
- [10]Noboru T, Takaho O, Yasuo O. Immersion treatment of sinter into calcium halide solution[J]. ISIJ International, 1990, 30(4): 281-289.
- [11]吴贤甫.降低梅山烧结矿低温还原粉化的研究[D]. 沈阳:东北大学,2003.

(上接第 665 页)

如果配入 2% 的无烟煤则可以节约配煤成本 1.26 元/吨配煤。年经济效益可达 368 万元,但是配入该无烟煤的细度要求提高,运行成本有所增加。

5 研究结论

根据以上分析,可以得到以下结论:

(1)采用无烟煤进行炼焦生产是基本上可行的,但是需要加大肥煤或强粘结性的 1/3 焦煤的比例,以弥补惰性的无烟煤的粘结性能不足。

(2)采用 1%~2% 的粒度小于 1mm 的无烟煤炼焦可以基本保证焦炭的冷态强度基本不变,同时焦炭的灰份和硫分可以降低,达到预期的降低焦炭中灰份和硫分的作用。如果采用粒度小于 1.5mm 的无烟煤,则无烟煤的用量以 1% 左右为宜,否则将会引起焦炭强度的下降。

(3)按照本文中提出的采用无烟煤炼焦的方案,可以起到降低炼焦配煤成本的作用。

参考文献

- [1]王元顺,李明富.无烟煤配煤炼焦试验与可行性.煤质技术,2002.7
- [2]郭伟,许阳.浅议无烟煤配煤炼焦的迫切性与可行性.云南煤炭,2005 年第 1 期