

首钢使用大同煤降低炼焦生产成本的研究和实践

李东涛¹ 刘立道¹ 宋渊博² 刘洋¹ 何龙¹ 赵杰³

(1. 首钢技术研究院钢铁研究所, 北京 100043; 2. 首钢焦化厂技术科, 北京 100041;

3. 首钢总公司生产部, 北京 100041)

摘要 就2009年以来首钢焦化厂在使用弱粘结性的大同煤进行降低配煤成本的研究和生产实践工作进行了总结。同时, 对于使用大同煤期间配煤粘结性能指标的准确预测进行了研究, 得出一些可供生产部门参考的校正公式。

关键词 炼焦 配煤 降成本 弱粘结煤

0 引言

近八年来中国国内钢铁行业的迅猛发展导致了国内炼焦行业的急速发展, 与此相适应, 国内外炼焦煤资源的紧缺问题日益严重。因此, 如何通过技术的手段缓解炼焦煤资源供应上的不足成为国内各钢铁企业焦炭生产所面临的问题之一。

首钢焦化厂几十年来一直坚持使用低灰、低价、低硫、弱粘结性的大同煤资源, 不仅保证了焦炭的质量和强度, 同时还为首钢节约了大量的配煤成本, 这种成果在国内是独有的。但是, 近年来由于进厂气煤资源种类和数量的增多, 加之某些品种的大同弱粘结煤的灰分和硫分指标下降, 首钢焦化厂使用大同煤的比例逐渐下降, 直至2009年7月18日以前首钢焦化厂四配煤已经开始停配大同煤。为了继续发挥大同煤的降低配煤成本的作用, 技术研究院、生产部、焦化厂联合开展了一系列工作, 增加了一配煤的大同煤用量,

在首钢四配煤重新开始使用大同煤, 并取得了很好的降成本效果, 本文重点就首钢四配煤的应用和研究经过做一介绍。

1 配煤方案的研究

1.1 四配煤使用大同煤配煤方案的提出

根据首钢四配煤的情况设计了相应的使用大同煤的具体方案, 见表1。各个方案的设计原则基本上按照大同煤替代部分气煤的思路设计, 只是在通过其它煤种平衡整体配煤结构上采用的手段有所不同而已, 譬如方案12采用大同煤直接替换8%的兖州气煤, 没有通过其它煤种来平衡, 方案13则采用肥煤来平衡, 方案14则采用蒙西1/3焦煤来平衡, 方案15则采用焦煤来平衡, 方案16的设计则考虑了万一前面几个方案的效果不理想时的方案, 适当减少大同煤和气煤的总体比例, 通过肥煤和三分之一焦煤同时弥补采用大同煤后配煤整体结构的变化, 方案17设计的是单独使用大同煤的方案。

表1 四配煤使用大同煤的方案设计

煤种	方案11 (基础)	方案12	方案13	方案14	方案15	方案16	方案17
西曲	12	12	12	12	13	12	12
峰景	12	12	12	12	12	12	12
煤气焦	12	12	12	12	12	12	12
肥煤	22	22	23	22	22	23	26
蒙西	12	12	12	13	12	13	23
新西兰	6	6	6	6	6	6	0
三给	8	8	8	8	8	8	7
大同	0	8	5	5	5	6	8
气煤 (兖州)	16	8	10	10	10	8	0
总计	100	100	100	100	100	100	100

1.2 200kg 焦炉中试试验结果

上述各方案的 200kg 焦炉炼焦实验的焦炭的分析结果见表 2。从表 2 中可以看出, 方案 14, 15, 16, 17 在用大同煤替代兖州气煤资源后, 通过调

整配煤的整体比例, 焦炭的强度亦然很好, 说明按照这些方案使用大同煤是合理的。综合考虑各方面的因素, 生产方案基本上按照方案 16 作为原型来设计。

表 2 焦炭质量情况

%

方案名称	方案 11	方案 12	方案 13	方案 14	方案 15	方案 16	方案 17
灰分 V_d	1.2	1.28	1.27	1.2	1.17	1.14	1.3
灰分 A_d	12.2	11.75	12.08	11.9	11.75	11.73	12.5
硫分 S_d	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.81	0.77
M_{40}	84.80	82.40	84.80	84.00	83.20	83.20	83.20
M_{10}	8.00	10.40	8.80	8.80	8.80	8.00	8.00
CRI	29.5	33.7	31.4	30.5	32.1	30.8	29.1
CSR	52.8	46.4	50.5	57.4	55.2	54.3	56.7

本季度, 在上述实验的基础上, 结合首钢焦化厂当前的炼焦煤资源供应状况, 对上述方案 16 的基础上进行了相应的微调, 重点在首钢焦化厂四配煤开展了使用大同煤的生产实践工作。

1.3 配用大同煤前后焦炭显微结构的变化

对表 1 中各方案的中试试验焦炭样品进行了显微组织结构的测试, 结果见表 3。从表中的分析结

果来看, 采用大同煤后, 配煤结构的变化导致了焦炭显微结构的变化, 焦炭显微结构的变化主要表现在两个方面, 其一, 焦炭中的丝炭和破片状结构含量降低; 其二, 粒状镶嵌尤其是中粒和粗粒镶嵌结构的含量增多; 第三, 焦炭中的各向同性组分含量有所增加。

表 3 表 1 中各方案的焦炭显微结构的变化

%

方案	同性	细粒	中粒 + 粗粒	纤维	片状	丝炭 + 破片
11	1.8	4.4	48.9	2.7	1.2	41
12	2.5	6.2	54	3.7	1.2	32.4
13	3.3	3.6	56.8	0.6	1.2	34.5
14	2	4.6	55.7	2.3	1.8	33.6
15	5.3	4.6	50.1	4.6	2.5	32.9
16	2	3.7	55.4	2.7	2.0	34.2
17	1.7	4.4	53	2	1.7	37.2

关于焦炭显微结构的这种变化带来的焦炭强度变化的原因可以初步解释为: 焦炭中的粒状镶嵌结构的聚集形式为各种粒状结构密集堆积, 要破坏这种结构势必沿着曲折的路线前进, 消耗的能量很大, 所以, 焦炭粒状镶嵌结构尤其是粗中粒结构较多的焦炭, 其冷热强度均较好。而纤维状、片状、破片, 丝炭类结构, 由于沿着一定的方向排列, 破坏起来需要的能量较低, 所以这些结构较多的焦炭其强度尤其是热强度较低。另外, 由于使用大同煤后, 焦炭中各向同性显微组分含量升高, 会引起焦炭在高炉中碱金属存在情况下保持其强度和粒度能力的改善。

2 生产应用效果

表 4 中为首钢焦化厂四配煤使用大同煤前后的配煤比例变化情况。7 月 13 日的配煤方案为使用大同煤前的配煤比例, 使用的气煤数量较大, 达 16%。从 7 月 18 日开始, 开始使用 6% 的大同煤资源, 同时调整了蒙西和唐山 1/3 焦煤的比例, 减少了焦煤比例 1%, 使用大同煤替代部分气煤资源, 肥煤比例变化不大。从表 5 中的焦炭强度变化情况来看, 使用大同煤后, 焦炭的强度保持稳中有升, 说明使用大同煤后对焦炭焦强度是有益的。

四配煤使用大同煤前后焦炭中灰分和硫分的变化情况见图 1 所示, 从图中可以看出焦炭的灰分和硫分基本上在合理的范围内波动, 认为基本上

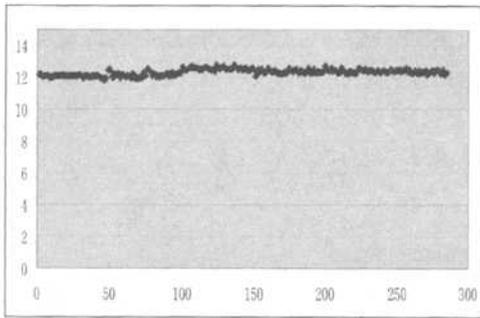
保持稳定。这种变化是受来煤总体灰分和硫分的变化趋势所左右的, 并不是由于使用大同煤所致。同时, 配煤成本降低至少 15 元/t 以上。

表 4 四配煤配比变化情况

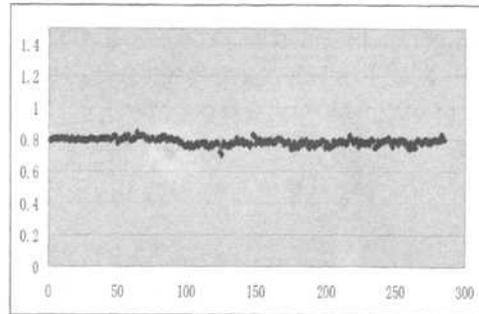
日期	蒙西	唐山	古交	煤气焦	峰景	肥煤	大同	气煤	瘦煤
7月13日	7	9	11	10	15	26	0	3 抚顺+13 宣化	6
7月18日	10	10	10	10	15	26	6	7	6
8月14日	10	10	18	17		26	6	6	7
8月18日	10	10	20	15		26	6	6	7
8月24日	10	10	22	13		26	6	6	7

表 5 首钢焦化厂四配煤使用大同煤前后的焦炭热态性能指标

项目	供户名称	反应性 CRI/%	反应后强度 CSR/%
使用大同煤前焦炭强度平均值	四炉	25.62	65.40
使用大同煤后焦炭强度平均值	四炉	23.49	67.36



(a)



(b)

(a) 灰分; (b) 硫分

图 1 2009 年三季度首钢四配煤用大同煤后焦炭灰分和硫分的变化

3 大同煤对配煤粘结性能指标预测结果的影响研究

长期以来, 我们在使用大同煤对于配煤粘结性能指标的影响上只是存在一种定性的感觉, 没有系统研究过配用大同煤后配煤粘结性能指标的定量变化规律。为此组织了一系列实验, 研究了大同煤使用前后配煤粘结性能的变化规律, 由于实际生产中大同煤和瘦煤同时使用, 为此, 在验证了首钢配煤结构中强粘结煤配合后配煤粘结性能指标的加和性很好的基础上, 设计了按照不同比例使用大同和瘦煤的情况, 依此来研究配用大同煤对配煤粘结性能指标的影响规律。

3.1 大同煤和瘦煤同用对于配煤 X, Y 值的影响规律及定量描述

1) 配煤 X 值的计算值和实测值之间的变化按

照图 2 和公式 (1) 变化:

$$Y = 1.31X - 3.3954 \quad (R^2 = 0.8111) \quad (1)$$

说明可以通过配煤的 X 值的理论计算值来较为准确地预测实测值的情况。

2) 配煤 Y 值的计算值和实测值之间的变化按照图 1 和公式 (2) 变化:

$$Y = 2.7209X - 29.758 \quad (R^2 = 0.99) \quad (2)$$

说明大同煤和瘦煤同用的情况下, 通过配煤 Y 值的计算值可以非常准确地预测配煤的实测 Y 值。

3.2 大同煤和瘦煤同用对于配煤 a, b 值的影响规律及定量描述

1) 大同煤和瘦煤同用情况下, 配煤奥亚膨胀度 a 值的计算值和实测值之间的关系见图 3a, 将图中曲线进行线性拟合, 得到关系式 (3)。拟合关系不是太好, 但是勉强可以满足需要, 这一点与单独使用大同煤或瘦煤的情况相类似。

$$Y = 0.5766X + 10.563 \quad (R^2 = 0.6) \quad (3)$$

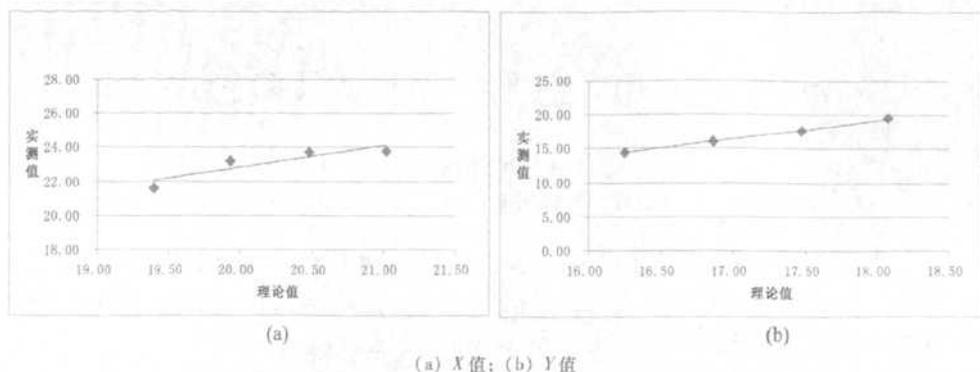


图2 大同三给通用情况下配煤 X 值和 Y 值的计算和实测值的关系

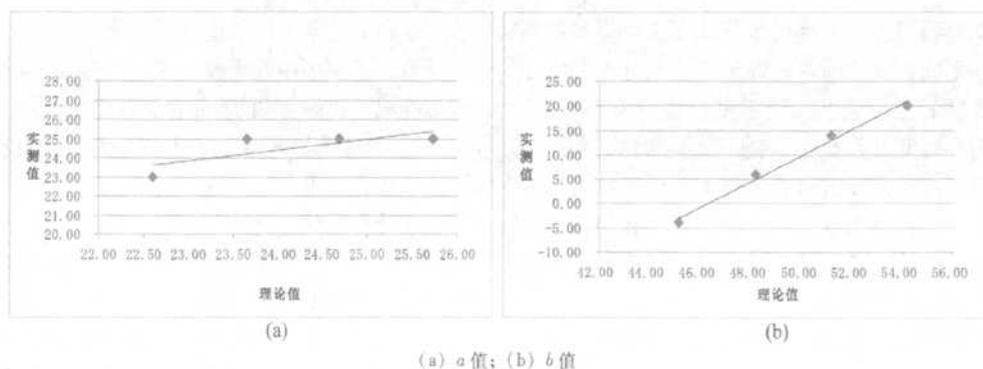


图3 大同和三给通用情况下配煤 a 值和 b 值的实测与理论值关系

2) 大同和三给同用情况下, 配煤奥亚膨胀度 b 值的计算值和实测值之间的关系见图 3b, 将图中曲线进行线性拟合, 得到关系式 (4)。拟合关系非常好, 说明可以通过计算的 b 值准确预二者同时使用情况下的实际 b 值。

$$Y = 2.6587X - 123 \quad (R^2 = 0.9877) \quad (4)$$

3.3 大同煤和瘦煤同用对于配煤 G 值的影响规律及定量描述

大同和三给同用情况下, 配煤 G 值的计算值和实测值之间的关系见图 4, 将图中曲线进行线性拟合, 得到关系式 (5)。拟合关系非常好, 说明

可以通过计算 G 值准确预测二者同用情况下的实际 G 值。

$$Y = 0.9536X + 12.187 \quad (R^2 = 0.9769) \quad (5)$$

4 结论

基于以上分析, 可以得到以下结论:

1) 首钢的炼焦生产实践表明, 采用大同煤后焦炭的质量和强度得到提高, 同时配煤成本降低。

2) 上述事实说明, 在首钢现有配煤结构条件下, 继续采用低灰、低硫、低价、弱粘结性的大同煤对于降低配煤成本, 稳定甚至提高焦炭强度和质量, 仍有很大的潜力可控。

3) 通过研究, 基本解决了采用大同弱粘结煤后配煤粘结性能指标的准确预测问题。同时配用大同煤和瘦煤, 配煤粘结性能指标的预测效果为: G 值、 b 值和 Y 值的预测效果最好, 相关系数均达到 98% 以上, a 和 X 值的预测精度均有所提高, 说明大同煤和瘦煤之间似乎存在某种互补的关系, 但是这种关系目前还难以描述, 需要进一步研究和探索。

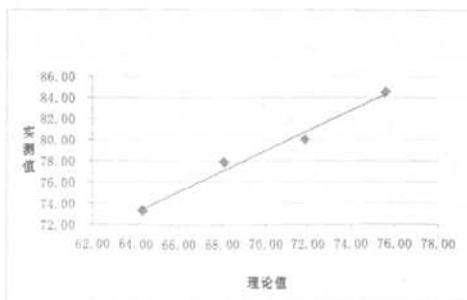


图4 大同和三给同用时计算的配煤 G 值与实测值之间的关系

作者简介: 李东涛 博士 高级工程师 现从事炼焦工艺研究工作。