



# 石灰对转炉工艺操作和生产成本的影响

盛国艳, 姚建伟

(山东石横特钢集团有限公司, 山东 肥城 271612)

**摘要:**基于生产实践,分析了石灰质量及消耗变化对转炉工艺操作及生产成本的影响。石灰生(过)烧率高, SiO<sub>2</sub>高,造成有效CaO降低,影响石灰渣化速度,过程返干严重;活性度低导致渣量增加,铁损增加,计算可知,石灰消耗每增加1 kg/t,影响生产成本升高1.36元/t。

**关键词:**转炉;活性石灰;工艺操作;生产成本;炉渣

中图分类号:TF713.3

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2010)01-0022-02

## 1 前言

石灰是转炉炼钢主要的造渣材料,具有脱P、脱S能力,也是用量最多的造渣材料,其质量好坏对冶炼工艺操作及生产成本等有着重要影响。在转炉炼钢快速吹炼节奏中,要求石灰中有效CaO高,而SiO<sub>2</sub>和S含量要低,要求块度适宜,生(过)烧率低,活性度高,含粉率低等特性,以保证快速成渣。

山东石横特钢集团有限公司炼钢厂第三炼钢车间以生产普碳钢为主,年生产能力100万t,主要设备有600 t混铁炉、60 t氧气顶吹转炉、60 t LF精炼炉、R7 m四机四流弧形连铸机。本研究基于转炉炼钢生产实践,用理论数据阐述石灰质量及消耗变化对转炉工艺操作及生产成本的影响。

## 2 石灰质量对工艺操作的影响

### 2.1 有效氧化钙的影响

生(过)烧率高, SiO<sub>2</sub>高,造成有效CaO的降低,石灰熔化困难,成渣速度慢,过程返干严重,终点渣化不透,恶化溅渣效果。如果保持碱度3.0, SiO<sub>2</sub>上升1%,石灰有效CaO下降约3%,碱度难以保证,钢水终点P、S波动较大<sup>[1]</sup>。从石灰石到石灰烧透过程是按以下反应进行的:CaCO<sub>3</sub>→CaO+CO<sub>2</sub>,该过程有44%的CO<sub>2</sub>要减重,相应的杂质含量也将增加约1倍。石灰应该烧透,烧减应低于4%;生烧率大时,使熔池热量损失增加,造成熔池热平衡困难。实际上石灰石和石灰成渣能量差异很大,相关数据见表1。

从表1可见,如果最终石灰中的有效CaO可以达到90%,要达到相同的炉渣碱度,每向炉渣提供1 kg有效CaO,石灰石比石灰多耗电1.11 kW·h。

过烧石灰的晶粒粗大、致密,表面能下降,造成

表1 1 kg石灰石和石灰的成渣能量差异

项目	石灰石	石灰	差异
能耗(20℃→1600℃)/kJ	3 538	2 763	775
电耗(20℃→1600℃)/(kW·h)	0.983	0.770	0.213
生成有效CaO/kg	0.5	0.9	-0.4
生成有效CaO耗电/(kW·h)	1.966	0.856	1.110

反应能力大大下降。资料表明,各种石灰在水中的溶解能力与石灰的质量指标有密切关系(见表2)。

表2 石灰在水中的溶解能力与石灰质量的关系

石灰种类	体积密度/(kg·m <sup>-3</sup> )	气孔总体积/(cm <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	气孔总表面积/(m <sup>2</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	反应能力/min
活性石灰	1 250	313	8 538.1	0.53
普通石灰	1 660~1 800	280	5 115.0	1.75
过烧石灰	2 060	160	605.7	32.0

### 2.2 石灰含粉率的影响

石灰粉面率高,入炉时的粉面绝大多数将被炉气带走,造成实际石灰入炉量降低,碱度难以准确控制。同时,石灰粉面在一文、二文遇水形成Ca(OH)<sub>2</sub>,进而形成CaCO<sub>3</sub>,造成喷嘴堵塞,使水的pH值>7,污染水质,对除尘系统长期有效运行不利。根据烟气流速与悬浮石灰块直径的关系,石灰块度<4 mm的颗粒即使不被筛分,烟气流速只需要20 m/s以上,就可以轻松将其带入烟道。转炉烟气温度1 400~1 600℃,在一文的流速60~120 m/s,在烟道下料口的烟气流速一般也在20 m/s以上,脱碳反应激烈时烟气流速可达40 m/s以上,从一次除尘污泥中CaO的含量可以估计进入烟气的石灰量。

### 2.3 石灰中S含量的影响

一般要求石灰含硫<0.100%,石灰含硫量高将严重影响转炉内炉渣脱硫效率,甚至会出现增硫现象,尤其是入炉铁水硫>0.050%时。

### 2.4 石灰消耗对渣量的影响

转炉炉渣要求碱度2.8~3.2,有的企业甚至达到3.5。如果石灰有效CaO及活性度低,为了获得同样碱度,则必然增加石灰加入量,即渣量增大,统计

收稿日期:2009-03-12

作者简介:盛国艳,女,1981年生,满族,2004年毕业于燕山大学钢铁冶金专业。现为山东石横特钢集团有限公司炼钢厂第三炼钢车间助理工程师,从事炼钢工艺技术及管理工作。

结果表明:渣量大小与石灰加入量存在正变关系(见表3)。2008年3~8月份累计产钢49.73万t,石灰消耗38 835.17 t,入炉前筛出粉面6 099.64 t,炉渣77 352.90 t,此外,表中数据未考虑一次、二次除尘带走的石灰粉粒。

表3 2008年3~8月份石灰消耗与渣量的关系

月份	石灰总消耗/(kg·t <sup>-1</sup> )	实际入炉石灰/(kg·t <sup>-1</sup> )	渣量/(kg·t <sup>-1</sup> )	炉渣与石灰总耗比	炉渣与石灰净耗比
3	73.69	61.15	149.93	2.03	2.45
4	85.13	73.49	162.88	1.91	2.22
5	74.36	64.06	148.37	2.00	2.32
6	84.74	73.92	163.79	1.93	2.22
7	80.48	67.37	160.44	1.99	2.38
8	69.80	54.69	147.43	2.11	2.70
累计	78.09	65.83	155.54	1.99	2.36

表3表明,石灰净入炉量每增加1 kg/t,渣量增

表4 石灰主要指标对钢铁料成本的影响

指标	要求	变化	石灰消耗/(kg·t <sup>-1</sup> )	渣量/(kg·t <sup>-1</sup> )	氧化铁损/(kg·t <sup>-1</sup> )	钢珠铁损/(kg·t <sup>-1</sup> )	综合铁损/(kg·t <sup>-1</sup> )	钢铁料成本/(元·t <sup>-1</sup> )
活性度	≥300 mL	-30 mL	5.5	12.98	1.41	1.04	2.45	5.91
有效氧化钙含量	≥90%	-5%	2.9	6.84	0.75	0.55	1.30	3.13

### 3.1 活性度影响

计划石灰加入量为55 kg/t时活性度为300 mL,去除10%粉末率,则实际计划加入量为49.5 kg/t。活性度降为270 mL时,实际石灰加入量应为55.0 kg/t,即活性度降低30 mL,入炉石灰增加5.5 kg/t,则渣量增加2.36倍,即12.98 kg/t;按渣中TFeO含量14%,钢珠含量为8%,则增加影响铁损2.45 kg/t,按重废计算(95%的收得率,2.29元/kg),则成本增加5.91元/t。

### 3.2 有效氧化钙影响

计划石灰加入量为55 kg/t时,考虑有效氧化钙为90%,粉末率为10%,则实际加入量为49.5 kg/t,有效氧化钙含量降低5%时,实际石灰加入量需要达到52.4 kg/t,增加2.9 kg/t,则渣量增加6.84 kg/t,按渣中TFeO含量14%,钢珠含量为8%,则增加影响铁损1.30 kg/t,按重废计算(95%的收得率,2.29元/kg),则成本增加3.13元/t。

有效氧化钙的降低直接导致石灰活性度的降低,因此,上述两项是从不同角度说明同一个问题。

加2.36 kg/t,渣量过大必然造成铁损增加,按照渣中TFeO含量14%,钢珠损失8%计算<sup>[2]</sup>,则增加铁损0.45 kg/t,按重废计算(95%的收得率,2.29元/kg),则成本增加1.07元/t。

### 2.5 石灰消耗增加对热量平衡的影响

在钢铁料结构和装入量一定时,统计结果表明,石灰每增加100 kg/炉,影响矿石少加38 kg/炉,即石灰每增加1 kg/t,影响矿石少加0.38 kg/t(折合成成本0.31元/t),按矿石含铁量66%,重废计算(95%的收得率,2.29元/kg),则成本增加0.29元/t。

## 3 石灰质量对生产成本的影响

根据生产经验,结合理论数据,石灰质量对生产成本的直接影响见表4。

### 3.3 粉面率影响

计划粉面率为10%时石灰加入量为55 kg/t,粉面率增加1%,则石灰加入量为55.55 kg/t,增加0.55 kg/t,即粉末率增加4%,石灰加入量增加2.20 kg/t。按照石灰价格0.24元/kg计算,从石灰消耗角度影响生产成本升高0.53元/t。

## 4 结 语

石灰质量的高低和稳定与否对转炉冶炼操作和生产成本的影响是巨大的,石灰生(过)烧率高,SiO<sub>2</sub>高,造成有效CaO降低,势必影响石灰渣化速度,过程返干严重;活性度低势必导致渣量增加,铁损增加。结果表明,入炉石灰每增加1 kg/t,影响成本升高1.36元/t。

### 参考文献:

- [1] 王雅贞,张岩,张红文.氧气顶吹转炉炼钢工艺与设备[M].2版.北京:冶金工业出版社,2004.
- [2] 郑沛然.炼钢学[M].北京:冶金工业出版社,2004:52.

## Effect of Lime on Process Practice and Production Cost in Converter

SHENG Guo-yan, YAO Jian-wei

(Shandong Shiheng Special Steel Group Corporation, Feicheng 271612, China)

**Abstract:** Based on the process practice, this paper analyzed the effect of lime quality and consumption on process operation and production cost in converter. The high rate of raw and over burning and high SiO<sub>2</sub> content in lime caused the lower of effective CaO, influenced the lime residue speed and the process drying badly. The low active degree of the lime caused the increase of slag quantity and iron loss, the results showed the lime consumption increased 1 kg/t, and the production cost increased 1.36 Yuan per ton by calculating.

**Key words:** converter; active lime; process operation; production cost; slag