

迁钢 X70 管线钢 LF 脱硫精炼渣研究

马小乐¹ 郭汉杰¹ 韩桂印^{1,2}

(1. 北京科技大学冶金与生态工程学院,北京 100083 2. 首钢迁钢公司,迁安 064404)

摘要:通过对首钢迁钢 X70 管线钢 LF 炉精炼渣系的各指标分析,得到了高脱硫合格率下的各指标分布区域:二元碱度在 5~8 附近,四元碱度分布于 1.7~1.9 之间;*MI* 指数综合考虑在 0.3~0.4;C/A 值可分布于 2~2.1 之间;光学碱度分布于 0.76~0.77 之间。

关键词: X70 管线钢;精炼渣;脱硫;碱度

Researching of LF Desulphurization Refining Slag of Qiangang X70 Pipeline Steel

Ma Xiaole¹ Guo Hanjie¹ Han Guiyin^{1,2}

(1. School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083;2. Qian'an Iron and Steel Company Ltd. Shougang Group, Qian'an 064404)

Abstract: Base on analysis of the various indicators of LF desulphurization refining slag for X70 pipeline steel at Shougang Qian'an Iron and Steel Company Ltd. the distribution area of each index of higher desulphurization rate was found as follow: Binary basicity in the vicinity of 5~8, Quadribasic alkalinity found in 1.7~1.9; *MI* index comprehensive consideration in the 0.3~0.4; C/A value can be distributed between 2 and 2.1; optical basicity was found in 0.76~0.77.

Key words: X70 pipeline steel; LF refining; desulphurization; basicity

1 引言

首钢迁钢 LF 精炼炉投产初期处理的钢种以 Q235B、Q345B、SS400 等普碳钢、低合金钢为主,为了提高产品竞争力,提高经济效益,高牌号管线钢的生产量在逐步增加,但是发现现在的 LF 炉工艺暴露出深脱硫过程中的深脱硫不稳定,且精炼周期偏长的问题。对于需要深脱硫的钢种, X70 管线钢,硫含量要求小于 0.0010%。本文通过对迁钢 X70 管线钢 LF 脱硫实验炉次中 44 炉达标炉次与 6 炉未达标炉次精炼渣指标分析,提出高脱硫合格率下精炼渣的各指标分布区域。

2 L_s 和脱硫率与钢中终点硫的关系

提高炉渣的硫容量(C_s),即提高炉渣与钢液间硫的平衡分配比(L_s),以提高脱硫的推动力^[1]。

对工业数据进行回归得到图 1,从图中可以看出, L_s 、脱硫率与钢中终点硫含量成良好反比关系。对于达标炉次的 L_s 均分布于 100 以上,且最高可达到 600 左右,脱硫率最高也可达到 87%。而未达标炉次的 L_s 与脱硫率分布明显要差,脱硫率最低才有 55% 左右。因此,要想降低钢中终点硫含量,就必须想办法通过各种手段提高精炼过程的硫分配比和脱硫率。

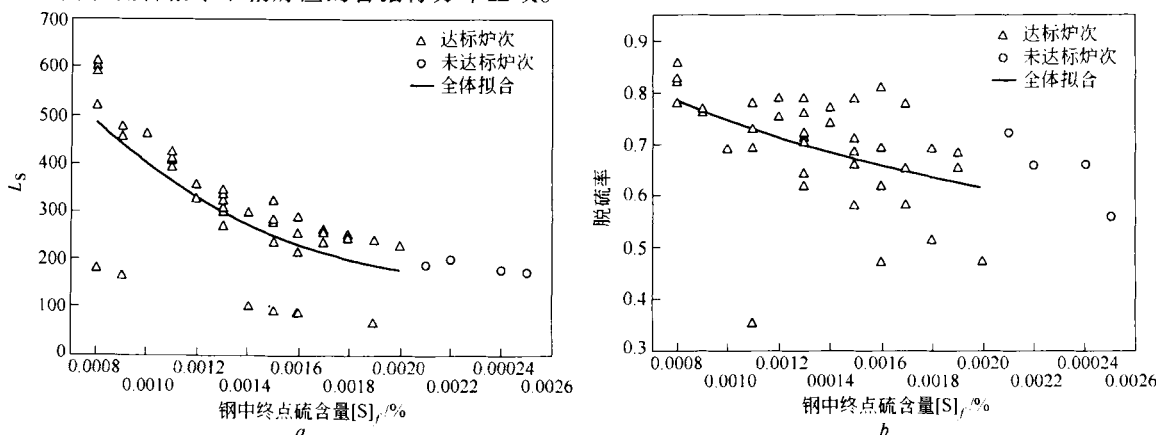


图 1 L_s 和脱硫率与钢中终点硫含量的关系

a— L_s 与钢中终点硫含量的关系; b—脱硫率与钢中终点硫含量的关系

3 渣系各指标的分析

二元碱度、四元碱度、MI 指数、C/A 值($w(\text{CaO})/w(\text{Al}_2\text{O}_3)$)以及光学碱度是评价渣系脱硫率的几个很重要的指标^[2],从这些指标可以反映出渣中成分的含量关系,以及渣的脱硫能力和流动情况。

图2~图6分别为渣的二元碱度、四元碱度、MI 指数、C/A 值、光学碱度在精炼过程中的变化情况。

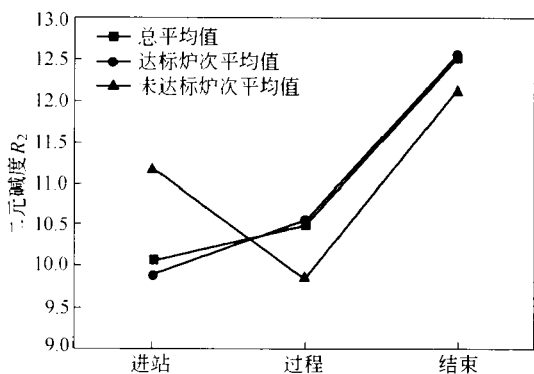


图2 达标与未达标炉次的二元碱度变化对比

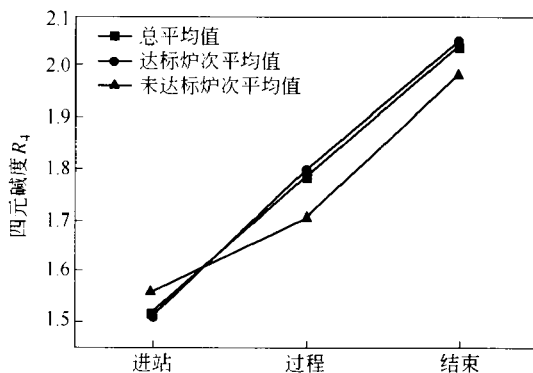


图3 达标与未达标炉次的四元碱度变化对比

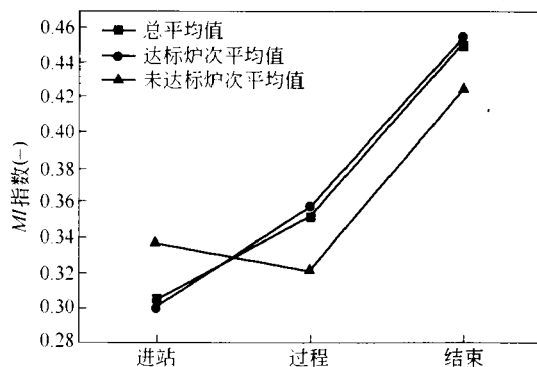


图4 达标与未达标炉次的MI指数变化对比

从图2~图6中可以看出,达标炉次的各个指标均高于未达标炉次,尤其是在终点时刻的值。但是对于单个炉次来说,各指标过程变化则还有可能一直增大或一直减小或先减小再增大,说明冶炼操作波动较大。

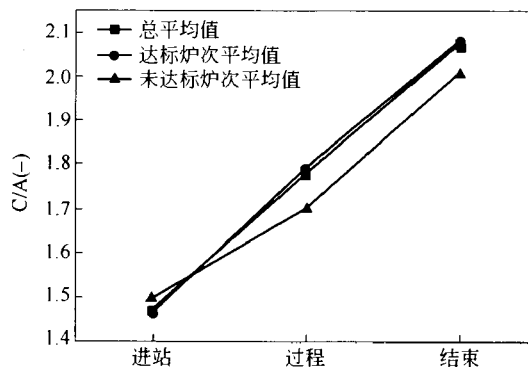


图5 达标与未达标炉次的C/A变化对比

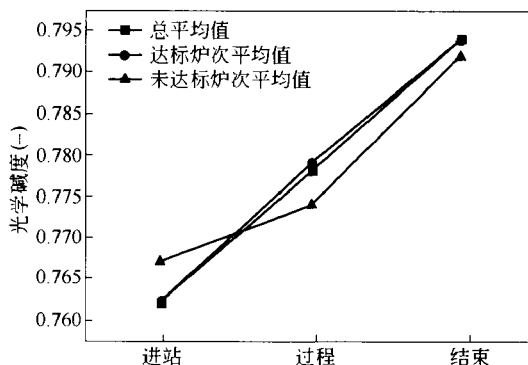


图6 达标与未达标炉次的光学碱度变化对比

3.1 各指标与Ls或脱硫率的关系

从图7可以看出,二元碱度小于14时,二元碱度和Ls成略微的正比关系,二元碱度越高,硫分配比越高,当二元碱度大于14时,二元碱度增大,Ls呈下降趋势。可见,一味地升高碱度并不一定有利于脱硫,过高的碱度会给炉渣的流动性带来困难。从图上可以看出,二元碱度等于14的附近,硫分配比出现很高的值。

MI指数是判断渣流动性的重要指标,从图8中可以看出,在迁钢精炼条件下,MI指数在0.4~0.6的范围内,MI越大脱硫率越高,达标炉次的MI指数集中分布于0.42~0.5之间。

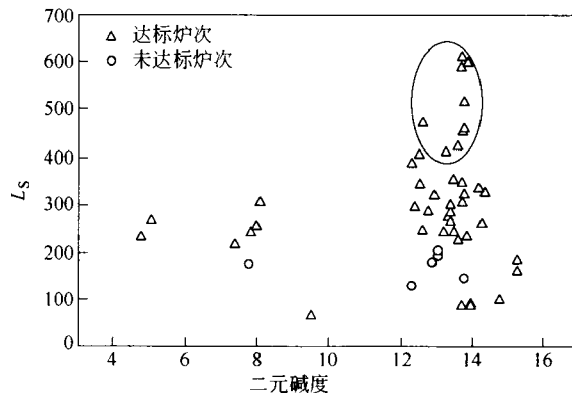


图7 二元碱度与Ls关系

C/A 的值可以代表脱硫参数,其值与 $a_{\text{CaO}}/a_{\text{Al}_2\text{O}_3}^{1/3}$ 相一致,可以反映出反应 $(\text{CaO}) + [\text{S}] + \frac{2}{3}[\text{Al}] = (\text{CaS})$

+ $\frac{1}{3}$ (Al_2O_3) 的脱氧脱硫情况^[3]。有文献研究表明,考虑脱硫时,则必须把渣系成分控制在高 $w(\text{CaO})/w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 侧。从图 9 中可以看出,达标与未达标炉次的 L_s 与 C/A 值均成正比关系,C/A 越高硫分配比越大, L_s 最好的炉次 C/A 值分布于 2.00~2.10 左右。

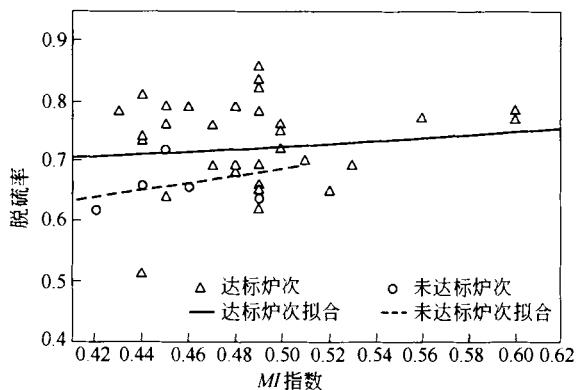


图 8 MI 指数与脱硫率的关系

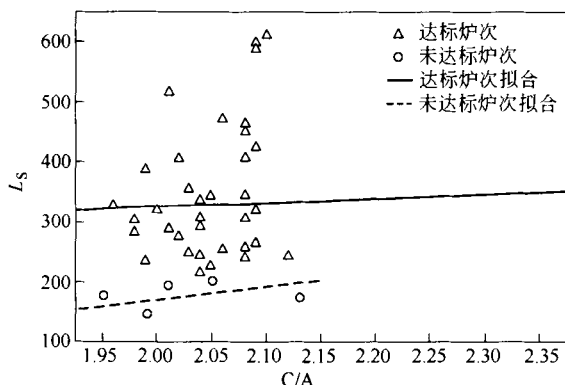


图 9 C/A 与 L_s 关系

从图 10 可以知道达标与未达标炉次的脱硫率均随光学碱度的增大而增大^[4]。从图上情况来看,达标炉次的光学碱度主要集中分布于 0.792~0.798 之间,脱硫率达到 75% 以上。

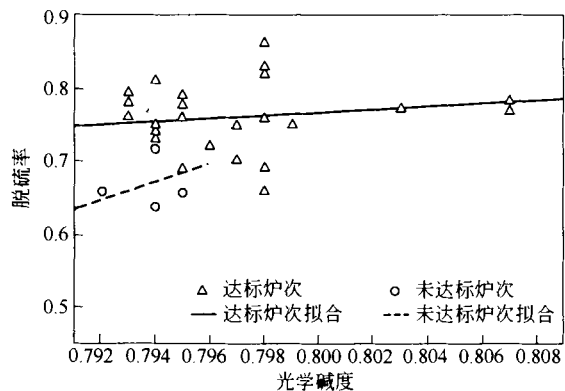


图 10 光学碱度与脱硫率的关系

3.2 各指标的合格率分布情况

为了直观的看出合格率高 的分配区间,统计不同

范围内的二元碱度、四元碱度、MI 指数、光学碱度的达标、不达标炉数和合格率。

3.2.1 二元碱度^[4]

从图 11 可以看出,多炉次比较二元碱度在 6~10 区间时合格率最高,而在 3.1 节中得到二元碱度在 14 左右时 L_s 值最大,这是由于碱度太大容易使渣的流动性变差,给 CaO 的脱硫利用率又带来问题。所以,综合考虑硫分配比的情况,其值在 6~10 区间为宜。

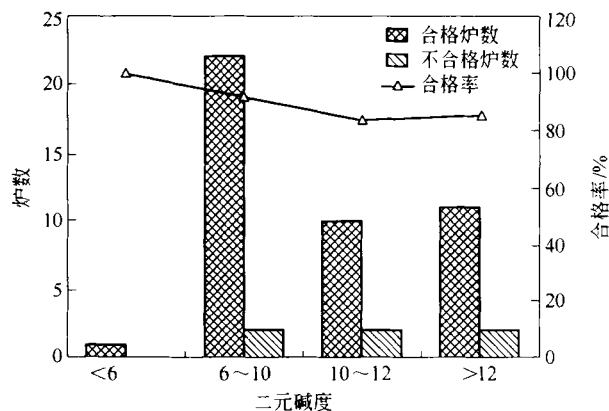


图 11 二元碱度不同区间内的分布炉数与合格率的关系

3.2.2 四元碱度

从图 12 可以看出,四元碱度在 1.7~1.9 之间时,合格率最高,达到 100%。在总趋势上合格率随四元碱度的增大,先增大后减小。因此,四元碱度应分布于 1.7~1.9 之间。

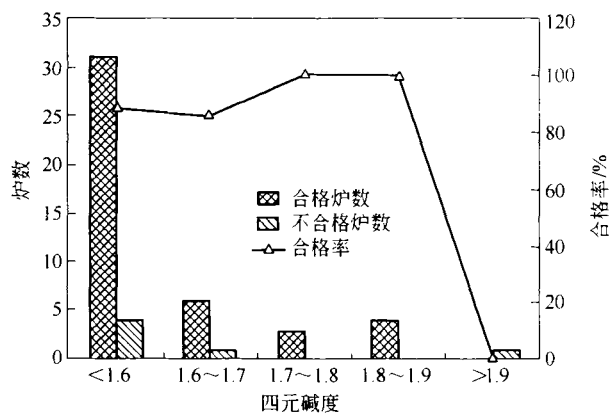


图 12 四元碱度不同区间内的分布炉数与合格率的关系

3.2.3 MI 指数

从图 13 可以看出,总趋势上 MI 指数越大合格率越高,但结合 L_s 和脱硫率的分配情况,综合考虑后 MI 指数可分布于 0.3~0.4 之间。

3.2.4 光学碱度

从图 14 可以看出,光学碱度与合格率的关系也是随合格率的增大,先增大后减小,其峰值出现在 0.76~0.77 之间。

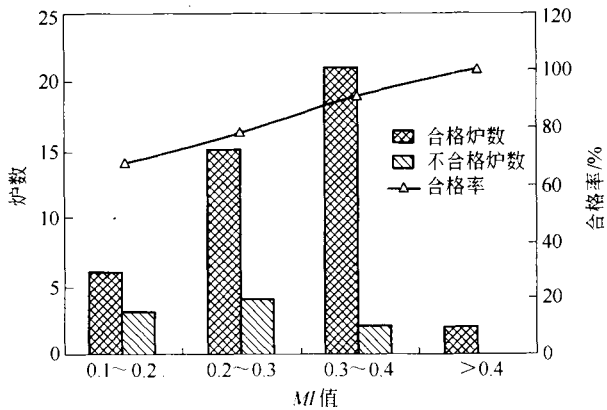


图13 MI指数不同区间内的分布炉数与合格率的关系

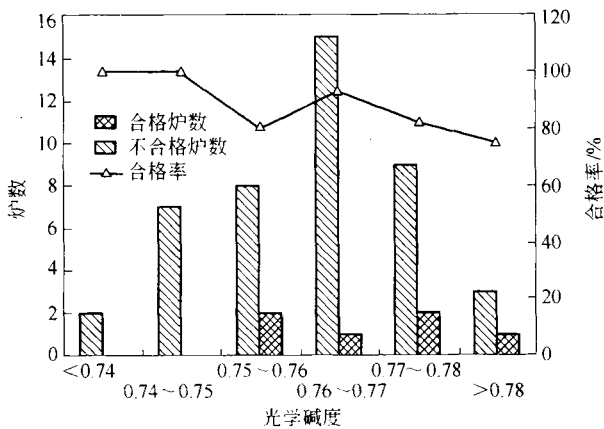


图14 光学碱度不同区间内的分布炉数与合格率的关系

4 结论

通过对迁钢 LF 脱硫实验炉次中 44 炉达标炉次与

6 炉未达标炉次的各指标的对比分析,结合各指标与 L_s 和脱硫率的分配情况得到:

(1) 一味地升高碱度并不一定有利于脱硫,而且过高的碱度会降低炉渣的流动性,反而不利于脱硫。根据本文研究,二元碱度应分布在 6~10 附近。随四元碱度的增大,合格率先增大后减小,四元碱度应分布于 1.7~1.9 之间。光学碱度与合格率的关系也是随合格率的增大,先增大后减小,其峰值出现在 0.76~0.77 之间。

(2) MI 指数越大合格率越高,但结合 L_s 和脱硫率的分配情况,综合考虑后 MI 指数可分布于 0.3~0.4 之间。

(3) C/A 越高硫分配比越大, L_s 最好的炉次 C/A 值分布于 2.00~2.10 左右。

参考文献

- [1] Young R W, Duffy J A, Hassall G J, et al. Use of optical basicity concept for determining phosphorus and sulphur slag-metal partitions[J]. Ironmaking and Steelmaking, 1992,19(3):201~219.
- [2] 段维民. 高炉渣脱硫因素关系解析[J]. 包头钢铁学院报, 1999,18(3):204~206.
- [3] 郭汉杰. 冶金物理化学教程[M]. 北京:冶金工业出版社. 2006:194~196.
- [4] 乐可襄,等. CaO-SiO₂-MgO-Al₂O₃ 精炼渣的脱 S 性能[J]. 特殊钢, 1998, 19(3):16.