

首钢京唐公司低磷钢生产实践的研究

◆边吉明 胡敏

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北 唐山 063200)

【摘要】本文在全三脱法脱磷转炉脱磷保碳的热力学分析的基础上,并结合首钢京唐公司采用300t转炉双联法冶炼的实际生产数据,探讨并分析了“全三脱”工艺流程脱磷的主要影响因素及工艺条件。结果表明:在脱磷炉中,降低熔池温度,保持适当高的炉渣碱度和(FeO)含量条件下有利于实现脱磷保碳;脱磷炉内[P]和[C]发生选择性氧化的转折温度在1350℃~1400℃范围,控制在[P]和[C]发生选择性氧化的转折温度偏下水平;脱磷炉内铁水温度,脱碳炉内炉渣碱度和渣中的(FeO)含量对脱磷影响较大,要控制在合适的范围之内,使脱磷达到最大化。

【关键词】低磷钢 全三脱 脱磷保碳 选择性氧化

一、前言

磷是一般钢种中有害元素之一,钢中含磷量高会使钢材的低温塑性和韧性降低,同时低磷钢和超低磷钢等钢材需求量的急剧上升,对转炉脱磷技术的要求越来越严格。目前转炉脱磷炼钢工艺操作方法主要有双联法和双渣法。

与传统炼钢流程不同,双联法转炉脱磷流程是将脱磷和脱碳分别在两个转炉中进行,脱磷炉出钢后的钢水叫半钢,将半钢兑入脱碳炉后进行脱碳冶炼终点需求成分合格钢水。这种双联法的缺点是脱碳炉中的能量不足,在脱磷炉中在保证高的脱磷效率的前提下,也要保证铁水中的[C]尽量少氧化,即脱磷保碳。本研究在脱磷炉中脱磷保碳理论分析的基础上,结合低磷钢冶炼实际生产数据,探讨了影响全三脱脱磷的主要影响因素及工艺条件。

二、脱磷炉中脱磷保碳的热力学分析

铁液各元素与氧的结合能力,可以用该元素被氧化达到平衡时的氧位大小来表示:

$$\frac{x}{y} [M] + O = \frac{1}{y} (M_2O_2) \quad (1)$$

$$\ln a_{[O]} = \frac{\Delta G^\circ}{RT} + \frac{1}{y} \ln a_{[O_2]} - \frac{x}{y} \ln a_{[M]} \quad (2)$$

徐匡迪等根据首钢京唐公司脱磷转炉铁水的平均入炉成分,绘制出了 $\lg a_{[O]}-T$ 的关系图,在脱磷炉吹炼前期,温度偏低,随着[Si]和[Mn]质量分数的降低,铁水的温度逐渐升高,此时就出现了铁液中[P]和[C]的选择性氧化问题。因此,保持适当高的碱度和(FeO)含量条件下有利于实现脱磷保碳。在 $[\%C]=3.5$ 和 $[\%C]=4.5$ 时[C]的平衡氧位线分别与 $a_{P_{2O_5}}=10^{-21}$ 和 $a_{P_{2O_5}}=10^{-22}$ 时,[P]和[C]发生选择性氧化的转折温度在1350℃~1400℃范围。

在铁液中的[Si]和[Mn]先被氧化后温度升高,当铁液中[C]含量较高时,[C]要与[P]争夺氧,发生选择性氧化,根据碳-磷-氧的平衡关系,则[P]和[C]发生选择性氧化的热力学条件为:

$$5CO(g) + 2[P] = 5[C] + (P_2O_5) \quad \Delta G_3^\circ = -594530 + 748.27T \quad (3)$$

根据(3)式的平衡常数与各组元活度之间的关系,可以得到:

$$2\lg[P] = -31052/T + 5\lg a_{[C]} - 5\lg P_{CO} + \lg a_{P_2O_5} - 2\lg f_{[P]} + 39 \quad (4)$$

由式(4)可以看出,提高铁水中[P]的活度系数,及降低温度、铁水中[C]的活度和渣中(P2O5)的活度,从而可以降低半钢

中[P]的质量分数。

三、转炉内[P]的控制及主要影响因素

由前面的热力学分析可以知道,降低熔池温度,保持适当高的碱度和(FeO)含量条件下有利于实现脱磷保碳,吹炼过程配加渣料可以将炼钢温度控制在1300℃~1350℃温度范围,从而控制温度低于[P]和[C]发生选择性氧化的转折温度,并且造适度碱性渣,可将脱磷炉内的磷含量降低到较低水平,同时也满足了脱磷保碳的要求。

(一)脱磷炉内铁水温度对于脱磷效果影响

磷在渣钢的分配比随铁水温度呈现先增加后降低的趋势,表明温度对脱磷的影响起着双向作用,并不是温度越低越好,高温不利于脱磷,铁水温度升高,可以加速石灰的熔化,快速提高熔渣碱度,当铁水温度在1300℃~1340℃温度范围内时,表明此时脱磷效果最好。按照此温度操作,半钢[P]控制在0.035%以下的良好控制指标。

(二)脱碳炉渣碱度对脱磷的影响

钢渣的碱度控制在3.7~4.5时,脱磷效果最好,也并不是碱度越高越好。炉渣碱度高,表明炉渣中的CaO含量高,而且生成的磷酸钙在炼钢温度下较稳定。但如果渣中的CaO含量过多,CaO不能完全溶入炉渣,会使炉渣的粘度增加,流动性变差,从而影响脱磷反应在钢液与炉渣间的界面进行,降低脱磷效果。因此脱碳炉的白灰消耗控制在合理范围内有利于脱磷,未必是大量白灰取得较好的脱磷效果。

(三)脱碳炉内温度对脱磷影响

在脱碳炉内虽然冶炼温度较高(1650℃~1710℃),但只要加入合适的造渣料,加之脱碳反应剧烈,如果合适控制枪位,将(FeO)和终渣碱度控制在合理的范围内,脱碳炉工艺终点温度控制在1660~1680℃之间时,可以将转炉[P]稳定控制在0.008%以下,如果超出1680℃时,终点[P]含量波动性较大,稳定性较差。

四、结论

(1)由于双联法转炉冶炼时容易造成脱碳炉热量不足,因此,在脱磷炉中,降低熔池温度,保持适当碱度和(FeO)含量条件下有利于实现脱磷保碳;

(2)脱磷炉内[P]和[C]发生选择性氧化的转折温度在1350℃~1400℃范围,铁水温度尽量控制在[P]和[C]发生选择性氧化的转折温度偏下水平;

(3)脱磷炉内铁水温度,要合理控制在合适的范围之内,配合炉渣碱度和渣中的(FeO)含量使脱磷达到最大化,将磷含量控制在0.035%以下;

(4)脱碳炉内虽温度较高,将其控制在1650~1680℃,在配合适当碱度(3.7~4.5)、FeO含量(14~18%)和较强的搅拌,可进一步脱磷,可将终点磷含量稳定在0.008%以下水平。

参考文献:

- [1]潘秀兰,王艳红,梁惠智等.国内外转炉脱磷炼钢工艺分析[J].世界钢铁,2010,(1).
- [2]徐匡迪,肖丽俊.转炉铁水预处理脱磷的基础理论分析[J].上海大学学报(自然科学版),2011.
- [3]郑沛然.炼钢学[M].北京:冶金工业出版社,1994.

作者简介:边吉明(1984-):男,汉族,河北唐山人,大学本科学历,首钢京唐钢铁联合有限责任公司,助理工程师,主要从事副枪自动化工作;胡敏(1985-):男,汉族,河北唐山人,大学本科学历,首钢京唐钢铁联合有限责任公司,助理工程师,主要从事钢铁转炉吹炼及生产组织工作。