

文章编号:1005-7854(2009)02-0054-03

转炉溅渣护炉技术的工艺参数优化

姚志超¹, 吕成洵²

(1. 北京矿冶研究总院, 北京 100044; 2. 首钢第二炼钢厂, 北京 100041)

摘 要: 本文根据首钢二炼钢厂生产的实际情况, 初步分析了溅渣工艺对转炉生产的影响。从炉渣成分、调渣操作、出钢温度、溅渣时间、炉渣黏度、喷吹氮气压力及枪位高度等几个方面对溅渣工艺和溅渣效果进行分析, 初步确定适合首钢二炼钢厂的溅渣工艺条件。

关键词: 转炉; 溅渣; 优化

中图分类号: TF71 **文献标识码:** A

TECHNICS PARAMETER OPTIMIZATION OF SLAG SPLASHING FOR PROTECTION OF CONVERTOR LINING

YAO Zhi-chao¹, LV Cheng-xun²

(1. Beijing General Research Institute of Mining and Metallurgy, Beijing 100044, China;

2. NO. 2 Steel Plant of Shougang Group, Beijing 100041, China)

ABSTRACT: According to the actual condition of NO. 2 steel plant of Shougang Group, the influence of slag splashing process on converter production is analyzed primarily. Slag splashing process and slag splashing effect are analyzed from different aspect, for example, slag component, slag-adjusting operation, tapping temperature, the time of spattering slag, slag viscosity, the compressive stress of blowing nitrogen and oxygen lance height. Slag splashing process conditions that adapt to NO. 2 steel plant are ascertained.

KEY WORDS: converter; slag splashing; optimization

溅渣护炉是提高转炉炉龄的一项重要技术。近年来在我国得到了迅速的推广, 转炉炉龄有了成倍的提高, 给钢厂带来了一定的经济效益。与此同时, 科研工作者也开始开发适合的溅渣护炉工艺, 并为此做了大量的实验研究。研究主要集中在: 炉渣物化性质的改善^[1-2]; 溅渣枪位、气体流量的优化^[3]; 与其它工艺的复合作用^[4-5]等几个方面。采用与转炉相适应的溅渣工艺, 附以合理的补炉操作, 不但可以防止炉衬侵蚀过快, 还可以防止转炉炉型发生较大变化, 以致影响正常冶炼操作。本文结合首钢正常吹炼条件及溅渣工艺, 对溅渣护炉技术参数的优化作进一步的研究。

收稿日期: 2008-10-23

作者简介: 姚志超, 硕士, 工程师。

1 溅渣护炉技术应用条件

二炼钢厂主体设备有 210t 氧气顶底复合吹转炉 3 座; 脱硫站 2 座, 主要采用颗粒镁进行脱硫, 精炼有 2 座吹氩站, 1 座 CAS-OB 炉, 2 座 LF 钢包炉; 连铸设备有方坯连铸机 5 台, 板坯连铸机 1 台。

2 溅渣技术的工艺参数优化

2.1 炉渣成分的优化

为了满足溅渣护炉的技术要求, 必须减少熔渣的低熔点组分, 提高其耐火度。影响终渣耐火度主要是渣中 MgO、TFeO 及碱度。调整炉渣的首要任务是提高渣中 MgO 含量, 以达到减轻 TFeO 的影响, 以适合溅渣护炉的要求。

2.1.1 终渣中 (FeO)、(MgO) 的控制

渣中 FeO 含量高低对炉衬侵蚀和溅渣效果有很大影响。(FeO)是影响炉渣熔化温度的主要因素,因为在众多可提供 O^{2-} 氧化物中,(FeO)的熔点较低,约为 1350℃,在熔渣中它很容易离解出 O^{2-} ,使复杂的 $Si_3O_4^{2-}$ 解体,变成简单离子,从而使熔渣变稀。另外(FeO)还可与高熔点的(CaO)和(SiO_2)结合,形成低熔点的化合物或复杂化合物,如假硅灰石和铁橄榄石等,大多数这些物质的熔点为 1200 ~ 1450℃,故使炉渣的熔点和黏度降低。因此(FeO)过高,会使溅渣层不耐高温侵蚀。图 1 为 FeO 含量与炉渣熔化性温度的关系。

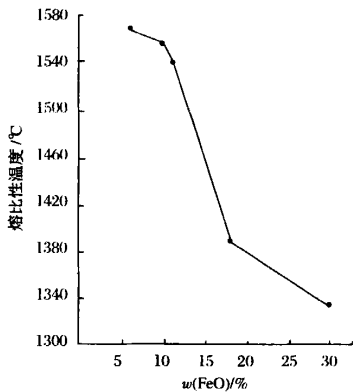


图 1 FeO 含量对炉渣熔化性温度的影响
Fig. 1 Influence of content of FeO on the melting temperature of slag

由图 1 可以看出,(FeO)不同对炉渣的熔化性温度影响的程度也不相同。图 1 可分成三个区间,第一区间(FeO 含量)为 5% ~ 10%,FeO 的增加对熔化性温度影响较小;第二区间(FeO)10% ~ 18%,在此区间内(FeO)的增加对炉渣的熔化性温度影响非常大;第三区间(FeO)为 18% ~ 30%,(FeO)对熔化性温度的影响又趋于缓慢。

目前,转炉大都使用镁碳砖作为炉衬,减少炉衬侵蚀的重要措施是提高渣中 MgO 含量。根据理论分析和国内外溅渣护炉实践,在正常的转炉终渣成分范围内为使溅渣层有足够的耐火度,终渣 MgO 应控制在 9% ~ 12%。根据 J. M. Park 渣中(MgO)饱和溶解度半经验公式^[6]:

$$(MgO)\% = [a + b(SiO_2) + c(SiO_2)^2] \cdot \exp(-10391/T + 5.5478) \quad (1)$$

其中: $a = 7.989 - 0.1547(FeO) + 0.001232(FeO)^2$; $b = -0.4374 + 0.01034(FeO)$; $c = 0.01354$ 。表 1 为首钢二炼钢厂三座转炉冶炼终点炉渣成分情况。

表 1 首钢二炼钢厂三座转炉冶炼终点炉渣成分
Table 1 Component of smelting end slag of three converters of the second steel-melting factory

炉座	时间区间	MgO/%	SiO ₂ /%	TFe/%	R
		平均	平均	平均	平均
1 [#]	上半年	11.94	11.5	15.03	3.80
2 [#]	上半年	11.93	10.4	14.97	3.93
3 [#]	上半年	11.95	11.1	15.18	3.94
三座转炉平均	上半年	11.94	11	15.06	3.89

由表 1 数据, SiO_2 取平均值 11%, TFe 取 15.06%。R 取 3.89 代入饱和溶解度半经验公式进行计算可求得终渣氧化镁饱和溶解度约为 9.15%,而实践渣中氧化镁含量为 10% ~ 14%,平均为 11.94%。因此,二炼钢终渣中氧化镁处于过饱和状态。虽然氧化镁含量高的炉渣在吹炼过程中,可以减少熔渣对炉衬的侵蚀,但当其饱和时,在吹炼过程中,渣中会有固态的氧化镁析出。这种悬浮于渣中的固体颗粒将影响渣的黏度和熔化温度。(MgO)对炉渣熔点的影响见图 2。

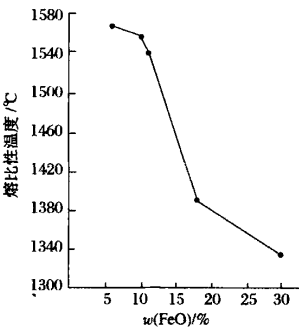


图 2 MgO 含量与炉渣熔点的关系
Fig. 2 Relationship between MgO content and the melting point of slag

2.1.2 调渣剂

调整熔渣成分有两种方式:一种是转炉开吹时将调渣剂随同造渣材料一起加入炉内,控制终点渣成分,尤其是 MgO 含量达到目标要求,出钢后不必再加调渣剂;倘若终点熔渣成分达不到溅渣护炉要求,则采用另一种方式,出钢后加入调渣剂,调整 MgO 含量达到溅渣护炉要求的范围。目前主要采用生白云石调渣,在出钢碳比较低、温度高时,加入少量含碳菱镁球进行调渣。二炼钢根据自己的情况,采用多种调渣剂配合使用。

2.2 溅渣量(留渣量)

合理确定转炉留渣量,也是溅渣的重要工艺参数。保证足够的渣量,使熔渣均匀地喷溅涂敷在整

个炉衬表面,形成一定厚度的溅渣层(10~20mm厚)。过多的留渣量要增加调渣剂的加入量和延长溅渣时间。根据各企业试验情况汇总得出如下经验公式^[7]:

$$Q_s = 0.301 W^{0.583} \quad (2)$$

式中: Q_s 为转炉合适留渣量,t; W 为转炉公称吨位,t。

对210t转炉由上式可估算出合适留渣量为6.80t,即吨钢留渣量为32.3kg。通过调整终渣物性,提高终渣的熔化温度和黏度,使终渣黏稠,溅渣时粘得牢,耐侵蚀。转炉终渣量与原料、操作方式、所炼钢种等因素有关。

2.3 转炉出钢温度的控制

研究表明^[8],终渣的熔损是溅渣层侵蚀的主要原因,因此出钢温度对炉龄的影响是很大的。综合国内外转炉采用溅渣护炉技术后的炉龄与出钢温度的关系,得出以下回归方程式:

$$n(\text{炉龄}) = 208529 - 120.9T \quad (3)$$

从式(3)可以看出,出钢温度每提高一度,炉龄减少120炉左右。可见出钢温度对炉龄有很大的影响。

2.4 溅渣喷吹参数优化

2.4.1 氮气压力和流量

高压氮气是溅渣的动力,其压力、流量直接影响溅渣效果。按照各厂溅渣经验,氮气压力一般与氧气压力接近时,可取得较好效果。由于转炉公称容量不同,所以溅渣的氮气压力、流量存在差异。二炼钢厂目前生产工艺氮气压力不足,一直是影响溅渣的瓶颈,在后续工作中正想方设法解决这个问题。

2.4.2 溅渣枪位与时间

枪位对溅渣高度有明显影响,最佳枪位应根据自身条件在实践中确定。溅渣时间通常根据炉子吨位、供气量、炉内渣量、炉渣状态及生产节奏等因素考虑。对于同一氮压条件下,有一个最佳喷吹枪位。当实际喷吹枪位高于或低于最佳枪位时,溅渣总量都会降低。二炼钢厂溅渣枪位一般在1.0~1.6m,溅渣时间为3.5min以上(高碳钢1.5~2.0min)。

2.4.3 炉渣黏度

炉渣的黏度是炉渣重要性质之一,黏度是熔渣内部各运动层间产生内摩擦力的体现,摩擦力大,熔渣的黏度就大。溅渣护炉对终点黏度有特殊的要求,要达到“溅得起,粘得住,耐侵蚀”。

3 结论

(1)转炉终渣不仅要满足冶炼要求,还应符合溅渣护炉条件。根据二炼钢厂炉渣特点,制定的溅渣调查原则是:终渣MgO含量控制在10%~12%、碱度控制在3.2~4.0、TFeO在13%~20%。在出钢温度高、终渣较稀及冶炼低碳钢时,出钢后采用改质剂进行炉渣改质后再溅渣。

(2)氮气是溅渣护炉的喷吹动力,氮气的压力和流量应满足溅渣护炉要求。

(3)采取钢包在线烘烤或钢包加热措施,以降低出钢温度,创造合适的溅渣条件。

(4)确定合理转炉留渣量、最佳溅渣枪位与时间等重要工艺参数。

参考文献:

- [1] 张天柱. 关于转炉溅渣护炉的几个工艺问题[J]. 四川工业学院学报, 2004, 23(1): 4~6.
- [2] 丁长江, 刘启龙, 周俐. 转炉溅渣护炉成渣途径的探讨[J]. 炼钢, 2000, 16(3): 38~41.
- [3] 唐恒国, 闫小平, 段永卿. 转炉溅渣护炉工艺探讨与应用[J]. 炼钢, 2000, 16(4): 42~45.
- [4] 周俐, 朱本立, 程维骅, 等. 底吹对转炉溅渣护炉的影响[J]. 炼钢, 1999, 15(3): 30~33.
- [5] 徐静波. 复吹转炉在溅渣下的长寿复吹效果[J]. 炼钢, 2002, 18(3): 6~9.
- [6] 刘浏. 转炉溅渣护炉系统优化技术基础理论研究[J]. 钢铁, 1997, 32(2): 50~55.
- [7] 苏天森. 转炉溅渣护炉技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999: 93~98.
- [8] 佟薄翘, 崔淑贤. 转炉炉衬溅渣层蚀损机理的试验研究[J]. 中国稀土学报, 1998, 16(8): 744~749.