80 t转炉底吹系统优化实践*[1]

张志兵[1],王鹏飞[1],张达先[2]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司炼钢厂,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章主要介绍80 t转炉完成快换底吹系统改造后,对供气管线实现就近对号分控功能;对炉底供气管线和四支透气芯砖供气管线的连接处做防护;根据生产不同状态,优化底吹供气强度;实现整个炉役底吹气流通畅,强度稳定,保证炉役期间的底吹冶金效果。

关键词: 转炉;底吹;透气砖;供气模式;冶金效果
中图分类号: TF341 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)02-0014-04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.02.005

Optimization Practice for 80 t Converter Bottom Blowing System

ZHANG Zhi-bing[1], *WANG Peng-fei*[1], *ZHANG Da-xian*[2]

(1. *Steel-melting Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Inner Mongolia*, *China*;
2. *Technical Center of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Inner Mongolia*, *China*)

Abstract: The paper mainly introduces that the 80 t converter completes the transformation of quick-change bottom blowing system and realizes the nearby sub-control function for the gas supply pipeline; protect the gas supply line connection at the furnace bottom and the four air-permeable core bricks; according to the different production conditions, optimize the bottom blowing air supply intensity; achieves blowing airflow smooth and strength stable throughout the furnace service, and guarantees the bottom metallurgical effect during the furnace service.

Key words: converter; bottom blowing; air brick; gas supply mode; metallurgical effect

目前,国内外钢厂转炉基本都已采用顶底复吹。炼钢厂1#—3#80 t转炉原有底吹供气系统不完善,在运行中发现搅拌力弱,并且有底枪堵塞的现象,影响脱磷效果。利用2015—2016年炉役修期间,将原有的8支单管式底枪改造成4块可更换式多孔式透气芯砖。但4支底枪供气开关不能实现分控,底吹管线无防护,造成底吹供气管线损坏漏气,导致底吹频繁堵塞,影响底吹冶金效果。如:2#转炉于2015年12月6日炉役修后,实现在线热更换底吹透气砖功能。使用1 265炉后1支底枪堵,1 540炉后2支底枪堵。3#转炉于2016年9月19日炉役修,实现在线热更换底吹透气砖功能,使用265炉后1支底枪堵,480炉后2支底枪堵。

1 改造前后转炉底吹供气系统比较

炼钢厂1#—3#80 t转炉采用顶底复合吹炼工

* 收稿日期:2017-12-25
作者简介:张志兵(1990-),男,内蒙古凉城市,助理工程师,现从事转炉炼钢工艺工作。

艺，底吹透气砖由芯砖、套砖及座砖组成。通气管由原来单管改为多管，内设 5 个 Φ5 * 1 不锈钢管如图 1所示。

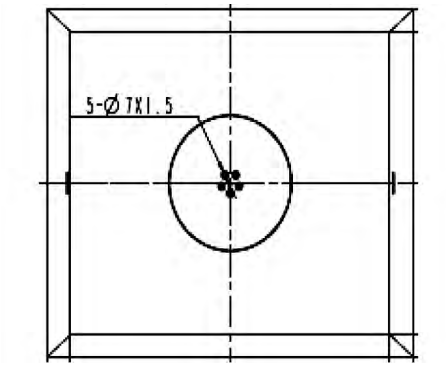


图 1　转炉底吹透气砖

1.1　旧的底吹供气系统介绍

供气管线是由一根主管线分别与 4 根支管线将透气砖连接，当需要更换或处理底吹漏点时，由于只有一个开关只能将 4 支底吹介质全部关停，容易导致正常使用的底枪堵塞。

更换后炉底的底吹供气管线没有防护，4 支透气芯砖和供气管线的连接处也没有防护，全部裸露在外，在生产过程中有掉落的炉渣和钢水罐热烤将底吹管线损坏，造成底吹漏气；旧转炉底吹系统如图 2所示。

1.2　新的底吹供气系统介绍

底吹系统改造后，供气管线实现分控，并给管线标号；在炉底供气管线处和 4 支透气芯砖和供气管线的连接处加装防护板并标号，对底吹实现保护。改造后底吹系统如图 3 所示。

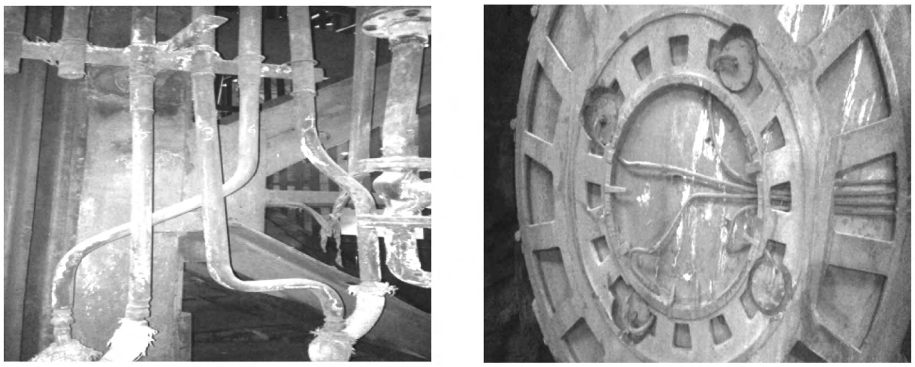


图 2　旧的转炉底吹系统



图 3　新的转炉底吹系统

2　底吹供气强度的优化

主要为了改善钢水、钢渣及气相反应的动力学条件，提高冶金效果，减少喷溅，提高金属收得率，降低钢种氧含量，缩短冶炼周期[1]。底吹供气强度调整前后如表 1 所示。

底吹改造前：底吹分为“高碳”、“中碳”、“低碳”三个模式，但每个模式下吹炼期间底吹强度为

固定值，不符合冶炼过程“前期”、“中期”、“后期”的底吹需求。

底吹改造后：供气强度 0.042 ~ 0.105 $Nm^3/t \cdot min$，前期采用高强度搅拌，一般控制在 0.105 $Nm^3/t \cdot min$，到冶炼中期时供气强度控制在 0.070 $Nm^3/t \cdot min$，到吹炼末期将供气强度控制在 0.105 $Nm^3/t \cdot min$。根据吹炼不同时期的冶金需求实现分阶断控制底吹供气强度。

表1 底吹供气强度调整前后各阶段参数表

状态	调整前		调整后	
	流量/($Nm^3 \cdot h^{-1}$)	强度/($Nm^3 \cdot t^{-1} \cdot min^{-1}$)	强度/($Nm^3 \cdot t^{-1} \cdot min^{-1}$)	流量/($Nm^3 \cdot h^{-1}$)
前期吹炼(0~1 000 m^3)	60	0.042	150	0.105
中期吹炼(1 000~3 500 m^3)	60	0.042	100	0.070
后期吹炼(3 500-拉碳)	60	0.042	150	0.105
空炉等待	60	0.042	60	0.042
炉内有钢等待	60	0.042	80	0.056
溅渣护炉	60	0.042	200	0.140

3 底吹冶金效果

底吹改造后单支枪的供气强度增加，在吹炼前期采用高强度搅拌，底吹供气强度保持在 0.105 $Nm^3/t \cdot min$，供氧强度 2.63 $Nm^3/t \cdot min$，冶炼枪位没有变化，吹炼中期将供气强度调节下来，控制在 0.070 $Nm^3/t \cdot min$，此时供氧强度提高到 3.15 $Nm^3/t \cdot min$，吹炼末期将底吹供气强度控制在 0.105 $Nm^3/t \cdot min$，冶炼枪位适当的提高 10 ~ 20 cm，同时供氧强度保持在 3.15 $Nm^3/t \cdot min$ 左右，保证吹炼后期良好的脱磷效率，拉碳 1 min 前降枪操作，供氧强度提高到 3.51 $Nm^3/t \cdot min$，充分搅拌钢水，均匀成分温度。

3.1 底吹系统改造后对冶炼时间的影响

在同样的铁水及废钢条件，渣料配比相同的情况下，通过对 200 炉冶炼数据(改造前 100 炉、改造后 100 炉)统计分析比较，改造前平均供氧时间为 16.3 min，改造后平均供氧时间为 15.6 min，可以看出经过底枪改造后供氧时间可以平均缩短 0.5 min。

3.2 底吹系统改造后对钢中残锰的影响

转炉吹炼过程中，铁水中的锰元素将发生氧化反应：

$$[Mn] + [O] = (MnO) \quad (1)$$

$$[Mn] + (FeO) = (MnO) + [Fe] \quad (2)$$

(1)、(2)反应主要发生在钢—渣界面上，由于底吹供气强度提高后底吹搅拌更加均匀，使钢液中[O]含量和渣中(FeO)减少，因此使吹炼终点钢液中锰元素氧化减少，残留于钢液中的锰含量增加[2]。

通过对 200 炉冶炼数据(改造前 100 炉、改造后 100 炉)统计分析比较，改造前转炉平均出钢残锰 0.123%，改造后转炉平均出钢残锰 0.137%，改造后比改造前出钢残锰平均提高 0.014%，对比图如图4所示。

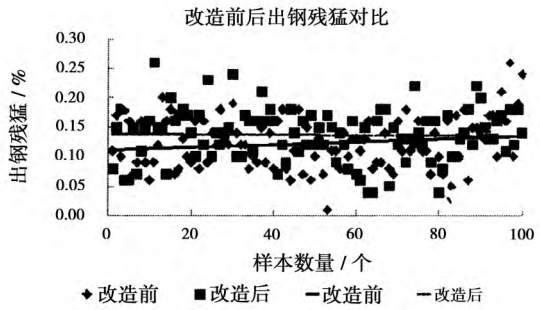


图4 改造前后出钢残锰对比

3.3 底吹系统改造后对终渣(FeO)的影响

底吹改造之后，由于熔池搅拌更加均匀，使渣-钢界面之间的反应更趋于平衡，从而使渣中(FeO)含量降低。

改造前后各 10 炉吹炼终点渣样，数据图示如图5所示。

从图5中可以看出，底吹改造后终点渣中 $w(FeO)$ 平均含量 16.20%，改造前终点渣中 $w(FeO)$ 平均含量 16.98%，平均降低 0.78%。

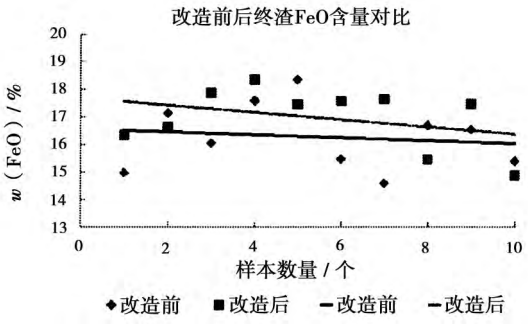


图 5　改造前后终渣 FeO% 对比

3.4　底吹系统改造后对脱磷率的影响

炼钢过程中脱磷反应如下:

$$2[P] + 5(FeO) + 4(CaO) = (4CaOP_2O_5) + 5[Fe] \quad (3)$$

从热力学的观点看,底吹供气强度提高后使渣中(FeO)进一步降低,不利于脱磷反应进行,但底吹优化后底部供气使熔池搅拌加强,大大改善脱磷反应的动力学条件,提高了熔池的传质速度,加大了钢 - 渣接触界面,使脱磷反应更接近于平衡,从而弥补热力学条件的不足[3]。冶炼数据也证明这一点如表 2 所示。

表 2　底枪改造前后渣料消耗与脱磷率的比较

	底吹优化前			底吹优化后		
	白灰/Kg	铁皮球/Kg	脱磷率/%	白灰/Kg	铁皮球/Kg	脱磷率/%
波动值	3 500 ~ 4 500	1 000 ~ 2 500	42 ~ 53	3 000 ~ 4 000	1 500 ~ 3 550	48 ~ 70
平均值	4 000	2 100	51.38	3 500	2 678	56.72

从表 2 可以看出,底吹改造后的脱磷率较未改造前提高了 5.34%,白灰消耗降低了 5 kg/t。

3.5　底吹系统改造后对氧活度的影响

从分析数据来看,碳含量为 0.10% 时,改造前后的氧活度基本一致,当碳含量小于 0.10% 时,改造后的底吹优势明显增加,随着碳含量的降低,改造后的氧活度明显低于改造前,当碳含量等于 0.09% 时,氧活度的差值为 25.8×10^{-6},此碳含量接近转炉的平均出钢碳,氧活度的差值也具有很强的代表性,如图 6 所示。

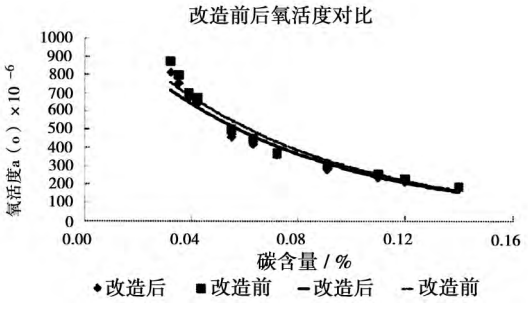


图 6　转炉终点 C - O 关系

4　结论

(1) 对均匀钢水温度、成分,提高钢水质量有明显的作用,终渣 FeO 降低 0.78%,供氧时间缩短 0.5 min,终点钢水残锰量提高 0.014%;

(2) 底吹优化后的脱磷率较未改造前提高了 5.34%,白灰消耗降低了 5 kg/t。

(3) 由于钢中的氧含量降低 25.8×10^{-6},减少了脱氧剂的消耗,提高了合金收得率,预测经济效益吨钢为 2.27 元。

(4) 减少底吹堵塞现象,延长底枪使用寿命。2# 转炉在 1 540 炉后 2 支底枪堵,经过快换 2 支底枪后,从炉龄 4 122 到炉龄 9 430 炉停炉炉役修,4 支底枪正常使用。

参　考　文　献

[1] 王雅贞,李承祚,等. 转炉炼钢问答 [M]. 北京: 冶金工业出版社,2003.

[2] 陈家祥. 钢铁冶金学(炼钢部分) [M]. 北京: 冶金工业出版社,1990.

[3] 郑颖,杨富强. 包钢 80 t 复吹转炉冶金效果分析 [J]. 包钢科技,2000,26(1):14 - 17.