

包钢 7[#] 高炉炉缸侧壁温度升高的分析与治理

高靖文, 曲玉云, 张 智, 石 钢, 刘 耀

(内蒙古包钢稀土钢板材有限责任公司炼铁厂, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章分析了包钢 7[#] 高炉炉缸铁口区侧壁温度异常升高的原因, 重点阐述了治理措施。高炉长期在高强度冶炼条件下, 炉缸铁口区相对活跃, 铁口深度控制不好, 加剧了渣铁对铁口区炭砖的冲刷, 铁口区炭砖受到侵蚀是导致 7[#] 高炉炉缸铁口区侧壁温度升高的根本原因。通过采取增加铁口区循环水量提高冷却强度、精心维护铁口、积极消除炉缸侧壁气隙、在装料制度上适当开放中心抑制边缘气流等措施, 使 7[#] 高炉在没有降低冶炼强度、未减产的情况下, 铁口区侧壁温度得到了有效控制。

关键词: 大型高炉; 铁口区侧壁温度; 综合治理

中图分类号: TF54

文献标识码: B

文章编号: 1009 - 5438 (2024) 01 - 0020 - 04

Analysis and Treatment for Temperature Increase of Hearth Side Wall of 7[#] Blast Furnace of Baotou Steel

Gao Jing - wen, Qu Yun - yu, Zhang Zhi, Shi Gang, Liu Yao

(Iron - making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd.,
Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: In this paper, it is analyzed the causes of abnormal temperature increase of side wall at tap hole for hearth of 7[#] blast furnace of Baotou Steel and emphasized the treatment measures. With the long - term high - intensity smelting conditions, tap hole of hearth is relatively active and its length is controlled poorly so that scour of slag iron to carbon brick of tap hole is aggravated. As a result, the erosion of carbon brick of tap hole is the cause for temperature increase of side wall at tap hole for hearth of 7[#] blast furnace. The temperature of side wall at tap hole is effectively controlled without reducing the smelting intensity and output of 7[#] blast furnace through taking such measures as increasing the quantity of circulating water at tap hole to improve cooling intensity, carefully maintaining tap hole, actively eliminating air gap of hearth side wall as well as appropriately opening central gas stream and restraining gas stream at edge for the charging system.

Key words: large blast furnace; temperature of side wall at tap hole; comprehensive treatment

从 2018 年 11 月 20 日开始, 3[#] 铁口处标高 9.394 m 插入环形炭砖 300 mm 深的热电偶 (TE0411419 - 2) 温度从 105.92 °C 持续升高, 12 月 27 日高炉因电网波动, 停风, 休风 12 h, 炉缸侧壁温度下降到 180 °C, 送风后, 侧壁温度升高幅度较快,

升高幅度达到 21.78 °C/d, 2019 年 1 月 14 日最高温度达到了 573 °C。高温点附近炉皮温度为 84 °C。

1 高炉炉底、炉缸结构

包钢 7[#] 高炉有效容积 4 150 m³, 于 2014 年 5 月

27日开炉。高炉炉底采用炭砖+陶瓷杯复合结构,炉底第一、二层使用厚度为400 mm的国产石墨砖,第三、四层使用厚度为600 mm的进口微孔炭砖,炭砖之上采用厚度为1 000 mm的一层微孔刚玉结合莫来石质的陶瓷垫结构。炉缸内侧砌筑陶瓷杯,使用进口大块刚玉莫来石砖,第5~13层炉缸侧壁环形砖采用进口超微孔炭砖,第14~18层采用进口微孔炭砖,铁口区采用组合砖砌筑。炉底铺设水冷管,炉缸采用光面铸铁冷却壁,炉腰及炉身下部采用五段铜冷却壁。从炉缸到炉身采用串联软水密闭循环冷却形式,炉底冷却形式为炉底封板下埋设水冷管,冷却水管为 $\Phi 89\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 的不锈钢管,共计66根,二根一串联。炉缸区采用六段光面灰铸铁冷却壁,壁厚为160 mm,铁口区、风口区采用异形光面灰铸铁冷却壁,壁厚为240 mm。铁口在第四层冷却壁处。风口处的厚壁内衬和炉腰处的薄壁内衬之间采用2层长度不等的铜冷却板过渡。软水总流量为 $6\,200\text{ m}^3/\text{h}$,进水温度控制在 $36 \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$,水温差控制在 $6\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。

2 炉缸铁口区温度升高的原因

2.1 高强度冶炼操作

从2018年11月,7[#]高炉一直处于强化冶炼状态,2018年12月27日,因电网波动,鼓风机跳车,导致高炉灌渣,经过抢修,于30日送风,7[#]高炉12月1~26日实际产量为 $8\,960\text{ t/d}$,高炉利用系数达到 $2.159\text{ t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,见表1。过高的产量增加的铁水会使炉缸铁水环流加剧,且铁水量的增加会给炉缸带入更高的热量,引起炉缸侧壁温度升高。而过低的产量控制会降低死料柱的更新速度,降低炉缸的活性,从而使炉缸透液性降低,也会引起铁水环流的加剧。因此高炉操作者要根据炉况表现和炉缸侧壁温度的变化寻求合理的高炉产量^[1]。2018年11月—2019年2月高炉稳定顺行,无异常炉况,在高强度冶炼条件下,铁水环流加剧,炭砖不断受到渣铁流冲刷,使其热应力超标,造成炭砖出现微裂纹。特别是对铁口区域,产量增加,出铁负荷增加,铁水对铁口区域的冲刷强度增大。

表1 包钢7[#]高炉主要技术经济指标

时间	日产量 $/(\text{t} \cdot \text{d}^{-1})$	利用系数 $/(\text{t} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1})$	燃料比 $/(\text{kg} \cdot \text{t}^{-1})$	富氧量 $/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	焦炭负荷 $/(\text{t} \cdot \text{t}^{-1})$	休风率 $/\%$
2018年7月	8 346.0	2.016	591.94	14 072	3.70	0.22
2018年8月	8 832.5	2.136	572.23	16 406	3.80	0.37
2018年9月	8 830.5	2.131	570.38	15 304	3.86	0.16
2018年10月	6 645.5	1.647	592.63	14 642	3.63	2.75
2018年11月	8 840.3	2.132	555.05	16 950	3.80	0.07
2018年12月	8 100.1	2.140	571.75	15 149	3.88	8.78
7—12月平均	8 265.8	2.034	575.66	15 421	3.78	2.06
2019年1月	8 908.4	2.148	549.96	14 337	3.88	0.06
2019年2月	9 006.7	2.170	544.12	12 979	3.94	0
2019年3月	8 720.6	2.129	564.97	14 341	3.97	1.31
2019年4月	8 610.4	2.089	543.95	13 293	3.91	0.69
2019年5月	9 041.0	2.179	536.42	15 866	4.07	0
2019年6月	9 166.9	2.212	535.22	14 921	4.14	0.15
1—6月平均	8 909.0	2.155	545.77	14 290	3.99	0.37
2019年1—6月较 2018年6—12月	643.2	0.121	-29.89	-1 131	0.21	-1.69

2.2 焦炭质量劣化

2018年年底,因焦化厂检修,7[#]高炉配加10%

湿熄焦,2019年初,因天气原因,焦化来煤不足,炼焦煤种短缺,造成焦炭质量连续大幅降低,如图1

所示,其中1月4日—11日,焦炭反应后强度平均为63.1%,较之前降低2.2个百分点。对于4 150 m³大型高炉,焦炭热性能的大幅降低,高炉风量由6 430 m³/min降低至6 380 m³/min,降低了

50 m³/min;热风压力由435 kPa升高至438 kPa,升高了3 kPa;压差由211 kPa升高至215 kPa,升高了4 kPa。高炉炉况表现为风量萎缩,透气性变差,压力压差升高。

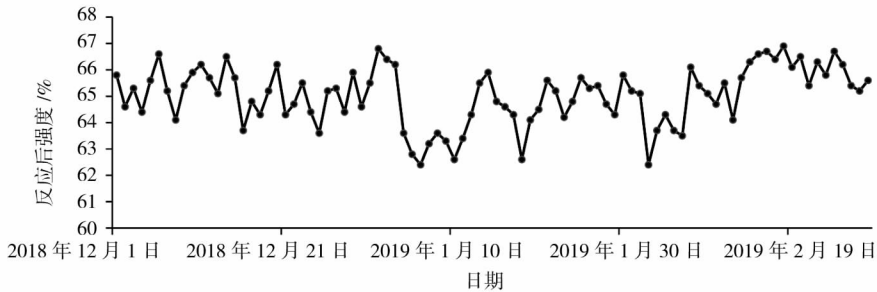


图1 焦炭反应后强度趋势图

另外,焦炭强度变差时,炉缸透气、透液性变差,炉内渣铁不能顺畅地从中心死焦堆缝隙中流向铁口区域,在同等冶炼强度条件下必然导致铁水环流加剧,对炉缸炭砖造成侵蚀,引起炉缸侧壁温度升高^[2]。

2.3 炉缸冷却壁与炭砖之间存在气隙

对炉缸部位的炉壳进行测温,对数据进行统计分析,发现炉缸第4段炉壳温度均在50~60℃,但是在铁口下方的TE0411419-2热电偶附近局部温度高,炉皮最高温度达到84℃;另外,用煤气报警仪及煤气点火进行全面盘查炉缸区漏煤气点,发现多处因煤气泄漏能点着火的地方,所以推测炉壳与冷却壁之间、冷却壁与炭砖冷端之间出现窜煤气,造成炉缸侧壁局部热电偶监测温度偏高。

3 炉缸铁口区侧壁温度升高治理

3.1 精心维护铁口

近年来对国内外高炉炉缸破损的调查表明,几乎所有的破损都在出铁口周围和其下部1 m的薄弱区域。铁口维持足够的深度,保证有足够大的泥包,对铁口薄弱区域内衬的保护具有重大的作用。炉前可以通过增大打泥量、控制出铁量和出铁时间、提高炮泥质量等措施,控制合适的铁口深度。因此对于侧壁温度有异常升高时,炉前操作人员应做到以下几点:

(1)精心维护铁口,打泥量控制在150~180 L,打泥压力控制在23.5~26 MPa,处理好泥套,确保铁口深度在 3.6 ± 0.2 m,避免开口出现漏点、断铁口、冒泥等异常情况。

(2)准确判断开铁口的时机,避免出现因见渣迟导致重叠出铁的现象。

(3)控制侧壁温度异常区域铁口的出铁总量和出铁时间,铁口小喷即堵口。

(4)对铁口停用后铁口区侧壁温度高的区域,进行钻口打泥操作,可有效降低侧壁温度。

3.2 消除气隙通道

从1月15日开始,对停用的3#铁口重新进行钻口打泥(见表2),主要目的是密封铁口孔道,减少铁口区窜煤气;另外,对停用的铁口钻漏打泥,有利于铁口区形成稳定的泥包。

表2 钻口深度及打泥量

日期	钻口深度/m	打泥量/L	炮泥类型
1月15日	2.10	25	含Ti炮泥
1月16日	2.30	180	含Ti炮泥
1月17日	2.90	220	含Ti炮泥
1月18日	2.60	220	含Ti炮泥
1月21日	2.45	220	含Ti炮泥
1月23日	2.55	180	瑞尔炮泥
1月25日	2.60	220	瑞尔炮泥
1月30日	2.40	220	瑞尔炮泥
1月31日	2.20	44	瑞尔炮泥
2月1日	2.50	221	瑞尔炮泥
2月3日	2.90	223	瑞尔炮泥
2月6日	2.80	220	瑞尔炮泥
2月8日	2.80	220	瑞尔炮泥
2月13日	2.60	221	瑞尔炮泥
2月15日	2.50	180	普通炮泥
2月18日	2.40	224	普通炮泥
2月20日	2.50	200	普通炮泥

另外,对高炉铁口区四段冷却壁用煤气分析仪及在线点火进行查漏,通过查漏发现多个煤气漏点,随后进行在线包盒子处理,隔断煤气通道。

3.3 调整装料制度

在装料制度上,调整布料档位和角度,稳定中心气流,使中心气流充足,相对抑制边缘气流,有利于遏制侧壁温度的上升。因为在边缘气流过分发展的情况下,铁水在边缘部位滴落量增加,增加炉缸侧壁部位的铁水环流,从而使侧壁温度上升。

3.4 提高冷却强度

对侧壁温度高的区域增加冷却水量,1月11日,3[#]铁口4区支管单管流量由原来的22.1 m³/h加到24.6 m³/h,增加2.5 m³/h,有效提高了铁口区的冷却强度。

4 治理效果

包钢稀土钢炼铁厂7[#]高炉在没有降低高炉冶炼强度、没有进行风口调整下,经过2个月的综合治理,7[#]高炉炉缸铁口区侧壁温度得到了有效控制,2月下旬侧壁温度稳定在180℃,到5月份稳定在100℃,此后,侧壁温度基本稳定。

5 结论

(1)长期高强度冶炼及焦炭质量变差加剧了铁水环流,渣铁对铁口区域炉缸、炉底交界处炭砖的冲刷,炭砖受侵蚀是导致高炉炉缸铁口区温度异常升高的根本原因。

(2)炉前作业围绕杜绝冒泥、稳定打泥量、保证铁口深度来展开,使铁口前端形成稳定的泥包,可对炉缸铁口区侧壁形成有效的保护。

(3)炉缸铁口区侧壁存在气隙,炉缸冷却强度不足是侧壁温度上升的直接原因。

(4)在保证炉况稳定的前提下,适当开放中心气流,抑制边缘气流。

参 考 文 献

- [1] 李学斌. 邯宝2号高炉炉缸侧壁温度上升的治理实践[J]. 山西冶金, 2016, 39(6): 48-50.
- [2] 文望龙, 穆红旺, 谭清涛. 湘钢1号高炉炉缸侧壁温度升高的治理[J]. 炼铁, 2018, 37(3): 40-42.