

首钢长钢 9 号高炉降料面喷涂开炉操作实践

王继萍, 杨军昌

(首钢长治钢铁有限公司炼铁厂, 山西 长治 046031)

摘要:从降料面喷涂操作和开炉操作等方面,分析和介绍了对 9 号高炉的降料面喷涂开炉操作实践。此次喷涂实践,采用固定喷补、扇形喷补、圆周喷补方法,仅用 29 h 就完成了对高炉降料面炉身的喷涂维护,为高炉安全生产运行和优化经济技术指标提供了有力支撑。

关键词:高炉 降料面 喷涂 开炉

中图分类号:TF542

文献标识码:B

文章编号:1672-1152(2015)01-0067-03

首钢长治钢铁有限公司(全文简称长钢)炼铁厂九高炉于 2009 年 6 月 28 日开产,有效容积为 1 080 m³。高炉炉身上部无冷区段(高度为 2 464 mm)温度从 2013 年 10 月份开始呈上升趋势,东南和正南方温度为 130 ℃。2014 年 7 月 2 日,在检修观察料面时发现,无冷区黏土砖大面积侵蚀,侵蚀范围为圆周方向约 2/3 以上,深度约为 100~300 mm。通过测量该区域炉壳温度知,高度约 1.5 m 处温度最高达 160 ℃。目前,在圆周方向约 1/2 处进行了炉壳喷水,以维持生产。针对目前九高炉现状,利用 7 号转炉大修时机对九高炉炉身上部无冷区段进行喷补。

1 降料面喷涂操作

1.1 降料面目标

无冷区高度为 2 464 mm,倒扣冷板高度为 2 240 mm,炉喉缸砖高度为 1 700 mm,要求喷补设备距离料面大于 3 000 mm,压火水渣厚度约 150~200 mm,故确定料线深度为 10 000 mm。

1.2 降料面前主要准备工作

- 1) 提前检查炉顶打水压力(水压 > 0.8 MPa)和氮气压力(氮气系统压力 < 0.7 MPa)。
- 2) 为炉台及 32 m 平台各准备 25 kW 电源一个。
- 3) 制作一个 $\Phi 80$ mm 转 $\Phi 100$ mm 的变径弯头,分别带 $\Phi 80$ mm 和 $\Phi 100$ mm 的法兰,将 $\Phi 100$ mm 法兰端接到炉台上,并和大连摩根备件进行预对接。
- 4) 准备铁皮 20 张,将每张平均切割成三块并卷曲成圆筒备用。

收稿日期:2014-10-14

第一作者简介:王继萍(1975—),女,于首钢长钢炼铁厂技术科从事高炉冶炼工作,工程师。E-mail:2564938746@qq.com

6) 在风口平台四角处各备一根长度为 15 m 的打水软管,在 32 m 平台处备一根外接水管。

7) 对炉顶热电偶、压力表、重力除尘器、布袋箱体前后的热电偶及其他相关的显示仪表进行全面校对,包括顶温的方向,以保证降料线期间顶温准确。

8) 提前 2 d 对每一块冷却壁及风口进行全面的查水,彻底处理漏水冷却壁,保证降料线期间炉内不漏水。

9) 检查并保证校正机械、雷达探尺在探测范围内正常工作,使雷达探尺校对量程达到 15 m。

10) 放净重力除尘器及布袋除尘器灰。

11) 保证煤气管道各排水设施正常使用,每 0.5 h 进行一次排水作业。

12) 做好空料线过程参数记录,每 30 min 记录一次。

13) 提前 3 d 准备水渣 50 t(干),并将水渣堆放到主皮带侧,需要加入时由铲车上到主皮带加入高炉。另准备 20 袋水渣放到炉顶 32 m 平台上,用以覆盖中心料面。

14) 腾出一个料仓,放入半仓硅石,在槽下准备 10 t 萤石。

15) 提前 1 d 将喷补设备吊到炉顶 32 m 平台上。

21) 停止喷煤后,空吹喷煤管道 30 min,确保喷煤总管无煤粉后停煤,拔枪后停喷煤氮气,确认喷煤管道无压力后,卸下喷煤总管过滤器,将制作好的弯头接到喷煤管道上。

16) 由喷煤车间将九高炉喷煤的 2 号、4 号喷吹罐下煤阀关闭,并加盲板。

17) 需要氮气时,将氮气由喷煤管送到高炉,必要时开送氮气管及补气管。

1.3 高炉操作

1) 在降料线前两天, 保证炉况稳定顺行和炉缸工作活跃, 保持物理温度充足, 不低于 1 460 ℃, $w[\text{Si}] = 0.5\% \sim 0.7\%$, 炉渣碱度 $R = 1.05 \sim 1.13$ 。

2) 提前 1 d 降低块矿使用比例(质量分数, 调至 10%), 停高钛球, 适当降低煤比。

3) 休风料单设定。9月 10 日 8:00, 退负荷到 4.0; 12:00, 退负荷到 3.5; 17:00, 退负荷到 2.8, 75% 烧结矿 + 15% 球团矿 + 10% 块矿 + 350 kg 硅石 (全文中休风料配比中各原料矿的比例均指其质量分数, 例如: “75% 烧结矿”是指“ $w(\text{烧结矿}) = 75\%$ ”); 21:30, 开始下休风料并停止富氧。

料单一: 4JJ+5(JJ+SQGYD)(85% 烧结 + 15% 球团 + 900 kg 硅石 + 400 kg 萤石 + 700 kg 焦丁), 净焦批重 8 t, 正常料批重 28 t, 焦批重 10 t, 负荷 2.8。

料单二: 4JJ+5(JJ+SQGYD)(85% 烧结 + 15% 球团 + 900 kg 硅石 + 400 kg 萤石 + 700 kg), 净焦批重 8 t, 正常料批重 28 t, 负荷 2.8。

料单三: 4JJ+5(JJ+SQGYD)(85% 烧结 + 15% 球团 + 900 kg 硅石 + 400 kg 萤石 + 700 kg 焦丁), 净焦批重 8 t, 正常料批重 2 t, 负荷 2.8。

4) 空料面前确认上、下密密封良好。

7) 抓好炉前出铁管理工作, 杜绝因出铁不净影响高炉操作现象。

8) 降料面前退出 TRT 作业。

9) 当料面空到接近 10 m 时出最后一炉铁。

1.4 降料面操作

1) 按照无冷区黏土砖被平均侵蚀掉 300 mm 计算。10.5 m 以上至 0.9 m 料线部位操作容积约为 500 m³。

2) 将前期风量控制在 2 900 m³/min, 保证平均风量为 2 000 m³/min。在控制风量过程中, 根据打水量及顶温情况进行酌情减风控制。

3) 料单三结束后不再上料, 开始空料面。技术科化验室每 0.5 h 取一次炉顶煤气, 分析其含量, 及时报值班室以供降料面时参考。

4) 降料面煤气温度控制要求顶温为 350 ℃ 左右, 将气密箱氮气阀门开到最大, 确保进箱体入口温度 ≥ 250 ℃, 气密箱温度 ≥ 70 ℃。

5) 空料线时间大约为 4 h, 使用雷达料线和风量计算确定空料线的实际位置及进度。组织好炉前出铁工作, 适当喷吹铁口, 休风时将料线控制到准确位置, 同时保证 5 批净焦在休风时到达炉腰。

6) 在降料线过程中, 原则上不休风; 若必须休风、减风并同时控制炉顶打水, 须先停止炉顶打水, 再进行休风。

7) 降料线期间要加强对风口及冷却设备的检查。

8) 降料面时, 将溜槽角度固定为 25°。

9) 在煤气回收过程中, 如果有炉顶压力剧烈波动并频繁出现尖峰、煤气中 $\varphi(\text{H}_2) \geq 6\%$ 、煤气中 $\varphi(\text{O}_2) \geq 1\%$ 、煤气系统发生异常这几种情况发生, 应停止回收煤气。

10) 料面降到接近 10 m 时, 出最后一炉铁。

1.5 休风后操作

1) 确认休风后, 开点火人孔进行炉顶点火。

2) 确认炉顶点火后, 开溜槽大盖。

3) 加水渣约 10 t, 布料溜槽按 15° ~ 8° 的角度进行多环布料; 控制 γ 角的开度, 使水渣尽量均匀覆盖于料面上。中心部位覆盖不到时, 等开溜槽大盖后从炉顶扔水渣袋进行覆盖。须注意的是, 布水渣前确认炉顶设备机械限位处于打开状态。

4) 炉顶覆盖完成后, 组织炉前堵风口, 确保风口严密。

5) 将卷好的铁皮筒扔入炉内, 尽量使铁皮筒均匀平铺于炉料表面边缘。

6) 将喷补设备吊入炉内进行喷补作业。

7) 布袋除尘休风后, 按长期休风操作向荒煤气总管通入氮气。

8) 休风后, 看水工按照常期休风控制炉体各部分水量, 休风期间配管工每 4 h 检查一次冷却设备工作情况。

1.6 喷补要求

1) 喷补时遵循由下至上的原则, 根据实际侵蚀情况, 选用固定喷补、扇形喷补、圆周喷补的方法, 力求炉型规整、光滑。

2) 喷补总量约为 50 t。

3) 喷补时尽量减少反弹料。

4) 喷补结束, 向炉内扔入部分废钢, 以破坏反弹料形成的硬壳。

2 开炉

2.1 开炉料

于 9 月 12 日 9:28 开炉, 开炉料矿批 20 t、负荷 2.8, 炉料结构为 85% 机烧 + 15% 球团, 按 1.03 的炉渣碱度配加硅石量, 布料角度为 C:25(8):O:25(8)。至 13 日 16:00, 逐步恢复矿批至 31 t, 负荷 4.5, 炉料结构为 84% 机烧 + 8% 球团 + 8% 生矿, 按 1.10 的炉渣碱度配加硅石

量,布料角度为C:30(3)28(3)26(2)24(2)0:30(4)29(4)28(3)。

2.2 高炉操作

于9月12日9:28开风,堵3号、4号、7号、8号、9号、12号、13号、18号风口,开12个风口送风,总的送风面积为0.1386 m²,风量为1000 m³/min,风压为60 kPa,风温为700 °C,顶温为45 °C,标准风速为120 m/s,实际风速为251 m/s。由于高炉不接受风量,使得风量逐渐减小,风压逐渐上升,而料尺不动。11:35,放风坐料,料尺为4.9 m,回风后,风量为900 m³/min,风压为80 kPa,仍然表现为憋风,料尺仍旧不动。15:05,再次坐料,本次坐料效果较好,坐料后料尺深度为7 m。15:50,料尺动,高炉进风平稳(见表1)。18:40,引煤气,炉况进入快速恢复阶段(见表2、表3)。

表1 坐料后操作情况

时间	批数	矿批重/t	角度/(°)	圈数	负荷	料线高度/m	风量/(m ³ ·min ⁻¹)	风压/kPa	透气性指数
12日 15:55	1	16.0	22	8	2.8		880	83	14.9
13日	01:26	7	16.0	23	8	2.8	3.5	960	143 14.9
	03:02	13	16.0	23	8	3.3	3.5	1750	168 12.1
	03:47	18	20.0	25	8	3.3	2.5	1750	165 13.3
	04:51	25	20.0	25	8	3.8	1.8	1800	178 12.0
	06:34	34	23.8	26	9	3.8	1.5	1950	193 12.1
	07:42	39	23.8	26	9	4.2	1.5	2000	200 11.6
	09:50	50	23.8	多环	4.2	1.1	2250	227	11.4
	13:50	61	26.0	矿角扩1°	4.2	1.1	2350	205	14.9
	15:07	69	26.0		4.5	1.1	2500	243	14.3
	15:53	75	28.0		4.5	1.1	2500	245	12.4
	16:58	82	28.0	矿角扩1°	4.5	1.1	2700	250	12.7
	19:36	102	31.0		4.5	1.1	2850	292	13.1
	22:28	123	31.0	矿焦角扩1°	4.6	1.1	2950	310	11.6
14日 07:00	51	32.0			4.6	0.8	3000	320	11.2

表2 出铁情况

炉序	炉次	开始时间	结束时间	生铁			炉渣			
				w(Si)/%	w(S)/%	物理热/°C	质量/t	w(Al ₂ O ₃)/%	R ₂	w(FeO)/%
1		11:10	11:50							
2		12:10	13:33							
3		14:45	15:05							
4		16:05	16:53	2.94	0.003					
5		17:50	18:49	2.58	0.004					
6	929554	20:23	22:44	2.49	0.009	1387	92.28	20.49	1.13	0.39
7	929555	23:33	01:55	2.86	0.013	1416	89.82	20.34	1.11	0.24
8	929556	02:50	03:40	2.44	0.019	1437	67.14	20.13	1.15	0.43
9	929557	04:40	06:18	2.40	0.020	1473	103.0	18.77	1.13	0.56
10	929558	06:50	08:00	2.57	0.008	1482	69.14	17.30	1.08	0.39
11	929559	08:15	10:30	2.64	0.012	1480	159.80			

表3 开风口时间

时间	插风口序号	风量/(m ³ ·min ⁻¹)	标准风速/(m·s ⁻¹)	实际风速/(m·s ⁻¹) (正常为200~250)
13日	03:30	3号	1700	189
	05:25	18号	1800	185
	07:30	7号	2000	192
	12:28	13号	2200	198
	15:40	4号	2500	212
	17:00	12号	2700	217
14日	06:00	9号	2900	220
	12:00	8号	2950	213

3 经验与不足

此次喷涂过程值得吸取的经验是,对反弹料的处理(较为得当),对开炉料的选择(比较合理),对休风料及炉渣成分的计算(准确),为顺利完成检修任务提供了坚实的基础。

此次开风过程的不足之处是,对炉前出铁过撇渣器时机的把握欠妥;高炉开风初期,吨铁风量计算有偏差,导致风口烧化、第一次坐料效果不佳,影响恢复进程。这提示我们,在每一步动作前都要做好充分的准备,要实际与理论相结合,不得完全根据经验来判断。

(编辑:胡玉香)

Furnace Operating Practices of Spraying in Charge Level of the 9th Blast Furnace in Shougang Changzhi Iron & Steel Co.Ltd.

Wang Jiping, Yang Junchang

(Ironworks of Shougang Changzhi Iron & Steel Co., Ltd., Changzhi Shanxi 046031)

Abstract: In terms of spraying in charge level and furnace operation, the furnace operating practices of spraying in charge level of the 9th blast furnace is analyzed and introduced. The spraying practice uses fixed gunning, fan-shaped gunning, circumferential gunning method, and 29 h to complete the spray maintenance of material surface for blast furnace body, providing a powerful support for safe operation of the blast furnace and optimization of economic and technical indicators.

Key words: blast furnace, charge level, spraying, blow-in