

# 8# 高炉改造大修后的生产实践

刘志敏

(河北工业职业技术学院宣钢分院, 河北 宣化 075100)

**摘要:**通过对宣钢 8# 高炉改造性大修, 实现了提高煤气利用率、进行低硅冶炼、富氧喷煤、配加小焦等技术措施, 保证了宣钢 8# 高炉的入炉焦比稳步降低, 对大型高炉改造扩容后的生产实践提供了定量的技术数据。

**关键词:**改造; 扩容; 焦比

## The Productive Practice of XuanHuan Steel No.8 Blast Furnace Reform and Repair

Liu Zhimin

(Xuanguang Branch, Hebei college of Institute of Industry and Technology, Xuanhua 075100)

**Abstract:** As a result of the reformative repair of XuanHua steel NO.8 blast furnace, the utilization ratio of the coal gas has been increased and some technological methods can be used in low-silicon melting, rich oxygen coal spraying and small-size coke adding. All of these provide an assurance to deduce the coke ratio steadily and also provide a certain technological data for the productive practice after the reform and the expansion in capacity of the large blast furnace.

**Key words:** reform; expansion in capacity; coke ratio

宣钢 8# 高炉是国家“七·五”期间建设投产的 4 座 1200m<sup>3</sup> 级高炉之一, 为皮带送料、无钟炉顶, 工艺和装备比较先进。第一代炉役为 1989 年 12 月 8 日建成投产, 连续运行 8 年零 5 个月, 累计产铁 527.77 万 t, 折算单位炉容产铁 4188.6t, 于 1998 年 5 月 9 日停炉大修; 第二代炉役在 1998 年 7 月 1 日开炉, 连续运行 5 年零 3 个月, 累计产铁 482.12 万 t, 折算单位炉容产铁 3826.3t, 于 2003 年 9 月 28 日停炉大修; 第三代炉役在 2003 年 11 月 20 日开炉, 本次大修是在原有主体框架和炉壳未动的基础上进行的, 炉体冷却壁全部更换, 采用砖壁合一的薄炉衬技术, 使炉容由原 1260m<sup>3</sup> 扩至 1350m<sup>3</sup>; 同时取消了渣口。

宣钢 8# 高炉第三次大修之后, 由于炉型及相关装备变化较大, 特别是炉型变化较大, 炉喉直径由原来的 6.4m 增加到 7.2m, 而与 7.2m 炉喉直径相比 8.2m 炉缸直径相对显小。因此对上下部操作料制度需要有一个重新调整的过程。利用无料钟炉顶和高炉专家系统, 对布料矩阵、矿石批重等上部基本制度进行调整, 同时优化下部制度, 为提高 8# 高炉煤气利用创造条件。

### 1 调整装料制度

(1) 宣钢 8# 高炉第三代开炉达产后, 矿批一直在 25~27t 之间, 但是压量关系较不稳定。2004 年 6 月 7 日, 为稳

定压量关系, 增加焦、矿层厚度, 减弱矿、焦层的界面效应, 在下部调整风口面积、上部积极调整布料方式的同时, 将矿批由 26~27t 扩至 33t 左右, 并加大了矿焦加权角的正角差, 以稳定上部煤气流分布。

(2) 以稳定焦炭平台为基础, 合理确定矿角环位和布料圈数。2004 年 6 月 8 日, 为适应扩矿批的需要, 重新修改了布料环位程序, 增设了布料环位, 在料线 1.5m 不变的情况下, 扩大了布矿角度, 去掉了原有的矿、焦共用环 (38°)。2004 年 7 月 7 日, 根据实际情况, 将布料方式由往复式布料调整为半往复式布料。当时, 宣钢 8# 高炉仍然实行多环布料, 其基本布料方式见表 1。

表 1

		布料顺序 →				
矿	角度/°	41	39	37	33	
	份数	3	3	2	4	
焦	角度/°	43	41	39	37.5	34 30
	份数	3	2	2	2	2 3

(3) 坚持定期倒罐制度。为提高布料准确率, 减少布料偏析, 8# 高炉一直坚持按时定期倒罐, 并对上料工的布料准确率纳入日常工艺管理考核。这样, 很好地解决了上部布料偏析对生产的影响。

### 2 调整送风制度

制定送风制度的原则是:发展中心煤气流,有利于炉料顺行;限制边缘气流,避免炉墙热损失过高,降低燃料比;边缘和靠近中心区保有适当的两条煤气流,便于炉料干燥和预还原。

合理选择风口面积。宣钢 8# 高炉开炉后,全部使用长 450mm 斜 5° 的风口,单号  $\Phi 120\text{mm}$ ,双号  $\Phi 130\text{mm}$ ,送风总面积 0.2458m<sup>2</sup>。为适应实际操作炉型,2004 年 7 月 22 日,送风总面积微缩至 0.2438m<sup>2</sup>。为消除局部气流,2004 年 10 月 12 日,重新调整风口布局及长度,送风总面积 0.2399m<sup>2</sup>。

从 2005 年 5 月开始,按照预定的强化方案对宣钢 8# 高炉进行强化冶炼,目前顶压提至 180kPa,压差控制  $\leq 140\text{kPa}$ ,送风总面积  $(0.2520 \pm 0.0050)\text{m}^2$ ,且对各风口布局 and 长度进行了重新调整。

通过对高炉上下部制度的优化调整,8# 高炉的煤气利用率稳定提高(见表 2)。

### 3 调整造渣制度

根据原燃料情况及炉前渣铁样分析,合理确定 R 值。同时由于宣钢入炉原料中 TiO<sub>2</sub> 和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量相对偏高,适当控制渣中的 TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 MgO 含量,保证渣铁流动性和炉况稳定顺行,为高炉进行低硅冶炼创造条件。2004~2005 年,宣钢 8# 高炉 R 及渣中 TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO 含量情况如表 3。

### 4 调整热制度

在保证炉况稳顺的前提下,继续坚持低[Si]冶炼,根据炉况及时调整煤量、风温、富氧等,必要时调整焦炭负荷,确保炉缸热量充沛,控制好铁水温度在 1450℃ 以上,并制定了宣钢 8# 高炉低温情况下的加焦标准,保证热量收支基本平衡。2004~2005 年,宣钢 8# 高炉[Si]和铁温情况如表 4。

### 5 实现富氧喷煤,提高喷煤比

宣钢 8# 高炉第三次改造性大修后,喷煤中速磨供风系统在充分利旧的基础上增加一座加热炉,两个加热炉并联使用,通过调整高、焦炉煤气和助燃空气量,并控制烟气引风机和热风大闸开度,保证了两股热气流均能稳定送入中速磨,同时对中速磨、收粉系统、输送系统进行了能力扩大改造,小时喷煤量可达到 25t 以上,保证宣钢 8# 高炉大修后煤比达到 200kg/t。

### 6 合理富氧

根据首钢高炉富氧喷煤实践,当鼓风中氧过剩系数不低于 1.15 时,煤粉在风口前的燃烧率可达 70% 以上。有关研究发现,EXO 同煤粉置换比也有密切关系,EXO 越高,置换比也越高,大量喷煤时须提高鼓风含氧量以保证有较高的 EXO,从而获得较高的煤粉燃烧率和置换比。

宣钢 8# 高炉第三次改造性大修后,于 2004 年 2 月 14 日开始使用富氧,使用量按 1000m<sup>3</sup>/h 控制;2004 年 6 月 9

表 2 2004~2005 年煤气中 CO<sub>2</sub>% (单位:%)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2004年	19.3	19.6	19.7	19.5	19.4	19.4	19.3	19.7	19.8	19.8	20.0	20.1	19.6
2005年	20.2	20.5	20.9	21.0	20.9	21.1	20.7	20.7	20.7	20.8	20.6	20.2	20.7

表 3 2004~2005 年宣钢 8# 高炉 R 及渣中 TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO 含量情况

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
R <sub>c</sub>	2004	1.11	1.14	1.13	1.13	1.13	1.11	1.13	1.12	1.12	1.11	1.12	1.12	1.12
	2005	1.12	1.12	1.13	1.13	1.14	1.14	1.14	1.16	1.17	1.18	1.18	1.17	1.15
TiO <sub>2</sub> %	2004	2.288	2.264	2.211	2.233	2.385	2.389	2.300	2.287	2.420	2.802	2.746	2.715	2.420
	2005	2.700	2.575	2.521	2.536	2.171	2.277	2.571	2.580	2.554	2.162	2.093	2.260	2.417
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	2004	13.40	13.43	13.57	13.56	13.56	13.49	13.30	13.25	13.38	14.07	13.69	13.75	13.53
	2005	13.60	13.63	13.60	13.53	13.62	13.59	13.41	13.40	13.31	13.52	13.04	12.56	13.40
MgO/%	2004	10.45	10.36	10.23	10.14	9.89	10.07	9.94	10.30	9.89	10.05	10.03	9.90	10.10
	2005	9.96	10.16	10.23	10.03	10.04	10.02	9.96	9.71	9.66	9.56	8.49	8.55	9.70

表 4 2004~2005 年宣钢 8# 高炉 [Si] 和铁温情况

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
[Si]/%	2004	0.35	0.35	0.38	0.44	0.47	0.43	0.41	0.35	0.35	0.34	0.35	0.33	0.38
	2005	0.35	0.34	0.37	0.45	0.32	0.33	0.36	0.33	0.41	0.36	0.37	0.35	0.36
铁温/℃	2004	1464	1464	1464	1463	1464	1460	1463	1461	1467	1463	1455	1455	1462
	2005	1464	1464	1463	1464	1460	1464	1463	1461	1467	1463	1455	1455	1462

表 5 2004~2005 年宣钢 8<sup>#</sup> 高炉风温、富氧及煤比情况

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
风温 /°C	2004年	1065	1057	1060	1061	1061	1085	1091	1100	1043	1076	1108	1126	1078
	2005年	1140	1139	1158	1137	1173	1197	1200	1188	1158	1191	1159	1165	1167
富氧率	2004年	0	0.3	0.7	1.02	1.18	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.5	1.19
	2005年	1.9	2.05	2.08	2	2	1.5	1.47	1.38	1.47	1.47	1.5	1.5	1.69
煤比	2004年	160	153	154	150	150	148	152	150	153	145	145	145	150
	2005年	150	151	154	151	150	150	150	152	151	150	150	150	151

表 6 2004~2005 年宣钢 8<sup>#</sup> 高炉小煤比情况

小焦比	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2004年	28	28	11	9	17	10	11	10	26	8	17	8	15
2005年	7	7	8	25	11	16	30	20	16	9	6	14	14

表 7 2004~2005 年宣钢 8<sup>#</sup> 高炉入炉焦比情况

焦比	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2004年	372	382	378	384	384	385	384	385	384	385	385	382	382
2005年	363	363	360	362	362	360	355	358	355	358	355	358	359

日,富氧使用量提至 2500m<sup>3</sup>/h。目前,宣钢 8<sup>#</sup> 高炉使用富氧率长期控制在 2%左右,最大用氧量可达 4000m<sup>3</sup>/h 以上,且能够保证鼓风中氧过剩系数不低于 1.15 时。

### 7 充分使用风温

在宣钢 8<sup>#</sup> 高炉大修的同时,与宣钢 8<sup>#</sup> 高炉配套的四座热风炉同步进行大修,通过制定合理的烧炉和换炉制度,配用焦炉煤气、冷风预热等措施,在 2004 年~2005 年风温水平可保持在 1200°C 左右(见表 5)。可是由于公司焦炉煤气供应紧张,不能够四座热风炉正常配用焦炉煤气,目前风温水平在 1130°C 左右,基本能够满足煤粉在炉内的预热、脱气、热分解等需要的热量补偿。但是,风口前理论燃烧温度略显较低。

### 8 合理配加小焦入炉

宣钢 8<sup>#</sup> 高炉第三次改造性大修后,对上料系统的小焦称量斗及相关配套设施进行了扩容改造,并且提高了其输送小焦的能力,能够满足宣钢 8<sup>#</sup> 高炉扩容后小焦的入炉的基本要求(见表 6)。

在保证炉况稳定顺行基础上,通过优化高炉操作制度,不断提高煤气利用率、进行低硅冶炼、实现富氧喷煤、配加小焦等措施,宣钢 8<sup>#</sup> 高炉稳步降低入炉冶金焦比例(见表 7),为提升宣钢 8<sup>#</sup> 高炉的综合冶炼效益,降低铁水成本,实现宣钢低成本战略作出较大贡献。

由于降低焦比增加了经济效益。2005 年宣钢 8<sup>#</sup> 高炉焦比为 359kg/t,平均每 t 焦炭入炉价格 1084.33 元/t(内部价格),全年总产量为 1086578.0t。以 2004 年宣钢 8<sup>#</sup> 高炉焦比为 382kg/t 为测算依据。2005 年宣钢 8<sup>#</sup> 高炉由于降低焦比增加的经济效益:

$$X=1086578.0t \times (382-359) + 1000 \times 0.108433 \text{ 万元/t} = 2709.9 \text{ 万元}$$

### 9 结论

在确保炉况稳定顺行的基础上,通过提高煤气利用率、进行低硅冶炼、实现富氧喷煤、配加小焦等措施,保证了宣钢 8<sup>#</sup> 高炉的入炉焦比稳步下降。

(1) 通过调整优化宣钢 8<sup>#</sup> 高炉上下部操作制度,提高煤气利用率是降低入炉焦比的有效方法。根据本课题研究对宣钢 8<sup>#</sup> 高炉研究表明:煤气中的 CO<sub>2</sub>% 每增加 1%,可以降低降低入炉焦比 15kg/t 左右。

(2) 调整热制度与造渣制度,有利于高炉进行低硅冶炼。保持较高的渣碱度,提高铁水温度,适当降低[si],有利于降低入炉焦比。根据本课题对宣钢 8<sup>#</sup> 高炉的实际操作分析表明:铁水中[si]每降低 1%,高炉降低将降低入炉焦比 4~5kg/t。

(3) 实现富氧喷煤,提高喷煤比,是降低入炉焦比的有效方法。根据对宣钢 8<sup>#</sup> 高炉研究表明提高喷煤比进行的研究分析:每多喷 1t 煤粉,折合节约焦炭用量后可以降低成本 600 元。

(4) 通过技术设备改造,合理配加小焦入炉,减少入炉焦炭量,是实现循环经济的具体体现。

推进生产技术进步,降低产品生产成本,提高企业市场竞争力,是企业永恒的追求。宣钢 8<sup>#</sup> 高炉通过提高煤气利用率、进行低硅冶炼、实现富氧喷煤、配加小焦等措施,保证宣钢 8<sup>#</sup> 高炉的入炉焦比稳步降低,极大地推进了宣钢 8<sup>#</sup> 高炉整体技术进步,成功实现了宣钢集团公司的低成本战略思想,为宣钢成功实现第二次跨越式发展将做出重大贡献。