包钢8#高炉开炉达产实践

郝志忠,季文东,白文广

(内蒙古包钢稀土钢炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 包钢8#高炉点火后加风顺利、节奏把握良好、实现了快速强化,创造了开炉4天达产的业绩。文章通过增加设备可靠性、制订合理开炉控制参数、优化开炉方案、开炉前的精心准备,以及优化高炉操作对包钢8#高炉开炉及达产的操作经验进行了总结。

关键词: 高炉; 开炉; 快速达产

中图分类号: TF542 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)01-0001-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.01.001

Practice on Blow-in and Reaching the Target Production of No. 8 Blast Furnace in Baotou Steel

HAO Zhi-zhong, JI Wen-dong, BAI Wen-guang

(*Iron-making Plant of Inner Mongolia Rare Earth Steel Plate Co. Ltd. of Baotou Steel(Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: After ignition of No. 8 blast furnace in Baotou Steel, add air volume smoothly, keep good pace, achieve a rapid reinforcement, and create the achievement of reaching the target production in 4 days after blow-in. In this paper, operation experience on blow-in and reaching the target production of No. 8 blast furnace in Baotou Steel is summarized through increasing equipment reliability, making reasonable blow-in control parameters, optimizing the blow-in scheme, preparing carefully before blow-in and optimization in blast furnace operation.

Key words: blast furnace; blow-in; reaching the target production rapidly

8#高炉于2015年10月12日09:16点火送风,送风20 h后出铁。第二次铁,渣铁分离良好、铁水物理温度以及流动性俱佳即冲制水渣且铁量充足、砂口加热良好,无需放砂口。送风后57 h即开始喷煤、10月16日铁水产量完成8 502 t/d,利用系数达到2.05 t/(m^3·d)实现了快速达产。这一成绩创造了包钢开炉历史上的新纪录。

1 概述

包钢8#高炉公称容积4 150 m^3,是包钢集团投产的第二座4 000 m^3以上高炉,其设计高径比为2.04,属于矮胖型设计的现代化大型高炉。配备矩形双出铁场,采用平坦化设计、共设4个出铁口。开口机、泥炮同侧布置在主沟内侧、移盖机布置在主沟另一侧;高炉采用全冷却壁结构、配备38个风口、采用软水密闭循环冷却;配备有4座卡卢金顶燃式热风炉,呈一列式布置,不设前置炉;槽下系统分散筛分、分散称量;炉顶采用并罐无钟装料设备。在7#高炉成功开炉的基础上继续总结成功经验、弥补短板、优化方案,最终取得了8#高炉成功开炉、快速达

收稿日期: 2017-01-06

作者简介: 郝志忠(1966-),男,内蒙古乌兰察布市人,正高级工程师,现任包钢稀土钢炼铁厂厂长。

产的实绩。

本文主要从增加关键区域关键设备可靠性、科学制定装料方案、优化主要控制参数等方面进行总结，阐述本次8#开炉快速达产的经验。表1为8#高炉送风后10天的主要经济指标。

表1 包钢8#高炉送风后10 d主要经济指标

时间	风量 /($m^3 \cdot min^{-1}$)	风温 /℃	富氧率 /%	产量 /($t \cdot d^{-1}$)	利用系数 /($t \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$)	焦比 /($kg \cdot t^{-1}$)	煤比 /($kg \cdot t^{-1}$)	焦丁比 /($kg \cdot t^{-1}$)	燃料比 /($kg \cdot t^{-1}$)
10月13日	4 116	917	0.00	2 545	0.613	796	0	34	830
10月14日	5 233	992	0.00	5 351	1.289	494	3	48	545
10月15日	3 742	1 006	0.00	5 077	1.223	445	31	53	529
10月16日	5 568	1 006	0.22	8 503	2.049	415	55	46	516
10月17日	5 831	1 021	1.26	8 350	2.012	391	89	47	527
10月18日	6 061	1 051	1.41	8 320	2.005	385	108	47	540
10月19日	6 016	1 061	1.47	8 332	2.008	363	119	45	540
10月20日	6 104	1 081	1.68	8 343	2.010	372	126	48	546
10月21日	6 083	1 096	1.92	8 888	2.142	345	131	53	529
10月22日	5 813	1 082	1.84	9 093	2.191	349	120	58	527

注：(1) 10月15日休风318 min处理送风中节漏风；

(2) 铁量以前日20:00至次日20:00结算单日铁量。

2 推行针对性试车方案

现代化的巨型高炉下辖系统众多、各关键设备精度高、自动化程度高。这些优点在大大降低了操作人员劳动强度的同时也使得高炉的顺行状态对设备可靠性的依赖度进一步提高。这一特点要求在高炉开炉前要对各系统设备的可靠性进行详细的系统性测试，以避免高炉投产后关键设备出现运行问题，影响高炉开炉后强化节奏。

2015年对高炉的关键区域，关键设备制定了详细的单体试车、联动试车方案。针对7#高炉开炉过程中，出现过问题的区域及故障率较高的设备，制订了对于易发故障有针对性的试车方案，对于在7#高炉开炉过程中故障易发且对强化过程影响较大的槽下联合炉顶系统进行了100余小时的长时间系统联合试车，经过长时间试车，使问题逐步暴露后，不断加以改进，使得关键系统可靠性大幅增加。此次8#高炉开炉过程中没有因炉顶、槽下系统出故障而导致的减风或休风现象。科学的具有针对性的试车方案得到了有效的推行，极大地保证了开炉节奏的顺利展开。7#、8#高炉在开炉至达产期间受各系统影响减风次数的对比见表2。经过上述措施的采取，此次8#高炉开炉受设备影响导致减风的情况大幅减少。关键设备的良好作业状态、大幅减少的故障率以及完善的事故应对预案是此次8#高炉能够实现快速达产的关键因素之一。

表2 7#和8#高炉在开炉至达产期间受设备影响减风次数对比 次

高炉	炉前	炉顶	槽下	喷煤	送风系统
7#BF	5	10	0	1	1
8#BF	1	0	0	0	1

3 开炉方案制定

3.1 全炉O/C情况

本次开炉料全炉焦比设定为3.49 t/t。炉料结构按照正常生产时采用的烧结75% + 球团20% + 澳矿5%设定。本次将全炉物料分为15段进行排布。在炉缸枕木的填充方法上继续采取散装法，并且在枕木中心设立原木堆尖以利于初期中心气流的形成。炉腹填充净焦按照炉芯焦考虑，炉腰及炉身下部填充空焦，空焦上开始填充带负荷料。焦批要求在炉腰及炉喉达到一定厚度，控制在25 t/批。合理的O/C排布，不仅能够保证炉缸的迅速加热升温，有助于缓解送风后压量关系，而且能够保证软熔带形成过程的稳定性、连续性为送风后的回风以及下料奠定良好基础。

3.2 炉渣碱度及成分

全炉二元碱度设定为 0.92，主要是基于开炉后高硅铁流动性考虑。炉顶送风后装入的正常料二元碱度按照 1.00 控制并且根据炉温以及生铁 w[Si] 水平逐步向正常碱度调整。开炉后出铁出渣情况是否良好直接关系到高炉后续强化工作能否顺利展开，所以对于炉渣成分的控制，主要采取额外加入灰石及矽石扩大渣量来稀释炉渣，控制渣中 $w(Al_2O_3) \leqslant 14\%$。在实际情况中，炉内所用喷涂料 YPZ－1 以及保护砖全部含有 50% 以上的 Al_2O_3[1]，随着开炉料装入及开炉送风造成的冲击以及“熔损”不可避免的要有喷涂料、保护砖内的 Al_2O_3 进入炉渣，渣中 Al_2O_3 的成分往往较计算结果高，所以实际控制水平低于 14%。

3.3　风口面积的选择

在风口面积的选取上，结合现有原燃料条件、设备可靠性以及 7#高炉的实际情况进行综合考虑。最终采取了送风前插枪，全开风口操作，进风面积 0.467 m^2。38 个风口以 Φ120 mm × 19 mm + Φ130 mm × 19 mm 间隔分布以保证圆周方向上气流分布合理。全开风口缓解了压量关系，不堵风口可提前插枪无需休风插枪为迅速达产创造了条件。表 3 为国内部分 4 000 m^3 级高炉开炉风口面积选取情况，可以看出全开风口已经成为大高炉优先选取的开炉送风制度。

表 3　国内部分 4 000m^3 高炉开炉风口状态选取情况

高炉	包钢 7#炉	包钢 8#炉	宝钢 4#炉 一代	宝钢 2#炉 二代	宝钢 3#炉 二代	宝钢 4#炉 二代
有效容积/m^3	4 150	4 150	4 747	4 706	4 850	4 747
风口状态	部分插枪	全开插枪	休风插枪	休风插枪	全开插枪	全开插枪
送风风口面积/m^3	0.442	0.467	0.467	0.484	0.486	0.473

4　开炉过程控制

4.1　开炉装料过程的控制

开炉料在炉内的分布对开炉过程中气流能否快速形成、炉料下降是否顺畅起着至关重要的作用。并且开炉料的装入过程需要进行大量的实际测试来掌握高炉运料、布料设备的实际工作性能，尤其是需要测试炉料在高炉内的实际分布情况。所以必须在保证送风后气流快速形成且下料顺畅的情况下还要求所取得的布料数据详实准确，能够很好的指导日后实际生产中炉况的调节。这就要求对开炉料的装入过程实现科学的控制。

目前大高炉开炉布料测试主要采取“激光网格法”来进行测试，该方法具有以往传统方法所无法比拟的精度以及直观性，但是该方法也有一定的“短板”。激光设备容易受到布料时扬起的灰尘影响，降低精度。所以此次我们采取“激光网格法”结合十字测温安装孔装入打击棒进行联合测试。并且为使取得数据更加贴合实际生产工况，此次布料测试所得数据全部是在料罐加压 0.005 ~ 0.010 MPa 的测试前提下得出，更加贴合实际生产情况，具有更好地实际指导性。料罐加压后扬尘增多，激光法测量受限但打击棒所得数据却不受影响可清楚直观的观察到主料流分布情况。扬尘消散后，激光进行扫描所得料面扫描数据用于指导合理安排下一批开炉料装入，俩种测量方法彼此配合互成指导，最终形成了宽 1 200 mm 的平台以及深 2 500 mm 斜度为 32° 的漏斗。形成了较为合理的“平台加漏斗”料面形状。图 1 为此次开炉料装入过程形成的实际料面形状。

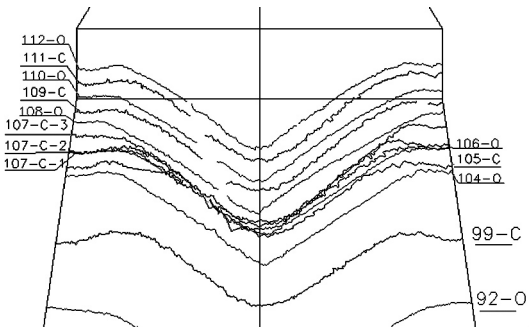


图 1　包钢 8#高炉开炉料实际料面扫描图

为保证送风后尽快形成合适的气流分布，在此次开炉料装入测试过程中，尽量避免在中心区域装入带负荷料，如在装料过程中出现漏斗过深的现象就以焦炭予以填充，以利于初期中心气流的形成。此次开炉过程中，送风后当风量达到 4 050 m^3/min 时，从炉顶热成像画面中开始可以看到形成的稳定

的中心气流。对装料过程进行科学合理的控制后，中心气流形成顺利、气流旺盛、压量关系缓和有利于炉况稳定以及后续炉况的强化。

4.2 加风节奏的控制

本次开炉为高炉内良好的开炉料分布状态以及全开风口都为控制良好的加风节奏打下了基础。在送风初期，保持了较快的加风节奏以使鼓风动能较快上升借以疏松料柱、促进中心气流尽快成形；在送风中期逐步开始加湿控制合适的理论燃烧温度，尤其是6 h以后，软熔带开始形成要严格掌握加风节奏，少加甚至不加风以避免在软熔带形成期间透气性严重恶化造成打横、崩料[2]。后期根据煤气利用情况以及压量关系的匹配情况逐步上风量，从结果上看送风后压量关系合适、下料顺畅无打横、崩料现象，说明本次开炉加风节奏的设定较为合理。

4.3 出铁时机掌握

第一次铁出铁情况直接关系到后续炉况强化。如开口过早铁量过少，砂口得不到很好加热，就需要放砂口额外增加炉前作业强度。铁量过多，又容易导致铁出不净，造成炉内“憋风”的现象。本次8#高炉按照送风后20 h，累计风量达到440万m^3，计算生成铁量达到400 t时组织出铁。实际累计风量达到466万m^3，累计下料66批出铁。这里需要说明的是如按照累计风量来计算出铁时间，容易受到风量表校准情况的影响，所以一般按照料动后装入批数来校核生成铁量，控制首次铁出铁时间。

4.3 铁口工作状况的控制

由于在烘炉过程中，铁口孔道内存在有预先埋入的煤气导出管容易造成新打入炮泥和孔道结合力较弱而出现在出铁过程中泥芯脱落的现象，进而造成第一次铁“跑大流”的现象。针对这一限制因素，我们采取了在送风后延长铁口空喷时间使得生成的渣铁在喷出的过程中将煤气导出管烧损的方式来避免出现出铁“跑大流”。从此次出铁的实际情况来看，此项举措实际有效，第一次铁未出现跑大流。表4为开炉后前3次铁的渣铁成分及出铁量。

表4 包钢8#高炉开炉后前3次铁渣铁成分及出铁量

铁次	铁量/t	生铁指标			炉渣成分				
		物理温度/℃	w[Si]/%	w[S]/%	w(CaO)/%	w(MgO)/%	$w(Al_2O_3)$/%	$w(SiO_2)$/%	R/倍
001	900	1 474	3.02	0.062	32.38	9.27	15.65	39.19	0.83
002	480	1 440	2.80	0.057	33.28	9.36	15.33	38.36	0.87
003	240	1 455	3.02	0.061	33.77	9.22	14.54	35.40	0.95

注：001次铁开口55 min后水渣出现溢流，铁口压炮，改罐渣后出铁。

5 结论

(1) 对于关键区域、关键设备进行有针对性的长时间的单体以及系统联合试车工作能够大大降低开炉期间因设备影响造成的减风情况。良好的设备作业率为保持正常加风节奏提供良好条件，保证开炉进程顺利进行，为实现快速达产铺平道路。

(2) 对开炉料的计算，装入以及加风节奏进行合理、科学的安排是保证铁水流动性以及避开软熔带形成期炉况难行的必要条件。

(3) 对开炉后出铁情况的良好管控直接关系到后续炉况能否顺利强化，从而实现快速达产。

参 考 文 献

[1] 周传典. 高炉炼铁生产技术手册[M]. 北京：冶金工业出版社，2002，

[2] 朱仁良. 宝钢大型高炉操作与管理[M]. 北京：冶金工业出版社，2015.