包钢 4 150 m^3 高炉提高产量生产实践*[1]

潘喜顺,渠世平,闫 风,鲁志刚,石 钢,高瑞平

(内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 包钢 7#高炉开炉以来,在强化原燃料质量管理的基础上稳定高炉操作。通过积极调整各项制度,量化操作和标准化作业,优化操作,使得炉况逐步稳定顺行,各项技术指标得到较大提升。

关键词: 高炉,调整制度,优化操作

中图分类号: TF54 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2019) 02 - 0007 - 10

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.02.003

Production Practices for Increasing Output of 4 150 m^3 Blast Furnace of Baotou Steel

Pan Xi - shun, Qu Shi - ping, Yan Feng, Lu Zhi - gang, Shi Gang, Gao Rui - ping

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

Abstract: Since the 7# blast furnace of Baotou Steel was blown on, its operations have been stable based on strengthening the quality management of crude fuel. The furnace condition is gradually stable and trouble - free as well as various technical indicators are greatly improved through actively adjusting various systems as well as quantifying, standardizing and optimizing operations.

Key words: blast furnace; adjust system; optimize operation

包钢 7#高炉于 2014 年 5 月 27 日 9 点 18 分点火送风,28 日 8:36 出第一炉铁。高炉有效容积 4 150 m^3,设有 2 个矩形全平坦型出铁场,4 个出铁口,38 个风口,热风炉系统配置 4 座卡卢金(Kalugin)顶燃式热风炉。高炉采用薄炉衬全冷却壁结构,全软水密闭循环冷却,秦冶型无钟炉顶布料器,圆盘法水冲渣,布袋干法除尘、轴流式电动鼓风机等新技术、新设备。

1 主要技术指标

7#高炉对标国内 4 000 m^3 级大型高炉总结经验、深挖潜能,摸索制度,优化操作参数逐步调整炉况,在原燃料、主焦煤短缺,致使原料变料频繁,焦炭质量逐步下降的情况下,7#高炉取得明显成效,各项技术指标大幅度提升。表 1 为 7#高炉主要指标,表 2 为焦炭主要指标,表 3 为烧结矿主要指标。

从表 2、表 3 分析,原燃料质量从开炉后在逐步下降,从表 1 分析,高炉经济指标在逐步向好。

2 主要技术措施

2.1 炉型趋于合理

7#高炉设计炉型高径比为 2.04,是矮胖型高炉;投产 6 个月后由于保护砖脱落进入炉型转变期,出现炉腰处直径扩大,炉腹角缩小,高径比降低现

* 收稿日期: 2019 - 02 - 13

作者简介: 潘喜顺(1984 -),男,内蒙古乌兰察布市人,助理工程师,现从事高炉炼铁工作。

中国知网 https://www.cnki.net

象。过渡后操作炉型趋于规整，对高炉强化冶炼非常有利。

表1 2014—2017年7#高炉主要指标

时间	日产量/t	焦比/(kg·t^{-1})	焦丁比/(kg·t^{-1})	煤比/(kg·t^{-1})	燃料比/(kg·t^{-1})	风量/(m^3·min^{-1})	风温/℃	顶压/MPa	w[Si]/%	富氧率/%
2014年	7 631	381	40	88	509	5 914	1 147	0.195	0.54	1.74
2015年	7 505	382	45	107	534	5 937	1 127	0.201	0.49	1.38
2016年	7 687	386	52	126	564	6 222	1 142	0.209	0.45	2.18
2017年	8 534	374	46	139	559	6 152	1 171	0.219	0.63	2.67

表2 2015—2017年焦炭成分(质量分数) %

时间	M_t	A_d	V_{daf}	S_{td}	CRI	CSR	M_{40}	M_{10}
2015	0.35	12.08	1.21	0.82	22.24	69.68	90.90	5.30
2016	0.21	12.08	1.18	0.82	22.55	69.19	90.84	5.34
2017	0.21	12.56	1.18	0.86	24.88	65.37	88.83	7.10

表3 2015—2017年烧结矿化学成分(质量分数)

时间	TFe/%	FeO/%	CaO/%	SiO_2/%	F/%	MgO/%	S/%	R	转鼓/%
2015年	57.19	8.12	9.92	4.96	0.08	2.12	0.022	1.99	78.85
2016年	56.88	8.55	10.08	5.04	0.10	1.98	0.031	2.00	78.74
2017年	57.19	8.77	9.57	4.83	0.13	1.99	0.025	1.98	77.39

2.2 优化装料制度

通过对入炉原燃料质量的日常追踪与严格管控，积极采取应对措施以消除和应对原燃料成分及性能对炉况产生的影响，摸索出应对原燃料成分及性能发生大的变化时的相关应对措施；通过对炉料的批重、布料方式及料线的探索研究。在日常操作调整上，跟踪炉墙温度的变化，分段热负荷曲线走势，十字测温边缘点走势，十字测温形状变化规律，压量关系，及炉顶摄像判断料面形状，依据铁水[Si]变化判定中心与边缘下料是否匹配，边缘下料快，还原的Si相对低，而中心走料多，还原的Si相对高[1]。边缘走料长时间多，中心料面形状滚起来，十字测温形状偏胖，但炉况实际表现为中心气流偏弱；而中心走料多，料面漏斗会加深，原燃料质量有波动时，中心有塌料现象，致使炉况出现波动。对Z、W值的波动范围进行研究，配合整体热负荷的变化，确定出合理的Z、W值运行区间。通过二年多积累的实际经验，解放思想，大胆创新，逐渐摸索制定中合理的布料矩阵。

料面形状的控制，为适应经济炉料，装料制度不断摸索，由“中心气流为主，边缘气流为辅”逐步转变为“两股气流都发展”模式。2017年以前采取一味追求“平台+漏斗”结构，虽可达到高产、低耗目标，但炉况稳定性差。2018年逐步形成“环沟+平台+漏斗”结构，控制煤气利用率，降低压差，初步形成适合包钢高炉实现稳定顺行的上部制度模式，见图1，图2。

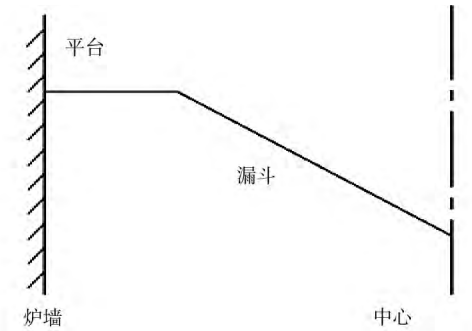


图1 平台—漏斗结构

中国知网 https://www.cnki.net

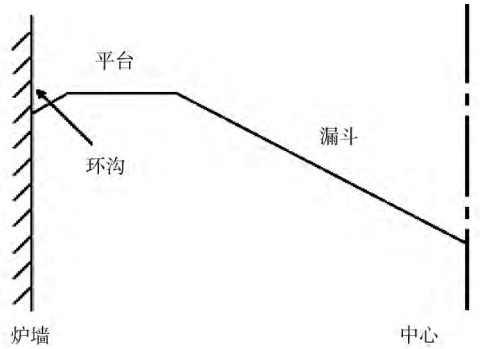


图 2　环沟—平台—漏斗结构

2.3　稳定送风制度

开炉初期进风面积是 0.465 m²。操作理念是确保鼓风速度高，鼓风动能大，以保证吹透中心，使得中心、边缘两道气流适宜，煤气利用良好，炉况稳定顺行。但通过大高炉操作参数总结分析，高炉回旋区深度一般在(2.0 ± 0.2) m，对于炉缸直径 14.5 m来说，靠鼓风吹透中心是不可能的，维持中心气流畅通靠中心焦柱支撑。风口阻力占总压差的 35%[1]，摸索出适宜的鼓风动能，配合顶压，富氧等强化手段营造出适宜的回旋区，从而保证大高炉炉缸的活跃面积，配合炉芯温度的监测、两铁口渣铁量均匀性及炉温偏差来判断炉缸活跃程度。通过加湿、风温及煤比控制合适的理论燃烧温度，理燃控制在(2 250 ± 50) ℃。根据压量关系、风速，制定适应的进风面积为 0.475 ~ 0.481 m²。

2.4　稳定热制度及造渣制度

针对大高炉开炉初期炉缸热储备不足，生铁[Si]高，而物理温度低的现象，结合炉前出铁情况，我们操作方针以铁水物理温度为主，物理温度控制在 1 490 ℃ ~ 1 520 ℃，要求日均物理温度不低于 1 485 ℃，在保证物理温度充足的前提下逐步降低生铁[Si]。经过实践证明，充足的物理温度既有利于改善渣铁流动性，及时出好渣铁，又有利于炉况稳定顺行，更增强了炉子抵抗原燃料波动及突发性事故的能力。而且我们发现物理温度与风量有着很好的对应关系，尤其是在炉况波动时，因而始终坚持以物理温度为主的操作方针。由于包钢自产矿特性，软化温度低，软熔区间宽，通过实验研究炉渣特性及日常参数，例如渣皮稳定性、铁水流速、硫在渣铁间分配系数等参数总结分析，制定出适宜包钢自产矿冶炼的造渣制度。

2.5　大批重

始终坚持大批重的操作思想，在上风、提顶压的同时上批重，增加焦炭负荷，改善煤气利用，降低焦比，目前矿批基本稳定在 110 ~ 116 t/批。负荷与风量协调，沿用过去高炉操作经验，在炉况失常初期，风量严重萎缩也不退负荷，只是采取单纯调整制度，炉况长期僵持，高炉压差长期控制较高，对动能、气流分布带来严重影响。随着参数总结及异常炉况案例分析，重新认识大高炉的“以风为纲”理念和制定具体对策，根据不同炉况，形成降低负荷、配合制度调整的操作对策，确保高炉全风状态下运行，为稳定炉况提供保障。

2.6　冷却制度

冷却制度主要是监控全炉热负荷及冷却壁热面温度波动情况，随着高炉冶炼强度的不断提高，铜冷却壁热面温度的变化，冷却制度也作了相应调整，主要采用提高水系统压力，增加水流量(水流量达到最大 6 100 m³/h)，降低冷却水温度(48 ℃ → 37 ℃)，提高冷却强度，减少波动，形成稳定渣皮，以降低铜冷却壁热面温度，保护好铜冷却壁，进而保持合理的操作炉型，保证高炉稳定顺行。

3　基础管理

3.1　加强原燃料管理

针对干、湿焦的不稳定情况，及时与运料联系、力争做到干、湿焦固定料槽，均匀使用，以保持炉况的稳定。同时加强原燃料的监控及过筛工作，及时调整烧结筛给料机速度、关小矿槽闸门，减小料流量，在保证料速的前提下，尽可能减薄筛片上料层厚度，以增强过筛效果，减少入炉粉末。现在烧结给料速度为 1.2 ~ 1.6 t/min，焦炭给料速度为 0.9 ~ 1.2 t/min。

3.2　强化基础管理

大型高炉具有较大的“滞后性”和“惯性”，因此，要做到高炉稳定顺行就要求“早动、少动”[2]。班与班之间的交接及操作统一性是高炉稳定顺行的基础，如何做到统一操作是我们高炉管理者的重要任务，为此首先从炉温入手，制定严格的炉温控制手段；其次，加强工长操作，统一操作理念，制定操业指导书，在日常操作中保证炉温的稳定性，并严格要求物理温度必须达到 1 490 ℃。再者，通过人员培训和标准化作业，统一车间员工思想，提高操作人员技术水平，从源头上减少各种因素对炉况的影响。由于高炉四班倒班，班与班之间人员技术及操作思路

中国知网　https://www.cnki.net

不尽相同，作业部定期组织人员培训并要求工长每月做炉况总结，加深工长对炉况的认识。

通过标准体系的建立，每周组织两次炉况分析会，逐步完善炉况判断的标准体系，每日对炉况进行体检分析，发现异常及时采取有效调剂。分析和总结每次炉况失常的原因，通过技术审核建立事故案例，利于用数据量化处理异常炉况。分析异常炉况操作参数气流变化及恢复过程中出现的波动，结合理论深度研究分析，为日后操作奠定良好基础。制定并严格执行标准化作业指导书及事故预案，逐步完善作业指导书的可操作性。由于炉况受外界影响因素较多，需通过经验的积累，逐步完善作业指导书，保证高炉炉况顺行。

3 结束语

原燃料质量稳定是高炉长期稳定顺行的基础条件。制定科学合理的装料制度，加上适宜的送风制度、热制度，逐步改善高炉煤气利用，是达到高产低耗的关键。强化管理，精心操作是高炉稳定顺行的保证，包钢4 150 m^3高炉通过合理调控，探索出了适宜自身原燃料条件的操作方法，取得了比较大的进步。

参 考 文 献

[1] 马丁·格德斯. 现代高炉炼铁[M]. 北京: 冶金工业出版社，2017.

[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.

启 事

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.02.004

本刊已加入“万方数据库”、“中国知网”、“维普数据库”等。凡向本刊投递的稿件一经采用，即视为作者同意将作品的网络传播权及电子版使用权授予本刊，本刊一次性给付的稿酬已包含上述授权的费用。若不同意上述内容者，请在投递的稿件上予以特别声明，以便本刊酌情处理。

《包钢科技》编辑部

中国知网 https://www.cnki.net