包钢4#高炉稳定生产实践*

黄雅彬,张志斌,韩 磊,于恒亮,刘珍玉

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章针对原燃料条件不断劣化情况下,包钢4#高炉稳定性变差,波动增多,通过合理匹配操作制度,维持两股气流合理分布,控制合理T_f值,加强炉前出铁管理,加强炉内操作,推行标准化作业,炉温稳定率大幅提高,4#高炉实现长周期的稳定顺行。

关键词: 高炉; 稳定生产; 操作制度

中图分类号: TF57 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)04-0039-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.04.014

Stable Production Practices for 4# Blast Furnace of Baotou Steel

Huang Ya-bin, Zhang Zhi-bin, Han Lei, Yu Heng-liang, Liu Zhen-yu

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

Abstract: The stability of 4# blast furnace of Baotou Steel became worse and the fluctuation became more with the continuous deterioration of crude fuel condition. The stability ratio of furnace temperature is increased significantly and the long-term stable trouble-free operation of 4# blast furnace is realized through reasonably matching the operating duties, keeping the two gas flows reasonably distributed, controlling reasonable T_f value, strengthening tapping iron management in cast house and operations in furnace as well as implementing the standard operations.

Key words: blast furnace; stable production; operating duty

包钢4#高炉有效容积3 000 m^3,设有4个铁口和32个风口,炉缸采用碳砖、陶瓷杯复合炉缸炉底结构。4#高炉投产后指标良好,进入2017年由于原燃料质量变差,炉况稳定周期变短,抗波动能力相差,4#高炉经过操作制度调整,加强基础工作,在焦炭质量没有改善情况下,强度逐月回升,炉况稳定周期延长,利用系数达到2.0 t/(m^3·d),燃料比保持稳定。

1 原燃料情况

精料是高炉稳定顺行、指标改善的基础和客观要求[1]。2017年精料工作中,原料质量有好有坏,但整体下降,烧结变料频繁,球团质量得到改善,但焦炭各项指标持续下降。

1.1 焦炭质量

焦炭质量的好坏对高炉生产稳定顺行至关重要。2017年焦炭配煤中主焦煤不足,山西焦煤持续

* 收稿日期: 2018-05-30

作者简介: 黄雅彬(1973-),男,内蒙古乌兰察布市人,高级工程师,现从事炼铁工艺技术质量管理工作。

降低，频繁调整配煤比。通常焦炭灰分增加1%，焦比上升1%～2%，高炉产量减少2%～3%；焦炭硫增加0.1%，焦比上升1%～3%，产量减少2%～5%[1]。焦炭灰分、硫增加后，为保证生铁质量，需提高炉温和炉渣碱度，致使渣量增加，产量降低，焦比升高。从2016年开始焦炭冷态、热态强度指标下降，见表1。

表1 焦炭质量变化情况(质量分数) %

时间	灰分	硫	*CRI*	*CSR*	M_{40}	M_{10}
2015	12.30	0.79	23.16	67.76	89.73	6.15
2016	12.81	0.87	25.79	64.40	89.59	6.18
2017	12.89	0.86	28.44	60.66	88.53	6.47

1.2 烧结矿质量

烧结矿配矿随3#高炉开炉投产，由于巴润矿不足，海运矿(澳矿、FMG混合粉)配比大幅提升，冶金性能得到改善，熔滴区间变窄、还原度升高，碱金属下降明显；由于FMG粉是褐铁矿，导致铁品位下降，烧结用燃料质量下降导致转鼓指数下降，入炉粉末升高(烧结矿指标见表2)。

表2 烧结矿指标

时间	TFe/%	转鼓/%	熔滴区间/℃	入炉粉末/%
2016年上半年	57.3	77.5	253	3.5
2017年下半年	56.9	76.7	227	4.5

1.3 球团矿质量

球团矿随着新体系500 m^2带式球团机达产，球团由西区球团改用自产球团，球团矿质量得到明显改善，TFe升高，转鼓强度和抗压强度升高，膨胀率降低，还原粉化降低，改善了高炉上部料柱透气性，降低了渣量，利于增加风量、提高产量和降低燃料比。(球团矿指标见表3)。

表3 球团矿指标

球团种类	TFe/%	转鼓/%	膨胀率/%	抗压强度/N
西区球团	62.06	92.73	19.29	2 112
带式球团	63.82	96.27	16.60	2 393

2 稳产的技术措施

以炉况长周期稳定、顺行为基础，通过上下部调剂相结合，根据原燃料质量的变化，及时维持两股气流分布合理，确保中心通畅，边缘稳定，炉缸均匀活跃。

2.1 上部调剂

2.1.1 布料矩阵优化

4#高炉开炉初期采用“平台+漏斗”的布料模式，燃料消耗相对较低，取得较好经济指标，但对原燃料条件的稳定性要求较高，特别是焦炭质量。随着大量使用“经济料”，原燃料质量变差，炉况表现为中心气流不稳定，水温差、热负荷波动大，风量萎缩，强度下降。通过休风测布料落点、观察料面和生产调整摸索，采取布料矩阵外环焦炭角越过矿角，中心焦角内移，矿石平铺、角差扩大等措施，整体形成合适气流分布，提高了煤气利用，降低燃料消耗，煤气利用由44.6%上升到46.2%(4#高炉煤气利用率见图1)。

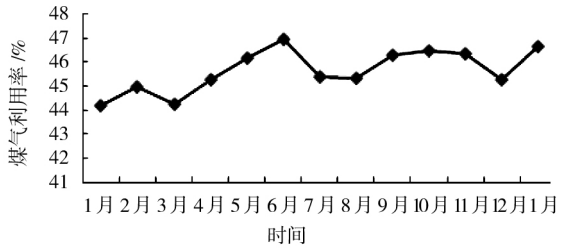


图1 4#高炉煤气利用率

2.1.2 强化冶炼

随着布料矩阵优化，基础操作稳定，为了进一步改善煤气利用，逐渐提高批重和顶压，以大批重稳定气流和降低压差，强化冶炼。首先矿石批重由75 t逐步加至80 t，减少布料层数，减小混合料层界面效应；其次顶压由0.205 MPa提高到0.210 MPa，顶压提高，可降低煤气流速，减小了煤气体积，也减少了炉尘灰吹出量，有利于间接反应的进行，也利于煤气热值充分传递给炉料，既提高煤气利用率，又减少碳素损耗，同时减少料柱的压头损失，有利于降低压差，提高炉况的稳定性。

2.2 下部调剂

2.2.1 控制适宜理论燃烧温度

保持适当的理论燃烧温度是高炉顺行的基础，T_f是反应炉缸热状态的一个重要指标。过高的T_f容易造成SiO_2的挥发气化，造成高压差。而过低的T_f又使炉缸热量不足，一般控制在2 000～2 350 ℃之间[2]。理论燃烧温度的控制通过富氧、喷吹煤粉及鼓风湿度来调节，通过降低富氧量，换取风量，T_f控制在2 250～2 300 ℃之间，随炉况稳定，逐步提高

煤比，加重焦炭负荷，T_f 下降后，富氧量逐步提高，保持 T_f 稳定在 2 250 ~ 2 280 ℃。

2.2.2　优化热制度

炉温合适、充足、稳定是保证高炉稳定顺行的前提，炉温稳定更体现了操作者的控制水平，日常操作避免炉温大起大落造成的气流不稳情况。4#高炉炉温控制以物理热为主，范围在 1 495 ~ 1 525 ℃，w [Si] 控在 0.45% ~ 0.65%。随燃料质量下降，炉温波动大，尤其 w [Si] 偏低，炉温稳定率不足 75%，直接影响了渣皮稳定，渣皮脱落炉况随之波动。充分认识到在当前原燃料条件下，保持炉温合适充足稳定的重要性，必须兼顾化学热的充足稳定，调整 w [Si] 控制范围在 0.50% ~ 0.70%。同时建立料批推移图，综合负荷、燃料比和前 3 h、前 6 h 的对比和参考，完善工长操作记录，使炉温稳定率大幅提高。

2.2.3　优化造渣制度

高炉造渣制度选择既要保证渣铁良好的流动性，又要保证生铁质量，同时炉渣的稳定性要强，保证高炉炉墙渣皮的稳定，利于形成合理的操作炉型。随海运矿大量配加，白云鄂博矿配加减少，根据包钢自产矿特性，炉渣 R_0' 中值随之调整提高，由 1.05 提高到 1.09。保证生铁炉温充足，渣铁流动好，炉缸活跃，保持渣皮稳定，尤其铜冷却壁渣皮稳定性增强，避免了炉温的大幅波动，稳定软熔带位置，形成稳定的气流分布，保证高炉顺行。

3　日常管理

3.1　强化原料管理

3.1.1　加强原燃料质量监控

对原燃料的成分、物理化学性能的变化情况及时掌握，每班三次检查原燃料实物质量，发现原燃料有异常及时汇报，及时追查，根据质量变化及时进行高炉操作调整，避免炉况波动。

3.1.2　加强槽存管理

槽位控制不低于 50%，杜绝低槽位运行。为了杜绝低槽位落差大造成炉料破碎，岗位每班安排检查三次槽位，低于 50% 及时反馈，联系及时补槽位。

3.1.3　强化过筛

及时调整给料机下料量及振动筛的振幅，达到良好过筛效果，烧结筛处理量≤1.0 t/min，焦炭筛处理量≤0.8 t/min，减少粉末入炉。及时检查处理澳矿筛片，杜绝筛片堵塞，确保过筛效果。

3.1.3　合理使用焦槽

合理使用焦槽，将 5# ~ 8#焦炉焦炭装入 22#槽，9# ~ 10#焦炉焦炭装入 18# ~ 21#槽，18# ~ 21#焦筛的筛条间距由 20 mm 改为 23 mm，改善焦炭入炉粒度组成，并按规定的次序排放焦炭，保证粒度大的焦炭布在中心，保证中心气流顺畅。

3.2　细化高炉操作标准

细化高炉操作标准，推行日作业指导书和标准化操作，每天根据日体检制定作业指导书，确定各项操作参数控制，实现稳定四班操作。修订各岗位作业标准化操作，制定作业规范，减少人为操作差异，利用计算机建立关键参数推移图，作业控制标准线，稳定操作。

3.2　加强炉前出铁组织

炉前出铁工作的好坏，渣铁出净与否直接影响炉况，轻则憋压退风，重则炉况不稳，渣皮脱落。4#高炉投产以来，炉前工作铁口深度不稳定，铁次不稳，影响高炉的情况时有发生。4#高炉通过规范炉前操作，执行标准化作业，统一四班操作。针对倒铁口初期深度浅、喷溅量大，专门碾制专有炮泥，既利于涨铁口深度，又减少喷溅量。加深铁口深度，铁口深度控制由 2.9 ~ 3.1 m 提高到 3.0 ~ 3.2 m。并且 3.0 m 合格率达到 90% 以上；调整钻头尺寸，延长出铁时间，保持合理的铁流时间(100 ± 5) min，达到均匀稳定出铁，铁次降低。

4　结论

(1) 合理的操作制度是高炉保持长期稳定顺行的基础，尤其布料矩阵的调整优化，形成合适的中心与边缘两道气流至关重要[3]。

(2) 炉温充足稳定、炉渣碱度适宜是高炉稳定顺行的前提，适宜的 T_f 和炉温稳定率的提高增强了高炉抗波动能力。

(3) 强化炉前出铁，渣铁及时均衡排净，为高炉稳定生产提供保障。

参　考　文　献

[1] 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.

[2] 周传典. 高炉炼铁生产技术手册 [M]. 北京：冶金工业出版社，2003.

[3] 项钟庸，王筱. 高炉设计——炼铁工艺设计理论与实践(第 2 版) [M]. 北京：冶金工业出版社，2014.