包钢4#高炉提高炉温稳定率生产实践*[1]

韩 磊,于恒亮,张志斌,王建军,韦彦勇

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章对包钢4#高炉提高炉温稳定率生产实践进行了总结,通过加强原燃料管理,装料制度调整,探究合适热制度,加强铜冷却壁渣皮稳定性操作,实行标准化操作和高炉日体检制度,高炉炉温稳定率大幅提高,为高炉的稳定、顺行奠定坚实的基础。

关键词: 高炉; 炉温; 稳定率

中图分类号: TF543 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2019)03-0013-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.03.005

Production Practices for Improving Stability Ratio of Furnace Temperature for 4# Blast Furnace of Baotou Steel

Han Lei, Yu Heng-liang, Zhang Zhi-bin, Wang Jian-jun, Wei Yan-yong

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

Abstract: In this paper, the production practices for improving stability ratio of furnace temperature for 4# blast furnace of Baotou Steel are summarized. It is greatly improved by strengthening the management of crude fuels, adjusting the charging system, exploring appropriate thermal system, strengthening the operations for stability of slag crust of copper cooling wall as well as implementing the standard operations and daily examination system of blast furnace, which lay a foundation for stable and trouble-free operations of blast furnace.

Key words: blast furnace; furnace temperature; stability ratio

高炉传统的表示炉温热制度的指标是两个,一个是铁水温度,正常生产是在1 350~1 550 ℃之间波动,一般俗称"物理热"。另一个指标是生铁含硅量,因为硅全部是直接还原,炉缸热量越充足,越有利于硅的还原,生铁中含硅量就高,所以生铁含硅量的高低,在一定条件下可以表示炉缸热量的高低,俗称"化学热"[1]。目前包钢股份炼铁厂规定的炉温稳定率有物理温度稳定率($T_{物}$),和硅稳定率(w[Si]),4#高炉2017年的物理温度稳定率为77.3%、硅稳定率为58.3%,2018年开始通过加强原燃料管理,装料制度调整,探究合适热制度,加强铜冷却壁渣皮稳定性操作,实行标准化操作和高炉日体检制度,第一季度4#高炉炉温稳定率和硅稳定率大幅提高。硅稳定率最高达到86.89%,物理温度稳定率最高达94.19%。炉温稳定率的提高为高炉的稳定、顺行和改善技术经济指标奠定了坚实的基础。

* 收稿日期: 2019-04-09

作者简介: 韩 磊(1986-),男,内蒙古乌兰察布市人,工程师,现从事高炉生产技术管理工作。

1 加强原燃料管理

1.1 加强槽位管理

建立4#高炉原燃料质量监控及槽位监控制度，坚决杜绝高炉低槽位运行，当高炉槽位低于50%及时反馈，及时联系补槽位。发现原燃料有异常情况及时汇报、追查。高炉管理人员通过数据对比分析，制定了原燃料质量及槽位监控表，见表1。通过加强槽位管理及沟通，保证高炉在正常槽位下运行，大大减少原燃料的破碎情况。同时规范槽下人员取样标准，每日筛分均停皮带后，截取断面，分别取三个槽子的料，保证原料质量具有代表性，更确保了筛分数据的准确性。

表1 包钢4#高炉原料及槽位监控情况

监控项目	监控人员	频次	处理方法
槽位和装槽情况	白台	每班3次	及时向上级反馈
过筛情况	白台	每班3次	当班处理
粒度和粉末量	白台	每班3次	及时向上级反馈

1.2 关注原燃料质量

原燃料的质量是保证高炉稳定顺行的基础，同时也是提高炉温稳定率的前提。由于包钢4#高炉使用原燃料质量与行业同立级高炉存在较大差距，2017年焦炭反应后强度低于行业平均水平达6.03个百分点，烧结矿转鼓低于行业平均1.89个百分点，加之包钢特殊的原燃料条件，烧结矿有害元素偏高。针对烧结矿质量差，加强烧结矿过筛效果，减少粉末入炉，全力保证烧结矿高槽位，减小落差。密切关注原燃料变化，提高岗位人员对节流角的敏感性并及时反馈给工长。每天对焦炭各指标进行分析，对热性能下降实时关注，及时调整负荷，减小因焦炭质量变差对炉温的影响，全力保证炉温的稳定。有计划的做好高炉入炉料中碱金属和锌元素含量分析，发现异常及时跟上游采购部门反馈，尽可能给高炉配加低碱、低锌矿石[2]。

2 探究合适操作制度

2.1 装料制度调整

2018年4#高炉为了提高铜冷却壁渣皮的稳定性，改善高炉煤气利用率，从1月份开始装料制度为$C^{9765431}_{3332222}O^{87654}_{23322}$，全月气流总体较为规整，$Z$值3.61、$W$值0.90、$Z/W$值4.12，高炉顶温85～95 ℃，顶温极差25～35 ℃。在此基础上高炉煤气利用保持稳定状态46.5%，焦炭负荷4.02～4.06 t/t，综合负荷3.10～3.14 t/t。2月7日对装料制度略微调整，整体外扩0.5°继续优化高炉指标，调整后煤气利用上行趋势，水温差波动范围趋窄，热负荷下降，达到调整的目的。后续3月份主要由于溜槽变形影响，中心气流受阻，导致边缘稳定差，顶温升高，Z/W值呈现下降趋势。高炉装料制度的调整主要为外移布料角度，同时对中心进行疏导，以适应溜槽角度变化为主。

2.2 热制度调整

4#高炉采用铜冷却壁，在当前渣比340～370 kg/t条件下，铁水物理温度过低，导致死料柱温度逐步降低，进入炉芯带渣铁粘度急剧升高，滞留系数大，炉缸中心透气性、透液性恶化，煤气流分布不匀，边缘气流波动剧烈，渣皮的稳定性变差，热负荷波动，从而影响炉温稳定率，为此4#高炉在操作上坚持中上限化学热，高炉物理温度保持1 490 ℃以上，增加炉缸热焓，改善流动性，活跃炉缸，保证炉缸温度充足，更有利于炉温稳定率的提高。

3 加强铜冷却壁渣皮稳定性

高炉冷却壁一般按其材质不同分为铸铁冷却壁、铜冷却壁和复合冷却壁，包钢4#高炉5—8段采用铜冷却壁，9—15段采用铸铁冷却壁。2017年热负荷波动多数也是由铜冷却壁渣皮不稳引起，最高月份达25次，且热负荷和水温差波动范围大。针对铜冷却壁渣皮稳定性差，渣皮易波动的特性，制定了铜冷却壁工作面温度控制规定。

(1) 铜冷却壁工作面温度大范围持续在100～150 ℃，考虑采取降低一密冷却水温度2 ℃。

(2) 铜冷却壁工作面温度超过150 ℃未达到180 ℃时，可继续进行观察，不采取措施。如多点连片持续150～180 ℃超过10 min，进行减风降压操作，热风压力降低0.005 MPa。

(3) 铜冷却壁工作面温度达到180 ℃维持时间超过10 min时，进行减风降压操作，热风压力降低0.005 MPa。

(4) 铜冷却壁工作面温度达到200 ℃时超过10 min时，采取减风降压操作，热风压力降低0.010 MPa。

(5) 铜冷却壁工作面温度达到250 ℃超过5 min时，采取减风降压操作，热风压力降低0.015 MPa。

但实际运行时，铜冷却壁渣皮不稳定引起的炉

温不稳，并未做到稳定过渡。炉温出现不同幅度波动，故规定当水温差波动导致热负荷上升幅度超过 20% 时，临时加焦 1 t，热负荷上升后持续高位运行，先用煤粉调整综合负荷 0.03 ~ 0.05 t/t。遇壁体波动水温差波动幅度大于 1.5 ℃，临时加 3 t 焦炭。通过定量化、数据化等一系列切实可行的操作控制，最终达到了减少铜冷却壁渣皮波动的次数，提高了 4# 高炉物理温度稳定率和硅稳定率。

4　加强高炉管理

4.1　加强炉前基础工作

4# 高炉强化冶炼以后，随着高炉产量提高和焦比的降低，焦炭负荷逐步加重，及时出净渣铁直接影响到高炉的顺行和炉温的稳定。炉前工作首先从抓炮泥质量着手，保证炮泥强度能满足出铁要求，铁口深度基本维持 2.9 ~ 3.1 m，铁口合格率达到 94.96%，全月最低深度 2.8 m，波动也较小，为出净渣铁创造了良好条件。重点强调均匀出铁，对铁口的维护、钻头的使用、正点出铁率、渣铁沟的维护进行严格管理，全月出铁比较稳定，未对高炉产生影响。良好的铁口维护促进渣铁排出，有利于炉缸活跃，为提高炉温稳定率奠定了基础。

4.2　实行高炉日体检制度和标准化操作

高炉操作人员和管理人员借鉴马钢高炉运行评价和高炉应对机制，结合包钢自身的实际情况，摸索形成了一套炉况日体检制度。在原有炼铁厂操作方针和管理体系的基础上，对高炉的各项参数制定了对应的控制范围，在日常操作中有目标的进行控制，日体检的高炉重要指标达到 55 个，全方位的查找高炉的症结所在，发现异常制定对应的调整措施[3]。在此基础上优化了“高炉日操作作业指导书”每日精准定制操作方针，避免炉况波动而导致炉温的大幅度波动，大大的提高了炉温的稳定率。

5　结论

(1) 通过做好原燃料管理，强化原燃料质量的稳定，为包钢 4# 高炉提高炉温稳定率奠定了坚实的基础。

(2) 探究合适的装料制度和热制度，对水温差、热负荷通过定量化、数据化等切实可行管理达到减少铜冷却壁渣皮波动，形成稳定合理操作炉型的目的，以提高物理温度稳定率和硅稳定率。

(3) 加强炉前出渣铁的管理，操作上坚持合适的化学热，铁水物理温度大于 1 490 ℃，增加炉缸热焓改善流动性活跃炉缸，保证炉缸温度充足，更有利于炉温稳定率的提高。

参　考　文　献

[1] 王筱留. 高炉生产知识问答(第 2 版) [M]. 北京: 冶金工业出版社，2008.

[2] 韦彦勇，韩磊. 包钢高炉有害元素现状调查与应对 [J]. 包钢科技，2018，44(4)：36 - 38.

[3] 杨子江，章利军，解珍健. 马钢构建高炉运行评价与预警保障体系实践 [J]. 冶金管理，2017，(12)：35 - 37.

(上接第 12 页)

分虽然有所上升，其他指标均能够满足高炉生产需要，热性能指标的提高，为高炉生产创造了有利条件。

(2) 配入焦煤 6# 炼焦，保证焦炭质量的同时降低了配合煤成本，同时扩展了新的煤源，提高了炼焦煤源的供应和保障能力。

参　考　文　献

[1] 周师庸. 炼焦煤性质与高炉焦炭质量 [M]. 北京: 冶金工业出版社，2008.

[2] 郑明东. 炼焦新工艺与技术 [M]. 北京: 化学工业出版社，2006.