

2550m³高炉冷却壁治理提高产量降低燃料比实践

袁国银

南京钢铁联合有限公司第一炼铁厂, 江苏 南京 210000

[摘要] 南钢2号高炉(2550m³)连续生产已近13年, 炉内冷却壁漏水严重, 影响高炉操作炉型, 通过查水方法的优化, 炉内操作制度的优化实现了炉役后期高炉的低成本、高效率生产。

[关键词] 高炉; 炉役后期; 冷却壁破损; 漏水治理; 操作优化

Practice of Improving Production and Reducing Fuel Ratio by Treating Cooling Stave of 2550m³Blast Furnace

YUAN Guoyin

No.1 Ironmaking Plant of Nanjing Iron and Steel Co., Ltd., Jiangsu Nanjing, China 210000

Abstract: Nangang No. 2 blast furnace (2550m³) has been continuously produced for nearly 13 years, and the leakage of cooling stave in the furnace is serious, which affects the operation type of blast furnace. Through the optimization of water inspection method and the optimization of furnace operation system, the low cost of blast furnace in the later stage of furnace service has been realized. High efficiency production.

Keywords: Blast furnace; Later stage of furnace service; Cooling stave breakage; Leakage treatment; Operation optimization

引言

南钢2号高炉(2550m³)于2006年8月建成投产, 至今已连续生产13年。该高炉采用软水密闭循环冷却, 由于炉况波动, 冷却壁安装、炉体上涨等原因, 出现铸铁冷却壁本体破损及铜冷却壁管根焊缝开裂, 严重制约了高炉燃料比的降低。通过采取一系列冷却壁查漏、治理措施, 有效控制了漏水量、维持了炉况稳定取得了较好的技经指标, 实现了高炉的低成本高效率生产。本文对南钢采用的后期高炉冷却壁维护、治漏技术及生产操作经验进行总结分析, 或可为其他高炉的安全高效长寿提供参考。

1 冷却壁破损状况及原因分析

1.1 冷却壁破损状况

表1 2009年5月~2018年12月冷却壁破损修复情况

	区域	在漏	漏水部位	历史累计修复
炉内水管 损坏情况	R3	3	壁体	3
	R2	1	壁体	5
	R1	1	壁体	3
	S5	0	壁体	3
	S4	1	壁体	11
	S3	5	壁体、管根	19
	S2		管根	76
	S1		管根	65
	B3		管根	58
	B2		管根	21
	B1		壁体	0
	未定位	48		
	合计	58		264
外部水管损坏情况		8		89

南钢2号高炉从炉底到炉喉下部共设置15段冷却壁和4层铜冷却板。炉底炉缸设置5段(H1~H5)光面铸铁

冷却壁；炉腹下部 B1 段设 4 层铜冷却板；炉腹中部到炉身下部采用 4 段（B2、B3、S1、S2）铜冷却壁；炉身中部以上设置 6 段（S3～S5，R1～R3）球墨铸铁镶砖冷却壁，采用软水密闭循环进行冷却。由于铜冷却壁质量存在问题，投产仅 4 个月后就发现铜冷却壁有漏水迹象。之后虽然采取了一些治理措施，但漏水点不断增加、漏水量不断增大，严重影响了炉缸状态、恶化了操作炉型、高炉指标不断下滑，生产难以为继。2009 年 4 月，高炉进行项修更换 S1、S2 段铜冷却壁，之后炉况很快得到恢复，但几年之后冷却壁又开始出现漏水，尤其是炉腹中部到炉身下部 4 层铜冷却壁，频繁出现冷却壁管根焊缝开裂甚至脱落而漏水的现象。近几年漏水频率不断加快（见表 1），冷却壁变得非常脆弱，只要炉况波动出现渣皮脱落，就会引起冷却壁漏水变大甚至新增漏点，煤气分析氢气含量上升超过 3%。到 2017 年上半年，因高炉重力除尘漏煤气，导致高炉慢风，炉况波动，冷却壁漏水现象明显加剧，高炉燃料消耗大幅升高，炉内气流难以控制。

1.2 冷却壁破损原因分析

（1）从表 1 可以看出，漏水冷却壁主要集中在炉腹至炉身下部四段（B2、B3、S1、S2），漏水原因是铜冷却壁管根开裂或脱焊。从管根修复及试压情况来看，未出现冷却壁热面烧损的现象。这说明冷却壁漏水不是因冷却强度不够导致的热面烧坏，而是由于炉腹至炉身下部是高炉的高热负荷区，该区域渣皮不稳定导致冷却壁温度频繁大幅波动，产生的热应力，另外因高炉炉壳上涨，管根与炉壳之间的间隙变小，甚至没有间隙，从而导致管根与冷却壁体焊接处开裂甚至脱落。

（2）炉况的波动，边缘气流的不稳定，尤其是边缘管道气流对渣皮的冲击，渣皮脱落，冷却壁温度大幅波动产生的热震对冷却壁的伤害都非常大。

2 冷却壁的维护及漏水治理

2.1 冷却壁漏水治理

（1）对于冷却壁外部水管锈蚀严重形成外漏水的，采用在线外部堵漏技术修补。

（2）对于铜冷却壁管根开裂或脱焊的（见图 1），利用休风检修机会进行氩弧焊修复，在修复前临时控水或改水处理，减少漏水量。



图1 铜冷却壁外部管根破损

（3）对于炉身中上部铸铁冷却壁漏水的，进行串管冷却处理或压浆闭死处理。

2.2 改进查水的判断依据和查漏控水的方法

（1）以软水补水量变化和炉顶煤气中的氢气含量作为判断冷却壁是否有新增漏点的依据。制定《冷却设备管理规范》，规定当煤气中 H₂ 含量超过 3.5% 时必须对冷却设备进行查漏，而不仅仅是以软水补水量作为漏水判断依据。

（2）应用冷却壁快速查漏技术。以往查漏是对所有冷却壁进行普查，这种方式的弊端是效率较低，难以快速查出漏水冷却壁，尤其在短期休风时弊端更明显。现在应用的快速查漏技术是：短期休风时，对重点部位上方冷却壁进行分区域闭水，同时观察风口水迹，这样可以有效缩小漏点排查范围；长期休风时，普查和快查两种方式同步进行。

（3）对冷却壁漏水进行排序，抓大放小。受焊补冷却壁时间限制，重点处理漏水大的冷却壁，对漏点小的冷却壁进行控水或者改水单供，以提高工作效率。

3 高炉操作上的应对和优化

(1) 系统稳定，强调全风稳定性。因慢风低压后会造成冷却壁漏水加大，影响热制度，从而引发炉况波动，炉况波动，气流不稳更容易冷却壁的进一步破损，陷入恶性循环。

鉴于以上因素，高炉高度重视设备、出铁，炉况等各系统的稳定性，避免慢风，强调全风高压，对减少冷却壁的破损起到了很大作用，从图2可以看出高炉全风率得到逐步提高。

月份	2017风量	全风率	2018风量	全风率
1	4612	99%	4754.39	102%
2	4597	99%	4758.68	102%
3	4666	100%	4540.32	98%
4	4459	96%	4672.9	100%
5	4348	94%	4665.97	100%
6	4328	93%	4620.03	99%
7	4364	94%	4489.33	97%
8	4635	100%	4705.26	101%
9	4625	99%	4725.93	102%
10	4707	101%	4593.43	99%
11	4679	101%	4687.57	101%
12	4468	96%	4780.23	102%
平均	4541	98%	4703.32	101%

图2 高炉全风率得到逐步提高

(2) 优化装料制度、稳定边缘气流

炉腹至炉身中下部主要是靠形成稳定的渣皮保护冷却壁。在休风期间料面测量，发现料面中心无矿区过大，通过适当拓宽布料平台、稳定料面，稳定中心气流，达到既稳定边缘气流又提高煤气利用率、降低燃料比的目的。边缘气流过强过弱都会加速冷却设备的损坏，操作上引入炉身热负荷的概念，通过炉身热负荷的变化，能够更准确的判断边缘气流的强弱，稳定炉身热负荷在合适范围内。

(3) 正确认识冷却壁现状

炉役后期冷却壁变得越来越脆弱，操作上炉况稳定顺行是核心任务，在此基础上适当提高煤气利用率。当炉身热负荷升高、边缘气流不稳时，立即增加中心焦比例或者甚至临时退负荷，疏导中心气流、稳定边缘，以尽量保持渣皮的稳定，保护冷却壁。

4 冷却壁维护和漏水治理的效果

(1) 2017年9月改进查漏治漏方法、优化高炉操作后，冷却壁漏水得到有效控制，炉顶煤气氢含量降低，燃料比降低(图3)。

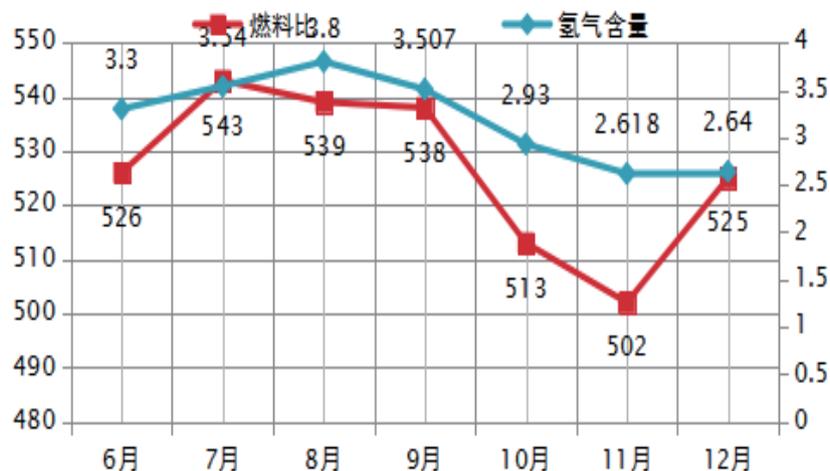


图3 高炉燃料比和炉顶煤气氢含量变化

(2) 冷却壁漏水减少，操作炉型改善，产量逐年上行，燃料比有逐步降低(表2)。

表2 实施前后高炉技经指标变化

年份	产量t	一级品率	系数	燃料比	品位	煤比	□Co%	矿耗	休风率
2016	2065096	93.0%	2.21	526	58.33	137	46.18	1.62	1.6%
2017	2075535	97.3%	2.21	524	58.09	138	46.99	1.61	3.2%
2018	2182560	98.9%	2.34	521	58.53	145	46.96	1.6	2.7%

5 结语

(1) 冷却壁漏水对高炉生产非常不利, 容易造成风口烧坏、破坏操作炉型、影响稳定顺行, 应及早查出, 并减少漏水量

(2) 系统的稳定, 保持高炉全风, 避免慢风是维护冷却壁不再进一步恶化的重要前提。

(3) 适当缩小风口面积, 稳定炉况、稳定热制度、稳定边缘气流, 形成稳定的保护性渣皮, 是减少冷却壁漏点, 延长高炉寿命的重要手段。

[参考文献]

[1] 卢郑汀, 胡玉清. 昆钢2500m³高炉低燃料比生产实践[C]. 北京: 中国金属学会, 2015.

[2] 钱海涛, 许勇新, 范磊, 孙鸿言. 柳钢2000m³高炉低燃料比生产实践[C]. 北京: 中国金属学会, 2012.

作者简介: 袁国银 (1983-) 江苏如皋人, 本科学历, 助理工程师.