包钢3#高炉风口频繁破损的治理实践*[1]

黄雅彬,刘平均,王 宇,韩 磊

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 针对包钢3#高炉风口频繁破损的原因进行分析,通过采取降低碱负荷、维持上限物理温度,炉温控制上以物理温度为主、降低煤比、强化基础工作等措施,使风口频繁破损得到治理。

关键词: 风口破损; 高炉; 碱金属

中图分类号: TF573+.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)02-0005-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.02.002

Governance Practice of Frequent Damage of Tuyere in No. 3 Blast Furnace of Baotou Steel

HUANG Ya-bin, LIU Ping-jun, WANG Yu, HAN Lei

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

Abstract: The reasons for the frequent damage of tuyere in No. 3 blast furnace of Baotou Steel are analyzed, and measures such as reducing the alkali load, maintaining the upper limit of physical temperature, furnace temperature controlling mainly in physical temperature, lowering the coal ratio, and strengthening the foundation work are adopted to control the frequent damage of tuyere.

Key words: tuyere damage; blast furnace; alkali metal

2014年1月底至3月上旬,包钢炼铁厂3#高炉风口频繁破损,且损坏方向集中,发展快,总计达到29个,被迫休风高达七次,损失产量达1.5万t。风口的频繁损坏,导致炉墙局部结厚、休风率高、炉缸工作状态恶化;打乱了高炉的正常生产,炉况调剂难度增大,严重影响高炉产量及经济技术指标。通过分析风口频繁破损的原因,采取控制上限物理温度、降低煤比、降低碱负荷、强化基础工作等措施,使风口频繁破损得到有效治理,恢复了高炉的正常生产。

1 风口破损状态

从破损风口的损坏情况来看,绝大多数风口属于烧坏。从风口损坏部位看,有22个风口都是下部前端烧坏,占75.9%;6个风口是上部前端烧坏,占20.1%;1个风口(20#)是前端整个烧掉,占4%。分析认为铁水熔损是造成风口损坏的主要原因,由于受热增加,散热恶化,风口壁热量大量积累,达到铜的熔点1 083 ℃时,风口便被烧坏[1]。

2 风口损坏原因分析

2.1 铁罐紧张渣铁出不净

由于铁罐不够用,配罐晚点,高炉生产处于受憋状态;减风应对次数多,导致鼓风动能不足,风口回旋区长度缩短,炉缸中心死焦堆增大,炉缸不活;渣

* 收稿日期:2018-01-10

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

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

铁形成后不易滴落到炉缸中，渣铁极易侵蚀到风口上直接将风口烧坏（见图1），这是风口损坏最主要最直接的原因。



图1 20#风口损坏状况

2.2 焦炭质量.

包钢炼铁厂焦炭使用模式为4BF、6BF全干熄焦，剩余部分供3BF使用，焦炭总量上干熄焦只够供应1/2给3BF，不够部分由西区焦炭补充。

表1为5#－8#焦炉焦炭和西区焦炭质量指标的对比情况。

一方面由于西区焦炭为捣固焦，质量上和干熄焦差别太大，特别是近期西区焦炭热性能下降，对高炉炉况有影响，见图2；另一方面，3BF为料车上料，干熄焦和西区焦炭比例无法调整，造成焦种变化时，高炉入炉焦炭质量波动大且不能控制；导致高炉气流控制难度加大，尤其是集中长时间吃西区焦炭时，中心气流弱化现象非常明显，十字测温中心点温度由600 ℃降低至300 ℃，边缘气流发展，中心死焦柱变大，风口回旋区碎焦量增多，料柱透气性降低。加之炉役后期，炉皮有发红现象，出于安全生产的考虑，炉况调剂上不采取过分发展边缘的气流分布模式，因此只能采取降低风压操作。

表1 焦炭全分析质量指标 %

类别	灰分	挥发分	水分	w(S)	M_{40}	M_{10}	*CRI*	*CSR*
5#－8#焦炭	12.06	1.24	0.8	0.86	83.6	6.6	26.4	63.5
西区焦炭	12.65	1.39	7.3	0.73	86.7	6.4	30.3	61.3

风量由正常时的4 300 m^3/min，萎缩至4 050 m^3/min，风速由230 m/s降至217 m/s，鼓风动能由148 J/s降至124 J/s。依据风口回旋区长度计算。

可知风口回旋区长度由1.37 m缩至1.26 m，最终风量萎缩，难以全风操作，中心死焦柱变大，炉缸中心透气性、透液性变差，炉缸活性变差，导致渣铁液滴容易落在风口上将风口烧坏。

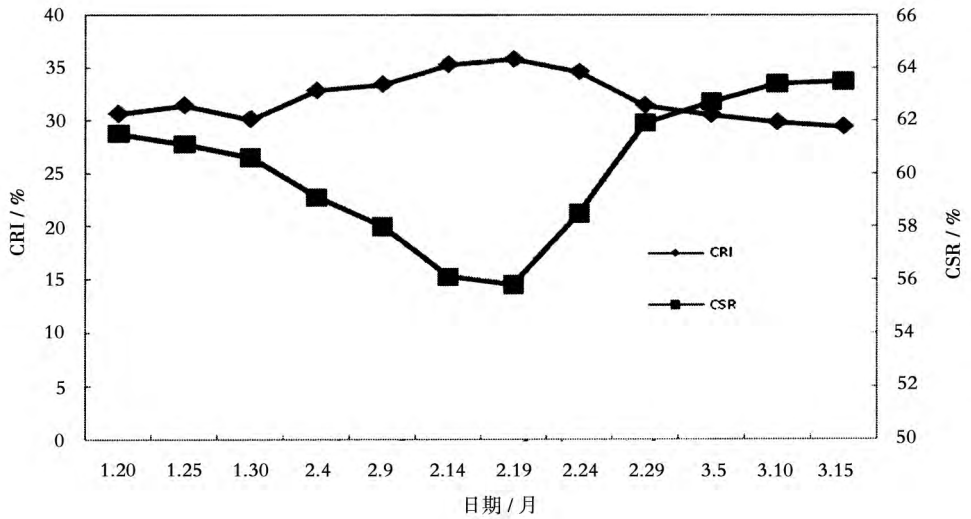


图2 西区焦炭变配比前后热性能变化趋势

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.3　有害元素升高

碱金属的危害作用不仅限于本身的破坏做用，还体现在其循环富集作用，成倍的加剧这种破坏作用。随着碱负荷的上升，风口破损加剧[2]，引起 4#风口大套上翘。休风换风口时，流出大量的银白色金属物质，可以断定为金属锌，碱金属的不断循环富集导致渣铁物理热严重下降，炉缸不活，风口大量破损。下图 3 为碱负荷分布图。

表 2　包钢 3#高炉风口取出物碱金属(质量分数)状况　%

时间	风口区	K_2O	Na_2O	Zn_2O
2 月 7 日	20#风口下部流出物	8.50	0.69	88.03
2 月 13 日	4#风口上部粘结物	12.03	0.796	19.43
2 月 17 日	6#风口下部流出物	7.60	0.58	85.07
2 月 21 日	5#风口上部粘结物	14.05	1.35	28.35

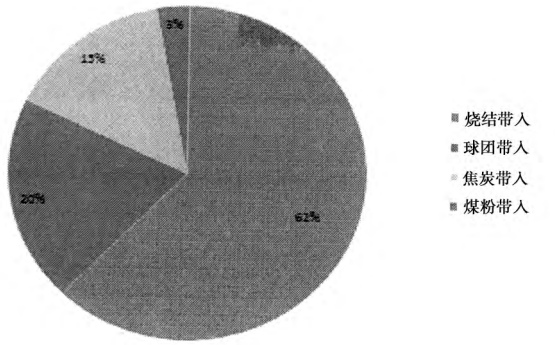


图 3　碱负荷分布图

从表 2 可以看出风口下部流出物 ZnO 含量高，而粘结物中 ZnO、K_2O 含量均较高。

2.4　渣铁物理热不足

高炉操作方针中规定物理热范围 1 485 ~ 1 510 ℃，实际生产中往往只重视生铁含硅量的控制，对于物理热在大多时候只是一个参考。大多时候物理热低于 1 485 ℃，高炉控制上物理热波动大，炉缸工作变差，加重了风口破损。

2.5　煤比控制与炉况对应性不好

炉况已表现出不接受目前的煤比水平，煤比偏大。为了完成煤比考核计划，仍大量喷吹煤粉，致使大量的煤粉不能燃烧，进入死焦柱，风口回旋区缩短，边缘煤气量加大，料柱透气性下降、炉缸渣铁透液性下降，淤积的渣铁滴落在风口上，烧坏风口[3]。

2.6　基础工作不扎实

铁前高炉受憋现象突出，铁口难开次数增多，打泥量随意性大，出铁正点率下降，铁前憋坏风口数量增加。水系统维护上漏水现象严重，炉体西向风口坏之后，带动整个西向风口处漏水很普遍，严重时东向风口也有漏水，查水止漏效果不好，导致炉墙局部结厚，炉内气流不稳定，炉况调剂难度加大，铁口喷溅，渣铁出不好，加剧了风口损坏。

3　风口损坏治理应对

3.1　开放中心兼顾边缘气流

装干熄焦时装料制度为：$C_2^{39°}{}_2^{37.5°}{}_2^{35.8°}{}_1^{33.8°}{}_1^{31.5°}28°\,end^{15°}\,O_3^{39°}{}_2^{37.5°}{}_2^{35.8°}{}_2^{33.8°}{}_2^{31.5°}end^{33.8°}$，一旦西区焦炭集中入炉超过 200 t /h 装料制度调整为：$C_{37.5°}^{39°}{}_2^{35.8°}{}_2^{33.8°}{}_1^{31.5°}{}_1^{18°}\,end^{15°}\,O_2^{39°}{}_3^{37.5°}{}_2^{35.8°}{}_2^{33.8°}{}_2^{31.5°}end^{33.8°}$)，少于 200 t /h，不做调整。产量水平降低 100 t /d，稳定料批、以 7.5 /h批料为宜，九至十段炉身温度持续 2 h 走低且大于 30 ℃，装料制度上矿石最外环 39°由 3 环变至 2 环，操作实践证明高炉各部位矿焦比合理，气流通畅，煤气利用稳定，下料顺畅，炉况稳定。

3.2　强化原燃料监管保证焦炭质量

增加原燃料的巡检频次，由 4 h 巡检一次改为 2 h一次，发现低槽位及时和运料联系，保证合理槽存。变换焦炭种类时运料提前通报，高炉上料工及时确认。各种料的粒度及表观干湿程度一旦发生异常及时采取措施，严禁待料和装错料。通过沟通西区焦炭质量回归到正常水平，有变化时第一时间通知铁厂，焦炭样第一时间做样、出结果，保证高炉用料质量。

3.3　保证合理的鼓风动能和炉缸热量

保证风速在 220 m/s 以上，风量 4 100 m^3 /min，炉缸热量控制上严格要求物理温度达到 1 500 ℃以上，w(Si) 不低于 0.65%，且必须保证两个温度指标必须同时达标。

3.4　根据以往适当控制煤比水平

煤比偏大后导致未燃煤粉量增多，使炉渣粘稠，滴落带渣流不顺利，降低炉缸的透气性和透液性，甚至造成炉缸堆积。同时造成边缘气流发展，风口回旋曲缩短，中心气流不足。根据以往处理炉况的经验，将目前的煤比水平由 140 kg/t 降低至 110 kg/t，为高炉保风量、保风速创造条件。

3.5　控制入炉有害元素定期排碱

包钢 3#高炉入炉碱负荷 6 kg/t，其中钾 2.8 kg/t，钠 2.04 kg/t，锌 1.16 kg/t，碱金属主要是烧结矿带入的，而烧结矿用料中主要是高炉除尘灰

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

碱金属含量高。因此炉况处理期间，3#高炉用一烧车间的烧结矿停配高炉除尘灰，高炉操作方针上降低炉渣碱度至0.97，保持较发展的中心气流以利于排碱。重新制定关于高炉入炉碱负荷标准和定期排碱制度，强化排碱作业。

3.6 强化基础工作

强化炉前作业、及时出净渣铁，力争多出渣铁，减少铁前高炉憋铁现象。具体做法是实行炉前班长带班制度，具体工作分工明确，责任到人。重点是针对物理热不足，渣铁流动性不好，出铁时间短，做出以下几点要求：①及时清理完渣铁沟，减少铁间时间；②打泥量控制上根据出铁情况、及时调整，确保开口顺畅，铁口难开必须找出原因；③加强炉前设备点检、避免因设备问题造成不能正常出铁或无法出铁；④强化基础工作，加强协调性，查水工作由水班长具体负责。

3.7 强化调度工作做好生产预判

建立快速反应机制，及时准确地掌握信息，有针对性、有重点的保证渣铁罐合理使用，杜绝待罐减风生产，宁可休风也不采取减风应对，以减少对炉缸工作的不利影响，保证出净、出好渣铁。

4 结论

(1) 风口频繁且集中损坏会产生大量漏水，导致炉缸工作状态恶化，频繁休风、气流分布紊乱，炉墙结厚，高炉生产指标下降，生产的连续性遭到破坏，必须及时分析清楚原因，找出应对办法。

(2) 风口正常工作的根本是合理、稳定的煤气流分布，下部调剂要及时、准确的根据原燃料、外部影响因素的变化及时做出合理、准确的调整。

(3) 高炉状态变差时，首先要保持炉缸活跃，这就要求铁水温度和物理温度必须同时达标，两者缺一不可。

(4) 排碱工作是高炉日常生产的基础工作，定时排碱，及时调整碱负荷，杜绝对高炉的影响。

参 考 文 献

[1] 刘发旭，戚志国. 酒钢450m³高炉风口破损的治理[J]. 炼铁，2014，33(5)：57－59.

[2] 高振昕，等著. 高炉衬蚀损显微剖析[M]. 北京：冶金工业出版社，2009.

[3] 陈建华，张武刚. 新钢7号高炉减少风口烧损生产实践[J]. 炼铁，2011，30(2)：51－53.

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.02.027

启 事

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

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net