



# 莱钢3#1 080 m<sup>3</sup>高炉长期焖炉开炉生产实践

王建国,薛俊玺,庞师艳,王洪峰,黄良鹏  
(莱芜钢铁股份有限公司 炼铁厂,山东 莱芜 271104)

**摘要:**莱钢3#1 080 m<sup>3</sup>高炉休风进行为期14 d的年修,高炉采取了满炉料焖炉方式。通过优化焖开炉方案,认真做好开炉各项准备,并加强过程控制及生产组织,开炉后炉况恢复相对顺利,复风后2 d炉况基本恢复正常,顺利实现日产及月达产,开炉后1个月高炉的平均燃料比控制在530 kg/t以内。

**关键词:**高炉;焖炉;开炉;达产;燃料比

**中图分类号:**TF544.7

**文献标识码:**B

**文章编号:**1004-4620(2012)04-0013-03

## 1 前言

莱钢股份炼铁厂3#1 080 m<sup>3</sup>高炉于2008年7月大修后投产,实际炉容889 m<sup>3</sup>,高炉投产以来一直保持较好的生产水平。由于高炉不断强化冶炼,3#高炉铁口窜煤气日益加重,造成铁口门型冷却壁联管损坏漏水。铁口区域内部碳砖因受热力作用逐步发生膨胀外凸,造成铁口周围炉皮变形、开裂。至2011年1月份,铁口偏东侧1~3层炉皮均处于开裂状态,长度达到7 m,存在炉缸烧穿的恶性事故隐患,危及人身安全。同时3#高炉主沟由于设计不合理,使用寿命较短。为了提高主沟使用寿命,要求对主沟进行适应性改造。

3#1 080 m<sup>3</sup>高炉于2011年3月25日7:10休风进行为期14 d的年修,主要更换第36组门型冷却壁及部分开裂炉皮,并对出铁场、主沟等进行适应性改造。本次年修高炉采取了满炉料焖炉方式,因焖炉时间长,在莱钢还属首次。为做好开炉工作,认真做了各项准备,并加强过程控制及生产组织,高炉开炉后炉况恢复相对顺利,复风后2 d炉况基本恢复正常,达到正常生产水平。

## 2 焖炉操作

### 2.1 焖炉前期准备工作

1)改善原燃料质量。焖炉前,提前3 d将2个烧结矿振筛全部改为5 mm单层筛,改善筛分效果。同时将水熄焦全部更换为自产质量较好的干熄焦,减少粉末入炉,改善料柱透气性。

2)加强设备维护。休风前加强设备维护,减少或杜绝因设备故障造成的慢风和休风。另外检查高炉本体各漏点,做好标记,为休风后及时焊补做准备。备好足够的堵风口用泥和干燥的水渣。

3)改善渣铁流动性,适当提高炉缸热量。封炉前2 d焦比由350 kg/t调整至360 kg/t,[Si]控制在0.5%~0.7%,适当对炉缸进行处理,提高炉缸热量。封炉前1 d焦比调为370 kg/t。2011年3月24日18:30去掉生矿,蛇纹石配加由每批150 kg增加为300 kg,焦比由370 kg/t调整至540 kg/t全焦冶炼。休风前出铁4炉,各炉[Si]分别为0.56%、0.8%、1.68%、1.69%,温度分别为1 485、1 504、1 517、1 517 ℃。

### 2.2 焖炉料组成

焖炉料由净焦、空焦和轻负荷料组成,见表1。

表1 焖炉料组成

料段	炉内体积/m <sup>3</sup>	料线/m	批数	焦批/t	矿批/t	烧结矿/t	球团/t	蛇纹石/t	白云石/t	理论铁量/t	焦比/(t·t <sup>-1</sup> )
正常料	176	1.3	13	5	12	6.5	4.8	0.7		6.9	0.725
空焦	224	7.0	26	5					1.2		
净焦	119	12.0	15	5							

具体组成如下<sup>[1]</sup>:2011年3月25日1:30附加净焦15 t,3:00上空焦26批,焦批重5 t,白云石每批1.2 t,4:40上完,白云石总计30.8 t;随后上轻料:矿批12 t、焦比725 kg/t,每批配加蛇纹石700 kg,[Si]=2.2%,碱度1.05。为保证较高烧结比例,球团使用高

硅鲁南球(全加鲁南球),至7:10休风,上正常料14.5批。休风时料线1.75 m,休风后炉顶点火,料线1 d内下降约0.5 m,后压水渣约21 t,料线1.8 m。

全炉料焦比4.52 t/t(包括炉缸焦炭),全炉碱度0.62,正常料碱度1.05,全炉铁83 t。

### 2.3 密封工作

休风后封炉密封工作至关重要。为减少高炉热量损失,主要采取了以下措施<sup>[2]</sup>:

1)休风后立即卸下吹管,风口堵满泥,并在风

收稿日期:2012-04-12

作者简介:王建国,男,1981年生,2004年毕业于安徽工业大学冶金工程专业。现为莱钢股份炼铁厂高炉二车间3#炉工程师,从事高炉炼铁工艺技术工作。

口各套间结合面及铁口周围抹黄油。风口堵泥完毕,下节加盲板后关闭倒流,减少热风管道热量损失。每班工长定期检查密封情况,确保密封效果。

2)对炉体煤气泄露处及时进行焊补。休风前对煤气泄漏处进行点火并做标记,休风后立即焊补。尤其是铁口周围的炉皮开裂处,进行重点焊补。

3)使用无水灌浆料对炉体、炉缸进行灌浆,进一步起到密封作用。

4)适当降低冷却强度。休风后降低炉体循环水量,4 h后按水速 1.5 m/s 控制;8 h后水速降到 1.2 m/s。休风4 h后控制炉底水冷流量为正常的50%。

### 3 开炉操作

#### 3.1 复风前准备工作

用1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、17<sup>#</sup>、18<sup>#</sup>风口复风,其余堵死。根据休风前1个月的报表记录算出吨焦耗风为 2 750 m<sup>3</sup>,并记录下风量表上的累计量,为复风后计算所上料到达的位置及生成的铁量做准备。本次开炉采用放火渣作业,在主沟内用焦粉填充,表层用捣打料铺垫,复风前将铁口烧通。

#### 3.2 开炉料组成

开炉料组成与焖炉料基本相同,矿批 12 t、焦比 725 kg/t,每批配加锰矿 300 kg、蛇纹石 400 kg, [Si]=2.5%,碱度 1.03。

#### 3.3 开炉过程控制

2011年4月8日0:16复风,复风后附加净焦 10 t,风量 500 m<sup>3</sup>/min,富氧 500 m<sup>3</sup>/h,风温 400~500 ℃(热风管道凉,风温提升慢)。0:55,1<sup>#</sup>风口见亮;之后 20 min内,2<sup>#</sup>、18<sup>#</sup>、17<sup>#</sup>风口分别见亮。由于风口热量充足,1:20开3<sup>#</sup>、16<sup>#</sup>风口。2:00,3<sup>#</sup>、16<sup>#</sup>风口见亮,由于炉顶温度上升较快,具备引煤气的条件,2:15引煤气。引煤气后,逐步加风至风量 1 000 m<sup>3</sup>/min左

右,3:05铁口来渣卡死,烧开后堵口,视渣温连续偏低,估计慢风时间可能较长,为防凉附加净焦 20 t。4:00风压爬升,减风至约 850 m<sup>3</sup>/min。4:05崩料,料线 1.7 m崩至 3.5 m。其间组织炉前连续打开铁口排渣,渣温最高 1 375 ℃。由于渣铁流动性差,炉前劳动强度较大,决定放慢开风口的速度。7:00开4<sup>#</sup>风口,7:08开15<sup>#</sup>风口,风量逐步增加到 1 200 m<sup>3</sup>/min,预计 12:00耗风量约 60 万 m<sup>3</sup>。根据计算,矿料到达炉身下部,具备投撇渣器的条件,但因炉前主沟、渣沟两侧积渣较多,清理困难,风量维持 600~800 m<sup>3</sup>/min左右,持续时间约 6 h。18:26~18:51开口出渣铁 20 t,此炉用上撇渣器,炉前工作基本转入正常。

2011年4月9日0:05开口出铁后期焦炭卡铁口严重,末期铁口疏通开跑大流,加之主沟及铁口两侧积渣严重,炮开不到位,被迫减风堵口。1:25~3:05休风清理主沟两侧大量积渣及喷出焦炭,更换炮头。4月10日夜班,高炉基本恢复正常,入炉风量 1 800 m<sup>3</sup>/min。

#### 3.4 布料矩阵调整

布料矩阵采取疏通两股气流的制度。复风时布料矩阵<sup>[3]</sup>:矿角 32° 30° 28° 25° (2\3\3\2)、焦角 32° 30° 28° 25° 19° (2\2\2\2\2),随加风及时增大角度;8日7:00视慢风时间长,中心显重,同时增加焦中心圈数,布料矩阵:矿 34° 32° 30° 27° (2\3\3\2)、焦 34° 32° 30° 27° 21° (2\2\2\2\3),随加风开风口逐步扩为:矿角 35° 33° 31° 28° (2\3\3\2)、焦角 35° 33° 31° 28° 22° (2\2\2\2\3)。炉内气流分布相对合理,煤气利用逐步提高。

#### 3.5 开炉达产主要经济技术指标

本次3<sup>#</sup>高炉长期焖炉开炉操作各项工作准备充分,取得了较好的经济技术指标(见表2)。

表2 2011年4月10~17日3<sup>#</sup>高炉开炉达产主要经济技术指标

日期	产量/t	大焦比/(kg·t <sup>-1</sup> )	小焦比/(kg·t <sup>-1</sup> )	煤比/(kg·t <sup>-1</sup> )	燃料比/(kg·t <sup>-1</sup> )	[Si]/%	[S]/%	风温/℃
10	1 586.91	403.534	41.905	119.225	564.665	1.46	0.029	1 070
11	1 771.57	386.056	33.155	139.199	558.409	1.16	0.042	1 168
12	2 001.11	362.613	32.722	136.724	532.059	0.75	0.030	1 215
13	2 084.63	355.132	32.912	150.914	538.958	0.62	0.039	1 220
14	2 136.25	346.996	35.697	166.881	549.574	0.55	0.041	1 221
15	2 149.91	342.401	33.137	181.682	557.220	0.50	0.050	1 226
16	2 311.17	321.391	33.656	171.558	526.605	0.49	0.036	1 223
17	2 218.30	304.131	35.092	168.057	507.280	0.43	0.032	1 205
平均	2 032.48	352.782	34.785	154.280	541.846	0.75	0.037	1 194

### 4 开炉效果

1)通过优化高炉长期焖炉开炉技术实施方案,高炉开炉后炉况恢复相对顺利,复风后2 d炉况基本恢复正常,顺利实现日达产和月达产。

2)高炉长期焖炉开炉技术的实施,开炉后炉况长期顺行,各项指标稳步提升,开炉后1个月高炉的平均燃料比控制在 530 kg/t 以内,取得了较好的经济效益。

3)此次长时间满炉料焖炉在莱钢尚属首次,为

今后更长时间采取满炉料焖炉方式奠定了基础。

## 5 结 论

虽然本次长时间焖炉开炉取得了很大成功,但仍有不足之处值得改进。

5.1 开炉复风时风温偏低,送风后焦炭着火晚。复风前1 d应重点做好烧炉工作,尽量提高热风温度,保证送风温度尽快达到800℃以上。开炉后风温应尽量使用高些以尽快补充和恢复炉内热量。

5.2 开炉料与焖炉料配加蛇纹石,提高渣铁流动性和三元碱度,起到良好作用,但复风后渣铁热量低,排放不畅,慢风时间长导致铁含硅高、渣碱度高、热量差。今后应考虑在焖炉正常料或复风后配加部分锰矿及萤石,以达到降低炉渣熔点、改善渣相作用,对后续工作中改善渣铁流动性有利。

5.3 布料矩阵调整与下部开风口个数、风量风速等要相匹配,做到上稳下活<sup>[4]</sup>。复风后慢风时间长会导致炉缸中心显死,布料要适当增加中心焦圈数,以期引导并改善中心气流,提高炉缸热量。从下部开风口情况来看,复风时开4个风口较为合适,并且开风口过程前期较为顺利,但是开到8个风口后,同时开两个风口,造成了炉缸热量损失太大,延迟了撇渣器的投入时间,造成了后续生产的难度加大。因此,当风口开到一半以后,要放慢开风口的速度,特别是投撇渣器阶段,为保证充足的物理热,可以

放慢开风口的速度,确保撇渣器的工作。

5.4 本次开炉,炉前工作虽然进行了充分的准备,但是仍然暴露出不少的问题:一是尽量组织力量每炉都要清理铁口区域的渣铁,确保泥炮的工作正常,在恢复初期,渣铁流动不畅,要增加出铁次数。二是开炉时,铁口使用正常的炮泥,不需要降低炮泥的强度。三是主沟填充捣打料时,铁口之前,落铁点区域要加厚,防止因为落铁冲击造成铁水渗到主沟下部,导致倒用撇渣器时,主沟清理时间过长。

5.5 高炉长时间焖炉后的开炉,难度比大修开炉大。此次开炉出现一些反复,主要原因是过于盲目乐观,对细节关注不够,再者经验太少,个别环节出现一些失误。因此,以后开炉应考虑全面,各个细节把握住,才能少犯错误。只有不断完善高炉长时间焖炉开炉技术,加强高炉操作管理,才能实现高炉生产经济效益最大化。

### 参考文献:

- [1] 周传典.高炉炼铁生产技术手册[M].北京:冶金工业出版社,2003.
- [2] 熊亚飞,周国钱.武钢1号高炉封炉开炉生产实践[J].炼铁,2010,29(3):30-33.
- [3] 刘云彩.高炉布料规律[M].北京:冶金工业出版社,2005:162-168.
- [4] 由文泉,赵民革.实用高炉炼铁技术[M].北京:冶金工业出版社,2003.

## Blowing-in Practice of Laiwu Steel's No.3 1 080 m<sup>3</sup> BF after Banking for Long Period

WANG Jian-guo, XUE Jun-xi, PANG Shi-yan, WANG Hong-feng, HUANG Liang-peng

(The Ironmaking Plant of Laiwu Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

**Abstract:** Laiwu Steel's No.3 1 080 m<sup>3</sup> BF made blowing down for 14 days for annual overhaul. The BF adopted the banking mode in full charge. By optimizing banking and blowing in plans, conscientiously doing well the preparations of blowing in and strengthening the process control and production organization, the resumption of the furnace conditions was relatively smooth after blowing in. The BF returned to regular working in reblowing for 2 days and realized day designed capacity and month designed capacity. The average fuel ratio was controlled within 530 kg/t after blowing in 1 month.

**Key words:** blast furnace; banking; blowing in; attaining designed capacity; fuel ratio

学会动态

## 山东金属学会第四届安全环保学术委员会主任委员 第四次会议在济南召开

山东金属学会第四届安全环保学术委员会主任委员第四次会议于2012年6月28日在济南召开,山东金属学会秘书长袁立宝和山东金属学会安全环保学术委员会主任委员单位的15名代表参加了会议。会议总结了2011年以来安全环保学术委员会工作,研究部署了2012年下半年安全环保学术委员会工作,讨论了参加2012年全国冶金安全环保暨能效优化学术交流会议的有关准备工作和通过了改选与增选第四届安全环保学委会主任委员和部分单位委员的议案。安全环保学委会

副主任委员王经建主持会议。山东金属学会秘书长袁立宝就改选与增选第四届安全环保学委会主任委员和部分单位委员作了说明,副主任委员兼秘书刘汉春传达了《关于举办2012年全国冶金安全环保暨能效优化学术交流会议的征文通知》,安全环保学委会主任委员马旺伟就贯彻落实参加2012年全国冶金安全环保暨能效优化学术交流会议有关工作事宜作了重点安排。会议还就交流会议参会单位人数、论文征集数量及报送时间等有关事项做了具体部署。(安全环保学委会 王经建)