

方大萍安钢铁湘东炼铁厂 1#高炉焖炉开炉操作实践分析

罗峰

方大萍安钢铁湘东炼铁厂

DOI:10.12238/jpm.v4i10.6312

[摘要] 2018年8月6日,方大萍安钢铁湘东炼铁厂1#高炉空料面后焖炉停产。9月10日高炉复风,复风后炉况顺行较稳定,4天后产量达到1500吨/日以上。基于此,该文章论述了该炼铁厂焖炉开炉操作实践要点,具体包括焖炉休风前期准备工作、参数选定、焖炉期间炉子处理、复风准备、复风开炉等操作内容,旨在为同行提供参考、借鉴。

[关键词] 焖炉休风;参数选定;复风开炉;操作实践;

Practice analysis of furnace operation of 1 # blast furnace of Xiangdong Iron and Steel

Luo Feng

Fang Daping an Iron and Steel Xiangdong ironworks Jiangxi Pingxiang 337000

[Abstract] On August 6,2018, FangDaping an Iron and Steel Xiangdong No.1 blast furnace was production. On September 10, the blast furnace was restored. After the blast furnace, the furnace condition was relatively stable, and the output reached more than 1500 tons / day in 4 days later. Based on this, this paper discusses the practical points of the operation of the braised furnace, including the preparatory work of the furnace, the parameter selection, the furnace treatment during the furnace, the air preparation, the furnace, aiming to provide reference for peers.

[Key words] air rest furnace; parameter selection; furnace; operation practice;

一、概况

方大萍安钢铁湘东炼铁厂1#高炉于2012年7月投产,高炉设计炉容420M³,2018年8月6日进行焖炉停产,焖炉期间采用料面盖水渣进行上部密封,下部风口使用有水炮泥、黄油进行密封,水压降至最低水压,并对炉身上部粘物进行了爆破清理。1#、2#热风炉蓄热球板结、堵塞严重,风温下降较多,利用这次休风机会更换了蓄热球,9月10日高炉开炉送风,复风后顺行较稳定,5天后产量达到1500吨/日。

二、焖炉休风前期准备工作及选定适合的参数

2018年8月6日17:00开始控制下料,逐步降料面,通过控制下料与打水配合来控制顶温,19:00开始下休风料。22:28休风,计划料线降至6米,休风后时间料线约6-7米,1#高炉进入焖炉状态。

1、休风前参数:

矿批:13.8吨,

配比:71%烧结矿+13.5%球团矿+15.5%块矿+30kg/t 锰矿

负荷:2.6(全焦冶炼)

布料矩阵:矿角30*3 28*3 26*2

焦角31*3 29*2 27*2 24*2 20*1

2、休风料

休风料全炉焦比3.0吨/吨铁

矿批:12吨,焦比700kg/t

休风料段	负荷	批数	矿石配比
第一段	3.0	2	60%烧结矿+28%球团+12%块矿
第二段	净焦		净焦46吨(干焦量)
第三段	空焦	11	每批按:焦炭4吨(干焦量)+白云石0.6吨
第四段	2.2	2	78%烧结矿+10%球团+12%块矿+锰矿(30kg/tFe)+硅石(100kg/tFe)
第五段	空焦	3	每批按:焦炭4吨(干焦量)+白云石0.6吨
第六段	2.5	2	78%烧结矿+10%球团+12%块矿+锰矿(30kg/tFe)+硅石(100kg/tFe)

3、休风过程主要参数

停炉过程用风参数

时间	料批数	喷煤量	风量	热风压	顶压	富氧量	风温	炉顶温度
17:00	6	0.0	1380	239	129	900	1121	187
18:00	7	0.0	1400	239	129	900	1080	182
19:00	6	0.0	1430	235	129	900	1068	322
20:00	4	0.0	1420	220	129	900	1019	281
21:00	0	0.0	1400	215	129	0	1035	112
22:00	0	0.0	657	82	40	0	916	380
23:00			休风					

停炉过程铁水、炉渣主要参数

堵口时间	Si	S	P	铁水温度	R2	Ti	Mn	产量
17:00	0.95	0.035	0.199	1523	1.173	0.129	0.715	98.69
18:23	0.78	0.044	0.153	1515	1.154	0.103	0.677	70.90
19:40	0.72	0.043	0.165	1510	1.152	0.106	0.647	65.45
21:00	0.76	0.031	0.159	1506	1.149	0.124	0.467	43.20
22:27	0.58	0.052	0.158	1490	1.188	0.095	0.652	87.40

三、焖炉期间对炉子的处理及复风准备工作

1、清理炉墙

休风后立即组织卸吹管堵风口，堵满整个中套，同时外部加黄油密封，确保不进气，清理炉墙粘物后还在料面加盖了5吨水渣用于上部密封。

休风后检查炉墙发现第19层冷却壁有少量结厚，位于出铁场方向，厚度约200mm，第17层冷却壁靠6#风口方向有局部结厚，厚度约300-400mm，目测重量约10-15吨，8月7日开了9个炸瘤孔，其中2个位于第四层平台（17层冷却壁），7个位于第五层平台（19层冷却壁），爆破后19层冷却壁及18层冷却壁还有少量粘物，8月9日开第二轮炸瘤孔，在第五层平台（19层冷却壁下缘）开了8个炸瘤孔，爆破后粘物基本都脱落。

2、热风炉更换蓄热球

1#、2#热风炉由于5月份煤气除尘布袋大面积破损导致蓄热球板结较严重，利用本次停炉机会进行更换，两座热风炉更换了全部蓄热球，本次计划更换两座热风炉的蓄热球共800吨，由于蓄热球体积密度未达到设计值，实际只更换了约680吨蓄热球。

休风前1个班（8月6日白班）1#热风炉停止烧炉，送风至拱顶温度下降到800℃时停止单独送风，作为混风炉使用，轮流与2#、3#热风炉进行并联送风，休风时拱顶温度降至700℃以下，休风后使用助燃风机继续凉炉，助燃风机凉炉两个班后，拱顶温度下降至约300℃，然后开人孔使用轴流风机从下部鼓风继续凉炉，鼓风初期拱顶温度上升，至8月7日中班温度下降至可进行放球操作。

1#热风炉从8月7日23:30开始放球，至8月11日11:30放完，总计放球139车，由于上部板结严重，共放炮40炮。8月11日13:30开始封卸球人孔，8月11日16:00开始装球，至13日6:00时装完，共计装球183袋。

2#热风炉从8月12日11:25开始放球，至8月15日11:00放完球，总计放球101车，放炮29炮。8月15日13:30开始封卸球人孔，8月15日19:20开始装球，至8月17日23:00时装完，共计装球202袋。

3、热风炉烘炉

8月份三座高炉全部停产，9月份复产期间1#高炉最后复风，煤气管网已经有煤气，但1#、2#热风炉更换了蓄热球，炉内温度是常温，无法安全点燃煤气使用自身燃烧器烘炉，使用柴油燃烧器烘炉，当拱顶温度达到900℃时，停止柴油烘炉，封人孔点燃煤气使用自身燃烧器烘炉，3#热风炉虽然未更换蓄

热球，但停炉时间超过一个月，拱顶温度也低于煤气着火温度，采取高炉复风后利用高炉部分热风进行烘炉，即高炉送风过程中开启3#热风炉热风阀、废气阀，通过部分热风对拱顶、蓄热球进行加热达到烘炉效果。

复风前两天开始烘炉，从常温经过48小时升温至1200℃以上，由于烘炉时间短，并且更换了蓄热球，在使用柴油烘炉期间，烟道温度始终低于50℃，当点燃煤气使用自身燃烧器后，烟道温度才大幅度上升。3#热风炉在高炉复风后用热风烘炉，8小时后拱顶温度达到接近900℃，停止烘炉后直接点燃煤气烧炉。

4、开炉前期铁口处理

为了使铁口区域有充沛的热量，开炉后第一炉铁能够顺利流出，公司引进了专门用于开炉的氧枪，并且供应商负责现场操作。在开炉前一定时间内通过铁口通道埋入高炉炉缸，通过炉缸内输入氧气，燃烧焦炭，加热铁口区域，熔融铁口区域渣铁壳，有效建立铁口通道。待炉缸内存储一定量的渣铁后，用开口机退出氧枪，渣铁流出，完成第一次铁，开炉过程中还可多次安装使用。埋氧枪时间为9月10日晚班1:30分，前期先安排炉前对铁口进行烧氧，深度达到2米后，由供应商技术人员埋氧枪，氧枪通过开口机送入铁口内，随后开始开送氧。当日下午17点开始从风口（1#、14#）烧氧至铁口，到20:30左右完成，后安排装吹管复风，

5、复风料安排

复风前炉内的休风料按照开炉的需要安排，全炉焦比达3.0吨/吨铁，净焦46吨，空焦44吨，正常料6批，炉身上部预留6米料线装正常料，矿批：12吨，正常料焦比700kg/t。复风料安排：

第一段：空焦 15批 焦炭4吨（干焦量）+白云石0.6吨

第二段：轻料 5批 75%烧结矿+25%球团+锰矿（50kg/tFe）+硅石（90kg/tFe），负荷2.0

正常料炉渣R2: 0.93, 镁铝比 0.56, 渣比 502kg/t;

预计铁水成分: [Si] 3.5%

布料矩阵: 矿角 26*4 24*4

焦角 38*3 26*3 24*2

四、复风开炉工作

高炉于9月10日22:36复风，送风采用集中开风口方式，送风风口为铁口两边的1#、2#、13#、14#四个风口送风。9月11日0:18时引煤气，炉况顺行较好。开风口时间：9月11日3:16时开3#、12#风口，4:53时开4#风口，6:36时开5#风口，8:55时开11#风口，10:38时开10#风口，12:58时开6#风口，18:40时开9#风口，9月12日11:48时开7#风口，9月14日11:52开8#风口。

9月11日晚班0:17分拔出氧枪，出第一炉铁，渣铁分离不好，渣温差，流到小坑处开始铁口来风，没有渣铁出来，后对铁口进行烧氧，保证铁口大喷，有较大煤气火从铁口串出后，0:40分堵口。组织炉前清洁卫生，后期没有再埋氧枪了，2:11-2:56分开始出第二次铁，开口顺畅，渣铁流到下渣沟，

未下干渣池。4:12-4:37 分开始出第三次铁, 开口顺畅, 渣铁下干渣池, 流动性开始改善, 后期铁口基本转为正常操作。9月12日1:14出铁过小坑。

复风后用风参数 (9月11日)

时间	料批数	喷煤量	风量	热风压	顶压	富氧量	风温	炉顶温度
1:00	0		500	86	50	0	753	230
2:00	0		480	88	50	0	527	147
3:00	0		480	90	50	0	933	119
4:00	0		640	109	63	0	1043	112
5:00	3		750	124	67	0	1074	85
6:00	3		730	127	67	0	1111	73
7:00	2		830	134	70	0	1114	220
8:00	1		800	183	95	0	905	310
9:00	2		730	155	85	0	833	213
10:00	3		760	160	85	0	939	227
11:00	4		890	167	85	0	976	365
12:00	5		920	177	88	0	1020	239
13:00	6		950	160	88	0	1000	235
14:00	7		930	179	88	0	1027	260
15:00	6		1000	192	95	0	1061	243
16:00	6	0.3	990	194	95	0	1052	278
17:00	5	2.1	1000	188	95	0	1038	329
18:00	5	2.0	1000	195	95	0	1080	289
19:00	5	1.2	1060	194	98	0	1070	296
20:00	8	4.4	1130	194	100	0	1168	281
21:00	7	5.0	1130	196	100	0	1148	212
22:00	7	5.0	1132	198	102	0	1167	206
23:00	6	5.6	1165	207	105	0	1183	256
0:00	6	5.2	1109	190	95	0	1143	243

复风后渣、铁排放情况 (9月11日)

开口时间	堵口时间	Si	S	P	铁水温度	R2	Ti	Mn	产量
0:17	0:40	铁少未取样							
2:11	2:56	铁少未取样							
4:11	4:37	铁少未取样							
6:13	6:37	铁少未取样							10
8:35	8:45	铁少未取样							2
10:18	10:29	铁少未取样							15
12:19	13:07	2.91	0.203	0.135				430	35
14:15	14:43	5.44	0.032	0.216			0.260	865	20
15:50	16:55	4.64	0.037	0.187		1.124	0.231	896	60
18:01	19:22	3.82	0.028	0.139	1484		0.222	910	30
20:38	20:58	1.81	0.070	0.159			0.135	731	40
21:13	22:43	1.30	0.099	0.147			0.098	352	30

高炉9月10日中班22:36时复风开炉, 复风后炉况顺行较好, 炉顶温度上升快, 仅1小时42分钟就引煤气, 此次开炉较顺利, 未出现坐塌料、烧风口、休风等异常情况, 但由于几座高炉集中开炉, 炉温整体较高, 且波动较大, 导致铁水罐结罐严重, 铁水罐供应紧张, 后期开风口速度偏慢, 加风节奏受限, 到14日中午才风口全开, 14日达产1500吨。

五、结论

高炉焖炉后的开炉难度大于扒炉后重新装料的高炉, 一方面休风后的密封工作非常重要, 如果密封不到位, 空气进入炉内会带走热量并燃烧焦炭, 造成复风后热量不够。另一方面焖炉休风时炉内渣铁不能完全排出, 复风后炉内有残余渣凝固, 开炉后出铁出渣非常困难, 特别是送风后最初几炉铁。针对这两方面因素, 焖炉休风前的休风方案经过认真评审, 焖炉期间的密封工作做得比较到位, 复风前使用了专业的铁口氧枪, 确保第一炉铁能够顺利流出, 使开炉进程受控, 开炉过程未出现。

本次开炉、复风的焖炉料、开炉料核算相对比较合理。本次焖炉时间达到35天, 复风前风口前端少量焦炭已经氧化粉化, 由于焖炉时间不确定, 焖炉料采取了相对保守的方案, 休风停炉时炉内炉料分布、焦比、碱度、渣量均按照新高炉开炉的数据安排, 焖炉后的密封工作较好, 无漏风、漏水现象, 复风后炉料透气性较好, 炉顶温度上升较快, 不到2小时高炉即引煤气, 远快于扒炉后重新装料的高炉。复风后的正常料配比进行了调整, 烧结矿比例降低了15%, 复风后的炉温比预期稍高, 碱度基本合适, 未出现高碱度炉渣, 炉渣流动性较好, 炉前工作量基本正常, 开炉进程受控。

铁口氧枪在复风开炉起到了重要作用, 氧枪结构由孔径不同的不锈钢管焊接在一起, 与氧枪配套的设备有控制设备、胶管、压力表、温度传感器、摄像头、窥视孔的等, 可实时监控氧枪在炉内的燃烧状态。氧枪后端有与开口机配套的螺纹, 可通过开口机送入铁口内安装。在开炉前一定时间内通过铁口通道埋入高炉炉缸, 通过炉缸内输入氧气, 燃烧焦炭, 加热铁口区域, 熔融铁口区域渣铁壳, 有效建立铁口通道。待炉缸内存储一定量的渣铁后, 用开口机退出氧枪, 渣铁流出, 完成第一次铁, 开炉过程中还可多次安装使用。

参考文献

[1]王维,徐德强.安钢永通公司高炉焖炉和复风操作实践[J].山西冶金,2022,45(06):100-103;
 [2]赵常友,李建伟,赵建宇等.1280 m~3高炉焖炉和复风操作实践[J].河北冶金,2021(05):55-59;
 [3]蔡晓斌,牛富军,王雪峰.安钢2800 m~3高炉长期焖炉和复风操作实践[J].河南冶金,2022,30(04):33-35;
 [4]宋黎,高胜,周文俊等.通才2号高炉焖炉快速恢复炉况实践[J].山西冶金,2022,45(02):207-208;
 [5]赵建宇,李建伟.津西2000m~3高炉焖炉和复风操作实践[J].中国钢铁业,2022(04):51-55;