

# 首钢四号高炉检修后快速恢复实践

张卫东 李颖

(首都钢铁公司炼铁厂 北京 100041)

**摘要** 首钢四号高炉于2003年12月进行了7天检修,经过精心准备拟尝试用尽量短的时间使高炉达到正常生产水平。本文对有关情况进行了叙述和分析。

**关键词** 高炉 快速恢复 实际风速 炉温

## 1 前言

高炉冶炼工艺中,在优质、低耗的前提下,如何提高设备的作业率,提高生铁产量,一直是炼铁工作者追求的目标。首钢炼铁通过精心准备,对高炉检修后快速恢复进行了大胆的尝试,取得了很好的效果。

首钢四号高炉于1992年5月25日开炉。高炉有效容积 $2100\text{m}^3$ ,28个风口,炉缸直径 $10.4\text{m}$ , $H/D$ 为2.24。高炉生产十余年后,出现炉衬破损严重,炉喉布料异常等情况,致使煤气流分布不合理,能耗升高,冶炼过程难以正常进行。为此,于2003年12月9日停风进行计划检修,处理炉喉钢砖,进行整体喷补造衬,修复炉型。检修工作顺利进行,至12月16日开始送风,总停风时间7天4小时。送风后,按拟定规程进行快速恢复操作,使高炉在很短时间内达到正常生产水平。

## 2 检修准备及恢复过程

### 2.1 开炉前的工作:

1) 停炉时采用高压降料面方式,用时17小时0分,降料面到风口带。停炉后,炉腹以上水箱露出金属面,无耐火材料,炉缸中心有一约2米高的圆锥形焦碳堆;

2) 检修过程准备:停炉后,向炉缸内焦碳表面喷入6吨轻质耐火材料覆盖剂,盖严炉缸表面,以起到在检修过程中为炉缸保温的作用;

3) 完成检修过程,喷涂260吨耐火材料整体造衬,并更换、修复部分炉喉钢砖;

4) 检修过程完成后,用高炉鼓风机送风烘炉6小时,最高使用风温600度,停风后扒净覆盖料,加入开炉料进行开炉作业。

### 2.2 开炉原则:

1) 开炉后同时启用南北两个出铁场;

2) 在两个出铁口各埋入一根铁口专用氧枪,以喷入高压氧气和压缩风;

3) 在南北两个出铁场的出铁口上方对称各开6个风口,总计开12个风口进行冶炼;

4) 装炉原则 (1)准确测算修复后高炉内容积 (2)炉腰中心线以下加入净焦 (3)在炉身某一位置以下及净焦以上空间加入空焦 (4)空焦以上部位加入金属料,金属料负荷自下而上逐步加重,炉料充填至接近正常料线,正常料装入制度选用较小的矿批和容易开放中心、边缘两条煤气通路的布料角度和环数 (5)炉料配入适量萤石和锰矿,以稀释渣、铁,使之在低温下获得较好的流动性。(6)确定较为合理的铁水 $[Si]$ 水平参与相关炉料平衡及碱度计算。

### 2.3 主要参数的确定

1) 全炉焦比约 $3.85\text{t/t}$ 铁(加入的装炉料);

2) 渣比约 $410\text{kg/t}$ 铁(空焦位置以上计);

3) 炉渣计算碱度1.10;

4) 预计炉温 [ Si ] 约 2.0% [ Mn ] 约 0.8-1.0% ( CaF<sub>2</sub> ) 约 2-3% ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) 约 16-17% ;

5) 开炉后续料负荷约 2.80 , 焦比约 600kg/t 铁 ;

## 2.4 送风恢复的进度控制原则 :

1) 送风后 , 打开铁口专用氧枪截门 , 在确保点着火后将氧量开至最大 ( 压力约 10kg/cm<sup>2</sup> ) , 同时配入一定量压缩风 , 送风后使用最高风温 ( 约 850℃ ) ; 合理控制风量、顶压、透气性指数 , 实现合理冶炼 , 控制实际风速不大于正常值的 90% , 密切注意风口工作状况 , 严禁不该开的风口吹开 ;

2) 出铁控制 : 头一次铁能否顺利排出主要取决于铁口专用氧枪的工作状况 , 因此合理控制好氧枪的操作参数和掌握参数变化至关重要 , 组织好渣铁罐 , 两场的头一次或几次铁渣铁混出 , 确保渣铁安全排净 , 随着冶炼强度的快速提高 , 渣铁处理应有相应的组织 , 并充分考虑渣铁量和性态的变化 ;

## 2.5 开炉送风恢复

将送风恢复过程分为三个阶段 : 1) 第一阶段 : 送风开始时间 16 日 10 : 30 , 送风至 17 日 5 : 00 。此阶段恢复的指导思想是 : 送风后 , 处理好炉外工作 , 金属料下达前 , 调整好压量关系 , 实际风速严格控制 , 争取料尺尽早自由活动 , 用足风温 , 逐步开风口 , 为尽快提高炉缸热度创造条件。同时 , 调整好铁口专用氧枪的操作参数 , 力争使铁口与风口尽快沟通 , 充分加热炉缸特别是铁口区域。16 日 14 : 30 开始料尺活动 , 19 : 33-19 : 42 南场出第一次铁 , 渣铁混出走残铁沟。北场铁口 17 日 1 : 30-1 : 55 用氧气烧开 , 有少量铁水流出。考虑开炉热度足 , 后续正常料矿批加到 37 吨 , 负荷 2.80 。这一阶段共开风口 5 个 , 平均风量达到 893m<sup>3</sup>/min , 并沟通了南北铁口与风口 , 为进一步恢复创造了有利条件。2) 第二阶段 : 时间 17 日 5 : 00-18 日 0 : 00 。此阶段实际风速按不大于 230m/s 控制。在出铁顺利的条件下 , 上风速度较快 , 共开风口 6 个 , 平均风量 2160m<sup>3</sup>/min , 由于炉缸热度足 , 风温用不上 , 很好的控制了实际风速 , 实现了在金属料下达后不坏风口的目标。这一阶段主要任务是平衡风量以提高冶炼强度、出净渣铁、加负荷以控制炉温不继续升高。实际操作过程中最高炉温达到 [ Si ] 1.14% , 之后稳定在 1.0%-2.0% 之间 , 并实现北铁口顺利流出铁水。3) 第三阶段 : 时间 18 日 0 : 00-19 日 10 : 00 。此阶段主要任务是巩固风量 , 活跃炉缸。初期考虑到炉缸活跃程度不够 , 铁水温度不足 , 矿批适当加到 39 吨 , 负荷 2.91 。在继续打开 3 个风口后 , 平均风量达到 4035 m<sup>3</sup>/min , 铁水温度达到 1500℃ 以上 , 极大的改善了渣铁流动性。为下一步加重负荷达到喷煤的水平创造了有利条件。

恢复过程的风量、风温及透气性变化见图 1 。顶温与实际风速变化见图 2 。生铁 [ Si ] [ S ] 及铁水温度变

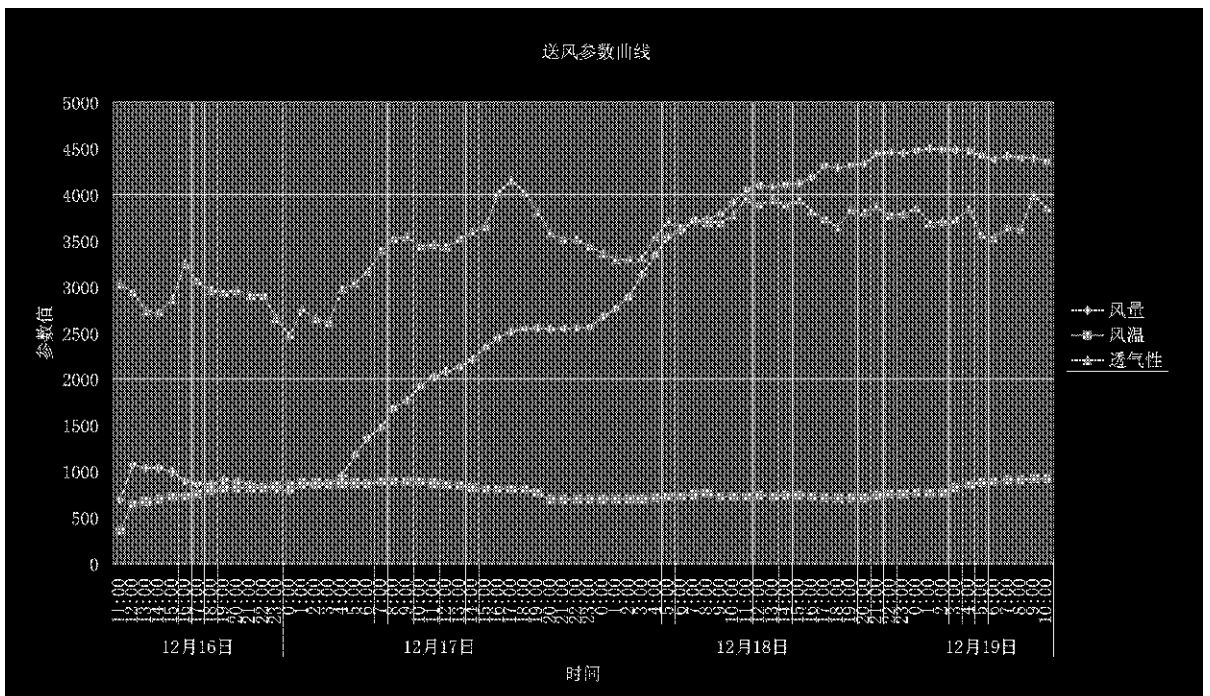


图 1 恢复过程风量、风温及透气性变化

化见图 3。

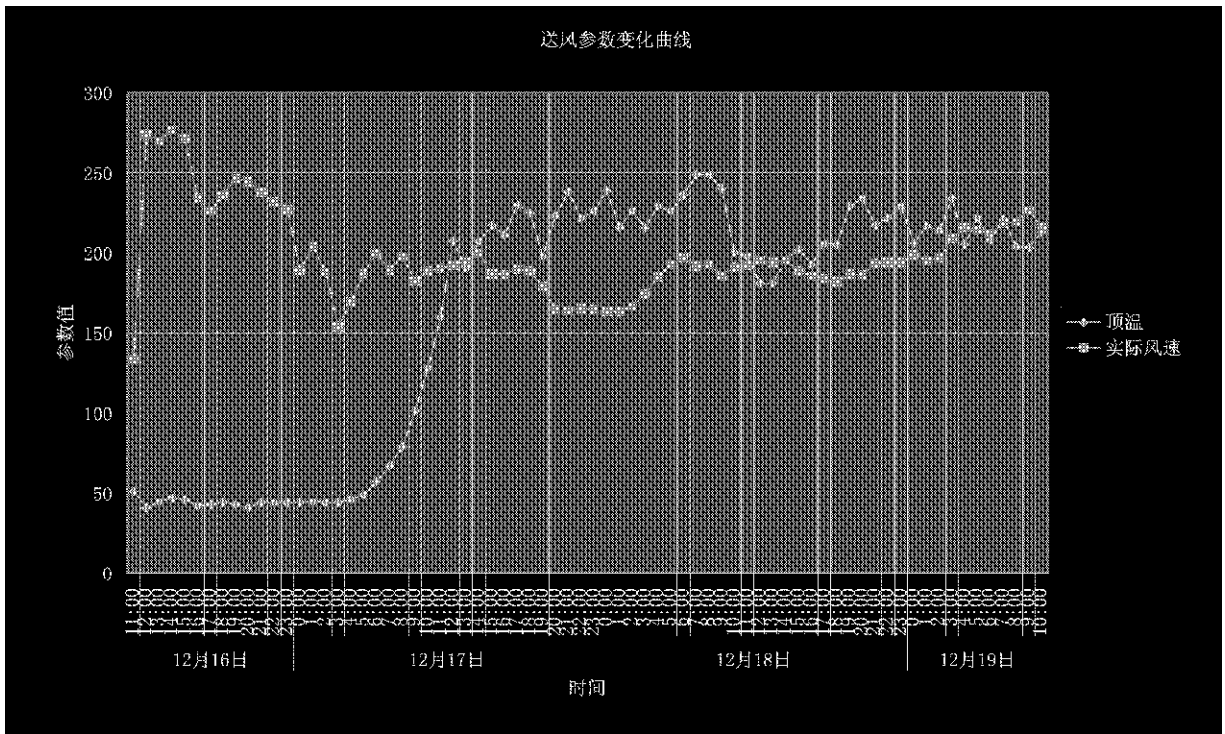


图 2 恢复过程顶温、实际风速变化

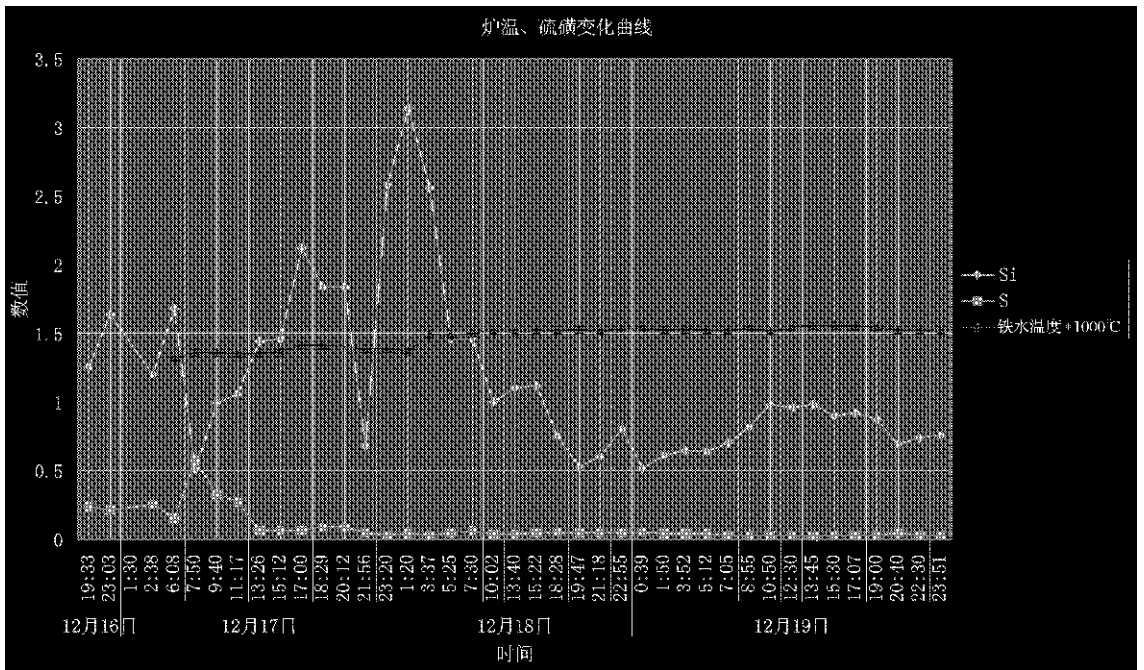


图 3 恢复过程生铁 Si [L S 及铁水温度变化

### 3 结语

为提高高炉作业率, 尝试在较长时间高炉停风降料面且炉缸保温不好情况下进行快速恢复, 以检验大型高炉快速恢复的可操作性。实践表明:

(下转第 499 页)

水,用压缩空气将内部水清理干净,于27日19:20送风开始继续空料线,并开始用氧气烧残铁口,烧残铁口时将残铁口扩大(直径约200mm),28日3:50约烧进去1300mm左右时,流出了残铁,恰好也是28日3:50出完最后一炉铁,料面空到了风口平面,风口全黑了,休风停了炉(放完残铁后料面塌陷到了风口下沿约1米深处),到6:30出完,共放了6罐渣铁,生铁[Si]:1.21% [S]:0.058%。6:50开始打水凉炉,最后从扒炉料情况来看,残铁放得相当干净,只是下部砖缝之间有钻铁现象。

## 5 结语

(1)由于此次宣钢8#高炉炉底侵蚀有钻铁现象,炉底测温热电偶损坏较多,实践证明,通过热电偶烧坏之前的温度,分段用炉底热流强度公式 $q_1 = \lambda \cdot \Delta T / \Delta X$ 进行炉底侵蚀计算可行的,其计算方法比其它计算方法简便,且与测炉皮拐点所确定开残铁口标高基本相稳合,可以向同类型高炉推广。

(2)宣钢8#高炉此次在停炉空料线期间开始烧残铁口,到出完最后一炉铁停炉时间与残铁流出的时间同时,给后续扒炉料节约了时间。

## 参考文献

李贵阳、龚树山等《宣钢1260m<sup>3</sup>高炉陶瓷杯—自焙炭砖生产使用分析》《第三届全国大高炉炼铁学术会议论文集》Page109~114)

联系人:魏志江,高级工程师,宣化钢铁集团有限责任公司第二炼铁厂,邮编075100,联系电话0313-8674667,手机13933992203

(上接第496页)

1)要达到快速高炉恢复的目的,开始启动时使用风口的个数、位置、开风口的顺序和节奏与风量水平及渣铁排放情况是密切相关的。为快速恢复生产水平并杜绝烧坏冷却设备,必须严格控制实际风速、合理使用顶压,使送风制度趋于合理。同时,合理使用和控制铁口专用氧枪,可以在铁口区域提供一个稳定的高温热源,易于风、铁口沟通和铁口区域的加热,这是一次铁顺利排出的保证。

2)合理控制炉温,即控制渣铁物理热和化学热是整个恢复期的核心,应采取一切手段,尽快提高渣、铁物理热,改善其流动性以活跃炉缸,防止炉温大幅度波动,形成出铁上风的良性循环。