

# 首钢2号高炉空料线降料面实践

张贺顺 刘利锋 马洪斌  
(首钢总公司)

**摘要** 首钢2号高炉在空料线降料面前保持炉况平稳,降料面过程中使用高顶压、大风量,利用耗风量和煤气成分判断料面深度,随料层厚度及时降低压差,严密监视铜冷却壁温度变化,延长回收煤气时间,实现了降料面过程的快速、安全、环保。

**关键词** 高炉 空料线 铜冷却壁

## Practice of dropping stockline in Shougang No. 2 BF in case of empty stock

Zhang Heshun Liu Lifeng Ma Hongbin  
(Shougang General Co.)

**Abstract** Before dropping the stockline in case of empty stock, the furnace operation status must be kept stable. During dropping, the furnace shall operate at high top pressure and great air blasting, judge the depth of stockline according to air consumption and gas composition. However it is also necessary to reduce differential pressure according to stock thickness and monitor temperature variation of the copper cooling stave in order to get longer gas recovery time and realize rapid, safe and environment friendly dropping.

**Key words** BF stockline dropping copper cooling stave

### 1 引言

首钢炼铁厂2号高炉第8代炉役于2002年5月23日开炉,有效容积 $1726\text{ m}^3$ ,24个风口。炉腹6层至炉身15层冷却壁采用软水密闭循环冷却系统,其中,7层、8层、9层为铜冷却壁。2006年4月18日计划检修,进行炉内喷涂,2号高炉进行空料线高炉降料面,整个过程历时15 h,没有发生一次爆震,安全、顺利、环保,为高炉尤其是使用铜冷却壁的高炉空料线降料面积累了丰富的经验。

### 2 准备工作

#### 2.1 清洗炉墙

2号高炉4月份以来炉况稳定顺行,但因气温升高,风机能力不足,堵4号风口冶炼,矿批41 t,焦批8.1 t,焦炭负荷5.06。高炉实施炉内喷涂,应尽量减少炉墙上的粘结物,4月16日。09:30,捅开4号风口,全开风口冶炼。4月16日。09:00,焦炭负荷退至4.71,矿批41 t,焦批8.7 t,开始对炉墙进行热洗,17:00,负荷退至4.30,焦批9.3 t,矿批40 t,4月17日03:00,提前1个冶炼周期退至全焦负荷,矿批39 t,焦批13.8 t,取消小焦块入炉,加300 kg萤

石,稀释炉渣,进一步对炉墙进行清洗,07:30停止喷吹,09:30出完铁停风小修,停风前集中加入4批共55.2 t盖面焦,最大限度清除炉墙粘结的渣皮和消除中心焦柱。

#### 2.2 安装打水管和煤气取样管

均匀雾化喷水是控制顶温、减少爆震,安全快速降料面的关键,2号高炉空料线降料面的理论最大耗水量88 t/h(以正常风量90%计算),因此小修中安装了8根炉顶打水管,每根打水管分4段钻孔154个,孔径3 mm,炉顶东南西北方向人孔各两根,水平径向插入炉内,每侧2根打水管由1个流量表控制,水压1.70 MPa。

降料面过程中炉顶煤气放散后,2号高炉设在重力除尘器的煤气取样点无法取到煤气,因此小修中在炉顶东侧人孔开眼,安装煤气取样管,取样管径向插入0.5 m,通过钢管将煤气引至风口平台,每30 min进行一次混合煤气成分分析,判断料面位置。

#### 2.3 检修处理设备

小修过程中补焊炉皮,关死漏水的冷却设备,卡好氧气管道盲板,调试处理放风阀、放散阀、切断阀、

加压阀组,使之灵活好用,对高炉各系统的设备进一步检查调试,避免在降料面过程中因设备问题造成停风,为空料线降料面工作的安全、顺利进行奠定基础。

### 3 降料面操作

#### 3.1 降料面过程

4月17日15:00送风降料面,炉顶各部分和除尘器通蒸汽,停止上料,继续回收煤气,起始料线5.29 m,顶温上升较快,炉顶打水管开始打水,送风后风量逐步提高,16:00风量3331 m<sup>3</sup>/min,风温918 ℃,风压0.252 MPa,顶压0.150 MPa,随着料面的降低,适当减风,18:00减风压0.003 MPa,18:50减风压0.010 MPa。

19:00风量3044 m<sup>3</sup>/min,风温913 ℃,风压0.196 MPa,顶压0.131 MPa,耗风759120 m<sup>3</sup>,煤气成分H<sub>2</sub>上升接近CO<sub>2</sub>值,炉身下部的9段冷却壁温度开始上升,料面已经处于炉身下部。降料面前期控制较大的风量,风量水平一直保持在3000 m<sup>3</sup>/min以上,随着料面降低、料层变薄,压差亦随之降低。

19:10减风压0.010 MPa,19:30减风压0.010 MPa,19:58减风压0.010 MPa,20:55减风压0.010 MPa。21:00风量2620 m<sup>3</sup>/min,风温899 ℃,风压0.152 MPa,顶压0.099 MPa,耗风1104900 m<sup>3</sup>,煤气成分H<sub>2</sub>>CO<sub>2</sub>,炉腰的8段冷却壁温度开始上升,料面开始进入炉腰。

21:45减风压0.010 MPa,22:30风量2535 m<sup>3</sup>/min,风温899 ℃,风压0.142 MPa,顶压0.090 MPa,耗风1334970 m<sup>3</sup>,煤气成分CO<sub>2</sub>开始回升,炉腹的7段冷却壁温度开始上升,料面开始进入炉腹,进一步大幅度减风,减风压0.020 MPa。

4月18日00:10减风压0.020 MPa,00:30耗风1606590 m<sup>3</sup>,料面进入炉腹下部,00:40风机减风到最低,00:51改常压停止回收煤气,风量1206 m<sup>3</sup>/min、风压0.030 MPa,01:00加风量100 m<sup>3</sup>/min,回风燃烧焦炭,02:00风量1923 m<sup>3</sup>/min,风温929 ℃,风压0.056 MPa,耗风1763280 m<sup>3</sup>,料面进入炉缸,03:20风口见空,06:00渣铁排净后停风,降料面过程共耗风2040360 m<sup>3</sup>,耗时15 h。2号高炉降料面过程送风参数变化、煤气成分变化如图1、图2所示。

#### 3.2 打水量控制

降料面过程中根据炉顶温度、气密箱温度严格控制打水量,均匀打水防止爆震。均匀打水并使水

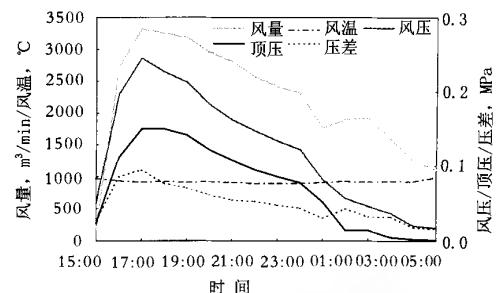


图1 首钢2号高炉降料面过程送风参数变化

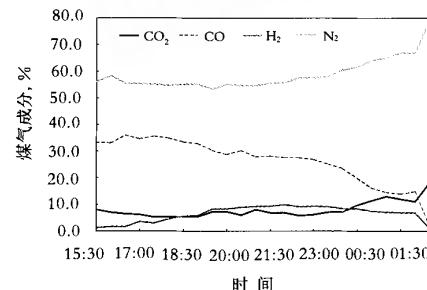


图2 首钢2号高炉降料面过程煤气成分变化

雾化,使水在高炉上部迅速变成蒸汽排出炉内,既可降低顶温,又可防止水珠与高温料面的红热焦炭反应生成H<sub>2</sub>。这次使用8根炉顶打水管,在严格控制气密箱温度<70 ℃的情况下,基本将顶温控制在300~500 ℃,根据顶温变化情况,及时调整打水量,力求使顶温稳定在相对较高的水平(如图3所示)。本次降料面打水量为1108.9 t,小时最大打水量101 t,小时平均打水量85 t,这次东北方向顶温较高,为控制东北方向顶温,实际打水量比理论计算值稍高。停风时,打水系统全部关闭。

#### 3.3 出铁出渣

本次降料面过程共出2次铁,第1次铁安排在送风后1.5 h,出铁量≤250 t,即使铁口不喷花也要堵口,预留一定的渣铁量,实际出铁量216 t,喷花后

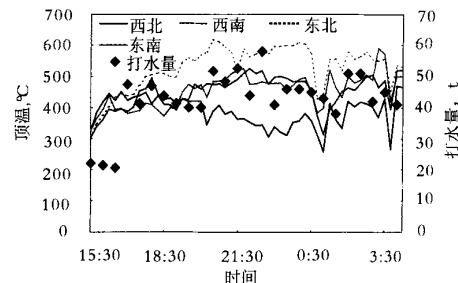


图3 首钢2号高炉降料面过程打水量随顶温变化

堵口;第2次铁安排在多个风口见空之后,实际出铁量30t,确认排净渣铁后,06:00停风,2号高炉降料面过程出铁情况见表1。

表1 首钢2号高炉降料面过程出铁情况

铁次	开口时间	见渣时间	堵口时间	出铁量 t	铁水成分(%)及物理热(℃)					炉渣成分(%)及碱度					
					[Si]	[Mn]	[S]	[Ti]	物理热	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	FeO	S	R <sub>2</sub>
1	16:30	17:07	17:41	216	0.54	0.15	0.034	0.056	1434	36.00	32.11	6.47	0.40	0.96	1.12
2	03:35	03:40	05:55	30	1.44	0.20	0.021	0.070	1350	37.00	34.32	7.77	0.38	1.10	1.08

## 4 经验总结

### 4.1 铜冷却壁

2号高炉炉腹上部、炉腰、炉身下部的7、8、9段铜冷却壁,采用软水密闭循环冷却,降料面过程中铜冷却壁表面渣皮脱落,冷却壁表面温度大幅度升高,为预防因热量无法迅速导出而造成铜冷却壁损坏,规定铜冷却壁壁后温度不能大面积超过150℃,否则必须减风稳定铜冷却壁壁后温度。这次降料面过程中铜冷却壁温度缓慢上升,料面下达该处时,由于盖面焦的燃烧,铜冷却壁处的渣皮脱落,铜冷却壁的温度大幅度升高,但最高未超过140℃,显示了铜冷却壁优良的导热和抗热冲击性能,料面经过之后,铜冷却壁的温度回落,由于改常压后煤气流速突然增大,铜冷却壁温度出现短时间较大波动,后趋于稳定,7段铜冷却壁壁后温度变化如图4所示,停风后观察7、8、9段铜冷却壁表面平整,渣皮很少。

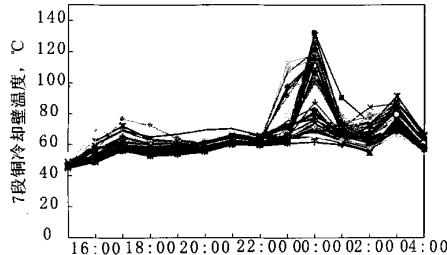


图4 7段铜冷却壁壁后温度变化

### 4.2 盖面焦

降料面前加入盖面焦,使料面能够形成一个相对较厚的焦炭层,在料面降到风口区之前,全部含铁炉料和部分落下的渣皮能被更好的熔化和还原,但矿石在高炉下部高温区已熔化为液态,软熔带以下只剩焦炭,多加焦炭不仅会造成巨大浪费,而且延长降料面时间。这次降料面加入4批共55.2t焦炭,停风后看,其清除渣皮和消除中心焦柱的效果非常明显,降料面前炉况顺稳的高炉,炉墙渣皮较少,可以相应进一步减少盖面焦的数量。

### 4.3 顶压

在炉顶打水量能够控制住顶温,煤气没有形成

### 3.4 观察料面

停风后炉墙基本干净,风口以上冷却壁均裸露,料面在风口下沿,风口前干净,中心死焦堆高约1m。

表1 首钢2号高炉降料面过程出铁情况

管道行程,煤气中H<sub>2</sub><10%、O<sub>2</sub><0.8%,尤其是在降料面前期,料层较厚,安全系数较大的情况下,可以尽量采用高顶压稳定煤气流,为增加风量创造了条件,可大大加快降料面速度。从图1可以看到,这次降料面过程送风后顶压最高0.150 MPa,21:00之前小时平均顶压在0.100 MPa以上,风量在2800 m<sup>3</sup>/min以上,高顶压、大风量,缩短了降料面时间。

### 4.4 雷达探尺

2005年装备了1台雷达探尺,在降料面前期,雷达探尺显示的料线与通过耗风量计算的料面深度基本一致,后期受量程所限,该探尺无法探测料线。更换30m大量程探尺后,雷达探尺显示的料线与实际料面深度一致,这次降料面为以后降料面过程中使用雷达探尺精确掌握料线高度积累了经验。

### 5 结语

2号高炉这次空料线降料面耗时15h,没有发生一次爆震,铜冷却壁完好无损,炉墙干净,回收煤气10h,整个过程安全、顺利、环保,主要归功于以下几方面:

(1)降料面前保证炉况的顺稳,否则可及时退负荷,小修前一个冶炼周期退全焦负荷,加萤石,清洗炉墙。

(2)炉顶打水必须均匀雾化,避免引起爆震,在保证气密箱温度和顶温的情况下,尽量减少打水量。

(3)降料面过程尤其是前期保持较高的顶压,有利于使用大风量,缩短降料面时间。

(4)降料面过程密切注意铜冷却壁壁后温度变化,若出现温度过高情况及时减风。

(5)尽量延长回收高炉煤气的时间,减少了环境污染,同时也创造了很大的经济效益。

联系人:刘利锋 工程师 电话:010-88295603

E-mail:liuliyifeng@sina.com

(100041)北京市石景山区首钢炼铁厂二高炉作业区域

收稿日期:2006-09-30