

首钢2号高炉强化冶炼炉缸水温差的控制

张贺顺 刘利锋 马洪斌  
(首钢总公司)

**摘 要** 首钢2号高炉在炉缸2、3层冷却壁水温差升高后,通过及时采取压入硬质料、提高冷却水压力、堵风口、控制炉前出铁、用钛矿护炉、控制初始煤气流等措施,把水温差控制在合理的范围,使炉缸活跃,炉内顺行,炉况稳定性增强,同时坚持强化冶炼,走出了一条强化冶炼条件下控制炉缸水温差的成功之路。  
**关键词** 高炉 强化冶炼 炉缸 水温差

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1726m<sup>3</sup>,24个风口。炉缸部位采用美国热压小块炭砖,炉底采用法国莫来石质陶瓷垫,风口采用法国大型组合砖,炉底采用国产大型微孔炭砖和半石墨高炉炭砖,炉底采用水冷。炉腹6层至炉身15层冷却壁为软水密闭循环系统,1层、4层、5层冷却壁和16层、17层冷却壁通常压工业水,2层、3层冷却壁通高压工业水,其中,7层、8层、9层为铜冷却壁。开炉后,炉况迅速强化,冷却系统工作稳定。但是,到2004年4月1日22:30北铁口处炉缸2层冷却壁25号、26号,3层冷却壁23、24、25、26号水温差突然升高,3层26号-1水温差由0.4℃升至1.4℃,在8h内连续升高1.0℃,冷却壁热流强度超过22000×4.18kJ/(m<sup>2</sup>·h),对应炉衬温度急剧上升,炉缸2、3层冷却壁水温差过高成为制约2号高炉实现长寿、高产、低耗、稳定、顺行的关键。

2 治理措施

在炉缸2、3层冷却壁水温差升高之后,在坚持高炉强化冶炼的基础上,2号高炉在2004年及时采取硬质料压入、提高冷却水压力、堵风口、控制炉前出铁、钛矿护炉等护炉措施;2005年开始重视通过

控制初始煤气流来达到护炉的目的,同时放弃了堵风口等不利于高炉强化冶炼的措施。

2.1 压入硬质料

利用高炉停风,采用20MPa的高压泵,于2004年4-7月分别进行了3次压入硬质料,对炉缸进行修补,压入孔主要集中在冷却壁热流强度高的炉缸2、3层东南和北偏西方向,压入量在12t左右,压力稳定在6.0MPa左右,从压入过程看有空间存在。压入硬质料后,炉缸2、3层冷却壁水温差稍有缓和,但效果不是很明显。

2.2 提高冷却水压力

2004年4月9日针对热流强度高的炉缸2、3层部分冷却壁,采取提高冷却水压力的措施,将这部分冷却壁进水管与风口水包相连,使其冷却水压力由0.72MPa提高到1.35MPa,提高了冷却强度,对控制炉缸2、3层冷却壁水温差起到了一定的效果,见表1。

2.3 堵风口

2004年4月初,为了制止炉缸2、3层冷却壁水温差的上升势头,采取了临时堵水温差高的冷却壁上方风口的措施,及时制止了水温差的上升,取得了很好的效果。但堵风口后,高炉风口送风面积减小,改变了高炉下部送风制度,送风不均匀,也影响了高

表1 首钢2号高炉炉缸2、3层部分冷却壁提水压前后水温差,℃

项 目	2层冷却壁				3层冷却壁				
	23号-1	23号-2	24号-1	26号-2	24号-2	25号-1	25号-2	26号-1	26号-2
提水压前	1.1	0.8	0.6	1.0	0.8	0.9	1.0	1.4	1.0
提水压后	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6

炉的强化冶炼,炉缸 2、3 层部分冷却壁堵风口前后 水温差见表 2。

表 2 首钢 2 号高炉炉缸 2、3 层部分冷却壁堵风口前后水温差,℃

项 目	2 层冷却壁				3 层冷却壁			
	25 号-2	26 号-1	26 号-2	27 号-1	23 号-1	23 号-2	26 号-1	26 号-2
堵风口前	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	0.8	1.4	1.1
堵风口后	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	1.0	0.8

2.4 控制炉前出铁

在临时堵风口的同时,针对高炉北铁口附近炉缸 2、3 层冷却壁水温差大面积升高的情况,控制北铁口出铁次数,采取南铁口出 2~3 次铁,北铁口出 1 次的措施,减少北铁口出铁时铁水流动对炉缸的冲刷。

炉前出铁严格确保铁口深度达到 2.8m,铁口过浅时,及时采取措施使铁口达到正常深度。确保铁口深度,对维护出铁口侧壁的内衬起了重要作用,减少了环流对炉缸侧壁的冲刷。

2.5 用钛矿护炉

为了更有效的保护炉缸,延缓炉缸的侵蚀,延长一代高炉的寿命,2004 年 4 月 2 日开始在高炉炉料中加入钛矿,起到了一定的护炉作用。在比较不同含钛炉料价格和对渣比的影响后,确定采用钛矿作为护炉原料,钛矿的主要成分:TFe50.67%,SiO<sub>2</sub>4.5%,TiO<sub>2</sub>13.17%,加入量为 100~550 kg,以保证铁水中[Ti]为 0.10%左右。

在钛矿护炉过程中,根据炉缸 2、3 层冷却壁水温差变化情况、炉缸砖衬温度水平和温度变化速率,确定相应的 TiO<sub>2</sub> 加入量,并且要及时加;如果不及时,炉缸温度升得高、升得快,势必要大幅度提高 TiO<sub>2</sub> 加入量。若渣铁中 Ti 含量过高,则其流动性变差,出铁速度会降低,渣铁不易出净,还将引起炉墙黏结,影响高炉的顺行。

2.6 控制初始煤气流

2005 年 2 号高炉开始通过调整高炉装料制度和送风制度,控制高炉初始煤气流,开放中心,稳定边缘,来控制炉缸 2、3 层冷却壁水温差。

(1)装料制度。2005 年 8 月 15 日将 O<sub>2</sub><sup>37° 40° 37°</sup><sub>2 5 2</sub> 调整为 O<sub>2</sub><sup>37° 40° 42° 40° 37°</sup><sub>2 2 1 2 2</sub>,矿石由以前的 2 点布料改变为 3 点布料,进一步向外平铺矿堆角,让开中心,调整后的冶炼实绩表明,边缘更加稳定,中心气流变强,炉况稳定性增强。矿批进一步铺开,改变了以前的大堆尖,减少了矿石向中心或边缘的滚动量,布料的

精度提高,也为形成稳定、具有一定宽度的焦炭平台提供了有利条件;同时由于矿角向外扬,边缘进一步稳定,而中心由于矿石层的稳定和矿石的外推而更加开放,这为形成中心充足、边缘稳定的煤气流在装料制度方面提供了保障。12 月 6 日料线由 1.3m 调整为 1.4m,进一步稳定了边缘,调整后的冶炼实绩表明,中心煤气流旺盛,边缘稳定。2005 年装料制度调整情况见表 3。

表 3 首钢 2 号高炉 2005 年装料制度调整情况

日期	矿石	焦炭	料线,m
01-01	O <sub>2</sub> <sup>35° 38° 35°</sup> <sub>2 5 2</sub>	C <sub>5</sub> <sup>41° 37° 34° 31°</sup> <sub>3 1 2</sub>	1.3
03-07	O <sub>2</sub> <sup>36° 39° 36°</sup> <sub>2 5 2</sub>	C <sub>5</sub> <sup>40° 38° 35° 32°</sup> <sub>3 1 2</sub>	
06-28	O <sub>2</sub> <sup>37° 40° 37°</sup> <sub>2 5 2</sub>	C <sub>5</sub> <sup>41° 39° 36° 33°</sup> <sub>3 1 2</sub>	
08-15	O <sub>2</sub> <sup>37° 40° 42° 40° 37°</sup> <sub>2 2 1 2 2</sub>		
08-31	O <sub>2</sub> <sup>37° 40° 42° 40° 37°</sup> <sub>2 2 2 2 1</sub>		
11-27	O <sub>2</sub> <sup>37° 40° 42° 40° 37°</sup> <sub>2 3 12 2 1</sub>		
12-06			1.4

(2)送风制度。坚持全风冶炼,控制风量在 3750~3850 m<sup>3</sup>/min,坚持高温、定风温操作,根据喷煤量大小,控制风温在 1150~1250℃,从而保持了 95~105 kJ/s 足够、稳定的鼓风动能,风口前回旋区深度增加,中心气流开放,边缘气流稳定,炉缸保持活跃。

2.7 强化管理

提高了水温差的测量频率,尤其是炉缸 2、3 层冷却壁水温差,做好热流强度的计算、分析,及时发现变化趋势,为炉内调整提供必要的依据。

风口是高炉重要的冶炼设备,尽量避免漏水对炉内炭砖的影响,发现风口破损,要及时更换。水温差重点控制部位的炉皮加喷水管。

3 治理效果

3.1 控制初始煤气流

(1)吹透中心,活跃炉缸。装料制度和送风制度调整后,保证了足够的鼓风动能,风口前回旋区深度增加,炉缸中心活跃,控制了焦炭堆积数量;因为

炉缸中心有较高的温度,所以中心焦堆维持了良好的透气、透液性能,渣铁更加容易从焦炭堆渗透到炉缸,减少了铁水环流。

(2)稳定边缘,减少炉缸冲刷。装料制度和送风制度调整后,边缘煤气流更加稳定,减少了炉渣、铁水从边沿流下的数量,减少了炉缸侧壁附近的煤气流,降低了铁水环流速度,缓和了对炉缸保护层的冲刷,稳定了保护层厚度。

(3)提高炉缸中心温度。采用高风温、定风温操作,保持了合适的风口理论燃烧温度(2号高炉的理论燃烧温度控制在2000℃左右),足够的实际风速和鼓风动能,使整个炉缸截面的温度分布均匀,炉缸中心温度增加,炉缸活跃,炉渣脱硫能力增强,炉况稳定性增强。

(4)降低高炉下部压差。中心煤气流旺盛,边缘煤气流稳定,在高炉下部形成倒V形软熔带,且软熔带高度较高,在高炉内压力损失最多的软熔带

部位就有更多的焦窗面积来供煤气流通过,从而降低了高炉下部的压差,为高炉进一步提高焦炭负荷创造了条件。

3.2 水温差降低

2号高炉在不降低冶炼强度的条件下,通过采取压入硬质料、提高冷却水压力、堵风口、控制炉前出铁、钛矿护炉、控制初始煤气流等护炉措施,将炉缸2、3层冷却壁水温差分别控制在1.0、0.7℃以下,热流强度分别控制在 $18\,500 \times 4.18$ 、 $15\,000 \times 4.18 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 以下,且长时间保持稳定,没有进一步升高的趋势。

3.3 高炉冶炼强度提高

2号高炉坚持强化冶炼,在基本不富氧的情况下,作业指标节节攀升,利用系数逐步提高到2.73,焦比降低到327kg/t,煤比提高到139kg/t,风温使用水平接近1200℃,2004年4月-2005年12月作业指标如图1所示。

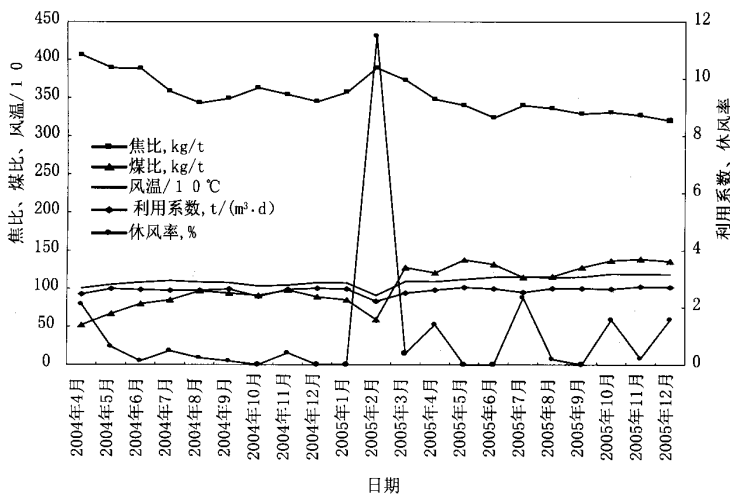


图1 首钢2号高炉2004年4月-2005年12月作业指标

4 结语

首钢2号高炉成功控制了炉缸2、3层冷却壁水温差的上升势头,同时坚持强化冶炼,在喷煤降焦、提高高炉利用系数、风温使用水平等方面实现了新的突破,主要归功于以下两个方面。

(1)在炉缸2、3层冷却壁水温差突然升高后,及时采取硬质料压入、提高冷却水压力、堵风口、控制炉前出铁、钛矿护炉等措施,避免了水温差的进一步升高。

(2)控制初始煤气流,保持强大的中心煤气流,稳定边缘煤气流,不仅能缓和铁水对炉缸的侵蚀,控制水温差在一定范围之内,而且使炉缸活跃,炉内顺行,炉况稳定性增强。

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:2006-05-08