

## 首钢2号高炉高压差操作实践

张贺顺 刘利锋

(首钢总公司)

**摘要** 在焦炭品种变化频繁、质量波动较大的条件下,首钢2号高炉进行重负荷冶炼,通过抓好原料筛分、出铁排渣,炉内调整基本操作制度,适应了高压差操作,较好地解决了高产和低耗之间的矛盾。

**关键词** 高炉 高压差 重负荷 操作

### High differential pressure operation of No.2 blast furnace in shousteel

Zhang Heshun Liu Lifeng

(Shousteel General Co.)

**Abstract** Due to frequent change of coke variety and quality in No.2 blast furnace of Shousteel from May to June, 2005, the blast furnace operates at high load, but the furnace gradually adapts to production at high differential pressure thanks to proper screening of raw materials, deslagging during tapping and rational blast furnace regulation executed, as a result, the contradiction between high production output and low energy consumption was solved.

**Key words** blast furnace high differential pressure high load operation

#### 1 引言

2005年,首钢原燃料整体质量较差,特别是外购焦炭品种变化频繁、质量波动大,对高炉的长期稳定、顺行造成了一定影响,限制了高炉进一步达产降耗。首钢2号高炉有效容积 $1726\text{ m}^3$ ,日常操作风量 $3800\text{ m}^3/\text{min}$ ,顶压 $180\text{ kPa}$ 。2005年5月开始,高产和低耗之间的矛盾日益突出,2号高炉在抓好原燃料筛分、出铁排渣的同时,炉内通过积极调整,适应了高压差操作,炉况达到了长期稳定、顺行。

#### 2 高压差冶炼

##### 2.1 高压差操作的原因

2005年5月,2号高炉焦炭负荷(O/C)由4.67逐步提高到5.06,6月稳定在5.0以上,如图1所示。随着焦炭负荷的提高,焦炭在高炉炉料中的比例减少,焦炭的骨架作用降低,料柱透气性能变差;同时,重负荷、大喷吹后(煤比日平均最高达 $150\text{ kg/t}$ ,5月煤比达到 $137\text{ kg/t}$ ),炉腹煤气量大增;由于设备影响,高炉不能富氧,必须通过提高风温来提高煤粉的燃烧率,保证一定的理论燃烧温度。由于重负荷、大喷煤、无富氧、高利用系数的矛盾比较

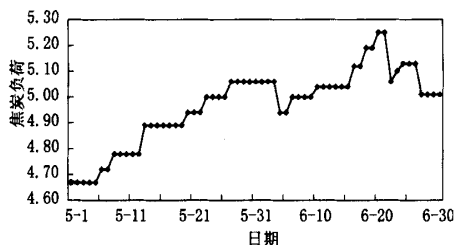


图1 首钢2号高炉焦炭负荷变化情况(2005年5~6月)

集中,所以炉内采取了高压差操作。

##### 2.2 高压差操作带来的问题

炉内压差提高后,和高炉顺稳性之间的矛盾成了问题的关键,给炉外组织生产和炉内工长的操作带来了一定难度,对渣铁的准时排放率和工长的操作水平要求更高,同时对原燃料的质量和炉内基本冶炼制度的合理性要求也相对较高,特别是一个活跃的、良性循环的炉缸工作环境,更是炉内高压差生产的保障。高压差后,煤气流的控制不易,对炉内气流的控制成了生产的瓶颈,既要保证一定的全风率,又要控制煤气流的合理分布。2号高炉采取了一系

列措施,保持顶压 180 kPa 不变,压差逐步由 152 kPa 提高到 165 kPa(如图 2 所示),达到了长期稳定生产。

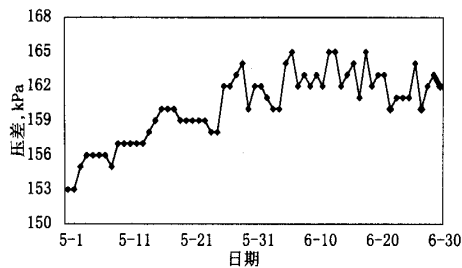


图2 首钢2号高炉压差变化情况(2005年5~6月)

3 调整措施

3.1 精料

高炉煤气在软熔带的压力损失占到总损失的70%左右,合理的软熔带形状及透气性能,受原燃料质量和煤气分布的直接影响,特别是焦炭质量对软熔带透气性起着决定性作用。

2号高炉于2005年3月开始,陆续对焦炭筛进行了改造,使用聚氨酯筛板,筛板在强度不变的前提下,上筛板网孔率提高了21%,下筛板网孔率提高了17.8%;为了增加焦炭在筛板上的停留时间,由原型号倾斜角10°增加到20°,振动筛整体倾斜角由20°减小到10°;筛条齿由原先的垂直设计改为斜面设计(倾斜角为6°),振动筛在工作时不卡焦炭,防止了堵塞现象。改造后,成品焦中小于25mm的焦炭明显减少,改造前后焦炭筛分效果比较见表1。

表1 首钢2号高炉焦炭筛改造前后筛分效果比较,%					
焦炭粒度,mm	大于80	80~60	60~40	40~25	小于25
改造前	2.92	11.37	41.69	35.28	8.74
改造后	1.64	14.1	53.77	27.21	3.28

2号高炉焦炭为干熄焦和外购焦(冶金性能比较见表2),干熄焦比例50%,质量稳定,其余为外购焦,品种变化频繁,质量波动大,采取混焦入炉,尽量减少其对炉内压差和热制度的影响。

表 2 首钢 2 号高炉焦炭冶金性能比较,%						
项 目	干熄焦	东焦	大堆焦	太煤焦	乌海焦	昌源焦
反应性	25.39	35.42	27.14	28.22	29.34	34.85
反应后强度	65.15	54.34	60.89	61.47	60.13	58.64

含铁原料为烧结矿、球团矿、澳块矿和钛矿,澳矿开始软化温度较低,软化终了温度较高,软化温度区间大,高温熔滴性能较差。根据经验,澳块矿比例控制在13.6%,含铁炉料具有相对优良的软熔滴落性能(高炉含铁原料结构见表3)。

表3 首钢2号高炉含铁原料结构,%			
烧结矿	球团矿	澳块矿	钛矿
70.0	15.7	13.6	0.7

3.2 合适的矿石批重

高压差操作矿石批重不能太小,随着 O/C 增大,过小的矿石批重、焦炭批重不易稳定煤气流,容易出现气流或小管道,同时抑制煤气利用率的进一步提高。而大喷吹后,大矿石批重和透气性又是一对矛盾,对应目前原燃料条件和装料制度,应力争一个合适的矿石批重。

2005年5月,2号高炉矿石批重稳定在42.5t,在矿石批重上没做任何调整。6月高炉风机供风能力有限,不能保证3800 m<sup>3</sup>/min 风量(风量最少时,不能保证3700 m<sup>3</sup>/min 风量),有计划的使用顶压,月初顶压降为172 kPa,中下旬风量增加,顶压逐步提回178 kPa;随着风量的变化,适当增加矿石批重(调整情况如图3所示);调整下部送风制度,6月7日停风堵20号风口,13日捅开20号风口,缩3个风口。

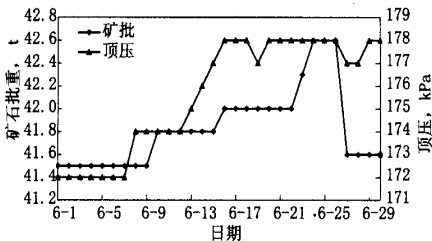


图3 首钢2号高炉矿石批重、顶压变化情况(2005年6月)

3.3 稳定的边缘煤气流

2号高炉的装料制度是典型的煤气流中心开、边缘稳定的装料制度,适宜大煤比、重负荷冶炼。在轻负荷、低煤比的生产情况下,煤气中心开,边缘稳定;在重负荷、高煤比的生产情况下,煤气流边缘略有发展,形成了边缘弱于中心的两条煤气通路,缓解了大煤比后炉腹煤气量增加与透气性的矛盾。

大喷吹后,边缘煤气流有所发展,煤比在不同数值范围内,煤气流的分布规律是不一样的。2005年

5、6月煤比基本稳定在150kg/t以内,对边缘煤气流影响较大,下部坚持以较高的风速、动能来适应,达到吹透中心的目的,全月平均动能达到96kJ/s。煤比超过150kg/t以上,会发展边缘煤气流,应根据实际情况,对上部装料制度稍做调整,适当引导中心煤气流。

随着大煤比后,中心煤气流没有以前通畅,矿石批重对中心影响比较明显,随O/C的增大,过小的矿石批重、焦炭批重不易稳定煤气流,对透气性也影响较大,同时也抑制煤气利用率的进一步提高。2005年6月27日对装料制度做了进一步调整,矿焦角统一外扬1°,意在继续让开中心,适当扩大矿石批重、加重焦炭负荷,提高煤气利用率,缓解高压差,提高炉况的稳定性,调整后十字测温中心和边缘温度、透气性比较见表4,此次调整取得一定效果。

表4 调整前后十字测温中心和边缘温度、透气性比较

项 目	十字测温边缘温度,℃	十字测温中心温度,℃	透气性
调整前	263	365	2287
调整后	243	384	2307

3.4 活跃的炉缸环境

煤气流在炉内的压力损失主要集中在下部,所以高压差操作,一定要求有合理的、分布均匀的初始煤气流,如果风量频繁大幅波动,再加上热制度大幅波动,容易造成炉缸不活跃,初始煤气流不稳定,进一步导致边缘煤气流不稳定,中心煤气流不畅,形成恶性循环,破坏顺行,日常生产应坚持全风冶炼,2005年5~6月,2号高炉生产风量如图4所示(5月21日后,由于大气温度升高,2号风机供风能力达到极限,最大供风能力已不足3800m³/min。24日,由于主控设备影响,上料能力不足,减风5h适应,25日停风40min,更换13号风口,其他时间一直全风冶炼)。

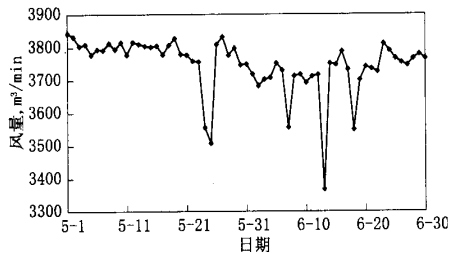


图4 首钢2号高炉风量变化情况(2005年5~6月)

初始煤气流的合理分布对炉缸的活跃性很重要,且直接影响到煤气在炉内的二次分布、三次分布,从顶温上可以直观的反映出来。从图5可以看出,顶温温带较窄,4点温度较为接近,没有分岔现象,边缘气流稳定,说明初始煤气流和炉缸工作环境很好。如原燃料质量不稳定、日常炉况波动影响到初始煤气流的合理分布,从顶温和料尺可以直接反映出来,同时参考十字测温曲线和炉顶摄像,应立即采取退负荷或其他方式尽快调整。

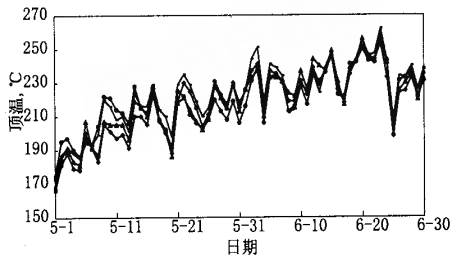


图5 首钢2号高炉顶温变化情况(2005年5~6月)

3.5 高水平操作

在重负荷、高产量生产情况下,一定要高度重视排渣、出铁,其对炉内压差和顺行影响很大。日常坚持定风温操作,通过控制冶炼强度来稳定热制度,煤粉的使用可以根据原料的变化情况,灵活掌握,综合负荷可以在小范围波动,做合适炉温,保证炉缸热量充足,铁水物理热稳定在1500℃左右,提高高炉的适应能力。

4 生产效果

经过一系列的调整 and 适应,2号高炉达到了高压差操作下长期顺稳生产,2个月只损坏1个风口(此风口是在设备影响不能加料,长期减风后回风过程中损坏),2005年5~6月平均压差达到162kPa,平均日产生铁4638t,利用系数2.61,焦比330kg/t,煤比130kg/t,取得了可观的经济效益。

5 结语

在高炉长期炉缸活跃、炉况顺行稳定的基础上,通过抓好原料筛分、出铁排渣,炉内调整基本冶炼操作制度,针对高炉自身特点,做好日常调剂,配合精心操作,高炉可以适应高压差生产,达到高产低耗的目的。

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

收稿日期:2006-03-24