

梅钢3号高炉风口双枪喷煤技术的应用

韩宏松 吴浩方 彭福荣
(宝钢集团上海梅山钢铁股份有限公司)

摘要 对梅钢3号高炉风口双枪喷煤技术的应用进行了总结。通过对喷煤工艺及设备的改造,采用了风口双枪喷煤技术,并结合高炉上下部制度的调整,使3号高炉的煤比提高了10 kg/t。

关键词 高炉 喷煤 煤枪 煤比

梅钢3号高炉(1250 m³)2006年平均煤比在155 kg/t左右。由于原燃料质量的影响,煤比要再提高,炉况的承受能力就有问题,风压透指偏高。特别是由于3号高炉到了炉役后期(1995年开炉),高风压、高透指操作对炉缸的维护及风口维护都造成问题,对生产很不利。据统计,从煤比上升到150 kg/t以后,高炉透指基本上都维持在10.0左右(煤比提高前在9.0),现在处于10.5~11.0,高炉操作难度加大。这与煤比提高后煤粉燃烧率降低,炉内未燃煤粉增加,导致料柱透气性恶化有很大关系,因此在原有的喷煤工艺条件下难以进一步提高喷煤比。所以,提高煤粉燃烧率,改善料柱透气性是优化高炉生产指标的重要环节,也是提高喷煤比的重要条件,而风口双枪喷煤是提高煤粉燃烧率的一项有效措施^[1]。为此,2007年9月—2008年9月在3号高炉进行风口双枪喷煤技术的试验研究与应用。

1 喷煤工艺及设备的改造

1.1 直吹管的改造

为了满足风口双枪喷煤的需要,要将传统的直吹管改造为能够插入2支煤枪的直吹管。目的就是提供一种风口直吹管,能够满足高炉风口双枪喷煤的要求,即:能够安装2支煤枪;喷煤时,煤粉流位置合适,不磨损小套和吹管内侧,两股煤粉流不交叉;吹管体积合适,便于安装与拆卸。在设计上采取了以下几项措施。

(1)将直吹管中锥筒的锥度减小,使吹管增加一个喷枪管的情况下,吹管的体积合适,满足当前风口实际工作条件下的装卸;

(2)减小2支喷枪管轴线与吹风管轴线夹角,在插入双枪时,喷枪枪头基本上位于风口小套的前

端,避免煤粉在风口内燃烧以及因风压而产生波动;

(3)2支喷枪管采用非对称布置,增加煤粉与热风混合的机会,提高煤粉的燃烧率。

1.2 喷枪的改造

3号高炉喷枪口径为 $\phi 10$ mm,风口小套的内径一般为 $\phi 120$ mm。插入双枪后,由于小套及煤枪尺寸的限制煤粉流分散度增加,容易出现煤粉磨小套现象。通过改造煤枪前端结构,保持喷吹煤粉在风口内的流动方向与风口小套的夹角合适,消除由于煤枪插入位置在风口内的改变避免煤粉流磨小套,保证正常喷煤。主要采取了以下二项措施。

(1)将煤枪前端用砂轮打磨成前端保留一定宽度的斜面;

(2)将煤枪前端沿斜面弯曲成具有一定弧度的弧面,保证煤枪正常插入风口。

在3号高炉的双枪喷煤试验中,改造后的煤枪结构能够满足双枪喷煤技术的需要,基本上杜绝了煤粉磨小套现象的发生,保证了风口的正常喷煤。

1.3 喷煤管线的改造

为充分验证试验效果并结合生产现场的实际,在3号高炉双枪喷煤选择10个风口进行试验(3号高炉共有风口20个)。其中利用其分配器剩有4个富裕支管排管进行了4个双支管风口双枪喷煤。另外6个试验风口,为减少工程的复杂性,将喷煤单支管在风口平台处通过安装小喷煤三通被一分为二,满足风口双枪喷煤。小三通试验了“Y”型及“T”型,其中“Y”型内部设置了导流锥结构,目的是使煤粉流能够在此均匀分开,而且阻力最小。但由于制造加工困难,内部的结构很难达到设计精度,煤粉再次分流容易出现波动,流量分配不均,现场表现为单

侧煤枪不出煤现象。“T”型小三通加工工艺简单,虽然存在增加局部阻损的问题,但是对系统的整体压力影响并不大,且从现场使用来看,其分配效果能够满足工艺需要,双枪喷煤状况稳定。

2 双枪喷煤现场试验

梅钢3号高炉为烟煤和无烟煤混合煤喷吹,采用浓相喷吹技术,气固比 ≥ 40 kg/kg,输送速度为2~3 m/s。喷吹煤粉的理化性能见表1。

为了直观的分析验证双枪喷煤的效果,对试验

表1 梅钢3号高炉喷吹煤粉的理化性能

H ₂ O	V _d	A _d	S	F _{cd}	-200目
%	%	%	%	%	%
1.24	17.43	9.41	0.4	73.17	78.94

风口的喷煤工作状态进行了图像采集,并与单枪风口进行对比,如图1所示。由图中可知,双枪喷煤与单枪喷煤相比,双枪喷煤能够提高煤粉在风口燃烧区的分散度,更有利于煤粉流与鼓风中的氧充分混合,从而提高煤粉的燃烧率。

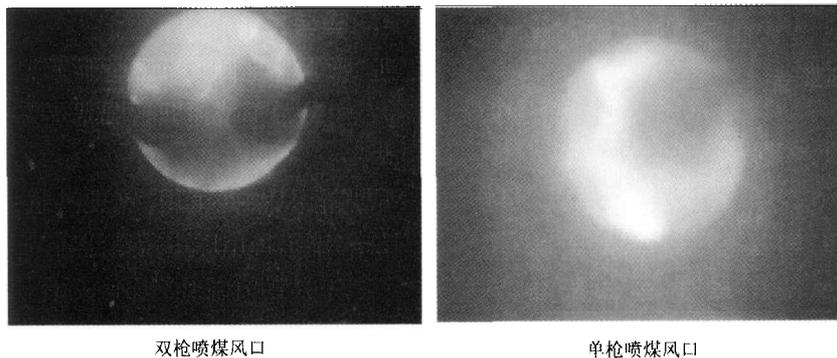


图1 梅钢3号高炉风口喷煤对比(照片)

另外,从高炉灰中含碳量的变化也可验证上述观点。2007年10月对高炉灰中的C含量取样分析与试验前三个月基准期的数据对比发现,高炉灰中的C含量降低了1.2%(如图2所示)。

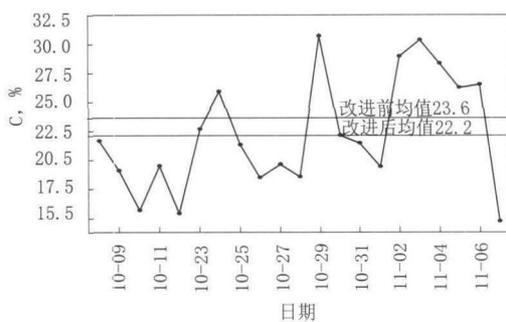


图2 梅钢3号高炉灰中C含量变化

3 高炉操作的调整

3.1 上部制度的调整

考虑到煤比的提高会引起高炉边缘气流发展,3号高炉在上部制度的选择上遵循“发展中心气流,抑制边缘气流,两道气流并存”的原则。这既能保证炉况的长期稳定顺行,又有利于炉衬和冷却设备的维护。在此基础上,3号高炉提出了大角度,大角差的上部制度理念,就是 α_0 在炉况允许的情况下尽可能的选用上限值,而且 $\Delta\alpha$ 一般考虑在 3.5° 以

上。而且长期坚持多环布料工艺,焦外环的选择一般比矿外环略大,有利于稳定两道煤气流。

另外,在矿批的选择上尽量维持上限矿批,一般维持在25t左右,炉况波动时尽量维持矿批的稳定,调剂范围在0.5t上下。实践证明,这有助于炉内煤气流的稳定合理分布,减少炉况波动。

3.2 维持合理的理论燃烧温度

通常,高炉鼓风条件的调节取决于理论燃烧温度,而理论燃烧温度的最低值取决于炉内渣铁所需的热焓,最高值用于保证渣铁的流动性,该值低于 2300°C 。梅钢在高炉操作上一直很重视风口的理论燃烧温度的控制,得出的经验范围是 $2100 \sim 2300^\circ\text{C}$ 。尤其是在煤比较高时,合理的理论燃烧温度是保证煤粉能够有效燃烧的重要条件。3号高炉的鼓风风温是用足的,没有鼓风脱湿工艺,一般调整风口理论燃烧温度的手段就是风量和富氧率。图3为3号高炉风口理论燃烧温度的变化范围。从图中可见,理论燃烧温度在 $2100 \sim 2200^\circ\text{C}$,均值为 2150°C 。

3.3 维持充足的鼓风动能

充足的鼓风动能有利于高炉获得充足而稳定的中心煤气流,有利于均匀活跃炉缸,有利于缓解大煤

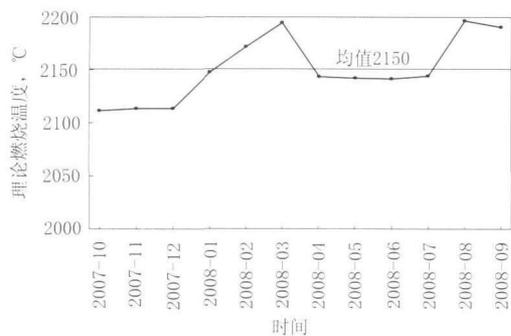


图3 梅钢3号高炉试验期理论燃烧温度的变化

比所带来的边缘气流过度发展问题,是高炉获得一个合理的初始煤气流分布,维持炉况稳定顺行重要条件。高鼓风动能的获得可以通过适当缩小风口进风面积、提高风量,在炉况不是太好时(风压、透指高),可以适当降低富氧率,来维持合理的风量。这些对于炉缸的长期维护很有利,所以对“晚年”高炉优秀技术经济指标的获得很关键(3号高炉已经服役超过12年)。图4为3号高炉的鼓风动能变化范围。从图中可见,3号高炉的鼓风动能基本维持在85~95 kW范围之内,均值为86.8 kW。

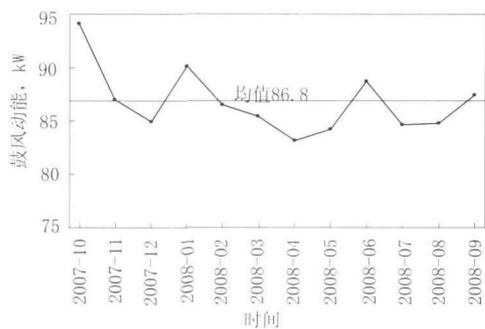


图4 梅钢3号高炉鼓风动能的变化

4 高炉双枪喷煤的效果

3号高炉于2007年8月进行了双枪喷煤试验,10月以后试验情况比较稳定,最多时在10个风口上进行,占总风口数的一半。高炉的煤比与燃料比的变化如图5所示。从图中可知,煤比的平均值为169 kg/t,比试验前的159 kg/t提高了10 kg/t,燃料比均值为494.6 kg/t与试验前相比升高1 kg/t,这与煤比的提高有关,但总体水平变化不大。考虑煤粉与焦炭的市场差价,3号高炉的燃料成本降低明显。需要说明的是9月由于更换炉喉钢砖,炉况一直处于调整中,故数据加以剔除。

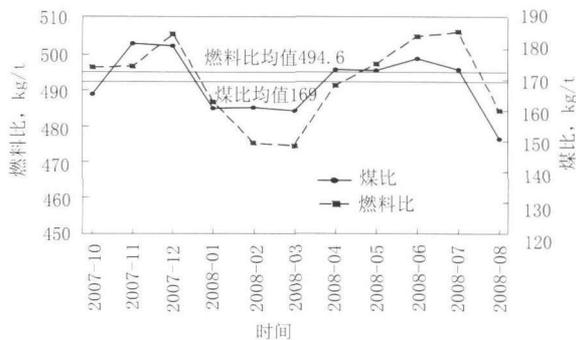


图5 梅钢3号高炉燃料比与煤比的变化

试验期3号高炉的利用系数与透气性指数等相关技术指标如图6所示。从图中可知,3号高炉在试验期平均利用系数达到2.24,平均透指为9.4,属于正常水平,未因煤比的升高而出现透气性恶化现象,炉况维持了稳定顺行。

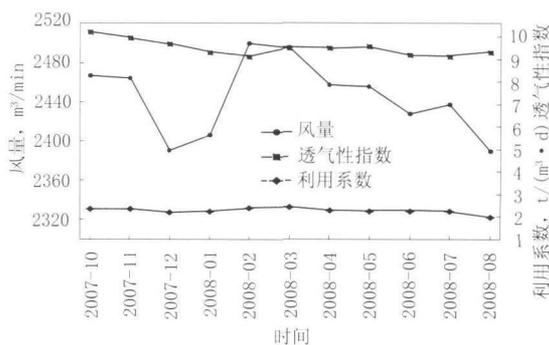


图6 梅钢3号高炉风量、透指和利用系数关系

5 结语

(1)高炉风口双枪喷煤技术能够提高煤粉的燃烧率,减少炉内的未燃煤粉量,使高炉有条件进一步提高煤比,降低焦比,从而降低高炉炼铁的燃料成本。

(2)高炉煤比的提高需要合适的操作制度做保证,在上下部制度的选择上尤为关键。

6 参考文献

- [1] Cheh - Ming Yeh 等. 中钢3号高炉气冷煤粉喷枪的开发[J]. 世界钢铁, 2003, 3(4): 49 - 52.

联系人: 韩宏松 工程师

E-mail: hanhongsun@sina.com

(210039) 江苏省南京市宝钢集团上海梅山钢铁股份有限公司技术中心

修回日期: 2009-05-25