

首钢京唐1号高炉低燃料比生产实践

张卫东 魏红旗

(首钢京唐钢铁有限责任公司)

摘要 对首钢京唐1号高炉降低燃料比的生产实践进行了总结。通过采取一低(低渣比)、四高(高风温、高富氧、高顶压、高煤气利用率)、四适宜(适宜的煤比、适宜的鼓风湿度、适宜的冶炼强度、适宜的炉体热负荷)等措施,1号高炉燃料比下降到480 kg/t左右,焦比下降到270 kg/t左右,实现了低燃料比生产。

关键词 特大型高炉 低燃料比 煤比 冶炼强度

Production Practice of No. 1 BF at Low Fuel Ratio in Shougang Jing-Tang United Iron & Steel Co., Ltd.

ZHANG Wei-dong WEI Hong-qi

(Shougang Jing Tang United Iron & Steel Co., Ltd.)

Abstract the paper summarizes the production practice of No. 1 BF at low fuel ratio in Shougang Jing-Tang United Iron & Steel Co., Ltd. In this furnace a series of advanced technologies are taken, such as low slag ratio, high blast temperature, oxygen enrichment, top pressure and gas utilization efficiency, appropriate coal ratio, blast temperature, smelt intensity and furnace body heat load, which result in decrease of fuel ratio down to 480 kg/t approximately and decrease of coke ratio down to about 270 kg/t, and achieve BF production at low fuel ratio.

Key words super large sized blast furnace low fuel ratio coal ratio smelt intensity

在高炉吨铁成本构成中,燃料比所占比例仅次于矿石,位居第二位;在炼铁工序能耗构成中,燃料比所占比例为80%左右;在吨铁CO₂排放构成中,燃料比有70%的贡献率。因此,降低高炉燃料比无论是对降低吨铁成本、提高钢铁企业的竞争力,还是实现节能减排、改善环境均有非常重要的意义。

1 生产现状

作为国内首座有效容积5500 m³的特大型高炉,首钢京唐1号高炉是国家可持续发展和循环经济的示范项目。从设计到生产,1号高炉注重降低燃料比,从而降低工序能耗和CO₂排放量。2009年5月21日顺利投产后,1号高炉充分发挥设备和技术优势,不断优化高炉各项基本制度,燃料比逐渐降低。2010年3月,1号高炉燃料比下降至480.87 kg/t,焦比降至269.55 kg/t。投产后,1号高炉焦比和燃料比变化情况如图1所示。

2 生产措施

1号高炉通过采取一低(低渣比)、四高(高风温、高富氧、高顶压、高煤气利用率)、四适宜(适宜的煤比、适宜的鼓风湿度、适宜的冶炼强度、适宜的炉体热负荷)等措施,实现了低燃料比生产。

2.1 低渣比

精料是高炉炼铁的基础,高炉炼铁工作者常用

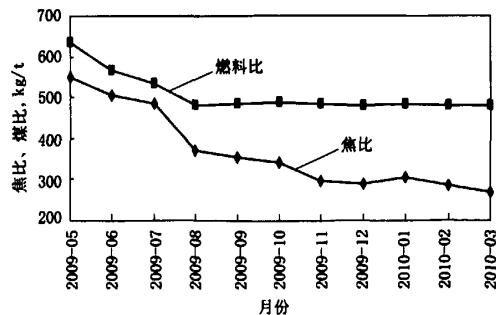


图1 首钢京唐1号高炉焦比和燃料比的变化

“七分原料三分操作”来说明精料对高炉生产指标的影响。一般认为：炉料渣比每降低10kg/t,燃料比将降低4kg/t。为降低燃料比,1号高炉以降低渣比为中心,采取提高烧结矿品位和碱度、提高球团矿比和生矿比等措施合理优化炉料结构。烧结矿品位从投产初期56.5%提高到目前57%,碱度基数从投产初期1.80逐步提高到1.95;烧结矿碱度提高后,球团矿比也相应增加到25%;同时高炉逐步加大澳块入炉,生矿比提高到15%,最大达到18%。精料措施的实施,使得高炉综合品位从59%左右提高到60.5%左右,渣比从300kg/t左右降低到250~270kg/t。

2.2 高风温

风温是最廉价的能源。它是用低热值高炉煤气换来的,并为高炉冶炼提供约19%的热量。一般认为,风温提高100℃,可以降低燃料比15kg/t。因此,提高风温是降低燃料比效益最高的手段。1号高炉配置有4座BSK顶燃式热风炉和2座BSK顶燃式预热炉,并利用设置在热风炉烟气主管上的余热回收系统实现了煤气和助燃空气的双预热,同时通过强化高炉富氧操作和优化热风炉烧炉操作等措施,实现了在使用单一高炉煤气的情况下获得了1300℃以上的风温,达到国际先进水平。2009年12月13日,1号高炉风温达到1300℃,12月下旬提高到1305℃,2010年2月全月平均风温达到1287℃,3月全月平均风温达到1300℃。投产后,1号高炉风温使用情况如图2所示。

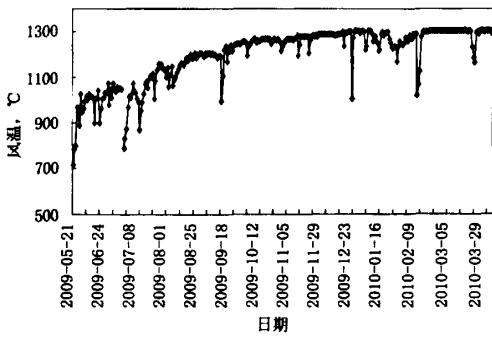


图2 首钢京唐1号高炉风温的变化

2.3 高富氧

高富氧是1号高炉降低燃料比的另一项重要措施。一般认为,高炉富氧每提高1%,燃料比将下降0.5%。这是因为,富氧率提高后,高炉产量增加,吨

铁热损失降低;富氧可以提高风口前理论燃烧温度,提高煤粉置换比;富氧可以减小吨铁煤气发生量,煤气带走热损失减少。1号高炉的富氧调剂采用设定富氧率、富氧量自动调整的方式。2009年8月3日,1号高炉开始富氧,2009年10月上旬富氧率提高到2.0%,2009年11月下旬富氧率提高到3.0%,2010年2月下旬以后富氧率稳定在4.0%。投产后1号高炉氧气使用情况如图3所示。

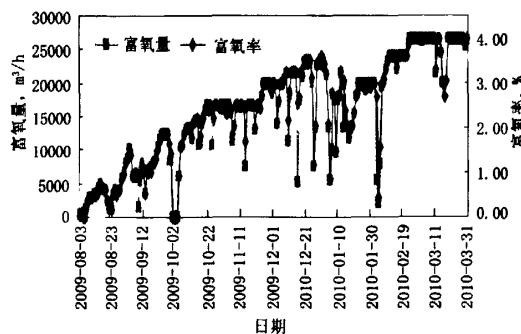


图3 首钢京唐1号高炉富氧量和富氧率的变化

2.4 高顶压

提高顶压也是1号高炉降低焦比和燃料比的一项重要措施。一般认为,顶压每提高10kPa,燃料比将下降0.3%~0.5%。这是因为,顶压提高后,煤气流速降低,在炉内滞留时间延长,增加了煤气与矿石的接触时间,并且加快了煤气在烧结矿和球团矿微小空隙的扩散,有利于矿石还原。同时,顶压的提高扩大了间接还原区,并大幅度减少了瓦斯灰带走的碳素损失。投产后,随着冶炼强化,1号高炉逐步提高顶压。2010年2月下旬以后,顶压稳定在0.274MPa。投产后1号高炉逐步提高顶压情况如图4所示。

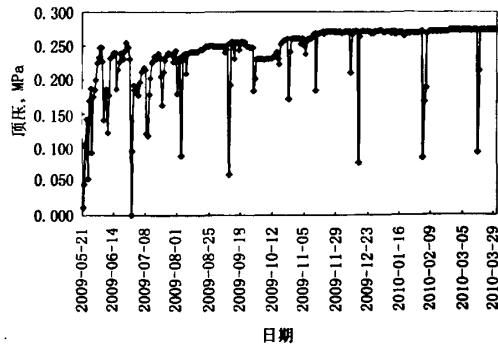


图4 首钢京唐1号高炉顶压的变化

2.5 高煤气利用率

最大限度提高煤气利用率和降低高炉顶温是降低高炉燃料比的重要内容。目前,高炉煤气利用率的国际先进水平达到了 52% ~ 54%,高炉顶温的国际先进水平降低到 150℃ 以下。

为最大限度利用高炉煤气的化学能和物理热,1号高炉采取以下措施:首先,通过控制实际风速和鼓风动能形成了适宜的风口循环区,保证了初始煤气稳定。其次,不断优化上部装料制度,使其和送风制度匹配,形成稳定的理想的炉喉料面,有宽度适宜的平台和深度适宜的中心漏斗。平坦化的布料为高炉加大矿批创造了条件。在加重焦炭负荷时,1号高炉优先加大矿批。矿批从开炉时 90 t 逐步加大到 142 t。再次,1号高炉烧结矿按照烧结分厂运送来的大成品(粒度 > 20 mm)、小成品(6.3 ~ 20 mm)分别入仓,实现烧结矿分级入炉。烧结矿的分级入炉使得高炉调整极为灵活,1号高炉将小成品烧结矿布在炉喉边缘达到控制和稳定边缘煤气的目的。最后,提高顶压也进一步改善了高炉煤气利用率。

1号高炉重点优化送风制度和上部装料制度,采取及时加大矿批、烧结矿分级入炉、提高顶压等措施,使煤气利用率稳定在 52% 左右,顶温稳定在 140 ~ 150℃(高炉煤气在干法除尘箱体入口温度稳定在 120℃ 左右,继续降低会影响干法除尘系统的正常运转)。高炉煤气化学能和物理热的充分利用大幅度降低了 1号高炉燃料比。投产后,1号高炉煤气利用率和顶温变化情况如图 5 所示。

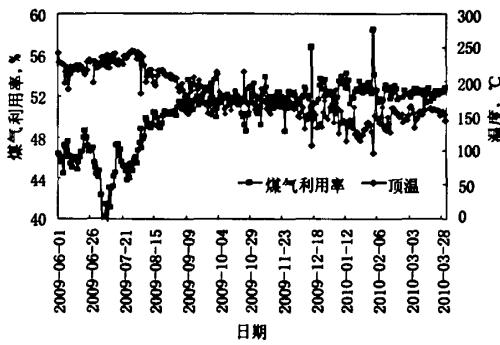


图 5 首钢京唐 1 号高炉煤气利用率和顶温的变化

2.6 适宜的煤比

在提高煤比时,1号高炉遵循“提高煤比、不增加燃料比”的原则。1号高炉通过提高风温、加大富氧、提高顶压等措施提高煤粉置换比,以防止提高煤

比造成燃料比升高。提高风温能加快煤粉挥发分的挥发速度和燃烧速度,改善煤粉燃烧和气化的动力学条件。高炉富氧可以提高氧浓度,并加快氧向碳表面传递速度,有实验表明富氧率增加 1%,可提高煤粉燃烧率 1.51%。提高顶压也有利于消除部分未燃碳。投产后,1号高炉风温提高到 1300℃、富氧率提高到 4%、顶压提高到 0.274 MPa,最大限度提高了煤粉置换比,保证了在煤比逐步提高到 180 kg/t 过程中,燃料比始终保持在 480 kg/t 左右。投产后,1号高炉煤比变化情况如图 6 所示。

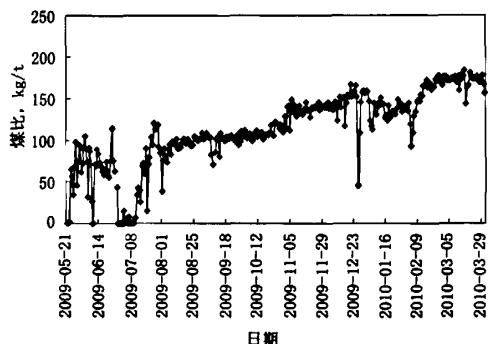


图 6 首钢京唐 1 号高炉煤比的变化

2.7 适宜的鼓风湿度

加湿鼓风是 1号高炉综合冶炼的重要手段之一。加湿鼓风对高炉燃料比有两方面影响:一是不利的方面,由于水分分解耗热,降低理论燃烧温度,鼓风湿度每增加 1 g/m³ 将升高燃料比 1 kg/t。二是有利的方面,鼓风加湿后,冶炼强度提高,吨铁热损减少,顶温降低,提高煤气利用率;鼓风中水分分解出的 H₂,一部分参加还原,有利于改善煤气还原能力,增加矿石的间接还原;此外加湿鼓风有利于高风温使用以及维持热制度的稳定。综合考虑,高炉维持适宜的鼓风湿度对降低焦比和燃料比是有利的。目前,1号高炉日常操作基本实现了稳定风温、稳定综合负荷,通过调整鼓风湿度来稳定炉温的最佳操作。

2.8 适宜的冶炼强度

控制适宜的冶炼强度是 1号高炉降低燃料比的一项重要手段。从高炉冶炼强度和燃料比关系的 U 型图可以看出,冶炼强度在 1.05 ~ 1.15 范围内时,高炉燃料比是最低的。投产后,在 1号高炉冶炼强度逐步提高到 1.12 过程中,高炉利用系数逐步提高到 2.35,燃料比持续降低到 480 kg/t。从炉腹煤气

量指数看,开炉初期的炉腹煤气量指数为35 m/min,随着高炉强化,炉腹煤气量指数逐渐增大,2009年9月以后炉腹煤气量指数基本维持在65 m/min。在炉腹煤气量指数逐渐增大过程中,综合冶炼强度和利用系数同步提高,燃料比同步下降。

2.9 适宜的炉体热负荷

控制适宜的炉体热负荷可以降低高炉热损失,从而降低燃料比。调整炉内煤气分布是控制炉体热负荷最重要的手段。边缘煤气发展则使炉体热负荷升高,燃料比随之升高;反之,则使炉体热负荷降低,燃料比随之降低。但是如果边缘煤气过重,容易造成炉体结厚、悬料等异常炉况。

1号高炉通过优化装料制度调整煤气分布,控制十字测温中心温度维持在400℃左右,边缘第一点温度稳定在50℃左右,边缘气流指数W值维持在0.35左右,使得炉体热负荷在80000 MJ/h。通过对边缘煤气的控制,1号高炉保持了适宜的炉体热负荷,减少了热量损失,降低了燃料比,并保持了炉况的长期顺行稳定。

3 下一步工作展望

3.1 低硅冶炼

超大型高炉实行低硅冶炼,可以较大幅度降低燃料比。铁水[Si]降低0.1%,高炉燃料比可降低4~5 kg/t。目前,1号高炉铁水[Si]为0.45%~

0.50%。随着原燃料条件以及外围生产的稳定,1号高炉可以有计划逐步降低铁水[Si],燃料比也是相应降低。

3.2 降低休风率

首钢京唐公司是新建厂,高炉休风率偏高。2009年1号高炉休风率为5.3%,2010年1~3月休风率为2.7%,较高的休风率影响了燃料比的进一步降低。随着生产组织的完善和点检定修制的推行,1号高炉休风率会大幅度降低,可以进一步降低燃料比。

4 结语

首钢京唐1号高炉通过采取一低(低渣比)、四高(高风温、高富氧、高顶压、高煤气利用率)、四适宜(适宜的煤比、适宜的鼓风湿度、适宜的冶炼强度、适宜的炉体热负荷)等措施,实现了低燃料比生产。随着外围生产的稳定,首钢京唐公司1号高炉将通过实施低硅冶炼和降低休风率等措施可进一步降低燃料比。

联系人:魏红旗 工程师 电话:0315-8871113

E-mail:weihq1113@163.com

(063200)河北省唐山市曹妃甸首钢京唐钢铁有限责任公司炼铁部生产技术室

收稿日期:2010-05-07

· 会议报道 ·

2010年全国非高炉炼铁学术年会 暨钒钛磁铁矿综合利用技术研讨会在攀枝花市召开

“中国金属学会2010全国非高炉炼铁学术年会暨钒钛磁铁矿综合利用技术研讨会”于2010年10月27~29日在四川攀枝花市召开。来自钢铁和钒钛生产企业、科研设计、大专院校等97个单位的221位代表参加了会议,有19位代表在大会上作了学术报告,33位代表分别在熔融还原和煤基直接还原分会场、煤制气-气基直接还原分会场以及钒钛磁铁矿资源的综合利用分会场作了技术交流报告。会议的主题是:研讨我国非高炉炼铁发展的方向,促进我国非高炉炼铁健康发展;探讨利用非高炉炼铁技术高效、清洁化利用钒钛磁铁矿资源的方向和技术,促进钒钛磁铁矿资源的综合利用产业发展。

与会代表认为,直接还原技术可以改善钢铁生产的能源结构,在节能减排、环境友好、资源综合利

用方面有明显优势,有广阔的发展前景;熔融还原是一项发展中的新技术,至今未能达到设计预期的目标,但熔融还原的环境友好、以煤代焦等优点迫使人们对这一新技术抱有期待,希望通过进一步努力,使熔融还原炼铁在我国得以发展。

我国在非高炉炼铁和资源综合利用技术开发方面做了大量工作,尤其是钒钛磁铁矿综合利用取得了许多可喜的进展。与会代表指出,非高炉炼铁和资源综合利用技术在先进性、生产规模、能耗、装备可靠性等方面还有待进一步改进、完善,任重而道远,需要大家共同协作,努力争取更大的进步。

会议期间,与会代表参观了攀枝花钢铁公司和四川龙蟒集团的转底炉-电炉钒钛磁铁矿综合利用新流程工业化试验生产线。 (本刊讯)