

首钢高炉降低焦比的技术实践

赵民革 由文泉

(首钢总公司)

摘 要 1991~1994年,首钢高炉经过了一轮大型化改造,5座高炉的平均容积接近2000 m³。近年来,为了探索高炉进一步实现低耗、高效及长寿的有效途径,结合生产实际,首钢开展了精料、提高风温、优化操作、加强炉体维护等多方面的研究。与1995年相比,1999年综合焦比降低了49.4 kg/t,尽管受生铁限产政策的影响,有效容积利用系数仍达到了2.14 t/(m³·d)。总结了这一实践的技术历程,并提出了未来几年首钢炼铁的发展方向。

关键词 炼铁 高炉 焦比

TECHNICAL WAY FOR DECREASING COKE RATE ON BLAST FURNACE AT SHOUGANG

ZHAO Mingge YOU Wenquan

(Shougang Corp.)

ABSTRACT The volume enlargement of blast furnace was carried out from 1991 to 1994 at Shougang and the average volume of five BF is near to 2000 m³. In recent years the efforts were paid to obtain low consumption and high productivity as well as long campaign. The paper describes the progress in beneficiation of raw materials, increase of blast temperature, improvement in operation and maintenance. Compared with 1995, the coke rate was decreased by 100 kg/t in 1999, higher productivity was obtained even with limited production. The future is also discussed.

KEY WORDS ironmaking, blast furnace, coke rate

1 前言

1919~1999年,首钢炼铁走过了80年的发展历程。在第一个30年间,共生产了28万t铁;在第二个30年里,建设了4座现代意义上的高炉,总容积达到3328 m³;1979年,装备有皮带上料、无料钟炉顶、顶燃式热风炉等多项先进技术的2号高炉易地大修后投入使用,首钢炼铁进入了一个崭新的时期。以1994年1号高炉完成扩容大修改造为标志,首钢高炉实现了高炉大型化,5座高炉的平均容积接近2000 m³,装备水平也上了一个新的台阶。近年来,首钢为了实现高炉进一步低耗、高效及长寿,结合生产实际,开展了精料、提高风温、优化操作、加强炉体维护等多方面的研究。1999年,尽管受生铁限产政策的影响,全厂焦比仍达到399 kg/t,煤比为

114 kg/t,有效容积利用系数达到2.14 t/(m³·d)。

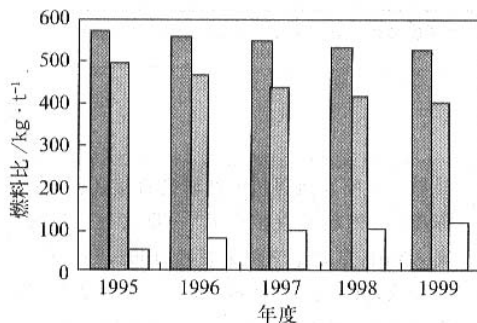


图1 近年来首钢高炉燃料比趋势

Fig.1 Trend of fuel ratio on Shougang
BF in recent years

■—燃料比; ▨—焦比; □—煤比

图 1 为近年首钢高炉燃料比趋势图。

2 首钢高炉装备及炉型概况

2.1 首钢高炉装备概况

上料系统。采用无料钟炉顶,除 5 号高炉外,均采用皮带上料;

热风炉系统。5 号高炉为内燃式热风炉,其余 4

座高炉均采用首钢自己设计制造的顶燃式热风炉。冷却系统。采用全冷却壁结构,炉缸材质为 HT200,炉身中上部材质为 QT400-18,炉身下部材质为 QT400-20。1、2、4 号高炉在炉腹以上区域,3 号高炉在炉身中、上部均采用软水密闭循环冷却。所用耐火材料情况见表 1。

表 1 高炉所用耐火材料情况
Table 1 List of refractories for Shougang BF

	一炉	二炉	三炉	四炉
内容积/m³	2536	1726	2536	2100
炉底炉缸	美国 NMD 碳砖,国产半石墨碳砖,法国陶瓷杯	美国 NMD 碳砖,国产半石墨碳砖	美国 NMD 碳砖,国产半石墨碳砖	美国 NMD 碳砖,国产半石墨碳砖
炉腰炉腹	NMD+粘土砖+	高密度粘土砖	NMD+高密度粘土砖	NMD+高密度粘土砖
炉身下部	高密度粘土 SiC 砖			Si ₃ N ₄ -SiC 砖+粘土砖
炉身上部	粘土砖+高铝砖	高密度粘土砖+高铝砖	粘土砖+高铝砖	粘土砖+高铝砖

2.2 高炉炉型特点

除了 5 号高炉以外,首钢其他 4 座高炉均采取了较矮胖的炉型设计。作者统计了较典型的欧洲、日本、前苏联、美国等高炉炉型参数,与首钢的对比见图 2。

3 高炉的低耗高效技术

3.1 改善原燃料质量,形成合理的炉料结构

(1) 含铁原料

首钢所用的熟料由北京地区和河北迁安地区的两个烧结厂和两个球团厂生产,以烧结矿为主。近年来,通过提高迁安矿山的自产精矿品位和采用秘鲁、澳矿、巴西富矿粉,烧结矿含铁品位有所上升,二氧化硅含量有明显下降,见图 3。1997 年以来迁安烧结厂通过对原有系统改造,还实现了小球团烧结^[1],迁安烧结矿质量得到明显改善,消除了首钢精料中

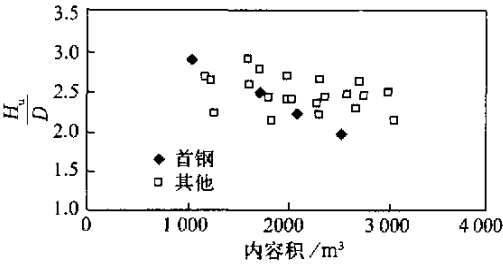


图 2 首钢高炉与国内外同级高炉 H_u/D 比较
Fig. 2 Comparison of BF H_u/D between Shougang's and others'

的薄弱环节。但是,与芬兰拉海的烧结矿相比,仍然差距较大。首钢在含铁原料上所做的另一个工作就是通过改进矿筛,提高了筛分效率,控制入炉料中小于 5 mm 的粉末不超过 5 %。

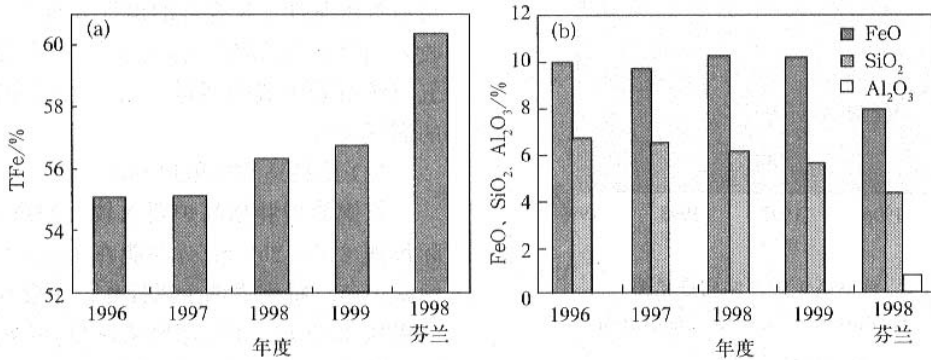


图 3 首钢烧结矿的变化趋势
Fig. 3 Advancement of sinter quality at Shougang

(2) 焦炭

首钢年产焦炭 190 万 t, 质量比较稳定。近年来, 由于焦比降低, 外购焦炭比例由 1995 年的 60 % 降低到 1999 年的 40 %, 通过加强管理, 严格外购焦采购标准, 灰分和硫逐年下降(图 4), 控制灰分不大于 13 %, 接近自产焦水平。

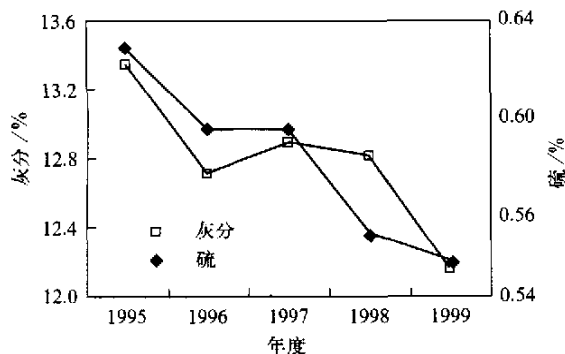


图 4 首钢外购焦炭质量的变化
Fig. 4 Quality change of purchased coke at Shougang

(3) 炉料结构

经过几年的努力, 首钢高炉炉料结构得到优化, 到 1999 年, 全厂入炉综合品位大于 58.60 %, 渣比降到 320 kg, 形成了“烧结矿 80 % + 球团矿 5 % + 生矿 15 %”的炉料结构, 见图 5。

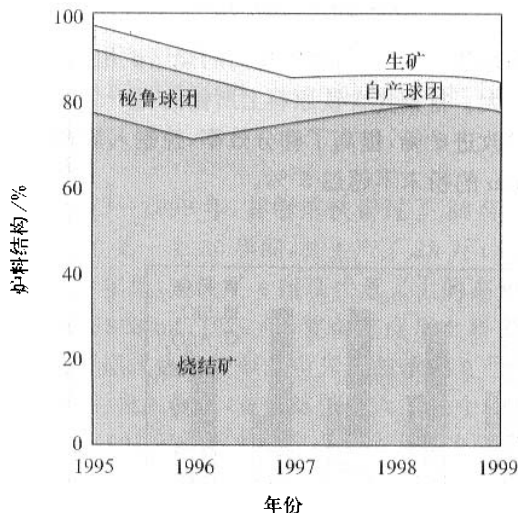


图 5 首钢高炉炉料结构进化图
Fig. 5 Evolution of burden constitution at Shougang BF

3.2 提高风温水平, 努力提高煤比

首钢热风炉使用的高炉煤气由于洗涤温度较高, 含尘值严重超标, 并含有大量的饱和水和机械

水, 顶燃式热风炉无法发挥其优势, 极大地影响了风温水平。针对这一具体情况, 安装了在线吹扫式旋流脱水器。高炉煤气在叶片和整流体的引导下, 产生高速旋流, 水滴和灰尘由于具有较大的密度而被抛向脱水器的管壁, 经疏水管流到水封, 最终由溢流管排出。脱水器安装在净煤气支管上, 每立方米可脱水 1~3 g。此外, 助燃空气预热系统的投入, 以及通过改善热风炉气流分布, 提高了热风炉热效率。全厂 5 座高炉的平均风温水平由 1995 年的 913 °C, 提高到 1999 年的 1050 °C, 在煤气饱和和水较低的情况下, 单座高炉目前能够达到 1100 °C 的水平。在没有富氧的情况下, 煤比水平逐年提高, 单座高炉达到了 130 kg/t 的水平, 图 6 为全厂的风温和煤比情况。

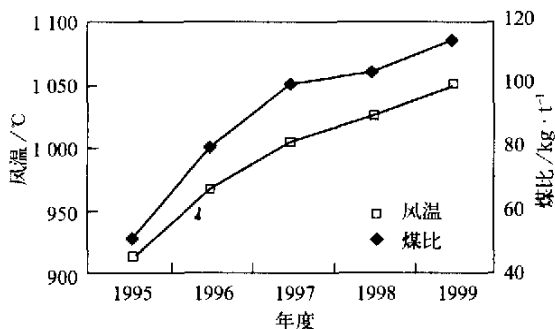


图 6 首钢近年来风温和煤比趋势图
Fig. 6 Trend of blast temperature and coal rate in recent years at Shougang

3.3 优化高炉操作, 寻求稳定、顺行的炉况

(1) 改善布料

利用炉料在料罐内的粒度偏析(开始粉末多), 按中间一边沿—中心加料, 称为“往复布料法”, 有利于疏导边沿、开放中心, 取得“W”型煤气分布, 这在目前首钢条件下是合理的煤气分布^[2]。尽管炉缸热收入相对不足, 还努力改善煤气利用, 煤气第一和第五点维持着气流的通道, 二、三、四点仍保持了较高的煤气利用。

(2) 维持适宜的鼓风动能

首钢的矮胖型高炉要求较大的风速和动能, 实际风速 230~250 m/s, 动能在 130~150 kW/s, 以活跃炉芯。特别强调全风操作。不管什么原因引起的慢风 10 h 以上时, 都要堵风口, 以保持足够的风速和动能, 达到快速恢复炉况的目的。操作上, 严格控制不超越“上限风压”和“上限风量”, 树立“不贪、不顶”的思想, 操作调剂上留有余地, 确保炉况顺行。

(3) 坚持充足的炉温

首钢没有富氧,风温也只有1060℃,RAFT保持在2000℃左右。实践中认识到对于矮胖型高炉,保持充足而稳定的炉温十分重要,不但有利于提高高炉寿命,而且是高炉稳定顺行的基础。当[Si]在0.35%~0.45%水平时,要求铁水温度不低于1470℃。

3.4 加强炉体维护,延长炉体寿命

逐渐完善的钛护炉制度较好地维护了炉缸,使高炉长寿的薄弱环节从炉缸转到炉身部位,尤其是炉身上部无冷区炉衬。高炉炉喉区域发生砖衬侵蚀严重,钢瓦烧损,炉皮跑火等现象。1995年以来,开展了高炉热喷补造衬的实践和研究,进行了20余次高炉喷补,基本上形成了定期喷补的机制^[4]。对于高炉喷补,持以下观点:

① 有效论:目前情况下,喷涂是一种延长炉衬寿命、维持合理炉型的有效办法,炉体寿命可延长到10年以上,而无需中修。

② 保护性喷补论(对于高炉炉身上部):高炉炉身上部炉况直接影响高炉布料,为保持较好生产指标和高炉长寿,特别是高炉的无冷区,应注意保持炉喉部位炉型的完整,因此,定期对高炉上部进行预防性、保护性喷补是几年来取得的一条成功经验。

③ 补救措施论(对于高炉炉身下部):炉身下部主要是靠渣皮来维持长寿,喷涂造衬不是最好的办

法,应尽量少用,但对已有坏水箱和坏水管的高炉,在采用修补措施时,喷补是必要的。

4 展望

通过以上论述,首钢炼铁在过去的五年里取得的成绩是显著的,但与国内外先进高炉的差距仍然存在。精料的问题还未完全解决;鼓风温度较低,炉缸热收入不足;喷煤品种单一,煤比不高;检测与控制水平有待改善。

尽管存在着很多困难,首钢高炉仍然坚持“精料、高风温、低富氧、大喷吹”的技术路线,并希望在高炉智能化操作上有所突破。在精料方面,通过优化配矿,提高自产及矿山烧结矿品位(57%),降低SiO₂,使综合入炉品位达到59%~60%,同时注重改善入炉焦炭的高温品质;在提高风温方面,由于北京市将原民用焦炉煤气退回,热风炉使用富化煤气成为可能,空煤气双预热措施及富化煤气的设施已进入施工,能够使使这一代高炉风温水平提高到1150℃;富氧措施也成为现实,新制粉喷吹系统的建成,不但制粉能力会有较大提高,还可实现2、3号高炉直喷,煤种得到优化,将旧有制粉系统改造成大布袋,实现短流程作业。在2000年完成这些工作后,首钢的炼铁将会登上新的水平,为我国的炼铁事业做出应有的贡献。

参 考 文 献

- 1 钱人毅. 首钢高炉炉料结构的改进. 钢铁,1999,(增刊),96~98.
- 2 ZHAO Ming, LIU Shuiyang. Study on Improvement of Operational Technology With Shougang PCI Blast Furnace. Oxygen-coal Iron-steelmaking International Conference Proceedings, Beijing, 1997, 60~67.
- 3 HAN Qing, ZHAO Ming. The Practice of Shougang No. 1 Low Shaft Blast Furnace. The Joint Symposium of the Chinese Society for Metals and Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Sept. 1999.

(上接第12页)

参 考 文 献

- 1 单继国,郑信懋,潘佐生,等. 小球烧结工艺应用效果. 烧结球团,1996,21(1):16~20.
- 2 单继国,石红梅,刘淑桂,等. 石灰分加和预制片小球团烧结法的研究. 烧结球团,1998,23(4):18~21.
- 3 许满兴,张宗旺,刘如军,等. 邯钢高炉原料的质量及分析. 烧结球团,1999,24(1):7.
- 4 Seiki Vagano. 福山钢铁厂烧成球团矿烧结法的工业生产. 肖一之译. 烧结球团,1992,17(1):50.