

# 首钢 2 号高炉的技术进步

王 涛 王颖生

(首都钢铁总公司炼铁厂,北京 100047)

**摘 要** 介绍首钢 2 号高炉大修采用的新技术、开炉操作和投产以来的生产情况。

**关键词** 高炉大修 新技术 开炉生产

## TECHNOLOGICAL IMPROVEMENT OF No.2 BF AT SHOUGANG CORP

WANG Tao WANG Yingsheng

(Ironmaking Plant, Shougang Corp.)

**ABSTRACT** This paper introduces new technologies adopted in the renewal of No.2 BF of Shougang Corp., blowing-in operation and recent production results.

**KEY WORDS** blast furnace renewal, new technology, blowing-in operation

### 1 前言

首钢 2 号高炉有效容积  $1\,726\text{ m}^3$ , 第 7 代炉役从 1991 年 5 月 15 日开炉, 至 2002 年 3 月 6 日停炉, 炉役期 10 年 10 个月, 总产生铁  $1\,428.9\text{ 万 t}$ , 单位炉容产铁量为  $8\,279\text{ t/m}^3$ 。通过 78 天检修, 第 8 代炉役于 2002 年 5 月 23 日开炉。这次大修是尽可能利用现有设施, 以“高效、低耗、长寿、清洁”为方针, 积极采用高风温、大喷煤、适量富氧、长寿命等先进技术和工艺, 使高炉生产达到“高效、低耗、长寿、清洁”。在资金允许的条件下, 引进部分国外先进的及国内目前尚不能生产的关键部位的耐火材料和自动化控制系统及设备, 使高炉寿命在不中修的条件下, 达到一代炉龄 15 年以上。2 号高炉在 5 月顺利开炉达产的基础

上, 近 5 个月生产炉内顺稳, 焦炭负荷逐步加重, 风温不断提高, 目前高炉风温  $1\,250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 焦比  $300\text{ kg/t}$ 、煤比  $170\text{ kg/t}$ 。

### 2 2 号高炉的技术进步

#### 2.1 炉型优化

这次大修对原 2 号高炉的炉型进行了优化, 增大了炉缸、炉喉、炉腰直径, 在有效高度不变情况下, 使  $H_0/D$  由 2.495 降到 2.461。相应的减小了炉腹角和炉身角, 为了降低炉缸铁水的环流, 死铁层高度由  $1.4\text{ m}$  加深到  $1.8\text{ m}$ , 以利于延长炉缸寿命。另外, 将原来的 26 个风口变为 24 个, 取消了渣口。2 号高炉新旧炉型参数对比见表 1。

表 1 2 号高炉新旧炉型对比

项目	炉缸直径/ mm	炉腰直径/ mm	炉喉直径/ mm	炉缸高度/ mm	炉腹高度/ mm	炉腰高度/ mm	炉身高度/ mm	炉喉高度/ mm	风口高度/ mm	炉腹角	炉身角
原 2 号炉	9 600	10 700	6 600	3 700	3 200	2 000	16 000	1 800	3 200	$80^{\circ}14'51''$	$82^{\circ}41'55''$
新 2 号炉	9 700	10 850	6 800	4 000	3 100	2 000	15 600	2 000	3 300	$79^{\circ}29'31''$	$82^{\circ}36'14''$

## 2.2 原料系统改进

积极采用精料技术。采用首钢自行开发研制的高效振动筛,加强仓下炉料的筛分,使 $<5\text{ mm}$ 的入炉料控制在5%以内。同时增加了焦丁回收装置,回收 $10\sim 25\text{ mm}$ 的焦丁,与矿石混装入炉,提高高炉透气性,降低焦比。回收碎矿中 $>5\text{ mm}$ 的合格烧结矿,提高矿石利用率,降低原料消耗。

## 2.3 水冷无料钟炉顶设备

采用首钢自行开发研制的水冷无料钟炉顶设备,并增设了液压比例调节阀,完善了多环布料功能。可以节约气密箱冷却用氮气消耗;采用进一步完善的多环布料技术可以提高高炉煤气利用率,降低焦比,延长高炉寿命。

## 2.4 延长高炉寿命

(1) 根据首钢多年的设计和生产实践,引进美国UCAR公司的热压炭砖,用于炉缸部位并适当减薄炉缸内衬厚度,提高冷却系统的能力。在炉底采用法国SAVOIE公司生产的莫来石质陶瓷垫;风口采用法国大型组合砖。满铺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。

(2) 高炉炉腹以上采用软水密闭循环冷却系统,以延长冷却器的使用寿命。

(3) 在炉腹、炉腰、炉身下部采用3段由首钢自行开发设计的铜冷却壁,材质为TU2轧制铜板,冷却通道钻孔成型,提高了冷却效率,是一种新型的无过热冷却壁。

(4) 在炉腹下部和炉身中下部采用双排管第3代冷却壁,冷却壁沟槽内镶填专用SiC捣料,以提高冷却壁的挂渣性能。

(5) 在炉身上部,取消无冷区,增加2段铸铁水冷壁,水冷壁直接与炉料接触,最上一层取消了耐火材料内衬。

(6) 炉腹下部区域采用 $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$ 砖和高密度粘土砖组合砌筑,砖衬总厚度 $400\text{ mm}$ ;炉腹上部、炉腰、炉身区域采用致密烧成铝炭砖和高密度粘土砖组合砌筑;砖衬厚度 $400\text{ mm}$ ;炉身上部采用高密度粘土砖。

## 2.5 送风装置

采用最新开发设计的送风装置,以适应 $1\,250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高风温的要求。加强了送风组件的密封,对鹅颈管结构进行了改进和优化。

## 2.6 炉前机械

提高炉前机械化水平,采用矮式液压泥炮,气—液混合开口机,液压挖掘机等装备。原有2个铁口设备位置不变,增设1台环行吊车。采用半储铁式主沟形式,渣铁沟重新设计,风口平台适当调整,将铁口吸烟罩由一侧吸改为两侧吸并增加了顶吸,解决开、堵铁口时的烟尘外逸问题。

## 2.7 提高风温

采用达涅利—康利公司(原霍高文公司)高风温技术,新建3座改造型内燃热风炉,利用原有的两座热风炉预热助燃空气( $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),利用热风炉烟气余热,采用热管换热器预热煤气( $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),在全烧高炉煤气作业的条件下使风温达到 $1\,250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## 2.8 环境保护

在原有除尘设施的基础上,进一步完善了供料、料仓、炉前等系统的除尘装置;为减小二次扬尘,重力除尘器卸灰采用了加湿卸灰机。在所有风机的进风口和放散阀处,均设置了消音器,以降低噪音污染。

## 2.9 自动化装备水平

采用芬兰的人工智能专家冶炼系统,提高高炉操作的准确性和预测性。

为了提高高炉喷煤技术装备和喷煤量。采用了中速磨制粉,总管加分配器的长距离直接喷吹工艺,已于去年年底投产,生产正常。

## 2.10 湿式煤气除尘系统

按高炉煤气全湿式除尘要求进行全面改造,将“并联供水”改为“串联供水”工艺,可以节水21%。

## 2.11 给排水系统

对联合泵站进行系统调整改造,增加一个新的水泵站,提高炉体冷却效率,延长寿命,增加高炉供水的安全及事故应变能力,降低水耗。

## 2.12 电力系统

将炉区主电室改造为低压主电室,增加高压主电室,并对有关电磁站做相应调整改造,采用同步电机,提高用电效率,降低生产运行费用。

## 2.13 压差发电系统

对TRT进口旁通阀组及执行机构更新,液压系统、大型阀门、检测仪表更新。TRT密封氮气系统增设干燥、脱水、增压设施,以提高发电能力,增加二次能源利用。

## 2.14 高炉鼓风机系统

高炉鼓风机采用动力厂2号鼓风机(因风机小需改造),为了满足2号高炉增加风量的需要,对6号风

机空气过滤器进行更新改造,增设一段供2号高炉的供风联络管线,作为2号高炉的备用风机。

3 开炉后的生产实践

3.1 开炉

此次开炉采取半木柴法,炉缸共码放道木1100根,全炉焦比3.4 t/t。间隔开一半(12个)风口。5月23日12:18分送风,随着出铁的顺利进行,不断开风口,有计划、有步骤地加风,扩大矿批、减少底焦加重焦炭负荷,降低焦比。开炉第8天利用系数达到了

2.041,第9天风温达到了1 000℃,焦炭负荷达到了4.0以上,煤比100 kg/t铁以上(表2)。

3.2 近期生产

由于检修质量过关,开炉后没有进行长期停风,在以后的生产中,随着6月25日热风炉煤气预热和9月6日空气预热的投入使用,在全烧高炉煤气的情况下,风温逐步提高1 250℃,7月8日高炉富氧投入运行,为进一步加重焦炭负荷,降低焦比提高了保证,目前高炉焦炭负荷逐步达到了5.30,焦比300 kg/t、煤比170 kg/t(表3)。

表2 2号高炉开炉生产数据

时间	开风口数/个	风量/ $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	风温/ $^{\circ}\text{C}$	利用系数/ $\text{t} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$	焦比/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$	焦炭负荷/ $\text{t} \cdot \text{t}^{-1}$
2002-05-23	12	1 340	860	0	985	2.17
2002-05-24	18	1 500	650	0	882	2.5
2002-05-25	19	2 230	718	0.702	652	3.2
2002-05-26	20	2 800	882	1.184	601	3.5
2002-05-27	20	2 911	867	1.703	477	3.7
2002-05-28	20	2 840	912	1.673	456	3.8
2002-05-29	21	2 950	922	1.824	417	3.85
2002-05-30	22	3 250	988	2.401	390	3.92
2002-05-31	22	3 300	1 011	1.607	393	4.01

表3 近期主要技术经济指标

时间	风量/ $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	富氧率/%	风温/ $^{\circ}\text{C}$	利用系数/ $\text{t} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$	焦比/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$	小焦比/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$	煤比/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$
2002-05	2 685	0	901	1.513	594.9	0	87.2
2002-06	3 332	0	1 000	2.160	383.9	6.3	107.6
2002-07	3 284	0.476	1 085	2.232	338.9	7.2	153.8
2002-08	3 340	0.61	1 100	2.300	345.5	7.4	166.5
2002-09	3 329	0.68	1 160	2.428	322.4	7.1	164.5
2002-10(上旬)	3 372	0.60	1 219	2.600	292.7	7.5	165.0

注:目前使用2号风机,风量偏小,不能完全满足要求

4 结论

- (1) 2号高炉7、8天的大修是成功的,检修质量是优质的。
- (2) 采用全烧高炉煤气的热风炉达到1 250℃

风温是可行的。

- (3) 在首钢目前原料条件下,使用高温低富氧焦比和煤比实现300 kg/t、180~190 kg/t是能够的。
- (4) 这次大修采用的新技术在高炉生产中将不断发挥其功效,有利促进高炉技术指标的进步。