

宝钢 3 号高炉实现高利用系数技术研究

林 成 城

(宝山钢铁股份有限公司)

摘 要 宝钢 3 号高炉通过生产攻关,实现高利用系数冶炼,实际利用系数最高达到 2.427。重点研究了不同生产条件下,高利用系数冶炼生产技术,特别分析了在原燃料恶化的条件下,实现高利用系数的生产技术,并进行理论分析和研究,为高炉进一步实现高利用系数提供依据。

关键词 高炉 利用系数 原燃料

Technology research achieving high productivity for Baosteel's No. 3 BF

Lin Chengcheng

(Baoshan Iron and Steel Co., Ltd.)

Abstract The No. 3 blast furnace had achieved high productivity though production hard. The highest productivity reached 2.427 t/(m³·d). The paper centres on studying production technology of high productivity in distinct conditions of production. It particularly analyses production technology of high productivity in raw and fuel material quality worsen. It provides basis for higher productivity and directs blast furnace production.

Key word blast furnace productivity raw and fuel material

1 概述

高产、长寿、低成本是国内外高炉追求的主要目标,高产与长寿和低成本之间是相互矛盾和相互制约的。提高高炉利用系数,提高冶炼强度,不利于高炉长寿;实现高利用系数,需要优质的原燃料条件,又限制了铁水成本的降低。因此,在保证高炉长寿的前提下,提高高炉利用系数,是当前一个重要课题。同时,追求高炉效益最大化,在不同原燃料条件下,特别在原燃料条件恶化的情况下,如何实现高利用系数也是一个重要课题。

宝钢自从三期工程投产,后道工序的生产能力远远大于高炉的生产能力,高炉成为公司的生产瓶颈,特别在市场好的情况下,提高高炉利用系数尤为重要。另外,目前市场竞争激烈,要求不断降低铁水成本,使用廉价原燃料,必然导致高炉炉料质量降低,在这种情况下,如何提高高炉利用系数需要攻关研究。

宝钢 3 号高炉自从 1998 年喷煤比突破 200 kg/t,高炉冶炼技术取得突破性进步,主要技术经济指标达到世界领先水平,一直保持喷煤比 200 kg/t,高炉日产量万吨以上。但近几年,韩国和日本的炼铁技术也取得较大进步,韩国浦项阳光厂

的 3 号高炉(3 800 m³)、浦项厂的 4 号高炉(3 795 m³)和日本 NKK 京滨厂的 2 号高炉(4 060 m³)的利用系数最高值达到和接近 2.7 的水平,它们的喷煤比在 150 kg/t 以下。在目前状况下,如果降低喷煤比,必然影响铁水成本,因此,在保持高喷煤比的条件下,特别在目前市场情况下,实现更高的利用系数技术需要进一步研究,形成系统的核心技术,从而继续保持宝钢炼铁技术世界先进水平。

2 3 号高炉实现高利用系数生产研究

2.1 生产实绩

从 2002 年 1 月至 2003 年 5 月,3 号高炉日产量和利用系数推移图如 1 所示。从图 1 可以看出,3 号高炉利用系数基本维持在 2.4 左右,其中有两个阶段高炉利用系数平均达到 2.42 以上,2002 年 1~2 月(第一阶段)和 2003 年 1 月(第二阶段)。这两个阶段,虽然利用系数平均达到 2.42 以上,但生产条件有所不同,原燃料条件发生了变化,主要操作参数也不一样,重点对这两个阶段进行分析,开发不同生产条件下,特别是不同原燃料条件下实现高炉高利用系数的技术。

2.2 生产条件分析

两个高利用系数阶段生产条件对比见表 1,高

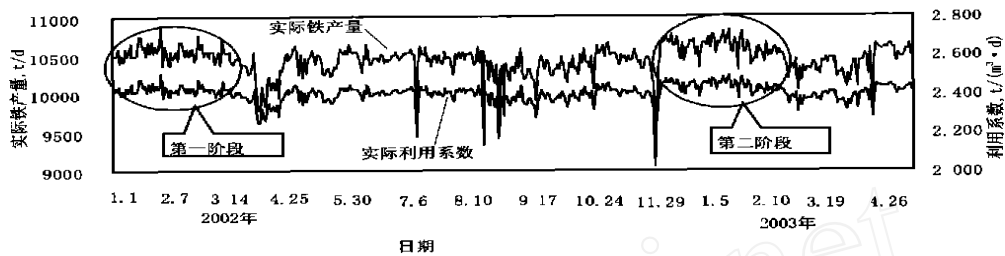


图1 3号高炉日产量和利用系数推移图

表1 两个阶段生产条件对比

项目	指标	第一阶段	第二阶段
送风制度	风量	高,6920~6950m ³ /min	低,6850m ³ /min
	富O ₂ 量	低,16000m ³ /h	高,18000m ³ /h
	富氧率	低,2.93%左右	高,3.3%左右
	BT(风温)	1250	1250
	BH(鼓风湿度)	8~9g/m ³	10g/m ³
	TF(理论燃烧温度)	2130	2170
	BP(风压)	较低,400~405kPa,压差160~165kPa左右	较高,415~420kPa,压差175~180kPa
	CO	52%	52%,更高
热制度	PT(铁水温度)	1505~1510	1505~1510
	[Si]	0.28%左右	0.28%左右
	[S]	0.022%	0.020%
造渣制度	R	1.23	1.22
	(MgO)	7.5%左右	>8.0%
	(Al ₂ O ₃)	<14.8%	>14.8%
	渣比	<250kg/t	>250kg/t
原燃料消耗	焦比	275kg/t左右	270kg/t左右
	煤比	202~205kg/t	202~205kg/t
	燃料比	495kg/t左右	495kg/t
	矿铁比	1606kg/t	1590kg/t
焦炭	平均粒度	58mm	<55mm
	灰分	10.8%~11.2%	11.3%
烧结矿	TFe	>59%	<59%
	FeO	7.0%~8.0%	7.5%~8.5%
	<5mm比例	4%~5%	3.5%

利用系数阶段高炉主要操业参数如图2所示。

从两个阶段操业主要参数对比可以看出:因为不断推进降成本工作,高炉逐步使用一些廉价原燃料,其原燃料质量整体呈下降趋势,焦炭灰分上升,粒度减小,烧结矿全铁含量降低,FeO含量增加,操作技术必然进行对应调整。

因为原燃料条件恶化,高炉透气性变差,风压上升,因此,第二阶段减少风量,提高氧量,提高富氧率,减少炉腹煤气量,目的是降低和稳定风压。

由于生产条件和状况的变化,两个阶段高炉煤气流分布调整也相应变化。

第一阶段,适当缩小风口面积。因为原燃料条件良好,高炉容易接受风量,采用大风量,可以保证中心煤气流,上部通过无料钟炉顶布料挡位进行调整,适当疏松边缘煤气流,并适当控制中心煤气流,保证煤气流均匀分布。

第二阶段,适当扩大风口面积。因为原燃料条件变差,高炉透气性差,不容易接受风量,扩大风口面积,减少鼓风量,有利于改善料柱透气性,而上部使用无料钟炉顶布料挡位适当控制边缘煤气流,发展中心煤气流,保证稳定均匀的煤气流分布。

根据不同生产条件,两个阶段煤气流分布调整

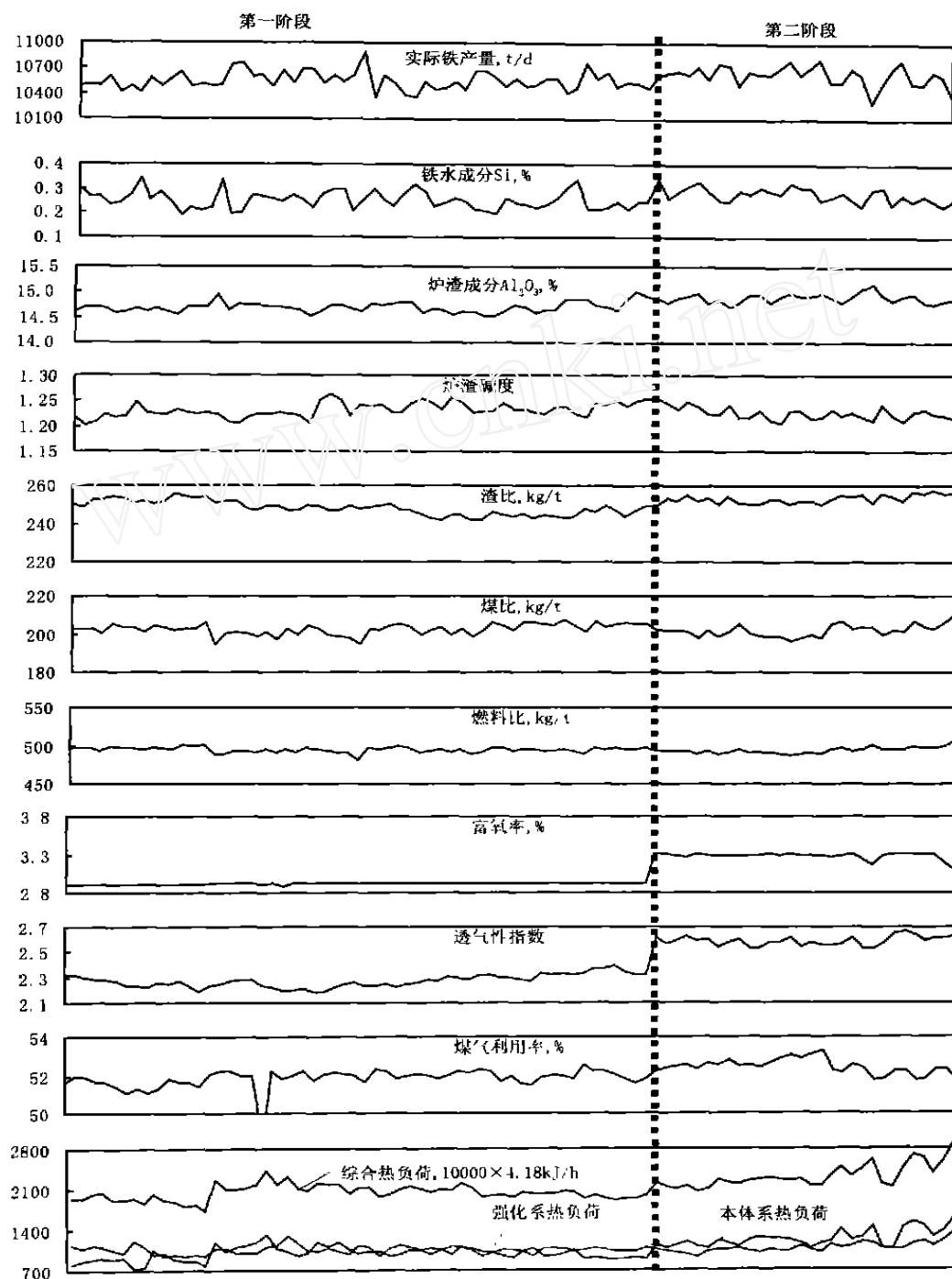


图2 高利用系数阶段高炉主要操业参数

是合理的,高炉稳定顺行,煤气利用率高,都在52%以上。

3 实现高利用系数的措施

3.1 合理调剂风量和氧量

根据不同的原燃料条件,合理调节风量和氧量,调剂不同富氧率,保证高利用系数实现。在原燃料

条件良好时,提高风量,控制氧量,保证足够的鼓风动能,延长回旋区,活跃炉缸状态;在原燃料条件恶化的情况下,减少风量,提高氧量,提高富氧率,减少炉腹煤气量,改善高炉料柱透气性,同时提高富氧率,可以提高喷吹煤粉燃烧率,减少未燃煤粉量,也有利于透气性的改善。

3.2 调节风口面积,达到初始煤气流合理分布

根据冶炼强度、风量和氧量的总量,结合3号高炉炉型,合理调节风口面积,一般控制一定风口流速,保证适宜鼓风动能,可以保证足够的中心煤气流和适宜的边缘煤气流,达到合理初始煤气流分布。当原燃料条件恶化时,需要适当扩大风口面积,以降低风压,保证煤气流吹透中心,同时适当发展边缘煤气流,有利于改善高炉料柱透气性,达到均匀煤气流分布。

3.3 调整布料挡位,确保煤气流稳定均匀合理分布

布料挡位作为煤气流上部调剂手段,要与下部调整相配合,以炉况稳定顺行为目标,既保证中心煤气流,又要保证适宜的边缘煤气流。3号高炉调整布料挡位,保证高炉炉墙热负荷稳定,热负荷控制在 $2000 \times 4.18 \times 10^4$ kJ/h,煤气利用率52%以上,风压稳定,炉喉钢砖温度8点均匀,在380左右。矿石和焦炭的布料挡位,是根据生产条件变化进行对应调整,当原燃料条件恶化时,需要适当疏松边缘煤气流,确保炉墙温度稳定;当初始煤气流分布变化时,例如风口面积扩大、富氧率提高等,初始边缘煤气流发展时,需要适当控制边缘煤气流,反之亦然。

实现高利用系数,需要适当发展边缘煤气流,使高炉内高温区下移,降低软熔带位置,扩大间接还原区域,缩小直接还原区域,既可保证高炉煤气充分利用,减少燃料消耗,保证热量充沛,又可提高反应速率,缩短反应时间,从而提高产量。

3.4 控制高顶压

3号高炉设计最高顶压为250 kPa,尽量控制高顶压,一般为240~245 kPa,在高冶炼强度条件下,炉腹煤气量增加,提高顶压,可以降低煤气流速,控制炉身煤气流速2.8 m/s,改善煤气充分利用,提高煤气利用率,为实现高利用系数创造条件。

3.5 控制适宜的造渣制度

高炉炉渣良好的流动性和稳定性是实现高利用系数的重要保证,根据原燃料条件,控制合理的炉渣成分和碱度,当炉渣中 Al_2O_3 增加时,特别是 Al_2O_3 含量大于15%时,需要调整控制适宜的MgO含量,保证炉渣粘度小于0.35 Pa·s。适当控制高炉渣碱度,一般为1.22左右,可以抑制 SiO_2 的还原反应,保持充沛的炉缸温度。

3.6 确保良好的炉缸工作状态

良好的炉缸工作状态是实现高利用系数的重要保证,除了调整合理煤气流分布,保证炉缸活跃以

外,3号高炉还主要控制两个指标:一是保证充沛的铁水温度,进行低硅冶炼。通过上下部综合调剂,降低高炉软熔带位置,降低直接还原度,确保炉缸热量充足,铁水温度控制在1505~1510, [Si]含量控制在0.25%~0.28%;二是控制适宜的炉芯温度。炉芯温度较高,说明炉缸较活跃,出渣铁稳定,出铁时间稳定,2~2.5 h出一次铁,日出铁次数11次左右。炉芯温度与日出铁次数的关系如图3所示。

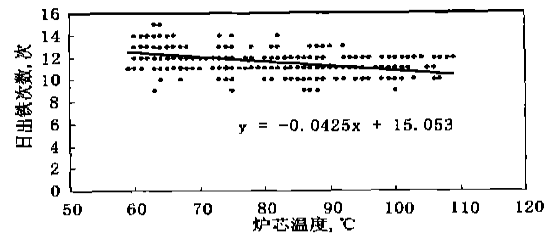


图3 炉芯温度与日出铁次数的关系

4 结语

(1)通过技术攻关,宝钢3号高炉实现了高利用系数冶炼,利用系数达到2.427。同时,开发研究不同原燃料条件下,高利用系数冶炼技术。

(2)实现高利用系数的关键是调剂合理的煤气流分布,根据不同生产条件和原燃料条件,通过上下部综合调剂,达到合理煤气流分布。在保证顺行的前提下,尽量使软熔带根部下移,降低软熔带高度,增加间接还原反应,提高反应速率,从而提高高炉产量。

(3)根据各种原料综合冶金性能,进行合理炉料结构配矿,缩小软化区间和软熔区间,降低煤气流阻力,同时,尽量减少使用冶金性能不稳定的矿石,有利于提高利用系数。

(4)提高富氧率对改善高炉透气性,提高利用系数均有促进作用。在目前生产条件下,3号高炉继续提高利用系数,从提高富氧率方面还有潜能。

(5)良好的炉缸工作状态是实现高利用系数的重要保证,因此,要保证炉缸热量充沛,出铁稳定。

联系人:林成城 高级工程师 电话:021-26647416

E-mail:hjliu@baosteel.com

(200941)上海市宝山区宝山钢铁股份有限公司炼铁厂

收稿日期:2004-05-28