

## 首钢高炉使用澳块矿的生产实践

马泽军 王颖生 张卫东

(首钢总公司)

### 1 引言

首钢高炉用澳块矿始于70年代,入炉比例曾达到25%,后因生产规模的扩大、原燃料供应紧张、质量大幅度下降等原因,入炉比例始终不高,1999年至2001年仅维持在13%~16%。由于澳块矿是生矿,冶金性能较人造富矿差,但是澳块矿在价格上有较大优势。为了降低生铁成本,国内外大型钢铁企业都在努力增加生矿配比。首钢近几年的炼铁

原燃料的质量有了很大提高,为增加澳块矿配比创造了条件。2001年首钢炼铁厂共耗用澳块矿163.92万t,2002年预计达到180万t。目前所用块矿为澳大利亚哈默斯利块矿。

### 2 高炉用澳块矿配比及相关技术指标分析

首钢1、3号高炉(2536m<sup>3</sup>)、4号高炉(2100m<sup>3</sup>)1999年至2002年5月澳块矿使用及相关技术指标的对比分析见表1。

由表1可以看出:(1)2002年澳块矿配比

表1 高炉近年使用澳块矿情况和技术指标

项 目	澳块矿配比		利用系数 t/(m <sup>3</sup> ·d)	焦比 kg/t	煤比 kg/t	压差 MPa	渣比 kg/t	透气性指数
	%	t						
1号高炉	1999年	15.29	2.137	386.7	124.1	0.135	317	37813
	2000年	15.55	2.254	374.9	122.1	0.136	314	37621
	2001年	14.34	2.119	372.2	134.6	0.138	302	36625
	2002年1~5月	18.22	2.357	328.4	158.4	0.141	287	35226
	2002年5月	20.59	2.334	331.3	160.3	0.142	291	34970
3号高炉	1999年	15.02	2.240	388.9	109.6	0.141	321	36256
	2000年	15.63	2.187	379.8	115.4	0.135	317	36021
	2001年	16.02	2.309	353.6	141.2	0.133	309	36551
	2002年1~5月	16.93	2.352	332.0	156.4	0.132	302	36185
	2002年5月	18.46	2.369	336.2	164.5	0.133	306	36405
4号高炉	1999年	13.28	2.177	409.2	107.4	0.127	347	34789
	2000年	14.63	2.150	397.4	117.7	0.127	332	35045
	2001年	13.28	2.238	387.1	115.0	0.130	322	34706
	2002年1~5月	18.24	2.296	376.5	118.5	0.131	319	33994
	2002年5月	19.91	2.232	380.0	123.2	0.131	318	34027

有了较大提高。(2)高炉利用系数、焦比、煤比等主要技术经济指标并没有变差。以3号高炉为例,随着澳块矿配比的逐步增加,焦比以每年10~20kg/t的速度持续降低(如图1所示)。(3)高炉透气性指数也没有明显地降低(3号高炉透气性指数的变化如图2所示)。这说明首钢高炉澳块矿配比提高到18%是相当成功的。

### 3 澳块矿配比提高的原因分析

随着首钢炼铁生产规模的逐步扩大,为了降低生产成本,原燃料在满足供需平衡的基础上,必须向提高质量的深层次发展。

#### 3.1 焦炭质量的变化

1999年至2001年首钢自产焦炭性能指标见表2。从表2可以看出,焦炭质量逐年提高。特别是一、二、三炼焦的冷强度指数M<sub>40</sub>

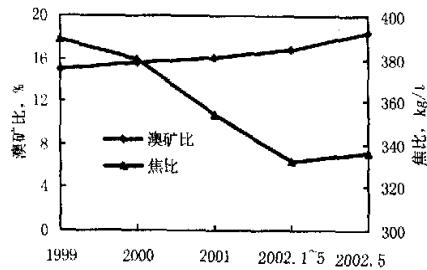


图1 3号高炉焦比随澳块矿配比的变化

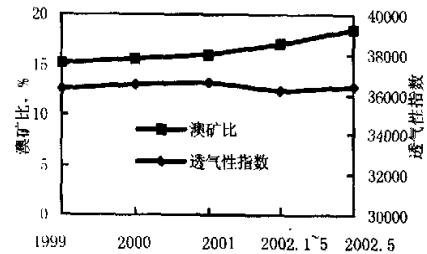


图2 3号高炉透气性指数随澳块矿配比的变化  
达到82.5%以上，其中一炼焦改干熄焦之后，不但减少了烟尘排放、回收利用了红焦余热发电，而且焦炭的冶金性能也得到极大的改善。

改善， $CRI$ 降低到20%~22%， $CSR$ 提高到68%~70%。由于干熄槽内充入 $N_2$ 缓慢冷却，降低了焦炭的内应力，使得 $M_{40}$ 由湿熄焦的78%提高到85.5%，从而改善了料柱透气性，为提高澳块矿配比、提高煤比、降低焦比、降低成本创造了条件。

表2 自产焦炭成分和冶金性能，%

项目	灰分	S	$M_{40}$	$CRI$	$CSR$
1999年	12.31	0.60	77.6	28.2	64.6
2000年	12.11	0.58	78.1	27.4	64.8
2001年	12.02	0.58	80.2	24.1	65.5

### 3.2 矿石质量的变化

1999年至2002年5月主要铁矿石品位的变化见表3。由表3可以看出，两种烧结矿品位和碱度逐年提高；两种主要的酸性矿——澳块矿和氧化球团矿的品位也是逐年提高的， $SiO_2$ 含量逐年降低。为增加澳块矿配比、降低生产成本创造了条件。

### 3.3 澳块矿冶金性能的变化

澳块矿冶金性能变化见表4。由表4可以看出：①澳块矿的还原性能好，比球团矿高

表3 近年矿石质量的变化情况

项目	综合品位 %	渣比 kg/t	北烧结矿		矿山烧结矿		澳块矿		氧化球团矿	
			品位，%	R	品位，%	R	品位，%	$SiO_2$ , %	品位，%	$SiO_2$ , %
1999年	58.58	322	56.92	1.60	56.80	1.58	65.05	2.68	64.52	6.62
2000年	58.64	319	57.02	1.63	57.23	1.59	64.95	2.80	64.92	6.27
2001年	59.01	314	57.58	1.68	57.36	1.63	65.48	2.44	65.34	5.20
2002年1~5月	59.55	302	58.01	1.73	57.55	1.68	65.46	2.35	65.30	5.10

表4 近年来澳块矿冶金性能的变化情况

日期	矿种	$RI$ %	$RD$ I, %			$T_{10\%}$ C	$T_s$ C	$T_d$ C	$\Delta P_m$ Pa	$\Delta T$ C
			+6.3mm	+3.15mm	-3.15mm					
1996.5	澳块矿	69.48	51.87	75.05	24.95	997	1084	1424	4748	340
1999.9	澳块矿	71.65	53.30	75.60	24.40	1000	1057	1384	4225	327
2000.2	澳块矿	76.54	56.37	75.92	24.08	998	1050	1359	3484	309
2001.4	澳块矿	77.51	58.30	76.15	23.85	1002	1068	1362	3235	294
2000.9	氧化球团矿	64.28	64.85	81.63	18.27	992	1240	1387	2891	147
2002.4	烧结矿	73.45	40.12	64.08	35.92	1150	1323	1451	3232	128

注： $RI$ 为还原度指数； $RD$ I为还原粉化指数； $T_{10\%}$ 为试样体积收缩10%时的温度； $T_s$ 为试样开始熔融时的温度； $T_d$ 为试样开始滴落时的温度； $\Delta P_m$ 为试样开始滴落时的压差值； $\Delta T$ 为熔滴温度区间。

12个百分点,有利于降低焦比。②虽然澳块矿开始熔融温度较低,软熔区间较宽,但其滴落时的压差值是逐年降低的,2001年4月已达到烧结矿的水平,比1996年约降低30%,在很大程度上缓解了料柱压差升高。③澳块矿低温还原粉化指数(-3.15 mm)一直比较稳定,其值介于球团矿与烧结矿之间。所以,随着澳块矿品位的提高和冶金性能的改善,其价格上的优势越来越明显。

综上所述,就首钢18%的澳块矿配比而言,通常所说的较高比例的澳块矿加入量带来的软熔温度低、软熔区间宽、软熔带压差高、透气性指数降低等问题,已有可能被原燃料质量及澳块矿本身性能的逐年提高所克服,高炉顺行和可操作性都得到了保证。

#### 4 澳块矿配比增加后的生铁成本变化

澳块矿配比增加对高炉透气性影响这一

问题的解决,使澳块矿在价格上的优势更加明显。2001年首钢澳块矿配比为13.1%,原料费572.75元/t;2002年5月澳块矿配比为17.82%,原料费降至562.22元/t。

#### 5 澳块矿配比继续增加须注意的两个问题

##### 5.1 澳块矿配比达到20%后对燃料比影响

2002年5月,在原燃料条件基本稳定的情况下,首钢1、4号高炉澳块矿配比达到20%后,主要技术指标的对比见表5。由表5可以看出,1号高炉透气性指数由35.290下降到34.970,燃料比升高了6.3 kg/t;4号高炉虽然能保持在34.000左右,但装料制度作了调整,致使燃料比上升了16.7 kg/t。4号高炉燃料比上升较多的原因是澳块矿筛分设备能力不足,筛网面积比1号高炉小30%~40%,大量粉末入炉造成压差升高,高炉被迫调整装料制度,以保证高炉顺行。

表5 澳块矿配比达到20%对燃料比的影响

炉别	日期	澳块矿配比,%	焦比,kg/t	煤比,kg/t	焦丁比,kg/t	燃料比,kg/t	透气性指数
1号高炉	2002年1~4月	17.60	327.7	157.9	18.3	503.9	35290
	2002年5月	20.59	331.3	160.3	18.6	510.2	34970
	比较	+2.99	+3.6	+2.4	+0.3	+6.3	-320
4号高炉	2002年1~4月	17.81	375.7	117.3	16.8	509.8	33980
	2002年5月	19.91	380.0	123.2	23.3	526.5	34027
	比较	+2.10	+4.3	+5.9	+6.5	+16.7	+47

#### 5.2 雨季对澳块矿配比的影响

首钢炼铁厂原料生矿仓包括各高炉的生矿仓总共能储存12 000 t澳块矿,若按18%的澳块矿配比仅够用36 h,所以按通常运输状况,70%的澳块矿都只能卸在露天料场。雨季到来时装的澳块矿粘的粉末特别多,筛分根本解决不了问题,澳块矿配比高时,将严重影响高炉的透气性,这也是每年7、8月份澳块矿配比是全年最低的主要原因。生矿储存时的防雨工作应引起重视。

#### 6 结语

(1) 澳块矿是生矿,其冶金性能虽然比球团矿略差,但其巨大的价格优势,在降低生铁成本上的巨大潜力,使其成为目前首钢高炉主要使用的酸性矿石。

(2) 首钢近几年原燃料质量整体提高,以及澳块矿本身品位、冶金性能的提高,极大地改善了高炉料柱透气性,为增加澳块矿配比创造了条件。

(3) 就目前首钢原燃料的质量条件,澳块矿配比达到18%,不会影响高炉顺行和技术经济指标,从而带来生铁成本的显著降低。

(4) 澳块矿配比达到20%后会对高炉顺行及技术指标带来一定影响,但成本不会升高,若比例继续增加需进行试验研究,同时还要解决筛分和防雨的问题。

联系人:马泽军 工程师

(100041)北京市石景山区首钢炼铁厂

收稿日期:2003-03-03