

宋阳升 主编

高炉富氧 喷煤技术 的新进展



GAOLU FUYANG
PENMEI JISHU DE
XINJINZHAN

冶金工业出版社

TF538.6-53
9600200

高炉富氧喷煤技术的新进展

宋阳升 主编

冶金工业出版社

(京)新登字 036 号

图书在版编目(CIP)数据

高炉富氧喷煤技术的新进展/宋阳升主编. —北京:冶金工业出版社,1995.4

ISBN 7-5024-1717-6

I. 高… II. 宋… III. 高炉炼铁-喷煤 技术-文集 IV. TF538.6-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 06542 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

有色曙光印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1995 年 4 月第 1 版, 1995 年 4 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 8.625 印张; 226 千字; 266 页; 1-1000 册

12.00 元

前 言

70年代末,由于发生了第二次石油危机,世界范围内高炉停止喷油。为了避免全焦操作,高炉又开始喷煤,尤其是西欧、日本发展很快。进入80年代中后期,在西欧和日本,一些钢铁企业焦炉已大量老化,由于环保原因,新建焦炉可能性不大,这样为保持原有的钢铁生产能力,必须大量喷煤以取代焦炭。由于全世界范围内,炼焦用煤的资源 and 产量是有限的,全球性地感到了炼焦用煤的危机。另外,钢铁产品的竞争日益激烈,迫切要求降低成本。因此,高炉采用大量喷煤技术已成为必然。

我国从1964年开始喷煤,是世界上使用喷煤技术较早的国家之一。但由于能源政策等问题,喷煤技术没有得到更大的发展。在80年代中后期,我国把高炉大量喷煤技术作为发展钢铁工业的战略性措施。这个背景更为深刻:①我国煤炭资源虽然丰富,但优质炼焦煤仅占总产量的6%,而且产地集中在华北等地。②目前,我国煤的产量虽然较高,但洗煤能力缺口较大。另外,由于我国炼焦煤大部分可选性差,造成了炼焦煤的质量难以保证,加剧了优质炼焦煤的紧张局面。③我国钢铁工业所拥有的一大批焦炉,许多炉龄已达20~25年,将陆续进行大修,这势必影响到焦炭供应。大量喷煤,可减少所建焦炉的个数,减少污染,节约投资。

近年来,我国高炉大量喷煤技术取得了新进展。鞍钢在2号高炉(有效容积为 900m^3)于1986年至1987年进行了两期富氧大喷煤的工业试验,试验中最高含氧量达到28.59%,最大煤粉喷吹量 170.02kg/t 铁,高炉基本稳定顺行,各项指标明显改善,生铁成本降低。这次试验为我国富氧喷煤技术的发展指明了方向。

为了进一步验证高炉富氧喷煤技术经济可行性,1990年至1992年在包钢1号高炉进行了富氧大喷煤工业试验。试验分三个

阶段进行,探索了不同喷煤富氧量条件下高炉冶炼规律。其中第三阶段指标较好,在包钢冶炼含氟特殊矿的条件下,1992年3月份高炉喷煤量突破了150kg/t铁,利用系数创含氟特殊矿冶炼的纪录,首次突破 $1.7\text{t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

为了解决就近择优选择喷吹用煤和保证喷吹用煤的稳定供应,提高喷煤经济效益,鞍钢在1989年9月至1990年9月对原制粉、输送粉和喷吹工艺及设备进行了全面改造,实现了大高炉100%喷吹含挥发分28%~38%的烟煤的目标。

在烟煤喷吹技术过关后,鞍钢从1992年11月1日至1993年3月31日在2号高炉进行了富氧喷吹烟煤的工业试验,试验期连续5个月平均煤比达到161kg/t铁,鼓风含氧量为24.71%,入炉焦比达到407kg/t铁。这次试验为今后200kg/t铁喷煤量的实现奠定了良好基础。

为了提高煤粉周围局部区域氧浓度以改善传质过程,从而提高煤粉燃烧率,我国开发应用了氧煤枪。由北京科技大学和包钢开发的氧煤枪具有短焰燃烧,燃烧稳定,氧气和煤粉在氧煤枪前混合好,结构简单和寿命较长的特点。这种枪在包钢的富氧喷煤试验中发挥了重要的作用。

在实施高炉富氧大喷煤技术的同时,我国在喷煤工艺技术和装备上也有了很大进展。为了解决煤粉的计量问题,冶金部自动化研究院开发了煤粉单支管流量计。为了和单支管流量计相配合,使煤粉在测量后又随时可以调节,北京钢铁设计研究总院开发了可调式煤粉给料器,在包钢1号高炉上与单支管流量计结合起来,使喷吹到风口的煤粉做到可以在线调控。

为了满足大喷煤量的要求,浓相输送及分配技术在杭钢 342m^3 高炉上进行了工业试验,并成功地应用于鞍钢 2580m^3 高炉,喷吹的固气比达到50kg煤/kg气。

到目前为止,我国高炉喷吹烟煤和持续喷吹150~170kg/t铁煤的技术问题已得到解决。在高炉富氧所取得的成绩的基础上,今后我国高炉富氧喷煤技术将向更高水平发展。1994年我国要在鞍

钢的 3 号高炉上进行的 200kg/t 铁喷煤量的工业试验,并将在 1995 年进行 250kg/t 铁喷煤量的工业试验。同时高炉富氧喷煤工艺技术将取得新的进展,对高炉富氧喷煤的冶炼规律进行进一步探索,高炉富氧喷煤的应用理论研究将得到新的进展和突破。

高炉喷煤实践的新进展一方面是在理论的正确指导下取得的,另一方面我国高炉大量喷煤技术的实践又带动了理论研究的快速发展。目前,我国在高炉富氧喷煤的应用理论研究上已有多项成果处于国际领先地位。

本书的出版一方面总结了近年来我国高炉富氧喷煤实践的新进展,另一方面也总结了高炉富氧喷煤理论研究的一些成果。希望本书的出版能进一步促进我国高炉大量喷煤技术的发展。

本书的出版得到了北京科技大学杨天钧教授、刘述临教授、苍大强教授及北京钢铁研究总院周渝生教授的支持和指导,在此表示衷心的感谢。

编 者

1994.12

目 录

我国高炉富氧喷煤技术的进展及展望	宋阳升(1)
高炉大量喷煤技术的进展	宋阳升 刘述临(11)
高炉氧煤炼铁工艺研究的进展	周渝生等(20)
鞍钢 2 号高炉富氧大喷吹冶炼试验	成兰伯等(29)
包钢 1 号高炉富氧大喷吹冶炼实践	仲伟国等(44)
鞍钢高炉喷吹烟煤工业试验	高光春等(57)
鞍钢高炉喷吹烟煤安全技术改造	高光春等(68)
高炉氧煤喷枪的原理及应用	杨天钧(80)
宝钢 2 号高炉喷吹煤粉工艺及设备	彭华国(88)
高炉喷煤浓相输送技术开发与应用	周建刚等(100)
高炉喷吹煤粉单支管流量测控装置	李晶等(113)
可调式煤粉给料器的特点和应用	吴世让(119)
高炉喷煤极限和生产实践	刘云彩(128)
煤粉快速热分解与富氧喷吹煤粉	杨天钧(138)
喷枪结构的激波管实验研究	杨天钧(146)
高炉氧煤枪空气动力学试验研究	苍大强等(157)
高炉氧煤枪在直吹管中局部富氧特性的试验研究	周渝生等(168)
高炉氧煤枪枪体温度场的数学模型	苍大强等(177)
高炉煤粉喷吹氧煤枪工业试验	丁玉龙等(188)
粉煤燃烧中温度的本质及热电偶测温	丁玉龙等(199)
高炉直吹管条件下粉煤热解前的传热分析	丁玉龙等(208)
高炉以煤代焦的新方法——粉煤除灰燃烧器及流态化风口	丁玉龙等(218)
包钢煤粉喷吹系统新技术的开发和应用	徐守信(224)

富氧喷煤条件下高炉内矿石行为的实

验研究·····	康克勤等(239)
高炉富氧喷煤冶炼气体动力学条件的研究·····	刘秉铎(249)
高炉高富氧(全氧)理论及工艺的研究·····	秦民生等(258)

我国高炉富氧喷煤技术的进展及展望

宋阳升

(冶金工业部科技司)

摘 要

本文回顾了我国高炉富氧喷煤技术的最新进展:①我国的高炉已实现了连续稳定地喷吹 150kg/t 以上煤粉的目标,并且可保持较高的置换比;②富氧与喷煤技术相结合可大幅度提高产量和提高喷煤量,我国实践表明,富氧 1%,产量提高 2%~3%,喷煤比提高 12~18kg/t;③高炉喷煤工艺、技术、装备水平大幅度提高,并解决了烟煤喷吹安全问题。今后我国富氧喷煤技术的展望:200kg/t 喷煤量的目标要在工业化大高炉上实现;250kg/t 的目标要进行工业化试验;富氧喷煤的一些技术将取得突破。

1 引 言

我国从 1964 年开始喷煤,是世界上使用喷煤技术较早的国家之一。高炉喷煤代替了较昂贵的焦炭,可以改善高炉的行程,取得了较好的经济社会效益。但由于能源政策问题,高炉喷煤技术没有得到更大的发展。70 年代末,发生第二次石油危机,高炉世界性地停止喷油。为了避免全焦操作,高炉又开始大量喷煤,尤其是西欧、日本发展很快,高炉大量喷吹煤粉已成为明显趋势。其主要原因是:石油危机后,高炉为摆脱全焦操作的困境,必然寻找其喷油的代用品,而煤是最好的代用品;另外,西欧的一些钢铁企业焦炉已大量老化,出于环保要求,新建焦炉的可能性不大,这样为保持原有的钢铁生产能力,必须大量喷煤以取代焦炭;就全世界范围来

说,炼焦用煤的产量是有限的,全球性地感到了炼焦用煤的危机。因此,大量喷煤成为必然。

2 我国高炉富氧喷煤技术发展的战略

在我国,高炉大量喷吹煤粉已成为发展钢铁工业的战略措施。其背景是:①我国煤炭资源虽然丰富,但优质炼焦煤仅占总产量的6%,而且产地集中在华北等地,长距离运输十分困难。而非炼焦煤资源丰富,并且分布较广,质量也较易保证,所以用这些煤代替炼焦煤,经济效益十分显著;②目前我国煤的产量虽然较高,但洗煤能力缺口较大,目前的洗煤能力已不适应钢铁工业的发展。今后,为了发展钢铁工业,必须在增加洗煤能力的同时减少炼焦洗精煤的消耗。另外,由于我国炼焦煤大部分可选性差,造成了炼焦煤的质量难以保证,质量呈下降趋势,加剧了优质炼焦煤的紧张局面;③我国钢铁工业所拥有的一大批焦炉,许多炉龄已达20~25年,将陆续进行大修,这势必影响到焦炭供应。目前,一些企业焦炭生产能力已经不足,尤其是一些企业还要改造扩建,扩大钢铁生产能力,焦炭缺口将会很大。利用大量喷煤来弥补焦炭缺口是一个最经济实用的措施。个别新建钢铁企业,大量喷吹煤粉,可减少所建焦炉的座数,减少污染,节约投资。从以上背景出发,我国把高炉大量喷吹煤粉技术作为一个战略措施。

高炉大量喷吹煤粉,如果没有富氧,煤粉会燃烧不完全,风口前燃烧温度会下降,喷煤量将会受到限制。如果结合富氧鼓风,可以弥补大量喷煤带来的问题。同时,高炉富氧喷煤后,在节焦的同时又可以大幅度提高产量。富氧与高喷煤相结合,二者相辅相成,在保证高喷煤量的同时又大幅度提高产量。这项技术特别适合我国的实际情况,即要在现有条件下大幅度提高钢铁产量的情况。根据几个老厂的论证,在这些厂进行富氧大喷煤,在增加产量、节约焦炭、节省投资、降低成本等方面均有明显的效果。如新建厂从建厂起就考虑富氧大喷煤,其投资更加节省。因此,我国把富氧大喷

煤作为比一般喷煤更高一层的战略性措施。

根据实际我国制定了富氧喷煤的发展目标:①通过改进高炉操作,提高高温使之大于 1000℃和提高喷煤技术水平;使大多数高炉喷煤量提高到 100kg/t 水平;②条件好的高炉利用 2~4% 的富氧率使喷煤量达到 150kg/t 的水平;③条件更优越的一些高炉利用 6~8% 的富氧率把喷煤量提高到 200kg/t 的水平;④250kg/t 的喷煤量要在个别高炉进行试验。

为达到这些目标,要在富氧大喷煤方面研究和开发以下技术作为保证:①解决烟煤喷吹的安全问题。我国供喷吹用的烟煤分布极广,并且低灰分、低硫的煤可以在钢铁厂就近供应,保证了高炉大喷吹量的需要。因此,解决了喷吹烟煤的安全问题,就可从根本上保证喷吹用煤的供应和质量,而且烟煤的喷吹效果要比无烟煤好。②开发和完善喷煤技术,以适应大喷煤量的需要。喷吹系统要达到均匀喷吹、计量准确和控制灵活。当然也应开发和完善浓相输送等新技术。③解决高喷煤量的煤粉燃烧问题。开发氧煤枪(或氧煤燃烧器)以提高煤粉燃烧率。④完善高炉富氧大喷煤的冶炼工艺。⑤高炉超量喷吹煤粉新工艺的研究开发。

3 我国高炉富氧喷煤技术的新进展

近年来,我国高炉富氧喷煤技术取得了长足的进步。1992 年重点企业喷煤量达 50.3kg/t,其中喷煤高炉 63 座,占重点企业高炉总数的 82%,超过 100kg/t 的高炉有 6 座,其中鞍钢 2 号高炉喷煤 131kg/t,天津铁厂 4 号高炉喷煤 106kg/t,宣钢 2 号高炉 101kg/t,首钢 1 号高炉 100kg/t,鞍钢 6 号高炉 99kg/t,鞍钢 5 号高炉 98kg/t。

近年来,我国高炉在富氧喷煤技术方面主要取得了以下进展:

3.1 高炉富氧大喷煤工业试验取得了成功

鞍钢在 2 号高炉(900m³ 的有效容积)于 1986 年~1987 年进

行了两期富氧大喷煤的工业试验,试验中最高含氧量达到28.59%,最大煤粉喷吹量170.02kg/t,高炉基本稳定顺行,各项指标明显改善,生铁成本降低。试验后期的主要指标见表1。

表1 鞍钢2号高炉富氧大喷煤试验主要指标表

阶段	天数	利用系数	入炉焦比 kg/t	煤比 kg/t	鼓风含氧 %	1% 氧增 煤量 kg/t	风温 C	煤气 CO ₂ , %	置换 比	(Si), %	(S), %
第四阶段	8	2.223	439	165	27.9	15.33	1077	17.5	0.727	0.541	0.026
第五阶段	6	2.375	429	154	27.5	12.46	1085	17.9	0.814	0.547	0.02
第六阶段	5	2.340	439.5	170.02	28.59	12.78	1090	17.8	0.693	0.532	0.025

这次试验的主要特点是:①在原燃料条件较差、渣铁运输极为紧张的情况下,最高鼓风含氧达到了28.5%,最高喷煤量170.02kg/t。②在喷煤量超过150kg/t的试验阶段,每1%富氧增产幅度为2~3%,增加喷煤量12~15kg/t。③随着富氧率和喷煤量的提高,为维持高炉顺行,采取了缩小风口,提高鼓风动能的措施,上部采取疏松边缘的措施。但这次试验也暴露出一些问题:试验天数不是很长,鼓风富氧后增产的幅度不很理想;以及富氧率提高后,增加的喷煤量不是很多等。但这次试验为我国富氧喷煤技术的发展指明了方向。

为了进一步验证高炉富氧喷煤技术和经济可行性,我国在1990年至1992年又在包钢1号高炉进行富氧大喷煤工业试验。试验分三个阶段进行,探索出了不同喷煤富氧量条件下高炉冶炼规律。其中第三阶段指标较好,在包钢冶炼含氟特殊矿的条件下,1992年3月高炉喷煤量突破了150kg/t,利用系数创含氟特殊矿冶炼的纪录,首次突破1.7。1992年3月的主要指标见表2。

表2 包钢1号高炉富氧喷煤主要技术指标

利用系数	煤比 kg/t	焦比 kg/t	富氧率 %	炉顶压力 MPa	风温 C	煤气CO ₂ %	(Si) %	休风率 %
1.744	159.8	473.7	4.08	0.128	1105.9	14.93	0.508	0.84

这次工业试验有如下特点:①在包钢冶炼含氟特殊矿的情况下,高炉喷煤量突破了150kg/t,利用系数突破1.7。实践证明,每

增加1%的富氧率,煤比可增加18kg/t左右,高炉可增产2.8~3.0%。②在包钢1号高炉将中心加焦和喷煤结合起来,解决了包钢高炉冶炼难于强化和提高喷煤量的问题。包钢高炉在提高喷煤量时,遇到了透气性变差的问题,用两道煤气流也难以解决。中心加焦后中心气流被打开,边缘气流得到控制,炉缸均匀活跃,高炉得以强化和提高喷煤量,这是包钢突破150kg/t喷煤量的关键。③高炉富氧喷煤后,相应地采用缩小风口面积的措施,富氧后风量也略有减少。④包钢在富氧喷煤试验的同时大幅度地改进了喷煤技术,如采用单支管计量和可调式混合器等。另外,在大喷煤量的情况下,大量地使用了氧煤枪,最多时同时使用了14支氧煤枪。由于均匀喷吹技术和氧煤枪的使用,煤粉燃烧条件得到改善,煤焦置换比有了保证。在包钢,煤焦置换比能保持在0.78~0.85的水平。但由于包钢冶炼含氟特殊矿,试验中若再提高喷煤量,便十分困难了。

3.2 鞍钢高炉喷吹烟煤取得成功

为了解决就近择优选择喷吹用煤和保证喷吹用煤的稳定供应,提高喷煤经济效益,鞍钢在1989年9月至1990年9月对原制粉、输送粉和喷吹工艺及设备进行了全面改造,实现了大高炉100%喷吹含挥发分28~38%的烟煤的目标。

这次鞍钢喷吹烟煤采用了系统连续惰化工艺。制粉系统改造了布袋,布袋面积增大使过滤速度不大于1m/s。取消一次风机使系统全负压运行。喷吹系统由重叠罐组多管路直接喷吹改为单管路通过分配器喷入高炉。惰化工艺中的制粉系统用热风炉烟道废气惰化。球磨机入口增设紧急充氮装置。而仓式泵、喷吹罐组用氮充压和流化,粉仓用氮惰化。在消除系统火源方面,主要采取了防止积粉自燃,增加水平管道的吹扫装置,防止结露,消除静电,消除明火等措施。

经过3年多的生产实践,证明鞍钢高炉采用的系统连续惰化喷吹烟煤工艺是成功的,可以100%喷吹高挥发分烟煤。经过改造,鞍钢已有7座高炉可以完全喷吹烟煤。

3.3 喷煤工艺技术水平大幅度提高

在实施高炉富氧大喷煤技术的同时,我国在喷煤工艺和装备上也有了很大进展。为了解决煤粉的计量问题,冶金部自动化研究院开发了煤粉单支管流量计。这种流量计采用电容噪声法,即在喷煤管道上对称安装一对极板,当两个极板之间的两相流体混合物的介电常数随流动状态发生变化时,极板之间的电容量随之变化,把电容量再变换成电信号就可以得出电信号与流量的关系。为了完成在线连测量,采用了称之为单点标定法的方法进行标定,可以在线标定,完成了煤粉电特性补偿。

整个系统用计算机进行巡回检测和控制,检测过程每2秒钟巡回一次,控制过程每2分钟巡回一次。流量的检测和控制采用平均流量和累积流量相结合的方式。这套装置在包钢进行富氧大喷煤试验的1号高炉上运行,两个系列可控制20个风口,经过两年多的实践,证明这个流量计性能稳定,检测误差不超过5%,控制误差不超过4%,可完全满足高炉喷煤计量和调节的要求。

为了和单支管流量计相配合,使煤粉在测量后又随时可以调节,北京钢铁设计研究总院开发了可调式煤粉给料器,在包钢1号高炉上与单支管流量计结合起来,使喷吹到风口的煤粉做到可以在线调控。可调式煤粉给料器采用流态化原理:使煤粉在一定空间内被鼓入一定的气体,形成准液态化状态,这时流化后的煤粉就像液体一样流到通向外部的开口,开口面积的变化规律设计成线性的,流化后的煤粉通过该口的流量也是线性的,给料器便可实现线性调节。

可调式给料器的结构是由本体和驱动器组成的。本体分为上部空腔、下部空腔和开口调节机构。煤粉从上口进入上部空腔,流化用气体进入下部空腔后,通过透气分布板渗入上部空腔内的煤粉层中,使煤粉流化。此时,如开口调节机构的中心杆向后移动,矩形开口打开,处于流动状态的煤粉气体混合物就从开口处进入套管,并被从中心杆喷嘴中喷出的压缩气体带走。由于流态化的气固

混合物的密度保持稳定,所以当开口变化时,进入套管的煤粉量也随之按比例变化。实践证明,在喷煤罐压力、流化气体压力和输送气体流量恒定时,给料器的出力和套管下方矩形开口的截面积呈线性关系,这样就可以做到线性调节。根据单支管计量测出的流量信号就可在地通过控制开口面积来控制煤粉流量。

单支管计量和可调式混合器在包钢 1 号高炉上应用,实践证明,这套装置基本上可以做到均匀喷吹。控制系统投运前,通过检测发现各喷吹风口之间煤量差十几倍,投运之后,各风口之间煤量差 20% 以下,最好时达到 9%。这主要是喷吹罐下料不均造成的,如果用流化技术使喷吹罐下料均匀,则各风口之间的煤量均匀度可做到 5%。在实现各风口均匀喷吹的同时,利用单支管计量和可调式混合器还可对各风口的喷煤量在线检测和控制,为控制各风口的 C/O 比打下良好基础。

为了满足大喷煤量的要求,我国在浓相输送方面也取得了很大进展。北京钢铁研究总院开发的浓相输送及分配技术在杭钢 342m³ 高炉上进行了工业试验,并成功地应用于鞍钢 2580m³ 高炉喷吹系统。煤粉浓相输送的原理是:输入到流化罐的煤粉,经流化区域流态化,在流化区域与上出料管道之间的压力差作用下,排出流化罐外,然后由总管补气器补充气体改变煤粉输送状态,调节适宜的煤粉输送量,煤粉往管道输送至分配器,通过分配器按风口数目分配煤粉。

当流化速度保持在使床层处于临界流化或高一点的情况下,可以得到高的固气比。根据试验,最大固气比达到 50kg(煤)/kg(气)以上,随流化速度 v_0 增加,固气比增加,并有一峰值,超过最佳 v_0 ,则固气比下降。但实验中发现,在未加补气时,输送不稳定,所以浓相输送时,为了保持稳定,必须加补气,通过补气可以调节喷吹量。在相同送气条件下,罐压愈高,煤粉输送量愈大。当罐压固定时,补气量的大小对煤粉的影响较大,补气量越大,煤粉输送量越小。杭州钢铁厂 1 号高炉(324m³)进行的工业试验,输送固气比达 50kg(煤)/kg(气),最小输送速度达 3m/s。鞍钢 11 号高炉

(2580m³)进行的工业试验和应用也很成功,输送固气比达到 50kg(煤)/kg(气),并且可灵活地调节喷煤量。

为了提高煤粉周围局部区域氧浓度以改善传质过程,从而提高富氧喷煤的煤粉燃烧率,我国开发应用了氧煤枪。由包钢和北京科技大学开发的氧煤枪具有短焰燃烧、燃烧稳定、氧气和煤粉在氧煤枪前混合好,结构简单和寿命较长的特点。其结构形式是环缝自冷式,里套走煤,外环缝走氧,最大喷氧量每支可达 210~225 标 m³/h,最大喷煤量 1200~1800kg/h,枪头材质采用耐热钢,枪体为不锈钢管(1Cr18Ni9Ti),里管外壁加工成螺旋线。这种枪在包钢 1 号高炉的富氧喷煤试验中,最长寿命已达两个月以上(最长达 75 天),可满足煤粉喷吹量 150kg/t 的要求,而且燃烧状况良好,燃烧率达 80%以上,稍加改进便可满足 200kg/t 喷煤量的要求,同时氧煤枪在高炉上应用的安全问题也得到了解决。

在喷吹系统中的连续计量、流化喷吹方面,我国也有新进展。总之,我国高炉的喷煤技术近年来取得了较大进展和突破,一些技术已达到国际先进水平。

4 我国高炉富氧喷煤技术的展望

在高炉富氧喷煤所取得成绩的基础上,今后我国高炉富氧喷煤技术将向更高水平发展。

4.1 高炉喷吹 200kg/t 煤粉的目标很快就可实现

西欧的一些高炉已实现了喷吹 200kg/t 煤粉的目标。根据我国实际情况,也会很快实现这个目标。在鞍钢高炉上进行的 200kg/t 喷煤量的工业试验,1994 年将会取得重大进展。但鞍钢的高炉(包括国内其它大多数高炉)要实现 200kg/t 喷煤量的目标,应采取一系列措施,诸如:①改善原燃料质量。目前鞍钢及国内其它大多数高炉所用的焦炭质量较差, M_{40} 在 80%以下, M_{10} 在 10%以上,灰分高达 14~15%,严重影响了高炉喷煤量的提高。对此,

要通过改进配煤及采取捣固炼焦、配型煤等加以解决,因为焦炭质量是影响高炉下部透气性的关键。当前提高烧结矿质量应着重于减少粉末。试验研究表明,烧结矿的粉末在富氧喷煤的情况下对料层的透气性影响最大,甚至超过了焦炭负荷升高的影响。因此,要用冷矿,并要槽下过筛,使 5mm 的数量降到 8% 以下,同时在有条件时降低烧结矿的 FeO 含量,以提高烧结矿的质量。②改善高炉操作。高炉富氧喷煤后,高炉操作要相应采取措施,这已被鞍钢、包钢的工业试验所证实。要注意保持一定的焦炭批重,相应提高矿石批重,以保持软融带的焦窗面积不变,从而保证高炉的透气性不恶化。还要注意适当发展中心气流,抑制边缘气流。中心加焦在我国高炉的原料条件下打通中心更为适合,应积极采用,才能有利于富氧喷煤操作的顺利进行。另外要注意在高炉富氧喷煤情况下保持炉腹煤气量不变,这可通过调整富氧量或减风来达到。当然保持适当风口前理论燃烧温度也是十分重要的。③提高喷煤技术水平,做到广喷均喷。④要利用氧煤枪,以保证大喷吹量时煤粉的充分燃烧。

4.2 有条件的高炉要进行 250kg/t 喷煤量的试验

目前西欧的一些高炉实现了 200kg/t 喷煤量的目标后,正在向 250kg/t 喷煤量的目标迈进,英国钢铁公司的试验将在 1994 年取得结果。我国高炉也有条件向这个目标迈进。250kg/t 喷煤量的目标意味着高炉 50% 的燃料将由煤粉提供,这是一次大的突破。我国高炉实现这个目标的关键除 200kg/t 喷煤量所应采取的措施外,还要着重解决以下技术问题:①提高富氧率。理论和实践证明,如果喷吹 250kg/t 煤粉,高炉的富氧率要达到 8~9%,同时风温至少要在 1100℃ 以上。②开发高效氧煤枪(或氧煤燃烧器)。在喷煤量提高到 250kg/t 时,必须采用高效的氧煤枪,才能保证煤粉燃烧完全。③200kg/t 所采取的措施要再提高一个等级。不论是高炉的原燃料质量还是高炉操作,从目前技术水平看,达到 250kg/t 的喷煤量没有更大的技术难题。待有条件时,我国高炉可在 40% 的