



我国高炉喷煤技术的发展

马继波, 方贻留

(济钢集团有限公司 生产部, 山东 济南 250101)

摘要: 论述了我国高炉喷吹煤粉技术的发展过程, 分析了提高高炉喷煤比的措施, 通过提高焦炭质量、改善鼓风质量、采用氧煤喷吹、混合喷吹等技术和工艺措施可有效提高喷煤比。同时指出, 研究回旋区条件下煤粉的燃烧过程, 开发高效喷煤助燃剂, 最大限度地提高煤粉在风口区域的燃烧率和喷煤置换比, 是当前喷煤技术攻关的课题。

关键词: 高炉; 喷煤技术; 喷煤比; 技术发展

中图分类号: TF538.6*3

文献标识码: A

文章编号: 1004-4620(2009)01-0009-02

1 前言

我国煤炭资源丰富(探明储量约10 023亿t), 但炼焦煤资源只占其中的25.28%, 而强黏结性的主炼焦煤(焦煤+肥煤)又不到炼焦煤资源的40%。随着钢铁工业的发展, 炼焦煤供应日益紧张, 焦炭和炼焦煤价格节节攀升, 炼铁成本升高。发展高炉喷煤技术可以用资源广泛的非结焦性煤(无烟煤、烟煤、贫瘦煤等)部分置换昂贵的焦炭, 保护日益紧缺的炼焦煤资源, 有巨大的经济效益和社会效益。

2 我国高炉喷煤技术的发展

S.M.Banks 于1840年提出高炉喷吹无烟煤粉的设想, 但直到20世纪60年代, 一些国家才开始研发高炉风口喷吹煤粉的工艺。世界上首套现代化工业性煤粉喷吹装置使用在美国AK钢公司的Bellafonte高炉(1 488 m³)上。我国是开发高炉喷煤技术较早的国家, 1964年3月, 首钢1号高炉(576 m³)喷煤系统建成投产, 这是我国第1套投入生产的高炉喷煤装置; 济钢于1966年建成一套简易喷煤装置并陆续实施喷煤; 鞍钢也先后在高炉上进行了工业性试验。但随后我国高炉喷煤技术的发展出现了一段停滞期。目前, 我国先进企业的年均喷煤指标已达到200 kg/t以上, 但整体上与国际先进水平相比仍有不小差距^[1-2]。

2.1 无氧喷吹煤粉

我国早期喷煤大多是无氧喷吹无烟煤, 虽然首钢曾创造过150 kg/t(6 d平均)的记录, 但无氧喷吹时, 高炉喷煤量一般低于50 kg/t。首钢高炉所喷煤种为阳泉无烟煤, 初期煤粉粒度较粗: >2 mm者达5%, 1~2 mm占20%, 其余为<1 mm粒级; 1965年年末起开始细磨, 煤粉平均粒度<0.2 mm, 其中<

0.088 mm的达87%。

与无烟煤相比, 烟煤具有可磨性好、燃烧性能好、资源广泛、价格低廉等优点。鞍钢于1964年4月进行了高炉试喷烟煤, 但由于出现喷吹罐下部煤粉自燃导致爆炸, 试验没有成功。出于安全的考虑, 大中型高炉喷吹烟煤的进程停滞了很长一段时间。直到1978年6月, 首钢才在容积23 m³实验高炉上恢复了喷吹烟煤的试验, 试验共持续了3个月, 选用了挥发分高达32.5%的烟煤, 并取得喷吹123 kg/t烟煤的实绩^[3]。70年代末, 马钢在300 m³以下的高炉上进行了3 a多烟煤喷吹工业试验, 并于1981年10月将烟煤喷吹装置正式投入运行。

2.2 富氧喷吹技术

富氧鼓风可以提高理论燃烧温度, 提高煤粉燃烧率, 改善高炉透气性。1966年1月, 首钢1号高炉首次进行了富氧鼓风喷煤试验, 富氧率从1.9%逐渐增至4.2%, 喷煤量最高达到了333.2 kg/t, 最终取得了喷煤246 kg/t(5个月平均值)、焦比365 kg/t、高炉利用系数2.264 t/(d·m³)的辉煌成绩。单就喷煤量而言, 这样的成绩在今天也可与世界最先进的高炉相媲美。停滞了20 a之后, 鞍钢于1986年和1987年在炼铁厂2号高炉上进行了两期富氧喷煤工业试验, 最高富氧率7.59%(5 d平均值), 最大煤比170.2 kg/t, 焦比439.5 kg/t^[4]。

2.3 氧煤喷吹技术

氧煤喷枪喷煤技术的出现使喷吹煤粉的燃烧率进一步提高, 煤粉利用率大幅度提升。在国内几近停滞的十几年中, 国外的高炉喷煤技术有了长足的进步, 氧煤喷枪喷煤技术已经非常成熟并推广普及。而我国直到1992年3月才首次在包钢1号高炉(有效容积1 513 m³)部分风口(最多时有14个风口)应用氧煤喷枪喷煤技术。1993年6月26日~9月4日在1号高炉的15、16号风口再次试用了北京钢铁研究总院研制的新型氧煤喷枪, 其单枪氧流量210~225 m³/h, 通煤量1.2~1.8 t/h, 使用寿命60~

收稿日期: 2008-08-15

作者简介: 马继波, 男, 1976年生, 2008年毕业于哈尔滨工业大学机械工程专业, 硕士。现为济钢生产部工程师, 从事煤焦工艺和生产管理工作。

75 d^[5]。攀钢1号高炉(有效容积1 200 m³)和鞍钢3号高炉(有效容积831 m³)于1994年先后试用过氧煤喷枪。攀钢1号高炉有12个风口使用氧煤喷枪,鞍钢3号高炉有10个风口使用了氧煤喷枪。2003年,沙钢为2座新建2 500 m³高炉引进了Kuttner型二手氧煤喷枪,这是我国引进氧煤喷枪技术的首次报道。

2.4 引进国外喷煤技术

引进国外比较成熟高炉喷煤技术具有较好的经济效益。1992年5月中国宝钢2号高炉引进日本川崎公司的主要技术和设备,其流程为双系列3罐串联多支管上料工艺,设计喷煤能力72~120 kg/t,这是中国大陆第一个从国外引进喷煤技术。1988年3月,台湾中钢2号高炉(有效容积2 850 m³)曾从美国阿姆科公司引进一套设计喷煤能力为75 kg/t的高炉喷煤装置。经过技术改造,宝钢2号高炉目前的实际喷煤指标约为180 kg/t。此后,沙钢、上钢、重钢等一批钢厂引进或部分引进采用了90年代以后的喷煤技术,喷煤设计指标多为200 kg/t左右。武钢4号和5号高炉设计喷煤指标高达250 kg/t,但不易达到设计值。

3 提高喷煤比的措施

高炉炉况稳定是喷煤的前提,没有稳定顺行的炉况,喷煤根本无从谈起。在高炉稳定顺行的基础上,通过提高焦炭质量、优化炉料结构、改善鼓风质量、采用氧煤喷吹、混合喷吹等技术和工艺措施来提高喷煤比。

3.1 提高焦炭质量

焦炭质量的提高是提高喷煤比的基础。随着入炉焦比降低、喷煤比及高炉利用系数的提高,焦炭在高炉内滞留时间延长,劣化加剧。因为高炉块状带负荷加重使焦炭粒度变小,而在软熔带及以下区域受碱金属和熔融铁的侵蚀,CO₂熔损反应时间延长,熔损率提高,焦炭气孔增多变大、强度降低及内部结构遭破坏,粉化加剧,导致料层孔隙率降低,炉内透气性变差,最终破坏高炉炉况稳定,限制了喷煤比的提高。

通过优化配煤结构炼焦、采用干熄焦技术、煤调湿技术、焦炉大型化、适当延长结焦时间等工艺及技术措施,可明显提高焦炭质量。济钢通过这一系列措施的实施,焦炭M₄₀达到86%,CRI<27%,CSR>66%,为高炉进一步提高喷煤比打下了基础。

3.2 改善鼓风质量

1)提高风温。高炉大喷煤时,理论燃烧温度降低,适当提高风温可补偿理论燃烧温度,提高煤粉

的燃烧速度。生产经验表明,每提高100℃风温可补偿T_理70℃以上,提高喷煤35 kg/t左右^[6]。

2)提高鼓风富氧率。高炉喷煤后,煤粉直接进入风口前高温燃烧区,由于煤粉中所含挥发分和灰分比焦炭中含量高,燃烧所产生的煤气体积必然大于全焦冶炼时的量。全焦冶炼时,一般炉缸每分钟产生的煤气体积约为风量的1.21倍;而喷煤时,则为风量的1.25~1.3倍,同时燃烧产生的灰分要进入炉渣,使渣量增加,而炉腹煤气体积和渣量的增加,势必恶化高炉下部料柱的透气性而影响高炉内炉料的顺行。由计算可知,在相同的冶炼条件下,喷煤量由零增加到100 kg/t(不富氧),炉腹煤气量增加0.8%,渣量约增加4.3%。如果在喷煤的同时富氧可减少炉腹煤气量,有利于透气性的提高^[7]。

鼓风氧含量提高,氮含量减少,此时虽然风量减少而使鼓风带入物理热有所降低,但由于氮含量减少,使理论燃烧温度升高。另外富氧鼓风时,气相中氧气的分压力增加,这些都能加快煤粉燃烧率,提高煤粉燃烧率。

3.3 采用氧煤喷吹技术

采用氧煤喷枪喷煤技术,可使喷吹煤粉的燃烧率进一步提高,煤粉利用率大幅度提升。

3.4 混合喷吹

烟煤和无烟煤及贫瘦煤按一定比例混合喷吹,比单种煤喷吹具有更好的效果。烟煤易粉碎、易燃烧但碳含量低,置换比低,并且挥发分高,对安全措施要求高;无烟煤碳含量高,挥发分低,但灰分高,不易燃烧,且煤质硬难粉碎。贫瘦煤介于二者之间,但价格高。3种煤或2种煤混合后,可扬长避短发挥各自的优势,实现喷煤比的提高。

4 结 语

目前喷煤技术开始从单独追求高喷煤量,向提高喷煤量同时追求高置换比发展,高炉喷煤的最终目标是实现综合燃料比的降低,因此,研究回旋区条件下煤粉的燃烧过程,开发高效喷煤助燃剂,最大限度地提高煤粉在风口区域的燃烧率和喷煤置换比,是当前喷煤技术攻关的课题。实现吨铁200 kg以上煤粉、综合燃料比500 kg以下,是实现低能耗炼铁的最终目标。

参考文献:

- [1] 翁宇庆.我国冶金工业在新世纪最初几年的科技进步[J].钢铁,2004(1):1-8.
- [2] 王凤林.国内外高炉喷吹燃料的现状 & 动向[J].炼铁,1983(1):63-67.
- [3] 廖希贞,王立声,晏伟.高炉喷吹烟煤[J].钢铁,1979(4):11-17.

(下转第16页)

选机取代原CYT(φ750 mm×1 800 mm)磁选机。为考察新设备特性,对CCT·J-1024磁选机的生产能力进行了考察验证。结果表明,新设备运行良好,未出现过溢矿现象,表明该磁选机的处理能力完全满足当前或今后一个时期的需要。CCT·J-1024磁选机与CYT磁选机技术性能对比见表1。

表1 CCT·J-1024磁选机与CYT磁选机技术性能对比

型号	槽体形式	筒表面场强/Os	筒转速/(r·min ⁻¹)	给矿粒度/mm	电机功率/kW
CCT·J-1024	顺流,大分选区,高液面	2 400	20	0~2	5.5
CYT	半逆流型	1 600	35	0~0.5	2.8

经过反复论证及试验,将磨前湿选尾矿筛下产物送至新污水磁选机处理;将脱水磁选机尾矿送至新污水磁选机处理。改造后的工艺流程见图1。

5 改造效果

改造完成后,流程运行良好。工艺设备改造前后技术经济指标对比见表2。

表2 选矿最终技术经济指标对比表

项目	原矿品位/%	原矿处理/t	精矿品位/%	尾矿品位/%	回收率/%
改造前	41.25	64 156	65.09	9.58	90.62
改造后	41.14	65 217	65.08	8.15	91.68

用新污水磁选机取代原污水磁选机,并且将两处尾矿改入污水磁选机处理后作业指标良好,尾矿

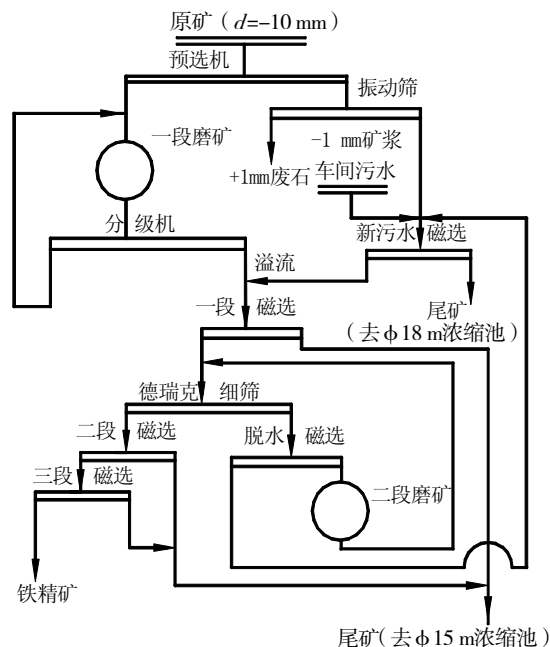


图1 改造后的选矿工艺流程

品位下降了1.43%,铁金属回收率提高了1.06%,有效减少了金属流失。

从表2可以看出,技术改造后,对整个选矿工艺流程的作业也产生了良好的效果,磨机处理能力有了很大的提高,保证了生产任务的完成。本次改造总投资30万元,投资折旧3万元(折旧率10%),改造后新增产值210万元,年创效益可达400万元。

Technology Transformation of Increasing Iron Recovery from Tailings in Mazhuang Concentrator

BAO Jia-qing

(Laiwu Mining Industry Co., Ltd., Laiwu 271100, China)

Abstract: In order to increase the recovery ratio and reduce the loss of iron metal, Mazhuang Concentrator of Laiwu Mining Industry carried out technology transformations. We replaced the magnetic separator for disposing of waste water and improved the process flow, which beneficiates not only the waste water but also tailings through the fine screen of the wet pre-concentration and the tailing of the dehydrated magnetic separator. After transformation, the tailing grade was reducing from 9.58% to 8.15%, the recovery rate of the iron metal was increased by 1.06% and the benefits per year were 4 million Yuan.

Key words: tailing; magnetic separator; grade; recovery ratio

(上接第10页)

[4] 成兰伯,高光春,马树涵.鞍钢2号高炉富氧大喷吹冶炼试验[J].钢铁,1988(11):1-10.
[5] 汪大宏,徐守信,杨天钧,等.氧煤喷枪的研制和应用[J].炼

铁,1993(2):7-11.

[6] 孔凡朔.济钢喷煤技术进步[J].山东冶金,2005(1):9-11.
[7] 王筱留.提高高炉喷煤量的措施[J].鞍钢技术,2007(1):1-6.

Technology Development of Pulverized Coal Injection of China's Blast Furnace

MA Ji-bo, FANG Yi-liu

(The Production Department of Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: This paper introduced the technology development of pulverized coal injection of China's blast furnace and analyzed the measures of increasing PCI rate. By means of increasing quality of coke, improving quality of air blast, using oxygen-coal injection and mix injection technology etc can effectually increase the PCI rate. At the same time, it pointed out that studying combustion course of coal power in the condition of raceway zone and developing high efficiency PCI combustion-supporting agent for increasing farthest the combustion rate and replacement ratio of coal power in tuyere area are research directions.

Key words: blast furnace; pulverized coal injection technology; coal injection ratio; technology development