

首钢高炉高风温技术研究进展

陈冠军¹, 刘洪松¹, 倪 莘²

(1.首钢技术研究院,北京 100043;2.北京首钢国际工程技术有限公司,北京 100041)

摘要:在比较国内外高炉风温基础上,结合风温变化,说明首钢高炉高风温的技术进步。近年首钢在高风温热风炉、高风温工艺流程和高风温管道等方面开展的理论研究,为首钢高炉实现高风温奠定了基础。在首钢搬迁调整之际,高风温空气燃烧预热和自主研发的热风炉等技术在首钢得到推广应用。通过首秦与迁钢开展的高炉高风温实验研究,表明首钢实现了1 250~1 280 ℃的高风温。

关键词:高炉;高风温;进展

中图分类号:TF578 文献标识码:B 文章编号:1001-6988(2010)04-0019-03

Research Evolution on High Blast Temperature Technology of Blast Furnace in Shougang Group

CHEN Guan-jun¹, LIU Hong-song¹, NI Ping²

(1. Shougang Research Institute of Technology, Beijing 100043, China; 2. Beijing Shougang International
Engineering Technology Co., Ltd, Beijing 100041, China)

Abstract: On the base of comparing blast temperature of blast furnace at home and abroad, the technology progress of high blast temperature of blast furnace in Shougang is showed with the blast temperature change. The theoretical study on the aspects of high blast temperature hot-blast stove, technical process of high blast temperature and pipe of high blast temperature settle the foundation to realize high blast temperature in Shougang. On the time of shift and adjustment in Shougang, the high temperature air-preheated and self-developed hot-blast stove technology are applied and extended in Shougang. The test study of high blast temperature of blast furnace in Shouqin and Qiangang indicates that high blast temperature between 1 250~1 280 ℃ is come true in Shougang.

Key words: blast furnace; high blast temperature; evolution

随着炼铁技术的不断进步,现代高炉向大型、高效、长寿、高风温和大喷煤等方向发展。提高高炉风温具有降低炼铁焦比、提高高炉生铁产量、提高喷煤比和降低高炉生产成本等作用^[1]。国外如日本新日铁和芬兰等国的先进高炉风温在1 250 ℃以上^[2],近年我国通过引进国际先进的新日铁外燃式、荷兰霍戈文内燃式和俄罗斯卡卢金顶燃式热风炉等技术,风温水平不断提高。2007年我国重点钢铁企业统计的平均风温为1 125 ℃,但与国外先进高炉风温尚

有一定差距。首钢公司在消化、吸收国际先进热风炉和自主研发热风炉技术基础上、开展热风炉操作、高炉炉料结构和高风温管道等方面的研究,大大提高了首钢高炉风温,为进一步实现1 300 ℃以上风温奠定基础。

1 高风温技术进步

1970年以前,首钢高炉采用传统的内燃式热风炉,风温徘徊在850~1 050 ℃。70年代末,在首钢1~4号高炉上采用自主研发顶燃式热风炉技术^[3],实现风温1 100 ℃左右。2002年,在首钢北京2号高炉上引进荷兰霍戈文热风炉技术,利用原有的顶燃式热风炉作为预热炉预热空气,实现风温1 200 ℃。

收稿日期:2010-03-10

基金项目:国家发改委高新技术资助项目([2007]3194号)

作者简介:陈冠军(1972—),男,工学硕士,高级工程师,主要从事冶金能源科研工作。

2004年，在首秦1号、2号高炉上引进俄罗斯卡卢金顶燃式热风炉技术，实现风温1250℃。2006年，迁钢2号高炉采用自主研发的新型顶燃式热风炉作高温预热和霍戈文内燃式热风炉技术，在2008年开展高风温技术研究的基础上，实现风温1250℃以上。截至2008年底，首钢统计投产高炉7座（不包含京唐已建成未投产1号高炉），其中北京地区3座（停产的4号和5号高炉除外），首秦与迁钢各2座。首钢北京地区3座高炉和首秦、迁钢各2座高炉的年平均风温变化如图1所示。

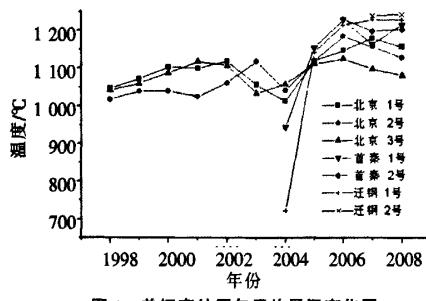


图1 首钢高炉历年平均风温变化图

从图可知，风温最高的为迁钢2号高炉，2008年实现年平均风温1240℃以上；首秦风温最高为2号高炉，2006年实现年平均风温1230℃；北京地区1~3号高炉，风温最高为北京2号高炉，2006年实现1184℃，从1998年至2008年，风温提高约100℃，年平均增加10℃，由于奥运和结构调整等因素，北京地区高炉最近两年风温有所下滑。

2 近年研究进展

2.1 高风温热风炉研究

热风炉是高炉的重要附属设备，是实现高炉高风温的关键设备。通过对首钢原有顶燃式热风炉的研究，发现其燃烧口温差变化大和炉墙温度较高等问题^[4]，限制了风温的提高。通过对卡卢金顶燃式热风炉和自研发的顶燃式热风炉流场的研究，认为上述热风炉具有炉顶、炉墙温度较低、燃烧完全等性能优点，满足高风温使用要求，同时指出旋流热风炉中心存在回流区的问题^[5]。通过对霍戈文内燃式热风炉的研究，认为其气流出口流速均匀，但喷出后偏向一边，炉内流场分布均匀。高风温与热风炉结构、耐火材料、燃烧器、废气预热、自动烧炉等技术紧密关联。无论是哪种热风炉，由于炉顶晶间应力腐蚀问题，其风温受限制。

2.2 高风温工艺流程研究

国内外实现高风温技术主要有掺烧高热值煤气技术、换热器预热煤气助燃空气技术、热风炉自身预热技术、高温空气燃烧预热技术等。通过对国内外现有各种预热助燃空气技术的比较，首钢公司采用的全烧高炉煤气高温空气燃烧预热技术^[6]，先后在北京地区2号高炉、首秦、迁钢和京唐推广应用，其中北京地区2号高炉、首秦、迁钢高炉采用“3+2”模式，京唐高炉采用“4+2”模式，全烧高炉煤气预热空气温度500~600℃以上，确保了首钢1250~1280℃高风温的实现。

2.3 高风温管道技术研究

热风管道烧红、漏风甚至崩裂是我国高炉实现高风温的障碍。首钢公司通过对管道耐火材料、耐火衬结构、钢结构、管道设备等方面改进，如高铝砖改为蠕变小、高温稳定性好的红柱石砖；孔口处采用整体稳定性好的组合砖；波纹补偿器处的耐火衬膨胀缝口处增加一环镶嵌式保护砖；高温热风阀采用软水冷却及异型水腔结构，阀内镶嵌耐高温的高强耐火衬等措施，满足了管道高风温的使用要求。

3 高风温实验研究

3.1 高风温实验情况

首钢早在2002年就对北京地区2号高炉进行提高风温实验，通过改善原燃料条件，在2002年10月实现月平均风温1220℃。2006年在首秦1号高炉解决热风总管与热风炉连接处裂纹问题后，在2006年5月实现月平均风温1253℃^[7]，首秦2号高炉在前期首秦1号高炉实现高风温基础上，月平均风温超过1250℃，统计见表1，成为首钢投产以来实现1250℃以上风温月数最多的例子。

表1 首秦2号高炉月平均风温统计(超过1250℃)

时间(年月)	2006.08	2006.09	2006.11	2006.12	2007.02
平均风温	1250	1250	1254	1253	1255

为进一步提高首钢高炉风温，选择迁钢2号高炉进行提高风温实验，同时高风温实验和高炉大喷煤结合。高风温实验分别在2008年10月和12月进行，实验期间，热风炉最高风温达到了1280℃，日平均风温最高达到了1270℃，旬平均风温达到1262℃，10月和12月平均风温为1258℃和1256℃，10月和12月均煤比达到了180kg/t以上，特别

是12月均焦比降至280 kg/t左右。10月和12月份的日风温、焦比和煤比变化如图2和图3所示。

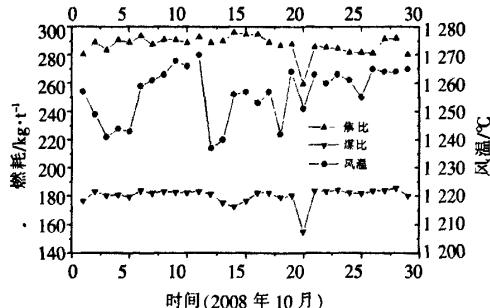


图2 10月份日风温、焦比和煤比变化图

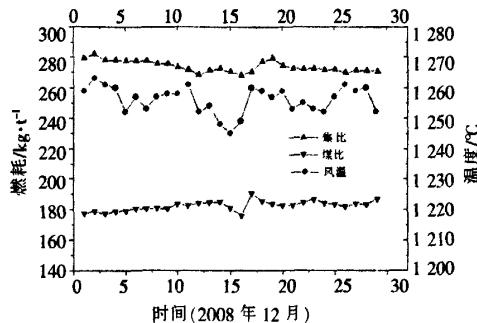


图3 12月份日风温、焦比和煤比变化图

从当前的实验结果看,迁钢热风炉风温尚有提高的余地,但受高炉炉料结构和质量影响,高风温使用暂受一定限制。以上首秦与迁钢高炉的高风温实验研究结果将在迁钢3号高炉和京唐大型高炉上进一步实施。

3.2 高风温措施

总结首钢首秦与迁钢公司的高炉高风温实验研究,实现高风温的主要措施如下:

(1) 加强监测和巡检,确保安全。主要对高炉、热风炉系统等部位的温度和管道膨胀节位移进行实时在线监测,同时增加巡检次数。

(2) 改善原燃料条件。如改善焦炭和喷吹煤质量、提高烧结矿品位等措施。

(3) 改进高炉操作制度。如调整装料制度,改善透气性指数,稳定风量等措施。

(4) 提高助燃空气预热温度。通过提高助燃空气预热温度,提高理论燃烧温度,从而大大提高热风炉风温。

(5) 适当提高热风炉顶温,在前面提高助燃空气预热温度基础上,利用自动烧炉加大煤气燃烧量,在拱顶晶间应力许可不出现腐蚀问题的情况下,控制顶温提高,从而提高风温。

(6) 减少混风阀的开度。通过关小混风阀开度,减少冷风流量,确保管道热风温度。

(7) 优化热风炉操作制度。通过缩短热风炉燃烧期、送风期和换炉时间等手段,增加换炉次数等。

(8) 与大喷煤、富氧技术的结合。在提高风温的同时,提高高炉富氧率和增加喷煤,从而使高风温以煤代焦的节能作用得以发挥。

4 结论

(1) 通过研究首钢原有顶燃式、卡卢金顶燃式、霍戈文内燃式等热风炉技术、高风温工艺流程和高风温管道等技术,为高炉高风温技术提供理论基础。

(2) 首钢采用的全烧高炉煤气高温空气燃烧预热技术,不仅在首秦和迁钢得到应用,而且在京唐大型高炉上推广应用。

(3) 首钢北京地区高炉、首秦与迁钢高炉高风温实验研究结果表明,首钢热风炉实现了1250~1280 °C高风温。

(4) 高风温实验研究总结分析的高风温措施,为首钢高炉进一步开展高风温技术研究做准备。

参考文献:

- [1] 王维兴.高风温对高炉炼铁的重要作用[J].金属世界,2004(6):29~30.
- [2] 陈茂熙.高风温长寿热风炉技术及高炉喷煤技术[J].钢铁技术,2000(6):1~12.
- [3] 黄晋.首钢大型顶燃式热风炉设计[J].首钢科技,1999(2):189~196.
- [4] 陈冠军,赵民革,丁汝才,等.首钢高风温热风炉技术研究[J].钢铁,2008(增刊):64~68.
- [5] 陈冠军,胡雄光,钱凯,等.新型顶燃式热风炉燃烧技术研究[J].钢铁,2009(1):79~81.
- [6] 陈冠军.迁钢2号高炉热风炉系统高风温技术研究[J].炼铁,2008(6):10~13.
- [7] 陈冠军,丁汝才,李刚,等.首秦卡卢金顶燃式热风炉高风温技术应用研究[C]//全国能源与热工学术年会会议论文集.张家界:全国能源与热工学术年会协调组,2006.