

青钢6号高炉热风炉优化改造实践

魏钦帅, 刘环, 王东

(青岛钢铁控股集团有限责任公司, 山东 青岛 266043)

摘要:通过分析卡卢金顶燃式热风炉的特点,结合青钢6号高炉热风炉改造,介绍了燃烧器及拱顶结构改造情况。燃烧器采用新型耐火材料砌筑,对助燃空气和煤气通道进行环砌,并使16个助燃空气喷孔与16个煤气喷孔在环形耐火材料砌体上交替排列,提高了煤气的燃烧效率,热风温度提高了约70℃;同时采用新型格子砖,提高换热效率,风温波动范围小、风温稳定。

关键词:热风炉;燃烧器;拱顶结构;耐火材料

中图分类号:TF325.4

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2013)05-0011-02

1 前言

青钢6号高炉于2004年12月建成投产,其标准炉容为500 m³,时至2012年6月停炉大修,标志着其一代炉役寿命结束。利用高炉大修时机,进一步对高炉及热风炉等主体及主要附属设施进行完善和改进,以实现在当前炉料成分及高炉操作不断复杂化条件下的高炉长寿生产。高炉热风炉自其投入使用之日起,均在高温条件下进行连续工作,这就对其使用的耐火材料等有很高的要求。本研究主要对热风炉所用耐火材料进行分析及改进。

2 高炉热风炉特点及现状

高炉强化冶炼的主要措施包括:入炉原料采用精料、高温风^[1]等。在一定条件下,入炉原料的品位是确定不变的,此时高的入炉风温占据了主导地位。在铁矿石资源日益匮乏的条件下,提高风温就显得尤为重要。高温风可以改善高炉下部的温度制度,降低燃料比,提高能源的利用效率^[2]。卡卢金顶燃式热风炉具有如下特点:

1) 高效燃烧器。其陶瓷燃烧器置于炉中顶部,直接喷吹燃烧,无燃烧室,燃烧稳定、完全、均匀、效率高,煤气利用率高,使用寿命长。

2) 对称砌筑的内部耐火材料。卡卢金顶燃式热风炉拱顶、格子砖及炉墙均为对称结构,拱顶仅有一个热风出口,保证了其(尤其是拱顶)在高温高压条件下结构的稳定性。

3) 高效蓄热格子砖。卡卢金顶燃式热风炉蓄热室采用孔径为30 mm的格子砖,加热面积达48.0 m²/m³,使其具有很高的换热面积及热效率。

4) 结构合理的球形拱顶及合理的温度分布。

收稿日期:2013-01-16;修回日期:2013-10-12

作者简介:魏钦帅,男,1985年生,2012年毕业于昆明理工大学冶金工程专业,硕士。现为青岛钢铁控股集团有限责任公司银钢炼铁助理工程师,从事炼铁工艺技术工作。

卡卢金顶燃式热风炉的燃烧形式和燃烧特点使得温度的分布较为均匀,因温度差异而造成的热应力大大降低,提高了热风炉的使用寿命。

5) 投资成本低、占地面积少。

卡卢金型热风炉也有许多需要完善和改进的地方,如:大拱顶型的耐材容易开裂、掉砖,限制了热风炉的大型化发展;小拱顶型对耐火材料的耐高温及抗热震性能要求较高^[4]。同时,随着热风炉的不断大型化,格子砖堆积高度的增加,对格子砖抗压强度的要求也不断增强;随高温风温的不断发展,对格子砖的导热系数等理化指标也提出了更为苛刻的要求。

青钢6号高炉热风炉主要技术参数:热风炉高度33.7 m;格子砖加热面积26 400 m²,1 m³格子砖加热面积48 m²,格子砖平均孔径30 mm,格子砖高度17.04 m;热风温度1 150~1 250℃,拱顶温度1 250~1 370℃,烟气温度≤500℃;设计寿命>16 a。

3 热风炉改造情况

青钢6号高炉有3座卡卢金顶燃式热风炉,此次大修过程中对热风炉的部分耐火材料及砌体结构进行了相应改造,以使其燃烧效果更理想,燃烧效率及蓄热能力进一步提高,使用寿命进一步延长。

3.1 燃烧器的改进

对燃烧器的结构和所用耐火材料均进行改进或更换。采用新型耐火材料砌筑燃烧器,使其抗热冲击性能及高温蠕变性能大幅提高,同时提高燃烧器的使用寿命;对其结构进行改造,采用耐火材料对助燃空气和煤气通道进行环砌,并分别使16个助燃空气喷孔与16个煤气喷孔在360°的环形耐火材料砌体上交替排列布置,可提高助燃空气和煤气的混合均匀度,使燃烧更为完全、稳定,从而提高煤气的燃烧效率、温度分布均匀度,进一步减小温差引起的热应力,提高热风炉的使用寿命。

空气喷嘴、煤气喷嘴交替分布,且其中心线与燃烧器中心线形成一定的角度($\sim 30^\circ$),使高速喷吹气体迅速形成涡流,气体混合更为充分,从流体力学的角度为提高热效率和风温奠定基础。

3.2 拱顶结构及耐火材料的选取

拱顶结构是整座热风炉内部结构中稳定性最难控制的部位,其内部始终处在较高温度条件下,上部与壳体脱离使其没有固定的支撑点,高温和强烈的热冲击使耐火材料容易变形、脱落。半球形拱顶为对称结构,其所用耐火材料有4~6层不等,由炉壳向内依次为:喷涂料层、耐火纤维棉、轻质黏土砖、高铝砖、莫来石砖等。

采用抗高温和强热冲击的耐火材料以保证高温条件下热风炉拱顶结构的稳定性,提高拱顶的高温稳定性能,为热风炉进一步提高高温打下基础。燃烧器及拱顶部位采用耐高温绝热材料,如红柱石高铝砖(编号A砖,1450℃ \times 2h重烧线变化率为 ± 0.3 ,1100℃水冷热震稳定性 ≥ 50 次)、刚玉莫来石砖(编号B砖)、红柱石砖等。其中部分耐材的理化性能指标如表1所示。

表1 红柱石高铝砖及刚玉莫来石理化指标

耐材	Al ₂ O ₃ /%	耐火度/℃	体积密度/(g·cm ⁻³)	显气孔率/%	0.2 MPa荷重软化温度/℃	常温耐压强度/MPa
A砖	≥ 57	≥ 1780	≥ 2.48	≤ 22	≥ 1500	≥ 50
B砖	≥ 78	≥ 1770	≥ 2.80	≤ 21	≥ 1600	≥ 70

其中,刚玉莫来石砖具有高的热态强度和荷重软化温度、好的抗热震性能等^[5],另外还具有高温蠕变量小、线膨胀系数小、抗化学侵蚀性强等优点。在热风炉燃烧器和拱顶位置采用该种耐火材料进行砌筑,可以保证高温下其结构的稳定,保证耐高温和高速气流的冲刷,为实现高温和长的使用寿命打下基础。

3.3 采用新型格子砖

采用新型格子砖,在保证其高温条件下强度的同时,对其孔数和孔径等进行改进,以增加格子砖的加热面积;另外,在堆砌格子砖时改变了堆垛的形状,在平顶格子砖堆垛上加堆了锥形结构,增加了格子砖的有效加热面积。靠近燃烧器位置的锥形结构,对整个炉子的受热及换热效率的提高作用尤为突出。

3.4 热风炉不同部位的选材

在炉体中下部靠近炉墙的位置采用高铝砖、黏土隔热砖和纤维板,使炉墙与格子砖隔开,因为该部位温度相对较低,可以采用低温或中温绝热耐火材料;在炉体中上部采用红柱石砖、低蠕变高铝砖等耐火材料,以适应格子砖中上部的较高温度条件,降低其内部材料在高温条件下的变形程度,

以保持热风炉结构的稳定;在热风炉燃烧器及拱顶部位采用耐高温绝热材料红柱石高铝砖、莫来石砖等,以保证高温条件下拱顶结构的稳定。

其球形拱顶跨度较小,利用其自身的重量及耐火材料砌体之间的契合而消除向外的推力,使得拱顶与热风炉炉壳完全脱离。这就使得炉壳和耐火材料砌体在高温条件下有足够的空间自由膨胀而不影响拱顶结构。

3.5 填充材料的使用

在整个耐火材料内衬与钢性壳之间均采用耐火纤维进行填充,目的是保证在高温条件下炉壳和耐火内衬均有足够的空间自由膨胀,以减少或杜绝材料变形而造成的设备损毁,延长热风炉的使用寿命。在不同的部位采用不同材质的耐火材料,可以在一定程度上节约成本、保证热风炉的使用寿命。

4 结 语

在热风炉燃烧周期和送风周期相等的条件下,从2012年11月6号高炉复风至2013年8月,6号高炉热风炉提供热风的平均风温为1125℃,最高风温达到1250℃。青钢炼铁厂所有高炉热风炉供热风平均温度为1080℃,6号高炉热风炉风温的变化范围在1115~1130℃内。由此可见:改造后热风炉的热风温度变化范围较小,供风风温相对稳定,说明燃料燃烧稳定,换热效率高;改造后热风温度较平均热风温度高70℃左右。这也充分体现了其高温风温的特点。

从热风炉燃烧器的设计改进,拱顶及燃烧器所用耐火材料的选用,为热风炉实现高温、使用寿命 > 16 a提供了基础保障。燃烧器的设计更加合理化,使助燃空气和煤气的混合更为充分,热效率大为提高。为高炉生产提供高温风温,为高炉的节能降耗、生产降低成本奠定了基础;不同部位采用不同材质的耐火材料,为热风炉砌筑降低成本起到了不可忽视的作用。

参考文献:

- [1] 朱苗勇.现代冶金学(钢铁冶金卷)[M].北京:冶金工业出版社,2008:200-364.
- [2] 宋文刚,林成城.宝钢高炉热风炉新技术的开发与应用[J].炼铁,2005(24):63-66.
- [3] Takashi Miwa. Development of Iron-making Technologies in Japan[J]. Journal of Iron and Steel Research International, 2009, 16(Supplement 2):14-19.
- [4] 王贤,罗志红.顶燃式热风炉陶瓷燃烧器结构设计的优化[J].炼铁,2012,5(31):6-9.
- [5] 李红霞.耐火材料手册[M].北京:冶金工业出版社,2009:108-120.

(下转第17页)

量平均值的比较。从图中可以看出,工艺改进后,整个冶炼过程氮含量的增加趋势明显变缓,增加量减少。由此可见,通过控制铁水(或生铁)兑入比例、精炼渣量、VD 炉操作和强化水口保护浇铸效果,氮含量可以控制在 50×10^{-6} 以下。

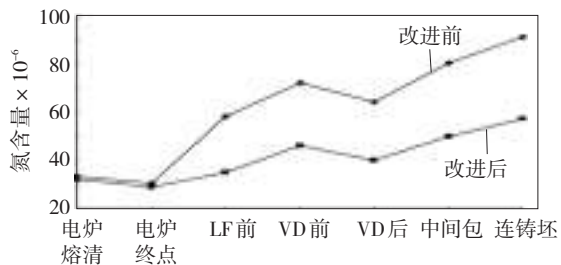


图 2 工艺改进前后氮含量变化对比

5 结 论

5.1 硼钢冶炼过程中的氮含量呈现先降低后增加再降低再增加的变化趋势,整个冶炼过程电炉终点

氮含量最低,连铸坯氮含量最高,VD 处理有利于降低氮含量。

5.2 整个冶炼过程,电炉出钢至精炼阶段,氮含量增加最为明显,其次是连铸阶段,控制好这两个阶段的氮含量至关重要。

5.3 针对冶炼过程的不同阶段,采取有效的措施可以将钢中氮含量控制在 50×10^{-6} 以下。

参考文献:

- [1] 祝真祥.转炉冶炼钢中氮含量的控制[J].本钢技术,2010(1): 11-13,18.
- [2] 张槐,陈天明.钢中氮含量控制的研究及探讨[J].四川冶金, 2009,31(1):7-11.
- [3] 许洪新,李文卿,孙继跃.氮含量和微量钛对 20CrMnB 钢淬透性的影响[J].钢铁,1993,28(5):45-48.
- [4] 卢盛意.电弧炉(EAF)钢中氮含量的控制[J].连铸,2004(2): 30-31,35.
- [5] 达志鹏.降低钢中氮含量的措施[J].海峡科学,2008(6): 53-55.

Controlling of Nitrogen Content in 40CrB Steel Smelting Process

ZHENG Guiyun, ZHAI Zhenglong, LIANG Na, SUN Yongxi

(The Special Steel Plant of Laiwu Branch Company of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271105, China)

Abstract: Taking the smelting process of producing 40CrB steel in Laiwu Steel's 50 t electric furnace line as research object, the nitrogen content change of boron steel in smelting process was analyzed. The results showed that the nitrogen content is first decreased and then increased and then decreased trend to increase. In smelting process, the nitrogen content is lowest in the end of EAF and is highest in the billet. VD treatment is propitious to decrease the nitrogen content. From EAF tapping to the refining stage, the nitrogen content increases most obviously and secondly in continuous casting stage. By controlling the mix population of liquid iron (or pig iron), the amount of refining slag, the operation of VD furnace and protective casting, the nitrogen content would be controlled below 50×10^{-6} .

Key words: boron steel; 40CrB steel; smelting process; nitrogen content control

(上接第 12 页)

Optimizing and Transforming Practice of Hot Stove for Qingdao Steel's No.6 BF

WEI Qinshuai, LIU Huan, WANG Dong

(Qingdao Iron and Steel Group Co., Ltd., Qingdao 266043, China)

Abstract: By analyzing and comparing the structure of ceramic burners used in top combustion type hot stove, this article discussed arch roof structure of top combustion type hot stove of Qingdao Steel. Burner was annular masonry by the new refractory, 16 combustion air channels and 16 gas channel are arranged alternately, the air temperature has been increased by about 70°C ; and the checker bricks were applied to improving the heat transfer efficiency, narrowing the fluctuation range of air temperature and stabilizing the air temperature.

Key words: hot stove; burner; arch roof structure; refractory

(上接第 14 页)

Analysis on Influence Factors of Mould Sticking and Improvement Measures

GUO Yaorong, ZHAO Li, WANG Jisong, LI Chunmei, YUAN Tingting

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: This article analyzes the influencing factor for continuous casting mould sticking. The major factors of sticking are the cleanness and temperature of molten steel, protecting slag performance, submerged nozzle parameter, liquid surface waviness and unreasonable operation. Sticking probability has been greatly reduced with the help of improving molten steel quality, optimizing protecting slag parameter, decreasing unsteady state operation etc. Slab yield has been improved and heat sticking alarming rate decreased from average 2.9% to 1.8%. The smooth working and stabilization production can be guaranteed.

Key words: continuous caster; mould; sticking; alarming rate