包钢3#高炉1#热风炉凉炉实践

李炳炎,贾云飞,韩 磊

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要:文章对包钢3#高炉热风炉风温严重不足,热风炉凉炉更换格子砖工作进行了总结。凉炉前准备工作充分、凉炉设备安装顺利,工艺选择正确,整个凉炉过程历时38天,将1#热风炉由800 ℃降至50 ℃以下,凉炉较为成功。为今后包钢硅砖热风炉的凉炉提供了参考和理论依据。

关键词:热风炉;硅砖;凉炉

中图分类号:TF544 **文献标识码**:B **文章编号**:1009-5438(2020)04-0020-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.04.006

Practice of Cooling 1# Hot Blast Stove of 3# Blast Furnace of Baotou Steel

Li Bing-yan, Jia Yun-fei, Han Lei

(*Iron-making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The blast temperature of hot blast stove of 3# blast furnace of Baotou Steel is seriously insufficient, so the checker brick needs be replaced when cooling hot blast stove. The job is summarized in this paper. The preparatory work before cooling hot blast stove is sufficient, installation of equipment for cooling hot blast stove is smooth and process selection is correct, the whole cooling process lasts for 38 days. As a result, it is successful since the temperature of 1# hot blast stove decreases from 800 ℃ to below 50 ℃, which provides references and theoretical basis for cooling hot blast stove of silica brick of Baotou Steel in the future.

Key words: hot blast stove; silica brick; cooling stove

包钢3#高炉有效容积为2 200 m^3,于1993年12月建成,配有4座新日铁外燃式热风炉,热风炉蓄热室采用Φ43 mm七孔格子砖[1],热风炉投产至今,经历了高炉大修、热风炉凉炉重新烘炉、高炉停产、复产凉炉又重新烘炉,已经超期服役26年。同配置其他钢厂高炉热风炉预热高炉煤气量均在60 000 m^3/h,预热助燃空气量均在50 000 m^3/h,最高烟气温度在360 ℃水平,而包钢3#高炉热风炉由于服役期长,耐火材料烧损和挤压造成格子砖格孔堵塞,致使预热煤气量和空气量都有所下降,预热高炉煤气量下降至45 000 m^3/h,预热助燃空气量均在35 000 m^3/h,最高烟气温度在190 ℃水平,燃烧量的减少致使蓄热量和烟气温度都大幅下降,影响了高炉风温和稳定性,提高了高炉冶炼成本。

1 凉炉原因

包钢3#高炉于2015年10月17日停炉,2017年随着钢材市场回暖,3#高炉进行了恢复性中修,期间热风炉打开拱顶及零米人孔进行热风炉整体检查,发现4座热风炉燃烧器均已损坏,随即对4

收稿日期:2020-06-18

作者简介:李炳炎(1970-),男,河北省河间市人,技师,现从事热风炉生产技术管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

座热风炉燃烧器进行了更换。2017 年 6 月 28 日 3# 高炉点火送风，恢复生产后由于热风炉老龄化，热风炉进气状况和蓄热量持续下降，同时出现热风炉烧炉煤气量减小的现象，经检查和咨询专家分析，认为是由于热风炉已经超期服役，格子砖孔堵塞。3# 高炉只有 1 000 ℃风温，低风温使得高炉燃料比和生铁成本较高。故公司决定在线对 3# 高炉热风炉更换格子砖。首先选择破损较为严重的 1# 热风炉停炉检修更换，2018 年 1 月 18 日 3# 高炉 1# 热风炉开始进行凉炉作业。3# 高炉热风炉炉役后期现状见表 1。

表 1　3# 高炉热风炉炉役后期参数　　℃

类别	拱顶温度	废气起始温度	废气终了温度	热风温度
同类型热风炉	1 350	150	400	1 200
3# 高炉热风炉	1 300	150	190	1 000

2　凉炉工艺选择

热风炉的凉炉方式一般分为自然凉炉和强制凉炉 2 种。自然凉炉就是在热风炉停止生产后，打开热风炉的上下部人孔，自然通风冷却，使热风炉慢慢地冷却下来。采用这种凉炉方式，对耐火材料的损害小，但时间比较长，一般受生产条件的限制，很少采用。强制凉炉是采用外界强制通风，使热风炉凉下来的方式，这种方式可控性强，时间比较短[2]。3# 高炉此次凉炉，考虑工期和耐火材料整体稳定性等多重因素，采用强制加自然冷却的方法，凉炉时间设置为 38 天，凉炉降温进程见图 1。同时制定了凉炉温度测定要求，尽量减小凉炉过程对硅砖砌体的破坏作用，保证降温进程的严格。

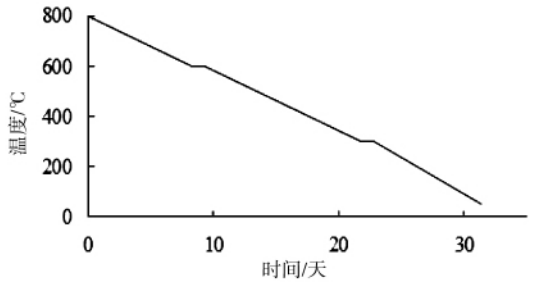


图 1　热风炉凉炉降温曲线图

硅砖热风炉体积膨胀最为剧烈的部位即为硅砖部位，凉炉的目的和技术难点在于不同的耐火材料在降温凉炉时的凉炉曲线制定和执行情况；另外，保护性凉炉的重点在于恒温期的控制，由于硅砖存在两个晶型转变温度区间，在这两个温度区间，硅砖的体积膨胀和收缩也最为剧烈，因此，确定和设定恒温区间和执行精度成为了此次保护性凉炉工作的重中之重。

3　凉炉操作

3.1　前期准备工作

热风炉凉炉期间，其它 3 座热风炉要保持正常生产，因此要确保 1# 热风炉与其它 3 座热风炉完全隔离，避免相互影响。同时为确保热风炉定修时间不延长，需要在定修开工前先行把 1# 热风炉停下来。具体操作如下：

(1) 所有阀门驱动源断开(包括液压站及现场球阀)；

(2) 所有电源断电(包括调节阀及配电柜)；

(3) 所有阀门关闭并堵盲板(包括冷风阀、热风阀、冷风均压阀、2 个烟道阀、废气阀、助燃空气燃烧阀、煤气切断阀)；

(4) 提前断开焦炉煤气与热风炉的联系并堵盲板。

换炉时要通知施工人员撤出，热风炉放压前，要再次确认施工人员出炉。施工时，要按进入密闭空间严格要求，实时检测 CO 和 O_2 含量，必须隔绝其它系统与 1# 热风炉的联系，保证施工人员的安全。

3.2　凉炉设备安装

(1) 高温段主要采取自然凉炉法，即关闭检修热风炉的所有阀门，并堵盲板隔离，加装拱顶低温电偶，通过拱顶、硅砖背面电偶、硅砖界面电偶综合判断温降情况。由于拱顶为排风末端，拱顶温度又为热风炉温度最高的区域，此区域又为硅砖排风末端，所以温降以拱顶电偶为主。

(2) 中温段控制进风面积和排风面积。打开热风炉零米人孔，在人孔上加装挡风板，通过控制挡风板挡风面积调节进气量；打开拱顶蓄热室人孔，通过抠砖量控制上部排风量，以达到控制降温速度的目的。

(3) 当进入低温区后，下部进风孔和上部排风孔全部打开也不能达到降温效果时，采用两台防爆风机连接下部进风孔，通过增加鼓风量进行强制降温。强制降温前要提前将拱顶排风孔用耐火砖挡住，留小面积排风，对比温降速度与降温曲线，逐步

中国知网　https://www.cnki.net

增大排风面积。

(4) 由于计划格子砖全部更换,工期限定任务重,在零米人孔下部接蒸汽以达到雾化降温效果,当强制降温风机使用后,拱顶排风口全开仍不能达到降温效果时,即启用此项。

(5) 在拱顶排风口旁接一路打水装置,打水装置加雾化器,要确保打水装置能伸至蓄热室中心,防止破坏大墙砖。在上述4项无法达到降温效果时开启打水降温。使用时要间歇式均匀打水,以10 min为一个单位,打水吹风交替进行,如不能满足降温则以10 min为一个单位叠加增加打水时间以满足凉炉所需,打水时要定期检查零米下部人孔,发现水流至下部应立即停止打水。

3.3 凉炉操作流程

3.3.1 第一阶段

温度从1 300 ℃到800 ℃。在停炉前1#热风炉开冷均阀、开热风阀保持送风状态,其它热风炉并联送风。拱顶温度降至800 ℃时,热风炉转入焖炉状态,放掉炉内废气。即冷风管道→热风炉炉底支柱→炉箅子→蓄热室格子砖→蓄热室拱顶→拱顶联络管→燃烧室→热风阀→热风支管→热风主管→热风围管→混合后进入高炉。

3.3.2 第二阶段

温度从800 ℃到300 ℃,中温段采取控制进风面积和排风面积的方法。即热风炉零米人孔→热风炉炉底支柱→炉箅子→蓄热室格子砖→蓄热室拱顶→由蓄热室拱顶人孔排出大气。

3.3.3 第三阶段

温度从300 ℃到50 ℃,低温段采取强制送风、加湿鼓风、雾化打水冷却相结合的方法。工艺流程与中温段相同,打水时有所变动。即打水时不送风,送风时不打水,目的是起到更好的冷却效果,避免将蓄热室中心水雾吹到边缘大墙处对大墙造成损伤。

整个凉炉过程严密监视炉顶温度变化,严格按凉炉降温进程操作,凉炉过程温度控制合理,降温速度平稳可靠。

4 凉炉效果

硅砖热风炉凉炉效果的好坏,最终是看硅砖在凉炉过程中是否会由于冷却速度不当而产生有规律的大面积裂缝。

3#高炉1#热风炉凉炉结束后,进入炉内进行了冷态调查。热风炉高温部位的硅砖基本完好,热风炉蓄热室大墙、拱顶、拱顶联络管、燃烧室拱顶、大墙等主要部位没有出现有规律的大面积裂纹,也没有出现硅砖剥落现象,燃烧室辐射温度计人孔周围以及燃烧室拱顶人孔周围的局部区域,仅少量硅砖有破损、剥落现象,对于已经服役了26年的热风炉来说,凉炉效果显著。

此次热风炉凉炉始终以蓄热室拱顶温度计划降温曲线为依据进行操作。蓄热式拱顶温度为热风炉最高温度区,且设在格子砖上部,属于凉炉气流方向末端,有充分的代表性,可实时监控温度变化情况,以此为依据的凉炉具有充分的科学性。凉炉后的实际检测,凉炉效果也非常好,只出现了由于应力造成的小裂缝,没有大的结构损坏和单块耐火砖的龟裂现象,经鉴定和化验可继续使用,为恢复性复产节约了大量成本。

保护性凉炉后,热风炉更换了格子砖和燃烧器,热风温度可达到1 160 ℃,拱顶温度可达到1 320 ℃,废气温度可达到320 ℃,均达到了现有包钢其他热风炉的水平,效果显著。

5 结论

(1) 热风炉凉炉后的冷态调查表明,此次3#高炉1#热风炉凉炉成功。热风炉燃烧室的大墙和拱顶、拱顶联络管、蓄热室的大墙、拱顶及锥段等高温部位的总体情况较好,砖衬没有出现大范围的裂缝和剥落现象。

(2) 硅砖热风炉在包钢热风炉的实际使用效果较好,3#高炉1#热风炉经过凉炉更换格子砖和燃烧器后,可以满足高炉正常生产的需要,达到了预期效果。

参 考 文 献

[1] 邬虎林,唐宝一. 包钢3#高炉硅砖热风炉快速凉炉及再烘炉实践[J]. 炼铁,2003,22(2):16.

[2] 项钟庸,王筱留. 高炉设计——炼铁工艺设计理论与实践(第2版)[M]. 北京:冶金工业出版社,2014.

中国知网 https://www.cnki.net