包钢卡卢金顶燃式热风炉保温实践*

王永忠,石 钢,高东辉,李智辉,王国新,高瑞平

(内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章对包钢4 150 m^3高炉卡卢金顶燃式热风炉硅砖保温操作经验进行了总结。介绍了用外置燃烧器对顶燃式热风炉硅砖进行保温的条件、要求和具体操作过程中的注意事项,为顶燃式热风炉检修保温提供参考。

关键词: 顶燃式热风炉;硅砖;保温

中图分类号: TF578.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)02-0011-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.02.005

Practices of Heat Preservation for Kalugin Top Combustion Stove of Baotou Steel

Wang Yong-zhong, Shi Gang, Gao Dong-hui, Li Zhi-hui, Wang Guo-xin, Gao Rui-ping

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

Abstract: In this paper, it is summarized the operational experiences of heat preservation for silica bricks of Kalugin top combustion stove for 4 150 m^3 blast furnace of Baotou Steel as well as introduced the conditions, requirements and matters needing attention in operational processes of heat preservation with external burner for silica bricks of top combustion stove, which provide references for heat preservation of top combustion stove during the overhaul.

Key words: top combustion stove; silica bricks; heat preservation

包钢7#高炉(有效容积4 150 m^3)配备4座卡卢金顶燃式热风炉,设计风温1 250 ℃,于2014年5月27日投产。运行5年来热风管道塌砖、变形、漏风严重,安全生产存在重大隐患。2019年9月16日7#高炉休风,对热风管系进行改造大修,将管系上部135°~180°范围内的耐材进行拆除重砌,计划工期15天。由于施工时间短,为了避免热风炉的寿命及性能受到影响,决定采用外置燃烧器在检修期间对热风炉进行保温。

1 顶燃式热风炉特性

俄罗斯卡卢金顶燃式热风炉是前苏联热工研究院于20世纪70年代研究开发的一种顶燃式热风炉[1]。顶燃式热风炉最大的特点是取消了传统意义上独立的燃烧室,将陶瓷燃烧器设置在热风炉拱顶部位,具有较广泛的适应性。顶燃式热风炉燃烧室设置在顶部,蓄热室有效面积利用率高,蓄热室格子砖孔径小,加热面积大,具有很高的换热面积,热

* 收稿日期:2020-01-10

作者简介:王永忠(1969-),男,内蒙古包头市人,助理工程师,主要从事炼铁工艺生产。

中国知网 https://www.cnki.net

效率高。顶燃式热风炉蓄热室有效面积利用好，热风炉高度及直径相对小，耐火材料及钢结构用量相对较少。

2 硅砖特性

由于硅砖优良的高温理化特性及较低的价格，包钢7#高炉热风炉在蓄热室上段、格子砖上段均选用硅质耐火材料，见表1。硅砖的主要矿物组成为鳞石英、方石英及少量石英和玻璃质，温度在600 ℃以上时抗热震性能和稳定性好。但是硅砖有一个很大的缺点，就是低温体积稳定性差，在200～600 ℃温度区间硅砖由于石英晶体晶型发生转变使体积发生较大变化，如果此变化的速度过快将产生很大的应力，此应力可能使砖破损，影响热风炉整体使用寿命。因此对选用硅砖热风炉凉炉应慎重，短期检修热风炉保温尤为重要。

表1 热风炉本体耐材结构

热风炉本体结构	耐火材料选型
蓄热室下段	粘土质耐火砖
蓄热室中下段	粘土质耐火砖
蓄热室上段	硅质耐火砖
格子砖下段	粘土质耐火砖
格子砖中下段	粘土质耐火砖
格子砖上段	硅质耐火砖
喉口及拱顶燃烧器	红柱石砖

3 热风炉保温工艺操作

由于本次大修时间短，而且要对热风炉管道耐材拆除更换，不具备烧炉反吹保温条件，采用外置燃烧器对热风炉进行高温保温。

3.1 热风炉保温前提条件

为确保热风管系改造大修期间，热风炉本体硅砖温度高于晶型转变温度，热风管系检修前应做好如下准备工作。

(1)为确保保温用焦炉煤气供应稳定，压力大于4 kPa，对焦炉煤气管道做好防护，支撑稳固，各阀门开关灵活，密封可靠。

(2)热风炉冷却水系统(包括临时供水)运行正常。

(3)热风炉所有检测仪表(拱顶温度、硅砖界面温度、废气温度)显示正常，有关通讯系统投入，可供正常使用。

(4)热风炉系统阀门运转正常，4座热风炉热风阀外法兰堵盲板完毕。

(5)热风炉保温燃烧器调试完毕，焦炉煤气管路打压测试、氮气吹扫完毕，具备送气点火条件。

3.2 保温燃烧器选型

保温介质为现场提供的焦炉煤气，保温燃烧器具体参数如表2所示。

表2 燃烧器技术参数

项目	参数
燃烧器数量	4台
燃烧器热功率/MW	0.2～3.0
燃气介质	焦炉煤气
焦炉煤气压力/kPa	≥4
焦炉煤气流量(4座热风炉)/($m^3 \cdot h^{-1}$)	800～2 000
焦炉煤气口径	总管:DN250，支管:DN150
助燃风机压力/Pa	4 000～5 000
助燃风机流量/($m^3 \cdot h^{-1}$)	4 678～6 997
空气口径	DN300
操作方式	现场/远程操作，远程视频监视

3.3 保温燃烧器安装

安装过程为高温操作，应严格按照下列安装顺序安装，否则可能导致安装困难甚至安装事故。燃烧器实物安装如图1所示。

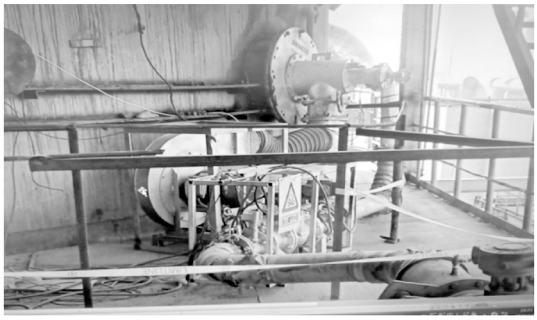


图1 燃烧器安装图

(1)将焦炉煤气管路、助燃空气管路(含风机)安装到位，将燃烧器本体吊至烘炉人孔位置备用。

(2)焦炉煤气管路打压测试、氮气吹扫完毕，具备送气点火条件。

(3)热风炉停止加热(可提前2～3天停止加热闷炉)，调节烟道阀开度，打开热风炉底部引风机，调节炉内抽力，使热风炉内形成微负压，打开烘炉人孔盲板，拆除人孔内砌砖，拆除时须穿戴高温防护服。

中国知网 https://www.cnki.net

(4)将热风炉内调节到负压,安装燃烧器本体,本体就位后,迅速连接助燃风管路与燃烧器本体,连接后,迅速打开助燃风调节管路,调整冷风流量,对燃烧器本体降温。

(5)为避免热风炉内温度降低过快,安装燃烧器本体完毕后,应尽快点火。

(6)逐一拆除人孔并安装燃烧器,点火保温。

3.4　保温安全措施

(1)保温前与各单位协调好,要保证统一指挥、指令畅通,保温工作应配备有效的通讯工具。

(2)现场设置隔离区域,非保温作业人员撤离现场。

(3)检查人员及设备检修人员听从指挥,未得到指令之前不许进入现场。

(4)保温操作过程中,如果发生保温方案中没有预料的问题,应及时报告保温领导小组,由领导小组组织研究、决定,进行统一指挥。

(5)保温期间,设备厂家负责指导和解决保温操作中出现的问题,负责对外部系统进行联系与协调。各辅助单位及部门必须全力配合保温设备负责人员的工作。

(6)保温前将各个协作部门(供水、供电、供气、仪表等)负责人和联系人电话名单列出清单,贴于保温操作主控室,并保证出现任何紧急情况时现场人员能够及时与相关部门联系。

(7)保温期间应建立严格的交接班制度,并做好交接班记录。

3.5　保温紧急情况预案

(1)现场停电。助燃风机停止工作,焦炉煤气电磁阀自动关闭,火焰熄灭。措施:立即关闭焦炉煤气切断阀门,停止燃烧,关闭空气调节阀门,防止因炉内热风沿空气管路溢出导致风机损坏,燃烧器本体温度升高。待恢复供电后,重新点火。

(2)现场停风。助燃风机故障,更换备用风机。如长时间停风,导致燃烧器本体温度升高,应采用氮气冷却。

3.6　热风炉保温控制

对硅砖热风炉保温,关键点在于控制拱顶温度 900 ℃以上,硅砖界面温度高于 600 ℃,烟道温度不超过 350 ℃,为防止废气温度上升过快采用开单烟道保温。

要求保温时以拱顶温度为主要监控点,拱顶温度控制 900 ~ 1 000 ℃,硅砖界面温度大于 600 ℃,废气温度小于 350 ℃。燃烧时采用慢烧、细烧的方式,通过对空燃比的合理控制,达到最佳燃烧状态,降低烟气量。在满足温度要求的情况下,将保温燃烧器尽量控制在较低的输出热功率,即节约燃料,又能降低废气温度上升速度,控制废气温度在较长一段时间保持在允许范围内。

高炉检修结束后,提前将 4 座热风炉拱顶温度加热至 1 000 ℃以上,废气温度低于规定值。依次由 4#热风炉至 1#热风炉拆除烘烤器并封人孔,热风炉转主燃烧器烧炉,保温结束。热风炉保温效果见图 2、3、4。

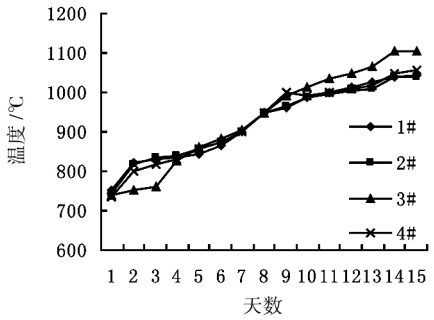


图 2　拱顶温度趋势图

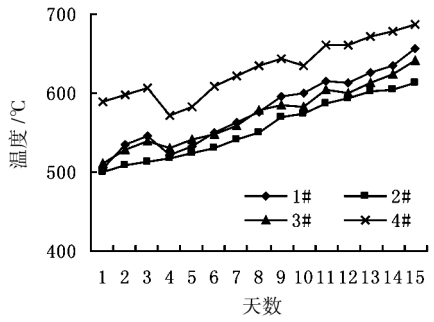


图 3　硅砖界面温度趋势图

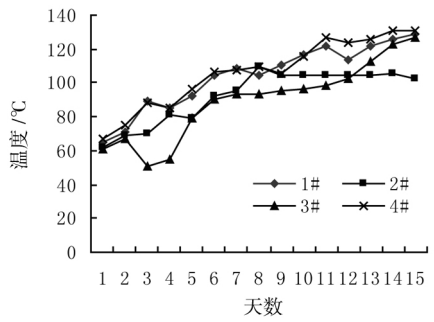


图 4　废气温度趋势图

(下转第 29 页)

中国知网　https://www.cnki.net

6　结论

(1)稀土结构钢通过精炼钢水脱氧、脱硫、钙处理及软吹等措施,去除钢中的夹杂物,提高钢水的洁净度。

(2)添加稀土的结构钢经过夹杂物检测,B 类非金属夹杂物级别都较高,夹杂物颗粒中主要是含稀土硫化钙或氧化铝的复合夹杂,都含有较高占比的 La、Ce 元素。

(3)加入稀土之前钢水进行充分脱氧和脱硫,提高钢水的洁净度,稀土元素的收得率提高至 35% ~50%,稀土含量达到了成分设计要求。

(4)稀土结构钢设计成分铌含量降低了 0.005% 的条件下,在相同试验温度下,添加稀土元素的结构钢冲击功都有所提高。

参　考　文　献

[1] 袁志亮,王拓,陈立杰,等. 稀土元素在钢中加入方法的对比分析[J]. 金属加工,2015. 13(1):45.

[2] 梁英教,车荫昌,刘晓霞,等. 无机物热力学数据手册[M]. 沈阳: 东北大学出版社,1993.

[3] 赵成林. 稀土元素在钢水中的作用机理及加入技术研究[J]. 鞍钢技术,2017,(1) :20.

[4] 郭锋,林勤,孙学义. 稀土碳锰纯净钢中夹杂物形成与转化的热力学计算及观察分析[J]. 中国稀土学报,2004,22(5):5.

[5] 郭锋,林勤,孙学义. 稀土对碳锰纯净钢纵向冲击性能的影响[J]. 兵器材料科学与工程,2004,27(4):5.

(上接第 13 页)

4　结论

(1)由于热风管系施工难度大,此次热风炉焖炉 5 天后才将燃烧器安装到位,拱顶温度与硅砖界面温度均下降至警戒值,对热风炉耐材产生了不利影响,应保证停炉后 2 ~3 天将燃烧器安装到位。

(2)此次保温操作克服了热风管系检修造成的影响,解决了热风炉在保温过程中烟道温度过高,容易损坏下部炉箅子及支柱的难题。

(3)此次保温共计 165 h,拱顶温度、硅砖界面温度达到规定范围,起到了保护硅砖的目的。

参　考　文　献

[1] 周传典. 高炉炼铁生产技术手册[M]. 北京: 冶金工业出版社,2008.

中国知网　https://www.cnki.net