

顶燃式热风炉燃烧器煤气入口温度异常处理

石 钢,王永忠,李智辉,李志强,张 利,王国新

(内蒙古包钢稀土钢板材有限责任公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要:针对卡卢金顶燃式热风炉燃烧器煤气入口温度过高,管壳发红,煤气入口煤气管道焊缝开裂漏风的问题,经过焊补和表面风冷后效果不明显,对管道开孔发现内部耐火砖坍塌,采取特护措施并对该区域进行喷涂造衬修复,使热风温度恢复正常,高炉风温维持1 200 ℃正常生产,效果显著。

关键词:顶燃式热风炉;煤气入口塌砖;降温;喷涂

中图分类号:TF578

文献标识码:B

文章编号:1009-5438(2022)05-0024-03

Treatment of Temperature Anomaly at Gas Inlet of Burner for Top Combustion Stove

Shi Gang, Wang Yong-zhong, Li Zhi-hui, Li Zhi-qiang, Zhang Li, Wang Guo-xin

(Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd., Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: There are such problems as the temperature at gas inlet of burner for Kalugin top combustion stove is too high, package is red as well as weld joint of gas pipeline cracks and leaks. After soldering and surface air cooling, the effects are not obvious. It is found that the internal refractory bricks collapse through opening pore on the pipeline. Thus, the special measures are taken as well as the area is sprayed and with lining making to repair so that the hot air temperature returns to normal, blast temperature of blast furnace keeps at 1 200 ℃ for normal production and the effects are obvious.

Key words: top combustion stove; brick collapse at gas inlet; cooling; spray

包钢7[#]、8[#]高炉有效容积4 150 m³,于2014年5月和2015年10月相继投产。高炉风量平均6 500 m³/min,送风压力平均460 kPa,顶压平均240 kPa,风温平均1 180~1 220 ℃。热风炉系统各配置4座卡卢金(Kalugin)顶燃式热风炉,采用两烧两送交叉并联的送风方式,使用高炉煤气为燃料,废气温度为450 ℃,拱顶温度最高可达到1 350 ℃,热风炉设计使用寿命为20年,已投入生产8年多时间。热风炉管道系统耐火材料在高温、高压下工作,经受温度和压力的周期性波动,其质量和寿命是保

证热风炉达到高风温和长寿命的关键所在。由于顶燃式热风炉燃烧器煤气入口在生产过程中管道耐材内衬窜风、塌砖等原因导致管壳温度升高,煤气入口支管焊缝频繁开裂,处理过程中热风炉不准烧炉,送风模式改为两烧一送,换炉前后风温波动幅度超过50 ℃,导致高炉生产不稳定。

1 燃烧器煤气入口管道现状

顶燃式热风炉燃烧器煤气和助燃空气管道上下分布在预热室上。煤气支管直径为2 100 mm,管道

内衬只砌筑了一环 160 mm 高铝砖,管壳正常温度在 200 ℃ 以下。进入 2021 年,8 座热风炉燃烧器煤气入口支管上部温度在送风后期出现不同程度地升高,如表 1 所示。

表 1 2021 年煤气入口管道温度实测值 ℃

高炉	1 号热风炉	2 号热风炉	3 号热风炉	4 号热风炉
	煤气入口	煤气入口	煤气入口	煤气入口
7#	282	232	322	230
8#	340	260	380	340

使用手持红外测温仪器测量发现温度高点区域均为热风炉燃烧器煤气入口上半圆,其中 7# 高炉 3 号、8# 高炉 1 号、3 号、4 号热风炉燃烧器煤气入口支管温度送风后期均超过 300 ℃,日常采取了支风带冷却降温控制。2021 年 11 月,8# 高炉 3 号热风炉燃烧器煤气入口支管上部温度异常升高到 380 ℃,煤气支管与燃烧器拱顶相贯线管壁出现开裂现象,经过对高温部位开孔探查,确认该支管上部耐火砖脱落,在燃烧器拱顶本体开灌浆孔,发现耐材也有脱落现象,采取了在支管高温部位贴 20 mm 厚钢板加固、裂缝包盒子堵漏措施后投入使用。2022 年 1 月 8 日,8# 高炉 3 号热风炉燃烧器煤气入口支管焊缝频繁开裂,煤气支管入口上部温度最高达到了 450 ℃,3 号热风炉撤炉,送风模式改为两烧一送,漏点焊缝全部清根重新焊接加固,煤气支管上部更换为 25 mm 厚钢板,对高温部位增加了氮气风带降温冷

却,见图 1。送风后煤气支管入口温度控制在 350 ℃ 以下,但是该部位由于长期高温导致钢板强度降低,有烧穿危险,必需对耐火内衬进行维护修复才能解决风险。



图 1 3 号热风炉燃烧器煤气入口现状

2 煤气入口管道塌砖原因分析

经检查煤气支管上半环,燃烧器煤气入口组合砖均出现坍塌。煤气支管直径为 2 100 mm,内部只砌筑了一环 160 mm 的高铝砖,设计管道没有喷涂层,由于煤气支管在生产时处于冷热交替状态,送风时处于高压状态,易造成耐火砖脱落。另外煤气支管弹簧支座补偿量不足,管道内砖衬受热应力膨胀后导致耐火砖砌体变形、破裂、坍塌,高温热风直接接触管壳,致管壳开裂从而温度升高^[1]。管道内部塌砖情况见图 2。

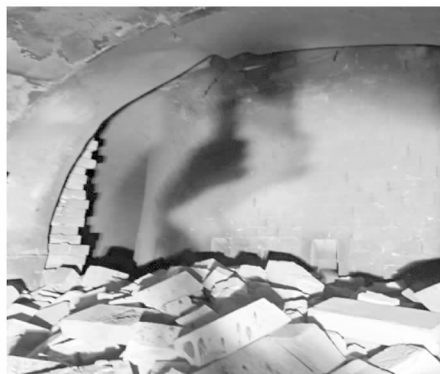


图 2 煤气入口管道塌砖情况

3 煤气入口管道温度异常升高处理

3.1 制定特护方案

3.1.1 检查标准

管道上半圈温度送风 1 h 内不大于 250 ℃,送

风末期温度不大于 380 ℃,烧炉时使用煤气报警仪检测,无漏点(检查时提前将冷却风关闭,检查完毕后再打开)。每个送风周期的初期(送风 1 h 后)、末期(送风 2 h 后)各检查一次并记录,高温部位加装贴片测温实时监测。

3.1.2 处置预案

发现漏点及时联系处理,处理时严禁烧炉。发现温度超过 300 ℃,要立即增加氮气风带进行冷却处理。温度持续升高超 380 ℃且面积较大,立即将该送风炉撤炉改为两烧一送,防止烧穿。

3.1.3 检修方案

制定好停煤气、降温检修方案,准备好耐材、锚固件等备品,利用高炉休风机会修复内部耐材。

3.2 煤气入口管道温度异常升高综合处理

3.2.1 煤气支管堵盲板

2022 年 4 月 16 日,8[#]高炉计划休风 12 h,同步对煤气入口管道塌砖进行处理。由于需要人员进入支管和燃烧器内部进行维护修复,涉及到煤气安全,休风前一天对煤气支管进行了堵盲板作业。

3.2.2 煤气支管入口降温

由于顶燃式热风炉烟道抽力小,不能形成负压,煤气入口返热严重,为确保管道内工作面温度低于 50 ℃,为进入检修创造条件,于 2022 年 4 月 15 日 9:00 提前堵完盲板后,打开支管 $\Phi 600$ mm 人孔,提前启动引风机,借助引风机对单座热风炉进行抽风降温,通过引风机调节阀控制了降温速度。经过 22 h 抽风降温,煤气入口温度从 400 ℃降至 48 ℃,具备了施工条件,燃烧器煤气入口降温趋势见图 3。

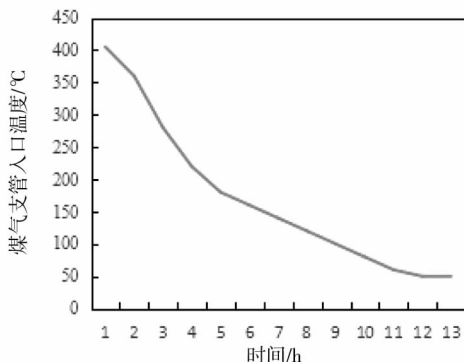


图 3 燃烧器煤气入口管道降温趋势

3.2.3 煤气入口塌砖修复

结合煤气入口管道塌砖情况采取喷涂修复。喷涂料的理化指标如表 2 所示。

表 2 喷涂料理化指标

Al ₂ O ₃ 含量 /%	耐火度 /℃	体积密度 /(g·cm ⁻³)	耐压强度 /MPa
≥50	≥1 500	1.8~2.1	35

进行修复时将管道上部松动的耐火砖清除,用大块石棉毡对煤气喷嘴孔进行封堵,并安排专人监护引风机状况,防止引风机停机。施工人员轮换进入管道焊接锚固件,锚固件长 150 mm,间隔 150 mm,并确保牢固。锚固件焊完炉窑施工人员进行喷涂,必须覆盖锚固件且平整,本次煤气支管使用喷涂料约 3 000 kg。喷涂完毕把塌砖和回弹料清理后封堵焊接人孔,施工用时 12 h,修复效果见图 4。



图 4 塌砖喷涂修复效果图

4 综合处理效果

3 号热风炉复产后对喷涂修复区域温度进行跟踪,见图 5。喷涂修复区域温度降低至 200 ℃以下,说明喷涂层工作良好,至今修复区域温度依然稳定。此次煤气入口塌砖修复达到了预期的效果,也为以后处理煤气入口管道塌砖积累了经验,下一步将对其他热风炉燃烧器煤气入口逐一修复。

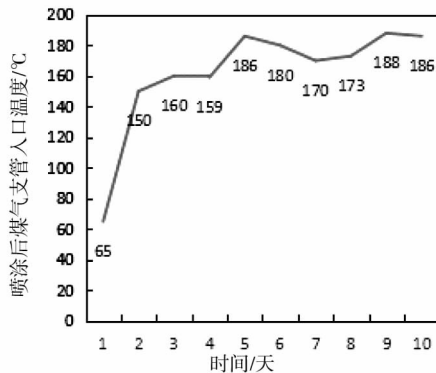


图 5 喷涂后煤气入口温度趋势

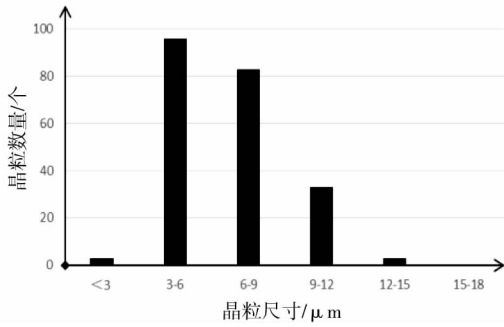


图 4 优化后 HG400 晶粒尺寸分布

3.3 优化后产品力学性能

优化后的产品力学性能见表 7。

表 7 HG400 工艺优化后产品性能

工艺	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率/%
工艺 1	323	431	31.5
工艺 2	327	436	28.0

由表 7 可见,工艺 1 产品屈服强度为 323 MPa,抗拉强度为 431 MPa,较优化前变化不明显,断后伸长率由优化前的 22.5%~26.5% 提高到 31.5%,产品断后伸长率提高明显,达到退火工艺优化目的。工艺 2 产品屈服强度为 327 MPa,抗拉强度为 436 MPa,较优化前变化不明显,断后伸长率由优化前的 22.5%~26.5% 提高到 28.0%,产品断后伸长率提高不明显。结合图 2 中的显微组织及晶粒尺寸分布情况,可以确定在现有成分体系下,工艺 1(即退火温度目标值为 685 ℃、对应的平整机延伸率为

1.4%)为最佳退火工艺。目前滑轨用连退钢带 HG400 产品已稳定生产并广泛应用。

4 结论

(1)以 C 元素设计范围为 0.17%~0.19%、Mn 元素设计范围为 0.35%~0.45% 的成分体系生产出的 HG400 产品的力学性能满足产品技术要求。

(2)HG400 连退钢带的显微组织主要由铁素体和少量珠光体组成,晶粒度为 11.0~11.5 级。

(3)针对原工艺产品断后伸长率普遍偏低的问题,通过调整退火工艺和平整机延伸率使 HG400 产品断后伸长率明显提高,现有成分体系下,退火温度目标值为 685 ℃、对应的平整延伸机率为 1.4% 的工艺为最佳退火工艺。

参 考 文 献

- [1] 熊涛涛,陈新城,陈江锋. 550 MPa 级冷轧滑轨用钢的开发[J]. 轧钢,2020,37(2):79-82.
- [2] 段承轶,刘朋成,李人杰,等. 家具家电用 400 MPa 级冷轧滑轨钢的研制[J]. 轧钢,2020,46(1):50-53.
- [3] 于宁,黄秋菊,王义栋,等. 大型冰箱用 500 MPa 级重型冷轧滑轨钢研究[J]. 鞍钢科技,2014,(3):19-22.
- [4] 刘晓春. 轿车座椅高强度钢板冲压滑轨的冲压工艺研究[D]. 长春:吉林大学,2014.
- [5] 张鑫杰,李佳,黄伟,等. 重型汽车座椅舒适性研究[J]. 汽车实用技术,2017,(19):45-48.

(上接第 26 页)

5 结束语

顶燃式热风炉燃烧器煤气入口塌砖后需及时对耐火内衬进行修复避免烧穿。顶燃式热风炉烟道抽力小,采用引风机抽风降温可以有效控制返热。热风炉燃烧器煤气支管内部可以设计 150 mm 喷涂层来替代砌砖,可以完全满足工艺需要。目前采用不定形耐火材料如喷涂、灌浆、浇筑等方式利用高炉短休风时间、热态下在线对管道内衬进行维护性恢复

是采用较多的方法。本文采用的喷涂修复方式可以最大限度地减小高炉因长期休风带来的损失,效果显著。

参 考 文 献

- [1] 李智辉,王永忠,石钢,等. 包钢 4 150 m³ 高炉热风管系温度异常处理[J]. 包钢科技,2020,46(2):8-10.