



# 高炉铁口煤气泄漏铁水喷溅治理实践

邢土建, 亓玉敏, 李 纲, 贾友剑  
(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271126)

**摘 要:**高炉铁口区域的煤气泄漏从炉衬结构特点看,来源于冷却壁间缝隙、风口各套与风口组合砖之间缝隙、耐火砌体间缝隙、炉壳与冷却壁间缝隙。通过采取严把材料质量关、提高监理人员技能水平、自制风动捣料工具、优化灌浆操作工艺、捣打料改为刚玉浇注料、改进铁口框结构等措施,解决了铁口煤气泄漏、铁水喷溅的难题。

**关键词:**高炉;铁口;煤气泄漏;铁水喷溅;缝隙

**中图分类号:**TF546·1

**文献标识码:**B

**文章编号:**1004-4620(2011)04-0069-01

## 1 前 言

铁口通道的内衬与炉缸内衬碳砖是高炉内衬的最薄弱环节,常出现煤气泄漏,出铁口铁流喷溅,既不安全又危及高炉寿命<sup>[1]</sup>。2008年,莱钢相继进行2座高炉大修,铁口区域的煤气泄漏问题凸显,严重影响了高炉正常出铁,同时制约了高炉产能的提升,严重时会发生堵不上铁口等事故,尽管采取了压力灌浆等补救措施,但费时费力,且效果不理想。因此,在5#高炉大修时,莱钢对铁口煤气泄漏问题进行了系统分析并采取相应的改进治理措施。

## 2 原因分析

铁口区域的煤气泄漏主要集中在2个部位,一是铁口框与炉壳之间的联接部位;另一个是铁口通道的组合砖缝发生煤气泄漏。从炉衬结构特点看,煤气泄漏主要来源于冷却壁间缝隙、风口各套与风口组合砖之间缝隙、耐火砌体间缝隙、炉壳与冷却壁间的缝隙。

1)冷却壁间缝隙。高炉冷却壁间缝隙采用碳化硅捣打料填充,间缝隙狭小,内宽外窄。外侧缝隙一般在20~30 mm,内侧缝隙最大可至500 mm,捣料施工非常困难。以往采用手工捣打,密实度难以保证,开炉后碳化硅捣打料干燥收缩,出现较大缝隙,形成煤气通道。

2)风口各套与风口组合砖之间缝隙。由于风口套为铜件,热膨胀系数大。高炉投入生产后,受温度影响,风口套及组合砖均会膨胀,为了保护设备,消除热应力,风口套与组合砖之间需要充填缓冲泥浆,施工过程的细节控制不好,就会成为高炉煤气泄漏的通道。

3)耐火砌体间缝隙。耐火砖之间需要用结合

剂填充密封。如果灰浆不够饱满,砖缝就会超标,加之铁口通道所选用的耐材比较复杂,碳砖和刚玉砖组合在一起,由于材料性质的差异,也给铁口通道的密封带来很大困难。

4)炉壳与冷却壁间缝隙。在高炉砌筑时,炉壳与冷却壁之间的缝隙,原工艺是采用铁屑填充。由于这种施工方法费时费力,所以现工艺采用自流式耐火泥浆填充,烘炉期间采取压力灌浆,以增加密实度。灌浆料的性能选择不当或者施工方法不妥,均会造成冷却壁与炉壳间存在较多的缝隙,加上炉壳钢结构密封不严,常常会造成大量煤气泄漏。

由于上述原因所致,铁口通道的煤气泄漏会使铁水流出处发生喷溅,铁流不稳定影响出铁顺畅,进而影响到炉况顺行操作。

## 3 改进措施

### 3.1 严把材料质量关

耐材质量直接影响炉内砌筑质量,关系到高炉寿命。为确保来料合格,对耐材的整个生产过程进行监督,并去厂家督察与验收、化验。每批备件到货后,进行二次验收、成分分析与配比试验。记录整理试验数据,为以后施工过程中的监理提供依据。同时,提高监理人员技能水平保证施工质量。

### 3.2 自制风动捣料工具

为保证冷却壁间捣料密实度,自行设计制造了实用性强的T形风镐捣头,扩展了风动器具的使用范围。这一改造不仅降低了人工捣料的劳动强度,而且还充分保证了捣料的密实度。

针对冷却壁间的挡料板薄、易漏料问题,将其厚度由原来的1 mm改为3 mm,并且以8 mm圆钢固定,为捣料密实奠定了基础。施工过程中严格控制每次捣料层厚度,层厚不超过150 mm,压缩比大于50%,采取逐层验收、签字的措施,确保捣料的密实。

### 3.3 优化灌浆操作工艺

以往采用的灌浆料凝固周期长,(下转第71页)

收稿日期:2011-01-27

作者简介:邢土建,男,1984年生,2007年毕业于山东理工大学机械设计制造及其自动化专业。现为莱钢炼铁厂机修车间助理工程师,从事机械设备维修工作。

角改变工件的预冷时间。在单独设置喷水圈时,通过改变其与感应器的距离,就可达到预期的预冷时间。锯片淬火加热速度冷锯锯片为700℃/s、热锯锯片680℃/s,所以冷却速度为660℃/s或440℃/s。

6) 电位值。当加热层深度为热态电流透入深度的40%~50%时,加热的总效率(包括电效率和热效率)最高。比功率确定后,感应加热设备的额定功率可由下式算出:

$$P_E = F\rho/\eta_i\eta_o$$

式中: $F$ 为一次淬火加热的面积; $\eta_i$ 为淬火变压器效率,一般取0.7~0.8; $\eta_o$ 为淬火感应器效率,一般取0.7~0.85。在电流频率不变的情况下,冷锯锯片感应淬火加热温度选择810~850℃,工件和感应器间的间隙距离3mm,对应不同的电位值进行淬火试验,并对锯片实际使用寿命进行检测,根据试验检测结果,选定冷锯锯片淬火的电位值为580V,热锯锯片淬火处理电位值为730V。

### 3 处理效果

通过分析影响锯片硬度的各项参数,找出了淬火参数合理配置的规律,保证了锯片的淬火深度、淬火硬度,从而保证锯片具有良好的耐磨性,有效提高了锯片的使用寿命。以消耗量较大的冷锯锯片为例,工艺改进前电位值偏低(560~570V),加热温度

(上接第69页)常常出现开炉一周内炉体渗浆,灌浆口打开喷浆的情况,说明煤气通道没有有效阻隔。吸取以往教训,本次大修首先对灌浆料的性能进行了改良,缩短了凝固周期,理论上低于72h,在炉体冷却方面做了改进,提升了6层区段的环境温度,使大体积的灌浆料加速固化,强度快速提升,在烘炉后期进行二次压力灌浆,保证灌浆料充盈、饱满。

#### 3.4 将捣打料改为刚玉浇注料

铁口框空间狭小,不易实施捣打,容易出现外实内虚的情况,将铁口框与铁口组合砖之间的捣打料改为刚玉浇注料。自制铁口通道模具,用刚玉浇注料将整个浇注铁口通道,对铁口组合砖缝隙进行封堵,有效堵塞了煤气通道。

#### 3.5 改进铁口框结构

原铁口框结构中保护板与框架采用焊接的方式,由于空间受限,焊接质量无法保证,加上频繁受开口机、泥炮的机械冲击和炉前操作人员在堵口后喷淋洒水的降温操作习惯,焊缝受温度大幅波动的影响,极易开裂,造成钢结构的密封失效。针对此问题,将焊接结构的铁口框改为一体式铸造铁口框,不仅消除了焊缝存在的隐患,同时增加了铁口

波动大(820~870℃),工件和感应器间的间隙距离大(4mm)。优化改进后,试验确定的电位值为580V,加热温度830~850℃,工件和感应器间的间隙距离缩短为3mm,电流频率85kHz。工艺改进前后冷锯锯片的使用寿命对比见表1。

表1 淬火工艺改进前后冷锯锯片使用寿命对比

锯片 编号	锯切次数			磨损面积/m <sup>2</sup>		
	改进前	改进后	对比	改进前	改进后	对比
1	167	258	91	4.1	3.8	-0.3
2	244	260	16	8.6	4.2	-4.4
3	318	167	299	10.4	2.4	-3.0
4	290	390	100	8.0	5.8	-2.2
5	186	284	98	5.4	6.4	1.0
6	353	510	157	8.9	8.2	-0.7
平均			127			-1.6

统计表明,淬火工艺改进后冷锯锯片使用次数平均提高了127次,磨损面积降低了1.6m<sup>2</sup>,提高了锯片的使用频次,锯片消耗量降低了17.7%;热锯锯片的平均使用次数增加了109次。锯片使用寿命的提高,减少了更换锯片的频次,提高了生产率,年创经济效益为131.52万元。工艺改进后,锯切飞边、毛刺现象明显减少,外观质量有了较大提高。

#### 参考文献:

- [1] 中国机械工程学会热处理学会《热处理手册》编委会.热处理手册(第1卷)工艺基础[M].3版.北京:机械工业出版社,1993.

框的整体强度。铁口框内侧、外侧螺栓孔处铤平处理,将螺栓、螺母沉进铁口框,采用塞焊焊接处理,降低焊缝开裂倾向,保证了焊缝强度。铁口框内侧外侧与炉壳焊接部位增大了焊接破口,所有焊缝焊前进行预热处理,焊后回火去应力。另外铁口框上留有灌浆孔,砌筑完毕后进行二次高压灌浆,有效堵塞了煤气通道,并对铁口的部位维护提供了条件。

### 4 结 语

莱钢5#高炉自大修投产以来,铁口实现了煤气无泄漏,出铁不喷溅,消除了安全隐患。实践证明,耐材缝隙是煤气泄漏的主要通道,是导致铁水喷溅的主要原因之一。莱钢炼铁厂系统分析了煤气泄漏的原因和泄漏通道,针对煤气泄漏通道,逐项实施改进,材料合理选择,在施工过程控制精细,结构形式改进完善,将煤气泄漏的通道全部堵塞,同时为今后同类铁口煤气泄漏、铁水喷溅的治理与预防提供了科学依据。

#### 参考文献:

- [1] 李维国.1号高炉铁口冒煤气处理实绩[J].宝钢技术,1988(2):1-5.