

RH耐火材料浸蚀分析

郎克振,陆治超,闫世宽

(天津钢管集团股份有限公司,天津 300301)

摘要:分析了天津钢管集团股份有限公司 100 t RH 炉的现状及存在的问题,提出了改进 RH 耐火材料寿命的具体措施,取得了较好的效果,下部槽和浸渍管寿命最高达到 129 炉和 366 炉,降低了炼钢成本,提高了精炼效率。

关键词: RH;耐火材料;下部槽;浸渍管

中图分类号: TF763 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-4613(2011)04-0055-04

Analysis on Etching to Refractory of RH

Lang Kezhen, Lu Zhichao, Yan Shikuan

(Tianjin Pipe Group Co., Ltd., Tianjin 300301)

Abstract: The current conditions and existing problems on 100 t RH furnace in Tianjin Steel Pipe Group Co., Ltd. are analyzed. Some concrete measures for improving the service life of refractories used by the RH furnace are proposed. By taking these measures the longest service life of the immersion tube and the lower vessel can reach to 129 heats and 366 heats respectively so that steelmaking costs are reduced while the refining efficiency is improved.

Key words: RH; refractory; lower vessel; immersion tube

目前 RH 精炼处理工艺在炼钢生产中得到了广泛应用和显著发展。特别是在精炼低硫钢和超低碳钢方面具有举足轻重的作用。天津钢管集团股份有限公司于 2009 年新上了一套 100 t RH 精炼设备,并于 6 月份投产。在使用过程中,发现 RH 炉的下部槽和浸渍管侵蚀严重、环流管管口砖上浮现象以及钢包包沿顶掉浸渍管上浇注料情况,影响了 RH 炉的使用寿命,因此在对 RH 耐火材料现状及存在的问题进行分析的基础上,提出了改进 RH 炉使用寿命的具体措施。

1 RH 耐火材料现状及存在问题

2009 年 6~12 月,热弯管、上部槽、中部槽及合金加料口耐火材料寿命均达到或超过设计指标,而消耗占总成本 85% 以上的下部槽和浸渍管寿命明显偏低,平均寿命分别为 144 炉、69 炉,致使 RH 炉耐火材料吨钢成本较高,经研究分析发现主要有如

下几方面原因。

1.1 温度波动大导致结构性剥落

RH 生产不连续,平均每天精炼不到 7 炉,间歇时间较长,炉内温度在 850~1 650 ℃ 之间波动,耐材经过反复膨胀、收缩,出现缝隙,造成熔渣渗入耐火材料,并与其相互作用形成厚达 50 mm 与原砖(未变质层)不同的致密变质层。由于变质层与未变质层热膨胀性不同,当温度波动较大时,两者的边界产生很大应力,导致工作面产生裂纹,从而使材料开裂、剥落。Hong 等^[1]研究表明,温度波动越大,对 RH 炉耐火材料的浸蚀越严重。

1.2 脱硫剂的浸蚀

天津钢管集团股份有限公司以生产石油套管和管线管为主,三炼钢主要生产工艺为超高功率电弧炉→LF→RH。LF 主要任务之一是深脱 S,所用脱硫剂主要是氧化钙和萤石。钢水经 LF 处理后进行 RH 处理,此时的脱硫剂成份萤石依然在钢包渣中;另外,在精炼超低硫钢时需要在 RH 中进行进一步的脱硫。萤石的存在使得镁铬砖更容易被浸蚀,因为萤石能够降低渣的粘度,增加渣的

郎克振,助理工程师,2008 年毕业于安徽工业大学无机非金属材料专业,现从事耐火材料采购工作。

流动性,溶解镁铬砖中的尖晶石,增大镁铬砖在熔渣中的溶解度,从而破坏耐火材料的显微结构,加速耐材侵蚀。李柳生等^[4]研究表明:CaF₂含量越大,温度越高,时间越长,对RH耐火材料的侵蚀越严重。图1和图2是首次和二次RH喷脱硫剂后下部槽耐材侵蚀情况。

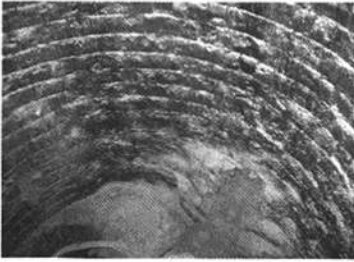


图1 下部槽首次喷脱硫剂情况



图2 下部槽第2次喷脱硫剂情况

1.3 环流管管口内衬上浮漂移

随着RH产量的增加,钢水流速加快,加之镁铬砖体积密度(3.2 g/cm³)比钢水体积密度(7.8 g/cm³)小,造成环流管上、下环砖间隙增大,进而造成上环砖“上浮”现象,如不及时处理极易从该位置穿钢。具体损毁情况见图3。

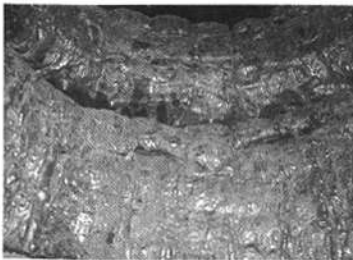


图3 环流管上浮漂移内衬损毁图

1.4 钢包包口直径及与浸渍管间隙太小

天津钢管集团股份有限公司90 t钢包砌筑耐

火材料后,钢包包口直径为2 870 mm,浸渍管直径为2 500 mm,钢包与浸渍管之间有效空出距离为185 mm。由于浸渍管挂渣过多,浸渍管插入钢水过程中,有效空出距离过小,包沿经常顶掉浸渍管上的浇注料,导致浸渍管外部开裂、剥落(见图4),这不仅增加了喷补次数和数量,影响了抽真空效果和钢坯质量,而且还给RH安全运行带来了隐患。



图4 浸渍管开裂情况

1.5 喷补机性能不稳定及维护人员操作不规范

进口德国喷补机喷补不均匀,出料忽大忽小,造成喷补料收得率低;维护人员更换频繁,操作不规范,造成喷补不均匀及维护效果不佳,影响了RH浸渍管的使用寿命。

2 改进措施

2.1 提高镁铬砖抗脱硫剂侵蚀性能

(1) 将下部槽工作层材质由电熔镁铬-20改为电熔镁铬-26(具体指标见表1),以增加耐材的抗侵蚀性和抗冲刷性,同时减少氧化铁的含量和增加氧化铝的含量,提高镁铬砖直接结合程度,从而提高砖的强度。

表1 镁铬砖改进前后理化指标对比

项目	改进前	改进后	备注
MgO/%	≥55	≥55	
Cr ₂ O ₃ /%	≥20	≥26	
SiO ₂ /%	≤1.5	≤1.2	
常温耐压强度/MPa	≥40	≥45	
显气孔率/%	≤17	≤16	110℃×24 h
体积密度/(g·cm ⁻³)	≥3.16	≥3.35	110℃×24 h
0.2MPa荷重软化温度/℃	≥1 700	≥1 750	400℃×1 h
热震稳定性次数/次	≥5	≥5	1000℃,水冷

(2) 将下部槽工作层脱硫剂易侵蚀部位的砖长由 240 mm 增加到 300 mm, 提高耐材抗侵蚀时间。

(3) 鉴于原有脱硫剂中 CaF_2 对耐材的侵蚀过快, 将脱硫剂 CaO/CaF_2 配比由 8:1 调整到 9:1, 减少 CaF_2 含量, 减少对耐材的侵蚀。

2.2 集中冶炼和减少间隙操作

自 2010 年 2 月开始, 对经 RH 处理的钢种提前计划, 集中冶炼, 提高耐材使用率, 同时做好 RH 间歇时间的有效保温, 具体效果见图 5。从图 5 可以看出下部槽与浸渍管二者寿命有明显的相关性, 即浸渍管寿命长, 相应下部槽的寿命也长, 这是因为浸渍管寿命的提高, 减少了更换真空室内耐火材料内衬骤冷的次数, 下部槽的寿命也随之提高。

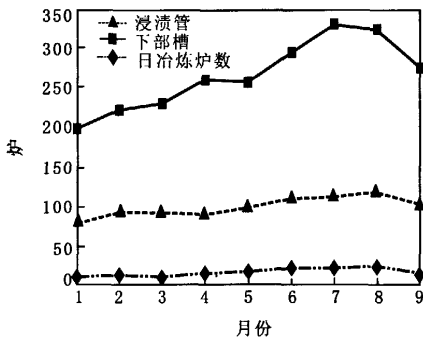
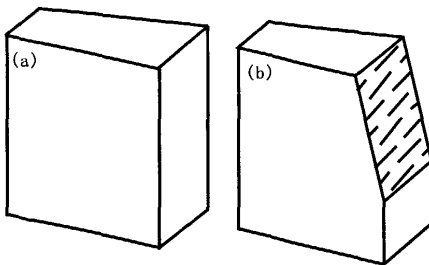


图5 2010年1~9月精炼炉数与浸渍管寿命情况

2.3 环流管砖管口上浮漂移的改进

2.3.1 改进砖形

将等腰梯形砖设计为直角梯形楔形砖, 改进前后砖型见图 6, 新型设计可防止上环砖上浮漂移。



(a) 改进前砖型; (b) 改进后砖型

图6 改进前后砖型

改进后的砖型, 阴影部分是个斜面, 如果砖体发生向上位移, 阴影部分的斜面就会产生反作用力, 根据力学原理, 反作用力等于作用力, 那阴影斜面部分所受到反作用力就会将砖向圆心和向下挤压, 从而稳定了整个环砖的结构。

2.3.2 优化环流管镁铬砖的组装模式

将两环砖水平自然结合改为上下两环砖交叉组装(见图 7), 利用上下两环砖多重交叉咬合力, 巩固环砖的整体结构, 有效的抓控第一层环砖的上浮力。环流管和真空槽底部连接的空隙采用镁铬质捣打料捣打施工, 以有效吸收环流管受热膨胀产生的膨胀应力, 防止环流管上环砖受热膨胀起拱而形成环缝凹陷。

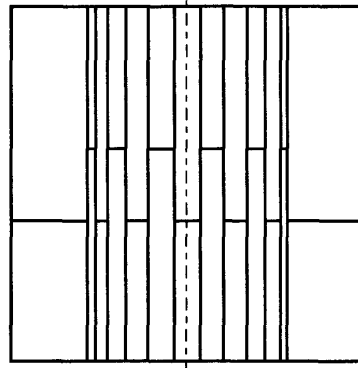


图7 交叉组装砖型

2.4 扩大钢包包口直径

将钢包包沿砖厚度方向由 180 mm 减少到 150 mm, 同时对钢包胎具进行改造, 将距钢包包沿 400 mm 胎具外扩 50 mm, 减少永久衬打结的厚度, 从而将钢包包口有效空出直径扩大至 200 mm 左右, 大大减少了包沿顶掉浸渍管浇注料情况的发生。

2.5 优化喷补机控制系统

经过不断的查找原因、分析和观察, 对喷补机系统进行全面的优化, 解决了喷补机的控制问题; 同时, 对维护人员进行培训, 严格操作程序和考核, 特别是对浸渍管浇注料开裂、砖缝增大、砖衬变薄、浸渍管形态缺损等现象进行有针对性的维护, 有效提高了维护水平。

2.6 浸渍管加长及改造法兰

为避免精炼低硫钢炉渣过多过厚, 抽真空效果

不佳等问题,将浸渍管由750 mm加长至850 mm;另外,为防止RH炉变形,方便浸渍管与炉体焊接,增加法兰冷却装置和法兰厚度,稳定法兰工作状态,减少变形率。

3 应用情况分析

3.1 RH炉耐材的使用性能明显改善

2010年1~11月平均浸渍管(含环流管)、下部槽使用寿命分别达到100炉和274炉,最高分别达到129炉和366炉,较2009年分别提高31炉和130炉。

3.2 RH炉耐材吨钢成本下降显著

与2009年相比,2010年1~11月平均吨钢成本降幅达37%以上,累计节约采购资金(不含税)800多万元;吨钢耐火材料消耗下降17.74%。

4 结论

(1) 影响RH炉耐火材料使用寿命的因素主要有温度波动、脱硫剂的浸蚀、环流管砖管口上浮

漂移和钢包直径较小。

(2) 缩短间歇时间,减少炉内温度波动,可以有效降低耐材蚀损,从而减轻下部槽由于温度波动而造成结构性剥落,提高RH炉使用寿命。

(3) 改进下部槽工作层材质,以增加耐材的抗侵蚀性和抗冲刷性;减少氧化铁的含量和增加氧化铝的含量,提高耐材的强度。

(4) 将等腰梯形砖改为直角梯形楔形砖,优化环流管镁铬砖的组装模式,稳定了环砖结构,阻止环流管砖管口上浮漂移。

参考文献

- [1] Hong Gi-GON, Chon Uong, Kim Hyo-Joon. Wear of magnesia-chrome brick for RH-OB vessel [C]//UNITECR'97 Congress Proceeding, New Orleans, US, 1997: 231-239
- [2] 李柳生, 陈肇友. 镁铬耐火材料在不同CaF₂含量的炉外精炼渣中的溶蚀[J]. 耐火材料, 1998, 22(3): 1-5.

(编辑 许营)

修回日期: 2011-05-12

(上接第31页)

采用弱冷水方案,则在矫直段铸坯内弧角部温度处于900~950℃范围,处于塑性较高的温度区间,有利于遏制矫直横裂纹出现。

4 结语

对管线钢X70样品热塑性分析结果表明, X70在600~1450℃之间存在两个脆性温度区,第I脆性温度域为凝固温度至1430℃范围,第III脆性域为850~725℃。根据X70钢铸坯高温延塑性测试结果,结合现场铸坯缺陷形貌和试样断口形貌分析可知,管线钢边角部缺陷出现的主要温度区域在700~900℃区间,即第III脆性区,在此区域,对高温延塑性影响最大的因素是微细碳氮化物的大量析出已经先共析铁素体的沿奥氏体晶界析出。

根据2150ASP生产线连铸机的具体工艺状况进行的工艺模拟计算表明,采用目前现场较弱的

冷却制度可以将矫直段铸坯内弧角部温度适当升高,使之避开第III脆性区域对应的温度范围,有利于降低角部裂纹缺陷发生。而且该模拟软件可以针对不同级别管线钢分别进行优化计算,具有较强的可扩展性和实用性。

参考文献

- [1] 王春明, 鲁强, 吴杏芳. 管线钢的合金设计 [J]. 鞍钢技术, 2004(6): 22-28.
- [2] 铃木洋夫, 西村哲, 今村淳. Hot ductility in steels in the temperature range between 900 and 600℃ [J]. 铁与钢, 1981(67): 118-134.
- [3] Mintz B. The influence of composition on the hot ductility of steels and to the problem of transverse cracking [J]. IsIJ International, 1999, 39(9): 833-855.

(编辑 李艳茹)

修回日期: 2011-06-13

RH耐火材料浸蚀分析

作者: [郎克振](#), [陆治超](#), [闫世宽](#), [Lang Kezhen](#), [Lu Zhichao](#), [Yan Shikuan](#)
作者单位: [天津钢管集团股份有限公司, 天津, 300301](#)
刊名: [鞍钢技术](#)
英文刊名: [ANGANG TECHNOLOGY](#)
年, 卷(期): 2011 (4)

参考文献(2条)

1. [Hong GI -GON;Chon Uong;Kim Hyo-Joon Wear of magnesiachrome brick for RH-OB vessel](#) 1997
2. [李柳生;陈肇友 镁铬耐火材料在不同CaF₂含量的炉外精炼渣中的溶蚀](#) 1998 (03)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_agjs201104014.aspx