

# 降低精炼钢包耐火材料单耗的实践

田守信<sup>1)</sup> 胡伟达<sup>2)</sup> 刘金朋<sup>3)</sup>

1) 宝钢集团公司 上海 201900

2) 上海柯瑞炉料有限公司 上海 201900

3) 山东柯信新材料有限公司 山东阳谷 252324

**摘要:**针对某钢厂 60 t LF 钢包的操作条件和使用情况,采取以下措施进行改进:渣线采用再生镁碳料质量分数为 66% 的再生镁碳砖,熔池采用再生镁碳料质量分数为 88% 的再生镁碳砖;控制电炉末期下渣量和渣中的 FeO 含量;采用镁钙碳质改质剂;改善维护制度,用二级高铝砖对熔池进行贴补。改进后的 60 t LF 钢包的使用寿命由原来的 40 ~ 50 次提高到 88 次,吨钢耐火材料单耗由 9.3 kg 下降到 5.6 kg。

**关键词:**精炼钢包;炉衬耐火材料;维护;再生耐火材料;操作条件

中图分类号:TQ175.7

文献标识码:A

文章编号:1001-1935(2013)01-0074-02

DOI:10.3969/j.issn.1001-1935.2013.01.020

钢包用耐火材料消耗占钢铁冶金耐火材料总消耗的 30% 以上,而且随着精炼比例的增加,钢包用耐火材料的单耗在增加<sup>[1-3]</sup>。因此,降低钢包用耐火材料的单耗对降低整个冶金耐火材料的单耗,节约资源,节能减排起到重要的作用。

为了实现共赢,近年来国内出现了耐火材料承包。为了提高承包经济效益,耐火材料承包商必须提高耐火材料的使用寿命,降低耐火材料单耗。在本文中,以某钢厂 60 t LF 钢包为例,介绍了根据其操作条件和使用情况采取一些改进措施使耐火材料单耗大大降低的情况。

## 1 60 t LF 钢包的基本情况

### 1.1 钢包的操作条件

电炉出钢温度一般在 1 620 ~ 1 650 °C,正常周转的钢包温度为 1 590 ~ 1 620 °C。钢包容量约 59 t。钢包精炼时间为 40 ~ 50 min,盛钢时间共约 110 min。氩气压力 0.2 ~ 0.4 MPa,LF 精炼比例 100%。一般每炉加 SiC 脱氧剂 40 ~ 50 kg。

钢包渣的化学组成(w)为:Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.44%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5.6%,CaO 40.42%,CaF<sub>2</sub> 9%,MgO 9.97%,SiO<sub>2</sub> 29.84%。说明该钢包渣为含萤石的低碱度渣。

电炉下渣量较大,并且电炉末期渣氧化性较强,FeO 含量(w)时常达到 45%。

### 1.2 改进前 60 t LF 钢包包衬使用状况

60 t LF 钢包渣线曾采用 MT-14A 镁碳砖,熔池

采用铝镁碳砖,其理化性能见表 1。由表 1 可知,这两种砖的理化性能是可以的,尤其渣线镁碳砖具有良好的致密度。这种渣线镁碳砖的使用情况是:第一套渣线砖使用到 15 ~ 19 次时,渣线残厚 < 50 mm,使得钢包下线更换渣线砖;第二套渣线镁碳砖使用 15 次左右后再次更换;第三套渣线镁碳砖使用寿命为 12 ~ 14 次。三套渣线镁碳砖总使用寿命只有 40 ~ 50 次,甚至经常出现 40 炉次左右的情况。观察使用后钢包的表面形貌发现,该砖侵蚀均匀,砖缝没有增大现象,砖没有出现馒头状、枪眼、剥落或断裂等异常现象,渣线侵蚀速度达到了 7 ~ 10 mm · 次<sup>-1</sup>,包壁也达到了 2.5 ~ 3.5 mm · 次<sup>-1</sup>。所以,渣线镁碳砖侵蚀较快是使用寿命低的主要原因。

表 1 60 t 钢包包衬用砖的理化性能

应用区域	化学组成(w)/%			显气孔率/%	体积密度/(g · cm <sup>-3</sup> )
	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C		
渣线	75.4	4.93	13.95	2.59	3.04
包壁	27.16	50.02	8.49	9.04	2.91

## 2 降低 60 t LF 钢包耐火材料单耗的措施

### 2.1 根据钢包的操作条件设计镁碳砖

该钢包侵蚀速度快的主要原因是渣的碱度较低。根据 MgO-CaO-SiO<sub>2</sub> 相图<sup>[4]</sup>, $m(\text{CaO})/m(\text{SiO}_2)$  越

\* 田守信:男,1956年生,教授级高级工程师。

E-mail:tianshouxin@sina.com

收稿日期:2012-06-22

编辑:张子英

低,渣对 MgO 的溶解度越大,即渣对镁碳砖的侵蚀越严重。根据分析,采取了提高砖中 CaO 含量的方法,以提高与渣接触反应后渣的  $m(\text{CaO})/m(\text{SiO}_2)$ ,并提高与渣反应后渣的熔点和黏度,从而达到降低侵蚀速度之目的。

钢包前期渣具有较高的 FeO 含量,使镁碳砖中的碳容易被氧化。采取措施提高渣线镁碳砖的抗氧化性,改进后渣线镁碳砖在 1 000 °C 氧化 3 h 后,氧化脱碳层只有 1 mm,而改进前的 MT-14A 渣线镁碳砖氧化脱碳层厚度达到了 5 ~ 7 mm。

在钢厂的炼钢工艺中,每炉添加萤石 50 ~ 60 kg,这使得渣黏度较低。因此选择了能提高含萤石渣黏度的添加剂,以提高镁碳砖的使用寿命。单就提高性能来说,应该采用大结晶高纯电熔镁砂、高纯度的天然石墨以及合适的抗氧化剂和增强剂。但是,为了经济效益,也要特别关注性价比,在满足使用寿命基本要求的情况下,可选用一定量的用后镁碳砖再生料,并采用部分价格低廉的沥青改性的树脂结合剂。

根据上述分析,综合考虑使用要求和性价比,采用质量分数为 66% ~ 88% 的优质再生镁碳料为主要原料,适当配合 MgO 含量 ( $w$ ) 为 97% 的电熔镁砂、少量 - 195 牌号的石墨、复合添加剂和改性树脂结合剂经配料、混炼后,在 630 t 摩擦压力机上成型,再固化制得再生镁碳砖。其理化性能见表 2。由表 2 可知,再生镁碳砖的理化性能完全达到国家标准中镁碳砖 MT-12A 和 MT-14A 优质产品的水平。

表 2 再生镁碳砖的理化性能

使用部位	包壁	渣线
$w$ (游离碳)/%	12	14
砖中的 $m(\text{CaO})/m(\text{SiO}_2)$		>2
耐压强度/MPa	45	35
显气孔率/%	3	2.5
体积密度/( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	3.03	3.05

改进后的镁碳砖应用于 60 t LF 钢包,表现出优良的抗侵蚀、抗氧化和抗热震性。渣线寿命由改进前使用 MT-14A 镁碳砖的 15 ~ 19 次提高到 24 ~ 28 次,侵蚀速度由 7 ~ 10  $\text{mm} \cdot \text{次}^{-1}$  降低到 4.5 ~ 6.8  $\text{mm} \cdot \text{次}^{-1}$ 。包壁砖使用寿命由 40 ~ 50 次提高到 45 ~ 55 次,侵蚀速度由 2.5 ~ 3.5  $\text{mm} \cdot \text{次}^{-1}$  降低到 1.2 ~ 2.4  $\text{mm} \cdot \text{次}^{-1}$ 。

## 2.2 改善操作条件

### 2.2.1 出钢留渣操作

因为电炉末期渣 FeO 含量高,不但影响了原料的收得率,增加了炼钢成本,同时也导致了精炼钢包衬

使用寿命的降低。通过调整氧枪和碳枪的角度和深度、强化电炉后期喷碳、改善泡沫渣等方法,减少电炉渣内 FeO 含量,降低渣中的氧活度,使渣钢分离(以减少下渣量)。实践证明,通过控制下渣量和渣中的 FeO 含量,精炼钢包的使用寿命由 50 次提高到 60 次,提高了 20%。

### 2.2.2 添加钢包改质剂

该钢厂采用了 SiC 脱氧剂,随着电炉下渣量和渣中 FeO 含量的增多,根据脱氧反应( $\text{SiC} + 4\text{FeO} \longrightarrow 4\text{Fe} + \text{SiO}_2 + \text{CO}_2$ )就需要用更多的 SiC 脱氧剂,不但导致炼钢成本增加,而且导致钢包渣中  $m(\text{CaO})/m(\text{SiO}_2)$  降低。为了降低钢包渣对炉衬的侵蚀,脱氧剂不用 SiC 质,而用碳含量 ( $w$ ) 为 15% 的镁钙碳质钢包改质剂,其加入量与碳化硅脱氧剂基本相同,即每吨钢中加入 1 kg。改质剂中的 CaO 提高了钢包渣的碱度,使之对镁碳砖中 MgO 的熔蚀降低;改质剂中的 MgO 能提高渣中 MgO 的浓度,因而降低镁碳砖中 MgO 的溶解速度。通过镁钙碳质改质剂的试用,渣线镁碳砖的一次性使用寿命由 26 次提高到 30 次,提高了 15%。

### 2.3 改善维护制度

为了提高熔池的使用寿命,用二级高铝砖对熔池进行了贴补,即用厚度为 40 mm 的二级高铝砖贴补到熔池,贴补砖与原衬层之间用可塑结合剂填塞和粘结。贴补后,熔池的使用寿命由 60 次提高到 88 次,提高了 45% 以上。


## 3 结论

通过上述措施,钢包的使用寿命由 40 ~ 50 次提高到 88 次,吨钢耐火材料单耗由 9.3 kg 下降到 5.6 kg。如果把循环使用的再生料也扣除,吨钢耐火材料资源性消耗由 9.3 kg 下降到 1.4 kg,下降了 85%。这对节约耐火材料资源、节能减排是一个非常大的贡献。

## 参考文献

- [1] 田守信.降低我国冶金耐火材料单耗方法的探讨[C]//第六期耐火材料新知识系列讲座论文集,登封,中国,2008:102-106.
- [2] 田守信.LF 炉用耐火材料单耗仍有下降空间[N].中国冶金报,2009-03-19(B04).
- [3] 田守信,柯美亚,刘金鹏.再生镁碳砖和铝镁碳砖在精炼钢包上的应用[J].耐火材料,2011,45(5):361-363.
- [4] 陈肇友.化学热力学与耐火材料[M].北京:冶金工业出版社,2005:615.

## 降低精炼钢包耐火材料单耗的实践

作者: [田守信](#), [胡伟达](#), [刘金朋](#)  
作者单位: [田守信\(宝钢集团公司 上海201900\)](#), [胡伟达\(上海柯瑞炉料有限公司 上海201900\)](#), [刘金朋\(山东柯信新材料有限公司 山东阳谷252324\)](#)  
刊名: [耐火材料](#)   
英文刊名: [Refractories](#)  
年, 卷(期): 2013, 47(1)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_nhcl201301020.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nhcl201301020.aspx)