

再生镁碳砖和铝镁碳砖在精炼钢包上的应用

田守信¹⁾ 柯美亚²⁾ 刘金鹏²⁾

1) 宝钢集团公司 上海 201900

2) 山东柯信新材料有限公司 山东阳谷 252324

摘要 介绍了采用64%~88%质量分数的用后钢包再生料制造的再生镁碳砖和再生铝镁碳砖的性能以及在精炼钢包上的应用情况。使用结果表明,根据使用条件和再生料的特点,把镁碳砖的制造技术和使用条件结合起来设计制造的再生镁碳砖,其使用效果显著好于原镁碳砖:在300 t精炼钢包渣线上的使用寿命提高15%,在50 t LF-VD炉渣线上的使用寿命提高50%以上。

关键词 再生镁碳砖,再生铝镁碳砖,精炼炉衬,使用寿命

2010年我国钢产量达到了6.27亿t,按照耐火材料吨钢消耗为22 kg计,则我国2010年钢铁冶金耐火材料消耗约为1380万t。按照钢包用耐火材料消耗占总消耗的三分之一计算,则我国钢包耐火材料年消耗量为460万t。随着精炼比例的增加,钢包用耐火材料的单耗增加。同时,为了安全,增加钢包残厚,又导致钢包用后耐火材料增加。通常,我国精炼钢包耐火材料残厚要大于一半,因此我国下线的钢包用后耐火材料每年要达到200万t以上。若这些用后钢包耐火材料得到利用,必将显著降低我国耐火材料的单耗,节约能源,减少CO₂排放。因此,钢包用后耐火材料的再生利用对于节约资源、节能环保有着非常重要的意义。

目前,钢包基本上是复合砌炉,即不同部位采用不同材质的耐火材料。永久层一般采用高铝质的浇注料或烧成砖,也有用铝镁材料的;工作层采用不同档次的铝镁质材料以及不同档次的镁碳砖和铝镁碳砖,甚至近年来也用了镁铝碳砖;座砖也有用镁碳砖、铝镁预制块、铝镁碳砖的;水口采用不同档次的铝碳质材料;透气砖以采用铝镁铬质材料为主。可见,钢包用耐火材料的材质是很复杂的,这为回收利用带来了很大困难。在本文中,介绍了以钢包用后镁碳砖和铝镁质材料等为原料制造的再生铝镁碳砖和镁碳砖的性能以及在精炼炉上的应用情况。

1 再生砖的制备和理化指标

再生铝镁碳砖和镁碳砖采用用后钢包耐火材料的回收再生料(其化学组成见表1)制作。这些再生原料经过回收处理后,可以代替相应的镁砂、高铝矾

土熟料和石墨。

表1 用后钢包再生耐火原料的化学组成(w)
Table 1 Chemical compositions of reproduced refractory starting materials

原料	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	F.C
钢包渣线镁	≥90	≤3	≤2	≤6
碳再生料	≥80	≤6	≤2	≤14
熔池铝镁碳	≥55	≤10	≤4	≤30
再生料	≥5	≥75		≤2
再生料	≥15	≥60		≤5
刚玉预制块再生料	≥2	≥88	≤2	

以上述再生料为主原料,配合少量的电熔镁砂、石墨和添加剂进行配料。混练后的泥料在630 t摩擦压力机上成型。成型后的砖自然放置24 h以上,然后在200℃固化处理24 h。再生料加入量和相对应再生砖的理化指标见表2。由表2可知:研制的再生镁碳砖和铝镁碳砖的理化指标达到了用新原料生产的相应产品的水平。

表2 再生料加入量和再生砖的性能
Table 2 Properties of reproduced bricks with different additions of reproduced materials

项目	再生砖牌号			
	MT-14A1	MT-14A2	MT-12	LMT-1
应用区域	渣线	渣线	熔池	熔池
再生料加入量(w)/%	80	64	88	89
w(F.C)/%	14	14	12	10
w(Al ₂ O ₃)/%				60
w(MgO)/%	76.45	78.51	76.56	16
理化性能				
体积密度/(g·cm ⁻³)	3.02	3.06	3.03	3.04
显气孔率/%	3.3	1.4	2.7	5.5
耐压强度/MPa	53.1	49.3	60.4	68.3

* 田守信:男,1956年生,教授级高级工程师。
E-mail: tianshouxin@sina.com

收稿日期:2011-03-28

编辑:柴剑玲

表2中的4种产品是针对不同钢包操作条件和工艺特点设计的:MT-14A1适合于大型钢包渣线,LMT-1适合于大型钢包熔池;而MT-14A2适合于精炼条件恶劣的带VD精炼钢包的渣线,MT-12适合于中小型钢包的熔池。

2 再生砖在钢包上的使用情况

2.1 使用结果

某钢厂有1座300 t钢包,100% LF处理,运转较慢,保温也不好,温度波动较大,使用萤石造渣,因此,它对渣线镁碳砖侵蚀严重。为了满足这样条件的需要,设计制造了MT-14A1牌号的再生镁碳砖作为该钢包的渣线,它的再生料加入量为80%,并添加了少量的添加剂,突出了砖的抗渣性和抗侵蚀性以及抗热震性;同时设计制造了LMT-1牌号的再生铝镁碳砖作为该钢包的熔池,设计过程中突出了该砖的体积稳定性和抗侵蚀性。将这种设计制造的再生砖应用到300 t钢包上,经过近一年的使用和对比发现:再生渣线镁碳砖的使用效果显著优于用新原料制备的原渣线镁碳砖MT-14A的,使用寿命提高了10%左右(见表3);再生铝镁碳砖LMT-1虽然只试用了几个包,但其使用效果也显著优于用新原料制的铝镁碳砖。可见,“定身量做”的这些再生产品在300 t精炼炉上取得了非常理想的使用效果。

表3 300 t LF渣线应用镁碳砖的使用结果

Table 3 Service results of reproduced MgO-C brick and Al_2O_3 -MgO-C brick for 300 t LF

项目	钢包使用寿命/次	异常情况	残厚/mm
再生镁碳砖	87~95	无	约100
优质渣线镁碳砖	73~85	出现裂纹、剥落	约100

我们曾经承包了带有100% VD的50 t钢包精炼炉。在前承包商严重亏损的情况下,我们针对该炉真空、高温、精炼时间长和周转慢的特点,设计制造了MT-14A2牌号的渣线再生镁碳砖和MT-12牌号的熔池再生镁碳砖,砌筑在这种钢包精炼炉上,同样取得了非常理想的使用结果。由表4所示的钢包使用结果可知,用再生料制成的再生镁碳砖包衬的使用寿命比原镁碳砖的提高了50%左右。

表4 50 t LF-VD炉应用镁碳砖的使用结果

Table 4 Service results of reproduced MgO-C bricks for 50 t LF-VD

项目	渣线使用寿命/次	熔池使用寿命/次	异常情况
原镁碳砖	12~19	36~46	裂纹,呈馒头状
再生镁碳砖	22~26	45~50	无

在精炼钢包上的使用过程中还发现:这种再生镁碳砖具有非常好的抗氧化性,在烘烤条件下的氧化脱

碳层厚度仅为原镁碳砖的10%左右;再生镁碳砖还具有很好的抗热震性能,显著减少了其使用过程中出现的裂缝、剥落和呈馒头状等异常现象。

2.2 使用结果分析

经过20个熔池和40个渣线的使用结果证明,针对不同钢包操作条件和工艺特点制作的再生砖的使用结果的确优于原镁碳砖。结合笔者在宝钢300 t钢包渣线的再生镁碳砖的试用所取得优于传统渣线镁碳砖的结果^[1],在多个钢铁厂家不同的精炼钢包上试用结果都证明再生镁碳砖有良好的使用结果。对此,必须进行进一步分析,找出再生镁碳砖具有良好使用结果的原因,以解造假和广告之嫌。分析如下:

1)使用良好的添加剂。笔者早已研究过添加物使含碳耐火材料抗氧化的原理^[2-3]:能够使含碳耐火材料抗氧化的添加物,可使含碳层在高温气化后通过气孔通道向外扩散到材料表面遇到强氧化气氛如氧就会反应生成高熔点氧化物而沉积、粘附在气孔壁上,逐步堵塞气孔,从而使含碳耐火材料的氧化变慢。这就象沥青浸渍镁砖或沥青镁白云石砖在炉衬上使用形成MgO致密层一样,也与浸入式水口在浇铸过程中结瘤是一个道理。因此,我们根据这种抗氧化原理选用了一种非铝、硅的抗氧化剂,使再生镁碳砖的抗氧化性显著提高:烤包24 h时,一般镁碳砖的氧化深度在20 mm以上,而含有这种添加剂的镁碳砖只氧化2 mm左右。这是再生镁碳砖使用寿命显著提高的主要原因之一。

2)镁碳砖中的树脂结合剂包裹在镁砂颗粒表面形成涂层,涂层在高温下炭化变成碳层。该碳层的膨胀小,韧性大,抗热震性好。这个薄碳层就象座垫一样,对高膨胀的镁砂起到热应力缓冲作用。因此,该碳层的厚度越大,镁碳砖的抗热震性越好^[4]。目前,为了降低成本,生产镁碳砖时加入的树脂结合剂越来越少,因此镁碳砖的体积稳定性和抗热震性降低了,这导致了间歇式运作的钢包经常出现裂缝、剥落和砌体呈现馒头状等现象。这会使钢包异常现象频繁发生,导致钢包安全风险加大而提前下线,使用寿命显著下降。由于用后镁碳再生颗粒料的表面已经有一层碳层,因此这种复合颗粒要比电熔镁砂颗粒的抗热震性好。另外,根据耐火材料的使用性能对使用效果的影响规律^[5],设计再生镁碳砖的制造工艺时侧重考虑了原镁碳砖出现的裂纹和馒头状现象。实际使用结果表明:这种再生镁碳砖与新镁碳砖相比较,裂缝、剥落以及呈馒头状等异常现象基本消除,因此异常下线的钢包很少,相应也就提高了使用寿命。

3)目前我国耐火材料使用技术落后和粗糙,这是我国耐火材料消耗高的主要原因之一。因此,耐火材料使用技术亟需提高和研究。目前,钢铁企业实施耐火材料功能化承包,减少耐火材料浪费和提高使用寿命是承包者和用户共同的目标,因此加强修补维护等措施成为提高使用寿命和降低耐火材料消耗的有效方法。在这这方面的工作我们才刚刚开始,目前只是在认真砌筑方面做了一些工作,修补等工作还没有真正开展。如果耐火材料使用技术这方面做得再好一些,深信再生镁碳砖包衬的使用寿命不只是提高15%~50%,而是有更高、更理想的使用结果。

总之,研制的钢包再生砖具有非常优越的使用结果是有必然性的,绝非偶然。

3 结论

针对100% LF处理的300 t钢包和100% VD的

50 t钢包精炼炉的使用条件,结合镁碳砖的生产工艺,采用64%~88%质量分数的用后镁碳砖再生料制造的再生镁碳砖,其性能指标达到了优质镁碳砖的水平,在钢包上的使用结果显著好于原镁碳砖:在300 t精炼钢包渣线上的使用寿命提高15%,在50 t LF-VD炉渣线上的使用寿命提高50%以上。

参考文献

- [1] 田守信,姚金甫.用后镁碳砖的再生研究[J].耐火材料,2005,39(4):253-255.
- [2] 田守信,陈肇友.添加物在 Al_2O_3-C 氧化过程中堵塞气孔的机理[J].耐火材料,1989,23(2):1-4.
- [3] 田守信,陈肇友.添加物SiC、Si使含碳材料抗氧化机理研究[J].耐火材料,1995,29(1):9-12.
- [4] 田守信,姚金甫.再生镁碳砖的性能、使用和质量控制[J].耐火材料,2007,41(6):443-445.
- [5] 田守信.耐火材料性能对使用效果的影响[J].耐火材料,2010,44(增刊):16-20.

Application of reproduced MgO-C brick and $Al_2O_3-MgO-C$ brick in refining ladles/Tian Shouxin, Ke Meiya, Liu Jinpeng//Naihuo Cailiao. -2011,45(5):361

The properties and application on refining ladle of reproduced MgO-C bricks and $Al_2O_3-MgO-C$ bricks prepared with 64%-88% reproduced materials were introduced. The results show that the designed reproduced $Al_2O_3-MgO-C$ brick combining with the production technology and service condition based on the service condition and characteristics of reproduced materials has better performance than the original MgO-C brick: service life increasing by 15% for 300 t refining ladle slag line, and increasing by 50% above for 50 t LF-VD slag line.

Key words: Reproduced magnesia-carbon brick, Reproduced alumina-magnesia-carbon brick, Refining ladle lining, Service life

Author's address: Baosteel Co., Ltd., Shanghai 201900, China

(上接360页)

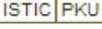
Effect of agalmatolite grain size composition on properties of $Al_2O_3-SiC-C$ bricks for iron ladles/Wang Luoxia, Xue Junzhu, Shen Mingke//Naihuo Cailiao. -2011,45(5):358

Agalmatolite with different grain size compositions was introduced into common $Al_2O_3-SiC-C$ bricks for iron ladles to investigate the agalmatolite grain size composition on permanent linear change on heating, apparent porosity, bulk density, crushing strength, oxidation resistance, and slag resistance of $Al_2O_3-SiC-C$ bricks. The results show that with the temperature rising, the apparent porosity firstly increases and then decreases, and bulk density decreases; with the agalmatolite grain size decreasing, the permanent linear changes of $Al_2O_3-SiC-C$ bricks carbon embedded heated at 1 000 °C and 1 400 °C decrease, the cold crushing strengths increase, the oxidation resistance at 1 400 °C increases and the corrosion resistance at 1 500 °C decreases.

Key words: Alumina-silicon carbide-carbon brick, Agalmatolite, Grain size, Oxidation resistance, Slag resistance

Author's address: Zhejiang Zili Co., Ltd., Shangyu 312300, Zhejiang, China

再生镁碳砖和铝镁碳砖在精炼钢包上的应用

作者: [田守信](#), [柯美亚](#), [刘金鹏](#), [Tian Shouxin](#), [Ke Meiya](#), [Liu Jinpeng](#)
作者单位: [田守信, Tian Shouxin\(宝钢集团公司 上海201900\)](#), [柯美亚, 刘金鹏, Ke Meiya, Liu Jinpeng\(山东柯信新材料有限公司 山东阳谷252324\)](#)
刊名: [耐火材料](#) 
英文刊名: [Refractories](#)
年, 卷(期): 2011, 45(5)

参考文献(5条)

1. [田守信;姚会甫](#) 用后镁碳砖的再生研究[期刊论文]-[耐火材料](#) 2005(04)
2. [田守信;陈肇友](#) 添加物在Al₂O₃-C氧化过程中堵塞气孔的机理 1989(02)
3. [田守信;陈肇友](#) 添加物SiC、Si使含碳材料抗氧化机理研究 1995(01)
4. [田守信;姚金甫](#) 再生镁碳砖的性能、使用和质量控制[期刊论文]-[耐火材料](#) 2007(06)
5. [田守信](#) [耐火材料性能对使用效果的影响](#) 2010(增刊)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nhcl201105011.aspx