

# 低碳、无碳钢包用耐火材料的研究与应用

马敬宁 俞晓东 万磊

江苏苏嘉集团新材料有限公司 江苏无锡 214151

**摘要** 镁碳砖在炼钢用耐火材料领域一直是性价比较高的材料,随着石墨价格的暴涨,超低碳钢的生产要求以及降低钢水过热度的技术要求,低碳、无碳耐火材料将会越来越得到重视。实践证明:低碳镁碳砖、铝镁浇注料也有良好的使用效果。

**关键词** 低碳镁碳砖, 铝镁浇注料, 预制块, 喷补料

镁碳砖因具有较高的性价比,仍然是当今应用最广泛的炼钢用耐火材料,镁碳砖具有耐侵蚀、抗剥落的巨大优点,也有保温性差和容易向超低碳钢水中渗碳的缺点。随着冶炼钢种要求的专业化和细分化,对耐火材料提出更高的要求。低碳、无碳耐火材料可以有效减少钢水的增碳量,降低钢包包壳温度,降低钢水过热度。提高质量与降低成本将是今后冶金行业发展的重点,

苏嘉公司为了满足客户的要求,近几年陆续推出了低碳镁碳砖、铝镁尖晶石质浇注料、预制块等低碳、无碳材料,为了降低成本,又采用了钢包套浇工艺、喷补工艺。本文介绍了苏嘉公司在钢包低碳、无碳材料的研究、应用情况。

## 1 低碳镁碳砖

苏嘉公司较早的进行了低碳镁碳砖的研制。为了减少低碳镁碳砖中的碳向钢水的迁移,追求碳含量和侵蚀速度达到最低,而不是单纯的碳含量最低。含 4%~5%碳(不包括树脂炭)的低碳镁碳砖(主要理化指标见表 1)曾在国内多家钢厂使用,在实际使用中的侵蚀速度和 MT-14A 镁碳砖的接近,也没有明显的剥落现象,使用效果比较稳定,得到了客户的认同。

表 1 低碳镁碳砖的主要理化指标

体积密度/( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	显气孔率/%	耐压强度/MPa	w(C)/%	w(MgO)/%
$\geq 3.1$	$\leq 3.5$	$\geq 60$	$\geq 5$	$\geq 85$

低碳镁碳砖以镁砂、细石墨、树脂为主要原料。考虑到低碳镁碳砖经常用于冶炼超低碳钢,钢水中氧含量较高,有时钢渣的碱度也比较低,着重提高其致密度,以利于增强其抗氧化性和抗侵蚀性。研制的低碳镁碳砖显气孔率约 2.5%,体积密度约  $3.17 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,致密性不亚于常规镁碳砖;在有些场合侵蚀速度小于碳含量  $\geq 10\%$  的常规镁碳砖。研制低碳镁碳砖的关键是要提高其抗剥落性。在研制的过程中控制其热膨胀率 and 高温下的弹性模量。研制的产品经过  $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$  高温烧成后,线变化率  $\leq 0.6\%$ ,在  $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$  30 min 埋炭条件下的弹性模量  $\leq 4000 \text{ MPa}$ 。低碳镁碳砖在某知名钢厂 150 t 精炼钢包上使用 50 次后(渣线

部位), 表面光滑平整, 且残砖没有断裂、剥落的痕迹。

## 2 无碳机压砖

根据原有镁碳砖生产线的特点, 开发了机压成型的精炼钢包用无碳机压砖(铝镁不烧砖)。无碳机压砖的生产可以充分利用原来镁碳砖的生产设备和工艺流程, 生产效率较高。

无碳机压砖以矾土、刚玉、镁砂、铝镁尖晶石、氧化铝微粉为主要原料, 用树脂或无机结合剂结合。由于采用大吨位压机成型, 无碳机压砖比较致密。

主要用于钢包熔池和包底部位, 在砖型、砌筑、烘烤等方面和镁碳砖钢包一致。

在研制初期, 无碳机压砖出现剥落现象, 经过多次调整, 使用基本稳定。现在用机压砖砌筑的钢包内衬在某厂 180 t 精炼钢包上可以不经修补一次性使用 80 次, 很少有剥落现象, 也没有明显的砖缝开裂现象。

表 2 无碳机压砖主要理化指标

机压砖	体积密度/( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	耐压强度/MPa	w ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) /%	w (MgO) /%	w (C) /%
树脂结合	3.2~3.3	$\geq 80$	$\geq 85$	$\geq 5$	$\approx 1.5$
无机结合	3.2~3.3	$\geq 40$	$\geq 85$	$\geq 5$	-

## 3 铝镁尖晶石质浇注料、预制块

铝镁尖晶石质浇注料在国内已有广泛的研究、应用, 认为刚玉-氧化镁系成本更有优势, 但刚玉-尖晶石系综合性能更稳定。

使用预合成尖晶石的制品在整个升温过程中的热膨胀都是比较平缓, 冷后略有膨胀, 重烧线变化还是微膨胀, 其体积密度和显气孔率也相对较好; 使用预合成尖晶石的试样高温热态抗折强度较好, 即在实际使用温度下有更好的综合性能。使用预合成尖晶石的试样在抗转炉渣侵蚀的情况下也有较好的表现, 体现了较高的抗渣性。

以白刚玉、板状刚玉、纯铝酸钙水泥、尖晶石为主要原料的浇注料, 具有施工方便, 使用寿命高等特点(与镁碳砖相当), 其关键点在于控制体积稳定性和重烧线变化率, 设计时追求抗剥落性和耐侵蚀性达到平衡。以在某钢厂 120 t 精炼钢包上的使用经验来说, 此种浇注料在侵蚀最严重的部位侵蚀速率每炉次小于 1 mm。

在部分钢厂, 由于施工条件不理想、钢包壳变形, 或者是不允许长时间对钢包烘烤, 钢包内衬只能使用铝镁预制块砌筑。铝镁预制块是采用浇注成型的方式生产, 每块预制块单重约 10 kg, 可以像镁碳砖一样砌筑、烘烤。一般认为, 随着水泥用量减少, 刚玉尖晶石质浇注料抗渗透性减弱, 抗熔蚀性提高。苏嘉生产的铝镁预制块是无水泥刚玉-氧化镁质, 实际使用侵蚀速率比低水泥铝镁浇注料要好一些, 但预制块生产效率比较低。

表 3 浇注料、预制块的理化指标

项 目	无水水泥铝镁质预制块	低水泥刚玉尖晶石质浇注料	
抗折强度/MPa	110 ℃ 24 h	9	9
	1100 ℃ 3 h	8	8
	1550 ℃ 3 h	10	24
	1400 ℃ 1 h		18
耐压强度/MPa	110 ℃ 24 h	45	50
	1100 ℃ 3 h	65	68
	1550 ℃ 3 h	90	110
体积密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	110 ℃ 24 h	3.2	3.20
	1100 ℃ 3 h	3.15	3.13
	1550 ℃ 3 h	3.05	3.03
显气孔率/%	110 ℃ 24 h	12	12
	1100 ℃ 3 h	14	14
	1550 ℃ 3 h	18	18
线变化率/%	1100 ℃ 3 h	0	0
	1550 ℃ 3 h	+0.2~0.4	+0.2~0.4
化学组成 (w) /%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	93	93
	MgO	3.5	3.3

#### 4 钢包喷补材料

对于钢包的镁碳砖内衬进行喷补，很多公司做过试验，实际应用的很少，效果也并不理想；对于铝镁浇注料内衬进行喷补则具有可行性，钢包的喷补技术对于铝镁质钢包浇注料是一个很好的补充和完善，可以对钢包可能出现和已经出现的薄弱部位进行修复，保证钢包在运行过程中的稳定性、安全性。它可以将铝镁质喷补料直接覆盖在原浇注料表面，形成新的工作层，避免浇注料在拆除过程中造成的资源浪费和环境污染。目前，对某钢厂 120 t 精炼钢包上进行冷态喷补，可以达到喷补 1 次使用 40 次的效果。这样可以实现全新包浇注、套浇、喷补等多种手段保证使用效果、控制综合成本。

E-mail: majning@126.com

# 低碳、无碳钢包用耐火材料的研究与应用

作者: [马敬宁](#), [俞晓东](#), [万磊](#)

作者单位: [江苏苏嘉集团新材料有限公司](#) 江苏无锡 214151

## 本文读者也读过(6条)

1. [段桂芳](#), [杨志宾](#) [钢包用新型引流砂的研制](#)[会议论文]-2011
2. [孟继红](#), [刘树森](#), [陆萌萌](#) [RH浸渍管用镁质喷补料的研制和应用](#)[会议论文]-2011
3. [缪春波](#) [钢包用MgO-C耐火材料的侵蚀](#)[期刊论文]-[国外耐火材料](#)2003, 28(6)
4. [吴松根](#), [钟凯](#), [邵俊宁](#) [超低碳钢用钢包无碳衬砖的开发与应用](#)[会议论文]-2008
5. [郭飞](#), [王晓阳](#) [钢包用湿式喷涂不定形耐火材料](#)[期刊论文]-[国外耐火材料](#)2001, 26(2)
6. [唐宁](#), [严培忠](#), [吴开道](#) [钢包用铝酸镁结合不烧Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO砖的研制](#)[会议论文]-2010

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference\\_7500183.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_7500183.aspx)