

低成本高寿命钢包用浇注料的研究与应用

陈向阳, 付博, 吴兆学, 冯其超

(莱芜钢铁股份有限公司 炼钢厂, 山东 莱芜 271105)

摘要: 莱钢炼钢厂选用高铝矾土熟料为骨料, 镁砂粉、高铝矾土熟料细粉、刚玉细粉为基质研制开发了钢包浇注料, 具有低成本、高寿命的特点, 使用证明, 钢包综合包龄在100炉次以上。

关键词: 钢包; 浇注料; 包龄; 高铝矾土

中图分类号: TF065.1 文献标识码: B

Research and Application of Low Cost and Long Service Life Ladle Pouring Material

CHEN Xiang-yang, FU Bo, WU Zhao-xue, FENG Qi-chao

(The Steel-making Plant of Laiwu Iron and Steel Co. Ltd., Laiwu 271105, China)

Abstract: The ladle pouring material is developed in the steel-making plant of Laigang by choosing bauxite chamotte as aggregate, and magnesite powder, bauxite chamotte fine powder and alundum fine powder as matrix mass. The ladle pouring material has characteristics of low cost and long service life. The using practice has shown that the synthetic ladle life is more than 100 heats.

Keywords: ladle; pouring material; ladle life; bauxite chamotte

1 概述

钢包是炼钢工序中重要的容器, 为提高钢包寿命, 降低耐材消耗, 钢包用耐材已从定形向不定形耐材为主演变, 并向全不定形化发展。从经济、省力、环境等方面考虑, 浇注施工成为钢包施工的有效方法, 浇注施工的种种优点也促进了钢包用浇注料的发展。我国20世纪80年代初开发了水玻璃结合的铝镁浇注料, 而后开发了第二代无水玻璃的铝镁浇注料, 但仍不能满足钢水温度上升及连铸钢包包衬的要求, 之后又开展了尖晶石质浇注料的开发, 如矾土尖晶石浇注料、镁铝尖晶石质浇注料、铝尖晶石浇注料等。

莱芜钢铁股份有限公司炼钢厂(简称莱钢炼钢厂)现用浇注料每月在750t左右, 供料厂家较多(4家), 包龄50~70炉次, 相差较大, 质量不稳定, 生产不便管理。虽然是整体承包, 但耐材消耗仍偏高。随着炼钢节奏的不断加快和市场经济的发展, 对包龄有着越来越高的要求。莱钢炼钢厂闲置一套制砖生产线, 对现实情况调查分析后认为, 充分利用现有的闲置设备, 自产钢包浇注料, 对稳定质量, 提高包龄、降低耐材消耗是可行的。

2 浇注料工艺研究

2.1 原料分析与选择

根据莱钢炼钢厂钢包用耐材的生产实际及我国丰富的高铝矾土资源，选用以优质高铝矾土熟料作骨料，镁砂粉、高铝矾土熟料细粉、刚玉细粉、尖晶石细粉作基质及无机结合剂结合。

(1) 高铝矾土熟料是经过1500~1700℃高温煅烧的铝土矿，以这种料作为配料中的骨料，可以保证浇注料的体积稳定性。选用高铝矾土熟料的主要化学组成见表1。

(2) 镁铝尖晶石的加入会在加热过程中生成镁铝尖晶石，在使用过程中产生膨胀和微裂纹，缓冲了材料内部的热应力，故其抗热震性能好。同时由于浇注料中存有较多的镁铝尖晶石，因而对炉渣具有较强的抑制渗透作用。所选镁铝尖晶石的主要化学组成为： Al_2O_3 ：60%~64%； MgO ：28%~32%。其加入量可以从尖晶石加入量与侵蚀指数的关系确定，加入量不应超过20%。

表1 高铝矾土化学组成

化学组成/%					体积密度 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	吸水率/%
Al_2O_3	Fe_2O_3	Ti_2O_3	$\text{CaO}+\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	≥ 3.15	≤ 1.0
≥ 86	≤ 1.5	≤ 3.0	≤ 0.4	≤ 0.4		

(3) 镁砂选用中档镁砂，以细粉的形式加入。基质中配入适量的镁砂，目的是在使用过程中于1200~1300℃生成抗渣性能优良的尖晶石，同时还能产生适量的体积膨胀，使整个钢包形成一个整体。其化学组成为： $\text{MgO}\geq 95\%$ ； $\text{SiO}_2\leq 2.0\%$ ； $\text{CaO}\leq 1.6\%$ ；灼减 $\leq 0.3\%$ ；体积密度 $\geq 3.25\text{g}/\text{cm}^3$ 。随着镁砂加入量增加，膨胀上升显著，烧后强度有下降趋势。加入量以7%左右为宜。

(4) 作为钢包浇注料的结合剂（添加剂）比较多，如：纯铝酸钙水泥、氧化物超细粉、硅溶胶、铝溶胶、磷酸盐、 $\rho\text{-Al}_2\text{O}_3$ 或是几种的配合使用等，目前采用纯铝酸钙水泥、聚磷酸盐和氧化物超细粉的较多。

纯铝酸钙水泥结合浇注料的配比同普通铝酸钙水浇注料一样，只不过所用的铝酸钙水泥纯度高，化学成分主要为 Al_2O_3 、 CaO ，杂质含量很少。纯铝酸钙水泥是用工业氧化铝和纯的石灰石或方解石、或工业磷酸钙为原料，按一定比例混合磨细后，采用烧结法或电熔法而合成的。其矿物组成主要是铝酸钙（ $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ）和少量的铝酸钙（ $\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ）。凝结速度正常，初凝时间为1h左右，终凝为6~8h。

聚磷酸钠是碱性耐火材料常用的一种结合剂，其特征是：结合十分牢固，形成的磷酸盐结合物在与熔渣和金属熔液接触时浸润性较小，且具有良好的热震稳定性。

氧化物（硅灰、 Al_2O_3 ）超细粉表现出的特性理论基础是表面现象理论，由于表面能的存在，细粉具有分散—凝聚作用。

在此根据结合剂的不同作用，选择了一种纯铝酸钙水泥、聚磷酸钠等复合型结合剂。

(5) 添加剂的选择。为了使浇注料具有良好的分散性、流动性及低、中温强度，选用硅灰作为添加剂。当硅灰加入到铝酸钙水泥、 Al_2O_3 粉、镁砂粉等，在低温下能改变原来的水化物并与它们形成新的水化物，这些水化物形成网状链，都能将其形态保持到1100~1200℃，从而保证它们具有相当高的中温烧后冷态强度。研究表明：在浇注料中， SiO_2 微粉除了能增加中温强度外，并无其它益处，而且带来一系列损害高温

使用性能的因素。其加入量应在0.5%~2.0%范围。

国外专家认为：硅灰加入后，与铝酸钙水泥起了反应，不象单纯铝酸钙水泥中形成CAH₁₀、C₂AH₈和C₃AH₆等水化物，而是形成了类似沸石型的钙铝硅水化物，这种水化物在300℃以后才脱水，而且时间较短，快速放出大量蒸汽而导致爆裂。为此在浇注料中添加了防爆剂。

2.2 原料颗粒级配的确定

浇注料的质量取决于所采用的骨料和粉料的质量、骨料的粒度组成、添加剂加入量、用水量和养护温度。对骨料要求烧结充分、致密、气孔率低、杂质含量少。骨料的粒度配比要

求设计成最紧密堆积。因此宜采用多级配料，预防颗粒偏析，总的组成一般为骨料占约70%，粉料（包括添加剂）约占30%。

2.3 配方的形成

根据原料的选择，采用特级高铝矾土熟料为骨料，纯铝酸钙水泥等作结合剂，添加一定比例的添加剂，形成配方。选用6级粒级及合理的配比。

2.4 试验及配方的修改完善

2001年4月，配制了两个包的浇注料，在钢包上进行浇注试验。在试验中发现该浇注料具有以下特点：（1）浇注施工过程中流动性好。（2）自然凝固时间较长，导致脱模时间较长。（3）烘烤过程中未见裂纹和塌料现象。（4）冷、热态强度高。使用证明，两个包的一次性包龄分别为48炉次和52炉次。具体表现为下渣线侵蚀较重。

通过分析认为，存在问题的原因有：（1）助结合剂加入量偏大，造成自然凝固时间较长。（2）颗粒配比不太合适，以及细粉纯度不够高，造成不抗侵蚀。鉴于以上因素，采取如下措施：（1）减少助结合剂的用量，缩短自然凝聚时间。（2）调整每种颗粒度的比例，调高了大颗粒的比例，相应调小了中间颗粒的比例。（3）用部分高纯粉代替普通细粉。

莱钢炼钢厂自行研制的钢包用浇注料，通过调整配方后其使用情况为：（1）浇注施工过程中，流动性及自然凝固时间均达到工艺要求。（2）LF精炼比在20%~30%的情况下，钢包综合包龄均在100炉次以上，最高达150炉次。

3 结论

3.1 莱钢炼钢厂研制开发的低成本高寿命钢包用浇注料，钢包综合包龄平均在100炉次以上。

3.2 低成本高寿命钢包用浇注料立足我国高铝矾土熟料资源丰富的优势，具有广阔的推广价值。