

莱钢钢包渣线用后镁碳砖的梯度利用技术

武光君

莱芜钢铁集团银山型钢有限公司 炼钢厂 山东莱芜 271104

摘要: 为了使钢包渣线用后镁碳砖物尽其用, 研发了钢包用后渣线镁碳砖的梯度利用技术: 对于残厚大、表观质量好的用后镁碳砖, 经定尺切割加工后直接用于修砌异型坯连铸机中间包工作衬; 对于残厚小、表观质量差的用后镁碳砖, 加工成不同粒度和品级的再生颗粒料, 根据使用要求选用不同的再生颗粒料研制出了再生镁铬碳质涂抹料、高档再生镁碳质涂抹料和低档再生镁碳质涂抹料。钢包用后渣线镁碳砖梯度利用技术在莱钢连铸中间包上应用后, 解决了影响中间包寿命的关键技术难题, 实现了中间包耐火材料的长寿化和低成本化。

关键词: 用后镁碳砖; 梯度利用; 镁碳质涂抹料

中图分类号: TQ175.9

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 1935(2013)06 - 0455 - 03

DOI: 10.3969/j.issn.1001-1935.2013.06.015

钢铁企业为了降本增效和保护环境, 必须把废气、废渣、废料等二次资源高附加值地利用起来。目前, 国内用后镁碳砖再利用的主要途径是研发再生镁碳砖、再生镁碳质浇注料、再生镁碳质喷补料等, 但均未实现用后镁碳砖的再生价值最大化。

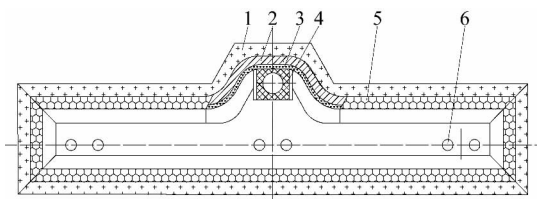
为了使钢包用后渣线镁碳砖物尽其用, 莱钢研发了钢包用后渣线镁碳砖的梯度利用技术: 对于残厚大、表观质量好的用后镁碳砖, 经定尺切割加工后直接用于修砌异型坯连铸机中间包工作衬; 对于残厚小、表观质量差的用后镁碳砖, 经剔除蚀变层、拣选、粗破、加添加剂水化、困料、细破、磁选除铁、筛分等工序, 制成不同粒度的再生料并分别进行化学组成分析, 然后根据使用要求选用不同的再生颗粒料分别生产再生镁铬碳质涂抹料、高档再生镁碳质涂抹料和低档再生镁碳质涂抹料, 用于异型坯、板坯连铸机中间包不同部位。用后镁碳砖梯度利用技术的应用, 提高了中间包使用寿命, 降低了中间包耐火材料成本, 取得了较好的效果。

1 切割后直接用于修砌中间包工作衬

莱钢异型坯连铸机投产初期, 中间包冲击区采用镁质板作为工作衬护板, 侵蚀、冲刷严重, 与中间包干式料工作衬其他部位的使用寿命不同步, 成为提高中间包使用寿命的瓶颈。

钢包渣线用后镁碳砖的残厚一般为 50 ~ 100 mm。拣选出残厚 ≥ 60 mm、表观质量好的用后镁碳

砖, 用切砖机定尺切割加工成厚度为 50 ~ 70 mm 的砖。选取厚度一致的切割砖直接用于修砌莱钢近终型异型坯连铸机中间包冲击区工作衬, 并在砖体表面涂抹一层厚度为 10 ~ 30 mm 的镁铬碳质涂抹料。砌筑工艺图如图 1 所示。修砌工艺流程为: 包底干式料捣打施工 → 放置干式料施工胎模 → 包壁干式料捣打施工 → 修砌区烘烤 → 吊出干式料施工胎模 → 冲击区砌筑用后镁碳砖 → 砖体外层涂抹料施工 → 自然养生 → 连铸机生产区烘烤 → 上线使用。



1—永久衬(浇注料); 2—冲击区工作衬(用后镁碳砖);
3—工作衬(镁铬碳质涂抹料); 4—连铸中间包稳流控制器;
5—工作衬(干式振动料); 6—中间包定径水口

图 1 异型坯连铸中间包冲击区废镁碳砖砌筑工艺图

该修砌工艺解决了异型坯连铸机中间包冲击区侵蚀、冲刷重的技术难题, 实现了中间包工作衬各部位使用寿命同步, 大幅提高了中间包使用寿命, 平均单包连浇时间由 24 h 提高到 33 h 以上, 最高达到 40 h。

* 武光君: 男, 1968 年生, 高级工程师。
E-mail: lgjkwguangjun@163.com
收稿日期: 2013-01-10

编辑: 黄卫国

2 加工成再生料后重新利用

2.1 再生料加工

对残厚 < 60 mm、表观质量差的用后镁碳砖,经剔除蚀变层→拣选→粗破→加添加剂水化处理→困料→细破→输送带磁选→筛分等工艺流程,制成 5~3、3~1 和 ≤1 mm 三级再生料,分别分析其化学组成(结果见表 1)后,分类包装待用。加入添加剂并困料的目的是:降低用后镁碳砖中酚醛树脂的结合强度,使砖中骨料与基质料在破碎中容易分离,减少假颗粒的数量;促进砖中 Al_4C_3 的水化,防止使用了再生料的产品在热处理过程中发生鼓胀、开裂。

表 1 镁碳砖再生颗粒料的化学组成

粒度	化学组成(w)/%				
	MgO	C	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3
5~3 mm	87.26	5.3	1.02	1.27	0.87
3~1 mm	81.15	9.93	3.45	2.19	1.62
≤1 mm	60.12	20.12	5.62	3.53	3.42

2.2 再生镁铬碳质涂抹料研制与应用

再生镁铬碳质涂抹料的基本配料组成(w)为: 5~3 mm 的再生料 18%~25%, 3~1 mm 的再生料 18%~25%, ≤1 mm 的再生料 30%~35%, ≤0.074 mm(200 目)的电熔镁砂细粉 15%~22%, Cr_2O_3 细粉 2.5%~3.5%, 并添加适量的复合抗氧化剂(由碳化硅粉、硅粉和铝粉组成)、烧结剂、结合剂、减水剂、防爆剂等。研制的再生镁铬碳质涂抹料的化学组成(w)为: MgO 82.26%, CaO 1.74%, C 5.56%, Cr_2O_3 2.51%; 体积密度为 $2.12 g \cdot cm^{-3}$ 。

研制的再生镁铬碳质涂抹料的主要创新点是: 选择再生料的临界粒度为 5 mm, 提高了涂抹料的抗侵蚀性和抗冲刷性; 采用碳化硅粉-硅粉-铝粉复合抗氧化剂, 提高了涂抹料的抗剥落性和抗氧化性; 再生料配加量达到 65%(w) 以上, 降低了涂抹料的生产成本。

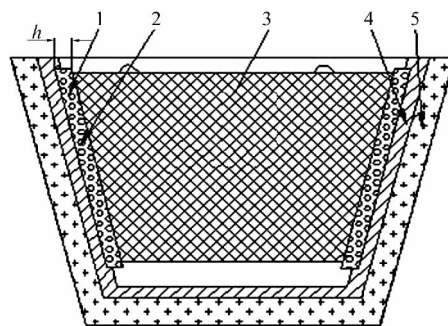
研制的再生镁铬碳质涂抹料在莱钢板坯连铸机中间包上进行了应用试验和推广, 单包连浇时间达到 20~24 h, 其抗侵蚀性和抗冲刷性优于以电熔镁砂为主原料生产的镁质涂抹料。

2.3 高档再生镁碳质涂抹料研制与应用

近年来, 连铸机中间包干式振动料工作衬技术和中间包流场优化技术得到快速推广应用, 但在连铸中间包镁质干式料工作衬上安装挡墙、挡坝时, 又普遍采用中间包镁质涂抹料固定。针对现有镁质涂抹料生产成本低, 抗侵蚀性差, 易发生爆裂、渗钢等问题, 研发了一种高档再生镁碳质涂抹料。

由表 1 可知, ≤1 mm 的再生颗粒料中 C 含量和 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 等杂质含量均较高, 因此研制的高档再生镁碳质涂抹料采用烧结镁砂替代 ≤1 mm 的再生颗粒料。高档再生镁碳质涂抹料的基本配料组成(w)为: 5~3 mm 的再生料 10%~15%, 3~1 mm 的再生料 20%~25%, 1~0.088 mm 的烧结镁砂 20%~25%, ≤0.074 mm(200 目)的电熔镁砂细粉 20%~30%, 并添加适量的抗氧化剂(铝粉)、结合剂、分散剂、减水剂、防爆剂等。研制的高档再生镁碳质涂抹料的化学组成(w)为: MgO 86.46%, CaO 2.44%, C 2.79%, SiO_2 6.01%; 体积密度为 $2.05 g \cdot cm^{-3}$ 。

同时, 改进连铸机中间包挡渣墙的安装方法, 开发基于干式工作衬的嵌入式挡渣墙安装新工艺: 根据挡渣墙的安装位置和尺寸, 用耐热铸钢制作镶嵌件, 焊接在干式料工作衬施工胎模上; 待工作衬干式料施工胎模从中间包内提出后, 把中间包挡渣墙的两个侧边埋入镶嵌件形成的沟槽内; 挡渣墙定位后, 采用研制的高档再生镁碳质涂抹料抹实。连铸机中间包挡渣墙修砌示意图如图 2 所示。施工完毕后, 先小火烘烤 30 min 使工作衬升温到 120~150 °C, 再大火烘烤 2~2.5 h 使工作衬升温到 1000~1100 °C。



1—镁碳质涂抹料; 2—钉眼; 3—挡渣墙; 4—干式料工作衬; 5—中间包永久衬

图 2 连铸机中间包挡渣墙修砌示意图

嵌入式挡渣墙安装新工艺和研制的高档再生镁碳质涂抹料在莱钢板坯连铸机中间包上进行了应用试验和推广, 发现施工方便, 应用效果好。解决了原镁质涂抹料的抗侵蚀性差, 易发生爆裂、渗钢等问题。

2.4 低档再生镁碳质涂抹料研制与应用

针对连铸机中间包干式料工作衬的包沿部位易与永久衬分离、塌料的问题, 研发了以用后镁碳砖再生料为主原料的低档再生镁碳质涂抹料, 形成综合工作衬技术。中间包综合工作衬结构示意图如图 3 所示。

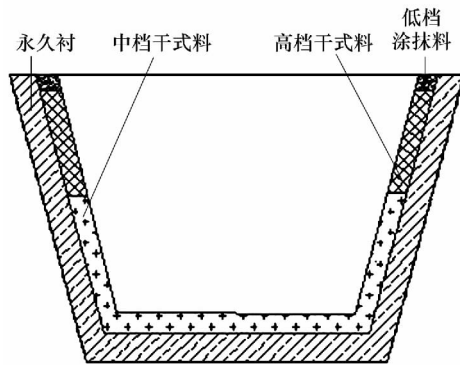


图 3 中间包综合工作衬结构示意图

选择再生料的临界粒度为 3 mm,重点消化利用 C 含量和杂质含量高的 ≤1 mm 的再生颗粒料。研制的低档再生镁碳质涂抹料的基本配料组成 (w) 为: 3~1 mm 再生料 30%~35%, ≤1 mm 的再生料 25%~30%, ≤0.074 mm 的烧结镁砂细粉 26%~31%, 添加适量的结合剂、分散剂、减水剂、防爆剂等。研制的低档再生镁碳质涂抹料的化学组成 (w) 为: MgO 66.09%, CaO 1.76%, C 8.81%, SiO₂ 9.01%; 体积密度为 1.87 g·cm⁻³。

3 应用效果分析

钢包渣线用后镁碳砖直接循环再利用和加工成再生料后利用的梯度利用技术,在莱钢银山型钢炼钢厂异型坯连铸机、板坯连铸机中间包上应用后,解决了影响中间包寿命的关键技术难题,实现了中间包耐火材料的长寿化和低成本化,主要技术经济指标大幅

提升,见表 2。

表 2 梯度利用技术应用前后的主要技术经济指标对比

技术经济指标		异型坯连铸机	双流板坯连铸机	宽厚板坯连铸机
单包连浇炉数/炉	应用前	32	24	13
	应用后	44	42	21
	同比提高	12	18	8
中间包吨钢耐火材料成本/元	应用前	6.74	7.65	13.14
	应用后	4.39	4.25	7.92
	同比降低	2.35	3.4	5.22
中间包吨钢耐火材料消耗/kg	应用前	1.46	1.7	3.32
	应用后	1.09	1.07	1.64
	同比降低	0.37	0.63	1.68
中间包烘包吨钢煤气消耗/MJ	应用前	26	30	59
	应用后	19	19	29
	同比降低	7	11	30
中间包吨钢废弃耐火材料/kg	应用前	0.53	0.63	1.23
	应用后	0.39	0.4	0.61
	同比减少	0.14	0.23	0.62

4 结语

钢包渣线用后镁碳砖梯度利用技术的开发与利用,实现了炼钢厂用后镁碳砖的闭路循环再利用和再生价值最大化,年降本增效 2 000 万元,年减少连铸中间包烘烤煤气消耗 54 000 GJ 以上,年减少连铸中间包废旧耐火材料排放 1 000 t 以上,节能减排效果明显,经济效益和社会效益显著。该技术符合当前国家节能减排、循环经济的产业政策,具有较好的应用前景和推广价值。

Gradient utilizing technology for used MgO-C bricks of ladle slag line in Laiwu Steel/Wu Guangjun//Naihuo Cailiao. -2013 47(6):455

Abstract: The gradient utilizing technology for used MgO-C bricks of ladle slag line was developed to make full use of the used bricks. The used MgO-C bricks with thick residual layer and good apparent quality can be cut and then used for mending tundish working linings in beam blank continuous casters. The used MgO-C bricks with thin residual layer and poor apparent quality were crushed into aggregates with different sizes and grades. Then reproduced MgO-Cr₂O₃-C coating mix and high and low grades reproduced MgO-C coating mix were developed from the aggregates based on the requirements. This technology has been applied in tundishes of Laiwu Steel, solving the key technique problems, prolonging the service life of refractories in tundish and decreasing the final cost.

Key words: used magnesia-carbon brick, gradient utilizing, magnesia-carbon coating mix

Author's address: Laiwu Steel Group Yinshan Section Steel Co., Ltd, Laiwu 271104, Shandong, China