**发明内容**

本发明针对现有钢包工作衬用后废弃镁碳砖再生利用技术存在的问题，提供一种钢包 用后废镁碳砖分级再生利用工艺。

本发明还提供以废镁碳砖为原料的中间包干式料、涂抹料。

本发明进一步提供以废镁碳砖为原料的中间包干式料、涂抹料的应用。即，一种干式 料与涂抹料组合型连铸中间包工作衬的施工方法。

本发明对钢包工作衬用后镁碳砖的再生颗粒料，通过分级配制成连铸中间包干式料、 涂抹料，满足连铸中间包工作衬不同部位的使用性能要求，实现了钢包工作衬用后镁碳砖 的再生利用率100%和再生价值最大化，同比降低连铸中间包工作衬耐火材料成本20%以上。

术语说明

1、废弃镁碳砖，本发明所述的废弃镁碳砖是钢包工作衬用后的废弃镁碳砖，MgO含量 ≥69wt%。

2、中间包工作衬渣线，是指在连铸机浇注过程中，浮在中间包内钢水上面的炉渣接触 的工作衬部位，渣线高度一般为200-300mm。

发明详述：

一种以废镁碳砖为原料的中间包干式料、涂抹料，所述的废镁碳砖原料为钢包工作衬用 后的废镁碳砖经清理、破碎、筛分得到的三种颗粒级别的再生料：A级料:3mm≦粒度<5mm,B 级料:1mm≦粒度<3mm,C级料:粒度<1mm；

所述中间包干式料的质量比组成如下：

A级料5～10%，B级料10～15%；

高纯镁砂：3mm≦粒度<5mm 8～15%，

1mm≦粒度<3mm 10～15%，

0.083mm<粒度<1mm 24～27%；

电熔镁砂：0.074mm<粒度≦0.083mm的细粉 6.5～8%，

粒度≦0.047mm的微粉 8～10%；

95中档镁砂：0.074mm<粒度≦0.083mm细粉 2～4%，

铝镁尖晶石：粒度≦0.047mm微粉 3～5%，

碳化硅：粒度≦0.083mm细粉 1.0～1.8%，

金属硅：粒度≦0.083mm细粉 1.0～2.0%，

三聚磷酸钠： 0.1～0.2%，

固体酚醛树脂：粒度≦0.083mm 3.5～4.5%，

以上各组分用量之和为100%；

所述中间包涂抹料的质量比组成如下：

B级料30～35%，C级料25～30%，

95中档镁砂：0.074mm<粒度≦0.083mm细粉 26～30%，

铝镁尖晶石：粒度≦0.047mm微粉 3～5%，

碳化硅：粒度≦0.083mm细粉 1.5～2.5%，

SiO2超微粉 1.5～2.5%，

三聚磷酸钠 0.5～1.0%，

软质粘土 2～4%，

耐火纤维 0.05～0.1%。

以上各组分用量之和为100%。

一种钢包工作衬用后废镁碳砖分级再生利用工艺，包括步骤如下：

（1）回收钢包用后废镁碳砖，将废镁碳砖表面清理干净并将其接触钢水的那一面约5-8mm作为变质层切掉，然后破碎，筛分，分出三种颗粒级别的再生料：

A级料:3mm≦粒度<5mm,B级料:1mm≦粒度<3mm,C级料:粒度<1mm；

（2）以A级料和B级料为原料，配制成中间包干式料，用于连铸中间包工作衬的渣线及以下的包壁与包底部位；所述中间包干式料的质量比组成如下：

A级料5～10%，B级料10～15%；

高纯镁砂：3mm≦粒度<5mm 8～15%，

1mm≦粒度<3mm 10～15%，

0.083mm<粒度<1mm 24～27%；

电熔镁砂：0.074mm<粒度≦0.083mm的细粉 6.5～8%，

粒度≦0.047mm的微粉 8～10%；

95中档镁砂：0.074mm<粒度≦0.083mm细粉 2～4%，

铝镁尖晶石：粒度≦0.047mm微粉 3～5%，

碳化硅：粒度≦0.083mm细粉 1.0～1.8%，

金属硅：粒度≦0.083mm细粉 1.0～2.0%，

三聚磷酸钠： 0.1～0.2%，

固体酚醛树脂：粒度≦0.083mm 3.5～4.5%，

以上各组分用量之和为100%。

（3）以B级料和C级料为原料，配制中间包涂抹料，用于连铸中间包工作衬渣线以上的包沿部位。所述中间包涂抹料的质量比组成如下：

B级料30～35%，C级料25～30%，

95中档镁砂：0.074mm<粒度≦0.083mm细粉 26～30%，

铝镁尖晶石：粒度≦0.047mm微粉 3～5%，

碳化硅：粒度≦0.083mm细粉 1.5～2.5%，

SiO2超微粉 1.5～2.5%，

三聚磷酸钠 0.5～1.0%，

软质粘土 2～4%，

耐火纤维 0.05～0.1%。

以上各组分用量之和为100%。

根据本发明的一种以废镁碳砖为原料的中间包干式料、涂抹料，以及钢包工作衬用后废镁碳砖分级再生利用工艺中，优选的：

所述高纯镁砂，是选用天然特级菱镁矿石浮选提纯经轻烧、细磨、压球、超高温油竖窑煅烧而成，MgO含量百分比≥97wt%，颗粒体积密度≥3.30g/cm3。

所述电熔镁砂，是用精选的特A级天然菱镁石或高纯轻烧镁颗粒，在电弧炉中熔融制得，MgO含量百分比≥97wt%，颗粒体积密度≥3.45g/cm3。

所述95中档镁砂，是以MgO含量为95wt％的轻烧氧化镁为原料，经压球、高温竖窑煅烧等工艺生产而成，MgO含量百分比94～95wt%，颗粒体积密度≥3.1g/cm3。

所述铝镁尖晶石为MgO含量百分比为41.6wt%、Al2O3含量百分比为56.5wt%的烧结尖晶石。

所述碳化硅，俗称金刚砂，SiC含量百分比≥94wt%。

所述SiO2超微粉，俗称硅灰，是生产金属硅或硅铁合金的副产品；硅灰中SiO2含量≥92wt%，粒度全部小于5μm，且粒度小于2μm的占80～85%。

所述耐火纤维由聚丙烯纤维经改性制成，具有分散性好、无烧结、无并丝、残留少、使用效果佳等特点，是各种不定型耐火材料上佳的防爆裂添加剂，特别是高强快干不定型耐火材料。进一步优选耐火纤维的长度L=6mm,相量直径D=0.048mm,熔点165～175℃。

所述软质粘土，是指具有可塑性的耐火粘土，可塑性指数≥3.0，组成矿物主要是高岭石，Al2O3百分比含量为28～30wt％，SiO2百分比含量为50～55wt％，耐火度1630～1670℃，进一步优选广西粘土。

根据本发明优选的，所述用于连铸中间包工作衬渣线及以下的包壁与包底部位的干式料，按质量百分比由下述材料组成：A级料10%，B级料15%，3mm≦粒度<5mm的高纯

镁砂8%，1mm≦粒度<3mm的高纯镁砂10%，0.083mm<粒度<1mm的高纯镁砂27%，

0.074mm<粒度≦0.083mm的电熔镁砂细粉8%，0.074mm<粒度≦0.083mm的95中档镁砂细

粉2.4%，粒度≦0.047mm的电熔镁砂微粉10%，粒度≦0.047mm的铝镁尖晶石微粉3%，

粒度≦0.083mm的碳化硅细粉1.0%，粒度≦0.083mm的金属硅细粉2.0%，三聚磷酸钠

0.1%，粒度≦0.083mm的固体酚醛树脂3.5%。

根据本发明优选的，所述用于连铸中间包工作衬渣线以上的包沿部位的涂抹料，按重量百分比由下述材料组成：按质量百分比由下述材料组成：B级料30%，C级料30%，0.074mm<粒度≦0.083mm的95中档镁砂细粉30%，粒度≦0.047mm的铝镁尖晶石微粉3%，粒度≦0.083mm的碳化硅细粉2.5%，SiO2超微粉1.5%，三聚磷酸钠0.9%，广西粘土2.05%，耐火纤维0.05%。

根据本发明优选的，步骤（1）中废镁碳砖表面清理是：将钢包工作衬用后镁碳砖表面残留的残钢、钢渣连同变质层一同清理掉，然后用压缩空气吹扫清理废旧镁碳砖表面沾有的杂质；

根据本发明优选的，步骤（1）中的破碎是：采用颚式破机进行粗破，粗破后的颗粒进入中间料仓，进行水化处理、困料后烘干，然后通过皮带再输送到对辊机进行细破、碾压，在输送带的末端加有磁辊，对破碎后的再生颗粒料进行磁选，去除含铁颗粒；

根据本发明优选的，步骤（1）中的筛分是用振动筛进行筛分，筛分出A、B、C三级料分类存放进入配料仓；

根据本发明优选的，步骤（1）中筛分出来的大于5mm的颗粒送回到对辊机，进行二次重新细破、碾压、磁选、筛分。实现钢包工作衬用后镁碳砖分级再生利用率100%。

本发明还提供一种连铸中间包工作衬的施工方法，包括采用本发明上述的中间包干式料和中间包涂抹料制成结合式工作衬，按以下步骤进行：

①中间包包底干式料施工

首先，将中间包干式料加入中间包包底，摊平，使厚度达到规定要求，然后充分捣实，并将表面压平压光；

②中间包包壁干式料施工

将工作衬干式料施工胎模放置到中间包包底压平的干式料上面，使同一水平面上的胎模侧壁与中间包永久衬的间距相等，中间包包壁部位干式料的厚度均匀。

将中间包干式料均匀填入胎模侧壁与中间包永久衬之间的间隙内，一次填料高度

100～150mm，填料后首先将松散的料层处理均匀，采用风镐，按顺序均匀捣打。重复填料、

捣打操作直至填料至与中间包工作衬渣线上沿平齐；

③中间包干式料烘烤成型

先小火烘烤50～60分钟，火焰长度在400～450mm，然后中火烘烤60～70分钟，火焰长度在600～650mm，最高烘烤温度控制在200～240℃。停火后冷却8～16小时，把中间包干式料施工胎模从中间包内提出。

④中间包工作衬渣线以上的包沿部位的涂抹料施工

将中间包涂抹料加入混料机内，干搅2～3分钟后，加入涂抹料总重量12～15%的水，搅拌4～6分钟，搅拌均匀，均匀涂抹在包沿部位，涂抹料厚度与包壁干式料平齐；自然养生8～16小时，连铸中间包工作衬的制备完成。

上述步骤③中的停火后冷却8～16小时，根据季节不同优选按以下要求掌握：冬季16小时，夏季8小时，春、秋两季均按10-12小时。

本发明的有益效果是：

1、对钢包用后镁碳砖的再生颗粒料分级，因粒度<1mm的再生颗粒料中C含量和SiO2等杂质含量较高，对其抗侵蚀、抗氧化性能有较大影响，选用3mm≦粒度<5mm和1mm≦粒度<3mm再生料为原料，研制中间包干式料，用于连铸中间包工作衬的渣线及以下的包壁与包底部位；以1mm≦粒度<3mm和粒度<1mm的再生料为原料，研制中间包涂抹料，用于连铸中间包工作衬渣线以上的包沿部位，满足了连铸中间包工作衬不同部位的使用性能要求，实现了钢包用后镁碳砖的再生利用率100%和再生价值最大化。

2、连铸中间包采用干式料与涂抹料结合工作衬技术，实现了低成本，长寿命的目标，用于大H型钢近终型异型坯连铸机中间包，单包连浇时间达到33小时以上，用于双流板连铸机中间包，单包连浇时间达到22小时以上，同比降低连铸中间包工作衬耐火材料成本20%以上。

3、钢包工作衬用后镁碳砖分级再生利用技术，实现了炼钢厂用后镁碳砖的闭路循环再利用，大大降低了耐火材料成本和冶金成本，也减少了环境污染，对提高效益有重要意义。

本发明在莱芜钢铁集团银山型钢有限公司炼钢厂各连铸机中间包上推广应用，在大H型钢近终型异型坯连铸机中间包上应用后，单包连浇时间达到33～38小时，在双流板连铸机中间包上应用后，单包连浇时间达到22～27小时，同比连铸中间包工作衬耐火材料成本降低25-30%。

**附图说明**

图1是本发明的连铸中间包工作衬结构示意图。图中：1、包沿；2、渣线，3、渣线以下的包壁；4、包底；5、中间包永久衬。