

本发明提供了一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣法，属于炼钢辅料技术领域。一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比为： $\text{CaO}$ 37.5~47.5%、 $\text{SiO}_2$ 34~42%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 0.2~2.8%、 $\text{MgO}$ 2~5%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 3.5~5.5%、 $\text{R}_2\text{O}$ 3~7%、 $\text{F}$ 4.0~8.0%， $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ 1.12~1.25。本发明产品用于异性坯低碳钢的连铸，可以观察到保护渣在结晶器内流动性及铺展性良好，熔化均匀，能够均匀覆盖钢液面，渣面无结团现象，同时保证了铸坯的充分润滑，所得铸坯的裂纹明显减少，铸坯裂纹情况出现的概率低于0.10%。

1. 一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，其特征在于，成分及质量百分比为： $\text{CaO}$ 37.5~47.5%、 $\text{SiO}_2$ 34~42%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 0.2~2.8%、 $\text{MgO}$ 2~5%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 3.5~5.5%、 $\text{R}_2\text{O}_3$ ~7%、 $\text{F}$ 4.0~8.0%， $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ 1.12~1.25。
2. 如权利要求 1 所述的异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，其特征在于：含水量控制在 0.5wt% 以下。
3. 如权利要求 1 所述的异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，其特征在于：粘度为 0.18~0.26pa.s。
4. 如权利要求 1 所述的异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，其特征在于：熔化温度为  $1180 \pm 40^\circ\text{C}$ ，凝固温度为  $1200 \pm 40^\circ\text{C}$ 。
5. 如权利要求 1 所述的异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，其特征在于，成分及质量百分比为： $\text{CaO}$ 45.5~47.0%、 $\text{SiO}_2$ 37.5~40.5%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 0.2~1.0%、 $\text{MgO}$ 2.5~3.5%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 4.0~5.0%、 $\text{R}_2\text{O}_3$ 3.5~5.0%、 $\text{F}$ 4.5~6.0%， $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ 1.15~1.25。
6. 如权利要求 1~5 任一项所述的异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，其特征在于，由下述重量份的原料制备而成：玻璃粉 3~5 份、预熔料 25~40 份、萤石粉 10~15 份、水泥熟料 5~10 份、炭黑 2.5 份、土状石墨 2.5 份、氟化钠 4 份、硅灰石 15~20 份、粘土 8~10 份、镁砂 1~5 份。
7. 如权利要求 6 所述的异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，其特征在于，生产工艺包括如下步骤：

步骤 S1：依次准备和称取如下重量份的原料：玻璃粉 3~5 份、预熔料 25~40 份、萤石粉 10~15 份、水泥熟料 5~10 份、氟化钠 4 份、硅灰石 15~20 份、粘土 8~10 份、镁砂 1~5 份；

步骤 S2：熔化，在大于保护渣的熔化温度  $200^\circ\text{C}$  以上的温度下置于无炉衬水冷炉壁电炉中熔化，得到熔渣；

步骤 S3: 水淬, 熔渣直接进入常温水池冷却凝固成玻璃体;

步骤 S4: 干燥, 将所得玻璃体烘干至含水量 $\leq 2\text{wt}\%$ ;

步骤 S5: 粉碎, 将烘干后的玻璃体进行粉碎, 粉碎所得粉末至少通过 200 目筛网, 且筛下物至少达到 80%;

步骤 S6: 在上述粉末中加入炭黑 2.5 重量份和土状石墨 2.5 重量份, 混合均匀;

步骤 S7: 将步骤 S6 所得混合物按比例气化入料仓, 进行微机配料, 再进入搅拌机搅拌, 取半成品检测; 待检测结果合格后, 先入球磨机干磨, 再入水磨机磨细并制浆, 喷雾造粒, 产品检测, 合格品包装入库。

8. 如权利要求 1~5 任一项所述的异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣, 其特征在于: 还包括质量百分比为 0.35%~0.80% 的 BaO。

## 一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣

### 技术领域

本发明属于炼钢辅料技术领域，具体涉及一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣。

### 背景技术

异形坯是指除板坯、圆坯、方坯以外具有复杂断面的连铸坯。异形坯大致分为三类，普通异形坯、近终形异形坯、极端近终形坯，应用最多的异形坯为 H 型钢的工字形坯。现实中根据实际需要，由轧机的压下来确定异形坯腹板和凸缘的厚度。异形坯属于近终形连铸的一种形式，是连铸发展史上的一项重要技术革新。

目前，国内异形坯低碳钢（碳含量 0.03%~0.08%）连铸生产线很少，炼钢、连铸水平尚不成熟，及其相应的配套辅材质量、生产等还达不到相应要求，绝大多数需要进口。在配套的辅材当中，保护渣是其中的关键材料之一，目前主要存在以下问题：

（1）进口渣不能有效结合国内操作现场的具体要求和实际情况，适应性较差，仍普遍存在较多铸坯表面质量缺陷的问题；

（2）国内大部分钢厂没有充分认识到保护渣的重要性，该类铸坯浇铸时通常采用常规同碳量钢、工艺条件相近用的保护渣进行浇铸，没有采用专用渣，致使异形坯低碳钢的性能普遍较常规同碳量钢低下；

（3）部分国产保护渣虽针对该类具体工艺条件进行设计，但主要通过结合国内相近产品进行模仿，没有进行深入探索，获得成熟的技术，导致试验时成功率低，工艺稳定性差，铸坯表面质量参差不齐；

（4）国产渣由于采用的工艺不完善，渣子性能波动大，所以容易造成使用过程不稳定，易造成裂纹、夹渣等缺陷产生。

保护渣在连铸过程中主要的作用是：确保连铸工艺顺利进行；改善铸坯表面质量。异形坯低碳钢由于浇铸断面复杂，较于普通铸坯而言，在许多方面需要特殊处理。而不合适的保护渣若用于异形坯连铸，重则会导致工艺无法顺利进行，轻则会使得铸坯质量达不到用户要求，表面缺陷严重。一般，表面缺陷是指铸坯表面存在裂纹、夹渣、凹陷等，主要是钢液在结晶器内凝固成坯壳过程中，与浇铸温度、拉坯速度、保护渣性能、结晶器震以及结晶器液面的稳定因素有关。异形坯的表面缺陷主要有表面纵裂、角部纵裂和凹坑。表面质量产生的原因主要是由于保护渣性能不良及连铸工艺不合适。保护渣主要是防止钢液二次氧化和在震动过程中起润滑作用，但它有是钢液夹杂来源之一，因此选择合适的保护渣显得尤为重要。异形坯结晶器有多个面，若结晶器内保护渣润滑效果不好，渣膜厚度不均匀，会导致铸坯冷却不均匀。渣膜厚的地方坯壳薄，强度较差，容易产生裂纹。

本申请人在 2013~2015 年对超低碳钢连铸结晶器保护渣进行了深入的研究并进行了实践推广，并于 2014 年 2 月公开了一种用于超低碳钢的连铸结晶器保护渣（申请号为 201410068317.9）的专利，针对超低碳钢保护渣存在的主要问题，开发出了用于超低碳钢的连铸结晶器保护渣，并取得了较好的成效。本申请在开发的初期也曾试用该保护渣用于异形坯低碳钢的连铸试验，并据此进行了大量的探索和试验，但是成效并不明显，主要表现在渣膜厚度不均匀，成品的纵裂纹缺陷较为明显，成品率较低。

### 发明内容

本发明所要解决的技术问题是，针对现有技术的不足，提供一种有效处理传热与润滑之间的矛盾，即能有效解决纵裂纹，又能有效解决润滑问题而防止微裂纹产生的应用于异形坯低碳钢连铸生产的结晶器保护渣。

本发明的另一个目的是，提供一种上述异形坯低碳钢用连铸结晶器保

护渣的生产工艺。

为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比为：  
CaO37.5~47.5%、SiO<sub>2</sub>34~42%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.2~2.8%、MgO2~5%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>3.5~5.5%、  
R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>~7%、F<sup>-</sup>4.0~8.0%，CaO/SiO<sub>2</sub>1.12~1.25。

优选的，所述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的含水量控制在0.5wt%以下。

优选的，所述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的粘度为0.18~0.26pa.s。

优选的，所述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的熔化温度为 1180±40℃，凝固温度为 1200±40℃。

优选的，所述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的成分及质量百分比为：CaO45.5~47.0%、SiO<sub>2</sub>37.5~40.5%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.2~1.0%、MgO2.5~3.5%、  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.0~5.0%、R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>3.5~5.0%、F<sup>-</sup>4.5~6.0%，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15~1.25。

优选的，所述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣由下述重量份的原料制备而成：玻璃粉 3~5 份、预熔料 25~40 份、萤石粉 10~15 份、水泥熟料 5~10 份、炭黑 2.5 份、土状石墨 2.5 份、氟化钠 4 份、硅灰石 15~20 份、粘土 8~10 份、镁砂 1~5 份。

优选的，上述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺，包括如下步骤：

步骤 S1：依次准备和称取如下重量份的原料：玻璃粉 3~5 份、预熔料 25~40 份、萤石粉 10~15 份、水泥熟料 5~10 份、氟化钠 4 份、硅灰石 15~20 份、粘土 8~10 份、镁砂 1~5 份；

步骤 S2：熔化，在大于保护渣的熔化温度 200℃以上的温度下置于无

炉衬水冷炉壁电炉中熔化，得到熔渣；

步骤 S3：水淬，熔渣直接进入常温水池冷却凝固成玻璃体；

步骤 S4：干燥，将所得玻璃体烘干至含水量 $\leq 2\text{wt}\%$ ；

步骤 S5：粉碎，将烘干后的玻璃体进行粉碎，粉碎所得粉末至少通过 200 目筛网，且筛下物至少达到 80%；

步骤 S6：在上述粉末中加入炭黑 2.5 重量份和土状石墨 2.5 重量份，混合均匀；

步骤 S7：将步骤 S6 所得混合物按比例气化入料仓，进行微机配料，再进入搅拌机搅拌，取半成品检测；待检测结果合格后，先入球磨机干磨，再入水磨机磨细并制浆，喷雾造粒，产品检测，合格品包装入库。

优选的，所述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣还包括质量百分比为 0.35%~0.80%的 BaO。

本发明与现有技术相比，其有益效果在于：

本发明通过上述技术方案，提供了一种有效处理传热与润滑之间的矛盾，即能有效解决纵裂纹，又能有效解决润滑问题而防止微裂纹产生的应用于异形坯低碳钢连铸生产的结晶器保护渣。

本发明的保护渣，是基于现有保护渣用于异性坯低碳钢存在的主要问题及异性坯低碳钢本身的特点等综合考虑的基础上，经过不断地筛选、配比及理论与实践相结合所制备出来的；同时还兼顾了成本和市场需求，可以有效保证异性坯低碳钢的工艺顺行，同时改善铸坯的表面质量。

本发明产品用于异性坯低碳钢的连铸，可以保证渣膜厚度在不同位置的均一化，使得铸坯受热及冷却均匀，提高铸坯的强度，有效减少生产过程及使用过程中裂纹的产生。

本发明产品用于异性坯低碳钢的连铸，可以观察到保护渣在结晶器内

流动性及铺展性良好，熔化均匀，能够均匀覆盖钢液面，渣面无结团现象，同时保证了铸坯的充分润滑，所得铸坯的裂纹明显减少，铸坯裂纹情况出现的概率低于 0.10%。

## 具体实施方式

为了更好地理解本发明，下面结合实施例进一步清楚阐述本发明的内容，但本发明的保护内容不仅仅局限于下面的实施例。在下文的描述中，给出了大量具体的细节以便提供对本发明更为彻底的理解。然而，对于本领域技术人员来说显而易见的是，本发明可以无需一个或多个这些细节而得以实施。在其他的例子中，为了避免与本发明发生混淆，对于本领域公知的一些技术特征未进行描述。

### 实施例 1

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比 (%) 为：CaO38.1、SiO<sub>2</sub>34、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>2.8、MgO5、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>5.5、R<sub>2</sub>O5、F6.5，CaO/SiO<sub>2</sub>1.12。

上述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺，包括如下步骤：

步骤 S1：依次准备和称取如下重量份的原料：玻璃粉 3 份、预熔料 25 份、萤石粉 15 份、水泥熟料 8 份、氟化钠 4 份、硅灰石 15 份、粘土 9 份、镁砂 5 份；

步骤 S2：熔化，在大于保护渣的熔化温度 200℃ 的温度下置于无炉衬水冷炉壁电炉中熔化，得到熔渣；

步骤 S3：水淬，熔渣直接进入常温水池冷却凝固成玻璃体；

步骤 S4：干燥，将所得玻璃体烘干至含水量 ≤ 2wt%；

步骤 S5：粉碎，将烘干后的玻璃体进行粉碎，粉碎所得粉末过 200 目筛网，且筛下物至少达到 80%；

步骤 S6：在上述粉末中加入炭黑 2.5 重量份和土状石墨 2.5 重量份，混



合均匀；

步骤 S7：将步骤 S6 所得混合物按比例气化入料仓，进行微机配料，再进入搅拌机搅拌，取半成品检测；待检测结果合格后，先入球磨机干磨，再入水磨机磨细并制浆，喷雾造粒，产品检测，合格品包装入库。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.15wt%；粘度为 0.18pa.s；熔化温度为 1205℃，凝固温度为 1175℃，析晶率为 60.5%。

## 实施例 2

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO46.7、SiO<sub>2</sub>38.9、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.2、MgO2、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>3.5、R<sub>2</sub>O3、F<sup>-</sup>4.0，CaO/SiO<sub>2</sub>1.20。

上述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺，包括如下步骤：

步骤 S1：依次准备和称取如下重量份的原料：玻璃粉 4 份、预熔料 40 份、萤石粉 12 份、水泥熟料 10 份、氟化钠 4 份、硅灰石 20 份、粘土 10 份、镁砂 1 份；

步骤 S2：熔化，在大于保护渣的熔化温度 220℃ 的温度下置于无炉衬水冷炉壁电炉中熔化，得到熔渣；

步骤 S3：水淬，熔渣直接进入常温水池冷却凝固成玻璃体；

步骤 S4：干燥，将所得玻璃体烘干至含水量≤2wt%；

步骤 S5：粉碎，将烘干后的玻璃体进行粉碎，粉碎所得粉末过 200 目筛网，且筛下物至少达到 80%；

步骤 S6：在上述粉末中加入炭黑 2.5 重量份和土状石墨 2.5 重量份，混合均匀；

步骤 S7：将步骤 S6 所得混合物按比例气化入料仓，进行微机配料，再进入搅拌机搅拌，取半成品检测；待检测结果合格后，先入球磨机干磨，再入水磨机磨细并制浆，喷雾造粒，产品检测，合格品包装入库。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.30wt%；粘度为 0.24pa.s；熔化温度为 1210℃，凝固温度为 1190℃，析晶率为 65.1%。

### 实施例 3

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO46.1、SiO<sub>2</sub>37.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.2、MgO2.5、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.0、R<sub>2</sub>O4.0、F4.5，CaO/SiO<sub>2</sub>1.23。

上述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺，包括如下步骤：

步骤 S1：依次准备和称取如下重量份的原料：玻璃粉 3 份、预熔料 35 份、萤石粉 10 份、水泥熟料 6 份、氟化钠 4 份、硅灰石 15 份、粘土 8 份、镁砂 3 份；

步骤 S2：熔化，在大于保护渣的熔化温度 205℃ 的温度下置于无炉衬水冷炉壁电炉中熔化，得到熔渣；

步骤 S3：水淬，熔渣直接进入常温水池冷却凝固成玻璃体；

步骤 S4：干燥，将所得玻璃体烘干至含水量≤2wt%；

步骤 S5：粉碎，将烘干后的玻璃体进行粉碎，粉碎所得粉末过 300 目筛网，且筛下物至少达到 80%；

步骤 S6：在上述粉末中加入炭黑 2.5 重量份和土状石墨 2.5 重量份，混合均匀；

步骤 S7：将步骤 S6 所得混合物按比例气化入料仓，进行微机配料，再进入搅拌机搅拌，取半成品检测；待检测结果合格后，先入球磨机干磨，再入水磨机磨细并制浆，喷雾造粒，产品检测，合格品包装入库。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.10wt%；粘度为 0.22pa.s；熔化温度为 1180℃，凝固温度为 1165℃，析晶率为 58.9%。

### 实施例 4

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：  
CaO42.8、SiO<sub>2</sub>34.2、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.2、MgO3、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>5.0、R<sub>2</sub>O7、F<sup>-</sup>6，CaO/SiO<sub>2</sub>1.25。

上述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺，包括如下步骤：

步骤 S1：依次准备和称取如下重量份的原料：玻璃粉 4 份、预熔料 30 份、萤石粉 12 份、水泥熟料 8 份、氟化钠 4 份、硅灰石 16 份、粘土 8 份、镁砂 4 份；

步骤 S2：熔化，在大于保护渣的熔化温度 210℃ 的温度下置于无炉衬水冷炉壁电炉中熔化，得到熔渣；

步骤 S3：水淬，熔渣直接进入常温水池冷却凝固成玻璃体；

步骤 S4：干燥，将所得玻璃体烘干至含水量≤2wt%；

步骤 S5：粉碎，将烘干后的玻璃体进行粉碎，粉碎所得粉末过 200 目筛网，且筛下物至少达到 80%；

步骤 S6：在上述粉末中加入炭黑 2.5 重量份和土状石墨 2.5 重量份，混合均匀；

步骤 S7：将步骤 S6 所得混合物按比例气化入料仓，进行微机配料，再进入搅拌机搅拌，取半成品检测；待检测结果合格后，先入球磨机干磨，再入水磨机磨细并制浆，喷雾造粒，产品检测，合格品包装入库。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.25wt%；粘度为 0.20pa.s；熔化温度为 1215℃，凝固温度为 1195℃，析晶率为 62.4%。

#### 实施例 5

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：  
CaO40.8、SiO<sub>2</sub>35.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>1.0、MgO3.5、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.5、R<sub>2</sub>O6、F<sup>-</sup>5.5，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15。

上述异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺，包括如下步骤：

步骤 S1：依次准备和称取如下重量份的原料：玻璃粉 3 份、预熔料 30

份、萤石粉 12 份、水泥熟料 6 份、氟化钠 4 份、硅灰石 15 份、粘土 9 份、镁砂 3 份；

步骤 S2：熔化，在大于保护渣的熔化温度 200℃ 的温度下置于无炉衬水冷炉壁电炉中熔化，得到熔渣；

步骤 S3：水淬，熔渣直接进入常温水池冷却凝固成玻璃体；

步骤 S4：干燥，将所得玻璃体烘干至含水量 $\leq 2\text{wt}\%$ ；

步骤 S5：粉碎，将烘干后的玻璃体进行粉碎，粉碎所得粉末过 200 目筛网，且筛下物至少达到 80%；

步骤 S6：在上述粉末中加入炭黑 2.5 重量份和土状石墨 2.5 重量份，混合均匀；

步骤 S7：将步骤 S6 所得混合物按比例气化入料仓，进行微机配料，再进入搅拌机搅拌，取半成品检测；待检测结果合格后，先入球磨机干磨，再入水磨机磨细并制浆，喷雾造粒，产品检测，合格品包装入库。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.20wt%；粘度为 0.21pa.s；熔化温度为 1185℃，凝固温度为 1160℃，析晶率为 66.3%。

#### 实施例 6

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO40.8、SiO<sub>2</sub>35.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>1.0、MgO3.5、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.5、R<sub>2</sub>O6、F5.5，BaO0.65，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15。该异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺参阅实施例 5，BaO 原料（碳酸钡 0.5 份）按步骤 S1 进行准备和称取，其余步骤参阅实施例 5。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.18wt%；粘度为 0.24pa.s；熔化温度为 1215℃，凝固温度为 1202℃，析晶率为 72.7%。

实施例 7

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO40.8、SiO<sub>2</sub>35.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>2.0、MgO3.5、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.5、R<sub>2</sub>O6、F5.5，BaO0.35，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15。该异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺参阅实施例 6。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.23wt%；粘度为 0.21pa.s；熔化温度为 1204℃，凝固温度为 1197℃，析晶率为 69.7%。

实施例 8

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO40.8、SiO<sub>2</sub>35.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>0.5、MgO4.0、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.5、R<sub>2</sub>O6.5、F5.5，BaO0.85，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15。该异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺参阅实施例 6。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.20wt%；粘度为 0.20pa.s；熔化温度为 1202℃，凝固温度为 1190℃，析晶率为 68.5%。

对比例 1

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO40.8、SiO<sub>2</sub>35.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>1.0、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.5、R<sub>2</sub>O6、F5.5，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15。该异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺参阅实施例 5，去掉步骤 S1 中的原料镁砂。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.20wt%；粘度为 0.20pa.s；熔化温度为 1175℃，凝固温度为 1162℃，析晶率为 41.7%。

对比例 2

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO40.8、SiO<sub>2</sub>35.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>1.0、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.5、R<sub>2</sub>O6、F5.5，BaO0.65，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15。

该异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺参阅实施例 5，去掉步骤 S1 中的原料镁砂，同时添加 BaO 原料（碳酸钡 0.5 份）。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.20wt%；粘度为 0.19pa.s；熔化温度为 1198℃，凝固温度为 1182℃，析晶率为 45.1%。

对比例 3

一种异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，成分及质量百分比（%）为：CaO40.8、SiO<sub>2</sub>35.5、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>1.0、MgO4.0、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>4.5、R<sub>2</sub>O6、F5.5，BaO0.90，CaO/SiO<sub>2</sub>1.15。该异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣的生产工艺参阅实施例 5，按步骤 S1 添加 BaO 原料（碳酸钡 0.5 份）。

该实施例所得异形坯低碳钢用连铸结晶器保护渣，含水量为 0.20wt%；粘度为 0.17pa.s；熔化温度为 1231℃，凝固温度为 1216℃，析晶率为 42.3%。

下面将本发明电渣重熔渣在本公司试验的部分实施例及效果列举如下，以更好地表明本发明的意图。

现将试验情况简述如下：

一、试验条件：

断面：H 型；试验钢种：Q195 和 Q255；拉速：0.9m/min-1.1m/min。

二、试验效果

采用实施例 5~6 及对比例 1~3 所制备的保护渣对上述钢种分别浇注 40 炉。分别对上述浇注情况的现场使用情况进行记录并对试验钢种的外观、内部质量、氧含量及磷含量进行检测，综合结果如下。

①实施例 5~6

结晶器状况：经观察，保护渣在结晶器内反映良好，能随着钢液面的波动而自行均匀覆盖在钢液面；火苗适中，而一般的结晶器两头和面较大，中间无火苗或火苗较小；化渣均匀，没有不规则或比较明显的渣条生成，

这也同时说明保护渣吸附和容纳夹杂的能力较强，对现场工艺适应性较好。

渣耗量：经统计，吨钢耗量在 0.56~0.61Kg/t。一般来讲，拉速高的时候吨钢耗量低一些，拉速低的时候吨钢耗量高一些。

液渣层厚度：液渣层厚度在 8~12mm。

铸坯质量：经观察，铸坯表面平整、光滑、均匀，没有裂纹、凹坑等缺陷产生，内部质量好，说明保护渣可以浇铸出质量优良的铸坯，能够满足对铸坯质量的要求。

### 对比例 1

保护渣膜厚度不均匀，角部和边缘的厚度差别较大；具有明显的渣条或渣团产生，且不容易挑出。40 炉中有 1 炉情况严重而中断，1 炉不稳定。吨钢耗量较实施例 5~6 多，在 0.78Kg/t 以上。液渣层厚度差别较大，在 11~20mm 之间。铸坯表面具有明显的纵裂纹，内部夹杂明显，铸坯合格率最高为 53.2%。

### 对比例 2

保护渣膜厚度不均匀度较大，角部和边缘的厚度差别较大；具有明显或不规则的渣条或渣团产生，且不容易挑出。40 炉中有 2 炉情况严重而中断。吨钢耗量较实施例 5~6 多，在 0.82Kg/t 以上。液渣层厚度差别较大。铸坯表面具有明显的纵裂纹，部分还具有翻皮，且夹杂明显，铸坯合格率最高为 48.7%。

### 对比例 3

保护渣膜厚度均匀度一般；具有不规则的渣团产生，挑出难度大。吨钢耗量较实施例 5~6 多，在 0.86~1.12Kg/t。液渣层厚度差别较大。铸坯表面不光滑，夹杂物明显，铸坯合格率最高为 57.1%。

表 1 氧含量比较

项目	平均含量 (单位: ppm)		最低含量 (单位: ppm)	
	实施例 5	实施例 6	实施例 5	实施例 6
试验组	7.8	6.2	7.4	5.9
对比例 1	9.8		9.4	
对比例 2	10.2		9.7	
对比例 3	10.1		9.5	

表 2 成品磷及脱磷率比较

项目	平均含量 (单位: %)		最低含量 (单位: %)	
	实施例 5	实施例 6	实施例 5	实施例 6
试验组	0.019	0.010	62.3	70.1
对比例 1	0.031		32.6	
对比例 2	0.026		34.1	
对比例 3	0.024		35.7	

表 1 和表 2 的数据分析明将本发明的保护渣用于异形坯低碳钢用连铸，能够有效降低铸坯内部的氧含量和磷含量，从而减少氧化物夹杂，提高铸坯的质量。同时，本发明实施例与对比例对比可以得出，去掉 MgO，和/或增加 BaO，均不利于去除异性坯低碳钢中的有害元素，去除氧化物夹杂。而且，适当的配比更有利于成分之间的协同配合，起到更好地使用效果，取得预料不到的效果。

本发明保护渣的生产和加工性能稳定可靠，铸坯中的有害元素含量（包括氧和磷）明显减少，铸坯无明显表面缺陷，尤其是裂纹及凹坑改善效果显著，产品成分稳定均一，铸坯合格率达到 95.1% 以上，成分配比合理，原料来源广泛，具有明显的市场优势。

最后说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，本领域普通技术人员对本发明的技术方案所做的其他修改或者等同替换，



只要不脱离本发明技术方案的精神和范围，均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。