发明内容

**[0008]**    本发明在于设计材料组分，引入催化剂使得在中低温过程中加速碳和金属反应形成陶瓷结合，同时添加增强增韧相或增加材料中的能量耗散机制，引入复合树脂结合剂，使滑板在生产和服役过程中获得低温强度、中温强度、高温强度的连续一致性，并提高材料的抗侵蚀性和抗热震性，引入复合树脂结合剂还可提高混练质量，降低砖坯的气孔率，使滑板无需浸渍沥青焦油填隙处理。

**[0009]**    本发明的纳米催化金属-陶瓷结合不烧不浸的环境友好型滑板，就是通过加入含铁的纳米催化剂，使得不烧滑板在使用过程中，经较低的中温区(600～700℃)时，碳源焦化成为碳纳米管，此种高比表面积和高反应活性的碳纳米管在催化剂的作用下，快速和金属反应生成陶瓷结合相，从而解决不烧滑板中温强度下降的缺点，降低滑板材料对温度的敏感性，提高材料的强度可靠性。同时采用有机硅、酚醛树脂和聚羧酸复合树脂结合剂，对滑板原料具有良好的润湿性，提高了混练质量和砖坯的体积密度，降低砖坯的显气孔率3％～5％，使得发明的滑板无需浸渍沥青焦油填隙处理。使滑板在生产和服役过程中，材料的结合方式除树脂结合、碳结合外，还有金属塑性结合，金属-陶瓷结合等多种形式，保持了材料强度一致性，并提高材料的热震稳定性。且本发明的工艺过程不需烧结节约能源消耗，符合节能减排趋势；不浸沥青使作业环境洁净，无污染气体排放，属环境友好型升级耐火材料产品，符合国家节能减排和低碳经济政策重点推出和保护的产业升级新产品要求。本发明的滑板具有优异的抗氧化性、抗热震性、抗侵蚀性，应用在连铸的大型钢包中，可连续滑动4次以上，还可用于转炉挡渣。

**[0010]**    本发明的配方(重量和粒度含量)如下：

**[0011]**    (1)粒度2～1mm的一级矾土25％～40％；

**[0012]**    (2)粒度1～0mm的板状刚玉15％～25％、莫来石6％～12％、碳化硅6％～15％；

**[0013]**    (3)粒度200目的粘土0.5％～1％、硼化镁0.5％～2％；

**[0014]**    (4)粒度325目的锆英砂6％～10％、铝粉2％～5％、炭黑1％～3％、碳化硼0.5％～1.5％；

**[0015]**    (5)粒度1～2μm的α-氧化铝微粉3％～10％；

**[0016]**    (6)的铝纤维0.5％～1.5％；

**[0017]**    (7)50～200纳米的催化剂，硅铁纳米粉1％～3％、氮化硅铁纳米粉1％～3％；

**[0018]**    (8)复合树脂结合剂4％～6％(复合树脂结合剂由有机硅树脂和酚醛树脂按3～1的比例预先配置，另加入占复合树脂结合剂总重量1％～3％聚羧酸分散剂)。

**[0019]**    本发明的工艺特征在于采用2～1mm、1～0mm、200目、325目、2微米五级颗粒级配进行配料，掺入含铁纳米催化剂(硅铁纳米粉1％～3％、氮化硅铁纳米粉1％～3％)，使用复合树脂结合剂(有机硅树脂、酚醛树脂和聚羧酸混合剂)，本工艺方法的显著区别特征在于：

**[0020]**    (1)添加了含铁催化剂(硅铁纳米粉和氮化硅铁纳米粉)。碳素作为滑板此类碳复合耐火材料的重要组分，焦碳和碳黑都属于无定形碳，无定形碳与石墨的性能相比，导热系数小，缺点在于气孔率高，须经浸渍沥青焦油填隙处理。本发明就是加入含铁催化剂，在滑板服役过程中，经中温区(600～700℃)时，无定形碳在催化剂作用下，焦化获得碳纳米管，由于碳纳米管具有高比表面积和高反应活性，能在较低温度下能快速和添加的金属铝反应，形成高强度的陶瓷结合，且降低了滑板的气孔率，使材料不要经过浸渍沥青焦油工艺处理。

**[0021]**    (2)引入有机硅、酚醛树脂和聚羧酸复合树脂结合剂。有机硅、酚醛树脂和聚羧酸复合树脂结合剂对滑板原料具有良好的润湿性，提高了混练质量和砖坯的体积密度，降低砖坯的显气孔率3％～5％，使得发明的滑板无需浸渍沥青焦油填隙处理。另外引入复合树脂结合剂，使得滑板在生产和服役过程中，材料的结合方式除树脂结合、碳结合外，还有金属塑性结合，金属-陶瓷结合等多种形式，获得较高的低温(400～500℃)强度、中温(600～900℃)强度、高温(1000～1600℃)强度。保持了材料强度一致性，并提高材料的热震稳定性。

**[0022]**    (3)引入增强增韧相锆英砂，在滑板服役过程中锆英砂能分解得到氧化锆，而氧化锆具有随着温度升高晶型转变并伴有体积收缩的特性，可提高滑板材料的韧性和强度，同时氧化锆具有优良的抗侵蚀性能。

**[0023]**    (4)工艺过程不烧节约能源消耗，符合节能减排趋势；不浸沥青作业环境洁净，无污染气体排放，属环境友好型耐火材料升级产品，复合国家节能减排和低碳经济政策下重点推广和保护的新型材料要求。

**[0024]**    (5)滑板材料具有优异的抗氧化性、抗热震性、抗侵蚀性，应用于连铸大型钢包，可连续滑动4次以上，还可用于转炉挡渣。

**[0025]**    本发明的具体工艺过程包括以下几部分：

**[0026]**    (1)对所有200目、325目、1～2μm的细粉、微粉进行强力预混，预混时间在15～20分钟；

**[0027]**    (2)将有机硅树脂和酚醛树脂按3～1的比例混合，另加入占混合液总重量1％～3％聚羧酸分散剂配置复合树脂结合剂，然后掺入催化剂硅铁纳米粉、氮化硅铁纳米粉，并用超声波分散20～40分钟；

**[0028]**    (3)按比例将一级矾土、板状刚玉、莫来石、碳化硅和铝纤维进行干混2～3分钟，加入1-2％的复合树脂结合剂，再加入预混后的细粉、微粉一起干混2～3分钟、然后再分3～5次加入预先配置的复合树脂结合剂，经强力混碾均化成混合料，混碾有效时间为20～40分钟；

**[0029]**    (4)混合料出料后，用5mm的筛子筛分，去除团聚大块；

**[0030]**    (5)密闭困料24～36小时；

**[0031]**    (6)用摩擦压砖机或液压机压制成型；

**[0032]**    (7)自然干燥48～72小时后，再在200～300℃干燥24～72小时；

**[0033]**    (8)打箍、磨削、粘壳和包装。

**[0034]**    本发明的工艺关键技术点在于：

**[0035]**    (1)掺入含铁纳米催化剂(硅铁纳米涂料粉1％～3％、纳米氮化硅铁1％～3％)。在滑板服役过程中经600-900℃的温度段，含碳原料焦化形成碳纳米管，硅铁纳米涂料粉、纳米氮化硅铁催化高反应活性、高比表面积的碳纳米管在中温条件下迅速与金属反应烧结，使材料在中温下形成陶瓷结合相，降低滑板材料的强度对温度的敏感性，并提高材料的抗氧化性和抗侵蚀性；

**[0036]**    (2)引入有机硅、酚醛树脂和聚羧酸复合结合剂。有机硅、酚醛树脂和聚羧酸复合结合剂对滑板骨料和碳有良好的润湿性，提高了坯料的混练的质量和砖坯的体积密度，降低砖坯的显气孔率3％～5％，使得发明的滑板无需浸渍沥青焦油填隙处理。另外引入复合结合剂，使得滑板在生产和服役过程中，材料的结合方式除树脂结合、碳结合外，还有金属塑性结合，金属-陶瓷结合等多种形式，获得较高的低温(400～500℃)强度、中温(600～900℃)强度、高温(1000～1600℃)强度，保持了材料强度一致性，并提高材料的抗热震性。

**[0037]**    (3)引入增强增韧相锆英砂，在滑板服役过程中锆英砂能分解得到氧化锆，氧化锆原料具有随着温度升高具有晶型转变并伴有体积收缩的特性，可提高滑板材料的韧性和强度，同时氧化锆也具有优良的抗侵蚀性能。

**[0038]**    (4)生产工艺过程不烧节约能源消耗，符合节能减排趋势；不浸沥青作业环境洁净，无污染气体排放，属环境友好型耐火材料升级产品，复合国家节能减排和低碳经济政策下重点推广和保护的新型材料要求，且材料具有优异的抗氧化性、抗热震性、抗侵蚀性，应用于连铸大型钢包，可连续滑动4次以上，还可用于转炉挡渣。

**[0039]**    本发明的优点为：

**[0040]**    (1)节能优势。普通烧成滑板需经1400～1600℃的高温烧成，有些不烧滑板虽然不经高温烧成，但也需经600～900℃中温处理，而本发明的滑板不需任何热处理，压制成型后，干燥即可。每吨滑板可以节约能耗1000～1500m3，符合节能减排趋势，具有巨大的经济和社会效益；

**[0041]**    (2)环保优势。普通烧成滑板需浸渍沥青焦油填隙处理，生产过程有毒气体排出，操作环境恶劣，而本发明采用有机硅、酚醛树脂和聚羧酸复合树脂结合剂，能提高润湿能力，降低砖坯的显气孔率，无需浸渍沥青焦油填隙处理，无毒无污染，无污染气体排放，属环境友好型耐火材料升级产品，具有良好环境保护效益；

**[0042]**    (3)低成本优势。由于无需烧成和浸渍沥青工艺，生产工艺简单，生产周期短，且骨料采用了一级矾土和板状刚玉，使滑板的生产成本比相同或类似性能的烧成滑板成本下降40％以上，具有显著经济效益；

**[0043]**    (4)性能可靠、适用性广优势。本发明的滑板具有优异的抗氧化性、抗热震性、抗侵蚀性，可应用于连铸的大、中型钢包中，且连续滑动4次以上，还可用于特种钢种，钙处理钢等品种钢，转炉挡渣等，具有广阔的市场前景。