

## (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2023年6月15日 (15.06.2023)



(10) 国际公布号  
**WO 2023/103821 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*C08L 95/00* (2006.01) *C04B 26/26* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/134656

(22) 国际申请日: 2022年11月28日 (28.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202111493006.3 2021年12月8日 (08.12.2021) CN  
202111491806.1 2021年12月8日 (08.12.2021) CN

(71) 申请人: 喜跃发国际环保新材料股份有限公司(XIYUEFA INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL PROTECTION NEW MATERIALS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。

(72) 发明人: 徐泉心(XU, Quanxin); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 刘晓斌(LIU, Xiaobin); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 洛姆默尔茨·贝尔特·扬(LOMMERTS, Bert Jan); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 刘跃(LIU, Yue); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 马宏伟(MA, Hongwei); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 徐建军(XU, Jianjun); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 张鑫(ZHANG, Xin); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头

村, Shanxi 030100 (CN)。 介红兵(JIE, Hongbing); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 赵宇恒(ZHAO, Yuheng); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。 赵永飞(ZHAO, Yongfei); 中国山西省太原市阳曲县侯村乡尧子尚村小岗头村, Shanxi 030100 (CN)。

(74) 代理人: 北京东方亿思知识产权代理有限公司(BEIJING EAST IP LTD.); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城东2座1601室, Beijing 100738 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(54) Title: EMULSIFIED CEMENTING MATERIAL, EMULSIFIED ASPHALT, PREPARATION METHOD THEREFOR AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 乳化胶结料、乳化沥青、制备方法及其应用

(57) Abstract: Disclosed in the present application are an emulsified cementing material, emulsified asphalt, a preparation method therefor and an application thereof. The emulsified cementing material comprises the following components dispersed in water: 100 parts by mass of a cementing material, 10-30 parts by mass of clay, and 0.01-1.5 parts by mass of protonic acid. According to the emulsified cementing material provided by the present application, the cementing material is emulsified by means of a clay/protonic acid emulsion system, and the emulsified cementing material can stably suspend more aggregates under the condition that the viscosity is kept unchanged, such that the solid content of a sand-containing fog seal mixture can be improved, thereby improving the wear resistance and durability of the pavement.

(57) 摘要: 本申请公开了一种乳化胶结料、乳化沥青、制备方法及其应用, 其中乳化胶结料包括分散在水中的如下组分: 胶结料, 100质量份; 黏土, 10~30质量份; 质子酸, 0.01~1.5质量份。本申请提供的乳化胶结料中通过黏土/质子酸乳化体系对胶结料进行乳化, 乳化胶结料在粘度保持不变的情况下能够稳定悬浮更多的集料, 由此可以提升含砂雾封层混合料的固含量, 进而提高路面的耐磨性和耐久性。

WO 2023/103821 A1

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 乳化胶结料、乳化沥青、制备方法及其应用

### 相关申请的交叉引用

本申请要求享有于 2021 年 12 月 8 日提交的名称为“乳化沥青及其制备方法、沥青混合料”的中国专利申请 202111493006.3 的优先权和“乳化胶结料及其制备方法、含砂雾封层混合料”的中国专利申请 202111491086.1 的优先权，该申请的全部内容通过引用并入本文中。

### 技术领域

本申请涉及道路养护技术领域，尤其涉及一种乳化胶结料、乳化沥青、制备方法及其应用。

### 背景技术

含砂雾封层技术源自于早期的道路保护技术，后来逐渐发展为一种优秀的预防养护手段。含砂雾封层技术打破了传统雾封层技术的施工工艺，将细粒砂与乳化沥青或乳化胶结料混合，并加入特殊成分的添加剂使之均匀稳定悬浮，然后通过高压设备喷洒在路面上，省去了事后撒砂和胶轮碾压的两步工序，而且由于细粒砂能够充分被胶浆裹覆，相对于撒砂和碾压而言更加均匀、牢固和稳定。

然而，现有的能够进行喷洒作业的含砂雾封层混合料中，乳化胶结料能够稳定悬浮的集料含量通常较小，当加入的集料超过一定含量时就会沉降结块，由此含砂雾封层混合料中集料的悬浮含量很难进一步提高，这使得路面耐久性及耐受性的提升受到限制。此外，现有的含砂雾封层混合料中，由于乳化胶结料的稳定性不够，在机械喷涂时容易结块而堵塞喷洒设备，因此难以使用标准喷涂设备进行连续大规模的机械化喷涂。另外，现有的可进行喷洒作业的含砂雾封层混合料通常为黑色，由此使得铺设该混合料的路面色彩结构单一，不能满足城市对道路美化及交通引导的需求。

## 发明内容

有鉴于此，本申请提供一种可稳定悬浮更多集料的乳化胶结料、乳化沥青、其制备方法及其应用。

本申请第一方面提供一种乳化胶结料，包括分散在水中的如下组分：

胶结料，100 质量份；黏土，10~30 质量份；质子酸，0.01~1.5 质量份；其中，乳化胶结料的 pH 值为 2~12，优选的，乳化胶结料的 pH 值为 6.5~7.5。

根据本申请第一方面的任一实施方式，乳化胶结料的平均粒径为 3 $\mu\text{m}$ ~50 $\mu\text{m}$ ；优选的，乳化胶结料的平均粒径为 5 $\mu\text{m}$ ~20 $\mu\text{m}$ 。

根据本申请第一方面的任一实施方式，黏土包括：

SiO<sub>2</sub>，100 质量份；Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，40~90 质量份。

根据本申请第一方面的任一实施方式，质子酸包括有机酸和无机酸，

其中，有机酸包含柠檬酸、苹果酸、酒石酸、乙酸、丙二酸、丁二酸、草酸、琥珀酸及马来酸中的一种或多种；和/或无机酸包含盐酸、硼酸及磷酸中的一种或多种。

根据本申请第一方面的任一实施方式，胶结料包括第一胶结料和/或第二胶结料，其中，第一胶结料包括：

重油，100 质量份；石油树脂，50~100 质量份；粘接增强剂，0~1 质量份。

根据本申请第一方面的任一实施方式，第二胶结料包括：

重油，100 质量份；石油树脂，50~100 质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物，0~50 质量份；苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，0~20 质量份；粘接增强剂，0~1 质量份。

根据本申请第一方面的任一实施方式，重油的 100 $^{\circ}\text{C}$ 运动粘度为 20~100 $\text{mm}^2/\text{s}$ ；和/或

石油树脂的软化点为 70~170 $^{\circ}\text{C}$ ；和/或

石油树脂的酸值为 0~16，优选为 2~16。

本申请第二方面提供一种乳化胶结料的制备方法，包括：

将黏土和质子酸在水中混合分散均匀，得到第一混合物；

将第一混合物与胶结料在升高的温度下混合搅拌，以使胶结料乳化，得到乳化胶结料。

本申请第三方面提供一种含砂雾封层混合料，包括：

本申请第一方面提供的乳化胶结料或本申请第二方面提供的方法制备的乳化胶结料，100质量份；集料，5~70质量份。

根据本申请第三方面的任一实施方式，集料包含石英砂、刚玉砂、金刚砂及水洗砂中的一种或多种。

根据本申请第三方面的任一实施方式，混合料还包括：

助剂粉，0~20质量份，优选为5~20质量份；颜料，0~20质量份，优选为5~20质量份；胶乳添加剂，0~50质量份，优选为5~20质量份；

根据本申请第三方面的任一实施方式，助剂粉包含钛白粉、高岭土、重钙、滑石粉及硅微粉中的一种或多种；和/或

胶乳添加剂包含丙烯酸胶乳、单组分水性环氧树脂、双组份水性环氧树脂、单组分水性聚氨酯、双组份水性聚氨酯及苯乙烯-丁二烯共聚物胶乳中的一种或多种。

本申请第四方面提供一种改性含砂雾封层混合料，包括：

本申请第三方面提供的含砂雾封层混合料，100质量份；乳化再生剂，0~20质量份，优选为5~10质量份。

根据本申请第四方面的任一实施方式，乳化再生剂包含硬葡聚糖和阳离子乳化剂的混合物。

本申请第五方面提供一种乳化沥青，包括分散在水中的如下组分：

沥青，100质量份；黏土，10~30质量份；质子酸，0.01~1.5质量份；其中，乳化沥青的pH值为2~12；优选的，乳化沥青的pH值为6.5~7.5。

根据本申请第五方面的任一实施方式，乳化沥青的平均粒径为 $3\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ ；优选的，乳化沥青的平均粒径为 $5\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$ 。

根据本申请第五方面的任一实施方式，黏土包括：

$\text{SiO}_2$ ，100质量份； $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，40~90质量份。

根据本申请第五方面的任一实施方式，质子酸包括有机酸和无机酸，

其中，有机酸包含柠檬酸、苹果酸、酒石酸、乙酸、丙二酸、丁二酸、草酸、琥珀酸及马来酸中的一种或多种，无机酸包含盐酸、硼酸及磷酸中的一种或多种。

根据本申请第五方面的任一实施方式，沥青包括改性沥青，改性沥青包括：

第一基质沥青，100质量份；第二基质沥青，0~45质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物，0~15质量份；苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，0~20质量份；石油树脂，0~25质量份。

根据本申请第五方面的任一实施方式，改性沥青包括：

第一基质沥青，100质量份；第二基质沥青，15~45质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物，5~15质量份；苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，5~15质量份；石油树脂，10~25质量份。

根据本申请第五方面的任一实施方式，第一基质沥青的针入度为60~120；和/或

第二基质沥青的针入度为1~30；和/或

石油树脂的酸值为0~16。

本申请第六方面提供一种乳化沥青的制备方法，包括：

将黏土和质子酸在水中混合分散均匀，得到第一混合物；

将第一混合物与沥青在升高的温度下混合搅拌以使沥青乳化，得到乳化沥青。

本申请第七方面提供一种沥青混合料，包括：

本申请第五方面提供的乳化沥青，100质量份；集料，10~70质量份。

根据本申请第七方面的任一实施方式，集料包含石英砂、刚玉砂、金刚砂及水洗砂中的一种或多种。

根据本申请第七方面的任一实施方式，混合料还包括：

胶乳添加剂，0~20质量份，优选为5~20质量份；

其中，胶乳添加剂包含丙烯酸胶乳、单组分水性环氧树脂、双组份水性环氧树脂、单组分水性聚氨酯、双组份水性聚氨酯及苯乙烯-丁二烯共聚物胶乳中的一种或多种。

本申请第八方面提供一种改性沥青混合料，包括：

本申请第七方面提供的沥青混合料，100 质量份；乳化再生剂，0~10 质量份，优选为 5~10 质量份。

根据本申请第八方面的任一实施方式，乳化再生剂包含硬葡聚糖和阳离子乳化剂的混合物。

本申请第九方面提供一种混合料系统，包括：

本申请第三方面提供的含砂雾封层混合料、本申请第四方面提供的改性含砂雾封层混合料、本申请第七方面提供的沥青混合料或本申请第八方面提供的改性沥青混合料，和

用于调节混合料系统粘度的溶液。

根据本申请第九方面的任一实施方式，溶液包含酸性溶液和/或碱性溶液；

其中，酸性溶液的 pH 值为 1~3；和/或碱性溶液的 pH 值为 10~12。

本申请第十方面提供一种路面结构，其特征在于，包含本申请第三方面提供的含砂雾封层混合料、本申请第四方面提供的改性含砂雾封层混合料、本申请第七方面提供的沥青混合料、本申请第八方面提供的改性沥青混合料及本申请第九方面提供的混合料系统中的一种或多种。

与现有技术相比，本申请至少具备以下有益效果：

本申请提供的乳化胶结料中，通过黏土/质子酸乳化体系对胶结料进行乳化，乳化胶结料在粘度保持不变的情况下能够稳定悬浮更多的集料，由此可以提升含砂雾封层混合料的固含量，进而使得喷涂有该含砂雾封层混合料的路面的耐磨性和耐久性得以提升。

此外，黏土/质子酸乳化体系还能够提高乳化胶结料的稳定性，降低含砂雾封层混合料对高剪切力的敏感性，由此可以实现含砂雾封层混合料进行连续大规模的机械化喷涂。

另外，由于乳化胶结料中的胶结料为半透明色，因而在含砂雾封层混合料中，可以通过添加颜料而调节混合料的色彩，从而得到彩色的含砂雾封层混合料，进而可以提升城市的道路美化效果。

### 具体实施方式

为了使本申请的申请目的、技术方案和有益技术效果更加清晰，以下结合实施例对本申请进行进一步详细说明。应当理解的是，本说明书中描述的实施例仅仅是为了解释本申请，并非为了限定本申请。

为了简便，本文仅明确地公开了一些数值范围。然而，任意下限可以与任何上限组合形成未明确记载的范围；以及任意下限可以与其它下限组合形成未明确记载的范围，同样任意上限可以与任意其它上限组合形成未明确记载的范围。此外，尽管未明确记载，但是范围端点间的每个点或单个数值都包含在该范围内。因而，每个点或单个数值可以作为自身的下限或上限与任意其它点或单个数值组合或与其它下限或上限组合形成未明确记载的范围。

在本文的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“以上”、“以下”为包含本数，“一种或多种”中的“多种”的含义是两种以上。

本申请的上述申请内容并不意欲描述本申请中的每个公开的实施方式或每种实现方式。如下描述更具体地举例说明示例性实施方式。在整篇申请中的多处，通过一系列实施例提供了指导，这些实施例可以以各种组合形式使用。在各个实例中，列举仅作为代表性组，不应解释为穷举。

本申请实施例第一方面提供一种乳化胶结料，包括分散在水中的如下组分：胶结料，100质量份；黏土，10~30质量份；质子酸，0.01~1.5质量份；乳化胶结料的pH值为2~12，优选的，乳化胶结料的pH值为6.5~7.5。

本申请实施例第五方面提供一种乳化沥青，包括分散在水中的如下组分：沥青，100质量份；黏土，10~30质量份；质子酸，0.01~1.5质量份；其中，乳化沥青的pH值为2~12；优选的，乳化沥青的pH值为6.5~7.5。

本申请实施例中提供的乳化胶结料和乳化沥青，通过黏土/质子酸乳化体系分别对胶结料和沥青进行乳化，乳化胶结料和乳化沥青在粘度保持不

变的情况下能够稳定悬浮更多的集料，由此可以提升含砂雾封层混合料和沥青混合料的固含量，进而使得喷涂有该含砂雾封层混合料和沥青混合料的路面的耐磨性和耐久性得以提升。

此外，黏土/质子酸乳化体系还能够提高乳化胶结料和乳化沥青的稳定性，降低含砂雾封层混合料和乳化沥青对高剪切力的敏感性，由此可以实现含砂雾封层混合料和乳化沥青进行连续大规模的机械化喷涂。

另外，由于乳化胶结料中的胶结料为半透明色，因而在含砂雾封层混合料中，可以通过添加颜料而调节混合料的色彩，从而得到彩色的含砂雾封层混合料，进而可以提升城市的道路美化效果。

在一些实施例中，乳化胶结料和乳化沥青的 pH 值为 2.0~12.0。优选的，乳化胶结料和乳化沥青的 pH 值为 6.5~7.5。

在一些实施例中，乳化胶结料和乳化沥青的平均粒径分别为 3~50 $\mu\text{m}$ 。优选的，乳化胶结料和乳化沥青的平均粒径为 5~20 $\mu\text{m}$ 。

本申请实施例中，通过将乳化胶结料和乳化沥青的 pH 值和平均粒径控制在合适的范围内，在不使用其他任何常规乳化剂的情况下可以对胶结料和乳化沥青进行乳化，有利于乳化胶结料、乳化沥青、含砂雾封层混合料和沥青混合料的储存稳定性和施工稳定性（长时间、常温储存，机械施工时减少管路、滤网和喷嘴堵塞等）。

本申请实施例中的乳化胶结料，不是单一通过提升乳化胶结料的物理粘度，还包括通过添加（有机和无机）质子酸来调节黏土与胶结料之间、胶结料乳胶粒之间、以及胶结料乳胶粒与集料之间的电荷和极性相互作用，来实现对集料（即砂子）更好的悬浮和分散。

本申请实施例中的乳化沥青，不是单一通过提升乳化沥青的物理粘度，还包括通过添加（有机和无机）质子酸来调节黏土与沥青之间、沥青乳胶粒之间、以及沥青乳胶粒与集料之间的电荷和极性相互作用，来实现对集料（即砂子）更好的悬浮和分散。

黏土是具片层结构的硅酸盐，不同来源的黏土的组成不同；若用氧化物如  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  等来描述其组成，则其中最主要的组分是  $\text{SiO}_2$ 。根据结构和组成，可将黏土

分成  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高的黏土，如高岭石、伊利石、绿泥石等；和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较低的黏土，如锂蒙脱石、膨润土、蒙脱石等。若将  $\text{SiO}_2$  的含量定为 100 质量份，则  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量在高岭石中大约是 51.4~84.4 质量份，在伊利石中大约是 77.2 质量份，在绿泥石中大约是 60.4 质量份，在膨润土中大约是 22.6 质量份。

在黏土悬浮液中添加质子酸时，片层间的阳离子（如  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ）可被  $\text{H}^+$  离子部分置换，层状黏土崩解成薄片，pH 值较低时，置换程度较高；酸根阴离子吸附在黏土上，而被置换出的阳离子则富集在酸根阴离子层外围，从而在黏土薄片周围形成一酸根阴离子/阳离子双电层，使黏土薄片互相排斥，悬浮在水相，形成酸化黏土水乳液。

酸化黏土中的离子和极性基团可与胶结料和沥青中的含氧、含氮、含硫等极性化合物相互作用，形成螯合物，从而可使酸化黏土薄片富集在搅拌形成的胶结料液滴和沥青液滴的表面，可部分或完全代替乳化剂而乳化胶结料和沥青。黏土中被  $\text{H}^+$  离子取代的金属阳离子，如  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  等离子与黏土片表面酸根阴离子之间的键能大于这些离子的水合能，从而富集在胶结料乳胶粒和沥青乳胶粒的表面。细集料表面带负电，与胶结料乳胶粒和沥青乳胶粒表面富集的正离子互相吸引，增加了细集料在酸化黏土乳化胶结料和酸化黏土乳化沥青中的悬浮力。

本申请实施例中，黏土中  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量是一个重要指标。若采用  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较低的膨润土（黏土的一种），则对胶结料和沥青乳化效果较差。这是因为带较多正电荷的每个  $\text{Al}^{3+}$  需要被 3 个  $\text{H}^+$  离子取代，因此，当黏土中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量较高时，在黏土表面的酸根分子的接枝密度增加，相当于增加了胶结料乳胶粒表面和沥青乳胶粒表面的稳定层的厚度。因此，在同样酸性 pH 值下， $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高的黏土对胶结料和沥青的乳化效果较好。优选的，本申请选用  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高的黏土。

本申请中的酸化黏土乳化胶结料体系和酸化黏土乳化沥青体系能够更好地对细集料进行悬浮，可在同等粘度的情况下悬浮更多的细集料，从而可提升含砂雾封层混合料和沥青混合料的固含量（水含量相对减少），缩短胶结料路面和沥青路面的成型时间和开放交通时间。

在一些实施例中，乳化胶结料中所述胶结料的种类没有特别的限制，可根据实际需求进行选择，可以选用本领域已知的各种胶结料。优选的，胶结料选用本申请提供的第一胶结料和/或第二胶结料。

在一些实施例中，胶结料包括第一胶结料和/或第二胶结料，其中，第一胶结料的原料包括：重油，100 质量份；石油树脂，50~100 质量份；粘接增强剂，0~1 质量份。

在一些实施例中，第二胶结料为通过对第一胶结料进行改性的改性胶结料。优选的，改性胶结料的针入度为 1~100。

在一些实施例中，改性胶结料的原料包括：重油，100 质量份；石油树脂，50~100 质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物，0~50 质量份；苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，0~20 质量份；粘接增强剂，0~1 质量份。

在一些实施例中，重油的 100°C 运动粘度为 20~100mm<sup>2</sup>/s。

在一些实施例中，石油树脂的软化点为 70~170°C。

在一些实施例中，石油树脂的酸值为 0~16，优选为 2~16。

本申请实施例中，胶结料的针入度可以定义为标准针（一般总质量为 100g±0.05g）在 5 秒钟内沉入保温在 25°C 时的润滑脂试样中的深度；针入度愈大表示润滑脂愈软，即稠度愈小；反之则表示润滑脂愈硬，即稠度愈大。

本申请实施例中，重油的 100°C 运动粘度指的是在 100°C 下，石油的动力粘度与石油的密度之比，可采用逆流法全自动运动粘度测定仪测量。其中，运动粘度是指石油在单位接触面积上的内摩擦力与垂直于运动方向上的流速变化率的比值。

本申请实施例中，石油树脂的软化点指的是固态的石油树脂随温度的升高而变成粘流态时的温度，可采用环球法软化点仪测定测量。

作为具体的示例，第一胶结料的原料可以包括：重油（100°C 的运动粘度为 50mm<sup>2</sup>/s），50 质量份；C9 石油树脂（Novares T140），46.8 质量份；粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺（CAS:109-28-4）），0.2 质量份。

作为具体的示例，第二胶结料的原料可以包括：重油（100°C 的运动

粘度为 50mm<sup>2</sup>/s)，50 质量份；C9 石油树脂（Novares T140），46.8 质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物（Escorene UL04533EH2），3 质量份；粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺（CAS:109-28-4）），0.2 质量份。

在一些实施例中，第二胶结料中的乙烯醋酸乙烯酯共聚物也可以被其他其它聚合物替代。优选的，其它聚合物可以包含苯乙烯-丁二烯二嵌段或苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段聚合物等等。

在一些实施例中，胶结料的制备方法可以包括：

S02、将重油加热至 140°C~145°C，并进行分散搅拌；

S04、按配方量缓慢添加石油树脂和乙烯醋酸乙烯酯共聚物、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物（若有的话），维持温度为 140°C~145°C，并进行分散搅拌；

S06、按配方量添加粘接增强剂，继续分散搅拌后得到改性浅色胶结料。

在一些实施例中，上述制备步骤 S02 中分散搅拌的速率可以为 800rad/min，搅拌时间可以为 10min。

在一些实施例中，上述制备步骤 S04 中分散搅拌的速率可以为 1500rad/min，搅拌时间可以为 1h。

在一些实施例中，上述制备步骤 S06 中分散搅拌的时间可以为 10~15min。

在一些实施例中，乳化沥青中所述沥青的种类没有特别的限制，可根据实际需求进行选择，可以选用本领域已知的各种沥青，如焦煤沥青、石油沥青及天然沥青等，也可以选用本申请实施例提供的低针入度的改性沥青。

在一些实施例中，本申请实施例制备的改性沥青的针入度在 0~40 之间。优选的，改性沥青的针入度为 0~30。更优选的，改性沥青的针入度为 0~20。在一些实施例中，改性沥青的软化点不低于 60°C。

本申请实施例中，沥青的针入度可以定义为标准针（一般总质量为 100g±0.05g）在 5 秒钟内沉入保温在 25°C 时的润滑脂试样中的深度；针入

度愈大表示润滑脂愈软，即稠度愈小；反之则表示润滑脂愈硬，即稠度愈大。

在一些实施例中，改性沥青的原料包括：第一基质沥青，100 质量份；第二基质沥青，0~45 质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物，0~15 质量份；苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，0~20 质量份；石油树脂，0~25 质量份。

优选的，改性沥青的原料包括：第一基质沥青，100 质量份；第二基质沥青，15~45 质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物，5~15 质量份；苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，5~15 质量份；石油树脂，10~25 质量份。

在一些实施例中，第一基质沥青的针入度可以为 60~120。

在一些实施例中，第二基质沥青的针入度可以为 1~30。

在一些实施例中，石油树脂的酸值可以为 0~16。

在一些实施例中，第一基质沥青和第二基质沥青的混合物也可被与该混合物成份相同的单独一种基质沥青所替代。

在一些实施例中，改性沥青的原料包括：基质沥青，100 质量份；石油树脂，0~20 质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物，0~10 质量份；粘接增强剂，0~1 质量份。

作为具体的示例，改性沥青的原料可以包括：基质沥青（针入度为 70），100 质量份；石油树脂（Novares T140M），11.5 质量份；乙烯醋酸乙烯酯共聚物（Escorene UL04533EH2），3.5 质量份；粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺（CAS:109-28-4）），0.35 质量份。

在一些实施例中，改性沥青中的乙烯醋酸乙烯酯共聚物也可以被其他其它聚合物替代。优选的，其它聚合物可以包含苯乙烯-丁二烯二嵌段或苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段聚合物等等。

在一些实施例中，改性沥青中石油树脂的酸值为 0~16。优选的，改性沥青中石油树脂的酸值为 8~11。

在一些实施例中，改性沥青中基质沥青的针入度为 40~110。优选的，改性沥青中基质沥青的针入度为 60~100。

在一些实施例中，改性沥青的制备方法可以包括：

S12、将基质沥青加热至 160°C~165°C，并进行分散搅拌；

S14、按配方量缓慢添加乙烯醋酸乙烯酯共聚物、石油树脂及苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物（若有），维持温度在 160°C~165°C，并进行分散搅拌；

S16、按配方量添加粘接增强剂，继续分散搅拌后得到改性沥青。

在一些实施例中，上述制备步骤 S12 中分散搅拌的速率可以为 1000rad/min，搅拌时间可以为 10min。

在一些实施例中，上述制备步骤 S14 中分散搅拌的速率可以为 1000rad/min，搅拌时间可以为 1h。

在一些实施例中，上述制备步骤 S16 中分散搅拌的时间可以为 15min。

在一些实施例中，改性沥青的原料包括：基质沥青，100 质量份；抗车辙母粒，0~100 质量份；粘接增强剂，0~2 质量份。

作为具体的示例，改性沥青的原料配比为：基质沥青，100 质量份；抗车辙母粒（洛阳石化），30 质量份；粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺（CAS:109-28-4）），0.43 质量份。

在一些实施例中，改性沥青中基质沥青的针入度为 40~110。优选的，改性沥青中基质沥青的针入度为 60~100。

在一些实施例中，改性沥青的制备方法可以包括：

S52、将基质沥青加热至 155°C~160°C，并进行分散搅拌；

S54、按配方量缓慢添加抗车辙母粒，维持温度在 155°C~160°C，并进行分散搅拌；

S56、按配方量添加粘接增强剂，继续分散搅拌后得到改性沥青。

在一些实施例中，上述制备步骤 S52 中分散搅拌的速率可以为 1000rad/min，搅拌时间可以为 10min。

在一些实施例中，上述制备步骤 S54 中分散搅拌的速率可以为 1000rad/min，搅拌时间可以为 1h。

在一些实施例中，上述制备步骤 S56 中分散搅拌的时间可以为

15min。

本申请实施例中，通过对第一胶结料和基质沥青进行改性制备得到针入度较低的改性胶结料和改性沥青，向其中加入黏土/质子酸乳化体系后，活性黏土分散在水中形成微小的胶体颗粒（直径粒径小于  $3\mu\text{m}$ ），具有很强的吸附性。当热改性胶结料和黏土溶液被高强剪切搅拌时，热改性胶结料在黏土溶液中被切割分散成微小颗粒（平均粒径在  $5\sim 30\mu\text{m}$ ），黏土胶粒吸附在改性胶结料微粒周围，形成保护膜，具有一定强度不易被破坏，能够阻止改性胶结料颗粒重新凝聚，形成稳定的水包油乳化胶结料。当热沥青和黏土溶液被高强剪切搅拌时，热沥青在黏土溶液中被切割分散成微小颗粒（平均粒径在  $5\sim 30\mu\text{m}$ ），黏土胶粒吸附在沥青微粒周围，形成保护膜，具有一定强度不易被破坏，能够阻止沥青颗粒重新凝聚，形成稳定的水包油乳化沥青。此外，改性胶结料和黏土之间、沥青和黏土之间也会发生化学或物理相互作用，例如改性胶结料中的酸和矿物颗粒的表面阳离子之间，改性胶结料中的含氮化合物与黏土的可交换阳离子之间可能发生交换反应；沥青中的酸和矿物颗粒的表面阳离子之间，沥青中的含氮化合物与黏土的可交换阳离子之间可能发生交换反应。另外，改性胶结料和改性沥青中存在结合的硫和氧，极性化合物始终存在；具有一定高极性的化合物可以置换黏土表面吸附的水分子。因此，该改性胶结料和改性沥青也可以实现被乳化，由此可以改变低针入度胶结料和沥青在道路系统中难以被乳化应用的现状。

本申请实施例中的改性胶结料和改性沥青，通过黏土/质子酸乳化体系乳化后，得到低针入度乳化胶结料和低针入度乳化沥青。其中，黏土/质子酸乳化体系能够提高低针入度乳化胶结料和低针入度乳化沥青的稳定性，降低其对高剪切力的敏感性。该低针入度乳化胶结料和低针入度乳化沥青通过稳定悬浮大量的集料，形成高粘度的含砂雾封层混合料和沥青混合料。

上述高粘度的含砂雾封层混合料和高粘度的沥青混合料，由于黏土胶粒分别吸附在胶结料微粒和沥青微粒周围，形成保护膜，具有一定强度不易被破坏，在使用标准泵送或喷洒设备进行路面施工的过程中，即使在高

剪切力的作用下，混合料中的乳化胶结料和乳化沥青也不会破乳结块而堵塞喷洒设备，能够实现连续大规模的机械化喷涂施工，由此解决了现有技术中存在的高粘度含砂雾封层混合料和高粘度的沥青混合料在高剪切力作用下发生结块堵塞而不能连续喷涂施工的问题。其中，破乳是由于高剪切力作用致使乳化胶结料不稳定导致的分散的胶结料相和沥青相的聚集，并在混合料中产生胶结料结块和沥青结块。

在一些实施例中，黏土的组份包括： $\text{SiO}_2$ ，100质量份； $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，60~75质量份。优选的，黏土的平均粒径为  $D \leq 20\mu\text{m}$ 。

在一些实施例中，黏土的组份还可以包括： $\text{TiO}_2$ ，6~8 质量份； $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，4.5~6.5 质量份  $\text{CaO}$ ，1~1.5 质量份； $\text{MgO}$ ，1~1.5 质量份； $\text{K}_2\text{O}$ ，1~1.5 质量份； $\text{Na}_2\text{O}$ ，0.1~0.2 质量份。

在一些实施例中，黏土可以包括但不限于高岭土、伊利石、绿泥石、锂蒙脱石、膨润土及蒙脱石等中的一种或几种。优选的，黏土选用  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高的黏土，例如高岭土，伊利石，绿泥石等。

本申请实施例中，优选  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高的黏土，这是因为带较多正电荷的每个  $\text{Al}^{3+}$  需要被 3 个  $\text{H}^+$  离子取代，因此，当黏土中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量较高时，在黏土表面的酸根分子的接枝密度增加，相当于增加了胶结料乳胶粒表面的稳定层的厚度。因此，在同样酸性 pH 值下， $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高的黏土对胶结料的乳化效果较好。

在一些实施例中，在形成本申请实施例中的黏土/质子酸乳化体系之前，需要先将黏土分散在水中形成黏土分散体。

在一些实施例中，黏土分散体中黏土的质量百分含量为 20%~60%。优选的，黏土分散体中黏土的质量百分含量为 45%~55%。

在一些实施例中，质子酸可以包括无机酸和有机酸。

在一些实施例中，有机酸包含但不限于柠檬酸、苹果酸、酒石酸、乙酸、丙二酸、丁二酸、草酸、琥珀酸、马来酸等中的一种或多种。

在一些实施例中，无机酸包含但不限于盐酸、硼酸及磷酸等中的一种或多种。

在一些实施例中，在形成本申请实施例中的黏土/质子酸乳化体系之

前，需要先将质子酸溶解在水中形成酸性溶液。

在一些实施例中，酸性溶液中质子酸的质量百分含量为 1%~20%。优选的，酸性溶液中质子酸的质量百分含量为 5%~10%。

本申请实施例中，通过控制黏土/质子酸乳化体系中的 pH 值在一定范围内，能够使乳化胶结料和乳化沥青的平均粒径更均匀，平均粒径更小，固含量更高。

在一些实施例中，黏土/质子酸乳化体系中的 pH 值为 4~5。优选的，黏土/质子酸乳化体系中的 pH 值为 4~4.5。

本申请实施例中，质子酸改性黏土的乳化机理与两性乳化剂类似，可在酸和碱性环境下乳化胶结料和沥青。黏土与质子酸混合后形成的黏土酸性水乳液与热胶结料混合时，在机械力的作用下，胶结料分散成小液滴，而酸性黏土则吸附在胶结料液滴表面，形成阳离子乳液。乳化胶结料中的乳胶粒间因静电排斥力而使乳胶粒不易接近而稳定，吸附在胶结料乳胶粒表面的黏土，机械强度较高，使乳胶粒碰撞后不易破乳凝聚，额外增加了胶结料乳液的稳定性；黏土的存在，增加了胶结料相的密度。黏土与质子酸混合后形成的黏土酸性水乳液与热沥青混合时，在机械力的作用下，沥青分散成小液滴，而酸性黏土则吸附在沥青液滴表面，形成阳离子乳液。乳化沥青中的乳胶粒间因静电排斥力而使乳胶粒不易接近而稳定，吸附在沥青乳胶粒表面的黏土，机械强度较高，使乳胶粒碰撞后不易破乳凝聚，额外增加了沥青乳液的稳定性；黏土的存在，增加了沥青相的密度。

本申请实施例第二方面提供一种乳化胶结料的制备方法，包括：

S22、将黏土和质子酸在水中混合分散均匀，得到第一混合物；

S24、将第一混合物与胶结料在升高的温度下混合搅拌，以使胶结料乳化，得到乳化胶结料。

在一些实施例中，上述步骤 S22 可以进一步包括：

S220、按照配方将黏土分散在水中形成黏土分散体，将质子酸分散在水中形成酸性溶液；

S222、将黏土分散体、酸性溶液及水混合搅拌均匀，加热至 55~65℃，并置于搅拌釜中进行分散搅拌；优选的，分散搅拌的速率为

1800rad/min。

在一些实施例中，上述步骤 S24 可以进一步包括：

S240、将胶结料加热至 135~145°C，缓慢添加至搅拌釜中，同时提升搅拌速率；

S242、待胶结料添加完毕后，继续搅拌，直至乳化胶结料均匀。

在一些实施例中，步骤 S240 中胶结料的添加速率可以为 100g/min，可以将搅拌速率在 1min 内逐步提升至 3600rad/min。

在一些实施例中，步骤 S242 中的搅拌时间可以为 3min。

在一些实施例中，乳化胶结料的制备方法还可以包括如下步骤：

S30、按照配方将黏土分散在水中形成黏土分散体，将质子酸分散在水中形成酸性溶液，然后将胶结料加热至 135~145°C；

S31、将黏土分散体和 2/3 水泵入反应釜并通过容积泵循环；

S32、加入 2/3 水之后，开启泵入酸性溶液，继续添加剩余 1/3 水，开启乳化泵；

S33、充分混合黏土分散体、酸性溶液和水溶液，加热至 55~65°C；

S34、开启胶结料泵，投料速度为 50~70kg/min，投料过程中反应釜内温度保持 90°C 以下；

S35、按照配方添加量投料完成后，继续循环 5min 后，将乳化胶结料泵入缓冲罐中；

S36、将乳化胶结料通过热交换器后泵入成品罐，温度降至 40°C 以下备用。

本申请实施例制备的乳化胶结料，由于黏土胶粒包裹，乳化胶结料蒸发后在蒸发残留物中，黏土中的片层结构可吸附胶结料中的低软化点组分，并与高软化点的极性胶结料质等组分互相联结形成骨架网状结构，从而可进一步提升蒸发残留物的软化点，提升幅度达 10°C 以上，由此可使养护后的路面拥有更好的路用效果和更长的使用寿命。

本申请实施例第三方面提供一种含砂雾封层混合料，包括：

本申请实施例第一方面提供的乳化胶结料或本申请实施例第二方面提供的方法制备的乳化胶结料，100 质量份；集料，5~70 质量份。

本申请实施例的含砂雾封层混合料中，稳定悬浮有大量的集料，该含砂雾封层混合料在使用喷洒设备进行路面施工过程中，集料能够稳定悬浮而不会发生结块沉降堵塞喷洒设备，由此可以实现连续大规模的机械化喷涂。

在一些实施例中，集料包含石英砂、刚玉砂、金刚砂及水洗砂中的一种或多种。

在一些实施例中，含砂雾封层混合料还包括：助剂粉，0~20 质量份；颜料，0~20 质量份；胶乳添加剂，0~50 质量份。

优选的，含砂雾封层混合料中胶乳添加剂的含量为 5~20 质量份。

优选的，含砂雾封层混合料中助剂粉的含量为 5~20 质量份。

优选的，含砂雾封层混合料中颜料的含量为 3~20 质量份。

在一些实施例中，颜料的种类没有特别的限制，可根据实际需求进行选择，例如可选用色粉、色浆、色膏等等。

在一些实施例中，助剂粉的种类没有特别的限制，可根据实际需求进行选择，例如可以选用钛白粉、高岭土、重钙、滑石粉及硅微粉等等。

优选的，助剂粉的粒径为 400~1000 目。本申请实施例中，助剂粉主要起到对施工作业面的遮盖作用。

在一些实施例中，胶乳添加剂的种类没有特别的限制，可根据实际需求进行选择，可以选用本领域公知的胶乳添加剂，例如丙烯酸胶乳、单组份水性环氧树脂、双组份水性环氧树脂、单组份水性聚氨酯、双组份水性聚氨酯及苯乙烯-丁二烯共聚物胶乳等等。

本申请实施例中，胶乳添加剂的加入能够提升混合料的路用性能，同时不会对集料在乳化胶结料中的悬浮造成不利影响发生沉降。

在一些实施例中，含砂雾封层混合料的制备方法可以包括：

S40、按照配方比例准备原材料；

S42、向拉缸中加入乳化胶结料，开启搅拌 10min；

S44、按照配方比例缓慢加入集料，搅拌 10min；

S46、在温度不超过 50°C 的条件下加入胶乳添加剂、钛白粉及颜料，搅拌 10min，得到含砂雾封层混合料。

本申请实施例中的含砂雾封层混合料由于不会发生结块沉降，因而可以实现大面积均匀涂覆到沥青路面上，并且其涂覆速率可以达到常规喷涂操作的最大速率，即 5~10km/h，涂覆宽度可超过 6m，施工效率可达到 16.7m<sup>2</sup>/s。

本申请实施例第四方面提供一种改性含砂雾封层混合料，包括：

本申请实施例第三方面提供的含砂雾封层混合料，100 质量份；乳化再生剂，0~20 质量份。

在一些实施例中，含砂雾封层混合料中乳化再生剂的含量为 5~10 质量份。

在一些实施例中，乳化再生剂包含硬葡萄糖和阳离子乳化剂的混合物。

本申请实施例提供的改性含砂雾封层混合料中，乳化再生剂可实现生物基再生剂首先与老化胶结料的破乳裹附，然后乳化胶结料再将再生剂裹附，保证再生剂与老化胶结料充分接触激活并还原。由此通过乳化再生剂改性的改性含砂雾封层混合料，能够改善路面的自修复性能和柔性，从而抑制由于老化导致的裂缝和脱粒现象。

本申请实施例第六方面提供一种乳化沥青的制备方法，包括：

S62、将黏土和质子酸在水中混合分散均匀，得到第一混合物；

S64、将第一混合物与沥青在升高的温度下混合搅拌以使沥青乳化，得到乳化沥青。

在一些实施例中，上述步骤 S62 可以进一步包括：

S620、按照配方将黏土分散在水中形成黏土分散体，将质子酸分散在水中形成酸性溶液；

S622、将黏土分散体、酸性溶液及水混合搅拌均匀，加热至 55~65℃ 并置于搅拌釜中进行分散搅拌；优选的，分散搅拌的速率为 1800rad/min。

在一些实施例中，上述步骤 S64 可以进一步包括：

S640、将沥青加热至 135~145℃，缓慢添加至搅拌釜中，同时提升搅拌速率；

S642、待沥青添加完毕后，继续搅拌，直至乳化沥青均匀。

在一些实施例中，步骤 S640 中沥青的添加速率可以为 100g/min，可以将搅拌速率在 1min 内逐步提升至 3600rad/min。

在一些实施例中，步骤 S642 中的搅拌时间可以为 3min。

在一些实施例中，乳化沥青的制备方法还可以包括如下步骤：

S70、按照配方将黏土分散在水中形成黏土分散体，将质子酸分散在水中形成酸性溶液，然后将沥青加热至 135~145°C；

S71、将黏土分散体和 2/3 水泵入反应釜并通过容积泵循环；

S72、加入 2/3 水之后，开启泵入酸性溶液，继续添加剩余 1/3 水，开启乳化泵；

S73、充分混合黏土分散体、酸性溶液和水溶液，加热至 55~65°C；

S74、开启沥青泵，投料速度为 50~70kg/min，投料过程中反应釜内温度保持 90°C 以下；

S75、按照配方添加量投料完成后，继续循环 5min 后，将乳化沥青泵入缓冲罐中；

S76、将乳化沥青通过热交换器后泵入成品罐，温度降至 40°C 以下备用。

本申请实施例制备的乳化沥青，由于黏土胶粒包裹，乳化沥青蒸发后在蒸发残留物中，黏土中的片层结构可吸附沥青中的低软化点组分，并与高软化点的极性沥青质等组分互相联结形成骨架网状结构，从而可进一步提升蒸发残留物的软化点，提升幅度达 10°C 以上，由此可使养护后的路面拥有更好的路用效果和更长的使用寿命。

本申请实施例第七方面提供一种沥青混合料，包括：

本申请实施例第五方面提供的乳化沥青，100 质量份；集料，10~70 质量份。

本申请实施例的沥青混合料中，稳定悬浮有大量的集料，该沥青混合料在使用喷洒设备进行路面施工过程中，集料能够稳定悬浮而不会发生结块沉降堵塞喷洒设备，由此可以实现连续大规模的机械化喷涂。

在一些实施例中，集料包含石英砂、刚玉砂、金刚砂及水洗砂中的一种或多种。

在一些实施例中，沥青混合料还包括：胶乳添加剂，0~20 质量份。优选的，沥青混合料中胶乳添加剂的含量为 5~20 质量份。

在一些实施例中，胶乳添加剂的种类没有特别的限制，可根据实际需求进行选择，可以选用本领域公知的胶乳添加剂，例如丙烯酸胶乳、单组份水性环氧树脂、双组份水性环氧树脂单组分水性聚氨酯、双组份水性聚氨酯及苯乙烯-丁二烯共聚物胶乳等等。

本申请实施例中，胶乳添加剂的加入能够提升混合料的路用性能，同时不会对集料在乳化沥青中的悬浮造成不利影响发生沉降。

在一些实施例中，沥青混合料的制备方法可以包括：

S80、按照配方比例准备原材料；

S82、向拉缸中加入乳化沥青，开启搅拌 10min；

S84、按照配方比例缓慢加入集料，搅拌 10min；

S86、在温度不超过 50°C 的条件下加入胶乳添加剂，搅拌 10min，得到沥青混合料。

本申请实施例中的沥青混合料由于不会发生结块沉降，因而可以实现大面积均匀涂覆到沥青路面上，并且其涂覆速率可以达到常规喷涂操作的最大速率，即 5~10km/h，涂覆宽度可超过 6m，施工效率可达到 16.7m<sup>2</sup>/s。

本申请实施例第八方面提供一种改性沥青混合料，包括：

本申请实施例第七方面提供的沥青混合料，100 质量份；乳化再生剂，0~10 质量份。

在一些实施例中，沥青混合料中乳化再生剂的含量为 5~10 质量份。

在一些实施例中，乳化再生剂包含硬葡萄糖和阳离子乳化剂的混合物。

本申请实施例提供的改性沥青混合料中，乳化再生剂可实现生物基再生剂首先与老化沥青的破乳裹附，然后乳化沥青再将再生剂裹附，保证再生剂与老化沥青充分接触激活并还原。由此通过乳化再生剂改性的改性沥青混合料，能够改善路面的自修复性能和柔性，从而抑制由于老化导致的裂缝和脱粒现象。

本申请实施例第九方面提供一种混合料系统，包括：

本申请实施例第三方面提供的含砂雾封层混合料、本申请实施例第四方面提供的改性含砂雾封层混合料、本申请第三方面提供的沥青混合料或本申请第三方面提供的改性沥青混合料，和用于调节所述混合料系统粘度的溶液。

在一些实施例中，溶液包含酸性溶液或碱性溶液。其中，酸性溶液的pH值为1~3。在一些实施例中，碱性溶液的pH值为10~12。

本申请实施例中的混合料系统，在不改变体系的固含量或者引入其他增稠添加剂的情况下，仅通过添加酸性溶液或碱性溶液来改变系统pH值即可调节混合料系统的粘度，与改变系统固含量或引入增稠或降黏类添加剂的传统办法相比，操作更简单高效。

作为具体的示例，在进行混合料的喷涂施工时，在运输过程中可以通过添加柠檬酸溶液将系统的pH值调至6，斯托莫粘度提升至140KU，保证运输过程中混合料的稳定性。抵达施工现场后，根据施工设备情况可通过添加氢氧化钾溶液将系统的pH值调至6.5~8，斯托莫粘度降低至80KU，在保持混合料均质的同时保证喷涂作业的顺利进行。

本申请实施例的混合料系统中，胶结料乳胶粒或沥青乳胶粒的初始尺寸在制备胶结料乳液时确定，之后通过调节pH值，改变胶结料乳胶粒或沥青乳胶粒的凝聚状态。当pH增加时，胶结料乳胶粒表面或沥青乳胶粒表面正电荷量减少，乳胶粒部分絮凝成较大的粒子，因此粘度下降（在乳液中，相同固含时，粒径较小则粘度较大）。

本申请实施例第十方面提供一种含路面结构，包含本申请实施例第三方面提供的含砂雾封层混合料、本申请实施例第四方面提供的改性含砂雾封层混合料、本申请第三方面提供的沥青混合料、本申请第三方面提供的改性沥青混合料及本申请实施例第五方面提供的混合料系统中的一种或多种。

## **实施例**

下述实施例更具体地描述了本申请公开的内容，这些实施例仅仅用于阐述性说明，因为在本申请公开内容的范围内进行各种修改和变化对本领

域技术人员来说是明显的。除非另有声明，以下实施例中所报道的所有份、百分比、和比值都是基于重量计，而且实施例中使用的所有试剂都可商购获得或是按照常规方法进行合成获得，并且可直接使用而无需进一步处理，以及实施例中使用的仪器均可商购获得。

## 实施例 1

### 乳化胶结料的制备

乳化胶结料包括：黏土分散体，质量百分比为 17.5%；柠檬酸溶液，质量百分比为 0.75%；水，质量百分比为 24.25%；胶结料，质量百分比为 57.5%。

其中，胶结料包括：重油，质量百分比为 53.5%；C9 石油树脂（Novares T140），质量百分比为 46.3%；粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺（CAS:109-28-4）），质量百分比为 0.2%。

黏土分散体中的黏土选用高岭土，黏土与水的质量百分比分别为：黏土 41%，水 59%。柠檬酸溶液中柠檬酸与水的质量百分比分别为：柠檬酸 9%，水 91%。

将水、黏土分散体、柠檬酸溶液混合，加热至 55~65°C，置于搅拌釜，开启高分散搅拌机 1800rad/min；将胶结料加热至 135~145°C，缓慢添加至搅拌釜中（100g/min），搅拌速率同时逐步提升至 3600rad/min（1min 内）；全部胶结料添加完毕后，继续搅拌 3min，直至乳化胶结料均匀，得到乳化胶结料。

### 含砂雾封层混合料的制备

含砂雾封层混合料包括：上述制备的乳化胶结料、石英砂（40~80 目）、钛白粉（400 目）及颜料，四者的质量比为 100:40:5:3。

按照配方比例准备原材料；向拉缸中加入乳化胶结料，开启搅拌 10min；按照配方比例缓慢加入石英砂，搅拌 10min；按照配方比例添加钛白粉和色料，搅拌 10min，注意加料和搅拌过程中混合料温度不超过 50°C，最终得到含砂雾封层混合料。

## 实施例 2

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 1，区别在于：

含砂雾封层混合料中加入 SBR 胶乳，其中，乳化胶结料与 SBR 胶乳的质量比为 100:5。

### 实施例 3

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 1，区别在于：乳化胶结料的制备过程中，胶结料由改性胶结料替代。

#### 改性胶结料的制备

改性胶结料包含：重油，质量百分比为 54.85%；C9 石油树脂（Novares T140），质量百分比为 42.03%；乙烯醋酸乙烯酯共聚物（Escorene UL04533EH2），质量百分比为 2.95%；粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺（CAS:109-28-4）），质量百分比为 0.2%。

将重油加热至 140°C~145°C，高分散搅拌机 1000rad/min、搅拌 10min；按配方量缓慢添加 EVA、C9 石油树脂，维持温度在 140°C~145°C，高分散搅拌机 1000rad/min、搅拌 1h；按配方量添加粘接增强剂，搅拌 15min，得到改性胶结料。

### 实施例 4

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 1，区别在于：  
(1) 乳化胶结料的制备过程中，胶结料由改性胶结料替代；  
(2) 含砂雾封层混合料中加入 SBR 胶乳，其中，乳化胶结料与 SBR 胶乳的质量比为 100:5。

### 实施例 5

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 4，区别在于：乳化胶结料中，柠檬酸溶液中的柠檬酸由相同质量百分比的酒石酸代替。

### 实施例 6

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 4，区别在于：乳化胶结料中，柠檬酸溶液中的柠檬酸由相同质量百分比的盐酸代替。

### 实施例 7

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 4，区别在于：含砂雾封层混合料中添加 2.2g 柠檬酸溶液，其中，柠檬酸溶液中柠檬酸的

质量百分比为 7.25%。

### **实施例 8**

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 4，区别在于：含砂雾封层混合料中添加 12.2g 的 NaOH 溶液，其中，NaOH 溶液中 NaOH 的质量百分比为 10%。

### **实施例 9**

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 4，区别在于：含砂雾封层混合料中添加 12.2g 的水。

### **实施例 10**

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 4，区别在于：含砂雾封层混合料中添加 12.2g 的 NaOH 溶液和 2.2g 的增稠剂，其中，NaOH 溶液中 NaOH 的质量百分比为 10%。

### **实施例 11**

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备过程同实施例 4，区别在于：含砂雾封层混合料中添加 60g 的水。

### **实施例 12**

#### 乳化沥青的制备

乳化沥青包括：黏土分散体，质量百分比为 17.5%；柠檬酸溶液，质量百分比为 0.75%；水，质量百分比为 24.25%；70#沥青，质量百分比为 57.5%。

其中，黏土分散体中的黏土选用高岭土，黏土与水的质量百分比分别为：黏土 41%，水 59%。柠檬酸溶液中柠檬酸与水的质量百分比分别为：柠檬酸 9%，水 91%。

将水、黏土分散体、柠檬酸溶液混合，加热至 55~65°C，置于搅拌釜，开启高分散搅拌机 1800rad/min；将 70#沥青加热至 135~145°C，缓慢添加至搅拌釜中（100g/min），搅拌速率同时逐步提升至 3600rad/min（1min 内）；全部沥青添加完毕后，继续搅拌 3min，直至乳化沥青均匀，得到乳化沥青。

#### 沥青混合料的制备

沥青混合料包括：上述制备的乳化沥青和金刚砂（40~80目），二者的质量比为100:40。

按照配方比例准备原材料；向拉缸中加入乳化沥青，开启搅拌10min；按照配方比例缓慢加入金刚砂，搅拌10min，注意加料和搅拌过程中混合料温度不超过50℃，最终得到沥青混合料。

### **实施例 13**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例12，区别在于：沥青混合料中加入SBR胶乳，其中，乳化沥青、金刚砂（40~80目）及SBR胶乳的质量比为100:40:5。

### **实施例 14**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例12，区别在于：（1）乳化沥青的制备过程中，70#沥青由第一改性沥青替代；（2）沥青混合料中加入SBR胶乳，其中，乳化沥青、金刚砂（40~80目）及SBR胶乳的质量比为100:40:5。

#### 第一改性沥青的制备

第一改性沥青包含：质量百分比为3%的EVA（Escorene UL04533EH2），质量百分比为10%的石油树脂（Novares T140M），质量百分比为0.3%的粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺（CAS: 109-28-4），质量百分比为86.7%的基质沥青（针入度70）。

将基质沥青加热至160℃~165℃，高分散搅拌机1000rad/min、搅拌10min；按配方量缓慢添加EVA、石油树脂，维持温度在160~165℃，高分散搅拌机1000rad/min、搅拌1h；按配方量添加粘接增强剂，搅拌15min；所得第一改性沥青的针入度<40，软化点>60℃。

### **实施例 15**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例12，区别在于：乳化沥青的制备过程中，70#沥青由第二改性沥青替代。

#### 第二改性沥青的制备

第二改性沥青包含：质量百分比为30%的抗车辙母粒（洛阳石化），质量百分比为0.3%的粘接增强剂（REDICOTE E-85，油酰胺丙基二甲胺

(CAS: 109-28-4)，质量百分比为 69.7%的基质沥青（针入度 70）。

将基质沥青加热至 155°C~160°C，高分散搅拌机 1000rad/min、搅拌 10min；按配方量缓慢添加抗车辙母粒，维持温度在 150~155°C，高分散搅拌机 1000rad/min、搅拌 1h；按配方量添加粘接增强剂，搅拌 15min；所得第二改性沥青的针入度<25，软化点>60°C。

### **实施例 16**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 12，区别在于：（1）乳化沥青的制备过程中，70#沥青由第二改性沥青替代；（2）沥青混合料中加入 SBR 胶乳，其中，乳化沥青、金刚砂（40~80 目）及 SBR 胶乳的质量比为 100:40:5。

### **实施例 17**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 16，区别在于：乳化沥青中，柠檬酸溶液中的柠檬酸由相同质量百分比的酒石酸代替。

### **实施例 18**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 16，区别在于：乳化沥青中，柠檬酸溶液中的柠檬酸由相同质量百分比的盐酸代替。

### **实施例 19**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 16，区别在于：沥青混合料中添加 2.2g 柠檬酸溶液，其中，柠檬酸溶液中柠檬酸的质量百分比为 7.25%。

### **实施例 20**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 16，区别在于：沥青混合料中添加 12.2g 的 NaOH 溶液，其中，NaOH 溶液中 NaOH 的质量百分比为 10%。

### **实施例 21**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 16，区别在于：沥青混合料中添加 12.2g 的水。

### **实施例 22**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 16，区别在于：沥青混合

料中添加 12.2g 的 NaOH 溶液和 2.2g 的增稠剂，其中，NaOH 溶液中 NaOH 的质量百分比为 10%。

### **实施例 23**

乳化沥青、沥青混合料的制备过程同实施例 16，区别在于：沥青混合料中添加 60g 的水。

### **对比例 1**

乳化胶结料、含砂雾封层混合料的制备同实施例 4 相似，区别在于：对比例 1 中用常规阴离子沥青乳化剂脂肪酸酰胺烷基甜菜碱（TEGO® Addibit EK 50）代替实施例 4 中的黏土/柠檬酸乳化体系。

对比例 1 中的乳化胶结料包括：改性胶结料，600g；常规阴离子沥青乳化剂（TEGO® Addibit EK 50），10g；质量百分比为 10% 的 NaOH 溶液，1g；水，389g；聚酰胺蜡增稠剂，50g。

### **对比例 2**

乳化沥青、沥青混合料的制备同实施例 16 相似，区别在于：对比例 2 中用常规阴离子沥青乳化剂脂肪酸酰胺烷基甜菜碱（TEGO® Addibit EK 50）代替实施例 5 中的黏土/柠檬酸乳化体系。

对比例 2 中的乳化沥青包括：第二改性沥青，600g；常规阴离子沥青乳化剂（TEGO® Addibit EK 50），10g；质量百分比为 10% 的 NaOH 溶液，1g；水，389g；聚酰胺蜡增稠剂，50g。

### **对比例 3**

对比例 3 为市售竞品 1 的乳化沥青，该乳化沥青中使用的乳化剂为陶土/硬脂酸钠乳化剂。

### **对比例 4**

对比例 4 为市售竞品 2 的乳化沥青，该乳化沥青为含可挥发有机溶剂的陶土型乳化沥青。

## 测试部分

对上述实施例 1~11 及对比例 1 中的乳化胶结料及含砂雾封层混合料进行相关的物理力学性能测试，测试结果示于如下表 1 和表 2。

表 1

项目	乳化胶结料							
	乳化体系	胶结料	SBR 胶乳	pH	斯托默粘度 (KU)	固含量 (%)	蒸发残留物软化点 (°C)	
实施例 1	高岭土/柠檬酸	胶结料	不添加	5.23	122.8	62.02	53.1	
实施例 2			添加	5.78	148	61.95	67.8	
实施例 3		改性胶结料	不添加	6.24	125.6	61.93	60.4	
实施例 4				6.83	143	61.65	73.4	
实施例 5	6.61			126.4	62.013	74.3		
实施例 6	高岭土/酒石酸		添加	6.74	123.4	61.93	73.2	
实施例 7	高岭土/盐酸			高岭土/柠檬酸	6.72	124.3	62.15	74.7
实施例 8	高岭土/柠檬酸							
实施例 9								
实施例 10								
实施例 11		高岭土/柠檬酸						
对比例 1	常规阴离子沥青乳化剂		胶结料	添加	11.45	120.1	57.73	62.9

表 2

项目	含砂雾封层混合料											
	是否额外添加酸/碱溶液	PH	斯托默粘度 (KU)	固含量 (%)	含砂量 (%)	悬砂 24h 稳定性 (400 目滤网过滤)	施工性能	不沾胎时间 (min)	附着力 (级)	耐洗刷 (橡胶管/次)	表干时间 (min)	实干时间 (min)
实施例 1	不添加	6.812	122.4	72.56	28.25	表层析水 0.5mm, 砂未沉淀.	材料在设备罐体内可稳定储存 12h 以上, 无砂沉降; 使用大型	60	1	300 (磨透)	50	70
实施例 2		6.423	121.9	72.43	28.10		机械连续喷酒	60	1	>2000	55	80
实施例 3		6.23	124.3	73.10	28.39		1km 以上无喷嘴堵塞; 设备滤网及喷嘴	60		>1000	30	60
实施例 4		6.562	117.1	72.32	28.12			60		>2000	50	60

实施例 5		6.78	114.4	72.24	28.32		处无沉淀、结团造成设备堵塞；清洗设备时无大量砂沉淀。	60			30	60
实施例 6		7.01	114.3	73.41	28.51			60			30	60
实施例 7	柠檬酸溶液	5.11	> 150	70.12	28.11	表层析水 0.5mm, 砂未沉淀						
实施例 8	NaOH 溶液	9.43	52.9	68.29	27.56	表层析水 20.0mm, 砂全部沉淀						
实施例 9	水	7.45	101.0	68.28	27.48	表层析水 0.5mm, 砂未沉淀						
实施例 10	NaOH 溶液 和增稠剂	9.36	96.9	68.69	27.05	表层析水 3.0mm, 砂少量沉淀						
实施例 11	水	7.46	52.7	63.32	19.87	表层析水 7.0mm, 砂未沉淀						
对比例 1	不添加	9.65	115.3	70.47	26.56	表层析水 5.0mm, 砂少量沉淀	材料在设备罐体内稳定性差，需要不间断搅拌；在施工过程中，设备滤网及喷嘴处有大量砂子沉淀，造成堵塞，不可进行连续喷洒；砂堆积导致设备清洗困难。	85	1	>1000	50	135

测试方法：

(1) 针入度：按照 JTG E20-2011 《公路工程沥青及沥青混合料混合

料试验规程》T0604-2011 胶结料针入度试验进行测试。

(2) 酸值：按照 JTG E20-2011 《公路工程胶结料及含砂雾封层混合料试验规程》T0626-2000 胶结料酸值测定方法进行测试。

(3) pH：按照 HJ 1147-2020 标准进行测试。

(4) 固含量：按照 JTG E20 T0651 标准进行测试。

(5) 斯托默粘度：按照 GB 9269-88 标准进行测试。

(6) 蒸发残留物软化点：按照 JTG E20 T0606 标准进行测试。

(7) 含砂量：按照 GB/14684 标准进行测试。

(8) 悬砂 24h 稳定性：按照 JTG E20 T0655 标准进行测试。

(9) 附着力：按照 GB/T 9286 标准进行测试。

(10) 耐洗刷：按照 GB/T 9266-2009 标准进行测试。

(11) 不沾胎时间按：按照 JT/T 280 标准进行测试。

(12) 表干时间、实干时间：按照 GB/T 16777-2008 标准进行测试。

(13) 运动粘度：按照 GB/T 265-1988 标准进行测试。

(14) 软化点：按照 GB/T 4507-2014 标准进行测试。

对比分析实施例 1~6 与对比例 1 可知，通过本申请黏土/质子酸乳化体系乳化的胶结料，其固含量得到大幅度的提升；与对比例 1 相比，实施例 1~6 中含砂雾封层混合料的固含量、含砂量及悬砂 24h 稳定性均明显高于对比例 1，由此可知通过利用本申请中黏土/质子酸乳化体系进行乳化，乳化胶结料的集料悬浮能力得到了大幅提升。此外，含砂雾封层混合料在设备罐体内可稳定储存 12h 以上，无砂沉降；使用大型机械设备连续喷洒 1km 以上无喷嘴堵塞；设备滤网及喷嘴处无沉淀、无结团造成设备堵塞；施工完成后罐底滤网无砂沉淀；由此能够实现连续大规模的机械化喷涂施工。

对比分析实施例 7~11 与对比例 1 可知，通过向含砂雾封层混合料中加入酸性或碱性溶液，能够达到调节混合料系统粘度的目的。

对上述实施例 12~23 及对比例 2~4 中的乳化沥青及沥青混合料进行相关的物理力学性能测试，测试结果示于如下表 3 和表 4。

表 3

项目	乳化沥青							
	乳化体系	沥青	SBR 胶乳	pH	斯托默粘度 (KU)	固含量 (%)	蒸发残留物软化点 (°C)	
实施例 12	黏土/柠檬酸	70#沥青	不添加	5.12	121.7	61.82	52.1	
实施例 13			添加	5.28	106.3	61.78	55.1	
实施例 14		第一改性沥青	添加	6.53	127.7	62.33	59.3	
实施例 15		第二改性沥青	不添加	6.67	135.9	61.55	70.2	
实施例 16			添加	6.81	127.3	61.43	75.3	
实施例 17				黏土/酒石酸	6.84	113.4	62.52	75.2
实施例 18				黏土/盐酸	6.76	117.2	64.87	74.9
实施例 19				黏土/柠檬酸	6.81	127.3	61.55	75.3
实施例 20								
实施例 21								
实施例 22								
实施例 23								
对比例 2	常规阴离子沥青乳化剂	第二改性沥青	添加	11.45	123.1	58.73	63.5	
对比例 3	陶土/硬脂酸钠	30#沥青	未知	8.78	53.1	45.93	-	
对比例 4	含可挥发有机溶剂的陶土 型乳化沥青	30#沥青	未知	7.81	52.3	48.56	-	

表 4

项目	沥青混合料										
	是否额外添 加酸/碱溶液	PH	斯托默粘度 (KU)	固含量 (%)	含砂量 (%)	悬砂 24h 稳定性 (400 目滤网过滤)	施工性能	不沾胎时间 (min)	附着力 (级)	耐洗刷 (橡胶管/次)	表干时间 (min)
实施例 12	不添加	6.92	123.2	72.73	28.44	材料在设备罐体内可 稳定储存 12h 以上, 无砂沉降; 使用大型 0.5mm, 砂未沉淀 机械设备连续喷洒 1km 以上无喷嘴堵 塞; 设备滤网及喷嘴	60	1	300 (磨透)	50	70
实施例 13		6.98	104.1	71.94	28.39		60	0	500 (磨透)	60	80
实施例 14		6.85	125.4	73.09	28.38		60		>1000	30	60
实施例 15		6.62	135.3	72.53	28.46		60		>1000	30	60
实施例 16		6.89	115.3	72.30	28.43		60		>2000	30	60

实施例 17		7.03	113.2	73.34	28.42		处无沉淀、结团造成	60			30	60
实施例 18		6.94	116.3	75.23	29.08		设备堵塞；清洗设备	55			25	50
							时无大量砂沉淀。					
实施例 19	柠檬酸溶液	5.02	>150	70.01	28.07	表层析水 0.5mm, 砂未沉淀						
实施例 20	NaOH 溶液	9.55	53.5	68.31	27.67	表层析水 20.0mm, 砂全部沉淀						
实施例 21	水	7.52	100.7	68.32	27.52	表层析水 0.5mm, 砂未沉淀	-	-			-	-
实施例 22	NaOH 溶液 和增稠剂	9.42	97.8	68.74	27.14	表层析水 3.0mm, 砂少量沉淀						
实施例 23	水	7.54	53.2	63.46	19.96	表层析水 7.0mm, 砂未沉淀						
对比例 2		9.48	116.4	70.50	26.59	表层析水 5.0mm, 砂少量沉淀	材料在设备罐体内稳	85	1	>1000	50	135
							定性差，需要不间断					
对比例 3	不添加	8.61	88.2	57.51	23.6	表层析水 6.0mm, 砂全部沉淀	搅拌；在施工过程	75	4	1000（磨	60	120
							中，设备滤网及喷嘴			透）		
对比例 4		8.34	54.3	56.48	16.1	表层析水 7.0mm, 砂全部沉淀	处有大量砂子沉淀，	45	1	1000（泛	25	120
							造成堵塞，不可进行			白）		
							连续喷洒；砂堆积导					
							致设备清洗困难。					

测试方法：

(1) 沥青针入度：按照 JTG E20-2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》T0604-2011 沥青针入度试验进行测试。

(2) 酸值：按照 JTG E20-2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》T0626-2000 沥青酸值测定方法进行测试。

(3) pH：按照 HJ 1147-2020 标准进行测试。

(4) 固含量：按照 JTG E20 T0651 标准进行测试。

(5) 斯托默粘度：按照 GB 9269-88 标准进行测试。

(6) 蒸发残留物软化点：按照 JTG E20 T0606 标准进行测试。

(7) 含砂量：按照 GB/14684 标准进行测试。

(8) 悬砂 24h 稳定性：按照 JTG E20 T0655 标准进行测试。

(9) 附着力：按照 GB/T 9286 标准进行测试。

(10) 耐洗刷：按照 GB/T 9266-2009 标准进行测试。

(11) 不沾胎时间按：按照 JT/T 280 标准进行测试。

(12) 表干时间、实干时间：按照 GB/T 16777-2008 标准进行测试。

对比分析实施例 12~18 与对比例 2~4 可知，通过本申请黏土/质子酸乳化体系乳化的沥青，其固含量得到大幅度的提升；与对比例 2~4 相比，实施例 1~7 中沥青混合料的固含量、含砂量及悬砂 24h 稳定性均明显高于对比例 1~3，由此可知通过利用本申请中黏土/质子酸乳化体系进行乳化，乳化沥青的集料悬浮能力得到了大幅提升。此外，沥青混合料在设备罐体内可稳定储存 12h 以上，无砂沉降；使用大型机械设备连续喷洒 1km 以上无喷嘴堵塞；设备滤网及喷嘴处无沉淀、无结团造成设备堵塞；施工完成后罐底滤网无砂沉淀；由此能够实现连续大规模的机械化喷涂施工。

对比分析实施例 19~23 与对比例 2~4 可知，通过向沥青混合料中加入酸性或碱性溶液，能够达到调节混合料系统粘度的目的。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改或替换都应涵盖在本申请的保

护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

## 权 利 要 求 书

1. 一种乳化胶结料，其特征在于，包括分散在水中的如下组分：  
胶结料，100 质量份；  
5 黏土，10~30 质量份；  
质子酸，0.01~1.5 质量份；  
其中，所述乳化胶结料的 pH 值为 2~12；优选的，所述乳化胶结料的 pH 值为 6.5~7.5。
2. 如权利要求 1 所述的乳化胶结料，其特征在于，所述乳化胶结料的  
10 平均粒径为  $3\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ ；优选的，所述乳化胶结料的平均粒径为  $5\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$ 。
3. 如权利要求 1 所述的乳化胶结料，其特征在于，所述黏土包括：  
 $\text{SiO}_2$ ，100 质量份；  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，40~90 质量份。
- 15 4. 如权利要求 1 所述的乳化胶结料，其特征在于，所述质子酸包括有机酸和无机酸，  
其中，所述有机酸包含柠檬酸、苹果酸、酒石酸、乙酸、丙二酸、丁二酸、草酸、琥珀酸及马来酸中的一种或多种；和/或  
所述无机酸包含盐酸、硼酸及磷酸中的一种或多种。
- 20 5. 如权利要求 1 所述的乳化胶结料，其特征在于，所述胶结料包括第一胶结料和/或第二胶结料，其中，所述第一胶结料包括：  
重油，100 质量份；  
石油树脂，50~100 质量份；  
粘接增强剂，0~1 质量份。
- 25 6. 如权利要求 5 所述的乳化胶结料，其特征在于，所述第二胶结料包括：  
重油，100 质量份；  
石油树脂，50~100 质量份；  
乙烯醋酸乙烯酯共聚物，0~50 质量份；

苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，0~20 质量份；  
粘接增强剂，0~1 质量份。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的乳化胶结料，其特征在于，所述重油的  
100°C运动粘度为 20~100mm<sup>2</sup>/s；和/或

5 所述石油树脂的软化点为 70~170°C；和/或  
所述石油树脂的酸值为 0~16，优选为 2~16。

8. 一种乳化胶结料的制备方法，其特征在于，包括：  
将黏土和质子酸在水中混合分散均匀，得到第一混合物；

10 将所述第一混合物与胶结料在升高的温度下混合搅拌，以使所述胶结  
料乳化，得到乳化胶结料。

9. 一种含砂雾封层混合料，其特征在于，包括：

权利要求 1-7 中任一项所述的乳化胶结料或权利要求 8 所述的制备方  
法制备的乳化胶结料，100 质量份；

集料，5~70 质量份。

15 10. 如权利要求 9 所述的含砂雾封层混合料，其特征在于，所述集料  
包含石英砂、刚玉砂、金刚砂及水洗砂中的一种或多种。

11. 如权利要求 9 所述的含砂雾封层混合料，其特征在于，所述混合  
料还包括：

助剂粉，0~20 质量份，优选为 5~20 质量份；

20 颜料，0~20 质量份，优选为 5~20 质量份；

胶乳添加剂，0~50 质量份，优选为 5~20 质量份。

12. 如权利要求 11 所述的含砂雾封层混合料，其特征在于，所述助剂  
粉包含钛白粉、高岭土、重钙、滑石粉及硅微粉中的一种或多种；和/或

25 所述胶乳添加剂包含丙烯酸胶乳、单组分水性环氧树脂、双组份水性  
环氧树脂、单组分水性聚氨酯、双组份水性聚氨酯及苯乙烯-丁二烯共聚物  
胶乳中的一种或多种。

13. 一种改性含砂雾封层混合料，其特征在于，包括：

权利要求 9-12 中任一项所述的含砂雾封层混合料，100 质量份；

乳化再生剂，0~20 质量份，优选为 5~10 质量份。

14. 如权利要求 13 所述的改性含砂雾封层混合料，其特征在于，所述乳化再生剂包含硬葡聚糖和阳离子乳化剂的混合物。

15. 一种乳化沥青，其特征在于，包括分散在水中的如下组分：

沥青，100 质量份；

5 黏土，10~30 质量份；

质子酸，0.01~1.5 质量份；

其中，所述乳化沥青的 pH 值为 2~12；优选的，所述乳化沥青的 pH 值为 6.5~7.5。

16. 如权利要求 15 所述的乳化沥青，其特征在于，所述乳化沥青的平均粒径为 3 $\mu\text{m}$ ~50 $\mu\text{m}$ ；优选的，所述乳化沥青的平均粒径为 5 $\mu\text{m}$ ~20 $\mu\text{m}$ 。

17. 如权利要求 15 所述的乳化沥青，其特征在于，所述黏土包括：

SiO<sub>2</sub>，100 质量份；

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，40~90 质量份。

18. 如权利要求 15 所述的乳化沥青，其特征在于，所述质子酸包括有 15 机酸和无机酸，

其中，所述有机酸包含柠檬酸、苹果酸、酒石酸、乙酸、丙二酸、丁二酸、草酸、琥珀酸及马来酸中的一种或多种；和/或

所述无机酸包含盐酸、硼酸及磷酸中的一种或多种。

19. 如权利要求 15 所述的乳化沥青，其特征在于，所述沥青包括改性 20 沥青，所述改性沥青包括：

第一基质沥青，100 质量份；

第二基质沥青，0~45 质量份；

乙烯醋酸乙烯酯共聚物，0~15 质量份；

苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，0~20 质量份；

25 石油树脂，0~25 质量份。

20. 如权利要求 19 所述的乳化沥青，其特征在于，所述改性沥青包括：

第一基质沥青，100 质量份；

第二基质沥青，15~45 质量份；

乙烯醋酸乙烯酯共聚物，5~15 质量份；

苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，5~15 质量份；

石油树脂，10~25 质量份。

21. 如权利要求 19 或 20 所述的乳化沥青，其特征在于，所述第一基  
5 质沥青的针入度为 60~120；和/或

所述第二基质沥青的针入度为 1~30，优选的，所述第二基质沥青的沥  
青质含量大于 35%；和/或

所述石油树脂的酸值为 0~16。

22. 一种乳化沥青的制备方法，其特征在于，包括：

10 将黏土和质子酸在水中混合分散均匀，得到第一混合物；

将所述第一混合物与沥青在升高的温度下混合搅拌以使沥青乳化，得  
到乳化沥青。

23. 一种沥青混合料，其特征在于，包括：

权利要求 15-21 中任一项所述的乳化沥青，100 质量份；

15 集料，10~70 质量份。

24. 如权利要求 23 所述的沥青混合料，其特征在于，所述集料包含石  
英砂、刚玉砂、金刚砂及水洗砂中的一种或多种。

25. 如权利要求 23 所述的沥青混合料，其特征在于，所述混合料还包  
括：

20 胶乳添加剂，0~20 质量份，优选为 5~20 质量份；

其中，所述胶乳添加剂包含丙烯酸胶乳、单组分水性环氧树脂、双组  
份水性环氧树脂、单组分水性聚氨酯、双组份水性聚氨酯及苯乙烯-丁二烯  
共聚物胶乳中的一种或多种。

26. 一种改性沥青混合料，其特征在于，包括：

25 权利要求 23-25 中任一项所述的沥青混合料，100 质量份；

乳化再生剂，0~10 质量份，优选为 5~10 质量份。

27. 如权利要求 26 所述的改性沥青混合料，其特征在于，所述乳化再  
生剂包含硬葡聚糖和阳离子乳化剂的混合物。

28. 一种混合料系统，其特征在于，包括：

权利要求 9-12 中任一项所述的含砂雾封层混合料、权利要求 13-14 中任一项所述的改性含砂雾封层混合料、权利要求 23-25 中任一项所述的沥青混合料或权利要求 26-27 中任一项所述的改性沥青混合料，和  
5 用于调节所述混合料系统粘度的溶液。

29. 如权利要求 28 所述的混合料系统，其特征在于，所述溶液包含酸性溶液和/或碱性溶液；

其中，所述酸性溶液的 pH 值为 1~3；和/或  
所述碱性溶液的 pH 值为 10~12。

10 30. 一种路面结构，其特征在于，包含权利要求 9-12 中任一项所述的含砂雾封层混合料、权利要求 13-14 中所述的改性含砂雾封层混合料、权利要求 23-25 中任一项所述的沥青混合料、权利要求 26-27 中任一项所述的改性沥青混合料及权利要求 28-29 中所述的混合料系统中的一种或多种。

15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/134656

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> C08L95/00(2006.01)i;C04B26/26 (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C08L,C04B  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) DWPI; SIPOABS; CNABS; CNKI; Elsevier; Caplus; 沥青, 胶结料, 黏土, 质子酸, 有机酸, 无机酸, 柠檬酸, 苹果酸, 酒石酸, 乙酸, 丙二酸, 丁二酸, 草酸, 琥珀酸, 马来酸, bitumen, binder, clay, protic acid, organic acid, inorganic acid, citric acid, malic acid, tartaric acid, acetic acid, malonic acid, succinic acid, oxalic acid, succinic acid, maleic acid		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016185966 A1 (RESEARCH INSTITUTE OF HIGHWAY MINISTRY OF TRANSPORT et al.) 30 June 2016 (2016-06-30) description, embodiments I-3, and paragraph 0027	1-30
X	CN 104277462 A (CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES METALS & CHEMISTRY RESEARCH INSTITUTE) 14 January 2015 (2015-01-14) claims 1-8	1-30
X	US 2005011407 A1 (PARTANEN, J. E.) 20 January 2005 (2005-01-20) claims 1-50	1-30
X	US 2006130704 A1 (PARTANEN, J. E.) 22 June 2006 (2006-06-22) claims 1-19	1-30
X	US 4576648 A (ELF FRANCE) 18 March 1986 (1986-03-18) claims 1-17	1-30
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>24 February 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>24 February 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2022/134656**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016185966	A1	30 June 2016	US	9982136	B2	29 May 2018
				EP	2985309	A2	17 February 2016
				EP	2985309	A3	06 July 2016
-----							
CN	104277462	A	14 January 2015	None			
-----							
US	2005011407	A1	20 January 2005	None			
-----							
US	2006130704	A1	22 June 2006	US	7547356	B2	16 June 2009
-----							
US	4576648	A	18 March 1986	IT	8224451	D0	26 November 1982
				IT	1156125	B	28 January 1987
				DK	527682	A	28 May 1983
				DK	169842	B1	13 March 1995
				BR	8206875	A	04 October 1983
				ES	517713	A0	16 August 1983
				AT	23723	T	15 December 1986
				EP	0080928	A1	08 June 1983
				EP	0080928	B1	20 November 1986
				FR	2517317	A1	03 June 1983
				FR	2517317	B1	09 May 1986
				CA	1168952	A	12 June 1984
				DE	3274363	D1	08 January 1987
				JPS	5898364	A	11 June 1983
				JPH	0241551	B2	18 September 1990
				BE	895150	A	16 March 1983
				NO	823989	L	30 May 1983
				NO	165500	B	12 November 1990
				NO	165500	C	20 February 1991
				AU	9092482	A	02 June 1983
				AU	557735	B2	08 January 1987
-----							

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/134656

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>C08L95/00 (2006.01) i; C04B26/26 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>C08L, C04B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>DWPI; SIPOABS; CNABS; CNKI; Elsevier; Caplus: 沥青, 胶结料, 黏土, 质子酸, 有机酸, 无机酸, 柠檬酸, 苹果酸, 酒石酸, 乙酸, 丙二酸, 丁二酸, 草酸, 琥珀酸, 马来酸, bitumen, binder, clay, protic acid, organic acid, inorganic acid, citric acid, malic acid, tartaric acid, acetic acid, malonic acid, succinic acid, oxalic acid, succinic acid, maleic acid</p>																				
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2016185966 A1 (RES INST HIGHWAY MINI TRANSP et al.) 2016年6月30日 (2016 - 06 - 30) 说明书实施例I-3和第0027段</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104277462 A (中国铁道科学研究院金属及化学研究所) 2015年1月14日 (2015 - 01 - 14) 权利要求1-8</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2005011407 A1 (John Eric Partanen) 2005年1月20日 (2005 - 01 - 20) 权利要求1-50</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2006130704 A1 (PARTANEN JOHN E) 2006年6月22日 (2006 - 06 - 22) 权利要求1-19</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 4576648 A (ELF FRANCE) 1986年3月18日 (1986 - 03 - 18) 权利要求1-17</td> <td>1-30</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:          “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件          “D” 申请人在国际申请中引证的文件          “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利          “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)          “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件          “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件          “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件          “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性          “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性          “&amp;” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	US 2016185966 A1 (RES INST HIGHWAY MINI TRANSP et al.) 2016年6月30日 (2016 - 06 - 30) 说明书实施例I-3和第0027段	1-30	X	CN 104277462 A (中国铁道科学研究院金属及化学研究所) 2015年1月14日 (2015 - 01 - 14) 权利要求1-8	1-30	X	US 2005011407 A1 (John Eric Partanen) 2005年1月20日 (2005 - 01 - 20) 权利要求1-50	1-30	X	US 2006130704 A1 (PARTANEN JOHN E) 2006年6月22日 (2006 - 06 - 22) 权利要求1-19	1-30	X	US 4576648 A (ELF FRANCE) 1986年3月18日 (1986 - 03 - 18) 权利要求1-17	1-30
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	US 2016185966 A1 (RES INST HIGHWAY MINI TRANSP et al.) 2016年6月30日 (2016 - 06 - 30) 说明书实施例I-3和第0027段	1-30																		
X	CN 104277462 A (中国铁道科学研究院金属及化学研究所) 2015年1月14日 (2015 - 01 - 14) 权利要求1-8	1-30																		
X	US 2005011407 A1 (John Eric Partanen) 2005年1月20日 (2005 - 01 - 20) 权利要求1-50	1-30																		
X	US 2006130704 A1 (PARTANEN JOHN E) 2006年6月22日 (2006 - 06 - 22) 权利要求1-19	1-30																		
X	US 4576648 A (ELF FRANCE) 1986年3月18日 (1986 - 03 - 18) 权利要求1-17	1-30																		
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																			
2023年2月24日	2023年2月24日																			
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																			
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	皋锋																			
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (+86) 010-62084462																			

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/134656

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2016185966	A1	2016年6月30日	US	9982136	B2	2018年5月29日
				EP	2985309	A2	2016年2月17日
				EP	2985309	A3	2016年7月6日
-----							
CN	104277462	A	2015年1月14日	无			
-----							
US	2005011407	A1	2005年1月20日	无			
-----							
US	2006130704	A1	2006年6月22日	US	7547356	B2	2009年6月16日
-----							
US	4576648	A	1986年3月18日	IT	8224451	D0	1982年11月26日
				IT	1156125	B	1987年1月28日
				DK	527682	A	1983年5月28日
				DK	169842	B1	1995年3月13日
				BR	8206875	A	1983年10月4日
				ES	517713	A0	1983年8月16日
				AT	23723	T	1986年12月15日
				EP	0080928	A1	1983年6月8日
				EP	0080928	B1	1986年11月20日
				FR	2517317	A1	1983年6月3日
				FR	2517317	B1	1986年5月9日
				CA	1168952	A	1984年6月12日
				DE	3274363	D1	1987年1月8日
				JPS	5898364	A	1983年6月11日
				JPH	0241551	B2	1990年9月18日
				BE	895150	A	1983年3月16日
				NO	823989	L	1983年5月30日
				NO	165500	B	1990年11月12日
				NO	165500	C	1991年2月20日
				AU	9092482	A	1983年6月2日
				AU	557735	B2	1987年1月8日
-----							