



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104060513 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 24

(21) 申请号 201410293032. 5

*C04B 26/26* (2006. 01)

(22) 申请日 2014. 06. 27

(71) 申请人 南京同安道路工程有限公司

地址 210000 江苏省南京市建邺区松花江西  
街 69 号

申请人 南京工业大学

南京东道路桥工程技术咨询有限公  
司

(72) 发明人 余波 王力 吴明亮 刘勇

刘根和 陈钊 施小强

(74) 专利代理机构 南京君陶专利商标代理有限

公司 32215

代理人 奚胜元

(51) Int. Cl.

*E01C 7/18* (2006. 01)

*E01C 7/26* (2006. 01)

权利要求书2页 说明书8页

(54) 发明名称

一种改性沥青级配碎石应力吸收防水层及其  
制作方法

(57) 摘要

一种改性沥青级配碎石应力吸收防水层及其  
制作方法涉及一种通过不同粒径橡胶粉复合改性的  
沥青连同级配碎石所构成的路面结构层,特别  
是一种强嵌挤型复合橡胶改性沥青级配碎石应力  
吸收防水层。由集料和复合橡胶粉改性沥青组成,  
制作方法包括(1) 施工前进行下承层的清扫、吹  
尘和清洗;(2) 制备复合橡胶粉改性沥青;(3) 在  
洒布橡胶沥青前,检查各项指标;(4) 复合橡胶粉  
改性沥青洒布;(5) 撒铺碎石;(6) 碾压。

1. 一种改性沥青级配碎石应力吸收防水层,其特征在于:由集料和复合橡胶粉改性沥青组成,所述集料采用粒径为  $\Phi 9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$  的两档碎石料;采用按照集料重量计的 0.2 ~ 0.5% 的复合橡胶粉改性沥青进行预裹附,所述裹附温度为 120℃ 以上,预裹附的集料堆放时间不超过两周。

2. 根据权利要求 1 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层,其特征在于:所述碎石料的石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石。

3. 权利要求 1 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法,其特征在于:包括如下步骤,

(1) 施工前进行下承层的清扫、吹尘和清洗

所述清扫采用滑移车和人工方式结合,将原路面进行全面清扫,再用森林灭火鼓风机沿纵向排成斜线将浮灰吹净,清除旧路或基层表面的浮灰和泥浆;

(2) 制备复合橡胶粉改性沥青

(2-1) 确定橡胶粉的掺量

选择至少三个不同的橡胶粉掺量进行试验,所述掺量即质量百分比为基质沥青质量的 16% ~ 20%,从而得到确定的掺量;

(2-2) 生产复合橡胶粉改性沥青

采用橡胶沥青生产设备,采取间歇式方式生产;并对成品橡胶沥青进行检验,以确保产品质量;

(3) 在洒布橡胶沥青前,检查各项指标

a、空气温度和地面温度都不低于 15℃;

b、下承层干燥,路缘石防护良好;

c、所需设备进入待命状态,所述设备包括橡胶沥青洒布车、碎石撒布机、胶轮压路机;

(4) 复合橡胶粉改性沥青洒布

a、橡胶沥青洒布量采用  $2.2\sim 2.8\text{kg}/\text{m}^2$ ,可视试验路效果定;

b、起步和终止位置应铺工程纸,以准确进行横向衔接,洒布车经过后应及时取走工程纸;

c、纵向衔接应与已洒布部分重叠 10cm;

(5) 撒铺碎石

经过步骤(4)复合橡胶粉改性沥青洒布后立即撒铺碎石,碎石的级配构成采用粒径为  $\Phi 9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$  的碎石进行撒铺,分两次进行;其中,先撒铺  $9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$  档碎石,再撒铺  $4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$  档碎石,粒径为  $\Phi 9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$  的碎石质量比为 4:1;碎石撒铺量采用  $16\pm 2\text{kg}/\text{m}^2$ ,根据试铺情况确定,以满铺、不散失为度,补足局部碎石撒铺量不足的地方;

(6) 碾压

经过步骤(5)碎石撒铺后应立即进行碾压作业,采用 25T 以上的胶轮压路机紧跟碎石撒铺车进行压实完成碾压。

4. 根据权利要求 3 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法,其特征在于:所述步骤(1)清扫完毕后,将此路段开放交通,利用车轮有吸附作用清洁路面后进行同步碎石施工。

5. 根据权利要求 3 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法,其特征在在于:步骤(2-1)中橡胶沥青胶粉掺量的确定以 177℃旋转粘度为主要指标,旋转粘度范围为 1.5~4.0Pa·s,上限值 4.0Pa·s 保证良好的路用性能,下限值 1.5Pa·s 保证一定的施工性能,防止因粘度过大造成泵送、拌和困难。

6. 根据权利要求 3 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法,其特征在在于:步骤(2-1)中所述试验方法为:将 20 目和 60 目货车轮胎即斜交胎橡胶粉按照质量 3:2 的比例拌合均匀,温度控制在 177~204℃之间,拌和 1 小时后进行试验,所述橡胶沥青胶粉掺量按照质量比为 1%或 2%的间隔,选择至少三个不同的橡胶粉掺量进行试验,并根据试验结果确定橡胶粉掺量;所得橡胶沥青在下承层温度为 40℃ 以上时,完成碾压时间为 20 分钟,在下承层温度为 18℃~40℃时,完成碾压时间为 10 分钟。

7. 根据权利要求 3 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法,其特征在在于:步骤(2-2)中所述的生产步骤为采用 20 目货车轮胎即斜交胎胶粉和 60 目货车胶粉以 3:2 的质量比混合进行膨化处理;处理后的橡胶粉以步骤(2-1)中确定的掺量添加到温度为 176℃~226℃的基质沥青中,采用高速剪切机进行搅拌均匀,速度为 3000r/min,泵送到反应罐中保持温度为 150℃~218℃,经过 45~60min 时间的反应制得复合橡胶粉改性沥青。

8. 根据权利要求 7 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法,其特征在在于:所述膨化处理是利用大功率超声波聚能器和相应的剥离机械将硫化橡胶粉的 S-S 共价键断裂,尽量不切断 C—C 键,打破部分分子间的网架结构使其部分脱硫。

9. 根据权利要求 3 所述的改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法,其特征在在于:步骤(6)中所述碾压遍数为 3 遍,从洒布复合橡胶粉改性沥青到碾压完成应及时完成,即当下承层温度为 40℃ 以上时,完成碾压时间为 20 分钟,当下承层温度为 18℃~40℃时,完成碾压时间为 10 分钟。

## 一种改性沥青级配碎石应力吸收防水层及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明一种改性沥青级配碎石应力吸收防水层及其制作方法涉及一种通过不同粒径橡胶粉复合改性的沥青连同级配碎石所构成的路面结构层,特别是一种强嵌挤型复合橡胶改性沥青级配碎石应力吸收防水层。

### 背景技术

[0002] 由于受设计理念的束缚以及设计周期的影响,我国各地沥青路面几乎是千篇一律的采用半刚性基层沥青路面这种单一化的结构形式。由于半刚性基层材料极易导致基层产生干缩和温缩裂缝,进而产生反射裂缝。

[0003] 反射裂缝是半刚性基层沥青路面裂缝的主要形式,它破坏了路面结构整体性和连续性,加速沥青路面的破坏,从而影响公路使用质量和寿命。我国每年都要投入大量资金进行公路设施的养护,其中很大一部分与反射裂缝导致的病害相关。

[0004] 目前国内外应力吸收层技术包括以下几种:

#### (1) SAWFTL 应力吸收层技术

SAWFTL 应力吸收层是一种特殊路面的沥青混合料,主要以推迟反射裂缝的发生为目的,是采用 9.5mm 筛孔以下的骨料和机制砂与高弹改性沥青结合料混合而成的一种沥青混合料。由于采用的高弹改性沥青胶结料在混合料中形成高弹性沥青网状结构,加之混合料骨料较小,可有效防止混合料在运输和摊铺过程中出现离析。应力吸收层胶结料含量大,具有很好的粘附性和防水性,适用于铺筑在半刚性基层与沥青混凝土面层之间,也适用于旧水泥混凝土路面上加铺沥青混凝土两层,以及桥面水泥混凝土铺装与沥青混凝土铺装的中面层。这中混合料的设计抗疲劳次数比普通沥青混凝土高 20 多倍,由于具有较好的劲度,所以能够承受路面底层拉应力,延缓反射裂缝的产生。

#### [0005] (2) STRATA 应力吸收层

Strata 反射裂缝应力吸收系统是美国科氏材料公司为了延缓水泥混凝土路面反射裂缝而开发的一种沥青混凝土路面结构型式。Strata 沥青混合料的特点是由大量的细集料、矿物填料和高含量聚合物改性沥青胶结料组成,该系统由一层高弹性、密级配热拌沥青混合料中间层(Strata 应力吸收层)和上面的热拌沥青混合料罩面层组成。Strata 应力吸收层沥青含量高、不渗透且柔韧性好,其延缓和防止反射裂缝的效果优于目前国内外普遍采用的玻纤格栅等土工合成材料,并可延长沥青混凝土罩面层的服务寿命。

#### [0006] (3) 高弹性改性沥青砼应力吸收层

高弹性改性沥青砼应力吸收层沥青含量高、采用弹性恢复性能优异的聚合物改性沥青、细集料含量高、矿粉用量大、不渗水且柔韧性好、具备优异的变形恢复能力、具备优良的自愈能力等特点,混合料由 0-3mm、3-5mm、5-10mm 三档矿质集料组成,矿料中小于 2.36mm 的细集料大约占集料的 70% - 80%,而且粉料含量不超过 8%。油石比高达 9.0。铺设厚度为 2.5 ± 0.5cm,碾压时不宜振动且不用胶轮碾压。该技术对下承层的平整度以及原材料、拌和温度、摊铺温度、碾压温度都有严格要求,因此,需要相应的先进设备和高素质的施工队

伍。

#### [0007] (4) 应力吸收防水粘结层(SAWI)

SAWI 混合料与常规混合料相比具有含油量高, 细料含量大, 铺设厚度薄等特点, 其胶结料为特种聚合物改性沥青, 其具有较高的高温黏度和低温延度, 矿料中小于 2.36mm 的细集料含量大约占集料的 60% 以上, 其铺层厚度要求为 (2.5 ± 0.5) cm, 孔隙率应控制在 3 ~ 5% 以内。

#### [0008] (5) Sampave 应力吸收层

Sampave 应力吸收层系统研发的基本思想是设计具有优良抗反射裂缝能力的沥青及沥青混合料和具有特定防裂功能的应力吸收层材料, 增加旧水泥混凝土路面上沥青加铺层的疲劳寿命, 同时抵抗水的渗透。Sampave 应力吸收层系统主要由应力吸收中间夹层和具有一定厚度的沥青罩面层组成, 其中胶结料达到 AASHTO PG76-28 以上的性能分级要求。

#### [0009] (6) 同步碎石应力吸收层

同步碎石应力吸收层是指用专用的同步碎石车分 2 次在特定温度下将单一粒径的矿质集料及沥青胶结料同时洒布在路面, 在一定温度控制下在胶轮压路机碾压成型。同步碎石应力吸收层从结构上来分析其有 3 层结构组成, 最底层为一定厚度的沥青膜, 中间层为悬浮密实结构的沥青混合料, 最上一层为被沥青裹覆面积达到 70% 的矿质集料。

#### [0010] (7) 半刚性沥青路面“砂胶”应力吸收层技术

砂胶应力吸收层具有良好的弹性和抗疲劳性能, 主要由石灰岩矿料和特殊改性沥青组成, 其特征是采用的集料细 (均在 5mm 以下)、矿粉用量大、油石比大、空隙率低及饱和度大, 矿质集料基本上悬浮于沥青与矿粉形成的胶浆之间, 与上下面层的粘附性较好。用于应力吸收层的矿料的公称粒径均在 5mm 以下, 并且主要集中在 0.3mm、0.6mm 和 1.18mm。矿粉及沥青用量 (约为 9%) 大, 沥青与矿料粘附性好。从矿料组成来看, 属于悬浮—密实结构。因此, 在混合料中沥青与细集料形成的沥青胶砂约占 70%, 骨料相对较少。

#### [0011] (8) 玻纤土工格栅 (在刚改柔路面工程中被广泛使用于旧水泥混凝土路面与沥青加铺层之间)

加拿大多伦多市 Lester Pearson 国际机场道面加铺时, 采用玻纤栅格防止放射裂缝, 四年后调查表明: 道面反射裂缝减少了 50%, 1986 年 Brown 教授对 Tensar 格栅路用性能进行研究, 认为其减少道路车辙 50%, 防止放射裂缝, 沥青面层厚度可减少 36%。RMC (加拿大皇家军事学院) 的实验结果表明, 在沥青面层底部铺设土工格栅时可减少沥青层底部的弹性拉应变 50%, 层底设土工格栅的情况可以承受 8000 次的荷载作用, 而未设土工格栅当沥青层厚为 250mm 时也只能承受 92000 次荷载的作用; 根据等效原理, 铺设土工格栅, 沥青层厚度可减少 100mm。

[0012] 我国自八十年代末开始研究此技术, 哈尔滨建筑工程学院道路研究所于 1973 年 7 月提出了《塑料栅格在柔性路面结构工程中的应用》研究报告, 黄岩等人通过室内试验评价了玻璃纤维栅格、土工布、土工栅格等夹层的防裂效果, 得到结论: 土工夹层材料对于由于基层水平位移引起的张开型裂缝能起到较好的防裂作用, 而且玻璃栅格的防裂效果要优于土工布。

[0013] 玻纤格栅主要作用为均匀传递荷载, 并将反射裂缝应力由垂直方向转为水平方向, 但这种材料的施工较麻烦, 也起不到防水与层间粘结的作用。

**[0014] (9) SAF 应力吸收层**

SAF 反射裂缝应力吸收层系统是为了延缓水泥混凝土路面反射裂缝而开发的一种沥青混凝土路面结构系统。该系统由一层高弹性、密级配热拌沥青混合料中间层(SAF 应力吸收层)和上面的热拌沥青混合料罩面层组成。SAF 应力吸收层沥青含量高、不渗透且柔韧性好,其延缓和防止反射裂缝的效果优于目前国内外普遍采用的玻纤格栅等土工合成材料,并可延长沥青混凝土罩面层的寿命。SAF 沥青混合料的特点是由大量的细集料、矿物填料和高含量聚合物改性沥青胶结料组成,要求铺层厚度通常在  $2.5 \pm 0.5\text{cm}$ ,铺层空隙率  $3 \pm 2\%$ 。

**[0015] (10) Simm 应力吸收层**

Simm 应力吸收层美国科氏公司的开发的另一项专项改性沥青混合料应力吸收材料技术,专为水泥混凝土加铺沥青层使用,Simm 系统专为半刚性基层铺筑沥青层设计,其机理与 Strata 系统类似,Simm 系统沥青罩面层最小厚度为  $13\text{cm}$ ,一般为  $15\text{--}18\text{cm}$ 。目前国内已引进了该系统。

**[0016] (11) 路面专用土工布应力吸收夹层(在新建沥青路面、沥青路面罩面工程、水泥混凝土路面罩面工程及桥面铺装)**

土工布具有耐高温、抗拉强度高、吸附性好等特点,能起到延缓反射裂缝的作用,但由于厚度较薄且与旧水泥混凝土路面粘结性差,因此,使用效果有局限性。

**[0017] (12) ISAC 复合夹层(伊利诺伊州加铺改造工程)**

ISAC 系统由低劲度的土工织物、粘弹性膜和高劲度土工织物三层材料组成,是一种“三明治”结构,由伊利诺斯大学开发。

[0018] 伊利诺斯大学的研究认为,ISAC 中的橡胶沥青是 ISAC 防裂体系设计的关键。由于橡胶沥青是一层低劲度的粘弹性薄膜,它的存在是沥青路面中间出现了一个薄弱层,为了防止沥青路面的整体滑移,必须保证 ISAC 在高温低速剪切速率下有足够的剪切强度。研究证明:通过对 ISAC 中的橡胶沥青改性(掺入一定量的石灰粉),可以明显的提高 ISAC 在高温低速剪切试验中的抗剪强度。

**[0019] (13) 无纺土工布应力吸收夹层**

无纺织物厚度为  $0.4\text{mm} \sim 4\text{mm}$ ,模量为  $100\text{MPa} \sim 160\text{MPa}$ ,临界应力  $5\text{MPa} \sim 20\text{MPa}$ ,临界应变  $40\% \sim 140\%$ 。无纺织物夹层的主要作用与橡胶沥青应力吸附夹层相似。而织物由于模量稍高,可对加铺层起少量加筋作用。

**[0020] (14) 纤维碎石封层**

纤维碎石封层技术是指采用纤维封层核心设备同时洒(撒)布沥青粘结料和玻璃纤维,然后上面撒布碎石经碾压后形成新的磨耗层或者应力吸收中间层的一种新型道路建设施工和养护技术。该技术由法国 SECMAIR 公司开发。施工时,经过专门工艺破碎切割的纤维在上下两层均匀洒布的沥青结合料中呈乱向均匀分布,相互搭接,与沥青结合料形成网络缠绕结构,类似一层具有高弹性和高强度的防护网垫。该技术在英国、美国、澳大利亚、法国等国家均已得到普遍应用。对 4 个不同国家的性能跟踪测试一致表明,纤维封层能够明显改善沥青路面的质量:抗拉强度提高 30% 以上;抗疲劳性能增加 30% 以上;抗车辙性能增加 300% 以上。

[0021] 以上方案或者存在成本过高的缺点,或者存在施工困难的缺点,或者存在防治反

射裂缝效果差的缺点,本发明开发出一种新的橡胶沥青应力吸收防水层方案:强嵌挤型复合橡胶改性沥青级配碎石应力吸收防水层。

[0022] 常规的橡胶沥青应力吸收层 (Stress Absorbing Membrane Interlayer, 简称 SAMI) 是由橡胶沥青胶结料、单粒径集料组成。通常是指在路面上洒布  $2 \sim 2.5\text{kg}/\text{m}^2$  的橡胶沥青,同时在橡胶沥青上撒布一定量(一般建议为  $12 \sim 15\text{kg}/\text{m}^2$ ) 的粒径  $9 \sim 12\text{mm}$  的预拌沥青碎石,形成  $1\text{cm}$  左右厚度的橡胶沥青应力吸收层,能有效地防止水分的侵入,同时与下面层和铺装层粘结紧密。这种单粒径的应力吸收层,在铺设上面层后,相当长的一段时间内,混合料嵌挤结构未能完全形成。

## 发明内容

[0023] 本发明的目的是针对上述不足之处提供一种改性沥青级配碎石应力吸收防水层及其制作方法,在常规橡胶沥青应力吸收层的基础上改进完善,可以缩短混合料嵌挤结构的形成时间,对减缓反射裂缝的产生与扩展有明显的效果,可使裂缝处相对位移产生的应力传到面层时大为减少,可明显地减弱裂缝尖端应力的奇异性,降低应力强度因子,从而达到延缓反射裂缝产生的目的;特别适用于解决半刚性基层沥青路面、水泥混凝土路面罩面层的反射裂缝问题。

[0024] 改性沥青级配碎石应力吸收防水层及其制作方法是采取以下技术方案实现的:

改性沥青级配碎石应力吸收防水层由集料和复合橡胶粉改性沥青组成,所述集料采用粒径为  $\Phi 9.5\text{mm} \sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm} \sim 9.5\text{mm}$  的两档碎石料;采用按照集料重量计的  $0.2 \sim 0.5\%$  的复合橡胶粉改性沥青进行预裹附,所述裹附温度为  $120^\circ\text{C}$  以上,预裹附的集料堆放时间不超过两周。

[0025] 所述碎石料的石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石。

[0026] 所述碎石料采用反击式破碎机轧制。

[0027] 改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法包括如下步骤,

(1) 施工前进行下承层的清扫、吹尘和清洗

所述清扫采用滑移车和人工方式结合,将原路面进行全面清扫,再用森林灭火鼓风机沿纵向排成斜线将浮灰吹净,清除旧路或基层表面的浮灰和泥浆;

(2) 制备复合橡胶粉改性沥青

(2-1) 确定橡胶粉的掺量

选择至少三个不同的橡胶粉掺量进行试验,所述掺量即质量百分比为基质沥青质量的  $16\% \sim 20\%$ ,从而得到确定的掺量;

(2-2) 生产复合橡胶粉改性沥青

采用市售的橡胶沥青生产设备,采取间歇式方式生产;并对成品橡胶沥青及时进行检查,以确保产品质量;

(3) 在洒布橡胶沥青前,检查各项指标

a、空气温度和地面温度都不低于  $15^\circ\text{C}$ ;

b、下承层干燥,路缘石防护良好;

c、需用的设备进入待命状态,所述设备包括橡胶沥青洒布车、碎石撒布机、胶轮压路机;

(4) 复合橡胶粉改性沥青洒布

- a、橡胶沥青洒布量采用  $2.2 \sim 2.8\text{kg}/\text{m}^2$ ，可视试验路效果定；
- b、起步和终止位置应铺工程纸，以准确进行横向衔接，洒布车经过后应及时取走工程纸；
- c、纵向衔接应与已洒布部分重叠  $10\text{cm}$ ；

(5) 撒铺碎石

经过步骤(4)复合橡胶粉改性沥青洒布后立即撒铺碎石，碎石的级配构成采用粒径为  $\Phi 9.5\text{mm} \sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm} \sim 9.5\text{mm}$  的碎石进行撒铺，分两次进行；其中，先撒铺  $9.5\text{mm} \sim 13.2\text{mm}$  档碎石，再撒铺  $4.75\text{mm} \sim 9.5\text{mm}$  档碎石，粒径为  $\Phi 9.5\text{mm} \sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm} \sim 9.5\text{mm}$  的碎石质量比为  $4:1$ ；碎石撒铺量采用  $16 \pm 2\text{kg}/\text{m}^2$ ，根据试铺情况确定，以满铺、不散失为度，对于局部碎石撒铺量不足的地方，应补足；

(6) 碾压

经过步骤(5)碎石撒铺后应立即进行碾压作业，采用  $25\text{T}$  以上的胶轮压路机紧跟碎石撒铺车进行压实完成碾压；

上述六个步骤完成了应力吸收层的施工，考虑到路面面层的施工，还需要进行下述步骤，以保证路面整体施工质量。

[0028] (7)对橡胶沥青应力吸收层进行清扫，以清除没有粘结的松散碎石，避免影响 SAMI 层与上面层的粘结；

(8)橡胶沥青应力吸收层施工与上面层沥青混合料紧凑进行，中间不开放交通，若期间必须开放交通，须待 SAMI 施工完成 3 小时后方可开放交通，但车速不宜超过  $25\text{km}/\text{h}$ 。在上面层沥青混合料施工前须加洒粘层油，粘层油洒布量控制在  $0.25\text{kg}/\text{m}^2$ 。

[0029] 所述步骤(1)清扫完毕后，将此路段开放交通，利用车轮有吸附作用清洁路面后进行同步碎石施工。

[0030] 步骤(2-1)中橡胶沥青胶粉掺量的确定以  $177^\circ\text{C}$  旋转粘度为主要指标，旋转粘度范围为  $1.5 \sim 4.0\text{Pa} \cdot \text{s}$ ，上限值  $4.0\text{Pa} \cdot \text{s}$  保证良好的路用性能，下限值  $1.5\text{Pa} \cdot \text{s}$  保证一定的施工性能，防止因粘度过大造成泵送、拌和困难；

步骤(2-1)中所述试验方法为：将 20 目和 60 目货车轮胎（即斜交胎）橡胶粉按照质量  $3:2$  的比例拌合均匀，温度控制在  $177 \sim 204^\circ\text{C}$  之间，拌和 1 小时后进行试验，所述橡胶沥青胶粉掺量按照质量比为  $1\%$  或  $2\%$  的间隔，选择至少三个不同的橡胶粉掺量进行试验，并根据试验结果确定橡胶粉掺量；所得橡胶沥青应当在下承层温度为  $40^\circ\text{C}$  以上时，完成碾压时间为 20 分钟，在下承层温度为  $18^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$  时，完成碾压时间为 10 分钟。

[0031] 步骤(2-2)中所述的生产步骤为采用 20 目货车轮胎即斜交胎胶粉和 60 目货车胶粉以  $3:2$  的质量比混合进行膨化处理；处理后的橡胶粉以步骤(2-1)中确定的掺量添加到温度为  $176^\circ\text{C} \sim 226^\circ\text{C}$  的基质沥青中，采用高速剪切机进行搅拌均匀，速度为  $3000\text{r}/\text{min}$ ，泵送到反应罐中保持温度为  $150^\circ\text{C} \sim 218^\circ\text{C}$ ，经过  $45 \sim 60\text{min}$  时间的反应制得复合橡胶粉改性沥青。

[0032] 所述膨化处理是利用大功率超声波聚能器和相应的剥离机械将硫化橡胶粉的 S-S 共价键（键能  $270\text{kJ}/\text{mol}$ ，键长  $0.206\text{nm}$ ）断裂，尽量不切断 C—C 键（键能  $370\text{kJ}/\text{mol}$ ，键长  $0.158\text{nm}$ ），打破部分分子间的网架结构使其部分脱硫。在显微镜下膨化后的胶粉呈爆米花状，粉末颗粒内部形成大量相互贯穿的微裂纹网络，使得比表面积提高，因而具有巨大的表



面能。同时粉末颗粒有大量的悬键存在,使膨化胶粉与沥青有较特殊的相容性和稳定性。

[0033] 步骤(6)中所述碾压遍数为3遍,从洒布复合橡胶粉改性沥青到碾压完成应及时完成,即当下承层温度为40℃以上时,完成碾压时间为20分钟,当下承层温度为18℃~40℃时,完成碾压时间为10分钟。

[0034] 本发明的优点在于:

1、本发明所述的方法生产的复合胶粉改性沥青,技术性能和路用性能优良,提高了沥青材料的软化点、低温延度等技术指标,同时,提高了沥青粘韧性、韧性指标,在保证高粘橡胶沥青使用要求的基础上,改善了橡胶沥青的施工和易性和可储存性能。

[0035] 2、优化常规橡胶沥青应力吸收层结构,采用级配碎石代替单粒径碎石,改善了沥青路面整体结构,提高路面整体强度,改善路用性能;

3、该方法具有施工方便、简单易行,易于应用在工业化生产中。

### 具体实施方式

[0036] 改性沥青级配碎石应力吸收防水层及其制作方法是采取以下技术方案实现的:

改性沥青级配碎石应力吸收防水层由集料和复合橡胶粉改性沥青组成,所述集料采用粒径为 $\Phi 9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$ 和粒径为 $\Phi 4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$ 的两档碎石料;采用按照集料重量计的0.2~0.5%的复合橡胶粉改性沥青进行预裹附,所述裹附温度为120℃以上,预裹附的集料堆放时间不超过两周。

[0037] 所述碎石料的石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石。

[0038] 所述碎石料采用反击式破碎机轧制。

[0039] 改性沥青级配碎石应力吸收防水层的制作方法包括如下步骤,

(1) 施工前进行下承层的清扫、吹尘和清洗

所述清扫采用滑移车和人工方式结合,将原路面进行全面清扫,再用森林灭火鼓风机沿纵向排成斜线将浮灰吹净,清除旧路或基层表面的浮灰和泥浆;

(2) 制备复合橡胶粉改性沥青

(2-1) 确定橡胶粉的掺量

选择至少三个不同的橡胶粉掺量进行试验,所述掺量即质量百分比为基质沥青质量的16%~20%,从而得到确定的掺量;

(2-2) 生产复合橡胶粉改性沥青

采用市售的橡胶沥青生产设备,采取间歇式方式生产;并对成品橡胶沥青及时进行检查,以确保产品质量;

(3) 在洒布橡胶沥青前,检查各项指标

a、空气温度和地面温度都不低于15℃;

b、下承层干燥,路缘石防护良好;

c、需用的设备进入待命状态,所述设备包括橡胶沥青洒布车、碎石撒布机、胶轮压路机;

(4) 复合橡胶粉改性沥青洒布

a、橡胶沥青洒布量采用 $2.2\sim 2.8\text{kg}/\text{m}^2$ ,可视试验路效果定;

b、起步和终止位置应铺工程纸,以准确进行横向衔接,洒布车经过后应及时取走工程纸;

c、纵向衔接应与已洒布部分重叠 10cm；

#### (5) 撒铺碎石

经过步骤(4)复合橡胶粉改性沥青洒布后立即撒铺碎石,碎石的级配构成采用粒径为  $\Phi 9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$  的碎石进行撒铺,分两次进行;其中,先撒铺  $9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$  档碎石,再撒铺  $4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$  档碎石,粒径为  $\Phi 9.5\text{mm}\sim 13.2\text{mm}$  和粒径为  $\Phi 4.75\text{mm}\sim 9.5\text{mm}$  的碎石质量比为 4:1;碎石撒铺量采用  $16\pm 2\text{kg}/\text{m}^2$ ,根据试铺情况确定,以满铺、不散失为度,对于局部碎石撒铺量不足的地方,应补足;

#### (6) 碾压

经过步骤(5)碎石撒铺后应立即进行碾压作业,采用 25T 以上的胶轮压路机紧跟碎石撒铺车进行压实完成碾压;

上述六个步骤完成了应力吸收层的施工,考虑到路面面层的施工,还需要进行下述步骤,以保证路面整体施工质量。

[0040] (7)对橡胶沥青应力吸收层进行清扫,以清除没有粘结的松散碎石,避免影响 SAMI 层与上面层的粘结;

(8)橡胶沥青应力吸收层施工与上面层沥青混合料紧凑进行,中间不开放交通,若期间必须开放交通,须待 SAMI 施工完成 3 小时后方可开放交通,但车速不宜超过  $25\text{km}/\text{h}$ 。在上面层沥青混合料施工前须加洒粘层油,粘层油洒布量控制在  $0.25\text{kg}/\text{m}^2$ 。

[0041] 所述步骤(1)清扫完毕后,将此路段开放交通,利用车轮有吸附作用清洁路面后进行同步碎石施工。

[0042] 步骤(2-1)中橡胶沥青胶粉掺量的确定以  $177^\circ\text{C}$  旋转粘度为主要指标,旋转粘度范围为  $1.5\sim 4.0\text{Pa}\cdot\text{s}$ ,上限值  $4.0\text{Pa}\cdot\text{s}$  保证良好的路用性能,下限值  $1.5\text{Pa}\cdot\text{s}$  保证一定的施工性能,防止因粘度过大造成泵送、拌和困难;

步骤(2-1)中所述试验方法为:将 20 目和 60 目货车轮胎(即斜交胎)橡胶粉按照质量 3:2 的比例拌合均匀,温度控制在  $177\sim 204^\circ\text{C}$  之间,拌和 1 小时后进行试验,所述橡胶沥青胶粉掺量按照质量比为 1%或 2%的间隔,选择至少三个不同的橡胶粉掺量进行试验,并根据试验结果确定橡胶粉掺量;所得橡胶沥青应当在下承层温度为  $40^\circ\text{C}$  以上时,完成碾压时间为 20 分钟,在下承层温度为  $18^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$  时,完成碾压时间为 10 分钟。

[0043] 步骤(2-2)中所述的生产步骤为采用 20 目货车轮胎即斜交胎胶粉和 60 目货车胶粉以 3:2 的质量比混合进行膨化处理;处理后的橡胶粉以步骤(2-1)中确定的掺量添加到温度为  $176^\circ\text{C}\sim 226^\circ\text{C}$  的基质沥青中,采用高速剪切机进行搅拌均匀,速度为  $3000\text{r}/\text{min}$ ,泵送到反应罐中保持温度为  $150^\circ\text{C}\sim 218^\circ\text{C}$ ,经过  $45\sim 60\text{min}$  时间的反应制得复合橡胶粉改性沥青。

[0044] 所述膨化处理是利用大功率超声波聚能器和相应的剥离机械将硫化橡胶粉的 S-S 共价键(键能  $270\text{kJ}/\text{mol}$ ,键长  $0.206\text{nm}$ )断裂,尽量不切断 C-C 键(键能  $370\text{kJ}/\text{mol}$ ,键长  $0.158\text{nm}$ ),打破部分分子间的网架结构使其部分脱硫。在显微镜下膨化后的胶粉呈爆米花状,粉末颗粒内部形成大量相互贯穿的微裂纹网络,使得比表面积提高,因而具有巨大的表面能。同时粉末颗粒有大量的悬键存在,使膨化胶粉与沥青有较特殊的相容性和稳定性。

[0045] 步骤(6)中所述碾压遍数为 3 遍,从洒布复合橡胶粉改性沥青到碾压完成应及时完成,即当下承层温度为  $40^\circ\text{C}$  以上时,完成碾压时间为 20 分钟,当下承层温度为  $18^\circ\text{C}\sim$

40℃时,完成碾压时间为 10 分钟。

[0046] 步骤 2) 制备的复合橡胶粉改性沥青,即高粘橡胶沥青(Wet Process-High Viscosity)需要采用较高的橡胶粉用量,一般在 15%以上,且采用粒径较大的胶粉,其粘度较高,177℃的粘度通常要求在 1.5Pa·s 以上,因此具有优良的路用性能,是国外应力吸收层、沥青混合料中应用最多的橡胶沥青类型。但是由于胶粉粒径较大,存储过程中容易离析,通常需要现场加工使用。

[0047] 所述复合橡胶粉改性沥青具有以下优点:

1) 采用 20 目货车轮胎(即斜交胎)胶粉和 60 目货车胶粉以质量比为 3:2 的比例进行混合,在保证路用性能的同时,改善施工和易性。

[0048] 2) 采用胶粉复合改性的方式,可以提高胶粉用量,增加废旧胶粉利用率,减少基质沥青使用量,从而降低成本。

[0049] 3) 常规橡胶沥青制作方法是直接将胶粉与基质沥青混合、高速剪切搅拌,本发明将胶粉经过膨化处理后再与基质沥青进行剪切拌合。膨化处理后的胶粉颗粒内部形成大量相互贯穿的微裂纹网络,使得比表面积提高,因而具有巨大的表面能。同时粉末颗粒有大量的悬键存在,使膨化胶粉与沥青有较特殊的相容性和稳定性。因此橡胶沥青具有更好的稳定性。

[0050] 改性沥青级配碎石应力吸收防水层的集料技术要求见表 1

表 1 SAMI 应力吸收层用粗集料质量技术要求

检验项目	单位	技术要求
石料压碎值	%	≤ 26
洛杉矶磨耗损失	%	≤ 28
视密度	t/m <sup>3</sup>	≥ 2.6
吸水率	%	≤ 2.0
对橡胶沥青的粘附性		≥ 5 级
坚固性	%	≤ 12
针片状颗粒含量	%	≤ 10
水洗法 <0.075mm 颗粒含量	%	≤ 1
软石含量	%	≤ 3
上面层石料磨光值	BPN	≥ 42

橡胶沥青胶粉掺量应满足以下技术要求,其抽检项目、抽检频率符合表 2 的要求。

[0051] 表 2 橡胶沥青技术要求

项目	技术要求	试验方法
粘度,177℃,Pa·s	1.5-4.0	T0625 - 2000
针入度,25℃,100g,5s,0.1mm,最小	25	T0604 - 2000
软化点,℃,最小	57	T0606 - 2000
弹性恢复,25℃,1h,最小	30	T0662 - 2000

为加强现场质量控制,橡胶应力吸收层优先采用同步碎石封层车进行一体化施工。

[0052] 橡胶沥青同步碎石封层车可将沥青结合料的喷洒和骨料的撒布同时进行,使沥青结合料与骨料之间有最充分的接触,以达到它们之间最大限度的粘结度。

[0053] 与普通的碎石封层相比,橡胶沥青同步碎石封层缩短了喷洒粘结剂与撒布骨料之间的时间间隔,使骨料颗粒能更好的植入粘结剂中,以获得更多的裹覆面积。其更容易保证粘结剂和石屑之间稳定的比例关系,提高作业生产率,减少了机械配置,降低了施工成本。