



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103450692 B

(45) 授权公告日 2016.04.27

(21) 申请号 201310405162.9

C04B 26/26(2006.01)

(22) 申请日 2013.09.06

(56) 对比文件

(73) 专利权人 武汉市市政建设集团有限公司
地址 430074 湖北省武汉市江汉区红旗渠路
98号419办公室
专利权人 武汉理工大学

CN 101629020 A, 2010.01.20,
CN 102786257 A, 2012.11.21,
CN 101700970 A, 2010.05.05,
CN 101935459 A, 2011.01.05,
CN 102924936 A, 2013.02.13,
CN 101629020 A, 2010.01.20,
CN 103275501 A, 2013.09.04,

(72) 发明人 谢先启 丁庆军 赵明宇 邓利明
沈凡 黄小霞 张勇 陆超 卢吉
李扬 黄奎 谢磊

审查员 王春芬

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102
代理人 唐万荣

(51) Int. Cl.

C08L 95/00(2006.01)
C08L 91/00(2006.01)
C08L 53/02(2006.01)
C08L 57/02(2006.01)
C08L 45/00(2006.01)
C08L 23/26(2006.01)

权利要求书1页 说明书10页

(54) 发明名称

一种再生半柔性路面材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高效利用废弃沥青混凝土的再生半柔性路面材料及其制备方法。具体涉及一种老化沥青改性再生剂及其制备方法,其特征在于各组分按质量比为基础油:增弹组分:增粘组分:增渗组分=100:20-50:10-30:5-25;同时利用该再生剂制备了一种半柔性路面材料,其中各组分按质量比为矿料:新沥青:改性再生剂:水泥砂浆:纤维=100:0.8-2.0:5-12:20-30:0.25-0.5。本发明具有耐老化、高承载的特性,在部分重载交通路段,可补充悬浮密实型的普通再生沥青混凝土存在耐久性、承载力不足的问题,扩大再生类沥青路面的应用范围。

1. 一种再生半柔性路面材料,其特征在于各组分按质量比为矿料:新沥青:改性再生剂:水泥砂浆:纤维=100:0.8~2.0:5~12:20~30:0.25~0.5;

所述矿料的组成按质量比为废弃沥青粗集料:新集料:填料=100:120~200:3~6;所述废弃沥青粗集料为2.36mm的筛上部分,包含RAP-1粒径范围>13.2mm、RAP-2粒径范围9.5~13.2mm、RAP-3粒径范围4.75~9.5mm、RAP-4粒径范围2.36~4.75mm四种规格,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:50~150:30~90:30~90混合使用;所述的新集料为玄武岩或灰绿岩中的一种或两种,包含5~10mm、10~15mm两种规格,按质量比为5~10mm新集料:10~15mm新集料=100:50~90混合使用;填料为石灰石矿粉或岩浆岩中的强基性岩磨细的矿粉;

所述的新沥青为I-D改性沥青;

所述改性再生剂各组分按质量比为基础油:增弹组分:增粘组分:增渗组分=100:20~50:10~30:5~25;其中,基础油为减二线抽出油或减三线抽出油;增弹组分为苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物;增粘组分为C9石油树脂或萘烯树脂;增渗组分为羧化聚乙烯蜡;且按如下方法制备而来:

1)将基础油加热至160~170°C,3000~5000r/min剪切速率下依次添加增弹组分、增粘组分和增渗组分,持续30~50min;2)放置在150°C~160°C烘箱中发育40~60min,得到老化沥青改性再生剂。

2. 如权利要求1所述的再生半柔性路面材料,其特征在于所述水泥砂浆的组成按质量比为水泥:粉煤灰:废弃沥青细集料:膨胀剂:早强剂:减水剂:水=100:10~30:20~50:5~10:0.1~3:0.1~3:40~80;所述的水泥为42.5或52.5硅酸盐水泥;所述的粉煤灰为一级粉煤灰或二级粉煤灰;所述的废弃沥青细集料为2.36mm筛下部分;所述的膨胀剂为硫酸钙类膨胀剂;所述的早强剂为硫酸钠、硫酸钙、亚硝酸钠、三乙醇胺、乙二醇中的任意一种或其任意的混合物;所述的减水剂为聚羧酸减水剂或萘系减水剂。

3. 如权利要求1所述的再生半柔性路面材料,其特征在于所述纤维为聚丙烯腈纤维或聚酯纤维。

4. 权利要求1所述的再生半柔性路面材料的制备方法,包括以下步骤:

1)将新沥青及老化沥青改性再生剂在165~175°C下加热;

2)将矿料、新沥青、老化沥青改性再生剂和纤维在170°C~180°C下搅拌90s~180s,摊铺及碾压温度为165~175°C,得到多孔再生沥青基体;

3)基体冷却后,将水泥砂浆倾倒至表面,使砂浆均匀流淌至基体空隙,刮平表面浆体,覆盖洒水养生3~7d即可得到高效利用废弃沥青混凝土的再生半柔性路面材料;

其中,各组分按质量比为矿料:新沥青:老化沥青改性再生剂:水泥砂浆:纤维=100:0.8~2.0:5~12:20~30:0.25~0.5;所述矿料由废弃沥青粗集料、新集料及填料组成;所述的新沥青为I-D改性沥青。

一种再生半柔性路面材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于材料技术领域,具体涉及一种高效利用废弃沥青混凝土的再生半柔性路面材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 我国公路交通规模发展迅猛,截止2012年,公路交通总里程已达423.8万公里,高速公路9.62万公里,均在世界前列。其中,服役超十年的公路181万公里,超五年的358万公里,这些服役多年的路面已经逐渐出现不同程度的破坏,因此,我国在未来几年将迎来公路翻修高峰期,届时将产生数亿吨的废弃沥青混凝土(RAP);此外,与公路建设规模相比,我国的原油储量仅占全球的1.2%,石油沥青资源少且品质低,导致国内的新沥青价格一直呈上涨趋势,供新建路面的新沥青越来越少。

[0003] 目前,可消纳废弃沥青混凝土并缓解沥青资源紧张的途径主要依靠沥青再生技术,如现场热再生、厂拌热再生、现场冷再生、厂拌冷再生等。然而,冷再生技术仅是利用乳化沥青将废弃沥青混凝土颗粒进行粘结,再生后的材料性能差,仅能用于道路的下面层或基层;热再生技术利用再生剂恢复了老化沥青的粘弹性,制备出悬浮密实型的沥青混凝土,但是现阶段我国的再生剂只通过油分及树脂对老化沥青组分进行调和,导致部分用于面层的再生材料易再次老化,材料耐久性存在问题,此外,悬浮结构的再生路面已逐渐不能满足未来逐渐增加的渠道化、重载化路段对道路的承载力要求。因此,目前传统的沥青再生技术的问题共性在于:再生后的道路材料由于自身抵抗二次老化性能差,而难以实现大规模的在道路面层上使用,翻修中的大量面层建设仍需要耗费新沥青、砂石材料,未根本解决我国的资源问题;再生手段仅局限于将RAP制成非骨架结构的路面形式,难以满足重载交通路段的材料性能需求。

[0004] 半柔性路面结构由于在沥青混合料中分散高模量水泥网络,而使其具备了刚柔并济的材料性能,目前我国已逐渐展开了相关的研究与应用,但制备半柔性路面的原材料仅局限于新集料及新沥青,浪费资源。本专利采用RAP制备半柔性路面材料,可缓解废弃沥青混凝土堆积及沥青资源紧缺的现状,解决常规再生手段难以应用于面层及重交通路段的问题,迄今为止,国内外尚未见到将RAP材料用于半柔性路面制备的相关报道。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决再生后的废弃沥青混凝土抗老化性能差、承载能力不足而难以大规模在道路面层上利用的问题,提供一种可高效利用废弃沥青混凝土的再生半柔性路面材料及其制备方法。

[0006] 为实现上述目的,本发明所采取的技术方案如下:

[0007] 一种老化沥青改性再生剂,其特征在于各组分按质量比为基础油:增弹组分:增粘组分:增渗组分=100:20~50:10~30:5~25;所述的基础油为减二线抽出油或减三线抽出油;所述增弹组分为苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物;所述增粘组分为C9石油树脂或萘

烯树脂;所述增渗组分为羧化聚乙烯蜡。

[0008] 上述老化沥青改性再生剂,其制备方法包括以下步骤:

[0009] 1)将基础油加热至160~170℃,3000~5000r/min剪切速率下依次添加增弹组分、增粘组分和增渗组分,持续30~50min;

[0010] 2)放置在150℃~160℃烘箱中发育40~60min,得到老化沥青改性再生剂;

[0011] 其中,各组分按质量比为:基础油:增弹组分:增粘组分:增渗组分=100:20~50:10~30:5~25。

[0012] 一种再生半柔性路面材料,其特征在于各组分按质量比为矿料:新沥青:改性再生剂:水泥砂浆:纤维=100:0.8~2.0:5~12:20~30:0.25~0.5;所述矿料由废弃沥青粗集料、新集料及填料组成;所述的新沥青为I-D改性沥青;所述改性再生剂为上述方案制备的老化沥青改性再生剂。

[0013] 上述再生半柔性路面材料的方案中,所述矿料的组成按质量比为废弃沥青粗集料、新集料、填料的质量比为100:120~200:3~6;其中废弃沥青粗集料为2.36mm的筛上部分,包含RAP-1(>13.2mm)、RAP-2(9.5~13.2mm)、RAP-3(4.75~9.5mm)、RAP-4(2.36~4.75mm)四种规格,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:50~150:30~90:30~90混合使用;其中新集料为玄武岩或灰绿岩中的一种或两种,包含5~10mm、10~15mm两种规格,按质量比5~10mm新集料:10~15mm新集料=100:50~90混合使用;填料为石灰石矿粉或岩浆岩中的强基性岩磨细的矿粉。

[0014] 上述再生半柔性路面材料的方案中,所述水泥砂浆的组成按质量比为水泥:粉煤灰:废弃沥青细集料:膨胀剂:早强剂:减水剂:水=100:10~30:20~50:5~10:0.1~3:0.1~3:40~80;其中水泥为42.5或52.5硅酸盐水泥;粉煤灰为一级粉煤灰或二级粉煤灰;废弃沥青细集料为2.36mm筛下部分;膨胀剂为硫酸钙类膨胀剂;早强剂为硫酸钠、硫酸钙、亚硝酸钠、三乙醇胺、乙二醇中的任意一种或其任意的混合物;减水剂为聚羧酸减水剂或萘系减水剂。

[0015] 上述再生半柔性路面材料的方案中,所述纤维为聚丙烯腈纤维或聚酯纤维。

[0016] 一种再生半柔性路面材料的制备方法,包括以下步骤:

[0017] 1)将新沥青及老化沥青改性再生剂在165~175℃下加热;

[0018] 2)将矿料、新沥青、老化沥青改性再生剂和纤维在170℃~180℃下搅拌90s~180s,摊铺及碾压温度为165~175℃,得到多孔再生沥青基体;

[0019] 3)基体冷却后,将水泥砂浆倾倒至表面,使砂浆均匀流淌至基体空隙,刮平表面浆体,覆盖洒水养生3~7d即可得到高效利用废弃沥青混凝土的再生半柔性路面材料;

[0020] 其中,各组分按质量比为矿料:新沥青:改性再生剂:水泥砂浆:纤维=100:0.8~2.0:5~12:20~30:0.25~0.5;所述矿料由废弃沥青粗集料、新集料及填料组成;所述的新沥青为I-D改性沥青;所述改性再生剂为上述方案所述的老化沥青改性再生剂。

[0021] 上述路面材料的制备方法中,所述矿料的组成按质量比为废弃沥青粗集料、新集料、填料的质量比为100:120~200:3~6;所述废弃沥青粗集料为2.36mm的筛上部分,包含RAP-1(>13.2mm)、RAP-2(9.5~13.2mm)、RAP-3(4.75~9.5mm)、RAP-4(2.36~4.75mm)四种规格,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:50~150:30~90:30~90混合使用;所述的新集料为玄武岩或灰绿岩中的一种或两种,包含5~10mm、10~15mm两种规格,按质量比

为5~10mm新集料:10~15mm新集料=100:50~90混合使用;填料为石灰石矿粉或岩浆岩中的强基性岩磨细的矿粉;其中,废弃沥青粗集料、新集料、填料的总合成级配宜控制在表2矿料级配范围之内。

[0022] 上述路面材料的制备方法中,所述水泥砂浆的组成按质量比为水泥:粉煤灰:废弃沥青细集料:膨胀剂:早强剂:减水剂:水=100:10~30:20~50:5~10:0.1~3:0.1~3:40~80;所述的水泥为42.5或52.5硅酸盐水泥;所述的粉煤灰为一级粉煤灰或二级粉煤灰;所述的废弃沥青细集料为2.36mm筛下部分;所述的膨胀剂为硫酸钙类膨胀剂;所述的早强剂为硫酸钠、硫酸钙、亚硝酸钠、三乙醇胺、乙二醇中的任意一种或其任意的混合物;所述的减水剂为聚羧酸减水剂或萘系减水剂;将上述的固体原材料按比例称量好,放入水泥砂浆搅拌机中,干拌20~80s,然后加入水及液体原材料搅拌60~600s,得到低模量、低收缩水泥砂浆材料。

[0023] 上述路面材料的制备方法中,所述纤维为聚丙烯腈纤维或聚酯纤维。

[0024] 为了更好的说明本发明的实施效果,主要材料的技术指标和技术特点如下:

[0025] (1)老化沥青改性再生剂

[0026] 表1老化沥青改性再生剂的技术指标

[0027]

项目		单位	指标要求
性状(常温)		-	棕褐色粘弹性固体
粘度	175℃	Pa·s	≤5
	135℃	Pa·s	≤20
芳香分含量		%	≥50
薄膜烘箱实验前后粘度比(165℃)		%	≤3
薄膜烘箱实验前后质量比(165℃)		%	≤3
对老化沥青的改性再生能力	再生后沥青延度(5℃)	cm	≥30
	再生后的粘度(60℃)	Pa·s	≥20000
	再生后沥青韧性	N·m	≥10
	再生后沥青粘韧性	N·m	≥15

[0028] 本发明通过在抽出油中剪切分散改性、增粘等组分的手段,制备具有再生与改性功能的再生剂,并在增渗组分的作用下,使本发明中的再生剂在常温下具有可成型加工特征,在高温(165~175℃)使用时具有粘度低、与老化沥青渗透效果好的特点,与常规再生剂相比(常规再生剂仅对组分进行调和,再生后的沥青性能与基质沥青相当),本发明的再生剂对老化沥青同时有组分调和与结构增强作用,使再生后沥青具有更加优异的粘弹性能(与改性沥青相当),在半柔性基体中具有更好的粘聚能力。

[0029] (2)废弃沥青粗集料

[0030] 废弃沥青粗集料分为RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4四种,分别按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20-2011)中T0722-1993的离心法去除样品表面沥青,然后分别进行筛分,为降低级配的变异性,取样筛分次数在3~6次之间,取筛分结果平均值,分别计算出RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4的抽提筛分结果;取新集料、填料并按表2的级配要求确定矿

料组成。

[0031] 表2多孔再生沥青基体骨架级配范围

[0032]

筛孔尺寸/mm \ 通过率/%	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配上限	100	100	64	14	10	9	8	6.5	6	5
级配下限	100	90	52	7	5.5	5	4	3	2.5	2

[0033] 传统的厂拌热再生将废弃沥青混凝土作为整体利用,或分为粗、细两档利用,其利用效率不高(15~30%),本专利将废弃沥青混凝土分为5部分使用,将废弃沥青混凝土利用率提升至30~50%,在大规模的道路翻修期中,可更高效的消耗废弃沥青混凝土。

[0034] (3)水泥砂浆

[0035] 表3水泥砂浆技术指标

[0036]

测试项目		单位	指标要求
流动度		s	10~14
泌水率		%	≤2
弹性模量		MPa	≤22000
抗压强度	7d	MPa	≥20
	28d		≥30
干缩率	7d	%	≤0.3
	28d		≤0.35

[0037] 本发明利用废弃沥青混凝土中的细集料制备水泥砂浆,借助废弃沥青混凝土细集料表面的沥青膜可降低水泥砂浆自身刚度,使灌浆材料与沥青基体材料模量具有更好的匹配效果,克服了普通半柔性路面由于材料模量差异大导致的开裂问题。

[0038] (4)再生半柔性路面材料

[0039] 表4再生半柔性路面材料性能指标

[0040]

测试项目		单位	指标要求
孔隙率		%	≤3
马歇尔稳定度		kN	≥20
动稳定度	0.7Mpa	°C	≥15000
	0.8Mpa	Pa·s	≥10000
冻融劈裂强度比		%	≥90
疲劳寿命(0.4应力比)		次	≥12000
抗压回弹模量		MPa	3000~5000

[0041] 本发明的有益效果为:

[0042] 一方面高效消耗了废弃沥青混凝土,在公路翻修高峰期内提供了废弃材料新的利

用思路,另一方面消耗了水泥材料,在我国水泥产能过剩的背景下,丰富了水泥的利用途径,此外,本发明的材料具有耐老化、高承载的特性,在部分重载交通路段,可补充悬浮密实型的普通再生沥青混凝土存在耐久性、承载力不足的问题,扩大再生类沥青路面的应用范围。

具体实施方式

[0043] 结合具体实施例阐述本发明的内容,但本发明内容不仅仅局限于如下实施例。

[0044] 实施例1

[0045] 老化沥青改性再生剂的制备:

[0046] 按质量比为减二线抽出油:苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物:C9石油树脂:羧化聚乙烯蜡=100:20:15:5配料,首先将基础油(减二线抽出油)加热至165℃,开动高速剪切机,转速3500r/min,依次添加苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、C9石油树脂和羧化聚乙烯蜡组分,持续剪切30min,然后放置在155℃烘箱中发育40min,取出后在常温下静置60min,得到老化沥青改性再生剂,待加热使用。

[0047] 矿料的组成:

[0048] 按质量比为废弃沥青粗集料2.36mm的筛上部分、玄武岩(规格5~10mm、10~15mm)、石灰石矿粉=100:120:3配料。取废弃沥青粗集料分为RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4四种,分别按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20-2011)中T0722-1993的离心法去除样品表面沥青,然后分别进行筛分,为降低级配的变异性,取样筛分次数为3次,取筛分结果平均值,分别计算出RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4的抽提筛分结果,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:75:60:30混合使用;取玄武岩按质量比为规格5~10mm:规格10~15mm=100:65混合使用,合成的矿料总级配组成如表5。

[0049] 表5多孔再生沥青基体合成矿料级配

[0050]

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	92	62	13	9	7	6	5.5	5	4.5
合成级配	100	92	62	13	9	7	6	5.5	5	4.5

[0051] 水泥砂浆的制备:

[0052] 按质量比为42.5硅酸盐水泥:一级粉煤灰:废弃沥青细集料2.36mm筛下部分:硫酸钙类膨胀剂:硫酸钠:聚羧酸减水剂:水=100:10:25:5:0.1:0.1:60配料,将上述原材料中的固体材料按比例称量,放入水泥砂浆搅拌机中,干拌20s,然后加入水及液体原材料搅拌60s,得到水泥砂浆材料。

[0053] 再生半柔性路面材料的制备:

[0054] 按质量比为矿料、I-D改性沥青、老化沥青改性再生剂、水泥砂浆、聚丙烯腈纤维的质量比为100:2:5:26:0.25配料,将I-D改性沥青及老化沥青改性再生剂在165℃下加热,然后加入矿料、聚丙烯腈纤维在170℃下搅拌90s,摊铺及碾压温度为165℃,得到多孔再生沥青基体,待基体冷却后,将水泥砂浆均匀倾倒至表面,使砂浆均匀流淌如基体空隙,局部位置采用震动装置辅助水泥浆充分填充基体空隙,然后刮平表面浆体,覆盖洒水养生4d,得到

再生半柔性路面材料。

[0055] 制备出的老化沥青改性再生剂粘度175℃为2.63Pa·s,再生后沥青5℃延度为32.6cm,韧性12.5N·m,粘韧性16.3N·m;水泥砂浆流动度12s,7d抗压强度23MPa,7d干缩率0.21%;制备的再生半柔性路面孔隙率为2.6%,0.8MPa动稳定度12000次/mm,冻融劈裂强度比92.3%,0.4应力比的疲劳寿命13500次,材料性能优异,达到半柔性路面的使用要求。

[0056] 实施例2

[0057] 老化沥青改性再生剂的制备:

[0058] 按质量比为减三线抽出油:苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物:C9石油树脂:羧化聚乙烯蜡=100:30:10:10配料,首先将基础油加热至170℃,开动高速剪切机,转速4500r/min,依次添加苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、C9石油树脂和羧化聚乙烯蜡组分,持续剪切50min,然后放置在160℃烘箱中发育60min,取出后在常温下静置60min,得到老化沥青改性再生剂,待加热使用。

[0059] 矿料的组成:

[0060] 按质量比为废弃沥青粗集料2.36mm的筛上部分、玄武岩(规格5~10mm、10~15mm)、岩浆岩中的强基性岩磨细的矿粉=100:140:3.5配料。取废弃沥青粗集料分为RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4四种,分别按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20-2011)中T0722-1993的离心法去除样品表面沥青,然后分别进行筛分,为降低级配的变异性,取样筛分次数为4次,取筛分结果平均值,分别计算出RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4的抽提筛分结果,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:100:30:40混合使用;取新集料按质量比为规格5~10mm:规格10~15mm=100:50混合使用,合成的矿料总级配组成如表6。

[0061] 表6多孔再生沥青基体矿料级配

[0062]

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%										
合成级配	100	93	63	12	8	7	6	5	4.5	4

[0063] 水泥砂浆的制备:

[0064] 按质量比为42.5硅酸盐水泥:二级粉煤灰:废弃沥青细集料2.36mm筛下部分:硫酸钙类膨胀剂:硫酸钙:聚羧酸减水剂:水=100:15:25:5:0.3:0.3:50配料,将上述原材料中的固体材料按比例称量,放入水泥砂浆搅拌机中,干拌40s,然后加入水及液体原材料搅拌100s,得到水泥砂浆材料。

[0065] 再生半柔性路面材料的制备:

[0066] 按质量比为矿料、I-D改性沥青、老化沥青改性再生剂、水泥砂浆、聚丙烯腈纤维的质量比为100:1.2:11:26:0.25配料,将I-D改性沥青及老化沥青改性再生剂在170℃下加热,然后加入矿料、聚丙烯腈纤维在170℃下搅拌160s,摊铺及碾压温度为165℃,得到多孔再生沥青基体,待基体冷却后,将水泥砂浆均匀倾倒至表面,使砂浆均匀流淌如基体空隙,局部位置采用震动装置辅助水泥浆充分填充基体空隙,然后刮平表面浆体,覆盖洒水养生3d,得到再生半柔性路面材料。

[0067] 制备出的高粘高弹改性再生剂粘度175℃为3.52Pa·s,再生后沥青5℃延度为

35.6cm, 韧性14.5N·m, 粘韧性17.9N·m; 水泥砂浆流动度11.5s, 7d抗压强度25.2MPa, 7d干缩率0.31%; 制备的再生半柔性路面孔隙率为2.3%, 0.8MPa动稳定度15200次/mm, 冻融劈裂强度比91.3%, 0.4应力比的疲劳寿命14200次, 材料性能优异, 达到半柔性路面的使用要求。

[0068] 实施例3

[0069] 老化沥青改性再生剂的制备:

[0070] 按质量比为减二线抽出油: 苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物: 萘烯树脂: 羧化聚乙烯蜡=100:30:15:18配料, 首先将基础油加热至170°C, 开动高速剪切机, 转速5000r/min, 依次添加苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、萘烯树脂和羧化聚乙烯蜡组分, 持续剪切50min, 然后放置在155°C烘箱中发育60min, 取出后在常温下静置90min, 得到老化沥青改性再生剂, 待加热使用。

[0071] 矿料的组成:

[0072] 按质量比为废弃沥青粗集料2.36mm的筛上部分、灰绿岩(规格5~10mm、10~15mm)、岩浆岩中的强基性岩磨细的矿粉=100:160:5.5配料。取废弃沥青粗集料分为RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4四种, 分别按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20-2011)中T0722-1993的离心法去除样品表面沥青, 然后分别进行筛分, 为降低级配的变异性, 取样筛分次数为3次, 取筛分结果平均值, 分别计算出RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4的抽提筛分结果, 按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:120:40:30混合使用; 取灰绿岩按质量比为规格5~10mm:规格10~15mm=100:60混合使用, 合成的矿料总级配组成如表7。

[0073] 表7多孔再生沥青基体矿料级配

[0074]

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	92	58	10	7	7	6	5	4.5	3
合成级配	100	92	58	10	7	7	6	5	4.5	3

[0075] 水泥砂浆的制备:

[0076] 按质量比为52.5硅酸盐水泥: 二级粉煤灰: 废弃沥青细集料2.36mm筛下部分: 硫酸钙类膨胀剂: 亚硝酸钠: 萘系减水剂: 水=100:20:30:7:0.5:1.2:50配料, 将上述原材料中的固体材料按比例称量好, 放入水泥砂浆搅拌机中, 干拌50s, 然后加入水及液体原材料搅拌200s, 得到水泥砂浆材料。

[0077] 再生半柔性路面材料的制备:

[0078] 按质量比为矿料、I-D改性沥青、老化沥青改性再生剂、水泥砂浆、聚酯纤维的质量比为100:1.5:8:22:0.4配料, 将I-D改性沥青及老化沥青改性再生剂在165°C下加热, 然后加入矿料、聚丙烯腈纤维在175°C下搅拌160s, 摊铺及碾压温度为165°C, 得到多孔再生沥青基体, 待基体冷却后, 将水泥砂浆均匀倾倒至表面, 使砂浆均匀流淌如基体空隙, 局部位置采用震动装置辅助水泥浆充分填充基体空隙, 然后刮平表面浆体, 覆盖洒水养生6d, 得到再生半柔性路面材料。

[0079] 制备出的高粘高弹改性再生剂粘度175°C为3.12Pa·s, 再生后沥青5°C延度为40.6cm, 韧性15.5N·m, 粘韧性20.9N·m; 水泥砂浆流动度12.5s, 7d抗压强度29.2MPa, 7d干缩率0.22%; 制备的再生半柔性路面孔隙率为2.6%, 0.8MPa动稳定度17500次/mm, 冻融劈裂

强度比93.3%,0.4应力比的疲劳寿命12200次,材料性能优异,达到半柔性路面的使用要求。

[0080] 实施例4

[0081] 老化沥青改性再生剂的制备:

[0082] 按质量比为减二线抽出油:苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物:萘烯树脂:羧化聚乙烯蜡=100:40:25:20配料,首先将基础油加热至170℃,开动高速剪切机,转速5000r/min,依次添加苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、萘烯树脂和羧化聚乙烯蜡组分,持续剪切50min,然后放置在160℃烘箱中发育60min,取出后在常温下静置90min,得到老化沥青改性再生剂,待加热使用。

[0083] 矿料的组成:

[0084] 按质量比为废弃沥青粗集料2.36mm的筛上部分、玄武岩(规格5~10mm、10~15mm)、岩浆岩中的强基性岩磨细的矿粉=100:180:5配料。取废弃沥青粗集料分为RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4四种,分别按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20-2011)中T0722-1993的离心法去除样品表面沥青,然后分别进行筛分,为降低级配的变异性,取样筛分次数为6次,取筛分结果平均值,分别计算出RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4的抽提筛分结果,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:150:50:90混合使用;取新集料按质量比为规格5~10mm:规格10~15mm=100:50混合使用,合成的矿料总级配组成如表8。

[0085] 表8多孔再生沥青基体骨架级配

[0086]

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	92	56	8.2	7	6.5	5	4.5	3	2.5
合成级配	100	92	56	8.2	7	6.5	5	4.5	3	2.5

[0087] 水泥砂浆的制备:

[0088] 按质量比为52.5硅酸盐水泥:二级粉煤灰:废弃沥青细集料2.36mm筛下部分:硫酸钙类膨胀剂:三乙醇胺和乙二醇的混合物:聚羧酸减水剂:水=100:30:40:5:1.2:1.8:45配料,将上述原材料中的固体材料按比例称量好,放入水泥砂浆搅拌机中,干拌50s,然后加入水及液体原材料搅拌400s,得到水泥砂浆材料。三乙醇胺、乙二醇的质量比为1:1。

[0089] 再生半柔性路面材料的制备:

[0090] 按质量比为矿料、I-D改性沥青、老化沥青改性再生剂、水泥砂浆、聚丙烯腈纤维的质量比为100:1.8:7:25:0.25配料,将I-D改性沥青及老化沥青改性再生剂在175℃下加热,然后加入矿料、聚丙烯腈纤维在180℃下搅拌160s,摊铺及碾压温度为175℃,得到多孔再生沥青基体,待基体冷却后,将水泥砂浆均匀倾倒入至表面,使砂浆均匀流淌如基体空隙,局部位置采用震动装置辅助水泥浆充分填充基体空隙,然后刮平表面浆体,覆盖洒水养生7d,得到再生半柔性路面材料。

[0091] 制备出的高粘高弹改性再生剂粘度175℃为2.31Pa·s,再生后沥青5℃延度为43.6cm,韧性17.5N·m,粘韧性22.3N·m;水泥砂浆流动度9.2s,7d抗压强度23.2MPa,7d干缩率0.31%;制备的再生半柔性路面孔隙率为2.7%,0.8MPa动稳定度13400次/mm,冻融劈裂强度比93.6%,0.4应力比的疲劳寿命15200次,材料性能优异,达到半柔性路面的使用要求。

[0092] 实施例5

[0093] 老化沥青改性再生剂的制备:

[0094] 按质量比为减二线抽出油:苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物:C9石油树脂:羧化聚乙烯蜡=100:50:26:25配料,首先将基础油加热至170℃,开动高速剪切机,转速5000r/min,依次添加苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、C9石油树脂和羧化聚乙烯蜡组分,持续剪切50min,然后放置在160℃烘箱中发育60min,取出后在常温下静置90min,得到老化沥青改性再生剂,待加热使用。

[0095] 矿料的组成:

[0096] 按质量比为废弃沥青粗集料2.36mm的筛上部分、灰绿岩(规格5~10mm、10~15mm)、石灰石矿粉=100:200:6配料。取废弃沥青粗集料分为RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4四种,分别按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20-2011)中T0722-1993的离心法去除样品表面沥青,然后分别进行筛分,为降低级配的变异性,取样筛分次数为3次,取筛分结果平均值,分别计算出RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4的抽提筛分结果,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:110:90:30混合使用;取新集料按质量比为规格5~10mm:规格10~15mm=100:90混合使用,合成的矿料总级配组成如表9。

[0097] 表9多孔再生沥青基体骨架级配

[0098]

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	92	53	8	6	5.5	4.5	3	2.5	2
合成级配	100	92	53	8	6	5.5	4.5	3	2.5	2

[0099] 水泥砂浆的制备:

[0100] 按质量比为52.5硅酸盐水泥:二级粉煤灰:废弃沥青细集料2.36mm筛下部分:硫酸钙类膨胀剂:硫酸钠、硫酸钙和亚硝酸钠的混合物:萘系减水剂:水=100:25:50:10:3:1.5:60配料,将上述原材料中的固体材料按比例称量好,放入水泥砂浆搅拌机中,干拌80s,然后加入水及液体原材料搅拌600s,得到水泥砂浆材料。硫酸钠、硫酸钙、亚硝酸钠的质量配比为1:1:1。

[0101] 再生半柔性路面材料的制备:

[0102] 按质量比为矿料、I-D改性沥青、老化沥青改性再生剂、水泥砂浆、聚酯纤维的质量比为100:2.0:5:26:0.5配料,将I-D改性沥青及老化沥青改性再生剂在175℃下加热,然后加入矿料、聚丙烯腈纤维在175℃下搅拌180s,摊铺及碾压温度为175℃,得到多孔再生沥青基体,待基体冷却后,将水泥砂浆均匀倾倒至表面,使砂浆均匀流淌如基体空隙,局部位置采用震动装置辅助水泥浆充分填充基体空隙,然后刮平表面浆体,覆盖洒水养生3d,得到再生半柔性路面材料。

[0103] 制备出的高粘高弹改性再生剂粘度175℃为3.92Pa·s,再生后沥青5℃延度为46.6cm,韧性18.5N·m,粘韧性25.3N·m;水泥砂浆流动度8.3s,7d抗压强度29.5MPa,7d干缩率0.21%;制备的再生半柔性路面孔隙率为2.1%,0.8MPa动稳定度18600次/mm,冻融劈裂强度比91.5%,0.4应力比的疲劳寿命12850次,材料性能优异,达到半柔性路面的使用要求。

[0104] 实施例6

[0105] 老化沥青改性再生剂的制备:

[0106] 按质量比为减三线抽出油:苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物:C9石油树脂:羧化聚乙烯蜡=100:50:30:25配料,首先将基础油加热至160℃,开动高速剪切机,转速3000r/min,依次添加苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、C9石油树脂和羧化聚乙烯蜡组分,持续剪切30min,然后放置在150℃烘箱中发育40min,取出后在常温下静置90min,得到老化沥青改性再生剂,待加热使用。

[0107] 矿料的组成:

[0108] 按质量比为废弃沥青粗集料2.36mm的筛上部分:玄武岩(规格5~10mm)和灰绿岩(规格10~15mm):石灰石矿粉=100:200:6配料。取废弃沥青粗集料分为RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4四种,分别按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20-2011)中T0722-1993的离心法去除样品表面沥青,然后分别进行筛分,为降低级配的变异性,取样筛分次数为3次,取筛分结果平均值,分别计算出RAP-1、RAP-2、RAP-3、RAP-4的抽提筛分结果,按质量比为RAP-1:RAP-2:RAP-3:RAP-4=100:50:90:40混合使用;取新集料按质量比为规格5~10mm(玄武岩):规格10~15mm(灰绿岩)=100:80混合使用,合成的矿料总级配组成如表10。

[0109] 表10多孔再生沥青基体骨架级配

[0110]

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%										
合成级配	100	92	53	8	6	5.5	4.5	3	2.5	2

[0111] 水泥砂浆的制备:

[0112] 按质量比为52.5硅酸盐水泥:二级粉煤灰:废弃沥青细集料2.36mm筛下部分:硫酸钙类膨胀剂:硫酸钠、硫酸钙和亚硝酸钠的混合物:萘系减水剂:水=100:25:50:10:3:3:80配料,将上述原材料中的固体材料按比例称量好,放入水泥砂浆搅拌机中,干拌80s,然后加入水及液体原材料搅拌600s,得到水泥砂浆材料。硫酸钠、硫酸钙、亚硝酸钠的质量配比为1:1:1。

[0113] 再生半柔性路面材料的制备:

[0114] 按质量比为矿料、I-D改性沥青、老化沥青改性再生剂、水泥砂浆、聚酯纤维的质量比为100:0.8:12:30:0.5配料,将I-D改性沥青及老化沥青改性再生剂在175℃下加热,然后加入矿料、聚丙烯腈纤维在175℃下搅拌180s,摊铺及碾压温度为175℃,得到多孔再生沥青基体,待基体冷却后,将水泥砂浆均匀倾倒至表面,使砂浆均匀流淌如基体空隙,局部位置采用震动装置辅助水泥浆充分填充基体空隙,然后刮平表面浆体,覆盖洒水养生7d,得到再生半柔性路面材料。

[0115] 制备出的高粘高弹改性再生剂粘度175℃为3.02Pa·s,再生后沥青5℃延度为42.6cm,韧性19.5N·m,粘韧性26.3N·m;水泥砂浆流动度7.3s,7d抗压强度31.5MPa,7d干缩率0.25%;制备的再生半柔性路面孔隙率为2.6%,0.8MPa动稳定度18200次/mm,冻融劈裂强度比91.0%,0.4应力比的疲劳寿命13260次,材料性能优异,达到半柔性路面的使用要求。