



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113816674 B

(45) 授权公告日 2022.12.06

(21) 申请号 202111030693.5

(22) 申请日 2021.09.03

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113816674 A

(43) 申请公布日 2021.12.21

(73) 专利权人 山西交通养护集团有限公司

地址 030006 山西省太原市小店区亲贤北街103号

专利权人 山西工程科技职业大学

(72) 发明人 任靖峰 杜素军 曹军生 李瑞

郭重阳 张俊红 王建东 张美珍

程劲钊 史云飞 韩毛虎

(74) 专利代理机构 浙江千克知识产权代理有限公司

公司 33246

专利代理师 赵芳

(51) Int. Cl.

C04B 28/04 (2006.01)

E01C 11/22 (2006.01)

E01C 19/10 (2006.01)

C04B 24/36 (2006.01)

C04B 24/16 (2006.01)

C04B 18/16 (2006.01)

C04B 18/04 (2006.01)

审查员 王泽

权利要求书2页 说明书7页

(54) 发明名称

一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土及制备方法和应用

(57) 摘要

一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土及制备方法和应用,包含A组分、B组分、C组分、D组分以及E组分,其中:A组分由胶凝材料水泥及增强增韧料组成;B组分为水泥混凝土用粗集料和细集料;C组分由废旧沥青混合料、快速再生剂、乳化沥青及水混合而成;D组分为超塑化剂;E组分为表面活性剂水溶液;各组分按质量份数配比为:A组分为13-20份、B组分为60-80份、C组分为25-35份、D组分为1.28-1.98份、E组分为5-8份。本发明可使废旧沥青混合料中的老化沥青快速再生,改善了废旧沥青混合料与水泥界面处存在粘结不紧密的性能,且提高了再生水泥混凝土的和易性及抗压抗弯能力,可就近用于路缘石、边坡护坡砌块等工程构件,应用前景十分广阔。

1. 一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,其特征在于,包含A组分、B组分、C组分、D组分以及E组分,其中:

A组分由胶凝材料水泥及增强增韧料组成;

所述A组分按照质量份数的配比为:水泥为12.888-19.886份、增强增韧料为0.112-0.144份,所述水泥为42.5级及以上的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥;增强增韧材料为碳纤维废丝;

B组分为粗集料和细集料;

C组分由废旧沥青混合料、快速再生剂、乳化沥青及水混合而成;

所述C组分按质量份数配比为:废旧沥青混合料为20.94-24.916份、快速再生剂为0.06-0.084份、乳化沥青为0-4份、水为2-4份;

所述快速再生剂为二甲基亚砷,所述二甲基亚砷为生产碳纤维回收物;

所述废旧沥青混合料提前进行分级处理,去除小于5mm的废旧沥青混合料颗粒,由粒径为5-10mm、10-15mm、15-20mm、20-30mm四个粒级按20:15:20:45比例混合组成;

所述乳化沥青为阳离子型中裂乳化沥青,由沥青、水、复合乳化剂、稳定剂混合制备而成;其中,沥青占乳化沥青总质量的60%以上;复合乳化剂为烷基苯酚聚氧乙烯醚磺化琥珀酸酯、聚氧乙烯山梨酸酐硬脂酸、脂肪醇聚氧乙烯醚以及烷基酚聚氧乙烯中的两种或两种以上;稳定剂为聚乙烯醇;

D组分为超塑化剂;

E组分为表面活性剂水溶液;

各组分的质量份数配比为:A组分为13-20份、B组分为60-80份、C组分为25-35份、D组分为1.28-1.98份、E组分为5-8份。

2. 根据权利要求1所述的一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,其特征在于,所述B组分按质量份数配比为:粗集料为32.5-52.5份、细集料为27.5份;

粗集料公称最大粒径不超过30mm,细集料公称最大粒径不超过5mm。

3. 根据权利要求2所述的一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,其特征在于,所述粗集料由粒径为20-30mm、10-20mm、5-10mm石灰岩按45:35:20的比例组成,其压碎值 $<20\%$ ;所述细集料为天然砂,砂率为 $31\%-35\%$ ;B组分搅拌混合时,先按粒径比例混合得到粗集料和细集料,再按份数比例分配粗细集料。

4. 根据权利要求1所述的一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,其特征在于,所述E组分按质量份数配比为:表面活性剂为0.25-0.4份、水为4.75-7.6份。

5. 一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土的制备方法,其特征在于,制备如权利要求1-4任一项所述一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,包括如下步骤:

S1、制备A组分:将碳纤维废丝切短至所需长度,与水泥按比例混合均匀;

S2、制备C组分:将快速再生剂进行干燥处理,之后均匀喷洒在废旧沥青混合料表面,待其表面的废旧沥青溶解后,倒入提前用水稀释的乳化沥青中一起搅拌均匀,搅拌时间为1-2min;

S3、制备E组分:将表面活性剂提前溶于水中搅拌均匀,备用;

S4、混合:将B组分中的粗细集料进行干拌,预混均匀,加入一半的E组分,搅拌30s后加入混合好的A组分,将D组分溶于另一半的E组分中,然后缓缓加入搅拌机中,搅拌2-3分钟,

至混凝土表面有明显光泽,制成基料;

S5、将C组分加入基料,并搅拌1-2min至混合料均匀后,得到新拌再生水泥混凝土F,测定其性能指标。

6.一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土的应用,其特征在于,权利要求1-4任意一项所述的一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土在路缘石、边坡护坡砌块工程构件上的应用。

## 一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土及制备方法和应用

### 技术领域

[0001] 本发明属于建筑废旧材料资源化应用技术领域,具体涉及一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土及制备方法和应用。

### 背景技术

[0002] 我国已建成道路中,沥青路面占80%以上,而大多数已进入大、中修期阶段,主要处理方法有:废弃掩埋、热再生或冷再生,上述处理方法往往存在资源浪费、环境污染或能效及利用率偏低等方面的不足。

[0003] 如果能将沥青路面再生技术用于公路的养护维修,不仅可以将原有的路面材料再生利用,保护了环境、降低了工程造价,而且还可以矫正原有路面材料的缺陷,改造原有路面的结构,延长路面的寿命,但是现有沥青路面再生技术存在过程复杂、成本较高、灰尘量大和环保性能差等缺陷,这也是没有普遍应用的主要原因。鉴于此,急需一种新的沥青再利用的混凝土技术,来解决上述问题。

### 发明内容

[0004] 基于现有技术中存在的上述缺点和不足,本发明的目的是提供一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,该再生水泥混凝土有效且合理利用废旧沥青、碳纤维废丝、碳纤维生产回收物等废弃物料的综合利用,可节约大量水泥、砂石等原材料,节省工程投资。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,包含A组分、B组分、C组分、D组分以及E组分,其中:

[0007] A组分由胶凝材料水泥及增强增韧料组成;

[0008] B组分为水泥混凝土用粗集料和细集料;

[0009] C组分由废旧沥青混合料、快速再生剂、乳化沥青及水混合而成;

[0010] D组分为超塑化剂;

[0011] E组分为表面活性剂水溶液;

[0012] 各组分按质量份数配比为:A组分为13-20份、B组分为60-80份、C组分为25-35份、D组分为1.28-1.98份、E组分为5-8份。

[0013] 优选地,所述A组分按照质量份数配比为:水泥为12.888-19.886份、增强增韧料为0.112-0.144份,所述水泥为42.5级及以上的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥;增强增韧材料为碳纤维废丝。

[0014] 优选地,所述粗集料由粒径为20-30mm、10-20mm、5-10mm石灰岩按45:35:20的比例组成,其压碎值 $<20\%$ ;所述细集料为天然砂,砂率为 $31\%-35\%$ ;B组分搅拌混合时,先按粒径比例混合得到粗集料和细集料,再按份数比例分配粗细集料。

[0015] 优选地,所述C组分按质量份数配比为:废旧沥青混合料为20.94-24.916份、快速再生剂为0.06-0.084份、乳化沥青为0-4份、水为2-4份,所述快速再生剂为二甲基亚砷,所

述二甲基亚砷为生产碳纤维回收物;所述废旧沥青混合料提前进行分级处理,去除小于5mm的废旧沥青混合料颗粒,由粒径为5-10mm、10-15mm、15-20mm、20-30mm四个粒级按20:15:20:45比例混合组成。

[0016] 优选地,所述乳化沥青为阳离子型中裂乳化沥青,由沥青、水、复合乳化剂、稳定剂混合制备而成;其中,沥青占乳化沥青总质量的60%以上;复合乳化剂为烷基苯酚聚氧乙醚磺化琥珀酸酯、聚氧乙稀山梨酸酐硬脂酸、脂肪醇聚氧乙稀醚以及烷基酚聚氧乙稀中的两种或两种以上;稳定剂为聚乙烯醇。

[0017] 优选地,所述D组分的超塑化剂为异戊烯醇聚氧乙稀醚、丙烯酸、丙烯酰胺、过氧化氢、抗坏血酸、巯基乙酸、巯基丙酸、氢氧化钠、去离子水按43.72:0.34:0.18:4.48:0.09:0.09:0.06:4.37:46.67比例混合而成。

[0018] 优选地,所述E组分按质量份数配比为:表面活性剂为0.25-0.4份、水为4.75-7.6份。

[0019] 本发明还提供上述一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土的制备方法,包括如下步骤:

[0020] S1、制备A组分:将碳纤维废丝切短至所需长度,与水泥按比例混合均匀;

[0021] S2、制备C组分:将快速再生剂进行干燥处理,之后均匀喷洒在废旧沥青混合料表面,待其表面的废旧沥青溶解后,倒入提前用水稀释的乳化沥青中一起搅拌均匀,搅拌时间为1-2min;

[0022] S3、制备E组分:将表面活性剂提前溶于水中搅拌均匀,备用;

[0023] S4、混合:将B组分中的粗细集料进行干拌,预混均匀,加入一半的E组分,搅拌30s后加入混合好的A组分,将D组分溶于另一半的E组分中,然后缓缓加入搅拌机中,搅拌2-3分钟,至混凝土表面有明显光泽,制成基料;

[0024] S5、将C组分加入基料,并搅拌1-2min至混合料均匀后,得到新拌再生水泥混凝土F,测定其性能指标。

[0025] 本发明还提供上述一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土在再生水泥混凝土路缘石工程构件上的应用。

[0026] 本发明与现有技术相比,有益效果是:

[0027] 本发明采用阳离子乳化沥青与废旧沥青混合料拌合,既能改变废旧沥青混合料与其他材料的可拌合性及粘结性,又能在乳化沥青破乳后与水泥及矿料部分发生化学反应,形成稳定的三维立体结构,增强新旧料之间的契合度,保证所制备的工程构件有足够的抗折抗压强度,增强混凝土的密实度,提高工程构件的耐腐蚀性及抗冻性。

[0028] 本发明通过碳纤维生产回收的废丝作为增强增韧料掺入再生水泥混凝土中,既减少了碳纤维废丝的处理费用,又可以废料再利用,减轻混凝土的重量,节约水泥,提高再生混凝土的抗折抗压强度。

[0029] 本发明通过碳纤维生产回收的二甲基亚砷作为快速再生剂再生废旧沥青混合料中表面的老化沥青,既减少了二甲基亚砷的处理费用,又可以废料再利用,改善再生水泥混凝土的粘结性能。

[0030] 本发明采用超塑化剂拌制再生水泥混凝土可改善新拌再生水泥混凝土的和易性。

[0031] 本发明采用与乳化沥青生产用相同的表面活性剂溶于水中,增加了两者之间的相

容性。

[0032] 本发明通过乳化沥青改性废旧沥青混合料表面再与混凝土拌合,相比于废旧沥青混合料直接与混凝土拌合,在各项指标性能满足规范要求的基础上,前者的废旧沥青混合料利用率高出近2倍左右。

[0033] 本发明制备的再生水泥混凝土路缘石等工程构件大大减轻了其质量,就地拌合使用减少了因运输造成的经济成本,常温施工减少了环境污染,提升了废旧沥青混凝土在交通建筑领域的资源化应用价值。

### 具体实施方式

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例,下面将说明本发明的具体实施方式。显而易见地,下面描述中仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些获得其他的实施方式。

[0035] 实施例1:

[0036] 一种废旧沥青再利用的再生水泥混凝土,包含A组分、B组分、C组分、D组分以及E组分,各组分的质量份数配比为:A组分为13-20份、B组分为60-80份、C组分为25-35份、D组分为1.28-1.98份、E组分为5-8份。

[0037] 其中:

[0038] A组分由胶凝材料水泥及增强增韧料组成,其质量份数配比为:水泥为12.888-19.886份、增强增韧料为0.112-0.144份。

[0039] 所述水泥为42.5级及以上的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥;增强增韧材料为碳纤维废丝。

[0040] B组分为水泥混凝土用粗集料和细集料,其质量份数配比为:粗集料为32.5-52.5份、细集料为27.5份;粗集料公称最大粒径不超过30mm,细集料公称最大粒径不超过5mm。

[0041] 所述粗集料由粒径为20-30mm、10-20mm、5-10mm石灰岩按45:35:20的比例组成,其压碎值 $<20\%$ ;所述细集料为天然砂,砂率为 $31\%-35\%$ 。B组分搅拌混合时,先按粒径比例混合得到粗集料和细集料,再按份数比例分配粗细集料。

[0042] C组分由废旧沥青混合料、快速再生剂、乳化沥青及水混合而成,其质量份数配比为:废旧沥青混合料为20.94-24.916份、快速再生剂为0.06-0.084份、乳化沥青为0-4份、水为2-4份。

[0043] 所述废旧沥青混合料提前进行分级处理,去除小于5mm的废旧沥青混合料颗粒,由粒径为5-10mm、10-15mm、15-20mm、20-30mm四个粒级按20:15:20:45比例混合组成。

[0044] 所述快速再生剂为二甲基亚砜,所述二甲基亚砜为生产碳纤维回收物。

[0045] 所述乳化沥青为阳离子型中裂乳化沥青,由沥青、水、复合乳化剂、稳定剂混合制备而成;其中,沥青占乳化沥青总质量的60%以上;复合乳化剂为烷基苯酚聚氧乙烯醚磺化琥珀酸酯、聚氧乙烯山梨酸酐硬脂酸、脂肪醇聚氧乙烯醚以及烷基酚聚氧乙烯中的两种或两种以上;稳定剂为聚乙烯醇。

[0046] D组分为超塑化剂,所述超塑化剂为异戊烯醇聚氧乙烯醚、丙烯酸、丙烯酰胺、过氧化氢、抗坏血酸、巯基乙酸、巯基丙酸、氢氧化钠、去离子水按43.72:0.34:0.18:4.48:0.09:0.09:0.06:4.37:46.67比例混合而成。

[0047] E组分为表面活性剂水溶液,其质量份数配比为:表面活性剂为0.25-0.4份、水为4.75-7.6份。

[0048] 实施例2:

[0049] 本实施例为废旧沥青混合料资源化应用再生水泥混凝土路缘石等工程构件,其制备方法包括如下步骤:

[0050] S1、制备A组分:将0.13份碳纤维废丝切短至所需长度,与15份水泥按一定比例混合均匀。

[0051] S2、C组分的制备:将二甲基亚砷进行干燥处理后,将0.046份二甲基亚砷均匀喷洒在23份废旧沥青混合料表面,待其表面的废旧沥青溶解;用2份水将2份乳化沥青提前稀释均匀;将前者倒入后者中一起搅拌1-2min;

[0052] S3、E组分制备:将0.316份表面活性剂提前溶于6份水中搅拌均匀,制备成表面活性剂水溶液,备用。

[0053] S4、混合:将40份粗集料和27.5份细集料倒入搅拌机,预混均匀后,加入一半表面活性剂水溶液,搅拌30s,再加入水泥与碳纤维废丝混合物。将0.15份超塑化剂提前溶于剩余的表面活性剂水溶液中,然后缓缓加入搅拌机中,搅拌2-3分钟,直至混凝土表面有较明显的光泽,制成基料;

[0054] S5、将C组分加入基料,并搅拌1-2min至混合料均匀后,得到新拌再生水泥混凝土,测定其工作性,按规范要求成型试件,室温放置1天后脱模,用塑料薄膜包裹,放标准养护室进行养护,测定其抗折抗压强度、抗冻性及抗盐冻性等指标。

[0055] 实施例3:

[0056] 本实施例的废旧沥青混合料资源化应用再生水泥混凝土路缘石等工程构件的制备方法,具体包括如下步骤:

[0057] S1、制备A组分:将0.119份碳纤维废丝切短至所需长度,与14.9份水泥按一定比例混合均匀。

[0058] S2、C组分的制备:将二甲基亚砷进行干燥处理后,将0.048份二甲基亚砷均匀喷洒在24份废旧沥青混合料表面,待其表面的废旧沥青溶解;用2.5份水将3份乳化沥青提前稀释均匀;将前者倒入后者中一起搅拌1-2min;

[0059] S3、E组分制备:将0.3份表面活性剂提前溶于5.7份水中搅拌均匀,制备成表面活性剂水溶液,备用。

[0060] S4、混合:将45份粗集料和27.5份细集料倒入搅拌机,预混均匀后,加入一半表面活性剂水溶液,搅拌30s,再加入水泥与碳纤维废丝混合物。将0.149份超塑化剂提前溶于剩余的活性剂水溶液中,然后缓缓加入搅拌机中,搅拌2-3分钟,直至混凝土表面有较明显的光泽,制成基料;

[0061] S5、将C组分加入基料,并搅拌1-2min至混合料均匀后,得到新拌再生水泥混凝土,测定其工作性,按规范要求成型试件,室温放置1天后脱模,用塑料薄膜包裹,放标准养护室进行养护,测定其抗折抗压强度、抗冻性及抗盐冻性等指标。

[0062] 实施例4:

[0063] 本实施例的废旧沥青混合料资源化应用再生水泥混凝土路缘石等工程构件的制备方法,具体包括如下步骤:

[0064] S1、制备A组分：将0.153份碳纤维废丝切短至所需长度，与19.09份水泥按一定比例混合均匀。

[0065] S2、C组分的制备：将二甲基亚砷进行干燥处理后，将0.06份二甲基亚砷均匀喷洒在25份废旧沥青混合料表面，待其表面的废旧沥青溶解；用3水将4化沥青提前稀释均匀；将前者倒入后者中一起搅拌1-2min；

[0066] S3、E组分制备：将0.395份表面活性剂提前溶于7.5份水中搅拌均匀，制备成表面活性剂水溶液，备用。

[0067] S4、混合：将50份粗集料和27.5份细集料倒入搅拌机，预混均匀后，加入一半表面活性剂水溶液，搅拌30s，再加入水泥与碳纤维废丝混合物。将0.192份超塑化剂提前溶于剩余的表面活性剂水溶液中，然后缓缓加入搅拌机中，搅拌2-3分钟，直至混凝表面有较明显的光泽，制成基料；

[0068] S5、将C组分加入基料，并搅拌1-2min至混合料均匀后，得到新拌再生水泥混凝土，测定其工作性，按规范要求成型试件，室温放置1天后脱模，用塑料薄膜包裹，放标准养护室进行养护，测定其抗折抗压强度、抗冻性及抗盐冻性等指标。

[0069] 通过本发明的配方设计，分别按照实施例2-4中的原料配方制得的废旧沥青混合料资源化应用再生水泥混凝土工作性及试件性能的测试结果如下表：

测试项目	本发明实施例测试结果			空白试验		执行 JC/T 899-2016 JTG 3420-2020	
	实施例 1	实施例 2	实施例 3	不掺废料、再生 剂及乳化沥青	不掺乳 化沥青	技术 要求	试验方法
坍落度 (mm)	30	38	45	50	40	30-50	T0522-2005
[0070] 抗压强度(MPa)	35.2	34.7	32.5	37.0	31.2	≥30	7.2.2
抗折强度(MPa)	3.64	3.79	3.83	3.85	3.53	≥3.5	7.2.1
抗冻性(%)	2.3	1.9	2.7	1.5	2.8	≧3.0	7.3.2
抗盐冻性(kg/m <sup>2</sup> )	0.5	0.4	0.6	0.3	0.8	≧1.0	7.3.3
吸水率(%)	4.8	4.2	5.0	3.1	5.3	≧6.0	7.3.1

[0071] 从上表可知，本发明的废旧沥青混合料资源化应用再生水泥混凝土路缘石等工程构件相较于传统的水泥混凝土路缘石等工程构件具有以下特点：

[0072] 一、乳化沥青与水的混合稳定性良好，既具有液体特征，又具有一定的黏度，可快速有效的裹覆在废旧沥青混合料表面与混凝土融为一体。由于乳化沥青是一种水包油类型的材料，含有部分水，在混凝土配合比设计过程中，将此部分水减去，但实际上乳化沥青中的水在拌合过程中，并不是以自由水的形式存在，换言之，对混凝土的和易性起不到改善作用，因此再生混凝土的和易性较差，坍落度较小，且在试件成型时，必须采用插入式机械振捣方式。

[0073] 二、废旧沥青混合料中的沥青有一定程度的老化现象，二甲基亚砷与乳化沥青的加入在一定程度上改善了再生混凝土的性能，但沥青为憎水材料，与水泥混凝土中的其他材料之间的粘结界面较为薄弱。因此，在水泥混凝土体系中，废旧沥青混合料的加入，会对混凝土结构的抗压强度起到一定程度的削弱作用。由上表可知，随着废旧沥青混合料掺入量的增加，水泥混凝土的抗压强度随之减弱，但都符合规范要求，且远远大于规范要求。

[0074] 三、乳化沥青是一种柔性材料,在改善废旧沥青混合料和水泥砂浆粘结界面的同时,势必会降低混凝土材料的抗压强度,且随着乳化沥青及增强增韧料掺量的增加,混凝土抗压强度随之减弱,但混凝土的抗弯拉强度随之增加。

[0075] 四、再生水泥混凝土成型时采用合适的振捣方式,其密实程度提高,且表面无孔洞,使得再生混凝土具有优良的抗冻性、抗盐冻性,且吸水率也符合规范要求。

[0076] 本发明的废旧沥青混合料资源化应用再生水泥混凝土路缘石等工程构件的主要性能均符合规范要求,且质量轻,减少制作及运输困难、废料使用减少环境污染及成本;沥青呈柔性,碳纤维废丝呈韧性,增强了构件的弯拉性能,使用寿命长,是一种新型资源化方式,促进了废旧沥青路面资源循环利用技术的推广应用,提升了应用附加值,具有一定的应用价值,在交通建设领域发挥巨大作用,市场前景广阔。

[0077] 在上述实施案例及其替代方案中,A组分还可以在13-20份之间任意选取;B组分还可以在60-80份之间任意选取;C组分还可以在25-35之间任意选取;D组分还可以在1.28-1.98份之间任意选取;E组分还可以在5-8份之间任意选取。

[0078] 在上述实施例及其替代方案中,A组分中,水泥为12.888-19.886份、增强增韧料为0.112-0.144份;上述各组分还可以在各自对应的质量份区间内任意选取。

[0079] 在上述实施例及其替代方案中,B组分中,粗集料为32.5-52.5份、细集料为27.5份;上述各组分还可以在各自对应的质量份区间内任意选取。

[0080] 在上述实施例及其替代方案中,C组分中,废旧沥青混合料为20.94-24.916份、快速再生剂为0.06-0.084份、乳化沥青为0-4份、水为2-4份;上述各组分还可以在各自对应的质量份区间内任意选取。

[0081] 在上述实施例及其替代方案中,E组分中,表面活性剂为0.25-0.4份、水为4.75-7.6份。

[0082] 在上述实施例及其替代方案中,增强增韧料主要为碳纤维废丝,是碳纤维生产回收的产物,具有轻质、高强、耐腐蚀等特点,短切碳纤维废丝可增强水泥,“外柔内刚”,是新一代增强纤维。

[0083] 在上述实施例及其替代方案中,所述粗集料由粒径为20-30mm、10-20mm、5-10mm石灰岩按45:35:20的比例组成,其压碎值 $<20\%$ ;所述细集料为天然砂,砂率为 $31\%-35\%$ ;B组分搅拌混合时,先按粒径比例混合得到粗集料和细集料,再按份数比例分配粗细集料。

[0084] 在上述实施例及其替代方案中,快速再生剂主要为二甲基亚砜,是碳纤维生产回收物,是一种含硫有机化合物,常温下为无色无臭的透明粘稠液体,是极性高的有机溶剂。

[0085] 在上述实施例及其替代方案中,所述废旧沥青混合料提前进行分级处理,去除小于5mm的废旧沥青混合料颗粒,由粒径为5-10mm、10-15mm、15-20mm、20-30mm四个粒级按20:15:20:45比例混合组成。

[0086] 在上述实施例及其替代方案中,乳化沥青为阳离子型中裂乳化沥青,由沥青、水、复合乳化剂、稳定剂等制备而成。其中,沥青占乳化沥青总质量的 $60\%$ 以上,复合乳化剂为烷基苯酚聚氧乙烯醚磺化琥珀酸酯、聚氧乙烯山梨酸酐硬脂酸、脂肪醇聚氧乙烯醚以及烷基酚聚氧乙烯中的两种或多种,稳定剂为聚乙烯醇。

[0087] 在上述实施例及其替代方案中,超塑化剂为异戊烯醇聚氧乙烯醚、丙烯酸、丙烯酰胺、过氧化氢、抗坏血酸、巯基乙酸、巯基丙酸、氢氧化钠、去离子水按43.72:0.34:0.18:

4.48:0.09:0.09:0.06:4.37:46.67比例混合而成。

[0088] 以上所述仅是对本发明的优选实施例及原理进行了详细说明,对本领域的普通技术人员而言,依据本发明提供的思想,在具体实施方式上会有改变之处,而这些改变也应视为本发明的保护范围。