



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111074715 A

(43)申请公布日 2020.04.28

(21)申请号 202010065125.8

(22)申请日 2020.01.20

(71)申请人 湖南科技学院

地址 425199 湖南省永州市零陵区杨梓塘路130号

(72)发明人 李仁平 周基 阳令明

(74)专利代理机构 湘潭市汇智专利事务所(普通合伙) 43108

代理人 颜昌伟

(51) Int. Cl.

E01C 7/32(2006.01)

E01C 3/04(2006.01)

E01C 21/00(2006.01)

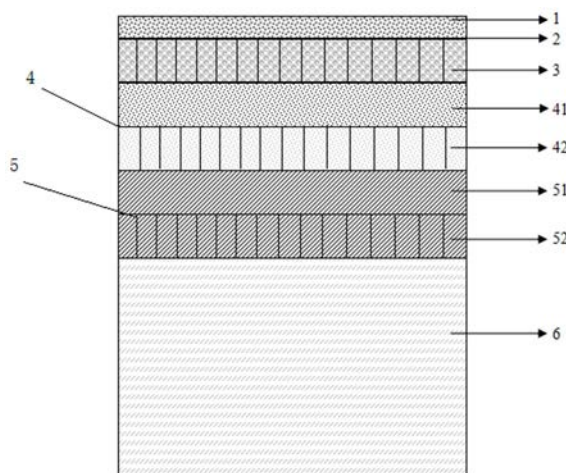
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种抗裂路基路面结构及其施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种抗裂路基路面结构及其施工方法,路面结构自上而下依次为沥青混合料磨耗层+土工格栅;路基结构上层为土工格室固化土,下层为至少一层的土工格室素土与压实素土互层,其下为经过平整压实达到规范要求的路床。本发明土工格室的侧向约束效应限制了路基路面侧向变形和裂缝的产生和发展,多层土工格室土产生的厚板效应能大幅度提高路基的抗弯刚度,从而减少路面的不均匀沉降,增加行车舒适性。该道路结构具有设计模块化、施工方便、环保、水稳定性好、造价低、抗高温车辙能力强、承载力高等优点,可以有效杜绝路面裂缝和永久变形等病害的产生,大幅增加工程的服役寿命,适用于各种等级公路、城市道路、运动场地、大面积堆场、飞机跑道等工程。



1. 一种抗裂路基路面结构,其特征是:路面结构自上而下依次为沥青混合料磨耗层+土工格栅;路基结构上层为土工格室固化土,下层为至少一层的土工格室素土与压实素土互层,其下为经过平整压实达到规范要求的路床。

2. 根据权利要求1所述的抗裂路基路面结构,其特征是:所述的沥青混合料磨耗层为5.0cm厚度的空隙率不超过6%的沥青混合料磨耗层。

3. 根据权利要求1所述的抗裂路基路面结构,其特征是:所述的土工格室选用50mm或100mm高度的HDPE纹面片材经焊接而成的三维网状或蜂巢状格室。

4. 根据权利要求1所述的抗裂路基路面结构,其特征是:所述的土工格室固化土和土工格室压实素土中的土工格室,依据排水需要在1~3%的横向坡度的路床或路基布设,所述土工格室焊距选择200~400mm。

5. 根据权利要求1所述的抗裂路基路面结构,其特征是:所述土工格室压实素土为一层或多层,每层包含土工格室内素土在内的压实素土厚度为土工格室高度的1.8~2.2倍。

6. 根据权利要求1或2所述的抗裂路基路面结构,其特征是:所述土工格室压实素土为二层,自上而下依次为第一压实素土、第一土工格室素土、第二压实素土和第二土工格室素土。

7. 根据权利要求1所述的抗裂路基路面结构,其特征是:所述固化土是以就近获取的土为主要材料,质量占比60~75%,以土体固化剂普通硅酸盐水泥和水玻璃作为次要材料,质量占比15~30%,发泡剂拌合物总体积的5~15%;水泥浆采用的水灰比为0.5~1.0,水泥浆和水玻璃的体积比为1:0.5,水玻璃的模数为2.4~3.4,依据所需要的固化速度选择相应的水玻璃浓度。

8. 根据权利要求1所述的抗裂路基路面结构,其特征是:所述的土工格栅为路用型双向拉伸玻璃纤维土工格栅,通过U型钉将土工格栅固定在土工格室固化土路基表面,以增加沥青混合料面层的抗拉强度以及与基层的协调变形能力。

9. 如权利要求1所述的抗裂路基路面结构的施工方法,其特征是:施工步骤是:

①准备工作:A:按施工规范要求,平整并碾压路床至需要的压实度,或用预拌流态水泥-水玻璃可固化土直接填筑,路床横向排水坡度按设计要求一般取1~3%;B:制作竹、木楔;

②布设与挂网:A:将土工格室张拉,使格室处于张力状态,不允许有松弛感;B:在铺设土工格室的始端,按土工格室的铆距尺寸用铁锤将准备好的竹、木楔打入路基,竹、木楔露出部分不高于格室高度;C:将土工格室按格挂在竹、木楔上;D:铺设土工格室,其铺设宽度按设计要求进行;E:土工格室之间的链接:在土工格室未张拉开之前,用格室连接件将格室连接;F:将连接好的土工格室统一张拉到规定的尺寸,并用竹、木楔或人工固定,准备填土;

③将张拉好的土工格室沿张拉方向从格室的始端进行填土,并填至剩三层土工格室,连接其它土工格室再次填土,依次重复至需铺设的格室的长度为止;

④土工格室素土及压实素土的填筑:A、填土前检查格室有无破损情况,如有,应立即处理;B、土工格室铺设后,在24小时内在其上填土;C、填土:用推土机将格室始端的土向土工格室的两侧推,每次推进以不大于5m;D、推土机填土厚度必须高出格室10公分以上,填土压实后厚度为10cm,以防推土机在填土时损坏格室;

⑤土工格室素土及压实素土的平整碾压:按施工规范要求进行平整碾压至压实度的规

定要求；

⑥ 按步骤②铺设土工格室并拉紧固定，在土工格室内浇筑预拌流态水泥-水玻璃可固化土，并用刮杠刮平，固化土厚度与土工格室高度相等；

⑦ 待水泥-水玻璃固化土终凝后，在其上用U型钉固定玻璃纤维土工格栅，并在土工格室固化土表面洒布一层改性乳化沥青作为粘层；

⑧ 摊铺沥青混合料磨耗层并碾压至压实。

一种抗裂路基路面结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种交通工程领域道路工程,尤其涉及一种抗裂路基路面结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 我国高速公路采用水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料稳定土或处治碎(砾)石,或是用各种水硬性材料结合料的工业废渣修筑的半刚性基层,强度主要受级配组成、粉粒含量、水泥剂量影响,它具有强度高、稳定性好、刚度大、整体性好等优点,但不足之处是脆性大、抗变形能力差。在其基层强度形成过程中以及营运期间路面交通荷载重复作用下,半刚性基层会产生干缩裂缝和低温收缩裂缝。铺筑在半刚性基层之上的柔性沥青混凝土路面,对温度和湿度变化比较敏感,基层的裂缝会直接扩展到沥青路面面层形成路面反射裂缝,不仅影响路面美观、降低平整度,而且会削弱路面的整体强度。特别是当路面开裂后,路面积水会通过裂缝渗到路面基层、底基层甚至路基,削弱基层、土基的强度,从而加剧路面的破坏,缩短路面的使用寿命。

[0003] 路面裂缝包括横向裂缝和纵向裂缝两部分,是路面早期破损最常见的病害之一。由于路面裂缝的产生,地表的水分会沿裂缝直接渗入基层,使基层甚至路基软化,导致路面承载能力下降,加速路面破坏。横向裂缝可分为荷载性裂缝和非荷载性裂缝两类。荷载性裂缝是由于路面设计不当和施工质量低劣,或由于车辆严重超载,致使沥青面层或半刚性基层内产生的拉应力超过其疲劳强度而产生裂缝;非荷载性裂缝是横向裂缝的主要形式,它包括沥青面层低温收缩性裂缝和基层反射性裂缝。纵向裂缝多发于半填半挖路基处,主要是由于路基压实度不均匀或是路基的不均匀沉降造成。

[0004] 半刚性基层沥青路面的裂缝形成主要与材料性能、结构层组合设计、温湿循环、车辆荷载疲劳作用以及施工工艺有关。

[0005] 路面材料及路基填料对裂缝形成的影响:高速公路路面基层通常采用“水泥稳定碎石层+二灰碎石+石灰土底基层”结构,这种半刚性基层的无机结合料是由固相(组成其空间骨架的原材料的颗粒和其间的胶结料)、液相(存在于固相表面与空隙中的水和水溶液)和气相(存在于空隙中的气体)组成,固液气三相在降温过程中相互作用,使无机结合料稳定材料产生体积收缩。水是影响此类材料温度收缩的主要因素,水对无机结合料的影响主要通过扩张作用、毛细管张力和冰冻作用实现,特别是在非饱水状态时影响较大。当水分蒸发时,毛细管水面下降,弯液面的曲率半径变小,致使毛细管负压力增大,从而产生收缩。毛细水蒸发完后,随着相对湿度的继续减小,半刚性基层材料的吸附水开始蒸发,使颗粒表面水膜变薄,颗粒间距离变小,分子力增大,导致其宏观体积进一步收缩,其收缩量要比毛细管作用的影响大得多。当吸附水膜减薄到一定程度后,收缩量逐渐减小,直至终止收缩。由于压实后水泥稳定基层的密度存在不足,土质不均匀,其中的水分不断蒸发和水泥水化作用,使水泥稳定基层水分不断减少,基层发生体积收缩,形成基层收缩裂缝,基层开裂导致裂缝顶端产生应力集中,裂缝向面层扩展,最终到达路表,形成反射裂缝。反射裂缝包括纵

向裂缝和横向裂缝,但以纵向裂缝较多,分布较广,裂缝带宽度从几毫米至几十毫米不等,多数纵向裂缝伴随一定宽度的轻微破碎沉陷,部分纵缝伴随严重破碎沉陷,甚至出现错台现象。

[0006] 外界环境条件的影响:高速公路温度裂缝分布非常普遍,大部分横向裂缝都贯通了路面表面,而且横向裂缝间距较为均匀,裂缝的数量及分布密度与温度下降幅度关系密切,裂缝随低温持续时间增长而不断增多和加密,同一条裂缝宽度也随温度下降而逐渐加宽。沥青面层上的非荷载裂缝主要是温度裂缝,温度裂缝包括低温收缩裂缝和温度疲劳裂缝。沥青材料在较高温度条件下,具有良好的应力松弛性能,温度升降产生的变形不致产生过大的温度应力,但当气温大幅度下降时,沥青材料逐渐发硬并开始收缩。由于沥青面层在路面中是受到约束的,当气温大幅度下降时,沥青面层中产生的收缩拉应力或拉应变一旦超过沥青混合料的抗拉强度或极限拉应变,沥青面层就会开裂。由于一般道路沥青面层的宽度都不很大,收缩所受的约束小,所以低温裂缝主要是横向的。在日夜温差大的地区,沥青面层白天温度与夜间温度之差相当大,在沥青面层中会产生较大的温度应力,由于长时间温度反复升降导致沥青面层温度应力疲劳,使沥青混合料的极限拉伸应变(或劲度模量)变小,加上沥青的老化使沥青脆性增高,应力松弛性能降低,最终达到极限抗拉强度,使路面产生裂缝。

[0007] 重载车辆作用:根据对高速公路路面裂缝的分车道的分布规律调查可知,行车道裂缝分布长度远大于超车道分布长度,唧浆、裂缝的分布也主要以行车道为主,路面横纵裂缝交错,甚至产生网裂,这充分说明重载车辆对路面裂缝的影响非常大,重载车辆甚至超重载车辆加剧了路面破损的速度,导致路面唧浆,甚至发生结构性破坏。

[0008] 造成沥青路面破坏的根本原因是多因素的组合,在不同条件下、不同程度的交叉组合使沥青路面破坏的原因有时显得极为复杂。调查表明,沥青路面破坏往往集中在春秋多雨季节,当沥青路面透水严重或路基面排水不畅时,极易产生路面裂缝。雨水通过沥青面层空隙或缝隙,或者由分隔带或路肩渗入到路面结构内,若不能够及时予以排除,就会浸湿各结构层材料甚至路基土,使其强度下降,变形增加,承载力降低,使用寿命缩短。更为严重的是,进入路面结构层之间的空隙中的水分,在行车荷载的作用下,会成为高孔隙水压力和高流速的水流,冲刷层面材料并产生唧泥现象,促使沥青面层出现剥落、松散等病害,从而使整个路面结构的使用性能迅速变坏。

[0009] 目前高速公路路面裂缝的防治措施主要是通过确定合理的路面厚度、确定半刚性材料的合理组成、加铺路面防裂层和下封层、设置基层预切缝、选择合理面层材料、设置中央分隔带和路肩的防、排水设施等措施来实现。

[0010] 确定合理的路面厚度:目前国际上通用的结论是需要将沥青面层增加至15~25cm,通过增加沥青面层厚度可以减少面层的温度变化,并降低加铺层的拉应力,防止基层反射裂缝。同时可以增加路面结构的弯曲刚度,降低接缝处的弯沉差,减少加铺层的剪切应力,同时可以延长其疲劳断裂寿命。但单纯依靠增加加铺层厚度的方法有可能会受到路面标高的限制,同时必将大幅度增加路面造价,而且在夏季高温时沥青混合料高温蠕变易产生车辙。

[0011] 确定半刚性材料的合理组成:进行半刚性材料的合理组成设计,如调整结合料用量与比例,增加粗骨料含量并严格设计级配,以尽可能的减小其温缩和干缩系数,增加半刚

性基层材料的抗裂性能,但是不能从根本上消除半刚性材料的开裂而导致的路面反射裂缝。

[0012] 加铺路面防裂层和下封层:在面层与基层之间增加优质级配碎石作为上基层,而半刚性材料作为下卧层,这种上柔下刚式的“组合基层”在很大程度上能够防止和减少半刚性基层反射裂缝,同时级配碎石基层还能充当具有排水功能的基层。必要时可在半刚性基层顶或沥青之间设置各种土工合成材料,可以提高沥青混合料的抗拉强度与抗变形能力。下封层可以阻止雨水下渗破坏基层,并可有效阻止水分向基层及其以下侵渗。对于高等级半刚性基层沥青路面,尽量考虑设置下封层,下封层可采用拌和法或层铺法施工的单层式沥青表面处治,也可采用乳化沥青稀浆封层(粘层油)等。下封层为软夹层,在减少温度引起的反射裂缝中可起到重要作用,但在降低荷载应力方面作用不大,甚至可能有不良影响,而刚度与沥青加铺层材料相近的硬夹层,则对降低荷载产生的反射裂缝最为有效,但在减少温度引起的反射裂缝方面不如软夹层有效。

[0013] 综上所述,半刚性基层沥青路面裂缝是引起沥青路面破损的主要原因之一,增强基层和路面强度是防治路面裂缝的根本,防治水侵破坏是防治路面裂缝的形成和发展的基础。

[0014] 目前,国内高速公路沥青面层多采用4cm上面层 + 6cm中面层 + 8cm下面层三层结构,而路基多采用水泥稳定碎石。以某新建造的高速公路为例,路面路基结构自上而下依次为:4cm SMA-13s 型改性沥青玛蹄脂碎石混合料的上面层,+6cm Super-pave-29 改性沥青混合料的沥青中面层,+ 8cm Super-pave-25 普通沥青混合料的沥青下面层,+36cm 水泥稳定碎石基层。二级公路沥青面层一般采用沥青混凝土二层结构,以湖南西部山区某二级公路为例,路面路基结构方案自上而下依次为: 4cm上面层细粒式沥青混凝土AC-13C,+ 5cm下面层中粒式沥青混凝土AC-20C, +20cm 水泥稳定碎石基层,+30cm 水泥稳定碎石底基层。

[0015] 土工格室是一种三维网状结构的高分子聚合物,可通过在格室中充填砂、碎石或粘土等材料,构成一个具有较大抗弯刚度和抗剪强度的复合体。土工格室作为一种新型路基处理方法,广泛应用于公路、铁路等软基加固工程,但由于其受力情况和加固机理的复杂性,格室体的变形计算以及与地基间的荷载传递形式始终没有完善的理论研究,从而影响了格室体在工程中的进一步应用和推广。

发明内容

[0016] 为了解决现有道路结构存在的上述技术问题,本发明提供一种能够杜绝裂缝产生的抗裂路基路面结构及其施工方法。

[0017] 本发明解决上述技术问题的技术方案是:一种抗裂路基路面结构,路面结构自上而下依次为沥青混合料磨耗层+土工格栅;路基结构上层为土工格室固化土,下层为至少一层的土工格室素土与压实素土互层,其下为经过平整压实达到规范要求的路床。

[0018] 上述的抗裂路基路面结构中,所述的沥青混合料磨耗层为5.0cm厚度的空隙率不超过6%的沥青混合料磨耗层。

[0019] 上述的抗裂路基路面结构中,所述的土工格室选用50mm或100mm高度的HDPE纹面片材经焊接而成的三维网状或蜂巢状格室。

[0020] 上述的抗裂路基路面结构中,所述的土工格室固化土和土工格室压实素土中的土工格室,依据排水需要在1~3%的横向坡度的路床或路基布设,所述土工格室焊距选择200~400mm。

[0021] 上述的抗裂路基路面结构中,所述土工格室压实素土为一层或多层,每层包含土工格室内素土在内的压实素土厚度为土工格室高度的1.8~2.2倍。

[0022] 上述的抗裂路基路面结构中,所述土工格室压实素土为二层,自上而下依次为第一压实素土、第一土工格室压实素土、第二压实素土和第二土工格室素土。

[0023] 上述的抗裂路基路面结构中,所述固化土是以就近获取的土为主要材料,质量占比60~75%,以土体固化剂普通硅酸盐水泥和水玻璃作为次要材料,质量占比15~30%,发泡剂占固体拌合物总体积的5~15%;水泥浆采用的水灰比为0.5~1.0,水泥浆和水玻璃的体积比为1:0.5,水玻璃的模数为2.4~3.4,依据所需要的固化速度选择相应的水玻璃浓度。

[0024] 上述的抗裂路基路面结构中,所述的土工格栅为路用型双向拉伸玻璃纤维土工格栅,通过U型钉将土工格栅固定在土工格室固化土路基表面,以增加沥青混合料面层的抗拉强度以及与基层的协调变形能力。

[0025] 一种抗裂路基路面结构的施工方法,其施工步骤是:

①准备工作:A:按施工规范要求,平整并碾压路床至需要的压实度,或用预拌流态水泥-水玻璃可固化土直接填筑,路床横向排水坡度按设计要求一般取1~3%;B:制作竹、木楔;

②布设与挂网:A:将土工格室张拉,使格室处于张力状态,不允许有松弛感;B:在铺设土工格室的始端,按土工格室的铆距尺寸用铁锤将准备好的竹、木楔打入路基,竹、木楔露出部分不高于格室高度;C:将土工格室按格挂在竹、木楔上;D:铺设土工格室,其铺设宽度按设计要求进行;E:土工格室之间的链接:在土工格室未张拉开之前,用格室连接件将格室连接;F:将连接好的土工格室统一张拉到规定的尺寸,并用竹、木楔或人工固定,准备填土;

③将张拉好的土工格室沿张拉方向从格室的始端进行填土,并填至剩三层土工格室,连接其它土工格室再次填土,依次重复至需铺设的格室的长度为止;

④土工格室素土及压实素土的填筑:A、填土前检查格室有无破损情况,如有,应立即处理;B、土工格室铺设后,在24小时内在其上填土;C、填土:用推土机将格室始端的土向土工格室的两侧推,每次推进以不大于5m;D、推土机填土厚度必须高出格室10公分以上,填土压实后厚度为10cm,以防推土机在填土时损坏格室;

⑤土工格室素土及压实素土的平整碾压:按施工规范要求进行平整碾压至压实度的规定要求;

⑥按步骤②铺设土工格室并拉紧固定,在土工格室内浇筑预拌流态水泥-水玻璃可固化土,并用刮杠刮平,固化土厚度与土工格室高度相等;

⑦待水泥-水玻璃固化土终凝后,在其上用U型钉固定玻璃纤维土工格栅,并在土工格室固化土表面洒布一层改性乳化沥青作为粘层;

⑧摊铺沥青混合料磨耗层并碾压至压实。

[0026] 与现有技术相比,采用本技术方案路面路基的效果是:

①固化土主要材料为天然土,也可以是建筑垃圾再生土、渣土等,对于节约资源保护环境有益。

[0027] ②由于加入了发泡剂,所得土工格室固化土的重度比天然土低,减轻了路基的重量。固化土中的微气泡起到隔热、保温的作用,并可以增加土工格室固化土的弹性及抗冲击能力。

[0028] ③土工格室水泥-水玻璃固化土是一种新型复合材料,也是抗开裂道路的核心受力结构层,起到承上启下的关键作用。相对于现有技术的水泥碎石稳定土基层,它是一种隔热、不透水、弯曲刚度大、抗冲击能力强的弹性半刚性结构层,有很好的水稳定性和冻稳定性。固化土中土工格室的三维应力分散作用以及均匀分布的微气泡的存在,使得固化土路基能够充裕地应对路面荷载甚至是重载的震动冲击,因此,土工格室固化土基层不但可以应用于高速公路,还可以应用于飞机跑道工程;不但适应南方气候条件,也能适应北方严寒地区的气候条件。

[0029] ④路面结构采用空隙率不超过6%的沥青混合料磨耗层+玻璃纤维土工格栅,基本不透水,与土工格室固化土基层有很好的变形协调性。面层厚度仅为5.0cm,与现有的路面层设计方案相比较,路面层的造价将大大降低。由于面层沥青混合料厚度薄,即使在夏季高温条件下,也不会因蠕变而产生明显车辙。玻璃纤维土工格栅的使用,有助于增强路面层与基层的应变协调性以及沥青混合料的抗拉、抗剪切、抗车辙能力。

[0030] ⑤路基结构上层为土工格室固化土,下层为土工格室压实素土,其下为经过平整压实达到地基承载力和沉降要求的天然或人工地基(路床)。其刚度自上而下是递减的,而荷载引起的附加应力分布也是自上而下递减,二者相互协调与匹配,降低了疲劳荷载可能引起的永久变形。此外,上述双层路基结构整体抗弯刚度巨大,其厚板效应显著,车辆疲劳荷载引起的路基沉降及不均匀沉降小几乎可以忽略不计,且无路面开裂隐患存在,故道路行车舒适性好、抗水损能力强,道路使用寿命长。

[0031] ⑥预拌流态水泥-水玻璃固化土既可选择在搅拌站集中生产,利用泵车布料机浇筑;也可在现场搅拌,采用机械喷射方式浇筑,施工方便且施工速度快。由于预拌固化土具有流动性,自密实性好,固化速度快,不需要振捣,因此施工效率高。

附图说明

[0032] 图1是本发明实施例的沥青混凝土路基路面结构剖面示意图。

具体实施方式

[0033] 参见图1,一种抗裂路基路面结构,路面结构自上而下依次为4.0~5.0cm厚度的空隙率不超过6%的沥青混合料磨耗层1+土工格栅2,沥青混合料磨耗层1和土工格栅2之间采用及改性乳化沥青粘层粘结;路基结构上层为土工格室固化土3,下层为土工格室压实素土,土工格室压实素土为二层,自上而下依次为第一压实素土41、第一土工格室压实素土42、第二压实素土51和第二土工格室素土52,其下为经过平整压实达到规范要求的路床6。

[0034] 具体地,沥青混合料磨耗层1的沥青混合料是依据工程等级要求选择采用沥青玛蹄脂碎石混合料(一级公路和高速公路)、连续级配沥青混合料(一、二级公路)或厂伴热再生沥青混合料(三、四级公路)。

[0035] 具体地,土工格室固化土和土工格室压实素土中的土工格室,依据排水需要在1~3%的横向坡度的路床或路基布设,土工格室焊距选择200~400mm。

[0036] 具体地,土工格室固化土和土工格室压实素土中的土工格室,选用50mm或100mm高度的HDPE纹面片材经焊接而成的三维网状或蜂巢状格室。

[0037] 土工格室压实素土为一层或多层,每层包含土工格室内素土在内的压实素土厚度为土工格室高度的1.8~2.2倍,优选为2倍。

[0038] 土工格室固化土中的土为就近获得的天然土或建筑垃圾再生粉或者上述成分的混合料,天然土的类别包括淤泥、淤泥质黏土、黏土、粉质黏土、粉土、细砂、中砂和粗砂。

[0039] 土工格室压实素土中的土为天然土,天然土的类别包括黏土、粉质黏土、粉土、细砂、中砂和粗砂,作为填土的黏土、粉质黏土的含水量宜接近最优含水量。

[0040] 土工格室固化土中的固化土是以质量占比60%~75%的土为主要材料,以质量占比15%~30%的土体固化剂作为次要材料和满足流动性和水化反应过程所需要的水,水的质量为土和土体固化剂的10%~20%,以及占拌合物总体积5%~15%的发泡剂,经过机械搅拌形成具有一定流动性的流态可固化拌合物。具有流动性好、可泵送、硬化速度快、固化后不透水、水稳定性好、强度高、水泥稳定土或石灰稳定土基层难以比拟的优点。由于用量大,可就地设立商品固化土搅拌站进行生产。

[0041] 土体固化剂为普通硅酸盐水泥和水玻璃,水泥按水灰比0.5~1.0配制水泥浆,水泥浆与水玻璃的体积比选择1:0.4~0.6,优选为1:0.5,水玻璃的模数为2.4~3.4,浓度按照所需要的固化速度通过试验确定。

[0042] 在水泥中加入水玻璃,能改善水泥的固化性能,提高水泥的固化速度,水泥中的氢氧化钙由于水玻璃的存在而生成强度更高的纤维状或网状水化硅酸钙凝胶,进而包裹黏土颗粒形成较大颗粒起到加固作用,因此水泥-水玻璃固化土比水泥土的强度更高、水稳定性更好,且更有韧性,在土工格室的共同作用下,水泥-水玻璃固化土能够承受路面车辆荷载的反复作用而不开裂。

[0043] 所述的土工格栅为路用型双向拉伸玻璃纤维土工格栅,通过U型钉将土工格栅固定在土工格室固化土路基表面,以增加沥青混合料面层的抗拉强度以及与基层的协调变形能力。

[0044] 以常用的SMA沥青混合料路面路基结构图1为例,采用本技术方案的施工步骤是:

①准备工作:A:按施工规范要求,平整并碾压路床6至需要的压实度,也可用预拌流态水泥-水玻璃可固化土直接填筑,路床横向排水坡度按设计要求一般取1~3%。B:制作竹、木楔(Φ 3-5cm、长度30cm)。

[0045] ②布设与挂网:A:将土工格室(高度10cm,焊距25cm)张拉,使格室处于张力状态,不允许有松弛感。B:在铺设土工格室的始端,按土工格室的铆距尺寸用铁锤将准备好的竹、木楔打入路基,竹、木楔露出部分不高于格室高度。C:将土工格室按格挂在竹、木楔上;D:铺设土工格室,其铺设宽度按设计要求进行。E:土工格室之间的链接:在土工格室未张拉开之前,用格室连接件将格室连接。F:将连接好的土工格室统一张拉到规定的尺寸,并用竹、木楔或人工固定,准备填土。

[0046] ③将张拉好的土工格室沿张拉方向从格室的始端进行填土,并填至剩三层土工格室为宜,连接其它土工格室再次填土,依次重复至需铺设的格室的长度为止。

[0047] ④第二土工格室素土52及第二压实素土51的填筑:A、填土前检查格室有无破损情况,如有,应立即处理。B、土工格室铺设后,应在24小时内在其上填土。C、填土:用推土机

将格室始端的土向土工格室的两侧推,每次推进以不大于5m为宜。D、推土机填土厚度必须高出格室10公分以上(填土压实后厚度约为10cm),以防推土机在填土时损坏格室。

[0048] ⑤ 第二土工格室素土52及第二压实素土51的平整碾压:按施工规范要求进行平整碾压至压实度的规定要求。

[0049] ⑥ 重复上述步骤②③④⑤进行第一土工格室素土42及第一压实素土41的填筑和平整碾压。

[0050] ⑦ 按步骤②铺设土工格室并拉紧固定,在土工格室内浇筑预拌流态水泥-水玻璃可固化土,并用刮杠刮平,固化土厚度与土工格室高度相等。

[0051] ⑧ 待水泥-水玻璃固化土终凝后,在其上用U型钉固定玻璃纤维土工格栅2,并在土工格室固化土3表面洒布一层改性乳化沥青作为粘层。

[0052] ⑨ 摊铺沥青混合料磨耗层1并碾压至压实。

[0053] 本发明提供的抗裂路基路面结构,介于柔性路面和刚性路面之间的半刚性路面。所述土工格室能够大幅增强路面路基强度的机理在于格室土的口袋约束效应及双层格室土的厚板效应,详解如下:每个格室土单元如同装满土的口袋,当其承受压力后,土体受到的压力会反作用到格室转化为格室材料的拉应力,与土体模量相比,格室土模量会有指数级增长。试验研究表明,10cm高的土工格室级配碎石能够获得高达50~100MPa的复合弹性模量,3.5cm高的土工格室级配碎石能够获得35~55MPa的复合弹性模量,而10cm高的土工格室粉土也能够获得高达40~80MPa的复合弹性模量,说明土层性质对土工格室土的强度影响有限,格室土的复合弹性模量随格室高度的增加而增加。对于土工格室土,格室间因为变形协调与相互制约,而产生薄板效应。而随着土工格室高度的增加,土工格室土的抗弯刚度将会出现指数级增长(抗弯刚度与格室土高度的三次方成正比)而呈现出厚板效应。本发明正是利用了这一基本原理,通过采用二层或多层格室土基层进行叠加,使路面路基的抗弯刚度和复合变形模量得到超强增长,利用格室土的厚度变化来满足不同等级公路的使用要求,为路面路基模块化设计找到一种全新的解决方案。

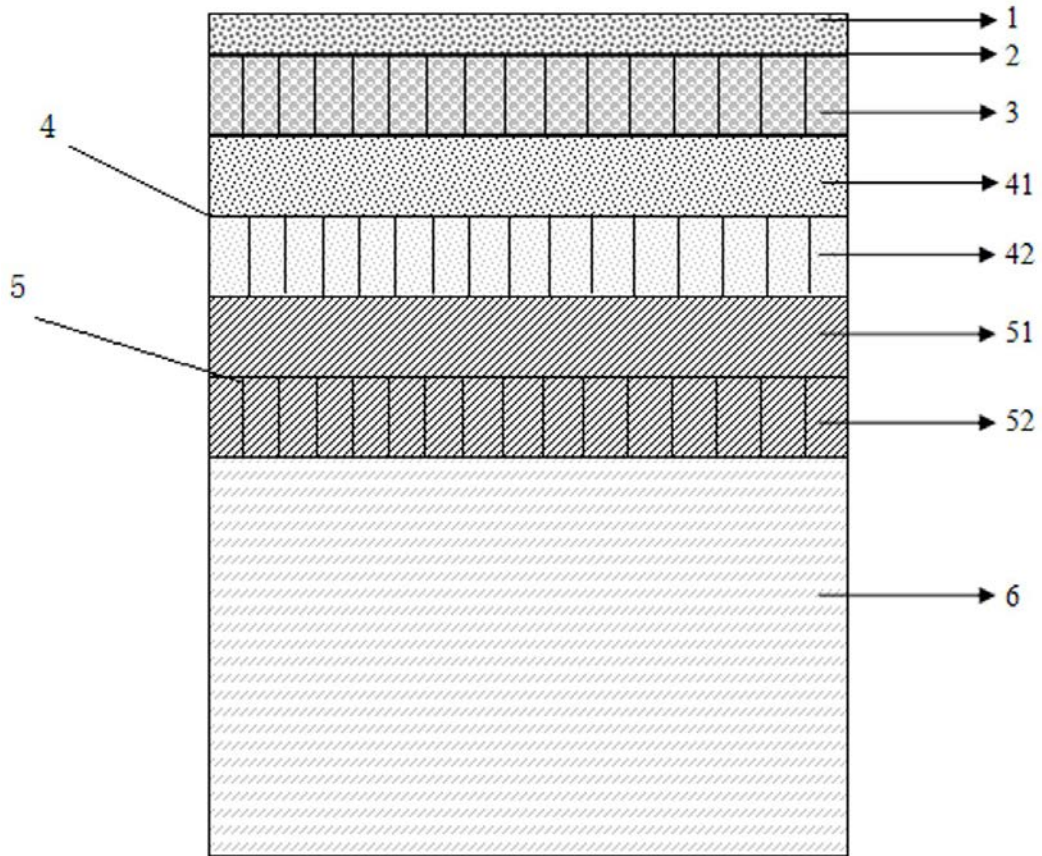


图1