



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104818658 B

(45)授权公告日 2017.01.18

(21)申请号 201510243290.7

审查员 邱璐

(22)申请日 2015.05.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104818658 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(73)专利权人 山西省交通科学研究院

地址 030006 山西省太原市小店区学府街
79号

专利权人 山西交科公路勘察设计院

(72)发明人 张军 赵建斌 董立山 孙志杰

(74)专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001

代理人 余晓雪 王敏锋

(51)Int.Cl.

E01C 3/00(2006.01)

E01C 3/04(2006.01)

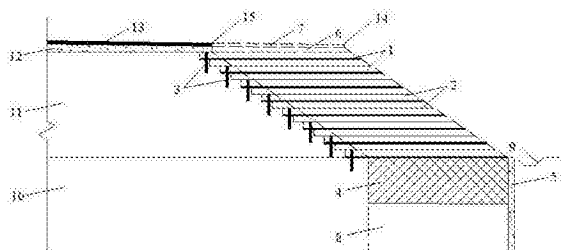
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种湿陷性黄土地基层上道路拓宽方法

(57)摘要

本发明公开了一种湿陷性黄土地基层上道路拓宽方法,湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系包括湿陷性黄土地基层、灰土换填层、填土层、土工格栅、待拓宽道路水稳层、待拓宽道路路面、微型刚性桩以及夯实水泥土桩墙;湿陷性黄土地基层、灰土换填层、填土层、待拓宽道路水稳层以及待拓宽道路路面自下而上依次层状分布;夯实水泥土桩墙贯穿灰土换填层并纵向插入湿陷性黄土地基层中;填土层中沿填土层的纵向铺设有一层或多层土工格栅;微型刚性桩贯穿土工格栅并纵向插入原路堤中。本发明针对湿陷性黄土地基层上道路拓宽问题,提供了一种结构力学性能合理、整体性好以及质量可控的湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系及道路拓宽方法。



1. 一种湿陷性黄土地基上道路拓宽方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

1) 获得原有道路和拓宽道路地基物理力学参数;所述原有道路和拓宽道路地基物理力学参数是原有道路和拓宽道路地基压缩模量、换填灰土压缩模量和拓宽道路新增荷载;

2) 根据原有道路和拓宽道路地基物理力学参数确定灰土换填层(4)的厚度;

3) 挖去与灰土换填层(4)的厚度相同高度的湿陷性黄土,进行灰土换填,灰土换填后的灰土压实度不小于95,并平整至设计地基标高;

4) 采用螺旋钻法施工并形成夯实水泥土桩墙(5),夯实水泥土桩墙(5)由夯实水泥土桩重叠排列组成,夯实水泥土桩的直径不小于0.8m,两相邻夯实水泥土桩的心距不大于夯实水泥土桩的半径,长度不小于2倍的灰土换填层(4)的高度,位于拓宽路堤坡脚处和排水沟(9)之间;

5) 按规范要求施工排水沟;

6) 向原路堤(11)坡面开挖台阶,原路堤(11)坡面的台阶宽度不小于1m,铺设第一层土工格栅(1),所述土工格栅(1)在0.5%延伸率时的抗拉刚度不小于500kN/m;

7) 填筑一层拓宽路堤的填土层(2),并充分压实,压实度与原路堤(11)的压实度相同,填土层(2)的厚度不大于0.3m;

8) 将微型刚性桩(3)在距原路堤(11)坡面开挖的台阶边缘0.3~0.5m处垂直打入原路堤(11),并打穿土工格栅(1);

9) 重复步骤7)填筑拓宽路堤的填土层(2)至铺设下一层土工格栅标高;

10) 重复步骤6)至步骤9),在步骤9)所提及的填筑拓宽路堤的填土层(2)的基础上再次填筑填土层(2);直至填筑至待拓宽道路水稳层(6)底面设计标高;

11) 对待拓宽道路水稳层(6)进行施工,所述待拓宽道路水稳层(6)与原水稳层(12)的设计以及施工要求相同;

12) 对待拓宽道路路面(7)进行施工;所述待拓宽道路路面(7)与原路面(13)的设计以及施工要求相同。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述步骤2)中灰土换填层(4)的厚度 H_c 采用下式确定:

$$H_c = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{zi}}{E_{si}} h_i - \sum_{i=1}^m \frac{\bar{\sigma}'_{zi}}{E'_{si}} h'_i}{\bar{\sigma}_c} E_c$$

其中:

原地基(10)和待拓宽道路路肩(14)下地基变形计算深度至自重应力与附加应力之比小于0.1,且将原路肩和待拓宽道路路肩下地基变形计算深度分别均匀划分为m以及n层;i是m或n层中的任意一层;

E_c 为灰土换填层(4)灰土平均压缩模量;

$\bar{\sigma}_c$ 为灰土换填层(4)平均附加应力;

E_{si} 和 E'_{si} 分别为原地基(10)和待拓宽道路路肩(14)下地基第i层土上的平均压缩模量;

$\bar{\sigma}_{zi}$ 和 $\bar{\sigma}'_{zi}$ 分别为原地基(10)和待拓宽道路路肩(14)下地基第i层土上的平均附加应力;

h_i 和 h'_i 分别为第i层土的厚度。

一种湿陷性黄土地基层上道路拓宽方法

技术领域

[0001] 本发明属于湿陷性黄土地区道路拓宽工程领域,涉及一种湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系及道路拓宽方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济的飞速发展,公路在国民经济发展中的作用越来越突出。然而有些道路的通行能力已经不能满足交通量增大的需要,其造成时间的浪费和运输成本的提高,严重影响了区域经济的发展。为了满足急剧增长的交通要求和提高道路服务水平,更好地为经济建设服务,对道路进行拓宽成为了必然选择。

[0003] 目前,道路拓宽工程中,最主要的问题就是拓宽道路与原有道路之间整体性能较差,运营过程中拓宽道路与原有道路之间差异沉降较大,纵向裂缝现象较为严重。再加之在湿陷性黄土地区,由于湿陷性黄土土质较均匀、结构疏松、孔隙发育。当在一定压力下受水浸湿,黄土结构会迅速破坏,产生较大附加下沉,强度迅速降低。因此,在湿陷性黄土地基层上进行道路拓宽工程,拓宽道路与原有道路之间差异沉降、纵向裂缝问题更为显著,运营过程中甚至出现失稳破坏,严重影响着拓宽后道路行车的舒适性和安全性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对湿陷性黄土地基层上道路拓宽问题,提供了一种结构力学性能合理、整体性好以及质量可控的湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系及道路拓宽方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系,其特征在于:所述湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系包括湿陷性黄土地基层、灰土换填层、填土层、土工格栅、待拓宽道路水稳层、待拓宽道路路面、微型刚性桩以及夯实水泥土桩墙;所述湿陷性黄土地基层、灰土换填层、填土层、待拓宽道路水稳层以及待拓宽道路路面自下而上依次层状分布;所述夯实水泥土桩墙贯穿灰土换填层并纵向插入湿陷性黄土地基层中;所述填土层中沿填土层的纵向铺设有一层或多层土工格栅;所述微型刚性桩贯穿土工格栅并纵向插入原路堤中。

[0007] 作为优选,本发明所采用的微型刚性桩是钢筋混凝土灌注桩;所述微型刚性桩的直径在150~300mm之间,所述微型刚性桩采用的混凝土强度等级不小于C30,纵筋直径不小于8mm,纵筋不少于4根;所述微型刚性桩的长度在0.8~1.2m之间;所述微型刚性桩的横向间距在1.0~1.5m之间。

[0008] 作为优选,本发明所采用的微型刚性桩贯穿土工格栅时由土工格栅分为上部分以及下部分;所述上部分以及下部分的长度比在1:2~1:1范围内。

[0009] 作为优选,本发明所采用的土工格栅是多层时,相邻两层土工格栅之间的间距在0.5~1.5m范围内。

[0010] 作为优选,本发明所采用的土工格栅在0.5%延伸率时的抗拉刚度不小于500kN/m。

[0011] 作为优选,本发明所采用的夯实水泥土桩墙由夯实水泥土桩重叠排列组成,所述夯实水泥土桩的直径不小于0.8m,两相邻夯实水泥土桩的心距不大于夯实水泥土桩的半径,长度不小于2倍的灰土换填层的高度。

[0012] 作为优选,本发明所采用的灰土换填层的厚度 H_c 采用下式确定:

$$[0013] \quad H_c = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{zi}}{E_{si}} h_i - \sum_{i=1}^m \frac{\bar{\sigma}'_{zi}}{E'_{si}} h'_i}{\bar{\sigma}_c} E_c$$

[0014] 其中:

[0015] 原地基和待拓宽道路路肩下地基变形计算深度至自重应力与附加应力之比小于0.1,且将原路肩和待拓宽道路路肩下地基变形计算深度分别均匀划分为m以及n层;i是m或n层中的任意一层;

[0016] E_c 为灰土换填层灰土平均压缩模量;

[0017] $\bar{\sigma}_c$ 为灰土换填层平均附加应力;

[0018] E_{si} 和 E'_{si} 分别为原地基和待拓宽道路路肩下地基第i层土上的平均压缩模量;

[0019] $\bar{\sigma}_{zi}$ 和 $\bar{\sigma}'_{zi}$ 分别为原地基和待拓宽道路路肩下地基第i层土上的平均附加应力;

[0020] h_i 和 h'_i 分别为第i层土的厚度。

[0021] 一种基于如前所述的湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系的湿陷性黄土地基层上道路拓宽方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

[0022] 1)获得原有道路和拓宽道路地基物理力学参数;所述原有道路和拓宽道路地基物理力学参数是原有道路和拓宽道路地基压缩模量、换填灰土压缩模量和拓宽道路新增荷载;

[0023] 2)根据原有道路和拓宽道路地基物理力学参数确定灰土换填层的厚度;

[0024] 3)挖去与灰土换填层的厚度相同高度的湿陷性黄土,进行灰土换填,灰土换填后的灰土压实度不小于95,并平整至设计地基标高;

[0025] 4)采用螺旋钻法施工并形成夯实水泥土桩墙,夯实水泥土桩墙由夯实水泥土桩重叠排列组成,夯实水泥土桩的直径不小于0.8m,两相邻夯实水泥土桩的心距不大于夯实水泥土桩的半径,长度不小于2倍的灰土换填层的高度,位于拓宽路堤坡脚处和排水沟之间;

[0026] 5)按规范要求对排水沟的施工;

[0027] 6)向原路堤坡面开挖台阶,原路堤坡面的台阶宽度不小于1m,铺设第一层土工格栅,所述土工格栅在0.5%延伸率时的抗拉刚度不小于500kN/m;

[0028] 7)填筑一层拓宽路堤的填土层,并充分压实,压实度与原路堤的压实度相同,填土层的厚度不大于0.3m;

[0029] 8)将微型刚性桩在距原路堤坡面开挖的台阶边缘0.3~0.5m处垂直打入原路堤,并打穿土工格栅;

[0030] 9)重复步骤7)填筑拓宽路堤的填土层至铺设下一层土工格栅标高;

[0031] 10)重复步骤6)至步骤9),在步骤9)所提及的填筑拓宽路堤的填土层的基础上再次填筑填土层;直至填筑至待拓宽道路水稳层底面设计标高;

[0032] 11)对待拓宽道路水稳层进行施工,所述待拓宽道路水稳层与原水稳层的设计以

及施工要求相同；

[0033] 12)对待拓宽道路路面进行施工；所述待拓宽道路路面与原路面的设计以及施工要求相同。

[0034] 作为优选，本发明在步骤2)中灰土换填层的厚度 H_c 采用下式确定：

$$[0035] \quad H_c = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{zi} h_i}{E_{si}} - \sum_{i=1}^m \frac{\bar{\sigma}'_{zi} h'_i}{E'_{si}}}{\bar{\sigma}_c} E_c$$

[0036] 其中：

[0037] 原地基和待拓宽道路路肩下地基变形计算深度至自重应力与附加应力之比小于0.1，且将原路肩和待拓宽道路路肩下地基变形计算深度分别均匀划分为 m 以及 n 层； i 是 m 或 n 层中的任意一层；

[0038] E_c 为灰土换填层灰土平均压缩模量；

[0039] $\bar{\sigma}_c$ 为灰土换填层平均附加应力；

[0040] E_{si} 和 E'_{si} 分别为原地基和待拓宽道路路肩下地基第 i 层土上的平均压缩模量；

[0041] $\bar{\sigma}_{zi}$ 和 $\bar{\sigma}'_{zi}$ 分别为原地基和待拓宽道路路肩下地基第 i 层土上的平均附加应力；

[0042] h_i 和 h'_i 分别为第 i 层土的厚度；

[0043] 计算深度至自重应力与附加应力之比小于0.1。

[0044] 本发明的优点是：

[0045] 本发明提供了一种湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系及道路拓宽方法，该体系包括土工格栅、填土层、微型刚性桩、灰土换填层、夯实水泥土桩墙、待拓宽道路水稳层、待拓宽道路路面、湿陷性黄土地基层以及排水沟。土工格栅和微型刚性桩联合作用，显著提高了填土层和原路堤的整体稳定性；灰土换填层和夯实水泥土桩墙联合作用，消除黄土湿陷性对拓宽道路的影响，增强了拓宽地基承载力。其中，灰土换填层消除了浅层地基的湿陷性，增加了地基强度，减小了新老道路的差异沉降，而夯实水泥土桩墙有效隔离了拓宽道路外侧雨水对深层湿陷性黄土的影响，该体系有效解决了湿陷性黄土地基层上道路拓宽工程中新老道路变形协调性差，新老道路整体稳定性差以及路面开裂现象严重的问题。本发明无需换填路堤轻质填料、减小了湿陷性地基处理范围，经济性好。

附图说明

[0046] 图1是本发明所提供的湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系的剖视结构示意图；

[0047] 图2是本发明所采用的灰土换填层和夯实水泥土桩墙联合结构的平面结构示意图；

[0048] 图3是本发明所采用的土工格栅和微型刚性桩联合结构的平面结构示意图；

[0049] 其中：

[0050] 1-土工格栅；2-填土层；3-微型刚性桩；4-灰土换填层；5-夯实水泥土桩墙；6-待拓宽道路水稳层；7-待拓宽道路路面；8-湿陷性黄土地基层；9-排水沟；10-原地基；11-原路堤；12-原水稳层；13-原路面；14-待拓宽道路路肩；15-原路肩。

具体实施方式

[0051] 下面结合附图和具体的实施例对本发明的湿陷性黄土地基层上道路拓宽结构及其施工方法做进一步的详细说明：

[0052] 实施例：

[0053] 参见图1，一种湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系，该体系包括土工格栅1、填土层2、微型刚性桩3、灰土换填层4、夯实水泥土桩墙5、待拓宽道路水稳层6、待拓宽道路路面7、湿陷性黄土地基层8、排水沟9。

[0054] 土工格栅1铺设于各层填土层2之间，每层土工格栅1间距为0.9m，每层填土层高度为30cm，并向原路堤11坡面开挖台阶，台阶宽度为1.2m，填土层压实度与原路堤11压实度相同。

[0055] 微型刚性桩3距原路堤11坡面开挖台阶边缘0.5m处垂直打入原路堤，并打穿土工格栅1，微型刚性桩3和土工格栅1形成一个稳定性连接结构，以增强填土层2和原路堤11的整体稳定性。

[0056] 微型刚性桩3为钢筋混凝土灌注桩，直径为200mm，混凝土强度等级为C30，纵筋直径为8mm，均匀布置4根。微型刚性桩3长度为0.9m，位于土工格栅1上、下部分长度比例为1:2~1:1。微型刚性桩3间距在1.2m。

[0057] 灰土换填层4是采用灰土换填方法对拓宽部分一定高度湿陷性黄土地基层8进行换填形成，在消除湿陷性黄土地基层8湿陷性的同时，提高地基承载力。根据原路肩15和待拓宽道路路肩14沉降等量原则，灰土换填层4厚度 H_c 采用下式确定：

$$[0058] \quad H_c = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{zi}}{E_{si}} h_i - \sum_{i=1}^m \frac{\bar{\sigma}'_{zi}}{E'_{si}} h'_i}{\bar{\sigma}_c} E_c$$

[0059] 式中，原地基10和待拓宽道路路肩14下地基形计算深度至自重应力与附加应力之比为0.1时为止，且将原地基10和待拓宽道路路肩14下地基变形计算深度分别均匀划分为m、n层。 E_c 为灰土换填层4灰土平均压缩模量， $\bar{\sigma}_c$ 为灰土换填层4平均附加应力； E_{si} 和 E'_{si} 分别为原地基10和待拓宽道路路肩14下地基第i层土上的平均压缩模量； $\bar{\sigma}_{zi}$ 和 $\bar{\sigma}'_{zi}$ 分别为原地基10和待拓宽道路路肩14下地基第i层土上的平均附加应力； h_i 和 h'_i 分别为第i层土的厚度。

[0060] 本发明所提供的湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系的道路拓宽方法，其步骤如下：

[0061] A、搜集原有道路勘察设计、竣工图和养护等资料，进行原有道路和拓宽道路地勘试验，获得原有道路和拓宽道路地基物理力学参数。

[0062] B、根据原有道路和拓宽道路地基压缩模量、换填灰土压缩模量和拓宽道路新增荷载确定灰土换填层4厚度。

[0063] C、挖去灰土换填层4范围内湿陷性黄土，进行灰土换填，灰土压实度为96，并平整至设计地基标高。

[0064] D、采用螺旋转法施工夯实水泥土桩墙5(参见图2)，夯实水泥土桩墙5由夯实水泥

土桩重叠排列组成,夯实水泥土桩直径为0.8m,两相邻桩心距为夯实水泥土桩半径(0.4m),长度为2倍的灰土换填层4高度,位于拓宽路堤坡脚处和排水沟9之间,以隔绝雨水对湿陷性黄土地基层8的影响。

[0065] E、按规范要求进行排水沟9施工。

[0066] F、向原路堤11坡面开挖台阶,台阶宽度为1.2m,铺设第一层土工格栅1,土工格栅1应满足高强度、低徐变的要求,0.5%延伸率时土工格栅1抗拉刚度为1200kN/m;

[0067] G、填筑一层拓宽路堤填土层2,并充分压实,压实度与原路堤11压实度相同,填土层2厚度为0.3m。

[0068] H、将微型刚性桩3在距原路堤11坡面开挖台阶边缘0.5m处垂直打入原路堤11,并打穿土工格栅1(参见图3),使微型刚性桩3与土工格栅1形成一个稳定性连接结构。

[0069] I、向原路堤11坡面开挖台阶,按步骤G填筑第一层拓宽路堤填土层2。

[0070] J、重复步骤I,填筑第二层拓宽路堤填土层2,即土工格栅1铺设设计标高。

[0071] K、重复步骤F~J,直至填筑至待拓宽道路水稳层6底面设计标高。

[0072] L、待拓宽道路水稳层6施工,设计、施工要求与原水稳层12相同。

[0073] M、待拓宽道路路面7结构施工,设计、施工要求与原路面13相同。

[0074] 该湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系应用于山西某公路拓宽工程。该高速公路为双向四车道,经拓宽后为双向六车道。该湿陷性黄土地基层上道路拓宽体系试验段路堤顶面宽34m,填土层高度4.6m,新拓宽地基为非自重湿陷性黄土。在本发明应用试验段相邻路段,采用原有技术(振动碾压法)进行地基处理,对两种工况分别进行监测对比分析。采用单点位移计监测拓宽地基沉降,测斜管监测拓宽路基坡脚处侧向变形,并通过雨水冲刷试验验证本发明方法处治非自重湿陷性黄土地基层的效果。监测结果表明:与原有技术的振动碾压法相比,路堤填筑完毕时采用该方法进行道路拓宽后各监测点沉降量减小45%以上,拓宽路基坡脚处侧向位移减小55%以上。并根据雨水冲刷试验分析,与原有技术相比,采用该方法进行湿陷性黄土地基层上道路拓宽时,雨水冲刷3天后地基沉降减小30%以上,差异沉降减小45%以上,路堤坡脚处侧向位移减小40%以上。最后,根据实际工况采用有限元软件进行数值模拟分析,与原有技术相比,采用该方法的拓宽路堤稳定性增加60%以上,新老路面拉应力集中现象显著减弱,未出现路面拉裂现象。综上,该体系有效解决了湿陷性黄土地基层上道路拓宽工程中新老道路变形协调性差,新老道路整体稳定性差以及路面开裂现象严重的问题。

[0075] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照最佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

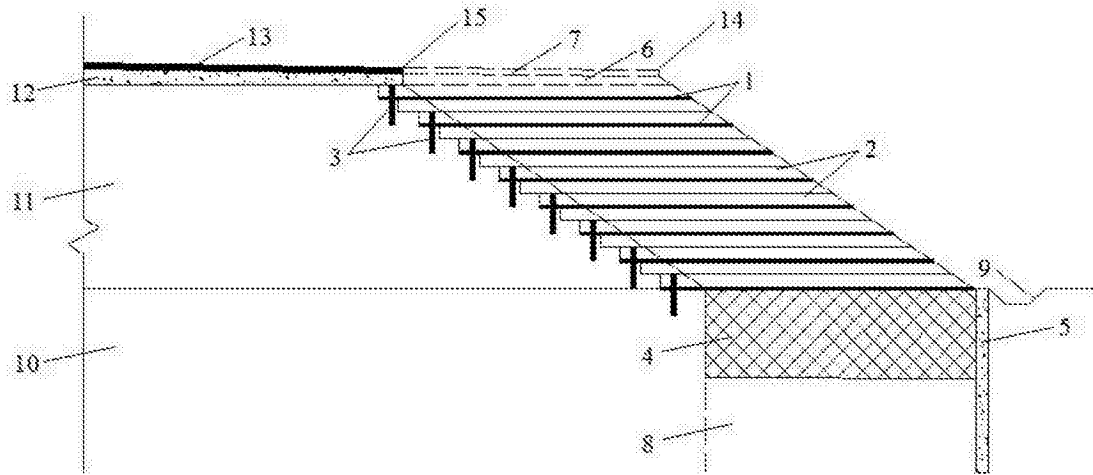


图 1

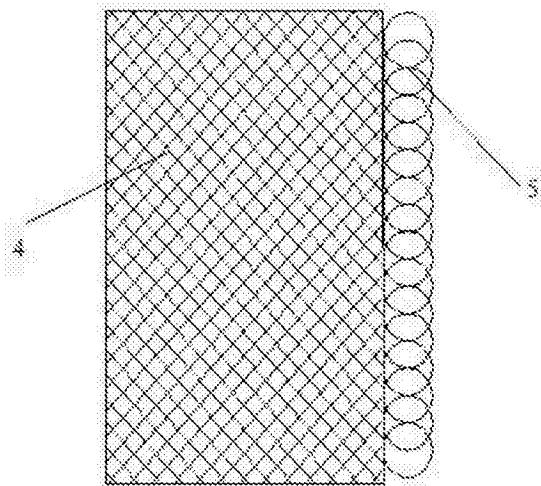


图2

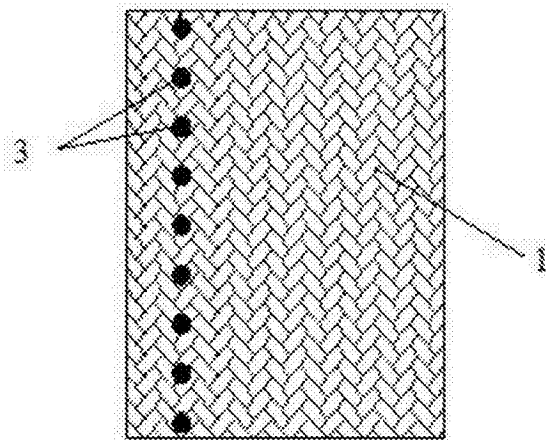


图3