(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113106803 A
(43)申请公布日 2021.07.13

(21)申请号 202110393076.5

(22)申请日 2021.04.13

(71)申请人 中国建筑设计研究院有限公司
地址 100044 北京市西城区车公庄大街19号

(72)发明人 李茂林 赵昕 李建业

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理事务所(普通合伙) 11390
代理人 郝亮

(51)Int.Cl.
E01C 5/04(2006.01)
E01C 11/22(2006.01)

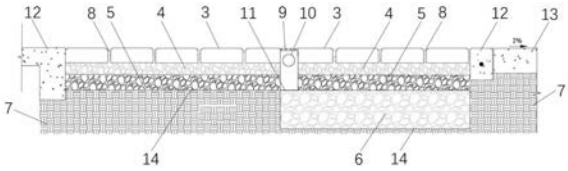
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种透水铺装组合路面结构及铺装方法

(57)摘要

本专利涉及一种透水铺装组合路面结构及铺装方法，该路面结构包括并列铺设的半透水路面单元和透水路面单元，半透水路面单元和透水路面单元均包括由上向下铺设的第一透水层、第二透水层、第三透水层，半透水路面单元的第三透水层铺设于原状基础上，透水路面单元的第三透水层与原状基础之间还铺设有第四透水层；其中，第一透水层、第二透水层、第三透水层、第四透水层的透水性依次增强，半透水路面单元的第三透水层与透水路面单元的第四透水层连通。本发明的结构简单，施工简单，工作量小，成本低，能够实现雨水资源再利用。



CN 113106803 A

1.一种透水铺装组合路面结构,其特征在于,包括并列铺设的半透水路面单元(1)和透水路面单元(2),半透水路面单元(1)和透水路面单元(2)均包括由上向下铺设的第一透水层(3)、第二透水层(4)、第三透水层(5),半透水路面单元(1)的第三透水层(5)铺设于原状基础(7)上,透水路面单元(2)的第三透水层(5)与原状基础(7)之间还铺设有第四透水层(6);

其中,第一透水层(3)、第二透水层(4)、第三透水层(5)、第四透水层(6)的透水性依次增强,半透水路面单元(1)的第三透水层(5)与透水路面单元(2)的第四透水层(6)连通。

2.根据权利要求1所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,所述第一透水层(3)由多块透水砖铺设,相邻两块透水砖之间具有间隙。

3.根据权利要求2所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,所述间隙的面积占路面面积的10%-30%,所述间隙内充填粒径10mm的砾石。

4.根据权利要求2或3所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,所述第二透水层(4)由第一粒径的砾石堆砌,所述第三透水层(5)由第二粒径的砾石堆砌,所述第四透水层(6)由第三粒径的砾石堆砌,第二粒径大于第一粒径且小于第三粒径。

5.根据权利要求4所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,第一粒径为10mm,第二粒径为15-40mm,第三粒径为40-80mm。

6.根据权利要求5所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,第二透水层(4)的厚度不小于50mm、第三透水层(5)的厚度不小于100mm、第四透水层(6)的厚度为300-600mm。

7.根据权利要求1所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,透水路面单元(2)靠近半透水路面单元(1)的一侧设有排水沟(9),排水沟(9)的深度等于第一透水层(3)的顶面至第四透水层(6)的顶面距离;

排水沟(9)内铺设有进水管(10)。

8.根据权利要求1所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,第二透水层(4)、第三透水层(5)、第四透水层(6)外均包裹有渗透型土工布(14)。

9.根据权利要求8所述的透水铺装组合路面结构,其特征在于,所述第四透水层(6)的内部敷设有穿孔管(15),所述穿孔管(15)外包裹有渗透型土工布(14)。

10.一种透水铺装组合路面结构的铺装方法,其特征在于,包括如下步骤:

根据路面设计以及地基情况确定半透水路面单元(1)和透水路面单元(2)的宽度以及第一透水层(3)、第二透水层(4)、第三透水层(5)、第四透水层(6)的厚度;

按照第一粒径、第二粒径、第三粒径范围进行砾石筛分,利用渗透型土工布(14)将第一粒径的砾石包裹为第二透水层(4)、将第二粒径的砾石包裹为第三透水层(5)、将第三粒径的砾石包裹为第四透水层(6);

开挖第一铺装空间和第二铺装空间,在第一铺装空间内由下向上依次铺设第三透水层(5)、第二透水层(4)和第一透水层(3)完成半透水路面单元(1)的铺设;在第二铺装空间由下向上依次铺设第四透水层(6)、第三透水层(5)、第二透水层(4)和第一透水层(3),铺设时留设排水沟(9),排水沟(9)与第四透水层(6)连通,并在排水沟(9)内铺设进水管(10),完成透水路面单元(2)的铺设。

一种透水铺装组合路面结构及铺装方法

技术领域

[0001] 本专利属于透水路面技术领域，具体而言涉及一种透水铺装组合路面结构及铺装方法。

背景技术

[0002] 我国水资源呈整体丰富，人均占有量少的特点。很多地区存在水量不足或水质型缺水的局面。雨水在降落、汇集过程中携带大量地表污染物，严重污染河流。同时，雨水是一种非传统水资源，雨水入渗能涵养地下水源，雨水回用能弥补部分水资源不足状况，又能减少河流的面源污染。自《海绵城市建设技术指南》发布以来，国内掀起了海绵城市建设热潮。海绵城市建设终极目标为雨洪管理，其综合控制目标包括雨水总量控制、雨水资源化利用、雨水污染控制和峰值削减，而目标的实现依赖于低影响开发技术的落实。

[0003] 目前，透水铺装是一种新兴的城市铺装形式，通过采用空隙率较高的材料应用于面层、基层，并保证路面强度和耐久性的前提下，使雨水能够顺利进入铺面结构内部，通过具有临时贮水能力的基层，直接下渗入土基或进入铺面内部排水管排出，从而达到涵养水分、改善城市环境和提高交通安全舒适性等功能。

[0004] 但是，现有透水铺装的路面，未进行精细化设计，不论透水路面大小全部沿用一种构造方式，要么造成透水能力不足以承担日常降雨均能下渗的目标，要么造成渗透日常降雨能力富余导致浪费。现有透水路面整个路面的纵向结构相同，其施工工作量巨大，施工成本高；当遇到雨量较大不能及时下渗时，仍存在道路积水问题，存在交通隐患；而且透水铺装的过滤功能低下，对雨水的净化效果差，面源污染削减作用弱，较难满足海绵城市建设要求的削减面源污染目标。

发明内容

[0005] 鉴于上述的分析，本发明旨在提供一种透水铺装组合路面结构及铺装方法，用以解决现有透水铺装路面粗放式实施且功能单一，面源污染削减作用有限以及屋面雨水直接排放造成水资源浪费的问题中的一者或多者。

[0006] 本发明的目的是这样实现的：

[0007] 一方面，提供一种透水铺装组合路面结构，包括并列铺设的半透水路面单元和透水路面单元，半透水路面单元和透水路面单元均包括由上向下铺设的第一透水层、第二透水层、第三透水层，半透水路面单元的第三透水层铺设于原状基础上，透水路面单元的第三透水层与原状基础之间还铺设有第四透水层；

[0008] 其中，第一透水层、第二透水层、第三透水层、第四透水层的透水性依次增强，半透水路面单元的第三透水层与透水路面单元的第四透水层连通。

[0009] 进一步地，多个半透水路面单元连续铺设形成第一侧路面，多个透水路面单元连续铺设形成第二侧路面，第一侧路面与第二侧路面形成双向道路。

[0010] 进一步地，第一透水层由多块透水砖铺设，相邻两块透水砖之间具有间隙。

[0011] 进一步地，间隙面积占路面面积的10％-30％，间隙内充填粒径10mm的砾石。

[0012] 进一步地，所述第二透水层由第一粒径的砾石堆砌，所述第三透水层由第二粒径的砾石堆砌，所述第四透水层由第三粒径的砾石堆砌，第二粒径大于第一粒径且小于第三粒径。

[0013] 进一步地，第一粒径为10mm，第二粒径为15-40mm，第三粒径为40-80mm。

[0014] 进一步地，透水路面单元靠近半透水路面单元的一侧设有排水沟，排水沟的深度等于第一透水层的顶面至第四透水层的顶面距离；

[0015] 排水沟内铺设有进水管，位于排水沟内的第四透水层的顶面设有泄水孔。

[0016] 进一步地，第二透水层、第三透水层、第四透水层外均包裹有渗透型土工布。

[0017] 进一步地，第四透水层的内部敷设有穿孔管，用于将第四透水层内储集的水引出供用水点使用。

[0018] 进一步地，穿孔管外包裹有渗透型土工布，用于防止穿孔管的孔眼堵塞。

[0019] 进一步地，第二透水层的厚度不小于50mm、第三透水层的厚度不小于100mm、第四透水层的厚度为300-600mm。

[0020] 进一步地，半透水路面单元和/或透水路面单元的外侧设置混凝土分隔带，混凝土分隔带的厚度至少大于第一层透水层的厚度。

[0021] 进一步地，临近路面的坡度为2％。

[0022] 另一方面，还提供一种透水铺装组合路面结构的铺装方法，包括如下步骤：

[0023] 根据路面设计以及地基情况确定半透水路面单元和透水路面单元的宽度以及第一透水层、第二透水层、第三透水层、第四透水层的厚度；

[0024] 按照第一粒径、第二粒径、第三粒径范围进行砾石筛分，利用渗透型土工布将第一粒径的砾石包裹为第二透水层、将第二粒径的砾石包裹为第三透水层、将第三粒径的砾石包裹为第四透水层；

[0025] 开挖第一铺装空间和第二铺装空间，在第一铺装空间铺内由下向上依次铺设第三透水层、第二透水层和第一透水层完成半透水路面单元的铺设；在第二铺装空间由下向上依次铺设第四透水层、第三透水层、第二透水层和第一透水层，铺设时留设排水沟，排水沟与第四透水层连通，并在排水沟内铺设进水管，完成透水路面单元的铺设。

[0026] 进一步地，在所述第四透水层的内部敷设有穿孔管，穿孔管连接有排水管，排水管通过抽水设备与地面用水点连接。

[0027] 与现有技术相比，本发明至少可实现如下有益效果之一：

[0028] a)本发明提供的透水铺装组合路面结构，将路面结构分为半透水路面单元和透水路面单元两部分，两部分路面具有不同的储排水能力，且在地下将两部分路面渗透层连通，当发生降水时，落在半透水路面单元上的雨水，经第一透水层、第二透水层过滤后进入第三透水层内，由于半透水路面单元的第三透水层与透水路面单元的第四透水层连通，随着雨水不断渗入，半透水路面单元的第三透水层内的雨水溢出至透水路面单元的第四透水层内，以防止雨水溢出半透水路面单元的顶面，经过滤的雨水集中储存在透水路面单元的第四透水层内，能够满足大降雨量的排水需求。

[0029] b)本发明提供的透水铺装组合路面结构，采用多级透水层的雨水过滤效果好，过滤后的雨水储集在第四透水层内，达到生活杂用水回用标准，在第四透水层内敷设穿孔管，

便于统一排出供用水点使用，充分利用了雨水资源。

[0030] c)本发明提供的透水铺装组合路面结构，半透水路面单元与透水路面单元中间的连通结构，即半透水路面单元与透水路面单元通过排水沟连通，排水沟内铺设进水管，不仅能接收路面雨水，减少路面积水；还能接收从屋面下来的雨水；也可以将半透水路面单元的雨水导入透水路面单元中一起下渗处理，减少造价。

[0031] d)本发明提供的透水铺装组合路面结构的铺装方法，将路面结构分为两部分分别施工，施工简单，成本低，克服了现有透水铺装路面存在施工工作量巨大、施工成本高以及无法实现雨水资源再利用的缺陷。

[0032] e)本发明提供的透水铺装组合路面结构的铺装方法，利用渗透型土工布将第二透水层、第三透水层和第四透水层包裹成方形结构，方便施工，同时还能防止泥土渗透进入砾石层，影响砾石层的孔隙度和渗透性，同时还能保证路面结构的稳定性。

附图说明

[0033] 为了更清楚地说明本说明书实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本说明书实施例中记载的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0034] 图1为本发明的透水铺装组合路面结构的平面示意图；

[0035] 图2为本发明的透水铺装组合路面结构的纵向剖面示意图一；

[0036] 图3为本发明的透水铺装组合路面结构的纵向剖面示意图二；

[0037] 图4为发明的穿孔管与排水管的连接示意图。

[0038] 附图标记：

[0039] 1-半透水路面单元；2-透水路面单元；3-第一透水层；4-第二透水层；5-第三透水层；6-第四透水层；7-原状基础；8-砾石充填；9-排水沟；10-进水管；11-泄水孔；12-混凝土分隔带；13-临近路面；14-渗透型土工布；15-穿孔管；16-排水管。

具体实施方式

[0040] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0041] 为便于对本申请实施例的理解，下面将结合附图以具体实施例做进一步的解释说明，实施例并不构成对本申请实施例的限定。

[0042] 本发明的一个具体实施例，如图1至图3所示，公开了一种透水铺装组合路面结构，包括并列铺设的半透水路面单元1和透水路面单元2，多个半透水路面单元1连续铺设形成第一侧路面，多个透水路面单元2连续铺设形成第二侧路面，第一侧路面与第二侧路面形成双向道路；半透水路面单元1和透水路面单元2均包括由上向下铺设的第一透水层3、第二透水层4、第三透水层5，半透水路面单元1的第三透水层5铺设于原状基础7上，透水路面单元2的第三透水层5与原状基础7之间还铺设有第四透水层6；其中，第一透水层3、第二透水层4、

第三透水层5、第四透水层6的透水性依次增强，半透水路面单元1的第三透水层5与透水路面单元2的第四透水层6连通。

[0043] 当发生降雨时，雨水竖直向下渗透，落在透水路面单元2上的雨水，经第一透水层3、第二透水层4、第三透水层5过滤后进入第四透水层6内；落在半透水路面单元1上的雨水，经第一透水层3、第二透水层4过滤后进入第三透水层5内，由于半透水路面单元1的第三透水层5与透水路面单元2的第四透水层6连通，随着雨水不断渗入，半透水路面单元1的第三透水层5内的雨水溢出至透水路面单元2的第四透水层6内，以防止雨水溢出半透水路面单元1的顶面，经过滤的雨水集中储存在透水路面单元2的第四透水层6内，便于统一排出利用，而且此路面结构便于施工，施工成本降低。

[0044] 由于屋面雨水被认为是一种水质较好的雨水资源，屋面雨水若直接排入市政管网会导则雨水资源的浪费，也会增加雨水管网的峰值负担；若直接散排至地面则会被地面污染物污染，需要重新进行净化，是不合理的。因此，结合透水铺装路面的渗透功能，可以将较干净的屋面雨水通过引入管引入面积较大的路面透水铺装结构，经进一步处理后下渗或者收集回用。

[0045] 本实施例的一个优选实施方式，透水路面单元2靠近半透水路面单元1的一侧设有排水沟9，排水沟9的深度等于第一透水层3的顶面至第四透水层6的顶面距离，由于雨水的下渗速度较慢，排水沟9内铺设有进水管10，用于收集屋面雨水到此处进行净化下渗，位于排水沟9内的第四透水层6的顶面设有泄水孔11。当雨较大时，部分屋面雨水可以通过进水管10和排水沟进入透水铺装组合路面的结构层，泄水孔作为下渗通道，增加了下渗速度。

[0046] 本实施例的一个可选实施方式，所述第一透水层3采用透水铺装，优选采用透水砖，所述第一透水层3由多块透水砖铺设，相邻两块透水砖之间具有间隙，间隙面积占路面面积的10％-30％，此参数设置在保证路面结构稳定性的条件下，增大渗透性。

[0047] 虽然透水砖具有一定的透水能力，相对于传统的砖来说可以加快水的渗透，从而减少积水的存积，但由于透水砖之间存在间隙，长时间使用，会使得间隙之间存留杂质，影响透水能力。因此，透水砖之间的间隙内具有砾石充填8，具体在间隙内充填粒径10㎜的砾石，以防止间隙内被杂物充填，从而保证其透水性能。

[0048] 本实施例的一个可选实施方式，所述第二透水层4由第一粒径的砾石堆砌，所述第三透水层5由第二粒径的砾石堆砌，所述第四透水层6由第三粒径的砾石堆砌，第二粒径大于第一粒径且小于第三粒径。透水层不掺杂其它过滤材料，避免影响过滤速度，另外砂砾是最常见的建筑材料，不增加建造负担，材料来源广，成本低。

[0049] 进一步地，第一粒径为10㎜，第二粒径为15-40㎜，第三粒径为40-80㎜，此参数设置不仅保证过滤效果，而且过滤效果好。

[0050] 本实施例中，透水路面单元2的第一透水层3、第二透水层4、第三透水层5，与半透水路面单元1的第一透水层3、第二透水层4、第三透水层5的厚度相同，便于施工。

[0051] 考虑到不同透水层的厚度及粒径影响地面的稳固性与过滤性，第二透水层4的厚度不小于50㎜、第三透水层5的厚度不小于100㎜、第四透水层6的厚度为300-600㎜，此厚度参数结合砾石的粒径参数设计，不仅能够提升地面稳固性和过滤性能，还能够使第四透水层具有足够大的雨水储存空间，保证路面排水性能的可靠性。

[0052] 本实施例的一个可选实施方式，第二透水层4、第三透水层5、第四透水层6外均包

裹有渗透型土工布14，渗透型土工布14一方面能够防止原土中的土质进入砾石层堵塞系统，导致过滤和渗透效果变差，同时保证水能渗透到原土中下渗涵养水源；另一方面，利用渗透型土工布将第二透水层、第三透水层和第四透水层包裹成方形结构，方便施工，同时还能保证路面结构的稳定性。

[0053] 为了实现雨水资源再利用，所述第四透水层6的内部敷设有穿孔管15，穿孔管15连接有排水管16，如图4所示，排水管16通过抽水设备与地面用水点连接，从而将第四透水层6内储集的水引出供用水点使用，实现雨水资源回用。

[0054] 进一步地，所述穿孔管15外包裹有渗透型土工布，用于防止穿孔管15的孔眼堵塞。

[0055] 本实施例中，半透水路面单元1和/或透水路面单元2的外侧设置混凝土分隔带12。

[0056] 示例性的，如图1所示，若左侧半透水路面单元1的接边地方是建筑物一侧的情况，则左侧的混凝土分隔带12的厚度大于第一透水层3、第二透水层4、第三透水层5的厚度之和，即混凝土分隔带12贴着隔层透水层的边缘铺设，混凝土分隔带12直接铺设在原状基础7上，混凝土分隔带12的顶面与第一透水层3的表面持平，此厚度的混凝土分隔带12能够有效阻隔雨水通过透水层侧渗，避免对建筑物造成影响。

[0057] 若右侧透水路面单元2的接边地方是接其它道路或者绿地的情况，则右侧的混凝土分隔带12的厚度至少大于第一层透水层3的厚度，不必将第一透水层3至第四透水层6的侧边全部堵住，雨水可以由第二透水层4或第三透水层5的侧方渗透流出。当然，混凝土分隔带12也可以完全将第一至第四透水层3-6的侧边全部堵住，即混凝土分隔带12的厚度大于第一透水层3、第二透水层4、第三透水层5、第四透水层6的厚度之和，右侧的混凝土分隔带12铺设在原状基础7上，混凝土分隔带12的顶面与第一透水层3的表面持平，雨水只能下渗而不能侧渗。

[0058] 本实施例的一个可选实施方式，混凝土分隔带12的外围为临近路面13，临近路面13的坡度为2%，便于路面上的雨水及时排走，防止降雨量大时路面积水。

[0059] 需要说明的是，本实施例中，半透水路面单元1和透水路面单元2都可以独立使用，也可组合使用，尤其是“透水路面单元2+透水路面单元2”和“半透水路面单元1+透水路面单元2”这两种组合。

[0060] 对于原土渗透性低的路面，采用“透水路面单元2+透水路面单元2”的路面结构，透水性好，地下储水空间大，有效防止路面积水。

[0061] 对于原土渗透性较高的路面，可以采用“半透水路面单元1+半透水路面单元1”的组合路面结构，造价低，施工方便；优选采用“半透水路面单元1+透水路面单元2”的路面结构，适用于半渗透也能满足渗透要求的路面，相对于“透水路面单元2+透水路面单元2”路面结构的造价低。

[0062] 本实施例还公开了一种透水铺装组合路面结构的铺装方法，组合路面结构采用“半透水路面单元1+透水路面单元2”这两种组合，所述铺装方法包括如下步骤：

[0063] 步骤一：根据路面设计以及地基情况确定半透水路面单元1和透水路面单元2的宽度以及第一透水层3、第二透水层4、第三透水层5、第四透水层6的厚度；

[0064] 步骤二：按照第一粒径、第二粒径、第三粒径范围进行砾石筛分，利用渗透型土工布14将第一粒径的砾石包裹为第二透水层4、将第二粒径的砾石包裹为第三透水层5、将第三粒径的砾石包裹为第四透水层6；

[0065] 步骤三:开挖第一铺装空间和第二铺装空间,在第一铺装空间铺内由下向上依次铺设第三透水层5、第二透水层4和第一透水层3完成半透水路面单元1的铺设;在第二铺装空间由下向上依次铺设第四透水层6、第三透水层5、第二透水层4和第一透水层3,铺设时留设排水沟9,排水沟9与第四透水层6连通,并在排水沟9内铺设用于收集屋面雨水的进水管10,完成透水路面单元2的铺设。

[0066] 步骤二中,所述第四透水层6的内部敷设有穿孔管15,穿孔管15连接有排水管16;排水管16通过抽水设备与地面用水点连接。

[0067] 与现有技术相比,本实施例提供的透水铺装组合路面结构及铺装方法至少具有如下有益效果:

[0068] 1、将路面结构分为两部分分别施工,两部分路面具有不同的储排水能力,且在地下将两部分路面渗透层连通,当发生降水时,落在半透水路面单元上的雨水,经第一透水层、第二透水层过滤后进入第三透水层内,由于半透水路面单元的第三透水层与透水路面单元的第四透水层连通,随着雨水不断渗入,半透水路面单元的第三透水层内的雨水溢出至透水路面单元的第四透水层内,以防止雨水溢出半透水路面单元的顶面,经过滤的雨水集中储存在透水路面单元的第四透水层内,能够满足大降雨量的排水需求,施工简单,成本低,克服了现有透水铺装路面存在施工工作量巨大、施工成本高以及无法实现雨水资源再利用的缺陷。

[0069] 2、多级透水层的雨水过滤效果好,过滤后的雨水储集在第四透水层内,在第四透水层内敷设穿孔管,便于统一排出供用水点使用,充分利用了雨水资源。

[0070] 3、利用渗透型土工布将第二透水层、第三透水层和第四透水层包裹成方形结构,方便施工,同时还能防止泥土渗透进入砾石层,影响砾石层的孔隙度和渗透性,同时还能保证路面结构的稳定性。

[0071] 4、半透水路面单元能起到初步削减污染作用,透水路面单元适用于雨水排放水质要求高、有回用要求或者土壤渗透性不高的路面,相当于最底层换土,增加了渗透速率,第二透水层、第三透水层和第四透水层的三层结构能有效净化雨水,达到生活杂用水回用标准。

[0072] 5、半透水路面单元与透水路面单元中间的连通结构,即半透水路面单元1与透水路面单元通过排水沟连通,排水沟内铺设进水管,不仅能接收路面雨水,减少路面积水;还能接收从屋面下来的雨水;也可以将半透水路面单元的雨水导入透水路面单元中一起下渗处理,减少造价。

[0073] 以上所述的具体实施方式,对本申请的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本申请的具体实施方式而已,并不用于限定本申请的保护范围,凡在本申请的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

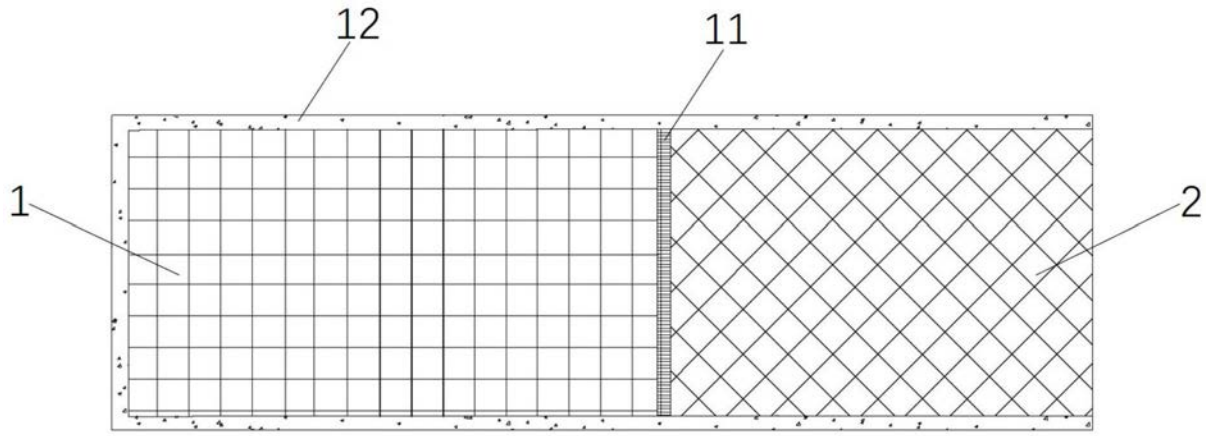

12
11
1
2

图1

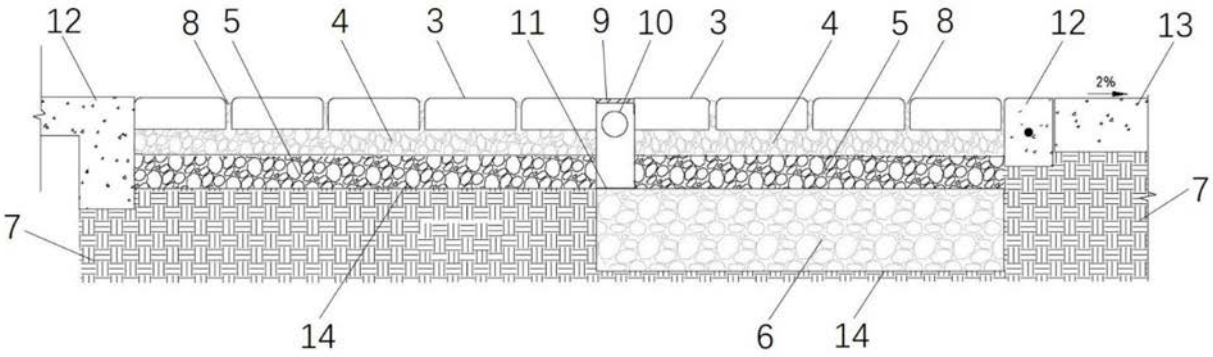

12
8
5
4
3
11
9
10
3
4
5
8
12
13
2%
7
7
14
6
14

图2

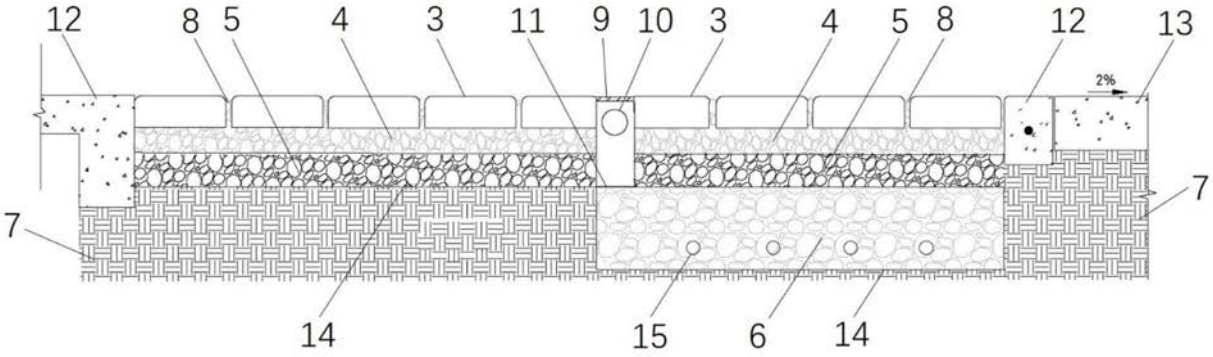

12
8
5
4
3
11
9
10
3
4
5
8
12
13
2%
7
7
14
15
6
14

图3

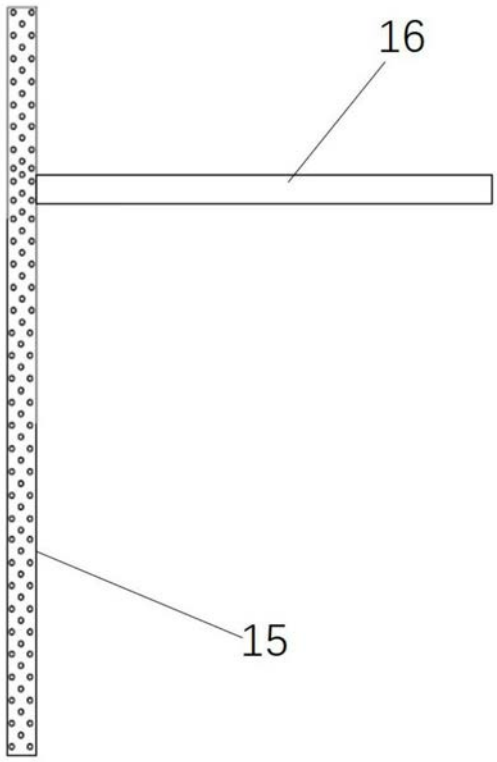


图4