



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113243281 B

(45) 授权公告日 2021.12.28

(21) 申请号 202110485336.1

A01G 24/25 (2018.01)

(22) 申请日 2021.04.30

A01G 24/12 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

A01G 24/10 (2018.01)

申请公布号 CN 113243281 A

A01B 79/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.08.13

E02B 3/06 (2006.01)

(73) 专利权人 中建八局第二建设有限公司

E03F 1/00 (2006.01)

地址 250000 山东省济南市历下区文化东路16号中建文化城二期办公楼1单元17层

E03F 3/04 (2006.01)

E03F 5/04 (2006.01)

E03F 5/14 (2006.01)

审查员 朱静

(72) 发明人 余若凡 李金丰 邵珠令 房海波
刘永涛 郑垒

(74) 专利代理机构 山东知圣律师事务所 37262
代理人 郭雨涛

(51) Int. Cl.

A01G 24/46 (2018.01)

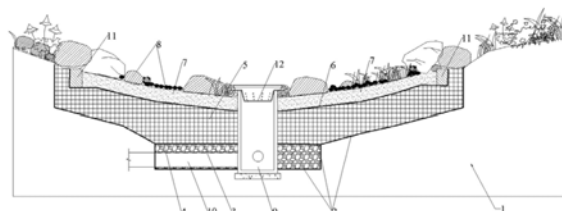
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统

(57) 摘要

本发明涉及一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统,包括:夯实素土层上开设有弧形槽,该弧形槽的底部开设有凹槽,所述凹槽中和夯实素土层的表面上均铺设下部反滤层,所述级配碎石层铺设在所述凹槽中的下部反滤层上。所述中部反滤层铺设在级配碎石层的上表面上,且该中部反滤层上方依次铺设有所述原土介质层、上部反滤层、蓄水层、河石层。所述溢流井竖向设置,且溢流井的底面位于夯实素土层中,溢流井的上端口位于蓄水层上方。所述排水管道位于级配碎石层中,且排水管道与溢流井连通,排水管道的另一端与市政排水系统相连。本发明的这种生态旱溪系统不仅保证了良好的海绵效果,而且能够有效抑制土壤中的盐碱上浮,降低盐碱地对旱溪中植物的影响。



1. 一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统,包括:

夯实素土层,所述夯实素土层上开设弧形槽,该弧形槽的底部开设有凹槽;

下部反滤层,所述凹槽中和夯实素土层的表面上均铺设该下部反滤层;

级配碎石层,所述级配碎石层铺设在所述凹槽中的下部反滤层上;

中部反滤层,所述中部反滤层铺设在级配碎石层的上表面上,且该中部反滤层上方依次铺设原土介质层、上部反滤层、蓄水层、河石层,其中:

所述上部反滤层的两侧边缘处通过混凝土墙固定,所述河石层散乱地分布在蓄水层上;

溢流井,所述溢流井竖向设置,且溢流井的底面位于所述夯实素土层中,溢流井的上端口位于蓄水层上方,溢流井上端口中设置过滤截污挂篮;以及

排水管道,所述排水管道位于级配碎石层中,且排水管道的一端与溢流井连通,排水管道的另一端与市政排水系统相连;

所述中部反滤层上铺设有一层盐碱抑制层,盐碱抑制层的上表面上铺设有一层透水隔离层,所述原土介质层铺设在隔离层上,其中:所述盐碱抑制层的由惰性碳颗粒和铁屑按照1:3~18的质量比混合而成;

所述惰性碳包括石墨、焦炭、活性炭、煤粉中的至少一种,所述铁屑包括铸铁屑、废弃铁屑、铸铝屑中的至少一种。

2. 根据权利要求1所述的海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其特征在于,所述下部反滤层、中部反滤层和上部反滤层均为透水土工布。

3. 根据权利要求1所述的海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其特征在于,所述蓄水层为天然河砂,层厚200~250mm,向两侧按1:3放坡。

4. 根据权利要求1所述的海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其特征在于,所述级配碎石层为破碎花岗岩或石灰岩,含泥量 $\leq 1\%$,压碎值 $\leq 15\%$ 。

5. 根据权利要求1所述的海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其特征在于,所述排水管道为盲管,排水管道周围用细碎石包裹,且底层碎石层厚度不低于50mm。

6. 根据权利要求1所述的海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其特征在于,所述原土介质层为人工拌合海绵土掺加活性土壤复合生物介质均匀搅拌而成,配合比为椰糠:火山砂:河砂:种植土=3:1:5:1;且其中不得含尺寸大于50mm的砖硬块。

7. 根据权利要求1所述的海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其特征在于,所述盐碱抑制层中还包括金属氧化物催化剂,优选为 CuO 、 MnO_2 、 Al_2O_3 中的任意一种。

8. 根据权利要求1所述的海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其特征在于,所述隔离层为透水土工布。

一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统

技术领域

[0001] 本发明涉及旱溪建设技术领域,尤其涉及海绵城市盐碱地生态旱溪系统。

背景技术

[0002] 本发明背景技术中公开的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不必然被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已经成为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

[0003] 随着城镇化建设的推进,城市自然生态也面临严峻的失衡。城市路面硬化,到处都是不透水材料铺装,改变了原有自然生态本底和水文特征,因此,要加强自然的渗透,把渗透放在第一位。其好处在于,可以避免地表径流,减少从硬化不透水路面积集到市政管网里,同时,涵养地下水,补充地下水的不足,还能通过土壤净化水质,改善城市微气候。

[0004] 生态旱溪是海绵城市间建设中重要的一环,其是一种模拟自然界天然形态的溪流,结合生态花镜种植,形成森林公园中优美蜿蜒的独特设计。旱溪中的天然砂石层可以对雨水提供有效的净化处理,并依靠下凹地表和地下渗透区提供的滞留空间,对雨水进行暂时滞留削峰,下渗后排入雨水管道,从而实现减排、缓排、截污等作用。通过雨水管道进入雨水收集利用系统,在系统中沉淀、过滤、净化,通过供水泵用于路面冲洗、绿地灌溉等设施,实现雨水收集利用。然而,在生态旱溪的建设中有时会遇到盐碱含量高的施工场地,由于盐碱地土壤内大量盐分的积累,引起一系列土壤物理性状的恶化,如果不加以处理,对苗木的生长十分不利,尤其是影响新栽植物的新根萌发。

发明内容

[0005] 针对上述的问题,本发明提供了一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统,该系统不仅保证了良好的海绵效果,而且能够有效抑制土壤中的盐碱上浮,降低盐碱地对旱溪中植物的影响。为实现上述目的,本发明的技术方案如下。

[0006] 一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统,包括:夯实素土层、下部反滤层、级配碎石层、中部反滤层、原土介质层、上部反滤层、蓄水层、河石层、溢流井和排水管道,其中:所述夯实素土层上开设有弧形槽,该弧形槽的底部开设有凹槽,所述凹槽中和夯实素土层的表面上均铺设下部反滤层,所述级配碎石层铺设在所述凹槽中的下部反滤层上。所述中部反滤层铺设在级配碎石层的上表面上,且该中部反滤层上方依次铺设有所述原土介质层、上部反滤层、蓄水层、河石层,其中:所述上部反滤层的两侧边缘处通过混凝土墙固定,所述河石层散乱地分布在蓄水层上。所述溢流井竖向设置,且溢流井的底面位于夯实素土层中,溢流井的上端口位于蓄水层上方,溢流井的上端口中设置有过滤截污挂篮。所述排水管道位于级配碎石层中,且排水管道的一端与溢流井连通,排水管道的另一端与市政排水系统相连,以便排出多余的雨水。

[0007] 进一步地,所述下部反滤层为透水土工布,在碎石层与夯实素土层之间设置一层透水土工布,可以防止夯实素土层中的盐碱上浮。

[0008] 进一步地,所述中部反滤层为透水土工布,在碎石层与原土介质层之间铺设一层透水土工布,起到隔离、过滤(反滤)、排水的作用,能够使液体通过的同时,保持受渗透压力作用的土粒不流。

[0009] 进一步地,所述上部反滤层为透水土工布,在原土介质层和蓄水层之间设置一层透水土工布,既可以保证蓄水层中多余的水排到原土介质层中,蓄水层既能起到蓄水的作用,又能种植植物。

[0010] 进一步地,所述蓄水层为天然河砂,层厚200~250mm,向两侧按1:3放坡,蓄水层种植植物时主要考虑耐洪涝、耐盐碱的地被灌木,包括:梭鱼草、鸢尾、玉带草、时花、矮蒲苇、黄菖蒲、千屈草等金等植物。天然砂石层可以对雨水提供有效的净化处理,并依靠下凹地表和地下渗透区提供的滞留空间,对雨水进行暂时滞留削峰。

[0011] 进一步地,所述级配碎石层应用质地紧韧、耐磨、透水性良好的材料,如破碎花岗岩或石灰岩。软硬不同的材料不得掺合使用,不允许使用同粒径碎石、山皮石、风化石子及不稳定矿渣。碎石应为多棱角块体、清洁无土、不含石粉及风化杂质,碎石摊铺前需冲洗干净,石头表面不能用任何泥土以及粉层,含泥量 $\leq 1\%$,压碎值 $\leq 15\%$ 。

[0012] 进一步地,所述排水管道为盲管,排水管道周围用细碎石包裹,且底层碎石层厚度不低于50mm,细碎石既可以保证良好的透水性,又不会堵塞排水管道上孔道。

[0013] 进一步地,所述原土介质层为人工拌合海绵土掺加活性土壤复合生物介质均匀搅拌而成,配合比为椰糠:火山砂:河砂:种植土=3:1:5:1;且其中不得含尺寸大于50mm的砖、石等硬块。

[0014] 进一步地,所述中部反滤层上铺设有一层盐碱抑制层,盐碱抑制层的上表面上铺设有一层透水隔离层,所述原土介质层铺设在隔离层上,其中:所述盐碱抑制层的由惰性碳颗粒和铁屑按照1:3~18的质量比混合而成。

[0015] 进一步地,所述惰性碳包括石墨、焦炭、活性炭、煤粉等中的至少一种,所述铁屑包括铸铁屑、废弃铁屑、铸铝屑等中的至少一种。

[0016] 进一步地,所述盐碱抑制层中还包括金属氧化物催化剂,如 CuO 、 MnO_2 、 Al_2O_3 等中的任意一种,其可以有效提高惰性碳的化学活性。

[0017] 进一步地,所述隔离层为透水土工布,通过隔离层和中部反滤层可以防止盐碱抑制层中掺入大量的其他杂质,影响盐碱抑制层的抑碱能力。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0019] (1)通过绿地自然下渗及透水铺装措施减少径流排放,产生的径流则通过地面高差排入本发明的生态旱溪,下渗后排入雨水管道,从而实现减排、缓排、截污等作用。通过雨水管道进入雨水收集利用系统后,在系统中沉淀、过滤、净化,需要时通过供水泵用于路面冲洗、绿地灌溉等,实现雨水收集利用,。

[0020] (2)本发明在级配碎石层和原土介质层之间设置了一层由透水隔离层包裹的盐碱抑制层,在该盐碱抑制层包括了惰性碳颗粒和铁屑,这两种物质混合后在盐碱地这种特殊的环境中可以形成无数个铁碳微电池,进而发生电化学反应生成铁离子、亚铁离子,其经过水解、聚合后形成氢氧化铁、氢氧化亚铁聚合物,这种聚合物逐渐填充在惰性碳颗粒和铁屑之间,具有絮凝和吸附作用,与盐碱一起絮凝产生沉淀,最终使盐碱抑制层板结成钝化层,由于该钝化层与盐碱不会发生反应,可以在盐碱地这种高盐环境中稳定存在,从而使下方

的盐碱无法轻易通过钝化层影响上层的植物,有效抑制了土壤中的盐碱上浮的现象。除此之外,这种盐碱抑制层不仅效果明显,效果持久,而且操作简便,原料成本低廉,很适合大规模使用。

附图说明

[0021] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0022] 图1为本发明实施例中海绵城市盐碱地生态旱溪系统的结构示意图

[0023] 图2为本发明实施例中溢流井的结构示意图。

[0024] 图3为本发明实施例中排水管道(盲管)的结构示意图。

[0025] 图4为本发明另一实施例中海绵城市盐碱地生态旱溪系统的结构示意图。

[0026] 上述图中标记分别代表:1-夯实素土层、2-下部反滤层、3-级配碎石层、4-中部反滤层、5-原土介质层、6-上部反滤层、7-蓄水层、8-河石层、9-溢流井、10-排水管道、11-混凝土墙、12-过滤截污挂篮、13-盐碱抑制层、14-透水隔离层。

具体实施方式

[0027] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本发明使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0028] 为了方便叙述,本发明中如果出现“上”、“下”、“左”“右”字样,仅表示与附图本身的上、下、左、右方向一致,并不对结构起限定作用,仅仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的设备或元件需要具有特定的方位,以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0029] 正如前文所述,有由于盐碱地土壤内大量盐分的积累,引起一系列土壤物理性状的恶化,在生态旱溪建设过程中如果不加以处理,对苗木的生长十分不利,尤其是影响新栽植物的新根萌发。因此,本发明提出一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统;现结合说明书附图和具体实施例进一步说明。

[0030] 参考图1至图3,其示例了一种海绵城市盐碱地生态旱溪系统,其主要包括:夯实素土层1、下部反滤层2、级配碎石层3、中部反滤层4、原土介质层5、上部反滤层6、蓄水层7、河石层8、溢流井9和排水管道10,其中:

[0031] 首先是素土的夯实(得到夯实素土层1):为保证填土压实的均匀性及密实度,避免碾轮下陷,提高碾压效率,在碾压机械碾压之前,先用挖土机推平,预压4~5遍,使表面平实。碾压机械压实填方时,应控制行使速度,一般平碾、振动碾不超过2km/h,并要控制压实遍数。碾压机械与基础或管道应保持一定的距离,防止将基础或管道压坏或使位移路机进行填方压实,应采用“薄填、慢驶、多次”的方法,填土厚度不应超过25~30cm。碾压方向应从两边逐渐压向中间,碾轮每次重叠宽度约为15-25cm,避免漏压。运行中碾轮边距填方边缘应大于500mm,以防发生溜坡倾倒。边角、边坡边缘压实不到之处,应辅以人力夯或小型夯实机具夯实,当土层表面太干时,应洒水润湿后,继续夯实。

[0032] 然后在夯实素土层1开挖弧形槽,以便于建立旱溪系统,且便于与水的收集。所述

弧形槽的底部开挖有横截面为矩形的凹槽,其槽壁表面必须平整,不应有树根、瓦砾、石子、钢筋头、玻璃屑。为了便于溢流井9的安装,在开挖好所述凹槽后开始溢流井的安装,溢流井的作用是用于收集过量雨水。溢流井9采用成品塑料溢流井,井筒壁厚不小于16mm,环刚度 $SN \geq 8kN/m^2$,且井筒与井座必须采用实壁材质。溢流井9的位置可根据景观效果做适当调整,但是须保证井口标高及蓄水高度符合设计要求,本工程溢流井井口标高为相对标高-0.60mm(相对旱溪两侧铺装面层标高),溢流井井盖采用成品镂空井盖,井盖承载力需达到B125级,加设过滤截污挂篮12。

[0033] 下部反滤层2铺设:采用 $200g/m^2$ 透水土工布作为下部反滤层2,所述凹槽中和夯实素土层1的表面上均铺设下部反滤层2。在铺设土工布时,必须注意不要让石头、大量尘土或水分等有可能破坏土工布进入土工布或土工布的下面,在坡面上对土工布的一端进行锚固,然后将卷材须坡面放下以保证土工布保持拉紧的状态,且必须保证下部反滤层2与槽壁直接接触,排除褶皱。所有外露的下部反滤层2边缘必须立刻用沙袋或者其他重物压紧,以防止下部反滤层2被风吹或被拉出周边锚固沟。透水土工布具有良好的力学功能,透水性好,并能抗腐蚀,抗老化,具有隔离、反滤、排水、保护、稳固、加筋等功能,能适应不同基层,能抵抗施工外力破坏,蠕变小,长期荷载下仍能保持原有的功能。在素土层与碎石层间铺设一层透水土工布起到隔离、反滤、排水的作用。下部反滤层2铺设完毕后,应对施工表面进行检查,清理掉可能穿刺下部反滤层2的物体。

[0034] 排水管道10的铺设:采用DN150HDPE双壁波纹管作为排水管道10,管道环刚度 $SN8$ 。根据设计要求,每隔50mm管道两侧开槽,开槽位置错开,沟槽宽度不大于2mm,开槽长度60mm,开槽位置与管主筋留有一定间隔。下管时,由地面人员将管材传递给基坑内的施工人员,严禁将管材由坑顶沿边滚入坑内;在管道铺设过程中,若发现管道损坏,应将损坏的管道整根更换,重新铺设。排水管道10位于级配碎石层3中,且排水管道10周围用细碎石包裹,底层碎石层厚度不低于50mm,排水管道10的一端连接溢流井9井壁上的安装孔连接,另一端与就近的市政排水系统相连。

[0035] 级配碎石层3的铺设:级配碎石层3用质地紧韧、耐磨、透水性良好的破碎花岗岩或石灰岩,其铺设在所述排水管道10的周围。施工时,软硬不同的材料不得掺合使用,不允许使用同粒径碎石、山皮石、风化石子及不稳定矿渣。碎石为多棱角块体、清洁无土、不含石粉及风化杂质,碎石摊铺前需冲洗干净,石头表面不能用任何泥土以及粉层,含泥量 $\leq 1\%$,压碎值 $\leq 15\%$ 。在排水管道10管顶以上回填级配碎石层3时,应分层平整和夯实,每层厚度应根据采用的夯实工具和密实度要求而定。管顶以上采用人工回填,不允许使用推土机或碾压机械碾压。碎石铺平后,大小颗粒应分布均匀,按设计厚度一次铺平。

[0036] 中部反滤层4的铺设,与所述下部反滤层2一样,所述中部反滤层4也采用 $200g/m^2$ 透水土工布,其铺设在级配碎石层3的上表面上,铺设要求参考下部反滤层2的铺设。

[0037] 原土介质层5的铺设,所述原土介质层5铺设在中部反滤层4的上表面上,厚度为400mm。本实施例采用拌合好的介质土进行回填,介质土实际为人工拌合海绵土掺加活性土壤复合生物介质均匀搅拌而成,配合比为椰糠:火山砂:河砂:种植土=3:1:5:1,土中不得含大于50mm的砖、石等硬块。铺设时,采用机械分层铺设:共分2层,第一层200mm,第二层200mm,原土介质层5表面低于周边路面30cm。需要说明的是,所述溢流井9的周围采用人工回填,严禁采用推土机或碾压机械碾压,施工时应分层找平,并应设置检查点进行检查,下

层检测合格后,方可进行上层施工,最后一层填筑完成后,表面应拉线找平,并且要符合设计规定的标高。

[0038] 需要说明的是,在原土介质层5铺设完毕后,浇水使介质土沉降,利用水渗透时的重力来压实新回填介质土,并把土中的空气排挤,来减少孔隙率从而减少植物养护浇水造成的不均匀沉降,以保证标高要求及整体景观的效果。

[0039] 上部反滤层6的铺设,与所述下部反滤层2一样,所述上部反滤层6也采用 $200\text{g}/\text{m}^2$ 透水土工布,其铺设在级配碎石层3的上表面上,铺设要求参考下部反滤层2的铺设。上部反滤层6铺设完毕后,在旱溪两侧进行混凝土墩台的施工,混凝土墩台采用C20混凝土, $200\text{mm} \times 300\text{mm}$,从而实现所述上部反滤层6的两侧边缘处通过混凝土墙11的固定,也根据现场实际情况采用砌体结构实现对上部反滤层6的固定。

[0040] 蓄水层7的铺设:其铺设在上部反滤层6的上表面上,蓄水层7采用清洗过的天然河砂,层厚 200mm ,向两侧按1:3放坡。中粗砂回填采取机械、人工相结合的施工方法进行铺设,按设计厚度一次铺设整平,采用反铲车进行倒运人工配合整平。

[0041] 蓄水层7铺设完毕后进行溢流井收口,雨水强度较大时,汇集的大量径流易侵蚀生态旱溪。尤其是进水口处,泥沙会随着水流进入溢流井9,致使介质土壤裸露,侵蚀严重;为缓解生态旱溪床底侵蚀,在溢流井周边散铺卵石(粒径 $40\text{--}60\text{mm}$),坡比 1:1.5,卵石使用前需洗净,以降低径流强度。

[0042] 河石层8的铺设:其散乱的铺设在蓄水层7的上表面上,所述河石层主要采用天然河石及卵石。根据现场情况,考虑景观效果确定河石数量及位置进行散铺,主要分为两种块径:靠近铺装一侧采用块径 $300\text{mm--}800\text{mm}$ 河石,20%为大型河卵石(大:中:小=1:3:6),而靠近绿地一侧采用块径 $800\text{mm--}1200\text{mm}$ 河石,20%为大型河卵石(大:中:小=1:3:6),并将河石的 $2/3$ 左右厚度插入蓄水层7中,间距要密,控制表面在一个水平面上。

[0043] 最后在蓄水层7上栽植地被灌木,生态旱溪蓄水层苗木多为具有一定观赏性、耐盐碱、耐洪涝的地被灌木,包括:梭鱼草、鸢尾、玉带草、时花、矮蒲苇、黄菖蒲、千屈草等金等植物。

[0044] 进一步地,为了进一步抑制夯实素土层1中的盐碱在后期上浮,避免影响旱溪中的植物,本实施例在上述基础上,提供另一种生态旱溪系统,具体地,参考图4,该图示例的生态旱溪系统以图1示例的生态旱溪系统为基础,区别在于:在所述中部反滤层4上先铺设有一层盐碱抑制层13,然后在盐碱抑制层13的上表面上铺设有一层隔离层14(透水土工布),从而将盐碱抑制层13包裹在隔离层14和中部反滤层4之间,防止盐碱抑制层13中掺入大量的其他杂质,影响盐碱抑制层的抑碱能力。所述原土介质层5铺设在隔离层14上,其中:所述盐碱抑制层13的由惰性碳颗粒和铁屑按照1:10的质量比混合而成,所述惰性碳为焦炭,所述铁屑为工厂中的废弃铁屑,经过除油、清洗、干燥后与焦炭混合。在这种旱溪建设好后,盐碱抑制层13中还处于干燥的状态,此时的惰性碳颗粒和铁屑之间由于缺乏电解质无法形成微电池,随着后期对旱溪中植物的灌溉、降雨等,水分通过各结构层过滤后携带氧气逐渐渗入盐碱抑制层13中,素土层中的盐碱随着水分进入盐碱抑制层13中成为弱碱性电解质溶液,从而在惰性碳颗粒和铁屑之间形成一个完整的闭合的微电池。然后在氧气的共同参与下开始发生电化学反应,铁屑不断转化成铁离子、亚铁离子,经过水解、聚合后形成氢氧化铁、氢氧化亚铁聚合物,这种具有絮凝和吸附作用的聚合物逐渐填充在惰性碳颗粒和铁屑

之间,与盐碱一起絮凝产生沉淀,对盐碱土中的钠离子、酸根离子、氯离子等进行吸附,最终使盐碱抑制层板结成钝化层,由于该钝化层与盐碱不会发生反应,从而可以在盐碱地这种高盐环境中稳定存在,使下方的盐碱无法轻易通过钝化层影响上层的植物,有效抑制了土壤中的盐碱上浮的现象。

[0045] 基于上述的理解,应当理解的是,所述惰性碳也可以采用石墨、活性炭、煤粉等,所述铁屑也可以采用铸铁屑、铸铝屑等。这类原材料来源广泛,成本低廉,有的还是工厂里产生的废弃物,操作简便,很适合大规模使用。除此之外,还可以在所述盐碱抑制层13中加入金属氧化物催化剂,如 CuO 、 MnO_2 、 Al_2O_3 等,这些催化剂可以进一步提高惰性碳的化学活性。

[0046] 最后,需要说明的是,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

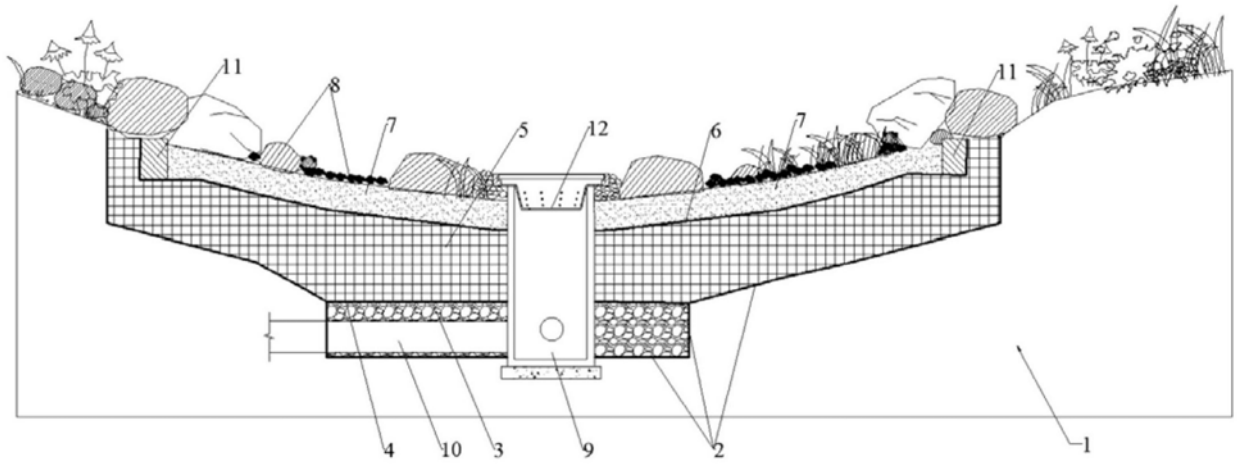


图1

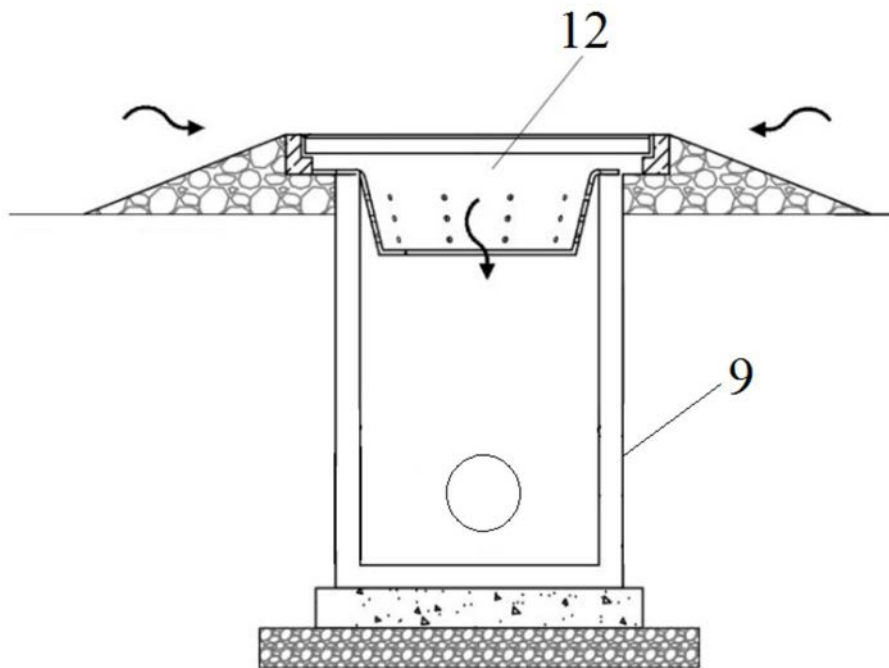


图2

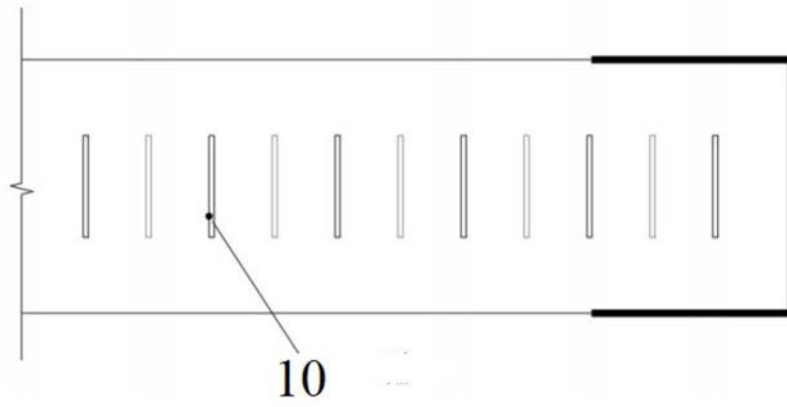


图3

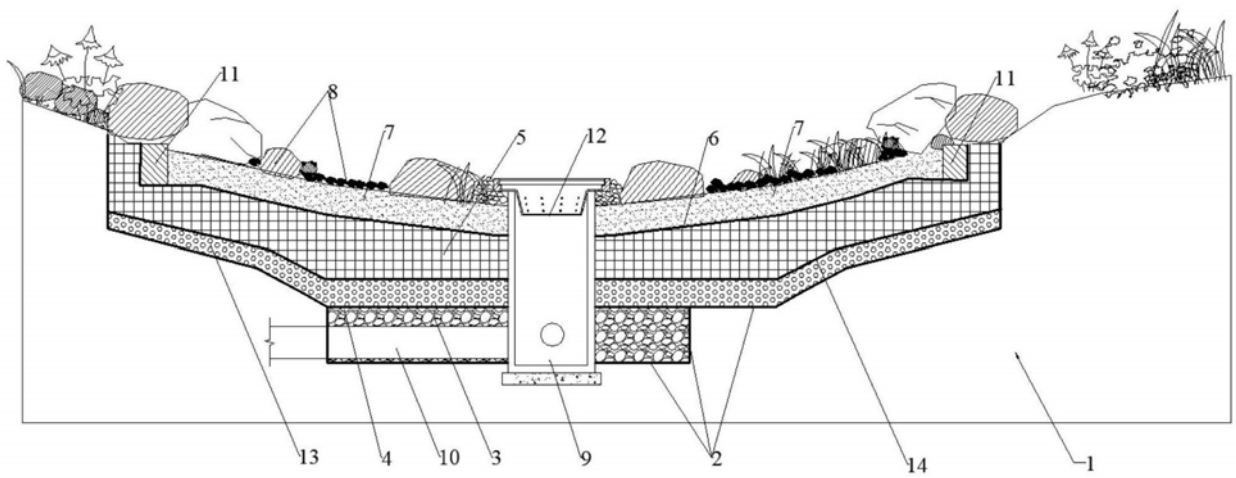


图4