



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108570993 B

(45)授权公告日 2020.04.10

(21)申请号 201810387238.2 *C04B 28/00*(2006.01)

(22)申请日 2018.04.26 *A01G 22/00*(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 108570993 A *A01G 24/15*(2018.01)

*A01G 24/20*(2018.01)

(43)申请公布日 2018.09.25 审查员 秦辉

(73)专利权人 广东长海建设工程有限公司  
 地址 510080 广东省广州市白云区北太路  
 1633号广州民营科技园科盛路8号配  
 套服务大楼5层A505-22房

(72)发明人 熊远

(74)专利代理机构 浙江专橙律师事务所 33313  
 代理人 邢万里

(51)Int.Cl.  
*E02D 17/20*(2006.01)  
*E02B 3/12*(2006.01)

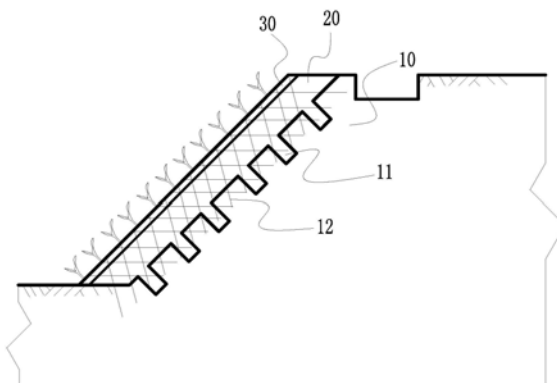
权利要求书1页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种生态植被混凝土护坡结构及其施工方法

(57)摘要

本发明提供的生态植被混凝土护坡结构,包括坡面、沿坡面喷射的植被混凝土层、位于植被混凝土层上的植被种子层,所述坡面上具有间隔分布的若干个凹陷槽,所述植被混凝土层喷射到所述凹陷槽内与坡面形成锯齿状连接结构,且所述植被混凝土层内间隔交错的设置有若干回收的一次性筷子。本发明中利用物理结构和回收的一次性筷子提高混凝土层和边坡坡面的强度及黏着力,不仅结构简单,还能利用生活垃圾,节能环保。本发明还提供了上述生态植被混凝土护坡结构的施工方法,包括制备生态植被混凝土等步骤,该方法工艺简单,可在施工前现混,从而能够保证生态植被混凝土中有机质的活性和木腐菌的活性,使得生态植被混凝土浇筑后,混凝土中的有机质和木腐菌能够持续提供腐化肥效。



1. 一种生态植被混凝土护坡结构,其特征在于:所述护坡结构包括坡面、沿坡面喷射的植被混凝土层、位于植被混凝土层上的植被种子层,所述坡面上具有间隔分布的若干个凹陷槽,所述植被混凝土层喷射到所述凹陷槽内与坡面形成锯齿状连接结构,且所述植被混凝土层内间隔交错的设置有若干回收的一次性筷子;

所述植被混凝土层中各原料的重量份分别为水泥40-62份,沙壤土120--220份,有机磷酸钙3-6份,绿化添加剂20-60份,自来水18-28份;

其中所述绿化添加剂包括以下重量份的组分:有机质14-26份,木腐菌菌丝0.6-8份,粉煤灰30-38份,草木灰32-40份。

2. 根据权利要求1所述的生态植被混凝土护坡结构,其特征在于:所述木腐菌菌丝为白腐菌菌丝,所述有机质为木屑和/或秸秆。

3. 权利要求1或2所述的生态植被混凝土护坡结构的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 坡面基层处理

①对坡面进行平整回填,碾压使坡面密实;

②在坡面上开挖凹陷槽,并对开挖后的凹陷槽内壁夯实;

③在坡面上按照尺寸插设回收的一次性筷子,插设后保证一次性筷子顶端与坡面的垂直距离不小于100mm;

(2) 制备绿化添加剂

①制备有机添加料:

在重量为a的有机基质中加入比重为65-75%a的水,存放12小时后将所述有机基质置于130-180℃的蒸汽环境灭菌30min得到培养基;

对上述培养基进行PH调节,使初始PH值为4;

在PH为4的培养基中混入比重为0.02-0.06a的木腐菌,在30℃的避光条件下发酵7-12天得到有机添加料;

②制备无机添加料:

将比重为6-12a的粉煤灰和8-14a的草木灰均匀混合得到无机添加料;

③制备绿化添加剂:

将步骤1中的有机添加料粉碎至粒径为2-10mm的有机颗粒后与步骤2得到的无机添加料均匀混合,得到绿化添加剂;

(3) 制备植被混凝土

将原料组分中的水泥、沙壤土、有机磷酸钙、水以及制得的绿化添加剂按比例混合,送入搅拌机搅拌均匀,得到待浇筑的植被混凝土;

(4) 喷射植被混凝土层

将制备好的植被混凝土喷射到坡面,喷射厚度为60-100mm;

(5) 喷射植被种子层

将预先挑选并混合均匀的多种植物种子喷洒播种到植被混凝土层上。

## 一种生态植被混凝土护坡结构及其施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及边坡生态修复技术领域,具体涉及一种生态植被混凝土护坡结构及其施工方法。

### 背景技术

[0002] 在公路、铁路、水利等工程建设中,经常需要开挖大量的边坡,边坡的开发使得原有植被覆盖层被严重破坏,引起荒漠化、水土流失、滑坡泥石流等生态环境问题。随现代化建设的推进,生态恢复研究使其可持续发展具有重大的意义。

[0003] 由于植被混凝土的制备需要特种低碱胶凝材料,需要适合植物生长所必需的空间、养分和水分,并要求植被混凝土的耐久性及其植被复种的可操作性。

[0004] 现有的植被混凝土护坡技术的核心做法是将混凝土和植物种子混合成喷射基材,将混合物喷射至边坡上。该技术利用混凝土和边坡之间的粘结作用和固网技术,将其固定在边坡上,同时利用绿色植物对边坡的生态进行恢复。但是,该技术在实际应用的过程中有许多问题,常见的问题有:

[0005] (1) 使用普通混凝土作为喷射基材,喷射基材和边坡之间的牢固性好。但普通混凝土水泥的添加造成土壤结构不良、易板结,喷射基材中没有空气和水等适合植物生长的环境,也不利于有机物降解和微生物小环境的形成,导致植被种子发芽率和成活率低,无法利用植物来恢复生态;

[0006] (2) 使用纯泥土作为喷射基材,适合植物生长,喷射基材和边坡之间的牢固程度却受到一定的限制,并且植被混凝土层的强度和耐久性达不到要求。

### 发明内容

[0007] 针对现有技术中存在的不足,本发明提供一种生态性能突出的生态植被混凝土护坡结构,以解决现有技术中植被混凝土护坡结构普遍存在的技术问题。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用了如下的技术方案:

[0009] 一种生态植被混凝土护坡结构,所述护坡结构包括坡面、沿坡面喷射的植被混凝土层、位于植被混凝土层上的植被种子层,所述坡面上具有间隔分布的若干个凹陷槽,所述植被混凝土层喷射到所述凹陷槽内与坡面形成锯齿状连接结构,且所述植被混凝土层内间隔交错设置有若干回收的一次性筷子。

[0010] 相比于现有技术,本发明提供的生态植被混凝土护坡结构具有如下有益效果:

[0011] 1、本发明中的植被混凝土层与坡面通过开挖凹陷槽形成互相咬合的连接结构,从而使得植被混凝土层的重力得到坡面的有力支撑,与现有技术中使用钢筋、钢丝、固网等方式相比较,结构更加简单,成本更低,施工工艺更简化,且生态性能更加突出,通过结构特征取代添加材料的方式,更加有利于保护生态结构;并且本发明中的植被混凝土层内还设置有若干回收的一次性筷子,一次性筷子加强了植被混凝土层内部的连接强度,起到了现有技术中钢丝的作用,但由于筷子能够被木腐菌腐化,因此其生态作用远大于钢筋、钢丝等材

料。

[0012] 2、本发明中的植被混凝土层以沙壤土代替现有技术中的轻骨料,由于植被混凝土不仅仅是发挥传统混凝土的结构特性,更多的还要发挥其生态修复的功能,因此本发明以沙壤土代替轻骨料,由于沙壤土中含有大量的泥沙并含有一定量的土壤,沙壤土中含有丰富的养分,以沙壤土作为原料制备混凝土,可以为喷射后植被的生长提供必要的养分,这是传统轻骨料和粗骨料所无法达到的作用。

[0013] 2、本发明中的植被混凝土层添加了特殊的绿化添加剂,该绿化添加剂利用木腐菌腐化有机质,有机质腐化后一方面提供各种植物生长需要的养分,并且还能产生酸,利用有机质腐化产生的酸能够中和组分中其他成分的弱碱性,从而使得本发明中的添加剂综合PH维持弱酸性或中性;另外,木腐菌腐化有机质后,生长出木腐菌菌丝,由于木腐菌菌丝的包覆作用,腐化过的有机质和没有被完全腐化的有机质均被木腐菌菌丝紧紧包覆在一起,在添加到混凝土喷射到边坡后,有机质继续腐化,一方面为植物生长提供了足够的养分,另一方面,以木腐菌腐化后的有机质取代现有技术中使用的引气剂,由于有机质腐化后使得边坡混凝土自然出现疏松孔隙,提高了植被混凝土的孔隙率,不仅不会降低混凝土的强度,还能使植物的根系沿着有机质腐化的孔隙攀生,从而使得混凝土层和原来的边坡土壤层有机生长成为整体,由于有机质腐化后存在的孔隙,进一步使得边坡混凝土的稳定性更好。

[0014] 3、本发明中的绿化添加剂原料中使用的粉煤灰,是从煤燃烧后的烟气中收捕下来的细灰,其是火电厂排出的主要固体废物,粉煤灰以粉状与水存在时,能在常温条件下,与氢氧化钙或其他碱土金属氢氧化物发生化学反应,生成具有水硬胶凝性能的化合物,成为一种增加强度和耐久性的材,因此当本发明提供的添加剂添加到混凝土中时,粉煤灰在水的加入后能够与草木灰中的各种氧化物反应生成水硬胶凝性能的化合物,从而能够增加混凝土喷射后的强度和耐久性;并且混凝土中掺加粉煤灰能够节约大量的水泥和细骨料;减少用水量;改善混凝土拌和物的和易性;增强混凝土的可泵性;减少混凝土的徐变;减少水化热、热能膨胀性。

[0015] 4、本发明中的绿化添加剂原料中使用了草木灰,为植物燃烧后的灰烬,凡是植物所含的矿质元素,草木灰中几乎都含有,其中含量最多的是钾元素,草木灰中一般含钾6~12%,且90%以上是水溶性,以碳酸盐形式存在;其次是磷,一般含1.5~3%;还含有钙、镁、硅、硫和铁、锰、铜、锌、硼、钼等微量营养元素。在等钾量施用草木灰时,肥效好于化学钾肥。本发明中的草木灰不仅能为植物生长提供养分,并且能够调节喷射混凝土区域的土壤酸碱性,本发明采用来源广泛、成本低廉、养分齐全、肥效明显的草木灰,达到了现有技术中采用诸多成本昂贵的复合肥所起到的作用,并且草木灰不仅不会板结土壤,还能疏松土壤,为微生物的生长提供良好的成活环境;草木灰还能够增加地温,因此能够促进植物根系生长,减轻早春低温冷寒的危害;草木灰能增强作物抗病及抗倒伏的能力,草木灰中的钾元素在作物体内的生理作用,能使作物茎中的纤维素含量增加,细胞壁增厚,促使茎秆强度增加,不仅能抗倒伏,也增强了作物抗病虫侵害的能力,这样解决了边坡植被混凝土施工后,植物无法存活的问题。

[0016] 5、本发明中添加了有机磷酸钙,有机磷酸钙为白色晶体,100%溶于水,PH值为2。由于有机磷酸钙的加入,能够快速改善植被混凝土喷射初期的强碱性,且其中有机磷为开根之源催花之本,能促进生根加大块根,促进花芽细胞的分裂,促进开花及结果进而提早成

熟。有机磷还能改良盐碱地盐积化土壤。离子钙能把钠离子从土壤胶体置换下来,能改良盐积化土壤的物理性质,预防植被因缺钙引起的各种生理病害,因此有机磷酸钙起到了中和水泥的强碱性,并促进边坡植被的生长。

[0017] 本发明还提供了上述生态植被混凝土护坡结构的施工方法,包括以下步骤:

[0018] (1) 坡面基层处理

[0019] ①对坡面进行平整回填,碾压使坡面密实;

[0020] ②在坡面上开挖凹陷槽,并对开挖后的凹陷槽内壁夯实;

[0021] ③在坡面上按照尺寸插设回收的一次性筷子,插设后保证一次性筷子顶端与坡面的垂直距离不小于100mm;

[0022] (2) 制备绿化添加剂

[0023] ①制备有机添加料:

[0024] 在重量为a的有机基质中加入比重为65-75%a的水,存放12小时后将所述有机基质置于130-180℃的蒸汽环境灭菌30min得到培养基;

[0025] 对上述培养基进行PH调节,使初始PH值为4;

[0026] 在PH为4的培养基中混入比重为0.02-0.06a的木腐菌,在30℃的避光条件下发酵7-12天得到有机添加料;

[0027] ②制备无机添加料:

[0028] 将比重为6-12a的粉煤灰和8-14a的草木灰均匀混合得到无机添加料;

[0029] ③制备绿化添加剂:

[0030] 将步骤1中的有机添加料粉碎至粒径为2-10mm的有机颗粒后与步骤2得到的无机添加料均匀混合,得到绿化添加剂;

[0031] (3) 制备植被混凝土

[0032] 将原料组分中的水泥、沙壤土、有机磷酸钙、水以及制得的绿化添加剂按比例混合,送入搅拌机搅拌均匀,得到待浇筑的植被混凝土;

[0033] (5) 喷射植被混凝土层

[0034] 将制备好的植被混凝土喷射到坡面,喷射厚度为60-100mm;

[0035] (6) 喷射植被种子层

[0036] 将预先挑选并混合均匀的多种植物种子喷洒播种到植被混凝土层上。

[0037] 相对于现有技术,本发明提供的生态植被混凝土护坡结构的施工方法具有如下技术效果:

[0038] 1、本发明中的施工方法,在制备绿化添加剂时,以木腐菌腐化有机质为核心,经过大量试验比对,确定木腐菌发酵腐化有机质的最佳环境为:有机质含水率70%,温度30℃,初始PH为4,因此本发明精确控制研究出的木腐菌对有机质的最佳腐化环境,使得有机质腐化效率最高、腐化最充分,从而为边坡植被混凝土施工初期,植被的生长提供了良好的生长环境。

[0039] 2、本发明中将发酵腐化后的有机质粉碎至2-10mm的有机颗粒,使得植被混凝土喷射到边坡且有机质在进一步逐渐腐化后,植被混凝土层中存在自然的疏松孔隙,并且这一孔隙是大小不同,自然出现的,这样为植被根系攀生提供场所和环境,从而使得植被混凝土层和边坡土壤层有机的生长成为整体,并且植被在生长过程中,能够吸收有机质腐化产生

的各种养分；另外，利用有机质发酵腐化产生的酸能够改善混凝土施工后对土壤酸碱性的破坏，最大限度的减小植被混凝土对原土壤层的破坏作用，在保证植被混凝土本身特性的情况下，增加了混凝土的肥性、稳定性，更加有益于植物的长期成活，并且腐化有机质的添加，增加了混凝土成型后的孔隙，给了植物更大的成长空间，同时，粉煤灰以粉状与水存在时，能在常温条件下，与氢氧化钙或其他碱土金属氢氧化物发生化学反应，生成具有水硬胶凝性能的化合物，成为一种增加强度和耐久性的材，粉煤灰在水的加入后能够与草木灰中的各种氧化物反应生成水硬胶凝性能的化合物，不仅能够增加混凝土喷料后的强度和耐久性，还能增大混凝土孔隙，降低其碱性，提高植物成活率。

[0040] 3、本发明在坡面平整后进行插设回收的一次性筷子，不仅能够利用废弃的一次性筷子增强植被混凝土层的强度，还能使得在喷射植被混凝土层后筷子长期被木腐菌腐化，腐化后能够与草木灰中含有的氮、磷、钾等元素结合形成腐殖酸类肥料，从而进一步为边坡植被增肥，还能改良土壤，刺激植被生长，从而提高边坡植被的发芽率和成活率；筷子腐化后使得植被混凝土层中出现孔隙，提高植被混凝土层的孔隙率，为植物的生长和水分的补给提供了有力条件。

[0041] 4、本发明提供的制备方法，工艺简单，可在施工前现混，从而能够保证植被混凝土中有机质的活性和木腐菌的活性，使得混凝土浇筑后，混凝土中的有机质和木腐菌能够持续提供腐化肥效。

## 附图说明

[0042] 图1为本发明中生态植被混凝土护坡结构的结构示意图；

[0043] 图2为本发明中回收一次性筷子的插设布置图；

[0044] 图3为本发明实施例2的结构示意图；

[0045] 图4为本发明实施例3的结构示意图。

## 具体实施方式

[0046] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步阐述：

[0047] 引起木材腐朽的主要是木腐菌，木腐菌分为三个大的种类：褐腐菌，白腐菌和软腐菌。植物组织中的木质素与半纤维素以共价键形式结合，并将纤维素分子包埋其中，形成一种坚固的天然屏障，使一般微生物很难降解利用。自然界参与降解木质素的微生物种类有真菌、放线菌和细菌等，但迄今为止最有效、最主要的木质素降解微生物，可彻底降解木质素为CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O的是白腐菌。

[0048] 本发明在形成完整的技术方案之前，进行了专项试验研究白腐菌对有机质的最佳发酵腐化条件，在试验过程中，分别设置秸秆、木屑、秸秆+木屑作为有机质进行试验，试验中将有机质粉碎为2-8mm有机颗粒，实验设定有机质含水率、腐化温度、菌种接种量、初始PH值四个因素，分别设置五组实验组进行试验，在实验过程中记录各项实验数据如下表1：

[0049]

编号	有机质	含水率/(%)	温度(°C)	初始PH	接种量/(g/kg)
A1	秸秆	65	25	3	0.125
A2	秸秆	67	27	3.5	0.25
A3	秸秆	70	30	4	0.5

A4	秸秆	72	32	4.5	1
A5	秸秆	75	35	5	2
B1	木屑	65	25	3	0.125
B2	木屑	75	27	3.5	0.25
B3	木屑	72	30	4	0.5
B4	木屑	70	32	4.5	1
B5	木屑	65	35	5	2
C1	秸秆+木屑	65	25	3	2
C2	秸秆+木屑	67	27	3.5	1
C3	秸秆+木屑	70	30	4	0.5
C4	秸秆+木屑	72	32	4.5	0.25
C5	秸秆+木屑	75	35	5	0.125

[0050] 表1

[0051] 实验过程中,分别调节每一组有机颗粒的含水率和初始PH值达到表1中的预定值,然后将有机颗粒分层装压在塑袋中,每一实验组装三层有机颗粒,在每两层有机颗粒之间按照表1中的设定接种量分别接种两层菌种,将塑袋扎口并在塑袋上扎足够数量的通气孔后,将塑袋分别置于设定温度环境下发酵培养,发酵环境中空气相对湿度为70%-75%,按照下表2的预定培养时间培养后测定每一组样品中粗纤维和粗蛋白的含量。

[0052] 测定时,粗蛋白含量参照GB/T6432-86标准,采用凯氏定氮法进行测定,每个样品测定三次并取平均值;粗纤维含量参照GB/T6434-86标准进行测定,每个样品重复测定三次并取平均值。在试验样品按照预定时间腐化发酵结束后,对每一组样品测定粗纤维、粗蛋白含量如表2:

编号	7d		12d		15d	
	粗纤维 (g/kg)	粗蛋白 (g/kg)	粗纤维 (g/kg)	粗蛋白 (g/kg)	粗纤维 (g/kg)	粗蛋白 (g/kg)
A1	317.3	51.8	351.2	35.6	344.1	51.8
A2	312.1	52.3	372.5	51.8	332.0	58.6
A3	359.2	64.8	379.5	63.9	356.2	70.4
A4	327.8	56.4	347.5	46.1	336.7	62.3
A5	307.9	48.2	343.2	42.5	335.6	53.1
B1	306.1	47.3	341.9	32.6	339.5	50.4
B2	322.6	50.8	351.4	41.6	342.5	56.7
B3	343.8	54.3	364.7	55.2	349.6	68.1
B4	321.1	50.2	358.4	51.8	346.7	62.1
B5	304.9	46.7	342.6	40.9	336.7	53.6
C1	318.6	46.7	334.6	33.4	338.9	42.7
C2	341.5	52.9	332.5	63.8	340.3	53.6
C3	358.2	61.4	384.6	71.3	361.2	72.1
C4	331.9	52.7	361.9	60.2	322.6	51.9
C5	304.8	44.3	347.6	43.5	306.4	39.7

[0053]

[0054] 表2

[0055] 由表2中数据比较可以看出,三种有机质中,在有机质含水率70%,温度30℃,初始PH值为4且接种量为0.5g/kg时,测定发酵腐化产物中粗蛋白和粗纤维含量最高,说明有机质腐化最充分,据此可知,在发酵条件为有机质含水率70%、温度30℃、初始PH值为4且接种量为0.5g/kg时,白腐菌对有机质的腐化率最高,至此,确定了本发明中极其重要的工艺参数。

[0056] 实施例1

[0057] 如图1和图2,一种生态植被混凝土护坡结构,包括坡面10、沿坡面喷射的植被混凝土层20、位于植被混凝土层上的植被种子层30,所述坡面10上具有水平间隔分布的若干个矩形凹陷槽11,所述植被混凝土层20喷射到所述凹陷槽11内与坡面10形成锯齿状连接结构,且所述植被混凝土层10内间隔、倾斜交错的设置有若干回收的一次性筷子12。

[0058] 上述坡植被混凝土原料成分包括水泥40份,沙壤土150份,有机磷酸钙5份,绿化添加剂45份,自来水18份,回收的一次性筷子8份,其中:所述绿化添加剂包括以下重量份的组分:秸秆有机质22份,白腐菌菌丝4份,粉煤灰38份,草木灰36份。

[0059] 上述生态植被混凝土护坡结构的施工方法,包括以下步骤:

[0060] (1)坡面基层处理

[0061] ①对坡面10进行平整回填,碾压使坡面密实;

[0062] ②在坡面上开挖凹陷槽11,并对开挖后的凹陷槽11内壁夯实;

[0063] ③在坡面上倾斜的插设回收的一次性筷子12,插设后保证一次性筷子12顶端与坡面10的垂直距离不小于100mm,且相邻两个筷子之间形成60°夹角;



[0064] (2) 制备绿化添加剂

[0065] ①制备有机添加料:

[0066] 在重量为2.2kg的秸秆有机基质中加入比重为1.54kg的水,存放12小时后将所述有机基质置于130℃的蒸汽环境下灭菌30min得到培养基;

[0067] 对上述培养基进行PH调节,使初始PH值为4;

[0068] 在PH为4的培养基中混入比重为2.4g的白腐菌,并在30℃的避光条件下发酵10天得到有机添加料;

[0069] ②制备无机添加料:

[0070] 将重量为3.8kg的粉煤灰和3.6kg的草木灰均匀混合得到无机添加料;

[0071] ③制备绿化添加剂:

[0072] 将步骤①中的有机添加料粉碎至粒径为2-10mm的有机颗粒后与步骤②得到的无机添加料均匀混合,得到绿化添加剂;

[0073] (3) 制备植被混凝土

[0074] 将原料组分中的水泥、沙壤土、有机磷酸钙、自来水以及制得的绿化添加剂按比例混合,送入搅拌机搅拌均匀,得到待浇筑的坡植被混凝土;

[0075] (4) 喷射植被混凝土层

[0076] 将制备好的植被混凝土喷射到坡面,喷射厚度为60mm;

[0077] (5) 喷射植被种子层

[0078] 将预先挑选并混合均匀的紫穗槐种子、银合欢种子、多花木兰种子采用气泵喷洒播种到植被混凝土层上。

[0079] 实施例2

[0080] 如图3所示,一种生态植被混凝土护坡结构,包括坡面10、沿坡面10喷射的植被混凝土层20、位于植被混凝土层20上的植被种子层30,所述坡面10上具有水平间隔分布的若干个半圆形凹陷槽11,所述植被混凝土层20喷射到所述凹陷槽11内与坡面形成锯齿状连接结构,且所述植被混凝土层20内间隔、倾斜交错的设置有若干回收的一次性筷子12。

[0081] 上述被混凝土原料成分包括水泥45份,沙壤土120份,有机磷酸钙3份,绿化添加剂30份,自来水20份,回收的一次性筷子14份,其中:所述绿化添加剂包括秸秆有机质22份,褐腐菌菌丝0.6份,粉煤灰37.4份,草木灰40份。

[0082] 上述生态植被混凝土护坡结构的施工方法,包括以下步骤:

[0083] (1) 坡面基层处理

[0084] ①对坡面10进行平整回填,碾压使坡面密实;

[0085] ②在坡面上开挖凹陷槽11,并对开挖后的凹陷槽11内壁夯实;

[0086] ③在坡面上倾斜的插设回收的一次性筷子12,插设后保证一次性筷子12顶端与坡面的垂直距离不小于100mm,且相邻两个筷子之间形成30°夹角;

[0087] (2) 制备绿化添加剂

[0088] ①制备有机添加料:

[0089] 在重量为2.2kg的秸秆有机基质中加入比重为1.54kg的水,存放12小时后将所述有机基质置于130℃的蒸汽环境下灭菌30min得到培养基;

[0090] 对上述培养基进行PH调节,使初始PH值为4;

[0091] 在PH为4的培养基中混入比重为2.4g的褐腐菌,并在30℃的避光条件下发酵11天得到有机添加料;

[0092] ②制备无机添加料:

[0093] 将重量为3.74kg的粉煤灰和4kg的草木灰均匀混合得到无机添加料;

[0094] ③,制备绿化添加剂:

[0095] 将步骤①中的有机添加料粉碎至粒径为2-10mm的有机颗粒后与步骤②得到的无机添加料均匀混合,得到绿化添加剂;

[0096] (3)制备坡植被混凝土

[0097] 将原料组分中的水泥、沙壤土、有机磷酸钙、自来水以及制得的绿化添加剂按比例混合,送入搅拌机搅拌均匀,得到待浇筑的植被混凝土;

[0098] (4)喷射植被混凝土层

[0099] 将制备好的植被混凝土喷射到坡面,喷射厚度为100mm;

[0100] (5)喷射植被种子层

[0101] 将预先挑选并混合均匀的紫穗槐种子、银合欢种子、多花木兰种子采用气泵喷洒播种到植被混凝土层上。

[0102] 实施例3

[0103] 如图4所示,一种生态植被混凝土护坡结构,包括坡面10、沿坡面10喷射的植被混凝土层20、位于植被混凝土层20上的植被种子层30,所述坡面10上具有水平间隔分布的若干个三角形凹陷槽11,所述植被混凝土层20喷射到所述凹陷槽11内与坡面10形成锯齿状连接结构,且所述植被混凝土层20内间隔、倾斜交错的设置有若干回收的一次性筷子12。

[0104] 上述坡植被混凝土原料成分包括水泥62份,沙壤土140份,有机磷酸钙5份,绿化添加剂50份,自来水23份,回收的一次性筷子12份,其中:所述绿化添加剂包括以下重量份的组分:木屑有机质16份,软腐菌菌丝8份,粉煤灰36份,草木灰40份。

[0105] 上述生态植被混凝土护坡结构的施工方法,包括以下步骤:

[0106] (1)坡面基层处理

[0107] ①对坡面10进行平整回填,碾压使坡面10密实;

[0108] ②在坡面上开挖凹陷槽11,并对开挖后的凹陷槽11内壁夯实;

[0109] ③在坡面上倾斜的插设回收的一次性筷子12,插设后保证一次性筷子12顶端与坡面的垂直距离不小于100mm,且相邻两个筷子之间形成45°夹角;

[0110] (2)制备绿化添加料

[0111] ①制备有机添加料:

[0112] 在重量为1.6kg的木屑有机基质中加入比重为1.12kg的水,存放12小时后将所述有机基质置于150℃的蒸汽环境下灭菌30min得到培养基;

[0113] 对上述培养基进行PH调节,使初始PH值为4;

[0114] 在PH为4的培养基中混入比重为1.0g的软腐菌,并在30℃的避光条件下发酵7天得到有机添加料;

[0115] ②制备无机添加料:

[0116] 将重量为3.6kg的粉煤灰和4kg的草木灰均匀混合得到无机添加料;

[0117] ③制备绿化添加剂:

[0118] 将步骤①中的有机添加料粉碎至粒径为2-10mm的有机颗粒后与步骤②得到的无机添加料均匀混合,得到绿化添加剂;

[0119] (2) 制备植被混凝土

[0120] 将原料组分中的水泥、沙壤土、有机磷酸钙、自来水以及制得的绿化添加剂按比例混合,送入搅拌机搅拌均匀,得到待浇筑的植被混凝土。

[0121] 实施例4

[0122] 在此还提供了一种生态植被混凝土层的原料配比,包括水泥60份,沙壤土160份,有机磷酸钙4份,绿化添加剂40份,自来水24份,其中:所述绿化添加剂包括以下重量份的组分:木屑有机质22份,白腐菌菌丝8份,粉煤灰38份,草木灰32份。

[0123] 实施例5

[0124] 在此还提供了一种生态植被混凝土层的原料配比,包括水泥50份,沙壤土200份,有机磷酸钙4份,绿化添加剂20份,自来水26份,其中:所述绿化添加剂包括以下重量份的组分:木屑和秸秆混合有机质25份,白腐菌菌丝6份,粉煤灰30份,草木灰39份。

[0125] 实施例6

[0126] 在此还提供了一种生态植被混凝土层的原料配比,包括水泥55份,沙壤土220份,有机磷酸钙6份,绿化添加剂60份,自来水28份,其中:所述绿化添加剂包括以下重量份的组分:秸秆和木屑混合有机质26份,白腐菌菌丝2份,粉煤灰34份,草木灰38份。

[0127] 在本发明实施例中的施工方法中,在喷射植被混凝土层之前均在坡面间隔、倾斜交错的插设了若干回收后的筷子,由于一次性筷子是由木材或者竹子制成,因此筷子能够被木腐菌腐化,但是由于筷子的密度大于成分中的木屑或者秸秆有机质,因此其腐化速度要远小于成分中的有机质;筷子的加入起到了加固混凝土层的作用,其增强了单位面积内混凝土的整体性,起到了类似钢丝的作用,但边坡混凝土对强度的要求并不需要使用钢丝、钢筋等金属材料,取而代之用回收的筷子,不仅能够增加边坡植被混凝土层的强度,还能使得边坡植被混凝土长期腐化后,混凝土层内部出现过流孔隙,增加了混凝土的孔隙率,为植物生长提供了空间,促进植物的根系生长到混凝土层中,从而彻底解决混凝土喷射后与原边坡土壤分层的问题。

[0128] 于2014年3月,在现有技术中选用三种同样使用添加剂的植被混凝土,并分别以该三种混凝土材料喷射后的坡地与本发明实施例1-6提供的生态修复边坡植被混凝土喷射之后的坡地进行跟踪测定。实验在云南省内一边坡上进行,综合考虑各种特征,实验共划分了9个样地,取样面积21m×21m,每个分样面积为7m×7m,每个分样中每间隔20cm种植一颗种子,即每个分样面积内种植 $35 \times 35 = 1225$ 颗种子,每个分样面积中种植7类种子,每类种子各自成行,跟踪记录指标主要包括:发芽率、成活率,其中:

[0129] 发芽率 = (发芽种子数/供检测种子数) \* 100% ;

[0130] 成活率 = (成活种子数/发芽种子数) \* 100% ;

[0131] 式中:供检测种子数为1225。

[0132] 实验于2014年3月完成生态修复边坡植被混凝土喷射,在4月中旬记录测定植被种子发芽率,后跟踪于9月再次测定植被成活率,实验数据记录如下表3:

[0133]

添加剂类型	样地编号	发芽率/%	成活率/%
现有A	01	71.1	61.2

现有B	02	68.0	53.6
现有C	03	75.2	56.7
实施例1	04	87.3	96.3
实施例2	05	86.4	93.6
实施例3	06	88.7	97.7
实施例4	07	91.8	96.1
实施例5	08	85.2	94.9
实施例6	09	87.6	95.2

[0134] 表3

[0135] 由表3统计数据可以看出,使用上述实施例1-6的试验组中测得的种子发芽率和种子成活率均大于使用现有技术中的植被混凝土得到的数据,且种子发芽率达到87.9%,成活率达到95.7%。由此可见,本发明中提供的生态植被混凝土护坡结构可以明显提高施工边坡上植被的发芽率和成活率。

[0136] 本领域的普通技术人员应当理解,对本发明技术方案进行的修改或者等同替换,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。

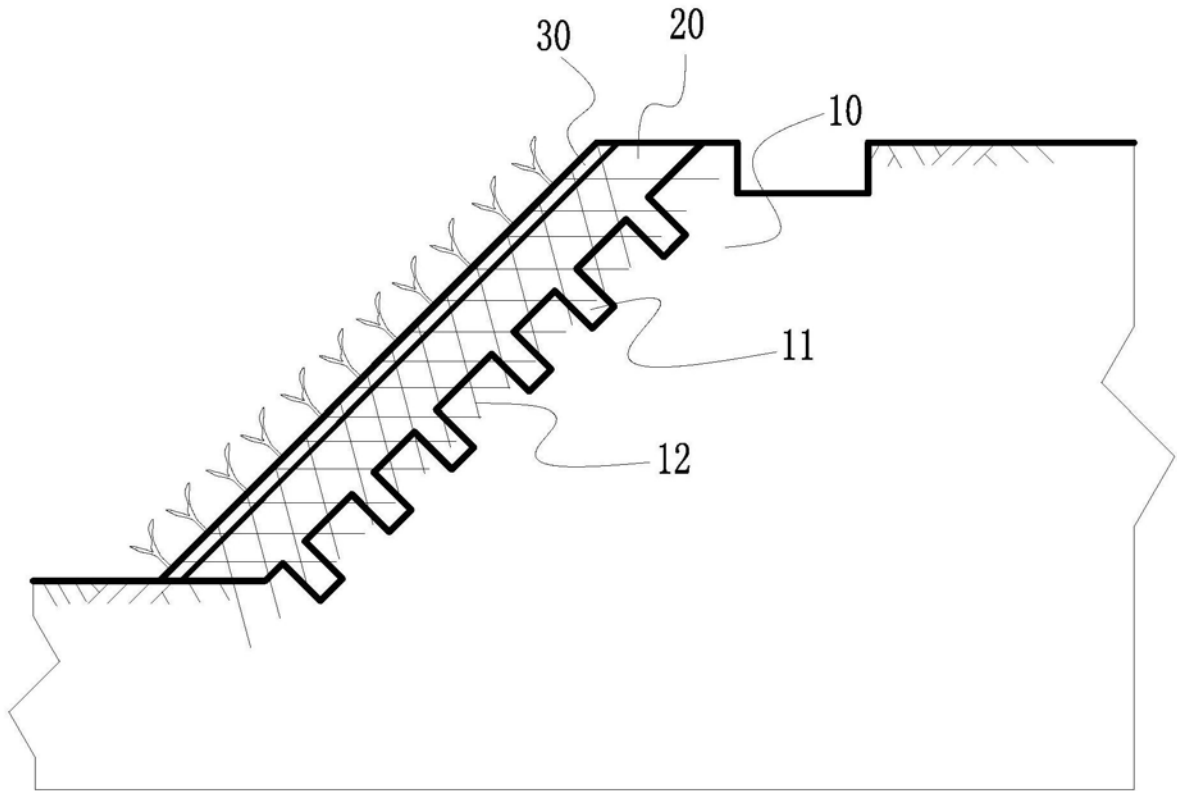


图1

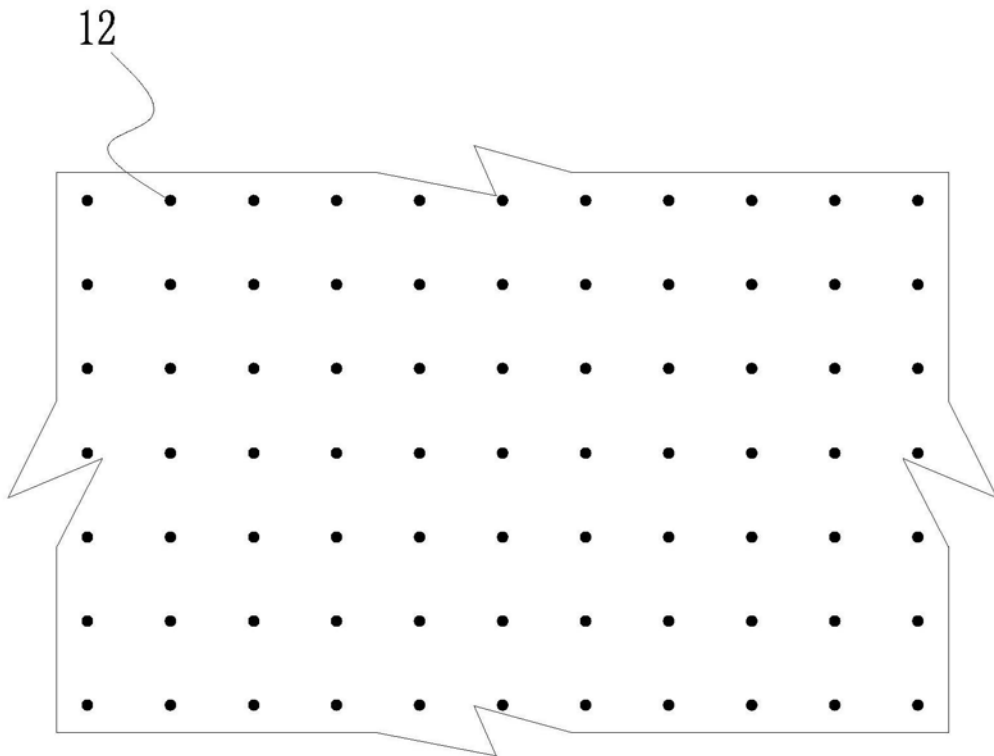


图2

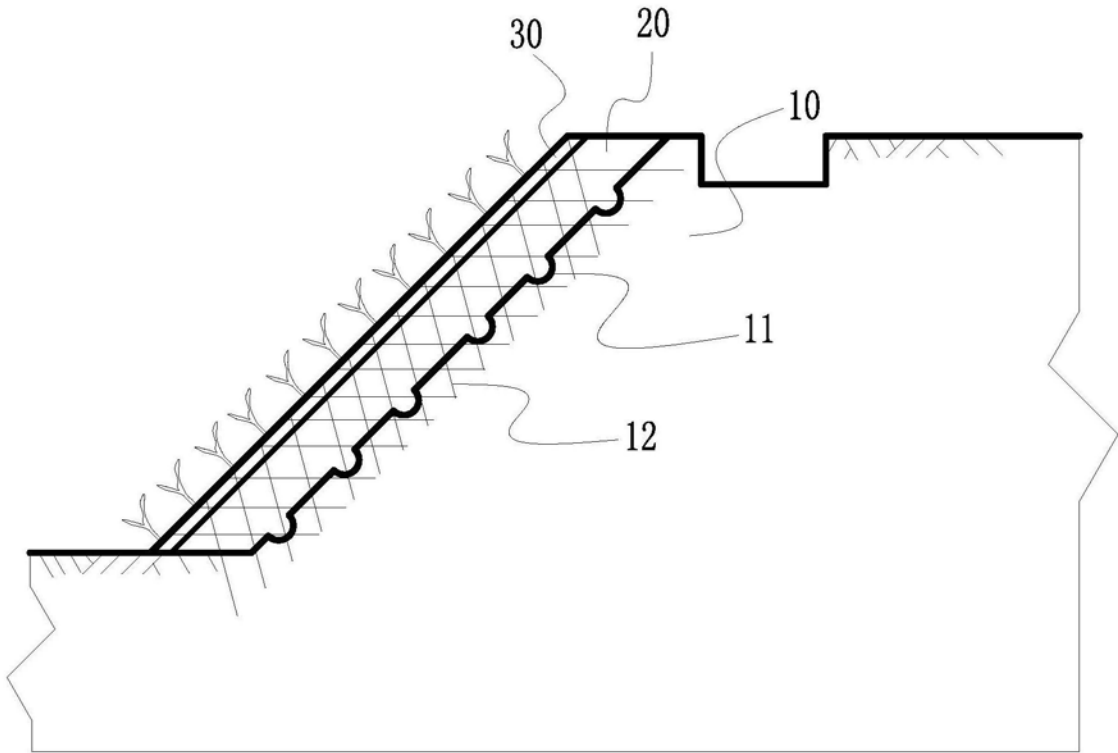


图3

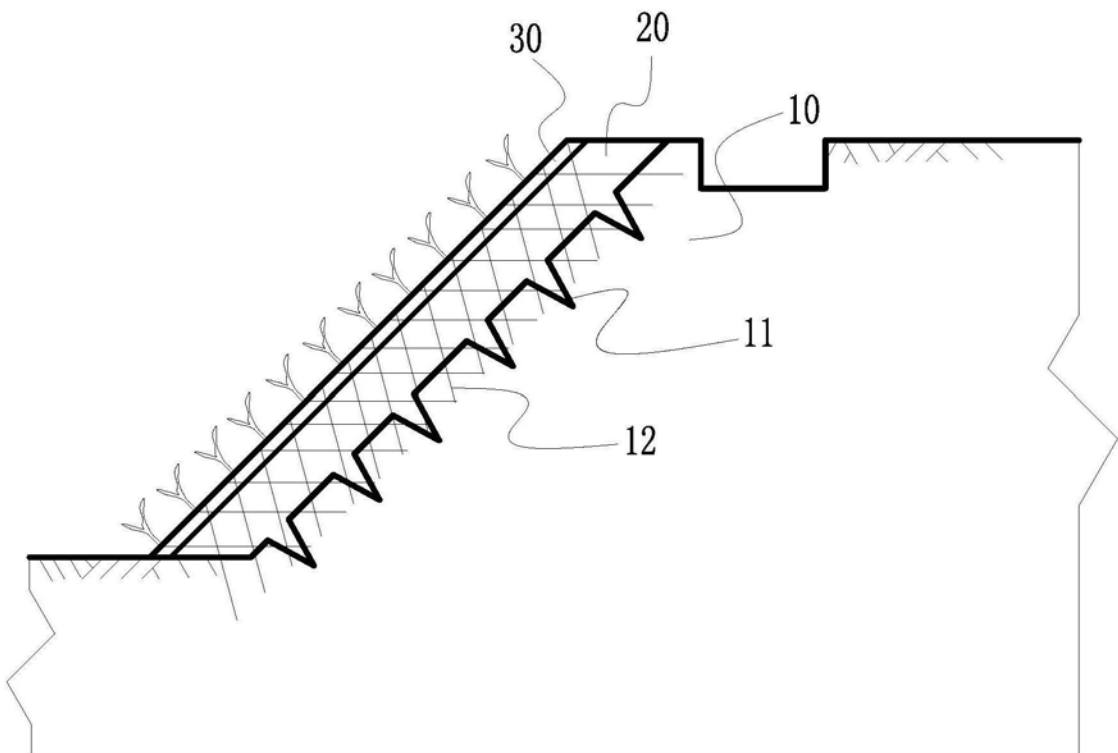


图4