



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114703875 B

(45) 授权公告日 2024.02.23

(21) 申请号 202210414499.5

A01G 9/029 (2018.01)

(22) 申请日 2022.04.20

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114703875 A

- CH 630683 A5, 1982.06.30
- CN 102966119 A, 2013.03.13
- CN 103088833 A, 2013.05.08
- CN 104005370 A, 2014.08.27
- CN 104234061 A, 2014.12.24
- CN 104762979 A, 2015.07.08
- CN 106351239 A, 2017.01.25
- CN 107246015 A, 2017.10.13
- CN 109763502 A, 2019.05.17
- CN 110080282 A, 2019.08.02
- CN 110258220 A, 2019.09.20
- CN 114059566 A, 2022.02.18
- CN 201202059 Y, 2009.03.04
- CN 206844133 U, 2018.01.05
- CN 208293588 U, 2018.12.28
- CN 208309312 U, 2019.01.01
- CN 209798462 U, 2019.12.17
- CN 210163794 U, 2020.03.20
- CN 213390149 U, 2021.06.08

(43) 申请公布日 2022.07.05

(73) 专利权人 长沙理工大学
地址 410114 湖南省长沙市天心区万家丽南路2段960号

专利权人 中建五局第三建设有限公司
中铁上海设计院集团有限公司
中交第三公路工程局有限公司
广西交通设计集团有限公司

(72) 发明人 邱祥 凡晓明 曾波 范军琳
胡宇峰 郭懿 王坤 陈镜丞
徐鸿 史振宁 刘龙武

(74) 专利代理机构 西安知诚思迈知识产权代理
事务所(普通合伙) 61237
专利代理师 李冰

(51) Int. Cl.
E02D 17/20 (2006.01)
E02D 31/02 (2006.01)
E03F 3/04 (2006.01)

审查员 肖鹏

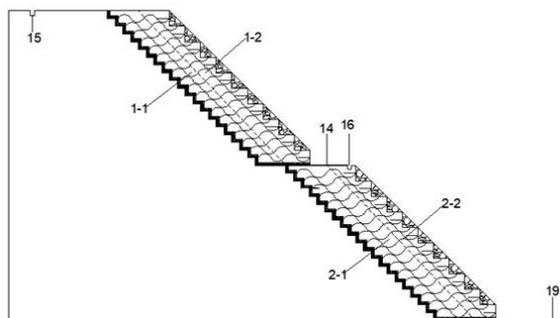
(续)

权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称
高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构及其施工方法

(57) 摘要
本发明提供了一种高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构及其施工方法,高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构包括锚固系统和排水系统,锚固系统包括:水泥改性土强化土工格栅层,设置在人工边坡表面;坡面支挡结构,固定于水泥改性土强化土工格栅层表面;水泥改性土强化土工格栅层和人工边坡表面均设置为台阶状;水泥改性土强化土工格栅层包括设置在人工边坡表面的水泥改性土、水平设置在水泥改性土内部的第一土工格栅;第一土工格栅的侧视图为波浪形,上下

相邻的两层第一土工格栅咬合布置;坡面支挡结构包括L型板、设置在L型板上的碎石以及设置在碎石上并与L型板固定连接的钢筋网,碎石缝隙中有植生混凝土。支护效果良好且工程造价低。



CN 114703875 B

[接上页]

(56) 对比文件

CN 216194818 U, 2022.04.05

胡幼常;毛爱民;刘杰;陈晓鸣.土工格栅加筋陡坡路堤在新疆地区的现场试验研究.《武汉理工大学学报(交通科学与工程版)》.2019,第43卷(第3期),第414-419页.

陈胜文;陈支刚;何海英.绿色加筋格宾单元挡土墙施工工艺.建筑施工.2017,(第01期),第126-128页.

杨伟文.土工格栅锚喷网结构在高陡边坡防护中的应用.铁道标准设计.2005,(第07期),第26-28页.

1. 高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构,包括锚固系统(20)和排水系统(21),其特征在于,所述锚固系统(20)包括:

水泥改性土强化土工格栅层(6),水泥改性土强化土工格栅层(6)设置在人工边坡(1)的表面;

坡面支挡结构(9),坡面支挡结构(9)固定于水泥改性土强化土工格栅层(6)的表面;

其中:

所述水泥改性土强化土工格栅层(6)和人工边坡(1)的表面均设置为台阶状;

所述水泥改性土强化土工格栅层(6)包括:

水泥改性土(7),水泥改性土(7)设置在人工边坡(1)的边坡表面台阶(2)上;

第一土工格栅(8),第一土工格栅(8)水平设置在水泥改性土(7)内部,其中:

所述第一土工格栅(8)的侧视图为波浪形,上下相邻的两层第一土工格栅(8)咬合布置;

所述坡面支挡结构(9)包括:

L型板(10),L型板(10)设置在水泥改性土强化土工格栅层(6)表面的台阶上;

碎石(12),碎石(12)设置在L型板(10)上;

钢筋网(13),钢筋网(13)设置在碎石(12)表面并与L型板(10)固定连接;

第二土工格栅(11),第二土工格栅(11)固定设置在L型板(10)的背部并插设在水泥改性土强化土工格栅层(6)中;

其中:

碎石(12)的缝隙中注入有包含绿植种子的植生混凝土(27)。

2. 根据权利要求1所述的高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构,其特征在于,所述排水系统(21)包括:

人工边坡(1)的边坡表面台阶(2),每级人工边坡(1)的边坡表面台阶(2)上表面在纵向方向整体呈 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 的坡角设置,且每级边坡表面台阶(2)上表面在横向方向呈 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的坡角设置;

L型板(10)的水平板(18),每级人工边坡(1)上纵向的所有L型板(10)的水平板(18)上表面在纵向方向整体呈 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 的坡角设置,每个L型板(10)的水平板(18)在横向方向呈 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的坡角设置。

3. 根据权利要求1所述的高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构,其特征在于,所述排水系统(21)包括:

隔水层(3),隔水层(3)设置在人工边坡(1)以及每级人工边坡(1)底部的边坡平台(14)表面;

排渗通道(4),排渗通道(4)位于人工边坡(1)的每级边坡表面台阶(2)侧表面的隔水层(3)内并贯穿隔水层(3)设置;

底部垫层(5),底部垫层(5)为砂砾层,其铺设在隔水层(3)上。

4. 根据权利要求1所述的高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构,其特征在于,所述排水系统(21)包括:

坡顶截水沟(15),坡顶截水沟(15)设置于原边坡顶部;

边坡平台排水沟(16),边坡平台排水沟(16)设置于每级人工边坡(1)底部的边坡平台

(14)上;

坡底排水沟(19),坡底排水沟(19)设置于原边坡底部;

纵向排水沟(25),纵向排水沟(25)设置于每级人工边坡(1)表面的水泥改性土强化土工格栅层(6)上,且纵向排水沟(25)从其所在的当前级人工边坡(1)的坡顶延伸至其坡底;

其中:

所述纵向排水沟(25)与顶部以及底部的边坡平台排水沟(16)相连形成纵向排水通道,纵向排水通道顶部与坡顶截水沟(15)相连,纵向排水通道底部与坡底排水沟(19)相连。

5.如权利要求1~4任一项所述的高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的施工方法,其特征在于,按照以下步骤进行:

步骤S1、整理原边坡、清除边坡表面的杂物,设计人工边坡(1)的子边坡级数,并将每级子边坡外的填筑区域分为内部填筑区域和外部填筑区域;

步骤S2、从原边坡的坡顶自上而下分级进行人工边坡(1)的子边坡的横向梯级开挖,形成边坡表面台阶(2),每级子边坡底部设置边坡平台(14);

步骤S3、在每级子边坡的边坡表面台阶(2)上设置一层隔水层(3),并在每级边坡表面台阶(2)侧面的隔水层(3)上预留多个排渗通道(4);

步骤S4、在每级子边坡的隔水层(3)上填充一层砂砾层,然后在砂砾层上进行水泥改性土强化土工格栅层(6)的一次分层填筑,完成每级子边坡的内部填筑区域的施工;

步骤S5、从上到下进行人工边坡(1)开挖时,先按照步骤S3~S4在当前级子边坡的边坡表面台阶(2)上进行内部填筑区域的填筑施工,然后再按照步骤S2对下一级子边坡进行开挖;

步骤S6、对每级子边坡进行水泥改性土强化土工格栅层(6)的二次分层填筑,完成每级子边坡的外部填筑区域的填筑施工;

步骤S7、在每级子边坡的外部填充区域表面的台阶上安装坡面支挡结构(9);

步骤S8、从下到上进行人工边坡(1)的每级子边坡的外部填筑区域的填筑施工,先按照步骤S6对当前级子边坡的外部填筑区域进行填筑施工,并按照步骤S7安装坡面支挡结构(9)后,再继续按照步骤S6对上一级子边坡的外部填筑区域进行填筑施工;

在每级子边坡上安装坡面支挡结构(9)后,将植生混凝土(27)按设计比例进行搅拌,然后用导管将植生混凝土(27)注入到支挡结构(9)内的碎石(12)的缝隙中,并进行养护;

在人工边坡(1)的每级子边坡的边坡平台(14)开挖完成后,在边坡平台(14)的横向方向上修建一条边坡平台排水沟(16),边坡平台排水沟(16)的纵向坡度为 5° ,纵向方向上在预留的纵向排水沟位置处修筑纵向排水沟(25);

在人工边坡(1)的坡顶修建坡顶截水沟(15),并在人工边坡(1)的坡底修建坡底排水沟(19)。

6.根据权利要求5所述的高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的施工方法,其特征在于,步骤S4的具体操作如下:

步骤S41,施工设备由进口方向和出口方向同时开始倒水泥改性土(7),将所填水泥改性土(7)按照设计的坡度修整成波浪形,对所填水泥改性土(7)进行压实,然后将单块的第一土工格栅(8)铺设在所填水泥改性土(7)上,从填筑内侧一直铺设到外侧,并将其余部分卷好放在当前层填筑区域的外侧;

步骤S42,按照步骤S41从下到上、从左到右铺设其余各单块第一土工格栅(8)直至当前子边坡的第一土工格栅(8)铺满,左右相邻的两块第一土工格栅(8)嵌锁连接;

其中,步骤S41通过控制波浪形的平均基线长度 l 、起伏差 h 以及起伏角 i 来控制第一土工格栅(8)的铺设坡度。

7.根据权利要求5所述的高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的施工方法,其特征在于,步骤S6对水泥改性土强化土工格栅层(6)的二次分层填筑与一次分层填筑的操作相同,但是水泥改性土强化土工格栅层(6)的二次分层填筑继续使用一次分层填筑卷好放在当前层填筑区域的外侧的第一土工格栅(8),待填筑达到设计高度时,将当前子边坡二次分层填筑的水泥改性土(7)表面修整成梯级台阶结构。

高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于边坡处治领域,涉及一种高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 随着开发的增多、技术的发展,建设工程规模与日扩大,各种地质条件的制约,边坡开挖高度日趋变大,边坡稳定性问题日趋显著。

[0003] 目前常用的护坡措施有抗滑桩、挡土墙,锚杆加固等常用的加固措施,但由于有些边坡高、陡,可达30~40m,甚至更高,修筑这么高的挡墙不现实,且工程造价昂贵;抗滑桩的施工工艺繁杂,且造价昂贵。对于目前常用于边坡支挡防护结构,其多用于地基条件较好,高度较低的边坡防护,但是面对不良地质条件、超高或急倾斜边坡以及严重风化边坡时,单一的支护方式使用效果不佳,不能达到高效的支护效果。

[0004] 公开号为CN209227563U的实用新型专利公开了一种高陡风化严重与节理发育的岩质边坡支护结构,该技术方案虽然在一定程度上提高了高陡边坡的稳定性,该技术方案的锚固力主要由锚杆的锚固端提供,但锚杆锚固端要经过边坡表层风化土打入边坡内部的基岩内部,导致锚杆用量增大,工程造价高。虽然,锚杆可以提供锚固力避免边坡的浅层失稳,但是相邻两个锚杆之间的岩土体可能发生局部失稳,该技术方案虽然在边坡表面铺设一层钢筋防护网,但是对于风化严重的岩质边坡仍然存在局部失稳的可能。

[0005] 公开号为CN208870055U的实用新型专利公开了一种高陡软弱破碎边坡支护结构,该技术方案需要对边坡进行大范围的开挖,会对原高陡风化严重的边坡的稳定性造成影响,破坏原岩土体的应力平衡状态,原高陡风化严重边坡就会面临失稳破坏的可能。

[0006] 现有高陡边坡加固方法普遍存在以下几个问题:

[0007] (1) 现有的支护结构需要打入锚杆提供锚固力,但锚固端需要打入基岩内部,对于风化严重的边坡需要穿过风化层,从而导致锚杆用量的大幅度增加,工程造价高;其次,虽然在高陡边坡上打锚杆能够避免边坡的浅层失稳,但对于相邻两锚杆中间的岩土体易发生局部失稳破坏;

[0008] (2) 对于挡土墙,抗滑桩等支护结构,需要对原边坡进行大范围开挖后才有施工场地,在施工期间开挖后的边坡容易发生失稳,会发生施工事故,造成人员的伤亡。

发明内容

[0009] 本发明实施例的目的在于提供一种高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构,以解决传统单一支护结构的支护效果不佳且工程造价高等工程问题。

[0010] 本发明实施例的另一目的在于提供一种高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的施工方法,以解决现有的支护结构在施工期间开挖后的边坡容易发生失稳的问题。

[0011] 本发明实施例所采用的第一技术方案是:高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构,包括锚固系统和排水系统,所述锚固系统包括:

- [0012] 水泥改性土强化土工格栅层,水泥改性土强化土工格栅层设置在人工边坡的表面;
- [0013] 坡面支挡结构,坡面支挡结构固定于水泥改性土强化土工格栅层的表面;
- [0014] 其中:
- [0015] 所述水泥改性土强化土工格栅层和人工边坡的表面均设置为台阶状。
- [0016] 进一步的,所述水泥改性土强化土工格栅层包括:
- [0017] 水泥改性土,水泥改性土设置在人工边坡表面的边坡表面台阶上;
- [0018] 第一土工格栅,第一土工格栅水平设置在水泥改性土内部,其中:
- [0019] 所述和第一土工格栅的侧视图为波浪形,上下相邻的两层第一土工格栅咬合布置。
- [0020] 进一步的,所述坡面支挡结构包括:
- [0021] L型板,L型板设置在水泥改性土强化土工格栅层表面的台阶上;
- [0022] 碎石,碎石设置在L型板上;
- [0023] 钢筋网,钢筋网设置在碎石表面并与L型板固定连接;
- [0024] 其中:
- [0025] 碎石的缝隙中注入有包含绿植种子的植生混凝土。
- [0026] 进一步的,所述坡面支挡结构包括:
- [0027] 第二土工格栅,第二土工格栅固定设置在L型板的背部并插设在水泥改性土强化土工格栅层中。
- [0028] 进一步的,所述排水系统包括:
- [0029] 人工边坡的边坡表面台阶,每级人工边坡的边坡表面台阶在纵向方向整体呈 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 的坡角设置,且每级边坡表面台阶在横向方向呈 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的坡角设置;
- [0030] L型板的水平板,每级人工边坡上纵向的所有L型板的水平板上表面在纵向方向整体呈 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 的坡角设置,每个L型板的水平板在横向方向呈 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的坡角设置。
- [0031] 进一步的,所述排水系统包括:
- [0032] 隔水层,隔水层设置在人工边坡以及每级人工边坡底部的边坡平台表面;
- [0033] 排渗通道,排渗通道位于人工边坡的每级边坡表面台阶侧表面的隔水层内并贯穿隔水层设置;
- [0034] 底部垫层,底部垫层为砂砾层,其铺设在隔水层上。
- [0035] 进一步的,所述排水系统包括:
- [0036] 坡顶截水沟,坡顶截水沟设置于原边坡顶部;
- [0037] 边坡平台排水沟,边坡平台排水沟设置于每级人工边坡底部的边坡平台上;
- [0038] 坡底排水沟,坡底排水沟设置于原边坡底部;
- [0039] 纵向排水沟,纵向排水沟设置于每级人工边坡表面的水泥改性土强化土工格栅层上,且纵向排水沟从其所在的当前级人工边坡的坡顶延伸至其坡底;
- [0040] 其中:
- [0041] 所述纵向排水沟与顶部以及底部的边坡平台排水沟相连形成纵向排水通道,纵向排水通道顶部与坡顶截水沟相连,纵向排水通道底部与坡底排水沟相连。
- [0042] 本发明实施例所采用的另一技术方案是:高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的施

工方法,按照以下步骤进行:

[0043] 步骤S1、整理原边坡、清除边坡表面的杂物,设计人工边坡的子边坡级数,并将每级子边坡外的填筑区域分为内部填筑区域和外部填筑区域;

[0044] 步骤S2、从原边坡的坡顶自上而下分级进行人工边坡的子边坡的横向梯级开挖,形成边坡表面台阶,每级子边坡底部设置边坡平台;

[0045] 步骤S3、在每级子边坡的边坡表面台阶上设置一层隔水层,并在每级边坡表面台阶侧面的隔水层上预留多个排渗通道;

[0046] 步骤S4、在每级子边坡的隔水层上填充一层砂砾层,然后在砂砾层上进行水泥改性土强化土工格栅层的一次分层填筑,完成每级子边坡的内部填筑区域的施工;

[0047] 步骤S5、从上到下进行人工边坡开挖时,先按照步骤S3~S4在当前级子边坡的边坡表面台阶上进行内部填筑区域的填筑施工,然后再按照步骤S2对下一级子边坡进行开挖;

[0048] 步骤S6、对每级子边坡进行水泥改性土强化土工格栅层的二次分层填筑,完成每级子边坡的外部填筑区域的填筑施工;

[0049] 步骤S7、在每级子边坡的外部填充区域表面的台阶上安装坡面支挡结构;

[0050] 步骤S8、从下到上进行人工边坡的每级子边坡的外部填筑区域的填筑施工,先按照步骤S6对当前级子边坡的外部填筑区域进行填筑施工,并按照步骤S7安装坡面支挡结构后,再继续按照步骤S6对上一级子边坡的外部填筑区域进行填筑施工;

[0051] 在每级子边坡上安装坡面支挡结构后,将植生混凝土按设计比例进行搅拌,然后用导管将植生混凝土注入到支挡结构内的碎石的缝隙中,并进行养护;

[0052] 在人工边坡的每级子边坡的边坡平台开挖完成后,在边坡平台的横向方向上修建一条边坡平台排水沟,边坡平台排水沟的纵向坡度为 5° ,纵向方向上在预留的纵向排水沟位置处修筑纵向排水沟;

[0053] 在人工边坡的坡顶修建坡顶截水沟,并在人工边坡的坡底修建坡底排水沟。

[0054] 进一步的,步骤S4的具体操作如下:

[0055] 步骤S41,施工设备由进口方向和出口方向同时开始倒水泥改性土,将所填水泥改性土按照设计的坡度修整成波浪形,对所填水泥改性土进行压实,然后将单块的第一土工格栅铺设在所填水泥改性土上,从填筑内侧一直铺设到外侧,并将其余部分卷好放在当前层填筑区域的外侧;

[0056] 步骤S42,按照步骤S41从下到上、从左到右铺设其余各单块第一土工格栅直至当前子边坡的第一土工格栅铺满,左右相邻的两块第一土工格栅嵌锁连接;

[0057] 其中,步骤S41通过控制波浪形的平均基线长度 l 、起伏差 h 以及起伏角 i 来控制第一土工格栅的铺设坡度。

[0058] 进一步的,步骤S6对水泥改性土强化土工格栅层的二次分层填筑与一次分层填筑的操作相同,但是水泥改性土强化土工格栅层的二次分层填筑继续使用一次分层填筑卷好放在当前层填筑区域的外侧的第一土工格栅,待填筑达到设计高度时,将当前子边坡二次分层填筑的水泥改性土表面修整成梯级台阶结构。

[0059] 本发明实施例的有益效果是:

[0060] (1) 采用了水泥改性土强化土工格栅层支挡高陡边坡,避免高陡边坡发生浅层失稳,混凝土坡面支挡结构采用第二土工格栅与水泥改性土相连,避免了传统支护结构打锚

杆,可以避免钢材的使用,极大的降低了工程成本,并避免了相邻两锚杆中间的岩土体易发生局部失稳破坏的问题;采用波浪形的第一土工格栅且上下两层第一土工格栅咬合布置,增大了水泥改性土和第一土工格栅的接触面积,限制了水泥改性土的横向移动,形成了良好的嵌锁作用,使水泥改性土具有更好的整体抗剪能力,并且第一土工格栅有一定的强度使上面的负荷得到扩散,提高了地基承载力,解决了传统单一支护结构的支护效果不佳且工程造价高等工程问题;

[0061] (2) 采用水泥改性土强化土工格栅层可以为边坡外层的坡面支挡结构提供锚固空间,避免了风化严重的岩质边坡无锚固空间的缺点;

[0062] (3) 采用边开挖边支护的施工方法,将原高陡边坡划分为多个较小区域按照从上到下从左到右的顺序进行边开挖边支护,规避了传统的如挡土墙等支护结构需要对原边坡进行大范围开挖后才进行支护的问题,在施工期内不易出现边坡失稳现象,避免了由于支护不及时造成的边坡失稳事故的发生,施工更加安全。

附图说明

[0063] 为了更清楚地说明本发明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发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0064] 图1是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的总体侧视图。

[0065] 图2是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的原边坡局部剖面图。

[0066] 图3是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的总体正视图。

[0067] 图4是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的施工顺序图。

[0068] 图5是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的L型板侧视图。

[0069] 图6是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的内部排水结构的示意图。

[0070] 图7是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构中土工格栅的布局图。

[0071] 图8是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构中第一内部填筑区域1-1的施工效果图。

[0072] 图9是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构中第二内部填筑区域2-1和第二外部填筑区域2-2的施工效果图。

[0073] 图10是本发明实施例高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构破坏示意图。

[0074] 图11是采用传统平铺土工格栅的破坏示意图。

[0075] 图中,1.人工边坡,2.边坡表面台阶,3.隔水层,4.排渗通道,5.底部垫层,6.水泥改性土强化土工格栅层,7.水泥改性土,8.第一土工格栅,9.坡面支挡结构,10.L型板,11.第二土工格栅,12.碎石,13.钢筋网,14.边坡平台,15.坡顶截水沟,16.边坡平台排水沟,17.立板,18.水平板,19.坡底排水沟,20.锚固系统,21.排水系统,22.绿化系统,23.第一排水结构,24.第二排水结构,25.纵向排水沟,26.预埋钢构件,27.植生混凝土,1-1.第一内部填筑区域,1-2.第一外部填筑区域,2-1.第二内部填筑区域,2-2.第二外部填筑区域。

具体实施方式

[0076] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0077] 实施例1

[0078] 本发明实施例提供一种高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构,设置在人工边坡1的表面,如图1所示,所述高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构包括锚固系统20、排水系统21和绿化系统22,其中:

[0079] 如图2所示,所述锚固系统20包括水泥改性土强化土工格栅层6和坡面支挡结构9,所述水泥改性土强化土工格栅层6设置于人工边坡1的表面,所述坡面支挡结构9设置在水泥改性土强化土工格栅层6的表面,且人工边坡1和水泥改性土强化土工格栅层6的表面均设置为台阶状,故在人工边坡1表面形成边坡表面平台2。

[0080] 所述水泥改性土强化土工格栅层6包括水泥改性土7和第一土工格栅8,水泥改性土7设置在人工边坡1的边坡表面台阶2上,第一土工格栅8水平设置在水泥改性土7内部,且第一土工格栅8的侧视图为波浪形,上下相邻的两层第一土工格栅8咬合布置,从而增大水泥改性土7与第一土工格栅8的接触面积以及相邻两层第一土工格栅8的相互作用力,更好的限制水泥改性土7的横向移动,形成了良好的嵌锁作用,使水泥改性土7具有更好的整体抗剪能力,并且第一土工格栅8具备一定强度,可对上部荷载进行扩散,提高了地基承载力。若采用传统平铺土工格栅的形式,其破坏示意图如图11所示,破坏时可能从两层土工格栅层中的薄弱层剪切破坏,此时,没有土工格栅发挥作用,其破坏时受到剪切的土工格栅层很少甚至没有;因此采用传统平铺时不能很好的发挥土工格栅的作用,如图10所示为采用波浪形第一土工格栅8,在边坡破坏时需最少剪切破坏4层及以上第一土工格栅8,较传统平铺布置土工格栅的效果有较大的提升,采用波浪形布置的第一土工格栅8可以降低铺设厚度,有利于降低工程造价,具有较大的经济效果。

[0081] 如图5所示,所述坡面支挡结构9包括L型板10、第二土工格栅11、碎石12和钢筋网13,L型板10设置在水泥改性土强化土工格栅层6表面的台阶上,第二土工格栅11固定设置在L型板10的背部并插设在水泥改性土强化土工格栅层6中,实现L型板10和水泥改性土强化土工格栅层6的连接;碎石12设置在L型板10上,利用碎石12的自身重量来提高坡面支挡结构9的支挡效果,避免坡面支挡结构9发生横向移动,钢筋网13设置在碎石12表面并与L型板10固定连接,防止安息角小于高陡边坡坡度的碎石滚落。具体的,钢筋网13和L型板10上的预埋钢构件26通过扎丝绑扎连接,实现钢筋网13与L型板10的固定连接。

[0082] 更具体的,所述L型板10包括立板17和水平板18,预埋钢构件26设置在L型板10的立板17上,碎石12设置在L型板10的水平板18上。L型板10的水平板18和立板17均为预制混凝土板。

[0083] 更进一步的,L型板10的立板17、水平板18以及第二土工格栅11、预埋钢构件26预制成整体,相邻两个L型板10现场拼装完成。

[0084] 将人工边坡1设置成台阶形有利于外部的支护结构与人工边坡1形成一个整体,但人工边坡1的宽度过小将对支护效果不利,支护结构有整体滑落的可能,人工边坡1的宽度

过大将导致外部支护结构上部的填筑厚度大大增加,不利于材料的节约,不经济,因此人工边坡1表面的台阶高优选为0.5m,宽优选为0.5m,边坡平台14的宽优选为2.5m,保证支护效果的同时经济性良好。

[0085] 更进一步的,L型板10的尺寸过大将会导致吊装施工困难,尺寸过小将无法达到相应的支护效果,因此设置L型板10的水平板18厚为20cm、宽为0.5m、长为2m,L型板10的立板17高为2m、板厚为20cm、长为2m,保证支护效果的同时方便吊装施工。

[0086] 更进一步的,第二土工格栅11位于立板17的中间部位,预埋钢构件26位于L型板10的四个角处,距离各边5cm。

[0087] 所述排水系统21包括底部垫层5、第一排水结构23和第二排水结构24,其中:

[0088] 底部垫层5为L型的砂砾层,其位于边坡平台14的表面和每级人工边坡1表面开挖的台阶上,水泥改性土强化土工格栅层6设置在L型的砂砾层上。

[0089] 进一步的,所述底部垫层5为条状砂砾层,其沿水平方向在边坡平台14和每级人工边坡1上每隔一定距离铺设并从坡顶延伸至坡底,对于一类土(松软土)及二类土(普通土)底部垫层5的厚度为200mm,对于三类土(坚土)及以上,底部垫层5的铺设厚度为100mm。

[0090] 所述第一排水结构23由人工边坡1的边坡表面台阶2、隔水层3和排渗通道4组成,其中:

[0091] 人工边坡1的边坡表面台阶2底部上表面在横向和纵向分别呈一定角度设置,具体的,每级人工边坡1的边坡表面台阶2上表面在纵向方向整体呈 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 的坡角设置,且每级边坡表面台阶2上表面在横向方向呈 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的坡角设置,隔水层3设置在人工边坡1以及每级人工边坡1底部的边坡平台14表面,排渗通道4位于人工边坡1的每级边坡表面台阶2侧表面的隔水层3内并贯穿隔水层3设置,如图6所示,底部垫层5为砂砾层,其铺设在隔水层3上,以便排出人工边坡1表面水和内部渗流水。

[0092] 所述第二排水结构24包括坡顶截水沟15、边坡平台排水沟16、坡底排水沟19、纵向排水沟25以及L型板10,其中:

[0093] 所述L型板10的水平板18上表面在横向和纵向分别呈一定角度设置,具体的,每级人工边坡1上所有L型板10的水平板18上表面在纵向方向整体呈 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 的坡角设置,优选呈 5° 设置,每个L型板10的水平板18在横向方向呈 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的坡角设置,可以有效的排走坡面水;

[0094] 所述纵向排水沟25位于水泥改性土强化土工格栅层6表面,相邻两条纵向排水沟25之间间隔数个L型板10布设;纵向排水沟25从其所在的当前级人工边坡1的坡顶延伸至其坡底,且纵向排水沟25与其所在的当前级人工边坡1底部的边坡平台排水沟16相连形成纵向排水通道,纵向排水通道顶部与坡顶截水沟15相连,纵向排水通道底部与坡底排水沟19相连。

[0095] 所述绿化系统22,包括位于碎石12的缝隙中的植生混凝土27。

[0096] 实施例2

[0097] 本发明实施例提供一种高陡人工边坡波浪形加筋挡土结构的施工方法,按照以下步骤进行:

[0098] 步骤S1、整理原边坡、清除边坡表面的杂物,设计人工边坡1的子边坡级数,并将每级子边坡外的填筑区域分为内部填筑区域和外部填筑区域;

[0099] 步骤S2、从原边坡的坡顶自上而下分级进行人工边坡1的子边坡的横向梯级开挖,

形成边坡表面台阶2,每级子边坡底部设置边坡平台14;

[0100] 其中,每级子边坡的边坡表面台阶2在纵向方向整体按照 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 的坡角开挖,具体是设置每级子边坡上所有台阶的纵向总坡度为 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$,然后按照该级子边坡的台阶数,平均分配得到每级子边坡上每个台阶的纵向坡度,每级子边坡的边坡表面台阶2在横向方向按照 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的坡角开挖,以便承载支护结构的同时能够排水;

[0101] 步骤S3、在每级子边坡的边坡表面台阶2上设置一层隔水层3,隔水层3为三七灰土层或复合土工膜,并在每级边坡表面台阶2侧面的隔水层3上预留多个排渗通道4,排出人工边坡1的内部渗流水;

[0102] 进一步的,每级子边坡的边坡表面台阶2的纵向总坡度优选为 5° ,排渗通道4距离其所在台阶底部上表面的距离优选为10cm,排渗通道4的高优选为15cm,排渗通道4沿每级子边坡的横向长度优选为20cm,优选每隔3m设置一个排渗通道4,隔水层3的厚度优选为5cm;

[0103] 步骤S4、在每级子边坡的隔水层3上填充一层砂砾层,然后用装载机等施工设备在砂砾层上进行水泥改性土强化土工格栅层6的一次分层填筑,完成每级子边坡的内部填筑区域的施工,具体操作如下:

[0104] 步骤S41,装载机等施工设备由进口方向和出口方向同时开始倒水泥改性土7,用挖掘机等设备同时辅以人工将所填水泥改性土7按照图7所示设计的坡度修整成波浪形,对所填水泥改性土7进行压实,对于机械无法压实的区域采用人工夯实,然后将单块的第一土工格栅8铺设在所填水泥改性土7上,从填筑内侧一直铺设到外侧,并将其余部分卷好放在当前层填筑区域的外侧;

[0105] 步骤S42,按照步骤S41从下到上、从左到右铺设其余各单块第一土工格栅8直至当前子边坡的第一土工格栅8铺满,左右相邻的两块第一土工格栅8人工嵌锁连接;

[0106] 进一步,所有区域的水泥改性土强化土工格栅层6的一次分层填筑的厚度为2m;

[0107] 进一步,所述砂砾层中粒径小于0.15mm的砂砾的含量不大于5%,以便利于渗流水排出;

[0108] 进一步,水泥改性土7由90.5~92.8重量份的素填土料、7~9重量份的水泥、0.2~0.4重量份的复合纤维和水均匀拌和而成,水泥改性土7的含水率为16%~18%,所述复合纤维以氨纶长丝为芯,外包短切玻璃纤维纺织而成,所述氨纶长丝与短切玻璃纤维的重量比为1:1;

[0109] 进一步的,第一土工格栅8可采用玻璃纤维土工格栅;

[0110] 进一步的,通过控制图7中的 l 、 h 、 i 来控制波浪形的第一土工格栅8的铺设坡度, l 为平均基线长度, h 为起伏差, i 为起伏角,其中 l 通过填筑区域的宽度除以所设置波浪形的个数来确定, i 优选为 29° , h 优选为27cm;

[0111] 进一步的,所述第一土工格栅8的幅宽优选为6m,极限抗拉强度不小于80kN/m,每两块第一土工格栅8之间搭接长度不小于0.5m;

[0112] 步骤S5、从上到下进行人工边坡1开挖时,先按照步骤S3~S4在当前级子边坡的边坡表面台阶2上进行内部填筑区域的填筑施工,然后再按照步骤S2对下一级子边坡进行开挖;

[0113] 步骤S6、对每级子边坡进行水泥改性土强化土工格栅层6的二次分层填筑,完成每

级子边坡的外部填筑区域的填筑施工,水泥改性土强化土工格栅层6的二次分层填筑与一次分层填筑的操作相同,但是水泥改性土强化土工格栅层6的二次分层填筑继续使用一次分层填筑卷好放在当前层填筑区域的外侧的第一土工格栅8,待填筑达到设计高度时,将当前子边坡二次分层填筑的水泥改性土7表面修整成梯级台阶结构,完成水泥改性土强化土工格栅层6的整体填筑;

[0114] 步骤S7、在每级子边坡的外部填充区域表面的台阶上安装坡面支挡结构9,完成每级子边坡的支挡防护施工;

[0115] 坡面支挡结构9的具体安装过程如下:

[0116] 步骤S71、用起吊机对坡面支挡结构9的L型板10进行起吊,将L型板10起吊到设计位置,并将L型板10上的第二土工格栅11按照设计的样式铺设至所填的水泥改性土强化土工格栅层6内;相邻的两块L型板10之间预留一定宽度的伸缩缝,伸缩缝上下错缝设置,以便更好的发挥坡面支挡结构9的支护效果,并预留出纵向排水沟位置;

[0117] 步骤S72、在L型板10上填筑碎石12,并在碎石12上挂一层钢筋网13,钢筋网13和预埋钢构件26通过钢丝绑扎连接,使钢筋网13与L型板10形成一个整体;

[0118] 步骤S8、从下到上进行人工边坡1的每级子边坡的外部填筑区域的填筑施工,先按照步骤S6对当前级子边坡的外部填筑区域进行填筑施工,并按照步骤S7安装坡面支挡结构9后,再继续按照步骤S6对上一级子边坡的外部填筑区域进行填筑施工;

[0119] 在每级子边坡上安装坡面支挡结构9后,将植生混凝土27按设计比例进行搅拌,然后用导管将植生混凝土27注入到支挡结构9内的碎石12的缝隙中,并进行养护。

[0120] 在人工边坡1的每级子边坡的边坡平台14开挖完成后,在边坡平台14的横向方向上修建一条边坡平台排水沟16,边坡平台排水沟16的纵向坡度为 5° ,纵向方向上在预留的纵向排水沟位置处修筑纵向排水沟25,如图3所示,并在人工边坡1的坡顶修建坡顶截水沟15,在人工边坡1的坡底修建坡底排水沟19。

[0121] 如图1、图3、图4所示的边坡结构,其人工边坡1的子边坡级数为2,从上到下分为区域①和区域②,区域①为第一级子边坡,区域②为第二级子边坡,区域①外的填筑区域从内向外由第一内部填筑区域1-1和第一外部填筑区域1-2组成,区域②外的填筑区域从内向外由第二内部填筑区域2-1和第二外部填筑区域2-2组成,先按照步骤S2对区域①进行横向梯级开挖,形成边坡表面台阶2,并施工完成底部的边坡平台14;然后按照步骤S3~S4在区域①的边坡表面台阶2上进行第一内部填筑区域1-1的填筑施工,施工后效果如图8所示,再按照步骤S2~S4对区域②依次进行开挖以及第二内部填筑区域2-1的填筑施工,再按照步骤S6~S7对区域②进行第二外部填筑区域2-2的填筑施工以及坡面支挡结构9的安装施工,施工后效果如图9所示,最后再按照步骤S6~S7对区域①进行第一外部填筑区域1-2的填筑施工以及坡面支挡结构9的安装施工,施工后效果如图1所示。图1中,虚线内部为每级子边坡的内部填筑区域,虚线外部为每级子边坡的外部填筑区域,虚线为分界线。

[0122] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。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,均包含在本发明的保护范围内。

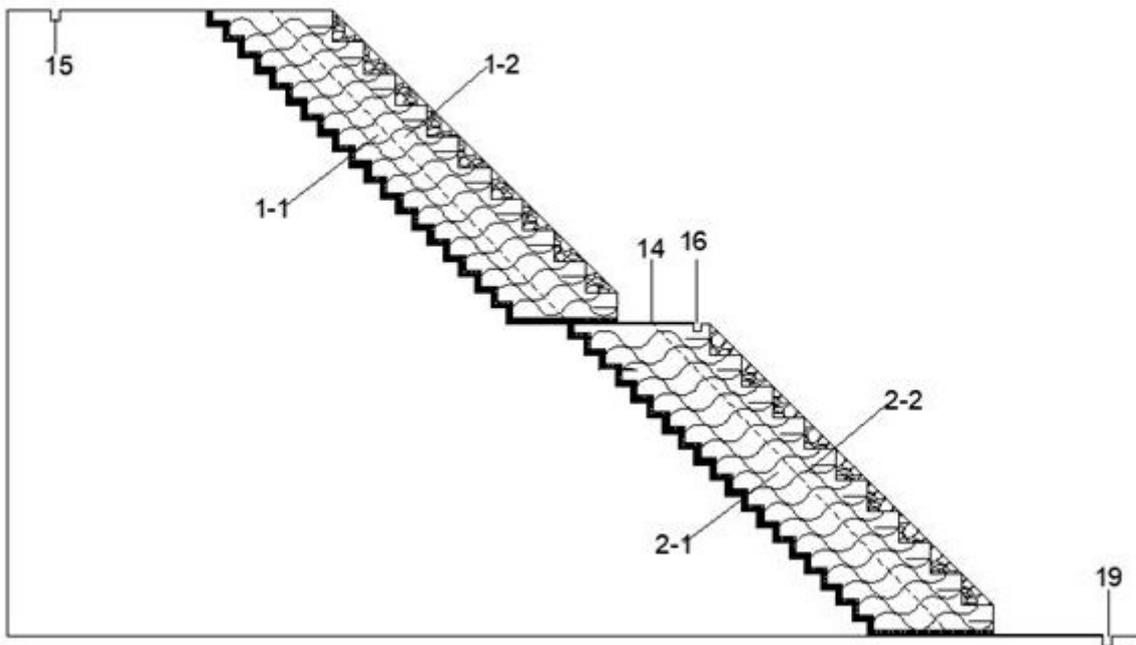


图1

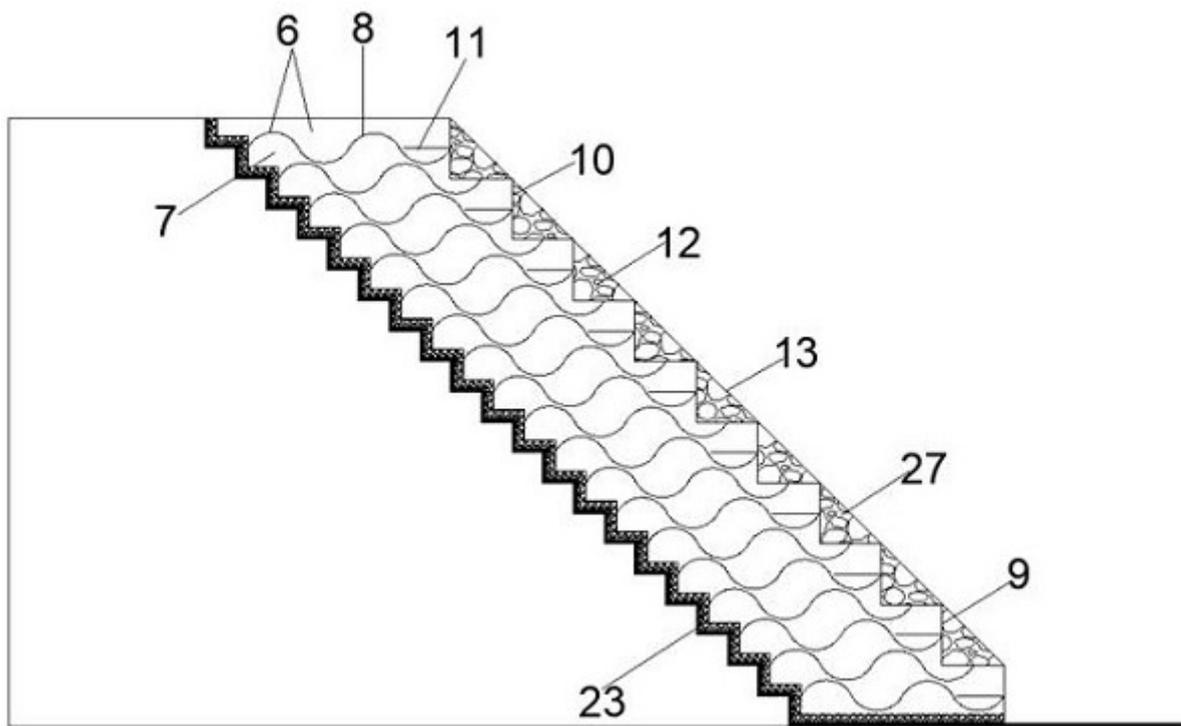


图2

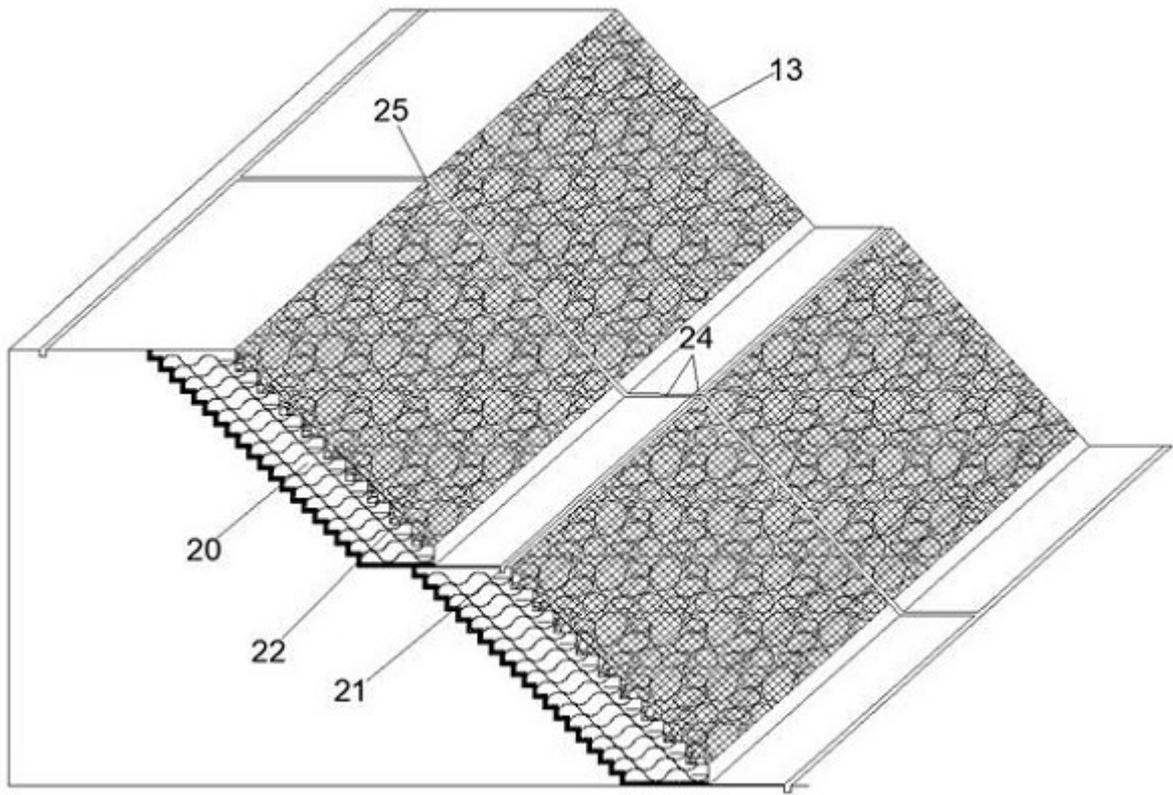


图3

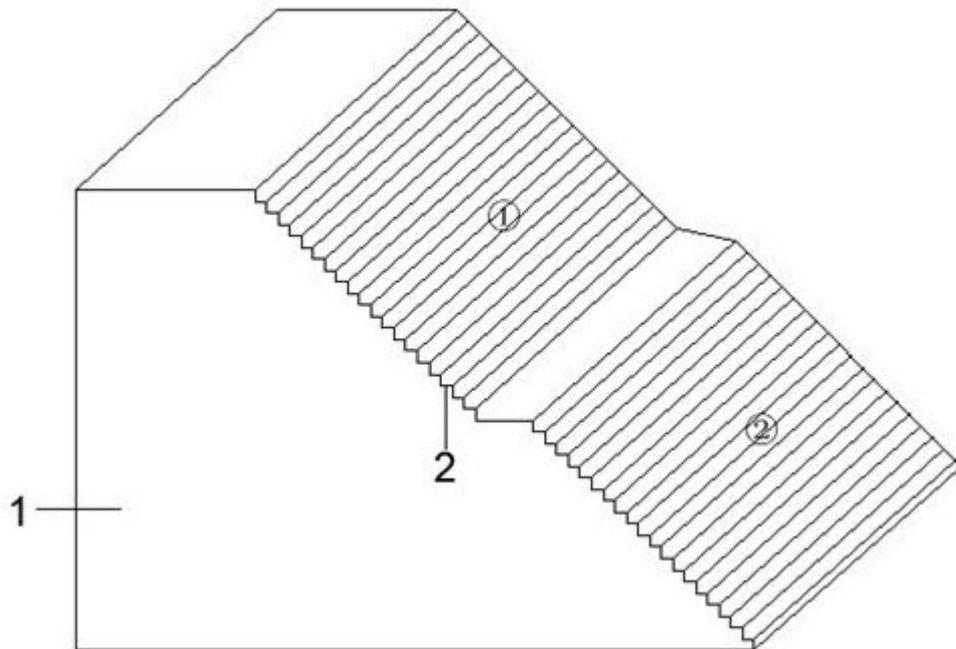


图4

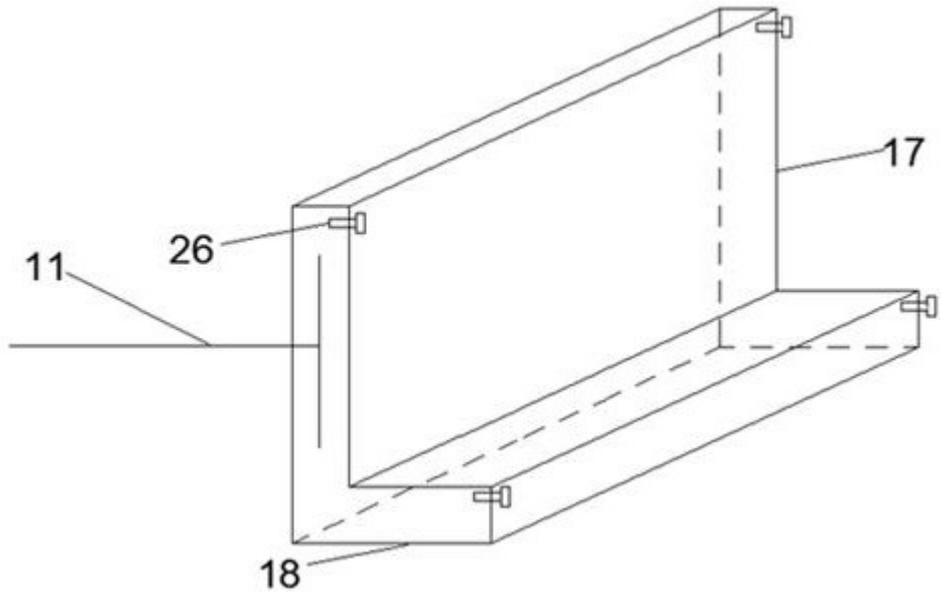


图5

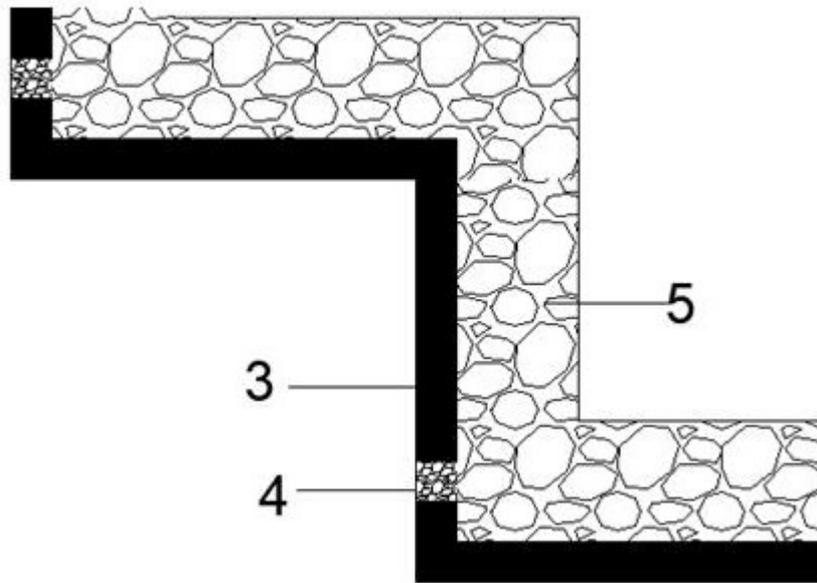


图6

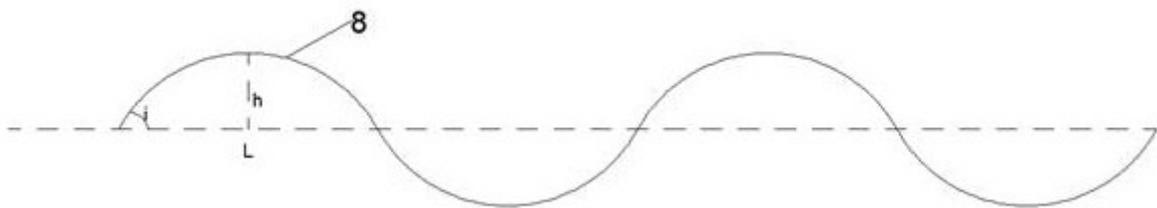


图7

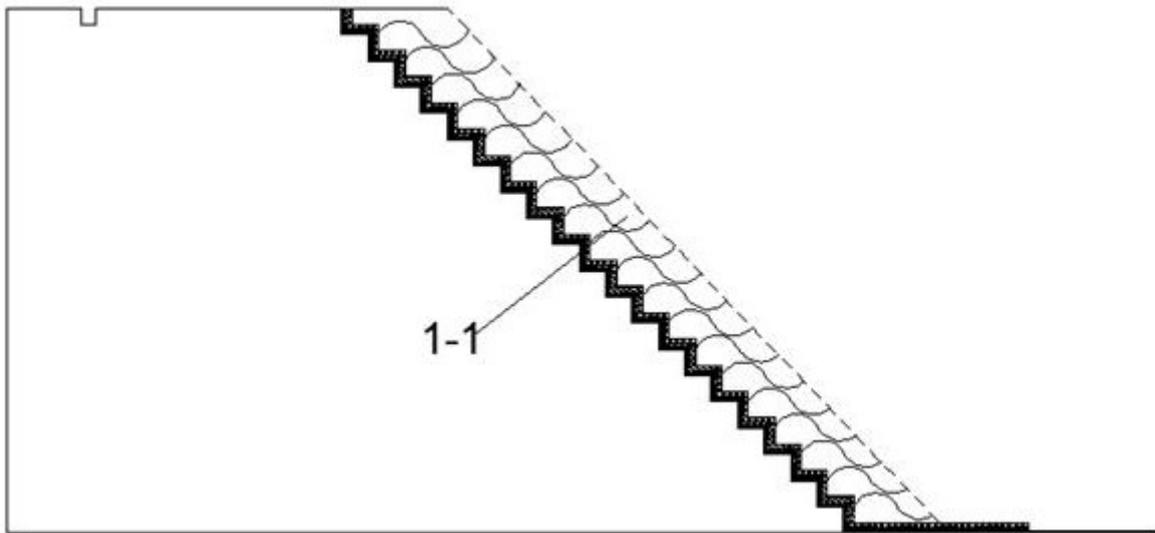


图8

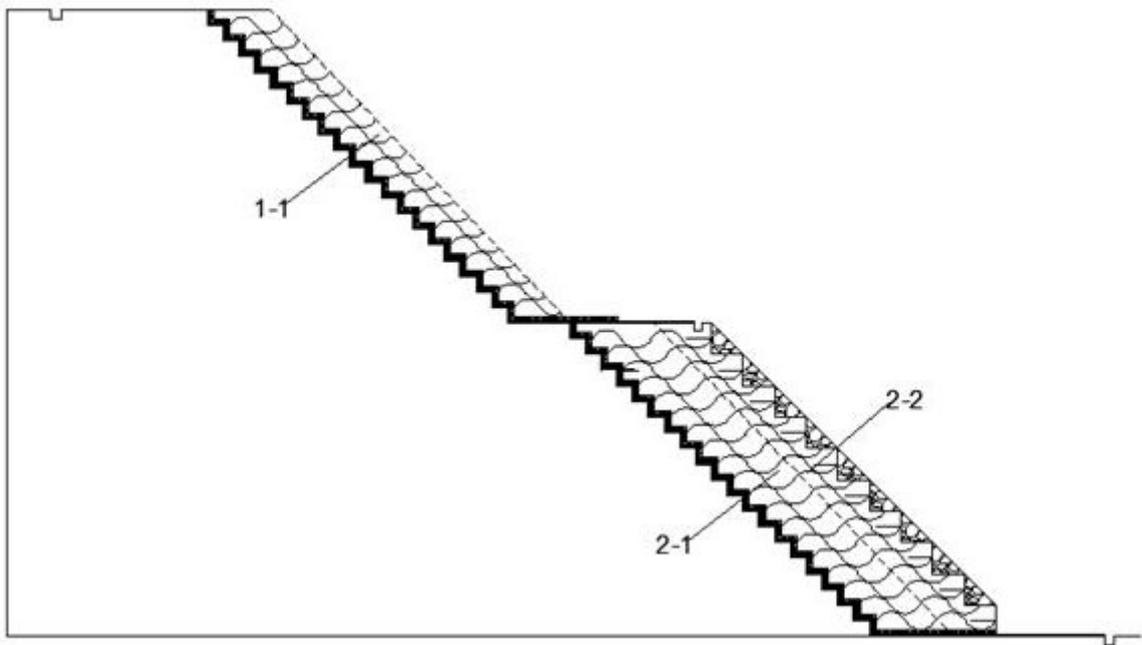


图9

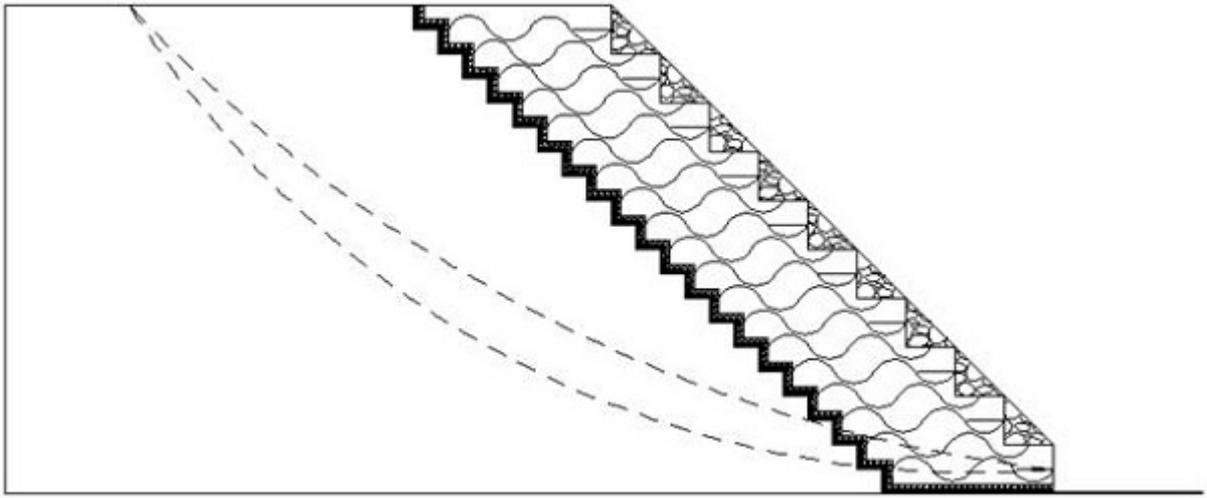


图10

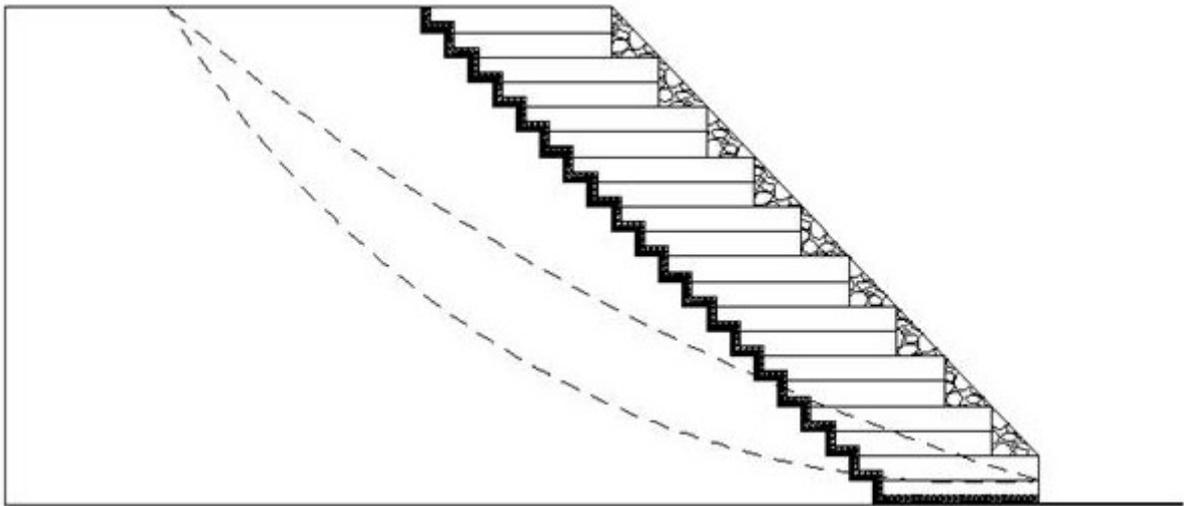


图11