



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113585296 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 02

(21) 申请号 202110895303.4

E03F 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.05

E03F 3/02 (2006.01)

(71) 申请人 长沙理工大学

E03F 3/04 (2006.01)

地址 410114 湖南省长沙市天心区万家丽南路2段960号

A01G 9/02 (2018.01)

(72) 发明人 邱祥 谭桢 蒋煌斌 付宏渊
陈长睿 刘忠伟 罗震宇 胡红波
肖泽林

(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

代理人 闵媛媛

(51) Int. Cl.

E02D 17/20 (2006.01)

E02D 15/02 (2006.01)

E02D 5/76 (2006.01)

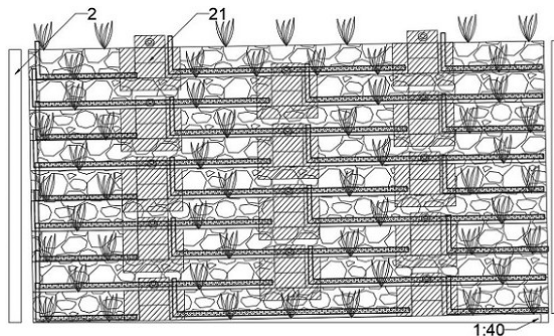
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构及其施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构及其施工方法,结构包括石笼系统、固定连接系统、排水系统;石笼系统,包括设于台阶状边坡上的多个石笼单元,每个石笼单元包括上、下、左、右错位分布的四个结构相同的石笼框,四个石笼框围成的中间区域设有间隙;固定连接系统,包括预制的连接件,连接件安装于间隙内,连接件上下左右四个方向延伸的部分分别与对应的上石笼框、下石笼框、左石笼框、右石笼框互相接触,边坡与连接件的中心通过土钉连接,将四个石笼框连接形成整体。本发明兼顾加固防渗、排补水、绿化功能,造价低,充分利用边坡自身变形实现协同受力,预防边坡浅层失稳破坏。



1. 一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,包括石笼系统、固定连接系统、排水系统;

所述石笼系统,包括设于台阶状边坡上的多个石笼单元,每个石笼单元包括上、下、左、右错位分布的四个结构相同的石笼框,即下石笼框(13)设于第一层台阶,左石笼框(10)和右石笼框(11)设于第二层台阶,上石笼框(12)设于第三层台阶,四个石笼框围成的中间区域为间隙(22),每个石笼框的底部设有灌浆管(16);

所述固定连接系统,包括连接件(21),连接件(21)安装于间隙(22)内,连接件(21)上下左右四个方向延伸的部分分别与对应的上石笼框(12)、下石笼框(13)、左石笼框(10)、右石笼框(11)互相接触,边坡与连接件(21)的中心通过土钉(26)连接,将四个石笼框连接形成整体。

2. 根据权利要求1所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,所述连接件(21)顶部设有L型切口,上石笼框(12)的底部与L型切口互相接触,连接件(21)底部与下石笼框(13)顶部互相接触,下石笼框(13)顶部设有纵截面为Z型的挡板,挡板紧贴连接件(21)的前壁面、下石笼框(13)顶部和下石笼框(13)的前壁面,挡板的左右两侧向外延伸,限制左石笼框(10)、右石笼框(11)向远离坡面方向的位移。

3. 根据权利要求1所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,所述挡板紧贴连接件(21)的前壁面与下石笼框(13)顶部之间设有纵截面为三角形的肋板。

4. 根据权利要求1所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,所述排水系统,包括设于坡侧与坡脚的排水沟(2)、坡顶的截水沟(1)、土工布(6)、侧面土工布(14)和排水板(8);

所述土工布(6)覆盖于台阶状边坡的水平部(3)、竖直部(4),且覆盖于上下两层台阶的土工布(6)在竖直部(4)处重叠,重叠的两个土工布(6)之间设有排水板(8),排水板(8)紧靠竖直部(4);水平部(3)具有弧形下陷部(5),弧形下陷部(5)上铺有碎石(9),使得水平部(3)的表面平整;

所述侧面土工布(14)包裹于所述石笼框的临空侧。

5. 根据权利要求1所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,每个所述石笼框内均放置有块石,植生土分布于块石间空隙中,植物种植于植生土中。

6. 根据权利要求1所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,所述灌浆管(16)为L型,灌浆管(16)的水平部分与对应石笼框的框底(15)平行,灌浆管(16)的竖直部分伸出石笼框,灌浆管(16)伸出石笼框的端部设有注浆口(17);灌浆管(16)的水平部分均匀布设有多个小孔,孔径0.005-0.01m。

7. 根据权利要求1所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,所述石笼框均由长方体状的钢筋框和石笼网组成,石笼框内部设有钢筋隔网(19)。

8. 根据权利要求1所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於,所述连接件(21)的中上部预留有直径为0.05m的孔洞(23),孔洞(23)入口安装有中空圆柱体状的金属垫片(25),连接件(21)对应的间隙(22)下方的土体内设有土钉孔(24),土钉(26)穿过孔洞(23)伸入土钉孔(24)内,注浆后将土钉(26)与金属垫片(25)焊接牢固。

9. 根据权利要求8所述的一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,其特征在於

于,所述土钉(26)深入边坡土体内部的深度为6-8m。

10.一种如权利要求1-9任意一项所述人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构的施工方法,其特征在于,具体按照以下步骤进行:

S1:处理边坡表面杂物,在坡顶、坡侧、坡脚修筑排水结构;

S2:从坡顶向下进行坡面的分级开挖,形成台阶状边坡,横向坡度为1:40;

S3:整平台阶状边坡表面;

S4:规划每个石笼框的位置,每个石笼单元的左石笼框(10)或右石笼框(11)为相邻石笼单元的上石笼框(12)或下石笼框(13),每个石笼单元的左石笼框(10)和右石笼框(11)间隔距离与连接件(21)嵌入石笼单元部分的宽度相适应;在石笼框底部预埋灌浆管(16),将石块放入上级石笼框靠近坡体一侧内,待下级石笼框靠近坡体一侧充填完成后,再将块石放入上级石笼框远离坡体一侧内;

S5:预制的连接件(21)运输到施工现场后,安放在间隙(22)内,边坡与连接件(21)的中心通过土钉(26)注浆连接,将对应的四个石笼框连接形成整体;

S6:将附带植物种子的液状植生土通过预设的灌浆管(16)灌入对应的石笼框中,充满块石间的空隙,待植生土溢出块石上表面3~5cm后停止灌注。

人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于边坡处治技术领域,涉及一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 在高速公路建设中,原始地形条件难以达到平、纵断面线性要求,工程建设过程中的深挖高填路基不可避免。开挖后的人工边坡在湿热环境长期作用下岩土体抗剪强度不断降低,极易出现风化剥落、落石、崩塌、滑塌等边坡浅层失稳破坏现象。边坡浅层失稳破坏一般出现在边坡坡面下6m范围内,且量大面广,已成为人工边坡治理面临的重大技术难题。

[0003] 裸露人工边坡不利于生态环境保护,一方面裸露人工边坡表面土壤、水分和有机质缺乏,植物无法正常生长,自然条件下植被难以恢复;另一方面裸露人工边坡长期受到湿热作用容易造成和加剧表面的水土流失,植被恢复更加困难。目前,常用的护坡方法有:重力式挡墙、扶壁式挡墙、悬臂式挡墙支护、排桩式锚杆挡墙支护、喷锚支护等。虽然上述方法均能有效提高边坡稳定性,但是支护后的边坡与周边自然景观协调性差,难以满足生态环境保护要求;除了在生态环境保护方面存在一定缺陷之外,上述护坡方法在边坡排、补水方面也存在较大不足。边坡表面长期积水将软化岩土体,极易出现边坡浅层失稳破坏现象,对边坡的稳定性造成隐患。使用普通钢筋网+石笼护坡时,块石间空隙大且互相连接,虽然可有效排出积水,但是石笼间的关联性较弱、协同受力能力差,一旦坡边局部出现滑动,钢筋网+石笼护坡结构极易出现破坏,对边坡局部变形的防护能力极为有限。

[0004] 公开号CN206928301U的专利公开了一种钢筋石笼边坡支护结构,该专利涉及用于改善软土边坡的排水和加固效果,但是难以兼顾绿化、蓄水。公开号CN107439356A的专利公开了一种实现石笼稳定和绿化的方法及石笼绿化系统,有效解决石笼脱落及无绿化功能的问题,将锚杆、石笼以及种植筒做了有机结合,可防止由流体静力造成的损害,有利于山坡和岸滩的稳定,同时增加了绿化效果,但是整体性不佳,加固效果差。

[0005] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术中至少存在以下问题:

1. 防渗能力差。现有边坡加固技术没有很好地解决坡体防渗问题,在工程建设中不能一步到位,需附加防渗结构,大大减缓了工程进度,提高了处治成本。一旦边坡排水不及,雨水将深入边坡内部软化岩土体,即使对边坡进行了加固也极大影响了边坡稳定性;

2. 绿化效果差。传统边坡处治技术在边坡加固的同时很难兼顾绿化,容易出现视觉灰色污染,影响生态环境景观。对岩石坡体进行处治时,薄而浅的植生土壤导致植被生长困难,持续干旱季节里土壤保水能力差更加影响了植物生长;

3. 工程造价高,利用率低。现有边坡处治技术没有充分利用边坡自身变形能力大量采用刚性结构,不仅提高了工程造价而且降低了利用率;

4. 没有重视预防边坡浅层失稳破坏。大量工程实践表明,受到水热循环影响的边坡常在其表面出现失稳破坏现象。传统边坡处治技术很少针对边坡浅层失稳破坏采取预防措施,导致表面失稳破坏现象频发,不仅影响了表面绿化也降低了结构的加固能力。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明提供一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,兼顾加固防渗、排补水、绿化功能,造价低,充分利用边坡自身变形实现协同受力,预防边坡浅层失稳破坏,解决了现有技术中存在的问题。

[0007] 本发明的另一目的是,提供一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构的施工方法。

[0008] 本发明所采用的技术方案是,一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,包括石笼系统、固定连接系统、排水系统;

所述石笼系统,包括设于台阶状边坡上的多个石笼单元,每个石笼单元包括上、下、左、右错位分布的四个结构相同的石笼框,即下石笼框设于第一层台阶,左石笼框和右石笼框设于第二层台阶,上石笼框设于第三层台阶,四个石笼框围成的中间区域设有间隙,每个石笼框的底部设有灌浆管;

所述固定连接系统,包括连接件,连接件安装于间隙内,连接件上下左右四个方向延伸的部分分别与对应的上石笼框、下石笼框、左石笼框、右石笼框互相接触,边坡与连接件的中心通过土钉连接,将四个石笼框连接形成整体。

[0009] 进一步的,所述连接件顶部设有L型切口,上石笼框的底部与L型切口相互接触,连接件底部与下石笼框顶部互相接触,下石笼框顶部设有纵截面为Z型的挡板,挡板紧贴连接件的前壁面、下石笼框顶部和下石笼框的前壁面,挡板的左右两侧向外延伸,限制左石笼框、右石笼框向远离坡面方向的位移。

[0010] 进一步的,所述挡板紧贴连接件的前壁面与下石笼框顶部之间设有纵截面为三角形的肋板。

[0011] 进一步的,所述排水系统,包括设于坡侧与坡脚的排水沟、坡顶的截水沟、土工布、侧面土工布和排水板;

所述土工布覆盖于台阶状边坡的水平部、竖直部,且覆盖于上下两层台阶的土工布在竖直部处重叠,重叠的两个土工布之间设有排水板,排水板紧靠竖直部;水平部具有弧形下陷部,弧形下陷部上铺有碎石,使得水平部的表面平整;

所述侧面土工布包裹于所述石笼框的临空侧。

[0012] 进一步的,每个所述石笼框内均放置有块石,植生土分布于块石间空隙中,植物种植于植生土中。

[0013] 进一步的,所述灌浆管为L型,灌浆管的水平部分与对应石笼框的框底平行,灌浆管的竖直部分伸出石笼框,灌浆管伸出石笼框的端部设有注浆口;灌浆管的水平部分均匀布设有多个小孔,孔径0.005-0.01m。

[0014] 进一步的,所述石笼框均由长方体状的钢筋框和石笼网组成,石笼框内部设有钢筋隔网。

[0015] 进一步的,所述连接件的中上部预留有直径为0.05m的孔洞,孔洞入口安装有中空圆柱体状的金属垫片,连接件对应的间隙下方的土体内设有土钉孔,土钉穿过孔洞伸入土钉孔内,注浆后将土钉与金属垫片焊接牢固。

[0016] 进一步的,所述土钉深入边坡土体内部的深度为6-8m。

[0017] 一种上述人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构的施工方法,具体按照以下

步骤进行：

S1:处理边坡表面杂物,在坡顶、坡侧、坡脚修筑排水结构；

S2:从坡顶向下进行坡面的分级开挖,形成台阶状边坡,横向坡度为1:40；

S3:平整台阶状边坡表面；

S4:规划每个石笼框的位置,每个石笼单元的左石笼框或右石笼框为相邻石笼单元的上石笼框或下石笼框,每个石笼单元的左石笼框和右石笼框间隔距离与连接件嵌入石笼单元部分的宽度相适应；在石笼框底部预埋有灌浆管,将石块先放入上级石笼框靠近坡体一侧内,待下级石笼框靠近坡体一侧充填完成后,再将块石放入上级石笼框远离坡体一侧内,石笼框的临空侧包裹有侧面土工布；

S5:预制的连接件运输到施工现场后,安放在间隙内,边坡与连接件的中心通过土钉注浆连接,将对应的四个石笼框连接形成整体；

S6:将附带植物种子的液状植生土通过预设的灌浆管灌入对应的石笼框中,充满块石间的空隙,待植生土溢出块石上表面3~5cm后停止灌注。

[0018] 本发明的有益效果是：

1.排水防渗能力强。“防渗先于排水”是本发明灵活使用土工布的显著优势,土工布的合理使用不仅能提高石笼结构的防渗能力,还能有效排出坡面以下岩土体渗水。渗水在上层台阶土工布以下的坡面汇集,再由排水板引导至下层台阶土工布之上随水平台阶的坡度方向流入坡侧的排水沟,能有效排出坡面以下岩土体渗水。坡顶的大部分雨水汇集于截水沟排出,小部分渗水在各水平台阶土工布下方汇集,一部分随水平台阶的坡度方向流入坡侧的排水沟,另一部分沿竖向排水板的孔隙流向下一级台阶土工布上方,最终流入排水沟。减少雨水下渗能够有效预防水热循环作用下边坡病害的出现。现有边坡处治技术排水大部分为沿坡度下降方向,过长的排水路径极易造成边坡表面的水土流失和雨水下渗,影响到绿化效果和边坡稳定性。本发明中,水平台阶弧形设计提高了集水能力为绿植补水,同时小坡度倾斜设计改变了排水路径,显著缩短了雨水在边坡的滞留时间；

2.绿化效果好。普通石笼加固边坡很难兼顾绿化,裸露的石笼网+块石与周围自然生态景观不协调。本发明同时兼顾加固和绿化,块石与植生土的组合结构具有足够厚度,可储存水分和植物生长所需养料,为边坡植被提供良好的生长环境,保证了绿化效果。种植绿色植物后,植物根部可深入植生土,使植生土与块石间的连接更加牢固,也能有效减少植生土流失；

3.整体性好。本发明能在兼顾绿化、排补水的同时大大提高石笼结构的整体性,既能保留柔性结构适应平台面不平整,适应边坡较大变形的优势,又能增加石笼间协同受力的作用。本发明使用到的预制连接件将四周的石笼牢牢连接,预制连接件与土钉的结合将结构应力传递至深层岩土体,能够有效防止浅层失稳。这种柔性支护方式能有效地发挥边坡自承能力,允许坡体有一定变形而不被破坏,当边坡局部变形时柔性的石笼结构可随之产生一定变形,并通过挡板传递到其他石笼和土钉,一起协同变形、协同受力,有利于整体分担局部石笼受力过大而产生的变形与破坏；

4.工程造价低,施工工艺简便。本发明采用装配式施工方法,石笼框、预制连接件、土工布、灌浆管、液化植生土等原件原料都预先在工厂中制作成型然后运送至施工场地进行组装,质量有保证,施工工艺十分简便。从上至下的施工顺序适应了坡面开挖,不仅可以

缩短施工工期而且能够省去边坡支护的成本。同时,以上所有原材料价格都十分低廉,施工场地附近的块石即可放入石笼网内,整体结构的工程造价低,适宜多点大面积使用。

附图说明

[0019] 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。

[0020] 图1是本发明实施例的侧视图。

[0021] 图2是本发明实施例的正视图。

[0022] 图3是本发明实施例的边坡开挖施工侧视图。

[0023] 图4是本发明实施例的竖向排水板侧视图。

[0024] 图5是本发明实施例中石笼结构正视图。

[0025] 图6是本发明实施例的装石示意图。

[0026] 图7是本发明实施例的灌浆管结构示意图。

[0027] 图8是本发明实施例的石笼框三视图。

[0028] 图9是本发明实施例的侧视放大图。

[0029] 图10是本发明实施例的连接件三视图。

[0030] 图中,1.截水沟,2.排水沟,3.水平部,4.竖直部,5.弧形下陷部,6.土工布,6-1.第一级土工布,6-2.下一级土工布,7.挡板,8.排水板,9.碎石,10.左石笼框,11.右石笼框,12.上石笼框,13.下石笼框,14.侧面土工布,15.框底,16.灌浆管,17.注浆口,18.石笼内侧,19.钢筋隔网,20.石笼外侧,21.连接件,22.间隙,23.孔洞,24.土钉孔,25.金属垫片,26.土钉。

具体实施方式

[0031] 下面将结合本发明实施例,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。

[0032] 实施例1,

一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构,包括石笼系统、固定连接系统、排水系统;

如图1-2、图5-7所示,石笼系统,包括设于台阶状边坡上的多个石笼单元,每个石笼单元包括上、下、左、右错位分布的四个结构相同的石笼框,即下石笼框13构成第一层台阶,左石笼框10和右石笼框11构成第二层台阶,上石笼框12构成第三层台阶,四个石笼框围成的中间区域设有间隙22,每个石笼框的底部设有L型的灌浆管16,每个石笼框内均放置有块石,植生土分布于块石间空隙中,植物种植于植生土中,植生土由当地细颗粒土掺加有机质、肥料、水等成分拌合而成。

[0033] 固定连接系统,包括连接件21,连接件21为预制的混凝土结构,连接件21安装于间

隙22内,连接件21上下左右四个方向延伸的部分分别与对应的上石笼框12、下石笼框13、左石笼框10、右石笼框11互相接触,边坡与连接件21的中心通过土钉26连接,将四个石笼框连接形成整体。

[0034] 排水系统,包括设于坡侧坡脚的排水沟2和坡顶的截水沟1;还包括土工布6、侧面土工布14和排水板8。

[0035] 如图3-4、图6所示,台阶状边坡的水平部3、竖直部4均覆盖有土工布6,且覆盖于上下两层台阶的土工布6在竖直部4处重叠,重叠的两个土工布6之间设有排水板8,排水板8紧靠竖直部4;水平部3具有弧形下陷部5,弧形下陷部5上铺有单一级配的碎石9,使得水平部3的表面平整,石笼框的临空侧包裹有侧面土工布14。

[0036] 如图7所示,灌浆管16的水平部分与对应石笼框的框底15平行,灌浆管16的竖直部分伸出石笼框,灌浆管16伸出石笼框的端部设有注浆口17;灌浆管16的水平部分均匀布设有多个小孔,孔径0.005-0.01m,植生土颗粒粒径小于孔径。灌浆管16的管径0.04m,灌浆管16的竖直部长0.6m,灌浆管16的水平部分长3.8m。

[0037] 如图8所示,石笼框均由长方体状的钢筋框和石笼网组成,规格长为4m、宽0.6m、高0.5m;石笼框内部设有钢筋隔网19,将石笼框分为靠近临空面一侧(石笼外侧20)和靠近坡体一侧(石笼内侧18),石笼内侧18与石笼外侧20的宽度比为2:1,方便施工,避免石笼框临空部分破坏、块石掉落。石笼框在工厂预制过程中,能利用模具批量生产连接件,质量、经济性和生产效率能够保证。石笼网为高抗腐蚀、高强度、具有延展性的低碳钢丝或者包覆PVC的钢丝使用机械编织而成。

[0038] 如图9-10所示,连接件21的主体部分嵌入间隙22,连接件21顶部设有L型切口,上石笼框12的底部与L型切口相互接触,连接件21底部与下石笼框13顶部互相接触,下石笼框13顶部设有纵截面为Z型的挡板,挡板紧贴连接件21的前壁面、下石笼框13顶部和下石笼框13的前壁面,挡板的左右两侧向外延伸,约束左石笼框10、右石笼框11向远离坡面方向的位移,便于安装,而且连接件21能够对石笼产生足够的约束力。

[0039] 挡板紧贴连接件21的前壁面与下石笼框13顶部之间设有纵截面为三角形的肋板,所起作用为缓解应力集中现象,增加连接件21的刚度。

[0040] 如图10所示,连接件21板长0.6m,板宽0.2m,板高0.5m,向上延伸0.2m,向下延伸0.2m,纵截面为Z型的挡板左右对称延伸0.3m,其中板长、板高与边坡台阶宽、高相适应,台阶状边坡的水平部3宽0.5m,竖直部4高0.5m;板宽考虑了土钉孔径长和配筋的混凝土最小保护层厚度;板向四周的延伸长度考虑了实用性和经济性。

[0041] 连接件21的中上部预留有直径为0.05m的孔洞23,孔洞23入口安装有中空圆柱体状的金属垫片25,连接件21对应的间隙22下方的土体内设有土钉孔24,土钉26穿过孔洞23伸入土钉孔24内。金属垫片25高为0.02m,外径为0.1m,内径为0.05m;土钉26采用直径为0.016~0.032m、长6~8m的钢筋,注浆后将钢筋与金属垫片25焊接牢固;连接件21配筋直径为0.016m,间距长0.1m×宽0.1m。

[0042] 土钉26与石笼单元结合有效地发挥岩土体自承能力,允许岩土体有一定变形而不破坏,甚至同被加固的岩体作整体运动时仍能保证相当大支护抗力的支护措施。土钉26深入边坡浅层破坏临界面以下2m左右,即可发挥足够的加固效果,一般软岩、土质边坡的边坡浅层破坏临界面深度为4-6m,故土钉26深入边坡土体内部的深度为6-8m,土钉26过短会降

低边坡的稳定性,增加土钉26长度可有效提高边坡稳定性,但土钉26过长时,对提升边坡稳定性的效果不明显,而且会提高工程造价及施工难度。

[0043] 实施例2,

一种人工边坡装配式柔性支护生态综合处治结构的施工方法,具体按照以下步骤进行:

S1:处理边坡表面杂物,先在坡顶修筑截水沟1,再于坡侧坡脚修筑排水沟2。

[0044] S2:机械从坡顶向下进行坡面的分级开挖,形成台阶状边坡,台阶状边坡的水平部3宽0.5m,竖直部4高0.5m,水平部3中间下陷0.05m呈弧形,横向坡度为1:40;以便集排水;

S3:在台阶状边坡表面覆盖土工布6,保证台阶状边坡表面平整;第一级土工布6-1贴紧土体覆盖住台阶状边坡的水平部3并留出0.3m的长度贴紧相邻下方的竖直部4的土体,下一级土工布6-2覆盖下层台阶水平部3的土体,同时下一级土工布6-2的上端与第一级土工布6-1在台阶的竖直部4处重叠0.1m,下一级土工布6-2的下端留出0.3m的长度贴紧相邻下方的竖直部4的土体,如此重复直至覆盖完所有坡面;重叠的第一级土工布6-1和下一级土工布6-2之间设有排水板8,排水板8紧靠竖直部4,排水板8的高0.5m。在水平部3的弧形下陷处铺垫单一级配的碎石9,至水平部3的表面水平。

[0045] S4:规划每个石笼框的位置,每个石笼单元的左石笼框10或右石笼框11为相邻石笼单元的上石笼框12或下石笼框13,使得上级下级石笼框错位排列;每个石笼单元的左石笼框10和右石笼框11间隔距离与连接件21嵌入石笼单元部分的宽度相适应,本实施例中,连接件21嵌入石笼单元部分的宽度为0.2m,每个石笼单元的左石笼框10和右石笼框11间隔距离比连接件21嵌入石笼单元部分的宽度大0.01m。石笼框在工厂制作好以后运输到施工现场,低重量的石笼框由人工或机械搬运至指定位置,在石笼框底部预埋有灌浆管16,管口标高大于石笼框0.1~0.2m;就地取材采集坡体附近的块石,将石块先放入上级石笼框靠近坡体一侧内,待下级石笼框靠近坡体一侧充填完成后,再将块石放入上级石笼框远离坡体一侧内,以避免石笼框临空部分破坏、块石掉落;石笼框的临空侧包裹有侧面土工布14。开挖和布置石笼顺序均为从上至下,多级台阶成形过程应与边坡开挖过程同步,避免了开挖后无支护时间段内边坡发生破坏,同时节省施工时间,有利于缩短工期。

[0046] S5:连接件21采用工程预制,降低了复杂性、减少成本、控制质量;预制的连接件21运输到施工现场后,安放在间隙22内,边坡与连接件21的中心通过土钉26注浆连接,将对应的四个石笼框连接形成整体;具体的,土钉26穿过孔洞23伸入土钉孔24内,土钉26预留0.05-0.1m在连接件21外,采用底部注浆法将水泥砂浆灌入土钉孔24中,注浆管应插入距孔底0.25~0.5m处,随浆液的注入缓慢匀速拔出,保证水泥砂浆灌满土钉孔24以及孔洞23,注浆完后将土钉26与孔洞23处的金属垫片25焊接牢固。

[0047] S6:将附带植物种子的液状植生土通过预设的灌浆管16灌入对应的石笼框中,附带植物种子的液状植生土灌入石笼时具有一定流动性,符合泵送要求,灌注前检查石笼框临空侧面的土工布与框体间的密闭性,匀速灌入石笼框底部后充满块石间的空隙,待植生土溢出块石上表面3~5cm后停止灌注。

[0048] 重复上述步骤完成坡面所有石笼单元的施工,监测边坡和石笼结构的变形和植物的生长情况。如果边坡和石笼结构的变形发生,迅速进行维修处理,确保受力结构不破坏;当坡体开始滑塌,可紧急堆积石块至坡角处,防止滑坡。

[0049] 本发明实施例提出的边坡处治结构同时兼顾加固和绿化和排水;利用土工布和横向排水路径,实现快速排出边坡表面积水、减少坡体内部渗水的目的;石笼+块石+植生土的组合结构可储存水分和植物生长所需养料,为边坡植被提供良好的生长环境,保证了绿化效果,实现绿化边坡、协调自然景观的目的;土钉26与石笼组合的柔性结构能够有效加固边坡,防止边坡的失稳破坏,对坡体提供足够支撑力的前提下,追求绿色生态。柔性支护方式能有效地发挥边坡自承能力,当边坡局部变形时柔性的石笼结构可随之产生一定变形,并通过连接件21传递到其他石笼和土钉26,一起协同变形、协同受力,最终土钉26将外力传递到坡体深处。土钉26与石笼的有机结合既提高了石笼的整体性,也大大提高结构加固边坡的能力。此外,土钉26施工时需要的机械设备少,技术要求相对较低,与锚杆相比,显著减少了施工成本。克服了现有边坡支护技术防渗能力差,绿化效果不好,成本高,整体性不好,结构不能协同受力的技术问题。

[0050] 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。

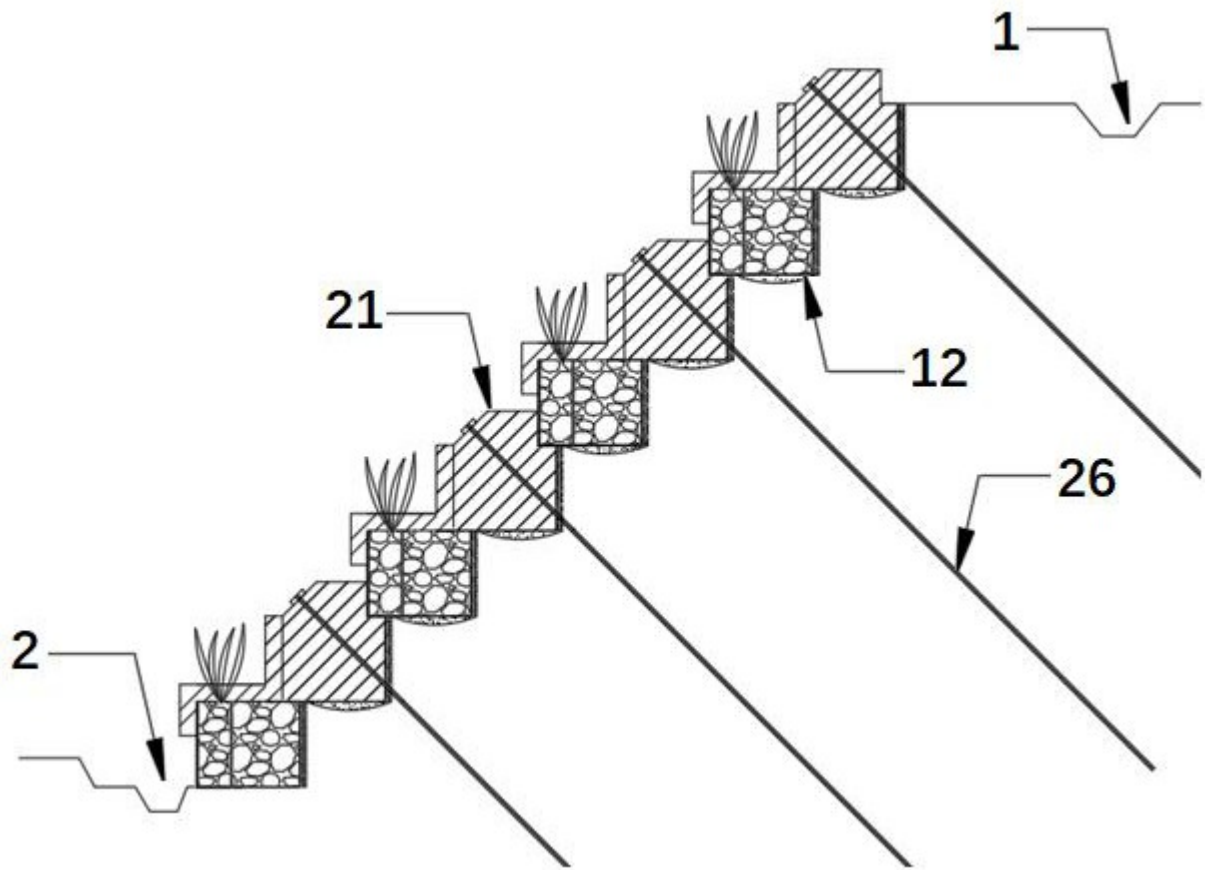


图1

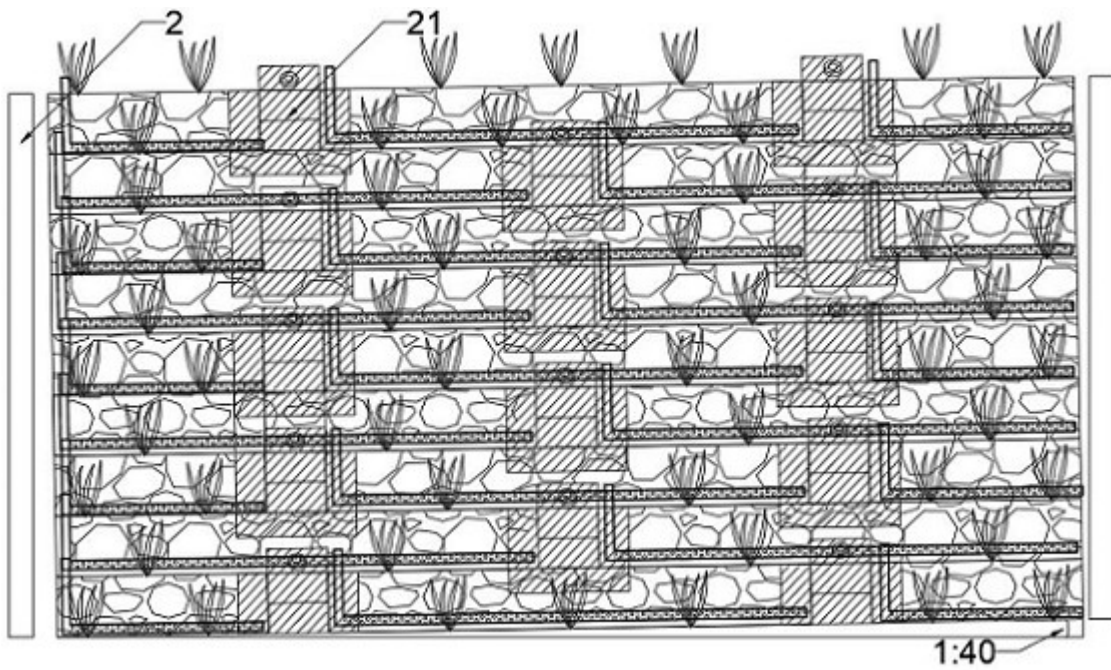


图2

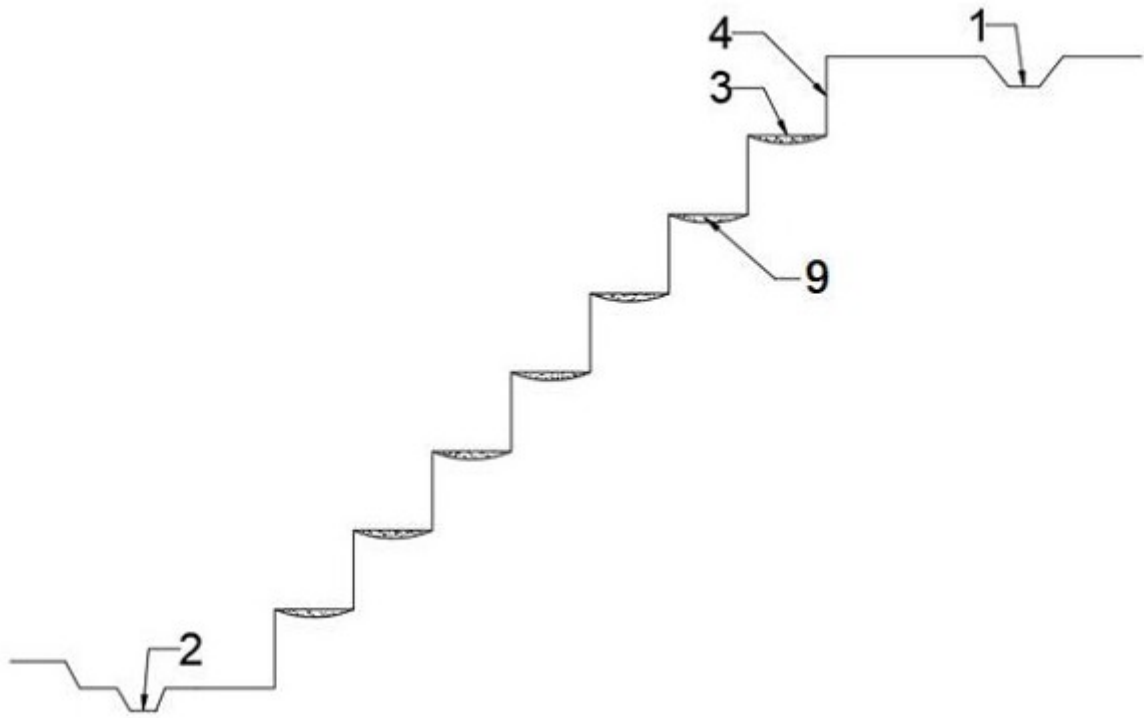


图3

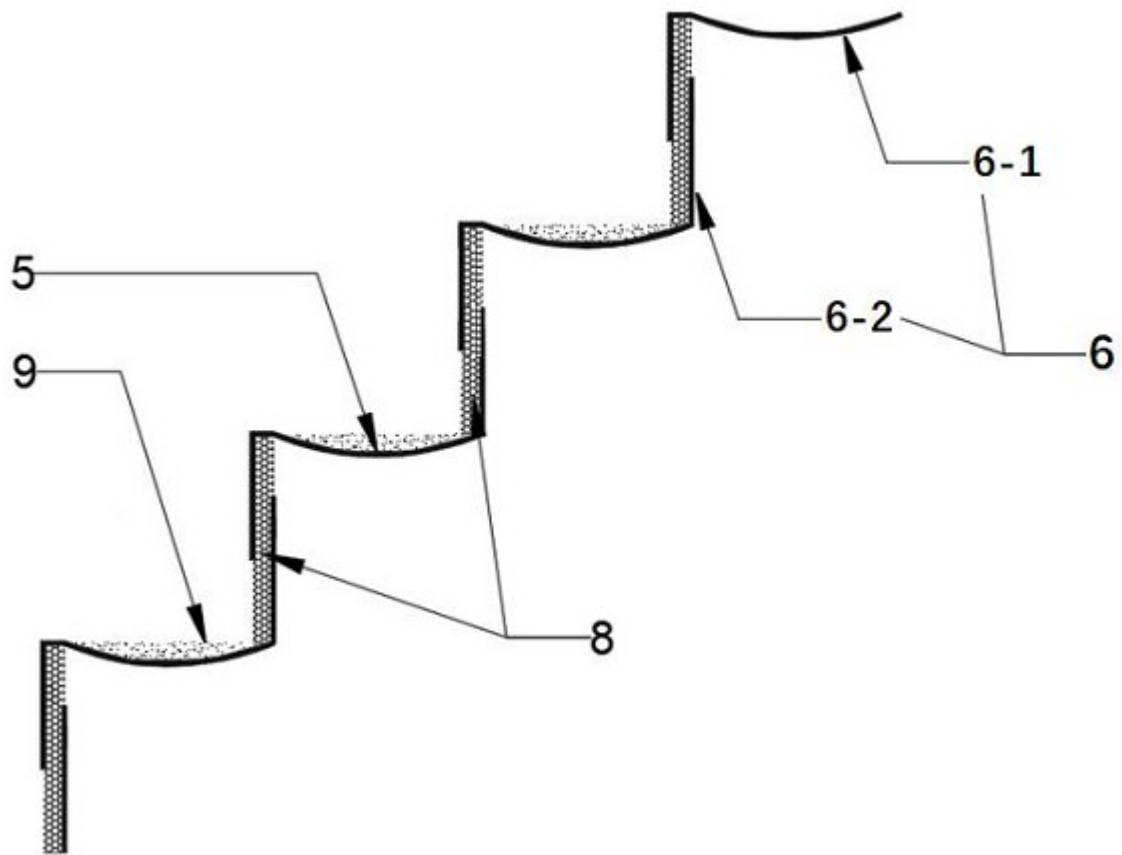


图4

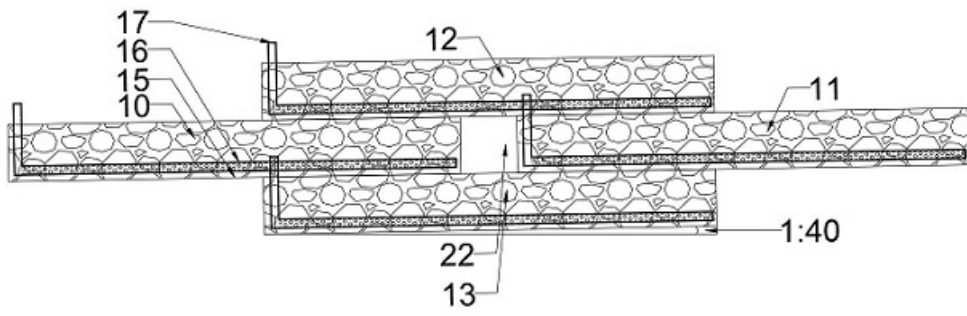


图5

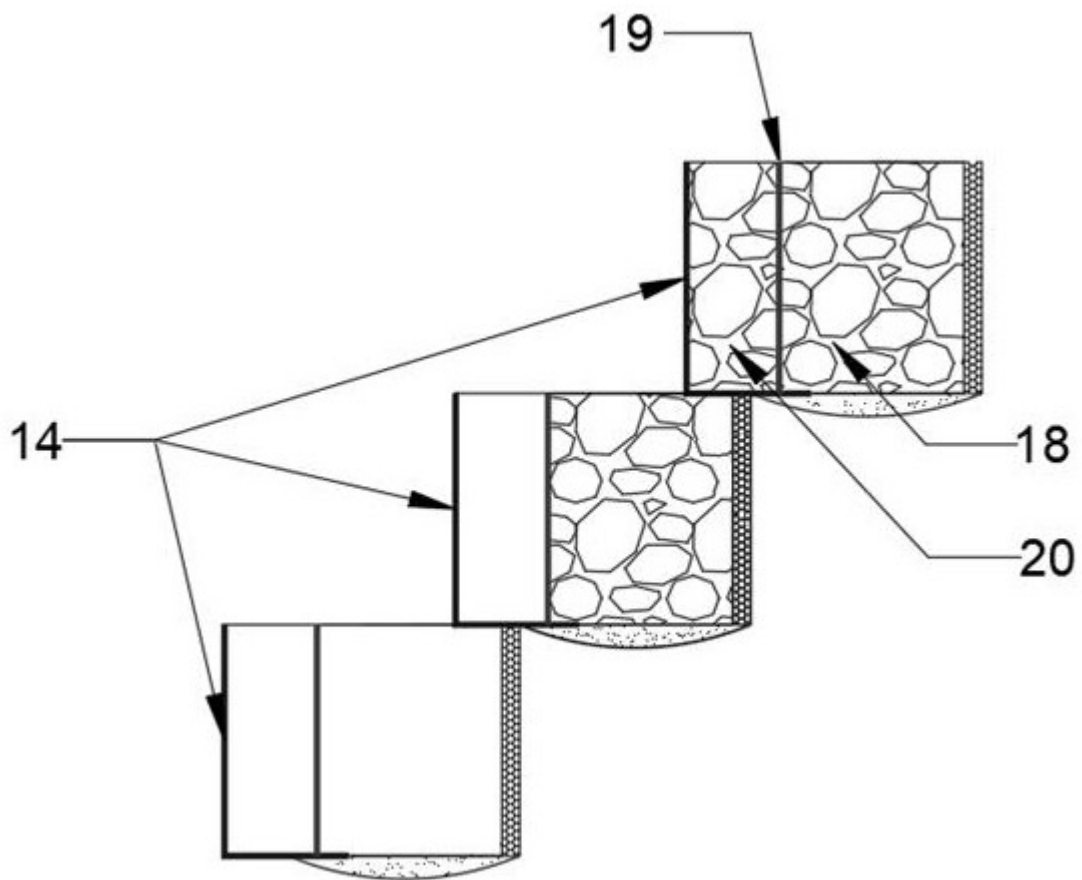


图6

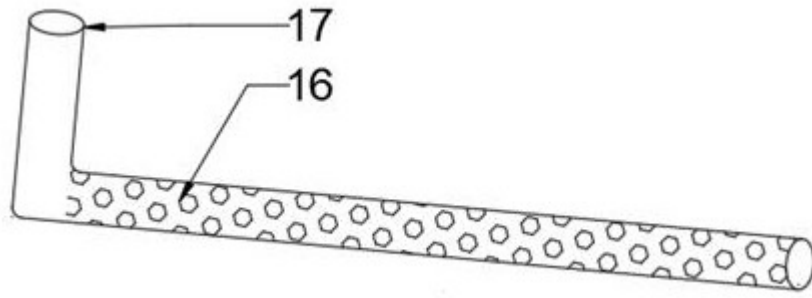


图7

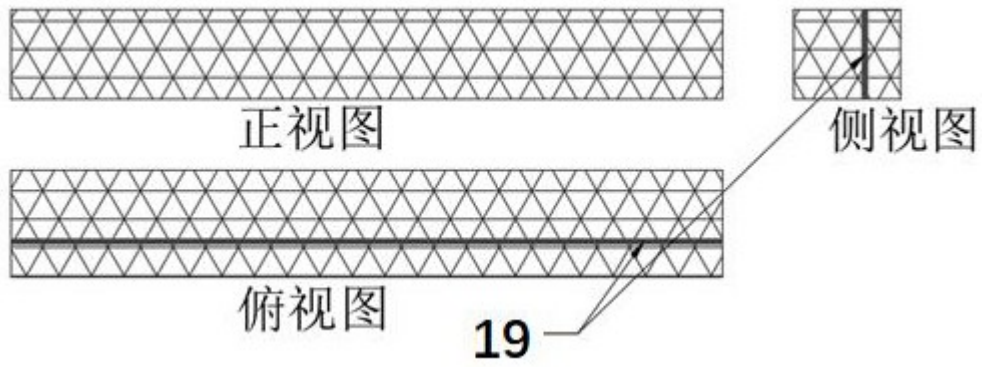


图8

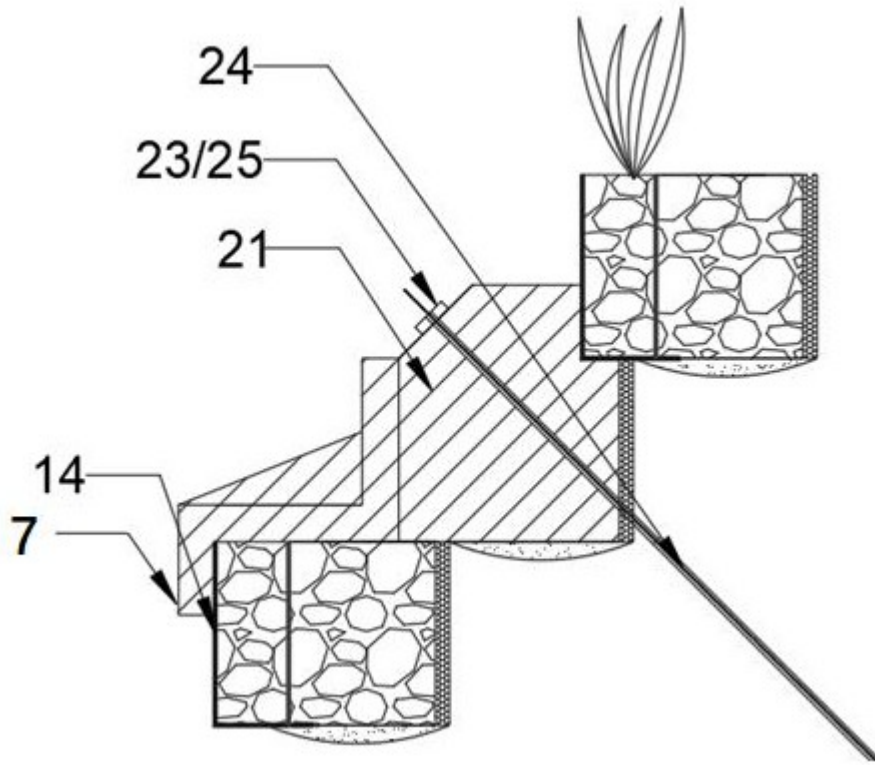


图9

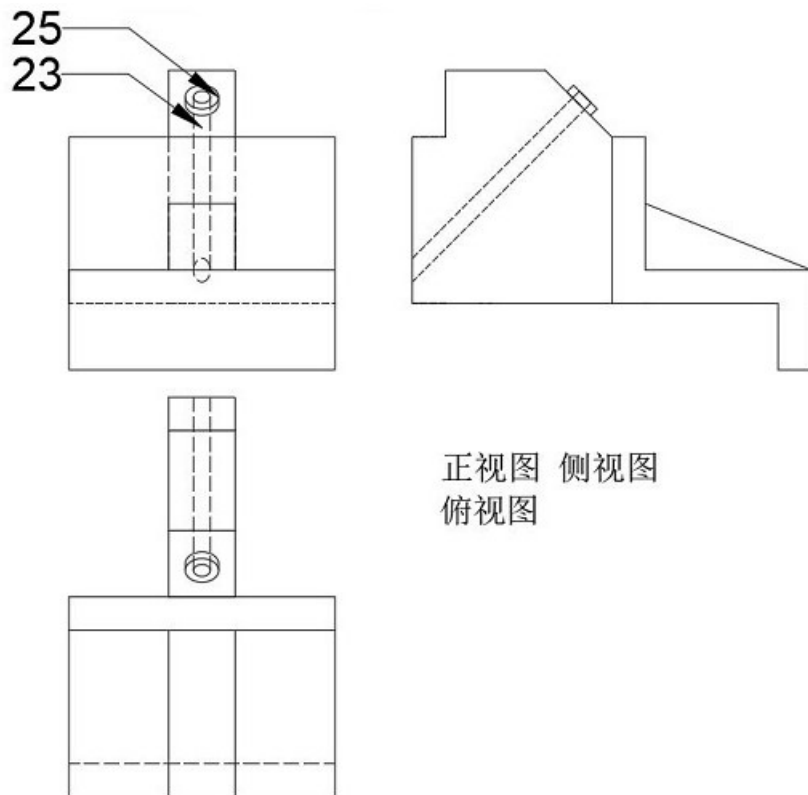


图10