(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 110512628 A
(43)申请公布日 2019.11.29

(21)申请号 201910791135.7

(22)申请日 2019.08.26

(71)申请人 中国水利水电科学研究院
地址 100038 北京市海淀区玉渊潭南路1号

(72)发明人 严登华 秦天玲 吕振豫 王浩 张诚 王刚

(74)专利代理机构 上海知锦知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 31327
代理人 李丽

(51)Int.Cl.
E02D 17/20(2006.01)
E02D 5/76(2006.01)
A01G 9/02(2018.01)
A01G 17/00(2006.01)
A01G 20/00(2018.01)
A01G 25/02(2006.01)

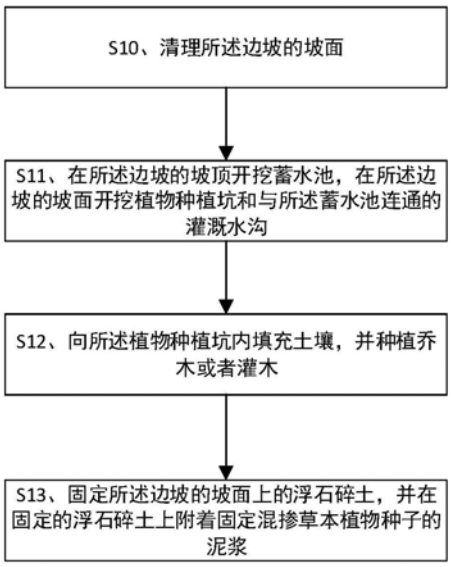
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种边坡生态修复方法

(57)摘要

本发明实施例提供了一种边坡生态修复方法,包括:在所述边坡的坡顶开挖蓄水池,在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟;向所述植物种植坑内填充土壤,并种植乔木或者灌木;固定所述边坡的坡面上的浮石碎土,并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆。本发明实施例所提供的边坡生态修复方法,可以在较低的修复造价的基础上实现较好的岩质高边坡的生态修复效果。



CN 110512628 A

1.一种边坡生态修复方法,其特征在于,包括:

在所述边坡的坡顶开挖蓄水池,在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟;

向所述植物种植坑内填充土壤,并种植乔木或者灌木;

固定所述边坡的坡面上的浮石碎土,并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆。

2.如权利要求1所述的边坡生态修复方法,其特征在于,所述灌溉水沟包括纵向水沟和横向水沟,所述纵向水沟位于横向相邻的两所述植物种植坑之间,所述横向水沟位于纵向相邻的两所述植物种植坑之间。

3.如权利要求2所述的边坡生态修复方法,其特征在于,还包括:

在所述灌溉水沟内安装灌溉水管,所述灌溉水管包括纵向水管和横向水管,所述纵向水管的上端部通过灌溉水阀与所述蓄水池的底部连通,所述灌溉水管的下端部安装有堵头。

4.如权利要求3所述的边坡生态修复方法,其特征在于,所述蓄水池的数量为至少两个,且各所述蓄水池相互连通,所述纵向水管的上端部与所述蓄水池的最低底部连通。

5.如权利要求3所述的边坡生态修复方法,其特征在于,所述在所述边坡的坡面开挖植物种植坑的步骤包括:

自坡面的坡底向上依次开挖U型植物种植坑。

6.如权利要求5所述的边坡生态修复方法,其特征在于,相邻两所述U型植物种植坑沿坡面方向的间距为:

$$\begin{cases} L > \dfrac{D}{\cos\alpha} + \dfrac{H}{\sin\alpha} & \dfrac{H}{\tan\alpha} < D \\ L > \dfrac{2D}{\cos\alpha} & \dfrac{H}{\tan\alpha} \geq D \end{cases}$$

其中:L--相邻两U型种植坑沿坡面方向的间距;

D--种植植物成熟后,茎叶的最大投影半径;

H--种植植物成熟后的最大株高;

α--岩质边坡的坡度。

7.如权利要求6所述的边坡生态修复方法,其特征在于,相邻两所述U型植物种植坑水平方向的间距大于或等于种植植物成熟后茎叶的最大投影半径的2倍。

8.如权利要求7所述的边坡生态修复方法,其特征在于,所述U型植物种植坑的深度范围为0.5m-1m。

9.如权利要求5所述的边坡生态修复方法,其特征在于,所述向所述植物种植坑内填充土壤的步骤包括:

向所述植物种植坑内填充土壤至与所述植物种植坑的坑沿的距离为预定距离。

10.如权利要求5所述的边坡生态修复方法,其特征在于,所述固定所述边坡的坡面上的浮石碎土的步骤包括:

将锚杆沿垂直于所述坡面的方向钻入坡面;

在所述锚杆上固定横向挡板;

将坡面上的浮石碎土均匀附着于所述坡面上，并利用固定网固定。

11.如权利要求10所述的边坡生态修复方法，其特征在于，所述在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆的步骤包括：

在固定的浮石碎土上附着所述混掺草本植物种子的泥浆；

利用固定网对所述泥浆进行固定。

12.如权利要求11所述的边坡生态修复方法，其特征在于，所述在固定的浮石碎土上附着所述混掺草本植物种子的泥浆的步骤包括：

在固定的浮石碎土上喷射所述泥浆；或者在固定的浮石碎土上铺设所述泥浆。

13.如权利要求12所述的边坡生态修复方法，其特征在于，所述泥浆的厚度为10cm-15cm。

14.如权利要求10-13任一项所述的边坡生态修复方法，其特征在于，所述固定网为钢丝网、植物纤维网或者尼龙网。

15.如权利要求1-13任一项所述的边坡生态修复方法，其特征在于，所述在所述边坡的坡顶开挖蓄水池，在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟的步骤之前还包括：

清理所述边坡的坡面。

一种边坡生态修复方法

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及生态领域，尤其涉及一种边坡生态修复方法。

背景技术

[0002] 随着社会经济的高速发展，大规模公路、水电、市政以及采矿工程等的建设，使得山体自然的生态环境被破坏，形成了大量岩质高边坡(是边坡的一种，岩质的、高度大于30m、小于100m的边坡)，诱发了一系列的问题，包括：水土流失、泥石流、山体滑坡等自然灾害问题以及次生的生态环境问题，威胁着人类生命健康和安全。

[0003] 为此，就需要进行岩质高边坡的生态修复，从而研究出了一些岩质高边坡生态修复的技术，但现有的生态修复技术，不能同时兼顾修复成本和修复效果的要求。

[0004] 因此，如何在较低的修复造价的基础上实现较好的岩质高边坡的生态修复效果，成为亟需解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明实施例解决的技术问题是提供一种生态修复方法，以实现在较低的修复造价的基础上实现较好的岩质高边坡的生态修复效果。

[0006] 为解决上述问题，本发明实施例提供一种边坡生态修复方法，包括：

[0007] 在所述边坡的坡顶开挖蓄水池，在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟；

[0008] 向所述植物种植坑内填充土壤，并种植乔木或者灌木；

[0009] 固定所述边坡的坡面上的浮石碎土，并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆。

[0010] 可选地，所述灌溉水沟包括纵向水沟和横向水沟，所述纵向水沟位于横向相邻的两所述植物种植坑之间，所述横向水沟位于纵向相邻的两所述植物种植坑之间。

[0011] 可选地，还包括：

[0012] 在所述灌溉水沟内安装灌溉水管，所述灌溉水管包括纵向水管和横向水管，所述纵向水管的上端部通过灌溉水阀与所述蓄水池的底部连通，所述灌溉水管的下端部安装有堵头。

[0013] 可选地，所述蓄水池的数量为至少两个，且各所述蓄水池相互连通，所述纵向水管的上端部与所述蓄水池的最低底部连通。

[0014] 可选地，所述在所述边坡的坡面开挖植物种植坑的步骤包括：

[0015] 自坡面的坡底向上依次开挖U型植物种植坑。

[0016] 可选地，相邻两所述U型植物种植坑沿坡面方向的间距为：

[0017] $$\begin{cases} L > \dfrac{D}{\cos\alpha} + \dfrac{H}{\sin\alpha} & \dfrac{H}{\tan\alpha} < D \\ L > \dfrac{2D}{\cos\alpha} & \dfrac{H}{\tan\alpha} \geq D \end{cases}$$

[0018] 其中:L--相邻两U型种植坑沿坡面方向的间距;

[0019] D--种植植物成熟后,茎叶的最大投影半径;

[0020] H--种植植物成熟后的最大株高;

[0021] α--岩质边坡的坡度。

[0022] 可选地,相邻两所述U型植物种植坑水平方向的间距大于或等于种植植物成熟后茎叶的最大投影半径的2倍。

[0023] 可选地,所述U型植物种植坑的深度范围为0.5m-1m。

[0024] 可选地,所述向所述植物种植坑内填充土壤的步骤包括:

[0025] 向所述植物种植坑内填充土壤至与所述植物种植坑的坑沿的距离为预定距离。

[0026] 可选地,所述固定所述边坡的坡面上的浮石碎土的步骤包括:

[0027] 将锚杆沿垂直于所述坡面的方向钻入坡面;

[0028] 在所述锚杆上固定横向挡板;

[0029] 将坡面上的浮石碎土均匀附着于所述坡面上,并利用固定网固定。

[0030] 可选地,所述在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆的步骤包括:

[0031] 在固定的浮石碎土上附着所述混掺草本植物种子的泥浆;

[0032] 利用固定网对所述泥浆进行固定。

[0033] 可选地,所述在固定的浮石碎土上附着所述混掺草本植物种子的泥浆的步骤包括:

[0034] 在固定的浮石碎土上喷射所述泥浆;或者在固定的浮石碎土上铺设所述泥浆。

[0035] 可选地,所述泥浆的厚度为10cm-15cm。

[0036] 可选地,所述固定网为钢丝网、植物纤维网或者尼龙网。

[0037] 可选地,所述在所述边坡的坡顶开挖蓄水池,在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟的步骤之前还包括:

[0038] 清理所述边坡的坡面。

[0039] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下优点:

[0040] 本发明实施例所提供的边坡生态修复方法,包括:在所述边坡的坡顶开挖蓄水池,在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟;向所述植物种植坑内填充土壤,并种植乔木或者灌木;固定所述边坡的坡面上的浮石碎土,并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆。可见,本发明实施例所提供的边坡生态修复方法,首先在边坡的坡顶开挖蓄水池,在坡面开挖植物种植坑和灌溉水沟,然后在坡面上的植物种植坑内种植乔木或者灌木,以及在坡面上种植草本植物,使得坡顶的蓄水池可以存蓄雨水,并通过灌溉水沟为乔木、灌木以及草本植物提供水分,实现边坡生态的修复。可以看出本发明实施例所提供的边坡生态修复方法,一方面将土壤填充在植物种植坑内,可以降低土壤在雨水的冲刷下流失的风险,并且乔木或者灌木种植于坡面挖设的植物种植坑内,提高了乔木或者灌木的成活率;另一方面混掺草本植物种子的泥浆的固定,使得泥浆内的种子可以在坡面上发芽生长,同时由于灌木或者乔木的成活率的提高,对于水分和泥浆的固定作用也有一定的提高,进一步保证了生态修复的效果;进一步地,由于在坡顶上设置有蓄水池,在降雨时坡顶的水分会汇集于蓄水池中,部分可能通过灌溉水沟流到坡地,不会直接通

过坡面流到坡地，可以减小对于坡面的冲刷，同时在需要进行灌溉的时候，蓄水池内的水分还可以通过灌溉水沟进行乔木或者灌木、以及草本植物的灌溉，充分利用资源，降低成本，并进一步提高坡面修复效果。

[0041] 可选方案中，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法，还包括：在所述灌溉水沟内安装灌溉水管，所述灌溉水管包括纵向水管和横向水管，所述纵向水管的上端部通过灌溉水阀与所述蓄水池的底部连通，所述灌溉水管的下端部安装有堵头。这样，利用灌溉水管，在水分充足时，可以防止蓄水池内的水分对坡面造成进一步的冲刷，形成对坡面生态修复的损坏，同时，在缺水时，还可以防止蓄水池内的水分渗透至灌溉水沟所在的地面，造成水分的浪费，并且，灌溉水阀的设置，还可以根据需要进行蓄水池内水分的排出，且与堵头形成配合，在水分过多时，打开堵头，使洪水排出，在水分较少时，关闭堵头，为坡面上的植物供水。

附图说明

[0042] 图1是本发明实施例所提供的边坡生态修复方法的一种流程示意图；

[0043] 图2为本发明实施例所提供的一边坡的截面结构示意图；

[0044] 图3为本发明实施例所提供的一边坡的坡面结构示意图；

[0045] 图4为本发明实施例所提供的一边坡的剖面示意图；

[0046] 图5为本发明实施例所提供的一边坡种植植物的结构示意图；

[0047] 图6为图4所示A部分的放大示意图。

具体实施方式

[0048] 由背景技术可知，难以实现在较低的修复造价的基础上实现较好的岩质高边坡的生态修复效果。

[0049] 在一种方法中，采用客土种子喷播技术或者喷混植生和植生网技术对进行岩质高边坡生态修复，但这两种技术均仅利用喷射的种子的生长，进行生态修复，可以实现岩质高边坡在短期内的复绿，但是受降雨冲刷的影响，基质土层会流失，进而导致植被失去生存空间，在生态修复一段时间后，修复绿化效果就会消失，难以维持。

[0050] 在另一种方法中，采用阶梯式种植技术进行岩质高边坡生态修复，通过在岩质高边坡构建梯田的方式，实现植被的阶梯式技术，这种方法可以延长植被的寿命，有效缓解基质土层的流失，但是，由于需要形成阶梯田，使得施工过程很困难，造价较高，且还可能会对山体造成二次破坏。

[0051] 还有一些边坡立体绿化生态修复方法，将生物试剂或者营养基质附着于坡面上，来为种植的植被提供生存条件，这种方法一方面成本很高，另一方面也不能充分发挥坡边自身的生态修复功能。

[0052] 并且，前述各种生态修复方法，均需要人工定期进行喷水维护，造成生态修复过程费事费力。

[0053] 因此，就需要一种对施工简单、成本低、能够有效缓解水土流失等自然灾害，且能够长期有效地恢复山体的自然生态的生态修复方法，以实现在较低的修复造价的基础上实现较好的岩质高边坡的生态修复效果。

[0054] 为了实现在较低的修复造价的基础上实现较好的岩质高边坡的生态修复效果，本发明实施例提供了一种边坡生态修复方法包括：在所述边坡的坡顶开挖蓄水池，在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟；向所述植物种植坑内填充土壤，并种植乔木或者灌木；固定所述边坡的坡面上的浮石碎土，并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆。

[0055] 这样，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法，首先在边坡的坡顶开挖蓄水池，在坡面开挖植物种植坑和灌溉水沟，然后在坡面上的植物种植坑内种植乔木或者灌木，以及在坡面上种植草本植物，使得坡顶的蓄水池可以存蓄雨水，并通过灌溉水沟为乔木、灌木以及草本植物提供水分，实现边坡生态的修复。

[0056] 可以理解的是，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法，既可以用于岩质高边坡的修复，也可以用于其他边坡的修复。

[0057] 可以看出，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法，一方面将土壤填充在植物种植坑内，可以降低土壤在雨水的冲刷下流失的风险，并且乔木或者灌木种植于坡面挖设的植物种植坑内，提高了乔木或者灌木的成活率；另一方面混掺草本植物种子的泥浆的固定，使得泥浆内的种子可以在坡面上发芽生长，同时由于灌木或者乔木的成活率的提高，对于水分和泥浆的固定作用也有一定的提高，进一步保证了生态修复的效果；进一步地，由于在坡顶上设置有蓄水池，在降雨时坡顶的水分会汇集于蓄水池中，部分可能通过灌溉水沟流到坡地，不会直接通过坡面流到坡地，可以减小对于坡面的冲刷，同时在需要进行灌溉的时候，蓄水池内的水分还可以通过灌溉水沟进行乔木或者灌木、以及草本植物的灌溉，充分利用资源，降低成本，并进一步提高坡面修复效果。

[0058] 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。

[0059] 请参考图1，图1是本发明实施例所提供的边坡生态修复方法的一种流程示意图。

[0060] 如图中所示，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法包括以下步骤：

[0061] 步骤S10:清理所述边坡的坡面。

[0062] 具体地，清理所述边坡的坡面主要包括清理坡面杂草、浮石和松散危岩等，可以采用水力清洗法，冲刷坡面浮石和松散危岩；然后采用人工清理坡面杂草，并平整坡面。

[0063] 清理所述边坡坡面可以方便开挖步骤的执行，同时提高安全性，当然此步骤为可选步骤，在另一种具体实施方式中，可以不清理边坡的破面。

[0064] 步骤S11：在所述边坡的坡顶开挖蓄水池，在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟。

[0065] 具体请参考图2和图3，图2为本发明实施例所提供的一边坡的截面结构示意图，图3为本发明实施例所提供的一边坡的坡面结构示意图

[0066] 如图中所示，为了充分利用降雨所得的水分，在边坡的坡顶开挖蓄水池11，并在坡面上开挖灌溉水沟16，灌溉水沟16与蓄水池11相连通，同时，为了进行边坡生态修复，在坡面上开挖植物种植坑17(示于图4中)，以便进行植物的种植。

[0067] 当然，如图3所示，在一种具体实施方式中，为了保证蓄水池11的水分能够更均匀

地灌溉坡面上的植物，在坡面上挖的灌溉水沟16可以包括纵向水沟162和横向水沟161，所述纵向水沟162位于横向相邻的两所述植物种植坑17(示于图4中)之间，所述横向水沟161位于纵向相邻的两所述植物种植坑17(示于图4中)之间。

[0068] 具体地，可以在坡面的中间位置和两端位置，开挖梯形灌溉水沟，为保证牢固性，可以在沟内砌混凝土，具体地，在保证牢固性的基础上减少混凝土的使用量，混凝土的厚度可以为2.0cm～5.0cm。

[0069] 从而，蓄水池内的水分可以沿着纵向水沟162和横向水沟161对坡面上的植物进行充分地灌溉。

[0070] 在另一具体实施方式中，为了根据坡顶的结构在较小的挖掘工作量的基础上，充分利用坡顶的空间，可以在坡顶挖掘多个蓄水池11，如图2所示，所述蓄水池11的数量为至少两个，且各所述蓄水池11相互连通，所述纵向水管162的上端部与所述蓄水池11的最低底部连通。

[0071] 可以理解的是，受不同部位的坡顶结构的影响，各个蓄水池11的深度可以不同，而多个蓄水池11相互连通，纵向水管162与蓄水池11的最低底部连通，就可以将各个蓄水池的水分充分利用。

[0072] 当然，通过蓄水池11的两两连通就可以实现全部蓄水池11的连通。

[0073] 具体地，可以通过实地勘测坡顶地质情况，选取地基稳定处，开挖蓄水池11，为保证蓄水池的牢固性，在开挖过程中，可以收集碎石，然后在挖掘完成后，将碎石均匀地衬砌与蓄水池11的池底和四周，然后根据池底的相对高度，在蓄水池11的底部钻孔连通，还可以在开孔处安装PVC管13。

[0074] 请继续参考图2和图3，在一种具体实施方式中，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法还可以包括在所述灌溉水沟16内安装灌溉水管14，具体地，所述灌溉水管14包括纵向水管142和横向水管141，所述纵向水管142的上端部通过灌溉水阀12(示于图2中)与所述蓄水池11的底部连通，所述灌溉水管14的下端部安装有堵头15。

[0075] 具体地，可以在砌有混凝土的灌溉水沟16内安装灌溉水管14，在混凝土稳定后，进行灌溉水管14的安装。

[0076] 在一具体实施例中，灌溉水管14的纵向水管142可以为PE管，横向水管141可以为滴灌管道。

[0077] 从而，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法，通过在灌溉水沟16内安装灌溉水管14，使得在水分充足时，可以防止蓄水池11内的水分对坡面造成进一步的冲刷，形成对坡面生态修复的损坏，同时，在缺水时，还可以防止蓄水池11内的水分渗透至灌溉水沟16所在的地面，造成水分的浪费，并且，灌溉水阀12的设置，还可以根据需要进行蓄水池11内水分的排出，且与堵头15形成配合，在水分过多时，打开堵头15，使洪水排出，在水分较少时，关闭堵头15，为坡面上的植物供水。

[0078] 请参考图4-图6，图4为本发明实施例所提供的一边坡的剖面示意图，图5为本发明实施例所提供的一边坡种植植物的结构示意图，图6为图4所示A部分的放大示意图。

[0079] 除了开挖蓄水池11和灌溉水沟16，还需要开挖植物种植坑17，在一种具体实施方式中，为了降低开挖的难度，可以自坡面的坡底向上依次开挖植物种植坑17，并且植物种植坑17为U型植物种植坑。

[0080] 自坡面的坡底向上依次开挖植物种植坑17，可以减少爬上坡面的工作，提高工作效率；另外，U型植物种植坑可以降低开挖的难度，同时与植物的根系形状更匹配，保证水分的充分利用。

[0081] 当然，所挖掘的U型植物种植坑需要进行植物的种植，为防止相邻的植物种植坑17内的植物在生长过程中互相干涉，在一具体实施方式中，本发明实施例所提供的边坡生态修复方法所挖掘的相邻两所述U型植物种植坑沿坡面方向的间距为：

[0082] $$\begin{cases} L > \dfrac{D}{\cos\alpha} + \dfrac{H}{\sin\alpha} & \dfrac{H}{\tan\alpha} < D \\ L > \dfrac{2D}{\cos\alpha} & \dfrac{H}{\tan\alpha} \geq D \end{cases}$$

[0083] 其中：L--相邻两U型种植坑沿坡面方向的间距；

[0084] D--种植植物成熟后，茎叶的最大投影半径；

[0085] H--种植植物成熟后的最大株高；

[0086] α--岩质边坡的坡度。

[0087] 且，L、α示于图4中，D、H示于图5中。

[0088] 除了沿坡面方向之间的距离需要限制，在横向方向的距离也会影响植物的生长，为此，在一种具体实施方式中，可以使相邻两所述U型植物种植坑水平方向的间距大于或等于种植植物成熟后茎叶的最大投影半径的2倍，即为图中D的2倍。

[0089] 可以理解的是，为保证种植植物的成活率，U型植物种植坑的深度范围应当满足种植植物根系的深度要求，在一种具体实施方式中，U型植物种植坑的深度范围可以为0.5m-1m，已在较少工作量的基础上，满足根系的要求。

[0090] 另外，可以理解的是，蓄水池11、植物种植坑17和灌溉水沟16的挖掘顺序可以根据需要确定，可以同时进行，也可以在一个完成后再进行另外一个的挖掘，没有必然的前后顺序。

[0091] 在其他具体实施方式中，还可以在完成植物的种植后在进行蓄水池11和灌溉水沟16的挖掘。

[0092] 步骤S12：向所述植物种植坑内填充土壤，并种植乔木或者灌木。

[0093] 为实现植物的种植，在完成植物种植坑11的挖掘后，向植物种植坑11内填充土壤，然后种植易成活的乔木或者灌木，具体乔木或者灌木的选取可以参照周边天然植被特征，选取易成活的、耐旱的物种。

[0094] 另一方面，为了减小填充土壤的浪费，减小在风以及雨水的作用下，土壤的流失，向所述植物种植坑内填充土壤至与所述植物种植坑的坑沿的距离为预定距离。

[0095] 在一种具体实施例中，上述预定距离可以为10cm。

[0096] 步骤S13：固定所述边坡的坡面上的浮石碎土，并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆。

[0097] 在一种具体实施方式中，固定所述边坡的坡面上的浮石碎土的步骤可以包括：

[0098] 将锚杆沿垂直于所述坡面的方向钻入坡面；

[0099] 在所述锚杆上固定横向挡板；

[0100] 将坡面上的浮石碎土均匀附着于所述坡面上，并利用固定网固定。

[0101] 具体地，可以在步骤S11执行前，在步骤S11的执行过程中，或者在完成步骤S11后，

利用风钻钻孔，然后沿垂直于坡面的方向将锚杆打入，再安装横向挡板，横向挡板可以为混凝土板，然后将浮石碎土(包括已有的和开挖产生的)均匀铺设于坡面上，并利用固定网进行固定。

[0102] 当然固定网可以使用铆钉或者竹钉进行固定，使其紧贴地面。

[0103] 上述固定网可以为钢丝网，为了保证固定效果、避免二次污染，并延长使用使命，上述钢丝网可以为菱形镀锌钢丝网。

[0104] 为实现泥浆的固定，在一种具体实施方式中，所述在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆的步骤可以包括：

[0105] 在固定的浮石碎土上附着所述混掺草本植物种子的泥浆；

[0106] 利用固定网对所述泥浆进行固定。

[0107] 具体地，可以实地调研坡面周边草木特征，选取耐旱、易成活草本植物种与泥浆掺混，然后将其附着于浮石碎土上，再利用固定网进行固定，固定网具体可以为植物纤维网和尼龙网，利用铆钉或者竹钉固定，使其紧贴坡面，减缓水土流失。

[0108] 为实现泥浆在浮石碎土上附着，在固定的浮石碎土上附着所述混掺草本植物种子的泥浆的步骤可以包括：

[0109] 在固定的浮石碎土上喷射所述泥浆;或者在固定的浮石碎土上铺设所述泥浆。

[0110] 为提高草本植物的成活率，在进行混掺草本植物种子的泥浆的附着前，还可以利用泥浆泵在坡面上喷射8～10cm种植土，边喷射、边人工夯实，然后，再喷射混掺草本植物种子的泥浆。

[0111] 如果混掺草本植物种子的泥浆的厚度过薄，种子数量可能过程，不能满足生态改善要求，如果过厚，又会造成工作量的增加和资源的浪费，为此，可以使混掺草本植物种子的泥浆的厚度为10cm-15cm。

[0112] 当然，浮石碎土的固定也可以在挖掘完成后直接执行，然后再进行乔木或者灌木的种植，二者之间没有必然的顺序，同时泥浆的固定仅需要再浮石碎土固定完成后，植物的种植也没有必然的顺序。

[0113] 如图6所示，经过前述步骤后，所得到的坡面表面包括:浮石碎土层1、钢丝网2、混掺草本植物种子的泥浆层3、植物纤维网4和尼龙网5。

[0114] 本发明实施例所提供的边坡生态修复方法，一方面将土壤填充在植物种植坑内，可以降低土壤在雨水的冲刷下流失的风险，并且乔木或者灌木种植于坡面挖设的植物种植坑内，提高了乔木或者灌木的成活率;另一方面混掺草本植物种子的泥浆的固定，使得泥浆内的种子可以在坡面上发芽生长，同时由于灌木或者乔木的成活率的提高，对于水分和泥浆的固定作用也有一定的提高，进一步保证了生态修复的效果;进一步地，由于在坡顶上设置有蓄水池，在降雨时坡顶的水分会汇集于蓄水池中，部分可能通过灌溉水沟流到坡地，不会直接通过坡面流到坡地，可以减小对于坡面的冲刷，同时在需要进行灌溉的时候，蓄水池内的水分还可以通过灌溉水沟进行乔木或者灌木、以及草本植物的灌溉，充分利用资源，降低成本，并进一步提高坡面修复效果。

[0115] 以下以山西省采矿区裸露岩质坡面为例进行具体地说明：

[0116] 山西省采矿区裸露岩质坡面坡长60m，坡面宽度80m，坡度约为45°。周边耐旱、易成活的乔木主要为大叶黄杨，平均株高0.6～2.0m，茎叶最大投影半径约为0.5～1.0m。周边耐

旱、易成活草本植物主要为白羊草。

[0117] S10:清理边坡的坡面。

[0118] 采用水力清洗法,冲刷坡面浮石和松散危岩;采用人工清理坡面杂草,并平整坡面。

[0119] 步骤S11:在所述边坡的坡顶开挖蓄水池,在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟。

[0120] 坡面平整后,于边坡的坡顶,选取地基稳定处,人工交错开挖大小不等的蓄水池11。其中,最小的蓄水池容积4m3,池深1.0m;最大的蓄水池容积为16.2m3,池深1.8m。

[0121] 蓄水池11开挖过程中,收集碎石,均匀衬砌于池底和边坡。根据蓄水池11底部相对高程,利用Φ80mm风钻从高到底依次将各蓄水池11打通,并于钻孔内安装Φ60mmPVC管。

[0122] 另外,开挖灌溉水沟16,沟内布设PE灌溉水管14并和蓄水池11底部联通,各植物种植坑12内安装横向水管141(滴灌管),并与PE纵向水管142联通。

[0123] 于坡面两端和中间位置,人工开挖梯形灌溉水沟,灌溉水沟底宽30cm,顶宽60cm,沟内衬砌3.0cm厚度的混凝土。

[0124] 混凝土稳定后,于灌溉水沟内安装Φ50mmPE灌溉水管,并利用U型铆钉固定,灌溉水管顶部按照地埋式与蓄水池联通并安装阀门12,底部安装堵头15。PE纵向水管142上开孔并与各植物种植坑12内横向布设的横向水管141联通,横向水管为Φ20mmPE管。

[0125] 还需要间隔3m人工开挖U型植物种植坑,开挖深度约为0.5m,共开挖植物种植坑20个左右。

[0126] 步骤S12:向所述植物种植坑内填充土壤,并种植乔木或者灌木。

[0127] U型植物种植坑开挖完成后,取周边土壤于基坑内均匀填埋土壤深40cm,并洒水镇压,喷洒营养素。晾地两天后,种植大叶黄杨幼苗。

[0128] 步骤S13:固定所述边坡的坡面上的浮石碎土,并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆。

[0129] 在上下两植物种植坑开挖过程中,利用Φ50mm风钻钻孔,采用先注后插式于坡面上间隔1.0m打入Φ18mmⅡ级螺纹钢筋,并安装混凝土横板,将基坑开挖产生的浮石碎土,自下而上均匀铺设在坡面上。此后,自坡顶向下顺势铺设网孔为5×5cm的菱形镀锌钢丝网,并利用U型铆钉及竹钉等固定,使其紧贴坡面,固持浮石碎土。

[0130] 然后利用泥浆泵在坡面上喷射8～10cm种植土,边喷射、边人工夯实;然后,喷射混掺白羊草种子的泥浆;最后,自坡顶向下顺势铺设植物纤维网和尼龙网,并利用U型铆钉及竹钉固定,使其紧贴坡面。

[0131] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其他实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

[0132] 虽然本发明实施例披露如上,但本发明并非限定于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

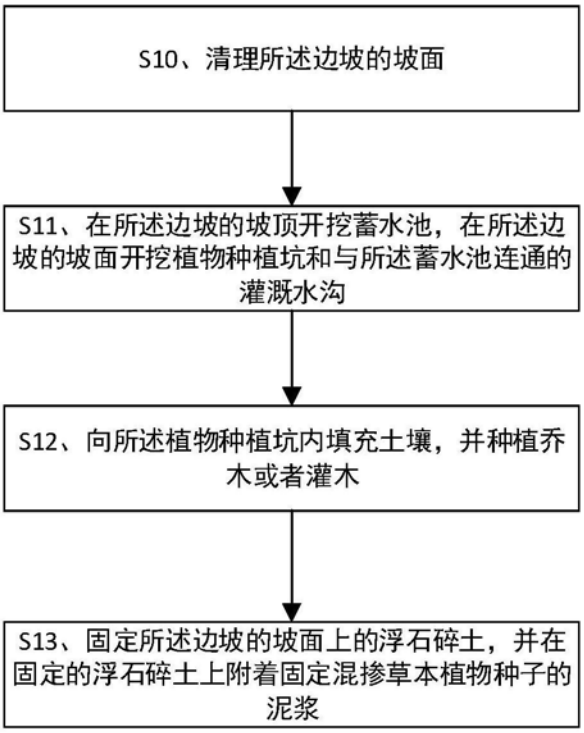

S10、清理所述边坡的坡面
S11、在所述边坡的坡顶开挖蓄水池，在所述边坡的坡面开挖植物种植坑和与所述蓄水池连通的灌溉水沟
S12、向所述植物种植坑内填充土壤，并种植乔木或者灌木
S13、固定所述边坡的坡面上的浮石碎土，并在固定的浮石碎土上附着固定混掺草本植物种子的泥浆

图1

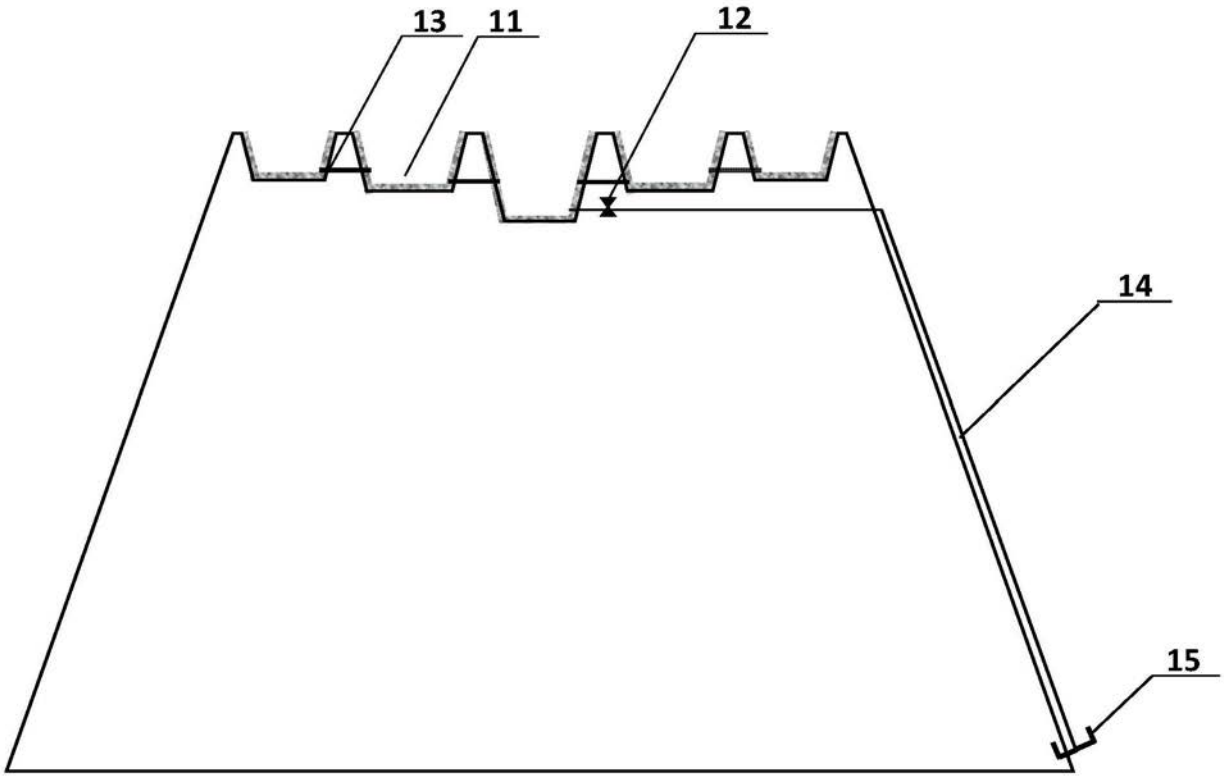

13
11
12
14
15

图2

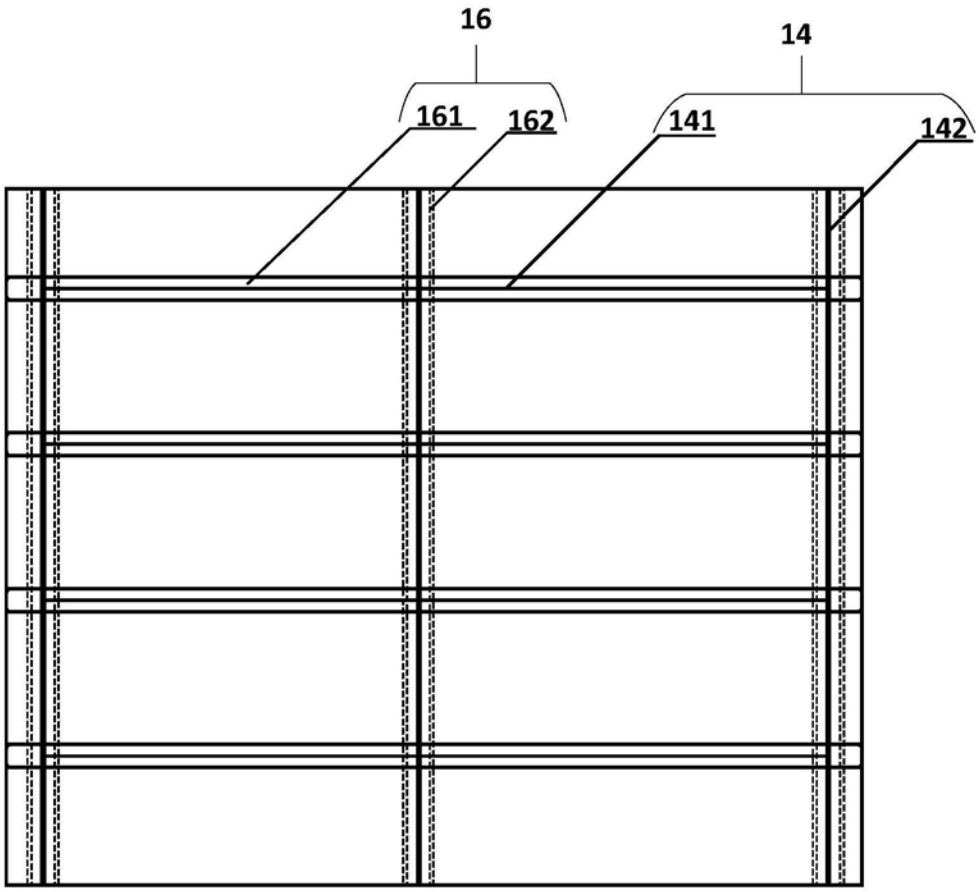


图3

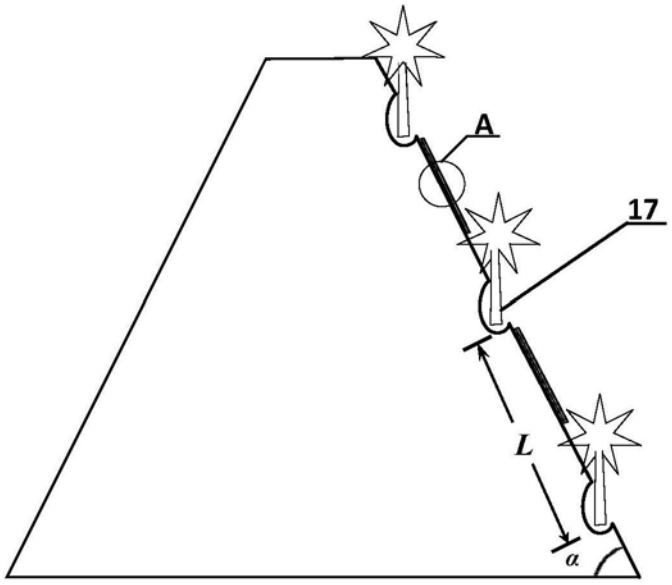


图4

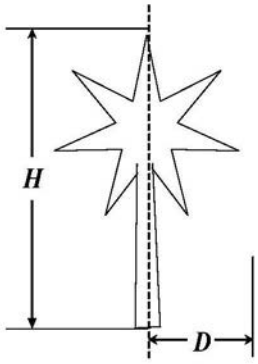


图5

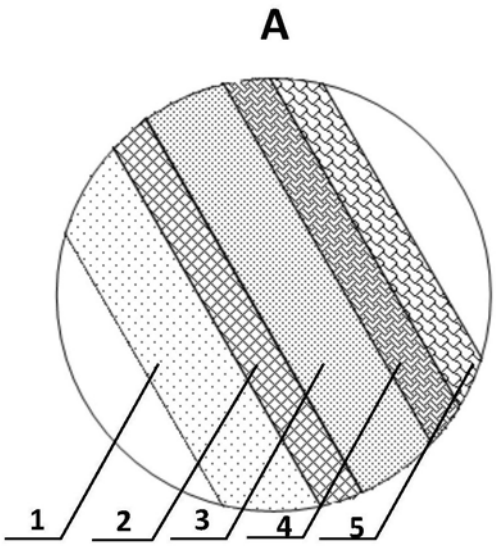


图6