



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213142960 U

(45) 授权公告日 2021.05.07

(21) 申请号 202021696062.8

(22) 申请日 2020.08.14

(73) 专利权人 浙江广川工程咨询有限公司
地址 310000 浙江省杭州市江干区凤起东路50号

(72) 发明人 胡淼 吴文华 翁湛 许江南
刘立军 王文双 彭渊 江俊燕
吕娟 苏锴

(74) 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公司 33212
代理人 朱莹莹

(51) Int. Cl.

E02B 3/12 (2006.01)

A01G 20/00 (2018.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

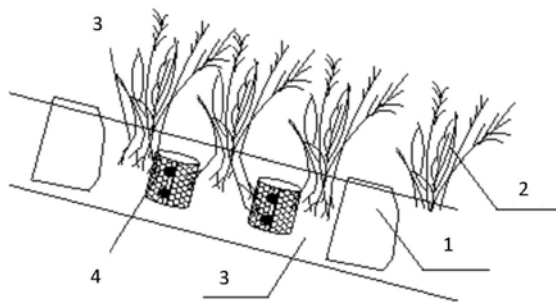
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构

(57) 摘要

本实用新型公开了一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,用于流速在4.0m/s以下的河道,包括在河道坡面上相间隔的铺设一层块石,在块石之间填充有土壤,并在土壤内掩埋有柱状土工格栅基床,土壤内种植有草本植物,其中,土壤的含土率为50-60%。本发明结构的优点在于:块石用量少,对环境的影响小,块石随机排列,块石间含土率可以达到60%,块石用量少,减少块石开采对生态环境的影响。防冲效果好,造价低廉。土工格栅呈柱状埋置入土体,形成如土钉的嵌固效果。土工格栅与植物根系缠绕,加上块石骨架支撑,显著提高护坡的防冲能力。由于土工格栅成本低,总体造价不高。可适用于设计流速小于4m/s的斜坡式岸坡防护。



1. 一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:用于流速 $\leq 4.0\text{m/s}$ 的河道,包括在河道坡面上相间隔的铺设一层块石,在块石之间填充有土壤,并在土壤内掩埋有柱状土工格栅基床,土壤中种植有草本植物。

2. 根据权利要求1所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:所述柱状土工格栅基床以30-50cm间距埋设。

3. 根据权利要求2所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:河道坡面上的土壤厚度为35-45cm;该柱状土工格栅基床的顶部距离土壤表面有5-8cm。

4. 根据权利要求3所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:所述柱状土工格栅基床由土工格栅卷成圆柱状后固定形成;所述的柱状土工格栅基床直径为20cm,高20-30cm。

5. 根据权利要求1所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:所述块石体积为护坡体积的40-50%。

6. 根据权利要求3所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:河道坡面上的土壤厚度为40cm。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:所述的柱状土工格栅基床的选择需要满足下述条件:纵/横向拉伸强度 $\geq 15.0\text{KN/m}$,纵/横2%拉伸率时的拉伸强度 $\geq 5.0\text{KN/m}$ 、纵/横5%伸长率时的拉伸强度 $\geq 7.0\text{KN/m}$,纵/横5%伸长率 $\leq 15.0/13.0$ 。

8. 根据权利要求1-6任一项所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:所述块石最小厚度不小于20cm,单重不小于25kg,石料容重 $\geq 25\text{kN/m}^3$,软化系数 > 0.75 ,饱和抗压强度 $\geq 30\text{Mpa}$,块石沿坡面外露面基本平整。

9. 根据权利要求1-6任一项所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:所述土壤是红壤、水稻土、粗骨土或黄壤中的一种。

10. 根据权利要求1-6任一项所述的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,其特征在於:所述草本植物为狗牙根、高羊茅、狗尾草、合萌、牛筋草、马唐、稗或银边草中的一种。

一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构

技术领域

[0001] 本申请属于水利工程领域,尤其涉及一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构。

背景技术

[0002] 我国河流众多,治水历史源远流长,防洪保安一直是各朝各代保障民生的重要工作。为保证堤防在水流冲刷下的安全,进行堤岸防护是必须的工程措施。近代以来,随着人口、资源、环境压力的加大以及技术能力的提升,河道堤岸固化、硬化一时成为潮流。随后,人类对环境、生态的认识有了明显进步,生态文明建设成为主旋律,河道生态化治理成为主要的治河方式。

[0003] 当前,生态型护岸主要有纯植物护岸、土工织物加强型植物护岸、堆(抛)石护岸、石笼护岸、干(浆)砌石护岸、植生混凝土护岸、常规混凝土护岸等类型。这些护岸类型在抗冲能力和生态功能方面各有千秋,同时也各有缺陷。从科学技术的发展趋势看,不断开发既能满足防冲要求,又具有良好生态功能和经济效益的河道生态护岸新形式,以更好地适应河道生态建设的需求,为践行“绿水青山就是金山银山”的理念,建设人民满意的幸福河具有重要的意义。

[0004] 《浅谈河道生态护岸及植物护坡设计》一文中公开了采用抛石压柳的方式进行岸坡防护,主要运用块石与柳树条作为护岸材料。这种柳条加抛石的结构是一种古老的治河技术,其核心是将已长成的柳条编制成排以覆盖坡面,为防止柳条被水流冲走,采用抛石进行压重。然而该结构柳条编制成横向排列,柳条必须长期淹没在水下才不会腐烂,这种结构柳条并没有体现植物的固坡功能。

[0005] 中国专利申请(2014101000028)公开了一种格宾网生态石笼河道护坡施工方法:在护坡施工阶段,石笼护坡施工结束后,在面层块石之间的缝隙内用土回灌、浇水,保证土填满块石的缝隙,从而在块石护坡上面覆盖一层耕植土;并以这层耕植土为基床,水面下种植水生植物,河道岸种植草坪,实现植物固坡、生态提升的功能;该专利的技术关键点是发挥格宾的作用,将块石用格宾连接起来,以形成防冲流速更大的结构,而非植物的固坡作用,同时该结构从经济性考虑每延米投资较高,很难广泛推广。

[0006] 中国专利申请(2012200609957)公开了一种水利工程生态护坡,该结构主体为在块石层上铺设袋装土,并在袋装土中种植植物。然而这中兼顾防腐和防冲特性的土工布袋价格较高,目前原材料主要依靠进口,工程成本较高。同时该结构要求袋装土下层的块石间紧密排列、砌筑,块石间孔隙率比较小,袋装土和下部各自承担防护作用,不能发挥土石之间的咬合作用,其抗冲能力主要取决于袋装土和植物。中国专利申请(2019108737470)公开了一种城市硬质化驳岸的生态重塑方法及生态重塑结构,该结构是在已建的块石层上覆土培植植物,并没有把块石和土有机混合起来,仅在块石表面覆盖一层植物保护,其防冲能力主要取决于表层植物的防冲能力,超过表层植物的防冲能力,上部土层就会被水流冲走剥离,生态层也因此损毁。

发明内容

[0007] 针对上述技术问题,本申请提供了一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构。

[0008] 一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构,用于流速在4.0m/s 以下的河道,包括在河道坡面上相间隔的铺设一层块石,在块石之间填充有土壤,并在土壤内掩埋有柱状土工格栅基床,土壤中种植有草本植物,其中,土壤的含土率为50-60%。

[0009] 进步一步的,所述柱状土工格栅基床以30-50cm间距埋设。

[0010] 进一步的,河道坡面上的土壤厚度为35-45cm;所述的柱状土工格栅基床直径为20cm,高20-30cm;该柱状土工格栅基床的顶部距离土壤表面有5-8cm。

[0011] 进一步的,所述柱状土工格栅基床由土工格栅卷成圆柱状后固定形成。

[0012] 进一步的,所述块石体积为护坡体积的40-50%。

[0013] 进一步的,河道坡面上的土壤厚度(即护坡厚度)为40cm。

[0014] 进一步的,所述的柱状土工格栅基床的选择需要满足下述条件:纵/横向拉伸强度 $\geq 15.0\text{KN/m}$,纵/横2%拉伸率时的拉伸强度 $\geq 5.0\text{KN/m}$ 、纵/横5%伸长率时的拉伸强度 $\geq 7.0\text{KN/m}$,纵/横5%伸长率 $\leq 15.0/13.0$ 。

[0015] 进一步的,所述块石最小厚度不小于20cm,单重不小25kg,石料容重 $\geq 25\text{kN/m}^3$,软化系数 > 0.75 ,饱和抗压强度 $\geq 30\text{Mpa}$,块石沿坡面外露面基本平整。

[0016] 进一步的,所述土壤包括但不限于红壤、水稻土、粗骨土或黄壤具有一定养分的黏性土。

[0017] 进一步的,所述草本植物为狗牙根、高羊茅、狗尾草、合萌、牛筋草、马唐、稗、银边草。

[0018] 本发明中草本植物布置方式:在土壤中种植植物有两种方式:第一种:如汛期前护坡的施工具备草植生长条件,可进行撒草籽施工,在这种情况下可采用均匀撒播;第二种、如汛期前护坡的施工不具备草植生长条件,可进行草植单元移栽,草植单元之间间距8~12cm。(其中5-8株草植作为一草植单元)

[0019] 在介绍本发明---柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构之前,申请人首先介绍下不含有柱状土工格栅基床的泥石生态护坡系统:阐述如下:

[0020] 创新思路:当前,我国工程界还没有泥石生态护坡系统的概念,也没有相关的研究和应用,更没有形成一定的技术应用体系。块石和泥土是来自大自然最常见的建筑材料,来源广,造价低,自然生态。工程技术人员考虑块石有一定的抗冲能力,填筑孔隙率可控,泥土是植物生长的良好基质,如果能够将两种材料进行适当的组合,发挥各自的特点和优势,形成具有防冲能力的生态护坡结构系统,是一项非常有意义的新技术。

[0021] 一、主要创新点

[0022] (1) 理论的创新:从土力学、水力学、结构力学、植物学角度对泥石生态护坡系统的特点和相互作用进行了总结和论证,形成了该系统的作用机理。同时将传统护坡结构中的面型护坡模型改进为“由点至面,由面到体”的立体模型。

[0023] (3) 结构的创新。申请人认为泥、石和植物要有机组合、相互作用和依托形成有机整体才能起作用,事实也是如此,其结构需要满足一定的要求。通过事先的理论研究、设计和现场试验验证的方法,论证了泥石生态护坡系统要如何进行组合才能发挥作用。规定了泥石生态护坡的厚度范围30-50cm,块石单重的大小要大于25kg,含土率 40-50%,土壤要

求粘性土(只有粘性土才能共同发挥作用),适用的水流流速不大于4m/s,提出块石的砌筑排列要求,植物主要采用草本和小灌木等。

[0024] (4) 实践的创新。与其它的护坡结构相比,泥石流生态护坡系统是对现有工程技术去繁就简的再创新,是基于工程实践的再创新,是生态技术基础理论的新突破。体现在结构更简单,施工更便捷,成本更节省,生态更自然,应用范围更广泛。

[0025] 二、

[0026] 根据研究分析,泥石流生态护坡系统的理论依据如下:

[0027] (1) 块石依靠自重满足其自身在水流冲刷条件下的稳定。块石形成一定的骨架组合,可以相互依托和作用进一步增强了自身的稳定;

[0028] (2) 由于块石表面糙率低于植物茎叶,水流F经植物茎叶扩散后,底流扩散至块石表面形成底流通道,减少了对土壤表面的冲蚀;如图1所示。

[0029] (3) 块石限制了土体的变形、扰动,并通过块石间的挤压,使土体不易发生流失;

[0030] (4) 植被增加了坡面的糙率,增加了坡面径流阻力,降低了流速。

[0031] (5) 草本植物分蘖多,丛状生长,水流在草丛中受到茎叶的阻截和分散,迂回流动,流程增大,水力坡降减少,水流的作用力被分散和消耗在覆盖的径叶中,地表覆盖物基本承担了原来作用在土壤颗粒上的力,削弱了径流的侵蚀能力。

[0032] (6) 草本植物的根系对土壤起到加筋和锚固作用,土壤颗粒和结构之间的相互连接增强,土壤的物理力学性能改善,从而提高了土壤的抗冲蚀能力。

[0033] (7) 草本植物的截留径雨、削弱雨滴溅蚀和增加入渗、消减超渗径流的功能,可有效降低暴雨对坡面的侵蚀作用,起到保护边坡的作用。

[0034] 三、泥石流护坡系统的主要优势:

[0035] (1) 安全稳定性较好,应用范围广。以块石为骨架、植物根系交织的结构具有较强的抗冲稳定性,即使发生局部植被或土体冲损,不至于发生大面积的破坏,适用于设计流速小于4m/s的斜坡式岸坡防护。

[0036] (2) 透水透气,生态性好。土石结合的结构透水透气性能良好,不会阻隔水岸之间的物质和能量交换,有利于构建良好的生物栖息地环境,符合生态功能需要。

[0037] (3) 绿色、景观性好。植物容易覆盖坡面,护岸植被可以发挥减缓护岸表面水流流速、修复生态、改善环境和景观的作用。

[0038] (4) 施工便捷方便。工艺和工序简单,无需专用设备、人员和技术,施工快捷方便,具有明显的施工优势。

[0039] (5) 取材方便,造价低廉。材料非常大众,容易获取,比绝大部分的护坡技术节省投资,经济优势显著。

[0040] 基于上述公开的泥石流生态护坡系统,申请人做了进一步改进,提出了本发明的一种柱状土工格栅基床的泥石流生态护坡结构,它是一种崭新的三维生态护坡理念,其核心思想是利用柱状土工格栅基床和植物根系形成立体的护面网格,通过网格间块石的填充,进一步提高其防冲能力,其自然性、经济性具有明显的优势,而且施工工序简单便捷,机械人工均可施工。

[0041] 该柱状土工格栅基床的泥石流生态护坡结构的提出,将为生态护坡技术的理念、为工程生态技术的建设提供崭新的发展方向,同时该结构施工工艺可行简便,可达到生态、经

济、安全的目标,工程应用前景广泛。

[0042] 本发明柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构的创新思路:

[0043] 泥石生态护坡结构要发挥有效作用,对泥和块石的比率需满足一定的要求。根据上述的泥石生态护坡系统的现场试验分析和验证,含土率一般在40-50%之间才能形成良好的防冲效果。本发明通过在土壤中增设柱状土工格栅基床,增强土的防冲性能,从而可以增大块石的间距,进一步扩大含土率的范围至50~60%。

[0044] 创新点:本发明在泥石生态护坡的基础上,通过柱状土工格栅基床的设置、调整块石的间距、在石块之间填充利于植物生长的土体,土体内种植植物,以实现防冲与生态功能结合。主要有以下方面的创新和改进。

[0045] (1) 适当加大块石之间的间距,石块体积达到护坡体积的 40~50%,石块形成一定的防冲骨架。石料用量比常规干砌石护岸降低25~35%,可以减少石料开采引起的生态破坏问题。

[0046] (2) 在块石之间充填土料,土料体积为护坡体积(即块石体积与土壤体积之和)的50~60%,形成一定的植被生长空间。土料应有利于植物生长。

[0047] (3) 在块石间土料中埋设聚柱状土工格栅基床,以聚丙烯为原料,塑化挤出、冲孔、拉伸而成,包卷成圆柱状,以绑扎41连接。

[0048] 柱状土工格栅基床埋深5~8cm,其形状为圆柱体,直径为20cm,柱高20~30cm,内部填满土料,其网状结构可以连接草植根系,使一个个草植单元、柱状土工格栅基床通过植物根系连接为防冲网络,进一步增强防冲能力。

[0049] (4) 植被以根系发达的草本和矮小灌木为主,要求扎根深、保土固土性能好,郁闭度高、形成良好的绿化效果,枝叶不宜过于发达以利于减小水流对植物体的拖曳力。

[0050] 物理特征:①以块石、黏性土壤、柱状土工格栅基床、植物组成;②护坡厚度(即土壤厚度)约为40cm;③含土率(指土壤的体积/(块石体积+土壤体积))为55%±5%;④块石节点间埋设柱状土工格栅基床,埋深5~8cm;⑤适用于设计流速≤4m/s的工况。

[0051] 柱状土工格栅基床物理参数

[0052] 产品规格	纵/横向拉伸强度/(kN/m)	纵/横 2%伸长率时的拉伸强度/(kN/m)	纵/横 5%伸长率时的拉伸强度/(kN/m)	纵/横 5%伸长率/%
TGSG1515	≥15.0	≥5.0	≥7.0	≤15.0/13.0

[0053] 主要要点:为以块石形成初步骨架,块石随机排列,块石之间孔隙内填充土壤(含土率为55%±5%),通过种植植物、埋设柱状土工格栅基床进一步强化护坡的抗冲能力,能适用于设计洪水期主槽流速 4.0m/s以下的河道。

[0054] 土壤包括并不限于红壤、水稻土、粗骨土、黄壤等具有一定养分的黏性土。

[0055] 块石最小厚度不小于20cm,单重不小25kg,石料容重≥25kN/m³,软化系数>0.75,饱和抗压强度≥30Mpa。

[0056] 草本植物要点繁殖能力强、维护保养少、根系发达、常绿的草本植物,包括并不限于狗牙根、高羊茅、狗尾草、合萌、牛筋草、马唐、稗、银边草等。

[0057] 主要优势:

[0058] (1) 块石用量少,对环境的影响小。块石随机排列,块石间含土率可以达到60%,块石用量少,减少块石开采对生态环境的影响。

[0059] (2) 近自然结构,生态性好。土石结合的结构透水透气性能良好,不会阻隔水岸之间的物质和能量交换,有利于构建良好的生物栖息地环境,符合生态功能需要。

[0060] (3) 绿色、景观性好。植物容易覆盖坡面,护岸植被可以发挥减缓护岸表面水流流速、修复生态、改善环境和景观的作用。

[0061] (4) 施工相对简单,适用植物品种多。相对常规的平面铺设的土工格栅护坡,可以比较方便地进行草本和灌木植物的穿插布置,施工便捷方便,植物品种丰富。

[0062] (5) 防冲效果好,造价低廉。土工格栅呈柱状埋置入土体,形成如土钉的嵌固效果。土工格栅与植物根系缠绕,加上块石骨架支撑,显著提高护坡的防冲能力。由于土工格栅成本低,总体造价不高。可适用于设计流速小于4m/s的斜坡式岸坡防护。

[0063] 应用前景:

[0064] 新型防冲生态护岸的应用,可以发挥天然建筑材料的优势,兼顾护岸的防冲与生态功能需求,形成安全可靠、生态友好、环境协调的河道堤岸工程,在河道生态化建设中发挥重要作用,为生态文明建设提供助力。

[0065] 本发明的一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构通过现场实验论证,其适用流速、几何特征皆通过实验结果分析得来。实验设置12 组对比组、每组样品容量2个,实验样品为1.00×1.00×0.40m护坡单元,各组冲刷时间皆为3小时。(满足大多数山区性洪水持续时间)。其中,现场实验中表1中的本地植物为牛筋草(或也可以选用稗、麦冬),土壤选用黄壤。实验分组情况见下表1:

[0066] 表1本发明新型生态护坡组与对比组的实验分组情况

组别	新型生态护坡组			对比组
				草皮植物护坡
植被	50%狗牙根、高羊茅撒播+50%本地植物移栽			
柱状土工格栅基床中心距	30cm	50cm	70cm	——
含土率	70%	55%	40%	100%
3m/s	AM1~2	BM1~2	CM1~2	DM1~2
4m/s	AH1~2	BH1~2	CH1~2	DH1~2
5m/s	AL1~2	BL1~2	CL1~2	DL1~2

[0068] 实验引入冲损率概念,针对本次实验样品特征及实际情况,设计冲损率计算公式为:

[0069]
$$p = \frac{2 \times \sum S_{h \geq 10} + \sum S_{10 \geq h \geq 5}}{S}$$

- [0070] 其中:p—冲损率,%;
- [0071] S—取样范围内表土厚度 $\geq 5\text{cm}$ 覆盖面积, cm^2 ;
- [0072] $\Sigma S_{10 \geq h \geq 5}$ —取样范围内掏空厚度 $10 \geq h \geq 5\text{cm}$ 面积, cm^2 ;
- [0073] $\Sigma S_{h \geq 10}$ —取样范围内掏空厚度 $h \geq 10\text{cm}$ 面积, cm^2 。
- [0074] 当 $p \geq 30$ 时,认为出现较明显冲刷破坏。
- [0075] 实验结果,如下表2所示:
- [0076] 表2冲损率统计表

样品箱编号	实验组情况			冲损率 (%)	备注
	柱状土工格栅基床中心距(cm)	含土率	流速 (m/s)		
AL1	30	74	5	44	
AL2	30	65		42	
BL1	50	52		39	
BL2	50	58		36	
CL1	70	45		—	样本采集区土壤基本完全流失
CL2	70	41		47	
DL1	—	100		—	样品箱内土壤流失近100%
DL2	—	100		—	样品箱内土壤流失近70%
AM1	30	61	3	9	
AM2	30	62		12	
BM1	50	50		11	
BM2	50	49		14	
CM1	70	38		14	
CM2	70	42		13	
DM1	—	100		17	
DM2	—	100		19	
AH1	30	71	4	36	
AH2	30	62		34	
BH1	50	50		27	
BH2	50	58		25	
CH1	70	43		44	
CH2	70	46		46	
DH1	—	100		51	
DH2	—	100		48	

[0077] 表1、2中技术特征“柱状土工格栅基床中心距”是指相邻两个柱状土工格栅基床中心之间的距离。

[0079] 从表2中可以看出,当河道流速在3m/s时,含土率在50-60%时,冲损率最小,甚至即使含土率扩大到100%,不埋设柱状土工格栅基床时,冲损率也<30%,说明本发明泥石护坡结构在低流速河道,含土率大小对冲损率影响较小。

[0080] 在流速为4m/s的河道,本发明泥石护坡结构含土率在50%以及58%时,冲损率<

30%，而小于50%以及大于60%时，冲损率均 $>30\%$ ，说明本发明泥石护坡结构的含土率限定在50-60%之间，能够取得较好的护坡效果。

[0081] 而当本发明泥石护坡结构应用于流速为5m/s的河道时，即使含土率在50-60%之间，其冲损率也 $>30\%$ ，说明本发明泥石护坡结构只能应用于流速 $\leq 4\text{m/s}$ 的河道。

[0082] 此外，从表2中可以看出，本发明泥石护坡结构应用于低流速河道时，比如3m/s的河道，柱状土工格栅基床中心距的大小对冲损率影响较小，基床中心距在30-70cm范围内，都能取得较好的护坡效果。而当本发明泥石护坡结构应用于流速为4m/s的河道时，柱状土工格栅基床中心距限定在30-50cm时，能够取得较好的护坡效果，尤其是基床中心距限定在50cm，本发明护坡结构应用在4m/s的河道时，护坡效果最好。

附图说明

[0083] 图1是作为本发明改进基础的泥石护坡系统的结构示意图，

[0084] 图2是本发明的柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构的示意图1，

[0085] 图3是本发明的柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构的示意图2，

[0086] 图4是本发明的柱状土工格栅基床的结构示意图。

具体实施方式

[0087] 一种柱状土工格栅基床的泥石生态护坡结构，用于流速在4.0m/s 以下的河道，包括在河道坡面上相间隔的铺设一层块石1，在块石之间的间隙内填充有土壤3，并在土壤3内掩埋有柱状土工格栅基床4，土壤中种植有植物2，其中，所述柱状土工格栅基床以30-50cm间距埋设，土壤的含土率为50-60%；所述块石体积为护坡体积的40-50%；河道坡面的土壤厚度为35-45cm，平均厚度为40cm。

[0088] 所述的柱状土工格栅基床直径为20cm，高20-30cm；该柱状土工格栅基床的顶部距离土壤表面有5-8cm。所述柱状土工格栅基床由土工格栅卷成圆柱状后固定形成。

[0089] 所述的柱状土工格栅基床的选择需要满足下述条件：纵/横向拉伸强度 $\geq 15.0\text{KN/m}$ ，纵/横2%拉伸率时的拉伸强度 $\geq 5.0\text{KN/m}$ 、纵/横5%伸长率时的拉伸强度 $\geq 7.0\text{KN/m}$ ，纵/横5%伸长率 $\leq 15.0/13.0$ 。

[0090] 所述块石最小厚度不小于20cm，单重不小25kg，石料容重 $\geq 25\text{kN/m}^3$ ，软化系数 > 0.75 ，饱和抗压强度 $\geq 30\text{Mpa}$ 。

[0091] 所述土壤包括但不限于红壤、水稻土、粗骨土或黄壤具有一定养分的黏性土。所述的植物为草本植物，如狗牙根、高羊茅、狗尾草、合萌、牛筋草、马唐、稗、银边草。

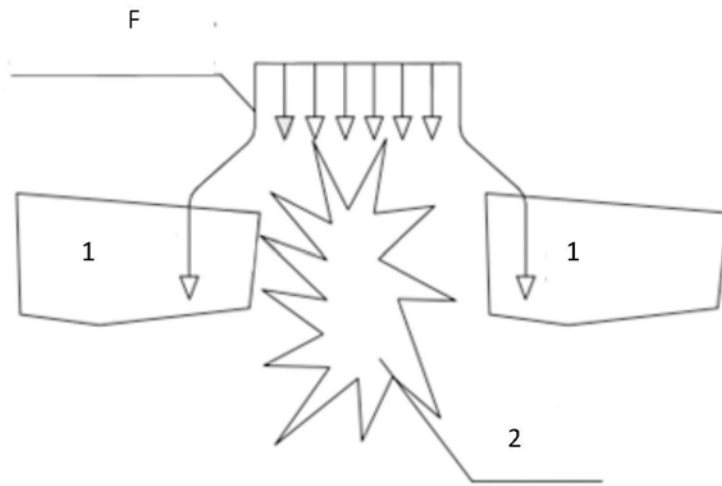


图1

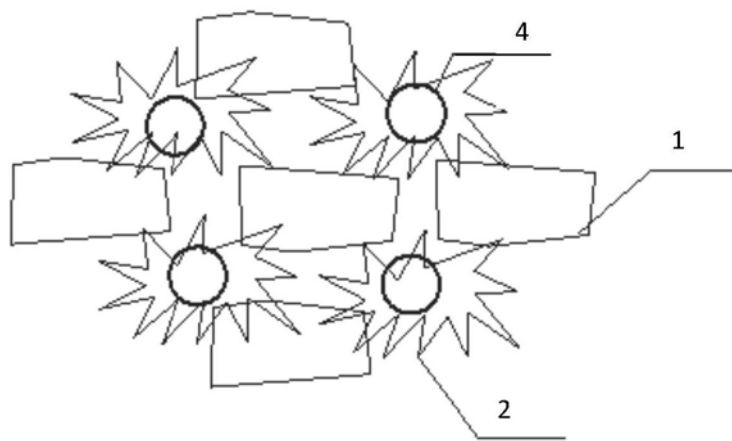


图2

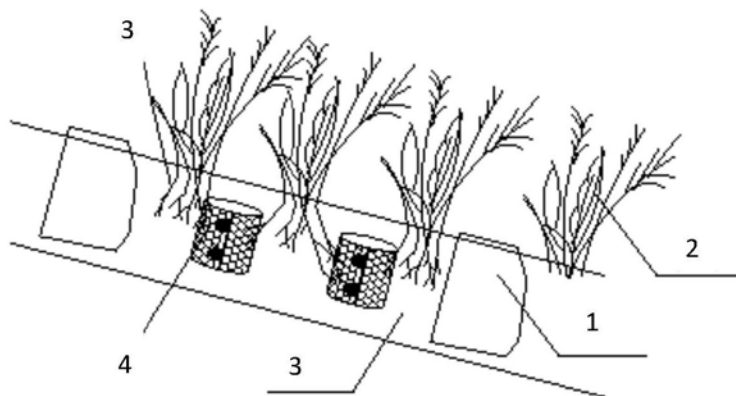


图3

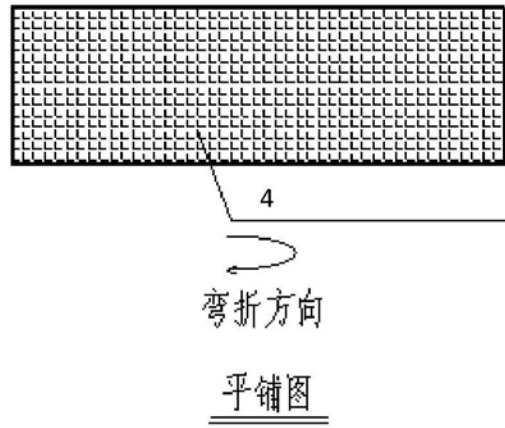


图 4 (1)

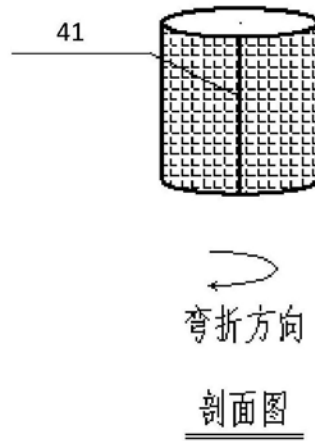


图 4 (2)

图4