

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.04.031

三维水土保护毯在生态护岸中的应用研究

沈小立, 刘长壮

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 通过详细阐述三维水土保护毯生态护岸的特点、防护原理、质量要求和施工流程等,并用实验证明其可以显著增加坡面的抗冲刷性能、有效减少坡面径流,提出了生态护岸建设的新思路,为今后更好地应用水土保护毯提供了一定的参考。

关键词: 生态护岸;三维水土保护毯;固土;抗冲刷;减少坡面径流

中图分类号: TV8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)04-0112-03

0 引言

习近平总书记“绿水青山就是金山银山”的反复叮咛,人们已经耳熟能详,由此带来的发展方式转化实实在在地改变着中国的样貌,我们正在从过去环境的末端治理向生产生活各方面贯彻绿色发展理念转变。

作为生态环境建设的重要组成部分,生态型河道建设近些年在全国受到了高度重视,尤其是生态护岸的建设理念在新时期的水利工程中得到了大力贯彻。笔者参加了某市生态护岸建设中土工合成材料应用技术研究科研项目调研,负责生态护岸的调查、研究,对各种类型的生态护岸材料、结构有了较深入、全面的了解。三维水土保护毯兼顾安全性与生态性,与生态水系建设目标高度契合,是构建生态护岸的良好解决方案。在水利部、建设部的科技网站上,该材料作为优良的柔性生态护坡材料被推荐。

1 概述

水土保护毯是一款以聚酰胺(PA6,俗称“尼龙”)为原材料,采用干拉成型工艺(即纤维长丝在挤出之后,一次性制成三维空间结构,不经过中间步骤,不过水冷却)加工而成,呈倒金字塔状的弹性均匀构形,孔隙率大于95%的土工合成材料。

水土保护毯为植物的生长提供额外的加筋,植物根系与纤维缠绕在一起后再深植土中,形成密实、连续的“天然植被-水土保护毯-土壤”三维立体护坡体系。其所形成的土壤-根系复合体能有效减弱

暴雨径流、水流侵蚀、波浪淘刷对边坡的危害,从而大幅度提高边坡的稳定性和抗冲刷能力,是一种新型的柔性生态护坡体系。

水土保护毯生态护岸具有如下特点:

(1)固土性能优良。水土保护毯表面呈不规则网状结构,对上部铺设的土壤和草籽具有固定作用,不容易受雨水冲刷而流失。

(2)网络加筋作用突出。植物根系水土保护毯网络缠绕在一起后再深植土中,形成密实、连续的“天然植被-水土保护毯-土壤”三维立体护坡体系。

(3)消能作用明显。三维水土保护毯的网状结构,可明显削减雨滴的侵蚀能力,减少对护坡的冲刷。

(4)保温功能良好。由于水土保护毯为黑色网垫结构,因此具有很好的保温作用,在夏季可使植物根系的内部温度比外部环境温度低3~5℃,在冬季则高3~5℃^[1]。

2 防护机理

通常情况下,河道的护岸主要遭受河道冲刷和坡面冲刷两种情况。其中,水流的冲刷作用是主要的破坏因素。

2.1 抗冲刷性能研究

抗冲刷性能研究主要关注两个问题:第一,在高速明渠水流作用下,护坡的侵蚀量发展过程;第二,在长时间的水流冲刷和浸润作用下,护坡的侵蚀情况。结合上海生态护岸建设中三维水土保护毯一般用于坡度1:3的自然斜坡,本次针对1:3坡度进行试验。

将1:3坡度测试仪下测量得到的不同样品的土壤侵蚀发展过程绘制成图1。流量1、流量2、流量3对应的单宽流量分别为1 098 m³/(h·m⁻¹)、1 260 m³/(h·m⁻¹)

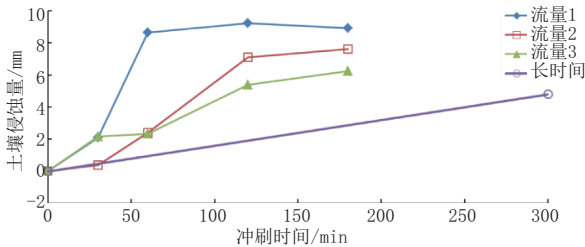
收稿日期: 2021-06-21

作者简介: 沈小立(1988—),女,本科,工程师,从事水工设计工作。

表 1 不同单宽流量对应的流速

单宽流量 / [m ³ ·(h·m ⁻¹) ⁻¹]	坡度 1 : 3
1 098	5.257 m/s
1 260	5.435 m/s
1 386	5.574 m/s

和 1 386 m³/(h·m⁻¹);长时间组为不间断冲刷 5 h (300 min)后测得的侵蚀量。



注:图中正值表示土面下降,即土壤受到侵蚀;负值表示土面上升。

图 1 1:3 坡度下的土壤侵蚀量发展

由于实验中四组样品全部被破坏,因此图 1 中并未给出天然草皮样品的侵蚀量发展过程。破坏主要为两种形式:整体破坏和功能性破坏。整体破坏为样品整体从植草模型箱中冲出,如图 2 所示。功能性破坏为草皮样品上游端离开植草模型箱箱体,前半部分出现明显冲坑,后半部分隆起。由于植草模型箱空间有限,箱壁土体的阻挡作用造成了后半部分隆起,进而阻止了短时间内进一步的破坏。因此,在这种情况下,草皮已经失去自身的保护功能。当植草模型箱前半部分的下陷量达到 20 mm 时,样品已经形成功能性破坏。图 3 给出了功能性破坏的一个例子,从中可以看到,在上游端,土体已经与箱体脱离;在草箱前半部分,冲刷明显(图中割去植株后可以看到土面下降约 30 mm)。所有天然草皮试样在第一个 30 min 测量时均发生功能性破坏,继续冲刷会引发整体破坏或更明显的功能性破坏。表 2 给出了 1:3 坡度下天然草皮样本的破坏情况。



图 2 天然草皮的整体破坏



(a)上游端脱离箱体 (b)前半部分冲刷明显

图 3 天然草皮的功能性破坏

表 2 1:3 坡度天然草皮样本的破坏情况

组次	流量 1	流量 2	流量 3	长时间
破坏情况	整体性	功能性	功能性	整体性

结合以上试验,主要得出如下结论:

(1)水土保护毯显著提高了草皮抗水力侵蚀能力。与天然草皮相比,水土保护毯能明显提高抗水力侵蚀性能。在不同实验条件下(坡度 1:3,单宽流量 1 098 ~1 386 m³/h/m,流速 5.257~5.574 m/s),天然草皮样品全部被破坏,但水土保护毯保护的样品均无明显破坏。

(2)水土保护毯能够抵御本次试验中高速明渠水流(最高 5.57 m/s)的冲刷。试验过后,所有组的土面高程下降量小于 10 mm,仅覆在水土保护毯上层的土被冲掉,狗牙根草植株基本无损失。

(3)水流的初始侵蚀相对于长期侵蚀来说是大值。长时间冲刷的侵蚀速率明显低于间断冲刷,5h 后的侵蚀量与 30 min 后的侵蚀量大致相当。从无水流到有水流的过程带来的侵蚀量与水流本身的冲刷量相比是大值;反过来说,长时间不间断冲刷造成的侵蚀量非常小。

(4)“侵蚀上限”的存在。从各曲线的侵蚀发展历程来看,侵蚀量的发展存在“先快后慢”的现象,在 1 h 或 2 h 后发展很慢或不再发展。这与“侵蚀上限”的概念相一致,即随着侵蚀的增加,水土保护毯的纤维开始暴露,使得土壤的抗冲刷能力提升。当水力冲刷力和抗冲刷力达到平衡时,侵蚀基本停止发展,达到“侵蚀上限”(见图 4)。

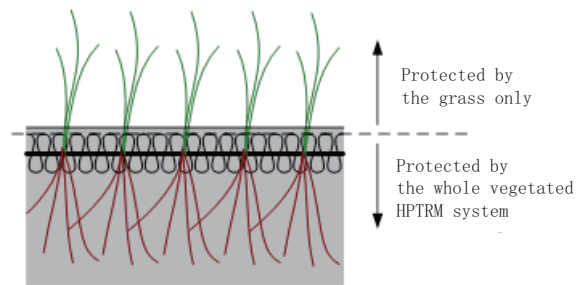


图 4 侵蚀上限原理图

(5)流量、流速增大时,“侵蚀上限”会相应增大。水土保护毯保护下的样品的“侵蚀上限”均在 10 mm 以内。

2.2 水土保护毯减少坡面径流

水土保护毯一般配合植草技术而在边坡工程中应用。在前期播种之后能够对种子起到很好的保护作用,防止雨水的击溅破坏。在各种边坡上不同水深位置种植不同的植物,不仅可以美化环境,而且可以

对工程起到防护作用^[2]。

植被在生态护岸结构中发挥的防护作用主要体现在以下4个方面:

- (1)增大糙率,减缓流速。
- (2)锚固根系,控制土壤颗粒流失。
- (3)截留降雨,削弱雨滴击溅功能。
- (4)减少雨水的入渗。

3 应用及施工工艺

良好的河道生态护岸构建需要合理的材料配合完善的施工工艺共同完成。

3.1 材料质量要求

目前市场上材料的质量参差不齐,价格高低不一,需要谨慎选择。除了满足设计要求的力学等指标外,还需要注意以下问题:

(1)耐老化性能。受工程工期影响,水土保持毯通常会有一部分时间裸露在外,无任何保护。而且水利防护项目多为永久性项目,因此产品需要较高的耐老化性能。

(2)抗冲性能。抗冲刷能力是生态防护的基本要求。由于水土保持毯的抗冲刷能力不仅与力学指标有关,还与产品外形、丝的粗细和密度等有关。由于产品外形难以用技术指标等方式进行量化,为安全起见,产品需要经过严格的抗冲试验验证其抗冲性能。相应制造商应提供相关测试数据以用作参考。

(3)生态环保性。为了降低成本,部分水土保持毯生产厂采用非环保原材料,从而对工程产生二次污染,违背环保和生态的初衷,同时被污染的水、土均需花费较大代价进行修复。

3.2 水土保持毯的施工工艺

水土保持毯的施工流程较为简单,基本流程和注意事项如下:

(1)清坡。清理多余的垃圾、石块等杂物,尽量做到坡面平整、线性流畅。

(2)挖掘锚固沟。坡顶和坡脚按照设计要求设置锚固沟。

(3)铺设。将水土保持毯一端铺设在坡顶锚固沟内,然后自上而下铺设水土保持毯。铺设时应注意贴坡,不能有较大的鼓包和空腔,毯体顺滑,没有波浪纹。

(4)锚固。通过搭配的铆钉将水土保持毯与坡面进行锚固。铆钉尺寸、间距符合设计要求。有鼓包部位、空腔部位和搭接部位可以适当多加铆钉锚固。

(5)搭接。相邻宽幅水土保持毯进行搭接处理。搭接宽度参考设计要求。同时注意搭接方向为上游搭下游。

(6)锚固沟回填。回填锚固沟并进行压实。

根据实践结果,三维水土保持毯护岸在上海市闵行区郊野公园项目、崇明区宝岛河整治工程、福建省漳州市九十九湾闽南水乡项目和广东肇庆河道整治工程等中都取得了良好的效果,在满足防洪要求的同时,美化了河道环境,值得在河道整治中大力推广。

4 结语

习近平总书记在多个场合深入阐释人与自然生命共同体理念,为建设人与自然和谐共生的现代化指明了努力的方向。

三维水土保持毯护岸在防止水流侵蚀淘刷的同时,可实现水陆横向连通、为水生动植物提供良好生存条件,很好地体现了“尊重自然、顺应自然、保护自然”生态文明建设的这一理念。

参考文献:

- [1] 魏金祥.三维土工网垫防护边坡的稳定性研究[D].济南:山东大学,2013.
- [2] 陈梅,邱郁敏.河流护坡工程生态材料的应用[J].广东水利水电,2005(2):18-19,21.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com