

金字塔边坡柔性生态防护技术在河道中的应用

游文荪

(江西省水利科学研究院,江西 南昌 330029)

摘 要:金字塔边坡柔性生态防护技术是一种具有节能、减排、生态、环保、绿化柔性防护为一体的新型边坡防护技术,已成功应用于交通、水利、市政等工程边坡防护中. 本文对该技术的金字塔生态袋物理力学特性、边坡防护结构型式、边坡防护稳定性、施工与绿化工艺及要求、经济性等进行了分析总结;分别采用生态袋堆叠加固法及长袋锚固法两种结构型式在中小河道岸坡整治中进行示范应用,应用工程经过2个汛期洪水考验后,经监测分析,在岸坡防护与生态绿化方面皆取得较好效果. 该技术在河道岸坡整治中的推广应用对提高河道岸坡生态治理水平、保护河道生态健康具有积极意义.

关键词:河道;生态护坡;生态袋;技术;应用

中图分类号:TV861

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2018)01-0000-05

0 引言

河流在社会发展中一方面具有供水、防洪、航运等社会功能,还具有水文、地貌、廊道等自然生态功能^[1]. 健康的河流应能发挥良好的自然生态功能,并满足人类社会合理的需求,当人类需求损害到河流自然、生态功能时,应当控制人类需求,以维护河流自然、生态功能良好^[1,2]. 江西省位长江中下游南岸,水系发达,水资源丰富,流域面积10km²以上河流达3 771条^[3],对经济社会发展具有重要的作用,同时,人类需求不断持续增长的胁迫下,也造成河流功能严重受损. 随着防洪体系建设的深入推进,目前,河道治理从大江大河治理转向了中小河流治理,中小河流普遍存在河道淤积、岸坡崩塌、建筑物老化、水环境恶化、管理薄弱等问题,岸坡整治作为中小河流治理中的重要内容,护岸结构形式也越来越多样化,从表现形式来看可分为全硬化、半硬化及非硬化等^[4]. 生态袋护坡作为一种新型柔性护坡形式,具有较好河道岸坡防护及发挥岸坡生态功能的作用,目前已在许多地方得到较好推广应用^[5-8].

1 金字塔边坡柔性生态防护技术

金字塔边坡柔性生态防护技术是东莞金字塔绿色

科技有限公司研发的适宜山体 and 河流湖泊边坡防护,具有节能、减排、生态、环保、绿化柔性支护为一体的新型生态环保技术. 该技术是通过使用透水不透土、耐酸碱、无毒不易降解、抗紫外线、对植物友善又可植被绿化的聚丙烯(PP)土工材料,经过高温热压、针刺合成的生态袋,在生态袋内填装就地取材的土体,使用连接扣、粘合剂、锚杆、土工格栅等特有的加固组件,依据科学的堆放理论技术,形成牢固的护坡结构,构造成透水不透土,对植物生长具备良好条件的新型软体边坡防护结构,具有科学的稳定性,对外界的冲击力有吸能缓冲的作用,集边坡防护和生态绿化为一体. 该技术在河道岸坡的防护中的应用,一方面可实现岸坡的有效防护,另一方面可较好的维护和保护河道生态环境.

1.1 金字塔生态袋技术性能

生态袋作为金字塔边坡柔性防护技术生态系统中最为重要的组件,它的性能直接关系到系统的技术性能. 经检测表明,金字塔生态袋具有较好的物理力学性能,检测结果见表1,产品技术要求见表2.

检测结果表明,金字塔 GTX 生态袋的基本项技术要求满足标称断裂强度7.50 kN/m 产品质量要求.

同时,生态袋具有较好的其它性能:①抗紫外线性能评定结果为4~5级;②不吸收水分,水分的出现不会破坏袋子,袋子也不会变形,不溶于污染液体;③对一定浓度的酸碱化学物品有很强的抵抗力,可应用于绝大多

数固体和严重污染地点;④不支持、不吸收、不帮助菌类生长,不腐烂、不发霉、不变质。生态袋不会被昆虫和有关动物消化,不会成为肯齿动物的食物;⑤可以承受 150℃ 高温而不融化,可以承受最低温度为 -40℃。

表 1 金字塔 GTX 生态袋性能检测结果

项目	实测值	
	纵向	横向
断裂强度/(kN/m)	13.27	12.48
断裂伸长率/%	75.0	50.8
CBR 顶破强力/N	1 811	
梯形撕破强力/N	317	262
等效孔径 Q_{90} (Q_{95})/mm	0.13	
垂直渗透系数/(cm/s)	1.43×10^{-1}	

1.2 边坡防护结构

1.2.1 堆叠加固法边坡防护结构

堆叠加固法是具有内加固紧锁结构的挡土结构,由

多个填充满植生土袋体(短袋)堆叠连接加固,袋体之间设置加固层,该加固层采用连接扣和金字塔粘合剂,使生态袋体间形成一体,生态袋墙体整体受力。堆叠加固法边坡防护结构型式如图 1。生态袋堆叠摆放形式有以下几种:全顺、二顺一丁、一顺一丁、全丁 4 种形式。

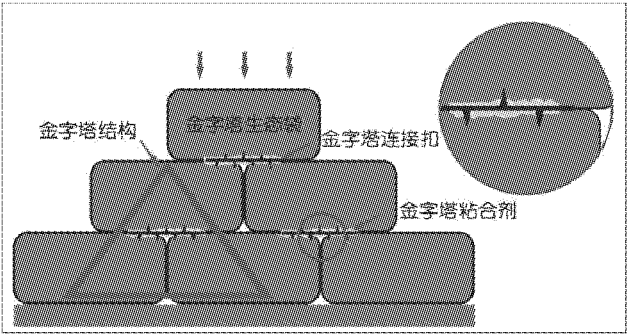


图 1 堆叠加固法边坡防护结构

表 2 长丝纺粘针刺非织造土工布的基本项的技术要求^[9]

项目	指标								
标称断裂强度/(kN/m)	4.50	7.50	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	40.00	50.00
纵横向断裂强度/(kN/m)	4.50	7.50	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	40.00	50.00
断裂伸长率/%	40~80								
CBR 顶破强力/kN	0.80	1.60	1.90	2.90	3.90	5.30	6.40	7.90	8.50
纵横向撕破强力/kN	0.14	0.21	0.28	0.42	0.56	0.70	0.82	1.10	1.25
等效孔径 Q_{90} (Q_{95})/mm	0.05~0.20								
垂直渗透系数/(cm/s)	$K \times (10^{-1} \sim 10^{-3})$ $K=1.0 \sim 9.9$								

1.2.2 长袋锚固法边坡防护结构

长袋锚固法利用生态长袋沿坡体纵向铺设,袋体之间由连接扣和粘合剂连接,通过生态锚杆将生态袋固定在边坡之上,可使生态袋与坡体形成纵向加固、横向连接的稳定边坡防护结构,形成受力整体。生态袋的长度可根据坡面长度灵活选取,装土后的生态袋宽度为 40 cm 左右。长袋锚固法边坡防护结构型式如图 2。

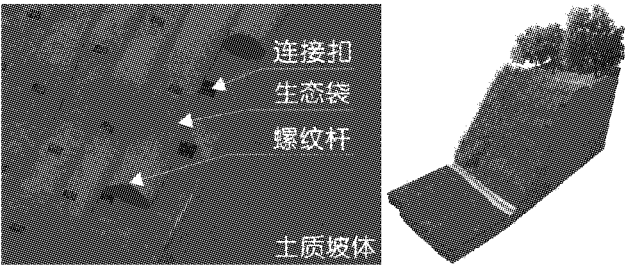


图 2 长袋锚固法边坡防护结构

2 施工工艺

2.1 施工过程

施工主要包括基础开挖、岸坡修整、生态袋装土封装、生态袋安装、封顶、坡面绿化等环节。

(1)基础开挖。根据基础设计要求,按一定的稳定边坡将基础开挖到满足抗冲刷深度要求及满足施工的基础底宽。

(2)岸坡修整。按照设计边坡坡度及边坡稳定的要求对边坡进行开挖修理,清理边坡的杂土、杂物、杂草、乱石等,为生态袋的安装提供施工边坡条件。

(3)生态袋装土封装。在施工现场就地取土拌制植生土装填生态袋。土料要基本适合植物生长,并加入保水剂、肥料、中粗砂等掺合料。每立方米植生土中掺入约 30% 的砂(以增强土体的透水性,防止土体板结影响植物

生长)。生态袋装土密实饱满后,对生态袋进行封口。

(4)生态袋安装。堆叠加固法生态袋安装:将生态袋按摆放形式一个紧贴一个排列,把连接扣顺向放在两个生态袋之间的生态袋顶面上,把已填充植生土的生态袋放置于下层两个生态袋之间的连接扣上,摇晃上叠加层已填充植生土的生态袋使连接扣穿透生态袋,确保连接扣和生态袋间的良好连接。长袋锚固法生态袋安装:坡面安装长袋时应首先挂线,按设计距离竖横挂线(竖向按生态袋体的中心线位置布线、横向按设计锚杆位置布线),竖横线之间的交点即为所有的锚杆钻孔点(注意锚杆一般都是梅花形布置,沿竖向钻孔应严格按照设计间距进行)。顺边坡放下未装植生土的生态长袋,然后在边坡顶部填装植生土。当填充土至锚孔附近时据锚孔位置进行锚杆锚固,锚杆在边坡外保留一定长度,继续填充植生土,填充完长袋后,锚杆打入设计的深度。生态袋应填充饱满,填充安装后的袋体厚度、宽度应大体一致,大面平整、线形顺直、连接紧固。相邻两排生态袋间的底部应按设计布设工程扣连接扣,以保证完工后形成一个统一的生态袋受力墙体。

(5)封顶与压顶。堆叠加固法护坡顶:把生态袋竖向垂直边坡放置,以提供一个可靠的顶部;长袋锚固法护坡顶:生态长袋延长锚挂一定长度,顺延至截水沟或嵌入坡面实体。坡顶设置砼或浆砌块石压顶。

(6)坡面绿化。坡面绿化可选用抗逆性强、耐寒、耐旱、耐贫瘠、根系发达,入土深,适应性强的乡土草坪植物、地被植物、木本植物、水生植物、藤本植物。植物种植方法有喷播、摸种、铺草皮、直栽、压播、装袋等。

2.2 施工技术要求

(1)生态袋护岸基础埋深应满足抗冲刷深度要求或设置其它稳固基础(如砼脚槽等),护岸顶应设置砼或浆砌块石压顶。

(2)生态袋填充时,确保生态袋是完全地被填满,以达到生态袋填充标准,保证每个袋子灌装量均匀,重量接近;填充土料要基本适合植物生长,土料中掺入约 30% 的砂,压实度要求达到 60% ~ 70%,不要夯得太实,适合植物生长但不要沉降太严重。

(3)袋体安装时,填充后生态袋要求摆放平整,连接扣要求扣入生态袋,达到连接良好的程度,对坡面、顶面、联接侧面进行整形,做到坡面平顺,顶面平整,侧面咬合紧密,确保生态袋堆叠质量和外观质量。

(4)生态边坡完成后要求尽快绿化,确保生态袋的寿命更长。植物选择以土生植物、草灌木结合、易成活、少(免)维护的本土植物为主。生态边坡绿化后的成活率要求达到 90% 以上,注意保肥保水,以及病虫害的防治。

3 技术经济性分析

对金字塔生态袋护坡与目前河道岸坡防护中较常用的干砌块石护坡及砼预制块护坡成本进行比较分析,各护坡 1 m² 的主要工程量及成本比较分析详见表 3。据分析,金字塔生态袋护坡成本较普通的护坡成本略高一些。主要原因是此技术成本主要是生态袋材料成本,我省应用此技术较少,生态袋价格偏高,随着应用规模扩大,成本可较大降低。但金字塔生态袋护坡具有普通护坡无法比拟的生态环境效益。

表 3 1 m²护坡成本比较分析表

序号	护坡类型	主要工程量			费用(元/m ²)
		生态袋	干砌石/m ³	C20 砼预制块/m ³	
1	生态袋堆叠法护坡(中袋)	6 个			100
2	生态袋长袋法护坡(中袋)	2.85 m			90
3	干砌石护坡		0.40		65
4	砼预制块护坡			0.12	85

4 技术示范应用情况

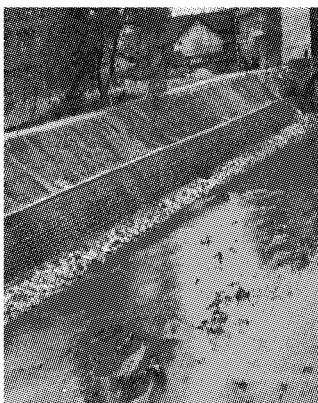
在江西省永丰县沿陂镇鹿港水整治工程中对金字塔边坡柔性生态防护技术进行示范应用。鹿港水桩号 14 + 810 ~ 15 + 160 段,原河道宽度 42.00 m,岸坡高度

4.00 m,原河道为原状土岸坡,抗冲刷能力较差,每年洪水季节岸坡坍塌冲刷严重。因此,对桩号 14 + 810 ~ 14 + 910(右岸)河岸采用生态袋堆叠法护岸,14 + 910 ~ 15 + 160(左岸)河岸采用生态袋长袋法护岸,在河岸设计洪水位处设置宽为 0.50 m 的砼平台,平台以上设计边坡为 1: 2.00,进行草皮护坡;平台以下,进行堆叠法

或长袋法生态袋柔性生态衬护,设计边坡为1:1.50,坡脚设砼防冲脚槽,脚槽外抛石固脚。

示范工程经2个汛期运行后,生态袋护坡结构完整稳固,不存在滑坡、塌陷、冲刷、脱落、松动等情况;生态袋护坡已被绿化后的草体覆盖,在日晒、风吹、水浸等野外环境下,未发现生态袋有降解、腐蚀、破损及动物破坏现象,生态袋本身完好无损;生态袋护坡在绿化实施一

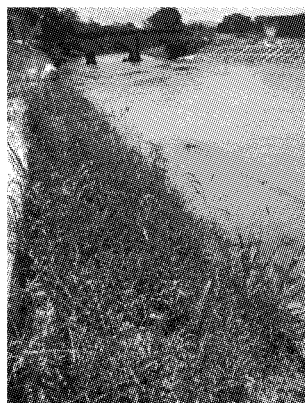
个半月后,岸坡就基本上已被绿草所覆盖,岸坡植物经过自然生长,绿草根系已深深地扎入生态袋坡面,坡面全部被绿草植物所覆盖,坡面绿草植物与生态袋护坡形成了一个整体,不但强化了对岸坡的防护作用,还达到岸绿景美的效果,应用效果非常好,工程施工完成后见照片1,生态袋完好见照片2,工程绿化一个半月后照片3。



照片1 工程施工完成后



照片2 二个汛期后生态袋完好



照片3 工程绿化一个半月后

5 结 论

(1)金字塔生态袋其物理力学性能可达到标称断裂强度7.50 kN/m产品质量要求。生态袋具有透水不透土、强抗紫外线性能、抗潮湿性能、抗化学腐蚀性能、抗生物降解和动物破坏、抗高温低温等优良性能。

(2)金字塔边坡柔性防护技术主要有堆叠加固法边坡防护结构与长袋锚固法边坡防护结构两种结构型式。

(3)金字塔边坡柔性防护技术具有以下特点:①结构稳定,对外界冲击力有吸能缓冲作用,抗震性能方面传统硬体边坡无法比拟;②生态环保,工程绿化与自然生态环境完美融合。透水不透土结构保证了河道与岸坡的水力联系;施工时不产生建筑垃圾和施工噪音;绿化植被选择可多样化,乔、灌、藤、花、草的有机结合,有利于生态系统良性的快速恢复或营造,将边坡环境迅速还原成自然状态;③施工简易、快速、安全、强度低、人人可为。依据施工指南或技术人员的指导,即可顺利进行施工作业。快捷、方便,材料搬运轻便,施工设备简单,施工安全性高,施工速度快;④一般不需对基础进行特别处理,适应变形能力强。对不均匀沉降的适用性是本系统的特点之一,同时防护结构不会产生温度应力,无

需设置温度缝。

(4)生态袋护坡绿化可采用喷播、摸种、铺草皮、直栽、压播、装袋等多种措施,物种采用本土草坪植物、地被植物、木本植物、水生植物、藤本植物,岸坡复绿速度快、效果好。

(5)通过分析,金字塔边坡柔性防护技术护坡成本较普通干砌块石护坡及砼预制块护坡成本略高。

(6)示范应用工程经过2个汛期洪水的考验后,护坡结构完整稳固,结构运行良好;生态袋本身完好无损;在绿化实施一个半月后,岸坡就基本上已被绿草所覆盖,绿化效果非常明显,根系已深深地扎入生态袋坡面,坡面绿草植物与生态袋护坡(护岸)形成了一个整体,不但强化了对岸坡的防护作用,还达到岸绿景美的效果。

参考文献:

- [1] 赵银军,丁爱中,李原园. 河流功能管理体系构建[J]. 水电能源科学,2014,32(4):159~162.
- [2] 吴阿娜,车越,杨凯. 基于内容分析法的河流健康内涵及表征[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(6):932~938.
- [3] 江西省水文局. 江西水系[M]. 武汉:长江出版社,2007.
- [4] 刘小平,王萱子,李艳红. 江西省中小河流岸坡整治技术集成及典型模式研究[J]. 江西水利科技,2016,42(3):166~170.
- [5] 钦志强,祝卓,胡献明. 柔性生态袋在河道生态建设中的应用[J]. 浙

- 江水利科技,2010(4):111~112.
- [6] 许兴,程炜.生态袋技术在湖岸修复中的应用[J].北京园林,2011,28(3):29~33.
- [7] 孔敏洁.生态袋护坡在城市河道治理中的应用[J].江淮水利科技,2015(3):12~13.
- [8] 邢建龙,张慧兴.生态袋在边坡防护工程中的应用[J].四川建材,2012,38(4):87~90.
- [9] GB/T17639-2008,土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布[S].

编辑:张绍付

Application of The “Pyramid” flexible ecological slope protection technology in waterways

YOU Wensun

(Jiangxi Institute of Water Sciences,Nanchang 330029,China)

Abstract: The “Pyramid” flexible ecological slope protection technology, due to its advantages in saving energy, reducing emission, preserving eco-system, protecting environment and greening landscaping, has been successfully applied in slopes of transportation, water engineering and municipal projects. This paper investigated and summarized the physical and mechanical properties of “Pyramid” eco-bag, the pattern of slope protection structure, the stability of slope protection, the process and requirements of construction and greening as well as the economic efficiency of this technology. By stacking eco-bags and anchoring long bags respectively to demonstrate its application in the remediation of small to medium sized river bank, it shows promising effect in slope protecting and ecological greening after withstanding two months of flood flushing and going through careful monitoring and analysis. The promotion of this technology in river bank remediation has positive meanings for improving ecological management level of river bank and protecting ecological health of waterways.

Key words: Waterway; Ecological slope protection; Eco-bag; Technology; Application

翻译:游文荪