

# PET生态连锁筐在山区河道治理工程中的应用探讨

陈琳

迪庆州水利工程建设管理站

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6841

**[摘要]** 迪庆州山区河道由于水流冲刷强烈、地形复杂、岸坡稳定性差,在治理过程中难度也比较大。PET生态连锁筐目前在生态修复、抗冲护岸及水土保持等领域中应用优势比较明显,是一种以高分子聚酯材料为基础,结合模块拼装、生态填充后形成的连续结构。基于此,本文针对PET生态连锁筐进行简单介绍,在迪庆州山区河道治理现状分析的基础上,对PET生态连锁筐在山区河道治理工程中的应用方法及成效进行探讨,为山区河道治理提供了一种生态友好、可重复利用的治理方案。

**[关键词]** PET生态连锁筐; 山区河道治理; 生态护岸

**中图分类号:** TV143+.3 **文献标识码:** A

Discussion on the application of pet ecological chain basket in mountain river regulation project

Lin Chen

Diqing Prefecture water conservancy project construction management station

**[Abstract]** due to strong scouring, complex terrain and poor stability of bank slope, the river in Diqing mountainous area is also difficult to control. At present, pet ecological chain basket has obvious advantages in the fields of ecological restoration, anti scour revetment and soil and water conservation. It is a continuous structure based on high molecular polyester material, combined with module assembly and ecological filling. Based on this, this paper briefly introduces the pet ecological chain basket, and discusses the application method and effect of pet ecological chain basket in mountain river regulation engineering based on the analysis of the current situation of river regulation in Diqing Prefecture, which provides an ecological friendly and reusable treatment scheme for mountain river regulation.

**[Key words]** pet ecological chain basket; River regulation in mountainous areas; Ecological revetment

迪庆州山区河道与平原河道不同,受坡降、降雨及地质等因素的影响,在洪水期河水冲刷力强、流速高,极易造成河床下切、岸坡坍塌及生态退化等问题。以往在河道治理中,主要采用混凝土、浆砌石护岸等刚性结构,短时间内对岸线的稳定效果较好,但对水体和陆域之间的生态交换进行隔断,水体的自净能力被削弱,且长期维护的成本比较高。近年来,采用格宾石笼护岸进行生态治理,但由于迪庆山高坡陡加之暴雨造成河道来水猛然增大,格宾石笼护坡破坏增多,无法达到原设计使用年限。随着生态治理理念在河道治理中推进,兼具生态功能与力学强度的柔性结构使用增多。PET生态连锁筐采用聚酯纤维为网面结构,内部充填生态基质、种植土及碎石,通过模块单元相互锁扣形成连续的结构体,对不规则岸形能有效贴合,可允许生物栖息与水体渗透,在对水流冲击减缓的同时也能恢复植被<sup>[1]</sup>。对山区河道治理中PET生态连锁筐应用的适应性及路径进行研究,对河道综合治理水平及效益的提升至关重要。

## 1 PET生态连锁筐概述

### 1.1 结构与材质

PET生态连锁筐是由聚酯纤维网格被焊接在一起成型,强度比较高,通常根据工程的实际情况对网孔尺寸进行设定,一般为10cm×12cm或12cm×15cm,抗拉强度能达到600~800N/m。筐体主要以立方体或长方体为主,尺寸相对标准方便拼装与运输,最常见的尺寸为1m×0.5m×0.3m<sup>[2]</sup>。聚酯纤维材质的抗紫外线老化、耐酸碱能力比较强,在野外环境中使用寿命能够达到20年以上。筐体边缘设置有连接销与锁扣,相邻单元能够紧密咬合在一起,形成整体曲面或平面结构,避免了水流将整个单元冲移。

### 1.2 填充与生态特性

筐内填充构造可分为三层:最底层为透水滤水层,一般选择5~10cm粒径的碎石料,形成反滤层与排水层,降低静水压力、避免细粒土流失。中层为混合基质,包含有机改良剂与种植土,具有保水保肥的效果,为根系植物提供稳固的生长环境。表层覆盖草灌种子与腐殖质,有助于种子快速萌发形成植被覆盖。填充结构选择时,要考虑抗剪强度、透水性及生物亲和性,需保证水分

能够在筐体之间自由渗流,避免因为水位骤变导致结构受力突变。植物根系生长中,穿过网孔进入填充层与周围土体,可形成稳固的锚固效应,使岸坡稳定性整体得到提升。

### 1.3力学性能

在水流冲击作用下,PET生态连锁筐可将集中动压向填充碎石层、紧邻多个单元进行分散,使局部应力降低。研究显示,单个筐体在3m/s的水流速度冲击下,变形量不超过3%,整体结构能保持在稳定状态<sup>[3]</sup>。柔性结构的特性能够将漂浮物、波浪撞击能量吸收掉,使结构疲劳破坏降低。植物根系与填充碎石复合作用下,筐体的抗压与抗剪强度都会增强,实现了多次洪峰作用下岸坡仍然能保持形态完整、结构稳定。

## 2 山区河道治理的现状

### 2.1水文冲刷强度大

迪庆山区河道最大的特点就是纵坡比降大,短时间内就能使洪水汇流,峰值流量非常集中。降雨后雨水能快速汇入河道,短时间内河水流速就能达到4m/s以上,对河床、岸坡产生的冲击力与剪切力非常强。坡面土体以粘聚力较差的风化岩屑、砂砾为主,容易被河水掏蚀剥离。水流携带大量泥沙进入河流弯道处时,会形成环流,对凹岸的侵蚀加剧。河床缺乏抗冲覆盖层、比较松散时,单次洪水即可使冲刷深度达到数十厘米以上<sup>[4]</sup>。在高速水流反复作用下,传统护岸结构容易出现基础被掏空或接缝处松动情况,随着时间的延长结构会失去稳定性。在河水连续冲刷作用下,河道断面形态会发生改变,洪水位被抬高,上游被淹没的风险增大,成为山区河道防洪体系中的潜在威胁。

### 2.2岸坡稳定性差

迪庆州山区河道的岸坡构造比较复杂,上层以残积土为主,下层多为松散碎基层或风化基岩,层间渗透性差异较大,易产生滑移与潜蚀。在雨水渗透作用下,土体的含水率升高,有效应力下降,导致浅层滑坡发生。水流对坡脚产生顶冲作用,加快了坡体后退速度。刚性护岸导致坡体排水通道被阻断,土体内部孔隙水压力不断积累,其稳定性也逐渐下降。在洪水、连续降雨交替作用下,坡体裂隙逐渐增大,贯通性滑动面会逐渐形成。雨水将坡面细粒土冲刷掉后,结构变得松散,整体抗冲能力下降,抢险与修复的频次会增加,养护负担加重。

### 2.3生态功能缺失

混凝土护岸或浆砌石护岸将水体与土体之间完全隔开,陆地与水体之间的生物交换被阻隔,岸边植物和底栖生物无法附着生长。岸坡上没有植被覆盖,滞洪功能与蒸腾降温作用被减弱,局部微气候呈现出干燥化的状态。单一的护坡结构缺乏异质性与多孔性,极大地减少了生物栖息地,导致河道的自净能力下降,水体富营养化风险也会升高。水体溶氧在封闭的环境中补给受到限制,特别是在缓冲区很容易形成缺氧层,对好氧生物的活性产生抑制。河岸植物的缺失,导致昆虫、鸟类的繁殖条件、觅食条件被削弱,生物多样性降低,河流生态系统的完整性与恢复潜力受到较大的影响。

### 2.4维护与适应性不足

传统刚性护岸结构受地形的限制比较大,基础处理及开挖工程量比较大,施工扰动范围也比较广。由于工程位于山区,交通不便,很多大型机械都无法到达施工现场,工程建设的成本会增加。刚性结构出现损坏后,在修复时很多时候需要拆除重建,工期比较长,对河道的行洪能力产生影响。面对地质灾害或极端洪水时,刚性结构由于韧性不足,容易出现突发性破坏,与山区多变的水文地质条件难以适应。温差变化与冻融循环导致混凝土缝与石缝处应力比较集中,材料老化现象加剧。对护岸维护时,要将部分河道封闭起来,对正常行水产生干扰,管理协调的难度也会加大,治理措施的可持续实施也受到限制。

## 3 PET生态连锁筐在山区河道治理工程中的应用

### 3.1护岸构筑

山区河道治理中,在易受冲刷的岸坡区段,依据水力计算结果确定筐体铺设的层高与范围。先清除坡面上的松散层,再压实,为防止细粒土滑落到筐体碎石层中,要铺设一层反滤土工布。筐体布设时,顺水流方向或沿等高线逐单元拼装并扣紧锁扣,底部单元固定在基岩凹槽或预埋地锚上,避免出现位移<sup>[5]</sup>。多层铺设时,上层单元与下层要错落排列,以增强整体抗滑性能与咬合能力。完成拼装后,充填种植基质与碎石,最后将乡土草灌种子播撒在表层。水流经过筐体阵列时,其冲击力能够被分散到植物根系与填充层中消耗掉,冲刷的宽度与深度显著降低。施工中,根据水位变动情况可分段施工,在枯水期先完成水下部分的构筑,再逐层向上延伸到正常水位上,确保结构整体的连续性。可根据岸形借助筐体柔性进行弯曲保证结构与岸坡更加贴合,防止结构硬性转折导致水流局部加速或分离,保证对冲击力能够均匀分散,使岸线的整体耐久性提升,保证行洪安全。

### 3.2生态基质稳定

PET生态连锁筐采用多孔结构形式,使填充层的透水透气性得以维持,避免不透气或积水导致植物根系腐烂。碎石层组成的反滤界面比较稳定,对细粒土顺渗流外泄的路径能够有效阻挡,保证了基质的肥力。植物根系在生长过程中,在筐体网孔与填充层之间来回穿插生长,形成了稳固的锚固网络,使基质抗剪强度大幅提升。根系生长中还会分泌多糖与有机酸,使团粒结构发育,基质抗侵蚀能力增强。稳定的生态基质为植被的生长与覆盖可持续得到扩展,将纯工程防护的人工维护手段逐步取代。对填充层粒径级配进行设计,兼顾了反滤与透水,对细粒流失进行预防的同时为水肥转运提供了足够的孔隙。雨季基质的缓冲作用使水分入渗速率降低,孔隙水压不会出现骤然升高的情况,岸坡的稳定性不受影响。网体育各系结合形成的负荷结构,在多次洪峰冲击下仍然保证的结构整体的完整性,同步实现了力学与生态的稳定,二次修复的概率降低。

### 3.3植被恢复

筐体表层填充的腐殖质中含有种子,遇到水后能快速萌发,草体将构筑物表面覆盖起来,雨水产生的击溅坡面的效果减少。攀缘植物或灌木生长中依附在筐体上向上生长,形成了立体的植被层。植被冠层能够对降雨进行截流,使径流速度减缓,冲刷

动能降低。根系生长中向筐体与岸坡土体中深入,使土体的抗冲性及凝聚力增强。植物配置的多样化能够对小型动物与昆虫产生吸引作用,使食物链的基础环节逐渐恢复,促进了生态系统自我调节能力的提升。植被在不断生长与恢复的过程中,结构的稳固性也在不断提升,护岸与生态实现双赢。施工过程中要与当地土质、气候条件结合在一起,优选深根、耐冲刷的乡土物种,对播种密度与混播比例分区控制,形成层次丰富、疏密相间的植物群落。植被生长初期,根系即可参与固定表层填充物的作用中,中期对表层群覆盖,抑制了水土流失。随着生物量的累积,在蒸腾作用下,岸坡的温湿度得到调节,局部微气候环境得到改善,为更多物种提供了适宜的生活环境,河道生态系统更加的自然与平衡。

### 3.4 施工与适应性

PET生态连锁筐单元的重量比较轻,通过小型运输车配合人力搬运就能运送到狭窄的作业面。作业现场受天气影响小,拼装工序简单,不用大型浇筑设备。模块化的设计可根据岸形随时调整布局,在不规则坡面、陡坎及急弯处都比较适合应用。柔性特征使结构能够对轻微变形与沉降更好的顺应,避免出现地基不均匀导致破损情况发生。在遇到比较大的洪水时,筐体可能出现局部损毁的情况,但整体不会溃散,洪水过后只需要对破损的单元进行修复即可,修复速度快且成本较低。施工顺序上,可根据岸坡的稳定性分析结果分段施工,对冲刷风险比较高的区段优先施工,然后向上下游延伸。水位变化比较大的区段,为增强结构整体性,可采取双层错缝铺设的方法。坡脚处要将筐体的高度加深并增加单元的锁扣数量,降低水流顶冲的能量。该结构形式对地基结构没有特殊要求,在软土区、岩石裸露区都能直接拼装,无需对地基大规模处理,在交通不便的山区更为适合。

### 3.5 长效性能与监测

PET材料对湿热交替、紫外线等有较强的抵御能力,使网体形态与强度能够长期保持。施工中可将渗压与位移监测仪器布

设在关键断面,对孔隙水压变化、岸坡变形实时掌握,对生态恢复效果根据植被覆盖度调查进行评估。监测数据作为筐体层数与填充配比优化的依据,确保结构在满足安全的同时,其生态效益也能最大限度的发挥出来。长期观测能够对不同季节植被对岸坡的影响进行揭示,为类似工程提供数据。材料抗老化、抗腐蚀性能保证了结构在很长时间内无需大修,只需要定期巡查与局部补充即可。

## 4 结语

山区河道治理要对生态恢复、岸坡稳定、长期适应等因素综合考虑。PET生态连锁筐以其柔性拼装、轻质高强、生态友好的特性,在高冲刷环境中应用效果显著,通过植被与填充形成了生态基质加固的优势,也能使生物多样性提升。同时因其具有适应复杂地形、施工方便,易修复及可重复利用等优势,与山区河道治理中经济性与安全性的要求更契合,可作为山区河道治理中有效的治理方案来推广应用。

## [参考文献]

- [1]郑亚杰.PET石笼施工技术 in 河道治理工程中的应用探究[J].水上安全,2024(12):79-81.
- [2]张琳,王钊.PET生态连锁筐在山区河道治理工程中的应用[J].云南水力发电,2025,41(5):144-147.
- [3]李源,唐小宁.PET石笼袋护坡施工技术探究[J].地下水,2025,47(4):280-282.
- [4]叶伟.基于“生态修复-空间再生”模式的山区河道治理研究[J].水利技术监督,2026(1):171-173,249.
- [5]李正奎.山区河道治理中格宾石笼网箱的应用研究[J].中国水运,2025(19):141-143.

## 作者简介:

陈琳(1983-),女,藏族,云南香格里拉人,本科,高级工程师,研究方向:水利水电工程建设管理。