

# 内河航道生态护坡建设措施研究

孟苏宇

上海城投公路投资(集团)有限公司

**摘要:**生态护坡是确保航道安全、稳定的关键要素,为提高内河航道的营运和防汛排涝能力。本文结合油墩港航道整治工程案例,探讨生态护坡建设基本思路。本研究,从我国常见生态护坡技术角度出发,结合具体项目阐述生态护坡建设的基本思路。研究结果表明,生态护坡建设,应做好坡脚防护设计、亲水台阶设计、堤顶路面及景观马道设计工作,做好相应的植物配置和生态防护方案设计。

**关键词:**内河航道;生态护坡;植物配置;坡脚防护

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.10.082

**前言:**河道岸坡是连接河流域陆地的枢纽,护坡技术应用,是确保河道生态环境稳定,确保河道营运效率的核心。在我国众多的内河航道中,生态破坏严重、河道泥沙淤积,造成严重的生态问题。传统护坡方案,主要为硬质护岸,虽然具有良好的抗冲刷性,但景观效益和生态效益无法保障,而生态护坡在自然条件恶劣、流态复杂的航道中应用效果良好,可起到改善生态环境的作用,具有良好的生态效益和景观效益。因此,研究此项课题,具有十分重要的意义。

## 一、常见的生态护坡技术

### (一) 纯植物河道边坡防护技术

纯植物河道边坡防护技术是具有良好的生态效益,是利用植物本身的物理特性和生长习性实现边坡防护的措施。在生态护坡设计中,依据科学的设计和合理的布局,实现抑制边坡土壤流失、维持河岸稳定、改善生态环境的基本目标。该技术的基本原理是将植物的根系深扎入边坡的土壤之中,牢固地将土壤粒子锁住,避免雨水等产生水流冲刷而导致的土壤粒子侵蚀和流动。由于植物的茎叶具有一定的阻挡作用,茎叶部分可减缓雨水冲击和地表径流的速度,降低雨水的侵蚀力。植物生长在生长过程中,其根部深深牢固土壤,可改善土壤结构,增加土壤的抗侵蚀能力,实现护坡的目标。在应用纯植物河道边坡防护技术时,由于仅仅依靠植物,对植物和种植技术的要求比较高。坡度、土质、水文气候条件等均会影响到边坡植物的生长,植物的种类也会影响到边坡防护的效果。在方法应用方面,技术人员可使用植物种植、植被垫网、生物毯等,植物种植是直接边坡种植草籽、苗木,植被垫网、生物毯则利用材料将植物与土壤固定,形成生态防护层<sup>[1]</sup>。

### (二) 植物—工程措施复合护坡防护技术

植物—工程措施复合护坡防护技术集生态防护和工程防护于一体,属于综合性边坡防护技术,旨在利用植物的生态作用和工程结构的物理作用,共同维护边坡的稳定,防止河道边坡土壤侵蚀。该技术主要利用植物根

系的锚固作用和工程防护结构对边坡的直接保护,实现护坡的基本目的。植物主要通过根系改善土壤结构,提高土壤的抗侵蚀能力。该生态护坡技术主要包括工程措施和生态措施两个部分,工程护坡建设包括防护墙、排水系统、筑坡等,生态措施主要为植物的种植和方案的选择。在实施植物—工程措施复合护坡防护技术时,应预先正确评估边坡的稳定性,选择合适的工程措施,同时选择适应性强、生长快速、根系发达的植物种类,确保工程措施和生态措施之间的协调配合,相互补充,共同维护边坡稳定。该技术是一种集生态防护和工程防护于一体的综合防护技术,既考虑了生态效益,又兼顾了工程效果,具有良好的适应性和灵活性,能够针对不同的边坡条件和环境因素,选择不同的工程措施和植物种类。

## 二、项目简介

油墩港航道整治工程位于上海市,是“一环十射”航道网络结构打造的关键内容。该项目建设主要目的是提高航道的输运能力和等级,工程项目内容包括拓宽浚深航道、新(改)建护岸、港航管理配套设施、船闸和桥梁等内容。其中青浦段工程共计分为两段,总长度为13.17km<sup>[2]</sup>。

## 三、生态护坡建设思路

### (一) 生态护坡建设要求

生态护坡建设属于护岸工程,在具体生态护坡建设过程中,应结合河道、河岸的动力作用特点防护,将岸坡的稳定性作为基础目标,将可持续性作为发展目标,同时注重生态护坡建设生态效益和经济效益的统一,确保护坡工程的可维护性。因此,生态护坡的建设应尽可能保留原有的地貌和植被,减少对自然环境的破坏。对于需要移除的植被,应尽可能进行移植和复壮。在植被选择上,应重点考虑边坡的稳定性、植物的生长需求、水土保持等多个因素。设计时应尽可能模拟自然环境,使得新建的护坡能够和周围环境融为一体。植物的选择应考虑其对环境的适应性、生长速度、根系发达程度等因素。一般来说,应选择本地的、对土壤和气候条件适应性强的、根系发达的植物种类。本项目中将工程防护与生态措施结合在一起,提供了更加优质的生态防护效果,在具体生态护坡建设期间,秉持系统性、综合性、生态适应、可持续性的基本原则。在综合性和系统性理念的指导下,生态护坡建设充分考虑地质、气候、水文、生物等因素,采用系统性的设计和规划方案,将生态防护和工程防护有机结合,使得两者相互补充,共同达到最佳的防护效果。在适应性原则的指导下,优先选择当地的、适应性强、生长快速、根系发达的植物种类。工程措施中采用绿色、环保的方法,尽可能减少对

环境的破坏。在可持续性原则的指导下，定期进行巡查和维护边坡，确保护坡结构的稳定性和植物的健康生长。以本工程为例，本工程对组合钢管桩护岸进行了应用，实现了生态护坡的建设要求，如图1所示。

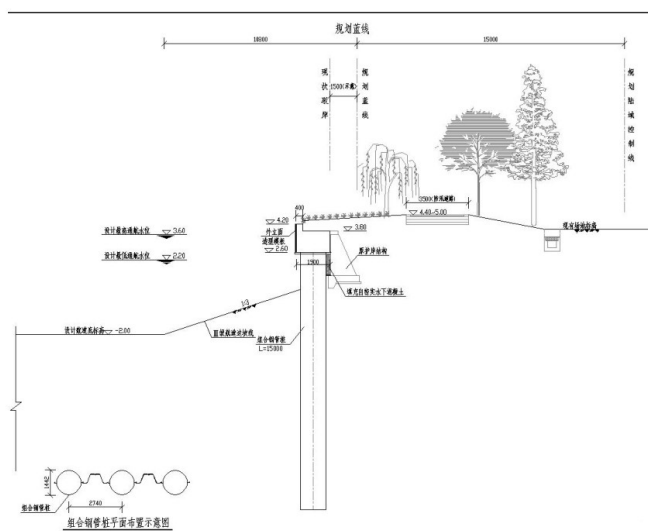


图 1 组合钢管桩护岸断面图

## (二) 工程措施

### 1. 坡脚防护设计

对于本工程而言，坡脚防护设计属于重要的内容，具体设计措施如下：

(1) 坡脚排水：该设计的主要目的是排出地表水，避免雨水和地表水，对坡脚造成影响。在排水设计阶段，需要对路堑边坡进行考虑，通过截水墙、挡水墙的设置，以此保证边坡的稳定性。

(2) 坡脚防护：坡脚防护还应设置植被层和草皮层，与工程措施相结合，增强坡脚的防水能力。

(3) 深挖高填地段：针对挖方边坡处，需要做好坡脚防护，最好将混凝土和浆砌片石护坡作为主要的措施，防止因开挖导致坡脚质量受损。

(4) 陡坡路堑边坡：需要将工程所在地区的地形和地质条件作为依据，同时依托边坡稳定性评价，做好坡形的选择，最大限度上保证工程质量。

### 2. 亲水台阶设计

亲水台阶是本工程的重要组成部分，其设计施工要点如下：

(1) 做好土石方高边坡放坡开发。在开挖之前，需要完成截水沟的设置，并通过铺砌防护的方式，对截水沟予以处理，避免地表积水流入施工现场。若施工为雨季，还应做好防水工作。比如，可以对遮挡、拦截等方式合理运用，保证边坡不会遭受雨水或地表水的影响。在施工阶段，还应清理场地，并在施工前，完成对施工区域树木的移植或砍伐。砍伐后树木或灌木丛，应放置到远离工程所在地的区域，同时，做好相应的处理。之后，遵循自上而下的原则，开挖边坡。值得注意

的是，在开挖后，应立即加固，其中，各级边坡开挖和防护工程施工的间隔应小于半个月。值得强调的是，防护施工不能在边坡开挖施工全部完成后实施，否则容易导致边坡失稳<sup>[3]</sup>。

(2) 测量：在开挖土石方的过程中，必须将设计坡率作为依据，在施工尚未开始前，做好边桩的准确放置，并通过撒石灰的方式，确定开挖边界，在开挖前，需要做好放线宽度、坡度和检查，检查方式以放线为主，以此找出偏差，并加以解决，防止超挖或欠挖问题的发生。此外，还要依据设计，将台阶位置放出，其中，测量需要在台阶开挖后及时进行，简言之，就是每开挖一个台阶，测量一次，主要测量指标为台阶高度和宽度，避免边坡的坡率不符合设计要求。

材料要求：本工程所使用的水泥为硅酸盐水泥，其质量按照相关标准执行，并在使用前，通过试验的方式，检测其质量。

在砂石选择上，对中砂和细砂加以使用，在使用前，还需利用筛子过滤，保证砂石颗粒均匀，防止杂物的存在，并将颗粒物的直径控制在5mm以内。

工艺流程：在完成基层清理后，实施垫层、找平层铺设，然后通过试验的方式进行拼排，之后灌砂浆和铺设花岗岩，最后，对缝隙加以处理，并做覆盖养护，保证台阶质量。

清理基层：主要是将存在于基层表面的杂物清理，保证基面的平整度。

垫层铺设：将粒径为30mm左右的卵石，均匀铺设到基层，同时灌注砂浆。

找平层铺设：将设计图纸作为依据，将混凝土找平层铺设到基面，并做好找坡的设置。其中，找平层的厚度为60mm。

结合层铺设。先在基层涂刷一层水泥浆，然后，将水泥砂浆结合层铺设到其上方。

花岗岩铺贴：在尚未铺贴前，处理花岗岩，具体方式为喷涂防污剂，避免其受到污染。在试验铺贴阶段，在对好缝隙后，使用锤子对板块的中间进行敲击，确保砂浆振捣密实效果达标。若试验结果符合设计要求，方能开展后续操作。

灌缝：在铺贴后，将板材颜色作为依据，使用水泥和颜料调制水泥浆，并使用小嘴壶将浆液灌入花岗岩板之间的缝隙内。之后，使用棉纱团擦拭，直至质量达标。

养护：在完成上述步骤后，利用土工布和细砂覆盖台阶，并采取喷水养护的方式，保证施工质量<sup>[4]</sup>。值得注意的是，养护时间不能少于7天。

以E2型护岸为例，该护岸属于亲水护岸，此类护岸可以呈现出绿色生态自然的滨水景观，在生态景观要求高，且注重亲水性的岸段中较为适用。其结构主要为阶梯型空心方块低桩承台与二级挡墙护岸，其中，前方一级挡墙的结构为阶梯型空心方块低桩承台结构，为营造良好的景观效果，需要将素土回填到空心方块之中，同

