

浅谈河道综合治理与水生态修复设计

弓平平

长江勘测规划设计研究有限责任公司，上海 200000

[摘要] 结合工程实际案例，为河道治理工程设计提供参考，选取常见的护坡、护岸结构型式及材料进行比选，实际工程设计可根据河道现状情况选取；此外对河道本底进行调查，采取控源截污、清淤疏浚及水生、陆域全断面绿化等工程措施，消减河道内源污染物，净化水体、改善底质，为打造良好的水生态环境创造条件。

[关键词] 河道综合治理；护坡护岸型式；生态修复

DOI: 10.33142/hst.v7i8.13164

中图分类号: TV85

文献标识码: A

Brief Discussion on Comprehensive River Management and Water Ecological Restoration Design

GONG Pingping

Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

Abstract: Based on practical engineering cases, this paper provides reference for the design of river management engineering, selecting common types and materials of slope and bank protection structures for comparison. The actual engineering design can be selected according to the current situation of the river; In addition, investigations will be conducted on the background of the river, and engineering measures such as source control and pollution interception, dredging and dredging, and full section greening of aquatic and land areas will be taken to reduce internal pollutants in the river, purify water bodies, and improve sediment, creating conditions for creating a good aquatic ecological environment.

Keywords: comprehensive river management; slope and bank protection type; ecological restoration

引言

随着全球气候变化、水资源短缺、生物多样性减少、洪涝灾害频发水环境问题的日益严重，政府水行政部门高度重视河流水系综合治理及生态修复。

水资源是人类社会发展的重要基础。河道作为水资源的重要组成部分，其健康与否直接关系到人类的生产、生活和生态环境质量。随着工业化和城市化进程的加速，河道面临的排涝能力不足、淤积、生态退化等问题日益严重，给人类社会的可持续发展带来了巨大挑战。因此，河道综合治理与水生态修复成为当前水环境保护领域的重要议题。我国政府在“十三五”规划中明确提出加强生态文明建设，实施河长制，全面推进河湖综合治理、保护和水生态修复。

河道综合治理与水生态修复旨在通过恢复河道自然生态功能，提高水资源质量，保障水资源的可持续利用。这符合国家对水资源管理的总体要求，也是实现经济社会可持续发展的重要途径。

然而，河道地形地貌复杂多变，不同河段存在不同的水流条件、河床形态和地质结构。这要求治理方案需要根据实际情况进行定制设计，增加了技术难度和施工成本。并且，河道综合治理与水生态修复涉及多个领域的工程技术，如水利工程、生态学、环境科学等。这些领域的技术要求较高，需要专业的技术团队和先进的设备支持^[1]。

1 总体设计策略

河道根据其地形形态、高差、自然坡度等特征，可分

为山丘区河道、平原河道、滨海河道等类型。各类河道因其独特的自然环境和功能需求，需要采用不同的治理和修复策略。

河道综合治理应首先在确定河道所处位置、地形地貌及水文地质特点的基础上，分析整治河道的防洪、排涝、灌溉或航运等设计标准及任务规模，在充分协调各标准、工程任务间关系的基础上，进一步分析整治河道总体布置及防护工程措施。河流水系整治及生态修复的主要技术包括防洪排涝（护坡、护岸、堤防）；水质改善和水生态景观建设等方面。河道平面布置、结构形式应结合沿线周边环境条件实施，设计方案充分体现“水安全、水生态、水资源、水环境、水文化”五位一体的指导思想，在满足防汛排涝的前提下，充分考虑河道及周边生态环境的协调性。

2 河道总体布置

应本着全面规划、综合治理的原则，结合工程区河道现状、河道规划蓝线、设计标准并结合相关用地指标等要求，以全面规划、护通导结合，兼顾增强亲水性、生态性以及与环境自然和谐为原则，合理确定工程方案。河道用地红线的确定应从工程实际和设计方案需要出发。具备规划实施条件的河道以规划部门确定的河道规划蓝线、绿线为基础，整治河道岸线利用应与岸线控制线、岸线利用功能分区的控制要求相一致，并应符合经审批的岸线利用规划。非规划河道以河道现状为基础，满足行洪排涝的需要，综合考虑现状河口地形、防洪过水断面要求、通航等要求。

根据项目区保护范围、保护对象的重要性,考虑地形、河势发展、洪水、地质、规划、征地移民、工程实施的难易程度、工程投资和周边环境等因素,进行综合技术经济比较。

平面线形定线在满足行洪排涝的基础上,河道岸线与河势流向相适应,并与大洪水的主流线大致平行,力求平顺,各河段平缓连接,避免采用折线和急弯,以保持良好的水流流态和顺畅的线型。工程实施驳岸线在用地范围内可适当弯曲,使河道与绿化带有宽有窄,线形活泼,保留河道的自然形态,并尽可能保留或恢复湿地、河湾。



图1 河道布置示意图

3 河道护坡、护岸型式

3.1 断面型式

河道护坡断面型式选择应结合区域河道建设标准、地形地势、用地指标,不同断面型式适用范围以及与周边环境、人文风貌的融合等情况,在保证堤岸防冲稳定安全的前提下,因地制宜综合选取,常用的河道断面形式有斜坡式、直立式、复合式等断面型式^[2]。

斜坡型护岸:斜坡式断面坡度较缓,可构建利于生态系统恢复的基底条件,有利于两栖动物的生存繁衍,有利于河道的生态多样性,投资也相对较小,但因边坡的单一和水深的制约,能够生长水生植物的基底相对较少,生态亲和性相对一般。适用于农田、村庄或滨水腹地较宽阔的区域。

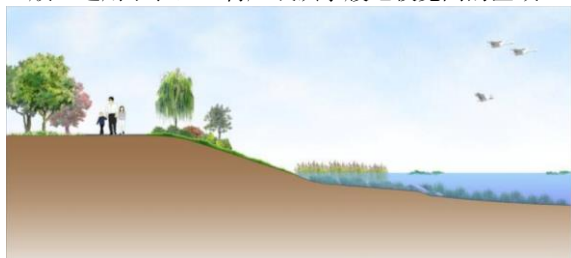


图2 斜坡式护岸

矩形形式护岸:直立式断面占地面积小,有助于提高河道的过流能力,但降低了河道本身的自然美感。适用于河流周边占地范围受限或地面高差较大、河道狭窄、滨水腹地较小的区域。



图3 矩形形式护岸

复合式护岸:复合式断面结合了直立式和斜坡式的优点,过流能力强,近岸有一定宽度的河滩地,有利于河道中水生物和两栖动物的生长,具有一定的生态性,岸后斜坡、堤顶植被缓冲带等均可开发为景观休闲区域,具有较强的景观性。适用于河流域周边用地高差较大,滨水腹地较宽区域。



图4 复合式护岸

三种断面型式各有其优缺点,具体分析详见表1。

表1 断面型式比较

断面型式	优点	缺点
斜坡式	生态性好,施工方便,工程造价低	占用两侧土地多
直立式	占用两侧土地少,防冲能力较强,结构耐久性好,安全可靠	工程造价高
复合式	占用两侧土地适中,兼顾直立式和斜坡式的优点	施工要求较高

河道护岸型式的选择首先考虑结构的安全可靠性,其次河道沿岸的周边环境和河道的景观生态效果,充分发挥河道在排涝、水资源调度及改善周边环境等方面的综合功能。

3.2 护岸型式

常用的河道护岸型式有箱型砌块挡墙、钢筋混凝土挡墙、格宾石笼护岸、浆砌块石挡墙、桩板式挡墙等护岸型式。护岸结构应做到安全可靠、结构简单、施工方便、经济美观与周围环境协调。

河道护坡断面型式选择应结合区域河道建设标准、地形地势、用地指标,不同断面型式适用范围以及与周边环境、人文风貌的融合等情况,在保证堤岸防冲稳定安全的前提下,因地制宜综合选取。

(1) 箱型砌块护岸。箱型砌块是一种新型的砼生态

表 2 护岸材料和结构功能的优缺点比较

结构形式	箱形砌块护岸	格宾石笼护岸	浆砌块石挡墙护岸	钢筋混凝土护岸	桩板式护岸
稳定性	较好	较好	好	最好	好
耐久性	较好	较好	好	最好	好
抗冲刷性	较好	较好	好	最好	好
生态性	箱体中缝隙较多, 有利于水体交换	石笼中缝隙较多, 有利于水体交换	透水性差, 但为天然石材, 生态性一般	不透水, 生态性很差	不透水, 生态性很差
美观性	箱体外立面整齐, 顶部也可覆盖绿化, 景观效果好。	石笼结构变形较大, 外观观感相对较差	石材材质, 自然美观	外观单调, 美观性欠佳, 可通过压膜工艺提升美观性	外观单调, 美观性欠佳
施工条件	预制块, 施工方便、速度快	施工工艺成熟	施工工艺成熟	施工工艺较复杂	预制桩, 施工方便、速度快
工程投资	较高	较低	较高	高	最高

护岸构件。砼生态框可采用工厂化预制, 表面镂空并可根据景观需要变换表面饰纹。施工时, 箱体直接运输到现场, 吊装安装后, 在箱体内可填充石料、土袋、沙袋等, 起到防护作用的同时, 可生长植被、保持水体交流, 其空隙为鱼虾等水生动物提供空间, 满足生态护岸需求。其主要优势为: 箱体为预制产品, 可批量化生产; 箱体结构可根据需要定制, 外部饰面可根据景观需求变化, 不同箱体还能组合应用; 灵活方便; 镂空砼结构, 自重轻, 运输、吊装便捷, 施工速度快; 混凝土预制箱形砌块耐久性好, 不易腐蚀, 块体之间采用插槽孔内设置插销连接, 防止水土流失, 维持岸坡稳定。箱体内填充碎石土等透水材料, 顶部可填充种植土种植绿化, 生态性较好。

(2) 钢筋混凝土护岸。挡墙采用现浇钢筋混凝土结构, 具有强度高, 抗冲刷能力强, 稳定性、耐久性好等优点; 但工程施工较复杂, 施工周期长, 投资大。

(3) 格宾石笼护岸。格宾石笼是由特殊防腐处理的低碳钢丝经机器编织成六边形双绞合钢丝网组合成箱笼, 并在箱笼内充填石料形成整体的结构。该结构饶性大, 能允许岸坡的变形, 具有一定的抗冲刷能力, 并且石料之间的孔隙保证了水土、动植物、微生物之间联系。水生植物可以在其间茂密生长, 能发挥作为鱼类和水生昆虫生存场所的多重效果, 且植物繁茂的根须可紧缚土壤、增强抗洪能力, 稳定岸坡及提高石笼使用寿命。

(4) 浆砌块石护岸。浆砌块石挡墙墙身为浆砌块石, 顶部为混凝土压顶, 底板为混凝土结构。该结构具有饶性大, 具有一定的抗冲刷能力, 耐久性较好, 自然生态性好等优点; 缺点是护岸结构体量大, 块石采购难度大, 施工较复杂, 对工期影响较大。

(5) 桩板式护岸。桩板式护岸常规的有钢筋砼方桩导梁、仿木桩、U 型板桩、波浪桩、PC 护壁桩和钢板桩等, 预制桩板式结构采用工厂预制, 机械垂直沉桩, 与悬臂式挡墙、传统重力式护岸结构相比, 施工效率高, 施工中可不进行围堰截流, 对施工空间狭小、河道周边建筑物动拆迁难度大的河道尤为适用。但该类护岸价格高昂, 造型一般, 桩体本身作为外立面欠佳, 需配合压顶、植物遮挡、

饰面装饰等提高美观度。本工程对不同类型的护岸材料的常规性能作初步分析如表 2:

各型式护岸结构选择, 应综合考虑山丘区、平原区河道特点, 河道周边环境、生态条件、河道两岸占地、工程造价等因素, 并考虑工程各河段的现状与实施条件等, 进行综合比选确定。

3.3 护坡材料

护坡工程可根据水流条件、波浪强度和滩岸高度、岸坡坡度及土质、材料来源难易程度等情况, 可选择生态连锁砌块护坡、砌石护坡、格宾网石笼、混凝土护坡、平铺式生态砌块、A20 水土保护毯、加筋麦克垫等。

(1) 生态连锁砌块护坡。砼预制块的型式较多, 目前应用较多是生态连锁砌块护坡。生态砌块是采用透水的高强度反滤生态混凝土材料预制的连锁型空腔砌块, 具有高强度、适应变形能力强、能防波浪冲刷、自然排水透水等, 具有实现植物生长和生物繁殖等自然生态环境, 以及营造自然景观的特点。工厂化预制, 施工速度快, 对工期有利。

(2) 砌石护坡。包括干砌石护坡、浆砌石护坡等。石块表面不平整, 能够起到很好的消浪作用, 抗冲刷能力较强, 维修方便。干砌块石护坡造价较低, 能很好地适应堤坡变形, 但容易遭到破坏; 浆砌块石护坡抵抗波浪冲击的能力强, 但造价相对较高, 适应堤坡变形能力较差。

(3) 格宾网石笼。格宾网石笼消浪效果较好, 也有较好的抗冲刷能力, 较砌石护坡有更好的整体性, 更不易受到破坏, 能很好地适应堤坡变形, 且有一定的景观效果。

(4) 混凝土护坡。现浇混凝土护坡具有耐冲刷、整体性好, 原材料易于购置, 现场施工方便等优点, 但作为非柔性结构, 不能适应地基变形, 容易产生裂缝, 结构形式单一, 不能种植绿化, 景观效果较差。

(5) 平铺式生态砌块。预制砌块机械化程度高, 速度快, 施工简单, 工期短, 其中矩形砌块铺装即可节省材料又可增加岸坡绿化种植率; 但要求边坡稳定、坡面冲刷轻微, 边坡坡度较大、存在散浸或长期浸水地区均不适合。

(6) A20 水土保护毯、加筋麦克垫。三维水土保护毯适用于河道流速不大于的河道, 其特有的立体结构为植

表 3 护坡材料和结构功能的优缺点比较

护坡结构形式	生态连锁砌块护坡	砌石护坡	格宾网石笼护坡	混凝土护坡	平铺式生态砌块	A20 水土保护毯、加筋麦克垫
耐久性	较好	好	好	好	较好	一般
抗冲刷性	较好	好	好	好	一般	一般
生态性	生态性较好	生态性较差	生态性较差	生态性差	生态性好	生态性好
工程投资	较高	高	高	高	较高	一般

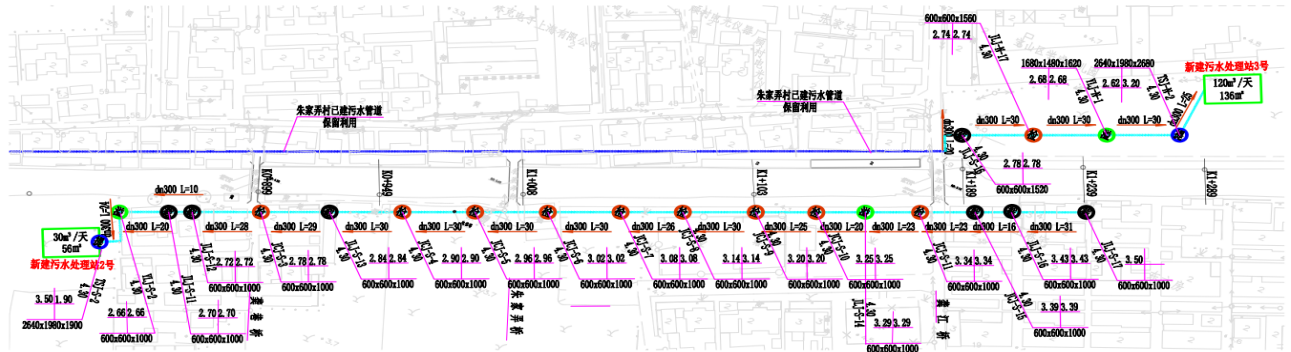


图 5 截污纳管工程实例

物生长提供额外的加筋，固土能力强，与土壤、植被之间形成整体性强大结构体。生态亲和性佳，生物恢复较快，目前在江浙地区平原河道中广泛运用。本工程对不同类型的护岸材料的常规性能作初步分析如表 3：

山区、丘陵区：具有汛期洪水流量大，水位陡涨陡落、水流冲刷严重一般在河道迎流顶冲段采用生态连锁砌块护坡、砌石护坡、格宾网石笼、混凝土等硬质护坡较适宜。

平原区：流速缓、水势稳、河床多泥沙淤积，河道岸坡一般采用平铺式生态砌块、A20 水土保护毯、加筋麦克垫、草皮护坡等柔结构较适宜。

滨海区：受潮水涨落影响较大，护岸冲蚀、淘刷严重，一般在河道迎流顶冲段采用砌石护坡、格宾网石笼护坡、混凝土护坡等硬质较适宜。

4 水生态修复

水污染问题出在河道、湖泊，但根子在岸上，要切实改善或者提升河湖水质，必须首先做好岸上污染源的治理工作，从源头截断污染源，并同步实施河道生态治理工作，消除内源污染，彻底改善水质^[3]。

4.1 截污纳管

黑臭河道、劣 V 类水体整治，首先应做好岸上污水排口的调查，其次对河道沿线的污水排放口进行沿河截污，构建源头截污措施来控制沿岸生产、生活污水直排，纳入已建市政污水管网，才是水质改善的根本措施；对河道周边没有污水管网的河道，可临时建设移动式污水处理站短期内解决污水处理问题，待有条件再纳入片区的市政污水管网。对河道沿河污染源进行截污纳管，可减少污染物的流入，改善河道水环境；再次市政、环保等单位针对雨污合流的污染排口进行封堵以持续改善河道水质。如图 5。

4.2 清淤疏浚

对河道进行生态疏浚，一方面可消除河床淤泥，减

少河道内源污染，为水生态系统的恢复创造条件；另一方面可增加河道行洪断面，增强河道槽蓄容量和水体交换效率，增强水动力，为改善水环境创造条件。目前国内通用的河湖清淤方式较多，干法清淤包括：挖掘机、水力冲挖；水下清淤包括：环保绞吸挖泥船、耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船；水陆两栖包括：两栖挖掘机、两栖式清污机等。可根据河湖现状、工程规模、施工条件、工程造价等因素综合选取。

4.3 景观绿化

为增加河道整体景观效果，对河道设计范围内进行水域和陆域生态的修复，因地制宜布置陆生和湿生植物，局部设计景观节点以丰富河岸的景观空间和活动，提升滨水公共活动空间，带动人气让人们享受轻松惬意的滨水闲暇时光，使河道的生态系统功能最大限度地发挥。

5 结论

河道综合治理与水生态修复设计是一个复杂的系统工程，需要在充分分析河道特点和环境条件的基础上，制定合理的治理策略和修复措施。通过综合治理和生态修复，可以实现河道的可持续发展，为周边环境和人类社会带来长远的环境效益。

[参考文献]

- [1] 曾锦辉. 河道综合治理与生态修复工程的设计思路[J]. 中国水运: 下半月, 2019, 19(7): 2.
 - [2] 李力. 城市河道防洪现状与治理规划措施探讨[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(3): 4.
 - [3] 隋峰, 李鹏飞, 苏新, 等. 黑臭水体污染特征分析及综合治理方案设计研究[J]. 环境科学与管理, 2021, 46(5): 5.
- 作者简介：弓平平（1983.10—），女，汉族，毕业学校：河北工程大学，现工作单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司。