

# 新型生态型河道修复技术与施工工艺研究

项华昌 姜燕萍\*

浙江省衢州市衢江区水利局

DOI:10.12238/bd.v9i2.4336

**[摘要]** 生态型河道修复是实现河流生态系统健康恢复的关键途径。本文以宜昌卷桥河湿地生态修复案例为基础,系统分析了新型生态河道修复技术与施工工艺。通过对自然化河道线型设计与生态断面优化与新型生态护岸构建以及水质净化四项关键技术进行实验,河道修复采用"保护保育与自然恢复与辅助再生或生态重建"的技术模式。宜昌卷桥河湿地生态保护修复工程修复湿地面积155公顷,防治水土流失面积178公顷。修复后河道水质持续稳定在Ⅲ类左右,生物多样性及动植物生境得到有效恢复。项目还通过建设观鸟台与湿地滩涂体验园等设施提升了人文环境,新增约195公顷绿地,为城市发展创造了良好条件,展现出显著的生态效益以及社会价值。

**[关键词]** 生态型河道; 修复技术; 生态护岸; 植物配置; 施工工艺; 生物多样性

**中图分类号:** TV143+.3 **文献标识码:** A

## Study on new ecological river restoration technology and construction technology

Huachang Xiang Yanping Jiang\*

Qujiang District Water Resources Bureau, Quzhou City, Zhejiang Province

**[Abstract]** Ecological channel restoration is a key approach to achieve healthy restoration of river ecosystem. Based on the ecological restoration case of Zhuanqiao River wetland in Yichang, this paper systematically analyzes the new ecological river restoration technology and construction technology. Through experiments on four key technologies of natural river line design, ecological section optimization, new ecological revetment construction and water quality purification, river restoration adopts the technical model of "conservation and conservation and natural restoration and auxiliary regeneration or ecological reconstruction". The Zhuanqiao River Wetland ecological protection and restoration project in Yichang has restored 155 hectares of wetland and prevented 178 hectares of soil erosion. After the restoration, the water quality of the river remained stable at about Class III, and the biodiversity and plant and animal habitats were effectively restored. The project also improves the human environment through the construction of facilities such as bird watching platform and wetland beach experience park, adding about 195 hectares of green space, creating good conditions for urban development, showing significant ecological benefits and social value.

**[Key words]** ecological river; Repair technique; Ecological bank protection; Plant configuration; Construction technology; biodiversity

河道是构成自然生态系统的重要组成部分,具有防洪排涝与水资源涵养以及生物栖息等多重功能。随着城市化进程加快,传统河道治理过度强调防洪功能,普遍采用混凝土衬砌与河道取直等工程措施,导致河流生态系统功能退化,水环境质量下降,生物多样性锐减。近年来,生态型河道建设理念逐渐兴起,强调在保证河道基本功能的前提下,注重生态系统的保护以及修复。宜昌卷桥河湿地生态保护以及修复项目位于宜昌市点军区,通过采用植物与生物清淤及自然护坡等工程措施,按照“节约优先与保护优先与自然恢复为主”的方针,恢复河滩自然湿地,保护

动植物生境,重构岸线生态系统,提升湖泊自净能力,探索三峡地区湿地保护修复新模式。

### 1 生态型河道修复理论体系

#### 1.1 生态型河道的概念与特征

生态型河道是将生态学与传统河道整治及开发相结合的新型河道形态,以保护环境与促进人类与水环境和谐共处为核心理念,将河道整治纳入生态学的整体规划中。生态型河道强调贴近自然,保护河道自然环境特征,避免水利工程建设盲目性与随意性。其本质特征体现在多个方面:生态型河道具有高度的

亲水性,既能体现以人为本的理念,又能实现人与自然的和谐共处;注重生物多样性与本地化原则,在设计中充分考虑当地气候与水文与土壤等条件,选择栽种具有高成活率与适应本地土质以及水质的草木;生态型河道兼具简洁性与朴素性与自然性以及通畅性,形态设计尊重自然河道的曲折特性,避免过度人工化;保留以及增强水体的自净能力,通过构建完整的生态链,恢复河道的自我净化以及修复能力;具有综合功能性,不仅保持防洪排涝的基本功能,还兼具水资源涵养与生物栖息地提供与景观美化等多重生态服务功能。

### 1.2 生态型河道修复的原则与目标

生态型河道修复遵循“节约优先与保护优先与自然恢复为主”的基本方针,严格执行“保护保育与自然恢复与辅助再生或生态重建为主”的技术模式。修复过程中遵循的核心原则包括:安全性原则,确保河道具备基本的防洪排涝功能;生态优先原则,在工程设计中尽可能保留自然河道形态;本土化原则,优先选择当地原生植物以及材料;整体性原则,将河道视为完整生态系统的一部分;可持续性原则,注重长期生态效益,建立长效管理机制。生态型河道修复的目标主要涵盖:水质改善目标,通过生态修复技术提升水体自净能力,使水质达到III类及以上标准;生物多样性恢复目标,创造适宜的生境条件<sup>[1]</sup>,促进水生及陆生生物种群恢复与繁衍;河道功能提升目标,增强水资源涵养与水土保持等生态功能;景观效益与社会价值提升目标,改善城市滨水空间环境,为居民提供优质的亲水休憩场所,提高环境教育价值,促进周边地区经济社会协调发展。

## 2 新型生态型河道修复技术与施工工艺

### 2.1 自然化河道线型设计技术与工艺

在宜昌卷桥河湿地修复工程中,自然化河道线型设计技术采用了基于历史河道形态的恢复方案。工程团队通过研究历史水文资料以及地形图,重新构建了卷桥河的蜿蜒形态,使河道从原来的直线型恢复为弯曲型。施工过程中,先使用GPS定位系统确定关键控制点,建立测量控制网,然后按1:500比例放样,标定河道中心线<sup>[2]</sup>。河道开挖采用分段施工法,先开挖导流槽,保证施工期间河水正常流动,再用挖掘机按设计曲线逐步塑造河道线型。在弯道处,采用加宽断面设计减少水流冲刷,内侧坡度设计为1:3,外侧为1:2.5,确保河岸稳定性。施工中保留了部分老树以及原生植被,将其融入新的河道线型中,减少生态扰动。完成线型改造后,河道流速从原来的0.8-1.2m/s降低到0.4-0.6m/s,水流能量得到有效消减,形成了速流区与缓流区交替分布的水动力环境,为不同水生生物提供了多样化栖息地,同时增强了河道与周边奥体中心与磨基山公园的景观协调性。

### 2.2 生态型河道断面优化设计与施工

卷桥河湿地修复工程中,断面优化设计采用了“主槽+漫滩+缓坡护岸”的复合结构方案。根据功能分区显示,工程团队将河道断面分为不同功能区,主槽宽度设计为5-8米,深度1.2-1.5米,满足常水期流量需求;漫滩区宽度3-5米,高出主槽0.6-0.8米,形成季节性湿地;河岸采用缓坡设计,坡度控制在1:2.5至1:3。

断面施工采用精细化流程,先用全站仪进行断面放样,按设计横断面进行分层开挖,每层厚度控制在30厘米,确保断面形态精准。在主槽区构建了深潭和浅滩交替的地形结构,通过科学布设天然卵石与块石形成微地形变化,引发水流扰动,促进水体复氧过程。在漫滩区域,地形设计呈微波浪状,高差10-30厘米,形成小型洼地以及高地,便于不同类型湿地植物生长<sup>[3]</sup>。断面优化完成后,河道水流紊动度增加了35%,增强了水体与底质的接触,氧气传输效率提高约28%,为水生微生物提供了更多附着基质,同时形成了多样化的微生境,为不同水生生物提供了适宜的栖息空间。

### 2.3 新型生态护岸材料与构建工艺

卷桥河湿地修复工程中,生态护岸构建采用了分区与分层的设计方案。根据河段水流特性将河道分为急流段与平缓段以及回水段,分别采用不同材料组合。急流段采用“石笼+植物纤维毯”组合,底部铺设直径30-50厘米的块石形成基础层,中部使用网目为8×10厘米的铅丝石笼作为支撑层,表面覆盖椰纤维毯并种植耐冲刷植物如芦苇与水葱;平缓段采用“生态袋+挺水植物”组合,使用装填当地土壤以及种子的生态袋堆叠成阶梯状,间隔种植水生植物;回水段则采用纯生物措施,直接种植水生植物形成生物护岸。施工过程严格控制施工时序,先进行基础处理,清除淤泥以及杂物,夯实基底;然后按设计断面形状铺设基础材料;最后进行植物配置,急流段植物密度设计为6-8株/平方米,平缓段为10-12株/平方米,回水段为14-16株/平方米。在卷桥河项目中,共使用生态石笼2800米,生态袋3500个,椰纤维毯6500平方米,种植挺水植物10余种。

### 2.4 水质净化与生物修复技术应用

在卷桥河湿地修复工程中,水质净化采用了系统化的生物修复方案。首先,实施了分区生物清淤,使用环保型抽吸式清淤船,在控制悬浮物扩散的情况下清除污染底泥,清淤深度控制在30-40厘米,保留底层有益微生物。其次,构建了三级水生植物净化系统:河岸带种植芦苇与茭草等挺水植物,面积约25公顷;浅水区种植菖蒲与黄菖蒲等根系发达的植物,面积约30公顷;深水区布置睡莲与荇菜等浮叶植物以及苦草与轮叶黑藻等沉水植物,面积约15公顷。植物选择以本地原生种为主,配置密度根据不同区域水深以及流速特点进行优化设计。第三,设置了湿地缓冲带,在河道入口处建造了面积约5公顷的前置塘,通过“沉淀区+植物过滤区+生物滞留区”三级处理,降低入河污染负荷。最后,构建了生态浮岛,在河道关键节点安装总面积约800平方米的生态浮岛,种植挺水植物,浮岛下部悬挂生物绳以及填料,增加微生物附着面积。

## 3 生态型河道修复技术应用成效

### 3.1 水质改善效果分析

宜昌卷桥河湿地生态保护修复工程实施后,水质改善效果显著。通过水质监测数据显示,流域水质持续稳定在III类左右,表明工程修复措施取得了良好效果。项目按照“节约优先与保护优先与自然恢复为主”的方针,严格遵循“保护保育与自然恢

复与辅助再生或生态重建为主”的保护修复技术模式,通过采用植物与生物清淤及自然护坡等工程措施,有效恢复了河滩自然湿地,保护了动植物生境<sup>[4]</sup>。项目建设恢复了卷桥河湿地生态系统功能,修复湿地面积155公顷,防治水土流失面积178公顷。通过生态保护修复,河道防洪标准与水土保持与水质净化功能得到增强,水质达到并稳定保持在Ⅲ类标准左右。这一成果表明,采用生态型河道修复技术能够有效改善水环境质量,为水生生物提供适宜的生存环境。

### 3.2 生物多样性恢复评估

卷桥河湿地生态修复工程实施后,生物多样性得到显著恢复。水生植物群落从原来的5种增加到23种,形成了挺水植物与浮叶植物与沉水植物以及湿生植物共存的多层次结构。河岸带优势植物如疏花水柏枝与芦苇等本土物种覆盖率达到85%以上,生长状况良好。水生动物种类丰富度明显提升,鱼类由原来的8种增加到17种,水生昆虫种类增加12种,底栖动物种类增加9种。浮游生物群落结构趋于合理,指示清洁水体的敏感种类比例明显增加。水鸟种类以及数量也显著增加,通过建设观鸟台与鸟类科普长廊等设施,记录到水鸟22种,数量较修复前增加65%。物种多样性指数Shannon-Wiener由修复前的1.95提升至3.12,生物群落均匀度也显著提高。

### 3.3 河道自净能力提升分析

卷桥河湿地修复工程实施后,河道自净能力得到显著提升。通过采用植物与生物清淤及自然护坡等工程措施,恢复河滩自然湿地,保护动植物生境,重构岸线生态系统,提升了湖泊自净能力,恢复了湿地生态功能<sup>[5]</sup>。项目严格遵循“保护保育与自然恢复与辅助再生或生态重建为主”的保护修复技术模式,建设了多种生态设施,形成了完整的生态系统。通过这些措施的实施,河道防洪标准与水土保持能力以及水质净化功能均得到增强,流域水质持续稳定在Ⅲ类左右,生物多样性及动植物生境得到保护恢复,标志着河道生态系统的自我调节以及净化功能已经恢复到良好状态。

### 3.4 景观效果与社会效益评价

卷桥河湿地修复工程显著提升了区域景观效果与社会效益。项目建设新增约195公顷绿地,恢复了优美的城市湿地,形成了“蓝绿交织与水城共融”的自然景观。修复后的河道水清岸绿,湿地植物四季变化丰富,生态景观与周边奥体中心与磨基山

公园形成和谐统一的城市生态空间。通过建设观鸟台与湿地滩涂体验园与雨水花园与疏花水柏枝展示园与滨水科普平台等设施,为居民提供了亲水休憩与环境教育的场所,提高了公众生态保护意识。社会调查显示,90%以上的周边居民对修复后的景观表示满意,周边房地产价值提升约15%。区域人流量较修复前增加约200%,带动周边商业与餐饮等消费量提升约25%,促进了地区经济发展,为宜昌市城市生态环境建设提供了有力支撑。

## 4 结语

新型生态型河道修复技术与施工工艺的应用,为河道生态系统的健康恢复提供了有效途径。宜昌卷桥河湿地生态保护修复工程通过科学的技术应用,取得了显著成效:修复湿地面积155公顷,防治水土流失面积178公顷,河道水质持续稳定在Ⅲ类左右。同时,项目建设新增约195公顷绿地,恢复了优美的城市湿地,为市民提供更大与更优与更美的休憩空间,增加区域人流数量,提升周边商业与餐饮等消费量,促进周边地区经济以及社会的发展繁荣。未来生态型河道修复应继续坚持“保护保育与自然恢复与辅助再生或生态重建为主”的保护修复技术模式,根据河流特性与区域气候以及土壤条件等因素,制定针对性的修复方案,建立长效管理机制,促进河流生态系统的可持续发展。

## 【参考文献】

- [1] 佟强. 河道生态改善与河道环境修复措施研究[J]. 水利技术监督, 2024, (12): 103-107.
- [2] 孙燕丰, 吴江. 长三角生态绿色一体化发展示范区生态型河道建设探讨[J]. 水资源开发与管理, 2024, 10(06): 25-30.
- [3] 贺高杭. 可持续发展理念下滨河公园景观生态修复研究[J]. 中国住宅设施, 2023, (06): 128-130.
- [4] 施雪明. 河道治理与生态型河道建设研究[J]. 黑龙江科学, 2023, 14(02): 157-158+161.
- [5] 张莉, 明卉. 流域生态修复科学性思考[J]. 长江科学院院报, 2022, 39(11): 1-8.

## 作者简介:

项华昌(1987--), 男, 汉族, 浙江衢州人, 本科, 水利工程师, 研究方向: 河道工程建设与管理。

## \*通讯作者:

姜燕萍(1984--), 女, 汉族, 浙江江山人, 本科, 水利工程师, 研究方向: 河道工程建设与管理。