

# 中小河道岸线生态化改造与水系稳态维持技术

陈怀民 姜静静 朱宇泽

淮安市水利勘测设计研究院有限公司 江苏 淮安 223005

**摘要:**城乡区域分布大量中小河道,硬化衬砌、植被退化、水系淤堵等问题持续干扰水陆生态平衡,水系原有稳定状态逐步丧失。本文梳理中小河道水系与岸线天然形态、二者互相作用的内在联系,划分岸线修复、硬质坡面改造、植被配置、边坡稳固四类改造技术,配套水体动力调节、水文节律管控、生物群落培育、水系连通修复手段,搭建改造工程与水系平衡同步推进的管护思路,多维度完善河道生态空间,长效维持水域生态系统平稳运转。

**关键词:**中小河道;岸线生态改造;水系稳态;水动力调控;滨水生态

引言:遍布城乡的中小河道构成区域基础水网,天然曲折岸坡、多层滨水植被、贯通分支沟渠共同支撑水域物质交换与生物栖息。各类人工建设持续改动河道原有样貌,硬质护岸阻断水陆交互,水系流通通道堵塞,水流运动规律被打乱,生态平衡难以存续。依托场地原有地形水文条件搭建成套改造手段,搭配维持水系稳定的调控方式,能够修复受损滨水环境,让河道水陆空间恢复自然运转状态。

## 1 中小河道岸线与水系本底特征及现存问题

### 1.1 中小河道水系结构特征

中小河道是区域水网体系的重要组成部分,水系整体分布密集,水体连通脉络错综复杂。河道整体宽度偏小,常规河面宽度维持在5~30m,过水断面体量有限,输水与蓄水容量相对薄弱。水流走势受地形地势引导明显,流经区域地形起伏平缓,水体流动速率偏低<sup>[1]</sup>。水系分支结构繁多,主干河道搭配多级支流形成网状水系格局,水体空间分布碎片化特征突出。水位状态随季节变化产生明显波动,丰水期水体充盈,水域覆盖范围更广,枯水期水流收缩,部分浅滩区域出现裸露状态。水体交换速率较慢,静态滞留水域占比较高,水域内部水体循环能力偏弱。

### 1.2 中小河道岸线原生形态特征

自然状态下的中小河道岸线形态具备天然曲折性,边界线条错落灵动,不存在规整划一的结构形态。岸坡坡度趋于缓和,坡面土体与植被相互交织,形成松软的水陆过渡界面。岸线土质结构松散,土壤孔隙度较高,透水透气性能良好,能够实现水陆之间的物质与能量交换。原生岸线植被覆盖层次丰富,草本、低矮灌木交错生长,可对坡面土体形成天然包裹与固定作用。水陆交界区域过渡自然,浅水滩涂、边坡湿地等微地貌广泛分布,构成多样的滨水空间结构。

### 1.3 河道岸线与水系稳态的关联机制

河道岸线构成水系空间的边界载体,边界形态直接约束水体流动路径与水域分布范围。岸坡土体稳定性影响河道断面形态变化,土体流失会改变原有过水结构,干扰水体正常运动规律。岸线植被群落可以阻滞水流冲刷,削弱水力扰动对河道基底的破坏作用,维持水域空间结构稳定。完整的岸线生态结构能够维系水陆生态交互通道,保障水域内部生物栖息环境的完整性。岸线结构出现破损或硬化改造,会阻断水陆物质循环,破坏水系内部生态平衡,引发水系稳态失衡现象。

### 1.4 现阶段中小河道岸线及水系存在的常态问题

人工改造活动大幅改变原生岸线形态,大量自然岸坡被硬质衬砌结构替代,丧失天然透水与生态交互功能。岸线植被出现退化缺失,坡面裸露土体增多,水流冲刷作用下极易出现边坡坍塌与水土流失问题。河道局部断面被人为规整挤占,水域空间收缩,水体通行与调蓄能力持续下降。水系内部水流动力不足,局部水域水体淤积堆积,造成河道淤塞拥堵。水陆生态衔接界面趋于单一,生物栖息场景遭到破坏,水域生态结构趋于简单,整体抗干扰能力持续下降<sup>[2]</sup>。

## 2 中小河道岸线生态化改造关键技术体系

### 2.1 原生态岸线修复重塑技术

原生态岸线修复重塑针对未完全损毁、具备自然恢复潜力的河道岸段开展生态修整。该技术依托河道原有地形基底开展施工,保留岸线天然曲折形态与原生地貌结构。对坡面轻微破损、土体松散的区域进行局部规整,补齐缺失的水土缓冲结构,恢复水陆交界的自然过渡形态。清理岸线范围内的杂物垃圾与硬化残块,疏通表层土壤孔隙,唤醒土壤天然透水透气性能。针对轻微退化的自然岸坡开展微创式修复,规避大规模施工对原生生态基底的二次破坏。

2.2 人工硬质岸线柔性改造技术

人工硬质岸线柔性改造针对传统混凝土、砌块衬砌的硬化岸线开展生态转型改造。破除部分刚性衬砌结构，替换具备透水、透气性能的柔性生态材料，打通水陆物质交换通道。改造单一平直的硬质坡面，重塑错落起伏的多级坡面结构，营造层次丰富的滨水空间。采用生态砌块、土工织物、生态土石等柔性材料重构岸坡基体，弱化人工结构对水体环境的阻隔影响。优化硬质岸线顶部与底部衔接结构，消除生硬的水陆分界，改善近岸水体流动条件，弱化水力冲刷对岸坡基础的侵蚀作用。

2.3 岸线植被体系重构与配置技术

岸线植被体系重构与配置核心是搭建适配本土水文、土质条件的多层次植被群落，摒弃外来不适配植被，通过科学分区、分层种植构建稳定的滨水生态屏障，具体植被配置方案如表1所示。

表1 中小河道岸线分层植被配置方案

| 植被层级   | 植物类型    | 配置功能与适配区域                                      |
|--------|---------|------------------------------------------------|
| 低层植被   | 本土草本植物  | 覆盖坡面表层土壤，减少坡面裸露，抵御轻微水流冲刷，适配全水位岸坡区域，实现表层固土保水。   |
| 中层植被   | 低矮本土灌木  | 利用发达根系稳固边坡深层土体，构建水陆过渡生态缓冲层，适配中水位缓坡岸段，提升边坡稳定性。  |
| 表层水生植被 | 挺水、湿生植物 | 适配河道水位消落带与近岸浅水区域，适配丰枯水期水位波动，净化近岸水体，营造水生生物栖息环境。 |

通过差异化植被配置，可有效补齐裸露岸坡植被空缺，丰富滨水植被层次，完善岸线生态屏障结构，为水域生物提供多样化栖息场景。

2.4 岸线水土保持与边坡稳定改良技术

岸线水土保持与边坡稳定改良技术聚焦岸坡土体稳固与水土流失防控，适配中小河道水文运动特征。通过改良坡面土壤结构，提升土体密实度与粘结性能，降低水流冲刷引发的土体流失概率。铺设生态固土基材，结合植被根系形成复合固土体系，强化边坡整体稳定性。优化岸坡排水疏导结构，在坡面每隔2m布设小型排水沟槽，疏导坡面积水，削减积水渗透对边坡内部结构的侵蚀破坏。针对易坍塌、易冲刷的薄弱岸段开展局部加固处理，平衡坡面水土状态，维持岸线结构长期稳定运行，可有效降低西北黄土区域岸坡遇水湿陷垮塌的发生概率。

3 中小河道水系稳态维持核心技术手段

3.1 河道水体流动状态调控技术

河道水体流动状态调控以改善区域水动力条件为核

心，破解中小河道流速滞缓、水域淤积等常见问题。结合河道断面形态与水系空间布局，布设多样化水流调控构筑物，改变单一呆板的水体运动模式。通过微调局部河道底坡与断面宽度，引导水体形成均匀有序的流动态势，破除长期静止的死水区域。针对弯道、浅滩、卡口等特殊河段，优化水流走向，减弱局部涡流与紊流带来的水体扰动<sup>[3]</sup>。合理布设低影响阻水、导水设施，提升全域水体置换效率，减少悬浮物质堆积沉降。持续优化河道内部水动力环境，塑造动态平衡的水体运动状态，保障水系基础生态功能可以长期稳定发挥，无需大规模清淤即可实现缓流区域泥沙自然输移。

3.2 水系水文节律稳定管控技术

水系水文节律稳定管控针对中小河道水位波动剧烈、水文周期紊乱等问题开展技术调控。依托河道天然水文变化规律，搭建适配区域环境的水位缓冲与调蓄体系。布设小型生态调蓄设施，平缓汛期水位暴涨的波动幅度，延缓枯水期水体快速消退的进度。修整河道蓄水空间，拓展水域调蓄容量，增强河道自身的水文缓冲能力，如图1所示。干预极端水文状态下的水体骤变问题，弱化季节气候对河道水文状态的干扰。维持河道水位、水量的周期性平稳更迭，让水系水文节律贴合自然演化节奏，为各类水生生物栖息与生态系统存续提供稳固的水文支撑，可保障土著鱼类产卵期所需的稳定浅滩水域环境。

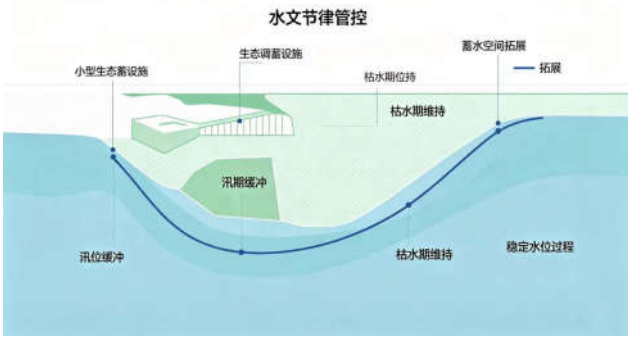


图1 河道水文节律调控与蓄水扩容体系示意图

3.3 河道水生态群落培育与优化技术

河道水生态群落培育与优化围绕水域内部生态结构重塑开展，补齐中小河道生态系统残缺短板。筛选本土适配的水生生物种类，构建藻类、浮游生物、底栖生物、水生植物共生的多层次生态结构。人工辅助培育弱勢生物种群，修复受损的水域生态链，丰富水域生物多样性。清理水体内部有害杂物与异化生物群落，规避单一物种过度繁衍挤占生态空间。根据水体环境承载力调控生物群落规模，维持各类生物种群的均衡生长状态。逐步提升水体自净与生态自我调节能力，让水域生态系

统形成可自主修复、长效稳定的运行状态,投放本土螺蚌类生物可强化水体悬浮物自然沉降效能。

### 3.4 水系连通性修复与维持技术

水系连通性修复与维持技术聚焦中小河道水网割裂、支渠断流、水系闭塞等问题进行针对性改造。疏通堵塞、淤积的支流沟渠,打通主干河道与次级水系的流通通道。拆除阻碍水体交换的废弃构筑物、围堰与坝体,消除水系之间的流通屏障。修整碎片化水域结构,串联零散分布的静水洼地与支流水系,形成贯通连贯的水网体系。维护水系通道断面尺寸,避免人为挤占与泥沙淤积造成的连通衰减。

## 4 河道生态改造与水系稳态协同运维体系

### 4.1 岸线改造与水系稳态的协同适配设计

岸线生态改造施工设计需要兼顾结构安全与水系生态运行需求,摆脱单一的边坡加固建设思维。结合河道原有水文特征与岸坡地质条件制定改造方案,适配不同河段的水流运动规律与地形特质。生态护岸结构选型充分考虑水体冲刷强度与水位涨跌幅度,合理搭配柔性护岸、植被固坡、生态断面等改造形式<sup>[4]</sup>。控制岸线改造的施工范围与开挖强度,保留河道天然弯曲形态与微地貌结构,避免规整化施工破坏水系原生空间格局。统筹岸线透水性能与水体交换效率,保障水陆界面物质循环通道通畅。弱化人工改造对水动力环境的负面干预,让岸线改造成果可以适配水系长期稳定运行的基础条件。

### 4.2 河道生态设施长效管护模式

河道生态设施涵盖生态护岸、滨水植被、调蓄构筑物、水系连通通道等多类设施,长效管护是维持改造成效的关键环节。针对不同类型生态设施的结构特性制定专属管护内容,区分柔性护岸结构、植被群落、水工设施的养护重点,管护频次不低于每月1次。定期排查岸坡生态结构完整度,每年开展2次全覆盖隐患排查,及时修补破损老化的生态基材,修复局部松动的坡面结构。常态化清理设施周边淤积泥沙与杂物堆积,每年清淤次数不少于1次,保障生态设施原有功能不受堵塞与挤压

影响。根据植被生长状态开展修剪、补植与抚育工作,维持滨水植被群落的稳定长势。建立常态化巡检管护节奏,依托周期性养护工作稳固河道生态改造成果,延续各类生态设施的服务周期。

### 4.3 水系生态平衡动态调控策略

水系生态环境会随季节变化、自然扰动与周边环境演变产生动态波动,固定管控方式难以适配长期生态平衡需求。结合水域水位变化、水体状态、生物群落生长节律开展动态化调控。根据丰枯水期交替特点,调整水域调蓄与水流管控方式,维持水体存量与流动状态的合理区间。观察水生植被繁衍覆盖情况,适度调控植被生长规模,避免植被过度蔓延挤占水域空间。监测水体内部生物群落结构变化,及时干预单一物种富集或种群衰退问题,维持生态群落结构多样性。依据现场环境变化微调管控手段,持续维系水系内部生态结构的动态平衡状态。

## 结束语

中小河道岸线改造不能脱离水系整体运行状态单独推进,各类柔性护岸、植被重构技术可以修复破损水陆界面,搭配水动力、水文、生物、连通性调控手段,能够稳住水域内部循环节奏。配套分类设施养护、动态生态调节等常态化管护方式,可有效降低外界因素对河道生态的持续冲击,保障改造后的滨水空间结构完整,实现水系生态组分长期均衡、稳定运转。

## 参考文献

- [1]相国,孙贇.水上湿喷植被混凝土护坡技术在河道生态化改造中的应用[J].工程技术研究,2026,11(1):220-222.
- [2]陈开宇.中心城区河道直立式护岸生态化改造技术研究[J].城市道桥与防洪,2025(6):234-237.
- [3]刘凯.河道生态修复中水利水电工程建设的适应性改造方案研究[J].模型世界,2025(32):226-228.
- [4]武昀鹏.城市河道生态治理与绿地规划改造设计研究[J].居业,2024(6):136-138.