

生态护岸对河道水生态系统的修复效应分析

王一丞

洛阳水利勘测设计有限责任公司 河南 洛阳 471000

摘要:河道护岸结构形态直接影响水陆交互状态与水系生态稳定性,传统硬质护岸的长期应用容易引发水文连通受阻、物质循环断裂、生物生境退化等各类生态失衡问题。本文梳理硬质护岸造成的水系生态缺陷,阐释不同类别生态护岸的构造特点与修复机理,多角度剖析生态护岸对水文环境、水陆空间、生物栖息及生态链条的修复路径。生态化护岸结构能够有效改善河道单一固化的生态格局,完善水系内部循环机制,提升河道水生态系统的自我调节与稳态运行能力。

关键词:河道;水生态系统;生态护岸;生境修复

引言:河道是自然水系生态体系的重要组成部分,完整的岸带结构与通畅的水陆交换机制,是维系水生态稳定运行的重要基础。城市化与河道整治推进过程中,硬质固化护岸逐步替代自然岸坡,改变河道原生水文与生态结构。封闭硬化的岸体隔断水土互通路径,简化近岸生境类型,逐步引发生物群落衰减、生态结构退化等各类问题。生态护岸依托自然化、多孔化、层次化的构建模式,能够弥补传统护岸的生态短板,推动受损河道生态环境逐步恢复原生运行状态。

1 河道水生态系统结构与护岸运行特征

1.1 河道水生态系统组成结构与运行规律

河道水生态系统属于复合型自然生态体系,由水环境、底质环境、生物群落共同构成完整的生态架构。水体承载物质迁移与能量流转,为各类生物生存繁衍提供基础空间。河床底泥承担养分储存与物质转化功能,参与水体内部的物质循环更替。水生植物、微生物、浮游生物构成层级丰富的生物群落,维系生态体系的自我调节能力。整套系统具备自然演化的运行规律,物质交换、能量传递、生物繁衍始终处于动态变化状态^[1]。稳定的内部结构可以缓冲外界环境扰动,维持河道生态体系的平衡状态,保障水系生态功能的正常发挥。

1.2 河道岸带与水体生态的联动关系

河道岸带是水陆空间的过渡区域,也是生态物质交换的关键界面。岸带结构能够约束水体流动状态,改变局部水流流速与水力分布。岸带表层介质可以和水体开展物质交换,影响水体养分含量与水质状态。岸生植被与土壤环境能够拦截外部杂质,减少外源污染物进入水体内部。完整的岸带生态结构可以为水生、陆生生物提

供栖息、迁徙的活动空间。岸带形态与结构变化,会直接或间接改变水体生态的运行状态,对河道整体生态稳定性形成深层影响。

1.3 常规硬质护岸的布置形式与运行特点

常规河道治理多采用硬质护岸结构,以混凝土、浆砌石、硬化土层等材料构筑岸体坡面。这类护岸施工工艺简单,结构整体性强,能够抵御水流冲刷,稳定河道平面形态。硬质护岸表面质地坚硬、缝隙较少,整体坡面平整封闭,阻隔土体与水体的自然接触。结构布置多遵循规整化、直线化原则,弱化自然河道的曲折起伏特征。运行过程中侧重水土防护与河道塑形,功能导向单一,结构形态长期保持固定,不具备自然生态的可调性与延展性。

1.4 岸带结构对河道生态环境的影响方式

不同类型的岸带结构会从水力环境、物质循环、生物栖息多个维度作用于河道生态环境。硬化岸体改变原有水陆交互模式,阻断水土之间的物质渗透与能量交换,弱化水体自我净化能力。平整坡面无法形成多样的水流结构,水流形态趋于单一,难以满足不同生物的生存需求。封闭的岸面缺失植被附着空间,破坏原有岸生植被体系,减少生物栖息点位。岸带生态功能的缺失会逐步弱化河道生态系统的自我修复能力,让水系生态长期处于单一、脆弱的运行状态。

2 传统护岸模式下水生态系统的失衡问题

2.1 硬质护岸对河道水文连通性的干扰问题

自然河道的水文环境具备良好的通透与交换属性,水体、岸坡土体与地下水体可以形成顺畅的水文循环通

路。硬质护岸的全面硬化处理,会封堵原有岸坡孔隙结构,切断河道水体与沿岸土体、地下水的交互通道。硬化界面会改变原有渗透规律,削弱水体侧向补给与调蓄能力。河道水文体系失去动态互通条件,水量调节功能持续下降^[2]。岸坡硬化结构还会改变近岸水流的行进规律,让局部水流形态趋于均匀化,破坏自然河道高低流速交错的水文特征。水文连通体系的破损,会让河道水系逐步丧失自我调节的基础条件。

2.2 硬性结构对水陆物质交换的阻隔作用

水陆交界面是河道生态物质循环的关键载体,土壤、植被、水体之间持续开展养分输送与物质转化。传统硬质护岸形成密闭隔离层面,完全阻断水土界面的渗透交换过程。水体中的营养盐、微量物质无法正常渗入岸坡土层,土层中的矿物质与有机质也难以释放至水体环境。物质循环路径遭到割裂,削弱河道内部养分的自然调配能力。水体杂质无法通过岸坡土壤完成吸附与降解,污染物滞留于水体内部。长期阻隔状态会打乱水系物质平衡,破坏河道生态循环的基础机制。

2.3 传统护岸引发的水生生物栖息环境退化

自然岸坡结构错落多变,分布多样孔隙与浅滩区域,能够为各类水生生物、微生物提供适宜的生存空间。传统护岸坡面平整光滑,结构形态单调规整,无法形成复杂多变的微生境。岸坡表面难以附着水生菌群与藻类,弱化基础生物链的培育条件。原有浅水区、缓流区、隐蔽区逐步消失,浮游生物、小型水生动物缺少稳定栖息与繁衍场所。生物生存环境持续退化,水生群落的丰富度逐步下降。生态体系的生物层级不断简化,河道水系的生物多样性持续走低。

2.4 固化岸带造成的河道生态结构单一化问题

自然河道岸带具备丰富的层次结构,陆生、湿生、水生植被有序分布,构成多层级的生态过渡带。固化岸带取消原有植被生长空间,清除自然岸坡的植被群落,打破水陆过渡带的层级结构。河道丧失完整的生态缓冲区域,岸带生态功能大幅缩减。均质化的硬化结构让河道生态格局趋于统一,缺少差异化的生态单元支撑生态系统稳定运行。生态结构的单一化会持续降低河道抗扰能力,让水系生态系统韧性持续下降,难以维持长效稳定的自然运行状态。

3 生态护岸的结构类型与生态修复原理

3.1 植被型生态护岸的构造形式与修复逻辑

植被型生态护岸是依托本土水生、湿生植物搭建的自然防护结构,依靠植物躯体与岸坡土体的结合作

用,实现河道岸线的稳固防护。整体构造摒弃人工硬化手段,维持原有坡面的自然形态与孔隙结构,保留水土交互的基础通道。发达的植物根系穿插扎根于土层深处,提升土体固结强度,缓解水流冲刷带来的坡面侵蚀问题。地面植株茎叶层层分布,削弱近岸水流的动能,降低水力作用对岸坡的破坏力度^[3]。生态修复依托植物的生长特性逐步推进,根系活动可以疏松土壤结构,打通水土渗透交换通路。植株表面与周边土层能够富集微生物,培育基础生物群落,完善岸带物质循环体系,推动受损河道生态功能逐步恢复。植被型护岸根系可深入土层2米以上,有效加固岸坡土体,同时构建密集的微生物附着体系。

3.2 石材复合型生态护岸的构造特征与修复机制

石材复合型生态护岸以天然石材为主体骨架,搭配生态填料构建复合型岸坡体系,彻底区别于传统整体硬化护岸工艺。石材拼接构筑稳固的支撑框架,抵御水流冲击、维持岸线形态完整。框架间隙预留充足孔隙空间,填充碎石、营养土等生态材料,形成透气透水的复合结构。独特的分层构造可以实现多重生态修复效果,硬质石材框架承担基础防护功能,保障岸体长期稳定状态。孔隙内部的填充介质可以拦截水体悬浮杂质,参与水体内部物质转化。多孔空间能够为微型水生生物、微生物提供栖息繁衍的场所,丰富岸带生物群落,重塑水陆过渡带的生态运转功能。

3.3 柔性生态护岸的结构特点与修复逻辑

柔性生态护岸选用生态土工织物、柔性铺垫等软性材料铺设成型,具备良好的透水性能与形变适应能力。结构铺设顺应原始岸坡走势,不对河道原有地形进行大刀阔斧改造,留存自然水系的肌理特征。材料自身通透的结构属性,允许水体与土体自由进行物质、能量交换,打破硬质结构的封闭阻隔弊端。生态修复围绕水文环境与生物环境重塑展开,柔性表层可以缓冲水力冲击,塑造多元化的近岸水流形态。材料孔隙结构能够附着大量有益微生物,持续优化水体净化条件。良性的生存环境可逐步丰富水生生物种类,完善河道内部生物链结构,提升水生态系统自主调节能力。

3.4 不同类型生态护岸的生态适配特征

各类生态护岸的结构材质、构筑方式存在明显差异,适配的河道工况与生态修复场景各有侧重。植被型生态护岸自然属性突出,生态修复维度更为丰富,多用于水流平缓、生态基底完好的城区及郊野河道,重点完

成生物群落重塑与自然循环体系修复。石材复合型生态护岸稳定性更强,防护性能与生态性能兼顾,适合水流速度较快、岸坡冲刷风险较高的河道段落。柔性生态护岸地形适配优势显著,能够适配曲折多变、地形复杂的岸线,最大程度保留原始河道的自然生态风貌。明确不同护岸结构的适配优势,可结合河道水力条件、生态受损程度选择对应形式,让生态修复工作更具针对性与合理性。

4 生态护岸对河道水生态系统的修复路径

4.1 河道水文环境与水体状态的改良路径

生态护岸的布设能够打破传统硬质岸坡对河道水文环境的固化限制,从水流形态、水文循环、水体自净等多个维度完成水文环境改良^[4]。生态护岸多采用透水、多孔的构筑形式,可重新打通河道水体与沿岸土体、地下水体的交互通道,恢复自然水文渗透循环模式。规整单一的水流状态得到优化,近岸区域会形成缓流、涡流等多样化水力形态,丰富河道整体水流结构。多样的水流环境可以促进水体内部的气体交换,提升水体溶氧水平,为水质净化创造基础条件。多孔结构与岸坡植被可以缓慢截留水体中的悬浮杂质,减缓污染物堆积速度。稳定的水文循环体系能够持续稀释、分解水体多余营养物质,改善淤积富集的水环境问题,逐步恢复河道水体洁净状态与动态平衡能力。

4.2 水陆交界生态空间的重构方式

水陆交界带是河道生态体系的核心过渡区域,传统硬化护岸彻底割裂水陆空间的连通性,造成过渡生态空间大面积缺失。生态护岸依托自然化、层次化的构筑模式,完成水陆交界空间的系统性重构。植被型护岸通过分层配置湿生、水生植物,搭建起梯度化的植被过渡带,填补水陆之间的生态空白区域。石材复合护岸的多孔框架结构,能够形成错落的立体空间,重塑岸坡微地形,打造层次丰富的水陆交互界面。柔性护岸顺应原始岸坡肌理,保留自然起伏的坡面形态,维系水陆空间的自然衔接关系。重构后的交界空间可以恢复水土物质交换、能量传递功能,搭建独立且互通的过渡生态圈层,让河道水陆生态体系形成完整、连贯的整体结构。

4.3 水生生物栖息环境的重塑途径

水生生态系统的稳定运转,依托多样且适宜的生物栖息环境作为支撑。传统固化岸坡结构平整单一,无法满足不同水生生物的生存繁衍需求。生态护岸通过结构优化与生态布设,全方位重塑水生生物生存空间。各类

生态护岸自带的孔隙、缝隙与植被群落,能够打造差异化的微生境,适配浮游生物、底栖生物、水生微生物的生存需求。茂密的岸坡植被可以遮挡强光、缓冲水流冲击,为小型水生生物提供安稳的繁衍与避险空间。多孔介质的内部结构可以富集大量有益菌群,优化水体微生物群落结构,夯实水体生态净化的生物基础。持续完善的栖息环境能够吸引各类水生生物定居繁育,逐步恢复河道生物群落的丰富度与多样性。

4.4 河道生态结构与生态链的完善方式

长期的硬质护岸应用会造成河道生态结构碎片化、生物链断层化,破坏生态体系的完整运转逻辑。生态护岸的落地应用可以逐层修复河道生态结构,完善内部生态链条。生态护岸构建的植被群落、微生物群落与水生生物群落,能够搭建多层级的生物结构体系,弥补传统河道单一化的生态短板。不同生物群落之间形成稳定的捕食、共生与物质循环关系,搭建完整的生态传导链条。植被光合作用产出有机质,微生物分解水体污染物,水生生物完成物质迁移与能量流转,各环节相互配合、有序运转^[5]。完整的生态结构可以提升河道生态系统的抗扰动能力与自我修复能力,让河道水生态系统摆脱失衡状态,逐步回归自然、稳定、可持续的运行状态。

结束语

河道水生态失衡多源于岸带结构的人工固化改造,单一的防护结构会持续破坏水系自然运行机制。各类生态护岸凭借通透的结构优势与多元的生态适配能力,改善河道水文连通条件,重构水陆过渡生态空间,重塑多样化生物栖息环境。良性的生态基底可以持续完善河道内部生物链条与循环体系,让受损河道摆脱结构单一、稳定性弱的运行状态,实现河道水生态体系的良性循环与长效稳态运行。

参考文献

- [1] 孙桦,蒋海燕.基于生态修复理念的河道综合治理技术研究[J].建材与装饰,2026,22(19):148-150.
- [2] 李丽,杨梦蝶,张卫军.水生态修复技术在城市河道治理中的应用探讨[J].能源与环境,2024(2):175-177.
- [3] 凌海.水环境治理中的河道生态修复实践与挑战[J].黑龙江环境通报,2024,37(11):115-117.
- [4] 吴楠,惠虎.内河水利工程中的生态修复技术研究[J].水上安全,2026(6):85-87.
- [5] 吴泽敏.滨水景观设计在河道生态综合整治中的应用[J].花卉,2025(12):49-51.