

河道水环境治理中多方位生态修复技术应用分析

蓝 鹏 王金伟

江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225000

摘 要：现阶段河道水环境受损问题突出，单点式治理模式无法满足水域长效生态恢复需求，全域协同的生态修复模式成为河道治理主流方向。现有研究多侧重单项工艺效果分析，对多技术协同适配的系统性梳理仍存在不足。本文围绕河道全域水环境治理场景，梳理多方位生态修复技术的作用原理，结合现存治理痛点划定技术联用标准，搭建科学的技术组合思路，为同类河道生态治理工作提供可行的参考。

关键词：河道水环境；生态修复；技术联用

引言：自然河道生态系统具备独立的物质循环与自我调节能力，外界持续的环境干扰会逐步破坏水域生态平衡，引发水体污染、岸坡退化、生物群落失衡等多重生态问题。传统河道治理侧重水质表面净化，忽视河道纵向与横向整体生态结构修复，治理效果难以长期维持。立足河道整体生态结构开展多维度修复，能够补齐单一治理手段的短板，推动河道生态系统逐步恢复原生运行状态，契合当下水环境生态治理的实际需求。

1 河道水环境生态修复概述

天然河道拥有自成一体的水文体系与完整生态链，依托水体自身的自净作用，可长久维持水域环境平衡与生物栖息环境稳定。外界持续的环境扰动会持续损伤河道原生生态构造，引发水体浑浊度上升、底泥内源污染物持续释放、滨岸植被覆盖率下降、水生动植物栖息环境受损等连锁生态问题。仅针对水体表层开展净化处理，无法修复河道整体生态链出现的功能性损伤，治理效果往往具备短期性。多方位生态修复是贴合河道全域生态规律的综合治理方式，和以往片面化、单点式水环境治理方式有着本质区别。该修复模式从河道全域空间维度出发，统筹水体上层、河床底层、滨岸沿线以及水生生物群落四大关键空间单元开展同步修复工作。治理过程不再局限于表层水质指标优化，而是侧重修复河道受损的生态架构，唤醒生态系统原生运转能力，契合河流自然生长与演化的客观规律，助力河道重新构建稳定的物质交换与能量传递体系。当下河道水环境治理重心逐步发生转变，从以往表层去污治理转向全域生态系统修复，各类生态修复工艺也开始走向组合联用^[1]。差异化修复技术配合使用，能够弥补单项治理工艺适用场景局限、修复效果片面的缺陷，减少不同治理工艺之间的

效果冲突，逐步还原河道原本的生态样貌，强化水域生态系统抵御外界干扰的能力，让河道水环境可以长期维持稳定健康的运转状态。

2 河道水环境多方位生态修复核心技术类型及作用机理

2.1 水体水质原位净化技术

水体中过量富集的营养物质与悬浮杂质，会持续破坏水环境原本的理化平衡，脱离河道本体的异位水处理方式，会干扰天然水流的自然运行状态，还会对水域周边浅层生态环境造成额外扰动。水体原位净化技术立足河道原生水环境开展治理工作，无需抽取转移河道水体，依托水体自身空间环境完成污染物降解与水质优化。该类技术依托物理吸附、生化降解、水体复氧多重协同作用，逐步消解水体中各类污染物质。人工复氧手段可以弥补水体深层氧气不足的缺陷，改善底层水域缺氧环境，促进水体内部污染物自主分解。生态吸附载体可稳固捕捉水体中游离营养物质，缓解水体富营养化发展趋势。土著微生物经过环境驯化后，可依托自身代谢功能分解水体有机污染物，对有机污染物的降解效率可提升 20%-30%，逐步恢复水体通透度。该类技术贴合河道自然水文运行规律，对河道原生水文结构干扰极小，能够稳步改善上层水体生存环境，为河床、岸线等其他区域的生态修复提供良好的水域基础条件。

2.2 河道底泥生态改良技术

河道河床是污染物堆积的主要载体，水流裹挟的各类杂质与污染物最终都会沉降于河床淤泥当中。即便表层水体污染问题得到缓解，埋藏在底泥内部的污染物依旧会缓慢析出，持续影响上层水体环境，造成水质反复恶化的现象。泥水交界区域氧气含量偏低，会改变底泥

内部生化反应进程,造成河床基质松散,不利于水底植物根系扎根定植,破坏河道底层基础生态环境。底泥生态改良技术主要针对河道内源污染问题展开治理,针对性修复受损的河床基质环境。物理处理手段能够压实松散底泥结构,阻隔底泥污染物向上覆水体扩散迁移。生物调控方式通过改善底层微生物生存环境,强化菌群自身降解能力,消解底泥中堆积的有机污染物。惰性改良材料可固定底泥中不稳定营养物质,减少底泥氮磷释放量约 25% 至 35%,降低污染物活化与释放概率^[2]。这类技术直击河道底层污染核心问题,弥补表层水质净化存在的治理盲区,完善河道纵向生态修复体系,为河道全域生态系统恢复筑牢底层基础。

2.3 河岸带生态防护修复技术

河岸带处于陆地生态系统与水生生态系统的交汇地带,承担水土物质输送与能量交换的基础功能。以往采用的硬性护坡构造,割裂了水陆圈层原本的生态联系,改变岸坡土壤孔隙结构,让岸带失去污染缓冲与过滤功能。水流淘刷与坡面径流冲刷会侵蚀岸坡土体结构,引发边坡土质剥离,地表污染物顺着坡面水流直接进入河道,增加水体污染压力。河岸带生态防护修复技术立足岸坡结构安全与生态复原双重需求,改变刚性护坡单一防护的固有模式。生态护坡基材可以提升边坡土体黏结强度,削弱水力冲刷带来的坡面结构破坏,保障岸坡整体结构稳定。合理搭配的湿生及陆生植被,可依靠根系网络固定边坡表层土壤,减缓坡面径流流速,吸附径流中的杂质与污染物质,对地表悬浮物的截留效率普遍在 40% 左右。植被群落还能重构岸边栖息空间,恢复水陆生物活动的连通路径。这类修复方式兼顾工程防护与生态恢复价值,弥补横向岸带治理的空白板块,完善河道全方位生态修复架构,让河道水陆交界区域恢复原生生态运转状态。

2.4 水生生物群落构建技术

河道生态环境受损后,水域原生生物群落结构出现紊乱,生物栖息空间被压缩,群落物种配比失衡,水域天然净化功能持续弱化。物理改良与基质优化修复方式仅能改善河道水环境外在条件,无法激活水域原生生物循环体系,修复效果缺少长效保障。水生生物群落构建技术立足水域生态内生循环逻辑,重建适配河道原生环境的生物群落结构,弥补非生物修复方式的功能短板。根据河道不同水深区域特征,有序布设各类水生植株,利用植株根系与茎叶吸收水中过剩养分,改善水下溶解氧分布,优化水下栖息基底。投放适配本土水环境的底栖动物与水生动物,依靠生物天然制衡关系控制藻类过

量生长,可使水体藻类生物量降低 30% 左右,同时清除水体中细小有机碎屑。依托水域原生菌群完成适配培育,完善微观物质分解路径,搭建层级完整的水域生物生存网络^[3]。该修复方式依靠生态系统内生力量完成水环境自我调节,衔接水体、底泥、岸带三类空间修复成果,让河道生态体系具备自主修复与长效维稳能力。

3 河道水环境多方位生态修复技术应用优化路径

3.1 多方位生态修复技术应用现存问题

当下河道生态修复实践中,全域一体化治理理念并未完全落地,水体、底泥、岸坡以及生物修复各板块大多分开实施,各治理环节缺乏联动衔接机制,无法释放多维度同步修复的叠加效果。单独推行某一项修复工艺,无法覆盖河道全域污染点位,上层水体改善后的水环境依旧会受到河床内源污染持续干扰,部分分段治理的河段治理成效衰减可达 20% 以上,最终让整体治理效果大打折扣。不少现场修复工作依旧偏重工程化干预方式,没有贴合河道生态系统自然演化节奏开展治理,过量的人工干预行为会打破水域原本的生态平衡,扰乱本土生物种群正常的生长与栖息节奏。工艺联用过程中缺少针对性匹配依据,不同修复技术一同应用时会产生功能拮抗现象,人工投放的修复材料会抑制水体原有微生物活性,不利于后期水域生物群落自然恢复。修复周期规划存在明显短板,工程完工后缺少持续性的生态管护环节,河道受损生态系统无法维持稳定状态,生态功能缓慢回落衰减,也让一体化多方位修复模式无法发挥长效治理作用。

3.2 多方位生态修复技术应用核心原则

完整的河道生态修复工作需要遵循科学的执行标准约束技术实施流程,规避不合理的人工干预方式破坏水域原有生态基底,让各类修复工艺发挥最优治理效果。开展全域生态治理时,需要兼顾河道上下层水域、河床、岸线以及水生生物完整生态单元,摒弃碎片化的治理思路,打通各个修复板块之间的生态联系,实现空间层面全方位协同治理。开展人工生态干预时,应当顺应河道天然水文规律和本土生物生存特性,减少人工硬质材料和外来生物的引入幅度,最大程度依托水体固有自愈能力完成生态修复,减少外界干预对自然生态循环的破坏。不同河段生境存在客观差异,治理过程不能套用同质化的修复方案,需要结合河段实际环境特征灵活调整技术组合形式,提升修复方案和现场水环境的适配度。生态修复不能只追求短期环境改善效果,更要关注生态系统后续的自我维持能力,重视修复后期的常态化管护工作,维系水域生态群落长期稳定^[4]。这套执行标

准能够规范全流程修复行为,让各项生态技术的联用更具合理性,保障河道生态修复工作贴合自然发展规律稳步推进。

3.3 多方位生态修复技术组合适配方法

各类河道生态修复工艺作用维度各不相同,盲目进行多种工艺叠加施工,容易出现工艺作用相互抵消的问题,无法发挥联合修复的叠加增益,因此需要结合河道生态受损规律制定合理的技术联用方案。技术组合排布需要遵循河道生态修复的内在逻辑,优先处理河道底层污染隐患,通过底泥基质调控稳定泥水交界面状态,减少底层污染物持续向上覆水体迁移扩散,消除内源污染带来的修复阻碍。在底层水环境趋于稳定后,再开展水体环境提质处理,优化水体内部理化环境,降低水体污染物残留浓度,减少水环境胁迫因素。岸坡生态治理可与水域内部治理同步推进,依托岸坡植被与生态护坡结构,阻挡地表径流携带外源污染物汇入河道,完善水陆交界区域的防护体系。待水体、底泥、岸带物理生态环境全部优化完毕,再逐步完善水域生物种群结构,依托优质的栖息环境推动生物群落自然演替。贴合生态修复先后逻辑排布各项技术,能够化解不同工艺联用产生的负面作用,让各修复环节彼此支撑配合,构建分层有序的全域修复体系,保障整体河道生态修复工作具备更强的落地适配性。

3.4 河道生态修复技术发展趋势

河道生态修复行业随着水环境治理理念更新持续迭代,传统单一化、强工程化的治理模式逐步被淘汰,技术发展朝着贴合自然生态规律的方向稳步转变。后续生态修复会进一步弱化人工硬质工程干预力度,更加依托河道原生生态系统的自愈能力开展治理,推动人工修复手段与自然生态演化进程深度融合。各类分散独立的修复技术会走向一体化集成发展,打通水体、底泥、岸

带、生物四大修复模块的衔接壁垒,构建全域联动、分层配合的立体化修复体系。低扰动、低损耗的绿色修复工艺会得到更多应用,减少人工修复材料对水域原生环境的二次干扰,贴合水域长期生态稳态发展需求。生态修复不再只聚焦污染消除与环境提质,会兼顾河道生态结构复原、生物多样性维系以及水系生态连通性修复,关注生态系统完整功能的重塑。与此同时,生态修复后期长效管护机制会不断完善,补齐重施工、轻运维的固有短板,让修复成果可以长期稳定留存^[5]。整体技术发展更贴合自然水生态运行逻辑,实现人工治理与天然水生态系统的良性适配。

结束语:未来,河道水环境治理跳出单一工程治理的固有思维,围绕河道生态系统开展全域修复。各类生态修复技术可实现精准搭配适配,规避工艺联用的功能冲突,兼顾治理实效性与生态自然性。后续河道治理工作重视前期方案适配与后期长效管护,平衡人工干预力度与水域自然自愈规律。通过不断优化多方位修复体系,可持续改善河道水体、底泥与岸带生态环境,恢复河道生态功能,实现水域生态环境平稳健康发展。

参考文献

- [1] 潘田.多方位生态修复技术在河道水环境治理工程中的应用[J].中国资源综合利用,2026,44(1):217-219.
- [2] 马林娟.河道水环境治理工程中多方位生态修复技术的革新与突破研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(2):179-182.
- [3] 王彦伟.水生态修复在河道治理中的作用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2026(6):168-171.
- [4] 蒋品.生态修复技术在河道水环境治理工程中的应用[J].中国资源综合利用,2025,43(3):260-262.
- [5] 刘义培.河道生态治理与水环境修复技术应用分析[J].建筑与工程管理,2025,8(14):14-17.