

河湖生态修复中本土物种选择与配置研究

丁伦涛 魏平方

长江大学 化学与环境工程学院 湖北 荆州 434023

摘要: 本文聚焦河湖生态修复中本土物种的科学选择与配置策略,系统阐述了以恢复生态学为核心的理论基础,确立了生态适配性、功能靶向性及生物安全性等核心原则。研究构建涵盖生境特征分析、资源本底调查及适应性评价的综合体系,提出基于生态位互补的三维空间配置模式与差异化修复方法。结合长江中下游湖泊、云南拉市海及鄱阳湖等实证案例,验证本土物种在重构水生植被、提升水体自净能力及恢复生物多样性方面的显著成效,为河湖生态系统长效稳态维持提供了科学依据与技术支持。

关键词: 河湖生态修复;本土物种;物种选择;群落配置;生态功能

引言: 随着流域开发强度加大,我国部分河湖面临水体富营养化、生境破碎化及生物多样性衰退等严峻挑战,生态修复已成为生态文明建设的关键环节。本土物种作为经过长期自然选择保留下的遗传资源,具备优异的生态适配性与抗逆性,是重建健康水生生态系统的核心要素。然而,当前修复实践中仍存在盲目引种、配置模式单一及群落稳定性差等问题。本文旨在通过构建科学的本土物种选择评价体系与立体配置模式,结合典型案例分析,探索提升河湖生态修复成效的有效路径,对推动水生生态系统功能恢复与可持续发展具有重要意义。

1 河湖生态修复中物种选择的理论基础

1.1 核心理论支撑

河湖生态修复物种筛选的核心理论以恢复生态学、群落生态学与生态系统稳态转换理论为核心框架,为水生生物物种科学遴选提供底层逻辑支撑。恢复生态学强调遵循生态系统自然演替规律,依托受损河湖的环境基底,通过人工辅助干预加速生态系统自我修复进程,杜绝违背自然规律的盲目引种改造。群落生态学聚焦生物群落结构完整性,主张通过适配性物种补充,完善水生、湿生生物群落的种间关系,构建互利共生、制衡稳定的群落体系。生态系统稳态转换理论则针对河湖藻型浊水、草型清水两种稳态特征,明确物种选择需以扭转生态退化稳态、构建可持续清水稳态为核心目标^[1]。同时,生态位理论、物质循环理论贯穿物种筛选全过程,保障所选物种可精准匹配河湖生境,参与水体氮磷循环、水质净化、栖息地营造等核心生态功能,为河湖生态系统结构重构与功能修复提供坚实理论依据。

作者简介: 丁伦涛,男,硕士研究生在读。

通讯作者: 魏平方,副教授, E-mail: ybaisha@163.com]

1.2 本土物种选择的基本原则

河湖生态修复本土物种选择需遵循科学、系统、实用的核心原则,保障修复工程科学落地、成效长效可持续。首要原则为生态适配性原则,严格匹配目标河湖的水深、流速、底质、水质及气候条件,优先选择适配本地生境、抗逆性强、无生态隐患的乡土物种。其次是功能靶向性原则,结合河湖退化问题精准选种,针对富营养化水体优选氮磷净化能力强的水生植物,针对水土流失河湖选用固土护岸物种,针对生物多样性匮乏区域搭配栖息地营造物种。第三是生物安全性原则,坚决规避本土有毒、易泛滥扩张的物种,杜绝物种过度繁殖引发的二次生态问题,维持群落动态平衡。最后是多样性与稳定性兼顾原则,摒弃单一物种种植模式,搭配不同生态位的挺水、浮叶、沉水植物及底栖生物,构建多层次、复合型生物群落,同时兼顾物种经济性与管护便捷性,实现生态效益与运维效益协同统一。

2 本土物种资源调查与评价体系构建

2.1 目标河湖的生境特征分析

目标河湖生境特征分析是本土物种筛选的前置基础,核心在于全面摸清生态基底条件。分析涵盖水文、水质、底质、气候及生物五大维度。水文维度重点监测常年水深、水位季节性波动、流速及换水周期,明确水体动态规律。水质维度检测氮磷含量、透明度、溶解氧、pH值及污染物类型,判定富营养化程度。底质维度调查底泥厚度、土质类型、有机质及重金属状况,分析其对植物根系和底栖生物的影响。气候维度结合气温、降水、霜冻周期等匹配物种生长节律。同时排查植被退化、藻类爆发、栖息地破碎化、水土流失等现状问题,精准识别生境短板,为后续物种筛选与配置提供数据支撑。

2.2 本土物种资源本底调查

本土物种资源本底调查旨在系统梳理目标河湖及流域原生生物资源,构建完整的本土物种数据库。调查范围覆盖水域、滨岸带、湿地缓冲区全域,对象包含挺水、浮叶、沉水植物,底栖动物、鱼类、浮游生物及原生湿地植被等全部乡土类群。采用实地踏查、样方监测、水样底样采集、文献溯源相结合的方式,记录物种分布、数量、生长状态及濒危状况^[2]。重点筛选优势乡土物种、功能性修复物种与珍稀保护物种,同步排查已消亡物种并分析消亡机制,评估人工恢复可行性。通过全方位摸底厘清资源存量与利用潜力,规避盲目引种,保障修复严格依托本土资源。

2.3 物种适应性综合评价指标体系

物种适应性综合评价指标体系是量化筛选修复物种的核心工具,遵循科学性、针对性、可量化原则,设生态适应性、生态功能性、群落稳定性、安全可持续性四大一级指标及十二项二级指标。生态适应性含耐污性、耐水位波动、气候适配度、底质适配性;生态功能性涵盖水质净化、固土护岸、栖息地营造、食物链支撑;群落稳定性含繁衍能力、种间兼容性、抗病虫害能力;安全可持续性含入侵风险、管护成本、原生契合度。通过赋分加权对各物种综合评级,划分优选、适配、慎用三类等级,为物种配置提供标准化科学依据,规避主观选种弊端。

3 本土物种配置模式与优化策略

3.1 物种配置的理论基础

河湖本土物种配置以生态位互补理论、群落演替理论、生态系统整体性理论为核心支撑,构建科学高效的物种配置体系。生态位互补理论是配置核心依据,通过搭配不同光照、水深、营养需求的物种,实现空间、资源、营养生态位的差异化互补,充分利用河湖水体、底质、光照等环境资源,避免物种间恶性竞争,提升资源利用效率。群落演替理论强调遵循自然演替进程,以先锋物种改善恶劣生境,以建群物种稳定群落结构,辅助退化生态系统完成从低级到高级的良性演替,缩短生态修复周期^[3]。生态系统整体性理论要求物种配置兼顾水生、滨岸、湿地全域生态单元,统筹植物、动物、微生物的协同配置,完善物质循环与能量流动链条。同时结合景观生态学理论,兼顾生态功能与景观格局,实现河湖生态系统结构完整、功能完善、格局稳定,保障修复后生态系统具备自我调节、自我维持、自我更新的长效能力。

3.2 配置的三维空间结构

河湖物种三维空间结构配置以立体化、层次化、全覆

盖为核心思路,构建水上、水中、水底及滨岸带一体化的立体生态群落。垂直空间维度,依据水深梯度分层配置,滨岸浅水区种植芦苇、香蒲等挺水植物,营造滨岸生态缓冲带;中水区搭配菱角、睡莲等浮叶植物,拦截表层水体污染物;深水区配置苦草、黑藻等沉水植物,净化底层水体、稳固底泥;水底投放螺、蚌等本土底栖生物,完善底栖生态链。水平空间维度结合河湖地形特征,分区差异化配置,开阔水域以沉水植物为主构建核心净化区,弯道浅滩以挺水植物为主营造栖息地,出入口区域搭配高净化功能物种拦截外源污染。时间维度遵循物种生长节律,搭配春、夏、秋、冬不同生长期的本土物种,保障四季均有植被覆盖、生态功能持续运转。

3.3 配置的模式与方法

结合河湖不同退化程度与生境特征,本土物种形成四类成熟配置模式与落地方法,适配差异化修复场景。一是基础净化配置模式,针对轻度富营养化河湖,以沉水植物为主体,搭配少量浮叶植物,构建简约高效的水质净化群落,快速改善水体透明度、抑制藻类繁殖。二是生态稳态配置模式,针对中度退化河湖,采用“挺水+浮叶+沉水+底栖生物”复合型配置,完善立体群落结构,重构生态物质循环体系,推动水体向草型清水稳态转换。三是栖息地修复配置模式,针对生物多样性匮乏河湖,搭配食源、栖息型本土物种,为水鸟、鱼类、底栖生物提供生存载体,恢复生物群落多样性。四是滨岸缓冲配置模式,针对水土流失、岸带退化河湖,以挺水植物、湿生植被为主,构建滨岸生态缓冲带,拦截地表径流、固土护岸^[4]。配置方法遵循先基底修复、后物种定植,先先锋改良、后稳态构建的流程,依据评价体系精准选种,合理控制种植密度与配比比例,保障群落良性发育。

3.4 配置效果的评估指标

本土物种配置效果评估构建生态结构、环境质量、功能效益、长效稳定性四大维度指标体系,实现修复效果量化评估。生态结构指标包含物种丰富度、群落均匀度、植被覆盖率、种间共生稳定性,用于判定生物群落结构完整性与合理性,评估群落配置的科学性。环境质量指标聚焦水体改善效果,涵盖水体透明度、溶解氧、氮磷去除率、藻类生物量、底质有机质含量,直观体现水质与底质修复成效。功能效益指标包含污染拦截能力、固土护岸强度、栖息地承载能力、生态景观效果,综合衡量河湖生态服务功能提升水平。长效稳定性指标包含物种存活率、群落自我更新能力、抗环境扰动能力、年度生态指标波动幅度,评估修复系统的可持续

性。通过修复前、修复中、修复后多时段动态监测,对比各项指标变化,精准判定物种配置成效。

4 案例研究

4.1 长江中下游浅水湖泊水生植被恢复

长江中下游浅水湖泊普遍面临富营养化加剧、水生植被退化、藻类爆发频繁、生态稳态失衡等问题,依托本土物种配置体系开展植被恢复成效显著。修复以本土沉水植物为核心,优选苦草、狐尾藻、金鱼藻等适配浅水、耐轻度污染的乡土物种,搭配芦苇、菰等挺水植物构建立体群落。前期通过底质改良、水位调控改善生境,规避外源污染,为物种定植创造条件。按三维空间模式,浅滩种植挺水植被构建缓冲带,湖心规模化定植沉水植物,表层搭配少量浮叶植物,形成层次分明的植被结构。多年修复后,植被覆盖率大幅提升,氮磷含量显著下降,藻类过度繁殖得到有效遏制,水体从藻型浊水态逐步转为草型清水稳态。同时本土植被为鱼类、水鸟提供栖息地与食源,生物多样性持续提升,形成可复制的浅水湖泊植被恢复技术模式。

4.2 云南拉市海湿地生态修复

云南拉市海湿地受人为干扰、水位波动、植被退化影响,出现湿地萎缩、水质下降、水鸟栖息地破碎化等问题,依托本土物种体系开展系统性修复。修复团队首先完成生境摸底,梳理海菜花、芦苇、灯心草等核心本土物种,结合高原湿地气候、水深、水质特征构建适配方案。严格遵循本土筛选原则,摒弃外来引种,以高原特有乡土物种为主体,分层配置挺水、浮叶、沉水植被,搭配本土底栖生物完善生态链。针对水位季节性波动,优选耐水位变化、抗高原气候胁迫物种,提升群落抗扰动能力。通过分区差异化配置,核心区构建原生态群落,缓冲带打造净化植被带,岸带修复湿生植被固土护岸。修复后水质持续改善,自净能力显著增强,植被趋于稳定,水鸟种类与数量大幅提升,为西南高原湖泊湿地修复提供了典型范例。

4.3 鄱阳湖南矶与吴城湿地修复

鄱阳湖南矶与吴城湿地作为长江流域重要生态屏

障,受水文节律改变、人为开发、植被退化影响,面临生态功能弱化、候鸟栖息地缩减、生物多样性下降等问题。修复立足本土物种资源,开展系统化生态重构。前期全面调查本土植被与水生生物,筛选芦苇、苔草、苦草等优势乡土物种,结合季节性干湿交替特征制定配置模式。依据三维空间思路,湿地区域分层构建水生植被群落,滩涂区域恢复原生湿生草甸,水域区域完善水生生物群落,构建水陆一体复合生态系统^[5]。同时依托适应性评价体系优化群落配比,提升抗旱、耐涝、抗水文波动能力。修复后植被覆盖度显著提升,水土保持与水质净化功能大幅增强,候鸟栖息地有效恢复,生态系统结构更趋完整,为大型通江湖泊湿地修复提供了成熟的本土物种应用经验。

结束语

综上所述,本土物种的科学选择与优化配置是实现河湖生态系统从“藻型浊水”向“草型清水”稳态转换的关键路径。通过遵循生态位互补与群落演替规律,构建“水上-水中-水底”立体化配置模式,能够有效提升水体自净能力与生物多样性。长江中下游湖泊、拉市海及鄱阳湖的成功实践证明,因地制宜利用乡土资源可显著增强生态系统的抗扰动能力与长效稳定性。未来应进一步深化本土物种的种质资源挖掘与适应性监测,完善全生命周期管护机制,为流域水生态安全屏障构建提供持久动力。

参考文献

- [1]乐文彩,刘月强,邱威威,等.河湖污染底泥原位修复生态岛技术的应用[J].中国环保产业,2024(10):59-61.
- [2]袁学勤.宣州区南漪湖入湖河口湿地生态修复对策研究[J].乡村科技,2022,13(5):147-150.
- [3]王小军,赵新宇,张奇,等.推动鄱阳湖生态保护与修复的思考及建议[J].江西水利电力大学学报,2026,45(1):1-7.
- [4]雷龙,高娟妮,薛珺华,等.巢湖黄陂湖湿地生态保护修复工程实例研究[J].环境生态学,2025,7(1):115-122.
- [5]戴一锋,朱东旭.河湖生态修复技术研究进展浅析[J].珠江水运,2025(1):23-25.