

# 基于生态修复技术的河湖水生态系统功能恢复研究

张陆明

天津市津南区双桥河镇人民政府 天津 300350

**摘要:** 本文聚焦生态修复技术在河湖水生态系统功能恢复中的应用,概述了生态修复技术的核心,涵盖生物、物理、化学及生态工程方法。深入分析了河湖水生态系统的水质净化、生物栖息地、气候调节、水资源管理及生态景观等多重功能。并详细讨论了水质净化、河岸带复建、河床生态及生物多样性保护等具体修复技术。最后,提出了恢复策略,旨在通过生态修复技术提升河湖水生态系统整体功能,为可持续发展提供坚实支撑,确保自然与社会的和谐共生。

**关键词:** 生态修复技术; 河湖水生态系统; 功能恢复

## 1 生态修复技术

生态修复技术是一种旨在恢复和改善受损生态系统功能的方法集合,它侧重于利用自然过程或引入适当的生物、物理及化学手段,以促进生态系统的自我恢复能力。这一技术的核心在于模拟或强化自然界的物质循环与能量流动,以达到水质净化、生物多样性提升和生态结构稳定的目的。河湖水生态作为城市环境的重要组成部分,对城市总体生态环境起着重要的调节作用,也是城市生态环境提质增效的重要基础。在生态修复技术的框架内,生物修复扮演着至关重要的角色。它利用特定的微生物、植物或动物来降解环境中的污染物,如利用微生物分解有机废物、重金属的生物吸附或植物对特定污染物的吸收与积累。植物修复技术,特别适用于水体富营养化和重金属污染问题,通过植物的根系吸收、转运和储存污染物,有效降低环境中的污染物浓度。除了生物修复,物理与化学方法也是生态修复技术的重要组成部分。物理方法,如水体曝气、底泥疏浚等,旨在改善水体的氧合状态,去除水体沉积物中的污染物。化学方法则侧重于利用化学试剂调节水质,如混凝沉淀去除悬浮物、氧化还原反应降低有毒物质含量<sup>[1]</sup>。人工湿地、生态浮床和生态护坡等生态工程手段,通过模拟自然湿地功能、增加水面植被覆盖和稳固河岸土壤,不仅提升水体的自净能力,还为水生生物、两栖生物提供了适宜的栖息环境,促进生物多样性的平衡与恢复。

## 2 河湖水生态系统的基本功能与特性

### 2.1 水质净化与循环

通过自然的水文循环过程,地表水循环过程,河湖能够接纳降水、地表径流以及对地下水补给,形成一个动态的水体生态系统。在这个过程中,水体中的悬浮物、沉积物和营养物质以及有害物质经历一系列的物

理、化学和生物过程,得以净化。例如,水体中的悬浮颗粒物可以通过沉积作用去除,而营养物质和有机物则可能被水中的微生物分解利用。另外,河湖中的水生植物,如芦苇和香蒲,通过根系吸收水中的营养物质,从而净化水质。这些净化机制共同维持着河湖水体的清洁健康,为水生生物提供适宜的生存环境<sup>[2]</sup>。

### 2.2 生物栖息地提供

河湖水生态系统为众多水生生物提供了宝贵的栖息地。从微小的浮游生物到大型的鱼类,亲水的两栖动物和鸟类,河湖生态系统支撑着一个多样性的生物群落。这些生物在水体中形成系统的食物链和生态平衡,彼此之间相互依存、制约。河湖的水生植物以及岩土等自然元素为生物提供遮蔽、繁殖生活的场所。同时,河湖的流动性和动态变化也为生物创造多样化的生存环境,促进物种的适应性和生物多样性。

### 2.3 气候调节与水资源管理

水体具有较大的热容量和蒸发面积,能够吸收和释放大量的热量,从而起到城市总体环境调节作用。在炎热的夏季水体通过蒸发作用,降低气温从而减少城市热岛效应;而在寒冷的冬季,水体则储存热量,减缓气温的下降。此外,河湖还是重要的水资源储备库,通过蓄水 and 供水功能,满足人类生活、农业灌溉和生产用水等需求。在水资源管理方面,河湖通过自然的水文循环过程,实现水资源的再分配和调节,有助于调节干旱和洪涝等自然灾害的影响,改善城市人居环境都具有非常重要的作用。

### 2.4 生态景观与文化价值

河湖水生态系统不仅具有生态功能,还承载着丰富的生态景观和文化价值。河湖的美丽景色和宁静氛围为人们提供休闲和亲近自然的机会。水体的植被、湿地等

自然元素构成了独特的生态景观，为城市总体规划和旅游开发提供了宝贵的资源。同时，河湖在人类历史和文化中占据着重要的地位。自古以来，人们就依水而居、因水而兴，河湖见证人类文明的演进和发展。许多河湖地区孕育了独特的人类文明以及文化传统和民俗风情，成为人类文化遗产的重要组成部分<sup>[3]</sup>。因此，保护和恢复河湖水生态系统，不仅是为了维护生态平衡，更是为了保护 and 传承人类的自然遗产和文化传承。

### 3 生态修复技术在河湖水生态系统中的应用

#### 3.1 水质净化技术

在河湖水生态系统中，水质净化技术主要包括物理、化学和生物三个方面。物理净化技术主要通过清淤、水体曝气、本土植被和土壤环境修复等方式去除水体中的悬浮物、沉积物等有机物和营养物质。例如，通过规划湿地利用潜水和挺水植物吸收转化起到净化作用，可以有效降低水体中的悬浮颗粒物浓度；通过曝气增加水体的溶氧量，有助于加速有机物的无害化分解，辅助提高水体的自净能力。化学净化技术针对适宜水体调节水质，去除有害物质。例如，对于抵达入河排水口的工业污水，可利用混凝剂可以迅速凝聚水中的胶体粒子，形成沉淀的絮凝体进行处理达标排放；而利用有机酸氧化还原反应则能够降解或转化水体中的有害物质，如重金属离子和有机污染物。生物净化技术则是利用微生物、动植物等生物的代谢作用，降解和吸收水体中的污染物。微生物修复技术通过接种高效降解菌种或构建生物反应器，加速水体中有机物的分解；植物修复技术则利用水生植物的根系吸收和转化营养物质和重金属等污染物；而动物修复技术，如操纵食藻鱼类、禽类，则可以有效控制藻类过度繁殖，防止水体富营养化。

#### 3.2 河岸带复建技术

河岸带是河湖水生态系统的重要组成部分，具有保持水土、净化水质、提供生物栖息地和美化景观等多重功能。然而，由于城市化和人类活动的影响，许多河岸带已经遭受严重破坏。因此，河岸生态带复建技术成为生态修复的关键环节；河岸带复建技术主要包括植被恢复、土壤改良和地形塑造及生态岸坡等方面。植被恢复通过种植本土植物，恢复河岸带的植被覆盖，增强土壤的稳定性，防止水土流失；同时，植物还能通过根系拦截吸收和转化污染物，净化水质。土壤改良则通过添加有机物质和改良剂，提高土壤的活性，为植物生长提供良好的基质。地形塑造则根据河湖的天然生态需求，因势利导塑造河岸带的地形，创造适宜的水循环环境和生物栖息地。另外，河岸带复建技术还必须注重生态工程

的应用<sup>[4]</sup>。例如，通过构建生态护岸和人工湿地等工程措施，可以进一步提高河岸带的生态功能和稳定性。生态护岸采用植物、石材和木材等自然材料，形成柔性的防护结构，既能防止水土流失，又能为水生生物提供栖息地和繁殖场所；而人工湿地则通过模拟自然湿地系统，利用土壤、植物和微生物的协同作用，增加生物多样性净化水质。

#### 3.3 河床生态修复技术

河床是河流水体的承载基础，也是水生生物的重要栖息地。河床生态修复技术主要包括河床形态恢复、底栖生物保护和生态补水等方面。河床形态恢复通过模拟自然河流恢复河床的天然形态和动态特性，提高水流的多样性和生态功能。底栖生物保护则通过保护和恢复河床上的底栖生物群落，如鱼类和其他水生生物提供栖息场所。生态补水则通过增加河流的水源补给，提高河床的生态水位，确保水生生物的生存需求。另外，河床生态修复技术还注重生态材料的应用。例如，采用具备岸坡生物生长的多孔透水生态砖、生态袋和植物纤维等生态材料，构建河床护底和护岸结构，既能防止水土流失，又能为水生生物提供适宜的栖息环境。同时，材料的选用，进一步改善河湖生态环境，促进河湖水环境的改善。

#### 3.4 生物多样性保护技术

生物多样性是河湖水生态系统健康与稳定的重要标志，生物多样性保护技术主要包括物种保护、栖息地恢复和生态廊道构建等方面。物种保护通过制定严格的保护政策和措施，保护濒危物种和关键物种的生存与繁衍。栖息地恢复则通过恢复和重建适宜的生物栖息地，为水生生物提供充足的生存空间和繁殖场所。例如，通过恢复河湖中的湿地、浅滩和深水区，整合生态功能区，为水陆两栖动物和水生植物提供栖息环境。生态廊道构建则是在河湖水生态系统内部或周边建立生态连接通道，以促进物种的交流、迁移和扩散。这些生态廊道可以是自然形成的河流、溪流或湿地，也可以是人工生态绿带或生态廊道网络。这些可以增加生物种群的连通性和多样性，提高河湖水生态系统的稳定性和水循环的韧性。

### 4 基于生态修复技术的河湖水生态系统功能恢复策略

#### 4.1 水质净化策略

河湖水体的水质净化是生态修复的首要任务，直接关系到水生生态系统的健康与稳定。基于生态修复技术的水质净化策略，旨在通过自然和人工相结合的方法，有效去除水体中的污染物，恢复水体自净能力。第一，

实施源头污染控制。对河湖上游的工业排放、农业面源污染和城市生活污水进行严格控制,推广清洁生产技术和生态农业实践,减少污染物排放,建设和完善污水处理设施,提高污水处理效率,确保达标排放<sup>[5]</sup>。第二,利用生物净化技术。通过种植具有净化水质功能的水生植物,如芦苇、香蒲等挺水植物,构建人工湿地或生态浮岛,减少水体富营养化,引入高效降解能力的微生物群落,加速水体中有机污染物的分解。第三,推广生态补水技术。通过合理调度水资源,确保河湖生态用水量,提高水体流动性,有利于污染物的稀释和降解。建立雨水收集和利用系统,平衡河湖水体的补给量改善水质。第四,加强水质监测与管理。建立完善的水质监测网络,定期对河湖水体进行水质监测,及时发现问题并采取措。同时,加强“河湖长责任制”和行政执法力度,打击非法排污行为,保障水质安全。

#### 4.2 生物多样性恢复策略

旨在通过保护和恢复物种多样性,构建稳定的生态群落结构。对河湖中的濒危物种和关键物种,建立物种保护名录,加强栖息地保护,减少人类活动对物种的干扰;通过构建生态廊道,如河流、湿地和绿道等,为物种提供迁移和扩散的通道,提高生态系统的韧性;政府引导发挥主流媒体宣传作用,提高公众对生物多样性重要性的认识,鼓励公众参与生物多样性保护活动,如植树造林、志愿服务和科普宣传等,形成良好的生物多样性保护氛围;对河湖水生态系统中的生物多样性进行监测和评估,了解物种分布、数量和健康状况,为制定针对性的保护措施提供科学依据。

#### 4.3 栖息地修复策略

栖息地是河湖水生态系统中生物生存和繁衍的基础。旨在恢复和重建适宜的生物栖息地,为水生生物提供充足的生存空间和繁殖场所。(1)实施河岸带复建工程。通过植被恢复、土壤改良和地形塑造等措施,恢复河岸带的自然生态和功能,为水生生物提供适宜的栖息地和避难所。(2)加强河床生态修复。通过河床生态恢复、底栖生物保护和生态补水等措施,改善河道生态环境,为水生生物提供丰富的食物来源和栖息环境<sup>[6]</sup>。(3)推广生态工程措施。如生态护岸、人工湿地和生态浮岛等,利用自然材料和生态技术,构建具有生态功能的工程结构,为水生生物提供适宜的栖息和繁殖场所。

#### 4.4 生态服务功能提升策略

河湖水生态系统具有提供水资源、调节气候、净化水质、维持生物多样性等多种生态服务功能。旨在通过恢复和提升河湖水生态系统的整体功能,为人类社会的可持续发展提供支撑。首先,加强水资源管理与保护。通过合理调度水资源,确保河湖生态用水量,加强水资源保护,减少水体污染,保障水资源安全;其次,促进生态景观建设。通过河湖景观规划与设计,打造具有生态功能和美学价值的河湖景观,提升城市品质和居民生活质量,加强生态教育与科普宣传,提高公众对河湖生态保护的认知和参与度。依托河湖水生态系统,发展生态农业、生态旅游和生态服务等产业,促进区域经济转型升级和可持续发展。同时,加强生态补偿机制建设,对为保护河湖生态系统而牺牲发展利益的地区给予合理补偿。

#### 结束语

河湖水生态系统的健康与稳定对于维护生态平衡和人类福祉至关重要。通过生态修复技术的应用,能够有效地恢复和改善受损的河湖水生态系统功能,提升水质、恢复生物多样性、提供适宜的栖息地以及提升生态服务功能。然而,生态修复是一个长期而复杂的过程,需要常态化持续的监测和管理。未来的研究应进一步探索生态修复技术的优化与创新,加强跨学科合作,推动河湖水生态系统的可持续发展。

#### 参考文献

- [1]徐军,徐丹阳.基于水生态修复技术在河道治理中的应用分析[J].化工管理,2020(20):60-61.
- [2]王睿,谭映宇,王震,等.水生态修复技术在城市河道污染治理工程中的应用[J].环境与可持续发展,2020(3):125-129.
- [3]杨光.河道治理与水环境保护的措施研究[J].环境与发展,2020(1):218-219.
- [4]张明.水体微生物多样性与水质改善研究[J].水资源保护,2021,45(2):56-68.
- [5]李红,王刚.底泥改善对水生态系统的影响[J].生态学杂志,2020,40(4):23-35.
- [6]姜芊孜,王广兴,李金煜.基于生态系统服务供需评价的城市河流景观提升策略[J].中国城市林业,2021,19(02):73-79.