

# 城市水生态修复技术与工程应用

宋子杰

上海宏渠工程咨询监理有限公司 上海 201301

**摘要:** 城市水生态修复技术的应用效果需要通过综合评估来验证其有效性。其中,水质改善效果评估和生物多样性恢复效果评估是关键指标,帮助评价城市水生态修复工程的成效。通过监测水质指标、水质净化效果、生态系统复苏和生物多样性变化,全面了解城市水生态修复技术的实际效果,为提升城市水环境质量、促进生物多样性保护提供科学依据。

**关键词:** 城市水生态; 修复技术; 应用分析

## 1 城市水生态修复技术探讨

随着城市化进程加快,城市水环境面临的挑战日益严峻,城市水生态修复技术成为保护水资源、改善水质环境、提升城市生态品质的重要途径。一方面,城市水生态修复技术采用各种生物、植物和微生物等自然生态系统的修复机制,如湿地、人工流态床、生物滤池等,通过植物吸附、微生物降解等生态过程,有效净化水体中的污染物,恢复水体生态系统的稳定性和健康性,实现水体生态系统的再生和重建。另一方面,城市水生态修复技术还融合现代科技手段,如远程监测、智能控制等,实现城市水体的智能管理和治理,提高修复效率和治理成本的效益。例如,利用大数据和人工智能技术对水质数据进行分析 and 预测,及时发现问题并采取有效的措施进行修复。城市水生态修复技术还注重与城市规划和景观设计的结合,通过构建生态景观带、水体绿化、水质净化设施等,打造水与城市的和谐共生空间,为居民提供美丽的生态环境和休闲娱乐场所<sup>[1]</sup>。

## 2 目前城市河道现状问题

当前,城市河道,特别是像上海这样的城市,虽然河道整治取得显著成效,但水环境质量的进一步提升仍面临诸多挑战。联片治理不足导致不同区域水环境治理缺乏协同,使整体水环境难以达到最佳状态。河道水体浑浊、透明度低,不仅影响感官效果,也威胁水生态系统健康。尽管点源污染如工业废水、农村生活污水已得到较好控制,但零星污水排放问题仍存。面源污染问题更为突出,尤其是雨水径流和农田排水。雨水冲刷带来的未经过滤的污染物直接排入河流,农田尾水中的化肥和农药也直接进入河道,严重影响水质。畜禽养殖场的粪污虽然经循环处理,但周边环境治理仍不到位,部分污染仍可能流入河道。另外,内源污染亦不容忽视。部分河道因长期未疏浚,淤泥堆积严重,其中蓄积的污染

物成为水质恶化的潜在因素。因此,城市河道治理仍需加强,需采取综合措施,从源头到末端全面治理,确保水环境质量的持续改善。

## 3 常见的水生态修复技术介绍

### 3.1 水生物修复技术

水生物修复技术是一种利用水生生物的自然生态过程来修复水体的技术。在湿地植物修复中,选择具有强大净化能力的湿地植物,如芦苇、香蒲等,种植在水体边缘或湿地区域。这些植物能够通过其根系和叶片吸附和转化水体中的污染物质,同时利用根系形成的微生物群落加速污染物的降解。水草修复技术则通过引入具有生态清洁功能的水生植物,如莲藕、水葱等。这些植物能够吸收和转化水体中的有害物质,降低水体富营养化程度,同时提供庇护所和食物来源给鱼类和其他水生生物,增加水生态系统的生物多样性<sup>[2]</sup>。藻类修复技术利用藻类的光合作用和生物代谢特性;通过控制藻类的生长和繁殖,藻类能够吸收水中的营养物质,提高水体的氧气含量,并降低水体中的污染物浓度,使水体逐渐恢复透明度和清洁度。

### 3.2 植被修复技术

湿地植被构建是在水体周边或湿地地区通过种植湿地植物如芦苇、菖蒲等,构建出湿地生态系统。这些湿地植物能够有效吸收水中的营养物质和污染物质,起到净化水质、减少污染负荷的作用。湿地植被还能为其他水生生物提供栖息地,促进水生态系统的恢复;水生生物种植是向水体中引入具有生态清洁功能的水生植物,如睡莲、荷花等。这些植物能够利用自身的生长和代谢过程,吸附和降解水体中的污染物质,减少水体中的营养盐负荷,改善水质环境。水边植被增植是在河岸、湖滨等水域边缘地带增加适宜的植被覆盖。这些植被能够减缓水流速度,减少泥沙冲刷,保护水域生态环境。同

时, 植被还能提供栖息地给鱼类和其他水生生物, 促进水生生态系统的稳定。

#### 4 城市河道水生态修复方案

##### 4.1 底泥修复技术

城市河道水生态修复方案中, 底泥修复技术是关键的一环。首先, 进行底泥污染状况的详细调查与评估, 通过采样分析明确底泥中污染物的种类、浓度和分布状况, 以此为依据确定底泥修复的紧迫性和修复目标。根据污染程度和河道实际情况, 选择合适的底泥修复技术。对于污染较轻的区域, 可以采用原位修复技术, 如原位生物修复, 通过引入具有降解污染物能力的微生物, 促进底泥中污染物的自然降解和转化。也可以结合植被修复技术, 种植适应水生环境的植物, 利用其根系吸附和降解污染物, 改善底泥环境。对于污染严重、污染物积累较多的区域, 则需要进行底泥疏浚和清淤。最后, 通过专业的疏浚设备和清淤工艺, 将污染严重的底泥挖除并妥善处置。疏浚后的河道底部应进行平整和加固, 以防止水流冲刷造成新的污染。在底泥修复过程中, 还应注重底泥资源化利用。将经过处理的底泥进行资源化利用, 如用于土地改良、园林绿化、建筑填料等, 不仅能够实现废弃物的再利用, 降低修复成本, 还有助于保护环境、实现可持续发展。

##### 4.2 生态净化屏障技术

ECP (生态净化屏障) 在唐镇2022年生态清洁小流域河道综合整治工程中作用显著。其由浮体、主体和负重结构组成, 浮体保稳定漂浮, 主体降低流速并吸附污染物, 内部生态介质促生物膜生长。负重结构确保稳定性, 提高净化效果。ECP环保意义明显, 去除悬浮物、营养盐和重金属, 改善水质, 提高自净能力。同时, 其生态修复功能有助于恢复水体平衡, 提高生物多样性。景观美化作用提升河道湖泊的观赏性。在唐镇项目中, ECP将促进水生态系统恢复, 为居民提供更优质的生态环境<sup>[3]</sup>。

##### 4.3 生态浮床技术在城市河道修复中的应用

生态浮床技术在城市河道修复中的应用分析如下: 首先, 生态浮床技术具有灵活性强和便于维护的特点, 浮床可以根据实际需要进行尺寸和形状的定制, 方便在不同水域形态构造和进行应用, 而且维护相对简便, 可通过替换植物或清理污染物来维持其正常功能。其次, 生态浮床技术具有较高的水质改善效果, 植物根部在水中生长可以有效吸附重金属、氮磷等有害物质, 从而净化水体, 降低污染物浓度, 改善水体透明度和生态环境。最后, 生态浮床技术还可以提升河道的生态景观价值, 通过在河道中布置生态浮床, 植被长势蓬勃, 不仅

有助于净化水体, 还能美化河道景观, 为市民提供愉悦的视觉体验。



生态浮床技术如图一所示

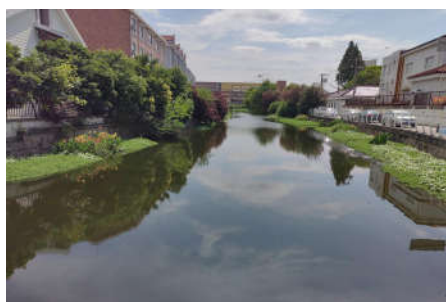
##### 4.4 曝气充氧系统技术的应用

在提升水生态环境质量的行动中, 曝气充氧系统技术展现出了其独特的价值和重要性。特别是在针对那些水动力条件较弱、含氧量低的河道区域, 曝气充氧技术的应用变得尤为关键。为了改善这些河道区域的水质, 一种有效的措施是增设太阳能曝气充氧浮岛。太阳能曝气充氧浮岛不仅利用可再生能源——太阳能作为动力源, 减少对传统能源的依赖, 同时也确保设备运行的可持续性。通过太阳能曝气充氧浮岛的运行, 可以在水体中形成微循环, 增强水流的动力, 从而有助于污染物的扩散和稀释。更重要的是, 曝气充氧技术能显著提升水体的溶氧量; 对于溶氧量不足的水域, 这一技术的引入如同一股清新的氧气, 为水生生物提供了更为适宜的生存环境, 促进了生态系统的平衡和稳定。在水面较宽、视野开阔的水域段, 太阳能曝气充氧浮岛能够发挥更大的作用, 因为它能够覆盖更广阔的水域, 从而在整个水体中形成更为均匀和有效的曝气充氧效果。

##### 4.5 生态护岸技术在城市河岸保护中的应用

在城市水生态修复工程中, 生态护岸技术因其环保和可持续特性而备受重视。它利用生态工程原理, 在河岸的岩石结构或混凝土结构表面安装植被悬挂装置, 或在护岸上直接种植草本植物、灌木等, 以构建生态护岸, 进而修复河岸生态系统, 并解决土壤侵蚀和水质污染等问题。(1) 减缓岸线侵蚀和泥沙运动: 通过在河岸布置植被, 利用植物根系的抓地能力, 有效绑定土壤, 减缓水流速度, 减少泥沙输移, 进而保护河岸结构, 减轻河道侵蚀。(2) 改善水域生态环境: 精心选配的适应性植被能为水生生物提供栖息地和食物来源, 增加水生生物多样性, 改善和恢复河岸生态系统, 提高河岸生态景观质量<sup>[4]</sup>。(3) 增加城市绿化覆盖面积: 生态护岸技术不仅增强河岸的保护能力, 而且作为城市绿地系统的

一部分,增加城市绿地面积,为市民提供更多的休闲娱乐空间,进一步改善城市生态环境。



治理后河道如图二所示

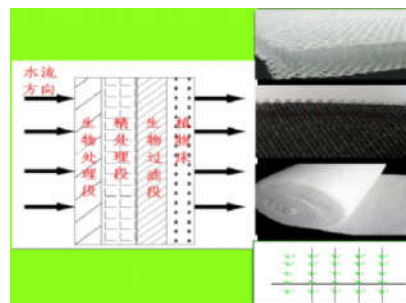
### 5 城市水生态修复技术与工程应用效果评估

以浦东新区大团镇劣V类水体综合整治工程为例,本项目涵盖了大团镇范围内的191条段河道,包括一号桥港、惠南大团界河等,旨在解决这些河道因林草植被覆盖率不足、水土保持能力薄弱和水生及岸坡植物缺失等问题导致的坡面侵蚀、淤泥堆积以及水质下降等严重环境问题。

针对这些问题,项目团队综合考虑了河道的自然条件、水土流失状况和污染源特点,制定一套综合整治方案,涵盖水系沟通、河道疏浚、水生态修复等多个工程领域。为了保障河道内部生态系统的稳定构建,减少外界河道水质差异对其造成的不利影响,项目团队引入净水屏障技术。该技术通过在河道中设置屏障,实现了在维持正常水流交换的同时,有效减缓不同水质水体之间的相互干扰。具体而言,当不同水质的水体进入屏障设施后,水流断面迅速扩大,流速减缓,使大的底泥颗粒物得以平稳沉降;而对于小颗粒悬浮物,则通过高透水性屏障内部的密集纤维丝进行过滤,这些纤维丝不仅比表面积大,而且表面附着有微生物粘液,能够有效吸附并降解悬浮物,提高水质。

内外屏障的结合使用,不仅加强水质和底泥的净化效果,还显著提高河道的保护能力。通过本项目的实施,大团镇的河道生态环境得到显著改善,水质得到有

效提升,为当地居民创造更加宜居的生活环境。同时,本项目的成功实践也为其他城市的水生态修复工程提供宝贵的经验和借鉴。



生态净水屏障原理图三所示

### 结束语

随着城市化进程的加速,城市水生态的修复和保护显得尤为迫切。通过对城市水生态修复技术与工程应用的深入探讨,不难发现,这些措施对于提升城市水环境质量、促进生物多样性保护具有不可替代的作用。从水生物修复技术、植被修复技术,到更为综合的底泥修复、生态浮床技术、曝气充氧系统和生态护岸技术等,每一项技术的应用都在向“一河清水、两岸绿色、田景交融、人水和谐”的目标迈进。

### 参考文献

- [1]徐林箐,黄超,曹瑞良,等.城市水生态修复技术与工程应用[J].施工技术(中英文),2022,51(5):88-91. DOI:10.7672/sgjs2022050088.
- [2]李川,马文浩,陈逸,等.人工湿地技术在城市水环境治理中的应用研究[J].施工技术.2020,49(18).DOI:10.7672/sgjs2020180026.
- [3]滕云.河道水环境治理中多方位生态修复技术应用分析[J].黑龙江环境通报.2024,37(4).DOI:10.3969/j.issn.1674-263X.2024.04.055.
- [4]杨炎锋.基于沉水植物的河道水体水质净化生态修复技术研究[J].节能.2024,43(2).DOI:10.3969/j.issn.1004-7948.2024.02.028.