

河道生态治理工程施工技术与管理实践

张金鹏

平原县前曹镇政府，山东省德州市，253113；

摘要：河道生态治理工程是改善水生态环境、提高水系综合功能的重要措施，它的效果好坏很大程度上取决于科学合理的施工技术和全过程的管理。本文主要对目前主流的河道生态治理技术体系进行了梳理，包括改善基底条件的基础处理技术、恢复生物多样性生态修复技术、满足人文需求的景观构建技术，以及对各项技术的应用要点和适用条件的分析。同时论文从管理实践的角度，着重阐述了施工组织设计、质量控制、风险防控、多部门协同等关键环节的有效策略。通过对于实践案例的分析来为类似工程的规划、设计、实施提供一种综合性的参考框架，并期望可以推动河道生态治理工程走向精细化、系统化的方向，进而使生态效益、社会效益、工程效益三者有机地结合。

关键词：河道生态治理；施工技术；生态工程；水环境

DOI：10.69979/3060-8767.26.02.044

河道水系属于重要的自然生态廊道和水资源载体，对于维持区域生态平衡、保障社会经济发展有着不可取代的作用。但是长期以来高强度的人类活动干扰和环境污染，造成许多河道出现水体富营养化、生物多样性降低、自然形态渠化等一系列生态退化问题，生态服务功能明显减弱。在这种情况下，以生态系统原理为指导的河道生态治理就成为了恢复河流健康、促进人水和谐的重要途径。这类工程具有多目标、多学科交叉的特点，项目的成功实施要依靠多种环境工程、水利工程、生态学等技术方法的应用，但更重要的是依靠整个项目的精细化管理。因此，深入研究并系统总结出河道生态治理的关键技术、施工要点以及相匹配的管理模式，有很重要的现实意义。本文从工程实践出发，通过对技术体系和管理实践进行综合分析，给提高河道生态治理项目的科学性、有效性提供理论依据和实践指引。

1 河道生态治理工程施工技术概述

1.1 工程技术特点

河道生态治理工程是多目标的，它既要恢复水系的生态功能，又要改善水质、稳定水流。生态治理工程同常规水利工程相比，更加突出生态优先原则，重视自然恢复与人工干预相融合。主要技术特点体现在如下几个方面：尊重自然水系形态，使用生态化的材料，嵌入生物栖息地的构建，考虑水文动力学和生态需求的双重约束。这些特点决定施工技术的特殊性与复杂性，必须要有精细化设计的方案。

1.2 主要施工技术分类

河道生态治理工程一般会使用多种施工技术，按功

能划分主要分为基础处理技术、生态修复技术、景观构建技术这三类。基础处理技术有清淤疏浚、护岸固堤、河道整形，为生态修复创造物理条件；生态修复技术有植被种植、水生生物放流、微生物修复，目的是重建生态平衡；景观构建技术有亲水平台建造、生态步道修建，实现生态与人文的融合。这几种技术互相配合就构成了一套完整的治理系统^[1]。

2 基础处理技术及其应用

2.1 清淤疏浚技术

清淤疏浚是河道治理的基础工序，可以改善底质水质，给生物的栖息创造条件。传统的机械清淤容易造成底泥二次污染，需要使用环保型疏浚设备和技术。非开挖式的清淤（比如水力冲挖）能减少扰动，在控制清除深度和范围方面有较好的精确性，可以避免过度的干预。另外，清淤前要开展沉积物评价，区分出污染底泥与生态友好底泥，然后分别对待或利用。深水区可以用气动潜水员配合小型清淤设备的方式提高作业的安全性。

2.2 护岸固堤技术

护岸固堤技术要按照河道特点选择合适的类型。生态护岸用植被、堆石、木桩等自然材料，既稳固了岸坡，又给生物提供栖息地。用植被护岸时，要选择耐水湿、根系发达的植物，合理配置层次结构；块石护岸应该采用物理嵌合而不是胶结的方式来保持岸坡的自然演变。近些年透水混凝土，生态袋技术在临时性防护上效果不错，达到工程要求并且利于后期的生态改造。护岸施工时要控制好坡度以及材料的厚度，避免出现崩塌或者过硬的情况，从而影响到生态连通性。

2.3 河道整形技术

河道整形即恢复自然蜿蜒形态,提高自净、蓄洪能力。传统的裁弯取直做法要慎重考虑,因为会引发上游雍水、下游冲刷。生态整形要考虑流量调节、弯道形态优化、滩涂再造,创造多样化的水生栖息地。施工时要创建三维测量系统,实时监测河道的变化,根据河道的变化及时调整挖泥船的作业路线,达到设计的形态^[2]。尤其在生态敏感区,可设置生态缓冲带,减小施工对原生物的影响。

3 生态修复技术及其应用

3.1 植被种植技术

在河道生态系统中植被对于保持系统结构、功能完整性起着基础性的作用。科学地构建多层次、多物种的植物群落,是提高河道自净能力、增强生态稳定性的主要方法。物种筛选要立足本土,首选具有耐淹污能力、较强适应性以及一定观赏价值的乡土植物,保证群落的可持续性。从工程技术上来说,主要是采用客土回填、基质改良等方式改善根际环境,促进根系定植,同时设置检查设施方便后期监测养护。生态设计要按照梯度分布的原理,以水域到陆域的次序来布置水生、湿生、中生植物带,构成连续渐变的廊道。该复层种植模式不仅能有效地固土护岸,而且可以为各种生物提供更加多样化的栖息环境,生态效益远远高于单一物种的线性种植。

3.2 水生生物修复技术

水生生物群落依靠复杂的摄食、分解、共生等生态过程,一起形成水体内部重要的净化系统。建立这样的修复体系要合理设计食物网结构,还要优化生物的空间布局。底栖动物(螺、蚌)可直接分解有机碎屑,滤食性生物(蛤、牡蛎)能有效滤除悬浮颗粒,鱼类的加入可以调节种群数量的平衡。开展生物操纵的时候,投放之前要实施严格的评判,包含物种的本地适应性和投放数量的合理计算,防止外来物种入侵。在湿地、沼泽等生态节点要协同配置滤食者、分解者(微生物)以及各级消费者,形成功能互补的多点净化网络,从而系统性地提高水体对营养盐和有机污染物的承载能力和去除效率^[3]。

3.3 微生物修复技术

微生物是生态系统中的分解者,对污染物的转化以及物质循环起着基础性的作用。微生物修复技术主要是投加复合功能菌剂,有目的地加强水体的自然净化过程。这些菌剂含有经过驯化的特异性菌株,可以有效地降解水体和底泥中有机污染物。工程应用中,菌剂投加点位

应集中到污染的核心区,即重污染底泥表层或者排污口附近,并调节水力条件(流速、溶解氧)来保持微生物的活性。对修复期间微生物群落结构和功能变化进行监测,是评价修复效果的重要的生物学依据。经过适宜的菌剂激活、群落培养后,水体微生物系统的代谢活力以及污染物降解能力一般可以得到提高,从而逐步促进水体生态系统向健康状态演进。

4 景观构建技术及其应用

4.1 亲水平台设计

亲水平台是人与自然的联系纽带,要考虑到可达性以及多功能性。常见的有 Floating pontoon、阶梯式、无障碍爬梯等。水下平台到岸坡的高度差可以分层设置,每层台阶处设置生物龛道,给水下生物提供停留的空间^[4]。材料选择要考虑耐久性、过敏性,防腐木材、钢结构覆铝塑板等比较受欢迎。施工时要注意水体过渡处理,防止溢流影响下游生态。

4.2 生态步道建设

生态步道要使用交织结构材料、自然起伏的路线,与周边景观、水系相协调。木板石板草绳复合铺设,既有稳定又具生态,渐湿性修建时搭建低水位平台、露出岸线的木桩群落,形成动态的水陆交错带。步道边缘可以嵌入磁吸式的镶嵌板,方便以后的维护更换。从生态步道可以提高大众水文生态素养的角度来说,生态步道可以间接的降低对一线生物的干扰。

5 工程管理关键环节

5.1 施工组织设计

科学合理的施工组织方案是保证工程顺利进行的前提。应当确定各个阶段的任务分工,选取合适的施工设备,改善作业流程。根据生态治理工程的特点,需要考虑枯水期施工、夜间施工和生态缓冲。制定鱼类洄游季停工计划,设置化学污染处理隔离带,移动式 ja 是厂严格执行污染物排放标准。用 BIM 技术做可视化模拟,可以提前找到进度冲突和技术问题。

5.2 质量控制体系

生态治理工程的质量控制应该从源头上抓起,包括材料采购、施工过程和结果监测。建立多级检测网络,重点检测非典水质指标、底泥交换量、生物指标。采用多点采样的方式对种植的植被根系发育进行评价,用水下摄影的方法对底栖生物的覆盖率进行监测。定期组织专家飞行检查既可以节约资源,又可以保证质量。在隐蔽工程验收阶段要进行无破损检测,保证隐蔽工程符合设计要求。

5.3 安全与风险管理

施工环境复杂多变,所以要建立完善的安全生产体系。水上作业要配备救生船、通信设备,岸坡施工使用固定式安全网,危险区域设警示标志。生态风险防控十分重要,设置导流装置以减小施工对生物的影响,收购临时受扰动物并转移安置。制定应急预案,防的对象有极端天气(洪水、台风)、设备故障、环境污染事故,每个预案都要指定负责的部门和处理的步骤。

5.4 三方协调机制

生态治理工程牵涉林业、水利、环保等部门,创建协调机制十分重要。可以采取联席会议的方式,就跨部门问题进行协商解决。签订还款协议,确定各方责任,指定专人跟进^[5]。以争议水域治理为例,水利部门出技术方案,环保部门审生态影响,属地政府管后续。依靠信息共享和决策透明来形成工作合力。

6 成功案例分析

德州市平原县在马颊河治理上采取的是“精准清淤、生态护岸、复合植被”的综合性生态治理措施,效果明显。技术上强调低环境影响和生态功能提升,清淤作业采用专用设备尽量减少底泥扰动,配合使用生物技术抑制污染物扩散,护岸工程创新性地使用柳木桩和多孔石材相结合的柔性结构,在保证岸坡安全的前提下,为水生生物创造了栖息、繁殖的微环境,植被修复按照自然演替规律,根据水位变化梯度种植多层次复合植物群落,提高河道自净能力和景观多样性。

项目管理上创建起全过程一体化的智慧运维模式。用无人机进行空间巡查,通过移动终端完成数据的实时传输与处理,极大地提高了监管效率和响应速度。经过治理,马颊河水体感官和化学需氧量等主要指标明显改善,水生生物种类逐渐丰富,区域生物多样性得到恢复,该河段也成为生动的环境教育场所,提高了沿岸居民和青少年的生态保护意识。该案例表明,把生态工程技术同现代精细化管理深度融合,才是实现河道长治久清、综合效益提高的保证。

7 挑战与发展方向

虽然河道生态治理工程有所进展,但是仍然存在受突发污染冲击时生态系统的脆弱性、长期维护资金缺乏、公众参与度低、极端气候事件频发带来的设计不确定性等问题。未来的发展方向有智能监测技术的应用,利用物联网设备对生态参数进行实时监测,多学科交叉研究,深入探究生态和水动力的耦合机制,公众参与新模式的探索,开展生态银行等激励机制,生态韧性设计理念的

推广,提高工程对极端条件的适应能力^[6]。尤其对生物培养床这样一种新型、小型化以及智能化的技术,在技术上有提高,对生态硬件(生物培养床)的创新研究以及生物膜的再生应用都有极大的促进作用。

8 结论与展望

8.1 结论

本文系统地研究了河道生态治理工程的施工技术体系和管理实践途径。研究表明,此类工程的成功实施要依靠基础处理、生态修复、景观构建三大技术类别的协同使用,生态护岸、复合植被群落构建、微生物修复等关键技术对恢复河道生态功能起着决定性作用。从管理层面来说,建立覆盖施工组织、质量控制、风险防控、多部门协调的全过程精细化管控机制,是保证工程实现预期生态效益的重要保证。案例表明,生态化施工技术和智慧化管理模式融合之后,可以有效地改善工程的总体效果和可持续性,给类似河道治理项目给予了可资参考的实践经验。

8.2 展望

对于未来河道生态治理,仍存在极端气候适应性、河道治理的长效运维资金和公众参与度不够深等问题。后续发展中应更加重视智能监测技术同生态模型的融合应用,从而达成对河道健康情况的实时感知以及预测预警。同时还要加强多学科交叉的研究,在生态水文过程耦合机理、新型生态材料等方面寻求突破。除此之外,积极探索“生态银行”、社区共管等新的机制,引导社会力量参与治理与管护,将是提高工程韧性和综合价值的主要方向,使河道生态治理走向智能化、社会化、可持续化。

参考文献

- [1] 梁雅铭. 河道治理工程中生态护坡的应用及设计[J]. 大众标准化, 2025, (09): 152-154.
- [2] 查道平, 李刘欢. 城市河道中原位生态治理工程施工技术应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (03): 76-80.
- [3] 张天乐. 河道生态综合治理工程生态护坡的设计研究[J]. 水上安全, 2024, (24): 46-48.
- [4] 赵馨. 河道工程中常用的生态治理技术及具体措施探析[J]. 价值工程, 2024, 43(33): 59-62.
- [5] 李力. 城镇河道防洪建设与生态治理的探索[J]. 陕西水利, 2023, (08): 63-65.
- [6] 周贯奎. 某平原河道生态综合治理工程中护岸设计要点[J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52(07): 84-85.