

多方位生态修复技术在河道水环境治理工程中的应用

赵燕楠

洛阳水利勘测设计有限责任公司 河南 洛阳 471000

摘要：本文聚焦多方位生态修复技术在河道水环境治理工程中的应用。阐述了该技术顺应河道治理复杂需求而生，整合多类技术构建“四位一体”修复体系，核心内涵为“多角度、协同化、生态化”，应用需遵循整体性、生态化、协同性原则。介绍了水体净化、底质改良、植被恢复、生物调控等具体技术。指出整合应用要点包括技术适配性选择、协同性控制、修复过程动态监测及生态系统自然适配。该技术为河道治理提供新思路，可有效改善水环境、恢复生态功能。

关键词：多方位生态修复；河道水环境；治理；应用

引言：随着城市化进程的加速和工业活动的增加，河道水环境面临着前所未有的挑战，水体污染、底质劣化、植被退化及生物多样性下降等问题日益突出。传统的单一修复技术已难以满足复杂多变的河道水环境治理需求。在此背景下，多方位生态修复技术应运而生，它整合物理、化学、生物三大类修复技术，构建“水体 - 底质 - 植被 - 生物”四位一体的综合修复体系，为河道水环境治理提供了全新的思路和方法。本文将深入探讨多方位生态修复技术的核心内涵、治理原则、具体应用以及整合应用要点，旨在为河道水环境治理提供科学依据和实践指导。

1 多方位生态修复技术的核心内涵与治理原则

多方位生态修复技术是顺应河道水环境治理复杂需求而诞生的一种综合性技术手段。它深刻认识到河道水环境与生态系统具有整体性和关联性，水体、底质、植被和生物等要素相互依存、彼此影响。基于此，该技术整合物理、化学、生物三大类修复技术，形成一套完整的解决方案。针对河道常见的水体污染、底质劣化、植被退化以及生物多样性下降等问题，构建“水体 - 底质 - 植被 - 生物”四位一体的综合修复体系，致力于实现河道水环境质量的显著改善、生态功能的全面恢复以及系统的长期稳定。

其核心内涵体现在“多角度、协同化、生态化”。“多角度”意味着从多个角度、多个层面开展治理工作，全面覆盖河道生态系统的各个方面。“协同化”强调各类修复技术并非孤立存在，而是相互补充、相互促进，通过有机结合发挥最大效能，克服传统单一修复技术存在的片面性和局限性。“生态化”则要求在治理过程中充分尊重生态系统的自然规律，最大程度减少人工干预对生态系统造成的破坏，借助生态系统自身的自我调节和修复能力达

成治理目标，确保治理效果具有长效性^[1]。

在河道水环境治理中应用多方位生态修复技术，需严格遵循三大核心原则。整体性原则要求立足河道生态系统的整体特征，全面统筹水体、底质、植被、生物等各要素之间的相互作用关系，避免出现碎片化治理。生态化原则倡导优先选用生态友好型技术，降低化学药剂、人工构筑物等对生态系统的不良干扰。协同性原则着重确保各类修复技术之间紧密配合、共同作用，形成强大的治理合力，实现水质净化与生态恢复的同步推进。

2 多方位生态修复技术在河道水环境治理中的具体应用

2.1 水体净化修复技术

水体净化修复技术是河道水环境治理的基础，核心目标是去除水体中的污染物，降低水体富营养化程度，改善水体透明度与水质指标。多方位生态修复体系中的水体净化技术以物理净化与生物净化为主，辅以少量化学净化技术（严格控制使用量，避免二次污染）。（1）物理净化技术主要通过物理手段分离水体中的污染物，常见方式包括河道曝气、水体循环、机械除藻等。河道曝气技术通过向水体中通入空气或氧气，提高水体溶解氧含量，促进水体中有机物的氧化分解，减少厌氧微生物的繁殖，从而降低水体黑臭程度；水体循环技术通过构建水循环系统，促进河道水体与清洁水源的交换，稀释水体中的污染物浓度，加快水体自净速度；机械除藻技术通过专用设备打捞水体中的藻类，减少藻类繁殖带来的水体富营养化问题，降低藻类代谢产物对水质的影响。（2）生物净化技术依托水生生物的代谢作用去除水体中的污染物，具有生态友好、无二次污染的优势，常见方式包括微生物修复、水生植物净化等。微生物修复技术通过向水体中投放功能性微生物菌剂，利用微生物

的代谢活动分解水体中的有机物、氮、磷等污染物,将污染物转化为无害的物质,实现水体净化;水生植物净化技术利用水生植物的吸收、吸附及富集作用,去除水体中的氮、磷等营养物质,同时抑制藻类生长,改善水体生态环境,常见的水生净化植物包括沉水植物、浮水植物、挺水植物等,不同类型植物协同搭配,可提升水体净化效果^[2]。

2.2 河道底质改良修复技术

河道底质是水体污染物的重要储存库,底质中的污染物会通过扩散、释放等方式再次进入水体,导致水体污染反弹,因此底质改良是河道水环境治理的关键环节。多方位生态修复中的底质改良技术以生态化改良为主,避免传统物理清淤带来的生态破坏,核心是降低底质中污染物含量,改善底质理化性质,为水生生物提供良好的生存环境。常见的底质改良技术包括底质曝气、底质覆盖、生物翻耕等。(1)底质曝气技术与水体曝气相配合,通过向底质中通入氧气,改善底质的厌氧环境,促进底质中污染物的氧化分解,减少污染物向水体的释放;(2)底质覆盖技术通过在底质表面铺设一层惰性覆盖材料,隔绝底质与水体的接触,阻止底质中污染物的释放,同时为水生生物提供栖息基质,常见的覆盖材料包括沸石、膨润土、生态砂等,具有环保、易降解、无二次污染的特点;(3)生物翻耕技术通过投放底栖生物(如螺类、蚌类等),利用底栖生物的活动翻耕底质,促进底质与水体的物质交换,加快底质污染物的分解,同时改善底质的通气性与透水性,为水生植物的根系生长提供良好条件。

2.3 河道植被恢复技术

河道植被是河道生态系统的重要组成部分,具有保持水土、净化水质、为水生生物提供栖息地、调节水体微环境等多种功能,植被退化会直接导致河道生态功能下降,因此植被恢复是多方位生态修复的重要内容。河道植被恢复技术主要包括水生植被恢复与岸坡植被恢复两部分,遵循“适地适树、生态适配”的原则,选择适合河道环境的植被品种,构建结构合理、功能完善的植被群落。(1)水生植被恢复以沉水植物、浮水植物、挺水植物的搭配种植为主,根据河道水深、水质条件、水流速度等因素,合理选择植被品种与种植密度。沉水植物主要种植于河道中深水区域,可有效吸收水体中的氮、磷等营养物质,抑制藻类生长,改善水体透明度;浮水植物种植于水体表面,可遮挡阳光,减少藻类光合作用,同时吸收水体污染物;挺水植物种植于河道岸边浅水区,可固土护岸,减少水土流失,同时为鸟类、昆

虫等提供栖息环境。(2)岸坡植被恢复主要针对河道岸坡的植被退化问题,选择耐湿、耐旱、抗逆性强的草本植物、灌木或乔木,构建岸坡植被群落。岸坡植被不仅可以保持水土,减少岸坡侵蚀,还可以过滤地表径流中的污染物,减少污染物进入河道,同时改善河道周边的生态环境,提升河道生态系统的稳定性。

2.4 生物调控技术

生物调控技术是多方位生态修复的核心技术之一,通过调节河道水生生物群落结构,恢复生物多样性,利用生物之间的相互作用,实现河道生态系统的自我调节与稳定,进而提升水环境质量。其核心思路是构建“生产者-消费者-分解者”的完整食物链,促进水体物质循环与能量流动,增强生态系统的自我修复能力。生物调控技术的主要方式包括水生动物投放、微生物调控等。水生动物投放主要选择滤食性、草食性、杂食性水生动物,如鱼类、螺类、蚌类等,通过投放适量的水生动物,控制藻类、水生植物的生长,同时促进水体中有机物的分解,改善水体环境。例如,滤食性鱼类可摄食水体中的藻类,减少藻类繁殖;螺类、蚌类可摄食底质中的有机物与藻类,同时改善底质环境。微生物调控技术与水体净化中的微生物修复相衔接,通过持续投放功能性微生物菌剂,优化水体微生物群落结构,增强微生物对污染物的分解能力,同时促进有益微生物的繁殖,抑制有害微生物的生长,实现水体生态系统的平衡^[3]。

3 多方位生态修复技术的整合应用要点

3.1 技术适配性选择

在多方位生态修复技术的整合应用过程中,精准的技术适配性选择是关键环节。这要求充分考量河道的具体环境条件,涵盖河道类型(如城市河道、自然河道等)、水深、水流速度、水质状况(如污染物的种类与浓度)、底质类型(如砂质、泥质等)等多方面因素。依据这些条件,科学合理地挑选适配的修复技术以及技术组合方式,坚决杜绝盲目套用既有的技术模式。举例来说,针对水深较浅、水流平缓且污染物浓度较低的河道,生物净化与植被恢复等生态化技术可作为优先选择。生物净化可借助微生物、水生植物等对污染物进行分解和吸收,植被恢复则能增强生态系统的稳定性。而对于水深较深、水流湍急且污染物浓度较高的河道,应先采用物理净化技术,如曝气增氧、沉淀过滤等,降低污染物浓度,之后再配合生物净化、底质改良等技术,实现全方位的综合治理。深入分析各类技术之间的互补性,防止技术之间相互冲突,保障技术组合的合理性与有效性^[4]。

3.2 技术协同性控制

多方位生态修复技术的一大显著优势在于各类技术能够协同发力,形成强大的治理合力,所以必须着重加强技术应用过程中的协同性控制,以此保障不同修复技术可以同步有序推进,实现紧密且有效的相互配合。以实际案例来看,水体曝气技术与微生物修复技术的协同应用十分典型。水体曝气能够增加水体中的溶解氧含量,为微生物的代谢活动创造良好的环境条件,进而促进微生物对污染物的分解和转化,显著提升水体的净化效果。而底质改良技术与水生植被恢复技术的协同也不可或缺,底质改良可以优化底质的理化性质,如改善底质的透气性、肥力等,为水生植被的生长提供适宜的土壤环境;同时,水生植被发达的根系能够起到固定底质的作用,有效减少底质的淤积以及其中污染物的释放。在具体的技术应用过程中,要精准合理地控制各类技术的实施时间和实施强度,依据河道生态系统的实际情况和治理目标进行动态调整,确保不同技术之间的协同效果达到最大化。

3.3 修复过程的动态监测

多方位生态修复作为一项系统性且长期性的工程,其修复效果会受到诸如环境变化、技术实施情况等多种因素的制约与影响。为保障修复工作能够达到预期目标,建立一套完善且科学的动态监测体系至关重要。该体系需对修复过程中的各类关键指标展开实时、精准的监测。水质指标方面,涵盖水体pH值、溶解氧、化学需氧量、氨氮、总磷等,这些指标能直观反映水体的污染程度与自净能力;底质指标包含底质有机质含量、污染物浓度等,可了解底质的健康状况与污染情况;生态指标则有植被覆盖率、生物多样性等,能体现生态系统的稳定性和恢复程度。通过持续的动态监测,能够及时察觉修复过程中出现的偏差与问题。一旦发现异常,可迅速分析原因,有针对性地调整修复技术与实施方案,确保修复工作始终沿着正确的方向有序推进,最终实现河道水环境质量改善、生态功能恢复的修复目标。

3.4 生态系统的自然适配

多方位生态修复技术的应用需尊重生态系统的自然规律,最大限度减少人工干预对生态系统的破坏,实现修复技术与自然生态系统的适配。在植被恢复、生物投放等过程中,优先选择本土物种,避免外来物种入侵,保护本土生物多样性;在底质改良、水体净化等过程中,采用生态友好型材料与技术,避免使用对生态系统有害的化学药剂与人工构筑物。同时,需充分利用生态系统的自我修复能力,将人工修复与自然修复相结合,实现河道生态系统的可持续稳定^[5]。

结束语

多方位生态修复技术在河道水环境治理工程中展现出显著的优势和广阔的应用前景。通过整合物理、化学、生物等多种修复技术,构建“水体-底质-植被-生物”四位一体的综合修复体系,实现了河道水环境质量的显著改善和生态功能的全面恢复。在具体应用过程中,需精准选择适配技术、加强技术协同性控制、建立完善的动态监测体系,并尊重生态系统的自然规律,实现修复技术与自然生态系统的适配。未来,应进一步深入研究多方位生态修复技术,不断优化技术组合和应用模式,为河道水环境治理提供更加科学、有效、可持续的解决方案。

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]李蕾.多方位生态修复技术在河道水环境治理中的应用[J].中国资源综合利用,2023,41(1):191-193.
- [3]杨巧燕.多方位生态修复技术在河道水环境治理中的应用[J].皮革制作与环保科技,2023,4(6):132-134.
- [4]王键.多方位生态修复技术在河道水环境治理工程中的应用[J].皮革制作与环保科技,2022,3(8):116-118.
- [5]刘鑫,赵钰,刘淼,等.多方位生态修复技术在河道水环境治理工程中的应用[J].清洗世界,2024,40(10):148-150.