

河道生态修复与治理技术进展

舒作香¹ 梁锦安² 王浩³ 蒯书航⁴ 梁妍⁵

1. 镇江市句容市水利局, 中国·江苏 镇江 212400
2. 镇江市丹徒区辛丰水利农机管理服务站, 中国·江苏 镇江 212141
3. 句容市边城镇农业农村办公室, 中国·江苏 镇江 212400
4. 句容市茅山风景区管理委员会农业农村局, 中国·江苏 镇江 212400
5. 镇江市京口区水利局, 中国·江苏 镇江 212000

摘要:在当前全球环境变化和水资源管理的背景下,河道生态修复与治理技术的进展日益受到关注。随着人类活动对自然环境的影响加剧,河流生态系统面临着前所未有的挑战,如水质污染、生物多样性丧失和水文循环改变等问题。因此,探索和应用有效的河道生态修复与治理技术,对于恢复和保护河流生态系统健康,实现水资源的可持续利用具有重要意义。

关键词:河道;生态修复;治理技术;进展

Progress in River Channel Ecological Restoration and Governance Technologies

Zuoxiang Shu¹ Jin'an Liang² Hao Wang³ Shunhang Kuang⁴ Yan Liang⁵

1. Bureau of Water Resources, Jurong City, Zhenjiang City, Zhenjiang, Jiangsu, 212400, China
2. Xinfeng Water Conservancy and Agricultural Machinery Management and Service Station, Dantu District, Zhenjiang City, Zhenjiang, Jiangsu, 212141, China
3. Agriculture and Rural Affairs Office of Biancheng Town, Jurong City, Zhenjiang, Jiangsu, 212400, China
4. Agriculture and Rural Affairs Bureau of the Management Committee of Maoshan Scenic Area in Jurong City, Zhenjiang, Jiangsu, 212400, China
5. Bureau of Water Resources of Jingkou District, Zhenjiang City, Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: Against the backdrop of current global environmental changes and water resources management, the advancements in river channel ecological restoration and treatment technologies are attracting increasing attention. With the intensification of the impact of human activities on the natural environment, river ecosystems are facing unprecedented challenges, such as water pollution, loss of biodiversity, and alterations in the hydrological cycle. Therefore, exploring and applying effective river channel ecological restoration and treatment technologies are of great significance for restoring and protecting the health of river ecosystems and achieving the sustainable utilization of water resources.

Keywords: river channel; ecological restoration; treatment technology; progress

1 河道生态修复的重要性与挑战

河道生态修复的必要性源于人类活动对河流生态系统的深刻影响。随着工业化和城市化的推进,河流生态遭受前所未有的压力,岸线被乱占乱用,污染物无序排放,导致了河流自然形态破坏、生物多样性减少,以及水体自净和自我恢复能力的减弱。河流不仅是自然生态的关键组成部分,更是社会服务的重要载体,其承载的水循环、水资源、水生态、水文化等功能对人类社会至关重要。然而,这些功能正因人类活动的干扰而逐渐丧失,河流生态与服务功能的退化,直接影响到防洪、资源、生态、景观、文化等功能的发挥。

面对这一严峻形势,河流生态修复成为必然选择。生态修复旨在恢复受损水体生态系统的生物群体和结构,重建健康的水生生态系统,强化其自然生态和社会服务功能,实

现生态系统整体协调与自我维持、自我演替的良性循环。党的十八大以来,中国将生态文明建设提升至国家战略层面,强调其对人民福祉和民族未来的深远意义,河流生态修复成为建设美丽中国的重要一环。

然而,生态修复之路充满挑战。首先,修复技术的选择与应用需要基于河流的具体条件,考虑到生态系统的复杂性和多样性,单一的技术往往难以奏效。其次,生态修复是一个长期过程,需要持续的投入与维护,短期内难以见到显著成效,这考验着决策者的耐心和决心。再次,生态修复涉及多部门、多学科的协作,如何建立有效的合作机制,整合资源,形成合力,是另一大挑战。最后,公众对生态修复的意识和参与度不足,缺乏广泛的社区支持,这可能影响生态修复项目的顺利实施与长期效果。

面对这些挑战,我们需要制定科学的生态修复策略,采取综合性措施,加强多学科交叉融合,注重生态修复后的管理与维护,同时提高公众参与度,形成全社会共同参与的良好氛围。只有这样,我们才能有效推进河流生态修复,恢复河流的健康与活力,实现人与自然和谐共生的美好愿景。

2 生态修复技术概览

2.1 生物修复技术

在河道生态修复中,生物修复技术因其自然、经济且环境友好的特性,逐渐成为重要的修复手段之一。生物修复主要利用生物的代谢、转化和降解能力,对环境污染进行治理,包括水生植物处理、水生动物处理和微生物修复技术。

水生植物处理是生物修复中的关键环节,人工湿地和生物浮岛技术发挥了重要作用。人工湿地通过构建饱和基质、栽种挺水与沉水植物,利用这些植物与水体、动物等形成的复合体,依靠物理—化学—生物的多重协同作用,过滤、吸附并降解污染物,实现水体的净化。生物浮岛则是在轻质浮岛上种植适水性强的植物,通过植物根系对水体中营养元素的吸收,达到净化水质的目的。此外,稳定塘技术利用水体的自然自净能力,通过水体中微生物和藻类的代谢作用降解污染物,实现水体的净化与生态平衡的恢复。

水生动物处理技术通过投放鱼类、虾类、螺蛳和河蚌等底栖动物,构建“水生植物—微生物—藻类—水生动物”的食物链,有效控制水体中的藻类量,维持生态系统的完整性。这些水生动物不仅能够直接摄食藻类,还能通过其生理活动促进水体中营养物质的循环,从而改善水质,促进生态系统的健康恢复。

微生物修复技术利用天然或经过基因改良的微生物对污染物进行降解,具有耗时短、成本低、无二次污染等优点。这些微生物能够有效分解水体中的有机污染物,恢复水体的自净能力,对污染物的降解效率高,成为河道生态修复中的重要技术手段。

土地修复技术作为生物修复技术的补充,通过土地中微生物和植物系统的自我调控功能,对被污染水体进行处理。植物根系的吸收和过滤作用,以及土壤微生物对污染物的降解,共同改善了水质,同时促进了农作物的生长,实现了污染水体的资源化和无害化处理。

生物修复技术的综合应用,能够有效改善河道水质,恢复生态系统的生物多样性,促进河流生态系统的健康和稳定。通过对水生植物、水生动物和微生物的合理利用,河道生态修复能够实现生态效益、经济效益和社会效益的共赢,为实现人与自然和谐共生的美好愿景提供了有力的技术支撑。

2.2 物理修复与化学修复

在河道生态修复的实践中,物理修复与化学修复技术同样扮演着不可或缺的角色。物理修复技术主要通过改善河流的物理环境,如底泥疏浚、生态补水、河流形态修复等,

来恢复河流的自然状态与生态功能。底泥疏浚技术针对内源污染严重的河流,通过直接机械疏挖清除水体污染物,控制其持续释放,有效净化水质。生态补水则通过闸坝设置、生态调度及生态输水,补充河流水量,提升水环境容量,尤其对季节性断流的河流至关重要。河流形态修复包括横断面结构、蜿蜒性修复以及生态河床与岸坡构建,旨在恢复河流的自然形态,为水生生物提供多样化的生境。

化学修复技术则侧重于利用化学原理与方法,直接或间接去除水体中的污染物质。例如,使用化学药剂如混凝剂、沉淀剂,处理水体中的悬浮物和溶解性污染物,达到水质改善的目的。此外,通过调节水体的 pH 值,可以促进某些污染物的沉淀或溶解,进而降低其浓度。化学氧化技术也是一大亮点,通过向水体中添加氧化剂,如臭氧、过氧化氢等,可以氧化分解有机污染物,提高水体的氧化还原电位,增强水体自净能力。

3 河道生态修复案例分析

3.1 国际案例

国际上,河道生态修复的成功案例不胜枚举,这些案例不仅展示了技术的多样性和有效性,也证明了生态修复在恢复河流自然生态和社会服务功能方面的巨大潜力。在德国,莱茵河的生态修复堪称典范。莱茵河曾因工业污染而生态严重退化,德国政府通过实施“莱茵河行动计划”,采用生态补水、河流形态修复等技术,成功恢复了河流的自然蜿蜒性和深槽浅滩序列,为水生生物提供了丰富的栖息地,同时也改善了水质,提升了河流的自净能力。此外,莱茵河的生态修复还充分考虑了河流的美学价值,设计了多个亲水空间,增强了人水和谐的生态景观,成为生态修复与城市美化相融合的典范。

日本的多自然型河川工法则在河道生态修复中独树一帜。以日本的千曲川为例,通过使用木桩、竹笼、卵石等天然材料构建河堤,不仅增强了河岸的稳定性,还为水生生物提供了栖息地,有效促进了河流生物多样性的恢复。同时,多自然型河川工法倡导与防洪工程相结合,通过构建复杂水环境,如设置洪水溢流区和生态滞留池,既增强了河流的防洪能力,又为河流生物创造了更适宜的生境,实现了生态修复与防洪功能的双赢。

荷兰的“Make More Room for Water”理念则在河流生态修复中融入了创新思维。该理念强调通过拓宽河流,增加河流的蓄水量和水流速度,来恢复河流的自然状态和生态功能。以荷兰的布拉班特河为例,通过拆除部分堤坝,构建生态滞留区和自然湿地,不仅增强了河流的自然流量调节能力,还为水生生物提供了更广阔的生存空间。此外,荷兰还通过恢复河流的自然蜿蜒性,增强了河流的生态连通性,促进了生物多样性的恢复,展现了生态修复与自然景观融合的典范。

3.2 中国案例

在中国,河道生态修复同样取得了显著成效,各地根据自身特点,采取了多样化的修复措施,有效恢复了河流的生态功能,改善了水质,提升了周边环境。以丽江市青龙河(束河古镇段)为例,面对受损河流的生态修复,设计团队从断面、驳岸改造和污水处理三个方面入手,通过亲水平台和漂石布置,恢复了河道的自然蜿蜒性和深槽浅滩序列,为水生生物提供了丰富的栖息地,增强了河流的生物多样性。同时,通过升级改造水利设施,恢复了水生生物的活动通道连通性,改善了河流的纵向连通性,促进了生物物种的交流和扩散。在污水处理方面,采取了生态补水技术,通过设置闸坝和生态调度,补充河流水量,增强了水体的自净能力,有效改善了水质,创造了更适宜水生生物生长的水环境。

在北方城市,如北京市凉水河的生态修复,也是一大亮点。凉水河曾因工业废水和生活污水排放而严重污染,河流生态系统遭受破坏。北京市政府采取了底泥疏浚、生态补水、河流形态修复等一系列综合措施,有效改善了河流水质,恢复了河流的自然生态。底泥疏浚清除了大量污染物,生态补水补充了河流水量,而河流形态修复则重塑了河流的自然形态,为水生生物提供了多样化的栖息地。此外,通过建设人工湿地和生物浮岛,利用水生植物的净化作用,进一步降低了水体中的污染物浓度,增强了河流的自净能力,为周边居民提供了良好的亲水空间,提升了城市生态景观,实现了生态效益与社会效益的双赢。

4 河道生态修复的未来趋势

4.1 新技术展望

当前河道生态修复领域正迎来一系列创新技术,预示着修复效率与效果的显著提升。以物联网、大数据、人工智能为代表的现代信息技术的融入,正逐步提升生态修复的智能化水平。物联网技术通过收集河流环境的实时数据,为修复决策提供精准依据;大数据分析则能挖掘修复过程中的潜在规律,优化资源配置;人工智能的应用,使得修复方案的设计更加智能与高效。生物技术的突破,如基因工程,正在开发更高效、低成本的生物修复材料,为污染水体的处理提供了新途径。绿色生态修复技术,如生态混凝土与生态膜技

术,既强化了生态修复效果,又减少了对生态系统的额外负担。这些新技术的出现,不仅丰富了生态修复手段,也为修复后的河流生态系统提供了更持久的保护。随着这些技术的成熟与应用,河道生态修复的未来将更加光明,为实现河流生态的全面恢复与可持续发展奠定了坚实基础。

4.2 政策与法规支持

在河道生态修复进程中,政策与法规的支持起到至关重要的作用。国家层面,党的十八大以来生态文明建设纳入国家战略,一系列法律法规如《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国环境保护法》等不断修订完善,为生态修复提供了法律依据。地方政府积极响应,出台地方性法规,如《江苏省水污染防治条例》,细化生态修复措施,规定了修复目标、责任主体及监管机制,确保修复工作依法推进。此外,生态补偿机制逐步建立,通过财政补贴、税收优惠等手段,激励企业和个人参与生态修复,形成多元化投资格局。国际合作与交流日益频繁,借鉴国外先进经验,如德国莱茵河、日本千曲川的修复案例,加速国内生态修复技术的创新与应用。政策与法规的不断完善,为河道生态修复创造了良好的外部环境,推动了修复工作向科学化、规范化发展,为实现河流生态系统的可持续恢复提供了坚实的制度保障。

5 结语

综上所述,河道生态修复与治理技术的进展为解决河流生态系统面临的挑战提供了有力的工具。未来,应继续加强技术研发,提高修复效率和效果,同时注重生态系统的整体性和长期性,实现人与自然和谐共生的目标。通过跨学科合作和政策支持,我们可以期待一个更加健康、可持续的河流生态系统,为后代留下宝贵的自然遗产。

参考文献:

- [1] 张萍萍,肖紫慧,程昕,等.城市河道生态治理与修复技术研究进展[J].人民长江,1-9.
- [2] 戴天骄,贾建娜,张凯磊.黑臭河道综合治理技术研究及工程应用进展[J].水道港口,2020,41(2):218-225.
- [3] 刘奇奇,李怀正,李雪珺.生物-生态修复技术在河道治理中的研究进展[J].广东化工,2019,46(24):3.