

# Application of Ecological Restoration Technology in Watershed Water Pollution Control

Shuzhen Su<sup>1</sup> Libin Hao<sup>2</sup>

1. Inner Mongolia Eco-Environmental Science Research Institute Co., Ltd. Inner Mongolia Environmental Damage Judicial Appraisal Center, Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

2. Inner Mongolia Zejun Ecological Environment Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

## Abstract

River basin water pollution control is a major environmental problem concerned by today's society. Ecological restoration technology, as an important solution, has significant application value. Based on the analysis of the basic concept of watershed ecological restoration, combined with specific pollution characteristics, the application strategy of ecological restoration technology in watershed pollution control was discussed. Ecological restoration technology can play an important role in improving water quality, restoring ecological balance and improving biodiversity. This paper discusses the application of ecological restoration technology in river basin pollution control from the perspectives of pollution characteristics, technology selection and application effect, in order to provide reference for the long-term treatment and healthy development of water environment.

## Keywords

watershed pollution control; ecological restoration; water quality improvement; biodiversity; application strategy

## 流域水体污染控制中的生态修复技术应用

苏淑珍<sup>1</sup> 郝利斌<sup>2</sup>

1. 内蒙古生态环境科学研究院有限公司 内蒙古环投环境损害司法鉴定中心, 中国·内蒙古·呼和浩特 010000

2. 内蒙古泽郡生态环境科技有限公司, 中国·内蒙古·呼和浩特 010000

## 摘要

流域水体污染控制是当今社会关注的重大环境问题, 生态修复技术作为一种重要的解决手段, 具有显著的应用价值。通过分析流域生态修复的基本概念, 结合具体的污染特征, 讨论生态修复技术在流域污染控制中的应用策略。生态修复技术可在提升水质、恢复生态平衡、改善生物多样性等方面发挥重要作用。本文从污染特征、技术选择、应用效果等角度出发, 全面探讨生态修复技术在流域污染控制中的应用, 旨在为实现水体环境的长期治理与健康发展提供参考。

## 关键词

流域污染控制; 生态修复; 水质提升; 生物多样性; 应用策略

## 1 引言

流域水体污染问题由于工业化和城市化的快速发展日益严重, 直接影响水体生态系统的稳定与水资源的可持续利用。为此, 控制流域水体污染成为实现生态可持续发展的重要任务之一。生态修复技术以其科学的治理理念和较高的环境适应性在流域污染控制中得到了广泛的应用。本文主要探讨生态修复技术在流域水体污染控制中的应用情况, 分析其实施途径及生态效益, 以期为推动生态环境保护提供科学依据。

【作者简介】苏淑珍(1988-), 女, 中国内蒙古呼和浩特人, 硕士, 工程师, 从事生态环境修复、环境损害司法鉴定研究。

## 2 流域水体污染特征与生态修复技术概述

### 2.1 流域水体污染特征

流域水体污染的特征主要体现在污染源的复杂性、污染物的多样性和污染范围的广泛性, 污染源包括点源和面源污染, 其中点源污染多来自于工业废水和城市生活污水, 而面源污染则主要由农业生产中的化肥、农药等物质引起。工业废水中的有机物和重金属是导致流域水体污染的重要原因之一, 而城市生活污水中的氮磷化合物则是造成水体富营养化的主要因素。此外, 农业面源污染在流域水体污染中占据重要地位, 农田中的氮、磷通过地表径流进入水体, 导致水质恶化。

### 2.2 生态修复技术基本概念

生态修复技术是一种基于生态学原理的污染治理方式, 旨在恢复受损生态系统的功能和结构, 使之逐步达到健康和

稳定的状态。该技术通常通过植物、微生物或其他生态元素的应用,改善水体环境质量,并增强水生态系统的自我修复能力。生态修复的手段多样,包括植物修复、湿地修复、生物浮床技术等,因地制宜地选择适当的修复措施,可以有效实现污染控制与生态恢复。植物修复是通过利用特定植物吸收和固定污染物,如水葫芦、芦苇等植物能够有效吸收水体中的氮、磷及重金属,从而实现水质改善。

### 3 流域污染控制中的生态修复策略

#### 3.1 植物修复策略的应用

植物修复是通过利用植物的吸收、转移和降解功能来去除水体中的污染物。选择适应性强、污染物吸收能力高的植物,如水葫芦、水生美人蕉等,可以有效降低水体中的氮、磷等营养元素。植物修复不仅能够快速降低水体中的污染物浓度,还能改善水体的溶氧状况,促进生态系统的恢复。通过对某流域进行的植物修复案例分析发现,经过两年的修复,水体中总氮浓度由初始的 5 mg/L 降低至 1.5 mg/L,总磷浓度则由 0.8 mg/L 降低至 0.2 mg/L,水质明显改善。此外,水生植物的广泛应用不仅能够有效吸收和固定水体中的营养物质,还可通过光合作用增加水中的溶解氧含量,改善水体环境。例如,水葫芦通过其发达的根系将水体中的营养物质吸收到植株中,从而降低水中氮磷的浓度,且其快速的生长特性能够在短时间内形成较大的覆盖面积,有效阻止藻类的大量繁殖。

#### 3.2 湿地修复在流域污染控制中的应用

湿地修复是通过构建人工湿地或恢复自然湿地,利用湿地生态系统中的植物、微生物等来去除污染物。湿地系统能够通过物理、化学和生物作用,将水体中的污染物转化、分解或沉淀,实现水质净化的目的。研究表明,湿地修复在处理生活污水和农业面源污染方面表现出较高的效率,其去除氮、磷等污染物的效率可达 70% 以上,具有显著的生态效益。在湿地修复过程中,通常采用不同类型的湿地组合,以提高污染物的去除效率。例如,垂直流湿地和水平流湿地的联合使用,可以利用两者在水力条件和污染物去除机制上的互补性,达到更高效的水质净化效果。

#### 3.3 生物浮床技术的应用

生物浮床技术是一种结合植物和微生物共同作用的生态修复技术。通过将水生植物固定在浮床上,让其根系悬浮在水中,可以为微生物提供附着和繁殖的场所,从而增强水体中污染物的降解和吸收能力。例如,通过在某一城市河段布置生物浮床,研究结果显示,浮床系统能够有效降低水体中的氮、磷浓度,氨氮去除率达到 45%,总磷去除率则达到 50%。生物浮床系统还能够通过植物根系分泌物及微生物的联合作用,增强对水体中有机污染物的分解能力。浮床的设计应根据具体水体的污染特性进行优化,例如通过选择不同的植物种类和浮床的密度来最大化修复效果。此外,生物浮床的构建还需要考虑水体的流速、水深等环境因素,以

确保浮床的稳定性和修复效果,详见图 1。

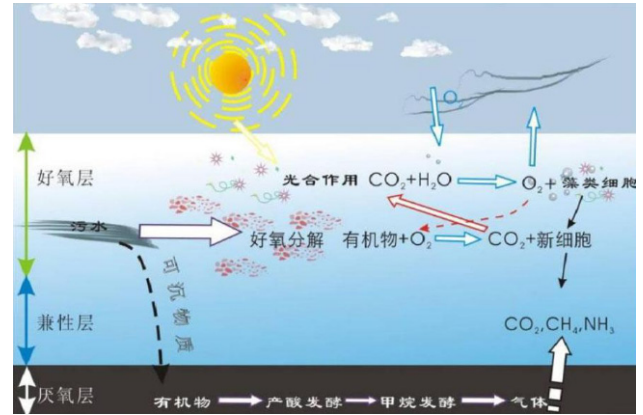


图 1 河道水环境治理中多方位生态修复技术的应用

### 4 流域生态修复的数字化评估与监控

#### 4.1 水质监控指标与评估方法

流域生态修复的效果评估通常通过水质指标的变化来实现。常用的水质监控指标包括化学需氧量 (COD)、生物需氧量 (BOD)、氨氮 (NH<sub>3</sub>-N)、总磷 (TP) 等。这些指标的变化能够直观反映修复措施的成效。根据监测数据,修复后流域中 COD 和 BOD 平均降低幅度达到 30%~50%,氨氮和总磷的浓度降低则在 40%~60% 之间,这些数据表明生态修复技术在污染控制方面具有显著的效果。通过对比修复前后水质数据,可以清晰地了解生态修复的实施效果及其对水环境的改善程度。而对于受到有机物污染的流域,COD 和 BOD 的变化则更能反映修复的效果。通过对不同指标的综合评估,可以全面了解生态修复措施的成效,从而为后续修复策略的调整提供科学依据。

#### 4.2 数字化监控系统的应用

数字化监控系统是流域污染治理中的重要工具,通过物联网和遥感技术,实现对水质参数的实时监测与数据采集。基于数字化系统的监控手段,可以对流域水体的各项指标进行连续监测,生成动态数据曲线,为生态修复的效果评估提供科学依据。同时,数字化系统还能够及时发现污染变化趋势,提前预警,提升流域水体管理的效率和精度。数字化监控系统的应用不仅可以提高监测的时效性,还可以通过数据共享和大数据分析,为决策者提供有效的管理建议。例如,通过部署在线水质监测设备,可以对流域内的关键水质参数进行实时采集,并通过无线网络将数据传输到监控中心。监控中心通过数据分析软件,对水质变化情况进行动态跟踪和分析,一旦发现异常情况,可以及时采取应对措施,避免污染事件的扩大。数字化监控系统的建立使得流域生态修复的管理更加科学化和智能化,减少了人为监测中的误差和延迟,提升了管理效果。

#### 4.3 数据分析在生态修复中的作用

数据分析是生态修复技术应用中的关键环节,通过对

监测数据进行统计分析,可以更好地理解修复过程中的影响因素。例如,通过对不同季节水质变化的数据分析,发现夏季水体中氮、磷浓度较高,而冬季则相对较低,这与水温、降水等因素密切相关。通过精细化的数据分析,可以优化修复方案,提高生态修复的针对性和有效性。数据分析还可以帮助识别污染源的类型和污染物的迁移路径,从而为制定更有效的污染控制策略提供科学依据。通过对大量水质监测数据的分析,可以发现流域水体中污染物浓度的时空变化规律,进而识别出污染的主要来源和关键污染时段。例如,通过对某一流域的多年监测数据进行回归分析,发现农业面源污染在降水量较大的季节对水质影响最为显著,而工业点源污染则对流域整体水质的影响具有持续性。

## 5 生态修复技术的综合效益与优化措施

### 5.1 生态修复的环境效益评估

生态修复技术在流域污染控制中产生了显著的环境效益。通过统计数据表明,修复后的水体透明度提高了40%以上,水生植物和水生动物的种类数量也有明显增加。例如,某流域在实施湿地修复后,鱼类数量从每公顷20尾增加至每公顷50尾,生物多样性指数提升了25%。这些数据充分说明了生态修复技术对恢复水体生态系统功能的积极作用。生态修复技术不仅改善了水体的物理化学特性,还通过恢复和增强生态系统的自我调节能力,提升了水体的生态环境质量。生态修复的环境效益是多方面的,不仅直接改善了水体质量,还通过提升生物多样性和生态系统服务功能,增强了流域整体的环境承载力。

### 5.2 经济与社会效益分析

生态修复技术在提供环境效益的同时,也带来了显著的经济和社会效益。例如,通过构建人工湿地处理污水,污水处理成本降低了约30%,为地方政府节省了大量资金。此外,湿地修复改善了当地的生态环境,吸引了大量游客前来参观,间接带动了旅游业的发展。数据显示,某地区湿地修复后,每年旅游收入增长达15%以上。生态修复项目的实施还可以提供就业机会,增加当地居民的收入,从而带动地方经济的全面发展。生态修复技术的经济效益还体现在其可持续性上。相比于传统的污染治理手段,生态修复技术具有较低的运行和维护成本,一旦修复体系建立,后续的管理

和维护成本相对较低。

### 5.3 生态修复技术的优化方向

为了进一步提高生态修复技术的效果,需要针对不同流域的具体情况,采取更加优化的修复措施。例如,在重金属污染较为严重的流域,可以选择对重金属具有较高耐受性和富集能力的植物,以提高污染物的去除效率。此外,结合现代生物技术,选择和培育更为高效的微生物菌种,可以进一步增强污染物的降解能力,提升生态修复的整体效果。通过优化植物和微生物的组合,以及改进浮床和湿地结构设计,可以提高生态修复系统的效率和稳定性。对于不同类型的污染源,可以通过实验和模型计算,找到最佳的修复组合和参数配置,以达到最优的污染控制效果,修复技术的优化还可以体现在其与其他污染控制措施的结合上,例如与物理、化学处理技术的联合应用,以实现复杂污染的多维度控制。

## 6 结语

流域水体污染控制中的生态修复技术,作为一种绿色、可持续的污染治理手段,具有广泛的应用前景。通过植物修复、湿地修复和生物浮床等技术,可以有效降低污染物浓度,恢复水体生态功能。同时,数字化评估和监控手段的应用,为生态修复提供了科学支持。未来,需进一步探索多种修复技术的联合应用与优化,以实现流域水体环境的可持续管理与保护。生态修复的成功实施不仅有赖于技术本身的不断完善,还需要社会各界的共同参与和协同合作,只有这样,才能实现水体环境的根本改善和长效保护。

### 参考文献

- [1] 李建平,周晓东.流域污染控制中生态修复技术的应用与展望[J].环境科学研究,2023,36(5):112-120.
- [2] 陈慧敏,张国锋.湿地修复在水环境治理中的作用研究[J].生态环境学报,2024,45(3):231-238.
- [3] 杨志强,王梦怡.生物浮床技术在城市河流治理中的应用分析[J].水资源与保护,2024,37(1):45-52.
- [4] 赵文俊,孙晓峰.生态修复技术在流域管理中的效益评估[J].中国环境科学,2023,44(9):89-95.
- [5] 郑晓慧,刘志远.数字化监控系统在生态修复中的应用探讨[J].水生态工程,2024,29(2):67-74.