

# 河涌污染治理生态恢复技术分析

刘剑文

广东泓耀环保工程有限公司

**摘要：**近年来，由于我国社会的迅速发展，河涌中的污染问题日益突出。因此，必须采用行之有效的技术手段来控制河道的污染。本文在总结了近几年河涌整治工作的基础上，对河道整治工程中的生态修复技术进行了总结，并提出对未来河涌污染生态恢复技术发展的展望，以供参考。

**关键词：**河涌污染；治理技术；生态恢复

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.100

**引言：**伴随着我国国民经济飞速发展，城市化步伐加快，工业化进程不断推进，河流两岸厂房林立，农业发达、生活污水排放问题一直没有得到妥善处理，径流入河道，造成了水体的污染问题日益突出，并出现了以好氧有机物为主要水体组成成分、以黑臭为主要特点的水体污染。河流污染后，其普遍特征是：水体中存在大量超过自身净化能力的污染物，使得水体溶解氧含量下降到几乎为零。研究结果表明，水质呈现黑臭和富营养化。鱼类、虾等水生动物数量急剧减少，有的已经灭绝。水体的原有机能退化，乃至消失。水体的生态系统受到了极大的损害。邻近水域的人们面临着生命威胁。正是由于其危害极大，所以越来越受到重视，相关部门采用了相应的技术和手段来进行污染防治。

## 一、河涌的管理概况

河流涌流的治理是一个复杂的系统工程，它涉及生态学、环境工程学、微生物学、景观学、土木工程学等多方面的研究。目前，内江涌流的污染控制技术和处理技术，其主要包括理化、生物修复、生态修复等方面的内容。近几年，国内外学者纷纷提出“生态治河”的理念，认为要使河流的水体得到有效的治理，必须使河流的生态系统得到有效地恢复。河流涌流的生态恢复技术是近年来国内外学者关注的一个重要课题。本文对当前河涌生态修复技术的理论和工程实践进行了总结，并对当前的主要问题进行了总结。通过分析我国现有的河道整治措施在改善水质方面存在的影响及效果，采用多目标优化设计来实现我国河涌生态恢复技术治理方案的最优化<sup>[1]</sup>。

## 二、国内外河涌整治技术进展

### （一）水草修复技术

水生植物在生长的时候，会吸收大量的氮和磷作为营养，从而产生可以为自己提供营养的材料，并且利用这一生化特性，将植物有选择性地栽培于被污染的水中，以达到吸收氮和磷的目的，从而减少水体的富营养

化程度。同时，它的根上还附着着大量的异养细菌，通过吸收和异化的方式，将水体中的有机物清除掉，从而达到恢复水质的目的。

从20世纪60年代起，欧洲及北美各国的学者对植物可降解污染进行了深入的探索，并对其进行了大量的研究。结果显示，在水体中栽植适当的水生生物能有效地吸附和清除水体中的N、P等营养素，降低水体的养分含量，从而大大改善水体的质量。因此，在河道污染防治中，水系植物的修复已引起了众多专家和学者的广泛重视。一些专家采用两种不同的植物区（香根+沉水植物、湿生植物+香蒲+芦苇）对被污染的河流进行了中试，发现混生植物区对污水的降解作用比不含植物区强。

### （二）人工造水技术

人工湿地作为污水处理新技术之一。这种人工湿地是由岩石、沙子、土壤、煤渣及其他介质按照一定的配比构建而成的，它将水生植物有选择地栽植于水体之中，其主要组成部分是培养基，水生植物以及微生物。人工湿地生物处理涵盖了物理、化学、生物学多个方面。污水处理方法主要有：过滤、拦截、脱除，利用吸附、络合、离子交换等来脱除水中磷及重金属离子，利用有机污染物降解来脱除水中氮。植物可以从水中吸收和去除氮、磷和其他营养物质。

欧洲各国已在国内设立了苇席废水治理体系，并将其用于城市污水的治理，一些国外研究人员采用芦苇床法对城市污水进行了实验，结果表明，芦苇席对COD、TN、TP等污染物的脱除率在80%到99%范围内。国内对人工湿地的认识比较迟，1988年才开始国内首个有系统的人工湿地实验研究项目。研究人员发现磷元素对满江红废水中氮、磷的治理也有良好的效果。满江红是一种重要的水生植物，它对水体中有毒物质和重金属离子具有一定的去除作用。此外，满江红还可以作为一种生物絮凝剂来降低水中的悬浮物浓度。

### （三）漂浮式种植技术

植物浮床技术是结合水体环境和水体生态恢复的一项实用技术，其实质是利用无土栽培技术，利用可悬浮物质作为基础或载体，通过农业、生态等技术手段的有机结合栽培出可悬浮在水面的植物。利用这一技术，可以使原本仅在陆地上生长的高级陆栖作物，在天然水体中生长，其收获和园林绿化的效益与地面栽培效果相当。生态恢复技术的基本原则是：在一定时期，植物对水中的N、P等生物必需的营养成分进行吸收和使用，

并对水中的富营养物质进行吸收，并释放出大量的可以降解水中有机污染物的物质，促进有机污染物的分解，当某些水质发生变化时，特别是 DO 含量的急剧上升，为好氧生物的生存、繁衍创造了更好的条件。最后，通过收割的方式，把土壤中 N、P 这类植物及根系等营养物质及污染物排出水体，极大地降低水体污染物含量并改善水质，从而为高等水生生物生存繁衍创造生态环境条件，实现水生态系统修复。

我国一些研究人员通过对严重受污染的河流进行实验，发现在 35℃、30℃ 或更高温度时，水空心菜对重度污染水域中的 CODMn、TN、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 的脱除率分别为 37.0%、92.9%、93.9%、93.8%，而对藻类的抑制效果为 88.8%。在典型水体中，水体的透明度在 90-130 厘米范围内有显著地提高。这表明，水空心菜是一种很好的生物原料，用于污水治理。还有一些研究人员使用旱伞草、矮秆芭蕉、高秆美人蕉、紫叶美人蕉等植物对河水进行了净化，结果显示，它们对河水的处理效果很好。在此实验的示范水体中，浮床植物的氮和磷总量分别为 86.0 公斤和 10.8 公斤。

#### （四）综合技术

生态浮床结合生物接触氧化法是将生态浮床与生物接触氧化法结合起来，提高了城市水体的水质。对水体的景观也具有一定的装饰作用，形成了很好的立体感。生物接触氧化法和植物悬浮法结合使用生物填料所构成的生物膜法及植物根系的复合效应来实现对水体的彻底净化，最后通过收割来除去污染物质，从而提高水质。在建立生态城的过程中，要营造出适合各种生命活动的水域环境，在一定范围内进行重建和恢复水系，极大地推动了城市的生态修复，增强了水体对污染物质的抵抗能力，为建设生态型都市奠定了基础。不仅保证了人类的身体健康和水中生命的安全，还可以在治污的同时，对水体进行绿化，绿意盎然的花海，形成了一幅美丽的画卷。而且，此项技术的实施费用比其他自然生态项目要少得多，具有投资少、风险小、不产生二次环境污染的特点。

有学者所做的“人造浮床”研究结果显示，采用聚乙烯泡沫平板作为人工浮床栽培绿萝、芭蕉、龟背三种作物，经生物填料生物膜处理后，其在室内环境下的生长情况较好，能较好地清除水体中的 N、P 和有机物，从而达到根治富营养化的目的。利用复合技术处理 TN、NH<sub>3</sub>-N、TP、CODMn 的脱除率为 65.8%~84.4%、89.2%~97%、72.1%~92.9%、24%~50%，而以无菌复合工艺处理 TN、NH<sub>3</sub>-N、TP、CODMn 的处理效率最高。

根据一些实验人员开展的生物接触氧化法和植物浮床技术在河涌水的处理实验表明，采用生物接触氧化法处理河涌 CODCr 的平均去污率在 80% 左右，且在运行期间始终能达到稳定的对 CODCr 的清除作用。经过稳定的

操作，NH<sub>3</sub>-N、TN 和 TP 的脱除效果良好，NH<sub>3</sub>-N 的脱除率平均为 97.5%，出水可降至 1 mg/L，满足 V 级水质要求。TN 和 TP 的平均脱除率分别为 57.5% 和 64.2%<sup>[2]</sup>。

### 三、河涌治污生态恢复技术的探索

自然河流的生态环境是一个十分复杂的生态体系，包括水生物区、水交换区、两栖区以及河岸区。河流的水体容量很低，生态系统也比较不稳定，水体的含氧量会急剧降低，水体微生物和动植物数量会减少，从而破坏河流的生态平衡，导致水体质量恶化。要恢复河涌的生态环境，必须从重建已有的生态系统入手，对其进行修复，并从根本上控制水质污染，改善水质，提升河道的净化能力，恢复江河生物多样性。

#### （一）导流排污法

导流排污的目的在于引导干净的河流水流冲刷河道，改善涌流的自净性能，减轻河涌的水质污染。导流中排污水处理的途径，是利用河道闸门、水泵室等水利枢纽，将上游洁净的外河水引入到下游，进行“换水”。导流式污水处理是治理河涌的一种切实可行的方法。通过引入干净的外江水进行冲洗，可以快速清除河道内的污水，提高水体的环境质量，减少流入外江的污染区所带来的环境问题。在一些地区，采用导流式污水处理提升河涌的水质已取得了良好的河涌治理效果。导流污染治理法要求改善水利枢纽的品质，加强闸门的建设，避免闸门内外的压差对闸门的损坏。为了提高河段的水流速度，加强河段的冲刷，一些地区拓宽、整治、加固了堤坝，降低河底水位，增大截断面，使水流顺畅，增加了河流的调节容量，使洪水得以顺畅地排出。引水渠道上设置有排污口时，应当考虑其是否具有排放污染物的能力及污水净化后排入江河中的可能性，以保证污染源能得到及时有效地处理，并防止二次污染。由于单靠导流排污不能带来经济利益，且启动水泵的运营成本较高，所以在采取引流治理措施来提高河段的生态环境质量的前提下，应兼顾地方经济的可持续发展，使经济、生态环境和社会效益相结合、发展与环境相结合。

#### （二）人工曝气法

人工曝气法是目前处理受污染河道的一种行之有效的工程方法，可以达到短期内减少污染、增加水中氧气含量的作用。为了更好地利用人工曝气复氧技术，需要制定一套切实可行的加氧曝气方式和季节优化组合，同时兼顾城市的环境和经济因素。针对滞流区的特性，可以考虑采用阶梯型橡胶坝进行泄洪增氧：在严重的环境下，采用纯氧代替大气曝氧，因为纯氧的压力较大，纯氧曝气能明显地增加氧气的传输速度，从而大大地改善了曝气再生氧的利用率。采用人工通风复氧法在河涌水体中加入一定数量的微生物，可以加速水体中的有机物的降解，从而达到清除水体中黑臭味的效果，并能有效

地阻止藻类的生长和增殖。

采用人工曝气复氧技术, 不仅能有效地清除河涌的污水, 而且不会造成二次环境的污染。采用人工充气复氧技术对河流的水质进行改良, 取得了较好的效果, 特别适用于城区的河涌与风景园林相结合, 使之形成一道靓丽的风景。在国内外, 对河道进行人工曝气复氧的研究已超过20年, 在水质处理中占据着举足轻重的地位。近几年, 我国一些地区已开展了一系列的人工通风制氧实验, 一些学者对部分河涌进行了室内模拟和动态模拟, 证明了采用人工曝气复氧是改善水质的一种较好的措施。从经济和环境的角度来看, 自然大坝的泄水、闸门泄流、活水喷水池以及人造的游憩活动等都应该得到有效的措施, 以改善水质。目前我国许多城市已经建立起一定规模的生态水库或生态景观工程, 并投入大量资金用于水体治理, 这些工程也将成为未来城市建设的重要组成部分。

### (三) 生态化工程

生态化工程的方法是: 修复岸边的植被、重建天然湿地、种植芦苇、浮萍、睡莲、水草等湿地中的水草, 以改善水体的洁净度; 利用生物膜自洁的基本原则, 利用薄层流动、接触等方法改善水体的自洁效应, 从而使水体的生态系统的整体结构发生变化; 另外, 为有效遏制藻类及水生植物过多繁殖导致水体缺氧现象, 可采用适宜养殖方式以太阳能为原始能量构建人工生态体系。以太阳能为动力, 通过多条食物链, 实现物质迁移转化和能量的逐渐转换, 使有机物质和养分发生分解转化, 从而实现河涌环境的净化。生态化治理对河流的生态修复、治理和缓解环境的污染、美化环境具有重要意义。要搞好河涌的生态修复, 就需要提前清理大量的泥沙, 并有效地抑制河道的侵蚀; 在饲养水葫芦等水生生物时要避免过量的繁殖, 以免引起水体的缺氧, 从而产生二次污染。同时还必须加强水域内动植物资源的管理, 合理调配鱼类品种及数量, 提高鱼产品的营养价值, 减少鱼粉用量, 防止过度捕捞, 维持水体整体的生态平衡, 才能够更好地达到河涌治理的效果。

### (四) 河流专门化或建造净水区域

“专门化”指对自然河的功能进行再分类, 确定污染水体。建设净化水域, 是指在河道内建立一个人工净化的水域, 增加河道水量, 保证河涌的自我净化。利用稳定的净化水域, 逐步使用净化技术对纳污水体及人造净水水域进行水质生态修复。对于没有完全建成的城市, 可以通过城市的排水系统和城市的雨水收集系统进行专门的建设, 来缓解城市的生活垃圾对城市水域环境的影响。此外, 还可以将城市的工业企业搬迁到河流下游的河段, 以减少污染物排放给河涌治理工作带来的负面影响<sup>[3]</sup>。

## 四、相关保障措施

第一, 地方各级人民政府应统筹安排本地区的污水排放, 并对其来源进行细致地调查和分类。

第二, 加速城市污水处理设施的改造, 将现行的雨水和废水混合体系改为分流式。雨水可以持续利用河涌排水, 而生活废水经过排水、泵送至污水处理厂进行处理, 当废水不流入河道时, 河涌治理效果将会有很大的改观。

第三, 加强河道的综合治理, 一方面对河道进行疏浚, 对底泥进行清理, 将河道切成平直形状, 提高河涌的流速; 另一方面将河道与堤防结合起来, 加强河涌沿线的绿化工作, 使河涌两侧形成一条绿色的、生态的走廊, 成为居民的休闲场所。

第四, 加强环保宣传, 增强公众环保观念, 增强公众对城市母亲河保护的自觉性<sup>[4]</sup>。

## 五、河涌治理生态技术的未来展望

文中提到的几种方法都经过多年的试验和工程应用, 得到了许多的成功实例。城市河道是一类具有复杂生态环境的水体, 其生态平衡已被人类活动严重的影响, 因此, 整治河涌污染是一项综合性的系统工程, 必须结合各类型河道的具体特点, 采取多方面的技术手段, 以确保整治的效果。所以, 将各种技术有机地整合起来, 弥补各自的缺陷, 从而改善政府的管理效能, 是今后的一个重要课题, 十分具有研究意义也为我国的河涌污染治理工作提供了一种新的思路。在对国内外关于河涌治理生态修复技术的应用进行认真分析的基础上, 研究人员可以根据我国城市河道现状研究出一套最适宜我国河涌污染治理的生态恢复技术<sup>[5]</sup>。

总结: 综上所述, 河涌污染治理是一项跨区域、跨行业的复杂系统工程, 其影响因素很多, 包括重建已存在的不足的区域, 使其恢复原来的生态功能, 从根本上协调人与自然的的关系, 解决造成污染的各种因素。而改善河涌环境, 使河流的溶氧量得到有效补充是至关重要的, 河道自净能力、复氧能力和生物链型的修复是其修复的重要指标。

### 参考文献

- [1] 彭铭辉, 杨美洁. 生态环保材料在河涌治理工程的应用实例[J]. 珠江水运, 2020(19): 67-68.
- [2] 刘帅, 龚志威, 彭福宝. 城镇黑臭河涌污染综合整治的有效措施[J]. 云南水力发电, 2021, 37(12): 261-262.
- [3] 罗启聪. 新环保形势下城市河涌黑臭水体治理技术研究[J]. 资源节约与环保, 2021(11): 93-95.
- [4] 刘文远. 河涌水质污染现状及治理措施研究[J]. 资源节约与环保, 2021(11): 100-102.
- [5] 何文迪. 对城市黑臭河涌治理的研究[D]. 广州大学, 2020.