

苏州农村中小河道生态修复技术应用及其评估

王振华

(苏州市吴中区河道管理所, 江苏 苏州 215100)

摘要: 针对苏州市农村中小河道污染日益严重的现状, 采用不同生态修复技术进行水环境修复, 通过分析修复后水体的水质指标及浮游生物量变化, 得出不同修复技术的优缺点及其适用性。研究表明各生态修复技术能够一定程度改善水体水质, 但均存在一些不足, 难以满足当前河道水环境的修复需求。底泥疏浚能够改善水质指标, 但水体中的浮游生物量大幅减少且恢复缓慢; 生态护岸对于含氮量较高的河道修复效果较差; 生态浮床对于含磷量较高的河道修复效果不佳。联合修复技术, 如生态护岸/底泥疏浚、生态湿地/木桩/自然护坡、生态浮床/生态护岸能显著改善水体水质和水生态, 以上研究对其他平原地区农村河道的修复具有重要的参考价值和指导作用。

关键词: 农村河道; 生态修复; 水质; 污染

中图分类号: X52

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2018)04-0052-06

Application and evaluation of ecological restoration technology for rural medium and small river in Suzhou

WANG Zhenhua

(River Management Office of Suzhou Wuzhong District, Suzhou 215100, Jiangsu)

Abstract: Aiming at the increasingly serious pollution situation of rural middle and small rivers in Suzhou, different ecological restoration technologies were used to repair the water environment. By analyzing the changes of water quality index and plankton biomass after restoration, the advantages and disadvantages of different remediation technologies and their applicability were obtained. Research showed that various ecological restoration technologies could improve water quality to a certain extent, but there were still some shortcomings, which were difficult to meet the current demand for restoration of river water environment. Sediment dredging could improve the water quality index, but the amount of plankton in the water body was greatly reduced and the recovery was slow. The ecological revetment had poor effect on the river with high nitrogen content, and the ecological floating bed had poor effect on the river with high phosphorus content. Joint restoration technologies, such as ecological revetment / sediment dredging, ecological wetland / stakes / natural revetment, ecological floating bed / ecological revetment could significantly improve water quality and water ecology. The above studies had important reference value and guidance for rural rivers restoration in other plain areas.

Key words: rural river; ecological restoration; water quality; pollution

收稿日期: 2017-12-25

作者简介: 王振华(1976-), 男, 本科, 工程师, 主要从事河道管理、水利工程建设管理工作。

0 引言

苏州地处东部平原地区, 河网分布较紧密, 具有典型的区域地理地貌特征, 随着近几年的经济和社会迅速发展, 大量污染物被排入到河道中, 造成河道受到不同程度的污染, 河道普遍出现“黑臭”现象, 如何修复受污染水环境已成为当前环境治理的焦点。目前河道水环境的修复技术主要以物理、化学、生物修复为主, 但物理修复所需要的能耗较高, 去除污染的同时, 破坏了河道生态环境; 化学修复通过投加药剂与污染物反应, 达到去除污染物的目的, 但是副作用较大, 不适合长期和大范围使用, 针对以上 2 种治理方式所存在的弊端, 生态修复技术^[1-3]被认为是较为经济、绿色的治理方式。目前以生态护岸、生态湿地, 生态浮床为主的生物修复方式应用较多, 但是实施单一的生态修复方式难以治理污染日益加重的河道, 联合修复技术已成为当前水环境治理的重要方向。

本文针对目前应用于苏州农村中小河道的修复方式, 以苏州横泾街道南片区为主要研究区域, 选取具有代表性的 10 条河道, 针对不同生态修复技术对各河道的水质指标及浮游生物指标的影响进行研究分析; 进而根据河道不同程度污染情况, 拟定合适的联合修复方案; 不仅为实施各生态修复方案后的水质预测提供取值参考, 也对其它平原地区不同情况河道的修复具有指导意义。

1 研究内容及方法

1.1 研究区域概况

苏州市横泾街道位于苏州市吴中区西南部, 面积 53.23 km², 北连木渎, 东接越溪, 南临东太湖, 西与浦庄相邻, 地理位置优越, 河道分布密集, 产业特色鲜明, 具有典型的江南水乡特色。但随着经济社会的发展, 河道水环境的水质恶化情况也日益突出, 横泾街道等平原地区的农村中小河道均受到不同程度的污染。河道的概况见表 1, 采样点的位置见图 1。

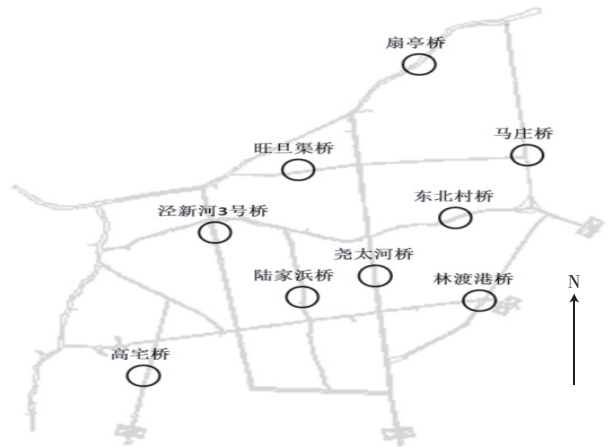


图 1 采样点位置图

1.2 样品采集与分析方法

1.2.1 水质指标的检测

样品采集完后立即转入室内利用国标法进行分析检测, 未被分析的样品经相应的预处理, 1 ~ 5℃ 保存。水质监测的指标包括: 化学需氧量 (COD)、生

表 1 监测的河道及采样点

河道名称	采样点位置	治理情况	河道口宽 (m)	流速 (m/s)
苏东河	扇亭桥	砌块护岸	11.9	0.06
木场浜	旺旦渠桥	砌块护岸	6.0	0.06
陆路港	陆家浜桥	砌块护岸	8.0	0.06
走马塘	后里泾桥	木桩 + 自然护坡	7.9	0.06
尧太河	尧太河桥	生态护岸	10.1	0.06
大江河	东北村桥	生态护岸	7.0	0.06
泾新河	泾新河 3 号桥	底泥疏浚	8.1	0.06
林渡港	林渡港桥	生态湿地	9.0	0.06
石路浜	高宅桥	生态浮床	8.0	0.06
马庄港	马庄桥	未治理	6.0	0.06

化需氧量(BOD_5)、总氮(TP)、氨氮(NH_3-N)、总磷(TP)、硝态氮(NO_3-N)、溶解氧(DO)、浊度等指标。

1.2.2 浮游生物量的检测

针对横泾街道片区的河道的浮游生物量进行定性和定量分析,主要的分析检测项目有浮游生物种群数、浮游生物密度、浮游生物多样性等指标。

定性分析:采用25"浮游生物网,在水深0.2~0.5 m处呈“优”型,以0.5 m/s的速度拖取5 min,在10×10~10×100倍显微镜下观察。

定量分析:采用采水器于水深0.5 m处采1000 ml

水样,加入5 ml Lugol'S液经24 h沉淀浓缩后,用0.1 ml计数框在10×10~10×40倍显微镜下计数。

2 结果与讨论

2.1 不同生态修复方法对水质指标的影响

针对目前河道水质状况,选择具有代表性的理化指标,如COD、 BOD_5 、TP、 NH_3-N 、DO、浊度等进行检测分析,根据理化指标的数值及变化趋势来分析各生态修复技术的修复效果,详见图2。

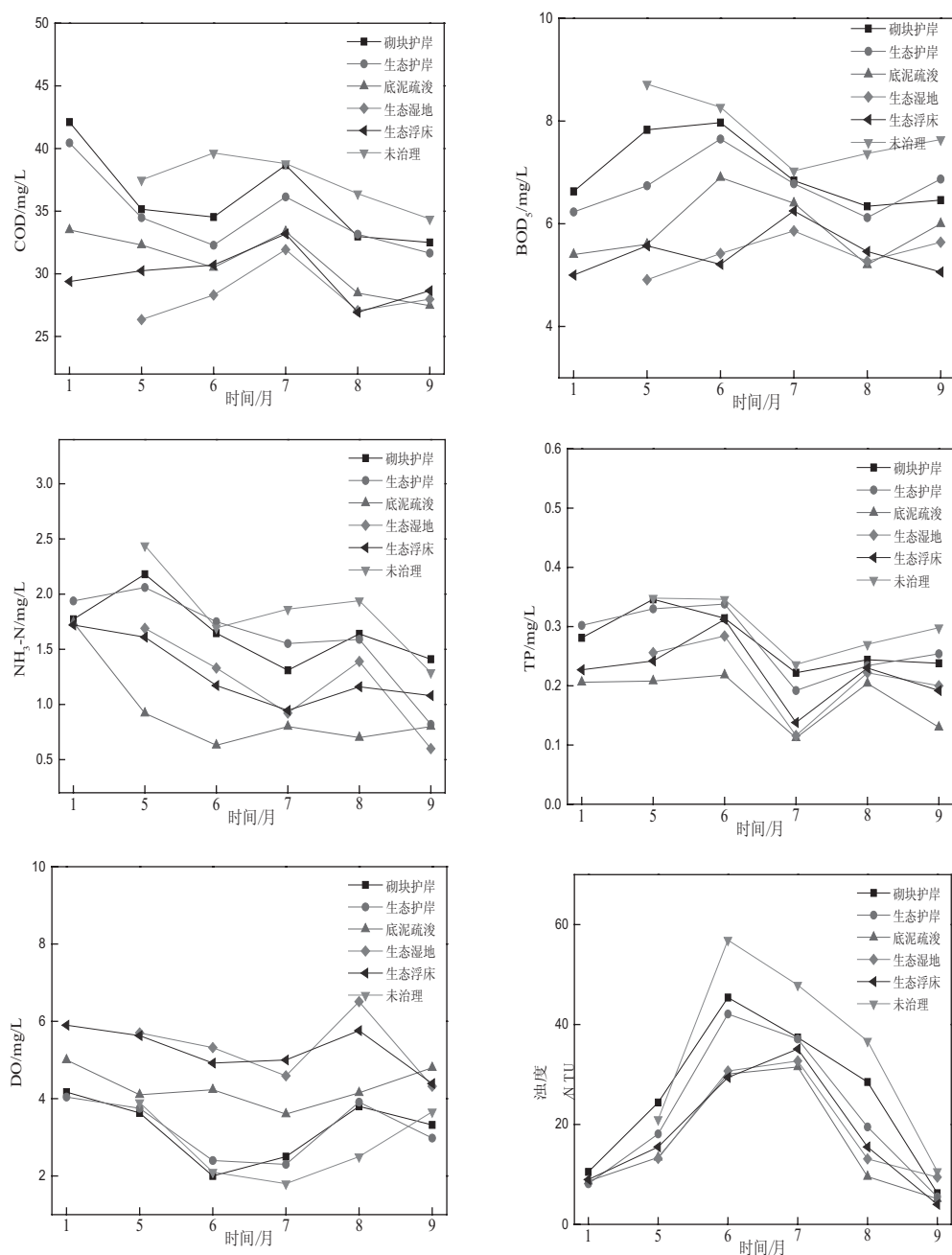


图2 不同修复方法对水体基本指标的影响

各河段水体的 COD 值处于 26 ~ 45 mg/L 之间, BOD₅ 值处于 4.0 ~ 9.0 mg/L 之间, 均符合Ⅳ和Ⅴ类水标准, 通过对 COD 及 BOD₅ 值在各个生态修复技术下的变化趋势分析, 发现两者具有相似的变化趋势, 与其他生态修复技术相比, 实行生态湿地修复技术的河道的 COD 及 BOD₅ 均低于其他修复技术的数值, 表明生态湿地能够有效的降低水体中有机污染物的含量, 两者数值降低的原因可能是水体中植物的吸收以及微生物的降解^[5-6]。

NH₃-N 值处于 0.6 ~ 2.5 mg/L 之间, TP 值处于 0.11 ~ 0.36mg/L 之间, 均属于Ⅲ~Ⅴ类水标准, 通过对 NH₃-N 及 TP 值在各个生态修复技术下的变化趋势分析, 发现 NH₃-N 及 TP 修复效果: 底泥疏浚 > 生态湿地 > 生态浮床 > 砌块护岸 > 未治理, 因为底泥疏浚通过清除底部污泥, 削减了内源污染, 减少了底泥中营养成分的释放^[7], 生态浮床和湿地中的植被能够一定程度的将营养元素吸收固定, 从而达到降低 TP、NH₃-N 的效果。

DO 值处于 2.0 ~ 6.0 mg/L 之间, 属于Ⅲ~Ⅴ类水标准, 通过对 DO 值在各个生态修复技术下的变化趋势分析, 发现生态湿地和生态浮床对于 DO 值的提升效果较好, 原因为生态湿地和生态浮床不易受外界影响较小, 植被自身能够形成一套完整且独立的生态体系, 其自身光合作用能够提高水体中的含氧量。底泥疏浚的效果仅次于生态湿地和生态浮床, 对溶解氧的含量也有一定的提升, 原因为随着底泥的清除, 微生物的含量也随之降低, 从而降低了溶解氧的消耗。

浊度值处于 4.0 ~ 57.0NTU, 从浊度值在各个生

态修复技术下的变化趋势分析, 相对于其他生态修复技术, 底泥疏浚的浊度值最小, 底泥疏浚通过清除底泥减少再悬浮的作用, 因此, 生态浮床和湿地具有类似于“滤网”的生态植被系统, 对于悬浮物起到吸附截留作用, 所以其浊度值也相应较小, 但浊度的检测所受因素很多, 与天气及周边环境等因素有关^[8]。

2.2 各代表河段水体的浮游生物量比较

2.2.1 浮游生物种群分析

由表 3 可知, 由于生态浮床所形成的生态植物系统能够吸附降解河道中的有机污染物, 改善水体水质, 有利于浮游生物的生存繁殖, 因此以生态浮床为主要修复技术的河道, 浮游生物种群类别数最多; 相比较而言, 以木桩 + 自然护岸和生态护岸为主要修复技术的河道中的浮游生物种群类别数相近, 前者能够很好的改善并保持河道水环境, 而生态护岸则是利用的亲水性材料能够形成有利于微生物生存繁殖的生态环境; 而砌块护岸能够稳固岸坡, 但对于其他指标的修复效果并不明显; 底泥疏浚虽然能够减少内源污染的产生, 但以底栖动物为主的大量微生物会随底泥一同被去除, 导致水体中浮游生物种类最少。

2.2.2 浮游生物密度分析

选取 5 个代表河段的水样进行分析, 得到的各河道浮游生物密度见表 4。

从表 4 可知, 走马塘流速较大, 淤泥堆积量低, 采用木桩和自然的结合, 能够不改变其生态环境的前提下, 同时稳定岸坡和保留河道原始面貌, 因此走马塘的浮游生物密度远大于其他河道。

表 3 各河道浮游生物的种类

区域名称	治理情况	藻类 (种)	原生动物 (种)	轮虫 (种)	底栖动物 (种)
苏东河	砌块护岸	2	5	11	2
走马塘	木桩 + 自然护坡	7	—	18	1
尧太河	生态护岸	3	5	14	6
泾新河	底泥疏浚	5	5	8	—
石路浜	生态浮床	7	1	24	1

表 4 各河道浮游生物密度

河道名称	取样次数	生态修复技术	平均浮游生物密度 (个/L)
苏东河	7	砌块护岸	2.00×10^7
走马塘	7	木桩 + 自然护坡	2.21×10^8
尧太河	7	生态护岸	3.55×10^7
泾新河	7	底泥疏浚	1.00×10^7
石路浜	7	生态浮床	5.85×10^7

对于采用生态浮床的石路浜河段,主要是利用植被形成的生态体系,能够对水体中的有机污染物及营养物质进行有效的吸附和截留,起到改善水质的效果。姚东方等^[9]研究发现与对照区相比,生物浮床实验区浮游生物的密度更高,因此实施生态浮床能够在一定程度上促进浮游生物密度的增加。

对于分别实施生态护岸和砌块护岸的尧太河和苏东河,两者皆能稳定岸坡,但生态护岸能更好地实现水生态系统和岸坡生态系统的交互,从而使结构上更加完整,因此尧太河的浮游生物密度较大一些。

采用底泥疏浚生态修复技术,虽然能在一定程度上消减内污染源,但浮游生物量会随底泥一起被清除,浮游生物量直接减少^[10],而且疏浚工程降低了底泥的营养盐的浓度,减少了底泥中的营养盐向水体释放,浮游生物量会随着时间的缓慢增长。另外,由于环境因素的不同对不同的浮游生物影响也不同^[11],需要根据河道底泥的情况,选择恰当的条件进行修复(如底泥疏浚深度和气候季节)。

2.2.3 浮游生物多样性分析

分别选取 5 个代表性河段的水样进行分析,得到的各河道的 Margalef 多样性指数^[12]见表 5。

表 5 各河道浮游生物多样性指数

河道名称	生态修复技术	浮游生物多样性指数
苏东河	砌块护岸	1.19
走马塘	木桩 + 自然护坡	1.49
尧太河	生态护岸	1.52
泾新河	底泥疏浚	1.09
石路浜	生态浮床	1.84

由表 5 可以看出,石路浜河段采用生态浮床,能够有效改善水质状况,为浮游生物提供良好的生存环境,从而促进浮游生物种类多样性的提高;苏东河、走马塘、尧太河分别采用了 3 种不同的护岸类型,其中走马塘和尧太河的水体 Margalef 多样性指数相似,在 1.50 左右,而苏东河的水体 Margalef 多样性指数为 1.19。尧太河采用生态护岸,既防止泥沙流入河体,又能为植物及昆虫及水生植物提供生存繁殖的场所,因此其 Margalef 多样性指数比其它 2 种更大。以底泥疏浚为主的泾新河的 Margalef 多样性指数为 1.09,相比于其他几种生态修复技术,底泥疏浚处理后的水体水体的 Margalef 多样性指数最低。究其原因,主要为原有生物群落被破坏,大量的浮游生物随底泥被一同清除,所以在对河道进行底泥疏浚修复时,需要综合考虑水域的具体情况。

2.3 水环境生态修复对策

根据目前苏州农村中小河道的现状,针对性地提出了各生态修复技术,并从水质理化指标及浮游生物量两个方面对各生态修复技术进行了比较分析,发现各生态修复技术在水质改善,增加浮游生物量方面具有各自的优势及缺点,实施单一的生态修复技术难以满足日益恶化的河道水环境全面修复的需求,因此,根据河道的具体情况,对比各生态修复技术的特点,拟定生态修复技术联合实施方案。

(1) 生态护岸 + 底泥疏浚

根据以上的研究结果,针对底泥疏浚后浮游生物量的大幅度降低的现象,生态护岸材料良好的亲水性及其形成的有利于微生物生长繁殖的空间,完全弥补了底泥疏浚后浮游生物量缓慢增长的劣势,起到优势互补的作用。

(2) 生态湿地 + 木桩 + 自然护坡

根据以上的研究结果,发现生态湿地与木桩+自然护坡都能够有效的降解有机污染物,改善水质环境,两者相结合,协同修复生态水环境。在改善水环境的同时,绿化环境,美化景观。

(3) 生态浮床+生态护岸

根据以上的研究结果,生态护岸及生态浮床均能改善水质环境,生态护岸对于水体中氨氮的修复效果优于其他生态修复技术,但总磷的修复效果不佳;而生态浮床对于总磷的修复效果最佳,但氨氮的修复效果较差,针对目前苏州地区农村中小河道中氮、磷较高的现状,实施生态浮床+生态护岸联合修复方案,形成优势互补,能够有效的降低水体中氮磷的含量,改善水质。

3 结论

本文以苏州横泾街道为研究目标,通过理化指标的检测分析,发现不同的生态修复技术对于水环境的修复具有各自的优势及不足,底泥疏浚能够有效改善水质,但浮游生物量会大幅减少,且恢复缓慢;生态护岸有利于浮游生物量的提升但对于含氮量较高的河道修复效果较差;生态浮床能够有效的提升生物多样性,但是对含磷量较高的河道修复效果较差。实施单一的生态修复技术,难以满足河道的全面修复需求。为达到河道全面修复的需求,针对底泥疏浚后浮游生物量的大幅度降低的现象,实施生态护岸+底泥疏浚修复技术,利用生态护岸材料良好的亲水性及其形成的有利于微生物生长繁殖的空间,完全弥补了底泥疏浚后浮游生物量缓慢增长的劣势;生态湿地+木桩+自然护坡的修复方案能够有效的改善水质,同时绿化环境,美化景观;生态浮床+生态护岸的修复方案,完全弥补了两者的对于含氮量高、含

磷量高水体修复效果较差的不足,达到水质及水生态全面修复的目的。

参考文献:

- [1] Gore J A, Shields F D. Can Large Rivers Be Restored? [J]. Bioscience. 1995, 45 (45): 142-152.
- [2] 赵彦伟, 杨志峰. 城市河流生态系统健康评价初探 [J]. 水科学进展. 2005, 16 (3): 349-355.
- [3] 邓红兵, 王青春, 王庆礼, 等. 河岸植被缓冲带与河岸带管理 [J]. 应用生态学报. 2001, 12 (6): 951-954.
- [4] 王鹤霏, 贾艾晨, 张晓东, 等. 人工浮岛对城市景观用水水质净化效果的研究 [J]. 环境保护科学, 2013 (05): 14-17.
- [5] 李英杰, 年跃刚, 胡社荣, 等. 生态浮床对河口水质的净化效果研究 [J]. 中国给水排水, 2008 (11): 60-63.
- [6] 吴芝瑛, 虞左明, 盛海燕, 等. 杭州西湖底泥疏浚工程的生态效应 [J]. 湖泊科学, 2008 (03): 277-284.
- [7] 吴沛沛, 刘劲松, 胡晓东, 等. 湖湖北部底泥疏浚的生态效应研究 [J]. 水生态学杂志, 2015 (02): 32-38.
- [8] 刘杰. 南宁市区主要内河的水环境质量研究——以竹排冲、良凤江为例 [D]. 南宁: 广西大学, 2009.
- [9] 姚东方. 长江口芦苇生态浮床对浮游生物及鱼类群落结构的影响 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2014.
- [10] 毛志刚, 谷孝鸿, 陆小明, 等. 太湖东部不同类型湖区底泥疏浚的生态效应 [J]. 湖泊科学, 2014, 26 (3): 385-392.
- [11] 钟继承, 范成新. 底泥疏浚效果及环境效应研究进展 [J]. 湖泊科学. 2007, 19 (1): 1-10.
- [12] 席小康, 朱仲元, 周大正, 等. 锡林河流域草原植物群落多样性沿海拔梯度变化特征 [J]. 环境监测管理与技术, 2017 (6).