

特色田园乡村建设的水环境 生态治理研究

虞英杰¹, 贾 剑¹, 班玉龙²

(1. 昆山市淀山湖水利(水务)站, 江苏 昆山 215300; 2. 昆山高新区水利(水务)站, 江苏 昆山 215300)

摘要:以典型江南水乡——苏州市昆山淀山湖镇永新村六如墩水体生态修复为研究对象,从水生态存在的主要问题及采取的相应治理措施为切入点,分析水环境治理效果及经验,为农村水环境的改善做积极探索,为农村水系综合整治提供参考。

关键词:农村水系; 污染问题; 生态修复; 沉水植物

中图分类号: X522 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839(2020)06-0020-05

Study on the ecological management of water environment in the construction of characteristic landscape composition

YUYingjie¹, JIA Jian¹, BAN Yulong²

(1. Kunshan Dianshanhu Water Conservancy Station, Suzhou 215300, China;

2. Kunshan High-tech Zone Water Conservancy Station, Suzhou 215300, China)

Abstract: Taking the typical Jiangnan water town – Liurudun water restoration in Yongxin Village, Dianshanhu Town, Kunshan County, Suzhou City as the research object, from the main problems of water ecology and the corresponding control measures taken as the breakthrough point, the effects and experience of water environment management were analyzed to actively explore the improvement of the rural water environment, and provide a reference for the comprehensive improvement of the rural water system.

Key words: rural water systems; pollution problem; ecological restoration; submerged plant

1 概 述

近年来,农村水资源污染问题日益突出,水环境状况令人堪忧^[1]。2018年9月,中共中央国务院印发《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》,提出要积极开展农村水生态修复,实施水系连通和河塘清淤整治。江南水乡地区的农村水系一般由河流、湖泊、池塘或者灌溉沟渠等水体组成,承担着生产、生活用水、行洪排涝及生态景观等功能^[2]。农村水系不仅是农业生产的基础,也是江南水网地区美丽乡村建设的重要资源,是不可或

缺的景观元素^[3]。开展农村水生态修复是改善农村人居环境,促进水美乡村建设的关键举措,是解决农村突出水环境问题的重要方向,也是推进农村生态文明建设的重要目标,更是实施乡村振兴战略的一项重要任务^[4]。

淀山湖镇永新村位于昆山市东南端,与上海市青浦区朱家角镇接壤。近年来,永新村以建设美丽村庄为契机,以打造“水边的村落”特色品牌为目标,大力发展集田园风光、江南村落、农耕文化、农家体验、休闲养身为一体的乡村旅游,并成为江苏省特色田园乡村建设试点,然而水环境污

收稿日期:2020-02-21

作者简介:虞英杰(1986—),男,硕士,主要从事水利水务行业管理工作。E-mail:1547887869@qq.com

染问题成了制约当地生态旅游、特色构建的关键因素。

2 六如墩水生态环境主要问题

六如墩景观水体由口字型河道和大湖、小湖组成,水深1.5~2.7 m,总水域面积约50 000 m²。整个水体通过闸站与金家段江、道褐浦相连,水体相对封闭(图1)。



图1 六如墩水系平面图

2.1 水体生态系统失衡

项目河道现状水体浑浊,发黑发绿,透明度低,局部水面完全被青苔覆盖,散发腥臭味,河道底部种植大量的狐尾藻和水盾草,其中狐尾藻多长出水面。水面有垃圾漂浮物存在,河道水面整体较为杂乱,生态环境恶化,少有鱼类,生态系统不完善,水体自净能力差,整体景观较差。

2.2 水质较差

治理前,对六如墩水体进行水样检测,结果如表1所示,其中TN、NH₃-N、TP含量较高,均超过《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) V类水标准,判定水质为劣V类。

2.3 底泥内源污染严重

六如墩河道底部淤泥较厚,局部地区达到0.5 m,由于水体长期富营养化,导致这些底泥含有大量污染物和N、P等营养物质,在微生物的作用下,污染物质在水体中持续发酵,会产生硫化氢等臭味物质,导致水体发黑发臭,严重影响水体水质及景观效果。

2.4 外源污水直接流入

六如墩河道周边有少量的养鸭散户,鸭白天在活动场地和水面活动,可自由下水,夜晚赶回鸭舍,鸭排泄物排放具有随机性和不确定性。一般仅养鸭过程中,鸭禽粪尿中COD、BOD₅、NH₃-N、TP、SS污染物含量加高,增加入河污染负荷。

六如墩河道周边有少量居民在河道内洗衣、洗菜等。洗衣废水中含大量洗衣粉(液)残留,会造成

水质的富营养化,易导致水体蓝绿藻爆发和青苔泛滥。其中含有的聚磷酸盐等成分还会阻断大气向水中充氧,破坏或抑制水的自净功能。同时还会导致水产生乳化作用,增加其他污染物在水中溶解,对河道水环境造成污染。除此之外,洗衣废水中还有大量的阳离子表面活性剂(LAS),LAS在水体中会抑制和杀死微生物,对鱼类、水栖动物会造成重大危害。

3 六如墩水体生态修复治理工程

六如墩水体存在上述一系列问题,导致了水系生态系统崩溃,自净能力丧失,呈现一定的富营养化状态。淀山湖镇人民政府首先对周边居民生活污水进行截污纳管和雨污分流,同时对沿岸养殖厂区进行了迁移,对洗衣台洗衣现象进行了劝阻,使得河道沿岸污染源入河问题得到了有效的控制。紧接着开展了河道清淤等工程,最后展开了水体生态修复工程,六如墩水体生态修复主要采用了基底改良、透明度提升、沉水植物构建和食物链完善等

表 1 六如墩水质基本情况

类别	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{TN})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{TP})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	判定
采样点实测	10.17	2.95	4.42	0.407	劣 V 类
地表水 V 类标准	≤ 15	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 0.4	

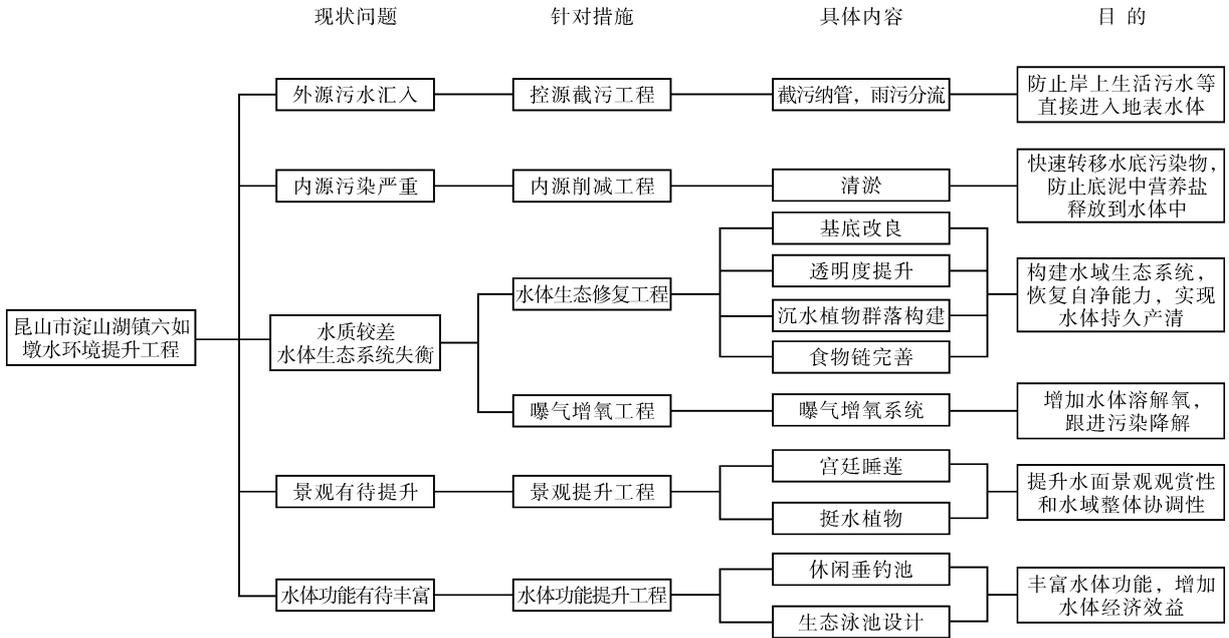


图 2 六如墩水环境提升整体思路



图 3 六如墩水体生态修复工程总平面布置

工程,同时构建了生态泳池和休闲垂钓池区域,增加水体生态功能。具体思路和平面布置见图2~3。

3.1 基底改良

水体本底条件往往是影响生态修复成败的重要因素,对本底条件进行适当改造,是实现最终生态目标的前提条件^[5]。六如墩水体采用投放微生物菌剂的方式进行基底改良。微生物作为生态系统中的分解者,是健康生态系统的重要组成部分^[6]。尤其当水生态系统中接纳大量的无机营养物质时,对污染物的去除和养分的循环起着不可忽视的作用,即通过对氮的氨化、硝化、反硝化作用,微生物驱动着水体中氮的生物地球化学循环^[7]。同时微生物也参与有机磷的分解过程,可以促进水生植物的吸收及利用。

3.2 透明度提升

通过控藻浮游动物迅速提升水体透明度,控藻浮游动物能以水体中的蓝绿藻、腐屑、悬浮物颗粒、有害菌类等作为主要的食物来源,可迅速提高水体透明度^[8-9]。其排泄物为弱酸性物质,可有效降低水体pH值,抑制蓝藻的生长和繁殖。控藻浮游动物本身又是鱼、虾等水生动物所喜爱的食物,因此打通了食物链,实现了水体富营养化物质的资源化,一般控藻浮游动物投放3d后即可显著提高水体透明度^[10]。值得一提的是,控藻浮游动物作为一种大型枝角类浮游动物,是一种广布种,不存在外来物种入侵等风险。

3.3 构建沉水植物

沉水植物是实现从浊水态到清水态转变的关键物种。沉水植物能够高效地吸收氮磷等物质且沉水植物光合作用强,能够产生大量的原生氧,可长久保持水体高溶解氧状态^[11]。改变水体氮磷营养盐循环模式,抑制底泥再悬浮及氮磷营养盐释放,促进氮的硝化/反硝化作用及磷的沉降^[12],为浮游动物提供避难所,从而增强生态系统对浮游植物的控制和系统的自净能力。因此六如墩水体生态系统以沉水植物为主。

3.4 完善食物链

当沉水植物群落得到恢复后,通过引入水生动物构建食物链,发挥其生态功能,实现水体的生态平衡和自我净化^[13]。水生动物主要包括鱼类、底栖动物(主要是软体螺贝类)、虾类及滤食性动物等,用于延长食物链,完善水生态系统,同时也提高了水体的自我净化能力和生态系统的稳定性^[14]。大型底栖生物在水生态系统物质循环与流动中具有

特殊的地位和作用,如螺类、青虾等,可以摄食底质中大量的有机质及腐败的水生植物残体等,大幅度降低底质中有机质含量及营养物质的释放。同时,大型螺类等释放的某些物质又是水体中天然的絮凝剂,可以降低水中的悬浮物颗粒并吸附大量的氮磷营养盐。

3.5 生态泳池

为了提升水体生态功能性,增加水体娱乐性和经济效益,在六如墩湖区水体设计生态泳池(图4),生态泳池包括浅水区(水深0.6~1.0m)和深水区(水深1.5~2.0m)。自下而上回填素土,铺设土工布和30cm厚的中砂(粒径1~2mm),并用松木桩固定,防止中砂的流失。为提升水体净化效率,深水区构建以四季常绿矮型苦草为主的“水下地毯”沉水植物生产者群落,将六如墩湖区游泳池打造成“草型清水态”的生态泳池,以达到长期保持良好水质和优美景观的效果。

同时设计的循环潜水泵不仅能使六如墩大湖区休闲游泳池水体保持循环流动状态,泳池水温混合均匀,利于游泳,而且循环潜水泵可对游泳池水体进行复氧,提高水体氧化还原电位、削减耗氧性物质、增强水体的净化功能、减轻水体污染负荷、促进生态系统的恢复,是生态修复重要的工程保障手段。

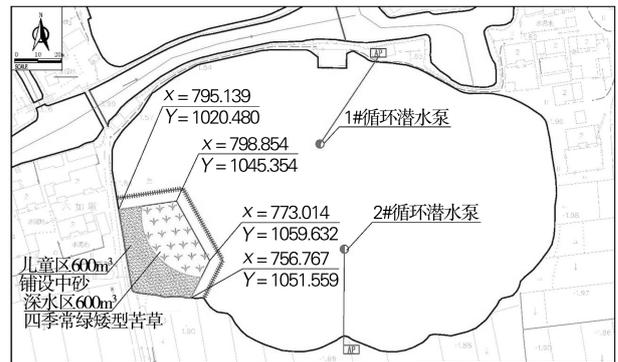


图4 生态泳池设计图

4 水生态修复效果

生态修复工程通过构建“水下森林”生态系统,实现治理水体沉水植物良好的覆盖率($\geq 60\%$),构建平衡稳定的水生态自净系统,实现水体循环再生、自我修复的特点,达到了系统稳定性目标。水系透明度大幅度提升,水体水质得到改善并长期保持,治理前为劣V类,生态修复后,主要水质指标达到并保持国家《地表水环境质量标准》

(GB 3838—2002)Ⅳ类,部分指标达到Ⅲ类及以上,见图5~6。

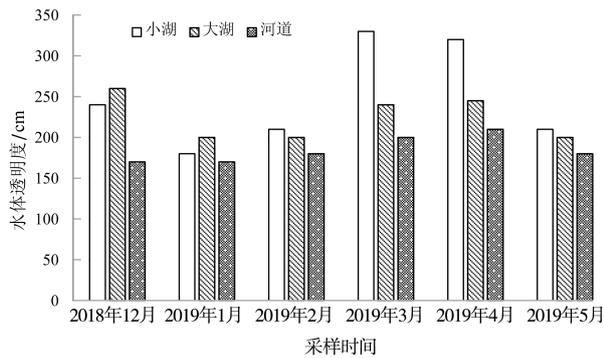
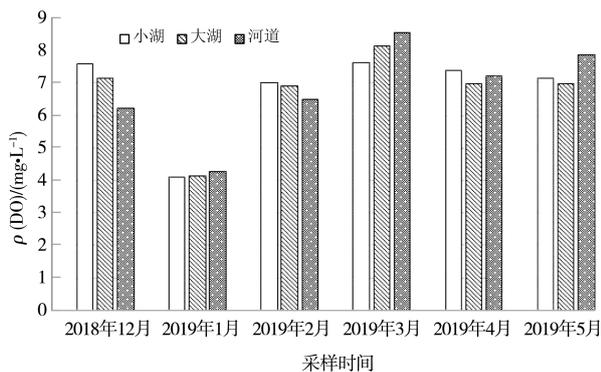


图5 生态修复后水体透明度变化



经济效益。

参考文献:

- [1] 方剑祥. 农村水环境污染问题及其治理策略[J]. 环境与发展, 2018, 30(4):55-57.
- [2] 赵金波. 扎实推进特色田园乡村建设 积极探索乡村复兴江苏路径[J]. 改革与开放, 2017(24):74-75.
- [3] 林继卿. 探讨低影响开发理念在美丽乡村建设中的应用——以雨水花园改善水环境为例[J]. 武夷学院学报, 2017, 36(7):76-82.
- [4] 李原园,杨晓茹,黄火键,等. 乡村振兴视角下农村水系综合整治思路与对策研究[J]. 中国水利, 2019(9):29-32.

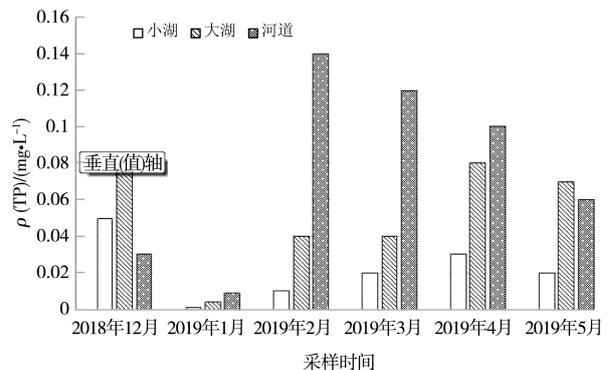
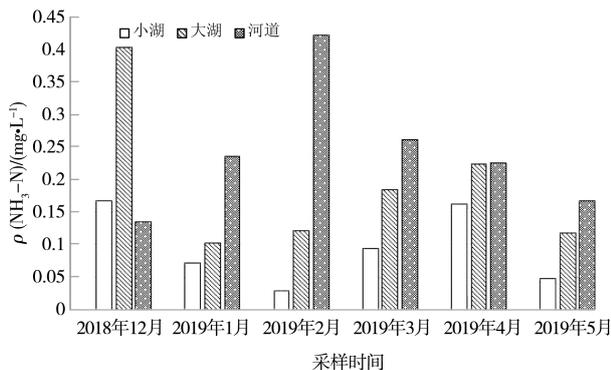
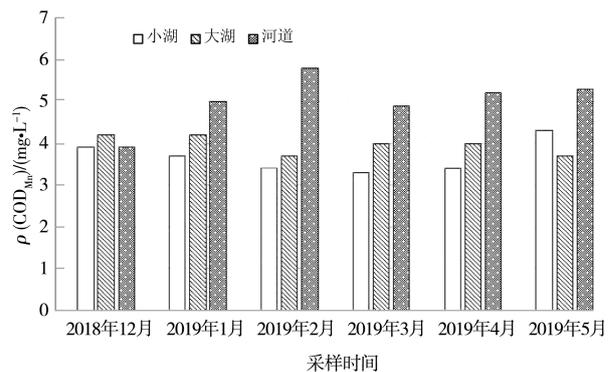


图6 生态修复后水体主要营养指标变化

5 结语

六如墩水体存在感观较差、水质恶化、内外源污染严重等一系列问题,导致了水生态系统崩溃,自净能力丧失,呈现一定的富营养化状态。淀山湖镇人民政府依托生态修复技术,完成截污工程、清淤工程和河道水质净化与生态修复工程,恢复六如墩水系健康的水下生态系统,实现其水质改善,形成六如墩水系水质改善与生态修复长效保持机制,同时结合生态泳池和休闲垂钓池的构建,促进周边旅游业的发展,在净水的基础上实现“水经济”,提升淀山湖镇乃至整个昆山市的生态、环境、社会和

- [5] 薛莲. 黑臭水体生物治理与生态修复的实践探讨[J]. 水资源开发与管理, 2017(3):38-41.
- [6] MENG P, PEI H, HU W, et al. How to increase microbial degradation in constructed wetlands: Influencing factors and improvement measures[J]. Bioresource Technology, 2014, 157:316-326.
- [7] 刘学军. 多方位生态修复技术在河道水环境治理工程的应用[J]. 水利规划与设计, 2018(6):49-52.
- [8] 吴明明,高兆波,罗希. 食藻虫在水生态修复中的运用[J]. 中国水运(下半月), 2016, 16(9):176-177.
- [9] 夏哲韬,史惠祥,李遥. 食藻虫引导的沉水植被修复景观水体的应用研究[J]. 中国给水排水, 2011, 27(17):26-30.

(下转第31页)

究了一套河长制综合信息平台,平台以协助河长及相关工作人员更好地落实河长制的八大任务为目标,实现整合资源、共享信息、深化应用、促进协同。新的综合信息平台能够进一步增强河长制的执行力,提升管理效能。

平台参照 SOA 的设计思想,利用区块链、云计算、移动互联网等关键技术,以整合河道管理相关资源数据为建设中心,并通过开发 PC 端网页管理系统和移动 APP 软件,为市、区、镇、村四级河长及相关人员提供了一个综合性的工作平台。平台涵盖了河湖信息及巡查信息管理、问题交办与处理、管理工作统计分析、绩效评估与考核等功能。平台目前已良好地上线运行,特别是在人大代表巡河监督、水质数据可信记录方面发挥着特别的价值功能。此外,平台也能为下一阶段无锡河长制管理全面智慧化建设提供优良的基础支撑。

参考文献:

- [1] 李永健. 河长制:水治理体制的中国特色与经验[J]. 重庆社会科学, 2019(5):51-62.
- [2] 詹云燕. 河长制的得失、争议与完善[J]. 中国环境管理, 2019, 11(4):93-98.
- [3] 詹国辉,熊菲. 河长制实践的治理困境与路径选择[J]. 经济体制改革, 2019(1):188-194.
- [4] 朱玫. 论河长制的发展实践与推进[J]. 环境保护, 2017, 45(Z1):58-61.
- [5] 荣海北,郑福寿,张敏,等. 基于3S技术的洪泽湖网格化管理信息化平台的实现[J]. 江苏水利, 2017(6):69-72.
- [6] 徐学鸿. 水利电子政务系统的技术实现与建设[J]. 江苏水利, 2017(6):63-68, 72.
- [7] 邵奇峰,金澈清,张召,等. 区块链技术:架构及进展[J]. 计算机学报, 2018, 41(5):969-988.
- [8] 袁勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4):481-494.
- [9] 钱卫宁,邵奇峰,朱燕超,等. 区块链与可信数据管理:问题与方法[J]. 软件学报, 2018, 29(1):150-159.
- [10] 郑秀亮. 食藻虫“吃”出好水质[J]. 环境. 2017(6):61-63.
- [11] WEI H, HE F, XU D, et al. A comparison of the growth and photosynthetic response of *Vallisneria natans* (Lour.) Hara to a long-term water depth gradient under flowing and static water[J]. Journal of Freshwater Ecology, 2018, 33(1):223-237.
- [12] CAI X L, GAO G, TANG X M, et al. Photosynthetic response of *Vallisneria natans* (Lour.) Hara (Hydrocharitaceae) to increasing nutrient loadings[J]. Photosynthetica. 2012, 50(3):437-446.
- [13] 韩禹森. 水生态系统操控技术的探索[J]. 办公自动化, 2014(22):24.
- [14] 黄越,闻丞,陈炜,等. 基于生物群落重建的景观水体生态修复方法研究[J]. 中国园林, 2018, 34(4):24-29.

(上接第24页)