

塘门浜与十字河水质变化及相关性分析

柴晓娟¹ 黄莉² 夏文静³ 丁嘉琰^{4*}

- 1.江苏龙环环境科技有限公司, 江苏 常州 213001
- 2.泰兴市华兴环境咨询有限公司, 江苏 泰州 225400
- 3.常州大学环境科学与工程学院, 江苏 常州 213164
- 4.江苏蓝联环境科技有限公司, 江苏 常州 213001

[摘要]本研究于江苏省常州市武进区永安河两条断头支流塘门浜、十字河开展, 2025年1~8月对两河各4个点位监测 pH、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)等6项水质关键指标, 运用时空分布分析和皮尔逊相关分析法, 探究水质变化规律与污染机制。结果表明, 塘门浜溶解氧普遍低于Ⅲ类标准, St4 点位铜含量波动显著; 十字河总氮(TN)均值超Ⅱ类标准, COD接近Ⅱ类标准, 存在超标风险。氮素污染来源差异明显, 塘门浜以农业面源为主, 十字河以生活污水为主, 溶解氧影响因素也各有不同。研究结果为永安河精准治污和生态修复提供了科学依据。

[关键词]永安河; 塘门浜; 十字河; 水质指标; 时空分布分析; 皮尔逊相关分析

DOI: 10.33142/hst.v9i3.19337

中图分类号: X832

文献标识码: A

Analysis of Water Quality Changes and Correlation between Tangmenbang and Shizi River

CHAI Xiaojuan¹, HUANG Li², XIA Wenjing³, DING Jiayan^{4*}

1. Jiangsu Longhuan Environmental Technology Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213001, China
2. Taixing Huaxing Environmental Consulting Co., Ltd., Taizhou, Jiangsu, 225400, China
3. School of Environmental Science and Engineering, Changzhou University, Changzhou, Jiangsu, 213164, China
4. Jiangsu Lanlian Environmental Technology Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213001, China

Abstract: This study was conducted on two dead-end tributaries of the Yong'an River in Wujin District, Changzhou City, Jiangsu Province, namely Tangmenbang and Shizi River. From January to August 2025, six key water quality indicators, including pH, dissolved oxygen (DO), and chemical oxygen demand (COD), were monitored at four points on each river. Spatial-temporal distribution analysis and Pearson correlation analysis were used to explore water quality variation patterns and pollution mechanisms. The results showed that dissolved oxygen in Tangmenbang was generally lower than the Class III standard, and copper content at point St4 fluctuated significantly; The mean total nitrogen (TN) in Shizi River exceeded the Class II standard, and COD was close to the Class II standard, indicating a risk of exceeding standards. The sources of nitrogen pollution differed significantly: Tangmenbang was mainly affected by agricultural non-point sources, while Shizi River was primarily influenced by domestic sewage, and factors affecting dissolved oxygen also varied. The research results provide a scientific basis for precise pollution control and ecological restoration of the Yong'an River.

Keywords: Yong'an River; Tangmenbang; Shizi River; water quality indicators; spatiotemporal distribution analysis; Pearson correlation analysis

引言

常州永安河是贯穿武进区的一条重要河流,它属于太湖流域,处在长三角的中心地带,也是长三角地区重要的水域生态系统组成部分^[1]。永安河全长 19.8km,流域总面积为 357.7km²,其中塘门浜、十字河是它的两条重要支流,皆为断头河流^[2]。由于永安河常年流速较大,塘门浜

和永安河两条支流难以汇入永安河,导致水体动力不足,水质变差,因此,对永安河的治理仍然面临着诸多挑战^[3]。本文基于 2025 年 1~8 月对塘门浜和十字河各 4 个水质断面进行监测,通过 6 项水质指标(pH、溶解氧、化学需氧量、氨氮、总磷、总氮)的检测数据,分析水质时空变化规律,识别主要污染因子及成因,为永安河的精准治污

和生态修复提供数据支撑。

1 数据与方法

1.1 监测点位与时间

研究流域为永安河的两条支流：塘门浜（见图 1）和十字河（见图 2），各设置 4 个采样点。其中塘门浜的采样点为塘门浜职校内河（St1）、夏城中路西侧（St2）、塘门浜观音堂桥东侧（St3）、塘门浜与永安河交汇处（St4）；十字河的采样点位为东十字河东侧（St5）、东十字河东环桥东侧（St6）、西十字河大庆桥西侧（St7）、西十字河赵巷桥西侧（St8）。于 2025 年 1~8 月进行采样，每月 1 次，一共进行 8 次监测，覆盖枯水期（1~3 月）、丰水期（6~8 月）。



图 1 塘门浜监测点位分布图



图 2 十字河监测点位分布图

1.2 数据来源

本研究数据来源于“塘门浜、十字河水质及河道底泥指标监测项目”，该项目由清华大学（环境学院）委托常州大学开展。主要监测指标包括 pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、氨氮（NH₃-N）、总磷（TP）、总氮（TN）。监测指标和方法具体见表 1。

表 1 水质监测指标及方法

序号	监测指标	监测方法
1	pH	pH 计
2	溶解氧	电极法
3	化学需氧量	分光光度法
4	氨氮	分光光度法
5	总磷	分光光度法
6	总氮	紫外分光光度法

1.3 研究方法

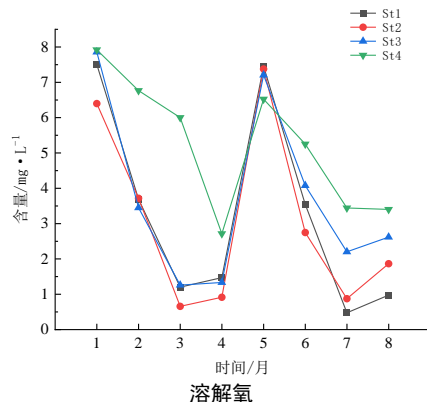
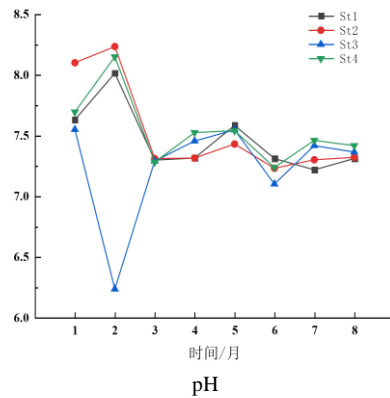
结合水质指标自身的特性以及外界因素的影响对河流进行分析，有助于更全面的了解影响水质指标变化的具体情况^[4]。通过皮尔逊相关分析法^[5]对塘门浜和十字河 2025 年 1~8 月份各项水质指标进行相关性分析，以至于更加全面了解水质变化趋势以及污染因素来源。

2 结果与分析

2.1 塘门浜水质变化时空分析

依据《地表水水质质量标准》（GB3838—2002）评价，2025 年 1~8 月塘门浜氨氮、总磷指标表现较好，均达标，而溶解氧指标普遍低于 III 类标准，为主要超标指标，其余指标均符合水质标准要求。

塘门浜水质特征整体具有稳定性和规律性：pH 值稳定在 7.5 左右，数据离散程度小，无异常极值，水体酸碱环境稳定，不会对水生生物生长和水体生态功能产生不利影响；溶解氧含量集中在 3.5mg/L，呈现平水期低、丰水期高的特征，远低于 III 类地表水 5mg/L 的限值，反映水体自净能力处于较低水平，若有机污染加剧，易引发水体缺氧、水质恶化等问题。氮磷类指标（氨氮、总磷、总氮）监测值均低于 II 类标准，且数据波动极小，水体富营养化风险较低，表明周边农业面源污染控制、生活污水氮磷去除处理效果较好。



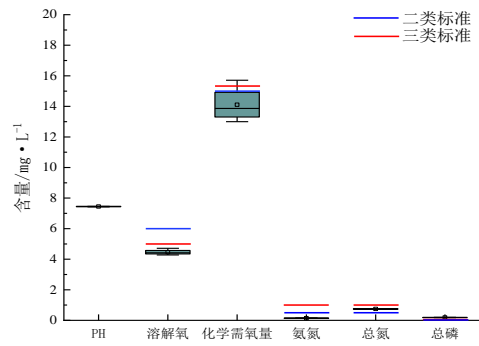
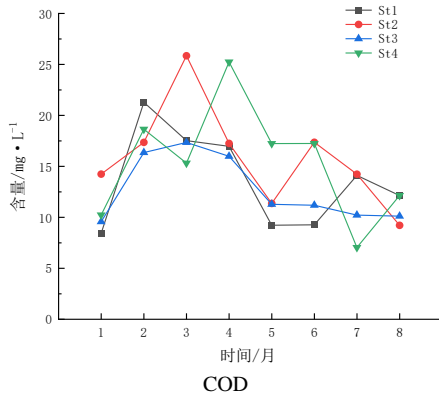


图4 塘门浜水质变化箱线图

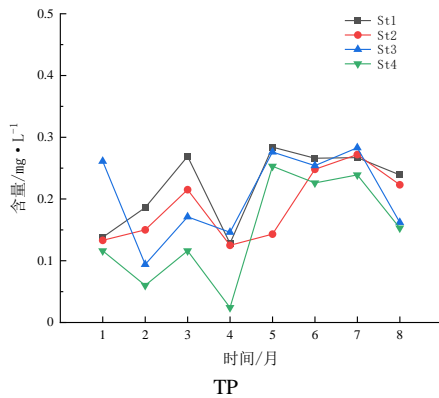
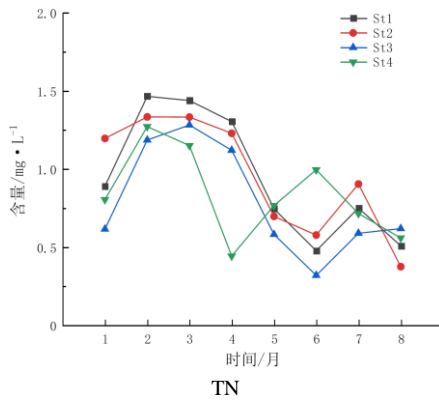
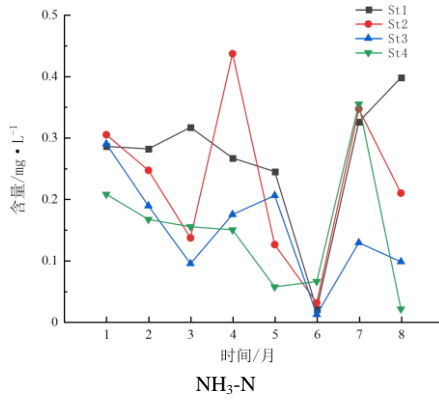
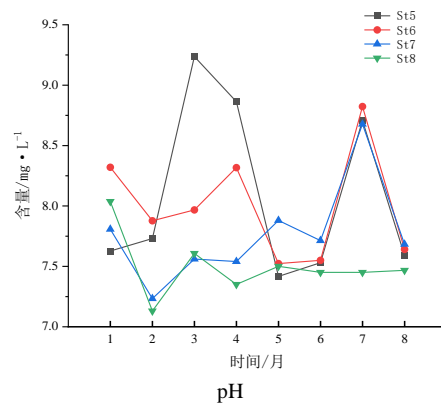


图3 塘门浜水质变化趋势图

2.2 十字河水质变化时空分析

十字河水质核心问题为总氮超标、COD 接近II类标准存在超标风险，溶解氧呈季节性波动并出现短期超标，其余指标基本符合《地表水水质质量标准》(GB3838—2002)要求，水质指标受水文期影响显著。

pH 月均值在 7.5~8.1 间波动，平水期偏低、丰水期偏高，整体酸碱环境稳定；溶解氧月度波动明显，1 月含量较高 (St5 点位达 25mg/L)，1~4 月持续下降至均值 2.94mg/L，远低于III类标准，5~7 月随水治理推进逐步回升，7~8 月又回落至 5~10mg/L，其波动与水温、微生物活动密切相关，4 月为自净能力重点关注时段。COD 主要集中在 0~25mg/L，多数点位低于III类标准，但超II类标准样本较多，有机污染风险较高；氨氮含量稳定在 1mg/L 左右，远低于II类标准，氮污染控制效果较好；总氮为核心超标指标，含量 0~1.5mg/L 波动且各点位均值均超II类标准，5 月出现峰值，氮元素输入量显著增加。总磷含量呈“低-高-低”波动，1~3 月低于 0.1mg/L，4~5 月升至 0.4mg/L，6~8 月回落至 0~0.2mg/L，峰值与总氮同步出现在 5 月，氮磷污染具有同步性，需加强该时段污染源监管。



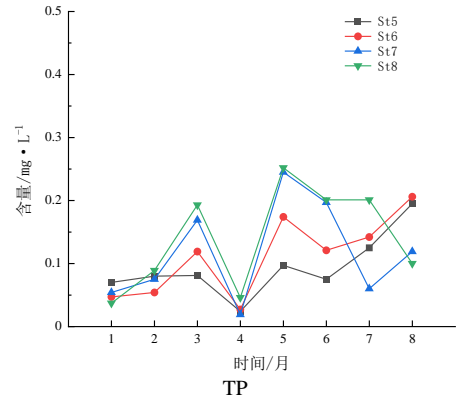
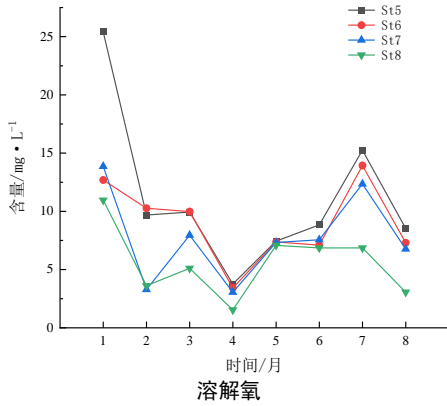


图5 十字河水质时间变化趋势图

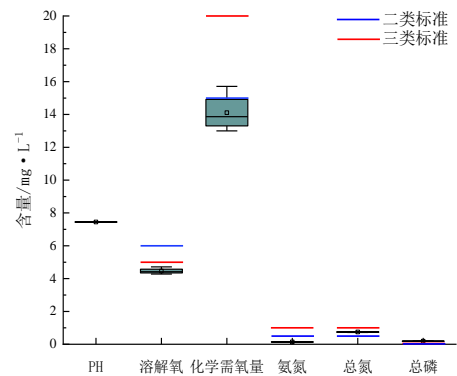
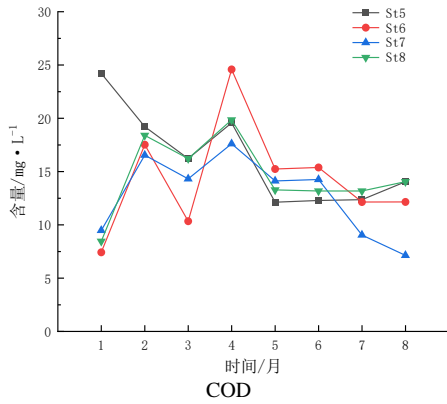
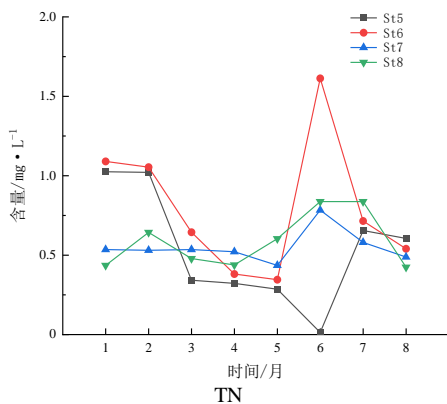
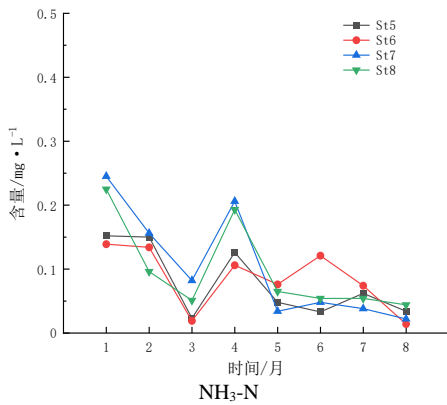


图6 十字河水质变化箱线图



2.3 两条河流相关性特征对比与污染机制差异

表2 皮尔逊相关分析表

指标关联关系	塘门浜	十字河
时间与总磷	极显著正相关 ($r=0.477, p<0.01$)	极显著正相关 ($r=0.484, p<0.01$)
时间与氮素	时间与TN极显著负相关 ($r=-0.630, p<0.01$)	时间与NH ₃ -N极显著负相关 ($r=-0.67, p<0.01$)
氮磷关系	TN与TP无显著相关	NH ₃ -N与TP极显著负相关 ($r=-0.621, p<0.01$)
溶解氧的关联	DO与pH显著正相关 ($r=0.378, p<0.05$)	DO与TN显著正相关 ($r=0.331, p<0.05$)

通过皮尔逊相关分析,结果表明(见表2)塘门浜与十字河两条河流的总磷(TP)均与时间呈极显著正相关($r=0.477, r=0.484$),表明随时间的推移TN的含量逐渐升高,这一特征可能由于夏季降水量大,对农田土壤的冲刷导致的农业面源污染、底泥磷释放等共性因素影响^[6]。

塘门浜的总氮(TN)与时间呈极显著负相关,而十

字河的氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 与时间呈极显著负相关, 反映出两条河流氮素污染的来源和转化过程存在差异——塘门浜总氮 (TN) 可能主要来源于农业面源污染, 而十字河氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 可能主要来源于生活污水排放。此外, 塘门浜总氮 (TN) 与总磷 (TP) 无显著相关性, 而十字河氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 与总磷 (TP) 呈极显著负相关, 可能是因为十字河 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的硝化过程消耗了磷酸根, 导致总磷 (TP) 含量降低。溶解氧 (DO) 的影响因素也存在差异: 塘门浜溶解氧 (DO) 与 pH 呈显著正相关, 反映出藻类光合作用对溶解氧 (DO) 的影响; 而十字河溶解氧 (DO) 与总氮 (TN) 呈显著正相关, 可能是因为总氮 (TN) 的反硝化过程消耗了氧气, 导致 DO 含量降低^[7]。

3 结果与讨论

3.1 水质时空变化特征

塘门浜水体酸碱性平衡, 溶解氧 (DO) 含量普遍低于Ⅲ类标准, 表明水体自净能力不足; 氨氮指标整体达标, 水体富营养化风险较低; 铜含量的波动较大, St4 点位为污染热点区域。十字河 pH 波动略大, 溶解氧整体达标但存在随季节性变化产生波动; 化学需氧量部分时段超标, 总氮普遍超过Ⅱ类标准, 总磷在 5 月出现峰值, 与总氮同步升高, 反映出农业面源污染的在此时段集中输出。

3.2 污染物相关性特征

两条河流的总磷 (TP) 均与时间呈极显著正相关, 说明夏季降雨和底泥释放是磷污染的共同驱动因素; 塘门浜总氮 (TN) 与时间呈极显著负相关, 可能以农业面源输入为主; 由于十字河氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 与时间呈极显著负相关, 更可能受生活污水影响。十字河中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 与 TP 呈极显著负相关, 可能与硝化过程消耗磷酸根有关, 反映出其氮磷转化过程更为复杂。塘门浜 DO 与 pH 显著正相关, 说明藻类光合作用对 DO 有积极影响; 十字河 DO 与 TN 显著正相关, 可能反映了反硝化过程对氧气的消耗。

4 总结与展望

本文对塘门浜和十字河在一年中水质变化和污染主导机制进行了深入研究, 实验结果表明不同支流污染的成因和特性存在显著差异, 因此对同一水系的不同支流进行差异化、精准化治理十分必要。对两条支流治理提出以下

建议:

(1) 对塘门浜治理应重点关注提升水体溶解氧, 包括增强水体流动性、实施人工复氧和管控工业性铜污染源等举措; 对十字河则应重点控制农业面源和生活污水中氮、磷及有机物的输入, 尤其加强雨季来临前的防范措施。

(2) 加强两条河流沿岸周边区域的排污口排查与监管, 特别是塘门浜 St4、十字河 St5、十字河 St6 等重点点位, 从源头减少 COD 等污染物的排放。

(3) 结合水文参数开展更频繁的样本采样, 加强量化污染通量, 同时对底泥污染物进行定量研究, 明确内源污染对塘门浜溶解氧和磷含量等明显异常指标的影响, 为生态修复提供更全面的科学依据。

[参考文献]

- [1] 吕立鑫. 江苏省常州市永安河小流域浮游藻类及大型底栖动物多样性与环境因子相关性研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2020.
- [2] 刘建刚, 王磊, 虞金凯. 苏南太湖流域幸福河建设探讨——以常州市武进区永安河拓浚整治工程为例[J]. 中国水利, 2022(8): 54-55.
- [3] 吕立鑫, 祝亚楠, 隋海潮, 等. 基于浮游藻类生物完整性指数的永安河小流域健康评价[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(1): 48-53.
- [4] 徐萌, 薛万来, 万路通, 等. 2000—2020 年密云水库入库河流水质演变趋势[J]. 水利水电技术(中英文), 2025(1): 23.
- [5] 赵策. 城市河涌沟渠水体质量特征因子监测分析及相关性研究[J]. 清洗世界, 2025(41): 1-7.
- [6] 张家铭, 李炳华. 北运河典型河段水质变化特征与污染源分析[A]. 北京水问题研究与实践(2018 年)[C]. 北京: 中国水利水电出版社, 2019.
- [7] 李照全, 方平, 黄光福, 等. 2013—2022 年洞庭湖水质变化及污染成因分析[J]. 湖南理工学院学报(自然科学版), 2024, 37(3): 57-63.

作者简介: 柴晓娟 (1982—), 女, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 环境咨询、环保规划、土壤地下水修复;
*通信作者: 丁嘉琰 (1992—), 男, 工程师, 研究方向: 污染处理技术。