

上海市奉贤区金汇港总氮污染问题分析

蔡依云, 陈如冰

上海市奉贤区环境监测站, 上海

收稿日期: 2025年2月28日; 录用日期: 2025年4月15日; 发布日期: 2025年4月29日

摘要

近年来, 入海河流总氮管控已成为改善近岸海域水质的关键措施。本文聚焦奉贤区金汇港水体, 从年际趋势、年内波动特征、沿程分布规律等方面分析总氮变化情况, 探索影响该入海河流总氮浓度波动的成因, 认为当前引起总氮浓度反弹的主要因素为农业面源排放的持续性输入、城镇生活污染削减控制不足等。

关键词

奉贤区, 入海河流, 金汇港, 总氮, 反弹

Analysis of Total Nitrogen Pollution in Jinhui Port, Fengxian District, Shanghai

Yiyun Cai, Rubing Chen

Fengxian District Environmental Monitoring Station, Shanghai

Received: Feb. 28th, 2025; accepted: Apr. 15th, 2025; published: Apr. 29th, 2025

Abstract

In recent years, the control of total nitrogen in rivers flowing into the sea has become a key measure to improve the water quality of coastal waters. This paper focuses on the water body of Jinhui Port in Fengxian District, analyzing the changes in total nitrogen from aspects such as interannual trends, intra-annual fluctuation characteristics, and along-course distribution patterns. It explores the causes of the fluctuation in total nitrogen concentration in this river flowing into the sea and concludes that the main factors currently causing the rebound in total nitrogen concentration are the continuous input of agricultural non-point source emissions and insufficient reduction and control of urban domestic pollution.

Keywords

Fengxian District, River Flowing into the Sea, Jinhui Port, Total Nitrogen, Rebound

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

入海河流作为陆海相互作用的关键纽带,其水环境质量对近岸海域生态安全具有决定性影响。近年来,尽管在水环境综合治理方面取得显著成效,入海污染物通量呈现阶段性下降,但总氮污染问题仍构成主要环境风险,且呈现出反弹的趋势[1]。2022年,生态环境部多次发函通报金汇港-钱桥断面总氮反弹问题。2023年生态环境部下发的《关于做好重点海域入海河流总氮等污染治理与管控的意见》明确:到2025年,国控入海河流总氮浓度与2020年相比保持负增长。因此,本文选取奉贤区具有代表性的入海河流(金汇港),通过对金汇港流域断面2016~2024年总氮及相关监测数据的年际趋势、年内波动特征、沿程分布规律、结合各重点区域总氮污染特征和污染源分析,探索河流周边环境与断面水质的关联性,总结入海河流总氮污染现状及成因分析,为进一步开展生态环境保护治理提供技术支撑。

2. 金汇港水环境质量现状

2.1. 金汇港区域水环境质量

金汇港北起黄浦江,南入杭州湾,是太湖流域沿杭州湾主要排涝通道,目前金汇港干流北向南设有2个国市控断面,分别为金汇港-南奉公路桥(市控)、金汇港-钱桥断面(国控),常年水质监测数据表明符合地表水环境质量标准(GB 3838-2002)优III类标准。但地表水考核的主要指标包括总磷、氨氮、溶解氧、化学需氧量等指标,并未对总氮含量进行考核。

2.2. 金汇港总氮污染问题情况

“十三五”期间以金汇港为代表的入海河流总氮浓度明显下降,金汇港总氮浓度从2015年(“十二五”收官之年)的6.09 mg/L下降到2020年的1.82 mg/L(生态环境部将2020年浓度定为目前的考核标准),是全国入海河流考核中浓度最低水平(环渤海总氮平均浓度约5 mg/L左右,长江口-杭州湾江浙两省入海河流总氮平均浓度约2~3 mg/L)。2021年以来,金汇港-钱桥断面总氮浓度连续三年高于2020年基准考核目标,总氮浓度分别为2.33、2.00、2.03、2.09 mg/L,较2020年分别上升28.02%、9.89%、11.54%、14.84%。入海河流总氮水质稳定性较差,2023、2024年总氮浓度呈现持续反弹趋势,年际波动在10%以上,总氮污染防治管控形势严峻。

3. 金汇港总氮浓度波动特征分析

整合金汇港干流国市控以及黄浦江-闵行西界(上游来水代表断面)2016~2024年跨年度逐月监测数据(2022年4、5月疫情无监测数据),以及相关河流水质补充监测数据分析变化规律。

3.1. 年际趋势

从年度变化趋势来看。2016年以来,金汇港-南奉公路桥和钱桥断面总氮年均值总体呈显著下降趋

势,南奉公路桥断面总氮浓度由2016年的3.98 mg/L降低至2022年的1.89 mg/L,总氮降幅超过52.5%,钱桥断面降幅超过50%。两断面氨氮浓度从2016至2019年改善明显,2019年以后趋于稳定。

从空间分布来看。2016年以来,金汇港南奉公路桥、钱桥断面数据显示,总氮、氨氮在两个断面未呈现显著性差异,说明金汇港流域内氮污染可能具有同源特征,污染来源、类型和强度在空间分布上相对一致,可能来源于流域内普遍存在的面源污染或均匀分布的点源排放。南奉公路桥断面氨氮年均值浓度较钱桥断面存在轻微升高趋势,表明该区域可能存在局地性污染增强现象,需要考虑更密集的监测网络以捕捉空间异质性特征。

从上游来水来看。如图1所示,2016年以来上游来水、金汇港-南奉公路桥和钱桥断面总氮年均值浓度总体呈下降趋势。2016~2018年两断面总氮、氨氮年均值浓度明显高于上游,2018年以后,两断面总氮年均值浓度与上游来水浓度逐步趋同,氨氮年均值浓度也与上游来水比较接近,均为III类水平。金汇港钱桥断面近两年水质大体稳定,但相较2020年,总氮水质浓度有所回升。同期,金汇港上游主要来水黄浦江闵行西界断面总氮浓度持续下降,表明奉贤区金汇港入海河流汇水区域本地总氮污染排放贡献较为明显。

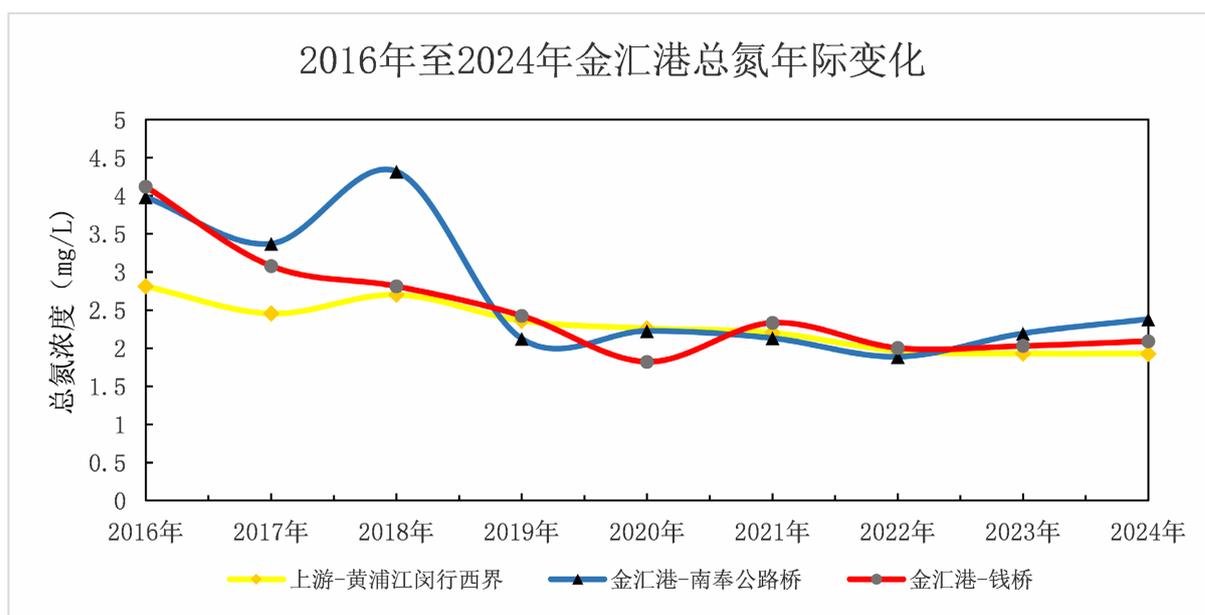


Figure 1. Interannual variation of total nitrogen in Jinhui Port from 2016 to 2024

图 1. 2016 年至 2024 年金汇港总氮年际变化

3.2. 年内波动特征

基于金汇港南奉公路桥和钱桥双断面 2020~2024 年连续月度数据进行分析。

从总氮浓度来看(图 2),采用 Shapiro-Wilk 检验验证数据正态性,结果显示两断面总氮浓度数据均不服从正态分布(南奉公路桥: $W = 0.86$, $p < 0.001$; 钱桥: $W = 0.82$, $p < 0.001$),因此选用非参数检验方法(Mann-Whitney U 检验),结果显示两断面整体浓度水平差异显著($U = 230$, $Z = -2.64$, $p = 0.004 < 0.05$)。同时 Friedman 检验表明,金汇港流域总氮浓度呈现显著的季节性变化特征($p < 0.001$),整体呈现冬春高、夏秋低的特征,南奉公路桥断面于 3 月达到峰值(3.75 mg/L),钱桥断面则在 4 月出现最高值(3.54 mg/L),同时夏季 7 月份也会出现一个次高峰的趋势。总氮冬季较高原因主要受持续排放的生活源以及水产养殖集中换塘排水等影响,低温环境抑制微生物活性,导致总氮降解速率降低,凸显总氮污染问题;也可能

是因为枯水期水源有限, 水体流动性不足[2]。夏季7月的次高峰, 主要受降雨径流引起的农业面源、城镇地表径流等面源影响。

从氨氮浓度来看(图3), 同样采用 Shapiro-Wilk 检验验证数据正态性, 结果显示两断面氨氮浓度数据均不服从正态分布(南奉公路桥: $W = 0.88$, $p < 0.001$; 钱桥: $W = 0.84$, $p < 0.001$), 使用 Mann-Whitney U 检验断面间差异显著性, 结果显示 $U = 198$, $Z = -3.02$, $p = 0.003 < 0.05$, 两断面整体浓度水平差异显著。同时 Friedman 检验表明, 氨氮浓度具有明确的周期性特征($p < 0.001$), 南奉公路桥、钱桥断面均呈现夏季浓度略高于春夏秋三季规律, 南奉公路桥峰值集中于夏季7~8月、钱桥则在雨季初期6~7月。可能与高温加速有机物分解有关, 水温上升会显著增强产氨细菌的活性, 导致氨氮浓度上升, 从而对水生生物的生存环境产生不利影响, 并表明可能存在来自农业、工业活动等的污染[3]。

3.3. 沿程分布规律

金汇港区域水系复杂, 支流较多, 为进一步了解金汇港干支流总氮沿程变化情况, 识别重点污染区域, 2024年, 重点对金汇港沿线自北至南15条主要干支流20个点位开展地表水水质监测工作, 每月开展2次加密监测。数据采用 Shapiro-Wilk 检验验证数据均不服从正态分布, 选用 Kruskal-Wallis H 检验比较20个断面总氮浓度的整体差异($H = 128.6$, $p < 0.001$), 表明20个断面总氮浓度存在显著差异, 中位数范围1.64~2.56 mg/L, 体现区域浓度分布不均。

沿程点位具体总氮浓度变化情况见图4。金汇港干流总氮平均浓度2.14 mg/L, 钱桥断面的总氮浓度为2.17 mg/L, 高于钱桥断面的点位有13个。14条主要支流总氮平均浓度2.31 mg/L, 高于干流0.17 mg/L, 其中汇北河高于金北水闸-金汇段2.25 mg/L均值, 汇中河、沿港河、浦南运河-浦星公路高于金汇-南奉公路桥段2.24 mg/L均值, 长浜港、镇市河、中横港、钱塘港高于南奉公路桥-钱桥段2.36 mg/L均值, 这些区域本地总氮污染排放贡献较大。结合现场调研情况, 重点围绕金汇港流域内污染贡献显著的河段、支流水系, 识别总氮污染的主要排放源有农业面源污染持续性输入、农村生活污水削减目标不完善、城镇生活污染削减控制不足, 具体识别结果见表1。

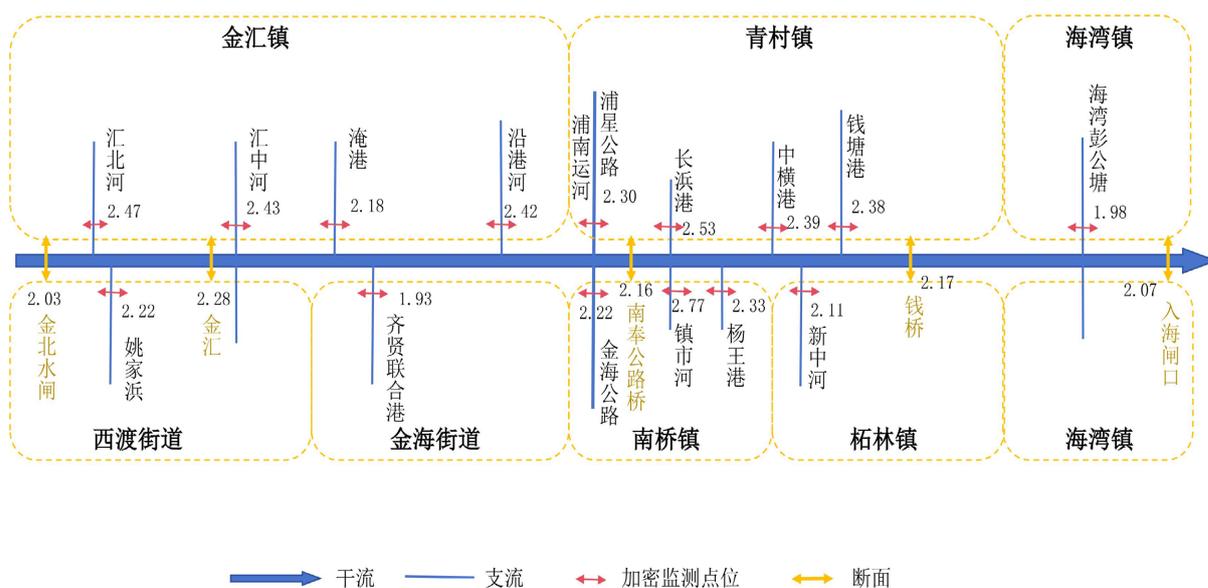


Figure 4. Changes of total nitrogen concentration at Jinhui Port along the distance (mean value from January to December 2024)

图 4. 金汇港总氮浓度沿程变化情况(2024年1~12月均值)

Table 1. Identification results of key areas of total nitrogen pollution in Jinhui Port basin

表 1. 金汇港流域总氮污染重点区域识别结果

重点断面	重点河段	重点支流	重点区域	总氮污染问题及成因
金汇	汇北河 - 沿港河段	汇北河、 汇中河、 沿港河	金汇镇、 西渡街道、 金海街道	<p>1、农业面源持续性输入:沿河街镇以农村区域为主,河道两岸存在大片土地裸露,土壤质地属于河道疏浚淤泥类型,在雨水冲刷作用底泥中蓄积的有机物、氮磷营养物极易进入河道。并且周边存在较大面积的农业种植区域,其中金汇镇作为都市现代农业示范区,虽然近年来大力推进绿色种植技术发展,但在汛期和农田退水期间的污染物流失率仍然处于较高水平,对受纳水体水质形成压力。</p> <p>2、农村生活污水污染:在入河排污口排查溯源过程中发现,在沿河有村镇分布的河道,排污口存在雨污混接、晴天排放生活污水等行为。</p> <p>3、城镇污水处理能力需提升:金海街道和金汇镇西南区域为南桥新城主要建设区域,污水处理能力不完全平衡,南桥新城、大型居住区需加快污水收集处理设施和管网同步建设。</p>
南奉公路桥	浦南运河 - 杨王港段	浦南运河、 镇市河、 长浜港	南桥镇、 青村镇	<p>1、城镇污水处理能力需提升:污水处理能力不完全平衡,主城区是上海市较早建设污水基础设施的区域,局部地区存在管网老旧、堵塞、渗漏等现象,影响雨污水系统运行效率。</p>
钱桥	中横港以下河段	中横港、 钱塘港	青村镇、 柘林镇、 海湾镇	<p>1、农业面源持续性输入:区域内存在侵占河道蓝线种菜,以及沿河分布果园、农田和蔬菜大棚等情况。临河种植基本无挡水设施,化肥农药会随雨水径流直接入河,产生农业面源污染。</p> <p>2、农村生活污水污染:柘林镇部分农村聚居区域早期建设农村生活污水处理设施项目批复时间早,易出现出水水质不稳定、处理效果不佳等问题,并且排放标准(总氮 ≤ 25 mg/L)与距离入海河流总氮考核标准存在显著差距[4]。</p>

4. 总结与建议

入海河流总氮污染的成因是复杂的,是人为活动与自然因素相互作用的结果。通过数据分析及现场调研发现,入海河流总氮与季节变化、地理因素、生活污水排放、农业面源污染等均有较强的相关性。在种植业集中区域,受自然降雨和农事操作驱动的农业面源污染,由于其随机性、间歇性、不确定性等特点,在源头控减、过程阻控环节还缺少有效的防控措施和配套技术。应加强生态型高标准农田建设进度,完善农田灌排体系,充分利用好田间坑塘水面(小微水体)截留农业面源污染,减少氮磷排放;同时加强巡查监管力度,及时有效制止侵占河堤绿地种植农作物的行为。针对农村生活污水治理,可进一步分析农村生活污水未治理农户生态管控落实情况、排放量水质情况及其对水环境影响程度,筛选不能正常运行或不能稳定达标的农村生活污水处理设施,根据其问题成因科学合理确定提标增效方案。针对城镇污水处理方面,区域污水处理能力不完全平衡,混接污水和初雨纳入污水处理系统,同时还存在管网老旧、堵塞、渗漏等风险。应结合入河排污口排查溯源及雨污混接普查工作,特别关注雨季初期雨水管网溢流管理,形成重点整治清单,构建多部门联动的长效监管机制,提高城镇污水处理效率。

参考文献

[1] 刘鹏霞, 邵晓静, 时俊, 等. 长江口 - 杭州湾区域生态环境问题与综合治理途径——以上海市为例[J]. 环境保护,

2022, 50(19): 45-51.

- [2] 张颢竞, 任志炜, 刘雪妮. 典型入海河流水环境状况分析及治理对策研究[J]. 环境科学与管理, 2024, 49(10): 51-55.
- [3] 高岩. 地表水中温度、溶解氧和氨氮的关系研究——以广州海珠区为例[J]. 生态与资源, 2024(7): 16-18.
- [4] 窦润涛, 石瑞卿, 刘勇. 潍坊地区环渤海海域入海河流总氮问题成因及对策建议[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(10): 18-20.