

望虞河沿线特征污染物本底调查分析

谢茂嵘^{1,2}, 张雨凤^{1,2}, 刘 帅^{1,2}, 周宇峰^{1,2}, 王 谦^{1,2}, 杨文晶^{1,2}, 白瑞泉^{1,2}, 沈 逸^{1,2}, 朱烟豫^{1,2},
张 冲^{1,2}, 张泽茹^{1,2}, 谈剑宏^{1,2}, 杨金艳^{1,2*}

(1. 江苏省水文水资源勘测局苏州分局, 215011, 苏州; 2. 水利部太湖流域浅水湖泊生态系统野外科学观测研究站, 214131, 无锡)

摘 要: 望虞河作为引江济太工程的主要通道, 其水质状况直接关系太湖流域供水安全。本研究针对望虞河干支流及贡湖水源地, 同步开展重金属、藻毒素、塑化剂及新污染物四类特征污染物的综合本底调查, 并分析其分布与变化规律。结果显示: 自望虞闸至贡湖方向污染物浓度整体呈现逐渐降低的趋势; 望虞闸作为调水起点, 是重金属和塑化剂的主要输入来源; 望虞河沿线支流是藻类和新污染物的潜在风险区。针对污染物的空间分布特征, 提出对“闸口附近、支流区域、贡湖水源地”三类风险区域采取差异化管控措施。对于闸口周边, 实施工业梯、塑化剂点源截污, 并开展常态化在线监测; 对于支流区域, 强化氮磷面源管控, 建立藻类预警与应急除嗅工艺; 对于贡湖水源地, 建立微囊藻毒素及全氟辛酸的长期跟踪监测机制。本次调查为引江济太水量水质协同调度提供基础本底数据, 虽受限于单次采样的时空代表性及沉积物、全氟辛酸同系物的监测缺失, 但可为后续长期监测、沉积物-水界面迁移及新污染物系统性评估提供深化方向。

关键词: 望虞河; 贡湖; 太湖流域; 调水工程; 特征污染物; 水源地保护

Baseline survey and analysis of characteristic pollutants along the Wangyu River

XIE Maorong^{1,2}, ZHANG Yufeng^{1,2}, LIU Shuai^{1,2}, ZHOU Yufeng^{1,2}, WANG Qian^{1,2}, YANG Wenjing^{1,2},
BAI Ruiquan^{1,2}, SHEN Yi^{1,2}, ZHU Tianyu^{1,2}, ZHANG Chong^{1,2}, ZHANG Zeru^{1,2}, TAN Jianhong^{1,2},
YANG Jinyan^{1,2*}

(1. Suzhou Branch of Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Suzhou 215011, China; 2. Taihu Basin Shallow Lake Ecosystem Observation and Research Station, Ministry of Water Resources, Wuxi 214131, China)

Abstract: The Wangyu River is a key conduit of the Yangtze-to-Taihu water diversion project, and its water quality is directly related to the water supply security of the Taihu Lake basin. In this study, a comprehensive baseline survey was conducted simultaneously along the main stem and tributaries of the Wangyu River and the Gonghu water source, targeting four categories of characteristic pollutants—heavy metals, algal toxins, plasticizers, and emerging contaminants—to investigate their spatial distribution and variation patterns. The results reveal a general decreasing trend in pollutant concentrations from the Wangyu Sluice toward the Gonghu Lake. The sluice, serving as the entry point of the diverted flow, is identified as the primary source of heavy metals and plasticizers, while the tributaries along the Wangyu River corridor emerge as potential risk zones for algae and emerging contaminants. Based on the spatial distribution characteristics of the pollutants, differentiated control measures were proposed for three types of risk zones: the area near the sluice, the tributary

收稿日期: 2026-06-09 修回日期: 2026-07-14

作者简介: 谢茂嵘, 工程师, 主要从事水质监测、水资源评价与分析。

通信作者: 杨金艳, 局长, 正高级工程师, 主要从事水质生态监测、水文水资源调查评价。E-mail: 184459173@qq.com

基金项目: 苏州市科技发展计划(社会发展科技创新)项目(2022SS22); 苏州市水利水务科技项目(2025006)。

regions, and the Gonghu water source area. For the vicinity of the sluice, point-source interception of industrial antimony and plasticizers along with routine online monitoring is recommended. For the tributary areas, enhanced management of nitrogen and phosphorus non-point sources coupled with algal early warning systems and emergency odor-removal treatment processes should be implemented. For the Gonghu water source area, a long-term monitoring mechanism for microcystins and perfluorooctanoic acid (PFOA) should be established. Although constrained by the limited spatiotemporal representativeness of a single sampling campaign and the absence of monitoring of sediment analysis and PFOA homologues, this baseline survey provides fundamental data for coordinated water quantity–quality regulation of the Yangtze-to-Taihu water diversion project. It also points toward future research directions, including long-term monitoring, sediment–water interface flux studies, and systematic assessment of emerging contaminants.

Keywords: the Wangyu River; the Gonghu Lake; Taihu Lake basin; water diversion project; characteristic pollutants; source water protection

中图分类号: TV+X820 文献标识码: A 文章编号: 1000-1123(2026)14-0063-09

DOI: 10.3969/j.issn.1000-1123.2026.14.008

一、引言

太湖流域是全国城市群最为集中、经济最为发达、社会生产力最为活跃的区域之一。望虞河作为引江济太主要通道,年均引水入湖量7.4亿 m^3 ,在保障太湖流域供水安全、改善太湖流域水质和水环境状况方面发挥了重要作用。望虞河上游及支流以大面积农田和乡村为主,生态功能突出;中游城镇沿河带状发展;下游则集中分布化工、新材料、物流等产业。由于望虞河西岸尚未完全实施控制工程,其产生的污水仍有进入望虞河的可能,尤其是工业生产过程中排放的对人体有较大影响的特征污染物。关注该类污染物在调水沿线的分布,对于指导调水工作和太湖水源地保护具有重要的现实意义。

本文通过对望虞河干流及主要支流、贡湖水源地的重金属、藻类代谢物、塑化剂及新污染物四类特征污染物的联合本底调查及分析,探究了四类污染物的分布和变化规律。这一成果为引江济太水量水质协同调度提供基础本底数据,同时基于特征污染物的分布规律,进一步划分了干流与支流的差异化风险分区,对厘清污染来源、优化监测布点具有重要的现实意义。更重要的是,可为建立基于水质安全的水资源动态调度模型提供关键参数,并能够对太湖等重要饮用水水源地的特定污染风险实现早期预警,提升区域水环境管理的精准性和预见性。鉴于有机污染物的多种毒性及潜在危害性,为了解望虞河及贡湖水源地有机物污染状况,对水环境中污染比较普遍、对人体

健康影响较大的新污染物含量进行了调查(参照《重点管控新污染物清单(2023年版)》),以有效减轻新污染物对环境与人体健康的伤害,改善水源地生态环境质量。

二、数据与方法

1. 流域概况及断面布设

望虞河跨江苏省无锡市和苏州市,南起太湖边沙墩口,向北穿过京杭运河、漕湖、鹅真荡、嘉菱荡,于常熟市耿泾口入长江,河道全长60.3 km,是沟通太湖和长江的骨干通道。

根据望虞河及其支流的水文特征、太湖贡湖水源地取水口等实际情况,在望虞河干流布设4个采样点位,分别为望虞闸、练塘(望)、葑塘泾大桥、沙墩港大桥;6条支流从长江至太湖方向依次为北福山塘、九浙塘、张家港河、锡北运河、九里河、伯渎港,布设6个采样点位,分别为福山闸(北)、九浙塘、大义桥、新师桥、鸟嘴渡桥、大坊桥;太湖贡湖水源地(锡东水源地)布设1个采样点位。11个检测点位如图1所示,采样数据来自2023年12月望虞河调水期间的1次检测。

2. 评价项目选择

望虞河干流及主要支流、贡湖水源地的地表水特征污染物检测主要包括重金属、藻类、有机物和新污染物。其中:①地表水重金属检测指标为铬、镍、镉;②地表水藻类检测指标为2-甲基异莰醇(2-MIB)、微囊藻毒素(MCs);③地表水塑化剂检测指标为邻苯二甲酸二丁酯(DBP)、邻苯二甲酸二环己酯



图1 望虞河监测站点分布图

表1 样品的采集与保存

项目		采样容器	固定剂	pH值	保存条件
铬		聚乙烯瓶	2%硝酸	酸性	密封冷藏
镍					
铈					
2-MIB		带聚四氟乙烯瓶垫的棕色玻璃瓶	/	/	密封冷藏
MCs		棕色磨口玻璃瓶	盐酸	< 2	密封冷藏
DBP		棕色磨口玻璃瓶	浓盐酸	< 2	避光密封冷藏
DCHP					
抗生素	磺胺间二甲氧嘧啶	棕色磨口玻璃瓶	盐酸	2~4	避光密封冷藏
	磺胺二甲嘧啶				
	磺胺甲恶唑				
	磺胺间甲氧嘧啶				
	磺胺恶唑啉				
PFOA		聚乙烯瓶	/	/	避光密封冷藏
三氯甲烷		带聚四氟乙烯衬硅橡胶垫的棕色螺口玻璃瓶	/	/	密封冷藏
二氯甲烷					

(DCHP);④地表水新污染物检测指标为抗生素(磺胺间二甲氧嘧啶、磺胺二甲嘧啶、磺胺甲恶唑、磺胺间甲氧嘧啶、磺胺恶唑啉)、全氟辛酸(PFOA)及相关化合物、三氯甲烷、二氯甲烷等。

3. 样品采集与分析方法

采用GPS全球定位系统,对采样点进行空间定位。表1为特征污染物的采样条件,表2为特征污染物的分析方法及检出限,所有分析均按照标准执行。质量保证和控制采取每分析20个样品至少做1个实验室空白试验,且至少做10%的平行样测定。

4. 评价标准

本研究采用健康风险评价模型,并结合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)对评价项目进行分析与比对(见表3)。该标准对重金属、藻类、有机物及新污染物的限值要求更为严格,故以此作为本次评价的基准依据。

三、结果与分析

1. 重金属检测指标

与刘群的研究结果太湖全湖铬的平均浓度3.164 μg/L不同,望虞河干支流和贡湖水源地各检测站点六价铬均未检出(见图2)。这一结果表明:①六价铬在检测区域内未积累,可能由于本底值较低或排放控制有效。②六价铬作为强毒性的重金属污染物,

其未检出符合GB 5749—2022生活饮用水常规指标限值(50 μg/L)要求。

镍在所有检测点均有检出,浓度范围为0.53~1.03 μg/L,低于集中式生活饮用水地表水源地规定限值20 μg/L,也低于Bao等对2020—2022年太湖镍的检测平均浓度11.7 μg/L。说明:①镍在调水过程中可能通过吸附沉降、稀释扩散等逐步降低,反映水体的自净能力。②峰值出现在调水起点望虞闸,但全程浓度低且数值平稳没有较大波动,表明调水未造成明显污染。

锑的检出率为54.5%,浓度为0.30~0.48 μg/L,低于集中式生活饮用水地表水源地规定的限值5 μg/L,接近Kang等提出的太湖流域浙江地区的低值(0.23~4.91 μg/L)。这一情况表明:①望虞河引江口区域锑的检出频率高,推测是由于周边点源排放(如工业废水排放)造成;入太湖区域检出率减少则反映了污染物在调水过程中不断自然衰减。②锑的下降趋势与镍类似,可能受到水体稀释和颗粒物吸附作用导致其含量逐渐减少。③锑为重金属污染物,尽管当前浓度安全,其54.5%的检出率仍要引起重视,建议重点关注下游区域工业废水排放问题。

2. 藻类检测指标

在九浙塘、新师桥点位2-MIB检出率为18.2%,且浓度(0.036 μg/L、0.059 μg/L)超出生活饮用水水质标准规定的限值(0.01 μg/L),见图3。据任俊宏的研究,太湖贡湖湾水体中2-MIB的浓度范围为

表2 特征污染物分析方法及检出限

序号	项目		分析方法	检出限(μg/L)
1	铬		《铅、镉、钒、磷等34种元素的测定－电感耦合等离子体质谱法》(SL 394.2—2007)	2.0
2	镍			0.5
3	锑			0.2
4	2-MIB		《生活饮用水标准检验方法 第8部分:有机物指标》(GB/T 5750.8—2023)	0.01
5	MCs		《水质 甲萘威、溴氰菊酯、微囊藻毒素-LR的测定 高效液相色谱法》(SL 740—2016)	0.0246
6	DBP		《固相萃取气相色谱/质谱分析法(GC/MS) 测定水中半挥发性有机污染物》(SL 392—2007)	0.03
7	DCHP			0.03
8	抗生素	磺胺间二甲氧嘧啶	《水中144种药品和个人护理品的测定 大体积直接进样/液相色谱－三重四极杆质谱法》(T/CAQI 380—2024)	0.0012
		磺胺二甲嘧啶		0.0012
		磺胺甲恶唑		0.0008
		磺胺间甲氧嘧啶		0.0008
		磺胺恶唑啉		0.0012
9	PFOA		《水质 全氟辛基磺酸和全氟辛酸及其盐类的测定 同位素稀释/液相色谱－三重四极杆质谱法》(HJ 1333—2023)	0.0005
10	三氯甲烷		《水质 挥发性卤代烃的测定 顶空气相色谱法》(HJ 620—2011)	0.02
11	二氯甲烷			6.13

0.0022~0.1243 μg/L, 均值为0.0217 μg/L, 呈显著季节性差异, 夏季浓度最高(0.1243 μg/L); 高温期间, 贡湖湾入湖口附近水域2-MIB浓度波动剧烈, 最高值可达1.385 μg/L, 超其嗅阈值近140倍。这一现象表明:①作为蓝藻、放线菌的代谢产物, 2-MIB的超标检出率直接暴露该水域存在藻类大量繁殖的现象, 这一现象可能与水温升高、氮磷营养盐输入或水体流动性差有关系。②超标点位位于河网支流区域, 表明流动性差的水体环境更容易形成藻类堆积的情况, 引起饮用水臭味问题, 需优先纳入管控区域清单及时进行处理。③在11个点位中, 有2个点位检出2-MIB, 表明目前该污染物尚未扩散, 但需警惕气温升高引起藻

表3 生活饮用水水质指标及限值

序号	指标	限值(μg/L)
1	铬(六价)	50
2	三氯甲烷	60
3	锑	5
4	镍	20
5	二氯甲烷	20
6	微囊藻毒素-LR(MC-LR)	1
7	2-MIB	0.01
8	DBP	3
9	PF0A	0.08

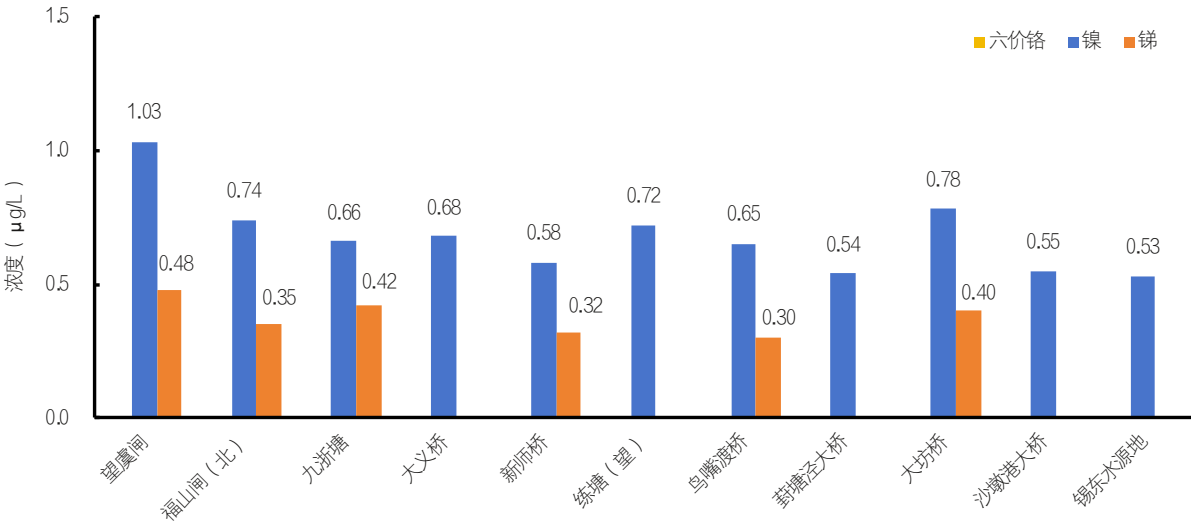


图2 各检测站点主要重金属指标浓度分布

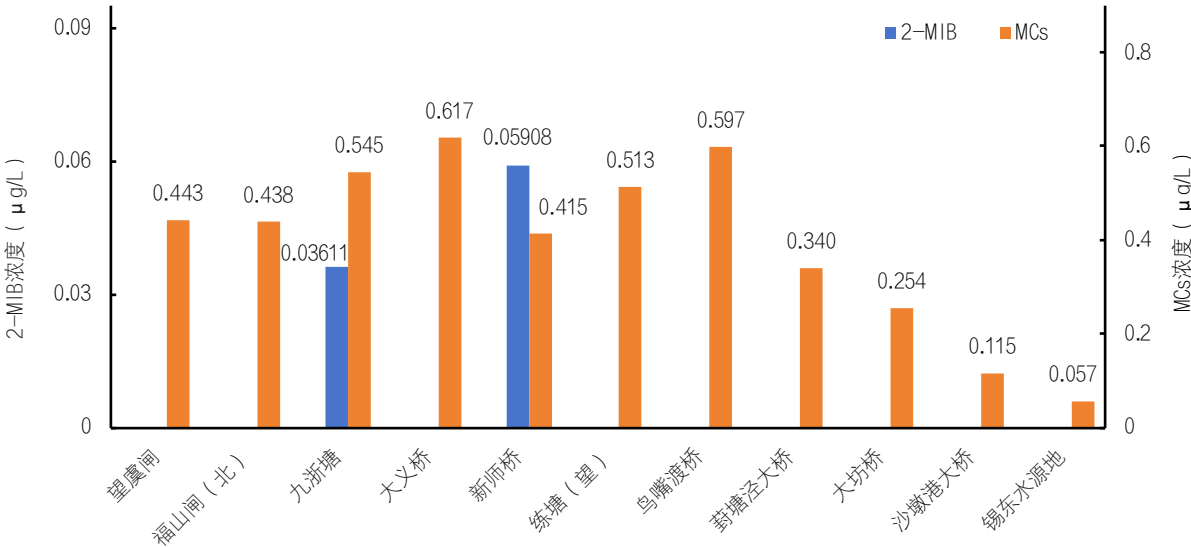


图3 各检测站点主要藻类检测指标浓度分布

类向其他区域蔓延的可能性。

所有站点中均检出MCs,与Deng等在2023—2024年对太湖MCs测得的峰值(0.16 μg/L)相比,贡湖水源地浓度(0.057 μg/L)处于较低水平,未触及全湖高值区间,但望虞河的MCs最高浓度(0.617 μg/L)远超太湖最大值,最低浓度(0.115 μg/L)与太湖峰值相当。调水沿线整体呈现出以下特征:①从望虞闸到贡湖沿线水域,其浓度呈现下降趋势(高峰值在大义桥,低谷值在锡东水源地),MCs浓度的下降趋势并非线性的,可能是受支流汇入影响,其浓度产生波动;锡东水域浓度最低,反映了大容积湖体对藻类的稀释作用以及在水源保护区内实施管控措施(如藻类打捞)有效阻止了藻类的蔓延。②其100%检出率提示需要持续加强关注,尤其是高温天气可能会进一步提升藻类浓度。

3. 塑化剂检测指标

在所有检测站点中,DBP和DCHP均被检出,浓度范围分别为1.43~2.41 μg/L和2.81~3.98 μg/L,与Gao等检测太湖流域地表水中DBP的平均浓度(1.59 μg/L)相当。图4数据表明,DBP浓度自望虞闸达到顶峰,在调水沿线逐渐递减后趋于稳定,DBP峰值在望虞闸,谷值在练塘(望);DCHP峰值在望虞闸,谷值在新师桥。该项污染物可能与闸区周边工业生产活动相关联,如塑料加工、化工废水。

DBP浓度低于《生活饮用水卫生标准》(GB

5749—2022)所规定的浓度限值3 μg/L。DCHP全程检出浓度2.81~3.98 μg/L,虽缺乏国家标准参考,但其对发育中雄性生殖系统具有显著毒性效应,且其风险并非孤立存在,而是在与其他邻苯二甲酸酯类物质的复合暴露中进一步放大。

4. 新污染物检测指标

磺胺类等5种抗生素在所有站点均未被检出。磺胺类药物为常见的兽用抗生素药品,其未被检出的状态反映该水域没有受大范围养殖排放或者医疗废水排放的污染。

PFOA仅在新师桥站被检出(0.00054 μg/L),浓度低于生活饮用水水质标准规定的限值0.08 μg/L。邹潇逸等研究发现,望虞河水体中PFOA的检出率为100%,浓度范围为0.00259~0.45635 μg/L,与本研究数据之间的差异,可能与单次采样的代表性不足有关,同时也受限于未对其他全氟类化合物进行分析。但需要注意:①新师桥作为调水沿线的支流站点,PFOA的被检出可能受站点周边存在工业排放(如氟化工、纺织品涂层企业)的影响。②PFOA作为持久性有机污染物,即使当前浓度处于安全范围内,其生物富集性可能会通过食物链造成健康风险,建议纳入水源地优先监控清单内。

三氯甲烷、二氯甲烷全程未被检出。这两种污染物常见于化工清洗、农药合成、水体化学消毒过程,其未被检出反映了该水域内没有相关污染源输入。

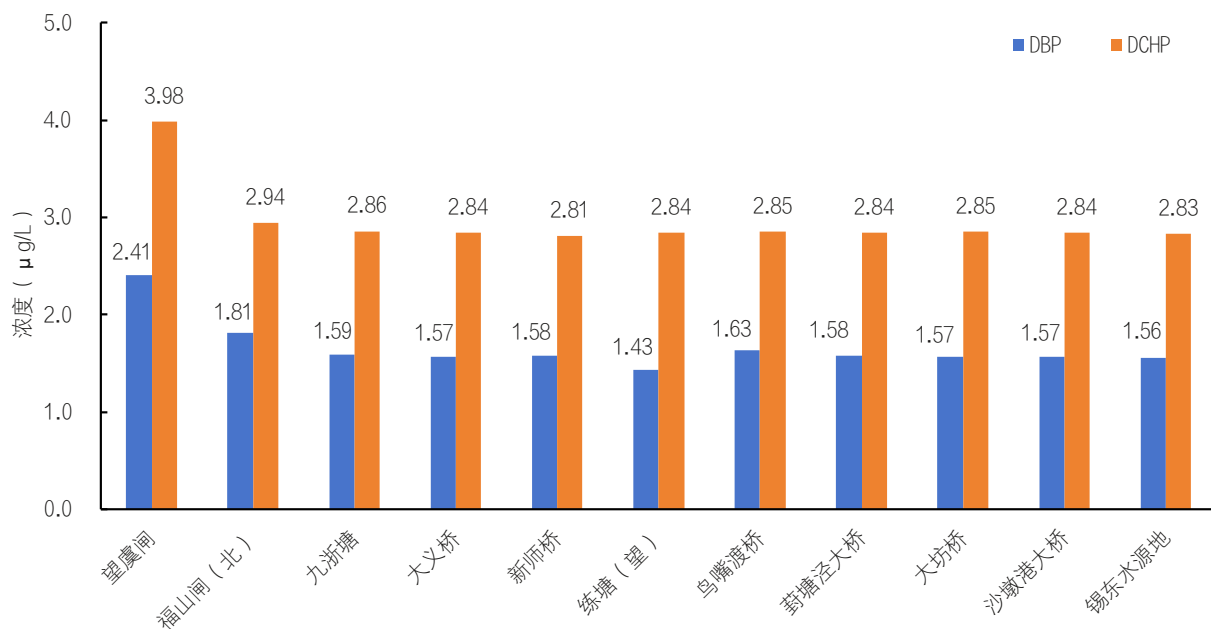


图4 各检测站点主要塑化剂检测指标浓度分布

四、对策措施

1. 精准治污

太湖水域面积为 2338.1 km², 平均深度为 1.9 m, 环境容量有限。本次望虞河调水沿线特征污染物本底调查, 是在《太湖流域水环境综合治理总体方案》(以下简称《总体方案》)深入实施背景下开展的重要基础性工作, 其成果对于推进太湖流域水环境治理体系和治理能力现代化具有深远意义和实践价值。

污染物特征差异为推进环境治理、污染物溯源与截污治理提供了重要参考, 有助于从源头削减污染物输入风险。调查数据为完善流域协调治理机制提供基础, 基于污染物分布特征, 相关地区和部门在制定治理计划时能够更好地把握重点, 形成治理合力, 有助于打破行政区划界限, 推动建立更加有效的跨区域合作机制。

闸口附近: 对工业排放区重点管控梯、DCHP 等工业污染源, 对工业梯、塑化剂点源实施截污与常态化在线监测, 最终形成以源头管控和实时预警为核心的监管体系; 落实“一口一策”整治方案, 实现点源截污; 搭建智慧平台实现实时传输与远程监控, 实行分区分类管控提升污染防治和生态修复的实施效率。

支流区域: 2-MIB 在部分支流点位超标、MCs 全程检出, 进一步研究藻类监测指标分布规律可为太湖重点保护区提供治理依据, 有助于形成覆盖“源头削减—过程预警—末端应急”的全链条管控方案, 强化氮磷面源管控; 依托高光谱监测仪与 AI 藻类识别设备, 加强蓝藻水华的监测预警, 加强藻类打捞处置; 建议加强应急除嗅机制与水源监控联动, 有助于改善水环境质量, 保障供水安全。

2. 科学调度

望虞河作为连通长江和太湖的重要通道, 其水质状况直接关系到流域供水安全。检测数据显示, 污染物浓度随着水流方向呈现一定的规律性变化, 推动水资源调度向水量水质协同调控升级, 对优化调水方案具有参考意义。在实际操作中, 可以考虑根据不同季节、不同河段的水质特点, 科学制定引水时段与流量方案, 灵活调整引水计划。例如, 在污染物浓度较高的时段, 可以适当调整引水流量或采取其他辅助措施, 以保障入湖水质安全。

根据本次调查发现, 建议更加重视调水过程中的水质变化。通过加强对重点区段的监测预警, 及时发现并处置可能影响水质安全的风险因素。

3. 分级管控

贡湖水源地作为太湖流域重要的供水来源, 其水质安全关系到数百万群众的饮水保障。调查数据为完善水源地突发环境事件应急预案提供了重要参考。有关部门可以更有针对性地制定应急预案, 提前做好各项应急准备。

高温季节贡湖水源地藻类代谢风险依然存在, 可进一步在贡湖水源地及主要入湖口建立实时监测和预警机制, 对 MCs、PFOA 长期跟踪监测。结合气象与水文数据, 实现从“事后处置”向“事前预警”的转变, 构建起覆盖“引水通道—湖口—水源地”三层级、涵盖传统与新污染物的常态化、长效化监测网络, 并持续拓展痕量级监测能力以应对潜在风险, 保障供水品质与生态安全。

特征污染物空间分布特征为划定和优化水源地保护区范围提供了科学依据。通过分析污染物的分布规律和变化特征, 合理确定不同级别保护区的管控要求, 建立更加科学的分级保护体系, 既能够有效保障水源安全, 又能够兼顾区域发展需求, 实现保护与发展的协调统一。

4. 监控新污染物

初步掌握了望虞河流域新污染物的分布特征, 为建立新污染物环境背景值数据库提供了首期数据, 有助于推动后续评估框架从单一物质转向多污染物协同、建立涵盖多种毒性效应的系统性视角, 并将交互作用纳入考量, 从而为环境健康风险管理提供科学决策依据。另外, 新污染物的环境持久性、生物累积性和潜在健康风险, 值得高度关注。建议将此类物质纳入水源地优先监控名录, 逐步建立新污染物环境背景值和排放清单, 推动相关环境标准的补充与修订, 为流域新污染物治理和健康风险评估提供科学依据。

五、结 语

1. 研究的局限性

本次本底调查通过监测望虞河干流、主要支流及贡湖水源地的重金属、藻类代谢物、塑化剂及新污染物等多类指标, 揭示了污染物的空间分布规律和迁移转化特征, 为引江济太水量水质协同调度提供基础本底数据。但此次本底调查受现场采样条件与项目周期所限, 存在以下局限: ① 2-MIB、微囊藻毒素等藻类指标受气温、水文扰动影响极大, 仅于枯水期开展了一次全覆盖监测, 未能涵盖丰水期及夏季蓝藻高发期, 单次

监测难以完整评估全年嗅味与藻毒素风险,无法反映污染物季节性波动;②未开展沉积物监测,部分污染物可能富集于表层沉积物间隙水中,并随底泥扰动再悬浮释放,成为潜在的“二次内源”污染风险;③目标物覆盖范围有限,当前监测虽纳入了PFOA,但未延伸至全氟和多氟烷基物质(PFAS)中其他广泛检出的同系物,单一PFOA的浓度水平无法代表流域PFAS类污染的整体负荷,也难以揭示同系物间的源解析特征及链长依赖的环境行为差异。

2. 展望

后续研究将重点从以下方面展开系统性深化:

①实现监测时段全覆盖,在全年连续监测的基础上,于蓝藻暴发窗口期加密监测频次,以构建完整的季节差异化风险图谱;②增加沉积物监测,现有采样点同步布设沉积物采样,获取沉积物中目标物的含量,分析其赋存形态与蓄积特征,评估底泥二次释放对上层水体的贡献;③新增典型新污染物类群,构建“检出识别—混合风险商—多途径暴露”多维评估体系,同时对接国内外新污染物管控清单,推导区域化参考限值,实现系统性风险评估。

参考文献:

- [1] 常闻捷,刘媛,逢勇,等.望虞河西岸水生生态系统协同效应评价[J].人民长江,2024,55(7):35-43.
- [2] GB 5749—2022 生活饮用水卫生标准[S].
- [3] 刘群.太湖重金属铅和铬的保护水生生物水质基准研究[D].合肥:安徽建筑大学,2021.
- [4] 郑莎莎,刘佳佳.不同风扰动下太湖梅梁湾水体重金属浓度变化特征研究[J].环境科技,2022,35(2):56-61.
- [5] Bao Guangjing, Ji Chao, Hou Dawei, et al. Source apportionment and ecological risk of heavy metals in Taihu lake from 2020 to 2022[J]. Front. Environ. Sci., 2025, 13:1604407.
- [6] Li Xiaolong, Yang Jinxiang, Fan Yifan, et al. Rapid monitoring of heavy metal pollution in lake water using nitrogen and phosphorus nutrients and physicochemical indicators by support vector machine[J]. Chemosphere, 2021, 280:130599.
- [7] 谢孟星,陈志浩,许彬,等.望虞河西岸河网区沉积物营养盐和重金属污染时空分布特征[J].中国环境监测,2022,38(4):174-182.
- [8] Kang Ying, Chen Yuqi, Zhou Mengjiao, et al. Identification of regional industrial priority pollutants in surface water: A field study in Taihu Lake Basin[J]. Frontiers in Environmental Science, 2022, 10:1077430.
- [9] 任俊宏,成小英,石亚东,等.太湖贡湖湾2-甲基异莰醇(2-MIB)时空变化特征及影响因子[J].湖泊科学,2024,36(3):717-730.
- [10] 郭清春,武亚琪,朱斌,等.东太湖2-MIB时空变化特征及影响因子[J].湖泊科学,2026,38(4):1429-1440.
- [11] 袁强,余丽,李卫华,等.巢湖和太湖春季微囊藻毒素动态差异及与环境因子的关系[J].环境工程学报,2021,11(2):267-277.
- [12] 石祖泰,卢少勇,国晓春,等.春季太湖微囊藻毒素的分布特征、环境驱动因素及健康风险[J/OL].应用与环境生物学报,2026-03-31.https://doi.org/10.19675/j.cnki.1006-687x.2025.11005.
- [13] Deng Dailan, He Shuyu, Zhang Kaiye, et al. Climate warming and nutrient depletion are altering the spatiotemporal dynamics of microcystin in lake Taihu[J]. Journal of Environmental Management, 2026, 399:128624.
- [14] Zhang Kaiye, Gu Yurong, Cheng Chen, et al. Changes in microcystin concentration in Lake Taihu, 13 years (2007-2020) after the 2007 drinking water crisis[J]. Environmental Research. Section A, 2024, 241:117597.
- [15] 邱雨,马增岭,张子怡,等.水生生态系统中微囊藻毒素的分布及其生态毒理效应研究进展[J].应用生态学报,2023,34(1):277-288.
- [16] 臧雅婕,黄晨宇,桂志影,等.全国典型湖泊邻苯二甲酸酯类(PAEs)塑化剂多介质赋存特征及风险评估[J].湖泊科学,2026,38(1):47-74.
- [17] 朱冰清,高占啟,胡冠九,等.太湖重点区域水环境中邻苯二甲酸酯的污染水平及生态风险评估[J].环境科学,2018,39(8):3614-3621.
- [18] 孔昊玥,刘红玲.最大累积率识别中国地表水中邻苯二甲酸酯类关键污染物和复合污染生态风险[J].环境化学,2021,40(3):706-716.
- [19] 朱冰清,胡冠九,纪轩禹,等.江苏省自来水中邻苯二甲酸酯的污染特征及风险评估[J].环境化学,2023,42(8):2586-2593.
- [20] Gao Xiangyun, Li Ji, Wang Xiaonan, et al. Exposure and ecological risk of phthalate esters in the

- Taihu Lake basin, China[J].Ecotoxicology and Environmental Safety, 2019, 171:564-570.
- [21] Zhang Wenping, Li Xu, Guo Changsheng, et al. Spatial distribution, historical trend, and ecological risk assessment of phthalate esters in sediment from Taihu Lake, China[J].Environmental Science and Pollution Research, 2021, 28:25207-25217.
- [22] Luo Xin, Shu Shu, Feng Hui, et al. Seasonal distribution and ecological risks of phthalic acid esters in surface water of Taihu Lake, China[J].Science of the Total Environment, 2021, 768:144517.
- [23] Liu Ruiling, Tao Yuqiang. Occurrence, bioaccumulation, and partitioning of phthalate acid esters in the third largest freshwater lake (Lake Taihu) in China[J]. Environmental Research, 2024, 263:120188.
- [24] 田亚茹, 施妙盈, 李永宁, 等. 邻苯二甲酸二环己酯的健康风险研究进展[J]. 中国食品卫生杂志, 2023, 35(12):1810-1815.
- [25] Surface Coatings International, Part A. Coatings Journal Group. EPA releases draft risk evaluation for dicyclohexyl phthalate[J]. Surface Coatings International, Part A. Coatings Journal, 2025(1):108.
- [26] 丁剑楠, 刘舒娇, 邹杰明, 等. 太湖表层水体典型抗生素时空分布和生态风险评价[J]. 环境科学, 2021, 42(4):1811-1819.
- [27] 陈笑雪, 王冬梅, 王智源, 等. 太湖饮用水源地蓝藻中抗生素抗性基因时空分布与风险评价[J]. 环境科学学报, 2023, 43(7):20-36.
- [28] 赵婉婷, 黄智峰, 郭雪萍, 等. 太湖周边饮用水处理厂中抗生素抗性基因污染分布特征[J]. 环境化学, 2020, 39(12):3271-3278.
- [29] 邹潇逸, 胡开明, Obame S. 全氟化合物在望虞河的污染特征及健康风险评估[J]. 人民长江, 2026, 57(5):95-101.
- [30] 武婷, 孙善伟, 樊境朴, 等. 不同年份太湖水域全氟化合物健康风险源解析对比[J]. 环境科学, 2022, 43(9):4513-4521.
- [31] 周龙飞, 陈文静, 张杨, 等. 太湖梅梁湾水环境中全氟和多氟化合物的污染特征及风险评估[J]. 环境化学, 2023, 42(10):3408-3419.
- [32] 金梦, 刘丽君, 赵波, 等. 长三角地区水体中全氟化合物的污染特征及风险评价[J]. 环境化学, 2023, 42(7):2153-2162.
- [33] 岳宣志, 范瑞春, 李欢, 等. 2021年内蒙古自治区生活饮用水中三氯甲烷健康风险评估[J]. 实用预防医学, 2024, 31(2):156-159.
- [34] 林梓涛, 尤为, 刘建超, 等. 基于多介质暴露与危害风险评估的浅水湖泊中优控有机微污染物筛查:以太湖为例[J]. 湖泊科学, 2025, 37(6):2050-2065.

责任编辑 吕彩霞