

# 太湖西部宜漂河水系水质问题诊断

冯 帅

(国家投资项目评审中心, 北京 100037)

**摘要:**为阐明宜漂河水系的水质问题,采用现场采样和数据分析方法对宜漂河水系水质问题进行诊断,并分析了其季节差异性和空间差异性。

**关键词:**水质;季节差异性;空间差异性;宜漂河水系

中图分类号:X824

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)07-0030-04

## Diagnosis of water quality problems of Yili River network in western Taihu Lake

FENG Shuai

(National Investment Project Assessment Center, Beijing 100037, China)

**Abstract:** In order to elucidate the water quality problems of Yili River network, the field sampling and data analysis method were used to diagnose the water quality problems of Yili River network, and the seasonal differences and spatial differences were analyzed.

**Key words:** water quality; seasonal differences; spatial differences; Yili River network

太湖流域是长江三角洲的核心区域,总面积 36 895 km<sup>2</sup>,历史上一直是我国人口密度最大、工农业生产发达、城镇化发展最快和经济发展最强劲的地区之一。太湖流域人口约占全国的 3.1%, GDP 占全国的 8.75%, 人均 GDP 为全国的 2.85 倍。然而,经济的快速发展带来的污染对太湖水质的影响日益明显<sup>[1]</sup>,流域内快速发展的城镇化也对太湖的生态环境造成了不利影响<sup>[2]</sup>。太湖水质污染直接影响周边城市的日常生活,进而影响该流域的经济状况和可持续发展。2007 年太湖发生了震惊全国的蓝藻暴发事件,直接影响了周边无锡等城市的生活供水<sup>[3]</sup>。近年来,太湖水质问题得到了越来越多的关注<sup>[4]</sup>,我国每年投入大量的人力财力物力治理太湖,虽初见成效,但富营养化问题仍未根本缓解<sup>[5-7]</sup>。庄严等<sup>[8]</sup>利用 3S 技术研究发现太湖水体和底质中 TP 的分布呈现“西高东低”的规律。代倩子等<sup>[9]</sup>分析 2014—2018 年梅梁湖和东太湖的水质

监测数据,发现东太湖 TP 浓度升高趋势明显。有学者<sup>[10]</sup>通过 10 年来水质数据分析得出太湖各功能分区的主要超标污染因子为 TP 和 TN。在“治湖先治河”的思路下,部分研究<sup>[11-14]</sup>开始关注出入太湖河流的水质及其与太湖水质的响应关系。

太湖入湖河流主要由湖西区和苕溪区 2 个部分构成。湖西区主要是宜漂河水系,属平原河网水系,河流众多,水网密集,航运发达。苕溪区属于山区性河流,主要有东、西苕溪两大支流,河流水系呈树枝状。湖西平原河网是向太湖输入污染负荷的主要地区,湖西平原河网地区水质问题的研究成为热点。一些研究<sup>[15-17]</sup>关注湖西宜漂河水系水质状况及污染输移过程,也有研究<sup>[18-19]</sup>关注湖西宜漂河水系酚类内分泌干扰物和多环芳烃的污染风险。李硕等<sup>[20]</sup>采用 SWAT 模型对平原河网的水文过程进行了模拟,分析了水文过程对污染物输移过程的影响。宜漂河水系属于典型的平原河网,水系错综

收稿日期:2021-04-13

作者简介:冯帅(1991—),男,工程师,硕士,主要从事生态环境类项目研究与评估方面研究。E-mail:18301228828@163.

com

复杂,人口密度极高,同时也是太湖污染的重要来源。现有关于宜溧河水系水质问题的研究多偏重于与富营养化相关的氮磷等污染因子<sup>[21]</sup>,或是关注多环芳烃等新型污染物,而对宜溧河水系水质问题进行全面诊断的研究相对较少。

本文通过野外采样检测 and 数据处理分析,对宜溧河水系水质问题进行诊断,旨在有效揭示宜溧河水系水质的季节差异性和空间差异性,为该地区水质污染治理提供参考。

1 研究区概况

宜溧河水系发源于茅山山脉,流经溧阳、宜兴两市进入太湖,南部为宜溧山地,西部及西北部为茅山丘陵区,地势的总体特征表现为南高北低、西高东低。宜溧河水系属于太湖流域水利分区中湖西区的南部,属于典型的亚热带季风气候区,呈现冬季干冷、夏季湿热、四季分明、降水丰沛和台风频繁等气候特点。冬季受西北冷气团侵袭,盛行西北风,天气寒冷而干燥;夏季受海洋气团控制,盛行东南风,水汽丰沛,天气炎热而湿润。宜溧河水系北部与洮湖及溇湖水系相通,流域面积约 3 300 km<sup>2</sup>。宜溧河水系主要河流有淳溧河、宜溧河、北溪河、中河、丹金溧漕河、孟津河及武宜漕河,水系下游分布有西洮、团洮和东洮 3 个小型湖泊及都山荡、马公荡、阳山荡、莲花荡等湖荡。

2 研究方法

本研究在宜溧河水系主要河流设置 51 个水质采样点,主要分布在淳溧河、宜溧河、中河、北溪河、赵村河、丹金溧漕河、孟津河、武宜漕河以及宜兴东洮、西洮周围河流上。分别于 2015 年 9 月(秋季)、2016 年 2 月(冬季)、2016 年 5 月(春季)和 2016 年 7 月(夏季)在 51 个水质采样点现场采样。现场每个采样点采集 2 个平行水样,水样装入水质采样瓶,然后放入装有冰块的保温箱保存,并在 24 h 内送实验室检测分析,水样检测分析方法参照《水与废水的监测第四版》<sup>[22]</sup>。主要分析污染因子有 COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、硝态氮、亚硝态氮、TN、磷酸根和 TP,其中 COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN 和 TP 水质评价标准采用《地表水环境质量标准》(GB3838—2002),其中 TN 参考采用湖泊标准,详见表 1。所有污染因子的评价方法采用单因子评价法<sup>[23]</sup>。水质数据处理分析主要通过 SPSS19.0 软件完成。

表 1 污染因子评价标准 单位:mg/L

季节	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$	$\rho(\text{TN})$	$\rho(\text{TP})$
I 类	2	0.15	0.2	0.02
II 类	4	0.5	0.5	0.1
III 类	6	1.0	1.0	0.2
IV 类	10	1.5	1.5	0.3
V 类	15	2.0	2.0	0.4

3 结果与讨论

3.1 宜溧河水系水质季节性变化特征

不同季节宜溧河水系主要污染因子的监测分析结果如表 2 所示。春季 COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP、硝态氮、亚硝态氮和磷酸根的平均质量浓度分别为 (3.74±0.44) mg/L、(0.77±0.48) mg/L、(3.67±0.86) mg/L、(0.20±0.07) mg/L、(1.68±0.50) mg/L、(0.08±0.05) mg/L 和 (0.10±0.07) mg/L。采用水质单因子评价法可知,春季宜溧河水系主要污染因子为 TN 和 TP。春季是长江中下游地区农业生产季节,农业生产活动会导致大量氮磷污染物汇入宜溧河水系,是宜溧河水系 TN 的主要来源<sup>[17]</sup>。

夏季 COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP、硝态氮、亚硝态氮和磷酸根的平均质量浓度分别为 (7.47±0.93) mg/L、(0.79±0.73) mg/L、(2.31±0.85) mg/L、(0.14±0.13) mg/L、(1.02±0.25) mg/L、(0.08±0.06) mg/L 和 (0.03±0.04) mg/L。采用单因子评价法可知,夏季宜溧河水系主要污染因子和春季相同,TN 和 TP 污染较重。夏季是宜溧河水系丰水期,大量的雨水虽能稀释污染物浓度,同时也会产生大量的面源污染<sup>[24]</sup>,可见面源污染可能是夏季宜溧河水系 TN 和 TP 污染较重的主要原因。

秋季 COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP、硝态氮、亚硝态氮和磷酸根的平均质量浓度分别为 (5.28±0.91) mg/L、(0.57±0.55) mg/L、(3.16±1.35) mg/L、(0.27±0.43) mg/L、(1.87±0.69) mg/L、(0.05±0.05) mg/L 和 (0.06±0.04) mg/L。采用单因子评价法可知,秋季宜溧河水系主要污染因子和春夏 2 个季节相同,TN 和 TP 污染程度与春季相当,但较夏季严重。

表 2 不同季节污染因子均值与标准差

单位:mg/L

季节	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$	$\rho(\text{TN})$	$\rho(\text{TP})$	$\rho(\text{硝态氮})$	$\rho(\text{亚硝态氮})$	$\rho(\text{磷酸根})$
春	$3.74 \pm 0.44$	$0.77 \pm 0.48$	$3.67 \pm 0.86$	$0.20 \pm 0.07$	$1.68 \pm 0.50$	$0.08 \pm 0.05$	$0.10 \pm 0.07$
夏	$7.47 \pm 0.93$	$0.79 \pm 0.73$	$2.31 \pm 0.85$	$0.14 \pm 0.13$	$1.02 \pm 0.25$	$0.08 \pm 0.06$	$0.03 \pm 0.04$
秋	$5.28 \pm 0.91$	$0.57 \pm 0.55$	$3.61 \pm 1.35$	$0.27 \pm 0.43$	$1.87 \pm 0.69$	$0.05 \pm 0.05$	$0.06 \pm 0.04$
冬	$23.16 \pm 11.21$	$1.97 \pm 0.97$	$5.45 \pm 1.01$	$0.06 \pm 0.03$	$2.47 \pm 0.28$	$0.07 \pm 0.04$	$0.02 \pm 0.02$

冬季  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{TN}$ 、 $\text{TP}$ 、硝态氮、亚硝态氮和磷酸根的平均质量浓度分别为  $(23.16 \pm 11.21)\text{mg/L}$ 、 $(1.97 \pm 0.97)\text{mg/L}$ 、 $(5.45 \pm 1.01)\text{mg/L}$ 、 $(0.06 \pm 0.03)\text{mg/L}$ 、 $(2.47 \pm 0.28)\text{mg/L}$ 、 $(0.07 \pm 0.04)\text{mg/L}$  和  $(0.02 \pm 0.02)\text{mg/L}$ 。采用单因子评价法可知,冬季宜溧河水系主要污染因子与其他季节变化较大, $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和  $\text{TN}$  污染严重, $\text{TP}$  满足Ⅲ类水水质标准。许朋柱等<sup>[15]</sup>的研究表明,受多种因素综合影响,枯水期宜溧河水系水质状况现恶化趋势,营养盐含量有所升高。

从季节差异性角度分析, $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 两种污染因子冬季污染程度明显较春、夏、秋 3 个季节严重,表明宜溧河水系点源污染可能是  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  和  $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染负荷的主要来源,这与王翊晨等<sup>[25]</sup>的研究结果一致。春、夏、秋 3 个季节  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度较低,基本满足Ⅳ类水质标准,表明近年来太湖湖西平原河网的污染治理取得了一定效果,下阶段建议重点关注枯水期河流有机物污染较重的问题。不同季节  $\text{TN}$  浓度均超过Ⅴ类水标准,表明  $\text{TN}$  仍然是宜溧河水系的主要污染因子,冬季和春季  $\text{TN}$  浓度相对于其他两个季节浓度稍高,表明点源污染和面源污染均是  $\text{TN}$  污染的重要来源。不同季节  $\text{TP}$  的浓度稳定在Ⅲ类水和Ⅳ类水之间,但冬季  $\text{TP}$  的浓度明显低于其他季节,可能是因为冬季河流水动力不充分,物理沉降作用降低了  $\text{TP}$  浓度。

### 3.2 宜溧河水系水质空间差异性

选取夏季丰水期和冬季枯水期的水质数据对宜溧河水系 51 个采样点进行聚类分析,分析宜溧河水系水质污染的空间差异性和空间分布特点。

夏季聚类分析结果将所有采样点分为三类。第一类采样点水质污染最严重,主要分布在淳溧河、中河、丹金溧漕河、宜溧河等河流上,这些河流

流经溧阳市市区,部分河流还是主要航道;第二类采样点水质污染较第一类采样点稍轻,主要分布在北溪河、东洑和西次上下游附近河流上;第三类采样点水质污染最轻,主要分布在湛渎港、横塘河和太滆运河,这类采样点距离宜溧河水系入太湖口较近,得益于近年来太湖周边实施一系列水污染治理措施,水质污染问题逐渐缓解。综合来看,夏季宜溧河水系上游溧阳市附近河流水质污染较严重,而下游宜兴市附近河流水质污染相对较轻。

冬季聚类分析结果与夏季差别较大,所有采样点分为三类。第一类采样点水质污染最严重,主要分布在丹金溧漕河、宜溧河等河流上,特点是  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  浓度较高;第二类采样点水质污染较第一类采样点稍轻,主要分布在淳溧河、宜溧河、横塘河等河流上;第三类采样点水质污染最轻,主要分布在丹金溧漕河、中河等河流上。综合来看,冬季宜溧河水系上游溧阳市附近河流水质污染较轻,而下游宜兴市附近河流水质污染较严重,与夏季空间分布特点刚好相反。

## 4 结 论

宜溧河水系水质存在季节性差异, $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度冬季显著高于其他季节;不同季节  $\text{TN}$  浓度变化不明显,但均超出Ⅴ类水水质标准; $\text{TP}$  浓度冬季明显低于其他季节,但不同季节保持在Ⅲ—Ⅳ类水之间。夏季和冬季宜溧河水系水质空间分布特征存在差异,夏季宜溧河水系水污染较严重的河流主要分布在上游溧阳市附近,下游宜兴市附近河流水质污染较轻;冬季则刚好相反。

### 参考文献:

- [1] 任炳相,黄友璋,蒋澄宇.江苏省太湖污染防治概述[J].环境导报,1998(1):23-26.
- [2] 于兴修,杨桂山.典型流域土地利用/覆被变化及对

- 水质的影响——以太湖上游浙江苕溪流域为例[J]. 长江流域资源与环境, 2003(3):211-217.
- [3] 孔繁翔, 胡维平, 谷孝鸿, 等. 太湖梅梁湾2007年蓝藻水华形成及取水口污水团成因分析与应急措施建议[J]. 湖泊科学, 2007(4):357-358.
- [4] 叶建春, 贾更华, 朱威. 加强太湖流域综合管理维护河湖健康生态[J]. 人民长江, 2007(11):1-3, 12, 208.
- [5] 史龙新, 张运林, 秦伯强. 太湖梅梁湾水源地示范区水质改善初探[J]. 长江流域资源与环境, 2006(2):232-236.
- [6] 毛新伟, 徐枫, 徐彬, 等. 太湖水质及富营养化变化趋势分析[J]. 水资源保护, 2009, 25(1):48-51.
- [7] 盛翼, 张虎军, 王洁尘. 2016年太湖水质状况的综合评价与分析[J]. 干旱环境监测, 2019, 33(2):49-54.
- [8] 庄严, 顾蓓瑜, 刘林瑶, 等. 基于3S技术对太湖底质及水质TP的研究[J]. 中国环境监测, 2020, 36(4):160-164.
- [9] 代倩子, 张坤, 徐彬. 2014-2018年太湖梅梁湖和东太湖水质变化特征分析[J]. 中国农村水利水电, 2020(7):82-84.
- [10] 孙瑞瑞, 李恺, 吕文. 太湖各功能分区水质及营养状态变化分析[J]. 环境科学导刊, 2020, 39(3):6-10.
- [11] 黄晓艺, 胡湛波, 叶春, 等. 太湖出入湖河口水质和水生植物中氮、磷含量及其相关性分析[J]. 环境工程, 2019, 37(9):74-80, 102.
- [12] 胡开明, 李冰, 王水, 等. 太湖流域(江苏省)水质污染空间特征[J]. 湖泊科学, 2014, 26(2):200-206.
- [13] 舒叶华, 高晨晨. 太湖风生流及污染物输移扩散数值模拟[J]. 水资源保护, 2021, 37(2):121-127.
- [14] 张伊佳, 陈星, 许钦, 等. 太湖下游河网区水质变化特征与引水调控效果[J]. 水资源保护, 2020, 36(5):79-86.
- [15] 许朋柱, 秦伯强, 黄文钰, 等. 太湖流域宜溧河地区水体水质状况及营养状态评价[J]. 湖泊科学, 2001(4):315-321.
- [16] 史云祥. 宜溧河流域水环境演变趋势以及污染物输移过程研究[D]. 南京:南京理工大学, 2002.
- [17] 罗永霞, 高波, 颜晓元, 等. 太湖地区农业源对水体氮污染的贡献——以宜溧河流域为例[J]. 农业环境科学学报, 2015(12):2318-2326.
- [18] 张路, 范成新, 秦伯强, 等. 太湖宜溧河水系沉积物中多环芳烃来源解析[J]. 地球化学, 2003(2):124-130.
- [19] 王志强, 张依章, 张远, 等. 太湖流域宜溧河酚类内分泌干扰物的空间分布及风险评价[J]. 环境科学研究, 2012(12):1351-1358.
- [20] 李硕, 赖正清, 王桥, 等. 基于SWAT模型的平原河网区水文过程分布式模拟[J]. 农业工程学报, 2013(6):106-112.
- [21] ZENG H A, WU J L. Tracing the Nitrate Sources of the Yili River in the Taihu Lake Watershed: A Dual Isotope Approach[J]. Water, 2015, 7(1):188-201.
- [22] 国家环境保护总局. 水与废水的监测4版[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2002:223-279.
- [23] 候林丽, 邹武, 徐鹏, 等. 赣江吉安河段水质变化及其趋势分析[J]. 人民长江, 2020, 51(11):58-63.
- [24] 王雪, 余辉, 燕姝雯, 等. 太湖流域上游河流污染空间分布特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(3):341-348.
- [25] 王翊晨, 姚治君, 刘兆飞, 等. 太湖流域宜溧河与西苕溪水质对比分析[J]. 地理科学进展, 2011, 30(7):853-860.