

太湖金墅港水源地 取水口附近水域水质分析

韩婷婷¹, 黄嘉玲¹, 曹 勇², 张 雪², 蒋福春², 王冬生^{1*}

(1. 南京邮电大学 自动化学院, 江苏 南京 210023; 2. 苏州市自来水有限公司, 江苏 苏州 215002)

摘要: 为了解白洋湾水厂金墅港水源地取水口附近水质现状, 自 2021 年 6 月起对该区域进行了为期 13 个月的水质监测。监测结果表明, 主要监测指标 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、DO 和 BOD 均达到地表水 II 类水质标准。综合各项指标数据, 金墅港水源地取水口附近水质良好, 达到地表饮用水标准。

关键词: 水质分析; 取水口附近; 金墅港水源地

中图分类号: X824

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2022)10-0045-0004

Analysis of water quality near the water intake of Jinshu port water source in Taihu Lake

HAN Tingting¹, HUANG Jialing¹, CAO Yong², ZHANG Xue²,
JIANG Fuchun², WANG Dongsheng^{1*}

(1. College of Automation, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China;

2. Suzhou Water Supply Co., Ltd., Suzhou 215002, China)

Abstract: In order to know the current situation of water quality near the water intake of Jinshu port water source of Baiyangwan water plant, water quality monitoring has been carried out in this area for 13 months since June 2021. The results show that the main monitoring indicators ammonia nitrogen, dissolved oxygen and oxygen consumption all meet the class II water quality standard of surface water. According to the comprehensive index data, the water quality near the water intake of Jinshu port water source is good and meets the surface drinking standard.

Key words: water quality analysis; near the water intake; Jinshu port water source

1 概 述

1.1 研究区概况

太湖金墅港水源地位于太湖东北部的贡湖地区, 总面积 22 km², 是白洋湾水厂和相城水厂的取水

地, 取水规模 60 万 t/d。水源地周边河网密布, 金墅港取水口南侧有龙塘港, 北侧有金墅港, 而且 2 条河道均离取水口较近。除这 2 条较近的河道外, 近岸还有田鸡港、南浜港、朱家村港、郁舍新港和马山港等。龙塘港和金墅港紧邻水源地水域一级保护区,

收稿日期: 2022-03-06

基金项目: 江苏省水利科技项目(2020056)

作者简介: 韩婷婷(1998—), 女, 本科, 研究方向为水源地水质分析。E-mail: 3202223015@qq.com

通信作者: 王冬生(1983—), 男, 副教授, 博士, 主要从事水源地水质分析及水处理过程优化研究。E-mail: wangdongsheng@njupt.edu.cn

与浒光运河相连,最后汇入京杭大运河。20世纪60年代中国科学院地理研究所对太湖的综合调查显示:贡湖湾分布着大面积的水生植物^[1],正是由于水生植物的大量存在,遏制了底泥中营养盐的释放。水生植物吸收水体和沉积物中的营养元素,死亡后沉积于湖底,将水体中的营养物质转移到沉积物中,使得水体中营养盐不足以发生富营养化和蓝藻水华^[2-3]。近年来,金墅港水源地蓝藻暴发次数显著减少。

随着社会经济的高速发展,饮用水水源地作为城市制水最重要的场所,也越来越成为社会关注的重点。苏州市太湖金墅港水源地水质常年保持在Ⅱ~Ⅲ类水平,水质状况总体达标。

1.2 点位设置与监测方法

目前我国在积极开展水质分析工作的过程中,人为因素、设备因素、环境因素、标准物质控制因素和技术因素等均对水质分析质量产生较大影响^[4]。

本研究结合取水口、等间距、风向等因素对水源地水质的影响,在金墅港水源地取水口附近布设5个调查样点(图1),于2021年6月至2022年6月平均每月3次进行采样,采样时间历经4个季节。根据区域水质特点,从水体包含的物质中抽取具有代表性的物质进行测定,确保数据的可信度。

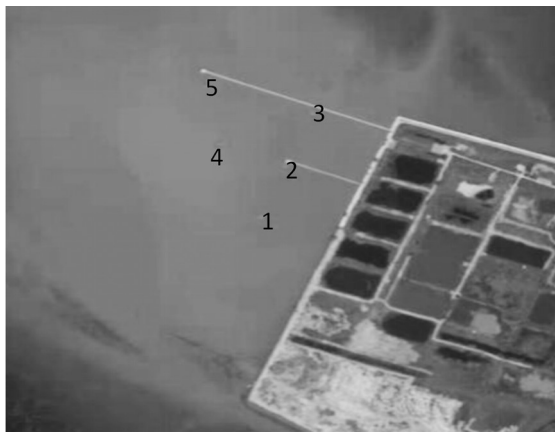


图1 采样点位布置

水质分析具有较强的复杂性和综合性的特点,在实际分析的过程中,必须综合应用多种技术方法,才能够确保水质分析工作的高效开展。本研究中的水质样品的采集和分析依据《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中的规定。pH值采用雷磁PHS-3C型pH分析仪测定;浊度采用哈希NTU 2100Q浊度仪测定;BOD采用酸性高锰酸钾法测定;NH₃-N采用纳氏试剂比色法通过722S可见分光

光度计;电导率采用DDS-11A电导率仪测定;DO采用哈希HQ30d型DO(DO)测定仪测定。数据分析在Excel2010和绘图软件Origin9.1中进行。

1.3 研究方法

水质分析是指通过生物学、化学、物理学等方法对从水中采取的样品进行多参数的定性及定量分析^[5]。水质分析是水质研究工作中的重要内容,可检测研究区域水质是否符合水质标准,对水源地进行水质分析是正确认识水体状态的一项重要内容,也是对水源地进行管理保护和维护居民用水安全的重要基础^[6]。本文采用浊度、pH、电导率、DO、BOD和NH₃-N指标参数测量结果对2021年6月至2022年6月太湖金墅港水源地取水口附近水质的时间和空间变化情况进行研究分析。时间上,本文将水源地取水口附近的6项参数在各月所测量数据进行汇总,分析最值和均值,然后对浊度、pH、电导率、DO、BOD和NH₃-N的各月数据做趋势变化图,分析各参数在13个月中的趋势变化。空间上,本文按照采样点个数将数据分为5组,分析各参数的取值范围和均值。

2 水质监测结果与分析

2.1 水源地取水口附近水质时间分析

将取水口附近每个指标每个月9次的的结果取平均,得到月平均水质,水源地取水口附近水质,见图2~4。

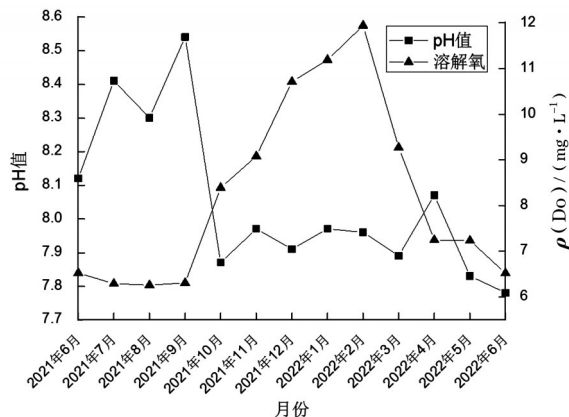


图2 取水口附近pH、DO情况

水源地取水口附近13个月内的pH、DO、电导率、浊度、NH₃-N、BOD分别介于7.8~8.5、6.2~12 mg/L、379.7~461.1 μS/cm、11.4~93.93 NTU、0.06~0.148 mg/L、2.481~7.774 mg/L,水源地取水口附近水质中无超标因子,主要监测指标(DO、NH₃-N、BOD)均达到国家

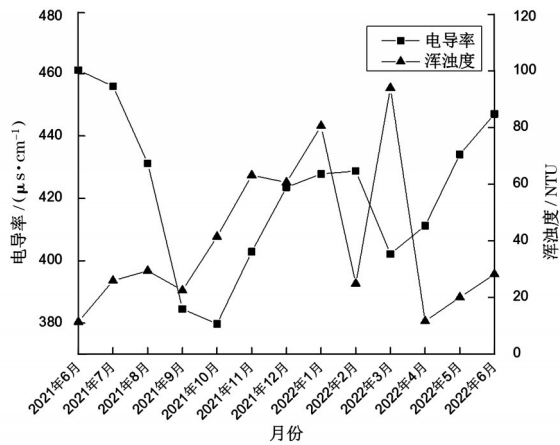


图3 取水口附近电导率、浊度值情况

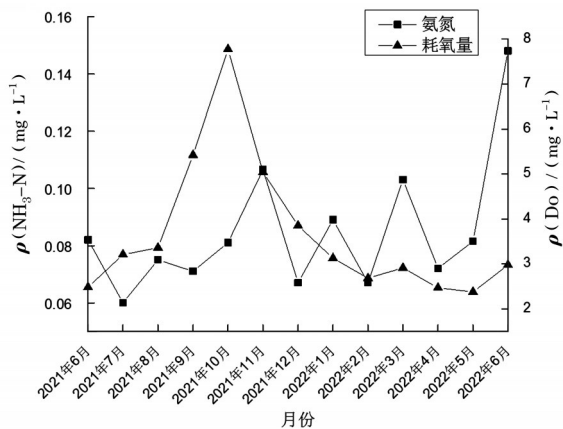


图4 取水口附近NH₃-N、BOD情况

地表水环境质量标准中的Ⅱ类水标准。

pH值夏季偏高,在8.1~8.5之间波动,最高值在9月出现,达到8.54,秋冬两季的pH值普遍偏低。pH与水温变化趋势基本一致,水温通过影响水中的离子化学反应和藻类以及水生植物的新陈代谢,从而影响pH值。

DO指标在夏季可达到Ⅱ类水质标准,10月份以后逐月上升,2月份达到最高值(11.94 mg/L),全年达到Ⅰ、Ⅱ类水质标准的比例为62%和38%。冬

季低温状态下DO明显高于夏季数值,一方面,夏季水草及藻类夜间的呼吸作用降低了水中的DO,另一方面,夏季气温偏高,水中的复氧能力较弱。

BOD秋季较高,但未超过Ⅰ类水质限值,夏、冬两季也均达到Ⅰ类水标准,全年达到Ⅰ类水标准的比例为100%。

金墅港水源地NH₃-N主要来源于内河水倒流,NH₃-N指标夏季达到Ⅰ类标准,秋季呈现上升趋势,并达到最大值,冬季略有下降,主要是由于冬季硝化细菌活性低,内河NH₃-N难以转化为硝氮,全年达到Ⅰ类水质标准的比例为100%。浊度整体表现为夏季较清澈、秋季较浑浊,这可能是由于夏季水草疯涨,覆盖在湖体底面,减弱了水流对底泥的扰动,导致夏季浊度相对偏低。

由于浊度降低,导致湖体中透光性能增强,进一步促使了太湖湖底水草的疯涨,形成了一种相互促进的变化关系^[7]。同时,夏季降水量相对于秋季高,水体总量增加,水体透明度较高。浊度范围变化幅度最大,最大值和最小值之间相差82.53 NTU,3月份浑浊程度达到最高,达到93.93 NTU,其次是1月(80.5 NTU)和11月(63.1 NTU)。

电导率指标整体表现为夏季较高,秋季较低,原因可能是夏季的降水量较高,因此夏季的电导率普遍高于秋季和冬季。

2.2 水源地取水口附近水质空间分析

各水质参数在不同采样点的值见表1。

由表1可知,5个采样点中,pH值的范围时7.7~8.8,各采样点的范围大致一致,几乎没有差别。pH值是水质的首项指标,是动植物生存的平衡要素,水体中pH值的变化会影响水中藻类对氧气的摄入能力和水生植物的生长,pH值与DO、浊度、溶解氧以及碱度有直接或间接关系,因此其值的大小能够衡量水质的好坏。

DO是水体自净过程中的重要氧化剂,湖泊水

表1 各采样点的水质数据

| 采样点 | pH范围 | pH均值 | $\rho(\text{DO})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ | $\rho(\text{DO})$ 均值 | $\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ | $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 均值 | $\rho(\text{BOD})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$ | $\rho(\text{BOD})$ 均值 | 电导率范围/ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) | 电导率均值/ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) | 浊度范围/NTU | 浊度均值/NTU |
|-----|---------|------|---|----------------------|--|---------------------------------|--|-----------------------|--|--|----------|----------|
| 1 | 7.7~8.8 | 8.08 | 5.89~12.12 | 8.375 | 0.05~0.26 | 0.0902 | 1.17~8.38 | 3.739 | 362~478 | 422.08 | 11~252 | 44.00 |
| 2 | 7.8~8.7 | 8.04 | 5.86~12.00 | 8.361 | 0.05~0.22 | 0.0819 | 1.23~9.52 | 3.828 | 364~476 | 420.83 | 10~246 | 42.56 |
| 3 | 7.7~8.8 | 8.07 | 5.96~11.96 | 8.360 | 0.05~0.14 | 0.0800 | 1.09~9.05 | 3.588 | 365~476 | 420.42 | 10~187 | 40.78 |
| 4 | 7.7~8.8 | 8.07 | 5.83~12.25 | 8.405 | 0.05~0.24 | 0.0836 | 1.13~8.01 | 3.545 | 370~473 | 421.17 | 12~251 | 42.50 |
| 5 | 7.7~8.8 | 8.05 | 6.01~12.30 | 8.444 | 0.05~0.16 | 0.0767 | 1.06~8.19 | 3.604 | 371~480 | 421.00 | 11~224 | 40.25 |

体自净过程中很多生物地球化学过程需要DO的直接或间接参与。它会直接影响水生生物的新陈代谢和生长与水体中有机物的分解速率,反映了水体受污染的程度和自净能力^[8]。根据表1可得,DO质量浓度范围为5.86~12.3 mg/L,其中,最高的是采样点5为8.444 mg/L,最低的是采样点3为8.36 mg/L。5个采样点的DO平均质量浓度都高于7.5 mg/L,水体自净能力良好,水中有机物的氧化速率较快,导致有机物不能大量积累,水环境质量良好。

BOD是水体有机污染的一项重要指标,能够反映出水体的污染程度。BOD质量浓度越高,说明水体受有机物的污染越严重。本次水质监测的BOD的各采样点平均质量浓度范围均在5 mg/L以下,达到了地表水Ⅰ类水质标准,说明了白洋湾水厂金墅水源地取水口附近的水质有机物的氧化物能力强,没有严重的有机污染情况。

营养盐的形态转化和消减程度也会反映水体自净能力。监测到NH₃-N质量浓度变化幅度很小,各采样点均值在0.1 mg/L以下,表明水体中的含氮有机物被分解为硝酸盐等稳定化合物,水体自净能力强。

浊度测量参数是反映水体污染程度的综合指标,水体浊度的变化会影响水中植物的光合作用效率,进而影响了氧气的产生,导致腐烂生物降解过程中的催化能力下降,使水体进一步恶化。研究结果显示,太湖中水体浊度的主要组分是TurbNonAlg,其平均占比达到了83%^[9]。表1说明,5个采样点的浊度范围大致一致,但波动范围相比于其他5项指标大,其中,采样点5浊度质量浓度均值最低,采样点1最高。有研究表明,沉水植物对水体浊度有抑制作用,其可通过稳定底质、抑制沉积物再悬浮等方式直接控制Turb NonAlg^[10]。采样点5离岸边较远,水更深,沉水植物生长较为茂盛,在水体的清水稳态维持方面起到了一定作用。

水体电导率由溶解在水体的离子浓度、种类和水温等决定,受多种因素的综合影响,是水质分析中反映水体污染情况的一个重要指标。由表1可知,2021年6月至2022年6月,金墅港水源地取水口附近水体电导率基本维持在360~480 μS/cm,平均值为421.1 μS/cm,表明多个月以来各采样点水体中

的离子含量变化相对稳定。

3 结 论

金墅港水源地取水口附近的水质指标pH值、NH₃-N、BOD、DO等都能够达到地表水Ⅱ类水质标准,符合饮用水水源水质要求。表明金墅港水源地在人为治理下,水质有着较好的转变。

各项指标有着明显的时间差异性。pH值在6—10月偏高,与水温变化趋势基本一致,与DO、浊度、BOD变化趋势相反。DO指标13个月中达到Ⅰ、Ⅱ类水质标准的比例为62%和38%。浊度质量浓度范围变化幅度最大,3月份浑浊程度达到最高,1月和11月次之。电导率指标整体表现为夏季较高、秋季较低。各项指标的变化均与水温和降水有着联系。

参考文献:

- [1] 中国科学院南京地理研究所. 太湖综合调查报告[M]. 北京:科学出版社,1965.
- [2] 秦伯强,王小冬,汤祥明,等. 太湖富营养化与蓝藻水华引起的饮用水危机——原因与对策[J]. 地球科学进展, 2007, 22(9): 896-906.
- [3] 朱喜,李贵宝,王圣瑞. 太湖蓝藻暴发的治理[J]. 水资源保护, 2020, 36(6): 106-111.
- [4] 石卉. 水质分析质量的影响因素及控制措施探讨[J]. 地下水, 2017, 39(6): 77-78.
- [5] 赵妍. 浅谈水质分析的意义与内容[J]. 科技创新与应用, 2017(1): 238-238.
- [6] 徐得潜,陶丰收,程瑞,等. 芜湖市城市供水备用水规划研究[J]. 中国给水排水, 2015, 31(18): 1-7.
- [7] 张雪,周洵,李琴,等. 太湖原水pH值季节性变化规律及突变成因探索[J]. 供水技术, 2015, 9(5): 13-17.
- [8] 蒋秀华. 太湖水体溶解氧及三氮水质转化分析[J]. 水资源研究, 1997, 18(3): 10-12.
- [9] 马雨,李艳,卞世俊,等. 大型浅水湖泊太湖藻类浊度与非藻类浊度的变异规律[J]. 水生生物学报, 2021, 45(3): 609-616.
- [10] MADSEN J D, CHAMBERS P A, JAMES W F, et al. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes[J]. Hydrobiologia, 2001, 444(1-3): 71-84.