

2021 年太湖安全度夏水利措施效益分析

殷 鹏¹, 张建华², 华 萍¹, 陆 隽³, 李 霞⁴, 孔繁璠³

(1. 江苏省水资源服务中心, 江苏 南京 210029; 2. 江苏省水利厅, 江苏 南京 210029;
3. 江苏省水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029; 4. 江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210017)

摘要: 对 2021 年度太湖安全度夏各项关键措施进行了系统的评估, 评估发现引江济太、新沟河新孟河工程调度、蓝藻打捞、生态清淤等水利措施对高质量实现太湖安全度夏发挥了重要作用, 可为今后一段时期太湖安全度夏应急防控提供技术参考。

关键词: 蓝藻水华; 湖泛; 太湖; 江苏省

中图分类号: TV74

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2022)07-0026-0004

Benefit analysis of water conservancy measures for safe summer in Lake Taihu in 2021

YIN Peng¹, ZHANG Jianhua², HUA Ping¹, LU Jun³, LI Xia⁴, KONG Fanfan³

(1. Water Resources Service Center of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China;

2. Water Resources Department of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China;

3. Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Nanjing 210029, China;

4. Jiangsu Water Conservancy Science Research Institute, Nanjing 210017, China)

Abstract: This paper makes a systematic evaluation on the key measures for the safe summer of Taihu Lake in 2021. It is found that water conservancy measures such as water diversion from yangtze to taihu, Xingou River and Xinmeng River project scheduling, cyanobacteria refloatation and ecological desilting have played an important role in realizing the safe summer of Lake Taihu with high quality, which can provide technical reference for the emergency prevention and control of safe summer of Lake Taihu in the future.

Key words: cyanobacteria bloom; black bloom; Lake Taihu; Jiangsu Province

实现太湖安全度夏“两个确保(确保饮用水安全、确保不发生大面积湖泛)”目标是太湖水环境综合治理必须坚守的底线^[1]。由于外源入湖负荷长期超环境容量,加之近几年暖冬等气象条件,

“十三五”期间,太湖蓝藻生物量有明显的上升趋势,给太湖安全度夏应急防控带来了极大的压力与挑战^[2-3]。2021年,在不利的气象条件下,太湖蓝藻生物量、小范围水质异常(小面积湖泛)明显下降,

收稿日期: 2022-01-14

基金项目: 江苏省水利科技项目(2019006)

作者简介: 殷鹏(1987—),男,高级工程师,硕士研究生,主要从事太湖治理、水资源保护研究。E-mail: 540649446@qq.com

太湖第14年顺利实现了“两个确保”目标。本文拟系统分析2021年度太湖安全度夏期间有关自然、人为因素对太湖蓝藻水华、湖泛的影响,总结经验,为今后更高水平实现太湖安全度夏提供技术支撑与参考。

1 太湖安全度夏主要指标

根据江苏省政府《太湖蓝藻暴发应急预案》,每年的3—10月为太湖安全度夏期,由于冬季(1—2月)太湖蓝藻藻情也会对安全度夏期有明显的影响,为此,本研究统计了“十三五”以来,太湖历年1—10月水质藻情。

1.1 蓝藻生物量

Chl-a质量浓度和蓝藻水华卫星影像面积是2项表征太湖蓝藻生物量的主要指标。根据太湖流域管理局和江苏省气象台数据2016年以来历年1—10月统计数据(图1),Chl-a质量浓度和蓝藻水华卫星影像累计面积也有很好的正相关性。2021年1—10月蓝藻生物量明显处于2016年以来的低点,其中蓝藻水华累计面积为17 734 km²,是近5年的最低值,较“十三五”期间年均值降低30.8%,Chl-a质量浓度为0.033 mg/L,是近6年的最低值,较“十三五”期间年均值降低26.7%。

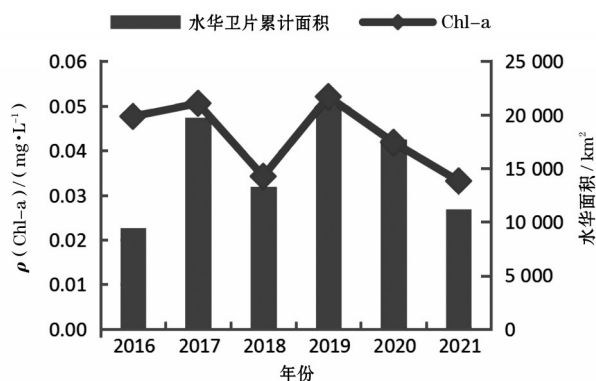


图1 2016年以来历年1—10月太湖蓝藻生物量

1.2 小范围水质异常

2008年以来,太湖未发生大面积湖泛,但是在西北部近岸湖区会发生小范围水质异常情况。根据江苏省水文局湖泛巡查数据(表1)。2021年太湖累计发生小范围水质异常4次,为近6年最低值,较“十三五”期间年均值下降47.9%;小范围水质异常最大面积3 km²,为近5年最低值,较“十三五”期间年均值下降32.4%;发生时段仅出现在6月,5月和

7月均未发生,为近6年小范围水质异常最短时间。

表1 2016年以来历年小范围水质异常情况

年份	累次次数/次	最大面积/km ²	发生时间/月
2016	5	2.4	6、7
2017	17	4.8	5、6、7
2018	6	3.5	5、6
2019	10	7.5	5、6、7
2020	10	4.0	5、6、7
2021	4	3.0	6

1.3 湖体水质

根据太湖流域管理局监测数据,2021年1—10月,太湖湖体TP平均质量浓度为0.071 mg/L,较2020年同期下降10.7%,较“十三五”同期均值下降12.6%(图2);TN平均质量浓度为1.24 mg/L,较2020年同期下降20.7%,较“十三五”同期均值下降25.9%。

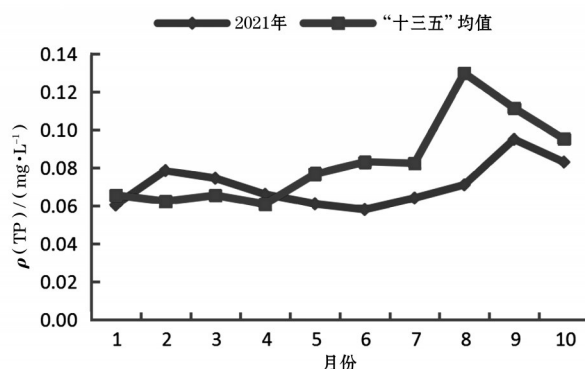


图2 太湖TP质量浓度变化趋势

2 主要影响因素分析

2.1 气象条件

江苏太湖流域人口密度达1 200人/km²,是全国的8.4倍、全省的1.6倍,根据江苏省生态环境部门统计,江苏省太湖流域TP、TN单位国土面积排放强度是全国的5倍和7倍,入湖负荷长期超环境容量的现状短期内难以根本转变,太湖蓝藻总体仍呈早发、多发、频发态势。在这种条件下,气象条件是蓝藻生长的最重要因素,一旦气象、水文条件适宜,就可能大面积蓝藻暴发。

根据江苏省气象部门统计数据,2021年1—2月,太湖地区平均气温7.2℃,比多年平均气温高2.8℃,为2007年以来最高气温,降水量81.1 mm,比

多年平均减少 39.8 mm,日照实数 302.8 h,比多年平均偏多 62.1 h。2021 年 1—2 月太湖地区气温偏高、日照偏多、降雨偏少,各气象条件均有利于蓝藻越冬。从应急度夏期的情况来看,2021 年 1—10 月,太湖地区平均气温 19.3 ℃,同比提高 0.2℃,降水量 1 249 mm,同比减少 171 mm,日照时数 1 550 h,同比增加 114 h,同样有利于蓝藻生长。

2.2 望虞河引江济太

根据引江济太运行数据,2021 年望亭立交累计运行 105 d,累计入湖水量 7.20 亿 m³,其中运行天数比 2020 年增加 228%,入湖水量比 2020 年提高 205%,为 2016 年以来最大入湖年份,入湖水量较“十三五”期间年均值高 84.1%。

长江水质优良,引江济太是太湖目前唯一一条水质、水量均能得到保障的清水补给通道,也只应对太湖北部湖湾水体流动性不足、遏制蓝藻水华生长和积聚的重要措施。2011 年国家防汛抗旱总指挥部印发的《太湖流域洪水与水量调度方案》,从流域防洪安全的角度出发,对汛前以及汛期引江入湖提出了较为严格的限制,为统筹应对太湖水安全、水生态、水环境等问题,江苏省政府 2020 年底专门建立引江济太联席会议制度,统筹协调安全度夏和安全度汛的矛盾,向流域机构提出引江济太诉求,得到了水利部及流域机构的认可。2021 年 1—5 月,共实施 3 次引江济太,累计引水 84 d,时长占到该时段的 55.6%,同样为 2016 年以来新高。这段时间包括蓝藻越冬和蓝藻加速生长的 2 个关键时期。这段时期,通过加长引江入湖的时间,有效地促进了北部湖湾的水体流动,遏制了蓝藻的生长。

由于蓝藻的泵吸效应,可以释放太湖底泥中磷元素,造成湖体 TP 质量浓度升高^[4],引江济太可以遏制蓝藻生长,也有利于控制湖体 TP 质量浓度。如图 2 所示,“十三五”期间 1—8 月,随着蓝藻生物量的增加,太湖湖体 TP 质量浓度随之增加,由于 2021 年度 1—6 月持续开展的 3 次引江济太清水入湖,控制了湖体蓝藻生物量,2—6 月湖体 TP 质量浓度不升反降。

2.3 新沟河、新孟河工程调度

新沟河、新孟河延伸拓浚工程相继通水投运,其中 2021 年台风“烟花”期间,新孟河外排洪水 5 500 万 m³,新沟河全年排水 13.8 亿 m³,2 项工程全年累计排水 14.3 亿 m³。太湖西北部地区,是太湖流域污染负荷、入湖水质压力最大的地区,受近 10 年

来太湖地区降水量增加的影响,太湖入湖水量及污染负荷有增加的趋势。通过新沟河、新孟河排水调度,有效减少了入太湖水质难以达标的区域滞水,减轻了入太湖污染负荷压力,有利于维持太湖湖体优良水质,进而有利于遏制太湖蓝藻生长^[5]。

2.4 蓝藻打捞

太湖蓝藻打捞是防止蓝藻在近岸堆积发臭、引发湖泛灾害的重要措施。2021 年全湖累计打捞蓝藻 213 万 t,其中无锡市区 107 万 t、宜兴市 73 万 t、常州市武进区 21 万 t、苏州市 12 万 t。在 2021 年度蓝藻水华面积和湖体蓝藻生物量均有所降低的情况下,2021 年度蓝藻打捞量比 2020 年提高 5%,较“十三五”期间年均值提高 8.8%。蓝藻打捞也直接削减了湖体内的营养物质,相当于减少湖体内的 1 000 t 氮、200 t 磷。

蓝藻打捞量的提升主要有 2 个方面原因,一是环湖各地打捞能力的不断提升,从源头打捞,到中端藻水分离,再到末端藻泥资源化利用及无害化处置,能力均有不同程度的提升^[6]。特别是作为蓝藻打捞处置能力较为薄弱的宜兴市,通过提升藻水处置分离能力,2021 年蓝藻打捞量同比提升了 26.7%。另一方面重要原因是蓝藻打捞处置监管力度的加强,江苏省水利厅派出督查组,在蓝藻打捞高峰期,实施不间断的驻点督查,大力强化了地方蓝藻打捞责任的落实。

2.5 生态清淤

生态清淤是削减太湖底泥内源污染、降低湖泛风险最直接的措施,2020—2021 年,全湖累计完成太湖应急生态清淤工程 159 万 m³,其中贡湖湾北部近岸水域 109 万 m³,竺山湖及太湖西沿岸近岸水域 33 万 m³,实施区域主要位于湖泛易发区。从工程效果来看,应急清淤工程发挥了显著的效益,清淤实施后,贡湖湾未发生小范围水质异常(小范围湖泛),竺山湖太湖西沿岸近岸水域小范围水质异常的发生范围和频次也大幅降低。

2.6 湖西区沿江引水

长江水质优良,引江调水不仅是弥补本地水资源不足、保障枯水期河道生态基流的重要途径,也是改善河网及湖体水体流动性、增加区域水环境容量的重要措施^[7-8]。据初步统计,2021 年湖西区沿江口门共计引水 37.2 亿 m³,比 2020 年多 5.1%,比“十三五”年均值多 24.2%,但是 2021 年太湖水质明显好转,并没有引起太湖 TP 质量浓度增加,说明沿江引水量增加并不是太湖 TP 反弹的主要因素。

3 结论与建议

2021年安全度夏期间,太湖水质明显改善、蓝藻生物量降低、小范围水质异常时间明显减少。2021年1—10月,太湖蓝藻水华累计面积为17 734 km²,Chl-a质量浓度为0.033 mg/L,小范围水质异常发生频次为4次,湖体TP平均质量浓度0.071 mg/L,TN平均质量浓度为1.24 mg/L,分别较“十三五”期间同期均值下降30.8%、26.7%、32.4%、12.6%和25.9%。

2021年1—10月,太湖地区平均气温19.3℃,同比提高0.2℃,降水量1 249 mm,同比减少171 mm,日照时数1 550 h,同比增加114 h,主要气象条件均有利于太湖蓝藻生长。

2021年望亭立交累计运行105 d,引江济太累计入湖水量7.20亿m³,同比大幅提高228%、205%。引江济太工程明显改善了北部湖湾的水体流动性,有利于降低蓝藻生物量,并降低湖泛风险。

新沟河、新孟河2021年全年外排涝水14.3亿m³,有利降低入湖污染负荷,有利于维持太湖湖体优良水质。湖西地区沿江引水量增加并不是太湖TP反弹的主要因素。

2021年全年太湖累计打捞蓝藻213万t,同比提高5%,湖泛易发区累计完成生态清淤159万m³。蓝藻打捞和生态清淤削减了太湖内源污染,对降低湖泛风险发挥了重要作用。

目前,太湖入湖污染负荷长期超环境容量的现

状短期内难以根本转变,在“十四五”期间,仍需继续强化蓝藻打捞、生态清淤、骨干引排工程调度等应急度夏水利关键措施,以高质量实现“两个确保”目标。

参考文献:

- [1] 蔡文婷,刘克强,单玉书,等.太湖流域水利发展“十三五”规划关键问题总结与思考[J].水利规划与设计,2017(10):32-35,124.
- [2] 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.
- [3] 张丛林,郑诗豪,刘宇,等.关于推进太湖流域生态环境治理体系现代化的建议[J].环境保护,2020,48(Z2):84-86.
- [4] 殷鹏,张建华,华萍,等.太湖TN、TP、蓝藻生物量变化趋势[J].江苏水利,2021(11):6-9.
- [5] 殷鹏,张建华,华萍.改善东太湖水环境的水工程措施研究[J].江苏水利,2019(7):1-4.
- [6] 殷鹏,张建华,孔繁璠.太湖蓝藻无害化处置资源化利用现状分析与对策研究[J].江苏水利,2019(9):23-25,55.
- [7] 张春松,尤迎华,鲍建腾,等.太湖流域望虞河沿线地区水生态调度需求及对策[J].江苏水利,2020(3):1-4,24.
- [8] 林鹏,陈启慧,李琼芳,等.环太湖各水资源分区入出湖水量及贡献分析[J].水资源保护,2021,37(3):66-73.
- [9] 张伊佳,陈星,许钦,等.太湖下游河网水质变化特征与引水调控效果[J].水资源保护,2020,36(5):79-86.