

# 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\*

中国科学院南京地理与湖泊研究所

## On the cause of cyanophyta bloom and pollution in water intake area and emergency measures in Meiliang Bay, Lake Taihu in 2007

*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, P. R. China*

2007 年 4 月 25 日起太湖梅梁湾暴发了大规模藻类水华暴发时间比过去提前近 1 个月。根据中国科学院太湖湖泊生态系统国家野外科学观测研究站的监测,5 月 2 日梅梁湾所有测点藻类叶绿素 a 含量全部超过 40  $\mu\text{g/L}$ ,其中三山-鼋头渚水域达 179  $\mu\text{g/L}$ ;5 月 27 日的卫星影像图片显示,太湖北部的竺山湾和贡湖湾以及整个西部湖区均发生了大面积的蓝藻水华;随后 5 月 28 日晚,无锡贡湖湾口南泉水厂发生污水团进入水厂取水口恶化水源水质事件,给人民的日常生活带来了短暂的影响。

### 1 原因分析

#### 1.1 太湖局部水质恶化趋势虽受到控制,但全湖仍呈现富营养化态势

“十五”期间环太湖地区各级政府虽然在点源、面源控制开展大量工作,投入巨资进行污水处理厂建设,但是由于对上游湖荡保护强度不够,湖荡生态系统发生了严重退化,太湖失去了第一道天然保护屏障。直接导致从太湖西北部进入的污染物总量升高,增加了湖心区水体氮磷含量,2006 年它们分别比 1996 年增加 2 倍和 1.5 倍,加重了湖心区、湖西区的富营养化。据 2007 年 5 月 2 日全太湖调查结果,除东太湖、东部光福湾、胥口湾以及洞庭西山南部水域外,太湖大部分水域藻类含量处于极高的水平,西部水域以及望虞河口区域水域藻类叶绿素 a 含量超过 100  $\mu\text{g/L}$ ,水华最严重区域的竺山湖湾口,高达 234  $\mu\text{g/L}$ ,是梅梁湾的 4 倍;湖心区达到了 34.82  $\mu\text{g/L}$ 。

#### 1.2 2007 年 1-4 月水温高于正常年份,适宜藻类生长

2007 年初为近 25 年又一个暖冬,1-4 月月平均温度均高于多年平均值,1 月高 0.36 $^{\circ}\text{C}$ ,2 月高 2.78 $^{\circ}\text{C}$ ,3 月高 1.98 $^{\circ}\text{C}$ ,4 月高 1.88 $^{\circ}\text{C}$ ,尤其是 4 月份,月平均水温为近 25 年中最高,达到 19.56 $^{\circ}\text{C}$ ,2007 年 1-4 月太湖水体积温高于多年平均近 207 $^{\circ}\text{C}$ ,尤其是 4 月 25 日以后太湖水温一直维持在 20 $^{\circ}\text{C}$  以上,为藻类生长提供了良好温度条件。

#### 1.3 2007 年 1-4 月份太湖水位相对较低

1-4 月太湖始终处于相对较低的水位,4 个月平均水位为 2.94 m(吴淞零点),低于近 25 年水体积温最高的 2002 年 1-4 月平均水位 13.4 cm,比常年平均水位低 5 cm,加上整个太湖水温相对较高,促进了藻类生长。

#### 1.4 2007 年 1-4 月份偏南风风场显著高于往年平均,使得其他湖区的藻类易于向梅梁湾聚集

据往年统计,1-4 月太湖多年平均偏南风占风场的比例一般分别为 31%、31%、40%、43%,而 2007 年 1-4 月偏南风所占比例则分别为 72%、49%、46%、41%。除 4 月份外,均高于多年平均比例。尤其是 1-3 月比例的增加,使得太湖南部藻类在风的作用下较正常年份易向太湖北部富集。此外 2007 年 3 月、4 月风速明显偏小,小于 4m/s 的发生频率约占风场的 62% 和 70%,比多年平均高出 10-15%,有利于微囊藻上浮,这样在风速相对较小偏南风的作用下,藻类更易向太湖北部水域富集,从而在梅梁湾湖区形成大规模的水华。

#### 1.5 无锡南泉水厂取水口污水团成因分析

由于南泉水厂东部沿岸河汊、渔港以及芦苇丛处于南风、西南风、东风下风向,大太湖的蓝藻水华漂移到此处后,藻类极易堆积、腐烂沉降,在河口以及近岸淤积,加上贡湖北岸河口及其附近含有大量陆源污染沉积物,二者共同作用形成了复合污染沉积物。该复合污染沉积物比重轻,在南风、东风驱动的风浪作用下

\*. 2007-06-16 收稿。撰写人:孔繁翔,胡维平,谷孝鸿,杨桂山,范成新,陈开宁(排名不分先后)。

发生再悬浮,使其厌氧降解形成的溶解有机物释放进入水体,形成污水团. 该污水团在湖面风场、水厂取水产生的引流和望虞河引江吞吐流共同作用下,向贡湖南泉水厂取水口移动,并进入取水口,造成水质恶化事件.

## 2 太湖梅梁湾蓝藻水华治理方案建议

### 2.1 重点湖区蓝藻水华的应急治理

依据长期观测,太湖梅梁湾湖区蓝藻水华主要是由其他湖区的蓝藻随风和湖流集聚到该湖区,以及该湖区内蓝藻自身生长两部分所构成. 建议:采取必要的隔离措施,减少外源蓝藻水华漂移进入景观湖区;同时,在蓝藻水华堆积的近岸区域,采用相对安全的改性粘土絮凝方法,沉降蓝藻,消除蓝藻在水面堆积、死亡与发臭,改善水质与湖泊景观. 具体方法:

2.1.1 减少外来水华蓝藻在景观湖区内的集聚 在鼋头渚至大箕山一线,采用固体浮子式橡胶围油栏,将梅梁湾主要景观湖区与外太湖隔离,减少外来的湖面水华蓝藻漂移进入该湖区,因该围栏为柔性,可与卷绕机配合灵活布放与开闭,同时围栏留有旅游船只通行口.

2.1.2 围隔外侧集聚水华蓝藻的去除 根据天气预报,风向为南风时围栏关闭,并在围栏外侧的“锅底”聚集蓝藻,以便采用捞藻船等机械方式或人工去除.

2.1.3 景观湖区内蓝藻水华的沉降 蓝藻水华堆积的近岸区域,采用改性粘土进行喷洒,使水面蓝藻沉降到底泥. 采用船只用高压喷枪人工喷洒.

2.1.4 利用现有水利工程,适当提高大湖水位,加速湖湾水体流动 提高水位可显著降低太湖升温速度;控制太湖藻类生长繁殖. 在不影响防洪安全的前提下,利用太湖现有水利工程,控制太湖水体出流,通过望虞河引江通道自引和泵引方式增加入湖水量,将太湖水位由 2.93 m 尽快提升至 3.1 - 3.2 m 左右. 也可以通过相应的水利工程实施,促使梅梁湾内水的流动加快,减少全湖蓝藻水华在湾内的堆积.

2.1.5 重点保护饮用水源地和强化水质处理 对饮用水水厂附近湖区的底泥淤积分布进行全面清查,及时实施生态清淤,清除可能存在的臭源. 同时加强水厂处理工艺改造,提高水厂处理藻类以及恶臭的能力.

### 2.2 太湖梅梁湾景观湖区蓝藻水华预防措施

2.2.1 太湖重点湖区的蓝藻水华的预测与预警 特定湖区内蓝藻水华的形成是由其它湖区浮于水面的蓝藻在合适的气象条件下,随风和湖流集聚到该湖区,加之该湖区内蓝藻自身生长两部分所构成,其形成与发展受营养盐水平、风速、风向、湖流等水文与气象要素的影响,从理论上是可以预报的. 因此在充分认识蓝藻生长和水华形成规律的基础上,应建立太湖蓝藻水华的预测预警系统,开展蓝藻水华的形成、漂移和堆积的遥感监测系统研究.

2.2.2 提前采取措施预防蓝藻水华的发生 在近期全湖营养盐还无法得到有效削减的情况下,建议未来几年内的每年 4 月份左右,即蓝藻开始复苏并大量繁殖前,在蓝藻最早生长的水域以及景观湖区和水厂取水口外,根据天气预报的温度、风速和风向,提前采取措施,将正处于生长繁殖初期的蓝藻群体沉降或捞取,控制其生长,减少蓝藻种源及其水华的发生概率.

2.2.3 蓝藻转移去除与资源化 建议在梅梁湾、竺山湾等蓝藻堆积湖区建设蓝藻水华转移去除沟渠或管道,利用电力或水流将浓厚的蓝藻转移出太湖,并建设沼气发酵池,对蓝藻进行深度处理,减少水华蓝藻在湾内的堆积总量和堆积时间.

### 2.3 太湖富营养化治理与蓝藻水华的全面控制

蓝藻水华的形成从根本上还是由于流域内人类活动导致营养盐进入湖泊,导致湖泊水体中营养盐浓度过高所引起. 因此建议:(1) 优化太湖流域土地利用模式和产业结构,改造全流域污水处理厂,提高去除氮磷能力;实施初期雨水排江;控制农田人工复合肥料量使用,降低农田氮磷流失量,减少农村生活与生产污染物排放;建立中水回用制度,全面有效控制源头污染排放.(2) 开展河网生态修复与水力调度技术集成与综合示范研究,疏浚太湖北部湖湾和环太湖淤塞河道,提高河网自净能力,加快上游漏湖等湖荡生态保护与修复,大幅削减进入梅梁湾的武进港、直湖港和梁溪河三条河流以及太滬运河和漕桥河进入竺山湾的入湖营养负荷.(3) 开展湖湾及其湖滨带生态修复技术与工程示范研究,逐步恢复湖泊自然生态系统的结构与功能.(4) 进一步开展水源地水质改善技术综合集成与示范工程长效运行机制研究,确保供水安全.(5) 开展流域水污染综合整治与环境功能分区管制实验示范研究;强化交界断面监测、实施超标补偿、低标奖励制度;形成太湖流域水污染控制总体方案和长效管理机制.