

# 南京南湖底泥疏浚后水质演化规律调查

周可为, 钱玮燕, 王磊, 庞伟

(南京市建邺区环境监测站, 江苏 南京 210019)

**摘要:** 对疏浚后的南京南湖底泥的 TP、TN 和 COD 释放规律、补水后的水质状况以及藻类演替规律进行了调查。结果表明, 上覆水中 TP 平均质量浓度基本不随自来水补入量的增加而发生变化, TN 和 COD 质量浓度随自来水补入量的增加而增大; 水体中的 TP、TN 和 COD 含量总体呈上升趋势; 从 2005 年 3 月中旬起, 出现藻类的大量繁殖, 在 2005 年 7 月发生水华, 藻类优势种由裸藻、隐藻和小环藻演替为裸藻、栅藻和韦斯藻, 藻类总量由 2005 年 3 月的  $3.7 \times 10^6 \text{ L}^{-1}$  上升到 2006 年 4 月的  $1.5 \times 10^7 \text{ L}^{-1}$ 。

**关键词:** 底泥疏浚; 水质; 南京南湖

中图分类号: X832 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2012)02-0037-03

## Assessment for Water Quality Change after Sediment Dredging of South Lake in Nanjing

ZHOU Ke-wei, QIAN Wei-yan, WANG Lei, PANG Wei

(Jian Ye Environmental Monitoring Station of Nanjing, Nanjing, Jiangsu 210019, China)

**Abstract:** TP, TN and COD release, refilled water quality and algae change were investigated after sediment dredging for South Lake of Nanjing. The results showed that average concentration of TP in the water had not changed but average concentrations of TN and COD increased after the refilled water. The concentrations of TP, TN and COD were rising. From the March of the year 2005, a large number of algae reproduced. Algal bloom happened in the July of the year 2005 and dominant species of alga community changed from euglena, cryptomonas, cyclotella to euglena, scenedesmus and wes algae. The algae concentration increased from  $3.7 \times 10^6 \text{ L}^{-1}$  in the March of the year 2005 to  $1.5 \times 10^7 \text{ L}^{-1}$  in the April of the year 2006.

**Key words:** Sediment dredging; Water quality; South Lake of Nanjing

### 1 南湖概况

南湖是南京市内陆性浅水湖泊, 紧邻著名的莫愁湖和秦淮河, 南湖水域面积约 6 万  $\text{m}^2$ , 平均水深为 1.5 m, 属封闭性湖泊, 大气降水是南湖唯一的补给水源(如果降雨量大, 通过闸门泄洪)。2003 年 10 月开始对南湖底泥进行疏浚, 对直排入湖的工业污染源和生活污染源进行截污, 2004 年 12 月用自来水对南湖进行补水, 补水量后蓄水量约为 70 000  $\text{m}^3$ 。由于南湖属长江冲击滩, 底泥厚度较深, 疏浚后的南湖底泥厚度浅处有 10 cm, 深度则达 200 cm, 底泥中 TP、TN 含量仍然较高, TP 为 980  $\text{mg/kg} \sim 1\,880 \text{ mg/kg}$ , TN 为 1 440  $\text{mg/kg} \sim 3\,550 \text{ mg/kg}$ 。南湖水质污染源为底泥内源污染、地表径

流污染、大气降尘污染和游人人为污染。现对疏浚后的南湖水质指标 TP、TN、COD 和藻类进行了为期 16 个月的监测。

### 2 底泥 TP、TN 和 COD 释放规律

南湖湖型基本呈平底缓坡型, 在东侧和北侧呈较为明显的阶梯形, 在放入自来水前, 由于雨水和地下水交换, 在南湖底部约有 30 000  $\text{m}^3$  的面积覆

收稿日期: 2010-04-07; 修订日期: 2012-02-27

基金项目: 疏浚后城市富营养化湖泊水环境综合整治与生态修复示范工程研究基金资助项目

作者简介: 周可为(1969—), 女, 江苏盱眙人, 高级工程师, 大学本科, 主要从事环境监测与管理工。

盖约为 0.3 m 的水。为使南湖达到最佳生态需水量,于 2004 年 12 月 14 日起以 320 m<sup>3</sup>/h 的速度持续向南湖补充自来水,于 2004 年 12 月 22 日结束,共补水 192 h,补水量约为 61 440 m<sup>3</sup>。TP、TN 和 COD 总量见表 1,在计算 TP、TN 和 COD 总量时采

用东、西两测点的平均值。为了解底泥 TP、TN 和 COD 释放现象,按补水时间 1 d~8 d,在南湖东、西两测点对上覆水中 TP、TN 和 COD 水质指标进行监测,见图 1( a ) ( b ) ( c )。

表 1 南湖上覆水中 TP、TN 和 COD 总量

Table 1 TP, TN and COD concentration in surface water of South Lake

放水时间 /d	1	2	3	4	5	6	7	8
V( 总水量 ) /m <sup>3</sup>	16 680	24 360	32 040	39 720	47 400	54 080	62 760	70 440
$\rho_{\text{平均}}(\text{TP}) /(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.12	0.18	0.14	0.16	0.15	0.14	0.15	0.14
$\rho_{\text{平均}}(\text{TN}) /(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.70	1.76	1.40	1.71	1.78	2.06	2.42	2.59
$\rho_{\text{平均}}(\text{COD}) /(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	9	12	10	14	19	22	26	30
m( TP ) /kg	2.0	4.4	4.5	6.4	7.1	7.6	9.4	9.9
m( TN ) /kg	11.7	42.9	44.9	70.7	84.4	111	152	182
m( COD ) /kg	133	292	320	556	901	1 19 0	1 63 2	2 11 3

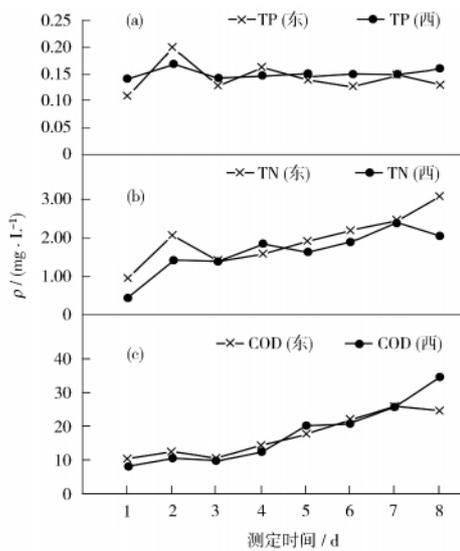


图 1 上覆水中 TP、TN 和 COD 质量浓度随自来水放入时间的变化

Fig. 1 TP, TN and COD concentration in surface water with time change of tap water in South Lake

在 2004 年 12 月 14 日补水之前,对南湖已有上覆水进行 TP、TN 和 COD 水质指标测定,东测点 TP、TN 和 COD 测定值分别为 0.21 mg/L、1.12 mg/L 和 13 mg/L,西测点测定值分别为 0.20 mg/L、1.24 mg/L 和 15 mg/L。补水 1 d 时,上覆水覆盖的湖面没有明显的变化,补水 2 d 时,上覆水中 TP、TN 和 COD 的质量浓度大幅增加,这是由于南湖有大量裸露湖底面被补入的自来水覆盖,裸露湖底面大量释放 P、N 导致水体中 TP、TN

质量浓度大幅增加<sup>[1-4]</sup>。

### 3 补水后水质状况

为了解南湖在补入自来水后水质状况,自 2004 年 12 月起,对南湖水体水质在东、西 2 测点进行为期 16 个月的监测,每月监测 1 次,监测指标为 TP、TN 和 COD,其质量浓度见图 2( a ) ( b ) ( c )。

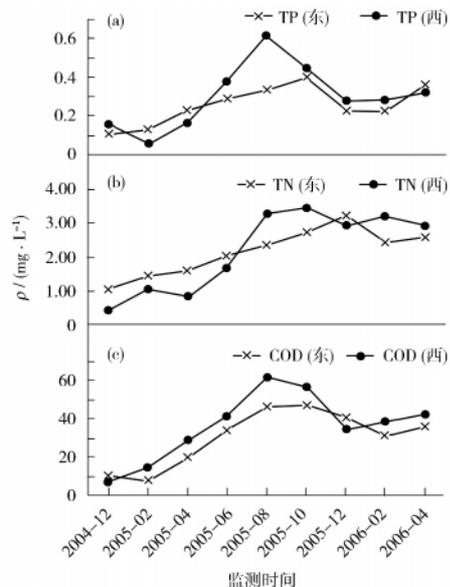


图 2 南湖水体 TP、TN 和 COD 质量浓度  
Fig. 2 Monitoring results of TP, TN and COD concentration in South Lake

南湖在自来水补水后, 水体中 TP、TN 和 COD 质量浓度均随着时间的增加呈上升趋势, 并受季节影响显著。TP、TN 和 COD 在冬季出现最低值, 特别是在 2005 年 2 月, 东西两测点 TP、TN 和 COD 的平均值分别为 0.08 mg/L、1.24 mg/L 和 11 mg/L, 低于自来水补水时 TP、TN 和 COD 的平均值, 水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838 - 2002) III 类水水质标准。在夏季 TP、TN 和 COD 的质量浓度快速增加, 达到最大值, 特别是 2005 年 8 月, 东西 2 测点 TP、TN 和 COD 的平均值高达 0.57 mg/L、2.81 mg/L 和 59 mg/L, 水体水质为劣 V 类。到第 2 年冬季, TP、TN 和 COD 又出现较低值, 但水质仍为劣 V 类<sup>[5-8]</sup>。

4 南湖近年水质状况

2005 年 10 月, 南湖公园采取人工打捞、少量灌注自来水、增加水的流动性和活性、减轻水的富营养化水平等措施减缓水质恶化速度, 同时向南湖投放花鲢、白鲢、草青等质量在 0.5 kg 以上的食草类鱼种 10 000 余条, 螺蛳、河蚌等水底生物约 500 kg, 在公园东侧的 4 000 m<sup>2</sup> 湿地景区内栽植菖蒲、睡莲等水生植物, 通过自然生物链的方式净化

水质。近年来, 水质逐步趋于好转, 见表 2。

表 2 南湖 2007 年—2010 年水质监测结果 mg/L  
Table 2 Water quality monitoring results from the year 2007 to the year 2010 mg/L

年份	TP	TN	COD
2007	0.14	1.90	39
2008	0.20	2.22	32
2009	0.12	1.61	44
2010	0.14	1.28	26

5 南湖水体藻类监测结果

藻类种类和藻类数量监测结果见表 3。

由表 3 可见, 2005 年 1—2 月, 水体没有监测出藻类; 随着气温升高, 2005 年 3 月中旬, 南湖水体突然变红变黑, 透明度显著降低, 经监测, 出现了藻类的大量繁殖, 主要为裸藻、隐藻和小环藻, 藻类总量达  $3.7 \times 10^6 L^{-1}$ 。到 2005 年 7 月, 水体出现了严重水华, 藻类总量达  $8.6 \times 10^6 L^{-1}$ , 同时出现了栅藻、鼓藻和新月藻等新的藻类<sup>[9]</sup>。2006 年 3 月, 藻类又一次出现最高值, 达  $1.9 \times 10^7 L^{-1}$ , 并出现了大量韦斯藻, 达  $1.5 \times 10^7 L^{-1}$ 。

表 3 南湖水体藻类种类和藻类数量监测结果<sup>①</sup>

Table 3 Monitoring results of algae species and algae concentration in South Lake<sup>①</sup>

监测时间	裸藻	隐藻	小环藻	直链藻	栅藻	韦斯藻	鼓藻	新月藻	其他藻	藻类总数 / $10^6 L^{-1}$
2004 - 12 - 22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2005 - 01 - 24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2005 - 02 - 23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2005 - 03 - 23	+	+	+	—	—	—	—	—	+	3.7
2005 - 06 - 20	+	+	+	—	+	—	—	—	+	6.0
2005 - 07 - 29	+	—	+	—	+	—	+	+	+	8.6
2005 - 08 - 16	+	+	+	+	—	—	—	—	+	5.8
2005 - 09 - 13	+	—	—	+	—	—	—	—	+	3.2
2005 - 11 - 27	+	+	+	—	—	—	—	—	+	3.8
2006 - 01 - 23	+	—	—	—	+	+	—	—	+	4.2
2006 - 02 - 21	+	—	—	—	+	+	—	—	+	12
2006 - 03 - 22	+	+	+	—	+	+	—	—	+	19
2006 - 04 - 19	+	+	+	—	—	—	—	—	+	11

①“+”表示有此类藻, “—”表示未检出。

6 结语

南湖经过截污、疏浚后, 虽然没有工业废水和生活污水排入湖, 但南湖在补入自来水后 3 个月就出现藻类大量繁殖, 透明度降低的现象, 水质再次

出现富营养化, 并持续保持在严重富营养化状态。表明南湖在外源性 P、N 基本被截断后, 底泥中营养盐的持续释放, 使水体中的 TP、TN 和 COD 含量

(下转第 67 页)

进。鉴于目前环境监测技术及法律体系不完善的现状,切忌贸然行事,否则只会造成环境监测行业更加混乱。比如竣工验收,目前缺乏相关法律的约束,如果现在引入市场机制,很难避免企业与监测机构合作以逃脱政府的监管。

在市场化建立起来之前还要大力加强各级监测站的建设,加大先进设备投入,想方设法引进优秀人才,为引入市场机制做准备。在各种法律体系完善中,适时引入市场机制,逐步培育起一个竞争有序、监管到位的环境监测行业。

#### 4 结论

与美国相比,中国的环境监测行业无论体制机制还是技术装备都比较落后,要解决环境监测行业深层次的问题以及应对外资机构和其他社会化环境监测机构带来的挑战,改革势在必行。但必须清醒地认识到环境监测行业改革的复杂性与艰巨性,既要克服急功近利的心态,又不能裹足不前,环境监测行业改革必须有序、稳步地开展,使之最终与环境管理的要求及社会经济发展水平相适应。

#### [参考文献]

- [1] 冷宇祥. 加入 WTO, 环境监测站面临的机遇和挑战[J]. 环境监测管理与技术, 2001, 13(6): 4-6.
- [2] US EPA. QA/G-4 Guidance on systematic planning using the data quality objectives process[R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2006.

- [3] US EPA. QA/R-5 EPA requirements for quality assurance project plans[R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2001.
- [4] US EPA. QA/G-5 Guidance for quality assurance project plans[R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2002.
- [5] US EPA. QA/G-6 Guidance for preparing standard operating procedures(SOPs) [R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2007.
- [6] US EPA. QA/G-8 Guidance on environmental data verification and data validation [R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2002.
- [7] US EPA. QA/G-7 Guidance on technical audits and related assessments for environmental data operations[R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2000.
- [8] US EPA. QA/G-9R Data quality assessment: a reviewer's guide[R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2006.
- [9] US EPA. QA/G-9AS Data quality assessment: statistical methods for practitioners[R]. Washington D C: Office of Environmental Information, 2006.
- [10] 王炳华, 赵明. 美国环境监测一百年历史回顾极其借鉴(续三)[J]. 环境监测管理与技术, 2001, 13(3): 10-14.
- [11] 国家质量技术监督局认证与实验室评审管理司. 计量认证/审查认可(验收)评审准则宣贯指南[M]. 北京: 中国计量出版社, 2001.
- [12] 国家环境保护局. 环境监测机构计量认证和创建优质实验室指南[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.
- [13] 池靖, 刘砚华. 环保系统计量认证的工作程序[J]. 环境监测管理与技术, 2002, 14(4): 1-4.

(上接第39页)

增加,同时也表明,南湖的自净能力较弱,依靠自主恢复的生态系统难以抑制底泥营养盐的释放和藻类大量繁殖。因此,在对像南湖这样的城市浅水湖泊实施截污、疏浚等环境工程时,应采用生态重建技术强化对内源性污染的控制。

#### [参考文献]

- [1] 金相灿, 刘鸿亮. 中国湖泊富营养化[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [2] 谢雄飞, 肖锦. 水体富营养化问题评述[J]. 四川环境, 2000, 19(2): 22-25.
- [3] 杨广利, 韩爱民, 刘铁现, 等. 洪泽湖富营养化与环境理化因子间的关系[J]. 环境监测管理与技术, 2003, 15(3): 17-20.

- [4] 金相灿. 湖泊富营养化控制和管理技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [5] 卢嘉, 李小平, 陈小华. 淀山湖总氮和总磷的时空模拟分布[J]. 环境监测管理与技术, 2010, 22(6): 32-38.
- [6] 庄一廷. 湖泊、水库富营养化的监测[J]. 环境监测管理与技术, 2005, 17(4): 26-27.
- [7] 郑晓红, 汪琴. 淀山水质状况及富营养化评价[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(2): 68-70.
- [8] 荆红卫, 华蕾, 孙成华, 等. 北京城市湖泊富营养化评价与分析[J]. 湖泊科学, 2008, 20(3): 357-363.
- [9] 王云中, 杨成建, 陈兴都, 等. 不同水动力条件对景观水体富营养化模拟过程中藻类演替的影响[J]. 环境监测管理与技术, 2011, 23(2): 23-27.

本栏目责任编辑 薛光璞 李文峻