

长春市南湖水质状况分析

赵丹石¹ ,宋福强² ,王保忠³ ,何兴兵³

(1. 吉林省环境监测中心站 ,吉林 长春 130011 2. 黑龙江大学生命科学学院 ,黑龙江 哈尔滨 150080 3. 南京大学生命科学学院 ,江苏 南京 210093)

摘要 对 1999 ~ 2004 年长春市南湖游泳区、湖心区、荷花区 $\text{NH}_3\text{-N}$, BOD_5 , COD_{Cr} , TN , TP 等 5 项水质指标的监测资料进行统计分析和评价。结果显示 ,南湖在经过 2000 ~ 2002 年的底泥疏浚治理后 ,水质状况有了显著的改善 ,特别是荷花区水域的一些监测指标已经达到或接近 GB 3838—2002 Ⅲ类水体标准值 ;但游泳区和湖心区的水质仍表现出富营养化 ,水体中 TP , TN 超标现象较为严重。建议在湖泊水体污染治理过程中 ,在截断外源污染的前提下 ,最好采取生态治理和工程治理等多种措施相结合的办法。

关键词 水质 ;生态治理 ;底泥疏浚 ;长春市

中图分类号 :X524 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2006)03-0075-03

Investigation on the water quality of Nanhu Lake in Changchun City

ZHAO Dan-shi¹ , SONG Fu-qiang² , WANG Bao-zhong³ , HE Xing-bing³

(1. Environment Monitoring Center Station of Jilin Province , Changchun 130011 , China ; 2. School of Life Sciences , Heilongjiang University , Harbin 150080 , China ; 3. School of Life Sciences , Nanjing University , Nanjing 210093 , China)

Abstract :Water quality in swimming area , lake center and water lily area of Nanhu lake in Changchun was statistically analyzed based on data of five water quality indices , including $\text{NH}_3\text{-N}$, BOD_5 , COD_{Cr} , TN , and TP monitored from 1999 to 2004. Results show that the water quality of Nanhu lake in Changchun is significantly improved after sediment dredging from 2000 to 2002 , and the indices of water quality in water lily area even reach or approach to the third level of GB3838-2002. But there is still eutrophication in the swimming area and lake center , and TP and TN in the water seriously exceed the normal level. It is suggested that besides the truncation of exotic pollution , measures such as ecological and engineering method could be adopted to control the pollution.

Key words :water quality ; ecological treatment ; sediment dredging ; Changchun City

长春南湖(43°51'N ;125°18'E)是吉林省长春市内的主要风景区和天然浴场 ,是一小型半封闭式浅水内陆人工湖泊 ,湖水面积 0.96 km² ,平均水深 3.3 m ,库容 242 万 m³ ,汇水面积 14.36 km² ,平均水力学滞留时间 270 d 左右。20 世纪 60 年代以前 ,南湖水质良好 ,湖水清澈 ,曾作为城市部分居民的饮用水源。水中鱼贝种类繁多 ,鱼年产量可达 60 000 kg 以上。但是 ,20 世纪 80 年代以来 ,湖周建起了多处宾馆、饭店 ,同时政府也对湖区进行了开发 ,先后建起了多处庭栏区。1983 年 6 月 ,南湖发生了“水华”现象 ,水质骤然恶化 ,溶解氧质量浓度降至 0.0 ~ 1.2 mg/L ,透明度仅为 0.20 m ,pH 值升至 10.4 ~ 10.6^[1-2]。此后每隔数年湖

区都会出现“水华” ,并产生周期性的水变现象^[3]。为改善南湖水污染状况 ,长春市政府高度重视 ,并开展了综合治理工作。20 世纪 80 年代 ,对排入南湖的大部分工业废水和城市生活污水进行截流 ,切断了人为的入湖污染源 ;90 年代 ,大面积实施生态治理工程 ,种植荷花、芦苇、凤眼莲等高等水生植物 ,放养鱼、蚌、螺等水生动物 ,吸收和消耗水中氮、磷 ,同时辅以化学工程治理措施——用化学药剂局部控制可能产生的“水华” ,使水中氮、磷的浓度有所降低 ;“水华”现象基本得到控制 ,但水体富营养化仍没有得到根本改善^[4-5]。21 世纪初 ,南湖实施了底泥疏浚工程治理 ,2000 ~ 2002 年 3 a 间共清除淤泥

83.3 万 m³, 占南湖淤泥总量的 72%^[5]。为了弄清楚这些治理措施是否从根本上解决了南湖水污染问题, 判断长时期的生态治理与近年来的挖泥清污对南湖各区域水质改善效果, 吉林省环境监测中心站等单位对南湖水质时空分布情况进行调查与研究。

1 材料与方法

1.1 监测点布设与样品采集

根据南湖水质在空间上分布不均的特点, 布设具有代表性的 3 个监测点, 见图 1: I 号(南湖东部)游泳区, 该水域受人干扰较为严重; II 号(南湖湖心岛南侧)湖心区; III 号(南湖西部)荷花区, 该水域内种植大量荷花、芦苇等高等水生植物。

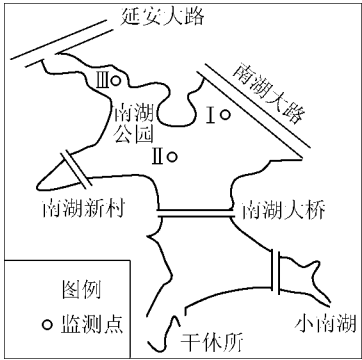


图 1 南湖水质监测点分布示意图

每年 7 月中旬对 3 个监测点进行多点水质采样并及时对样品进行分析, 得出当年的水质指标测定值。

1.2 监测项目与测定方法

选择能够代表水体富营养化特点的 NH₃-N, BOD₅, COD_{Cr}, TN, TP 等 5 项指标来分析水污染程度。各监测项目的测定方法采用地表水环境质量标准基本项目分析方法^[6]。

1.3 数据分析方法

采用 SPSS version 10.0 统计软件对监测指标测定值进行统计分析。

采用污染指数超标倍数方法进行评价, 将南湖各区域的评价因子监测结果的平均值作为实测值, 将其与国家水质标准值进行比较, 评价公式如下:

$$P_i = (C_i - C_{0i}) / C_{0i}$$

表 1 长春南湖不同实验监测点 1999 ~ 2004 年水质监测结果 *

年份	I 号 游泳区					II 号 湖心区					III 号 荷花区				
	ρ (NH ₃ -N)	ρ (BOD ₅)	ρ (COD _{Cr})	ρ (TN)	ρ (TP)	ρ (NH ₃ -N)	ρ (BOD ₅)	ρ (COD _{Cr})	ρ (TN)	ρ (TP)	ρ (NH ₃ -N)	ρ (BOD ₅)	ρ (COD _{Cr})	ρ (TN)	ρ (TP)
1999	2.07 ^{Aa}	9.6 ^{Aa}	38.9 ^{Aa}	4.41 ^{Aa}	0.344 ^{Aa}	2.2 ^{Aa}	9.7 ^{Aa}	36.7 ^{Aa}	4.35 ^{Aa}	0.334 ^{Aa}	1.93 ^{Aa}	8.1 ^{Ba}	37.7 ^{Aa}	3.32 ^{Ba}	0.330 ^{Aa}
2000	1.93 ^{Ba}	10.0 ^{Aa}	37.6 ^{Aa}	4.08 ^{Ab}	0.276 ^{Ab}	2.33 ^{Aa}	8.7 ^{Bb}	37.1 ^{Aa}	3.81 ^{Bb}	0.272 ^{Ab}	1.6 ^{Bb}	7.3 ^{Cb}	38.1 ^{Aa}	2.53 ^{Cb}	0.250 ^{Ab}
2001	1.67 ^{Ab}	8.1 ^{Ab}	32.1 ^{Bc}	3.29 ^{Bc}	0.298 ^{Ab}	1.8 ^{Ab}	8.3 ^{Bb}	36.3 ^{Aa}	4.00 ^{Ab}	0.244 ^{Bb}	1.67 ^{Ab}	6.2 ^{Cc}	37.4 ^{Aa}	2.19 ^{Cc}	0.314 ^{Aa}
2002	2.00 ^{Aa}	7.9 ^{Ab}	34.5 ^{Ab}	3.98 ^{Ab}	0.284 ^{Ab}	1.27 ^{Bc}	7.4 ^{Ac}	34.2 ^{Ab}	3.98 ^{Ab}	0.262 ^{Bb}	1.2 ^{Bc}	6.3 ^{Bc}	32.2 ^{Bb}	2.43 ^{Cb}	0.202 ^{Cc}
2003	1.38 ^{Bc}	5.9 ^{Ac}	33.8 ^{Ab}	2.96 ^{Ac}	0.176 ^{Ac}	1.71 ^{Ab}	6.1 ^{Ad}	34.1 ^{Ab}	2.43 ^{Bc}	0.196 ^{Ac}	1.2 ^{Bc}	5.6 ^{Ad}	30.5 ^{Bb}	1.96 ^{Cc}	0.132 ^{Bd}
2004	1.47 ^{Ac}	6.3 ^{Ac}	31.5 ^{Ac}	2.22 ^{Ad}	0.170 ^{Bc}	1.18 ^{Bc}	5.6 ^{Ad}	32.0 ^{Ac}	1.88 ^{Bd}	0.214 ^{Ac}	0.93 ^{Cd}	4.2 ^{Be}	27.4 ^{Bc}	1.22 ^{Cd}	0.084 ^{Cc}

* 表中测量数据均为平均值(n = 10), 同行同一监测指标后的不同大写字母表示在不同监测点监测到的数据统计上存在差异和差异程度(P < 0.05), 同列不同小写字母表示不同年份内监测到的数据存在差异和差异程度(P < 0.05)。

式中: P_i 为第 i 项因子超标倍数; C_i 为第 i 项因子的实测值 mg/L; C_{0i} 为第 i 项因子的国家标准值 mg/L。

指标因子的国家标准值采用 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅲ类水体(一般鱼类保护区及游泳区)标准值(TN, TP 采用湖泊水库特定项目标准值)即 NH₃-N, BOD₅, COD_{Cr}, TN, TP 的质量浓度标准值分别为: 小于 1.0 mg/L, 4.0 mg/L, 20 mg/L, 1.0 mg/L 和 0.05 mg/L。

2 结果与分析

2.1 不同监测点水质变化情况

表 1 是 1999 ~ 2004 年长春南湖 3 个监测点 5 项指标的具体监测结果。表 1 中 1999 年的监测数据反映底泥疏浚前的水质状况, 2000 ~ 2002 年的监测数据反映底泥疏浚过程中的水质状况, 2003 ~ 2004 年的监测数据反映底泥疏浚后的水质状况。

由表 1 可见长春南湖在实施底泥疏浚工程后, 水体的各项监测指标与底泥疏浚前有明显的降低, 表现出显著差异(P < 0.05), 说明水体的污染状况得到了明显的改善。但是不同的监测点之间水体改善程度有所不同。主要表现在不同的监测点之间同一监测指标在同一年份监测到的数据也有一定的差异, 具体表现为 I 号监测点略大于 II 号监测点, III 号监测点最低。其原因可能是由于 I 号监测点受人干扰大, 因而污染现象比较严重。而在 III 号监测点水域附近, 由于近些年来在水质生态治理过程中栽植了大量的水生植物, 这些水生植物对水质的污染起一定的抑制作用, 因此水质较好。在底泥疏浚前(1999 年) 3 个监测点的同一项指标监测结果差异不显著(TN 除外)(P > 0.05), 而实施底泥疏浚后(2003 ~ 2004 年) 在 III 号监测点监测到的结果显著低于 I 号, II 号同项监测指标(P < 0.05), 这主要是由于工程治理(底泥疏浚) 和生态治理(栽植水生植物) 共同作用的结果。

2.2 不同监测点水质污染状况的评价

图 2(a) 显示了 I 号监测点游泳区内 1999 ~ 2004 年水质超标倍数变化趋势。从图 2(a) 可见, 5 项指

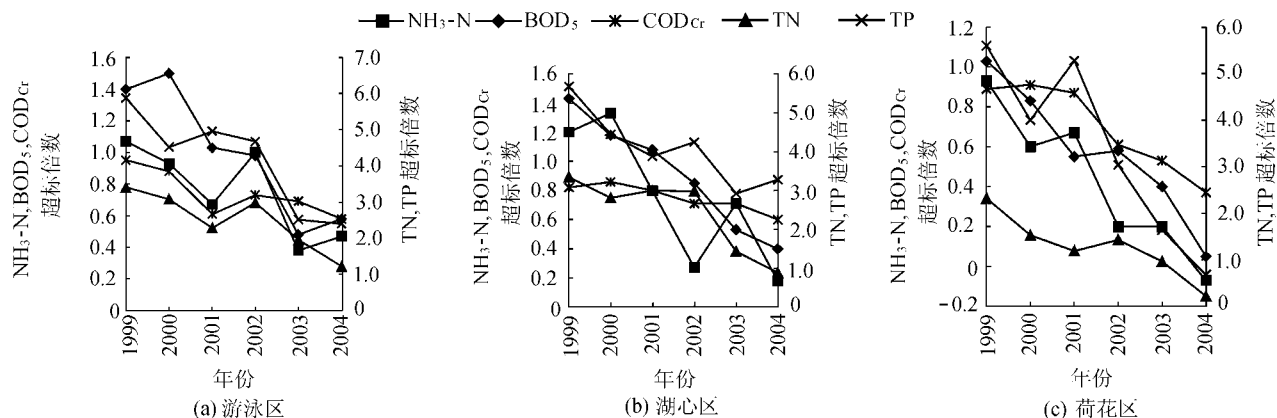


图2 长春南湖湖心岛南侧水质超标变化趋势

标总体超标变化趋势是:随着对南湖实施工程治理的逐步推进及结束,5项监测指标超标倍数也逐渐呈现降低的趋势。在实施底泥疏浚前(1999年)测定的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 、 COD_{Cr} 、 TN 、 TP 等5项监测指标超标倍数分别为:1.07、1.40、0.95、3.41、5.88;而在实施工程治理后的2004年5项监测指标超标倍数分别为:0.47、0.58、0.58、1.22、2.40。水体中 TN 、 TP 超标现象比较严重。水体污染指标虽然有了较大幅度的降低,但仍没有达到GB 3838—2002 III类水体要求,表现出富营养化。

图2(b)显示了II号监测点湖心岛南侧1999~2004年水质超标倍数变化趋势。由图2(b)可见, BOD_5 、 COD_{Cr} 、 TP 几乎呈直线下降,到2004年超标倍数分别为0.40、0.60、3.28,与1999年相比明显降低,但水体中 TP 超标现象仍较为严重。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TN 的超标倍数呈曲线下降,特别是水体中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的含量在清淤工程结束后的2003年有一个大的反弹,超标倍数达0.71,而到2004年却又几乎接近标准值。 TN 的变化幅度较大,1999年超标倍数为3.35,而到2004年超标倍数仅为0.88,比同期游泳区水体内 TN 的超标倍数低。

图2(c)显示了III号监测点荷花区水域1999~2004年水质超标倍数变化趋势。该区域种植大量的荷花和芦苇等水生植物,这些植物是20世纪90年代长春南湖实施生态治理工程的结果。2000~2002年南湖实施底泥疏浚工程后,荷花区的水质改善最为显著。到2004年, $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 、 COD_{Cr} 、 TN 、 TP 等5项监测指标超标倍数分别为:不超标、0.05、0.37、0.22、0.68。这表明该区域的水质基本上接近GB 3838—2002 III类水体水质要求,体现出长春南湖多年的生态治理和工程治理效果显著。

3 结 论

目前国内外湖泊富营养化的控制主要采取截

污、疏浚挖泥、引水冲洗、生物防治及生态调控等治理措施^[7]。长春南湖是东北地区富营养化较重的城市湖泊之一,在经过20世纪80年代的全面截污、90年代的大面积生态治理以及21世纪初的底泥疏浚等一系列的治理措施后,通过对1999~2004年南湖水体的监测数据分析与评价,得出以下结论:

a. 长春南湖不同阶段实施的水体治理措施对水质的改善功不可没,但湖水仍然表现出富营养化,达不到GB 3838~2002 III类水体水质要求,个别监测点超标现象较为严重的指标是 TP 、 TN ,仍需继续加大治理力度。

b. 3个监测点中,荷花区水质状况最好,游泳区最差,表明生物治理措施对消耗水体中的 TP 、 TN 起着重要的作用。

c. 底泥疏浚工程对治理湖水的污染起重要作用。建议在湖泊水体污染治理过程中,在截断外源污染的前提下,最好同时采取生态治理和工程治理等多种措施相结合的办法,并坚持定期对水质进行监测。

参考文献:

- [1] 王宁,张刚,王爱.湖泊内源污染的环保疏浚及其效果[J].环境科学研究,2004,17(2):34-37.
- [2] 长春市环境监测中心站.长春市环境质量报告书[R].长春:长春市环境保护局,2001:122-126.
- [3] 孙胜龙,丁蕴锦.长春南湖底泥磷、氮和重金属元素环境地球化学行为研究[J].环境科学研究,1999,12(4):37-41.
- [4] 徐锐贤,王才,毕树本.长春南湖富营养化与生态治理[M].长春:吉林科技出版社,1999:13-14.
- [5] 金相灿.中国湖泊水库环境调查研究[M].北京:中国环境科学出版社,1990:78-94.
- [6] 国家环境保护局.水和废水监测分析[M].3版.北京:中国环境科学出版社,1989.
- [7] 温丽容,刘乙敏,刘国光,等.广东省跨市河流边界水质状况研究[J].生态环境,2004,13(2):177-179.

(收稿日期 2005-05-18 编辑 徐 娟)