

· 争鸣与探索 ·

生态工程治理玄武湖水污染效果的监测与评价

方 东, 许建华, 徐 实

(南京市环境监测中心站, 江苏 南京 210013)

摘 要: 选取总磷、总氮、叶绿素 a、浮游生物、浮游植物等多项环境监测指标, 对利用生态工程治理玄武湖水环境污染的效果进行了环境监测与评价。指出生态工程治理玄武湖水环境污染效果显著, 经过治理使湖水中生物多样性大大增加, 浮游植物大幅减少, 湖水透明度增加, 总磷、总氮等主要指标大幅下降, 生态工程区中的水环境已从高度富营养化降到中度富营养化。

关键词: 生态工程; 水环境污染; 治理; 环境监测; 评价; 玄武湖

中图分类号: X 830.3 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2001)06-0036-03

Monitoring and Assessment of Effectiveness of Water Pollution Control of the Xuanwu Lake by Ecological Project

FANG Dong, XU Jian-hua, XU Shi

(Nanjing Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210013, China)

Abstract: Several monitoring indicators such as TN, TP, chlorophyll-a, plankton and phytoplankton etc, were used to monitor and evaluate the effect of water pollution control of the Xuanwu Lake by ecological project. After treatment, biodiversity was great increased, phytoplankton was great decreased, transparency of lake water was improved, the indicators of TN and TP were better than before. Water environmental had changed from high eutrophication to middle eutrophication.

Key words: Ecological project; Water environmental pollution; Treatment; Environmental monitoring; Evaluation; The Xuanwu Lake

湖泊富营养化治理是淡水生态学研究的难题, 利用生态工程治理湖泊水环境污染正在实验研究中。南京市于 1998 年开展了生态工程治理玄武湖水环境污染研究工作, 为了解试验研究的效果, 南京市环境监测中心站对其进行了环境监测与评价。

1 生态工程简介

1.1 围隔设置与沉水植物的恢复

根据玄武湖的水质污染现状, 在玄武门北侧北湖, 用滤布分隔一块面积约 40 hm² 水域作为生态工程试验区(以下简称生态区)。在该试验区外设置消浪带, 在该试验区内种植大型沉水植物, 有珠草、金鱼藻、叶绿藻、狐尾草和黑轮藻等。这些沉水植物能适应不同季节生长, 形成了冬绿型、夏绿型、常绿型的植被系列。同时考虑了植物生长后有可能形成二次污染(如荷花残枝叶、水草死亡的残留

物等)的控制技术, 使生态环境向良性、稳定的生态系统过渡。

1.2 增加生物多样性

在生态区内加快引种水生植物的同时, 投放部分水生动物, 增加生态区水生生物的多样性, 投放品种有螺蛳、河蚌、鲢鱼等, 一方面使生态系统趋于完整化与多样化, 同时水生动物对水体也有一定的净化作用, 增强整个生态区的净化效果。

2 环境监测

2.1 监测点位设置

在生态区内按照环境监测布点要求, 设置 3 个监测点。

收稿日期: 2001-07-16; 修订日期: 2001-10-22

作者简介: 方 东(1967-)男, 江苏南京人, 工程师, 学士, 发表论文 8 篇。

2.2 监测项目与分析方法

监测项目: 透明度 (SD)、总磷 (TP)、总氮 (TN)、高锰酸盐指数 (I_{Mn})、悬浮物 (SS)、叶绿素 a (chl_a)、浮游植物、浮游动物和底栖生物等。

分析方法:《环境监测技术规范(第 4 册)》,《湖泊富营养化调查规范(第 2 版)》,《水和废水监测分析方法(第 3 版)》。

3 环境监测结果与评价

3.1 水质化学监测结果与评价

3.1.1 透明度

沉水植物使生态区的水质透明度大幅度上升。从表 1 监测结果看, 4 月~ 8 月透明度最高时达 114 cm, 最低为 65 cm, 而非生态区的水质透明度同期最高仅 59 cm, 最低时 20 cm。

3.1.2 氮、磷的变化

由于沉水植物减少了底质中氮、磷的释放, 将其作为营养盐利用, 因此使生态区内水质中的总氮、总磷浓度显著降低, 见表 1。

3.1.3 高锰酸盐指数和悬浮物浓度明显降低

水生植物能净化有机物, 同时还能封闭底泥, 减少底质上浮量, 使生态区水中 I_{Mn} 和 SS 浓度明显降低, 见表 1。

表 1 水质化学监测结果 mg/L

时间	非生态区					生态区				
	SD ^①	TN	TP	I_{Mn}	SS	SD ^①	TN	TP	I_{Mn}	SS
4 月	40	6.77	0.266	6.8	30	82	5.31	0.136	6.6	31
5 月	59	6.15	0.365	12.1	16	114	3.31	0.064	5.5	12
6 月	29	3.17	0.359	8.7	34	68	1.15	0.154	5.8	26
7 月	28	3.50	0.326	8.2	40	69	1.52	0.174	7.3	14
8 月	20	3.03	0.466	9.3	34	65	1.10	0.171	6.3	17

①SD 的计量单位为 cm

3.2 水生生物监测结果与评价

3.2.1 浮游植物

3.2.1.1 优势种

用生物的优势种作为指示生物, 可以反映水质的变化。玄武湖非生态区的水质监测结果表明其优势种为小环藻和平裂藻, 而生态区的优势种为小环藻和多芒藻。小环藻和多芒藻分属硅藻类和绿藻类, 这两种藻类的存在表明生态区的水质好于非生态区。

3.2.1.2 生物量

生物现存量也是指示水体污染程度、水体富营养化状况的一种指标。玄武湖水体中浮游藻类的数量级长期居高不下, 是玄武湖重富营养的显著特征。1998 年通过对生态区和非生态区生物量的监测, 监测结果见表 2, 从表 2 可见在生态区的藻类已大大减少, 而非生态区内的生物量则与往年相近, 这表明藻类在生态区的生长已受到抑制, 水质得到改善。

表 2 水生生物监测结果

时间	非生态区			生态区		
	藻类 $N/(10^7 \text{ 个} \cdot L^{-1})$	浮游动物 $N/(10^3 \text{ 个} \cdot L^{-1})$	底栖生物 $N/(10^2 \text{ 个} \cdot m^{-2})$	藻类 $N/(10^7 \text{ 个} \cdot L^{-1})$	浮游动物 $N/(10^3 \text{ 个} \cdot L^{-1})$	底栖生物 $N/(10^2 \text{ 个} \cdot m^{-2})$
1991	15	75	8.7			
1992	17	4.3	13			
1993	13	9.4	11			
1994	11	8.8	4.5			
1995	12	10	4.5			
1996	8.7	6.1	7.6			
1997	8.1	4.1	1			
1998- 04				0.62	0.94	9
1998- 05	12	1		0.59	0.37	
1998- 06			7.1	2.1	5.1	
1998- 07	5	2.9	4.2	4.3	6.9	
1998- 08				3.5	3.1	7

3.2.1.3 叶绿素 a 含量

叶绿素 a(Chla) 与浮游植物息息相关,也是评价水质富营养化程度的重要指标。多次监测发现,生态区 Chla 含量已大大低于非生态区,生态区的 Chla 均值比非生态区下降了 87.6%,见表 3。

表 3 Chla 监测结果 mg/m³

时间	生态区	非生态区
4 月	2.6	76.4
5 月	10.3	89.5
6 月	21.9	178
7 月	14.4	128
8 月	21.4	115

3.2.2 浮游动物

3.2.2.1 优势种

1991 年~ 1997 年原生动物是浮游动物中的绝对优势种,1998 年生态区与非生态区仍以其为优势种,但在生态区该优势种正在逐渐减弱,8 月份生态区的浮游动物主要以臂尾轮虫为优势种。这表明,目前玄武湖水水质总体上仍属重富营养化,但生态区的水体富营养化程度已有较大减轻。

3.2.2.2 生物量

浮游动物在生态区与非生态区的数量相差不大,见表 2。但值得注意的是轮虫的数量在生态区内已大大高于非生态区,同时在浮游动物中所占的比例较大,表明生态区水质有所好转。

3.2.2.3 多样性指数

生物多样性指数是评价水质状况的重要指标之一。对浮游动物和植物的评价采用 R. Magalief 指数。

在水质生物监测中,生态区的藻类多样性指数低于非生态区,见表 4。因为水生植物具有克藻效应,所以生态区的浮游动物多样性指数在总体上高于非生态区,表明水生植物起到了一定的净化水质作用。

表 4 生物多样性指数比较

时间	非生态区			生态区		
	藻类	浮游动物	底栖生物	藻类	浮游动物	底栖生物
4 月				0.391	0.326	84.9
5 月	0.892	0.255	55.4	0.556	0	
6 月				1.02	0.562	
7 月	1.2	0.508	61.1	0.853	0.807	
8 月				0.903	0.578	48.6

3.2.3 底栖生物

3.2.3.1 优势种

底栖生物的稳定性强,其在水体中存在可以同时反映水质和底质的状况,是较好的水环境评价指标。在 1991 年~ 1997 年期间,玄武湖水域一直以粗腹摇蚊(富营养化水体指示种)为优势种,1998 年清淤后,对玄武湖非生态区进行监测,结果表明仍以粗腹摇蚊为优势种,而在生态区则以能清洁水体的指示种环棱螺为优势种,说明生态区水质在好转。

3.2.3.2 生物量

在生态区内种植水草,对底栖生物的生存影响非常大。从监测结果看,生态区与非生态区相比有显著差别,其数量较低,见表 2。

3.2.3.3 底栖生物多样性指数

底栖生物多样性指数采用 Goodnight 指数。生态区底栖生物多样性指数总体上大于非生态区,也表明生态区的水质在转变。

3.3 生态区水质好转,富营养化缓解

综合反映氮、磷、叶绿素 a、悬浮物和透明度作用的指标称之为综合营养指数。玄武湖生态区和非生态区的综合营养指数见表 5。根据评价方法,可见生态区的水污染经过治理后,其水环境状况已从高度富营养化降至中度富营养化。

表 5 生态区与非生态区综合营养指数比较

时间	非生态区	生态区
4 月	77.3	54
5 月	73.3	59
6 月	82.3	64.5
7 月	80.2	63
8 月	81	62.3

4 结论

(1) 玄武湖生态区内水生植物净化水质效果显著,湖水透明度大大增加。

(2) 在生态区内水质状况明显改善,主要监测指标大幅度下降,总磷、高锰酸盐指数接近国家地表水 3 级标准。

(3) 玄武湖生态区已成功地恢复了沉水植物,由藻型湖改变为草型湖,浮游植物大幅减少(叶绿素 a 大大降低),生物多样性增加,生态区已从高度富营养化下降到中度富营养化。

以上表明,生态工程治理湖泊富营养化的作用是明显的,玄武湖生态工程为湖泊富营养化的治理提供了科学依据。