

# 淀山湖水质状况及富营养化评价

郑晓红,汪琴

(上海市环境监测中心,上海 200030)

**摘要:**对 2001 年—2007 年淀山湖水质监测结果进行了分析和评价。结果表明,淀山湖的水质均未达到 Ⅲ 类水质标准,主要超标项目为氨氮、TP、TN、石油类、 $I_{Mn}$ 、COD 和  $BOD_5$ 。综合营养状态指数为 60.79~63.57,均处于中度富营养状态,chl<sub>a</sub>与石油类和透明度具有很好的相关性,与 TP 具有较好的负相关性,与  $BOD_5$  具有一定的负相关性,与水温、DO、 $I_{Mn}$ 、COD、氨氮、TN 的相关性不显著。chl<sub>a</sub> 季节变化较为明显。

**关键词:**水质;污染物;富营养化;淀山湖

**中图分类号:** X824 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-2009(2009)02-0068-03

## Evaluation of Water Quality and Eutrophication in Dianshan Lake

ZHENG Xiao-hong, WANG Qin

(Shanghai Environment Monitoring Center, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** The monitoring data from 2001 to 2007 were analyzed to evaluate water quality in Dianshan Lake. The results indicated that the water quality of Dianshan Lake did not achieve water quality standards. The pollutants over standard value included ammonia nitrogen, TP, TN, petroleum,  $I_{Mn}$ , COD and  $BOD_5$ . The comprehensive nutritional status indexes were from 60.79 to 63.57 to show the water quality at medium level of eutrophication. Statistical analysis of results shows a significant correlation between chl<sub>a</sub> and petroleum, a significant correlation between chl<sub>a</sub> and transparency, a negative correlation between chl<sub>a</sub> and TP, a certain extent correlation between chl<sub>a</sub> and  $BOD_5$ . The relations did not been found between and water temperature DO,  $I_{Mn}$ , COD, ammonia nitrogen, total nitrogen. The seasonal variation of chl<sub>a</sub> was obvious.

**Key words:** Water quality; Pollutant; Eutrophication; Dianshan Lake

淀山湖位于太湖流域下游,地处江苏、浙江和上海两省一市的交界处,是太湖流域重要的下泄通道和上海市境内最大的湖泊。作为黄浦江上游来水的主要水源之一,是上海市地表水监测的重点之一。

近年来,随着太湖流域及周边地区国民经济和工业生产的发展,淀山湖的水质正在逐年恶化,富营养化是淀山湖目前所面临的重大生态问题之一。现根据 2001 年—2007 年淀山湖水质监测结果,对淀山湖水质状况及富营养化进行分析评价<sup>[1-7]</sup>。

### 1 分析方法

#### 1.1 监测点位和频率

淀山湖共设 13 个水质监测点,其中,大朱厓

港、千墩港口、急水港桥、白石矾桥为省市边界来水水质监测点;西闸、淀峰 2 个监测点位于淀山湖主要出水口;赵田湖中心、湖心北区、湖心南区、湖心东区、四号航标为湖体本部监测点,游泳场和网箱渔场 2 个监测点表征功能区水质,每月监测 1 次。监测点位见图 1。

#### 1.2 监测项目

水温、pH、DO、 $I_{Mn}$ 、COD、 $BOD_5$ 、氨氮、挥发酚、石油类、TP、TN、氟化物、Se、氰化物、As、Hg、Cu、 $Cr^{6+}$ 、Cd、Pb、Zn、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、SD 和 chl<sub>a</sub>。

#### 1.3 评价标准

收稿日期:2008-10-20;修订日期:2009-02-09

作者简介:郑晓红(1966—),女,江苏宜兴人,高级工程师,硕士,从事环境监测和环境管理工作。



图 1 淀山湖水质监测点位

1.3.1 水质评价

根据上海市水环境功能区划和相应的水质控制标准,淀山湖水域水质控制标准为 Ⅲ类水。按《地表水环境质量标准》(GB 3838 - 2002)。

1.3.2 富营养化评价

根据文献 [8] 中的水体综合营养状态指数法 (TLI)。

2 结果与评价

2.1 水质状况与评价

2001 年—2007 年淀山湖的水质均未达到 Ⅲ类水质标准。主要超标项目为:氨氮 (劣于 Ⅲ类)、TP (劣于 Ⅲ类)、TN (劣于 Ⅲ类)、石油类 (Ⅲ类)、 $I_{Mn}$  (Ⅲ类)、COD (Ⅲ类) 和  $BOD_5$  (Ⅲ类)。pH 值、DO、挥发酚、氟化物、Se、氰化物、As、Hg、Cu、 $Cr^{+6}$ 、Cd、Pb、Zn、硫化物、阴离子表面活性剂和粪大肠菌群均达到 Ⅲ类或 Ⅳ类水质标准。

2002 年—2004 年淀山湖 TP、TN 和氨氮质量浓度均呈逐年上升趋势,2005 年 TP 和氨氮质量浓度有所下降,但 2005 年—2007 年,TP 和氨氮质量浓度呈逐年上升趋势,TN 质量浓度呈波动变化;2001 年—2007 年  $I_{Mn}$ 、COD 和  $BOD_5$  质量浓度总体变化不大。

2.2 富营养化评价

2.2.1 评价方法

湖泊 (水库) 富营养化评价参数包括 chl<sub>a</sub>、TP、TN、SD、 $I_{Mn}$  5 项。

综合营养状态指数计算公式为:  $TLI( ) = \sum_{j=1}^m W_j TLI(j)$

式中:  $TLI( )$  为综合营养状态指数;  $W_j$  为第  $j$  种参数的营养状态指数的相关权重;  $TLI(j)$  为第  $j$  种参数的营养状态指数以 chl<sub>a</sub> 作为基准参数,则第  $j$  种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2}$$

式中:  $r_{ij}$  为第  $j$  种参数与基准参数 chl<sub>a</sub> 的相关系数;  $m$  为评价参数的个数。式中  $r_{ij}$  及  $r_{ij}^2$  值见表 1。

表 1 中国湖泊部分参数与 chl<sub>a</sub> 的相关系数  $r_{ij}$  及  $r_{ij}^2$  值

参数	chl <sub>a</sub>	TP	TN	SD	$I_{Mn}$
$r_{ij}$	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
$r_{ij}^2$	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

分营养状态指数 (TLI) 计算公式为:

$$TLI(chl_a) = 10(2.5 + 1.0861 \ln chl_a); TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln TP); TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln TN); TLI(SD) = 10(5.118 - 1.94 \ln SD); TLI(I_{Mn}) = 10(0.109 + 2.661 \ln I_{Mn})$$

TLI 指数营养状态分级 (评价) 标准见表 2。

表 2 TLI 与水体营养类别的对应关系

TLI( )	30	TLI( ) 50 < TLI( ) 60	TLI( ) 60 < TLI( ) 70	TLI( ) > 70
	< 30	50	60	70
	贫营养	中营养	轻度富营养	中度富营养
			重度富营养	

2.2.2 评价结果

2001 年—2007 年淀山湖综合营养状态指数和富营养化评价结果见表 3。

监测结果表明,2001 年—2007 年淀山湖综合营养状态指数为 60.79 ~ 63.57,均处于中度富营养状态,综合营养状态指数总体呈下降趋势。

表 3 2001 年—2007 年淀山湖综合营养状态指数评价结果

年份	TLI(chl <sub>a</sub> )	TLI(TP)	TLI(TN)	TLI(SD)	TLI( $I_{Mn}$ )	TLI( )
2001	63.97	64.60	76.69	64.63	48.10	63.57
2002	58.04	64.60	75.26	65.83	47.45	61.84
2003	58.66	68.22	77.76	66.24	47.12	63.15
2004	54.08	70.49	78.06	68.96	48.77	63.21
2005	52.81	70.49	77.01	68.48	47.50	62.36
2006	47.50	69.32	79.63	68.48	46.98	61.11
2007	45.66	70.98	80.12	68.48	45.77	60.79

### 2.3 chl<sub>a</sub>与环境因子相关性分析

2001 年—2007 年淀山湖 chl<sub>a</sub> 与环境因子的相关性分析结果见表 4。

表 4 2001 年—2007 年淀山湖 chl<sub>a</sub> 与环境因子的相关性分析

环境因子	一元线性回归方程	相关系数
水温	$y = -9.7717x + 195.75$	-0.4994
DO	$y = -7.0769x + 71.785$	-0.3592
$I_{Mn}$	$y = 25.421x - 127.52$	0.5008
COD	$y = 8.9149x - 135.87$	0.6536
BOD <sub>5</sub>	$y = -23.919x + 105.74$	-0.7015
氨氮	$y = -12.15x + 46.571$	-0.5563
TP	$y = -254.82x + 69.436$	-0.8210
TN	$y = -17.592x + 87.08$	-0.6849
石油类	$y = 236.38x - 1.5673$	0.9499
SD	$y = 2.3829x - 86.826$	0.9156

由表 4 可见,淀山湖 chl<sub>a</sub> 与石油类和透明度具有很好的相关性,与 TP 具有较好的负相关性,与 BOD<sub>5</sub> 具有一定的负相关性,与水温、DO、 $I_{Mn}$ 、COD、氨氮、TN 的相关性不显著。

### 2.4 chl<sub>a</sub>的月际变化规律

2004 年—2007 年淀山湖 chl<sub>a</sub> 的月际变化见图 2。

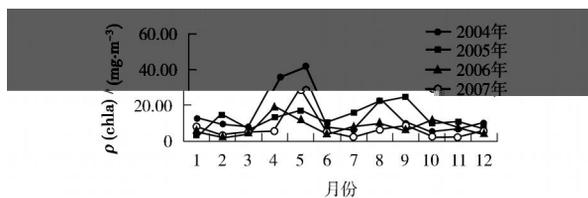


图 2 2004 年—2007 年淀山湖 chl<sub>a</sub> 的月际变化

由图 2 可见,淀山湖 chl<sub>a</sub> 月际变化呈春夏季高、秋冬季低的特征,季节变化较为明显。

### 3 结语

(1) 2001 年—2007 年淀山湖的水质均未达到类水质标准。主要超标项目为:氨氮、TP、TN、石油类、 $I_{Mn}$ 、COD 和 BOD<sub>5</sub>。

(2) TP、TN 和氨氮 2002 年—2004 年呈逐年上升趋势,2005 年 TP 和氨氮有所下降,但 2005 年—2007 年,TP 和氨氮呈逐年上升趋势,TN 呈波动变化。

(3)  $I_{Mn}$ 、COD 和 BOD<sub>5</sub> 质量浓度总体变化不大。

(4) 淀山湖综合营养状态指数为 60.79~63.57,均处于中度富营养状态,综合营养状态指数总体呈下降趋势。

(5) 淀山湖 chl<sub>a</sub> 与石油类和透明度具有很好的相关性,与 TP 有较好的负相关性,与 BOD<sub>5</sub> 有一定的负相关性,与水温、DO、 $I_{Mn}$ 、COD、氨氮、TN 的相关性不显著。

(6) 淀山湖 chl<sub>a</sub> 季节变化较为明显。

#### [参考文献]

- [1] 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.
- [2] 刘纪清.惠州西湖水质现状评价及趋势分析[J].中国西部科技,2006,19:50-52.
- [3] 张利民,夏明芳,王春,等.江苏省 12 大湖泊水环境现状与污染控制建议[J].环境监测管理与技术,2008,20(2):46-50.
- [4] 沙鸥,马卫兴,徐国想,等.地表水中溶解氧监测及变化规律[J].环境监测管理与技术,2008,20(1):48-50.
- [5] 焦荔,方志发,朱淑君,等.千岛湖网箱养鱼对水质的影响[J].环境监测管理与技术,2008,20(1):48-50.
- [6] 廖岩,兰竹虹,陈桂珠.东伶仃洋海域水质调查[J].环境监测管理与技术,2007,19(6):25-27.
- [7] 张德刚,陈永川,汤利.城郊地表水环境非点源污染分析及研究进展[J].环境监测管理与技术,2008,20(4):18-23.
- [8] 王明翠,刘雪芹,张建辉.湖泊富营养化评价方法及分级标准[J].中国环境监测,2002,18(5):47-49.

本栏目责任编辑 薛光璞 李文峻

### · 简讯 ·

## 江苏推出太湖流域水环境综合治理总体方案

近日,江苏省政府推出《太湖流域水环境综合治理实施方案》,确定到 2012 年太湖湖水水质由 2005 年的劣类提高到类,其中高锰酸盐指数达到类,氨氮达到类,总磷达到类,总氮基本达到类;到 2020 年,基本实现太湖湖水水质从类提高到类的目标,其中部分水域达到类。富营养化程度有所改善,达到轻度—中度富营养水平。为确保实现这两项水质目标,江苏省将实施保障饮用水安全、调整产业结构、工业点源达标治理、城镇污水和城乡垃圾处理、农村面源整治、生态修复、资源化利用、引江济太、河网综合整治、节水减排等工程建设,总投资将达到 1 083.11 亿元。

摘自 www.jsh.gov.cn 2009-03-26