

## 鄱阳湖富营养化调查与评价

吕 兰 军

(江西省水利厅鄱阳湖水文分局, 星子 332800)

**提要** 为了较全面地了解鄱阳湖水体的富营养化现状,于1992年5月16日~6月30日(平水期)和1993年1月5日~2月4日(枯水期)在各河入湖口、湖区、候鸟保护区及长江九江大桥断面进行了调查。结果表明:平水期,88.9%的湖区和10%的河口属富营养,11.1%的湖区和90%的河口属中~富营养;枯水期,100%的湖区和50%的河口属富营养;赣江南支口、信江东支口及湖区蛇山至都昌(鄱阳湖南部部分区域)营养物质的含量较大。建议控制五大河流及其区间地表径流中的营养物质对鄱阳湖的影响。

**关键词** 鄱阳湖 水体 富营养化

鄱阳湖(115°49'E~116°46'E, 28°24'N~29°46'N)纳赣、抚、信、饶、修五河来水,调蓄后经湖口注入长江,是一个过水性吞吐型浅水湖泊。氮、磷的输入输出和沉积量见表1<sup>①</sup>。输入主要是五河入湖携带,其次是湖区地表径流携带,而输出主要是由湖口排入长江。

表1 鄱阳湖氮、磷的输入与输出量(t/a)

Tab. 1 Input and output of TP and TN in Poyang Lake

项 目	总氮	总磷	
输 入	五河入湖量	60583.14	10514.19
	湖间径流入湖量	27787.15	2889.17
	降雨入湖量	2462.0	24.38
	降尘入湖量	3.68	63.28
	底泥释放量	1044.8	84.0
	候鸟产生量	230.3	24.0
	合 计	92111.07	13599.02
输 出	湖口排入长江量	86944.21	11033.19
	捕鱼带出量	578.496	51.648
	候鸟带出量	323.75	43.87
	合 计	87846.456	11128.708
沉积量	4264.614	2470.312	

来稿日期:1994-08-04;接受日期:1995-04-10。

作者简介:吕兰军,男,1960年生,大学毕业,陆地水文工程师。主要从事鄱阳湖大水体蒸发实验工作,鄱阳湖水环境监测与分析工作。已发表有关论文10余篇。

① 江西省环境质量报告书(1986~1990年度),江西省环境保护局(铅印本),1991年8月。

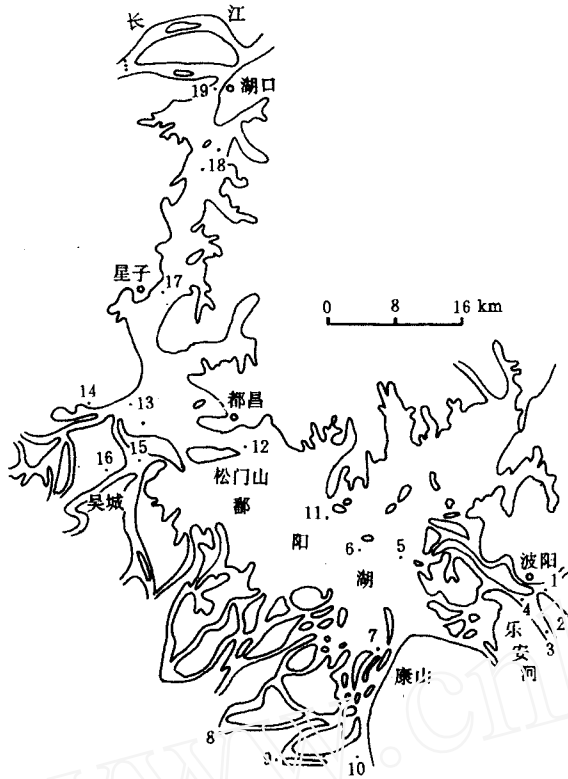


图1 鄱阳湖富营养化调查采样点分布图

1: 昌江河口; 2: 乐安河口; 3: 信江东支河口; 4: 波阳; 5: 龙口; 6: 蛇口; 7: 康山; 8: 赣江南支河口; 9: 抚河口; 10: 信江西支河口; 11: 棠荫; 12: 都昌; 13: 诸溪河口; 14: 蚌湖; 15: 赣江西支河口; 16: 修水河口; 17: 星子; 18: 蛤蟆石; 19: 湖口

Fig.1 Distribution of core sampling locations in Poyang L.

大桥下约 800m 处)断面布设左、中、右 3 个调查点。

## 2 调查结果分析与评价

选择 TP、TN 和 COD 为评价参数,采用蔡庆华和舒金华给出的评价标准和评分评价模型<sup>[1,2]</sup>对平、枯水期营养状况进行评价与分析。

### 2.1 平水期

平水期调查资料及富营养化程度评价见表 2。

2.1.1 TN 河口以赣江南支口(8<sup>#</sup>)的 1.69mg/L 最大,修水河口(16<sup>#</sup>)的 0.65mg/L 最小,平均值为 1.03mg/L;湖区以蛇山点最大为 1.83mg/L,康山点最小为 0.75mg/L,平均值

## 1 调查概况

### 1.1 调查时间

调查分平水期和枯水期进行,1992 年 5 月 16 日~6 月 30 日为平水期调查,1993 年 1 月 5 日~2 月 4 日为枯水期调查。调查时星子站水位:平水期为 15.46~18.85m,枯水期为 8.57~9.95m。

### 1.2 调查项目

主要有水温、COD<sub>Mn</sub>(清水样)、BOD<sub>5</sub>、DO、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P、TN、TP、透明度、Chl-a、水色等项目,在枯水期还调查了底质中的 COD<sub>Mn</sub>、TN、TP。

TP、TN 的测定均采用过硫酸盐同时氧化法。COD 用酸性高锰酸钾法。

### 1.3 调查点的设置

平水期调查点与常规水质监测点相同,即在各河入湖口、湖区水文站、重要城镇和工厂的排水口、出湖口等共布设 19 个(图 1)。枯水期受水位影响,仅在主要河流入湖口、湖区、出湖口布设了 14 个点;枯水期还调查了鄱阳湖国家级候鸟保护区中的 3 个子湖泊即沙湖、中湖池、朱市湖。为比较平、枯水期在出湖口长江上游(九江长江

表 2 鄱阳湖平水期调查资料及富营养化程度评价  
 Tab. 2 The statistics on the data from investigation and assessment  
 result on eutrophic level of Poyang Lake

调查点	项目	TN(mg/L)	TP(mg/L)	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	评分指数	营养程度	
河 口	1	1.00	0.033	1.7	50.0	中-富	
	2	0.75	0.022	1.5	43.3	中-富	
	3	1.33	0.051	2.2	50.0	中-富	
	4	1.03	0.027	2.0	50.0	中-富	
	10	1.04	0.039	1.6	50.0	中-富	
	8	1.69	0.086	2.3	60.0	富	
	9	0.90	0.039	1.6	46.7	中-富	
	14	0.67	0.023	4.3	50.0	中-富	
	15	1.26	0.022	2.3	50.0	中-富	
	16	0.65	0.024	3.0	46.7	中-富	
		平均值	1.03	0.037	2.2	49.7	中-富
	湖 区	5	1.35	0.044	3.5	53.3	富
		6	1.83	0.047	4.7	60.0	富
		7	0.75	0.065	2.9	50.0	中-富
		11	1.47	0.064	3.5	53.3	富
		12	1.11	0.039	3.0	53.3	富
13		1.42	0.082	3.4	53.7	富	
17		1.46	0.079	3.7	53.7	富	
18		1.24	0.034	3.5	53.3	富	
19		1.56	0.045	3.3	56.7	富	
		平均值	1.35	0.055	3.5	54.8	富
长江大桥	左	1.70	0.171	2.3	63.3	富	
	中	1.57	0.102	2.6	63.3	富	
	右	1.70	0.108	2.3	63.3	富	
	平均值	1.66	0.127	2.4	63.3	富	

1.35mg/L;长江断面为1.66mg/L。因而TN的含量为长江大桥>湖区>河口。

2.1.2 TP 分布情况和TN类似,河口以赣江南支口最大(0.086mg/L),其它河口为(0.022~0.039mg/L,平均值0.037mg/L;湖区以诸溪河口(13<sup>#</sup>)最大(0.082mg/L)、星子(17<sup>#</sup>)次之(0.079mg/L),哈蟆石(18<sup>#</sup>)最小(0.034mg/L),平均值0.055mg/L;长江断面0.127mg/L。

2.1.3 COD<sub>Mn</sub> 河口在1.5~4.3mg/L之间,平均值为2.2mg/L;湖区在2.2~4.7mg/L之间,平均值3.5mg/L;长江大桥断面为2.4mg/L。COD<sub>Mn</sub>含量分布为湖区>河口>长江。

2.1.4 富营养化程度评价 河口,赣江南支河口(8<sup>#</sup>)属富营养,其它河口属中-富营养;88.9%的湖区调查点属富营养,仅康山(7<sup>#</sup>)属中-富营养;九江长江大桥断面属富营养。

2.1.5 其它参数 DO,河口为7.6~8.8mg/L,湖区为7.0~8.9mg/L,长江为4.1mg/L;水温,河口为22.4~26.4℃,湖区为19.9~25.9℃,长江为26.8℃;SS,河口为6~150mg/L,湖区为8~230mg/L,长江为174mg/L;BOD<sub>5</sub>,河口为0.8~1.9mg/L,湖区为0.4~2.9mg/L,长江为1.0mg/L;NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P,河口分别为0.01~0.27mg/L、0.32~0.94mg/L、<0.005~0.030mg/L、<0.010~0.015mg/L,湖区分别为

0.03~0.26mg/L、0.58~1.08mg/L、0.006~0.070mg/L、<0.010mg/L, 长江分别为 0.03mg/L、1.56mg/L、<0.005mg/L、<0.010mg/L。

## 2.2 枯水期

枯水期调查资料及富营养化程度评价结果见表 3。

表 3 鄱阳湖枯水期调查资料及富营养化程度评价

Tab. 3 Statistics on the data from investigation and assessment result on eutrophic level of Poyang Lake

调查地点	项目	TN(mg/L)	TP(mg/L)	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	评分指数	营养程度
河 口	1	2.20	0.026	1.7	50.0	中-富
	2	0.84	0.024	1.4	43.3	中-富
	3	1.32	0.094	2.6	56.6	富
	4	1.36	0.053	3.3	56.6	富
	15	1.26	0.032	2.3	53.3	富
	16	0.59	0.024	1.3	40.0	中
	平均值	1.26	0.042	2.1	50.0	中-富
湖 区	5	1.23	0.066	1.6	53.0	富
	6	1.19	0.112	2.0	60.0	富
	11	2.29	0.111	3.3	63.3	极富
	12	1.67	0.098	3.0	56.7	富
	13	1.47	0.159	2.1	60.0	富
	17	1.12	0.039	2.4	53.3	富
	18	1.60	0.038	2.4	60.0	富
	19	1.07	0.077	1.1	53.3	富
	平均值	1.46	0.094	2.2	57.5	富
候鸟保护区	沙 湖	1.42	0.051	2.7	56.7	富
	中湖池	0.50	0.056	2.2	43.3	中-富
	朱市湖	2.92	0.186	9.4	66.7	极富
	平均值	1.61	0.098	4.8	55.6	富
长江断面	左	1.55	0.062	1.8	56.7	富
	中	1.66	0.067	1.5	56.7	富
	右	1.68	0.064	1.4	56.7	富
	平均值	1.63	0.064	1.6	56.7	富

2.2.1 TN 各河口的含量均较高,为 0.59~2.20mg/L,平均值达 1.26mg/L;湖区以棠荫最大(2.29mg/L),其它点为 1.07~1.67mg/L,平均值为 1.46mg/L;候鸟保护区,朱市湖最大达 2.92mg/L,沙湖为 1.42mg/L,中湖池为 0.50mg/L;长江断面为 1.63mg/L。从总体情况看,TN 的含量为长江>湖区>河口。

2.2.2 TP 河口以信江东支口(3<sup>#</sup>)最大(0.094mg/L),其它河口为 0.024~0.053mg/L,平均值为 0.042mg/L;湖区以诸溪河口(13<sup>#</sup>)最大(0.159mg/L),蛇山(0.112mg/L)、棠荫(0.111mg/L)较大,星子最小(0.039mg/L),平均值为 0.094mg/L;候鸟保护区,朱市湖高达 0.186mg/L,沙湖、中湖池分别为 0.051mg/L、0.056mg/L;长江断面为 0.064mg/L。TP 的含量为湖区>长江>河口。

2.2.3 COD<sub>Mn</sub> 河口为 1.3~3.3mg/L,平均为 2.1mg/L;湖区为 1.1~3.3mg/L,平均为 2.2mg/L;候鸟保护区,朱市湖高达 9.4mg/L,沙湖、中湖池分别为 2.7mg/L、2.2mg/L;长

江断面为 1.6mg/L。COD<sub>Mn</sub> 的含量为湖区>河口>长江。

2.2.4 富营养化程度评价 在所调查的河口中,50%的河口属富营养,昌江河口(1<sup>#</sup>)、乐安河口(2<sup>#</sup>)属中-富营养、修水河口(16<sup>#</sup>)属中营养;湖区 100%的调查点属富营养,其中棠荫(11<sup>#</sup>)已属重富营养;候鸟保护区,朱市湖属重富营养,沙湖属富营养,中湖池属中-富营养;九江长江大桥断面属富营养。

2.2.5 其它参数 DO,河口为 9.9~11.6mg/L,湖区为 10.5~11.3mg/L,长江断面为 10.4mg/L;水温,河口为 6.3~9.0℃,湖区为 7.4~8.3℃,长江断面为 9.2℃;SS,河口为 5~36mg/L,湖区为 51~130mg/L,长江为 46.2mg/L;BOD<sub>5</sub>,河口为 0.7~1.1mg/L,湖区为 1.0~2.4mg/L,长江为 1.4mg/L;NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P,河口分别为 0.01~0.33mg/L、0.29~1.62mg/L、0.003~0.043mg/L、<0.003~0.038mg/L。湖区分别为 0.11~1.01mg/L、0.54~0.80mg/L、0.010~0.028mg/L、<0.003~0.045mg/L,长江断面分别为 0.21mg/L、1.08mg/L、0.022mg/L、0.014mg/L。

### 2.3 湖区底质中的营养物质

仅在湖区 9 个调查点及候鸟保护区中的 3 个湖泊中采集底泥进行了 TP、TN、COD<sub>Mn</sub> 3 个项目的分析,结果见表 4。

表 4 湖区部分调查点 COD<sub>Mn</sub>、TP、TN 的含量 单位:mg/L  
Tab. 4 Content of COD, TN and TP in Poyang Lake

项目	龙口	蛇山	康山	棠荫	都昌	薛溪河口	星子	蛤蟆石	湖口	湖区	候鸟保护区		
	(5 <sup>#</sup> )	(6 <sup>#</sup> )	(7 <sup>#</sup> )	(11 <sup>#</sup> )	(12 <sup>#</sup> )	(13 <sup>#</sup> )	(17 <sup>#</sup> )	(18 <sup>#</sup> )	(19 <sup>#</sup> )	平均值	沙湖	中湖池	朱市湖
COD <sub>Mn</sub>	6.8	3.1	2.3	4.4	0.5	4.0	2.9	3.0	5.5	3.6	7.2	6.8	7.1
TN	1.3	0.2	0.2	0.7	0.2	0.9	0.4	0.4	1.1	0.6	2.2	2.1	1.1
TP	0.26	0.10	0.11	0.44	0.06	0.24	0.15	0.18	0.36	0.21	0.18	0.22	0.23

湖区底质中的 COD<sub>Mn</sub> 含量,以龙口的 6.8mg/g 最大、都昌最小(0.5mg/g),湖区平均值为 3.6mg/g;底质中的 TN 含量,以龙口为最大(1.3mg/g),其它点为 0.2~1.1mg/g,湖区平均值为 0.6mg/g;底质中的 TP 含量,以棠荫为最大(0.44mg/g)、湖口次之(0.36mg/g)、都昌最小(0.06mg/g),湖区平均为 0.21mg/g。

在候鸟保护区所调查的 3 个湖泊,其底质中 COD<sub>Mn</sub>、TP、TN 的含量略高于湖区平均值。

## 3 结论与建议

从上述分析中可知,无论是平水期还是枯水期,就总体状况而言,长江大桥断面处的水质较差,河口的水质较好,而湖区的水质介于两者之间。

河口和湖区枯水期的富营养化程度明显高于平水期。平水期仅有 10%的河口属富营养,而枯水期则达 50%;平水期有 88.9%的湖区属富营养,而枯水期则高达 100%。

鄱阳湖水中的 TP、TN 含量较高,使得湖水处于富营养化状态。原因是:

(1) 五大河流氮、磷的输入占全湖氮、磷输入总量的 65%以上,据统计五河每年向湖中输入的 TP 为 4433.09t、TN 为 112287.34t,其中又以赣江输入的氮、磷量最多,如赣江 TP

为 2207.00t, TN 为 66211.2t;

(2) 区间约有  $\frac{2}{5}$  面积的水土流失不经五大河流而直接流入鄱阳湖, 据统计由其产生的氮、磷总量每年分别为  $3.33 \times 10^4$ t 和  $1.70 \times 10^4$ t;

(3) 化肥、农药用量大, 而作物吸收率仅为 25~57%, 据统计, 鄱阳湖区平均每年施用化肥  $64.12 \times 10^4$ t, 耕地每公顷均达 1500kg, 而鄱阳湖区有耕地面积  $42.6 \times 10^4$ hm<sup>2</sup>, 可想而知, 由雨水冲刷, 区间地表径流、水土流失携带进入鄱阳湖的氮、磷量是很可观的。因而可得到以下结论:

(1) 平水期, 10% 的河口属富营养, 90% 的河口属中-富营养; 11.1% 的湖区属中-富营养, 88.9% 的湖区属富营养; 九江长江大桥断面属富营养。

(2) 枯水期, 50% 的河口属富营养, 50% 的河口属中-富营养或中营养; 100% 的湖区属富营养; 长江大桥断面属富营养。

(3) 河口以赣江南支口、信江东支口的营养物质含量较大, 修水河口的营养物质含量较小; 湖区以蛇山、棠荫都昌(鄱阳湖南部区域)一带的营养物质含量较大, 星子至湖口的营养物质含量较小。

(4) 无论是河口还是湖区, 枯水期的富营养化程度明显高于平水期。

(5) 虽然鄱阳湖水中的 TP、TN 的含量较高, 但湖中 COD<sub>Mn</sub>、BOD<sub>5</sub>、Chl-a、三氮的含量不大, 且溶氧量较为丰富、透明度较好, 故如何更科学合理地评价鄱阳湖的富营养化程度, 有待今后作进一步的分析与研究。

根据鄱阳湖当前的营养状况提出以下建议供有关部门参考:

(1) 建立与健全鄱阳湖水资源保护机构, 制定鄱阳湖水资源保护条例, 以便统一领导和科学管理。

(2) 继续开展鄱阳湖富营养化调查, 增加水生生物调查, 进行多学科协作研究。

(3) 控制五河特别是赣江南支沿岸厂矿的排污量, 以减轻各河来水中的营养物质对鄱阳湖的影响。

(4) 控制湖区水土流失, 提高作物对农药、化肥的吸收率, 以减轻湖区地表径流中的营养物质对鄱阳湖的影响。

## 参 考 文 献

- 1 蔡庆华. 武汉东湖富营养化的综合评价. 海洋与湖沼, 1993, 24(4): 335~339
- 2 舒金华. 我国主要湖泊富营养化程度的评价. 海洋与湖沼, 1993, 24(6): 616~620

## INVESTIGATION ON POYANG LAKE WATER POLLUTION BY EUTRPHICATION

Lu Lanjun

(*Poyang Lake Hydrology Branch Bureau, Jiangxi Water Conservancy Bureau, Xinzhi 332800*)

### Abstract

Based upon the data investigation from May 16, 1992—June 30, 1992 and January 5, 1993—February 4, 1993 in Poyang Lake district, the status of water quality in Poyang Lake is assessed with the results being: (1) the mean water level period, some stations, covering 88.9% of the lake area, belong to eutrophic type, 11.1% together with 90% of inlets belong to medium—eutrophication; (2) in low water period, 100% of lake area and 50% of inlets belong to eutrophic type; (3) TP, TN are the main pollutants.

**Key Words** Poyang Lake, investigation, analysis, assessment