

江苏省入太湖污染量分析(1998-2007年)*

马倩, 刘俊杰, 高明远

(江苏省水文水资源勘测局, 南京 210029)

摘要: 近年来, 太湖水体受到了严重污染, 水环境质量逐年下降, 太湖水环境的状况直接影响了地区的经济和社会的发展, 保护太湖已列为国家重点治理项目. 本文根据 1998-2007 年环太湖水文巡测资料及主要入湖河道水质监测成果, 分析入湖水量、入湖河道水质、入湖污染量及其变化趋势, 为太湖地区水环境综合整治提供技术支撑和决策依据.

关键词: 污染量; 分析; 太湖; 江苏省

Amount of pollutants discharged into Lake Taihu from Jiangsu Province, 1998-2007

MA Qian, LIU Junjie & GAO Mingyuan

(*Jiangsu Hydrology & Water Resources Investigation Bureau, Nanjing 210029, P. R. China*)

Abstract: Lake Taihu has been seriously polluted recently, and the quality of the water environment has been declining year after year. The situation of the water environment in Lake Taihu directly are affecting the region's economic and social development, so the protection of Lake Taihu has been listed as a national key treatment project. Based on the tour hydrometric gauging data and the water quality monitoring results in the main stream channels entering the lake during 1998-2007, this paper analyzed the water amount into the lake, and the water quality in the main stream channels discharged into the lake, and the amount of pollutants discharged into lake, as well as their variation trends, which will provide technical support and decision-making basis to the water environment comprehensive treatment of Lake Taihu basin.

Keywords: The amount of pollutants; analysis; Lake Taihu; Jiangsu Province

太湖流域地跨苏、浙、沪、皖三省一市, 经济发达, 市场繁荣, 是我国经济社会最发达的地区之一. 太湖是这一地区的重要淡水资源, 是周边大中城市重要的供水水源地. 对入湖水量及入湖污染量的研究, 无论是从方法上的研究^[1]还是从规律性的分析^[2]以前曾见报道, 但由于出入太湖河道较多, 水系复杂, 很多研究仅限于个别年度^[3]或对太湖局部地区^[4]的入湖水量及入湖污染量方面. 本文根据近年积累的环太湖水文巡测资料及主要入湖河道水质监测成果, 深入研究了 1998-2007 年近十年的入太湖水量、入太湖河道水质、入太湖污染量及其变化趋势, 分析了主要入湖河道的入湖水量、入湖水质、入湖污染量及入湖水量、入湖污染量占江苏省的入湖水量、入湖污染量, 对太湖多年的入湖水量、入湖污染量有了较全面的、科学的认识, 为太湖水环境的综合整治、水资源的可持续利用、水环境的可持续承载保障地区经济社会的可持续发展提供了技术支撑.

1 入湖水量分析

入湖水量的多少, 决定着湖体的换水周期和自净能力, 同时也是影响入湖污染量的重要因素. 特别是太湖湖西区的入湖水量, 对太湖水环境的影响作用更大^[5].

1.1 入湖水量计算方法

太湖环湖岸线全长 435.95km, 江苏省境内岸线长 312km, 扣除山丘地段, 大堤长 232km, 口门约 100 处,

* 2008-12-31 收稿; 2009-09-16 收修改稿. 马倩, 女, 1961 年生, 教授级高级工程师; E-mail: maq210029@yahoo.com.cn.

河道多数有控制建筑物, 设有大浦口、白茆山、钱山闸、瓜泾口、望亭(立交)、太浦闸(平望)等国家基本水文站. 环太湖水文巡测是在进出湖水量比较大的主要河流上设置流量监测断面, 建立基点站和单站, 每日定时流量监测, 其它较小河道则根据水情变化采取巡测的方法, 不时进行流量监测; 通过建立基点站与巡测段的流量相关关系, 分析计算进出太湖的水量.

1.2 入湖水量变化趋势分析

1998-2007年平均入湖水量为 $91.8 \times 10^8 \text{ m}^3$, 年最大入湖水量是年最小入湖水量的 1.47 倍; 近年来年入湖水量有明显下降的趋势, 年均减少率为 2.73%, 2004 年以来, 入湖水量基本在 $80 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右. 入湖水量的年内分配不均, 汛期(5-9 月)入湖水量占年入湖水量的 54.1%; 多年平均月最大入湖水量占年入湖水量的 13.4%, 月最小入湖水量占年入湖水量的 5.3%. 太湖湖西区多年平均入湖水量为 $47.7 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占总入湖水量 51.9%, 年最大入湖水量是年最小入湖水量的 1.55 倍; 近年湖西区入湖水量呈上升趋势(图 1), 年均增长率为 1.34%; 汛期(5-9 月)入湖水量占年入湖水量的 53.1%, 月最大入湖水量是月最小入湖水量的 3.03 倍. 太湖湖西区多年平均各月入湖水量比例见图 2.

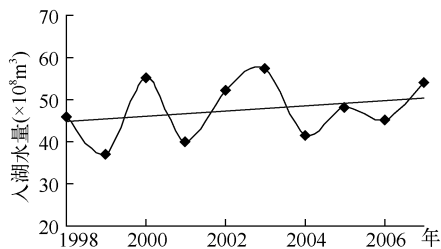


图 1 湖西区年入湖水量变化过程
Fig. 1 The changing process figure of the annual water amount discharged into the west of the lake

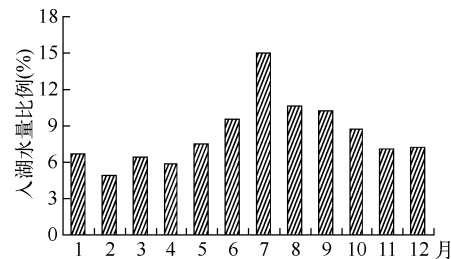


图 2 湖西区多年平均各月入湖水量比例
Fig. 2 The proportion figure of the annual average water amount discharged into the lake in each month

1.3 主要入湖河道水量分析

在江苏省政府实行“双河长制”入太湖的 15 条河流中, 望虞河、漕桥河、武进港、太滬运河、梁溪河、直湖港、陈东港上有国家基本水文站控制入湖水量; 大港河没有设水量监测断面; 其它河道上设有巡测站点控制入湖水量. 直湖港和小溪港的节制闸 2005 年以后均关闸, 梁溪河的钱山闸 2006 年以后关闸. 2003-2007 年 15 条河流入湖水量占总入湖的 69.6%、占江苏省入湖的 82.4%; 其中入湖水量占江苏省入湖水量比例大于 5% 的河道有: 望虞河(12.0%)、武进港(6.3%)、太滬运河(7.8%)、陈东港(17.5%)、殷村港(15.1%)、大浦港(6.7%).

2 入湖河道水质评价

选取 1998-2007 年环湖入湖河道的水质监测成果, 各年水质监测断面数目 18-26 个不等, 平均每年监测 23 个断面, 监测频次 4-12 次/年. 水质评价参数: pH、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮等. 评价标准: 《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002). 评价方法采用单指标评价法(最差的项目赋全权, 即以水质类别最差的参数的类别代表该测点的水质类别, 又称一票否决法), 出现不同类别的标准值相同时, 按最优类别确定.

2.1 现状入湖河道水质评价

以 2007 年环太湖主要入湖河道水质监测结果作为现状入湖河道水质评价依据, 按测次统计, 全年共 543 个测次, 其中优于Ⅲ类水标准的断面有 108 个、占总监测断面的 19.9%; 汛期 417 个测次, 其中优于Ⅲ类水标准的监测断面有 93 个、占总监测断面的 22.3%; 非汛期 126 个测次, 其中优于Ⅲ类水标准的监测断面仅 15 个、占总监测断面的 11.9%; 汛期水质略优于非汛期. 2007 年江苏省太湖湖西区主要入湖河道全年期、汛期、非汛期水质均超Ⅲ类(表 1).

表 1 2007 年入湖河道水质类别评价成果

Tab. 1 The assesment result of water quality classification of the stream discharged into the lake in 2007

地区	时期	水质类别比例					> III类比例
		II	III	IV	V	劣V	
环太湖	全年期	1.1	18.8	33.5	6.8	39.8	80.1
	汛期	1.2	21.1	38.6	7.7	31.4	77.7
	非汛期	0.8	11.1	16.6	4.0	67.5	88.1
湖西	全年期	0.0	0.0	6.7	6.7	86.6	100.0
	汛期	0.0	0.0	12.5	12.5	75.0	100.0
	非汛期	0.0	0.0	3.4	3.4	93.2	100.0

2.2 入湖河道水质变化趋势

2.2.1 总体评价 据 1998-2007 年入湖河道水质监测结果分析表明,劣于 III 类水标准的断面占断面总数的 71.5% - 95.3% (图 3), 平均劣于 III 类水标准的断面占 88.2%, 年均增长率为 1.24%; 主要超标项目为高锰酸盐指数、总磷、氨氮、总氮。其中 1998-2003 年劣于 III 类水质标准的断面基本呈上升趋势, 水质逐渐恶化; 2003-2004 年基本稳定, 但水质仍较差; 2004-2007 年劣于 III 类水质标准的断面有所下降, 水质略有改善。

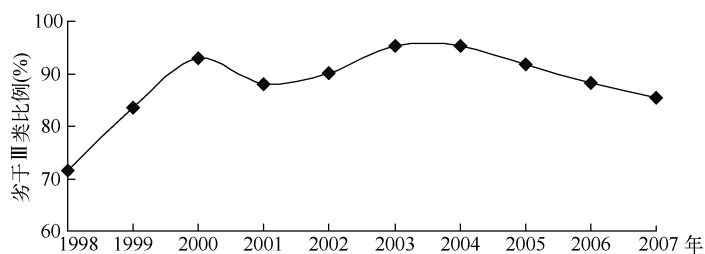


图 3 1998-2007 年水质类别劣于 III 类所占比例变化过程

Fig. 3 The changing process of the proportion of the water quality classification which is inferior to Class III during 1998-2007

2.2.2 单因子评价 1998-2007 年入湖河道多年平均的氨氮、总磷、总氮浓度值分别为 3.16mg/L (劣 V 类)、0.231mg/L (IV 类)、5.26mg/L (河道不参评), 氨氮的年均最高值为 2004 年的 3.78mg/L (劣 V 类)、年均最低值为 1998 年的 1.87mg/L (V 类), 总磷的年均最高、最低值分别为 0.269mg/L (1999 年、IV 类)、0.190mg/L (2004 年、III 类), 总氮的年均最高、最低值分别为 6.67mg/L (2005 年)、3.56mg/L (1999 年)。1998-2007 年入湖河道的氨氮、总氮浓度值年均增长率分别为 3.76%、3.32%, 而总磷浓度值是减少的, 年均减少率为 0.47%。

1998-2007 年湖西区入湖河道多年平均氨氮、总磷、总氮浓度值总体均呈上升趋势, 年均增长率分别为 10.73%、1.50%、80.34%, 总磷浓度值波动幅度较大。其中氨氮最大值为 4.73mg/L (2006 年、劣 V 类)、最小值为 1.31mg/L (1998 年、IV 类), 总磷最大值为 0.345mg/L (2007 年、V 类)、最小值为 0.171mg/L (1998 年、III 类), 总氮最大值为 7.02mg/L (2006 年)、最小值为 2.84mg/L (1998 年)。

2.3 主要入湖河道水质评价^[7]

在众多的入湖河道中, 考虑相对水质监测资料比较完整的湖西区漕桥河和陈东港两条河道作为入湖河道的代表, 分析其水质变化情况。

2.3.1 漕桥河 入湖河道漕桥河的水质监测断面位于距太湖 7.0km 的漕桥处, 从 1998-2007 年监测频次为 6-12 次/年, 多年平均全年期 IV 类水占 21.1%、V 类水占 14.8%、劣 V 类水占 64.1%, 汛期 IV 类、V 类、劣 V 类分别占 14.2%、22.5%、53.3%, 非汛期 IV 类、V 类、劣 V 类分别占 25.8%、8.2%、65.0%。漕桥河水质很差, 全年基本没有 III 类水, 非汛期的水质略差于汛期。

漕桥多年平均 (1998-2007 年) pH 值 7.63、溶解氧 3.71mg/L (IV 类)、高锰酸盐指数 8.50mg/L (IV 类)、

氨氮 2.92mg/L(劣V类)、总磷 0.31mg/L(V类)、总氮 5.11mg/L(河道不参评)。溶解氧的年均下降率为 8.21%,总磷的年均增长率最高为 14.5%,其次为氨氮、总氮,分别 13.2%、11.9%,高锰酸盐指数的年均增长率最低为 3.86%,水质有明显变差的趋势。

2005 年以后漕桥逐月水质监测资料表明,溶解氧的高值在非汛期,氨氮的高值在 4-6 月,总磷的高值在 12 月,相对来讲高锰酸盐指数的年内变化不是很大。

2.3.2 陈东港 入湖河道陈东港的水质监测断面在距太湖 200m 的陈东港桥处,从 2000-2007 年监测频次为 3-8 次/年,多年平均全年期 IV 类水占 26.6%、V 类水占 29.7%、劣 V 类水占 43.8%,汛期 IV 类、V 类、劣 V 类分别占 43.8%、25.0%、31.3%,非汛期分别占 6.3%、37.5%、56.3%。陈东港水质较差,全年基本没有 III 类水,但相比漕桥河水水质略好些,其非汛期的水质明显略差于汛期。

陈东港多年平均(2000-2007 年)pH 值 7.77、溶解氧 7.01mg/L(II 类)、高锰酸盐指数 7.43mg/L(IV 类)、氨氮 2.22mg/L(劣 V 类)、总磷 0.204mg/L(IV 类)、总氮 4.32mg/L(河道不参评)。溶解氧的年均下降率为 3.72%;总磷、氨氮的年均增长率最高,分别为 12.7%、12.6%;总氮的年均增长率为 11.2%;高锰酸盐指数的年均增长率最低,仅为 0.05%,水质有明显变差的趋势。

3 入湖污染物量分析

本次仅计算氨氮、总磷、总氮的入湖量。由于 1998-2003 年水质监测断面较少、频次较低,仅逐年计算年入湖污染物量;2004-2007 年逐月逐段(站)计算入湖污染物量。

3.1 现状入湖污染物量^[8]

2007 年江苏省环太湖氨氮、总磷、总氮的入湖量分别为 1.83×10^4 t、1862t、 3.51×10^4 t,分别是 1998-2007 年多年平均入湖量的 0.86、1.2、0.95 倍。其中太湖湖西区的氨氮、总磷、总氮入湖量占总入湖量的 80% 左右。汛期氨氮、总磷、总氮的入湖量分别占总量的 49.2%、58.8%、53.4%。

3.2 入湖污染物量变化趋势(图 4)

1998-2007 年江苏省环湖多年平均氨氮、总磷、总氮污染物入湖总量分别为 2.14×10^4 t、1673t、 3.70×10^4 t,年均增长率分别为 2.48%、0.72%、2.57%。

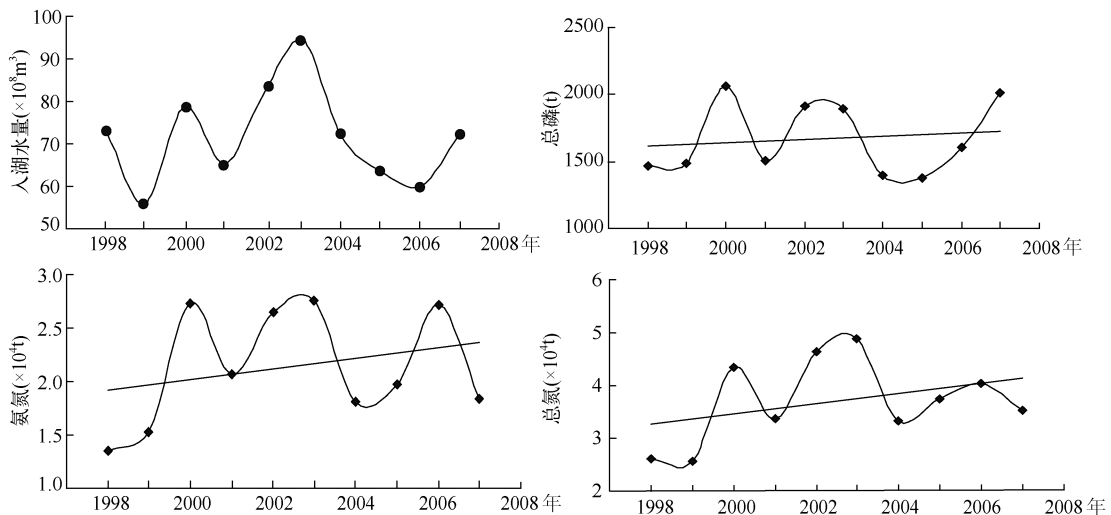


图 4 江苏省环湖入湖水量、总磷、氨氮和总氮变化过程

Fig. 4 The changing process schematic diagram of the surrounding water amount, total phosphorus, ammonia-nitrogen and total nitrogen discharged into Lake Taihu in Jiangsu Province

3.3 主要入湖河道污染量(表2)

江苏省政府实行“双河长制”的15条入湖河道2003-2007年氨氮、总磷、总氮污染物平均入湖量分别占江苏环湖入湖污染物的91.0%、88.1%、88.6%。其中污染物排放量最大的为殷村港,其氨氮、总磷、总氮的入湖量分别占江苏环湖入湖污染物的20.1%、19.7%、17.8%。

表2 主要入湖河道多年平均污染物入湖量成果

Tab.2 The annual average pollutants discharged into Lake Taihu from the main stream channels

河名	水质监测断面	占江苏环湖污染物量比例(%)		
		氨氮	总磷	总氮
望虞河	望亭立交	6.9	8.12	8.6
漕桥河	漕桥	3.33	4.01	3.31
武进港	武进港闸	10.1	7.18	9.38
社渚港	社渚桥	3.59	1.27	2.39
太滬运河	黄埭桥	11.3	12.7	10.7
梁溪河	鞍山	1.09	0.61	0.8
直湖港	白茆山	3.65	1.79	2.65
陈东港	陈东港桥	15.1	18	15.6
乌溪港	乌溪	2.04	2.29	2.31
殷村港	浔溪港	20.1	19.7	17.8
大浦港	大浦港桥	6.08	6.34	6.6
洪巷港	洪巷港桥	3.07	3.26	4.31
大港	-	-	-	-
小溪港	小溪港闸	3.48	2.02	2.6
官渚港	官渚桥	1.2	0.88	1.5

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 1998-2007年平均入湖水量为 $91.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,入湖水量年际、年内变化较大,年最大入湖水量是年最小入湖水量的1.47倍,月最大入湖水量是月最小入湖水量的2.53倍;近年来年入湖水量有明显下降的趋势,年均减少率为2.73%。湖西区多年平均入湖水量占总入湖水量51.9%。江苏省政府实行“双河长制”的15条入湖河道2003-2007年平均入湖水量占总入湖的69.6%、占江苏省入湖的82.4%。

(2) 现状(2007年)入湖河道全年期优于Ⅲ类水标准的监测断面占总监测断面的19.9%,且汛期水质略优于非汛期。1998-2003年水质逐渐恶化,2003-2004年水质基本稳定,2004-2007年水质略有改善。

(3) 1998-2007年江苏省环湖多年平均氨氮、总磷、总氮污染物入湖总量分别为 $2.14 \times 10^4 \text{ t}$ 、 1673 t 、 $3.70 \times 10^4 \text{ t}$,年均增长率分别为2.48%、0.72%、2.57%。江苏省政府实行“双河长制”的15条入湖河道2003-2007年氨氮、总磷、总氮污染物平均入湖量分别占江苏环湖入湖污染物的91.0%、88.1%、88.6%,其中污染物排放量最大的为殷村港。

4.2 建议

鉴于本文研究成果基于现有的监测手段,提出建议如下:

- (1) 将现有的水量巡测线尽量移向湖边,以确保测得较为准确的出入太湖水量;
- (2) 水质水量同步监测;
- (3) 每月两次环太湖水量水质同步监测,汛期适当加大频次;
- (4) 对环湖基点站建立水量水质自动监测站。

5 参考文献

- [1] 袁静秀,黄漪平. 环太湖河道污染物负荷量的初步研究. 海洋与湖沼,1993,(5).
- [2] 许梅,任瑞丽,刘茂松. 太湖入湖河流水质指标的年变化规律. 南京林业大学学报(自然科学版),2007,31(6).
- [3] 许朋柱,秦伯强. 2001-2002水文年环太湖河道的水量及污染物通量. 湖泊科学,2005,17(3): 213-218.

- [4] 张利民, 刘洋, 孙卫红. 太湖流域漕桥河小流域水环境容量估算及污染物削减分配. 湖泊科学, 2009, **21**(4): 502-508.
- [5] 崔广柏. 太湖流域水环境综合整治新理念——“引江济太”调水试验引发的思考. 中国水利, 2004, (6).
- [6] 秦伯强. 太湖生态与环境若干问题的研究进展及其展望. 湖泊科学, 2009, **21**(4): 445-455.
- [7] 郑一, 王学军, 江耀慈等. 环太湖河道水质分析与入湖污染物负荷量估算. 地理学与国土研究, 2001, **17**(1).
- [8] 朱广伟. 太湖富营养化现状及原因分析. 湖泊科学, 2008, **20**(1).