

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2012.03.007

江苏省入太湖河道污染物分析

万晓凌,马倩,董家根,高鸣远

(江苏省水文水资源勘测局,江苏南京 210029)

摘要: 为了对太湖的水资源开发利用和水污染治理提供参考数据,对 1998—2009 年江苏省环太湖河道的入湖水量、入湖污染物量和入湖水质进行计算与分析。结果表明,江苏省环太湖河道多年平均入湖水量为 70.6 亿 m^3 ,主要入湖河道的 NH_3-N 、TP、TN、 COD_{Mn} 平均入湖量分别为 1.37 万 t、1 360 t、2.63 万 t 和 3.77 万 t。环太湖河道超 III 类水标准的断面占断面总数的 71.5%~95.3%,其中 1998—2004 年超 III 类水质的断面呈上升趋势,水质逐渐恶化,而 2005—2009 年超 III 类水质的断面渐趋下降,水质有所改善。

关键词: 太湖;入湖河道;水质污染;水量计算;江苏省

中图分类号:X522

文献标识码:A

文章编号:1004-6933(2012)03-0038-04

Analysis of pollutants in rivers entering Taihu Lake in Jiangsu Province

WAN Xiao-ling, MA Qian, DONG Jia-gen, GAO Ming-yuan

(Jiangsu Provincial Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Nanjing 210029, China)

Abstract: The water quality, water quantity, and pollutants in the rivers entering Taihu Lake from 1998 to 2009 were calculated and analyzed, in order to provide reference data for water resources exploitation and utilization, and water pollution control in Taihu Lake. The results show the following: The multi-year average volume of the water flowing into Taihu Lake was 7.06 billion m^3 . The average volumes of NH_3-N , TP, TN, and COD_{Mn} in the rivers entering the lake were 13 700 t, 1 360 t, 26 300 t, and 37 700 t, respectively. The river sections that had water quality exceeding the Class III standard accounted for 71.5% to 95.3% of the total number, and they showed an increasing trend with deteriorated water quality during the period from 1998 to 2004, whereas a decreasing trend was observed during the period from 2005 to 2009, when the water quality in these sections was improved.

Key words: Taihu Lake; rivers entering Taihu lake; water pollution; water quantity calculation; Jiangsu Province

太湖位于江苏、浙江两省交界处,是中国三大淡水湖之一,具有防洪、排涝、供水、航运、旅游及养殖等多种功能。随着经济的迅猛发展和人民生活水平的提高,太湖作为重要饮用水水源地的地位越显突出,它不仅是周边城市的主要供水水源地,还承担通过环太湖出湖河流向太湖周边地区以及上海水源地供水的任务,因此,保护好太湖水资源显得极为重要与迫切^[1]。

随着太湖流域地区工业的发展和城市人口的高度集中,大量工业废水和生活污水未经适当处理便排入太湖,使太湖水体中 NH_3-N 、P 等耗氧物质浓度

升高,增加了水体营养物质的负荷量;而为了提高农作物的产量,化肥的施用量也逐年增加,化肥经雨水的冲刷也进入水中,更增加了水体营养物质的负荷量;在水产养殖方面,为达到渔业高产,一些地区在水中投放饵料,这也成为水体接纳 N、P 等营养物质的主要渠道。太湖几乎每年发生不同程度的蓝藻暴发,造成的直接经济损失、间接经济损失和社会负面影响巨大。近年来,虽然各级政府、各部门在太湖水污染治理方面做了大量艰苦的工作,太湖水质恶化的趋势得到遏制,但太湖富营养化问题仍较严重^[2]。本研究通过对比 1998—2009 年环太湖河道的入湖

水量、入湖污染物和入湖水质的变化情况,分析太湖水质的变化趋势,旨在为太湖的水资源开发利用和水污染治理提供参考数据。

1 环太湖河道入湖水量的计算

1.1 布设水文监测站点

在环太湖布设水量巡测入湖口门 113 个,其中江苏省 93 个,浙江省 20 个。布设环太湖进出水量监测站 10 段 11 站,其中浙江省 2 段 2 站,江苏省 8 段 9 站。江苏省环太湖河道设有大浦口、白茆山、犊山闸、瓜泾口、望亭(立交)、太浦闸(平望)等国家基本水文站。

对环太湖河道进行水文巡测,要在进出湖水量比较大的主要河道上设置流量测验断面,建立基点站和单站,每日定时进行流量测验,而在其他较小河道,则根据水情变化采取巡测的方法不定时进行流量测验。在基点站和单站每日进行定时流量测验,其中,河流站一般每天测 2 次日流量;在洪水期,视水情变化情况,各站随时加密测次,以测得完整洪水过程。闸坝站则在闸门开启变化时随时加测(开闸时每天测流两次)。各巡测段每月上半月、下半月各巡测 1 次,时间定在每月的 8 号、23 号左右;汛期大水时随时加密巡测测次。在所有入湖口门,进行水量、水质同步监测。

1.2 计算环太湖河道入湖水量

根据水系特点,将沿湖巡测段分成若干小段,在各段的基点站流量与该段巡测断面的总流量之间建立关系,推求各段的进出湖水量。对一些受水利工程控制或不能放在一个巡测段内建立关系的河道,则采取设站委托测验的方法,单独推算其入湖水量。

苏州市有 5 段 2 站共 53 个进出水口门,无锡市有 3 段 5 站共 38 个进出水口门,常州市有龚巷桥和雅浦桥 2 个单站及漕桥、黄埭桥两个基点站。根据各站、段推求出的逐日流量,可分别计算其入湖水量。

1.3 环太湖河道入湖水量的变化趋势

1998—2009 年环太湖河道年平均入湖水量为 70.6 亿 m^3 ,年最大入湖水量为 94.5 亿 m^3 (2003 年),年最小入湖水量为 55.9 亿 m^3 (1999 年)。年最大入湖水量是年最小入湖水量的 1.69 倍。近年来,环太湖河道年入湖水量有明显下降趋势^[3]。1998—2009 年环太湖河道入湖水量年变化情况见图 1。

1998—2009 年,浦南区、阳澄淀泖区、武澄锡虞区、湖西区年平均入湖水量占总入湖水量的比例分别为 8.4%、2.1%、22.1%和 67.3%。入湖水量的在年内分配也不均匀。上游降雨量较大时,河道闸坝相继开闸放水,导致入湖量较大,汛期(5—9 月)入湖水量

占年入湖水量的 53.7%,其中 6—9 月的入湖水量占 46.1%。多年平均月入湖水量最大月份是 7 月,占年入湖水量的 13.3%;月入湖水量最小的月份是 2 月,占年入湖水量的 5.4%。1998—2009 年平均各月环太湖河道入湖水量占总入湖水量比例的情况见图 2。

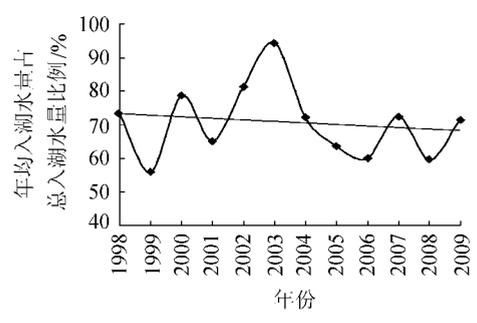


图 1 1998—2009 年环太湖河道入湖水量年变化过程

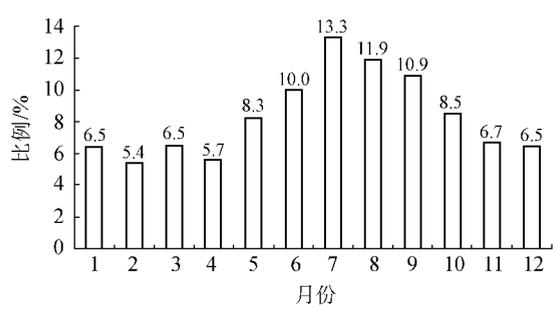


图 2 1998—2009 年平均各月环太湖河道入湖水量占总入湖水量的比例

2 环太湖河道水质评价

2.1 评价范围

本文选取环太湖河道 22 个水质断面、湖区 26 个水质断面作为水质评价范围。

2.2 评价方法

选取的水质评价参数是 DO、 COD_{Mn} 、 NH_3-N 、TP;依据的水质评价标准是 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》,采取的水质评价方法是单指标评价法(对最差的项目赋全权,即以水质类别最差的参数的类别代表该测点的水质类别。该方法又称一票否决法),当出现不同类别的标准值相同时,按最优类别确定。

2.3 评价结果

对 1998—2009 年环太湖河道的水质^[4]监测结果进行分析,结果表明,超Ⅲ类水标准的断面占断面总数的 71.5%~95.3%,其中 1998—2004 年超Ⅲ类水质的断面数呈上升趋势,水质逐渐恶化;2005—2009 年超Ⅲ类水质的断面数渐趋下降,水质有所改善。1998—2009 年环太湖河道水质评价结果见表 1。

1998—2009 年环太湖河道 NH_3-N 、TP、TN 的多年平均质量浓度分别为 2.86 mg/L、0.226 mg/L 和 5.02 mg/L, NH_3-N 的年均质量浓度最高值是 2004 年

表 1 1998—2009 年环太湖河道水质评价结果 %

年份	各类水质断面占总断面比例					
	II	III	IV	V	> V	超 III 类
1998	4.5	24.1	18.8	16.1	36.6	71.5
1999	3.0	13.3	28.1	11.1	44.4	83.6
2000	0.0	7.1	21.8	12.4	58.8	93.0
2001	0.7	11.5	20.3	11.5	56.1	87.9
2002	1.4	8.5	24.6	13.4	52.1	90.1
2003	0.0	4.7	13.2	12.4	69.7	95.3
2004	0.0	4.8	12.4	6.3	76.5	95.2
2005	1.2	7.0	14.5	8.1	69.2	91.8
2006	0.8	11.0	15.7	9.8	62.7	88.2
2007	1.8	12.8	21.9	5.0	58.5	85.4
2008	0.8	20.9	31.5	17.7	29.1	78.3
2009	3.5	22.0	28.3	20.1	26.0	74.5

的 3.78 mg/L, 最低值是 2009 年的 1.36 mg/L, TP 的年均质量浓度最高、最低值分别为 1999 年的 0.269 mg/L 和 2008 年的 0.186 mg/L; TN 的年均质量浓度最高、最低值分别为 2005 年的 6.67 mg/L 和 1998 年的 3.56 mg/L。1998—2009 年环太湖河道污染物质量浓度值及水质类别见表 2。

表 2 1998—2009 年环太湖河道污染物质量浓度值及其水质类别

年份	NH ₃ -N		TP		ρ(TN) / (mg·L ⁻¹)
	ρ(NH ₃ -N) / (mg·L ⁻¹)	水质类别	ρ(TP) / (mg·L ⁻¹)	水质类别	
1998	1.87	V	0.201	IV	3.56
1999	2.65	劣 V	0.269	IV	4.33
2000	3.47	劣 V	0.262	IV	5.52
2001	3.23	劣 V	0.232	IV	5.16
2002	3.44	劣 V	0.240	IV	5.86
2003	3.02	劣 V	0.217	IV	5.15
2004	3.78	劣 V	0.190	III	5.61
2005	3.42	劣 V	0.219	IV	6.67
2006	3.60	劣 V	0.237	IV	5.79
2007	3.08	劣 V	0.238	IV	4.90
2008	1.37	IV	0.186	III	3.71
2009	1.36	IV	0.220	IV	4.00

在江苏环太湖的 4 个分区(浦南区、阳澄淀泖区、武澄锡虞区、湖西区)中, 1998—2009 年多年平均入湖河道 NH₃-N、TP、TN 的质量浓度值湖西区均为最大, 阳澄淀泖区、武澄锡虞区次之, 浦南区最小。

考虑多年水质资料的完整性, 在众多环太湖入湖河道中, 选择直湖港、梁溪河、漕桥河和陈东港 4 条河道作为入湖河道的代表, 分析河道水质变化趋势。

1998—2009 年, 直湖港的综合水质类别均为劣 V 类。其中 DO、COD_{Mn}、TP 均以 III ~ IV 类为主; NH₃-N 除 2009 年为 V 类外, 全部为劣 V 类。可见 NH₃-N 是直湖港最主要的污染物。

1998—2006 年, 梁溪河的综合水质类别均为劣 V 类, 2007 年起, 其水质渐趋好转, 至 2008 年, 其综

合水质类别已达 III 类水标准。在 1998—2006 年间, 梁溪河的 DO、TP 均以 IV ~ V 类为主, NH₃-N 全部为劣 V 类。

1998—2009 年, 漕桥河的综合水质类别均为劣 V 类。其中 DO 为 V 类、COD_{Mn} 为 IV 类、NH₃-N 为劣 V 类、TP 为 V 类。可见 NH₃-N 是漕桥河最主要的污染物。总体而言, 漕桥河水质较差, 污染严重, 但自 2007 年以来, 其水质呈明显好转趋势, 其 DO 的年均增长率达 35.4%, TP、TN、NH₃-N、COD_{Mn} 的下降率分别达 27.1%、15.0%、27.8% 和 15.7%, 水质指标改善显著。

1998—2009 年, 陈东港的综合水质类别均为 IV 类, 其中 DO、COD_{Mn}、NH₃-N、TP 均为 IV 类。其 DO 的年均下降率为 2.51%; TN 年均增长率最高, 达 6.18%, 其次为 TP、NH₃-N, 年均增长率分别为 4.47% 和 4.60%; COD_{Mn} 基本保持稳定, 无明显变化趋势, 其年均下降率为 0.18%。总体而言, 陈东港水质优于漕桥河, 但多年来其水质呈下降趋势, 而自 2007 年以来, 其水质又呈好转趋势, 但好转幅度小于漕桥河, 其 DO 年均增长率达 3.2%, TP、TN、NH₃-N、COD_{Mn} 下降率分别达 15.6%、3.10%、19.3% 和 6.67%, 水质指标趋于好转。

3 环太湖河道入湖污染物量的分析

3.1 2009 年

2009 年江苏省环太湖河道的 NH₃-N、TP、TN、COD_{Mn} 的入湖量分别为 1.27 万 t、0.17 万 t、3.22 万 t、4.76 万 t, 分别比多年平均(1998—2007 年)入湖量减少 41.2%、增加 1.6%、减少 10.5%、减少 8.3%, 比 2008 年入湖量减少 8%、增加 21.4%、增加 17.5%。环太湖的 NH₃-N、TP、TN、COD_{Mn} 平均质量浓度值分别为 1.79 mg/L、0.23 mg/L、4.52 mg/L 和 7.58 mg/L^[5]。

湖西区的 NH₃-N、TP、TN、COD_{Mn} 的入湖量占总入湖量的 75% 左右, 武澄锡虞区占 20% 左右, 阳澄淀泖区占 4% 左右, 浦南区仅占 1% 不到。

2009 年江苏省环太湖河道汛期(5—9 月)的 NH₃-N 入湖量为 0.58 万 t, 占总量的 45.4%, TP 的入湖量为 968 t, 占总量的 57.8%, TN 的入湖量为 1.61 万 t, 占总量的 49.9%, COD_{Mn} 的入湖量为 2.78 万 t, 占总量的 58.4%。NH₃-N 入湖量最大的 4 个月出现在 4—7 月, 占总量的 40.4%; TP 入湖量最大的 4 个月出现在 5—8 月, 占总量的 50.1%; TN 入湖量最大的 4 个月出现在 5—8 月, 占总量的 43.6%; COD_{Mn} 入湖量最大的 4 个月出现在 6—9 月, 占总量的 50.2%。

3.2 逐年

1998—2009年江苏省环太湖河道 NH₃-N、TP、TN、COD_{Mn}的多年平均入湖质量浓度分别为 2.84 mg/L、0.23 mg/L、5.06 mg/L 和 7.58 mg/L,多年平均入湖总量分别为 2.01 万 t、0.17 万 t、3.58 万 t 和 5.19 万 t。从表 3 中可以看出 1998—2003 年江苏省环太湖河道 NH₃-N、TP、TN、COD_{Mn}有明显增长的趋势,到 2003 年达最大值,但从 2004—2009 年有减少的趋势^[6]。

表 3 1998—2003 年江苏省环太湖河道入湖污染物量

年份	入湖水量/ 亿 m ³	入湖污染物量/万 t			
		NH ₃ -N	TP	TN	COD _{Mn}
1998	73.26	1.35	0.15	2.61	4.12
1999	55.91	1.53	0.15	2.56	4.04
2000	78.69	2.73	0.21	4.34	6.18
2001	65.16	2.07	0.15	3.36	4.87
2002	81.34	2.65	0.19	4.64	6.56
2003	94.47	2.75	0.19	4.87	7.07
2004	72.02	1.82	0.14	3.32	5.49
2005	63.71	1.98	0.14	3.73	4.70
2006	59.97	2.72	0.16	4.01	4.88
2007	72.41	1.83	0.20	3.51	5.25
2008	59.54	1.37	0.14	2.74	4.35
2009	71.34	1.26	0.17	3.22	4.76
平均	70.65	2.01	0.17	3.58	5.19

3.3 主要河道

重点分析 15 条主要环太湖入湖河道中的 11 条河道,即望虞河、漕桥河、武进港、社渎港、太滆运河、陈东港、乌溪港、太滆南运河(殷村港)、大浦港、洪巷港、官渎港。因资料所限,分析年份选为 2003—2009 年。

2003—2009 年 11 条主要入湖河道 NH₃-N、TP、TN、COD_{Mn}年平均入湖量分别为 1.37 万 t、1 360 t、2.63 万 t 和 3.77 万 t,分别占同期江苏省环太湖河道入湖污染物总量的 69.6%、83.5%、72.5% 和 72.3%。因为 TP、TN、COD_{Mn}与 NH₃-N 的变化趋势基本一致,所以主要河道污染物各年度的变化情况可通过其 NH₃-N 入湖量来反映,见表 4。

各主要河道中,NH₃-N 平均入湖量最大的河道是陈东港,占主要河道 NH₃-N 总入湖量的 21%,其

表 4 2003—2009 年环太湖主要河道的 NH₃-N 入湖量

年份	望虞河	武进港	太滆运河	漕桥河	殷村港	社渎港	官渎港	洪巷港	陈东港	大浦港	乌溪港	合计
2003	3 754	1 483	1 451	602	1 877	914	433	303	2 569	915	360	14 659
2004	1 480	1 927	1 882	586	1 575	740	264	320	1 854	863	222	11 714
2005	389	641	2 479	603	2 506	466	260	549	3 102	1 113	361	12 469
2006	1 258	2 762	2 817	924	4 728	712	468	1 138	5 041	1 151	965	21 963
2007	1 068	862	2 604	705	4 065	485	544	747	2 519	979	517	15 093
2008	15	206	2 032	768	2 640	469	320	536	2 343	967	577	10 874
2009	108	1 429	1 353	435	1 534	369	156	415	1 916	858	262	8 834
平均	1 153	1 330	2 088	660	2 703	593	349	573	2 763	978	466	13 658

次为殷村港,占 20%;TP 平均入湖量最大的河道是陈东港,占主要河道 TP 总入湖量的 22%,其次为殷村港,占 16%;TN 平均入湖量最大的河道是陈东港,占主要河道 TN 总入湖量的 23%,其次为殷村港,占 15%;COD_{Mn}平均入湖量最大的河道为陈东港,占主要河道 COD_{Mn}总入湖量的 26%,其次为殷村港,占 19%。

2009 年主要入湖河道的 NH₃-N 入湖量为 8 834 t,占总入湖量的 70%;TP 入湖量为 1 399 t,占总入湖量的 82.3%;TN 入湖量为 23 649 t,占总入湖量的 73.4%;COD_{Mn}入湖量为 34 512 t,占总入湖量 72.5%。

4 结 语

计算江苏省环太湖河道的入湖水量、入湖污染物量,评价入湖河道的水质,可为太湖水资源的开发利用、太湖水污染的治理提供参考数据,对保护太湖水资源起一定作用。

参考文献:

- [1] 徐长义. 水电开发在我国能源战略中的地位浅析[J]. 中国能源, 2005(4): 26-30.
- [2] 陈亚男, 逢勇, 赵伟, 等. 望虞河西岸主要入河支流污染物通量研究[J]. 水资源保护, 2011, 27(2): 27-28.
- [3] 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[J]. 中国水利, 2004(6): 43-44.
- [4] 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[J]. 地理学与国土研究, 2001, 17(1): 40-44.
- [5] 朱广伟. 太湖富营养化现状及原因分析[J]. 湖泊科学, 2008, 20(1): 21-26.
- [6] 马倩, 刘俊杰, 高鸣远, 等. 江苏省入太湖污染物量分析(1998—2007 年)[J]. 湖泊科学, 2010, 22(1): 29-34.
- [7] 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[J]. 湖泊科学, 2005, 17(3): 213-218.
- [8] 罗缙, 逢勇, 林颖, 等. 太湖流域主要入湖河道污染物通量研究[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2005, 33(2): 131-135.

(收稿日期 2011-04-18 编辑 彭桃英)