

## 环太湖河流进出湖水量及污染负荷(2000-2002年)\*

翟淑华, 张红举

(太湖流域水资源保护局, 上海 200434)

**摘要:**通过对环太湖水文巡测资料水量统计方法比较入手, 计算分析 2000-2002 年环太湖河流进出湖水量、水质、污染负荷量变化。结合太湖水质变化分析, 得出自 2000 年后环太湖进出湖河流的水质污染恶化趋势总体得到初步遏制, 湖州、苏州地区环太湖河流水质保持稳定并呈一定改善趋势, 但无锡、常州地区的环太湖河流水质浓度仍呈升高趋势, 尤其是常州地区入湖河流的 TP、COD<sub>Mn</sub> 浓度升高较快。与此相对应, 太湖水质在总体保持基本稳定中有所好转, 水质总体恶化趋势已经得到初步控制, 但位于西北部的竺山湖各项水质指标进一步恶化, 明显劣于梅梁湖水质, 应当引起当地有关部门重视, 加大治理力度。环太湖河流的入湖和出湖污染负荷量总体呈现增加趋势, 但从净入湖污染负荷量分析, COD<sub>Mn</sub> 呈波动性减少趋势, TP 和 TN 呈增加趋势。

**关键词:**环太湖河流; 水量; 水质; 污染负荷

## Water quantity and waste load variation of rivers around Lake Taihu from 2000 to 2002

ZHAI Shuhua & ZHANG Hongju

(Taihu Basin Water Resources Protection Bureau, Shanghai 200434, P. R. China)

**Abstract:** Based on the statistics data about water quantity and water quality of rivers around Lake Taihu, comparing with the water quality of Lake Taihu and the calculation result of waste loads of rivers around Lake Taihu, the authors get the conclusion as follows: the degrading trend of water quality of the rivers has been alleviated, the water quality of Lake Taihu has been improved step by step from 2000 to 2002. However, the water quality of the rivers from Wuxi and Changzhou area is being deteriorated. The East Lake Taihu holds the best water quality in contrast with the worst water quality of Zhushan bay in the northwestern Lake Taihu. The waste loads of rivers around Lake Taihu have increased from 2000 to 2002. But for the net waste loads of rivers around Lake Taihu, different water quality index has different trend. The waste load of COD<sub>Mn</sub> decreased but the TP and TN increased.

**Keywords:** Rivers around Lake Taihu; water quantity; water quality; waste load

20 世纪 90 年代以来, 太湖水环境恶化问题成为全国人民关注的热点问题, 其治理问题已成为国家水污染治理的重点问题。环太湖河流是影响太湖水环境的重要因素, 其进出太湖的水量大小、水质好坏直接影响到太湖的水量、水质变化, 为此, 对环太湖河流进出太湖污染物的量化越来越受到管理部门、科研部门乃至全社会的关注。随着太湖污染治理力度的进一步加大, 而环太湖水文巡测资料、环太湖河流水质监测和太湖水体水质监测等基础资料布测的常规化, 使得环太湖河流进出太湖污染物按照年度进行量化成为可能, 其量化成果将成为管理部门管理太湖和评判太湖治理效果的依据。

但由于水文资料的获取和水质资料的获得存在时间和空间上的不对应性, 且环太湖河流水质与太湖水体水质差异加大的现实, 环太湖河流进出太湖污染负荷的量化, 不同的计算方法必然得到不同的结果, 对环太湖河流进出太湖污染负荷量的计算和研究, 受到认识水平、管理要求和资料连续性等诸多因素的限制, 时断时续, 且不同的资料来源和不同的统计计算方法<sup>[1,2]</sup>, 使不同阶段的研究成果难以比较。为此, 本文结合环太湖河流进出太湖水量、水质常规监测站点布测的实际情况, 分析环太湖河流进出太湖污染负荷量计算

\* 2005-05-27 收稿; 2005-09-19 收修改稿。翟淑华, 女, 1964 年生, 教授级高级工程师。

所采用的不同方法带来的计算误差,采用更接近实际情况、便于管理部门使用的计算方法,计算分析 2000 年以来环太湖河流进出太湖污染负荷量的变化趋势,并结合环太湖河流进出湖水量、水质变化,分析太湖水质变化趋势,从而综合反映太湖水污染治理措施采取后的水质改善效果,提出现状条件下的太湖治理重点.

## 1 资料和方法的采用

### 1.1 水量资料及采用方法

环太湖水量资料. 采用环太湖水文国家基准站整编后的环太湖水文巡测资料,该资料将太湖各巡测段分上、下游两大段整编出逐日进出湖流量,上游段从平望(新运河大桥)顺时针方向至无锡白茆山各巡测段及辅助站,包括新运河大桥站、鼓楼桥段、三里桥段、杭长桥站、杨家埠站、长兴(二)段、陈东港桥段、漕桥黄埭桥段、塘桥站、白茆山站,进湖为正,出湖为负;下游段从无锡胥山闸顺时针至平望各巡测段及辅助站,包括胥山闸站、五里湖闸站、华庄新桥-中华桥段、望亭(立交)站、新通安桥段、五福桥段、瓜泾口站、大浦桥段、平望站,出湖为正,进湖为负. 为分析环太湖不同地区的水量、水质,本文将整编后环太湖水文巡测资料,分别按照无锡常州地区、湖州地区、苏州地区进行汇总统计. 与通常水利分区概念不同的是,将望亭(立交)巡测站代表的望虞河进出湖水量合并到苏州地区进行统计.

无锡、常州地区:2000 年布设 5 个巡测段:漕桥(三)段、黄埭桥段、胥山闸段(蠡桥段)、五里湖闸段(大白龙桥段)、贡湖段;2001 年增加陈东港桥段、漕桥与黄埭桥段合并、白茆山段拆分为塘桥站和白茆山站,贡湖段改为华庄-中华桥段. 2002 年共布设 9 个辅助站:陈东港桥站、漕桥站、黄埭桥站、塘桥站、白茆山站、胥山闸站、五里湖闸站、华庄新桥站、中华桥站,分三个巡测段:陈东港桥、漕桥黄埭桥巡测段、华庄新桥中华桥段. 无锡、常州地区有巡测断面 31 个,共计进出太湖口门 38 个.

湖州地区:2000-2002 年布设 5 个辅助站:鼓楼桥站、三里桥站、杭长桥站、杨家埠站、长兴(二)站,分二个巡测段:三里桥巡测段、长兴(二)巡测段. 湖州地区有巡测断面 29 个,共计进出太湖口门 34 个.

苏州地区:2000 年布设 4 个辅助站:新通安桥站、五福桥站、望亭立交站、平望站,分两个巡测段:瓜泾口段、新运河大桥段. 2001 年瓜泾口段改为大浦桥段. 2002 年又将大浦桥段拆分为瓜泾口段和大浦桥段,布设 7 个辅助站:望亭立交站、新通安桥站、五福桥站、瓜泾口站、大浦桥站、平望站、新运河大桥站,分 5 个巡测段:新通安桥巡测段、五福桥段、瓜泾口巡测段、大浦桥巡测段、鼓楼桥巡测段. 苏州地区有巡测断面 37 个,共计进出太湖口门 44 个.

环太湖河流进出湖水量的统计方法对比. 方法一为环太湖水文巡测资料采用的水量统计方法,即将巡测段的逐日流量分上游段和下游段以月为统计时段,分别统计进湖水量和出湖水量,上游段进湖为正、出湖为负,按进湖水量统计,下游段出湖为正、进湖为负,按出湖水量统计. 上游段巡测段月进湖水量实际为上游段巡测段月净入湖水量,下游段巡测段月出湖水量实际为下游段巡测段月净出湖水量. 方法二为本文采用方法,即将环太湖河流所有巡测段的逐日水量分进湖和出湖以月为统计时段,分别统计进湖水量和出湖水量,无论上游段还是下游段,均进湖为正,出湖为负(2003 年的环太湖水文巡测资料也开始改为采用本方法统计). 由此可见,采用方法二统计的环太湖河流进湖水量和出湖水量均大于方法一(表 1).

表 1 太湖河流进出湖水量不同统计方法对比

Tab. 1 The statistical data of water quantity of rivers around Taihu Lake comparing with two methods

年份	环太湖进湖水量( $\times 10^4 \text{ m}^3$ )		环太湖出湖水量( $\times 10^4 \text{ m}^3$ )		环太湖净入湖水量( $\times 10^4 \text{ m}^3$ )	
	方法一	方法二	方法一	方法二	方法一	方法二
2000 年	55.09	80.80	33.60	59.36	21.49	21.49
2001 年	49.96	83.24	51.60	84.89	-1.65	-1.65
2002 年	73.48	104.34	65.68	96.53	7.80	7.80

由于 20 世纪 90 年代以来,太湖上游河道的入湖水质明显差于出湖水质,从理论分析,采用方法二作为环太湖河流污染负荷量计算的水量基础更为合理. 但采用方法二,即使采用的水质资料相同,计算得到的

入湖污染负荷量也大于方法一。由于自 2003 年环太湖水文巡测资料统计进出湖水量方法的改变,在使用环太湖水文巡测资料时要注意方法的一致性。此外,研究人员采用水文年为统计时段<sup>[1,2]</sup>,计算分析环太湖河流进出污染物通量,也同样要注意水量统计方法的一致性问题。本文对污染负荷量的计算分析均在方法二的基础上进行。

### 1.2 水质资料及采用方法

水质资料采用太湖流域水资源保护局发布的太湖及环太湖河流每月一次的常规监测资料。水质监测断面与水量巡测段并非一一对应。为与巡测段的水量资料尽可能匹配,提高污染负荷量计算的精度,将同一水文巡测段内的各条河流水质监测资料进行算术平均,作为该巡测段的河流入湖水水质浓度。环太湖河流出湖水水质浓度,则采用与巡测站段相对应的太湖湖内沿岸水质测点(图 1)的实测值。

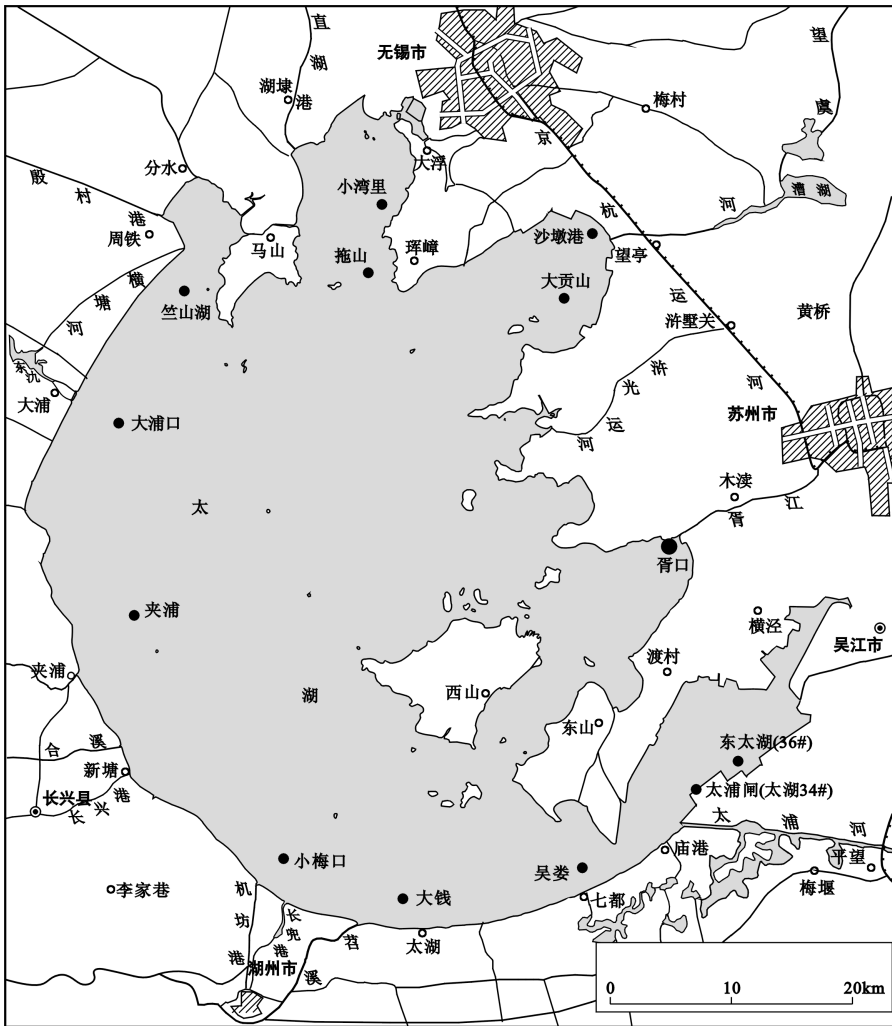


图 1 太湖湖内沿岸水质测点分布示意图

Fig.1 The location map of water quality monitoring points in Lake Taihu

### 1.3 污染负荷量计算方法

环太湖河流进出湖污染负荷量计算,采用上述环太湖河流进出湖水量资料、水质资料和太湖水质资料

分别进行计算. 即进湖污染负荷量由进湖水量和入湖河流水质计算得到, 出湖污染负荷量由出湖水量和太湖湖内沿岸水质计算得到. 由于水质资料只有每月一次的监测资料, 受水质资料监测频次的限制, 前述水量资料统计均按月统计进湖水量和出湖水量, 与相应的河流水质和太湖测点水质资料匹配. 与以往的研究成果不同的是, 虽然该方法忽略了同一巡测段内不同河流的水量大小、污染程度的不同, 但考虑了环太湖同一巡测段内河流入湖水量、水质和出湖水量、水质的不同. 且由于所采用的水文、水质资料均为管理部门使用的常规资料, 便于建立长系列的资料累积, 进行历史变化规律的分析.

## 2 2000 - 2002 年环太湖河流水量水质变化分析

### 2.1 环太湖河流水量变化对比分析

2000 年至 2002 年环太湖河流的进出湖水量统计结果见表 2. 从汛期降雨情况分析, 与 2000 年相比, 2001 年、2002 年汛期降雨相对较多, 太湖水位相对较高, 由于泄洪、供水需要, 太湖出湖水量增加, 故在相同入湖水量情况下环太湖河流净入湖水量减少; 2000 年为偏枯水年, 汛期降雨偏少, 太湖水位较低, 加之当时的调度理念主要考虑防洪调度, 出湖水量明显小于 2001 - 2002 年, 产生偏枯水年净入湖水量较大的情况.

表 2 中显示无锡、常州地区入湖水量远大于出湖水量; 苏州地区出湖水量远大于入湖水量; 湖州地区的进出湖水量基本持平, 进出湖水量的多少与降雨和太湖水位变化密切相关, 降雨偏少、太湖水位偏低的 2000 年, 其入湖水量大于出湖水量; 降雨偏多、太湖水位偏高的年份, 其出湖水量大于入湖水量. 2002 年入湖水量大于出湖水量, 与 2002 年开展的“望虞河引江济太湖试验工程”有关, 2002 年通过望虞河入湖水量为  $7.89 \times 10^2 \text{ m}^3$ .

表 2 环太湖河流进出湖水量<sup>1)</sup>

Tab. 2 The water quantity of rivers around Lake Taihu

水量 ( $\times 10^4 \text{ m}^3$ )	年份	无锡、常州	湖州	苏州	环太湖
入湖	2000	62.90	9.70	8.20	80.80
	2001	49.72	20.48	13.04	83.24
	2002	63.03	24.84	16.47	104.33
出湖	2000	0.26	15.30	43.80	59.30
	2001	4.36	22.52	58.01	84.89
	2002	1.65	16.07	78.81	96.53
净入湖	2000	62.68	-5.43	-35.76	21.45
	2001	45.36	-2.04	-44.97	-1.64
	2002	61.37	8.77	-62.34	7.80

1) 负号为净出湖水量. 资料来源为环太湖水文巡测资料.

### 2.2 环太湖河流水质变化对比分析

表 3 中的数据表明, 环太湖河流的水质污染恶化趋势自 2000 年后总体得到遏制. 其中湖州地区、苏州地区的环太湖河流水质稳定且有所改善, 尤其是苏州地区, 由于 2002 年开始了引长江水补充太湖、保障太湖饮用水源地供水安全的“望虞河引江济太湖调水试验工程”, 苏州地区河道的引排水量明显大于往年, 从水质对比分析, 其水质改善更为明显. 但位于太湖上游的无锡、常州地区环太湖河流水质浓度仍呈升高趋势, 尤其是常州地区入湖河流 TP、 $\text{COD}_{\text{Mn}}$  浓度升高较快, 应当引起当地有关部门重视, 加大治理力度.

表 3 2000 - 2002 年的各地区环太湖河流水质对比表 (单位: mg/L)

Tab. 3 The water quality of rivers around Lake Taihu from 2000 to 2002

年份	无锡、常州地区			湖州地区			苏州地区			环太湖河流平均		
	$\text{COD}_{\text{Mn}}$	TP	TN	$\text{COD}_{\text{Mn}}$	TP	TN	$\text{COD}_{\text{Mn}}$	TP	TN	$\text{COD}_{\text{Mn}}$	TP	TN
2000	7.87	0.26	6.58	4.45	0.13	2.84	5.11	0.10	3.07	5.81	0.16	4.16
2001	7.48	0.25	7.94	4.34	0.11	2.49	4.93	0.11	2.53	5.69	0.16	4.44
2002	8.26	0.30	7.26	4.10	0.13	2.81	4.80	0.09	2.18	5.76	0.17	4.21

### 3 2000-2002年太湖沿岸测点水质变化分析

本文所指太湖水质,是太湖沿岸及湖湾水域共13个代表测点的监测水质,测点分布见图1。由于太湖湖面面积大,河流流向复杂,进出湖河流水质差异大,故对太湖沿岸及湖湾水域水质变化分别按照西北部沿岸区、竺山湖、梅梁湖、贡湖、胥湖、东太湖和南部沿岸区等七个分区进行对比分析。其中西部沿岸区代表测站采用夹浦站和大浦口站,竺山湖区代表水质测站采用竺山湖站,梅梁湖代表水质监测站采用拖山站和小湾里站,贡湖水水质代表测站采用沙墩港站和大贡山站,胥湖水水质代表测站采用胥口站,东太湖代表水质测站采用东太湖站(36号)和太浦闸口(34号),太湖南部沿岸区测站采用吴娄站、大钱站、小梅口站。2000-2002年太湖沿岸及湖湾水域各不同分区的水质对比详见表4。

表4 2000-2002年太湖水质平均值对比表  
Tab. 4 The water quality of Lake Taihu from 2000 to 2002

湖区	COD <sub>Mn</sub> (mg/L) (2000年/2001年 /2002年)	TP (mg/L) (2000年/2001年 /2002年)	TN (mg/L) (2000年/2001年 /2002年)	Chla (μg/L) (2000年/2001年 /2002年)
西北部沿岸区	5.32/5.10/4.90	0.09/0.09/0.08	2.39/2.43/2.58	23.34/14.84/17.70
竺山湖	6.74/7.12/9.0	0.17/0.18/0.23	3.89/5.39/6.44	51.3/24.3/37.3
梅梁湖	5.92/5.61/5.57	0.11/0.08/0.11	2.67/2.33/3.33	33.7/15.98/24.02
贡湖	4.77/3.59/4.26	0.06/0.05/0.06	2.07/1.46/2.12	16.38/7.41/12.92
胥湖	4.02/3.47/2.98	0.04/0.03/0.02	1.22/1.19/0.70	6.00/5.49/6.20
东太湖	4.01/3.67/3.39	0.04/0.03/0.02	0.90/0.74/0.66	6.46/5.00/6.10
南部沿岸区	4.30/4.08/3.32	0.09/0.07/0.05	1.83/1.45/1.56	11.43/9.40/8.64
太湖平均	4.90/4.52/4.48	0.081/0.071/0.073	2.05/1.91/2.24	19.33/11.11/14.68

太湖沿岸及湖湾水域水质变化与当年雨情、水情和环太湖河流的进出湖水量、水质等多种因素有关。综合表4中太湖13个水质监测站点的COD<sub>Mn</sub>、TP、TN三项水质指标以及叶绿素(Chla)指标分析,2000年后太湖沿岸及湖湾水域水质在保持稳定中有所好转,水质总体恶化趋势已经得到初步控制,但局部湖区水质仍然呈恶化趋势。太湖西北部沿岸区、竺山湖、梅梁湖区的水质差于太湖沿岸区平均水质,而贡湖、胥湖、东太湖和南部沿岸区的水质好于太湖沿岸区平均水质。位于太湖西北部的竺山水质最差,且各项水质指标均呈恶化趋势,梅梁湖水水质仅次于竺山湖,也是太湖水质较差的水域,但其恶化的趋势已基本得到遏制。太湖水质最好的水域是东太湖和胥湖等东部水域。

为保障饮用水水源地的水量水质供给安全,补充太湖水量,改善太湖水质,太湖流域管理局在2000年夏季太湖蓝藻爆发影响到饮用水取水口安全的特殊条件下,尝试通过望虞河应急引水,首次通过望虞河将长江水入太湖,2001年又视流域水情和太湖水情通过望虞河常熟枢纽引水补充太湖水量,同时积极探索太湖水污染治理的水利工程措施。2002年开始进一步加大利用水利工程改善太湖及流域水环境的工作力度,通过泵站调度应用,首次实现了在冬春季将长江水通过望虞河引入太湖,补充太湖水量的不足。望虞河引江济太湖的实践表明,调水对于增加太湖水量、改善太湖水动力条件、抑制蓝藻爆发起到重要作用,同时为改善太湖水质提供了水量基础。但太湖水质的根本改善并非靠一条望虞河引水就能达到,太湖地区的污染源治理,环太湖河流水质得到根本改善,才是改善太湖水质的根本所在。

### 4 2000-2002年环太湖河流进出湖污染负荷量变化分析

2000-2002年环太湖河流的进出湖污染负荷量变化详见表5。数据表明,环太湖河流带入和带出的污染负荷量总体呈增加趋势,但从净入湖污染负荷量分析,不同指标有所不同,其中COD<sub>Mn</sub>呈波动性减少趋势,TP和TN仍呈增加趋势。这也是近年太湖水质中COD<sub>Mn</sub>指标改善较为明显,TP和TN指标浓度的变化随水情变化波动较大的重要原因。

表 5 2000 - 2002 年的环太湖河流进出污染负荷量对比  
Tab. 5 The waste loads of rivers around Lake Taihu from 2000 to 2002

时间	COD <sub>Mn</sub> (×10 <sup>4</sup> t)			TP (×10 <sup>4</sup> t)			TN (×10 <sup>4</sup> t)		
	入湖	出湖	净入湖	入湖	出湖	净入湖	入湖	出湖	净入湖
2000 年	5.97	2.39	3.58	0.143	0.034	0.11	3.43	0.73	2.70
2001 年	5.10	3.24	1.86	0.135	0.035	0.097	3.47	0.87	2.60
2002 年	6.50	3.45	3.05	0.189	0.036	0.153	4.46	1.15	3.31

结合环太湖河流所在行政区分析,不同地区进出太湖的污染负荷量所占比率详见表 6。表 6 中的数据表明,无锡常州地区的河流位于太湖上游,其入湖污染负荷量为太湖污染负荷的主要来源,但其入湖污染负荷比率呈降低趋势。湖州地区的河流水质相对较好且变化不大,其入湖污染负荷量主要受当年雨情和水情影响,入湖水量大的年份,其入湖污染负荷量所占比率相对较大。苏州地区的河流包括流域重要骨干河道望虞河和太浦河,随着流域调度理念由汛期调度向全年调度的转变,望虞河和太浦河的引水、排水、供水功能进一步发挥,该地区入湖及出湖污染负荷量所占比率,将随着进出湖水量的增加呈增加趋势。

表 6 2000 - 2002 年的环太湖河流进出污染负荷量地区贡献率对比表  
Tab. 6 The contribute rate of waste loads of rivers around Lake Taihu in different districts

地区	年份	COD <sub>Mn</sub> (%)		TP (%)		TN (%)	
		入湖	出湖	入湖	出湖	入湖	出湖
无锡、常州	2000	88.87	0.06	90.56	0.01	87.12	0.08
	2001	71.56	6.07	77.04	8.57	78.74	9.83
	2002	75.07	2.66	69.89	3.61	73.72	5.03
湖州	2000	6.55	29.21	7.13	42.65	8.69	34.55
	2001	16.72	29.20	17.04	49.71	15.06	34.43
	2002	14.61	16.95	22.38	31.11	16.22	25.96
苏州	2000	4.64	70.81	2.52	56.47	4.21	64.90
	2001	11.75	64.65	6.22	52.00	6.28	56.13
	2002	10.35	80.37	7.99	66.11	10.11	68.62

结合上述环太湖河流进出湖水量和水质变化分析,水质较好的湖州、苏州地区河流入湖水量增加,水质较差的无锡常州地区河流入湖水量减少将有利于太湖水质的改善。水质较好的河流入湖水量增加,目前主要通过望虞河引江济太达到。

## 5 结论

太湖入湖水量主要来源于无锡、常州地区的环太湖河流,其入湖水量远大于出湖水量;太湖水量出湖方向主要为苏州地区,其出湖水量远大于入湖水量;湖州地区的进出湖水量基本持平,进出湖水量的多少与降雨和太湖水位变化密切相关。

环太湖河流入湖水水质污染恶化趋势自 2000 年后总体得到遏制,湖州、苏州地区环太湖河流入湖水水质稳定且呈改善趋势,河流水质污染严重的无锡、常州地区环太湖河流水质浓度仍呈升高趋势,尤其是常州地区入湖河流的 TP、COD<sub>Mn</sub> 浓度升高较快,应当引起当地有关部门重视。

2000 年后太湖沿岸及湖湾水域水质在总体保持稳定中有所好转,水质总体恶化趋势得到控制,但位于西北部的竺山湖各项水质指标进一步恶化。叶绿素 a 指标在 2000 年后也出现相同的变化规律,叶绿素 a 浓度值最高的水域为竺山湖。

2000 年后环太湖河流带入和带出的污染负荷量总体呈上升趋势,但从净入湖污染负荷量分析,不同指标有所不同,其中 COD<sub>Mn</sub> 呈波动性下降趋势,TP 和 TN 仍呈上升趋势。

## 6 参考文献

- [1] 黄漪平等. 太湖水环境及其污染控制. 北京:科学出版社,2001.
- [2] 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.