J. Lake Sci.（湖泊科学），2012，**24**（5）：658-662
http：//www.jlakes.org. E-mail：jlakes@niglas.ac.cn
© 2012 by *Journal of Lake Sciences*

2010－2011 水文年浙江省环太湖河道水质水量及污染物通量[*]

何锡君，王　贝，刘光裕，吕振平，伍远康
（浙江省水文局，杭州 310009）

摘　要：根据2010－2011水文年浙江省环太湖河道水质水量同步监测资料，分析了进出太湖的水量、水质及污染物通量的时空变化. 监测期内，浙江省入湖水量为$22.890\times10^8\ \mathrm{m}^3$，出湖水量为$31.576\times10^8\ \mathrm{m}^3$，环湖河道水质总体上保持稳定，主要污染物指标基本处于Ⅱ～Ⅲ类标准. 污染物通量的估算结果表明，环湖河道的高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮通量均以出湖为主，入湖污染物通量的减少主要源于入太湖河流倒流流量的增加.

关键词：污染物通量；水量；水质；浙江省；太湖

Water quality, quantity and pollutant fluxes variations of the rivers surrounding Lake Taihu in Zhejiang Province during hydrological year of 2010－2011

HE Xijun, WANG Bei, LIU Guangyu, LÜ Zhenping & WU Yuankang
(*Zhejiang Province Hydrology Bureau*, *Hangzhou* 310009, *P. R. China*)

Abstract: Based on the synchronous water quality and quantity monitoring of the rivers surrounding Lake Taihu in Zhejiang Province during hydrological year of 2010－2011, we have made a thorough analysis over the temporal and spatial variations of water quantity, quality and pollutant fluxes of the rivers connected to the Lake Taihu with the jurisdiction of Zhejiang Province. In the whole hydrological year, total inflowing water was $22.890\times10^8\ \mathrm{m}^3$, and total outflowing water was $31.576\times10^8\ \mathrm{m}^3$, water quality of the rivers was regular and steady, indexes of main pollutants were categorized into National Grade Ⅱ－Ⅲ. The estimation of pollutant fluxes has shown that the $\mathrm{COD_{Mn}}$, ammonia nitrogen, total phosphorus and total nitrogen outfluxes were more than influxes. The decline of pollutants influxes is mainly due to the increases of countercurrent flow of rivers flowing into the Lake Taihu.

Keywords: Pollutant fluxes; water quantity; water quality; Zhejiang Province; Lake Taihu

太湖流域地跨浙、苏、沪、皖三省一市，是我国经济最发达的地区之一. 太湖是这一地区的重要淡水资源，但随着流域内工农业生产和生活废污水排放量的不断增大，太湖水环境恶化已成为制约流域社会经济可持续发展的重大瓶颈[1-2]. 新近颁布的《太湖流域管理条例》明确提出要在流域内实行重点水污染物排放总量控制制度，因此科学量化各行政区对太湖水体污染的贡献将成为管理部门管理太湖和评判太湖治理效果的依据.

浙江省环太湖河道自西向东主要有长兴水系、苕溪水系及湖州市东北部的平原河流，其中长兴水系入湖河道主要有合溪新港、长兴港、横山港等；苕溪水系的西苕溪和东苕溪穿过湖州市区后，主要经长兜港入太湖；湖州市东北部平原河网入湖河道主要有大钱港、幻溇港、濮溇港、汤溇港等. 本文采用水质水量同步监测的方法，通过对水文年实测水文及同步水质资料的分析，对监测期浙江省出入太湖水量、环太湖河道进出太湖污染通量以及时空分布进行分析. 这项研究的成果将为我省有效减排入太湖污染负荷，保障杭嘉湖平原区饮用水源安全，推进流域水环境综合整治提供科学依据.

1 环太湖河道水质水量同步监测

1.1 水文及水质控制断面

本研究的目的是估算浙江省出入太湖河道的水量及污染物通量. 基于这一目的，选择主要入湖河道，建

---

[*] 浙江省水利厅科技重点项目（RB1104）资助. 2011－11－29收稿；2012－02－21收修改稿. 何锡君，男，1982年生，硕士，工程师；E-mail：swjhxj@163.com.

立水文控制断面.断面类型分基点站断面以及巡测站断面,其中基点站 5 个,巡测站断面 16 个,断面主要分布在 318 国道线(南).基点站分别是长兴(二)站、杨家埠、杭长桥、城北闸、幻溇站,主要控制长兴港、西苕溪、东苕溪、幻溇港进出太湖水量.

为实现水质水量同步监测,水质采样断面与水文控制断面保持一致,基点站 5 个,巡测站断面 16 个.另外在主要环湖河道下游入湖口附近增设 10 个断面以分析入湖口水质状况.各监测点及巡测线分布见图 1.

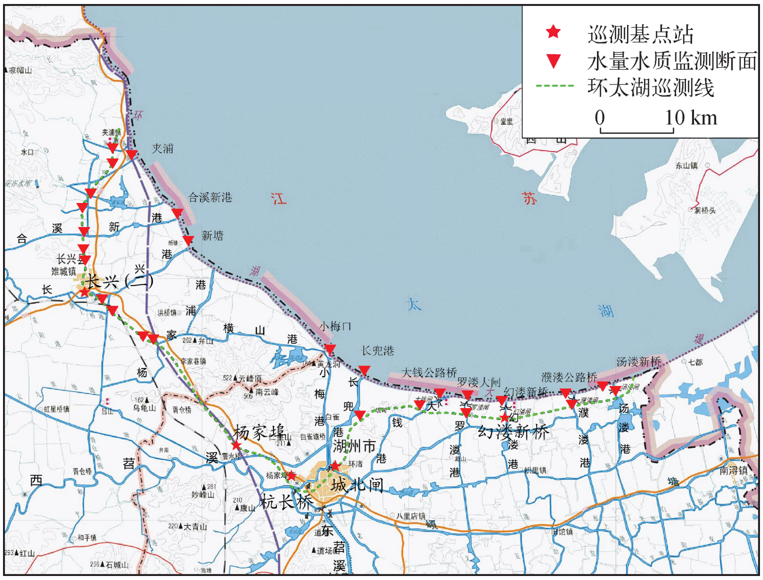

图 1 浙江省环太湖水质水量监测断面分布

Fig. 1 Distribution of the monitoring sites of water quality and quantity of rivers surrounding Lake Taihu in Zhejiang Province

1.2 水文及水质监测频次

根据水文巡测、水质监测规范以及水文部门利用巡测资料推算进出湖水量的经验,确定水文测量频次:基点站的流量测验频次为逐日测量,巡测站的流量测验频次为逐月测量.水质采样频率根据河流出入水量而定,其中基点站按照每月上、中、下旬各监测 1 次,其他河道断面监测频次与巡测频次相同.测验时段从 2010 年 8 月开始,至 2011 年 7 月结束.

1.3 污染物通量估算方法

与环太湖其他地区类似,浙江省环太湖河道流向顺、逆不定,故污染物通量的估算方法与参考文献[2-3]中报道的方法一致,根据入湖水量和入湖河流水质计算,出湖污染物通量根据出湖水量和沿岸水质计算,鉴于大部分断面只有每月一次的水质监测资料,受水质资料监测频次的限制,水量统计均按月统计进湖水量和出湖水量,与相应河流的平均水质浓度匹配.

2 环太湖河流水量变化分析

水量计算依据浙江省水文资料整编规范,环太湖巡测线的水量包括长兴段、幻溇段进出水量和杭长桥、杨家埠和城北闸控制断面的进出水量.长兴段建立以长兴(二)基点站与其余 11 处巡测断面的流量相关关系,幻溇段建立以幻溇新桥基点站与其余 5 个巡测断面的流量相关关系,通过基点站逐日平均流量推算巡测段流量.长兴(二)、杨家埠、杭长桥、城北闸和幻溇新桥控制断面的进出水量,除幻溇新桥站采用插补零时流量用面积包围法计算逐日平均流量外,长兴(二)、杨家埠、杭长桥和城北闸站均采用连续实测流量过程线法计算逐日平均流量.

根据上述方法,2010－2011 水文年入湖水量为 $22.890\times10^8\ m^3$,出湖水量为 $31.576\times10^8\ m^3$,净出湖水

量 8.686×10^8 m^3（表 1）.

表 1 2010－2011 水文年浙江省环太湖河流进出湖水量（×10^8 m^3）

Tab. 1 Inflow and outflow water quantity of rivers surrounding Lake Taihu in Zhejiang Province during hydrological year of 2010－2011

年份	月份	长兴水系		西苕溪		东苕溪		东部平原河网		合计	
		入湖量	出湖量	入湖量	出湖量	入湖量	出湖量	入湖量	出湖量	入湖量	出湖量
2010	8	0.151	0.087	0.171	0.150	0.010	2.091	0	1.559	0.332	3.886
	9	0.289	0.049	0.255	0.020	0.157	1.266	0.036	1.056	0.736	2.391
	10	0.280	0.022	0.911	0	0.446	0.820	0.086	0.869	1.723	1.711
	11	0.113	0.028	0.224	0.064	0	1.733	0	1.160	0.337	2.985
	12	0.182	0.058	0.404	0.110	0.174	0.963	0.036	0.921	0.797	2.052
2011	1	0.032	0.400	0.307	0.066	0.005	1.374	0	1.413	0.344	3.253
	2	0.003	0.435	0.143	0.151	0	1.454	0.026	0.875	0.172	2.915
	3	0.079	0.324	0.195	0.100	0	1.259	0	1.142	0.274	2.826
	4	0.155	0.260	0.115	0.177	0.004	1.285	0	0.667	0.274	2.389
	5	0.034	0.303	0.161	0.138	0.134	0.979	0.019	0.536	0.348	1.954
	6	3.830	0.069	4.633	0.006	5.301	0.430	1.893	0.264	15.656	0.769
	7	0.575	0.079	0.840	0.024	0.483	1.930	0	2.412	1.897	4.445
合计		5.724	2.113	8.358	1.006	6.714	15.581	2.095	12.874	22.890	31.576

在整个水文年度，浙江省几乎所有的环湖河道都既有入湖径流又有出湖径流. 但是，环太湖西南部的长兴水系和西苕溪以入流为主，东南部的东苕溪和湖州东部河网以出流为主，其中长兴水系的入流时间为 197 d，入湖水量占全年入湖水量的 25.0%；西苕溪的入流时间为 277 d，入湖水量占全年入湖水量的36.5%；东苕溪的出流时间为 314 d，出湖水量占全年出湖水量的 49.3%；东部平原河网的出流时间为 334 d，出湖水量占全年出湖水量的 40.8%. 从年入湖径流总量来看，主要入湖河道是长兴水系和西苕溪，占总入湖径流的 61.5%；主要的出湖河道是东苕溪和东部平原河网，占总出湖径流的 90.1%. 从逐月平均流量来看，各条河道的径流量在年内分配不均，总体来说，浙江省环湖河道在梅雨期和台汛期由于上游来水较多，水量基本以入湖为主，而在其它月份河道水量以出湖为主.

3 环太湖河道入湖口水质变化分析

水文年 2010 年 8 月—2011 年 7 月浙江省环太湖入湖口水质分析共选择 10 个断面，分别位于夹浦港、合溪新港、长兴港、小梅港、长兜港、大钱港、罗溇港、幻溇港、濮溇港、汤溇港等 10 条主要入湖河道上，其中属于长兴水系的河道 3 条，苕溪水系的入湖河道 2 条，东部平原河网的河道 5 条. 从西部长兴水系至东部平原河网沿线各河道入湖口断面主要污染物的平均浓度及评价结果见表 2.

各入湖口主要污染物指标平均浓度除总氮基本处于劣Ⅴ类外，其余指标平均浓度均可达到Ⅱ～Ⅲ类标准（表 2）. 苕溪水系和东部平原河网各断面主要污染物的浓度变化平稳，长兴水系 3 个监测断面的高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、氨氮（NH_3-N）、总氮（TN）平均浓度均要高于苕溪和东部平原河网断面的浓度，三个分区各个断面总磷（TP）的平均浓度变化幅度不大. 各区域入湖水质总体上西部长兴水系要劣于中部苕溪水系和东部平原河网，中部苕溪水系和东部平原河网的水质差别不大.

4 环太湖河道进出湖污染物通量变化分析

4.1 出入太湖污染物年总通量

根据浙江省环太湖河道的流量及水质同步监测数据，计算污染物在各月份通过各河流出入太湖的通量，得到年总通量（表 3）. 计算结果表明，监测期间浙江省出入太湖污染物通量表现为净出湖，其中 COD_{Mn} 净出湖通量为 3975.4 t/a；NH_3-N 净出湖通量为 369.9 t/a；TP 净出湖通量为105.7 t/a；TN 净出湖通量为 3148.1 t/a.

表 2 2010－2011 水文年浙江省环湖河道入湖口水质评价结果

Tab. 2 The assessment result of water quality classification of rivers surrounding Lake Taihu in Zhejiang Province during hydrological year of 2010－2011

污染物/(mg/L)	长兴水系			苕溪水系		东部平原河网				
	夹浦	合溪新港	新塘	小梅口	长兜港	大钱公路桥	罗溇大闸	幻溇新桥	濮溇公路桥	汤溇新桥
COD_{Mn}	6.51	5.53	5.07	4.28	4.22	3.97	4.51	4.29	4.02	3.85
	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
NH_3-N	0.88	0.41	0.47	0.26	0.22	0.33	0.31	0.28	0.35	0.32
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
TP	0.091	0.105	0.110	0.106	0.114	0.087	0.107	0.111	0.074	0.096
	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ
TN	2.54	2.86	2.78	2.26	2.18	2.19	1.84	2.12	2.12	2.39
	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ

4.2 出入太湖污染物通量区域分布

将浙江省环湖区块分成长兴水系、西苕溪、东苕溪以及东部河网四个区,由各区块进出太湖的污染物通量所占比率可见,环湖区块的污染物通量基本保持与水量一致的出入湖比例,各种污染物通过长兴水系、西苕溪、东苕溪以及东部河网进入太湖的通量比例分别介于 22.8%～47.5%、30.8%～41.6%、17.1%～28.4%以及 4.6%～8.5%之间(表 4).长兴水系和西苕溪是污染物的主要入湖区块,尤其是长兴水系监测期内其入湖水量只占 25.0%,但入湖污染物通量的比例明显要高于其入湖水量的比例,东苕溪和东部河网入湖污染物通量比例较低主要由于这两个区块河道水量以太湖倒灌为主.因此,浙江省入湖污染物的主要控制区块是长兴水系和西苕溪.

表 3 2010－2011 水文年浙江省环湖河道污染物年总通量(t/a)

Tab. 3 Total pollutant fluxes of rivers surrounding Lake Taihu in Zhejiang Province during hydrological year of 2010－2011

通量	COD_{Mn}	NH_3-N	TP	TN
入湖量	9405.0	947.6	292.8	6259.4
出湖量	13380.4	1317.5	398.5	9407.5
净出湖量	3975.4	369.9	105.7	3148.1

4.3 出入太湖污染物通量年内变化

随着径流量以及污染物浓度的变化,浙江省环湖河道污染物出入通量也呈现一定的变化.监测期内由于 2011 年 6 月份受近十年来最强梅雨降雨过程的影响,入湖水量达 15.66×10^8 m^3,使得该月份入湖的各污染物通量占监测期总入湖通量的比例特别高,出现一个明显的峰值,出湖污染物通量各月变幅相对较小.总体上,浙江省环湖河道在汛期入湖污染物通量要明显大于出湖通量,在非汛期出湖污染物通量相对要大于入湖通量.

表 4 2010－2011 水文年浙江省环太湖地区污染物通量贡献率(%)

Tab. 4 Contribution rates(%) of pollutant fluxes of each district surrounding Lake Taihu in Zhejiang Province during hydrological year of 2010－2011

区域	水量		COD_{Mn}		NH_3-N		TP		TN	
	入湖	出湖	入湖	出湖	入湖	出湖	入湖	出湖	入湖	出湖
长兴水系	25.0	6.7	31.4	9.0	47.5	16.4	22.8	8.3	28.3	8.8
西苕溪	36.5	3.2	32.5	3.3	30.8	3.6	41.6	4.4	35.2	3.0
东苕溪	29.3	49.3	27.6	49.8	17.1	54.6	27.9	52.2	28.4	52.5
东部平原河网	9.2	40.8	8.5	37.9	4.6	25.5	7.7	35.1	8.1	35.7

4.4 环太湖河道污染物通量变化成因

根据浙江省水文部门统计,1995－2000年浙江省年均入湖水量为26.96×10^8 m^3,“引江济太”工程实施后的2002－2010年,平均入湖水量减少到18.91×10^8 m^3,除了2002、2008、2009年,其余年份水量均为净出湖.近年来,湖州地区降雨相对偏少,地区多年平均降雨量为1398 mm(1956－2000年),“引江济太”实施以来年平均降雨量为1302 mm(2002－2010年),尤其是2003－2007年平均降雨量仅为1161 mm.伍远康等研究表明,“引江济太”实施前太湖年平均水位基本控制在3.08 m左右,工程实施后年平均水位控制在3.25 m左右,水位提高17 cm,浙江省杭嘉湖平原年均水位在2.96 m左右[4].由于浙江省环湖河道的入湖水量主要取决于上游来水和下游太湖水位,因此,“引江济太”实施后太湖水位的提高以及近年来地区降雨量相对偏少是导致浙江省入太湖水量减少、出太湖水量增大的重要原因.随着《太湖流域水环境综合治理方案》的实施,尤其是“引江济太”工程的常态化运行,环太湖河道水质总体上保持稳定,部分河道水质略有改善[5],出入太湖污染物通量在很大程度上受进出湖水量的影响[6].监测期2010－2011水文年内,浙江省净出湖水量达8.686×10^8 m^3,各主要污染物通量表现为净出湖主要源于环湖河道太湖倒灌水量的增加.这与许朋柱等报道的太湖南部区域入太湖通量的减少主要源于入太湖河流倒流流量增加的结论一致[1].

5 结语

1)受“引江济太”工程抬高太湖水位以及近年来地区降雨偏少的影响,浙江省环湖河道汇入太湖的水量显著减少,河流水文特性发生较大改变,许多河道全年约有2/3的时间出现太湖倒灌.在监测期内,浙江省净出湖水量8.686×10^8 m^3,其中长兴水系和西苕溪入湖水量大于出湖水量,而东苕溪和东部河网地区出湖水量大于入湖水量.

2)浙江省环湖河道入湖口水质基本稳定,各入湖口主要污染物指标除TN外,均可达到Ⅱ～Ⅲ类标准,水质恶化趋势得到初步控制.各区域入湖水质在总体上西部长兴水系要劣于中部苕溪水系和东部平原河网,中部苕溪水系和东部平原河网的水质差别不大.

3)浙江省环湖河道出入污染物通量的均以出湖为主,入湖污染物通量的减少主要源于入湖河流倒流流量的增加.在区域分布上,长兴水系和西苕溪是污染物的主要入湖区块,尤其是长兴水系是主要的控制区块.在时间分布上,汛期入湖污染物通量要明显大于出湖通量,在非汛期出湖污染物通量相对要大于入湖通量.

6 参考文献

[1] 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.
[2] 马 倩,刘俊杰,高明远.江苏省入太湖污染物分析(1997－2007年).湖泊科学,2010,**22**(1):29-34.
[3] 翟淑华,张红举.环太湖河流进出湖水量及污染负荷(2000－2002年).湖泊科学,2006,**18**(3):225-230.
[4] 伍远康,陶永格,王红英.“引江济太”工程对浙江的影响分析.浙江水利科技,2007,(6):13-15,18.
[5] 周小平,翟淑华,袁 粒.2007－2008年引江济太调水对太湖水质改善效果分析.水资源保护,2010,(1):40-43.
[6] 燕姝雯,余 辉,张璐璐等.2009年环太湖入出湖河流水量及污染负荷通量.湖泊科学,2011,**23**(6):855-862.