

3

14-22

太湖水情特征^①

袁静秀

P 343.3

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提要 根据太湖湖区及环湖河道主要测站的历年水文气象资料, 分析探讨了太湖的径流、水位、增减水现象和河湖流向等水情特征, 为合理利用和保护湖泊水资源提供依据。

关键词 平原水网 太湖 水情特征

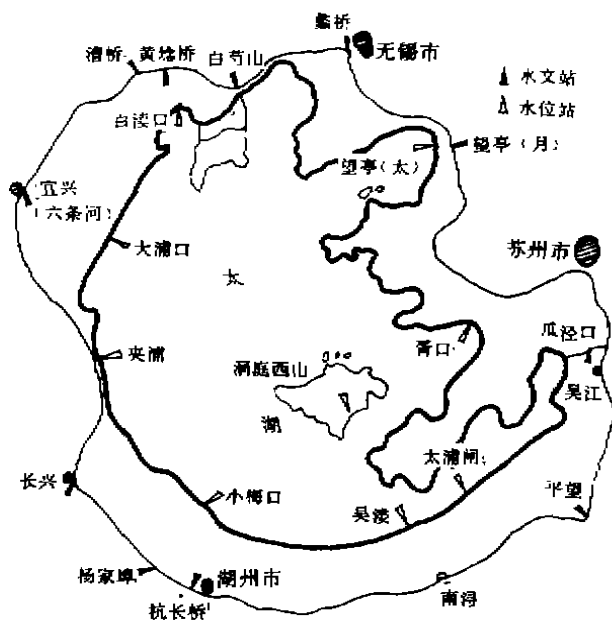


图1 环太湖巡测线及湖区主要测站

Fig. 1 Main stations in observation route around Taihu Lake and Taihu Lake area

太湖古称“震泽”, 又名“笠泽”。太湖流域位于长江三角洲的西南边缘, 地跨苏、浙、皖三省和上海一市。全流域面积为 36500km², 太湖位于其流域中心。在 6 个站点的历年平均水位 3.07m (吴淞基面) 时, 湖水面积为 2338km² [1], 容积 46.89 × 10⁸ m³, 平均水深 2m 左右, 换水周期 299d, 为我国五大淡水湖泊之一。

一、太湖水系

太湖平原地形自西向东倾斜, 太湖水系以太湖本身划分为上、下游, 南、北分别以吴江县的吴淞港和无锡县的直湖港为界, 以西河道 (含新运河和直湖港) 以入湖为主为上游, 以东河道以出湖为主为下游。环太湖巡测线主要河道及湖区的测站分布见图 1。

1. 上游来水水系主要有两路 [2]

(1) 南路水系, 以苕溪为主, 苕溪水系又分东、西两支, 东、西苕溪分别发源于浙西天目山的南、北麓, 其河长为 165 和 145km, 汇集天目山地区的径流于湖州汇合, 主流由大钱口、小梅口等沿湖港流入太湖。其次, 长兴西北的山溪汇为合溪, 经夹浦等港流入太湖。苕溪和合

① 本文承蒙黄漪平、李瀛川等同志支持帮助, 特此致谢。

流域面积为 7000km²,总流量的 70%入太湖。

(2)西路水系,以荆溪水系为主,荆溪水系又称南溪水系,发源于茅山和苏、皖、浙三省交界处的界岭山地,主流为宜溧运河、西洮、东洮,在大浦口入太湖。本区的洮湖、滬湖经太溧运河等河港在百渎口、直湖港等各港渎入太湖。西路水系的流域面积约为 8000km²,总流量的 90%以上入太湖。

2. 太湖出水水系

太湖出水口主要分布在太湖的东半湖岸,位于西太湖的梁溪口、沙墩港、胥口和东太湖的瓜泾口、太浦河口等,这些河港排出的太湖水,几乎都先经纵贯流域南北的江南大运河,然后再由望虞河、浏河、吴淞江、黄浦江等通江河道排入长江。在十大骨干工程尚未实施的现今,太湖的出水量主要集中在东太湖,以历年平均计,东太湖的出水量占太湖总出水量的 65%左右,故黄浦江为太湖最大的泄水河道。

二、太湖水情特征

1. 环湖河道众多,但其流量均较小

环太湖与内河相通的河港众多,多年来,苏浙两省水利部门进行环太湖巡测的河道多达 140 条左右,对其中较大的 16 条河流设立了水文站进行常年观测。这里假定由环太湖巡测线所包围的区域称为太湖湖区。由环太湖河道历年流量(表 1)看出:上游河道的入湖区流量

表 1 环太湖主要出入湖河道年平均流量(m³/s)

Tab. 1 Annual mean discharge of main outflow and inflow rivers around Taihu Lake

水系	河名	流入何处	站名	历年平均	最大	年份	最小	年份	资 料		
									年 限	年 数	
上 游	苕溪	西苕溪	太 湖	吴兴杭长桥	26.8	62.0	1954	2.44	1988	1954、1956 1960—1988	31
	苕溪	蔺儿东港	太 湖	杨家埠	13.8	29.4	1973	2.39	1964	1962—1988	27
	湖区	长兴港	太 湖	长兴(二)	6.33	13.0	1983	-0.017	1978	1978—1988	11
	南溪	宜北河	东 洮	宜兴(张)	8.59	17.7	1987	4.97	1986	1982—1987	6
	南溪	城北河	东 洮	宜兴(福)	5.79	11.0	1987	3.25	1986	1982—1987	6
	南溪	城河	东 洮	宜兴(关)	1.33	2.63	1987	0.69	1986	1982—1988	7
	南溪	淤溪河	东 洮	宜兴(淤)	13.5	27.6	1956	1.98	1981	1955—1988	34
	南溪	城南河	东 洮	宜兴(城)	8.66	17.2	1987	2.05	1981	1979—1988	10
	南溪	南仓河	东 洮	宜兴(南)	7.92	16.9	1969	1.49	1959	1954—1966 1968—1988	34
	南溪	槽桥河	太 湖	槽 桥	7.10	13.5	1969	1.21	1959	1957—1966 1968—1988	31
	南溪	太溧运河	太 湖	黄埭桥	10.2	16.0	1975	6.64	1986	1973—1988	16
	南溪	直湖港	太 湖	白芍山	11.9	17.6	1972	5.41	1977	1967—1988	22
下 游	湖区	梁溪河	大运河	蠡 桥	3.64	13.1	1983	-3.33	1979	1979—1988	10
	湖区	月城河	大运河	望亭(月)	9.46	19.7	1983	2.61	1968	1954—1957 1959—1988	34
	湖区	瓜泾港	吴淞江	瓜泾口	17.2	47.5	1954	4.75	1978	1954—1988	35
	湖区	太浦河	黄浦江	平 望	70.6	114	1977	29.5	1978	1968—1988	21

最大的为西苕溪吴兴(杭长桥)站,历年平均流量为 $26.8\text{m}^3/\text{s}$,历年最大年平均流量为 $62.0\text{m}^3/\text{s}$ (1954年),其余河道,历年平均流量都小于 $14.0\text{m}^3/\text{s}$,可见,太湖上游河道的流量均不算大;在出湖区河道中,以太浦河的平望站为最大,历年平均流量 $70.6\text{m}^3/\text{s}$,历年最大年平均流量为 $114\text{m}^3/\text{s}$ (1977年),其次为瓜泾港的瓜泾口和月城河望亭(月)站,历年平均流量分别为 17.2 和 $9.46\text{m}^3/\text{s}$,其余河道,历年平均流量均小于 $10.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

2. 进出湖径流总量

由上所述,太湖上游各入湖河道的流量虽不算大,但由于入湖河道众多(进行巡测的就有 83 条),上游的流域面积较大,约 15000km^2 ^[2],径流量的 70—90% 入太湖,故太湖的入湖径流总量较大,由“环太湖进出水量分析”^[1]表明,包括区间和湖面产水量在内,1966—1988 年平均净入湖总流量为 $163\text{m}^3/\text{s}$,即历年平均净入湖径流总量为 $51.4 \times 10^8\text{m}^3$,平均出湖径流总量为 $51.2 \times 10^8\text{m}^3$ 。故在多年平均情况下,入湖和出湖的径流总量相平衡。

由于汛期(5—9月)降水量约占年降水量的 60%,1966—1978 年太湖流域汛期面平均降水量 X 与其年均净入湖总流量 Q_t 的关系式为:

$$Q_t = a + bX \quad (1)$$

二者呈直线相关^②,其中 $a = -128.40$, $b = 0.43$,相关系数 $r = 0.946$,由相关系数检验表查得, $r_{0.01}(13-2) = 0.684$,故 $r = 0.946 > r_{0.01}(11) = 0.684$,可见两者关系相当密切。据式(1)由汛期面平均降水量 X 延伸了 1954—1965 年的净入湖总流量系列,如以 1954—1988 年计算,则平均净入湖总流量 Q_t 为 $181.93\text{m}^3/\text{s}$,即平均净入湖径流总量为 $57.37 \times 10^8\text{m}^3$ 。

3. 径流年内分配和年际变化

太湖为雨源湖泊,入湖径流的变化与流域降水量的变化息息相关。

(1) 径流年内分配 由图 2 可见,就多年平均而言,入湖河道总流量与月平均降水量的年过程基本相应,其最小值出现在枯水期的

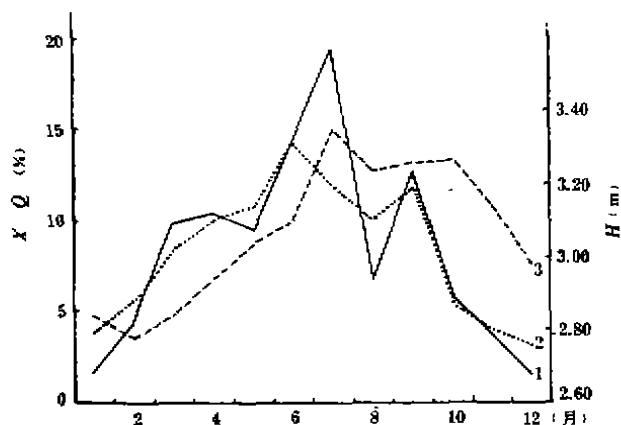


图 2 太湖历年月平均降水量 X 、入湖河道总流量 Q 年内分配百分比和月平均水位 H 年过程

1. 入湖河道总流量 Q (1966—1988 年); 2. 吴淞站降水量 X (1954—1988 年); 3. 太湖六站平均水位 H (1954—1988 年)

Fig. 2 Annual course of percentage in year distribution of secular monthly mean rainfall X , inflow total discharge Q and annual course of secular monthly mean water level H in Taihu Lake

① 江苏省水文总站,中国科学院南京地理与湖泊研究所,环太湖进出水量分析,1990。

② 中国科学院南京地理与湖泊研究所,江苏省水文总站,太湖水情和设计入湖流量分析,1990。

12月和1月份,仅占年总量的1.4—1.7%。2月起,降水量开始增加,入湖河道总流量也随之上升,直至6月前后梅雨季节,降水量达最大,而入湖河道总流量的峰值滞后于降水1个月,7月份达最大,占年总量的19%;6月次之,为15%。7月中旬前后,梅雨结束,因副热带高压控制本区,降水量逐渐减少,8月份的降水量和入湖河道总流量则出现一低谷。8月下旬—9月该区受台风影响,9月份的降水量和入湖河道总流量均占全年第三位。10月起,降水量又不断减少,至12月和翌年1月,降水量和入湖河道总流量均最小,2月起又复上升。

(2)径流年际变化 从图3可清楚看出,净入湖总流量的多年变化大体上与年降水量的多年变化相应,其峰谷基本一致。例如1954年湖区平均年降水量最大(1519mm),年净入湖总流量也最大(370m³/s);而1978年年降水量最小(595mm),年净入湖总流量也最小(0.76m³/s),为特枯水年。可以看出,降水量前者约为后者的2.6倍,但净入湖总流量前者却为后者的480倍。这是因为丰水年降水量大于蒸发量,而枯水年则蒸发量大于降水量,因此,净入湖总流量的丰枯变幅远大于年降水量的变幅。

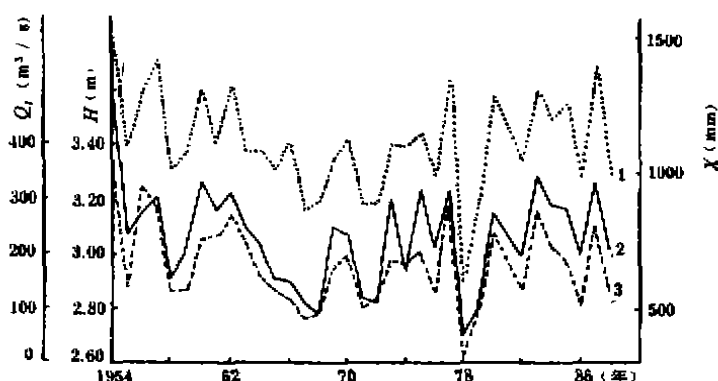


图3 太湖年降水量 X 、年平均水位 H 和年净入湖总流量 Q 多年变化

1. 湖区四站平均年雨量 X , 2. 湖区六站年平均水位 H , 3. 年净入湖总流量 Q

Fig. 3 Year-to-year variation of annual precipitation X , mean annual water level H and annual net amount of flow discharge Q , in Taihu Lake

4. 河湖流向顺逆不定

太湖平原地势平坦,湖荡密布,湖港交织,河河相通,为典型的平原水网区。水面比降较小,由于江、河、湖泊水位涨落的不一,或受气象要素和人类活动引灌等影响,河湖流向常顺逆不定,即上游河道也常有湖水逆流入河道,下游河道也常出现河水倒灌入太湖。这里假定顺流量为 $+Q$,逆流量为 $-Q$,从1987和1988年环湖主要河道逐日平均流量统计结果(表2)看出,除下游的太浦河平望站外,其余河道几乎都有不同程度的逆流现象,其逆、顺流量之比值大于10%的测站有上游西苕溪吴兴杭长桥站、旄几东港的杨家埠站、长兴港长兴(二)站、直湖港白茆山站和下游梁溪河蠡桥站。其中逆流最为明显的为上游西苕溪吴兴杭长桥站和下游梁溪河蠡桥站。在水情偏丰的1987年,杭长桥和蠡桥站的逆、顺流量之比值分别为45%和55%;在水情偏枯的1988年,其比值分别为73%和192%。可见,逆流量($-Q$)占顺

流量(+Q)的百分比在枯水年大于丰水年,尤其是下游河道更为明显。

表 2 环太湖主要河道年平均入湖、出湖流量 Q 和逆、顺流量之比(%)
Tab. 2 Annual mean discharge of inflow and outflow and the ratio (%) between inverse flow and normal flow of the main rivers around Taihu Lake

水系	河名	站名	流入何处	1987年(P=17%)			1988年(P=70%)			
				Q _入 (m ³ /s)	Q _出 (m ³ /s)	$\frac{-Q}{+Q}$ (%)	Q _入 (m ³ /s)	Q _出 (m ³ /s)	$\frac{-Q}{+Q}$ (%)	
上游	苕溪	西苕溪	吴兴杭长桥	太湖	30.38	13.77	45.33	18.41	13.45	73.06
	苕溪	钱儿东港	杨家埠	太湖	20.19	2.16	10.70	11.32	2.53	22.35
	湖区	长兴港	长兴(二)	太湖	9.42	0.569	6.04	5.24	1.422	27.14
	南溪	宜北河	宜兴(张)	东洮	18.22	0.601	3.30	—	—	—
	南溪	城北河	宜兴(福)	东洮	11.66	0.690	5.92	—	—	—
	南溪	城河	宜兴(关)	东洮	2.73	0.118	4.32	1.174	0.0257	2.19
	南溪	淤溪河	宜兴(康)	东洮	17.65	0.709	4.02	12.91	0.69	5.34
	南溪	城南河	宜兴(城)	东洮	18.55	1.46	7.87	14.35	0.852	5.94
	南溪	南仓河	宜兴(南)	东洮	13.96	0.78	5.59	9.51	0.46	4.84
	南溪	槽桥河	槽桥	太湖	8.96	0.32	3.57	5.77	0.22	3.81
	南溪	太浦运河	黄埭桥	太湖	11.47	0.611	5.33	9.43	0.27	2.86
	南溪	直湖港	白芡山	太湖	13.80	3.15	22.83	14.08	0.951	6.75
	下游	湖区	梁溪河	蠡桥	大运河	6.57	11.95	54.98	5.73	2.99
湖区		月城河	望亭(月)	大运河	0.42	15.47	2.71	0.74	10.81	6.85
湖区		瓜泾港	瓜泾口	吴淞江	0.025	17.425	0.14	0.023	10.62	0.22
湖区		太浦河	平望	黄浦江	0	89.9	0	0	61.60	0

下游梁溪河蠡桥站逆、顺流量之比值与水情的关系,从图 4 可清楚看出,一般丰水年净入湖总流量大,逆、顺流量之比值就小,枯水年净入湖总流量小,逆、顺流量之比值则大。因为在丰水年上游来水量大,湖水位高,下游倒灌入湖的逆流量占出湖顺流量的比例小;而在枯水年则相反,净入湖总流量较小,湖水位低,由于引水灌溉等原因,倒灌入湖的逆流量占出湖顺流量的比例就大。

逆、顺流量的大小及其年内分配详见图 5 和图 6,图中流向以“-”为逆流,以“+”为顺流。可以看出,不管是上游还是下游河道,也不管是水情偏丰的 1987 年或水情偏枯的 1988 年,基本上每个月都有逆流现象,有时甚至连续几个月都以逆流为主,见图 5 中吴兴杭长桥站 1987、1988 年的 10—12 月份以及图 6 中蠡桥站 1987 年的 1—3 月和 7 月,1988 年的 2、3、6、7、9、10 月。河湖流向如此顺、逆不定,表明了平原水网地区的重要水情特征之一。

5. 太湖水位^[3-4]

太湖水位站点较多,由于地形和气象要素等影响,不同湖区的水位不尽相同,这里选择位于太湖水域、系列较长、且有同期资料的大浦口、百渎口、望亭(太)、胥口、洞庭西山和吴淞 6 个站(图 1)的水位,作为分析太湖水位的依据。

(1)水位年变化 如以历年月平均值年过程而言,水位年内变化与降水量和入湖河道总流量年内变化相应,只是其极值滞后于降水和入湖河道总流量 1—2 个月(详见图 2 和图 7)。月平均最低水位出现在 2 月,平均 2.8m 左右,3 月起湖水位不断上升,至 7 月达最高值(3.35m 左右),8 月份稍有下降,10 月份则出现第二个高峰,为 3.27m 左右,11 月份起水位

逐渐下降,直至翌年 2 月降至最低值。

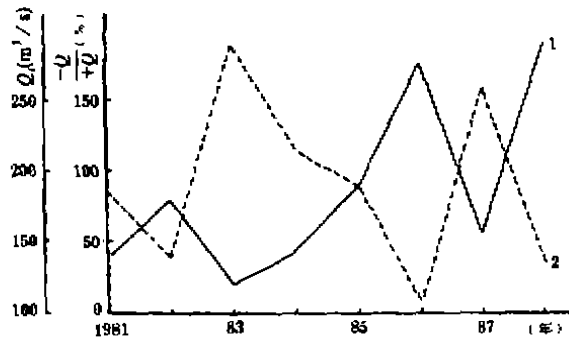


图 4 梁溪河蠡桥站年均逆、顺流量之比 $\frac{-Q}{+Q}$ 和太湖净入湖总流量 Q 多年变化

1. $\frac{-Q}{+Q}$, 2. Q ,

Fig. 4 Year-to-year variation of the ratio between annual mean inverse flow and normal flow $\frac{-Q}{+Q}$ in Li Bridge, Liangxi River and net amount of inflow discharge Q in Taihu Lake

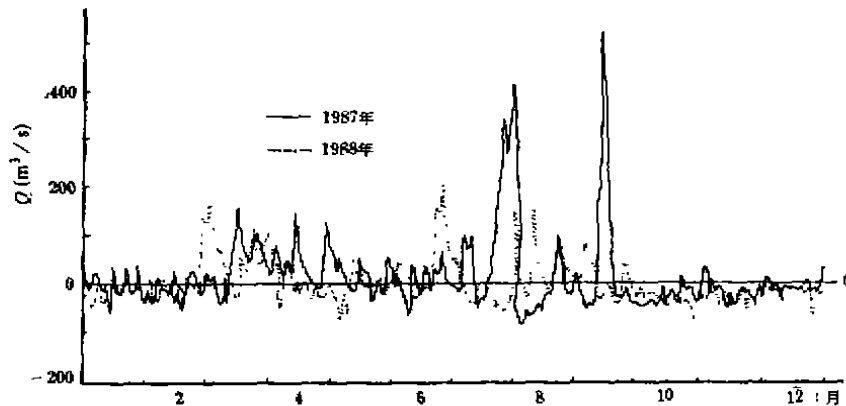


图 5 西苕溪吴兴杭长桥站日平均流量年过程

Fig. 5 Annual course of daily discharge at St. Hangchang Bridge (Wuxing), Xitiao Stream

如以瞬时值计,太湖水域各站点的最高水位主要出现在 7—10 月,尤其是 7 月,占 29—43%;最低水位一般出现在 12 月—次年 4 月,尤以 2、3 月为最多。

(2) 水位多年变化 太湖水位的多年变化基本上也与降水量的多年变化相应,即年降水量大,入湖流量亦大,湖水位则高;反之,年降水量小,入湖流量亦小,湖水位则低(图 3)。6 个站年均最高水位为 3.59m,出现在年降水量最大的 1954 年,而最低水位 2.70m,出现在年降水量最小的 1978 年。

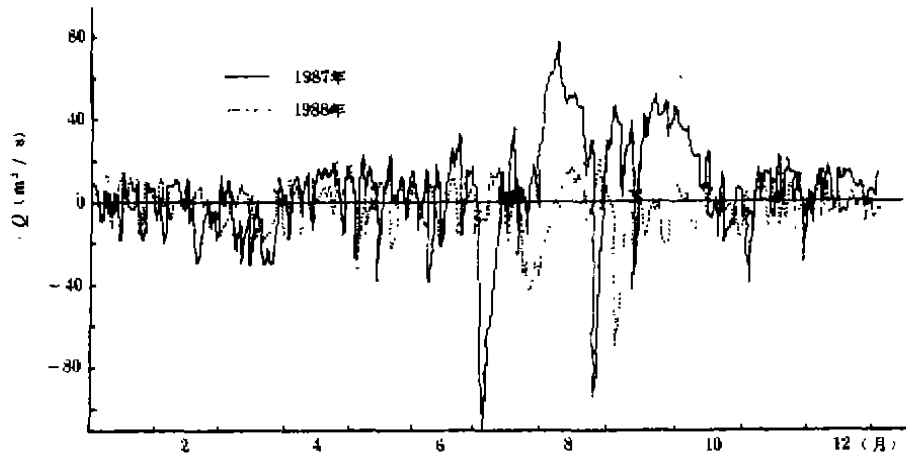


图 6 梁溪河蠡桥站日平均流量年过程

Fig. 6 Annual course of daily discharge at St. Li Bridge, Liangxi River

(3)湖水位变化平缓,水位变幅小 由表 3 看出,太湖各站历年平均水位介于 3.00—3.12m 之间,历年最高、最低水位分别变化在 4.73—4.98m 和 1.76—2.25m 间。水位年变幅小,历年最大为 1.98—2.44m,最小为 0.75—1.11m,平均为 1.26—1.76m。1954—1988 年绝对变幅仅为 2.48—3.04m,说明太湖水位的年内变化和年际变化均较平稳。这显然是由于平原水网地区河湖水体调蓄能力较强所致。

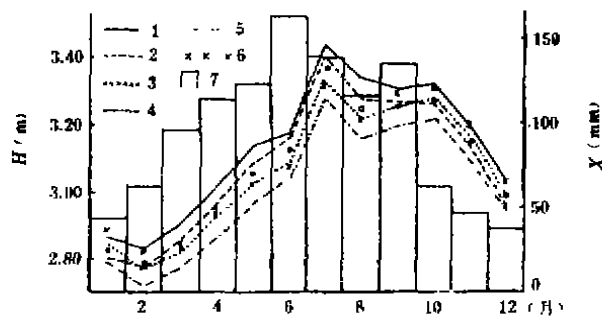


图 7 太湖历年月平均水位 H 、降水量 X 年过程(1954—1988 年)

- 1. 大浦口; 2. 百渎口; 3. 望亭(太); 4. 胥口; 5. 洞庭西山;
- 6. 吴淞站 H ; 7. 吴淞站降水量 X

Fig. 7 Annual course of secular monthly mean level H and rainfall X in Taihu Lake (1954—1988)

表 3 1954—1988 年太湖水位特征值(吴淞基面以上米数)

Tab. 3 Characteristic value of water level in Taihu Lake (1954—1988)

站名	平均水位	最高水位	日期	最低水位	日期	最大变幅	年份	最小变幅	年份	平均变幅	绝对变幅
大浦口	3.12	4.73	1954.8.4	2.14	1973.12.21	2.02	1983	0.75	1968	1.26	2.59
百渚口	3.07	4.81	1954.8.5	1.91	1967.1.15	2.23	1962	0.82	1978	1.54	2.90
望亭(太)	3.07	4.98	1954.8.8	1.98	1959.4.11 1965.3.19	2.44	1987	1.09	1978	1.68	3.00
胥口	3.00	4.82	1954.7.28	1.95	1972.8.17	2.27	1954	1.05	1976	1.56	2.87
洞庭西山	3.04	(4.73)	1954.7.28	2.25	1978.8.26	1.98	1960	0.77	1968	1.28	3.48
吴淞	3.08	4.86	1954.7.7	1.76	1963.4.26	2.42	1963	1.11	1988	1.76	3.04

(4) 增减水^[3] 当湖面受到气象要素的局部干扰时,如湖面骤降暴雨,气压急剧变化和风力作用等引起的表面定振波和风涌水等都会引起湖水水位的变化,图 8 为湖面受到风的作用而产生的增减水现象。吴淞和百渚口两站,分别位于太湖的南北两岸(图 1),7 月 30—31 日、8 月 15—20 日以偏北风为主,迎风岸的吴淞站其水位高于背风岸的百渚口站。8 月 1 日—14 日和 21 日—22 日,以偏南风为主,湖水水位的峰谷则相反。这是由于风的作用,大量的表层水向迎风岸堆集,而反向的底层流又来不及补偿所致。增减水水位的变化主要取决于风力的强弱,迎风岸的水位随风速的增加而上升,背风岸的水位则随风速的增强而下降,即增减水位的差值随风速的增减而增减,其最大值出现在风速最大值的附近,见图 8 中的 7 月 30 日、8 月 9 日和 8 月 20 日,其中 8 月 8 日的日平均风速为 11.0m/s,9 日南、北两岸水位差达 0.5m。增减水位差的最小值出现在风速最小或风向交替的时候,如 8 月 1、2、15 和 22 日。

湖面增减水现象,同样也反映在历年平均情况下,由吴县东山站历年月平均各风向频率资料表明,冬半年(9 月—次年 3 月)以偏北风向为主,夏半年(4—8 月)则以偏南风向为主,再结合图 7 便可清楚看出,在冬半年由于偏北风的作用,位于南岸吴淞站的历年月平均水位高于北岸百渚口站的水位。在夏半年则相反,由于偏南风的影响,位于北岸百渚口站的历年月平均水位高于南岸吴淞站的水位。

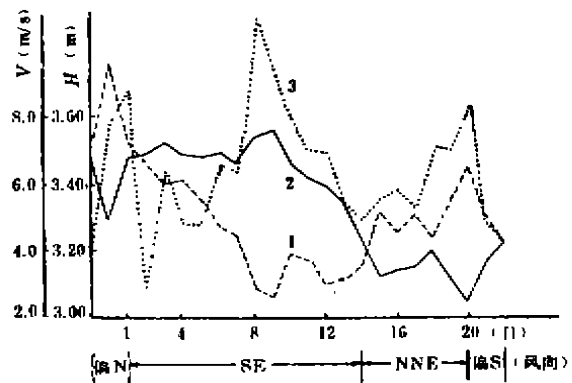


图 8 太湖日平均水位、风速过程线(1984.7.30—8.22)

1. 吴淞站水位; 2. 百渚口站水位; 3. 东太湖距岸 1km 处水面以上 10m 高的风速

Fig. 8 Course of mean daily stage and wind speed in Taihu Lake (Jul. 30—Aug. 22, 1984)

三、结 语

1. 太湖各入湖河道的流量虽不大,但由于河道众多,上游流域面积较大,故平均净入湖径流总量可达 $51.4 \times 10^8 \text{m}^3$ — $57.4 \times 10^8 \text{m}^3$;

2. 太湖为吞吐型雨源湖泊,入湖径流和湖水位的变化均与降水量的变化相应,其年内变化的峰谷滞后于降水 1—2 个月,而年际变化的峰谷则基本上与年降水量的峰谷相应;

3. 太湖平原地势平坦,湖、河、港叉众多,为典型的平原水网区,由于水面比降较小,河湖流向常顺、逆不定,其逆、顺流量之比值一般在枯水年大于丰水年,尤其是下游河道更为明显;

4. 平原水网地区湖河水体调蓄能力较强,以致湖泊水位的变化非常缓慢,水位年变幅小,历年平均变幅仅 1.26—1.76m;

5. 太湖增减水现象季节变化明显,它不仅影响湖水位的变化,同时也影响湖水水质状况,尤其在“水华”高峰的盛夏(6—8月),在盛行的偏南风作用下,将含有大量浮游植物的表层水集中吹向迎风岸,影响了无锡市饮用水水源,例 1990 年 7 月上旬,无锡梅梁湖和五里湖的水质急剧恶化,梅园水厂取水口的浮游藻类的平均含量高达 7×10^8 个/L,严重影响了各大水厂的供水状况。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 太湖流域水土资源及农业发展远景研究. 北京,科学出版社,1988:46—50.
 [2] 郑肇经主编. 太湖水利技术史. 北京,农业出版社,1987:1—21.
 [3] 施成照、梁瑞驹. 陆地水文学原理. 北京,中国工业出版社,1964,152—156,171—173.
 [4] 袁静秀. 东太湖网围区的水位及其与鱼类生长的关系. 中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊,第 6 号. 北京,科学出版社,1989:24—32.

CHARACTERISTICS OF WATER REGIME IN TAIHU LAKE

Yuan Jingxiu

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Abstract

On the basis of the year-to-year hydrometeorological data from the main stations of the lake area and the rivers around the lake, the water regime characteristics on the runoff of lake catchment, the lake level, the wind backwater and the current direction of the rivers and the lake are studied, providing scientific basis for reasonable utilization and protection of the lake water resources.

Key words Plain rivers network, Taihu Lake, water regime