

# 太湖的降水效应

陆鸿宾 魏桂玲

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

**提要** 本文分析了太湖湖区降水的时空分布特征, 估算和讨论了太湖的降水效应, 揭示了太湖的降水效应不太显著, 太湖湖区降水量的变化是该湖水位变化的决定性因素之一。

## 一、降水一般特征

### 1. 降水量

降水量是表征气候干湿的主要因素之一, 也是地表水资源的主要源泉。太湖位于江苏省南部平原, 西临宜溧丘陵, 湖区背景宏观地势有由东北向西南逐渐升高的趋势, 因而其年降水量的空间分布特征与苏南其它地区类似, 西南部高而东北隅低<sup>1)</sup> (图1)。就季节而论, 除夏季降水量等值线几乎呈经向分布外, 春、秋、冬季与年降水量分布型式略同(图2、3、4、5)。太湖降水量的年过程线(图6)表明, 降水量的峰值出现在6月, 9月则为另一较低的峰值; 最低值绝大多数测站出现在12月, 少数站出现在翌年的1月。太湖地区6、7月份的降水主要来自梅雨锋系, 8、9月份台风天气过程引起的降水占有很大的份量。如太湖附近的上海, 8、9月份的台风雨量分别占当月总量的30%、38%<sup>[1]</sup>。7月上、中旬梅雨告终后, 副热带高压北进, 其脊线控制长江中、下游地区, 降水量逐渐减少。9月除台风影响外, 尚受冷空气入侵的影响, 降水量复又增多。因此降水量的年过程线呈现双峰型。

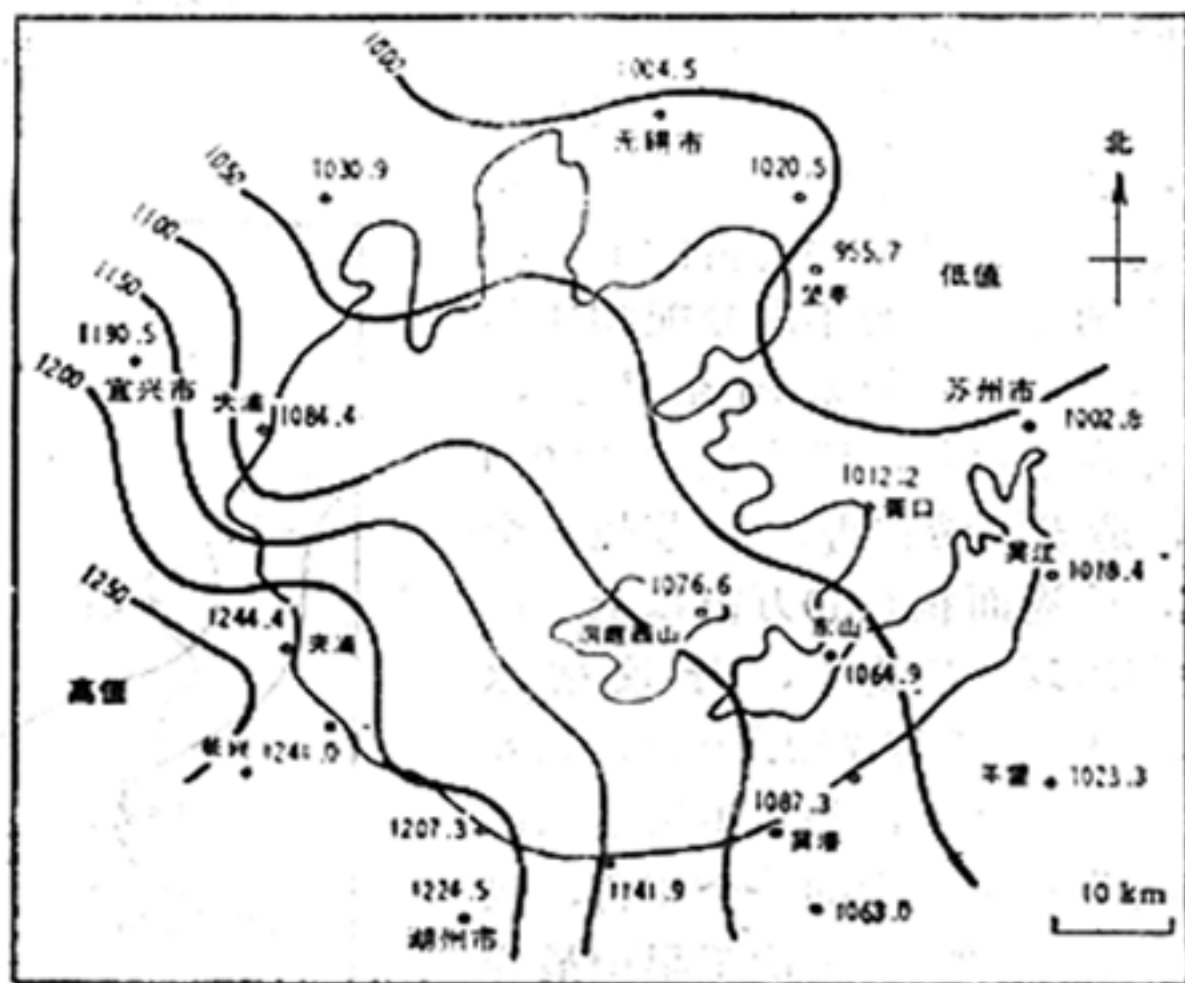


图1 太湖湖区年降水量分布

Fig.1 Annual precipitation of Taihu Lake region

\* 本文承蔡启铭研究员审阅, 谨致谢意!

(1江苏省水文总站, 江苏省水利勘测设计院: 江苏省地表水资源, 附图5、6、10, 1985。

## 2. 降水日数

以4月为最多, 5月略少于4月, 但降水量却以6月为最大; 最少出现在11—12月, 但降水量最小却出现在12月或翌年1月(表1、图6)。降水日数与降水量的位相差表明: 4、5月份的降水强度小于6—9月; 1月份的降水强度略小于11或12月。

太湖湖区年降水日数的分布(图略), 显示出由东北向西南逐渐增加的趋势。其等值线呈西北—东南走向, 与年降水量的等值线走向基本相似, 说明就年平均而言, 湖区降水强度基本相同。

## 3. 降水量的年际分布

降水量的时间分配是否匀一, 决定着一个地区洪涝、干旱灾害的多寡, 因而是决定农业丰歉的主要因素之一, 也是湖泊调蓄的主要依据。太湖降水量的年内分配和年际分布不太匀一。如太湖东山站, 1977年为丰水年, 降水量达1309.4 mm, 造成洪涝灾害, 仅苏州一个地区, 受淹面积在50万亩以上<sup>1)</sup>; 1978年出现“空梅”, 导致枯水年, 降水量仅有722.6 mm, 只及1977年的1/2强, 是新中国建国以来太湖降水量最少的一个年份, 也是江苏省解放后三次干旱中最为严重的一次, 全省有450万亩水稻失收, 2000余万亩农田遇到不同程度的干旱灾害<sup>2)</sup>; 又如该站1967年5月降水量为125 mm, 6—7月只有44.6—58.7 mm, 而8—9月仅

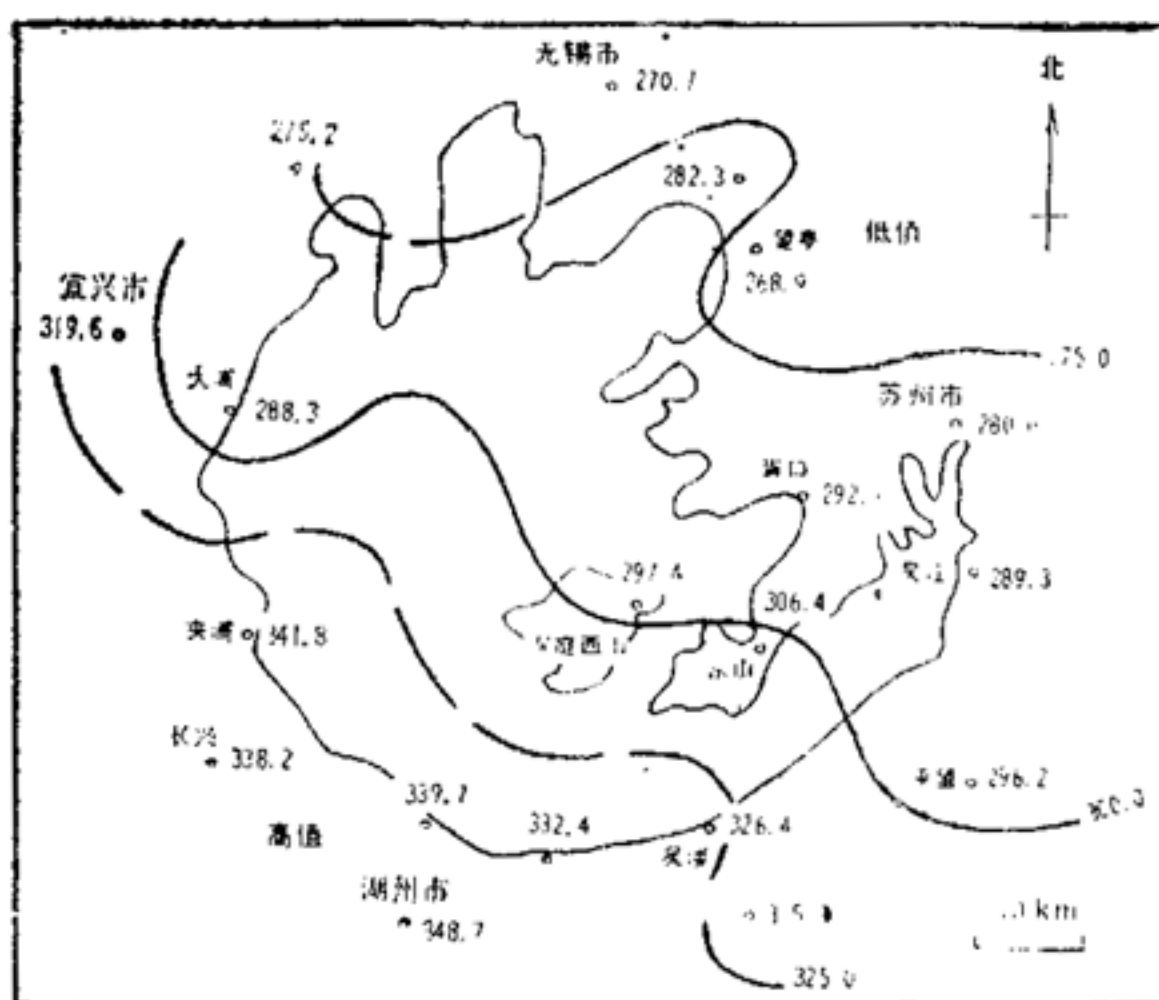


图2 太湖3—5月降水量分布

Fig.2 March-May precipitation of Taihu Lake region

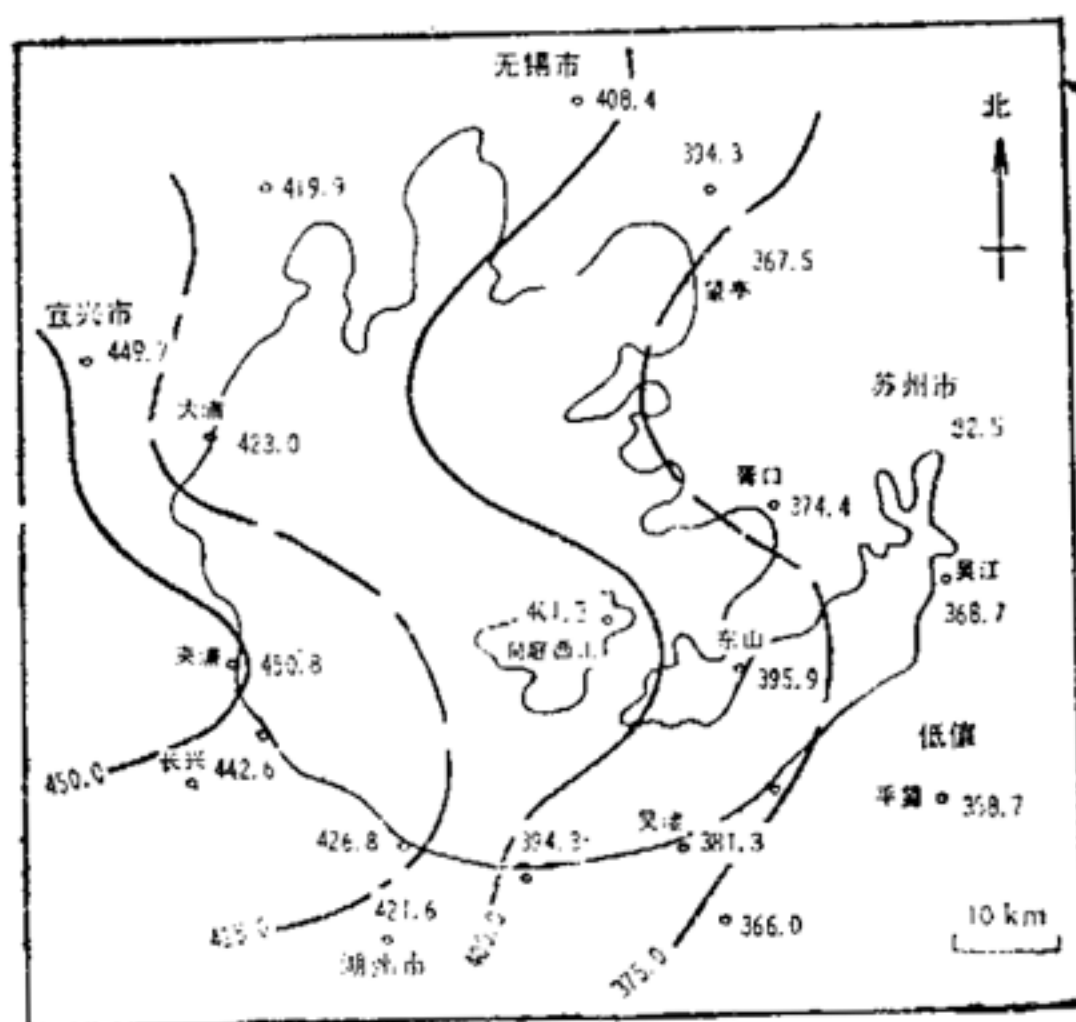


图3 太湖6—8月降水量分布

Fig.3 Jun.-Aug. precipitation of Taihu Lake region

图1—7中的资料年限都为1964—1984年。

1) 苏州、镇江地区农业区划办公室, 江苏省太湖农业区综合农业区划, 107, 1982。

2) 江苏省水利勘测设计院, 江苏水资源利用, 30—32, 1986。

表1 太湖湖区各站 $\geq 0.1\text{mm}$ 的降水日数Tab.1 Days( $\geq 0.1\text{mm}$ ) of precipitation on Taihu Lake region

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
东 山	9.6	9.8	13.3	14.3	14.1	13.4	11.5	10.8	12.0	9.0	7.6	7.7	133.0
吴 江	8.9	9.9	12.4	14.0	13.9	13.3	11.8	10.0	12.0	8.3	7.4	7.6	129.9
苏 州	8.7	10.0	11.9	13.6	13.4	13.0	12.1	10.3	11.2	8.7	7.1	7.5	127.6
无 锡	8.3	9.8	12.2	13.7	13.6	12.2	11.9	11.0	11.3	8.5	7.3	7.1	126.4
宜 兴	9.3	10.3	12.7	14.5	13.9	13.0	12.6	12.0	11.9	9.6	8.1	7.5	135.5
长 兴	9.7	10.3	13.5	14.8	14.7	13.9	12.7	12.7	14.3	9.8	8.5	8.2	142.6
湖 州	9.9	10.7	13.7	15.3	15.0	13.9	13.0	11.9	13.7	9.3	7.9	8.1	142.4

1) 资料年限1961—1980年, 1983年;

2) 长兴站为11年资料延长。

有 0.1—6.5mm, 由于年内分配不均, 造成严重的夏秋干旱。

太湖各站年降水量的离散系数 (见表2,  $C_v = \frac{S}{\bar{X}}$ ,  $S$ 、 $\bar{X}$  分别为原始序列的均方差和平均值) 由西岸向东岸渐增, 东南岸吴淞比西北岸大浦大0.0446, 说明西北岸的年降水量略比东南岸均匀; 而远离湖面的陆地  $C_v$  值比湖岸大, 湖岸又比湖中大, 使近湖区的降水量年际变动略小于远湖地区。用西山站各月  $C_v$  值代表太湖各月降水量的年际变化大小(表3), 揭示出各月降水量的年际变化要比年降水量的年际变化大得多。表中看出, 自8月起,  $C_v$  值明显增加, 反映了降水量的年际变化增大。8—10月, 正

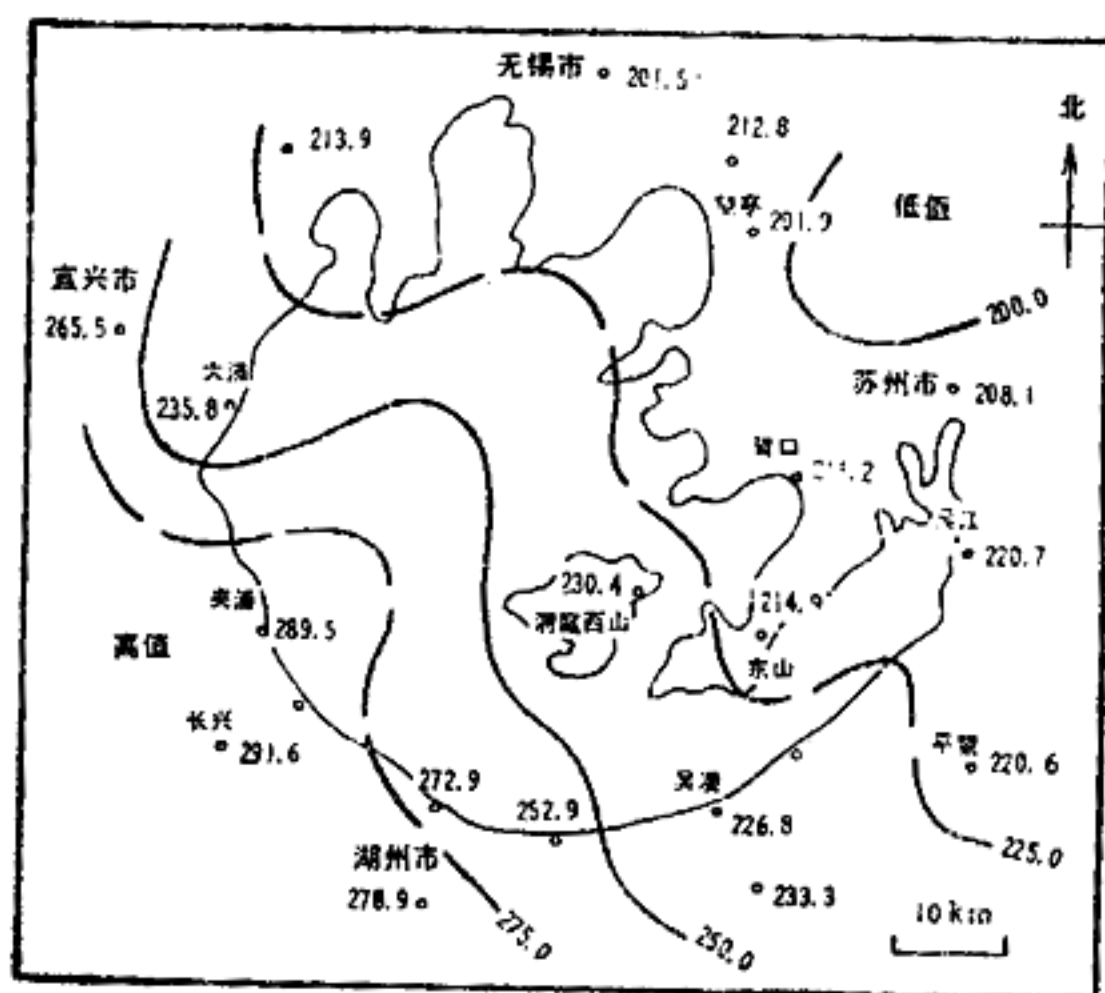


图4 太湖9—11月降水量分布

Fig.4 Sept.-Nov. precipitation of Taihu Lake region

表2 太湖湖区各站年降水量的离散系数 ( $C_v$ )Tab.2 Deviation coefficients ( $C_v$ ) of annual precipitation on Taihu Lake region

项 目	宜 兴	大 浦	无 锡	望 亭	吴 淞	西 山	大 浦	吴 淞
$C_v$	0.1896	0.1650	0.1964	0.1900	0.1996	0.1904		
$\Delta C_v$	0.0246		0.0064		0.0092		0.0446	

资料年限: 1954—1984年。

是作物茁壮生长需水期,但月降水量已经逐渐减少,8月又是蒸发极为旺盛的月份,因而由于降水量年际变化的增大,容易造成这个时期的干旱灾害。6—7月的 $C_v$ 值虽小于其它月份,但降水量较大,因而由于降水量的不均匀性容易造成这个时期的洪涝灾害。根据方志、水利专著等史料分析,太湖流域自南宋以来的800多年中,夏水年占总水年的70%左右,夏及夏秋旱占总旱年的65%左右<sup>[2]</sup>。这与本文用离散系数分析所得的干旱、洪涝灾害趋势基本一致。 $C_v$ 值的月际变化,尚反映出夏秋干旱多于春夏洪涝灾害。

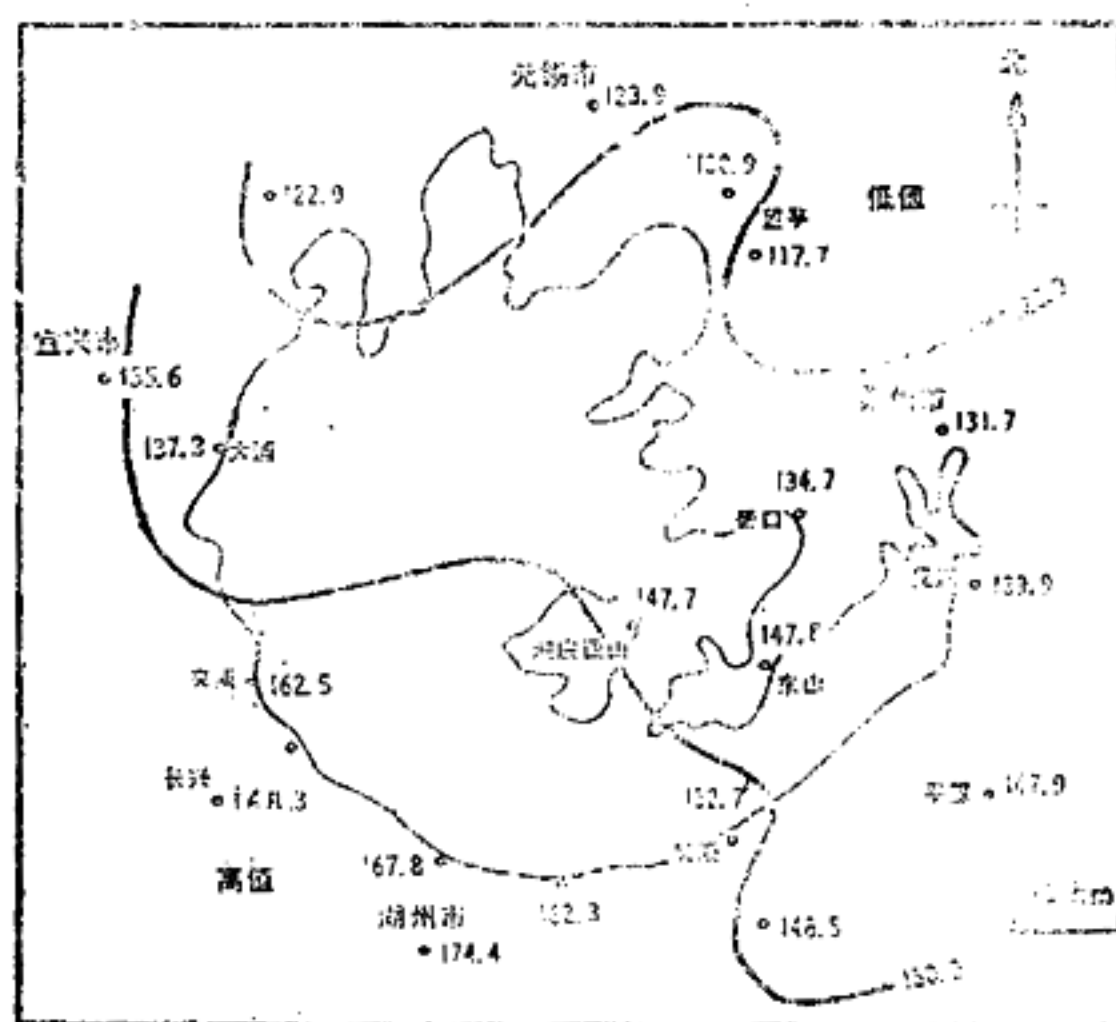


图5 太湖12月—翌年2月降水量分布  
Fig.5 Dec.-next, Feb. precipitation of Taihu Lake region

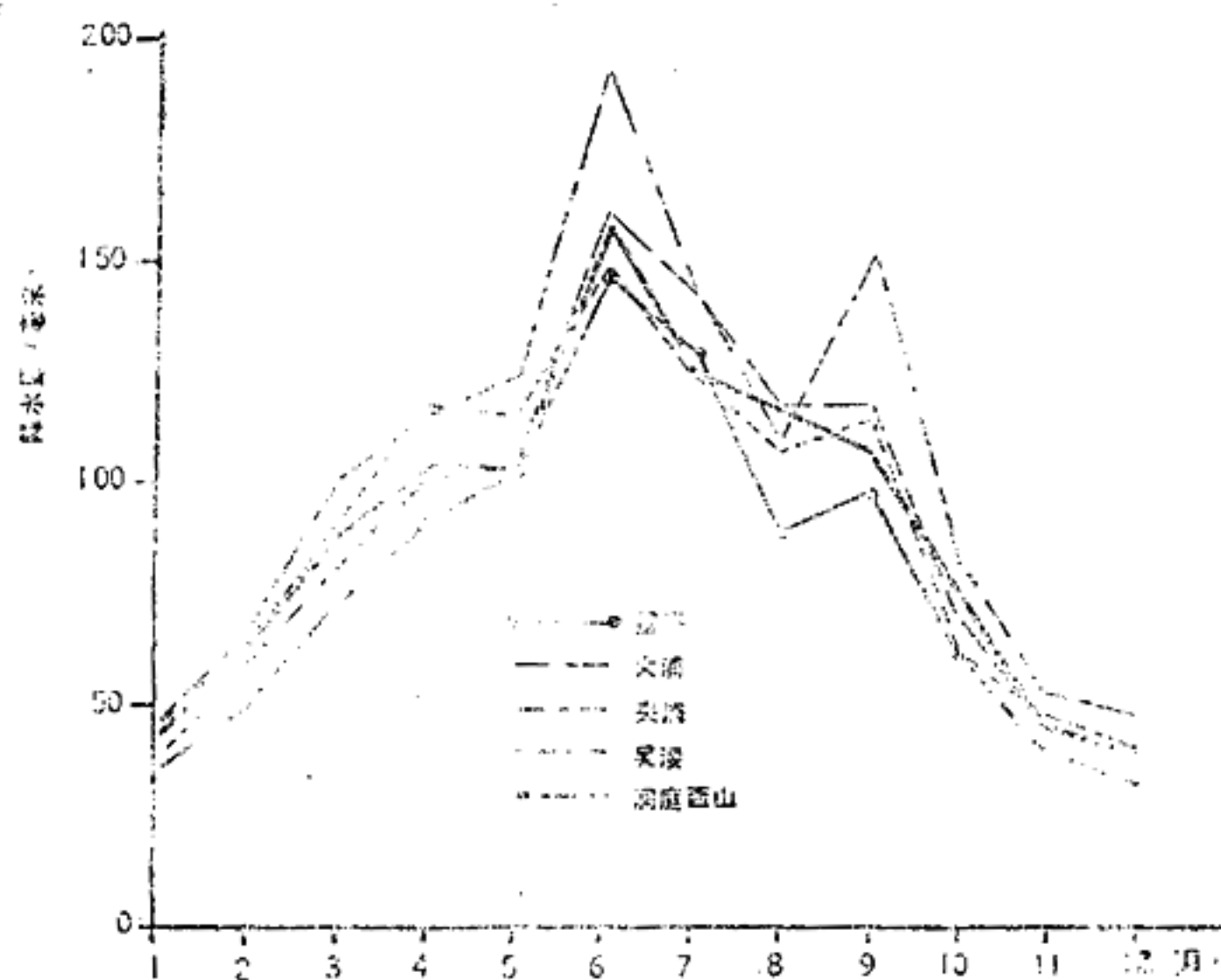


图6 太湖降水量年过程  
Fig.6 Annual precipitation courses of Taihu Lake region

表3 西山各月降水量的离散系数( $C_v$ )

Tab.3 Deviation coefficients ( $C_v$ ) of monthly precipitation on Xishan Station

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_v$	0.6953	0.5718	0.5062	0.4173	0.4688	0.4541	0.5287	0.7303	0.7185	0.8955	0.7350	0.8100

资料年限: 1954—1984年



## 二、降水效应的定量估算

影响大气降水量 ( $R$ ) 的因子有大气环境和局地地形两个方面。例如气候振荡 ( $P$ )、大尺度环流 ( $C$ ) 等属大气环境因素, 地形 ( $G$ )、海洋 ( $O$ ) 以及湖泊 ( $L$ ) 等属局地地形因素, 即:

$$R = f(P, C, G, O, L) \quad (1)$$

水汽项包括在上述各因子中, 故不单独列出。湖泊降水效应是指某个地点受湖泊和不受湖泊影响的降水量的差异, 因此湖泊降水效应 ( $\Delta R$ ) 为:

$$\Delta R = f(P, C, G, O, L) - f(P, C, G, O) \quad (2)$$

太湖的水平范围属中等尺度。气候振荡是有较长的时间尺度, 对太湖湖区各站气候来说, 可认为有相同的气候韵律; 大尺度环流远大于太湖尺度, 它对太湖的影响也可以认为基本相同; 太湖周围地势平坦, 选用的测站高差绝大多数在 5 m 以下, 高差较大的个别测站也不超过 15 m, 地形影响是类同的, 因而地形影响的差别可忽略。故 (2) 式可写为:

$$\Delta R = f(O, L) - f(O) \quad (3)$$

因此, 如能消除  $O$  对湖区各站不同的影响, 即把海洋对湖区各站降水量的影响订正至同一水平上, 便可突出湖泊影响因子。就长时间平均意义上说, 海洋对大气降水影响主要表现为降水随地理位置而变化。所以, 必须对湖区各站降水量 ( $R_0$ ) 进行经纬度订正, 以消除海洋的不同影响, 则  $\Delta R$  可从下式求得:

$$\Delta R = \left( R_0 + \frac{\partial R}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial R}{\partial \lambda} d\lambda \right) \Big|_{\phi} - \left( R_0 + \frac{\partial R}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial R}{\partial \lambda} d\lambda \right) \Big|_{\phi'} \quad (4)$$

式中:  $\varphi$  为纬度,  $\lambda$  为经度,  $\phi$  和  $\phi'$  分别为受湖泊和不受湖泊影响的符号。在求取  $\frac{\partial R}{\partial \varphi}$ 、 $\frac{\partial R}{\partial \lambda}$  时, 必须注意, 选择的代表站离湖岸的距离应大致相同。

图 7 是消除了海洋对湖区各站不同影响后的太湖年降水量分布, 反映湖面上基本是低值区。湖泊降水效应主要由于湖泊的热效应改变了湖区局地气温场而引起。有人计算过湖面上的散度和涡度场, 在平均状况下, 相同的湖面, 昼间的辐散要强于夜间的辐合<sup>[3]</sup>。因此, 相对来说, 昼间湖面上较强的辐散对降水的减弱作用要比夜间湖面上较弱的辐合对降水的增强作用大。其结果, 湖面上降水量必然相对减少。

由于降水量自身的不均匀性和西太湖无降水记录, 故无法用

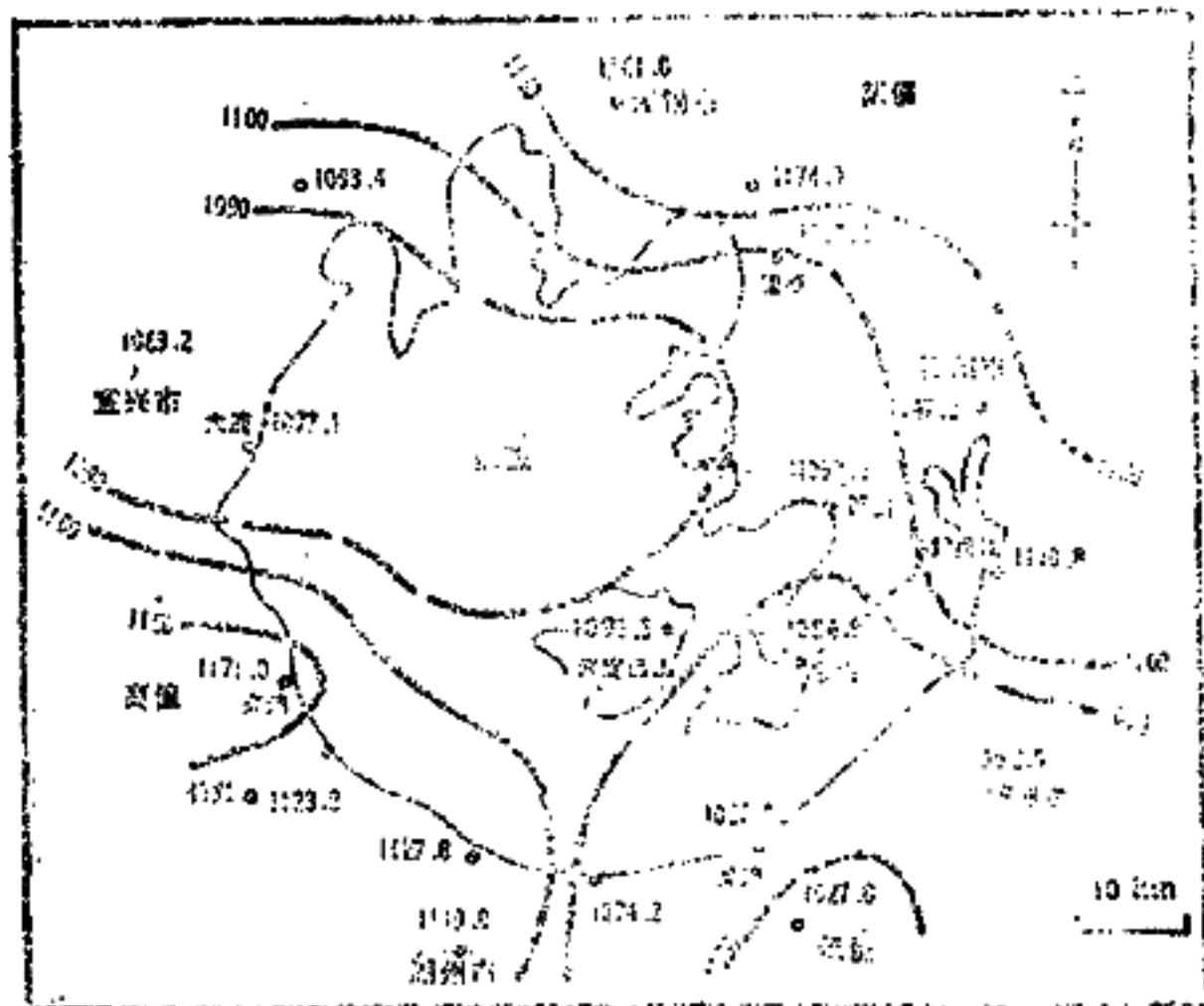


图 7 消除海洋对湖区各站不同影响后的太湖年降水量分布  
Fig.7 Annual Precipitation after eliminating different oceanic influence on stations of Taihu Lake region

(4) 式求得确切的降水效应值。但从现有湖区记录按(4)式计算,湖岸降水量比远湖地区平均减少20.0mm左右,其值不足年降水量的3%,可见太湖对降水量的影响不太显著。

太湖的降水效应除反映湖面降水量基本上是个低值区以外,还反映出沿湖岸降水量西南岸大于东北岸。其原因,夏半年多偏南气流,形成的降水多具有不稳定性质,且通常出现在午后,气流抵湖而后因受湖面上的降温、辐散效应的影响,不稳定云层将减弱或消失,使东北岸降水量相应减少;冬半年,多偏北气流,东北气流形成的降水,多具有稳定性质,经湖面后因湖面上的增温和辐合效应,使近地层气层变得比陆上稍不稳定,又可从湖面获得较多的水汽,使西南岸降水量相应增加。又由于夏半年降水量大于冬半年,故东北岸降水量减小的数值大于西南岸增大的数值。

太湖降水效应的计算结果与某些湖泊、水库的降水效应研究结果大致相同。如华东水利学院对新安江水库建库前后降水量变化的分析结果表明,水库形成后库中心降水量的减少并不显著<sup>[4]</sup>;国家气象局研究院等单位对青海湖的研究结果是:湖泊效应使该湖的南北岸降水量减少8—11%,东西岸减少3%左右<sup>[5]</sup>;白洋淀气候效应使淀区年平均降水量减少36mm;密西根湖北部湖中岛屿上的年降水量比湖岸减少6%<sup>[6]</sup>。

### 三、降水量与水位

根据湖泊水量平衡方程计算,太湖的水量收入68.3%为入湖地表径流,27.9%为湖面上的降水<sup>[5]</sup>。入湖地表径流主要源自大气降水。因此,归根结底降水量的多寡,决定了太湖水位的变化。表4显示了太湖最大、最小月平均降水量和最高、最低月平均水位出现月份之间的紧密关系;图8则反映了降水量和水位年过程之间的紧密关系。太湖的北、西北湖面最高水位通常出现在7月,次高水位出现在10月。太湖东南湖面最高水位出现在10月,次高水位出现在7月,但这两个月的水位差很小。太湖降水量年过程为双峰型,因此,随降水量过程线升降而变化的太湖水位亦呈现出双峰型。只是两个峰值出现的时间分别滞后于降水量的

表4 太湖最大、最小月平均降水量与最高、最低月平均水位出现月份

Tab.4 Months of max./min. monthly mean precipitation and water level of Taihu Lake

项 目 站	最大月平均 降 水 量 出 现 月 份	月平均水位				最小月平均 降 水 量 出 现 月 份	月平均水位		水位资料年限
		最 高		次 高			最低月份	高程(m)	
		月份	高程(m)	月份	高程(m)				
大 浦 口	6	7	3.40	10	3.32	12	2	2.84	1951—1982
望 亭	6	7	3.31	10	3.23	12	2	2.78	1953—1982
胥 口	6	7	3.23	10	3.21	12	2	2.73	1951—1982
吴 淞	6	10	3.28	7	3.26	12	2	2.81	1954—1982
西 山	6	10	3.24	7	3.23	12	2	2.77	1955—1982

注:水位基面为吴淞口。

1) 黄锦恩、许协江、杨卫东等,青海湖对气候影响的分析,1987年全国局地气候会议交流文献(油印稿)。

2) 肖嗣荣、弓冉,白洋淀气候效应的研究,1987年全国局地气候会议交流文献(油印稿)。

两个高、低峰值1个月。当然太湖东南湖面最高水位不是出现在7月,其原因尚有人为控制因素的影响。最低水位出现月份则比最小降水量出现月份滞后2个月。

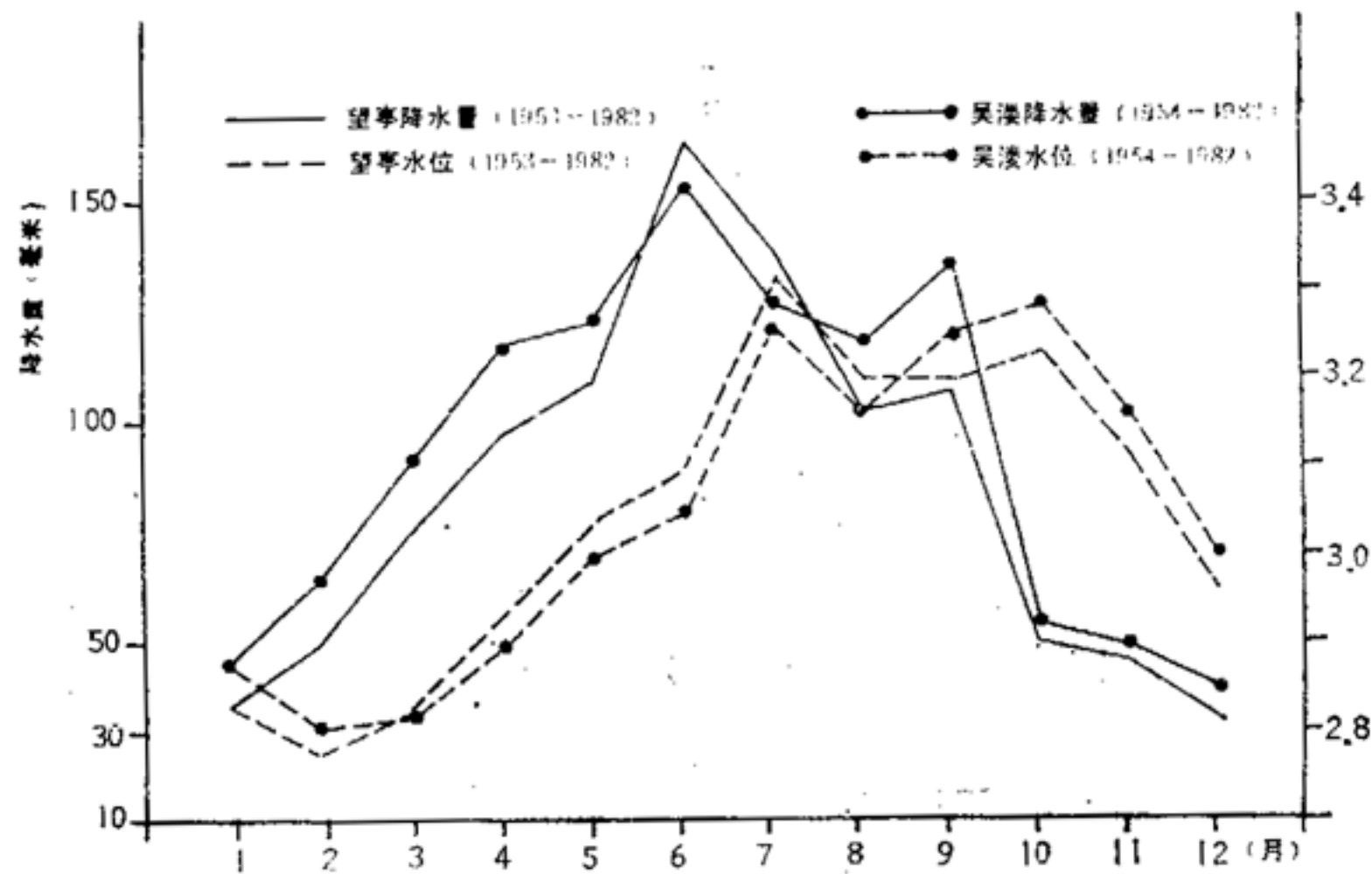


图8 太湖降水量与水位年过程

Fig.8 Annual precipitation and water level courses of Taihu Lake

#### 四、结 语

太湖的年降水量由东北岸的950—1000mm向西南岸递增至1200—1250mm。降水量的年过程线呈现双峰型,最高值出现在6月,为147—195mm,最低值多出现在12月,为33—48mm。年降水日数为126—143天,亦从东北岸向西南岸递增。就平均状况而言,湖区降水强度基本相同。湖区降水量的年内分配和年际分布不太均匀,变动较大。太湖的降水效应使沿岸降水量比远湖区平均减少20mm左右,其值不足年降水量的3%,可见太湖对降水的影响不太明显。湖区各站年降水量的离散系数,湖面比湖岸略小,湖岸又比远湖区略小,但其差值很小,也反映了太湖对降水量的变化虽能起到一些调节作用,但其作用并不明显。太湖湖区各月降水量的多寡,是该湖水位变化的决定性因素之一。太湖多年平均水位过程线呈双峰型,两个峰值出现的时间比降水量的两个高、低峰值滞后1个月,最低水位则比最小降水量出现月份滞后2个月。

## 参 考 文 献

- [1] 中国科学院《中国自然地理》编委会, 中国自然地理(气候), 69-70, 科学出版社, 1984。
- [2] 陈家其, 太湖流域南宋以来旱涝规律及其成因初探, 地理科学, 9(1), 1989。
- [3] 濮培民、徐爱珍, 湖陆风的个例分析, 海洋与湖沼, 17(5), 1986。
- [4] 范钟秀, 新安江水库对气候影响的初步分析, 海洋湖沼研究文集, 49-50, 江苏科学技术出版社, 1986。
- [5] 王洪道主编, 中国湖泊水资源, 6-7, 农业出版社, 1987。
- [6] S.J. Bolsenga, Lake-Land Precipitation Relationships Using Northern Lake Michigan Data, Journal of Applied Meteorology Vol.16, 1977.11,

## PRECIPITATION EFFECT OF TAIHU LAKE

Lu Hongbin      Wei Guiling

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica)

## Abstract

The average annual precipitation of Taihu Lake is 950-1000mm on NE shores, which increases to 1200-1250mm on SW shores progressively. The annual precipitation course is characterized by a double-peak model with the maximum value being 147-195mm at all stations in Jun. and the minimum value 33-48mm on the most stations in Dec.. The estimated precipitation effect of Taihu Lake shows that there exists a low value region of precipitation on the lake surface fundamentally. The precipitation effect of Taihu Lake enables the precipitation on lake shores to average 20mm less than that of far from the lake shores, <3% of the annual precipitation. This means that the influence of Taihu Lake on the precipitation is not evident, but it has a little impact on the precipitation distribution of this region. The precipitation on the Taihu Lake region is one of the decisive factors of the water level fluctuation.