

鄱阳湖水位变化规律的研究

闵 蓁

(江西省水文局鄱阳湖分局, 垦子 332600)

提要 根据都昌水位站 1953~1992 年水位资料,对鄱阳湖水位的基本特征、退水过程及演变趋势进行了统计分析。在此基础上指出鄱阳湖开发利用中面临的主要问题和水位变化对鄱阳湖生态环境可能造成的影响。

关键词 鄱阳湖 水位 退水过程 演变趋势

鄱阳湖流域面积 162225km²,年降水量 1400~1900mm,主要集中在 4~6 月,达 700~900mm,7~12 月一般少雨。鄱阳湖属季节性吞吐型湖泊,水位季节变化和年际变化显著。

都昌水位站位于鄱阳湖北岸,临近大湖面,受长江水位涨落影响较小,对主湖区水位变化有一定的代表性。根据该站 1953~1992 年水位资料,分析鄱阳湖水位季节、年际和沿程变化特征,然后对退水过程进行了模拟,进而探讨鄱阳湖水位在近 40 年内的演变趋势。

1 水位基本特征

1.1 水位季节变化

年平均水位 12.62~16.55m,多年平均 14.01m(吴淞基面,下同)。月平均水位以 7 月的 17.59m 最高,1 月的 10.52m 最低,1~7 月逐渐上升,7 月~次年 1 月渐降(表 1)。年最高水位 16.00~21.84m(多年平均 19.01m),一般出现在 5~9 月,大多数年出现在 7~8 月(占 65.0%),又以 7 月最多(占 57.5%)。年最低水位 8.80~11.43m(多年平均 9.77m),一般出现在 12~3 月,绝大多数年出现在 12~1 月(占 77.5%),其中又以 1 月最多(占 50.0%)。水位年变幅 5.25~12.18m(多年平均 9.24m),从上(余干、康山)至下(湖口)逐渐增大。

水位年过程线有两种基本形式:单峰型和双峰型。单峰型水位过程是在五河洪水推迟,长江洪水提前,两者相遇;或五河洪水很大,长江洪水很小的情况下出现的。洪峰水位即是年最高水位,一般出现在 6~7 月(其中出现在 7 月的占 82.4%)。近 40 年中有 17 年属单峰型,占 42.5%;年最高水位都在 18m 以上,超过 20m 的占 52.9%。双峰型水位过程是五河洪水较早、长江洪水较迟,两者不相遇的情况下出现的。第一个峰是五河洪水造成的,一般出现在 5~6 月,其中为年最高水位的占双峰型年数(23 年)的 39.1%;第二个峰是长江洪水倒灌入湖造成的,一般出现在 7~9 月,为年最高水位的占双峰型年数的 60.9%。

收稿日期:1993 年 5 月 20 日;接受日期:1994 年 1 月 24 日。

作者简介:闵蓁,男,1958 年生。河海大学水文水资源系毕业。现主要从事鄱阳湖水文气象研究。已发表“鄱阳湖近 600 年洪水规律的分析”等论文数 10 篇。

表 1 鄱阳湖多年月平均水位及极端水位年际变化(1953~1992 年, 都昌) 单位: m

Tab. 1 Variations of monthly-mean water level and extreme high/low water in 1953~1992, Duchang St.

时 间		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年均
平均水位	均值	10.52	11.34	12.44	13.80	15.22	16.73	17.59	16.55	15.94	14.74	12.54	10.73	14.01
	最大	12.89	12.48	14.04	16.41	18.51	19.88	21.47	21.20	20.22	18.50	16.00	13.12	16.55
	最小	9.01	9.51	9.97	10.27	13.22	13.81	14.51	12.93	12.05	10.46	10.05	9.26	12.62
	变幅	3.88	2.97	4.07	6.14	4.70	6.07	6.96	8.27	8.17	8.04	5.95	3.86	3.93
极端水位	最高	14.07	14.64	17.84	18.01	19.92	21.32	21.84	21.82	20.87	19.37	17.53	14.11	21.84
	最低	8.75	8.92	9.06	9.00	12.17	12.16	13.00	11.82	11.32	9.82	9.59	8.84	8.75
	变幅	5.32	5.72	8.78	9.01	7.75	9.15	8.84	10.00	9.55	9.55	7.94	5.27	13.09

在近 40 年中,有 31 年的年最高水位是由长江洪水造成的(其中单峰型年 17 个,双峰型年 14 个),占 77.5%。鄱阳湖洪水受五河与长江洪水的双重影响,且五河洪水一般比长江洪水偏早 50 天,故高水位持续时间很长(18m 以上平均 25 天)。

涨水段和退水段水位起伏变化较大,9 月中、下旬开始进入稳定退水期,时间长达 80~100 天。

1.2 水位年际变化

近 40 年来,鄱阳湖最高水位 21.84m,出现在 1954 年 7 月 30 日;最低水位 8.75m,出现在 1979 年 1 月 12 日;多年水位变幅 13.09m,居长江中下游各大湖泊之首(表 1)。

年最高水位变幅 5.84m,其中年最高水位在 20m 以上的有 11 年,占 27.5%;18~20m 的占 42.5%,18m 以下的占 30.0%。年最低水位变幅 2.68m,其中年最低水位在 9.5m 以下的占 32.5%,9.5~10.5m 的占 55.0%,10.5m 以上的占 12.5%。年平均水位变幅 3.93m,其中年平均水位在 14.5m 以上的占 25.0%,13.5~14.5m 的占 50.0%,13.5m 以下的也占 25.0%。各月水位的多年变幅以 8 月最大,达 10.00m,8~10 月都在 9.00m 以上;以 12 月最小,为 5.27m。由此可见,鄱阳湖水位不仅季节变化很大,年际变化也很明显。

月平均水位的年际变化幅度也是 8 月最大,其次是 9、10 月;2 月最小,其次是 12、1 月。各月水位的多年变幅与月平均水位的多年变幅都是水位越高,变幅越大,表明年际变化越大。在水位相同的情况下,涨水段水位的年际变化小于退水段(月平均水位多年变幅约偏小 1.60m,瞬时水位的多年变幅约偏小 2.50m)。原因可能在于涨水段水位年际变化主要取决于五河来水量的变化,而退水段水位变化还与长江径流量的变化有关。

1.3 水位沿程变化

鄱阳湖水位的沿程变化与都昌水位呈相反变化,即都昌水位 18m 以上时,鄱阳湖水位落差很小(0.10m 以下);都昌水位 12m 以下时,湖水位落差较大(2.00m 以上)。特别是水位退至 9m 以下时,落差达 4m 以上(表 2)。主要原因是水位有明显季节变化的同时,湖泊形态对水位也有显著影响。高水位时湖面广阔,不仅调蓄作用大,而且受长江的顶托和倒灌,湖流为顶托型或倒灌型,致使湖面较平;枯水时湖水落槽,湖流明显改变,近似河流特性,水位依主槽坡降重力作用而变化,落差较大。

由逐日水位落差资料分析发现,低水位时(17.00m 以下),在水位相同的情况下,涨水段(1~6 月)与退水段(8~12 月)差异显著。一般是涨水段的水位落差大于退水段。8m 到

12m 时,落差逐渐增大,至 12~13m 时达最大,以后渐减。

表 2 鄱阳湖水位沿程变化统计(1992 年)*

单位:m

Tab. 2 Statistics of water level variations along the stations in Poyang Lake, 1992

时 间	7 月 12 日	7 月 28 日	8 月 8 日	8 月 22 日	9 月 14 日	11 月 9 日	12 月 10 日
康 山	20.61	18.67	16.79	14.80	13.98	12.95	12.70
棠 荫	20.69	18.66	16.74	14.70	13.17	11.84	11.61
都 昌	20.69	18.65	16.68	14.63	12.64	11.66	9.82
星 子	20.62	18.63	16.62	14.49	12.35	10.21	8.27
$\overline{\Delta H}$	-0.01	0.04	0.17	0.31	1.63	2.74	4.43
$\Delta(\overline{\Delta H})$		+0.05	+0.13	+0.14	+1.32	+1.11	+1.69

* 图中水位为当日 8:00 瞬时实测值。 $\overline{\Delta H}=H_{\text{康山}}-H_{\text{星子}}$,代表湖面平均落差。

此外,从自记水位过程线看,鄱阳湖增减水和定振波现象也时有发生。主要出现在高水位时期、星子以上大湖面的南—北方向,由此引起的横向(与流向垂直或相交)水位落差一般在 $\pm 0.10\text{m}$ 以内。

2 退水过程的模拟

2.1 退水过程基本特征

鄱阳湖具有“高水是湖,低水似河”的独特景观。尽管如此,枯水期调蓄能力仍远强于河流,较少的降水不易使水位立即上涨,故鄱阳湖有较长的稳定退水期(120 天左右)。稳定退水期一般始于 9 月下旬~10 月中旬,12~2 月结束;稳定退水期内水文情性明显,退水平缓,退水过程线呈指数函数曲线(图 1)。

退水早晚及前期退水快慢主要受长江水情的影响。五河洪水常发生在 4~6 月,而长江洪水常发生在 7~9 月,在长江顶托、倒灌作用下,鄱阳湖维持较高水位只有在长江中下游进入稳定退水期

后,鄱阳湖才会出现稳定退水,退水快慢主要取决于流域内(包括河网区)水量补给状况。

退水过程线前、后段比较平滑,中间有一明显的突变点,突变点后有一段较短(约 20 天)的快速退水期,退水尾部趋势又与前段基本吻合(图 1)。为计算方便,采用经验公式模拟整个退水过程。

2.2 退水公式的选择

河道退水一般采用下式模拟^[1]:

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t} \quad (1)$$

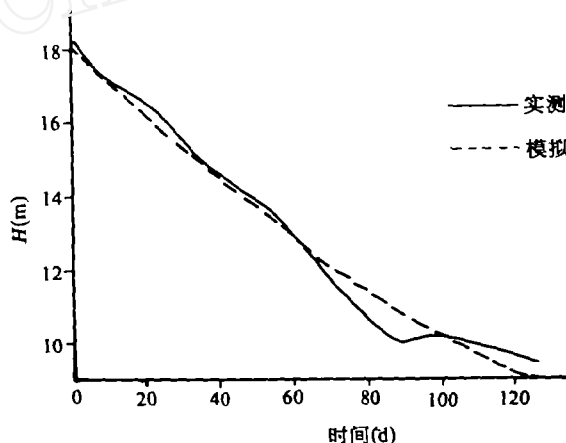


图 1 都昌水位站 1991 年退水过程线

Fig. 1 Recession hydrograph in Duchang St., 1991

此式也可作为吞吐型湖泊出口处的退水公式,但无法描述湖面退水过程;为能准确地描述大湖面退水过程,将(1)式中的流量改成水位,变为:

$$H_t = H_0 e^{-\alpha t} \quad (2)$$

式中, H_t 为退水水位(m); t 为退水时间(d); H_0 为退水初始水位(m); α 为退水参数。

以(2)式作为吞吐型湖泊退水公式,能明确地反映出湖水位随时间的降落变化。由于(2)式表达的曲线是无限延伸的,而实际退水过程有终止点(如鄱阳湖退水一般在12月~次年2月终止)。为此,设立一个中间参数 t_0 ,用以反映退水终止情况。如图2所示,令 $S_1 = S_2$ (退水曲线下的面积),由

$$\int_0^{t_0} H_0 e^{-\alpha t} dt = \int_{t_0}^{\infty} H_0 e^{-\alpha t} dt$$

求得

$$t_0 = \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{1}{2} (e^{\alpha t_0} + 1) \right] \quad (3)$$

式中, t_0 为稳定退水总历时(d)。

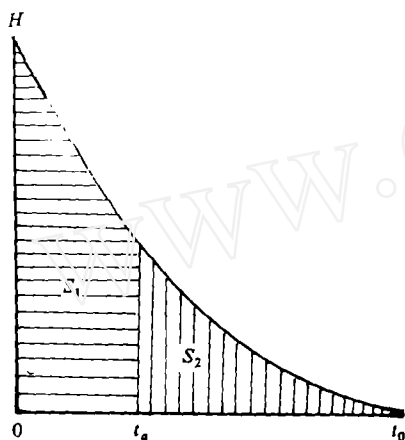


图2 t_0 示意图
Fig. 2 Scheme of t_0

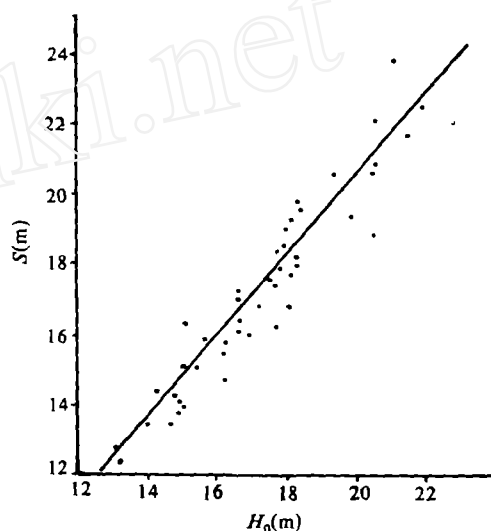


图3 $S \sim H_0$ 相关图
Fig. 3 Correlation diagram of $S \sim H_0$

2.3 退水过程的模拟

2.3.1 α 的确定 为使退水过程拟合得更好,将(2)式中的 H_0 也看作退水参数,用 S 表示,把(2)式改写成:

$$H_t = S \cdot e^{-\alpha t} \quad (4)$$

由 $\ln H_t \sim t$ 相关分析结果,确定各年退水参数 α 和 S 。

图3表明, S 与退水初始水位 H_0 之间关系密切,经验公式如下:

$$S = 1.1625 H_0 - 2.78 \quad (5)$$

α 与 H_0 的关系不太密切,但可以采用下式辗转计算:

$$\alpha = \frac{1}{t_0} \ln \left(\frac{\delta + 1}{2} \right) \quad (6)$$

其中, $\delta = H_{\min}/H_0$ (退水终止时的水位, 也即年最低水位, 与退水初始水位的比值)。 δ 与 H_0 的关系较好 (图 4), 经验公式为:

$$\delta = 5909.583H_0^{-3.721} + 0.4 \quad (7)$$

代入 (6) 式中, 得到:

$$\alpha = \frac{1}{t_a} \ln(2954.792H_0^{-3.721} + 0.7) \quad (8)$$

2.3.2 t_a 的确定 将各年退水的 t_a 值与 H_0 建立经验关系 (图 5), 公式为:

$$t_a = 6.333H_0 - 62.7 \quad (9)$$

t_a 与 α 确定以后, 稳定退水总历时 t_0 与年最低水位 H_{\min} 可以分别采用下面二式计算:

$$t_0 = \frac{1}{\alpha} \ln(2e^{-\alpha} - 1) \quad (10)$$

$$H_{\min} = H_0 \cdot (2e^{-\alpha} - 1) \quad (11)$$

2.3.3 参数 α 、 t_a 的物理意义 α 、 t_a 与 H_0 虽然是经验关系, 但有其明确的物理意义。 α 、 t_a 决定退水过程线的形状, 主要取决于稳定退水期内湖区河网蓄水的宣泄速度及流域内地表及地下径流和各入湖河道和湖体的补给状况。这是因为 H_0 与汛期结束时流域内的总储水量成正比, 而不同的储水量对应着不同的地表水与地下水组合的宣泄速度。

2.3.4 退水过程拟合检验 用 (2) 式、(8~11) 式重新计算都昌水位站 1953~1992 年历年退水过程, 绝大多数年份与实测过程拟合良好 (85% 以上年份的过程水位误差在 $\pm 20\%$ 以内的保证率达 70% 以上); 年最低水位计算误差在 $\pm 20\%$ 以内的保证率达 82.5%。由此可见, 用上述退水公式及经验公式模拟各年退水过程, 精度尚可, 可为鄱阳湖枯期水位的研究和预报提供基础。

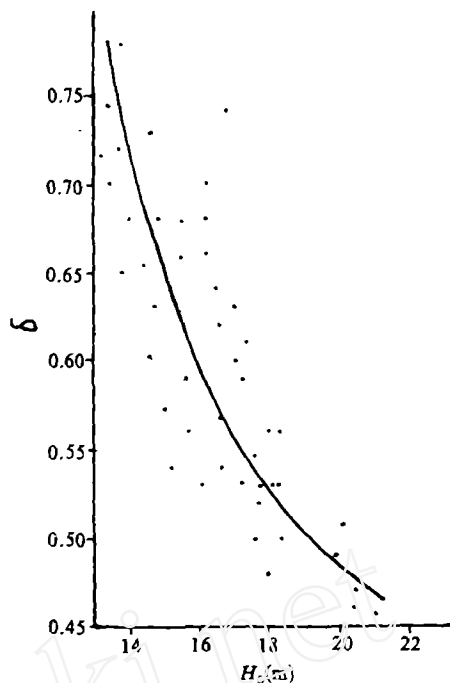


图 4 $\delta \sim H_0$ 相关图

Fig. 4 Correlation of $\delta \sim H_0$

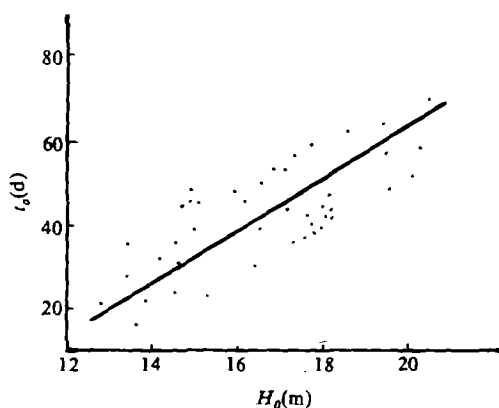


图 5 $t_a \sim H_0$ 相关图

Fig. 6 Correlation of $t_a \sim H_0$

3 近 40 年水位演变趋势

3.1 分析方法

分别统计 1953~1972 年 (前段) 和 1973~1992 年 (后段) 前后两个序列的平均值, 通过比较, 用以反映水位在近 40 年内的演变趋势 (表 3)。

$$k = \frac{1}{2}(H_n - H_q) \quad (12)$$

式中, k 为水位平均变化率(m/10a), 反映了平均每 10 年水位升高或降低情形; H_n 、 H_q 分别上述前、后序列水位的平均值。

3.2 平均水位的演变趋势

3.2.1 年平均水位 都昌站年平均水位前段平均 13.83m, 后段为 14.19m, 相差 0.36m, 平均每 10 年约升高 0.18m。鄱阳湖泥沙淤积速度约 0.02m/10a, 可见年平均水位上升趋势显著, 水资源并无衰减迹象。

3.2.2 月平均水位 5、6 月和 11、12 月月平均水位变化不明显; 1~4 月和 7~10 月月平均水位则明显上升, 又以 4 月上升最快, 其次是 7 月(表 3)。原因主要是 4 月五河(特别是赣江)洪水明显提前^[2]; 7 月则是由于长江洪水对鄱阳湖的顶托、倒灌作用加强, 使得湖内洪水抬升而致^[3]。

表 3 都昌水位站月平均水位演变趋势统计

单位: m

Tab. 3 Tendency of monthly-mean water level in Duchang St.

时 间	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1953~1972	10.31	11.17	12.15	13.38	15.22	16.27	17.26	16.38	15.81	14.56	12.53	10.73
1973~1992	10.73	11.51	12.73	14.21	15.22	16.21	17.93	16.72	16.08	14.92	12.55	10.73
k (m/10a)	0.21	0.17	0.29	0.41	0.00	-0.03	0.33	0.17	0.13	0.18	0.01	0.00

从表 3 中还可以看到, 鄱阳湖月平均水位变化具有明显的季节性, 且冬春与夏秋对称, 但退水期的水位上升速度较涨水期慢。

3.3 最高、最低水位的演变趋势

3.3.1 年最高水位及其出现时间 都昌站年最高水位前段平均 18.56m, 后段 19.46m, 平均每 10 年上升 0.45m。年最高水位在 20m 以上的大洪水年平均每 10 年增加 2 次^[4], 说明近 40 年内鄱阳湖洪水位明显升高、大洪水次数明显增加, 洪涝灾害日益严重(图 6)。

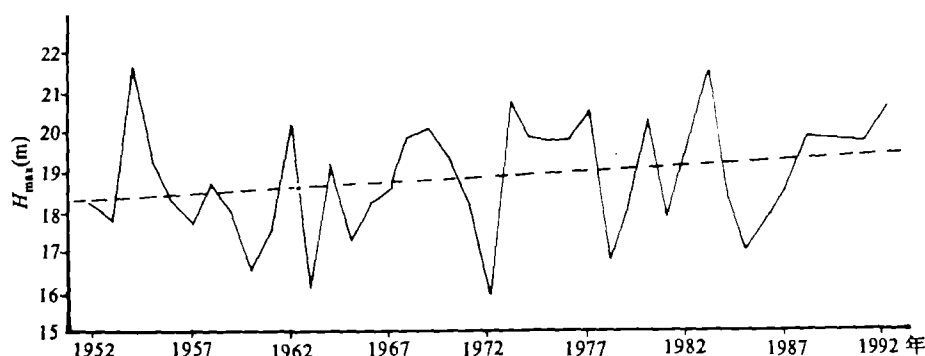


图 6 鄱阳湖年最高水位演变过程线

Fig. 6 Evolution hydrograph of extreme high water in Poyang Lake

年最高水位出现时间前段平均为 7 月 9 日, 后段平均为 7 月 21 日, 平均每 10 年推迟 6

天。洪水推迟趋势显著,说明鄱阳湖洪水与长江洪水遭遇的机率明显加大,也就是说,鄱阳湖洪水对长江洪水的依附性在逐渐加强。

近 20 年来无论是整个长江流域,还是五河流域,降水量均较前 20 年明显减少。鄱阳湖洪水位上升,大洪水增多是由于长江泄洪能力衰退,沿岸大量天然湖泊被围垦以及湖面缩小、容积减少造成的。

3.3.2 年最低水位及其出现时间 都昌站年最低水位前段平均值为 9.68m,后段平均为 9.85m,平均每 10 年上升 0.09m,主要原因在于主槽逐年淤高。年最低水位出现时间前段平均为 1 月 26 日,后段平均为 1 月 11 日,平均每 10 年提前 7.5 天。

3.3.3 水位年变幅 都昌水位年变幅前段平均为 8.88m,后段平均为 9.60m,平均每 10 年上升 0.36m,原因在于年最高水位的上升速度(0.45m/10a)大于年最低水位的上升速度(0.09m/10a)。

鄱阳湖水位变幅增大,说明其“洪水汪洋一片,枯水弯曲一线”、“高水是湖,低水似河”的自然地理景观不仅不会改变,而且会更加突出。

3.4 三峡工程对鄱阳湖水位影响的预计

三峡工程建成后会改变长江目前水文情势,对鄱阳湖水位也会造成一定影响。长江水利委员会对三峡工程 175m 蓄水位的径流调节计算表明,工程建成后对湖口水位的影响主要是在 10 月至次年 4 月^[5],据此计算出鄱阳湖水位改变情况(表 4)。表明三峡工程建成后,鄱阳湖水位明显改变,但限于都昌以下的局部区域(星子以上最大影响距离为 42.9km)。具体表现为:10~12 月水位降低,1~3 月升高;年最低水位升高,出现时间提前;水位变幅及纵向落差减小;枯期出现和结束时间均提前。都昌以上的主湖面不受影响。

表 4 三峡建库后湖口、星子水位变化预测

单位:m

Tab. 4 Predictions of water level change in Hukou St. and Xingzi St. after building the Three-Gorge Dam

时 间	湖 口					星 子
	丰水年	中水年	枯水年	多年平均	变 幅	
10 月	-0.87	-0.93	-1.33	-1.12	-1.44~-0.17	-0.74
11 月	-0.68	-1.73	-1.47	-0.84	-1.73~-0.52	-0.46
12 月	-0.35	-0.40	-0.55	-0.33	-0.55~-0.19	-0.21
1 月	-0.07	0.10	0.49	0.23	-0.15~0.51	0.07
2 月	0.21	0.41	0.94	0.54	0.04~0.94	0.15
3 月	0.39	0.24	0.68	0.46	-0.14~0.93	0.12
4 月	-0.20	-0.26	0.32	-0.10	-0.43~0.32	-0.01

4 水位变化对湖泊开发利用和生态环境的影响

4.1 对湖泊开发利用的影响

鄱阳湖洪水位抬升,大洪水增多是在流域内降水减少的背景下出现的。如遇降水增多、洪水位升高,则大洪水增多的势态将更为严重。

根据洪水演变趋势,鄱阳湖开发利用中要特别注意的是严格控制湖面积、容积的进一步

缩减,所有开发利用项目都应在保证不减少湖面积与容积的前提下进行。

4.2 对湖区生态环境的可能影响

水位变化会造成水文、气候条件的同步效应,故水位变化对湖区生态环境会产生明显影响。直接影响主要有:

(1) 4月水位明显提高,而5~6月平均水位保持不变。表明夏季14~16m水位出现时间明显缩短,起始时间明显提前,对鄱阳湖优势鱼种鲤、鲫鱼的产卵繁殖不利。

(2) 鄱阳湖月均、日均最高气温都出现在7月,而7月平均水位则以平均10年0.33m的速度升高,湖面加大,湖泊调温作用加强,对气温上升有抑制作用,有利于人类生活和农作物生长。

(3) 11~12月平均水位保持不变,1~2月明显升高,表明冬季12~14m水位出现时间明显缩短,终止时间明显提前。而在鄱阳湖,水位12~14m时最有利于珍禽越冬生存,故冬季水位演变趋势不利于候鸟越冬湿地生态环境的维持,对越冬候鸟来去时间、地域分布都会产生一定影响^[6]。

(4) 鄱阳湖7~10月平均水位明显升高,由于大水体在夏秋季仍具有增温加热作用^[7],因此水位升高能进一步提高7~10月的平均气温,增加积温,提高农作物的产量。

参 考 文 献

- 1 施成熙等. 陆地水文学原理. 北京: 中国工业出版社, 1964. 40~290
- 2 闵 骞. 近 40 年来鄱阳湖水位变化趋势. 江西水利科技, 1992, (4): 327~333
- 3 闵 骞. 鄱阳湖近 500 年较大洪水出现规律的初步分析. 江西水利科技, 1992, (1): 76~83
- 4 闵 骞, 汪海培. 鄱阳湖近 600 年洪水规律的分析. 湖泊科学, 1994, 6(4): 375~383
- 5 吕兰军等. 三峡工程对鄱阳湖珍稀候鸟越冬栖息水位影响分析. 人民长江, 1991, 22(7): 39~43
- 6 朱海虹等. 鄱阳湖候鸟越冬地生态环境及三峡工程对其影响的预测. 湖泊科学, 1989, 1(1): 52~61
- 7 万军山等. 鄱阳湖水体夏季气温效应. 湖泊科学, 1993, 5(1): 27~31

ON THE REGULARITIES OF WATER LEVEL FLUCTUATIONS IN POYANG LAKE

Min Qian

(Bureau of Hydrology in Poyang Lake, Jiangxi Province, Xingzi 332600)

Abstract

Based on the hydrological data in Duchang Station (1953~1992), some characteristics of water level fluctuations, recession hydrograph as well as the trend of evolution of Poyang Lake are statistically analysed. As a result, the possible impacts on the utilization and ecological environments of the lake area are further studied.

Key Words Poyang Lake, water level, recession hydrograph, trend of evolution