

蚌湖与鄱阳湖水位关系及滩地淹露分析*

胡春华 姜加虎 朱海虹

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提要 根据1993, 1994年蚌湖与吴城修水站水位同步观测数据及1951—1987年该站的水位资料, 通过地形调查、对比研究及数学分析, 得出结论: 典型湿地与鄱阳湖的水位存在高水位一致性、中水位相关性、低水位不相关性, 此规律是由湿地地形与鄱阳湖水情所决定; 三峡工程运行后湿地不会干涸; 湿地水位相对鄱阳湖滞后效应不明显; 利用湿地与鄱阳湖的水位关系及其历史水位资料等, 可以对湿地的淹露状况进行定量分析。

关键词 鄱阳湖 湿地 水位 滩地淹露

我国最大的越冬珍禽栖息地——鄱阳湖湿地, 其水位变化状况以及与鄱阳湖的水位关系、三峡工程运行后湿地中的积水洼地会不会干涸、湿地水位相对鄱阳湖是否存在滞后效应等问题, 是前人尚未涉及的问题, 而此问题对湿地的开发利用和珍禽栖息地的保护尤为重要。其典型湿地位于鄱阳湖西部、赣江与修水复合三角洲前缘, 是珍禽最集中的区域, 由9个碟形洼地组成, 其成因与地貌类型相同、均为侧缘洼地; 植被区系类同, 结构一致; 均可划分为草滩、泥滩、积水洼地三个部分(胡春华等, 1995)。其中蚌湖面积大、基本保持自然状态、珍禽富集而成为鄱阳湖国家级自然保护区的核心保护洼地, 因而最具代表性, 又便利观测, 所以选择了蚌湖, 首次进行了湿地水情特征剖析, 依此达到对湿地滩地淹露状况定量分析的目的。

1 资料与方法

在蚌湖的东南断面上, 设立了4根观测柱标水尺, 覆盖了蚌湖18.00—13.8m(吴淞基面, 下同)整个高程。通过对1982—1986年鄱阳湖星子、都昌、修水、赣江、棠荫、龙口和康山水位站的水位资料分析, 发现修水和赣江站的水位变化与这7站的平均水位几乎一致, 因此鄱阳湖水位以吴城修水站为代表(图1)。每天8:00与18:00, 同步观测2次, 持续观测了1993, 1994两个水文年度, 根据水位过程并结合地形调查, 对比研究及数学分析, 分析蚌湖与鄱阳湖的水位关系, 同时利用吴城修水站建站以来的历史水位资料(1951—1987)¹⁾, 推算出蚌湖多年水情特征和不同高程滩地淹露天数、面积。

2 蚌湖与鄱阳湖水位关系

多年水文资料(1953—1987、1993—1994)统计表明: 1993年属于丰水年, 1994年为中

* 国家“八五”攻关课题资助项目, 85-16-06-03号。胡春华, 男, 出生于1965年3月, 硕士, 助理研究员。

1) 资料来源于1951—1987年的《水文年鉴》。

收稿日期: 1995年9月15日, 接受日期: 1996年4月22日。

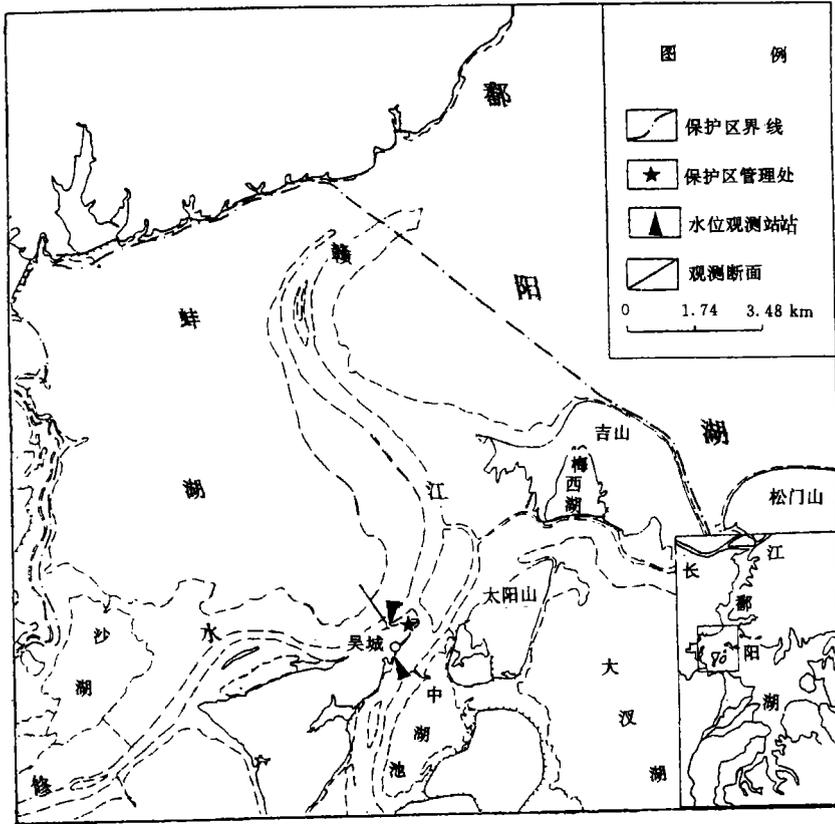


图1 蚌湖、吴城修水站位置

Fig.1 Locations of Banghu depression and Xiushui hydrologic stations in Wucheng Town

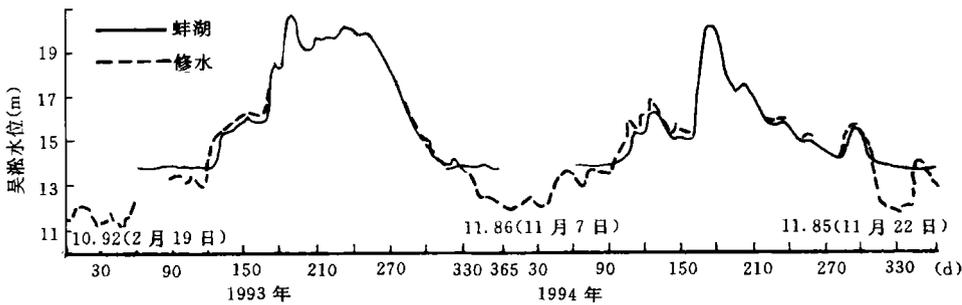


图2 蚌湖、修水站1993,1994年水位过程

Fig.2 Water-level courses at Banghu depression, Xiushui hydrologic stations from the year of 1993 to 1994

水年。1993,1994年水位过程对比分析见图2。

2.1 低水位不相关性 低水位是指涨水过程中修水水位 (H_x) < 14.0m、退水过程中 H_x < 14.5m。在此水位期间,不论 H_x 如何大幅度变动,蚌湖水位 (H_b) 始终在 13.7—14.5m 之间波动,且绝大部分稳定于 13.9m。例如:1993年2月19日—5月3日, H_x 水位变化于 10.92—14.5m,最大变幅高达 3.58m,而 H_b 在 13.90m 上下的波动幅度仅为 0.15m;1993年11月24日—1994年4月4日, H_x 最大变幅为 2.09m,而 H_b 最大变幅仅为 0.20m;1994年11

月 3 日—12 月 31 日 H_x 最大变幅达 2.65m, 而 H_b 仅有 0.65m。

2.2 高水位一致性 高水位是指涨水过程中 $H_x > 18.00\text{m}$ 、退水过程中 $H_x > 17.50\text{m}$ 。当 H_x 超过 17.50m 后, H_b 在 1—2 天内便达到相同水位 18.00m, 尔后呈同步变化, 在到达年内最高水位 20.70m(1993 年)或 20.31m(1994 年)后, 转入退水时期, 当水位低于 17.50m 时, 两者开始出现差异变化。

2.3 中水位相关性 中水位是指涨水过程中 $14.00 \leq H_x \leq 18.00\text{m}$ 、退水过程中 $14.5 \leq H_x \leq 17.5\text{m}$ 。在此水位期间, H_b 与 H_x , 两者水位差 ($\Delta H_{xb} = H_x - H_b$) 与修水涨落率 (V_x , + 为上涨率, - 为下降率, m/d) 存在一定的相关性。在进行相关分析时, 依据中水位的定义来确定原始数据采集时间段 (T), 除 1993 年退水过程中数据断续而补充每天 18:00 观测数据外, 其余均为每天 8:00 数据。

分析结果表明, H_b 与 H_x 存在着极好的相关关系, 不论 1993 年、1994 年涨、退水过程单独分析, 还是两年相同过程合在一起计算, 相关系数 (R) 均在 0.9670—0.9977 范围内变化, 显示出两者同步涨落的特征。事实上, 从 ΔH_{xb} 与 V_x 线性相关关系较差 ($0.216 \leq R \leq 0.675$), 便进一步反映了蚌湖相对鄱阳湖滞后效应不明显的特征。为进一步分析需要, 下面建立 H_b 与 H_x 、 V_x 之间的相关关系。结果表明, $0.9758 \leq R \leq 0.9911$ (表 1a, b), 因此通过表 1 相关关系式, 利用吴城修水站历史水位资料, 可推求出蚌湖的历史水情特征。

表 1 蚌湖、修水中水位期间涨 (a) 退 (b) 水过程水位相关关系

Tab.1 Water-level relationships of between Banghu depression and Xiushui in the middle water level during water-rising (a) and water-falling (b) processes

a			
$H_b - H_x$	$\Delta H_{xb} - H_x$	$H_b - H_x, V_x$	T
$H_b = 1.152H_x + 2.817$	$\Delta H_{xb} = 0.520V_x + 0.356$	$H_b = 1.247H_x - 0.963V_x - 4.266$	
$R = 0.9783$	$R = 0.3227$	$R = 0.9804$	1993.5.3—6.24
$H_b = 0.943H_x + 0.531$	$\Delta H_{xb} = 0.629V_x + 0.345$	$H_b = 1.004H_x - 0.633V_x - 0.415$	
$R = 0.9672$	$R = 0.6747$	$R = 0.9809$	1994.4.5—6.17
$H_b = 1.092H_x - 0.830$	$\Delta H_{xb} = 0.608V_x + 0.348$	$H_b = 1.081H_x - 0.705V_x - 1.621$	
$R = 0.9689$	$R = 0.5400$	$R = 0.9758$	1993.5.3—6.24 1994.4.5—6.17
b			
$H_b - H_x$	$\Delta H_{xb} - H_x$	$H_b - H_x, V_x$	T
$H_b = 0.951H_x - 0.780$	$\Delta H_{xb} = 0.449V_x + 0.046$	$H_b = 0.996H_x - 0.426V_x + 0.509$	
$R = 0.9863$	$R = 0.6080$	$R = 0.9911$	1993.10.5—10.29
$H_b = 0.987H_x + 0.133$	$\Delta H_{xb} = 0.347V_x + 0.102$	$H_b = 0.972H_x - 0.363V_x + 0.332$	
$R = 0.9977$	$R = 0.2155$	$R = 0.9900$	1994.7.18—10.29
$H_b = 0.981H_x + 0.241$	$\Delta H_{xb} = 0.448V_x + 0.086$	$H_b = 0.982H_x - 0.446V_x + 0.204$	
$R = 0.9888$	$R = 0.4300$	$R = 0.9909$	1993.10.5—10.29 1994.7.18—10.29

3 蚌湖与鄱阳湖水位关系解释

蚌湖与鄱阳湖的水位关系是由湖区地形与鄱阳湖水情所决定的。根据 1:5 万鄱阳湖地形图以及野外实地考察,发现蚌湖泄水口的地面高程为 13.83m,当 $H_x < 14.50\text{m}$ 且接近 14.00m,蚌湖泄水口狭窄,出入流量极小,几乎可以忽略,一旦低于 13.83m,两者由天然堤完全分隔,蚌湖成了一个封闭洼地,因此,不论 H_x 如何变动, H_b 始终波动于 13.90m 左右,呈现低水位不相关性。

分隔蚌湖和鄱阳湖的天然堤,顺河道从下游到上游,高程为 14.40—17.50m,当 $H_x > 17.50\text{m}$ 时,两者实际上已成为一整体,所以呈现高水位的一致性。

在 $14.50 \leq H_x \leq 17.50\text{m}$ 时,修水站与蚌湖之间,具有明显的上下游关系,存在一定的水位落差。这是因为鄱阳湖涨退水时期,水面有一定的比降,修水站附近受到天然堤部分隔离。修水站处于上游,而蚌湖与鄱阳湖之间的通道位于其下游。当水位超过 14.50m 时,鄱阳湖水很快大范围溢过天然堤,导致蚌湖与鄱阳湖大部分联成一片,水位涨落率相同,造成中水位期间两者水位具有良好的相关性;仅在 14.50m 左右漫堤过程中,蚌湖相对鄱阳湖的滞后效应有所反映,而且历时很短,总体上不明显。

三峡工程运行后,10 月份减泄流量,鄱阳湖将提前退水(濮培民等,1994),由上述高水位的一致性、中水位相关性可知,湿地也将提前退水,其中的滩地也将提前显露;由低水位不相关性可得,高程低于 13.8m 的积水洼地不会干涸。

4 蚌湖与鄱阳湖水位滞后效应分析

研究蚌湖与鄱阳湖水位滞后效应,是三峡工程对鄱阳湖典型湿地影响预测的重要方面,也是分析蚌湖与鄱阳湖水情关系的重要内容。由于退水时期蚌湖水水位下降几乎与鄱阳湖完全一致(图 2),因此,下面仅就涨水情况,从蚌湖涨水率(V_b , m/d), H_x , V_x 的关系角度,探讨蚌湖对鄱阳湖的滞后效应。据 1993,1994 年的实测资料可建立 V_x 与 V_b , H_x 与 V_b 的相关关系, V_b 与 V_x 或与 H_x 的相关点的数据较散乱,显示出影响蚌湖水位上涨的因素较复杂(图 3a, b)。经回归分析,得如下方程:

$$V_b = a_1 + b_1 V_x + c_1 V_x^2 + d_1 V_x^3 \quad (1)$$

$$V_b = a_2 + b_2 H_x + c_2 H_x^2 + d_2 H_x^3 \quad (2)$$

其中, $a_1 = 7.149457 \times 10^2$, $b_1 = -1.648402 \times 10^{-1}$, $c_1 = 3.757619 \times 10^{-4}$, $d_1 = 3.027912 \times 10^{-8}$

$$a_2 = -5.08432 \times 10^4, b_2 = 1.77535, c_2 = -7.756609 \times 10^{-6}, d_2 = 1.922463 \times 10^{-11}$$

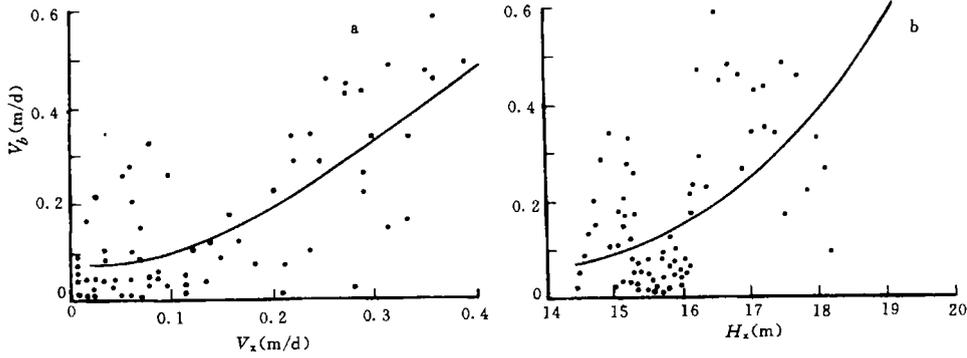
(适用范围: $14.00 \leq H_x \leq 19.00$, $0 \leq V_x \leq 0.46$, $0 \leq V_x \leq 0.61$)

为讨论 V_b 的有关特征,对(1)、(2)取偏导数得:

$$(V_b)'_{V_x} = b_1 + 2c_1 V_x + 3d_1 V_x^2 \quad (3)$$

$$(V_b)'_{H_x} = b_2 + 2c_2 H_x + 3d_2 H_x^2 \quad (4)$$

利用二次方程根的判别式, $\Delta_1 = 4c_1^2 - 12b_1 d_1 = -3.415792 \times 10^{-8}$, $\Delta_2 = 4c_2^2 - 12b_2 d_2 = -7.922608 \times 10^{-12}$,均小于 0,又 $d_1 > 0$, $d_2 > 0$,说明 $(V_b)'_{V_x}$ 随 V_x 的增加与 $(V_b)'_{H_x}$ 随 H_x 的增加均作单调上升变化。换言之,①修水低涨水率对应蚌湖低涨水率,高涨水率对应蚌湖高涨水率,且比值趋于 1(图 3b);②修水低水位对应蚌湖低涨水率,高水位对应蚌湖高涨水率。因此,在水位较低时(大于 14.00m),蚌湖与鄱阳湖涨水的同步性较差,表现出滞后效应,在水位较高时,两者同步性较好,滞后效应不明显或无。

图3 V_b-V_x (a)与 V_b-H_x (b)的相关关系Fig.3 Relationships between V_b and V_x (a) and between V_b and H_x (b)

5 蚌湖不同高程滩地淹露分析

蚌湖不同高程滩地淹露面积、容积,可从地形图上确定,关键是淹没天数(出露天数

表2 蚌湖不同高程、容积、淹没面积、淹没天数、最早淹没日期

Tab.2 Volume, area, day, the earliest date of submersion at different elevation in Banghu depression

高程 (m)	容积 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	淹没面积 (km^2)	淹没天数					最早淹没日期				
			1993	1994	1983	1974	1972	1993	1994	1983	1974	1972
			丰水	平水	特丰	平水	特枯	丰水	平水	丰水	平水	特枯
22.00	6.870	90.700	0	0	3	0	0	—	—	07.11	—	—
21.00	6.128	90.402	0	0	22	0	0	—	—	07.08	—	—
20.00	5.668	90.019	16	7	31	7	0	07.06	06.22	07.04	07.17	—
19.00	4.337	89.737	72	15	60	15	0	07.04	06.01	06.29	07.15	—
18.00	3.431	89.440	97	22	124	43	0	06.25	06.17	06.03	07.10	—
17.50	2.986	89.000	104	29	159	60	0	06.23	06.17	05.16	07.07	—
17.00	2.541	88.560	108	44	176	104	0	06.23	06.16	05.07	07.06	—
16.50	2.114	85.411	112	50	199	111	0	06.22	06.14	04.21	07.03	—
16.00	1.686	82.262	120	67	206	116	0	06.05	05.03	04.20	07.02	—
15.50	1.297	77.805	149	110	209	121	21	05.25	04.29	04.18	06.30	05.19
15.00	0.908	73.349	165	163	215	145	27	05.12	04.19	04.16	05.14	05.16
14.50	0.580	67.658	173	183	237	154	61	05.10	04.18	03.06	05.12	05.14
14.25	0.416	64.500	179	208	257	167	97	05.08	04.17	03.04	05.11	05.12
14.10	0.318	60.330	194	216	267	181	142	05.07	04.10	03.03	05.10	05.12
14.00	0.252	58.001	203	240	273	185	172	04.05	04.09	03.02	05.09	05.11
13.90	0.142	55.399	235	301	365	365	365	03.28	03.10	—	—	—
13.00	0.132	52.797	265	365	365	365	365	03.08	03.08	—	—	—

= 365 - 淹没天数)。1993, 1994 年的淹没天数可以从实测水位过程中求出, 多年水情特征和不同高程滩地淹露天数, 则需根据吴城修水站的历史水位资料来确定。事实上, 高水位期间, 蚌湖水位与修水完全相同, 因此可以直接利用修水水位来确定; 低水位期间, 两者水位不相关, 不能利用修水水位来确定, 考虑到蚌湖补给系数较小, 采取湖面降雨量与蒸发量的变化近似确定; 中水位期间, 由于存在水位差, 根据修水资料直接确定蚌湖滩地的水淹天数偏大, 出露天数偏小, 例 1994 年高程 15.25m 处偏差高达 27d, 因此需要校正, 具体方法为: 将修水水位代入相关关系式(表 1), 求出蚌湖的对应水位, 尔后点绘过程线, 求出淹露天数, 其结果见表 2, 3。

表3 蚌湖不同高程、出露面积、出露天数、最迟出露日期

Tab.3 Area, day, the latest date of emersion at different elevation in Banghu depression

高程 (m)	出露面积 (km ²)	出露天数					最迟出露日期				
		1993	1994	1983	1974	1972	1993	1994	1983	1974	1972
		丰水	平水	特丰	平水	特枯	丰水	平水	丰水	平水	特枯
22.00	0	365	365	362	365	365	—	—	7.14	—	—
21.00	0.298	365	365	343	365	365	—	—	7.19	—	—
20.00	0.681	349	358	334	358	365	09.07	06.29	08.05	07.25	—
19.00	0.963	293	350	305	350	365	09.19	07.03	08.29	07.31	—
18.00	1.260	268	343	241	322	365	10.01	07.08	10.29	09.01	—
17.50	1.700	261	336	206	305	365	10.05	07.22	11.03	09.06	—
17.00	2.140	257	321	189	261	365	10.08	07.28	11.06	10.18	—
16.50	5.289	253	315	166	254	365	10.11	08.03	11.09	10.23	—
16.00	8.438	245	298	159	249	365	10.16	08.07	11.12	10.26	—
15.50	12.895	216	255	156	244	344	10.20	10.27	11.15	10.29	06.10
15.00	17.351	195	202	150	220	338	10.25	10.31	11.18	10.31	06.13
14.50	23.042	192	182	128	211	304	10.30	11.03	11.21	11.02	11.27
14.25	26.200	186	157	108	198	268	11.21	11.17	11.26	11.06	11.30
14.10	30.370	171	149	98	184	223	11.21	11.10	11.30	11.08	12.04
14.00	32.700	162	125	92	180	193	12.16	—	12.03	11.10	12.11
13.90	35.301	130	64	0	0	0	12.19	—	—	—	—
13.80	37.903	100	0	0	0	0	12.23	—	—	—	—

6 结语

本文通过对蚌湖与鄱阳湖水位关系及滩地淹露天状况分析, 得出以下初步结论。

6.1 该典型湿地与鄱阳湖的水位存在 3 种关系即高水位一致性、中水位相关性、低水位不相关性, 此规律是由湿地地形与鄱阳湖水情所决定。

6.2 三峡工程运行后湿地中高程低于 13.8m 的积水洼地不会干涸。

6.3 湿地水位相对鄱阳湖滞后效应不明显。

6.4 利用湿地与鄱阳湖的水位关系及其历史水位资料等, 可以对湿地的淹露状况进行定量分析。

参 考 文 献

胡春华、朱海虹, 1995, 湖泊科学, 7(1): 21—32。

濮培民、蔡述明、朱海虹等, 1994, 三峡工程与长江中游湖泊洼地环境, 科学出版社(北京), 128—163。

ANALYSIS ON WATER-LEVEL RELATIONSHIPS BETWEEN BANGHU DEPRESSION AND POYANG LAKE AND ITS SUBMERSION AND EMERSION OF BOTTOMLAND

Hu Chunhua, Jiang Jiahu, Zhu Haihong

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

Abstract The Poyang Lake typical wetland, an international important wetland, is the largest overwintering area and their main habitats for rare birds in China. The hydrologic regime, especially water-level relationships between the wetland and Poyang Lake, the issue that the depressions will become dry or not after the operation of Three Gorge Project, its submersion and emersion of the bottomland, should be mastered so that the knowledge can be applied for exploitation and protection of the lake and the wetland. Based on contrast water-level courses of Banghu with those of Xiushui from 1993 to 1994, and referred to the wetland topography, by mathematical analysis methods, conclusions have been made as follows: (1) the wetland water level (WWL) is the same as Poyang Lake water level (PWL) during high water-level period, WWL is positive related with PWL during middle water-level period, WWL is irrelated with PWL during low water-level period; (2) the rules mensioned above are controlled by the topography and water-level flucatuations of Poyang Lake; (3) depressions below 13.8m in the wetland will not become dry after the operation of Three Gorge Project; (4) it is not striking that water-level residence-time effect of the wetland compares with Poyang Lake; (5) based on rules mensioned above and historical hydrologic data, submersion-emersion days and areas of depressions in the wetland can be caculated at differernt elevations or waterlevel attitudes.

Key words Poyang Lake Wetland Water-level Bottomland submersion-emersion