

洞庭湖近几十年来湖盆变化及冲淤特征*

姜加虎 黄群

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提 要 洞庭湖是我国著名的五大淡水湖泊之一, 位于长江中游荆江段南岸, 湖南省境内。历史时期, 曾经是我国第一大淡水湖, 直至新中国成立初期, 湖泊面积仍然有 4350km², 居我国淡水湖泊之首位。但由于洞庭湖承纳“四水”, 吞吐长江, 长江大量水沙涌入洞庭湖, 造成了湖盆迅速淤高, 加之由此诱发的人类大规模地湖泊垦殖活动, 湖泊急剧萎缩。目前, 洞庭湖已退居鄱阳湖之后, 为我国第二大淡水湖泊。湖泊的严重泥沙淤积, 已经造成了湖泊调蓄长江中游洪水功能的严重衰退, 不但危及湖南省的防洪的安全, 而且危及长江中下游地区的防洪安全, 研究洞庭湖的湖盆冲淤演变具有重要意义。本文根据 1974、1988 和 1998 年洞庭湖 1:25000 水地形资料, 并针对洞庭湖具有显著上下游水位落差的实际, 分不同高程和不同水位情况下, 分析洞庭湖湖泊面积和容积演变特征, 探讨洞庭湖近几十年来的湖盆变化及冲淤规律, 试图揭示洞庭湖湖泊调蓄能力的变化过程。

关键词 洞庭湖 湖盆 冲淤特征

分类号 P343.3

长江上游, 山高谷深, 束水下泄, 积聚洪水能量; 出三峡后, 沿江两岸发育了众多湖泊, 是江洪能量释放和泛滥的场所, 维系着长江的生态尤其水量的蓄泄平衡。但因湖泊的严重淤积及其诱发的大规模垦殖活动, 极大地削弱了其调蓄长江洪水的生态服务功能。目前, 荆江段已呈现“悬河”的险恶形势^[1], 其中上荆江沙市江段安全下泄流量约 60000 - 68000m³/s, 下荆江石首江段安全下泄流量仅 46000 - 50000m³/s, 城陵矶至螺山江段的安全下泄流量 60000m³/s 左右。而 20 世纪城陵矶以上合成洪峰流量超过 100000m³/s 就有 1931 年、1935 年和 1954 年; 特别是历史上, 自 1153 年以来的几百年间, 宜昌洪峰流量大于 80000m³/s 的有 8 次、大于 90000m³/s 的有 5 次、最大达 105000m³/s。长江中游洪水来量和安全泄量之间严重不平衡, 客观上要求有调蓄超额洪水之地。

历史上, 长江中游地区大水年份的超额洪水有云梦泽调洪, 云梦泽演变为江汉平原后, 超额洪水靠洞庭湖和洪湖等调洪, 而洪湖等通江湖泊尽堵后, 仅剩洞庭湖单独调节长江中游洪水。因此, 洞庭湖是目前长江中游荆江段唯一与长江干流直接相通联的湖泊。同时, 洞庭湖又吞吐湖南境内湘、资、沅、澧四水。对于维系长江中游地区江湖洪水的蓄泄平衡, 避灾减灾以及江湖泥沙的冲淤平衡, 减缓长江干流的冲淤变迁, 有着极为重要的意义和不可替代的作用^[2-4]。若将荆江入洞庭湖的分流穴口全部堵闭, 则一般洪水也将超过荆江两岸目前堤防

* 中国科学院方向性项目(KXCX3-SW-331)、领域前沿项目“洞庭湖区退田还湖对洪水影响与环境生态效应研究”联合资助。

2003-09-06 收稿; 2003-12-18 收修改稿。姜加虎, 男, 1963 年生, 研究员。

的防御水位,长江中游地区的洪水灾害将更为频繁,也更加难保防洪安全。据1933-1991年洪水资料,洞庭湖四口分流多年平均洪峰流量 $22359\text{m}^3/\text{s}$,约占宜昌多年平均洪峰流量($51374\text{m}^3/\text{s}$)的44%。可见,洞庭湖承担着繁重的分蓄长江超额洪水的任务。

1 洞庭湖湖泊面积、容积量算方法

洞庭湖属于典型的吞吐型湖泊,湖泊上下游水位之间存在较大的落差,即湖泊水面特别是在枯水季节具有显著倾斜特点,任何一个湖区(主要是东洞庭湖、南洞庭湖和西洞庭湖)的水位均不能代表洞庭湖的全湖水位。不同湖区的湖泊面积和容积必须指明是在那一水位站的水位级下,洞庭湖的全湖面积、容积需要进行换算。

关于洞庭湖湖泊面积、容积的量算采用两种方法。方法一:考虑洞庭湖的实际情况,采用不同湖区的水位相关关系,推算不同湖区在指定水位下的面积、容积,然后叠加求得全湖面积、容积,通过不同时期面积和容积的比较,这种量算方法反映了湖泊调蓄能力的变化^[5,6]。量算时,以岳阳水位站为代表,量算岳阳站各等级水位下相应的东洞庭湖的面积、容积;以杨柳潭水位站为代表,量算杨柳潭站各等级水位下相应的南洞庭湖的面积、容积;以南咀水位站为代表,量算南咀站各等级水位下相应的西洞庭湖(目平湖)的面积、容积。并利用城陵矶站-岳阳站水位相关关系,岳阳站-杨柳潭站水位相关关系,杨柳潭站-南咀站水位相关关系,将各水位站的水位统一换算成黄海基面的水位,在分别建立城陵矶站水位-东洞庭湖面积、容积相关图,杨柳潭站水位-南洞庭湖面积和容积相关图,南咀站水位-西洞庭湖(目平湖)面积和容积相关图后,以城陵矶(七里山)站各级水位(东洞庭湖),查出相应的杨柳潭站(南洞庭湖)、南咀站(西洞庭湖)的相应水位,以查得的水位,再查各自代表湖泊的相应面积、容积,将各相应水位下的各个湖泊面积、容积分别求和,即计算出洞庭湖在城陵矶站各级水位下的相应全湖面积、容积。

方法二:不考虑湖泊的上下游水面比降或水面倾斜,直接切取湖盆不同高程下所对应的湖泊面积和容积,通过不同时期湖泊面积和容积的比较,这种量算方法反映了湖泊冲淤特征的变化。

2 洞庭湖湖泊面积和容积的量算结果

2.1 不同水位下的湖泊面积、容积量算结果

仅对城陵矶水位27.00m和33.00m的结果作简要分析。表1A显示,城陵矶水位27.00m情况下,洞庭湖的面积由1974年的 2387.33km^2 ,下降到1998年的 2156.06km^2 ,其中1974-1988年的15年中面积减少了 208.05km^2 ,1988-1998年10年间减少了 23.22km^2 ;湖泊容积由1974年的 $80.476 \times 10^8\text{m}^3$,下降到1998年的 $66.128 \times 10^8\text{m}^3$,其中1974-1988年的15年中容积减少了 $10.244 \times 10^8\text{m}^3$,1988-1998年10年间减少了 $4.104 \times 10^8\text{m}^3$ 。城陵矶水位33.00m时,洞庭湖的面积由1974年的 2553.34km^2 ,下降到1998年的 2395.55km^2 ,其中,在1974-1988年的15年中面积减少了 157.79km^2 ,1988-1998年的10年间减少了 0.00km^2 ;湖泊容积由1974年的 $213.725 \times 10^8\text{m}^3$,下降到1998年的 $188.882 \times 10^8\text{m}^3$,在1974-1988年的15年中容积减少了 $20.337 \times 10^8\text{m}^3$,1988-1998年间的10年间减少了 $4.506 \times 10^8\text{m}^3$ 。

2.2 不同高程下的湖泊面积、容积量算结果

湖泊湖盆高程 27.00 时,洞庭湖的湖泊面积由 1974 年的 2084.74 km², 下降到 1998 年的 1804.15 km²(表 1B)。其中, 1974-1988 年的 15 年中, 面积减少了 229.03 km², 1988-1998 年, 减少了 51.56 km²; 湖泊的容积由 1974 年的 65.504 × 10⁸ m³, 下降到 1998 年的 52.653 × 10⁸ m³。其中, 1974-1988 年的 15 年中, 容积减少了 9.303 × 10⁸ m³, 1988-1998 年, 减少了 3.548 × 10⁸ m³。湖泊湖盆高程 33.00m 时, 洞庭湖的湖泊面积由 1974 年的 2553.34 km², 下降到 1998 年的 2395.55 km²。其中, 1974-1988 年, 面积减少了 157.79 km², 1988-1998 年, 减少了 0.00 km²; 湖泊容积由 1974 年的 213.725 × 10⁸ m³, 下降到 1998 年的 188.882 × 10⁸ m³。其中, 1974-1988 年容积减少了 20.337 × 10⁸ m³, 1988-1998 年中容积减少了 4.506 × 10⁸ m³。

表 1 洞庭湖 1974、1988 和 1998 年湖泊水位-面积-容积和高程-面积-容积关系*

Tab. 1 Correlations of lake level-area-volume and elevations-area-volume in 1974, 1988 and 1998, Dongting Lake

A: 水位(m) - 面积(km²) - 容积(× 10⁸m³)关系

水位(m)	1974 年洞庭湖		1988 年洞庭湖		1998 年洞庭湖	
	面积	容积	面积	容积	面积	容积
20	673.1685	13.9951	588.3858	12.1267	541.7559	11.1133
21	796.7147	16.6592	678.9098	14.3141	614.1472	13.0589
22	1037.8728	21.1645	896.7708	18.0376	798.1943	16.2514
23	1293.863	26.7177	1123.2839	22.6777	1037.7435	20.3106
24	1580.9733	35.0041	1385.6121	29.7563	1297.2933	26.8299
25	1869.3361	46.4893	1651.2743	39.8368	1581.1335	36.4411
26	2184.9731	61.515	1966.9255	53.1779	1912.6174	49.3876
27	2387.3266	80.4759	2179.2791	70.2322	2156.0576	66.1281
28	2521.8954	101.1857	2336.1066	88.9391	2325.1095	84.5869
29	2543.0015	124.1693	2374.2757	110.2113	2367.6997	105.7914
30	2548.732	147.247	2385.9719	131.6702	2382.8084	127.212
33	2553.3423	217.7703	2395.5525	197.4209	2395.5525	192.9152

B: 湖泊高程(m) - 面积(km²) - 容积(× 10⁸m³)关系

高程(m)	1974 年洞庭湖		1988 年洞庭湖		1998 年洞庭湖	
	面积	容积	面积	容积	面积	容积
10	2.98	0.049	3.04	0.05	1.4	0.023
15	26.02	0.775	23.06	0.703	20.79	0.578
20	112.5	4.238	94.26	3.636	86.3	3.255
21	182.58	5.713	135.5	4.785	110.49	4.239
22	348.84	8.37	284.35	6.884	225.62	5.92
23	590.43	13.067	488.79	10.75	441.93	9.258
24	875.85	20.398	750.61	16.947	691.89	14.927
25	1276.31	31.159	1080.45	26.103	1030.53	23.539
26	1753.93	46.31	1541.7	39.213	1494.01	36.162
27	2084.74	65.504	1855.71	56.201	1804.15	52.653
28	2351.83	87.687	2124.88	76.104	2087.32	72.11
29	2504.94	111.971	2309.21	98.274	2285.9	93.976
30	2546.48	137.228	2381.71	121.729	2377.15	117.292
33	2553.34	213.725	2395.55	193.388	2395.55	188.882

* 不包括西洞庭湖的七里湖。

2.3 两种不同方法量算结果的分析比较

考虑和不考虑湖泊水面比降的量算结果表明,在湖泊低水位情况下差异较大,高水位情况下差异较小,最终趋于一致.这与洞庭湖低水位时湖泊水面上下游之间比降较大,而高水位时较小的实际情况是相符合的.可见,由于洞庭湖湖泊水面存在较大的上下游落差,这对于增加湖泊的可调蓄容积是有利的,以1998年为例,在城陵矶水位24.00、27.00、30.00和33.00m时,因湖泊水面倾斜的影响,可分别增加洞庭湖的调蓄容积 11.903×10^8 、 13.475×10^8 、 9.92×10^8 和 $4.033 \times 10^8 \text{m}^3$.因此,分析洞庭湖的调蓄容积变化必须考虑其水面倾斜状况,但分析湖泊淤积变迁则又不宜考虑湖泊的水面倾斜.量算结果表明,1974-1988年的15年中湖泊容积减少了 $20.337 \times 10^8 \text{m}^3$,1988-1998年的10年中容积减少了 $4.506 \times 10^8 \text{m}^3$.

随着湖泊湿地生态功能的重要性愈来愈被人们所认识,湖泊围垦活动被严厉禁止,洞庭湖未来的湖盆变迁,将主要受人湖泥沙沉降淤积影响.另据洞庭湖湖底平均高程量算结果,洞庭湖不同湖区的湖盆平均高程(黄海基面),1974、1988和1998年东洞庭湖分别为23.38、23.56和23.78m,南洞庭湖分别为25.61、25.90和26.04m,西洞庭湖(目平湖)分别为27.36、27.55和27.74m.换言之,1974-1998年的25年中,东洞庭湖、南洞庭湖和西洞庭湖(目平湖),分别淤高了0.40、0.43和0.38m.其中,1974-1988年的15年间,湖盆分别淤高了0.18、0.29、0.19m,平均每年淤高分别为0.012、0.019和0.013m;1988-1998年的10年中,分别淤高0.22、0.14和0.19m,平均每年淤高分别为0.022、0.014和0.019m,除南洞庭湖外,均超过前15年的平均淤积高度,其中东洞庭湖尤为显著,是前15年的近1倍(经核查,参考文献[6]的数据有误).因此,洞庭湖的湖盆淤积抬升有加剧的趋势.

3 洞庭湖湖盆泥沙冲淤特征分析

3.1 湖泊不同高程面积变化特征

1974-1998年的25年间,湖泊面积萎缩主要集中在湖盆高程25-29m范围内,均超过了 200km^2 ,最大值分布在高程27m的湖区,达到 280.6km^2 .从不同湖区角度考察,东洞庭湖是湖泊面积萎缩的主体,占到全湖面积萎缩的一半以上,最大为 173.4km^2 ,对应高程是26m;西洞庭湖(目平湖)较小,湖泊萎缩主要集中在高程27-29m范围内,萎缩面积最大为 38.6km^2 ,对应高程是28m;南洞庭湖位居中间,湖泊萎缩面积最大为 94.5km^2 ,对应高程是27m.可见,西、南和东洞庭湖湖泊面积萎缩最大值所对应的湖盆高程分别为28、27和26m,相差了1m.这一结果与洞庭湖西部为湖泊上游,东部为下游,湖泊水面存在上下游落差,湖盆自西向东倾斜的水文、地貌特征是一致的.同时,湖泊不同湖盆高程下面积的萎缩状况,也相应地反映了湖泊洲滩的扩展和发育,以及湖泊淤积演变特征.

从洞庭湖不同时期的湖泊演变特征考察,1974-1988年的15年间,湖泊面积萎缩超过 200km^2 的高程范围为26-28m,萎缩面积最大的为 229.0km^2 ,对应高程是27m;1988-1998年的10年间,湖泊面积萎缩超过 40km^2 的高程范围为22-27m,面积最大的为 58.7km^2 ,对应高程是22和24m.东洞庭湖仍然是湖泊面积萎缩的主体,占到全湖的 $2/3$,最大为 56.7km^2 ,对应高程是22m;南洞庭湖湖泊萎缩面积最大为 56.2km^2 ,对应高程是22m,西洞庭湖(目平湖)湖泊萎缩面积最大为 17.9km^2 ,对应高程是27m.上述结果可以发现,1974-

1998 年的 25 年间,前 15 年湖盆淤积主要在中高位滩地,而后 10 年淤积区域有向中低位滩地发展的趋势。其中,特别是东洞庭湖在后 10 年中,湖泊淤积向中低位滩地转化的趋势十分明显,即东洞庭湖的泥沙淤积有加重的趋势。另外,在前 15 年中,目平湖由于沅江清水冲刷的影响,在高程 26m 以下,湖盆面积有扩张现象,这与目平湖入湖泥沙来源及其在湖泊中的分配相关,目平湖的北部主要接纳长江的来水和来沙,南部主要受沅江入湖径流影响,南部湖区一度存在冲刷现象,受沅江来水顶托,泥沙淤积主要集中在北部湖区^[7]。由于北部湖区滩地向南逐步发育,在后 10 年反映的全湖淤积的特征,但其淤积程度与东洞庭湖和南洞庭湖相比有缓和的趋势。

3.2 湖泊不同高程容积变化特征

1974 - 1998 年的 25 年间,洞庭湖湖泊容积减少与湖泊面积萎缩,所对应的湖盆高程基本上是一致的。其中,在湖盆高程 27 - 28m 范围内,湖泊容积损失了 $2.73 \times 10^8 \text{m}^3$,达到最大值,表明湖泊的泥沙淤积在总体上主要集中在中位滩地。其中,东洞庭湖容积减少量居主导地位,占到整个湖泊容积减少量的 2/3 以上;南洞庭湖次之,泥沙淤积也主要集中在高程 25 - 28m 的中位滩地;目平湖相对较小,仅占全湖泥沙淤积量的 4% - 5%,且主要集中在湖盆高程 27m 以上的中高位滩地上,而且 1974 - 1988 年的 15 年间,湖盆高程 27m 以下的中低位滩地还有冲刷现象,这与湖泊对应高程面积萎缩的规律是一致的^[8]。

总之,在 1974 - 1998 年的 25 年间,前 15 年洞庭湖淤积主要集中在中高位滩地,南、东洞庭湖在中低位滩地还存在冲刷,后 10 年洞庭湖泥沙淤积呈现全湖性特征,而且有向中低位滩地转化的特征,但东洞庭湖一直处于快速淤积的状态,这是一个值得重视的现象。

4 结语

洞庭湖作为长江出三峡进入中下游平原后的第一个通江大湖,洪涝灾害威胁已成为制约湖区社会经济发展的主要矛盾,特别是 20 世纪 90 年代以来,大、小洪涝灾害几乎连年不断,且范围一年比一年广,程度一年比一年重,其中大的洪涝灾害年份就有 1995、1996、1998 年三次。1996 年洪水,使湖区 145 座大小堤垸溃决,洪涝灾害造成的直接经济损失 303.6×10^8 元,其损失之大超过了以往任何一次洪灾。1998 年的大洪水,湖区外溃大小堤垸 142 座,溃灾面积 442.3km^2 ,造成直接经济损失 329×10^8 元,又超过了 1996 年^[9]。

洪涝灾害威胁的日益加剧,不但给湖区增加了沉重的防洪负担,也给长江中下游地区增添了防洪压力,对社会稳定和群众生活造成了严重的负面影响,如堤垸溃毁,大量群众被迫转移(洞庭湖区 1996 年群众被迫转移的人数高达 102 万人);几乎年年防洪,年年修堤的困难局面,使得防洪除涝已成为湖区社会、经济健康稳定发展不堪重负的沉重包袱。

洞庭湖泥沙的严重淤积及其诱发的湖泊垦殖活动,削弱了洞庭湖调蓄功能,一定程度上加剧了湖区的洪涝灾害威胁程度。20 世纪 80 年代初期,中央下达了湖泊禁垦令,湖泊湿地的垦殖得到了遏制,湖泊泥沙淤积已成为湖泊萎缩的主要矛盾。1998 年长江洪水之后,政府及时地提出了“退田还湖,平垸行洪”等长江流域洪水治理的 32 字指导原则,洞庭湖已完成了 3 期退田还湖规划任务。但是,洞庭湖的“退田还湖”工作仍然应该继续加强力度,以缓解湖泊因泥沙淤积导致的快速萎缩和消亡的趋势,维护洞庭湖蓄洪、涵养水源和生物多样性的功能,以保障区域生态安全,促进湖区社会的健康、稳定发展。

致 谢 在论文完成过程中得到了湖南省洞庭湖水利工程管理局的大力支持和协助,特别是王季谦、刘卡波总工程师的大力帮助。

参 考 文 献

- 1 杨锡臣. 洞庭湖水情变化的若干特征. 中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊, 1987, (4): 45 - 56
- 2 濮培民, 葉述明, 朱海虹等. 三峡工程与长江中游湖泊洼地环境. 北京: 科学出版社, 1994: 82 - 88
- 3 虞孝感, 姜加虎. 洞庭湖重负难当, 根治出路在长江. 北京: 中国科学报, 1998 - 09 - 30(4)
- 4 夏宜玲. 三峡工程的生态环境问题. 湖泊科学, 1993, 5(2): 181 - 191
- 5 林承坤, 高锡珍. 水利工程兴建后洞庭湖泥沙与径流的变化. 湖泊科学, 1994, 6(1): 33 - 39
- 6 高峻峰, 张 琛, 姜加虎等. 洞庭湖的冲淤变化和空间分布. 地理学报, 2001, 56(3): 269 - 276
- 7 周乃展, 袁 雯, 黄岁梁等. 东、南洞庭湖的径流、泥沙特征及冲淤规律. 湖泊科学, 1992, 4(4): 29 - 40
- 8 姜鸿身, 姜加虎. 洞庭湖. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2000: 128 - 166
- 9 虞孝感, 姜加虎, 姜鸿身等. '98 长江流域洪水的警示与治水方略. 中国科学院院刊, 1998, 13(6): 438 - 447

Analysis of the Lake Basin Change and the Rushing-silting Features in the Past Decades of Dongting Lake

Jiang Jiahu & Huang Qun

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, P. R. China)

Abstract

Dongting Lake, which is one of the five biggest fresh water lakes in our country, is located in the south bank of Jingjiang river of the middle reaches of the Yangtze river as well as in Hunan Province. The Dongting Lake was the biggest fresh water lake in history, which is still the biggest one with the area of 4350km² up to the initial period of the foundation of P. R. China. The area of the Dongting Lake gets small rapidly because of enormous sands from the Yangtze river and reclamation, resulting the rising-up of the basin. Today, Dongting Lake has become the second largest behind Poyang Lake and the function to adjust and preserve the flood of the Yangtze River has become seriously weak because of the sands and mud silting, which threatens the safety of flood prevention not only of Hunan Province but also the middle and lower reaches of the Yangtze River. In the article the feature of the evolution of area and capacity of the Dongting Lake is analyzed according to the different height and water level, and the change of lake basin and the rule of rushing and silting are probed, so that the changing process of the adjustable and preservability of the Dongting Lake is revealed. Based on the topographical data of 1: 25000 under water in 1974, 1988 and 1998, the real situation that the water level changes in the upper and lower of the Dongting Lake is discussed.

Keywords: Dongting Lake; lake basin; rushing-silting features