

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2010.01.003

基于洪水问题的洞庭湖湿地区域划分

刘晓群^{1,2}, 郝振纯¹, 薛联青¹, 徐 超²

(1. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098;
2. 湖南省水利水电勘测设计研究总院, 湖南 长沙 410007)

摘要: 为了充分发挥三峡水库对洞庭湖防洪的有利作用, 缓解其对湖区湿地水文条件的影响, 采用水文模型对城陵矶河段的洪水进行情景模拟, 并分析了 3 口洪道的分流现状以及三峡水库运用后荆江防洪的泄流要求。结果表明, 进一步提高洞庭湖的蓄洪功能、保护 3 口洪道的分流能力, 仍是实现长江中游防洪安全的必要条件。由此, 结合湖区城镇、产业分布与自然地理条件, 按“人类活动集中区—扩大蓄洪区—蓄洪区—自然湿地”的梯级层次提出了划分洞庭湖湿地区域的框架。

关键词: 洪水 洞庭湖 湿地 区域划分

中图分类号: X143 文献标识码: A 文章编号: 1000-1980(2010)01-0010-05

洞庭湖防洪问题一直是长江中游防洪的难点, 而三峡水库 2003 年蓄水以来, 洞庭湖水位下降明显, 连接长江与洞庭湖的 3 口洪道的断流时间加长, 该区域湿地水文条件的改变越来越多地引起了人们的关注。

洞庭湖是长江中游仅存的 2 个通江湖泊之一, 是长江上游洪水出三峡后的自然湖泊湿地调蓄区^[1-2], 与水库、堤防并列为实现长江中游防洪的 3 大战略手段。除经淞滋口、太平口、藕池口 3 口分泄长江洪水外, 另有湘、资、沅、澧 4 水洪水直接汇入洞庭湖, 最后经城陵矶再汇入长江, 形成“7 进 1 出”的复杂水网体系, 该体系具有洪道、湖泊、一般垸、蓄洪垸和重点垸(表 1)。其中, 重点垸是在不超过 1954 年洪水水位时需确保防洪安全的堤垸, 蓄洪垸则是长江重现 1954 年洪水时确保江汉平原以及武汉安全的分蓄洪区, 一般垸是地势较高或原居民圈围的小型堤垸, 相互交错分布, 以堤防为屏障形成各自相对独立的体系。不包括湖北省的 3 680 km², 属湖南省的湖区面积为 15 200 km², 水系与堤垸条块分割, 交错相间, 流态紊乱且方向不定, 汛期水位一般都高于垸内地面 5 m 以上, 对区域经济社会不利的影响非常突出。随着科学技术的进步, 人类利益驱动对自然干预的力度越来越大, 三峡水库的运用对减少一般洪水威胁, 并为洞庭湖区湿地开发都创造了新的条件。因此, 为避免新的无序利用, 规范人类行为, 应基于水情变化对洞庭湖湿地区域划分进行研究。

本文通过洞庭湖洪水形势与 3 口洪道分流条件的研究, 结合湖区城镇、产业分布与自然地理条件, 提出了湖区湿地划分的总体框架。

1 洞庭湖湿地洪水形势

1.1 三峡运行前的洪水特征

洞庭湖是长江和洞庭湖湘、资、沅、澧 4 水的洪水互相遭遇蓄积而成的积洪性湖泊, 总集水面积

表 1 湖南省洞庭湖区湿地基本情况

Table 1 General conditions of wetlands of Dongting Lake in Hunan Province

湿地名称	处数	总面积/ km ²	耕地面积/ hm ²	人口/ 万人	一线堤长/ km
重点垸	11	6 705	350 060	483	1 200
蓄洪垸	24	2 992	157 647	177	1 170
一般垸	181	1 545	99 440	190	848
湖 泊		2 625			
洪 道		1 300			

收稿日期: 2008-12-16

基金项目: 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室专项经费(1069-50985512) 水利部公益性项目(200801027) 教育部长江学者和创新团队发展计划(IR10717)

作者简介: 刘晓群(1967—), 男, 湖南安乡人, 研究员级高级工程师, 博士研究生, 主要从事水文不确定性理论及水灾害防治研究。E-mail: lxq1488@163.com.

129.5 万 km². 由于受到各水系洪水发生不同期性和下游泄流能力有限的影响,洞庭湖洪水出现延续时间长以及量级巨大的情况,延续时间多在 30 d 以上,1951 ~ 1998 年最大 30 d 平均洪量为 584 亿 m³,故一般的调峰水库对洞庭湖的防洪作用十分有限. 因此,20 世纪六七十年代确立了长江中游防御 1954 年洪水的目标,并将长江中游划分为宜昌—沙市、沙市—城陵矶、城陵矶—汉口 3 个河段,以沙市、莲花塘、汉口分别作为各河段的控制点,其中控制莲花塘水位不超过 34.4 m,在城陵矶附近布置了 320 亿 m³ 的蓄滞洪区,即洞庭湖区 24 个蓄洪垸及江北洪湖各自承担分蓄 160 亿 m³ 的超额洪量. 但随着江湖关系的不断演变,1981 年、1983 年、1991 年、1995 年、1996 年、1998 年、1999 年和 2002 年的洪水,虽洪峰、洪量都远小于 1954 年来水,但最高水位已接近甚至远高于 1954 年洪水的水位(表 2),洪水向城陵矶附近集中的特点十分明显.

历史上,泥沙淤积又为长江中下游河道逐渐渠化创造了条件. 据估计,自全新世到公元 800 年前后,历时约 9 000 a,云梦泽区域淤积了泥沙 5 053.6 亿 t^[3] 而形成江汉平原,并随着云梦泽消失、分流口堵闭和长江河道固定等江湖关系的不断演变,荆江河段在 1949 年以前的 5 000 a 中洪水水位抬升了 13.6 m^[4],并导致通江湖泊向下迁移,洞庭湖向南扩张,在防洪大堤连接成线后荆江完成了河道化过程^[5].

在 1949 ~ 1980 年的 30 a 间,城陵矶以下封堵了约 1 万 km² 的通江湖泊,城陵矶—汉口段短时期完成了河道化,下游槽蓄与泄流能力急速衰减. 这种快速演变,导致莲花塘 1998 年最高水位达到 35.80 m,比 1954 年抬高 1.85 m. 另外,在 1951 ~ 2007 年的 57 a 间,3 口洪道进入洞庭湖的悬移质泥沙淤积总量达到 64.04 亿 t,合 45.7 亿 m³,大约使 3 000 km² 范围平均可抬高 1.5 m,西洞庭湖区局部河床最大抬高超过 5 m^[6],直接抬高了湖区内部洪水位,抬高程度更为严重.

1.2 三峡建库对洞庭湖防洪的影响

研究三峡水库对洞庭湖防洪的作用,需通过式(1)和式(2)来模拟该河段的洪水演进过程.

$$B\frac{\partial Z}{\partial t}+A\frac{\partial V}{\partial L}+V\frac{\partial A}{\partial L}=q$$

(1)

$$\frac{\partial Z}{\partial L}+\frac{|V|V}{C^2R}+\frac{\alpha}{g}V\frac{\partial V}{\partial L}+\frac{V}{gA}q+\frac{\beta}{g}\frac{\partial V}{\partial t}=0$$

(2)

式中:Z——水位;V——流速;A——断面面积;B——水面宽;g——重力加速度;C——谢才系数;R——水力半径;L——河长;t——时间;α——动能校正系数;β——动量校正系数;q——沿单位长度的侧向流量.

利用水文学原理,假定蓄水量与出流呈线性关系^[7],则式(1)和式(2)可简化为

$$S=f(Q,I,Z_{\text{下}})$$

(3)

$$I_1+I_2-Q_1+\frac{2S_1}{\Delta t}=Q_2+\frac{2S_2}{\Delta t}$$

(4)

式中:S——河槽容积;Q——流量;I——入流;Z_下——下游站水位;i_{1,2}——计算时段始末;Δt——时段长.

利用以上原理,根据 1956 ~ 2003 年的系列资料确定城陵矶控制站的水位-流量关系和河段的槽蓄曲线^[8],可对 1954 年和 1998 年洪水进行情景模拟(表 3).

当三峡水库对城陵矶进行补偿调度,城陵矶附近 320 亿 m³ 的蓄洪区配合使用,重现 1954 年洪水时,莲花塘的最高水位仍将达到 35.04 m,比现有堤防设计水位 34.40 m 高 0.64 m. 若没有三峡水库调节,分洪后水位仍将达到 36.16 m,高于 1998 年 35.80 m 的历史最高水位 0.36 m. 对于 1998 年洪水,假设运用三峡水库 210 亿 m³ 的防洪库容,城陵矶附近仍有 35 亿 m³ 的蓄洪

表 2 其他典型洪水与 1954 年洪水的对比

Table 2 Comparison between 1954 flood and other typical floods					
年份	宜昌 最大流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	洞庭湖总入湖洪水		莲花塘	
		最大 1 d 洪量/ 亿 m ³	最大 30 d 洪量/ 亿 m ³	当年最高 水位/m	减 1954 年 水位/m
1954	66 800	55.3	1 133	33.95	
1983	42 400	30.3	617	33.96	0.01
1991	50 400	28.7	484	33.33	- 0.62
1996	42 400	44.5	620	35.01	1.06
1998	63 600	50.0	780	35.80	1.85
1999	57 200	37.1	—	35.54	1.59
2002	49 200	27.5	—	34.75	0.80

表 3 三峡建库后洞庭湖洪水形势分析

Table 3 Flood situation in Dongting Lake after completion of Three Gorges Reservoir			
典型洪水	莲花塘 水位/m	城陵矶附近蓄 洪量/亿 m ³	
1998 年洪水(莲花塘 实际水位 35.80 m)	34.40	245	
	35.87	0	
1954 年洪水 (莲花塘实际 水位 33.95 m)		0	
	无三峡 水库	36.16	320
		34.40	590
	有三峡 水库	34.40	479
		35.04	320

量,否则水位就会上升.

由于当时的资料条件以及保护江汉平原的出发点,使得三峡水库对减小城陵矶附近防洪压力的作用发挥有限,特别是在考虑通江湖泊围垦、河道槽蓄和泄流能力大幅度减小等方面的预期不足,因此,利用三峡水库的调节作用,实现长江中游防御 1954 年洪水的目标,维持洞庭湖具有更多的分蓄洪容积是十分必要的,同时也说明洪水对洞庭湖区经济社会可持续发展的影响仍是最为关键的问题.

2 3 口洪道分流能力分析

2.1 一般分流特征

3 口洪道中以 1852 年、1860 年大水反复冲决形成的藕池河和 1870 年大水冲决形成的淞滋河为主,1951 年以来的分流分沙能力逐步衰减(表 4),三峡水库 2003 年蓄水以后衰减幅度进一步加大.3 口总分流能力当前为 495 亿 m^3 ,仅相当于 1951~1958 年的 33.1%,或多年平均 964 亿 m^3 的 51.3%.总体而言,当前以淞滋、虎渡分流为主,占 3 口的 78.0%.

表 4 3 口洪道分流分沙统计特征
Table 4 Statistical characteristics of flood and sediment diversions for three floodways

时段	径流量/亿 m^3						悬移质泥沙量/万 t					
	松滋河		虎渡河： 弥陀寺	藕池河		3 口 合计	松滋河		虎渡河： 弥陀寺	藕池河		3 口 合计
	新江口	沙道观		康家岗	管家铺		新江口	沙道观		康家岗	管家铺	
1951~2007	317	118	167	27.3	335	964	3 176	1 322	1 791	537	5 762	12 588
1951~1958	327	200	215	84.6	664	1 491	3 779	2 135	2 285	1 704	12 080	21 983
1959~1966	331	162	216	45.9	585	1 339	3 423	1 831	2 354	959	10 490	19 057
1967~1972	375	145	215	24.2	420	1 180	3 912	1 776	2 460	514	7 768	16 430
1973~1980	323	105	160	11.3	236	834	3 423	1 288	1 935	215	4 215	11 076
1981~2002	281	76	126	9.3	165	657	2 886	901	1 402	157	2 588	7 934
2003~2007	237	55	93	5.1	104	494	652	178	209	24	473	1 536

注 时段以 1958 年华容河(表中未统计其资料)建闸、1967~1972 年间荆江截弯、1980 年葛洲坝电站运行、2003 年三峡水库蓄水等事件进行划分.

3 口洪道断流在三峡蓄水后明显加长.淞滋东支从 1974 年出现断流,2002 年以前平均断流 150 d,而 2003~2007 年则平均断流 248 d,增加了 98 d.虎渡河南闸以上有中河口分流入淞滋东支,三峡蓄水后断流由平均 125 d 增至 152 d,增加了 27 d,受南闸底板高于河床 5.0 m 的影响,下游断流一般在 280 d 以上.藕池河西支则相应由断流 241 d 增加到 259 d,东支由 138 d 增加到 195 d,分别延长 18 d 与 57 d.最长的藕池河西支 2006 年断流 336 d.3 口洪道除松滋西支外,河流特征基本衰竭.相应地,洞庭湖总入湖水量从 1951~1958 年均 3 636 亿 m^3 减少到三峡蓄水以后的 2 303 亿 m^3 ,相对减少了 36.7%,相当于平均减少了城陵矶流量 4 220 m^3/s ,平均降低湖泊水位 2.0 m 左右.三峡蓄水后 3 口分流总量较 1998 年大水以后的 1999~2002 年年平均减少 132.8 亿 m^3 ,洞庭湖平均流量再次减少 421 m^3/s .

同时,受清水下泄的影响,汛期水流挟沙能力加强,使淤积在洲滩上的泥沙向河槽输移,3 口河道原来的深水河槽普遍出现了大量成片的波纹状淤沙,即便岳阳楼前的东洞庭湖 1999 年前中低水时期‘岸—水—左岸洲滩’也在近期演变成‘岸—水—条状淤洲—水—左岸洲滩’的形式.

全湖区湖泊河道化、河槽洲滩化、洲滩陆地化程度在三峡水库运用后加快了演化趋势.

2.2 汛期分流

荆江多年平均洪峰流量为 50 800 m^3/s ,经 3 口分入洞庭湖 17 500 m^3/s ,削减洪峰近 1/3.1949 年以来长江宜昌发生大于 600 000 m^3/s 的洪水有 1954 年、1958 年、1974 年、1981 年、1987 年和 1998 年,沙市—莲花塘落差为 9.31~12.75 m,3 口分流介于 17 432~27 900 m^3/s 之间.以这 6 个年份洪水平均分析,沙市—莲花塘落差 11.42 m、宜昌洪峰 64 100 m^3/s 时,3 口可分流 22 100 m^3/s ,占 34.5%,与多年平均水平相当.

三峡水库正常运行以后,遇百年一遇以下或者 1954 年洪水,控制荆江河道流量不超过 56 700 m^3/s ,遇千年一遇或者 1870 年洪水则控制荆江流量不超过 80 000 m^3/s ^[9].荆江当前的安全泄量为 60 000~68 000 m^3/s ,则长江百年一遇以下洪水,3 口洪道可不分流或以淞滋河分流即可,而千年一遇洪水 3 口分流 12 000~20 000 m^3/s 即可实现荆江河段的防洪安全目标.

3 洞庭湖湿地划分

以上分析表明,以三峡水库理想调度为条件,一方面,即使抬高城陵矶附件的分蓄洪控制水位,保证洞庭湖湿地具有 160 亿 m^3 以上的蓄洪能力以及 3 口具有大于 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的分流能力,仍是十分必要的;另一方面,对于小于 1954 年的洪水,3 口洪道出现高洪水位的情况将大量减少,三峡水库作用的发挥也使得洞庭湖湿地具备了重新划分的条件^[10]。

其一,从保护安乡、南县、石首和华容 4 个县城出发,以现有堤线为基础,建闸控制全藕池河系、虎渡河南闸以下、淞滋河东支,连接澧水洪道东岸,形成湖区经济社会可持续发展的中心区域,加大吸引农村人口迁移力度,促进融城和城镇化进程。按照这一布局,长江发生不超过荆江安全泄量 $60\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 的洪水时,可以缩短 8 个蓄洪垸和 4 个重点垸约 $1\,000\text{ km}$ 的一线临洪大堤。这种布局的思路,保留松滋河与虎渡河自然分流的现状,相应长江 $64\,100\text{ m}^3/\text{s}$ 以上的洪水可分流 $12\,200\text{ m}^3/\text{s}$,在不遭遇澧水洪水时使长江洪水经澧水洪道进入目平湖,在遭遇澧水洪水时,打开 3 口洪道所有控制闸,全面恢复行洪状态。非洪水时期,被控制的洪道以河槽蓄水形成平原水库群,既增强区域水资源的配置能力,也能够缓解因断流引起河道衰竭等水文条件恶化而导致的一系列生态环境问题。

其二,以在建可蓄洪 50 亿 m^3 的南洞庭湖共双茶、东洞庭湖大通湖东垸和钱粮湖 3 大垸蓄洪工程为基础,形成一线蓄洪区。这 3 大垸蓄洪工程是 1998 年大水以后,城陵矶附近建设 100 亿 m^3 蓄洪工程的湖南洞庭湖部分,采用加固围堤、建设安全区和安全台、修建分洪闸等工程,迁移 52 万人,投资 57 亿元,建立分洪时期按计划分蓄洪、非分洪时期进行生产的‘安全居住-风险生产’的蓄洪垸运行模式^[11]。配合三峡水库的运行调度,在城陵矶水位超过 34.4 m 时启用,使小于 1998 年洪水量级的洪水发生时,城陵矶附近水位不超过 35 m 。

其三,将大通湖重点垸作为扩大蓄洪区,在一线蓄洪区不够时,配合江北洪湖启用,以控制城陵矶附近水位不超过历史最高水位 35.8 m 。大通湖垸处于湖区腹心低洼地带,面积 $1\,000\text{ km}^2$,现有 100 km^2 的内湖。当前经济以农业、渔业、牧业为主,规模化经济不强,人口 54 万人,小于以上城市发展区 8 个蓄洪垸 60 万人的规模。辅以产业化引导主要居民外迁以上城市区域,逐渐恢复其自然湿地功能,蓄洪的损失将大量减少。在建蓄洪区和大通湖扩大蓄洪区共有 130 亿 m^3 的蓄洪容积,加上 4 水尾间的其他蓄洪垸,全洞庭湖可蓄洪容积将达到 180 亿 m^3 ,比原来 24 垸 160 亿 m^3 容积更大,但影响范围减小。

4 结 语

三峡水库运行对长江洪水调度作用的发挥,为洞庭湖治理提供了新的契机,但并不能改变洞庭湖的分洪和蓄洪定位,更不能成为新一轮湖泊围垦的理由。因此,本文提出的洞庭湖湿地区域划分的新框架,既可有效保护 3 口洪道分泄洪能力和河道生命力,切实提高城陵矶附近的蓄滞洪能力并减小蓄洪影响范围,提升长江中游管理洪水的水平,也可以明确该区域经济社会发展的方向,促进湖区城镇化、产业化进程,并通过人口的集中居住逐步减小人类活动对湖区的影响,形成洞庭湖‘人类活动集中区—扩大蓄洪区—蓄洪区—自然湿地’的梯级层次,逐步减小人类活动影响范围,创造蓄洪湿地恢复成自然湿地特征的条件。

参考文献：

- [1] 王瑞山,杨桂谦.我国湿地资源现状、问题及对策[J].资源科学,2000,22(1):9-13. (WANG Rui-shan, YANG Gui-qian. The current situation, problems and countermeasures of wetland resource in China[J]. Resource Science, 2000, 22(1): 9-13. (in Chinese))
- [2] 左东启.论湿地研究与中国水利:迎 1999 年‘世界湿地日’[J].水利水电科技进展,1999,19(1):14-21. (ZUO Dong-qi. On wetland reasearch and water conservancy dedicating to the world wetlands day 1999[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 1999, 19(1): 14-21. (in Chinese))
- [3] 周凤琴.荆江历史变迁的阶段特征[J].历史地理,1988(10):273-287. (ZHOU Feng-qin. Periodic characteristic of historical evolution in Jingjiang River[J]. Historical Geography, 1988(10): 273-287. (in Chinese))
- [4] 周凤琴.荆江近 5 000 年来洪水位变迁的初步探讨[J].历史地理,1986(4):46-53. (ZHOU Feng-qin. Preliminary study on flood level change in recent 5 000 year in Jingjiang River[J]. Historical Geography, 1986(4): 46-53. (in Chinese))
- [5] 张修桂.中国历史地貌与故地图研究[M].北京:社会科学文献出版社,2006:26-162.
- [6] 方春明,毛继新,鲁文.长江中游与洞庭湖泥沙问题研究[M].北京:中国水利水电出版社,2004:20-70.

[7] 仲志余,汪新宇. 长江中下游洪水演进方法探讨[J]. 水利水电快报,1999,20(19) 31-33. (ZHONG Zhi-yu,WANG Xin-yu. Study on flood routing method at middle and lower reach of Yangtze River[J]. Express Water Resources & Hydropower Information,1999,20(19) 31-33. (in Chinese))

[8] 刘晓群,卢翔. 长江中游防洪的三大问题[J]. 湖南水利水电,2002(6) 23-26. (LIU Xiao-qun,LU Xiang. Three issues on flood control of middle reaches of Yangtze River[J]. Hunan Hydro & Power,2000(6) 23-26. (in Chinese))

[9] 宁磊,仲志余. 三峡工程建成后长江中下游分洪形势及初步对策[C]//《首届长江论坛论文集》编委会. 首届长江论坛论文集. 武汉:长江出版社,2005 268-271.

[10] LIU Xiao-qun,HAO Zhen-chun,ZHANG You-jing,et al. Analysis on sustainable development strategy of the Dongting Lake based on human-water harmony [C]//Geoinformatics 2007:Geospatial Information Science. Bellingham WA, United States:[s. n.], 2007: 67532W.1-67532W.13.

[11] 曾涛. 洞庭湖湿地防洪与发展模式研究[D]. 南京:河海大学,2005.

Wetland zoning in Dongting Lake based on flood conditions

LIU Xiao-qun^{1,2},HAO Zhen-chun¹, XUE Lian-qing¹, XU Chao²

- (1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering , Hohai University , Nanjing 210098, China ;
2. Hunan Hydro & Power Design Institute , Changsha 410007, China)

Abstract : In order to use the Three Gorges Reservoir for the flood control of Dongting Lake and to mitigate its influence on wetlands in the Dongting Lake area, a hydrological model was employed to simulate the flood routing along the Chenglingji River reach. The flood diversion status using three different directions of flood and the discharge requirements of the Jingjiang River after the operation of the Three Gorges Reservoir was also analyzed. The results indicate that improvement of the flood storage capacity in Dongting Lake and protection of the diversion capacity of the three floodways are necessary conditions for flood control safety of the middle reaches of the Yangtze River. Therefore, based on the distribution of towns and industries as well the geographical conditions of the Dongting Lake area, a framework for the wetland zoning of the Dongting Lake area, in step-levels of a central zone with human activities, an expanded flood detention area, a flood detention area and a natural wetland, is put forward.

Key words : flood ; Dongting Lake ; wetland ; regional zoning