

## 第五节 洞庭湖调蓄洪功能减弱的影响因素综合分析

### 一、洞庭湖及其水情概况

洞庭湖地区位于长江中游荆江段南岸，总面积  $18780\text{km}^2$ 。洞庭湖南、西两面容纳湖南省“四水”——湘江、资江、沅江、澧水，北部有长江分流的“三口”——松滋口、太平口和藕池口，东部有汨罗江及新墙河等小河流汇入，由西、南、东洞庭湖三部分组成的湖水从东北角唯一的出口——城陵矶流入长江，形成特有的向心状水系格局（见图 16）。湖区千亩以上的堤垸 266 个，防洪大堤全长  $3596\text{km}$ （1992 年统计），受堤防保护的面积为  $10493.0\text{km}^2$ ，其中耕地 858 万亩，人口 811 万。目前洞庭湖湖泊面积为  $2684.3\text{km}^2$ ，其中湖域面积为  $2579.2\text{km}^2$ ，

洪道面积  $105.1\text{km}^2$ 。湖泊各级水位容积变化为 1983 年比 1954 年减少 40—50%，当城陵矶水位高程为  $34.03\text{m}$  时，湖泊容积减少了  $126.6 \times 10^8\text{m}^3$ 。洞庭湖最高洪水位出现在 1998 年 8 月 20 日，当时，城陵矶水位高程为  $35.94\text{m}$ 。湖泊水位年变幅一般为  $5.5\text{—}6.8\text{m}$ ，东洞庭湖变幅多年平均为  $12\text{—}13.0\text{m}$ ，最大年变幅  $16.11\text{m}$ （城陵矶，1954 年）。由于洞庭湖水位的较大变化，洞庭湖自然调蓄洪功能强大，是目前长江中游最大的调蓄地区。据遥感解译成果，洞庭湖洪水期容积  $230.13 \times 10^8\text{m}^3$ ，枯水期容积  $6.07 \times 10^8\text{m}^3$ ，两期容积之比为 1:38。

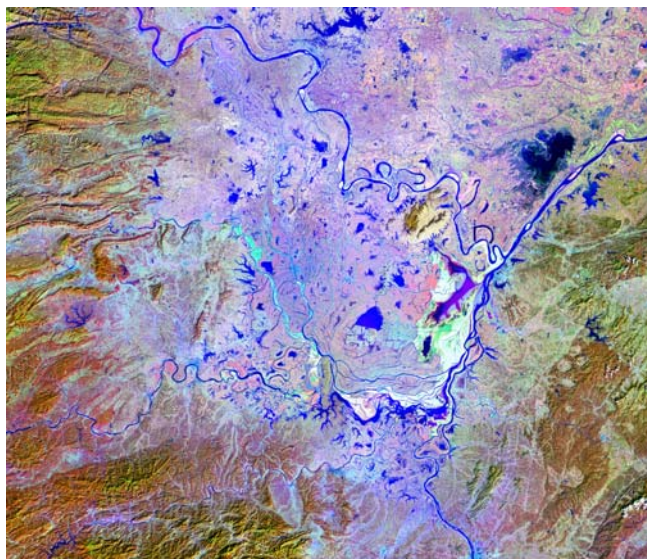


图 16 洞庭湖地区遥感影像图

Fig.16 Remote sensing image of Dongting lake

### 二、洞庭湖调蓄功能研究

洞庭湖的调蓄洪功能由现有湖域的调蓄洪功能和湖区堤垸的调蓄洪功能二大部分组成。

#### 1. 现有湖泊的调蓄洪功能

洞庭湖湖域在洪水来临之前可用调蓄洪的容积即为洞庭湖的调蓄洪功能，主要取决于洞庭湖现有湖泊面积的大小、防洪堤坝的高度和洪水来临之前湖水位的高度等因素。

洞庭湖可调蓄洪容积为洞庭湖的总容积 ( $V_0$ ) 与洪水来临之前湖水已占有的容积 ( $V_{\text{水}}$ ) 之差。

洞庭湖湖水体积 ( $V_{\text{水}}$ )：在量算不同水位的面积的同时，利用湖底地形高程采用求积分的方法计算湖水体积。洞庭湖水体体积 ( $V_{\text{水}}$ ) 与城陵矶水位高程 ( $H$ ) 关系的统计模型如下：

$$\text{洞庭湖（总）： } V_{\text{水}} = 2.2948 \times 10^{-8} H^{6.4786}$$

洞庭湖总容积 ( $V_0$ )：用 1998 年湖区特大洪水位高程 ( $35.94\text{m}$ ) 作为洞庭湖最大容积的计算水位标高，得出洞庭湖的总容积 ( $V_0$ ) 为  $220 \times 10^8\text{m}^3$ 。

洞庭湖可调蓄洪容积 ( $V$ ) 为： $V = V_0 - V_{\text{水}}$

由城陵矶水位计算的洞庭湖可调蓄洪容积如表 4 和图 17。

由洞庭湖水体体积模型和最大容积可推导出洞庭湖可调蓄洪容积(V)与城陵矶水位(H)关系模型:

$$V=220-2.2948\times 10^{-8}H^{6.4786} \quad (\times 10^8\text{m}^3) \quad (H\leq 32.00\text{m})$$
$$V=26.84\times (35.94-H) \quad (\times 10^8\text{m}^3) \quad (H>32.00\text{m})$$

表 4 洞庭湖可调蓄洪容积计算表 单位: ( $\times 10^8\text{m}^3$ )

Table 4 The calculate form of store floodwater in Dongting lake

城陵矶水位 (m)	19. 57	21. 86	22. 32	25. 25	25. 96	26. 47	29. 61	30. 99	32. 00
可调蓄洪容积	216. 9	211. 85	200. 92	193. 45	187. 66	180. 07	147. 14	120. 41	90. 11
备 注	当城陵矶水位大于 32. 0m时, 水位每升高 1. 0m, 可调蓄洪容积减少 $26. 84\times 10^8\text{m}^3$								

2. 洞庭湖区堤垸可蓄洪容积

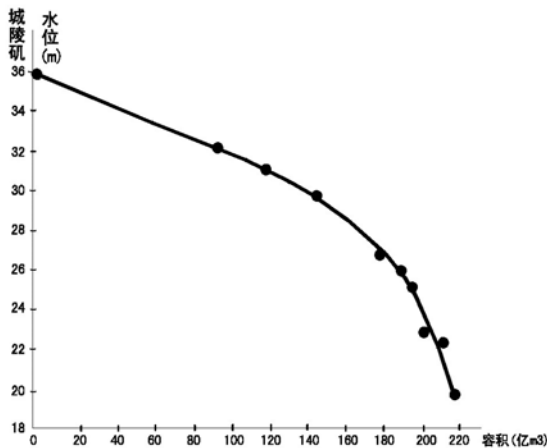


图 17 洞庭湖可调蓄洪容积与水位  
Fig.17 Curve of store floodwater in the volume and water level in Dongting lake

据统计洞庭湖区现有堤垸 266 个, 面积 8832.18km<sup>2</sup>, 可调蓄洪容积 655.4  $\times 10^8\text{m}^3$ 。位于构造沉降区的堤垸有 14 个, 从地学角度分析认为, 这些堤垸可用于分洪蓄洪, 其面积为 2099.69km<sup>2</sup>, 可蓄洪量 181.83  $\times 10^8\text{m}^3$ , 其中有 8 个大垸处于强烈沉降区, 可调蓄洪 76.88  $\times 10^8\text{m}^3$ 。

三、洞庭湖调蓄功能减弱的状况

1. 洞庭湖湖域面积变化情况:  
从 1852—1873 年间藕池河、松滋

河相继形成,“四口”分流的大量水沙入湖泥沙首先落淤于入湖口附近, 洲滩在这些地段迅速扩展形成洲土而被围垦, 水系使湖面缩小, 到 1949 年湖面已缩小到 4350km<sup>2</sup>, 年均缩小 20km<sup>2</sup>。由于堤垸矮小、零散, 入湖纵横交错, 水流紊乱, 洪水灾害频繁 (平均 10 年有 7 年洪灾), 溃堤垮垸、湖垸互换经常发生。到 20 世纪的 50—70 年代, 洞庭湖区经过堵支并流、合垸建堤、围湖垦殖建设和逐年堤防工程的加高加固整治, 围垦湖域面积达 1663.38km<sup>2</sup>, 即年均减少湖域面积 59.4km<sup>2</sup>, 垸田内由于停止了泥沙淤积而成为饥饿平原,“三口”、“四水”涌入的大量泥沙只能集中淤积在堤防工程以外的湖域及洪道之中, 使之成为过饱和平原。1978 年以后, 洞庭湖泥沙来源减少, 湖域面积稳定, 但洲滩继续扩展升高, 有效湖面、容积减小, 统一的洞庭湖逐渐被洲滩分割解体, 洪涝灾害频率发生, 灾情加重。

2. 围湖垦殖、泥沙淤积与湖容的关系 (图 18 表 5)

由图 18 可见，湖容随着围垦面积的  
增加而减少，随着湖域面积的减少而减少，  
呈两条近似平行线。表明湖域面积  
与围垦面积为相互消长关系，1978 年后  
湖容的减少与围垦没有关系。泥沙淤积  
与湖容关系曲线表明随着泥沙淤积量  
的累积，其湖容减少，两者关系见表 5，  
由表可见，20 世纪 50 年代初期泥沙淤  
积量占同期湖容减少量的 22.6%，50 年  
代后期占 13.5%，60 年代占 33.4%，70  
年代占 49%，80 年代占 71%，而 90 年  
代占 134%，泥沙淤积量大于湖容减少量。  
由此可见 1949—1959 年大规模围垦是湖  
容减少的主因；而进入 80 年代随着围垦  
停止，泥沙淤积是湖容减少的主导因素；进入 90 年代随着泥沙涌入和淤积量的减少，构造  
沉降量消化了一部分泥沙淤积量，致使泥沙淤积量大于湖容减少量。

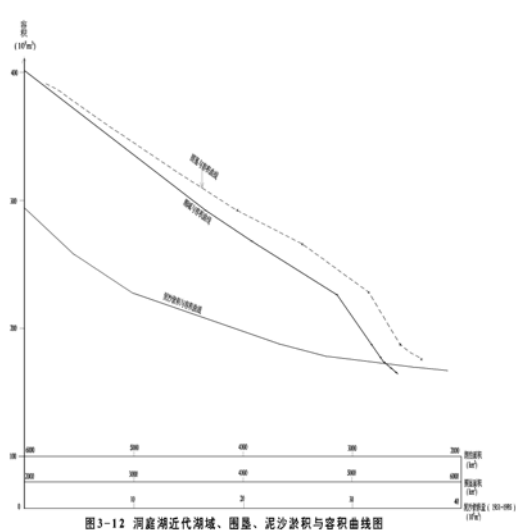


图 18 洞庭湖近代湖域、围垦、泥沙淤积与容积曲线图

Fig18 Cnrve of latter—day lake land、inning、bedload fillup and cubage in Dongting lake

#### 四、洞庭湖调蓄洪功能减弱的原因

##### 1. 围湖造田使湖域面积减小

由于围湖造田，使湖垵关系严重失调，湖域面积由大变小。1949 年为 4350km<sup>2</sup>，容积减为 293×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>；到 20 世纪的 90 年代，洞庭湖各大子湖外围防洪大堤所围定的湖域面积缩小为 2684.3km<sup>2</sup>（不含天然洪道面积 1307km<sup>2</sup>），容积减为 170×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>。

##### 2. 泥沙淤积使洪道阻塞、湖容减少影响调蓄洪

长江“三口”分流洪水和“四水”带来的大量泥沙在洪道、湖域落淤，其直接结果是致使河湖床底抬高，湖泊蓄洪容积减小，蓄泄量均减少。

据 1952、1995 年地形图对比成果，43 年间三口洪道床底平均抬高 1.18m，澧水洪道抬升 1.0m 左右，东洞庭湖、南洞庭湖、目平湖、七里湖湖底高程分别抬高 1.06m、1.05m、2.106m 和 4.96m，迫使湖容平均每年减少 2.7×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>，湖泊的调蓄功能减少了 43%，促使洞庭湖 1996、1998 年出现超历史高水位期。1998 年最高水位高程 35.94m，比 1954 年高 1.39m，而出湖水量减少了 14700m<sup>3</sup>/s，为 1954 年的 66%，城陵矶出湖最大下泄量由 1937 年的 57900m<sup>3</sup>/s 下降到 1998 年的 28800m<sup>3</sup>/s，减少 50%，而水位则抬升了 2.75m。

##### 3. 水位普遍壅高减少了洞庭湖的可调蓄洪容积

江湖关系变化，在同泄量下洪水位抬升见表 6。1996 年汛期来水小于 1954 年，而安乡、南县、小河咀、沅江、湘阴、城陵矶的最高洪水位分别超过历史最高洪水位 0.34m、1.57m、1.35m、1.33m、1.25m 及 0.76m。1998 年洪水，洞庭湖区 3471km 一线防洪大堤全部超设计水位，其中 2164km 超过了历史最高水位记录。

表 5 洞庭湖区近代湖域、湖容、围垦、泥沙淤积量变化统计表

Table 5 The statistical form of lake land、inning、bedload fill up and cubage changein modernly Dong ting lake

时期		1825	1896	1932 (1931)	1949	1954	1958 (1959)	1971	1978	1983	1989	1995					
湖域	面积 (km <sup>2</sup> )	6000	5400	4700	4350	3915	3141	2820	2740	2691	2610	2623					
	年变率 (km <sup>2</sup> /a)	8.45		19.44	20.59		87.0	193.5		25.46	11.67	8.17	5.67				
湖容	容积 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	400			293		268	228		188	178		174	169.2	166.9		
	年变率 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> /a)	0.86				5		10		3.08		1.43		0.8	0.8	0.13	
围垦	面积 (km <sup>2</sup> )			(2666.7 )	3956.9	4650.7	(5400.49)	5701.12	5883.79	5890.79							
	年变率 (km <sup>2</sup> /a)	5.49			71.68	138.76	149.96	25.05		26.1		1.4					
还湖	面积 (km <sup>2</sup> )						93.2	(235.22)	260.81	268.11	271.31						
	年变率 (km <sup>2</sup> /a)						28.4		2.13		1.04		0.64				
实际 围垦	面积 (km <sup>2</sup> )			2666.7	3956.9	4557.5	5165.77	5440.31	5615.68	5619.48							
	年变率 (km <sup>2</sup> /a)				71.68	120.12	121.65	22.88	25.05		0.76						
泥沙 淤积	体积 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	从 1951 年算起				4.53		(9.94)		23.35		27.55	32.36	35.58	38.64		
	年淤积率 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> /a)					1.13		1.35		1.03		0.70		0.60	0.54	0.51	
泥沙淤积量占湖容减少量的比例 (%)						22.6		13.5		33.4		49		75	68	134	

表 6 长江中游相同泄量不同水位对比表

Table 6 The contrast from of different water level by same drainge of middle stream of Yangze River

	螺山流量 (m <sup>3</sup> /s)	汉口水位 (m)	城陵矶水位 (m)	水 位 抬 高	备 注
1937.9.24	53600	26.24	31.40		
1954.7.2	53400	27.06	32.93	1.53	
1983.7.10	53100	27.62	33.48	2.08	

五、洞庭湖调蓄功能趋势分析

若保持现有的湖区堤垸及江湖水沙流动状态不变，则洞庭湖的调蓄洪功能将会进一步日趋减小。1998 年长江大洪水后，中央在《关于灾后重建、整治江湖、兴修水利的若干意见》中，明确提出了“平垸行洪，退田还湖”的方针。2002 年 9 月，湖南省推出了洞庭湖区防洪

治水的“4350 工程”规划，计划到 2010 年洞庭湖的水面将从现在的  $2684.3\text{km}^2$  恢复到建国前的  $4350\text{km}^2$ ，以提高洞庭湖的调蓄洪功能。从地质上看，这种调蓄洪功能的恢复是可持续的。据初步分析，洞庭湖区构造沉降量一般为  $5\text{—}10\text{mm/a}$ ，可增大洞庭湖湖容  $0.134\text{—}0.268\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ，可增大湖区蓄洪容积  $0.297\text{—}0.594\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ，当退田还湖恢复水面到  $4350\text{km}^2$  时，可增大湖容  $0.218\sim 0.435\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ，洞庭湖区水域泥沙淤积量将小于构造沉降量，洞庭湖区的调蓄功能将增大。