

# 洞庭湖演变趋势探讨

来红州, 莫多闻, 苏 成

(北京大学环境学院, 北京 100871)

**摘要:** 洞庭湖的演变主要受构造沉降、泥沙淤积和人类活动影响三大因素的控制。目前, 洞庭湖盆的构造沉降速率虽然较低 (3~10 mm/a), 但构造沉降量仍抵消了部分泥沙淤积量, 在一定程度上抑制了洞庭湖日益萎缩的趋势。由于湖盆中泥沙淤积速率大于构造沉降速率, 洲滩会继续发育和扩展, 洞庭湖仍保持淤高的趋势。在“4350 工程”完成和三峡建坝后 80 年内, 湖盆泥沙淤积速率将降低到 1.79 mm/a, 洞庭湖不断淤高的趋势将得到减缓。

**关键词:** 洞庭盆地; 洞庭湖; 构造沉降; 泥沙淤积; 人类活动影响

**中图分类号:** P546; P343.3     **文章编号:** 1000-0585(2004)01-0078-09

洞庭湖是长江中游重要的调蓄洪湖泊, 同时洞庭湖区也是我国重要的粮棉基地, 由于其独特的地理位置和演化过程, 使得洞庭湖区成为我国泥沙淤积和洪涝灾害的高风险区, 而对于这一现状及其未来演变趋势的认识, 将关系到整个长江中下游防洪规划和洞庭湖区的经济发展。洞庭湖目前面临的两大问题是泥沙淤积和洪涝。由于泥沙淤积, 洲滩不断扩展, 洞庭湖日益萎缩, 泥沙淤积更使湖区水位不断上涨, 加重了抗洪救灾的难度。一些学者已经从多学科角度对洞庭湖的演变趋势<sup>[1~13]</sup>以及防洪策略<sup>[14~17]</sup>进行了探讨, 但在洞庭湖演变趋势这一问题上分歧较大。本文从解析“洞庭湖”空间概念入手, 探讨了构造沉降、泥沙淤积和人类活动等三大因素对洞庭湖演变趋势的影响。

## 1 “洞庭湖”空间概念解析

洞庭盆地位于湖南省的北部, 长江中游荆江段的南岸, 总面积 18 780 km<sup>2</sup><sup>[18]</sup>。洞庭湖的天然水域主要由东洞庭湖、南洞庭湖和目平湖组成, 七里湖已淤高消失。洞庭湖北有松滋、太平、藕池、调弦“四口”与长江相通(调弦口已于 1958 年堵口, 目前只剩下“三口”), 分流长江洪水, 南、西有湘、资、沅、澧“四水”汇注, 湖水由岳阳城陵矶出口泄入长江(图 1)。洞庭湖属于浅水型的构造沉降湖, 湖泊水位受季节影响很大, 具有“高水湖相, 低水河相”和“洪水尚成片, 枯水几条线”的自然水情景观。洞庭湖的水情大致可以分为三个期, 6、7、8、9 月为洪水期, 4、5、10、11 月为平水期, 12、1、2、3 月为枯水期<sup>[18~20]</sup>。

在洞庭湖未来演变趋势这一问题上, 前人的研究成果有截然相反的两种观点。一种观点认为: 洞庭盆地作为一个构造沉降区, 盆地的沉降量大于泥沙的淤积量, 洞庭湖不但不会消亡, 反而会逐渐加深扩大<sup>[4~8]</sup>。另一种观点认为: 由于围湖垦殖和泥沙淤积, 近一百年以来洞庭湖迅速萎缩, 如果洞庭湖区的围垦和泥沙输入得不到控制, 洞庭湖不久将淤满

收稿日期: 2003-05-10; 修订日期: 2003-10-25

基金项目: 国家自然科学基金与水利部联合资助重大项目 (59890200); 国家自然科学基金项目 (40271013); 教育部博士点基金项目 (99000149) 资助

作者简介: 来红州 (1975-), 男, 湖北京山人, 2001 级在读博士生。专业为地貌与第四纪地质学。

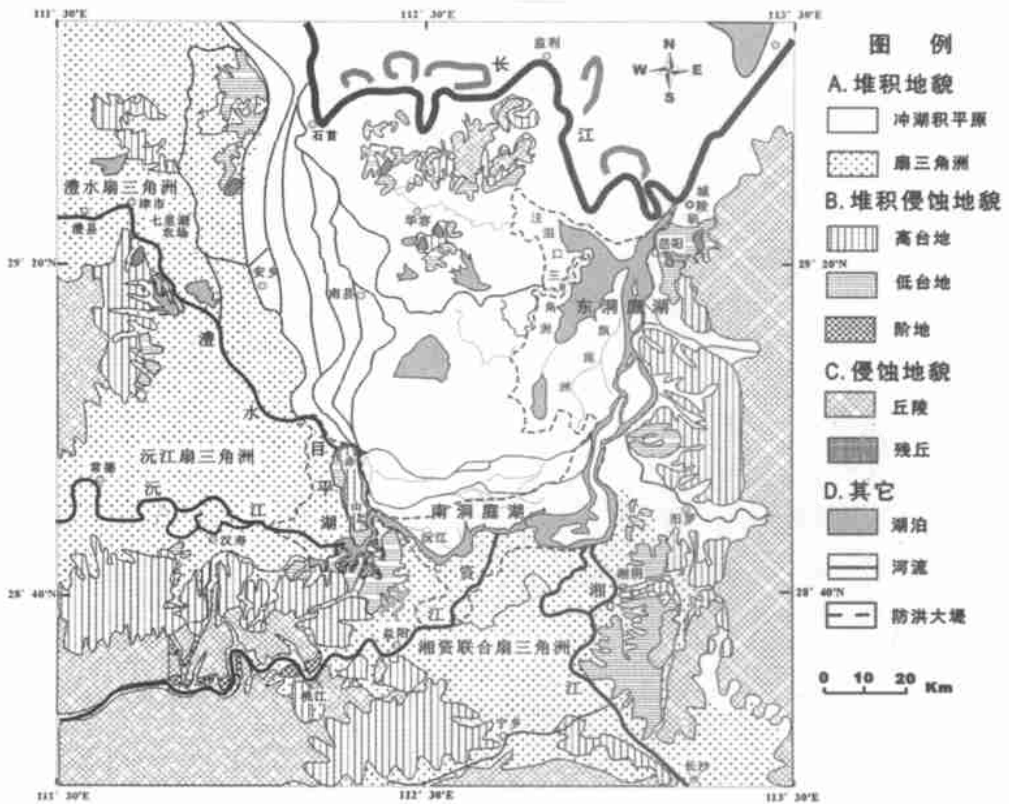


图 1 洞庭盆地地貌图 (根据 2002 年 1 月 TM 遥感卫星影像及相关地形图绘制)

Fig. 1 The geomorphological map of the Dongting Basin

或沼泽化<sup>[9~13]</sup>。

前人之所以对洞庭湖演变趋势存在截然相反的两种观点，很重要一个原因就是讨论问题时，对“洞庭湖”、“洞庭湖盆”和“洞庭盆地”这些空间概念的理解存在一定的差异。明确这些空间概念，是探讨洞庭湖演变趋势的关键。

由于洞庭湖水域面积季节性波动很大，对洞庭湖的定义实际上就是对其湖盆的空间范围进行界定，我们认为，“洞庭湖”目前即指大堤所围限的湖区范围（图 1），这是汛期洪水所及的最大区域，大堤以外的部分不包括在内。现在的“洞庭湖”与 2000 多年前自然状态下演化的“洞庭湖”相比，在空间概念上已有很大差异，“洞庭湖”在很大程度上已经打上了人类影响的烙印。

本文中的“洞庭湖”和“洞庭湖盆”在空间上是同一概念，即目前大堤所围限的湖区范围（图 1、图 2），在平水期和枯水期，区内湖面和洲滩交错分布（图 1），在洪水期才完全没于水下。洞庭湖盆主要由湖槽和洲滩组成，洲滩在洪水期接受泥沙沉积得到发育和扩展，在枯水期和平水期出露地表。目前，洞庭湖盆边界为永久性的防洪大堤所围限，其面积接近一常数值。洞庭湖盆边界总长 803.2 km，其中防洪大堤边界长 676.41 km，占边界总长的 84.2%；湖盆自然岸线长 116.1 km，仅占总长的 14.5%<sup>[21]</sup>。洞庭湖受水位季节性波动的影响，湖域面积变化很大，在洪水期，湖盆中的洲滩被淹没，洪水沿着大堤上涨，湖域面积基本为一常数值。据湖南省遥感中心近期的计算结果表明，洪水期城陵矶水位大

于 32 m 时, 湖域范围基本上由大堤边界所控制, 湖域面积为 2 510. 60 km<sup>2</sup>, 其中东洞庭湖 1 288. 90 km<sup>2</sup>, 南洞庭湖 907. 20 km<sup>2</sup>, 目平湖 314. 50 km<sup>2</sup>[22]。而在枯水期, 洞庭湖的湖域面积最小可降低到仅 400 km<sup>2</sup>左右[23]。

“洞庭盆地”是更广阔的空间概念, 除了大堤围限的“洞庭湖盆”外, 还包括其外围的垸田、洪道以及盆地周缘的一些台地(图 1、图 2)。“洞庭盆地”和“洞庭湖盆”在空间上是整体和局部的关系, 构造沉降和泥沙淤积对其作用的范围不同。如图 2 所示, 洞庭盆地周缘由断裂带所控制, 目前, 盆地仍处于缓慢的构造沉降之中, 而盆地周边的丘陵和山区则保持缓慢抬升。洞庭湖盆作为洞庭盆地的一个组成部分, 处于沉降之中, 同样, 湖盆外围的大堤和垸田也同时保持沉降, 所以, 在整个洞庭盆地格架之上, 就构造沉降而言, 湖盆、大堤和垸田三者可以看作是相对静止的, 明确这一点, 对于正确认识洞庭湖区的防洪形势至关重要。我们认为: 洞庭盆地的构造沉降运动, 虽然在一定程度上抵消了湖盆内的泥沙淤积量, 抑制了洞庭湖日益萎缩的趋势, 但对湖区的防洪形势而言, 构造沉降运动并不意味着湖区蓄洪空间的增加和洪涝灾害的减轻。

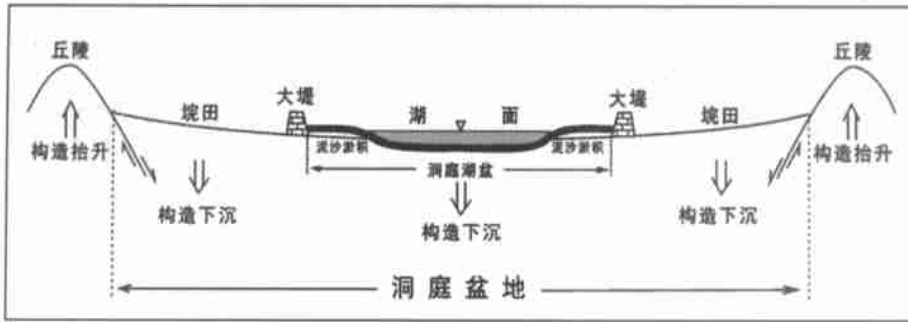


图 2 洞庭湖演变机制示意图

Fig. 2 The illustration of the evolutionary theory of Lake Dongting

认为洞庭湖正在扩张的观点, 是从整个“洞庭盆地”角度出发, 因盆地构造沉降量大于泥沙淤积量, 盆地空间在不断扩张, 如果没有大堤围限, 洞庭湖在自然状态下的演变趋势也应该是扩张的, 这里的“洞庭湖”是剔除了人类活动影响的洞庭湖, 和目前的洞庭湖是有区别的。认为洞庭湖会逐渐淤高消失的观点, 则是针对目前大堤所围限的“洞庭湖”而言, 由于湖盆内的泥沙淤积速率大于构造沉降速率, 湖盆日益淤高, 洲滩扩展, 洞庭湖不断萎缩。由于目前长江中游大型水利工程的修建, 洞庭湖区水沙形势发生较大变化, 加上湖区制定了综合治理措施, 随着“退垸还湖”工程的实施、大堤后撤, 洞庭湖的范围随之不断扩大, “洞庭湖”在空间概念上又有了新的变化, 对其演变趋势同样要以变化的眼光来进行探讨。

## 2 洞庭湖演变的三大制约因素

洞庭湖的演变主要受构造沉降、泥沙淤积和人类活动影响三大因素的制约, 地质历史时期主要以内外地质作用为主, 构造沉降起决定作用, 泥沙淤积次之; 历史时期人类活动影响加剧, 泥沙淤积日益严重, 三大因素共同起作用; 而自清末到现在的近 100 年来, 人类的围湖垦殖和泥沙淤积在湖盆的演化历史中居主导地位, 而构造沉降的影响相对居次。

构造沉降属于内动力地质作用，是人类目前无法通过技术手段加以控制的；而泥沙淤积属于外动力地质作用，它和人类活动这两个因素可以通过人类社会的规范和技术来进行约束和调节，治理洞庭湖，也就只能从这两个方面入手。下面就这三大因素对洞庭湖演变趋势的影响进行简要探讨。

## 2.1 构造沉降

地球上一些最大的湖泊，几乎都属于构造湖的类型。我国不少大、中型湖泊的成因，都不同程度地受到新、老地质构造的影响和控制。

洞庭盆地是中生代白垩纪以来由中国东部地壳强烈拉伸而形成的断陷盆地，其主要受北北东向、北东向和北西向三组断裂的切割，形成了东部为幕阜—九岭隆起，南部为雪峰隆起，西部为武陵隆起，北部为华容隆起，中央为一个北西向长 170 km、北东向宽 87.5 km 的长方形断陷盆地。由于三组断裂的互相切割和地壳差异性升降运动，在盆地内部又形成了许多凹陷和凸起，从北西到南东依次为澧县凹陷、太阳山凸起、常德凹陷、目平湖凸起、沅江凹陷、麻河口凸起和湘阴凹陷<sup>[18]</sup>，这些次级构造单元的发育直接支配着整个洞庭盆地的演化历史。洞庭盆地第四纪以来断裂活动明显，对盆地形态和沉积地层起着控制性作用，是洞庭盆地地壳沉降的主要表现。

洞庭湖是一个浅水型的构造沉降湖泊，它之所以能存在于今天，就是因为洞庭盆地自第四纪以来总体上保持了沉降的趋势，如果构造沉降停止，洞庭湖最终会被泥沙淤满而消失。梁杏等学者根据地形图的推算表明，若撤除湖盆周围现有的大堤，当城陵矶水位达到 31.5 m 时，洞庭湖水域面积将扩展到 11 000 km<sup>2</sup>，远大于明末清初的洞庭湖面积<sup>[5]</sup>。构造沉降使洞庭盆地保持了继续扩张的趋势，若剔除人类活动的影响，洞庭湖在自然演化状态下也应该是不断扩张的。洞庭盆地的构造沉降运动，从地学角度而言，为治理和恢复洞庭湖区的生态环境提供了空间基础和保障，并使人为干预下的“洞庭湖扩张”成为可能，即“退垸还湖”是可行的。

由于洞庭盆地构造格局和构造运动的复杂性，自第四纪以来，虽然盆地在局部时段和区域出现过构造抬升运动，但盆地总体的构造运动形式以沉降为主，并一直持续到现在。据湖南省地震局 1953 ~ 1977 年重复水准测量结果表明，洞庭湖区沉降速率为 1 ~ 8 mm/a<sup>[19]</sup>。据 1956 年、1957 年和 1960 年长办、号水准测量，洞庭湖平均沉降速率为 3 mm/a，最大沉降中心为南县育才垸彭家湾，沉降速率为 11 mm/a<sup>[7]</sup>。张人权等学者根据 1952 年及 1974 ~ 1976 年两套地形图，推算出洞庭湖多年平均视构造沉降速率为 10 mm/a<sup>[4~6]</sup>。根据重磁资料分析，洞庭盆地为莫霍面隆起区，且为该地区地壳最薄部位，按照均衡补偿原理，洞庭盆地只有通过构造沉降才能保持地壳均衡。洞庭湖盆地虽为隆起区，但平原范围内莫霍面平缓<sup>[19]</sup>，洞庭盆地将继续保持沉降的趋势，但构造沉降速率不会太大。从以上资料分析，我们认为：洞庭盆地目前仍处于缓慢的构造沉降之中，整体沉降速率为 3 ~ 10 mm/a。湖盆的构造沉降速率虽然较低，但地壳沉降量仍抵消了部分泥沙淤积量，在一定程度上减弱了洲滩的发育速度，抑制了洞庭湖日益萎缩的趋势。

## 2.2 泥沙淤积

入湖泥沙的多少直接影响到湖泊的淤积速度和生命的长短。位于我国东部的长江中下游平原与黄淮海平原上的湖泊，一般都是吞吐型淡水湖，与大江大河贯通，为入湖江河携带的泥沙提供了一个沉积环境。

近 100 多年以来，由于过度的围湖垦殖，洞庭湖湖域面积急剧缩小，同时，长江大量

的泥沙由“四口”进入洞庭湖，沉积在湖盆中，致使洲滩发育和扩展，湖泊日益萎缩。目前，湖区围湖垦殖活动已经得到严格控制，泥沙淤积成了洞庭湖萎缩的主要因素。

由于调筑堵口、荆江裁弯和葛洲坝水利工程的修建，使得洞庭湖区的泥沙输入量自20世纪50年代以来发生了显著的变化，呈逐年下降趋势，仅80年代和90年代相比，洞庭盆地年均泥沙淤积量就由 $1.0572 \times 10^8$  t/a 下降到  $0.7402 \times 10^8$  t/a，变化幅度很大<sup>[24]</sup>。据1991~1998年湖区水沙资料，洞庭湖年均入湖水量为 $2.875 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a，其中三口占21.60%，四水占65.67%。年均入湖沙量为 $1.0028 \times 10^8$  t/a，其中三口占73.24%，四水占22.97%。90年代盆地年均泥沙淤积量为 $0.7402 \times 10^8$  t/a，约 $0.5287 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a（泥沙密度按 $1.4$  t/m<sup>3</sup>计算），沉积率为73.81%<sup>[24]</sup>。洞庭盆地总面积为 $1.8780 \times 10^4$  km<sup>2</sup>，如果湖盆周围没有大堤围限，泥沙均匀沉积在整个盆地，则盆地的泥沙淤积速率为2.82 mm/a。目前洞庭盆地的平均构造沉降速率为3~10 mm/a，盆地每年因此增加的容积为 $0.5634 \sim 1.8780 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a，大于盆地年均泥沙淤积量（ $0.5287 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a），因此，洞庭盆地正在不断扩张。但由于大堤的围限，目前进入洞庭盆地的泥沙集中淤积在洞庭湖盆和荆江三口洪道中，“洞庭湖盆”面积仅占“洞庭盆地”的1/7，因此，泥沙在湖盆中的淤积速率将远大于平均到整个洞庭盆地的泥沙淤积速率。

据1983~1995年洞庭湖泥沙资料，荆江三口洪道泥沙淤积量占洞庭盆地泥沙总淤积量的35.1%，东、南、西三湖占64.9%，其中东洞庭湖占23.0%，南洞庭湖占32.8%，目平湖占9.1%<sup>[25]</sup>。20世纪90年代洞庭盆地泥沙年均淤积量为 $0.5287 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a，其中，荆江三口洪道年均泥沙淤积量约 $0.1856 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a，湖盆年均泥沙淤积量约 $0.3431 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a。根据湖南省遥感中心近期对洞庭湖盆面积的计算结果<sup>[22]</sup>，通过泥沙平衡计算我们可以得到：东洞庭湖年均泥沙淤积量约为 $0.1216 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a，淤积速率9.43 mm/a；南洞庭湖为 $0.1734 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a，淤积速率19.11 mm/a；目平湖为 $0.0392 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a，淤积速率12.46 mm/a。以上估算的淤积速率只是假设泥沙均匀分布在湖盆中的数值，实际上泥沙在湖盆中的淤积是不均匀分布的。此外，在湖盆的有些区域是以冲刷作用为主，实际泥沙淤积面积要比计算面积小，所以，湖盆中泥沙主要沉积区域的淤积速率会比上述估算数值大，这些区域洲滩迅速扩展。

由于目前湖盆中泥沙的淤积速率大于构造沉降速率（3~10 mm/a），洲滩会继续发育和扩展，洞庭湖仍保持淤高的趋势；而在某些洪道和湖槽部位，由于枯水期底水的冲刷作用而不断加深。由于围湖垦殖和防洪大堤的修建，人为地缩小了湖域范围，泥沙集中淤积在限定的湖盆中，而湖盆以外的垸田则缺乏泥沙沉积，使湖盆和垸田的地表高程日益悬殊，洪水位不断抬高，造成了“悬湖”的危险局面。泥沙淤积使湖盆底面与外围垸田高程差日益增大，构造沉降使汛期洪水位与外围垸田高程差日益增大，这两个“高程差”的增加都对防洪大堤的质量提出了更高的要求，增大了洞庭湖区防洪的难度。

目前，东洞庭湖的平均淤积速率为9.43 mm/a，东洞庭湖的主要淤积部位位于注滋口三角洲、飘尾洲和建新农场附近（图1）。注滋口三角洲将向南扩展，逐渐与飘尾洲靠近。飘尾洲向东向西扩展，其顶端向东北延伸，逐渐与君山靠近。湘江洪道受飘尾洲东扩影响而被迫向东偏移，主泓将加深。

南洞庭湖的平均淤积速率在东、南、西三湖中最大，为19.11 mm/a，这是由于洪水期南洞庭湖受荆江三口来水和城陵矶长江水位顶托的双重影响，而且湖区沙洲密布、溃堤废垸林立、湖形支离破碎，洪水期随着水位上涨，洲滩和溃废的堤垸被淹没于水下，泥沙

的运移在南洞庭湖受到阻挡而大量淤积,所以南洞庭湖在三湖中淤积速率最高。南洞庭湖在蒿竹河南岸由北向南淤积,洪道冲刷,目前汊道横生的局面将被统一的过水洪道所代替(图1)。湖盆北部洲滩的淤积速率较大,洲滩继续向南扩展。湖盆南部由于冲刷作用较强而不断加深,形成一定的深水区,洪灾威胁增大。

目平湖的平均淤积速率为  $12.46 \text{ mm/a}$ ,枯水期湖底基本上出露于地表,仅在湖盆东南部有小片水域分布(图1);沅江三角洲由西向东扩展,洲滩逐渐连接成统一的整体。

七里湖已经完全淤高消失,澧水洪道东侧的大堤已经把澧水完全同七里湖隔离开,已经见不到水域,即使在洪水期也全是洲滩出露,目前七里湖洲滩是七里湖农场所在地(图1)。

### 2.3 人类活动影响

湖泊的演变主要受到大地构造运动、泥沙淤积和全球气候变化的控制。然而,在人类历史的尺度范围内,尤其在近2000年以来的历史中,人类活动对湖泊的演变,尤其是对一些冲积平原上浅水湖泊的演变,产生了重要的甚至是决定性的影响。近年来,各国学者加强了全新世以来人类活动对湖泊演变影响的研究<sup>[26~34]</sup>,探讨了人类活动对湖泊演变影响的方式和机理。

洞庭湖的演变可以分为两个阶段,第一阶段是汉晋以前(距今  $144 \text{ Ma} \sim 2000\text{a}$ ),洞庭湖的演变主要受内外地质作用控制,即主要受构造沉降和泥沙淤积制约,人类活动的影响不存在或很小;第二阶段是汉晋以后(距今约  $2000\text{a}$  至今),人类活动的影响逐渐增强,从修建大堤到围湖垦殖,洞庭湖经历了一个不断扩大到迅速萎缩的过程。

为了降低洞庭湖区洪涝灾害的风险,只有积极地实施退垸还湖计划,后撤大堤,为泥沙提供更大的沉积场所,降低泥沙淤积速率,才能使湖盆不断淤高的趋势得到缓解,湖盆面积和蓄洪空间才会得到较大幅度的增加。要想从根本上解决洞庭湖不断淤高的问题,最终必须减少湖盆的泥沙输入量。为了达到此目的,必须加强长江及四水上游地区的植树造林,逐步调整林种结构,增加薪炭林和防护林比重,减少水土流失,根治泥沙危害。洞庭湖的治理是一个系统工程,涉及到湖南和湖北两省,工作中要坚持“兼顾南北,江湖两利”的原则。为了实现综合治理和开发洞庭湖的目标,湖南省在2002年制定了“4350工程”;另外,正在建设中的三峡工程也将对洞庭湖的水沙输移状况产生重大影响。关于三峡工程对洞庭湖水沙变化的影响,许多学者已做了大量研究<sup>[35~39]</sup>。下面简述一下三峡工程和“4350工程”对洞庭湖演变的影响。

三峡工程建坝后,天然水沙情势将发生重大改变,下泄水流含沙量大大减少。相应地,三峡建坝后荆江三口分流中的含沙量也会显著降低,使进入洞庭湖的泥沙量大大减少。三峡建坝后长江中下游的长距离冲刷,使城陵矶水位显著降低,湖泊出口水位的显著降低加大了洞庭湖的水面比降,增加了洞庭湖的排沙能力,洞庭湖的年均拦沙率由建坝前的65%左右减少为建坝后的30%,三峡建坝对于减缓洞庭湖淤积有着显著的作用。20世纪90年代洞庭湖区年均来水量为  $0.2875 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,来沙量为  $1.0028 \times 10^8 \text{ t/a}$ ,淤积量为  $0.7402 \times 10^8 \text{ t/a}$ 。根据河道数学模型计算的结果得到三峡建坝后洞庭盆地的水沙数据<sup>[38]</sup>:三峡建坝后1~10年内年均进水量为  $0.2417 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,来沙量为  $0.6473 \times 10^8 \text{ t/a}$ ,淤积量为  $0.2626 \times 10^8 \text{ t/a}$ ,而建坝后1~82年间洞庭盆地的泥沙淤积量更会减少到  $0.1675 \times 10^8 \text{ t/a}$ ,约  $0.1196 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。可见三峡建坝前后洞庭盆地来水量变化不大,而来沙量和淤积量都显著减少。

2002年6月湖南省成立了“4350工程”规划办公室,总体规划提出,在2003~2010

年,对规划区内 12 个堤垸实现退田还湖,使洞庭湖面积在高洪水位时,恢复到 1949 年的 4 350 km<sup>2</sup>。三峡工程和“4350 工程”相继实施并全部完工后,湖盆面积将达到 1949 年的 4 350 km<sup>2</sup>,洞庭盆地年均泥沙淤积量按  $0.1196 \times 10^8 \text{ m}^3$  计算,湖盆泥沙淤积速率降低到 1.79 mm/a。如果长江及四水上游植树造林,建库蓄洪等项目实施后,入湖泥沙将进一步减少,洞庭湖盆不断淤高的趋势将得到减缓。洞庭湖的水域面积随季节更替而发生较大变化,即使退垸还湖工程实施后,由于平、枯水期湖盆水量较小,大部分洲滩和还湖的垸田仍会出露地表,它们仍可被综合利用,在防洪和恢复生态的前提下,发挥出其最大的经济效益和生态效益。所以,在治理洞庭湖时,需全面地考虑问题,权衡利弊得失,使洞庭湖在人类活动影响下最终向好的方向发展。

目前,洞庭湖随着泥沙的不断淤积,仍会保持继续淤高的趋势。由于湖盆 84.2% 的边界被大堤围限,湖泊面积在洪水期不会发生太大变化,泥沙淤积分布的地带差异性使得某些区域的泥沙淤积速率仍会很高,洲滩继续将向湖心扩展,但扩展速度因入湖泥沙量的减少而逐渐降低,平水期湖泊水域面积进一步缩小。随着“4350 工程”的实施,退垸还湖,后撤大堤,将使湖盆面积和容积得到较大幅度的增加。“三峡工程”的建设使洞庭盆地泥沙输入量大幅减少,洞庭湖不断淤高的趋势将得到有效缓解。

### 3 结 论

(1)“洞庭湖”和“洞庭湖盆”在空间上是同一概念,即目前大堤所围限的湖区范围,在平水期和枯水期,这些区域湖面和洲滩交错分布,在洪水期才完全没于水下。“洞庭盆地”则是更广阔的空间概念,除了大堤围限的“洞庭湖盆”外,还包括其外围的垸田、洪道以及盆地周缘的一些台地。“洞庭盆地”和“洞庭湖盆”在空间上是整体和局部的关系,构造沉降和泥沙淤积对其作用的范围不同。

(2)湖盆的构造沉降速率虽然较低,但地壳沉降量仍抵消了部分泥沙淤积量,在一定程度上减弱了洲滩的发育速度,抑制了洞庭湖日益萎缩的趋势。

(3)目前洞庭湖的泥沙平均淤积速率为:东洞庭湖 9.43 mm/a,南洞庭湖 19.11 mm/a,目平湖 12.46 mm/a,在湖盆某些主要泥沙沉积区域的淤积速率会比上述数值大。由于目前湖盆中泥沙的淤积速率大于构造沉降速率(3~10 mm/a),洲滩会继续发育和扩展,洞庭湖仍保持淤高的趋势;而在某些洪道和湖槽部位,由于枯水期底水的冲刷作用而不断加深。

(4)在“4350 工程”完成和三峡建坝后 80 年内,洞庭湖域面积在洪水期将达到 1949 年的 4 350 km<sup>2</sup>,湖盆泥沙淤积速率将降低到 1.79 mm/a,洞庭湖盆不断淤高的趋势将得到减缓。

#### 参考文献:

- [1] 周国棋,成铁生,赵守勤.洞庭盆地的由来和演变.湖南地质,1984,13(1):54~61.
- [2] 杨达源.洞庭湖的演变及其整治.地理研究,1986,5(3):39~45.
- [3] 中国科学院南京地理与湖泊研究所.中国湖泊概论.北京:科学出版社,1989.1~240.
- [4] 张人权,梁杏,李振华,等.洞庭湖区构造沉降系统分析——洞庭湖地质环境系统分析之二.环境地质研究(第三辑).北京:地震出版社,1995.165~178.
- [5] 梁杏,张人权,皮建高,等.构造沉降对近代洞庭湖区演变的贡献.海洋与湖沼,2001,32(6):690~696.
- [6] 梁杏,张人权,孙连发,等.洞庭湖近期演变趋势及治理对策探讨.环境地质研究(第三辑).北京:地震出版社,

1995. 186 ~ 194.
- [ 7 ] 董和金. 用地质学的观点探讨洞庭湖的治理. 湖南地质, 1997, 16(3): 142 ~ 146.
- [ 8 ] 董和金. 尊重地学规律科学治理洞庭湖. 湖南地质, 1998, 17(4): 211 ~ 216.
- [ 9 ] 蔡述明, 官子和, 孔昭寰, 等. 从岩相特征和孢粉组合探讨洞庭盆地第四纪自然环境变迁. 海洋与湖沼, 1984, 15(6): 527 ~ 539.
- [ 10 ] 张晓阳, 蔡述明, 孙顺才. 全新世以来洞庭湖的演变. 湖泊科学, 1994, 6(1): 13 ~ 21.
- [ 11 ] 张晓阳, 杜耘, 蔡述明. 洞庭湖演变趋势分析. 长江流域资源与环境, 1995, 4(1): 64 ~ 68.
- [ 12 ] 杜耘, 蔡述明. 洞庭湖的演变、发展趋势及洪涝灾害分析. 长江流域洪涝灾害与科技对策. 北京: 科学出版社, 1999. 96 ~ 100.
- [ 13 ] Du Yun, Cai Shuming, Zhang Xiaoyang, *et al.* Interpretation of the environmental change of Dongting Lake, middle reach of Yangtze River, China, by 210Pb measurement and satellite image analysis. *Geomorphology*, 2001, 41: 171 ~ 181.
- [ 14 ] 吴炳方, 黄进良, 沈良标. 湿地的防洪功能分析评价 - 以东洞庭湖为例. 地理研究, 2000, 19(2): 189 ~ 193.
- [ 15 ] 李义天, 邓金运, 孙昭华, 等. 泥沙淤积与洞庭湖调蓄量变化. 水利学报, 2000, (12): 48 ~ 52.
- [ 16 ] 黄颖, 邓金运, 孙昭华. 围垦和淤积对洞庭湖调蓄量的影响. 武汉大学学报. 2002, 35(2): 30 ~ 35.
- [ 17 ] Yin Hongfu, Li Changan. Human impact on floods and flood disasters on the Yangtze River. *Geomorphology*, 2001, 41: 105 ~ 109.
- [ 18 ] 湖南省地质矿产局水文地质工程地质二队. 湖南省洞庭湖盆地第四纪地质研究报告. 长沙. 1990. 10 ~ 11.
- [ 19 ] 湖南省地质矿产局水文地质工程地质二队. 湖南省洞庭湖平原环境地质问题综合评价报告. 长沙. 1991. 66 ~ 68.
- [ 20 ] 李景保. 近数十年洞庭湖湖盆形态与水情的变化. 海洋与湖沼, 1992, 23(6): 626 ~ 633.
- [ 21 ] 周志权, 陈文光, 李湘莲. 洞庭湖地质环境现状与防洪减灾建议. 中国地质, 1999, (5): 31 ~ 36.
- [ 22 ] 余德清, 皮建高. 洞庭湖区洲土变化特征与地壳沉降遥感研究. 湖南地质, 2002, 21(1): 46 ~ 50.
- [ 23 ] 李湘莲, 陈金爰. 洞庭湖吞吐调蓄数学模型及调洪功能评估. 国土资源遥感, 2002, (1): 57 ~ 60.
- [ 24 ] 吴作平, 杨国录, 甘明辉. 荆江-洞庭湖水沙关系及调整. 武汉大学学报(工学版), 2002, 35(3): 6 ~ 8.
- [ 25 ] 施修端, 夏薇, 杨彬. 洞庭湖冲淤变化分析(1956 ~ 1995年). 湖泊科学, 1999, 11(3): 199 ~ 205.
- [ 26 ] Thomas E. Gill. Holian sediments generated by anthropogenic disturbance of playas: human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. *Geomorphology*, 1996, 17: 207 ~ 228.
- [ 27 ] Qinhu Jiang, Dolores R. Piperno. Environmental and archaeological implications of a Late Quaternary palynological sequence, Poyang Lake, southern China. *Quaternary Research*, 1999, 52: 250 ~ 258.
- [ 28 ] Bruno Messerli, Martin Grosjean, Thomas Hfer, *et al.* From nature-dominated to human-dominated environmental changes. *Quaternary Science Reviews*, 2000, 19: 459 ~ 479.
- [ 29 ] H. C. Guo, L. Liu, G. H. Huang, *et al.* A system dynamics approach for regional environmental planning and management: a study for the Lake Erhai Basin. *Journal of Environmental Management*, 2001, 61: 93 ~ 111.
- [ 30 ] Jian Wang, Xia Chen, Xiaohua Zhu, *et al.* Taihu Lake, lower Yangtze drainage basin: evolution, sedimentation rate and the sea level. *Geomorphology*, 2001, 41: 183 ~ 193.
- [ 31 ] Krystyna Szeroczy ska. Human impact on lakes recorded in the remains of Cladocera (Crustacea). *Quaternary International*, 2002, 95-96: 165 ~ 174.
- [ 32 ] Arie J. Kalis, Josef Merkt, Jürgen Wunderlich. Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe-human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews*, 2003, 22: 33 ~ 79.
- [ 33 ] Bernd Zolitschka, Karl-Ernst Behre, Jürgen Schneider. Human and climatic impact on the environment as derived from colluvial, fluvial and lacustrine archives: examples from the Bronze Age to Migration period, Germany. *Quaternary Science Reviews*, 2003, 22: 81 ~ 100.
- [ 34 ] Ludwig Zoller, Hands von Suchodoletz, Nils Küter. Geoarchaeological and chronometrical evidence of early human occupation on Lanzarote (Canary Islands). *Quaternary Science Reviews*, 2003, 22: 1299 ~ 1307.
- [ 35 ] 何孟球. 三峡枢纽修建后对洞庭湖治理方略的研究. 灌溉排水, 1996, 15(2): 1 ~ 7.
- [ 36 ] 姜加虎, 黄群. 三峡工程对洞庭湖水位影响研究. 长江流域资源与环境, 1996, 5(4): 367 ~ 374.
- [ 37 ] 王崇浩, 韩其为. 三峡水库建成后荆南三口洪道及洞庭湖淤积概算. 水利水电技术, 1997, 28(11): 16 ~ 20.
- [ 38 ] 秦文凯, 府仁寿, 王崇浩, 等. 三峡建坝前后洞庭湖的淤积. 清华大学学报(自然科学版), 1998, 38(1): 84 ~ 87.
- [ 39 ] 谭培伦. 洞庭湖区防洪治理与三峡工程关系简析. 人民长江, 2000, 31(5): 24 ~ 26.



## Discussion on the evolutionary trend of Lake Dongting

LAI Hong-zhou , MO Duo-wen , SU Cheng

(College of Environmental Sciences , Peking University , Beijing 100871 , China)

**Abstract :** The evolution of Lake Dongting is determined by three main factors , which are tectonic subsidence , siltation and human impacts. "The Dongting Basin " and "the basin of Lake Dongting " are two different spatial concepts. "The basin of Lake Dongting " is only one of the components of "the Dongting Basin ". The basin of Lake Dongting , the levees and the farmlands synchronously keep subsiding and relatively actionless due to the tectonic subsidence of the whole Dongting Basin. At present , the mean sedimentation rate of Lake East Dongting , Lake South Dongting and Lake Muping is 9.43 , 19.11 , 12.46mm/ a , respectively. The rate of tectonic subsidence of the lake is low (3 ~ 10mm/ a) , but the capacity of tectonic subsidence still counteract a certain capacity of siltation , which restrains the shrinkage of Lake Dongting. The sedimentation rate is bigger than the rate of tectonic subsidence in Lake Dongting. Sandbars will continue to grow and expand , and Lake Dongting will still keep the trend of siltation and shrinkage. At present , the whole Dongting Basin is subsiding and expanding due to tectonic subsidence , which has no influence on the change of the capacity of storing flood of Lake Dongting , and siltation is playing a main role. The capacity of storing flood of Lake Dongting will continue to decrease as siltation goes on. During the 80 years after the Three Gorge Dam is completed with the completion of "the 4350 Project " , the sedimentation rate of Lake Dongting will reduce to 1.79 mm/ a. Then , the trend of siltation of Lake Dongting will be restrained.

**Key words :** Dongting Basin ; Lake Dongting ; tectonic subsidence ; siltation ; human impact