

洞庭湖近期变迁和淤积问题的 遥感图象分析*

恽才兴 益建方 任友谅

(华东师范大学河口海岸研究所,上海)

卞鸿翔

(湖南师范大学,长沙)

提要 洞庭湖是长江中游典型的吞吐型过水湖泊,在调洪、蓄洪方面起重要作用。近百年来由于江水携带大量泥沙入湖及人工围湖垦殖,已使天然湖泊面积从 5000 km² 缩小为 2740 km²。本文根据多时相陆地卫星象片所提供的信息,结合地面监测资料和历史图件,重点论述了洞庭湖的成因、近期变迁过程及淤积趋势。作者通过对入湖三角洲淤涨模式及湖流的分析,确定了洞庭湖的淤积部位和淤积量。文中强调了围湖垦殖对洪水调蓄的影响,并从宏观角度提出了洞庭湖治理意见。

洞庭湖是长江流域三大湖泊之一。湖区总面积约 18,780 km²,耕地 1116 万亩,人口 700 万,涉及湖南、湖北两省 20 个县市及湖区 15 个国营农场。

洞庭湖是典型的吞吐型过水湖泊,现有的西洞庭湖(赤山以西)、南洞庭湖(赤山以东)和东洞庭湖(赤磊洪道以北)分别承纳长江和四水(湘、资、沅、澧)来水,经过沿程调节后,由岳阳市城陵矶一处归入长江(图版 I:1)。近百年来,由于长江大量泥沙不断进入湖区,加上人工围湖垦殖等影响,天然湖泊的面积已从 1860 年的 5000 km² 缩小为 2740 km²,内湖面积也相应减少很多。湖盆调蓄能力的降低给湖区人民带来了洪、涝、淤、病四大问题。因此,洞庭湖的综合治理已成为长江流域规划中的一个重要研究课题。本文根据多时相陆地卫星遥感图象所提供的信息,结合地面实测资料和历史图片,在重点分析洞庭湖变迁和淤积趋势的基础上,对治湖方向进行了探讨。

一、湖盆成因及其演变

洞庭盆地由来已久,中生代燕山运动一系列断裂褶皱形成盆地基本格局,呈 NNE 走向的沙湖-湘阴大断裂和太阳山断裂分列盆地东西两侧。北部以华容隆起和石首断裂与江汉凹陷相隔。第三纪喜马拉雅运动塑造了一系列 NE 向的断陷盆地,第四纪差异性升降运动使盆地周围山丘继续抬升,而盆地中部下沉非常明显。据钻孔资料证实,盆地第四

* 本文编写过程中得到水电部遥感中心曹述五工程师的大力支持;湖南省水电厅周长桂工程师及水电勘测设计院周松鹤工程师协助进行地面核对工作,在此谨志谢意。

收稿日期:1985年4月1日。

纪沉积层的堆积总厚度达 100—190m^[3]。洞庭盆地的上述构造特征,在陆地卫星假彩色合成图象上有显著反映(图版 II:1)。如,盆地周围的山丘和红土岗地与湖区的河湖相沉积平原界线分明。湘、资、沅三水下游的河床形态也显示出上述地貌类型的地区差异。沅水以桃源为界,以西的河道属江心洲河型,以东进入湖区沉降盆地,河道转变为弯曲性河型。资水和湘水三角洲平原上残留的牛軋湖群,也证明历史时期弯曲河型的存在。

陆地卫星象片还真实地记录了洞庭湖的成因及其演变过程。图版 II:2 反映了长江沿岸泛滥地形及河间洼地的分布状况。史前时期,长江洪水向两侧盆地自由泛滥,沿江地区天然堤逐年堆积加高。长江流域大规模开发以来,由于沿江筑堤建垸,长江洪水泛滥呈决口扇形式。南宋期间,荆江大堤曾留九穴十三口分泄江流。元、明以来,长江决口频繁,前期主要在荆北。荆南决口扇不少是形成于十九世纪以后(图 1)。当长江向北泛滥决口的时候,江汉之间的河间地区就成水乡泽国,这就是古时云梦泽的由来。洞庭湖是长江与四水之间洼地滞水而成的湖泊,早期湖泊仅有东洞庭湖一处,但其范围很大,号称地跨八百里。湖中君山、鼈山所见的湖蚀台和湖蚀崖证实了洞庭浩瀚之水的波浪能量。当时湖区位置偏于洞庭湖盆东北,现今西洞庭湖和南洞庭湖所在地乃是昔日沃野,从卫片图象显示沅水古道流向东北和湘水天然堤远伸至磊石山,可以证明古洞庭湖的范围被限制在赤山以东和赤磊洪道以北。湖区西部由于长江泛滥沉积覆盖虽无明显界线可寻,但是从新

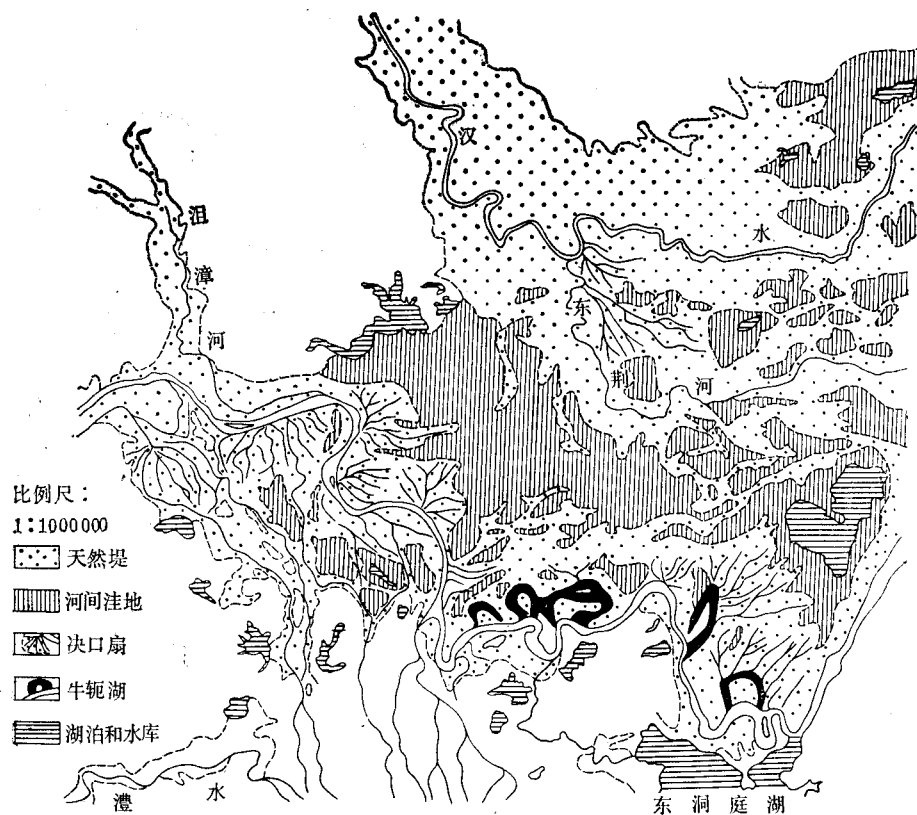


图 1 荆江两岸泛滥地形

石器时代遗址的分布位置,可大致确定其西界约在华容-南县-大通湖一线^[2]。

1870年长江四口分流形势的形成是洞庭湖演变的转折点,由于江水集中倾注洞庭湖盆,致使洞庭湖面积迅速扩大,不仅四水三角洲平原受淹,而且湖水直拍盆地边缘山麓,不少冲沟山谷沦为湖汉。目前南洞庭湖和西洞庭湖常见明、清时代奠立的石碑和淹没的残垸废墟就是很好的例证。近百年来,四口(松滋口,太平口,藕池口,调弦口)入湖泥沙淤积形成的三角洲自西北向东南推进,在图象上就留下了天然堤、洼地相间的冲积平原。而洞庭湖受长江入湖三角洲充填在南移东迁中缩小,这就是洞庭湖变迁经历由小变大,而后由大变小的由来。由此可见,洞庭湖的成因与江汉平原的云梦泽一样,主要是由长江和四水洪水泛滥所致。就成湖年代而言,东洞庭湖是几千年前的老湖,也是洞庭湖的躯干,西洞庭湖和南洞庭湖是近百年来洞庭湖演变中的派生湖。

二、淤积问题分析

有关洞庭湖的泥沙来源和淤积量,湖南省水文总站及汉口水文总站曾通过湖区水文控制站网的水量与沙量进出平衡计算,先后确定四口、四水入湖总沙量平均每年达2.076亿吨。其中长江来沙占82.4%,而留在湖内淤积的沙量却占入湖总沙量的73.5%(1.017亿 m^3),按现有天然湖泊面积2740 km^2 计算,估计湖底每年平均淤高3.7cm^[1]。现根据卫星遥感图象判读和分析,进一步对洞庭湖的泥沙来源、淤积量、淤积部位、淤积方式和发展趋势进行验证。

图版 II:3 是 1977 年 7 月 6 日洞庭湖区水体悬浮泥沙分布状况,由于长江中游降水分布差异,图象中明显地显示出四水来水、来沙早于长江,由沅水入湖的水量和沙量,经西洞庭湖南部、南洞庭湖,然后沿东洞庭湖东侧直接北注长江。图版 II:4 是 1978 年 7 月 10 日洞庭湖汛期拍摄的图象,图象中可见长江入湖泥沙骤增。通过计算机图象处理,发现经过西洞庭湖和南洞庭湖的长江来水以浑浊流形式紧贴北岸运行,浑浊水体约占整个湖面的 50%,致使南洞庭湖北半部普遍发生淤积。浑水进入东洞庭湖以后,虽与湘江来水会合,但水体始终被限制在君山和飘尾洲一线以东。君山以西的东洞庭湖淤积泥沙主要来自注滋口河,这就是漉湖得以长期保存的基本原因。

图 2 反映本世纪以来洞庭湖的淤积情况。从图中可以看出 1914 年至 1955 年期间,是洞庭湖淤积的盛期,主要淤积部位在七里湖以下的西洞庭湖、大通湖、注滋口及东洞庭湖的飘尾洲。40 年中共淤泥沙 54.29 亿 m^3 (平均每年淤积 1.36 亿 m^3),淤积量超过水文方法计算的数值(表 1)。淤积范围占据了原洞庭湖的 2/3。1955 年以来,洞庭湖主要淤积区向南、向东迁移。如西洞庭湖的目平湖,南洞庭湖的东南湖、茶盘洲,东洞庭湖的注滋口河三角洲,都有大片芦洲增长。据 1978 年拍摄的卫星图象粗略统计,湖区现有芦苇面积约为 176 万亩。目前局部地区的芦洲还在迅速淤涨,如注滋口河口门地区和飘尾洲两处,自 1976 年 4 月 30 日至 1978 年 4 月 29 日两年中,芦洲分别淤涨了 9.75 km^2 和 8.0 km^2 (图 3)。

卫星遥感图象所显示的水系分布特征、地貌形态及纹理与结构的差异,还证明了洞庭湖的淤积过程是通过入湖三角洲的不断伸展而实现的事实(图版 I:2)。历史时期四水入湖三角洲向北推进曾阻止了东洞庭湖水体的南浸。近百年来四口分流长江洪水入湖,长

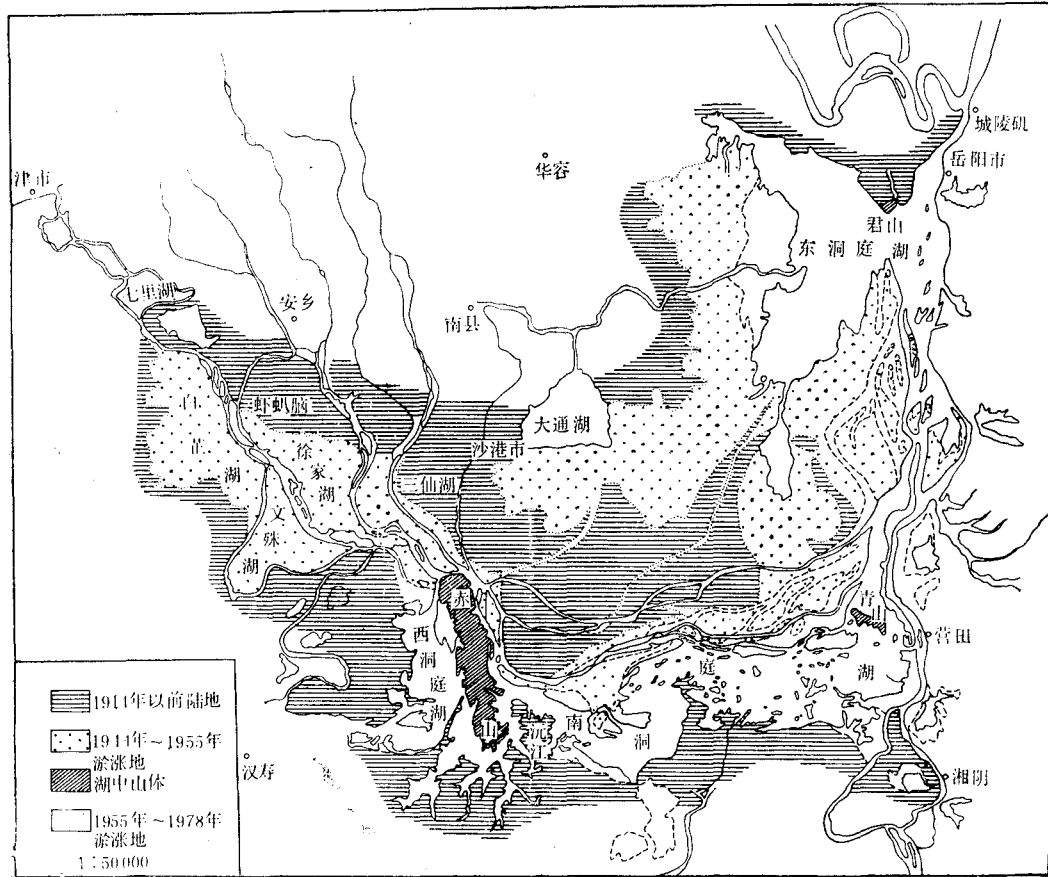


图2 20世纪以来洞庭湖变迁

—— 1978年卫星拍摄的湖岸线； - - - - 1955年航空测量时湖面状况； ····· 1914年时的古湖岸线。

表1 本世纪来洞庭湖淤积情况统计 (以平均淤高3 m计)¹⁾

淤积情况 时间(年)	西洞庭湖		南洞庭湖		东洞庭湖	
	淤积面积 (km ²)	淤积量 (m ³)	淤积面积 (km ²)	淤积量 (m ³)	淤积面积 (km ²)	淤积量 (m ³)
1914—1955	656.25	1968.75	115.25	345.75	1038.25	3114.75
1955—1978	22.25	66.75	103.10	309.30	180.50	541.50
1914—1978	678.50	2035.50	218.35	655.05	1218.75	3656.25

1) 根据湖底高程与埋藏阶地顶高之间的平均厚度量算。

江入湖三角洲又从西北向东南推进，西洞庭湖的淤积模式是淤积体沿澧水洪道延伸至目平湖。东洞庭湖因承受南北两股来水，飘尾洲和注滋口河三角洲同时伸展，使赤山以东的统一湖盆分割为许多湖湾和内湖。根据河口汊道和河口沙咀发育的年代，可以将东洞庭

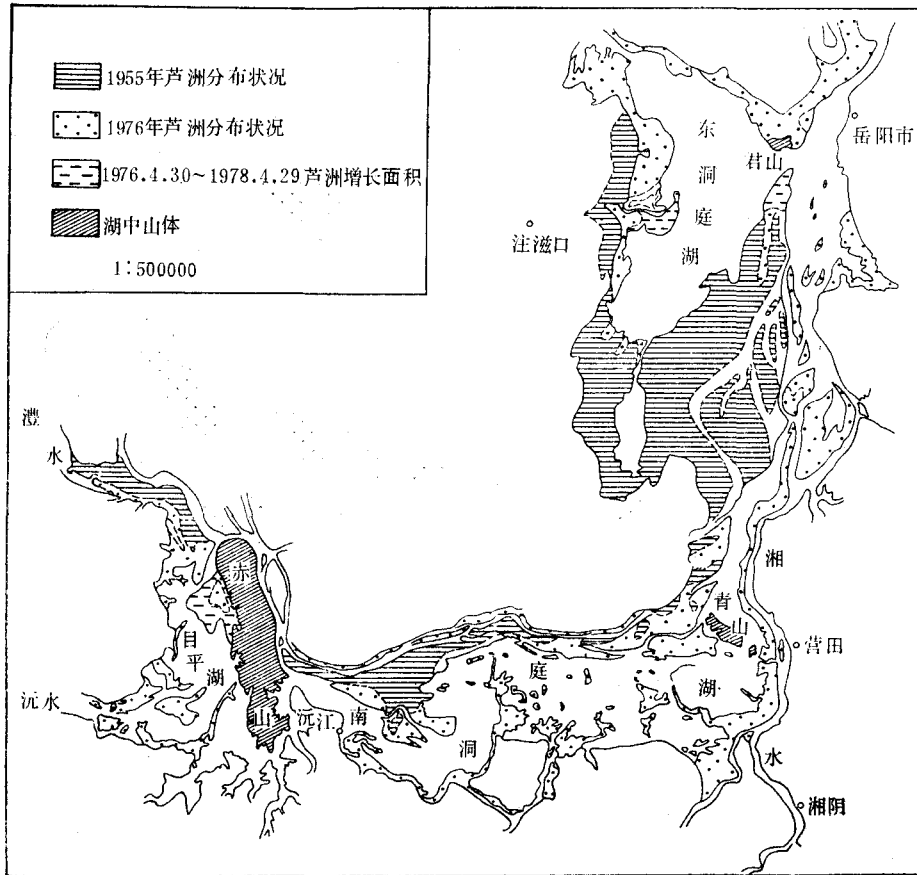


图 3 洞庭湖芦洲分布及面积增长

表 2 横岭湖围湖前后的沿程水位比较 (流量: m^3/s ; 水位: m)

日 期	南 咀		小 河 咀		沅江	东南湖	杨柳湖	营田
	流量	水位	流量	水位	水位	水位	水位	水位
1978.4.29 (1)	2220	29.886	2140	29.764	29.684	29.474	28.623	27.16
1979.5.30 (2)	1870	30.776	1840	30.794	30.774	30.784	30.763	26.42

湖的淤积过程划分为 4 个不同阶段 (图 4)。第一阶段为草尾淤积期, 时间约相当于十九世纪中叶藕池决口以后, 当时注滋口河三角洲尚属于开始形成阶段, 大通湖被围形成湖湾。第二阶段是湖子口河淤积期, 年代相当于 19 世纪末及 20 世纪初, 注滋口河三角洲和飘尾洲的延伸将大通湖淤积成内湖形式。第三阶段是 1914 年至 1955 年期间, 注滋口河分从良心堡河和隆庆河两汉注入东洞庭湖, 飘尾洲延伸进入东洞庭湖中部, 使漉湖形成湖

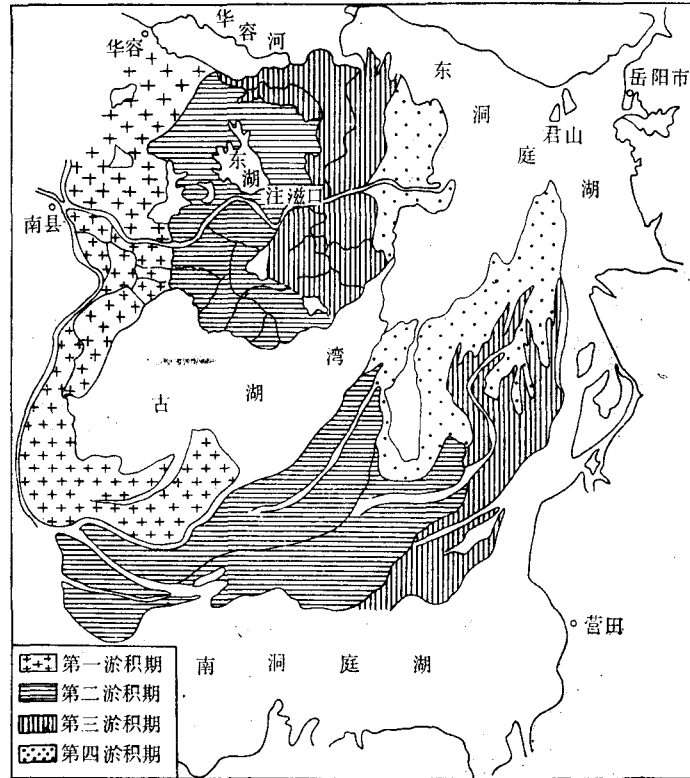


图 4 东洞庭湖淤积过程

湾,故此淤积期暂称为漉湖期。第四阶段为 1955 年以来的注滋口河淤积期。

三、围湖垦殖对洪水调蓄的影响

历史时期洞庭湖区曾经历两次大规模开垦时期,一次发生在晋代(公元 325 年左右),一次发生在南宋(公元 1121 年左右)¹⁾。由于当时荆江两岸尚未形成统一的大堤,江水决口,南北自由泛滥,加上湖垸互换频繁,洞庭湖的淤积速度甚缓,湖盆对洪水的调蓄能力比较稳定。近百年来,由于四口分流带来大量泥沙,湖区洲滩的迅速淤涨,导致围湖垦殖活动的兴起。其中有两个阶段比较集中,一是清末致力于围修废垸,二是建国以来的围湖造田。据初步统计,自 1950 年至今,洞庭湖区属国家重点的围湖面积共 197 万余亩(图 5)。因此,洞庭湖对洪水的调蓄能力在自然淤积及人为作用双重影响下逐年降低。

洞庭湖洲滩的迅速淤涨也是湖区调蓄能力降低的主要原因,从图 5 可以看出,1914 年以来,已围垦的湖滩和现存的芦洲面积计约 2562km²。它们主要分布于澧水洪道,虎渡河下游,万子湖北侧,注滋口河三角洲和武冈洲飘尾滩。目前,西洞庭湖的调蓄能力仅存

1) 洞庭湖变迁史,1967。湖南水利电力科学研究所。(油印稿)

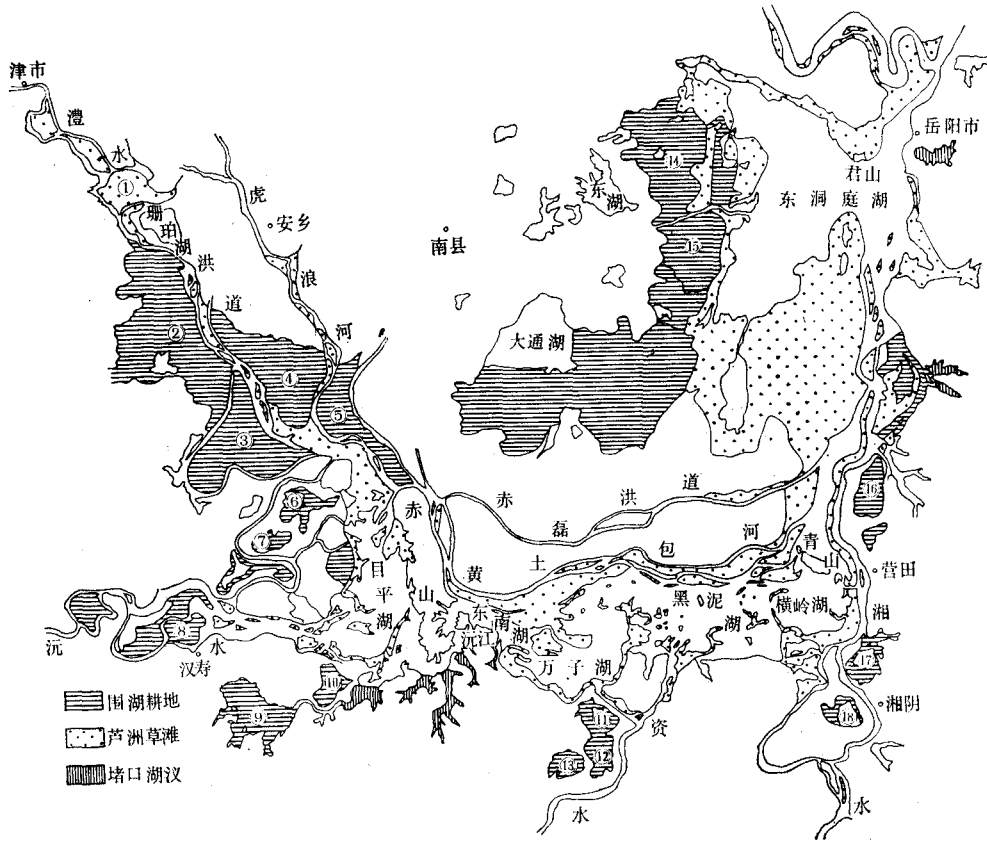


图5 洞庭湖区围湖垦殖状况

- ①七里湖；②白藏湖；③文殊湖；④徐家湖；⑤黄公湖；⑥太白湖；
 ⑦西脑湖；⑧围堤湖；⑨南湖；⑩洋淘湖；⑪注澜湖；⑫长白湖；
 ⑬黄荆湖；⑭钱粮湖；⑮团山湖；⑯荞麦湖；⑰白泥湖；⑱鹤龙湖。

无几，东洞庭湖君山以西湖泊枯季 23.5 m 水位以下的水面积也只有 132.25 km²，近几年来，洲滩苇场面积迅速扩展，栽芦植柳使洪季湖床行水的阻力增大，缓流促淤导致湖床逐年抬高。以东洞庭湖为例，注滋口及飘尾洲的芦洲从 1972 年至 1978 年，高程平均抬高了 2m 左右，估计该地每年的淤积速率为 30—40cm (图 6)。

堵口截流工程对洞庭湖区的防洪和调蓄影响最为直接。1978 年 12 月 10 日，湘阴县为增加耕地面积，在南洞庭湖中部明、郎二山至畎口一线筑 12.6 km 的横堤，计划围垦横岭湖(围垦面积 250km²，围堤全长 55km) (图版 I:3)。由于横堤正面拦截湖流，堵口后的堤前水位立即从 28.3m 上升至 28.7m，资水东支杨柳潭出现倒流现象。1979 年 6 月上旬及下旬，南洞庭湖出现两次较大的洪峰，入湖流量分别为 14,720m³/s 和 22,620m³/s。沅江水位比历史上类似水情抬高 1.6—2.0m。1979 年 5 月 30 日拍摄的卫片代表汛前状况，当日南洞庭湖北口南咀站和南口小河咀站的人湖流量分别为 1870m³/s 和 1840m³/s，而南洞庭湖沿程的水位要比 1978 年同期相近流量下的水位高出 1—2m (表 2)。1978 年 4 月 29 日拍摄的卫片代表围湖前的状况。图象中许多湖洲草滩出露水面 (图版 I:4)。这些湖洲

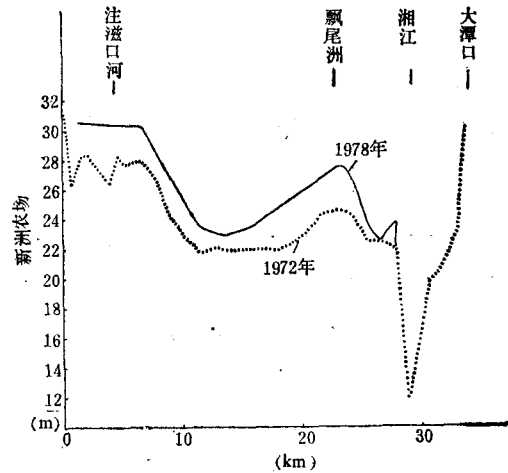


图6 东洞庭湖淤积剖面图

草滩至 1979 年 5 月 30 日不少已淹没于水下。相反,处于横岭湖下游的营田测站,其水位要比 1978 年同期降低 0.74 m,这说明拦湖截流将带来难以控制的严重后果。1976 年 6 月 27 日,横堤在驮口附近决口以后,洞庭湖的水面状况又恢复至围湖以前的比降。因此,在目前洞庭湖淤积严重的情况下,拦湖造田工程必须严格控制。

四、结 论

卫星遥感图象所显示的洞庭湖成因、变迁和淤积过程的痕迹,以及入湖泥沙输移分布状况,进一步证实了江湖关系极为密切。如洞庭湖的形成是长江和四水洪水泛滥所致,洞庭湖的存在有利于长江荆江和四水洪峰的调蓄宣泄,促使洞庭湖日益淤浅缩小的原因主要是长江来沙等。因此,从根本上说,洞庭湖的治理与荆江河道整治是一个问题的两个方面,目的都是围绕长江中游的防洪问题。从遥感图象上所反映的洞庭湖现状和演变趋势,对洞庭湖治理提出如下意见:

1. 鉴于长江来沙是洞庭湖淤积之源,因此,控制和调节四口分流可以从根本上延缓洞庭湖的淤积速度。
2. 由于洞庭湖属吞吐型的过水湖泊,清淤扫障,调整湖面比降,以提高现有洪道和湖床的泄洪排沙能力,其中开挖南洞庭湖泄水洪道可起到良好的效果。
3. 借鉴洞庭湖区湖垸互换的历史事实,采取利用内湖低垸建立若干分洪区,是解决调洪蓄洪的有效措施。

参 考 文 献

- [1] 陈子余, 1981 年。洞庭湖的水文规律。水文 2: 39—45。
- [2] 何业恒, 1982 年。洞庭湖地区环境演变。湖南师范学院报(自然科学报) 2: 79—88。
- [3] 蔡述明、官子和, 1982 年。跨江南北的古云梦泽说是不能成立的——古云梦泽问题讨论之二。海洋与湖沼 13(2): 129—142。

AN ANALYSIS ON DONGTING LAKE EVOLUTION AND ITS SILTATION PROCESSES USING REMOTELY SENSED DATA

Yun Caixing, Yi Jianfang, Ren Youliang

(Institute of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai)

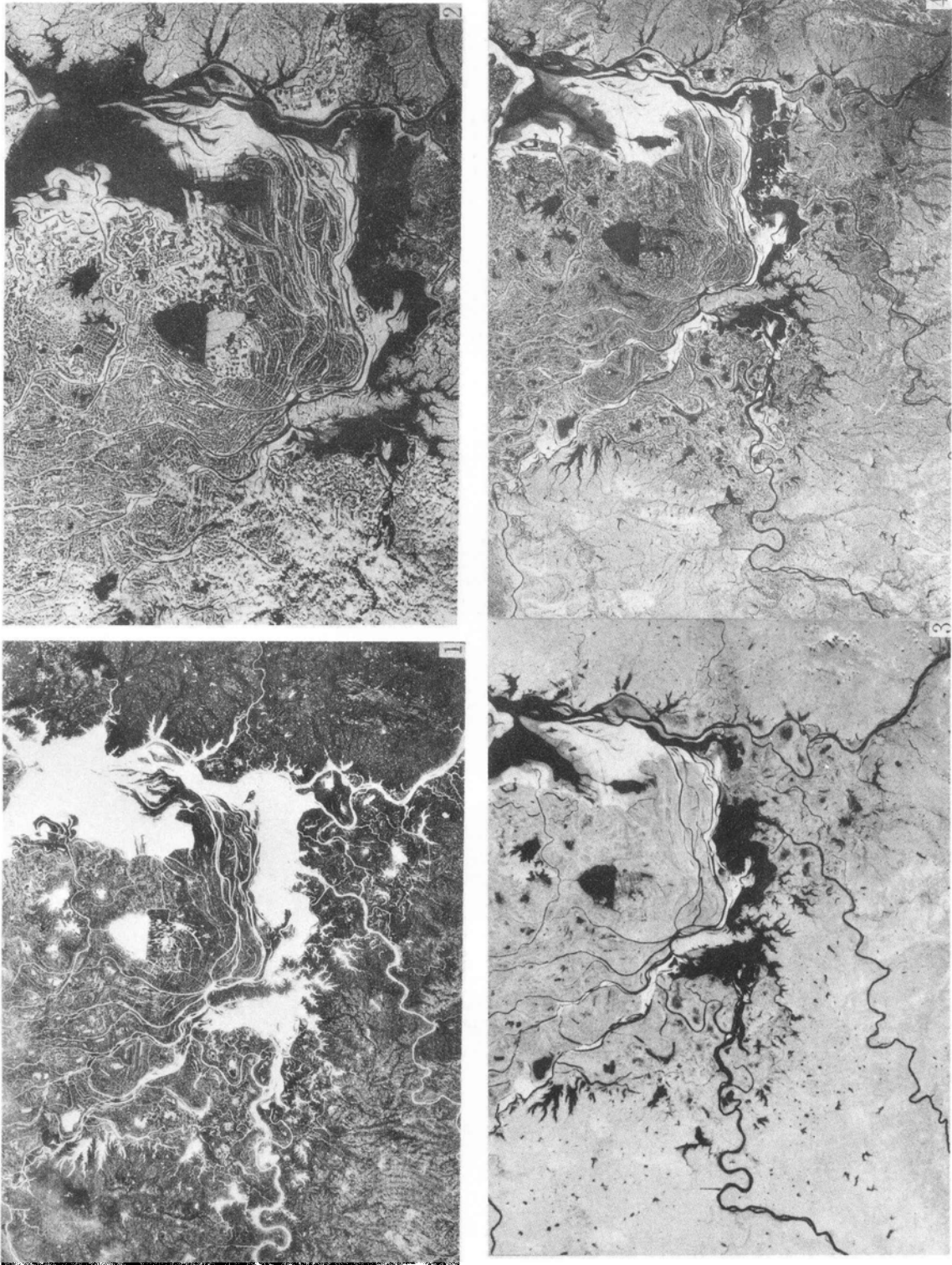
Bian Hongxiang

(Hunan Teacher's College, Changsha)

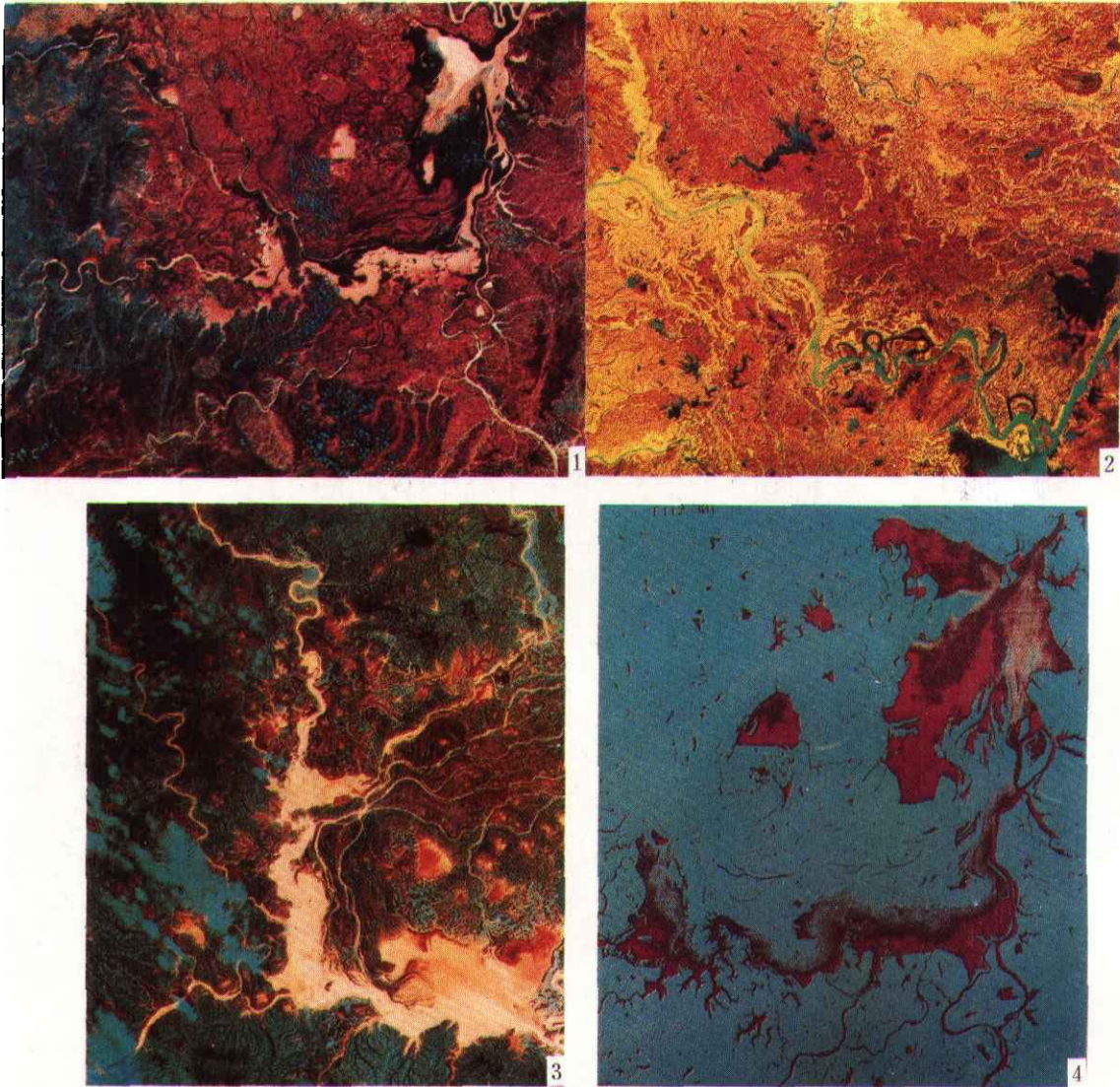
ABSTRACT

The Dongting Lake is a typical passing reservoir which adjusts both the inflow from and outflow to the mid-reach of the Changjiang (Yangtze) River. Due to the huge amount of sediment load carried by the Changjiang River and emptying into the Lake, as well as to reclamation work carried out over past one hundred years, the lake surface area has reduced rapidly from 5,000 to 2,740 km², thus deteriorating to a great extent the flood absorption and discharge capacity of the lake basin. Based on the data derived from the multi-date Landsat imagery, together with the field observation data and historical charts, some major issues concerning the origin of the Dongting Lake and its evolutionary processes as well as its general tendency toward siltation are analysed in this paper.

From a synoptical overview of the landsat imagery, it is apparent that the modern Dongting Lake network was derived from ponded lowlands within the flooded periphery of the Changjiang River, as evidenced by the flood topography and the distribution of various surficial and buried crevasse fans. The initiation of the water diverging scheme through four outlets of the Changjiang River in 1870 was a turning point in Dongting Lake's evolutionary history. The rapid progradation of deltaic deposits resulted in continuous migration eastwards and southwards of the Dongting Lake. The mode of lake siltation was mainly controlled by the lake currents. The accretional cusped sandbar system was formed in the East Dongting Lake with its source sediment supplied from the west and south inlets, and merged gradually with the deltaic accumulation from the Zhuzi River mouth, resulting in the segregation of the East Dongting Lake into numerous lake embayments as well as isolated inner lakelets varying in size. The siltation processes of the Dongting Lake reached its peak during a period from 1914 to 1955, with an average silting rate of 135 million cubic meters annually. The siltation processes were modified by the combined effects of many factors, among which the role of human activities in reclamation should not be overlooked. At this stage, according to the natural growth rate of the reedy sandbars fringing the lake-fronts it is predicted that the Dongting Lake might turn out to be a riverlet network in future. In order to protect the Lake from obsolescence, to maintain its present-level flood control capacity, it is suggested that effective measures be taken to control the four-outlet diverging process, to excavate flood discharge channels and to take full advantage of the existing inner lakelets and lowlands in establishing special flood diverging schemes.



1. 洞庭湖现状; 2. 洞庭湖淤积过程影象特征; 3. 1979年5月30日拍摄的横岭湖围垦后影象;
4. 1978年4月29日拍摄的横岭湖围垦前影象;



1. 洞庭湖盆景象; 2. 荆江两岸洪水泛滥地形;
3. 1977年7月6日, 四水入湖泥沙分布; 4. 洞庭湖悬浮泥沙计算机处理图象 (1978年7月10日拍摄)