

⑤
4-384
东、南洞庭湖的径流、泥沙特征及冲淤规律^①

周乃晟 袁 雯 范业正

(华东师范大学地理系, 上海 200062)

黄岁梁[√] 王 平

(湖南省航务工程设计研究所)

10 333.3

摘要 通过实地调查并对1957年以来水文、泥沙观测资料做系统分析和计算,探讨东、南洞庭湖出、入湖水量、沙量的年际和年内变化特征,以及长江下荆江段裁弯对湖区径流和泥沙的影响。提出了湖区泥沙汛淤枯冲的变化规律及水位升降与湖区泥沙冲淤的关系;论证了丰、平、枯年湖区淤积严重,面积日益缩小对径流的调节作用正在减弱。

关键词 东、南洞庭湖 径流 泥沙 冲刷 淤积

洞庭湖是长江流域重要的集水、蓄洪盆地之一(图1)。近百年来,随着长江泥沙大量充填和人工围湖垦殖,致使天然湖泊的面积和容积迅速缩小。至今,西部湖区已被星罗棋布的小湖群所取代。东、南湖区仅在洪水季节呈湖泊状态,枯水季节已成为纵横交错的水道,区内水流泥沙和边界条件复杂,沙滩散乱多变,因而对东、南洞庭湖水沙特征及其演变规律的探讨,不仅有助于充实吞吐型过水湖泊或河、湖互变湖泊的研究内容,而且对该区综合治理、开发利用和湘江航道整治等皆有重要的实用意义。

对洞庭湖的研究,很早就已引起人们的关注,分别从地质地貌,历史考古,成因演变,自然环境等不同角度进行了探讨^[1-13],但对与湘江航道密切关联的东、南湖区^②则研究不多。近几年来,作者等参加了国家“七五”重点科技攻关项目“湘江航运技术开开发的研究”,对湖区进行了多次实地查勘,搜集了大量资料。在此基础上,进行1957—1987年径流、泥沙特征的分析计算^③,采用显著性统计检验方法,分析了长江下荆江段裁弯前、后径流和泥沙特征的变化,并从净入湖输沙率、冲淤总量和强度的时间变化,以及冲淤与水位的相关特点等角度,探讨了泥沙的冲淤规律。

① 国家“七五”重点攻关项目课题(75-25-3-2-1)。

② 东、南洞庭湖水沙来自湘、资、沅、澧和长江干流松滋、太平、藕池三口分流,以及汨罗江、新墙河等支流(图1)。

③ 本文首次选用湘江的湘潭站、资水的桃江站,西洞庭湖入流的小河嘴站和南嘴站,藕池口分流的厂窖站和北景港站,新墙河的桃林站(及迁址后的新市站)和汨罗江的黄旗段站作为入流控制站,城陵矶(七里山)站为出流控制站(图1)。为这些测站的数据不全和缺测,则进行了插补和延长。

一、径流特征

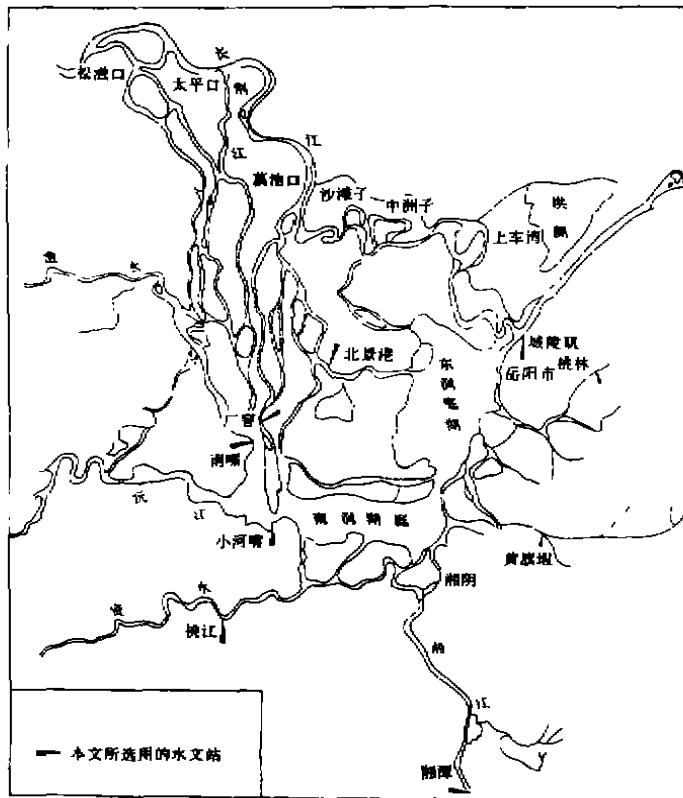


图 1 洞庭湖水系和主要测站分布图

Fig. 1 The river system and the distribution of main hydrological stations in Dongting Lake

(一) 入湖河流水量分布及出、入湖径流年际变化

1. 水量分布及变化

根据湖区各水文站多年平均流量总入流^①百分比(表 1)的分析,东、南洞庭湖水源主要来自西洞庭湖和湘江,小河嘴站、南嘴站控制的西洞庭湖来水占总入流量的 55%,湘潭站控制的湘江来水占 23%,总计达 78%。新墙河和汨罗江对湖区入流影响甚小,仅占湖区总入流的 0.1%和 1%左右,故在本文忽略不计。

其次,从年平均流量与历年总入流的相关程度(表 1)分析:(1)总入流与小河嘴站和南嘴站径流的相关系数分别为 0.89 和 0.72,说明西洞庭湖入流的水情变化对湖区总入流的影响要较湘江大;(2)湖区总入流与城陵矶出流的相关系数高达 0.982,二者的年径流过程线(图 2)基本一致,表明东、南洞庭湖的多年调节作用并不明显。

表 1 东、南洞庭湖各水文站年径流特征(1957—1987)

Tab. 1 The characteristics of annual runoff at hydrological stations in East and South Dongting Lake

项 目	小河嘴	南 嘴	湘 潭	北 景 港	桃 江	厂 窖	湖区总入流	城陵矶
平均流量(m ³ /s)	2645	2083	1987	742	685	435	8577	9141
占总流百分数	30.84	24.29	23.17	8.65	8.00	5.05	100.00	
入流量累计数	30.84	55.13	78.30	86.95	94.95	100.00		
变差系数 Cv	0.21	0.14	0.28	0.45	0.20	0.58	0.18	0.19
与总入湖流量的相关系数	0.894	0.717	0.552	0.632	0.699	0.645		0.982

① 总入流为湘潭、桃江、小河嘴、南嘴、厂窖、北景港六个水文站的人流总和。

据 1957—1987 年 31 年径流频率的计算, 变差系数 C_v 值(表 1)的分析表明, 湖区总入流年径流量的变化不大, C_v 为 0.18。湘江、资水流域湿润多雨, C_v 在 0.28 以下; 西洞庭湖径流年际变化很小, $C_v = 0.14-0.21$, 这是由于来水受到澧水和沅江水量的相互调节影响; 藕池口分流量的年际变化很大, 厂窖站和北景港站的 C_v 分别为 0.58 和 0.45, 这同下荆江裁弯后, 长江分流减少有关。

2. 下荆江裁弯对径流的影响

据出、入流流量计算, 东、南洞庭湖入流量具有逐渐减少的趋势,

1957—1973 年间曾五年出现 $10000\text{m}^3/\text{s}$ 以上的入湖流量, 年平均流量为 $9200\text{m}^3/\text{s}$, 1974 年以来, 最大年流量仅 $9600\text{m}^3/\text{s}$, 年平均流量减少为 $8400\text{m}^3/\text{s}$, 约减少了 10%。显然这是由于湖区, 长江分流口逐年淤积, 以及下荆江系统裁弯影响所致。

下荆江裁弯系指 1966、1969 年中洲子和上车湾的人工裁弯和 1972 年沙滩子的自然裁弯(图 1)。这三次大的河槽变化, 导致上游长江分流、分沙量明显减少, 随着与裁弯处距离增大, 水位下降和分沙量减少的幅度变小。如藕池口距裁弯河段沙滩子仅 39km, 裁弯后年平均流量减少 $1129\text{m}^3/\text{s}$, 占裁弯前的 61%(表 2)。

表 2 藕池口裁弯前、后的径流对比

单位: m^3/s

Tab. 2 Comparison of runoff before and after curve cut-off of the Ouchikou mouth

站 名	裁弯前(1957—1966 年)	裁弯后(1973—1987 年)	裁 弯 前 后	
			差 值	百 分 比
厂 窖	739	239	500	68
北 景 港	1107	478	629	57
藕 池 口	1846	717	1129	61

根据显著性统计均值 t 检验^① 表明, 厂窖站和北景港站两个时期 t 计算值分别为 9.311 和 8.889, 当自由度 $d_f = n_1 + n_2 - 2 = 10 + 15 - 2 = 23$ 时, 取置信水平 $\alpha = 5\%$, t 分布的理论值 $t_{2.5\%}(23) = 28073$, 由于 $t > t_{2.5\%}(23)$ 说明裁弯前、后的径流不属于同一总体。检验结果表明,

$$\text{① } t \text{ 检验公式为: } t = \frac{|\bar{Q}_1 - \bar{Q}_2|}{\sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

式中 $\bar{Q}_1, \bar{Q}_2, n_1, n_2$ 与 s_1, s_2 分别为裁弯前、后多年平均流量, 资料年限和年流量标准差, 由于 $t > t_{\frac{\alpha}{2}}(n_1 + n_2 - 2)$, 所以不再做方差 F 检验(α 为置信水平)。

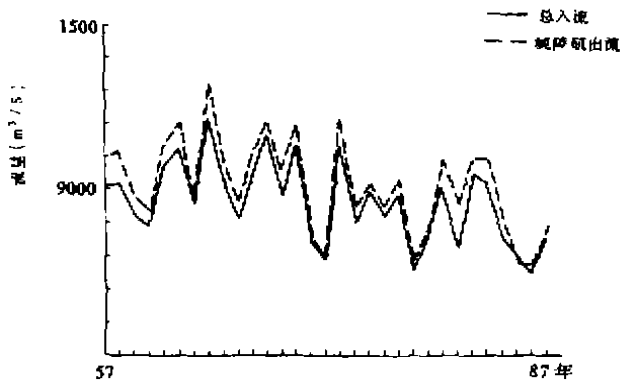


图 2 出、入湖年径流过程线图

Fig. 2 Inflow and outflow of annual runoff in east and south Dongting Lake

藕池口径流受裁弯的影响显著,分流量锐减。松滋口和太平口离裁弯段较远,流量减小较少,影响较弱。

此外,裁弯后该江段槽蓄作用减小,洪峰传播速度加快,下荆江流量相应变化,使城陵矶出流量较裁弯前受到的壅阻增加,水位抬升,泄流不畅,故出湖水量随之减小,直至新的河相关系建立。

(二)出、入湖径流的年内分配

1. 入湖径流的年内分配

表 3 各控制站不同频率的典型年

Tab. 3 Type-years of different frequency distribution at hydrological stations

站 名	20%	50%	75%	95%	98%
湘 潭	1976, 1981	1979, 1960	1966, 1969	1965	1963
桃 江	1968	1959, 1979	1957, 1987	1960	1963
小 河 嘴	1983	1974, 1957, 1961	1960, 1971	1986	1985
南 嘴	1968, 1982	1965, 1974	1966, 1972	1960	1981
厂 容	1960, 1970, 1958	1973	1974, 1975	1972, 1976	1986, 1978
北 景 港	1960, 1967	1973, 1980	1975, 1984, 1960	1972, 1976	1986, 1978
湖区总入流	1983, 1961	1959, 1963	1984, 1987	1972	1978
城 陵 矶	1958, 1961	1959, 1975	1990, 1984	1972	1985, 1986

从实测资料中选择与各代表年径流量相近的年份作为该代表年的典型分配,同一频率的各站所选择的典型年均不相同(表 3)。按典型年方法确定的各湖径流不同代表年汛期(表 4)分析,本区入湖径流的年内分配不均,主要集中在夏半年(5—10月),汛期与全年总流量比多在 70%以上,厂容和北景港站超过 90%。

表 4 各水文站不同代表年汛期分布(1957—1987)

Tab. 4 The distribution of flood seasons at hydrological stations

P(%)	湘 潭		桃 江		小 河 嘴		南 嘴		厂 容		北 景 港		城 陵 矶	
	汛期 (月)	流量比 (%)	汛期 (月)	流量比 (%)	汛期 (月)	流量比 (%)	汛期 (月)	流量比 (%)	汛期 (月)	流量比 (%)	汛期 (月)	流量比 (%)	汛期 (月)	流量比 (%)
20	3—7	70.3	3—8	76.8	5—9	69.8	5—10	78.9	5—10	95.1	5—10	94.0	4—10	82.39
50	3—8	77.5	2—8	82.6	5—9	74.3	5—10	77.2	5—10	97.9	5—10	97.7	4—10	80.30
75	2—7	75.0	3—8	69.1	5—9	70.8	5—10	79.3	5—10	98.0	5—10	98.2	5—10	79.30
95	3—8	70.6	3—8	76.1	4—9	77.9	5—10	81.8	5—10	96.3	5—10	92.7	4—11	90.50
98	2—7	72.6	3—8	76.1	3—9	80.1	4—10	91.1	5—10	97.4	6—10	96.1	4—10	82.00

然而,由于湖区上游广阔的集水区的产、汇流条件不同,故各入湖河流汛期起始不一:(1)湘江和资水涨水最早,汛期始于 2—3 月,最大流量多出现于 5 月;汛期流量占全年总流量的 75%左右;(2)西洞庭湖来水汛期起始于 4—5 月,最大流量月一般出现在 7 月,汛期流量占全年流量的 80%左右,它既有汛期较早的沅江、澧水的入流,又含汛期较晚的长江松滋口和太平口的入流;(3)长江藕池口来水汛期开始最晚,6 月份开始涨水的年份占 53%以上,汛期水量占全年入湖水量的 96%,最大流量月多为 7 月,这与长江中游的水文特征一致。

综上所述,在长江洪峰到达之际,东、南洞庭湖已容蓄了先于长江涨水的湘、资和西洞庭湖来水,从而削弱了湖区对长江洪水的调节作用,可见,在长江汛期到来之前的湖区水位值,

对防洪、抗洪有着极其重要的意义。

2. 出湖径流的年内分配

根据城陵矶站不同代表年汛期分布(表4)说明,东南洞庭湖出湖径流年内分配不均,一般汛期为4—10月,其水量约占全年总流量的80%,最大流量为7月。这与入湖径流的洪、枯期分布基本相同。

从湖区各支入流与出流年内分配的比较而言,湖区出流(城陵矶站)与西洞庭湖来水(厂容站和北景港站)的年内涨落规律基本一致(表4),这是因西洞庭湖入流占湖区来水的一半以上,而另一支入湖的主要水源湘江,涨水和最大流量月出现最早,故对总入流的年内分配影响不如西洞庭湖入流显著。

二、泥沙特征

(一)多年平均输沙特征和主要沙源分析

根据各站1957年以来的输沙系列进行湖区泥沙的平衡计算得出的输沙特征(表5)说明,东、南洞庭湖处于淤积状态,年平均净入湖沙量达 $6695.1 \times 10^4 \text{t}$ 。主要泥沙来自藕池口和西洞庭湖,其输沙量分别占流入湖区总量的44.9%和43.7%;湘江、资水来沙仅占输入该湖区总量的9.3%和2.1%。

应当指出,西洞庭湖3/4以上的泥沙来自太平口和松滋口,而澧水和沅水入湖泥沙仅占22.4%^①。由此可见,东、南洞庭湖的主要沙源是长江三口——藕池口、太平口、松滋口。

表5 各水文站输沙特征(1957—1987)

Tab. 5 The characteristics of sediment discharge at hydrological stations

项 目	湘 潭	桃 江	小河嘴	南 嘴	厂 容	北景港	总入湖	出湖 (七里山)	沉积湖内
多年平均输沙率(kg/s)	338.6	75.6	232.4	135.6	493.5	1135.0	3627.0	1504.0	2123.0
多年平均(10^4t)	1067.8	238.4	732.9	4262.4	1556.3	3579.3	11438.1	4743.2	6695.1
输沙量(10^4m^3)	711.9	158.9	488.6	2841.6	1037.5	2386.2	7625.4	3162.0	4463.4
占入湖(%)	9.3	2.1	6.4	37.3	13.6	31.3	100	41.5	58.5
与净入湖相关系数	0.14	0.10	0.71	0.67	0.80	0.79	0.92	0.33	

从东、南洞庭湖出、入沙量统计分析,城陵矶(七里山)多年平均出湖沙量 $4743.0 \times 10^4 \text{t}$,仅占入湖沙量的41.5%。这说明有近60%的泥沙沉积于湖内。以东、南洞庭面积为 2140km^2 计,则平均每年淤积量达 $6695.1 \times 10^4 \text{t}$ ($4463.4 \times 10^4 \text{m}^3$),年平均淤高2.09cm。这与湖南省按1952—1975年资料估算数值^②基本一致。

按照净入湖与湖区各水文站、总入湖输沙率的相关关系(表5)分析:(1)东、南洞庭湖净入湖与总入湖输沙率相关系数高达0.92,说明淤积湖内的泥沙受入湖量多少的控制,入湖沙量越大,淤积湖中的泥沙越多;(2)在各支入湖水流中,以藕池口和西洞庭湖与净入湖泥沙

① 湖南省国土办、经济研究中心,洞庭湖整治开发综合考察研究专题报告,1985年12月。

② 同上页①

38

的相关系数较高,分别为 0.8 和 0.7 左右,而湘江,资水的相关系数仅 0.14 和 0.10,可见,湖区泥沙受湘、资水的影响较小;(3)与城陵矶站的相关系数为 0.33,表明出湖沙量与净入湖沙量也不存在密切的线性关系,这可以对比总入湖、净入湖和城陵矶出湖逐年输沙率过程线(图 3)得到证实,其过程线的变化并不相应。

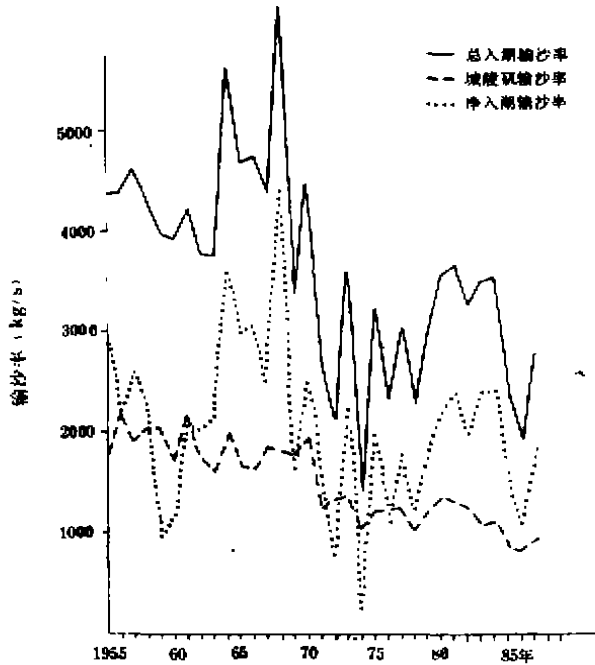


图 3 出、入湖年输沙率过程线

Fig. 3 Inflow and outflow of annual sediment discharge in East and South Dongting Lake

(二)输沙率年际、年内变化

通过各站不同频率的年输沙率(量)值(表 6)的分析,东、南洞庭湖入湖输沙率(kg/s)年际变化很大,特丰沙年淤积量达 $12274 \times 10^4 \text{m}^3$ 以上,而中沙年份为 $4196 \times 10^4 \text{m}^3$,两者相比约 3:1,可见,湖区泥沙淤积主要受丰沙年控制,对各支入湖水流而言,以藕池口的年际变化最甚,厂窖和北景港站的 C_v 值分别为 0.70 和 0.43。

主要沙源站的年内分配(表 7),采用典型年方法分析,除小河嘴站因其来水、来沙受沅水影响,汛期较早外,南嘴站、厂窖站和北景港站各种代表年的沙汛期均为 5—10 月,输沙量占全年的 95% 以上,11—4 月为少沙期,沙量不足全年的 5%。其中南嘴站既受汛期较早的澧水影响,又受沙量丰裕的长江松滋口和太平口(汛期 5 月开始的)制约,故沙汛期较小河嘴站

落后一个月。

表 6 主要沙源站输沙率(量)年际变化特征(1957—1987)

Tab. 6 The characteristics of interannual variations of sediment discharge at main sediment source stations in East and South Dongting Lake

项 目	站 名	变差系数(C_v)	多年平均	频 率				
				0.1	1	10	50	90
输沙率 (kg/s)	南 嘴	0.18	1352	2135	1933	1662	1352	1041
	小河嘴	0.41	232	648	512	359	218	173
	厂 窖	0.70	494	/	/	937	419	133
	北景港	0.43	1135	/	/	1793	1056	579
	城陵矶	0.27	1504	2752	2452	2030	1504	978
	湖 区	0.40	2123	5941	4709	3327	2031	1167
输沙量(10^4m^3)	湖 区	0.40	4463	12274	9703	6873	4196	2409

* 因资料系列短缺(14 和 15 年),小频率数据误差大,故 0.1%、1% 值不列出。

表 7. 主要沙源站输沙率 1 年内分配特征(1957—1987)

Tab. 7 The characteristics of annual distribution of sediment discharge at main sediment source stations in East and South Dongting Lake

站 名	代 表 年		汛 期		枯 期	
			月 份	年内分配率(%)	月 份	年内分配率(%)
南 嘴	丰	P=10%	5—10	95	11—4	5
	平	P=50%	5—10	96	11—4	4
	枯	P=90%	5—10	96	11—4	4
厂 窖	丰	P=10%	5—10	97.7	11—4	2.3
	平	P=50%	5—10	99.3	11—4	0.7
	枯	P=90%	5—10	100	11—4	0
北景港	丰	P=10%	5—10	98	11—4	2
	平	P=50%	5—10	99	11—4	1
	枯	P=90%	5—10	100	11—4	0
小河嘴	丰	P=10%	4—10	96	11—3	4
	平	P=50%	4—10	91	11—3	9
	枯	P=90%	4—10	90	11—3	10

从来水与输沙的高峰期比较而言,东、南洞庭湖总入流和输沙连续最大期分别为 5—9 月和 6—10 月,前者较后者提早一个月,但从各月输沙量和来水量分别占全年总量的比值分析,全年绝大部分月份(9 月至翌年 6 月)来沙量小于来水量的比值,唯 7、8 月份出现来沙量大于来水量的比值,可见汛期峰高量大的洪水没能将大量泥沙及时带走,从而造成了东、南洞庭湖洪水期严重淤积。

(三)下荆江裁弯对湖区泥沙的影响

长江荆江段的裁弯取直,对东、南洞庭湖泥沙的输移产生明显的影响,除南嘴站年输沙率平均值在裁弯后稍有增加外,长江三口其余各站和总入湖、净入湖均有不同程度的减少(表 8),其中以藕池口的厂窖和北景港站减少最甚,分别减少 64.4%和 49.6%。统计数据证实,裁弯使湖区输入和输出泥沙均有减少,且几乎是同向的,所以对净入湖沉积沙量仅减少 16.2%(表 8)。

表 8 裁弯前后年输沙率平均值比较(1957—1987)

Tab. 8 Comparison of mean sediment discharge before and after curve cut-off in East and South Dongting Lake

项 目	小河嘴	南 嘴	厂 窖	北景港	城陵矶	总入湖	净入湖
裁 弯 前	268.0	1242.3	759.4	1523.9	1877.4	4188.2	2310.9
裁 弯 后	185.7	1424.6	270.7	771.5	1142.3	3078.9	1936.6
裁 弯 后 增 量	-82.3	+187.3	-488.7	-752.4	-735.1	-1109.3	-374.1
增 量 占 裁 弯 %	-30.7	+15.1	-64.4	-49.6	-39.2	-26.5	-16.2

通过显著性统计检验(均值 t 检验和方差 F 检验)表明,厂窖站,北景港站,总入湖和城陵矶(出湖)站裁弯前、后的输沙系列不属于同一总体($t > t_{\alpha/2}(n_1+n_2-2)$),裁弯对藕池口、总入湖和出湖泥沙均有一定影响,其中藕池口的影响最大。这是因为藕池口离裁弯段最近,裁弯后分流,分沙比减少最多;而松滋口和太平口离裁弯段较远,而且泥沙先经西洞庭湖再流入

东、南湖区,途中已经西洞庭湖的缓冲和调节,故变化要小些。

三、泥沙冲淤规律^①

(一)年内冲淤变化

1. 冲淤总量的年内变化

东、南洞庭湖年内月冲淤总量^②经历了冲刷、淤积和冲刷三阶段(图4):通常1—4月、11—12月,为冲刷期;6—9月为淤积期;5月和10月为冲淤转换期。全年冲刷总量约为淤积总量的1/6—1/4,但年内各月冲淤值分布不均,冲刷以3、4月为大,淤积为7、8月最盛。

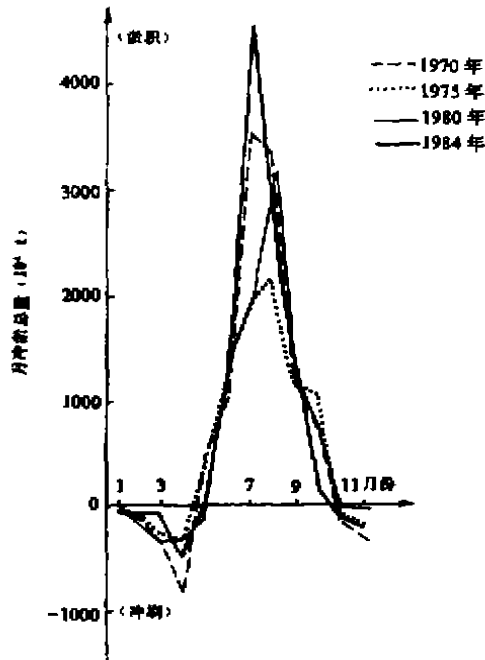


图4 月冲淤总量变化

Fig. 4 The variations of alluviation and siltation

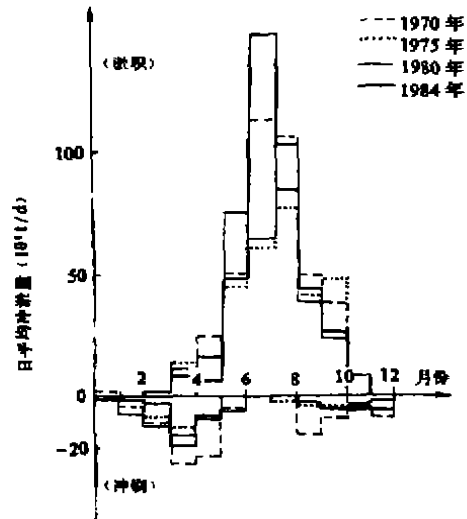


图5 月内日平均冲淤量直方图

Fig. 5 Rectangular diagram of average daily alluviation and siltation

2. 冲淤强度的年内变化

冲淤强度是指月内日平均冲淤量(图5)。东、南洞庭湖自1月份冲刷强度逐渐增大,4月达到最大值后,则逐渐减小,至6—7月变为零,此后又逐渐增大;而淤积强度一般自4月开始逐渐增大,至7、8月至最大,以后又逐渐减小,到11月变为零。

① 本文选用1970、1975、1980、1984四个年份的各水文站的输沙率资料,分别代表大水中(偏丰)沙年、中水小沙年,中水(偏小)中沙(偏丰)年和小水小沙年的泥沙特征。

② 湖区月冲淤总量是各入流站月输沙量与城陵矶出流站月出沙量之差。

东、南洞庭湖全年最大冲刷强度出现在 4 月,最大淤积强度则在 7—8 月,月最大冲刷强度远小于月最大淤积强度,如小水小沙的 1984 年,分别为 $20 \times 10^4 \text{t/d}$ 和 $150 \times 10^4 \text{t/d}$,两者之比为 1:7.5。这是因为 4 月含沙量小的湘江、资水等开始涨水,注入的湖水位低,入流水面比降大,冲刷能力强;7—8 月湖区接纳长江分入的大量干河水流,又有来自四水的高沙洪水,水位抬高,水面比降趋缓,水流挟沙能力减弱,造成湖区迅速大量的淤积。

(二)年内冲、淤与水位的相关特点^①

1. 水位级内的冲淤总量分析

水位的升降和湖区冲淤变化的关系密切(图 6)。冲淤总量由低水位级 19m 起,随水位升高,冲刷量逐渐增大,达到最大值后又逐渐减小至零。然后,约在水位 26m 起,随水位升高淤积量逐渐增大,至最大值后,水位继续升高,淤积量反而有所减小,因此,可以根据城陵矶的水位变化来判断湖区冲刷或淤积的情况。

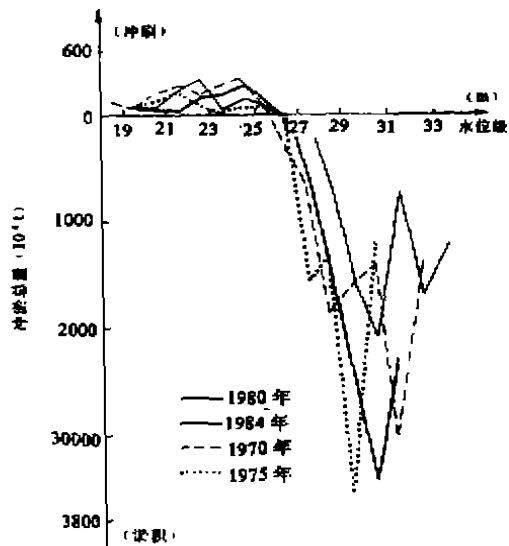


图 6 水位级内冲淤总量的变化

Fig. 6 The variations of alluviation and siltation in different water levels

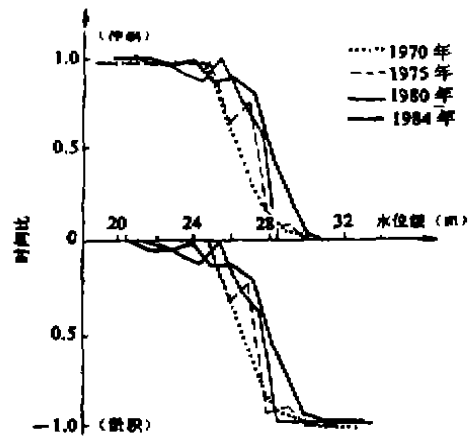


图 7 水位级内冲淤的时间变化

Fig. 7 The time variations of alluviation and siltation within the water level

东、南洞庭湖冲刷总量低于淤积总量(图 6),一般 19—26m 水位级内,以冲刷为主,26—33m 水位级内,以淤积最甚,冲刷、淤积为零的水位约在 26m,一年内仅出现一次,说明湖区的冲、淤总量随水位有单向变化的特点,淤积总量的最大值出现在 29—32m 的高水位级内,冲刷总量的最大值并不出现在最低水位级(19m 左右)上,这是因为此时四水尚未上涨,水流不具备应有的冲刷能力。这与前述 3、4 月冲刷较大和 7、8 月淤积最剧的结论一致。

2. 水位级内的冲淤时间变化

① 以城陵矶七里山站水位作为分析冲淤特点的水位标准。

冲淤的时间变化与水位的关系可用水位级内冲淤时间比^①(图 7)表示。东、南洞庭湖出现冲刷或淤积的水位范围很宽,如大水中沙的 1970 年,在 25—31m 水位级内,既可能出现冲刷,也可能出现淤积,只是冲、淤的时间比重有所不同;冲刷时间比由低水位 20m 左右的 1.0(全部时间冲刷),随着水位的升高,到 25—28m 级内,迅速减小,到 30m 时降为 0.0(停止冲刷);淤积时间比,从较低水位 25m 左右的 0.0(尚未淤积),到 31m 水位时很快增至 1.0(全部淤积)。

东、南洞庭湖区冲淤时间变化的另一个特点,是在水位级内有明显的分界点。中水小沙的 1975 年,在水位 24—27m 时,冲刷时间比为 0.77,淤积时间比为 0.23;当水位再升高 1m,则冲刷时间比迅速降为 0.08,淤积时间比上升到 0.92,因此,27m 可定为 1975 年冲、淤的水位分界点,高于比值开始淤积,低于比值呈冲刷。在中水中沙的 1980 年,其冲淤的水位分界点在 28m 左右(图 7)。

此外,各级水位持续时间的长短,也影响到湖区冲刷或淤积的实效。一般而言,低水位持续时间长(1—3 月,11—12 月)冲刷强度小;中水位冲刷强度虽大,但持续时间短(4—5 月)唯高水位持续时间既长(6—10 月),淤积强度又大,因而东、南洞庭湖严重淤积主要集中在夏半年高水位时期。

四、结 论

1. 东、南洞庭湖水源主要来自西洞庭湖和湘江,占入湖总水量的 78.3%,水情受长江藕池口、松滋口、太平口来水的影响较湘、资、沅、澧四水大;湖区对丰、枯年份间的水量调节作用不明显,逐年总入流与出流相关系数高达 0.98。

2. 东、南洞庭湖出、入湖径流汛期集中在 5—10 月,但因湖区各入流汛期起始不一,在长江中游洪水到达之前,湖内已接受湘、资等河流的来水,削弱了东、南湖区对长江洪枯季节径流的调节作用。

3. 东、南洞庭湖泥沙主要来自长江分流,长江藕池口和西洞庭湖来沙占入湖泥沙的 90%左右,其中后者的泥沙 3/4 来自长江太平口和松滋口。湖区泥沙淤积主要受丰沙年控制。年沉积量达 $6695.1 \times 10^4 \text{t}$,年平均淤高 2.09cm。

4. 东、南洞庭湖泥沙有汛淤枯冲的特点,一般 1—4 月、11—12 月为冲刷期,6—9 月为淤积期。冲刷、淤积强度最大值出现在 4 月和 7—8 月,全年冲刷总量远小于淤积总量,冲刷量为淤积量的 1/4—1/6,所以丰、平、枯各种代表年份湖区均呈严重淤积状态。

5. 长江下荆江段裁弯,形成三口分流量显著减少,其中藕池口减少 60%以上,并使湖区输入和输出泥沙有所减少,其中藕池口减少 50%以上,城陵矶减少 40%左右,净入湖沙量减小 16%。

6. 东、南洞庭湖低水位以冲刷为主,高水位时以淤积为主,冲淤变化随水位有单向变化的特点;淤积强度最大值出现在高水位 29—32m,水位级内的冲刷强度远小于淤积强度。因

① 以城陵矶水位级内冲淤天数,占该水位级内水位出现总天数的百分比作为冲淤时间比。

而,可以根据水位来判断湖区冲刷或淤积的情况。

在调查研究过程中曾得到中科院地理研究所,南京水利科学研究所,湖南省水文总站、航运局等单位大力支持,提供了大量水文、泥沙资料。文稿承蒙尤联元教授、卢承志高工等专家审阅,俞明兰同志清绘图件,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 沈玉昌. 洞庭湖水文. 地理学报, 1950, 16(3).
- [2] 陈吉余. 洞庭湖的水文规律. 水文, 1981, (2).
- [3] 林承坤. 洞庭湖水沙特性与湖泊沉积. 地理学报, 1987, 42(1).
- [4] 张育德. 洞庭湖的水文特征和生态环境. 湖南师范大学学报, 1989, 6(1).
- [5] 周松鹤等. 洞庭湖区泥沙淤积分析. 泥沙研究, 1985, (2).
- [6] 陈传康. 洞庭湖区的整治和开发的战略探讨. 自然资源, 1988, (4).
- [7] 屠庆桑等. 长江中游段人工裁弯河床演变的研究. 中国科学(B辑), 1978, (2).
- [8] 官子积. 洞庭湖的形成和演变. 泥沙研究, 1986, (4).
- [9] 彭永安. 从洞庭湖区生态经济的演变看长江流域水利规划的战略思想. 生态学杂志, 1988, (5).
- [10] 钱杏珍等. 洞庭湖水系河水中 28 种元素背景值研究. 地理科学, 1988, (1).
- [11] 邹文发. 洞庭湖区土壤潜育化和地质地貌关系. 湖南师范大学学报, 1989, (1).
- [12] 卞鸿翔. 汉晋南北朝、唐宋、先秦时期洞庭湖的演变. 湖南师院学报, 1984, (1).
- [13] 黄昭佑. 洞庭湖. 中国水利, 1985, (6).

CHARACTERISTICS OF RUNOFF AND SEDIMENT AND REGULARITY OF ALLUVIATION AND SILTATION IN EAST AND SOUTH DONGTING LAKE

Zhou Naisheng Yuan Wen Fan Yezhen

(*East China Normal University, Shanghai 200062*)

Huang Suiliang Wang Ping

(*Hanan Province Navigation Ins.*)

Abstract

1. The inflow of East and South Dongting Lake mainly comes from West Dongting Lake and the Xiangjiang River, making up about 78.3% of the total inflow. However, the hydrological regime is affected to a larger extent by the inflows of the Ouchi, Songzi and Taiping mouths of the Changjiang River rather than by the Xiang, Zi, Yuan and Li rivers. The lake regulating function between flood and drought years is weak, since the correlation coefficient between inflow and outflow is 0.98.

2. In flood season the inflow and outflow in the lake are concentrated in the period from May to Oct. Because the lake is charged by the inflow of the Xiang and Zi rivers before flood water of the Changjiang River comes, the regulating effect for flood of the Changjiang River is getting reduced.

3. The suspended sediments of the lake mainly come from the three inlets. Their accumulation is dominant in the silt-abundant years, producing about 67 000 000 tons of sediments per year and 2.09 cm thick in average.

4. The sediments of the lake are characterized by siltation during flood seasons and alluviation during drought seasons. Generally, the former occurs during the period of Jan.—Apr. and Nov.—Dec. and the latter between June and Sep.. The maximum intensity values appear in Apr. and July to Aug., respectively. The total amount of yearly alluviation is much less than that of yearly siltation, so the lake is always in the serious silting situation whenever in flood year, average year or drought year.

5. The curve cut-off on the part of the Jingjiang River obviously shows a decrease in the inflows from three inlets. Among these, the Ouchikou has a decrease of more than 60%. It also makes the sediment discharge decrease to some extent. The Ouchikou has a decrease of more than 50%, the Chenglingji about 40%, and the net sediment discharge only 16%.

6. The lake is mainly in the silting status in case of high-water level. The alluviation intensity is much less than the silting intensity at any water level. The alluviation and siltation can be distinguished from the variation of water level.

Key words East and south Dongting Lake, runoff, sediment, alluviation, siltation