

三峡工程对鄱阳湖冲淤的影响和预测^{*}

王 云 飞^{**}

(中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境开放研究实验室, 南京 210008)

提要 泥沙淤积是制约湖泊功能的重要因素。三峡工程运行后增减下泄流量, 将使鄱阳湖的泥沙交换和淤积作用发生变化。本文根据鄱阳湖的沉积特点, 利用典型年的水文过程对库区增减下泄流量时的冲淤变化进行了预测, 指出直接的影响不大, 但洲滩发展和束狭入江断面的负效应须有所警惕。

关键词 三峡工程 冲淤变化预测 鄱阳湖

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊, 当湖口水位 21.60 m 时, 面积可达 3283.4 km²。它具有防洪、灌溉、航运和水产等多种效益。广阔的湖滨平原农业生产发达, 南昌、九江等中心城市正带动昌九走廊新兴的产业技术开发区的发展。保护好鄱阳湖, 使其生态环境的良性发展, 对江西省的改革开放和国民经济持续稳定的发展具有重要意义。

湖泊的沉积作用是制约湖泊功能的突出问题之一。鄱阳湖为一季节性的涨落水湖泊, “高水是湖, 低水似河”, 在非水期湖泊接受沉积, 但不同相带差异很大, 而冬春枯水期部分地区冲刷作用旺盛, 加之长江汛期时有江沙倒灌, 所以泥沙交换和冲淤变化十分复杂。因此, 三峡工程兴建后控制下泄流量, 将使下游泥沙运动和水位过程发生重大改变, 对未来鄱阳湖的泥沙交换和冲淤影响令人关注。笔者以国家攻关课题“三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究”中有关鄱阳湖泥沙交换和冲淤影响的研究成果为依据, 对其作扼要阐述。

1 湖泊冲淤的基本特征和时空分布

鄱阳湖泥沙运动和冲淤变化受水文因素和沉积规律的控制, 具有周期性变动的特点^[1]。一般 11 月至次年 3 月为枯水期, 贛、抚、信、修和饶等五河入湖水量少、含沙低, 加之长江为低水位, 湖底南北坡降大于 5°, 所以入湖水呈河道型顺畅排入长江, 不仅大部分湖区缺失沉积, 而且还对过水断面产生较强的侵蚀作用, 多年平均冲刷量约 392.8 × 10⁴ t/a (表 1)。4 月前后进入雨季, 入湖流量大于入江流量, 水位渐高, 当水位大于 12 m 时, 水流从河道中漫溢淹没滩地, 鄱阳湖始具湖泊外形。由于丰水期河流含沙量高, 大量泥沙首先沉积在三角洲地区, 渐次全湖先后接受沉积。7—9 月为长江汛期, 每当长江水位高于湖泊水位时引起水沙倒灌。据统计三个月多年平均倒灌量约 104.5 × 10⁴ t/a, 对星子—湖口段的沉积作用有重要

* 七五国家重点科技攻关课题(75-16-06-03)专题研究报告。

** 本所朱海虹、濮培民、余源盛、韩晓钟等协同工作, 江西省水文总站刘国桢提供泥沙资料, 在此顺致谢意。

收稿日期: 1992 年 11 月 30 日, 接受日期: 1993 年 3 月 3 日。

意义。9 月份以后鄱阳湖进入稳定的退水阶段,当水位降至 12 m 以下,湖水渐归槽又转入河道冲刷阶段。

表 1 五河入湖及鄱阳湖入江悬沙多年平均输沙量^①单位:10⁴ t

Tab. 1 Mean monthly quantities of silt transportation from the five rivers to Poyang Lake and from Poyang Lake to the Changjiang River

测 站	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均输沙总量
赣江外洲	7.4	25.0	84.2	212.0	270.2	310.4	94.2	58.5	48.0	24.6	11.3	6.2	1152.0
抚河李家渡	1.1	5.0	11.8	32.1	39.6	42.8	12.3	3.7	2.6	1.7	1.2	0.8	154.7
信江梅港	1.4	8.0	19.2	43.8	53.9	76.5	24.0	7.6	3.3	2.0	1.1	1.4	242.2
昌江渡峰坑	0.04	0.57	1.68	5.39	7.23	13.89	6.67	3.4	0.29	0.39	0.04	0.01	39.6
乐安江虎山	0.16	1.3	2.9	7.63	11.0	17.6	7.53	1.1	0.3	0.54	0.11	0.23	50.4
修水柘林	0.9	1.1	11.5	24.1	37.5	42.8	29.2	5.2	1.9	0.3	0.3	0.2	155.0
潦河万家埠	0.3	1.0	2.4	5.7	7.4	12.4	5.5	3.4	1.1	0.5	0.4	0.2	40.3
区间产沙	1.7	6.2	19.7	48.7	62.6	76.0	26.4	12.2	8.5	4.4	2.1	1.3	270.0
总 量	13.0	48.2	153.4	379.4	489.6	592.4	205.8	95.1	66.0	34.4	16.6	10.3	2104.2
各占全年百分比(%)	0.6	2.3	7.3	18.0	23.3	28.2	9.8	4.5	3.1	1.6	0.8	0.5	100
湖口站 出入悬沙量	72.2	158.0	295.5	261.5	134.3	100.8	-23.6	-33.5	-47.4	25.8	57.8	51.0	1052.2
湖区悬沙 淤积冲刷量	-59.0	-109.8	-142.1	117.9	355.5	491.6	229.4	128.6	113.4	8.6	-41.2	-40.7	1052.0

表 2 鄱阳湖泥沙量平衡表^{*}

Tab. 2 Silt budget of Poyang Lake

出入湖泥沙	赣江	抚河	信江	饶河	修水	合计	区间	入湖总量	出湖总量	淤积量
多年平均悬沙量(10 ⁴ t/a)	1152.0	154.7	242.2	90.0	195.3	1884.2	270.0	2104.2	1052.2	1052.0
推悬比(%)	15	15	15	15	15		10		5	
多年平均推沙量(10 ⁴ t/a)	172.8	23.2	36.3	13.5	29.3	275.1	27.0	302.1	52.6	249.5
总沙量(10 ⁴ t/a)	1324.8	177.9	278.5	103.5	224.5	2109.3	297.0	2406.3	1104.8	1301.5

* 此表根据江西省水文总站,“推悬比”经修正后估算。

鄱阳湖多年平均沉积速率代表了湖泊淤积的宏观状况。据泥沙平衡关系计算,年均净淤积量约 $1301.5 \times 10^4 \text{ t/a}$ (表 2),用单位体积湿沙容量 1.5 t/m^3 换算得体积 $867.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,湖面积如采用 3283 km^2 ,估算出全湖多年平均沉积速率约 2.6 mm/a ,该数值虽比洞庭湖低,但远高于太湖和巢湖,属沉积速率偏高的湖泊。就地区分布在不同的沉积相带则差异很大。据全湖 145 个典型控制断面实测和对比 50 年代地形图分析以及典型相带 ^{210}Pb 沉积速率测定^[2],全湖可分为冲刷区和淤积区两部分(图 1)。冲刷区大体上与枯水期河道位置一致,棠荫以南枯水期冲刷、洪水期堆积,但全年仍以淤积为主;棠荫以北冲刷作用增强,尤以星子至湖口水道最甚,最大冲刷速率超过 5 mm/a 。但局部因江水顶托和倒灌,沉积作用也较强。除去冲刷区,其余为湖泊沉积区,以五河尾间和入湖三角洲的沉积速率最大,一般大于

① 江西省水文总站,鄱阳湖泥沙淤积调查报告,1986。

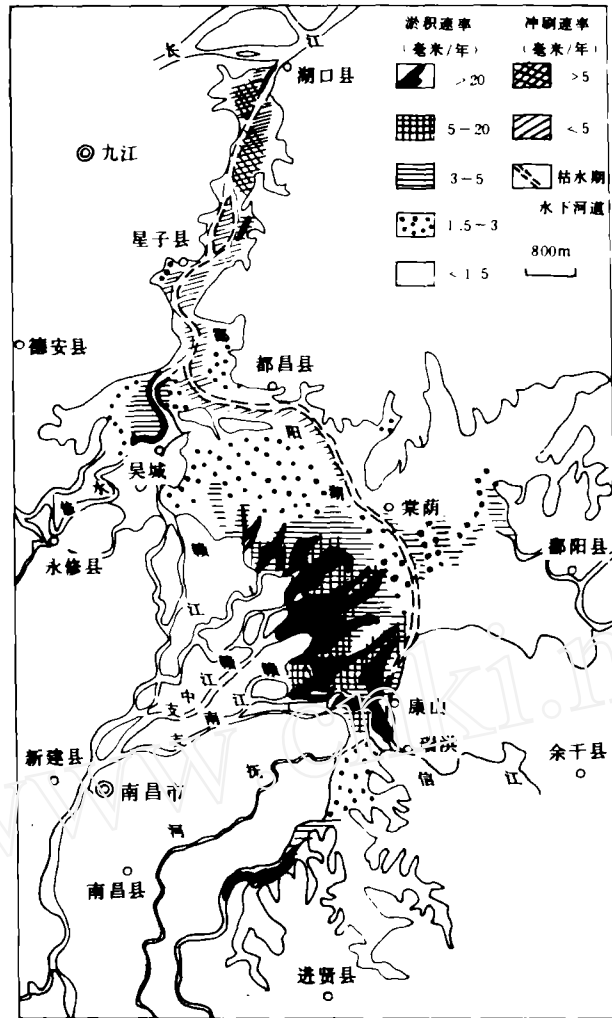


图1 鄱阳湖冲淤速率分布略图(1952—1984)

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of erosion and deposition rate of Poyang Lake(1952—1984)

20 mm/a,其中南部青岚湖 1952—1984 年淤厚 1.79 m,平均沉积速率达 69 mm/a。与此相反湖盆和湖湾沉积速率较小,一般不超过 2 mm/a,如吴城东部开阔湖区实测仅 1.2 mm/a。

2 三峡水库增减下泄流量对鄱阳湖冲淤影响的预测

根据三峡水库运行方案,每年 1—4 月因发电,需增加下泄流量 1000—3000 m^3/s ;10 月份库区蓄水,减少下泄流量 2800—7000 m^3/s ,使下游河段的流量和水位发生变化,因而影响鄱阳湖的冲淤变化。

2.1 预测方法

鄱阳湖的泥沙沉积发生在洪水期的湖浸阶段,冲刷作用发生在枯水期的河道范围。同时

考虑到增减下泄流量期间湖泊水位不同,影响的范围和强度差异较大以及尽可能与水位预测工作同步。所以本文选择了典型年的水文过程,以1973年3—4月和1974年3—4月分别代表鄱阳湖高、低水位年度,以1973年10月代表中等偏高水位年度进行冲淤变化影响的预测。其方法首先查核该月逐日水位资料,利用预测水位的结果,确定影响范围和不同高程的湖滩地提前或推迟出露的日数,然后再用该月入湖泥沙占全年百分比逐日平均分配进行冲淤强度变化估算。

2.2 1—4月份库区增加下泄量对湖泊的影响和预测

1—2月鄱阳湖水位低,多年平均水位湖口约7 m,星子7.5 m,而附近滩地高程一般大于8.1 m和8.8 m,所以当库区增加下泄流量时,提高的水位多局限在枯水期河道范围,对湖泊沉积几乎没有影响。

表3 3、4月份三峡工程增加下泄流量对湖口附近淤积的预测

Tab. 3 Prediction of the impacts of increasing discharge by Three-Gorge Project in March and April on silting up in the lake outlet

年份	月份	月平均水位 (m)	下泄流量增加值 (m ³ /s)	水位增幅 (m)	洲滩高程 (m)	实际淹没日数	预测淹没日数	增加日数	预测增加淤积强度(%)
1973	3	10.63	3000	1.1	11	7	30	23	5.4
					12	0	13	13	3.1
					13	0	0	0	0
	4	13.92	1000	0.6	11	7	21	14	3.3
					12	0	0	0	0
					13	0	0	0	0
1974	3	8.11	3000	1.1	11	24	26	2	1.2
					12	23	25	2	1.2
					13	21	23	2	1.2
	4	9.19	1000	0.6	11	24	25	1	0.6
					12	23	24	1	0.6
					13	21	22	1	0.6
1977	3	8.11	3000	$\frac{1.1+0.85}{2}$	8	22	31	9	2.1
					9	0	22	22	5.2
					10	0	0	0	0
	4	9.19	1000	$\frac{0.6+0.37}{2}$	8	22	31	9	2.1
					9	0	4	4	0.9
					10	0	0	0	0
1979	3	8.11	3000	0.98	8	18	30	12	7.2
					9	12	18	6	3.6
					10	9	12	3	1.8
	4	9.19	1000	0.49	8	18	24	6	3.6
					9	12	15	3	1.8
					10	9	11	2	1.2

3—4月份鄱阳湖开始涨水,湖口、星子多年平均水位分别达11.0 m和12.97 m,入湖泥沙量增加,所以当库区增加下泄流量1000—3000 m³/s时将使北部水位增高,提前淹没部分湖滩。如以1973年3月当三峡水库下泄量增加3000 m³/s时为例,经水位数值模拟分析,湖口附近水位增高1.1 m,向南减少至星子附近增幅仅0.13 m。查阅该年3月逐日水位资

料,影响范围限11 m、12 m 滩地,分别增加淹没日数 23 日和 13 日。淤积强度的估算是根据 3 月份多年平均入湖泥沙占全年泥沙含量的 7.3% 平均分配各日后获得。计算结果北部 11 m 和 12 m 滩地的淤强度分别增加 5.4% 和 3.1%。同样方法也可以预测 1973 年 4 月和 1974 年 3—4 月的水情时及不同的下泄流量对湖区淤积强度的影响(表 3)。

2.3 10 月份库区减少下泄流量对湖区影响的预测

一般情况下 10 月份江湖水位处于稳定退水的早期阶段。当三峡水库减少下泄量时,降低了湖口附近长江水位,加速鄱阳湖的退水过程,使部分湖滩地提前出露,减少淤积量。模拟 1973 年 10 月中等偏高水位库区减少流量 $7000 \text{ m}^3/\text{s}$ 时的水位递减过程(表 4)表明,影响范围比 1—4 月广,一直达南部的三阳,但由于 10 月入湖泥沙少,仅占全年的 1.6%(表 1),所以淤积强度减少不大,一般小于 1%。如星子附近,当月最高水位 17.99 m、最低水位 15.39 m,预测降低水位 1.54 m,可见减少淤积量仅限于 17.99 m 至(15.39—1.54 m)之间高程的湖滩。经计算,对高程 16 m 的滩地影响最大,提前 17 天出露,减少淤积强度 0.87%。同样方法利用其他地区该年 10 月逐日水位数据,也可估算出不同地区和不同高程的湖滩提前出露的日数和减少的淤积强度。

表 4 三峡水库减少 $7000 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量对鄱阳湖淤积影响的预测
Tab. 4 Prediction of the impacts on Poyang Lake of the discharge reduced
 $7000 \text{ m}^3/\text{s}$ sluicing from Three-Gorge Reservoir with the similar regime in Oct., 1973

影响范围	水位递减(m)	滩地高程(m)	实际出露日数	预测出露日数	提前日数	减少淤积强度(%)
湖 口	1.6	16	6	24	18	0.92
		15	0	11	11	0.56
		14	0	3	3	0.15
星 子	1.54	16	5	22	17	0.87
		15	0	10	10	0.52
		14	0	1	1	0.05
都 昌	1.55	16	6	23	17	0.87
		15	0	11	11	0.56
		14	0	2	2	0.1
吴 城	1.48	16	2	15	13	0.67
		15	0	5	5	0.25
		14	0	0	0	0
棠 荫	1.47	16	4	19	15	0.77
		15	0	9	9	0.46
		14	0	1	1	0.05
康 山	1.43	16	4	18	14	0.72
		15	0	10	10	0.52
		14	0	0	0	0
三 阳	1.00	17	3	16	13	0.67
		16	0	3	3	0.15
		15	0	0	0	0

* 根据 1973 年 10 月水情。

3 讨 论

三峡工程对鄱阳湖冲淤影响是通过库区调蓄下泄流量,改变长江湖口段水位,使鄱阳湖部分滩地提早淹没或出露,而使淤积强度发生变化。因此影响因素首先取决于三峡水库的调蓄量。通过典型年预测,下泄量增大,湖口水位变幅增加,影响范围扩大,冲淤变化也相应增强。另一个重要因素是调蓄期间的湖泊水位高程和含沙量,它是造成3—4月和10月份影响范围和强度差异的主要原因。预测表明3—4月预测淤积强度的最大增幅7.2%;10月份减少淤积量均小于1%。如从全年冲淤变化考虑,冲淤相抵,大体上垦子以南广大湖区沉积速率稍有减少;垦子以北尤其是湖口附近的淤积区沉积速率有较大的增加。以梅家洲实测的沉积速率 2.1 mm/a 作估算^[2],即便淤积强度增幅7.2%,沉积速率增加也仅 0.15 mm/a ,和南部入湖三角洲地区的高沉积速率比较几乎微不足道。再考虑到每年影响的范围仅仅是与调蓄期间的湖泊水位和湖口附近增减水位相关的一定高程的湖区。而鄱阳湖各年间的水位变幅大,每年影响的地区不尽相同,实际沉积速率的变化会更小。基于上述原因三峡工程因调蓄下泄流量直接对鄱阳湖冲淤的影响不大。

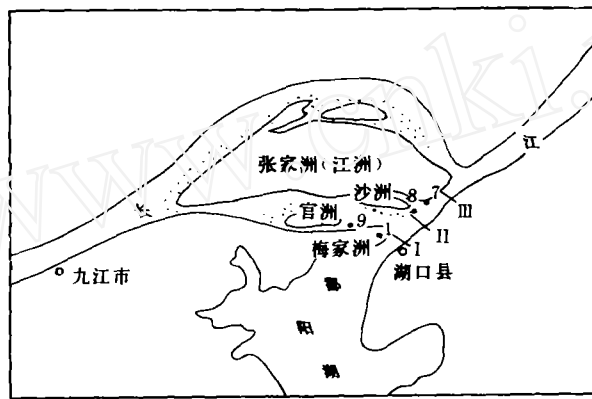


图2 湖口附近沙洲分布和入江水道

Fig. 2 Beach distribution near outlet and channel entering the Changjiang River

另一方面鄱阳湖又是一个吞吐型湖泊,湖口附近的入江断面的变化将对鄱阳湖生态环境的演化产生重大影响。根据历史记载,鄱阳湖曾有一次湖泊明显扩张时期^[3],第1次发生在六朝—唐初,极盛时面积达 6000 km^2 ;第2次在明末—清初,造成明清以来三角洲前缘的大片耕地和居民点废弃。究其原因都与湖口附近洲滩发展和束狭入江断面有关。现代鄱阳湖的出口处冲淤的动态平衡脆弱,江面上梅家洲、沙洲、张家洲构成了鄱阳湖入江水道的西部边界(图2)。考虑到三峡水库蓄水运行后清水下泄,下游河段的泥沙运动会发生相应调整,湖口附近洲滩的稳定性可能发生变化以及预测中梅家洲等淤积区沉积速率增加和向东发展的趋势。它提醒人们对历史上鄱阳湖两次扩张的教训应有所警惕。洲滩向东发展必然束狭鄱阳湖的入江过水断面,延缓湖水入江周期,改变冲刷期和淤积期的年内分配关系,不论春季高水位提前出现或秋后退水阶段推迟,都将使全湖的淤积作用大大增强。更重要的是由于洪水期高水位持续时间增长,必然给防洪增加压力,尤其遇到大水年,对圩区的工农业

生产和居民的生命财产将构成重大威胁。笔者认为上述情况可能是三峡工程对鄱阳湖泥沙交换和湖泊生态环境影响的关键所在。建议在三峡水库启用后,加强对长江湖口段洲滩的动态监测,进行洲滩演化趋势研究。如果因三峡工程使湖口附近洲滩的发展不可避免并威胁鄱阳湖的湖泊环境和湖泊功能,采取适当的工程措施,可能是解决这一矛盾的较好途径。

参 考 文 献

- 1 尹宗贤、张俊才。鄱阳湖水文特征。海洋与湖沼,1987,18(1):22—27;18(2):208—214。
- 2 韩晓钟、朱海虹。鄱阳湖现代沉积²¹⁰Pb 测年模式的选择和沉积速率的变化。湖泊科学,1992,4(2):61—68。
- 3 朱海虹、苏守德、王云飞等。鄱阳湖的成因、演变及其三角洲沉积。中国科学院南京地理研究所集刊,第一号,北京,科学出版社,1983:28—39。

IMPACTS OF THREE-GORGE PROJECT ON EROSION AND DEPOSITION OF POYANG LAKE AND ITS PREDICTION

Wang Yunfei

(Lake Sediment and Environment Laboratory, Nanjing Institute of Geography & Limnology,
Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

Silting-up is an important factor to have an impact on lake function. The increase or decrease of the discharge, after Three-Gorge Project goes into operation, will change the sand exchange and silt deposition in Poyang Lake. According to the sedimentary characters of Poyang Lake, this paper predicts the change in erosion and deposition with discharge by using the typical hydrological years, and the result shows that the biggest increasing range of silting up intensity is about 7.2% in March—April, the decreasing range less than 1% in October and no change in other months. Assessment of erosion and deposition in the whole lake indicates that the sedimentary rate decreases a bit in the lake area to the south of Xinzi and increased by 0.13 mm/a to the north. However, the range of erosion and deposition change is not the same as it in different years, which is related to the original lake level and the regulated level change near the outlet of lake. Its deposition rates, therefore, will tend to be low. It proves that there will be less change in lake sedimentation and erosion rate after Three-Gorge Reservoir goes into operation. However, the negative effects of river beach development and the lake outlet section narrowing should be paid vigilant attention to.

Key Words Three-Gorge Project, Poyang Lake, prediction of erosion and deposition change