

长江中游的泥沙淤积问题*

殷鸿福** 陈国金 李长安 魏 源

(① 中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074; ② 湖北省地质调查院, 武汉 430022; ③ 江西省地质调查院, 南昌 330201)

摘要 长江上游年产泥沙 5.12×10^8 t, 经宜昌输入中游, 长江中游干流及各支流年产沙约 0.80×10^8 t. 这两部分中约 1.24×10^8 t 沉积于中游河湖中, 4.68×10^8 t 经大通输入下游, 沉淤于河道及长江三角洲或入海. 长江中游的泥沙, 总体是淤大于冲, 但是冲淤的地理分布、时间段分布和河床断面分布不均衡. 长江干流的宜昌-城陵矶段、九江-大通段冲大于淤或冲淤平衡. 淤积主要发生在长江干流以武汉为中心的螺山-武汉-黄石段以及洞庭湖区和鄱阳湖区. 即使在主要淤积江段, 也有局部时段和江段以冲刷为主. 主泓所在的河槽以冲刷为主, 而河道两侧或河道之间的洲滩, 则以淤为主, 形成高而平的漫滩, 往往被人为改造成圩垸. 荆江以北的江汉平原因有大堤从长江隔开, 只有汉水少量泥沙供应, 冲淤量很小, 再加上构造沉降的累计效应, 其地面高程绝大部分低于干流洲滩数米. 螺山-武汉-黄石段的淤积导致该段及以上江段洪水水位抬高. 干流断面冲槽淤滩使长江中游河道的典型形态呈深河谷、高漫滩, 靠干堤保护堤内平原. 这种断面在洪水时成为在同等水量下, 水位不断抬高的原因. 高水位要高堤防来防堵, 这就增加了堤防压力、水头压力, 容易导致管涌、渗漏等险情. 堤外滩及洪水水位与构造沉降的堤内平原间的高差不断增大. 三峡工程建成后, 水库拦沙及中游河道冲深, 可使同流量下水位大幅度降低, 但城陵矶-武汉段冲刷量很小, 不能解决该段及以下江段的泥沙淤积问题, 因此江汉平原相对于洪水位地势过低而造成的洪涝灾害及相关环境问题, 仍将是中游长远的重大隐患.

关键词 长江中游 泥沙淤积 泥沙资源化

1 问题的缘起、研究过程和工作方法

泥沙淤积在地球历史上曾经造就了长江中游富饶的两湖平原, 但是近年来, 又成为长江中游洪灾加

剧的主要原因之一. 长江近百年的洪涝灾害史, 特别是 1998 年长江大洪水的历史证明, 长江防洪的重点在中游, 特别是荆江, 所谓“万里长江, 险在荆江”. 研究长江中游的泥沙淤积及其影响, 对于长江流域

2003-06-30 收稿

* 国土资源部中国地质调查局重点项目“长江中游主要水患区环境地质调查评价”(批准号: 0200142093)资助

** E-mail: hfyin@cug.edu.cn

防灾、生态建设和泥沙资源化都有重要意义。

我们在研究长江泥沙产输概况的基础上, 逐渐形成对泥沙淤积影响的设想. 在完成国土资源部中国地质调查局“长江中游主要水患区环境地质调查评价”项目(2000~2002)的过程中, 鄂、湘、赣、皖四省地质调查院和中国地质大学, 结合对长江中游四省的 1:25 万(50000 km²)和 1:5 万(5760 km²)地质调查及其他工作(物探、遥感、钻探、浅井及室内试验), 对中游泥沙淤积问题也进行了调查和初步研究. 在以上基础上撰写了本文, 以期与同行切磋.

泥沙淤积的野外工作包括断面、洲滩及沿河道的调查, 了解中游河道的冲淤现状. 如湖北省地质调查院水文队调查 252 条断面(中游干流 123 条, 荆南“三口”83 条, 汉江 46 条), 其他三省亦做了同类工作.

室内通过不同时期的河道地形图切面, 求得不同时期的冲淤变化(如 1975~1980 年、1980~1985 年、1985~1990 年)及累积的冲淤情况(如 1975~1990 年). 冲淤量的计算方法有两种: (1)断面地形法——根据河道水下实测地形切割计算断面, 直接计算河道泥沙的冲淤体积; (2)输沙量法——即输入和输出某一河段的沙量之差, 应等于该河段内河床淤积或冲刷的沙量.

荆州太平口、石首碾子湾、汉南邓家口河道断面是通过不同时期的(如 1966 年、1970 年、1980 年、1993 年、1998 年)河道地形图制作的. 原始资料购自长江水文水资源局荆江实验站.

荆江河道中边滩、心滩的淤积厚度通过野外调查取得. 边滩的淤积厚度以荆江大堤为背景, 即荆江大堤合拢以后堤内地面基本没有接受淤积, 仅堤外接受淤积. 具体操作是估算堤内外的高度, 二者之差即为外滩的淤积厚度. 淤积的起始时间以荆江大堤合拢以后算起. 心滩淤积厚度是估算滩顶高于目前水位(本次是枯水期进行调查)的高度. 淤积的起始时间是按历史记载的当时滩顶露出水面的时间. 河床横向冲淤变化通过 GPS 定位了解, 垂向淤高(淤积厚度)使用钢卷尺测量的方法, 估算心滩与边滩的淤积厚度.

2 长江泥沙产输概况

(1) 长江上游的泥沙产输. 长江流域水土流失

面积, 由 1957 年的 36.38×10⁴ km²(占流域面积的 20.2%)增至 1986 年的 73.94×10⁴ km²(占流域面积的 41%), 其中上游更严重, 如金沙江、嘉陵江、岷江水土流失面积分别占本流域面积的 36.4%, 57.8% 和 45%. 水土流失导致上游泥沙产输增加, 其中金沙江下游干支流年平均含沙量^[1]增加了 12%~60%, 最大达 80%(表 1); 同以往多年的平均值相比, 在上世纪 80 年代嘉陵江含沙量增加了 6.8%; 岷江上游含沙量也由 50 年代的 0.43 kg/m³增加到 70 年代的 0.75 kg/m³. 90 年代后期开始禁止毁林开荒, 情况有所变化.

长江上游干流及主要支流年输沙量如表 1 所示. 由表可见, 上游各主要支流的输沙量约占宜昌站年输沙量(均指悬移质)之半. 值得注意的是, 干支流总输沙量达 27×10⁸ t 以上(表 1 右列), 为悬移泥沙量之 5 倍多, 可见大量物质以砾石、砂等推移质状态停积于干支流中, 占上游沉积量之大半. 它们大都是来自斜坡上风化残积层的粗碎屑, 在坡度降低时停积于河床中. 在洪水期间, 水动能增大, 它们就有可能被大量带入干流, 这对于三峡水库等工程是值得注意的^[2].

表 1 长江上游干流及主要支流输沙量^{a)}

河流名	年均含沙量 (悬移质) /kg·m ⁻³	年均输沙量 (悬移质)×10 ⁸ /t	年均输沙量 (全部泥沙) ×10 ⁸ /t
金沙江(屏山)	1.72	2.40(2.48)	4.0
岷江	0.59	0.50	1.0
沱江	1.00	0.13	1.3
嘉陵江	2.72	0.76	19.0
涪江	1.39	0.20	2.0
嘉陵江(北碚合流后)	2.17	1.53 (1.28)	/
以上总计			27.3
长江干流(宜昌)	1.21	5.272	

a) 前 3 列据文献[3], 括弧内数字据文献[4]; 第 4 列据文献[5]; / 表示数据暂缺. 据 2000-2 长江泥沙公报, 2000~2001 年屏山以下干支流输沙量多数大幅度下降达 30%~81%

(2) 长江中游的泥沙产输. 这部分内容将于下节详述, 这里仅将长江中游干流进出泥沙量列于表 2.

(3) 长江下游的泥沙产输. 长江下游各支流的输沙量很少, 故主要表现为干流的冲淤. 湖口至大通区间历年统计值很少, 据本次调查, 总体是有冲有淤, 冲略大于淤(见表 2 及本文 3.2 节). 据 1951~1979 年

表2 长江中游干流进出泥沙量(10^4 t)^{a)}

年份	上游(宜昌站)	枝城站(清江注入)	三口分沙	监利站	洞庭湖(七里山站)输沙	螺山站	汉水	螺山-黄石段淤积	汉口站	鄱阳湖(湖口站)输沙	赣皖段冲入	大通站
1951~1955		48160	-22578				(1954起)		(1954起)			(1952起) 45250
1956~1966	54800	56300	-19578	33327	+5961	41382	6464		42081			50182
1967~1972	49300	50333	-14151	33500	+5247	43083	+4210		42183			44667
1973~1980	49900	51263	-11076	39363	+3839	46200	+2067		41750			42875
1981~1988	55500	56700	-11571	44775	+3266	48163						42625
1989~1995	41100	41800	-7039	35557	+2760	36671	+2997		42300			34857
年均	51200 (53000)	51298 (58500)	-14302	37240 (37100)	+4201	42458 (44200)	+4452 (+7640)	-2550	42074 (44200)	+1210	+3500	46800 (47200)

a) +, 指因湖口输沙或区间冲刷而增加的干流含沙量; -, 指因三口分沙或区间淤积而减少的干流含沙量; 年均一行括弧内数字据文献[3]第73页, 宜昌-螺山各列数字据文献[6]; 螺山-黄石段淤积据本文3.2节平滩值估算, 赣皖段冲入量据汉口、湖口、大通站数据估算, 汉口、大通站据文献[3,7], 鄱阳湖(湖口站)输沙见本文3.5节; 另据文献[8]螺山、大通站分别为43500和45100 t

统计, 大通站输出沙量为每年 4.83×10^8 t, 但近年输沙量减少, 据多年平均为 4.68×10^8 t, 而文献[8]仅为 4.51×10^8 t. 大通羊山矶至江阴鹅鼻咀间, 包括铜陵、芜湖、南京、镇扬等河段, 历年有冲有淤, 上下河段之间冲淤交替, 同一河段不同时段冲淤交替, 总体上淤大于冲; 镇江至江阴段则多年来一直是淤积^[3]. 江阴以下的河口段, 过去多年来以淤为主, 有人曾估算淤积达 4.36×10^8 t^[9]. 但近年来(1998~2001年)变为以冲为主, 累计冲刷量为 0.43×10^8 m³(2001年长江泥沙公报), 主要的冲淤分别在长江口的下半段(-0.99×10^2 m³)和上半段(0.66×10^8 m³). 长江每年输入海洋泥沙量约 4×10^8 t, 河流物质可一直被运至冲绳海槽^[10].

3 长江中游历史上和现代的泥沙淤积

3.1 长江中游历史上的泥沙淤积

自全新世冰后期以来, 长江过枝江后分成夏水、涌水、阳水等多汉. 泥沙沉积以三角洲形式东进, 填充于古云梦泽中, 使之解体消亡. 同时, 受中央造山带(秦岭、大别山)掀斜隆升影响, 北面诸汉衰退, 主泓逐渐南移至今长江一线. 长江中游全新世的历史淤积, 在地质上的第二沉降带造就了一片冲积-湖积平原, 由于当时地广人疏, 经济损失不大. 这个富饶

的江汉和洞庭湖平原, 若按时空分布, 可分为3部分(表3), 兹分述如下.

(1) 江汉平原. 荆江以北20000余平方公里的江汉平原, 其全新世沉积除边缘外一般为10~15 m. 以沉积厚度乘以沉积区面积, 得沉积物体积, 转换为淤积(重)量, 并按其中泥、沙分别计算, 得表3. 堆积期从距今约8000~1000年(云梦泽消亡)间, 历时约7000年. 据估算7000年中淤积量为 5053.6×10^8 t, 占两湖平原淤积总量的71.9%.

(2) 荆江河谷. 自1000多年前云梦泽消亡以来, 长江北汉逐渐消失, 形成荆江-武汉统一河道, 便开始荆江河谷沉积. 河谷历史淤积量估算为 877.8×10^8 t, 占江汉、洞庭湖两平原历史淤积总量的12.5%. 特别是公元1650年荆江大堤联成一线后, 353年来长江中游泥沙主要堆积在荆江-武汉河谷; 如以 877.8×10^8 t之半数淤积发生于形成荆江大堤后估算, 则353年来年均淤积量在一亿吨以上.

(3) 荆南带状平原与洞庭湖平原. 荆南带状平原指荆江河道与地质上华容隆起形成的笔架山-桃花山丘陵之间、东西向展布的冲积平原, 即今松滋、石首、公安三县市区域, 由长江泥沙淤积而成, 属于江汉平原南部, 形成时间与荆北同.

公元1852与1870年藕池、松滋相继溃口, 与虎

表 3 长江中游两湖平原的历史淤积量^[11]

地区	泥沙淤积量×10 ⁸ /t			泥沙淤积量百分比/%		
	土 ^{a)}	砂 ^{a)}	合计	土	砂	合计
江汉平原(荆北)	2319.3	2734.3	5053.6	33.0	38.9	71.9
荆江河谷	北岸外滩	206	333.7	2.9	4.8	7.7
	荆江水道	/	213.1	/	3.0	3.0
	南岸外滩	71.9	53.1	125.0	1.0	1.8
	合计	277.9	599.9	877.8		12.5
荆南带状平原 与洞庭湖平原	627.1	470.2	1097.3	8.9	6.7	15.6
总量	3224.3	3804.4	7028.7	45.8	54.2	100

a) 因泥、沙已固结为土、砂, 故表中以土、砂表示

渡、调弦先后形成四口, 调弦口堵塞后成为三口. 长江由此向荆南和洞庭湖大量分水分沙. 洞庭湖 100 年来湖面缩小 2777 km²; 据 1956~1998 年统计, 年均入湖沙量在三口为 1.29×10⁸ t, 在湖南四水为 0.298×10⁸ t (见后文), 可见洞庭湖平原主要是长江干流泥沙淤成的.

3.2 现代冲淤在中游各江段的分布

长江中游各江段(图 1)的冲淤情况在地理上不平衡. 每段在时间上冲淤有变化, 且相邻段往往因水沙传输规律所致而上冲下淤, 并依此向下循序渐进、交替出现. 现根据前人及本次工作的资料, 归纳于图 2 及表 4, 并简述各江段(包括下游的安徽江段彭泽-马鞍山)特征如下.

表 4 的目的是表示中游各江段的冲淤情况. 但要说明一点, 即不同文献对同一江段冲淤量计算结果很不一致, 如下荆江段, 文献[6]认为是冲而本文认为是淤, 这与计算时段不同有关, 近 5 年来回淤是显著的. 另外, 输沙量法的淤积值远大于断面地形对比法的淤积值. 输沙量法计算的结果相当于某一较高水位下断面地形对比法计算的值; 断面地形对比法对于平滩水位以下的淤积量计算有一定精度, 但对于整个河段滩槽的综合冲淤计算存在局限性, 反映不出高水位时洲滩的淤积量^[8,12]. 故输沙量法可能更客观地反映长江中游以洲滩淤积为主的实际. 两种方法淤积量的差值, 如果排除计算误差, 应代表断面地形对比法未计入的高水位洲滩淤积量. 以上情况都说明, 目前长江河床冲淤计算方法尚不完善.

不同算法也表现出一些共同点. 从江段说, 大致上宜昌-枝城段以冲刷为主; 枝城-城陵矶段(荆江)

槽冲滩淤, 淤积量不大; 城陵矶至九江的长江中游诸江段, 总体以淤为主, 其中从洪湖石码头到黄州黄柏山, 以武汉为中心的江段淤积最甚, 其他江段在不同时间段有冲淤的反复变化, 九江-大通段以冲为主. 按其河道分布及发育特征, 分为宜昌江段、上荆江江段、下荆江江段、洪湖江段、武汉-黄石江段、九江江段及安徽江段. 现结合我们对洲滩的调查结果, 简述各分段的特征.

(1) 宜昌江段. 流经丘陵和高阶地区, 冲刷较强, 为滩槽皆冲. 根据河道地形图切割三条断面资料计算, 1970~1998 年河道平均冲深 1.69 m. 20 世纪 80 年代与 50 年代相比, 滩面有所缩小, 滩面高程有所下降. 据 8 个洲滩统计, 滩面面积减少 3.36 km², 滩面高程普遍下降, 下降幅度为 2.6~3.8 m.

(2) 上荆江江段. 为滩淤槽冲, 以心滩发育为特点. 据河道地形图切割 11 个断面资料计算, 1966~1998 年河道平均冲深 1.37 m(参看图 3(a), 1980~2002 年间的冲深). 但自上世纪至今, 据我们对 9 个滩调查, 江心洲滩共淤增 16.21 km², 边滩有冲有淤, 变化不大. 近几年滩面均有所淤高, 据 18 个断面统计, 1998 年、1999 年、2000 年滩面分别淤厚 0.79 m, 0.49 m 和 0.28 m.

(3) 下荆江江段. 段内河弯发育, 凹岸冲刷, 凸岸淤积. 现状为滩槽皆淤. 河槽虽有冲有淤, 变化很大(参看图 3(b)), 但总体为淤, 据江段内切割 14 个断面资料计算, 1966~1998 年河道平均淤厚 1.18 m. 反映在时段上的冲淤变化为: 1966~1980 年平均冲深 0.42 m, 1980~1998 年平均淤厚 1.60 m, 冲淤平衡后, 1998 年现状仍为淤. 通过野外洲滩调查, 近几年滩面

表 4 长江中游各江段泥沙冲淤量(10⁴ t)^{a)}

资料来源	[13]	[14], [15]	[6]	①	②, ③	②	[8]	本文
统计时段	1951~1988	1957~1998; 1970~2001	1965~1993	1966~1998	1981~1993 (1966~1998)	1981~1993	1981~1993	1966~1998
方法		断面地形对比法 ^[14] , GIS法 ^[15]	断面地形 对比法	断面地形 对比法 (10 ⁴ m ³)	断面地形 对比法	输沙量法	断面地形 对比法	断面地形 对比法
宜昌		枯-33559 中-35273	中-9757 平-9225					冲 1.69 m
枝城	-907	平-33563	中 -44738					冲 1.37 m
藕池			平 -41374	枯 -53087				
石首新厂			中 -22999	平 -49222				淤 1.18 m
石首碾子湾		枯-9135 中-9520 平-13469	平 -44757					
洪山头	+50		中-9927					
监利			平 -22843					
城陵矶		枯+7525 中+9596 平+11963						枯+970 中+1360 平+2050
螺山	+5758			枯 +16380 平 +25450	枯 +16360 中 +19820 平 +25880 (+23400)	+66600	枯 +20500 中 +23100 平 +25800	枯 +15410 中 +17780 平 +23400
武汉 (下太古)								枯+22691 中+35338 平+42318
黄石 (西塞山)				枯 +25319 平 +59299				枯+6099 中 +14128 平 +18361
武穴 码头镇								淤 1.84 m
九江 大树下				枯 -15838				冲 0.4 m
九江 锁江楼				平 +31610				淤 0.2 m
大通 (羊山矶)								冲 0.4 m (至马鞍山)

a) 表中每一江段在原始资料中均分为 2~6 个次级江段。表中左列江段举例：宜昌指宜昌-枝城，枝城指枝城-藕池，余同，参看图 1。断面地形对比法分枯水、中水、平滩三级流量，+ 为淤积，- 为冲刷；本表中螺山-武汉段的流量值：枯水河槽为 7000 m³/s，中水河槽为 20000 m³/s，平滩河槽为 35000 m³/s；① 岳中明. 长江中下游河势演变特点及其治理对策研究. 长江水利网, 2003-1-7; ② 长江水利委员会水文局. 三峡水库运用不同时段拦沙泄水对荆江三口分水沙及荆江与洞庭湖防洪影响研究报告, 1997; ③ 长江水利委员会水文局. 长江中下游干流河道地形法冲淤分析报告, 2000, 其冲淤量表示在括弧中

均有所淤高，据 31 个断面统计，1998 年、1999 年、2000 年滩面分别淤厚 0.83 m, 0.57 m 和 0.32 m。

整个荆江段由于百余年来五次裁弯取直(其中人工两次)，流程缩短，比降增大，三口分水减少，干流量扩大，导致冲刷加剧。1987 年后，下荆江由冲转淤，且淤积逐渐向城陵矶以下转移。

(4) 洪湖江段。为滩槽皆淤(参看图 3(c))。据该江段 5 个断面资料计算，1953~1998 年河道平均淤厚 1.55 m。近几年洲滩均有所淤高，据 36 个断面统计，1998 年、1999 年、2000 年滩面分别淤高 0.79 m, 0.43 m 和 0.28 m。

(5) 武汉-黄石江段。冲淤变化较大。按槽蓄

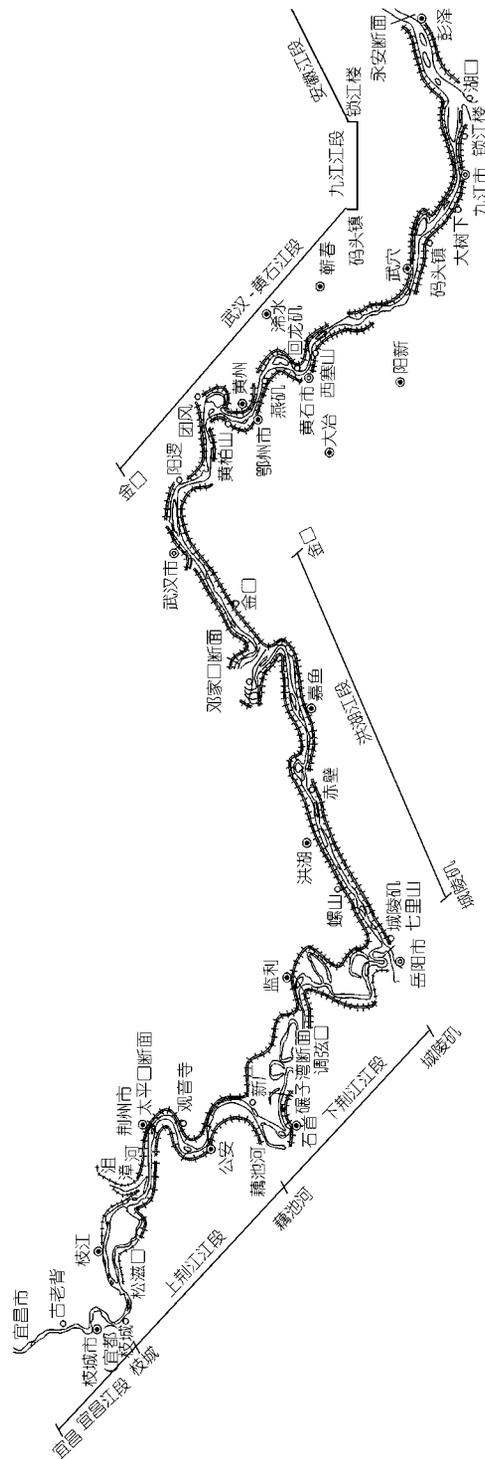


图 1 长江中游江段分布

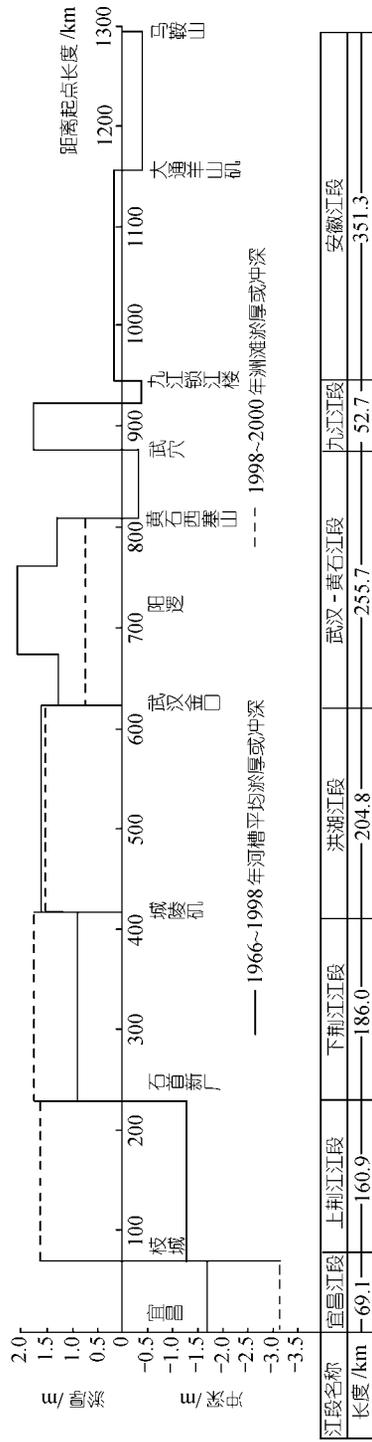


图 2 长江中游各江段的冲淤分布

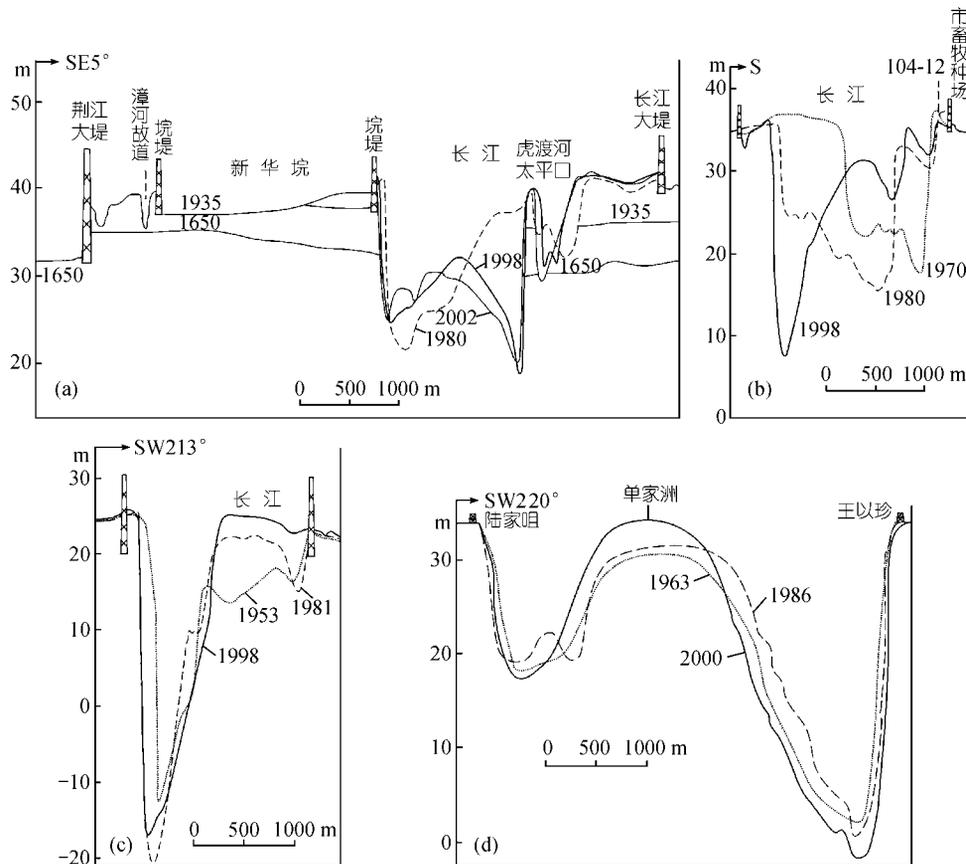


图 3 长江中游若干河谷断面(断面位置参看图 1)

(a) 荆州太平口断面, (b) 石首碾子湾断面, (c) 汉南邓家口断面, (d) 彭泽永安断面. 图中数字为年份

量资料计算的 1966~1998 年平滩河槽的淤积厚度为 1.26 m. 以汉口-阳逻江段淤厚最大, 达 2.08 m.

洪湖及武汉-黄石江段, 总体不论枯水或平槽, 均为淤积大于冲刷, 但有的分江段冲淤平衡. 从表 4 可见总淤积量以武汉附近(尤其螺山汉口段的洪湖石码头-嘉鱼潘家湾-汉南纱帽山和汉口黄石段的武汉-阳逻-黄州黄柏山各分江段)为最高, 向东向西逐渐减少. 其中有一些分江段近数十年来在不同时间段有以冲为主和以淤为主的变化, 而历年总和或冲或淤, 但其量均不大, 这些分江段是: 螺山-(洪湖)石码头(1966~1998 年总和: 枯, $-1340 \times 10^4 \text{ m}^3$; 平, $-890 \times 10^4 \text{ m}^3$), (鄂州)燕矶-(黄石)回龙矶(1970~1998 年总和: 枯, $-3061 \times 10^4 \text{ m}^3$; 平, $-3649 \times 10^4 \text{ m}^3$), 黄石回龙矶-黄石西塞山(1970~1998 年总和: 枯, $-120 \times 10^4 \text{ m}^3$; 平, $+1265 \times 10^4 \text{ m}^3$). 可见, 同一江段的不同分段, 同

一江段或分段的不同时间段, 都有冲淤的变化.

(6) 九江江段. 按槽蓄量资料计算的江段内的冲淤变化情况为: 码头镇至大树下 1966~1998 年平滩河槽淤厚 1.84 m; 大树下至锁江楼 1966~1998 年平滩河槽冲深 0.40 m. 若按冲淤段数及长度计, 江西江段武穴至彭泽(含北岸黄梅、宿松分江段)39 个江岸小分段及洲滩的统计, 1955~2000 年间(不同江段统计年限不同), 冲刷者 27 段, 总长度 10559 m, 淤积者 12 段, 总长度 6976 m(有一段未估算).

(7) 安徽江段. 锁江楼至大通羊山矶为微淤, 羊山矶至马鞍山为冲. 自九江陈家洲至马鞍山 26 个江岸小分段及洲滩按冲淤段数及长度的统计, 1954~1986 年间, 冲刷者 18 段, 总长度 8350 m, 淤积者 8 段, 总长度 4300 m.

九江大树下以下的长江赣皖段, 冲刷略大于淤

积(参看图 3(d)). 这种情况与表 2 所反映的赣皖段估算有 3500×10^4 t/a 的冲刷以及赣皖江段北岸崩岸、南岸冲刷的现状, 是比较相符的.

3.3 冲淤在各江段不同时间段的分布

(i) 宜昌-城陵矶江段冲刷的时间段及原因

(1) 宜昌-枝城段. 该江段的最大冲刷是在 20 世纪 70~80 年代, 而此时段正是葛洲坝水利枢纽工程施工截流至建成蓄水运行的初期阶段. 水库运行初期通常是坝下游冲刷最强烈的时段. 因此, 该江段的冲刷主要是葛洲坝水库截流及运行引起的大坝下游冲刷.

(2) 上、下荆江. 本江段冲刷最大时段是 1966~1987 年, 正是下荆江系统裁弯工程的施工期与实施后的河势调整期(1967 年中洲子人工裁弯, 1968 年上车湾人工裁弯; 1972 年沙滩子自然裁弯)以及葛洲坝枢纽施工与运行初期. 河床冲刷主要是裁弯后, 河道缩短、河床坡降加大引起的冲刷和三口分流减少, 促使干流流量增加而产生的扩大断面冲刷; 洞庭湖出流减小导致顶托减弱, 而使本江段水位比降增大, 也加大了冲刷. 此外, 葛洲坝枢纽运行也产生一定影响.

(ii) 荆江河道的淤积时间段及原因. 荆江河道的淤积突出反映为下荆江的淤积. 下荆江自 1987 年以后转冲为淤, 开始仅出现部分河段的淤积, 而 1993 年以后形成全河段的淤积, 据统计, 1993~1998 年平滩河槽的淤积量达 2600×10^4 m³^[14]. 突出的淤积部位, 反映为裁弯的下游段, 如沙滩子截弯段下游的复兴洲断面 1980~1998 年的淤积厚度为 2.31 m; 而裁弯段上游的碾子湾断面 1966~1980 年的冲刷深度达 3.90 m. 又如上车湾裁弯段下游的广兴洲断面呈持续淤积状态, 1966~1998 年的淤积厚度达 2.99 m; 而裁弯段上游的乌龟洲断面, 在裁弯过程中的 1966~1980 年, 河槽冲深达 4.19 m, 直至上游泥沙输移后的 1998 年才得以恢复. 下荆江淤积除受裁弯影响外, 洞庭湖出口处河床淤高, 出流顶托也是造成下荆江逆向回淤的重要原因.

(iii) 城陵矶-武汉段. 宜昌-城陵矶与城陵矶-武汉两江段的冲淤演变具有相互对应的特点. 如城-汉段的泥沙淤积时段为 1970~1992 年, 而上游宜昌-城

陵矶江段的河床冲刷为 1966~1993 年; 1993 年起下荆江全段转冲为淤, 而城陵矶-武汉段 1992~1998 年变淤积为冲刷. 虽然冲淤演变的起迄年份不完全吻合, 但其冲淤变化却是相互对应的: 即上游荆江河道冲刷, 下游城-汉段淤积; 上游荆江河道转向回淤, 下游城-汉段则变淤积为冲刷(应当指出, 上下游冲淤变化时段的起迄年份略有出入, 乃上下游江段施测水道地形图不同时所致.)

(iv) 武汉-九江段. 武汉-九江段与上游城陵矶-武汉段的冲淤变化, 亦有相互对应的特点: 即上游江段冲刷, 本江段则发生淤积; 上游江段淤积, 本江段出现冲刷. 如 1975~1998 年的 23 年中, 本江段的 1975~1981 年和 1981~1986 年两时段为冲刷, 1992~1996 年与 1996~1998 年为淤积, 而上游城陵矶-武汉江段正好相反, 即 1975~1981 年与 1981~1986 年为淤积, 1992~1996 和 1996~1998 年为冲刷. 显然, 本江段的冲淤变化受到了上游江段冲淤变化的直接影响, 而形成成为上下游江段互相对应的演变特征.

除了大的时间段变化外, 泥沙的冲淤还有年际和月际的变化. 在宜昌-大通区段, 泥沙输运量大约每 7~8 年有高-低旋回性变化, 幅度可达一倍(宜昌由 3×10^8 t 到 7×10^8 t, 大通由 3×10^8 t 到 6.7×10^8 t); 每年内, 雨季(5~10 月)的含沙率为旱季(11~4 月)的数倍(宜昌 $1.310 \sim 0.205$ kg/m³; 大通 $0.647 \sim 0.221$ kg/m³)^[8].

3.4 淤积在河谷断面上的不平衡分布

(1) 淤积主要发生于漫滩. 有的学者认为, 长江中游河道经长期自然调整, 冲淤已总体达到平衡. 我们从 3.2 节及表 4 可见, 长江中游螺山-黄石段, 总体明显为淤积, 并没有达到平衡. 即使出入总量平衡, 某一江段的淤积仍可通过顶托作用导致整个上游江段的水位抬高, 因此不可忽视. 许多地方枯水冲、平滩淤、洪期大淤, 说明淤积发生主要不在河槽而在漫滩, 因此河槽达到平衡并不代表不淤积. 例如, 文献[16]对宜昌-大通段计算得出, 1966~1998 年间枯水河槽为冲刷, 累计 2.7226×10^8 m³, 但平滩河槽却是淤积, 累计 6.7137×10^8 m³. 由前文可见, 尽管几种方法计算结果有差别, 但是都说明总体上长江中游河床在淤

积, 并且淤积主要发生于漫滩。

(2) 荆江江段漫滩淤积. 荆江是河槽冲刷的江段, 但是边滩和心滩却一直在淤高. 先看边滩(表 5), 自 1650 年荆江大堤合拢以来的 351 年间, 边滩总体淤积厚度为 2.8~9.0 m, 沙市江段的最大淤积厚度可达 11.0m, 淤积速率为 12.54~25.64 mm/a, 最大淤积速率 30.20 mm/a. 再看心滩, 表 6 列出了荆江河段 13

个江心洲(滩)的淤积情况, 以 2001 年 3 月调查时的枯水位算起, 滩面一般淤高为 5~10 m, 关洲最大淤高为 11.92 m. 多数淤积有百年历史, 淤积速率一般为 58.5~139 mm/a, 但有部分是 20 世纪 70 年代以后形成的, 如小沙洲、蛟子洲、马家咀浅滩, 淤积速率分别为 348 mm/a, 304 mm/a, 916.6 mm/a. 而金城洲多少年来一直保持江心潜洲的状态, 淤积缓慢。

表 5 荆江河道边滩泥沙淤积特征表^{a)}

分段位置	淤积时段(年份)			淤积厚度/m		淤积速率/mm·a ⁻¹		
	起	止	间隔/a	范围值	平均值	范围值	平均值	
上荆江	枝城-涇市	1650	2001	351	2.8~6	4.4	7.98~17.09	12.54
	涇市-御路口	1650	2001	351	9	9	25.64	25.64
	御路口-盐卡	1650	2001	351	10.2~11	10.6	29.06~31.34	30.20
	盐卡-来家铺	1650	2001	351	8.96	8.6	22.79~27.35	24.50
	来家铺-姚圪脑	1650	2001	351	5.4~7	6.2	15.38~19.94	17.66
下荆江	姚圪脑-铺子湾	1650	2001	351	7.5	7.5	21.36	21.36
	铺子湾-城陵矶	1650	2001	351	5.3~6.6	5.95	15.09~18.80	16.95

a) 表 5~7 和 10 据湖北、湖南、江西和安徽地质调查研究院, 中国地质大学. 长江中游水患区环境地质调查评价报告, 2003

表 6 荆江河道江心洲(滩)泥沙淤积特征表

江段	洲(滩)名称	分布位置	淤积时段(年份)			淤积厚度/m	淤积速率/mm·a ⁻¹
			起	止	间隔/a		
上荆江	关洲	洋溪	1866	2001	135	11.92	88.29
	董市洲	董市	1870	2001	131	9	68.70
	小沙洲	江口	1978	2001	23	8	348.0
	火箭洲	涇市上游	1901	2001	100	11.5	115.0
	马羊洲	涇市	1901	2001	100	11.5	115.0
	三八滩	沙市	1925	2001	72	10	139
	金城洲	盐卡	1901	2001	100	3	30
	突起洲	文村甲	1830	2001	171	10	58.5
	蛟子洲	蛟子洲	1978	2001	23	7	304
	马家咀浅滩	马家咀	1995	2001	6	5.5	916.6
下荆江	永福垸浅滩	石首	1982	2001	19	5	263.15
	乌龟洲	监利	1931	2001	70	9	128.6
	孙良洲	孙良洲对岸	1912	2001	89	9	101

洪水是造成洲滩淤积的根本因素, 洪水位高, 滞留时间长, 淤积厚度就大. 调查表明, 1998 年洪水一般都高出滩面 3 m 以上, 而且滞留时间长, 普遍造成淤积, 淤积厚度一般在 0.6~1 m, 厚者可达 1.30 m 或 1.35 m(乌龟洲、突起洲). 1999 年洪水略低于 1998 年, 滞留时间短, 但大部洲滩仍造成淤积, 淤积厚度一般在 0.3~0.6 m, 最厚者乌龟洲可达 1.05 m.

根据研究^[17], 上荆江漫滩 1955~1965 年间平均每年淤高 36 mm; 下荆江漫滩 1952~1976 年间平均每

年淤高 60 mm. 据湖北省水文地质工程地质大队资料, 1956~1976 年期间, 下荆江人民大堤民堤外漫滩平均每年淤高 36 mm. 根据荆江漫滩面积, 按照欧阳履泰^[17]提供的淤积速率, 我们求算得出, 1949~1998 年荆江漫滩累计淤积量为 $4 \times 10^8 \text{ m}^3$. 此期间漫滩累计淤积厚度, 上荆江为 1.8 m, 下荆江为 3 m.

2001 年通过对荆江 20 个典型洲滩的 49 年断面调查, 滩面均在淤高, 且往下游淤积厚度递增(表 7). 湖北省水文地质工程地质大队孙锡年等于 1999 年 4

表7 1998~2000年荆江河道漫滩淤积厚度分段统计表^{a)}

	上荆江		下荆江			
	统计点数	平均值/m	石首江段		监利江段	
			统计点数	平均值/m	统计点数	平均值/m
2000年	3	0.28	9	0.19	5	0.44
1999年	12	0.49	16	0.53	11	0.61
1998年	18	0.79	19	0.79	12	0.86

a) 淤积厚度未经换算为密实后的值

表8 1998年洪水期荆江漫滩淤积厚度^{a)}

测点编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
淤积厚度/m	1.8	1.0	1.0	0.5	0.6	0.4	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.8	0.9

a) 测点1~8位于荆州, 郝穴间, 测段长50 km; 9~13位于监利上下, 测段长12 km. 据湖北省水文地质大队孙锡年等(未刊资料), 2001

月10日实测了荆州至监利河段北侧漫滩, 得出1998年汛期漫滩淤积厚度平均为0.656 m(未换算为密实厚度)(表8)。

综上所述, 无论是槽冲滩淤或以淤为主的江段, 洲滩均在淤高; 淤积亦主要发生在洲滩, 而不在河槽中, 这对洪水期高水位有重大影响。

(3) 荆江以下各江段的漫滩淤积. 长江中下游河床冲淤计算资料^[18]表明, 1966~1998年, 长江河道自城陵矶以下江段, 河槽冲刷不明显, 整体河床淤高. 平滩河床淤高量各江段有差异, 城陵矶-武汉段年均淤高19.0 mm, 累计淤高927 mm; 武汉-九江段年均淤高34.7 mm, 累计淤高1145.7 mm; 九江-大通江段年平均淤高17.9 mm, 累计淤高590.7 mm。

在中游淤积较强的武汉段, 武汉关以下阳逻渡口和花山镇沿江村南侧漫滩, 得出1998年汛期的淤积厚度平均为0.37 m(未换算为密实厚度)^[19]. 1997年, 中国地质大学(武汉)在武汉长江二桥下游200余米处, 通过物探发现, 1954年敷设的电缆已埋在漫滩顶面以下11.3~14.4 m, 每年平均淤积厚度为0.263~0.335 m^[20]. 位于天星洲上游的汉口站断面,

表9 汉口站长江河谷断面面积变化表(%)^{[21]a)}

20世纪年代	低水	中水	高水
50~60	-1.1	-1.1	-0.8
60~70	-0.6	-3.5	-2.0
70~80	-4.4	-6.5	-4.5
80~90	+1.0	+4.3	+0.7
50~90	-5.1	-6.8	-6.6

a) 该表为同水位级下断面面积的变化(%), 增加为“+”号(示冲刷), 减少为“-”号(淤积); 高、中、低水分别相应于汉口站流量54000, 22000和5400 m³/s

1952~1987年高、中、低水分别呈淤积状态; 1988~1998年高、中水略呈冲刷趋势, 低水有冲有淤, 变化不大. 同时从表9可知, 除了20世纪80~90年代高、中、低水分别冲刷0.7%, 4.3%和1.0%外, 其他年代均为淤积; 20世纪50~90年代高、中、低水断面面积分别累积减少约6.6%, 6.8%和5.1%, 说明河槽及洲滩均在淤积。

3.5 洞庭湖和鄱阳湖水沙输移及其对中游干流泥沙冲淤的影响

洞庭湖及鄱阳湖多年平均出入湖的水、沙量见表10. 由表可见, 洞庭湖由三口接纳了荆江分沙 1.3×10^8 t/a, 约为长江干流泥沙的1/4. 其绝大部分沉积于湖中, 淤积总量为鄱阳湖的10倍, 对于减少长江干流淤积作出了巨大贡献, 但同时加速了洞庭湖自身的消亡. 由洞庭湖输入长江的泥沙达 4.2×10^7 t/a, 为鄱阳湖的近4倍, 是导致螺山-武汉-黄石段干流淤积的重要因素. 近年来, 随着三口分流量递减, 洞庭湖出、入湖及淤积的泥沙量逐年减少. 三峡工程建成后还将进一步缩减, 对洞庭湖调蓄量的保持和螺山-黄石段淤积的减少有利. 鄱阳湖对长江的输沙量不大, 对于湖口以下江段的冲淤没有重大影响。

4 泥沙淤积的影响预测及泥沙资源化设想

4.1 泥沙淤积导致洪水位抬升

泥沙淤积的负面影响包括: 江湖容积和面积减少、蓄泄能力降低、洪水位升高、涝渍加重、航运阻塞、湿地减少、渔业受损等. 论述很多, 这里只就泥沙淤积导致洪水位抬升问题予以论述. 关于这个问

表 10 洞庭湖、鄱阳湖流域多年平均进、出湖的水、沙量^{a)}

	洞庭湖				鄱阳湖					
		径流量 $\times 10^8/\text{m}^3$	所占比例/%	输沙量 $\times 10^4/\text{t}$	所占比例/%	径流量 $\times 10^8/\text{m}^3$	所占比例/%	输沙量 $\times 10^4/\text{t}$	所占比例/%	
入湖	三口	974	33.8	12908	79.3	五河 区间				
	四水	1659	57.6	2981	18.2		1265	86.8	2109.3	87.2
	区间	246	8.6	379	2.5		192	13.2	310.5	12.8
	入湖总量	2879	100	16268	100		1457	100	2419.8	100
出湖总量		2866		4201	占总量 25.8	1457		1210.0	占总量 50	
泥沙淤积总量				12067	74.2			1209.8	50	
泥沙淤积体积 10^4m^3				9282				930.6		

a) 三口指松滋、虎渡、藕池三口, 将荆江水沙分流入洞庭湖; 四水指湘、资、沅、澧; 五河指赣、抚、信、修、饶; 淤积体积按未密实泥沙比重 1.3 换算; 资料参考了文献[22]

题, 迄今有两种不同看法. 一种看法认为, 多年来长江中游河道总体冲淤已总体平衡; 基本河槽年际冲淤交替, 没有出现抬高或下切的趋势^[6,7]; 长江中下游干流泄洪能力与 1954 年(大洪水年)比较变化不大; 1998 年洪水位大大超过 1954 年, 是因为 1954 年溃口分洪 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 余, 而 1998 年未分洪, 再加上几十年来湖泊调蓄能力降低所致^[23]. 另一种看法则认为, 长江中游特别是螺山-武汉江段泥沙有明显淤积, 导致长江干流泄洪能力下降, 1998 年同流量洪水的水位比 1954 年明显抬高^[12,24], 并进一步认为淤积主要是漫滩淤高^[19]. 我们认为, 前一种看法所指出的, 1998 年未分洪对水位抬高确有影响, 基本河槽冲淤交替也确实存在(本文 3.3 节), 但是这并不足以否定“由于河床淤高导致洪水位升高”这一看法. 后者与实际是比较相符的.

由于淤积, 过流断面积减少, 同流量下水位逐年攀高. 某一河段的河床淤高, 即足以由涌塞和顶托作用而导致其上游河(湖)段水位抬升. 例如, 持不同意者都同意, 由于洞庭湖出口洪道淤积, 导致 1998 年洞庭湖水位抬高. 关于螺山-汉口-黄石段有没有淤高的争议, 从本文前面叙述可见: 1) 多年平均由螺山站加上汉水及区间的输入沙量, 大于汉口站输出沙量(表 2), 若按差额, 为 $4840 \times 10^4 \text{ t}$, 若按表 2 的淤积量计, 则为 $2550 \times 10^4 \text{ t}$, 这些沙应当是淤积在螺山-汉口段了; 2) 由不同人计算的结果, 螺山-汉口-黄石段多年来有年均 $0.2 \times 10^8 \text{ t}$ 吨以上的淤积量(表 4), 亦有资料提出, 1959~1986 年城陵矶-武汉段淤积 $5.78 \times$

10^8 t , 1986 后有冲刷^[25]; 3) 汉口站过水断面 50 年代以来, 减少了 5%~7%(表 9); 4) 这一河段的漫滩淤高年均数十毫米以上(3.4 节(3)). 据此可见, 螺山-汉口-黄石段的河床淤高, 应是确实存在的. 通过螺山站水位流量单值化分析, 得出螺山站受淤积影响的水位流量关系, 在中低水时, 20 世纪 90 年代与荆江裁弯前比较同流量情况下抬高 0.5 m 左右, 高水位时抬高 0.1~0.2 m.

在高水位时, 长江江水通过局部流速的调整, 虽可部分抵消局部淤高对过水断面减少的影响, 但不足以完全消除. 如下荆江因裁弯与流量增加扩大断面, 造成河床冲刷, 引起水位降低, 而流量加大又要产生水位抬升, 自从裁弯以来两者抵消后出现的结果是, 对于小流量水位是降低, 对于大流量的洪水位则是抬高较大, 主要是枯水河槽冲刷、洲滩淤积, 引起高水位时过水断面减少所致. 据文献[24], 对下荆江的莲花塘和监利二水文站在 1998 年洪水期的推算, 由冲刷引起的水位下降值分别为 0.75 和 0.88 m; 由流量加大造成的水位抬高值均为 2.6 m, 求得莲花塘与监利两处 1998 年洪峰水位较 1954 年洪峰水位分别抬高 1.85 和 1.74 m. 沙市及螺山 1998 年最大流量低于历史最大流量 900 及 $11000 \text{ m}^3/\text{s}$, 但水位却分别超历史水位 0.55 及 0.77 m. 九江、湖口两站也显示同样情况.

河床断面变迁及漫滩淤积对于水位抬高影响有多大? 对此, 我们收集了中游几个典型断面的资料(图 3). 由图 3 各断面可见, 其河槽虽然有冲有淤, 但

河滩部分总的趋势是在淤高, 其中荆洲的沙市新华垸-公安太平口断面更反映了自荆江大堤建成以来(1650 滩线)和 1935 年以来, 边滩淤高的概貌(分别达 $5\text{ m} \pm$ 和 $1\sim 2\text{ m}$). 断面的共同特征是(注意比例尺)深而较狭的河床和宽而平的边滩(有时加上心滩), 这可以作为枝城以下长江中游河床的共同特点.

下面计算一下河滩淤高与洪水位升高的关系(图 4).

设河滩淤高值为 h_1 , 淤后水位增高值为 Δh , 河床总宽为 w , 其中河滩总宽为 w_1 , 河槽面积为常数 k (时冲时淤, 设为不变), 则

$$\text{在河滩淤高前过水断面面积} = (h_1 + h_2)w + k - \alpha_1,$$

$$\text{河滩淤高 } h_1 \text{ 后过水断面面积} = (h_2 + \Delta h)w + h_1(w - w_1) + k - \alpha_2.$$

现设水位抬高 Δh 后, 可使前后两次过水断面面积相等. 则有, 在同流量(同等断面面积)情况下:

$$(h_1 + h_2)w + k - \alpha_1 = (h_2 + \Delta h)w + h_1(w - w_1) + k - \alpha_2,$$

其中 k 设为不变, $\alpha_1 - \alpha_2$ 甚小, 忽略不计, 则有 $\Delta h w - h_1 w_1 = 0$.

从而, 水位抬高量 = $h_1 \times w_1/w$, 换言之, 水位抬

高量与河滩淤高量及河滩宽/河床宽成正比. 若某江段河滩平均宽达河床之半, 则水位抬高值等于河滩淤高值之半. 这种关系可以解释洲滩淤高后, 洪水期在同流量下水位抬高的现象. 这里没有考虑河滩与河槽的流速差, 因此只是一个概略计算.

4.2 堤外滩及洪水位与堤内平原间不断增大的高差是中游长远的重大隐患

图 3 表现出, 堤内尤其是荆北平原一般低于堤外滩, 更低于洪水位. 自公元 346 年修建荆江大堤以来, 荆江洪水位相对荆北平原已累计上升 13.6 m (以 1954 年洪水位为基准), 1998 时洪水位对堤内最大高差达 16 m . 其原因有如下三点: 第一, 荆江大堤形成后, 长江泥沙集中淤积于河床中, 而不再向荆北平原输沙, 数百年来造成堤内外数米的高差, 图 3(a)荆江大堤内外 1650 年以来的沉积差就反映了这一点. 据研究^[26], 400 来荆江洪水位抬升为 7 m 多, 则大堤亦当相应加高 7 m 以上. 根据前述河滩淤高与洪水位升高的关系, 可以设想河滩淤高在 10 m 以上. 荆江大堤边上的沙市观音矶万寿塔(建于公元 1552 年), 其

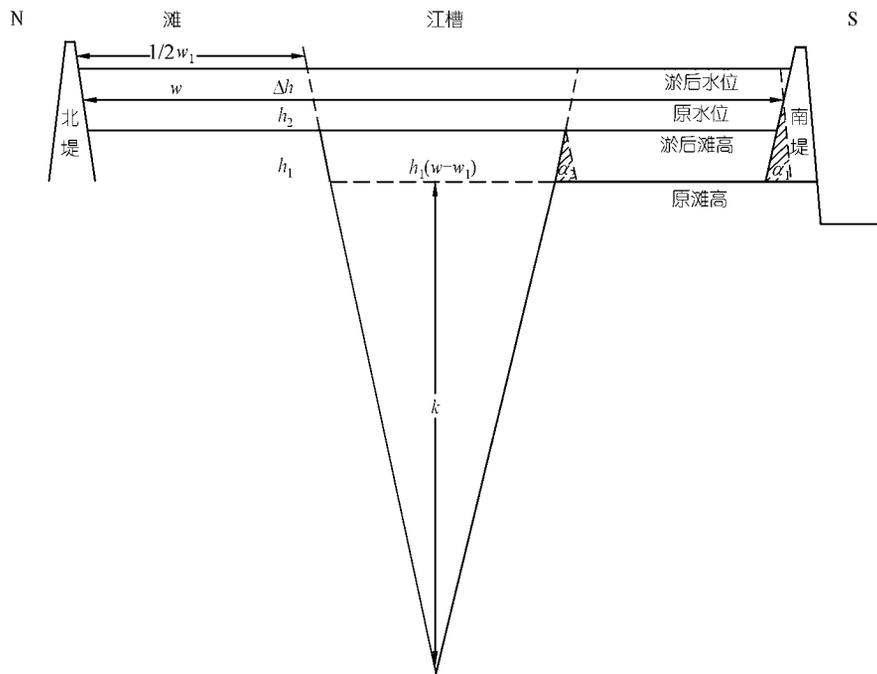


图 4 水位与滩淤关系图

塔底高程为 38.45 m, 现大堤堤面高程 45.74 m. 假设当时建塔于平地上, 则如今大堤已高于当时地面 7.29 m, 平均每年抬高为 16.2 mm. 建塔 450 年来的洪水水位上升高度, 可以此作参照. 第二, 江汉平原和洞庭湖平原的构造沉降更加剧了高差的扩大. 据计算, 现代构造沉降速率为 5~10 mm/a^[19], 则公元 1650 年大堤修成以来江汉平原沉降量达 2~4 m. 第三, 由于以上两因素叠加, 目前已造成荆江江段洲滩高度高于堤内平原, 据本次调查, 洲滩一般高于堤内地面 2~6 m(图 3(a)~(c)). 我们调查了上荆江 26 个洲滩, 平均高度 39.6 m, 最低高度 33 m; 下荆江 28 个洲滩, 平均高度 30.9 m, 最低高度 28 m. 与表 11 比较, 江汉平原低于 28m 的面积占 67.1%, 低于 31m 的面积占 84.5%. 可见平原的绝大部分面积已低于堤外洲滩, 平时则涝渍为患, 冷浸低产, 一旦洪水达平滩以上, 则是居高临下之势, 全靠一堤相挡, 危如累卵. 在高水位差下管涌、渗漏年年加重. 这是中游包括洞庭、鄱阳两湖防洪的长远重大隐患.

4.3 三峡工程建成后对长江中游泥沙冲淤的调节作用

这种作用主要是水库拦沙及中游河道冲深. 三峡水库蓄水运行后, 上游河道的推移质泥沙将全部拦在水库内. 至于悬移质泥沙, 运用 10 年内拦沙率高达 70%; 运用 40~100 年平均拦沙率为 50%; 运用 80 年后, 水库冲淤达到初步平衡, 拦沙 15%; 运用 100 年后仍可拦沙 10%^[27]. 水库拦沙使下泄水流含沙量大幅减小, 从而使大坝下游河道发生距离冲刷, 预计宜昌~大

通江段的泥沙冲刷量会逐年增加, 当水库运行至 50 年时, 冲刷将到达最高值, 约 43×10^8 t. 随着河床冲刷, 过水断面面积将有所扩大. 由于河床冲刷过水面扩大, 可使同流量下水位大幅度降低. 荆州、螺山、汉口等站可降 0.3~1 m. 同时, 由于荆江水位降低, 三口分流减少, 入洞庭湖淤积的泥沙将减少 60%, 从而可延缓洞庭湖的淤积, 使其调蓄荆江洪水的能力得以保持和延长, 有利于减轻荆江与洞庭湖洪灾.

三峡水库运用后防洪治沙问题仍然存在. 正如潘庆焱等^[6]所指出的, 泥沙问题的复杂性和泥沙学科的不成熟, 增加了解决泥沙问题的难度. 例如, 即使下游河道冲刷深度计算正确, 还有一个问题需要研究解决: 沿程深切达到城陵矶需要相当长的时间, 当泥沙冲刷使三口深切, 而城陵矶尚未深切时, 洞庭湖区洪水水位很有可能因城陵矶出流顶托而进一步抬升. 因此, 在此期间, 下荆江与洞庭湖区的防洪, 需要预为绸缪. 又如, 不同学者都得出城陵矶-武汉段在建成后 50~80 年间冲刷量不大(1.5~3.0 m)的结果¹⁾. 换言之, 三峡水库还不能完全解决洞庭湖、城陵矶-武汉及以下江段的泥沙淤积问题, 但它提供了 50~80 年拦沙冲深这样一段宝贵的缓冲时间. 因此, 江汉和洞庭湖平原因地势过低而造成的洪涝灾害及相关环境问题, 仍将是一长期的隐患, 需要另谋对策.

4.4 泥沙资源化的设想应着力研究

在人类文明之前, 挟带泥沙的江水自由泛滥, 冲积成肥沃的两湖平原, 那时并不存在泥沙与洪水灾害. 长江中游泥沙和洪水灾害, 是人类文明占领两湖

表 11 江汉平原与洞庭平原高程分布^{a)}

高程/m	洞庭平原		江汉平原		江汉-洞庭平原	
	面积/km ²	所占比例/%	面积/km ²	所占比例/%	面积总计/km ²	所占比例/%
<25	752.5	5.5	7352.8	39.8	8105.3	25.2
25~28	5581.5	40.8	5050.0	27.3	10631.5	33.1
28~31	3603.3	26.4	3216.1	17.4	6819.4	21.2
31~35	1602.2	11.7	1195.3	6.5	2797.5	8.7
>35	2137.0	15.6	1656.9	9.0	3793.9	11.8
总计	13676.5	100	18471.1	100	32147.6	100

a) 计算范围为全新统冲积、洪积、湖积物分布范围. 据湖北、湖南、江西、安徽地质调查研究院, 中国地质大学. 长江中游水患区环境地质调查评价报告, 2003

1) 见本文表 4 注解②

平原后,特别是沿江大堤将洪水与泥沙束缚于河道以来,人水争地的结果,是自然对人类强加于它的束缚的反抗^[28]。按照可持续发展、人与自然和谐共处的思想,近来国际上的防洪指导思想,已由“抗拒洪水”(keep the flood away)转变为“给洪水以出路”(give the flood way)。同理,我们对于泥沙亦应当从“抗拒泥河”转变为“给泥沙以出路”。给泥沙以出路,就是让它在合理规划下回到适合它沉积的地方,不再全淤积于河道中为害,而变成淤沙造地,改造涝渍地,加固堤防的泥沙资源。基于此,荆北分洪放淤^[29,30]及库区拦沙造地的主张应予以重视研究。荆北平原沿城陵矶-武汉江段地势最低,若将宜昌来沙量的40%沉积在沿江低洼地区,可以消除螺山-汉口段淤积,同时逐步改变低洼地势,消除翻沙鼓水险情,从而降低洪水危害。三峡库区年土壤侵蚀量 2.2×10^8 t,流入江河泥沙 1.4×10^8 t,库区拦沙造地,既减少淤积,又为三峡移民造地,也是泥沙资源化的重要设想。这两者将另文叙述。

致谢 中国地质调查局鄂、湘、皖、赣四省地质调查研究院与中国地质大学(武汉)参加国土资源部国土资源大调查项目“长江中游主要水患区环境地质调查评价报告”,于2000~2002年对上述四省境内长江中游地区进行了调查研究,其中涉及泥沙淤积作用及其对水患形成的影响。文中所引用的“本文”的资料,主要来源于此次调查的结果。在成文过程中,获得项目领导人刘广润院士、程伯禹总工,鄂、湘、皖、赣四省地质调查研究院皮建高、杨则东、马振兴等高工,中国地质大学(武汉)张人权、梁杏教授及长江水利委员会文伏波院士,洪庆余高工,武汉大学李义天教授等的指教和支持,在此表示诚挚的谢意。潘莉同志协助完成插图,亦一并致谢。

参 考 文 献

- 钟祥浩. 长江上游生态环境建设与减灾. 见: 许厚泽, 赵其国主编. 长江流域洪涝灾害与科技对策. 北京: 科学出版社, 1999. 67~71
- 李长安, 殷鸿福, 俞立中. 长江流域泥沙特点及对流域环境的潜在影响. 长江流域资源与环境, 2000, 9(4): 504~509
- 长江水利委员会. 长江流域地图集. 北京: 中国地图出版社, 1999. 285
- 张信宝, 文安邦. 长江上游干流和支流河流泥沙近期变化及其原因. 水利学报, 2002(4): 56~59
- 刘照光, 潘开文, 刘庆, 等. 长江上游生态环境恶化对洪灾的影响与对策. 见: 许厚泽, 赵其国主编. 长江流域洪涝灾害与科技对策. 北京: 科学出版社, 1999. 72~78
- 潘庆棠, 卢金友. 长江中游近期河道演变分析. 人民长江, 1999, 30(2): 32~34
- 葛守西, 王俊, 熊明. 1998年长江中游干流高水位成因分析. 人民长江, 1999(2): 29~31
- Chen Zhongyuan, Li Jiufa, Shen Huanting, et al. Yangtze River of China: Historical analysis of discharge variability and sediment flux. Geomorphology, 2001, 41(2-3): 77~91 [DOI](#)
- 李义天, 邓金运, 孙昭华, 等. 输沙量法和地形法计算螺山汉口河段淤积量比较. 泥沙研究, 2002(4): 20~24
- 胡敦欣, 杨作升. 东海海洋通量关键过程. 北京: 海洋出版社, 2004
- 周凤琴. 荆江历史变迁的阶段特征. 见: 水利部长江水利委员会荆江河床实验站主编, 长江三峡下游河道原型观测资料分析文集, 第一册. 北京: 水利出版社, 1989. 12~14
- 李义天, 李荣, 邓金运. 长江中游泥沙输移规律及防洪影响研究. 泥沙研究, 2000(3): 12~20
- 李义天, 倪晋仁. 泥沙输移对长江中游水位抬升的影响. 应用基础与工程科学学报, 1998, 6(3): 215~221
- 叶敏, 毛红梅, 王维国. 荆江河段河道冲淤变化及影响分析. 人民长江, 2003, 14(1): 41~42
- 肖志远, 郭海晋, 徐德龙, 等. 城陵矶至螺山河段槽蓄量及冲淤变化计算. 人民长江, 2003, 14(1): 38~40
- 沈泰, 殷瑞兰. 论长江中游洪灾与对策. 中国水利, 2003(2): 1~5
- 欧阳履泰. 初论荆江和洞庭湖及其治理. 湖南水利, 1981(3): 40~45
- 段文忠, 郑亚慧, 刘建军. 长江城陵矶-螺山河段水位招高及原因分析. 水利学报, 2001(2): 29~34
- 张人权, 梁杏, 陈国金, 等. 长江中游盆地地质环境系统演变与防洪对策. 长江流域资源与环境, 2000, (1): 104~111
- 鲁永康, 薛继安, 朱立新. 1954~1997年汉口侧江滩的淤积. 见: 王波主编. 中国中部资源环境与可持续发展对策. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999. 260~264
- 施修端, 员湛海, 朱汉林. 长江中游汉口站大水年水位流量关系变化分析. 水文水资源, 2000, 21(1): 1~29
- 李义天, 邓金运, 孙昭华. 泥沙淤积与洞庭湖调蓄量变化. 水利学报, 2000, (12): 48~52
- 黎安田. 长江1998年洪水与防洪抗汛. 人民长江, 1999(1): 1~7
- 韩其为. 江湖流量分配变化导致长江中游新的洪水形势. 泥沙研究, 1999(5): 1~12
- 殷瑞兰. 长江中游洪水位变化初探. 长江科学院院报, 2003, 19(1): 48~51
- 周凤琴. 荆江近5000年来洪水水位变迁的初步探讨. 历史地理, 1986, (4): 46~53
- 杨怀仁, 唐日长, 主编. 长江中游荆江变迁. 北京: 中国水利水电出版社, 1999
- Yin Hongfu, Li Changan. Human impact on floods and disasters on the Yangtze River. Geomorphology, 2001, 41(2-3): 105~109 [DOI](#)
- 林一山. 关于荆北放淤问题的建议. 人民长江, 1964, 3(总63): 1~7
- 李长安, 殷鸿福, 蔡述明. 试论长江中游防洪减灾的工程对策. 长江流域资源与环境, 1999, 8(4): 429~434