

# 浅论长江中游洪灾高危险性

殷瑞兰<sup>1</sup>, 沈泰<sup>2</sup>

(1. 长江科学院, 湖北 武汉 430010; 2. 长江水利委员会, 湖北 武汉 430010)

**摘要:** 通过对长江洪水的致灾性、河道边界条件及其孕灾性、承载体易损性的分析, 论述了长江中游为我国洪灾高危险区的必然性。分析了人类对河流的治理, 使河道稳定性增加, 减少了洪灾的风险, 但是长江中游的局部河段却发生洪水水位增高的趋势, 又增加了洪灾风险, 该区域高危险的基本特性犹存。研究了三峡运行后, 长江中下游出现新的防洪形势: 一方面三峡水库巨大的防洪库容拦蓄洪水, 大大减少了中下游的洪灾, 另一方面因河道的强冲刷, 使河势变化剧烈、横向摆动增强, 局部河段岸壁失稳, 又增加防洪压力。同时因总体水面比降趋平, 洪灾风险有向下游转移的趋势。未来长江中游仍为洪灾高危险区, 仍应给予高度重视。

**关键词:** 洪灾高危险区; 致灾因子; 孕灾环境; 灾害风险转移; 长江中游

**中图分类号:** TV212.53      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-6791(2004)06-0745-07

长江自宜昌至湖口为中游, 该地区气候温和, 资源丰富, 人口稠密, 交通便利, 历来是我国政治、经济、军事、文化重地, 在我国经济发展中, 具有重要的地位。但是该地区水患频繁, 灾情严重, 它威胁着广大人民生命财产的安全, 制约地区经济发展, 影响生态环境。万里长江, 险在荆江, 武汉是九省通衢, 因此武汉上游河段更是重中之重。张行南等<sup>[1]</sup>从气象、径流、地形研制成洪水危险程度区划和以人口、耕地为经济因素指标研制的洪灾危险区划, 认为长江中游未来仍是我国7个高危险区之一。本文旨在研究长江中游洪灾形成机理、预测, 以便及早研究对策。

## 1 长江中游为洪灾高危险区的必然性

据史料记载自西汉至1911年的2000余年中, 长江共发生洪灾214次, 平均10年一次, 中游是重灾区<sup>[2]</sup>。近代洪灾更为频繁, 1840-1992年的153年中, 长江流域有59年发生洪水灾害<sup>[3]</sup>, 平均2.6年发生一次, 其中长江中游地区43年发生洪灾, 即长江的洪水73%年份殃及中游, 且中游灾情最为严重。20世纪发生多次洪水, 特别是1931、1954年的全流域洪水及1935年区域性大洪水, 中游地区屡屡灾情惨重、损失巨大。1949年后政府十分重视防洪, 通过几十年治理, 使江河防洪能力大大提高。1998年长江又发生全流域大洪水, 中游多数河段高出历史最高水位, 通过奋力抢险, 使灾害降低到最低程度, 但仍淹没耕地23.3余万 $\text{hm}^2$ , 200余万人受灾, 灾害仍然主要在中游。可见, 长江中游历来是洪水灾害的高危险区。

### 1.1 长江中游洪水致灾性

长江中游水系复杂, 区间流域面积为68万 $\text{km}^2$ , 有众多支流(图1)。长江洪水由暴雨形成, 正常情况下, 汛期降雨由南向北、由下游向上游逐渐移动, 上、下游, 干、支流洪水错开, 不致形成洪水灾害。若气候异常, 降雨及其移动情况异常, 上、下游, 干、支流洪水遭遇, 则可能发生大洪水。中游除受上游洪水影响外,

收稿日期: 2004-05-14; 修订日期: 2004-06-28

基金项目: 国家自然科学基金委员会与长江水利委员会联合资助重大项目(50099620)

作者简介: 殷瑞兰(1939-), 女, 江苏海安人, 教授级高级工程师, 主要从事河流泥沙及防洪减灾研究。

E-mail: ruilany@public.wh.hb.cn

本区域尚有湘、鄂西暴雨区、大别山暴雨区和江西暴雨区，直接威胁区域安全。长江洪水特点为峰高、量大、历时长，由于洪量大，河湖蓄、泄洪能力不足，是造成中下游洪灾的主要原因<sup>[4]</sup>。目前长江中游各河段的安全泄量荆江河段沙市以上为  $60\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ，沙市为  $50\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ，下荆江更小，城陵矶 - 汉口为  $60\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ，汉口 - 湖口为  $70\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。而丰水年长江的来流量远大于河道安全泄量，1870年宜昌达  $105\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ，枝城为  $110\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ；1954年如果不溃口、不分洪、江湖自然滞蓄，合成的最大流量城陵矶为  $108\,900\text{ m}^3/\text{s}$ ，汉口为  $114\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。一般年份中游洪峰多有超过  $60\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ，因此汉口以上河段往往有灾情。河道泄量不足，是引起洪灾的根本原因。

### 1.2 孕灾环境

宜昌至枝城为山区性河流向平原性河流的过渡段，枝城以下为平原性河流，因其河型不同、边界条件的差异，中游平原河段分为两大段，即城陵矶以上的荆江河段和城陵矶至湖口段的城九河段。

荆江河段北为江汉平原，南与洞庭湖区接壤，河岸偶有基岩陡岸，成为河流的节点。以藕池口为界又分上、下荆江。河岸物质以二元结构为主，上层为土，下层为沙砾。河流洪水期的水面比降：汛期上荆江为  $0.6\text{‰}$  左右，下荆江为  $0.32\text{‰}$ ，枯季上、下荆江较接近，城九河段约为  $0.25\text{‰}$ ，自上而下逐渐变缓<sup>[5]</sup>。上荆江位于平原河流的上段，比降较大。河床、河岸结构以土、砾为主，在主泓摆动范围内，为土-砂-砾3层结构，上层土厚为  $8\sim 16\text{ m}$ ，其余则为土-砾结构。由于抗冲性较强，河岸对水流有较强的约束力，因此边界条件决定了它只能形成微弯分汊河段。但是洪水期流量大、比降大，水流具有巨大的能量，对河岸、河床冲刷力很强，时有冲开某些薄弱点而发生溃决，这是上荆江洪灾频繁的原因之一。下荆江为土-砂2层结构，现代洲滩土厚仅  $3\sim 12\text{ m}$ ，以粉质粘土和粉质壤土为主，下部砂层厚  $30\text{ m}$  以上，抗冲性差。河流在调整自身的从变量时，因河岸的下层易冲，于是以崩岸为主，使河流弯曲，增加河长以减小比降。在不断弯曲与裁弯的同时，河段逐渐向下游蠕动，而形成典型的蜿蜒性河流。裁弯是河流的突变，事物的突变往往孕育着灾害，裁弯后能量再分配，河流随之进行系统调整，使原有的防洪、通航等设施面临新的河势特性，有的由安全变为危险，有的防洪作用则失效。荆江与洞庭湖同处于一个系统之中，随着裁弯后的调整，江湖关系也相应发生变化。下荆江系统裁弯后，裁弯段上游水位降低，进入洞庭湖的水量减少，三口下游的下荆江流量增大，使下荆江的防洪形势更加严峻。

城九河段中城陵矶 - 汉口河段属于江汉平原东南边沿，海拔  $22\sim 25\text{ m}$ ，地势平坦，防洪问题较为突出，广济以下为黄梅冲积扇平原，右岸窄狭，左岸宽阔。整个河段呈宽窄相间，沿江分布有临江山丘或出露的基岩成为节点，共有  $29$  个<sup>[4]</sup>，它们或两岸对峙，或一岸突出，控制河型、河势，宽窄相间成藕节状，宽段比降平缓。两岸多为亚粘土、下层亚沙土或粉细砂组成，由于岸壁易冲，往往以扩大河宽而耗散能量，在宽段渐形成分汊型河道。洪水期水流能量很大，有可能破坏岸壁或堤防而形成洪灾。

堤防是岸壁的延伸，是重要的减灾工程措施，但在一定的条件下，也会转化为孕灾环境。长江中游堤高为  $12\sim 16\text{ m}$ ，大都修建在第四纪冲积层上，堤防的地基一般为二元结构，上层为厚薄不均的壤土，下层为细沙和沙卵石，透水性强。长江中下游堤防是经数百年至千余年逐渐形成的，堤身隐患甚多。堤防的挡水时间每年仅数十天至数十天，在干湿交替中运行。有的堤段一般年份不挡水，遇到特大洪水年份，在民垸溃决或分蓄洪区启用后骤然挡水，其安全性堪忧。有的处于顶冲段，要承受较大的流速。近  $50$  余年来，特别是  $1998$  年后，大大加固了堤防，使之得到很大改善。但堤防不是铜墙铁壁，已护的河岸发生崩岸者屡见不鲜，必须认真监控。

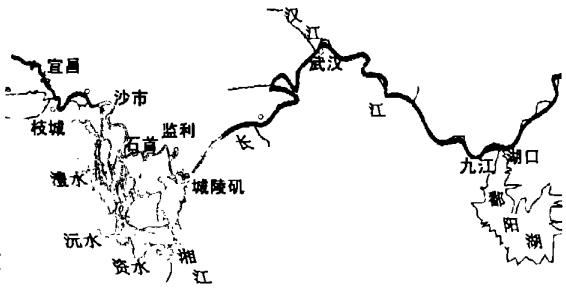


图1 长江中游河道示意图

Fig.1 Sketch of the middle Yangtze River

### 1.3 承灾体的易损性

长江中游资源丰富、工农业发达、经济基础雄厚、城市化水平高，人口稠密，在我国国民经济中具有举足轻重的地位。长江中游人口 1.91 亿，占全流域的 46%，人口密度很高。而长江流域的国内生产总值、工农业总产值和财政总收入分别占全国 34%、33% 和 35%，其中中游地区占有较大份额。改革开放以来，长江中游形成以武汉为中心的经济区，使整个中游地区经济进入快速发展期<sup>[2]</sup>。但是长江中游又是洪水灾害多发区，承灾体地势平坦、低洼，有的地区洪水位高出堤内地面 10 余 m，一旦发生洪灾，损失必然巨大。

综上所述，长江中游的洪水峰高、量大、历时长，河道的安全泄量小；堤防只能抵御设计洪水；堤内平坦低洼，人口密集，经济发达，因此长江中游必然是洪水灾害的高危险区。

## 2 近代长江中游治理后洪灾趋势

人类活动对洪水灾害的影响同样具有两重性。一方面人类长期兴建加固堤防、河道整治、抛石护岸以控制河势，减少横向摆动，从而减少了洪灾风险；另一方面因修建堤防、围滩造田、修建桥梁、港口码头、护岸工程等缩窄了河宽，使过水断面减小而增高水位，也有因兴建水利枢纽、人工裁弯，使河流发生系统调整，局部河段淤积抬高水位，从而增加了洪灾风险。这是人类活动正、负两方面的影响。一般而言河流的横向摆动引起的洪灾风险往往更大；而增高水位的垂向变化，更为直观，给人们的印象较深刻。

### 2.1 稳定河势减少洪水灾害

1949 年以来，长江干支流兴建和加固堤防共 30 000 km，对于一些重点河段进行了河道整治及兴建了河势控制工程，使整个长江中下游河段较为稳定。据 1966 - 1998 年冲淤变化的计算成果表明，冲淤变化总的趋势是：宜昌 - 大通枯水基本河槽为冲刷，年平均冲刷量为 2.72 亿 m<sup>3</sup>；平滩河槽为淤积，其淤积量为 6.71 亿 m<sup>3</sup>。从整体上讲，长江中下游河道呈现“冲槽淤滩”的特征<sup>[6]</sup>。如果按平均冲淤宽度为 1 300 m，则 32 年冲刷厚度为 0.17 m，淤积厚度为 0.43 m，不仅冲淤厚度甚微，且淤积主要在支汊和宽浅滩地上，对河段的泄流并无明显影响，因此河段水位未见明显变化。近数十年来，长江中下游河道总体是稳定的，横向摆动减小，洪水灾害减小(表 1)。由表 1 可见，1998 年与 1954 年相比，二者水情相差不多，但受灾面积 1998 年仅为 1954 年的 1/13，数十年来人口密度大大增加，但 1998 年受灾人口仅为 1954 年的 1/8，死亡人口为 1954 年的 1/20。充分说明，1998 年灾情比 1954 年大大减轻。1998 年与 1931 年相比，则洪灾损失减小更多了。当然，除河道稳定这一因素外，多年来进行了防洪的工程措施与非工程措施的建设，逐渐形成了较为现代化的综合防洪体系，使防洪压力得到缓解，改善了长江中下游防洪形势，减少灾害损失。

表 1 3 个典型年水情、灾情对比

Table 1 Comparison of between disaster condition and regimen in three typical years

年份	水 情				灾 情			
	最高水位/m		最大流量/(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )		汉口最大 60d 洪量/(10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	汉口淹没时间 /d	淹没面积 /万 hm <sup>2</sup>	受灾人口(死亡 人口)/万人
	螺山	汉口	螺山	汉口				
1931	-	28.28	-	-	330.2	100	377.3	2887(14.54)
1954	33.17	29.73	78 800	76 100	383	0	317	1 888(3)
1998	34.95	29.43	67 800	71 100	353.6	0	23.9	236(0.1526)

### 2.2 局部河段洪水位增高防洪压力增加

通过对宜昌 - 大通河段水位 ~ 流量关系变化的研究，发现水位增高的范围仅在荆江河段至螺山河段。这里又分两种情况<sup>[7]</sup>：荆江河段因裁弯段以上水位下降，分向洞庭湖的流量减少，使分水口以下的流量增加，因而水位相应增高。韩其为曾统计，当宜昌流量为 50 000 m<sup>3</sup>/s，相应沙市的流量 1966 年为 43 750 m<sup>3</sup>/s，至 1991 年为 450 000 m<sup>3</sup>/s，增加了 1 250 m<sup>3</sup>/s。监利相应流量 1966 年为 32 000 m<sup>3</sup>/s，1991 年则为 39 290 m<sup>3</sup>/s，增加了 7 200 m<sup>3</sup>/s，相应水位亦由 32.75 m 上升到 34.00 m，增加了 1.25 m，该河段因流量增加而发生水位增高；城陵矶 - 螺山河段

水位的趋势性增高。因自然演变和人类活动二者共同影响,使过水断面减小,特别是下荆江系统裁弯后,洞庭湖纳入长江的水量与沙量同时减少,本应淤积在洞庭湖的泥沙,被河道挟往下游,同时下荆江发生河道冲刷,冲起的泥沙亦带往下游,使城陵矶及以下河段来沙量增大,河道发生淤积而抬升水位。1986年城陵矶一带河道淤积达到最高,以后淤积逐渐下移,现已到达纱帽山以下河段。通过水动力学数学模型进行计算,以弄清水位发生趋势性增高的量值。计算选用1998年洪水过程,以及1998、1993、1981和1954年河道地形,与之一一组合,分别进行洪水演进计算。结果表明,当流量为 $50000 \sim 60000 \text{ m}^3/\text{s}$ 时,螺山站1998年地形的水位比1954年地形的水位高0.4 m左右。螺山与城陵矶相距很近,可以代表城陵矶水位变化趋势。城陵矶地处洞庭湖汇入长江的咽喉,控制洞庭湖水位,城陵矶水位的增高对防洪工作举足轻重,因而引起了广泛的关注。

通过治理,长江中下游近代河道趋稳定,横向摆动减小,洪水灾害减少,这是全局、是主体。但是局部河段发生水位增高,而这些河段恰恰又在洪灾高危险区的长江中游,虽然增高的量值甚小,却明显增加了防洪压力。

### 3 三峡水库运行后长江中下游防洪新形势

#### 3.1 坝下游冲刷的基本情况

根据泥沙数学模型计算,获得了三峡水库蓄水后荆江河段沿程冲刷数量及其分布、冲刷过程、沿程水位下降数值研究成果。

表2为坝下游各河段的冲刷量计算成果,由表2可见:总体上上游冲刷量比下游冲刷量大。江河段最大冲刷量约为24亿t(上荆江最大冲刷量大约7.2亿t,下荆江河段最大冲刷量为16.94亿t),城陵矶-武汉河段为15亿t,武汉-九江河段为4亿t,九江-大通河段为2.6亿t,从上游至下游逐渐减小;强冲刷发生时间由上游向下游递传,表中黑体字为最大冲刷量。近坝段在三峡运行后第1个10年已达到最大冲刷量而达到冲刷平衡,而最下游的九江-大通河段,则于三峡工程运行后的第8个10年方能达到最大冲刷量;冲刷达到最大值以后将会发生一定的回淤直至平衡。三峡水库运行后,坝下游的冲刷将十分剧烈,达到平衡所需时间也很长,因此,必须有长期应对河道变形所带来影响的各种准备。

表2 三峡坝下游分段累计冲淤量\*

时段 / a	宜昌 - 松滋口 (75.7 km)	松滋口 - 太平口 (60.9 km)	太平口 - 藕池口 (86.4 km)	藕池口 - 城陵矶 (170.2 km)	城陵矶 - 武汉 (230.0 km)	武汉 - 九江 (251.0 km)	九江 - 大通 (249.0 km)	宜昌 - 大通 (1123.2 km)
10	- 0.97	- 1.92	- 4.61	- 3.73	- 1.87	1.38	0.41	- 11.34
20	- <b>0.98</b>	- <b>1.93</b>	- 5.16	- 11.74	- 3.88	1.33	2.14	- 20.23
30	- 0.98	- 1.93	- <b>5.18</b>	- 16.44	- 7.35	- 0.05	2.67	- 29.27
40	- 0.98	- 1.93	- 5.18	- <b>16.94</b>	- 13.74	- 0.65	1.43	- 37.99
50	- 0.98	- 1.93	- 5.16	- 16.47	- <b>14.69</b>	- 2.19	- 1.17	- 42.59
60	- 0.97	- 1.93	- 4.90	- 15.45	- 14.24	- <b>4.09</b>	- 1.36	- <b>42.95</b>
70	- 0.95	- 1.93	- 4.51	- 12.86	- 13.73	- 4.09	- 2.15	- 40.28
80	- 0.91	- 1.91	- 4.06	- 10.89	- 12.83	- 3.20	- <b>2.59</b>	- 36.39
90	- 0.90	- 1.87	- 3.70	- 9.69	- 11.89	- 2.90	- 2.29	- 33.25
100	- 0.89	- 1.84	- 3.40	- 8.86	- 11.06	- 2.50	- 1.75	- 30.31

\*引自长江科学院计算成果

各河段的冲刷深度与其冲刷量息息相关,计算结果表明:上荆江平均冲刷深度为3.5 m,最大局部冲刷深度为13 m左右,下荆江平均冲刷深度为5.3 m,城陵矶-武汉河段平均冲深为2.5 m,武汉-大通河段平均冲深为0.5 m。与其相应的水位下降值列于表3,由表3可见,无论是汛期或是枯季,水位降落最大之处均在石首(上、下荆江的分界),即冲刷平衡后,上荆江比降增大,尤其是沙市-石首增大较多。

#### 3.2 河势变化剧烈横向摆动增强

河势的变化可由本河段的冲淤而引起,也可因上游河势的变化而发生相应变化。三峡水库下游整个河道冲深数米之多,局部达10余m,其河势必然会发生剧烈变化,同时又因上下游的相互影响,河势又将发生连带

变化。这里仅以荆江河段为典型, 进行分析研究。三峡水库坝下游冲刷, 荆江河段首当其冲, 它受影响最快、河势变化也将最为剧烈。

表3 三峡枢纽下游各站最大水位下降值

Table 3 Maximum lowering values of water stage in stations downstream of the Three Gorges project

站名	枯 季		汛 期	
	流量/( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	水位下降/m	流量/( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	水位下降/m
宜昌	5 500	0.95	50 000	0.55
沙市	5 500	2.13	50 000	0.78
石首	5 500	3.29	44 000	1.55
监利	5 500	3.03	44 000	0.89
螺山	7 500	1.87	60 000	0.57
汉口	7 500	0.77	60 000	0.10
九江	7 500	0.44		

### 3.2.1 冲刷深度大

根据一维数学模型计算成果, 上荆江平均冲刷深度为 3.5 m, 二维数学模型计算成果, 最大局部冲刷深度为 13 m 之多。岸壁的稳定性受到很大威胁, 特别是局部冲刷坑如果位于近岸区域, 不可避免将会发生崩岸。下荆江河段无论是冲刷量还是冲刷强度都是最大的河段。该河段的平均冲刷深度为 5.3 m, 预计局部最大冲刷深度定比上荆江的 13 m 更大。而下荆江新生洲滩上层土厚为 3~12 m, 局部区域将冲刷达到抗冲性差的沙层, 如果局部冲坑靠近河岸, 将使岸壁必然失稳而崩塌。特别是其中的石首 - 监利河段, 枯季水位下降分别为 3.29 m、3.03 m (表 3), 是枯水位下降最大的河段, 如果冲刷深度与水位降低值按 2:1 粗算, 该河段平均冲刷深度为 6.5 m 左右, 如此之大的冲深, 河岸失稳而崩岸是显而易见的。

众所周知, 长江中下游的崩岸很多是发生在枯季。大水取直、小水走弯是河流的基本特点, 汛期过后水流归槽, 此时河流变得弯曲, 横比降加大, 在弯道凹岸流线集中之处, 水流冲刷坡脚, 使边坡失稳而崩岸。在汛期强冲刷之后, 又集中冲刷坡脚必然发生崩岸。特别是上荆江沙市 - 石首河段, 枯季的纵比降增加 0.127‰, 比天然情况增加 1/3 之多, 对河岸的冲刷将十分剧烈。其二, 由于枯季水位下降明显, 特别是石首 - 监利河段水位下降最多, 地下水与河流的水位差加大, 使岸壁的渗流量加大, 也是促使崩岸的重要原因。因此, 荆江河段中沙市 - 监利为河岸最不稳定的河段。

### 3.2.2 有效能量增加

三峡投运 20~30 年后, 荆江河段将基本平衡, 但水流的有效能量却很大。笔者用水位下降和冲深量算出冲刷平衡后增量水深, 继而可计算相应流量的水深、流速, 由三峡水库淤积计算资料可了解到三峡水库运行 20~30 年后, 下泄水流中悬移质泥沙中数粒径, 由上述数据计算出挟沙力。例如当流量为 50 000  $\text{m}^3/\text{s}$  时, 天然情况的水流挟沙力  $s_*$  为 9.7  $\text{kg}/\text{m}^3$ , 三峡投运 30 年后则为 20.7  $\text{kg}/\text{m}^3$ , 可见荆江达到冲刷平衡后的挟沙力比天然情况下大得多。而此时三峡下泄水流的平均含沙量仅为 0.3~0.4  $\text{kg}/\text{m}^3$ , 约为天然情况下的 1/3。来沙量减小, 挟沙力增大, 使此时的水流具有很大的有效能量。又因河床冲刷已基本平衡, 河床已难以冲深, 能量的耗散将转向岸壁而使河道的展宽, 河岸的稳定性必将受到威胁<sup>[8]</sup>。必须说明, 由于数学模型计算成果是在假定河宽不变的条件下取得的, 这里仅为了便于分析问题而分成两步考虑。最小能耗率理论认为, 流体或挟带固体物质的多相流体在一定边界条件下运动时, 除满足质量和能量守恒外, 总是不断调整体系中的各个变量, 以使体系的运动满足单位河长上的能量损耗达到最小。系统的调整会力图将调整尽量均匀、协调地分散在与水流能耗有关的各个要素上, 如水深、河宽、流速、比降等相关因子。因此, 实际上并非先冲深达到平衡后再展宽, 而是在冲刷过程中, 河道冲深的同时将伴随着展宽, 冲深与展宽是协调发展的。

### 3.2.3 比降增大

冲刷达到平衡后比降反而增大, 这是上荆江不同于其他河段的特殊性, 也是冲刷平衡后潜在的不稳定因素。由表 3 可见, 石首水位下降最多, 因此冲刷平衡后上荆江比降增大, 汛期宜昌 - 石首比降平均增大 0.039‰, 特别是沙市 - 石首增加 0.085‰, 比降的加大意味着势能的增加, 势必引起河势的变化。笔者研究了

1998 年大洪水后上荆江的河势变化, 该年宜昌河段发生了大量淤积, 使水位增高、比降加大。在流量为  $35\,000 \sim 40\,000 \text{ m}^3/\text{s}$  时, 宜昌 - 枝城的比降增加了  $0.043\text{‰}$ , 枝城至沙市比降增加约  $0.018\text{‰}$ , 汛末沙市上游的三八滩被冲掉(现已回淤成新三八滩), 深泓易位。继而其下游发生系统反馈调整: 1998 年 10 月石首发生崩岸, 2000 年再次崩岸, 并向下游发展; 2002 年 3 月文村甲崩岸; 同年汛末学堂洲尾崩岸, 2003 年 3 月茅林口 - 古丈堤又发生崩岸。可见比降的增加, 将使河流发生系统的调整, 对河岸的稳定性造成的威胁, 不能掉以轻心。特别是沙市 - 石首河段比降增大较多, 而沙市、郝穴两个河弯居该河段内, 两河弯堤外无滩或滩窄, 本已危险, 比降增大后, 更增加了危险性, 应予以格外重视。

### 3.2.4 水量增加

由于水位下降, 使三口分向洞庭湖的流量减少, 分流口以下干流河段流量增加, 对于下荆江而言, 居三口下游, 因此三口减少分流量均将影响下荆江。截止 1998 年三口年均分流量为 698 亿  $\text{m}^3$ , 根据一维数学模型计算结果, 20 年后将减少到 513 亿  $\text{m}^3$ , 50 年后将减少到 360 亿  $\text{m}^3$ , 分别减少了 185 亿  $\text{m}^3$  和 238 亿  $\text{m}^3$ , 也是 20 年后及 50 年后下荆江分别增加的水量。增加的水量虽比裁弯以后增加的水量少(1998 年与裁弯前相比下荆江年水量增加为 657 亿  $\text{m}^3$ ), 但水量的增加意味着总能量的增加, 必将对下荆江的河势变化有一定影响。至于上荆江, 只有松滋、太平两口居其中, 因增加的水量甚少, 因此不是主要影响因素。

### 3.3 洪灾风险有向下游转移的趋势

冲刷平衡后, 坝下游比降总体变小。由表 3 可见, 汛期武汉水位下降值为  $0.1 \text{ m}$ , 而沙市、螺山分别为  $0.78$ 、 $0.57 \text{ m}$ , 使水面趋平。三峡水库投入运行后, 防洪调度无论是以补偿沙市或是补偿城陵矶, 对武汉均或多或少产生影响。以补偿城陵矶为例, 现防洪规划中城陵矶的防洪控制水位为  $34.4 \text{ m}$ , 可安全宣泄流量为  $60\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 。冲刷平衡后, 断面扩大, 水位  $34.4 \text{ m}$  时下泄流量则将大于  $60\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ , 下游武汉流量增加, 水位必然相应增高, 洪灾风险向下游转移。水位增加的数值虽然较小, 但也将增加武汉的防洪压力。特别是三峡运行初期 20~30 年, 上、下荆江先后发生强冲刷已趋平衡, 水位下降甚多, 而武汉及其以下河段先淤, 至 30 年末刚开始微冲(表 2), 此时武汉水位尚未下降, 武汉以上水面比降更为平缓, 洪灾风险向下游转移的现象将更为明显, 此时对重镇武汉的防洪应予高度重视, 武汉以下的影响逐渐减弱。

综上所述, 长江中下游在天然情况下为洪灾高危险区, 这是由该地区洪水的致灾性、河道孕灾环境和承灾体易损性所决定的。通过长期的治理, 长江中下游河道的横向摆动减小, 洪灾损失大大减少, 但中游局部河段水位略有增高, 而增加了防洪压力。三峡建成后, 减少了洪水下泄量, 三峡下游长河段冲刷, 水位下降, 都是有利于防洪的。但是在一段时间内, 由于强冲刷将引起河势的剧烈变化, 河道横向摆动增强, 将引起河岸失稳而崩岸, 局部河段可能十分剧烈, 特别是沙市 - 监利河段应引起高度重视。由于水面比降变平, 洪灾风险有向下游武汉转移的趋势, 尽管对武汉防洪影响很小, 但仍须予以重视。

### 参考文献:

- [1] 张行南, 罗 键, 陈 雷, 等. 中国洪水灾害危险程度区划[J]. 水利学报, 2000(3): 1 - 7.
- [2] 长江水利委员会. 长江流域防洪规划简要报告[R]. 武汉: 长江水利委员会, 2002.
- [3] 骆承政, 乐嘉祥. 中国大洪水[M]. 北京: 中国书店, 1996. 387 - 433.
- [4] 沈 泰, 殷瑞兰. 论长江中游洪灾与对策[J]. 中国水利, 2003(2A): 35 - 38.
- [5] 长江流域办公室水文局. 长江中下游河道基本特性[R]. 武汉: 长江流域规划办公室水文局, 1983. 35 - 145.
- [6] 石国钰, 许全喜, 陈泽方. 长江中下游河道冲淤与河床自动调整作用分析[J]. 山地学报, 2002, 20(3): 1 - 9.
- [7] 殷瑞兰. 长江中游洪水位变化初探[J]. 长江科学院院报, 2002, 19(1): 48 - 51.
- [8] 殷瑞兰, 陈 力. 三峡坝下游冲刷荆江河段演变趋势研究[J]. 泥沙研究, 2003(6): 1 - 6.

## Introduction to the high danger of flood disaster in the middle Yangtze River

YIN Rui-lan<sup>1</sup>, SHEN Tai<sup>2</sup>

(1. *Yangtze River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China;*

2. *Yangtze River Water Resources Commission, Wuhan 430010, China)*

**Abstract :** Through the analyses of the formation factors causing disaster of the Yangtze River flood , the boundary conditions and its disaster-breeding environment and the carrying body easy to be damaged , this paper devotes to the inevitability of the middle Yangtze River becoming the extreme seriousness of flood disaster in China , analyzes the harnessing of human creature along the river to increase the stability of the river course , thus reducing the risk of flood disaster. But , the tendency of raising the flood stage still exists in the local reaches of the middle Yangtze River , which also increase the dangers of flood disaster and is still the high dangerous basic characteristics in this region. After studying the operation of the Three Gorges Project , new situation of flood protection occurs in the middle Yangtze River. On the one hand , a huge flood control capacity of the Three Gorges Reservoir can retain a large amount of floodwaters , thus greatly reducing the flood disaster in the middle and lower of the Yangtze River. On the other hand , the strong erosion of the river course will make the river regime to change violently , increasing river channel shifting. It is difficult to stabilize bank wall of the local reaches , which also increases the pressure of flood protection. Meanwhile , because of flattening surface slope , there is a tendency to transfer downstream at the risk of flood disaster. In the future , the middle Yangtze River is still the high dangerous region , and it should still be attached great importance to.

**Key words :** high dangerous region of flood disaster ; disaster-causing factor ; disaster-breeding environment ; disaster risk transferring ; middle Yangtze River