

长江中下游洪水位与河床冲淤关系初探

余明辉¹, 段文忠¹, 刘 智², 余 飞²

(1. 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 湖北 武汉 430072; 2. 中南电力设计院, 湖北 武汉 430071)

摘要:针对长江中下游近 50 年来部分水文断面如螺山、城陵矶洪水位抬升明显、高洪水位持续时间加长的问題,统计了大量水位、流量、水流含沙量以及河床地形等实测资料,并进行分析计算.结果表明,长江中下游洪水位变化与河段河床演变及河道形态变化密切相关,江湖淤积及河道形态变化是造成洪水位抬高及高洪水位持续时间加长的主要原因.

关键词:洪水位;河床冲淤;江湖淤积;长江

中图分类号:P332.3

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2005)03-0018-04

Discussion on variations of flood water level and riverbed erosion and deposition for the middle and lower Yangtze River//YU Ming-hui¹, DUAN Wen-zhong¹, LIU Zhi², YU Fei² (1. State Key Lab. of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 2. Central Southern China Electrical Power Design Institute, Wuhan 430071, China)

Abstract:In consideration of the fact that the flood water level of some hydrological sections on the middle and lower Yangtze River, such as the Luoshan section and the Chenglingji section, has been raised sharply, and the duration of high water level has been prolonged during the past 50 years, a statistical calculation and analysis was made of a great deal of measured data about water level, flow rate, sediment concentration, bed configuration, and etc. The result shows that the variation of flood water level on the middle and lower Yangtze River is closely related to river bed evolution, and that the river bed deposition and variation of channel configuration are the main reasons of water level rise and long duration of high water level.

Key words: flood water level; river bed erosion and deposition; river and lake deposition; Yangtze River

近 50 年来,长江中下游洪水位发生了较大变化,河道形态、河床冲淤也发生了变化,引起了社会各界的普遍关注,给国民经济带来重大影响.分析研究长江中下游洪水位变化与河道形态、河床冲淤的变化规律,对正确认识洪水位的影响机理并提出减缓措施具有重要意义.

1 洪水位变化

经统计,长江中下游较大洪水年的洪水位及相应流量情况见表 1^①.根据实测资料分析水位变化规律为:①螺山、城陵矶等部分水文站同流量来流情况下水位抬高;②高洪水位持续时间加长^[1].1998 年长江洪水是 20 世纪仅次于 1954 年的全流域大洪水,先后出现 8 次洪峰,洪水位居高不下,其中沙市、监利、莲花塘及螺山站最高水位分别超过 1954 年最高水位 0.55 m, 1.74 m, 1.84 m 和 1.78 m, 监利、莲花塘、螺山站超 1954 年最高水位的时间分别约为 57 d,

50 d, 50 d.宜昌与湖口站最高水位分别超警戒水位 1.50 m 和 3.58 m, 超警戒水位时间长达 17.5 d 和 82.9 d^①.

2 含沙量变化

关于长江中下游高洪水位的原因,有多种说法.有人认为是长江上游地区森林砍伐、陡坡开荒等人类活动造成水土流失加剧,河道淤积加重,以至“长江变黄河”.据统计,由于大量砍伐林木,长江上游有 35% 的地区遭受水土流失,每年侵蚀的泥沙量大约在 16 亿 t.但通过宜昌、螺山、汉口进入长江中下游的泥沙,多年平均输沙量(1950~2000 年)仍分别维持在 5.0 亿 t, 4.11 亿 t, 4.04 亿 t, 见图 1;多年平均含沙量仍分别维持在 1.14 kg/m³, 0.644 kg/m³, 0.573 kg/m³, 见图 2.

从图 1 和图 2 可以看出,除螺山站因受下荆江裁弯影响,20 世纪 70 年代中期至 80 年代中期含沙

基金项目:国家“973”计划课题(2003CB415206);国家自然科学基金资助项目(50209012)

作者简介:余明辉(1969—),女,湖北广水人,副教授,博士,从事水力学及河流动力学研究.

①长江水利委员会水文局.长江流域防洪规划水文分析报告,2000.

表 1 长江中下游洪水位及流量变化

年份	宜昌		沙市		监利		城陵矶		莲花塘	
	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)
1954	55.73	66 800	44.67	50 000	36.57	36 500	34.55	43 400	33.95	
1968	53.58	57 500	44.13	49 500	36.07	37 800			33.41	
1983	53.18	53 500	43.67	45 200	36.71	37 300	34.21	34 300	33.93	
1991	52.29	50 400			35.94	37 500	33.52	29 600	33.33	
1995	50.15	40 500			35.74	30 700	33.68	37 700	33.41	
1996	50.96	41 500	42.99	41 500	37.06	37 200	35.31	42 100	35.01	
1998	54.50	56 700	45.22	53 700	38.31	46 300	35.94	36 800	35.8	
1999	53.68	57 500	44.74	45 000	38.30	41 200				

年份	螺山		汉口		九江		湖口		大通	
	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)	Z/m	Q/(m ³ ·s ⁻¹)
1954	33.17	78 800	29.73	76 100	22.08	73 000	21.68		16.64	92 600
1968	32.59	58 300	27.39	61 300	20.56	68 800	20.10	18 000	14.54	68 800
1983	33.04	59 400	28.11	63 900	22.12	72 300	21.71	17 700	15.70	72 600
1991	32.52	57 400	27.12	65 700	20.62		20.02		14.63	63 800
1995	32.58	52 100	27.79	56 100	22.20		21.80		15.76	74 500
1996	34.17	68 500	28.66	70 700	21.78	75 000	21.22		15.54	75 200
1998	34.95	64 300	29.43	71 100	23.03	73 100	22.59		16.32	80 500
1999	34.60	68 300	28.89	68 700					15.87	79 800

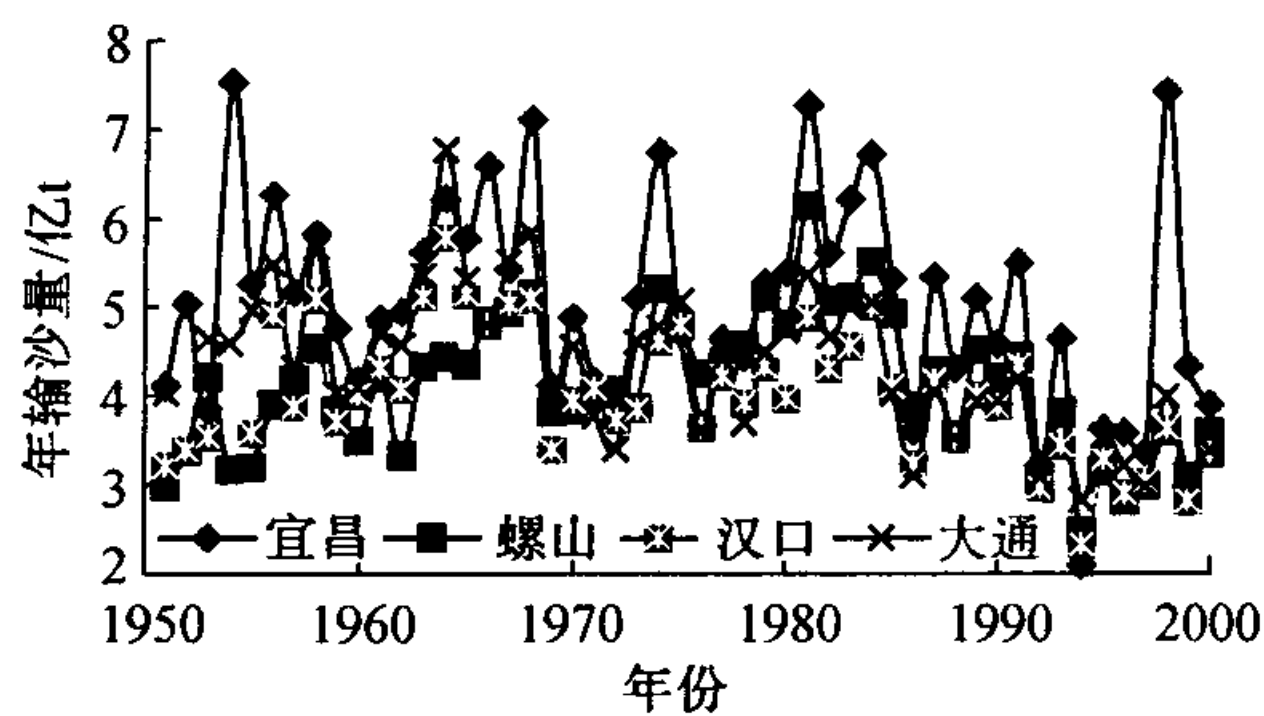


图 1 主要控制站的输沙量变化过程线

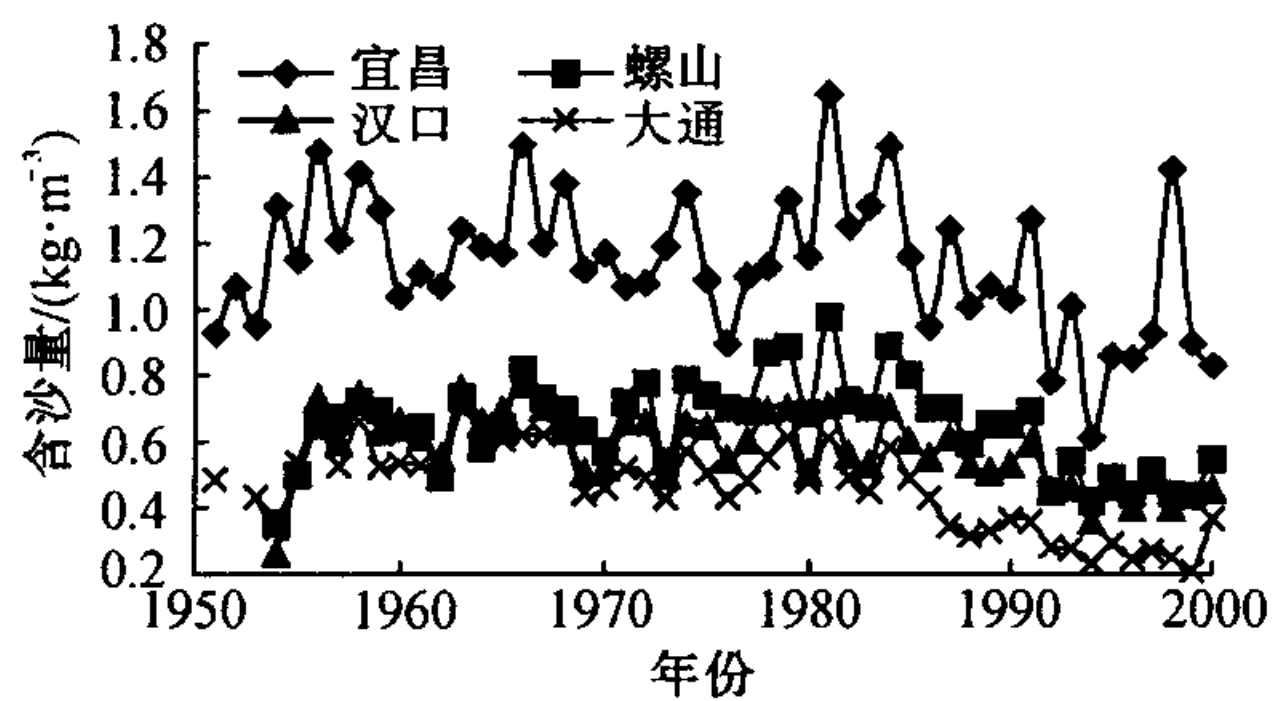


图 2 主要控制站的含沙量变化过程线

量、输沙量增大外,上、下游地区进入长江干流的泥沙量自 20 世纪 80 年代后期至今明显减少,这说明我国在治理水土流失、控制流域泥沙进入干流河道

方面已经取得了一些成效,“长江变成黄河”的可能性极小,甚至是不可能的。

3 河床冲淤^{[2]①}

3.1 采用输沙量计算

依据长江中下游主要控制站近 50 年的悬移质泥沙实测资料,绘制出主要控制站的输沙量过程线,见图 1;另外统计出不同时段不同河段的河床冲淤量(未计入河岸崩塌量与区间溪沟来沙),见表 2。

长江中下游泥沙主要来自宜昌以上,1950~1998 年中下游干支流主要测站多年平均输沙量为:宜昌 5.04 亿 t,螺山 4.19 亿 t,汉口 4.08 亿 t,大通 4.38 亿 t,清江长阳 0.082 亿 t,湘江湘潭 0.105 亿 t.假如按经过大通进入河口地区的沙量约 9%被带入东海^[1],50%的淤积在河口三角洲,40%淤积在河道中计算,则每年有近 1.75 亿 t 泥沙淤积在长江河口河道中.由表 2 看出淤积最严重的河段为螺山—武汉河段,年均淤积厚度约为 11.281 cm,宜昌—螺山、武汉—大通段为冲刷,这与河道实际情况有所差异。

表 2 长江中下游各河段泥沙冲淤量

河 段	冲淤量/万 t						单位河长冲淤量/ (万 t·km ⁻¹)	年均 淤厚/cm
	1966~1975 年	1976~1981 年	1982~1986 年	1987~1993 年	1994~1996 年	1997~1998 年		
宜昌—监利	5 883	- 7 115	- 9 000	- 4 928	- 3 444	16 924	- 5.31	- 0.085
监利—螺山	- 21 420	- 19 340	- 3 860	14 950	4 890	10 350	- 122.60	- 1.835
螺山—武汉	43 740	55 301	49 303	28 632	3 460	1 900	854.43	11.281
武汉—大通	- 16 960	- 7 825	- 1 456	2 945	- 8 807	- 1 379	- 33 482	- 0.644

注:①宜昌—监利:河长 316.5 km(364.5 km)(括号内为下荆江裁弯前的河长,下同),河宽 1 400 m;监利—螺山:河长 117.7 km(143.7 km),河宽 1 500 m;螺山—武汉:河长 213.4 km,河宽 1 400 m;武汉—大通:河长 507.2 km,河宽 2 300 m.②用泥沙粒径 $d=0.018$ mm(汉口站)的干密度 $\rho_s=1.35$ t/m³ 作为换算淤积厚度的数值.③“+”表示淤积,“-”表示冲刷。

①石国钰,许全喜.长江中下游河道冲淤与河床自动调整作用分析,1999.

3.2 采用地形图计算

依据长江中下游 1966 ~ 1998 年河道 1:10 000 的地形图计算得河槽冲淤量,见表 3 和表 4.从表 3 及表 4 可以看出:1966 ~ 1998 年,宜昌一大通枯水河槽累计冲刷量为 2.722 6 亿 m³;平滩河槽累计淤积量为 6.7137 亿 m³,呈现出“冲槽淤滩”及特大洪水年中游河段河床淤积强度大、下游河段河床冲刷明显的特征.具体至各河段,河床冲淤特性不尽相同.宜昌一城陵矶,枯水与平滩河槽累计均为冲刷,主要发生在枯水河槽,河床下切明显,枯水位与平滩水位之间河床略有淤积;城陵矶—九江,则表现为枯水与平滩河槽累计均为淤积,且以淤支汊和宽浅洲滩为主;九江—大通,枯水河槽累计为冲刷,平滩河槽累计为淤积,“冲槽淤滩”及支汊淤积特征明显.

从各时段来看:宜昌一枝城段处于近坝段,1966 ~ 1993 年均处于冲刷状态,且冲刷量主要集中在 1976 ~ 1986 年,而 1997 ~ 1998 年则有所回淤;上荆江段由于受 20 世纪 60 年代裁弯以及以后的葛洲坝运行等影响,1966 ~ 1998 年均处于冲刷状态,但 20 世纪 90 年代后冲刷强度有所减小;下荆江段,由于受裁弯和藕池口分流量急剧减小、干流泄量相应增大等影响,1966 ~ 1993 年处于冲刷状态,1993 年后则有所淤积;与荆江河床冲淤变化相应的城陵矶—武汉段,1966 ~ 1993 年处于淤积状态,1994 ~ 1998 年则有所冲刷;武汉—九江段,1970 ~ 1975 年和 1994 ~ 1998 年两时段河床淤积量较大,1976 ~ 1993 年河床则微冲微淤,以枯水河床微冲为主;九江—大通段,1966 ~ 1986 年河床微冲微淤、冲槽淤滩,1987 ~ 1996 年河床滩槽均淤,但以淤支汊和宽浅滩地为主,1997 ~ 1998 年则为冲刷,枯水河槽为主.

表 3 1966 ~ 1998 年长江中下游枯水河槽冲淤量

河 段	冲淤量/万 m ³							单位河长冲淤量/(万 m ³ ·km ⁻¹)	年均淤厚/cm
	1966 ~ 1975 年	1976 ~ 1981 年	1982 ~ 1986 年	1987 ~ 1993 年	1994 ~ 1996 年	1997 ~ 1998 年	1966 ~ 1998 年		
宜昌—城陵矶	- 11 071	- 14 939	- 16 750	- 11 139	2 785	- 1 973	- 53 087	- 130.12	- 2.905
城陵矶—螺山	2 880	- 1 360	3 040	- 2 040	- 490	- 1 050	980	30.92	0.644
螺山—武汉	1 860	5 200	15 010	1 350	- 180	- 7 840	15 400	72.16	1.326
武汉—九江	6 755	- 1 079	- 1 807	- 3 218	13 636	11 032	2 5319	94.83	1.288
九江—大通	- 6 632	- 2 522	- 8 519	11 057	5 356	- 14 578	- 15 838	- 65.94	- 0.896
宜昌—大通	- 6 208	- 14 700	- 9 026	- 3 990	21 107	- 14 409	- 27 226	- 23.44	

注:武汉—九江段为 1970 年起算,表 4 同.

表 4 1966 ~ 1998 年长江中下游平滩河槽冲淤量

河 段	冲淤量/万 m ³							单位河长冲淤量/(万 m ³ ·km ⁻¹)	年均淤厚/cm
	1966 ~ 1975 年	1976 ~ 1981 年	1982 ~ 1986 年	1987 ~ 1993 年	1994 ~ 1996 年	1997 ~ 1998 年	1966 ~ 1998 年		
宜昌—城陵矶	- 19 554	- 21 302	- 17 278	- 5 563	10 282	4 193	- 49 222	- 120.64	- 2.693
城陵矶—螺山	5 590	- 1 060	1 860	- 2 410	80	- 2 620	1 440	46.91	0.977
螺山—武汉	2 440	4 370	14 560	11 320	- 1 340	- 7 340	24 010	112.51	2.068
武汉—九江	1 7251	- 610	- 4 937	8 067	14 272	25 256	59 299	222.09	3.018
九江—大通	9 331	- 1 557	- 5 272	22 051	16 874	- 9 797	31 610	131.60	1.788
宜昌—大通	15 058	- 20 179	- 11 067	33 465	40 168	9 692	67 137	57.81	

上面两种计算方法所得结果存在差异,见表 5.由表 5 可知,宜昌一大通 1966 ~ 1998 年淤积量用输沙量法计算为 98 329 万 m³,用断面地形法计算为 67 137 万 m³,两种方法结果相差较大.而 1976 ~ 1986 年、1994 ~ 1996 年两种方法计算结果显示的冲淤情况相反.

表 5 宜昌一大通输沙量法与断面地形法
(平滩河槽)冲淤计算值比较

时 段	冲淤量/万 m ³	
	输沙量法	断面地形法
1966 ~ 1975	8 328	15 058
1976 ~ 1981	15 571	- 20 179
1982 ~ 1986	25 916	- 11 067
1987 ~ 1993	30 814	33 465
1994 ~ 1996	- 2 890	40 168
1997 ~ 1998	20 589	9 692
1966 ~ 1998	98 329	67 137

考虑到两种计算方法都存在各自的缺陷,从而影响计算结果的正确性与精度,依惯例,我们沿用断面地形法的成果作为分析的依据.

4 沿江湖泊淤积

长江中下游 1 km² 以上的湖泊有 624 个,总面积 16 389 km²,蓄水量达 648 亿 m³.对调蓄长江洪水起着主要作用的是五大淡水湖泊,由于泥沙淤积与湖泊滩地围垦,湖泊面积大幅度减少,见表 6 和表 7^[3].进入洞庭湖的悬移质输沙量,多年平均为 1.627 亿 t,约有 3/4 的来沙沉积于湖区,年平均淤积量达 1.207 亿 t^[3].其中长江三口量为 1.29 亿 t,占入湖总沙量的 79.3%;湖南四水来沙量为 0.298 亿 t,占 18.3%;经由城陵矶输出沙量为 0.420 亿 t,占来沙总量的 25.8%.

表 6 湖泊沉积速率比较

湖 泊	年均淤厚/cm		沉积量 增加值/(t·km ⁻²)
	20 世纪 80 年代	20 世纪 90 年代	
太 湖	2.5~3.5	3.5~4.0	7 500
洞庭湖	0.2	0.341	1 050
鄱阳湖	0.16	0.24	600
巢 湖	0.12~0.18	0.16~0.24	450

表 7 湖泊面积

年份	洞庭湖 (城陵矶 33.5m)	鄱阳湖 (湖口 22.0m)	汉江平 原湖群	安徽 湖群	江苏 湖群
1949	4 350	5 340			
1950	3 915	5 190	8 528	4 776	6 832
1965		4 440			
1971	2 820				
1977	2 740				
1980		4 125	2 984	3 551	5 978
1983		3 914			
1995	2 623				
1997		3 900			

注:为 20 世纪 90 年代数据,括号内为起算水位。

泥沙淤积使湖泊容积减少,不仅降低调洪能力,而且导致排泄河道淤塞。太湖主要出口东太湖原有出口河道 84 条,3 m 水位时过水断面面积 1 846 m²,如今已被淤积封堵 70 余条,只剩下 10 条,过水断面面积 469 m²,仅为原来的 25.4%,致使排水量仅为原来的 1/3。以 1954 年洪水量、1991 年出口河道排泄能力作模拟计算,水位将比 1954 年水位再提高 0.06 m。鄱阳湖出口处受到长江中淤积的梅子洲阻拦,不仅使上游来水不能及时泄入长江,而且汛期长江洪水也难及时进入鄱阳湖使其发挥分洪调蓄作用,再遇 1954 年洪水则因淤积而使湖泊水位提高 2 m。洞庭湖 20 世纪 80 年代的削减洪峰能力(5 660 m³/s)仅为 1954 年(20 653 m³/s)的 15.6%,因此将抬高水位 1.14 m。

5 河道形态变化

近 50 年来,长江中下游河道形态特别是主河槽形态,受自然和人为(建桥、建港、围滩)因素的影响,绝大多数发生了或大或小的变化。荆江河段受裁弯和葛洲坝枢纽运用的影响,主河槽变为较顺直,河床刷深;洪湖界牌河段随着南门洲与新洲脑河岸的崩塌,河道变得宽浅;武汉天兴洲及其以下大量分汊河道,主汊和支汊的演变也带来河道形态的变化,特别是河口段,长期大量的泥沙淤积使河道不断淤浅束窄。早在 20 世纪 40 年代,南京段江面仅有江心洲、八卦洲 2 个沙洲,而到了 80 年代,江心洲面积增大了近 1 倍,而且尾部又淤积出潜洲,阻止秦淮河水进入长江,威胁南京市区防洪安全。镇江—扬州河段 1949 年前江面宽约 3.8 km,而今则不足 2 km。河道淤浅变窄,沙洲淤积必将导致蓄泄能力下降,甚至滞水壅水,以至造

成长时间高水位。资料统计,从 1912~1953 年的 42 年间,南京段仅有 2 年最高水位超过 9 m,平均重现期为 21 a,而自 1954~1989 年的 29 年间,南京河段有 6 次最高水位超过 9 m,1988 年 9 m 以上水位持续达 81 d,1998 年大通流量仅 80 600 m³/s,略低于 1954 年的 92 600 m³/s,但水位达到 10.14 m(接近 1954 年),10 m 以上水位持续 17 d 之久。

1949 年以后不久,长江中下游就完成了大量的护岸工程,并对防洪大堤不断翻新加固、延伸,控制了一些重要河段的河势,完善了长江中下游的堤防体系与防洪体系,彻底改变了 1954 年特大洪水时沿江大堤溃决、洪水横溢的局面。由于洪水受大堤束缚只能在河道中下泄,因而也就延续了洪水位的下降时间。影响长江泄洪除了大量悬移质泥沙淤积外,各河段所出现的大量阻碍行洪的建筑物和河岸崩塌,也是造成河道形态变化而阻碍行洪的原因之一。

6 结 语

a. 长江中下游河道部分河段同流量来流情况下洪水位抬高,高洪水位持续时间加长。

b. 1966~1998 年间,按输沙量计算,宜昌—监利、监利—螺山、螺山—武汉、武汉—大通各河段年均冲淤厚度为 -0.085 cm, -1.835 cm, 11.281 cm, -0.644 cm。按地形法计算,宜昌—城陵矶、城陵矶—螺山、螺山—武汉、武汉—九江、九江—大通枯水河槽与平滩河槽年均冲淤厚度分别约为 -2.905 cm, 0.644 cm, 1.326 cm, 1.288 cm, -0.896 cm 和 -2.693 cm, 0.977 cm, 2.068 cm, 3.018 cm, 1.788 cm。

c. 长江中下游江湖淤积及河道形态变化是造成洪水位抬高及高洪水位持续时间加长的主要原因之一。

参考文献:

- [1] 孙顺才,姜彤.长江中下游江湖泥沙淤积与洪涝灾害对策[M].北京:科学出版社,1999.270—273.
- [2] 段文忠,王明甫,梁杏.现代洞庭湖湖区泥沙淤积时空特征[A].中国水文地质工程地质勘测院.环境地质研究(第三辑)[C].北京:地震出版社,1996.179—185.
- [3] 郑亚慧.荆江与洞庭湖关系研究及防洪对策探讨[D].武汉:武汉大学,2001.

(收稿日期:2004-09-16 编辑:骆超)

