

文章编号: 1672-3031 (2004) 01-0044-07

渭河“2003”洪水灾害及其减灾措施的分析

冯普林, 石长伟, 张广林

(陕西省三门峡库区管理局, 陕西 西安 710016)

摘要: 本文通过对渭河“2003”洪水实测资料的分析, 探讨了渭河洪水灾害的成因, 从洪水演进特性、河道冲淤调整与潼关高程变化、防洪工程设施与河道条件等几个方面论证了洪水灾害的形成机理。结合对渭河下游现状的分析, 提出了渭河下游从根本上减轻洪水灾害的工程和非工程措施。

关键词: 洪水灾害; 减灾措施; 悬河; 潼关高程; 渭河下游

中图分类号: TV122

文献标识码: A

1 渭河“2003”洪水概况

2003年8月26日~10月19日, 渭河下游出现了1981年以来的最大洪水, 渭河临潼站6次洪峰过程的最大洪峰流量为 $5100\text{m}^3/\text{s}$ 。各站洪水特征值统计见表1。从洪水组成及演进过程看, 具体有以下几个特征。

表1 渭河“2003”洪水华县站特征值统计

洪峰时间				最高水位	洪峰流量	最大含沙量	临潼~华县传播历时
月	日	时	分	/m	/ (m^3/s)	/ (kg/m^3)	/h
8	29	16	48	341.32	1500	606	53.8
9	1	10	0	342.76	3570		24.0
9	8	18	0	341.73	2290		30.0
9	21	21	0	342.03	3400		28.0
10	4	2	0	340.99	2520		16.0
10	5	6	0	340.99	2810		
10	13	7	0	339.73	2010		15.0

1.1 洪峰流量不大, 洪峰水位创历史最高 渭河“2003”洪水咸阳站最大洪峰流量 $5340\text{m}^3/\text{s}$, 接近7年一遇洪水; 临潼站最大洪峰流量 $5100\text{m}^3/\text{s}$, 接近3年一遇洪水; 华县站最大洪峰流量为 $3570\text{m}^3/\text{s}$, 接近2年一遇洪水。除耿镇、陈村和华阴站外, 渭河下游各站均出现历史最高洪水位。华县站洪峰水位比历史最高洪水位“96.7”洪水($Q=3500\text{m}^3/\text{s}$)的水位高0.51m, 比1981年洪水($Q=5380\text{m}^3/\text{s}$)的水位高1.71m, 比“54.8”洪水($Q=7660\text{m}^3/\text{s}$)的水位高3.95m。

1.2 洪水持续时间长, 洪量大 渭河“2003”洪水6次洪峰过程在渭河下游持续时间长达39d。各站流量过程线见图1。典型洪水历时见表2。与典型年同期相比, 华县站 $1500\text{m}^3/\text{s}$ 以上流量持续时间较1981年洪水长38h, 较1964年洪水长40h。截止10月19日8时, 临潼、华县站洪量分别为56.63亿 m^3 和60.08亿 m^3 , 均大于1981年同期洪量, 略小于同期历史最大的1964年洪量。典型洪水洪量统计见表3。

1.3 含沙量先高后低, 水沙过程不协调 2003年8月渭河1号洪峰主要来自泾河上游多沙区, 含沙量大。泾河张家山站最大含沙量为 $734\text{kg}/\text{m}^3$, 渭河临潼站最大含沙量为 $604\text{kg}/\text{m}^3$ 。洪水过程中沙峰与洪峰不相适应, 沙峰在前, 洪峰在后。临潼站沙峰与洪峰过程如图2。

收稿日期: 2004-01-10

作者简介: 冯普林(1966-), 男, 陕西西县人, 高级工程师, 主要从事水文、泥沙及河道分析研究。

E-mail: fplsgj@263.net

表2 渭河下游典型洪水历时统计

站名	2003年	1981年	1964年
	洪水/h	洪水/h	洪水/h
咸阳 ($Q > 1000\text{m}^3/\text{s}$)	212	436	336
临潼 ($Q > 2000\text{m}^3/\text{s}$)	233	273	175
华县 ($Q > 1500\text{m}^3/\text{s}$)	458	420	418

表3 典型洪水洪量统计 (单位: 亿 m^3)

站名	2003年洪水	1981年洪水	1964年洪水
临潼	56.63	48.96	65.42
华县	60.08	53.61	74.65

备注: 临潼、华县水量计算止10月19日8时。华县站19日8时流量 $709\text{m}^3/\text{s}$ 。

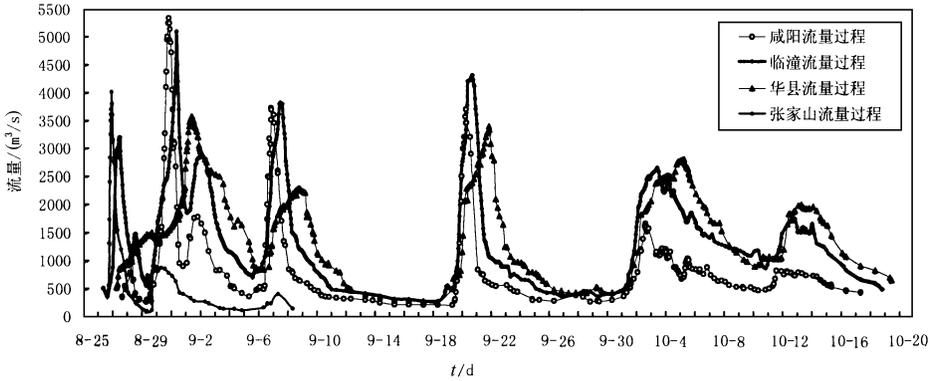


图1 渭河“03”洪水泾河张家山站、渭河咸阳、临潼、华县站流量过程

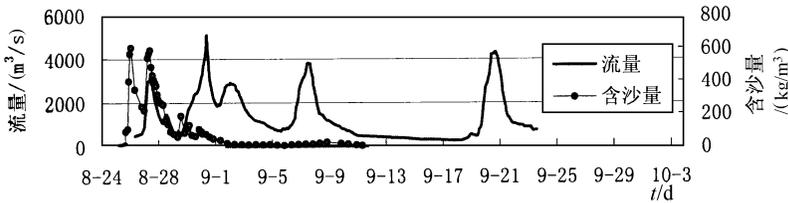


图2 渭河“2003”洪水临潼站水沙过程

1.4 洪水演进速度缓慢, 洪峰变形剧烈 渭河“2003”洪水演进速度极为缓慢。临潼~华县河长77.4km, 几次典型洪水洪峰传播历时及传播速度统计见表4。

	2003年	1981年	1996年
	洪水	洪水	洪水
洪峰传播历时/h	53.8	16.5	19.5
洪峰传播速度/(km/h)	1.44	4.69	3.97

渭河“2003”洪水咸阳以下河段全面漫滩, 滩区大量滞蓄洪水, 致使洪峰变形剧烈。1、2号洪峰出现时间在临潼站相差95h, 洪水演进到华县站后, 1、2号洪峰演变成一个很胖的洪水过程, 洪峰削减率为53%。

1.5 主槽展宽刷深, 滩地淤积严重 渭河“2003”洪水前3次洪峰过程中临潼站最大含沙量 $604\text{kg}/\text{m}^3$ (8月26日), 输沙量共1.989亿t。按输沙率法统计, 临潼~华县河段淤积泥沙0.639亿t。按照3号洪峰后部分加测断面的淤积测验结果, 5月23日~9月18日渭拦5~渭淤37断面共淤积泥沙0.9890亿 m^3 , 主要分布在杨村(渭淤6)~船张村(渭淤28)之间。结合现场查勘情况, 临潼至华县, 尤其是交口~华县河段滩面淤积严重, 淤积厚度一般在0.4m左右。渭南以下河段主槽宽度普遍增大50~100m; 西安及华阴河段河道最深点较汛前下降1~2m。

2 洪水灾害情况

渭河“2003”洪水渭河下游全面漫滩, 河道整治工程全部着流, 干流堤防全线偎水行洪, 平均临堤水深约2.0m, 最大临堤水深3.9m; 渭河渭南以下南山支流全部发生洪水倒灌, 最大倒灌长度达7.5km。

各类防洪工程设施水毁严重。据统计, 共有48处河道工程805座坝垛发生严重根石走失、坡石坍塌、坝头墩蛭、坝身裂缝、土胎外露、坝档后溃、连(进)坝路冲毁、备防石倒塌淤埋等险情。干支流堤防共发生决口、裂缝、管涌、漏洞、坍塌、堤身及穿堤建筑物渗水、陷坑等险情1568处, 大堤交通桥倒塌1座。河道水文、管护等设施也水毁严重。

洪水给渭河下游渭南、咸阳、西安3市12个县(市、区)造成严重灾害,受灾人口56.25万人,迁移人口29.22万人,总受灾面积91867hm²,成灾面积81560hm²,绝收面积81307hm²;倒塌房屋18.72万间;损坏水利设施6503座、抽水站17座、桥涵17座、公路158条558km、输电线路296km,20个乡镇卫生院被淹,造成危漏校舍195所,182所学校4.9万名学生无法入学上课,直接经济损失29亿元。受灾最为严重的二华地区决口洪水淹没面积20133hm²,淹没最大水深4m,受灾人口35.19万人,直接经济损失23.21亿元。

3 洪水灾害原因分析

从前面的分析可以看出,渭河“2003”洪水流量并不大,但其水位之高、洪峰传播历时之长、洪灾损失之严重却是历史罕见的。分析表明,造成这种小水大灾特殊局面的原因是多方面的。

3.1 河道泄洪输沙功能的退化致使临潼~华县河段滞洪严重 渭河“2003”洪水临潼~华县河段滞洪的突出表现是:洪水演进速度慢,高水位行洪时间长。与以前水位最高的“96.7”洪水相比,临潼站洪峰水位偏高0.55m,华县站洪峰水位偏高0.51m。除临潼站洪峰流量较“96.7”洪水大1070m³/s外,造成临潼~华县河段滞洪的原因主要有以下几方面。

3.1.1 河床抬升、河道纵比降变缓 三门峡建库以来至2003年汛前,渭河下游累积淤积泥沙13.21亿m³,其中渭淤26断面以下淤积泥沙12.96亿m³,占渭河下游总淤积量的98.1%;1989年汛后以来渭淤26断面以下淤积泥沙2.87亿m³,占该河段累积淤积量的22.1%。大量的泥沙淤积造成渭河下游河床大幅度抬升(见表5),2003年汛前临潼站、华县站河床平均高程分别较1965年汛前抬升0.85m、3.15m,较1992年汛前抬升0.11m、0.73m,较1996年汛前抬升0.24m、0.24m;华县站较临潼站多抬升2.30m。

建库以来渭河下游典型洪水临潼~华县河段洪水水位、常水位、滩面及平均河床比降变化见表6。从表6中可以看出,自1965年以来,临潼~华县河段洪水水位比降、常水位比降、滩面比降、全断面平均河床比降都是减小的,而且在目前达到最小值。出现这一情况的原因,主要是临潼~华县河段下段淤积比上段严重的结果。河道比降的变缓,致使洪水演进速度缓慢,历时变长。进一步分析表明,河床抬升及河道纵比降变缓的过程与三门峡建库以来渭河下游累积淤积量的发展基本相应,而后者又与潼关高程变化及三门峡水库不同运用方式有密切关系。1973年以来渭河下游历年累积淤积体与潼关高程变化见图3。

表5 渭河下游临潼、华县站典型年河床平均高程统计

时间	全断面平均高程/m		滩面高程/m	
	临潼站	华县站	临潼站	华县站
1965 汛前	355.58	337.04	356.32	337.00
1977 汛前	356.03	337.72	356.67	339.70
1978 汛前	356.13	338.73	356.90	340.10
1992 汛前	356.32	339.46	357.21	340.65
1996 汛前	356.19	339.95	357.21	340.80
2003 汛前	356.43	340.19	357.25	341.15

表6 渭河下游临潼~华县河段河道纵比降变化情况统计

洪水名称	洪水水位比降	常水位比降	滩面比降	全断面平均河床比降
	(3000m ³ /s) (‰)	(200m ³ /s) (‰)		
1965	2.32	2.28	2.50	2.40
1977	2.17	2.34	2.19	3.37
1981	2.11	2.27	2.17	2.25
1992	2.13	2.28	2.14	2.17
1996	1.95	2.16	2.12	2.10
2003	1.94		2.08	2.10

注:1965年始刊印大断面资料。

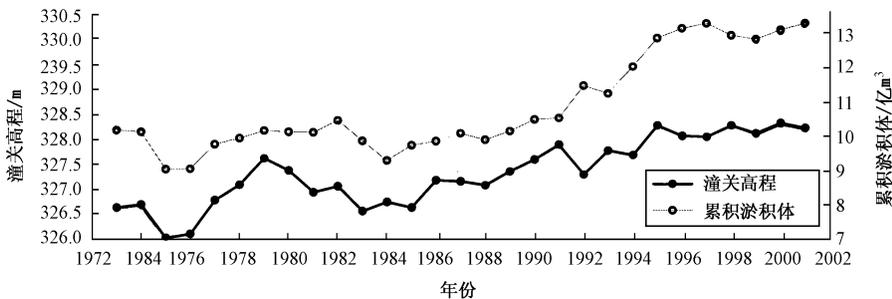


图3 1973年以后渭河下游历年累积淤积体与潼关高程变化

3.1.2 主槽萎缩, 河槽过洪能力小 渭河临潼站平滩流量 1992 年汛初超过 $3500\text{m}^3/\text{s}$, 1996 年汛初 $3200\text{m}^3/\text{s}$, 2003 年汛初 $2500\text{m}^3/\text{s}$; 华县站平滩流量 1992 年汛初 $2500\text{m}^3/\text{s}$, 1996 年汛初 $800\text{m}^3/\text{s}$, 2003 年汛初接近 $1300\text{m}^3/\text{s}$ 。与 1996 年汛初相比, 2003 年洪水前河槽平滩流量上段有所减小而下段有所加大, 河槽过洪能力十分有限, 使得滩地过流机率和比例相对增大。

由于主槽过洪能力减小和河道比降减缓的影响, 20 世纪 90 年代初以来洪水期同流量断面平均流速不断减小。渭河临潼站 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 流量的断面平均流速 1992 年为 $1.87\text{m}/\text{s}$, 1996 年为 $1.84\text{m}/\text{s}$, 2003 年为 $1.7\text{m}/\text{s}$; 华县站 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 流量的断面平均流速 1992 年为 $1.20\text{m}/\text{s}$, 1996 年为 $0.85\text{m}/\text{s}$, 2003 年为 $0.91\text{m}/\text{s}$ 。

为了探讨潼关高程及渭河水沙条件对渭河下游河道淤积萎缩的不同影响, 以渭淤 2、9、17 断面为例, 分析主要由水沙条件影响的主槽宽深关系调整引起的贴边淤积和主要由潼关高程抬升影响的河槽和滩面抬升引起的淤积所占的比例, 结果见 (图 4、表 7)。

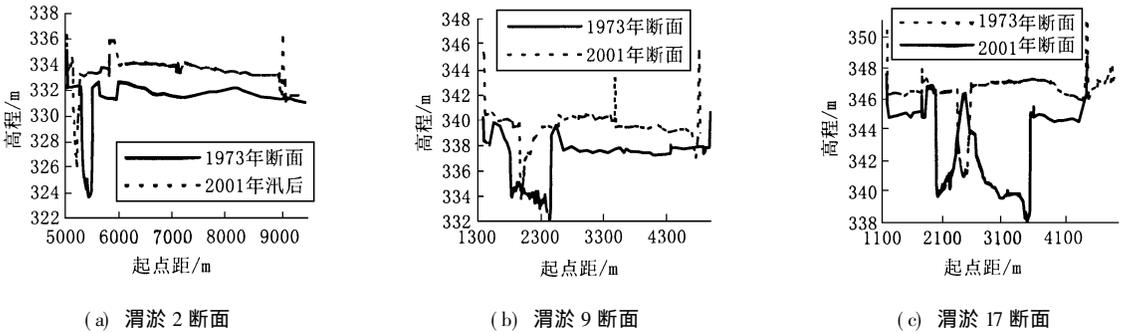


图 4 渭淤 2、9、17 断面变化过程

表 7 1973 和 2001 年渭淤 2、9、17 断面主槽宽度及面积对照

项目	渭淤 2			渭淤 9			渭淤 17		
	主槽宽/m	主槽面积/ m^2	断面面积/ m^2	主槽宽/m	主槽面积/ m^2	断面面积/ m^2	主槽宽/m	主槽面积/ m^2	断面面积/ m^2
1973	214	1484	16911	812	3734	27023	456	6133	22343
2001	139	539	9676	226	779	18659	229	972	10594
淤积面积		945	7235		2955	8364		5161	11749
01 年最深点以下面积		78			109			1065	
贴边淤积面积		867			2846			4096	

从表 7 中可以看出, 与 1973 年汛后断面相比, 2001 年汛后渭河下游 2、9、17 断面分别淤积 7235m^2 、 8364m^2 、 11749m^2 , 其中主槽分别淤积 945m^2 、 2955m^2 、 5161m^2 ; 1973 年汛后主槽宽度分别是 214m、812m、456m, 2001 年汛后主槽宽度减小为 139m、226m、229m, 由于主槽宽深关系调整引起的贴边淤积分别为 867m^2 、 2846m^2 、 4096m^2 , 分别占主槽淤积面积的 91.7%、96.2%、79.4%, 占全断面淤积面积的 12%、34.2%、34.9%; 由于河槽和滩面抬升引起的淤积是 6368m^2 、 5627m^2 、 7653m^2 , 占全断面淤积面积的 88%、65.8%、65.1%。据此可以认为, 由于水沙条件变化引起主槽宽深关系调整造成的淤积占渭河下游淤积的 12%~35%, 而由于潼关高程抬升引起滩槽纵剖面调整造成的淤积占渭河下游淤积的 65%~88%。

3.2 临背差不断加大的“悬河”使得基础薄弱的防洪工程设施难堪重负 为减轻三门峡库区洪涝灾害, 加强渭、洛河下游河道的泄洪能力, 自 1959 年开始国家陆续在库区投资修建了一些防洪、治理和排涝工程。到目前为止, 在渭河下游修建各类堤防 363.04km, 河道整治工程 58 处 (坝垛 1170 座), 防汛道路 11 条, 避水楼 9000 座; 在库区范围内修建排水干沟 10 条, 排水站 12 座; 在南山支流修建水库 4 座, 拦沙坝 1 座。这些工程大多是群众会战或由临时抢险工程逐步形成的, 近期治理中对部分重点薄弱堤段进行了加高培厚和补强加固。但由于有关基础问题及治理投入的力度有限, 就防洪工程体系而言, 工程隐患众多, 堤基沙层和堤身裂缝、孔洞、松散夹层等十分普遍, 尤其是直接入渭的 9

条南山支流堤防标准偏低、质量更差，因而抗洪能力极低。

渭河“2003”洪水中4条南山支流的多数决口都是在渭河2号洪峰的高水位倒灌期间发生的；渭河干堤大荔陈村段背水堤脚也出现了直径半米多的漏洞，幸亏发现和抢堵及时才未酿成决口。这一现象说明，渭河下游下段4m左右临背差“悬河”上的现状干支流堤防的“决口”破坏，首先是由堤身内部存在的孔洞、裂缝等隐患加剧的渗透破坏引起的。由于渭河干支流堤防，尤其是南山支流堤防类似的隐患极为普遍而堤身极其单薄，难以承受即便是常遇洪水也具有较高水位和较大水头差，导致堤防工程在常遇漫滩洪水时频繁决口。

4 减灾措施分析

4.1 加强现有防洪工程设施的除险加固和河道整治，完善防洪基础设施 完善防洪基础设施是渭河下游减灾最直接有效的措施。当务之急，就是要通过实施渭、洛河下游防洪续建、三门峡库区返迁移民防洪保安、渭河下游堤防淤背和河道疏浚、南山支流治理等工程，力争基本控制渭、洛河下游河势，理顺中水流路，按设防标准完善各类防洪工程，加强工程管护设施和防洪非工程建设，基本形成配套完整的综合防洪及除涝体系。

4.2 降低潼关高程，恢复河道的生态功能 改善生态环境，促进人与自然的和谐，推动整个社会走上生态良好的文明发展道路，是关中地区经济社会发展的一个重要目标。由于目前制约渭河下游地区生态环境改善的一个主要因素就是河道生态功能的退化，即河道宣泄洪水和输沙能力的降低。因此，经济社会可持续发展对潼关高程的要求是：①在未来一段时期内，不造成渭河下游防洪治理工程防御标准的降低，为社会经济的稳定发展提供安全保障；②河道宣泄洪水能力得到一定程度恢复，常遇洪水威胁和超标准洪水灾害控制在一定限度内；③河道输沙能力接近或达到平衡输沙状态，避免河床的持续淤积抬升。

上述要求，集中体现在主槽过洪能力的恢复。因为主槽过洪能力的恢复既能增强河道泄洪输沙能力、减缓滩面淤积抬升速度、防止治理工程防御标准降低，又能缓解滩面淤积抬升引起治理工程防御标准降低的压力。因而一旦主槽过洪能力恢复到适当程度，滩面抬升控制的要求也可以适当放松。分析表明，一定的主槽过洪能力，一般对应着维系河槽稳定的滩槽高差、河道比降和断面宽深关系。对断面形态关系式的简单分析得出，在受来水来沙和基面变动影响的渭河下游河道，滩槽高差较多地受到基面变动的影响，而河道平衡比降和断面宽深关系较多地受到来水来沙条件的影响。据此提出的控制指标是：主槽过洪能力维持在 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 以上，河道滩面不出现明显抬升。

为确保华县河槽过洪能力达到 $3000\text{m}^3/\text{s}$ 以上，按河槽平均流速 $2\text{m}/\text{s}$ 考虑，平槽过水面积必须达到 1500m^2 以上，按宽深比88考虑，滩槽高差需达到 4.13m 以上，即在2001年汛后断面基础上降低 1.35m ，水面宽扩大为 363m 。据此对华县站2001年汛后断面作适当修正，得到预期设计断面见图5。据图5按常水位以下面积 171m^2 推算，华县常水位应降低至 334.07m 。

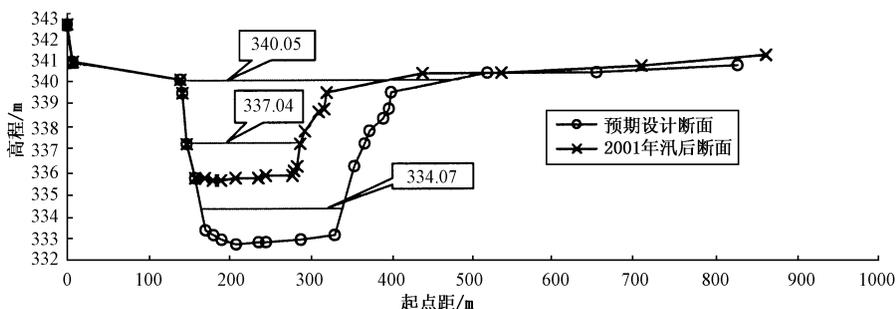


图5 华县水文站2001年汛后大断面与预期设计断面

自1974年三门峡水库蓄清排浑运用以来，渭河下游华县以下河段1977年10月~1983年10月淤

积泥沙 0.0006 亿 m^3 , 1995年10月~2001年10月冲刷 0.0042 亿 m^3 , 接近冲淤平衡情况。其中1978~1983年华县站年最大洪峰流量均值 $3050m^3/s$, 1996~2001年华县站年最大洪峰流量均值 $1760m^3/s$ 。相应于这两个时段华县站汛后常水位与潼关高程差的均值分别为 $8.38m$ 、 $8.47m$ 。结合前面对华县常水位的分析, 与1978~1983年水沙系列(年最大洪峰均值 $3050m^3/s$)相应的潼关高程为 $325.69m$, 与1996~2001年水沙系列(年最大洪峰均值 $1760m^3/s$)相应的潼关高程为 $325.60m$ 。因此, 在目前可以预见的近期水沙系列条件下, 以最低保证渭河华县河段主槽过洪能力 $3000m^3/s$ 以上为控制指标, 将潼关高程控制在 $325.60\sim 325.69m$ 以下, 即可对渭河下游河道生态功能的恢复起到一定的积极作用。

4.3 治理“悬河”, 构筑相对地下河 对渭河“2003”洪水中堤防“决口”险情的分析表明, “悬河”是增大堤防出险机率、加剧堤防险情的重要因素, 同时也是“2003”洪水小水大灾的直接原因。因此, 从长远而言, 还必须治理“悬河”, 结合渭河下游河道疏浚及堤防淤背建设, 在重要堤段构筑相对地下河, 从而在一定程度上降低沿岸地区的洪灾风险。

5 结语

(1) 渭河“2003”洪水咸阳站洪峰流量接近7年一遇, 临潼站接近3年一遇, 华县站接近多年平均流量, 具有洪峰流量不大、洪峰水位创历史最高, 持续时间长、洪量大, 含沙量先高后低、水沙过程不协调, 演进缓慢、洪峰变形剧烈等突出特点。(2) 渭河“2003”洪水的严重灾害是前所未有的, 洪水给渭河下游两岸渭南、咸阳、西安3市12个县(市、区)造成严重灾害, 受灾人口 56.25 万人, 直接经济损失 29 亿元。受灾最为严重的二华地区直接经济损失 23.21 亿元。(3) 造成渭河“2003”洪水严重灾害的原因, 主要是河道泄洪输沙功能的退化, 使临潼~华县河段滞洪严重, 以及临背差不断加大的“悬河”使得基础薄弱的防洪工程设施难堪重负。而河道泄洪输沙功能的退化和“悬河”的发展主要是由于三门峡水库建成运用后潼关高程的不断抬升造成的。临潼~华县河段滞洪的主要原因是河床抬升、河道纵比降变缓和主槽萎缩带来的河槽过洪能力小。(4) 渭河下游的减灾必须着眼于近、远期结合, 工程、非工程措施并举, 即尽快实施渭洛河下游防洪续建、三门峡库区返迁移民防洪保安、渭河下游堤防淤背和河道疏浚、南山支流治理等工程, 加强现有防洪工程设施的除险加固和河道整治, 完善防洪基础设施; 同时, 着手降低潼关高程, 在目前可以预见的近期水沙系列条件下, 将潼关高程控制在 $325.60\sim 325.69m$ 以下, 以便部分恢复渭河下游河道的生态功能; 此外, 还必须治理“悬河”, 结合渭河下游河道疏浚及堤防淤背建设, 在重要堤段构筑相对地下河, 从而在一定程度上降低沿岸地区的洪灾风险。

参 考 文 献:

- [1] 陕西省渭河流域综合治理规划编制组. 陕西省渭河流域综合治理规划 [R]. 2002.
- [2] 水利部黄河水利委员会. 渭河流域综合治理规划(送审稿) [R]. 郑州: 黄河水利委员会, 2002.
- [3] 曹如轩, 等. 三门峡水库淤积上延机理的研究 [J]. 泥沙研究, 2001, (2): 37-44.
- [4] 唐先海, 等. 三门峡水库对陕西库区的影响及其治理对策 [J]. 泥沙研究, 2001, (2): 53-57.
- [5] 张仁. 潼关高程升高及其解决方法 [J]. 泥沙研究, 2001, (2): 12-16.
- [6] 邢大韦, 等. 影响三门峡库区潼关高程的主要因素和控制措施 [A]. 三门峡水利枢纽运用四十周年论文集 [C]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001.
- [7] 赵文林, 等. 渭河下游河道输沙特性与形成窄深河槽的原因 [J]. 人民黄河, 1994, (3): 1-4.
- [8] 李杨俊, 等. 渭河下游河道萎缩特性分析和改善对策 [J]. 人民黄河, 1998, (7): 9-11.
- [9] 冯普林. 渭河下游存在的主要问题及治理建议 [J]. 人民黄河, 2003, (5): 10-11.

(下转第60页)

Research on regional assessment of flood risk and regionalization mapping in China

TAN Xu-ming, ZHANG Wei-bin, MA Jian-ming, SU Zhi-cheng

(Department of Water Hazard Research, IWHR, Beijing 100038, China)

Abstract: Based on 300 years' (1700 to 1999 A. D.) historical records of floods and the data-base of present natural and socio-economical situations, the authors conducted regional flood risk analysis and established a characteristic indicator system for flood risk regionalization mapping by applying the methods of statistics and fuzzy classification. The proposed characteristic indicator systems included 4 kinds of indices: natural characters (hydrological data and geomorphologic element); social and economical characters (population, GDP and land area); flood disasters characters (disaster events and largest inundation areas over 300 years' period) and disaster mitigation character (flood control criteria). In the analysis, county was taken as the basic element and the whole mapping system involved 2400 counties and 10 influencing factors. The historical flood frequency method was employed for defining the major risk zones and ranking hazardousness of the 2400 counties.

Key words: flood risk; characteristic indicator; regionalization mapping

(责任编辑: 李福田)

(上接第 49 页)

Analysis of "2003" Weihe River flood and its disaster mitigation measures

FENG Pei-lin, SHI Chang-wei, ZHANG Guang-lin

(Sanmenxia Reservoir Management Bureau of Shaanxi Province, Xi'an 710016, China)

Abstract: Based on the analysis of observed data of "2003" flood on Weihe River, the causes of flood disaster were discussed. The mechanism of the flood disaster was expounded from various aspects, such as flood propagation, siltation and scouring of river channel, variations of river bed elevation at Tongguan station, engineering facilities for flood control and so on. Some structural and non-structural measures to mitigate flood disaster were proposed on the basis of analyzing present situation of the lower Weihe River.

Key words: flood disaster; disaster mitigation measures; suspended river; Tongguan bed elevation; lower Weihe River

(责任编辑: 王成丽)