渭河“11·9”洪水特性及其河道影响分析

石长伟[1]，杨 宁[2]，陈乃联[1]，包岁利[1]，薛亚莉[1]
（1. 陕西省河流工程技术研究中心，陕西 西安 710018；
2. 陕西省引汉济渭工程协调领导小组办公室，陕西 西安 710032）

摘 要：通过对2011年9月渭河中下游秋淋降雨及洪水过程的分析表明：“11.9”洪水渭河下游呈现出洪水位高、持续时间长、洪峰沿程削减小以及临潼～华县区间洪水演进缓慢等特点，从洪水过程河道冲淤、河势变化及洪水灾害等方面探讨了洪水对渭河下游河道的影响，提出了复核保证流量与提高控导工程标准等防洪减灾建议。

关键词：“11.9”洪水；洪水特性；河道影响；渭河下游
中图分类号：TV122.1 **文献标识码**：A **文章编号**：1672-643X(2012)04-0138-03

Analysiys of flood characteristics in September 2011 and its impact on the channel of Weihe river

SHI Changwei[1], **YANG Ning**[2], **CHEN Nailian**[1], **BAO Suili**[1], **XUE Yalii**[1]
(1. *Shaanxi Engineering Research Center of River*, *Xi'an* 710018, *China*;
2. *Shaanxi Provincial Coordination Leading Group Office for Yinhanjiwei Progect*, *Xi'an* 710032, *China*)

Abstract: Through the analysis for the autumn rain and flood process in September 2011 in the middle and down stream of Weihe River, the results showed that the "11.9 "flood in the down stream of Weihe River appeared some characteristics as high flood level, longer duration, peak flood reducing along the river and slow evolution between Lintong and Huaxian. From the aspects of sediment scouring and silting in the river channel, the changes of river regime and flood disasters, the paper discussed the impacts of flood on river channel in the down stream of Weihe River and put forward the flood control and disaster alleviation suggestions as reviewing the guarantee discharge and improving the standard for the flood control.

Key words: flood in September 2011; flood characteristic; river channel influence; down stream of Weihe River

1 降雨分布及洪水概况

由于受副热带高压外围暖湿气流和低窝系统共同影响，2011年9月渭河下游发生秋淋，先后有三次较强的降雨过程，三次降雨过程在渭河中下游形成了三次洪水首尾相连的秋淋洪水过程。2011年9月4日－8日，渭河中下游普降大到暴雨。最大日降雨量为99.6 mm(林家村站)，日降雨量大于50 mm的有19个站点，集中在9月6日；最大次降雨量为169mm(林家村站)，次降雨量大于100 mm的有16个站点(等值线见图1)。该次洪水过程渭河中下游林家村、魏家堡站、咸阳站、临潼站、华县站洪峰流量分别为384、1 762、2 350、2 750、2 290 m^3/s(见表1)。

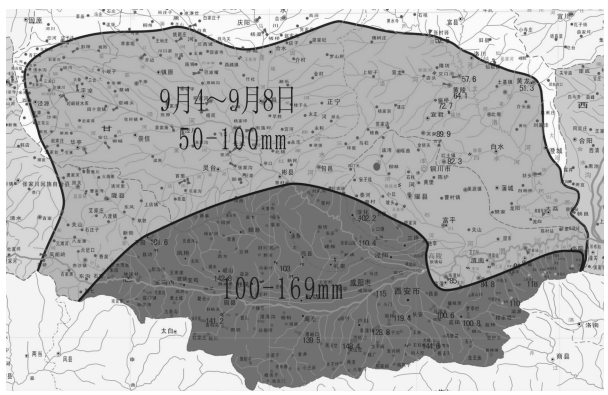

图1 渭、泾河流域雨区分布及09-04—09-08雨量等值线

2011年9月10－13日，渭河中下游普降大雨。本次降雨过程中，最大日降雨量为石堤河上灰池站80 mm，日降雨量大于50 mm的有23个站点，集中在9月12日；最大次降雨量为上灰池站102 mm，次降雨量大于100 mm的有2个站点(等值线见图2)。该次洪水过程渭河中下游林家村、魏家堡站、咸阳站、临潼

收稿日期：2012-03-12； **修回日期**：2012-04-06
基金项目：水利部公益性行业专项经费项目(201001059)；陕西省重点实验室灾害监测与机理模拟实验室项目(2010JS073)资助
作者简介：石长伟(1973-)，男，河南卢氏人，高级工程师，从事水文、水资源、流域规划、河道防洪治理等研究工作。

站、华县站洪峰流量分别为 406、1 790、2 050、2 730、2 030 m^3/s。2011 年 9 月 16 – 19 日,渭河流域普降大到暴雨,暴雨中心在魏咸区间。最大日降雨量达到 105.2 mm(渭河支流黑河黑峪口),最大 3 日降雨量为 200.3 mm(涝河涝峪口),次降雨量大于 100 mm 的有 11 个站点;北洛河最大为葫芦河张村驿 58.5 mm,大于 50 mm 的有 12 个站点,最大次降雨量五里镇河哭泉为 108.2 mm;等值线见图 3。

表 1　渭河“11.9”洪水干支流洪峰流量统计　　m^3/s

洪水过程	渭河林家村	魏家堡～咸阳区间				渭河咸阳	咸阳～临潼区间			渭河	
		渭河魏家堡	漆水河羊毛湾	黑河黑峪口	涝河涝峪口		泾河桃园	沣河秦都镇	灞河马渡王	临潼	华县
1	384	1760		378	96.8	2350	378	358	618	2750	2290
2	406	1790	10	364	157	2050	476	330	982	2730	2030
3	405	2050	217	869	250	3630	748	475	623	5410	5050

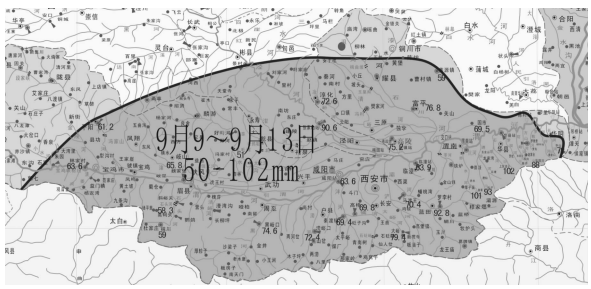

图 2　渭、泾河流域雨区分布及雨量
9 月 9 日 – 9 月 13 日等值线

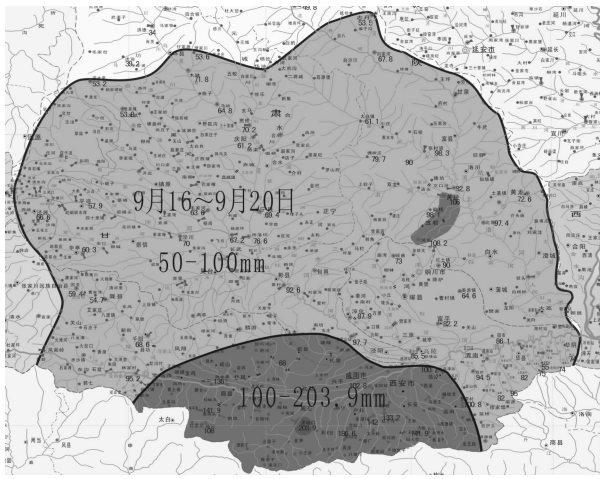

图 3　渭、泾河流域雨区分布及雨量
9 月 16 日 – 9 月 22 日等值线图

该次洪水过程渭河中下游林家村、魏家堡站、咸阳站、临潼站、华县站洪峰流量分别为 405、2 050、3 630、5 410、5 050 m^3/s。渭河“11.9”秋淋三次洪水过程,渭河下游临潼站洪量分别为 5.103 亿、6.30 亿、13.03 亿 m^3;华县站洪量分别为 4.910 亿、7.674 亿,15.35 亿 m^3。

2　洪水特性

2.1　临潼、华县站洪峰均为 1981 年以来最大洪水

渭河下游临潼站最大洪峰流量 5 410 m^3/s,是 1981 年以来的最大洪水,是 1968 年(9 月 11 日5 460 m^3/s)以来 9 月份同期最大洪水;渭河华县站最大洪峰流量为 5 050 m^3/s,是 1981 年以来的最大洪水,亦是 1981 年(9 月 8 日 5 360 m^3/s)以来 9 月份同期最大洪水。渭河干流控制站三次洪水过程见图 4,图中均为每天 0:00 的数据。

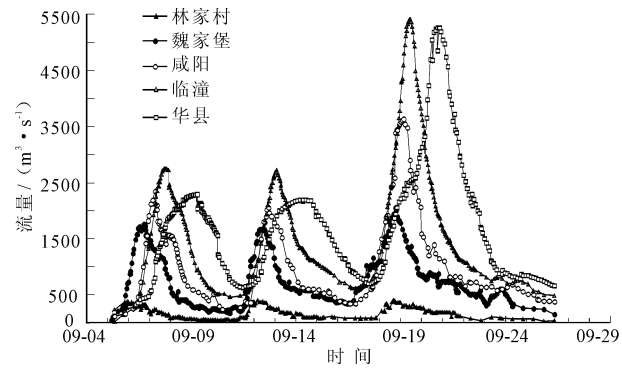

图 4　渭河中下游控制站三次洪水过程(2011 年)

2.2　洪水位创历史新高

2.2.1　*渭河下游普遍出现历史最高洪水位*　渭河下游典型洪水各站洪峰水位统计见表 2,除华县站外均出现历史最高水位。临潼站最高洪水位为 359.02 m,比“05.10”洪水高 0.43 m,比“03.8”洪水[1]高 0.68 m;交口、渭南水位站最高洪水位分别为 352.47、348.75 m,比“05.10”洪水分别高 0.31、0.60 m,比“03.8”洪水分别高 0.16、0.29 m;华县站最高洪水位为342.70 m,比“05.10”洪水高0.38 m,比“03.8”洪水仅低 0.06 m。华阴、吊桥水位站最高洪水位分别为 334.46、331.95 m,比“05.10”洪水分别高 0.08、0.60 m,比“03.8”洪水分别高 0.79、0.15 m。

2.2.2　*洪水演进洪水位高的原因简析*　根据淤积测验资料计算,2011 年汛前相对于 2003 年汛前,临潼(渭淤 26) – 渭南(渭淤 17)河段淤积0.0724 亿 m^3,渭南(渭淤 17) – 华县(渭淤 10)河段淤积 0.1969亿 m^3;渭淤 26 断面 2003、2005、2011 年汛前

表 2 渭河下游典型洪水各站洪峰水位统计 m, m^3/s

站名	咸阳		耿镇	临潼		交口	渭南	华县		陈村	华阴	吊桥
	水位	流量	水位	水位	流量	水位	水位	水位	流量	水位	水位	水位
“54.8”	385.79	7220						338.81	7660			
“81.8”	387.38	6210	362.14	358.03	7610	350.56	348.42	341.05	5380	337.11	332.86	330.76
“96.7”			361.60	357.79	4170	351.02	347.52	342.55	3500	338.60	333.29	330.33
“03.8”	387.86	5340	361.91	358.34	5090	352.31	348.46	342.76	3540	338.33	333.67	331.80
“05.10”	386.03	3310	362.68	358.59	5270	352.16	348.15	342.32	4880	338.23	334.38	331.35
“11.9”	386.56	3630	362.67	359.02	5410	352.47	348.75	342.70	5260	338.23	334.46	331.95

360 m 以下过水面积分别为 12 140、12 080、11 880 m^2,2011 年比 2003、2005 年分别减小 260、200 m^2;渭淤 17 断面 2003、2005、2011 年 348 m 以下过水面积分别为 4 712、4 795、4 687 m^2,2011 年比 2003、2005 年分别减小 25、108 m^2;2003、2005、2011 年汛前渭淤 10 断面 342 m 以下过水面积分别为 4 568、16 650、16 060 m^2,2011 年比 2003 年增大 11 492 m^2,比 2005 减小 590 m^2;2011 年汛前临潼(渭淤 26)~渭南(渭淤 17)河段河底平均比降为0.253‰,2005 年汛前为0.257‰,2011 年汛前比 2005 年汛前比降明显变缓。河道淤积过水断面缩小、河底比降变缓,加之滩地作物增加河道糙率阻水是“11.9”洪水位高的主要原因。

2.3 洪水主要来源于林家村~临潼区间支流

三次洪水主要来自林家村~临潼区间支流,其中林家村~咸阳区间分别加水 2.987 亿、3.301 亿、8.015 亿 m^3,分别占咸阳站洪量的 82.0%、79.1%、87.5%;咸阳~临潼区间分别加水 1.479 亿、2.129 亿、3.862 亿 m^3,分别占临潼站洪量 29.0%、33.8%、29.7%,可见洪水主要来源于林家村临潼区间支流。

2.4 洪峰沿程削减较小、较大流量持续时间长

由于区间支流洪水为主形成的洪水过程,洪峰沿程削减较小,临潼-华县河段三次洪峰削减率分别为 16.8%、25.6%、6.7%,其中最大洪峰流量削减率 6.7%。区间支流持续加入使干流控制站较大流量持续时间加长,三次洪水过程咸阳站大于 1 500 m^3/s 洪水过程持续时间分别为 29.8、24、48 h;临潼站大于 2 000 m^3/s 洪水过程持续时间分别为 31、24、34 h,华县站大于 2 000 m^3/s 洪水过程持续时间分别为 30、38、90 h;临潼、华县站大于 5 000 m^3/s 洪水过程持续时间分别为 10 h、13 h,较大流量洪水持续时间长。

2.5 临潼~华县区间洪水传播速度慢

渭河 9 月三次洪水过程,临潼~华县传播历时分别为 36.5、26.7、34.3 h,平均传播速度分别为 2.12、2.90、2.25 km/h,其最大洪水传播历时较“03.8”洪水传播历时 25.2 h 长 9.1 h,较“05.10”洪水传播历时 42.3 h 短 8 h,较“81.8”洪水传播历时 16.5 h 长 17.8 h。

3 洪水对渭河下游河道的影响

3.1 河道冲刷明显、刷槽淤滩

根据汛后断面测量资料,由于连续三场洪水含沙量小,较大流量持续时间长,除泾河口(渭淤 28)至渭淤 23 河段淤积 0.0423 亿 m^3 外,渭河下游其它河段为冲刷。渭河下游汛期共冲刷 0.6212 亿 m^3,其中渭拦河段冲刷 0.0411 亿 m^3,渭淤 1~10、渭淤 10~26、渭淤 26~37 河段分别冲刷 0.2371、0.1885、0.1545 亿 m^3。

临潼站洪水前后常水位分别为 352.28、352.25 m,降低 0.03 m;2 000 m^3/s 洪水相应水位分别为 355.93、356.05 m,抬升 0.12 m;洪水位分别为 357.03、357.49 m,抬升 0.46 m。华县站洪水前后常水位分别为 336.10、335.85 m,降低 0.25 m;2 000 m^3/s洪水相应水位分别为 340.78、340.80 m,抬升 0.02 m;洪水位分别为 341.68、342.07 m,抬升 0.39 m;呈现明显的刷槽淤滩,河道主槽平槽流量增大。

3.2 河槽展宽刷深、河势更加顺直

渭河“11.9”洪水,渭河下游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1.26 m,最大临堤水深2.3 m;洪水对河槽冲刷作用明显,渭河下游全河段总体河势变化较大,使河槽展宽、刷深、主流归顺,公庄弯道自然裁弯,泾河口裁弯改道上提 800 m。西安咸阳段主流普遍南移,咸阳-临潼河段水流相对集中,高陵以下河段主流普遍北移;临潼以下河段河弯变化较大,河弯以挫为主,河道更加顺直。

3.3 洪灾损失

据统计,9 月 5 日-9 日洪水淹没面积 7.02 km^2,淹没耕地约 773 hm^2;9 月 12 日-16 日洪水淹没面积 5.37 km^2,淹没耕地 540 hm^2;9 月 17 日-21

(下转第 144 页)

5 结 语

利用 HBCORS 无验潮水下地形测量技术进行水下地形点的采集具有很大的优越性,该法具有方便、快捷和简单等特点。实现了高精度,快速进行空间位置测量,具有推广价值,尤其是在内陆水域水下地形测量上的应用具有很好的前景。

(1)减少了人工验潮、水位观测以及繁琐的内业处理,提高了工作效率。

(2)利用 HBCORS 无验潮水下地形测量,避免由于水位观测、风浪和横比降以及水位骤起骤落引起的误差,提高了测量精度。

(3)利用 HBCORS 技术所确定的高程精度优于潮位观测精度。另外,在不附加姿态测量的情况下,该方法自动地克服了动态吃水的影响。上述两点说明在风力、波浪影响较小的情况下,利用 HBCORS 无验潮水下地形测量技术的测量精度优于传统方法。

(4)本文是在风力、波浪影响较小,没有采用姿态改正的情况下进行的。如果外界影响因素过大或者考虑横摇等影响时,测量时需要采用姿态仪进行改正。

(5) 测程较长,水面开阔处,只要在手机和卫星信号覆盖的地区即可采用采用网络 CORS 进行作业,且精度与传输距离无关。

(6)不受天气因素的制约,可在雨雾天测量,且测点速度快。且测量的水底点高程精度是传统方法所无法比拟的。同时,该法的用也克服了传统的测量方法对环境的苛刻要求。

参考文献:

[1] 刘大杰,施一民,过静君. 全球定位系统(GPS)的原理与数据处理[M]. 上海:同济大学出版社,1997.

[2] 王 健,杨艳锋. CORS - RTK 测量中的坐标转换方法探讨[J]. 地矿测绘,2001,26(3):26 - 28.

[3] 周丰年,田 淳. 利用 GPS 在无验潮模式下进行江河水下地形测量[J]. 测绘通报,2001(5):28 - 30.

[4] 徐绍铨,张华海,杨志强,等. GPS 测量原理及应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2004.

[5] 解祥成,杨 军,晏黎明,等. GPS 水准在长江中游河道演变控制测量中的应用初探[J]. 水资源与水工程学报,2010,21(2):170 - 172.

(上接第 140 页)

日洪水淹没面积 56.23 km^2,淹没耕地 5 620 hm^2;干流堤防共发生险情 2 处,其中华县詹刘堤段发生 1.1 km大面积渗水与发生管涌严重险情;华阴柳叶河以西 17 +680 处发生管涌险情。渭河下游干流堤防水毁 151 处,河道工程共有 49 处 485 座坝垛发生严重的坝体坍塌、坝头墩蛰、坝裆淘垮、根石、坡石走失及等险情,水文水位站基本设施及等水毁严重。初步估算,直接经济损失 1.38 亿元,预估修复费用 1.79 亿元[2]。

4 认识和建议

(1)认识:①“11.9”洪水是渭河下游 1981 年以来的最大洪水,除华县站外,下游各水文、水位站均为实测最高洪水位;河道淤积过水断面缩小、河底比降变缓,加之滩地作物增加河道糙率阻水是洪水位创新高的主要原因。②洪水具有洪峰流量不大、洪峰水位创历史最高,洪水较大流量持续时间长、洪水演进缓慢、洪峰沿程削减小、含沙量低、冲刷强烈等突出特点。③“11.9”洪水渭河下游河槽冲刷作用明显,河槽展宽、刷深、主流归顺,河势更加顺直;泾河口自然裁弯改道上提 800 m,临潼以下河段河弯以挫为主,公庄弯道自然裁弯。④“11.9”洪水洪水淹没面积达 56.23 km^2,淹没耕地 5 620 hm^2,中下游滩区秋作物受灾严重。初步估算,直接经济损失 1.38 亿元,预估防洪设施修复费用 1.79 亿元。

(2)建议:①洪水在临潼 - 渭南、华阴 - 吊桥河段出现历史最高洪水位,建议对渭河下游河道过洪能力及保证流量[3]进行分析复核,为渭河下游防汛决策提供科学依据。②根据渭河当前的长历时洪水和多变的河势来看,进一步加强河道工程建设异常迫切,建议将临堤 50 m 以内的控导工程全部按照险工标准修建、改建、扩建,提高工程抗击洪水能力。③建议加强渭河中下游河道、水库洪水综合调度研究,为防洪减灾提供基础技术支撑。

参考文献:

[1] 冯普林,石长伟,张广林,等. 渭河“03”洪水灾害及减灾措施分析[J]. 中国水利水电科学研究院学报,2004,2(1):44 - 49.

[2] 陕西省三门峡库区管理局. 2011 年渭河下游汛后河势查勘的报告[R]. 2011.10.

[3] 石长伟,刘劲松,张 英. 渭河中下游 2009 年过洪能力及特征流量(水位)分析[J]. 水资源与水工程学报,2009,20(6):129 - 132.