

2013年7月延河流域连续性洪水特性分析

金双彦, 蒋昕晖, 张春岚

(黄河水利委员会水文局, 河南 郑州 450004)

摘要:2013年7月延河流域气候极端异常,强降雨持续不断,全流域普遍降雨的天数高达20d,甘谷驿水文站出现多场连续性洪水。依靠水文站初步整编资料,划分了洪水场次,计算了次洪径流系数、前期影响雨量,对比了“7·12”和“7·25”两场洪水的产流差异。通过计算分析和实地查勘,认为降雨强度和前期影响雨量是这两场洪水差异的主要和次要影响因素。

关键词:暴雨;洪水划分;前期影响雨量;洪峰流量;径流系数;延河

中图分类号:TV124

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2016)04-0093-04

延河发源于靖边县赐湾乡渠树湾村白于山东面的高峁山东南麓,流经靖边、安塞、志丹、延安、延长5县(市),从延川县南河沟乡注入黄河,入黄控制水文站甘谷驿控制面积5891km²。2013年7月延河流域发生大面积长历时高强度暴雨,甘谷驿站出现连续性洪水。实地查勘后,分析了雨情及洪水的场次划分,并对比了其典型洪水的产流特征及影响因素。

1 雨情

延河流域甘谷驿水文站以上的黄委和陕西省报汛雨量站共18个,本次采用这18个雨量站的在站整编资料进行计算。

1.1 面平均日雨量

从面平均日雨量分析,明显的降雨过程为6次:(1)7月3日,面平均雨量45.7mm,暴雨中心谭家营雨量106.6mm,13个雨量站的日雨量超过25mm;(2)7月7~9日,面平均雨量84.1mm,暴雨中心甘谷驿雨量167.2mm,8~9日这两天分别有15个和12个雨量站的日雨量大于25mm;(3)7月11~12日,面平均雨量为89.3mm,暴雨中心甘谷驿雨量为156.2mm,这两天分别有14个和10个站的雨量大于25mm;(4)7月17日,面平均雨量为18.8mm,暴雨中心庙岸雨量为57.2mm;(5)7月21日,面平均雨量为38.2mm,暴雨中心庙岸雨量92.2mm,单站最大日雨量为庙岸站

92.2mm,11个站的雨量大于25mm;(6)7月24~26日,面平均雨量62.9mm,暴雨中心镰刀湾雨量115.4mm,24日有13个雨量站的雨量超过25mm,单站最大日雨量为7月26日的镰刀湾80.8mm(见图1、图2)。

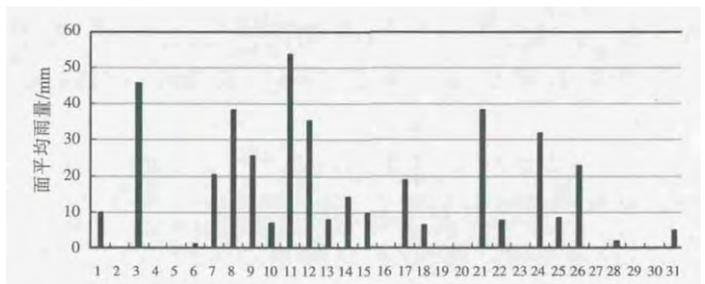


图1 2013年7月延河流域面平均日降雨量

Fig.1 The mean daily precipitation in the Yanhe basin in July 2013

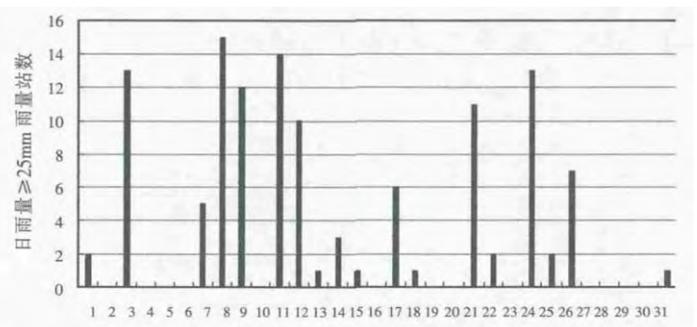


图2 2013年7月单站日雨量大于25mm的雨量站数

Fig.2 The station number of daily rainfall larger than 25mm in July 2013

收稿日期:2015-02-03

基金项目:国家科技支撑计划课题(2012BAB02B04);黄科院基本科研业务费专项(HKY-JBYW-2014-21)

作者简介:金双彦(1974-),女,山西夏县人,教授级高级工程师,博士,主要从事水文水资源方面的研究。E-mail:jinsuangyan@swj.yrc.gov.cn

1.2 暴雨中心雨量

暴雨中心甘谷驿站7月份总雨量为661.6mm,排历史第一位。其中22天发生降雨,日最大雨量为7月3日的89mm(见图3)。

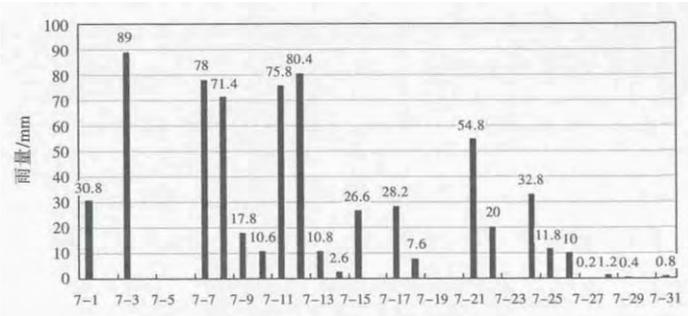


图3 2013年7月暴雨中心延河甘谷驿站日雨量柱状图

Fig.3 The daily rainfall at the Ganguyi station (the storm center) in the Yanhe basin in July 2013

1.3 时段雨量

根据黄委会水文局报讯站点雨情信息,分析时段为2h的平均雨强,可知6场降雨的时段雨强都不大,变化范围为7.4mm/2h~23.8mm/2h。

(1)第一场降雨:主雨时段为7月3日22时~7月4日2时,前2个小时的面平均雨量为22.7mm,后2个小时的面平均雨量为15.7mm,主雨时段雨强为18.9mm/2h。

(2)第二场降雨:主雨时段为7月8日6时~8时,该时段平均雨强为13.7mm/2h。

(3)第三场降雨:主雨时段为7月12日0时~10时,该时段平均雨强为7.4mm/2h,主雨区雨量站的累计雨量过程线见图4。

(4)第四场降雨:整个降雨非常缓和,任何雨量站2h内都没有发生25mm以上的降雨。

(5)第五场降雨:主雨时段为7月21日2时~8

时,该时段平均雨强为11mm/2h。

(6)第六场降雨:主雨时段为7月25日4时~8时,平均雨强为18.4mm/2h,其中前2h的面平均雨量为23.8mm、后2h的面平均雨量为12.9mm,主雨区雨量站的累计雨量过程线见图5。7月26日18时~22时镰刀湾和杨山等站出现小范围暴雨,导致第六场洪水退水过程中出现起涨,形成双峰。

2 水情

综合分析2013年7月延河流域洪水过程线和面平均日雨量过程线(见图6),将洪水划分为6场首尾相接的场次洪水。第1场洪水于7月3日20时开始起涨,4日11:36时出现洪峰流量220m³/s;第2场洪水于8日8时开始起涨,9日6:30时出现洪峰流量130m³/s;第3场洪水于11日20时开始起涨,12日15时出现洪峰流量630m³/s;第4场洪水于17日14时开始起涨,18日10:36时出现洪峰流量110m³/s;第5场洪水于21日20时开始起涨,22日10:12时出现洪峰流量420m³/s;第6场洪水于24日8时开始起涨,25日12:24时出现洪峰流量850m³/s,28日8时洪水退

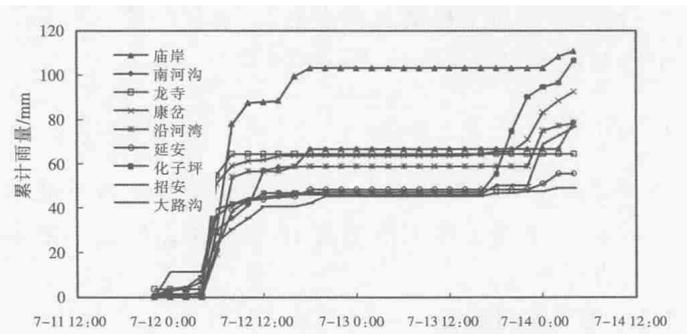


图5 延河甘谷驿站2013年“7·25”洪水的累计降雨过程线

Fig.5 The rainfall mass curve of the Ganguyi station in the flood “7·25” in the Yanhe basin in 2013

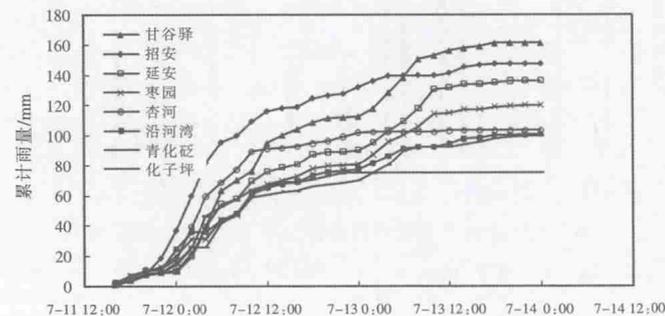


图4 延河甘谷驿站2013年“7·12”洪水的累计雨量过程线

Fig.4 The rainfall mass curve of the Ganguyi station in the flood “7·12” in the Yanhe basin in 2013

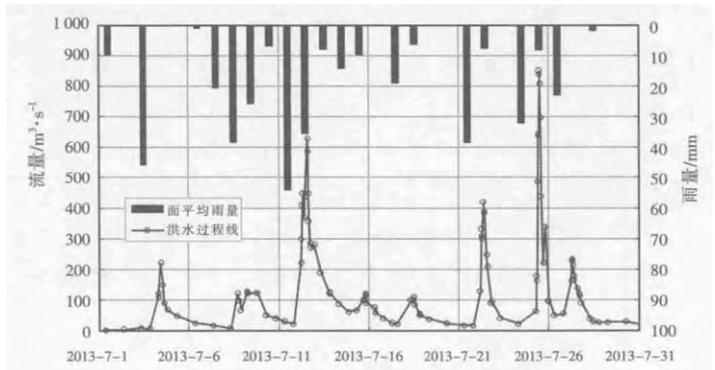


图6 2013年7月延河流域洪水和面平均雨量过程线

Fig.6 The flood and average rainfall in the Yanhe basin in July 2013

去。各场洪水的特征值见表1。

3 径流系数

(1) 独立洪水。通过计算面平均雨量和次洪径流深,可得6场独立洪水的径流系数分别为0.052、0.031、0.075、0.049、0.063、0.093(见表1、图7)。(2) 合并洪水。第1场洪水依然是第1场,第1场~第2场洪水合并为第2场,第1场~第3场洪水合并为第3场,……,第1场~第6场洪水合并为第6场。合并后的6场洪水的径流系数分别为0.052、0.038、0.055、0.055、0.056、0.062(见表1、图7)。

无论是独立洪水还是合并洪水的径流系数都不高,合并后6场洪水的径流系数变幅减小,从原来的0.031~0.093变为0.038~0.062。

4 前期影响雨量

降雨开始时,流域内包气带土壤含水量的大小是影响降雨形成径流的一个重要因素。目前,常用的一种方法或指标是前期影响雨量^[1-3]。

如果流域内前后两天无雨,前期影响雨量 P_a 为: $P_{a,t+1}=KP_{a,t}$ 。式中: $P_{a,t}$ 为第 t 日的前期影响雨量,mm; $P_{a,t+1}$ 为第 $t+1$ 日的前期影响雨量,mm; K 为土壤含水量的日消退系数或折减系数。

如果第 t 日内有降雨 P_t ,但未产流,则:

$$P_{a,t+1}=K(P_{a,t}+P_t)$$

如果第 t 日内有降雨 P_t 并产生径流 R_t ,则:

$$P_{a,t+1}=K(P_{a,t}+P_t-R_t)$$

消退系数 K 综合反映流域蓄水量因流域蒸散发而减少的特性,本次,延河流域土壤含水量的消退系数取经验值 $K=0.85$,前期影响雨量最大的前推时间取经验值20d。经计算,可得独立6场洪水的前

期影响雨量分别为7.0mm、41.4mm、73.2mm、83.2mm、57.1mm、72.3mm。

5 典型洪水对比

在6场独立的洪水中,洪峰流量排前两位的是7月25日和7月12日的两场洪水。洪水过程线和面平均雨量过程线见图8和图9。

两场洪水特征量对比如下:面平均雨量,“7·12”洪水大于“7·25”洪水;次洪洪量,“7·12”洪水大于“7·25”洪水;前期影响雨量,“7·12”洪水大于“7·25”洪水;洪峰流量,“7·12”洪水小于“7·25”洪水;径流系数,“7·12”洪水小于“7·25”洪水;2h雨强,“7·12”洪水小于“7·25”洪水。

通过上述对比分析,可知“7·25”洪水洪峰流量和径流系数均大于“7·12”洪水的主要原因是“7·25”洪水的2h雨强大于“7·12”洪水,次要原因是“7·25”洪水的前期影响雨量与“7·12”洪水十分接近。

6 结论

(1)2013年7月延河降雨呈现总雨量大、暴雨中

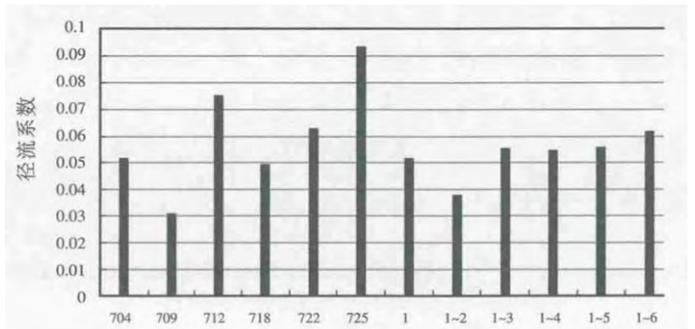


图7 2013年7月延河场次洪水径流系数柱状图

Fig.7 The runoff coefficient of the various floods in the Yanhe basin in July 2013

表1 2013年7月延河各场次洪水特征值统计表

Table1 The statistics of the various flood characteristics in the Yanhe basin in July 2013

序号	洪峰出现时间	洪峰流量 /m ³ ·s ⁻¹	起涨时间 /日时:分	退水时间 /日时:分	次洪洪量 /10 ⁴ m ³	面平均雨量/mm	径流 系数 1	径流 系数 2
1	7-4 11:36	220	3 20:00	8 8:00	1 419	46.76	0.052	0.052
2	7-9 6:30	130	8 8:00	11 20:00	1 647	90.93	0.031	0.038
3	7-12 15:00	630	11 20:00	17 14:00	5 349	120.7	0.075	0.055
4	7-18 10:36	110	17 14:00	21 20:00	725	24.98	0.049	0.055
5	7-22 10:12	420	21 20:00	24 8:00	1 700	45.83	0.063	0.056
6	7-25 12:24	850	24 8:00	28 8:00	3 457	62.94	0.093	0.062

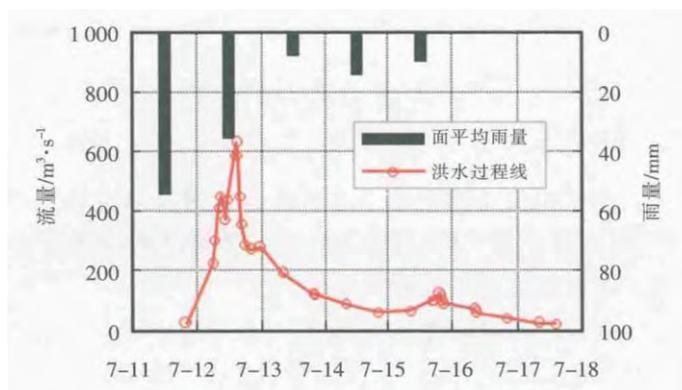


图8 2013年延河“7·12”洪水和面平均雨量过程线图

Fig.8 The “7·12” flood and area mean rainfall in the Yanhe basin in 2013

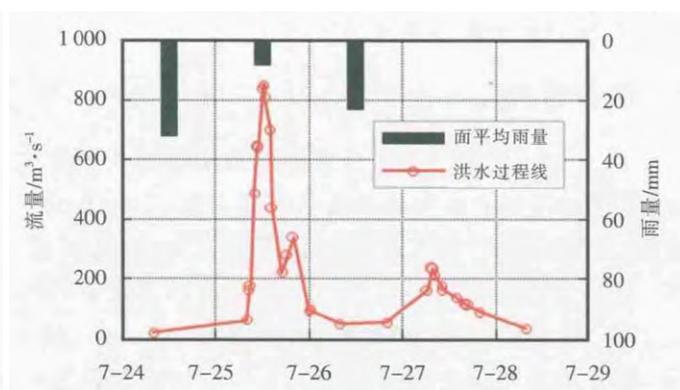


图9 2013年延河“7·25”洪水和面平均雨量过程线图

Fig.9 The “7·25” flood and area mean rainfall in the Yanhe basin in 2013

心雨量大、降雨持续时间长、雨区范围广等4方面的特点;总雨量排历史第一位;暴雨中心甘谷驿站雨量排历史第一位;降雨持续时间长,全流域各雨量站普遍降雨的天数高达20d;雨区分布广,整个延河流域都处于雨区笼罩范围内。

(2)2013年7月延河流域洪水的径流系数均不高。综合分析2013年7月延河流域洪水过程线和面平均日雨量过程线,将洪水划分为6场首尾相接的场次洪水。无论是按照独立洪水,还是合并洪水,各场洪水的径流系数都不高,最高为0.093。

(3)短历时的降雨强度和前期影响雨量是“7·12”洪水和“7·25”洪水的主要影响因素。对比洪峰流量排

在前两位的洪水,7月25日和7月12日的两场洪水,可知影响这两场洪水产流差异的主要因素是短历时的降雨强度和前期影响雨量。

参考文献:

- [1] 詹道江, 叶守泽. 工程水文学 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004. (ZHAN Daojiang, YE Shouze. Engineering Hydrology [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2004. (in Chinese))
- [2] 芮孝芳. 径流形成原理 [M]. 南京: 河海大学出版社, 1991. (RUI Xiaofang. Runoff Yielding Principal [M]. Nanjing: Hohai University Press, 1991. (in Chinese))
- [3] 芮孝芳. 水文学原理 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004. (RUI Xiaofang. Principles of Hydrology [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2004. (in Chinese))

Continuous Flood Characteristics of Yanhe River Basin in July 2013

JIN Shuangyan, JIANG Xinhui, ZHANG Chunlan

(Hydrology Bureau of Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou 450004, China)

Abstract: The extreme abnormal climate appeared in the Yanhe River Basin in July 2013, with incessant heavy rains occurring for 20 days over the basin, which lead to continuous floods at the Ganguyi hydrology station. Based on the processed data from the station, the floods were divided, the runoff coefficient and antecedent effecting rainfall were calculated, and the difference between “7.12” and “7.25” floods were compared. The calculation and investigation show that the rainfall intensity and antecedet effecting rainfall are the major and minor factors of the two typical floods.

Key words: rainstorm; flood division; antecedent rainfall; flood peak discharge; runoff coefficient; Yanhe River