

# 北京市典型山洪流域暴雨洪水分析

宋秋梅<sup>1</sup>, 朱 冰<sup>2</sup>, 马 丁<sup>3</sup>, 易 攀<sup>4</sup>

(1.河北省石家庄水文水资源勘测局,河北 石家庄 050051; 2.水利部水文局,北京 100053;  
3.河北省水文水资源勘测局,河北 石家庄 050031; 4.北京市水文总站,北京 100089)

**摘 要:**依据北京市 1980~2012 年间降水摘录资料和洪水摘录资料,选择张家坟流域为典型山洪流域,分析不同量级洪水的雨量、洪量、峰现时间及洪水过程与暴雨之间的关系。分析方法和分析结果为山洪流域的洪水预报提供了一定的借鉴。

**关键词:**北京市;山洪流域;张家坟流域;暴雨洪水分析

中图分类号:P333.2

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2017)03-0091-04

## 1 典型流域

### 1.1 流域选择与自然地理概况

北京全市总面积 16410km<sup>2</sup>,其中山区面积10 072km<sup>2</sup>,占 61.4%。北京隶属海河流域,从东到西分布有蓟运河、潮白河、北运河、永定河、大清河五大水系,流域面积 10km<sup>2</sup> 及以上河流共有 425 条,总长度为 6 413.72km。

#### 1.1.1 流域选择

本文选取张家坟水文站及上游流域进行暴雨洪水分析。张家坟上游二面环山,属于典型的山区性河流,而且张家坟位于北部山脚区附近,该区域是北京市暴雨的集中区域,故选这流域进行暴雨洪水分析。张家坟北京境内流域如图 1 所示。

#### 1.1.2 自然地理概况

张家坟为白河控制站。白河是潮白河北支主要支流,河性悍,迁徙无常,俗称自在河。发源于河北省沽源县,经赤城县,于白河堡进入本市延庆县境,东流经怀柔县青石岭入密云县,沿途有黑河、汤河、白马关河等支流汇入,在张家坟附近注入密云水库<sup>[1]</sup>。

### 1.2 张家坟流域资料情况

#### 1.2.1 雨量站点权重分配

张家坟水文站为白河水系下游控制站,上游有三道营水文控制站,两站区间流域面积 2 149km<sup>2</sup>。该区间内主要有琉璃河、菜食河、黑河、天河、汤河 5 条河流,

有长哨营、张家坟、汤河口、四海、千家店、碾子、琉璃庙、喇叭沟门、宝山寺、白河堡 10 个雨量站。考虑到降雨分布的不均匀性,采用泰森多边形法对流域进行划分。即根据流域内的雨量站网,以雨量站为顶点链接成若干不嵌套的三角形,并尽可能使构成的三角形为锐角三角形,然后对每个三角形求其重心。利用这些三角形的重心,将流域划分成若干个计算单元。本文将流域划分为 10 个单元,在每块单元流域内有 1 个雨量站。单元流域大小适当,使得每块单元流域上的降雨分布相对比较均匀<sup>[2]</sup>。雨量站分布及分块如图 1 所示。

#### 1.2.2 张家坟水文站年际最大流量

1980~2012 年,张家坟水文站最大流量发生在 1998 年 7 月 6 日,水位为 185.36m,流量为 2 600m<sup>3</sup>/s。33 年中最大流量大于 1 000m<sup>3</sup>/s 的年份只有 2 年,大于 400m<sup>3</sup>/s 的有 5 年。年际最大流量统计见表 1。

## 2 暴雨洪水分析

1980 年以来,张家坟最大洪峰流量发生在 1998 年 7 月 6 日,选取这一场次洪水对暴雨引起的洪水进行分析。

### 2.1 1998 年大洪水暴雨分析

引起 1998 年 7 月 6 日最大洪峰的降雨开始于 7 月 4 日 20 时,至 7 月 6 日 7 时停止。流域各时段面平均降水量见表 2。该流域在此次降水前有过两次降水

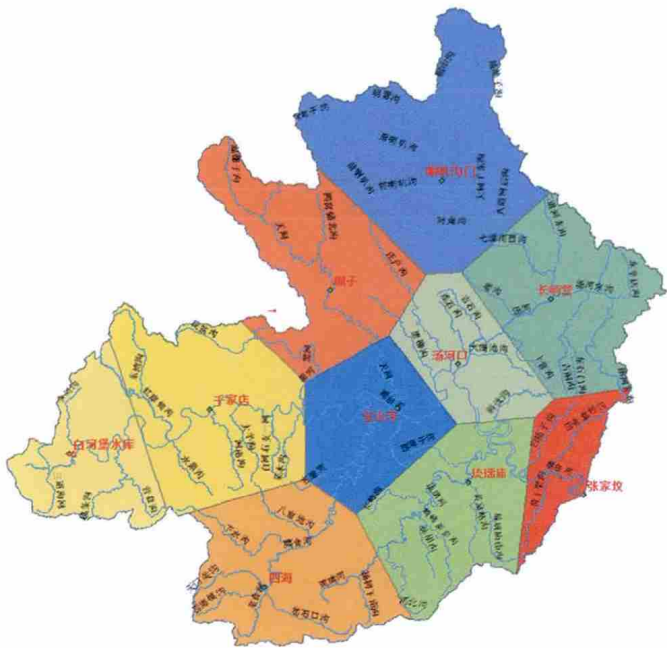


图 1 张家坟北京境内流域分块图

Fig.1 The distribution of the rainfall stations in the Zhangjiafen basin in Beijing

过程,分别是6月28日20时~7月2日2时,面平均降水40mm,7月3日20时~7月4日7时面平均降水量4.3mm,前期降水量较大,土壤较湿润,降水易产流。

由表2可知,张家坟流域36h面平均降水量达179mm,降水总量达到 $3.84\times 10^8\text{m}^3$ 。最大降雨发生在7月6日3时,1h平均降水量达12mm。

2.2 1998年大洪水洪量分析

1998年洪水起涨点时间为7月5日6时,于7月12日6时退去。起涨流量为 $8.5\text{m}^3/\text{s}$ ,洪峰流量为 $2600\text{m}^3/\text{s}$ 。最大1d洪量为 $1.23\times 10^8\text{m}^3$ ,最大3d洪量为 $1.66\times 10^8\text{m}^3$ ,最大5d洪量为 $1.88\times 10^8\text{m}^3$ ,最大7d洪量为 $1.98\times 10^8\text{m}^3$ 。截至7日12日8时,洪量为 $2\times 10^8\text{m}^3$ ,经计算得出区间径流深为93mm,地表径流系数为0.52。洪量统计见表3。

2.3 暴雨降水水量与洪量分析

由图2可知,洪水涨水时段洪量与降雨水量过程线斜率相似,这是因为暴雨中心四海站位于张家坟附近,靠近流域中下游,且该流域位于山区,坡降较大造

表1 1980~2012年最大流量统计表

Table1 The statistics of the maximum annual flow during 1980~2012

年份	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
最大流量/ $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	73.6	276	484	33.4	101	117	123	130	111	167	436
年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
最大流量/ $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	1250	186	50.5	900	87.5	205	92.2	2600	19.9	72.9	176
年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
最大流量/ $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	44.1	52.2	61.6	58.7	116	21.1	149	28.7	29.4	29.9	66.1

表2 流域各时段面平均降水量表

Table2 The mean area precipitation in the basin in the various durations

序号	时间	面平均降水/mm	序号	时间	面平均降水/mm	序号	时间	面平均降水/mm
1	1998/7/4 20:00	0.14	13	1998/7/5 8:00	2.40	25	1998/7/5 20:00	9.32
2	1998/7/4 21:00	0.14	14	1998/7/5 9:00	2.40	26	1998/7/5 21:00	9.34
3	1998/7/4 22:00	0.14	15	1998/7/5 10:00	2.40	27	1998/7/5 22:00	9.72
4	1998/7/4 23:00	0.14	16	1998/7/5 11:00	2.40	28	1998/7/5 23:00	9.66
5	1998/7/5 0:00	0.14	17	1998/7/5 12:00	2.40	29	1998/7/6 0:00	9.62
6	1998/7/5 1:00	0.14	18	1998/7/5 13:00	2.40	30	1998/7/6 1:00	10.09
7	1998/7/5 2:00	0.53	19	1998/7/5 14:00	5.20	31	1998/7/6 2:00	11.94
8	1998/7/5 3:00	0.73	20	1998/7/5 15:00	5.50	32	1998/7/6 3:00	12.00
9	1998/7/5 4:00	0.61	21	1998/7/5 16:00	5.26	33	1998/7/6 4:00	11.75
10	1998/7/5 5:00	0.77	22	1998/7/5 17:00	6.02	34	1998/7/6 5:00	11.31
11	1998/7/5 6:00	0.62	23	1998/7/5 18:00	6.13	35	1998/7/6 6:00	10.11
12	1998/7/5 7:00	0.51	24	1998/7/5 19:00	6.80	36	1998/7/6 7:00	10.04

成调蓄较小。但是由于前期的降雨影响,洪水退水时段洪量与降雨水量关系不明显。

由图 3 可知,洪水起涨至洪峰之间的斜率与累计降水斜率存在较好的线性关系。从累计洪量洪峰前后斜率及经历时间可以看出,洪水涨水过程时间较短,退水时间较长。

3 暴雨洪水峰现时间分析

张家坟水文站 1980 年以来年最大洪峰流量大于 400m³/s 的洪水年份有 5 年,分别为 1982 年 8 月 5 日

洪峰流量 484m³/s、1990 年 7 月 7 日洪峰流量 436m³/s、1991 年 6 月 10 日洪峰流量 1 250m³/s、1994 年 8 月 13 日洪峰流量 900m³/s、1998 年 7 月 6 日洪峰流量 2 600m³/s。其中 1994 年只有峰值,未找到场次过程,故对其它 4 场次洪水进行峰现时间分析。4 场洪水按洪峰流量大小分成 1 场大洪水、1 场中洪水、2 场小洪水,进行降水与洪水起涨时差及峰现时差分析。暴雨峰现时间统计见表 4。

表 4 中,起涨时差为从流域有面雨量记录起始点至控制站流量起涨点的时间差;峰现造峰时差为造峰主雨历时至峰现时间历时的时间差值。4 场洪水的起涨时差变化较大;峰现造峰时差较稳定,小洪水时差在 3h 左右,中大洪水在 1h 左右。通过分析主雨区历时及起涨点,可以提前预测峰现时间。

4 暴雨洪水过程分析

1980 年以来 4 场洪水流量过程线如图 4~7 所示,4 场洪水暴雨中心分布见表 5。

通过对 1980 年以来 4 场次洪水的分析,洪水过程与暴雨过程之间的关系可归纳为以下几点:

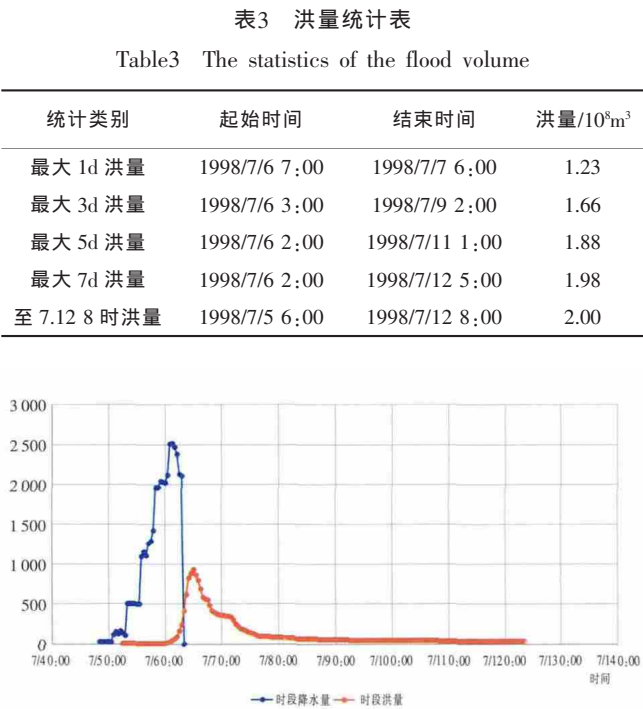


图 2 时段降水水量及时段洪量过程线

Fig.2 The precipitation and flood discharge in the various durations

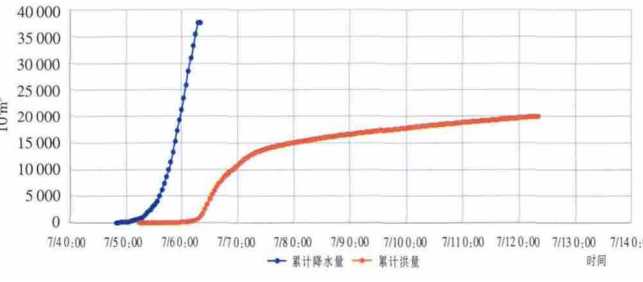


图 3 累计降水水量及累计洪量过程线

Fig.3 The cumulative precipitation and flood discharge

表4 暴雨峰现时间统计表

Table4 The statistics of occurrence of rainstorm peaks

洪水大小	场次洪水	统计类别	开始时间	结束时间	历时/h	造峰主雨历时/h	起涨时差/h	峰现造峰时差/h
						峰现时间历时/h		
小洪水 0<Q<500	19820805	降水	1982/8/3 12:00	1982/8/5 6:00	43	32	8	3
		洪水	1982/8/3 20:00	1982/8/20 23:00		35		
	19900707	降水	1990/7/6 11:00	1990/7/7 14:00	28	20	13	3
		洪水	1990/7/7 0:00	1990/7/8 10:00		23		
中洪水 500<Q<1500	19910610	降水	1991/6/10 8:00	1991/6/11 1:00	18	9	4	1
		洪水	1991/6/10 12:00	1991/6/13 12:00		10		
大洪水 Q>1500	19980706	降水	1998/7/4 20:00	1998/7/6 7:00	36	32	10	1
		洪水	1998/7/5 6:00	1998/7/28 6:00		33		

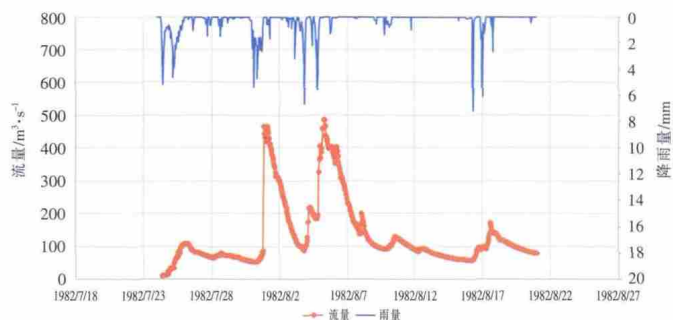


图4 198208025 场次洪水流量过程线

Fig.4 The flow hydrograph of the flood occurred in August, 1982

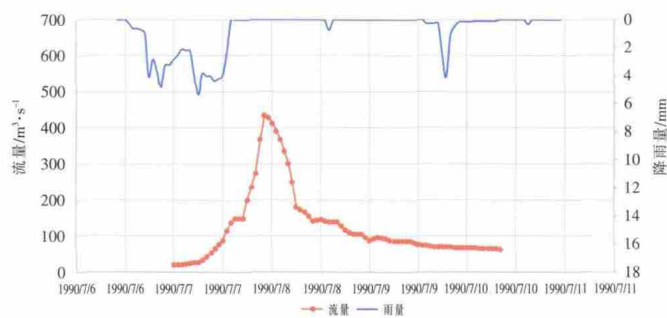


图5 19900707 场次洪水流量过程线

Fig.5 The flow hydrograph of the flood occurred in July, 1990



图6 19910610 场次洪水流量过程线

Fig.6 The flow hydrograph of the flood occurred in June, 1991

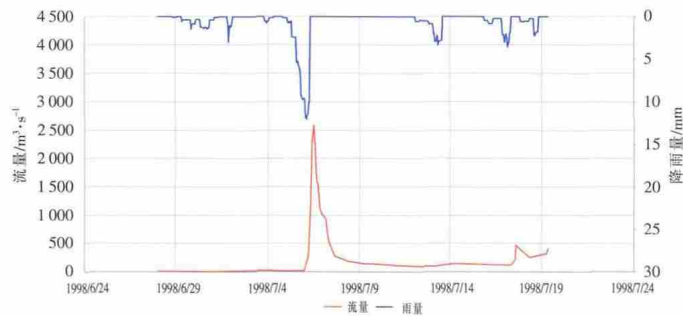


图7 19980706 场次洪水流量过程线

Fig.7 The flow hydrograph of the flood occurred in July, 1998

表5 场次暴雨中心分布表

Table5 The distribution of the rainstorm centers

场次洪水	场次暴雨中心	累计雨量/mm	暴雨中心
19820805	张家坟	236.2	下游
	长哨营	79.1	
19900707	长哨营	132.9	中游
	张家坟	87.1	
19910610	张家坟	218.9	下游
	琉璃庙	206.1	
19980706	四海	314.3	中下游
	张家坟	225.3	

(1)暴雨时空分配对洪水形态的影响。暴雨中心在下游及中下游地区:洪峰起涨快,坡度较陡,且与降水量分布成很好的线性关系;暴雨中心在中游及中上游地区:洪峰起涨慢,坡度变缓,降水分布与洪水过程找不到对应关系。

(2)暴雨强度与洪水形态之间关系。短历时暴雨及大暴雨造峰能力有限,如 19820805 场次暴雨,河道流量变化不大(见图 4);长历时暴雨及大暴雨有一定造

峰能力,但峰值不大,洪水过程胖峰为主,如图 4~6 所示;短历时特大暴雨往往能产生洪峰流量较大的洪水,但因为历时短,整体洪量不大,洪峰形态为尖瘦状,峰高历时短,如图 7 所示。

(3)暴雨形态与洪水形态之间关系。暴雨的洪水形态是降水最后汇集到河道中传播过程,暴雨形态一定程度上影响着河道洪水波的形态。连续同等强度的多场次暴雨至使洪水洪峰呈叠加状,如图 4 所示;单场较为平缓的连续性长的暴雨河道洪水呈缓涨趋势,如图 5、6 所示;单场降水历时短、降水强度高、降水量大的暴雨使河道洪水出现峰高量大,短历时洪水,如图 7 所示。

## 5 结论

依据北京市 1980~2012 年降水摘录资料和洪水摘录资料,选择张家坟流域为典型山洪流域,分析不同量级洪水的雨量、洪量、峰现时间及洪水过程与暴雨之间的关系。得出以下几点结论:

(1)强降雨径流系数大,洪水涨水时段洪量与降雨水量过程线斜率相似; (下转第 90 页)

## Characteristics of Runoff Variation in Dalinghe River Basin in Recent 50 Years

FENG Xiaqing

(Hydrology Bureau of Liaoning Province, Shenyang 110003, China)

**Abstract:** The study on time series characteristics of runoff variation in the Dalinghe River Basin has certain scientific significance for the reasonable exploitation of water resources and ecological environment protection. In this paper, with runoff series at 3 hydrometry stations and precipitation series at 15 precipitation stations in the Dalinghe River Basin, the runoff variation characteristics were analyzed with multiple indexes and some methods. The results show that distribution of annual runoff is uneven, mainly in July and August. The inter-annual variation is great with significant difference between wet year and dry year. The tendency of annual runoff reduction is significant, with an abrupt point happening in 1981. The decrease of precipitation and human activities are the key factors influencing on the runoff.

**Key words:** runoff; Dalinghe River Basin; variation characteristics

(上接第 94 页)

- (2) 起涨时差变化较大, 峰现与造峰时差较稳定;  
(3) 洪水形态与空间分布、强度、形态之间存在关系。

参考文献:

[1] 张磊, 王晓燕. 潮白河流域水文要素特征分析[J]. 首都师范大学学报

(自然科学版), 2010, (1): 65–68. (ZHANG Lei, WANG Xiaoyan. Analysis of the hydrological features of Caobai River basin [J]. Journal of Capital Normal University (Natural Science), 2010, (1): 65–68. (in Chinese))

[2] 包为民, 张建云. 水文预报[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009. (BAO Weimin, ZHANG Jianyun. Hydrological Forecast [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2009. (in Chinese))

## Analysis of Storm Flood in Typical Torrent Basin of Beijing

SONG Qiumei<sup>1</sup>, ZHU Bing<sup>2</sup>, MA Ding<sup>3</sup>, YI Pan<sup>4</sup>

(1. Shijiazhuang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China; 2. Bureau of Hydrology, MWR, Beijing 100053, China; 3. Hydrology and Water Resources Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050031, China; 4. Beijing Hydrology Station, Beijing 100089, China)

**Abstract:** Based on the precipitation and flood data of Beijing during 1980–2012, the Zhangjiafen Basin was taken as a typical torrent basin to analyze the relationship between the rainfall of different flood magnitudes, flood volume, flood peak time, flood process and rainstorm. The analysis method and results can be used as a reference and guidance for flood forecasting in mountain torrents.

**Key words:** Beijing City; torrent basin; Zhangjiafen basin; storm flood analysis

(上接第 83 页)

[6] 谢润起, 张鸿翔, 段哲古, 等. 天津市近海风暴潮研究[R]. 天津市水文总站, 1993. (XIE Runqi, ZHANG Hongxiang, DUAN Zhugu, et al. Study on the coastal storm surge in Tianjin city [R]. Tianjin Hydrology Station, 1993. (in Chinese))

[7] 天津市水文水资源勘测管理中心. 天津市水文水资源勘测天津市“国家基本水文(位)站水准基面情况”普查报告[R]. 2008. (Hydrology and Water Resources Survey Management Center of Tianjin City. The basic hydrological “national Tianjin station (bit)” base level census report [R]. 2008. (in Chinese))

## Influence of Stationary Datum Change on Water Level Data

GU Qi, XIAO Lei, LIU Lei

(Hydrology and Water Resources Survey and Management Center of Tianjin City, Tianjin 300061, China)

**Abstract:** This paper expounded the causes of the stationary datum change in Tianjin City, analyzed the influence of stationary datum change on absolute datum correction, suggested that find out the duration-by-duration difference of the historical water level data by using the methods of measurement, verification and survey, so as to provide reference for application and correction of water level data for stationary datum.

**Key words:** stationary datum; water level data; revisal