

Analysis on the Floods in Small and Medium Rivers in Jiangxi Province

Jiawei Fu, Delong Li, Xiaohua Xu, Siying Li

Jiangxi Provincial Institute of Water Science, Nanchang Jiangxi
Email: 403749574@qq.com

Received: Jul. 31st, 2019; accepted: Aug. 21st, 2019; published: Sep. 16th, 2019

Abstract

The main causes of flood in small and medium rivers in Jiangxi Province are meteorological factors, rainstorm factors and topographic factors. Based on the data of more than 600 floods from 19 hydrological stations of small and medium rivers in Jiangxi Province, the flood characteristics of small and medium rivers are analyzed. The results show that there are characteristics and regularities of strong seasonality, high frequency and strong sudden occurrence of flood in small and medium rivers, mainly local floods; rainstorm floods in May-June are frequent. The flood peak presents the characteristics of double peak, multi-peak or single peak with a long duration. In July-September, the flood is usually single peak, and the duration is relatively short.

Keywords

Jiangxi Province, Small and Medium-Sized Rivers, Flood Characteristics, Cause Analysis

江西省中小河流洪水成因及规律分析

付佳伟, 李德龙, 许小华, 李斯颖

江西省水利科学研究院, 江西 南昌
Email: 403749574@qq.com

收稿日期: 2019年7月31日; 录用日期: 2019年8月21日; 发布日期: 2019年9月16日

摘要

江西省中小河流洪水成因主要有气象因素、暴雨因素和地形地貌因素。结合江西省地区19个中小河流水文站600多场洪水资料数据, 分析江西省中小河流洪水特征规律, 其结果表明: 江西省中小河流洪水存在季节性强、发

作者简介: 付佳伟 (1985-), 男, 汉, 江西省樟树市, 工程师, 研究方向: 防洪减灾及水利信息化。

生频率较高、突发性强等特点和规律，以局部性洪水为主；5~6月份暴雨洪水往往持续时间比较长，洪峰呈现双峰、多峰或者持续时间很长的单峰特征，7~9月份一般是单峰洪水，持续时间相对较短。

关键词

江西省，中小河流，洪水特征，成因分析

Copyright © 2019 by authors and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在我国，一般将流域面积在 200~3000 km² 之间的河流称为中小河流。在过去几十年中，我国在大江大河防洪工程建设方面取得了巨大的进展，大江大河洪水灾害防治能力得到明显加强，其洪水灾害损失也得到有效控制。由于中小河流多处于流域源头，分布范围广，防洪工程措施建设难度大，近年来已成为我国洪水灾害的重灾区。为了防治中小河流洪水灾害，我国于 2010 年启动了全国中小河流水文监测系统等项目建设，中小河流已成为各地防洪规划和洪水灾害防御的重要组成部分，中小流域洪水预报预警技术及其洪水规律分析已成为当前热点研究问题之一[1]。江西省中小河流数量较多，分布较广，大部分中小河流河堤都修建于 20 世纪 50、60 年代，很多中小河流堤岸现已“千疮百孔”，虽然，近些年，江西省加大中小河流治理力度，然而由于资金有限，较难在短期内完成全部中小河流的治理工作[2]。本文结合区域内 19 个水文站 600 多场洪水数据，统计分析江西省中小河流洪水特点与规律，其研究成果对开展江西省中小河流洪水预报预警技术研究、防治中小河流洪水灾害等具有重要的参考价值。

2. 研究区自然概况

江西省位于长江中下游南岸，地跨东经 113°34'~118°29'、北纬 24°29'~30°05'之间，东邻浙江和福建省，南接广东省，西连湖南省，北毗湖北和安徽省，边缘山岭构成省际天然界线和分水岭。全省总面积 16.69 × 10⁴ km²，以山地、丘陵为主，其面积占全省 77.18%，地形地质条件复杂。

境内水系发达，河流众多，流域面积 10 km² 以上河流有 3771 条；赣江、抚河、信江、饶河和修河五大河流为省内主要河流，纵贯全省，五河来水汇入鄱阳湖后经湖口注入长江，鄱阳湖流域面积占全省 97.7%。赣江是鄱阳湖流域 5 河之首，由南至北纵贯江西全境，其水系支流众多，河长大于 30 km 的干、支流共 125 条，集水面积大于 1000 km² 的有 19 条；抚河位于江西省东南部，发源于赣、闽边界武夷山西麓广昌县，集水面积大于 500 km² 的支流有 4 条；信江位于江西省东部，发源于浙赣边境的怀玉山，集水面积大于 500 km² 的主要支流有 9 条；饶河位于江西省东北部，由乐安河和昌江两支组成，主流乐安河发源于赣皖边界的五龙山，集水面积在 500 km² 以上的主要支流有 12 条；修河位于江西省西北部，发源于湘赣边境大围山北麓，集水面积在 500 km² 以上的支流有 5 条；除五河以外，直接汇入鄱阳湖的中小河流主要有清丰山溪、潼津河、漳田河和博阳河等，流域总面积约 7000 km²。

江西省是全国多雨的省区之一，各地多年平均年降水量一般为 1400~1900 mm，由于受季风影响及地形的差异和距海远近的不同，全省形成四个高值区和两个低值区，4 个高值区为怀玉山区、武夷山区、九岭山区和罗霄山区，年降水量在 1700~2000 mm，2 个低值区为赣中南盆地区和赣北滨湖区，年降水量在 1400 mm 左右[3] [4]。降水量在年际间的变化很大，且年内分配也极不均匀，如 1954 年降水量为 1429~2736 mm，出现了

罕见的洪涝灾害；1978年降水量868~1418 mm，出现了少见的干旱灾害。降水量在年内的分配为：1~3月平均降水量占全年降水量的16%~21%，4~6月占42%~53%，7~9月占18%~27%，10~12月占10~15%；多年平均降水日数(日降水量 ≥ 0.1 mm)在150~170天之间，日降水量 ≥ 10 mm的天数全省大部分地区都在45~55天。

3. 洪水成因分析

江西省中小河流洪水灾害频繁，基本上每年都有不同程度洪水灾害发生，发生特大洪水频率较高。据统计，1991~2015年间，江西省洪涝灾害受灾面积平均每年为64.40万 hm^2 ，平均每年直接经济损失89.87亿元、死亡人数76人，洪涝灾害导致的人员伤亡和财产损失严重。江西省中小河流洪水灾害已经成为当前防洪减灾中的突出问题之一，其洪水成因主要因素如下：

3.1. 气象因素

江西省地处亚热带季风气候区，日照充足，雨量丰沛，气候温和，属于温暖带多雨气候。降雨主要受季风影响，其水汽主要来自太平洋西部的南海，其次是东海和印度洋的孟加拉湾。江西省的暴雨多由低槽、低涡、切变线、冷锋、静止锋造成，台风也常造成大暴雨。一般每年从4月前后起，暖湿的夏季风开始盛行，雨量逐渐增加；5~6月冷暖气流交绥于江南地带，且经常出现于江西境内，降水量猛增，这一时期由于气候条件导致的降雨以锋面气旋雨为主，降雨持续时间往往较长；7~9月受副热带高压控制，除有地方性热雷雨及偶有台风雨外，全省雨水稀少，但是这一时期受台风影响也会给全省局部地区产生强降雨或暴雨[5]，持续时间往往短于5~6月的锋面气旋雨。

3.2. 暴雨因素

全省省内有四个暴雨中心，江西省地区又为长江全流域地区五大暴雨中心之首。据统计：江西省实测1 h最大暴雨为126.1 mm，3 h为287.5 mm，6 h为358 mm，24 h为624 mm。

4~6月是全年降水最集中的时期，全省大部分地区占全年降水量的百分比在45%~50%之间。根据江西省的暴雨特性以及流域、地理特性，4~9月为江西省的汛期；对暴雨在时间上的变化，一般而言可大致分为四个阶段：渐盛阶段，4月初~6月上旬前后，全省相应的进入了春雨季节；相对集中阶段，6月中旬~7月初前后，进入长江流域的梅雨季节；急剧减少阶段，7月初~8月中旬前后，进入伏、秋旱；少暴雨阶段，8月下旬~9月底。

暴雨可以分为局部暴雨和地区性暴雨、区域性和大范围的暴雨，从全省特性来讲暴雨几乎影响全境。强降雨天气往往可引发洪水暴发、洪涝等一些重大灾害，像1954年、1973年、1998年全流域性连续性暴雨曾造成重大洪涝灾害。江西省暴雨分布总体呈北多南少，北部又呈东部多于西部，赣东北和庐山最多，吉泰盆地最少；大暴雨分布与暴雨类似，其中上饶市中部地区最多，时间上以6月份最为集中，夏半年多，冬半年少，12月份无大暴雨日[5]。

3.3. 地形地貌因素

江西省的地形地势和岩土类型决定了洪水灾害分布的基本格局和大致范围，江西省是江南丘陵的重要组成部分，地貌以山地丘陵为主，山地丘陵面积占全省总面积的77.18%，低海拔平原占11.07%，台地占10.19%，湖泊占1.56%；地面坡度小于 10° 的面积为 $10.26 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占全省面积的61.55%， $10^\circ \sim 25^\circ$ 的面积为 $6.09 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占36.52%，大于 25° 的面积为 $0.32 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占1.93%。江西省境边缘群山环绕，峰岭交错；中南部丘陵起伏，红岩遍布；北部为鄱阳湖及其滨湖平原，整个地势，由外及里自南而北，渐次向鄱阳湖倾斜，构成个向北开口的巨大盆地。由于全省山地丘陵分布广、地貌活跃复杂、高差起伏大，不利的地形地质条件是形成洪水灾害的基础，当降雨因素一致时，山洪灾害和中小河流洪水灾害的特性和规模将会受到地形地质因素的影响，因此江西省洪水灾害的分布面积也较广。

4. 洪水特点及规律

选取全省范围内具有代表性的 19 个中小河流水文站(见表 1 和图 1 所示)进行洪水特点及规律分析。收集各水文站自建站以来的洪水水文要素数据,并以各站每年最高水位场次和历年来前 6 场最高洪水位的洪水进行定性分析,得出以下特点及规律:

Table 1. Selection of hydrological station name and basic information

表 1. 选取水文站名称及基本情况

序号	站名	水系	河名	站别	地点	坐标		河长(km)	坡降 J (‰)	集水面积(km ²)
						东经	北纬			
1	麻州	赣江	湘水	水文	会昌县麻州镇	115°47'	25°31'	15	1.88	1758
2	石城	赣江	琴江	水文	石城县琴江镇	116°22'	26°22'	93	5.92	656
3	翰林桥	赣江	平江	水文	赣县吉埠镇	115°12'	26°03'	17	1.43	2689
4	鹤州	赣江	同江	水位	吉安县盘田乡	114°49'	27°27'	48	3.5	374
5	芦溪	赣江	袁水	水文	芦溪县芦溪镇	114°02'	27°38'	34	10.6	331
6	窑下坝	赣江	章水	水文	南康县西华镇	114°45'	25°39'	139	1.22	1935
7	危坊	赣江	铜鼓	水文	万载县康乐镇	114°24'	28°08'	70	4.31	991
8	沙子岭	抚河	盱江	水文	广昌县盱江镇	116°20'	26°53'	95	2.7	1225
9	三都	饶河	婺源江	水文	婺源县紫阳镇	117°51'	29°17'	64	1.7	1415
10	铺头	长江	乌石港	水文	瑞昌市高丰镇	115°29'	29°38'	35.7	4.06	185
11	石门街	鄱阳湖	西河	水文	鄱阳县石门街镇	116°46'	29°34'	54	1.64	841
12	梓坊	鄱阳湖	博阳河	水文	德安县聂桥镇	115°40'	29°22'	62	1.61	626
13	马圩	抚河	延桥水	水文	东乡县马圩镇	116°27'	28°07'	60.2	0.42	583
14	铁路坪	信江	杨村水	水文	铅山县葛仙山乡	117°40'	28°08'	17	9.65	311
15	赛塘	赣江	泸水	水文	吉安县湴田乡	114°43'	27°14'	31		3004
16	樟树坑	饶河	昌江	水文	浮梁县浮梁镇	117°14'	29°25'	107		3327
17	耙石	信江	白塔河	水文	余江县春涛乡	116°52'	28°18'	19		2595
18	岗前	鄱阳湖	清丰水	水文	南昌县广福镇	115°58'	28°21'	115.4	3.39	2313
19	罗溪	修水	罗溪水	水文	武宁县罗溪乡	114°59'	29°06'	42	12.2	253

1) 季节性强

统计其中 18 个站点历年最高水位资料,分析得出:江西省中小河流历年达到最高水位的月份主要在 3~9 月份,这期间约占各站全年总数的 98%,其中主汛期 4~6 月份占 70%,次汛期 7~9 月份占 23%;各月以 6 月份发生的场次居多,占 39%,其次是 5 月份为 21%。见表 2 所示。



Figure 1. Geographic Location Distribution Map of 19 Hydrological Stations

图 1. 19 个水文站点地理位置分布图

Table 2. Monthly statistical tables of annual maximum flood peaks at each station

表 2. 各站历年最高水位发生月份情况统计表(单位: 次)

河名	站名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
平江	翰林桥			5	2	14	22	5	5	2	1	
同江	鹤州	1	1	1	6	7	17	6	0	4	1	
乌石港	铺头			2	7	3	9	5	0	5	1	1
婺源江	三都(二)				5	10	24	9	2			
盱江	沙子岭				4	22	18	4	3	1	2	
万载河	危坊站		1	1	3	10	30	7	2	2	1	
西河	石门街					10	16	11	2			
湘水	麻洲			4	5	13	19	4	10			
琴江	石城			1	16	12	3	1	3			
延桥水	马圩			2	9	2	15	4	2	2		
杨村水	铁路坪				1	10	27	9	4	1		
袁水	芦溪			4	2	3	13	6	3	2	1	11
白塔河	耙石		1	2	7	9	45	5	4			
九曲河	胜前			3	4	10	9	3	6	3		
章水	窑下坝			3	4	14	24	4	5	2	1	
昌江	樟树坑			2	1	10	31	13	4	1		
博阳河	樟坊站			1	9	11	18	10	4	3		1
泸水	赛塘		1	3	7	18	17	13		3		
	合计	1	4	34	92	188	357	119	59	31	8	13

2) 洪水类型

按暴雨地区分布和流域情况,江西省中小河流洪水可分为全流域型洪水、区域性洪水、局部性洪水。

区域性洪水或局部性洪水是由一、两个流域地区区域性暴雨形成,发生在五大河流某大河流源头或支流上大洪水,洪水区域受降雨范围和地形地貌分布等影响,大小可能集中是一个流域、一个县或者几个流域地区,这类洪水往往洪峰较高、短时间洪量很大,洪水过程历时较短,发生的机会较多,如2006年台风“格美”引发的上犹县特大暴雨洪水。

全流域型洪水是由全省范围内整个鄱阳湖流域由连续多场大面积暴雨形成,降雨范围广,历时长,鄱阳湖水位较高,五大河流干流与支流上的中小河流洪水几乎同时发生较大洪水,干支流洪水遭遇,形成全省范围内干流洪峰大、历时长,灾害严重的大洪山或特大洪水,全省中小河流有些可能是受全省范围内干流影响,水位保持长时间偏高,如1954年大洪水、1973年大洪水、1998年大洪水等。

3) 洪水发生频率高

选取其中17个水文站点,对各站历年发生超警戒水位洪水情况进行统计(见表3)。各站点均具有25年以上的历史洪水资料,平均资料时长为49年,平均每站22年发生了超警戒水位洪水,反映出全省中小河流洪水发生频率较高,平均每2~3年就有超警戒水位洪水发生;从年份上看,每年都有中小河流洪水发生,多数为局部性洪水,全流域型大洪水相对较少。

Table 3. Statistical table of times of exceeding warning water level at each station

表 3. 各站超警戒水位洪水情况统计表

河名	站名	资料时长(年)	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	年份数	次数
平江	翰林桥	56	4	4	11	30	7	7	2	1	33	66
同江	鹤洲	44		2	4	14	1			1	13	22
盱江	沙子岭	54	3	7	25	29	4	1	2	1	35	75
万载河	危坊	57		3	11	16	5	0	1		27	36
湘水	麻州	57		3	6	14	5	3	3		18	34
琴江	石城	36	1	1	10	16	2	1			20	31
延桥水	马圩	35		1	3	9	3	1			12	17
罗溪水	罗溪	51		6	9	21	12	3	1		27	52
袁水	芦溪	35		1		3	2				5	6
白塔河	耙石	58		4	13	19	7	3			35	46
九曲河	胜前	38			1		3				4	4
章水	窑下坝	57	3	6	9	14	3	3	4	1	24	43
昌江	樟树坑	62		7	8	30	16	4	7		41	65
博阳河	梓坊站	57	2	15	18	33	16	5	3		40	92
泸水	赛塘	62			1		2				3	3
青丰水	岗前	25				5	4				8	9
婺源江	三都	49		1	4	18	9	1			22	33
平均数		49									22	37

4) 洪水时空分布规律

根据各站发生超警戒洪水情况,全省四大暴雨中心地区的赣东北怀玉山暴雨地区、赣西北九岭山暴雨区、赣东南武夷山暴雨区发生中小河流洪水频率较高,耙石、罗溪、危坊、三都和樟树坑等站点平均在2年一遇以下;赣南山丘地区也是发生中小河流洪水的主要地区之一,翰林桥、麻州、石城、窑下坝、沙子岭等站点发生

超警戒洪水频率平均为 2 年一遇；其它局部地区包括德安县等滨湖地区发生频率也较大，梓坊站在 2 年一遇以下；吉泰盆地等地区洪水频率相对较低，赛塘、鹤州等站点平均在 6 年一遇以上。

从发生时间上看，总体上赣南地区相对于全省其它地区洪水发生的时间较早，每年 3 月份就有可能发生超警戒洪水，3~4 月份发生的次数占全年总次数比例也较高，发生早汛可能性较大；全省其它地区一般 4 月份开始发生超警戒水位洪水，5~6 月份逐步增多；全省大部分站点 6 月份发生洪水次数最多，约占总数的 33%。

5) 洪峰类型

对翰林桥等 8 个站点各历史上洪水位最高的 6 场共 48 场洪水进行分析，大洪水主要以单峰洪水为主，共 39 场，双峰及多峰洪水 9 场，双峰及多峰洪水集中在 5~6 月份，以 6 月为主，从单峰大洪水的持续时间来看，5~6 月份的洪水时长远比其它月份的长。其主要原因是 5~6 月份尤其是 6 月为江西省梅雨季节，为历史上降雨量最多的月份，强降雨或暴雨频发，暴雨类型主要以锋面气旋雨为主，锋面暴雨往往范围大，降雨持续时间长，因此容易形成双峰、多峰洪水或持续时间很长的单峰洪水；进入 7 月份之后，江西省降雨主要是台风和雷电降雨，强降雨历时相对时间较短，主要形成单峰大洪水，洪水一般为一次涨落过程。

全省不同地区中小河流洪水特征主要跟不同地区降雨或者暴雨特征有关，汛期一般情况下，赣南地区暴雨的雨势较猛，往往一开始就形成主峰，但历时较短，一般主峰在前，次峰在后；赣北地区，次暴雨的降水量大，历时长，达 3~5 天，一场暴雨一般有大、小二个雨峰，次峰在前，主峰在后。

典型洪水类型见表 4 和见图 2 至图 5 所示。

Table 4. Table of typical flood types

表 4. 典型洪水类型表

站名	集雨面积(km ²)	发生时间	水位超警戒线(m)	超警戒水位持续时间(h)	总涨差(m)	天气系统	峰性
麻州站	1758	1964.6.12~6.15	1.72	63	3.01	锋面	多峰
		1976.8.10~8.11	1.14	18	3.31	台风	单峰
翰林桥站	2689	1968.6.15~6.19	2.06	65	3.26	锋面	双峰
		1969.8.9~8.11	2.39	19	5.26	台风	单峰
马圩站	583	1982.6.16~6.24	0.84	150	1.60	锋面	双峰
		2010.6.19~6.24	1.27	115	3.11	锋面	单峰
鹤州站	374	1982.6.14~6.16	1.15	20	3.85	锋面	单峰
		1962.6.18~6.20	1.77	44	2.67	锋面	双峰

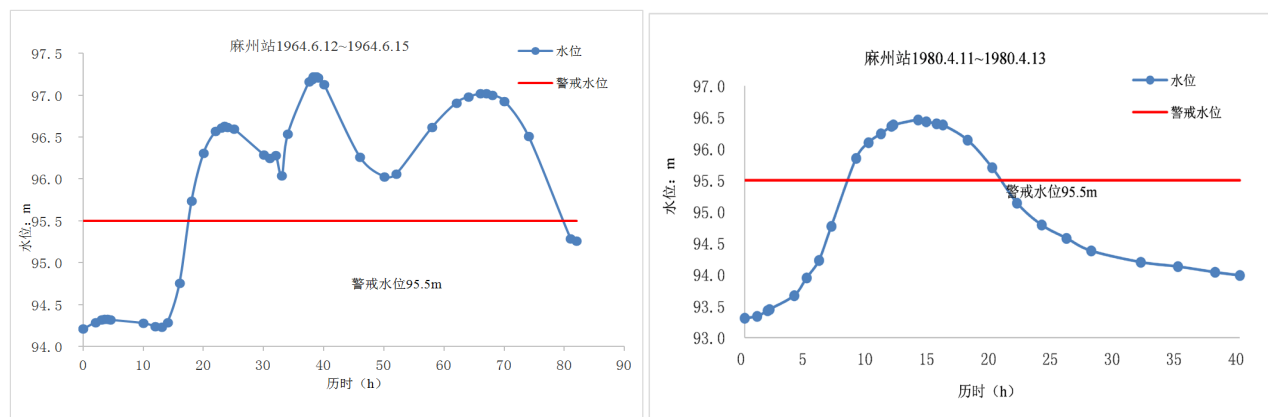


Figure 2. Two typical flood processes at Massachusettts hydrological station

图 2. 麻州水文站两次典型洪水过程图

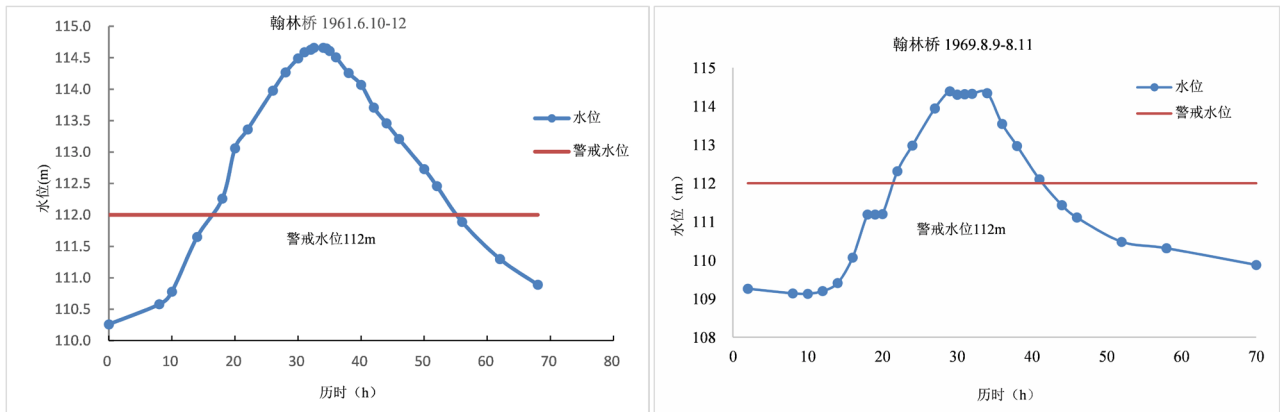


Figure 3. Two typical flood process diagrams of Hanlinqiao hydrological station

图 3. 翰林桥水文站两次典型洪水过程图

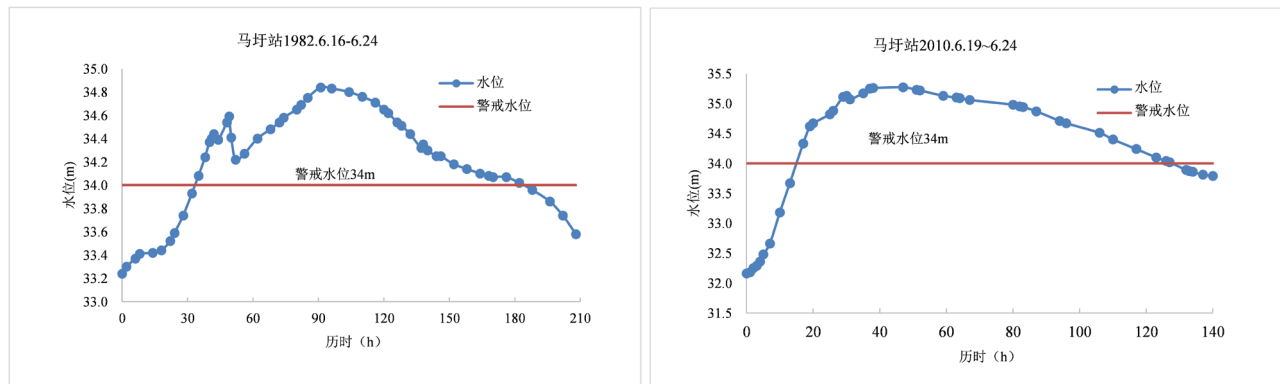


Figure 4. Twice typical flood process charts of Mawei hydrological station

图 4. 马圩水文站两次典型洪水过程图

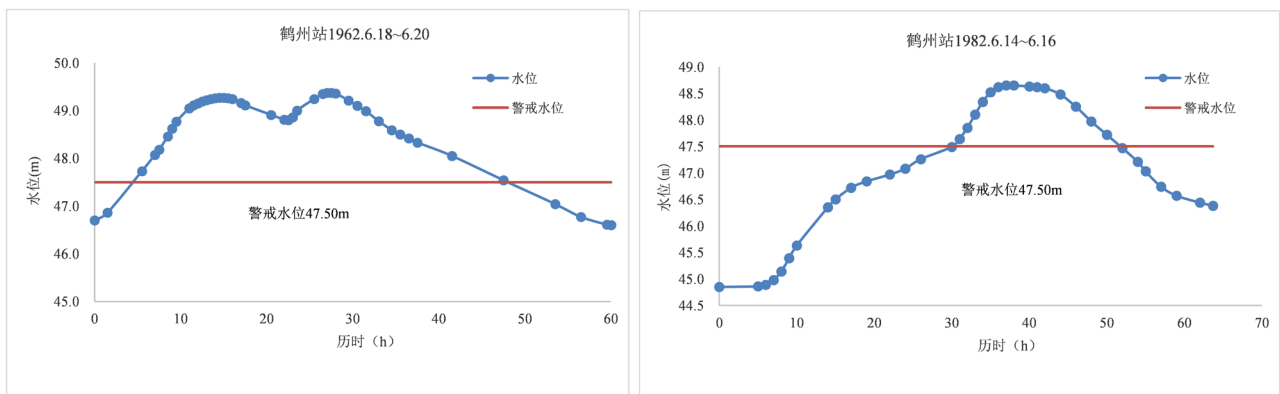


Figure 5. Two typical flood processes of Hezhou hydrological station

图 5. 鹤州水文站两次典型洪水过程图

6) 大洪水洪峰水位较高、突发性强

江西省中小河流发生的大洪水绝大部分集中在汛期一、二场暴雨，如翰林桥水文站 1961 年 6 月 11 日~12 日，降雨历时 25 h，洪峰水位超警戒水位 2.66 m；石城站 1982 年月 15 日~16 日，降雨历时 27 h，最高洪峰水位达 226.02 m；2014 年 7 月 24 日，受第 10 号台风“麦德姆”登陆影响，德安县普降大到暴雨，局部特大暴雨，短短 15 h，全县累计降雨量局部最大值达到 541.4 mm，最大 3 h 降雨量局部达到 287.5 mm，博阳河德安站水位

最高时达 23.01 m, 超警戒水位 3.21 m, 达历史最高水位。

5. 总结

1) 江西省中小河流洪水灾害频繁, 基本上每年都有不同程度洪水灾害发生, 其主要成因包括气象因素、暴雨因素和地形地貌因素。

2) 江西省中小河流洪水呈现季节性强、突发性强和分布范围广等特点和规律。历年最大洪峰场次洪水主要发生在 4~6 月份, 以 6 月份居多, 占 39%; 大洪水绝大部分集中在汛期一、二场暴雨, 洪水上涨速度较快, 突发性强; 由于全省山地丘陵分布广、地形地貌复杂等原因, 江西省中小河流洪水灾害呈现分布范围较广的特征。

3) 江西省中小河流洪水发生频率较高, 局部地区基本每年都有超警戒水位洪水发生, 全流域型大洪水相对较少。大洪水主要以单峰洪水为主, 双峰及多峰洪水主要发生在 5~6 月份, 从单峰大洪水的持续时间来看, 5~6 月份的洪水时长要比其它月份的长。进入 7 月份之后, 洪水类型主要为单峰, 一般为一次涨落过程。汛期, 赣南地区暴雨雨势较猛, 往往一开始就形成主峰, 发生洪水时间较早于全省其它地区; 赣北地区, 次暴雨的降水量大, 一场暴雨一般有大、小二个雨峰, 次峰在前, 主峰在后。

基金项目

来源于江西省水利厅科技项目《江西省平原区防汛预报预警技术研究与应用》。

参考文献

- [1] 秦晓磊. 辽宁中东部中小流域洪水过程全要素特征规律分析研究[J]. 水利规划与设计, 2018(7): 64-67.
QIN Xiaolei. Analysis and research on the characteristics of flood process of small and medium watershed in middle and eastern Liaoning. Water Conservancy Planning and Design, 2018(7): 64-67. (in Chinese)
- [2] 李明辉, 李友辉, 等. 江西省中小河流洪水风险评估研究[J]. 人民长江, 2011, 42(13): 31-34.
LI Minghui, LI Youhui, et al. Study on flood risk assessment of small and medium rivers in Jiangxi Province. People's Yangtze River, 2011, 42(13): 31-34. (in Chinese)
- [3] 江西省山洪灾害防治规划报告[R]. 江西省水利规划设计研究院, 2003.
Jiangxi Province mountain flood disaster prevention and control planning. Jiangxi Institute of Water Resources Planning and Design, 2003. (in Chinese)
- [4] 谢彦. 江西省山洪灾害系统的特征以及区划防治的初步研究[J]. 河北农业科学, 2011, 15(12): 75-78.
XIE Yan. A preliminary study on the characteristics of mountain torrent disaster system and its regionalization and prevention in Jiangxi Province. Hebei Agricultural Science, 2011, 15(12): 75-78. (in Chinese)
- [5] 陈鲍发, 李密, 等. 江西台风暴雨的特点及分析阈值研究[J]. 江西科学, 2015, 33(1): 25-34.
CHEN Baofa, LI Mi, et al. Study on the characteristics and analysis threshold of typhoon rainstorm in Jiangxi. Jiangxi Science, 2015(2): 25-34. (in Chinese)