

文章编号: 2096-1618(2021)03-0342-07

# 昌江流域9次致洪大暴雨的空间分布与天气系统分析

苏 茜<sup>1</sup>, 吴美芳<sup>2</sup>, 陈鲍发<sup>1</sup>, 孙华军<sup>1</sup>

(1. 江西省景德镇市气象局, 江西 景德镇 333000; 2. 江西省景德镇市水文局, 江西 景德镇 333000)

**摘要:**应用江西省地面降水观测资料、景德镇市水文局水位资料、高空与地面常规观测资料,采用统计分析、天气系统配置等方法分析昌江流域2000年以来9次致洪大暴雨过程,主要结论有:2010年以来昌江流域洪水呈频发、高发态势,9次超警戒线3 m及以上的洪水过程有8次出现在2010–2020年。昌江流域的致洪大暴雨过程,在江西省的降水空间分布上主要表现为赣北全域型和赣东北型,在景德镇市范围内可分为南部型、中部型和北部型3种。赣北全域型与赣东北型的主要影响系统有高空低槽、中低层切变线、低空与超低空西南急流;赣北全域型的中低层切变线与西南急流配合,范围更广,而赣东北型,低层在赣东北至安徽中南部有明显低涡环流,与之相伴随的中低层切变线伸展范围相对较小。景德镇市南部型、中部型、北部型致洪大暴雨影响系统主要表现在“上干下湿”区域与中低层切变线、地面气旋活动区域重叠。中部型多有景德镇市“簸箕”口地形对暴雨的增幅作用,而北部型的急流及辐合系统比南部型更加偏北,副热带高压也更为强盛。这些为有效预测昌江流域洪水提供了科学支撑与参考依据。

**关键词:**大气科学;致洪大暴雨;空间分布;天气影响系统

**中图分类号:**P457.6

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2021.03.017

## 0 引言

致洪大暴雨过程,国内外专家多有研究,陈凤英<sup>[1]</sup>、陈鲍发<sup>[2–6]</sup>、周江<sup>[7]</sup>、蔡俊峰<sup>[8–9]</sup>、余欣<sup>[10]</sup>等研究了景德镇市致洪暴雨的强降水特征、超低空急流在暴雨中的作用、景德镇市致洪暴雨的特点、景德镇短时强降水的特征,将赣东北致洪暴雨分为副高型、台风型与梅汛型,并制作了三类致洪暴雨的概念模型,提出了地形在特定形势下暴雨与地形的相互作用,利用多元回归方法制作景德镇市洪峰水位预报,研发了景德镇市山洪地质灾害预警平台。牛叔超等<sup>[11]</sup>对致洪大暴雨进行了风险评估和最优决策,并对防洪气象效益进行了估算。青吉铭<sup>[12]</sup>、毛冬艳<sup>[13]</sup>在研究不同流域的致洪暴雨时指出,高空槽与西南低涡耦合,南侵的冷空气和西南急流输送的暖湿水汽交汇,导致中小尺度对流系统的生成、发展,大暴雨是中尺度辐合线、中尺度低压和中 $\alpha$ 尺度对流云团共同作用引发的,高层辐散先于中低层辐合的抽吸机制,南海带来了丰沛的水汽输送。胡雯等<sup>[14]</sup>指出致洪暴雨区与中低层的中尺度辐合扰动的形成、中尺度雨带具有准静止性,且强度强有关,强降水发生在中尺度对流云团合并发展和增强阶段,高湿、正涡度、强烈上升运动,低层辐合、高层辐散是致洪暴雨的重要特征。这些均为研究昌江流域的致洪大暴雨提供了参考与依据。然而,对于昌江流域的致洪暴雨空间分布及与不同天气系统的关系研究较少,本文试图从

地域大小来分析昌江流域致洪暴雨时江西省、景德镇市的强降水空间分布及相应的天气影响系统特点,为景德镇市大洪水的预测与防范提供科学支撑。

## 1 资料与方法

主要应用江西省气象观测站的降水资料、景德镇市水文局水位资料、高空与地面常规 micaps 资料,采用统计分析和中尺度分析方法,对景德镇市2000年以来致洪大暴雨过程进行观测分析,以期得出景德镇市致洪暴雨的空间分布特点、主要影响系统配置及环境场条件,达到有效预测昌江流域致洪大暴雨过程,减轻洪灾损失的目的。

表1为近21年来昌江流域渡峰坑水文站的历年最高洪峰水位,可以看到,2010年以前洪峰水位明显低于2010年及以后的洪峰水位,即2010年开始,昌江流域进入了洪水高发时段。2020年7月9日洪峰水位33.94 m,超警戒水位5.54 m,为近50年来第2高水位(1998年6月26日最高34.27 m);2016年6月20日33.89 m,超警戒线5.39 m,列第3名,即历年排名前3的洪水有2年出现在近10年。同时,2010年7月16日,洪峰水位32.75 m,超警戒线4.25 m;2012年32.29 m,超警戒线3.79 m;2017年32.72 m,超警戒线4.22 m。均为近年来影响较大的大洪水过程,可见2010年以来昌江流域洪水呈频发、高发态势,严重影响了景德镇市的城市安全,造成广大群众及有关部门的重大损失。

年份	年最高水位/m	发生时间
2000	26.24	6月23日
2001	26.41	5月5日
2002	29.35	5月14日
2003	29.07	6月29日
2004	27.12	5月16日
2005	26.12	5月18日
2006	30.62	5月10日
2007	27.06	7月11日
2008	31.67	6月11日
2009	27.66	7月28日
2010	32.75	7月16日
2011	32.10	6月15日
2012	32.29	8月11日
2013	31.48	6月8日
2014	28.10	7月16日
2015	30.44	6月9日
2016	33.89	6月20日
2017	32.72	6月24日
2018	31.19	7月6日
2019	30.06	5月27日
2020	33.94	7月9日

一般来讲,超警戒线3 m(洪峰水位31.5 m)左右的洪水,就会对低洼地带和城区造成明显灾害或威胁(见图1)。根据洪峰水位对城区的威胁程度,主要分析2008年、2010年、2011年、2012年、2013年、2016年、2017年、2018年、2020年9次致洪大暴雨过程。

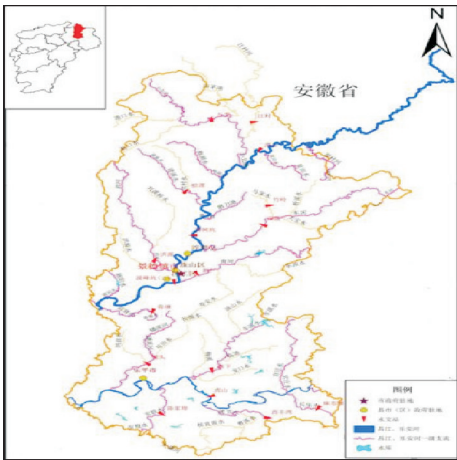


图1 昌江流域区域图

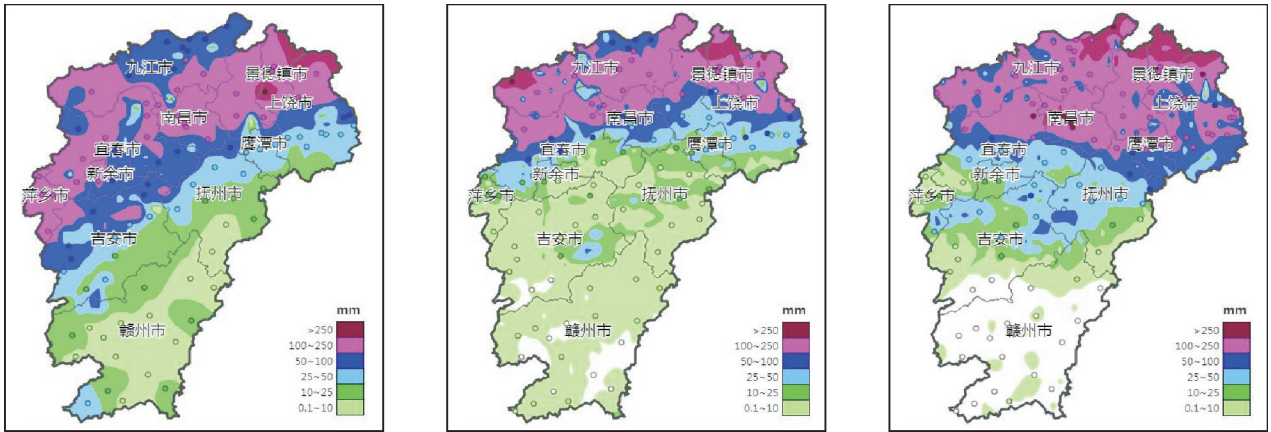
2 结果与分析

2.1 9次致洪大暴雨过程的江西省的空间分布

景德镇地处赣东北,是江西省暴雨中心之一。暴雨云团有时从西向东移动,影响整个赣北,导致赣北北部出现全域型的暴雨、大暴雨,定义为赣北全域型。有时强降水主要出现在赣东北、或降水云团移致赣东北明显增强、或强降水由湖北、安徽南部南压至赣东北,导致暴雨、大暴雨主要出现在赣东北,赣西北则无明显强降水,称之为赣东北型。统计9次昌江流域致洪大暴雨过程江西省的雨量分布,可以看到2008年6月9-10日、2017年6月23-24日、2020年7月7-8日为赣北全域型大暴雨过程;而2010年7月14-15日、2011年6月14-15日、2012年8月9-10日、2013年6月6-7日、2016年6月18-19日、2018年7月6日等6次过程为赣东北型大暴雨过程。

2.1.1 赣北全域型(图2)

2008年6月9-10日,整个赣北北部除九江市东北角均为100 mm强降水带覆盖,250 mm的致洪强降水主要位于乐平、婺源北部。强降水带呈东北-西南向分布。吉安、抚州、鹰潭的北部、上饶中部的万年、德兴等地累计降水50~100 mm,而赣南、赣中南部则以小雨或小到中雨为主。2017年6月23-24日,强降水带为东西向,整个赣北北部均为100 mm以上强降水带覆盖,250 mm的致洪强降水主要位于景德镇北部,赣中、赣南以小雨为主,而南昌、鹰潭、宜春南部、新余、萍乡等地以中雨为主。2020年7月7-8日,强降水带略呈西北-东南向,整个赣北均为100 mm以上强降水带覆盖,250 mm的致洪强降水主要位于景德镇北部、婺源北部、九江西北角。而赣西的宜春、新余、萍乡及赣中则以小雨为主,赣南无降水。



(a)2008年6月8日20时-2008年6月10日20时 (b)2017年6月22日20时-2017年6月24日20时 (c)2020年7月6日20时-2020年7月8日20时

图2 赣北全域型昌江致洪大暴雨过程江西省降水累积实况图



由图2可见,赣北全域型的100 mm以上强降水区范围广,覆盖了赣北的大部地区,250 mm的致洪暴雨主要位于景德镇、婺源、乐平等地,导致昌江流域出现较大洪水,而赣中、赣南则以小雨或无降水为主。

2.1.2 赣东北型

图3为赣东北型昌江致洪大暴雨过程,强降水主要位于赣北的东部。有的过程,100 mm以上的强降水主要分布在鄱阳、景德镇、婺源北部及九江西北角的湖口、彭

泽等地,如2010年7月14-15日、2013年6月6-7日、2016年6月18-19日。有的覆盖较广,2012年8月9-10日、2018年7月5日,100 mm以上的强降水区覆盖了江西东北部大部地区,其中2018年7月5日抚州市大部也受到影。2011年6月14-15日,250 mm以上的致洪暴雨主要分布在鄱阳、乐平、婺源、德兴等地,100 mm以上的还覆盖了九江东部、南昌、鹰潭北部的大部地区,是赣东北型暴雨、大暴雨范围最大的降水过程。

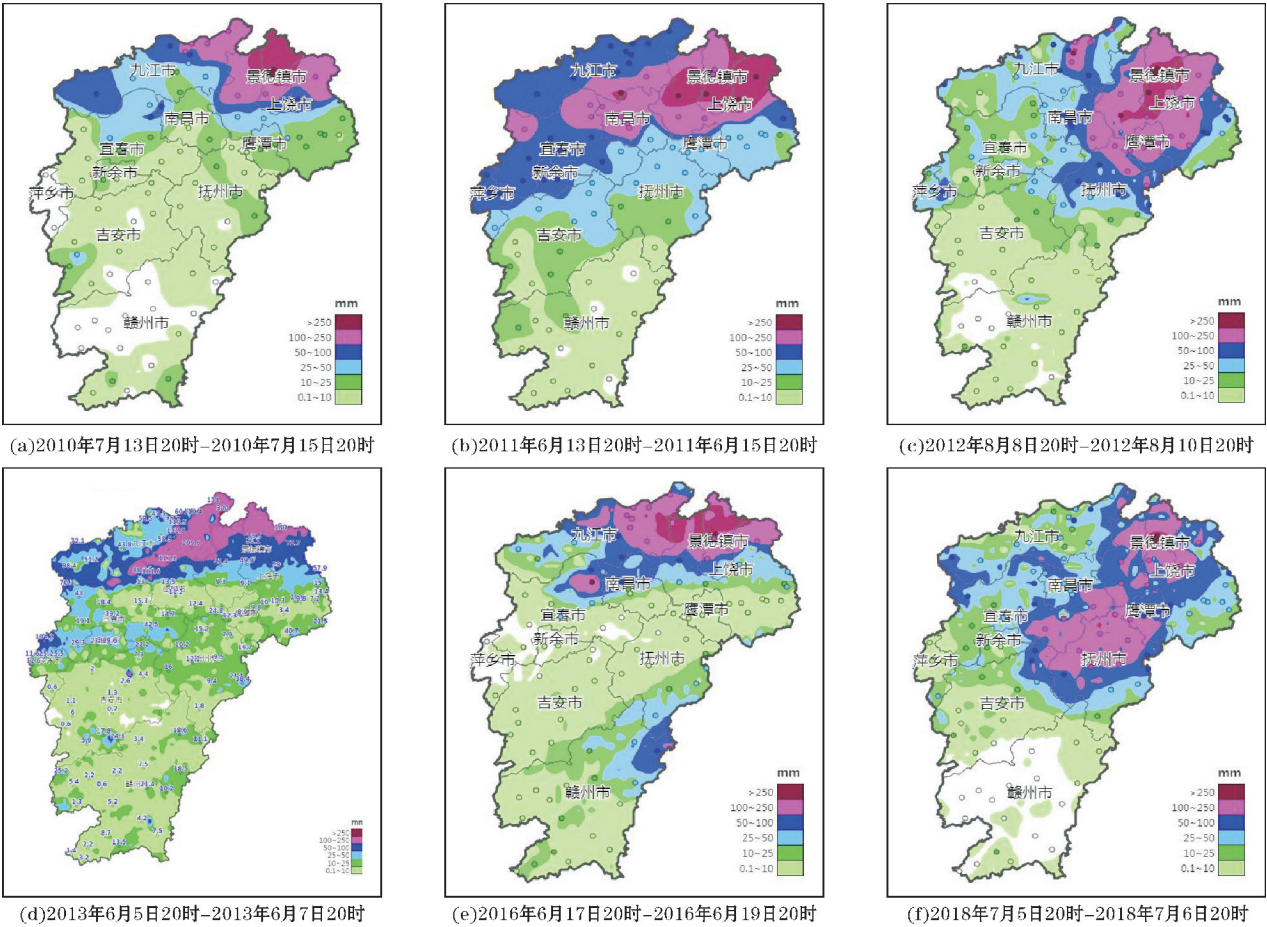


图3 赣东北型昌江致洪大暴雨过程江西省降水累积实况图

由图3可见,昌江流域的致洪大暴雨过程,在江西省的降水空间分布上主要表现为赣北全域型和赣东北型。赣北全域型100 mm以上的强降水落区覆盖了赣北北部的大部地区,赣东北型的强降水落区主要位于赣东北,范围增强时会影响到江西东北部的抚州、上饶南部或九江东部、南昌、鹰潭等地,由于250 mm以上的致洪暴雨位于景德镇、鄱阳、婺源、乐平等地,导致昌江流域出现较大洪水。

2.2 9次致洪大暴雨过程的景德镇强降水落区

从2005年开始,景德镇市气象局按上级部门统一部署,在景德镇全境布设区域自动气象观测站,至2008年,基本上每个乡镇均布有区域自动站,对于监

测致洪暴雨的空间分布提供了数据与设备支撑。

2.2.1 南部型

南部型昌江流域致洪大暴雨过程(图4),景德镇全境为100 mm以上强降水区覆盖,250 mm以上的致洪强降水主要分布在乐平部分地区(2008年6月9-10日)或覆盖了乐平全境(2011年6月14-15日)。

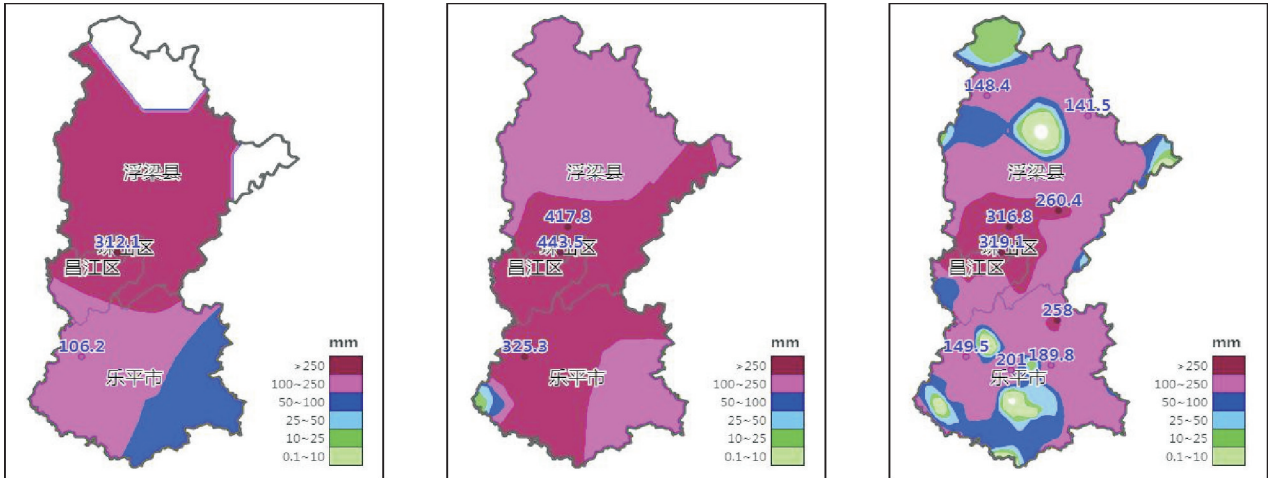
2.2.2 中部型

中部型昌江流域致洪大暴雨过程(图5),250 mm及以上的最强致洪暴雨位于景德镇市城区附近,2010年7月14-15日浮梁大部累积雨量虽不如景德镇市区,但也超过了250 mm,2012年8月9-10日,景德镇市区、乐平中部、北部超过了250 mm,2018年主要是城区附近出现了300 mm以上的强降水。



(a)2008 年 6 月 8 日 20 时–2008 年 6 月 10 日 20 时 (b)2011 年 6 月 13 日 20 时–2011 年 6 月 15 日 20 时

图 4 南部型昌江流域致洪大暴雨过程



(a)2010 年 7 月 13 日 20 时–2010 年 7 月 15 日 20 时 (b)2012 年 8 月 8 日 20 时–2012 年 8 月 10 日 20 时 (c)2018 年 7 月 5 日 20 时–2018 年 7 月 6 日 20 时

图 5 中部型昌江流域致洪大暴雨过程景德镇市降水累积实况图

2.2.3 北部型

北部型昌江流域致洪大暴雨过程(图 6),250 mm 及以上的最强致洪暴雨位于浮梁中北部,由于昌江流域有 1/3 的集水面积出现在祁门县,祁门县的渚口等地位于流域上游,如出现 250 mm 以上致洪强降水对于下游景德镇市的影响更大,如 2013 年 6 月 6–7 日(祁

门县位于安徽,不在景德镇行政区域之内)。2016 年、2017 年、2020 年,浮梁中北部有大范围的 250 mm 以上的强降水,排名前 4 的致洪暴雨有 3 次(2020 年、2016 年、2017 年),及历史排名前 3 的 2 次大洪水过程(2020 年、2016 年)均为北部型。

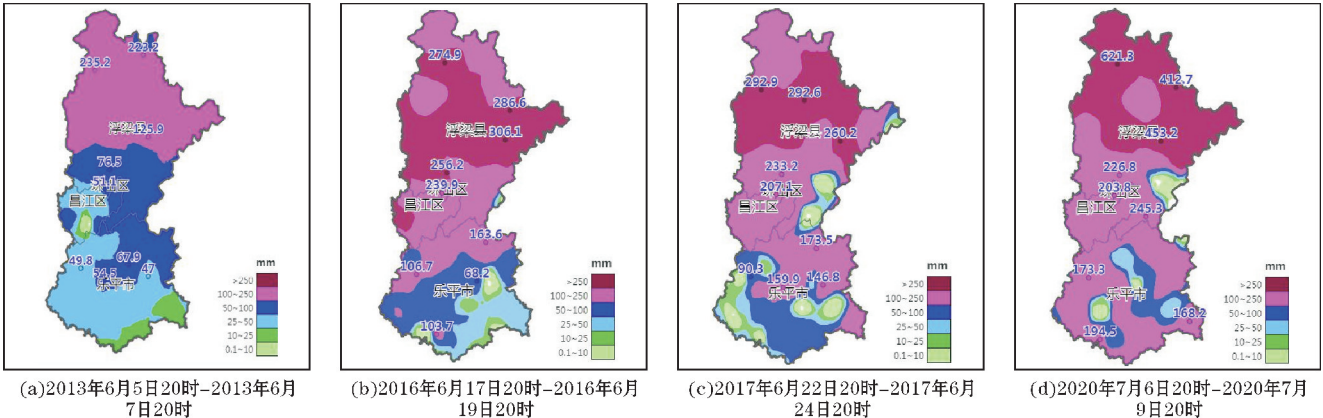


图 6 北部型昌江流域致洪大暴雨过程景德镇市降水累积实况图



由图6可知,昌江流域的大洪水过程,在景德镇区域内会有较大范围的250 mm致洪强降水,根据250 mm以上的强降水落区,分为南部型、中部型和北部型3种,南部型致洪强降水主要位于乐平,中部型主要位于景德镇市区附近,北部型位于浮梁中北部和祁门县南部。由于浮梁县中北部、安徽祁门县南部位于昌江流域的上游,其强降水对于下游水位影响大,所以昌江流域最强洪水过程基本上都为北部型,而浮梁县自古以来以强降水强度大,洪涝过程多而闻名,这也是北部型易出现大洪水的原因之一。

2.3 9次致洪大暴雨过程的主要天气影响系统

分析了昌江流域近20年来的洪水过程,从江西省的空间分布划分为赣东北型与赣北全域型,从景德镇

市的空分分布划分南部型、中部型和北部型。在天气影响系统的配置上,这些类型的特点和区别分析如下。

2.3.1 赣北全域型与赣东北型

图7为赣北全域型(图7a)与赣东北型(图7b)昌江流域致洪大暴雨天气影响系统代表,赣北全域型的天气系统主要高空低槽、中低层切变线、低空西南急流,副热带高压588特征线位于赣州以南的东南沿海,呈东北-西南向分布,与之大致平行的中低层切变线从长江入海口经赣北、湘北伸向西南重庆等地,切变线以南有明显的低空西南急流配合,强降水沿切变线自西向东移动,导致赣北大部出现暴雨、大暴雨。而赣东北型的主要影响系统有中层低涡、与低涡相伴随有中低层切变线、地面气旋、低空西南急流与超低空西南急流,中层有干冷气流侵入赣东北,有利于触发强降水发生。

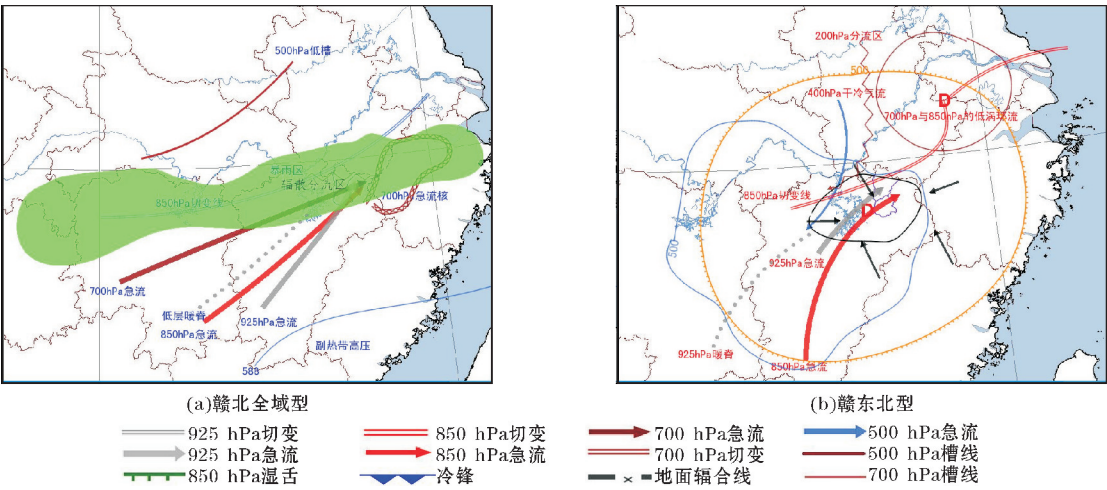


图7 赣北全域型与赣东北型昌江流域致洪大暴雨影响系统

由此可见,赣北全域型与赣东北型的主要影响系统均有高空低槽、中低层切变线、低空西南急流与超低空西南急流,赣北全域型的中低层切变线从赣北、湘北伸至西南地区,且与西南急流配合,切变线范围广,辐合强,导致赣北均出现强降水。而赣东北型,低层700 hPa或850 hPa在赣东北至安徽中南部有明显低涡

环流,与之相伴随的中低层切变线伸展范围有限,主要影响赣东北地区,导致强降水主要发生在赣东北地区。

2.3.2 南部型、中部型、北部型主要影响系统

图8为南部型(图8a)、中部型(图8b)、北部型(图8c)昌江流域致洪大暴雨影响系统代表。南部型天气影响系统有高空低槽、中低层切变线、低空西南急

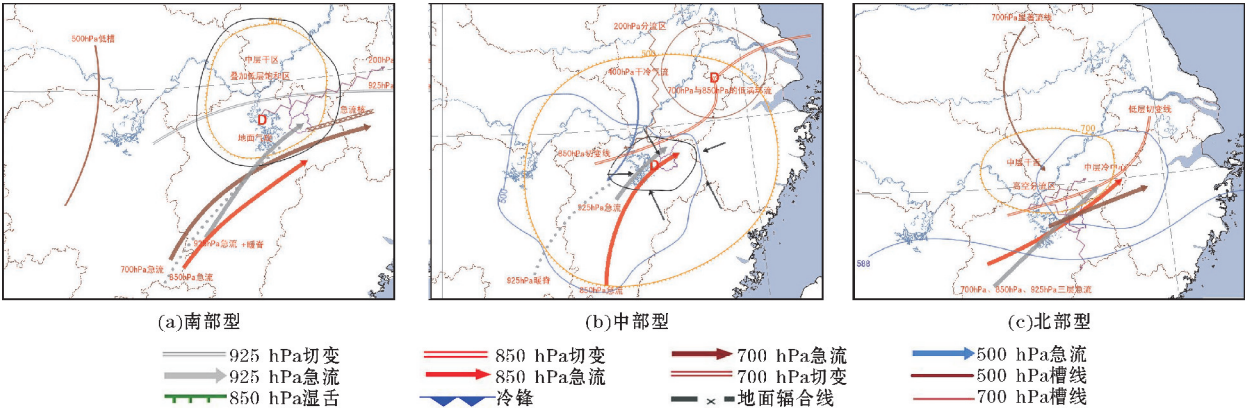


图8 南部型、中部型、北部型昌江流域致洪大暴雨影响系统

流,200 hPa的分流区位于“上干下湿”(中层干、低层湿)的区域上空。中部型,在景德镇市区附近有低涡环流,低涡环流造成的强降水与景德镇“簸箕”口地形相互作用下,造成市区附近降水强度高于北部的浮梁与南部的乐平。北部型的主要天气影响系统有高空低槽、中低层切变线、低层西南急流、中层冷中心与干舌均位于浮梁至湖北与安徽的南部,副热带高压强盛、偏北,588 特征线位于赣北南部与赣中北部,与南部型相比,急流与辐合系统更偏北,导致强降水主要位于安徽南部至浮梁北部地区。

由此可见,南部型、中部型、北部型昌江流域大暴雨影响系统有高空低槽、中低层切变线、低空西南急流或超低空西南急流,“上干下湿”、中低层切变线、地面气旋活动区域重叠,均位于赣北或赣东北地区,而中部型有景德镇市“簸箕”口地形与暴雨的相互作用,北部型的急流及辐合系统比南部型更加偏北,副热带高压也更为强盛。

### 3 结束语

利用2000年以来的景德镇市水文资料、景德镇市气象监测数据,结合天气影响系统分析了昌江流域致洪大暴雨的落区分布、特点,主要结论如下。

(1)2010年以来昌江流域洪水呈频发、高发态势,严重影响了景德镇市的城市安全,造成广大群众及有关单位的重大损失。9次超警戒线3 m左右及以上的洪水过程有8次出现在2010–2020年。

(2)昌江流域的致洪大暴雨过程,在江西省的降水空间分布上主要表现为赣北全域型和赣东北型。在景德镇市范围内可分为南部型、中部型和北部型3种。

(3)赣北全域型与赣东北型的主要影响系统有高空低槽、中低层切变线、低空西南急流与超低空西南急流,赣北全域型的中低层切变线从赣北、湘北伸至西南地区,与西南急流配合,切变线范围广。而赣东北型,低层700 hPa或850 hPa在赣东北至安徽中南部有明显低涡环流,与之相伴随的中低层切变线伸展范围较小,导致强降水主要发生在赣东北地区。

(4)南部型、中部型、北部型昌江流域大暴雨影响系统有高空低槽、中低层切变线、低空西南急流或超低空西南急流,“上干下湿”、中低层切变线、地面气旋活动区域重叠,造成致洪大暴雨。中部型有景德镇市“簸箕”口地形与暴雨的相互作用,北部型的急流及辐合系统比南部型更加偏北,副热带高压也更为强盛。

致谢:感谢景德镇市科技计划项目(20151GLRK012)对本文的资助

### 参考文献:

- [1] 陈凤英,陈鲍发,黄龙飞. 景德镇市致洪暴雨与山洪的强降水特征分析[J]. 江西科学,2020,38(3):362–368.
- [2] 陈鲍发,黄龙飞,蔡俊峰,等. 超低空急流背景下的景德镇市大暴雨过程分析[J]. 江西科学,2018,36(1):101–140.
- [3] 陈鲍发,卢秋芳,王宣. 赣东北后汛期暴雨天气概念模型分析[A]. 中国气象学会. 第33届中国气象学会年会 S1 灾害天气监测、分析与预报[C]. 中国气象学会:中国气象学会,2016:13.
- [4] 陈鲍发,黄龙飞,周芳,等. 冷空气与地形在台风“海葵”特大暴雨过程中的作用分析[J]. 江西科学,2015,33(2):195–202.
- [5] 陈鲍发. 2008年“0609–0610”连续大暴雨过程分析[A]. 中国气象学会. 中国气象学会2008年年会天气预报准确率与公共气象服务分会论文集[C]. 中国气象学会:中国气象学会,2008:9.
- [6] 陈鲍发,雷玄肆. 利用多元回归方法制作景德镇市洪峰水位预报[J]. 气象与减灾研究,2007(3):64–68.
- [7] 周江,陈鲍发,黄龙飞. 景德镇市致洪暴雨的特点与气象服务的思考[J]. 江西科学,2017,35(5):738–742.
- [8] 蔡俊峰,陈鲍发,余欣. 赣东北3类致洪暴雨的对比分析[J]. 江西科学,2017,35(2):219–225.
- [9] 蔡俊峰,陈鲍发. 景德镇市山洪地质灾害预警平台设计[J]. 现代农业科技,2014(18):325–331.
- [10] 余欣,陈鲍发,黄龙飞. 景德镇市短时强降水的特征与统计分析[J]. 江西科学,2016,34(4):488–501.
- [11] 牛叔超,朱桂林,刘月辉. 致洪大暴雨的风险评估及气象效益[J]. 气象科技,2000(1):30–35.
- [12] 青吉铭,何军,李强. 一次致洪大暴雨对长江两个子流域的影响分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(1):105–113.
- [13] 毛冬艳,周雨华,张芳华,等. 2005年初夏湖南致洪大暴雨中尺度分析[J]. 气象,2006(3):63–70.
- [14] 胡雯,张晓红,周昆,等. 淮河流域一次致洪大暴雨的中尺度特征分析[J]. 自然灾害学报,2009,18(2):62–72.

# Spatial Distribution and Weather System Analysis of Nine Torrential Rain Events in Changjiang River Basin

SU Qian<sup>1</sup>, WU Meifang<sup>2</sup>, CHEN Baofa<sup>1</sup>, SUN Huajun<sup>1</sup>

(1. Meteorological Bureau of Jingdezhen City, Jingde zhen 333000, China; 2. Hydrological Bureau of Jingdezhen City, Jingde zhen 333000, China)

**Abstract:** In this paper, nine heavy rain processes in Changjiang River Basin since 2000 have been analyzed by using the methods of statistical analysis, image recognition and synoptic analysis. Data for this research are as following: precipitation data from Jiangxi Meteorological Bureau and Jingdezhen Meteorological Bureau, precipitation and water level data from Jingdezhen Hydrological Bureau, and other regular synoptic data. The conclusions are as following 8 of the 9 flood processes that exceed the warning line by 3 m or above occurred between 2010 and 2020. The spatial distribution of the torrential rain in Changjiang River Basin in Jiangxi Province is mainly characterized by the whole area type and the northeast type in North Jiangxi. In Jingdezhen City, it can be divided into three types: the southern type, the central type and the northern type. The main influence systems of the whole area type and the northeast type are the upper low trough, the middle and low level shear line, the low and ultra-low level southwest jet. The whole area type has a wider range of the middle and low level shear line accompanied by the southwest jet. The northeast type has an obvious vortex circulation in the lower level located in northeast Jiangxi and south Anhui, and the extension range of the associated middle and low level shear line is relatively small. The influence system of the southern, central and northern type in Jingdezhen city includes the upper low trough, the middle and low shear line, the low-level southwest jet or the ultra-low southwest jet. The trumpet-shaped topography could enhance the rainfall in the condition of central type. The jet and convergence system of the northern type is more northerly than that of the southern type, and the subtropical high is stronger. These results provide a reference for effectively predicting the torrential rain process in Changjiang River Basin and reducing flood losses.

**Keywords:** meteorology science; flood-causing rainstorm; spatial distribution; synoptic systems