

邵明阳,殷剑敏,刘献耀. 2007—2015 年江西省短历时强降水时空分布特征分析[J]. 气象与减灾研究,41(2):119-125.
Shao Mingyang, Yin Jianmin, Liu Xianyao. 2018. Analysis of spatial and temporal distribution characteristics of short-duration heavy rain in Jiangxi province during 2007—2015[J]. Meteorology and Disaster Reduction Research,41(2):119-125.

2007—2015 年江西省短历时强降水 时空分布特征分析

邵明阳¹, 殷剑敏², 刘献耀²

1. 九江市气象台, 江西 九江 332000
2. 江西省气象台, 江西 南昌 330096

摘 要: 选取 2007—2015 年江西省 1 895 个地面气象站的降水观测资料, 分别统计分析了 $20\text{ mm} \leq 1\text{ h}$ 降水量 $< 30\text{ mm}$ 、 $30\text{ mm} \leq 1\text{ h}$ 降水量 $< 50\text{ mm}$ 、 1 h 降水量 $\geq 50\text{ mm}$ 、 3 h 降水量 $\geq 50\text{ mm}$ 、 6 h 降水量 $\geq 50\text{ mm}$ 短历时强降水的年际变化、季节变化、日变化和空间分布特征。结果表明: 1) 从年际变化来看, 1 h 降水量 $\geq 20\text{ mm}$ 短历时强降水的日数呈现增多的趋势。2) 从季节变化来看, 短历时强降水天气主要出现在 4—9 月, 其中 6 月短历时强降水日数最多, 1、2、12 月最少; 5—8 月有超过 80% 的站点出现短历时强降水天气。3) 从日变化来看, 短历时强降水易发生在傍晚至上半夜时段, 主峰值区出现在 17—21 时, 次峰值出现在 08—09 时; 4) 从空间分布来看, 不同降水强度的短历时强降水的发生日数均呈“西少东多”的空间分布特征, 其中九江地区的降水日数偏少, 抚州、鹰潭地区偏多。

关键词: 短历时强降水, 量级, 时空分布, 江西省

中图分类号: P426

文献标识码: A

文章编号: 1007-9033(2018)02-0119-07

doi: 10.12013/qxyjzj2018-017

Analysis of Spatial and Temporal Distribution Characteristics of Short-Duration Heavy Rain in Jiangxi Province during 2007—2015

Shao Mingyang¹, Yin Jianmin², Liu Xianyao²

1. Jiujiang Meteorological Observatory, Jiujiang 332000, China

2. Jiangxi Meteorological Observatory, Nanchang 300096, China

Abstract: Based on the 2007—2015 precipitation observation data of 1 895 surface weather stations in Jiangxi province, the interannual variability, seasonal variation, daily variation and spatial distribution of different short-duration heavy rains (1 h precipitation $\geq 20\text{ mm}$, $30\text{ mm} \leq 1\text{ h}$ precipitation $< 50\text{ mm}$, 1 h precipitation $\geq 50\text{ mm}$, 3 h precipitation $\geq 50\text{ mm}$, and 6 h precipitation $\geq 50\text{ mm}$) were statistically analyzed. The results are as follows: 1) From the inter-decadal perspective, the number of days of short-duration heavy rainfall in Jiangxi with 1 h precipitation $\geq 20\text{ mm}$ increased in recent years. 2) The short-duration heavy rain in Jiangxi mainly occurred from April to September, of which the highest number of short-duration heavy rain days occurred in June, the lowest in January, February and December. From May to August, over 80% of the stations experienced a short-duration heavy rainfall. 3) The short-duration heavy rain was likely to occur during the evening to the middle night, with the main peak from 17 to 21 pm, and the sub-peak from 8 to 9 am. 4) The daily number of short-duration heavy rain in Jiangxi was characterized by the spatial distribution of “more east and less west”. The number of precipitation days in Jiujiang

收稿日期: 2017-09-13; 修订日期: 2018-03-19.

基金项目: 2015 年江西省重点项目(编号:20152ACG70002); 2016 年江西省预报员专项“台风‘苏迪罗’影响下赣北暴雨成因分析”。

作者简介: 邵明阳, 硕士, 工程师, 主要从事天气预报业务与研究, E-mail: 798115810@qq.com.

殷剑敏(通信作者), 博士, 研究员, 主要从事气象防灾减灾研究, E-mail: 137268947@qq.com.

is relatively small, and there are more in Fuzhou and Yingtan.

Key words: short-duration heavy rain; magnitude; spatial and temporal distribution; Jiangxi province

0 引言

近年来,全球变暖导致极端天气气候事件频繁发生,在实际天气预报工作中发现短历时极端强降水屡刷新纪录。短历时强降水致灾性强,是诱发城市内涝、山洪、地质灾害的主要因素,对生命财产构成严重威胁。因此,研究短历时强降水的时空分布特征,对提高致灾暴雨的短时临近预报有指导作用。

国内许多研究学者(秦爱民和钱维宏,2006;孙娴等,2013;宇如聪等,2014)对中国的降水规律进行了研究。翟盘茂等(1999)利用中国296个分布均匀测站的逐日降水资料,研究发现1d和3d最大降水量以及不同级别的强降水总量没有明显的极端化倾向,但随着降水日数极端偏多的区域范围越来越小,平均降水强度极端偏高区域的范围逐渐扩大。李健等(2013)从小时尺度考察了中国中东部极端降水的持续性和季节特征,发现在沿海地区、长江流域和青藏高原东坡极端降水事件的平均持续时间较长(超过12h)。宇如聪和李健(2016)对中国大陆降水日变化进行了研究,发现中国大陆暖季降水日变化峰值时间主要为上午、清晨和夜间三类典型位相,降水频次在清晨峰值更凸出,降水强度以下午峰值为主。但是,这些专家学者都是对全国范围内的降水分布特征进行分析,在时空尺度上精确度不够,不能很好地为江西省中小河流山洪区域风险规划提供参考。章毅之(2007)指出,江西省极端降水强度、极端降水临界值、极端降水的发生频率均呈增大趋势。孙素琴等(2016)对江西省汛期暴雨时空分布进行了分析,发现暴雨日和日暴雨量分布呈从西南至东北递增的空间分布特征。吴珊珊和黄彩婷(2015)使用经验正交函数分解分析了江西省6月降水的空间分布特征,发现可以将江西省划分为赣北北部(W区)、赣北南部(I区)、赣中(IQ区)及赣南(II区)4个区域,该研究针对江西省日降水和汛期降水的情况进行分析,但多采用较为稀疏的国家站资料,因此对山洪区域站风险评估参考性不大。

综上分析,虽有不少学者对短历时强降水的时空分布特征进行了研究,但使用的观测资料站点稀少。近年来随着高密度气象观测站点的布设,积累了大量高时间、空间分辨率的降水观测资料,为进一步研究短历时强降水的时空分布特征提供了基础。

统计结果表明,短历时强降水一般发生在6h之内。文中,基于2007—2015年江西省1895个观测站逐小时雨量观测资料,分别对1h、3h、6h内发生的短历时强降水的时空分布特征进行分析,以期对短历时强降水的短临预报和山洪、地质灾害风险预警等提供参考。

1 资料和方法

文中选取2007—2015年江西省1804个区域自动气象观测站和91个国家气象观测站逐小时降水量观测数据。由于区域自动观测站数据未经过质量控制,文中使用气候学界限值进行数据筛选,根据江西省范围内1、3、6h极端雨量值,确定筛选1、3、6h降水量上限值分别为120.7、247.9、319.4mm(樊建勇等,2012)。经数据筛选,将短历时强降水分为 $20\text{ mm} \leq 1\text{ h 降水量} < 30\text{ mm}$ 、 $30\text{ mm} \leq 1\text{ h 降水量} < 50\text{ mm}$ 、 $1\text{ h 降水量} \geq 50\text{ mm}$ 、 $3\text{ h 降水量} \geq 50\text{ mm}$ 、 $6\text{ h 降水量} \geq 50\text{ mm}$ 共5种强度的降水分别进行分析。

文中定义的短历时强降水日数,是指1d内出现1次及以上次数的某个等级的短历时强降水,记为1d。如,统计某时段内 $20\text{ mm} \leq 1\text{ h 降水量} < 30\text{ mm}$ 的短历时强降水的降水日数时,将该时段的每日分为24个整点时段,如果某日任意1个整点时段内出现一次符合该条件的降水,则计为1d,该日不再记录第二次,采用此类方法可以避免重复统计短历时强降水。3h和6h短历时强降水日数的统计均以此类推。

2 短历时强降水的时间变化特征

2.1 年际变化特征

由于区域站每年新增站点数较多,每年站点数不尽相同,为最大限度利用区域站观测资料,文中将江西省每年1h降水量 $\geq 20\text{ mm}$ 的短历时强降水的发生总日数除以该年参与统计的站点总数定义为年均发生日数(图1)。总体而言,2007—2015年江西省1h降水量 $\geq 20\text{ mm}$ 的短历时强降水的发生日数呈上升趋势。其中,2007—2009年短历时强降水发生日数较为稳定,年均日数约为4d;2010年短历时强降水发生日数出现突增,达7.3d;此后短历时强降水发生日数逐渐增多,至2015年达最大值,为

8.5 d。结合2007—2015年年降水量分析发现,江西省1 h降水量 ≥ 20 mm的短历时强降水年平均发生日数与年降水量均表现出随时间增多的趋势,近几年,小时强降水日数的增多与年降水量的增多可能存在一定的关联。

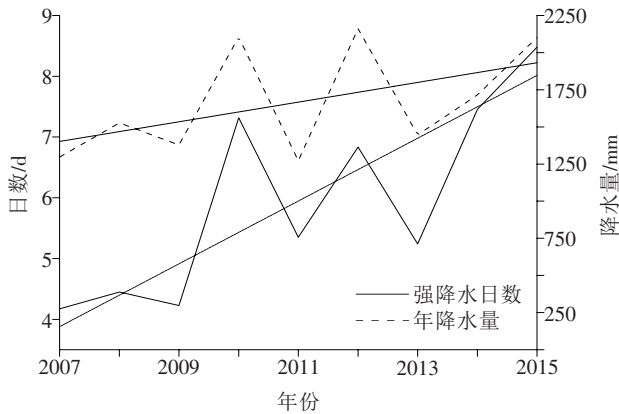


图1 江西省1 h降水量 ≥ 20 mm的短历时强降水发生日数和年降水量年际变化
Fig. 1 Annual changes of annual precipitation and 1h precipitation ≥ 20 mm short-duration heavy rain days in Jiangxi province

2.2 月变化特征

2.2.1 1 h强降水

江西省1 h降水量 ≥ 20 mm的短历时强降水的发生日数随月份变化幅度较大(图2),发生日数较多的时段主要为5—8月,占总降水日数的64%。其中,6月降水日数最多,达8.8 d;2、3、10、11月较少,4个月平均只有1.5 d。

图3为1 h短历时强降水发生日数和发生站数比例的月变化。分析发现,20 mm \leq 1 h降水量 $<$ 30 mm的短历时强降水集中出现在4—9月,其中,

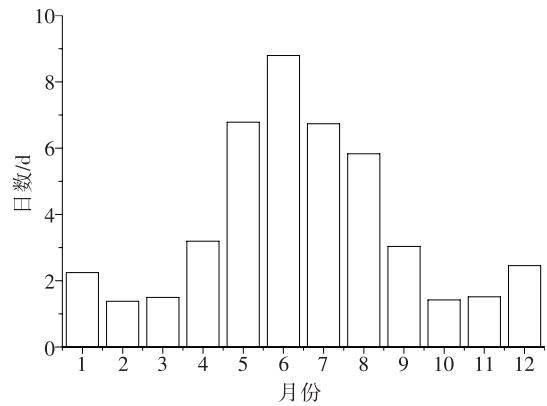


图2 2007—2015年江西省1 h降水量 ≥ 20 mm的短历时强降水发生日数逐月变化
Fig. 2 Monthly variation of 1 h precipitation ≥ 20 mm short-duration heavy rain days in Jiangxi province during 2007-2015

6月发生日数最多,达6.9 d,其余月份日数均少于2.0 d;30 mm \leq 1 h降水量 $<$ 50 mm的短历时强降水发生日数呈“W”形分布,月均日数少于4 d,3、10月发生的日数最小;1 h降水量 ≥ 50 mm的极端短历时强降水发生日数分布则比较均匀,相较而言,11、12月发生的日数反而较多。4—9月,20 mm \leq 1 h降水量 $<$ 30 mm的短历时强降水发生站点比例均超过80%,5—8月,30 mm \leq 1 h降水量 $<$ 50 mm的短历时强降水发生站点比例均超过80%,但全年1 h降水量 ≥ 50 mm的短历时强降水发生站点比例均低于40%;冬半年(10月—次年3月)出现短历时强降水的站点比例较小,其中12、1、2月发生短历时强降水的站点比例均低于10%。

2.2.2 3 h强降水

3h降水量 ≥ 50 mm的短历时强降水发生日数

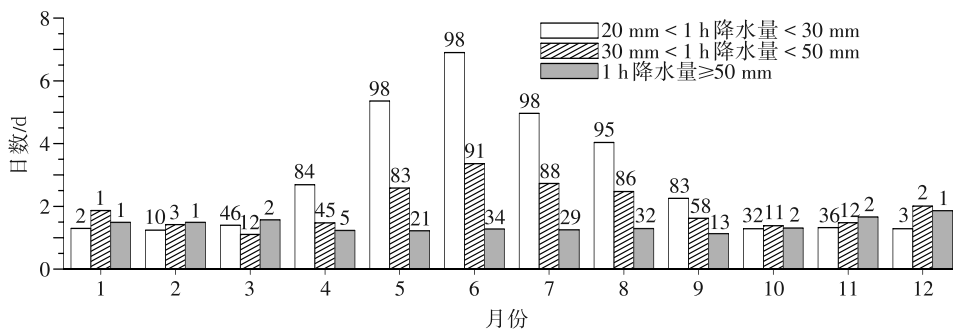


图3 2007—2015年江西省1 h短历时强降水发生日数和发生站数比例的月变化(数值为站点占比,单位:%)
Fig. 3 Monthly variation of 1h short-duration heavy rain days and percentage of stations in Jiangxi province during 2007-2015 (Map note value is the percentage of the station; unit: %)

的月变化(图4)呈近似“W”形分布,月平均日数约为1.9 d。此类短历时强降水天气主要集中在5—8月,发生日数占总降水日数的45.5%,发生站数比例大于80%。其中,6月发生此类短历时强降水天气的日数最多,达3.6 d;12月和1月此类短历时强降水发生日数较多,但站数比例却小于10%。

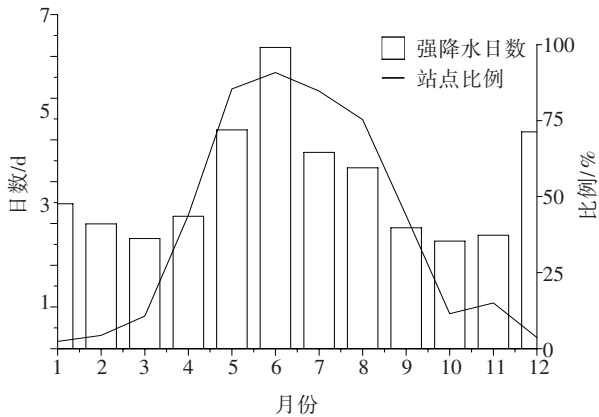


图4 2007—2015年江西省3 h降水量 ≥ 50 mm的短历时强降水发生日数和发生站数比例的月变化

Fig. 4 Monthly variation of 3 h precipitation ≥ 50 mm short-duration heavy rain days and percentage of stations in Jiangxi province during 2007–2015

2.2.3 6 h强降水

6 h降水量 ≥ 50 mm的短历时强降水发生日数的多年月均值约为2.8 d,5—8月出现的日数占总降水日数的54.2%(图5)。其中,6月出现的日数最大,达6.6 d;其次是5月,达5.0 d。5—8月发生此类短历时强降水的站数比例较多,均超过了80%,4月比例为70%,而12、1、2月低于10%。

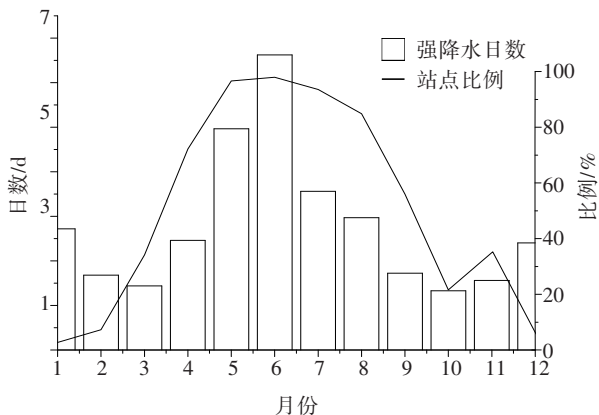


图5 2007—2015年江西省6 h降水量 ≥ 50 mm的短历时强降水发生日数和发生站数比例的月变化

Fig. 5 Monthly variation of 6 h precipitation ≥ 50 mm short-duration heavy rain days and percentage of stations in Jiangxi province during 2007–2015

2.3 日变化特征

图6为1 h内不同强度短历时强降水站点个数的日变化分布。分析发现,短历时强降水发生的主峰值位于18时(北京时,下同)左右,次峰值位于09时左右。其中,20 mm \leq 1 h降水量 $<$ 30 mm的降水发生时主峰值区位于17时左右,次峰值位于08时左右;1 h降水量 ≥ 50 mm的降水在18时的峰值特别明显。短时和对流降水的午后峰值多来自于局地的热力强迫作用,而持续性和层状云降水夜间至清晨的峰值与大尺度环流的强迫密切相关(宇如聪,2014年),但江西省的次峰值小时强降水是否与环流有关还有待进一步研究。

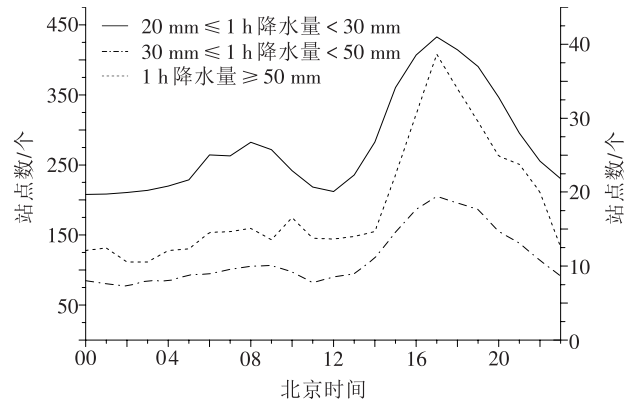


图6 2007—2015年江西省1 h短历时强降水的发生站数日变化(右坐标轴适用于1 h降水量 ≥ 50 mm降水)

Fig. 6 Daily variation of 1 h short-duration heavy rain station numbers in Jiangxi province during 2007–2015 (The right axis for 1 h precipitation ≥ 50 mm rainfall)

3 短历时强降水的空间分布特征

3.1 1 h强降水

图7a为2007—2015年江西省1 h降水量 ≥ 20 mm短历时强降水的年平均日数空间分布。分析发现,此类短历时强降水的日数空间分布呈“北少南多”“西少东多”形势。其中,九江市沿江地区出现此类降水的日数最少,年均2.2—2.5 d,其次是宜春、新余两市,最多的是抚州市,年平均日数达4.2 d。分析20 mm \leq 1 h降水量 $<$ 30 mm短历时强降水的年平均日数空间分布(图7b)发现,九江地区最少,最小值为1.8 d,抚州地区最大,约为3.4 d。分析30 mm \leq 1 h降水量 $<$ 50 mm短历时强降水的年平均日数空间分布(图7c)发现,其最小值位于九江地区,约为0.9 d,该地区日数偏少的区域面积更

大;最大值位于抚州地区,约为1.8 d,该地区日数偏多的区域面积更大。分析1 h降水量 ≥ 50 mm的极端降水日数年分布(图7d)发现,其大值区主要集中在赣州地区中部,赣州地区南部则偏少,低值区主要位于九江和上饶地区,全省依然呈现“西少东多”的

形势。综上所述,九江地区发生的1 h降水量 ≥ 20 mm、 $20 \text{ mm} \leq 1 \text{ h}$ 降水量 < 30 mm、 $30 \text{ mm} \leq 1 \text{ h}$ 降水量 < 50 mm的短历时强降水日数均是九江地区最少,其次是宜春、新余、赣州等地,抚州、鹰潭地区偏多。

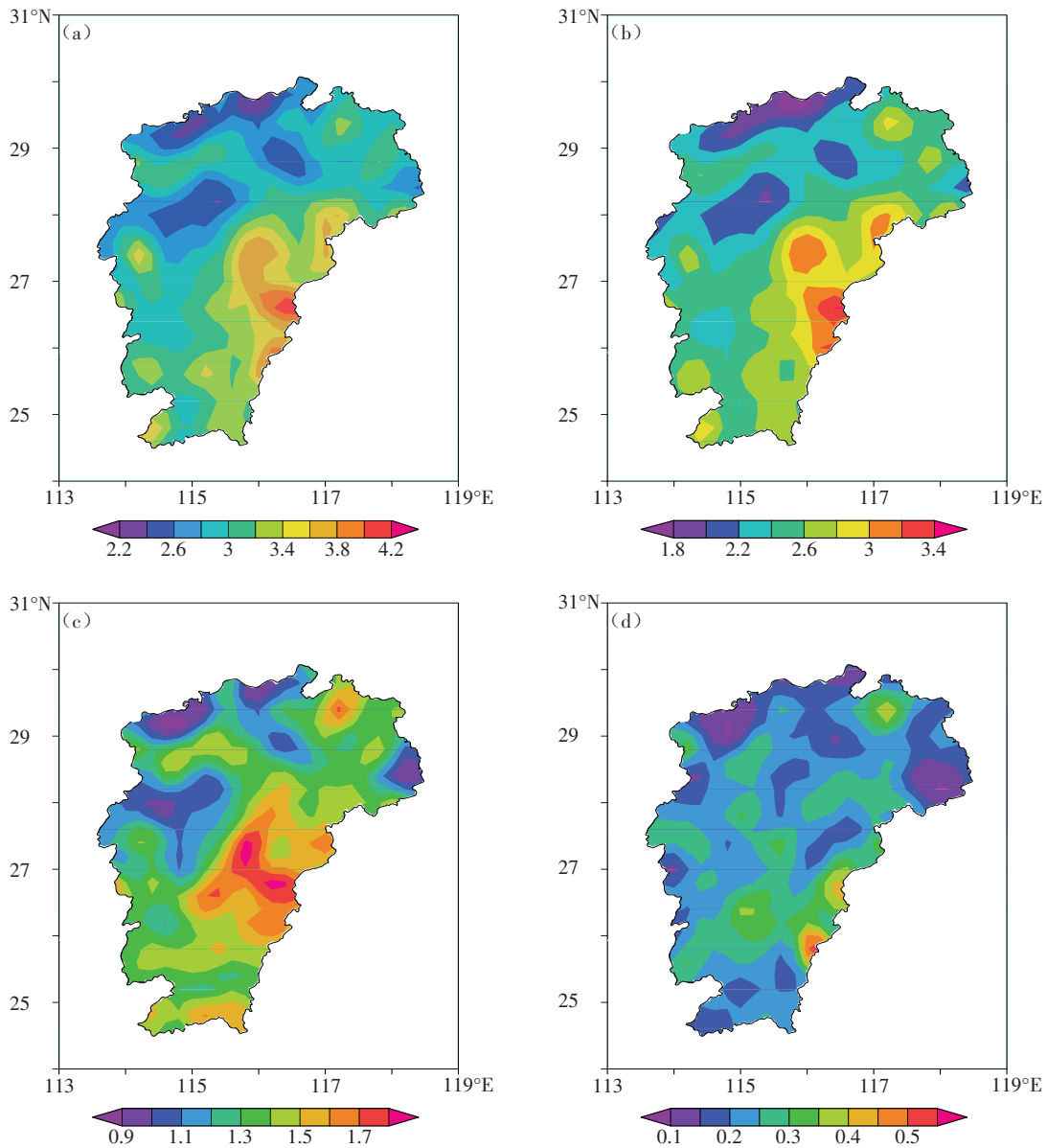


图7 2007—2015年江西省1 h降水量 ≥ 20 mm(a), $20 \text{ mm} \leq 1 \text{ h}$ 降水量 < 30 mm(b), $30 \text{ mm} \leq 1 \text{ h}$ 降水量 < 50 mm(c), 1 h 降水量 ≥ 50 mm(d)的短历时强降水年平均日数空间分布(单位:d)

Fig. 7 Spatial distribution of annual average days of short-duration heavy rain for 1 h precipitation ≥ 20 mm (a), $20 - 30$ mm (b), $30 - 50$ mm (c) and ≥ 50 mm (d) in Jiangxi province during 2007 - 2015 (unit:d)

3.2 3 h 强降水

3 h 降水量 ≥ 50 mm 的短历时强降水的年平均日数呈“西少东多”的空间分布特征(图8a)。此类降水主要出现在赣州地区东北部,年均日数 > 1.9

d;九江和上饶地区日数最少,最小值 < 0.8 d;赣州地区中部日数偏少,为0.9—1.1 d。

3.3 6 h 强降水

6 h 降水量 ≥ 50 mm 的短历时强降水日数年平

均空间分布(图 8b),整体表现出“西少东多”形势。景德镇和上饶地区此类降水日数最多,年均日数 >

3.9 d;赣州中部地区日数偏少,年均日数约为 1.5 d;九江地区日数最少,其最小值 <1.5 d。

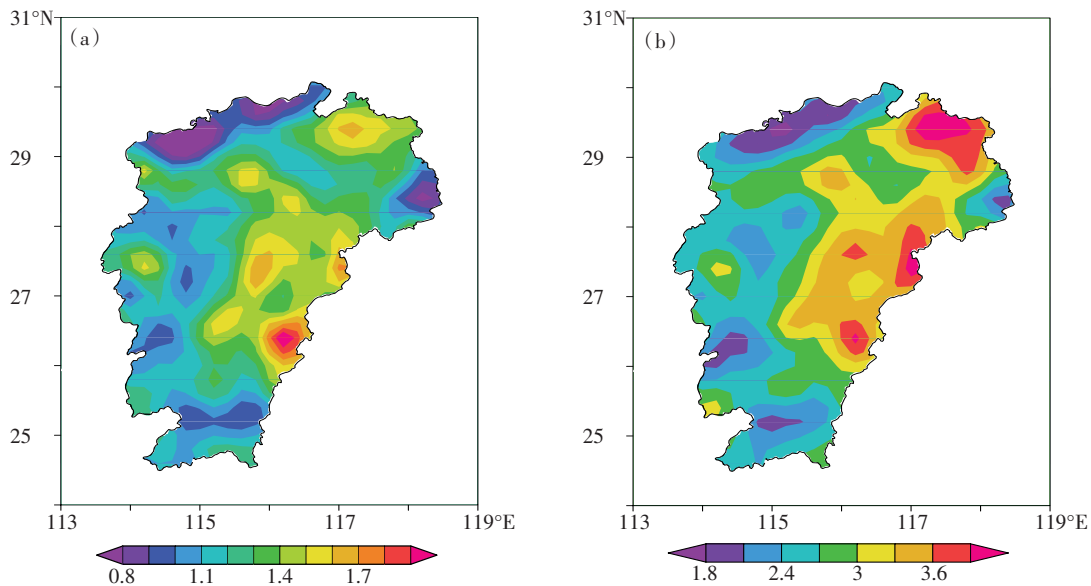


图 8 2007—2015 年江西省 3 h 降水量 ≥ 50 mm(a) 和 6 h 降水量 ≥ 50 mm(b) 短历时强降水的年平均日数空间分布(单位:d)

Fig. 8 Annual average days distribution of 3 h precipitation ≥ 50 mm (a) and 6 h precipitation ≥ 50 mm (b) heavy rain in Jiangxi province during 2007 - 2015(unit:d)

4 结论与讨论

利用江西省区域自动气象观测站和国家气象观测站降水资料,分别对 2007—2015 年江西省 1 h、3 h、6 h 短历时强降水的时空分布特征进行分析,得出以下结论:

1) 2007—2015 年江西省年降水量逐渐增多,1 h 降水量 ≥ 20 mm 的短历时强降水的发生日数也呈现增多的趋势。

2) 3 h 降水量 ≥ 50 mm 和 6 h 降水量 ≥ 50 mm 的短历时强降水日数的月变化均呈“W”形分布,即降水主要发生在 5—8 月,且出现降水的站点数在 5—8 月最大;1、12 月出现降水的日数较多,但是出现的站点非常少。

3) $20 \text{ mm} \leq 1 \text{ h 降水量} < 30 \text{ mm}$ 和 $1 \text{ h 降水量} \geq 50 \text{ mm}$ 的短历时强降水在 1 d 中存在 2 个峰值, $30 \text{ mm} \leq 1 \text{ h 降水量} < 50 \text{ mm}$ 的降水则有 1 个峰值。1 h 内不同降水强度的短历时强降水的主峰值出现在 17 时左右,主低谷值出现在 12 时左右,而 $20 \text{ mm} \leq 1 \text{ h 降水量} < 30 \text{ mm}$ 和 $1 \text{ h 降水量} \geq 50 \text{ mm}$ 降水的次峰值区出现在 08—10 时。

4) $1 \text{ h 降水量} \geq 20 \text{ mm}$ 、 $3 \text{ h 降水量} \geq 50 \text{ mm}$ 和

$6 \text{ h 降水量} \geq 50 \text{ mm}$ 的短历时强降水日数分布总体呈现“西少东多”的空间分布特征。其中抚州地区出现 $1 \text{ h 降水量} \geq 20 \text{ mm}$ 的短历时强降水的日数最多,赣州地区东北部出现 $3 \text{ h 降水量} \geq 50 \text{ mm}$ 的降水日数最多,鹰潭、上饶、抚州地区出现 $6 \text{ h 降水量} \geq 50 \text{ mm}$ 的降水日数最多。

由于文中分析采用的是逐小时降水资料,未使用逐分钟数据统计降水,容易导致跨小时的短历时强降水日数的统计出现偏差,因此需要逐分钟的降水观测资料才能进行更精确的统计分析。下一步将针对江西省短历时强降水出现在不同持续性降水事件中的概率和分布进行研究。

参考文献 (References)

- 樊建勇,单九生,管珉,等. 2012. 江西省小流域山洪灾害临界雨量计算分析[J]. 气象,38(9):1110-1114. Fan J Y, Shan J S, Guan M, et al. 2012. Research on analysis and calculation method of critical precipitation of mountain torrents in Jiangxi province[J]. Meteor Mon,38(9):1110-1114.(in Chinese)
- 李建,宇如聪,孙微. 2013. 从小时尺度考察中国中东部极端降水的持续性和季节特征[J]. 气象学报,71(4):652-659. Li J, Yu C, Sun W. 2013. Duration and seasonality of the hourly extreme rainfall in the central-eastern part of China [J]. Acta Meteor Sinica,71(4):652-659.(in Chinese)

- 秦爱民,钱维宏. 2006. 近41年中国不同季节降水气候分区及趋势[J]. 高原气象,25(3):495-501. Qian A M, Qian W H. 2006. The seasonal climate division and precipitation trends of China in recent 41 years[J]. Plateau Meteor,25(3):495-501.(in Chinese)
- 孙娴,魏娜,工式功,等. 2013. 西安夏季降水的日变化特征研究[J]. 冰川冻土,35(5):1176-1182. Sun X, Wei N, Wang S G, et al. 2013. Study of the daily variation of summer precipitation in Xi'an[J]. J Glaciol Geocryol,35(5):1176-1182.(in Chinese)
- 孙素琴,许爱华,郑婧,等. 2016. 江西省汛期暴雨时空分布及区域性暴雨分区[J]. 气象与减灾研究,39(2):90-97. Sun S Q, Xu A H, Zheng J, et al. 2016. The regionalization and spatial-temporal characteristics of the torrential-rain in Jiangxi province during the flood season[J]. Meteor Disaster Reduction Res,39(2):90-97.(in Chinese)
- 吴珊珊,黄彩婷. 2015. 基于REOF方法的江西省6月降水趋势分区预测[J]. 气象与减灾研究,38(1):8-15. Wu S S, Huang C T. 2015. Prediction of partition precipitation trends of Jiangxi in tune based on REOF[J]. Meteor Disaster Reduction Res,38(1):8-15.(in Chinese)
- 宇如聪,李建,陈昊明,等. 2014. 中国大陆降水日变化研究进展[J]. 气象学报,72(5):948-968. Yu R C, Li J, Chen H M, et al. 2014. Progress in studies of the precipitation diurnal variation over contiguous China[J]. Acta Meteor Scinica,72(5):948-968.(in Chinese)
- 宇如聪,李建. 2016. 中国大陆日降水峰值时间位相的区域特征分析[J]. 气象学报,74(1):18-30. Yu R C, Li J. 2016. Regional characteristics of diurnal peak phases of precipitation over contiguous China[J]. Acta Meteor Sinica,74(1):18-30.(in Chinese)
- 翟盘茂,任福民,张强. 1999. 中国降水极值变化趋势检测[J]. 气象学报,57(2):211-216. Zhai P M, Ren F M, Zhang Q. Detection of trends in China's precipitation extremes[J]. Acta Meteor Scinica,57(2):211-216.(in Chinese)
- 章毅之. 2007. 基于日降水量的江西省极端降水变化研究[J]. 气象与减灾研究,30(4):33-36. Zhang Y Z. 2007. Research on rainfall-related based on daily data indices of extreme variation in Jiangxi province[J]. Meteor Disaster Reduction Res,30(4):33-36.(in Chinese)