

韦小雪, 欧阳家萌, 黄远盼, 等. 贺州市暴雨变化特征及降水极值重现期研究[J]. 气象研究与应用, 2024, 45(3): 69–73.

WEI Xiaoxue, OUYANG Jiameng, HUANG Yuanpan, et al. Study on the variation characteristics of rainstorms and the return period of precipitation extremes in Hezhou City[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2024, 45(3): 69–73.

贺州市暴雨变化特征及降水极值重现期研究

韦小雪, 欧阳家萌, 黄远盼, 李芷霓, 潘春江

(贺州市气象局, 广西 贺州市 542899)

摘要: 利用贺州市132个气象站点逐日降雨量资料, 通过ArcGIS和MuDFiT分析贺州市暴雨时空变化特征和不同重现期降雨极值的分布特征。结果表明: (1) 贺州市年平均暴雨日数和年平均大暴雨日数大值区分布与迎风坡、水汽充足处相对应。(2) 昭平的暴雨日数和大暴雨日数均为贺州市各县中最多, 在5月和6月相对较多。(3) 昭平100年一遇1日降雨量为315.6 mm, 富川为257.5 mm, 钟山为228.2 mm, 贺州为248.1 mm。贺州市1日降雨量的最优函数为Gen.Extreme Value。

关键词: 暴雨特征; 重现期; 最优函数

中图分类号: P426.6

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2024.3.10

近年来, 极端性暴雨事件频发, 由暴雨引发的灾害及次生灾害也成为人们的焦点。国内诸多学者利用本地的气象观测资料通过不同的特征量分析不同地方的强降水特征。比如韩军彩等^[1]通过对石家庄地面气象观测站逐日降水资料, 分析得出石家庄市暴雨日数具有明显的年际和年代际变化, 且存在准6 a和16 a左右的振荡周期, 不同重现期各站最大日降雨量均在100 mm以上。马京津等^[2]通过北京站点气象数据分析北京现在处于少雨时段, 短时强降水呈局地性特征, 中心大致为东北—西南带状分布, 将城区代表站多个历史不同的重现期降雨量与现行排水规范对比表明重现期模拟结果可靠。王彬雁等^[3]通过逐分钟自记降雨资料, 采用模糊识别法和统计分析法研究指出, 北京暴雨天数年代际差异较大且不同月份雨型分布也有所不同, 北京短历时降雨极值概率分布多服从皮尔逊Ⅲ型分布, 重现期降雨极值随历时增加而增大。陈兴旺^[4]提出可用广义极值分布理论对南昌市年汛期日最大降雨量进行拟合计算, 为气候要素极值的统计分析提供

一种新的手段。

针对广西的暴雨事件, 也有不少学者进行不同方面的研究。比如吴兴国^[5]通过对1959—2000年广西汛期的暴雨研究, 发现广西汛期暴雨特征, 对汛期的划分有着指示作用。黄明策^[6]利用逐12 h降水观测资料, 发现广西年均暴雨量的分布具有明显的地域性。陈见等^[7]利用观测资料和EC资料研究锋面暴雨的特征, 对锋面暴雨预报提供新的指标。刘国忠等^[8]利用站点逐日降水资料, 建立广西极端暴雨事件强度评估标准, 发现2023年广西极端暴雨的特点。黄远盼等^[9]利用自动气象站观测资料, 对2017年7月广西区域性特大暴雨天气过程研究后发现其环境条件演变特征。针对贺州市的暴雨事件, 何珊珊等^[10]通过贺州的暴雨过程对2016年5月广西东部四条暴雨带的降雨特征和成因进行分析, 找到桂东暴雨预报指标。陆芊芊等^[11]也利用贺州的降雨过程对广西的台风与非台风暴雨过程时空变化特征进行统计分析, 对台风类型的暴雨预报提供科学依据。

收稿日期: 2023-08-10

基金项目: 广西气象科研计划创新平台专项(BNCO-N202303)、广西气象科研计划项目(桂气科2023M11)、2022年贺州市科技局科技创新能力与条件建设项目(贺科技202298)

第一作者: 韦小雪(1992—), 工程师, 主要从事专业气象服务。E-mail: 409701162@qq.com

由此可见,暴雨特征研究方法很多,但系统对贺州暴雨特征的分析 and 重现期极值的计算相对较少。因此,本文利用贺州市4个国家气象站和128个雨量自动站逐日降雨量资料,分析贺州市暴雨时间和空间的变化特征,并利用MuDFiT软件分析贺州市不同重现期的最大日降雨量极值的分布特征。通过对贺州市暴雨的变化特征和降水极值重现期的研究,不仅仅为预报员对雨情有更好的把握,也为暴雨突发性灾害的预防和防灾减灾工作的开展提供科学支撑。

1 资料与方法

1.1 资料

选取贺州市4个国家气象站和128个雨量自动站逐日降雨量资料。为保证资料的完整性和连续性,选取国家气象站和自动气象站暴雨日数资料,时段为建站以来至2023年,统计该时间段内贺州市132个站点的逐年暴雨日数、大暴雨日数、日最大降雨量。重现期选取国家气象站最大日雨量极值资料,时段为1978年至2022年。

1.2 重现期研究方法

利用多概率分布函数拟合工具软件(MuDFiT)计算贺州市暴雨极端事件的重现期。使用软件中最大释然法计算的界分布函数(8个)、无界分布函数(11个)、非负分布函数(22个)、广义概率分布函数(5个)等不同函数不同时期的贺州市4个国家气象站的暴雨重现期。

1.3 分析方法

利用距平、累计距平等分析贺州市暴雨日数的年际、年代变化趋势。利用柯尔莫洛夫-斯米尔诺夫(Kolmogorov-Smirnov, K-S)、安德森-达林(Anderson-Darling, A-D)、卡尔检验 X^2 (Chi-Squared, C-S)对计算得到的重现期进行三种非参数检验(检验公式不做展开)。选取同时通过以上三种检验且排名最靠前的函数作为贺州市暴雨重现期的最优函数,研究其不同重现期降雨极值的分布特征。

2 结果与分析

2.1 暴雨日数空间分布特征分析

利用贺州市4个国家气象站和128个雨量自动站资料绘制2013—2022年暴雨日数分布图(略),由此可以看出,贺州市各站年平均暴雨日数均在2.8 d

以上,由北向南呈现从少到多的分布特征。其中,昭平县城和北陀镇、钟山县公会镇、平桂区公会镇和水口镇、八步区信都镇均为明显大值区,说明这些地方历年出现暴雨次数偏多。全市年平均暴雨日数为4.6 d,从贺州市年平均暴雨日数距平分布看,昭平县大部、平桂区南部、八步区南部和北部、钟山县南部及富川瑶族自治县南部的年平均暴雨日数为正距平,分布特征与暴雨日数的分布相对应。全市年平均暴雨日数小于等于3 d的气象站分别为富川葛坡气象观测站(2.89 d)、昭平仙回气象观测站(3.0 d)和昭平文竹文竹村气象观测站(3.0 d);年平均暴雨日数大于等于6.5 d的气象站分别为昭平北陀黄莲林场国家气象观测站(6.92 d)和平桂公会建新气象观测站(6.5 d)。

暴雨集中区域往往和地形有着密不可分的关系。贺州市属南岭山系之中段南部,地形主要以山地丘陵为主,平地较少,四周高中部低,整体地势由西北向东南倾斜,除昭平县大部属于桂江中下游山地丘陵区外,其余均属于桂东山地丘陵范畴。贺州钟山县西部为西岭山自然保护区、八步区北部的姑婆山自然保护区、昭平北部的七冲自然保护区,这些自然保护区周边均有山体,海拔较高,地形抬升作用有利于强降雨的产生。与此同时,暴雨日数较多的北陀镇东部有良佑水库和盐山水库;昭平县城东侧有古站水库和上垌水库;开山东侧有七里水库。这也与陶诗言^[12]等描述的“暴雨往往出现在迎风坡一侧,水汽条件充足的水系周边”的结论一致。

由贺州市年平均大暴雨日数分布可以看到,贺州市年平均大暴雨日有西多东少的分布特征,站点分布除昭平呈片状外,其余较为分散。其中,昭平县城和文竹镇、钟山两安镇为大值区,说明这些地方历年出现大暴雨的次数较多。全市年平均大暴雨日数为0.77 d,年平均大暴雨日数最多的为昭平文竹镇文竹村气象观测站(2.0 d),最少为平桂羊头气象观测站(0.29 d)。从贺州市年平均大暴雨日数距平分布(图略)看,昭平县大部,富川瑶族自治县西部和南部、钟山县北部、平桂区南部和中东部,八步区中西部为正距平。

综上所述,贺州年平均暴雨日数大值区主要分布在贺州市南部和东北部,而年平均大暴雨日数分布则在贺州市西南部。二者共有区域主要为昭平县,说明昭平易出现暴雨以上量级的降水,这也印

证大瑶山暴雨中心是以昭平为中心,而大瑶山暴雨中心也是广西三大暴雨中心之一的气候特征^[13]。

2.2 暴雨日数年际变化特征分析

通过贺州市各年4个国家气象站的暴雨日数分布可以看出,不同站点之间暴雨日数总和还是有所差异,其中昭平在4个站中出现暴雨日数普遍较多。从年份上看,2007年基本各站出现的暴雨日数总和都较少,暴雨日数总和偏多的年份主要在1968年、1970年、1981年、1994年、1997年、2015年、2016年和2022年。贺州市暴雨主要集中出现在5—6月,4月、7月和8月次之,9月、10月相对较少,而不同站点的暴雨日数总和最多或最少的月份也不相同。其中,除钟山4—10月暴雨日数总和最多出现在6月,其余3个县均出现在5月;除钟山4—10月暴雨日数总和最少出现在10月,其余3个县均出现在9月。从站点上看,昭平的暴雨日数往往高于其余3个站。

通过分析4个国家气象站的大暴雨及以上暴雨日数分布可以看出,昭平大暴雨及以上日数基本高于其余3个站。从年份来看,1980年、1990年、1991年和2009年各站出现的大暴雨及以上日数总和都为0,即以上4个年份贺州市4个国家气象站均未出现大暴雨。而大暴雨日数总和偏多的年份各站有所不同,昭平站出现在2022年(5次);富川站

出现在1994年和2015年(4次);钟山站出现在1994年和1997年(3次);贺州站出现在1994年和1996年(3次)。贺州市大暴雨主要出现月份和暴雨基本一致。其中,除昭平4—10月大暴雨及以上日数总和最多出现在5月,其余3个县均出现在6月;富川4—10月大暴雨及以上日数总和最少出现在10月,贺州最少出现在9月,其余2个县最少出现在9月和10月。

综上所述,昭平的暴雨日数和大暴雨日数无论年分布或4—10月的月分布,基本都高于其余3个站。从年分布上看,不同站点的日数偏多的年份也有所不同,但偏少的年份各站基本相同。从4—10月的月分布来看,贺州市大暴雨主要出现月份和暴雨基本一致,在5—6月相对较多,9月、10月相对较少。

2.3 不同重现期年最大日降雨量分布

在重现期中计算中,不同地区不同时次不同要素上往往采用不同的函数进行拟合分析,比如常见的有 Gen. Extreme Value、Gumbel、Log-Logistic、Weibull 和 Log-Pearson III 等^[14-16]。因此,利用 MuD-FiT 计算使用软件拟合计算包括广义概率分布函数等(共46个)不同函数下不同重现期的贺州市1日降雨量。通过计算和三种非参数检验,得到通过拟合且排名前三的最优函数表(表1)。

表1 贺州市4个国家气象站最优函数排名

函数排名	昭平	富川	钟山	贺州
1	Wakeby	Wakeby	Gen.Extreme Value	Gen. Logistic
2	Gen.Logistic	Gen.Extreme Value	Gen. Gamma	Log-Logistic
3	Log-Logistic	Log-Gamma	Gumbel Max	Frechet

由此可见,昭平和富川最优函数为 Wakeby, 钟山的最优函数为 Gen. Extreme Value, 贺州的最优函数为 Gen.Logistic。根据统计所有拟合函数中4个站都在前6名的函数为 Gen.Extreme Value。选取4个国家气象站的最优函数和 Gen.Extreme Value 计算贺州市4个国家气象站的1日不同重现期的降雨

量,得到表2和表3。

从表2可以看出,昭平各重现期1日雨量均为最高,100年一遇的1日降雨量拟合结果为:昭平315.6 mm, 富川 257.5 mm, 钟山 228.2 mm, 贺州 248.1 mm。5年一遇、10年一遇、20年一遇的重现期,贺州和钟山的1日降雨量拟合结果比较相近;5

表2 贺州市4个国家气象站最优函数拟合的各重现期1日降雨量(单位:mm)

重现期	100年一遇	50年一遇	20年一遇	10年一遇	5年一遇
昭平	315.6	267.5	214.1	180.2	151.1
富川	257.5	232.4	198.3	171.9	144.9
钟山	228.2	203.4	172.3	149.7	127.5
贺州	248.1	213.8	175.2	149.9	126.8

表3 贺州市4个国家气象站Gen.Extreme Value拟合的各重现期1日降雨量(单位:mm)

重现期	100年一遇	50年一遇	20年一遇	10年一遇	5年一遇
昭平	294.9	258.2	214.5	184.3	155.9
富川	254.9	229.1	195.9	171.0	145.9
钟山	228.2	203.4	172.3	149.7	127.5
贺州	238.1	211.2	177.5	153.1	129.0

年一遇、10年一遇的重现期,昭平和富川拟合结果比较接近;50年一遇和100年一遇的降雨量各站有一定差距,但4个站拟合结果都在200 mm以上,其中昭平100年一遇在300 mm以上。

从表3可以看出,10年一遇、5年一遇的重现期,Gen.Extreme Value的拟合结果都比站点最优函数的降雨量要大;除贺州站20年一遇之外,其余站点的20年一遇、各站50年一遇和各站100年一遇Gen.Extreme Value拟合结果都比站点最优函数的降雨量要小。Gen.Extreme Value拟合5年一遇、10年一遇、20年一遇的重现期中,除昭平20年一遇大于200 mm,其余均在125 ~ 200 mm之间;50年一遇的1日降雨量均在200 ~ 250 mm之间;100年一遇的1日降雨量拟合结果为:昭平294.9 mm,富川254.9 mm,钟山228.2 mm,贺州238.1 mm。

对比表2和表3,除了钟山的最优函数为Gen.Extreme Value外,其余3站在Gen.Extreme Value与最优函数拟合计算后,不同重现期的1日降雨量的值差距不大。其中富川各重现期差距最小,基本在5 mm以内;贺州100年一遇差距在10 mm左右,10年一遇在5 mm左右,其余差距均在2 mm左右;昭平站20年一遇差距小于1 mm,5年一遇和10年一遇在5 mm左右,50年一遇差距在9 mm左右,而100年一遇差距为20 mm。对两组数据做相关性检验可以得到(R^2 为0.9243),二者线性相关性好。因此可以用Gen.Extreme Value作为贺州市不同重现期的1日降雨量的代表函数。

3 结论与讨论

(1)贺州市年平均暴雨日数和年平均大暴雨日数大值区分布与迎风坡、水汽充足处相对应。贺州年平均暴雨日数大值区主要分布在贺州市南部和东北部,而年平均大暴雨日数分布则在贺州市西南部。二者共有区域主要为昭平县。

(2)昭平的暴雨日数和大暴雨日数无论在年分布或4—10月的月分布基本均高于其余3个站。从

年分布看,不同站点的日数偏多的年份也有所不同,但偏少的年份各站基本相同。从4—10月的月分布看,贺州市大暴雨主要出现月份和暴雨主要出现月份基本一致,在5月和6月相对较多,9月和10月相对较少。

(3)贺州市各国家气象站的最优函数拟合100年一遇的1日降雨量:昭平为315.6 mm,富川为257.5 mm,钟山为228.2 mm,贺州为248.1 mm。可将Gen.Extreme Value作为贺州市各站不同重现期的1日降雨量的最优函数。

本文主要进行贺州市暴雨的变化特征和降水极值重现期的研究,后续可增加更多地区的资料对不同地区暴雨的变化特征、降水重现期最优函数和极值,进行更深入的研究和推算。

参考文献:

- [1] 马京津,李书严,王冀.北京市强降雨分区及重现期研究[J].气象,2012,38(5):569-576.
- [2] 韩军彩,王传辉,陈静,等.石家庄市暴雨变化特征及降水极值重现期研究[J].干旱区研究,2013,30(5):796-801.
- [3] 王彬雁,赵琳娜,巩远发,等.北京降雨过程分型特征及短历时降雨重现期研究[J].暴雨灾害,2015,34(4):302-308.
- [4] 陈兴旺.广义极值分布理论在重现期计算的应用[J].气象与减灾研究,2008,31(4):52-54.
- [5] 吴兴国.广西汛期暴雨若干特征分析[J].广西气象,2001(3):9-12,17.
- [6] 黄明策.广西暴雨时空分布特征[J].广西气象,2006(3):9-13.
- [7] 陈见,高安宁,唐文.广西超大范围锋面暴雨发生特征及预报方法研究[J].气象研究与应用,2013,34(1):7-12.
- [8] 刘国忠,覃卫坚,董良森,等.2023年广西暴雨强度极端性分析[J].气象研究与应用,2023,44(4):1-6.
- [9] 黄远盼,廖铭燕,陈华忠.2017年广西一次特大暴雨天气过程环境条件演变特征分析[J].气象研究与应用,2018,39(2):14-19.

- [10] 何珊珊, 农孟松, 古文保. 一次暴雨过程中不同暴雨带的降雨特征及其成因分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 31-35, 40, 142.
- [11] 陆芊芊, 黄卓. 广西台风与非台风暴雨时空变化特征差异分析[J]. 气象研究与应用, 2021, 42(3): 12-17.
- [12] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [13] 蒋新祥. 广西降水时空分布特征[J]. 地球, 2013(9): 235-235.
- [14] 王红, 涂方旭. 广西一日最大降雨量的极值分布[J]. 广西气象, 1993(4): 37-42.
- [15] 苏志, 李艳兰, 涂方旭. 广西冬季极端最低气温的概率分布模型选择及其极值和重现期计算[J]. 广西科学, 2002, 9(1): 73-77.
- [16] 黄雪松. 广西一定重现期气象极值的离散特征分析[J]. 广西气象, 1990, 11(3): 31-35.

Study on the variation characteristics of rainstorms and the return period of precipitation extremes in Hezhou City

WEI Xiaoxue, OUYANG Jiameng, HUANG Yuanpan, LI Zhini, PAN Chunjiang
(Hezhou Meteorological Bureau, Guangxi Hezhou 542899, China)

Abstract: Based on the daily rainfall data from 132 stations in Hezhou City, the spatial and temporal characteristics of rainstorms and the distribution of rainfall extremes in different return periods were analysed by ArcGIS and MuDFiT. The results show that: (1) the distribution of the maximum value area of average annual number of rainstorm days and the average annual number of heavy precipitation days in Hezhou corresponds well to the windward slope and the place with sufficient water vapor. (2) The number of rainstorm days and heavy precipitation days in Zhaoping are higher than the other counties of Hezhou City, with relatively more days in May and June. (3) By fitting, the daily rainfall for the 100-year return period under the optimal function is found to be 315.6 mm in Zhaoping, 257.5 mm in Fuchuan, 228.2 mm in Zhongshan, and 248.1 mm in Hezhou, with its optimal function being Gen. Extreme Value.

Key words: rainstorm characteristics; return period; optimal function