

孙靖雯,王建东,卢伟萍,等. 基于自动站资料的梧州市短时强降水精细化特征分析[J]. 气象研究与应用, 2023, 44(4): 108–113.
SUN Jingwen, WANG Jiandong, LU Weiping, et al. Analysis of the spatial and temporal distribution characteristics of short-term heavy precipitation in Wuzhou City based on automatic station data[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2023, 44(4): 108–113.

基于自动站资料的梧州市短时强降水时空特征分析

孙靖雯¹, 王建东², 卢伟萍^{3*}, 谭胜寒¹, 宁晨阳⁴

(1. 梧州市气象局, 广西 梧州 543000; 2. 来宾市气象局, 广西 来宾 546100;
3. 广西壮族自治区气象科学研究所, 南宁 530022; 4. 藤县气象局, 广西 藤县 543300)

摘要: 基于2013—2022年梧州市153个加密自动站的逐小时降水资料, 分析梧州市短时强降水时空分布特征。结果表明: (1) 梧州市短时强降水年发生频次呈现“W”式波动变化, 主要出现在3—9月。月际分布总体呈现“双峰”结构特征, 主峰出现在5—6月, 次峰出现在8月。(2) 短时强降水发生频次有明显的日变化特征, 高频发时段出现在13:00—20:00。(3) 梧州市短时强降水频次前汛期要多于后汛期, 且空间分布有较大的差异性, 南北多中部少, 主要分布在大瑶山、大桂山以及云开大山附近, 可能受地形影响有关。

关键词: 梧州市; 短时强降水; 地形影响; 时空特征

中图分类号: P412

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2023.4.17

短时强降水是发生频率最高的气象灾害之一, 致灾性强, 次生灾害多, 会造成城市内涝、给交通出行带来严峻考验, 同时也与滑坡、泥石流、洪涝等灾害密切相关^[1-4]。许多学者对短时强降水开展诸多研究。冉津江等^[5]利用四川盆地2011—2020年1688站逐时降水观测资料, 研究四川盆地短时强降水时空变化特征, 并指出其与地质灾害的发生呈现高度正相关。肖蕾等^[6]采用统计诊断分析方法发现贵州省的短时强降水高发区出现在西南部“喇叭口”地形和东南部雷公山南侧“喇叭口”地形与河谷地形重叠区域。李宏华等^[7]研究表明云南境内的短时强降水频次年际差异较大且具有明显的日变化特征。蔡晶等^[8]基于广东省国家级自动站和区域中尺度气象站小时降水资料, 发现广东省短时强降水多发生在河谷、湖泊和喇叭口地形区且日变化表现为明显的双峰型, 主峰在午后至傍晚时段, 次峰在早晨前后^[1]。廖胜石等^[9]研究表明广西极端短时强降水特征不仅与地形密切相关, 而且随着南海夏季风的爆发, 从5月第6候起, 发生极端短时强降水的站点和频次迅速增加。李

建鸿等^[10]研究发现广西极端连续降水空间分布情况与广西地形地貌空间分布有较好的吻合性, 表明广西极端连续降水主要受地理环境和大气环流的影响。

梧州市地处西江干流, 位于桂江和浔江交汇处, 是全国的重点防洪城市之一, 同时也是全国少有的受地质灾害威胁较严重的城市之一^[11]。梧州市短时强降水频发, 容易诱发地质灾害, 导致城市内涝、交通瘫痪等, 同时也给水库防汛等带来严峻考验。因此, 利用梧州市高密度的自动气象站资料, 对梧州市短时强降水时空变化特征进行研究, 加深了解该区域内短时强降水发生规律, 为梧州市相关部门预防灾害提供决策依据, 也为精细化预报预警、农业区划、水资源利用、城市建设等提供一定的参考。

1 资料与方法

梧州市自动气象监测网络从2003年1月开始逐步布设, 如今已经基本覆盖梧州市各个乡镇, 并积累大量的降水资料。为了数据时间序列能够统一, 本研究挑选梧州市2013年前建站且分布较为均匀的

收稿日期: 2023-11-05

基金项目: 中国气象局复盘总结专项(FPJ2023-097)、广西重点研发项目(桂科AB21196041)、广西气象科研计划项目(桂气科2023QN12)、梧州市科技计划项目(202202048)

第一作者简介: 孙靖雯(1994—), 女, 工程师, 主要从事天气预报服务工作。E-mail: 957788645@qq.com

* 通讯作者: 卢伟萍(1978—), 女, 高级工程师, 主要从事天气预报、应用气象与服务研究。E-mail: 530731901@163.com

153 个自动气象站 (包括 5 个国家观测站和 148 个区域观测站) 逐时降水资料。梧州市具有四周高、中间低的地形特点, 多山地丘陵地貌, 南北被大瑶山、大桂山、云开大山包围, 山脉皆呈东北—西南走向, 山体平均海拔在 1 200 m 以下^[12]。

当某站点 1 h 雨量超过 20 mm 时, 则记作该站点发生 1 次短时强降水, 当多个站点出现短时强降水时, 则站次累加。本文主要运用统计分析方法计算梧州市短时强降水时空分布特征。

2 结果与分析

2.1 时间分布特征

2.1.1 年分布特征

2013—2022 年, 梧州市共发生 15 625 次短时强降水事件, 年平均每站出现 10.2 次; 年发生频次 (图 1a) 呈现“W”式波动变化, 最多频次出现在 2016 年, 出现 1975 站次, 平均每站出现 12.91 次, 最大出现在藤县大黎站、东荣大带站以及蒙山县陈塘村站, 出现 28 次; 其次是 2014 年, 出现 1 855 站次, 平均每站出现 12.12 次; 2018 年和 2021 年出现短时强降水的频次异常偏少, 可能是由于这两年夏季西太平洋副热带高压位置异常偏北^[13-14]造成水汽输送至梧州地区比常年同期偏弱所致。

2.1.2 月分布特征

梧州市全年都可能出现短时强降水 (图 1b),

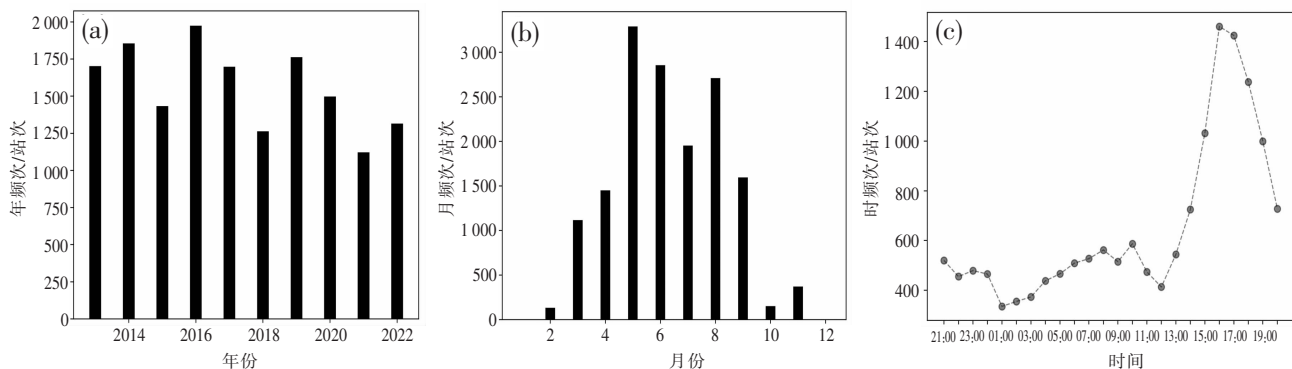


图 1 梧州市短时强降水频次逐年(a)、逐月(b)、逐时(c)分布图

2.2 空间分布特征

2.2.1 站次空间分布特征

2013—2022 年梧州市共计出现 15 625 站次的短时强降水, 站均出现 102.1 次; 蒙山 119.5 次、藤县 98.1 次、苍梧 107.3 次、梧州 89.8 次、岑溪 107.8 次, 发生频次在区域上呈现出南北高中部低的特点。使

3—9 月是梧州市短时强降水事件出现最多的月份, 共出现 14 967 站次, 占总频次的 95.8%, 月际分布呈现双峰结构, 主峰出现在 5—6 月, 出现 3 289 站次, 次峰出现在 8 月, 出现 2 709 站次, 12 月—次年 1 月出现的较少, 过去 10 a 间仅出现 4 站次。从梧州上空大气演变的气候特征分析, 3—4 月, 大陆性冷高压变弱, 锋面活动变多^[15], 冷暖空气容易在梧州上空交绥, 易出现短时强降水天气; 5—6 月是南海夏季风强盛时期, 从海上来的暖湿气流配合高空槽、低空切变线等斜压性天气系统^[16], 是导致梧州市短时强降水频发的主要系统和配置; 7 月, 西北太平洋副热带高压北跳, 梧州受副热带高压控制, 以炎热少雨天气为主, 故而短时强降水频次相对减少; 8 月之后, 西北太平洋副热带高压再次北跳, 梧州容易受到东风波、热带气旋等系统的影响^[17], 出现短时强降水的频次再次增加; 9 月后, 梧州稳定受副高脊控制, 大气垂直层结稳定^[17], 短时强降水发生频次迅速减少。

2.1.3 日分布特征

从短时强降水日变化特征 (图 1c) 可以看出, 13:00—20:00 是梧州市短时强降水的高发时段, 共出现 7 608 站次, 占总频次的 48.7%, 午后太阳辐射增加, 有较好的热力条件使得梧州市在午后到傍晚时段内短时强降水事件频发^[18]; 00:00—01:00 是出现短时强降水概率最低的时段, 仅出现 2.24%。

用传统排序法, 将梧州县(市、区)的短时强降水极值进行排序得到不同分位数不同区域所对应的小时雨量阈值 (表 1), 可以看出, 过去 10 a 间梧州市 1 h 降水量极值出现在 2016 年 8 月 10 日梧州市区的龙圩站 (135.2 mm)。通过表 1 不同分位数所对应的小时雨量阈值分析, 可以发现岑溪不同分位数对应的小

时雨量阈值远高于全市平均值,蒙山域紧随其后;仅在 99.5%分位数略低于全市平均值,其余分位数均高于平均值。全市在 50%、75%分位数时对应的小时雨量阈值相差不大,但在 95%、99%、99.5%时出现较大差异。相差值最大达到 11.5 mm。表明梧州的降雨空间分布上非常不均匀,对于当地相关决策部门来说,暴雨、山洪、泥石流防御是比较大的考验。

以全市短时强降水排序在 50%、75%、95%、99%、99.5%分位数所对应的小时雨量为阈值,分析梧州市 2013—2022 年不同雨强的短时强降水发生总次数以及 1h 最大降水量分布,可以看出,高于 50 百分位(26.2 mm)共计出现 7 824 次,其中高频发区位于藤县大黎气象观测站,共出现 87 次 1 h 降水量 ≥ 26.2 mm 过程,其次为蒙山夏宜六洛气象观测站(82 次),两站点位于梧州市的西北角接近大瑶山。次高频率区域为苍梧县东北区域以及岑溪区域,出现频次较少的区域集中在藤县—梧州一带的平原地区。高于 75 百分位(32.5 mm)共计出现 3 924 次,高频次区域仍然集中于蒙山及藤县东北部,最高出现在藤县大黎气象观测站(49 次),低频区域继续扩

大呈现出片状。高于 90 百分位(48.4 mm)785 次,在分布上呈现出与前两个阈值基本一致格局。高频区域继续下降,低频区域扩散到藤县北部、苍梧大部、岑溪北部,高频地区仅集中在藤县大黎镇(16 次)、岑溪梨木镇(12 次)、苍梧石桥镇(11 次)等少数区域;高于 99 百分位(65.4 mm)共计出现 158 次,高频区域出现在苍梧石桥(6 次)、蒙山黄村(5 次)、岑溪梨木、岑溪归义、蒙山陈塘、岑溪南渡、藤县古龙田心(4 次),以上站点共计出现 35 次占全市的 22%。高于 99.5 百分位(72.0 mm)梧州共计出现 79 次;岑溪南渡出现 4 次、苍梧石桥、岑溪归义、岑溪大业均出现 3 次;剩余 66 个站点发生 1~2 次;剩余 97 个站点未发生。梧州有 94.1%的站点 1 h 降水量极大值介于 50 和 100 mm 之间,有 4 个站点出现 1 h 降雨量 ≥ 100 mm,分别是龙圩站(135.2 mm)、蒙山长坪站(103.4 mm)、苍梧石桥站(103.3 mm)以及岑溪糯垌(101.4 mm),有较强的极端性,更易引发灾害,因此,在梧州市短时临近天气业务预报中,要加强对这几个站点的监测。

表 1 2013—2022 年梧州市短时强降水极大值分布及百分位阈值

区域	站点 个数	短时强降水 站次	短时强降水极大值			不同百分位数所对应的小时雨量阈值/mm				
			1h 雨量 极大值/mm	出现站点	出现时间/北京时 (年-月-日-时)	50%	75%	95%	99%	99.5%
蒙山	18	2 151	103.4	长坪站	2021-05-28-15	26.7	33.8	49.4	66.2	71.1
藤县	63	6 181	90.6	象棋新芹站	2014-05-20-04	26.0	32.2	47.5	62.4	69.3
苍梧	11	1 180	103.3	石桥站	2016-08-12-17	25.7	31.4	46.6	58.5	69.8
梧州	26	2 336	135.2	龙圩站	2016-08-10-16	25.6	31.5	47.0	66.3	70.6
岑溪	35	3 773	101.4	糯垌站	2016-08-10-15	26.7	33.2	50.1	70.0	78.1
全市	153	15 625	135.2	龙圩站	2016-08-10-16	26.2	32.5	48.4	65.4	72.0

2.2.2 年平均频次空间分布特征

图 2(a)是梧州市短时强降水年平均频次空间分布图,可以明显看出,梧州市短时强降水空间分布极不均匀,有多个频发相对集中区。蒙山县南部的夏宜乡、汉豪乡以及藤县北部的大黎镇、宁康乡是最容易发生短时强降水事件的区域,年平均出现 14.2~15.6 次;苍梧县北部的六堡镇以及岑溪市的糯垌镇、马路镇、南渡镇等地也是短时强降水频发中心。藤县的南部和梧州城区则是短时强降水事件相对低频区

域。对比梧州市地形,可以发现,短时强降水的高频发区与地形有很好相关性,主要分布在大瑶山、大桂山以及云开大山附近,气流沿山坡抬升,使得山脉迎风坡处短时强降水多发。与梧州市年平均暴雨日数(图 2b)相比可以发现,短时强降水高频发区与暴雨中心,以及低频发区与出现暴雨较少的区域均有很好的对应关系,说明短时强降水对梧州市暴雨贡献较大。

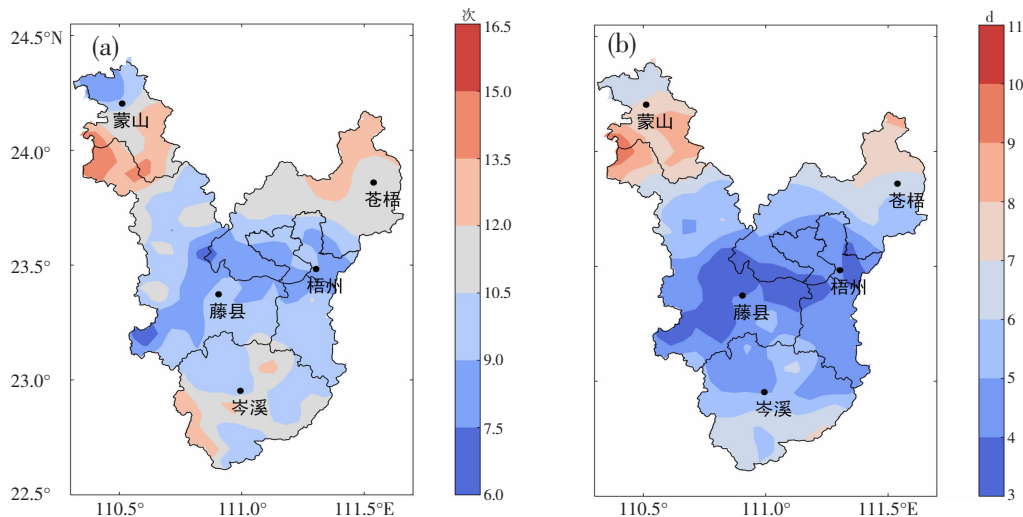


图2 梧州市年平均短时强降水频次(a,单位:次)和年平均暴雨日数(b,单位:d)空间分布

2.2.3 汛期频次空间分布特征

许多学者对华南地区汛期降雨特征的研究^[19-21]表明,前汛期(4—6月)和后汛期(7—9月)的降雨具有完全不同的性质,图3是梧州市前汛期和后汛期短时强降水事件发生频次的空间分布图,总体而言,前汛期发生短时强降水频次要高于后汛期,且空间分布有较大差异性。前汛期短时强降水高频发区在大瑶山附近的蒙山县南部和藤县北部以及位于大桂

山附近的苍梧县北部区域,受地形阻挡和抬升作用,从北方的弱冷空气与暖湿气流容易在这两处区域交汇,容易触发短时强降水等强对流天气。到了后汛期,午后太阳辐射增温强于前汛期^[18],此时台风、东风波等热带系统进入活跃期,受地形强迫抬升作用影响^[21],偏东南暖湿气流容易在云开大山东侧迎风坡处辐合抬升,导致梧州市南部的短时强降水事件频发。

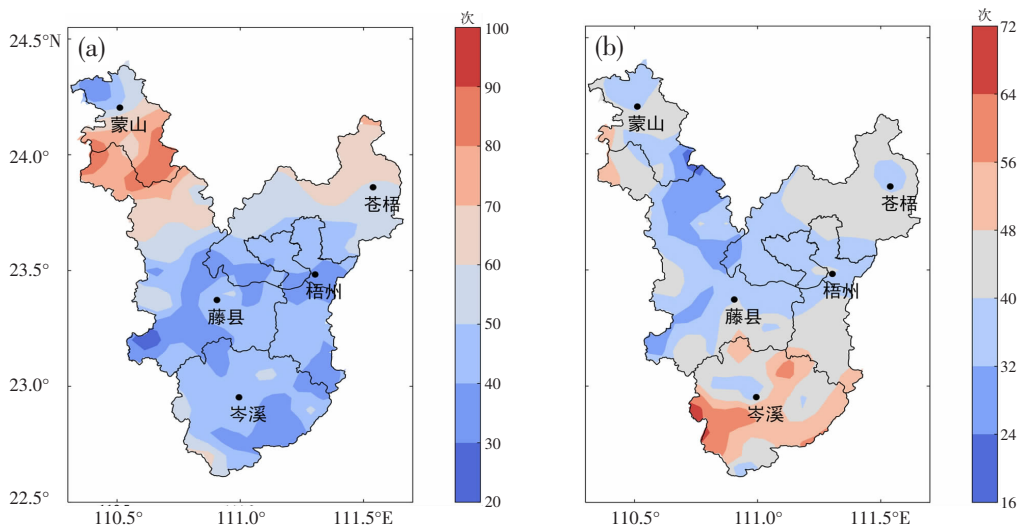


图3 梧州市 2013—2022 年前汛期(a)和后汛期(b)短时强降水发生总次数空间分布(单位:次)

2.2.4 日变化频次空间分布特征

参考石娟等^[22]的方法将一天分为上午(05:00—13:00)、午后(13:00—21:00)和夜间(21:00—05:00),分别统计三个时段内梧州市各站点的短时强降水频次(图4),可以明显的看出,不同时段的空间差异较为显著。夜间,短时强降水的高频发区位于梧州市

北部的蒙山县、苍梧县以及藤县的北部乡镇;上午时段发生短时强降水频次较夜间总体偏多,高频发区域有所收缩,仅仅出现在蒙山县南部以及藤县北部。午后发生短时强降水的频次进一步增多,且高频发区域较夜间和上午时段有较大的差异,主要出现在梧州市的南部地区。

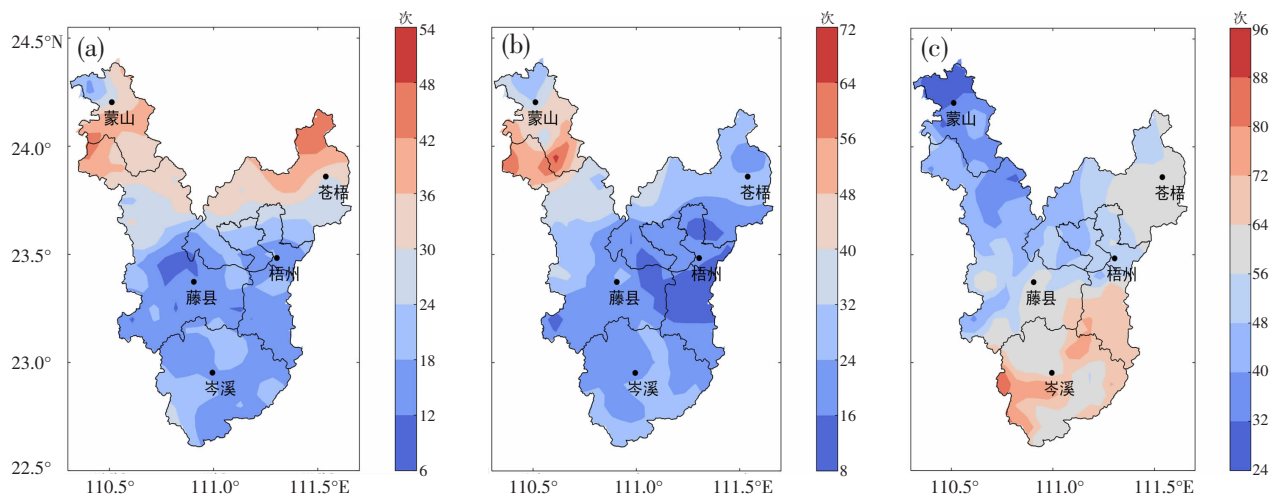


图4 不同时段内梧州市短时强降水发生总次数空间分布图(单位:次)

(a)夜间;(b)上午;(c)午后

4 结论

本文根据2013—2022年梧州市153个加密自动站逐小时降水观测资料,分析梧州市短时强降水分布特征,主要得到以下结论:

(1)梧州市短时强降水年发生频次呈现“W”式波动变化,最多频次出现在2016年。受夏季西太平洋副热带高压位置异常偏北影响,2018年和2021年出现短时强降水的频次异常偏少;3—9月是梧州市短时强降水事件出现最多的月份,月际分布总体呈现双峰结构,主峰出现在5—6月,次峰出现在8月;梧州市短时强降水发生频次有明显的日变化特征,高频发时段出现在13—20时。

(2)梧州市短时强降水50%、75%、95%、99%、99.5%百分位数对应阈值分别是26.2 mm、32.5 mm、48.4 mm、65.4 mm、72.0 mm。过去10 a间梧州市1 h降水量最大值出现在2016年8月10日的龙圩站(135.2 mm),大部站点1 h降水量极大值介于50和100 mm之间。

(3)梧州市短时强降水频次呈现南北多中部少的特征,跟地形分布高度相关,主要分布在大瑶山、大桂山以及云开大山附近;短时强降水高频发区与暴雨中心也有很好的对应关系,说明短时强降水对梧州市暴雨贡献较大。

(4)梧州市前汛期发生短时强降水频次要高于后汛期,且空间分布有较大差异性。前汛期短时强降水高频发区在大瑶山附近的蒙山县南部和藤县北部以及位于大桂山附近的苍梧县北部区域,后汛期,高频发区出现在梧州市南部云开大山附近区域。

(5)梧州市日内不同时段短时强降水发生频次

空间差异较显著,夜间短时强降水的高频发区位于梧州市北部区域。上午时段出现在蒙山县南部以及藤县北部。午后高频区域主要出现在梧州市的南部地区。

参考文献:

- [1] 钱宪, 湛芸, 肖天贵. “8·12”随州极端暴雨的中尺度特征分析[J]. 成都信息工程大学学报, 2023, 38(4): 450–458.
- [2] 王晓丽, 赵桂香, 杨璐, 等. 一次引发局地暴雨的中尺度对流系统降水及风场结构特征[J]. 气象与环境科学, 2021, 44(5): 40–48.
- [3] 李琴, 邓承之. 重庆一次弱天气系统强迫下的极端短时强降水事件分析[J]. 气象, 2021, 47(9): 1 073–1 085.
- [4] 田付友, 杨舒楠, 郑永光, 等. 北京地区两次极端特大暴雨过程中短时强降水环境条件对比分析[J]. 暴雨灾害, 2021, 40(1): 27–36.
- [5] 冉津江, 齐玉磊, 龙治平, 等. 基于高密度站点的四川盆地短时强降水特征分析[J]. 高原气象, 2023, 42(4): 949–961.
- [6] 肖蕾, 杜小玲, 武正敏, 等. 贵州省短时强降水时空分布特征分析[J]. 暴雨灾害, 2021, 40(4): 383–392.
- [7] 李华宏, 胡娟, 闵颖, 等. 云南短时强降水时空分布特征分析[J]. 灾害学, 2017, 32(3): 57–62.
- [8] 蔡晶, 李怀宇, 钱嘉星, 等. 广东短时强降水的时空分布特征[J]. 广东气象, 2019, 41(6): 5–9.
- [9] 廖胜石, 卓健, 罗建英, 等. 2022. 广西汛期极端短时强降水特征分析[J]. 暴雨灾害, 41(3): 308–314.
- [10] 李建鸿, 蒙歆媛, 翟禄新, 等. 1951—2006年广西极端连续降水的时空变化分析[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2016(34): 190–199.

- [11] 陈国章,覃学海.为了 20 万市民的安危——广西梧州市地质灾害大整治纪实[J].南方国土资源,2010(10):4-9.
- [12] 《广西天气预报技术和方法》编写组.广西天气预报技术和方法[M].北京:气象出版社,2012:1-2.
- [13] 顾薇,陈丽娟.2018 年夏季海洋大气特征及对我国气候的影响[J].气象,2019,45(1):126-134.
- [14] HU S, ZHOU T J, WU B, et al. Seasonal prediction of the record-breaking northward shift of the western Pacific subtropical high in July 2021[J]. Adv. Atmos. Sci, 2022, 40(3):1-18.
- [15] 黄春华,黄滢,林文桦,等.基于小时雨量的防城港市短时强降水特征分析[J].中低纬山地气象,2021,45(5):99-102.
- [16] 杨家军,胡琼文,曾丹丹,等.基于区域自动站分析的东源县短时强降水特征[J].广东气象,2023,45(2):35-38.
- [17] 蔡晶,李怀宇,钱嘉星,等.广东短时强降水的时空分布特征[J].广东气象,2019,41(6):5-9.
- [18] 卢伟萍,王建东,孙靖雯.基于自动气象观测站的广西短时强降水时空分布特征[J].气象研究与应用,2022,43(4):91-97.
- [19] 张柳红,伍红雨,向昆仑,等.1961—2021 年粤港澳大湾区暴雨气候变化特征[J].中山大学学报(自然科学版)(中英文),2023,62(4):32-44.
- [20] 卢炳夫,植耀玲,伍华丽.广西前汛期和后汛期地闪特征差异及影响因子分析[J].暴雨灾害,2022,41(2):224-231.
- [21] 郑彬,谷德军,李春晖,等.华南前汛期的锋面降水和夏季风降水 II.空间分布特征[J].大气科学,2007(3):495-504.
- [22] 石娟,蒋贤玲,柯元惠,等.2012—2021 年海南岛极端短时强降水特征及其成因分析[J].气象与环境学报,2023,39(2):62-70.

Analysis of the spatial and temporal distribution characteristics of short-term heavy precipitation in Wuzhou City based on automatic station data

SUN Jingwen¹, WANG Jiandong², LU Weiping^{3*}, TAN Shenghan¹, NING Chenyang⁴

(1.Wuzhou Meteorological Bureau, Guangxi Wuzhou 543000, China;

2.Laibin Meteorological Bureau, Guangxi Laibin 546100, China;

3.Guangxi Institute of Meteorological Sciences, Nanning 530022, China;

4.Tengxian Meteorological Bureau, Guangxi Tengxian 543300, China)

Abstract: Based on the hourly precipitation data from 153 encrypted automatic stations in Wuzhou City from 2013 to 2022, the spatial and temporal distribution characteristics of short-term heavy precipitation in Wuzhou City are analyzed. The results show that: (1)The annual frequency of short-duration heavy precipitation in Wuzhou City shows "W"-type fluctuation, mainly in March-September. The inter-monthly distribution is characterized by a "double-peak" structure, with the main peak occurring in May-June and the second peak in August. (2)The frequency of short-term heavy precipitation has obvious diurnal characteristics, with high frequency occurring from 13:00 to 20:00. (3)The frequency of short-term heavy precipitation in Wuzhou City is more frequent in the first flood season than in the second flood season, and the spatial distribution has a greater variability, with more in the south and north and less in the central part of the city, and it is mainly distributed in the vicinity of the Dayaoshan Mountain, Daguishan Mountain, and Yunkai Mountain, which is likely to be affected by the influence of the terrain.

Key words: Wuzhou City; short-term heavy precipitation; influence of the terrain; spatial and temporal distribution characteristics