

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.

Lu Qianqian,Huang Zhuo.Analysis on the differences of temporal and spatial variation characteristics of Guangxi typhoon and non-typhoon rainstorm[J].Journal of Meteorological Research and Application,2021,42(3):12-17.

广西台风与非台风暴雨时空变化特征差异分析

陆芊芊,黄 卓*

(广西壮族自治区气候中心,南宁 530022)

摘要: 利用 1965—2020 年广西 91 个国家气象观测站的逐日降水资料,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。结果表明,台风暴雨和非台风暴雨时空特征差异明显。从时间变化看,两类暴雨过程发生频次的年际变化显著负相关,台风暴雨过程的平均综合强度、持续天数均大于非台风暴雨过程;两类暴雨过程发生频次的月际变化均呈单峰分布,非台风暴雨过程主要发生在 4—8 月,而台风暴雨主要在 6—10 月,期间其过程强度月平均值整体高于非台风暴雨过程。从空间变化看,台风暴雨过程降水中心集中在桂南和桂中部分地区,非台风暴雨过程降水覆盖广西大部地区;台风暴雨过程主要影响桂南沿海地区,各地受台风暴雨影响频率由桂南沿海向桂北地区逐级递减;非台风暴雨主要影响桂北地区,各地受影响频率在桂林、柳州、贺州、河池等市形成高值区。

关键词: 台风暴雨;非台风暴雨;时空变化

中图分类号: P426.62

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.3.03

OSID:



引言

广西暴雨洪涝灾害常见^[1],严重影响工农业生产秩序,危害人民群众生命财产安全^[2]。广西暴雨过程主要由两类天气系统造成,一类是西南低涡、南支槽,另一类是热带气旋^[3-4]。热带气旋包括热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风,为方便表述,将达到热带风暴及以上强度的热带气旋统称为台风。台风暴雨是暴雨的一种重要类型,其影响范围深远,性质复杂多变^[5]。近年来,已有一些学者对台风与非台风暴雨的特征进行研究,覃卫坚等^[6]研究了广西台风暴雨的气候特征,得出在台风影响下沿海地区发生暴雨的可能性最大,桂北山区最小。梁维亮等^[7]发现 1980—2010 年广西非台风类大范围持续暴雨出现在 1—9 月,主要影响系统有高原槽、南支槽、切变线(低涡)。目前的研究多孤立地分

析台风与非台风暴雨特征,鲜有将两者的时空特征进行对比分析。因此,通过对 1965—2020 年广西台风与非台风暴雨过程的发生频次、过程强度、降水持续时间、降水中心、过程影响范围等特征分别进行统计,对比分析两类暴雨过程的时间变化和空间分布特征,进一步细化对广西暴雨变化规律的科学认识,为气候预测、防灾减灾、应对气候变化等提供参考。

1 资料与方法

采用数据来源于广西壮族自治区气象信息中心 1965—2020 年广西 91 个国家气象观测站的逐日降水资料及广西壮族自治区气候中心的台风信息数据库。

单站暴雨日指单个气象站日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 的降水日。结合当前广西气象服务业务,将广西暴雨过程定义为^[8]:广西 91 个国家站中,逐日暴雨站数 ≥ 4

收稿日期:2021-07-03

基金项目:广西重点研发计划项目(桂科 AB21075008)、广西自然科学基金项目(2017GXNSFBA198165、2020GXNSFAA297122)、广西气象科研计划项目(桂气科 2021ZL01)

作者简介:陆芊芊(1994—),女,助工,主要从事气候研究与应用工作。E-mail:luqianqian_1026@163.com

* 通讯作者:黄卓(1985—),女,高级工程师,主要从事气象灾害监测评估和气候变化研究。E-mail:huangzhuo001@163.com

且持续天数 $\geq 1\text{d}$, 其中至少有 1d 的暴雨站数 ≥ 10 站的降水过程。统计暴雨过程的特征量有历次过程的起止时间、持续时间、综合强度指数、影响范围等, 其中综合强度指数由单次过程的暴雨强度、影响范围和持续时间构成^[9-10]。

当台风进入影响区($19^{\circ}\text{N}\sim 28^{\circ}\text{N}$ 、 $104^{\circ}\text{E}\sim 112^{\circ}\text{E}$), 或台风减弱后的低压中心进入影响区, 并在广西国家气象站观测到最大日降水量 $\geq 25\text{mm}$ 或者大风, 即为影响广西的台风^[11]。

按上述定义识别 1965—2020 年广西暴雨过程, 根据影响广西的台风进入影响区的起止时间, 将在此期间发生的广西暴雨过程标记为台风暴雨, 其他过程记为非台风暴雨。分别统计台风与非台风暴雨过程的发生频次、综合强度指数、持续时间、过程降水中心在各站的出现频率和各站受暴雨过程影响的频率, 分析两类暴雨过程在年际、月际变化及空间分布上的异同。此外, 防城港站于 1991 年建站, 为保证各站的频率统计年限一致, 空间分布特征的统计年份为 1992—2020 年。

2 结果与分析

2.1 时间变化特征

2.1.1 年际变化

1965—2020 年, 广西台风与非台风暴雨过程发生频次的年际变化大(图 1)。在 667 次广西暴雨过程中, 台风暴雨过程有 116 次, 平均每年发生 2.1 次, 最多的年份有 5 次(1994 年、2013 年); 非台风暴雨过程共发生 551 次, 平均每年 9.8 次, 最多的年份有 18 次(2008 年), 最少的年份有 4 次(1989 年、2005 年)。近 56a 来, 广西台风暴雨过程次数变化趋

势不明显, 非台风暴雨过程次数总体呈微弱的增多趋势, 增多速率为 0.32 次/10a, 趋势系数为 0.1977, 通过了 0.1 的显著性检验。

对比两类暴雨过程发生频次, 历年的非台风暴雨过程发生频次均高于台风暴雨, 两者呈反相关, 相关系数为 -0.24, 且通过了 0.1 的显著性检验。此外, 大多数年份台风暴雨发生频次与影响广西台风个数同频变化, 说明台风暴雨频次与影响广西的台风频次密切相关。

1965—2020 年, 台风暴雨过程平均综合强度指数普遍高于非台风暴雨过程(图 2a)。台风暴雨过程的综合强度指数在 209.2 到 1149.0 之间, 平均值为 494.3, 1967 年 8 月 3—7 日的台风暴雨过程综合强度最大, 指数达 1149.0。非台风暴雨过程的综合强度指数在 172.0~1186.5 之间, 平均值为 397.8, 低于台风暴雨, 1994 年 6 月 12—17 日的非台风暴雨过程综合强度最大, 指数达 1186.5, 略高于台风暴雨强度极大值。

在多数年份, 台风暴雨过程综合强度指数正、负偏差均小于非台风暴雨过程, 表明非台风暴雨过程强度的变幅更大(图 2a)。

1965—2020 年, 广西台风暴雨过程的平均持续时间普遍比非台风暴雨的长(图 2b)。台风暴雨过程

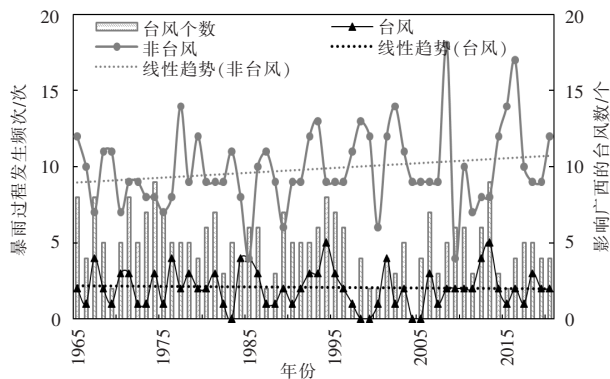


图 1 1965—2020 年广西台风和非台风暴雨过程发生频次
(黑线: 台风暴雨过程; 灰线: 非台风暴雨过程;
柱状: 影响广西的台风个数)

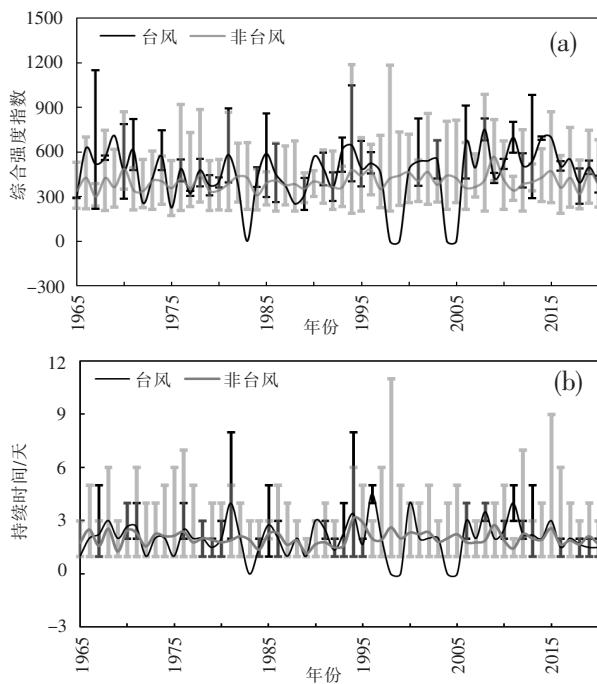


图 2 1965—2020 年广西台风和非台风暴雨过程
平均综合强度(a)、平均持续时间(b)
(黑线: 台风暴雨过程; 灰线: 非台风暴雨过程;
误差线: 最大、最小值)

的持续日数在 1~8d 之间,平均为 2.2d,1981 年 7 月 22—29 日和 1994 年 7 月 17—24 日的台风暴雨过程持续日数最长,达 8d。非台风暴雨过程的持续日数在 1~11d 之间,平均为 2d,1998 年 6 月 16—26 日非台风暴雨过程持续日数最长达 11d。

2.1.2 月际变化

1965—2020 年,各月广西台风与非台风暴雨过程的发生频次均呈单峰型分布,但过程发生集中期不同(图 3)。台风暴雨过程主要出现在 6—10 月,共有 113 次,占总数的 97.4%;8 月发生频次最多,达 37 次,1—3 月无台风影响,4 月和 12 月的台风未造成暴雨过程。非台风暴雨过程在全年各月均有发生,4—8 月为多发期,共有 464 次,占总数的 84.2%,5 月、6 月为频次最多的月份,均为 149 次,其余各月有 5~22 次。

非台风和台风暴雨过程频次峰值出现时间与广西的前汛期和后汛期相对应。前汛期(4—6 月)广西受高空槽、低涡切变、低空急流、副热带高压、锋面等天气系统影响^[12],非台风暴雨过程频繁;后汛期(7—9 月)广西受热带季风控制,7 月、8 月是台风影响广西的集中期^[13],台风暴雨发生频次最高。

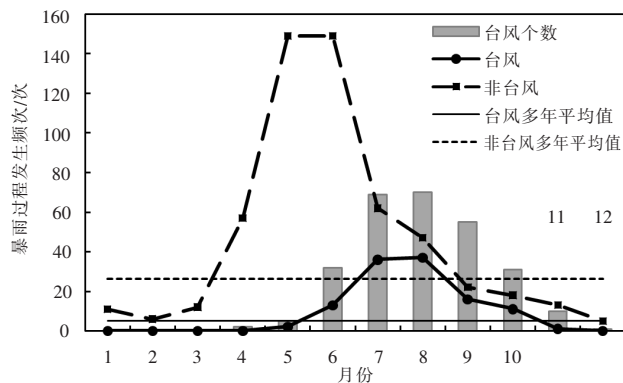


图 3 1965—2020 年台风暴雨和非台风暴雨过程
各月发生频次及影响广西台风个数

1965—2020 年,台风暴雨过程的平均综合强度变化趋势不明显,峰值出现在 5 月和 11 月,这与参与平均值统计的样本数较少、样本本身偏强有关。此外,在这两个月中发生的台风暴雨过程同时还受低涡切变线^[14]、副热带西风急流^[15]等天气系统的影响,多种天气系统作用下增强了暴雨过程强度,另一方面,冷空气的入侵,也能促进台风暴雨的增幅^[16]。非台风暴雨过程的各月变化趋势不明显,仅在 6 月和 7 月略高(图 4a)。5—10 月为广西台风主要影响

期,除 6 月外台风暴雨过程的平均综合强度均大于非台风暴雨,除 5 月、6 月台风暴雨过程强度的正、负偏差均大于非台风暴雨,过程强度变幅较大。

台风与非台风暴雨过程平均持续时间的各月变化趋势与平均综合强度基本一致(图 4b)。台风暴雨过程平均持续时间 5 月最长,为 3.5d;非台风暴雨过程平均持续时间 7 月最长(2.9d)。广西台风主要影响期间,非台风暴雨过程的平均持续时间与台风暴雨相近,但 5—8 月非台风暴雨过程的各月最长持续时间大于台风暴雨,9 月、10 月反之。

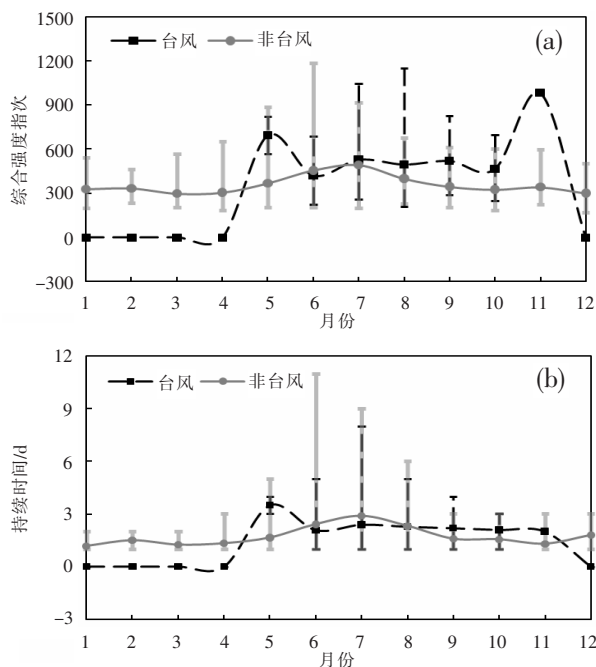


图 4 1965—2020 年各月广西台风和非台风暴雨过程
平均综合强度(a)、持续时间(b)

(黑色虚线:台风暴雨过程;灰色实线:非台风暴雨过程;
误差线:最大、最小值)

2.2 空间分布特征

2.2.1 降水中心

台风暴雨过程降水中心落区范围仅在桂南和桂中部分地区(图 5a),而非台风暴雨过程中心落区覆盖了广西大部地区(图 5b)。

台风暴雨过程的降水中心主要出现在防城港、钦州、北海沿海三市,玉林市大部及金秀、昭平、贺州、隆安、宾阳、凌云、河池、柳州等地,从而形成两个台风暴雨中心高频区。一是在以防城港市为中心的桂南沿海一带,台风暴雨中心在防城区的出现频率最高达 13.8%,这与台风的主要影响地区一致;二是以金秀为中心的桂中大瑶山地区,台风暴雨过程降

水中心出现频率达 10.2%, 这可能与台风移动方向及地形影响有关, 当台风从广东西部山区缓慢经玉林、梧州等地移入广西, 经云开大山、六万大山等地时, 迎风坡对气流的抬升作用, 雨强加大^[17], 使得大瑶山迎风坡的金秀极易成为台风暴雨中心。

非台风暴雨过程降水中心落区主要有 4 个非台风暴雨中心高频区, 分别位于广西的东、南、西、北四个方向。桂北中心位于桂林西部和柳州北部一带, 融安和永福频率最高, 达 4.6%; 桂南中心位于以防城

港市为中心的沿海一带, 东兴出现频率最高, 为 3.9%; 桂西中心位于南宁北部和河池南部一带, 出现频率最高的为马山, 达 3.9%; 桂东中心在昭平附近, 昭平出现频率为 3.0%。多个降水中心高频区, 表明引发非台风暴雨过程的天气系统种类较多; 而融安、永福、昭平、东兴等高频区中心均位于山脉东南侧, 即夏季迎风坡一侧, 有利于降水增强。非台风暴雨过程降水中心落区未覆盖崇左市大部及上思、隆林、乐业、南丹、环江、龙胜等地。

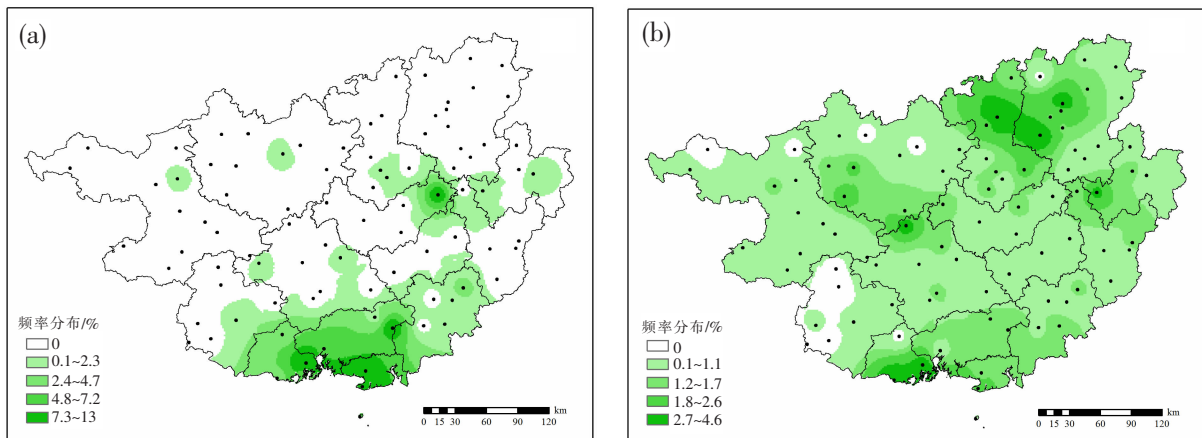


图5 广西台风暴雨过程(a)、非台风暴雨过程(b)降水中心出现频率空间分布

2.2.2 暴雨范围

台风与非台风暴雨过程的主要影响范围不同, 台风暴雨过程主要影响桂南沿海地区(图 6a), 非台风暴雨主要影响桂北地区(图 6b)。

各地受台风暴雨影响频率由桂南沿海向桂北地区逐级递减, 台风暴雨影响的高频区在沿海钦州、防城港、北海三市, 防城最高(72.8%), 与台风暴雨过程降水中心落区的高频区一致。

各地受非台风暴雨过程影响频率分布与出现降水中心频率较为相似, 在桂北形成一个具有 3 个中心的高值区, 在防城港市一带形成次高值区。桂北地区的高频中心之一位于桂林西部和柳州北部一带, 频率最高的永福达 50.2%, 该区域位于秦岭—大苗山—九万大山的东南侧, 地形的阻塞作用冷空气经常在该区域滞留, 与南来暖湿气流交汇^[18], 造成暴雨频发; 另一高频中心位于大瑶山东侧的昭平, 影响频率为 44.6%; 第三个高频中心位于马山和都安附近, 为云贵高原向丘陵地区的过渡带, 其中都安频率为 41.3%, 受西北高、东南低的地形影响, 东南暖湿气流抬升, 易生成暴雨^[19]。沿海地区频率次高值区的形

成或与热带扰动有关^[20]。

可见, 台风与非台风暴雨中心出现频率分布与暴雨影响范围空间分布基本相符, 高频区都存在一定的重合。暴雨中心与暴雨范围的不均匀分布受地形和天气系统的共同影响, 非台风暴雨的多个降水中心高频区, 与引发非台风暴雨过程的多种天气系统有关; 台风与非台风暴雨中心及影响范围高频区多位于受地形作用的迎风坡一侧, 这些地方暴雨的发生发展除了合适的水汽、热力及动力条件外, 地形因素的强迫抬升效应也加剧了暴雨的产生^[21-23]。

3 结论

广西台风与非台风暴雨过程的时空特征差异显著。

(1) 台风与非台风暴雨过程平均每年发生频次明显不同, 后者比前者偏多约 4 倍。台风暴雨过程发生频次的长期变化趋势不明显, 但非台风暴雨过程发生频次微弱增多。两类暴雨过程的历年发生频次显著负相关, 台风暴雨频次与影响广西的台风频次密切相关。

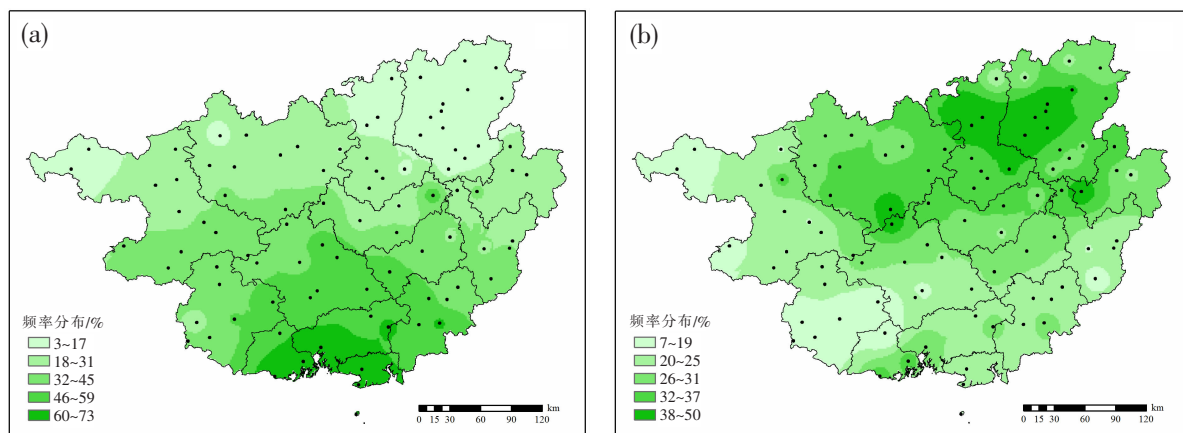


图6 广西各地受台风暴雨过程(a)、非台风暴雨过程(b)影响频率分布

(2) 多数年份台风暴雨过程的平均综合强度及变幅、平均持续时间均大于非台风暴雨,但其综合强度和持续时间的极值均小于非台风暴雨。

(3) 台风与非台风暴雨过程发生频次的月际变化均呈单峰型分布,但过程发生集中期不同,非台风暴雨过程主要发生在4—8月,而台风暴雨主要在6—10月。台风与非台风暴雨过程平均综合强度和平均持续时间的月变化趋势基本一致,5—10月除6月外台风暴雨过程的平均综合强度大于非台风暴雨;台风暴雨过程的平均持续时间与非台风暴雨相近,但5—8月各月的台风暴雨过程最长持续时间小于非台风暴雨,9月、10月反之。

(4) 台风暴雨过程的降水中心集中在桂南和桂中部分地区,降水中心高频区分别为以防城港市为中心的桂南沿海一带和以金秀为中心的桂中大瑶山地区;非台风暴雨过程降水中心覆盖了广西大部地区,在广西的东、南、西、北四个方向均存在降水中心高频区。

(5) 台风暴雨过程主要影响沿海地区受台风暴雨影响频率由桂南沿海向桂北地区逐级递减;非台风暴雨主要影响桂北地区,各地受影响频率在桂林、柳州、贺州、河池等市形成高值区,在防城港市一带形成次高值区。台风和非台风暴雨的主要影响区与降水中心高频区的分布具有较好的对应关系,这些区域多数位于山脉的迎风坡,地形的强迫作用对暴雨的增幅效应显著。

参考文献:

- [1] 林开平,陈伟斌,刘国忠,等.广西暴雨业务预报技术回顾与展望[J].气象研究与应用,2020,41(4):13-19.
- [2] 刘国忠,周云霞,覃月凤,等.2020年广西暴雨灾害天气综述与分析[J].气象研究与应用,2021,42(1):101-106.
- [3] 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.
- [4] 李菁,卢伟萍,姚才,等.广西特大暴雨的特征分析[J].广西气象,2002(4):9-12.
- [5] 程正泉,陈联寿,徐祥德,等.近10年中国台风暴雨研究进展[J].气象,2005(12):3-9.
- [6] 覃卫坚,李耀先,廖雪萍.广西热带气旋的暴雨统计分析 & 数值模拟[J].气象研究与应用,2013,34(1):1-6,109.
- [7] 梁维亮,黄明策,李向红,等.广西非台风类大范围持续暴雨的分型及特征分析[J].安徽农业科学,2013,41(24):10147-10150.
- [8] 李艳兰,黄卓,何洁琳,等.1961—2017年广西区域性暴雨过程变化特征[J].气象与环境学报,2020,36(1):51-57.
- [9] 叶殿秀,王遵娅,高荣,等.1961—2016年我国区域性暴雨过程的客观识别及其气候特征[J].气候变化研究进展,2019,15(6):575-583.
- [10] 伍红雨,邹燕,刘尉.广东区域性暴雨过程的定量化评估及气候特征[J].应用气象学报,2019,30(2):233-244.
- [11] 何洁琳,黄卓,李艳兰,等.影响和登陆广西的热带气旋:DB45/T 2154—2020[S].南宁:广西壮族自治区市场监督管理局,2020:1-2.
- [12] 黄香杏,林开平,赵江洁.广西大范围致洪暴雨天气模型[J].广西气象,2001(1):21-24.
- [13] 李艳兰,欧艺,唐炳莉,等.近50年影响广西的热带气旋变化特征[J].气象研究与应用,2009,30(2):1-3,45.
- [14] 周云霞,翟丽萍,何珊珊.2019年“5.27”广西靖西市极端暴雨成因及可预报性分析[J].气象研究与应用,2020,41(2):68-74.
- [15] 张玲,许映龙,黄奕武.1330号台风海燕强烈发展和快速移动原因分析[J].气象,2014,40(12):1464-1480.

- [16] 黄滢, 潘一铭, 蒋静. 秋季台风“海燕”的特点及成因分析[J]. 气象研究与应用, 2019, 40(3): 13–17.
- [17] 苏玉婷. 广西台风暴雨特征及地形影响[D]. 南宁: 广西师范学院, 2018.
- [18] 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(1): 187–196.
- [19] 覃卫坚, 李栋梁. 广西暴雨气候特征及其异常成因[M]. 北京: 气象出版社, 2017: 42.
- [20] 赵玉春. 热带扰动引发华南前汛期暴雨的机理研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2007.
- [21] 黄巾旗, 黄子航, 黄干淇. 2017 年 7 月广西大范围暴雨过程分析[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(4): 18–21, 33, 105.
- [22] 刘国忠, 赖珍权, 钟祥平, 等. “15.7”广西超长持续性暴雨过程多尺度特征分析[J]. 热带气象学报, 2017, 33(3): 357–367.
- [23] 戴泽军, 蔡荣辉, 彭莉莉, 等. 湖南持续性区域暴雨气候特征及暴雨落区分型[J]. 高原气象, 2019, 38(3): 573–582.

Analysis on the differences of temporal and spatial variation characteristics of Guangxi typhoon and non-typhoon rainstorm

Lu Qianqian, Huang Zhuo*

(Guangxi Climate Center, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: Based on the daily precipitation data of 91 national meteorological stations in Guangxi from 1965 to 2020, the temporal and spatial variation characteristics of typhoon and non-typhoon rainstorm processes in Guangxi were statistically analyzed. The results show that the temporal and spatial characteristics of typhoon rainstorm and non-typhoon rainstorm are obviously different. From the perspective of time variation, the inter-annual occurrence frequency changes of the two types of rainstorm processes are significantly negatively correlated, and the average comprehensive intensity and duration of the typhoon rainstorm process are greater than those of the non-typhoon rainstorm process. The monthly occurrence frequency variation of the two types of rainstorms are in a single peak distribution. The non-typhoon rainstorm mainly occurs from April to August, while the typhoon rainstorm mainly occurs from June to October. The monthly average intensity of typhoon rainstorm process is higher than that of non-typhoon rainstorm process as a whole. From the perspective of spatial variation, the precipitation center of typhoon rainstorms are concentrated in southern and central Guangxi, and the precipitation of non-typhoon rainstorms cover most of Guangxi. The typhoon rainstorms mainly affect the coastal areas of southern Guangxi, and the frequency affected by typhoon rainstorm decreases gradually from the coastal areas of southern Guangxi to northern Guangxi. Non-typhoon rainstorms mainly affect northern Guangxi, and the affected frequencies are high in Guilin, Liuzhou, Hezhou, and Hechi.

Key words: typhoon rainstorm; non-typhoon rainstorm; temporal and spatial variation