

郑凤琴,王盛繁,赵金彪,等. 广西台风极端强降水特征及环境参数异常性分析[J]. 气象研究与应用,2021,42(4):07-13.

Zheng Fengqin,Wang Shengfan,Zhao Jinbiao,et al.Analysis on the characteristics of typhoon Extreme Precipitation and the anomaly of environmental parameters in Guangxi[J].Journal of Meteorological Research and Application,2021,42(4):07-13.

广西台风极端强降水特征及环境参数异常性分析

郑凤琴¹, 王盛繁², 赵金彪³, 姚才⁴, 赖晟¹

(1.广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022; 2.贵港市气象局, 广西 贵港 537100;

3.广西壮族自治区气象台, 南宁 530022; 4.广西壮族自治区气象局, 南宁 530022)

摘要: 利用 1981—2020 年广西台风逐日降水量和欧洲中心 ERA5 再分析资料, 以 1981—2010 年 30a 资料作为历史气候态, 采用百分位法定义广西台风极端强降水阈值和区域性极端强降水过程, 对广西台风极端强降水特征和区域性极端强降水过程环境参数进行了分析。结果表明: (1) 不同地区极端降水阈值差异很大, 基本上呈现出南部沿海地区向内陆减小的趋势, 极端降水阈值最大值为最小值的 2.5 倍多; (2) 广西平均每年出现极端强降水的台风个数为 2.975 个, 最多 6 个; 出现台风极端强降水年平均日数为 7.8d, 最多 26d; 从变化趋势来看, 台风极端强降水在桂中和桂南多有增加, 桂北大部地区为减少; (3) 对比 16 个区域性台风极端强降水过程的环境参数, 整层大气可降水量、850hPa 水汽通量、200hPa 散度和 700hPa 垂直速度均具有显著的极端性, 一般偏离气候态 2 倍标准差, 对广西台风极端强降水预报具有一定的指示意义。

关键词: 台风; 环境参数; 强降水; 极端性

中图分类号: P457

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.4.02

OSID:

引言

极端强降水对某一地区而言是个小概率事件, 但因其降水量太大, 时常引发山洪、泥石流和城市内涝, 造成重大人员伤亡和经济损失^[1-3]。2021 年 7 月 17—22 日, 河南遭遇历史罕见的持续性极端强降水事件, 郑州站 24h 降水量(624.1mm)超过当地 2019 年全年降水量, 1h 降水量(201.9mm)突破我国大陆小时雨量历史极值, 极端强降水导致河南 302 人遇难, 50 人失踪, 直接经济损失超千亿元^[4-7]。由于极端强降水天气过程具有突发性、局地性和罕见性等特点^[8], 对其开展深入分析研究非常有必要, 这对加深极端强降水形成机理的认识和强化防灾减灾救灾工作具有重要意义。

台风是最强的暴雨天气系统^[9]。随着经济建设的快速发展, 我国台风灾害尤其是台风暴雨灾害的损失非常严重^[10]。2009 年的“莫拉克”台风对台湾南

部造成了重大灾难, 除经济损失外, 还导致约 700 人死亡或失踪^[11-12]; 2013 年的“菲特”台风引起浙江中北部沿海极端降水和风暴潮, 导致余姚等城市被淹超过一周时间^[13]; 2019 年超强台风“利奇马”登陆浙江温岭后北上, 对我国东部沿海及内陆造成严重影响, 造成 71 人死亡或失踪, 直接经济损失超过 530 亿元^[14]。许多科学工作者对台风极端强降水事件的研究, 主要聚焦于极端强降水的确定、个例的多尺度天气系统相互作用、复杂地形对强降水的影响以及物理量的极端性特征等方面, 并取得了丰富的成果。江漫等^[15]利用百分位法分析了 1959—2012 年单站台风降水日雨量, 指出极端降水阈值总体上呈现由东南沿海向西北内陆减少的趋势。夏丽花等^[16]开展了地形对 1011 号台风“凡亚比”影响的数值试验, 发现台湾中部山脉地形对台风低层流场的阻挡抬升作用对台风降水具有明显的增幅作用, 造成台湾岛降水分布呈南部、东部强而西北部弱的不对称分布。极端

收稿日期: 2021-11-10

基金项目: 广西重点研发计划项目(桂科 AB20159013)、广西台风与海洋预报服务创新团队项目

作者简介: 郑凤琴(1978—), 女, 硕士, 正研级高级工程师, 主要从事气候监测与灾害影响研究。E-mail: zhengfengq@sohu.com

强降水的物理量异常性特征方面,杨舒楠和端义宏^[17]发现台风“温比亚”极端强降水过程中存在极端低层辐合和高空辐散,同时假相当位温、整层可降水量和水汽通量散度均具有显著极端性。

广西地处低纬地区,南临北部湾,台风影响频繁,灾害损失严重,每年影响广西的台风平均 5 个^[18]。长期以来,台风强降水天气过程研究都是广西台风研究的重要内容,并取得了许多对实际预报非常有意义的研究成果^[19-21]。赵金彪等^[22]对两次台风暴雨的研究表明,强降水分布与低层湿位涡负值区有较好的对应关系;覃丽等^[23]指出垂直风切变矢量和水汽辐合条件是台风暴雨落区预报的一个有效判据;苏玉婷等^[24]通过数值模拟发现十万大山地形的动力抬升、山前中尺度地形辐合线的发展和维持是导致台风“威马逊”沿海强降水的主要原因。但以往的研究多是针对 1~2 次台风个例的暴雨成因或特定天气系统对台风暴雨的影响,缺乏基于多次台风强降水过程尤其是极端强降水的研究。为加强对广西台风极端强降水天气过程的认识,本文利用 1981—2020 年广西台风逐日降水量和欧洲中心 ERA5 再分析资料,以 1981—2010 年 30a 资料作为历史气候态,采用百分位法建立广西台风极端强降水阈值和区域性极端强降水过程,对广西台风极端强降水的特征和区域性极端强降水过程的环境参数进行初步分析,以期加深对广西台风降水的极端性认识。

1 资料与方法

1.1 资料说明

选用广西 1981—2020 年国家地面气象站降水观测资料,1981—2010 年 30a 整编资料来自国家气候中心质量控制后的地面气象站基本气象要素日值数据集(V3.0)逐日 20 时至次日 20 时的 24h 日雨量资料;台风数据采用中国上海台风研究所提供的热带气旋最佳路径数据集,包括台风强度、中心位置等信息。

选用欧洲中心 ERA5 再分析资料,年限为 1981—2020 年,水平分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$,垂直分辨率为 1000~1hPa 共 19 层,每日 24 个时次,资料要素包括位势高度、风场、温度和比湿。

1.2 台风极端强降水的确定方法

目前极端强降水尚无统一的标准和定义。广西由于岩溶发育和石林较多,降水分布极不均匀,若使用统一固定的日降水量简单确定广西极端强降水事件不够科学,因此参照翟盘茂等^[25]提出的百分位法

计算广西极端强降水阈值:将广西 1981—2010 年 30a 逐年日降水量序列的第 99 个百分位值的 30a 平均值设定为极端强降水事件阈值,当某站受台风影响某日降水量超过本站极端强降水事件阈值时,称其为该站的一次台风极端强降水事件;若某日受台风影响广西范围内有超过 25% 的测站发生极端强降水事件时,称其为一次区域性台风极端强降水过程。

图 1 是利用百分位法计算的广西 92 个气象站极端强降水阈值分布,可以看出广西极端强降水阈值呈现出自南部沿海地区向内陆减小的趋势,极端强降水阈值高值区位于南部沿海的东兴、钦州和北海,普遍高于 90mm,最大值出现在东兴达 116.3mm;次高值区位于桂东北的永福、融安、融水附近,以及桂西的都安、马山一带,阈值为 70~80mm;而低值区位于桂西北的隆林和西林,阈值低于 50mm,最小值出现在隆林为 46.1mm,最大值是最小值的 2.5 倍多。极端强降水阈值的分布特征与孙桂凯等^[26]研究的 1961—2016 年极端降水阈值分布特征较相近。

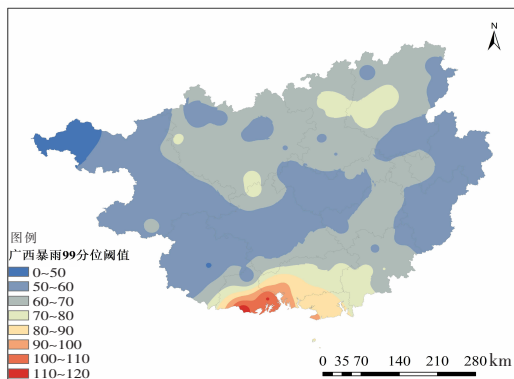


图 1 1981—2010 年广西各站极端强降水阈值分布(单位:mm)

1.3 标准化异常

定义标准化异常(D_s)为环境参数偏离气候态的程度:

$$D_s = (F - M) / \sigma \quad (1)$$

式(1)中, F 为某一时刻某一环境参数的值, M 为该环境参数同时刻前后 5d 的 30a 气候平均,滤去了小波动对气候场的影响, σ 为气候标准差。 D_s 值代表某环境参数异常达气候标准差的倍数。

2 结果与分析

2.1 台风极端强降水分布特征

2.1.1 时间分布特征

从 1981—2020 年极端降水逐年分布来看(图 2), 广西出现极端强降水的台风个数年平均为 2.975 个, 最多为 6 个, 出现在 1994 年、1995 年和 2013 年。1994 年影响广西的台风偏多(8 个); 1995 年有 4 个台风进入广西内陆, 分别是 9506“Irving”、9509“Kent”、9515“Sibyl”和 9516“Ted”; 2013 年 11 号台风“尤特”给广西造成重大人员伤亡和经济损失。台风极端强降水出现日数最多的为 1994 年(26d), 其次是 2006 年(18d), 年平均 7.8d。2001 年和 2006 年出现极端强降水的台风个数都是 5 个, 属于次多, 但台风降水强度强、持续时间长(如 0103“榴莲”、0104“尤特”、0604“碧利斯”、0606“派比安”), 出现极端强

降水的天数就多。

从前 5a 的滑动平均值来看, 出现极端强降水的台风个数呈弱上升趋势, 台风极端强降水的出现日数呈弱下降趋势, 但是近年来两者均有缓慢增长的趋势, 这可能与气候变暖导致极端事件频发有关。

从 1981—2020 年极端强降水出现次数的逐月分布来看, 广西台风极端强降水在 5—11 月都有发生, 40a 来共 2244 站次出现了极端强降水, 5 月、11 月出现较少, 占总站次的 3%, 97% 出现在 6—10 月, 以后汛期 7—9 月为集中时段, 占总站次的 80.1%, 其中又以 7 月出现频率最高, 占总站次 34.3%, 8 月次之, 占总站次的 28%。

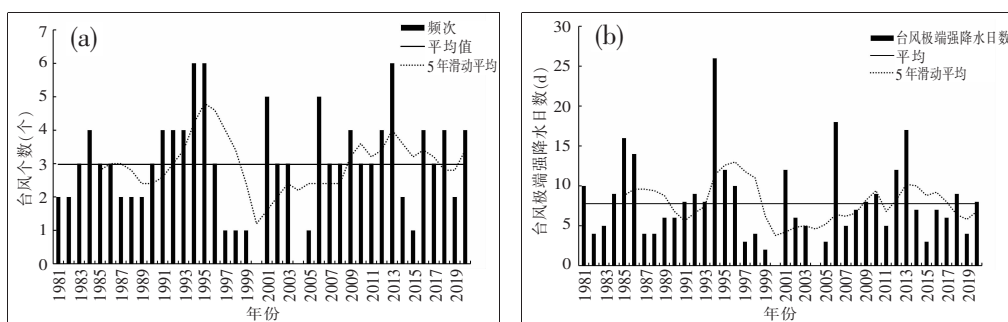


图 2 出现极端强降水的台风个数(a)和台风极端强降水的日数(b)逐年变化

2.1.2 空间分布特征

图 3 分析了 1981—2020 年广西台风极端强降水出现次数的线性变化趋势的空间分布, 只有少数站的台风极端强降水出现次数呈弱减少趋势, 大多数台站台风极端强降水出现次数为正值, 即台风极端强降水次数增加, 但在统计上多不具有显著意义。从空间分布来看, 中部和南部地区增加更明显, 而桂北大部地区呈现弱减少趋势。

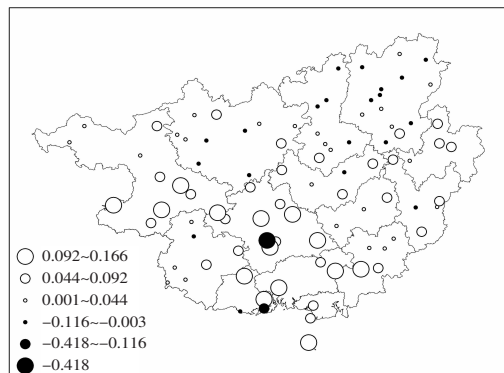


图 3 广西台风极端强降水出现次数线性变化趋势空间分布

2.2 区域性台风极端强降水过程的环境参数异常性分析

台风降水预报一直是台风业务的难点, 极端强降水的发生往往具有异常的水汽和动力条件^[27], 而目前数值模式对极端强降水的预报能力仍比较有限, 因此, 将着重针对区域性台风极端强降水过程的环境参数异常特征进行分析, 以寻找台风极端强降水产生的前期信号, 为广西台风极端强降水预报提供参考。

2.2.1 过程选取

参考广西台风极端强降水的时空分布特点, 选取每年 5—11 月为研究时段, 根据 1.2 节中区域性台风极端强降水的定义, 共挑选出 1981—2020 年区域性台风极端强降水过程共 16 次(见表 1), 其中 2001 年台风“榴莲”极端强降水过程中, 2001 年 7 月 3 日有 42 站降水量超过阈值出现了区域性极端强降水过程, 而 2006 年的台风“碧利斯”影响期间连续两天出现极端强降水过程, 这两个都是发生在 7 月份的造成区域性极端强降水过程的台风。从各

表 1 1981—2020 年广西台风极端强降水过程概况

序号	时间	极端暴雨站次	台风
1	1985 年 09 月 07 日	31	Tess
2	1994 年 06 月 26 日	26	sharon
3	1995 年 10 月 13 日	24	Ted
4	2001 年 07 月 03 日	42	榴莲
5	2003 年 07 月 25 日	27	伊布都
6	2006 年 07 月 16 日	31	碧利斯
7	2006 年 07 月 17 日	26	碧利斯
8	2008 年 09 月 25 日	25	黑格比
9	2011 年 09 月 30 日	25	纳沙
10	2014 年 07 月 19 日	23	威马逊
11	2014 年 09 月 17 日	24	海鸥
12	2015 年 10 月 05 日	32	彩虹
13	2016 年 08 月 03 日	24	妮妲
14	2016 年 10 月 19 日	27	莎莉嘉
15	2017 年 08 月 24 日	29	天鸽
16	2018 年 09 月 17 日	25	山竹

个月份的极端台风强降水过程来看,7 月和 9 月发生台风极端强降水过程的概率相对较大。广西各月的环境条件不同,但是相同月份的气候环境场一般比较相似,采用欧洲中期天气预报中心 1981—2020 年逐日 1h 间隔 $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 再分析资料(ERA5)诊断分析环境参数的气候特征及其在极端强降水过程中的异常表现。

2.2.2 环境参数气候平均值

选取表征环境水汽、动力、热力、不稳定等特征的物理参数共 11 个,分别是 850hPa 比湿、850hPa 水汽通量、850hPa 水汽通量散度、整层大气可降水量、700hPa 垂直速度、850hPa 涡度、200hPa 散度、850hPa 假相当位温、K 指数、850hPa 与 500hPa 假相当位温、200hPa 与 850hPa 垂直风切变。分别计算了 1981—2010 年 30a 广西各环境参数逐月气候平均值,结果显示大多数环境参数具有明显的月变化特征,整层大气可降水量、850hPa 比湿、850hPa 水汽通量等表征水汽的参数自 5 月起明显增大,7—8 月为最大,9 月开始明显下降,如 5 月整层可降水量的气候平均值 40mm 以上,7—8 月则超过 60mm;700hPa 上升运动也是 7 月、8 月为最盛,该参数 7—8 月 30a 气候平均值小于 0,说明动力上升运动在盛夏季节降水中扮演着重要角色;K 指数的气候平均值更是在 7 月达到 30°C ,而 200hPa 与 850hPa 垂直

风切变在盛夏则为一年中较小值。各环境参数的逐月变化特征表明,7 月和 8 月是水汽充足、上升运动最强、不稳定能量最大的时段,也是出现强降水最有利的时段。

2.2.3 异常性分析

区域性台风极端强降水过程中,环境参数与气候平均值相比具有什么样的异常特征?一般可通过对环境参数偏离气候平均态的程度进行判断,偏离 2 倍以上标准差意味着小概率事件发生的可能性^[28-30]。因此,选取 1981—2010 年作为历史气候态,计算了近 40a 来广西 16 次台风极端强降水过程中相应环境参数相对于气候态标准差的倍数。

图 4 给出了 1981—2020 年广西 16 次台风极端强降水过程中出现极端降水站点的环境参数箱线图。水汽条件是台风登陆后强降水持续的主要原因之一^[17],由图 4a 可见,极端强降水过程中,整层大气可降水量标准差倍数波动很大,达到 0.5~3.0 倍,平均值为 2.0 倍,其中 2006 年 7 月 16 日(碧利斯)、2014 年 9 月 17 日(海鸥)和 2016 年 10 月 19 日(莎莉嘉)的相较于其它个例,表现出更高程度异常,标准差倍数中位数达到 2.5 倍以上,台风“碧利斯”极端强降水过程中大气可降水量标准差倍数甚至超过了 3 倍;而 850hPa 水汽通量的标准差倍数在-2.0~7.0 倍(图 4b),平均值为 3 倍,其中 2011 年 9 月 30 日(纳沙)、2014 年 9 月 17 日(海鸥)和 2016 年 10 月 19 日(莎莉嘉)的标准差倍数中位数超过 5 倍,表现出持续的极端水汽特征;从表征动力因子的环境参数 200hPa 散度、700hPa 垂直速度的箱线值特征来看(图 4c、d),700hPa 垂直速度的标准差倍数为负值,有些个例甚至出现-10 倍的标准差,说明上升运动强烈,而 200hPa 散度标准差倍数平均值为 2.0 倍;图 4e 和图 4f 分析了 K 指数、850hPa 与 500hPa 假相当位温差的标准差倍数变化特征,K 指数与历史气候态相比较,标准差倍数基本上在 1 倍左右,但是 2006 年 7 月 16 日(碧利斯)出现了最大值达到 2.5 倍,850hPa 与 500hPa 假相当位温差的标准差倍数波动非常大,有些个例为负值,有些出现正直,规律不明显。

从以上分析可见,环境参数的箱线值特征有明显差异,有的过程中,仅有个别环境参数的标准差倍数异常偏高,而有些极端强降水过程中,则有多个环境参数均表现异常。总体来说,整层大气可降水量、850hPa 水汽通量、200hPa 散度和 700hPa 垂直速度,

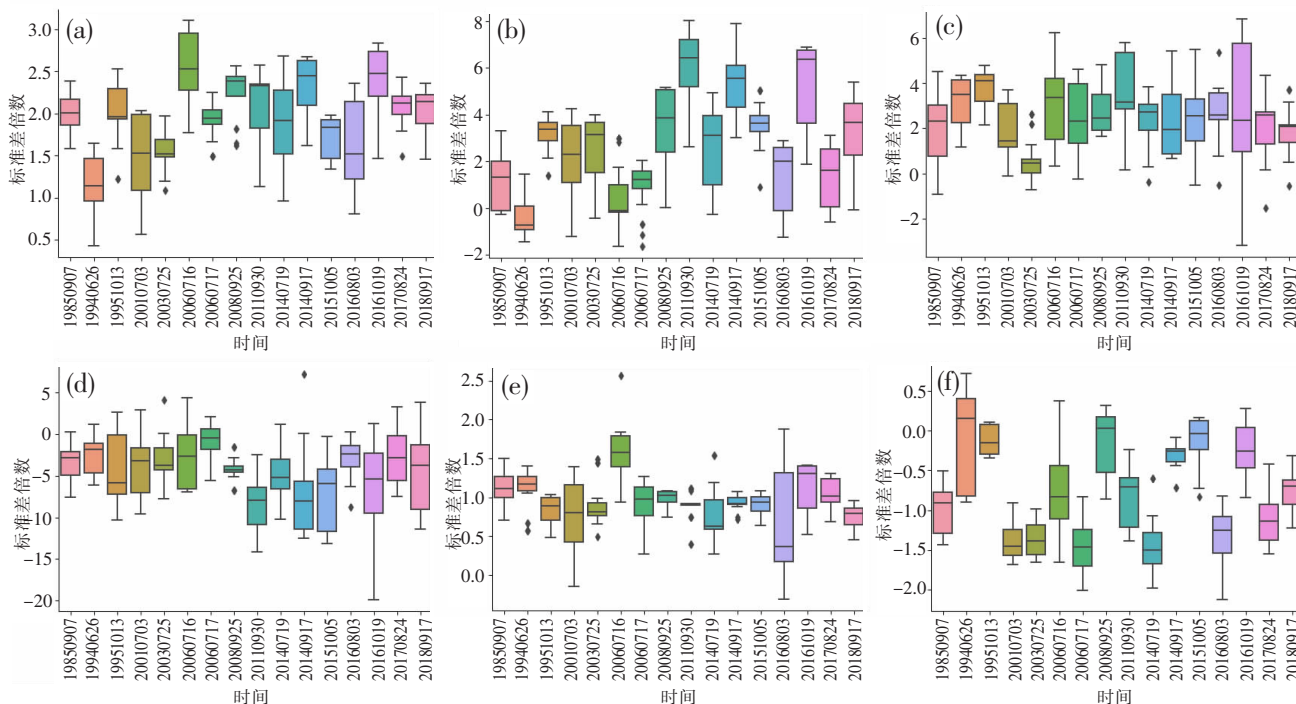


图4 1981—2020年广西16个台风极端强降水环境参数标准差倍数箱线图

(a)整层大气可降水量;(b)850hPa水汽通量;(c)200hPa散度;(d)700hPa垂直速度;
(e)K指数;(f)850hPa与500hPa假相当位温差

均具有显著的极端性,一般偏离2倍标准差,对广西台风极端强降水预报具有一定的指示意义;而大气稳定度因子如K指数、850hPa与500hPa假相当位温差偏离气候态较小。

3 结论

(1) 采用1981—2010年广西各气象站点日降水量序列的99%分位定义了极端降水阈值,不同地区极端降水阈值差异很大,基本上呈现出南部沿海地区向内陆减小的趋势,极端降水阈值最大值出现在东兴市达116.3mm,最小值出现在隆林为46.1mm,最大值为最小值的2.5倍多。

(2) 1981—2020年平均每年出现极端强降水的台风个数为2.975个,最多6个;出现台风极端强降水日数为7.8d,最多26d。无论是出现极端强降水的台风个数还是台风极端强降水的出现日数,变化趋势均不明显,但从空间分布来看,广西中部和南部地区台风极端强降水多有增加,桂北大部地区为减少。

(3) 整层大气可降水量、850hPa水汽通量、200hPa散度和700hPa垂直速度均具有显著的极端性,一般偏离2倍标准差,对广西台风极端强降水预报具有一定的指示意义;而大气稳定度因子如K

指数、850hPa与500hPa假相当位温差偏离气候态较小。

参考文献:

- [1] 孙军,湛芸,杨舒楠,等.北京721特大暴雨极端性分析及思考(二)极端性降水成因初探及思考[J].气象,2012,38(10):1267-1277.
- [2] 栗晗,王新敏,张霞,等.河南“7.19”豫北罕见特大暴雨降水特征及极端性分析[J].气象,2018,44(9):1136-1147.
- [3] 高涛,谢立安.近50年来中国极端降水趋势与物理成因研究综述[J].地球科学进展,2014,29(5):577-589.
- [4] 史文茹,李昕,曾明剑,等.“7·20”郑州特大暴雨的多模式对比及高分辨率区域模式预报分析[J].大气科学学报,2021,44(5):688-702.
- [5] 张霞,杨慧,王新敏,等.“21·7”河南极端强降水特征及环流异常性分析[J].大气科学学报,2021,44(5):672-687.
- [6] 赵威,孙军.2021年7月大气环流和天气分析[J].气象,2021,47(10):1289-1296.
- [7] 冉令坤,李舒文,周玉淑,等.2021年河南“7.20”极端暴雨动、热力和水汽特征观测分析[J].大气科学,2021,45(6):1366-1383.
- [8] 李泽椿,湛芸,张芳华,等.由河南“75·8”特大暴雨引发的思考[J].气象与环境科学,2015,38(3):1-12.

- [9] 陶诗言.中国之暴雨[M].北京:科学出版社,1980.
- [10] 任福民,杨慧.1949年以来我国台风暴雨及其预报研究回顾与展望[J].暴雨灾害,2019,38(5):526-540.
- [11] 周冠博,冉令坤,高守亭,等.台风莫拉克动力结构的高分辨率数值模拟及诊断分析[J].气象,2015,41(6):727-737.
- [12] 唐玉霜.雷达分析雨带的中尺度特征:台风 Morakot (2009)[D].桃园:中国台湾国立中央大学,2010.
- [13] 王晓,余晖,鲍旭炜等.“菲特”(1323)台风降水的极端性分析[J].气象科学,2017,37(4):514-521.
- [14] 董美莹,陈锋,邱金晶,等.ECMWF 驱动场谱逼近对浙江超强台风“利奇马”(2019)精细化数值预报的影响[J].大气科学,2021,45(5):1071-1086.
- [15] 江漫,漆梁波.1959—2012 年我国极端降水台风的气候特征分析[J].气象,2016,42(10):1230-1236.
- [16] 夏丽花,苏志重,刘爱鸣,等.台湾地形对 1011 号台风“凡比亚”影响的数值试验[J].暴雨灾害,2014,33(2):149-155.
- [17] 杨舒楠,端义宏.台风温比亚(1818)降水及环境场极端性分析[J].应用气象学报,2020,31(3):290-302.
- [18] 肖志祥,姚才,赵金彪,等.广西热带气旋预报业务和研究进展[J].气象研究与应用,2020,41(4):20-27.
- [19] 唐文,苏洵.1621 秋季台风“莎莉嘉”路径突变和暴雨成因分析[J].气象研究与应用,2017,38(4):32-38,118.
- [20] 陈伟斌,黄荣成,屈梅芳,等.快速台风“海鸥”强度、路径特点及成因分析[J].中国农学通报,2015,31(26):200-209.
- [21] 卢小丹,王黎娟,刘国忠.深秋季台风“海燕”(1330)引发广西特大暴雨的水汽和螺旋度分析[J].中国农学通报,2016,32(11):141-148.
- [22] 赵金彪,韩慎友,李佳颖.影响广西的两次台风暴雨中尺度对比分析[J].暴雨灾害,2014,33(2):156-162.
- [23] 覃丽,黄海洪,吴俞,等.1306 号热带气旋“温比亚”非对称降水的环境场特征[J].暴雨灾害,2014,33(2):121-128.
- [24] 苏玉婷,林开平,肖志祥,等.广西沿海地形对超强台风“威马逊”影响的数值试验[J].气象研究与应用,2018,39(1):11-14,154.
- [25] 翟盘茂,王萃萃,李威.极端强降水事件变化的观测研究[J].气候变化研究进展,2021,46(2):144-148.
- [26] 孙桂凯,杜焜,杨爱萍,等.广西极端降水时空变化规律研究[J].广西大学学报(自然科学版),2021,46(2):327-335.
- [27] 张霞,王新敏,栗晗,等.基于环境参数的极端暴雨指数构建及其应用[J].气象,2020,46(7):898-912.
- [28] Hart R, Grumm R. Using normalized climatological anomalies to rank synoptic-scale events objectively[J]. Mon Wea Rev, 2001, 129: 2426-2442.
- [29] Junker N W, Grumm R H, Hart R, et al. Use of Normalized Anomaly Fields to Anticipate Extreme Rainfall in the Mountains of Northern California[J]. Weather and Forecasting, 2008, 23(3): 336-356.
- [30] 张军,张福青.中国日极端降水和趋势[J].中国科学(地球科学),2017,47(12):1469-1482.

Analysis on the characteristics of typhoon Extreme Precipitation and the anomaly of environmental parameters in Guangxi

Zheng Fengqin^{*1}, Wang Shengfan², Zhao Jinbiao³, Yao Cai⁴, Lai Sheng¹

(1. Guangxi Climate Center, Nanning 530022, China;

2. Guigang Meteorological Bureau, Guigang Guangxi 537100, China;

3. Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022, China;

4. Guangxi Meteorological Service, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on the Guangxi daily typhoons precipitation data, the ERA5 reanalysis data from 1981 to 2020, and the climatological standard normal data, this study revealed the characteristics and environmental parameters of the typhoon extreme precipitation events over Guangxi by percentile threshold method. Results indicate that the extreme precipitation thresholds distribution vary considerably and decreased from southern coast to inland Guangxi. The maximum of extreme precipitation thresholds is more than 2.5 times of the minimum value. The average number of typhoons with extreme precipitation in Guangxi each year is 2.975, with a maximum of 6 typhoons. The annual average number of days with typhoon extreme precipitation is 7.8 days, and the maximum is 26 days. The frequency of typhoon extreme precipitation events increase in central and southern Guangxi, while decrease in the north. Compared with 16 regional typhoon extreme precipitation events, the environmental parameters such as total column of precipitable water vapor, 850hPa vapor flux, 200hPa divergence and 700hPa vertical velocity all have significant extremes, generally deviating from the the standard deviation of climatic state by twice, which has certain guiding significance for the prediction of typhoon extreme precipitation in Guangxi.

Key words: typhoon; environmental parameter; rainstorm; extremity