

梁岱云,张丁丁,苏兆达,等. 南宁市极端暴雨气候背景及天气学分型初探[J]. 气象研究与应用,2022,43(4):66–71.

Liang Daiyun, Zhang Jingding, Su Zaoda, et al. Preliminary study on climatic background and weather classification of extreme rainstorm in Nanning city[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2022, 43(4): 66–71.

南宁市极端暴雨气候背景及天气学分型初探

梁岱云, 张丁丁, 苏兆达, 冯艺昕

(南宁市气象局, 南宁 530029)

摘要: 采用气象行业标准(QX/T 303–2015)方法定义南宁市极端暴雨阈值,分析其气候背景,并按主要影响系统将选取的 16 个过程进行天气学分型,利用 NCEP 再分析资料对各分型的平均场基本特征进行了分析。结果表明:(1)南宁市极端暴雨阈值为 $190.9\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$,主要出现在 7—8 月。(2)极端暴雨发生的年份 94%均出现 ENSO 事件。(3)南宁市极端暴雨过程按影响系统可分为两类:台风型和切变线低涡型。(4)台风型最多为第 II 类(中路)路径,季风、冷空气和两环副热带高压之间低值带的稳定维持是台风型极端暴雨的重要因素之一。(5)切变线低涡型中,副热带高压稳定使切变线或低涡移动缓慢是导致极端暴雨的重要因素。

关键词: 极端暴雨;气候背景;天气学分型;南宁市

中图分类号: P458

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45–1356/P.2022.4.11

引言

极端暴雨导致的洪涝、地质灾害对人民生命财产安全造成重大威胁,是天气预报的重点也是难点。翟盘茂等^[1–3]对中国极端降水的气候趋势研究指出中国大部地区极端降水量趋于增多,长江以南地区极端强降水事件趋于频繁。对近年著名的极端暴雨个例,如北京“7·21”、广州“2017·5·7”、郑州“7·20”等特大暴雨过程,均有多人进行复盘总结^[4–6],试图找出极端暴雨发生发展的一些特征和可预报性。许多学者也从多尺度天气系统相互作用、物理量诊断分析以及地形增幅等角度,对广西的极端暴雨进行了研究,得出了一些对广西极端暴雨预报的重要成果^[7–12],但对基于大城市的极端暴雨气候背景和天气分型的研究相对较少。南宁市地处华南,背山靠海,是西南季风通道,水汽热量充沛,以丘陵盆地为主的复杂地形使暴雨呈局地性强、雨强大的特点,有一定预报难度。本文采用气象行业标准(QX/T 303–2015)方法科学定义南宁市极端暴雨的阈值,提取个例,总结其时空气候特征,并从影响系统进行

分型,通过对各型环流的 500hPa 高度平均场,找到导致极端暴雨的主要环流场特征,为预报员提供参考,也为城市应对极端暴雨提供依据。

1 资料来源和处理

1.1 数据来源

1951—2021 年南宁国家气象观测站日雨量资料,2006—2021 年南宁市区域自动站资料(包括江南区、西乡塘区、兴宁区、青秀区、良庆区,不包括由县改区的邕宁区、武鸣区),NCEP 逐 6h 的 2.5×2.5 再分析资料。台风路径来自广西台风实时监测预报评估系统。ENSO 事件来自于国家气候中的 ENSO 监测、分析和预测系统的 ENSO 事件历史事件表。

1.2 数据可靠性检验

由于区域自动站无人值守,有时会出现故障,造成记录错误,为保证数据的可靠性,对只有一个站出现极端降水的事件,反查雷达回波与预警信号的发布,只有在站点出现极端降雨时段出现较强雷达回波影响,并发布有暴雨预警信号,才认为其可信,否则予以剔除。

收稿日期: 2022–08–10

基金项目: 广西气象局科研项目“首府南宁极端降水预报技术及应对措施研究”(桂气科 2022M13)

作者简介: 梁岱云(1972—),女,高级工程师,主要从事灾害性天气预报与研究。E-mail: 1037314711@qq.com

2 极端暴雨的阈值和个例选取

2.1 极端暴雨的阈值定义

关于极端暴雨的定义, 国内研究一般有 3 种定义法: (1) 点-面结合的方法^[13]; (2) 百分位法^[1-3, 14-16]; (3) 日雨量和短时雨强结合法^[17]。综合考虑各种方法的特点, 本文采用气象行业标准(QX/T 303-2015)对极端降水监测指标的定义, 采用第 95% 百分位数作为极端降水的阈值, 大于或等于该阈值的事件为极端降水事件。按此标准, 利用 1991—2020 年 30a 南宁国家气象观测站日雨量(20—20 时, 下同) $\geq 0.1\text{mm}$ 的数据, 得到南宁市极端降水的阈值为 $190.9\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$,

因此, 本文将日雨量 $\geq 190.9\text{mm}$ 作为南宁市极端暴雨的阈值。南宁市辖区内有 ≥ 1 个观测站(含国家站和区域自动站) 出现日雨量 $\geq 190.9\text{mm}$ 的即定义为一个极端暴雨日。

2.2 南宁市极端暴雨个例选取

以日降雨量 190.9mm 为阈值, 统计 1951—2021 年南宁国家气象观测站共记录有 5d 极端暴雨日。自 2006 年南宁市开始建设区域气象自动站以来, 2006—2021 年区域自动站共出现了 12d 极端暴雨日, 其中有 1d 与国家站重合, 因此, 南宁市极端暴雨日总共有 16d(表 1)。

表 1 南宁市极端暴雨个例

日期	极端降雨站数	出现极端降雨的城区及最大日雨量出现站点/mm
1974 年 7 月 24 日	1	青秀区: 南宁国家站 198.6
1985 年 8 月 28 日	1	青秀区: 南宁国家站 193.1
1991 年 7 月 15 日	1	青秀区: 南宁国家站 190.9
2001 年 7 月 3 日	1	江南区: 南宁国家站 229.9
2006 年 7 月 18 日	2	兴宁区: 人民公园 311.5 西乡塘区: 新秀公园 229.3
2008 年 8 月 8 日	1	良庆区: 那陈镇那帮村 216.9
2011 年 9 月 30 日	5	良庆区: 良庆镇 249.4 兴宁区: 人民公园 226 西乡塘区: 老虎岭水库 217.8
2012 年 8 月 18 日	1	江南区: 延安镇 223.1
2012 年 8 月 22 日	1	青秀区: 南宁城区站 196.1
2013 年 11 月 11 日	20	良庆区: 那马镇新华 277.1 江南区: 苏镇圩 277 青秀区: 长塘镇那念水库 207.6 兴宁区: 高峰林场 206.7 西乡塘区: 新秀公园 194.3
2014 年 9 月 17 日	6	青秀区: 南宁国家站 228.7 江南区: 延安镇 318.1 良庆区: 那陈镇 295.2
2015 年 5 月 16 日	1	青秀区: 伶俐镇 223.3
2016 年 6 月 4 日	1	青秀区: 青秀山公园 219.2
2017 年 8 月 25 日	1	良庆区: 南晓镇 198.3
2018 年 6 月 24 日	3	良庆区: 南晓镇 255.3
2021 年 7 月 22 日	1	青秀区: 伶俐镇坛羌水库 190.9

3 南宁市极端暴雨气候背景

3.1 月际分布特征

南宁市有气象记录以来 16d 极端暴雨日出现在 5—11 月,其中 7 月和 8 月出现次数最多,达 5d,其次为 6 月和 9 月出现了 2d,5 月、11 月各出现了 1d,其余月份未出现过(图 1)。

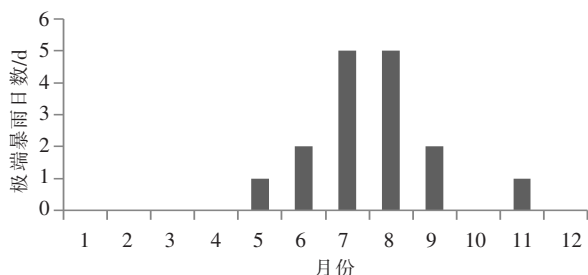


图 1 各月份南宁市极端暴雨日数统计

南宁国家站日雨量极大值为 229.9mm(2001 年 7 月 3 日),区域自动站极大值为江南区延安镇 318.1mm(2014 年 9 月 17 日)。

极端暴雨范围最大的个例为 2013 年 11 月 11 日,受“海燕”台风影响,南宁市共 20 个自动站出现极端降水。

3.2 空间分布特征

以街道和乡镇为单位统计,南宁市出现极端暴雨日数最多为兴宁区人民公园、青秀区伶俐镇、江南区延安镇、良庆区那陈镇、南晓镇,均为 3d。

各城区日雨量极大值:兴宁区人民公园 311.5mm,西乡塘区新秀公园 229.3mm,青秀区伶俐镇 223.3mm,江南区延安镇 318.1mm,良庆区那陈镇 295.2mm。

3.3 短时雨强极值

统计 2006—2021 年南宁市区域自动站逐时雨量,得到短时雨强的极值如下:

最大 1h、3h 雨量分别为 116.4mm、169.5mm,均出现在江南区那洪收费站(2018 年 8 月 24 日)。最大 6h 雨量为 281.9mm,出现在兴宁区人民公园(2006 年 7 月 18 日)。

3.4 南宁市极端暴雨事件与 ENSO 事件的关系

极端降水通常与大气环流的异常有关,而 ENSO 事件是导致大气环流异常的重要原因之一。因此极端降水与 ENSO 事件之间存在密切的联系^[13]。

从南宁市 16 次极端暴雨和 ENSO 事件出现时间对比分析发现,除了 2013 年外,其余极端暴雨事件当年都出现了 ENSO 事件(占 94%),其中拉尼娜年有 10 次,厄尔尼诺年有 5 次。有 3 次极端暴雨是出现在 ENSO 事件期间,其余 12 次(80%)发生在 ENSO 事件发生前或后 1—5 个月内,这 12 次中有 8 次(68%)出现在拉尼娜事件结束后 1—5 个月内。

4 南宁市极端暴雨天气学分型

关于极端暴雨的天气学分型,孙继松^[17]从中尺度对流体角度对北京的极端暴雨进行分型,肖递祥^[13]从 500hPa 高度场特征对四川盆地的极端暴雨分型。本文立足预报员的角度,根据影响系统将南宁市 16 次极端暴雨过程分为两类:台风型和切变线低涡型。

4.1 台风型

受台风(含热带低压)影响导致的南宁市极端暴雨个例共有 12 次(占总个例的 75%)。

按广西预报业务规定影响广西的热带气旋三类路径,统计造成南宁极端暴雨的台风路径分类如下:第 I 类路径(西路型)3 例(占台风型的 25%);第 II 类路径(中路)有 7 例(占 58%);第 III 类路径(东路型)有 2 例(占 17%)。

4.1.1 第 I 类路径

第 I 类路径有 3 例:201117 号“纳沙”,201415 号“海鸥”,201330 号“海燕”。3 例台风中心均从海南岛或其附近海域经过,在越南北部登陆,均发生在秋季 9—11 月。典型个例如 2013 年 11 月 11 日,受台风“海燕”和冷空气共同影响,南宁市普降大暴雨,局部特大暴雨,是南宁市有历史记录以来极端暴雨站数最多的一次过程,最大日雨量出现在良庆区那马镇新华村 277mm。

将 3 个个例极端暴雨日前一天 20 时的 NCEP 再分析资料 500hPa 高度场做平均,得到该类型的平均场(图 2),可以看到:台风北侧和西侧均为副热带高压(以下简称“副高”)控制,副高形态 586 线呈“虎口”型,副高中心和脊线在 28°N 左右,台风沿副高南侧偏西气流西行,东亚中高纬有东亚大槽引导地面冷空气侵入广西,另外在副高西侧有明显高原槽东移,槽前的正涡度为降水的提供了动力条件,台风东侧与副高之间的偏南气流为降雨提供水汽输送,导致南宁市出现极端暴雨。

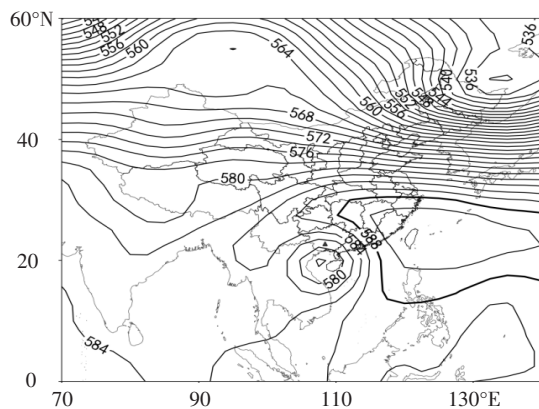


图2 南宁市极端暴雨台风型第Ⅰ类路径
500hPa 高度平均场

4.1.2 第Ⅱ类路径

第Ⅱ类路径有7例:7411号“艾薇”,9106号“Zeke”,0103号“榴莲”,0809号“北冕”,1213号“启德”,1713号“天鸽”,2107号“查帕卡”。7例台风均在广东西部登陆后中心进入南宁市或从南宁和钦州之间穿过,从桂西南进入越南北部,均发生在盛夏7—8月。典型个例如2017年第13号台风“天鸽”中心横穿南宁北部城区,受其影响,南宁市大部出现暴雨到大暴雨,局部特大暴雨,最大日雨量出现在良庆区南晓镇198.3mm。

将该类7个个例的500hPa高度场做平均(图3),可以看到:此类个例的副高非常强盛,副高中心和脊线在30°N左右,台风沿副高南侧偏西气流西行,由于副高脊线较第Ⅰ类路径偏北,因此台风路径也较偏北,中心进入了桂南。中高纬度槽脊较浅,表明冷空气势力较弱,台风东侧与副高之间的东南气流与西南季风的汇合使台风东侧的云系旺盛,当台风西移过南宁后,其东侧的云系给南宁带来长时间

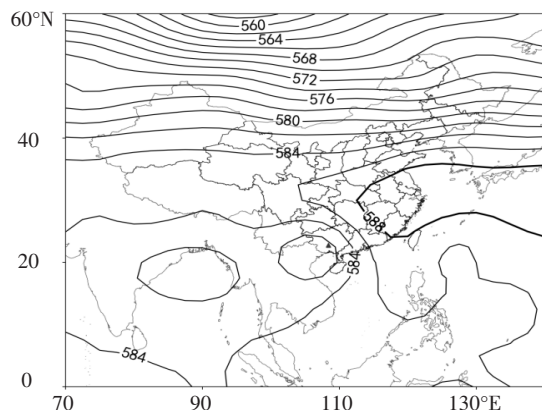


图3 南宁市极端暴雨台风型第Ⅱ类路径
500hPa 高度平均场

的高效率降雨,少数个例为台风本体云系影响导致南宁市的极端暴雨。

4.1.3 第Ⅲ类路径

第Ⅲ类路径有2例:1985年8月热带低压和0604号“碧利斯”。台风(热带低压)在珠江口以东登陆后,进入内陆或沿海岸线西行进入广西,减弱为热带低压或只余残涡,但维持时间较长,均发生在盛夏7—8月。典型个例如2006年7月18日受台风“碧利斯”减弱后的残涡环流和西南季风的共同影响,南宁市普降暴雨到大暴雨,局部特大暴雨,最大日雨量出现在兴宁区人民公园311.5mm。

由于这两个台风形势场差异较大,因此分别对其500hPa高度场进行分析:1985年8月热带低压在广东东部沿海登陆,在南北两环副高之间的辐合带中,沿广东海岸线向西行,受双台风效应牵引,进入北部湾后在沿海和桂南长时间回旋,导致极端降水。0604号台风“碧利斯”从福建登陆经江西、湖南从桂东北进入广西北部,进入广西后减弱为残涡,但处在西太平洋副高和大陆高压之间的“鞍型场”中,残涡环流得以长时间维持,加上西南季风的水汽输送充沛,造成南宁市极端降水。

4.2 切变线低涡型

受切变线或低涡影响导致南宁市出现极端暴雨的个例有4个,占25%,其中,切变线型3个,低涡型1个。

4.2.1 切变线型

切变线影响的3例中有2例出现在初夏(5—6月),1例出现在盛夏(8月)。

将2例初夏过程(2015年5月16日和2016年6月4日)的500hPa高度场做平均(图4),可以看

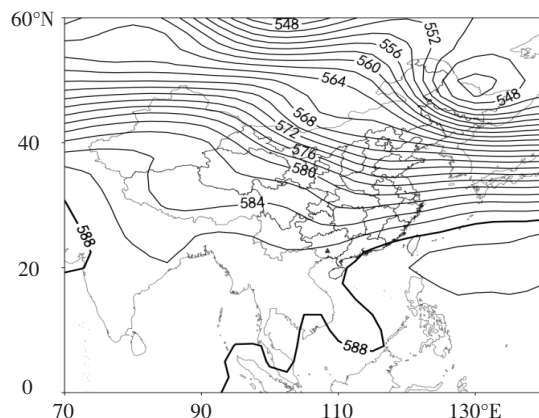


图4 切变线型极端暴雨(初夏)个例的
500hPa 高度平均场

出:这两次均为华北槽东移,槽底较深至 23°N 左右,引导 850hPa 切变线和地面弱冷空气南下。副高 588 线位于华南沿海一带,受其阻挡,使切变线南压速度较慢,降雨云系在南宁附近维持较长时间导致极端暴雨。典型个例如 2016 年 6 月 3—5 日,受高空槽、切变线及地面弱冷空气共同影响,南宁市普降暴雨到大暴雨,并伴有强雷暴、短时大风,最大过程雨量出现在南宁青秀山 291.3mm 。

盛夏 2012 年 8 月 22 日出现的个例中,副高中心位于日本附近,588 线西侧位于 120°E 附近,受其阻挡使华北槽东移缓慢,从而切变线南压缓慢,导致南宁市极端暴雨,最大日雨量出现在南宁城区站 196.1mm 。

4.2.2 低涡型

受低涡影响的个例出现在 2018 年 6 月 24 日,从形势场(图略)可以看到:低涡位于云南、贵州和广西三省交界处附近,副高呈方头状,西脊点位于广东中部附近,其西侧偏南季风较强。南宁市位于低涡东南侧、副高西侧的偏南急流区。由于副高稳定,低涡移动缓慢,导致长时间高效率降雨,南宁市区大部出现暴雨到大暴雨,局部特大暴雨,最大日雨量出现在良庆区南晓镇 255.3mm 。

5 结论与讨论

(1)南宁市极端暴雨阈值为 $190.9\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$,极端暴雨事件出现在 5—11 月,出现最多为 7—8 月。空间上出现在市中心的人民公园、东部郊区的伶俐镇和南部郊区的乡镇次数较多。

(2)2006—2021 年南宁市区域自动站降雨数据统计显示,1h、3h、6h、24h 雨量极大值分别为 116.4mm 、 169.5mm 、 281.9mm 、 318.1mm 。

(3)南宁市极端暴雨出现的当年 94% 均有 NESO 事件发生,拉尼娜年多于厄尔尼诺年,一般出现在 ENSO 事件出现前 2 个月到结束后 5 个月内。

(4)导致南宁市极端暴雨的主要影响系统可分为两个类型:台风型(75%)和切变线低涡型(25%)。台风型有三类路径,最多为第 II 类路径(中路),主要出现在夏季,台风中心正面影响南宁市或从南宁和沿海之间穿过,为台风本体云系或台风后部季风云系的卷入导致;第 I 类路径(西路)通常出现在秋季,有冷空气侵入造成暴雨的增幅;第 III 类路径(东路)主要出现在夏季,与稳定的大陆高压和西太平洋高压之间的低值区(鞍型场或热带辐合带)长时间维持

有关。切变线低涡型主要出现在 5—6 月或 8 月,副高稳定使降雨系统(切变线或低涡)移动缓慢,是导致极端暴雨的重要背景因素。

未来将进一步分析统计南宁市极端降水过程在物理量、雷达回波等方面的特征表现,以深入构建南宁市极端暴雨预报模型。

参考文献:

- [1] 翟盘茂,王萃萃,李威,等.极端降水事件变化的观测研究[J].气候变化研究进展,2007,3(3):144-148.
- [2] 贺冰蕊,翟盘茂.中国 1961—2016 年夏季持续和非持续性极端降水的变化特征[J].气候变化研究进展,2018,14(5):437-444.
- [3] 王萃萃,翟盘茂.中国大城市极端降水事件变化的初步分析[J].气候与环境研究[J],2009,14(5):553-560.
- [4] 赵洋洋,张庆红,杜宇,等.北京“7·21”特大暴雨环流形势极端性客观分析[J].气象学报,2013,71(5):817-824.
- [5] 伍志方,蔡景就,林良勋,等.2017 年广州“5·7”暖区特大暴雨的中尺度系统和可预报性[J].气象,2018,44(4):485-499.
- [6] 张入财,田金华,陈超辉,等.郑州“7·20”特大暴雨极端性成因分析[J].气象与环境科学,2022,45(2):52-63.
- [7] 郑风琴,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):7-13.
- [8] 刘国忠,韦春霞,班贵荣,等.广西区域极端特大暴雨成因个例分析[J].气象科技,2013,41(5):895-905.
- [9] 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.
- [10] 赖雨薇,梁岱云.马山一次极端性暴雨天气过程的诊断分析[J].气象研究与应用,2019,39(增刊 2):25-26.
- [11] 王盛繁.2017 年 7 月初广西极端暴雨过程诊断分析[J].气象研究与应用,2019,40(3):18-21.
- [12] 周绍毅,罗红磊,苏志,等.南宁市新一代暴雨强度公式与暴雨雨型研究[J].气象研究与应用,2017,38(2):1-9.
- [13] 肖递祥,杨康权,俞小鼎,等.四川盆地极端暴雨过程基本特征分析[J].气象,43(10):1165-1175.
- [14] 刘新伟,王澄海,郭润霞,等.1981—2018 年甘肃省极端暴雨天气过程的气候与环境特征[J].干旱气象,2021,39(5):750-758.
- [15] 李威,翟盘茂.中国极端强降水日数与 ENSO 的关系[J].气候变化研究进展,2009,5(6):336-342.
- [16] 潘华盛,历超,吴玉影,等.黑龙江省夏季极端降水和暴雨变化规律的分析[J].黑龙江气象,30(3):10-12.
- [17] 孙继松,雷蕾,于波,等.近 10 年北京地区极端暴雨事件的基本特征[J].气象学报,2015,73(4):609-623.

Preliminary study on climatic background and weather classification of extreme rainstorm in Nanning city

Liang Daiyun, Zhang Jingding, Su Zaoda, Feng Yixin
(Nanning Meteorological Bureau, Nanning 530029, China)

Abstract: According to the definition of extreme rainstorm threshold in the meteorological industry standard (QX/T 303–2015), the extreme rainstorm threshold in Nanning was determined. The climate background of extreme rainstorms was analyzed, and the selected 16 extreme events were classified into different weather types according to the main influencing system, and the basic characteristics of the mean field for each type were analyzed using NCEP reanalysis data. The result showed that: (1) The threshold value of extreme rainstorms in Nanning was 190.9mm per day, which mainly occurred in July and August. (2) ENSO events occurred in 94% of the years when extreme rainstorms occurred. (3) The extreme rainstorm events in Nanning were divided into two categories according to the influence system: typhoon type and the shear–line low–vortex type. (4) The typhoon type was usually the second type (middle route) moving track, and the stable maintenance of monsoon, cold air, and the low–pressure zone between two subtropical anticyclone highs was one of the important factors causing extreme rainstorm of typhoon type. (5) In the shear–line low–vortex type, the slow movement of the shear line or low vortex due to the stability of the subtropical high was an important factor leading to an extreme rainstorm.

Key words: extreme rainstorm; climate background; synoptic model; Nanning city