

文章编号:1673-8411(2018)04-0009-05

广西前汛期大范围持续性暴雨的月际特征及环流差异性分析

吴玉霜¹, 黄小燕², 林开平³, 赵华生², 黄颖²

(1.广西师范学院, 广西 南宁 530001; 2.广西区气象减灾研究所, 广西 南宁 530022; 3.广西区气象台, 广西 南宁 530022)

摘要:基于1961~2017年广西87个地面观测站逐日降水资料,利用NCEP/NCAP逐日再分析资料并综合运用诊断分析方法,从月际变化的角度分析广西前汛期大范围持续性暴雨的气候特征、大气环流特点以及水汽、动力等物理机制的差异。结果表明:(1)广西前汛期大范围持续性暴雨出现频数在4、5和6月份中呈逐月递增趋势。(2)不同月份发生大范围持续性暴雨的影响机制各异,500hPa表现为4月的两槽两脊并在低纬度地区有分裂出的短波槽影响广西;5月为两脊一槽形势;6月份的一槽一脊配合中低纬度的东亚槽。低层850hPa表现为异常的气流辐合,随着月份增加辐合不断加强。(3)4~6月的主要水汽来源和水汽含量各异。(4)4~6月广西上空不稳定能量增强,为广西暴雨的产生提供了有利的触发机制。

关键词:前汛期;大范围持续性暴雨;气候特征;影响机制;广西

中图分类号:P466

文献标识码:A

Monthly characteristics and circulation difference analysis of large-scale continuous torrential rain during the pre-flood season in Guangxi

Wu Yushuang¹, Huang Xiaoyan², Lin Kaiping³, Zhao Huasheng², Huang Ying²

(1.Guangxi Teachers Education University, Guangxi Nanning 530001; 2.Guangxi Research Institute of Meteorological Disasters Mitigation, Guangxi Nanning 530022; 3.Guangxi Meteorological Observatory, Guangxi Nanning 530022)

Abstract:Based on daily precipitation data of 87 ground observation stations in Guangxi from 1961 to 2017, using NCEP/NCAP daily reanalysis data and the diagnostic analysis method comprehensively, from the perspective of monthly changes, to analyze the climatic characteristics, atmospheric circulation characteristics and the differences of physical mechanisms of the large-scale continuous torrential rain in Guangxi during the pre-flood season. The results show that (1) the frequency of large-scale continuous torrential rain in Guangxi pre-flood season increases month by month in April, May and June. (2) The impact mechanisms of large-scale persistent rainstorms in different months are all different. At 500hPa, there are two troughs and two ridges in April and split short-wave troughs at low latitude affects Guangxi; in May, there are two ridges and one trough; a trough and a ridge in June match with the East Asian trough at middle and low latitudes. 850hPa shows abnormal convergence, which strengthens by month. (3) The main water vapor sources and water vapor content vary from April to June. (4) The increase of unstable energy over Guangxi during April to June provides a favorable triggering mechanism for the occurrence of Guangxi rain-storm.

Keywords:the pre-flood season; large-scale continuous torrential rain; climatic characteristics; impact mechanism; Guangxi

收稿日期:2018-3-30

基金项目:国家自然科学基金项目(41575051, 41765002), 广西自然科学基金重点项目(2017GXNSFDA198030)。

作者简介:吴玉霜(1994-),女,广西南宁人,在读硕士研究生,主要从事地理信息及其在天气预报中的应用,E-mail:1248893015@qq.com。

通讯作者:黄小燕(1978-),女,广西崇左人,博士,正研,主要从事天气预报技术研究与应用。

引言

广西位于华南区域南部,濒临南海,受亚热带季风气候的影响,降水量大,常会发生持续性暴雨,引发洪涝灾害,对人民生命安全和经济财产造成重大影响。针对广西的持续性暴雨^[1-4],吴兴国^[5]利用1959年至1999年4~6月的降水资料对广西前汛期暴雨过程进行了分析研究。李勇等^[6]研究了2012年广西前汛期3次暴雨过程的环流和中尺度特征,结果表明高空槽引导冷空气的次数较多,并与低涡和中尺度系统的3类触发机制配合。

综上所述,目前大多数都是对广西暴雨过程的环流特征进行研究,针对广西前汛期大范围持续性暴雨的月际特征及环流差异的研究相对较少。4、5和6月份气候平均场各月之间有所不同^[7-12],而其造成大范围持续性暴雨的影响机制也存在差异^[13],详细分析了解这些差异,对掌握前汛期持续性暴雨的特征以及具体业务预报中预报员客观把握和应用预测概念模型非常有帮助。本文利用广西气象观测站降水资料,NCEP/NCAP逐日再分析资料,采用诊断分析方法,对广西前汛期大范围持续性暴雨的月际特征及环流差异性进行分析,为广西前汛期暴雨的预报工作提供理论依据。

1 资料和方法

1.1 资料

本文根据广西的气候特征以及站点历史雨量数据的完整和延续性,主要选取使用的资料包括:(1)广西87站1961~2017年4~6月20时至20时(北京时)地面观测逐日降水资料,资料来源于广西壮族自治区气象局;(2)1961~2017年4~6月NCEP/NCAP逐日再分析资料,分辨率为 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 。

1.2 广西大范围持续性暴雨的定义

参考高安宁等^[14]划定广西汛期大范围暴雨过程的方法,将暴雨日定义为广西87站在24h(当日20:00到次日20:00)内出现20站或以上降水总量 $R \geq 50\text{mm}$ 。持续性暴雨至少持续2d,即在暴雨日前1d或后1d出现10站或以上的成片降水计为一次大范围持续性暴雨过程;同时在广西87站内,日降水量 $R \geq 50\text{mm}$ 持续时间段最长的站点的降水起止时间规定为一次持续性大范围暴雨过程的起止时间。

1.3 方法

研究主要采用合成分析、气候趋势估计、相关分析、物理量诊断等方法,将各月每次的大范围持续性暴雨过程作为基准,分别将暴雨发生日前2日、前1日及当日的环流场资料进行合成,得到过程出现前以及过程日的平均场;进一步将平均场减去对应月份的气候平均合成,得到合成的距平场来分析广西前汛期大范围持续性暴雨的月际特征及环流差异。

2 广西前汛期大范围持续性暴雨的统计特征

对广西87站1961~2017年共57a的前汛期降水进行统计可知,广西大范围持续性暴雨过程共出现41次,年平均为0.73次。4月份出现的频次最少,仅为3次,占前汛期大范围持续性暴雨比例的7%;5月份次之,有11次,占27%;6月份出现的频次最多,达到27次,占66%。具体分析可知,4月和5月份没有连续的大范围持续性暴雨过程出现,但是在1977、1993、2005和2008年的6月份分别都有连续发生2次以上的大范围持续性暴雨过程,其中在2008年过程次数最多,达到3次(图1a)。统计表明,广西前汛期大范围持续性暴雨在4月份发生的概率最小,6月份发生的概率最大。

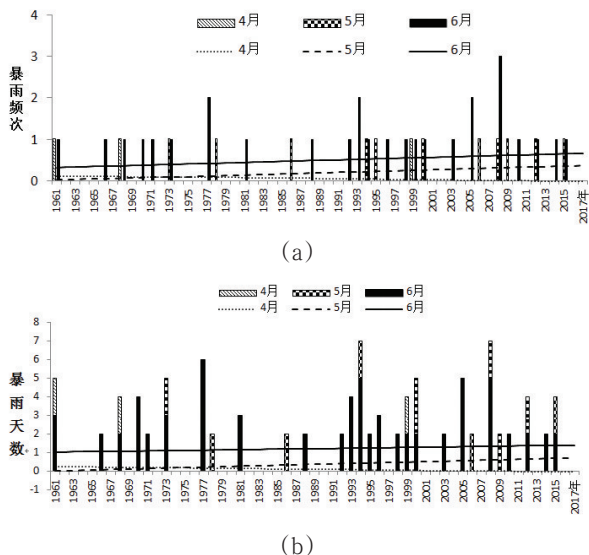


图1 (a)1961~2017年广西前汛期4、5、6月大范围持续性暴雨过程频数,(b)1961~2017年广西前汛期4、5、6各月暴雨天数

图1b是广西87站前汛期大范围持续性暴雨各月累积日数的年际分布情况,分析可知,年际变化

较为明显,4月在60年代发生的次数较多,之后就只在90年发生过一次;5月份则从90年代开始发生的次数逐渐增加;6月在1960年代至1970年代发生较多,1990年后,发生的次数又开始增多。57a广西87站前汛期大范围持续性暴雨日数共计96d,年平均暴雨日数为1.7d,累计暴雨日数最大值出现在1994年和2008年,为7d。其中4月份出现暴雨日数共有6d,占前汛期暴雨总日数的6.3%;5月份为21d,占21.9%,6月份共计69d,占71.8%。

3 环流场合成分析

大气的环流状况是影响广西前汛期大范围持续性暴雨的主要机制,以下分别从500hPa和850hPa的环流及其异常特征来分析各月的影响机制。

3.1 500hPa环流异常

图2a~c(见彩页)是4月份暴雨过程前2日、1日及当日的500hPa位势高度及其距平进行的合成分析。从图2a可见(暴雨前2日),在中高纬度地区呈现为两脊两槽的环流形势,此时 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{N}$ 的欧洲高纬度地区形成高压阻塞。而我国华东地区到华南地区为一广阔的低压槽,槽底一直延伸至较低纬度地区,并有短波槽分裂至广西区域,配合负的距平中心,该低压槽将有所发展加强。我国东北部高压脊对其西部低压槽形成阻塞形势。暴雨前1日,欧洲上空的正异常中心快速向东北方向移动,区域范围扩大,而此时我国东北部高压脊范围也有所扩大,强度加强,对其中间发展加强并东移南压的低压槽进一步形成阻塞。至暴雨日,东移南压的低压槽发展至最强,其底部向东分裂出的短波槽一直盘踞在广西上空。从暴雨中层环流形势的逐步推进可知,随着两脊两槽的进一步发展加强,密集的位势高度线使得涡动动能增大,有利于冷空气从槽前侵入,在高压阻塞的作用,其不断南下堆积,持续时间长,易产生大范围持续性降水。

5月,中高纬度地区两脊一槽的环流形势较为明显。暴雨过程前2日(图2d,见彩页)在乌拉尔山地区延伸至欧洲南部为一高压脊,配合有正距平;而在我国的中北部则为异常强大的负距平中心,配合有强的低压槽;我国东部则为高压脊维持,配合正的距平,将进一步发展加强。西部的高压脊线位于 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 附近,脊点偏北,较易形成乌拉尔阻塞,这有

利于冷空气从西伯利亚地区经过中亚地区向东北方向移动,随着我国中北部的大槽南下深入我国华南地区,造成较为稳定持续的阴雨天气而东部发展加强的高压脊也形成阻塞,更有利于冷空气的南下维持。在低纬度地区,西太平洋副热带高压稳定维持,西脊点偏西,广西处于副高边缘,受其边缘的西南气流影响较大。随着暴雨日的推进(图2f,见彩页),两脊一槽都在不断东移发展加强,此时,中部大槽不断发展加深,槽底已延伸至长江中下游,在广西西南侧的孟加拉湾南支槽也进一步延伸扩张,并且广西及附近区域为负异常,此时西风槽活动频繁,易使气旋式涡度增强,有利于动力抬升条件,水汽输送条件好,有利于暴雨的发生发展,并维持较长时间。

6月(图2g~i,见彩页),中高纬度地区为一槽一脊的环流形势,乌拉尔山东北部为低压槽,配合有较强的负距平中心,其东部即贝加尔湖北部为较强的高压脊,对乌拉尔山东北部低压槽形成阻塞,易使高纬冷空气在此形成阻塞堆积转而随着低压槽南下影响。而在中低纬度地区,槽脊分布并不太明显,仅在我国东北部地区有一较弱低压槽。此时,低纬度的西太平洋副热带高压向西扩展至孟加拉湾东部,广西处于副高边缘。随着暴雨日的推进,可以看到乌拉尔山东北部槽配合负的距平中心不断发展加强,贝加尔湖北部高压脊异常增强,我国东部低压槽配合负距平中心也有所发展加强;至暴雨发生前1日,东部槽增强,槽底延伸至华南地区,孟加拉湾槽也有所发展加强,广西及附近区域上空处于东亚槽底,配合副高边缘,形成西南急流区,水汽充足。该类型的东亚槽底环流形势即槽底带来的冷空气和来自西南部的孟湾辐合中心的大量暖湿水汽相遇,能形成较大范围并且持续时间较长的连续性暴雨过程。

3.2 850hPa环流异常

暴雨过程的出现与低层的水汽辐合上升的动力条件密不可分,分析低层850hPa高度场和风场可以发现,4月份,在暴雨前2日(图3a),西风急流受青藏高原的阻挡作用,分成南北两只气流,北部形成较弱的异常高压脊,南部形成异常低压槽。至暴雨前1日(图3b),西南低涡中心由 33°N 南压至 28°N ,至暴雨日(图3c)已南压至 25°N 左右,广西处于其东南部,气流密集,辐合抬升动力明显,并且从印度洋过来的西南季风持续不断的提供水汽和能量,西南急流强度增大,广西大范围持续性暴雨爆发。

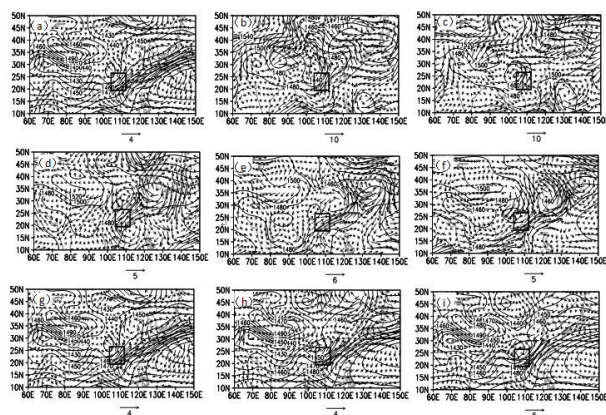


图3 4-6月份850hPa高度场和风场环流异常(a~c:4月暴雨日前2日、前1日、暴雨日;d~f:5月暴雨日前2日、前1日、暴雨日;g~i:6月暴雨日前2日、前1日、暴雨日)

5月份,在广西和云南、贵州的交界处有明显的冷锋切变线,在切变线北面是偏北气流,南面是西南暖湿气流,通常切变线的南侧会形成较大的降水,广西此时位于切变线的东南侧,西南气流输送印度洋到孟加拉湾的水汽穿过,水汽丰富。在暴雨前1日(图3e),在广西西南部的孟加拉湾地区及东北部都有异常的气旋式涡旋,至暴雨日(图3f),涡旋中心移至广西,形成了异常的辐合中心,造成了广西等地区的气流上升运动异常增强。

6月,在暴雨前2日(图3g),四川地区的异常西南低涡正在形成,至暴雨前1日(图3h),西南低涡形成,并东移南压至广西西北部,至暴雨日中心发展加强,广西整个区域处于其控制之下,配合发展加强的西南部的孟加拉湾异常气旋辐合中心,形成强大的动力抬升条件,而西南部孟湾和印度洋则提供持续充足的水汽。

4 物理量场合成分析

4.1 水汽条件

水汽是暴雨产生的必要条件。图4(见彩页)为合成的4、5和6月份850hPa的大范围持续性暴雨过程合成的水汽通量分布情况。分析可知,4月份的水汽主要为中国南海和孟加拉湾,输送至广西水汽含量达到极值。5月份,西太平洋通过南海,印度洋以及孟加拉湾都有水汽向广西上空输送,主要输送带位于印度洋和孟加拉湾南部。分析6月份发现,水汽来源以印度洋和孟加拉湾为主,由图4(c)可见,水汽

通道从印度洋一直输送到华东以及西太平洋海面,形成大范围的西南-东北水汽输送带,其范围和强度远胜于5月份。

暴雨过程的雨量与水汽通量散度的关系密切,本文取广西所处纬度的中间值约为 23°N 作水汽通量散度剖面图来进行垂直方向上的分析。着重分析400hPa以下层次的情况,4月份负值区主要处于800hPa以下,广西上空处于低中心区域中,说明有强水汽辐合在广西上空生成。5月份的750hPa以下层为负值区,相对4月份的水汽含量柱有所增高,水汽辐合增强。6月份相对4月和5月份,广西上空的整个大气层均为负值,最大辐合中心的值达到 $-15 \times 10^{-7} \text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,水汽辐合剧烈(图略)。

4.2 动力条件

同样沿 23°N 作垂直速度场的剖面图(图5,见彩页),分析可知,4~6月广西上空都为负值,整层都有明显的上升运动,为暴雨的产生提供了有利的动力抬升条件。具体分析发现,4月(图5a),在800hPa~900hPa有 $<-120 \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的最大负速度中心值,在近地表面抬升较明显。5月(图5b),在300hPa~400hPa之间有最大负速度中心为 $<-130 \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,抬升运动不断增强,上升速度明显增快。6月(图5c),200hPa~500hPa有中心值 $<-120 \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的最大负速度中心,与5月相比,6月的抬升运动的厚度明显增加。

5 结论与讨论

本文进行了57a的广西前汛期持续性暴雨的月际特征、环流差异以及各种影响机制的分析,结论如下:

(1)1961~2017年广西前汛期持续性暴雨出现41次,共96d,平均每年前汛期持续性暴雨出现0.73次,4、5、6月出现次数逐渐增加,其中4、5、6月出现的天数分别是6d、21d、69d,4月发生的频率较小仅有6.3%,次之为5月发生的频率是21.9%,在6月份发生的频率最大,为71.8%。

(2)前汛期各月中、低层的环流异常演变特征分析发现,500hPa4月中高纬为两槽两脊维持,低纬度地区有分裂出的短波槽影响广西;5月则为两脊一槽形势,槽底延伸至较低纬度地区;6月份的中高纬呈现为一槽一脊形势配合中低纬度的东亚槽共同影响。这些环流形势的共性则是阻塞形势都有利于冷空气的堆积并南下影响,而广西在5月和6月份同时受到副高边缘西南气流的影响。低层则为异常的辐

合中心发展加强,此种环流异常条件,有利于低层水汽的不断抬升,易发生持续性暴雨。

(3)水汽条件分析表明,4月份广西大范围持续性暴雨的水汽来源主要为中国南海和孟加拉湾;5月份主要是南海、印度洋以及孟加拉湾的水汽向广西上空输送;6月份以印度洋和孟加拉湾为主。

(4)动力条件的分析得出,广西大范围持续性暴雨期间,4~6月广西上空垂直速度不断增大,上升运动明显加强,低层的温度梯度大,对应的不稳定能量不断增加累积,为广西暴雨的产生提供了有利的触发机制。

参考文献:

- [1] 黎琮炜,覃卫坚,高安宁. 1961~2013年广西洪涝灾害时空分布特征及成因[J]. 气象研究与应用,2015,36(1):80-85.
- [2] 覃卫坚,李耀先,覃志年. 广西暴雨的区域性和连续性研究[J]. 气象研究与应用,2012,33(4):1-4.
- [3] 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.
- [4] 林墨,林宗桂,罗红磊. 一次中低纬度天气系统相互作用产生暴雨过程分析[J]. 气象研究与应用,2013,34(3):6-8.
- [5] 吴兴国. 广西前汛期暴雨天气过程的特征分析[J]. 广西气象,2000,21(2):7-8.
- [6] 李勇,覃武,钟利华. 广西2012年前汛期3次暴雨过程环流和中尺度特征[J]. 气象研究与应用,2013,34(2):31-35.
- [7] 凌良新,章鹰,陈往溪. 广东年、季降水量时空变化分布特征[J]. 广东气象,2008,30(6):24-27.
- [8] 黄茂栋,廖仕湘,杨立洪. 广东汛期降水的时空分布特征[J]. 广东气象,2008,30(6):33-36.
- [9] 覃志年,何慧,况雪源. 广西季气温、降水量异常频次的时空分布特征[J]. 气象研究与应用,2007,28(2):27-30.
- [10] 刘燕,叶萌. 基于REOF分析的广东前汛期降水趋势的区域特征[J]. 广东气象,2007,29(4):11-14.
- [11] 彭丽英,苏小山,李英,等. 茂名市暴雨的气候特征[J]. 广东气象,2018,40(2):1-5.
- [12] 李福胜,张仲,李斌. 湛江市1951~2011年暴雨气候的变化特征[J]. 广东气象,2012,34(6):35-37+41.
- [13] 艾卉,吴晓绚. 广州市近55年暴雨的气候变化特征[J]. 广东气象,2018,40(4):20-23.
- [14] 高安宁,梁志和,吴仁才. 广西汛期大范围持续性暴雨天气过程中期预报研究[J]. 广西气象,1999,20(1):3-8.

(上接第8页)

- 至1999年春桂林干旱的特征及成因分析[J]. 广西气象,1999,20(4):32-34.
- [5] 唐伍斌. 广西秋冬季旱涝的时空分布特征及同期环流分析[J]. 气象,2009,35(1):108-113.
- [6] 李宇中,黎伟标. 广西秋季异常干旱的气候背景及其成因[J]. 自然灾害学报,2008,17(5):101-107.
- [7] 吴林,沈晗,王刚,等. 广西贺州地区气温和干旱的气候变化特征[J]. 热带地理,2009,29(3):224-235.
- [8] 陈国保,陈利东,陆小林. 玉林市近50年来的干旱规律及防御对策[J]. 广西气象,2006,27(3):41-43.
- [9] 徐芳,梁俊聪,卢雪香,等. 梧州市夏季干旱对水稻产量影响分析[J]. 气象研究与应用,2012,33(2):55-58.
- [10] 李耀先,陈翠敏,林墨,等. 广西区域干旱的分析研究[J]. 热带气象学报,2009,25(S1):125-131.
- [11] 张凌云,李宜爽,袁马强,等. 近54年柳州干旱的时空特征分析[J]. 气象研究与应用,2015,36(3):26-29,33.
- [12] 张凌云,简茂球. 广西春旱的时空分布特征及成因分析[J]. 灾害学,2012,27(1):48-54.