

文章编号:1673-8411 (2017) 03-0049-05

## 2017年6月一次连续暴雨不同阶段对比分析

欧徽宁, 黄远盼, 周渭

(贺州市气象局, 广西 贺州 542899)

**摘要:** 为了解连续暴雨天气过程前后降雨差异, 寻找连续暴雨预报着眼点, 利用常规观测资料、物理量场资料及欧洲中心提供的每日2次粗网格数值预报资料, 对2017年6月13日至16日广西连续暴雨天气过程进行分析, 结果表明: 连续性暴雨的大气环流背景为500hPa中高纬地区深槽的稳定维持, 引导北方冷空气不断补充南下影响广西, 广西处于两大洋副热带高压的低槽区, 200hPa平均风场上南亚高压中心位置偏东, 广西处于南亚高压东段分流强辐散区; 第一、第二阶段的降雨属于弱环境风场下的暴雨天气过程, 第三阶段降雨有急流建立, 低层有低涡切变形成, 地面冷锋也比第一、第二阶段强。通过物理量分析表明第三阶段降水的水汽、动力条件配置是最好的, 最终导致出现降雨强度最大、面积最大的暴雨天气。

**关键词:** 连续暴雨; 差异分析; 急流; 物理量特征

**中图分类号:** P458.1+21.2

**文献标志码:** A

## Contrast analysis on different phases of a continuous torrential rain in June 2017

Ou Hui-ning, Huang Yuan-pan, Zhou Wei

(Hezhou Municipal Meteorological Service, Hezhou Guangxi 542899)

**Abstract:** Based on the conventional observation data, physical quantity field data and coarse grid numerical forecasting data of EC, the continuous torrential rain from June 13th to 16th, 2017 in Guangxi were analyzed. The results show that: atmospheric circulation background of torrential rain is the maintenance of the 500 hpa high-latitude deep groove, which leads to the north cold air replenishing south and affecting Guangxi, Guangxi is in subtropical high low trough area of two oceans, the position of South Asia high pressure center of 200 hpa mean wind field is toward east. Guangxi is in east shunt strong divergence area of the South Asia high voltage. First and second stage of the rain belong to heavy rain weather process under the weak environmental wind field, in the third stage of rain the jet has been set up, and on the lower layer low vortex shear is formed, surface cold front is stronger than that in the first and second stage. The physical quantity analysis indicates that the water vapor and dynamic condition of precipitation in the third stage are the best, which results in the rainstorm weather with the largest rainfall intensity and the largest area.

**Key Words:** continuous torrential rain; difference analysis; jet; physical quantity characteristics

### 1 引言

广西地处华南沿海, 是暴雨灾害多发区。每年4-9月份都有因为暴雨天气造成的大范围洪涝灾害, 带来严重经济损失甚至人员伤亡。其中, 持续性

暴雨天气是引发严重气象灾害的主要原因。每年4-6月份, 受高空槽、低空切变线及地面冷空气影响, 广西北部地区为暴雨的主要落区<sup>[1]</sup>。赵玉春等<sup>[2]</sup>对2005年6月份华南地区一次连续暴雨过程进行研究, 表明, 区别锋面暴雨和暖区暴雨的重要特征是, 暖

收稿日期: 2016-10-30

作者简介: 欧徽宁(1988-), 男, 广西宾阳人, 工程师, 学士, 主要从事天气预报工作。

区暴雨锋前边界层的垂直风切变、深厚的对流不稳定层及高层辐散比锋面暴雨强;罗建英等<sup>[3]</sup>研究表明,桂北有明显风向切变与风速辐合,200hPa高空急流位置稳定,能够为暖区暴雨提供持续的上升运动支持;刘国忠等<sup>[4]</sup>对影响华南地区的西南低涡及其活动进行了统计,建立了低涡致洪暴雨天气系统配置和模型;通过国内大量气象工作者<sup>[5-12]</sup>的分析表明,华南地区前汛期暴雨影响系统主要是由于高低层大尺度系统配置影响下,通过中尺度系统造成暴雨天气的发生。

利用常规观测资料、物理量场资料及欧洲中心提供的每日2次粗网格数值预报资料,对2017年6月13日至16日广西连续暴雨过程进行分析,对比连续暴雨过程前后降雨系统及落区差异,寻找连续暴雨过程的预报着眼点,为今后做好连续暴雨天气预报提供参考。

## 2 连续暴雨天气过程概况

2017年6月13日至16日,广西出现2017年首次大范围的暴雨天气过程。此次暴雨天气过程降雨强度大,持续时间长,部分地区出现了洪涝灾害。根据全区雨量监测站统计显示,12日20时至16日20时全区累计降雨量超过300mm有3个地级市的4个站点,最大降雨量出现在来宾忻城城关镇木排村,过程雨量达354.9mm;200-300mm有7个地级市78个站点;100-200mm有14个地级市的749个站点。此次持续性暴雨过程分三个阶段:

阶段一:6月12日20时至13日20时,全区累计有36站次大暴雨,237站次暴雨。强降雨落区主要位于广西西部到北部一带,大暴雨落区集中在百色市南部、来宾市西部。

阶段二:6月14日08时至14日20时,全区累计有19站次大暴雨,246站次暴雨。强降雨落区主要位于桂西南到桂中一带,大暴雨落区集中在崇左及南宁市北部。

阶段三:6月15日20时至16日20时,全区累计有136站次大暴雨,596站次暴雨,其中河池大化六也乡德礼村最大小时雨强达88.3mm。强降雨落区主要位于桂西到桂东北,大暴雨落区集中在百色市东部、河池南部、来宾北部及柳州市大部地区。

从以上统计可以发现,此次连续暴雨过程前两个阶段的降雨强度及面积都比第三阶段小。所以在此次连续强降雨过程的前后阶段进行对比分析,查

找造成降水差异的系统配置条件及物理量差异条件特征,对做好暴雨预报服务具有一定的参考意义。

## 3 大尺度环流背景分析

稳定的大尺度环流背景是持续性暴雨天气过程发生的必要条件。从6月13日至16日500hPa平均高度场(图1)上看到,在此次持续性暴雨天气过程中,中高纬地区为两槽一脊的环流形势,其中东部槽从鄂霍次克海延伸到广西北部,槽后强劲的西北气流不断引导北方冷空气补充南下影响广西。中纬度西太平洋副热带高压强盛,其西端伸至110°E附近,脊线位于18°N附近,广西处于西太平洋副热带高压西北侧的西南气流区,有利于水汽及不稳定能量的稳定输送。大西洋副热带高压也异常强盛,其东端伸至70°E附近,广西位于两大洋副热带高压的低槽区,高原南侧有地形槽生成,并不断分裂高空槽东移影响广西。从6月13日至16日200hPa平均风场(图2,见彩页)上看到,在持续性暴雨期间,南亚高压中心位置偏东,广西处在南亚高压东段强分流辐散区,同时中高纬度西风急流建立,急流核心最大风速达 $65\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,广西位于高空急流入口区右侧强辐散区,高层稳定的辐散条件产生抽吸作用,加强低层上

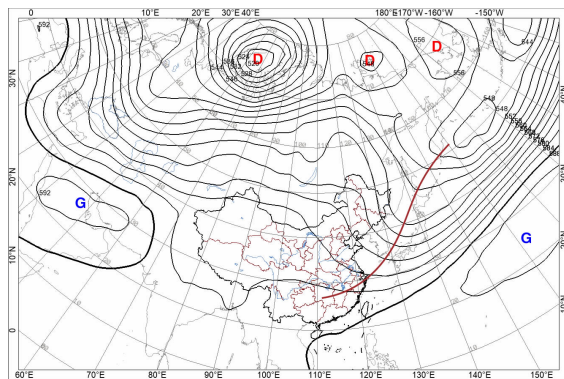


图1 13日至16日500hPa平均高度场

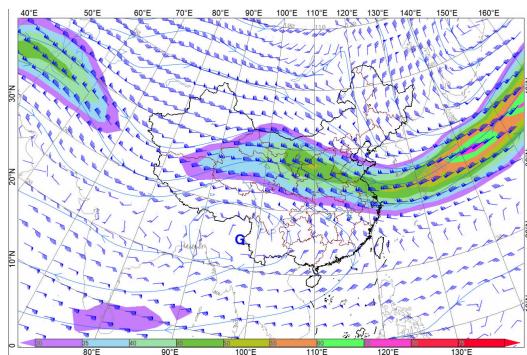


图2 13日至16日200hPa平均风场

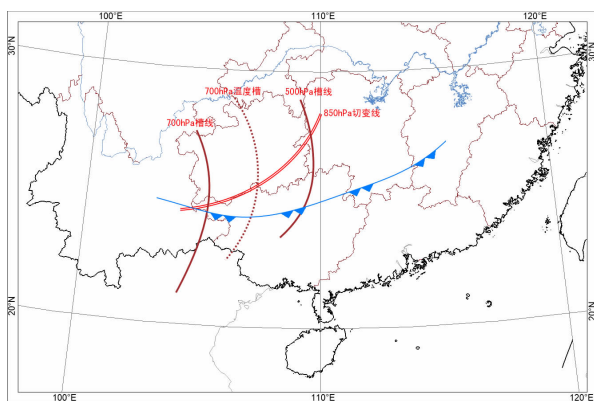


图 3 12 日 20 时中尺度系统配置

升运动的发展,同时对加强湿层厚度具有重要的作用。

#### 4 中尺度系统对比分析

分析发现,三个阶段暴雨过程的中尺度系统具有较大差异。6月12日20时(图3),500hPa桂北地区有高空槽东移影响,广东惠州一带有热带低压系统活动,造成高空槽快速过境,转为槽后西北气流影响;700hPa有低槽东移,在桂西到桂北一带有冷温槽进入;850hPa桂西北切变线南下影响,切变南侧风速只有  $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;925hPa切变线南压到桂西南附近,风速只维持在  $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;地面有冷空气南下影响广西,冷锋位于桂中一带,桂西出现明显的地面辐合线。

6月14日08时,500hPa副高加强西伸,广西上空大部分地区受588线西北侧西南气流控制,有利于高空水汽和不稳定能量输送;700hPa有低槽东移,风速加大到  $6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,并有冷温槽侵入广西西部地区;850hPa切变线位于贵州南部,广西上空偏南风风速加大到  $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;925hPa在广西西部有暖切出现,南侧风速加大到  $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;14日白天地面冷空气补充南下影响广西,14日地面冷锋南压到桂中,触发强降雨天气发生。

6月15日20时(图4),500hPa高空槽东移影响广西,与700hPa低槽构成前倾槽的配置,槽前西南气流加强,700hPa槽前西南风风速达  $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;850hPa风速加大到  $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,低空急流建立;低空切变线逐渐南压影响广西北部,在桂北地区有低涡系统建立,低涡切变线附近产生强烈的风速及风向辐合;925hPa偏南风风速加大到  $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,在桂北地区有强辐合中心;15日夜间地面冷空气加强南下影响

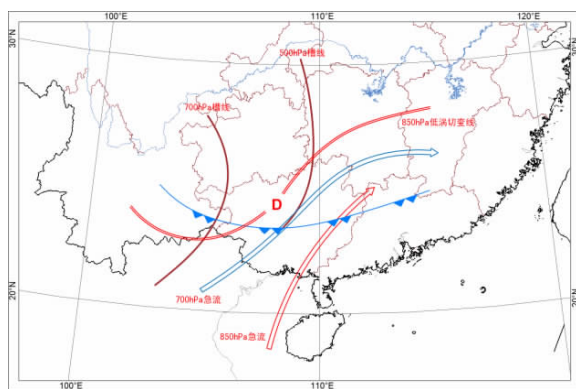


图 4 15 日 20 时中尺度系统配置

广西,武汉与海口气压差达到  $5\text{hPa}$ ,说明地面冷锋强度加强。

综合以上分析,三个阶段的暴雨过程中,第一、第二阶段的降雨属于弱环境风场下的暴雨天气过程,主要是由于地面弱冷空气南下影响,配合700hPa冷温槽侵入触发暴雨天气的发生发展;第三阶段降雨有急流建立,并且500hPa高空槽东移加深,中高层为前倾槽的配置,低层有低涡切变形成,地面冷锋也比第一第二阶段强,所以导致第三阶段的降水强度及范围都更加明显。

#### 5 物理机制特征对比分析

##### 5.1 水汽条件分析

充足的水汽是暴雨出现的重要条件,对比分析此次连续暴雨天气过程中三个阶段水汽条件的差异,可以得到水汽条件对暴雨天气出现的重要性。

分析此次连续暴雨天气过程的探空资料发现,三个阶段的850hPa露点温度都在  $20^\circ\text{C}$ 以上,其中12日20时和15日20时百色、南宁两市上空850hPa露点温度达  $22^\circ\text{C}$ 。在比湿场上,12日20时广西850hPa上空比湿都在  $14\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,其中比湿在  $16\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上的大值中心12日20时位于桂西,14日08时位于桂西南,15日20时位于桂中到桂北,可见比湿大值中心与强降雨落区有很好的对应关系;700hPa上空比湿在  $10\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ – $12\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 以上,说明湿层较为深厚。

从水汽通量散度场看到,12日20时从南海到桂北地区850hPa有强的水汽辐合通道(图5),其中阶段一的暴雨区上空水汽通量散度值在  $-20\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$ 以上;14日08时,水汽辐合区位于1000hPa,桂西南有水汽辐合大值中心,阶段二暴雨



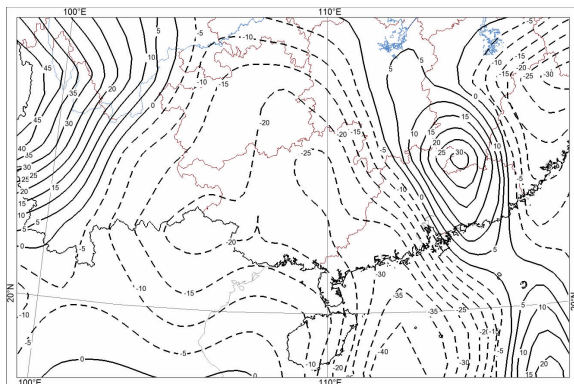


图5 12日20时850hPa水汽通量散度场

区上空水汽通量散度值在 $-15\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$ 以上;15日20时桂北地区低层开始建立水汽通量散度辐合区,到了16日08时,在925hPa上空桂北地区水汽通量散度场在 $-20\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$ 以上(图6),其中柳州、河池两市上空出现 $-35\text{g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}$ 的水汽通量散度中心,与阶段三大暴雨落区相一致。

综合以上分析,此次连续暴雨过程的水汽条件都很好,其中阶段二相对阶段一、阶段三差,所以其降水强度最小;阶段三水汽条件最好,造成的降水强度及面积最大。

## 5.2 动力条件分析

下面将从物理量方面对比分析持续暴雨过程的动力条件特征。从垂直速度场上来看,12日20时在广西上空为一致的负值区;在850hPa上空,桂西至桂中一带垂直速度值为 $-10\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,负值中心位于广西北部地区;14日08时至20时,桂西至桂南垂直速度逐渐由正值转为负值,上升速度逐渐增强,14日20时桂西南至桂中一带850hPa上空垂直速度在 $-4\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 至 $-8\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 之间;15日20时桂北上空也维持一致的负垂直速度区,其中850hPa上空桂北地区垂直速度达 $-14\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,并且随着降雨的持续,逐渐在桂北地区建立 $-18\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 的垂直速度大值中心。涡度场上,暴雨期间广西上空850hPa至500hPa为一致的正涡度区,但是阶段三的涡度比阶段一、阶段二大一个量级。

通过分析动力条件看到,在此次持续性降雨过程中,阶段三的垂直上升速度及旋转上升强度比阶段一、阶段二强,导致降雨强度明显大于前两个阶段。

## 5.3 不稳定能量特征分析

分析K指数场发现,整个暴雨过程中K指数均维持较高水平;12日20时桂西至桂中一带均在

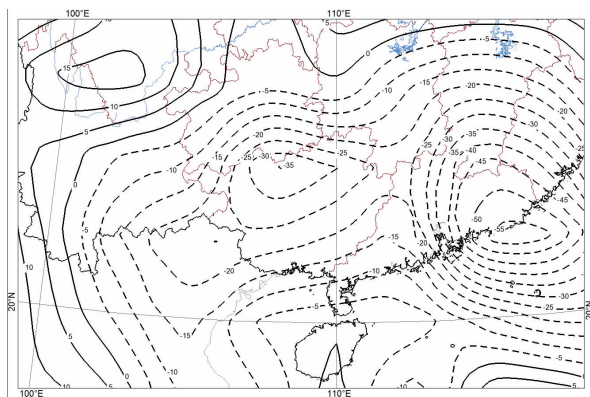


图6 16日08时925hPa水汽通量散度场

40℃以上,并出现了42℃的大值中心;14日08时桂西南至桂中有40℃以上的大值区;15日20时整个广西均为大于40℃的大值区。分析假相当位温场( $\theta_{se}$ )发现,整个暴雨过程低层850hPa的 $\theta_{se}$ 都维持在80℃以上,其中阶段一和阶段三的 $\theta_{se}$ 高达84℃,并在暴雨区出现大值中心;同时 $\theta_{se}$ 都是随高度递减的,即大气呈 $\partial\theta_{se}/\partial Z < 0$ 的对流不稳定层结配置。分析假相当位温的水平分布还发现,暴雨出现前在850hPa高度有一条与暴雨落区走向平行的等 $\theta_{se}$ 密集带,说明在地面冷空气南下影响过程中,在中低层有能量锋的出现,触发大气不稳定能量爆发,产生暴雨天气。

## 6 小结

(1) 稳定的天气尺度系统是此次持续暴雨天气过程的环流背景条件:500hPa中高纬地区深槽的稳定维持,引导北方冷空气补充南下影响广西,中纬度西太平洋副热带高压及大西洋副热带高压异常强盛,广西位于两大洋副热带高压的低槽区,高原南侧有地形槽生成,并不断分裂高空槽东移影响广西;200hPa平均风场南亚高压中心位置偏东,广西处在南亚高压东段强分流辐散区,同时广西位于高空急流入口区右侧强辐散区,高层稳定的辐散条件产生抽吸作用,加强低层上升运动的发展,并建立深厚的湿层。

(2) 通过中尺度系统对比分析得出,三个阶段的暴雨过程中,第一、第二阶段的降雨属于弱环境风场下的暴雨天气过程,主要是由于地面弱冷空气南下影响,配合700hPa冷温槽侵入触发暴雨天气的发生发展;第三阶段降雨有急流建立,并且500hPa高空槽东移加深,中高层为前倾槽的配置,低层有低涡切

(下转第60页)

- 雨过程成因分析 [J]. 气象, 2014, 40 (8): 930-939.
- [10] 郑婧, 孙素琴, 吴静, 等. 梅雨锋短时大暴雨的多尺度环境场分析 [J]. 气象, 2014, 40 (5): 570-579.
- [11] 陈红专, 叶成志, 唐明晖. 2011 年 6 月湖南两次暴雨过程的中尺度特征对比分析 [J]. 气象, 2013, 39 (12): 1580-1590.
- [12] 徐霖, 姚蓉, 李巧媛, 等. 湖南盛夏两次连续性暴雨过程对比分析 [J]. 气象与环境学报, 2015, 31 (3): 15-22.
- [13] 朱义青, 胡顺起, 张品竹, 等. 山东南部一次大暴雨过程的中尺度特征及成因分析 [J]. 干旱气象, 2015, 33 (1): 119-127.
- [14] 王福侠, 张南, 赵玉广, 等. 河北盛夏 2 次大暴雨过程对比分析 [J]. 干旱气象, 2015, 33 (1): 110-118.
- [15] 赵东旭, 杨晓玲, 周华, 等. 甘肃武威市一次局地大到暴雨天气成因分析 [J]. 干旱气象, 2015, 33 (1): 149-155.
- [16] 张艳梅, 杨宏宇, 彭芳, 等. 贵州中西部两次区域性暴雨成因对比分析 [J]. 贵州气象, 2016, (40) 1, 7-11.
- [17] 胡容, 史小康, 李耀东. 重庆一次暴雨过程的诊断分析 [J]. 气象与环境科学, 2016, 39 (1): 66-73.
- [18] 贺哲, 郑世林, 谷秀杰, 等. 2011 年秋季河南省两个暴雨日特征对比分析 [J]. 气象与环境科学, 2015, 38 (4): 47-55.
- [19] 麦建华, 于玲玲, 方宇凌, 等. 2014 年 5 月广东连续两次暴雨过程对比分析 [J]. 广东气象, 2016, 38 (2): 1-5.
- [20] 郭圳勉, 黄先伦, 麦宗天, 等. 阳江市暖区暴雨的天气学分型 [J]. 广东气象, 2016, 38 (1): 13-18.
- [21] 黄远盼, 林振敏, 葛意活, 等. 2015 年 5 月广西一次持续性暴雨天气过程诊断分析 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36 (4): 59-63.
- [22] 黄远盼, 李骄杨, 刘桂华. 桂东北一次暖区暴雨向锋面暴雨演变特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36 (1): 30-33.
- [23] 黄远盼, 宁玉梅, 莫家尧, 等. 广西前汛期两次暴雨天气过程对比分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (1): 12-35.
- [24] 刘桂华, 李永荣, 黄河, 等. 2015 年 5 月桂北两次暴雨天气过程对比分析 [J]. 气象研究与应用, 2016, 37 (1): 38-42.
- [25] 杨新, 柯文华, 张小荣, 等. 两次副高边缘特大暴雨对比分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (4): 1-15.
- [26] 吴国雄, 蔡雅萍, 唐晓菁. 湿位涡和倾斜涡度发展 [J]. 气象学报, 1995, 53 (4): 387-404.

(上接第 52 页)

变形成, 地面冷锋也比第一第二阶段强. 第三阶段的降雨系统配置明显优于前两阶段。

(3) 通过分析物理量得出, 整个持续暴雨天气过程的水汽、动力及不稳定能量条件都很好, 且第三阶段的水汽、动力条件配置是最好的, 最终导致出现降雨强度最大、面积最大的暴雨天气。

#### 参考文献

- [1] 陶诗言. 中国之暴雨 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] 赵玉春, 李泽椿, 肖子牛. 华南锋面与暖区暴雨两个例对比分析 [J]. 气象科技, 2008, 36 (1): 47-54.
- [3] 罗建英, 廖胜石, 黄归兰, 等. 广西前汛期锋前暖区暴雨过程的模拟与分析 [J]. 气象, 2009, 35 (10): 50-57.
- [4] 刘国忠, 丁治英等. 影响华南地区西南低涡及致洪低涡活动的统计研究 [J]. 气象, 2007, 33 (1): 45-50.
- [5] 周能, 李生燕. 08.06 广西连续暴雨的大尺度环流和物理条件分析 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (4): 23-26.
- [6] 黄翠银, 陈剑飞. 2013 年 12 月广西一次暴雨落区变化原因分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (1): 30-35.
- [7] 陈国连. 2012 年 6 月 23-24 日桂林南部连续暴雨过程成因分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (4): 19-21.
- [8] 陈见, 高安宁, 陈剑飞. 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.
- [9] 胡勇林, 洪展, 陈利东. 一次中尺度强降水天气过程分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (1): 21-23.
- [10] 廖慕科, 唐乔义, 伍静, 等. 2010 年 4 月桂东北一次暖区暴雨天气分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (4): 21-22.
- [11] 蔡蕊, 江梦天, 赵旻旻, 等. 2011 年 10 月 13-14 日广州罕见暴雨特征和成因分析 [J]. 广东气象, 2012, 34 (1): 10-14.
- [12] 张劲梅, 莫伟强, 鄢俊一. 西南季风爆发背景下东莞两轮强降水的特征分析 [J]. 广东气象, 2014, 36 (1): 38-46.