

文章编号:1673-8411 (2015) 04-0059-05

2015年5月广西一次连续性暴雨天气过程诊断分析

黄远盼¹, 林振敏², 葛意活¹, 杨胜才¹

(1.贺州市气象局, 广西 贺州 542800; 2.广西气象减灾研究所, 南宁 53002)

摘要:利用 micaps 常规观测资料对 2015 年 5 月 14–23 日广西一次连续性暴雨天气过程进行诊断分析,结果表明:(1)东亚大槽引导地面冷空气南下不断影响广西,副热带高压西北侧的西南气流有利于水汽和不稳定能量的补充;华南地区一直处于两高之间的低槽区,广西持续受槽前正涡度平流的影响。200hPa 南亚高压东北部的分流区为暴雨的发生创造了良好的高空辐散条件。(2)活跃的西南季风急流和中低纬度尺度系统的配置是持续暴雨天气产生的有利背景条件。(3)水汽条件和动力条件的演变具有在桂西北获得发展后向东扩展的演变特征对暴雨预报有很好的指导意义

关键词:大尺度环流;中尺度分析;西南急流;物理量

中图分类号:P458.1+21.1

文献标识码:A

Diagnostic analysis on a consecutive rainstorm process appearing in May 2015 of Guangxi

Huang Yuan-pan¹, Lin Zheng-Ming², Ge Yi-huo¹, Yang Sheng-cai¹

(1.Hezhou Municipal Meteorological Service, Hezhou Guangxi 542800; 2. Guangxi Meteorology Disaster Reduction Institute, Nanning, 530022)

Abstract: Based on conventional observation data of MICAPS, a consecutive rainstorm process appearing in May 2015 of Guangxi was analyzed. The results show that: (1) East Asia deep trough guides ground cold waves constantly influencing Guangxi, southwest airflow of northwest edge of subtropical high is advantageous to the supplement of water vapor and instability energy. The south China area has been in the low trough area between two high troughs, Guangxi continuously was affected by positive vortices advection. Northeast diverging area of 200 hPa South Asia high created good upper divergence for the occurrence of heavy rain. (2) Configuration of active southwest monsoon rapids and low-latitude mesoscale system is good background of thunderstorms and consecutive heavy rain weather. (3) The evolution characteristic of moisture conditions the evolution of the dynamic conditions developing in northwest Guangxi and then expanding eastward has very good guidance for rainstorm forecast.

Key Words: large-scale circulation; mesoscale analysis; southwest jet; physical quantity

1 引言

2015年5月14日至23日,广西出现了一次连续性的强降雨天气过程。根据5月14日20时至23日20时广西89个人工气象观测站观测显示,过程雨量大于250mm的有18站,最大降水落区位于桂林市永福县558.5mm,过程雨量在100–249.9mm的

有54站,最强降雨中心主要位于桂东北地区。本次连续性降雨过程分为三个主要时段,分别是5月15–16日、5月19–20日、5月22–23日,分别定义为过程一、过程二、过程三。其中降雨强度最强时段为过程二,桂林市荔浦县大塘镇18日20时至20日08时降雨量达418mm,其中18日22时至19日00时3小时雨强高达217mm,19日19时小时雨量达

收稿日期:2015-06-18

基金项目:广西自然科学基金(2011GXNSFA018008)资助

作者简介:黄远盼(1985—),广西南宁人,工程师,主要从事天气预报预警服务工作。

117.7mm,为广西前汛期降水少见。这次强降雨过程持续时间长,过程雨量大,范围广,部分江河水库水位暴涨,引发了洪涝及局地山体滑坡等灾害,造成了重大人员伤亡和财产损失。5月是广西前汛期降水的高峰期,经常有连续性暴雨天气的发生。一直以来,广大气象工作者对华南连续暴雨天气做出了深入的研究和分析,取得了许多的研究成果。为了更好的做好广西前汛期连续性暴雨天气的预报工作,针对5月14–23日连续性暴雨天气过程的环流形势特征和物理量演变特征进行分析,为今后的暴雨预报提供参考。

2 环流形势演变特征分析

2.1 大尺度环流特征分析

分析此次连续性暴雨期间中高纬度 500hPa 环流形势特征可以发现(图1),大尺度环流形势由平直西风气流逐渐转为两槽一脊的形势。对5月14日至23日 500hPa 高度场做平均可以发现,亚洲东岸的地槽位于朝鲜半岛到我国东海一带,并南伸到长江三角洲地区。暴雨发生期间,东亚大槽和乌拉尔山附近的脊强烈发展,贝加尔湖以东为宽广的槽区,槽后西北气流引导冷空气直驱南下,从东路影响华南地区,暴雨期间广西持续受地面冷锋的影响,暖

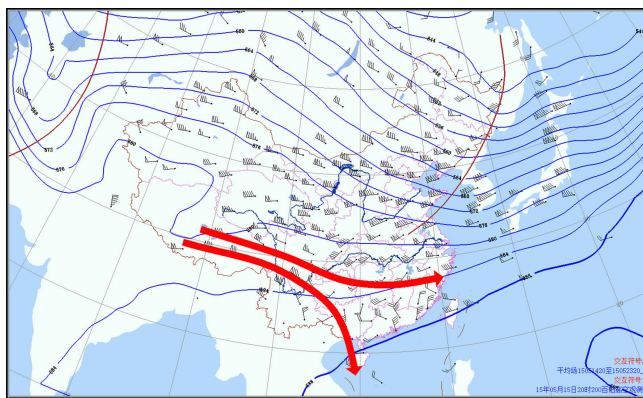


图1 5月14至23日 500hPa 平均高度场和 200hPa 辐散场

空气在广西上空交汇。低纬度地区环流形势异常稳定,副热带高压加强西伸呈带状分布,588线位于 20°N 附近,广西处于副热带高压西北侧西南气流区,有利于水汽和不稳定能量的补充;青藏高原上空为稳定的大脊区,华南地区一直处于两高之间的低槽区,广西持续受槽前正涡度平流的影响。200hPa 南亚高压逐渐由菲律宾群岛逐渐西移,5月15日南亚高压中心移到中南半岛上空并稳定停留,广西位于其中心东北部偏西北气流区,与 200hPa 西风带构成良好的高空辐散条件。

2.2 中尺度环流特征分析

14日20时(图2),低纬度地区 500hPa 高原槽

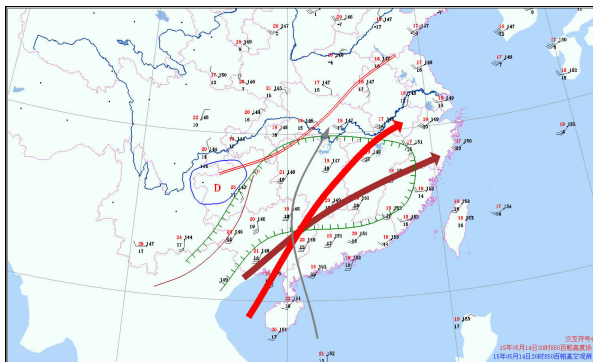


图2 5月14日20时高低空形势配置

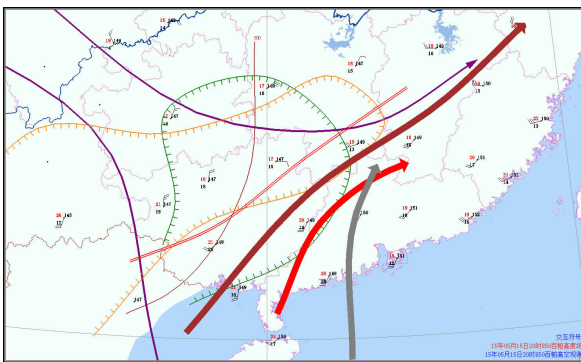


图3 5月15日20时高低空形势配置

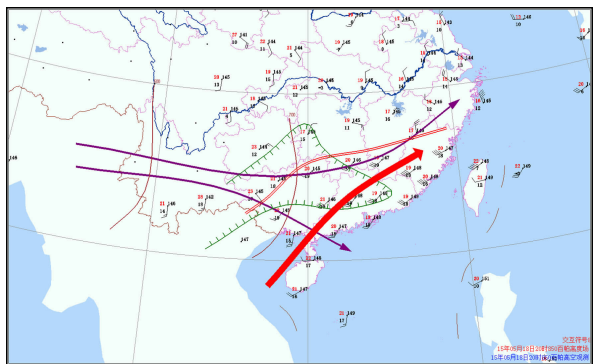


图4 5月18日20时高低空形势配置

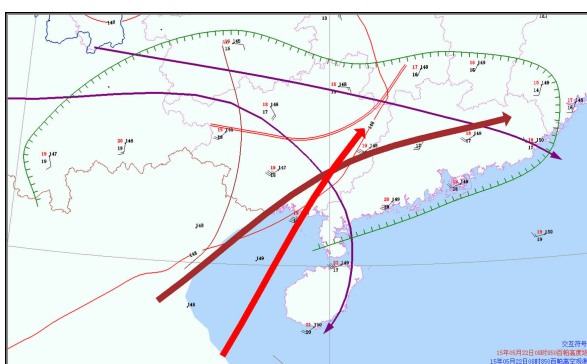


图5 5月22日08时高低空形势配置

东移影响,槽线位于 105°E 附近,广西北部地区处于槽前正涡度区,有利于上升运动的发展,700hPa 桂北地区存在湿舌,温度露点差小于 2°C ,850hPa 桂北地区温度露点差小于 1°C ,中低层水汽趋于饱和。700–850hPa 西南急流建立,850hPa 最大风速达 $14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,中低层水汽和不稳定能量输送稳定,桂北地区处于低空急流左侧正涡度区。底层 925hPa 风速明显增大,桂林站风速为 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,对底层水汽输送及底层能量扰动非常有利。分析 14 日 20 时地面形势可以发现,地面冷锋位于长江流域一带,并逐渐向南移动,桂北地区受西南低压倒槽的影响。综合以上分析,14 日夜间在水汽和不稳定能量充足的条件下,地面倒槽和 500hPa 槽前的正涡度平流触发了过程一前期暖区暴雨的发展,造成了 14 日夜间河池东部到桂林西部地区的强降雨天气。15 日 14 时地面冷锋南压到桂北地区,地面冷空气触发对流云团强烈发展。15 日 20 时,850hPa 低涡切变线南压到桂林市南部一带(图 3),呈东北–西南走向。低涡切变线南侧急流旺盛,最大风速达到了 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;700hPa 中层的急流强盛,并且在桂北地区有西北气流和西南气流的辐合,对上升运动的发展有利,同时 700hPa 桂北地区出现明显的干舌,在桂林到贺州一带形成明显的露点锋,对触发不稳定能量的爆发非常有利。200hPa 高空南亚高压加强北抬,桂北地区处于南亚高压东部分流区,这种高空辐散底层辐合的形势配置,对上升运动的发展十分有利。综合以上分析可以发现,随着 850hPa 切变线的南压配合地面冷锋的影响,15 日白天桂北地区的降水由暖区暴雨向锋面暴雨转变。

5 月 18 日东亚大槽稳定维持,槽后西北气流引导地面冷空气和底层切变线继续南下影响广西北部地区,受副热带高压西伸北抬的影响,8–19 日地面锋面和低涡切变在桂北地区南北摆动,对广西上空对流云团的生成十分有利。18 日 20 时,850hPa 切变线南压到桂北,呈东北–西南走向(图 4)。切变线南侧西南风急流建立,最大风速为 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,广西上空处于低空急流左侧正涡度区,底层辐合明显。700hPa 上空低压槽东移到 108°E 附近,西南气流明显,对不稳定能量的输送有利。500hPa 上空多高原波动东移,对上升运动的发展有利。200hPa 高空西风带风速较大,在广西上空有分流区出现,对底层形成抽吸作用,有利于对流上升运动的发展。

5 月 20–21 日高原槽移出广西,低空切变线和

地面冷高压逐渐减弱,西南气流减弱明显,出现 2 天的降雨间歇期。21 日夜间,东亚大槽东移引导地面较强冷空气南下补充影响广西,同时西南季风急流再度加强。22 日 08 时(图 5),850hPa 西南风速达到了 $14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,并在广西中部地区出现暖切变。700hPa 西南风也明显增大,最高风速达 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,在广西中部地区出现速度辐合区,底层水汽和不稳定能量输送条件非常有利,500hPa 高原槽东移到 105°E 附近,广西处于槽前正涡度区,有利于对流上升运动的发展。200hPa 南亚高压发展增强,广西处于南亚高压东北侧分流辐散,整层大气动力上升条件较好。

综合以上分析可以发现,过程一前期主要是在底层西南急流水汽和不稳定能量输送条件非常有利的条件下,地面低压倒槽配合 500hPa 高空槽前正涡度的影响,触发了前期暖区暴雨的发生,降雨强度高,持续时间短。过程后期是在地面冷锋、低空切变线、低空急流、高空槽和 200hPa 分流区的共同影响,造成了一次锋面暴雨的天气过程,具有降雨持续时间长,降雨量大的特点。过程二主要是受地面准静止锋和低空切变线的在桂北地区南北摆动的影响,配合 500–700hPa 多波动东移和高空辐散,不断的在桂北地区激发对流云团的生成,造成了一次锋面暴雨天气过程。过程三主要是西南低空急流加强,配合地面冷空气、高空槽前正涡度平流和 200hPa 分流区的共同影响,造成了一次锋面暴雨过程。三个时段的降雨都具有较强西南低空急流的影响,并且西南风急流减弱时,降雨也逐渐减弱,所以活跃的西南季风急流和中低纬度中尺度系统的配置是持续暴雨天气产生的有利背景条件。

3 物理量条件分析

通过对暴雨过程的物理量进行分析诊断,找出在稳定的大尺度环流条件下大气的水汽、动力和热力不稳定条件的演变特征。

3.1 水汽条件分析

水汽通量散度的定义为在单位时间单位体积内汇合进来或辐散出去的水汽质量。它与暴雨等的发生密切相关,尤其是超低空水汽通量的辐合是形成暴雨的根本条件。分析本次连续暴雨天气过程的水汽通量散度可以发现,水汽通量辐合区主要在低层 925hPa。14 日 20 时在桂西北到桂中一带为水汽通量散度负的大值区,最强水汽辐合中心位滇黔桂三省交界地区,大值中心水汽通量散度值达 $-35\text{g}/$

($\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}$), 强烈的低层水汽辐合使得对流云团在桂西北地区发展, 并在西风气流的引导下向东移动发展, 给桂北地区带来强降雨天气。15 日 20 时, 在广西北部地区出现 $-25\text{g}/(\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 的水汽通量辐合中心, 强烈的水汽辐合造成了 15 日夜间强降雨天气。19 日 20 时在滇黔桂三省交界地区又有强水汽通量散度负值中心形成, 散度中心值为 $-50\text{g}/(\text{hPa} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s})$ (图 6), 20 日 08 负值中心移到桂东 (图 7), 说明在桂西北地区对流发展旺盛, 并在西风气流的引导下东传影响桂北地区。22 日 08 时, 在滇黔桂三省交界地区再次出现水汽通量辐合大值中心, 辐合中心向东南移动, 并在 22 日 20 时至 23 日 08 时在桂

东地区维持。综合以上分析可以发现, 水汽通量散度辐合中心在桂西北地区形成, 在西风带气流的引导下东传影响广西大部地区是本次连续性暴雨天气的水汽演变的主要特征。

3.2 动力条件分析

分析本次过程的垂直速度特征可以发现, 在三个降雨时段开始前, 在滇黔桂交界地区 700–850hPa 都出现了负垂直速度大值中心, 并随着降雨的发展, 垂直速度负值中心向东扩展。14 日 20 时, 在 850hPa 滇黔桂交界出现 -11hPa/s 的气流上升区 (图 8), 700hPa 同样在相同位置有 -20hPa/s 的气流上升区, 15 日 20 时上升气流中心向东扩展, 整个广西上空

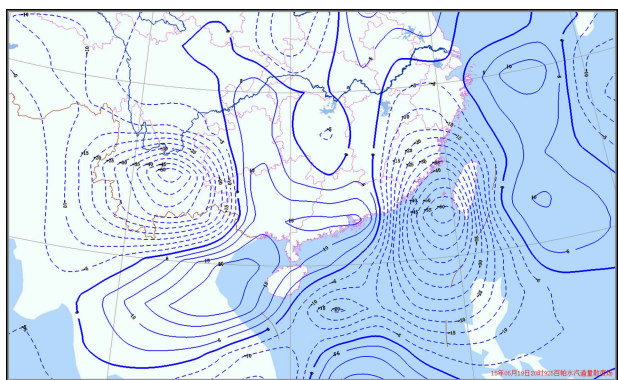


图 7 5 月 19 日 20 时 925hPa 水汽通量散度场

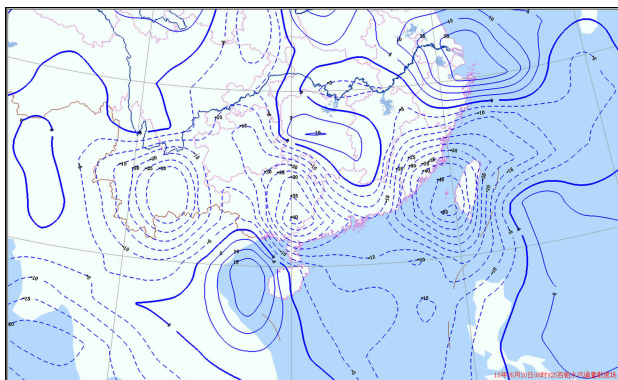


图 8 5 月 22 日 08 时 925hPa 水汽通量散度场

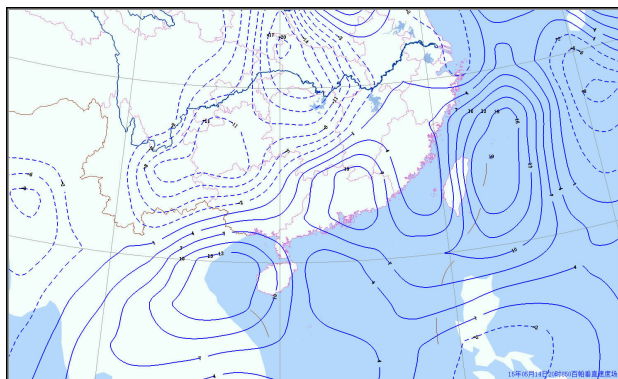


图 9 5 月 14 日 20 时 850hPa 垂直速度场

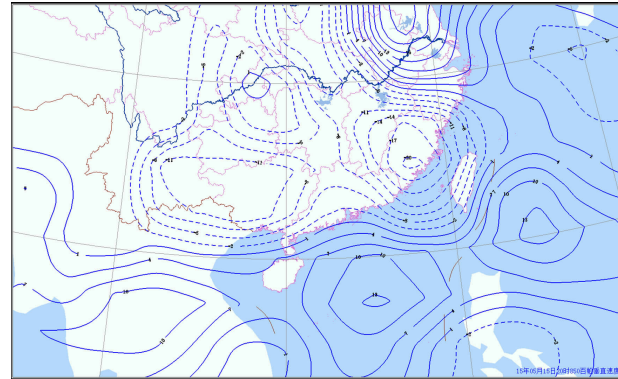


图 10 5 月 15 日 20 时 850hPa 垂直速度场

都处于垂直速度负的大值区 (图 9)。19 日 20 时到 20 日 08 时, 22 日 08 时至 23 日 08 时 700–850hPa 同样有垂直速度大值中心由桂西北逐渐向东扩展。分析三个降雨时段中低层的涡度场演变, 同样发现在降雨出现前在桂西北地区有涡度大值中心生成, 并随着降雨的发展向东移动。综合以上分析, 本次连续性降雨天气过程的动力上升区也是在桂西北地区生成, 在西风带系统的引导下向东移动影响广西

大部分地区。

3.3 不稳定能量条件分析

对本次连续性降雨天气过程的假相当位温沿 24°N 做剖面可以发现, 分析强降雨过程中假相当位温的时间和空间分布特征。结果发现在连续性降雨天气过程中, 700hPa 以下 θ_{se} 都在 70°C 以上, 特别是在过程二中, 19 日 20 时 700hPa 以下的 θ_{se} 达 80°C 以上 (图 11), 说明本次连续性降雨天气过程的

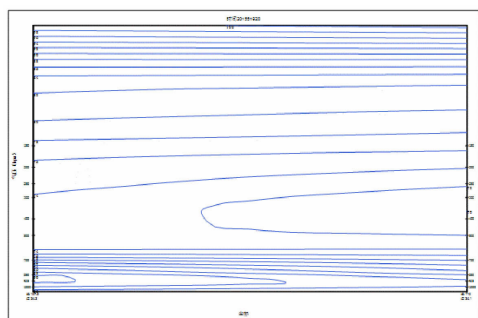


图 11 5月19日20时假相当温沿24°N剖面图

不稳定能量十分充沛。分析 θ_{se} 随高度的变化可以发现,925–500hPa θ_{se} 随高度逐渐减小,这种 $\partial(\theta_{se})/\partial p > 0$ 的配置有利于大气不稳定对流的发展。分析三个强降雨时段的K指数可以发现,强降雨落区的K指数都达到了36℃以上,部分时段K指数达到了40℃,说明本次强降雨天气过程的不稳定条件能量十分丰富,有利于强降雨天气的发生。

综合以上物理量分析可以发现,本次强降雨天气过程的水汽、动力和不稳定能量十分有利于暴雨天气过程的发生。其中水汽条件和动力条件都是在桂西北地区开始堆积,并触发对流云团的发展,在西风带气流的引导下逐渐向东扩展影响广西部分地区,造成广西大部地区的强降雨天气过程,在暴雨预报中可以关注桂西北地区物理量能量的演变情况。

4 小结

(1) 稳定的大尺度环流背景是本次连续性强降雨发生的有利条件。东亚大槽的稳定发展,引导冷空气直驱南下,从东路影响华南地区,广西持续受地面冷锋的影响,冷暖空气在广西上空交汇。副热带高压稳定维持,其西北侧的西南气流有利于水汽和不稳定能量的补充;青藏高原上空为稳定的大脊区,华南地区一直处于两高之间的低槽区,广西持续受槽前正涡度平流的影响。200hPa南亚高压东北部的分流区为暴雨的发生创造了良好的高空辐散条件。

(2) 暴雨过程良好的中尺度系统配置对暴雨强度和持续时间有关键性的作用。高空槽、低空切变线、低空急流、地面冷锋的共同影响,引发了本次持续时间较长的锋面暴雨天气。其中活跃的西南季风急流和中低纬度中尺度系统的配置是持续暴雨天气产生的有利背景条件。

(3) 本次强降雨过程的水汽、动力和不稳定能量十分符合典型暴雨的形成条件。暴雨过程中低层水

汽辐合条件良好,上升气流十分明显,不稳定能量充足。其中水汽条件和动力条件的演变具有在桂西北获得发展后向东扩展的演变特征。在预报业务中可以关注桂西北地区物理量场和高空引导气流的演变情况。

参考文献

- [1] 黄士松.华南的汛期暴雨[M].广州:广东科技出版社,1986:227~228.
- [2] 陶诗言.中国之暴雨[M].北京:科学出版社,1980.
- [3] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理[M].气象出版社,2009.
- [4] 倪允琪,周秀骥,张人禾,等.我国南方暴雨的试验与研究[J].应用气象学报,2006,17(6):690~704.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 苏贵睦,蒙熠臻,陈向东,等.2009年7月一次锋前暖区暴雨分析[J].气象研究与应用,2010,32(2):26~30.
- [11] 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.
- [12] 李箐,祁丽燕,黄治逢.广西大范围锋面暴雨概念模型[J].气象研究与应用,2010,31(4):8~11.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.