

贵州东部一次区域性暴雨过程成因分析

张艳梅^{1*}, 吴古会¹, 彭兴德^{1#}, 谢清霞¹, 吴和俐²

¹贵州省气象台, 贵州 贵阳

²贵阳市气象台, 贵州 贵阳

Email: zym0827@126.com, 451968096@qq.com, #467546806@qq.com

收稿日期: 2021年6月22日; 录用日期: 2021年7月21日; 发布日期: 2021年7月28日

摘要

利用常规观测资料、区域自动站及卫星云图等分析资料, 对贵州东部出现的一次区域性暴雨天气过程成因进行诊断分析, 并用欧洲中心模式预报(以下简称EC)与实况对比分析。结果表明: 此次暴雨过程在副高控制华南-江南东部, 贵州处于副高北侧, 低层有低涡切变活动, 配合高空槽和南支槽及地面的辐合线共同影响, 造成的强降水天气。EC模式预报的偏南急流增强, 低涡切变位置偏北, 但模式预报对此次过程有一定的指导作用。

关键词

贵州, 暴雨, 西南急流

Cause Analysis of a Regional Rainstorm in the Eastern of Guizhou

Yanmei Zhang^{1*}, Guhui Wu¹, Xinde Peng^{1#}, Qingxia Xie¹, Heli Wu²

¹Guizhou Meteorological Station, Guiyang Guizhou

²Guiyang Meteorological Station, Guiyang Guizhou

Email: zym0827@126.com, 451968096@qq.com, #467546806@qq.com

Received: Jun. 22nd, 2021; accepted: Jul. 21st, 2021; published: Jul. 28th, 2021

Abstract

Based on the conventional observation data, regional automatic weather stations and satellite cloud images, the causes of a regional rainstorm in the Eastern of Guizhou are analyzed, and the

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 张艳梅, 吴古会, 彭兴德, 谢清霞, 吴和俐. 贵州东部一次区域性暴雨过程成因分析[J]. 自然科学, 2021, 9(4): 540-546. DOI: 10.12677/ojns.2021.94060

data of European center are compared with the actual situation. The results show that: the rainstorm process in the Eastern of Guizhou is located in the north side of the subtropical high; the subtropical high controls the South China to the east of Changjiang; the low-level vortex shear activities, combined with the high-level trough and the South Branch trough and the convergence line of the ground, result in the heavy rainfall weather. The southerly jet of European center model is strengthened and the shear position of vortex is northward, but the model prediction has a certain guiding role for this process.

Keywords

Guizhou, Rainstorm, Southwest Jet

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

贵州位于云贵高原东部，地处亚热带季风气候区，暴雨发生频率高，易造成洪涝灾害，给人民生命财产带来巨大损失，相对于局地暴雨，区域性暴雨过程所造成的自然灾害影响范围更广、损失也更重。牛若芸[1]等研究发现中国 95° E 以东的区域性暴雨过程总体呈夏季最多、冬季最少分布特征。对暴雨的发生发展规律及成因研究，许多气象学者进行了研究。尹洁等[2]指出西南急流加强、中层弱冷空气、地面辐合线维持等多种因素的共同影响是造成持续性暴雨的发生和维持的原因。毛程燕[3]等指出西风槽与副热带高压对峙、中层弱冷空气入侵、切变线及地面梅雨锋的存在是形成 2016 年 6 月一次区域性暴雨“列车效应”的主要原因。孔启亮[4]研究发现 2012 年 7 月的一次区域性暴雨天气过程是典型的梅汛期静止锋降水。刘勇[5]分析陕西中部一次区域性暴雨是在大气层结对流稳定条件下产生的，降水前期的垂直运动来自于锋面强迫以及锋面上的条件性不对称不稳定，后期大气层结稳定垂直运动主要来自于锋面强迫。肖贻青等[6]分析发现副高异常强盛，横槽转竖引导冷空气南下，与副高内部的暖湿气流交汇是造成这次强对流区域性暴雨的主要背景条件。杨秀庄[7]等研究发现，地面中尺度辐合线和 850 hPa 切变耦合是造成 2012 年 5 月 12 日暴雨过程的主要原因；杜小玲[8]按照从地面冷空气影响的分类原则，将 2012 年出现的暴雨过程归纳为辐合线锋生型暴雨、辐合线锋生 + 冷锋型暴雨、梅雨锋西段三类暴雨。谷晓平[9]利用贵州省 2020 年汛期(4 月 15 日~9 月 30 日)的小时降雨资料，对汛期不同时间尺度降雨的时空特征进行了分析，区域性暴雨较常年偏多 53.3%。暴雨的研究虽然已取得大量的成果[10]-[15]，贵州地形复杂，由区域性暴雨引发的洪涝、泥石流等自然灾害较多，暴雨预报仍然是预报难点和重点，本文利用常规观测资料、地面区域自动气象站及 FY-2G 卫星云图等资料，分析此次区域性暴雨天气过程成因，加强对此类暴雨过程的理解和认识，为今后此类暴雨预报预警提供一定的参考依据。

2. 实况分析

2.1. 降水实况分析

2017 年 8 月 11 日 08 时~12 日 20 时贵州东部出现了大范围暴雨天气，主要降水时段集中在 11 日 20 时到 12 日 20 时(图 1)，暴雨主要出现在贵阳中部以北、铜仁市、遵义东部及黔东南北部和南部，有特大暴雨 4 乡镇，7 个县市 229 区域自动站出现暴雨，大暴雨 1 站，国家站最大降水出现在松桃站(134.0 mm)，区域站最大降水出现在松桃县兴隆塘(242.3 mm)。

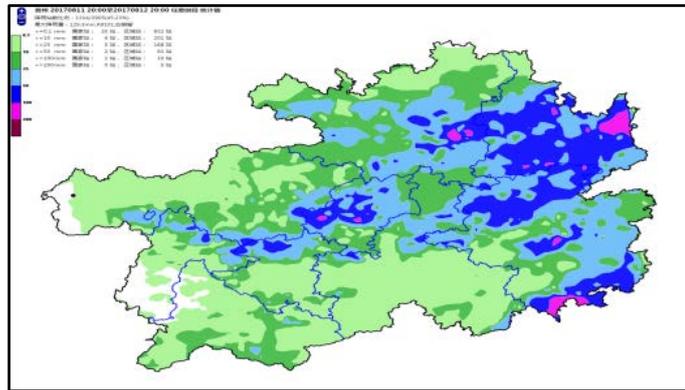


Figure 1. Accumulated precipitation from 20:00 on 11 to 20:00 on 12 August 2017 in Guizhou
图 1. 贵州省 2017 年 8 月 11 日 20:00~12 日 20:00 降水量

2.2. 强降水中心逐时雨量

从松桃县兴隆站的逐时降水演变可以看出(图 2), 最强时段出现在 11 日 17 时~12 日 08 时, 最大小时雨强为 40.5 mm/h, 累计降水量为 242.3 mm, 强降水主要出现在午后到夜间。

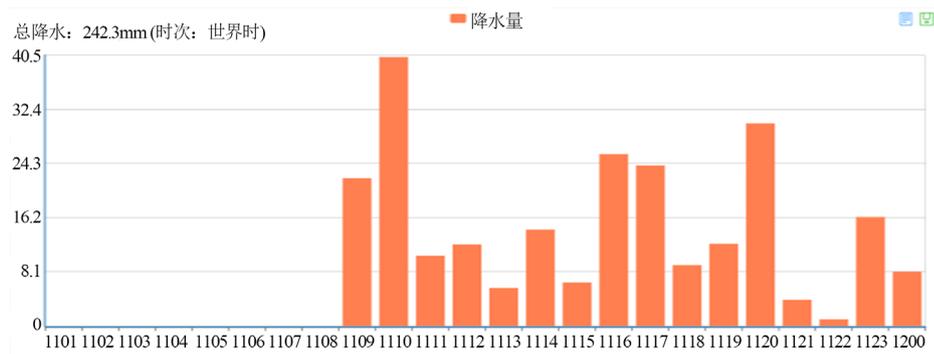


Figure 2. Hourly precipitation from 08:00 on 11 to 08:00 on 12 August 2017 at Xinglong station
图 2. 2017 年 8 月 11 日 08:00~12 日 08:00 兴隆站逐小时降水演变

3. 环流背景分析

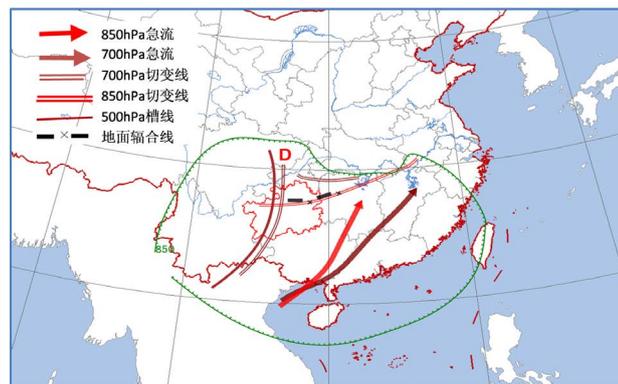


Figure 3. Mesoscale analysis at 20:00 on 11 August 2017
图 3. 2017 年 8 月 11 日 20:00 中尺度分析

从 11 日 20 时 500 hPa 的环流形势来看(图略), 亚洲中高纬为两槽一脊形势, 在贝加尔有冷涡中心, 低槽位于蒙古 - 河套北部, 8 月 11 日 20:00 中尺度分析(图 3)显示, 四川南部 - 我省西部有浅槽, 副高控制华南沿海地区, 588 dagpm 线北界位于福建、广东北部一线, 贵州受副高外围的西南气流影响; 700 hPa 低涡中心位于四川东南部 - 重庆, 切变西段位于重庆南部 - 贵州西南部, 东段位于贵州东北部 - 湖北北部一线, 我省为西南气流影响, 急流位于广西 - 广东 - 福建一线, 风速为 12~14 m/s; 850 hPa 切变位于贵州东北部 - 湖北北部 - 长江流域一线, 贵州为西南气流影响。

12 日 08 时 500 hPa 呈现“东高西低”背景场, 副高略西伸增强, 高空槽东移加深, 移到重庆 - 贵州中部, 贵州东部处于槽前西南气流, 700 hPa 低涡中心略北抬, 位于重庆 - 湖北西部, 广西 - 贵州东南部 - 湖南南部一线急流加强, 风速为 12~16 m/s, 切变明显北抬, 贵州东部和南部受西南急流影响, 切变西段位于四川南部, 切变东段北抬位于湖北南部 - 长江流域一带, 850 hPa 贵州东南部 - 湖南 - 华南一线偏南气流加强, 低空急流建立, 风速达到 14~18 m/s。

低空急流为此次暴雨的持续和加强源源不断的提供充足的水汽, 贵州东部位于低空急流的左侧及切变的右侧辐合较强的区域, 副高的稳定维持少动, 使得系统稳定少动, 使得降水维持。贵州西部受低压控制, 地面辐合线位于省的东北部, 11 日 08 时辐合线位于省的北部, 14 时稳定少动; 11 日 20 时~23 时, 辐合线逐渐南压, 12 日 02~05 时辐合线南压到省的东南部。随着高空槽东移, 槽前正的涡度平流可促进地面辐合线锋生加强, 有利于辐合上升运动加强, 造成贵州东部出现区域性暴雨天过程。

4. 水汽条件分析

850 hPa 比湿达 16~18 g/kg, 从水汽通量来看(图略): 从 11 日 08 时到 12 日 20 时, 都有从孟湾往东北方向的西南水汽输送通道, 强度较强。从水汽通量散度来看(图略), 11 日 08 时在我省东北部存在明显的水汽通量散度负值区, 中心强度达到 $-3 \times 10^{-7} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 水汽辐合较弱, 11 日 20 时水汽辐合中心明显增强, 中心强度达到 $-12 \times 10^{-7} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 有较强的水汽辐合, 为此次暴雨过程提供了充足的水汽。

5. 不稳定条件分析

从贵阳和怀化的探空图来看, 11 日 20 时贵阳探空图显示(图 4(a)), 从低层到 500 hPa 水汽达到饱和, CAPE 值从 08 时 1010 J/kg 增大到 1724 J/kg; 11 日 08 时怀化站 CAPE 值为 550.6 J/kg, K 指数为 37, 11 日 20 时 CAPE 值为 2669 J/kg (图 4(b)), 不稳定能量明显增强, 低层到 300 hPa 整层水汽已经达到了饱和, 不稳定能量增强, 表明代表贵州东部的怀化站水汽和不稳定能量均强于贵州中部, 这也是主要强降水出现在贵州东部的的主要原因, 在有利的动力和热力条件下, 在地面辐合线上触发产生深厚对流触发不稳定能量的释放, 造成暴雨天气。

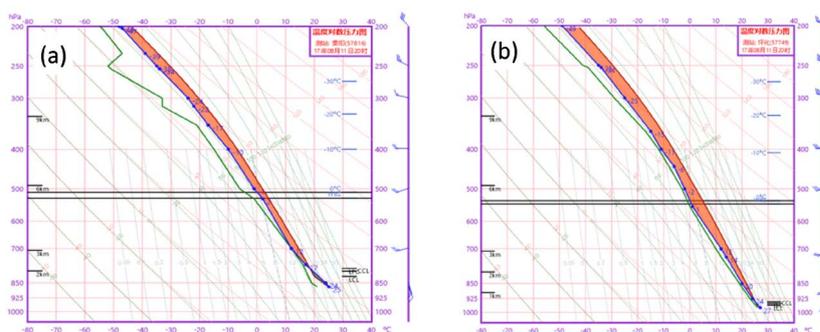
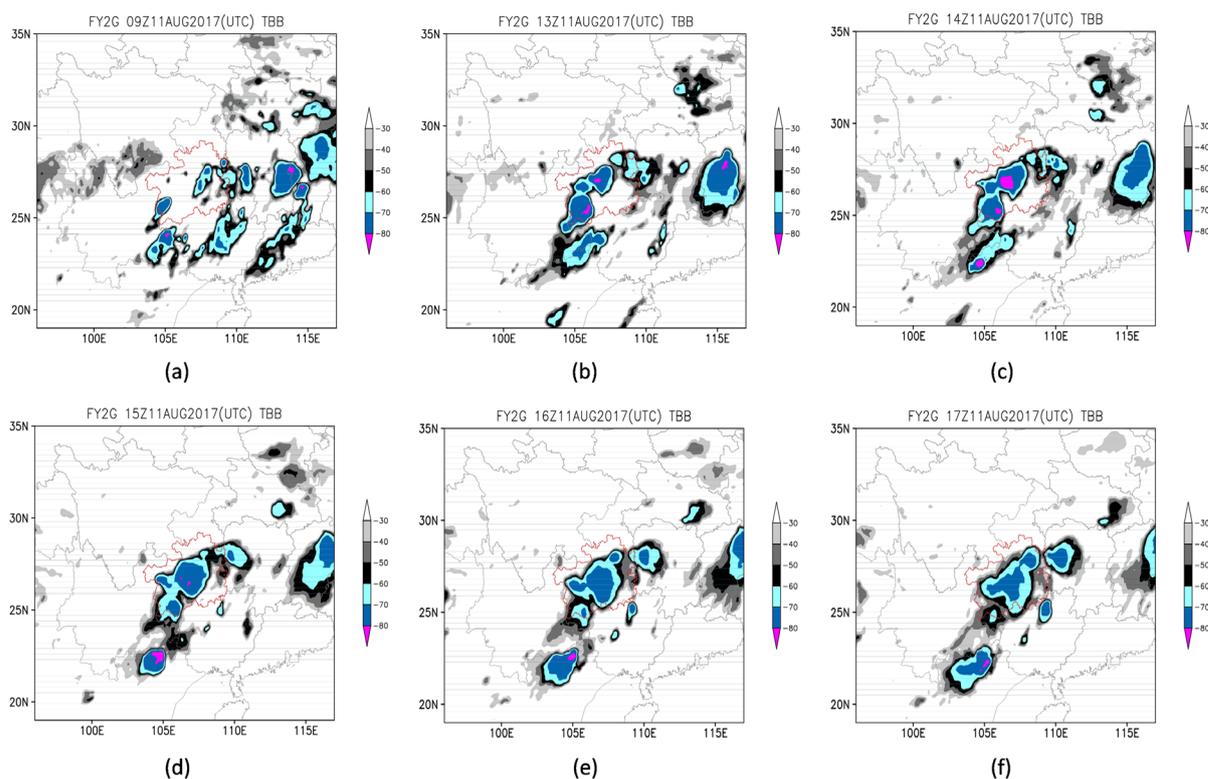


Figure 4. The T-lnP diagram at Guiyang (a) and Huaihua (b) on 11 August 2017

图 4. 2017 年 8 月 11 日贵阳(a)和怀化(b) T-lnP 曲线

6. 卫星云图演变

11日17:00(图5(a))沿副热带高压外围及低空急流左侧有对流云团的发展,对流云团不断发展加强,贵州东北部降水加强,并且受高原上短波槽影响,省的西部也有云团的发展。11日21:00(图5(b))、22:00(图5(c))、23:00(图5(d))、12日00:00(图5(e))到12日02:00(图略),贵州西部云团逐渐发展加强与东北部云团逐渐合并,形成较强的中尺度对流云团,对流云团移动缓慢,贵州中部以北出现强降水天气。12日03:00(图略)以后位于贵州东北部-湖南北部的云团减弱,但12日01:00(图5(f))位于贵州东南部及广西东北部的对流云团发展,并不断加强,贵州东北部降水减弱,东南部降水增强。12日08~14:00(图略)位于东北铜仁市的对流云团与东南部的云团合并加强,造成12日08~14:00(图略)铜仁南部和黔东南降水明显增强。



17:00 (a), 21:00 (b), 22:00 (c), 23:00 (d) on 11 August, 00:00 (e), 01:00 (f) on 12 August.

Figure 5. The evolution of TBB of FY-2G satellite image on 11 August 2017 (unit: °C)

图 5. 2017 年 8 月 11 日 FY-2G 卫星云图云顶亮温演变(单位: °C)

7. 模式预报分析

从 11 日 20 时 EC500 hPa(图 6(a))可以看出,副高西脊点位于东经 108°左右,较实况明显偏东,588 dagpm 线北界偏南,位于广西东部和广东北部一带,副高偏弱偏南;中高纬度的高空槽位于河套以西,南支槽位于我省西部一带。与实况相比,北支槽和南支槽均略偏西,从 700 hPa 风场(图 6(b))预报来,低涡中心位于四川东南部,我省东南部到华南-江南中部一带有低空急流的建立,从 850 hPa 风场(图 6(c))预报来,低涡中心位于贵州东北部,我省中东部到湖南-广西一点也有低空急流的建立,风速超过 12 m/s,与实况相比,低涡中心明显偏西,低空急流明显偏强。地面辐合线(图 6(d))位于我省中部偏北一线,预报位置偏北。所以预报雨带整体普遍偏北,尽管东南部暴雨漏报,但 EC 模式预报对此次过程有一定的指导作用。

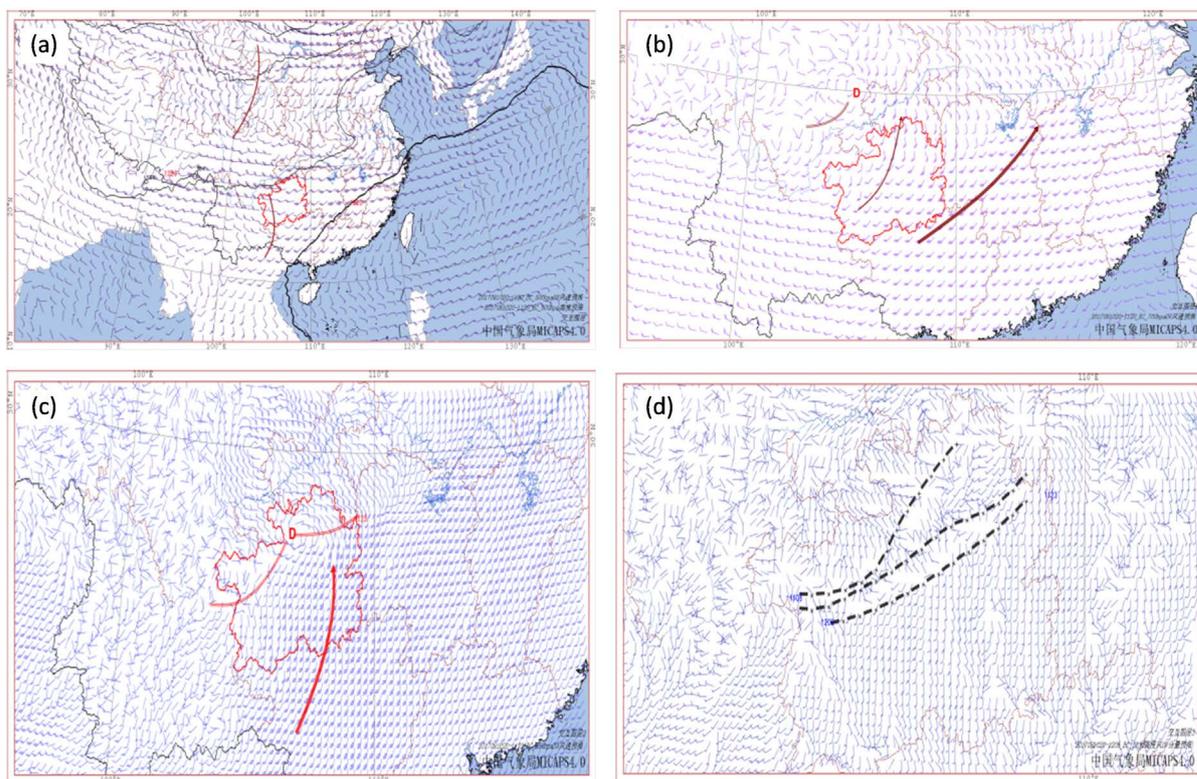


Figure 6. Height field (a) and wind field at 500 hPa (a), wind field at 700 hPa (b), wind field at 850 hPa (c) and ground convergence line (d) from European Centre for Digital Forecasting

图 6. 欧洲中心数值预报 500 hPa 风场高度场(a)、700 hPa 风场(b)、850 hPa 风场(c)、地面辐合线(d)

8. 结论

1) 此次区域性暴雨过程是发生在亚洲中高纬为两槽一脊形势，副高控制华南，贵州受副高外围的西南气流影响的大尺度背景下；低层低涡切变及低空急流为暴雨发生提供了动力条件和水汽条件。低空急流为此次暴雨的持续和加强源源不断的提供充足的水汽，贵州东部位于低空急流的左侧及切变的右侧辐合较强的区域使得降水维持。

2) 贵州西部受低压控制，白天气温高，有利于不稳定能量的积聚，地面辐合线位于省的东北部并逐渐南压，随着高空槽东移，槽前正的涡度平流可促进地面辐合线锋生加强，有利于辐合上升运动加强，造成强降水。

3) 此次暴雨的水汽来源于孟湾地区，从孟湾 - 云南 - 贵州有西南气流水汽输送通道的建立。且在东北部存在明显的水汽通量散度负值区，有较强的水汽辐合，为此次暴雨过程提供了充足的水汽。沿副热带高压外围及低空急流左侧有对流云团的发展，对流云团不断发展加强，贵州东部降水加强。

4) 由于 EC 模式预报的偏南急流增强，低涡切变位置偏北，所以雨带整体普遍偏北，尽管东南部暴雨漏报，但 EC 模式预报对此次过程有一定的指导作用。

参考文献

- [1] 牛若芸, 刘湊华, 刘为一, 等. 1981~2015 年中国 95°E 以东区域性暴雨过程时空分布特征[J]. 气象学报, 2018, 76(2): 182-195.
- [2] 尹洁, 郑婧, 张瑛, 等. 一次梅雨锋特大暴雨过程分析及数值模拟[J]. 气象, 2011, 37(7): 827-837.

- [3] 毛程燕, 龚理卿, 廖君钰, 等. 2016年6月浙江省一次区域性暴雨特征分析[J]. 广东气象, 2018, 40(5): 27-30.
- [4] 孔启亮, 孙翠梅, 李建国, 等. 梅汛期区域性暴雨的多尺度分析及临近预警[J]. 气象科学, 2014, 34(5): 564-572.
- [5] 刘勇, 袁媛, 潘留杰, 等. 大气层结对流稳定条件下一次区域性暴雨的成因[J]. 高原气象, 2016, 35(5): 1317-1326.
- [6] 肖贻青, 黄少妮, 娄盼星, 等. 副热带高压控制下一次区域性强对流暴雨成因分析[J]. 陕西气象, 2018(5): 6-12.
- [7] 杨秀庄, 杜小玲, 吴古会, 等. 云贵高原东段初夏辐合线锋生型暴雨研究[J]. 高原气象, 2016, 35(4): 920-933.
- [8] 杜小玲. 2012年贵州暴雨的中尺度环境场分析及短期预报着眼点[J]. 气象, 2012, 39(7): 861-873.
- [9] 谷晓平, 廖留峰, 段莹, 等. 贵州2020年汛期不同历时强降水雨量特征分析[J]. 暴雨灾害, 2020, 39(6): 586-592.
- [10] 陈业国, 农孟松. 2008年6月广西持续性暴雨的诊断与数值模拟[J]. 气象科学, 2010, 30(2): 250-255.
- [11] 吴启树, 郑颖青, 林金淦, 等. 一次暴雨过程的动力诊断[J]. 气象科技, 2010, 38(1): 21-25.
- [12] 屠妮妮, 何光碧, 高文良. 2011年7月初一次大暴雨过程分析[J]. 高原山地气象研究, 2013, 33(1): 1-8.
- [13] 伍红雨, 郭尧, 邹燕, 等. 华南区域性暴雨过程的客观评估及异常机理分析[J]. 暴雨灾害, 2021, 40(3): 306-315.
- [14] 叶殿秀, 王遵娅, 高荣, 等. 1961~2016年我国区域性暴雨过程的客观识别及其气候特征[J]. 气候变化研究进展, 2019, 15(6): 575-583.
- [15] 刘国忠, 周云霞, 覃月凤, 等. 2020年广西暴雨灾害天气综述[J]. 气象研究与应用, 2021, 42(1): 101-106.