

贵州一次秋季暴雨天气过程成因分析

余 清

贵州省气象台, 贵州 贵阳

收稿日期: 2023年3月22日; 录用日期: 2023年5月24日; 发布日期: 2023年5月31日

摘 要

利用常规观测资料、区域自动站降水资料及Fy2G卫星云图等资料,对2020年9月13日贵州一次秋暴雨过程的成因进行诊断分析,结果表明:此次暴雨过程副热带高压(以下简称副高)强盛,随着副高减弱南压,高原短波槽东移加深,弱冷空气从东北部路径入侵影响贵州,静止锋锋生加强,配合低层南压的低涡切变线产生暴雨。

关键词

贵州, 秋季暴雨, 分析

Analysis on the Cause of a Rainstorm Weather Process in Autumn in Guizhou

Qing Yu

Guizhou Meteorological Station, Guiyang Guizhou

Received: Mar. 22nd, 2023; accepted: May 24th, 2023; published: May 31st, 2023

Abstract

Using conventional observation data, regional automatic station precipitation data and Fy2G satellite cloud image, the cause of an autumn rainstorm process in Guizhou on September 13, 2020 is analyzed. The results show that the subtropical high is strong during the rainstorm process. As the subtropical high weakens to the south, the plateau short wave trough moves slightly eastward and deepens by the invasion of weak cold air from the northeast path, the stationary front frontogenesis is strengthened, rainstorm is generated by the low vortex shear line matching with the low level southward pressure.

Keywords

Guizhou, Rainstorm in Autumn, Analysis

Copyright © 2023 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

暴雨是贵州的主要气象灾害之一, 每年夏季贵州暴雨发生频率高、影响区域大, 降水强度高, 常常导致山洪山体滑坡等地质灾害。聂云[1]等对发生在贵州东南部的一次典型梅雨锋西段暴雨进行了分析, 500 hPa 短波槽东移促使低空切变线东移南压和地面梅雨锋发展, 配合 200 hPa 南亚高压东部脊附近的“辐散抽吸”作用, 共同触发了中尺度对流系统(MCS)而造成暴雨。杨秀庄[2]研究发现贵州 2012 年初夏出现的暴雨过程为典型的辐合线锋生型暴雨类型, 地面中尺度辐合线和 850 hPa 切变线耦合是对流发展的主要原因。肖艳林[3]等对贵州两次静止锋暴雨对比分析发现, 两次暴雨均集中分布在 20 时准静止锋附近及其偏南一侧, 其分布与环流垂直结构有较好的对应关系。杜正静[4]等研究了滇黔准静止锋背景下的贵州春季暴雨形成机制, 指出准静止锋与贵州春季暴雨关系密切。贵州秋季和冬季暴雨日数较少, 不少学者也对秋季暴雨做了大量研究[5] [6] [7], 段旭等[8]利用大尺度物理量场诊断分析和中尺度带通滤波处理技术对云南西南部的一次暴雨过程机制进行了分析, 发现在副热带高压外围西南气流环境场中, 中尺度系统是此次暴雨产生的直接原因。刘林春[9]等对川东北一次秋季暴雨的诊断分析表明, 中尺度低压是此次暴雨的直接影响系统, 低空急流为川东北暴雨提供了充足的水汽。段海花[10]等将河源市秋季锋面分为 5 种类型, 指出南北槽型、丁字槽型和阶梯槽型的主要水汽来源分别为西太平洋的东南风经南海进入华南的输送、青藏高原南侧和孟加拉湾的西南风汇合、西太平洋副高南侧东风在南海地区转向进入华南地区输送及青藏高原南侧的西南风的输送。李向红等[11]对 2015 年广西出现的三次暴雨过程进行了对比分析。发现暴雨前后 TBB 的分析表明, 在暴雨发生前 2~3 d, 孟加拉湾对流发展到最强, 孟加拉湾对流对广西秋季暴雨具有前兆信号特征。以往对贵州暴雨的研究主要集中在夏季, 对贵州秋季暴雨的研究相对较少, 利用常规观测资料、区域自动站降水资料以及风云卫星资料等, 对 2020 年 9 月贵州一次秋季暴雨过程进行诊断分析, 探示此次秋季暴雨发生、发展的物理机制, 以期为此类暴雨的预报提供思路。

1.1. 暴雨的时空分布特征

2020 年 9 月 13~14 日贵州出现了大范围暴雨天气。暴雨主要集中在毕节市南部、安顺市、六盘水市、黔南州西部、贵阳市、铜仁市北部和遵义市东部等地。大暴雨主要出现在安顺市和黔南州西部地区(图 1(a))。全省有 12 个县站出现暴雨, 2 县站出现大暴雨; 372 个站区域自动站出现暴雨, 66 站出现大暴雨, 2 个区域自动站出现特大暴雨。国家站最大降水出现 9 月 13 日 08 时到 14 日 08 时关岭站 125.8 mm, 区域自动最大降水出现在关岭县谷目站 224.4 mm。

从强降水中心关岭(国家站)逐时降水演变来看(图 1(b)), 关岭站 13 日 12:00 开始出现降水, 强降水出现在两个时段, 分布为 13 日 13:00~17:00 和 13 日 20:00~14 日 02:00, 最大小时雨强为 23.3 mm。

谷目(区域站)的逐时降水演变来看(图略), 13 日 13:00 开始出现降水, 主要降水时段出现在 13:00 到 14 日 02:00, 小时雨强最强达到 33.3 mm。

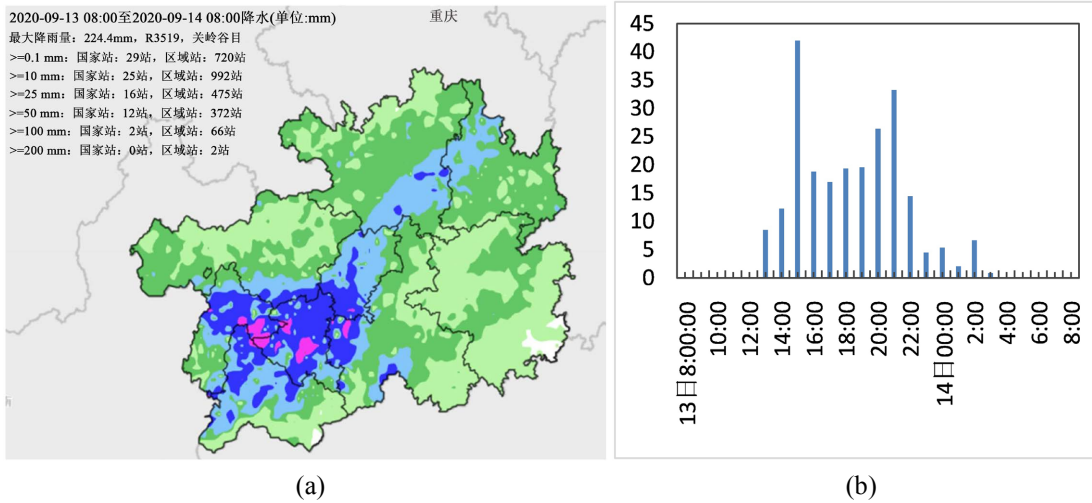
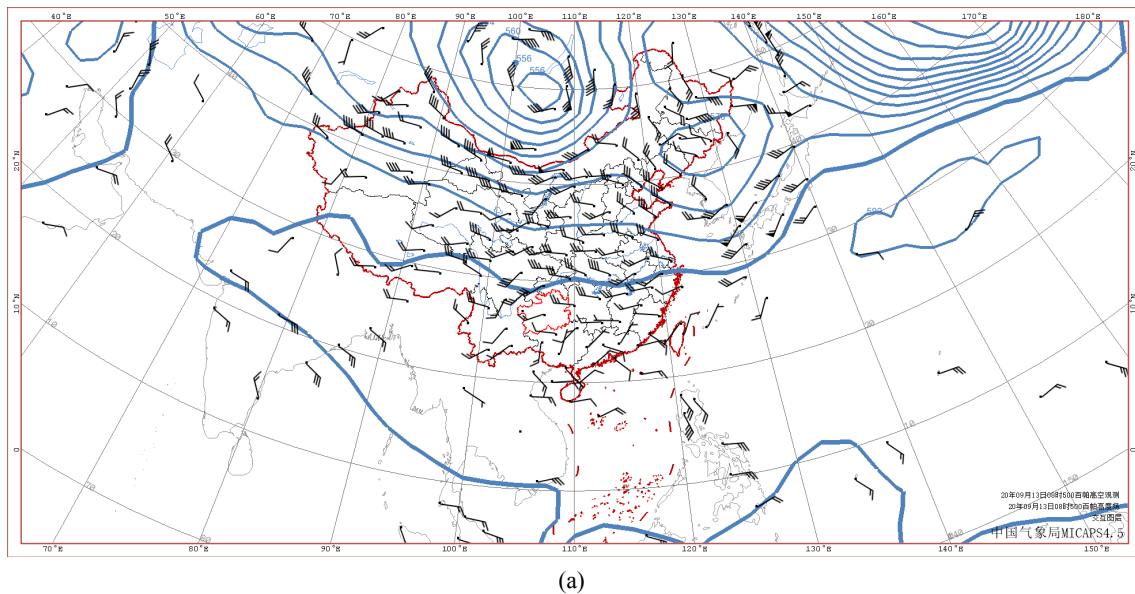


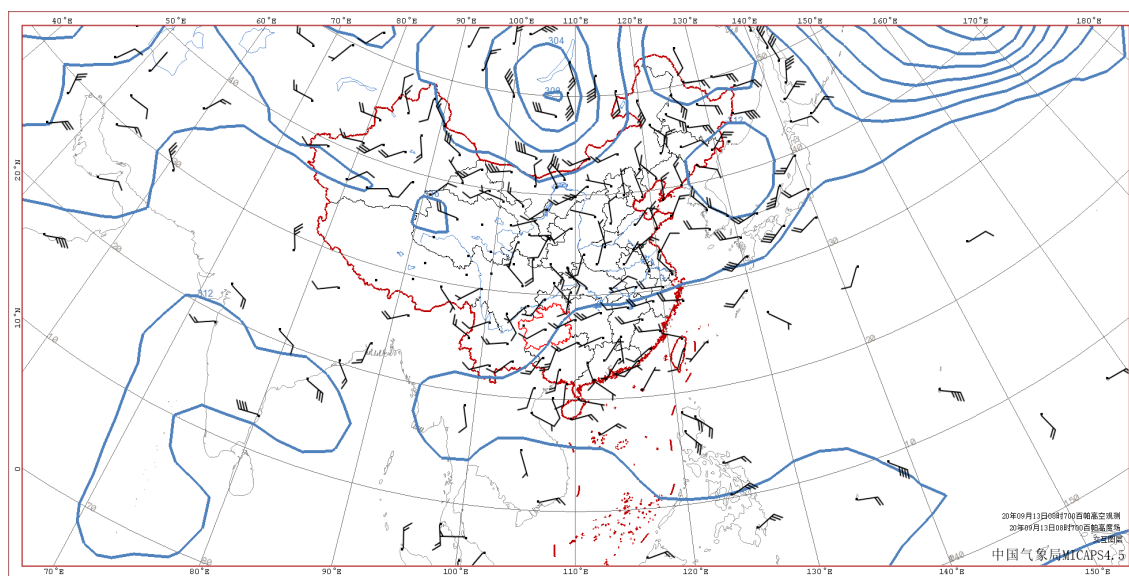
Figure 1. Precipitation (a) and Hourly Precipitation; (b) at Guanling from 08:00 to 14:00 on September 13 (unit: mm)
图 1. 9月13日08时~14日08时降水量(a); 及关岭(国家站)逐小时降水图(b) (单位: mm)

1.2. 环流背景分析

从 500 hPa 环流形势场可以看出(图 2(a)), 13 日 08 时欧亚洲中高纬维持两脊一槽型, 乌拉尔山与鄂霍次克海为高压脊控制, 贝湖到河套西部为低压槽控制, 低压中心位于贝湖南部, 中心气压为 556 dagpm, 槽后的偏北气流较强, 有利于引导地面冷空气南下影响贵州。副高增强西伸成带状分布, 西伸脊点位于 70°E, 贵州为副高控制, 川西高原到云南中部有短波槽影响。13 日 20 时副高维持少动, 588 dagpm 线北界仍维持在贵州北部 - 湖南北部一线, 高原上短波槽略东移到川南 - 重庆一带。14 日 08 时高原槽加深南压, 副高减弱东退, 588 线南压到贵州南部边缘, 我省为副高北侧和高压槽前西南气流影响。

13 日 08 时 700 hPa 风场和高度场显示(图 2(b)), 在四川南部到重庆有切变, 贵州为切变南侧偏南气流影响, 13 日 20 时切变南侧偏南气流增强为 8~12 m/s, 14 日 08 时四川南部 - 重庆切变东移到湖北北部, 13 日 08~14 日 08 时时云南北部切变基本维持少动。850 hPa (图略) 13 日 08 时低涡中心位于重庆附近, 20 时低涡基本维持少动; 14 日 08 时低涡切变仍位于重庆 - 湖南北部一线, 中心强度减弱。





(b)

Figure 2. Wind field and altitude field display at 500 hPa (a) and at 700 hPa (b) at 08:00 on September 13**图 2.** 9月13日08时500 hPa风场和高度场(a)及700 hPa风场和高度场(b)

从地面图分析来看(图略), 13日08时静止锋位于云南东部到贵州西部, 14时热低压增强, 静止锋减弱东退, 位于威宁-安顺-黔南一线。13日20时静止锋基本维持在贵州西南部。14日02时冷空气从东北路径补充影响, 静止锋增强西伸到云南东部-黔南-黔东南一线。上述分析表明, 此次暴雨过程副高强盛, 随着副高减弱南压, 高原短波槽东移加深, 弱冷空气从东北部路径入侵影响, 为静止锋锋面对流提供动力条件, 配合低层低涡切变线产生暴雨。

2. 物理量场分析

2.1. 水汽条件

水汽通量反应水汽输送的物理量。贵州一直处于副高北侧的西南气流, 有利于不断向南输送暖湿空气。暴雨期间水汽输送主要集中在400 hPa以下, 水汽通量主要存在两个大值中心, 分别出现在13日14:00左右及14日02:00~08:00, 中心最大值为 $10\sim 12 \times 10^{-7} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 表明降水期间整层水汽充沛。

2.2. 动力条件

从暴雨中心(关岭站)的垂直速度纬度-高度垂直剖面图(图3), 暴雨过程从低层到高层升速度都较强, 范围小, 上升速度达到 $-1.8 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$, 具有强烈的辐合上升运动特点。

2.3. 能量条件分析

假相当位温反应了大气的温湿状况, 应用它的水平和垂直分布可以分析大气中能量分布、垂直稳定性和大气湿斜压性。对假相当位温(θ_{se})沿暴雨中心(105.5°E , 26.2°N)作经向剖面(图略)看出, 暴雨发生前, 贵州西南部一直处于静止锋前, 近地面温度较高, 有利于不稳定能量的积累, 26°N 低层偏南气流强, θ_{se} 最大值达356 K, 700 hPa以下 θ_{se} 值348~356 K, 从地面到高空500 hPa, 假相当位温随高度减小, 大气层结呈位势不稳定层结, 为暴雨天气的发生提供有利的热力条件。

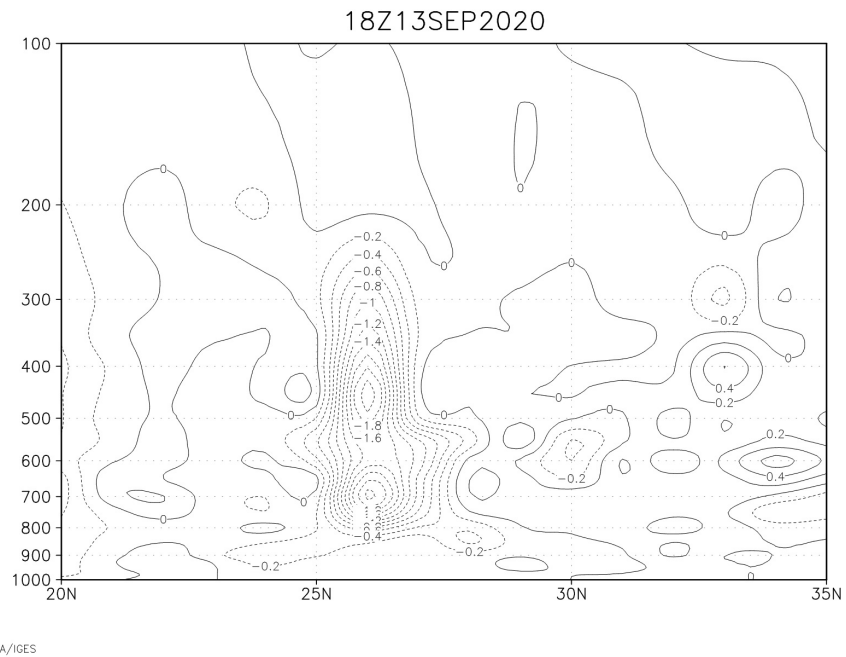
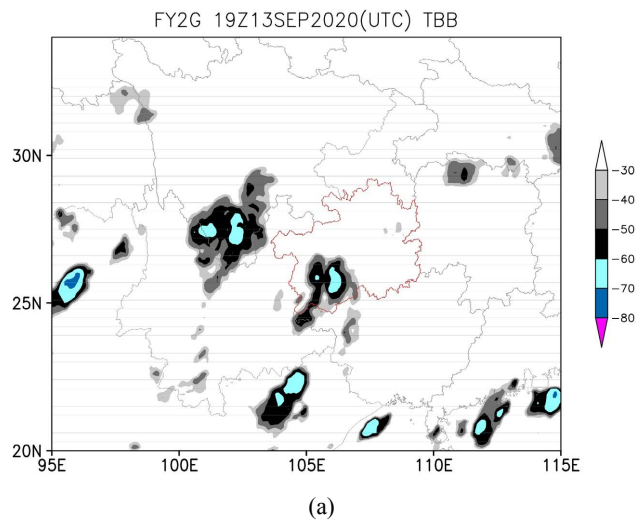


Figure 3. Vertical velocity latitude height profile of rainstorm center (Guanling station) at 02:00 on September 14

图 3. 9月14日02时暴雨中心(关岭站)垂直速度纬度-高度垂直剖面图

3. 卫星云图分析

从云顶黑体亮温(TBB)资料可以看出, 9月13日18时(图略)云南东部到贵州西部边缘有对流云团生成, 并不断向东移动, 其黑体亮温约小于 70°C 。20时位于黔西南南部的对流云团逐渐减弱, 位于六盘水市西部的对流云团增强并维持少动, 21时到14日00时对流云团继续东移, 强度减弱, 云顶亮温低于 -60°C 。14日02~03时(图4(a))随着西南暖湿气流增强, 对流云团进一步发展东移到安顺关岭附近, 对流云团增强, 强中心TBB低于 70°C , 强中心位于安顺市南部和黔西南州东部, 14日04时图4(b)该对流云团继续东移发展, 范围扩大, 05~07图4(c)时该对流云团基本维持, 造成暴雨天气。



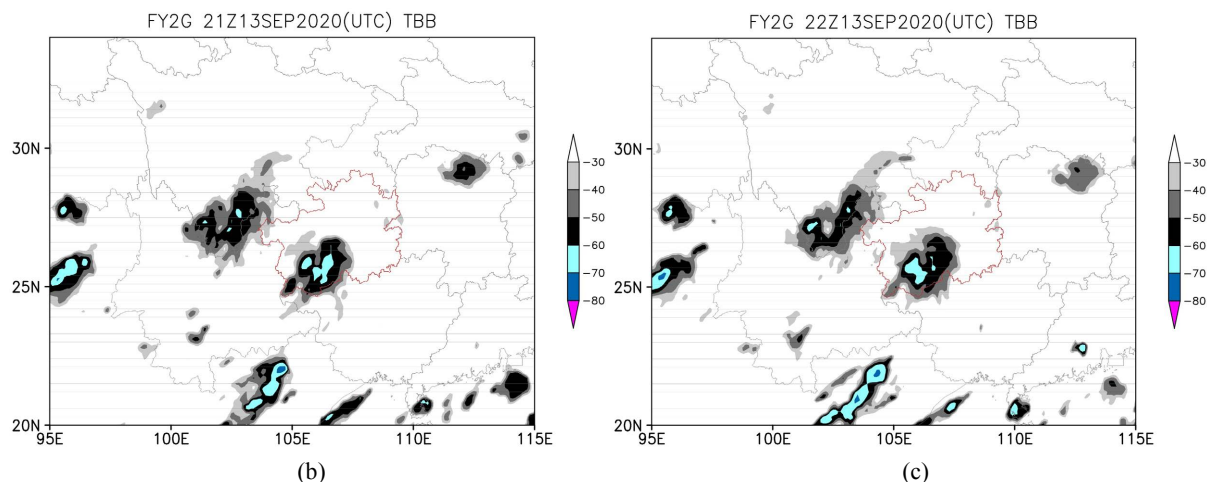


Figure 4. Cloud top blackbody brightness temperature (TBB) at 03:00 (a); 05:00(b); 06:00 (c) on September 14
图 4. 9月14日03时(a)、05时(b)、06时(c)云顶黑体亮温(TBB)图

4. 结论

1) 此次暴雨过程欧亚洲中高纬维持两脊一槽型, 乌拉尔山与鄂霍次克海为高压脊控制, 贝湖到河套西部为低压槽控制, 低压中心位于贝湖南部, 槽后的偏北气流较强, 有利于引导地面冷空气南下影响贵州。副高增强西伸成带状分布, 高原上有短波槽影响。贵州位于副高北侧, 低层在四川南部到重庆有切变, 切变南侧偏南气流增强为 8~12 m/s, 位于云南北部切变基本维持少动。切变线西南气流为暴雨区输送水汽及能量提供了有利条件。

2) 静止锋位于贵州西南部, 午后热低压发展增强, 静止锋减弱东退, 近地面温度升高, 有利于不稳定能量的积累。夜间冷空气从东北部路径入侵影响, 静止锋锋生加强, 为静止锋锋面对流提供动力条件, 配合低层低涡切变线产生暴雨。

3) 暴雨期间水汽输送主要集中在 400 hPa 以下, 水汽通量主要存在两个大值中心, 分别出现在 13 日 14:00 左右及 14 日 02:00~08:00, 表明降水期间整层水汽充沛。暴雨中心的垂直速度上升速度达到 $-1.8 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$, 具有强烈的辐合上升运动特点。从地面到高空 500 hPa, 假相当位温随高度减小, 大气层结呈位势不稳定层结, 为暴雨天气的发生提供有利的热力条件。

4) 从云顶黑体亮温(TBB)显示, 云南东部到贵州西部边缘有对流云团生成, 随着西南暖湿气流增强, 对流云团进一步发展东移, 云团中心 TBB 低于 70°C , 强对流云团基本维持在贵州西南部持续时间长, 造成暴雨天气。

参考文献

- [1] 聂云, 周继先, 顾欣, 等. “6.18”梅雨锋西段黔东南大暴雨个例诊断分析[J]. 暴雨灾害, 2018, 37(5): 445-454.
- [2] 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.
- [3] 肖艳林, 池再香, 严锐, 等. 准静止锋背景下的贵州两次暴雨天气过程对比分析[J]. 中低纬山地气象, 2019, 43(1): 1-7.
- [4] 杜正静, 何玉龙, 熊方, 等. 滇黔准静止锋诱发贵州春季暴雨的锋生机制分析[J]. 高原气象, 2015, 34(2): 357-367.
- [5] 赵付竹, 王凡, 冯文. 海南岛秋季暴雨天气的环流特征和形成机制初探[J]. 热带农业科学, 2011, 31(5): 50-56.
- [6] 罗菊英, 谭艳立, 虞列辉. 鄂西南山区一次罕见的秋季暴雨转暴雪天气成因分析[J]. 中低纬山地气象, 2021, 45(6): 9-16.
- [7] 李彩玲, 夏冠聪, 陈艺芳, 等. 广东省 11 月 2 次秋季暴雨过程的对比分析[J]. 广东气象, 2014, 36(4): 1-5.

- [8] 段旭, 许美玲, 孙绩华, 等. 一次滇西南秋季暴雨的中尺度分析与诊断[J]. 高原气象, 2003, 22(6): 598-601.
- [9] 刘林春, 肖天贵, 罗娟. 川东北一次秋季暴雨的诊断分析[J]. 成都信息工程学院学报, 2011, 28(2): 167-171.
- [10] 段海花, 单雪珂, 肖建军. 河源市秋季锋面暴雨的概念模型和物理量分析[J]. 广东气象, 2020, 42(3): 27-32.
- [11] 李向红, 陆虹, 伍静, 等. 孟加拉湾对流对广西秋季暴雨影响分析[J]. 热带气象学报, 2018, 34(4): 507-513.