

# 贵州夏季一次暴雨过程的中尺度特征分析

余清<sup>1</sup>, 吴静<sup>2</sup>, 张艳梅<sup>1</sup>

<sup>1</sup>贵州省气象台, 贵州 贵阳

<sup>2</sup>贵州黔西南州气象局, 贵州 兴义

收稿日期: 2022年6月20日; 录用日期: 2022年7月14日; 发布日期: 2022年7月21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2019年7月6日贵州南部的一次暴雨过程的成因进行诊断分析, 结果表明: 此次暴雨过程主要是由于东北低涡发展东移、副热带高压维持(以下简称副高)、高原槽东移、中低层切变线、地面辐合线共同影响, 低空急流的建立, 为贵州南部提供充足的水汽和动力条件, 地面中尺度辐合线触发了此次对流系统的发展, 在贵州西南部形成中尺度对流复合体(MCC)并不断东移影响南部。

## 关键词

贵州南部, 暴雨, 分析

# Analysis of Mesoscale Characteristics of a Summer Rainstorm Case in Guizhou

Qing Yu<sup>1</sup>, Jing Wu<sup>2</sup>, Yanmei Zhang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Guizhou Meteorological Observatory, Guiyang Guizhou

<sup>2</sup>Guizhou Qianxinan Meteorological Bureau, Xingyi Guizhou

Received: Jun. 20<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jul. 14<sup>th</sup>, 2022; published: Jul. 21<sup>st</sup>, 2022

## Abstract

Using conventional observation data, precipitation data of regional automatic stations and Fy2G satellite data, the causes of a rainstorm process in Southern Guizhou, on July 6, 2019 were analyzed. The results show that the rainstorm process is mainly due to the joint influence of the development of the Northeast Vortex moving eastward, the maintenance of the subtropical high, the eastward movement of the plateau trough, the middle and low-level shear line and the ground convergence line, and the establishment of the low-level jet, providing sufficient water vapor and

dynamic conditions for the Southern of Guizhou. The mesoscale convergence line in the surface triggered the development of the convective system, a mesoscale convective complex (MCC) in the southwest of Guizhou was formed on southwest Guizhou and moving eastward to affect the south.

## Keywords

On Southern Guizhou, Rainstorm, Analysis

Copyright © 2022 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, 每年夏季暴雨发生频率高、影响范围大, 降水强度强, 常常导致山体滑坡、洪涝等地质灾害, 造成农作物受灾, 对社会经济和人民的生命财产安全带来严重的危害。许多学者对暴雨做了大量的研究[1]-[6], 张艳梅[7]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, 发现副高控制华南, 贵州处于副高北侧, 配合高空槽及地面的辐合线共同影响, 造成的强降水天气。杜小玲等[8]分析梅雨锋西段暴雨是静止锋暴雨特殊形式, 梅雨锋西段是低涡或切变影响触发暴雨。陈军等[9]研究贵州一次暖区持续性区域大暴雨天气分析发现, 低层高湿高能环境和上干下湿的大气层结有利于暖区降水效率的提高和强对流天气的产生; 降水易发生在低空急流左侧和热低压东部第一象限和第四象限叠加区内。肖艳林[10]对静止锋背景下的两次暴雨过程进行分析发现, 暴雨均集中在准静止锋附近及其偏南一侧。王芬[11]等对黔西南初夏暴雨形成机理进行分析, 初夏暴雨发生时均为南亚高压控制, 500 hPa 主要有高空槽、副高边缘、两高切变、西北气流等。贵州地形复杂, 暴雨强度和范围预报难度大。仍然要进行大量的个例深入分析和总结。本文利用常规观测资料、区域自动站降水资料以及风云卫星资料等, 对 2019 年 7 月 6 日贵州南部一次暴雨过程进行诊断分析, 主要从天气形势、物理量和卫星云图等角度进行总结, 进一步分析产生此类暴雨的中尺度特征, 探讨此次暴雨的成因, 希望能为今后此类暴雨过程的预报提供参考。

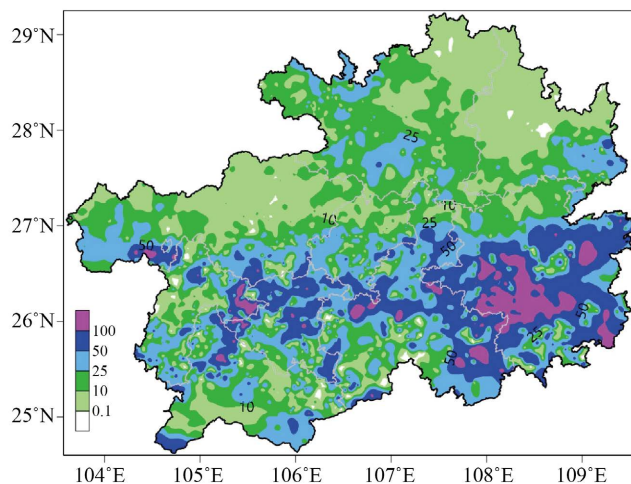
## 2. 实况分析

如图 1 所示, 2019 年 7 月 6 日 08 时~7 日 08 时(北京时, 下同), 贵州南部有 8 县市 196 乡镇出现暴雨, 17 个区域自动站出现大暴雨, 暴雨主要集中在安顺市、黔南州、黔东南州, 国家站最大降水出现在麻江县(255.3 mm)、区域站最大降水出现在黔南州三都县周覃镇(84.9 mm)。从区域站周覃站逐小时降水分布来看, 强降水时段主要出现在两个时段, 分别为 6 日 11 时~16 时, 7 日 00 时~03 时, 最大小时雨强为 22.4 mm。

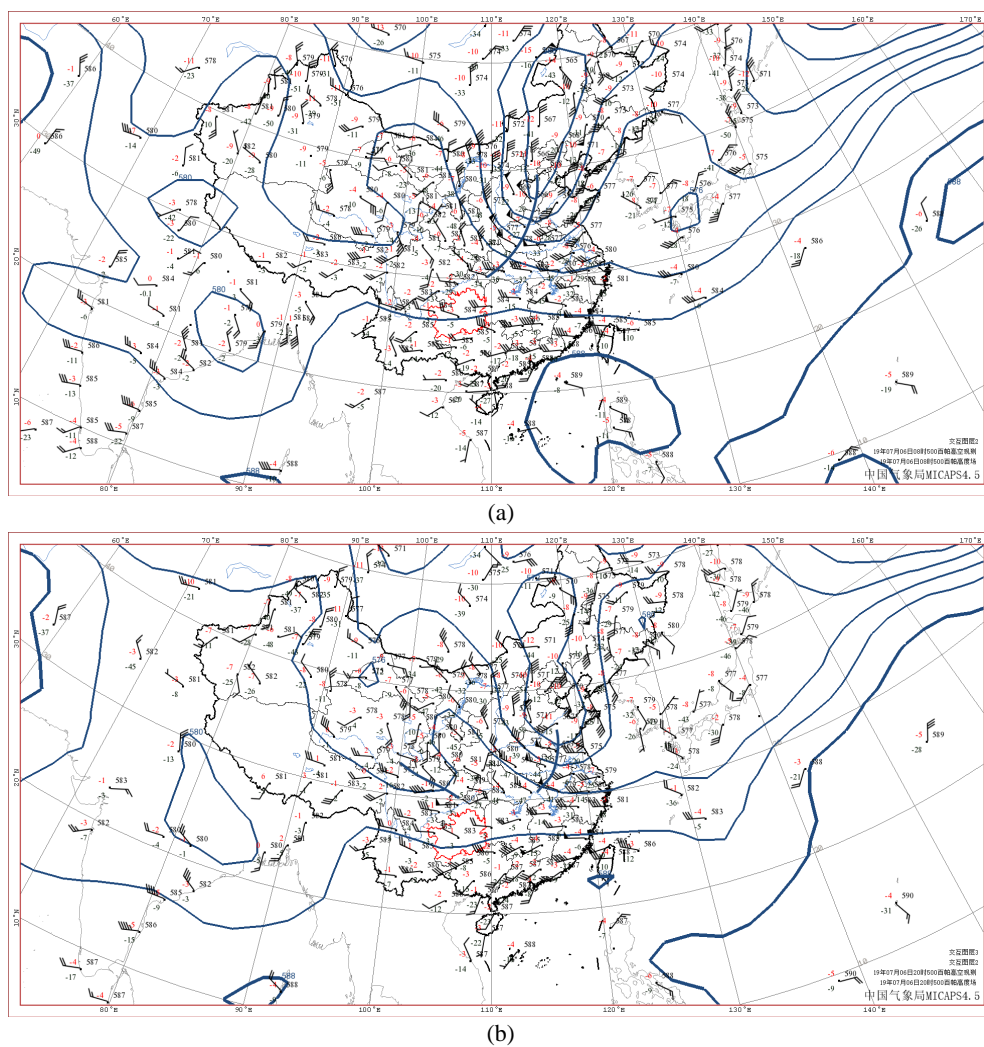
## 3. 环流背景分析

### 3.1. 高空影响系统分析

7 日 6 日 08 时 500 hPa 高度场(图 2(a))显示, 欧亚中高纬度为两槽一脊的形势, 贝加尔湖为阻塞高压控制, 东北-华北有冷涡存在, 高空槽位于黄淮-长江流域, 槽底位于湖北中部一线, 槽后有温度槽, 高空槽加深, 槽后西北气流引导冷空气南下。西藏东部到川西高原有切变存在。低纬度地区, 孟加拉湾北部



**Figure 1.** 24 h precipitation from 08:00 on July 6 to 08:00 on July 7 in 2019  
**图 1.** 2019 年 7 月 6 日 08 时~7 日 08 时 24 h 降水量

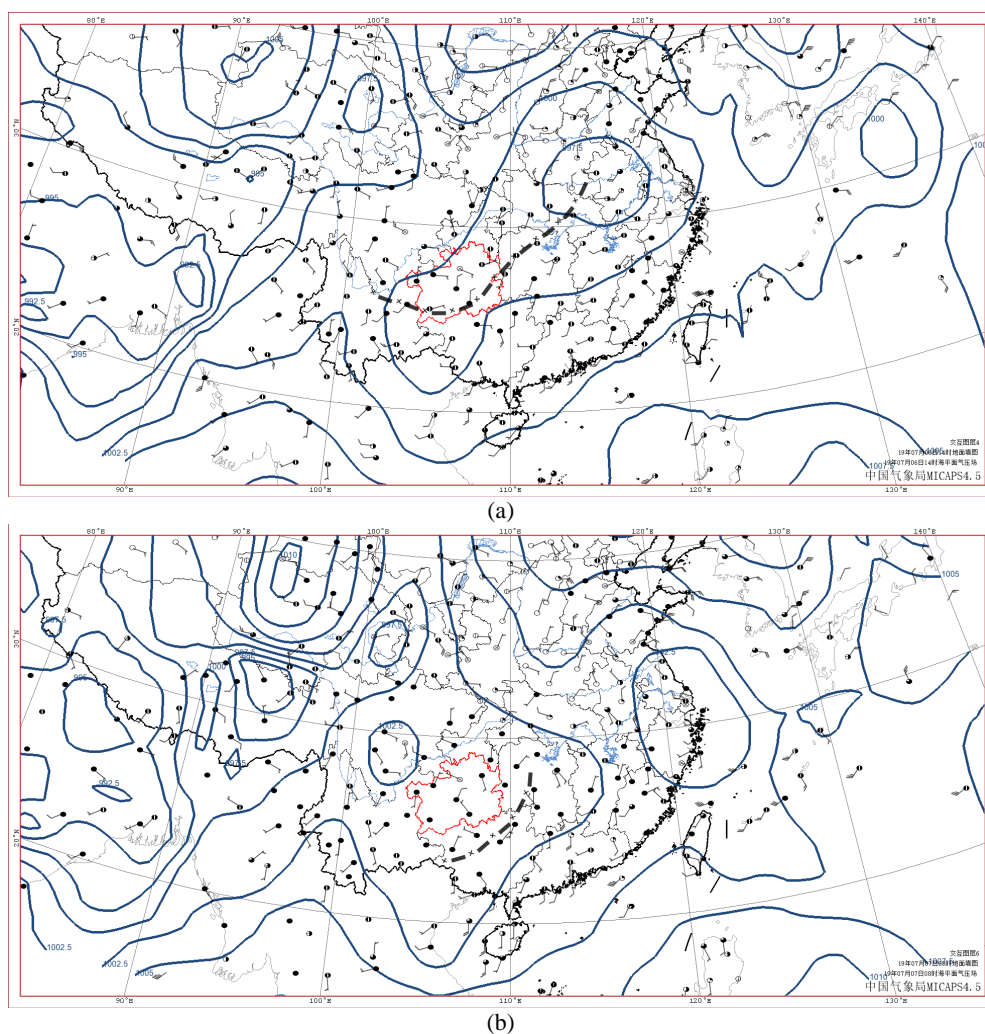


**Figure 2.** The height fields at 500 hPa (unit: dagpm) and wind field (unit: m/s) at 08:00 (a) and 20:00 (b) on July 6 in 2019  
**图 2.** 2019 年 7 月 6 日 08 时(a)和 20 时(b) 500 hPa 高度场(单位 dagpm)和风场(单位: m/s)叠加图

有低值系统活动, 副高 588 线北界位于华南沿海, 西脊点位于  $110^{\circ}$  以东, 贵州主要受副高西北侧西南气流影响, 有利于暖湿空气不断向贵州输送, 6 日 20 时(图 2(b))贵州西部至云南东部有短波槽继续东移, 副高减弱略东退。从 6 日 08 时 700 hPa (图略)可以看出, 08 时切变线位于湖南中部-贵州南部-云南东部一线, 我省到华南沿海一线为西南气流影响, 风速为  $8\sim 12$  m/s。20 时西南气流增强, 风速为  $10\sim 16$  m/s, 急流位于华南 - 我国东部沿海一线, 切变略有南压, 继续维持在贵州南部一带。850 hPa (图略)显示, 6 日 08 时切变位于黄淮 - 湖北 - 贵州南部一带, 广西 - 广东一带有低空急流建立, 风速大于  $12$  m/s; 20 时 850 hPa 华南一带西南气流明显减弱, 切变南压位于省的西南部。

### 3.2. 地面影响系统分析

从 7 月 6 日 08 时地面天气形势图可以看出(图略), 贵州为偏南气流影响, 贵州西南部为热低压控制, 地面辐合线位于湖北 - 贵州东北部。14 时(图 3(a))地面辐合线发展南压到贵州中部偏南一线, 触发对流发展, 20 时(图略)地面辐合线继续南压至贵州南部, 7 日 08 时(图 3(b))辐合线移出贵州, 强降水结束。



**Figure 3.** The ground situation at 14:00 (a) on July 6 and 08:00 (b) on July 7, 2019 (unit: hPa, black dotted line refers to ground convergence line)

**图 3.** 2019 年 7 月 6 日 14 时(a)和 7 月 7 日 08 时(b)地面形势图(单位: hPa, 黑虚线为地面辐合线)

以上可以看出, 东北东涡东移南压、高空低槽的东移及副热带高压的稳定维持, 中低层切变线与地面辐合线耦合, 在省的南部地区触发对流, 生成中尺度对流复合体(MCC), 并不断东移, 在贵州南部产生的暴雨过程。

## 4. 物理量场分析

### 4.1. 水汽条件

充足的水汽条件是产生暴雨的条件之一。贵州南部一直处于副高西北的西南气流, 孟湾低压也不断向南输送暖湿空气。从各层比湿分布来看(图略), 6日08到7日08时500 hPa比湿一直维持在5~6 g/kg, 700 hPa比湿维持10~12 g/kg, 850 hPa比湿为14~16g/kg, 6日20时比湿最强, 达到16 g/kg, 表明降水期间整层水汽充沛。

### 4.2. 不稳定性条件

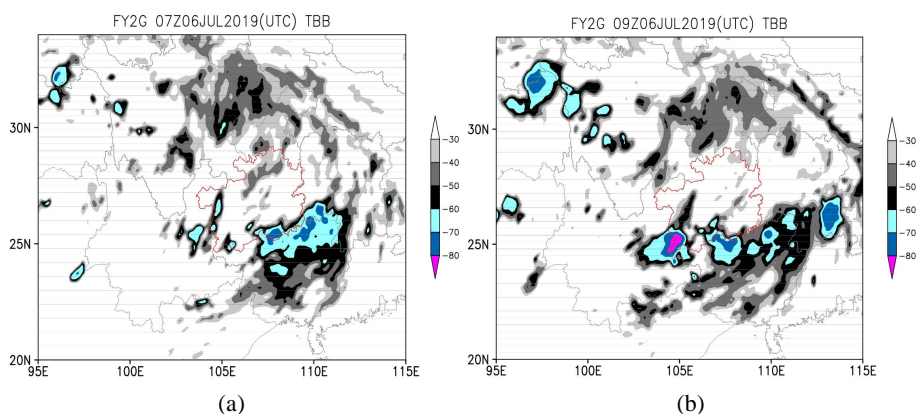
暴雨发生期间, 省的南部地区K指数达到39°C~41°C之间, SI指数为-0.71°C~-0.12°C之间, 6日08时CAPE值相对较低, 20时CAPE明显增强, 达到1149.8 J·kg<sup>-1</sup>。从T-LnP图(图略)来看, 全省湿度都较大, 但是西北部能量较低, 省的中部和南部湿度能量高, 特别是省的南部有较大的CAPE。从假相当位温图( $\theta_{se}$ )上看, 6日08时~20时, 贵州南部地区从低层到高层 $\theta_{se}$ 随高度减小, 20时 $\theta_{se}$ 随高度减小更明显, 呈现上冷下暖的形势, 表明大气处于不稳定层结, 有利于对流发展及强降水的发生。

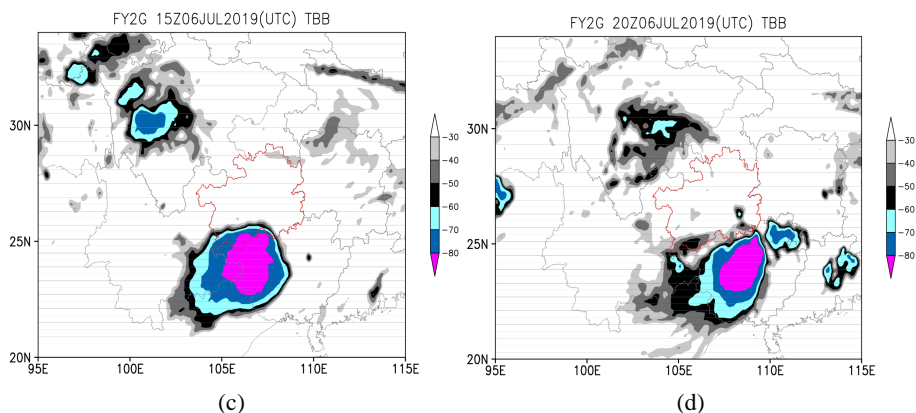
### 4.3. 动力条件

从各高度场的(850 hPa~200 hPa)的散度场来看(图略), 6日08时贵州区域散度值均为0, 无明显上升运动, 20时200 hPa省的南部散度值大于 $10 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ , 辐散中心主要位于黔西南州南部、黔南州及黔东南州地区; 中低层全省出现辐合, 500 hPa强辐合中心位于黔西南州, 中心最大值低于 $-10 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ , 低层辐合区位于省的西部地区和南部地区, 出现高层辐散、低层辐合的有利条件, 上升运动增强, 有利于对流系统的发生发展。从中层(500 hPa)垂直速度场分布, 从6日08时贵州无明显上升运动, 20时省的中西部出现上升运动, 垂直速度为-20 m/s, 7日08时省的南部上升运动增强, 最强中心达到-40 m/s。

## 5. 卫星云图分析

7月6日08时到13时(图略)在广西北部到贵州东南部边缘有对流云团生成, 并不断东移北抬, 强中心位于黔南南部, 至6日14时局地云顶亮温低于-70°C, 15时(图4(a))时云南东部和贵州西部有对流云团生成, 17时(图4(b))范围和强度都迅速增加, 强对流云团主要集中在黔西南, 强中心云顶亮温低于-80°C,





**Figure 4.** TBB cloudmap at 15:00 (a), 17:00 (b), 23:00 (c) on July 6, 04:00 (d) on July 7, 2019

**图 4.** 2019 年 7 月 6 日 15 时(a)、17 时(b)、23 时(c)、7 日 04 时(d) TBB 云图

并且不断东移到黔西中南部, 范围扩大, 形成一个中尺度对流复合体(MCC), 主体位于广西西部和云南东部, 黔西南南部位于对流复合单体北部, 22 时(图 4(c))达最强, 随后东移南压, 对流云团强度减弱移动到广西(图 4(d)), 贵州南部降水减弱。

## 6. 结论

本文使用常规观测资料、区域自动站资料、FY-2G 卫星资料对 2019 年 7 月 6~7 日发生在贵州南部的暴雨过程进行诊断分析。主要结论如下:

1) 欧亚中高纬度为两槽一脊的形势, 东北低涡发展南压, 槽后西北气流引导冷空气南下, 西藏东部到川西高原有切变存在, 孟湾低值系统活动, 副高位于华南稳定少动, 有利于冷暖空气在南部交汇, 中低层切变线切变维持在贵州南部一带, 低层在广西 - 广东一带有低空急流建立, 为贵州南部提供充足的水汽和动力条件。

2) 地面辐合线发展南压到贵州中部偏南一线, 中低层切变线与地面辐合线耦合, 在贵州省的南部地区触发对流, 生成中尺度对流复合体(MCC), 并不断东移南压, 在贵州南部产生暴雨。

3) 贵州南部降水期间整层水汽充沛 K 指数达到  $39^{\circ}\text{C}\sim 41^{\circ}\text{C}$  之间, SI 指数为  $-0.71^{\circ}\text{C}\sim -0.12^{\circ}\text{C}$  之间, 低层到高层  $\theta_{se}$  随高度减小, 大气处于不稳定层结, 贵州省的西部地区 and 南部地区, 出现高层辐散、低层辐合的有利条件, 上升运动增强, 有利于低层对流系统的发生发展。

强对流云团主要集中在贵州西南部, 并且不断东移发展, 东移形成一个中尺度对流复合体, 并不断东移影响南部。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 尹洁, 何拥凤, 陈云辉, 等. 2013 年 6 月江西一次持续性暴雨过程分析[J]. 暴雨灾害, 2013, 32(4): 314-323.
- [3] 杜小玲. 2012 年贵州暴雨的中尺度环流场分析及短期预报着眼点[J]. 气象, 2013, 39(7): 862-873.
- [4] 周慧, 蔡荣辉, 尹冬德, 等. 2016 年 7 月湖南一次极端持续性暴雨成因分析[J]. 干旱气象, 2018, 36(1): 56-63.
- [5] 聂云, 周继先, 顾欣, 等. “6.18”梅雨锋西段黔东南大暴雨两个例诊断分析[J]. 暴雨灾害, 2018, 37(5): 445-454.
- [6] 周明飞, 杜小玲, 熊伟. 贵州初夏两次暖区暴雨的对比分析[J]. 气象, 2014, 40(2): 186-195.
- [7] 张艳梅, 吴古会, 彭兴德, 等. 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.  
<https://doi.org/10.12677/OJNS.2021.94060>
- [8] 杜小玲, 吴磊, 杨秀庄, 等. 梅雨锋西段持续性暴雨的环境场特征及贵阳极端降水成因[J]. 暴雨灾害, 2016,

---

35(5): 415-426.

- [9] 陈军, 李小兰, 喻义军, 等. 贵州一次暖区持续性区域性大暴雨成因分析[J]. 气象研究与应用, 2015, 36(4): 21-27.
- [10] 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): 1-8.
- [11] 王芬, 孟庆怡, 唐浩鹏, 等. 一次副高阻挡型特大暴雨的中小尺度特征[J]. 中低纬山地气象, 2021, 45(3): 1-8.