

2023年6月21日~22日黔东南州暴雨过程分析

王政杰¹, 欧运标¹, 李圳坤²

¹剑河县气象局, 贵州 剑河

²岑巩县气象局, 贵州 岑巩

收稿日期: 2024年4月20日; 录用日期: 2024年5月17日; 发布日期: 2024年5月27日

摘要

本文利用2023年6月21日至22日的地面高空观测资料、欧洲中心数值预报产品等资料, 从天气过程发生前的高空、地面天气形势以及从有利于暴雨天气形成的中尺度天气系统和各种物理量场着手, 对2023年6月21日和22日发生在贵州省的暴雨天气发展过程从环流背景、水汽条件、影响系统、水汽条件热力动力条件等方面进行综合性研究分析, 并且得出强对流天气发生所需要的天气条件和各个物理量条件。

关键词

强对流, 暴雨, 环流形势

Analysis of Rainstorm Process in Qiandongnan Prefecture from June 21 to 22, 2023

Zhengjie Wang¹, Yunbiao Ou¹, Zhenkun Li²

¹Jianhe County Meteorological Bureau, Jianhe Guizhou

²Cengong County Meteorological Bureau, Cengong Guizhou

Received: Apr. 20th, 2024; accepted: May 17th, 2024; published: May 27th, 2024

Abstract

Based on the ground observation data of June 21 to 22, 2023, the European Center for Numerical Forecast products and other data, from the high-altitude and ground weather situation before the weather process occurs, and from the mesoscale weather system and various physical quantity fields that are conducive to the formation of heavy rain, the development process of heavy rain in Guizhou Province on June 21 and 22 in 2023 is comprehensively studied and analyzed from the

circulation background, water vapor conditions, impact system, water vapor conditions and thermodynamic conditions, and the weather conditions and various physical quantity conditions required for severe convection weather are obtained.

Keywords

Severe Convection, Rainstorm, Circulation Situation

Copyright © 2024 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

随着气候变化的加剧，暴雨过程在中国南方地区的发生频率和降水强度都有了明显变化，黔东南州从2023年初开始，各个县市的降水普遍偏少，日照偏多，气温偏高，从而造成数值预报模式在采集样本并在预报过程中收到这种特殊情况干扰屡次出现较大偏差。2023年6月21日至22日，黔东南州发生了一次特定区域内的暴雨过程。本文在此背景下开展研究，着重对此次暴雨过程进行深入分析并提出控制方案，来提高气象预警的准确性和实用性。

强对流天气是指出现短时强降水、雷雨大风、冰雹和龙卷风等剧烈天气现象的天气过程，其产生的大风、洪涝和冰雹等灾害给人类生产生活带来严重影响。黔东南地区位于贵州省东南部，地形复杂，强对流天气频繁发生，每年春夏之交和夏秋之际是该地区的强对流天气多发期。本文通过对2023年6月21日至22日黔东南地区出现的强对流天气过程进行分析，旨在探讨此次过程的成因和发生机制，为该地区强对流天气的预报预警提供参考。

本文的研究背景是气象预测的实际问题，并有其现实和政策意义。本文对于区域内某一次暴雨过程的分析，对于提高区域气象预警的准确性和实用性意义深远，对气象观测和数据处理方法的改进和认识也对于提高预警水平有着重要的作用。因此，这方面的研究工作具有重要意义和广泛应用前景，可为区域气象预警和水灾防御提供可靠的数据和理论支持。

2. 暴雨过程形成原因

暴雨是一种短时强降水现象，其形成原因复杂多样，许多学者对我国暴雨特点，形成机理等进行了大量研究[1][2][3]，黄艳[4]等对黔东南州暴雨气候特征进行了统计分析，统计分析发现造成黔东南州暴雨的主要天气系统有切变线(包括中低层切边和500 hPa两高切变)、西南低空急流、高空槽、地面冷锋、西南低涡和地面辐合线，其中切变线、西南低空急流和高空槽是造成黔东南州暴雨的主要天气系统，刘强[5]从雷达回波的角度对暴雨过程分析中指出，当回波不强时，回波带稳定，维持时间长，35 dBZ的回波也会产生暴雨。符娇兰等[6]对华北两次冷涡降水成因和预报偏差的对比分析得出数值模式的误差主要来源于对动力条件预报过强导致的降水空报。此外，当地地形因素也会对暴雨过程的形成起到重要的作用，因为地形的屏障效应会造成大气流动的堆积并进一步引发降水过程的发生。

综上所述，暴雨过程的形成是多种因素共同作用的结果，其中气象因素和地形因素都发挥了不可忽视的作用。因此，要实现对于暴雨天气的精确预报，需要各方面的不断努力和探索，提高数据质量和完善观测体系是解决误差问题的关键措施。只有在各种措施的联合作用下，才能有效地提高气象预报的准

确性和可靠性，确保人们安全度过暴雨天气带来的危害。

3. 黔东南州暴雨地理环境特点

黔东南州位于贵州省东南部云贵高原向湘桂丘陵盆地过渡地带，地势东部低而西、北、南三面高，水平距离不大但海拔差异较大。境内海拔最高地为雷公山 2178.8 m，处于亚热带季风湿润气候区，具有四季分明、雨量充沛、气候温和的气候特征。地形复杂，山地、丘陵错综相间，造成黔东南州天气气候多样性和不连续性。暴雨过程作为其中一种气象灾害，给黔东南带来了巨大的经济损失和生活困扰。根据顾欣等[7] [8]对黔东南暴雨气候特征的研究来看，黔东南地形以雷公山为中心向四周呈伞状分布，同时呈西北—东南方向倾斜。其中雷公山西南侧是多暴雨和大暴雨区，主要有丹寨、雷山等县；其次是云贵高原向湖南丘陵过渡的斜坡面上，是第二多暴雨区，主要有锦屏、凯里等县。

3.1. 黔东南州暴雨时间分布特征

黄艳等[4]指出，黔东南州区域暴雨在 20 世纪 70 年代接近常年，80 年代偏少，21 世纪处及 10 年偏少，且暴雨主要发生在主汛期 5 至 7 月，6 月为集中期，区域大暴雨主要发生在 6 月下旬到 7 月中旬。降雨时间主要出现在夜间。

3.2. 黔东南州 6 月 21 日至 22 日暴雨天气实况

从图中可以看到，此次暴雨主要集中在贵州的南部，尤其是西南部。6 月 21 日 08 时至 22 日 08 时，我省南部地区局地大到暴雨，部分站点有大暴雨或特大暴雨。特大暴雨出现在册亨县 1 县域内的 3 个观测站(乡镇最大为册亨县巧相 208.3 毫米)，大暴雨出现 16 县域内的 29 个观测站，暴雨 47 县域内的 313 个观测站；59 个县(市、区)域内 480 站次出现短时强降水，小时雨强最大为罗甸红水河 77.1 毫米/小时(19~20 时)。此外，夜间到早晨全省出现 13 站大雾或低能见度天气(图 1)。

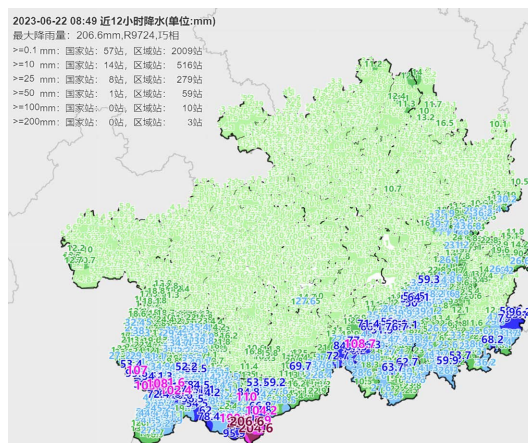


Figure 1. Guizhou received nearly 12 hours of precipitation at 8:00 on June 22, 2023

图 1. 6 月 22 日 8 时贵州近 12 小时降水

4. 分析过程

暴雨预报的准确性是防范和减轻暴雨灾害的重要手段。目前的暴雨预报存在着预报误差大和预报时间短的问题，杨秀庄[9]等人对贵州地区的暴雨预报误差分析中得出，不同数值模式出现较大偏差，需通过外推法对数值模式预报进行适当订正。周长志等人[10]指出，日本模式、德国模式和 T213 降水预报产

品在强降水过程中预报值基本上小于实况，而且随着实况两集的增加，预报偏小的次数增多。因此，本文从 21 日暴雨过程数值预报模式的角度来分析此次降雨过程产生误差的原因。通过制定科学的误差控制方案，提高暴雨预报的准确性和时效性，进一步减轻暴雨灾害带来的损失。

本文利用 2023 年 6 月 21 日至 22 日的地面高空观测资料、欧洲中心数值预报产品等资料，从天气过程发生前的高空、地面天气形势以及从有利于暴雨天气形成的中尺度天气系统和各种物理量场着手，对 2023 年 6 月 21 日和 22 日所发生在贵州省的暴雨天气发展过程从环流背景、水汽条件、影响系统、水汽条件热力动力条件等方面进行综合性研究分析，并且得出强对流天气发生所需要的天气条件和各个物理量条件。

4.1. 环流形势

6 月 21 日 08 时，500 hPa，贵州西北部有南支槽生成，且槽前东北方向有低涡存在，由于槽前西南气流的引导，贵州西部在 08 时有水汽汇集，并且受槽前低压的影响，588 线稳定，低涡东移，使得高空槽有向东移动的趋势，黔东南地区受高空槽影响，有明显冷平流。700 hPa，在贵州中南部有明显的西南急流，且切变线压在贵州的中北部。850 hPa，切变线已经压至贵州省中部，黔东南州的北部，贵州省南部还有较强的西南急流，有利于水汽的输送，而且贵州中南部有风向的辐合。地面图上，该地区受弱冷空气影响，存在一南北向的小型冷锋。这种系统配置为强对流天气的发生提供了有利条件。而且在 21 日 20 时，500 hPa 上的南支槽有转横的趋势，使得来自高原的冷空气有机会入侵贵州境内，与 588 线输送的暖湿空气相遇。而 850 hPa 则低空切变线已经南压到贵州南部，预示 21 日凌晨会有暴雨过程的出现。可以看出，此次强对流天气过程是在高空槽、低层切变线和地面弱冷空气共同影响下发生的。

从环流形势来看，此次强对流天气过程是在高空槽、低层切变线和地面弱冷空气共同影响下发生的。6 月 21 日 08 时，500 hPa 高空图上，黔东南地区受高空槽影响，有明显冷平流；700 hPa 和 850 hPa 切变线位于该地区附近，湿区内存在一明显的水汽通道；地面图上，该地区受弱冷空气影响，存在一南北向的小型冷锋。这种系统配置为强对流天气的发生提供了有利条件(图 2)。

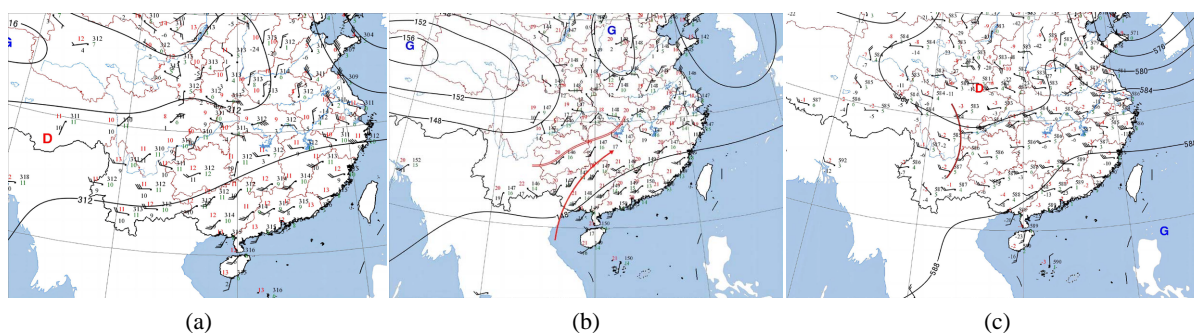


Figure 2. 500 hPa, 700 hPa, 850 hPa high altitude situation chart on June 21

图 2. 6 月 21 日 500 hPa、700 hPa、850 hPa 高空形势图

4.2. 大气环境物理量

从图中可以看到，21 日 08 时贵阳站的有效位能 cape 值为 894.4 J/kg，沙氏指数 SI 为 -1.77，K 指数为 40.4，怀化站的有效位能 cape 值为 947.7 J/kg，沙氏指数 SI 为 -2.67，K 指数为 41.0。均达到了贵州省对于强对流天气发生所需要的阈值，以及各项数据表明在 21 日早上，贵州省存在降雨过程，水汽含量和不稳定能量充足，有发生较大强对流天气的条件，但是强雷暴的可能性不是很大。而在 21 日 20 时，怀化站的有效位能 cape 值为 941.8 J/kg，沙氏指数 SI 为 -1.24，K 指数为 40.5，仍然维持在强对流天气发生

的阈值以上。因此在白天，强对流天气在贵州中北部发展旺盛，到了夜间雷暴云团较早上有一定的减弱，当云团到达贵州黔东南地区，强对流天气的强度会收到一定减弱，并且随着低层的风向辐合向东移动并移出我省(图 3)。

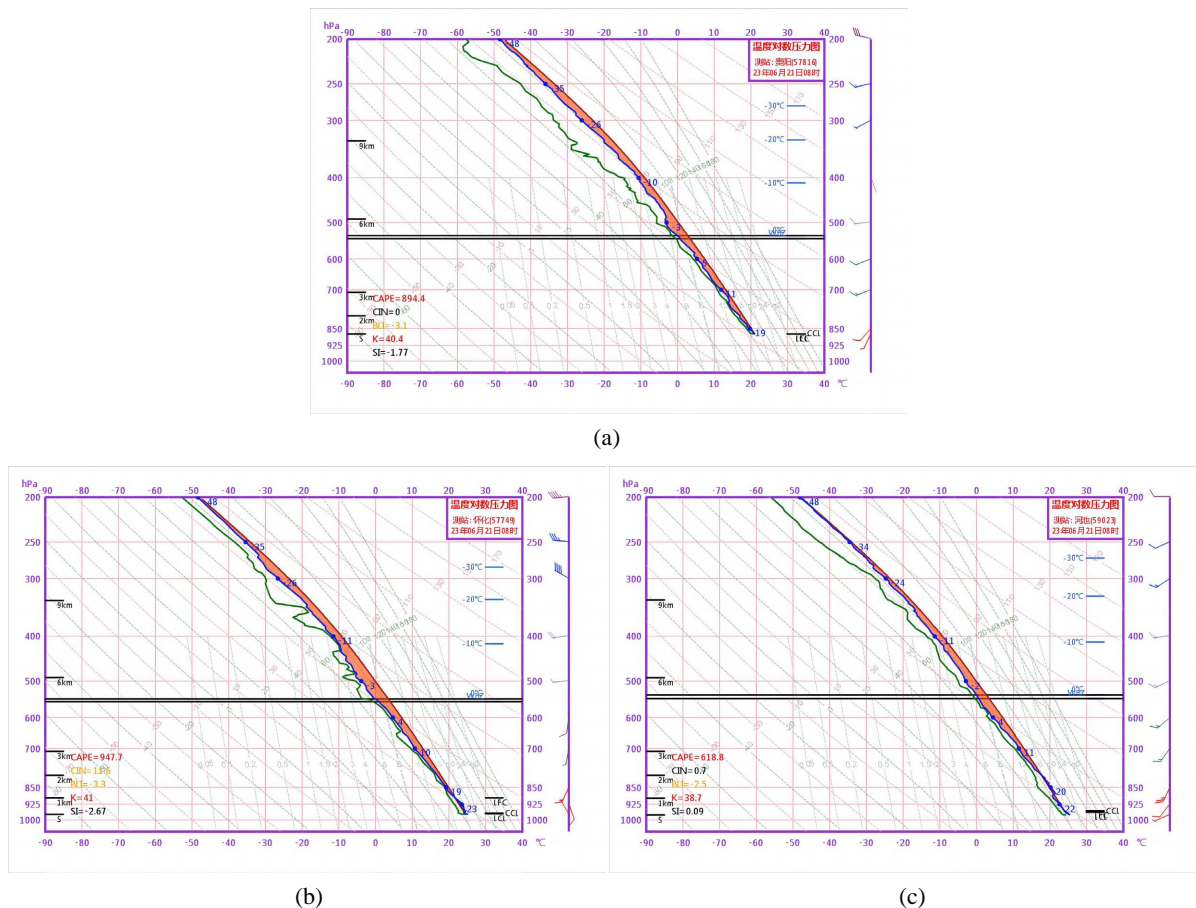


Figure 3. Temperature log pressure map of Guiyang Station at 8:00 on June 21 and temperature log pressure map of Huaihua Station at 8:00 and 20:00 on June 21

图 3. 贵阳站 6 月 21 日 8 时温度对数压力图、怀化站 6 月 21 日 8 时和 20 时温度对数压力图

4.3. 模式分析

通过对 21 日的欧洲中心 850 hPa 高空不同时次预报结果进行分析，可以总结出此次天气过程的可预报性。从图中可以看到，在 21 日 08 时位于贵州西北部有低涡出现，并于 12 时向东移动到了贵州的中部，且贵州东南部的南风于北部的偏北风有辐合，有利于气流垂直运动，并且在偏北风的引导下，水汽能够顺着引导气流往贵州东南方输送，有利于降雨的形成。22 日 12 时 850 hPa 图中可以看到，贵州的东部、东南部还有从南部、东部的水汽通道，且在贵州黔东南地区有水汽堆积，同时贵州南部边缘有气流辐合，有利于水汽汇集，而在 700 hPa 高空图上，贵州北部又生成了一个气旋，促进低层水汽通道运输而来的水汽垂直向上运动，因而在 22 日还会有有一次强降雨天气过程，而根据 23 日的降雨情况看，正好证明了这一点。

在 21 日 20 时、22 日 02 时低涡一直维持在贵州东南部，且在贵州南部有一个西南至东北走向的切变，切变线前端的较强南风相比于 08 时均没有明显减弱，反而在 22 日 02 时有所增强。20 时和 02 时的

低涡位置一致，但是在 18 时低涡变得不明显，这使得不稳定能量的补充有一段时间出现中断现象，导致实际上的强对流天气比预报出的要有所减弱，而且模式预报当中对水汽含量预判存在的误差，也是强对流天气分析预报产生误判的原因。从各家模式也可以看出来，MESO 模式和 GD 模式对于降雨落区的推断是比较准确的(图 4、图 5)。

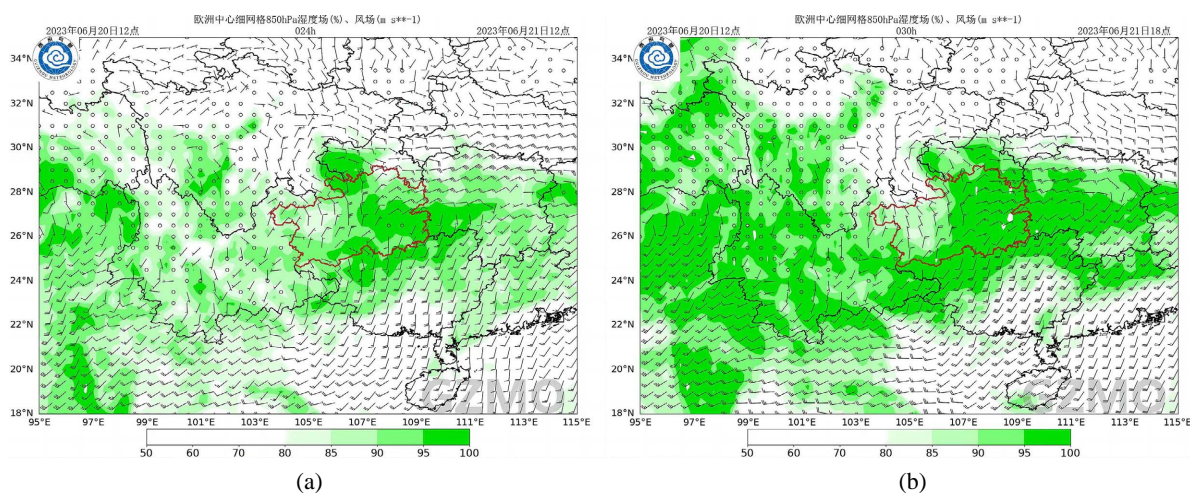


Figure 4. Humidity field and wind field of EC fine grid 850 hPa at 12:00 and 18:00 on June 21

图 4. 6 月 21 日 12 时、18 时欧洲中心细网格 850 hPa 湿度场、风场

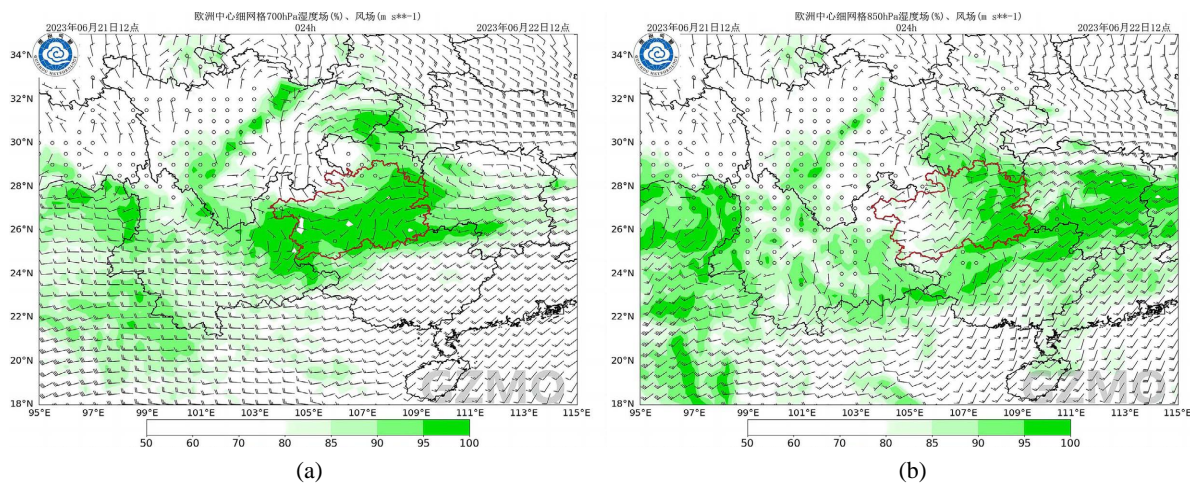


Figure 5. Humidity field and wind field at 700 hPa and 850 hPa in the EC fine grid on June

图 5. 6 月 22 日欧洲中心细网格 700 hPa、850 hPa 湿度场、风场

5. 结语

此次强对流天气强度较 20 日有所削弱，预报与实际的降雨量存在一定的偏差。本文利用 2023 年 6 月 21 日至 22 日的地面高空观测资料、欧洲中心数值预报产品等资料，从天气过程发生前的高空、地面天气形势以及从有利于暴雨天气形成的中尺度天气系统和各种物理量场着手，对 2023 年 6 月 21 日夜间至 22 日早晨发生在贵州省的一次暴雨天气发展过程从环流背景、水汽条件、影响系统、水汽条件热力动力条件等方面进行综合性研究分析，得出以下结论：

大气层结不稳定：贵州省地处山区，地形复杂，地面加热不均匀易造成大气层结不稳定。在白天，

太阳辐射加热地表,使得近地面空气变暖,而高层空气相对较冷。这种不稳定的大气层结为对流运动的发展提供了有利条件。

低空急流:低空急流是一种高速、低空的风流,它能够携带大量暖湿空气并输送到贵州省。当这些暖湿空气与当地的冷空气相遇,会形成强烈的对流上升运动,从而触发强对流天气的发生。

冷空气南下:6月21日至22日期间,有冷空气南下与暖湿气流的北上影响贵州省。冷暖空气的汇合以及在贵州省东南部形成的风向辐合再加上不稳定能量的堆积,形成强烈的对流运动。

地形抬升作用:贵州省地处云贵高原,地形起伏较大。当暖湿空气遇到地形抬升作用时,会被迫上升,形成云层和降水。地形的抬升作用有利于增强对流运动,从而加剧强对流天气的发生。

同时也应该注意到,由于贵州省的海拔普遍较高,导致在低空形成的强对流云团在移动的过程中会受到一些高山的影响,如雷公山等等高山的阻挡,会将已经生成的云团绕流,从而分散了强对流的移动,削弱强对流天气造成的影响,使得部分县市的降雨量会比预报的降雨量偏少。所以,在进行强对流天气过程的落区预判时,贵州大部分地区海拔还是比较高,许多天气过程在运动过程中会受到高山、高原等地形地貌的影响而出现特殊情况,因此预报员在分析贵州地区的天气过程时应充分考虑个别县市的地形地貌,以便于对强对流过程有更精确的预判。

参考文献

- [1] 赵杰,周文钰. 2014年5月25-26日黔南州暴雨过程分析[J]. 现代农业科技, 2017(14): 242-243+246.
- [2] 白慧,梁平,李同洲. 2007年7月26日贵州省黔东南州大暴雨雨情与灾情[J]. 暴雨灾害, 2008(1): 94-95.
- [3] 胡秋红,苟杨,胡伟,等. 2015年6月20日黔南地区暴雨天气过程分析[J]. 科技风, 2019(16): 124.
<https://doi.org/10.19392/j.cnki.1671-7341.201916111>
- [4] 杨秀庄,李刚,周明飞,等. 贵州地区一次持续性暴雨天气成因及预报误差分析[J]. 中低纬山地气象, 2020, 44(4): 1-10.
- [5] 黄艳,张宝,陶飞旋,等. 黔东南州40a汛期区域暴雨气候统计特征分析[J]. 贵州气象, 2010, 34(S1): 92-94.
- [6] 符娇兰,陈双,沈晓琳,等. 两次华北冷涡降水成因及预报偏差对比分析[J]. 气象, 2018, 45(5): 606-620.
- [7] 张强宜,张海,凌明,等. 黔西南州2009年6月8日区域性大暴雨天气过程分析[J]. 贵州气象, 2011, 35(6): 22-24.
- [8] 顾欣,田楠,潘平珍. 黔东南暴雨气候特征及其地形影响[J]. 气象科技, 2006(4): 441-445.
<https://doi.org/10.19517/j.1671-6345.2006.04.019>
- [9] 顾欣. 黔东南州暴雨的分布特点[J]. 贵州气象, 2002(2): 27-30.
- [10] 周长志,杨群,高红梅,等. 数值预报产品在短期降水预报中的检验分析[J]. 贵州气象, 2010, 34(S2): 100-103.