

贵州中南部一次暴雨过程分析

邓安, 曾妮, 刘思洋, 蒙军, 方鹏

贵州省安顺市气象局, 贵州 安顺

收稿日期: 2022年8月13日; 录用日期: 2022年9月9日; 发布日期: 2022年9月15日

摘要

利用区域自动站观测资料、MICAPS资料、TBB卫星云图资料等, 对2021年8月23~24日贵州中南部大暴雨天气过程进行分析。结果表明: 1) 本次暴雨天气过程有明显的夜雨特征, 并伴有短时强降水; 2) 本次暴雨过程是副热带高压外围低槽东移配合低涡切变南压导致的; 3) 水汽条件与动力条件配置较好, 导致此次贵州中南部出现大暴雨。

关键词

大暴雨, 短时强降水, 低涡

Analysis of a Rainstorm in Central and Southern Guizhou

An Deng, Ni Zeng, Siyang Liu, Jun Meng, Peng Fang

Guizhou Anshun Meteorological Bureau, Anshun Guizhou

Received: Aug. 13th, 2022; accepted: Sep. 9th, 2022; published: Sep. 15th, 2022

Abstract

By using the observation data of regional automatic stations, MICAPS data, TBB satellite cloud image data, etc., the heavy rainstorm weather process in central and Southern Guizhou from August 23 to 24, 2021 was analyzed. The results show that: 1) the rainstorm has obvious characteristics of night rain, accompanied by short-term heavy rainfall; 2) the rainstorm was caused by the eastward movement of the low trough around the subtropical high and the southward pressure of the low vortex shear; 3) the configuration of water vapor conditions and dynamic conditions is good, resulting in the rainstorm in the central and Southern Guizhou.

Keywords

Heavy Rain, Short Term Heavy Precipitation, Vortex

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

贵州地处中国西南部, 青藏高原东侧的云贵高原东斜坡上, 由于地形复杂, 天气系统多变, 常年受到暴雨影响, 并造成严重的灾害, 给人民的生产和生活带来不利的影响。近年来国内外的专家学者对暴雨的成因进行了大量的研究, 尽管如此仍然会出现暴雨预报的偏差。李强等[1]利用 NCEP/NCAR 再分析资料对 2009 年 8 月 2~5 日川渝地区大暴雨天气过程的湿位涡、水汽输送等进行了诊断分析, 结果表明当暴雨发生时, 总会伴随着高(低)空正(负)垂直螺旋度的耦合发生。李国平[2]分析了四川 1981 年 7 月 11~15 日的一次特大暴雨过程发现, 湿位涡从负变正预示了暴雨的减弱和消失。近年来, 贵州的气象工作者也针对暴雨作了一些研究, 吴哲红等[3]从不稳定机制的角度出发分析了 2004 年 5 月 29 日~30 日贵州出现的一次暴雨天气过程, 结果表明此次暴雨过程是多种尺度系统的相互作用以及对流不稳定能量所触发的。周明飞等[4]利用再分析资料和卫星云图资料对贵州初夏两次暖区暴雨天气过程进行对比分析。池再香等[5]对贵州西部的两场暴雨过程进行了对比分析, 结果表明在两场暴雨过程中, 中低层都有西南低涡沿切变线往东南方向移东以及强盛的西南暖湿气流。张润琼等[6]通过利用中尺度模式对贵州的一场暴雨天气过程进行数值模拟, 发现暴雨中心位于最大垂直速度中心附近, 南北的两支闭合经向垂直环流对暴雨区的低空入流和高空出流有着重要的作用。伍红雨[7]利用三重嵌套的非静力中尺度数值模式对 2005 年贵州一次大暴雨天气过程进行数值模拟, 结果表明西南涡是造成贵州大暴雨的主要影响系统。本文通过利用区域自动站观测资料、MICAPS 资料、TBB 卫星云图资料等资料, 对 2021 年 8 月 23~24 日贵州中南部大暴雨天气过程进行了分析, 找出造成此次过程的天气学成因。

2. 天气实况分析

2.1. 24 h 降水

从图 1 可以看到, 2021 年 8 月 23 日 08 时~24 日 08 时贵州中南部地区出现了大到暴雨, 一共有 44 个乡镇出现大暴雨(24 小时降水量大于 100 mm)、282 个乡镇出现暴雨(24 小时降水量大于 50 mm), 其中国家站最大降水出现在凯里市(90.8 mm)、区域站最大降水出现在修文县云盘山(165.9 mm)。

2.2. 6 h 降水

从图 2 可以看到, 23 日午后在贵州中南部开始出现一些分散的降水, 23 日 20 时~24 日 02 时贵州降水加强, 24 日 02~08 时凯里市最大降水达到 90.8 mm, 可见强降水主要集中在 23 日 20 时~24 日 08 时之间, 有明显的夜雨特征。

2.3. 强降水中心逐时雨量

本次暴雨过程的区域站最强降水出现在修文县云盘山 165.9 mm, 最强时段出现在 23 日 21~22 时, 最大雨强 39.6 mm/h; 国家站最强降水出现在凯里市 90.8 mm, 最强时段出现在 24 日 07~08 时, 最大雨强 51.8 mm/h, 伴有明显的短时强降水(如图 3)。

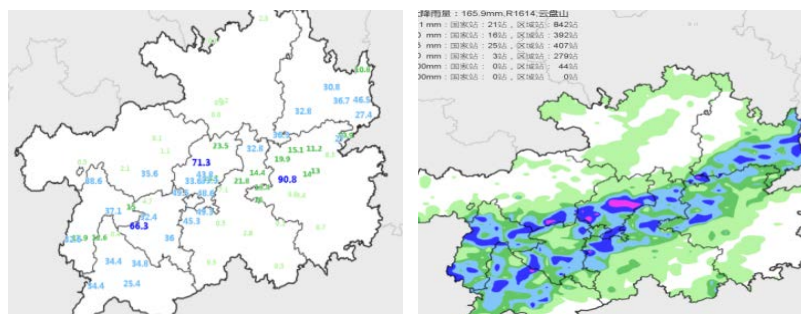


Figure 1. Precipitation from 08:00 on August 23 to 08:00 on August 24, 2021
图 1. 2021 年 8 月 23 日 08 时~24 日 08 时降水量

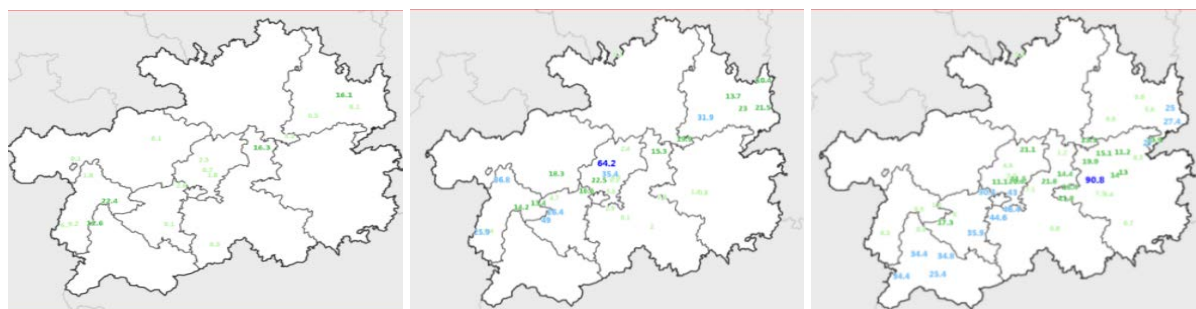


Figure 2. 6 h precipitation from 14:00 on August 23 to 08:00 on August 24, 2021
图 2. 2021 年 8 月 23 日 14 时~24 日 08 时逐 6 h 降水量

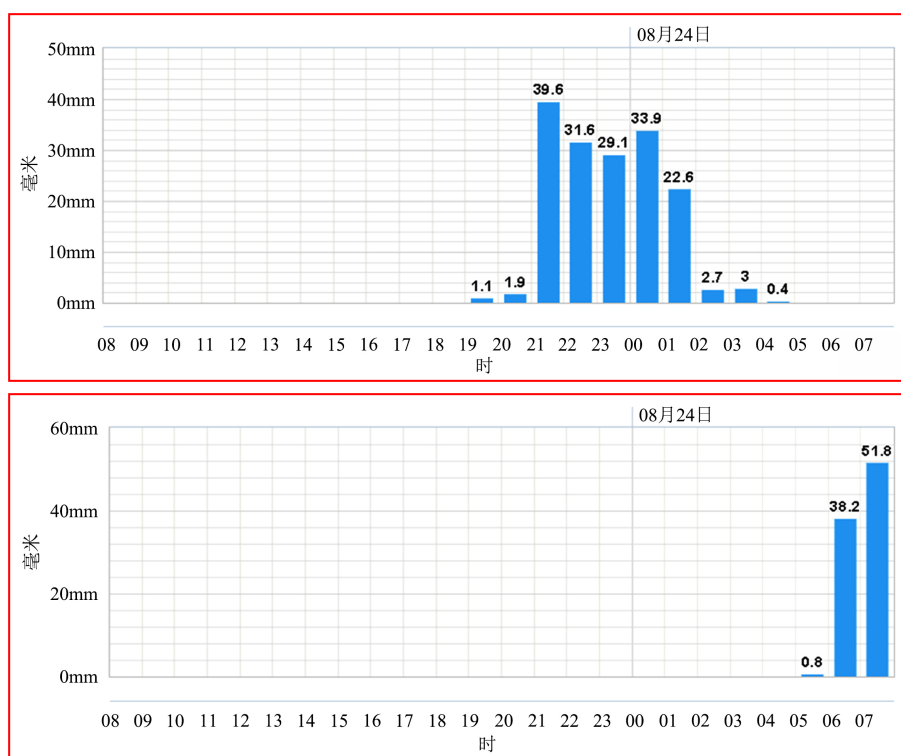


Figure 3. Hourly Precipitation Evolution of Yunpan Mountain and Kaili City in Xiuwen County from 08:00 on August 23 to 08:00 on August 24, 2021
图 3. 2021 年 8 月 23 日 08 时~24 日 08 时修文县云盘山及凯里市逐小时降水演变

3. 降水成因分析

3.1. 中尺度环境场综合分析

如图 4, 500 hPa 上 8 月 23 日从 08 时至 20 时, 亚欧中高纬度维持两槽一脊的形势, 西南地区两高切变稳定维持, 云南东部 - 贵州西部低槽东南移, 西太平洋副高西边界从广东沿海西伸至湖南东南部。700 hPa 上, 以川渝交界为中心, 有低涡存在, 低涡后部切变南压自北向南影响贵州。850 hPa 切变位置与 700 hPa 相比更偏南, 且在贵州东南部存在强盛的西南暖湿气流, 贵州位于湿区。700 hPa 和 850 hPa 上切变的维持和强盛的西南气流有利于水汽在切变附近积累, 为此次降水提供有利的水汽条件。地面上, 23 日 08 时冷锋位于贵州西北部, 冷空气不断从高层向低层渗透, 中低层暖湿气流源源不断地向贵州中南部输送, 20 时地面辐合线开始南压至贵州中部, 且维持时间较长, 导致夜间出现强降水。通过上述分析表明, 此次暴雨过程的影响系统主要有: 高空槽、两高切变、低涡、中低层南压的切变线、辐合线、冷锋。此过程首先是在暖区内由中低层切变线与地面辐合线耦合产生的暴雨过程, 随后冷空气并入, 辐合线锋生的过程, 属于两高切变型暴雨。

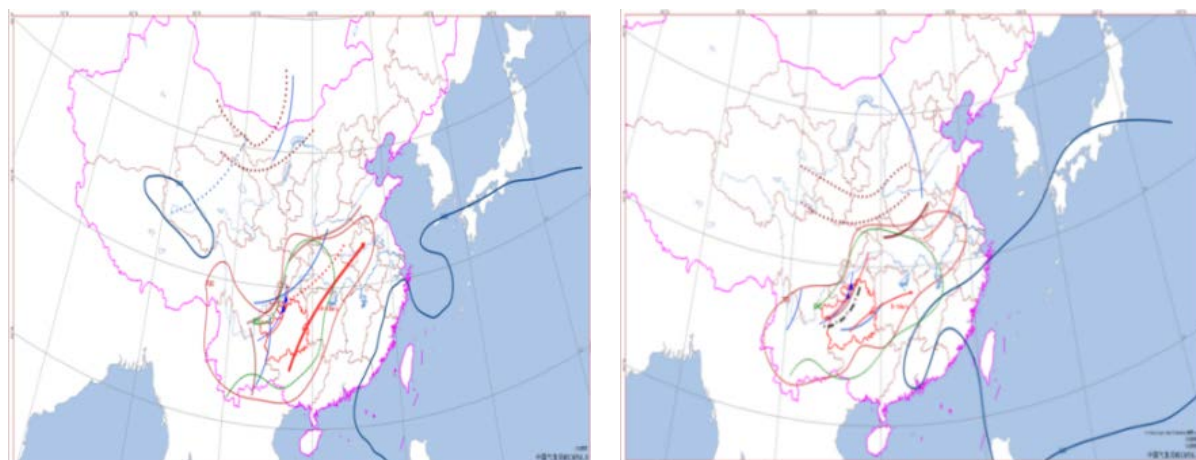
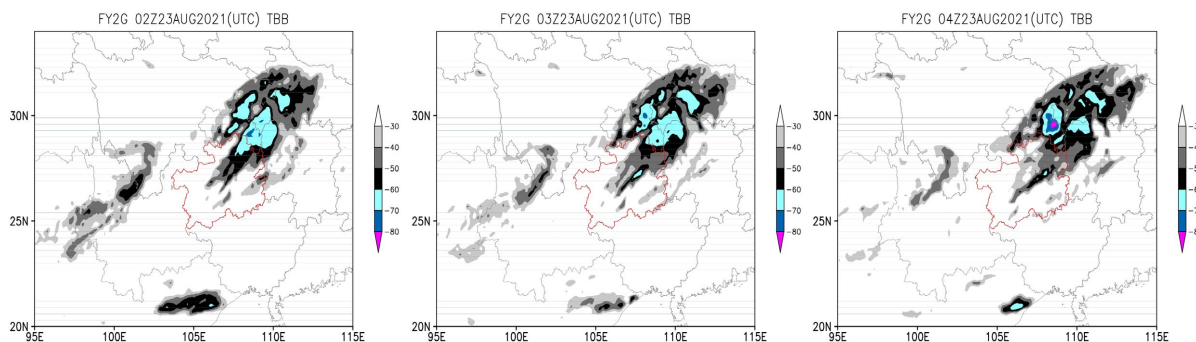


Figure 4. Analysis of mesoscale environmental field at 08:20 on August 23, 2021

图 4. 2021 年 8 月 23 日 08:20 时中尺度环境场分析

3.2. TBB: 8 月 23 日 10 时~24 时逐小时演变

从图 5 可以看到, 23 日 10 时在贵州东北部有降水云团生成发展, 17 时在贵州西部也有降水云团开始生成, 并往东部发展, 20 时开始西部云团与东部云团合并, 在贵州中部一线形成一条带状云团并长时间维持, 产生强降水。



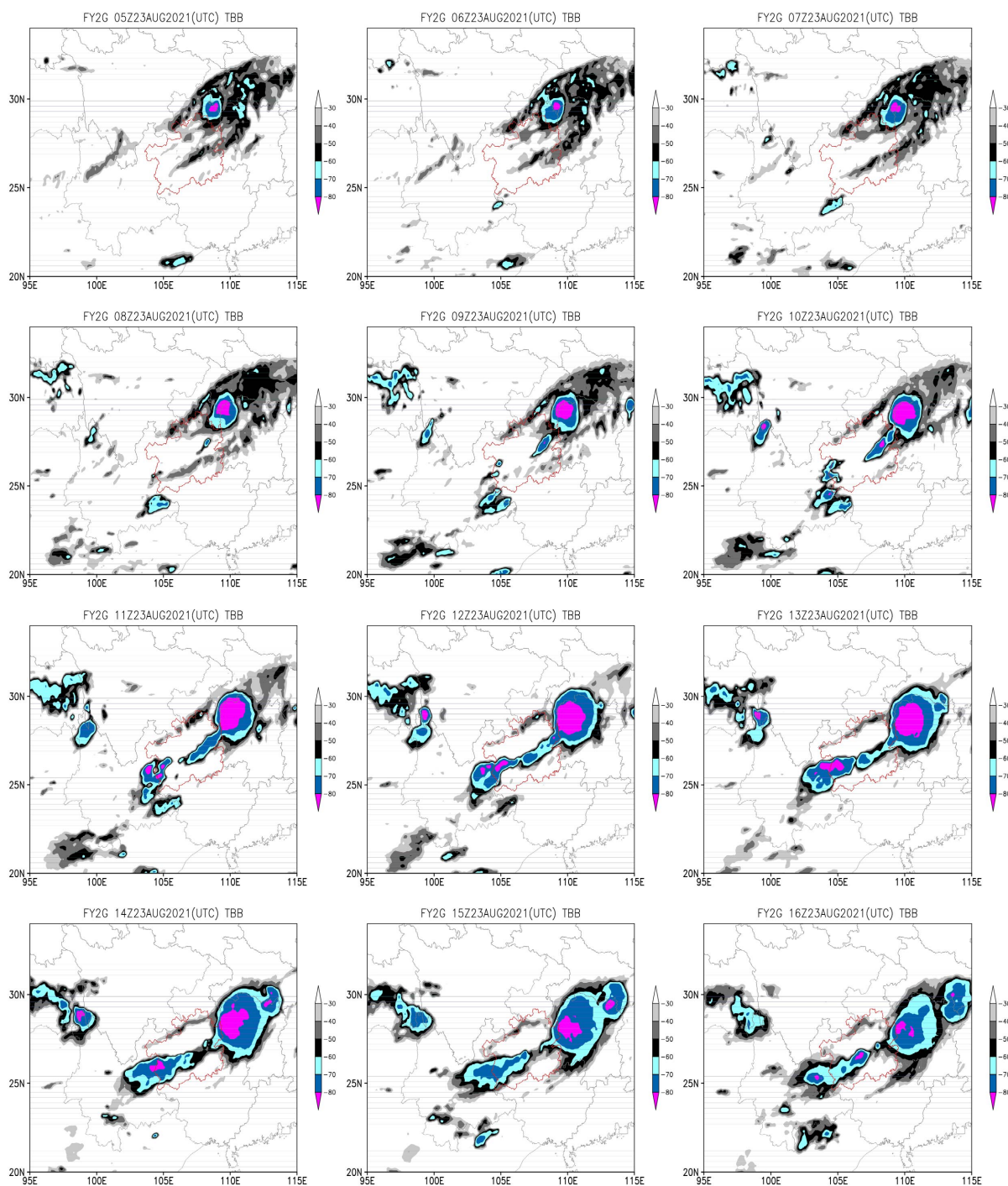


Figure 5. TBB evolution from 10:00 to 24:00 on August 23, 2021

图 5. 2021 年 8 月 23 日 10 时~24 时 TBB 演变

3.3. 水汽条件——700\850 hPa 比湿

从图 6、图 7 可以看到, 23 日 08 时贵阳 700 hPa 比湿为 6 g/kg, 20 时比湿增加到了 12 g/kg; 850 hPa 比湿在 23 日 08 时到 20 时均维持在 18 g/kg 左右, 说明在降雨前期和降雨期间贵阳上空大气维持在饱和状态。

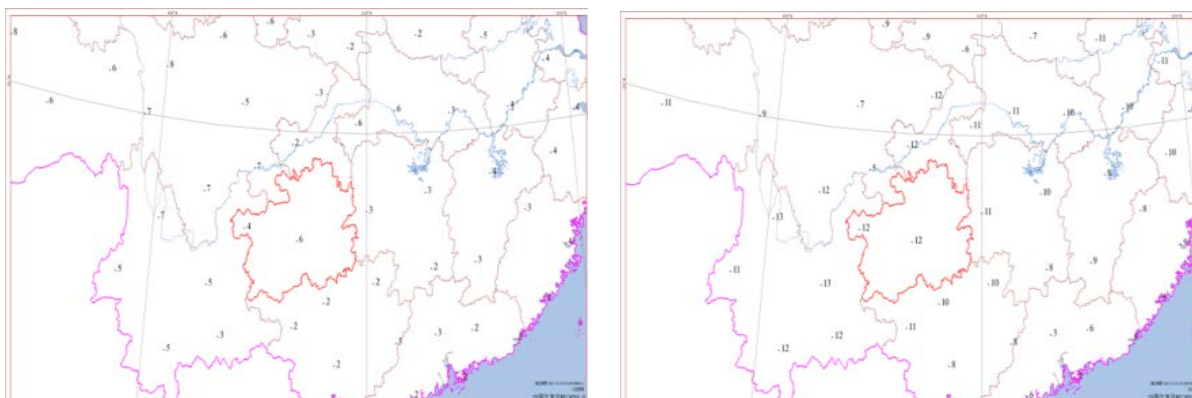


Figure 6. 700 hPa specific humidity at 08\20 on August 23, 2021

图 6. 2021 年 8 月 23 日 08\20 时 700 hPa 比湿

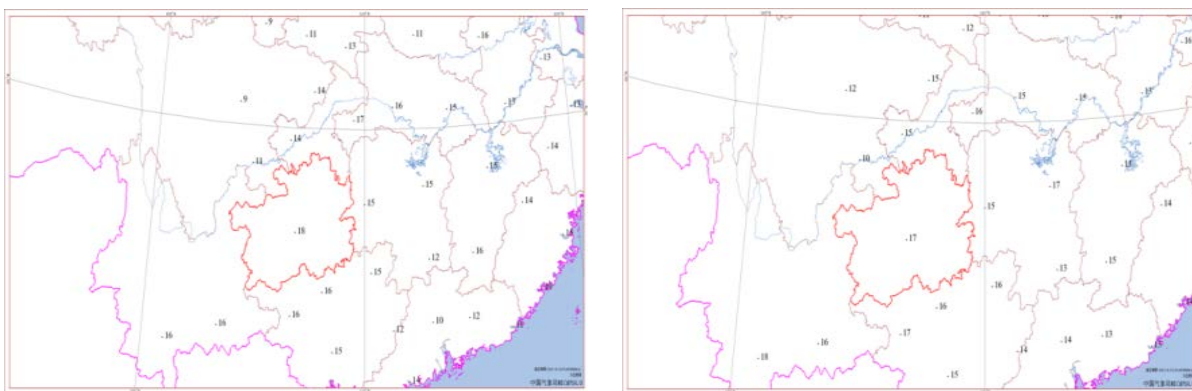


Figure 7. 850 hPa specific humidity at 08\20 on August 23, 2021

图 7. 2021 年 8 月 23 日 08\20 时 850 hPa 比湿

3.4. 抬升条件——500 hPa 垂直速度

从图 8 上可以看到 23 日 08 时 500 hPa 上贵州垂直速度均大于 0, 20 时贵州西部出现垂直速度小于 0 的区域, 说明在 23 日 08 时到 20 时垂直上升运动不断加强, 为暴雨发生提供了有利的动力条件。

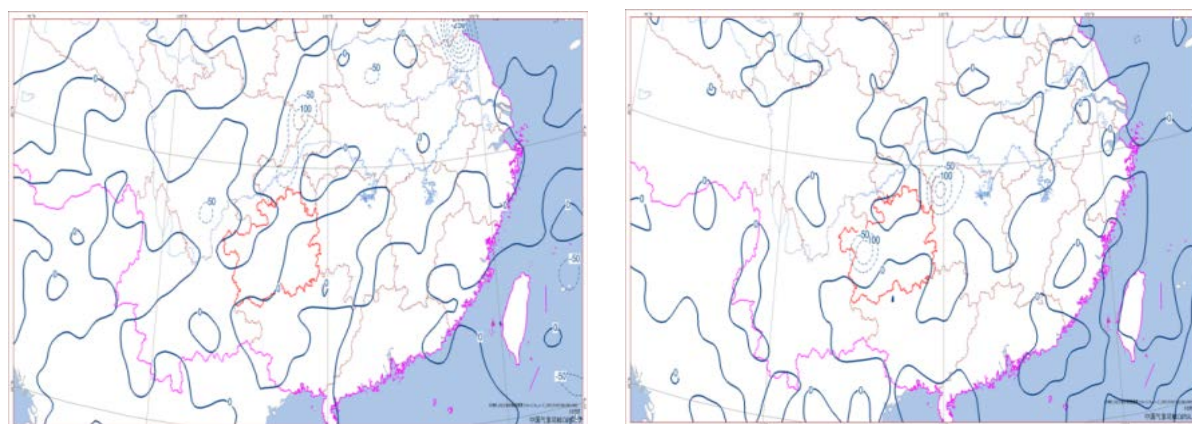


Figure 8. 500 hPa vertical velocity at 08\20 on August 23, 2021

图 8. 2021 年 8 月 23 日 08\20 时 500 hPa 垂直速度

3.5. T-LnP 图分析

从贵阳探空资料(图 9)可以看到, 23 日 20 时湿层厚度明显增厚, K 指数增加了 4.4°C , 700 hPa 和 500 hPa 的温差及 850 hPa 和 500 hPa 的温差均增加了 3°C 左右, CAPE 值维持在 1000 J/kg 。说明在暴雨天气发生之前, 大气的的不稳定度不断增加, 不稳定能量不断累积, 水汽不断集聚, 为暴雨的发生储备了有利的能量和水汽条件。

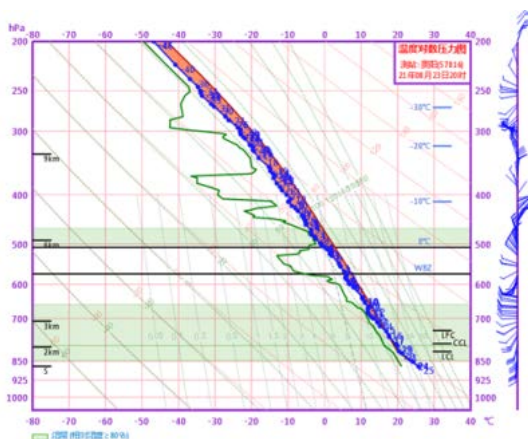


Figure 9. T-LnP diagram of Guiyang station at 20:00 on August 23, 2021
图 9. 2021 年 8 月 23 日 20 时贵阳站 T-LnP 图

4. 结论

1) 此次暴雨天气过程主要发生在贵州中南部, 一共有 44 乡镇出现大暴雨、282 乡镇出现暴雨。强降水主要在夜间发生, 夜雨特征明显, 并伴有明显短时强降水。

2) 此次暴雨过程的影响系统主要有: 高空槽、两高切变、低涡、中低层南压的切变线、辐合线、冷锋。此过程首先是在暖区内由中低层切变线与地面辐合线耦合产生的暴雨过程, 随后冷空气并入, 辐合线锋生的过程, 属于两高切变型暴雨。

3) 通过分析各层的物理量, 发现整层水汽条件较好、不稳定能量不断累积, 再加上动力条件配置较好, 导致此次贵州中南部出现大暴雨。

基金项目

贵州省安顺市气象局科研业务项目“2021 年 8 月贵州持续性暴雨过程成因分析”(2022-01)。

参考文献

- [1] 李强, 王中, 白莹莹, 杜钦. 一次区域性大暴雨过程中尺度诊断分析[J]. 气象科技, 2011, 39(4): 453-461.
- [2] 李国平, 刘行军. 西南低涡暴雨的湿位涡诊断分析[J]. 应用气象学报, 1994, 5(3): 354-360.
- [3] 吴哲红, 虞苏青, 丁治英, 伍红雨. 贵州地区一次暴雨的数值模拟及不稳定性诊断分析[J]. 高原气象, 2008, 27(6): 1307-1314.
- [4] 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
- [5] 池再香, 杜正静, 熊应祥, 等. 贵州西部两场典型暴雨个例对比分析[J]. 贵州气象, 2012, 36(5): 1-8.
- [6] 张润琼, 沈桐立. 贵州大暴雨的模拟与诊断分析[J]. 气象, 2006, 32(1): 95-101.
- [7] 伍红雨. 贵州一次大暴雨过程的中尺度数值模拟与诊断分析[J]. 暴雨灾害, 2007, 26(4): 361-368.