

邵阳地区暖区暴雨案例分析与预报反思

甘偲凤¹ 杨宇² 甘琳³ 陶学林²

1. 洞口县气象局, 中国·湖南 邵阳 422300

2. 邵阳市气象局, 中国·湖南 邵阳 422000

3. 浏阳市气象局, 中国·湖南 长沙 410300

摘要: 利用常规观测资料以及 FNL 资料再分析资料, 对 2021 年 5 月 15 日、2022 年 6 月 3 日邵阳地区的两次暖区暴雨过程进行分析。结果指出: ①这是一次由于边界层辐合线在邵阳地区稳定少动, 加上地形抬升作用以及偏南风影响而引起的一次区暴雨过程。②副热带高压位置均明显偏南, 584 线稳定维持在 23° N 左右, 暴雨在发生提供了稳定的大尺度环流条件。③ 925hPa 层上有明显低空偏南气流的风速辐合场, 斜压性较弱, 垂直风切变和高低层温差较小。④邵阳独特的地形, 对偏南暖湿气流有明显的辐合抬升作用, 使垂直运动进一步增强, 有利于暴雨的发生。⑤在预报预警过程中, 需要关注低层边界层辐合线的触发。

关键词: 短时强降水; 暖区暴雨; 预报反思

Case Analysis and Forecast Reflection of rainstorm in Shaoyang Warm Zone

Caifeng Gan¹ Yu Yang² Lin Gan³ Xuelin Tao²

1. Dongkou County Meteorological Bureau, Shaoyang, Hunan, 422300, China

2. Shaoyang Meteorological Bureau, Shaoyang, Hunan, 422000, China

3. Liuyang Meteorological Bureau, Changsha, Hunan, 410300, China

Abstract: Two warm rainstorm processes in Shaoyang on may 15, 2021 and June 3, 2022 are analyzed by using conventional observation data and FNL data reanalysis data. The results show that: 1) This is a regional rainstorm process caused by the stable and little movement of the boundary layer convergence line in Shaoyang area, together with topographic uplift and the influence of southerly wind. 2) The subtropical high positions are obviously south, and the 584 line is stable at about 23 ° N. rainstorm provides stable large-scale circulation conditions. 3) There is a significant wind speed convergence field of low altitude southerly airflow on the 925hPa layer, with weak slant pressure and small vertical wind shear and temperature difference between high and low layers. 4) The unique terrain of Shaoyang has an obvious convergence and lifting effect on the warm and humid air flow to the south, which further strengthens the vertical movement and is conducive to the occurrence of rainstorm. 5) In the process of forecasting and early warning, it is necessary to pay attention to the triggering of low-level boundary layer convergence lines.

Keywords: short-term heavy precipitation; rainstorm in warm region; reflection on forecasting

0 前言

暖区暴雨是长江流域五大暴雨区之一, 暖区暴雨带往往生成于低涡的东部, 具有持续时间短、雨量很大、范围集中的特点。暖区暴雨的概念最早是由黄士松先生^[1]提出, 由于华南地区特殊的地形和海陆热力差异的外强迫作用导致这种暖区暴雨的出现。开始的时候, 人们对这种天气的研究分析不足, 总是预报不及时, 强度也不准确, 造成国家经济建设和人民生命财产的巨大损失, 现在依旧是个难点, 但是已经比之前能较好的提前监测到, 为人们的生活工作提供了很好的预警作用。

暖区暴雨发生在低层吹偏南风的形势下, 与锋面降水比较, 这类降水的预报难度更大。因为暖区暴雨局地性更强、降水量更大, 起止时间很难把握, 容易造成空报、漏报

或者量级偏小, 给预报业务造成很大的挑战^[2-4]。因此, 近年来暖区暴雨的研究成为天气预报研究的一个热点。付炜等^[5]在研究强西南急流背景下湘桂边界两次预报失败的暖区暴雨两个例分析中发现, 地形在两次暖区暴雨过程中的降水增幅作用明显, 降水中心主要出现在山谷或盆地的迎风坡位置, 两次暖区暴雨与边界层的动力辐合、水汽供应关系密切, 边界层辐合抬升和地形的作用明显, 短期预报需重点关注边界层辐合区及特殊地形位置, 对数值预报进行适当订正。

邵阳地处山区, 地形复杂, 因此暴雨预报的准确性和及时性显得尤为重要。2005 年 5 月 31 日, 湖南邵阳新邵太芝庙乡的暴雨引发了严重山洪灾害使太芝庙乡死亡 87 人, 重伤 480 人, 倒塌房屋上万间, 造成直接经济损失 10 亿元。目前, 邵阳暖区暴雨预报的准确率有待提高。由于气象数据

的实时性和精确性存在一定的局限性，暖区暴雨预报的误差难以完全避免。尤其是在山区地形复杂的情况下，暖区暴雨预报的难度更大，准确率更低。

1 过程概况及预报情况

2021 年 5 月 15 日 20 时至 16 日 20 时，湖南省中部地区遭受了一次暴雨，局地大暴雨过程，其中有 60 县（市、区）达到了暴雨标准，14 县（市、区）达到了大暴雨标准（见图 1）。此次过程主要影响怀化、邵阳、衡阳地区，其中邵阳地区是本次暴雨过程影响最大的地区，但是在预报和预警中均未提及邵阳。本轮过程最大降水 205.4 毫米（洞口县醪田镇醪田站）。同时也是全省最大降水站点。2022 年 6 月 3 日 20 时至 4 日 20 时，湖南邵阳北部和怀化地区遭受了

一次局地暴雨、大暴雨过程，最大降水 183.7 毫米（洞口县茶铺茶场茶铺半山社区站）。在 6 月 3 日早晨发布的预报和预警中均未提及邵阳地区（见图 2）。

针对这两次暴雨过程，无论是数值模式还是预报员主观订正都没有准确预报出来。

2 降水成因分析

2.1 环流背景场

从两次过程的环流形势场（见图 3）可以看出，副热带高压位置均明显偏南，584 线在 23° N 左右，850hPa 有强盛的西南急流位于广西至湖南的中部地区。广西与邵阳的交界处有高湿区。从低空形势场（见图 4）来看，925hPa 邵阳地区有明显低空切变线。

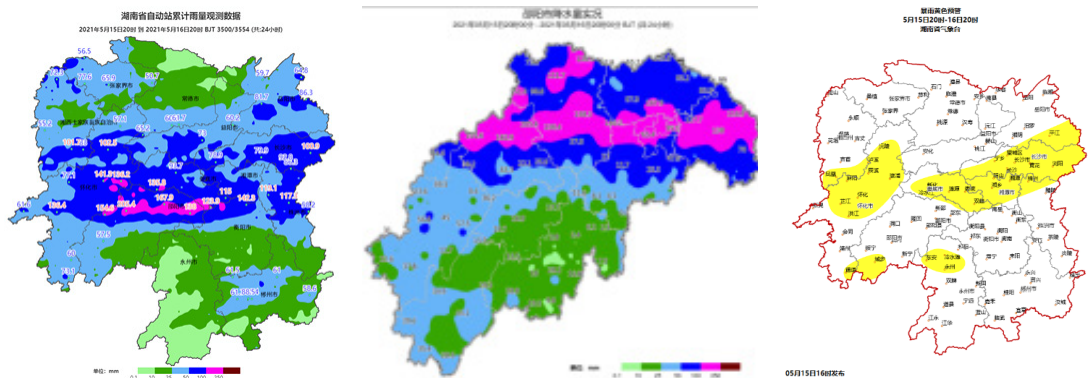


图 1 2021 年 5 月 15 日 20 时至 16 日 20 时降水实况及预报情况

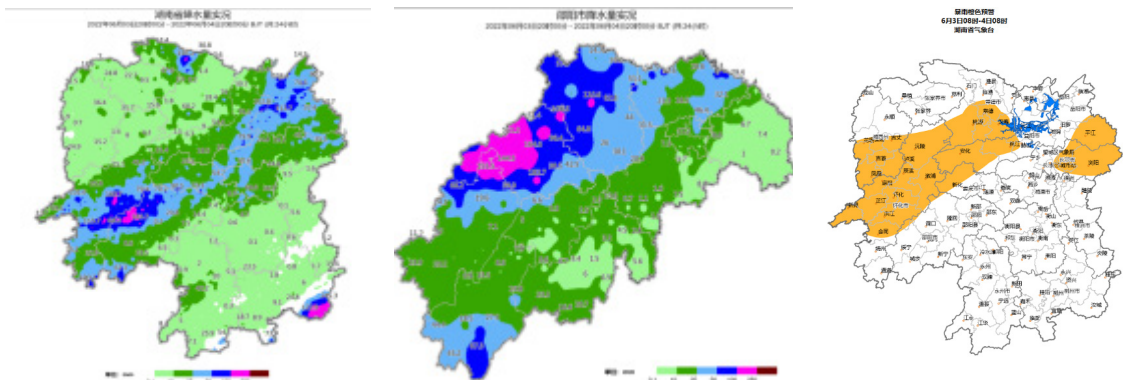


图 2 2022 年 6 月 3 日 20 时至 4 日 20 时降水实况及预报情况

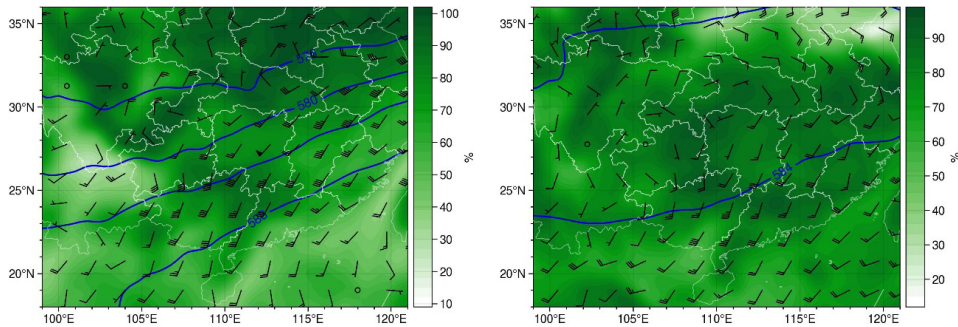


图 3 环流形势（500hPa 高度场，单位：10gpm；850hPaRH，单位：%；850hPa 风场，单位： $m \cdot s^{-1}$ ）：
左为 2021 年 5 月 15 日 20 时，右为 2022 年 6 月 3 日 20 时

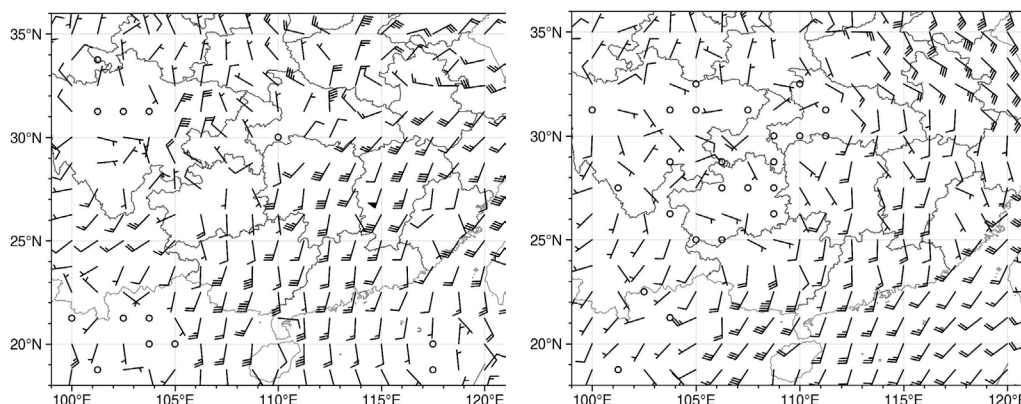


图 4 低空形势场 (925hPa 风场, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$): 左为 2021 年 5 月 15 日 20 时, 右为 2022 年 6 月 3 日 20 时

2.2 动力条件

邵阳市位于湖南省西南部, 地处亚热带, 属典型中亚热带湿润季风气候。四季分明, 光热充足, 雨水充沛, 雨热同季, 三面环山, 向东北敞口的筲箕形盆地 (见图 5)。西有雪峰山脉、南有大南山和越城岭、四明山、大云山, 北有金龙山—天龙山—猪婆大山, 主体在湘中盆地。地貌类型可分为平 (盆) 原、岗地、丘陵和山地四大类, 地域组合大体是“五山、二丘、三岗平 (盆)”。邵阳这种复杂的地貌格局, 既给农村经济建设提供了许多有利条件, 同时也带来了一些障碍因素。如北部的天然屏障, 可减弱北风入侵强度; 山地多, 形成许多小气候区; 东北敞口, 可使东北风长驱直入, 且又受西部高山阻挡, 致使冷空气停留时间长。

选取洞口县茶铺茶场茶铺半山社区站和洞口县醴田镇醴田站的中点纬度做垂直剖面分析 (见图 6), 可以看出 2021 年 5 月 15 日 20 时, 最大暴雨区 110-111E 处有强的水汽活动, 周边风场在此处低层 925hPa 附近有强的辐合, 850hPa 处有辐散。2022 年 6 月 3 日 20 时的水汽活动没有 2021 年 5 月 15 日 20 时的明显, 但是同样有高层辐散、低面辐合运动存在, 但是明显强度没有 2022 年 6 月 3 日 20 时强, 这同样也是 2022 年 6 月 3 日夜间暴雨过程弱于 2021 年

5 月 15 日夜间暴雨过程的原因之一。

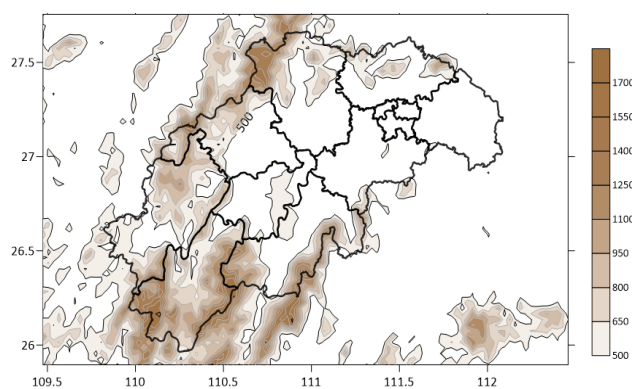


图 5 邵阳地区地形情况 (单位: 米)

2.3 热力条件

从探空图 (见图 7) 可以看出两次过程都有着上干下湿的不稳定层结, 底层湿度大, 中高层湿度小, 有利于强对流天气的发生。CAPE 值很高, 低空风风速小。其中, 2021 年 5 月 15 日 20 时风速随着高度的增加而增大, 垂直风切变大, 能量相对来说更强。这也是 2021 年 5 月 15 日 20 时暴雨强度和范围更广的原因之一。

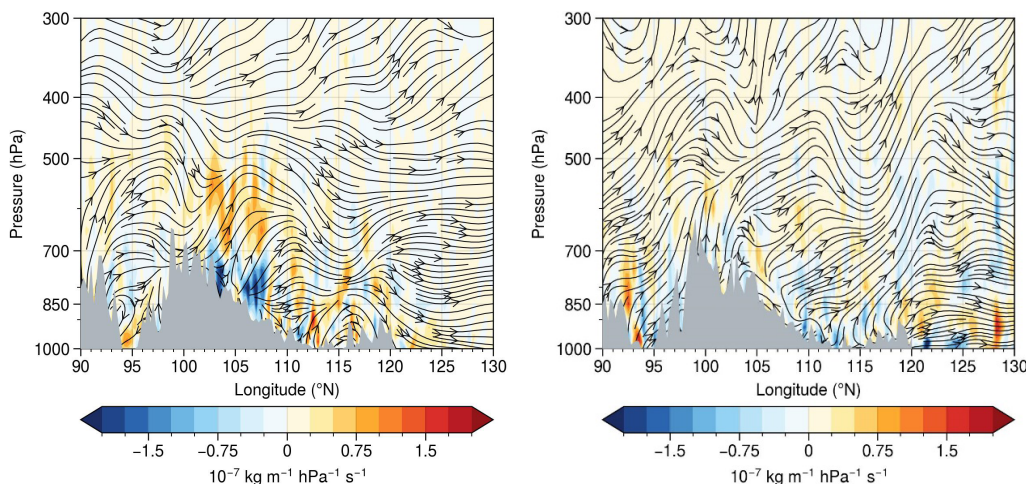


图 6 最大暴雨区垂直剖面 (水汽通量、风场和地形):

左为醴田站 2021 年 5 月 15 日 20 时, 右为茶铺站 2022 年 6 月 3 日 20 时

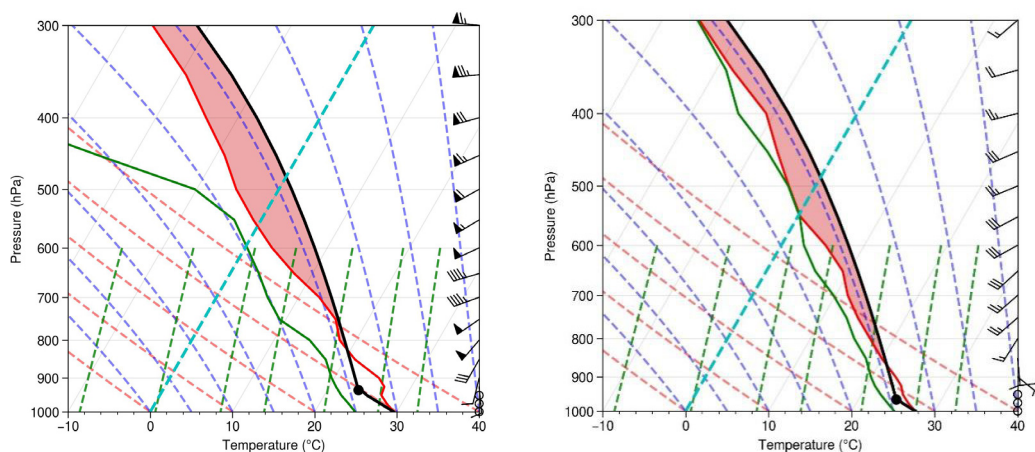


图 7 最大暴雨区探空图（绿色为露点曲线，红色为温度曲线，黑色为状态曲线）：

左为醴田站 2021 年 5 月 15 日 20 时，右为茶铺站 2022 年 6 月 3 日 20 时

3 预报误差分析

从图 8 左来看，EC 和 GFS 都未将湘中一带的切变线报出，且切变区域偏北，这可能是导致预报时区域偏北的原

因之一。从图 7 右可以看出实况与 GFS 的预报相近，但是仍未把湘中一带的暴雨区报出，这说明在偏南风形式下的暖区暴雨具有很强的隐蔽性，需要结合多方面的因素来预报。

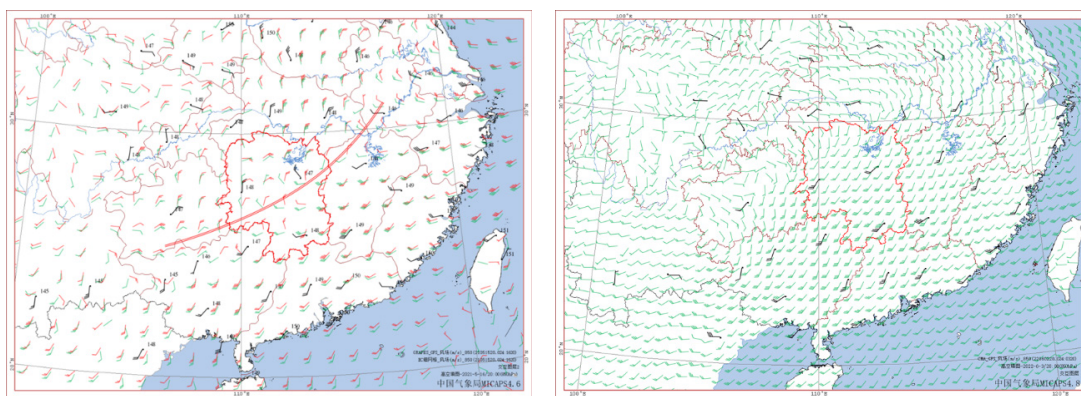


图 8 数值模式对比（黑色为实况，绿色为 GFS，红色为 EC）：

左为 2021 年 5 月 15 日 20 时，右为 2022 年 6 月 3 日 20 时

4 总结和反思

通过对邵阳地区 2021 年 5 月 15 日夜間和 2022 年 6 月 3 日夜間的两次暖区暴雨案例，利用常规观测资料和 FNL 资料，根据环流形势、动力条件、热力条件和模式预报分析得到以下的结论：

①这是一次由于边界层辐合线在邵阳地区稳定少动，加上地形抬升作用以及偏南风影响而引起的一次暖区暴雨过程。②副热带高压位置均明显偏南，584 线在 23° N 左右，暴雨在发生提供了稳定的大尺度环流条件。③切变线型暖区暴雨在 925hPa 层上有明显低空偏南气流的风速辐合场。斜压性较弱，垂直风切变和高低层温差较小。④邵阳独特的地形，对偏南暖湿气流有明显的辐合抬升作用，使垂直运动进一步增强，有利于暴雨的发生。⑤在预报预警过程中，低层切变线的位置找到关键因素。

参考文献：

- [1] 黄士松.华南前汛期暴雨[M].广州:广东科技出版社,1986.
- [2] 钱维宏,蒋宁,杜钧,等.局部大暴雨形成的机理与中尺度分析[J].气象,2016,42(6):686-695.
- [3] 文丹青,黄波,刘峰.一次华南前汛期锋前暖区暴雨的分析[J].广东气象,2011,33(2):9-15.
- [4] 郑靖,陈娟,徐星生,等.一次低空急流加强下的暴雨过程成因分析[J].干旱气象,2020,38(3):411-422.
- [5] 付炜,唐明晖,叶成志.强西南急流背景下湘桂边界两次预报失败的暖区暴雨个例分析[J].气象,2020,46(8):1001-1014.
- [6] 周雨华,刘志雄,谭一洲,等.湖南新邵太芝庙乡特大致洪暴雨分析[J].气象,2006,32(11):81-88.

作者简介: 甘偲凤(1997-),女,中国湖南浏阳人,本科,助理工程师,从事气象服务与应用气象研究。