

泰安一次暴雨天气过程及成因分析

李瑶瑶¹ 杜宁¹ 陈洪儒¹ 李照²

1 泰安市气象局 2 山东省地震局

DOI:10.12238/eep.v7i12.2380

[摘要] 本文利用地面常规资料、高空探测资料、双偏振雷达资料以及模式预报资料对2024年8月25-26日泰安暴雨天气过程进行了总结分析。结果表明:(1)此次强降水天气过程是典型的气旋类降水,主要是500hPa上的高空槽、副高边缘暖湿气流和低层气旋共同作用的结果。(2)此次强降水是暖区暴雨,充足的水汽条件、较强的辐合抬升作用、较长的持续时间以及地形抬升作用都为强降水提供了有利条件。(3)由于中尺度模式能够更准确地表征中小尺度天气系统的发生发展,所以在实际工作中需要重视对中尺度模式结果的应用。在临近预报中,应加强对雷达资料的应用。

[关键词] 暴雨; 气旋; 成因分析

中图分类号: TV122+.1 **文献标识码:** A

Analysis of the process and cause of a rainstorm in Tai'an

Yaoyao Li¹ Ning Du¹ Hongru Chen¹ Zhao Li²

1 Tai'an City Meteorological Bureau 2 Shandong Earthquake Bureau

[Abstract] This paper uses the ground conventional data, high altitude detection data, double polarization radar data and mode forecast data to summarize and analyze the Taian rainstorm weather process from August 25 to 26, 2024. The results show that: (1) the heavy precipitation weather process is a typical cyclone precipitation, which is mainly the result of the upper trough, the subtropical high edge warm and humid air flow and the lower layer cyclone on 500 hPa. (2) The heavy precipitation is a rainstorm in the warm area. Sufficient water vapor conditions, strong convergence uplift, long duration and topographic uplift all provide favorable conditions for the heavy precipitation. (3) Because the mesoscale model can more accurately represent the occurrence and development of small and medium scale weather systems, it is necessary to pay attention to the application of mesoscale model results in practical work. In the near forecast, the application of radar data should be strengthened.

[Key words] rainstorm; cyclone; cause analysis

暴雨天气是一种严重的灾害性天气,会给社会经济活动和人民生活带来重大影响。我国不同地域、不同时间段的暴雨特点不同^[1],暴雨的形成机制较为复杂,涉及梅雨锋、西南涡、切变线、低空急流、东北冷涡等影响系统^[2]。近年来,随着气候变暖进一步加剧,暴雨等灾害天气发生频次增加、强度增强,带来的影响也更大。因此对暴雨的准确预报和有效的气象服务也愈加重要。本文对2024年8月25-26日山东省泰安市发生的暴雨天气过程的成因、模式预报偏差进行分析,为今后此类天气过程的气象工作提供借鉴。

1 天气实况

受气旋影响,8月25-26日我市大部分地区出现大到暴雨,局部大暴雨天气,同时伴有短时强降水和大风。此次降水累积雨量大,影响范围广:8月25日20时到8月26日20时降水量(单位:毫

米),全市平均35.3,泰山区46.2,岱岳区46.1,泰山景区77.2(泰山站68.7,最大131.9),高新开发区48.8,旅游经济开发区31.0,新泰40.5,肥城39.0,宁阳34.8,东平25.5,其中50毫米以上29个站,100毫米以上2个站,最大137.5,出现在岱岳区下港乡朝阳村。小时雨强大,降水时段集中:短时强降水以每小时10-50mm为主,个别站点小时雨强超过50mm,最大98.9mm,出现在泰山景区玉泉寺。降水时段主要在26日凌晨和下午。灾害天气:我市大部地区出现大风和短时强降水。其中阵风最大27.7m/s(10级)出现在徂汶景区徂徕山太平顶,其次泰山站24.5m/s(10级)、中天门22.2m/s(9级)、泰山区刘庄和新泰泉沟20.1m/s(8级)。

2 天气形势分析

2.1 环流形势分析

2024年8月25日20时, 500hPa上, 40° N以北为两槽两脊形势, 温度场落后于高度场, 我国大部分地区处于副高控制之下。588线在河北南部到鲁西北一带, 我省大部分地区在副高控制之下, 山西和陕西交界上空有一小槽。850hPa上, 我省上游内蒙古中部有一气旋, 我省上空盛行南风, 处于锋前暖空气中(图略)。

2024年8月26日08时, 500hPa上, 贝加尔湖上空的高压脊有所加强, 经向度有所加大, 脊前西北风向东北冷涡输送冷空气, 东北冷涡也有所加强。由于下游高压脊稳定维持, 冷涡位置稳定少动, 同时25日20时的小槽东移发展, 588线南移到我省南部边界处, 我市处于副高边缘暖湿气流中。850hPa上的气旋在高层脊前的西北气流引导下有所东移, 26日08时, 我市处于锋前暖区的偏南急流中(图1)。随着高低空系统的东移发展, 相比于25日20时, 26日08时空气的动力和热力条件均有所发展, 空气的上升不稳定能量更强, 不稳定范围更大, 导致26日下午的降水比凌晨的降水范围更大, 小时雨强更大, 降水量更多。

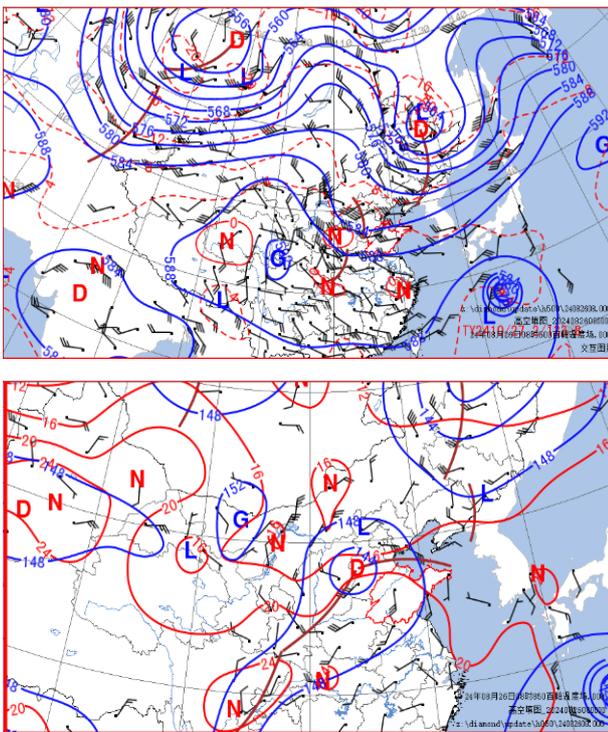


图1 2024年8月26日08时的500hPa、850hPa形势

2.2探空分析

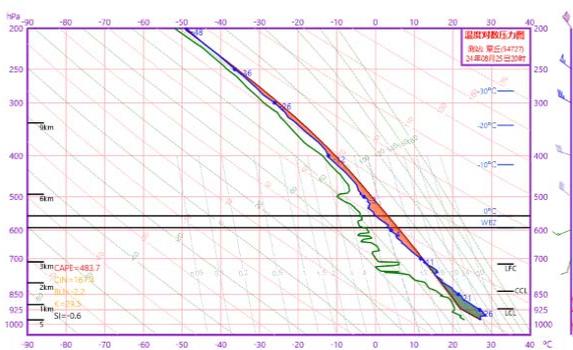


图2 2024年8月25日20时和26日08时章丘探空图

8月25日20时章丘探空(图2)可见, 从地面到500hPa, 风随高度顺时针旋转, 有较明显的暖平流, 而在高层有弱冷平流。从地面到600hPa是偏南风, 向鲁中地区输送水汽和不稳定能量, 有利于强降水产生^[3-5]。26日08时, 强对流发生条件变得更好, 从850hPa到500hPa的整层湿度增大, 风速增大, 垂直风切增大, K指数增大到了35.59, 对流有效位能(Convective Available Potential Energy, CAPE)增加, 风暴强度指数明显增大, 使得8月26日下午降水强度比凌晨更大, 持续时间更长, 同时也有利于8-10级阵风的出现。

3 物理量分析和环境条件

3.1动力条件分析

垂直运动可使大气中的不稳定能量释放, 同时与大气中的水汽凝结(降水)有直接联系, 即垂直运动可引起水汽、热量、动量及涡度的垂直输送, 对降水天气系统的发生发展产生影响。26日11时至17时泰安地区上空整层空气以垂直上升运动为主, 从14时850hPa垂直速度场和散度场来看(图略), 低层有较强辐合, 且山东西部为垂直上升运动的中心区域, 低层辐合为强降水提供了一定的动力抬升条件。

3.2水汽条件分析

26日08时山东西部地区, 850hPa比湿可达16g/kg, 鲁中山区附近大气整层可降水量有大值区, 超过60mm。泰安上空湿层深厚, 从地面一直延伸至400hPa(图略)。因此鲁中地区在对流过程中产生暴雨的水汽条件充足。

3.3地形辐合抬升

由上述分析可知, 850hPa以下西南风较强, 泰山地形对降水的增幅作用主要体现在风速辐合以及对暖湿空气的抬升作用, 这导致本次降水最大出现在泰山站两侧迎风坡。

4 雷达特征分析

分析泰山站2024年8月26日02:15、14:00、15:00、16:00的 0.5° 仰角雷达回波发现: 02:15时, 鲁西北一带雷达回波呈片状, 东平境内回波反射率因子强度最大超过50dBz, 东平至肥城一带有大片25-35dBz弱回波区, 我市回波类型为积云层云混合降水回波, 自西向东移动。26日下午, 雷达图上爬线特征显著, 有多条西南-东北走向的带状回波自西向东逐条影响我市。15:00时, 市辖区到济南东部有一条线状回波, 泰山站回

波反射率因子最大超过50dBz。16:00,自菏泽至济南有一条线状降水带,回波以40km/h左右的速度东移南压。我市处于降水中心,同时也是回波反射率因子大值区,最大值超过55dBz,此时徂汶景区出现8-10级大风和66mm/h的短时强降水天气。此后回波移速较快,17时左右移动到了新泰,19时左右回波移出新泰,此次降水过程结束。

5 数值预报检验

对EC、CMA-GFS、CMA-SH9三家数值预报模式24日20时和25日08时起报的我市25日20时到26日20时降水量进行检验(图略)。两个时次三家模式的预报结果与实况均有差异。EC模式预报结果较为稳定,临近时次量级有所偏大,市辖区的强降水落区预报偏东。CMA-GFS预报结果稳定,但量级预报偏小,且出现暴雨的漏报,表现最差。CMA-SH9预报的强降水落区与实况较为相符,但降水量级调小,大暴雨点消失。综上所述,全球模式(EC、CMA-GFS)能提供较为可靠的天气形势,但中尺度模式(CMA-SH9)由于能更好地表现中小尺度系统的特征,且空间分辨率相比于全球系统更高,对于强降水天气的预报能更好体现强度特点。在预报业务中,降雨落区可参考全球模式,但对于降雨强度,可以参考中尺度模式进行订正。

6 小结

本文利用地面常规资料、高空探测资料、双偏振雷达资料以及模式预报资料对2024年8月25-26日泰安暴雨天气过程进行了总结分析。结果表明:

(1)此次强降水天气过程是典型的气旋类降水,主要是500hPa上的高空槽、副高边缘暖湿气流和低层气旋共同作用的结果。

(2)此次强降水是暖区暴雨,充足的水汽条件(大气可降水量超过60mm以上、850hPa比湿超过16g/kg)、较强的抬升作用(地面到500hPa的垂直上升气流强烈,低层风速辐合)、较长的持续时间(8月25日夜间到26日白天)以及地形抬升作用都为强降水提供了有利条件。

(3)各模式对强降水预报均有偏差,CMA-SH9对降水量级的预报相对较好,全球模式对降水量级的预报与实况出入较大。相比于全球模式,中尺度模式具有更高的空间分辨率,能够更准确地表征中小尺度天气系统的发生发展,所以在实际工作中需要重视对中尺度模式结果的应用。在临近预报中,应加强对雷达资料的应用,注意实况,达到预警级别,果断发布预警信号。

[参考文献]

- [1]寿邵文.中国暴雨的天气学研究进展[J].暴雨灾害,2019,38(5):450-463.
- [2]高守亭,周玉淑,冉令坤.我国暴雨形成机理及预报方法研究进展[J].大气科学,2018,42(4):833-846.
- [3]符娇兰,权婉晴.“23·7”华北特大暴雨过程雨强精细化特征及动力和热力条件初探[J].气象,2023,49(12):1435-1450.
- [4]刘鑫.2020年5月16-18日兴安盟地区一次暴雨天气过程分析[J].农业灾害研究,2023,13(12):132-134.
- [5]王芬,洪国平,赵小芳,等.暴雨过程致灾危险性评估方法研究:以孝感市“8·12”暴雨过程为例[J].暴雨灾害,2023,42(6):724-730.

作者简介:

李瑶瑶(1996--),女,汉族,山东莱芜人,泰安市气象局助理工程师,硕士研究生,研究方向:中短期天气预报。