

# 2022年8月7~8日晋城市短时强降水过程分析

李若羽<sup>1</sup>, 杨帆<sup>1</sup>, 畅敏艳<sup>1</sup>, 郭史进<sup>1</sup>, 牛晨煜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>晋城市气象局, 山西 晋城

<sup>2</sup>山西省气象台, 山西 太原

收稿日期: 2024年12月3日; 录用日期: 2025年1月3日; 发布日期: 2025年1月14日

## 摘要

本文对2022年8月7~8日山西省晋城市短时强降水天气过程进行了详细复盘。通过利用常规气象观测资料、探空资料及雷达资料等多种数据源, 对降水事件的时空分布特征、天气形势及物理机制进行了深入诊断分析。结果显示, 此次强降水过程具有分散性、局地性强、小时雨强大、降水效率高且单点突发性强等特点。降水主要发生在8月7日20时至8日20时, 晋城市大部分地区出现小到中雨, 局地大到暴雨, 最大降雨量达76.6 mm, 出现在陵川县沙泊池, 最大雨强为60.2 mm/h。天气形势分析表明, 高空槽东移与中高层干冷空气入侵为此次降水提供了有利的环流背景。低涡的生成与发展为降水过程输送了丰富的水汽和不稳定能量。低层切变线和地面中尺度辐合线的存在, 配合良好的水汽条件, 导致了对流云降水发展发生。进一步的中尺度分析显示, 500 hPa北支锋区高空槽东移, 黄淮地区存在低涡切变, 晋城位于各高度层的冷暖气流交汇区, 700 hPa为显著湿区, 850 hPa和700 hPa均有干舌向晋城倾斜。低涡在河南西部发展, 并通过低空急流和超低空急流向山西南部输送西南暖湿气流和水汽。此外, 物理量场分析显示, 晋城地区CAPE值高、K指数大、整层可降水量丰富, 水汽条件较好, 有利于对流性降水的产生。此次短时强降水事件是多种天气系统共同作用的结果, 其中低层切变线、地面中尺度辐合线、良好的水汽条件及热力差异是主要影响因素。太行山脉及山西南部复杂的地形条件也对降水过程产生了一定影响。本研究结果不仅有助于深入理解该地区短时强降水事件的物理机制, 也为提高降水预报准确性和防灾减灾提供了科学依据。

## 关键词

短时强降水, 天气形势, 诊断分析

# Analysis of Short Term Heavy Precipitation Process in Jincheng City on August 7~8, 2022

Ruoyu Li<sup>1</sup>, Fan Yang<sup>1</sup>, Minyan Chang<sup>1</sup>, Shijin Guo<sup>1</sup>, Chenyu Niu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bureau of Meteorology of Jincheng City, Jincheng Shanxi

<sup>2</sup>Shanxi Meteorological Observatory, Taiyuan Shanxi

文章引用: 李若羽, 杨帆, 畅敏艳, 郭史进, 牛晨煜. 2022年8月7~8日晋城市短时强降水过程分析[J]. 气候变化研究快报, 2025, 14(1): 40-48. DOI: 10.12677/ccrl.2025.141005

## Abstract

This article provides a detailed review of the short-term heavy rainfall weather process in Jincheng City, Shanxi Province on August 7~8, 2022. By utilizing various data sources such as conventional meteorological observation data, sounding data, and radar data, in-depth diagnostic analysis was conducted on the spatiotemporal distribution characteristics, weather patterns, and physical mechanisms of precipitation events. The results show that this heavy precipitation process has the characteristics of dispersion, strong locality, strong hourly rainfall, high precipitation efficiency, and strong single point suddenness. The precipitation mainly occurs from 20:00 on August 7 to 20:00 on August 8. Most areas of Jincheng City have light to moderate rain, and local areas have heavy to rain-storm, with the maximum rainfall of 76.6 mm. The maximum rainfall occurs in Shabochi, Lingchuan County, with the maximum rainfall intensity of 60.2 mm/h. The analysis of the weather situation shows that the eastward movement of the high-altitude trough and the invasion of dry and cold air in the middle and upper levels provide favorable circulation background for this precipitation. The generation and development of eddies transport abundant water vapor and unstable energy for precipitation processes. The existence of low-level shear lines and mesoscale convergence lines on the ground, combined with favorable water vapor conditions, leads to the development of convective cloud precipitation. Further mesoscale analysis shows that the high-altitude trough in the northern front area of 500 hPa has moved eastward, and there is a low vortex shear in the Huang Huai region. Jincheng is located in the intersection area of cold and warm air flows at various heights, with a significant wet area at 700 hPa. Dry tongues tilt towards Jincheng at both 850 hPa and 700 hPa. The vortex develops in western Henan and transports southwest warm and humid airflow and water vapor to the southwestern part of the mountains through low-level and ultra-low level jets. In addition, physical field analysis shows that the CAPE value in the Jincheng area is high, the K index is large, the entire layer has abundant precipitation, and the water vapor conditions are good, which is conducive to the generation of convective precipitation. This short-term heavy precipitation event is the result of the joint action of multiple weather systems, among which low-level shear lines, mesoscale convergence lines on the ground, favorable water vapor conditions, and thermal differences are the main influencing factors. The complex terrain conditions in the Taihang Mountains and southern Shanxi also have a certain impact on the precipitation process. The results of this study not only contribute to a deeper understanding of the physical mechanisms underlying short-term heavy rainfall events in the region, but also provide a scientific basis for improving the accuracy of precipitation forecasting and disaster prevention and mitigation.

## Keywords

Short Term Heavy Precipitation, Weather Situation, Diagnostic Analysis

Copyright © 2025 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

短时强降水是指短时间内降水强度较大, 降水量可达到或超过某量的天气现象。与日降水量大于等于 50 mm 的暴雨定义不同, 暴雨主要关注在降水给定时段的累积量, 而短时强降水更注重降水的对流和短历时特征[1]。它以大尺度环境场为背景, 大尺度环境参数配置影响或制约着中小尺度系统的发生发展

及演变,进而由中小尺度驱动[2]。短时强降水一般由对流降水形成,引发短时强降水的要素主要包括水汽条件、层结不稳定、垂直风切变等,近年来,许多学者对此进行了研究[3]-[5]。

侯瑞钦等人[6][7]运用数值模拟方法,深入探究了地形对迎风坡暴雨的作用机制。他们发现,强降水中心往往与喇叭口地形紧密相关,呈现出显著的地形雨特征。同时,当低层东风的强度增大时,迎风坡的降水强度也会随之增强。闫冠华等人[8]则通过地形敏感性试验,进一步揭示了地形对不同类型暴雨的影响差异。对于太行山区型暴雨,太行山的地形起到了阻挡和抬升的作用,从而导致迎风坡和背风坡的降水都有所增加。而对于回流型暴雨,降水系统通常从东北地区南部向西南方向移动,低层气流主要为偏东风。在这种情况下,地形的存在对降水系统的西移速度以及降水落区的分布都产生了重要影响。

太行山脉横亘南北,在中国华北地区的东部,其独特的地理特征和复杂的气候背景使得该区域成为降水事件频发且多变的地区之一[9]。尤其是在山西省的南部,地形、气候以及大气环流的多重作用,常常导致局地性强、短时雨强大且降水效率高的天气现象。这类短时强降水事件不仅对该区域的生态环境、农业生产以及水资源管理带来重要影响,同时也给城市防洪、地质灾害防范等工作带来了严峻挑战。本文研究的2022年8月7日至8日在太行山南部、山西省晋城市发生的一次短时强降水事件,是一个典型的受地形、气候和大气环流共同作用的降水案例。通过对这次降水事件的深入分析和总结,我们可以更好地理解该区域降水事件的时空分布特征、天气形势及其影响因素,为未来的气象预报、防灾减灾以及水资源管理等工作提供有益的参考和借鉴。

## 2. 天气实况

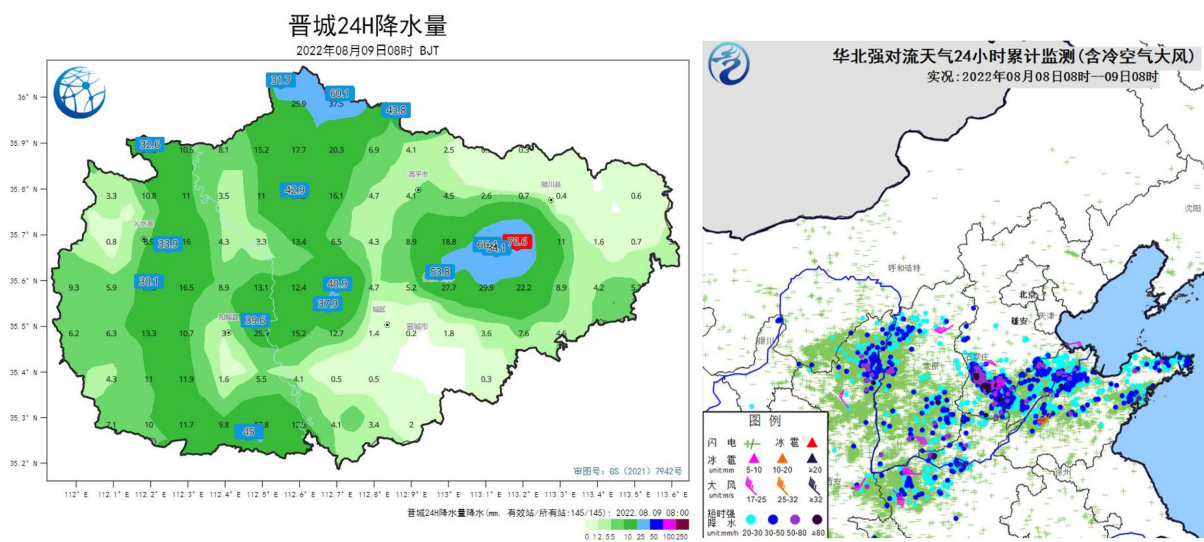


Figure 1. 24-hour precipitation and severe convection monitoring from 20:00 on August 7 to 20:00 on August 8, 2022

图 1. 2022 年 8 月 7 日 20 时~8 日 20 时: 24 小时降水量; 强对流监测

2022 年 8 月 7 日 20 时~8 日 20 时,晋城市发生小到中雨,局地大到暴雨天气,强对流监测显示出现此次降水以短时强降水为主(图 1)。其中国家站累积降水量为 0.2(陵川)~5.0(沁水) mm,区域站累积降水量为 0.1~76.6 mm,暴雨以上站点 4 站。全市平均降水量为 1.6 mm,最大降雨量为 76.6 mm,出现在陵川县沙泊池。最大雨强为 60.2 mm/h,仍出现在陵川县沙泊池(8 日 12~13 时)。

降水大值区从晋城东北向西南区过渡(图 2),陵川沙泊池、吕家河,沁水上杨庄、泽州高都分别出现 64.5 mm、64.5 mm、43.2 mm、34.1 mm 每小时的短时强降水,时段出现在白天的 13 时到 14 时。此次短

时强降水具有单点性、突发性的特征，具体小时降水大值排名数据见表 1。

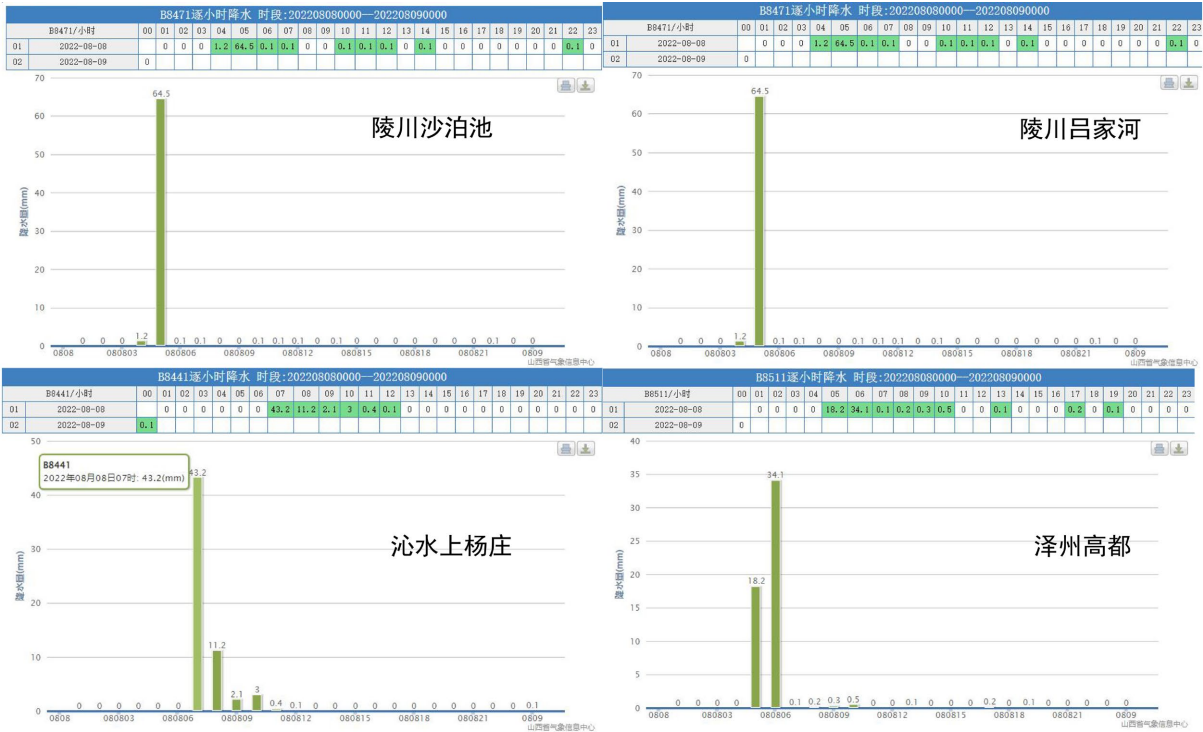


Figure 2. Hourly precipitation map of rainstorm site  
图 2. 出现暴雨站点逐小时降水图

Table 1. 24-hour precipitation ranking (from 20:00 on August 7, 2022 to 20:00 on August 8, 2022)  
表 1. 24 h 降水排名(2022 年 8 月 7 日 20 时~8 日 20 时)

| 排名 | 站名    | 站号    | 单位(mm) |
|----|-------|-------|--------|
| 1  | 陵川沙泊池 | B8470 | 76.6   |
| 2  | 陵川吕家河 | B8471 | 66.2   |
| 3  | 沁水上杨庄 | B8441 | 60.9   |
| 4  | 泽州高都  | B8511 | 53.4   |

3. 天气分析

3.1. 中尺度分析

在 8 日 08 时(图 3)，500 hPa 北支锋区的高空槽正在东移，同时黄淮地区存在低涡切变。在气流的抽吸作用下，有较强的抬升条件。此外，晋城市位于 850 hPa 和 925 hPa 急流出口左前侧，动力抬升作用也较强。在各高度层上，晋城都是冷暖气流的交汇区，特别是 700 hPa 是显著湿区。同时，850 hPa 和 700 hPa 的干舌向晋城倾斜，各高度层都存在明显的切变线在山西南部。低涡在河南西部发展，不断向山西南部输送西南暖湿气流和水汽。850、925 hPa 的干冷空气入侵，进一步触发了对流。结合 20 时气象参数(图 3)，如 Si 小于等于 0℃、K 大于 35℃、CAPE 为 300~1000 J/kg 等，可以判断切变线南侧有出现强降水、雷暴大风的可能。



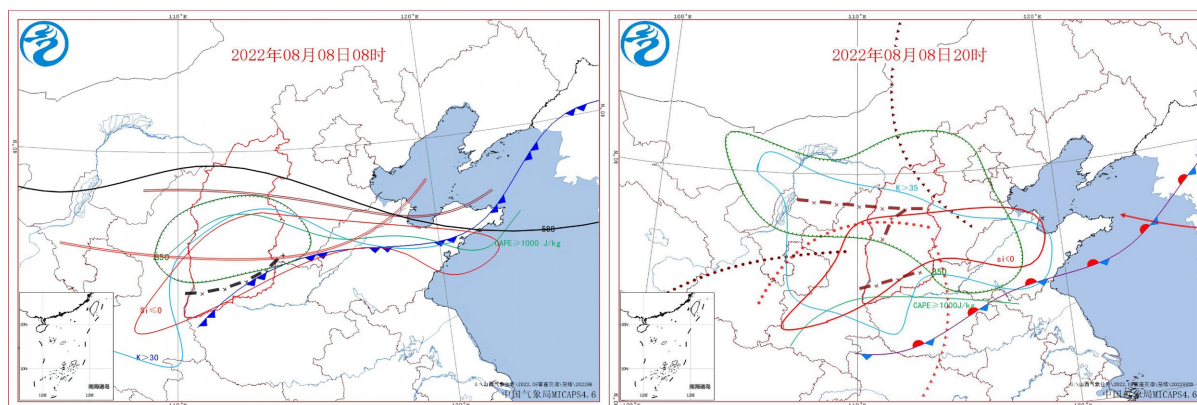


Figure 3. Mesoscale analysis at 08:00 and 20:00 on August 8, 2022

图 3. 2022 年 8 月 08 日 08 时、20 时中尺度分析

### 3.2. 环流形势分析

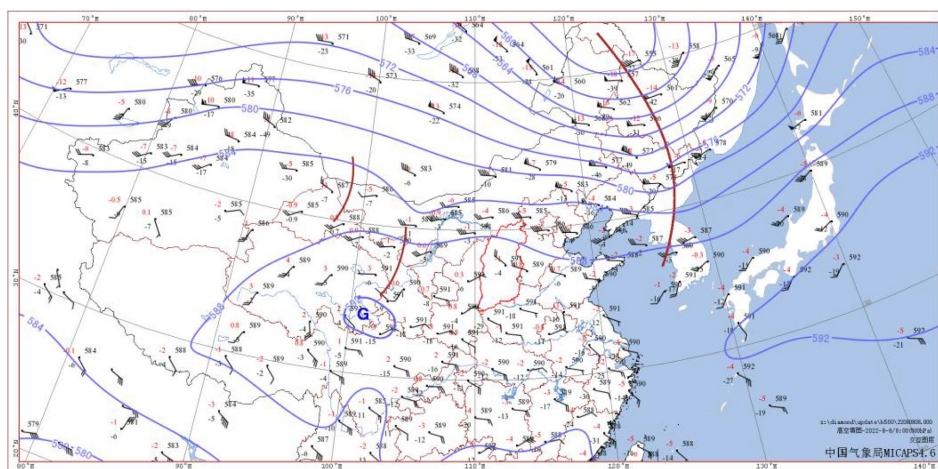


Figure 4. Circulation pattern at 500 hPa at 08:00 on August 8

图 4. 8 月 8 日 08 时 500 hPa 环流形势场

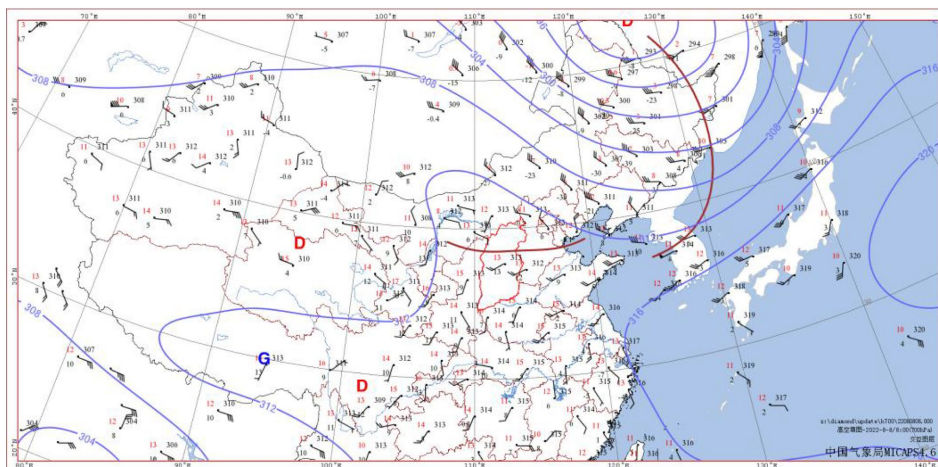


Figure 5. Circulation pattern at 700 hPa at 08:00 on August 8

图 5. 8 月 8 日 08 时 700 hPa 环流形势场

8日08时,500 hPa图上(图4)晋城市受副热带高压控制,以下沉气流为主,动力条件较差;700 hPa(图5)切变线位于山西省北中部地区,晋城市受切变线南侧西南暖湿气流控制下,850 hPa(图6)晋城市同样位于切变线南侧西南暖湿气流控制下。这种环流形势有利于水汽和不稳定能量的输送,以及偏北气流的南下。

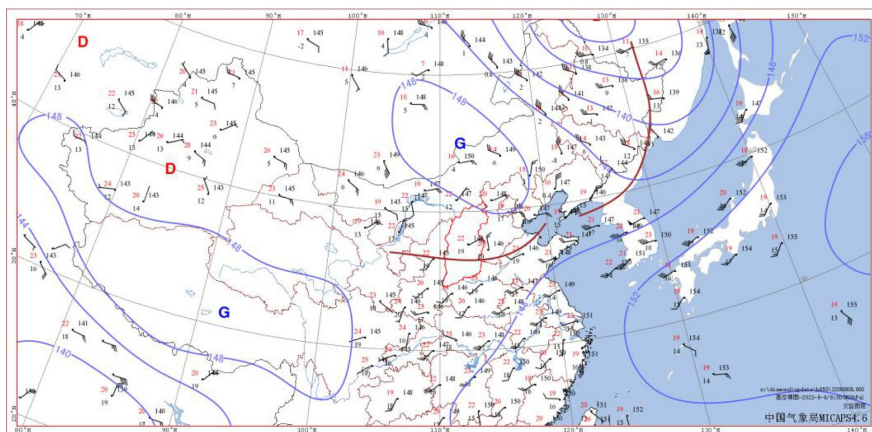


Figure 6. Circulation pattern at 850 hPa at 08:00 on August 8

图6. 8月8日08时850 hPa 环流形势场

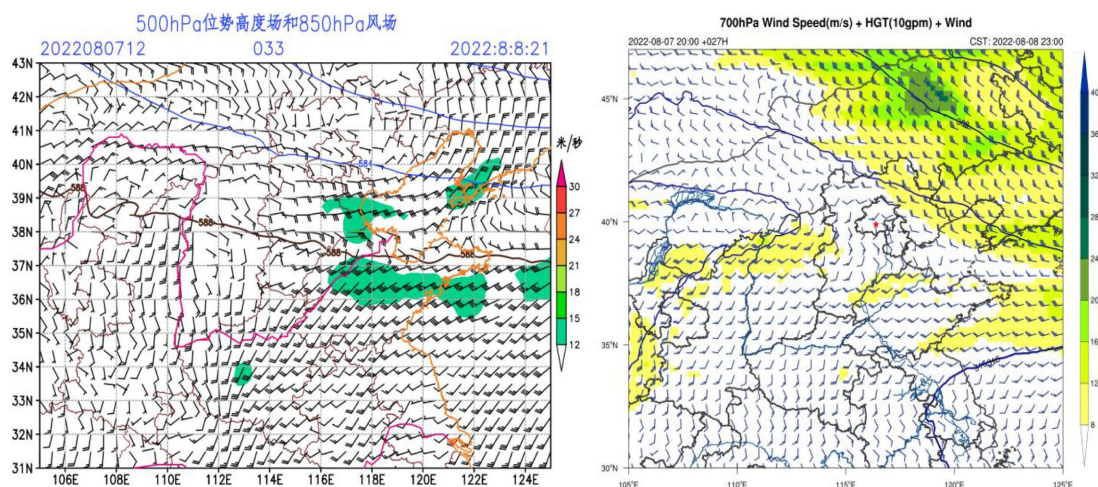


Figure 7. 500 hPa height and 850 hPa wind field at 20:00, and 700 hPa height and wind field at 23:00 on August 8

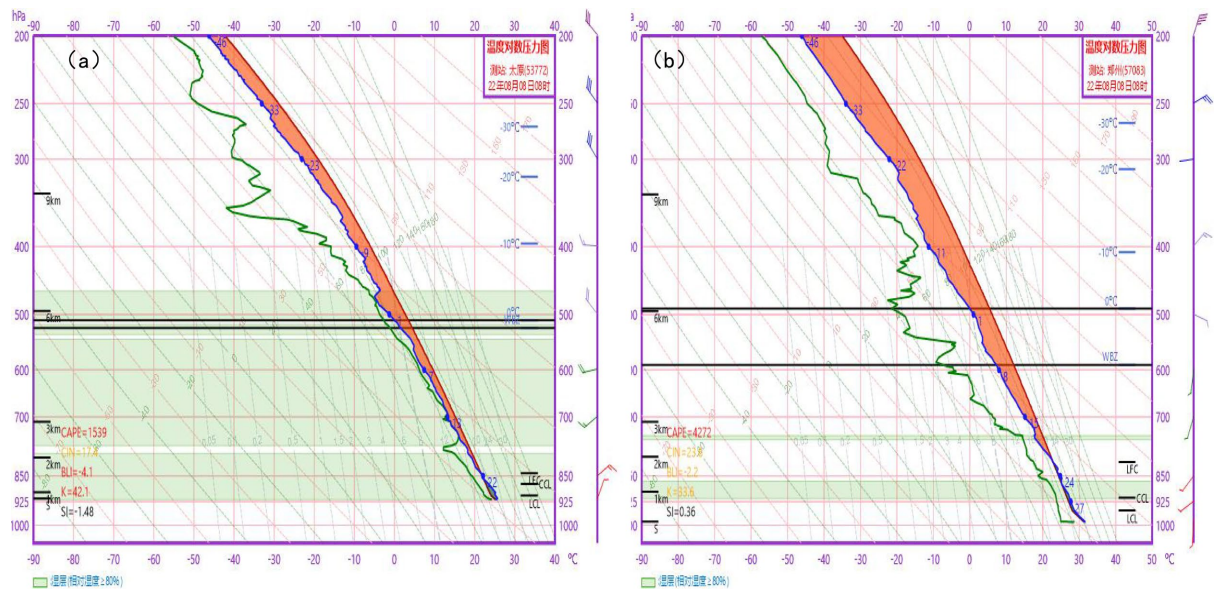
图7. 8月8日20时500 hPa 高度和850 hPa 风场; 23时700 hPa 高度场风场

夜间,850 hPa 偏南气流加强(图7),风速辐合更趋明显,偏北气流南压,切变线主要移动至山西中部;回波沿着700 hPa 偏南气流前端,850 hPa 切变线北侧组织发展,晋城地区的降水趋于结束。

### 3.3. 诊断量分析

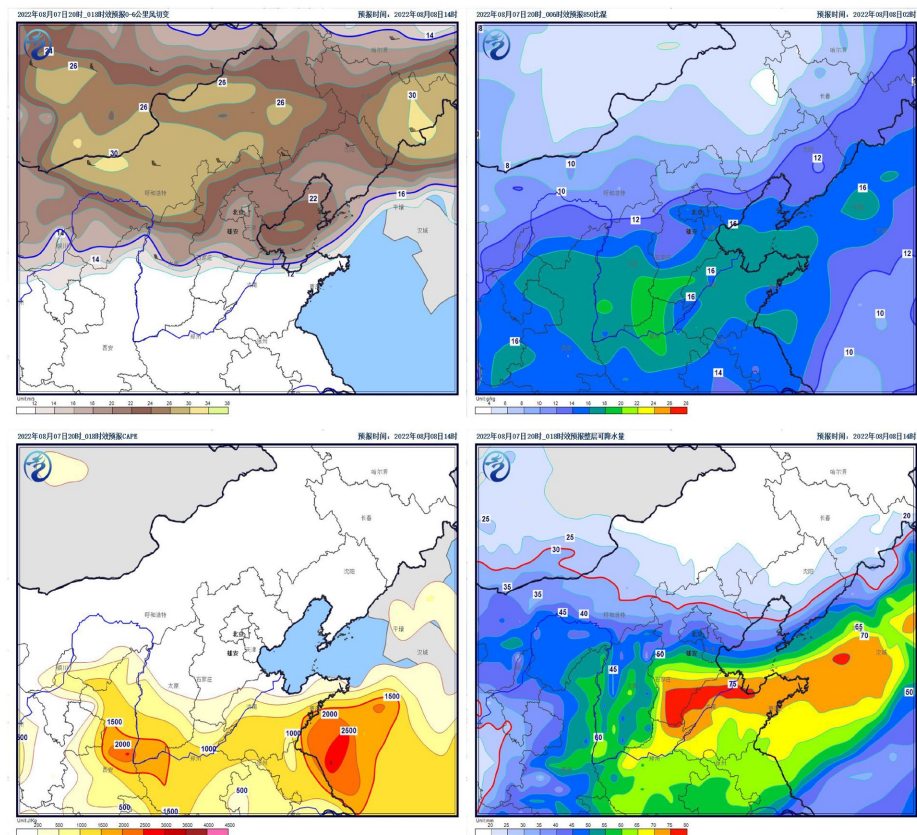
从8日14时物理量场资料来看(图8),晋城地区的热力条件和水汽条件都有利于产生对流性降水。CAPE 值为  $1000 \text{ J/kg}$ , k 指数为  $36^\circ\text{C}$ , 由于副高控制下能量堆积,热力条件较好。整层可降水量超过  $55 \text{ mm}$ ,850 hPa 比湿达到了  $18 \text{ g/kg}$ , 由于西南暖湿气流输送,水汽条件较好,此外由于副高控制下以下沉气流为主,0~6 km 垂直风切为零,动力抬升条件较差,也是为什么热力条件和水汽条件都较好,但降水过程仍然以短时强降水为主的原因。





**Figure 8.** At 14:00 am on the 8th, the physical field: 0~6 km wind shear; 850 hPa specific humidity; CAPE; whole layer precipitable water  
**图 8.** 8 日 14 时物理量场: 0~6 km 风切; 850 hPa 比湿; CAPE; 整层可降水量

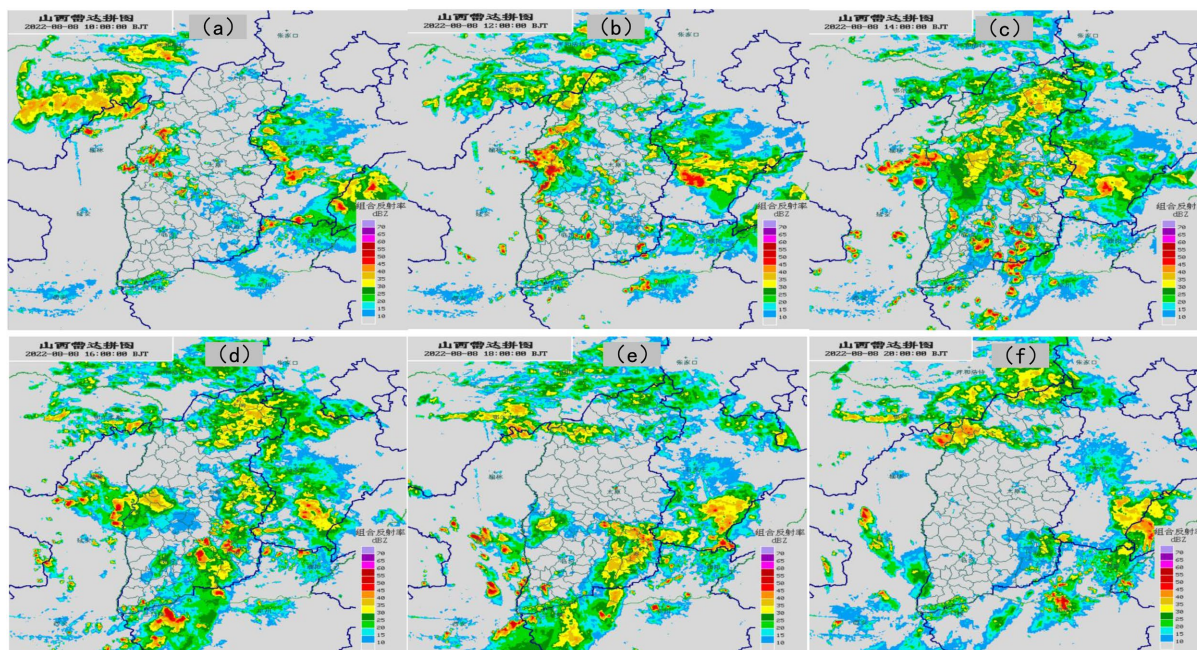
### 3.4. 探空图分析



**Figure 9.** Soundings at 08:00 on August 8: (a) Taiyuan; (b) Zhengzhou  
**图 9.** 8 日 08 时(a) 太原; (b) 郑州探空

8 日 08 时, 太原探空(图 9a)低层湿度条件良好, 中高层存在干空气,  $C_{ape}$  大于  $1000 \text{ J/kg}$ ,  $K$  大于 30; 郑州(图 9b)低层仍存在一定湿度条件, 中高层存在干空气,  $CAPE$  大于  $1000 \text{ J/kg}$ , 且较高;  $K$  大于 30。而晋城介于两地之间, 低层逐渐受偏北风带来的水汽影响, 结合南部中空干空气, 容易因热力差, 导致对流的产生。

### 3.5. 雷达拼图分析



**Figure 10.** A radar jigsaw puzzle in Shanxi province on August 8, 2022; (a) 10:00; (b) 12:00; (c) 14:00; (d) 16:00; (e) 18:00; (f) 20:00

**图 10.** 2022 年 8 月 8 日山西省雷达拼图; (a) 10:00; (b) 12:00; (c) 14:00; (d) 16:00; (e) 18:00; (f) 20:00

10:00 晋城上空开始有南侧弱回波移入, 随着北部对流云团的移动发展, 12:00 逐渐在移动在陵川触发形成对流云团; 14:00 随着南北气流的共同加强, 在山西南部晋城、长治、运城东北相继触发多个对流云团, 自 16:00 逐渐融合发展, 18:00 成连续回波继续向东南方移动; 20:00 回波移大值区移出山西南部(图 10), 而后逐渐消散。

## 4. 总结

(1) 在 2022 年 8 月 7 日 20 时至 8 日 20 时的 24 小时内, 晋城市经历了显著的降水过程, 其特点是小到中雨局部大到暴雨, 且以短时强降水为主。国家站和区域站的累积降水量数据显示, 陵川县沙泊池成为降水量最大的地点, 达到了 76.6 毫米, 同时该地的最大雨强也极为突出, 为 60.2 毫米/小时。此次降水过程在陵川沙泊池、吕家河、沁水上杨庄和泽州高都等地引发了显著的短时强降水, 时段主要集中在白天的 13 时至 14 时, 显示出单点性、突发性的特征。

(2) 从天气分析的角度来看, 此次降水过程受到了多种天气系统的影响。首先, 中尺度分析揭示了 500 hPa 北支锋区高空槽的东移、黄淮低涡切变的存在以及显著气流中间区域的抽吸作用, 这些条件共同促进了较强的抬升作用。同时, 850 hPa 和 925 hPa 急流出口左前侧的动力抬升作用也较强。在多个高度层上, 晋城都是冷暖气流的交汇区, 特别是 700 hPa 的显著湿区和干舌的倾斜, 为降水的发生提供了有利



条件。

(3) 环流形势分析显示,晋城市在降水期间受副热带高压控制,以下沉气流为主,动力条件相对较差。然而,700 hPa 和 850 hPa 的切变线位于山西省北中部地区,为晋城输送了西南暖湿气流,有利于水汽和不稳定能量的输送。夜间,随着 850 hPa 偏南气流的加强和风速辐合的增强,切变线主要移动至山西中部,回波沿着 700 hPa 偏南气流前端组织发展,最终晋城地区的降水逐渐趋于结束。

(4) 诊断量分析进一步证实了此次降水过程的有利条件。晋城地区的 CAPE 值较高,K 指数也达到了触发对流的标准,同时整层可降水量和 850 hPa 比湿度均显示出良好的水汽条件。然而,由于副高控制下以下沉气流为主,0~6 km 垂直风切较小,动力抬升条件相对较差。尽管如此,热力条件和水汽条件的共同作用仍然有利于对流性降水的产生。

(5) 探空图分析则揭示了太原和郑州两地与晋城之间的天气差异。太原和郑州的低层湿度条件均较好,但中高层存在干空气。晋城位于两地之间,低层逐渐受偏北风带来的水汽影响,结合南部中空干空气的热力差,容易触发对流。

(6) 最后,雷达拼图分析直观地展示了降水过程中对流云团的发展演变。从晋城上空开始有南侧弱回波移入,到北部对流云团的移动发展,再到陵川触发形成对流云团,以及最终多个对流云团的融合发展和消散,整个过程清晰地展现了短时强降水的发生和发展机制。

综上所述,此次晋城市的降水过程受到了多种天气系统的共同影响,包括中尺度天气系统、环流形势、诊断量条件、探空图特征和雷达拼图分析等。这些因素共同作用,导致了短时强降水的发生和发展。通过此次降水过程的深入分析,我们可以更好地理解天气系统的演变规律和降水机制,为未来的天气预报和防灾减灾工作提供有益的参考。

## 基金项目

2024 年度山西省气象局立项科研项目《晋城夏季短时强降水的时空分布及环境参数特征》, SXKQNTQ20246733。

## 参考文献

- [1] 周泓, 闵颖, 许彦艳, 等. 滇中地区不同影响系统下 3 次短时强降水过程的大气环境特征和雷达特征分析[J]. 高原气象, 2024, 43(1): 166-183.
- [2] 陈炯, 郑永光, 张小玲, 朱佩君. 中国暖季短时强降水分布和日变化特征及其与中尺度对流系统日变化关系分析[J]. 气象学报, 2013, 71(3): 367-382.
- [3] 常煜, 马素艳, 仲夏. 内蒙古夏季典型短时强降水尺度特征[J]. 应用气象学报, 2018, 29(2): 232-244.
- [4] 张青梅, 李生辰, 苏永玲, 等. 青海高原短时强降水时空分布及天气学概念模型[J]. 高原气象, 2022, 41(2): 515-525.
- [5] 朱平, 肖建设. 青海高原短时强降水天气的葵花-8 卫星监测预警特征对比分析[J]. 高原气象, 2022, 41(2): 502-514.
- [6] 侯瑞钦, 景华, 王丛梅, 等. 太行山地形对一次河北暴雨过程影响的数值研究[J]. 气象科学, 2009, 29(5): 687-693.
- [7] 侯瑞钦, 景华, 陈小雷, 等. 太行山迎风坡降水云微物理结构数值模拟分析[J]. 气象科学, 2010, 30(3): 351-357.
- [8] 闫冠华, 李巧萍, 李瑞义. 太行山地形对华北暴雨影响的数值模拟试验[J]. 南京信息工程大学学报: 自然科学版, 2015, 7(4): 351-358.
- [9] 王丛梅, 俞小鼎, 李芷霞, 等. 太行山地形影响下的极端短时强降水分析[J]. 气象, 2017, 43(4): 425-433.