

地形抬升作用加强的局地强降水

徐卫丽 贾晓霞

山西省朔州市气象局

DOI:10.12238/as.v4i2.2025

[摘要] 采用常规地面和高空观测资料,对2012年5月31日发生在朔州全市的雷雨大风冰雹及偏南地区的暴雨过程进行了分析,结果表明:本次强天气过程产生在有利的环流背景下,前倾槽结构使中低层有暖平流输送,高层有冷平流输送,这又增强了天气区的层结不稳定,中层西南低空急流使水汽在天气区堆积,地面冷锋的移近触发了不稳定能量的释放,地形抬升作用增强了上升运动。

[关键词] 前倾槽; 低空急流; 冷锋; 地形抬升

中图分类号: S-1 **文献标识码:** A

Local heavy precipitation with enhanced topographic uplift

Weili Xu, Xiaoxia Jia

Meteorological Bureau in Shuozhou City, Shanxi Province

[Abstract] Based on the conventional ground and high-altitude observation data, the thunderstorm, gale and hail in Shuozhou on May 31, 2012 and the rainstorm process in the south area are analyzed. The results show that the strong weather process occurs under the favorable circulation background, and the forward inclined trough structure makes the warm advection transport in the middle and low layers and the cold advection transport in the high layers, This enhances the stratification instability in the weather area. The southwest low-level jet in the middle layer causes the accumulation of water vapor in the weather area. The approaching of the ground cold front triggers the release of unstable energy, and the topographic uplift enhances the upward movement.

[Key words] forward inclined groove; Low level jet; Cold front; Topographic uplift

引言

“雷暴”一词指积雨云中发生的雷电交作的激烈放电现象,同时也指产生这种现象的天气系统。雷暴一般伴有阵雨,有时则伴有大风、冰雹、龙卷等天气现象,是对流旺盛的天气系统。对流天气具有影响范围较小,持续时间短的特点,但因其天气十分激烈,容易成灾。蒙古冷涡(东北冷涡)是造成华北北部夏季雷暴天气的主要系统,由于其产生的天气强烈,降水局地性强分布不均,在短期预报中降水落区和量级难以把握。本文意在揭示。

1 天气过程概述

2012年5月31日白天下午13~20时,朔州市自西北向东南方向先后出现短

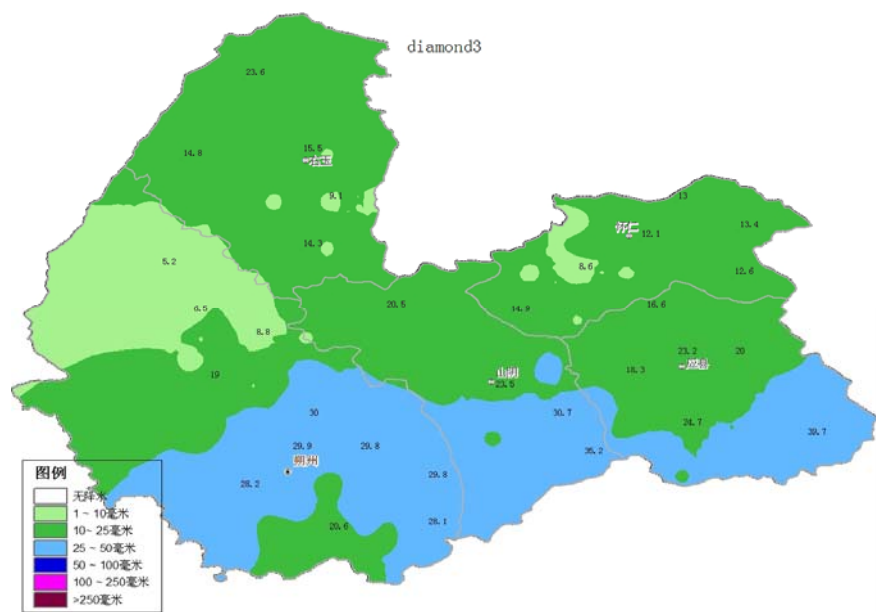


图1 5月31日08时至20时降水量

时雷雨大风强对流天气,测站降雨量12.0~29.7mm。降雨量等值线纬向分布,从北向南递增,大的降水集中在朔城区、山阴县、应县南部盆地向山区过渡的迎风坡上,6小时雨量超过了30毫米,达到暴雨量级,雨量最大是应县的白马石,5小时雨量39.7mm,一小时最大雨量14.7mm。山阴县的马营庄降雨35.5mm,张家庄31.9mm短时强降水伴随5~6级大风,造成大棚2105座被损毁,农作物受灾面积2453.2公顷,房屋倒塌1间损坏2间受灾人数21332人,直接经济损失2576万。右玉县13:09~13:21出现直径6mm的冰雹。降水量分布见图1。

2 天气形势分析

2012年5月底,500hPa上环流西高东低,欧亚高纬度地区为两槽一脊型,中纬度三槽两脊,蒙古国短波槽缓慢东移中加深形成闭合冷涡,由于东北阻高的阻挡,低涡在贝加尔湖稳定少动。^[1]冷涡呈南北向长轴准圆形,大气斜压性弱,冷涡没有再继续发展,原地旋转。31日08时冷涡后部下滑浅槽位于贝湖到内蒙中部,槽线位置偏北,山西北部槽后偏西气流区(图2)。700hPa切变准南北向,位于蒙古国南部经内蒙乌海至甘肃定西,切变前甘肃平凉经内蒙鄂尔多斯至呼和浩特有 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西南急流。850hPa冷切东北西南向,从内蒙巴彦诺尔市经宁夏石嘴山市到甘肃武威。与850hPa切变钱位置相同为地面冷锋锋线。500hPa槽线相对于中低空切变线为前倾槽,40°N以南700hPa切变线超前于850hPa,高低空配置见图2。

本次强对流天气是高空前倾槽、中、低层切变线,中层西南急流和地面冷锋共同作用的结果。

3 物理量诊断

形成对流性天气的基本条件有三个,即(1)水汽条件;(2)不稳定层结条件;(3)抬升条件^[1]。

3.1 不稳定层结

2012年5月31日08时,K指数中心在

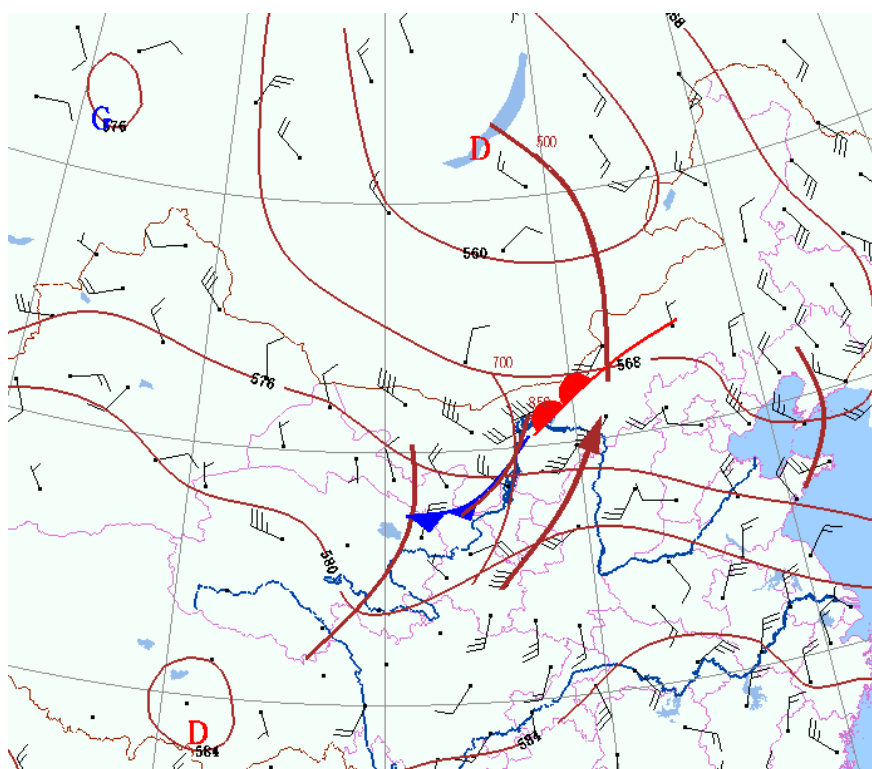


图2 31日08时500hPa等高线、槽线,700hPa、850hPa切变线,地面锋面,700hPa风场、急流

陕西中部和山西南部交界处,中心最大 30.2°C 山西北部强对流天气区 $K=16^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。31日20时山西中北部K指数增大到 30°C 以上,强天气区 32.6°C ,表明31日白天大气层结不稳定性在增强。

利用强对流区周边呼和浩特、鄂尔多斯、太原三个探空站31日08、20时资料分析大气层结稳定度的变化。08时呼和浩特、鄂尔多斯两站探空资料风场垂直分布分析,850~500hPa风向顺时针变化,低层有暖平流,500hPa~400hPa风向逆时针变化,高层有冷平流,在高层为冷平流低层为暖平流(低层暖(冷)平流比高层暖(冷)平流强(弱))的情况下,由平流引起的气层趋于不稳定^[1]。太原站925hPa~500hPa较强暖平流,高层冷平流不明显,但湿度场分析,山西中部850hPa为湿舌,500hPa为干空气,也可造成对流不稳定层结。风速分析,850hPa(1.5km高度)到700hPa(3km高度)风速变化量接近或大于700hPa到500hPa(5.7km高度)风速变化量,表明暖平流随高度递减,整

层大气不稳定性加强迅速^[2]。

3.2 水汽条件

31日08时流场分析,850hPa东南风,水汽来自东海;700hPa西南风,水汽来自孟加拉湾,中低空水汽通道畅通,来自海上气流给华北输送充沛水汽。700hPa从甘肃平凉经内蒙鄂尔多斯至呼和浩特有 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的低空西南急流,水汽在华北中部即急流前端堆积。

31日08时850hPa比湿分布,高比湿位于河套南部,山西北部比湿为 $4\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,东南风将来自东海的水汽向华北中部输送,到31日20时,华北中部南部为高比湿区,山西北部比湿增大到 $7.6\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,这表明单位质量大气中水汽含量较多且在增加。水汽通量散度分析,31日08时山西中部以西到河套为水汽通量辐合区,辐合中心在蒙古国南部,中心最大 $20\times 10^{-5}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,山西北部水汽通量散度 $3.3\times 10^{-5}\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,到31日20时水汽辐合中心向南移动,中心到河套北部,山西北部水汽通量散度达到

$17.1 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。水汽通量散度时间剖面显示(图略), 112.37° E 、 39.37° N 站点30日08时中高层700hPa~400hPa水汽辐合, 随着时间推移水汽辐合区向低层扩展, 并且强度在增强, 31日08时950hPa~400hPa水汽通量散度均为辐合, 白天降水期间水汽辐合层迅速从高层降低700hPa以下, 深厚的水汽堆积为强天气区补充了充足的水分。

3. 3 抬升条件

逆温层、前倾槽、低层辐合高层辐散、高低空急流、中小系统是强对流发生、发展的有利条件^[1]。

31日08时700 hPa、850hPa切变线位于河套西部, 700hPa切变线南北向, 850hPa切变东北西南准南北向, 40° N 以南700hPa超前于850hPa, 500hPa槽线位置偏北, 相对于中低层切变位置来说是前倾结构, 明显不稳定天气系统。地面逐渐移近的冷锋对锋前暖气团的抬升作用触发了不稳定能量的释放, 造成对流天气。

水平散度场剖面分析, 31日08时山

西北部中低空辐合, 中高空辐散, 但辐合辐散都较弱, 有弱的上升运动。31日08时到20时辐合辐散均在增强, 且辐合区从中低层向地面扩展, 20时辐合中心在850hPa, 量值为 $-1.8 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$; 辐散中心在500hPa, 量值为 $1.6 \times 10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$ 。低层辐合高层辐散垂直结构加强了上升运动。低空700hPa的西南急流一方面加强了对天气区的水汽输送, 另一方面也增强了抬升作用。

4 地形影响

地形对天气气候的影响在许多地区都有表现, 特别是一些中尺度山脉对于局地天气过程的形成可能会起到重要作用^[3]。2012年5月31日在产生不稳定天气的大环流系统背景下, 局地短时间产生强降水与其特殊地理条件有很大关系。

朔州市地区大同盆地南端, 东北西南走向的恒山西北侧。向东移动的天气系统, 在恒山山脉迎风坡上由于地形的强迫抬升作用, 加强了气流的上升运动, 造成了局地的强降水。

5 小结

(1) 本次强降水过程发生在蒙古冷涡影响的大环流背景下, 中低空切变线和与高空槽的相对位置, 在 40° N 以南形成前倾结构地面冷锋是强天气的配置。

(2) 低空暖平流高空冷平流增加了大气层结的不稳定性。

(3) 偏南风 and 东南风给天气区带来了充沛的水汽, 低空西南急流不仅是水汽在天气区辐合堆积, 另一方面增强了抬升作用。

(4) 700hPa上急流显著, 最大风速达到了 $16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 其作用是输送来自孟加拉湾的水汽, 并在急流头前端水汽堆积。

[参考文献]

[1] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 426.

[2] 李洪勤. 对温度平流计算公式的探讨[J]. 气象, 1984, (11): 17-20.

[3] 周慧, 李象玉, 黎祖贤, 等. AR5.0模式对“5.31”天气过程的模拟分析[J]. 热带气象学报, 2008, 24(1): 88-94.