

低涡与怀柔暴雨

李丽荣

(北京市怀柔县气象局, 101400)

提 要

对产生怀柔县暴雨的三类低涡(蒙古低涡、西北涡和西南涡)进行了统计分析。对各类低涡暴雨的个例对比分析发现,三类低涡暴雨有相同的不稳定性和水汽条件,但垂直运动条件则不同,这些为暴雨预报提供了依据。

关键词: 低涡 暴雨 诊断分析

前 言

怀柔县位于北京市北部,南北长约91km、东西最窄处仅12km,山区占全县总面积的83%,地形较复杂,是北京地区年降雨量较多、暴雨日数较多、暴雨强度较大的区域之一^[1],也是北京地区泥石流灾害严重的区域之一^[2]。统计1966—1994年7—8月的气象资料表明,怀柔县出现日降雨量 $\geq 50\text{mm}$ 的暴雨过程有63次,其影响天气系统有蒙古低涡、西风槽、西北涡、西南涡、台风及切变线等。本文着重对三类低涡(蒙古低涡、西北涡、西南涡)进行分析和对比,以便从常规天气图诊断分析寻找出一些预报着眼点。

1 三类低涡暴雨的统计特征

在未来0—24小时内影响并造成怀柔暴雨的三类低涡定义如下:

蒙古低涡是指500hPa图上,40—50°N、95—115°E范围内出现的低压中心或气旋性环流;西北涡是指700hPa图上,35—40°N、100—105°E范围出现的低压中心或气旋性环流;西南涡是指700hPa图上,25—37°N、100—110°E范围内出现的低压中心或气旋性环流。

1.1 蒙古低涡暴雨

这类低涡是产生怀柔地区暴雨的主要天气系统,在28年63次暴雨中,有20次是蒙

古低涡暴雨,约占总次数的31.7%,此类低涡暴雨不仅出现在盛夏,也可出现在春末夏初或秋季,过程雨量可 $> 100\text{mm}$,日最大降水量达137.3mm。

1.2 西北涡暴雨

西北涡也是影响本县暴雨的主要天气系统之一,主要出现在盛夏7—8月份,尤以8月份为最多。这类系统暴雨共出现15次,占7—8月份暴雨总次数的23.8%,其中8月份有11次,占8月份暴雨次数的32.4%,该类低涡一般可维持1天,过程雨量可 $> 50\text{mm}$,日最大降水量为170.6mm。

1.3 西南涡暴雨

西南低涡出现的次数虽不及蒙古低涡及西北涡,但也是不容忽视的暴雨系统之一。28年中,共有7次,占暴雨总次数的11.1%,日最大降水量可达96mm。

2 三类低涡暴雨的天气形势特征

在三类低涡中各选一例来具体说明其天气形势特征。

2.1 蒙古低涡暴雨的形势特征

1981年7月4日的暴雨属于蒙古低涡暴雨。在3日08时500hPa图上,欧亚地区为两脊一槽型,长波槽位于80°E附近,两个高压脊分别位于55°E和140°E附近。在这种形势下,蒙古冷空气沿欧洲脊前西北气流南下,

在华北地区与副热带高压西侧的暖湿气流交汇,产生暴雨。在本例中,蒙古低涡中心位于 45°N 、 108°E 附近,从低涡中心至西宁有一低槽。副热带高压中心位于冲绳岛附近,副高脊线位于 $27^{\circ}\text{--}28^{\circ}\text{N}$,西脊点伸到 108°E 附近,副高的西侧边缘形成西南风急流,风速 $>12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的急流轴线从长江中游伸达辽西,本地区处于西南风急流轴的左侧(见图1)。

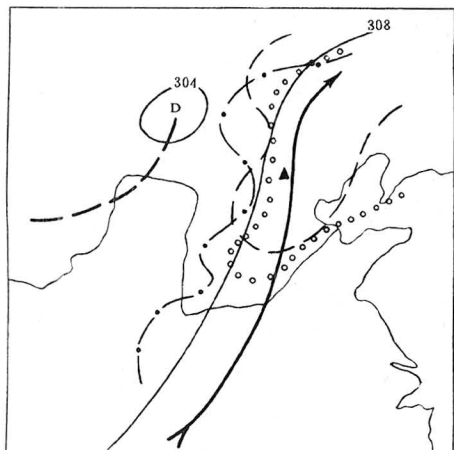


图1 1981年7月3日08时700hPa天气系统示意图

粗实矢线为急流轴线;粗虚线为槽线;
细虚线区、点划线区、空心圆点区分别为上升运动区、水汽通量 $\geq 8 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ 区、 $\Delta\theta_{se} = \theta_{se500} - \theta_{se850} \leq 0$ 区;黑三角为本站位置

2.2 西北涡暴雨的形势特征

1983年8月5日夜间的暴雨属西北涡暴雨,其环流特征是:在8月4日500hPa图上,欧洲和雅库茨克各有一个高压脊,在甘肃酒泉附近有一低槽,对应在700hPa图上,从兰州到银川有一低涡形成;5日08时低涡中心移到东胜附近,副热带高压呈东西走向,588线西伸到 100°E 青藏高原附近,副热带高压北侧西南急流从川东一直伸到辽南,本县位于轴线左侧,有利于低涡向东偏北方向移动,同时低涡后部有一温度槽,表明低涡后部有冷空气侵入,有利于低涡发展(见图2)。

2.3 西南涡暴雨的形势特征

1973年7月2日夜到3日的暴雨属该类,怀柔出现了115mm的降水过程。7月1日08时,在500hPa上,西伯利亚为一宽广低压槽区,贝加尔湖附近有一低涡,从陕南到川南有一低槽,东亚的高压脊位于 125°E 附近,副热带高压主体远离大陆,仅在我国华东和华南地区有闭合高压环流中心。在700hPa上,从西安到昆明对应有一气旋性环流,低涡中心位于川东地区,它沿500hPa槽前西南气流北上,于2日08时到达晋南,并配合有一暖切变线伸入北京地区,影响怀柔产生暴雨。与此同时,从鄂东经皖北、鲁西到天津,有风速 $>16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的偏南急流(见图3)。

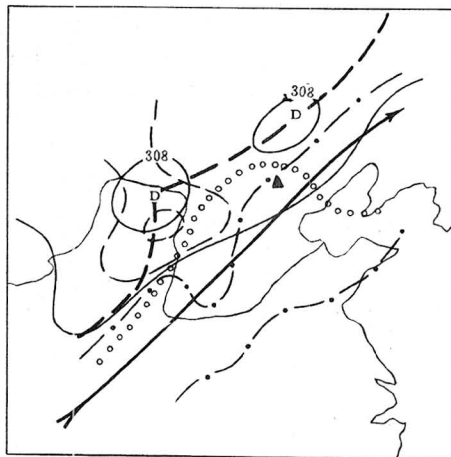


图2 1983年8月5日08时700hPa天气系统示意图

图例同图1

3 三类低涡暴雨前的环境条件

物理量的计算是在目前收到每天08时500hPa、700hPa和850hPa三层TTAA报条件下进行的,计算范围为 $30^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{N}$ 、 $100^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{E}$,格距为150km正方形网格。

3.1 蒙古低涡暴雨前的环境条件

3.1.1 上升运动条件

产生暴雨的有利条件是:在850hPa上有辐合,700hPa上有上升运动。在图1中,虚线所示区为700hPa的上升运动区。从图中

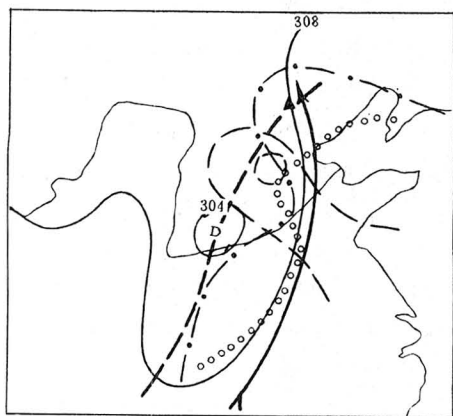


图3 1973年7月2日08时700hPa天气系统示意图

图例同图1

可看出,最大上升运动区位于蒙古低涡的东南方5—9个纬距范围内,850hPa的辐合中心与700hPa的上升运动中心位置相同。

3.1.2 水汽条件

水汽条件是暴雨产生和维持的必要条件之一。本文使用水汽通量 \vec{V}_q 来代表水汽条件。当有水汽源源不断向雨区输送时,才能使暴雨得以维持,图1中点划线和箭头所示区为700hPa水汽通量 $\geq 8 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ 的区域。

3.1.3 不稳定条件

暴雨前的大气能量及稳定度,也是产生暴雨的必要条件。本文选用 θ_{se} 来代表大气稳定度, θ_{se} 值越高,说明大气具有的能量越高,越不稳定。从三层的 θ_{se} 值的分布来看,本县处在850hPa层 θ_{se} 高值区西侧的等值线密集区,即能量锋的前部(图略)。同时用 $\Delta\theta_{se} = \theta_{se_{500}} - \theta_{se_{850}} \leq 0$ 代表大气的不稳定条件,从图1中圈点线所示区可看出,其与上升运动区基本重合,本县处于不稳定区内。

从以上3个条件可以看出,700hPa的上升运动区、不稳定区及水汽通量最大值区域3个要素重合的区域即为湿斜压不稳定区,本县处于这个区之中,即具备产生暴雨的条件。

3.2 西北涡暴雨前的环境条件

3.2.1 上升运动条件

西北涡的上升运动中心基本处于700hPa的低涡附近(图2),850hPa的辐合中心与700hPa的上升运动中心基本重合。

3.2.2 水汽条件

图2中700hPa的水汽通量 $\geq 8 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ 的区域,呈西南—东北走向,与700hPa层急流轴线走向一致,北京地区正位于其北部。

3.2.3 不稳定条件

本例中,850和700hPa的 θ_{se} 的高值区位于低涡前部以 Ω 形式呈西南—东北走向,位于低涡的前部,北京正位于高 θ_{se} 中心下方的等值线密集区。 $\Delta\theta_{se}$ 的负值区即不稳定区与 θ_{se} 的高值区走向一致,与水汽通量的大值区基本重合,位于上升运动区的前部。

3.3 西南涡暴雨前的环境条件

3.3.1 上升运动条件

在本例中,700hPa的上升运动区位于西南低涡的东北侧暖切变线上。

3.3.2 水汽条件

700hPa的水汽通量最大值中心位于低涡的右前方,与700hPa偏南急流轴线一致,本县位于 $\vec{V}_q \geq 8 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ 区之内。

3.3.3 不稳定条件

850hPa θ_{se} 的高值区位于北京东南侧,本县处于高值区西北侧的 θ_{se} 等值线密集区(能量锋), $\Delta\theta_{se}$ 的负值区位于低涡东北侧暖区内,不稳定中心沿700hPa偏南急流区向北移,并影响本县。

4 三类低涡暴雨的对比

4.1 三类低涡系统所在地理位置、内部物理结构以及移动方向皆不同,但对于造成怀柔暴雨来讲,它们却有一些共同之处:1)在850hPa层和700hPa层均存在风速 $\geq 12 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的偏南暖湿低空急流,暴雨发生之前,低空急流轴线均位于本县的东侧;2)在暴

雨发生之前,本县均处于或靠近水汽通量大值区和对流不稳定区,而且位于低涡前方暖湿气流前的等 θ_{se} 线密集区,即能量锋区附近,已具备湿斜压不稳定条件。

4.2 西北涡和西南涡的上升运动区,一般是随其低涡中心移动,并紧靠低涡中心。这正是此两类低涡斜压结构的反映^[3]。而蒙古低涡通常是与冷温度中心相伴,其东南象限

700hPa层的上升运动区,则与500hPa上蒙古低涡东南象限的疏散型等高线有关。

参考文献

- 1 北京市气象局气候资料室.北京气候志,北京:气象出版社,1987.
- 2 吴正华.北京的降水与泥石流.首都圈自然灾害与减灾对策.北京:气象出版社,1992.
- 3 华北暴雨编写组.华北暴雨.北京:气象出版社,1992.
- 4 陶诗言等.中国之暴雨.北京:科学出版社,1980.

Low Vortex and Heavy Rain at Huairou County in Beijing

Li Lirong

(Huairou Meteorological Office, Beijing 101400)

Abstract

Three types of low vortex (Mongolia vortex, Northwest vortex and Southwest vortex) producing heavy rain at Huairou County in Beijing are analysed. The results show that there are same instability and vapour condition in three low vortices, but vertical motion condition are different. It is helpful to forecasting heavy rain.

Key Words: low vortex heavy rain diagnostic analysis