

# 1998年7月6日辽南暴雨天气过程分析

王健 (大连市气象局 大连 116001)

**摘要** 针对1998年7月大连一次全区暴雨、局部大暴雨天气过程,运用有关资料诊断分析。结果表明,暴雨过程主要是蒙古低涡底部的西风急流和副高后部低空西南急流耦合作用的结果。高空急流在引导低涡东移的同时携带冷空气下沉,为暴雨的产生起到启动作用;而低空急流的建立在抬升的同时输送大量的水汽、能量等。

**关键词** 暴雨过程分析 物理量场分析 卫星云图分析

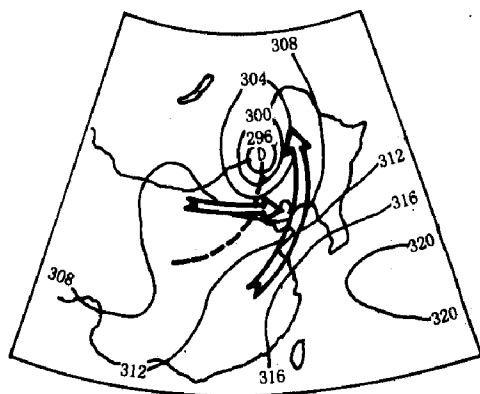
1998年7月6~7日受蒙古低涡和海上副高的共同影响,辽宁南部普降暴雨,局部大暴雨(雨量图略)。降水时间主要集中在6日夜间至7日上午。该过程波及整个辽宁,但雨量尤以辽南偏大,这是1998年大连唯一的一次全区性暴雨。本文运用MICAPS系统的有关资料对1998年7月6日暴雨过程进行诊断分析。

## 1 天气形势和环流特征

暴雨的研究和预报实践表明,一次较大范围的暴雨天气过程,总是出现在一定的大尺度环流形势下,1998年7月6日暴雨也有其特定的天气形势及演变过程。

在1998年7月5日20时700 hPa天气图上,欧亚地区为两槽两脊型。两个高压脊分别位于75°N附近和130°E附近。低涡中心位于44°N,110°E,中心最低值为3 010位势米,从低涡中心至33°N,105°E有一低槽。副高中心位于日本以南洋面上,副高脊线在30°N附近,与前期相比副高增强并明显北抬。在这种形势下,蒙古冷空气沿高压脊前的西北气流南下,在辽南与副高后部的暖湿气流交汇处出现暴雨。从这次过程天气形势的演变可以看出,副高在5~7日稳定少动,8日开始逐渐减弱。蒙古低涡5日08时~6日08时向东北方向移动,移速很快,达7经距/d。6日08时~7日08时向东北东方向移动,移速减慢,只有4经距/d。在7日08时到达120°E附近以后又迅速东移。并且5~7日低涡发展迅速,而6日20时~7日

08时为低涡强盛期,低涡有3条闭合等值线,中心最低值为2 950位势米(图1),其间也正是暴雨影响大连地区的时段。



实线为等高线,粗短划线为槽线,双箭头为高低空急流位置,单位为十位势米

图1 1998年7月6日20时700 hPa高空形势

从图1中可以看出,6日20时辽南地区处于高低空急流的交汇处。从300,850 hPa的全风速场和流场资料分析可以看出,高空急流在5日20时~6日08时明显增强,风速最大值由32 m/s增强到44 m/s,且大于等于40 m/s的风速最大值一直持续到7日20时。而由于冷空气的南下,低涡的东移,使低涡与海上稳定的副高之间气压梯度加大,西南气流迅速增强,5日20时形成了低空急流(风速大于等于12 m/s)。6日低空急流迅速增强,风速最大值由12 m/s增强到24 m/s,7日20时低空急流开始减弱。由此可见,1998年7月6日暴雨过程高、低空急流的增强是同步的。高、低空急流的同时增

强,为低涡的发展提供了不稳定能量,并促使低涡迅速发展。全区的暴雨、局地大暴雨就发生此时段内。另外,低涡的移动方向与高空急流的方向基本一致,也就是说蒙古低涡的移动方向受靠其最近的那支高空急流的引导。

## 2 物理量场分析

### 2.1 水汽条件

从图2可以看出,  $(t - t_d)_{700}$  小于等于  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  的湿区由5日08时主要在华中、华南地区逐渐向华北、东北移动,6日08时在东北的西南地区和内蒙古的东部形成了一个湿舌,并于6日20时断开为两片。一片在华南地区,另一片在辽宁、吉林一带。至此说明暴雨区的基本湿度场已经建立。而湿区的变化也正体现了低空急流对水汽输送所起的作用。

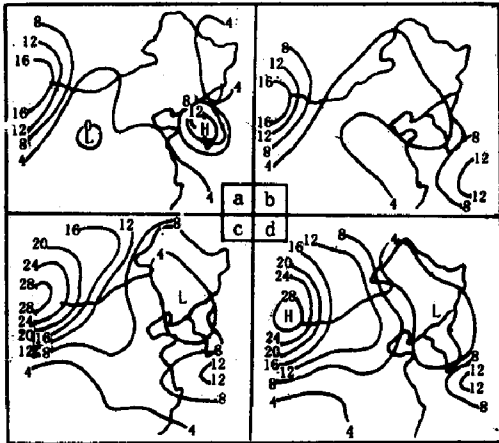


图2 1998年7月5~7日  $(t - t_d)_{700}$  分布

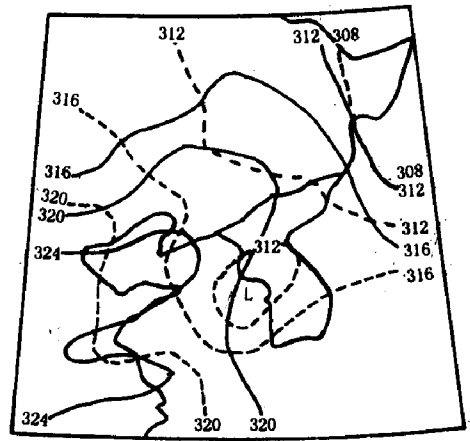
### 2.2 不稳定能量

本文用假相当位温来表示不稳定能量。

由5~7日850,700,500 hPa三层的  $\theta_{se}$  场的变化可以看出,5日08时  $\theta_{se}$  高值区在河套一带,大连处于  $\theta_{se}$  低值区。5~6日  $\theta_{se}$  高值区由西南向东北移动,到6日20时,  $\theta_{se}$  在3层均形成一个由黄淮地区伸向东北地区呈西南到东北向的舌状场,而大连均位于  $\theta_{se}$  的高值区内,特别是850 hPa,大连  $\theta_{se}$  值接近其最大值,见图3。  $\theta_{se}$  场的变化也充分说明了低空急流为暴雨区输送了大量的能量。

### 2.3 动力条件

分析垂直速度场的涡度场可见,大连5日



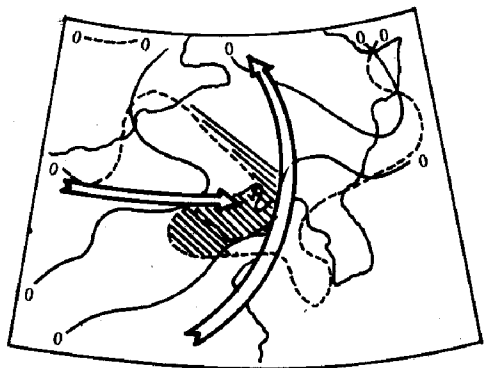
虚线为7月5日08时等  $\theta_{se}$  线,  
实线为7月6日20时等  $\theta_{se}$  线

图3 1998年7月6日暴雨前的850 hPa  $\theta_{se}$  分布  
20时整层均为下沉运动,而6日08时在低空急流逼近大连时,上升运动达到最强烈,850~250 hPa均转为上升运动,上升运动速度在700 hPa达到最大值为  $-(4 \times 10^{-3})\text{ hPa/s}$ 。这说明暴雨前期的强西南急流的存在使抬升运动得以加强,而强烈上升运动又为水汽的垂直输送起了重要作用。6日20时上升运动只保留在低层,虽500 hPa以上又转为下沉运动,但潜在不稳定能量的释放更加剧烈。大连5日20时~7日08时均处于500 hPa负涡度区内,850和700 hPa为正涡度区内,这说明副高北抬增强。而当7日20时500 hPa正涡度舌伸入大连时,降水已经结束。这既说明暴雨的动力触发机制主要在低层,同时也说明了此次暴雨过程最突出的特点就是高、低空急流的耦合作用。高空急流造成高层的强辐散,低空急流则产生低层的强辐合抬升的相配置的环境条件,有利于垂直上升运动强烈发展,提供暴雨发生和发展的动力条件。由图4可见,暴雨就产生在高、低空急流交汇处的最大上升区内。

## 3 卫星云图分析

红外卫星云图可以清晰地揭示云顶温度的变化,并由此比较直观地反映了暴雨区内云系的发展变化。

由此次暴雨前的卫星云图可以看出,低涡云系在6日发展比较强盛。6日02~20时,受低涡云系边缘的影响,大连降了小雨。6日13时位于山东半岛至辽南的西南到东北向的



阴影部分为正涡度区和上升运动区的重叠部分，双箭头为高、低空急流位置

图4 1998年7月6日20时700 hPa  
涡度和垂直速度分布

冷锋云系中心云系顶温度为 $-(36\sim 42)^{\circ}\text{C}$ ，到7日00时在这条云带上出现了两个强对流云团，一个位于大连地区，另一个位于渤海中部，云团向东北方向移动，云团直径在150 km，中心云顶温度为 $-(49\sim 53)^{\circ}\text{C}$ 。7日02时影响大连地区的第1个对流云团已移至大连的东北部，但仍控制大连的庄河。而原位于渤海中部的第2个对流云团已移进大连并开始影响大连南部。其间，冷锋云系上不断有小对流单体产生，直径均为50 km，到7日05时沿黄河下游经山东半岛伸向辽南的冷锋云系已成为有多个对流单体的对流云系。对流云团的卫星云图主要特征表现为云团的合并和云团面积扩展，尤其是来自低涡的冷锋云系，对流云团与来自副高后部云系对流云团的结合，这样在冷锋云带上强对流暴雨云团强烈发展。另外对照物理量场可以看到，低层辐合、高层辐散并伴有强烈的深厚上升运动，是造成对流云团产生和发展的主要动力原因。7日08时原影响大连地区的

对流云团在东移过程中逐渐减弱，中心(位于朝鲜半岛北部)云顶温度上升到 $-46^{\circ}\text{C}$ ，此时大连北部云顶温度已升到 $-23^{\circ}\text{C}$ ，南部云顶温度还在 $-40^{\circ}\text{C}$ 。比较冷锋云系和 $\theta_{se}$ 场的变化可见，云系的发展变化与 $\theta_{se}$ 场的变化相一致。随着 $\theta_{se}$ 低值区的转入，大连脱离了降水云系的影响。这说明从能量角度来看，强降水云团产生在高温、高湿和对流不稳定的高能中心。暴雨的产生是在特定的大尺度环流形势下，由中小尺度系统强对流暴雨云团直接影响而产生的。

## 4 结语

- 4.1 暴雨发生在低温发展强盛期时段内。蒙古低涡的移动受靠其最近的高空急流引导。
- 4.2 暴雨区的水汽来源于低空急流的输送。低涡前部低层的水汽辐合为冷锋云系的发展提供了水汽来源。
- 4.3 暴雨产生在高、低空急流交汇处的最大上升运动区内。
- 4.4 暴雨的动力触发机制主要在低层，但根据气流补偿原理，垂直上升运动得以维持和发展需要低空的强辐合与高空的强辐散相配置。这一问题有待进一步的研究。
- 4.5 暴雨的发生、发展与大连地区海陆及地形分布有关。本文未对此问题加以专门讨论。

## 参考文献

- 1 丁一汇. 高等天气学. 北京: 气象出版社, 1991.
- 2 陶诗言. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980.
- 3 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 1983.
- 4 寿绍文, 杜秉玉. 中尺度对流系统及其预报. 北京: 气象出版社, 1993.