

# 冷涡螺旋云带非对称性发展 对东北南部降水的影响



姚登云

(中央气象台)

## 提要

1985年7月有3次冷涡过程，其云系在华北发展成熟时有着对称的螺旋云带，而冷涡减弱移至东北南部再度加强时，螺旋云带表现得非常不对称。强烈发展的冷涡东侧云带造成暴雨和大暴雨。本文从冷涡云系本身的特征、低值系统的增强作用、副热带急流的激发作用等方面分析了冷涡螺旋云带非对称性发展的主要原因，并提出了预报这类冷涡能否非对称性发展时应注意的几个问题。

## 一、前言

1985年7月4—5、9—10、20—21日的3次冷涡过程给东北南部的辽宁、吉林等地区造成了暴雨和大暴雨，促成和加重了该地区的洪涝灾害。这3次冷涡过程的共同特点是：①冷涡云系在华北地区发展成熟时有完整对称的螺旋云带；②冷涡云系由盛变衰后，移到东北南部地区再度发展，但螺旋云带非常不对称。

本文着重分析冷涡螺旋云带在东北南部地区的非对称性发展的原因。

## 二、冷涡螺旋云带在东北南部地区的非对称性发展

图1、2、3分别是这3次冷涡的螺旋云带在东北南部地区非对称发展过程的云系变化。图1a、2a、3a为移到华北地区发展成熟的冷涡云系（冷涡中心在 $120^{\circ}\text{E}$ 以西，云系主体在华北地区），其螺旋云带完整而对称。成熟的冷涡给华北地区带来较大的降水后减弱东移。图1b、2b、3b为减弱后的冷涡云系，云系有些疏散，积云对流明显减弱。在增强显示的红外云图上，一般只能看出 $-32\text{--}50^{\circ}\text{C}$ 的一个增强灰度等级。这3个冷涡减弱持续的时间不同，有的长些，有

的很短暂，只有几十个小时。减弱的冷涡移到东北地区后再度加强。图1c、1d、2c、2d、3c、3d是冷涡在东北南部地区再度发展加强的云系，螺旋云带表现得极不对称，冷涡东侧的螺旋云带发展强烈，成为主螺旋云带，而西侧的螺旋云带发展不明显，有的甚至又很快减弱。主螺旋云带上的积云



图1 1985年7月2—5日冷涡过程（指冷涡螺旋云带由对称向非对称演变过程，而不是冷涡生消的全过程，图2、3相同）的云系演变

a: 2日14时（北京时，下同）

b: 3日20时，c: 4日05时，d: 5日00时

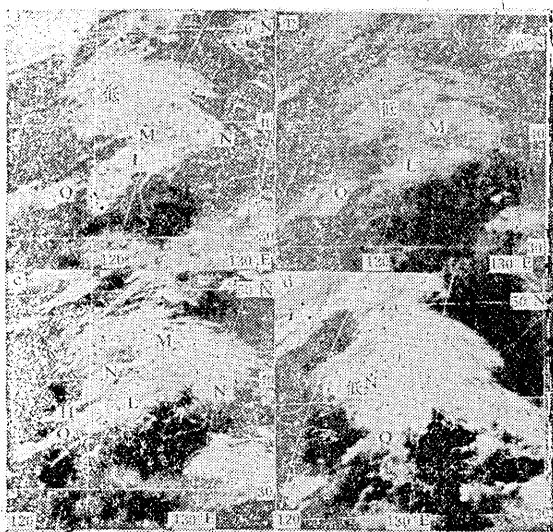


图 2 1985年7月9—10日冷涡过程的云系演变

a: 9 日 05时, b: 9 日 08时,  
c: 9 日 17时, d: 10 日 05时

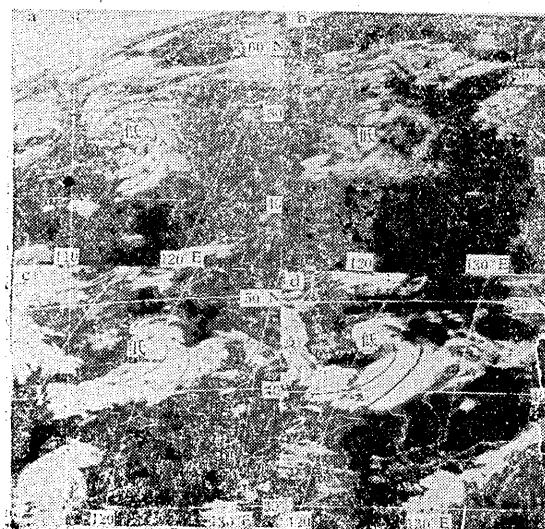


图 3 1985年7月19—20日冷  
涡过程的云系演变

a: 19 日 00时, b: 19 日 17时  
c: 20 日 02时, d: 20 日 08时

对流发展十分旺盛(后两次过程表现得更突出)。分析对应于图3a、3d的红外增强显示云图(图略)可知,19日00时的云顶最低温度只有-60℃左右,而20日08时螺旋云带的云顶最低温度已降到-70℃以下。这表明再度发展的主螺旋云带比在华北地区强。

强烈发展起来的主螺旋云带位于辽宁、

吉林等地,第一次过程造成了大雨、局部地区暴雨;后两次过程都出现了大暴雨,局部地区日雨量超过了150mm(雨量图略)。

### 三、冷涡螺旋云带非对称发展的成因分析

#### 1. 冷涡前后螺旋云带的旋转合并

整个冷涡云系作逆时针旋转,边旋转边东移,在东移过程中,冷涡中心西侧的螺旋云带不断向东南侧甩出。这种甩出过程包括,冷涡原有的螺旋云带在自西向东南侧旋转中发展加强,也包括在冷涡后部不断重新生成的对流云团或云带(这种对流云团或云带常造成局地强对流天气)成为冷涡的螺旋云带;有时在冷涡附近存在的其它云团或云带被旋转的冷涡卷入,成为冷涡本身的螺旋云带。冷涡移出华北减弱后,整个冷涡云系并未完全分离,而是处于一种弱而散聚成带的状态,在850或700hPa等压面上仍可分析出闭合等高线,旋转运动并未停止。如图1b,1985年7月3日20时整个冷涡云系已减弱,但在渤海、山东一带还存在一条甩出的断续云带AB。尔后冷涡云系东移发展,又甩出一条云带EF(图1c)。以后由于冷涡移速减慢,东南一侧云带的旋转慢于西侧云带,5日00时,EF云带赶上AB云带,两条云带合并加强为冷涡主螺旋云带AF(图1d)。图2c中的HN亦是一条甩出的云带,它与冷涡东南侧的QL云带合并加强为一条宽厚的主螺旋云带QN(图2d)。19—20日的冷涡过程也有这种“甩”、“合”现象。合并后的云带正位于有利的发展环境流场中,亦正是位于辽宁、吉林、黄海北部等地区上空。在冷涡中心西侧则是一致的干冷西北气流,只有“甩”,没有“合”,减弱的云带得不到能量补充,积云对流难以发展,甚至继续减弱,使这一侧云带越来越窄小。

#### 2. 冷涡前部低值系统的增强作用

在这3次冷涡过程中,冷涡中心及主体尚未移到东北时,在其前部和东南侧均出现了低值系统。低值系统在东北南部及渤海、

黄海北部一带。如 3 日 20 时，冷涡中心及主体尚在华北时，在其前部出现了先导槽，槽线在东北南部及黄海北部一带（图 4）。再如 7 月上旬末一次较弱冷空气经过东北后，9

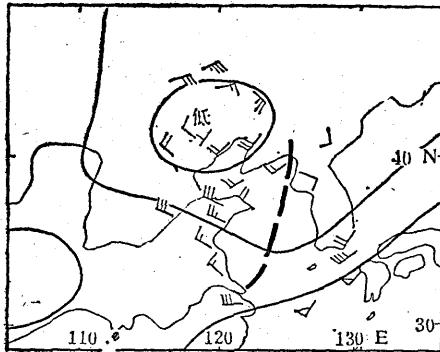


图 4 1985 年 7 月 3 日 20 时 700hPa  
冷涡附近的形势场  
粗断线为冷涡前部的先导槽

日 08 时在冷涡前部留下一段横切变，同时冷涡南侧的低槽也在加深，使冷涡前部和东南侧成为加深的低值区（图 5）。与前一次过程相似，一次弱冷空气在东北活动后，19日在辽宁东部、吉林西部及黄海北部的对流层低层切出一个较弱的低涡（图 6）。在 19 日 17 时的卫星云图上（图 3b），可看到在辽东半岛有一个强度较弱、范围较小的低涡云系。

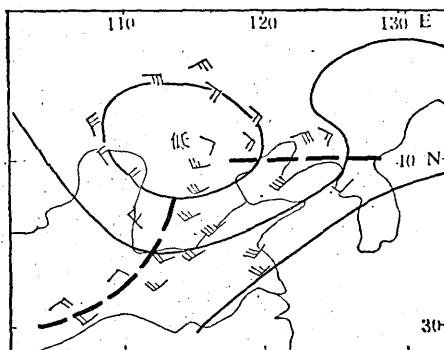


图 5 1985 年 7 月 9 日 08 时 700hPa  
冷涡附近的形势场  
粗断线为切变线及槽线

前期在东北南部地区及渤海、黄海北部出现的低值系统，为即将移入的冷涡提供了

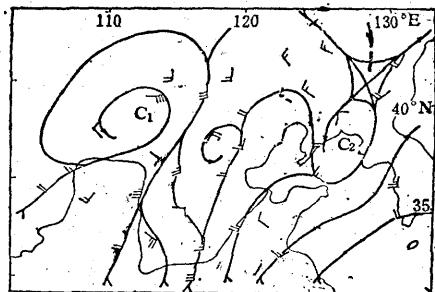


图 6 1985 年 7 月 19 日 08 时 850hPa  
冷涡及其前部低涡流场

$c_1, c_2$  分别为冷、低涡中心，粗断线为槽线

位势不稳定等有利于其发展的条件，起到了增强冷涡的作用。冷涡东侧云带移入低值区时强烈发展。在低值系统内常有对流云带或云团，卷入冷涡云系后，加强冷涡东侧的螺旋云带。图 2a、2b 中 MN 和 QL 为与冷涡前部横切变和南部低槽区对应的对流云带，9 日 17 时（图 2c）MN 和 QL 云带已被卷入冷涡云系中。

### 3. 副热带急流的激发作用

盛夏季节，副热带急流的北抬，给冷涡的再度加强提供了湿动力条件。在这 3 次冷涡过程中，其东南侧均出现了西南风低空急流。北抬的暖湿气流与冷涡后部的冷空气交汇，在低层大气中形成强的辐合上升运动，而高层是辐散流场。现以 9—10 日的冷涡过程为例说明之。

从图 7、8 可以看到，700hPa 副热带急流在冷涡东南侧的冷暖空气交汇区，200hPa 是一辐散流场。冷涡东侧的螺旋云带在强辐合上升区，利于其发展，而冷涡西侧的螺旋云带则处于弱上升区或下沉区，不利于发展加强。

副热带急流的北抬，使冷涡南北两侧的风速出现不对称分布，南侧风大，北侧风小。如 9 日 20 时，700hPa 的冷涡南侧最大风速达  $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，而北侧风速只有  $6-8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。因而在冷涡东侧产生风速辐合，西侧产生风速辐散。这也是冷涡螺旋云带非对称发展的另一原因。

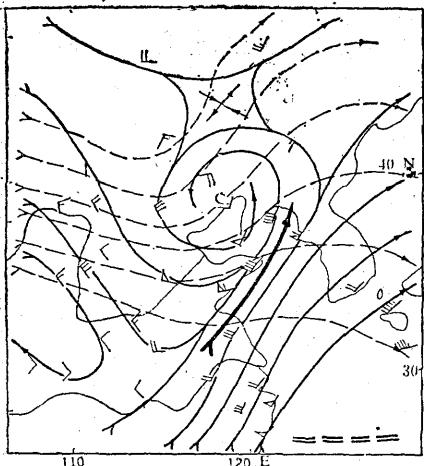


图 7 1985 年 7 月 9 日 20 时 700hPa (实线) 和 200hPa (虚线) 流场  
粗矢线为低空急流, 双虚线为副高脊线位置

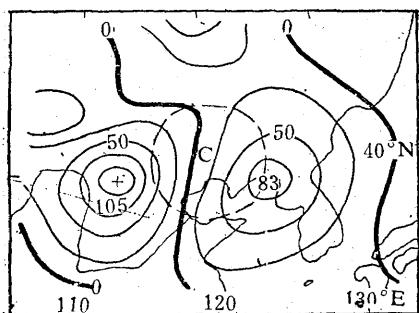


图 8 1985 年 7 月 9 日 20 时 700hPa 垂直速度分布图  
单位:  $10^{-8} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 虚线为冷涡位置

#### 4. 水汽条件

冷涡移到东北后, 其南侧的偏南气流经过渤海、黄海, 水汽条件比冷涡在华北地区有利得多。从图 9 可看到, 偏南气流将水汽从黄、渤海输送到冷涡前部。冷涡东侧的螺旋云带正位于水汽供应充沛的有利环境场中, 积云对流发展旺盛, 云带宽厚而密实,

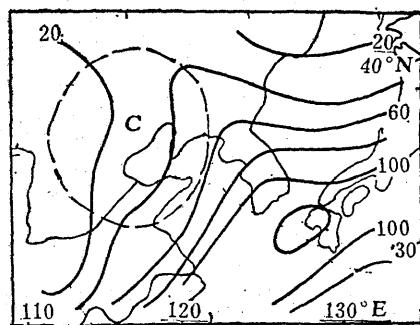


图 9 1985 年 7 月 4 日 20 时 850hPa 水汽通量分布图

单位:  $10^{-6} \text{kg/cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$ , 虚线为 850hPa 冷涡中心

而冷涡西侧仍处于大陆干冷气流中, 水汽条件差, 云带窄薄而稀疏。

#### 四、结语

通过上述分析可知, 对先影响华北而后减弱的冷涡云系, 要考虑其移到东北后再度加强的可能性, 尤其要注意冷涡螺旋云带非对称性发展对局部地区的影响。冷涡经华北减弱后, 若其云系没有完全散开, 仍能分析出冷涡旋转出的云带或云团(尽管这种云带或云团表现得很弱), 就要考虑冷涡云带在其东南侧合并加强、冷涡螺旋云带非对称性发展的可能; 冷涡东部、南部的低值系统内若有对流云带或云团, 则有可能被东移的冷涡云系卷入, 加强冷涡东南侧的螺旋云带; 冷涡在华北时, 若有较弱的冷空气在东北南部地区活动, 可给东移冷涡螺旋云带的非对称性发展造成有利的环境条件; 冷涡东南侧低空急流增强所导致的低层风场非对称分布, 高层辐散流场的配合, 可能是这类冷涡螺旋云带非对称性发展的主要激发因素。