

一次强华北冷涡的分析

王维国

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

对1995年6月30日—7月1日华北高空冷涡的强降水过程作了详细分析,探讨了冷涡演变的物理量场分布特征及其云系变化与降水的对应关系,为日常业务预报提供了一些启示。

关键词: 冷涡 涡度 冷锋 副冷锋

引 言

夏季,高空冷涡是华北地区产生强降水和强对流的重要天气系统之一。冷涡不但在云图上清晰可见,而且在500hPa图上常以闭合低压环流系统和冷中心出现。当冷涡东移到华北至东北境内时,经常在华北地区产生雷雨大风、冰雹等强对流天气和暴雨^[1]。本文分析的高空冷涡就产生了一次大范围的大到暴雨过程,并伴有冰雹和雷雨大风,造成了严重损失。

1 天气概况

1995年6月30日至7月1日傍晚,受南下东移的高空冷涡影响,山西大部、河北、京津地区及山东的北部普遍出现了大雨,局部暴雨,并有雷雨大风和冰雹天气(见图1),个别地方还发生了龙卷风,最大风力达10级。

2 冷涡出现的环流特征

28日00Z的500hPa图上,位于中西伯利亚上空的切断低压分裂成南、北两个低压中心,其中南面的低压中心位于 50°N 、 105°E 附近,并有完整的闭合环流中心和冷中心相配合,即高空冷涡已经生成。之后,随着乌拉尔山冷槽的东移,北面的低压与其合并北缩,

从而在贝加尔湖北侧至雅库茨克之间形成一阻塞高压。与此同时,在冷涡后部,即蒙古国西部至我国新疆一带又有一新的高压脊形成。冷涡受阻高南侧的东北气流和高压脊前的西北气流控制迅速向南偏东方向移动,至30日00Z它移到了河套北部地区(见图2)。此时冷涡达到最强最完整阶段,卫星云图上也清晰可见。在这一阶段中,它的移速较快,达8—10个经距/日。7月1日白天,冷涡迅速减弱,至傍晚移出华北地区并入到东北低压环流中。另外,从冷涡形成到移经华北地区的过程中,700hPa一直有完整的低压环流与500hPa的低压相配合,而850hPa上的环流系统却不清楚,说明这个冷涡是一个较典型的高空冷涡。

对这次冷涡活动过程的追踪发现,其移动路径不规则。当它在蒙古国的中北部地区生成后,先向南移,到达 40°N 附近时又转向东移。据统计^[1],夏季影响华北地区并产生降水的冷涡一般是按两条路径移动。一条是冷涡在蒙古国北部至贝加尔湖一带生成后沿 50°N 附近自西向东移动,另外一条是在蒙古国生成的冷涡沿 45°N 附近自西向东移动,后者是夏季的主要路径。而沿 40°N 附近自

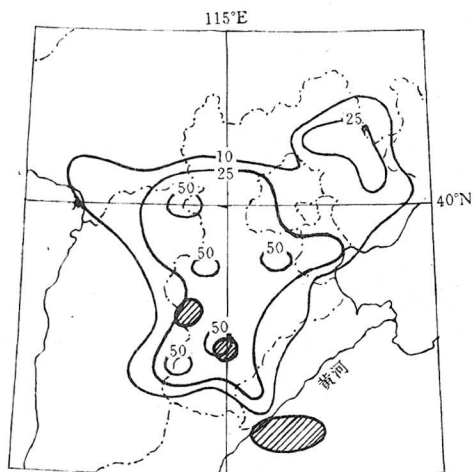


图1 6月30日00Z—7月1日12Z雨量分布
阴影区为冰雹、大风区

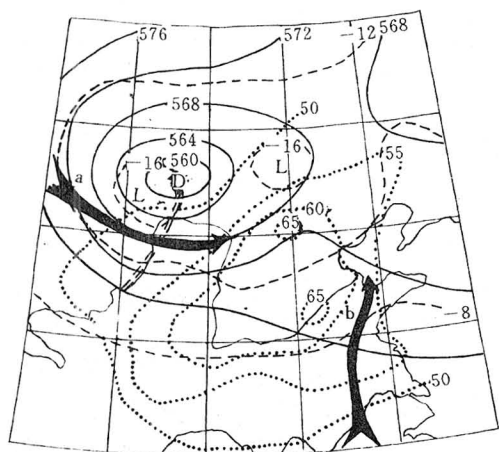


图2 6月30日00Z 500hPa环流形势
细实线为等高线/10gpm,虚线为等温线/°C
a、b分别为500hPa和850hPa急流
===为槽线,点线为总对流指数/°C

西向东移动的冷涡常在春秋季节出现。因此,这次冷涡的后期路径则属春秋季节的类型,但它所产生的强天气过程则符合夏季冷涡的特点。

图2中的a、b分别为500hPa和850hPa的高低空急流,两支急流分别代表了高空干冷空气向华北地区的侵入和南方暖湿气流向北的输送,使华北地区处于冷平流和暖平流

的汇合区,另外,加之低空锋生剧烈,这种高低空形势的配合为冷涡的发展提供了不稳定条件。

3 物理量场分析

这次冷涡过程结构完整,环流中心与冷温度中心同时存在,但冷中心落后于环流中心。冷涡的西南部为冷平流区,表明冷涡具有明显的斜压结构。

3.1 涡度分布

图3给出了这次冷涡发展强盛阶段500hPa的涡度场分布特征。从中可以看出,正涡度中心几乎与冷涡云系的中心重合,只是略偏北一点,这与杨红梅等^[2]的分析稍有不同。从整个过程看,正涡度区的范围与冷涡云系配合得非常好,并随着冷涡的增强和减弱发生着相同的变化。冷涡的高空主冷锋位于正涡度区的Ⅳ、Ⅰ、Ⅱ象限中,冷涡的高空副冷锋主要生成在Ⅰ、Ⅱ象限中(30日12Z云图上有两条短对流云带生成),干冷空气的侵入主要位于第Ⅲ象限中,这与冷平流区的分布一致。强天气的发生区主要在冷涡的东南部,即正涡度区的第Ⅱ象限中。

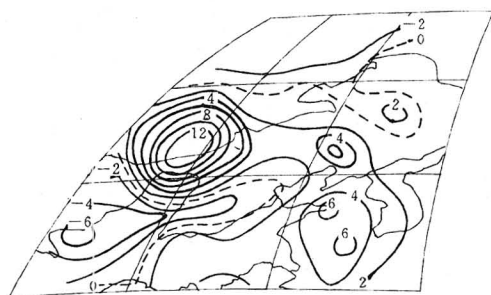


图3 6月30日00Z 500hPa涡度分布(单位:
 10^{-5}s^{-1})

3.2 总对流指数分布

由对流层中上层强冷平流区和低空暖湿气流区的叠加产生较强的不稳定层结。计算出总对流指数 $TTI = T_{850} - T_{500} + T_{d850} -$

T_{d500} 的分布情况(见图2中的点线)。由此可知,冷涡东南方存在着总对流指数大值区,它正是这次冷涡产生强天气的区域,表明冷涡进入这一区域存在着潜在的对流不稳定强盛区。

3.3 水汽通量散度分布

冷涡云系在东移过程中,往往是一孤立的系统,大气中必须具备足够的湿度和水汽来源,并有辐合发生,才使冷涡得以发展,从而产生强天气过程。图4给出了这次过程700hPa水汽通量散度分布情况。从图中可以看到,当冷涡移经华北地区时,在冷涡的前部始终伴有水汽通量的辐合。在30日12Z水汽通量辐合区与主冷锋云系几乎重合,只是略超前一点,这正是主冷锋发展最强烈的时候,说明冷涡前部低层水汽的辐合为主冷锋的发展提供了水汽来源。与此同时,江淮流域云系的北抬也为冷涡的发展提供了水汽的补充。

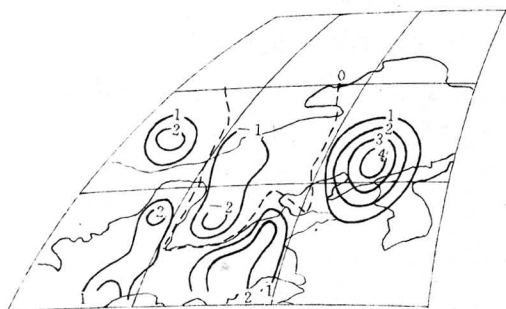


图4 700hPa水汽通量散度分布(单位: $10^{-7} \text{g/cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$)

4 云图特征

29日00Z,蒙古冷涡的东南部,即黄淮流域有一黄河气旋维持,30日00Z该气旋移到渤海至黄海海面上并加强,随着气旋后部冷空气的南下,将降雨云系向南推至江南地区,即西南季风的云涌被截留在长江以南。30日傍晚至夜间,由于高原低值系统的东移,越过云贵高原的西南季风逐渐加强,并使向北

推进的云涌与移至河套东部冷涡的主冷锋相结合,为孤立的冷涡云系提供了水汽来源。

另外,从云系的演变看,有副冷锋多次生成的现象,并且较前部的副冷锋发展加强后多次与主冷锋云系合并成一体,因此增加了主冷锋云系的强度和范围。从副冷锋生成到发展以及与主冷锋的合并过程进行得很快。

图5给出了这次冷涡发展的云图特征。图中A、B、C分别为冷涡的主冷锋和副冷锋云系,其中主冷锋云系A是由早期的主冷锋和副冷锋云系合并之后形成,并且发展较强,云系色调白亮,云系内部对流活动强烈。与图4比较主冷锋大致与水汽通量的辐合区重合,说明水汽的补充为主冷锋的发展提供了条件。在主冷锋A东移后,副冷锋B和C又逐渐发展加强,至30日后半夜合并为一体,成为新的、替换主冷锋云系A的主要影响系统。图中云系D为冷涡后期的发展也提供了水汽的补充。

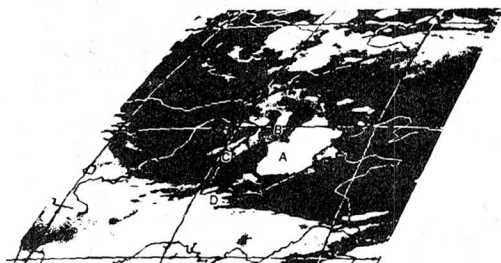


图5 6月30日12Z冷涡云图

将云系的演变与雷雨大风和冰雹发生的时间对照分析,这种强天气主要由冷涡的主冷锋和副冷锋云系形成。

6 结语

本文从冷涡天气形势的演变、物理量场的分布特征及冷涡云系的特点分析了冷涡发生、发展的原因。得到阻塞高压南侧的东北气流和高压脊前的西北气流共同引导促使冷涡

南移,从而形成了夏季异常的偏南路径;由冷涡正涡度区的分布与云系的对应关系,以及总对流指数的分布状况可以确定未来强天气的发生区域;根据低层水汽通量的辐合位置,能够判断冷涡强度的发展趋势,即当冷涡前部的云系位于水汽通量的辐合区时,则冷涡云系发展;另外南方云涌的北抬也为这次冷涡的发展创造了条件;冷涡中多次有副冷锋生成,待发展壮大后常会取代原有的主冷锋

云系。此次降水和强天气过程是由冷涡的主冷锋和副冷锋云系造成,而水汽通量的辐合则为强天气的产生提供了条件。

参考文献

- 1 王维国. 高空冷涡对塘沽地区降水影响的初步分析. 科技年报, 国家气象中心, 1993年: 23—32.
- 2 杨红梅等. 冷涡暴雨的物理结构及概念模式. 中尺度气象文集, 北京: 气象出版社, 1993年: 231—237.

A Case Study of Severe Cold Vortex in North China

Wang Weiguo

(National Meterological Center, Beijing 100081)

Abstract

An analysis on upper cold vortex that caused heavy rain in North China from 30 June to 1 July 1995 is presented. The physics field features and cloud system development of cold vortex corresponding to precipitation are discussed. The results are referential for routine operational prediction.

Key Words: cold vortex positive vorticity area cold front secondary cold front