

初冬降雪的天气动力特征和预报业务系统

白人海 高顺清

(黑龙江省气象科学研究所)

黑龙江省初冬(10—11月)的降雪一般是从10月份开始,某些年份可迟至11月。这个时期的降雪往往是雨转雪或雨夹雪,且很多情况下会伴有大风和降温,因此易造成灾害,对工农业生产和人民生活都有很大的影响*。

本文工作主要是对黑龙江省30个站1971—1985年期间10月份选出的19次大范围强降雪过程进行天气学和动力学诊断分析,并在掌握其形成原因和发生规律的基础上,建立降雪预报业务系统。所谓大范围强降雪过程是指:在24小时(20—20时,北京时,下同)降雪量图上,降雪中心超过10mm,并在其周围至少有3个站的降雪量超过5mm。若属于雨转雪或雨夹雪过程,则必须以雪为主。

一、天气形势特征

在这19次大范围强降雪过程中,东北地区700hPa高空有深槽的占10次,有低涡的占9次,出现机会基本相等。地面影响系统依次是:蒙古气旋(10次),黄河气旋(主要是源于河套地区的,7次),贝加尔湖气旋(3次)以及东北低压(2次)。地面影响系统次数总计超过19次的原因是有的过程为两类系统合并所致。下面仅对降雪过程的两类700hPa形势加以介绍。

1. 深槽型

过程的演变类似本区的寒潮天气,但不一定达到寒潮标准。在500hPa图上,过程开始时,高纬地区为宽大的低压区,通常在欧洲和亚洲北部各有一个低中心,中高纬的亚洲大陆环流较平直。在700hPa图上,我国新疆北部最初有弱槽存在,当中亚的脊发展时,这个弱槽东移发展。与其相对应,地面图上在蒙古或河套地区有低压生成。随着700hPa中亚脊的强烈发展,贝加尔湖地区为高压脊控制,弱槽东移至东亚,与东亚原有的槽叠加,发展成东亚大槽。槽前槽后分别有冷暖平流相配合,槽后的冷平流尤为明显。当地面低压进入东北地区时便产生降雪。形势演变中具有明显的纬向型朝经向型的转变。

这种形势造成的降雪过程特点是发展快、时间短,雪后天气晴朗,有明显的降温和大风出现。过程的典型形势参看图1。

2. 低涡型

该型在相当长的一段时间里,亚洲大陆为两槽一脊或一脊一槽控制,长时间内维持较强的经向环流。当贝加尔湖的暖脊强烈发展时,东亚槽少动并在原地加深成为低涡。之所以这样,关键在于低槽下游的鄂霍次克海地区有高压脊阻挡,这也是该型与深槽型

* 肖柏、赵友红,黑龙江省降雪天气气候分析,见本期。

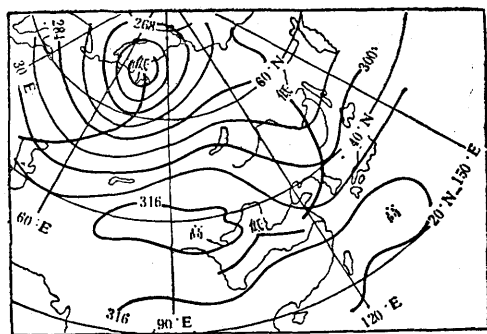


图1 深槽型大雪形势
1975年10月28日08时700hPa图

的区别所在。由于低涡少动,故降雪时间持续较长。例如1980年10月25—27日降雪过程(图2),牡丹江市25日降水量为39.1mm(雨转雪),26日降雪量为19.0mm,雪深达39cm,造成铁路中断,公路雪阻,电

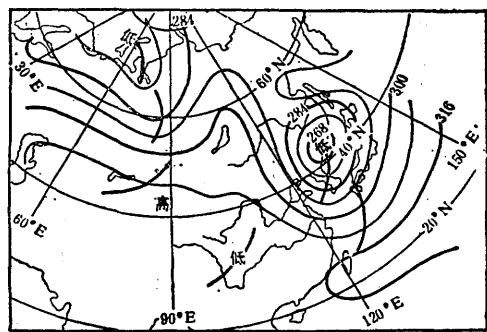


图2 低涡型大雪形势
1980年10月26日08时700hPa图

线压断,损失极大。

根据以上分析,黑龙江省初冬大雪的天气形势比较简单,共同特点是亚洲地区经向度强。预报可从贝加尔湖地区暖脊的强烈发展、东亚槽的加深以及低涡形成入手。至于降雪能否持续较长时间,则要着眼于下游鄂霍次克海地区脊的发展。

二、动力诊断分析

根据动力学原理计算一些物理量来认识

天气过程的本质,已在分析夏季暴雨中收到了一定效果〔1〕。仿此,这里计算了4次低涡降雪过程个例(即1971年10月22日,1972年10月11日,1980年10月26日,1981年10月9日)的部分物理量,然后进行合成分析(假设哈尔滨为降雪中心)。用以揭示初冬降雪的物理量分布状况。

1.垂直速度

图3是700hPa层的垂直速度(实线)分布合成图。降雪区与上升区是相吻合的,降雪中心在上升区中心略偏东处。这与夏季暴雨的垂直速度分布特征很相似,只是降雪时的上升速度小(中心强度为 $-75 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$),夏季暴雨时上升速度大(中心强度为 $-100 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)。与上升区相伴,在其东北方有一个明显的下沉区,中心强度为 $+58 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,这是与造成槽加深成为涡的下游脊相吻合的。

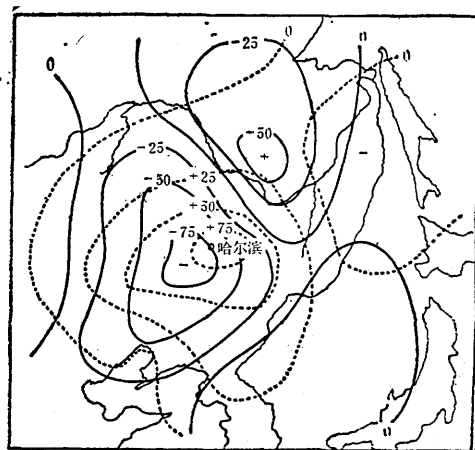


图3 初冬大雪过程700hPa垂直速度(实线,单位: $10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)和850hPa涡度(虚线,单位 10^{-5} s^{-1})合成图

2.涡度

图3中虚线是850hPa层的涡度分布。可以看出降雪发生在正涡度区内,降雪中心与正涡度中心($+7.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$)完全重合。

• 白人海,冷涡暴雨的物理诊断分析,待发表。

3. 水汽通量的南分量

图4中实线是700hPa层的水汽通量南分量分布。由图看出,降雪中心并不是在水汽通量向北输送的轴线上或其所指的前方,而是在向南的输送区内。这点与夏季暴雨的特征有所不同,这是因降雪出现的部位一般是在涡的西北方所致。

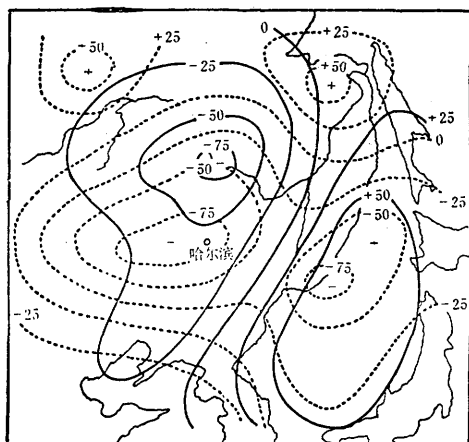


图4 初冬大雪过程700hPa水汽通量南分量(实线,单位: $10^{-1} \text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$)和水汽通量散度(虚线,单位: $10^{-9} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$)合成图

4. 水汽通量散度

图4中虚线是700hPa层的水汽通量散度分布。图中有两个明显的水汽通量辐合区,降雪中心与左边的一个辐合中心相配合。

由上可见,主要物理量对降雪过程都有明显的反映。我们由此得到启示,可以将数值预报产品应用于降雪预报,建立起预报业

务系统。

三、降雪预报业务系统**

在上述分析的基础上,我们利用北京气象中心B模式1983—1986年36小时预报产品为预报因子(资料范围及格点位置如图5)〔2〕,以黑龙江省29个参加短期业务评分的站点24小时降水量为预报对象,建立起了全部预报方程。在日常业务中,从资料收集、计算预报结果、打印输出到预报效

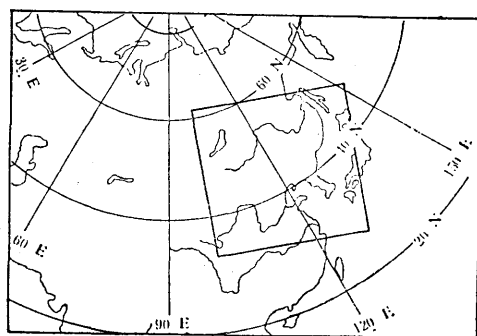


图5 数值预报产品选用范围和格点位置
方框内为所选范围,左上角为第00点,右下角为第99点

果检验,均由计算机完成。

1. 形势的客观分型

10月降水与700hPa高度场相关计算表明,在黑龙江省上空有明显的正相关,中心可通过95%信度检验。在贝加尔湖及以南地区为负相关,但未通过95%信度检验。这与天气分析结果是一致的。这样,我们就可以用形势分型的方法进行一级判别。

形势分型采用客观分型方法进行〔3〕,所用相似系数公式为:

$$C_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m \cdot X_{ik} X_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m X_{ik}^2 \sum_{k=1}^m X_{jk}^2}} \quad \begin{matrix} (i, j = 1.2 \dots N, \\ i \neq j \\ k = 1.2 \dots m) \end{matrix}$$

式中x代表700hPa高度值,m为所取资料范围内的格点数(100),N为样本总数(124天)。很显然, $-1 \leq C_{ij} \leq +1$ 。 C_{ij} 越大,表示i、j两个样本的形势越相似,反

之亦然。经验表明一般可分3—4类。

以哈尔滨为例。按相似系数 ≥ 0.65 划

** 本工作是黑龙江省短期预报自动业务系统中MOS预报中的一部分。

分,可分为4类。第1类是黑龙江省受槽控制,贝加尔湖受脊控制,共有48次,其中16次有降水。第2类与第1类相近,但经向度较大,共有46次,其中13次有降水。第3类是黑龙江省受脊控制,共有25次,其中仅有1次出现0.0mm降水。第4类是

在平直西风形势下有弱槽东移,共有5次,其中2次有降水。

2. 预报因子选取

对有降水的类别可以选取因子进行再次判别。选取因子时要首先用不等重复的单因素试验方法初选,用函数F进行检验〔4〕。

$$F(m-1, N-m) = \frac{Q-P}{R-Q} \cdot \frac{N-m}{m-1}$$

$$P = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2$$

$$Q = \sum_{i=1}^m \frac{1}{n_i} \left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2$$

$$R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

$$(j=1, 2, \dots, n_i)$$

式中x表示所选的因子值,m为分类数, n_i 为各类的样本数,N为样本总数。一般可初选10个因子左右。

仍以哈尔滨降雪预报为例。按晴雨分类($m=2$),选出的因子有:

x_1 : 700hPa位势高度,第37、47点平均值;

x_2 : 700hPa垂直速度,第46、56点平均值;

x_3 : 700hPa温度露点差,第25、26点平均值;

x_4 : 500hPa θ_{se} -850hPa θ_{se}^* ,第56、57点平均值;

x_5 : 850hPa温度,第46、47点平均值;

x_6 : 500hPa涡度,第37、38点平均值。

可以看出基本是本站上空附近的因子入选。

3. 建立判别函数

利用逐步判别建立判别函数

$$y_j = C_{0j} + C_{1j}x_1 + \dots + C_{nj}x_n \quad (j=1, 2, \dots, m)$$

比较每类的y值,选其中较大者为预报类别。

若仍以哈尔滨降雪预报为例,在该例中

$$y_1 = -1.21 + 0.377x_2 + 0.027x_4 + 0.232x_5$$

$$y_2 = -1.84 + 0.83x_2 + 0.02x_4 + 0.655x_5$$

经用历史资料检验,正确率为82.8%, χ^2 检验值为38.06,超过95%信度检验。

四、结束语

我们根据黑龙江省10月的大范围强降雪个例,分析了降雪的天气形势和物理量分布。认为影响黑龙江省降雪的天气形势还是比较清楚的,与物理量分布的关系也较密切。因此用数值预报产品建立了降水预报方程,至于是雨还是雪可以根据预报经验指标加以判断。

参考文献

- 〔1〕王德瀚等,暴雨分析方法,第1、4章,气象出版社,1985年。
- 〔2〕葛蔼芬、李泽椿,国家气象中心业务预报模式,气象,1984年第1期。
- 〔3〕游景炎,客观分析与暴雨的统计预报,暴雨文集,吉林人民出版社,1980年。
- 〔4〕丁士晟,多元分析方法及其应用,91—100,吉林人民出版社,1981年。