

西北风急流上不稳定小槽发展型 强降雪的先步分析

刘景涛 孟亚里

(内蒙古自治区气象台)

冬春季,在特定的温压场形势下,有时可出现斜贯亚洲的西北风急流。它是贯穿对流层的大尺度现象。在这支西北风急流控制时期,如无扰动发展,天气一般晴好。然而当西北风急流调整到某一特定位置,且在其上游有不稳定小槽发展时,则可造成内蒙古一次强天气过程:西部大风和强降温,中东部(急流左侧)强降雪。一般来说,西部的大风和降温是不难预报的,但中东部的降雪却常常预报失误:雪量报小,时间报迟。

针对预报中存在的上述问题,本文对1972年冬到1973年春和1975—1984年冬季所发生的8次西北风急流上不稳定小槽发展型强降雪过程作了初步分析。

一、西北风急流的建立及温压场特征

斜贯亚洲上空的西北风急流,西起乌拉尔山的中部或北部,经蒙古西部山地和我国河套地区,直达山东半岛,在500和700hPa都相当明显(见图1)。急流两侧风速陡减,有很强的风速切变。这里要强调的是,急流

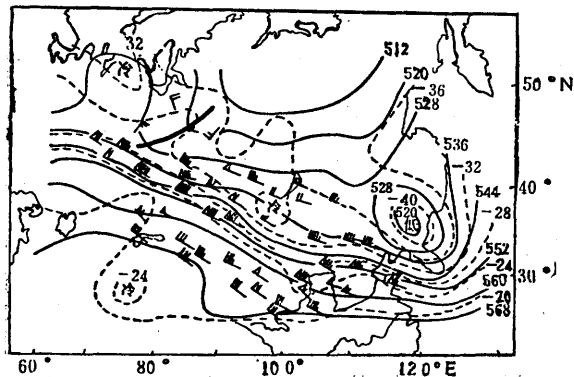


图1 1972年11月27日08时500hPa形势图

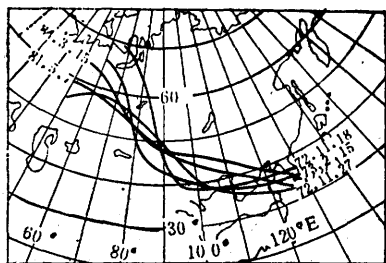


图2 5次西北风急流过程中500hPa急流轴线位置

左侧强大的气旋性风速切变,为强降雪提供了有利的环流背景。另外,上述急流带的特定位置,对内蒙古中东部的降雪是十分重要的。因为只有在上述特定位置下,才使内蒙古中东部处于急流带左侧,形成有利的配置。图2是1972年11月18日08时、11月27日08时、1973年2月15日08时、1981年5月7日08时和1984年3月15日08时5次强降雪过程前期西北风急流带最大风速轴线的地理分布,从中可以看出,它们的位置相近。

在此急流带中的大风密集区,我们称之为强风速区。在我们分析的个例中,强风速区大多位于45°N以南、80°E以东地区,并且有规律地东移,一般在大雪前12—24小时,移到35—45°N、105°E以东地区。

由地转风原理不难得知与上述急流带位置密切联系的亚洲上空温压场形势:乌拉尔山附近是暖性长波高压脊,中西伯利亚到我国东北地区为冷性低压带,两者之间,也即急流所在地区有一支宽约5个纬距的西北东南向的强锋区(见图1)。似乎可以认为,急

流就是在上述温压场形势下，强大的气压梯度力和大气斜压性的产物。

如上所述，这种温压场和风场分布为内蒙古中东部的强降雪提供了有利的背景条件——有利于低值扰动发展的正涡度区。为了说明这一点，我们用正方形网格（格距400km）计算了1972年11月28日内蒙古中部一次中一大雪过程的地转风涡度场（见图3）。对照图1、图2、图3，可以看出：

（1）在急流轴线左右两侧，分别为西北—东南向的带状正、负涡度区，有一条涡度零线与急流轴线基本重合。（2）图3a上，西西伯利亚有一个 $5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 的正涡度中心，次日08时沿西北气流移到蒙古西北部（图3b）。这个正涡度中心与西北风急流上不稳定小槽的活动密切相联。

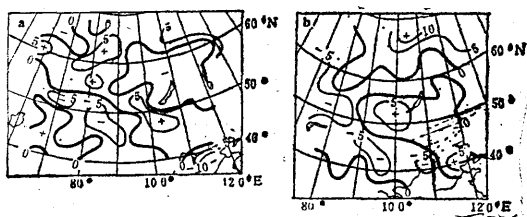


图3 500hPa相对涡度图

（单位： 10^{-5} s^{-1} ）

a. 1972年11月27日08时， b. 11月28日08时

二、西北风急流上快速发展的不稳定小槽

不稳定小槽先出现于西北风急流上游西西伯利亚上空，在500hPa上往往不明显，而在700hPa图上较清楚，而且有以下两个重要特点：（1）在流场上沿槽线有很强的气旋性风速切变；（2）温度槽落后于高度槽，两者近于反位相配置。很显然，上述特点对不稳定小槽的强烈发展提供了极为有利的动力和热力条件^{〔1〕}。另外，在垂直方向上，对流层低层（850和700hPa）高度槽后的冷平流，无论温度梯度还是温度平流交角都较500hPa更明显，也即冷平流是随高度减弱的，这种垂直结构对小槽的强烈发展也提供了有利的条件^{〔2〕}。这种小槽在沿急流

向东南移动过程中不断发展加深，特别是在移过蒙古山地进入蒙古时，由于地形的下坡作用，发展尤为强烈，其振幅可以加深到10个纬距以上。移入我国东北平原后，冷槽再度强烈发展，形成一个长波槽，在低层形成切断低压。此时斜贯亚洲的西北风急流破坏，亚洲上空环流为大槽大脊所取代。图4给出了1981年5月10—11日发生在内蒙古中东部的一次暴雪过程前24小时700hPa形势图。图上还给出了冷槽前两天每间隔12小时的槽线位置，可以看出该类小槽的移动和发展情况。

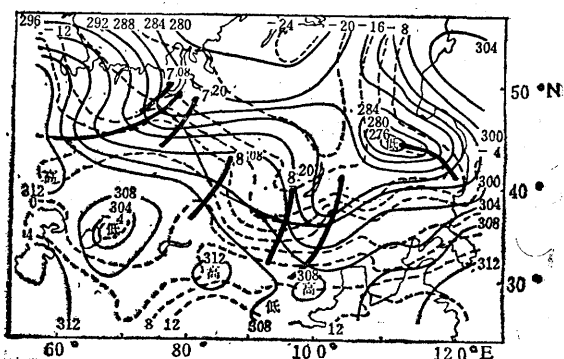


图4 1981年5月9日08时500hPa形势图

不稳定小槽的强烈发展使槽前气流产生强烈的辐合上升运动——强降雪的一个必要条件。图5是与图4同一时间的500hPa垂

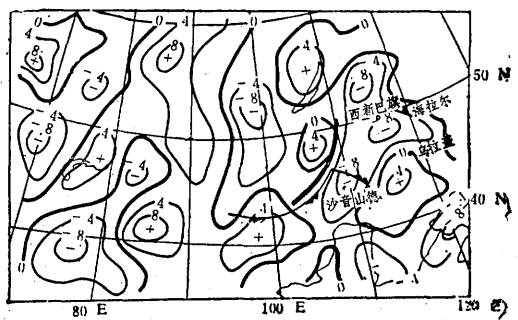


图5 1981年5月9日08时500hPa垂直速度分布图
（单位 $10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ ）粗实线为同时刻的700hPa槽线

直速度分布图。由图 5 可以看出, 在 700hPa 槽前地面气旋暖锋附近及其前部有一大片上升运动区, 两个上升运动中心分别位于沙音山德和西新巴旗, 中心值分别为 -8.9×10^{-3} 和 $-8.8 \times 10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。与这两片上升运动区相联系, 未来 12—24 小时之后, 其下风方出现了大范围的大雪区, 在以上两个上升运动中心下风方的乌拉盖和海拉尔形成了两个暴雪中心, 24 小时降雪量分别为 22mm 和 28mm*。

这类小槽是在西北风急流上不稳定小槽型降雪的直接影响系统。由于这类小槽位于急流带上, 其移动速度很快, 24 小时约移动 15—20 个经距, 前一天尚位于西西伯利亚, 次日即可到达蒙古, 然后影响内蒙古。移入东北平原后, 移速减慢, 形成稳定的长波槽。

三、急速引导下的气旋活动

随着高空不稳定小槽的移动发展, 槽前正涡度平流不断加强, 在蒙古诱生出地面气旋。

我们用实测风计算了 3 次不稳定小槽附近的涡度平流分布。结果指出, 不稳定小槽与正涡度平流区配合得相当密切。图 6 是

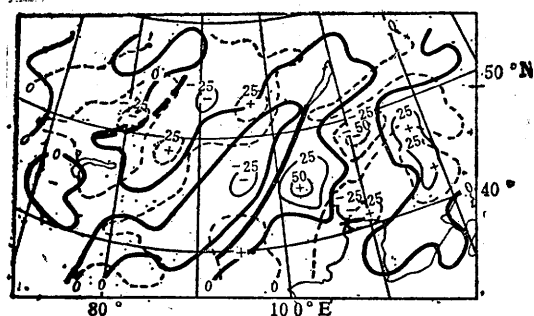


图 6 1981年5月8日08时(虚线)和9月08时(实线) 500hPa 涡度平流分布图
粗线为槽线

1981 年 5 月 8—9 日 500hPa 涡度平流分布图。由图 6 可以看出: 在小槽发展初期 (8 日 08 时), 小槽前部有一片正涡度平流区, 其中心强度为 $24.7 \times 10^{-5} \text{s}^{-2}$ 。9 日 08 时不稳定小槽移入蒙古, 槽前正涡度平流随着小槽的发展而明显加强, 其中心强度增大到 $50.0 \times 10^{-5} \text{s}^{-2}$ 。此时地面图上, 在蒙古中部有一气旋发展。

生成于蒙古中部的气旋, 发展都相当完好。受 500hPa 强西北气流引导, 向东南方向移动, 经内蒙古中部、河北北部入渤海, 或移入东北平原。其间内蒙古中西部出现偏西转西北大风, 气温剧烈下降, 而在内蒙古中东部地区形成范围宽广的成片大雪区。

值得注意的是气旋移动路径和大雪区形成的部位。本文所研究的气旋移动路径与蒙古气旋的最多路径(内蒙古东移)是不同的, 大雪就发生在气旋北部和后部的偏北大风区里, 极容易造成预报失误。图 7 是 1972 年 11 月 29 日 08 时地面天气图, 图上绘出了气旋路径和雪区分布。该图可以作为此类降雪的地面模式。

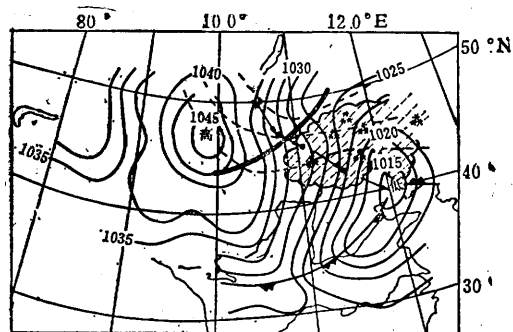


图 7 1972年11月29日08时地面天气图
(• 为气旋过去位置, 粗实线为 28 日 20 时 500 hPa 槽线, 虚线为等温线)

- 郭西峡等, “81.5” 锡盟东北部暴风雪寒潮过程分析, 1981年我国异常天气分析预报技术文集, 北京气象中心, 186—191, 1983。

本类降雪的水汽有两条路径：一条来自华南，另一条来自黄、渤海，分别与低层（850hPa）西南气流和偏东气流相联系。有时可以看到以上两条水汽输送带在河南或山西一带汇合，然后向内蒙古输送（图8）。

综上所述，由急流左侧的上升气流和右侧的下沉气流在垂直方向上组成了一个反环流圈，图9是其示意图。图中斜线矢是气旋暖区来自南方的暖湿爬升气流。

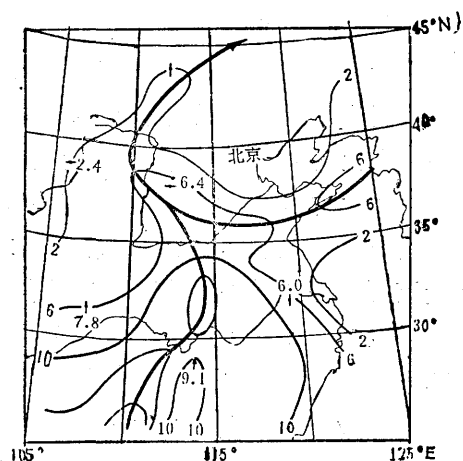


图8 1981年5月9日08时850hPa水汽通量图

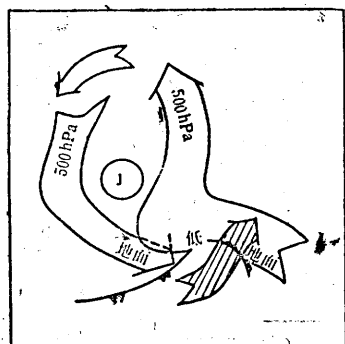


图9 西北风急流附近垂直环流示意图

四、预报着眼点

根据以上分析，我们提出了预报该类形势背景下强烈天气，特别是强降雪的着眼点：

1. 中低空西北风急流的建立及其特定位置

当亚洲中高纬度出现西高东低、东冷西暖温压场形势时，要密切注意等高线与等温线的密集过程以及相应的西北风急流的建立过程。当等高线与等温线逐渐密集，西北风急流逐渐建立，并调整到本文所指出的特定位置时，就应判定具备了内蒙古地区中东部强降雪的大尺度环流条件。

2. 西北风急流上游出现的不稳定小槽

不稳定小槽是该类强降雪及大风和强降温天气的直接影响系统。要注意分析这类扰动流场上的特点，特别是其与温度场扰动的位相配置。流场上沿槽线有强的气旋性风速切变及温度槽落后于高度槽是其主要特征。只要具备上述特征，就可预报这类小槽将加深发展，并沿西北气流迅速南下，由西西伯利亚北部到影响内蒙古自治区大约只需2—3天。

3. 蒙古气旋的活动路径

本类过程强烈天气与蒙古气旋活动密切相联。气旋大风和强烈降温主要发生在内蒙古西部，强降雪主要发生在中东部。特别要注意的是强降雪发生在气旋后部的北风区里，雪量可达中一大雪或大一暴雪。

参 考 文 献

- 〔1〕朱乾根等，天气学原理和方法，气象出版社，119—120，1981年。
- 〔2〕J.R. 霍尔顿，动力气象学引论，科学出版社，111—112，1980年。