

大雪预报失误个例分析

孙欣 曲晓波 沈玉敏 陈传雷

(沈阳中心气象台, 沈阳 110016)

摘要 2002 年 11 月 6~7 日大雪天气过程预报有一定难度,降水预报失误较大。在分析数值预报天气形势、气象要素预报的基础上,阐述了当时预报员的预报思路,分析实时天气形势的演变,指出 300 hPa 上亚洲中部的西北或偏西风急流轴逐渐南压,是诱发实时天气形势突变的触发物理机制。上下层高空槽从后倾转为前倾,不利于强烈的上升运动产生。高空引导气流的演变,导致地面气压路径改变,暖湿空气的配置变化,是预报失误的主要原因。

关键词 降雪预报 天气形势 失误

1 预报与实况对比

辽宁省气象台预报,2002 年 11 月 6~7 日,辽宁省北部、东部地区有小雨转中到大雪,其他地区有小雨转雪,并伴有大风、降温天气;实况是辽宁的东北部、东部地区降零星小雪(图 1)。7~8 日白天偏北风,海上 6~7 级,陆地 5~6 级,8 日早晨的最低气温 24 h 下降了 6~10 °C。此次大风、降温预报基本正确,但降水的量级、降水的性质预报失误较大。

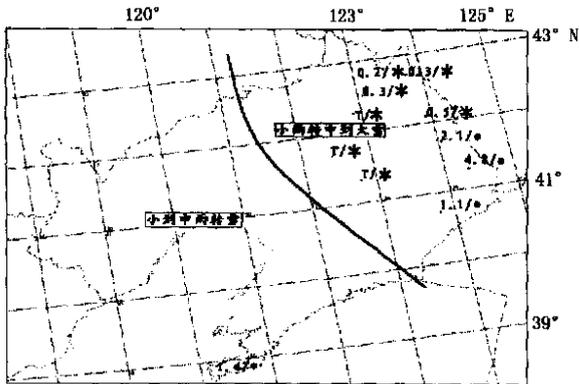


图 1 2002 年 11 月 6~7 日预报(框中文字) 实况(mm/降水性质)

2 预报思路分析

2.1 天气系统演变及数值预报形势

2002 年 11 月 6~7 日影响辽宁的冷空气来自巴尔喀什湖(西路)及极地(北路)。6 日 08:00(北京

时,下同)500 hPa 上,前期位于里海的高压脊东移过程中强烈向北发展,在乌拉尔山西侧到巴尔喀什湖一带形成径向度较大的高压脊。极地冷空气沿高压脊前西北气流南下,前期位于巴尔喀什湖的弱高空槽(下称影响槽),在东移过程中加深向东南方向移动。在河套地区形成温度槽落后于高度槽,上下后倾有利于进一步发展的深厚高空槽^[1](图 2)。较强的东移高空槽将在 12 h 后影响辽宁。

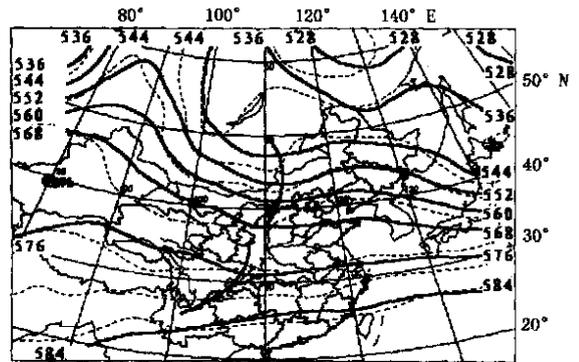


图 2 2002 年 11 月 6 日 08:00 500 hPa 高度场、温度场

6 日 08:00 前欧洲(EC)、日本数值预报产品的形势、物理量、降水要素预报比较连续,预报高空槽脊的演变与天气图的分析一致;预报地面冷高压向东南方向移动,其前部蒙古气旋加强东南下,低压中心从辽宁西部到北部后继续加强,然后向东北偏东方向移动,冷锋东移扫过辽宁;预报辽宁上空 7 日

20:00 之前 500 hPa 涡度达 $120 \times 10^{-6}/s$ 以上,700 hPa 上垂直速度达 $-15 \times 10^{-3} hPa/s$;另外预报 6 日 20:00 至 7 日 08:00 12 h 的降水量,辽宁东部 ≥ 5 mm,东北部的降水中心为 12 mm(图略)。国家气象中心的指导预报、沈阳气象中心的 MM5 预报降水范围与日本数值预报接近,降水强度稍强。

2.2 暖空气活动

位于内蒙中部到河套地区暖温度脊逐渐东移,其后部为大片的冷槽区。EC、日本数值预报产品预报,6 日白天辽宁上空为暖温度脊控制,20:00 850 hPa 上辽宁上空温度大于 $0^\circ C$;850 hPa 高空锋区南压,6 日 20:00 到辽宁西部,7 日 08:00 到辽宁以东地区,辽宁东部边界为 $0^\circ C$ 线,较强冷空气占据辽宁上空。冷空气进入前辽宁升温使能量蓄积,冷暖空气交汇构成产生较强降水的热力条件^[2]。

2.3 水汽条件分析

6 日 08:00,在 850 hPa 上辽宁大部地区上空、高空影响槽后的北部大片地区 $T - T_d \leq 4^\circ C$,为准饱和区^[3]。高空影响槽后当时为西北风,水汽将沿西北气流东南下,使辽宁全省特别是辽宁北部、东部的湿度增加(图 3)。辽宁原有的水汽和北方的水汽通道,形成了有利于降水的水汽条件。

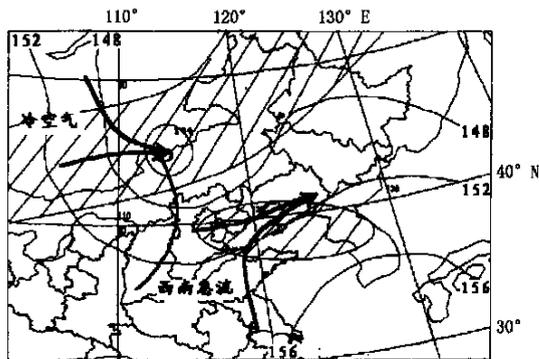


图 3 2002 年 11 月 6 日 8:00 850 hPa 风场
(实线为槽线,阴影为湿区,箭头所指为急流)

综上,预报员认为高空影响槽不断加深东移,蒙古气旋南下经辽宁后北上,辽宁上空冷暖空气交汇,湿度增加接近饱和,日本数值预报可信。并且 6 日 20:00 850 hPa 上辽宁上空温度大于 $0^\circ C$,白天降水性质以雨为主,6 日夜间开始,随着冷锋区南压东移,降水性质转为以雪为主。由此预计 11 月 6~7 日白天将有大风降温、较强降雪,北部、东部地区降水量偏大。

3 预报失误原因分析

6 日 14:00 之前高低空系统演变与预报员的设想、各种数值预报产品一致。6 日 20:00 开始天气形势有所变化。

3.1 天气形势突变触发机制

5 日 08:00 至 6 日 08:00 高空 300 hPa 上(图略),由于巴尔喀什湖北部强盛的高压脊缓慢东移,高压脊前的冷空气沿西北气流南下,使亚洲中部的西北或偏西风急流轴逐渐南压。到 6 日 08:00 高空槽南段后部, $40^\circ N$ 附近的风速急剧增大,普遍增大 $10 m/s$,最大增幅达 $26 m/s$;相反高空槽北段后部, $45^\circ \sim 50^\circ N$ 附近的风速迅速减小,最多减小 $10 m/s$ 。

高空能量的下传,造成 500 hPa 同样出现了类似的现象,高空槽后部 $40^\circ N$ 以南风力加大, $40^\circ N$ 以北风力减小^[1]。进而使影响槽中部分冷空气进入影响槽南部的高空槽中,南部高空槽加强北挺,加速前进;而影响槽北缩,槽底由 6 日 08:00 的 $38^\circ N$ 缩到 20:00 的 $40^\circ N$ 。另外,500 hPa 影响槽前部一直维持有高压脊,对其移动也有一定的阻挡作用。两个因素造成后期影响槽移速放慢。

500 hPa 高空形势的变化,导致高空引导气流发生了改变,6 日 08:00 地面低压上空为偏西气流,到 20:00 转为西南气流,造成了地面气压在偏西的位置提前转向。

3.2 上下层高空槽前倾抑制上升运动

6 日 08:00 前 300 hPa 高空槽落后于 850 hPa 高空槽,为后倾槽。随着 300 hPa 高空槽后高空风速加大,高空槽的移速加快,6 日 08:00 前 24 h 移动 7~8 个经距,后 24 h 移动了 11~12 个经距。6 日 20:00 上下高空槽接近垂直,到 7 日 08:00 300 hPa 高空槽已超前于 850 hPa 高空槽,形成前倾槽。此时 300 hPa 辽宁上空为槽区,即辐合区。6 日 20:00 后的上下层高空槽的配置结构,不利于强烈的上升运动产生,也就不利于强降水的产生。

3.3 高空低压槽变化与降水动力、热力、水汽条件变化的关系

6 日 20:00 500 hPa 影响槽南部高空槽移速加快,原来位于影响槽的西南部,一跃跳到影响槽的东南部。相应 850 hPa 08:00 高空图上(图 4),原为一个的高空槽分为两个,北部的高空影响槽位置向北调整,其前部维持东西向的切变线,南部的槽从辽宁

南部向西南延伸到 30°N , 并且南槽速度快, 辽宁的南部此时为偏西气流, 冷空气先由华北入侵, 使通过影响槽侵入辽宁的冷空气势力减弱。同时, 南槽先行破坏了低空西南急流, 也破坏了南方的水汽通道。南槽移过辽宁南部时为西北风与偏西风的切变, 影响槽移过时槽底只到辽宁中部, 而且其前部东西向的切变线有将北部的水汽截在切变线以北(黑龙江省境内)。可见分为南、北槽后使原有利于降水的动力条件大打折扣。

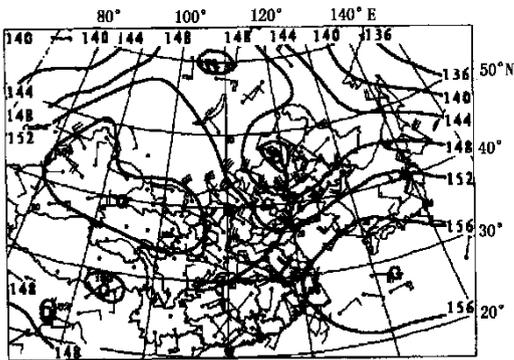


图4 2002年11月6日20:00 850 hPa 高度、风场

3.4 地面低压、冷锋演变与低空冷暖空气、湿度条件变化的关系

地面低压中心、冷锋6日14:00位于辽宁以西地区, 之后低压中心就向东北偏东方向移动, 比预报的转向点偏西 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ (经度)。7日08:00冷锋到辽宁以东地区, 较预报偏晚6 h。在预报冷锋扫过的时段内, 恰逢暖空气进入, 暖脊占据整个辽宁, 且势力较强, 使入侵辽宁的冷空气慢了一步。而进入辽宁

的是原来位于华北的干燥空气, 辽宁上空的湿度条件不是增湿反而急剧变干, 6日20:00至7日08:00只有辽宁的东北部为准饱和区(图略)。

综上, 6日08:00后实况形势的急剧演变, 使得原有利于降水的动力、水汽、热力条件变为不利条件, 造成了预报员的预报失误。

4 结论

(1) 300 hPa 上亚洲中部的西北或偏西风急流轴南压, 40°N 附近的风速急剧增加, $45^{\circ} \sim 50^{\circ}\text{N}$ 附近风速迅速减小。高空能量下传及 500 hPa 影响槽前维持有高压脊, 促使后期影响槽北缩、移速放慢, 而南支槽北挺、加速前进。500 hPa 高空形势变化导致地面低压上空高空引导气流从偏西转为西南气流, 造成地面气压在偏西的位置提前转向。

(2) 随着 300 hPa 高空槽后高空风速加大, 高空槽的移速加快, 上下层高空槽从后倾转为前倾, 不利于强烈的上升运动产生, 也就不利于强降水的产生。

(3) 高空槽的演变、地面气压后期移动路径出乎预报员的预料, 对低层冷空气路径、暖湿空气的变化估计不足, 造成这次降水预报失误较大。

参考文献

- 1 郑秀雅, 张廷治, 白人海, 等. 东北暴雨. 北京: 气象出版社, 1992
- 2 张廷治, 于洪运. 辽宁气象灾害. 北京: 气象出版社, 1994
- 3 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 1992

A Case Study of Heavy Snow Forecasting Failure

Sun Xin Qu Xiaobo Shen Yumin Chen Chuanlei
(Shenyang Central Meteorological Office, Shenyang 110016)

Abstract: Through comparing forecast with observation, a forecasting failure is analyzed. On the basis of the analysis of the numerical forecasts and the meteorology elements, the predicting thoughts of the forecasters then are discussed. It is pointed out that the main physical mechanism inducing the sudden change of the weather system is the southward moving of the northwesterly jet over the central Asia at 300 hPa. The changing high-level trough from backward to forward was unfavorable for the upward air motion. With the real time data, the reasons for forecasting failure are analyzed. The unexpected evolution of the high level trough and the underestimated changing of the low-level path of the cold air as well as the amount of warm air are the main reasons for the forecast failure.

Key words: snow forecasting, weather pattern, forecasting failure