

“2001.4.9”寒潮天气形成过程分析

樊 明 冯 军 尚学军

(甘肃陇南地区气象局,武都 746000)

1 天气概述

2001年4月9~10日,在西北、华北、东北等地区十几个省的诸多地区先后出现了大面积的沙尘暴、寒潮、降水天气,甘肃省的陇东南出现了大风、降雪、寒潮、沙尘暴天气,甘肃中部的定西地区7县降温12~14℃,最低气温降到了-5℃以下。庆阳地区8县降温11.8~14.4℃,最低气温-3.0~6.4℃,陇南地区有6个县降温幅度在10.0~10.4℃之间(见表1),武都出现5~6级大风,其它县风力也达3到4级,9日下午到夜间全区出现降雪和雨夹雪,其中武都、文县、两当降了霰。这次寒潮和强降温天气,在我区历史上是少见的,据40年气象资料反映,从1961年以来,4月份此类寒潮天气仅在1963年、1969年、1979年出现过。这次寒潮强降温对冬小麦、冬油菜和早期花果的生长影响较大。据初步统计,全区经济林果受灾面积约 $10.86 \times 10^4 \text{hm}^2$,占全区已有经济林面积的69.8%;冬小麦受灾约 $9 \times 10^4 \text{hm}^2$,冬油菜受灾约 $8 \times 10^3 \text{hm}^2$,蔬菜受灾约 $4 \times 10^3 \text{hm}^2$ 。

表1 寒潮出现时各县降温幅度及最低气温

县名	武都	文县	宕县	礼县	西和	成县	徽县	康县	两当
气温降幅/℃	7.6	6.0	10.0	10.3	10.1	10.0	10.0	7.1	10.4
最低气温/℃	0.6	5.9	-4.0	-3.0	-3.9	1.3	0.9	0.3	0.7

2 寒潮天气过程分析

2.1 冷空气源地和冷空气堆的形成

寒潮能否爆发,它与前期一定的大气环流形势、冷源及冷空气的聚集程度有着密切关系。此次过程爆发,它的冷空气源要追溯到过程爆发的前10天。3月30日08时(北京时,下同)500hPa亚欧图上,北冰洋和大西

洋脊已经形成,西伯利亚至东亚是一大低压,在日本海至我国东北地区为东亚大槽。之后的几日仍维持这一形势,大低压和冷空气在这一地区不断打旋、堆积加强。到4月3日08时,45°N以北地区环流呈倒Ω型,乌拉尔山至贝加尔湖以东地区为宽广的低压带,新地岛南部的东欧平原和鄂毕茨克海北部地区各为一高压区,45°N以南地区为平直偏西气流并有小波动东移。这种环流形势,使中西伯利亚以东大陆和洋面上的强冷空气,进一步在西伯利亚地区聚集,这为寒潮的爆发提供了首要条件,到3日08时,高空锋区已位于55°N,低压中心已有-40℃的冷中心配合,标志着冷空气堆已初步形成。

2.2 冷空气的缓慢南压和横槽的形成

4月3日08时500hPa天气图上,东欧脊和里海脊加强,在两脊前部的偏北和西北气流之间于55°N附近生成一横槽,其前部东西向锋区也明显加强,南压至50°N附近。5日08时500hPa图上,东欧脊与里海脊打通,使乌拉尔山地区为东北-西南向经向度很大的强脊,脊前东北气流迅速向西南扩展,东北风速加大到 $20 \sim 36 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这股东北气流加剧了冷空气的向南输送和横槽锋区的南压,与之对应的08时地面冷锋已位于天山一线。6日,乌拉尔山高压脊进一步向东北伸展,西西伯利亚地区几乎都成为宽广强大的脊区,脊的西北部暖平流加强,横槽进一步南压到45°N一线。7日,西伯利亚低槽继续分裂出冷空气沿新疆北部的强西北气流下滑至横槽的西部,使冷空气进一步堆积。到8日

08时 500hPa 天气图上,整个天气形势发展成:亚欧为两槽两脊型,乌拉尔山长波脊,位于 100°E 的阻塞高压脊,从蒙古到我国新疆中部为一低涡横槽,其冷中心为 -36°C ,东北到日本海为一宽广的东亚大槽(图1)。从新疆南部到甘肃河西为强偏西风,风速在 $28\sim 36\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,这一地区为等压线密集区,也就是高空锋区所在地。700hPa 天气图上,从内蒙古到新疆中部为一低涡槽,冷中心为 -25°C ,从新疆到河西为 $24\sim 28\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西北风带,此风带将北方冷空气从底部以强劲势力南压,另外,在四川盆地有一 $10\sim 14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西南暖湿低空急流北上,其最北部到达内蒙古至蒙古国,甘肃的河西至兰州为冷暖空气的交汇地。综观,从 $30\sim 60^{\circ}\text{N}$ 、 $70\sim 130^{\circ}\text{E}$ 为大范围的冷空气堆,至此,横槽已基本建立。

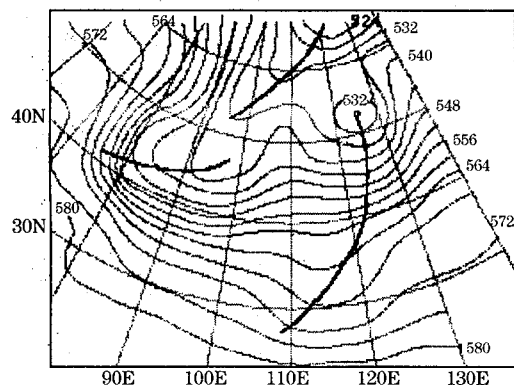


图1 2001年4月8日08时500hPa高度场

2.3 横槽的转竖和寒潮爆发的物理特征

我们根据 MICAPS 分析处理的物理量分析横槽转竖过程中物理量变化特征。

2.3.1 横槽转竖过程中存在强烈的垂直运动

横槽转竖的过程中,存在强烈的垂直运动,如 500hPa 图(图2)上,存在几大块垂直运动区,阻塞高压为正值区,数值较小,长波脊为正值区,最大值为 $80\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$,切断低压为负值区,中心最大强度为 $-80\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 。剖面图显示,在横槽东部为上升运动区,西部为

下沉区(如图3),这种配置使槽前存在强烈的上升运动,使西风带急流中动量向南输送,横槽东移转向。

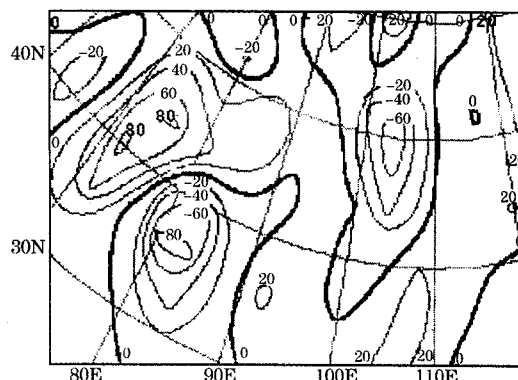


图2 2001年4月8日08时500hPa

垂直速度/ $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$

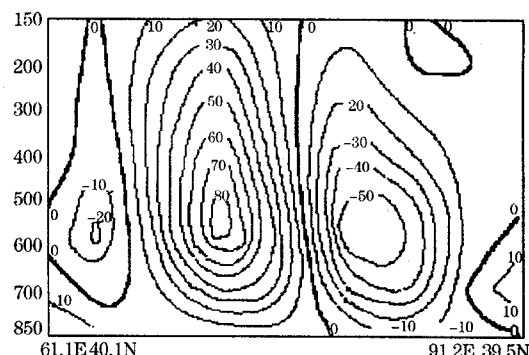


图3 2001年4月8日08时高空锋区垂直

速度垂直剖面图(单位: $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$)

2.3.2 涡度场和涡度平流分析

横槽转竖前,在阻塞高压脊前为正涡度,中心强度为 60s^{-1} ,脊区为负涡度,中心强度为 -60s^{-1} ,脊后为狭长的正涡度带,有一长轴走向自东北偏北-西南偏南,正好和阻塞高压走向一致,轴线最大值为 80s^{-1} ,横槽南部为正涡度区,北部为负涡度区,槽线上为涡度零线(图略)。根据前面垂直速度的分析,横槽前部和阻塞高压后存在强烈的垂直运动,结果使横槽加深时北抬,横槽转向。从垂直剖面图(图略)上可以看出,700hPa 以下为负

(下转封三)

(上接第 55 页)

涡度,西部较大,东部较小,向正值转换,700hPa 以上为正涡度,西部 500hPa 等值线密集,主要贡献集中在 500hPa,东部等值线密集区在 300~200hPa,主要贡献在 300~200hPa,这种流场说明,同是正涡度,槽西部加深比东部快,促使横槽西部南压,东部平移,横槽西部南压,东部平移,横槽转向。

2.3.3 温度平流垂直剖面图分析

从横槽前的温度平流垂直剖面图(图略)分析,在低层 850~700hPa,槽西部为暖平流,并且愈向低层暖平流愈强,根据位势倾向方程,此暖平流使高层出现正变高,促使欧洲脊进一步发展;而横槽的东部,则是冷平流,并且随着高

度升高而减弱势,此冷平流促使高空出现负变高,槽东部加深发展。

3 小 结

①西伯利亚大低压发展盘距造成强冷空气源,它南压至横槽的形成是爆发寒潮的前提条件。

②横槽转向爆发寒潮。其主要原因是:(1)横槽东西部垂直速度差异较大,东部存在上升气流,西部存在下沉气流;(2)横槽东西部涡度差异较大,东部主要集中在 200hPa,西部主要集中在 500hPa,作用的结果使横槽转向;(3)在 850~700hPa,横槽东部低层为冷平流,西部为暖平流,冷平流使横槽东部加深。