

2010年2月22—23日新疆局地暴雪成因分析

王春红, 张利平, 朱雯娜

(新疆空管局气象中心, 乌鲁木齐 830016)

摘要: 利用常规天气资料、卫星云图资料及NECP/NCAR的 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 再分析资料, 对2010年2月22—23日北疆沿天山的局地暴雪天气过程从天气形势、物理量特征等方面进行了诊断分析。结果表明: 高、低空急流的耦合为暴雪的出现提供了充分的动力和水汽条件; 伊犁河谷的暖性倒槽与南下弱冷空气的相互作用在局地暴雪中起到了至关重要的作用, 暴雪落区位于“ Ω ”型低压倒槽东、西两侧的弯曲区域, 也就是冷暖空气交汇的冷空气一侧; 暴雪区低层干暖、上层湿冷的大气层结, 配合弱冷空气活动, 十分有利于上升运动的触发; 暴雪区受局地地形影响在降雪过程中处于迎风坡气流辐合区, 有利于近地层空气的辐合抬升和降雪的持续。

关键词: 局地暴雪; 高、低空急流; “ Ω ”型低压倒槽

中图分类号: P426.634

文献标识码: A

暴雪天气是新疆地区冬春季经常出现的灾害性天气之一^[1-9], 2010年2月22—23日, 北疆沿天山西部的乌苏地区、石河子垦区和克拉玛依独山子区经历了50 a罕见的大暴雪袭击, 多个测站降雪量及积雪深度打破极值, 给交通运输、农牧业生产及群众生活造成重大影响, 也给春季防洪工作也带来了较大压力。此次暴雪天气过程局地性强, 暴雪落区及强度预报十分困难。为了解暴雪的成因, 寻找暴雪落区及强度预报应关注的气象要素、物理量场演变特征, 利用常规天气资料和NECP/NCAR的 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 再分析资料对这次过程进行诊断分析, 希望对局地暴雪的预报服务提供帮助和指导。

1 天气概况

2010年2月22—23日, 伊犁河谷及北疆沿天山一带出现了一次较强的降水过程, 伊犁河谷各站出现了较强的降雨, 北疆沿天山一线的乌苏—玛纳斯一带出现暴雪和大暴雪天气(见表1), 玛纳斯以东地区普遍为小到中雪, 降水集中出现在22日20时—23日14时。

表1 部分站点雪情概况

站点	过程降水量/mm	积雪情况
乌苏	40.2	新增积雪 40 cm
奎屯	40.6	累积积雪深度 65 cm
142团	42.2	新增积雪 40 cm
144团	36.0	新增积雪 33 cm
独山子	29.7	累积积雪深度 50 cm
沙湾	24.7	新增积雪 22 cm
炮台	15.9	新增积雪 15 cm

2 暴雪成因分析

2.1 天气形势

2.1.1 高空形势 22日08时, 乌拉尔山以西中高纬为暖脊, 巴尔喀什湖以东, 40°N 以北的亚洲区域均受西伯利亚低涡槽底部宽广的偏西气流和高空锋区控制, 威海附近有南支槽, 槽前西—西南气流强盛。20时—23日08时, 北支锋区略有南压, 暴雪区域恰好处于北支高空锋区与南支偏西—西南气流交汇地区(见图1)。23日20时后, 北支锋区北收东移, 南支槽亦减弱并入北支槽底, 北疆地区逐渐转为一致的西北气流控制。

收稿日期: 2010-09-23

作者简介: 王春红(1970—), 女, 甘肃临夏人, 硕士, 高级工程师, 从事航空气象预报。

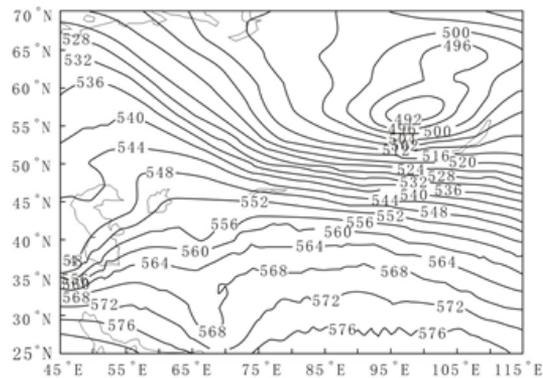


图1 2010-02-22T20 500 hPa 形势 (单位: dagpm)

2.1.2 地面天气形势 22日08时,欧洲东部到西西伯利亚广大地区为庞大的“L”型轴向冷高压控制,冷空气主体在50°N以北,伊犁河谷—阿拉山口一带有西南—东北向暖性低压倒槽发展,北疆盆地及沿天山处于暖性倒槽前的均压场;受低压倒槽阻挡,冷高压底部冷空气在巴尔喀什湖附近逐渐堆积并缓慢向南渗透,20时—23日02时,伊犁河谷的暖性低压逐渐向北发展,在伊犁河谷、北疆西部及沿天山西部地区形成一个“Ω”型低压倒槽,弱冷空气不断从低压倒槽东、西两

侧向南渗透影响伊犁河谷及沿天山西部的乌苏—玛纳斯一带,为上述地区带来持续降水。23日20时,“Ω”型低压倒槽西侧弯曲消失,东侧弯曲明显减弱,冷高压底部逐渐控制天山及以北地区,沿天山一带降水基本结束(图略)。

此次局地暴雪天气过程北方冷空气主体偏北,冷高压底部冷空气逐渐向南渗透,伊犁河谷的暖性倒槽与南下弱冷空气的相互作用造成这次局地暴雪,局地暴雪的落区位于“Ω”型低压倒槽东、西两侧的弯曲区域。

2.2 高、低空急流

北支锋区底部40°N~50°N附近,500 hPa以上存在一支风速>40 m/s的西—西北风高空急流,高空急流在250 hPa上最强,急流核风速超过60 m/s,22—23日,急流缓慢南压,急流核逐渐东移。中低层咸海附近南支槽前西南气流强盛,700 hPa存在风速>16 m/s的低空急流。暴雪区处在高空急流核入口区右侧边缘风速梯度最大的地方,位于两支急流交汇区域,即高空急流入口区的右侧,低空急流左前侧,高、低空急流轴平行而非相交(见图2)。

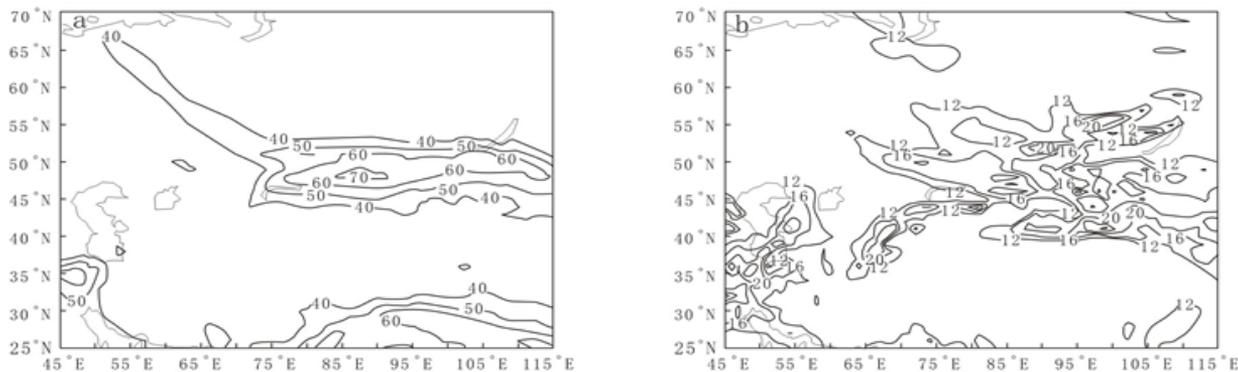


图2 2010-02-22T20 高、低空急流 (a 250 hPa, 风速 ≥ 40 m/s; b 700 hPa, 风速 ≥ 12 m/s)

2.3 水汽输送

此次暴雪天气过程水汽通量主要集中在400 hPa以下,600 hPa附近最强(见图3)。中低空分别存在南北两条水汽通道,低层水汽主要由从中亚延伸到伊犁河谷及北疆沿天山东部地区的东南—西北—西走向的南支水汽通道输送,中层水汽

则由西北偏西走向的位于北支锋区底部并随锋区缓慢南压的北支水汽通道输送。两支水汽通道共同作用为暴雪区提供了源源不断的水汽供应。

降雪开始前12 h至降雪结束,暴雪区700 hPa以下中低层均为水汽通量辐合区,并在22日14—20时达最强,23日08时后减弱。降水前出

现的水汽辐合，为暴雪区提供很好的低层水汽的积累，水汽辐合的减弱预示着降水的减弱和结束，850~800 hPa 水汽通量辐合中心与未来 6 h 的强降水区域也对应很好（图略）。

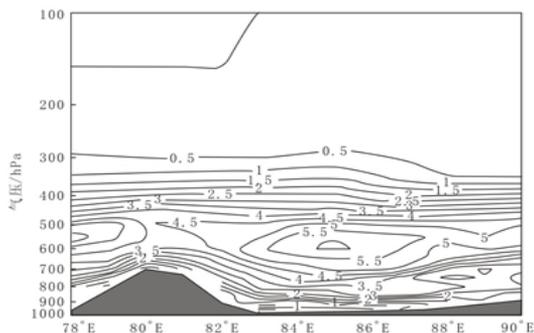


图3 2010-02-22T20 沿暴雪区纬向水汽通量剖面图
(单位: $\text{g}/\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s}$)

2.4 上升运动及动力条件

降水开始前，暴雪区中低空垂直运动较微弱（见图4），降水时段，300 hPa 以下为深厚的上升运动区，上升运动集中在 800~400 hPa 且在 800~600 hPa 最强，降水结束时段，中低空逐渐为下沉运动控制。强降雪过程的开始与中层上升速度的迅速增强紧密相关，降雪过程的结束则与中层下沉运动的建立有关。

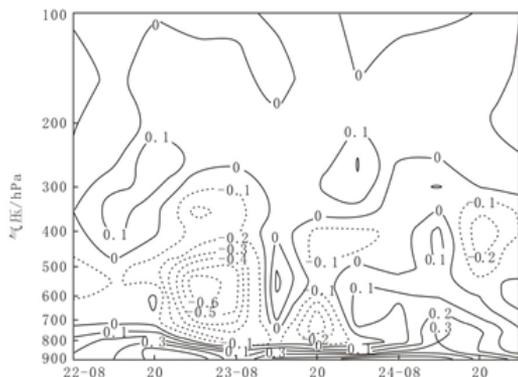


图4 2010-02-22—24 暴雪区中心附近格点
(45°N, 85°E) 的垂直速度时序剖面图 (单位: Pa/s)

从散度场特征来看，降水开始前 12 h，在暴雪区上空 500 hPa 以下的中低层即为辐合区，700

hPa 辐合最强，辐合大值区及其出现时段与暴雪区及强降雪时段有很好的对应，22 日 20 时暴雪区附近辐合中心达 $-6 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。300 hPa 以上的高层，降水前为弱的辐合区，降水时段转为辐散区，300 hPa 辐散最强，降水结束后又转为辐合区，辐散大值区及其出现时段与暴雪区及强降雪时段也有较好的对应，23 日 02 时暴雪区附近辐散中心值达 $2.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。这种低层强辐合高层辐散的垂直结构，为暴雪区持续的上升运动提供了有利条件（图略）。

2.5 冷暖平流及稳定度条件

分析冷暖平流可知，降雪前 12 h，暴雪区上空整层为暖平流，最强的暖平流出现在 600~500 hPa 附近；降雪时段，850~700 hPa 以下的低层仍为弱的暖平流，而 700 hPa 以上的中高层，则出现弱的冷平流；降水结束后，850 hPa 以上又为暖平流控制（图略）。850 hPa 上，22 日 20 时之前，伊犁河谷—北疆西部为近西南—东北向暖平流区控制，在其北侧，巴尔喀什湖附近冷平流亦呈西南—东北向分布；之后，随着高空锋区的缓慢南压，冷平流从暖平流控制区域两侧逐渐影响伊犁河谷以西地区及北疆沿天山地区，冷暖平流的这种配置与地面气压场上的“Ω”型暖性低压倒槽相一致，暴雪区恰好处于“Ω”型东、西两侧弯曲，也就是冷暖空气交汇的冷空气一侧。冷暖平流的变化表明伊犁河谷的暖性倒槽与南下弱冷空气的相互作用在局地暴雪中起到了至关重要的作用（见图5）。

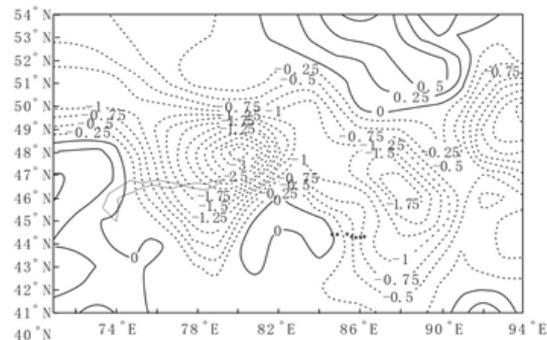


图5 2010-02-23T08 850 hPa 温度平流
(单位: $10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{s}$, 图中·为暴雪站点)

从温度场的纬向剖面图(图略)及暴雪区附近格点(45°N, 85°E)温度时间高度剖面图(见图6)中可以发现,降雪天气开始前,暴雪区附近低层850 hPa以下一直存在稳定的逆温,最强的逆温出现在22日20时,结合湿度场分析发现,逆温层空气相对干暖,其上为湿冷空气,这种低层干暖上层湿冷的大气层结,与引发强对流天气的“干暖盖”十分类似,配合弱冷空气活动,十分有利于上升运动的触发和降水持续^[10],随着降水开始,逆温层逐渐转变为等温层,直至逆温消失,到23日08时,低层大气已转为减温层。

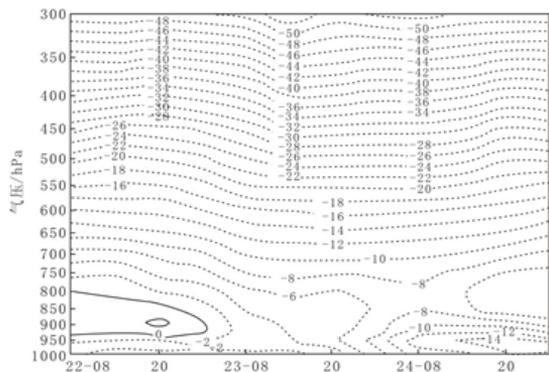


图6 2010-02-22T08—24T20 暴雪区中心附近格点(45°N, 85°E)温度时序剖面图(单位:°C)

2.6 局地地形对降水的作用

暴雪区位于天山北麓,准葛尔盆地边缘,海拔高度350~550 m,南面是天山山脉,西北面是西部过境线一带的界山,北面则为准葛尔盆地,在没有天气系统影响时,这一带白天盛行从盆地吹向天山山区的偏北风,夜间则盛行由山区吹向盆地的偏南风。此次天气过程中,暴雪区近地面为东北风和北风,暴雪区处于迎风坡的气流辐合区,降雪最强时段前后,在暴雪区附近还出现明显的地面风场的气旋性辐合,有利于近地层空气的辐合抬升和降雪的持续(图略)。

3 结论

3.1 此次局地暴雪过程是在高空北支锋区底部强西西北急流缓慢南压及中亚南支槽前西南低空

急流共同作用下发生的。与高、低空急流相配合的南北两支水汽通道的共同作用,为暴雪区提供了良好的水汽供应条件;暴雪区位于高空急流右侧、低空急流左侧两支急流耦合的区域,是高、低空急流附近两支横向次级环流上升支交汇的地方。

3.2 伊犁河谷的暖性倒槽与南下弱冷空气的相互作用在局地暴雪中起到了至关重要的作用,局地暴雪的落区位于“Ω”型低压倒槽东、西两侧的弯曲区域,也就是冷暖空气交汇的冷空气一侧。

3.3 暴雪区低层干暖上层湿冷的大气层结,在有弱冷空气活动的情况下,十分有利于上升运动的触发。

3.4 地形作用导致暴雪区处于迎风坡气流辐合区,有利于近地层空气的辐合抬升和降雪的持续。

参考文献:

- [1] 刘德才. 新疆主要气象灾害的影响及其特征 [J]. 新疆气象, 1990, 13 (9): 37-40.
- [2] 张学文, 张家宝. 新疆气象手册 [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 183-184.
- [3] 张家宝, 邓子风. 新疆降水概论 [M]. 北京: 气象出版社, 1987: 276-280.
- [4] 王园香. “99.4”特强寒潮过程的分析 [J]. 新疆气象, 1999, 22 (6): 11-13.
- [5] 蒋军. 乌鲁木齐市一次暴雪天气过程诊断分析 [J]. 新疆气象, 2004, 27 (3): 8-10.
- [6] 王磊, 彭擎宇, 刘兰. 新疆北部一次罕见暴雪过程分析 [J]. 新疆气象, 2001, 24 (4): 15-17.
- [7] 杨连梅, 杨涛, 贾丽红, 等. 新疆大一暴雪气候特征及其水汽分析 [J]. 冰川冻土, 2005, 27 (3): 389-396.
- [8] 阿依夏木·尼亚孜, 孔期, 杨贵名. 2005年11月哈密暴雪天气过程的诊断分析 [J]. 气象, 2007, 33 (6): 67-74.
- [9] 寿绍文. 中尺度气象学 [M]. 北京: 气象出版社, 2003, 235-239.
- [10] 马晓华, 周伟灿. 陕西一次暴雪天气过程的诊断分析 [J]. 陕西气象, 2010 (5): 5-9.