

# Diagnostic Analysis of Snowstorm Occurred on 28 January 2014 in Yili Valley

Yi Zhu, Fengli Zhu, Weikai Deng

Yili Meteorological Bureau, Yining Xinjiang  
Email: zxm394443923@sina.com

Received: Jan. 13<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2016; published: Jan. 29<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

By using conventional meteorological observational data and Ncep data and Doppler radar data, a heavy snow process on January 28, 2014 in Yili region was diagnosed. It is concluded that the storm is in a stable atmospheric circulation background. The results indicate that the heavy snow process is related to high altitude cold trough, warm moist air flows south branch and shear in the middle and lower level. High altitude by west rapids strengthened the upward movement of the whole layer and provided the favorable large scale circulation condition for the happening of the heavy snow. Long time strong water vapor transport for blizzard weather provides abundant water vapor conditions. Low-level convergence and upper divergence of empty configuration is advantageous to the blizzard.

## Keywords

Snowstorm, Water Vapour Flux, Divergence, Diagnosis Analysis

---

# 2014年1月28日伊犁河谷暴雪天气的诊断分析

朱 弋, 朱风利, 邓伟凯

伊犁州气象局, 新疆 伊宁  
Email: zxm394443923@sina.com

收稿日期: 2016年1月13日; 录用日期: 2016年1月23日; 发布日期: 2016年1月29日

## 摘要

利用常规观测资料、NCEP资料以及多普勒雷达资料,对2014年1月28日伊犁地区特大暴雪进行分析。结果表明:暴雪过程与高空冷槽、南支暖湿气流以及中低空切变有着密切联系;高空偏西急流,加强了整层的上升运动,为强降雪的发生提供了有利的大尺度环流条件;长时间强的水汽输送为暴雪天气提供了充沛的水汽条件;低空辐合、高空辐散的高低空配置有利于暴雪的出现。

## 关键词

暴雪,水汽通量,散度,诊断分析

## 1. 引言

暴雪是伊犁河谷冬季主要灾害之一,其对交通、航空等行业及人已民群众的生产生活带来了很大的影响,而暴雪也成为许多气象工学者的研究对象之一。在对新疆大降水的研究中总结出产生新疆大降水主要有六种天气形势[1];杨莲梅等[2]指出伊犁河谷大~暴雪呈显著的线性增多趋势,增长率为 $0.7 \text{次} \cdot (10\text{a})^{-1}$ ;张俊兰等[3]指出北疆暴雪的水汽源地主要分布在地中海附近、红海或波斯湾两个海域附近;水汽输送有西方、西南和西北3条路径,以西南路径最多、西北路径较少;水汽输送最高层接近300 hPa,最强水汽输送层位于650~750 hPa之间;张雪梅等[4]指出北疆地区常年为偏西水汽输送;还有许多学者[5]-[8]指出在暴雪区上空强的上升运动为暴雪产生提供了动力条件;在对产生暴雪天气的物理场分析中[9]-[11]指出低空辐合、高空辐散的高低配置有利于上升运动的加强,有利于暴雪的产生;周淑玲等[12]指出多普勒雷达资料反映了暴雪回波强度为35~40 dBz,径向速度图上反映了低空急流和风辐合特征。

2014年1月27日夜间开始河谷出现强降雪天气过程,降雪天气持续到29日14时左右,受暴雪天气的影响,伊宁市英也尔乡、巴彦岱镇的72户居民157间房屋受到不同程度的损坏,其中严重危房73间,一般危房55间,经济损失311万元。暴雪天气还造成果子沟二台高速路段发生雪崩,两辆过往车辆被掩埋,无人员伤亡。本文利用常规观测资料和NCEP再分析资料、自动站、以及多普勒雷达等资料,对伊犁河谷这次暴雪天气进行了分析,以期今后暴雪天气预报提供一些有益依据。

## 2. 暴雪天气概况

1月27日夜间,伊犁河谷地区自西向东开始降雪,强降雪中心主要位于河谷西部一带。其中28日出现了有记录以来范围最广的暴雪天气,由图1可以看到河谷西部5个县站全部站达到暴雪(大于12.1 mm,按新疆气象台的降雪量级划分,下同)。最大降雪量在伊宁市,24小时降雪量为21.4 mm。此次天气是近30年历史同期暴雪范围最大的一次降雪过程,其中霍尔果斯降雪量达20.0 mm,突破了历史同期极值(1981~2010年最大降雪量15.3 mm)。降雪时段新疆无明显冷空气入侵,气温明显偏高,与历年同期(1月28~30日)相比偏高5~8℃。图1给出了伊犁河谷2014年1月27日20时~1月28日20时24 h降水分布情况。

## 3. 连续性降雪过程的天气形势特征

### 3.1. 高空形势演变

在降雪前期,1月26日08时,500 hPa图上(图略),欧洲为高压脊,在乌拉尔山以东高纬为一狭长

的低压活动区，并有两个低压中心，且西面的低压中心向西伸出一横槽。中纬度受平直西风气流控制。里咸海为一低槽，在其前偏南处有一短波槽，温度场落后于高度场，具有明显的斜压性，有利于系统的加强。到1月27日08时(图略)，在300 hPa高空图上中亚至伊犁河谷出现了高空急流，其中心轴最大风速达44 m/s，强降雪区刚好位于高空急流出口区左侧的辐散区中，高空强烈的抽吸作用加强了整层的上升运动，为强降雪的发生提供了有利的大尺度环流条件。在500 hPa图上(图2)随着欧洲脊的减弱，西伸的横槽旋转南下，与东移的里咸海低槽和南支短波槽同位相叠加，在西西伯利亚至中亚地区形成南北向达24个纬度的长波槽，槽前的锋区明显加强，在70~80°E，40~50°N范围内等高线有5根线增加到10根，

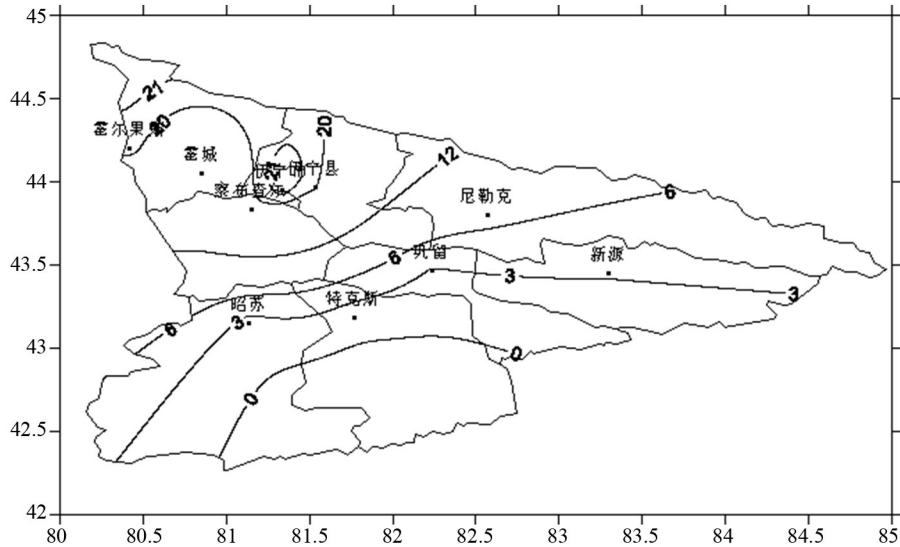


Figure 1. The snowfall from 20:00 on 27 to 20:00 on 28 January 2014 (Unit: cm)  
图 1. 2014 年 1 月 27 日 20 时~28 日 20 时降雪量(单位: cm)

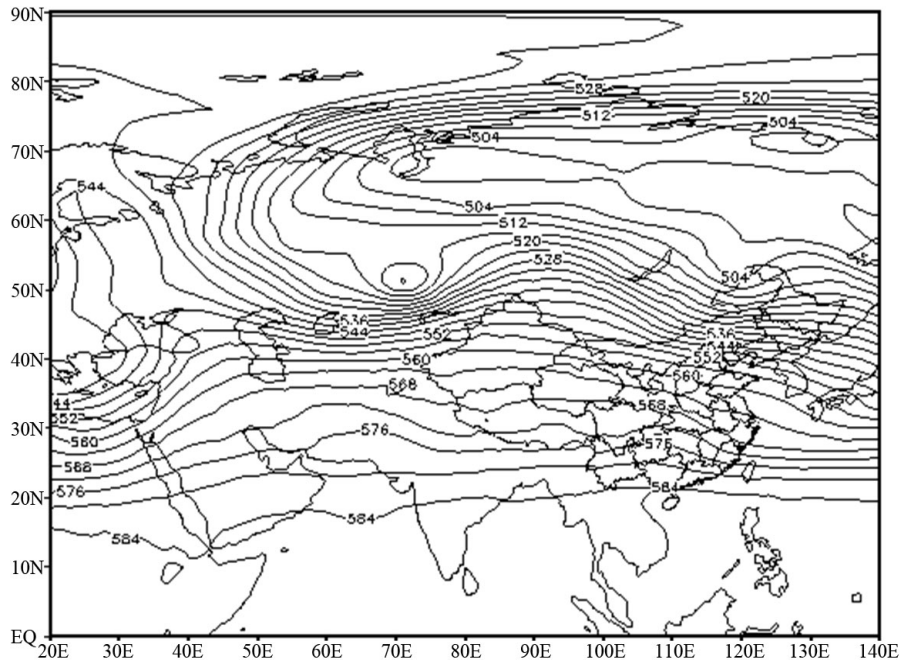


Figure 2. 500 hPa geopotential height at 08:00 on 27 January 2014 (Unit: dagpm)  
图 2. 2014 年 1 月 27 日 08 时 500 高度场(单位: dagpm)

槽前的偏西气流加强,在中亚至伊犁河谷也形成偏西急流,急流最大风速达 36 m/s。西西伯利亚至中亚的长波槽在东移过程中不断分裂的短波,与中亚至新疆西侧东移北上的暖湿西南气流共同作用,造成 1 月 28 日伊犁河谷西部的暴雪天气。700 hPa 图(图略)上,在中亚至新疆北部出现偏西南急流,本站西南风达 16 m/s,有利于水汽向西一直输送到伊犁河谷。在 850 hPa 图上,偏西气流与偏东气流形成的辐合线在伊犁河谷西部,且风场的辐合点恰好位于河谷西部,此时河谷的偏东风达 14 m/s,而上游的塔什干站的偏西风达 16 m/s,而这种强的局地的辐合风场也有利于河谷西出现暴雪天气。

### 3.2. 地面形势演变

本次暴雪天气过程是在地面西高东低形势下形成的。在降雪前期,伊犁河谷处于减压升温中,到 1 月 26 日伊犁河谷西部最高气温升至 4℃ 以上,与历史同期相比,偏高 4~6℃,这种情形有利于不稳定能量的储存及天气系统的进入。到 1 月 27 日 14 时(图 3),在地面图出现了冷锋,其后部冷高压发展强盛,冷高压中心为 1030 hPa,冷空气强盛而活跃。冷高压以西方路径进入伊犁河谷,也有利于出现强降雪。到 27 日 23 时地面开始加压,但冷高压主体偏北。

从伊宁站的地面要素时间演变特征(图 4)可以看到强降雪集中在气压上升过程中,这段时间内风速较小,而且是由东风转为东南风,而上游站为偏西风,地面辐合明显,有利于水汽的集中。而温度偏高,温度与露点线十分接近,说明近地面水汽充沛。

综上所述,在稳定的大气环流背景下,对流层中高低层有利的配置,使伊犁河谷西部出现暴雪天气并持续。西西伯利亚至中亚地区的长波槽不断分裂短波,伊犁站的 850 hPa, 700 hPa 和 500 hPa 各层温度有弱的波动,反映了弱短波的移动,正涡度平流产生上升运动,中亚至新疆西侧有一支西南气流,稳定维持的暖湿西南气流在东移北上过程中带来充沛的水汽,为伊犁河谷西部出现暴雪天气提供了水汽条件。而高空急流与局地辐合风场为暴雪天气提供了动力条件。

## 4. 物理量诊断分析

### 4.1. 水汽条件

充分的水汽供应是产生大降水的必要条件。源源不断的水汽输送和强烈的水汽辐合,为暴雪的形成和持续提供了充足的水汽条件。而水汽通量与水汽通量散度定量地描述了水汽输送的方向、大小、积聚。

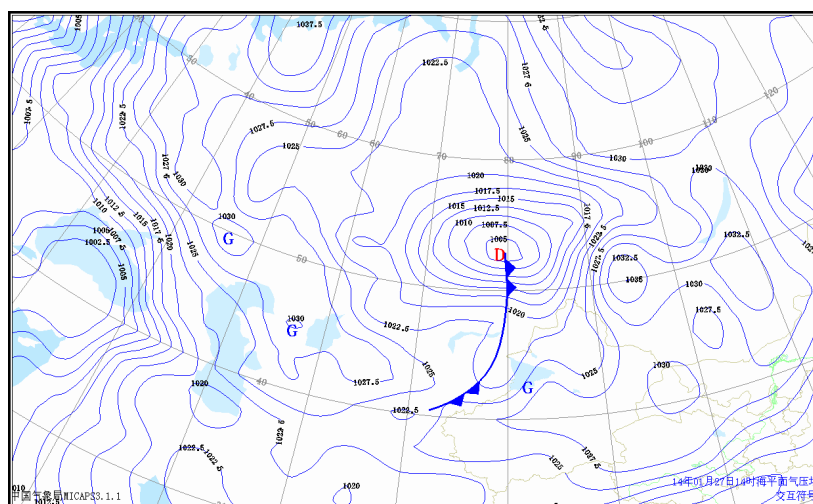


Figure 3. The figure on the ground at 14:00 on 27 January 2014

图 3. 2014 年 1 月 27 日 14 时地面图

### 4.1.1. 水汽通量

水汽通量是指在单位时间内流经某一单位面积的水汽质量，它是表示水汽输送强度的物理量。分析1月28日700 hPa水汽通量(图5)可以看到，此次暴雪过程的主要水汽源地为红海和地中海，水汽输送路径为西南路径+西方路径，红海附近的水汽沿西南路径经过波斯湾、伊朗高原到达里海的西南部后，同时得到来自西方路径的水汽补充后加强，然后沿西南路径输送到中亚地区，并自西向东输送到伊犁河谷地区，且水汽输送的大值区恰好位于暴雪区(河谷西部)，到1月28日14时暴雪区上空650 hPa的水汽通量最大值达  $5\sim 6 \times 10^{-3} \text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。而此次暴雪天气的水汽输送从27日20开始进入伊犁河谷，直至29日08时减弱，时间长达36 h，在沿44°N的水汽通量纬向垂直剖面图上(图5)可以看到，水汽输送的最高层只在500 hPa附近，但水汽主要输送到80~82°E范围内，恰好位于伊犁河谷西部，与暴雪区相对应，且在650~750 hPa最强。

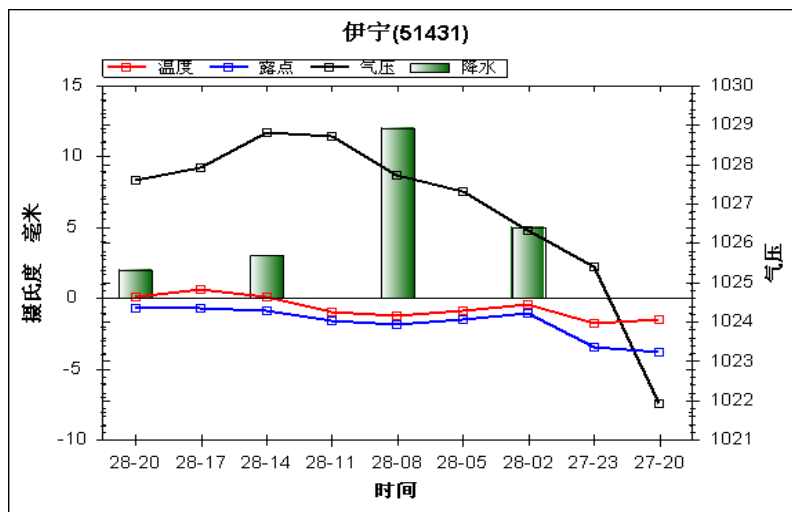


Figure 4. Time evolution figure factors of the ground from 20:00 on 27 to 20:00 on 28 January 2014

图 4. 2014 年 1 月 27 日 20 时~28 日 20 时地面要素时间演变图

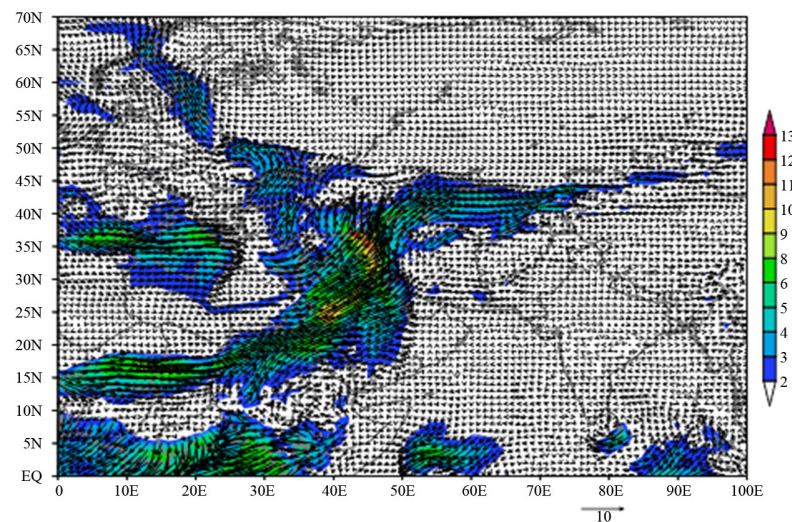


Figure 5. 700 hPa water vapor fluxes at 08:00 on 28 January 2014 (Unit:  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ )

图 5. 2014 年 1 月 28 日 08 时 700 hPa 水汽通量(单位:  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ )

#### 4.1.2. 水汽通量散度

水汽通量的数值和方向只能表示水汽的来源，而在作降水成因分析时，需要进一步考虑从各个方向输送的水汽能否在某地集中起来。表示这种输送来的水汽集中程度的物理量就是水汽通量散度。充足的水汽供应是暴雪发生的重要物理条件，而大气中水汽的多少、辐合程度决定着降水的大小。而在整个强降水过程中，水汽有一个短期内快速集中的过程，促使强降水形成。从沿  $44^{\circ}\text{N}$  的水汽通量散度纬向垂直剖面图 6 (图略) 可以看出，在 1 月 28 日 02 时在  $80^{\circ}\sim 83^{\circ}\text{E}$  范围内整个中低空均为水汽辐合，水汽辐合中心在 800 hPa 附近，中心值达  $-1.5 \times 10^{-8} \cdot \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。在这个过程中水汽开始累积，为暴雪的发生提供了充足的水汽条件，此时河谷西部已经出现降雪，到 1 月 28 日 08 时 (图 7)，水汽辐合增强，并扩展到了高空 500 hPa 以上，强的水汽辐合一直维持到 1 月 29 日 02 时。强烈的水汽辐合使水汽源源不断输送到伊犁河谷地区上空。可见，深厚的湿层和强烈的水汽辐合为此次暴雪提供了充足的水汽条件。

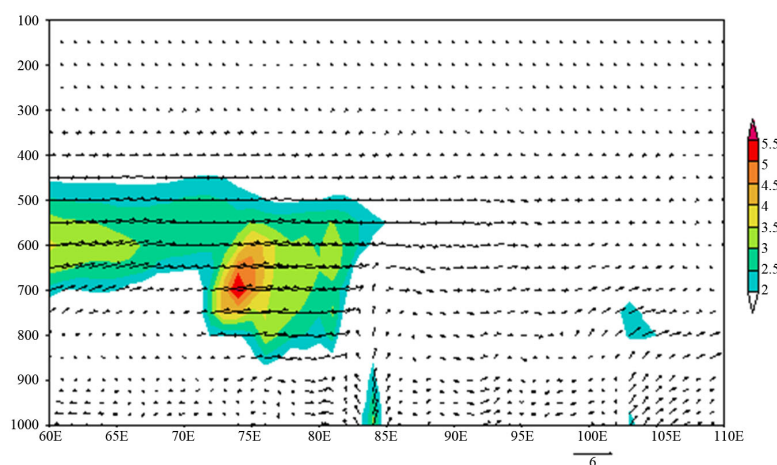


Figure 6. The water vapor flux zonal vertical section along  $44^{\circ}\text{N}$  at 08:00 on 28 January 2014 (Unit:  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ )

图 6. 2014 年 1 月 28 日 08 时沿  $44^{\circ}\text{N}$  的水汽通量纬向垂直剖面图(单位:  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ )

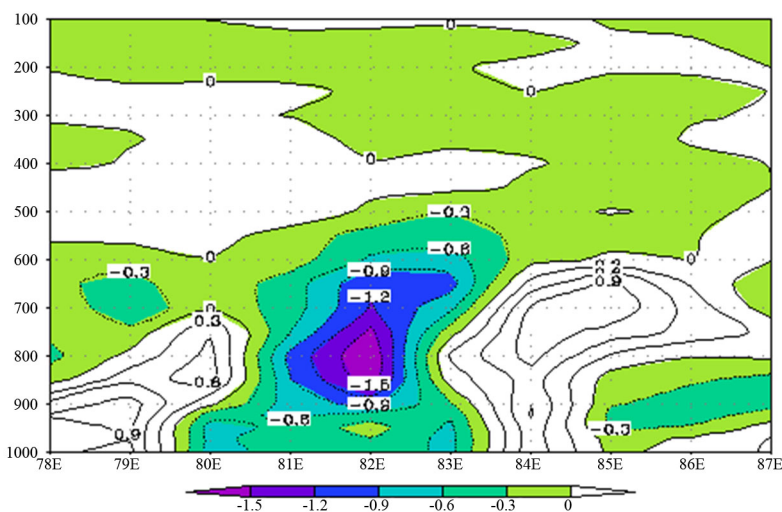


Figure 7. The vapor flux divergence zonal vertical section along  $44^{\circ}\text{N}$  at 08:00 on 28 January 2014 (Unit:  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ )

图 7. 2014 年 1 月 28 日 08 时沿  $44^{\circ}\text{N}$  的水汽通量散度纬向垂直剖面图(单位:  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1}$ )

## 4.2. 垂直速度场分析

沿  $44^{\circ}\text{N}$  的做垂直速度的剖面图上可以看到, 在 28 日 02 时, 在  $80^{\circ}\text{E}$ ~ $81.5^{\circ}\text{E}$  的范围内(图略), 地面到 850 hPa 附近为上升运动区, 最大值在  $80^{\circ}\text{E}$ , 在 920~900 hPa, 中心值是  $-1 \times 10^{-2}$  hPa/s, 恰与降雪量最大值区相对应。并且随着降雪的开始, 上升运动的范围也向上扩展, 到 28 日 08 时(图 8), 也是降雪最大时刻, 上升运动区扩展到 300 hPa, 并在  $80^{\circ}\text{E}$  左右范围内出现了上升运动的大值区, 最大值在 600 hPa 附近, 中心值是  $-1 \times 10^{-2}$  hPa/s, 并且在 28 日, 在  $80.5^{\circ}\text{E}$ ~ $81.5^{\circ}\text{E}$  范围内(与暴雪区相对应), 在 800 hPa 以下一直处于上升运动中。配合散度场的垂直分布(图 8)可知, 暴雪区上空( $80.5^{\circ}\text{E}$ ~ $82^{\circ}\text{E}$ )从 1000~600 hPa 为辐合区, 在 600~350 hPa 为辐散区, 而在 350~150 hPa 又为辐合区, 在 100 hPa 以上又为辐散区, 这种双辐合一辐散的高低空配置更加强了大气的上升运动, 为产生暴雪提供了动力条件。从图中还可以看到, 辐合中心并不在产生暴雪的范围内, 而在  $82^{\circ}\text{E}$  附近, 且辐合层高达 200 hPa, 上但对对应垂直速度场可以看到此范围内为下沉运动区, 所以强的上升运动是产生大降水的必要条件。

## 5. 多普勒雷达回波特征

### 5.1. 基本反射率

这次伊犁河谷的暴雪天气持续时间长, 由 27 日 22 时开始自西向东出现的连续性降雪, 降雪持续到 29 日 14 时前后, 由 28 日 1:59 分的回波图( $1.5^{\circ}$  仰角)可见(图 9), 降水回波范围较大, 在 120 km 范围内均为连续性降水回波, 强度不强, 但在大片弱回波中有夹有强度较强的回波团, 回波强度在 25 dBz 左右。回波表现为均匀的片状, 边缘毛松模糊不清。说明这次降雪为典型的层状云连续性降雪。

### 5.2. 径向速度

雷达径向速度产品是分析降水系统水平运动和能量输送的一个重要手段。通过对零速度线形状和位置的分析, 可以验证大气的动力和热力结构, 初步判断风随高度的变化趋势、冷暖平流输送和动力辐合辐散情况。在多普勒速度产品应用中, 大尺度运动往往是冷暖平流、辐合辐散等各种运动的集中反映, 暖平流与大尺度辐合相结合就是一种典型的产生灾害性天气的速度特征。本文从  $1.5^{\circ}$  仰角多普勒雷达速度图上分析这次降雪过程。在 1 月 27 日 23:12 时(图 10)降水刚开始时的相对径向速度图可以看出, 零速

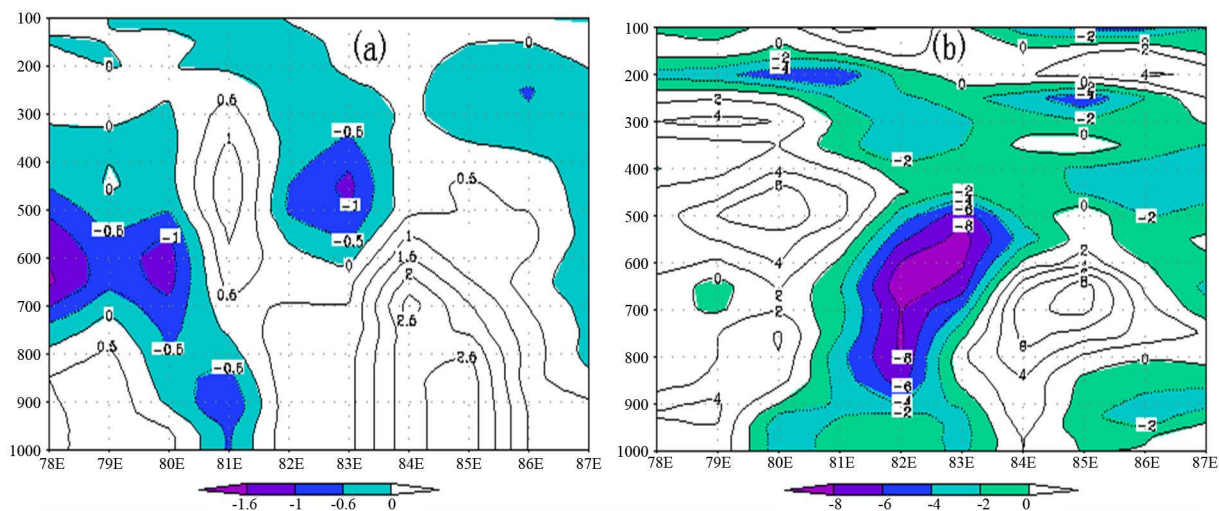


Figure 8. The vertical velocity profile (a) (Unit:  $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ ) and divergence field (b) (Unit:  $\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ ) along  $44^{\circ}\text{N}$  at 08:00 on 28 January 2014

图 8. 2014 年 1 月 28 日 08 时  $44^{\circ}\text{N}$  垂直速度剖面图; (a) (单位:  $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ )、散度场(b) (单位:  $\times 10^{-5}\cdot\text{s}^{-1}$ )

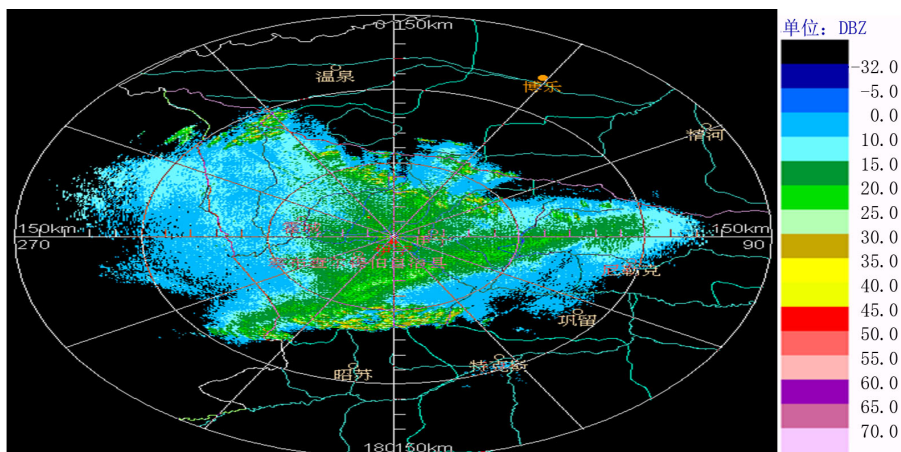


Figure 9. Radar echo intensity at 01:59 on 28 January 2014 (Unit:DBZ)

图 9. 2014 年 1 月 28 日 1:59 时回波强度图(单位: DBZ)

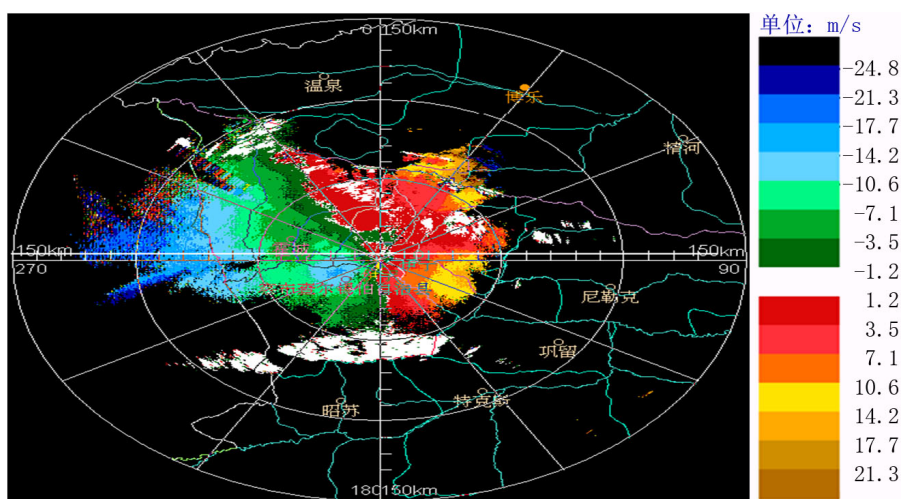


Figure 10. Radar echo reflectivity velocity at 23:12 on 28 January 2014 (Elevation: 1.5°) (Unit:  $m \cdot s^{-1}$ )

图 10. 2014 年 1 月 28 日 23:12 时径向速度图(仰角: 1.5°)(单位:  $m \cdot s^{-1}$ )

度线呈“S”型,说明测站周围风随高度顺转有暖平流。仰角径向速度在入流一侧由远而近呈递减,同距离圈上入流速度>出流速度;入流一侧存在明显的“牛眼”,出流一侧则没有,表明存在风速的辐合。综合分析,暖平流叠加风向风速的辐合是此次降雪加强和维持的主要因素。

## 6. 结论

1) 在稳定的大气环流背景下,对流层中高低层有利的配置,高层冷槽,地面冷锋,使伊犁河谷西部出现暴雪天气持续。

2) 高空偏西急流,加强了整层的上升运动,为强降雪的发生提供了有利的大尺度环流条件。中层的偏西南急流源源不断把水汽向西向东一直输送到伊犁河谷。在 850 hPa 图上,偏西气流与偏东气流形成的辐合线伊犁河谷边境线附近,且风场的辐合点恰好位于河谷西部,有利于河谷西出现暴雪天气。

3) 长时间的水汽输送及强的水汽辐合为伊犁河谷提供了充沛的水汽条件。水汽通量输送的大值区恰好位于伊犁河谷西部。暴雪上空双辐合一辐散的高低空配置更加强了大气的上升运动,为产生暴雪提供



了动力条件。

4) 此次降雪回波为典型的层状云降水回波, 径向速度上表现为暖平流叠加风速辐合, 是暴雪生成的主要因素。

### 参考文献 (References)

- [1] 手册编写组. 新疆短期天气预报指导手册[M]. 新疆: 新疆人民出版社, 1986.
- [2] 杨莲梅, 杨涛, 贾丽红, 等. 新疆大~暴雪气候特征及其水汽分析[J]. 冰川冰土, 2013, 27(3): 389-396.
- [3] 张俊兰, 崔彩霞, 陈春艳. 北疆典型暴雪天气的水汽特征研究[J]. 高原气象, 2013, 32(4): 1115-1125.
- [4] 张雪梅, 江志红, 兰博文. 西北地区水汽输送特征及其年际、年代际变化[J]. 灾害学, 2010, 25(4): 27-32.
- [5] 阎访, 王丽荣, 李宝莉, 等. 石家庄一次秋季罕见暴雪天气过程物理诊断[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(5): 17-24.
- [6] 张备, 尹东屏, 严雯莲, 等. 2006年江苏持续性降雪中的水汽和动力抬升机制分析[J]. 灾害学, 2012, 27(2): 29-42.
- [7] 赵俊荣. 2010年1月新疆北部罕见连续性暖区大暴雪特征及成因分析[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(5): 117-123.
- [8] 周倩, 程一帆, 周甘霖, 等. 2008年10月青藏高原东部一次区域暴雪过程及气候背景分析[J]. 高原气象, 2011, 30(1): 22-29.
- [9] 靳冰凌, 孙仲毅, 王辛方, 等. 2009年11月10-12日河南北部暴雪天气诊断分析[J]. 气象与环境科学, 2010, 33(2): 63-67.
- [10] 赵俊荣, 杨雪, 蔺喜禄, 等. 一次致灾大暴雪的多尺度系统配置及落区分析[J]. 高原气象, 2013, 32(1): 201-210.
- [11] 王正旺, 姚彩霞, 刘小卫, 等. “2009.11”山西大暴雪天气过程诊断分析[J]. 高原气象, 2012, 31(2): 477-486.
- [12] 周淑玲, 丛美环, 吴增茂, 等. 2005年12月3-21日山东半岛持续性暴雪特征及维持机制[J]. 应用气象学报, 2008, 19(4): 444-453.