

2008年1月陇东黄土高原 阴雪低温异常天气分析

吴爱敏

(甘肃省庆阳市气象局,甘肃 庆阳 745000)

摘要:2008年1月中下旬位于西北地区东部的陇东黄土高原出现近60 a 罕见阴雪低温天气,利用NCEP/NCAR 大气环流资料分析了环流背景和物理量特征。结果表明:西伯利亚脊强盛,青藏高原西部低槽和中国东部弱脊维持,东亚大槽偏北,青藏高原南支气流强,控制中亚、中国北方大部和西北地区的冷气团强盛活跃,500 hPa 和700 hPa 西北地区东部为负距平,700 hPa 降温强。700 hPa 相对湿度西北地区东部处于正距平中心,500 hPa 相对湿度也在70%以上。700 hPa 风场在98°~110°E,35°~40°N 存在明显的切变,水汽通量和散度分析表明,降雪期间低层存在水汽输送和辐合。主要降雪时段700~500 hPa 散度场表现为辐合,200 hPa 表现为辐散;700~200 hPa 涡度场表现为正涡度区,在降雪过程中有弱的动力抬升作用,降雪强度大。

关键词:罕见降雪;低温;天气气候分析

中图分类号:P457.6

文献标识码:A

引言

2008年1月,我国出现大范围低温雨雪冰冻天气,王凌^[1]、高辉^[2]对2008年1月我国大范围低温雨雪冰冻灾害的气候特征和成因进行了分析。同期西北地区大部降雪异常偏多,局部地方月降水量达到常年的10倍以上,创1961年以来1月降水量最大纪录。西北地区大部1月平均气温偏低幅度多在1℃以上,其中甘肃河西北部偏低幅度超过5℃,是1978年以来的最低值,全省1月日最低气温<-20℃的日数平均为3.9 d,是1968年以来最多的年份。

2008年1月中下旬陇东黄土高原也出现近60 a 罕见降雪和近30 a 来最强低温天气。降雪时段是一年中气温最低的时段,持续降雪和降温造成道路积雪和结冰,部分地方还出现了大雾,给交通带来严重影响。由于冬季降水少,在气候变暖的大背景下,对冬季异常降水和气温偏低分析研究较少,陈海山^[3-4]通过江苏冬季气温的年代际变化及其对应的大气环流和SST 异常的背景场特征分析,揭示了中国冬季气温异常与东亚及西伯利亚500 hPa 高度场异常有着密切的联系。李勇^[5]分析冬季西太平洋遥相关型与我

国冬季天气气候关系密切。陶健红^[6]利用NCEP再分析资料,模拟了2005年3月14~15日出现在甘肃河西西部的一次暴雪天气过程,出现暴雪时最大辐合层在600 hPa 附近,500 hPa 以上表现为一个深厚的辐散层,随着强降雪的开始,降雪区近地面层由辐合变为辐散,在降雪过程中始终伴随着中小尺度特征的强烈的垂直上升运动。陈少勇^[7]分析了中国西部OLR 与秋季降水的关系,狄潇泓^[8]、黄慧君^[9]对西北地区和云南省秋季的连阴雨特征进行了分析,纳丽^[10]分析了2008年1月宁夏持续阴雪低温天气气候背景和影响因子,以上分析主要从气候角度分析环流背景、海温、积雪因素,短期预报考虑较少。陇东黄土高原地处西北地区东部,冬季降雪少,本文针对2008年1月中下旬陇东异常低温降雪天气,利用NCEP/NCAR 大气环流资料和MICAPS 资料分析了环流形势,物理量诊断特征等,为黄土高原冬季异常降雪和低温预报预测提供参考。

1 天气实况

受西伯利亚持续东移南下冷空气和高原西南气

收稿日期:2011-07-04;改回日期:2011-09-21

作者简介:吴爱敏(1967-),女,河南温县人,高级工程师,主要从事中短期天气预报服务。E-mail:qxjwam@sohu.com

流共同影响,2008年1月中下旬我国中东部出现了罕见的低温雨雪冰冻天气,对电力、交通、农林业等造成了非常大的影响和损失。2008年1月中下旬陇东黄土高原持续20多d的阴雪低温天气,各地降雪量比历年偏多2~6倍,超过0.1mm的降雪日数达8~15d。其中1月中旬降雪量为9~17mm,是历年同期的6~13倍,地面形成9~17cm的积雪。大部分地方降雪量超过有气象记录以来的最大值,黄土高原上的庆阳市西峰区总降雪量创1948年以

来历史同期极值,为近60a罕见(图1)。

伴随降雪过程,从1月中旬开始,温度持续下降,平均气温由1月上旬比历年同期偏高1~2℃,到中旬大部分地方温度偏低0.6~2.5℃,下旬偏低5~9℃,23~24日、28~31日各地最低气温达到-24.9~-17.6℃,是2008年冬季气温最低的2个时段。2008年1月平均气温比历年同期偏低1~3℃,是1977年以来近30a最低,其中陇东北部环县、华池是1957年有气象记录以来最低,创1月极端最低值。

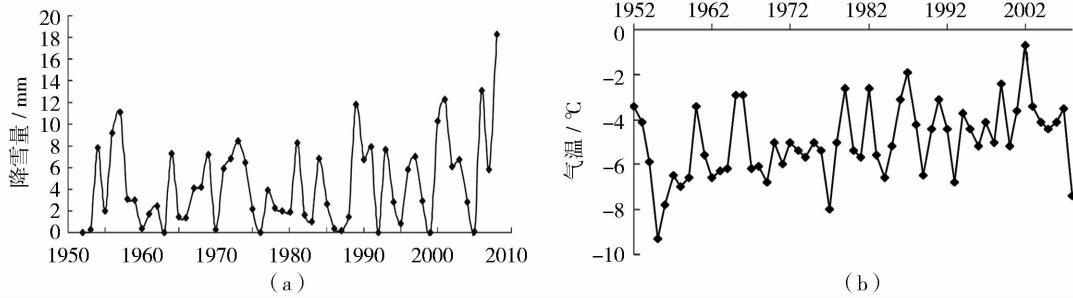


图1 西峰1月降雪量(a)和气温(b)演变图

Fig. 1 The snow fall(a) and temperature(b) evolution in January in Xifeng of Gansu Province

2 天气气候诊断

2.1 500 hPa 高度及距平场

图2为2008年1月中下旬500 hPa北半球欧亚(30°~180°E,5°~75°N,下同)平均高度场及距平场分布,中高纬为1脊1槽型,中纬度以纬向环流为主,中亚为槽区。反映在高度距平场上,110°E为界,以西北正南负,以东相反为北负南正,有4个距平中心,西伯利亚和中国东部沿海为正,青藏高原西部和堪察加半岛为负,其中西伯利亚有160 gpm中心,青藏高

原西部有-80 gpm的中心,这种距平场分布一直达200 hPa,4个距平中心表现更强,到100 hPa 堪察加半岛的负距平中心最强,负距平向西南伸展到中国西北及青藏高原西部。说明2008年1月中下旬西伯利亚脊强盛,青藏高原西部低槽区和中国东部弱脊维持,东亚大槽主力偏北,与往年较常见的冬季中国大陆处于东亚槽后新疆脊前西北气流控制的形势差异较大^[11],冷空气沿西伯利亚脊前不断南下,配合中亚低槽的东移,青藏高原槽区维持,南支气流强,有利于西南暖湿气流输送,持续时间长,影响范围大。

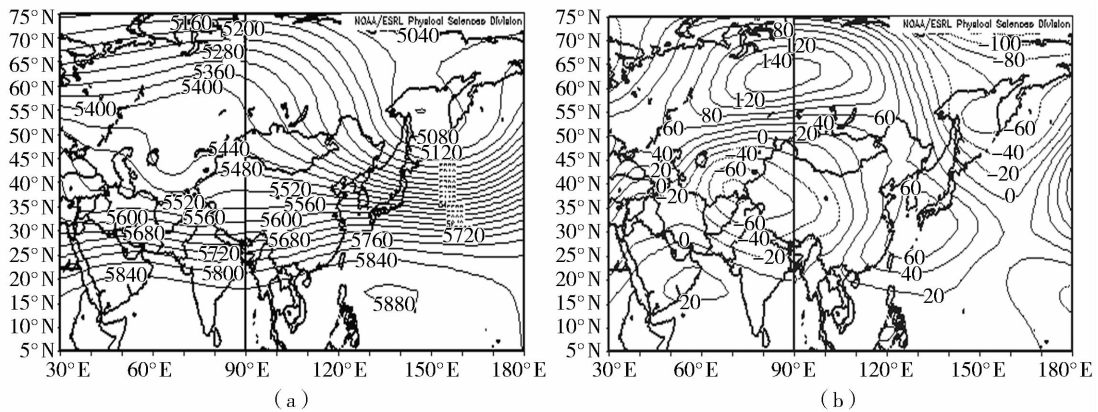


图2 2008年1月中下旬北半球欧亚500 hPa高度场(a)和距平场(b)

Fig. 2 The 500 hPa geopotential height composition mean field(a) and its anomaly field (1958 - 1995 climatology) (b) of Europe and Asia from January 10 to 31 of 2008

2.2 温度距平场分布及温度平流

2008 年 1 月中下旬 500 hPa 温度距平场(图 3),中高纬与高度距平场相近,有 4 个中心,正中心分别位于西伯利亚和日本,最大为 5 °C,负中心分别位于巴尔喀什湖南部和堪察加半岛,最大为 -6 °C。另外低纬也有 2 个中心,强度较弱,正中心位于巴基斯坦和印度,负中心位于太平洋中部。一方面冷空气沿西伯利亚脊前从堪察加半岛南下,并向西向南扩展,另一方面中亚冷空气强盛不断东移,同时印度和日本暖湿气流也较强。巴尔喀什湖南部的强负距平中心说明控制中亚、中国北方大部和西北地区的冷气团远比历年强盛活跃,而且持续时间长。低层 700 hPa 温度距平场与 500 hPa 相近,中亚的负距平中心达 -7 °C,比 500 hPa 更强,范围更大,陇东黄土高原处于负距平控制中。

2008 年 1 月中下旬陇东黄土高原 500 hPa 温度

平流在 15 日和 22 日有 $-12 \times 10^{-5} \text{ °C} \cdot \text{s}^{-1}$ 中心,28 日有 $-16 \times 10^{-5} \text{ °C} \cdot \text{s}^{-1}$ 中心,500 hPa 总温度平流在 16 日有 $-20 \times 10^{-5} \text{ °C} \cdot \text{s}^{-1}$ 中心,21 ~ 22 日有 $-20 \times 10^{-5} \text{ °C} \cdot \text{s}^{-1}$ 中心,28 日有 $-16 \times 10^{-5} \text{ °C} \cdot \text{s}^{-1}$ 中心。700 hPa 总温度平流在 14 日和 22 日有 $-8 \times 10^{-5} \text{ °C} \cdot \text{s}^{-1}$ 中心。与高空温度平流对应,23 ~ 24 日,28 ~ 31 日陇东降温幅度最大,出现最低气温 -15 °C 以下的最冷时段。近 35 a 来的气温资料分析发现,在全球气候变暖的大背景下,陇东平均气温随年代呈明显增加趋势,年平均气温上升幅度为 0.0528 °C/a,且以冬春季增幅最大^[12],2008 年 1 月中下旬出现持续的强冷温度平流是近 30 a 少有的,高低空强降温,陇东的北部创造有气象记录以来最低气温极值。

2.3 700 hPa 湿度场

图 4 为 1 月中下旬 700 hPa 相对湿度及距平场,

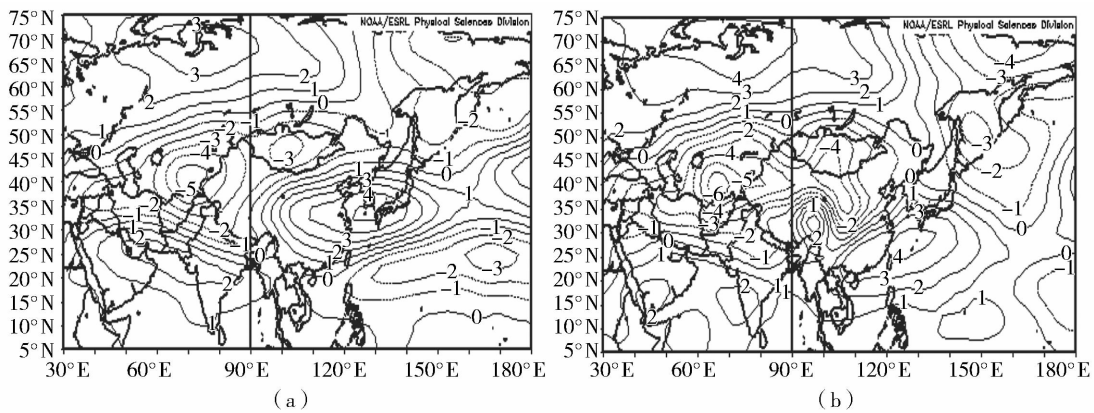


图 3 2008 年 1 月中下旬北半球欧亚 500 hPa(a) 和 700 hPa(b) 温度距平场

Fig. 3 The 500 hPa(a) and 700 hPa(b) temperature composition anomaly field over Europe and Asia from January 10 to 31 in 2008

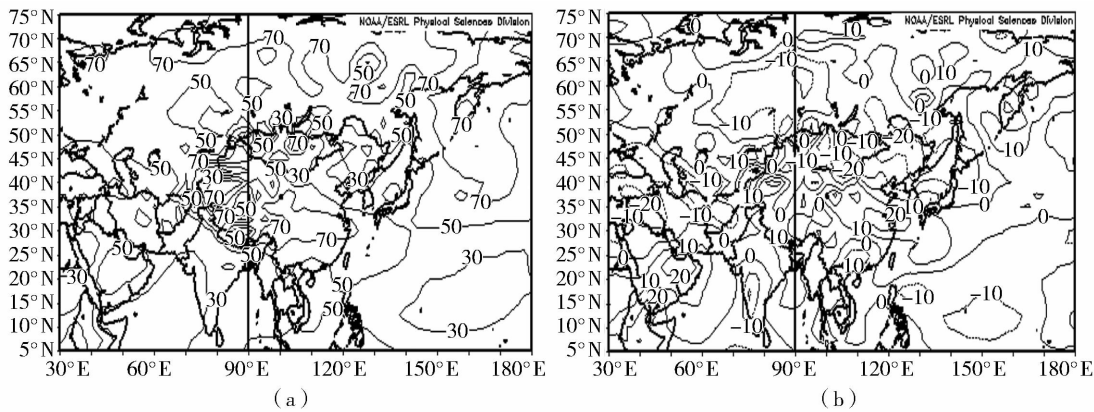


图 4 2008 年 1 月中下旬北半球欧亚 700 hPa 相对湿度(a)及距平场(b)

Fig. 4 The 700 hPa relative humidity composite mean field(a) and its anomaly(b) over Europe and Asia from January 10 to 31 in 2008

连续20多d $95^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{E}$, $25^{\circ} \sim 37^{\circ} \text{N}$ 平均相对湿度达到70%以上,除我国东北、新疆北部、广东为负距平外,我国大部为正距平,西北地区东部及华北呈带状分布的大值中心,最大距平中心超过30%,陇东位于大值中心,湿度条件明显好于历年,比平均值高30%以上,1月10~27日700 hPa相对湿度超过80%,中南部地方甚至达到90%,主要降雪时段11~13日、19~21日、25~27日前期及降雪期间维持90%的相对湿度大值中心(图略)。500 hPa相对湿度也在70%以上降雪时段也达到了90%(图略),这在冬季降水稀少的陇东是非常少见的。冬季出现明显的降雪过程时,700 hPa相对湿度也能达到90%,通常持续1~2d,最长3~5d,2008年1月中下旬连续20多d从低层到高层湿度超过80%以上是非常罕见的。湿度条件好,配合冷气团的持续南下,陇东连续出现3次中到大雪天气过程,降雪时段集中,累积降雪量大。

2.4 700 hPa 风场、水汽通量和水汽通量散度场

阴雪期间,700 hPa 风场分析表明(图5),河西

走廊—东北为西北气流,青藏高原西南风伸展至 35°N ,最大风速 20 m/s , $98^{\circ} \sim 110^{\circ} \text{E}$, $35^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$ 存在明显的切变。表现在距平场上,我国 $40^{\circ} \sim 50^{\circ} \text{N}$ 存在异常强的东风气流,孟加拉湾西南气流向北一直延伸至陇东黄土高原,与从南海北上的东南风在 $30^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$ 形成明显的切变。

分析阴雪期间700 hPa水汽通量,主要降雪时段前期10日20时、18日08时、20日08时陇东黄土高原存在 $2.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的大值中心,23~28日大值中心维持在长江及以南流域,陇东黄土高原为 $2 \sim 4.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。700 hPa水汽通量散度分析表明,辐合大值中心位于 30°N 以南,主要降雪时段10日20时至13日20时、18日20时至19日08时、26日20时陇东存在 $-4 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 的中心。在降雪期间低层存在水汽输送和水汽辐合,但冬季降雪时段水汽通量及散度明显小于秋季,比秋季连续阴雨过程和强降水时均小1倍至1个量级。

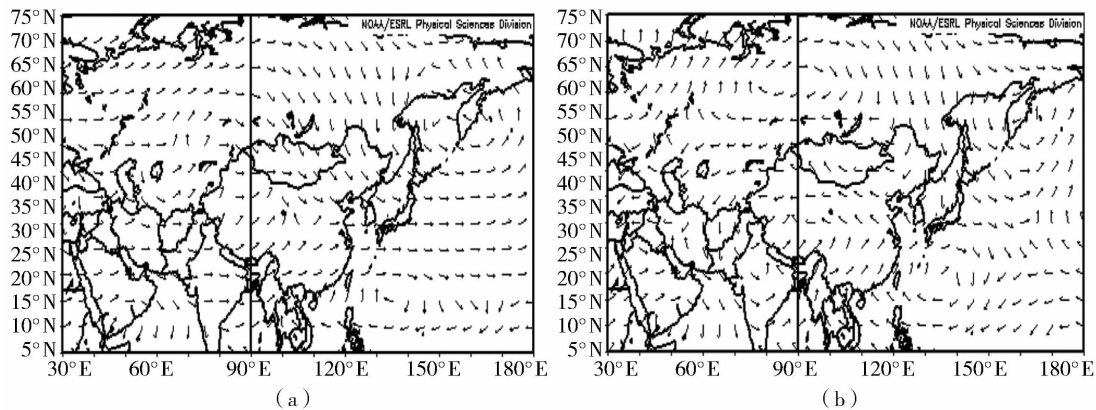


图5 2008年1月中下旬北半球欧亚700 hPa风场(a)和距平场(b)

Fig. 5 The 700 hPa wind composite mean field(a) and its anomaly(b) over Europe and Asia from January 10 to 31 in 2008

2.5 散度与涡度

2008年1月中下旬主要降雪时段散度和涡度场特征较明显,有弱对流发展,在700~500 hPa散度场表现为辐合,200 hPa表现为辐散,其中11日、26日700 hPa陇东位于辐合中心(图略),中心值达 $-12 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$,500 hPa上11~12日为 $-8 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 的辐合中心,17日中心为 $-16 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$,27日达 $-20 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$,200 hPa在11~12日、18~20日、27日处于 $8 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 、 $12 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 、 $7 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 的辐散区。低层辐合高层辐

散,有利于上升运动。对应时段700~200 hPa涡度场为一致的正涡度区,700~500 hPa在12日、19日、25日有正涡度中心,25日最大为 $30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$;200 hPa正涡度中心在15日、22日、26日最大,为 $50 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,最大中心出现时间比700~500 hPa滞后,低层到高层的正涡度有利于上升运动发展。散度和涡度分析说明主要降雪时段700~500 hPa辐合好,有利于中低层水汽汇聚,并且在降雪过程中有弱的上升运动,加大了降雪强度。

3 结 论

(1)2008 年 1 月中下旬陇东黄土高原降雪近 60 a 罕见,气温最低近 30 a 少有,低温持续时间之长也是有气象记录以来罕见。

(2)2008 年 1 月中下旬西伯利亚脊强盛,青藏高原西部低槽区和中国东部弱脊维持,东亚大槽主力偏北,青藏高原南支气流强,西南暖湿气流持续时间长。

(3)500 hPa 温度距平场反映控制中亚、中国北方大部 and 西北地区的冷气团远比历年强盛活跃,700 hPa 温度距平场中亚的负距平中心更强,陇东黄土高原处于负距平控制中,北部降温最强。

(4)11~13 日、19~21 日、25~27 日主要降雪时段前期及降雪期间 700 hPa 相对湿度维持 90% 的中心,比历年同期高 30% 以上,在冬季是较少见的。

(5)700 hPa 风场在 98°~110°E、35°~40°N 存在明显的切变,距平场上,孟加拉湾西南气流与从南海北上的东南风在 30°~40°N 形成明显的切变。水汽通量和散度分析表明,降雪期间低层存在水汽输送和辐合,但比秋季降水时均小 1 倍至 1 个量级。

(6)主要降雪时段 700~500 hPa 散度场表现为辐合,200 hPa 表现为辐散;700~200 hPa 涡度场表现为正涡度区,在降雪过程中有弱的上升运动。

参考文献:

- [1] 王凌,高歌,张强,等. 2008 年 1 月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析 I 气候特征和影响评估[J]. 气象, 2008, 34(4):95-100.
- [2] 高辉,陈丽娟,贾小龙,等. 2008 年 1 月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析 II 成因分析[J]. 气象, 2008, 34(4):101-106.
- [3] 陈海山,朱伟军,邓自旺,李春. 江苏冬季气温的年代际变化及其背景场分析[J]. 南京气象学院学报,2004,21(4):425-430.
- [4] 陈海山,孙照渤. 一个反映中国冬季气温异常的指标—东亚区域西风指数[J]. 南京气象学院学报, 2001,18(4):468-474.
- [5] 李勇,何金海,姜爱军等. 冬季西太平洋遥相关型的环流结构特征及其与我国冬季气温和降水的关系[J]. 气象科学, 2007, 23(2):175-180.
- [6] 陶健红,张新荣,张铁军,等. WRF 模式对一次河西暴雪的数值模拟分析[J]. 高原气象, 2008,28(1):112-118.
- [7] 陈少勇,乔立,林纾,等. 中国西部 OLR 与秋季降水的关系[J]. 干旱气象,2011,29(1):1-9.
- [8] 狄潇泓,王小勇,张培燕. 西北地区一次罕见的秋季连阴雨特征分析[J]. 干旱气象, 2009,27(4):358-361.
- [9] 黄慧君,李庆红,高月忠. 2008 年云南省秋季连阴雨天气的环流及水汽特征分析[J]. 干旱气象, 2009,27(3):207-212.
- [10] 纳丽,郑广芬,杨建玲. 2008 年 1 月宁夏持续降雪低温极端天气气候背景及影响因子[J]. 干旱气象, 2010,28(2):202-211.
- [11] 白肇焯. 中国西北天气[M]. 北京:气象出版社,1988. 139-143.
- [12] 段金省. 气候变暖对陇东塬区冬小麦成熟期的影响与适宜收获期预报[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(1):77-81.

Analysis of an Unusual Snowy and Low Temperature Weather Event Occurred in 2008 in the Eastern Region of Gansu Province

WU Aimin

(Qingyang Meteorological Bureau of Gansu Province, Qingyang 745000, China)

Abstract: By using NCEP/NCAR data, this paper analyzed the circulation background and the physical quantity characteristic of the rare snowy and low temperature weather event occurred on January 10 to 31 in 2008 in eastern region of Gansu province. The results indicated that during this weather process, the Siberia ridge was powerful, the trough in the west Qinghai-Tibet Plateau and the weak ridge in East China persisted, with the abnormally northerly location of East Asian trough and the strong south branch jet stream in Qinghai-Tibet plateau, the cold air mass was active which controlled the middle of Asia and the North China and Northwest China. The temperature at the level of 700 hPa decreased strongly. The center of 700 hPa relative humidity positive anomaly was located in the eastern of Northwest China, and 500 hPa relative humidity was more than 70%. The 700 hPa wind had obvious shear in the range of 98°-110°E and 35°-40°N. There was transfer and convergence of moisture at the lower level during the period of snow falling, but smaller than that of autumn precipitation. The vorticity was positive from 700 to 200 hPa.

Key words: the rare snowfall; low temperature; synoptic and climatic analysis