

文章编号: 1006-4354 (2012) 05-0007-06

2011 年冬季陕西两次降雪过程对比分析

王 丹¹, 高红燕¹, 黄少妮²

(1. 陕西省气象服务中心, 西安 710014; 2. 陕西省气象台, 西安 710014)

摘 要: 对 2011 年冬季陕西两次降雪过程的环流形势和物理量特征对比分析, 研究表明: 2012 年 1 月 19—21 日稳定的乌拉尔山阻塞形势为陕西降雪提供了充分的冷空气条件, 2012 年 2 月 23—25 日降雪冷空气来自我国西北地区的弱高压脊前输送, 这是引起两次降雪过程强度差异的主要原因; 两次降雪过程都有 700 hPa 西南气流和 850 hPa 偏东气流两条水汽输送通道以及明显的大气垂直上升运动, 其中, 1 月 19—21 日 850 hPa 偏东干冷空气与西南暖湿气流相遇形成切变辐合, 且对暖湿空气有很好的抬升作用, 促进了大到暴雪天气的发生; 2 月 23—25 日 850 hPa 偏东气流位置偏南, 使得水汽难以在陕西境内汇聚, 大气湿度层浅薄, 不利于降雪强度的增大。另外, 高、低空急流耦合作用下的低空辐合、高空辐散的高低空配置以及 850 hPa 西北干冷空气、偏东暖湿空气和东北冷湿气流在延安南部和关中西部地区交汇, 为 1 月 20—21 日大到暴雪提供了较好的动力条件; 850 hPa 相对湿度大于 90% 的高湿区对大到暴雪落区有很好的指示意义。

关键词: 降雪; 冷空气; 水汽输送条件; 动力条件; 陕西

中图分类号: P458.121

文献标识码: A

我国气象工作者对降雪的环流背景和影响因子等方面的研究已有了很大进展^[1-8], 陕西气象工作者对陕西冬季降雪也做了一些分析和研究^[9-17]。例如, 王川等^[9]对陕西 54 年连阴雪天气气候概况及特征做了详尽的分析, 建立了陕西省连阴雪天气资料库; 方建刚等^[10]总结了异常低温阴雪天气发生发展的环流特征, 为天气预报提供了有益的预报思路; 郭大梅等^[11]分析了陕西中部一次局地暴雪天气过程, 探讨了暴雪天气的内部结构和形成机理。2011 年冬季, 直到 2012 年 1 月 19 日春节前夕, 才迎来入冬以来全省范围的首场雪, 2 月 23 日再次降雪, 但是这两次过程降雪强度有很大差异。通过对这两次降雪过程的比较分析, 研究陕西冬季降雪的环流形势和物理量特征, 对陕西冬季降雪预报具有参考意义。

1 资料

所用数据资料包括: (1) 陕西 08—08 时自动站降水资料; (2) MICAPS 高空资料; (3)

NCEP/NCAR 再分析位势高度场、 u/v 风场、垂直速度、相对湿度和比湿日平均资料, 资料精度为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。资料选取时间为 2012 年 1 月 19—21 日和 2 月 23—25 日。

2 天气实况

1 月 19—21 日, 陕西省出现了一次明显的降雪过程。19 日, 全省普降 2 mm 以下小雪。20 日, 关中和延安南部降雪明显增强, 其中, 延安南部和关中西部大部分地方出现了 5 mm 以上降雪, 宝鸡市和长武站达到 10 mm 以上暴雪量级。21 日, 降雪过程减弱, 关中西部部分地方继续出现 5 mm 以上降雪, 岐山和眉县站为暴雪, 与前一天相比, 大到暴雪落区向东南方向移动, 另外, 陕北北部天气开始转晴。

2 月 23—25 日, 陕西出现了一次强度较弱的降水过程, 降水日主要出现在 23 和 25 日, 陕北以小雪为主, 关中、陕南为小雨或雨夹雪, 降水量在 1~2.5 mm。

收稿日期: 2012-04-09

作者简介: 王丹 (1986—), 女, 陕西渭南人, 硕士, 助理工程师, 从事气象服务工作。

基金项目: 陕西省气象局 2010 研究型业务重点项目 (项目编号 2010Z-2)

3 500 hPa 环流形势

500 hPa 高空冷空气条件对陕西降雪有重要影响,从图 1 来看,1 月 19—21 日,中高纬度乌拉尔山阻塞高压、贝加尔湖切断低压和贝加尔湖—巴尔喀什湖—里海一线横槽稳定维持,为陕

西降雪提供了充分的冷空气输送条件。阻塞高压脊前大量冷空气堆积南下,在贝加尔湖—巴尔喀什湖—里海一线形成横槽,横槽南压至我国新疆地区,横槽底部小股冷空气不断以小波的形式分裂出去,到达陕西境内,切断低压中心位于黑龙江

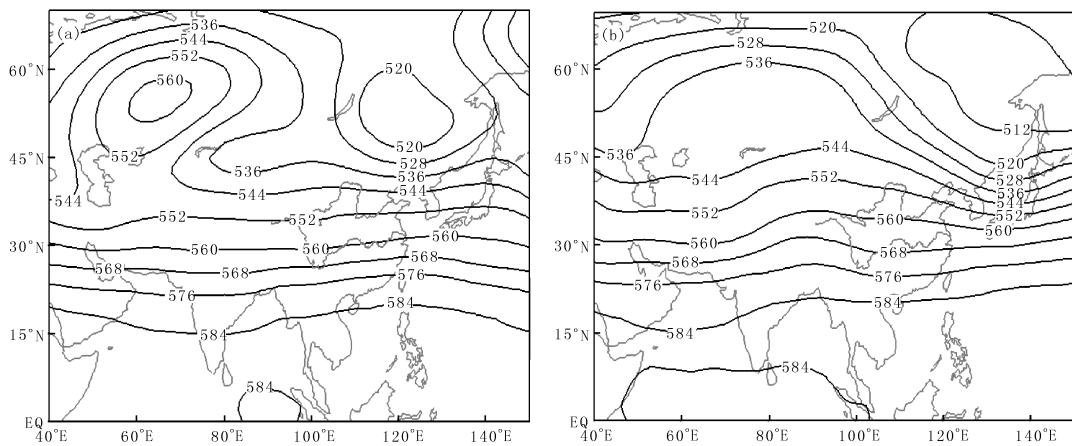


图 1 2012-01-19—21 (a) 和 2012-02-23—25 (b) 500 hPa 平均高度场 (单位: dagpm)

北部,在我国北方地区形成明显的锋区。相比之下,2 月 23—25 日降雪的冷空气条件偏弱,乌拉尔山附近没有建立阻塞形势,120°E 附近虽然有切断低压生成,但是位置偏东,我国西北地区有一弱高压脊,脊前弱冷空气输送至陕西境内。

4 水汽输送条件

充沛的水汽条件对大降雪天气的形成与否具有重要作用^[12],700 hPa 明显一致的西南气流和 850 hPa 一致的偏东风是形成陕西大降雪的有利条件,但是否有高空冷空气与之配合却是影响降雪强度的重要因素^[13-14]。从图 2 来看,两次降雪过程都有西南气流和偏东气流两条水汽输送通道,但是受高空冷空气影响,降雪水汽条件存在显著差异。

1 月 19—21 日,700 hPa (图 2a),南海和阿拉伯海的水汽输送至孟加拉湾,再由西南气流将孟加拉湾的水汽输送至陕西,与南下的偏西北冷空气在此交汇。850 hPa (图 2b),35°N 附近,偏东气流将黄、渤海的水汽输送至陕西,当地的水汽通量在 1~4 g/(hPa·cm·s),大于 700

hPa 的水汽通量,同时,源自孟加拉湾的西南气流仍然较为强盛,水汽输送途中与偏东气流交汇。偏东冷空气自东北南下回流到陕西虽途经渤海但仍较干,它对暖湿气流的抬升作用以及与西南暖湿气流的切变辐合,是促进降雪增大的关键。这两条水汽通道为陕西降雪提供了适宜的水汽条件,如图 3a 所示,1 000~600 hPa,关中、陕南的相对湿度为 85%~90%,陕北为 75%~85%。

2 月 23—25 日,偏西气流和偏东气流的水汽通量值较 1 月 19—21 日降雪过程偏弱,降雪的湿度条件不充分,如图 3b 所示,仅 700 hPa 附近关中、陕南的相对湿度大于 75%。700 hPa (图 2c),来自阿拉伯海的西南气流经印度到达中国,然后转为强的西南偏西气流向陕西输送,因南下冷空气偏弱且位置偏东、偏北,使水汽没有在陕西堆积,而是经陕北并继续北上。850 hPa (图 2d),偏东气流较 1 月 19—21 日过程略偏南,与西南气流在四川、重庆、湖北等地区交汇。

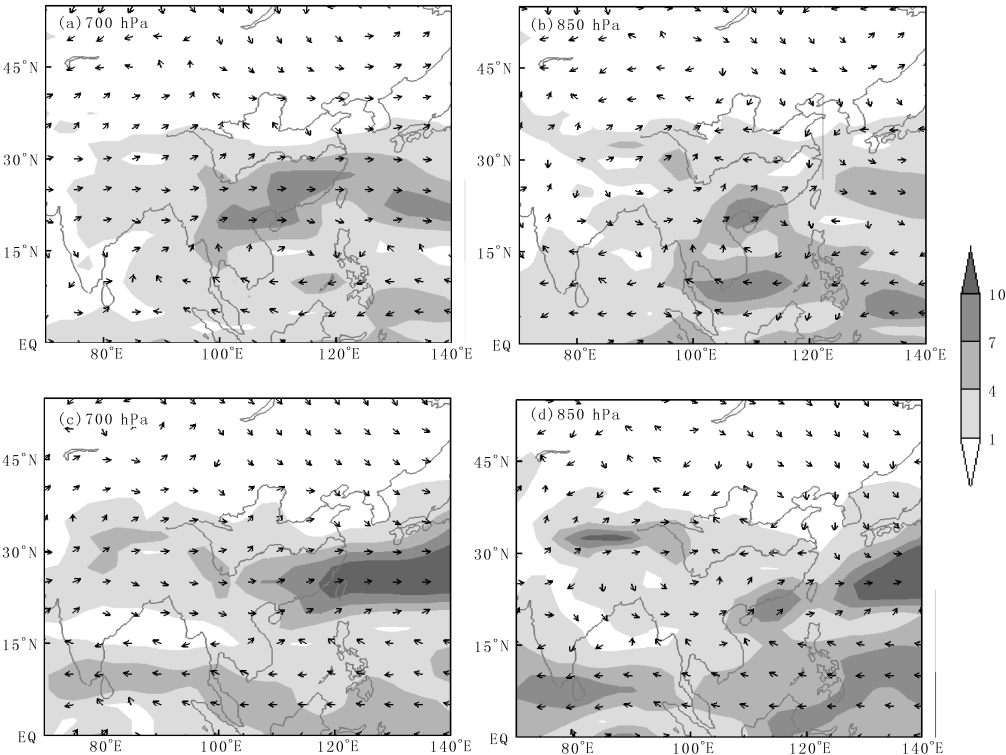


图 2 2012-01-19—21 (a, b) 和 2012-02-23—25 (c, d) 700 hPa 和 850 hPa 平均水汽通量 (阴影表征水汽通量大小, 风矢量表征水汽通量方向, 单位: $\text{g}/(\text{hPa} \cdot \text{cm} \cdot \text{s})$)

5 低层辐合条件

如图 3 所示, 两次降雪过程在 1 000~300 hPa 有明显的垂直上升运动, 为降雪的发生发展提供了动力机制。1 月 19—21 日, 关中地区辐合上升中心位于 500 hPa 附近, 中心强度为 -0.09 Pa/s , 相比之下, 陕北地区上升运动条件偏弱, 中心强度为 -0.10 Pa/s , 但是中心位置在 925 hPa 近地面层附近。这与 35°N 附近低层偏东风对暖湿气流的拦截和抬升作用, 促进了上

升运动的产生和维持有关^[10]。2 月 23—25 日, 低层偏东气流较 1 月 19—21 日的降雪过程位置偏南, 辐合上升中心向南移动, 位于 32°N 和 35°N 两个强度为 -0.09 Pa/s 的辐合上升中心分别出现在 650 hPa 和 925 hPa 附近。

6 1 月 20—21 日大到暴雪日分析

1 月 20—21 日, 延安南部和关中西部出现了大到暴雪天气。从图 4 来看, 1 月 20—21 日, 700 hPa 明显一致的西南气流携带大量水汽北上, 在

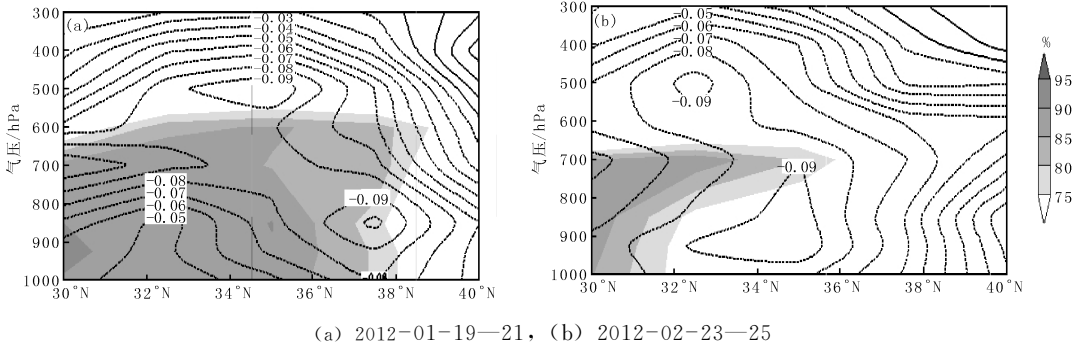


图 3 垂直速度 (等值线, 单位: Pa/s) 和相对湿度 (阴影区) $105^\circ\text{E}\sim112.5^\circ\text{E}$ 经向平均纬向垂直剖面图

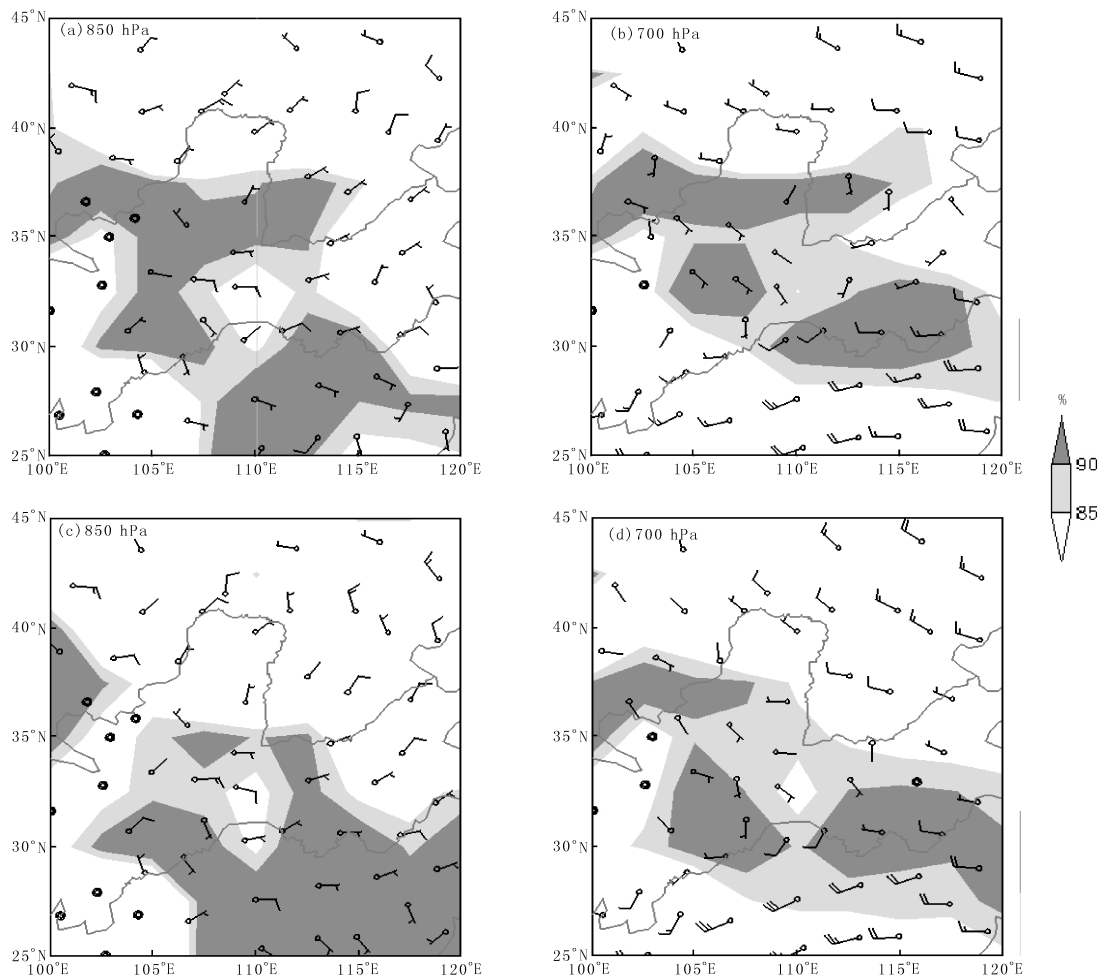


图4 2012-01-20 (a, b) 和 2012-01-21 (c, d) 08 时 850 hPa、700 hPa 风场和相对湿度场

关中、陕南地区转为东南气流,形成明显的气旋辐合环流,850 hPa 相同位置处也有明显的气旋辐合环流,可见这一低层辐合系统较为深厚。此外,850 hPa 有三股不同性质的气流在延安南部和关中西部地区交汇辐合,分别是西北方向的干冷空气、偏东方向的暖湿空气和东北方向的冷湿气流,为大到暴雪天气的产生提供了较好的辐合条件,这一环流形势与 2006 年 1 月 3—5 日陕西中部局地暴雪天气相似^[11]。850 hPa 的偏东气流和东北气流可能是形成大到暴雪天气的重要条件,20 日延安南部和关中西部 850 hPa 出现相对湿度大于 90% 的高湿区,21 日高湿区范围缩小至关中西部地区,与大到暴雪落区相对应,而 700 hPa 高湿区与大到暴雪天气无对应关系。同时,来自东北方向的冷湿气流相较于干^[17],它

代表了河套东部冷空气^[9],与暖湿气流在关中西部相遇形成切变辐合。

陕西连阴雪天气期间高空西风急流基本在 25°N~35°N 稳定建立^[9],从图 5 来看,1 月 20—21 日,200 hPa,风速大于 30 m/s 的高空西风急流向南延伸到 22°N 附近,急流轴在 30°N~35°N 之间。700 hPa,风速大于 12 m/s 的西南低空急流位于 20°N~30°N,中心最大风速大于 20 m/s。大到暴雪发生在高空急流入口区右侧强辐散区与低空西南急流左侧强辐合区相叠加区域。20 日,高空西风急流轴位于陕北南部和关中部地区,21 日南压至关中南部地区,使得高空辐散中心南移,在此期间低空急流带一直位于 20°N~30°N。因此,1 月 20—21 日大到暴雪落区的演变与高空急流带的南北移动密切相关。

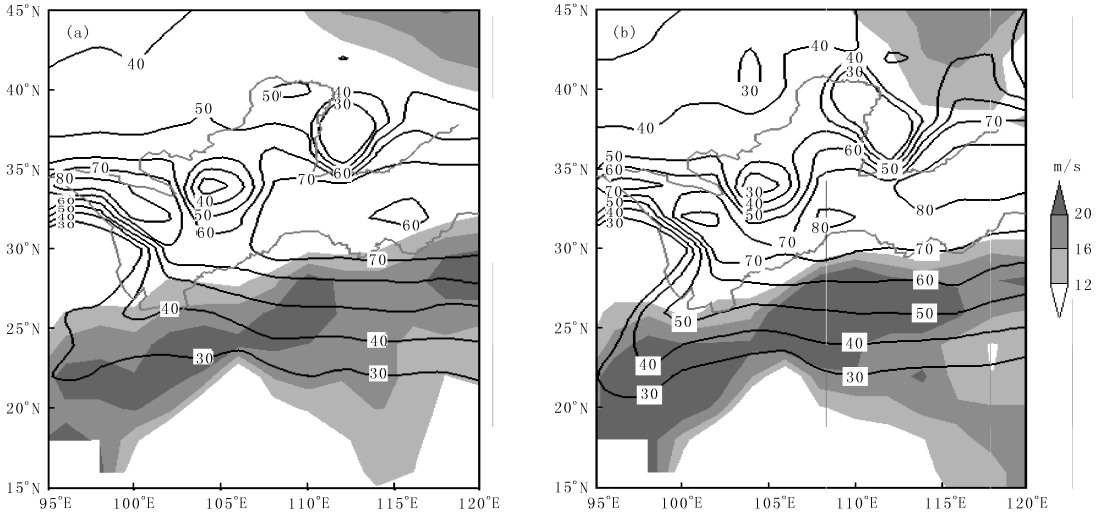


图5 2012-01-20 (a) 和 2012-01-21 (b) 08 时 700 hPa (阴影) 低空急流和 200 hPa (等值线) 高空急流 (单位: m/s)

从以上分析来看, 充分的水汽输送条件和高、低空急流耦合作用下的低空辐合、高空辐散的动力条件是形成 1 月 20—21 日大到暴雪天气的重要原因。850 hPa 西北干冷空气、偏东暖湿空气和东北冷湿气流在延安南部和关中西部地区交汇为大到暴雪提供了较好的环境条件, 其中, 偏东暖湿空气和东北冷湿气流是降雪增大的关键。850 hPa 相对湿度大于 90% 的高湿区对大到暴雪落区有很好的指示意义。

7 小结

7.1 500 hPa, 1 月 19—21 日中高纬度乌拉尔山阻塞高压、贝加尔湖切断低压和贝加尔湖—巴尔喀什湖—里海一线横槽稳定维持, 为陕西降雪提供了充分的冷空气输送条件, 2 月 23—25 日陕西降雪的冷空气来自我国西北地区的弱高压脊前输送, 这是引起两次降雪强度差异的主要原因。

7.2 1 月 19—21 日和 2 月 23—25 日两次降雪过程都有 700 hPa 西南气流和 850 hPa 偏东气流两条水汽输送通道, 其中, 偏东冷空气自东南南下回流到陕西虽途经渤海但仍较干, 它对暖湿气流的抬升作用以及与西南暖湿气流的切变辐合, 是促进降雪增大的关键。后一次降雪过程高空冷空气偏弱, 并且 850 hPa 偏东气流偏南, 使得水汽难以在陕西境内汇聚, 不利于降雪强度的增大。

7.3 两次降雪过程都有明显的大气垂直上升运

动, 这是形成降雪的基本动力条件。同时, 1 月 19—21 日降雪过程有深厚的湿度层与之配合, 2 月 23—25 日降雪过程的湿度层浅薄, 使得两次过程降水量差异较大。

7.4 充分的水汽输送条件和高、低空急流耦合作用下的低空辐合、高空辐散的动力条件是形成 1 月 20—21 日大到暴雪天气的重要原因。850 hPa 西北干冷空气、偏东暖湿空气和东北冷湿气流在延安南部和关中西部地区交汇为大到暴雪提供了较好的环境条件, 其中, 偏东暖湿空气和东北冷湿气流是降雪增大的关键。850 hPa 相对湿度大于 90% 的高湿区对大到暴雪落区有很好的指示意义。

参考文献:

- [1] 孙仲毅, 王军, 靳冰凌, 等. 河南省北部一次暴雪天气过程诊断分析 [J]. 高原气象, 2010, 29 (5): 1338-1344.
- [2] 赵桂香. 一次回流与倒槽共同作用产生的暴雪天气分析 [J]. 气象, 2007, 33 (11): 41-48.
- [3] 张俊岚, 刘勇达, 杨柳, 等. 2008 年初南疆持续性降雪天气过程水汽条件分析 [J]. 气象, 2009, 35 (11): 55-63.
- [4] 刘惠云, 崔彩霞, 李如琦. 新疆北部一次持续暴雪天气过程分析 [J]. 干旱区研究, 2011, 28 (2): 282-287.

文章编号: 1006-4354 (2012) 05-0012-06

渭河流域 2011 年 9 月 16—19 日 致洪暴雨诊断分析

沈姣姣, 徐 虹, 李建科, 高红燕

(陕西省气象服务中心, 西安 710014)

摘 要: 利用常规气象观测资料、NCEP/NCAR ($1^{\circ} \times 1^{\circ}$) 再分析资料, 对 2011 年 9 月 16—19 日渭河流域致洪暴雨天气过程诊断分析, 结果发现: 巴湖横槽、乌拉尔山阻塞高压、低涡切变和副热带高压为连续暴雨的产生提供有利的环流天气背景条件。低涡切变的维持为大降水的产生提供了充分的动力抬升条件。低层辐合和高层辐散的有利配置加上旺盛深厚的垂直上升运动, 将低层高温高湿的水汽抽吸到雨区上空。雨区位置随 200 hPa 急流南压而南移, 暴雨区与 850 hPa 偏东急流位置对应较好。巴湖横槽转竖, 引导冷空气大举南下, 预示着持续阴雨天气结束。

关键词: 渭河流域; 致洪暴雨; 诊断分析; 低涡切变

中图分类号: P458.1

文献标识码: A

致洪暴雨是一种严重的灾害性天气, 灾害范围广、损失重。针对陕西连阴雨和暴雨天气, 已经有不少人做过研究。方建刚^[1]和刘慧敏^[2]通过研究发现, 陕西秋季连阴雨的发生发展不仅与副热带

高压的位置和强度有关, 同时也与高低空急流的位置、强度及其耦合情况密切相关。陶诗言^[3]研究表明, 暴雨常常发生在低空急流的左前方。王川等^[4]研究发现, 200 hPa 西风急流的演变和急

收稿日期: 2012-02-18

作者简介: 沈姣姣 (1986—), 女, 山西运城人, 硕士, 助工, 从事公共气象服务工作。

- [5] 周倩, 王式功, 尚可政, 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.
- [6] 杨玮, 何金海, 王佳, 等. “0801 南方雪灾”水汽通量与降水关系的 SVD 分析 [J]. 热带气象学报, 2011, 27 (5): 697-702.
- [7] 施晓晖, 徐祥德, 程兴宏. 2008 年雪灾过程高原上游关键区水汽输送机制及其前兆性“强信号”特征 [J]. 气象学报, 2009, 67 (3): 478-487.
- [8] 侯瑞钦, 张迎新, 范俊红, 等. 2009 年深秋河北省特大暴雪天气成因分析 [J]. 气象, 2011, 37 (11): 1352-1359.
- [9] 王川, 梁生俊, 周丽峰, 等. 近 54 年陕西两次冰雪灾害天气过程对比分析 [J]. 高原气象, 2010, 29 (4): 947-956.
- [10] 方建刚, 肖科丽, 侯建忠, 等. 陕西冬季一次持续低温阴雪的天气动力学分析 [J]. 西北大学学

- 报: 自然科学版, 2010, 40 (6): 1083-1087.
- [11] 郭大梅, 陶建玲, 梁生俊, 等. 陕西中部一次局地暴雪天气过程分析 [J]. 陕西气象, 2008 (1): 36-39.
- [12] 刘海英. 榆林地区降雪天气气候分析 [J]. 陕西气象, 1994 (1): 13-14.
- [13] 段桂兰. 陕西 2004 年初冬一次降雪天气成因分析 [J]. 陕西气象, 2005 (3): 11-13.
- [14] 郭清厉, 孟妙志, 陈卫东. 2006 年 1 月宝鸡强降雪过程综合分析 [J]. 陕西气象, 2006 (6): 30-32.
- [15] 郭大梅, 许新田. 陕西一次降雪天气过程物理量诊断分析 [J]. 陕西气象, 2005 (6): 10-12.
- [16] 孙伟中. 中川机场的降雪分析 [J]. 陕西气象, 1998 (6): 27-28.
- [17] 张迎新, 张守保, 裴玉杰, 等. 2009 年 11 月华北暴雪过程的诊断分析 [J]. 高原气象, 2011, 30 (5): 1204-1212.