

文章编号: 1006-4354 (2008) 04-0013-05

位涡和高空急流在一次强沙尘暴过程中的作用

高维英¹, 李明², 王式功³

(1. 西安市气象局, 西安 710016; 2. 陕西省气象台, 西安 710014;

3. 兰州大学大气科学学院, 兰州 730000)

摘要: 利用高空、地面资料对 2006 年 4 月 9—11 日大范围强沙尘暴天气分析发现: 横槽和高空锋区是沙尘暴的主要影响系统; 地面两路冷锋引起西路和西北路沙尘暴。通过中尺度 GRAPES-MESO 模式数值分析发现: 蒙古气旋后部的位涡下传对气旋的发展有着重要作用, 是引起西路蒙古气旋区爆发大范围沙尘暴的重要因素; 700 hPa 干位涡斜压项正值区的出现和移动变化可作为预报西北路沙尘暴发生的重要指标。高空急流所形成的次级环流和冷锋前次级环流的耦合是西北路沙尘暴形成的重要垂动力条件; 高空急流下的反环流起到动量下传和加强锋区的作用, 是沙尘暴产生的重要动力和热力机制。

关键词: 沙尘暴; 位涡; 高空急流; GRAPES-MESO

中图分类号: P445.4

文献标识码: A

1 沙尘暴过程简述

2006 年 4 月 9—11 日, 受西伯利亚强冷空气和蒙古气旋的共同影响, 我国出现了 2006 年范围最大、强度最强的沙尘暴天气过程, 影响北方 13 个省。4 月 9 日 08 时, 在甘肃西部的敦煌最先出现浮尘, 9 日 11—17 时南疆盆地西部、甘肃西部、内蒙古中部主要以扬沙、浮尘天气为主, 期间蒙古国由西向东出现沙尘暴。9 日 20 时—10 日 05 时南疆盆地和河西走廊沙尘天气开始发展, 逐渐出现沙尘暴并且向东发展, 而蒙古、内蒙中部的沙尘天气开始减弱、消失。10 日 08 时—10 日 20 时在蒙古和内蒙古中部再次产生大范围强沙尘暴、沙尘暴和扬沙天气, 河西走廊沙尘天气继续向东发展, 10 日 14—20 时宁夏北部出现大范围扬沙天气。11 日 02 时陕西开始出现沙尘天气, 14 时以后陕西沙尘天气逐渐减弱消失, 开始产生降水, 至此这次大范围沙尘过程也随之结束。

2 高空、地面形势分析

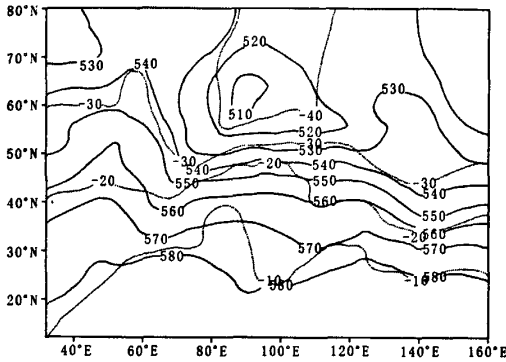
6 日 08 时, 500 hPa 上中高纬度欧亚大陆呈西高东低形势, 乌拉尔山附近为一长波弱脊, 日

本北部和贝加尔湖附近分别为一冷涡, 锋区位于贝加尔湖的西南部, 我国大部位于贝湖冷涡后的西北气流中, 天气晴好, 有利于地面增温^[1] (图略)。20 时乌拉尔山附近的弱脊进一步增强向北伸展, 乌拉尔山附近的弱脊前和贝加尔湖附近的冷涡后有横槽发展 (图略)。7 日 08 时, 锋区增强东移南压至贝加尔湖附近, 横槽进一步发展加深^[2] (图略)。9 日 08 时, 随着横槽的加深南压, 锋区压至 50°N 附近 (图 1), 700 hPa 的形势演变 (图略) 与 500 hPa 相近, 锋区的东移南压较 500 hPa 更为明显。从以上分析可以看出: 横槽和高空锋区是这次沙尘天气的主要高空影响系统。横槽直接诱发了冷空气的入侵, 而冷空气的入侵 (即槽后冷平流) 又加强了槽的斜压性。

从地面图可以看出, 该次沙尘天气发生时, 西伯利亚强冷空气在新疆天山北侧及阿尔泰山西侧堆积, 由于山脉的阻挡, 冷空气分两股东移南下, 形成两路强大的冷锋 (图 2), 由冷锋 I 和锋前蒙古气旋形成西路沙尘暴, 冷锋 I 的冷空气侵入新疆东部和河西走廊, 引起西北路沙尘暴天气

收稿日期: 2008-02-20

作者简介: 高维英 (1972-), 女, 陕西长安人, 硕士, 工程师, 从事天气预报。



实线—高度场, 点线—温度场
图 1 2006-04-09T08 500 hPa 高度温度场

的爆发。西路沙尘暴首先在蒙古西部赛音山达附近发展, 在蒙古中西部强盛, 经巴丹吉林沙漠时引起西路第一次小范围的沙尘暴天气, 随后冷锋 I 越过阿尔泰山、萨彦岭和杭爱山, 强大的冷锋和减弱的蒙古气旋在移经腾格里沙漠、乌兰布和沙漠、库布其沙漠、浑善达克沙地时产生西路第二次沙尘暴天气。

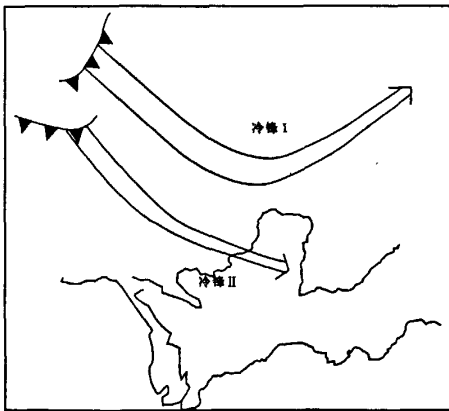


图 2 两路冷锋及移动示意图

3 GRAPES-MESO 模式模拟分析

由于常规观测资料时间和空间分辨率较粗, 而沙尘暴的高发区的站点更为稀疏, 因此利用高时空分辨率的中尺度模式分析此次沙尘暴天气。

位涡剖面图上(图略),高层位涡向南、向下传不明显。分析看出,气旋发展到强盛时,位涡大值区的移动路径是由西北向气旋中心靠近的。对流层高层位涡大值区向东、向下伸展逐渐侵入到对流层中低层气旋后部,使气旋快速加深,地面风速迅速增大,从而引起蒙古气旋区爆发大范围的沙尘暴。

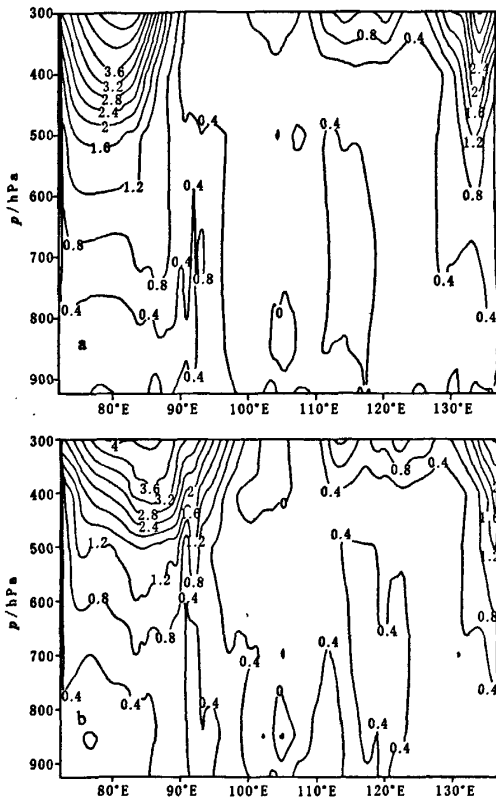


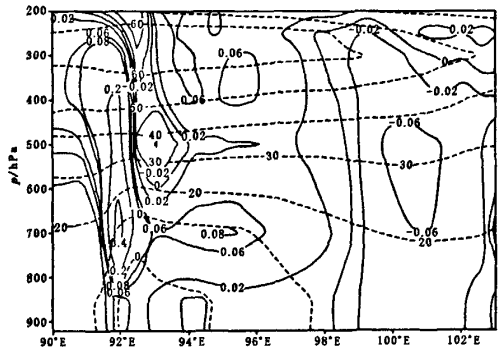
图3 2006-04-09沿49°N的高度—经度位涡剖面图 (a. 14时和b. 20时,单位:PVU)

从各时次和各层次 P_{v2} 的分布来看,整个沙尘发生过程中,西北路沙尘路径上一直有 P_{v2} 负值中心,且500 hPa和700 hPa干位涡斜压项负值中心的移动路径与沙尘暴的移动路径非常相近,负值中心的强弱和沙尘发生的强弱一致。在西北路沙尘路径上,9日20时—10日08时,700 hPa上 P_{v2} 在河西走廊经历了正值区的发展、增强、减弱过程,且 P_{v2} 正值的分布情况和河西走廊

的地形非常相近。 P_{v2} 正值区是低空急流区,正值区的出现和移动变化可作为河西走廊低空急流的示踪, P_{v2} 对西北路沙尘暴的爆发有很好的反映。

3.3 高空急流作用

从实况和模拟来看,此次沙尘暴天气过程中在49°N附近存在一个中心为60~80 m/s高空急流带。为了分析高空急流与沙尘暴的关系,沿急流中心49°N作西风分量与垂直速度的高度—经度剖面图(图4)。



实线—垂直速度; 断线—西风分量

图4 2006-04-09T14沿49°N西风与垂直速度的高度—经度剖面合成图(单位:m/s)

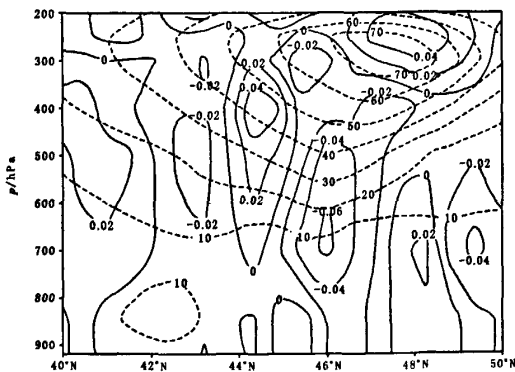
9日14时(图4),在急流中心右侧92°E~98°E有两个较强的上升运动,一个上升运动中心在700 hPa、92°E附近,速度达0.4 m/s,这是冷锋前上升运动与急流下方次级环流上升支相叠加而形成;另一个上升运动中心在700 hPa、95°E附近,最大上升速度为0.08 m/s,这是急流下方次级环流上升支,蒙古气旋的中后部正好处于该区域,出现了西路的强沙尘暴天气。在99°E~106°E,急流中心前方是急流次级环流的下沉支,下沉运动中心在600 hPa,速度中心值为-0.06 m/s,蒙古气旋前部正好处于该区域,抑制了沙尘暴的发生,该阶段沙尘暴出现在蒙古气旋的中后部。9日17—20时(图略),随着高空急流的东移,蒙古气旋前部处于急流中心前方(105°E~110°E),急流下方的次级环流上升支速度增强,最大上升速度中心在700 hPa,中心值为0.12 m/s,蒙古气旋前部出现沙尘暴,而蒙古气旋后部(93°E~105°E)开始处于急流下方次级环流的下沉支中,

沙尘天气开始减弱。

9日23时—10日05时250 hPa高空西风分量图上(图略),急流中心向东移动且中心持续增至80 m/s,30 m/s的等风速线由新疆境内向东南伸展至甘肃西部,高空急流入口区的右侧,由于高空辐散强烈的抽吸作用,引起西北路沙尘天气的爆发。

9日20时—10日11时,沿95°E的u分量场(图略)可以看出,位于46°N~50°N的西风急流中心略向东移动且强度逐渐增强,中心逐渐向南向下伸展。10日02时—10日11时,36°N附近对流层中层西风急流明显增强,对流层锋区加速东移,高层先降温,不仅有利于形成不稳定的大气层结,使上升气流得到维持和加强,而且引起地面减压,有利于地面暖低压的发展。11时600 hPa的西风分量已经到达20 m/s,这期间正是西北路强沙尘天气从开始爆发到强盛的时段。

从10日10时沿急流中心100°E的西风分量与垂直速度高度—纬度剖面合成图(图5)可以看出,高空急流和垂直速度配合很好。47°N附近高空250 hPa有一个西风急流中心。与之相对应的速度场上,分别在43°N、44.5°N、46°N、48.5°N处有上升、下沉(南部)、上升(北部)、下沉的垂直环流。这样在高空急流下方形成了一个北部上升、南部下沉的反环流,环流中心位于急流中



实线—垂直速度; 断线—西风分量

图5 2006-04-10T10沿100°E西风分量与垂直速度高度—纬度剖面图(单位: m/s)

心以南约2~3个纬距,沙尘暴发生在西风急流下方38°N~48°N区域内,在沙尘暴的形成过程中,垂直环流对沙尘暴的动力、热力输送起着重要作用。尤其是高空急流下方的反环流。高空急流下的反环流是与非地转热成风相联系的:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right) = -fk \times V_T, \quad (2)$$

式(2)是热成风平衡式,其中 V_T 表示非地转热成风。由式(2)可知,在急流的下部,流场上的热成风大于温度场上的热成风,即 $V_T > 0$ 时,西风随高度的增加大于南北温差所对应的温度场上的热成风,则 $-fV_T < 0$,从而产生和加强高纬上升、低纬下沉的反环流,所以急流以下的该反环流有两方面作用:一方面调整高低空西风垂直切变,使西风随高度增大的流场切变减小,高层动量向低层传递,使低层风速增大;另一方面,由于北部上升降温,南部下沉增温,导致南北温度梯度增大,锋区增强。两者共同作用使非地转热成风向热成风平衡。平衡过程也是环流加速制造动能的过程。

从分析可以看出高空急流通过下方次级环流的作用,起到提供垂直运动条件、动量下传和加强锋区的作用,高空急流下方的次级环流是这次沙尘暴产生的重要动力和热力机制。

4 小结

4.1 过程发生前欧亚大陆中高纬度形成倒“Ω”流型,横槽和锋区是形成沙尘暴的重要高空系统,蒙古气旋和冷锋是产生沙尘暴的地面系统。

4.2 位于阿尔泰山附近冷锋和锋前蒙古气旋所引起的沙尘暴为西路,天山附近的冷锋所形成的沙尘暴为西北路。

4.3 蒙古气旋后部的位涡下传对气旋的发展有着重要作用,是西路蒙古气旋区爆发大范围的沙尘暴的间接因素。500 hPa和700 hPa P_{V_2} 负值中心的移动路径与西路沙尘暴的移动路径非常相近,负值中心的强弱和沙尘暴发生的强弱一致。700 hPa P_{V_2} 正值区的出现和移动变化可作为河西走廊低空急流的示踪,亦可作为预报西北路沙尘暴发生的重要指标。

4.4 高空急流对该次沙尘暴天气的发生有重要

文章编号: 1006-4354 (2008) 04-0017-04

渭北人工防雹的研究与思考

樊 鹏

(陕西省人工影响天气办公室, 西安 710014)

摘 要: 分析了渭北优势果业区的地理、气象条件, 通过渭北苹果优生区与世界苹果生长最适区气象条件的比较, 渭北苹果生长的 7 项指标均符合世界苹果生长最适区的条件, 是苹果产业发展的最优地区之一。但发源于白于山、子午岭、六盘山、黄龙山等地的冰雹, 对渭北苹果产量和品质造成一定的影响。为了减少冰雹灾害的损失, 在渭北人工防雹基地工程建设的同时, 加强人工防雹科学研究的内容, 从冰雹云预报预警、三维冰雹云模式、雷达探测、决策指挥、空域申请、作业实施、效果评估等方面分别提出了研究和建设内容。

关键词: 人工防雹; 渭北果业区; 工程建设; 研究

中图分类号: P482

文献标识码: A

“渭北优势果业区人工防雹增雨及气象灾害防御体系建设”项目是陕西省防灾减灾体系建设的重要内容, 是进一步发展果业生产、促进区域经济协调发展、建设社会主义新农村的重要举措。该项目已列入陕西省“十一五”发展规划, 从 2008 年开始分期实施, 大约用 5 a 时间建成。这说明人工防雹已从试验研究阶段转化到工程化阶段, 要在工程建设过程中加强试验研究, 才能提高人工防雹的效果, 更好地为果业生产服务, 为经济建设服务。

1 渭北优势果业区概况

陕西渭北是国家认定的中国苹果优势产业带,

苹果种植联片面积世界第一, 苹果品质全国第一, 果品加工能力全国第一, 也是全国最大的绿色果品基地, 全国最大的苹果浓缩果汁基地和浓缩果汁出口基地, 果业已成为全省四大支柱产业之一。2007 年全省苹果面积 48.47 万 hm^2 , 产量达到 701 万 t, 其中渭北洛川、旬邑、白水等 30 个果业基地县苹果面积 4.67 万 hm^2 , 苹果产量 583.7 万 t, 浓缩苹果汁出口 57 万 t, 创汇 6.69 亿美元。

2 渭北果业区气象条件分析

渭北果业种植区有着优越的气象条件, 表 1 给出了渭北苹果优生区与世界苹果生长最适区气象条件的比较, 苹果生长的 7 项指标均符合世界

收稿日期: 2008-05-09

作者简介: 樊鹏 (1951-), 男, 陕西大荔人, 正研级高级工程师, 从事人工影响天气研究。

作用。在沙尘暴爆发期间, 高空急流所形成的次级环流和冷锋前次级环流的耦合是西北路沙尘暴天气产生的重要的垂直动力条件。高空急流以下的反环流的形成与发展起到动量下传和加强锋区的作用, 反环流是沙尘暴产生的重要动力和热力机制。

参考文献:

[1] 王式功, 董光荣, 杨德保, 等. 中国北方地区沙尘暴变化趋势初探 [J]. 自然灾害学报, 1996, 5

(2): 86-94.

- [2] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文. 天气学原理和方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000: 279.
- [3] 赵琳娜, 赵思雄. 一次引发华北和北京沙尘暴天气的快速发展气旋的诊断研究 [J]. 大气科学, 2004, 18 (5): 731-732.
- [4] 刘景涛, 郑新江, 康玲, 等. 蒙古气旋爆发性发展导致强沙尘暴的个例研究 [J]. 气候与环境研究, 2003, 8 (2): 218-229.