

2010年春季两次强沙尘暴过程对比分析

周建秀¹ 张斯莲² 刘志宁² 谷雨³

(1. 阿拉善盟环境监测站 2. 阿拉善盟气象局 3. 内蒙古自治区环境监测中心站)

一、前言

沙尘暴天气是我国的灾害性天气之一,给工农业生产、交通运输、人们生活及生态环境等造成严重的危害。2010年春季,我国北方气温回升较快,地表加热迅速,致使地表层解冻,土壤水分蒸发大,土质疏松,加上冷暖空气的交替出现,不断形成强风天气,为沙尘暴的产生提供了动力。3月19~21日、4月24~25日我国北方出现了两次强沙尘暴过程,其影响范围最广,强度大。3月19~21日(下文简称“3.19”)强沙尘暴天气过程先后累计影响了我国21个省(市、区),不仅影响我国北方,还波及到东部、东南沿海地区。4月24~25日(下文简称“4.24”)出现的沙尘天气过程强度大,局部出现罕见的特强沙尘暴,甘肃民勤县、内蒙古阿拉善右旗最小能见度接近0米;在新疆吐鲁番,风力达到了12级以上,大风持续时间突破了当地有气象记录以来的最长纪录。本文对本两次强沙尘暴天气过程,从环流形势、天气系统及其发生发展过程、物理量场配置等条件进行较详细的分析,为今后沙尘天气的预报、预警提供有效的参考和依据。

二、天气实况比较

“3.19”强沙尘暴天气过程北路路经影响我国,起源于蒙古国西部、南部、沿东南方向移动,累计影响我国21个省(区、市),不仅影响西北、华北地区,还波及到华东地区,其中内蒙古西部及河西走廊一带出现能见度不足500m的强沙尘暴,是2010年范围最大的一次沙尘天气过程。大部沙尘天气影响区未出现明显的降水天气。

“4.24”过程西路路经影响我国,起源于南疆塔里木盆地,沿青藏高原北侧经河西走廊向东传播,主要影响西北、华北部分地区,河西走廊、内蒙古中西部出现强沙尘暴,甘肃民勤、内蒙古阿拉善右旗最小能见度接近0m,瞬间极大风速达到28.0m/s和26.4m/s,本次沙尘天气过程中,西北地区沙尘天气强度大,出现罕见的特强沙尘暴,过程伴有雨雪天气。

三、环流形势对比

“3.19”过程:18日20时500hPa形势场上,欧亚上空为两槽一脊形势,乌拉尔山以东为一

脊一槽,东亚大槽位于日本海至东海北部一带,槽后较平直西风气流上有小波动叠加,副热带高压势力强盛,588位势十米线压至我国华南一带,这样的环流形势增大南北气压、温度梯度从而形成了强锋区。到19日20时,巴湖北部的西风小槽东移并入到极涡尾部,叠加中南半岛北部的南支大槽,引起西风径向发展,巴尔喀什湖到新疆西部受到弱的高压脊控制。同时,副热带高压断裂,西太平洋副高西段位于孟加拉国湾东部,势力依然很强大,从而槽后脊前的锋区进一步加强。此时我国河西走廊、内蒙古西部地区沙尘天气达到最强。20日20时,高压脊移到新疆北部至蒙古国一带。西北太平洋副高维持强势状态。东亚大槽分为两段分别位于东北东部和朝鲜半岛上,此时沙尘天气范围东移到华东地区。

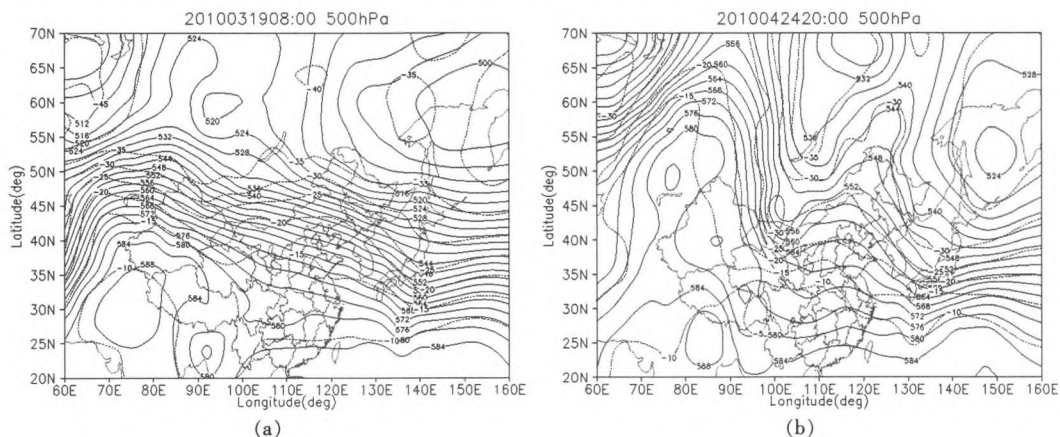


图1 2010年3月19日08时(a)和4月24日20时(b)500hPa环流形势图(虚线—等温线,实线—等高线)

“4.24”过程:23日20时500hPa形势场上,在贝湖以西有狭长的槽区。槽后巴湖、咸海之间有乌山高压脊强烈发展。副高584位势十米线在华南一带。24日08时,新疆北部形成切断低压,其后部有横槽,其西侧乌脊发展强烈。到24日20时,此横槽已经转竖,并影响我国西北地区,致河西走廊至内蒙古西部一带出现特强沙尘暴。25日20时,贝湖长波槽在后方高压脊的压制下逐渐形成切断低涡,巴湖附近高压脊仍较强。

上述分析表明:两次强沙尘暴过程,环流背景及高空影响系统均不同。“3.19”过程纬向型环流(图1a),东亚大槽稳定,槽后脊前南北气压、温度梯度大,形成强锋区,在这样环流背景下蒙古国东部至我国河套一带有高空短波槽东移触发本次沙尘天气;“4.24”过程径向型环流(图1b-),乌拉尔山高压脊强烈发展,中西伯利亚以南地区形成低压槽,环流经向度大,极地冷空气沿偏北气流南下,新疆北部横槽转竖而引起的强风带和强锋区触发了本次沙尘天气。

四、地面影响系统比较

“3.19”过程:18日08时蒙古气旋生成于贝加尔湖西南侧,以后东移南下,18日14时达到最强,中心强度达到992.5hPa,(发展强度达到15hPa/12h),导致地面风速迅速加大。大范围沙尘暴开始时间为蒙古气旋强烈发展时段。触发强沙尘暴的初始动力是气旋的强烈发展此后,地面冷高压在西北西伯利亚发展,到19日08时中心强度已达到1041.7hPa,由西西伯利亚经

我国新疆北部南下,此时,内蒙古中部蒙古气旋发展相对较弱。锋后冷气团前部有强气压梯度。19日20时冷锋后气压梯度达到 $15\text{hPa}/500\text{km}$ 。冷锋前后出现明显的3h变压差值。两者之间变压差达到 6.9hPa 。大气受锋后强气压梯度力和变压梯度力共同作用形成强风,沙尘天气达到最强。

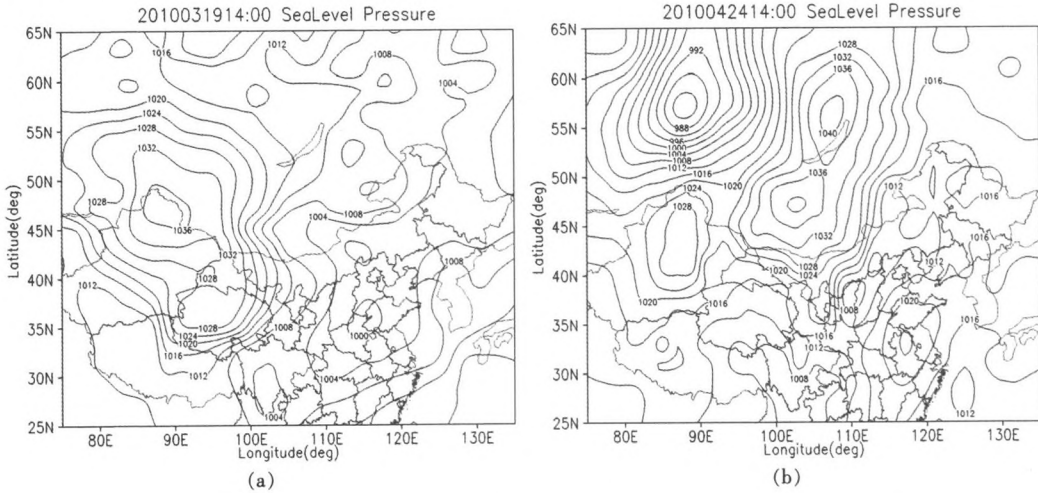


图2 2010年3月19日14时(a)和4月24日14时(b)海平面气压场

“4.24”过程:23日14时~24日11时,强大的冷气团在天山北侧堆积。24日14时,冷空气开始翻越天山侵入河西走廊,冷锋前沿已经到达内蒙古西部,冷锋前后3h变压最大差值为 6.9hPa ,该冷空气提供了水平动力条件,触发了强沙尘暴的爆发,冷锋的东南侧虽然也伴有由青海低压分裂东移的热低压活动,但低压在此期间加深不明显(24h内中心气压下降仅 5hPa),沙尘暴基本发生在冷锋后的西北大风里。

上述分析表明:触发“3.19”强沙尘暴的地面天气系统为强烈发展的蒙古气旋及冷锋(图2a),系统发展初期蒙古气旋强烈发展,触发蒙古国中部的沙尘天气,但气旋南下以后,冷锋对特强沙尘暴发生的作用更大。因蒙古气旋南下过程中水汽条件较差,本次沙尘天气未伴有明显的降水天气;“4.24”强沙尘暴是由地面冷高压前部强冷锋(图2b)触发的,在沙尘天气发生发展过程中其前部低压系统作用并不明显。但因冷锋前热低压由青海低压分裂东移形成,水汽条件较好,沙尘天气过后出现了雨雪天气。

五、物理量场比较

选择时间:2010年3月19日20时、4月24日20时,选择时段沙尘暴分布如图3;剖面图空间范围:沿 40°N 做剖面分析,基本包括沙尘暴最强区、减弱区和加强区,地面锋线位置为 113°E 和 107°E 。

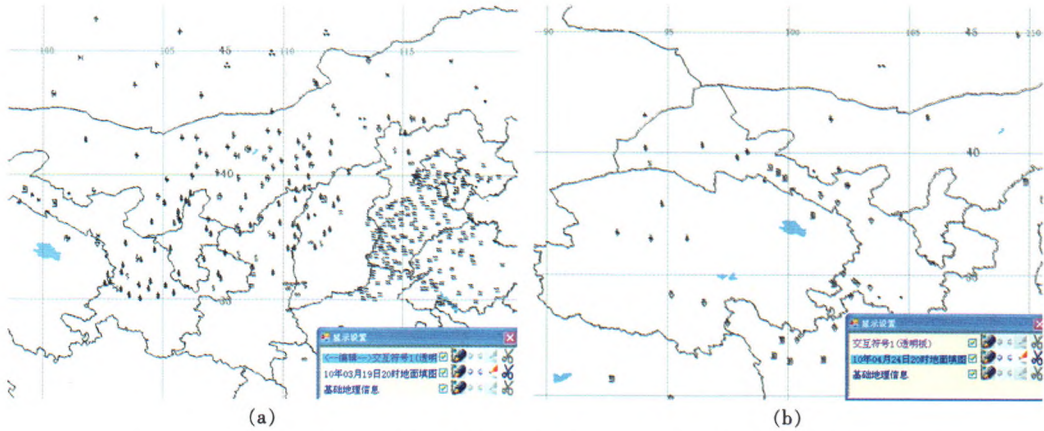


图3 2010年3月19日20时(a)和4月24日20时(b)沙尘暴实况图

1. 散度场分析

散度场剖面图如图4,本两次强沙尘暴天气过程散度场相似,强沙尘暴与低空辐合区有很好的对应关系,辐合大值区均在700hpa附近,沙尘暴加强的空间范围在低空强辐合中心附近,强沙尘暴出现在正负散度梯度最大处。说明沙尘暴区域有很强的辐合上升运动。

两次过程中散度场的不同点有:(1)“3.19”沙尘暴过程中有两个辐合中心,分别对应地面冷锋前后,“4.24”过程辐合中心在地面冷锋后侧;(2)低层辐合强度不一样,能反映冷空气的强度及冷高压的强度。

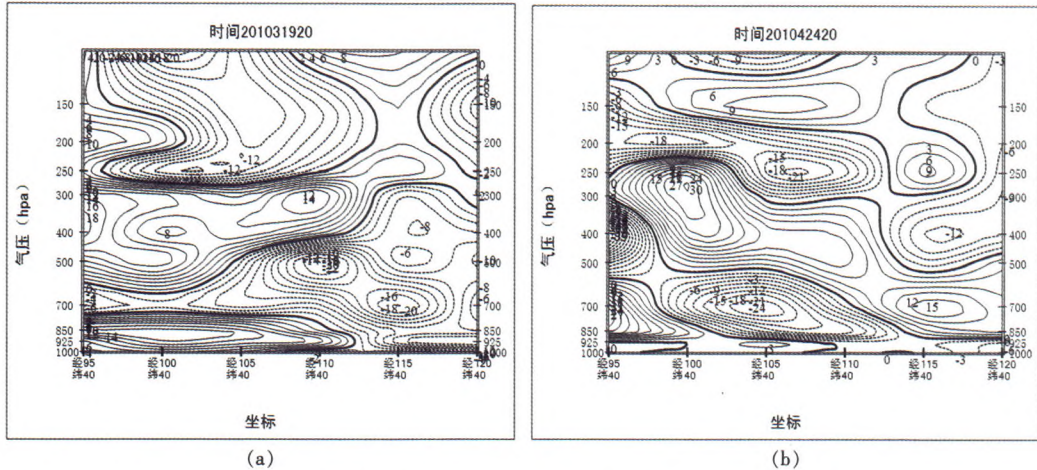


图4 2010年3月19日20时(a)和4月24日20时(b)散度垂直剖面图

2. 垂直速度分析

从图5可看出,两次过程中,沙尘暴均出现在强上升运动中心的后方,强上升运动中心附近从低层到高层均为上升运动,最强上升运动出现在500hPa附近,最大值达到 $-39 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,这与无辐散层出现在500hPa是对应的;强上升运动中心后方有下沉运动大值区,说明有强冷空气下沉。强沙尘暴出现在强上升运动与下沉运动梯度密集区内。这说明强冷空气下沉强迫抬升其前部的暖气团产生对流出触发强沙尘暴。

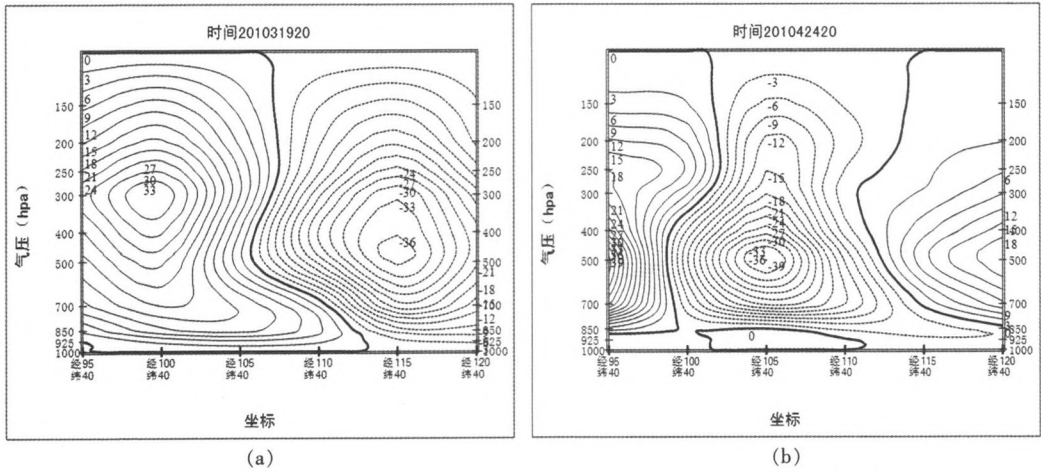


图5 2010年3月19日20时(a)和4月24日20时(b)垂直速度垂直剖面图

两次过程的垂直速度场区别有:(1)上升运动中心位置不同,“3.19”过程中上升运动中心在地面锋线前侧,“4.24”过程则在后侧;(2)“4.24”过程下沉运动更强,表明冷空气(冷高压)更强。

3. 急流分析

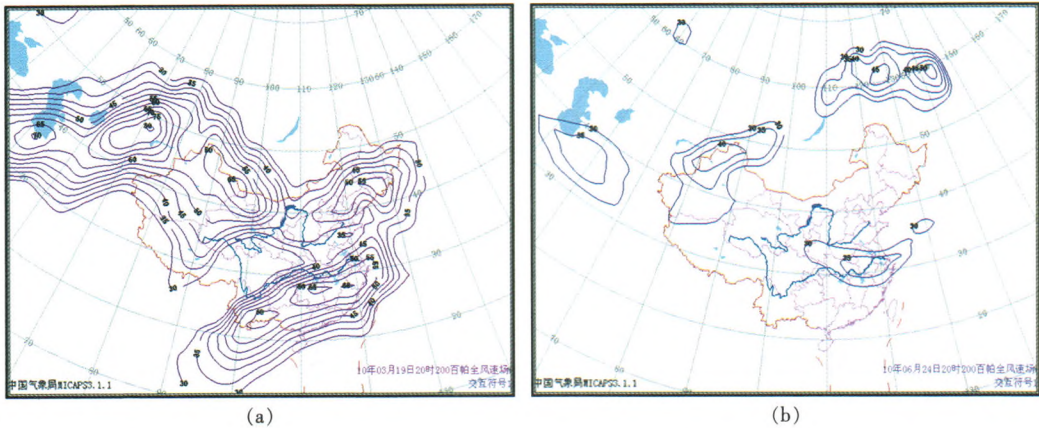


图6 2010年3月19日20时(a)和4月24日20时(b)200hpa等风速线

从图8可看出,“3.19”强沙尘暴过程有高空急流(200hpa)与其配合,并且强沙尘暴区处在高空急流(北支)出口区左侧,这说明低层辐合、高层辐散导致的抽吸作用,对沙尘天气的发生发展有利。“4.24”强沙尘暴天气过程中,高空急流并不明显,本次过程的主要动力机制是对流层中低层强锋区,在对流层上层锋区并不强。

六、小结

通过对“3.19”、“4.24”强沙尘暴天气过程进行分析得到如下结论:

沙尘暴实况:“3.19”强沙尘暴天气过程影响范围广,不仅影响我国北方,还波及到东南沿

海地区;“4.24”强沙尘暴天气过程影响范围较“3.19”过程小,但强度大,甘肃、内蒙古局部地区出现能见小于50米的特强沙尘暴;

环流形势及天气系统:“3.19”强沙尘暴欧亚上空为两槽一脊形势,由于巴尔喀什湖高压脊的强烈发展使得脊前槽后西北气流强盛,强锋区是本次沙尘天气过程的主要原因;“4.24”强沙尘暴欧亚中高纬度环流呈两槽两脊型。影响这次沙尘暴过程的高空关键系统是横槽转竖冷空气大举南下引起的强锋区和强风带。

地面影响系统比较:触发“3.19”强沙尘暴的地面天气系统为强烈发展的蒙古气旋及其冷锋;“4.24”强沙尘暴是由地面冷高压前部强冷锋触发的,在沙尘天气发生发展过程中其前部低压系统作用并不明显。本两次过程中,涡度、散度、垂直速度等物理量配置基本相似,高空急流因影响系统的不同有差别。

参考文献

- [1]陈豫英,赵光平.两次典型强沙尘暴过程的对比分析[J].气象,第29卷,第9期;18-22.
- [2]刘成,张雨,赵绪东.2010年3月19日沙尘暴天气过程诊断分析[J].百家论剑,2010年第13期;418.
- [3]姜学恭,沈建国.内蒙古两类持续型沙尘暴的天气特征[J].气候与环境研究,2006年11(6);45.
- [4]保广裕,高顺年,戴升.西宁地区沙尘暴天气的环流特征和预报着眼点分析[J].青海气象,2001年第4期;2-6.
- [5]刘景涛,钱正安,姜学恭.中国北方特强沙尘暴的天气系统分型研究[J].高原气象,2004年第4期;540-547.