

文章编号:1005-8656(2011)02-0013-03

阿拉善盟“4·24”强沙尘暴天气过程分析

邱丽华¹, 刘彦¹, 邱进林², 黄骏莉¹, 斯琴高娃¹

(1.阿拉善盟气象局,内蒙古 巴彦浩特 750306;2.巴彦诺尔公气象站,内蒙古 巴彦诺尔公 750321)

摘要:应用基本气象资料,对2010年4月24—25日阿拉善盟强沙尘暴天气过程进行了天气和动力诊断分析。结果表明:气旋后部有强冷暖空气交汇,造成水平温度梯度增大,从而加大了垂直切变偏差风。同时,强变压梯度和强斜压性形成了变压风,引起了不稳定能量的释放,从而引发地面大风,产生强沙尘暴。高空急流的活动会促使下沉运动,有利于地面气旋加强,造成低层辐合,高层辐散,非常有利于对流的发生与发展。

关键词:强沙尘暴;高空急流;热力因子

中图分类号: P445.4 文献标识码: A

引言

阿拉善地处内蒙古西部,巴丹吉林、腾格里和乌兰布和三大沙漠横贯全盟,沙漠、戈壁、山地、丘陵面积约占80%,气候干燥,土质松散,植被覆盖度小,地表沙尘丰富,是我国北方地区沙尘暴源地之一。春季冷空气活动频繁,容易出现强风;太阳辐射也开始增加,干燥而裸露的地表经常在下午出现高温状况,从而造成局地不稳定大气^[1]。这些都是沙尘暴形成的必要条件,由于具备了上述条件,从而造成了2010年4月24—25日阿拉善盟出现强沙尘暴、局地黑风暴的天气过程。这次强沙尘暴天气过程的特点是范围广、强度大、突发性强,是最近几年阿拉善盟最强的一次沙尘暴天气过程。

1 “4·24”强沙尘暴天气实况

4月24—25日,阿拉善盟大部地区遭遇强沙尘天气袭击,额肯呼都格出现了能见度为0m的黑风暴,吉兰泰、雅布赖也出现了能见度不足50m的特强沙尘暴(表1)。

表1 4月24—25日天气实况

站名	天气现象	最大风速 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	最小能见度/ m	24小时平均气温 降幅/ $^{\circ}\text{C}$
达赖布	扬沙	18.8	4000	4.0
柯子湖	强沙尘暴	23.2	200	10.1
额肯呼都格	黑风暴	27.6	0	5.4
雅布赖	特强沙尘暴	24.4	30	5.1
巴彦诺尔公	沙尘暴	26.4	800	11.6
吉兰泰	特强沙尘暴	32.3	40	8.9
巴彦浩特	沙尘暴	19.4	600	13.1
乌斯太	沙尘暴	28.2	700	16.0
罕井滩	强沙尘暴	25.6	100	9.7

全盟出现7级以上西北或偏西风,吉兰泰瞬时最大风速 $32.3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。全盟各地沙尘暴持续时间为2—3小时,且大部分地区由沙尘暴转为扬沙。沙尘暴天气过后大部地区均出现了不足1mm的降水,阿左旗地区平均气温下降9—13 $^{\circ}\text{C}$ 。

2 环流形势分析

4月24日08时500hPa高空图上(图略),欧亚地区为一槽两脊型,高空急流位于乌拉尔山高压脊以东,自泰梅尔半岛以西至新疆东部,与90 $^{\circ}\text{E}$ 经线基本重合,且10个经距内有6条等高线,锋区内最大风速 $44\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;冷槽中心位于泰梅尔半岛南部,冷中心强度为-36 $^{\circ}\text{C}$,其底部伸至新疆东部。强大的径向环流,以及强烈的锋区为这次强对流天气提供动力条件。4月24日20时500hPa高空图上(图略),来自于西伯利亚的冷空气沿高空急流轴东移南下,高空急流区略有东移,高空槽进一步加深,急流区内等高线增加到7条,并在甘肃北部及青海北部生成高空锋区。

与500hPa相对应的700hPa天气图上(图略)有低空急流存在,且随着冷空气的东移南下,到24日20时温度槽与高度槽交角接近90 $^{\circ}$ 。在这种深厚的高空槽和强冷空气构成的斜压大气场的作用下,甘肃北部至阿拉善盟西部的斜压性进一步加强,造成不稳定天气形势不断向东发展。上游的动力条件与下游的热力作用的共同影响,促使阿拉善盟出现强烈的大风,引起强沙尘暴天气,这一时段对应的是地面气旋强盛阶段,也是沙尘天气肆虐时期。

4月24日14时地面图上(图略),在青海西部为地面冷高压,阿拉善盟处于地面热低压中,闭合中心强度为1005hPa,温度为20℃,河西走廊地区有密集的气压梯度带,且密集的气压梯度带以每小时60~65km的速度向东推移。随着高空锋区的东移,冷暖气团相遇,气温骤降,由于水平温度梯度的增大,加大了垂直切变偏差风^[3],17时34分额肯呼都格风速突然加大,瞬间最小能见度降到0m,达到了黑风暴。到24日20时(图略)阿拉善盟境内的等压线达到了8条,沙尘暴出现在密集的气压梯度带中。冷锋过境后强变压梯度可产生 $20\sim30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的瞬时变压风^[4],这也是沙尘暴结束之后,全盟大部地区仍长时间持续扬沙天气的原因之一。

以额肯呼都格和吉兰泰为例,由24小时地面最高气温和08时24小时变压情况(见图1)可以看出,在地面气旋生成之前阿拉善盟有明显的正变温,且有明显的负变压。随着地面气旋的发展,冷暖空气在地面气旋后部相遇,产生强对流,阿拉善盟地面至高空有一团深厚的强冷空气向东推移,动力场与热力场的交换形势非常明显。24日14时额肯呼都格3小时变压为-2.4hPa,19时16分沙尘暴结束转为扬沙,到20时额肯呼都格3小时变压已达到8.7hPa,由此可见强沙尘暴出现在正负变压之间的强变压梯度区中。同时,由于受到气压梯度造成的超地转偏差风影响,吉兰泰的瞬时极大风速达到了 $32.3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

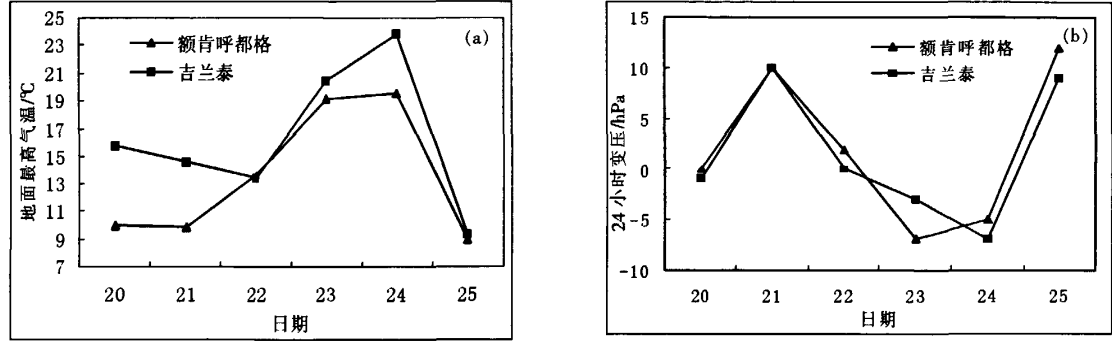


图1 2010年4月20—25日2个代表站地面最高气温(a)和24小时变压(b)演变

3 物理量诊断分析

3.1 热力因子

地面气旋初生于暖平流区,随着气旋发展东移,对流层中高层主要为暖平流,低层为强冷平流。沿40°N做温度平流垂直剖面图,由24日20时温度平流垂直剖面图(图2)可以看出,在额肯呼都格上空700hPa附近有-44℃冷中心,250hPa与300hPa之间有48℃暖中心,此时额肯呼都格沙尘暴已经结束转为扬沙。由此可见,气旋中心位于暖平流区,强沙尘暴出现在气旋西侧气压梯度大值区的冷暖平流交接处,且冷平流位于气旋的西侧而暖平流位于气旋的东侧,这说明气旋区有强冷空气交汇,斜压性强易引起不稳定能量的释放,引发地面大风;冷平流一方面使高空槽东移,另一方面与暖平流共同

作用促进气旋发展。

3.2 高空急流

这次地面气旋引发的沙尘暴过程中伴有高空急流的活动,沿40°N做全风速场的垂直剖面图分析得出,气旋发生发展过程中对流层高层风速迅速增大。研究表明^[5]:高空急流出口左侧气流在地转适应过程中发生强烈辐散,形成对流性强上升气流,这正是形成中小尺度强(特强)沙尘暴的主要动力机制,是大量沙尘向高空输送的主要动力。24日20时全风速的剖面图(图略)上,在气旋的发展阶段高空有急流存在,急流核位于250hPa与300hPa之间,中心值为 $54\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;在对流层中下层急流出口区有辐合抬升,近地面风速大于 $17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,对应地面已经有沙尘暴出现。

3.3 散度场

散度是衡量速度场辐合、辐散强度的物理量。4月24日20时散度场垂直剖面图上(图略),在高空急流轴左侧低空700hPa附近有 $-33 \times 10^{-6}/s$ 中心,高空有正散度。低层处于辐合状态,高层则处于辐散状态,非常有利于对流的发生与发展。

3.4 垂直速度场

垂直速度是用来表征大气中能量的垂直输送和转换的物理量。从24日20时垂直速度场(图略)上看在强对流天气所经之处500hPa附近有 $-56 \times 10^{-3}hPa/s$ 中心,有明显的下沉运动,对应涡度场上底层有正涡度,中高层有负涡度,有利于大气层结中不稳定能量的释放。

4 小结

(1)干燥疏松的地面沙尘源表层为沙尘暴天气提供了物质基础,过程前期明显升温,为沙尘暴天气提供了热力条件,500hPa环流形式经向度逐渐加大,锋区斜压性加强,为这次强沙尘暴天气提供了动力条件。

(2)在地面气旋生成之前有明显的升温,以及明显的负变压。地面气旋发展,冷暖空气在地面气

旋后部相遇,产生了强对流。

(3)气旋发展阶段有很强的温度平流,槽前后冷暖平流强盛,冷平流一方面使高空槽东移,另一方面与暖平流共同作用促进气旋发展。

(4)本次过程中伴有高空急流活动,高空急流轴与经线基本重合,在高空急流出口区左侧的气旋性涡度导致低层减压,从而促使地面气旋发展。

(5)这次强沙尘暴出现在地面气旋西侧气压梯度密集区的冷暖平流交接处。

(6)强变压梯度形成变压风,从而产生大风,造成沙尘暴后的扬沙天气持续时间长。

参考文献:

- [1] 李彰俊,姜学恭,郝璐.沙尘暴形成及下垫面对其影响及研究[M].北京:气象出版社,2009:210-220.
- [2] 孙燕,沈桐立,李强,等.我国北方一次沙尘暴天气特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2007,1(2):6-9,15.
- [3] 王式功,杨德保,金炯,等.我国西北地区黑风暴的成因和对策[J].中国沙漠,1995,15(1):19-29.
- [4] 刘景涛,郑新江,康玲,等.蒙古气旋爆发性发展导致的强沙尘暴个例研究[J].气候与环境研究,2003,8(2):218-228.
- [5] 刘景涛,郑明倩.内蒙古中西部黑风暴形成的大尺度环流过程[J].内蒙古气象,1998(2):9-14.

Analysis on Weather Process of a Strong Sand-dust Storm in “4·24” in Alxa

Qiu Lihua¹, Liu Yan¹, QIU Jinlin², Huang Junli¹, Siqin-Gaowa¹

(1. Alxa League Meteorological bureau, Inner Mongolia BayanHot 750306; 2. Bayan Noel weather station, Inner Mongolia BayanNoel 750321)

Abstract: By using the basic meteorological observations data, the synoptic causes and forcing mechanism of the strong sandstorm weather process on April 24, 2010 in Alxa League were analyzed. The result showed that: the stronger cold and warm air gathered at the tail of cyclone, and caused the strong horizontal temperature gradient, and then increased the vertical shear of wind. Meanwhile, because the strong allobaric gradient and strong baroclinicity formed allobaric wind, and release unstable energy, to lead to raising high wind on ground and develops strong sandstorm. The activities of upper-level jet stream strengthen the cyclones, cause convergence of low level and divergence of upper level, it is helpful to the occurrence and development of the convection.

Keywords: strong sandstorm; upper-level jet stream; thermodynamic factors