

文章编号:1005-8656(2011)02-0005-04

## 2008年2月29日影响内蒙古西部地区 一次沙尘天气过程分析

德勒格日玛<sup>1</sup>,韩经纬<sup>1</sup>,兰斌<sup>2</sup>,安莉娟<sup>3</sup>

(1.内蒙古气象台,内蒙古 呼和浩特 010051;2.化德县气象局,内蒙古 化德 013364;3.内蒙古气候中心,内蒙古 呼和浩特 010051)

**摘要:**利用常规观测资料和 MICAPS 提供的相关资料,对 2008 年 2 月 29 日至 3 月 1 日在我区阿拉善盟、巴彦淖尔市西部、鄂尔多斯市西部发生的区域性沙尘暴天气的环流形势及物理量进行分析。分析表明:(1)本次沙尘暴过程基本属于蒙古气旋和干冷锋混合型,有利的气候背景是本次沙尘暴的基础。(2)影响这次沙尘暴天气的高空急流主要是 250hPa 附近的西风急流,较强西风急流通过动量下传引起地面大风,造成地面减压,促进了蒙古气旋的发展,从而促进了沙尘暴的发展。(3)在 40~45°N,95~109°E 整层强烈辐合、上升造成很强的抽吸作用可导致强烈辐合,在近地面形成大风和沙尘的扬起提供了较好的条件。

**关键词:**沙尘暴;蒙古气旋;高空急流

中图分类号:P445.4

文献标识码:A

### 引言

沙尘暴的发生必须具备三个基本条件:沙源、大风、低层大气层结不稳定,而这两者主要与脆弱的自然生态环境、一定的天气系统过程、独特的地貌结构有关<sup>[1]</sup>。内蒙古西部具有五个大沙漠,它们是阿拉善盟的腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠,鄂尔多斯的库布其沙漠、乌兰布和沙漠和毛乌素沙漠,它们对沙尘暴提供沙源。内蒙古西部属温带内陆干旱半干旱大陆性气候区,春季环流特征为短波槽脊活动频繁,中纬度西风加强,天气系统活动周期缩短,移速明

显加快;在地面上表现为冷、暖锋交替并伴随强变压梯度频繁出现,由此产生 6 级以上的瞬时大风<sup>[2]</sup>。内蒙古春季气候干旱,土壤荒漠化严重,为沙尘暴天气提供了大量沙源;大风和强上升气流为形成内蒙古沙尘暴天气提供了动力和传播条件。2008 年 2 月 29 日我区西部出现了一次沙尘暴过程,影响范围波及我区大部地区。刘景涛<sup>[3]</sup>对 1957—2002 年发生在我国北方的 33 次特强沙尘暴过程进行分析研究,形成触发沙尘暴强风的主要地面环流系统为依据,通过分类归纳,将形成我国北方特强沙尘暴的环流系

## The Distribution Characteristic and Harm to Human of Fog in Hohhot of Inner Mongolia

Wang Xiaoli, Liu Keli, Sun Hongbin, Wang Xudong, Feng Zhen

(Inner Mongolia Meteorological Science and Technology Service Center, Inner Mongolia Hohhot 010051)

**Abstract:** With the total 50 years' routine meteorological data of Hohhot station from 1960 to 2009, the horizontal visibility, relative humidity, wind speed, wind direction were analyzed by statistical method in fogs and mists. The results showed that the most of the fogs were radiation fogs which occurred from the late night to the next morning; there were 192 mists with the average value was 3.8 times and 40 fogs with the average value was 0.8 times in recent 50 years, the fogs with visibility below 500m appeared 20 times with average value 0.4 times; since 2000, mists and fogs occurred with increasing trend in the total number; the mists mostly occurred in March, secondly in October and the least in February at least. Generally, fogs and mists occurred less in the winter and the summer while they did more in the spring and the autumn; before the fog or mist, there were always precipitation with the relative humidity more than 80%, wind speed less than 2.0 m/s and the calm wind or southerly wind; the harms of fog and mist affected the growth of crops, transportation industry and health.

**Key words:** fog; characteristic distribution; harm

统,划分为纯强干冷锋型、蒙古气旋与干冷锋混合型、蒙古冷高压南部倒槽型和干飑线与冷锋混合型四种类型。通过分析这次过程基本符合第二种——蒙古气旋与干冷锋混合型。

## 1 沙尘暴天气成因分析

### 1.1 前期气候背景的影响

根据2月气候评价资料,内蒙古自治区大部地区上中旬气温偏低,下旬气温偏高,其中阿拉善盟大部地区上、中旬平均气温较历史同期偏低5~11℃,但下旬气温偏高6~8℃。阿拉善盟、巴彦淖尔市、鄂尔多斯市北部、包头市2月总降水量与1971—2000年同期平均值相比,偏少80%~100%。这个事实表明沙尘区域短时间内的快速扩大、降水量的显著减少使得土壤干燥疏松为沙尘天气的发生提供有利的背景条件。

### 1.2 环流形势调整

2月23—26日,北半球500hPa中高纬度以纬向型环流为主。2月27日500hPa高空图上(图略),乌拉尔山附近的冷低压加深发展并东移,上游能量频散引起了亚洲环流由纬向向经向调整,从而引发了冷空气南下,2月29—3月1日的区域性沙尘暴天气就发生在环流调整冷空气爆发过程中。

### 1.3 斜压槽和较强锋区

28日20时500hPa天气图上(图略),新疆北部到萨彦岭西侧为一支大于等于 $22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的强风速带,最大风速为 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。 $500$ 、 $700$  hPa等温线与等高线的交角接近 $90^\circ$ ,较强冷平流向内蒙古西部输送冷空气,使扰动加强。2月29日08时500hPa天气图上(图略),高空槽进一步往东南方向移动,冷槽底部已经移入我区阿拉善盟北部。

2月29日08时700hPa和850hPa高空形势图上(图略),阿拉善盟地区等温线和等高线为反位相,低层槽前暖平流十分明显、增温显著,这对沙尘的扬起提供热力条件,使大气处于不稳定状态。从能量学观点来看,斜压有效位能的释放是地面强风形成的主要来源<sup>[2]</sup>。

### 1.4 蒙古气旋和地面冷锋的形成、发展与移动

2月28日14时在蒙古的西南部有一低压形成,气压值为1020hPa,29日02时低压后部有弱高压形成,在高空急流及冷空气的共同影响下,冷高压不断加强东移,29日05时在新疆北部到蒙古西南部形成控制范围宽广的冷高压,冷高压中心为1037.5hPa,高压前部为等压线密集的锋区,锋区上无降水出现。蒙古气旋在29日11时已经发展成为有两个闭合等压线,中心值为1012.5hPa,蒙古气旋底部——阿拉善盟北部开始出现扬沙天气。

阿拉善盟29日08时24小时变压为-9hPa以下,说明这一地区的气旋发展较快较强,气旋的强烈发展,导致地面风速迅猛加大。29日11时气旋进一步往东南方向移动,气旋底部普遍出现6~7级大风,14时阿拉善盟北部转为沙尘暴,能见度逐渐降低,强度逐渐加强,29日17时气旋发展到最强,中心气压为1007.5hPa,其中阿拉善盟出现沙尘暴,巴彦淖尔盟市部、鄂尔多斯市西部出现扬沙天气,最低能见度达到300m左右,呈现出蒙古气旋的强烈发展是地面产生大风、强沙尘暴天气的主要动力来源。3月1日02时后随着气旋的东移到内蒙古中部,此次内蒙古西部地区的区域性沙尘过程基本结束。

3月1日08时24小时变压图上(图略),内蒙古河套地区及以西地区为正变压区,包头以东赤峰以西区域为负变压区,说明冷高压前部冷锋已经移到110°E附近;08时冷高压发展到最强,冷高压中心值达到1047.5hPa,之后随着高空冷空气强度的减弱,冷高压强度逐渐减弱,冷锋过境后过程降温最大值达到11℃,冷高压的发展与推进决定着沙尘天气影响的持续时间或强度。

### 1.5 地面风场分析

2月29日11—23时地面风场的演变来看,地面风向及移动路径与地面冷锋、锋前地面气旋及沙尘暴发生区域有着较好的配合,29日14时大风区位于我区阿拉善盟地区,这一带的风速为 $9\sim14\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,能见度下降到0.3km,这次沙尘过程中沙尘暴基本发生在最强风速中心区域。这一强风速区的移动路径也影响着下游大风及沙尘暴天气出现的路径。

## 2 物理量诊断分析

### 2.1 涡度场的诊断分析

2月29日20时沿40°N的涡度垂直剖面图上(见图1),与高空槽对应,在40°~45°N,95°~109°E区域对流层整层为很强的正涡度区,整层强烈辐合造成很强的抽吸作用可导致强烈辐合,为近地面形成大风和沙尘的扬起提供了较好的条件。

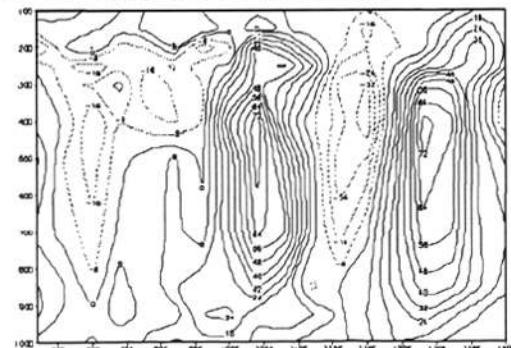


图1 29日20时沿40°N涡度剖面图

## 2.2 $u$ 风场的诊断分析

2月29日08时沿 $104^{\circ}\text{E}$ 的 $u$ 风量的垂直剖面图,可以看出,在 $40\sim45^{\circ}\text{N}$ 附近 $300\sim200\text{hPa}$ 西风急流向南传(见图2),形成一条自急流中心向下伸展的高风速带,动量下传导致下层的西风明显的加大。西风急流以下各层对应着西风大值区,而发生沙尘暴的地区正对应这一西风大值区,可见影响这次沙尘暴的高空急流主要是在 $250\text{hPa}$ 附近的西风急流(见图3),强西风风速通过动量下传引起地面大风,是此次沙尘暴产生的动力条件。对流层锋区

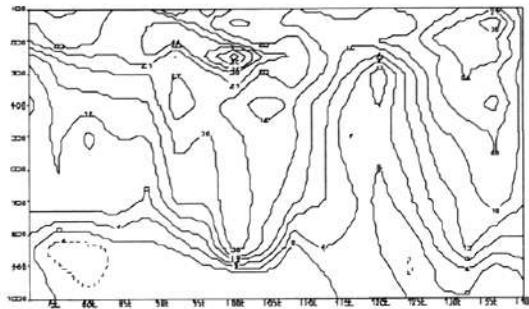


图2 2月29日08时沿 $104^{\circ}\text{E}$ 的 $u$ 分量垂直剖面/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

## 2.3 假相当位温的诊断分析

从2月28日20时 $700$ 、 $850\text{hPa}$ 假相当位温分布图(图略)分析,内蒙古中西部区域处在冷舌当中,29日08时 $700$ 、 $850\text{hPa}$ 的假相当位温分布图(图4-5)上可以看出, $40\sim45^{\circ}\text{N}$ , $97\sim109^{\circ}\text{E}$ 为高能

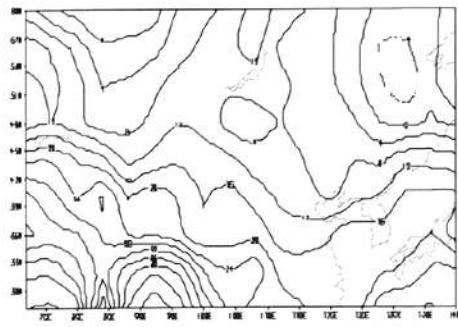


图4 29日08时 $850\text{hPa}$ 假相当位温场分布图

## 2.4 垂直速度场

从2月28日20时 $700$ 、 $850$ 、 $500\text{hPa}$ 垂直速度场分布图(图略)分析没有垂直上升气流,2月29日08时 $700$ 、 $850\text{hPa}$ 垂直速度场分析(图6-7),河套区以西地区由负速度控制,中心位于阿拉善盟南部达 $-32\times10^{-3}\text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ ( $700\text{hPa}$ ),即上升气流明显,有利于沙尘的扬起。2月29日20时沿 $40^{\circ}\text{N}$ 垂直速度场剖

迅速东移,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,有利于地面低压的发展。

29日08时地面气旋位于高空急流( $300\text{hPa}$ )出口区的左侧,这一地区强烈的气流辐散是蒙古气旋强烈发展和低层沙尘向高空输送的动力机制。研究表明,蒙古气旋中心强度与气旋中心和高空急流核的相对位置有密切的关系,当气旋中心位于急流核出口区左前方适当距离时(5~15个经距),气旋处于加深阶段。

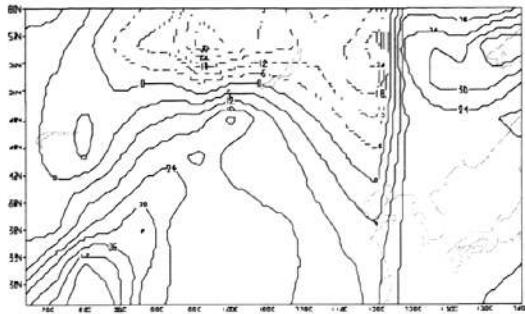


图3 29日08时 $300\text{hPa}$   $u$ 分量速度图

量脊,从20时 $700$ 、 $850\text{hPa}$ 假相当位温分布图(图略)上看出,我区中西部区域仍然处在 $20^{\circ}\text{C}$ 值的暖脊当中,可见这次沙尘暴在低层存在不稳定的热力条件,从冷舌变为暖脊的过程有利于对流运动的产生。

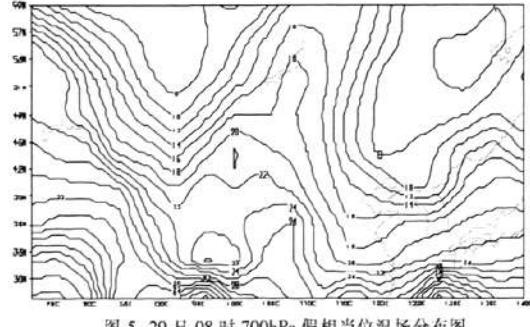


图5 29日08时 $700\text{hPa}$ 假相当位温场分布图

面图(图8)上看出, $102\sim115^{\circ}\text{E}$ 区域整层为较强的上升气流,尤其在 $700\sim400\text{hPa}$ 之间,垂直上升速度达到 $-30\times10^{-3}\text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}\sim-38\times10^{-3}\text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ ,3月1日08时沿 $40^{\circ}\text{N}$ 垂直速度场剖面上看不出明显的上升气流,因为3月1日02时沙尘天气基本结束。由此看出沙尘天气的出现与沙尘扬起条件有很好的对应关系。

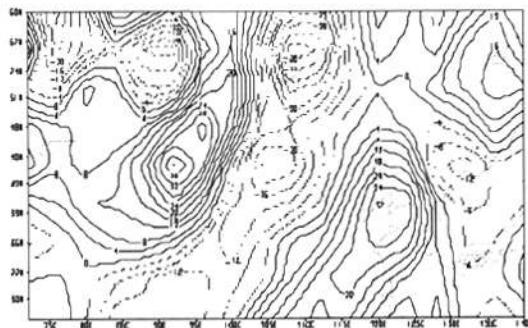


图6 2月29日08时700hPa垂直速度场分析

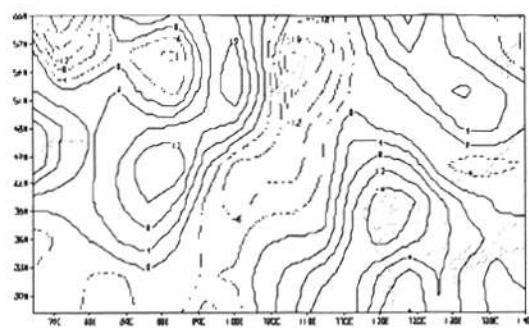


图7 2月29日08时850hPa垂直速度场分析

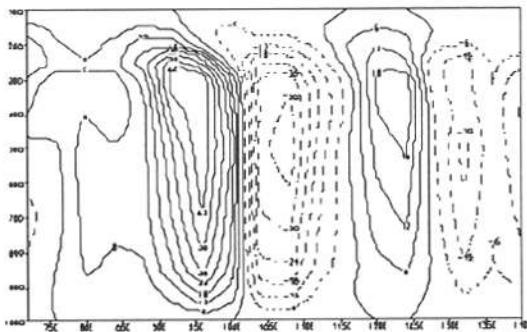


图8 2月29日20时沿40°N垂直速度场剖面图

### 3 小结

(1)这次沙尘暴出现之前,西北地区干旱少雨,对流层低层温度较高,为地面热低压的发展和沙尘暴的发生提供了热能。

(2)影响这次沙尘暴天气的高空急流主要是250hPa附近的西风急流,较强西风急流通过动量下传引起地面大风,造成地面减压,促进了蒙古气旋

的发展,从而促使沙尘暴的发展。

(3)在沙尘暴发生区域,对流层低层和近地面层为不稳定层结,有利于对流运动的产生。

(4)在40~45°N,95~109°E整层强烈辐合、上升造成很强的抽吸作用可导致强烈辐合,在近地面形成大风和沙尘的扬起提供了较好的条件。

### 参考文献:

- [1]胡金明,崔海亭,唐志尧.中国沙尘暴时空特征及人类活动对其发展趋势的影响[J].自然灾害学报,1998,7(4):49~56.
- [2]刘景涛,郑明倩.内蒙古中西部强和特强沙尘暴的气候学特征[J].高原气象,2003,22(1):51~64.
- [3]刘景涛,钱正安,姜学恭,等.影响中国北方特强沙尘暴的环流系统分析研究[J].干旱区资源与环境,2004,18(增刊):16~17.
- [4]朱乾根,杭锦瑞,青绍文,等.天气学原理与方法[M].4版.北京:气象出版社,2007.
- [5]刘景涛,罗孝延.内蒙古自治区天气预报手册(下册)[M].北京:气象出版社,1987.

## A Process' Analysis of Sand-Dust Weather at Western of Inner Mongolia in February 29, 2008

Delegerima, Han Jingwei

(Inner Mongolia Meteorological Observatory, Inner Mongolia Huhhot 010051)

**Abstract:** This paper analyzed circulation and physical characteristics of regional dust storm weather process from Alxa league, west of Bayannur league and Erdos city of Inner Mongolia using the routine observation data and related information provided by MICAPS from Feb 29, 2008 to March 1. Conclusion is that this dust storm process belong to mixed type of Mongolian cyclone and dry cold front, favorable climate background is the basis of this dust storm process, mainly strong 250hPa westerly jet cause surface gale and reduce pressure, accelerate the development of Mongolian cyclone through momentum descending directly, thus promote the development of sand-dust storm. On region of 40°~45°N, 95°~109°E, pumping action caused by strong convergence and vertical ascending motion of the whole layer lead to stronger convergence, strong wind near the surface and provide better condition for sand dust raising.

**Key words:** sand-dust storm; Mongolia cyclone; high-level jet stream