

文章编号:1005-8656(2008)06-0003-02

2007年内蒙古最强沙尘暴天气过程分析

王宪富^{1,2}, 韩经纬³

(1.呼和浩特市气象局, 内蒙古 呼和浩特 010020; 2.西北农林科技大学, 陕西 西安 712100;

3.内蒙古气象台, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要:利用基本气象资料和 T213 数值预报产品资料, 对 2007 年发生在内蒙古大部地区最强的一次强沙尘暴天气过程进行了天气和动力诊断分析。结果表明:高空急流是强风的动量来源;中低层的温度平流输送过程和较强的斜压强迫是蒙古气旋发展的前期原因;蒙古气旋强烈发展的梯度风、高低空急流的动量下传风促使气旋爆发性发展和产生沙尘暴。在沙尘暴天气的形成中,湍流条件也起到重要的作用。

关键词:沙尘暴;急流;平流影响;湍流作用

中图分类号: P445⁺·4 文献标识码: A

1 引言

2007 年 3 月 29 日夜間到 4 月 1 日, 受西伯利亚强冷空气的影响, 内蒙古大部分地区自西向东先后出现了大风、沙尘暴、暴雪和强寒潮天气。这是 2007 年影响内蒙古最大的一次强沙尘暴天气过程。其强度和影响范围为近年来少见。

有关强沙尘暴的个例国内已有许多研究, 刘景涛等^[1]对中国特强沙尘暴的天气系统进行了分型研究, 指出了强沙尘暴天气高低层系统的配置情况和蒙古气旋强烈加深在地面强风形成中的重要作用。张高英等^[2]研究了近年来强沙尘暴天气特征, 肖贤俊等^[3]对 2002 年 3 月 19 日沙尘暴爆发条件进行了分析。

上述研究中, 大多只是针对强沙尘暴或暴雪天气, 仅局限于天气系统、环流演变分析, 详细的诊断分析尚显不足。本文针对一例强沙尘暴天气进行天气学动力诊断分析, 希望通过对这次主要影响系统的动力机制分析和研究, 进一步认识造成内蒙古地区沙尘暴天气的成因和发生机制, 确定这种影响系统对沙尘暴天气的形成机理, 在预报业务中找出定量的预报指标, 总结出它们的预报着眼点。

2 天气概况及灾情

此次天气过程是 2007 年 3 月 29 日夜間开始的, 至 4 月 1 日结束。强风、强沙尘暴、强降温和降雪影响了内蒙古大部地区。

由实况可以看出, 阿拉善盟、巴彦淖尔市、鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布市、锡林郭勒盟、赤峰市、通辽市、兴安盟、呼伦贝尔西部都出现了沙尘暴, 大部地区的瞬时风速为 $17 \sim 32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 能见度大部地区为 $300 \sim 900 \text{ m}$ 。在呼伦贝尔盟、兴安盟和通辽市还出现了降雪天气, 其中, 呼伦贝尔市的东新巴旗、兴安盟北部和高力板、通辽市的扎鲁特旗降水量为 $7 \sim 12 \text{ mm}$ 。

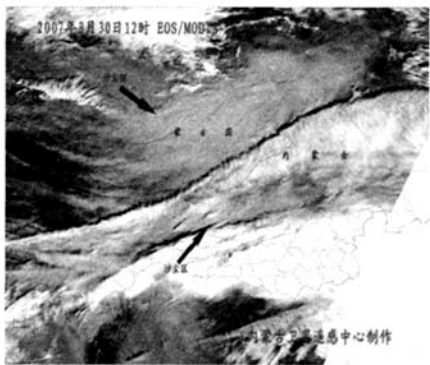


图 1 2007 年 3 月 30 日 12 时 EOS/MODIS 卫星
遥感沙尘监测图

由图 1 可以看出, 在蒙古国和内蒙古地区大部有浓重的沙尘区域覆盖, 由于此次强风, 强沙尘暴天气持续的时间长, 在我区造成了较大的经济损失。此次过程从内蒙古移出后影响我国长江以北大部地区, 韩国、日本等国家并扩散输送到太平洋。

3 环流形势及天气系统

3 月 30 日 08 时 500hPa 高空图上(图略), 东亚中高纬为两槽两脊形, 两个槽线分别位于蒙古国中部和巴尔喀什湖附近, 中蒙边境为一冷槽, 冷中心与冷涡中心重合, 乌拉尔山及其以东地区为东北—西南向的高压脊, 亚洲大部呈纬向环流。蒙古中部的冷空气使该地区地面发生了蒙古气旋。巴尔喀什湖附近的冷槽正在发展中, 其后高压脊向北发展显著, 为势能转化成动能提供有利的大尺度背景场, 从而使得西伯利亚冷空气迅速补充与发展中的蒙古气旋, 促使气旋爆发性发展。内蒙古处于气旋和脊前的偏北气流中。

3 月 30 日 08 时 850hPa 高空图(图略)与高层相比, 850hPa 上乌拉尔山高压较高层势力明显增大, 冷槽后部等高线与等温线几乎垂直, 说明该冷锋的斜压

性很强,锋区冷暖平流的配置有利于冷锋的加强。气压梯度大,温度平流比高层强烈,槽的移动较快,从高低层配置看,具有明显的斜压性,斜压性促使地面气旋强烈发展,造成地面大风。

本次过程主要的影响系统是地面蒙古气旋。29日20时,蒙古国中部为低压中心,中心值均为992.5hPa,此时低压前部3小时变压中心值为-6.8hPa,低压的后部3小时变压中心值为+4.9hPa;30日08时冷空气进入低压后,蒙古气旋开始发展,中心值均为990.0hPa,此时气旋的后部3小时变压中心值为+7.3hPa;29日14时到30日08时,气旋中心值在985.5hPa以下,在110°E,47°N附近少动,此期间内蒙古北部许多站风速大于20 m·s⁻¹,中西部有9个测站能见度小于200m;这一时期是气旋的发展快速期,沙尘暴区范围和强度都达到了最大。由上述分析可见,在30日以前,快速东移的浅槽促使了蒙古气旋的发生,产生的沙尘天气主要影响内蒙古西部地区,而此后巴尔喀什湖附近的冷槽在高压脊的推动下快速发展,冷空气补充到蒙古气旋中,使蒙古气旋强烈发展,是内蒙古中部、东部沙尘暴天气加重的主要原因。

4 物理量场的诊断分析

4.1 高空急流的作用

2007年3月28日08时—4月1日20时300hPa高空图上 $\geq 60\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的急流动态图(见图2)和3月30日20时850hPa风矢图(图略)。从图中可以看出,从3月28日08时到4月1日20时,300hPa $\geq 60\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的急流核一直沿40~45°N移动,黑色区域为3月30日的急流核的范围。地面蒙古气旋中心,一直处于高空急流出口区的左前侧,强烈的高空辐散,是蒙古气旋发展的主要原因。同时,也有利于加强低层强风带和气旋性涡度切变,高空急流出口区的右侧,叠加在地面冷锋后面,这样,高低空急流的动量下传风以及层结因素对强风和沙尘暴的发生起了重要作用,最利于地面蒙古气旋的发展和低层沙尘向高空的输送。另外,在850hPa高空图上(图略),我国东部低层西南急流极强,一直延伸于内蒙东部偏北地区,将水汽源源不断地输送到45°N以北的内蒙古东部地区,为暴雪的产生提供了较好的水汽条

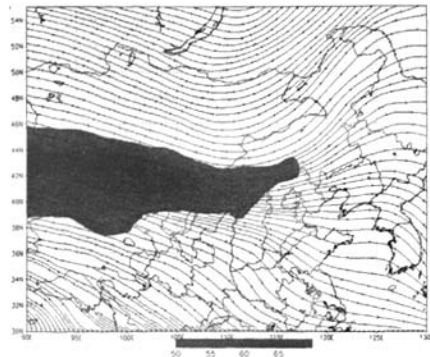


图2 2007年3月28日08时—4月1日20时300hPa
高空图上 $\geq 60\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的急流动态图

4.2 平流作用

从2007年3月30日08时850、500hPa温度平流图(图略)看出,在气旋爆发前期,高空气流较平直,有浅的短波槽位于地面气旋的上游,此时在对流层低层,存在有较弱的暖平流;在850hPa内蒙古中部和蒙古国东部的低槽前暖锋区内各有一个很强的暖平流中心,对流层中下层的暖平流输送是其主要热力强迫因子和沙尘天气的热力诱发因素^[6];在500hPa上的蒙古国西部和东部则存在两个很强的冷平流中心,表明此时大气中低层存在非常强的斜压性。这种强烈的冷、暖平流的空间配置有利于蒙古低槽继续加深。其后在对流层中高层正涡度平流的作用下,对流层高层高空槽不断加深,急流加强,强迫地面气旋进一步发展。因此,气旋进一步加深主要是高层系统的发展产生的强迫所致,地面加热对冷锋强度的强迫及沙尘辐射的影响也是气旋发展的另一原因。

4.3 湍流作用

为说明此次沙尘暴天气湍流特征,计算了2007年3月30日850~200hPa各标准层间的理查逊指数 R_i 。

$$R_i = -\frac{R_d \Delta P}{P} \left[\Delta T_p - \frac{AR_d \bar{T}}{C_{pd}} \frac{\Delta P}{P} / (\Delta u_p^2 + \Delta v_p^2) \right]$$

式中: R_d 为干空气比气体常数, ΔP 为两层气压差, \bar{P} 为两层平均气压, ΔT_p 为两层温度差(°C), A 为功热当量, \bar{T} 为两层平均温度(K), C_{pd} 为干空气的定压比热, Δu 和 Δv 分别为两等压面间的风速分量差。

从计算结果可以看出:在300~200hPa之间内蒙古区域 $R_i < 0.1$,表明在高层存在较强的湍流不稳定;在500~400hPa之间湍流不稳定的区域内存在一个分布与急流轴垂直的 $R_i > 0.1$ 的稳定带;在700~500hPa之间又全部为 $R_i < 0.1$ 的不稳定区域;而在850~700hPa之间呈现出 $R_i < 0.1$ 和 $R_i > 0.1$ 交替带状分布的区域,表明大气低层具有强烈的湍流运动。由于 R_i 是一个兼具动力又具热力特征的不稳定参量^[7],由以上 R_i 的空间分布特征可知,高层的湍流不稳定主要受急流动量下传等动力作用影响,而低层主要为动力和热力综合作用的结果。卫星云图上看到的急流横向往波动云带及卷云区波动云带特征,和地面观测到的暴风雪、沙尘暴间歇性交替出现的事实,就是强烈的湍流不稳定高低空交流和输送中发生的结果。

5 结论

(1)本次过程是由两个西风槽连续影响造成的,第一个槽线过境触发了蒙古气旋的产生,第二个槽线快速加强东移,使蒙古气旋得到了强烈发展。两个槽线的连续影响,是内蒙古中部、东部沙尘暴天气加重的主要原因。

(2)在本次过程期间,高空急流核一直沿40~45°N移动,地面蒙古气旋中心,一直处于高空急流出口区的左前侧,强烈的高空辐散,是蒙古气旋发展的主

文章编号:1005-8656(2008)06-0005-03

额济纳旗近47年气候变化特征分析

魏学占¹, 吴瑞芬²

(1.内蒙古气象局, 内蒙古 呼和浩特 010051; 2.内蒙古生态农业气象中心, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要:利用额济纳旗地面气象站1960—2006年降水、气温、蒸发量、风速、大风日数和日照时数资料,分析了该地区气候变化趋势及其年代际变化特征。结果表明,近47年来,额济纳旗气温呈上升趋势,降水趋势无明显变化,蒸发量、风速和大风日数呈明显减少趋势,日照时数呈不明显减少趋势;以80年代中期为界分为冷、暖2个时期,80年代中期之前为冷期,之后为暖期;60—70年代冷湿期,80年代气候以干燥为主,前半期干冷,后半期干热;90年代波动较大,但总体降水增加,温度增高,为湿热期;2000年以来持续干热,暖干化趋势明显。

关键词:气候变化;特征;额济纳旗

中图分类号:P463.1 文献标识码:B

1 引言

全球气候变化是一个不争的事实,日益成为世界各国广泛关注的问题。根据IPCC第四次评估报告,近百年全球气温平均上升约0.74℃,在多个温室气体排放背景下,本世纪末全球平均升温幅度大致为1.1~6.4℃。内蒙古地处中、高纬度,是受全球气候变化影响最明显的地区之一。近50年内蒙古地区平均气温上升了2.2℃,总降水量呈略增加趋势,近50年增加了19mm。气候变化对农业生产以及人类的生存环境产生了直接和间接的影响^[1-2]。额济纳旗地处内蒙古自治区阿拉善盟西北部,属温带干旱气候。东、南、西、北分别与阿拉善右旗、甘肃省金塔、酒泉及蒙古国相邻。总面积达11.46万km²,是内蒙古最大的旗,主要产业为畜牧业。额济纳旗所在地达来呼布镇位于世界第四大沙漠—巴丹吉林腹地的沙漠绿洲之中,是胡杨树的故乡。然而,随着全球气

候的变化,使这片绿洲面临着消逝的危险,目前胡杨林已由建国初期的4.66万hm²,缩减到目前的2.0万hm²。本文根据额济纳旗1960—2006年降水、气温、蒸发量、风速、大风日数和日照时数实测资料,对其气候变化进行了分析。旨在为当地生态环境保护及产业布局提供科学依据。

2 资料来源与研究方法

所用资料为1960年1—12月内蒙古额济纳旗地面气象站逐月降水量、平均气温、蒸发量、风速、大风日数和日照时数序列。

用线性倾向估计分析气候的变化趋势: $x_t = a + bt_t$, a 为回归常数, b 为回归系数,也叫倾向值。 a 和 b 可用最小二乘法估计。利用回归系数与相关系数之间的关系,求出时间 t_t 与变量 x_t 之间的相关系数,相关系数 $|r| > r_{0.05}$,表明变化趋势在 $\alpha = 0.05$ 显著性水平上是显著的。

要原因。同时,也有利于加强低层强风带和气旋性涡度切变,高低空急流的动量下传风以及层结因素对强风和沙尘暴的发生起了重要作用。

(3) 内蒙古中部和蒙古国东部低层低槽前暖锋区内有很强的暖平流中心,在500hPa上的蒙古国西部和东部则存在两个很强的冷平流中心,表明此时大气中低层存在非常强的斜压性。对流层中下层的暖平流输送是其主要热力强迫因子和沙尘天气的热力诱发因素,这种强烈的冷、暖平流的空间配置有利于蒙古低槽继续加深。

(4) 高、低层湍流不稳定的交换在沙尘暴天气中起了重要作用,沙尘暴强度间歇性交替出现的事实,就是强烈的湍流不稳定高低空交流和输送中发生的结果。

参考文献:

- [1] 刘景涛,钱正安,姜学恭,等.中国北方特强沙尘暴的天气系统分型研究[J].高原气象,2004,23(4):540-547.
- [2] 张高英,赵思雄,孙建华.近年来强沙尘暴天气气候特征的分析研究[J].气候与环境研究,2004,9(1):101-115.
- [3] 肖贤俊,刘还珠.2002年3月19日沙尘暴爆发条件分析[J].应用气象学报,2004,15(1):1-9.