

# 浮尘、扬沙成因初探及 多普勒雷达速度强度图分析

张桂华<sup>1</sup> 王立娟<sup>2</sup> 袁美英<sup>1</sup> 张礼宝<sup>3</sup> 刘 颖<sup>3</sup>

(1 黑龙江省气象中心; 2 黑龙江省气象干部学校; 3 黑龙江省人工降雨中心, 哈尔滨 150030)

## 提 要

本文针对 3 月 20 日黑龙江省较大范围的浮尘、扬沙天气, 从气候背景、天气形势演变和多普勒雷达资料分析了浮尘、扬沙天气形成的原因, 以期对浮尘、扬沙的预报起到指导作用。

关键词: 浮尘 扬沙 沙尘暴 多普勒雷达速度 强度

## 1 沙尘实况

3 月 20 日 11 时在我国内蒙古和河北以及蒙古国有大片的扬沙、浮尘、沙尘暴。3 月 20 日 14 时, 吉林的西部和黑龙江省西南部的泰来开始出现了扬沙、浮尘、沙尘暴的天气, 3 月 20 日 17 时, 黑龙江省的西南部的克山、富裕、齐齐哈尔、泰来、安达、哈尔滨开始出现扬沙、浮尘天气, 而后东移北上, 到 3 月 21 日 14 时扬沙、浮尘天气已经影响到黑龙江省中南部的大部地区, 其中北部地区的黑河也出现了浮尘天气。这次扬沙、浮尘天气影响了黑龙江省的大部地区。

## 2 今春沙尘天气成因

### 2.1 气候背景

#### 2.1.1 持续少雨

我国北方 1999~2001 年连续 3 年持续少雨。其中, 华北、东北大部地区 3 年中的年平均降水量比常年偏少 20%~30%, 部分地区偏少达 40%~50%, 降水量已降至近几十年来的最小值。今年 1~3 月, 华北大部分地区、辽宁、吉林、黑龙江三省的部分地区降水总量在 10 mm 以下, 东北大部分一般有 10~50 mm。与常年同期相比, 华北大部分地区、东北西部的部分地区偏少 30%~50%。总之去年晚冬到今年早春, 北方地区雨量较少。

#### 2.1.2 气温异常偏高

众所周知全球气候是变暖的趋势, 在这种大的气候背景下, 我国北方地区自 20 世纪 80 年代中后期一直也持续偏暖, 特别是 1997 年以来, 年平均气温持续偏高 0.5~1.5℃左右。2002 年 1 月至 4 月上旬, 我国北方大部分地区平均气温较常年同期偏高 3~4℃, 部分地区偏高达 5~6℃, 出现了近 40 年来第二个最暖的冬天, 这使土壤解冻的时间比往年提前, 加速了土壤水分的蒸发, 疏松的沙土易被大风扬起, 造成浮尘、扬沙天气。

#### 2.1.3 3~4 月大风天气频繁

由于长期持续少雨高温, 植被差, 土壤含水率低, 随着入春后气温迅速回升, 土壤解冻, 土质干燥松散, 为沙尘天气提供了有利条件。大风是沙尘天气形成的动力因子, 今年 3~4 月, 大

风天气过程频繁发生。因此,今年的沙尘天气也集中发生在这一时段。

#### 2.1.4 今年1~3月天气气候分析

1月我国大部分地区气温显著偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ,其中东北大部分、华北中部和北部地区偏高 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ ,内蒙古局部偏高 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。月内,我国东部大部分降水量接近常年或偏少,其中华北中部和北部降水量偏少 $50\%\sim 90\%$ ,局部地区滴雨未降;东北大部分降水量明显偏多一半以上。2月全国气温较常年普遍显著偏高。其中东北大部分和内蒙古中部以及河北部分地区偏高 $6\sim 9^{\circ}\text{C}$ 。月内,我国以偏旱为主。除了黑龙江的东北部偏多 $0.5\sim 2.0$ 倍外,其他地区降水较常年普遍显著偏少一半以上,东北大部分、华北大部分地区全月无降水。3月东北三省大部分地区、内蒙古东部、河北、京津等地偏高达 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ ,本月全国平均气温为1961年以来历史同期最高值。东北中部、华北中南部等地偏少 $50\%\sim 90\%$ ,东北华北部分地区旱情持续或发展。

### 3 天气形势演变

#### 3.1 700 hPa 天气图

图1为2002年3月18日20时700 hPa天气图,从图可以看到在 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{N}$ 西西伯利亚

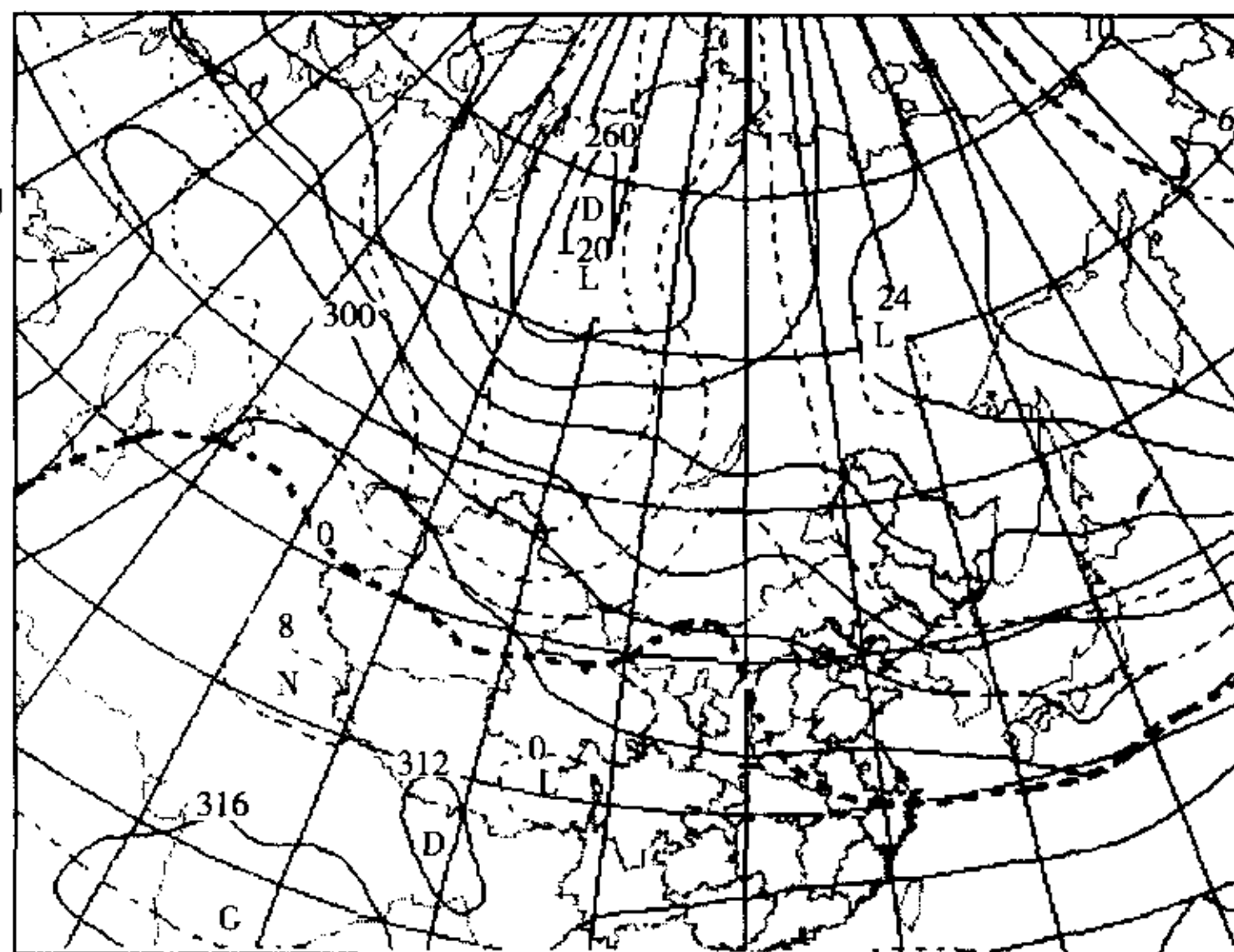


图1 2002年3月19日08时700 hPa高空图

平原有一极强的冷涡,冷涡西部为较强的高压脊,贝加尔湖位于弱脊中,黑龙江省在低槽的控制之下,整个欧亚大陆为两槽一脊型。19日08时西西伯利亚冷涡有一股冷空气南下,侵入贝加尔湖弱脊后,使其减弱,并在蒙古形成低槽。冷涡西部的脊加强北伸,冷涡旋转少动,不断有冷空气沿脊前的偏北气流补充到蒙古低槽后部,西伯利亚主体冷空气向东南爆发,蒙古低槽进一步发展,19日20时,强冷空气南压,20日08时强冷空气继续南压东移,此时在贝加尔湖和大兴安岭山脉之间低槽已经发展成为低涡,低涡中心在 $50^{\circ}\text{N}$ 、 $115^{\circ}\text{E}$ 附近,其强度为272 dagpm,20日20时低涡加强东移,之后低涡继续发展加强东移,21~23日自西向东影响黑龙江省。从温度场可看出,在2002年3月19日08时在西西伯利亚平原有一团较强冷空气与极涡配合,温度槽落后于高度槽,冷空气中心最大值为 $-26^{\circ}\text{C}$ ,冷槽前有一较强的暖脊在蒙古到

阿尔泰山脉的上空温度梯度加大,冷空气在极涡的引导下,沿着乌拉尔山前的西北气流向东南方向移动,同时暖空气在冷空气和蒙古低槽前的西南气流的推动下向东移动。20日08时,暖空气移动到黑龙江省,冷空气移动到贝加尔湖附近,强冷空气南压至 $35^{\circ}\text{N}$ 附近,在河套华北一带形成较强的锋区。高度场切涡,冷空气沿着涡底部的偏西或西南气流将影响黑龙江省。

### 3.2 风场

2002年19日08时到20时风场加强,08时最大风速轴线在蒙古低槽的西部呈纵向(图略),在槽的底部有 $26\text{ m/s}$ 的最大风速中心,蒙古、华北一带形成强的大风和沙尘暴天气,19日20时,最大风速轴线转向,呈横向在蒙古低槽的底部有 $28\text{ m/s}$ 的最大风速中心,20日08时最大风速轴线东移并呈东北—西南走向,风速中心为 $28\text{ m/s}$ ,西南气流移向黑龙江省西南部地区,黑龙江省由19日20时的西北风转为20日08时的西南或偏西风,而后影响黑龙江省。在这较强的西风和西南风的作用下,沙尘天气影响黑龙江省,先是西南部,而后遍及南部大部分地区,以至黑河部分地区。

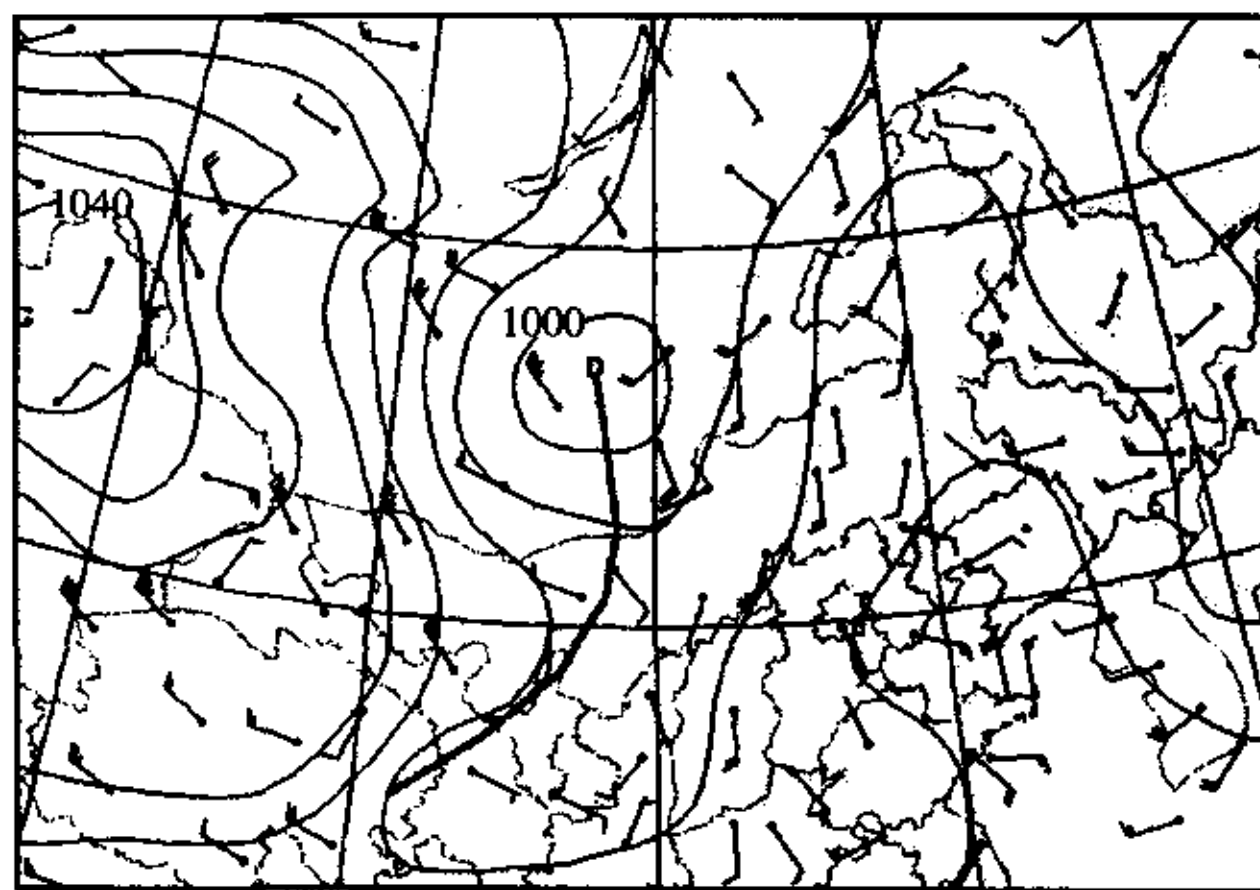


图2 2002年3月19日14时地面图

### 3.3 地面图

19日02时的地面图上蒙古低压已经开始形成,由图2可以看到,19日14时蒙古低压已经发展完整,中心在 $46^{\circ}\text{N}$ 、 $108^{\circ}\text{E}$ ,中心强度 $996\text{ hPa}$ ,地面冷锋伸展到河套地区附近,冷锋附近多大风天气,在低压中心的西南的44373站,有 $20\text{ m/s}$ 的西北风,在低压中心及其附近有10多个站有扬沙或浮尘天气,随着蒙古低压的东移,形成扬沙、浮尘或沙尘暴天气,2002年3月20日17时黑龙江省的西南部已经开始受到扬沙、浮尘或沙尘暴天气的影响,到了2002年3月21日14时,冷锋靠近黑龙江省,黑龙江省中南部的大部地区均受到沙尘天气的影响。

### 3.4 多普勒雷达速度和强度图像

从3月20日黑龙江省出现大面积扬沙或浮尘的多普勒雷达速度、强度图上(图略)可以显示区最大半径为 $75\text{ km}$ ,仰角为 $4.1^{\circ}$ 、 $6.7^{\circ}$ ,最大不模糊速度范围为 $12.4\text{ m/s}$ 。图中明显看出,在低层的交界线即零速度线由近及远的逆转,说明在低层风向随高度逆转为冷平流,在高层速度线又由近及远的顺转,说明在高层风向随高度顺转为暖平流,根据非零速度带的分布并且考虑速度模糊,可以估计风速随高度是增加的,在方位角为 $236.3^{\circ}$ ,距离为 $51.5\text{ km}$ ,高度为 $3.7\text{ km}$ 处,出现雷达的最大负速度为 $18.8\text{ m/s}$ ,在方位角为 $43.6^{\circ}$ ,距离为 $48.5\text{ km}$ ,高度为 $3.5\text{ km}$ 处,出现雷达的最大正速度为 $19.3\text{ m/s}$ ,由两个风的方位角可以清楚高空为西南或偏西



风,根据风场的连续性可以推得,蒙古国、内蒙古一带将有沙尘输送到黑龙江省,从而造成大范围的浮尘天气,另外在图上发现,回波强度较弱,大部分区域在几个 dBz,回波强度图有蜂窝状结构。反映大气极不稳定,上升和下沉气流共存,回波中的空洞地区有强烈的上升运动,形成扬沙、浮尘,而回波区则是下沉气流造成的微弱降水区。为雷达回波强度在方位角  $207.3^{\circ}$ ,仰角范围在  $-0.5^{\circ} \sim 30.0^{\circ}$  的强度 RHI 扫描,时间为 2002 年 3 月 20 日 14 时 56 分 12 秒,从图中可以分析,哈尔滨西南偏南的方向  $3 \sim 6 \text{ km}$  的高空有雷达回波,在离开哈尔滨  $90 \sim 120 \text{ km}$  处回波接地,有弱的降水发生,对比当日 14、17 时的地面图上吉林境内的三岔河站在 14~17 时之间有降水发生,恰好可以证明雷达所反映的天气实况。如果利用多普勒雷达这一先进手段,对沙尘暴的形成、发展和传播进行跟踪观测。形成一个实时沙尘暴监测、预警。并及时发布信息,对人们生产、生活非常有利。

### 3.5 哈尔滨单站测风

对比为哈尔滨单站从地面到高空的风向。风速图我们可以很明显的看到:从 08 时到 20 时低层由原来的东南、偏南转为西南风且风速加大,高层则有 08 时的西北风转为 20 时的西南风且速度加大,也就是说 20 时哈尔滨从地面到高空为深厚的西南风,证明了蒙古—华北一带的风沙天气逐步东北上影响东北地区。

## 4 结论

3 月 20 日的扬沙或浮沉的形成原因:一是在持续少雨、气温异常偏高、3~4 月多大风;二是在贝加尔湖附近有强低涡发展,涡后较强的西北或偏北气流使冷空气猛烈下冲,造成蒙古国、内蒙古一带沙尘暴天气,在高空低涡的底部或东南部有较强的西风或西南风,在高空气流的作用下,将蒙古国、内蒙古一带沙尘输送到黑龙江省,造成黑龙江省大范围的浮尘天气;三是如果在风向的上游的多普勒雷达强度回波大面积小于  $10 \text{ dBz}$  并且呈蜂窝状,从速度回波看地面和高空风的变化及大的风场,特别是有速度模糊现象时则表明风速很大,从而可以对浮尘、扬沙天气进行观测和预警。