

# 3·20 浮尘、扬沙天气成因及 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 黑龙江 哈尔滨 150030; 2 黑龙江省气象干部学校 黑龙江 哈尔滨 150030;

3 黑龙江省人工降雨中心 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:** 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意义。

**关键词:** 浮尘, 扬沙, 沙尘暴, 多普勒雷达, 速度, 强度

中图分类号: TP458.1 + 1

文献标识码: B

## 1 沙尘实况

3 月 20 日 11 时在我国的内蒙古和河北省以及蒙古大片的扬沙、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、沙尘暴天气, 3 月 20 日 17 时, 我省的西南部的克山、富裕、齐齐哈尔、泰来、安达、哈尔滨开始出现扬沙、浮尘天气(见图 1), 而后东移北上, 到 3 月 21 日 14 时扬沙、浮尘天气已经影响到我省中南部的大部分地区, 其中北部地区的黑河也出现了浮尘天气。这次扬沙、浮尘天气影响了我省的大部分地区。

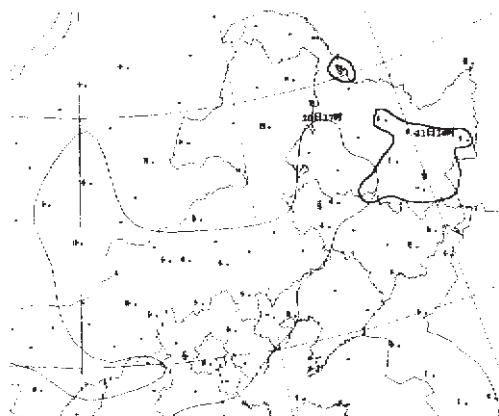


图 1 扬沙、浮尘实况图

## 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、东北大部分地区 3 年中的年平均降水量比常年偏少 20%~30%, 部分地区偏少 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 3 省的部分地区降水总量在 10mm 以下, 东北大部分地区一般有 10~50mm。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 80 年代中期一直也持续偏暖, 特别是 1997 年以来, 年平均气温持续偏高 0.5~1.5℃。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, 造成浮土、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, 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的条件。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 1~2℃, 其中东北大部分、华北中部和北部地区气温偏高 4~6℃, 内蒙古局部偏高 6~8℃。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%~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明显偏高。其中东北大部分和内蒙古中部以及河北部分地区偏高 6~9℃。月内, 我国以偏旱为主, 除了黑龙江的

东北部偏多 0.5~2.0 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 4~6℃，本月全国平均气温为 1961 年以来历史同期最高值。东北中部、华北中南部等地降水偏少 50%~90%，东北华北部分地区旱情持续或发展。

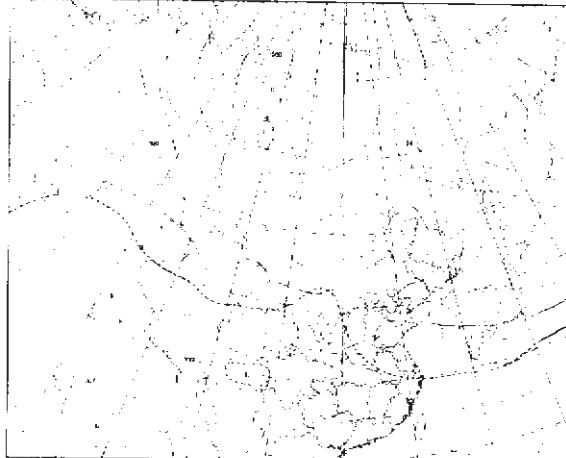


图 2 2002 年 3 月 19 日 08 时 700hPa 天气图

### 3 天气形势演变

#### 3.1 700 hPa 天气图

图 2 为 2002 年 3 月 18 日 20 时 700hPa 天气图，

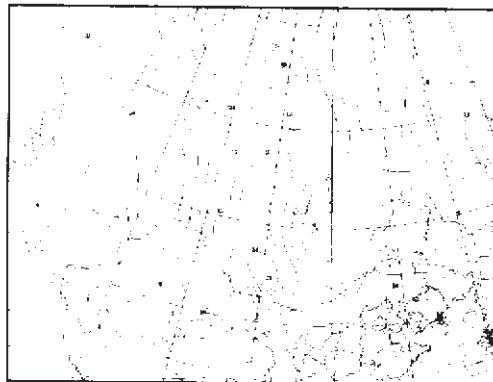


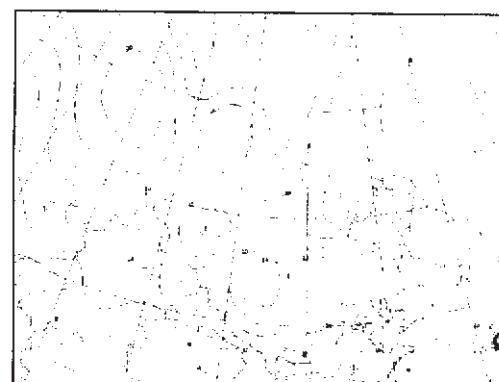
图 3 2002 年 3 月 19 日 08 时和 20 日 08 时 700hPa 全风速图

#### 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（见图 3），在槽底部有 26m/s 的最大风速中心，蒙古、华北一带形成强大的大风和沙尘暴天气，19 日 20 时，最大风速轴线呈横向在蒙古低槽的底部有 28m/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 28m/s，西南气流移向我省西南部地区，我省由 19 日 20 时的西北风转为 20 日 08 时的西南或偏西风，而后影响我省。在这较强的西风和西南风的作用下，沙尘天气影响我省，先是西南部，而后遍

万方数据

从图中可以看到 60°~70°N 西西伯利亚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，我省在低槽的控制之下，整个欧亚大陆为两槽一脊型。19 日 08 时西西伯利亚涡有一股冷空气南下，侵入贝加尔湖的弱脊后，使期减弱，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，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，强冷空气南下，20 日 08 时强冷空气继续南下东移，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°N、115°NE 附近，其强度为 272 位势什米，20 日 20 时低涡加强东移，之后继续发展东移，21~23 日自西向东影响我省。从温度场可以看出，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℃，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，暖空气移动到我省，冷空气移动到贝加尔湖附近，强冷空气南压至 35°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我省。



及南部大部分地区，以至黑河部分地区。

#### 3.3 地面图

19 日 02 时的地面上蒙古低压已经开始形成。由图 4 可以看到，19 日 14 时蒙古低压已经发展完整，中心在 46°N、108°E，中心强度 996hPa，地面冷锋伸展到河套地区附近，冷锋附近多大风天气，在中心的西南的 44373 站，有 20m/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 时我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

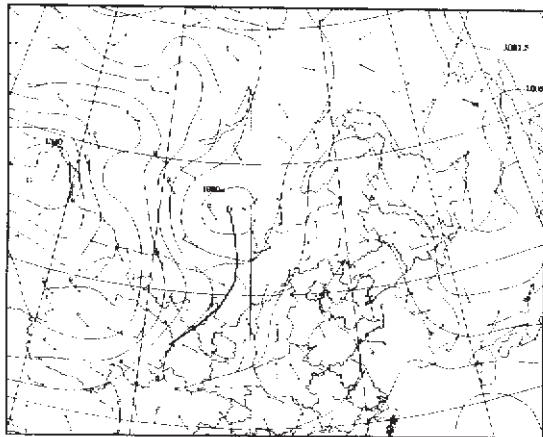


图 4 2002 年 3 月 19 日 14 时地面图

14 时 , 冷锋靠近我省 , 我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分析

图 5 是 3 月 20 日我省出现大面积扬沙或浮尘的多普勒雷达速度、强度图 ( 其中 a 为 2002 年 3 月 20 日 16 时 17 分 28 秒、 b 为 2002 年 3 月 20 日 16 时 18 分 37 秒、 c 为 2002 年 3 月 20 日 16 时 20 分 28 秒、 d 为 2002 年 3 月 20 日 16 时 21 分 37 秒 ) , 图 b 、 d 中显

示区最大半径为 75km , 仰角为 4.1 度、 6.7 度 , 最大不模糊速度范围为 12.4m/s 。图中明显看出 , 在低层红和绿的交界线即 0 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 0 速度带的分布并且速度出现模糊 , 可以估计风速随高度是增加的 , b 图上在方位角为 236.3 度 , 距离为 51.5km , 高度为 3.7km 处出现雷达的最大负速度为 18.8m/s , 在方位角为 43.6 度距离为 48.5km , 高度为 3.5km 处 , 出现雷达的最大正速度为 19.3m/s , 由两个风的方位角可以清楚判断高空为西南或偏西风 , 根据风场的连续性推得 , 蒙古、内蒙古一带将有沙尘输送到我省 , 从而造成大范围的浮尘天气 , 另外在 a 、 c 图上发现 , 回波强度较弱 , 大部分区域在几个 dBz , 回波强度图有峰窝状结构。反映了大气极不稳定 , 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。图 6 雷达回波强度在方位角 207.3 度 , 仰角范围在 -0.5~30.0 度的强度 RHI 扫描 , 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 3~6km 处有雷达回

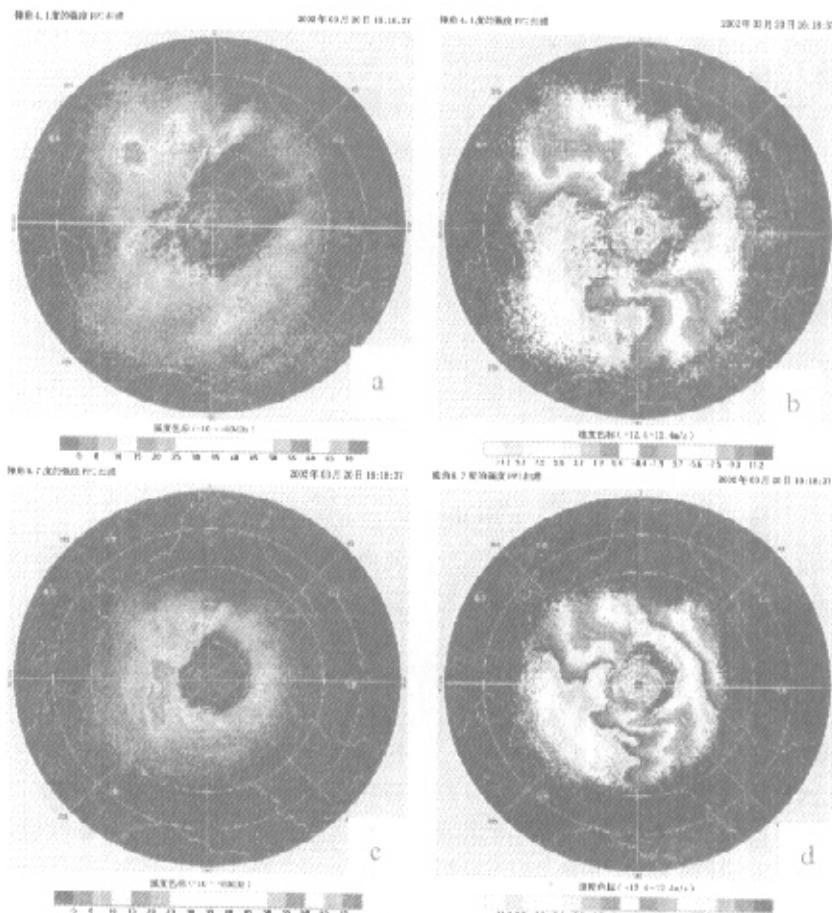
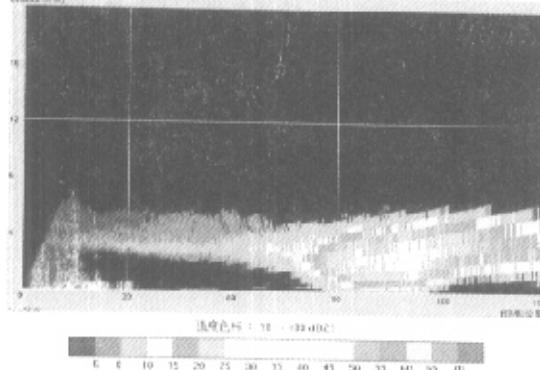


图 5 多普勒雷达强度、速度图

图 6 207.3 方位(仰角范围从  $-0.5 \sim 30.0$  度)的强度 RHI 扫秒图

波,在离开哈尔滨市 90~120km 处回波接地,有弱降水发生。对比当日 14、17 时的地面上吉林境内的三岔河站在 14~17 时有降水发生,恰好可以验证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

图 7、图 8 为哈尔滨单站从地面到高空的风向风速图,对比二图可以看到:从 08~20 时低层由东南、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,并且风向先是逆转后顺转,即地层冷平流,高层暖平流,说明了蒙古华北一带的风沙天气逐渐东北上影响东北地区。

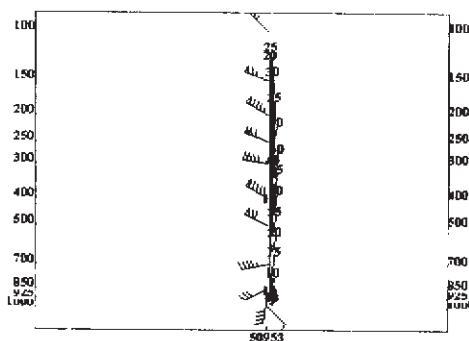


图 7 风向风速图

### 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、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、内蒙古一带沙尘输

万方数据

送到我省,造成我省大范围的浮尘天气;三是如果在风向的上游多普勒雷达强度回波大面积小于 10dBz 并且呈蜂窝状,从速度回波可以看出地面和高空风的变化及大的风场,特别是有速度出现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。

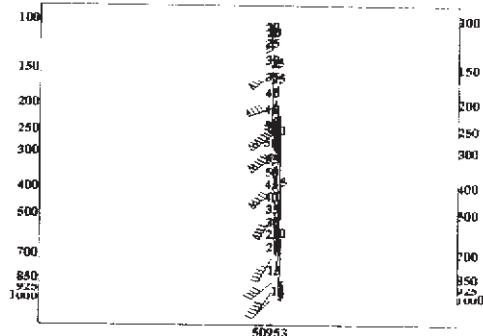


图 8 风向风速图

### 参考文献

- [1] 月气候监测公报,2002 年 1、2、3 期,国家气候中心.
- [2] 胡明宝,高太长,汤达章. 多普勒雷达天气雷达资料分析与应用,解放军出版社.
- [3] 黑龙江省天气预报经验和方法. 黑龙江省气象局.
- [4] 张培昌,杜秉玉,戴铁丕. 雷达气象学,气象出版社.

(上接 17 页)

综上所述,乌拉尔山地区的槽脊变化对全省夏季降水有明显影响;我国南部大陆即副热带地区的高度距平对全省夏季降水有很好的相关关系;鄂霍茨克海阻塞高压是影响全省夏季降水南北分布的关键区。

### 4 结论

(1) 黑龙江省西南部和鹤岗一带的夏季降水具有较好的空间代表性,可作为典型站的依据。

(2) 以最具代表性的鹤岗为基点的全省夏季降水分布,是全省夏季降水的主要分布型,南北有较明显的差异,利用南北两地降水之差定义了全省夏季降水主相关型指数(MCPI)。该指数能简单、客观地反应出全省夏季降水的 4 种类型。

(3) 利用 500hPa 合成分析讨论各降水类型环流特征,乌拉尔山地区和我国南部副热带地区的高度距平变化对省的夏季降水有明显的影响,鄂霍茨克海地区的高度距平则对全省夏季降水的南北分布有指示意义。