

# 2011 年 4 月 29 日乌海大风沙尘天气分析

张洪杰 申忠霞 魏学军 乌海市气象局 016000

**摘要:** 应用高空和地面实况气象观测资料和数值模式预报分析资料, 对 2011 年 4 月 29 日-30 日发生在乌海市的一次沙尘暴天气过程从环流形势、天气系统及物理量场等条件进行较详细的分析。结果表明: 地面冷锋是这次沙尘暴天气过程的主要影响系统; 气流的低层辐合, 高层辐散为沙尘暴的发生提供了动力条件; 干燥气候和裸露丰富沙尘源的下垫面以及上游影响区有大风沙尘暴出现是形成沙尘暴的物质条件。

**关键词:** 沙尘暴; 大风; 冷锋

## 1 引言

沙尘暴形成特点是过程出现前有明显升温降压, 能量积累。当达到一定指标后, 触发能量释放, 产生大风、沙尘暴和剧烈降温, 有时还伴有雨、雪。唐国力等科学工作者研究了我国近 49 年沙尘暴变化趋势, 经过缜密分析中指出: 我国沙尘暴总日数在 20 世纪 80 年代中期以后比 50-60 年代减少了 73%。以乌海市为例, 近 40 年来沙尘暴日数总体呈下降趋势, 与年平均气温上升变化总趋势近似于反相关, 但从 2000 年开始年平均气温进入下降期, 而沙尘暴日数则出现明显反弹, 这种异常变化, 引起了广大气象工作者的高度关注。

## 2 天气概况

受高空冷槽和地面冷锋影响, 2011 年 4 月 28 日夜间至 29 日白天乌海市出现了扬沙、沙尘暴和大风天气过程。28 日夜间出现扬沙和沙尘暴天气。29 日白天出现扬沙、沙尘暴和大风天气, 沙尘暴出现时间为 9 时 45 分至 10 时 21 分, 最小能见度 600 米, 大风出现时间为 15 时 58 分, 最大风速 17.4m/s。

## 3 环流形势特征和主要影响系统

### 3.1 500hPa 形势场分析

从 500hPa 形势场上分析, 这次大风沙尘天气属于高空槽东移型, 由乌拉尔山冷涡不断东移南压造成的。26 日 20 时 500hPa 图上, 整个欧亚形势为两槽一脊型, 此时乌拉尔山出现冷涡中心, 高值中心为 5210gpm, 温度值中心为 -38℃, 温度槽没有明显地落后于高度槽, 且夹角较小, 冷涡东移较缓慢, 并且在东移的过程中不断地减弱, 至 28 日 20 时减弱为一冷槽, 冷槽位于新疆以北, 此时温度槽明显落后于高度槽, 槽后有较强的冷平流, 加速了高度槽东移南压发展。槽底等高线密集, 风速较大, 达到了 36m/s, 且等高线与等温线夹角较大。在槽的迅速东移中, 29 日 08 时影响到了乌海, 槽后是强盛的西北风, 槽前是强劲的西南风, 最大风速都达 36m/s 以上, 槽后冷平流较强。乌海 T850-T500=24℃, 大气斜压有效位能升高, 层结不稳定性加大。高空槽东移过程中, 乌海逐步被西北气流控制。受高空槽东移影响, 28 日夜间至 29 日白天乌海市出现了扬沙、沙尘暴和大风天气过程。29 日夜间槽主体继续东移, 槽后高空风力减小。

### 3.2 700hPa 形势场分析

从 700hPa 形势场上分析, 26 日 20 时位于乌拉尔山的高度槽与温度槽几乎同位相, 乌拉尔山有一冷中心, 中心值为 -21℃, 低槽东移速度较慢。低槽东移过程中, 温度线与高度线夹角逐渐加大, 至 28 日 20 时, 温度场与高度场反位相, 高度线与温度线夹角达 90°, 说明斜压性主要表现在低层, 这对于有效位能的释放以及气旋的发展有重要作用。同时, 斜压强迫使动量下传, 从而产生了强风, 触发了沙尘在本地的发展和发生。29 日 08 时, 在我国的河套地区锋区形成了更为明显特征, 在蒙古形成一个闭合的热低压系统, 热低压系统后部冷平流非常明显。河套至渤海湾有一西北低空急流。

### 3.3 地面场形势分析

从地面图上看, 这次大风是地面冷锋过境大风。29 日 08 时, 从蒙古东部至四川西北部呈现东北-西南走向的冷锋影响河套, 乌海市处于锋后的偏西风中, 受低压控制, 低压中心在蒙古东

部, 中心值 989.1hPa, 与之对应的是蒙古西部的高压, 中心值为 1025.8hPa, 地面高低压间最大气压梯度为 15hPa/5 经距。29 日 08 时 3 小时变压场, 乌海市处于正变压中心, 中心值为 4hPa, 地面加压较大, 此时出现了扬沙天气。29 日 23 时, 地面气压梯度减小, 风力减弱。

## 3.4 高低空形势配置

从高低空配置上看, 29 日 08 时, 500hPa 冷槽南插到蒙古国北部, 槽后冷舌南伸, 冷中心强度 -35℃, 乌海 T850-T500=24℃, 使大气斜压有效位能升高, 层结不稳定性加大, 有利于锋面气旋前部增温减压。受气压梯度力、变压梯度力加上层风动量下传叠加作用, 地面风力剧增, 触发河套地区沙尘暴爆发。

## 4 物理量诊断分析

### 4.1 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。从垂直速度场上看, 乌海市整层都处于上升运动区, 最大上升中心在 500 ~ 700hPa, 上升速度  $\leq -14 \times 10^{-3} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ , 根据研究可知上升运动有利于沙尘发展扩散, 这样的特征结果是上升运动强的区域容易产生沙尘, 锋前气流上升锋后气流下降, 从垂直速度场也可以分析出锋面过境的时间。到 20 后, 乌海处于气流下沉区, 沙尘暴停止。

### 4.2 散度场

从沿乌海站点作的散度垂直时间剖面图上看, 29 日 08 时, 在 700hPa 以下是负值区, 700hPa 以上基本上是正值区, 也就是说 700hPa 以下是低层辐合, 700hPa 以上是高层辐散。到 29 日 20 时, 850hPa 至 250hPa 则成为正值区, 08 时至 20 时也就是冷锋过境的时段。08 时, 乌海处于锋前, 锋前的高层辐散、低层辐合的抽吸作用, 使得地面低压发展, 沙尘容易产生并扩散。20 时, 乌海上空的中高层都在辐散, 不利于沙尘的扬起。

### 4.3 地面压温湿的变化

本次沙尘暴天气地面压温湿的变化特别明显。沙尘暴之前, 在 28 日 08-20 时, 地面气压呈明显下降趋势, 温度与露点温度呈上升趋势。这说明冷锋移经乌海前, 暖而干的气层为沙尘卷入空中创造了有利的条件。这一天气在之后在 28 日 20 时至 29 日 20 时之间, 随着冷锋的逼近, 气压升高, 气温下降。此时, 沙尘伴随高压前部的强风形成沙尘暴。

## 5 结论

(1) 此次过程属于冷锋型沙尘暴, 上游槽区锋区强, 槽后冷平流强, 当上游槽移近, 槽后有冷空气补充, 促使斜槽加强南压, 高空强冷空气爆发南下, 侵入冷锋后部造成气压梯度、变压梯度剧增激发强风, 触发沙尘暴爆发。

(2) 垂直速度场上低层上升运动有利于沙尘卷起升空, 高低层下沉气流有利于动量下传。

(3) 散度场低层辐合, 高层辐散, 抽吸左右也有利于沙尘升空, 配合高空强风, 会强迫近地面气流运动加快。

(4) 干燥气候和裸露丰富沙尘源的下垫面以及上游影响区有大风沙尘暴出现是形成沙尘暴的物质条件。