

The Cause Analysis of a Windy Dust Weather in Spring in Eastern Xinjiang

Yao Feng

Hami Meteorological Bureau, Hami Xinjiang
Email: hmfy170@126.com

Received: Mar. 17th, 2016; accepted: Apr. 2nd, 2016; published: Apr. 5th, 2016

Copyright © 2016 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Using the conventional observation data, numerical prediction and automatic weather stations data, this paper analyzed the windy dust weather in spring of 2015 in Eastern Xinjiang. The results showed that: the windy dust resulted from the upper low trough, surface cold front and moving cold high pressure, strong thermal and dynamic conditions were the main factors for the formation and maintenance of windy dust. In occurred area, the atmosphere is in a state of high energy. Vorticity, divergence and total temperature have obvious implications.

Keywords

Gale, Sand-Dust, Physical Quantity, Cause Analysis

东疆春季一次大风沙尘天气成因分析

冯 瑶

哈密地区气象局, 新疆 哈密
Email: hmfy170@126.com

收稿日期: 2016年3月17日; 录用日期: 2016年4月2日; 发布日期: 2016年4月5日

摘 要

本文利用常规观测资料、数值预报和自动气象站资料, 对东疆地区2015年春季一次大风沙尘天气进行了

分析, 结果表明: 此次大风沙尘天气是高空低压槽、地面冷锋和冷高压移动过境所致, 强的热力和动力条件是大风沙尘形成和维持的主要因素, 大风沙尘发生的区域, 大气处于高能不稳定状态, 涡度、散度、总温度都有明显的指示意义。

关键词

大风, 沙尘, 物理量, 成因分析

1. 引言

大风沙尘天气是一种严重的灾害性天气, 它不但对生态环境、人民生活造成重大危害, 同时也对农林业、畜牧业有着极大的危害, 张强[1]、陶健红[2]对西北地区的沙尘暴进行了大量的研究, 很多气象学者对大风沙尘天气个例也做了深入探讨[3]-[7]。新疆地处我国西北部, 属于干旱性大陆气候, 下垫面多以沙漠、戈壁、高原为主, 是大风沙尘天气的高发区[8], 春季 3~5 月是大风沙尘天气爆发最多最强的季节。由于春季是新疆农、牧业生产开始的关键期, 因此, 分析大风沙尘天气的成因及预报着眼点, 更好地服务于当地政府与民众, 有着很重要的现实意义。哈密位于新疆东部, 天山山脉从东至西横贯地区中部, 气候干燥, 干旱少雨, 春季极易发生大风沙尘天气。2015 年 4 月 27~28 日哈密地区出现了一次大风沙尘天气, 此次大风沙尘天气持续时间长、范围广, 是今年入春以来最强的一场沙尘天气, 给当地的农业生产、公路、铁路、航空及人民生活带来了一定的影响。本文就此次天气过程从高空的环流特点及各气象要素等方面进行了分析, 探讨了此次天气的成因, 希望为以后大风沙尘天气的预报预警及防灾减灾提供一定的理论依据。

2. 天气实况

2015 年 4 月 27 日午后至 28 日, 哈密地区自西向东、自北向南出现了一次区域性大风、沙尘天气。地区大部出现 5~6 级西北偏西、偏北风, 阵风 7~11 级, 红柳南和大步两个区域自动站瞬间风力达 12 级及以上(分别为 41.0 m/s 和 42.7 m/s), 其中地区国家级站点(表 1)哈密、十三间房、红柳河出现扬沙天气, 巴里坤、淖毛湖出现沙尘暴, 伊吾出现浮尘, 区域自动站部分出现扬沙或沙尘暴。

3. 影响系统分析

3.1. 高空环流特征

从 500 hpa 中高纬环流形势分析, 欧亚范围为两脊一槽型经向环流, 高压脊位于欧洲沿岸到黑海一带, 脊前深厚的低涡槽位于新地岛到西西伯利亚至咸海与巴尔喀什湖以南, 中西伯利亚至贝加尔湖及蒙古一带为高压脊控制。新疆处于蒙古高压脊后西西伯利亚槽前的弱西南气流控制之下, 低压底部的偏西气流中, 多小波动移动进入新疆, 27 日 08 时(见图 1), 西西伯利亚低槽东南压, 高空风明显加大, 槽后强风速的西北急流形成, 中心风速达 40 m/s, 槽底分裂短波进入天山中部, 锋区明显压在北疆西部及沿天山一带, 东疆受槽前脊后弱西南气流控制, 中低层 700 hpa 和 850 hpa, 哈密地区处于下游蒙古高压底部的偏东风气流中, 仍受温度脊控制, 中午随着气温的升高, 短波扰动加强, 启动了高空动量的下传, 触发了中低层动量和热量的释放, 移动过程中开始影响哈密地区偏西、偏北的区域, 20 时, 高空锋区明显加强, 且温度梯度加大, 40°~50°N, 80°~95°E 内等温线增加至 7 条, 高空锋区东移至哈密地区上空, 地区大部出现大风沙尘天气, 28 日 08 时, 锋区略北抬, 大风沙尘天气稍有些减弱, 但仍持续至夜间才基本结束。

Table 1. Actual weather of gale and sand-dust on April 27-28
表 1. 4 月 27~28 日大风、沙尘天气实况

站点	天气现象	能见度/m	极大风速/(m/s)	出现时间
哈密	扬沙	1900	17.1 (27 日)	27 日 16:50~20:00
巴里坤	沙尘暴, 浮尘	400	21.7 (27 日)	27 日 12:49~13:15,13:51~14:45,28 日
伊吾	浮尘	1800	15.8 (28 日)	27 日 15:57~28 日 20:00
淖毛湖	沙尘暴	400	27.2 (27 日)	27 日 15:14~18:00
十三间房	扬沙	1300	35.7 (28 日)	27 日 20:00~28 日 20:00
红柳河	扬沙	2300	18.8 (28 日)	27 日 21:00~28 日 01:00

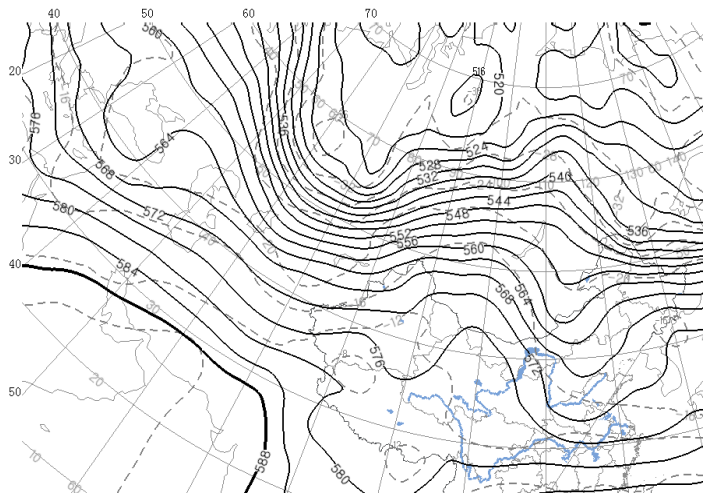


Figure 1. The height of 500 hpa at 08:00 on April 27, 2015
图 1. 2015 年 4 月 27 日 08 时 500 hpa 高度场

3.2. 地面影响系统

分析 27~28 日天气过程的地面天气图可知：27 日 08 时(见图 2)，冷高压中心位于巴尔喀什湖以南，中心强度 1029.9 hpa，新疆东部地区及南疆盆地受热低压控制，中心值为 998.5 hpa，高低压中心相差 31.4 hpa，等压线密集区域于西部国境线附近，14 时，冷高中心分裂成两部分，部分滞留于原地，部分自西向东进入新疆，冷高前沿已进入新疆东部，西北—东南向气压差明显加大，梯度增强，10 经度内 9 条等压线，强的梯度和变压差，通过动量下传和梯度风共同作用，使地面风速陡增，容易掀起沙尘，而此时，东疆巴里坤和十三间房风速分别由 5.0 m/s 和 5.4 m/s 陡增至 21.7 m/s 和 23.7 m/s，巴里坤出现沙尘暴，20 时冷高中心加强至 1030 hpa，仍位于中亚至西部国境线一带，锋面前的热低压和后部的冷高压之间形成了西北高东南低的形势，新疆东部大片出现正变压区，3 h 变压中心达 10.1 hpa，位于奇台，哈密地区 3 h 变压 0.6~3.9 hpa，此时，大部出现大风沙尘天气，局部地区伴有沙尘暴。

4. 热力条件分析

4.1. 假相当位温分析

分析此次天气过程的假相当位温场(图略)可知：假相当位温场整体分布是东南高西北低型，能量的高值中心位于 30°N 一带，假相当位温线密集，锋区较强，27 日 20 时，高能舌向北伸展，强能量锋区北移

至哈密地区偏东南的青海、甘肃一带，强的热力不稳定导致空气快速向高处流动，为大风沙尘天气的发生储备了一定的热能。

4.2. 总温度分析

26~28 日的总温度显示：各层的总温度值变化很相似，都在大风沙尘天气发生前，总温度值逐渐增大，27 日 08 时 850 hpa 总温度场显示(见图 3)，中心达到最高值 48℃，并且有“Ω”存在，说明有一个能量聚集的过程。之后随大风沙尘天气的发生，能量得到释放，总温度值迅速降低。

5. 动力条件分析

5.1. 涡度场

500 hpa 的涡度场上可以看出，从 26 日 08 时始，新疆盆地有正涡度向东北方向输送，涡度中心位于且末一带，东疆整个地区处于负涡度区，27 日 08 时~20 时(见图 4)，正涡度中心经南疆盆地东部东北上

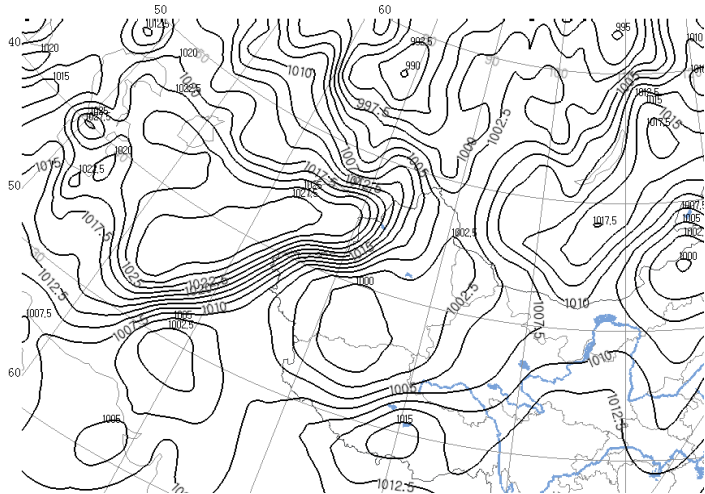


Figure 2. The sea level pressure at 08:00 on April 27, 2015
图 2. 2015 年 4 月 27 日 08 时海平面气压场

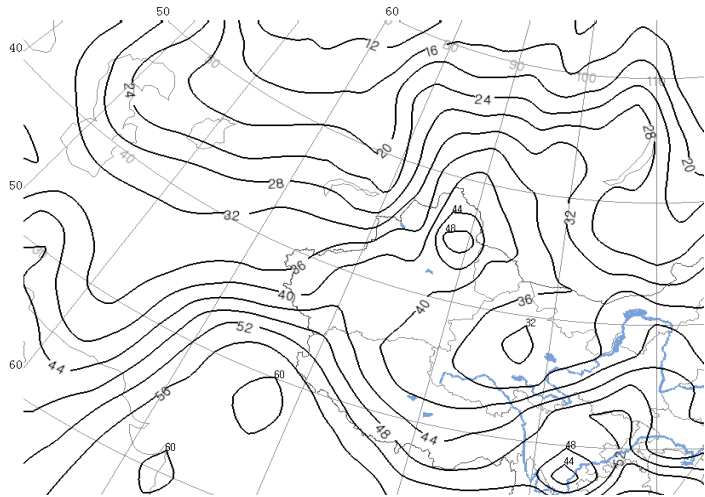


Figure 3. The total temperature of 850 hpa at 08:00 on April 27, 2015
图 3. 2015 年 4 月 27 日 08 时 850 hpa 总温度场

进入东疆地区，并且向东北方移动时，中心值增大分裂成两个正涡度中心，一个位于若羌以南的地区，一个中心位于东疆哈密地区，哈密由负涡度区转为正涡度区，28 日 08 时转为负涡度区，中心值相对较小，也就是说，大风沙尘天气发生在东疆哈密地区由负涡度转为正涡度且受正涡度控制的时段内，即大风沙尘天气出现在正涡度区域内。另从涡度的垂直分布看，近地层 925 hpa 到中高层，哈密地区出现大风沙尘时，基本上都处于正涡度控制区，只是，中低层的正涡度中心具有前倾性。

5.2. 垂直速度与散度场

由散度场空间剖面图(见图 5)可以看出：27 日 14 时哈密地区自西向东在 600 hpa 以下为负散度的辐合上升区，600 hpa~300 hpa 为辐散，最大辐合中心在 700 hpa 附近，中心强度为—— $22 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，27 日 20 时，中低层的辐合中心加强为—— $30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，即气流辐合加强，此时段也是地区大部出现大风沙尘的时段，一直维持至 28 日 05 时前后开始减弱。另从垂直速度场分析：850 hpa~400 hpa 为上升气流，27 日 08 时始，最大垂直速度中心在 700 hpa，由昌吉州一带东南下移动进入哈密地区，14 时(见图 6)，哈密地区北

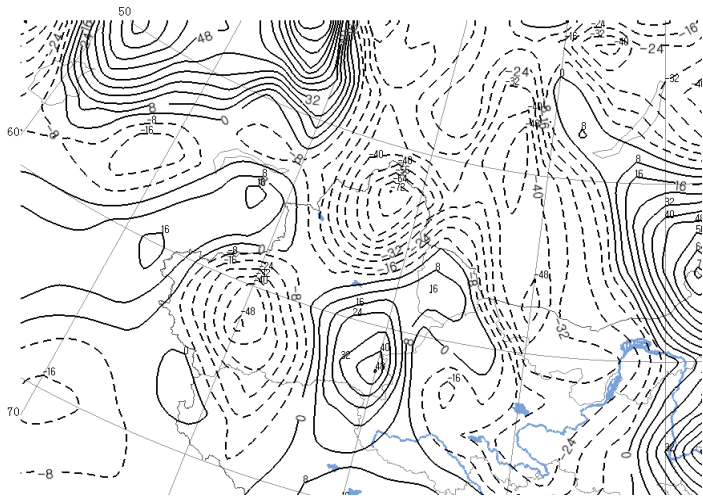


Figure 4. The vorticity of 500 hpa at 14:00 on April 27, 2015
图 4. 2015 年 4 月 27 日 14 时 500 hpa 涡度场

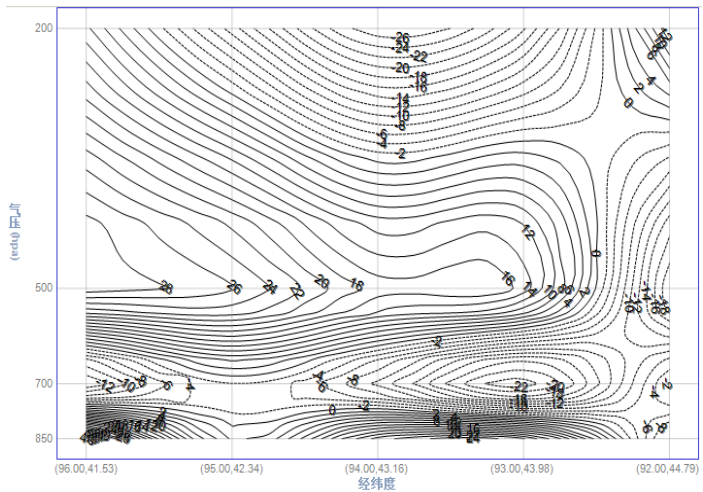


Figure 5. The profile of divergence at 14:00 on April 27, 2015
图 5. 2015 年 4 月 27 日 14 时散度场剖面图

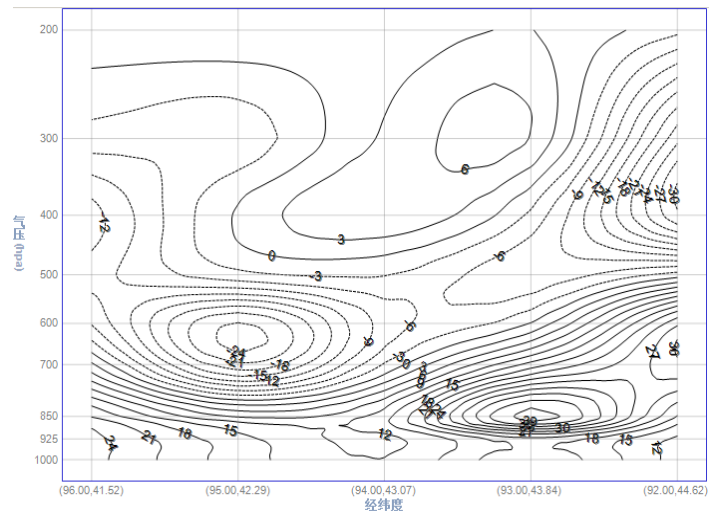


Figure 6. The profile of vertical velocity at 14:00 on April 27, 2015
图 6. 2015 年 4 月 27 日 14 时垂直速度剖面图

部的最大垂直速度中心为—— 24×10^{-3} hPa/s，位于地区北部巴里坤偏西的地方，说明上升运动最强，这样本地上空上下层能量交换加大，通过交换，高层较大动量下传至低层，使低层风速加大，与巴里坤起风和沙尘暴的时间基本吻合，20 时，上升运动虽有些减弱，但仍维持较高的状态；28 日 08 时后，哈密地区上空垂直速度逐渐减弱，由上升气流转为弱的下沉气流，辐合上升运动的加强和维持时间段正是大风沙尘天气的发生时段，辐合减弱后，哈密地区转为下沉运动区，大风沙尘区也减弱东移，趋于结束。

6. 沙尘产生的原因分析

沙尘天气的形成条件：沙源、动力和热力条件，三者缺一不可。哈密地区地表以沙漠戈壁为主，且常年干旱少雨，尤其是春季气温升高，地面表层土壤解冻，水分蒸发加大，再加上又是春耕春播时节，使得地表干土层增厚，土质变得疏松，为沙尘天气提供了一定的沙源。冷锋影响哈密地区时，高空的冷平流和低层的暖平流形成了不稳定的层结，中低层的辐合上升运动的抽吸作用，使得沙尘被卷起上升至空中，形成沙尘天气。大风沙尘出现前几天，气温上升明显，空气相对湿度小，异常干燥，为沙尘天气的出现提供了一定的热能。

7. 总结

- 1) 此次大风沙尘天气瞬时风速大，影响范围广，是在干旱少雨，气温明显升高的季节和冷空气活动频繁的天气气候背景下产生的，高空低压槽和地面冷锋共同影响，高空急流的下沉使得高空动能有效下传，也是沙尘天气发生的重要原因。
- 2) 大风沙尘天气发生在中低层辐合高层辐散的上升气流加强和维持的时段，也是 500 hPa 涡度由负值转为正值且控制的时段，高低空冷暖平流形成的不稳定层结，为大风沙尘的爆发提供了一定的能量。
- 3) 大风沙尘天气发生前，高动能和高热能都有储备聚集的过程，大风沙尘发生后，能量得到有效释放，大气层结趋于稳定。

参考文献 (References)

[1] 张强, 郭锐, 等. 沙尘暴形成机理及监测、预报和影响评估技术研究[M]. 气象出版社, 2011: 123-146.
[2] 陶健红. 2006 年 4 月 4-6 日河西走廊沙尘暴天气的成因分析[J]. 干旱区研究, 2009, 26(5): 664-670.

-
- [3] 王金辉, 刘海涛, 王东, 等. 克州地区春季一次强风沙天气成因分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2012, 6(1): 41-45.
 - [4] 魏学军, 赵旭春, 张洪杰, 等. 乌海 2012 年 3 月 22 日大风沙尘天气分析[C]. 第七届内蒙古自治区自然科学学术年会集, 2013: 410-413.
 - [5] 王锡稳, 刘治国, 黄玉霞, 等. 河西走廊盛夏一次强沙尘暴天气综合分析[J]. 气象, 2006, 32(7): 102-109.
 - [6] 岳平, 牛生杰, 张强. 民勤一次沙尘暴的观测分析[J]. 高原气象, 2008, 27(2): 401-407.
 - [7] 姬菲菲, 马宁, 杜宏娟, 等. 2013 年 4 月 17 日宁夏大风沙尘天气过程分析[J]. 宁夏工程技术, 2014, 13(4): 309-312.
 - [8] 陈洪武, 王旭, 王禹, 等. 新疆沙尘暴气候背景场的分析[J]. 气象, 2003, 29(6): 37-40.