

2001 年兰州地区春季沙尘暴天气的对比分析

刘淑梅, 王学良

(兰州市气象局, 甘肃 兰州 730020)

摘 要:2001 年 4 月, 兰州地区连续出现了两次区域性强沙尘暴天气。文中从天气概况、气候背景、地面和高空环流形势等方面, 对两次沙尘暴天气进行了分析。结果表明, 两次沙尘暴天气过程是在同样的大尺度环流背景下产生的, 都是由冷锋后偏北大风引起的。但由于造成两次沙尘暴天气的冷空气强度、锋区南压程度、冷空气移动路径等不同, 因此造成两次沙尘暴天气影响范围、强度也有所不同。同时, 兰州地区 2001 年冬季气温异常偏高, 春季降水偏少以及本地区特殊的地理、地形环境, 加剧了大风、沙尘暴的出现频次和强度。通过分析, 初步总结出了此类天气的预报思路和要点。

关键词:沙尘暴; 分析

中图分类号:P425.5

文献标识码:A

文章编号:1006-7639(2002)-02-0005-04

引 言

沙尘暴是一种严重的、大范围的灾害性天气, 当其发生时, 水平能见度降至 1km 以下, 并伴有大风天气, 对交通、农业等部门影响很大。漂浮在空中的颗粒物, 使空气污浊, 空气质量多为 5 级, 属重污染。

兰州地区位于祖国大陆的腹心地带, 在青藏高原、内蒙古高原和黄土高原交汇处, 辖永登、皋兰、榆中 3 县, 区内大部分地方以梁、峁、沟、壑等黄土地貌为主, 自然环境较差, 干旱少雨。上游是戈壁、沙漠众多的河西走廊, 市区北部的秦王川地势空旷, 植被稀少, 降水奇缺, 地表土层干燥疏松, 易被大风扬起造成沙尘天气。2001 年 4 月, 兰州地区沙尘天气严重, 位置偏北、地表条件相对稍差的永登、皋兰各有 15 个沙尘天气日数, 其中, 皋兰沙尘暴 3 次, 扬沙 3 次, 浮尘 9 次; 永登沙尘暴 2 次, 扬沙 8 次, 浮尘 5 次。市区也出现了 2 次沙尘暴, 3 次扬沙, 7 次浮尘; 榆中略少, 沙尘暴、扬沙天气分别有 1 次, 浮尘 10 次。4 月 8 日的强沙尘暴天气是兰州近 20a 最强的一次。频繁的沙尘天气引起了各级政府和广大群众的高度重视。因此, 本文旨在通过分析此类天气过程发生发展的原

因, 找出预报思路, 从而在过程来临前准确地作出预报, 提前做好预防工作。

1 天气概况

2001 年 4 月 8 日(以下简称“4.8”)的沙尘暴天气过程来势凶猛, 持续时间短, 同时伴有大风、寒潮、中到大雪和霜冻等多种灾害性天气, 各地平均最大风力达 5~6 级, 最小能见度 200m, 其强度之强, 影响范围之广, 为历史所罕见。2001 年 4 月 29 日(以下简称“4.29”), 强冷空气又一次南下, 造成了兰州地区当月第二次大风、沙尘暴天气, 而且出现在早晨热力作用最弱的时刻(上午 9~10 点之间)。影响范围较上次小, 瞬间最大风速达 20m/s, 最小能见度 400~600m。

2 过程分析

2.1 气候背景

兰州地区年平均沙尘暴日数为 3d, 春季(3~5 月)最多, 占全年的 68%。从沙尘暴年际变化分析, 各地沙尘暴天气主要发生在 50 年代至 80

收稿日期: 2002-03-13

作者简介: 刘淑梅(1960-), 女, 甘肃榆中县人, 助理工程师, 从事专业气象预报服务工作。

年代前期,从 1985 年开始,沙尘暴天气明显减少见表 1。兰州市区从 1986 年至今只观测到两次沙尘暴。

表 1 兰州地区各年代平均沙尘暴日数

站名	1961~1970年	1971~1980年	1981~1990年	1991~2000年	2001年
市区	1.3	3.2	0.6	0.1	1
皋兰	9.3	4.0	2.5	0.9	3
榆中	1.7	1.5	0.3	0.0	2
永登	3.1	2.5	1.2	0.3	2

2001 年兰州地区冬季(12~2 月)平均气温为 -3.9°C , 为有气象记录以来历史同期之最(图 1)。市区、皋兰、榆中、永登分别比历年同期平均值偏高 3.2°C 、 2.2°C 、 1.7°C 、 1.9°C 。

2001 年兰州各站春季降水比历年平均值偏少 35%~48%, 接近历史同期最低值。尤其是 3 月份, 只有永登出现了 0.3mm 的降水, 比多年平均值偏少 97%, 其余各地均偏少 100% 见图 2。降水偏少, 气温增高, 干土层加厚, 是兰州沙尘暴产生的前期气候背景。

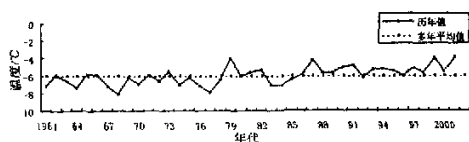


图 1 兰州地区历年冬季(12~2 月)平均气温变化图
(实线为历年值, 虚线为多年平均值)

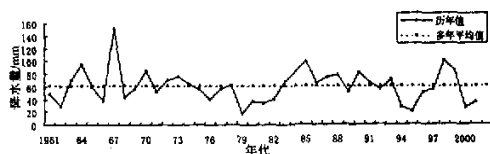


图 2 兰州地区历年春季(3~5 月)降水量变化曲线
(实线为历年值, 虚线为多年平均值)

2.2 预报场的分析

2.2.1 高空环流特征

相同点: 两次过程产生的高空环流特征基本相似。即 500hPa 欧亚范围内环流背景都是一槽一脊型, 乌山附近为一暖高压脊, 脊前为一深厚的冷槽, 冷中心最大强度达 -40°C 。当欧亚范围内由纬向环流向经向环流调整时, 西西伯利亚的强冷空气沿西北气流整体南下, 促使低槽发展并东移。槽后为强偏北大风区, 槽后正变高和槽前负变高之差达到了 300gpm 以上。过程发生日,

500hPa 环流形势经过调整, 原位于中亚的急流带东移南压到新疆北部, 为沙尘暴的产生及输送提供了高空动力条件。700hPa 热力场变化较 500hPa 更为明显, 大风发生前 1d, 在 $40^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$, $70^{\circ}\sim 85^{\circ}\text{E}$ 有冷槽对应, 槽前天山附近有一支 SW-NE 走向, 在 5 个纬距内有 4~6 条等温线的强锋区, 同时在高原中东部有一升温较强的暖温度脊。

相异点: 首先, 500hPa 温度场造成“4.8”沙尘暴与“4.29”沙尘暴的冷空气中心位置不同。对于“4.8”沙尘暴, 乌拉尔高压脊向东北方向强烈发展, 使脊前源自太梅尔半岛的强冷空气整体南下, 补充槽底冷空气, 在冷空气进一步南压时, 乌山脊对应的暖空气向北发展, 脊顶暖舌向东扩展, 位相超越高度场, 暖平流横向切断脊前槽底冷空气与极地冷空气的连接, 8 日 08 时, 在新疆准葛尔盆地形成了 -40°C 的闭合冷中心; 而 4 月 28 日, 同样为 -40°C 的冷中心位于贝加尔湖以北。其次, 两次沙尘暴天气高空锋区南压程度不同。“4.8”沙尘暴发生前, 里海低压切入, 影响乌拉尔高压脊向东北方向强烈发展, 促使脊前冷槽东移, 冷空气向南爆发, 锋区南压至 35°N 附近; 而“4.29”沙尘暴发生前, 乌拉尔高压阻塞, 脊前西北气流强劲宽广, 在其引导下, 新地岛强冷空气快速向南爆发, 由于青藏高原西部及新疆西部西北风跟进很快, 强冷空气在南压的同时沿槽前西南气流向偏东北方向运动, 锋区比“4.8”沙尘暴偏北 5 个纬距。表现在 500hPa 槽线前后的 24h 正、负变压场上, “4.8”沙尘暴 24h 正负变压差达 500gpm, 而“4.29”沙尘暴 24h 变压差为 310gpm。另外, 700hPa 08 时锋区强度不同, 同样在 5 个纬距内, 4 月 8 日有 6 条等温线, 而 4 月 29 日只有 4 条等温线; 第三, 造成两次沙尘暴天气的高空锋区的持续时间不同, 冷中心的移动方向也有差别。由于产生“4.8”沙尘暴的高空冷空气切断、闭合, 中心温度低, 所以东移缓慢, 8 日 20 点至 10 日 08 点, 强锋区一直影响兰州。而“4.29”沙尘暴发生时高空锋区只持续了 12h 左右。第四, 西伯利亚主力冷空气爆发方式不同。“4.8”沙尘暴对应的冷空气是一次性爆发, 所以强度强; 而“4.29”沙尘暴对应的西伯利

亚冷空气分裂成两股冷空气,27日过了一支弱槽,兰州降水0.5mm,29日,主槽才快速移出。

2.2.2 地面系统简述

表2 4月8日、4月29日沙尘暴实况表

过程名	“4.8”过程				“4.29”过程项目			
项目	天气种类	开始时间	结束时间	最小能见度	天气种类	开始时间	结束时间	最小能见度
市区	沙尘暴	15:35	20:50	0.4km	扬沙	/	/	/
永登	沙尘暴	17:10	22:20	0.4km	扬沙	/	/	/
皋兰	沙尘暴	14:15	19:35	0.2km	沙尘暴	9:31	9:50	0.6km
榆中	扬沙	/	/	/	沙尘暴	8:50	9:21	0.4km

“4.8”大风、沙尘暴出现前,兰州市区7日平均气温比5日上升4.3℃,气压下降13hPa。4月7日14时,冷空气进入北疆,锋线位于天山附近,锋线前后3h变压分别为-3.2hPa和+10.2hPa,气压梯度达15hPa/100km。8日05时,冷锋翻越天山,进入河西走廊后迅速加强,南疆东部至酒泉、老东庙出现大范围大风、沙尘暴天气,锋前出现两个热低压中心,一个低压中心位于民勤,24h变压为-14hPa,气压值996hPa。另一个低压中心位于柴达木西部的冷湖附近,3h和24h变压分别为-3.8hPa和-14hPa。8日08时冷高压位于乌鲁木齐附近,中心值为1040hPa,南疆每个站出现沙尘暴且大部分地方能见度降至0.1~0.2km,达强沙尘暴。冷锋在东移过程中分为南北两段,南段经阿尔金山越过青藏高原进入柴达木盆地,在该盆地西部出现沙尘暴,北段冷锋东移南下至武威地区,沙尘暴区域在冷空气前方,呈南北带状分布。同时民勤的热低压中心加深东移至贺兰山,冷湖低压中心移至格尔木附近,锋后的张掖站3h变压达+7.9hPa。酒泉地区开始降雪,24h降温10℃以上。8日14时锋面的北段位于祁连山北侧-乌鞘岭-宁夏东部,南段移至柴达木盆地中部,与低压中心重合,锋后沙尘暴范围进一步扩大,向东影响至宁夏、向南影响至乌鞘岭。酒泉地区持续降温降雪,雪区向东发展到张掖,两地区24h降温20℃以上。15时冷锋过境兰州,出现大风扬沙天气,15时35分观测到沙尘暴,23时45分降雪开始,沙尘天气结束。9日市区日平均气温下降13.1℃,最高气温-0.4℃,最低气温-4.6℃;降水量4.6mm,10日清晨出现霜冻,最低地温-2.4℃。

“4.29”沙尘暴过程前24h(28日08时),锋线位于天山附近,锋后3h变压为+9.0hPa,锋前24h变压为-15.0hPa,气压梯度为12hPa/100km,锋前低压中心值为994hPa,位于门源站。28日14时冷高压位于乌鲁木齐附近,其中心值为1024hPa,锋线东移至哈密-若羌一带,锋前热低压中心基本与锋线一起移动,锋后降水区与锋线位置接近,我省中部有降水区。河西地区升温降压明显,其中,张掖地区24h升温13.0℃,3h和24h变压分别为-3hPa和-11hPa,低压中心值降至998.4hPa。29日05时武威地区3h正变压达7.6hPa,大风沙尘暴范围从柴达木盆地、河西、内蒙西部,南到乌鞘岭,东至贺兰山。29日08时,冷高压中心加强到1036hPa,贺兰山附近3h正变压达9.1hPa,民勤能见度<200m,出现强沙尘暴。09时,冷锋过境兰州,两县区出现沙尘暴,市区出现扬沙,沙尘暴范围向南缩小。29日14时,河西地区24h降温10~16℃,兰州降温7~8℃,河西东部-兰州-临夏地区为雨夹雪,华家岭出现能见度<300m的强沙尘暴天气,之后逐渐减弱为扬沙、浮尘,并向东南方向移去。分析表明,锋面经过某地的时间则是大风、沙尘暴出现的时间。

3 小结

3.1 兰州地区干旱少雨,地表条件差,多以梁、峁、沟、壑等黄土地貌为主,但沙尘暴天气仍远少于河西地区。一方面是由于北部乌鞘岭的天然屏障作用使得一般情况下河西的大风、沙尘暴不得逾越,另一方面是由于本地地形的阻碍而很少能产生本地大风,缺少了大风这一动力条件,无法把地表的颗粒带到空中形成沙尘暴。结合2001年“4.8”、“4.29”沙尘暴产生的气象因素可以看出,兰州沙尘暴的出现必然伴随着北方强冷空气的过境。兰州沙尘暴的沙源主要来源于河西,本地裸露的地表也有补充,所以只有在河西已经形成大范围强沙尘暴时,兰州才可能有沙尘暴,只有北方冷空气足够强时,才能产生强劲的动力大风,从而携带大量的沙尘翻越乌鞘岭向东南方向移动,影响兰州。

3.2 由于冬、春季空气相对干燥,冷暖空气交替

出现,这也是冬、春季容易产生沙尘天气的主要原因。当北方冷空气南下时,由于其斜压性,高层冷空气滞后,近地层部分先期移过。地面冷空气经过河西时,在祁连山系的阻挡、摩擦下,南部靠近山脉的部分堆积、移动慢,当移速较快的偏北锋面东移到河西东部时,一般先绕过乌鞘岭,前端沿黄河河谷倒灌进来,河西的沙尘也随之入兰。狭长的河谷地形不仅加大了兰州的风速,也阻碍了空中悬浮物向四周扩散,所以,兰州的沙尘天气经常比河西的沙尘持续时间要长。同时,冷空气越过乌鞘岭后,借地形之势,移动速度加快,风速加大。在前后两股风势共同作用下,加重了兰州地区沙

尘暴的强度。

3.3 一槽一脊的大气环流形势有利于北方冷空气向南爆发。当乌拉尔脊稳定发展时,脊前冷空气不断堆积加强。如果乌拉尔脊略为东移,脊前横槽转竖,冷空气就沿西北路径南下,这是兰州地区沙尘暴天气产生的最主要的环流背景。

3.4 兰州本站的前期天气背景也决定了兰州沙尘暴的强度。长时间的干旱少雨,气温不断升高,气压不断降低。一旦有冷空气过境,强烈的气压差产生大风天气,为沙尘暴天气产生提供了动力起沙条件。

The Contrast Analysis of Sand - storm Synoptic Processes over Lanzhou Area in Spring in 2001

LIU Shu - mei, WANG Xue - liang

(Lanzhou Meteorological Bureau, Lanzhou Gansu 730020, China)

Abstract: The two cases of regional severe strong sand - storm synoptic processes which occurred in Lanzhou on 8 and 29 April, 2001 are analyzed respectively according to the aspects of synoptic system, climatic background, underlying and upper air circulation situation. The results show that both the two sand - storm synoptic processes resulted from either the same large scale circulation background or the whole northern gale behind the cold front. But the range and the path of cold air and the southward moving cold front are different, thus results in the area of coverage and the intensity of the both sand - storm synoptic processes are also different. Meanwhile, because of the abnormally high temperature in winter, the lack of precipitation in spring and the specific geographic or topographic environment, the frequency and the intensity of the gale and sand - storm are aggravated. The predicting technical train of thought and the main points of these sand - storm synoptic processes are preliminary summarized.

Key words: Sand - storm synoptic processes; Contrast analysis.

