

# 临夏州“010408”强沙尘暴、寒潮天气过程分析

杨先荣<sup>1</sup>, 李正明<sup>1</sup>, 黄成秀<sup>1</sup>, 王式功<sup>2</sup>

(1. 甘肃省临夏州气象局, 甘肃 临夏 731100; 2. 兰州大学 资源环境学院, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:**应用常规各时次的高空、地面资料, 对2001年4月7~9日临夏州出现的强沙尘暴、寒潮天气过程的影响系统演变进行分析。结果表明, 500 hPa 西风急流轴( $\geq 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ )从泰梅尔半岛迅速向南扩展, 高空锋区随急流持续南压, 促使中高纬度地区有效位能和动能增加, 在地面, 中高纬度强大的冷高压向南发展, 与中、低纬度持续性低值区之间产生了很强的气压梯度带。这种高低空系统叠加后, 在受灾区附近动力扰动的作用下, 出现了这次强沙尘暴、寒潮天气过程。

**关键词:**强沙尘暴; 寒潮; 过程分析

中图分类号:P445.4 文献标识码:A

## 1 过程实况概述

2001年4月8日17:27时开始, 临夏出现了一次区域性大风、浮尘、扬沙、强沙尘暴天气, 随后又出现了大雪、寒潮天气过程。其中东乡县24 h日平均气温降幅最大达 $15.0^{\circ}\text{C}$ , 和政、康乐、临夏市等出现了强沙尘暴, 临夏市最大风速为 $14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 黄沙遮盖天空长达74 min, 能见度仅为400 m。各类天气过程实况如表1所示。

表1 临夏州各地天气实况

Tab.1 Actual individual weather condition

in Linxia, Gansu Province

站名	能见度 /m	天气现象	8~9日降 温/℃	7~9日降 温/℃	过程降雪 量/mm
永靖	2000	浮尘	12.4	14.6	3.3
东乡	1200	扬沙	15.0	14.5	6.2
广河	1500	扬沙	12.7	13.9	2.0
临夏	400	沙尘暴	12.4	13.8	4.4
和政	500	沙尘暴	13.1	14.1	5.9
康乐	500	沙尘暴	12.6	13.3	6.5
积石山	10000	扬沙	14.5	13.8	8.0

4月8日08时地面图上, 强冷锋进入我省河西中部, 新疆南部、青海西北部, 张掖、金昌、民勤出现了强烈沙尘暴天气, 11时随着地面冷锋的东移南压, 甘肃中部至蒙古中部出现大范围的扬沙、沙尘暴天气, 青海北部至甘肃交接处地面风速达 $18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 蒙古至宁夏贺兰山脉前风速为 $14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 乌鞘岭风速 $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。17时乌鞘岭北风 $16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 兰州东风

$4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 冷锋即将入侵兰州, 随后伴随的强沙尘暴前锋向临夏地区逼近。9日08时,  $\triangle P24$  正 $26.0 \text{ hPa}$  变压中心在民勤至内蒙古之间, 表明蒙古强大的冷高压向南扩展, 入侵甘肃中部, 相继临夏州出现了区域性大风、降雪、强寒潮天气。9日20时地面冷高压在高空急流的引导下, 快速向东南方向移去。由于大尺度天气系统的快速演变的动力作用, “推走”了本地附近的天气系统, 强天气过程结束。

### 1.1 强沙尘暴天气过程的起因

这次强沙尘暴天气过程的起因, 主要是高空急流轴(风速 $\geq 20.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ )向中纬度地区明显南压; 大风天气与地面干燥疏松的沙尘源表层, 以及较好的热力条件与动力作用下, 形成的强风将地面沙尘吹起, 天空能见度急剧降低, 高空强急流轴引导深厚的沙尘团, 所经之处沙尘遮天蔽日, 危害最大。

### 1.2 强沙尘暴天气的主要流场特征

造成这次强沙尘暴天气过程的主要天气系统是近地面700 hPa 低空大气不稳定性强。其干暖舌伸展到青海湖附近, 在垂直方向上, 青海省中部至甘肃河西地区, 500 hPa 有支扰动气流突发性增强; 引导地面气压差密集的梯度带前沿产生强烈的大风, 吹起民勤至腾格里大沙漠东南部干燥疏松的黄沙土, 形成一支较宽广的黄沙气流团, 翻越乌鞘岭后, 从永登至兰州西河口入侵临夏州。所经之处, 产生了较强烈的沙尘暴和扬沙天气过程。这次强天气过程发生的特点是, 突发性强, 强度大, 持续时间长, 影响范

围广,是一次典型的春季以强沙尘暴为主的综合性多灾害天气过程。它给当地人们的生产和生活带来了极大的危害<sup>[1~4]</sup>。

### 1.3 强沙尘暴的地面与气象因素

临夏州上游的河西走廊被巴丹吉林、腾格里、库姆塔格三大沙漠包围,是这次沙尘暴的主要成因,再加上西北地区植被少,初春的较长时段里降水量偏少,气温偏高,气压低,与巴尔喀什湖冷高压区形成极大压差,压差密集带前部狂风大作,也是这次沙尘暴形成的地面与气象因素之一。

## 2 高低空影响系统

### 2.1 高空影响系统形势演变

4月7日20:00时500 hPa欧亚范围内,印度孟买至巴基斯坦卡拉奇建立一支高压中心,其强度为594 hPa,此高压脊从南向北伸展到泰梅尔半岛,整个乌拉尔山脉为宽广的高压脊控制。高压脊前有一支西风带急流轴( $36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )从巴尔喀什湖“L”型折转后,向甘肃省酒泉西南部地区发展,表明了极地强冷空气在高空急流的引导下,迅速向南扩展,促使新疆阿拉山口附近建立一中心强度为532 hPa的冷低压中心,将高纬度冷空气聚积在此处,低中心冷空气强度为 $-41^\circ\text{C}$ 。4月8日08时500 hPa高空图上,贝加尔湖至我国新疆北部的高空槽在东移中不断扩展加深,冷槽中冷空气从天山东部伸向甘肃酒泉地区,此系统在东移中动力和热力差值变化强烈,风速不断地加大,冷空气加厚 $300\sim700 \text{ hPa}$ 新疆至甘肃中部一线,高度场和温度场的夹角很大,而温度场明显落后于高度场,因此新疆西部至甘肃中部大气的斜压性十分明显,这种深厚的高空槽和强冷空气构成的斜压大气场,造成的不稳定天气形势不断向东南方向发展,由于这种上游动力与下游热力作用的共同影响,促使本州出现强烈的大风、扬沙、沙尘暴天气<sup>[5]</sup>。

4月9日08时500 hPa高空图上,我国内蒙古自治区西部建立547 hPa低压中心,其配合的冷空气强度为 $-33^\circ\text{C}$ ,我国西北区至华北地区以北,由强盛的“C”型流场控制,此时西风急流轴北缩2.5个纬距,强度明显减弱,高度场缓慢加强,冷空气中心入侵本州,使本州出现很强的寒潮天气。20时500 hPa高空图上,伊朗高原东北部建立596 hPa高压中心,脊线伸展到我国新疆至俄罗斯中部平原一线,此时,

临夏地区逐步由较弱的平直西风气流转为西北气流控制下,整个沙尘暴、寒潮天气过程结束。

### 2.2 西风急流轴与高空锋区演变特征

4月7日08时,500 hPa乌拉尔山地区高压脊较弱,但是黑海至乌拉尔南部一带暖平流较强,大形势上欧亚大陆气流平直,西风带急流位置偏北。20时乌拉尔山地区建立较强的高压脊,高压脊东侧、新地岛至巴尔喀什湖有支 $20\sim36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的急流轴,此系统带来的极地强冷空气( $\leq -40^\circ\text{C}$ )迅速进入南疆地区,向甘肃西部逼近(图1所示),此时,青藏高原南北两支西风急流带呈现为北强南弱,同时 $70^\circ\sim85^\circ\text{E}$ 之间建立一支南北向的高空锋区,相应南支东风带急流( $\geq 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )从西藏中部向华东平原发展。8日08时,天山一线经甘肃进入陕北的西风急流轴,向东南摆动了3个纬距,强急流轴促使冷空气中心范围扩大,并向东南发展,高空锋区相应向东南扩展5个纬距( $95^\circ\text{E}$ ),从中亚到新疆至甘肃河西走廊多波动气流发展,从中分裂的冷空气造成南疆东部至甘肃西部的扬沙和沙尘暴天气。20时500 hPa乌拉尔山底部黑海附近有不稳定小槽发展,高压脊向东北方向伸展,其中心强度明显减弱。4月9日08时500 hPa 29区、36区、51区至44区中心线上,急流轴呈“C”型形势发展,其底部入侵的强冷空气,完全进入甘肃大部,造成大范围的强寒潮天气,20时500 hPa高空急流轴中心强度有明显的减弱,并向东北移动12个经度,贝加尔湖至蒙古国东部高空锋区明显减弱。

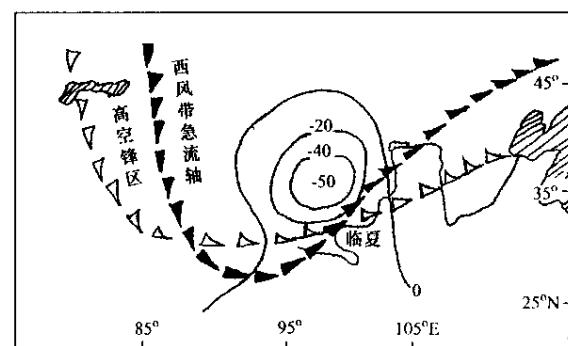


图1 2001年4月7~9日500 hPa风速 $\geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 西风急流轴、平均高空锋区发展移动形势(线闭合区为平均温度平流( $\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$ )分布特征)

Fig. 1 Distribution of westerly jet axis( $\geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) and upper front in 500 hPa from 7th to 9th in Apr. 2001

另外我们用4月7~10日08时500 hPa $\geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 西风急流轴, $\geq 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 南支气流带进行叠加

分析,可清楚地表明,造成这次大范围的大风、扬沙、沙尘暴、强寒潮天气过程,主要表现为西风急流轴引导极地强冷空气迅速南下所致,这次强天气过程是南北两支急流及高空锋区,在亚洲中、高纬地区共同作用的结果,也是中、低纬度地区与高纬度动能、有效位能一次明显的交换过程。

### 3 变量场分布特征

4月7日20时500 hPa  $\triangle H24$  图上,新疆地区的 $-17.0$  hPa中心延伸到甘肃西部地区,此形势预示着我国西部上空大气环流有次新的调整, $\triangle T24 \leq -14.0^{\circ}\text{C}$ 中心由巴尔喀什湖右侧伸展到新疆。8日08时 $\triangle H24 \leq 0^{\circ}\text{C}$ 范围扩大,并迅速发展到甘肃中部地区, $\triangle T24 \leq -15.0^{\circ}\text{C}$ 的变温场向酒泉西部发展,此形势表明,有新的冷空气补充,高度场明显减弱,进入河西地区的强冷空气前沿到达乌鞘岭一线。500 hPa 温度平流场形势表明,4月9日08时 $95^{\circ} \sim 103^{\circ}\text{E}$ , $30^{\circ} \sim 50^{\circ}\text{N}$ 范围内负温度平流发展,酒泉至蒙古中部一线被强度为 $-40.0^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$ 冷中心控制。20时中国大部为负温度平流区,乌兰巴托有最强的 $-60.0^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$ 温度平流中心向南扩展,临夏地区上空受 $-20.0^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$ 温度平流控制,此形势清楚地表明,临夏上空有一很强的冷空气向东南方向发展,所经之处,出现强烈的降温天气。在特殊的地势作用下,时段长达4 d。

### 4 物理量场分布特征

4月8日08时500 hPa 散度场上,我国西北部 $-20 \times 10^{-6}$ 水平散度场向东南发展,位于 $-30 \times 10^{-6}$ 散度带在西风急流轴左侧,右侧为 $D > 0$ 范围。9日08时500 hPa 西风急流轴西宁至合作一线向东发展,其左侧为正涡度 $\geq 0$ 区,右侧为负涡度 $\leq 0$ 区,临夏州处于 $10 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 梯度带上。上述变量场发展形势与涡度、散度物理场特征表明,8~9日临夏州地面至高空有一团深厚的强冷空气向东南移去,而且动力场与热力场的交换形势非常明显<sup>[6]</sup>。

### 5 地面系统的发展形势

4月8日02时地面图上,新疆天山以北阿拉木图附近建立一强大的冷高压,中心强度为10 475 hPa。05时地面冷锋在哈密至天山一线,巴尔喀什湖以北的冷空气,在强大的高空急流引导下,由于天山山脉阻挡,在北疆盆地堆积很强的冷空气,其强度达10 500 hPa(见图2);同时南疆至酒泉、民勤沿

青藏高原边缘有一带状的低压维持,中心强度为9 975 hPa。由于高压前沿产生扰动后,强冷空气迅速向低压区发展,出现7~8级大风,大风所经之处,出现扬沙和沙尘暴天气。08时地面冷锋到达酒泉南部,沙尘暴范围扩大,在高空急流轴的引导下,快速向东南方向发展,其前锋已到达甘肃金昌、民勤一线。11时河西地面风速加强,以青海中部格尔木为中心,形成一较弱的地面辐合场;14时地面冷锋翻越乌鞘岭向兰州、临夏地区逼近。17时在兰州处于密集的海平面气压梯度带中,地面冷锋和沙尘暴北支经宁夏向陕北发展,南支向甘肃中、东部方向发展。17~27时临夏州出现大风、扬沙、沙尘暴天气。20时至9日08时,冷锋已过本州移向山西至四川中部一线,本州处于冷高压梯度带后部,大风、沙尘暴天气缓慢结束,相继出现强烈的降温、降雪天气,14时甘肃中部地面出现 $\triangle P24$  正 26.0 hPa 变压中心,表明这次强冷空气完全入侵此地,导致甘肃中部大范围的强寒潮天气暴发。分析表明,这次强寒潮天气,降温时速度快影响范围大,主要是地面冷高压和高空槽偏后的强冷空气所致。20时我国东部沿海一带,地面海平面气压场出现低值区,影响本州的冷高压迅速向低压区东南方向移出,强度明显减弱,这次强寒潮天气过程缓慢结束。

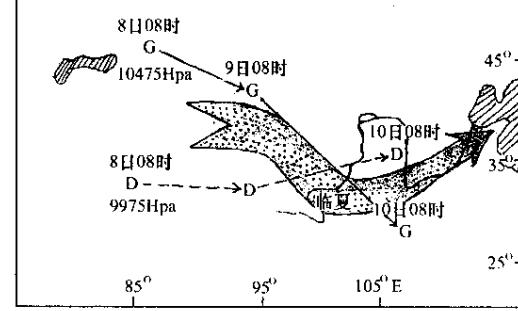


图2 各时次地面高、低压动态形势(箭头区为强沙尘暴出现和移动方向)

Fig. 2 Evolution of the surface anticyclone and cyclone

### 6 结束语

经分析“01408”强沙尘暴、寒潮天气过程表明,春季欧亚500 hPa环流场大形势有明显的调整时,将给调整区下游带来异常的天气变化过程,特别是在乌拉山较强的高压脊或阻塞高压发展,脊前24~48 h之内有较强的西面急流轴( $\geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )从新地岛突发南压到我国新疆北部边界,急流右侧至前部,高空锋区明显加强,强急流轴在巴尔喀什湖底“L”型折转时,我国新疆至甘肃西部 $\triangle H24 \leq 0$ , $\triangle T24 \leq 0$

形势场发展,将预示着24~36 h内出现一次强冷空气侵袭。“L”型深厚低压缓慢东移时,其底部天山北部至蒙古建立一很强的地面冷高压,其次高压前部发展区,在高空急流轴的动量下传作用下出现了大范围的大风和扬沙天气,沙尘暴天气主锋从河西走廊迅速向甘肃中纬度地区发展。则是这次维持时间长、影响范围广的强沙尘暴、寒潮天气源地。通过这次强天气过程的分析,将对春季预报类似的灾害性天气过程<sup>7]</sup>,有着一定的启发和帮助。

#### 参考文献(References):

[1] 王式功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙

漠,2000,20(4):349~356.

[2] 赵光平,王连喜,杨淑萍,等.宁夏强沙暴生态调控对策的初步研究[J].中国沙漠,2000,20(4):447~450.

[3] 赵兴梁.甘肃特大沙尘暴的危害与对策[J].中国沙漠,1993,13(3):1~5.

[4] 邵新江,徐建芬,罗敬宁,等.利用风云4号气象卫星监测南疆沙尘暴研究[J].中国沙漠,2000,20(3):286~287.

[5] 杨根生,王一谋.“五·五”特大风沙暴的形成过程及防止对策[J].中国沙漠,1993,13(3):68~72.

[6] 孙军.西北地区沙尘暴预报方法的研究[D].南京气象学院硕士学位论文,1998,1~4.

[7] 王涛,陈光庭,钱正安,等.中国北方沙尘暴现状及对策[J].中国沙漠,2001,21(4):322~327.

## Analysis on Dust Storm and Cold Wave on April 8th 2001 in Linxia of Gansu Province

YANG Xian-rong<sup>1</sup>, LI Zheng-ming<sup>1</sup>, HUANG Cheng-xiu<sup>1</sup>, WANG Shi-gong<sup>2</sup>

(1. Linxia Meteorological Bureau, Linxia 731100, Gansu, China; 2. School of Resources and Environment of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** A dust storm and cold wave process in Linxia of Gansu Province on April 8th 2001 was analyzed based on upper and surface data. The results show that the process was caused by the axis of 500 hPa westerly jet ( $> 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) expanding rapidly southward to give rise to the increase of effective potential energy and kinetic energy over the mid-latitude region and intense the vertical barometric gradient. In the condition of this current system and affected by the power disturbance of the region, the sand storm and cold wave weather process was formed.

**Key words:** heavy sand storm; cold wave; analysis of process