

狄潇泓,张新荣,刘新伟,等. 甘肃省两次强沙尘暴天气对比分析[J]. 干旱气象,2014,32(1):81-86, [DI Xiaohong, ZHANG Xinrong, LIU Xinwei, et al. Comparative Analysis of Two Severe Sandstorm Events in Gansu[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(1):81-86], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0081

# 甘肃省两次强沙尘暴天气对比分析

狄潇泓,张新荣,刘新伟,沙宏娥

(兰州中心气象台,甘肃 兰州 730020)

**摘要:**利用常规观测资料、自动站逐时资料及 T639 数值预报初始场,对 2010 年 3 月 19 日、2011 年 4 月 28 日甘肃省 2 次强沙尘暴天气过程从天气概况、气候背景、环流形势及单站地面气象要素、高空急流、垂直速度、稳定度等方面进行深入分析。结果表明:2 次过程前期均具有气温偏高、降水稀少的气候背景;高空斜压槽和强锋区、地面强冷高压和锋前蒙古气旋或热低压是发生此类强沙尘暴的环流形势;高低空急流配置和地面气象要素演变对沙尘暴天气有指示意义;由于 2 次过程冷空气路径、强度有所差异,因此对甘肃造成的影响不同。

**关键词:**沙尘暴;斜压槽;高空急流;诊断分析

**文章编号:**1006-7639(2014)-01-0081-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-01-0081

**中图分类号:**P425.5<sup>+</sup>5

**文献标识码:**A

## 引言

西北地区水资源短缺,土地沙化严重、生态脆弱,是我国的沙尘暴源地。沙尘暴所经之处,都遭受到不同程度的灾害、损失,同时环境、生态受到严重影响。2010 年春季,甘肃省频繁出现沙尘天气,其中尤以“3.19”沙尘暴过程最为强烈,该沙尘天气过程波及范围广,先后影响了我国西北、华北、华中和华东的 21 个省(区、市),是当年春季全国第一场,也是影响范围最大的一次沙尘天气过程。2011 年春季,甘肃省沙尘天气较 2010 年略少,但“4.28”沙尘暴过程在甘肃省的影响范围、强度都要大于“3.19”过程。2 次沙尘暴过程所经之处,遭受到不同程度的灾害和损失,其中“4.28”沙尘暴过程农牧业、林果业及设施农业损失严重,据不完全统计,农作物受灾面积上万亩,直接经济损失超过千万元。

本文利用常规高空、地面观测资料,自动站逐时气压、温度、湿度、风等资料以及 T639 数值预报初始场资料,对 2010 年 3 月 19 日、2011 年 4 月 28 日发生在甘肃省的强沙尘暴天气进行气候背景、天气形势、冷空气路径及发生沙尘暴的站点气象要素及物

理量等方面进行对比,分析其异同点,探讨其形成机制,增进对沙尘暴天气的认识,以期提高预报监测沙尘暴天气的水平。

## 1 沙尘天气概况

2010 年 3 月 19~20 日,甘肃省先后有 22 站出现沙尘天气,沙尘暴中心在陇中偏北地区,白银、兰州共 4 站达到强沙尘暴,最大瞬时风速 24 m/s,最小能见度 300 m,平均持续时间 2.5 h。这是 2010 年春季甘肃省第一场区域性沙尘暴天气过程,由于发生在省城兰州,且正好在下午下班时间,造成空气质量严重下降,市民出行困难,社会影响较大。

2011 年 4 月 28~29 日,甘肃省自西向东,共 40 站出现大风沙尘天气,沙尘暴主要出现在河西 5 市,其中 7 站达到强沙尘暴,最大瞬时风速达 32 m/s,最小能见度仅 100 m,平均持续时间长达 6 h。“3.19”过程虽然对全国的影响大,但对甘肃省的影响,“4.28”无论在范围、强度方面,还是经济损失上都更强。

## 2 气候背景

2010 年 3 月 19 日沙尘暴过程前 10 d,我国西

收稿日期:2012-12-25;改回日期:2013-07-28

基金项目:中国气象局小型业务建设项目“环境大气污染”资助

作者简介:狄潇泓(1975-),女,甘肃兰州人,高工,主要从事中短期天气预报工作. E-mail: xhdi@sohu.com

北地区大部分地方气温偏高,除青海南部正常略低外,大部分地方偏高 $2\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,宁夏南部、甘肃陇东部分地方偏高 $4\sim 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;降水稀少,仅陕西、甘肃河东出现累计不足 $10\text{ mm}$ 的降水,其它地方没有出现降水。与“3.19”类似,“4.28”过程前 $10\text{ d}$ ,温度距平图上(图略),西北区除青海南部和甘肃甘南与历年同期持平外,其它地方均偏高 $2\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,甘肃河西西部偏高 $4\sim 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上;而 $10\text{ d}$ 的降水量累计图上(图略),除温度正常的地区外,西北区大部无有效降水。

前期温度偏高、干旱少雨,加剧了土壤水分蒸发,使得地表土质干燥、疏松,干土层加厚,再加上西北地区荒漠较多,耕地又处于裸露状态,这为沙尘天气的发生创造了极有利的沙源条件<sup>[1]</sup>。就这2次强沙尘暴过程看,沙尘天气出现在温度偏高 $2\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的区域,强沙尘暴更容易在偏高 $4\sim 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的区域出现。

### 3 环流形势特点

#### 3.1 高空斜压槽与强锋区

(1)“3.19”沙尘暴过程属于西北路径冷空气引发的河西小槽型沙尘暴。过程前期, $500\text{ hPa}$ 上,亚洲中高纬基本为西西北气流,到 $18\text{日}20\text{时}$ ,高空锋区上西伯利亚有短波槽东移; $19\text{日}08\text{时}$ ,在贝加尔湖以北形成一个气旋性环流中心,与之配合的冷中心加强到 $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,甘肃省上空为冷平流,等温线与等高线交角 $>60^{\circ}$ ,在 $40^{\circ}\text{N}$ 附近有一条风速 $38\text{ m/s}$ 左右的西北风强风速带; $20\text{时}$ ,冷中心迅速加强,并向东南方向移动,等温线与等高线交角几乎垂直,亚洲中高纬环流经向度迅速增大,强风速带加强到 $42\text{ m/s}$ 以上,受锋区东移及高空强风动量下传影响,甘肃省河西、中部出现沙尘暴天气。 $700\text{ hPa}$ 上, $19\text{日}20\text{时}$ 等温线与等高线交角几乎垂直,强冷平流向西北地区东部及华北输送,所经之处出现大范围沙尘暴天气。

(2)“4.28”沙尘暴过程属西北路径冷锋后偏西大风型,过程前 $23\text{日}08\text{时}$  $500\text{ hPa}$ 上,乌拉尔山附近高压脊发展,其前部新地岛附近冷气团南下,在西伯利亚堆积,形成深厚的冷低压,在 $50^{\circ}\text{N}$ 附近地区有一支正在加强的锋区,其后冷中心为 $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。 $24\sim 26\text{日}$ ,冷低压底部分裂出小股冷空气东移南下,亚洲中高纬多短波槽脊活动,甘肃省处在西北气流中。期间, $700\sim 300\text{ hPa}$ 甘肃省均为暖脊控制。 $27\text{日}08\text{时}$ , $500\text{ hPa}$ 上受乌拉尔山脊东移发展影响,西西伯利亚冷低压向南加深并东移,低槽前出现

负变高,中心强度 $-17\times 10\text{ gpm}$ 。 $28\text{日}08\text{时}$ 到 $29\text{日}08\text{时}$ ,冷槽向南加深并迅速东移,掠过甘肃省上空,温度槽略落后于高度槽,甘肃省上空冷平流和强风明显。 $700\text{ hPa}$ 上锋区中等温线的密集程度比 $500\text{ hPa}$ 更大,且随高度的增加,斜压槽向西北方向倾斜。 $28\text{日}20\text{时}$ , $700\text{ hPa}$ 上锋区移到蒙古至河西并再度加强,锋区中温度梯度达 $3\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$ ,温度槽明显落后于高度槽,等温线与等高线几乎成 $90^{\circ}$ ,形成强力管,大气斜压性明显,槽前出现沙尘暴。

以上分析表明,这2次沙尘暴过程冷空气路径相同,都为西北路径,但中期环流形势不同,“3.19”过程发生西伯利亚小槽加深东移的初始阶段,所以它对甘肃以东区域影响更大;“4.28”发生在冷空气爆发阶段,故沙尘暴主要发生在甘肃,对国内其它地方影响较“3.19”小。2次过程短期具有以下相同特点:高空 $500$ 、 $700\text{ hPa}$ 都维持强锋区, $700\text{ hPa}$ 锋区中温度梯度更大;温度槽明显落后于高度槽,且振幅较高度槽大,等温线和等高线交角大,形成强力管,大气处于斜压的动力不稳定状态,一般在高空温度槽过境时出现沙尘天气<sup>[2-4]</sup>。

#### 3.2 地面冷锋及蒙古气旋

(1) $2010\text{年}3\text{月}18\text{日}17\text{时}$ ,蒙古气旋在蒙古中部强烈发展,中心强度低达 $992\text{ hPa}$ ,其后部,冷高压在巴尔喀什湖,中心值为 $1\ 035\text{ hPa}$ ,锋面在天山沿线,此后,冷高压不断加强,蒙古气旋向东南方向移动。到 $19\text{日}08\text{时}$ ,气旋中心移至内蒙东南部,冷高压略东移,中心强度达 $1\ 040\text{ hPa}$ ,推动冷锋开始快速东移,锋后甘肃河西走廊出现 $12\text{ m/s}$ 大风。 $14\sim 20\text{时}$ ,气旋南压,冷锋继续东移,锋面附近等压线非常密集,冷锋过后,南疆、内蒙、甘肃、宁夏、陕西、山西相继出现大范围大风、沙尘天气,北京也于 $20\text{日}$ 凌晨出现浮尘。

(2) $2011\text{年}4\text{月}28\text{日}08\text{时}$ 地面图上,冷高压在巴尔喀什湖西北,中心强度 $1\ 027.5\text{ hPa}$ ,其前部冷锋在蒙古西端到北疆天山北麓,锋前蒙古气旋形成,中心气压 $995\text{ hPa}$ 。 $14\text{时}$ ,冷高压加强至 $1\ 030\text{ hPa}$ ,锋面气旋强烈发展并迅速东移,中心最低气压 $987.4\text{ hPa}$ ,甘肃省河西西部到南疆为低压区,气旋底部出现偏西大风,最大风速 $14\text{ m/s}$ 。 $20\text{时}$ ,锋面气旋进一步东移发展,气旋中心 $985.6\text{ hPa}$ ,另外,在锋面南方,青海东部形成一个中心 $992.5\text{ hPa}$ 的闭合低压。锋面后部,甘肃省河西西北出现大风、沙尘暴天气。气旋和低压的发展,使得锋面前后气压梯度很大,张掖和鼎新的气压差达 $5.6\text{ hPa}$ 。

这2次沙尘天气过程地面形势具有的共同特

点:在地面冷锋前部蒙古气旋强烈发展,且在高原北部有热低压配合,使得锋面前后气压梯度加大,使地面锋面后部出现西北大风,同时热低压有利于不稳定能量积累;另外,冷锋过境时间都在午后到傍晚地面热力条件最好的时段,冷锋过境触发不稳定能量释放,大风卷起沙尘,形成沙尘暴。不同之处是2次过程气旋移动路径不同,地面冷高压及蒙古气旋的强度也不同:“3.19”地面气旋在蒙古中部发生发展,随后向东南移动,带动地面冷空气向东南爆发,地面系统经过甘肃省时,尚处在系统初始发展阶段;“4.28”蒙古气旋在蒙古西部发生发展,向正东移动,且系统强度更强,经过甘肃时地面系统已发展成熟,更有利于在甘肃形成沙尘暴。

## 4 2次强沙尘暴过程诊断

### 4.1 气象要素变化

#### (1)“3.19”过程

“3.19”沙尘暴过程前3~4 d 甘肃省从高空到地面(图略)出现异常增温,15日08时至18日20时,500 hPa上,民勤站增温15℃,榆中站12℃;700 hPa,民勤、榆中增温分别达到22℃、23℃;兰州站地面15日高温10.6℃,18日猛增到28.4℃。前期的升温为沙尘天气的出现积蓄了能量,而且低层增温大于高层,易形成下暖上冷的不稳定层结,当冷锋来临,触发不稳定能量释放,大风卷起沙尘,出现沙尘暴。由此可以看出,这次沙尘暴发生在甘肃省上空大气中低层温度升高,并且温度达最高之时。

“3.19”沙尘暴过程冷锋过境前后,气象要素变化剧烈。冷锋前,温度升高、气压降低、空气干燥,天气晴朗,风速不大。由图1可见,兰州站在沙尘暴发

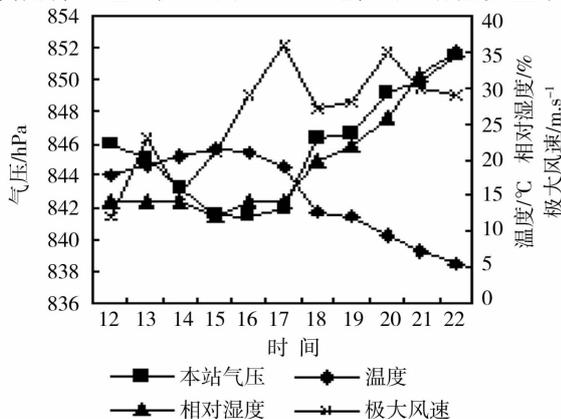


图1 2010年3月19日兰州站压温湿风时间曲线  
Fig. 1 The time curve of station pressure, temperature, relative humidity and wind speed at Lanzhou site on March 19, 2010

生前,即19日08~15时,温度大幅上升,从4.8℃上升到21.6℃,11~16时,气压从846.8 hPa缓慢降至841.5 hPa,相对湿度也在沙尘暴发生前(17时)降至最低12%。沙尘暴发生时,各要素突然发生跳跃变化,风速从2.1 m/s加大到3.0 m/s,17~18时,气压猛升,气压增加了4.4 hPa,温度骤降6.1℃,湿度开始缓慢增加,17:05,兰州出现强沙尘暴。

#### (2)“4.28”过程

“4.28”沙尘暴过程的情况类似“3.19”,只是沙尘暴出现时风速增大的更为明显。

以鼎新站为例,在沙尘暴发生前,温度上升,气压缓降,相对湿度降至最低,风速缓慢增加。沙尘暴发生时,各要素突然发生跳跃变化,到20:00,沙尘暴增强为强沙尘暴,此时温度猛降至18.6℃,相对湿度增大到31%,本站气压达869.9 hPa,出现30.9 m/s的极大风速,3 h温度降幅达14℃, $\Delta P_3$ 达+4.1 hPa。酒泉、张掖、金塔的情况类似鼎新。

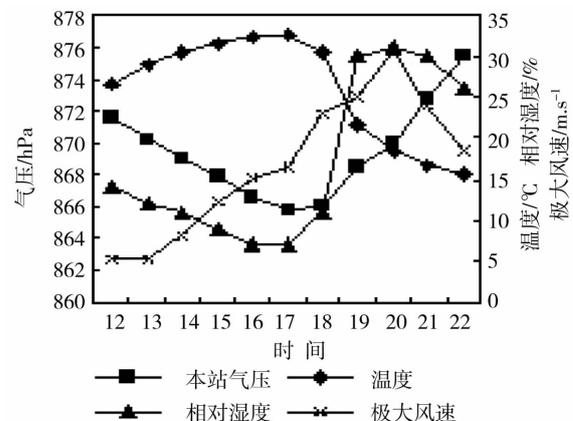


图2 2011年4月28日鼎新站压温湿风时间曲线  
Fig. 2 The time curve of station pressure, temperature, relative humidity and wind speed at Dingxin site on April 28, 2011

上述分析表明,气象要素的变化可以反应天气系统的动向,高温、低压预示锋前热低压控制本地,而温度进一步升高,气压进一步降低表明热低压发展强烈,当温度开始逐步下降,气压升高,说明冷锋开始逼近,预示沙尘天气可能到来。所以,气象要素变化可在沙尘暴预报预警业务中作为参考依据。

### 4.2 高空急流的作用

有研究表明200 hPa急流与西北地区沙尘暴关系密切<sup>[5-7]</sup>,高空急流入口区易引发次级环流,其右侧(南部)辐散,在其下部产生上升运动,在其左侧(北部)辐合,下部产生下沉运动,高空动量下传,近地层风速加大,而南部上升气流使锋前低压加强,北

部下沉气流有利于锋后高压加强,冷锋前后气压梯度增强,地面风速加大,强风吹起沙尘,产生沙尘暴。

#### 4.2.1 高空急流与沙尘暴落区

##### (1)“3.19”过程

分析 200 hPa 全风速场演变,沙尘暴发生前,2010 年 3 月 19 日 08 时,巴尔喀什湖到北疆之间为西北风急流核,核区风速达 76 m/s,同时,副热带急流核在云贵上空,急流轴风向为西西南,核区风速 60 m/s;20 时,西北风轴迅速东移至河西西部,核区风速 64 m/s,这时副热带西西南风急流核快速东移到长江中下游,核区风速加大到 64 m/s;此时在北支急流核前部风速变化梯度最大,南北支急流合并之处,且风速 >32 m/s 的地方出现沙尘暴。

##### (2)“4.28”过程

分析 200 hPa 高空全风速场演变,2011 年 4 月 24~27 日,南支急流核区(风速 >40 m/s)在 20~30°N 之间,方向为准东西向;北支急流在 50°N 附近,核区方向为西北—东南向,并且核区有向东转移的过程。28 日,南支急流核明显减弱,北支急流核加强东移,中心最强 60 m/s,并在河套上空向南压,有与南支急流合并的趋势;29 日,南支急流核消失,北支急流核南压到 40°N 附近。分析表明,在南北急流核发生调整的 28 日,甘肃省出现了当年最强的沙尘暴天气过程。沙尘暴发生于北支高空急流右侧、风速 >30 m/s 的区域。

综上所述,2 次过程都发生在 200 hPa 南北支急流震荡合并之时,证明高空急流的震荡合并对沙尘暴的产生较为重要,另外,沙尘暴落区一般在南北支急流接近合并之处。

#### 4.2.2 高低空急流配置对沙尘暴的影响

##### (1)“3.19”过程

19 日 08 时,200 hPa 全风速场上,从新疆北部一支中心强度为 76 m/s 的西北风急流分流成向东、向南 2 支急流,向东的一支 40 m/s 风速带一直延伸到华北,向南的大风速带风速 >40 m/s 的范围包括南疆、西藏北部。500 hPa 上,西北区 37°N 以北为风速 >20 m/s 的西北风大风区,北疆经河西西北部到河套北部为急流轴,急流核在新疆东部到河西西北部,强度为 44 m/s。700 hPa 上,蒙古西端经内蒙西部到河套中部有西北风强风带,核区在宁夏北部,最大风速 32 m/s,蒙古西部、宁夏北部、甘肃金塔、民勤在 20 m/s 的大风速区中。20 时,200 hPa 向西的一支急流转为西北方向,在新疆东部到甘肃西北部有 64 m/s 的大风速中心;500 hPa 急流方向基本维持,但西西北风在内蒙西部出现气旋性弯曲,

并且急流核东移至内蒙西部、民勤以北的地方,中心风速加大到 60 m/s,此时甘肃河西、内蒙西部、河套北部均为风速 >40 m/s 的西西北风大风区;700 hPa 西北风也在河套北部发生气旋性旋转,32 m/s 的急流核向东北移动,核区风向转为西西北风,此时 20 m/s 的大风区比 08 时明显东移,覆盖了甘肃河西北部、陇中偏北、内蒙西部、河套北部,与这一时刻的大风沙尘暴区对应较好。

##### (2)“4.28”过程

28 日 08 时,200 hPa 新疆北端有 56 m/s 的强西风核,到 20 时,该西风核转为西北方向,核区风速减弱,并分裂为 2 个,一个在北疆以西,风速为 52 m/s,另一个在北疆东部,风速为 48 m/s;500 hPa 上,北疆 44 m/s 西风急流核前部,即内蒙西部,有一支中心风速为 28 m/s 的西北风带,甘肃处于西北大风外围。20 时,新疆东部、内蒙西部出现 32 m/s 的西北大风中心,甘肃河西在 20 m/s 风速区中。08 时 700 hPa 上,新疆北端有 34 m/s 的强西西北风中心,另在内蒙西部个别地方出现 20 m/s 的西西北风;20 时,强西西北风中心南压到东疆,中心强度减弱到 20 m/s。

从以上分析可以看出,2 次过程从高空到低空都有强的西风或西北风配合,“3.19”过程的“动量下传”机制明显,200 hPa 强西风急流通过动量下传,造成下层风速增大,最终在地面形成大范围大风沙尘暴,但因急流相对甘肃省位置偏东,对我国东部的影响更大。“4.28”过程冷空气较“3.19”过程略弱,厚度也略薄,所以冷空气在中层 500 hPa 向东南爆发速度较快,而且中低层急流正好在甘肃省河西上空,所以对甘肃省河西的影响较大,而对我国其它地方影响较小。

#### 4.3 垂直速度

2010 年 3 月 19 日 20 时垂直速度剖面图(图 3a)上,104°E 以西、37°N 以北为强烈的下沉气流区,最大下沉速度在民勤上空 300 hPa 附近,为 28 hPa/s,表明锋区后部冷空气势力强大,104°E 以东、37°N 以南为强烈的上升运动区,有利于气旋发展。2011 年 4 月 28 日 20 时垂直速度剖面图(图 3b)上,最大下沉速度在酒泉上空 500 hPa 处。随高度升高,上升、下沉区向西北方向倾斜,冷锋后的冷空气强烈下沉,将高空动量下传到地面,推动锋前暖空气强烈上升,使得地面锋面后部出现强烈西北大风,造成沙尘暴天气。这种低槽前上升、槽后下沉运动,使大量扰动有效位能转换为扰动动能,形成斜压不稳定,使地面气旋迅速加强并出现锋生,从而引发强沙

沙尘暴中心<sup>[8]</sup>。由2次过程剖面图还可以看到,“3.19”过程锋面后部冷空气强烈下沉将200 hPa附近

高动量下传到地面附近,而“4.28”过程冷空气下沉层次较浅,动量下传对大风的作用较小。

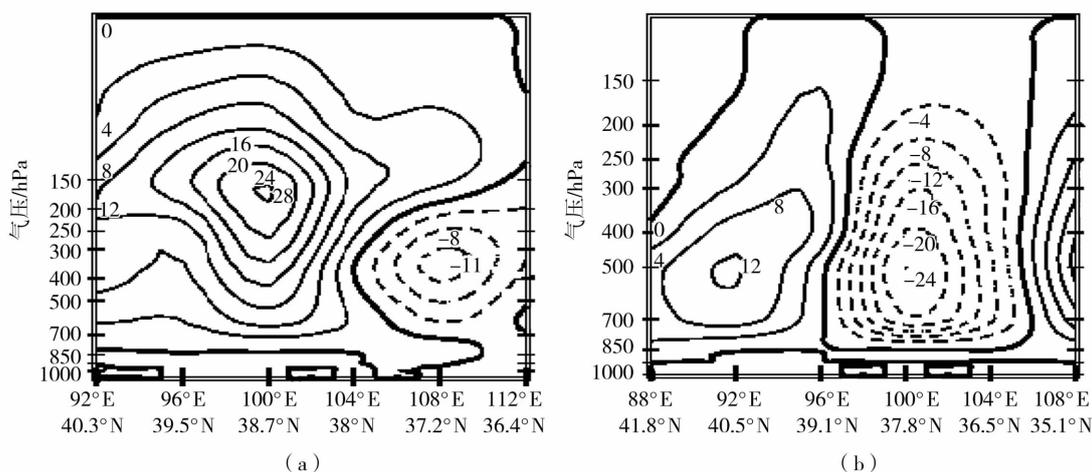


图3 2次过程沿沙尘暴区域垂直速度剖面

(a)2010年3月19日20时;(b)2011年4月28日20时

Fig. 3 The vertical section of the vertical velocity along the sand storm area at 20:00 March 19, 2010(a) and 20:00 April 28, 2011(b)

#### 4.4 大气稳定度状况

通常沙尘暴发生在层结不稳定情况下<sup>[9-11]</sup>。

大气的层结稳定度可用 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z}$ ( $\theta_{se}$ 为假相当位温)、 $K$ 指数等物理量的大小来判定<sup>[12-13]</sup>。

本文采用 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z}$ 表征层结稳定度,其中 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z}$ 以700和500 hPa 2层计算,对河西走廊到甘肃省中部的 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z}$ 、 $K$ 指数计算分析表明,“3.19”过程:700~500 hPa,沙尘暴发生前即08时, $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} > 0$ ;邻近沙尘暴发生的20时, $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} = 0$ 或正值减小,说明中低层大气的稳定度在减小;“4.28”过程:08时, $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} \geq 0$ ;20时, $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} < 0$ ,中低层大气的稳定度由稳定或中性慢慢趋向不稳定。

以上分析说明,沙尘暴发生时,近地层有浅的层结不稳定,然后有向不稳定方向发展的趋势,沙尘暴过后层结为中性,近地层的层结不稳定能量发展对沙尘暴发生有贡献。

## 5 小结

(1)2次过程前期气温偏高、干旱少雨、地表土

质干燥、疏松,干土层加厚,为沙尘天气的发生创造了有利的沙源条件。就这2次强沙尘暴过程看,沙尘天气出现在温度偏高2~4℃的区域,强沙尘暴更容易在偏高4~6℃的区域出现。

(2)2次过程高空、地面具有相似的形势:500、700 hPa都有强锋区,700 hPa冷槽斜压性非常强;地面上,冷锋前部蒙古气旋强烈发展,且冷锋过境时间都在午后到傍晚。但是,“3.19”过程发生在锋区上扰动初始阶段,“4.28”过程发生在冷空气爆发阶段,故2次过程的强度、影响范围和程度也不同。另外2次过程气旋移动路径不同,地面冷高压及蒙古气旋的强度也不同。

(3)2次过程前后发生沙尘暴的地区气压、气温、能见度、风速、风向等地面气象要素变化明显,但在变化程度上,“3.19”过程更明显。

(4)2次过程200 hPa急流都有震荡合并,沙尘暴落区均在急流合并之处发生,但“3.19”过程急流位置偏东,风力最大在高层200 hPa,动量下传作用引起地面风力加大,故而影响的范围偏东;“4.28”过程最大风力在中层500 hPa附近,动量下传作用较小,沙尘范围也较小。

(5)冷锋后的冷空气强烈下沉,将高空动量下传到地面,推动锋前暖空气强烈上升,使得地面锋面后部出现强烈西北大风,造成沙尘暴天气。

(6)沙尘暴发生时,近地层有浅的层结不稳定,

然后有向不稳定方向发展的趋势。

#### 参考文献:

- [1] 赵建华, Kyle Tietze, Hongjun Zheng, 等. 沙尘 PM10 质量浓度与气温的关系初探[J]. 干旱气象, 2012, 30(3): 339 - 344.
- [2] 陈楠, 陈晓光, 赵光平. 宁夏不同强度沙尘暴环流差异特征的对比分析[J]. 高原气象, 2006, 25(4): 680 - 686.
- [3] 王伏村, 张德玉, 郝志毅, 等. 河西走廊一次夏季强沙尘暴的影响系统分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(3): 239 - 244.
- [4] 郭萍萍, 殷雪莲, 刘秀兰, 等. 河西走廊中部一次特强沙尘暴天气特征及预报方法研究[J]. 干旱气象, 2011, 29(1): 110 - 115.
- [5] 徐建芬, 陶健红, 杨民, 等. 2000 年 4 月 12 日特强沙尘暴天气分析西北重要天气成因及数值预报方法研究[M]. 北京: 气象出版社, 2002. 163 - 167.
- [6] 陈晓光, 纪晓玲, 刘庆军, 等. 200 hPa 高空急流与宁夏春季沙尘暴过程的特征分析[J]. 中国沙漠, 2006, 26(2): 238 - 242.
- [7] 刘景涛, 钱正安, 姜学恭, 等. 中国北方特强沙尘暴的天气系统分型研究[J]. 高原气象, 2004, 23(4): 540 - 547.
- [8] 徐建芬, 孙兰东, 许东蓓. 西北地区一次斜压槽引发的强沙尘暴研究[J]. 干旱气象, 2001, 19(2): 40 - 44.
- [9] 程鹏, 李光林, 刘抗, 等. 河西走廊一次区域性大风强沙尘暴天气诊断[J]. 干旱气象, 2009, 27(3): 245 - 249.
- [10] 陈敏连, 郭清台, 徐建芬, 等. 黑风暴天气的研究和探讨[J]. 甘肃气象, 1993, 11(3): 16 - 27.
- [11] 王伏村, 邵亮, 郭良才, 等. 河西走廊一次强沙尘暴过程的干侵入分析[J]. 干旱气象, 2008, 26(2): 30 - 35.
- [12] 郑新江, 徐建芬, 罗敬宁, 等. 1998 年 4 月 14 ~ 15 日强沙尘暴过程分析[J]. 高原气象, 2001, 20(2): 180 - 185.
- [13] 许东蓓, 杨民, 孙兰东, 等. 西北地区“4. 18”强沙尘暴、浮尘天气成因分析[A]. 西北重要天气成因及数值预报方法研究[M]. 北京: 气象出版社, 2002. 150 - 154.

## Comparative Analysis of Two Severe Sandstorm Events in Gansu

DI Xiaohong, ZHANG Xinrong, LIU Xinwei, SHA Honge

(Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China)

**Abstract:** Based on the basic observations and automatic hourly data as well as the initial field of numerical prediction of T639, two typical severe sand storm weather processes which occurred on March 19, 2010 and April 28, 2011 in Gansu were analyzed by using the synoptic and climate diagnostic methods from aspects of the circulation situation, and single station ground meteorological elements, jet stream, vertical speed, stability and so on. The results show before the two sanstorm processes there were nearly similar climatic backgrounds with higher temperature and less precipitation. The circulation patterns of the two sanstorm processes were baroclinic trough and strong front zone at the upper level, strong cold high pressure on surface layer and Mongolia cyclone ahead of front or thermal low. The configuration of high and low air jet and the evolution of surface meteorological elements had some some indication to sandstorm weathers. But because of difference of path and intensity of cold air during the two sandstorm process, the influences were also different.

**Key words:** sandstorm; baroclinic trough; jet; diagnosis