

文章编号: 1006-4354 (2002) 01-0023-03

# 一次影响航空的强沙尘暴天气分析

张静芳<sup>1</sup>, 高晓莲<sup>2</sup>, 赵榆飞<sup>2</sup>

(1. 中国民航榆林站, 陕西榆林 719000; 2. 榆林市气象局, 陕西榆林 719000)

**摘要:** 近几年, 沙尘暴天气出现的次数呈逐年上升趋势, 严重威胁着飞行安全, 影响着航班的正常飞行。根据常规的高空和地面资料, 利用 MICAPS 系统, 应用天气学、能量学原理, 对榆林机场 2002-03-19 出现的强沙尘暴天气从天气形势、热力作用、地形等方面做了系统的分析。结果表明, 强冷空气的东移, 蒙古气旋强烈发展, 能量转换是这次强沙尘暴天气产生的主要原因。

**关键词:** 沙尘暴; 天气; 航空

**中图分类号:** V321.2

**文献标识码:** B

## 1 概况

2002-03-19T18:00 地面有一条强冷锋过境, 顿时狂风大作, 黄沙蔽日、天空一片昏暗, 能见度  $VIS < 1$  km, 这次沙尘暴天气持续时间长达 12 h。3月20日机场少云天气, 12时随着气温的升高, 风速猛增, 阵风达 15 m/s, VIS 急剧下降到 2 km 以下, 天气不够飞行标准, 航班取消。3月21日 15:20 气温上升到最高值, 高空动量下传, 阵风达 20 m/s, 平均风速为 13 m/s, 由西安飞往榆林的航班, 下降到接近场压 400 m 时, 机长报告遇到风切变, 飞机只得返航。这次沙尘暴天气是入春以来范围最大、强度最强、影响最严重的一次, 也是榆林机场 10 a 来最强的一次, 给航空公司造成很大的经济损失。

## 2 地理环境及前期气候

榆林机场位于  $39^{\circ}N$ ,  $109^{\circ}E$ , 海拔 1 076 m, 机场区域属丘陵地带, 东、南部为山地, 西、北

部为毛乌素沙漠。榆林春季盛行西北风, 毛乌素沙漠在其西北部, 沙源充足。从 1997 年起, 河套地区连年干旱, 加上 2001 年属暖冬, 入春后降水稀少, 植被差、地表松散, 气流过境时地面摩擦较小, 对沙尘暴天气的产生非常有利。

## 3 天气形势

### 3.1 高空形势分析

500 hPa 图上, 19 日 08 时在  $90^{\circ}E$ ,  $50^{\circ}N$  以北有一冷涡, 冷中心达  $-40^{\circ}C$ , 低涡引出一条浅槽, 位于哈密附近, 槽后高空风速达 32 m/s, 河套地区被暖高脊控制, 脊的轴稍偏东北。槽后有强的冷平流存在, 低涡有所加强 (见图 1)。20 时低涡进一步加强且向东南移动, 冷中心移到河套的西北部。暖脊已移出河套, 在山西、河北境内。

700 hPa 图 (图略) 上, 19 日 08 时冷涡中心位置比 500 hPa 偏前 4 个经距, 槽后高空风速达 20 m/s, 冷中心达  $-28^{\circ}C$ , 河套被西北气流控制,

收稿日期: 2002-09-23

作者简介: 张静芳 (1965-), 女, 陕西榆林人, 助工。

年代为多雨期, 其它为少雨期; 泾河降水量的年代际变化规律较差, 非汛期 60、90 年代降水偏多, 汛期 80 年代降水偏多, 年降水 60 年代偏多, 其余降水偏少。

3.4 区间降水的变化趋势除 8 月和 10 月外, 基本一致, 3 月和 6 月降水呈增加趋势, 其它月份降

水均呈减少趋势。8 月和 10 月北洛河与泾河的降水呈增加趋势, 渭河则为减少趋势。

3.5 降水量的年际变化较小。在时间上以非汛期最大, 盛夏次之, 汛期较小, 年降水量最小, 并且还存在着较显著的周期性。

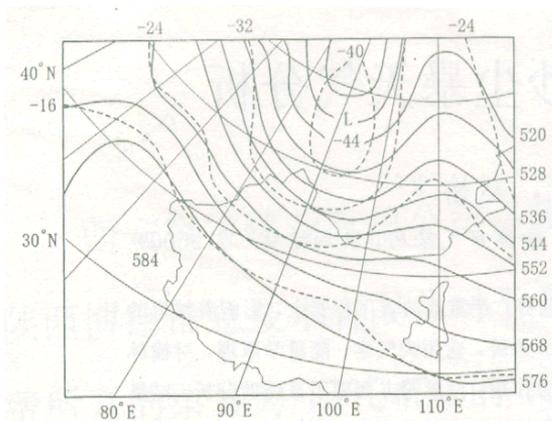


图1 2002-03-19-08 500 hPa 高空图

(虚线为等温线, 实线为等高线)

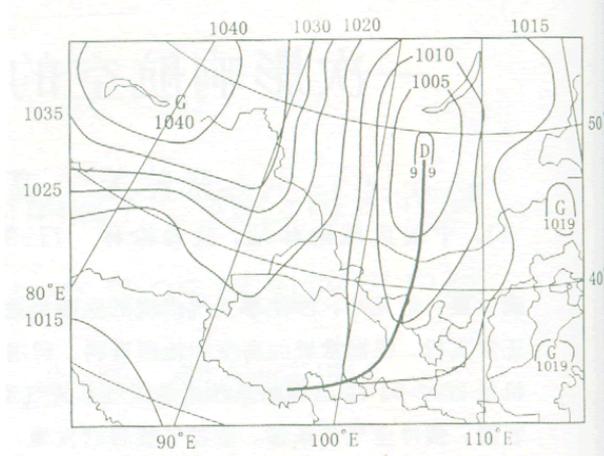


图2 2002-03-19-08 地面图

(粗实线为冷锋)

但在河套上空为较强的温度脊。20时冷空气快速东移,河套以西有强冷平流,最大风速达28 m/s,温度梯度4 C/100 km。

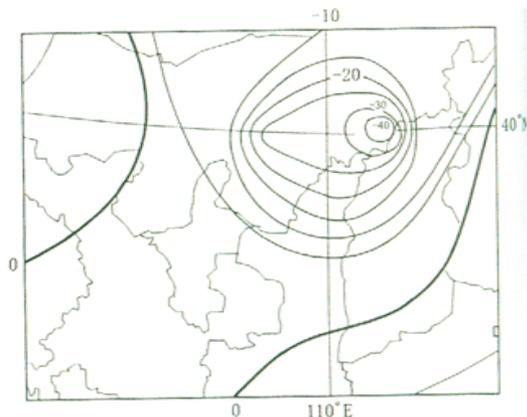
850 hPa 图(图略)上,19日08时冷高中心在巴尔喀什湖,冷高压前沿已到达酒泉,在酒泉、乌兰巴托有浅槽,河套仍被温度脊控制。20时冷中心移到新疆边界,槽线移到榆林、包头一线,温度脊加强,在陕西、内蒙呈“Ω”型。

### 3.2 地面形势分析

19日08时地面图(见图2)上,西西伯利亚高压东移南下,在乌兰巴托以南形成一闭合高压,我国东北、华北地区也维持一较强高压带,在这两高之间即蒙古国地区有一强的低压环流,由此低压中心向南引出一条干冷锋,锋西侧经向等压线密集,平均风速12 m/s,风向辐合明显,锋前3 h 变压 $\Delta P_3$ 最小值为-2.4 hPa,锋后 $\Delta P_3$ 最大值为7.1 hPa,锋面自西北向东南快速推进。

## 4 物理量特征

水平运动和垂直运动是相互联系的。19日20时低层低槽东移造成较强的辐合上升运动,从850 hPa 散度(见图3)场分布看,中心强度达 $-40 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ 。与此同时上升运动产生热量、动量的垂直输送,对气旋的发展起到重要作用。3月19日最高气温达21 C,下垫面增热快,且不均匀,垂直上升速度中心强度达 $-8 \times 10^{-3} \text{hPa/s}$ ,低层强烈的上升气流,造成本场对流不稳定,有利于热低压发展,故而产生了较强的风沙天气。

图3 2002-03-19-20 850 hPa 散度场(单位: $10^{-5} \text{s}^{-1}$ )

## 5 沙尘暴成因分析

### 5.1 锋前蒙古气旋

春季造成本次沙尘暴的主要天气系统是蒙古气旋。3月19日08时蒙古气旋已经生成,正处在高空槽前暖高压脊中,而高空的温度槽落后气压槽,槽后有强冷平流。850 hPa 08时的形势为反相位槽配置,使得蒙古气旋强烈发展,风力加强,造成了这次强沙尘暴天气。

### 5.2 西北路强冷空气

19日,西北路强冷空气主体在45°N以北,95°E以西,冷空气前锋经过新疆、甘肃、宁夏影响榆林,在东移的过程中,高空不断有强冷空气补充,使得冷锋以50 km/h的速度快速移动,19日08时,总温度平流梯度达15 C/100 km。无疑

高空冷空气不断补充且快速向东南方向移动是产生这次沙尘暴的主要动力因子。

### 5.3 能量转换

19日18时冷锋过境,这次冷锋造成榆林沙尘暴天气强度大,持续时间长。主要是下午近地层增温破坏了大气的稳定层结,上、下层之间的能量交换,加强了天气系统强度。

分析3月19日下午榆林机场地面气温、风等要素,发现 $T_{\max}=20.9\text{C}$ 时,南风风速由静风加大到 $5\text{ m/s}$ ,为上下层冷暖空气交换提供了有利条件,产生动量下传,由于锋前气流剧烈上升,感热、潜热释放,使地面锋前降压,锋后干冷空气绝热下沉,在地面冷锋后加压降温,加剧了锋区前后的气压梯度。从西北方向入侵的冷空气越山后,沿等熵面下滑,势能逐渐降低并转化为动能,使动能增加,当等熵面坡度大于等于等地型坡度时,有利于坡底形成大风,榆林机场所在区域西靠贺兰山、北倚阴山,该区域及上游多沙漠地带,植被差,强风过境时及易形成沙尘暴天气。

## 6 小结

6.1 造成本次沙尘暴的天气形势是西北气流型。冷锋导致低层动力辐合抬升,直接使下地表出现上升运动,形成沙尘暴。

6.2 沙尘暴前期榆林气温偏高,气压偏低,促进了低层空气湍流的发展,有利于沙尘的垂直输送。

6.3 当冷空气翻越贺兰山后,高空风势能逐步转变为低层风的动能,加大了风速,易出现沙尘暴天气。

6.4 预报关键:08时500 hPa有低槽通过或落在 $40\sim 55^{\circ}\text{N}$ , $70\sim 95^{\circ}\text{E}$ 区域内,在上述区域以东存在移动性地面冷锋,且其后部地面冷高压自西北向东南整体推进、加强,是未来24 h内榆林出现沙尘暴天气的预报关键区。

### 参考文献:

- [1] 张元箴. 天气学教程 [M]. 北京: 气象出版社, 1992, 94-161.
- [2] 陈秋影. 天气分析和诊断方法 [M]. 北京: 气象出版社, 1992, 142-213.

## 云状判断中易出现的几种误记

1 《地面气象观测》对组成云的水的状态作了说明,例如:卷云由很小的冰晶组成,高层云顶部多由冰晶组成,主体部分多为冰晶和水滴混合组成,层云云体一般由小水滴组成等。观测员在观测时若未掌握本质,运用中易发生误解。如冬季地面已结冰,认为高空气温更低,云中的水肯定以“冰”的状态存在,因而把冬季湿度大的清晨或雾抬升后的层云、碎层云误记为层积云;降雪云层下的碎雨云误记为层积云。这样把“地面状态”与“高空状态”混淆起来,且忽略了水可以“过冷却水滴”的方式存在,更把云的形状置之不顾,造成误记。其实《气象学》明确指出,水以何种状态存在,除与温度有关外,还与气压及是否有凝结核有关。

2 《地面气象观测规范》对云状特征的描述,主要是对白天及无其它伴见云层下的描述,因而用

于黎明或傍晚往往发生错误,黎明或傍晚因阳光斜射,通过云层距离较大,而且光线经过较厚的大气层被减弱很多,使本来高度无显著变化的云层,因太阳高度降低,而被误认为云层在显著增厚变低。如在秋冬季19时观测员发现西边天空有白色丝缕结构的卷云,且从19时到20时大气层结稳定,“云状”稳定少变。到19:45分观测时日已西沉,因其光线透射能力微弱且从背面照射云体,于是“19时”存在的云似乎变得较低,颜色发暗,观测员将其误记为层积云或高积云。

3 在“卷层云”和“蔽光”与“透光”云的记录中,多发生单纯以“云量多少”来确定记录个别云状的错误。如出现卷层云必是十成,十成以下近乎没有,对“蔽光”高积云、层积云,“透光”高积云、层积云不是从云的个体之间及四周是否透光这一点出发来记录,而是出现蔽光云必为十