

# 数值预报产品对“5·5”特大沙尘暴的释用能力分析

张芬馥 陆如华

(国家气象中心,北京 100081)

## 提 要

针对“5·5”特大沙尘暴致灾天气过程,综合检验分析我国 T<sub>42</sub>、有限区(LAFS)和欧洲中期数值预报中心(ECMWF)数值预报模式的性能及其产品的预报能力。结果表明,各家数值预报模式对该过程的500hPa形势预报是成功的,可为中、短期预报提供预报决策信息。T<sub>42</sub>和LAFS对中、高层西风的预报质量较高,亦有预报参考意义,其它的物理参数的预报质量有待进一步改进优化。

**关键词:** 特大沙尘暴 数值产品 释用分析

## 引 言

1993年5月4—6日,我国西北地区受强冷空气袭击,出现了历史上罕见的特大沙尘暴天气,俗称“黑风”。强沙尘暴横扫我国西部4大沙漠和一片沙地,波及18个地区,席卷了72个县。过程平均风力达6—7级,最大风力达9—11级。沙尘暴壁高达300—400m。为了考察数值预报能否给预报员提供重要预报信息,我们对数值预报在“5·5”特大沙尘暴中的释用能力进行了检验和分析。

### 1 “5·5”特大沙尘暴天气的大型环流形势演变及其特征

考查沙尘暴发生前后的高低空大气环流形势演变表明,这次沙尘暴天气是大气环流调整的产物。

5月初,欧亚地区500hPa高空环流形势由纬向环流向经向环流调整:乌拉尔山西部高压脊发展,形成了强大的阻塞系统,脊前的一支强劲的西北风急流迅速加强,风速达 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,引导极地冷空气向西西伯利亚平原输送。3日,这支急流风速加大到20—

$40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,加剧了极地冷空气向南输送。由极地南下的冷空气在亚洲北部堆积,形成了一 $40^{\circ}\text{C}$ 的高空冷涡系统,与这一冷涡相联系的高空槽向东南方向移动,4日20时到达我国新疆北部。于是,冷空气开始入侵我国,并迅速向东南方扩展,造成“黑风”天气。

低空环流形势随着高空环流形势的调整也相应的发生了急剧的变化,地面冷高压迅速加强,并推动冷空气的前锋向我国西北进发。5月5日08时,冷锋抵达我国河西走廊,锋后气压梯度很强(图略)。欧洲中期数值预报中心(简称EC,下同)地面场客观分析资料也充分描述了高空环流形势调整导致地面场急剧变化的事实。从5月1—6日沙暴地区地面客观分析及其演变情况可见,4日前地面系统很弱,变化甚微。4—5日,河西地区突然加压达9—16hPa,蒙古一带减压达5—17hPa,利于变压风的加大。形势变化急剧而短暂,具有明显突发性特征。

对流层低层,850hPa锋前爆发性增温减压,加剧了局地锋生效应,致使气压梯度增

大, 风力加强。考查“黑风”区 850hPa 实时观测温度变化发现, 低层的增暖过程仅发生在 5 日的 08—20 时, 12 小时内局地增温达 7—15℃。突发性的增温使河套地区形成了向东北伸展的“暖舌”, EC 850hPa 5 月 1—5 日客观分析资料也反映出这一突发性增温的特征。配合冷空气的入侵, 蒙古气旋发展, 风力增强。

而对这类突发性的灾害性天气, 仅凭预报经验很难及早准确地做出预报, 因此, 加强对数值预报产品的研究和应用就显得十分重要。

## 2 数值预报产品对“5·5”特大沙暴的释用能力分析

### 2.1 特大沙尘暴高低空环流形势预报能力分析

分析我国  $T_{42}$  有限区和 EC 数值预报对造成沙尘暴天气的高低空环流形势的预报能力, 得到较满意的结果。

$T_{42}$  96 小时对“5·5”黑风日的 500hPa 形势预报较成功(图略), 模式报出了环流形势经向发展的动向和影响主导系统。24—96 小时预报准确描述了亚洲北部强大冷低涡的发生、发展、加强和移动过程。有限区模式的 48 小时预报也不逊色, 5 月 2—4 日的 48 小时预报, 先后预报了影响系统的运动状态(图略)。代表当今最高水准的 EC 中期数值预报, 早在 5 月 1 日就给出 500hPa 大型环流转换的信息。

低空的增温减压和冷空气向暖区侵入是蒙古气旋强烈发展、地面风力加大的重要原因。考查  $T_{42}$  和 EC 850hPa 温度预报, 同样可以获得有预报参考意义的信息。EC 5 月 1—3 日的 96、72 和 48 小时 850hPa 温度预报将蒙古地区爆发性的强烈增温预报的十分逼真(图略)。

$T_{42}$  和 EC 的地面形势预报也比较成功。 $T_{42}$  5 月 1 日 96 小时和 3 日 48 小时预报先后给出了冷锋到达的信息, 尤其是 48 小时预报

与实况极为相近(图略)。

### 2.2 沙尘暴区物理量参数预报能力分析

我们在沙尘暴地区选取 100°E 做西风经向实况及 48 小时预报的垂直剖面图(图 1), 发现在沙尘暴区上空 300hPa 附近有一风速达 45—48  $m \cdot s^{-1}$  的西风急流通过, 风速垂直切变梯度最大处在 700—500hPa 之间。比较图 1a, b 可见,  $T_{42}$  模式对 40—45°N 纬度带上空的西风预报有以下特点: ①高空急流的预报与实况很接近, 也位于对流层上部 300hPa 附近, 急流中心位置比实况略偏南, 中心强度预报较实况偏小 2—5  $m \cdot s^{-1}$ 。②西风垂直切变梯度最大处在 700—500hPa 之间,  $T_{42}$  预报与实况也相近, 但垂直切变梯度比实况偏强。另外,  $T_{42}$  模式对对流层低层的西风预报同实况存在明显误差, 预报值比实况偏小 5—8  $m \cdot s^{-1}$ , 尤其是 30—40°N 纬度带内, 预报出现了弱的东风, 与实况形成显著差异。从西风水平切变的特点来看, 对流层中高层, 西风水平切变梯度预报, 锋区南部同实况基本相当,

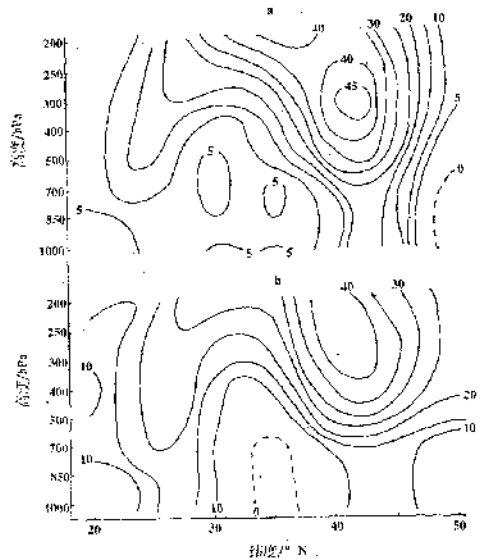


图 1 3 日 12 时  $T_{42a}$  分量经向(100°E)垂直剖面图

a: 5 日 12 时实况

b: 3 日 12 时  $T_{42}$  48 小时预报

北部比实况偏小,特别是对流层低层西风水平切变梯度预报较实况显著偏小。但是,从天气区附近西风预报的整体情况来看,其垂直结构的物理图象与实况极为相似。

分析5月4—6日40°N、90°E,40°N、95°E,40°N、100°E格点的西风垂直廓线(图2)表明,T<sub>42</sub>48小时西风预报与实况很相近。从4—6日西风廓线的演变动态可见,5日,300hPa西风风速达到最强,急流中心降低。同时,该区对流层内强烈的下沉运动(图3a)使西风动量下传,地面风速加强。

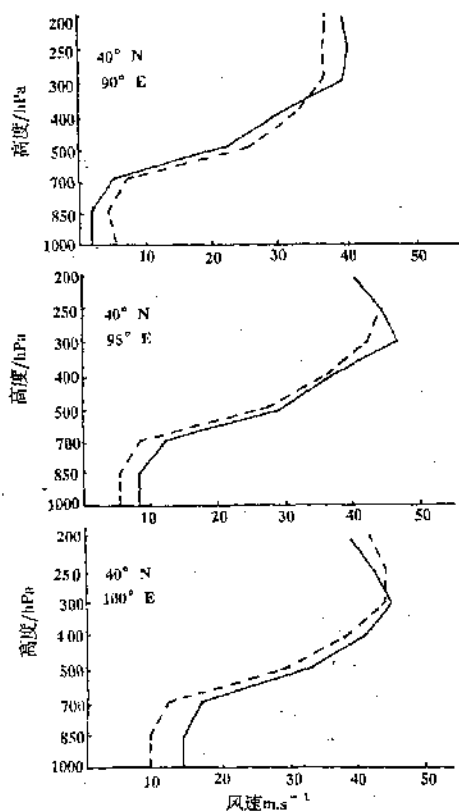


图2 “黑风”区西风垂直廓线实况(实线)及T<sub>42</sub>48小时预报(虚线)

在沙暴区进行经、纬向剖面分析,考查沙暴区垂直速度场的预报情况表明,无论是分辨率为1°×1°的有限区模式预报还是2.5°×2.5°的T<sub>42</sub>模式预报,都难以反映出该物理量的实际分布状况。4日,沙暴区锋前爆发性增

温,导致整层的上升运动;5日冷锋进入河西走廊,锋后出现强烈下沉运动(图3a),T<sub>42</sub>5月2—3日的48小时预报,未报出这个上升运动与下沉运动区(图3b)。100°E的经向剖面上,T<sub>42</sub>48小时预报又将30—40°N的垂直速度预报过强,与实况形成较大误差(图略)。

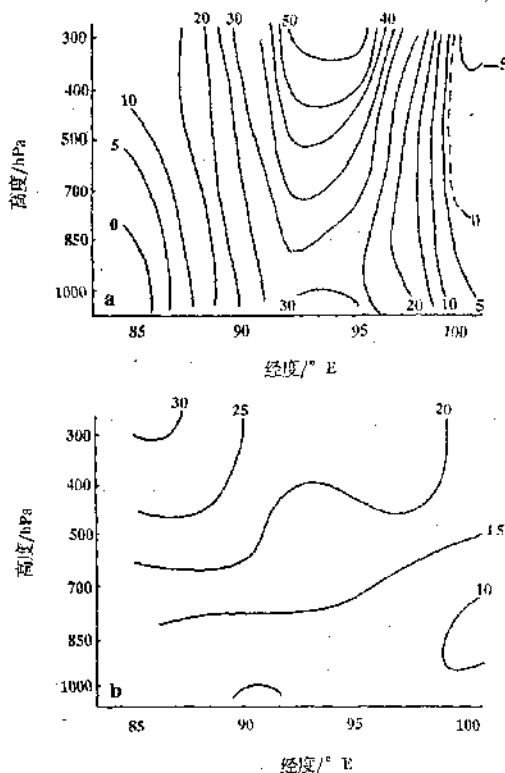


图3 5日T<sub>42</sub>垂直速度( $\omega$ )纬向(40°N)垂直剖面图

5日12时实况(上)

3日12时T<sub>42</sub>48小时预报场(下)

沿38°N和105°E分别做有限区模式对沙暴区垂直速度实况分析和24小时预报垂直剖面图,从纬向剖面图可以看到,5日垂直速度中心在金昌、民勤上空500hPa高度上,有限区模式24小时预报比实况偏小。经向剖面表明,有限区模式将40—45°N、105°E一带的大范围上升运动报为下沉运动(图略)。

实践证明,近十几年来数值预报在形势  
(下转第19页)

预报方面的成功,打破了过去天气预报形势报不准的局面。“5·5”特大沙尘暴高低空形势预报的成功,再次证实了这一点。我国数值预报对物理量参数的预报精度还不够高,有待进一步改进和优化数值预报模式,提高产品质量。同时,在预报业务中,总结各物理参

数的特点及应用方法,充分发挥数值预报产品在监测中的预测作用,也是值得深入研究的课题。加强对灾害性天气的监测是防灾减灾的战略措施,开展对策研究是今后气象工作者的重要任务。

(参考文献略)

## The Efficiency of NWP Products Applied to Analysing of “5·5” Catastrophic Sand Devil

Zhang Fenu Lu Ruhua

(National Meteorological Centre, Beijing 100081)

### Abstract

Analysis of the performance of T<sub>42</sub>, LAFS and ECMWF NWP models and efficiency of their products, suggests that the 500hPa pattern predictions of all kinds of the models are successful. The informations can be refered to the medium-range and short-range forecasting, decision. The wind predictions of T<sub>42</sub> and LAFS model are of higher quality. The prediction quality of the other physical parameters should be made better and improved in the future.

**Key Words:** Catastrophic Sand devil NWP products application and analysis