

# 亚欧500hPa 旬平均形势预报的改进及检验

任金声 李晓东 林玉成 吴金瑞

(国家气象中心, 北京 100081)

## 提 要

利用数值预报产品,对原亚欧500hPa 旬平均形势预报方程作了改进。除对空间和时间尺度上作了改进外,在预报因子的选择上,由亚欧地区的单点相关,扩张至整个北半球的相关;并根据长波天气系统的气候地理分布和遥相关分析等方法,选择关键区作为候选因子,组建了新的形势预报方程。经检验比较,新的形势预报方程高度距平正确率和长波系统位置正确率分别提高了0.15—0.20和0.10。

关键词: 数值预报产品 相关分析 预报检验

## 引 言

旬天气趋势预报是中央气象台中期天气预报服务业务的重要组成部分。多年来,旬平均降水量、旬平均气温等要素预报,为国务院及各职能部门决策提供了较为可靠的依据,取得了显著的经济效益和社会效益。但是,目前对气温、降水等要素的中期预报还没有十分成熟的方法,在环流形势预报的前提下转换为要素预报是目前普遍使用的方法。因此,形势预报在实用上是有价值的。基于这种考虑,70年代初,裘国庆等采用逐步回归方法,用前一句亚欧500hPa 格点高度为因子,以亚欧36格点高度为预报量建立预报方程。这样用上一句的实况可以得出下一句亚欧地区500hPa 平均高度的形势预报,这一方法在业务预报中发挥了良好的作用。但是,由于当时条件的限制,该方法有改进的必要,主要是:①预报因子只用上一句实况,没有使用数值预报产品;②因子的选择仅限于亚欧地区格点的单点值;③所取格点太少,使预报的形势过分平滑。针对以上不足,我们对旬平均形势预报作了改进(简称新形势预报,下同)。自

1993年1月起由中央气象台播发的“旬天气趋势预报”传真已改用新的形势预报。

## 1 新形势预报对原预报方程的改进

### 1.1 格点密度和时间尺度的改进

针对原形势预报中预报格点太稀的缺点,将原有的亚欧地区36个格点增加到65个格点(图略),以便更充分地描述亚欧地区上空的大气环流和天气系统的特征。另外,将原来每两个月组建一组预报方程改为每个月建立一组方程,全年共用 $65 \times 12 = 780$ 个方程来完成36个旬的平均环流形势预报。显然,这种时间尺度对中期预报来说更加合适。

### 1.2 扩大预报因子的选择范围

在预报因子的选择上,突破了欧亚地区的局限,扩大到整个北半球。所用资料是1973—1985年共13年ECMWF北半球500hPa逐日格点高度值。为了适应数值预报产品的应用,因子场用的是6天的平均场,即所预报旬的前3天及前一句的后3天的6天平均场。因子的选择主要通过相关分析和天气学原理及经验获得,主要包括:

1.2.1 相关普查。利用500hPa历史格点资

料,求出各预报点(65格点)与北半球各格点的相关系数(所用资料时段与预报时所用数值产品时段相对应),取相关系数高的区域平均值或单点值作为因子。

1.2.2 根据天气系统气候特征的地理分布选择因子<sup>[4]</sup>。像对大气环流影响较大的阻塞高压系统活动频繁的地区,如大西洋和太平洋北部和西伯利亚的极区;定常超长波和长波的位置,如冬季的东亚槽、美洲槽区等;北半球500 hPa 高度距平持续性较好的地区,如阿留申群岛南部、格陵兰东南部和前苏联北部向东北延伸至北冰洋等地区,以及大气的永久性活动中心和半永久性活动中心的地区,从这些区域中选取关键区,作为候选因子。

1.2.3 利用遥相关分析的结果。例如,北半球冬季500hPa 有5种主要的遥相关类型,它们分别是太平洋北美型、大西洋西部型、大西洋东部型、欧亚型和太平洋西部型,将其中与东亚地区相关系数较高的地区作为选择因子的范围,这些地区包括:大西洋东部、欧洲北部、东西伯利亚海和太平洋西部等地区。

1.2.4 利用经验结合天气学原理组织因子。例如美洲东海岸长波槽、北大西洋锋区等天气系统的强度与下游环流形势关系密切,针对这些地区用格点组合的方法组织表征上述系统的因子,作为候选因子。

对上述组织的因子与预报格点进行相关分析,选取相关系数 $\geq 0.70$ 的因子,从中挑选出天气学意义明确或与东亚地区相关程度高的作为初选因子。这些因子具有广泛的代表性,既有亚欧地区也有美洲、大西洋和太平洋的;既有单点的高度值,也有区域平均值和格点组合值,为下一步建立预报方程,提供了优化因子。

### 1.3 数值预报产品的应用

将上述初选的因子放入逐步回归方程中筛选,其中夏半年(5—10月)选用26个初选因子、冬半年(11—4月)选用20个因子,最终建立每个格点(共65格点)的预报方程(有关方程参数详见附表)。进行预报时,只要将ECMWF的00—120小时的6天平均场代入方程即可得到下一旬的形势预报场。

附表 1—12月预报方程的拟合情况

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均绝对误差	3.7	3.4	3.3	3.1	2.6	2.3	2.1	2.2	2.3	2.5	3.0	3.8
复相关系数	0.70	0.75	0.76	0.75	0.76	0.77	0.77	0.77	0.80	0.82	0.76	0.73

## 2 新、旧形势预报结果的检验比较

新形势预报于1989年11月份投入业务试运行。为了对新、旧形势预报的能力有一个较全面的了解,比较其优势和不足,现对1990年1月—1991年底(其中1991年10月上旬缺,5月下旬旧形势预报缺)2年的预报结果分别进行检验、对比如下:

### 2.1 高度场预报误差检验

引用以下统计量来描述高度预报场的误差分布:

$$\text{平均误差 } E = \frac{1}{n} \sum (\Delta H - \Delta A)$$

标准差  $S =$

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum [(\Delta H - \Delta A) - \overline{(\Delta H - \Delta A)}]^2}$$

预报正确率  $P = (\Delta H \text{ 和 } \Delta A \text{ 同号} + \Delta H \text{ 和 } \Delta A \text{ 同为零格点数})/n$

式中, $\Delta H$ 为格点的预报距平, $\Delta A$ 为格点的实测距平, $n$ 为总格点数(新、旧形势预报分别为65和36)。

首先逐旬计算上述统计量,求出月平均值,然后比较其结果。

#### 2.1.1 预报正确率

图1为新、旧形势预报正确率逐月变化图;它反映了2种预报方程的明显差异。旧形

势预报正确率变化在0.40—0.50之间,而新形势预报正确率在0.60上下,平均高出旧形势预报0.15—0.20,最高达0.23。说明改进后的形势预报的能力有了较大的提高。

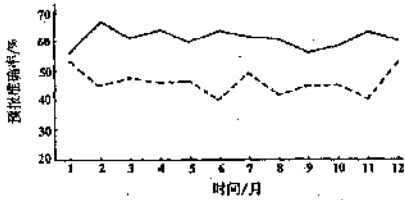


图1 新(实线)、旧(虚线)亚欧500hPa 旬平均形势预报正确率图

### 2.1.2 平均误差

图2是2种预报的平均误差,从图中可看出,2种预报差异不大,但总的来看,新形势预报误差略小。另外,新、旧形势预报除分别于10月和9月平均误差略大于零外,其余都为负误差,揭示出新、旧形势预报场都有较实况高度值偏低趋势。

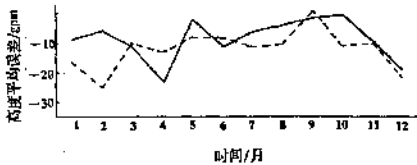


图2 新(实线)、旧(虚线)亚欧500hPa 旬平均形势预报平均误差图

### 2.1.3 标准差

标准差表示逐旬误差在平均误差附近的变化范围。从图3不难看出,新、旧形势预报的标准差存在一定差异,冬、夏季差异较小,过渡季节差别较大。但总的来说,旧形势预报的标准差较小。这主要是由于它预报的环流形势一般比较平直、经向度偏小造成的。关于这一点,可先分析一下格点距平绝对值 $\leq 40\text{gpm}$ 的百分率(图略),旧形势预报的百分率一般在0.75—0.85之间,10月份竟高达0.96,但是,格点距平同号率却明显下降至

0.40—0.50,较新形势预报低大约0.15左右。说明旧形势预报的格点值多在平均值附近摆动,而标准差这一统计量能使保守预报(接近气候平均的预报)的误差较小<sup>[2]</sup>。

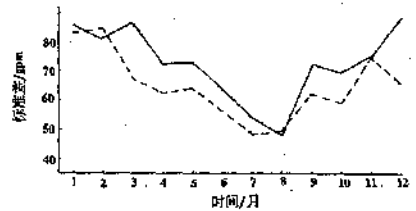


图3 新(实线)、旧(虚线)亚欧500hPa 旬平均形势预报标准差图

### 2.2 长波系统预报误差检验

长波和超长波槽脊系统是影响中期天气变化的主要系统,它的位置和强度一直为预报人员所关注。但是,由于两种预报选择的格点密度不同,对有的系统,如副高和东亚槽等,两相比较十分困难。为了减少主观性,只对西风带长波脊和超长波脊进行检验比较,以窥其一斑。

在实况旬亚欧500hPa形势图上规定,长波脊或超长波脊位于 $0-45^{\circ}\text{E}$ 之间,称欧洲脊;位于 $45-75^{\circ}\text{E}$ 之间称乌拉尔山脊;位于 $75-115^{\circ}\text{E}$ 之间称中亚脊;位于 $115-160^{\circ}\text{E}$ 之间称东亚脊。当实况(脊线)位于区域分界线附近时,若预报(脊线)落区与实况不同,且 $|\Delta L|$  ( $\Delta L$ 为预报和实况脊线的经度差) $>15$ 经度时为漏报。定义 $|\Delta L| \leq 10$ 经度为长波系统预报正确,位置正确率= $(|\Delta L| \leq 10$ 经度)次数/(预报+漏报)次数。 $|\Delta L| \leq 5$ 经度的正确率类同。

图4为两种预报位置正确率( $|\Delta L| \leq 10$ 经度)的对比图。由图不难看出,两种预报的结果都不太好,位置正确率均未达到50%。两相比较,新形势预报对4类长波脊的预报位置正确率都有不同程度的提高,平均较旧形势预报提高了0.10,而对于乌拉尔山脊则提高

了0.22。统计 $|\Delta L| \leq 5$ 经度位置正确率得出了与上述类似的结果(图略),新形势预报平均提高了0.13—0.15。统计事实还表明,旧形势预报对东亚脊的预报能力较差。

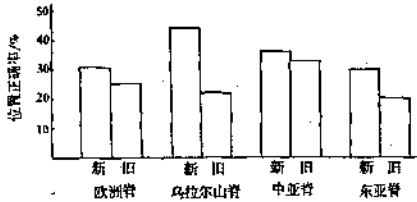


图4 长波脊预报位置正确率对比图

从预报的流场来看,旧形势预报对东亚脊的环流形势场显得过分平滑,经向度明显偏小,而东亚高纬地区经常维持一低压区,这可能和上文提到的东亚脊的预报能力较差、漏报率高有关。新形势预报对此有了较大改进,除对长波脊的预报能力有了提高外,还对阻塞高压(旬平均图上至少有一条闭合等高线)具有一定的能力。在出现的10次阻塞中,新形势预报报出了3次,概率为30%,而旧形势预报则无此能力。此外,对于夏季中纬度锋

区上波动的增加,新形势预报能力也有所提高。但是,新形势预报也存在不足,例如,夏季在槽线或脊线的附近,会偶尔出现单点距平绝对值过大的现象,使流场显得不够连贯、流畅,但对系统位置的配置等均未构成明显影响。

### 3 结语

针对原形势预报所做的重大改进,使新形势预报进一步提高了预报能力,这一点在通过对两种预报结果的检验和比较后,已得到证实。新形势预报在高度场的预报正确率和长波系统预报位置正确率两方面都高出原形势预报,旧形势预报基本无预报能力的阻塞高压系统,改进后的新形势预报也具有一定的预报能力。

### 参考文献

- 1 孙照渤等译. 大气中大尺度动力过程. 北京: 气象出版社, 1987: 95—107.
- 2 国家气象中心编译. 气象学中常年检验方法概述. 北京: 气象出版社, 1991: 10—26.

## Improvement and Test of Eurasian 500hPa Ten Days Average Prognosis

Ren Jinsheng Li Xiaodong Lin Yucheng Wu Jinrui  
(National Meteorological Centre, Beijing 100081)

### Abstract

The improvement of Eurasian 500hPa ten days average prognostic equation has been improved with NWP product, besides the spatial-temporal scale, predictions among grid by grid correlation from Eurasian to the northern hemisphere, the climate geographical distribution of the long-wave weather system and the methods of teleconnection analysis etc. were chosen for the critical region, to construct new prognostic equation. A comparison between these two prognosis, the forecast accuracy of the new prognosis was improved respectively, 0.15—0.20 and 0.10 on forecast height and position of the long-wave weather system.

**Key Words:** NWP product correlation analysis prediction test