

# 月动力延伸预报产品的评估和解释应用\*

陈丽娟 李维京

(国家气候中心, 北京 100081)

## 提 要

该文用3种客观评分方法对国家气候中心的月动力延伸预报结果(500 hPa位势高度场)进行了全面评估。结果表明,延伸预报环流的旬和月平均场预报准确率明显高于持续性预报,有一定的预报技巧和业务参考价值,但仍未达到可用于实际业务预报的技巧。对形势预报进一步分析发现,500 hPa的部分环流特征量模拟效果好,其预报技巧高于整个形势场的预报。根据已有的经验和研究成果,这些环流特征量和要素预报有较好的相关,可以直接在业务中应用。该方法为动力产品的解释应用提供了又一条途径。

关键词: 延伸预报 技巧评估 解释应用

## 引 言

1995年以来国家气候中心利用中期数值预报模式T63L16建立月动力延伸预报准业务运行系统作了大量数值试验。个例评估结果表明:月动力延伸预报的产品——500 hPa环流预报技巧明显优于持续性预报和气候预报,距平相关系数约为0.4,有一定的预报技巧。但是该结果与可用于业务的预报技巧(0.5~0.6)还有差距。由于模式还不能提供较好的降水、温度等要素的预报,因而在现有数值预报水平的基础上更好地利用动力产品作要素预报是业务应用的需求。

早期的动力产品释用方法有完全预报法(PPM)、模式输出统计法(MOS)等<sup>[1]</sup>,近期李维京等<sup>[2]</sup>利用动力与统计相结合的方法,推导出月降水距平和月平均环流场的关系,利用每月的形势预报可以直接得出降水预报。上述方法预报要素的准确率密切依赖于形势预报的准确率以及形势与要素之间的统计关系。受模式预报水平和预报样本容量的限制,这些方法还不能满足业务需要。对模式预报的500 hPa环流特征量进行分析发现,部分环流特征量的预报技巧高于整个形势的预报水平。据已有的研究和经验,这些环流特征量和降水、温度等要素有很好的相关,可以建立环流特征量和要素之间的统计关系,利用模式预报技巧较高的部分环流特征量,直接用于要素预报的业务试验,这是我们进行动力延伸预报产品解释应用技术的又一尝试。

\* 本文得到国家‘九五’重中之重项目96-908-02-1专题的资助。  
1998-06-22收到,1999-06-25收到再改稿。

## 1 当前月动力延伸预报技巧评估

国家气候中心月动力延伸预报于 1995 年投入准业务运行. 具体做法是, 以国家气象中心中期数值预报模式 T63L16 为基本动力框架, 采用滞后平均集合预报法(LAF), 作逐旬滚动月预报. 取每旬末两天 00:00、06:00、12:00 和 18:00UTC 为初始场分别积分 30 天, 提供 500 hPa 位势高度和距平场的旬、月平均值. 该试验每月作 3 次, 其中第二旬末的预报结果可供每月下旬初气候预测室月预报会商作参考.

为了对月动力延伸预报的现状有比较全面的了解, 以下将对 1995 年准业务运行以来的预报结果进行评估. 这里采用 3 种评分方法: 距平符号一致率( $P$ )、距平相关系数( $AC$ )<sup>[3]</sup>和均方根误差技巧评分(Root Mean Square Score Skill)<sup>[4]</sup>. 其中前两种方法较常用, 详细介绍见文献[3], 这里仅给出第三种方法的说明. 均方根误差技巧评分(RMSSS)是 WMO 建议在中长期动力延伸预报中应用的评分方法. 计算公式为,

$$SS = (1 - \frac{S^f}{S^p}) \times 100\%$$

其中  $S^f$  表示动力延伸预报的均方根误差,  $S^p$  代表持续性预报的均方根误差. 只有当动力延伸预报均方根误差小于持续性预报均方根误差时才具有预报技巧, 此时  $SS > 0$ . 这三种评分方法分别从不同角度反映了预报技巧.

下面选用 1996 年 5 月至 1999 年 2 月 101 个预报个例进行评估. 旬、月平均采用抛物线型权重平均法<sup>[5]</sup>, 评定区域是国家气候中心选用的欧亚地区(30°~ 170°E, 15°~ 70°N) 151 个格点和北半球(10°以北, 5°纬距× 10°经距) 576 个格点. 表 1 是 3 种方法评估的结果.

表 1 1996 年 5 月~ 1999 年 2 月 101 个预报个例的月动力延伸预报技巧评估平均结果

评分方法	欧亚地区				北半球地区			
	第一旬	第二旬	第三旬	月平均	第一旬	第二旬	第三旬	月平均
$P$	75.68	62.63	60.82	69.13	72.97	61.43	60.42	67.32
$AC$	0.64	0.20	0.10	0.37	0.56	0.18	0.13	0.37
$SS$	34.01	13.60	11.26	18.80	27.02	11.05	11.40	15.14

从表 1 中可以看出: (1)  $P$  方法评估的各旬和月平均得分大于 50, 说明动力延伸预报优于气候预报; (2)  $AC$  月平均值为 0.35~ 0.4 左右, 这与目前国际上同类预报方法的水平接近; (3)  $SS$  法得分均大于零, 说明动力延伸预报好于持续性预报. 总之, 国家气候中心月动力延伸预报有一定的预报技巧, 但该预报水平的动力产品用于要素预报, 与业务需求还有差距. 王绍武<sup>[6]</sup>指出形势预报技巧达到 0.5~ 0.6, 大概可用于业务. 根据目前月动力延伸预报对 500 hPa 环流预报技巧比要素预报技巧低的特点, 如何取其所长, 从环流预报结果中提取更有价值的信息, 并能应用于业务中的要素预报, 是我们研究的重要问题之一.

## 2 月动力延伸预报产品的释用试验

### 2.1 500 hPa 环流特征量模拟效果

对形势预报作全面分析时发现,当北半球或欧亚地区形势场的预报技巧不太高时,部分环流特征量模拟较好.为了客观验证特征量的模拟效果,我们参照国家气候中心定义的74项环流特征量,给出模式能够预报的69项,并计算了模式预报值和实况值的距平相关系数.表2给出信度分别达到0.01、0.001的环流特征量.为了与实况进行比较,选取月动力延伸预报每月末两天作为初始场的预报试验.一年有12个样本(无缺漏情况下),1996年5月至1999年2月共计34个样本.用每月的模式预报值和实况值分别减去实况的多年平均值,得到两组距平值,然后求二者的相关,以消除季节变化的影响.

表2 部分模拟较好的环流特征量

	面积指数		强度指数			面积指数		强度指数	
	距平相关	信度	距平相关	信度		距平相关	信度	距平相关	信度
北半球副高	0.591	0.001	0.650	0.001	南海副高	0.588	0.001	0.423	0.01
西太平洋副高	0.505	0.001	0.498	0.01	北美大西洋副高	0.541	0.001	0.739	0.001
东太平洋副高	0.645	0.001	0.816	0.001	太平洋副高	0.607	0.001	0.657	0.001
大西洋副高	0.647	0.001	0.671	0.001					
			距平相关	信度				距平相关	信度
太平洋极涡面积指数			0.593	0.001	亚洲纬向环流指数			0.506	0.01
大西洋欧洲区极涡强度指数			0.459	0.01	青藏高原高度场 (25°~35°N 80°~100°E)			0.587	0.001
欧亚纬向环流指数			0.430	0.01	青藏高原高度场 (30°~40°N 75°~105°E)			0.522	0.001
亚洲经向环流指数			0.423	0.01					

表2指出,模拟效果较好的特征量有副高面积与强度、极涡面积与强度、高原高度场以及经纬向环流指数.这些特征量模拟效果较好,其原因初步分析如下:(1)月动力延伸预报对大气中慢变成分模拟较好.副热带高压、极涡、青藏高原高度场都是大气环流中稳定持久、尺度巨大的成员,模式基本能刻画出这些大气活动中心的特征.(2)某些特征量的定义可以部分消除模式系统误差的影响,如亚洲、欧亚经纬向环流指数的定义基本采纳罗斯贝提出的环流指数的概念<sup>[7]</sup>,定义部分克服了模式模拟纬向环流圈系统偏移<sup>[3]</sup>所造成的误差.

### 2.2 用模拟较好的特征量作要素预报

在业务预报中降水、温度等要素的预报一般要定性地参考月动力延伸预报的形势场.如果知道了哪些环流特征量模拟较好,并根据不同地区的气候特点建立这些环流特征量和要素预报之间的统计关系,那么只要给出月预报的特征量,就可知道要素预报,这不失

为一种动力产品的解释应用方法. 下面给出一个应用试验.

在实际业务中, 为了表示欧亚和亚洲西风带环流是以经向环流还是纬向环流占优势, 常采用环流指数百分率差为指标, 即  $I = \frac{I_z}{I_z} \times 100\% - \frac{I_m}{I_m} \times 100\%$ , 其中,  $I_z$  表示欧亚或亚洲纬向环流指数,  $\bar{I}_z$  表示欧亚或亚洲纬向环流指数多年平均值;  $I_m$  为欧亚或亚洲经向环流指数,  $\bar{I}_m$  为欧亚或亚洲经向环流指数多年平均值.  $I \geq 0$  时, 表示西风带纬向环流占优势; 反之亦然. 从模式模拟结果得到的欧亚、亚洲环流指数百分率差与实况值的距平相关系数分别为 0.429 和 0.419, 均达到 0.01 的信度, 可对该产品作进一步释用.

将 1951~1998 年 12 个月实况的欧亚、亚洲环流指数百分率差与相应时段 160 站温度距平 ( $T' = T - \bar{T}$ ) 求相关, 分别得到 12 个月的距平相关系数分布图 (图 1) (限于篇幅, 这里只给出 12 月份的距平相关系数). 总之, 两组相关系数分布情况相近, 亚洲环流指数百分率与温度的距平相关略好. 具体分析如下:

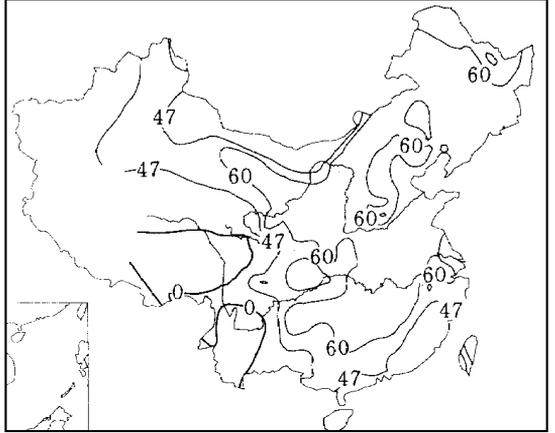


图 1 1951~1998 年 12 月亚洲环流指数百分率差与中国 160 站温度的距平相关系数分布 (图中相关系数数值已扩大 100 倍)

(1) 两者的相关系数在冬半年较高, 夏半年较低. 其中初冬至初春(11 月至翌年 3 月) 最好, 全国大部分地区为正相关 (即纬向环流占优势时, 温度易偏高), 且信度较高(信度达 0.01 以上); 夏季(6、7、8 月) 最差, 全国大部分地区仍为正相关, 但除东北部分地区达到 0.01 信度外, 其余地区信度不高.

(2) 相关较好的月份中, 一般北方地区的信度高于南方, 西南、华南、青藏高原部分地区相关不是很好.

以上分析说明可利用月动力延伸预报模式对环流指数的模拟进行全国或部分地区的温度异常的预报. 对 1996 年 5 月至 1999 年 2 月(34 个例子) 环流特征量的预报进行检验, 发现预报的环流指数百分率差与对应月份的全国温度等级距平值的距平符号趋势正确率约为 0.82(28/34), 预报效果很好. 即一般情况下, 模式预报的西风带环流以纬向环流占优势时, 全国温度易偏高.

这里所选用的环流指数和温度距平的统计关系虽然简单, 但预报效果很显著, 说明有更深的应用潜力. 其它特征量如副高、极涡等模拟较好的大尺度系统都可作要素预报试验. 各区域气象部门可针对本区域的气候特点, 利用月动力延伸预报产品对当地的气候预测作出更细致的工作.

### 参 考 文 献

1 曹鸿兴. 统计-动力预报的进展与问题. 旱涝气候研究进展. 北京: 气象出版社, 1990. 150~156.

- 2 李维京, 陈丽娟. 动力延伸预报产品释用方法研究. 气象学报, 1999, 57(3): 338~ 345.
- 3 李小泉, 李维京. 500 hPa 平均环流形势月预报水平的评估. 应用气象学报, 1993, 4(增刊): 69~ 75.
- 4 WMO. Abridged final report with resolutions and recommendations. Secretariat of the WMO, Geneva, Switzerland: WMO-No. 893, 1999, 154~ 157.
- 5 张道民, 纪立人, 李金龙. 月数值天气预报试验研究. 大气科学, 1996, 20(4): 429~ 438.
- 6 王绍武. 月平均环流的长期数值预报. 大气科学, 1990, 14(2): 243~ 248.
- 7 章基嘉, 葛玲. 中长期天气预报基础. 北京: 气象出版社, 1983. 42~ 61.

## THE SCORE SKILL AND INTERPRETATION OF MONTHLY DYNAMIC EXTENDED RANGE FORECAST

Chen Lijuan Li Weijing

(National Climate Center, Beijing 100081)

### Abstract

Using monthly dynamic extended range forecast (DERF), the 500 hPa geopotential height fields are evaluated with three kinds of scores. The skill of monthly DERF is generally better than that of persistence and climate forecast. The products of DERF can be used as a reference in prediction, but still do not meet the demands of the operational system. Further analyzing 500 hPa geopotential height, it is found that some circulation characteristics are well predicted, their forecasting skills are higher than that of 500 hPa. Some studying results and experiences show that there are better correlations between circulation characteristics and element forecast which could be used in operational prediction. This provides another way for interpretation of DERF products.

**Key words:** Dynamic Extended Range Forecast (DERF) Score skill Interpretation