

均生函数模型预报检验

魏生生 曹鸿兴 魏凤英

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

通过对均生函数时间序列模型所作多种类型的预报进行检验发现,均生函数模型不但对观测统计值(如年、月平均值)而且对瞬时观测值(如最高气温)也有很好的效果;不但对平稳变化(如温度)而且对急剧起伏量(如太阳黑子)也有令人满意的结果。文中同时提出了改进均生函数模型的方法。

关键词: 均生函数 模型 预报 检验

引 言

我们提出均生函数时序建模已近10年,这期间对降水、气温、海温、流量、太阳黑子、经济产量、股票、期货等都试作过预报,现对能得到实况值的预报,作一检验,看一看均生函数预报的效果究竟如何。本文除太阳黑子外,对预报对象主要采用距平符号一致率方法予以检验。

1 均生函数模型

均生函数是一般生成函数的特例,是从观测数据中提取的“自然”周期,因此能很好

的与原序列拟合^[1]。

设时间序列

$$x(t) = \{x(1), x(2), \dots, x(N)\}$$

均生函数为:

$$\bar{x}_l(i) = \frac{1}{n_l} \sum_{j=0}^{n_l-1} x(i+jl) \quad i=1, 2, \dots, l;$$

$$1 \leq l \leq M$$

其中, n_l 为满足 $n_l \leq \lfloor \frac{N}{l} \rfloor$ 的最大整数, $M = \lfloor \frac{N}{2} \rfloor$, 为不超过 $\frac{N}{2}$ 的最大整数。对 $\bar{x}_l(i)$ 作周期性延拓:

$$f_i(t) = \bar{x}_i [t - \text{INT}(\frac{t-1}{l})]$$

建立原序列 $x(t)$ 与 $f_i(t)$ 间的回归:

$$x(t) = a_0 + \sum_{i=1}^q \varphi_i f_i(t) \quad q \leq M$$

通过数量和趋势两项评分, 筛选 $f_i(t)$, 采用最优子集回归技术。

2 均生函数模型预报检验

2.1 气候预测检验

2.1.1 用 1951~1988 年北京 8 月份平均降水量资料提前 5 个月作 1989~1994 年 6 年预报。多年平均值为 157mm, 用距平符号进行检验(见表 1)。

表 1 北京 8 月降水量预报检验(单位:mm)

年份/年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	距平符合率
实况距平值	-68	-29	29	-36	-10	75	
预报距平值	53	-7	38	-55	-77	83	
趋势评判	×	√	√	√	√	√	5/6=0.83

2.1.2 用 1952~1986 年 6~8 月赤道东太平洋(0~10°S, 180~90°W)海温距平建模, 作 1987~1994 年预报, 检验结果见表 2。

2.1.3 用 1936~1986 年太阳黑子数建模, 外推 8 步作 1987~1994 年预报, 由于太阳黑子变差很大, 用年际趋势进行评分(见表 3)。

表 2 赤道东太平洋海温距平预报检验(单位: C)

年份/年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	距平符合率
观测距平值	1.11	-0.79	-0.39	0.01	0.80	0.80	0.80	0.80	
预报距平值	0.59	-0.23	-0.02	0.05	-0.14	-0.23	0.43	0.28	
趋势评判	√	√	√	√	×	×	√	√	6/8=0.75

表 3 太阳黑子预报检验

年份/年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	趋势符合率
观测值	29.3	↑100.00	↑157.6	↑141.8	↑162.7	↓104.6	↓59.1	↓35.7	
预报值	34.6	↑41.8	↑66.9	↑97.2	↑119.3	↑126.9	↓101.7	↓78.7	
趋势评判	√	√	√	√	√	×	√	√	7/8=0.88

2.2 1995 年 6~8 月北京降水、气温预报检验(5 月底作出预报)

表 4 1995 年 6~8 月北京降水量预报检验(单位:mm)

月份	6~8月	6月	7月	8月	距平符合率
预报距平值	174	-1	0	37	
观测距平值	-87	-8	3	-88	
多年平均	472	77	193	202	
趋势评判	×	√	√	×	2/4=0.50

表 4 给出 1995 年 6~8 月降水总量、分月检验预报。其中, 6~8 月降水总量和 8 月降水量偏差较大, 6、7 月份的分月预报误差

很小。

表 5 为 1995 年 6~8 月北京平均气温和分月气温预报检验, 除 6 月误差偏大, 其余都接近实况。

表 5 1995 年 6~8 月北京平均气温预报检验(单位: C)

月份	6~8月	6月	7月	8月	距平符合率
预报距平值	0	-0.7	0.1	1.1	
观测距平值	0.2	0.1	0	0.7	
多年平均值	25.0	24.2	25.9	24.7	
趋势评判	√	×	√	√	3/4=0.75

2.3 流量预报检验

对唐乃亥流量(刘家峡水库)做了预报检验。

1994年和1995年5~10月预报距平符合率分别为33%(2/6)和50%(3/6),效果不太理想,这主要与近年黄河上游流量异常偏低有关。

2.4 日最高气温(T_{max})预报检验

1995年夏季,用均生函数模型作北京未来40天最高气温预报,用前3个月日最高气温资料分别作出6、7、8月的逐日预报。3个

月的逐日 T_{max} 的预报平均绝对值误差(ABSE)为 2.37°C ,与国家气象中心的最高、最低气温MOS48小时预报的均方根误差(RMSE)相当(10年MOS48小时ABCE平均值为 2.48°C)。

图1是1995年6月逐日最高气温曲线预报值与实况值的对照,距平符合率为 $22/30=0.73$ 。

3 检验汇总

为直观明了,将各要素预报距平趋势验证结果汇总如表6所示。

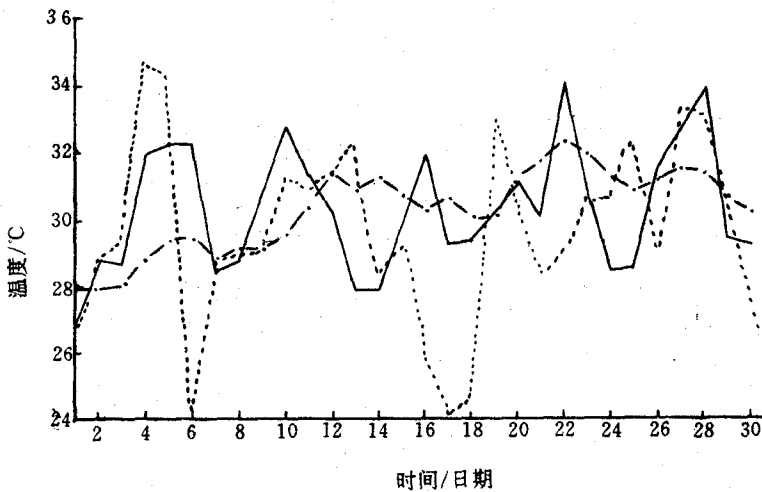


图1 1995年6月北京逐日最高气温变化曲线
实线为预报值,点划线为多年平均值
虚线为实况值

表6 距平趋势预报验证汇总

预报对象	降水量 (月、季)	平均气温 (月、季)	日最高气温 (6月)	海温距平 (6~8月)	水库流量 (5~10月)	合计
趋势	7/10	3/4	22/30	6/8	5/12	43/64
评判	0.70	0.75	0.73	0.75	0.42	0.67

由表6可见,均生函数模型对多种预报对象的64时次预报中,距平趋势正确率达到

了67%(43/64)。这证明均生函数模型具有较好的预报能力。同时均生函数模型具有两个优势,一个是它可以制作长程多步预测,如制作10年气候预测、制作一年12个月和逐月预报,这是目前其他统计模型和数值模式难以做到的;另一个优势是它能很好地拟合预报极值。当然均生函数模型也存在问题:当样本量不大($N < 30$),建模不稳定;而样本量很大($N > 300$)存储量小的微机上无法计算。

4 改进方案

4.1 为了制作大区域或全国预报,我们设计了降水量预报的场模型^[2],降水序列采用自然月-年排列法。先用经验正交函数对降水场进行展开,对前几个特征向量的主分量用均生函数模型外延,再与特征向量相乘,即可得到降水场的预报。已对全国和长江流域降水作了预报试验,1994年3月份发布的汛期预

报,按原中央气象台长期科评分办法评定得分74分。

4.2 用1996年建立的均生函数场模型制作1997年6~8月全国降水距平百分率预报^[3]。

采用月-年自然序列作样本,1951年1月,2月,⋯,12月,直到1997年2月全国降水量,对样本 $N = 554$ 的降水场序列作EOF展开,采用前36个EOF时间序列作为变量,分别对各变量用均生函数时序模型外推6步再返回降水场,得到1997年3、4、5、6、7、8月的降水量预报,汛期6~8月降水量由6、7、8月合计,再换算成距平百分率,预报结果和实况如图2、3。由图可见,1997年我国北方大范围干旱少雨及长江以南地区多雨趋势预报较成功,不足之处是多雨区预报得稍偏北了些。预报各站点雨量与实况相关系数平均为0.10,按原中央气象台评分为78.3分。

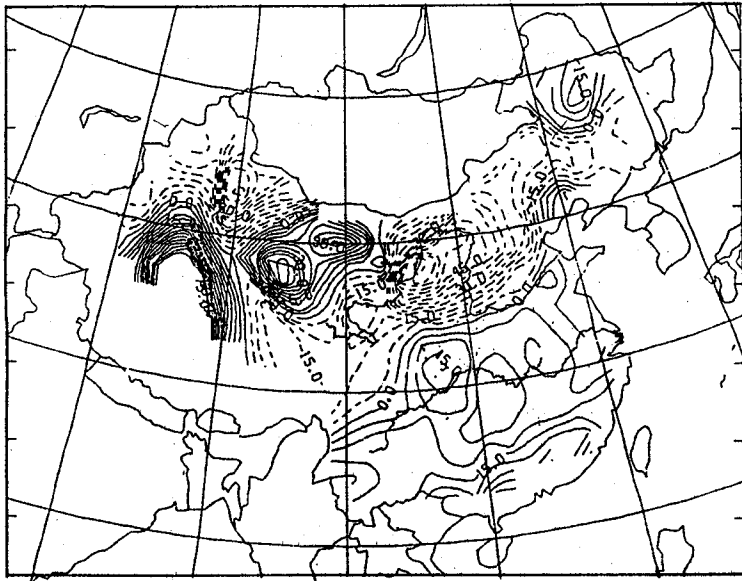


图2 1997年6~8月降水量距平百分率预报

本图由曹鸿兴、高翔提供

4.3 在预报实践中我们发现,用月(季)的逐年序列(YY序列)作预报实际上切断了气象要素的自然变化,有可能影响预报效果,所以改用自然月-年序列(MY序列)对唐乃亥1992~1994年的4~10月的流量进行试报,

预报效果有明显提高。MY序列的均方根误差 $RMSE = 275.4m^3$,距平符号符合率为66%。而用YY序列, $RMSE = 409.7m^3$,距平符号符合率为47%。

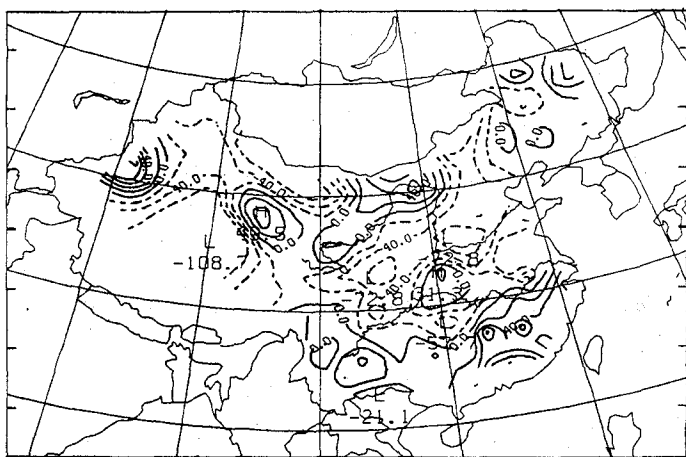


图3 1997年6~8月降水量距平百分率实况

参考文献

1 魏凤英,曹鸿兴. 长期预测的数学模型及其应用. 北京:气象出版社,1990:49~90.
 2 Cao Hongxing, Wei Fengying and Feng Guolin. 2-Months Lead Forecast of Weather Summer with statis-

tical Method. International Conference on Statistical Methods and Statistical Computing, August, 17~19. 1995, Seoul Korea.
 3 高翔,曹鸿兴. 气候预测评论. 国家气候中心,1997:41~42.

Tests of Mean Generating Function Model Predictions

Wei Shengsheng Cao Hongxing Wei Fengying

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

By checking the predictions of various types from the mean generating function time series model, it is discovered that the mean generating function model is able to give satisfactory results, not only to the statistical values of observations (e. g. yearly or monthly means), but also to the instant values of observations (e. g. max temperatures), not only to the smoothly varied variables (e. g. temperature), but also to the violently changed variables (e. g. sunspot). Some methods to improve the mean generating function model are presented also.

Key Words: mean generating function model prediction test