

鞍山地区冬季气温的时间变化特征及预测

王冀 向旬 韩艳凤 (鞍山市气象局 鞍山 114004)

摘要 利用 1971~2003 年鞍山地区冬季逐年平均气温资料,分析了鞍山地区冬季气温变化的时间分布特征,并运用均生函数建立鞍山地区冬季气温预测模型,进行了试报和预报检验。结果表明:鞍山地区冬季气温存在明显的上升趋势;均生函数对冬季气温预测效果明显。

关键词 冬季平均气温 周期 均生函数 时间变化

随着社会的发展和科技的进步,人们对气候变化的关注度越来越高,特别是近些年灾害性天气和异常气候事件的频繁发生,更加引起全社会的重视。尤其是在全球气候逐渐变暖的大背景下,辽宁已经历了多个暖冬年。暖冬天气的出现将带来一系列不利的影响,例如:冬季气温较高,使腹泻和感冒等呼吸道疾病蔓延的可能性增大;暖冬带来的大雾天气给交通及城市环境也带来了不利影响。为了研究鞍山地区冬季气温的变化情况,本文采用线性回归、小波分析等统计方法对近 33 a 鞍山地区冬季气温变化进行分析,并利用均生函数进行气温预测,为短期气候预测提供一定的科学依据,为决策服务提供参考。

1 资料和方法

本文所用资料为 1971~2003 年鞍山地区冬季平均气温资料。

在分析冬季气温的年际变化特征时,对冬季气温的距平时间序列采用了线性倾向估计方法。

在分析气温的周期振荡时,对冬季气温的标准化距平序列进行了 Morlet 小波分析。小波分析法可以分析出时间序列周期变化的局部特征,从而能更清楚地看到各周期随时间的变化情况,因而在气候分析中得到广泛的应用^[1]。

在许多统计预报方法中,时间序列分析法的自回归和自回归滑动平均模型着重于时间序列中邻接时刻间的联系,预测值趋向平均值,对极值拟合效果不理想。本文用均生函数对鞍山地区冬季气温建立预测模型,并对模型的拟合和预报效果进行了检验。均生函数模型原理^[2-6]:

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

建立以均生函数为基础的预报模型,式(1)中 N 为样本量。定义式(1)的均生函数为:

$$\bar{x}_k(i) = \frac{1}{n_k} \sum_{j=0}^{n_k-1} x(i+jk) \quad (2)$$

$$(i = 1, 2, \dots, k; k = 1, 2, \dots, M)$$

式(2)中 $n_k = INT(N/k)$, $M = INT(N/2)$ 或 $INT(N/3)$, INT 表示取整。对 $\bar{x}_k(i)$ 作周期性延拓,则可得到式(2)的外延序列:

$$f_k(t) = \bar{x}_k \left[t - k * INT \left(\frac{t-1}{k} \right) \right] \quad (3)$$

式(3)为均生函数的延拓序列,建立原序列 $x(t)$ 与 $f_k(t)$ 间的回归:

$$x(t) = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i f_i(t) \quad q \leq M \quad (4)$$

利用均生函数外延值,即可对原序列做多步预测。若要做 Q 步预测,步骤如下。

(1)建立每一个延拓序列与观测原序列间的一元回归之后,计算双评分准则 CSC ,凡满足 $CSC > \chi_a^2$ 序列粗选为备选变量,取 $\alpha = 0.05$ 或 0.01 ,设入选了 p' 个延拓序列。 CSC 定义为:

$$CSC = S_1 + S_2 \quad (5)$$

式(5)中 S_1 为数量评分,即为精评分,为趋势评分,称为粗评分; N 为样本长度, k 为统计模型中变量个数。式(5)中:

$$S_1 = (N - k) \left(1 - \frac{Q_k}{Q_y} \right) \quad (6)$$

$$S_2 = 2I = 2 \left[\sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G n_{ij} \ln n_{ij} + N \ln N - \left(\sum_{i=1}^G n_i \ln n_i + \sum_{j=1}^G n_j \ln n_j \right) \right] \quad (7)$$

(2)用所有可能子集回归法,筛选得一个最优回归,这时 p 个 ($p \geq p'$) 入选序列。

(3)若要作 Q 步预测,对 p 个序列各周期延拓或累加延拓 Q 步,将外延得的值代入方程:

$$\bar{x}(t+q) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i f_i(t+q) \quad (8)$$

$$q = 1, 2, \dots, q_n$$

即得 Q 步预测模型。

2 鞍山地区冬季气温的时间变化规律

2.1 年际变化及趋势

为分析近 33 a 鞍山地区冬季(12月—翌年2月)气温的年际变化及趋势,我们对冬季气温距平时间序列进行线性趋势估计。图1为鞍山冬季气温距平的时间变化曲线及其线性趋势

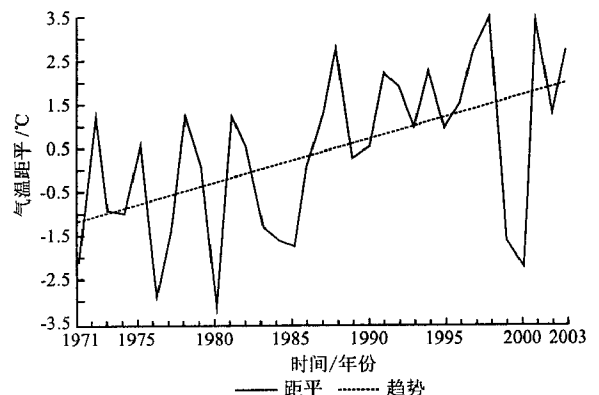


图1 1971~2003年鞍山地区冬季气温距平时间变化和线性趋势

趋势。由图 1 可见,近 33 a 鞍山地区冬季气温呈明显上升趋势,其线性趋势为 $0.82\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,距平序列与时间序列的相关系数为 0.52,通过 0.05 的信度检验(显著水平 $\alpha=0.05$ 时,相关系数为 0.30)。分析表明,鞍山地区冬季气温存在着明显的年际、年代际变化特征,冷暖时段较明显:20 世纪 70 年代末期至 80 年代中期为明显的冷时段,80 年代中期以后气温明显偏高,冬季气温最低年份出现在 1980 年,冬季气温最高年份出现在 1998 年。从冬季气温的年际变化来看,气温高于距平的年份大多出现在 1985 年以后,这一点与全球变暖的趋势是一致的(引自 IPCC2000 年报告)。

2.2 周期分析

本文采用 Morlet 小波方法,分析了鞍山地区冬季气温的

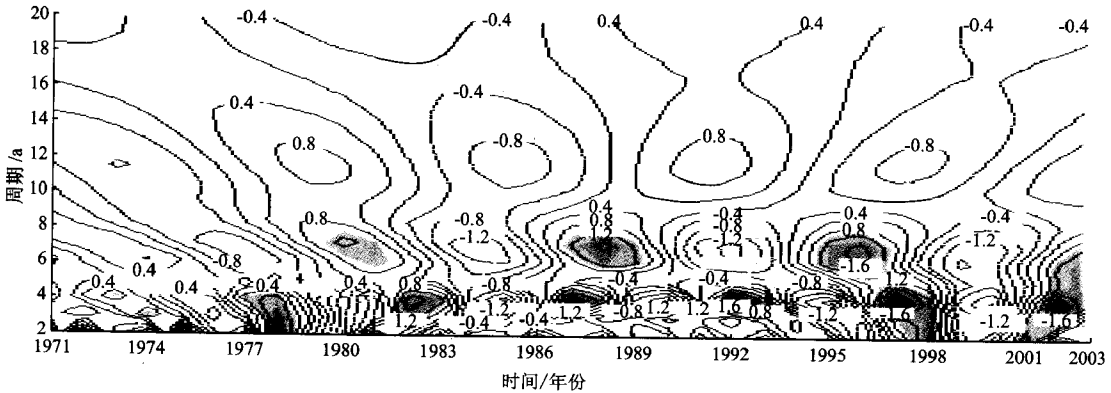


图 2 1971~2003 年鞍山地区冬季气温的 Morlet 小波变换系数分布

步,做 1996~2000 年的试报。根据累年平均值,结合试报值的

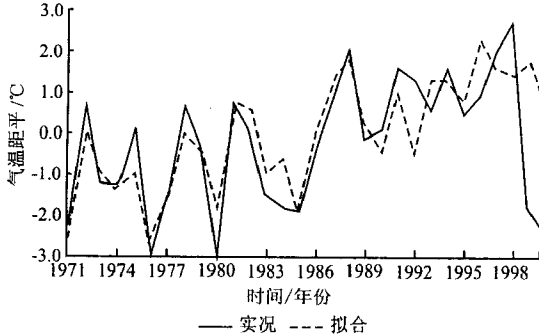


图 3 1971~2003 年鞍山地区冬季气温距平时间变化和拟合及预测结果,与实况值进行比较,5 a 中有 3 a 的距平符号一致(表 1)。

表 1 外推 5 步的鞍山地区冬季气温的预报检验

年份	1996	1997	1998	1999	2000
实况值/ $^{\circ}\text{C}$	1.00	2.00	2.70	-1.80	-2.30
预测值/ $^{\circ}\text{C}$	2.36	1.58	1.43	1.78	0.59
距平符号一致	✓	✓	✓	×	×

距平符号一致率为 60%,其中前 3 a 的趋势为完全正确。为了进一步验证该模式的可靠性,外推 4 步,做 2000~2003 年的试报,并进行预报结果检验(表 2),距平符号一致率为 100%,可以利用均生函数模型预报气温。

表 2 外推 4 步的鞍山地区冬季气温的预报检验

年份	2000	2001	2002	2003
实况值/ $^{\circ}\text{C}$	-2.30	2.60	0.80	2.30
预测值/ $^{\circ}\text{C}$	-0.60	0.11	2.22	1.76
距平符号一致	✓	✓	✓	✓

基于上述分析,我们用该模型对 2001~2004 年鞍山地区冬季气温进行趋势预测。结果表明(图 4),预计 2004~2007 年鞍山地区的冬季气温均处于较暖时期(距平值大于 $0.50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为

周期变化特征。图 2 给了近 33 a 鞍山冬季气温的小波变换系数分布。由图 2 可见,近 33 a 鞍山地区冬季存在显著的 8~10 a,4~6 a 周期振荡,1975~2000 年经历了 4 个时期的高温期和低温期的交替变换。

3 基于均生函数模型的鞍山地区冬季气温预测检验

根据均生函数的预测模型原理,我们对鞍山地区冬季气温的趋势进行拟合与预测。以 1971~2003 年鞍山地区的历年冬季平均气温为样本资料,其中 1971~2000 年为试报年,2001~2004 年为预报年。图 3 为鞍山地区冬季气温的时间变化、拟合及预测。从图 3 中可以看出,根据模型拟合的曲线与实况基本一致,尤其对气温极值年拟合较好。

根据模型首先对鞍山地区冬季气温变化趋势进行外推 5

步,做 1996~2000 年的试报。根据累年平均值,结合试报值的

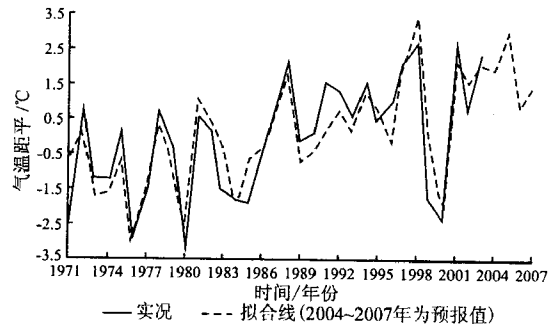


图 4 鞍山地区冬季气温距平时间变化和拟合及预测

4 结论

4.1 通过对鞍山地区地区冬季气温的时间变化特征分析,发现近 33 a 鞍山地区冬季气温存在明显的年际变化特征,冬季气温有明显上升的趋势;鞍山地区冬季气温主要存在显著的 8~10,4~6 a 周期振荡。

4.2 利用均生函数模型对鞍山地区冬季气温趋势的拟合和预报中,拟合值与实况值基本一致,尤其对气温极值效果较好,预报 2004~2007 年鞍山地区的冬季处于暖冬。模型表明,对气温短期气候预测有一定的参考价值。

参考文献

- 伍红雨. 贵州夏季降水异常的小波分析. 贵州气象, 2001, (25).
- 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术. 北京: 气象出版社, 1999.
- 施能. 近 50 年浙江省气候变化特征分析. 南京气象学院学报, 2001, 24(2).
- 施能. 气象科研与预报中的多元分析方法. 北京: 气象出版社, 2002.
- 贾小龙, 王谦谦, 周宁芳. 近 50 年东北地区降水异常的气候特征分析. 南京气象学院学报, 2003, 26(2).
- 魏凤英, 曹鸿兴. 模糊均生函数模型及其应用. 气象, 1993, 2(7).