

# 中国月平均温度的气候噪声和潜在可预报性\*

乐群 曹俊武 林振山 马开玉

(南京大学大气科学系, 南京, 210093)

## 摘 要

利用中国 74 个测站 1960~1991 年日平均温度研究了我国月平均温度的气候噪声和潜在可预报性。气候噪声是在 Yamamoto 等人的思想基础上设计的方法估计的, 而潜在可预报性则是用月平均温度的年际变化与自然变化(气候噪声)之比表示的。一般情况下中国月平均温度的气候噪声随纬度和高度增加而增加, 并随季节变化而变化。来自西伯利亚和蒙古的变性大陆干冷气团对气候噪声有很大的影响, 一般而言, 海洋对气候噪声起着调节和减弱作用(除了热带海洋在春秋过渡季节外)。月平均温度的潜在可预报性有较大的季节和区域差异。但总的来说中国月平均温度在  $\alpha=0.10$  的统计显著性水平上是潜在可预报的。这些结果表明由于气候噪声和潜在可预报性有季节和区域的差异, 所以不能要求用一个气候模式在任何时候对每一地区都得到满意的结果。要对各月的气候进行预报, 需根据不同月份至少不同季节建立区域气候模式可能更有发展前景。

**关键词:** 气候噪声, 潜在可预报性, 月平均温度。

## 1 引 言

气候的可预报性一直是气象学家们关心的问题, 近些年来, 由于气候环境不断恶化, 气候变化更加引起人们的关注。气候的潜在可预报性是气候可预报性的一个重要内容。尽管潜在可预报性不是真正的可预报性, 但是对它的研究可以进一步提高对气候变化及可预报性的认识, 改进气候模拟。气候的潜在可预报性可以表示为年际变化和自然变化(气候噪声)之比, 表示气候变化中有多大的部分是可以预报的。从事这方面的研究主要学者有 Madden<sup>[1]</sup>、Shukla 和 Gutzler<sup>[2]</sup>以及 Trenberth<sup>[3,4]</sup>。Madden 研究了北半球海平面气压的潜在可预报性。Shukla 和 Gutzler 计算了 500hPa 位势高度场的自然变率和实际的年际变率, 并据此进一步估算了潜在可预报性。Trenberth 指出: 气候潜在可预报性的研究主要取决于气候噪声的估计, 但由于很难把气候信号与噪声分离开来, 至今仍没有一种完全可靠的方法来估计气候噪声。Madden<sup>[1]</sup>用马尔柯夫过程假定研究海平面气压的气候噪声。Straus 和 Halen<sup>[5]</sup>分析 GCM 结果和观测资料时指出用马尔柯夫过程假定估计气候噪声是不适当的。Shukla<sup>[6]</sup>在评论气候自然变率和可预报性时指出气候时间序列中的持续性可能是更可以预报的, 用马尔柯夫过程假定估计气候噪声可能使估计的气候噪声值偏大。

\* 初稿时间: 1997 年 7 月 15 日; 修改稿时间: 1998 年 1 月 16 日。  
资助课题: 国家教委跨世纪优秀人才基金。

Trenberth<sup>[3]</sup>用历年平均月内方差估计气候噪声。Yamamoto 等人<sup>[7]</sup>利用 30a 时间序列中最小的月内方差来估计月平均温度的气候噪声,但在用观测资料估计月方差时没有考虑观测资料是否相互独立的问题。马开玉<sup>[8]</sup>估计了中国年平均温度的气候噪声,但没有分析潜在可预报性。在 Yamamoto 等人的基础上,设计新的方法估计了中国月平均温度的气候噪声和潜在可预报性。

## 2 资料与方法

所用资料为中国(青藏高原和南疆地区测站较少)分布比较均匀的 74 个测站 1960~1991 年的日平均温度资料。

假设第  $j$  年第  $i$  日的平均温度表示为:

$$X_{ij} = a_i + s_{ij} + n_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

其中: $a_i$  表示与年际无关的规律性季节变化气候值; $s_{ij}$  是由于外部和(或)边界条件变化引起的气候变化值,称为气候信号; $s_{ij}$  (如果存在)可能每年不同,但其总体均值  $E(s_i)$  可能很小,可以假定为 0,即  $E(s_i) = 0$ ; $n_{ij}$  表示在确定的外部和(或)边界条件下气候系统内部动力引起的变化,称为气候噪声,它是日、年的函数,但其统计学特征是与年无关的; $e_{ij}$  是观测误差和局地不规则变化,与  $s_{ij}, n_{ij}$  独立无关,其总体均值  $E(e_j) = E(e_i) = E(e_{ij}) = 0$ 。其中  $E(\quad)$  表示期望值。实际工作中要直接分离和估计以  $s_{ij}$  和  $n_{ij}$  定义的气候信号和噪声是很困难的,需要进行适当的假定和处理。令:

$$X_{ij} = E(X_i) + X_{ij}^* \quad n_{ij} = E(n_i) + n_{ij}^* \quad (2)$$

其中右上角附星号 \* 表示与总体均值的离差,即异常。

异常值  $X_{ij}^*$  可表示为:

$$X_{ij}^* = s_{ij} + n_{ij}^* + e_{ij} \quad (3)$$

月平均异常为:

$$X_{.j}^* = S_{.j} + n_{.j}^* \quad (4)$$

这里假定  $e_{.j} = 0$ 。

根据数理统计知识,若一时间序列的均值为  $\mu$ ,则它的方差可以表示为<sup>[9]</sup>:

$$V(\mu) = T_0 \sigma^2 / L \quad (5)$$

$$T_0 = \sum_{m=-L}^L (1 - |m|/L) \rho_m \quad (6)$$

这里  $L$  表示时间平均样本容量(一个月), $\rho_m$  是后延为  $m$  日的自相关系数, $T_0$  是有效独立样本值之间的特征时间, $\sigma^2$  是总体方差。

对于观测资料和方程(3),则月平均异常  $X_{.j}^*$  的方差可以由下式估计<sup>[10]</sup>:

$$V(X_{.j}^*) = \hat{T}_0 \hat{\sigma}_{x_j}^2 / (L - \hat{T}_0) = \hat{T}_0 (\hat{\sigma}_s^2 + \hat{\sigma}_n^2 + \hat{\sigma}_e^2) / (L - \hat{T}_0) \quad (7)$$

$$\hat{T}_0 = \sum_{m=-L}^L (1 - |m|/L) \hat{\rho}_m \quad (8)$$

这里:

$$\hat{\sigma}_x^2 = \left( \sum_{i=1}^L x_{ij}^2 \right) / L \quad \hat{\sigma}_s^2 = \left( \sum_{i=1}^L s_{ij}^2 \right) / L$$

$$\hat{\sigma}_{n_j}^2 = (\sum_{i=1}^L n'_{ij})/L \qquad \hat{\sigma}_{e_j}^2 = (\sum_{i=1}^L e'_{ij})/L$$

$$x'_{ij} = x_{ij}^* - x_{.j}^*, \quad s'_{ij} = s_{ij} - s_{.j}, \quad n'_{ij} = n_{ij}^* - n_{.j}^*$$

同时假定  $s'_{ij}$  和  $n'_{ij}$  相互独立,  $\hat{\cdot}$  表示用观测资料计算的估计值。

通常用式(7)中  $\hat{T}_0 \hat{\sigma}_{n_j}^2 / (L - \hat{T}_0)$  的平方根作为气候噪声(估计值),  $\hat{T}_0 \hat{\sigma}_{e_j}^2 / (L - \hat{T}_0)$  的平方根作为气候信号(估计值)。由于  $\hat{\sigma}_{n_j}^2$  是与年无关的或者变化很小,可以假定为一个常数,即:

$$\hat{\sigma}_{n_j}^2 = \hat{\sigma}_n^2 \tag{9}$$

Yamamoto 等人<sup>[7]</sup> 根据资料统计得到  $\hat{\sigma}_{e_j}^2 \ll \hat{\sigma}_n^2$ , 因此可以忽略不计,则式(7)变为:

$$V(x_{.j}^*) = \hat{T}_0 \hat{\sigma}_x^2 / (L - T_0) = \hat{T}_0 (\hat{\sigma}_{e_j}^2 + \hat{\sigma}_n^2) / (L - \hat{T}_0) \tag{10}$$

根据 Yamamoto 等人<sup>[7]</sup> 的思想,若某月在第  $j$  年有  $s_{ij} = 0$ , 则  $s_{.j} = 0, \hat{\sigma}_{e_j}^2 = 0, \hat{\sigma}_x^2$  应当最小。因此如果样本资料年代  $N$  足够大 ( $N > 30$ ), 则可以用历年最小的月内方差来估计气候噪声  $\sigma_N$ , 即:

$$\hat{\sigma}_N^2 = \hat{T}_0 \hat{\sigma}_n^2 / (L - T_0) = \hat{T}_0 \min_{1 \leq j \leq N} \{\hat{\sigma}_{x_j}^2\} / (L - \hat{T}_0) \tag{11}$$

式(11)中的  $\hat{T}_0$  由式(8)计算,其中  $\hat{\rho}_m$  应当由没有气候信号(即  $s_{ij} = 0$ ) 那年的观测资料计算<sup>[10]</sup>。

Yamamoto 等人<sup>[7]</sup> 根据计算得出  $s_{ij}$  对自相关函数没有明显的影响。本研究中计算时,对第  $K$  个月则取第  $K + 1, K, K - 1$  前后 3 个月的全部资料计算该月的  $\hat{\rho}_m$ 。

月平均温度的年际变化可由下式估计:

$$\hat{\sigma}_A^2 = (\sum_{j=1}^N (x_{.j}^* - x_{.j}^*)^2) / (N - 1) \tag{12}$$

这里:  $x_{.j}^* = (\sum_{i=1}^N x_{ij}^*) / N = 0$ 。上式也是月平均异常  $X_{.j}^*$  的方差估计值,即:

$$V(X_{.j}^*) = \hat{\sigma}_A^2 \tag{13}$$

月平均温度的潜在可预报性表示月平均温度变化中有多大的部分是可以预报的。实际中为了统计显著性检验方便,其估计值可以表示为:

$$\hat{F} = \hat{\sigma}_A^2 / \hat{\sigma}_N^2 \tag{14}$$

$\hat{F}$  越大,则潜在可预报性越大。如  $\hat{F} = 2.0$ , 说明月平均温度的方差中的 50% 是由信号引起的;如  $\hat{F} = 2.5$ , 说明月平均温度的方差中的 60% 是由信号引起的。

Trenberth<sup>[3]</sup> 用  $\hat{\sigma}_{x_j}^2$  的平均  $\hat{\sigma}_x^2 = (\sum_{j=1}^N \hat{\sigma}_{x_j}^2) / N$  作为  $\hat{\sigma}_n^2$ , 用这一方法估计的气候噪声比用式(11)所估计的值大。Yamamoto 等人<sup>[7]</sup> 在估计月平均温度的气候噪声时用  $\hat{T}_0 \min_{1 \leq j \leq N} \{\hat{\sigma}_{x_j}^2\} / L$  作为  $\hat{\sigma}_N^2$ , 用这一方法估计的气候噪声比用式(11)所估计的值小。比较 3 种估计气候噪声的方法,我们可以得到如下不等式:

$$\hat{T}_0 \hat{\sigma}_n^2 / L < \hat{T}_0 \hat{\sigma}_n^2 / (L - \hat{T}_0) < \hat{T}_0 \hat{\sigma}_x^2 / (L - \hat{T}_0) \tag{15}$$

即  $\hat{\sigma}_{N_Y} < \hat{\sigma}_N < \hat{\sigma}_{N_T}$  \tag{16}

和  $\hat{F}_{N_Y} > \hat{F} > \hat{F}_{N_T}$  \tag{17}

其中  $N_Y$  和  $N_T$  分别表示相应的量是用 Yamamoto 等人和 Trenberth 的方法估计的。

从统计学的角度,  $\hat{F}$  计算出以后, 还需要进行统计检验, 以确定其潜在可预报性是否是显著的, 即检验是接受还是拒绝假设:

$$E(\hat{F}) = 1 \quad \text{或} \quad E(\hat{\sigma}_A^2) = E(\hat{\sigma}_N^2)$$

在样本资料为正态分布的假定下,  $\hat{F}$  服从自由度为  $N - 1$  和  $(L - \hat{T}_0)/\hat{T}_0$  的  $F$  分布。

Jones<sup>[11]</sup>指出要精确地估计式(17)的自由度是困难的。 $\hat{T}_0$  依赖于由样本资料估计的  $\hat{\rho}_m$ , 而样本大小又是有限的。在资料处理时季节变化的消除又会使自由度有少量损失。在估计气候噪声时, 忽略了观测误差, 使得估计的噪声  $\hat{\sigma}_N$  比其真实值  $\sigma_N$  大。所有这些因素一起会使潜在可预报性的估计值  $\hat{F}$  比其真实值  $F$  小。

### 3 结果分析:

#### 3.1 不同方法比较

从式(14)~(16)可以看到, 历年各月温度的日际变化  $\hat{\sigma}_x^2$  和日平均温度的特征时间  $T_0$  ( $T_0 < L$ ) 越大, 3种方法估计的气候噪声和潜在可预报性差异越大, 当历年各月温度的日际变化  $\hat{\sigma}_x^2$  和特征时间  $T_0$  越小时 ( $T_0 = 1$ ), 3种方法估计的气候噪声和潜在可预报性越接近。研究中, 一般  $L = 31$  和  $30$ ,  $T_0 = 3 \sim 5$ , 由

$$\frac{\hat{\sigma}_{N_Y}}{\hat{\sigma}_N} = \sqrt{\frac{L - T_0}{L}} \quad (18)$$

和

$$\frac{\hat{F}_{N_Y}}{\hat{F}} = \frac{L}{L - T_0} \quad (19)$$

可知 Yamamoto 等人的方法比本研究的方法估计气候噪声小 5%~10%, 估计的潜在可预报性大 10%~17%。根据资料计算和

$$\frac{\hat{\sigma}_{N_T}}{\hat{\sigma}_N} = \frac{\hat{\sigma}_x}{\sigma_n} \quad (20)$$

及

$$\frac{\hat{F}_{N_T}}{\hat{F}} = \frac{\hat{\sigma}_n^2}{\hat{\sigma}_x^2} \quad (21)$$

得到一般 Trenberth 方法比本研究提出的方法估计的气候噪声大 10%~30%, 估计的潜在可预报性小 20%~40%。表 1 是用 3 种方法计算的北京等 12 个测站 7 月份平均温度气候噪声和潜在可预报性估计值。

#### 3.2 气候噪声

气候噪声是气候系统内部动力学引起的变化, 是一种自然变化, 月平均温度气候噪声大, 则会使气候潜在可预报性减小。根据计算, 中国月平均温度的气候噪声随高度和纬度的增加而增加, 而且在冬季这种趋势比夏季更明显。来自西伯利亚和蒙古的变性大陆干冷气团对气候噪声有很大的影响。一般而言海洋对气候噪声起着调节和减弱作用(除了热带海洋在春秋过渡季节)。

冬季在大陆干冷气团的影响下,气候噪声值达到全年最大。从图 1a 可以看出,西北、东北和青藏高原地区是高值区,其值要超过  $1.2^{\circ}\text{C}$ 。而从青藏高原东南地区到黄河流域中游的气候噪声值只有  $0.4\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ ,为一噪声低值带区。同样还可以发现从中国的东北地区到中国东部以及从黄河河套西部到青藏高原以东地区曲线呈槽形分布,这说明在冷空气南下路径通过的地区有较大的气候噪声。

表 1 北京等站 7 月平均温度气候噪声( $^{\circ}\text{C}$ )和潜在可预报性不同方法比较

	$\hat{\sigma}_{N_Y}$	$\hat{\sigma}_N$	$\hat{\sigma}_{N_T}$	$\hat{F}_{N_Y}$	$\hat{F}$	$\hat{F}_{N_T}$
北京	0.41	0.44	0.54	3.5	3.0	2.0
哈尔滨	0.47	0.51	0.57	3.5	3.0	2.5
沈阳	0.37	0.40	0.51	3.5	3.3	2.0
西安	0.49	0.52	0.63	2.6	2.3	1.6
乌鲁木齐	0.49	0.53	0.61	4.3	3.7	2.8
郑州	0.46	0.50	0.57	3.0	2.5	1.9
重庆	0.43	0.47	0.55	2.3	1.9	1.4
武汉	0.64	0.79	0.83	3.0	2.5	1.8
上海	0.54	0.61	0.71	3.9	3.2	2.4
福州	0.39	0.41	0.49	3.8	3.4	2.4
昆明	0.30	0.32	0.40	2.6	2.3	1.5
广州	0.36	0.39	0.45	3.5	3.0	2.3

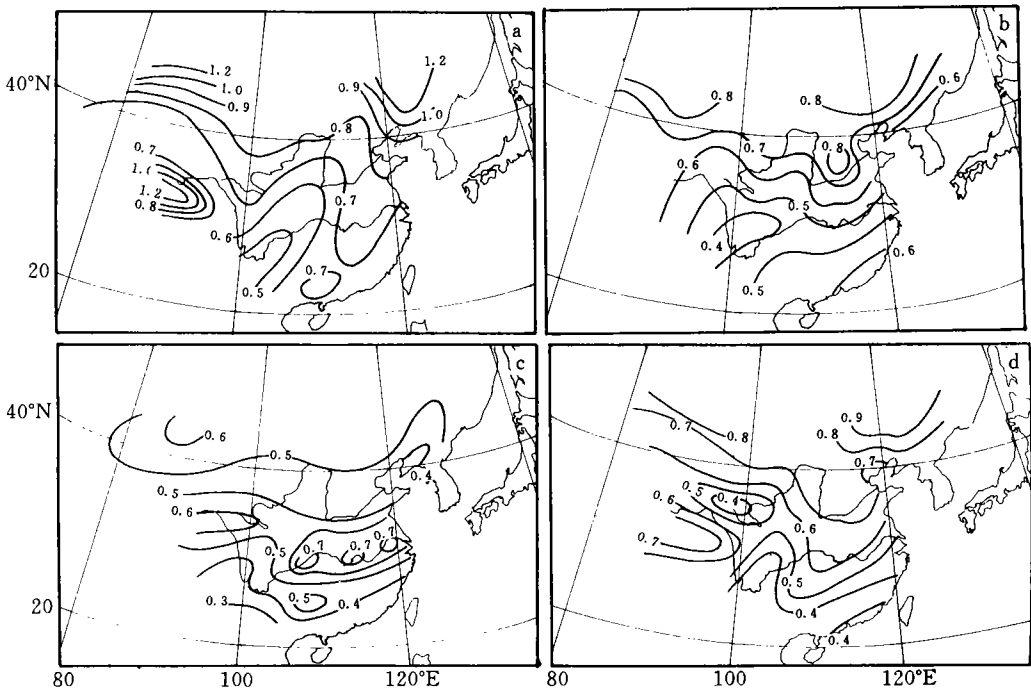


图 1 月平均温度的气候噪声曲线的分布( $^{\circ}\text{C}$ )

(a,b,c,d 分别是 1,4,7 和 10 月)

与冬季相比,春季的气候噪声值明显降低(图 1b),其范围在  $0.35^{\circ}\text{C}$  和  $0.80^{\circ}\text{C}$  之间,在同一地区比 1 月份要小  $0.10^{\circ}\text{C}$  到  $0.40^{\circ}\text{C}$ 。长江流域为一个  $0.35\sim 0.50^{\circ}\text{C}$  的噪声低值带。东南沿海地区的噪声值高于邻近的内陆地区,这主要归结于副热带太平洋高压外围的影响。

夏季除了长江流域(受来自西伯利亚和蒙古的干冷气团与热带海洋的暖湿气团的交替影响)外,其它地区的气候噪声值为全年最小。图 1c 表示 7 月份噪声的分布,可以看出:噪声变化范围在  $0.25^{\circ}\text{C}$  和  $0.70^{\circ}\text{C}$  之间, $0.35\sim 0.50^{\circ}\text{C}$  的噪声低值带已从长江流域北移到华北地区。长江流域为噪声高值区,其范围在  $0.60\sim 0.70^{\circ}\text{C}$  之间,这是与该地区夏季大气系统不稳定、天气多变的事实相对应的。

秋季的噪声分布在西部地区同冬季比较接近,其它地区基本上与春季相似,如图 1d 所示,10 月份新疆南部和柴达木盆地是一噪声低值区,变化范围在  $0.35\sim 0.50^{\circ}\text{C}$ 。中国东部地区气候噪声由北向南递减,东南沿海地区的噪声值高于邻近的内陆地区。

### 3.3 潜在可预报性

研究中取  $N = 32$ ,  $L$  表示一个月的天数,一般估计的  $T_0$  在  $3\sim 5\text{d}$ (在冬夏季要高于过渡季节),式(13)中  $F$  分布的第 1 自由度和第 2 自由度分别为 31 和  $5\sim 9$ 。当显著性水平  $\alpha = 0.05$  和  $\alpha = 0.10$  时, $F$  的临界值  $F_{0.05} = 2.86\sim 4.5$ ,  $F_{0.10} = 2.26\sim 3.17$ 。

由于在不同月份不同地区  $F$  的临界值不同。潜在可预报性的估计值  $\hat{F}$  的显著性水平也是不同的。要与统计学上的显著性结合起来讨论潜在可预报性是困难的,但一般来说, $\hat{F}$  值达到或超过了临界值  $F_{0.10}$ ,在  $\alpha = 0.10$  的显著水平上中国月平均温度是潜在可预报的。

图 2a 是 1 月潜在可预报性分布情形。图中最显著的特点是一个  $2.5\sim 3.5$  的潜在可预报性低值带从青藏高原的东南部,经过云贵高原和四川盆地、长江和黄河中下游地区一直延伸到中国东北。这个低值带的西南部分主要是由于较小的月平均温度的年际变化产生的,而东北部分则是由于有较大的月平均温度的日际变化的缘故。西北、华北是潜在可预报性高值区, $\hat{F} > 3.5$ 。新疆北部地区的潜在可预报性最大, $\hat{F}$  超过 4.5。而在东南沿海潜在可预报性低于 3.0,小于邻近的内陆。

与冬季相比,春季的潜在可预报性明显减小。正如图 2b 可以看到的估计值一般在 2.0 到 3.0 之间。从新疆北部向东南通过长江流域到东南沿海潜在可预报性  $\hat{F} > 2.5$ ,是潜在可预报性的大值区。小于 2.0 的最低值出现在青藏高原,这主要是由于较小的月平均温度的年际变化和较大的温度日际变化产生的。

夏季月平均温度潜在可预报性的估计值  $\hat{F}$  大部分在 2.0 至 3.5 之间。在 7 月份的分布图 2c 中可以看到最显著的特点是  $\hat{F}$  值呈径向分布,月平均温度的潜在可预报性从东西两边向中国的中部由高向低减少。中国东部和西部地区潜在可预报性较高, $\hat{F} > 2.5$ 。黄河和长江中游地区,贵州、云南和青藏高原东部地区潜在可预报性较低, $\hat{F} < 2.5$ 。四川盆地潜在可预报性最小, $\hat{F} < 2.0$ 。

在秋季月平均温度的潜在可预报性比夏季有较大的变化范围。图 2d 是 10 月份的分布。从图中可以看出估计的  $\hat{F}$  值一般在 2.0 至 4.0 之间。从青藏高原向东南一直到东南沿海的内陆地区  $\hat{F}$  大于 3.5,是潜在可预报性高值区。长江和黄河中下游地区以及东北的东

部地区是  $\hat{F}$  小于 2.5 的潜在可预报性低值区。

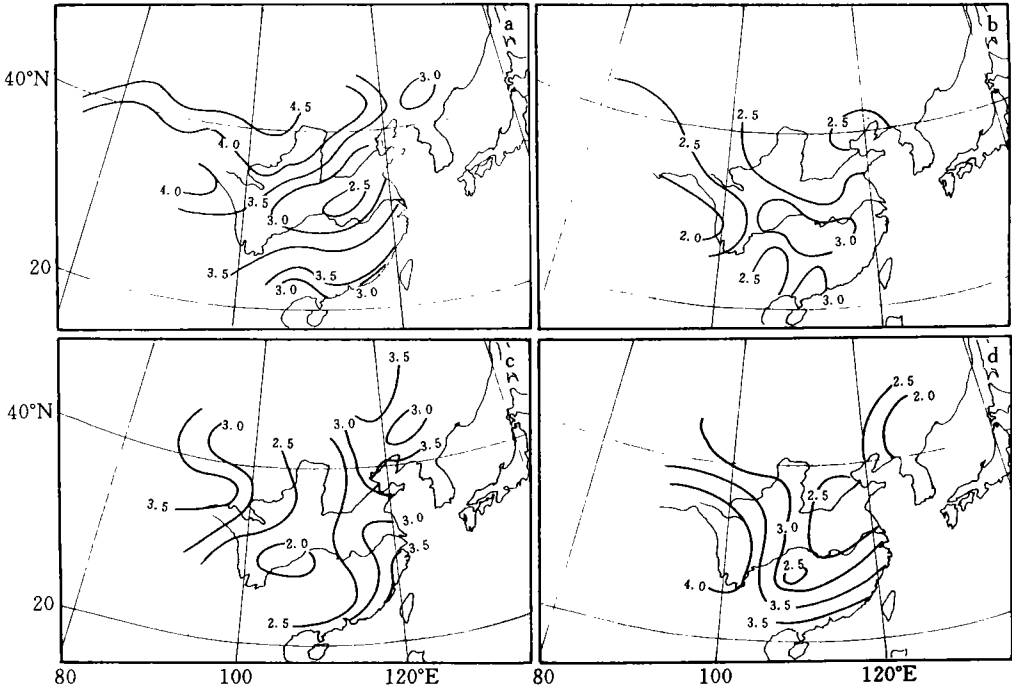


图2 月平均温度的潜在可预报性曲线的分布  
(a,b,c,d 分别是 1,4,7 和 10 月)

#### 4 小结与讨论

探讨了中国月平均温度的气候噪声和潜在可预报性,气候噪声是在 Yamamoto 等人的思想基础上设计的方法估计的,而潜在可预报性是由月平均温度的年际变化与自然变化(气候噪声)之比计算得到的。一般而言中国月平均温度的气候噪声具有随纬度和高度增加而增加、并随季节变化而变化的分布特点。来自西伯利亚和蒙古的大陆干冷气团对气候噪声有很大的影响。除了热带海洋在春秋过渡季节外,海洋对气候噪声通常起着调节和减弱作用。月平均温度的潜在可预报性有较大的季节和区域差异。但一般地说中国月平均温度在  $\alpha=0.10$  的统计显著性水平上是潜在可预报的。冬季从青藏高原的东南部,经过云贵高原和四川盆地、长江和黄河中下游地区一直到东北潜在可预报性较低,西北、华北是潜在可预报性高值区。春季从新疆北部向东南通过长江流域到东南沿海潜在可预报性较大,青藏高原最低。夏季中国东部和西部地区潜在可预报性较高,黄河和长江中游地区,贵州、云南和青藏高原东部地区潜在可预报性较低,四川盆地最小。秋季从青藏高原向东南直到东南沿海的内陆地区潜在可预报性较高,长江和黄河中下游地区以及东北的东部地区是潜在可预报性低值区。

这些结果说明由于气候噪声和潜在可预报性有季节和区域的差异,不能要求一个气

候模式在任何时候对每一个地区都得到满意的效果。要对各月的气候进行预报,根据不同月份至少不同季节建立区域气候模式可能更有发展前景。

另外,在估计气候噪声时有 3 个假定:

- (1) 观测误差  $e_{ij}$  的方差  $\hat{\sigma}_{e_{ij}}^2$  同噪声的方差相比可以忽略不计;
- (2)  $s_{ij}$  的总体均值  $E(s_{ij})$  可能很小,可以假定为 0;
- (3) 信号与噪声相互独立,月平均温度异常的月内方差等于信号与噪声的方差之和。

对于上述假设,(1)和(2)无疑是可以接受的,假设(3)就值得研究。众所周知,外因通过内因起作用,因此信号和噪声的分离是相当困难的,用独立假定使其分离可能产生一定的误差。另一方面,如果信号与噪声不独立,由于信号引起了噪声的变化,这依然应归结于信号的变化,用最小月方差来估计气候噪声,可以使气候信号的影响减小到最低程度。

### 参考文献

- 1 Madden R A. Estimates of the natural variability of time-averaged sealevel pressure. *Mon Wea Rev.* 1976. 104:942—952
- 2 Shukla J. Gultzer D. Interannual variability and predictability of 500mb geopotential heights over the Northern Hemisphere. *Mon Wea Rev.* 1983. 111:1273—1279
- 3 Trenberth K E. Some effects of finite sample size and persistence on meteorological statistics. Part II: Potential predictability. *Mon Wea Rev.* 1984b. 112:2369—2378
- 4 Trenberth K E. Potential predictability of geopotential heights over the Southern Hemisphere. *Mon Wea Rev.* 1985. 113:54—64
- 5 Straus D M. Halen M. Astochastic dynamical approach to the study of natural variability of climate. *Mon Wea Rev.* 1981. 109:407—421
- 6 Shukla J. Comment on "Natural variability and predication". *Mon Wea Rev.* 1983. 111:582—585
- 7 Yamamoto R. et al. An estimate of climatic noise. *J Meteor Soc Japan.* 1985. 63:1147—1156
- 8 Ma Kaiyu. Estimates of climatic noises of annual mean temperature over China. *Acta Meteorological Sinica.* 1994. 8 (4):461—467
- 9 Leith C E. The standard error at time-average estimates at climatic means. *J Appl Meteor.* 1975. 12:1066—1069
- 10 Trenberth K E. Some effects of finite sample size and persistence on meteorological statistics. Part I: Autocorrelations. *Mon Wea Rev.* 1984. 112:2359—2368
- 11 Jones R H. Estimating the variance of time averages. *J Appl Meteor.* 1975. 14:159—163



# CLIMATIC NOISE AND POTENTIAL PREDICTABILITY OF MONTHLY MEAN TEMPERATURE OVER CHINA

Yue Qun Cao Junwu Lin Zhenshan Ma Kaiyu

*(Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093)*

## Abstract

Climatic noise and potential predictability of monthly mean temperature have been studied based on the data at 74 stations selected over China from 1960 to 1991. The method of estimating climatic noise is based on the idea of Yamamoto et al and the potential predictability is expressed by the ratio of the estimated interannual variation to the estimated natural variation (or climatic noise). Generally the climatic noise of monthly mean temperature increases with latitude and altitude, varies with seasons. The continental air from the Siberia and Mongolia plays a significant role and the ocean acts as adjustment and reduction in the climatic noise except for the tropical ocean in transitional season. The potential predictability is diversified from month to month and one station to another, but generally the monthly mean temperature over China is potentially predictable at statistical significance level 0.10. The results suggest that we could not ask a climate model to predict the climate with satisfactory results worldwide in all season and that the regional model could be a hopeful way to predict the climate.

**Keywords:** Climatic noise. Potential predictability. Monthly mean temperature.