

近40年我国气温时空变化特征

宋连春

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

根据全国336个站逐旬地面气温资料,使用EOF分析、周期图等统计方法,揭示了最近40年我国气温时空变化特征。研究结果表明:我国气温年际变化和变化趋势存在明显的地区、季节差异。在总趋势升高的基础上,具有前期降温、后期升温,冬季升温、夏季降温等特点。而且在气温变化趋势上存在准周期振荡。

关键词: 气温变化;时空分布;周期。

国内外许多专家研究表明,本世纪以来北半球平均气温呈升高趋势,我国的气温变化与北半球平均气温变化基本是同步的,这种变化具有明显的阶段性和周期性^[1],而且存在明显的地区差异^[2]。最近林学椿等^[3]根据160个站气温资料,使用最小二乘法拟合温度变化,发现近40年来我国年平均气温以 $0.04\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ 年的倾向率上升,增温最大的是东北区和华北区,而且我国气温变化存在明显的季节差异。陈隆勋等^[4]利用同样的资料研究发现我国 35°N 以北地区增暖,以南地区则变冷。曲建和等^[5]采用温度等级得出了黄淮海地区近40年来先冷后暖的结论。本文以全国336个站1951—1990年逐旬气温资料为基础来分析我国气温时空变化的气候特征。

1 气温年际变化及变化趋势

计算我国历年各纬圈(20° — 25°N 、 25° — 30°N 、 30° — 35°N 、 35° — 40°N 、 40° — 45°N)年平均气温,结果表明各纬圈气温随年代升降变化基本是同向的,也就是说我国气温年际变化具有一致性(图1)。但各纬圈气温年际变化幅度具有较大差异,纬度越高,气温围绕均值振动的振幅越大, 35°N 以北地区年平均气温之间最大离差达 2.7°C ,而 30°N 以南地区仅为 1.1°C 。

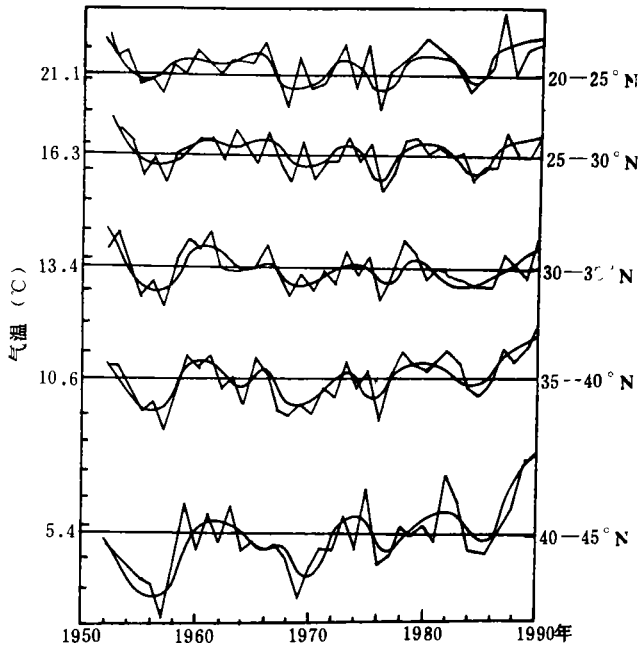


图1 我国各纬圈年平均气温变化曲线

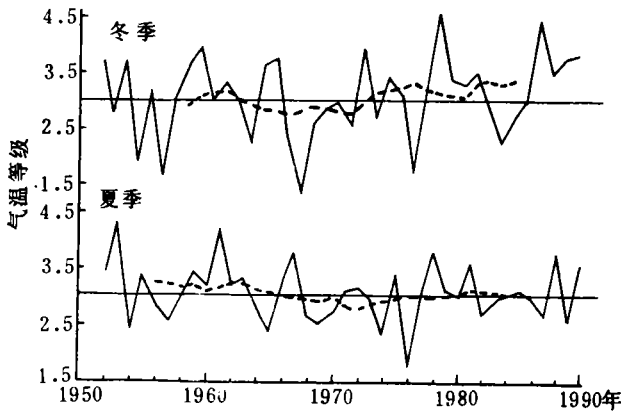


图2 我国季平均气温等级演变曲线(虚线为10年滑动平均)

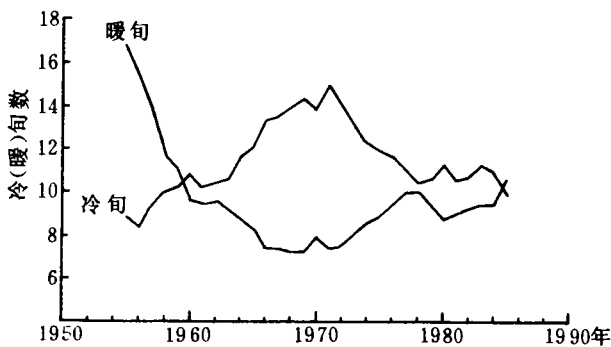


图3 我国平均冷、暖旬数10年滑动平均曲线

采用高斯分布(Gaussian)计算气温等级^[6],将气温分成显著偏低(1级)、偏低(2级)、正常(3级)、偏高(4级)、显著偏高(5级)等 5 个等级. 从全国季平均气温等级变化曲线(图 2)可以看出:冬季(12—2月)温度年际变化较大,40 年中有 5 年(1960、1973、1979、1987、1990 年)温度平均等级大于 4.0,为异常冬暖年,且大都发生在 70、80 年代. 另有 4 年(1955、1957、1968、1972 年)温度平均等级小于 2.0,为异常冷冬年,其中 3 年发生在前 20 年;夏季(6—8月)气温年际变化较冬季小,气温显著偏高年出现在前 10 年左右时段内(1953、1961 年),显著偏低仅有 1976 年. 冬、夏季气温等级 10 年滑动平均表明,最近 40 年前期降温,后期升温,尤以冬季明显. 冬夏气温异常年份出现时段与这种变化过程比较吻合.

另外,从冷(温度等级 ≤ 2)、暖(温度等级 ≥ 4)旬数的变化也可以反映这一特征(图 3). 前 20 年暖旬数随年代增长而减少,后 20 年随年代递增. 冷旬数变化位相与暖旬数相反. 说明了我国近 40 年暖(冷)旬数正好经历了减—增(增—减)的两种相反变化状态. 这进一步说明了前 20 年我国气候变冷,后 20 年变暖,气温变化可能存在 20 年左右的准周期.

2 气温变化主成分分析

为了清晰地显示最近 40 年我国气温异常特征,本文采用经验正交函数分析法(EOF)分析气温异常的空间分布、季节变化及年际变动的结构特征. EOF 模型的二维矩阵配置如下:

$$X_1 = (x_{ij})_{m \times n_j}, \quad X_2 = (x_{ik})_{m \times n_k}, \quad X_3 = (X_{ik})_{m \times n_k}$$

其中 i 为台站数, j 为年变程月份数, k 为分析时段年份数. 空间维数 $i = \overline{1, m}$, 季节维数 $j = \overline{1, n_j}$, 年际维数 $k = \overline{1, n_k}$ (本文中 $m = 80, n_j = 12, n_k = 40$).

表 1 冬、夏、年平均气温 EOF1—EOF6 累积方差贡献率(%)

特征向量	EOF1	EOF2	EOF3	EOF4	EOF5	EOF6
冬季	61.5	73.4	82.6	89.7	93.6	96.4
夏季	43.0	56.2	67.1	74.2	79.9	84.5
全年	50.1	65.8	76.6	82.7	87.6	90.1

冬季气温分布前 6 个主分量的累积方差贡献率达 96.4%(表 1). 第一主分量特征值为 48.7, 方差贡献占总方差的 61.5%, 因此冬季 EOF1 的空间分布在一定程度上代表了最近 40 年我国气温分布的主要特征. 夏季前 6 个特征向量的累积方差贡献率比冬季小,

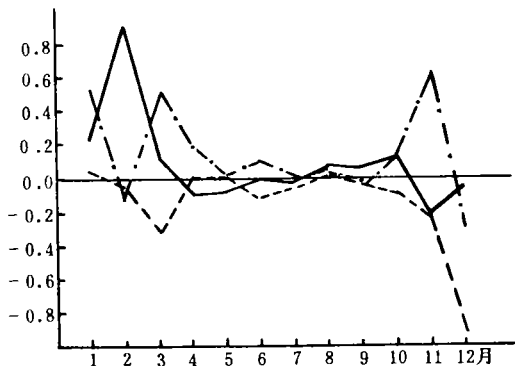


图 4 我国月气温 EOF 分析前三个特征向量(实线为 EOF1; 断线为 EOF2; 点断线为 EOF3)

其中第一主分量方差贡献率为 43 %。很显然,我国夏季气温分布较冬季复杂,年平均气温 EOF1—EOF6 的累积方差贡献率介于冬、夏季之间,为 90.1 %。

冬、夏季 EOF1 的空间分布表明(图略)无论冬季或夏季,第一主分量空间分布全国大部分地区是同符号的。冬季特征向量为正值,夏季为负值。EOF2 空间分布是冬季我国东北、西北西部地区为正值区,其余全国大部地区为负值区;夏季长江以北大部地区为正值区,长江以南为负值区。EOF3 分布表明,冬季我国黄河以北、110°E 以东地区为正值区;夏季特征向量负值区位于长江、黄河之间。

将冬、夏季 EOF1 的时间系数与全国温度等级相比较,发现两者的变化趋势比较一致(图略),所以第一主分量的时间系数对全国气温的总趋势有一定的代表意义。40 年期间,冬季经历了比较明显的冷暖变化。1951—1973 年气温经历了一个完整的周期变化过程,1963 年前为暖期,1963—1973 年为冷期。70 年代中期气温回升,进入新的暖期,80 年代后期气候显著偏暖。夏季也呈现气候冷暖交替的变化过程,但变化幅度明显比冬季小。1965 年以前,气候偏暖,1965—1975 年为冷期,70 年代后期气温回升进入新的暖期。

表 2 我国逐月平均气温变化及 EOF1—3 合成值

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50 年代	-2.40	0.63	6.44	13.29	18.36	22.57	24.81	22.83	19.59	13.28	6.17	0.49
60 年代	-2.16	0.15	6.57	13.27	19.08	22.37	24.76	23.95	19.35	13.45	6.20	-0.11
70 年代	-1.80	0.63	6.67	13.49	18.58	22.49	24.60	23.64	19.24	13.40	6.37	0.29
80 年代	-1.43	0.91	6.62	13.58	18.90	22.52	24.57	23.88	19.36	13.70	6.55	0.47
EOF 合成值	0.26	0.26	0.12	0.05	-0.02	-0.01	-0.03	0.04	-0.01	0.04	0.06	-0.41

图 4 给出了我国气温年变程特征,前三个特征向量的方差贡献率为 81%。前三个特征向量绝对值在 4—10 月均小于 0.2,说明最近 40 年我国夏季风盛行期气温变化不大,而在 11—3 月绝对值较大,表示冬半年气温变化显著,很容易造成气温异常灾害。

第一特征向量(48%)变化表明,我国 1—3 月气温显著偏高,其中 2 月气温异常偏高,特征向量值达 0.93;4—7 月气温正常略偏低;8—10 月气温略偏高;11—12 月气温又偏低。1—4 月,8 月,10—11 月前 3 个特征向量合成值为正值(表 2)。也就是说冬半年除 12 月外气温是增高的。其中 1 月前三个特征向量均为正值,合成值为 0.26,是全年中增暖最显著时段。2 月特征向量合成值也达 0.26,气温升高也较明显。5—7 月,9 月,12 月 EOF1—ECF3 合成值均为负值。表示最近 40 年我国夏半年大多数月份气温偏低,但幅度很小,这和各月平均气温变化趋势较为一致。

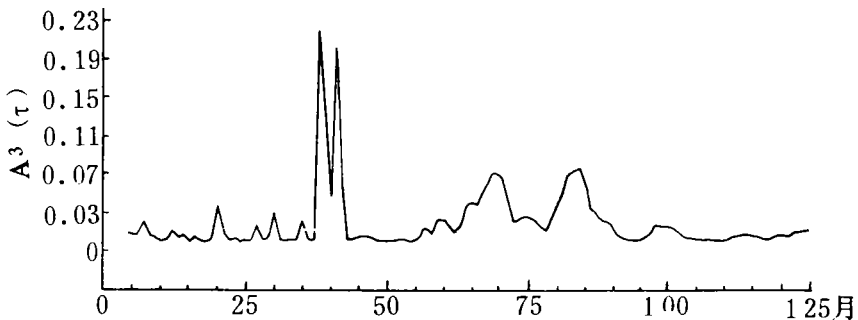


图 5 全国温度等级时间序列周期图(1951—1990 年)

3 气温变化周期分析

本文采用舒斯特(Schuster)周期图分析方法来确定气温变化的显著周期.图 5 为全国温度等级的舒斯特周期图.图中 38 个月(3 年)的周期振幅最大,其次是 41 个月、39 个月、84 个月.经 $\alpha=0.05$ 水平显著性检验发现,38—42 个月、64—71 个月、80—85 个月的周期段通过检验,说明我国气温变化存在 3 年、6—7 年左右的周期.

为进一步分析我国各区叠加在气温变化趋势上的振荡周期,我们将原始气温等级值减去趋势值,得到新的气温等级序列,取最大后延 $M=10$ 进行功率谱分析.结果发现东北、华北、长江中下游、华南、新疆等区谱密度在波数 $l=2$ 处最大,且通过 $\alpha=0.05$ 显著水平谱检验.说明以上各区存在 10 年的准周期振荡.另外,华南区还存在 6 年的准周期变化;西北东部地区存在 5—6 年的准周期.

4 结 论

(1)我国年平均气温各纬圈随年代升降变化具有一致性,但高纬地区年际变化幅度比低纬地区大,冬季年际变化比夏季大.

(2)最近 40 年我国气温变化不仅具有明显的阶段性,即前期降温、后期升温,并且还存在着季节、地区差异.冬季增暖趋势显著,夏季气温有所降低.

(3)我国冬、夏、年平均气温分布最常见型是全国同符号.第一主分量冬季为正值,夏季为负值.EOF1 时间系数变化表明我国冬、夏气温经历了暖—冷—暖的变化过程,冬季气温变化幅度比夏季大.

(4)我国气温变化存在 3、6—7 年的准周期,大多数区域叠加在趋势项上存在 10 年左右的周期变化.

参 考 文 献

- 1 张先恭,李小泉.本世纪我国气温变化的某些特征.气象学报,1982,40(2):198—208.
- 2 Angell J. R. and Gruza G. V. Climate Variability As Estimated from Atmospheric Observations in "Global Climate" Cambridge Univ. Press, 1984, 25--36.
- 3 林学椿,于淑秋.近 40 年我国气候趋势.气象,1990,16(10):16--21.
- 4 陈隆勋,邵永宁,张清芬等.近 40 年我国气候变化初步分析.应用气象学报,1991,2(2):164--173.
- 5 曲建和,孙安健.黄淮海地区气温变化特征.应用气象学报,1991,2(4):423--428.
- 6 国家气象中心.气候监测公报.北京:气象出版社,1991 年.

CHARACTERISTICS OF TEMPERATURE IN SPATIAL AND TEMPORAL VARIATION IN CHINA DURING RECENT 40 YEARS

Song Lianchun

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

Based on the decadal mean temperature at 336 stations in China from 1951 to 1990, the statistical methods of empirical orthogonal function (EOF) and periodogram are used to analyse the characteristics of temperature in spatial and temporal variation. The facts that the interannual change and change trend of temperature have significant differences among different districts and seasons are revealed. It can be drawn that the temperature decreases in the first 20 years and increases in the last 20 years. And temperature decreases in summer, increases in winter. The periodic oscillation in temperature trend is also analysed in the paper.

Key words: Temperature change; Spatial and temporal distribution; Period.