

文章编号:1006-7639(2005)-03-0042-04

太原市气温变化规律研究

王振华¹, 钱锦霞², 韩 普¹

(1. 山西省气象科学研究所, 山西 太原 030002; 2. 山西省气候中心, 山西 太原 030002)

摘 要:根据太原市 1916~2000 年气温资料, 利用周期图等方法分析太原市近 85 a 气温变化得出, 85 a 来, 太原市的年和冬季平均气温呈上升趋势, 春、夏和秋季平均气温呈下降趋势; 发现年平均气温存在 17、13 a 周期, 春季平均气温存在 17、14、45 a 周期, 夏季平均气温存在 48、15 a 周期, 秋季平均气温存在 48、42、18、13 a 周期, 冬季平均气温存在 43、17、13 a 周期; 年和春、夏、秋季的平均气温经历了高、低、高 3 个阶段, 冬季平均气温经历了低、高 2 个阶段; 各季的平均气温在 20 世纪末都处在上升阶段。

关键词:太原市; 气温; 周期; 气候变化

中图分类号: P423.3

文献标识码: A

引 言

近百年来, 全球的气候正经历一次以变暖为主要特征的显著变化, 20 世纪北半球气温的增加可能是过去 1 000 a 最多的, 近百年全球年平均气温升高 $0.3\sim 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[1], 20 世纪 90 年代是该世纪最暖的 10 a。近百年中国年平均气温升高 $0.4\sim 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 升高幅度略低于全球。气候变暖已成为人们关注的焦点, 国内许多学者对此进行过研究^[2], 20 世纪 50 年代以来, 我国气象台站增加很快, 可以对气候变化做出可靠分析。有研究指出^[3~4], 20 世纪 40 年代中国气温最高, 以后急剧下降。50~70 年代在负距平(相对于 1951~1980 年)下徘徊, 80 年代上升。但全国各地温度变化情况并不相同。许多研究成果表明, 增暖的区域、季节差异较大, 中高纬大陆地区冬春增温最明显^[5], 中国气候变暖以冬季和西北、华北、东北地区最为明显^[6~7]。在曾昭美等^[8]的文章里指出, 近百年来我国北方和东部增温明显, 尤以冬季显著。本文通过对太原市近 85 a 来气温变化的趋势和周期进行分析, 研究太原市气温变化的长期规律。

1 资料和方法

1.1 资 料

利用太原市 1916~2000 年的逐月平均气温资

料。其中, 1937 年 10 月至 1938 年 12 月和 1944 年 1 月至 1947 年 12 月的资料缺测, 缺测资料根据北京、西安资料, 用回归订正方法进行插补^[9], 从而得到太原市 85 a 较完整的逐月平均气温资料。

1.2 方 法

(1) 以年为自变量序列, 要素为因变量序列, 建立线性回归方程, 即 $y = a_0 + a_1 t$, 其中的系数由最小二乘法求得, 其趋势变化率为 a_1 , $a_1 \times 10$ 为变化倾向率($^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$)。 $a_1 > 0$ 表示计算时段内平均呈上升趋势, $a_1 < 0$ 表示计算时段内平均呈下降趋势, a_1 的绝对值可以反映上升或下降的快慢程度。

(2) 周期图分析^[9]方法是发展比较成熟的分析序列周期的方法, 该方法是用试验周期来配合实际序列从而找出序列所含周期, 可以得到序列中隐含的各种周期、振幅、位相。另外我们还利用目前使用比较多的小波变换理论对周期图方法得出的结论加以验证, 小波变换理论及其优越性已有很多文献介绍^[10~11], 这里就不再详述。

2 气温变化规律分析

2.1 年与 4 季气温变化趋势分析

太原市 85 a 来年平均气温变化倾向率为 $0.0004\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、春季平均气温变化倾向率为 $-0.0019\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、夏季平均气温变化倾向率为 $-0.$

收稿日期: 2005-04-07; 改回日期: 2005-05-25

基金项目: 山西省气象局 2003 年重点研究项目“气候变化与山西气象灾害趋势研究(0303)”资助

作者简介: 王振华(1963-), 女, 高级工程师, 主要从事气候变化及相关研究。

2104 °C/10 a、秋季平均气温变化倾向率为 -0.0431 °C/10 a、冬季平均气温变化倾向率为 0.2543 °C/10 a;可见4季气温变化有很大的差异,冬季平均气温上升趋势明显,春、夏和秋季平均气温有不同程度的下降,下降快慢程度也有很大的差异,夏季下降程度最大。

将太原市85 a的年和4季平均气温资料按年代分段统计,其各段平均值如表1。

表1 太原市年、季平均气温年代际变化

Tab.1 The decadal change of yearly and seasonal mean air temperature in Taiyuan city

年代	春	夏	秋	冬	年
1916~1920	11.5	24.1	9.5	-6.1	9.8
1921~1930	11.9	23.9	10.5	-4.8	10.4
1931~1940	11.2	23.1	9.7	-4.7	9.8
1941~1950	11.4	23.3	9.7	-4.8	10.0
1951~1960	10.7	22.5	9.2	-5.1	9.3
1961~1970	10.9	22.3	9.3	-5.0	9.4
1971~1980	11.2	22.2	9.6	-4.2	9.7
1981~1990	11.3	22.1	9.6	-3.9	9.8
1991~2000	11.9	22.8	10.0	-3.0	10.4
1916~2000	11.3	22.9	9.7	-4.5	9.8

由表1可见,春季平均气温在20世纪20年代、90年代最高,从20年代至50年代基本在下降,从50年代至90年代一直在上升,50年代是气温最低的年代;夏季平均气温在80年代达到最低值,80年代以前气温基本在下降,80年代至90年代处在上升阶段。夏季平均气温最高出现在20世纪10年代;秋季平均气温变化类似于春季,20世纪20年代明显高于其它年代,90年代次之,20~50年代基本在下降,50~90年代基本在上升,50年代是秋季气温最低的年代;冬季平均气温在波动中上升,20世纪50年代以后冬季平均气温一直处在上升阶段,90年代的冬季平均气温最高,在60年代以前,气温处于比较低的阶段,此后气温处于比较高的阶段;年平均气温最低出现在50年代,50年代以后一直处在上升阶段。可见,太原市85 a来年和春、夏、秋季平均气温基本上都经历了高(20世纪10~30年代)、低(50~80年代)、高(90年代)3个阶段,而冬季平均气温则经历了低(20世纪10~60年代)、高(70~90年代)2个阶段。

2.2 年与4季平均气温周期性分析

周期图分析结果显示,太原市年平均气温存在着2个周期,一个是17 a周期,通过了0.05的信度

检验,一个是13 a周期,通过了0.10的信度检验;春季平均气温存在17、14、45 a周期,均通过了0.05的信度检验;夏季平均气温存在48、15 a周期,均通过了0.10的信度检验;秋季平均气温存在48、42、13、18 a周期,均通过了0.05的信度检验;冬季平均气温存在43、17、13 a周期,也通过了0.05的信度检验。

图1是年均气温距平的小波变换图。由图1可见,在17 a时间尺度上周期变化最明显,在近30 a,13 a周期最明显,这和周期图分析结果基本一致。

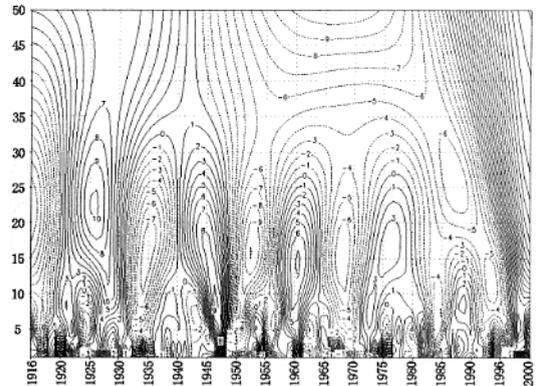


图1 太原平均气温变化MHAT小波变换

Fig.1 The Mexican hat wavelet transforms of mean air temperature variation in Taiyuan city

为了更直观地认识太原市年、季气温的起伏变化,我们还对年、季气温序列进行了多项式拟合。图2~6就是太原市1916~2000年的年和季平均气温距平(相对于1916~2000年)曲线、周期拟合曲线和多项式拟合曲线。

从图2可知,年平均气温演变可分为3个阶段:1916~1933年以及1987至今2个时段属于偏暖期;1934~1986年属于偏冷期;20世纪60年代后期至今,年平均气温一直在上升,在此前,基本呈现下降趋势。85 a中,年平均气温最高值出现在1999年,次高值出现在1998年,最低值出现在1956年。从图3可知,春季平均气温变化也可分为3个阶段:1916~1933年以及近10 a偏高,且前一个时段偏高程度要大于后一个时段;1934~1991年偏低;从1992年开始,春季平均气温呈上升趋势。85 a中,春季平均气温最高值出现在1928年,次高值出现在2000年,最低值出现在1951年。从图4可知,1916~1948年、1997~2000年夏季气候偏暖,1949~

1996 年夏季气候偏冷,夏季平均气温从 1916 年至 20 世纪 80 年代后期在波动中下降,从 80 年代末开始有明显的上升趋势。夏季平均气温最高值出现在 1927 年,次高值出现在 1929 年,最低值出现在 1956 年。从图 5 可知,秋季平均气温 1916~1936 年以及 1988~2000 年偏高,1937~1987 年大多数年份在多年平均值以下振动,20 世纪 90 年代秋季平均气温有明显的上升趋势。85 a 中,秋季平均气温最高值出现在 1922 年,次高值出现在 1998 年,最低值出现在 1967 年。从图 6 可知,冬季平均气温在波动中上升,1972 年以前为偏冷期,其后为偏暖期,1998 年达历史最高值。85 a 中,冬季平均气温最高的 3 a 均出现在上世纪 90 年代,最高值出现在 1998 年,次高值出现在 1996 年和 2000 年,最低值出现在 1967 年。

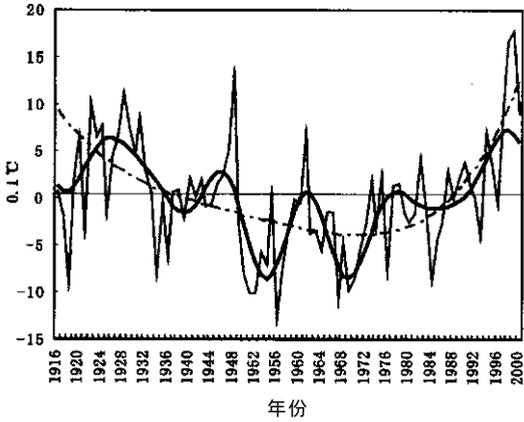


图 2 太原市年平均气温距平、多项式、周期拟合曲线
(实线为实况值、粗线为周期拟合曲线,细虚线为多项式拟合曲线)
Fig. 2 The fitting curve of annual mean air temperature departure by using polynomial and periodic method in Taiyuan city (solid line for actual value, thick line for the fitting curve by using periodic method, thin and broken line for the fitting curve by using polynomial method)

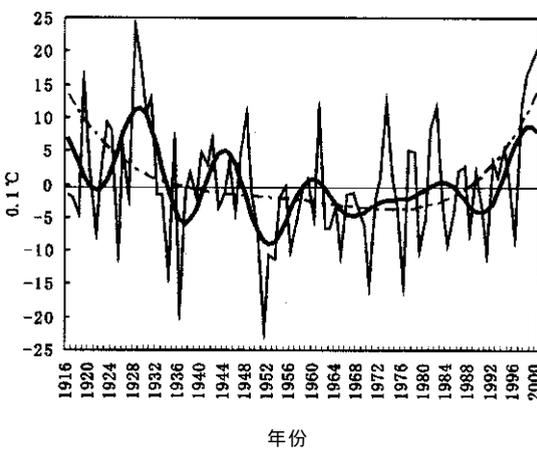


图 3 太原市春季平均气温距平、多项式、周期拟合曲线
Fig. 3 The fitting curve of mean air temperature departure in spring by using polynomial and periodic method in Taiyuan city

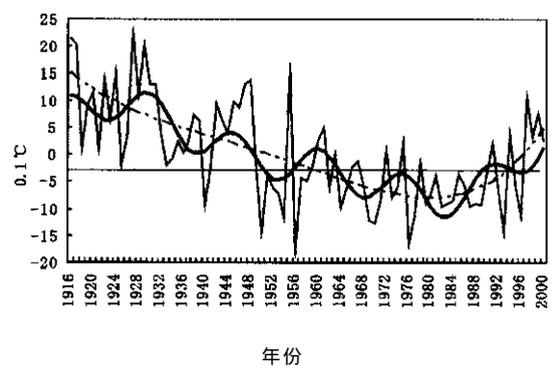


图 4 太原市夏季平均气温距平、多项式、周期拟合曲线
Fig. 4 The fitting curve of mean air temperature departure in summer by using polynomial and periodic method in Taiyuan city

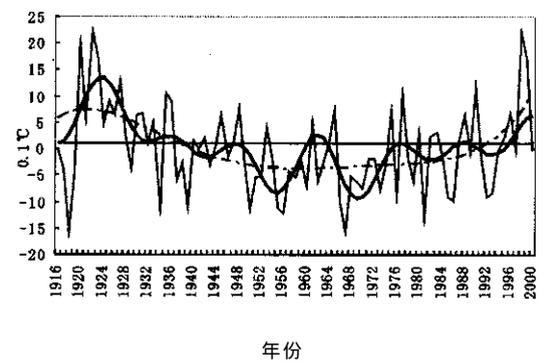


图 5 太原市秋季平均气温距平、多项式、周期拟合曲线
Fig. 5 The fitting curve of mean air temperature departure in autumn by using polynomial and periodic method in Taiyuan city

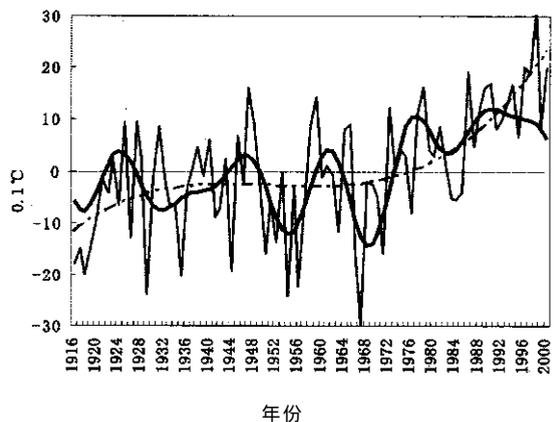


图 6 太原市冬季平均气温距平、多项式、周期拟合曲线
Fig. 6 The fitting curve of mean air temperature departure in winter by using polynomial and periodic method in Taiyuan city

综上所述, 85 a 中,除冬季最暖的时期在 20 世纪末外,其它季节最暖的时期都在 20 世纪的 20 年代前后,这与全球气候变化有所不同,年和季的平均气温在 20 世纪末都处在上升阶段。气候变暖在太原市主要表现在冬季。

3 结 论

(1) 太原市 85 a 来年平均气温变化倾向率 0.0004 °C/10 a、春季平均气温变化倾向率为 -0.0019 °C/10 a、夏季平均气温变化倾向率为 -0.2104 °C/10 a、秋季平均气温变化倾向率为 -0.0431 °C/10 a、冬季平均气温变化倾向率为 0.2543 °C/10 a。年和冬季平均气温变化呈上升趋势,春、夏和秋季平均气温呈下降趋势。

(2) 太原市年和春、夏、秋季的平均气温经历了高、低、高 3 个阶段,冬季平均气温经历了低、高 2 个阶段;各季的平均气温在 20 世纪末都处在上升的阶段;气候变暖在太原市主要表现在冬季。

(3) 年平均气温存在 17、13 a 周期,春季平均气温存在 17、14、45 a 周期,夏季平均气温存在 48、15 a 周期,秋季平均气温存在 48、42、18、13 a 周期,冬季平均气温存在 43、17、13 a 周期。

参考文献:

[1] 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究[J]. 气象学报,

1994,52(3):261-273.

[2] 丁一汇. 全球和中国的气候变化及其影响[A]. 中国气候大会文件汇编[Z]. 北京:气象出版社,2002. 4

[3] Wang S W, Ye D Z. An analysis of global warming during the last one hundred years[A]. Climate Variability[M]. Beijing: Chinese Meteorological Press, 1993. 23-32.

[4] 张先恭. 本世纪我国气温变化的某些特征[J]. 气象学报,1982, 4:198-208.

[5] 曾昭美,章名立,季劲均. 近百年来全球不同冷暖期温度分布及环流特征[J]. 地理学报,1995,50(2): 147-159.

[6] 丁一汇. IPCC 第二次气候变化科学评估报告的主要科学成果和问题[J]. 地球科学进展,1997,12(2):158-163.

[7] 秦大河. 气候变化的事实、影响及对策[J]. 中国气象学会通讯, 2002,(10):35-37.

[8] 孙成权. 全球气候变化的新认识—IPCC 第三次气候变化评价报告概览[J]. 自然杂志,2002,24(2):114-122.

[9] 屠其璞,王俊德,丁裕国,等. 气象应用概率统计学[M]. 北京:气象出版社,1984. 385-394,494-497.

[10] 崔锦泰. 小波分析导论[M]. 西安:西安交通大学出版社,1995. 66-99.

[11] 林振山,邓自旺. 子波气候诊断技术的研究[M]. 北京:气象出版社,1999. 28.

Analysis of Temperature Variation in Taiyuan City

WANG Zhen-hua¹, QIAN Jin-xia², HAN Pu¹

(1. Institute of Meteorological Science of Shanxi Province, Taiyuan 030002, China;

2. Shanxi Climate Center, Taiyuan 030002, China)

Abstract: According to the data of temperature in Taiyuan city from 1916 to 2000, using periodic method, the temperature variation in Taiyuan city during recent 85 years is studied. The results show that the mean annual temperature and the mean temperature in winter of Taiyuan city appear to be ascending, the mean temperature in spring, summer and autumn appear to be descending. It was discovered that there was the period of 13 and 17 years in the mean annual temperature, and the period of 17, 14 and 45 years in spring, the period of 48 and 15 years in summer, the period of 48, 42, 18 and 13 years in autumn, and the period of 43, 17 and 13 years in winter. In recent 85 years, the annual and seasonal mean temperature experienced three stages of high-low-high, and by the end of 20th century, the mean temperature in each season was ascending.

Key words: Taiyuan city; temperature; period; climatic change