

青岛近百年气温变化的统计分析

刁学贤

(国家海洋局青岛海洋预报台, 青岛)

摘 要

本文依据青岛 1898~1994 年 97 年的气温资料, 经统计分析, 得出了青岛气温变化的阶段和周期及增温速率, 探讨了影响气温变化几个因子的定性关系, 并预测未来气温的长期变化趋势。

关键词: 气温, 滑动平均, 变化趋势, 统计分析。

一、引 言

气温变化既是气候变化的一个主要方面, 又对经济建设和人们生活以重要影响。研讨青岛气温的演变规律, 并在此基础上预测未来气温的长期变化趋势是很有意义的工作。

青岛位于山东半岛南岸中部, 对半岛南部沿海具有很好的代表性。经气温相关统计, 青岛与半岛南部沿海气温的相关系数均大于 0.93, 有显著的相关性, 其中与青岛海滨和近海的相关系数高达 0.98 左右(表 1), 非常显著的线性相关。青岛是我国最早进行气象观测的城市之一, 有自 1898 年至今长达 97 年的记录序列。从时间尺度而言属于气候的短期变化, 而相对于半岛南岸各站来讲, 则是长约三倍的记录资料, 因此利用青岛较长的气温序列, 分析研讨青岛并包括其海滨和近海的气温状况是可取的。且对半岛南岸的气温状况也是可供参考的。

表 1 青岛与山东半岛南岸沿海气温相关系数

地理位置	青岛西部	青岛海滨		青岛近海		青岛东部	
测站名称	石臼港	团岛	小麦岛	朝连岛	千里岩	乳山口	石岛
相关系数	0.972	0.978	0.984	0.976	0.982	0.932	0.954

二、年均气温的阶段变化

近百年来, 青岛年均气温变化为明显的波动升降过程, 均方差为 0.54。历年年均最低

值为 10.9°C , 出现在 1917 年; 年均最高值达 13.5°C , 出现在 1994 年, 年际较差 2.6°C 。用平滑化去掉不规则的升降波动看出: 自 19 世纪末气温渐降, 至 20 世纪初 10 余年出现低谷, 是近百年的最冷期。此后至 30 年代中期气温在均值以下波动, 继而突破均值迅速上升, 至 40 年代初达到峰值。此后气温逐渐下降, 50 年代中期进入浅谷, 经 10 年升温又渐下降, 到 60 年代末再出低值, 70 年代中期气温在均值以上波动缓升, 80 年代中期至今升温迅速, 并于 90 年代初超过 40 年代峰值, 为近百年的最暖期(图 1)。

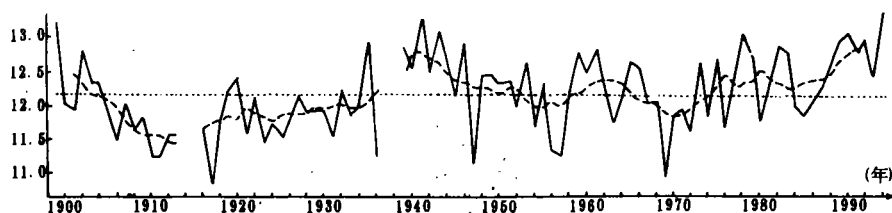


图 1 青岛历年气温变化曲线

(实线为年平均, 虚线为 7 年滑动平均, 点线为累年平均)

由上述气温年际变化可知, 气温升降是有阶段性的。如果按多数年分气温距平稍低(高)或相当于均值的阶段为偏冷(暖)或正常, 多数年分气温距平明显高于或低于均值的阶段为暖期或冷期, 那么青岛近百年气温变化可分为以下 9 个阶段(表 2):

表 2 各阶段平均气温和距平($^{\circ}\text{C}$)

阶段	暖	偏冷	冷	正常	暖	偏冷	冷	正常	暖
年限	1899~1904	1905~1909	1910~1926	1927~1936	1937~1953	1954~1966	1967~1972	1973~1977	1978~1994
年数	6	5	17	10	17	13	6	5	17
平均	12.52	11.84	11.71	12.04	12.51	12.21	11.80	12.39	12.64
距平		-0.22	-0.35	-0.02	0.45	-0.12	-0.53	0.06	0.31

以上各阶段经 t 检验, 均达到 0.01 的信度水平, 故各气温阶段的划分是可信的。

由于资料所限, 1904 年以前暖年长度尚不能确定, 因而使气温均值也略偏高。当前的暖年阶段已持续 17 年, 并于 1994 年出现历年年均最高值, 可以认为青岛现正处于暖年峰期。

三、平均气温的周期变化

气温的变化是由偏冷—冷—正常—暖等阶段依次有序更替的, 当相同的气温阶段重复再现时, 便显现出气温的周期变化。自 1905 年至 1953 年共 49 年中, 由各阶段构成一完整的周期; 自 1954 年至今的 41 年又以相同的阶段形成本周期(见表 2)。由于本周期末结束,

其时间长度需分析确定。

目前常用于时间序列周期分析方法有多种,本文采用周期图^[1]法,具体方法为:用谐波表示时间序列,年均气温序列

$$\overline{X}_t = C \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \Phi\right)$$

对于不同的试验周期 T ,有

$$A_T = \frac{2}{T} \sum_{t=0}^{T-1} \overline{X}_t \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

$$B_T = \frac{2}{T} \sum_{t=0}^{T-1} \overline{X}_t \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

$$S_T = \sqrt{A_T^2 + B_T^2}$$

式中 A_T 、 B_T 为展开式中的富里叶系数, S_T 为试验周期强度,即周期 T 的振幅。

S_T 随 T 而变,不同的 T 对应不同的强度 S_T ,取 S_T 的最大值所对应的周期 T 即为该气温序列周期。经计算,青岛平均气温存在 48~49、20 年周期。再经式^[1]

$$S_T^2 > \frac{\psi \sigma^2 / n}{n} \frac{M}{\alpha}$$

进行显著性检验,式中, m 是试验周期个数, σ^2 是序列方差, n 是记录项数。检验结果均达到 $\alpha = 0.01$ 的显著水平,而以 48~49 年周期最为显著。这与以上统计的 49 年周期是吻合的

由统计得出,以上两周期的平均气温分别为 12.06°C 和 12.33°C (本周期未结束平均值略高),且本周期各阶段的气温均值也都高于前周期各对应阶段的气温均值(见表 2)。这表明,青岛近百年的气温变化,是在波动的过程中呈现周期性的缓慢增温趋势,与北半球和全国气温的变化趋势是大致相似的^[2]。

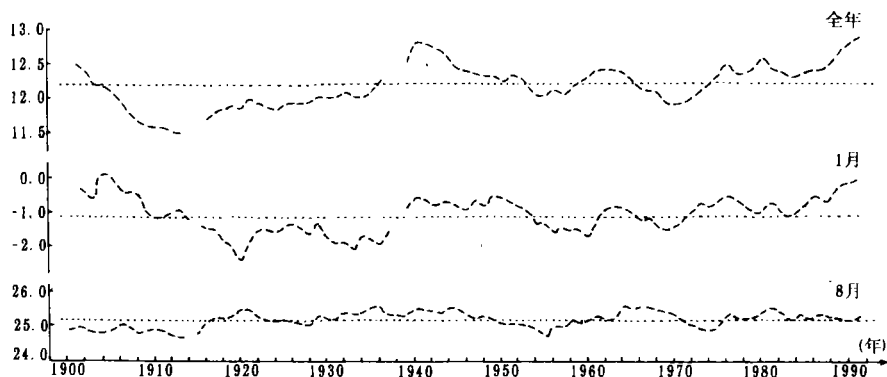


图 2 青岛 1 月、8 月和全年平均气温变化曲线

(虚线为 7 年滑动平均,点线为累年平均)

四、最冷月与最热月气温的变化

青岛的最冷月和最热月分别出现在 1 月和 8 月,1 月和 8 月的平均气温与年均气温的变化趋势不尽相同。如 1 月明显增温出现在 20 世纪初、40 年代和 90 年代初,而 8 月明显增温出现在 30 年代和 60 年代,且增温幅度 1 月大于 8 月。特别是自 70 年代以来,气温变化趋势基本相反:1 月气温呈上升趋势,而 8 月气温则在均值附近波动缓降(图 2),并不随年均气温的增温而上升。按 10 年气温距平统计,也得出相同的结果,尤其是自 70 年代以来,正距平 1 月大于全年,而 8 月略现负距平(表 3)。由此可见,青岛的气温变化存在明显的季节差异,近 30 年来有冬季迅速增强、夏季平稳稍凉的变化趋势,这与全国气温变化的平均状况^{[3][4]}是基本相同的。

表 3 青岛全年、1 月和 8 月各时段气温距平(°C)

时段	1900~ 1909	1910~ 1919	1920~ 1929	1930~ 1939	1940~ 1949	1950~ 1959	1960~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989
全年	-0.10	-0.64	-0.27	-0.06	0.33	-0.27	0.01	0.09	0.19
1 月	0.53	-0.49	-0.36	-0.61	-0.26	-0.25	-0.11	0.36	0.24
8 月	-0.28	-0.22	-0.04	0.29	-0.04	-0.22	0.23	-0.11	-0.07

五、影响气温变化的几个因子

气温长期变化的原因是多方面的,它涉及气候系统的复杂变化,这里仅就影响青岛气温变化的几个因子定性简述如下:

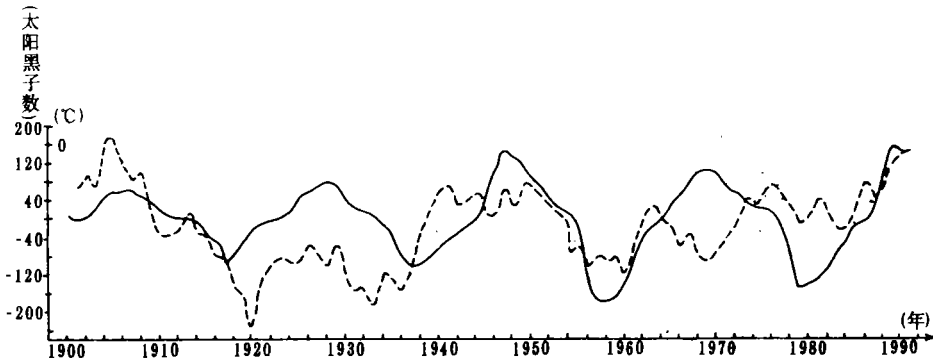


图 3 太阳黑子数与青岛 1 月气温变化曲线

(实线为太阳黑子数,虚线为 7 年滑动平均气温)

1、太阳活动与青岛冬季气温有一定关系。太阳黑子 22 年磁周期与 1 月 7 年滑动平均

气温在总体变化上有其相似性,除 60 年代末 70 年代初外,1 月气温大致随太阳黑子数的增多而升高(图 3)。

2、厄尔尼诺现象与青岛气温存在一定遥相关。凡开始于上半年的厄尔尼诺现象^{[5][6]},大致对应于(或其后一年)年均气温高值年,同时也对应于 8 月平均气温低值年(图 4)。

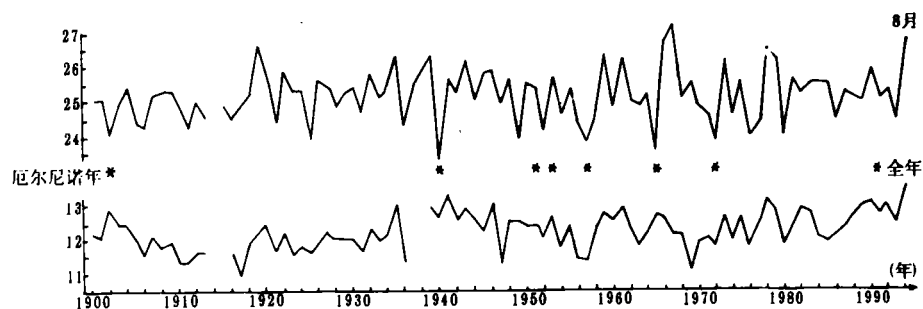


图 4 厄尔尼诺年与青岛全年和 8 月气温对应变化

3、地球自转速率与青岛气温最显著周期密切相关。青岛气温 48~49 年周期与地转准 49 年周期^[7]相符合。

4、城市热岛效应不断增加,是青岛气温缓慢上升的一个重要原因。据有关文献^[8]分析,近 30 年青岛城市增温倾向率(地面与 850hPa 变化倾向率)为 $0.2202^{\circ}\text{C}/10$ 年。

六、未来气温的长期变化趋势

综上所述气温变化的阶段和周期及增温趋势,是认识青岛包括其海滨和近海气温演变规律的一个重要途径,并为预测未来气温长期变化趋势提供了一定的依据。按 48~49 年周期推算,到 2002 年前后本气温周期将结束。经周期图法计算,至本周期结束期间气温呈缓慢下降趋势,与当前气温正处于暖年峰期的认识是一致的。同时算得本周期气温均值为 12.31°C 左右,比前周期增温约 0.25°C 。这期间太阳黑子数在逐渐减少,冬季气温也将呈降势。由于全球气温呈缓升趋势及青岛城市热效应的不断加强,青岛下一气温周期将持续缓慢增温。如果仍以 $0.25^{\circ}\text{C}/\text{周期}(49\text{ 年})$ 增温速率推测,21 世纪前 50 年,平均气温约为 12.56°C 左右。由于气温变化的阶段性,预计 21 世纪 10 年代前后为冷期,阶段均值为 12.0°C 左右,将是 150 年来的最暖期。

七、结 语

1、青岛的气温对其海滨和近海有较好的代表性,对山东半岛南岸也有较好的参考价值。

2、近百年青岛平均气温呈周期性缓慢增温趋势,以 48~49 年周期最为显著,增温速率为 $0.25^{\circ}\text{C}/\text{周期}(49\text{ 年})$,周期内分为偏冷—冷—正常—暖有序的气温阶段。气温的季节性

差异明显,近 30 年来有冬季增温夏季稍凉的趋势。

3、预计今后至 2002 年本气温周期结束期间,气温呈渐降趋势。21 世纪的 50 年内,气温均值约为 12.56°C ,21 世纪 10 年代前后为冷期,阶段均值约 12.0°C ,40 年代前后为暖期,阶段均值可达 12.8°C 左右。

参 考 文 献

- [1] 谭冠日,气象站数理统计预报方法,科学出版社,250~254,1978。
- [2] 丁一汇等,中国近百年来的气温变化,气象,Vol.20, No. 12, 19~26, 1994。
- [3] 林学椿等,近 40 年来我国气候趋势,气象,Vol. 16, No. 10, 16~21, 1990。
- [4] 高素华等,我国近 40 年温度变化及其对农业生产的影响,气象,Vol. 20, No. 5, 36~41, 1994。
- [5] 王绍武,气候系统引论,气象出版社,96~97, 1994。
- [6] 孙安健,1991 年江淮流域洪涝致灾因素探讨,气象,Vol. 18, No. 9, 15, 1992。
- [7] 苗峻峰等,地球自转速率变异与长期天气变化研究进展,气象,Vol. 20, No. 9, 3~7, 1994。
- [8] 吴息等,城市化增温效应的分析,气象,Vol. 20, No. 9, 3~7, 1994。