

由年温变化分析广东海陆气候属性特征^{*}

黄露菁 陈创买 简裕庚

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

摘 要 对广东各地年温进行谐波和相对温度计算, 试图客观定量地探讨广东气候海陆影响的程度及类型. 各地年温变化的振幅和位相以及相对温度分布曲线表明, 广东基本为亚热带海洋型季风气候, 尤以东南沿海为甚. 但自东南向西北、西南推移, 海洋性气候特征减弱, 大陆性气候特征有所加强. 其中雷州半岛的徐闻, 由于特殊的地理位置和气候条件, 具有较强的大陆性气候特征. 同时, 将全省的相对温度分布曲线分出三种类型, 探讨了它们不同的气候属性.

关键词 年温变化, 谐波分析, 相对温度, 海洋性气候, 大陆性气候, 广东
分类号 P 426. 613

在大陆和海洋的中部因受大陆气团和海洋气团的控制, 分别形成大陆性气候和海洋性气候. 气温是表征气候的重要因素, 它在大陆气候和海洋气候中的表现是不相同的, 主要体现在气温的年变化特性上. 除了纬度和环流因素外, 气温的年变化特性主要受到海陆分布的影响. 为了研究这种影响, 柯本 (Köppen)^[1]曾提出用一种温度的相对量数, 即相对温度的方法, 么枕生^[2]提出用温度作谐波分析的方法^[2, 3], 来分辨海洋性气候与大陆性气候的不同特征. 这种统计学的方法可以从数值方面区分出两种物理性质不同的气候特征, 其物理意义是十分明确的. 本文采用上述两种方法, 选取广东各地全年月平均气温资料计算柯本的相对温度, 年内温度变化的相时落后和不对称度, 对各地年温变化作谐波分析, 建立年温的谐振方程, 由位相角计算各地温度极端值平均出现日期. 使用将相对温度与标准温度变化曲线相比较, 以及对谐波方程的振幅、极端值出现日期空间分布的分析方法, 探讨广东各地海洋性气候与大陆性气候的显著程度.

1 计算方法

一年中气温变化在海陆表面上的反映不同之处是气温的年较差和相时^[4]. 根据这一点, 可以较客观地分析出全省各地的海洋性气候与大陆性气候特性及分布状况. 为此, 需要计算年温变化的谐波和绘制相时温度变化曲线.

1.1 谐波分析

借用谐波分析可以求出年温振幅. 假如, 在某时期 t 的气温数值 (θ) 可用下面三角级

^{*} 广东省自然科学基金 (930966) 资助项目

收稿日期: 1996-12-03 黄露菁, 女, 43岁, 实验师

数表示为

$$\theta = A_0 + A_1 \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + h_1 \right) + A_2 \sin \left(\frac{2\pi}{T} 2t + h_2 \right) + \dots \quad (1)$$

其中, T 是周期, 各 A_i 是振幅, 各 h_i 是相或相角. 分析各地年温变化, 可用月为单位, 令 T 等于 12, 于是 A_0 是年平均气温, A_1 大致相当年较差的半数. 谐波的振幅 A_i 和位相 h_i 的计算公式, 可根据 Fourier 级数原理^[5]得出.

由函数极值原理, 通过 (1) 式还可计算出极端温度出现的相时, 它必须适合如下条件

$$A_1 \cos \left(\frac{2\pi}{T} t + h_1 \right) + A_2 \cos \left(\frac{2\pi}{T} 2t + h_2 \right) + \dots = 0 \quad (2)$$

如果只考虑前两个谐波, 则极端温度出现的相时由下面方程组确定:

$$\begin{cases} x + h_1 = 90 \\ 2x + h_2 = 90 \end{cases} \quad (3)$$

其中, $x = \frac{2\pi}{T} t$ 代表位相. 由 (3) 式解出 $x = (h_2 - h_1)$, 单位为°. 依据地球公转与自转的关系, 可以推出极端温度平均出现日期的计算公式为

$$F = X^\circ \cdot 365/360 \quad (4)$$

计算最低温度出现日期仍按 (4) 式, 仅需将 $(x - 180)$ 代替 x 即可算出.

1.2 相对温度 相时落后和不对称度

求相对温度, 根据柯本提出的一种温度相对量数^[1], 即相对温度, 借以比较各地一年中气温的升降情况. 相对温度 (t_r) 就是以各月平均气温与最冷月平均气温的差数, 用年较差的百分数表示. 那么, 每月的相对温度也称之为气温升降指数, 即月指数^[3].

$$t_r = [(t' - t'_{\min}) / (t'_{\max} - t'_{\min})] \times 100\% \quad (5)$$

其中, t' 为月平均温度 (°C), $t'_{\max}$ 和 $t'_{\min}$ 分别为年内月平均温度的最大值和最小值, 其差值代表年较差.

假设没有海陆影响的年气温变化曲线是对称的标准年气温变化曲线, 它就可以用简单的正弦曲线来表示^[3]. $t_s = 100 \sin^2 (15^\circ x)$, 式中 x 代表时间, 单位为月. 由此式可求出在标准气温变化情形下各月的月指数. 如果将实际月平均气温所计算的月指数和标准的月指数相比较, 就可显示出气温年变化的特性. 因此, 由柯本给出的大陆气候 过渡气候与海岸气候月指数和标准的月指数^[3]相比较可知, 对大陆气候任何时期都稍有正偏差; 对海岸气候, 上半年有显著的负偏差, 下半年则为正偏差.

求相时落后和不对称度. 设 V 代表春季 (3~ 5 月) 3 个月平均相对温度和柯本春季 3 个月标准指数平均值之差; H 代表秋季 (9~ 11 月) 3 个月平均相对温度和相应时期标准指数平均值之差, 则相时落后 D 指数和不对称度 M 可用下面两式求出:

$$D = (H - V) / 2 \quad (6)$$

$$M = (H + V) / 2 \quad (7)$$

通常气温变化相对太阳高度的周期变化落后, 同时因海陆性质不同, 海面气温变化的相时较陆面还要落后, 所以海洋气候的唯一特征就是秋季温度高于春季. 因此, $D > 0$ 则表示海洋影响; $D < 0$ 就表示大陆影响; $D = 0$ 应代表柯本年温变化曲线, 或称为大陆与海洋影响过渡型. 由于在大陆性气候中, 温度高于年平均的时间必超过低于年平均的时间. 在海洋性气候中情形却相反. 故 $M > 0$ 代表大陆影响; $M < 0$ 代表海洋影响, $M = 0$ 就表示对称. 所以可以根据由温度月指数计算的 D 和 M 值来分析气候的大陆性或海洋性特性.

2 计算结果分析

2.1 年温变化的振幅和相时

选取 1954~ 1990 年 37 a 广东 47 个测站的年平均气温资料, 利用 (1) 式计算求得全省各地的年温振幅结果. 年温振幅与年较差成正比. 从广东年温变化谐波振幅分布图 (图略) 可以看到, A_1 值等值线基本上呈纬向分布, 其数值随纬度增加而增大. 最小值为 6. 01, 其区域在广东省东南部和西南部地区; 最大值为 9. 77, 其区域在广东北部和西北部. 年较差大是大陆性气候的重要特征, 反之为海洋性气候特征. 结果表明, 广东省的东南部和西南部地区海洋性气候特性比较明显, 气候的大陆性特征随纬度而增强, 海洋性特征则随纬度而减弱.

海陆气温变化的相时不同, 海面气温变化的相时较陆面落后. 由谐波方程 (1) ~ (4) 式求得广东 7 个代表站的年温变化方程式:

汕头 $\theta = 7. 61 \sin (x + 229^{\circ} 05') + 0. 62 \sin (2x + 204^{\circ} 06')$

湛江 $\theta = 6. 75 \sin (x + 234^{\circ} 00') + 1. 06 \sin (2x + 188^{\circ} 25')$

广州 $\theta = 7. 63 \sin (x + 233^{\circ} 13') + 1. 07 \sin (2x + 211^{\circ} 24')$

连县 $\theta = 9. 76 \sin (x + 235^{\circ} 23') + 0. 91 \sin (2x + 224^{\circ} 08')$

惠来 $\theta = 6. 98 \sin (x + 228^{\circ} 36') + 0. 77 \sin (2x + 199^{\circ} 11')$

徐闻 $\theta = 5. 99 \sin (x + 241^{\circ} 02') + 0. 99 \sin (2x + 198^{\circ} 13')$

德庆 $\theta = 8. 04 \sin (x + 237^{\circ} 32') + 1. 07 \sin (2x + 220^{\circ} 25')$

分析得出全省近 50 个测站的年温第 1 谐波都可占样本方差的 98% 以上, 所以第 1 谐波具有代表性, 可着重分析该谐波的相时. 上面所列 7 站的谐波相时, 已概括了全省各地的年温变化的相时范围, 大致从东南部的惠来的 $228^{\circ} 36'$ 向西增加, 到德庆达 $237^{\circ} 32'$, 而雷州半岛南边的徐闻达到 $241^{\circ} 02'$.

由 (4) 式计算出全省各地年温变化最高值平均出现日期分布 (图 1), 可见全省除徐闻外, 最高气温出现在 8 月上旬, 最低气温出现在 2 月上旬. 从分布情况来看, 气温极端值

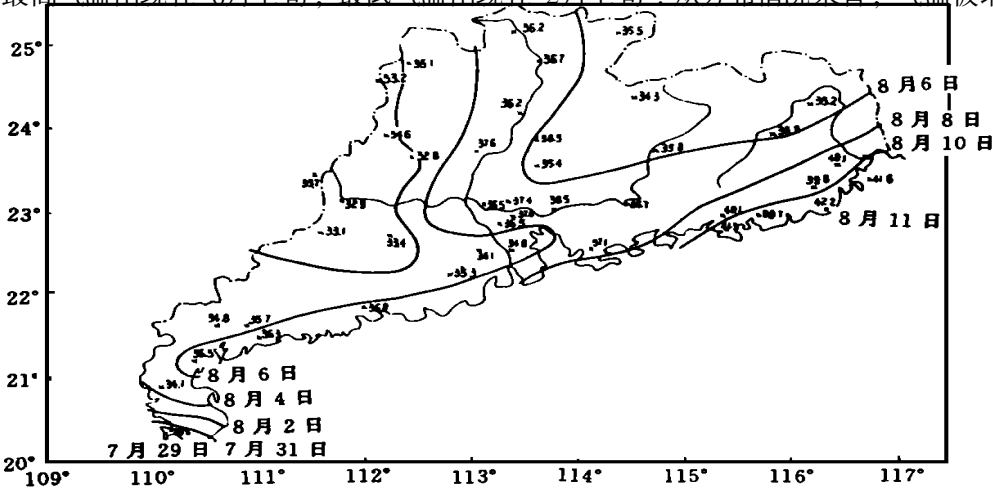


图 1 广东各地年温变化最高值平均出现日期分布

的平均出现日期是自西向东推迟的. 广东东南沿海出现最晚. 雷州半岛的徐闻出现最早, 它比东南沿海早出现约 2 周. 广东东部比西部迟出现约 1 周. 图中沿东江上游经三江汇合处到北江上游, 有一条较迟的气温最高值出现的日期带, 说明珠江水体对气候有明显的影响. 文 [2] 认为振幅受地方性影响, 而相时可在广大气候区域内颇为一致, 这一相时范围应属亚热带海洋型季风区. 全省各地的年温振幅和相时都表明广东是海洋型季风气候的特性, 东南部这一气候特性最显著.

2.2 年温变化的相对温度

通过分析全省近 50 个测站实际的月指数与标准月指数曲线图, 发现各地几乎一致表现出 9~10 月份的气温高于 3~4 月份的气温, 实际曲线呈现出滞后于标准曲线的不对称状态. 这正表现出秋温高于春温的海洋性气候特征.

由 (6) 式和 (7) 式计算出全省近 50 个测站的相时落后指数 D (图 2) 和不对称度 M . 由图可看出, 全省除徐闻外, 其它各站均表现为 $D > 0$ ($M < 0$), 表明广东气候特性基本为海洋性的.

从图 2 可看到, D 值的变化趋势是从东南沿海向西北和向西至西南方向减小, 最大值在广东东南部, 最小值的区域在东北部、西部和雷州半岛西部. D 值的这种分布形势, 说明广东东南部的海洋性气候特征最明显, 自此向西北和向西, 海洋性特征逐渐减弱. 其中有两处异常的地方, 一处是在广东三江汇合处出现一个向北江扩展的 D 相对大值区, 4.0 的 D 等值线向北伸展后没有闭合, 中断了 D 值向北和西北方向减少的趋势, 显示出珠江水体, 尤其是呈南北走向的北江, 对气候的海洋性特性有明显的增强作用. 另一处是徐闻出现了 $D < 0$ 的情况, 表明徐闻大陆性的影响超过海洋性影响.

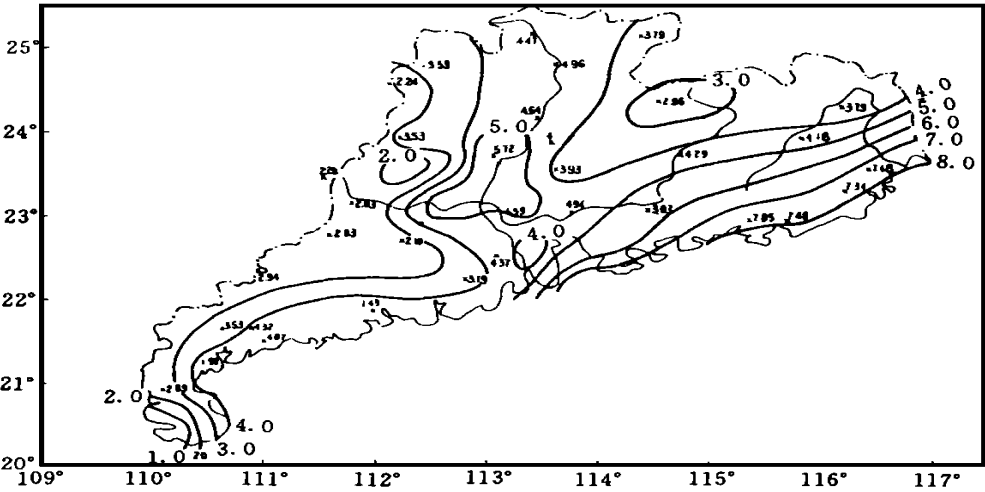


图 2 广东相时落后指数 D 的分布

Fig. 2 Distribution of phase-lag index D in Guangdong Province

采用上述两种方法对全省各地的月平均温度变化的计算分析表明, 广东全省气温变化状态是不对称的, 具有秋温高于春温的海洋性气候特征, 全省均处于亚热带海洋型季风气候区. 同时, 发现各地气温变化曲线状态有明显的差异, 实际月指数曲线大致可以分成 3 种类型.

(1) 东南沿海型. 这一类型的测站有汕头、汕尾、惠来、潮安、普宁、揭阳、陆丰、海

丰、珠海等沿海测点 (图 3) . 曲线的特点是, 分布明显不对称. 曲线的前半部稍有负偏差

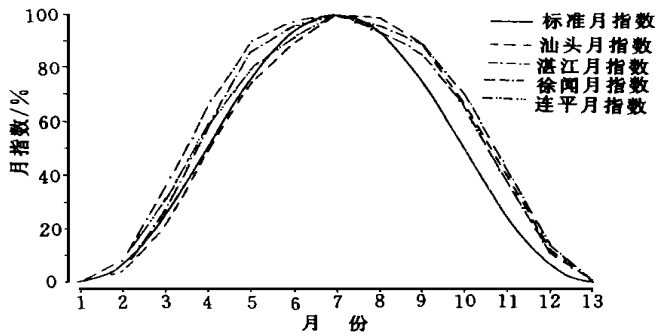


图 3 广东 4 个测站年温月指数曲线与标准曲线

Fig. 3 Monthly index and standard curves of annual temperature at four stations in Guangdong Province

或没有偏差, 后半部有显著的正偏差. 这些地区由春至夏气温与标准曲线的分布比较一致, 实际年温变化相对温度曲线稍滞后于标准曲线. 由于水汽的热容量大, 春季增温后, 濒临海洋的地方气温上升速度应较陆地慢, 结果出现实际曲线滞后于标准曲线的分布状态. 因此, 这些地区气候的海洋性特征是显著的.

(2) 西南沿海型. 这一曲线类型主要集中在阳江、茂名、湛江、电白、化州、海康、徐闻等地 (图 3). 曲线的波峰比较宽阔、扁平. 曲线的分布不对称, 但比第 (1) 类型要对称些. 曲线的前半部分都有明显的正偏差. 3~ 5 月气温上升很快, 5 月份月指数已超过 80.

5~ 9 月份气温升降速度迅速减慢. 秋季至冬季气温的下降与第 (1) 类型差别不大. 但是, 这一区域中的徐闻气温月指数曲线 (图 3) 却很特殊, 曲线的前、后半部均有显著的正偏差, 而且秋温低于春温, 显示出明显的大陆性气候特征. 徐闻位于海岸地带, 为什么呈现出明显的大陆性气候呢? 这主要有两点原因: ① 地理环境. 徐闻地处雷州半岛的最南端, 面临北部湾和琼州海峡. 但洋面窄小, 四周被陆地所包围, 大陆对气候的影响是主要的. 同时, 在徐闻北侧与海康县交界处有一东西走向的山岭—石卵岭, 高度为 270 m, 春季, 当北方冷空气南下时, 它一是起了屏障作用, 二是在它的南侧产生焚风效应, 以致徐闻的春温能够稳定上升. ② 气象条件. 春季, 静止锋经常在华南地区活动, 而徐闻却常处于静止锋前的暖性气团内, 阴雨天气少, 太阳辐射强. 因此, 气温上升幅度大; 秋季, 副热带高压南移控制华南大陆, 台风路径因受到副高操纵气流的引导, 多向偏西行, 影响海南岛和雷州半岛南部至北部湾及广西一带. 台风带来的阴雨天气使徐闻秋温偏低. 因此, 徐闻年温变化出现了秋温低于春温的反常现象.

(3) 内陆型. 这一类型包括了全省大部分地区. 这一类型曲线 (图 3) 表现为前半部分和后半部分与标准曲线相比较都为正偏差, 但后半部分的偏差要大于前半部分的偏差. 曲线波峰比较开阔, 波谷较狭窄. 曲线分布状态的不对称度比第 (1) 类型要小. 3~ 5 月间气温上升较快, 但不如第 (2) 类型. 这些地区年温月指数曲线状态呈现出大陆影响的气候特性.

4 结 论

(1) 通过用谐波分析和相对温度来详细探讨广东气候的海洋性与大陆性特征, 主要意

义是用客观定量的统计学方法来描述气候的物理特性。

(2) 广东年温变化的谐波方程通常只含两个波, 其振幅为 $3.00^{\circ}\sim 4.88^{\circ}\text{C}$, 初位相在 $228^{\circ}36'\sim 241^{\circ}02'$ 之间。

(3) 全省年温变化基本表现出秋温高于春温的海洋性气候特征。只有徐闻反常, 呈现春温高于秋温的大陆性气候特征。

(4) 由于地形和气象条件等因素的作用, 造成广东各地气候的海洋性特征强弱有一定的差别, 在东南部沿海, 海洋性气候特征最显著, 由此向北、西北和西南海洋性特征逐渐减弱, 出现了大陆性气候的特征。而北江水体则有增强海洋性气候特征的作用。

(5) 依据年温变化的相对温度曲线形式, 可将广东气候分为东南沿海型、西南沿海型和内陆型 3 类。

参 考 文 献

- 1 Koppen W. Der jährliche Temperaturgang in den gemässigten Zonen und die Vegetationsperiode. *Met Z*, 1926, 43: 161
- 2 么枕生. 由年温变化之谐波分析论中国气候. *地理学报*, 1951, 18 (1-2): 41-65
- 3 么枕生. 气候学原理. 北京: 科学出版社, 1959. 183-212
- 4 张家诚, 林之光. 中国气候. 上海: 上海科学技术出版社, 1985. 89-127
- 5 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京: 气象出版社, 1990. 300-302

Features of Oceanic and Continental Climate and Its Causes in Guangdong analysed with Annual Temperature Variation

Huang Lujing* Chen Chuangmai Jian Yugeng

Abstracts The harmonic and relative temperature with annual temperature are calculated to determine the degrees and types of ocean and continent influence on the climate of Guangdong. Results of the analysis of the amplitude and the phase of yearly temperature variation and the curve of relative temperature in Guangdong show that the subtropic oceanic monsoon climate is fundamental in Guangdong, especially in the southeast coast. From southeast toward northwest and southwest, however, the features of oceanic climate become weak, and the continental climatic features become strong gradually. Xuwen in the Leizhou peninsula, has the most typical characteristics of continental climate due to the particular geographical position and climatic condition. Meanwhile, based on the property of curve of relative temperature, it can be divided into three types, and their various attributions of climate are studied.

Keywords annual temperature variation, harmonic analysis, relative temperature, ocean climate, continental climate, Guangdong Province

* Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275