

中国月平均气温标准差的研究

郑斯中 冯丽文

(中国科学院地理研究所)

提 要

本文根据我国大约130个台站1951—1980年的记录,研究了月平均气温标准差的时间和空间的分布特征。此外,详细分析了气温标准差与气候锋之间的关系,发现月平均气温标准差的高值区与气候锋的位置重合;从冬到夏作相应的南北移动。

70年代以来,人们出于对气候变异及与之相关联的粮食、能源和水资源等人类切身攸关问题的关心,对包括月平均气温、月平均最高气温和月平均最低气温在内的各种气候要素和项目的标准差都进行了分析^[1],以能进一步了解和适应多变的气候,谋求人类经济生活的稳定发展。

么枕生^[2]最早计算过我国各地的温度绝对变率,国家气象局资料室出版了我国1951—1980年期间长短不一,共计432个台站的温度绝对变率资料^[3]。孙安健等^[4]根据这份资料对我国温度绝对变率的时空分布特征作了分析。

在气候统计上,表示各气候要素对平均值的差异,可以采用极差、平均差和标准差^[5]。极差的计算虽然容易,但受记录长短的影响极为严重,意义不大,较少采用。平均差使用较普遍,温度绝对变率的计算就是一例。作为标准统计量的标准差,尽管有许多优点,但计算比较麻烦,过去较少采用。然而,近年气候统计中普遍采用计算器、计算机,讨论各种气候要素的变化性已普遍采用标准差。

本文按下式计算月平均气温的标准差(σ_x)。考虑到各种离差统计量,受气候记录长

$$\sigma_x = \left[\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2 \right) / n \right]^{1/2}$$

短的影响均较大,因此,选用1951—1980年全国均匀分布的大约130个台站的记录,西部地区个别台站记录较短的也用了30年的同期的完整记录,可以初步满足包括标准差在内的各种离散量的计算要求。

月平均气温标准差本身具有不常定的特点。本文为能在不稳定中求得稳定,找出一些比较稳定、具有更大气候学意义的时空分布特征,以3—5月为春季,6—8月为夏季,9—11月为秋季,12—2月为冬季。把每3个月的气温标准差的月值加以平均作为季值。它代表各季3个月的平均情况,不同于按逐年季平均气温算出的季标准差,其优点在于既比较稳定,又能使季内较短时期的冷暖异常得到较好的反映。

一、月平均气温标准差的时空分布

(一)月平均气温标准差的地区分布

我国气温标准差,总的来说各月都是南方小,北方大。但不同月份的分布,具有明显差异。分述如下:

1. 冬季月份 在12、1和2月3个月平均气温标准差的等值线分布(图1a),鲜明的特点是等值线十分密集,反映地区间温度标准差有很大差异。其中以新疆最大,精河达

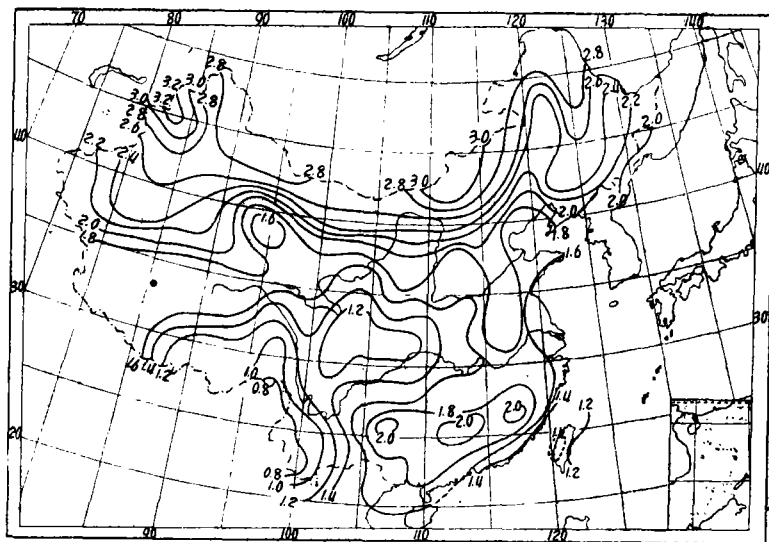


图 1a 月平均气温标准差的分布(冬季月份)

3.5°C ;内蒙和黑龙江也大,百灵庙达 3.1°C ,嫩江达 2.9°C 。西南一带最小,云南腾冲仅 0.7°C 。全国最大、最小相差达 2.8°C 。东北平原、华北平原,冷空气可以长驱直下,标准差亦较大。而秦岭以南的四川盆地一带则因冷空气受阻,为一闭合的小值区,标准差在 1.2°C 以下。长江以南,南岭以北是唯一的一个闭合大值区,标准差在 1.8°C 以上。沿海地区因受海洋影响,月平均气温标准差一般较小,等值线在沿海与海岸线平行。例如,永安与福州处在同一纬度,前者距海较远,标准差为 2.0°C ;后者距海较近,标准差为 1.4°C ;两者相差 0.6°C 。海洋减小温度标准差的作用各季都存在,尤以冬季为最大。

2. 夏季月份 在6、7和8月3个月平均的气温标准差等值线稀疏(图1b),反映出地区间温度标准差的差别要比冬季月份小得多。标准差仍以新疆最大,乌鲁木齐达 1.6°C ;西南最小,在云南澜沧、西藏帕里为 0.4°C ;全国的变化幅度为 1.2°C 。四川盆地仍

是标准差小区, 成都为 0.7°C 。冬季月份南岭以北的闭合大值区, 已北退到长江以北、黄河以南, 标准差减小到 1.2°C 。

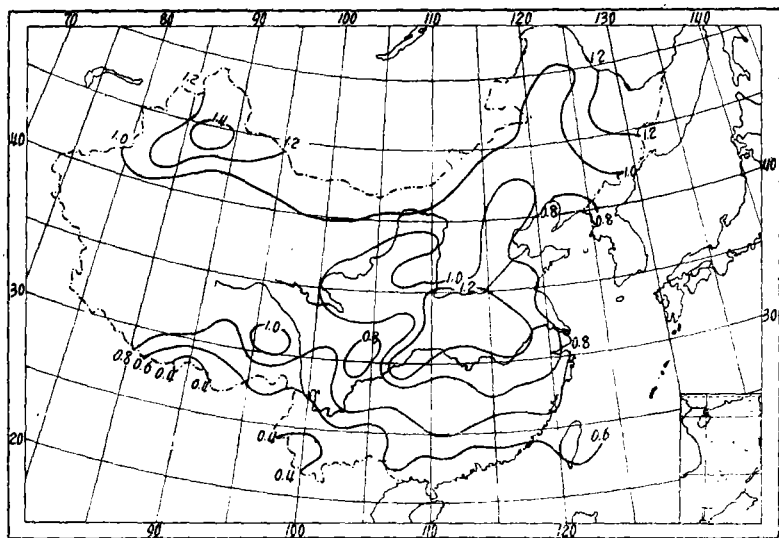


图 1b 月平均气温标准差的分布 (夏季月份)

3. 春季月份 月平均气温标准差的分布型式与冬季月份较为接近, 但数值减小很多, (图略)。

4. 秋季月份 月平均气温标准差的分布, 无论在型式上和数值上, 都表现出由夏季月份向冬季月份的过渡。夏季月份的特点已经消失, 而冬季月份的特点尚未呈现。夏季月份长江以北的大值区已经南移, 但没有到达它的冬季位置。秋季月份的标准差比春季月份要小(图略)。

(二)最大、最小月平均气温标准差出现的月份

月平均气温标准差的年变化过程, 总的来说, 都以冷的月份(10—3月)大, 暖的月份(4—9月)小。各站的月气温标准差年变化的最大值, 在从10到3月的半年内都有出现, 并以12和2月较多。东北平原东半部、小兴安岭和长白山的台站均以12月最大。黄河中下游、长江和珠江流域, 则均以2月最大。新疆、青海、内蒙和大兴安岭以及西藏各站气温标准差最大月出现的月份参差不一, 从10到3月均有出现, 亦以2、12月出现较多。最大月的气温标准差值的分布型式, 大致与冬季3个月的平均分布型式(图1a)相似, 数值则比冬季月份大 $0.2—0.4^{\circ}\text{C}$ 不等。

各站月气温标准差年变化的最小值, 出现在4到9月, 以6到9月出现较多。可能是由于在暖的月份里, 标准差小, 且月与月之间相差不大, 因此最小值出现的月份, 在全国都是参差的, 而不象冬季的最大值那样, 在一些地区能成片出现。最小月的气温标准差值的分布型式与夏季3个月的平均分布型式(图1b)相似, 数值则比夏季的小 $0.1—0.2^{\circ}\text{C}$ 不等。

从北京、上海和香港等有百年以上记录的资料分析来看, 每30年为一个时段的月的气温标准差的年内变化, 其最大月和最小月的出现月份, 在不同的30年中是有变化的。上述的各地最大、最小月出现月份只是1951—1980年的情况。这一事实也反映了温度标

准差的不常定的气候性质。

(三)月平均气温标准差的年振幅

各地气温标准差年振幅(最大月与最小月的差值)的大小相差颇为悬殊。全国最小的年振幅仅 0.4°C , 出现在四川松潘; 最大的可达 2.9°C , 出现在新疆的精河与阿勒泰。月平均气温标准差的年振幅等值线的分布型式颇为特殊, 与冬季的标准差分布略有相似。特点是沿 30°N 出现一个东西向的低值带。从西藏的丁青(0.8°C)经松潘(0.4°C)、恩施(0.6°C)、宜昌(0.9°C)、武汉(1.0°C)、景德镇(0.9°C)到杭州(0.8°C)可连成一条标准差振幅最小值的轴线。这显然是由于冬季这一地带标准差小, 因而其年振幅自然较小。云南的年振幅也是小的, 从腾冲(0.5°C)、经丽江(0.6°C)、九龙(0.7°C)、重庆(0.6°C)亦有一支最小值轴线, 直至恩施。在最小值轴线的南北, 气温标准差年振幅均较大。在 25°N 附近为年振幅的高值区, 贵阳、兴仁、南宁、梧州均在 1.8°C 以上。在它的北边, 黄淮平原一般为 $1.2-1.4^{\circ}\text{C}$ 。新疆、内蒙、东北多为 1.8°C 以上高值区。

二、影响月平均气温标准差分布的因子

1. 气温标准差随纬度的变化

我们计算了 $110-120^{\circ}\text{E}$ 的扇形区内, 按纬度平均的月平均气温标准差。图2给出它们的季值随纬度的变化。从中看出一年四季, 月平均气温标准差总的趋势为随纬度而加大, 但增长量各季节是不一致的。我们计算了从 $25-45^{\circ}\text{N}$ 四季增长量的差异, 冬季月份增长量最大, 达 1.07°C ; 夏季月份最小, 仅为 0.30°C ; 春秋居, 为 0.64°C 和 0.60°C 。从图2还可看出, 各季月平均气温标准差随纬度的变化均呈波状起伏, 反映了南北方向的变化, 除了有纬度的影响外, 从下面可以看出, 还有更直接的因子在起作用。

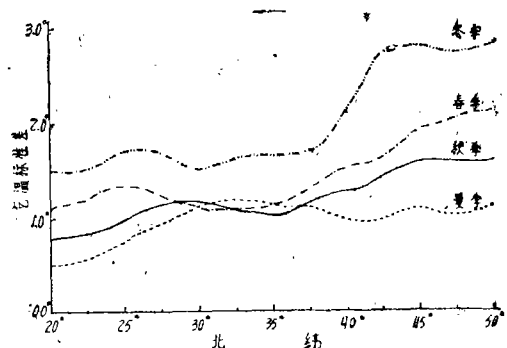


图2 110°E 到 120°E 扇形区内按纬度平均的气温标准差随纬度的变化

2. 温度场的影响

为了解月平均气温标准差与月平均气温间的关系, 计算了全国各站每3个月的平均气温(x)与气温标准差(y)的相关系数(r), 结果如下: 春季 $r = -0.384$, 夏季 $r = 0.125$, 秋季 $r = -0.603$, 冬季 $r = -0.646$ 。除夏季外, 各季的相关系数均为负值, 显著性都超过 0.001 水平。夏季月份平均气温与气温标准差的相关不显著。前面提出, 月平均气温标准差随纬度加大的总趋势, 实质上是月平均标准差与月平均气温之间负相关的反映, 纬度愈高, 温度愈低, 气温标准差愈大。

为进一步了解温度场与月平均气温标准差之间的关系, 我们取2月份我国东部黄河以南地区的月平均气温和月平均气温标准差的分布作比较分析(图3)。2月平均气温标准差的分布与图1,a上冬季月份的分布基本一致。黄河以南地区, 从松潘经汉中、光化、武汉、安庆到上海为一标准差最小值轴线; 从昆明经兴仁、贵阳、零陵、赣州、永安、

南平到衡县, 为标准差最大轴线。从图 3 看出, 2 月平均气温向北递减; 标准差最大轴

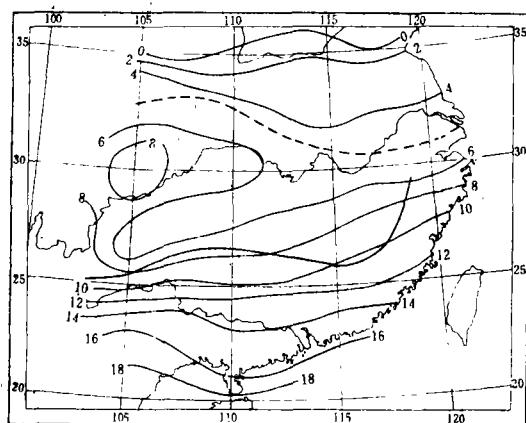


图 3 2 月平均气温的分布(细实线)和月平均气温标准差的最大(粗实线)最小(粗虚线)轴线

在南部, 对应的是比较高的温度; 而标准差最小轴在北部, 对应的是比较低的温度。标准差随纬度和温度变化的关系, 在这里都不成立。图上标准差最大轴所处的位置是等温线密集、温度梯度大的地带; 最小轴处在等温线稀疏、温度梯度小的地带。沿最大、最小轴线两侧各 100 千米内插读取月平均气温的值, 计算温度梯度, 结果如表 1。最小轴南北两侧的温度梯度为 0.50 至 1.40 $^{\circ}\text{C}/100$ 千米, 平均为 0.91 $^{\circ}\text{C}/100$ 千米; 最大轴南北两侧的温度梯度为 1.35 至 2.75 $^{\circ}\text{C}/100$ 千米, 平均为 1.73 $^{\circ}\text{C}/100$ 千米; 两者温度梯度相差几乎达一倍, 最大

轴附近的温度梯度明显大于最小轴的。这一事实表明, 平均气温的温度梯度对于标准差的影响, 较之平均气温本身更为直接。南北温度梯度的全球分布, 一般地愈向温度低处愈

表 1 沿 2 月温度标准差最大、最小轴线的南北温度梯度

东 经	105°	107.5°	110°	112.5°	115°	117.5°	120°	平 均
沿 2 月 气 温 标 准 差 最 小 轴								
以北 100 千米($^{\circ}\text{C}$)	4.9	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5	4.2	3.87
以南 100 千米($^{\circ}\text{C}$)	6.0	5.8	5.7	5.8	5.0	6.0	5.5	5.69
梯度($^{\circ}\text{C}/100$ 千米)	0.55	1.40	1.35	1.15	0.50	0.75	0.65	0.91
沿 2 月 气 温 标 准 差 最 大 轴								
以北 100 千米($^{\circ}\text{C}$)	5.5	5.8	6.0	7.0	8.5	9.3	—	7.02
以南 100 千米($^{\circ}\text{C}$)	11.0	9.0	9.0	9.8	12.0	12.0	—	10.47
梯度($^{\circ}\text{C}/100$ 千米)	2.75	1.60	1.50	1.40	1.75	1.35	—	1.73

大, 愈向高纬度愈大; 而且冬季温度梯度比夏季大。因此平均气温与气温标准差之间的显著负相关, 只是南北温度梯度对于标准差影响的间接反映。

3. 气候锋的影响

沿图 3 标明的 2 月标准差最大轴线, 自西向东取兴仁、贵阳、零陵和南平四个站, 绘制各站 2 月平均气温频率图(图 4 a)。这四站频率分布的共同点是, 温度出现范围较宽, 各级温度频率较低, 且都呈双峰和三峰。又在图 3 标明的 2 月标准差最小轴线取了松潘、光化和上海三个站作为对比(图 4 b)。这三个站的频率分布特点与最大轴线上的

显然相反;温度出现范围窄,各级温度频率较高,且均呈单峰。从这一对比联系前述标准差最大轴附近等温线密集、温度梯度大的特征,一致表明,标准差最大轴线具有平均气候锋的特征。

朱瑞兆^[6]曾对1月、4月、7月和10月东亚气候锋的位置作过分析。尽管早先的分析根据是1955—1959年五年的天气图,但与往后更长年代天气图分析的结果一致,气候锋的位置是稳定的。1月主要极锋在海南岛以南海面,而在南岭有弱锋同它对应。这种弱锋带是由于冷锋侵入华南后,冷空气厚度甚薄,在南岭山地停滞机会较多而产生,故又称南岭锋带(图5)。在我们的1月标准差分布图上,南岭以北有相对应的标准差最大轴线(图5)。1月份标准差最大轴与南岭锋二者位置的重合,说明这里的

标准差大,是由平均气候锋的存在所造成。7月极锋北退,其在长江沿岸至日本的一支,也称梅雨锋。同样,7月标准差的分布在长江以北有一支最大轴线,同梅雨锋相对应

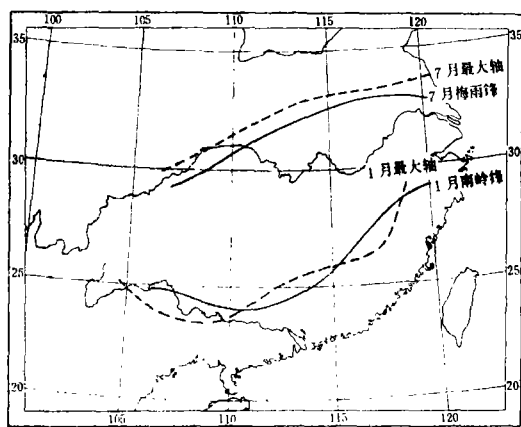


图5 1月和7月平均气候锋位置及其对应的标准差最大轴线

集中在中高纬度的陆地上,不足以反映出气温标准差与气候锋之间的关系。

三、结 论

1. 我国月平均气温标准差时空分布的总特点:冬季月份大,夏季月份小;北方大,南方小。月平均气温标准差在全年各月均以新疆最大,云南最小。

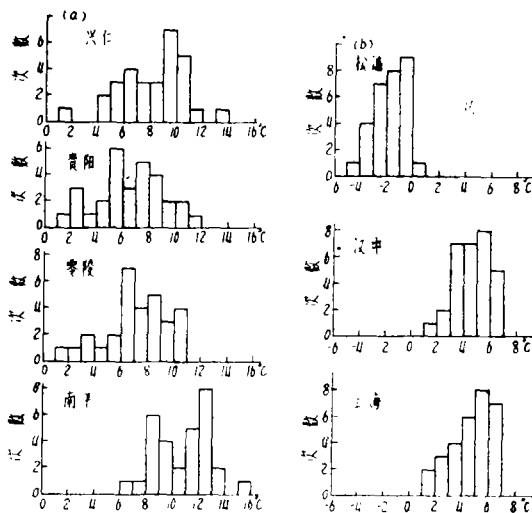


图4 各站2月平均频率图

a 沿标准差最大轴线 b 沿标准差最小轴线

(图5)。在春季极锋北退和秋季极锋南下的过程中,在4月和10月,于南岭以北(约1月南岭锋带的位置上),为极锋西段所在;在相应的4月和10月标准差分布图上,在南岭以北各有一支最大轴线(图略)。

长尾隆^[7]曾绘制了北半球各月气温标准差的分布,并把它同佩特森(Petterson, S.)的北半球冬季平均气候锋位置作了对比,认为气温标准差小的地区与锋带相重合。与本文结果截然相反。其原因主要在于长尾隆使用的台站太少(约160个),且多半

2.月平均气温标准差的空间分布受到山脉、海岸的影响，尤以冬季月份为甚。冬季南下的冷空气在秦岭受阻，使四川盆地标准差较小。东北平原和华北平原，冷空气容易长驱直下，标准差较大。东南沿海受海洋调剂，标准差也较小。

3.除了纬度、山脉、海岸等固定因子的影响之外，气温标准差分布型式的季节变化直接取决于环流的变化。标准差的最大轴线与气候锋的位置重合，并随东亚大气环流的季节转换而作南进北退的移动。

参 考 文 献

- [1] Смирнова, Н.В., Изменчивость средней месячной, средней минимальной и средней максимальной температуры воздуха, Вопросы Общей Климатологии, ТР.ГГО, Вып.335, 13—30, 1975.
- [2] 么枕生, 气候学原理, 146—151, 科学出版社, 1963.
- [3] 国家气象局资料室, 1951—1980年中国平均气温变率资料, 气象出版社, 1983.
- [4] 孙安健等, 我国温度绝对变率的分布特征, 地理学报, 40卷, 1期, 11—19, 科学出版社, 1985.
- [5] 么枕生, 气候统计, 86—89, 科学出版社, 1963.
- [6] 朱瑞兆, 东亚的气候锋, 气象学报, 33卷, 4期, 527—536, 1963.
- [7] 长尾隆, 月平均气温の标准偏差, 研究时报, 3卷, 12号, 434—448, 1951.

ON THE STANDARD DEVIATION OF MONTHLY MEAN AIR TEMPERATURE OVER CHINA

Zheng Sizhong Feng Liwen

ABSTRACT

Based on the records from 1951 to 1980 for 130 weather stations over China the characteristic features of areal and temporal distribution of standard deviation of monthly mean air temperatures are investigated. In addition, the relation between the variation of this standard deviation and the position of the climatic frontal zone is also analysed. It is found that the area of high values of the standard deviation coincides with the position of the climatic frontal zone and they both move southward in the winter months and northward in summer.