

七十年代全球地面气温的初步研究(二)

——七十年代全球地面气温的变率和主要变率中心影响的传播

符淙斌 章名立

(中国科学院大气物理研究所)

彭小侠 王铭如 郭家林

(黑龙江省气象局)

董洪年 于通江

(吉林省气象局)

提 要

本文计算分析了七十年代全球地面气温变率的时空变化特征。发现全球有三个最大的变率中心：欧亚大陆中部、南极洲和赤道中东太平洋。它们的位置和强度有一定的季节变化。这些区域的温度变化与全球温度的异常有密切的联系，除了直接向周围一定区域扩展外，它们可能以三种主要方式向其它地区传播：(1) 纬向温度距平波；(2) 经向温度距平波；(3) “经向温度通道”。

因此可以认为，这些地区是全球气候变化的灵敏点，并可能成为异常气候的源地。我国特别是东北地区的温度异常与最大变率中心的温度变化有相当密切的联系。

有意思的是，这三个最大变率中心都位于地球大气的主要热汇区，下垫面热力状况可能是它们形成的一个重要原因。

一、前 言

不少气候学家认为，进入七十年代以来，全球气候异常发生的频率比过去几十年有明显的增长^[1]。作者^[2]在分析近四十年我国长江流域梅雨变动时也指出，近十年梅雨处于大振幅波动期。年际差异超过均方差约3—4倍。为了论证这个既有实际意义又有理论价值的观点，还需要提供充分的科学根据。同时，还要进一步分析异常气候主要发生在哪些地区，是否存在异常气候的源地，它们是怎样影响其它地区的。在此基础上，找寻气候异常产生的原因，提出可能的预报途径。

本文选择作为主要气候要素的地面气温为研究对象，使用了1968年12月至1978年11月全球700多个测站共120个月的地面月平均气温距平资料，计算了各月的温度变

1981年1月24日收到，8月5日收到修改稿。

* 这里变率即标准差 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2}{n}}$ ， n 为样本数， x_i 为样本值， $\bar{x}$ 为平均值。

率*, 分析了主要变率中心的时空变化特征及其与全球温度异常的关系, 并初步讨论了最大变率中心的形成与下垫面状况的可能联系。

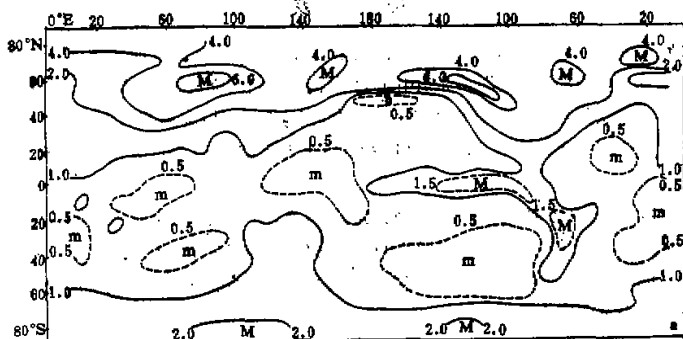
二、冬夏半球变率的空间分布

图 1a, b 给出 1 月和 7 月全球地面气温的变率分布。由图可以看到如下主要特点:

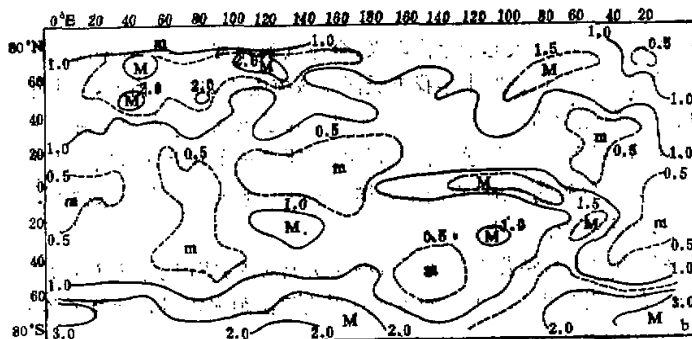
(1) 就全球来看, 大陆上的变率一般比海上要大 4—6 倍 (海上平均为 0.5°C , 陆上平均为 $2.0\text{—}3.0^{\circ}\text{C}$)。

(2) 无论冬夏, 全球存在着三个最大的变率中心: 第一个 (A 区), 位于欧亚大陆中部 50°N 以北地区。第二个 (C 区) 位于南极大陆。第三个 (B 区), 位于太平洋秘鲁沿岸至赤道中东太平洋。

值得注意的是, 最大变率中心并不出现在两极。欧亚大陆的变率中心比南极区的还要强 (前者为 6.6°C , 后者为 4.4°C)。欧亚大陆最大变率中心并不位于雅库茨克附近^[3], 它表明七十年代这个变率中心发生了明显的位移, 这是值得注意的现象。



(a) 1 月



(b) 7 月

图 1 全球地面气温的变率 (1969—1978) ($^{\circ}\text{C}$)

赤道中东太平洋的变率中心,平均变率约 $1-2^{\circ}\text{C}$,显然比 A, C 区要小。但是,与广大海洋地区相比,大约要大 3—4 倍。由于海水巨大的热容量,这里温度变化的实际效果可能更大些。

(3) A, C 两个中心的强度和位置都有明显的季节变化,冬季均较夏季为强。A 中心,冬季位于 75°E 、 60°N 附近,强度 6.6°C ,夏季则分裂成几个中心,位置北移,最大强度 2.6°C 。C 中心,冬季(7月)在 70°S 、 0° 和 80°S 、 170°E (4.2°C),夏季在南极中部偏东地区(2.1°C)。但 B 中心则无显著季节差异,变率为 $1-2^{\circ}\text{C}$ 。

另外,在北美大陆也有一个较大的变率区。相对于欧亚变率中心,它的强度范围都小得多,我们把它看作为次一级的变率中心(A')。

三、最大变率区温度变化特征

从自相关系数和功率谱的计算可以看到它们的持续性和振荡的主要特点。表 1 给出各区后延为 1—8 个月的自相关系数。

表 1 (0.05 信度)自相关系数(落后 1—8 月)

后延月份 区域	1	2	3	4	5	6	7	8
C	0.15	0.22	0.13	-0.01	-0.12	-0.02	-0.12	-0.24
A	0.47	0.11	-0.01	-0.01	-0.08	-0.05	0.00	0.11
B	0.80	0.70	0.58	0.48	0.39	0.27	0.11	-0.03
A'	0.34	0.21	0.15	0.03	0.03	0.08	0.13	0.14

(1) 各变率中心的温度变化都有一定持续性,其中 A、A'、C 区为 2—3 月,而 B 区则可长达 7 个月,且相关系数也最高。

(2) 各区都具有长周期的振荡,振荡频率随纬度降低而变小,即纬度低的地方长周期振荡较明显。如 B 区以 3—4 年的周期最为清楚, A 和 A' 区为 24—48 个月的周期为主,而南极区则以 16—24 个月的周期为主。

四、最大变率中心温度变化影响的传播

最大变率区的温度变化怎样影响全球温度的异常,这是我们最为关心的问题。这里给出几种主要方式。

(1) 纬向温度距平波

大变率中心的存在相当于一个强迫扰动源,它可以使纬向温度分布发生强烈的扰动。根据波数为 1—3 的温度距平波振幅随纬度的分布,在最大变率区纬度带内——如在 $60-70^{\circ}\text{N}$ (A), $70-80^{\circ}\text{S}$ (C) 存在着最大的振幅。这样,当最大变率区温度发生明显变化时,就可以通过由它引起的纬向温度距平波的变化,把它的影响向下游地区传播。在欧亚大陆

变率中心,这种方式尤其明显。图2给出1969年12—2月季平均地面气温距平图。在最大变率区有一个很强的负距平中心。在这个距平温度槽影响下欧亚大部地区出现明显的降温。而在下游半波长处(160°E)为一个明显的正距平中心,在1个波长处(130°N)为又一个负距平区。

这个变率中心的影响还表现出温度时间序列振荡向东、向南的传播现象。选取80°E、60°N为变率中心,分别向东,每隔10个经度取一个点,直至130°E;向南,每隔10个纬距取一个点,直至赤道附近。计算其交叉相关和交叉谱,发现它向东可扩展至110°—120°E附近。再往东就不明显了。向南的影响可以直到赤道附近,时间落后0—1个月。

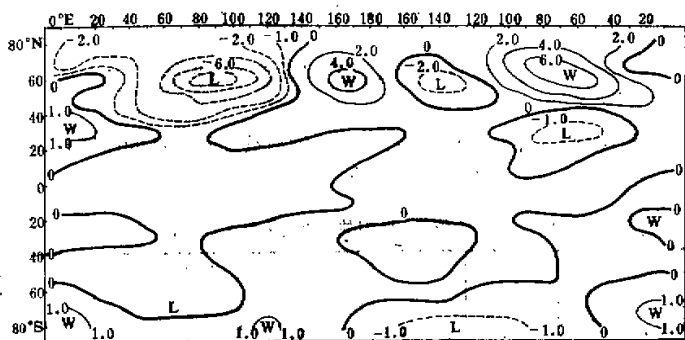


图2 1969年12—2月全球温度距平(1—3波合成)

(2) 经向温度距平波

赤道东太平洋和南极两变率区温度变化的经向传播主要表现为经向温度距平波的形式^[7]。图3给出赤道东太平洋(140°W)温度对40°S—60°N各纬距温度的相关曲线(后延为0—3个月)。曲线表现为明显的经向波动。在20°N—20°S范围内温度变化是一致的。在这个区域内,离开赤道越远,相关程度越差。赤道与20°—40°N之间为反相关,与30°—40°S也为反相关。赤道与40°—60°N又为正相关。并且可以看到,随着后延时间的增长,赤道附近区域最大相关南移至10°S附近,而赤道以外区域的相关程度反有增长,表示了赤道的影响随着时间向南、北扩张的现象。

自南极区至赤道,温度变化的传播也表现出类似的经向波动现象。90°—50°S变化是一致的,且随纬度减小有一定的时间滞后,40°—20°S与南极为反相关,10°S—0°与南极又为正相关。

(3) “经向温度通道”

在全球地面温度距平图上,常常可以看到近乎南北走向的符号相同的温度距平带,有时候它们可以自北极直通南极;有时则自某一极区出发,伸展到另一半球的高纬度地区;有时正、负距平带经向排列相间出现;有时呈波动形式。我们把它称为“经向温度通道”。这种通道在温度变化的经向传播中可能起着重要的作用。

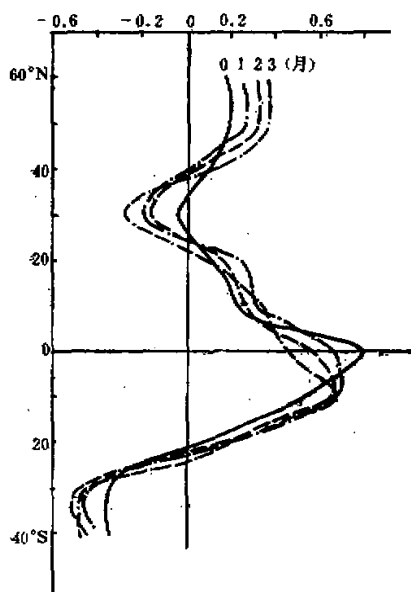


图3 赤道温度与各纬度温度的相关曲线(后延为0—3个月)

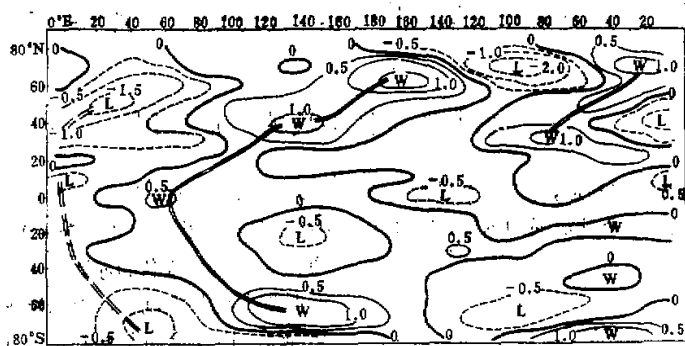


图4 1978年6—8月全球地面气温距平分布(1—3波合成)

这种通道在温度场的主要分量图上(波谱分析的前三个波)表示得尤其清楚,有时又以经向波动的形式出现。图4给出1978年6—8月地面温度距平图(1—3波合成)。可以看到有三个相间出现的经向通道;其中,一个明显的暖通道出现在太平洋和印度洋地区,主要正距平中心有两个,一个位于南极,另一个位于北太平洋且向西南伸展。在西太平洋出现另一个次中心。这两个正距平中心,分别向赤道伸展,并在那里沟通,形成一个弧形的“暖通道”。此外,在 20° — 40° E附近, 120° W附近分别存在“冷通道”。该年夏季我国和日本为典型的暖夏酷暑,显然与这个暖通道的存在有密切的关系。这个暖通道的形成原因需作进一步研究。但是,通道往往在海洋上表现得较为清楚,可能与下垫面的特

性有关。

五、主要变率区与我国温度变化的关系

(1) 我国大部分地区处于欧亚大陆最大变率区的边缘,同时处于它的下游,受它的影响是明显的。从图5可以看到A区与东北地区温度的变化趋势是一致的。计算落后相关,东北温度变化较A区大约晚1—2个月。

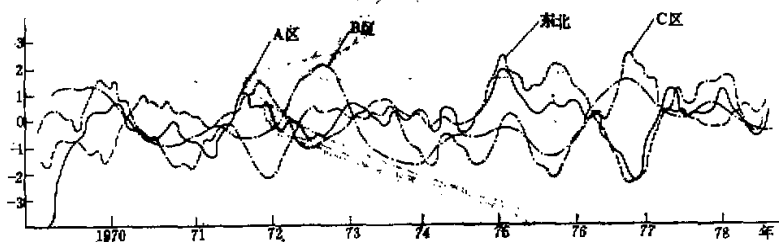


图5 各变率区与我国东北地区温度距平变化曲线

(2) 赤道东太平洋地区能通过遥相关影响我国大部地区。其中东北地区与赤道东太平洋地区有明显的反相关,时间滞后也是1—2个月。

(3) 南极地区的温度变化对我国的气温也有一定的影响,表现为近似反相的振荡特征。

六、主要变率区形成的可能原因

使我们感兴趣的是,上述三个最大变率区都位于地球大气的热汇区,其中南极洲为冰雪覆盖的大陆,是全球最强的热汇。欧亚大陆中西部是积雪状况变化最激烈的地区,而赤道东太平洋为著名的赤道冷水带,那里海面温度变化非常剧烈,海温距平值常常可

达 $\pm 2-4^{\circ}\text{C}$,有时甚至到达 $\pm 6^{\circ}\text{C}$ 。

先看欧亚大陆区。近十年卫星积雪资料表明,这一地区冬春积雪状况有激烈的年际变化,而北美大陆积雪状况则近乎不变^[5],冰雪状况的变化对其上空影响是明显的。例如,北半球低温的1969、72、76年,前冬欧亚大陆积雪面积明显的扩张,而较暖的1970、73、75年,前冬欧亚大陆积雪面积明显变小。叶笃正等^[6]曾分析过积雪

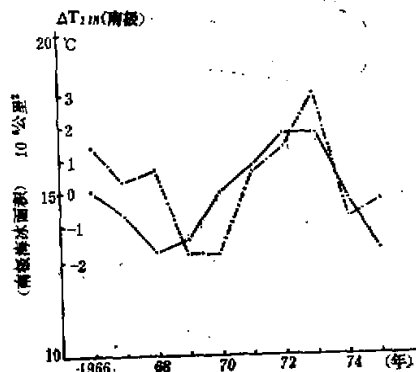


图6 南极海冰面积与温度变化的关系

对上空大气温度的影响,它不仅可使其上空气温降低,而且还使整个对流层下半部厚度也降低。这种影响还能从春季延续到夏季。

它的影响过程,一方面是增大地表反照率,同时,在春季积雪的溶化,增大土壤温度,使大量热量消耗于蒸发,因此也能使气温降低。这种过程表现为大气信息在雪被中贮藏起来,通过改变热力性质,影响大气和地表之间的能量收支状况。

南极情况也有些类同。在南极,冰盖最大为11月末,平均为150万平方公里。但年际变化很明显,最多年和最少年之差可达40万平方公里,约占总面积的1/4。由于资料限制,这里仅给出1966—1975年南极海冰面积与上空气温距平曲线(图6)。可以看到,除1968、70年稍有出入外,其余8年趋势相当一致。这说明南极海冰状况可能是形成其上空最大变率区的一个重要原因。

关于赤道东太平洋气温变化与那里海面温度的关系,本文作者之一已在过去指出过。位于该海区马克萨斯岛(Atunc 91区915站)的空气温度与邻近海域海温变化曲线之间是惊人的一致,且具有一定的时间滞后^[1]。这说明下垫面海洋起着十分重要的作用。

七、结 论

(1) 七十年代全球地面温度有三个最大的变率中心,这些中心的温度变化具有明显的持续性和长周期振荡,它们可以向全球其它地区传播。它们可能是全球性气候异常的灵敏点。因此,在气候形成和气候预报的研究中要注意来自这些地区的信息。

(2) 最大变率中心温度变率的传播可能有三种主要方式:纬向距平波,经向距平波和“经向温度通道”。这种经向“温度通道”和经向距平波的物理本质值得进一步探讨。

(3) 最大变率中心的温度变化与我国特别是东北地区温度变化有一定的关系,且有时间滞后,因而具有预报意义。

(4) 三大变率区都位于热汇区,这是一个十分有趣的现象。它们的变化与大陆积雪、海冰和海面温度变化有密切的关系,因此可以认为下垫面热力特性是最大变率区形成的可能原因。

参 考 文 献

- [1] Hare, F. Kenneth, Climatic Variation and Variability, Proceedings of the world climate conference, W. M. O. No. 537, 1979.
- [2] 符淙斌,我国长江流域梅雨变动与南极冰雪状况的可能联系,科学通报,484—486,1981年第8期。
- [3] Lamb H. H., Climate: Present, Past and Future. Vol. 1, London, 1972.
- [4] 地理所长期组,科学通报,313—317,1977年7期。
- [5] 符淙斌,地理集刊11号,1979。
- [6] 叶笃正、符淙斌,春季欧亚大陆积雪对夏季大气环流的影响(未发表)。
- [7] 章名立等,东北地区夏季低温与全球温度的关系(即将发表)。
- [8] 符淙斌,北半球冬春冰雪面积变化与我国东北地区夏季低温的关系,气象学报,38卷2期,187—192,1980。

A STUDY OF GLOBAL SURFACE TEMPERATURE FIELD IN 70'S (2)

— Variability of Global Surface Air Temperature in 70's and the Spreading of the Influence of Major Variation Centers

Fu Cong-bin Zhang Ming-li Peng Xiao-xia Wang Ming-ru Guo Jia-lin

(*Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*)

(*Meteorological Service of Heilongjiang*)

Dong Hong-nian Yu Tong-jiang

(*Meteorological Service of Jilin*)

Abstract

By using the data of global surface air temperature in 70's, we calculated and analysed the characteristics of temporal and spatial variability of air temperature. It was found that three major centers of variation exist over the central part of Eurasia, Antarctic and the eastern equatorial Pacific. The position and intensity of centers show a seasonal variation. The temperature variations in these three regions are closely associated with the anomaly of global temperature. These variations could spread onto other regions by three main approaches, namely zonal wave of temperature anomaly, meridional harmonic wave of temperature and "meridional temperature channel".

It is believed that these centers may be the sensitive points of global climatic variation. The temperature anomaly in China, especially in Northeast China, is closely associated with the variation of these major centers of variability.

It should be noted that three centers of variability are all located at the heat sink regions of the atmosphere. The thermal condition of the underlying surface may be an important factor for the formation of major centers of variability.