

七十年代全球地面气温的初步研究(一)

——七十年代全球地面气温的特征和 我国东北低温冷害

章名立 符淙斌 王铭如 彭小峡 郭家林

(中国科学院大气物理研究所)

(黑龙江省气象局)

董洪年 于通江

(吉林省气象局)

提 要

本文从1968年12月—1978年11月十年逐月全球气温距平场的分布,研究七十年代全球气温变化的特征和我国东北夏季低温的问题。北半球的温度进入七十年代以来,仍然偏冷,没有明显的转暖。南半球偏暖。全球温度变化最大在赤道、南极和北极到北半球高纬度带,而且这些地区的变化先于其他地区,它们的变化有向外传递的现象。因此一个气温异常点的出现往往会影响到全球各个地带。我国东北地区冷夏或暖夏常是在全球气候异常的背景下出现的。

进入二十世纪以来,全球的气温经历了几次重大的变化。据 Mitchell^[1] 估计,全球(60°N—50°S) 1920—50 年平均温度比 1890—1920 年高 0.37°F (0.21°C)。五十年代开始气温逐步下降, Starr^[2] 指出: 1958—63 年北半球平均温度下降 0.60°C。自 1963 年以后温度下降的趋势略有变化,中低纬度特别是热带海洋地区有明显的准三年周期性振荡,但总的趋势仍然是下降的。Angell^[3] 用全球 63 个测站得到 1959—68 年全球平均降冷为 0.3°C,以后又略为变暖,但小于 0.1°C。

我国东北地区夏季低温出现次数的分布与全球气温总的变化趋势有很大关系。据统计^[4], 1909 年以来共有七次严重低温冷害年,它们分别是 1912、1913、1915、1954、1957、1960、1969、1972 年。可以看到它们主要集中在二十年代以前和五十年代以后,而在 1920—50 年间全球处于温暖期的三十年中,东北没有出现特冷的夏季。在五十年代以后东北冷夏出现的频率明显增多,显然是与全球气温的降低有关。所以在东北低温的研究和预报中,应该研究和掌握全球温度场的特征和今后的变化趋势。

本文对七十年代全球地面气温场进行了分析,研究各气候带温度变化的趋势和差异,它们相互之间的关系和影响。并对我国东北夏季低温冷害与全球温度场的关系作了初步的探讨,以期对东北地区低温的长期趋势预报有所帮助。

1981年1月24日收到,8月5日收到修改稿。

一、资料和分析

我们选取了全球 700 多个地面台站的月平均气温距平资料, 绘制出全球月气温距平图 (1968 年 12 月至 1978 年 11 月)。其中国外资料取自每月世界气候资料 (Monthly World Climate Data)。太平洋洋面上气温距平线的绘制根据岛屿测站的资料, 并参考海面温度资料。从每月温度距平图上读出每隔十个经度和纬度格点上的温度距平值, 用月格点值求各季的平均格点值, 由此绘得每年各季的全球温度距平图。各纬圈上的平均值用同纬圈上各格点值求代数平均得到。

二、全球各气候带温度变化的趋势

图 1 是全球不同纬圈平均温度距平十年的时间序列曲线 (图中各点的数值是各季的滑动平均值)。由图可以得到下面几点特征:

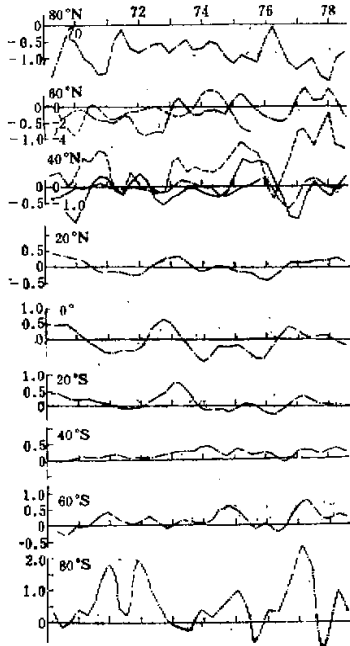


图 1 全球各纬度平均温度距平序列曲线 (点断线, 单位 $^{\circ}\text{C}$), 60°N 纬度上的虚线为北半球 300mb 极洞中的纬度位置 (引自 Angell^[4]), 40°N 纬度上虚线为 60° — 80°N 温度距平梯度, 实线为哈尔滨温度距平曲线 (按左侧坐标)

(1) 北极 (80°N) 地区十年中温度距平都是负值, 但是温度变化比较大, 达 1.5°C 。1972—74 年期间, 温度变化较小, 而且略升高, 但是 1975 年以后又明显降冷。所以在七十年代中北极地区仍然维持五十年代以来偏冷的形势, 并没有转入暖期。

(2) 北半球高纬度 (60°N) 的温度距平值几乎与北极是反向变化。当高纬度温度高时, 极地低, 而高纬低时极地相对较高。1973 年以前温度主要为负距平, 出现了两次强的低温期, 即 1969 年和 1972 年, 前者低温更强一些。1973 年以后有三次正距平, 为 1973、1975 和 1977—78 年, 每次正距平都比前一次更高一些, 维持的时间更长一些。1976 年又出现一次强的低温, 但比前两次都弱。所以在高纬度温度在逐步升高, 有转暖的趋势。

中纬度 40°N 的温度变化与 60°N 相似, 但没有明显转暖的趋势, 温度的高点和低点相应地落后于 60°N 上约一至两个季节, 而且温度变化要比 60°N 为小, 但是 1976 年的低温要比 60°N 上强。在 40°N 纬圈上的温度变化有周期性振荡的特征, 1973 年以前变化周期长, 1973 年以后周期短, 约两年一个周期。

(3) 热带地区的温度变化 (10°N — 10°S) 略有下降的趋势, 十年内共出现三次高温

(1969、72、76 年)和三次低温(1971、74、78 年),周期大约是三年左右,这个周期与东太平洋海温二十七年(1949—76 年)序列的变化周期一致^[5], Angell^[13]亦指出热带地区从 1963 年以后出现准三年周期振荡。所以七十年代中这个准周期变化依然存在,但是在前半期维持了三年的周期,1975 年以后周期似乎拉长了,如 1973 年暖期以后到 1977 年才转暖,在 1974—76 年的冷期中又有一次小振动,1975 年温度距平虽然仍然是负的,但是温度相对地偏高一些。

热带地区气象要素包括温度的分布比较均匀,但是温度距平的时间序列在赤道上振幅很大,从赤道向两侧的中低纬度,振幅变小。

(4) 南半球的中高纬度到极地主要是正距平温度,趋势是增暖的。南极与北极温度变化是反向的。即南极增暖时北极降冷,如 1972 和 1976—77 年北极是负距平谷点,而南极是正距平峰值。

从上面的变化趋势,南半球在增暖,北半球各气候带不完全一致,60°N 附近有增暖现象,而大部分地区仍略有下降。60°N 的增暖是否可能持续,并向南北扩展,以使今后全球或北半球又转入暖期,还不能作出定论。从这个意义上,若认为东北低温出现的可能性减小缺乏根据。

三、全球各气候带温度变化的相互关系

从图 1 看全球各气候带的温度变化相互之间有一定的联系。当某一气候带出现强烈的降温或者升温时,往往在半球甚至全球范围都会出现相应的调整,虽然时间可有先后,强度亦不一致。在全球范围内,温度距平变化最大的地带分布在南极、赤道和北极到北半球的高纬度之间。图 2 是 1969—1978 年各纬季平均温度距平时空变化图,在十年中有

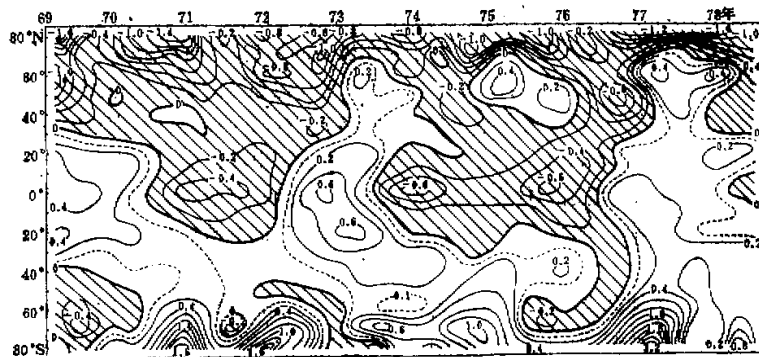


图 2 全球温度距平时空变化图(单位℃,阴影区为负距平区)

若干个正负距平中心,对应于地球上几次气候异常变化的年份。同时可以看到赤道上形成的正负距平中心有向两个半球扩展的现象,一般在赤道上出现极值以后,两个半球的 20° 纬度出现相应的极值约落后一至两个季节,而在 40° 纬度上约滞后两至三个季节。

同时从北极到 60°N 附近亦有正负距平中心向中纬度扩展的趋势。因此产生这样的问题,在中纬度地区的温度变化是否可能受到赤道和高纬度变化的影响,是否存在着温度变化的传递。这些可以从以下几点得到说明:

(1) 上一节已经指出赤道地区温度有准三年的周期性振荡,这种振荡并不限于赤道地区,而是向两侧扩展的,在北半球一直到 40°N 仍然有明显的振荡现象,只是振幅比赤道上要小,位相落后。在南半球准三年振荡只扩展到 20°S , 在 40°S 上已不很清楚。

(2) 对应于温度距平的一个异常点,在全球各地带都先后出现,这种现象说明可能存在一个或几个源点,它们的变化常是先于其他地带。例如 1976 年中纬度低温的出现之前,其他地带都先后出现了低温。表 1 是以赤道为标准,其他各纬度出现低温与赤道出现低温相差的季节和平均距平值。可以看到从赤道向两侧的时滞现象,而极地的变化亦较中纬度为早,以 40° 纬度附近变化最晚。

表 1 1976 年各纬度低温出现的时间和温度距平(以赤道出现时间为基准,
其他各纬度时间为与赤道相差的季节)。

纬 度	80°S	60°S	40°S	20°S	0°	20°N	40°N	60°N	80°N
季 节	+4	+4	+4	+1	0	+2	+3	+2	+2
温度距平	-1.7	-0.7	-0.8	-0.5	-0.7	-0.3	-0.1	-0.4	-0.1

(3) 两个半球中纬度的温度变化有对称现象,在图 2 中南北半球 40° — 50° 纬度的高值和低值几乎是一一对应的,例如 1976 年和 1972 年北半球中纬度为低温时,同期南半球亦是低温;同样,高温的出现亦是同期的。但是因为北半球总趋势偏冷,南半球偏暖。所以对暖期而言,南半球中纬度正距平值大,持续时间长,而冷期时,负距平值小或者仅表现正距平的低点,持续时间亦短。对北半球则相反,冷期较暖期明显。

上面所指出的南北半球的对称性和准三年振荡向两侧中低纬的扩展,并且明显的时滞现象说明赤道地区是气候变化的关键区。同时北半球高纬度到极地是另一个关键区,它的温度变化亦影响到中纬度地区。当赤道和极地的影响同步时,在中纬度可能引起较明显的反映,而当两者不同步时,影响就小。南极对其他地区的影响在纬圈平均温度距平曲线上并不清楚,但从全球温度距平分布图(图略)上有时可以看到从南极向北有冷舌或暖舌伸出,可达到北半球,它们在大西洋和印度洋上最常出现。虽然对它们的产生和影响并不清楚,但是从热量输送的角度,南极地区对南半球的中低纬度,甚至对北半球的气候可能存在一定的影响。再从南极剧烈的温度变化看,南极对地球气候变化亦是一个关键的影响区。

分析上述三个地区,它们的下垫面都具有特殊性。赤道地区海洋面积大,由于海水的热容量大并且是流动的,所以这个地区可能提供和贮存的能量亦大,当有微弱的温度变化时引起的能量供求变化亦就很大,相应地与周围大气热量的交换也大。极地区域由于终年或大半年有冰雪覆盖,冰雪表面的反照率大,使得长时期内这里损失的热量很大,但是冰雪量的多少和融雪时间早晚会造成这里热状态和水分收支有很大的差异,同样亦会影响到周围地区有热量交换的差异。因此赤道和极地区域温度状况的变化都可能对周围产生显著的影响,从而影响到较大范围的异常气候的产生,所以在研究气候变化中应掌握这

些地区变化的规律和形成变化的原因。

下面进一步讨论这些地区对周围大气产生影响的可能途径。

(1) 北极和高纬度地区对中纬度的影响: 在图 1 中附有北半球 300mb 极涡中心的纬度位置变化曲线(60°N 上虚线^[6]), 正值表示极涡比正常大, 即向南扩展, 负值表示向极地收缩。图中极涡的大小与 60°N 上温度的高低成反比。图 1 中又给出 60—80°N 平均温度距平梯度的变化, 当温度距平梯度为负或小值时, 温度梯度比正常要小, 说明 60°N 以北地区斜压性变小, 此时经向环流发展, 南北热量交换大, 与 40°N 上温度比较正处于冷期。所以北半球中高纬度的冷期对应于极涡的扩张和高纬度温度梯度的变小, 此时极地冷空气活跃, 向南输送较强。而暖期的形势相反。所以极地对中纬度的影响主要是通过极地冷空气的活动和向南扩展。

(2) 赤道地区对中纬度温度变化的影响与极地高纬度对中纬度的影响很不相同。在赤道上不同经度的温度变化(图 3)中以东太平洋的温度变化最为剧烈, 几乎是其他地区的四倍, 说明了赤道地区对全球地区气候变化的影响主要发生在东太平洋。它的变化不仅向南北两侧传递, 而且影响到东西两侧, 可以看到印度洋和大西洋的东部地区的变化与东太平洋变化一致, 但是落后一至两个季节。在大洋的西部尤其是西太平洋周期性振荡不清楚, 变化很微弱, 因此东太平洋温度变化向东西两侧的影响在大洋西部有中断现象, 所以这种影响的传递可能不是质量传播, 而是海洋本身内在的共振现象。

由于大洋东部剧烈的温度变化并不反映在西部, 因此东西向的温度梯度亦出现周期性的变化, 这种变化必然影响到热带地区沃克环流强弱的变化。邢如楠等^[7]用数值试验的方法得到, 当大洋东部增暖时, 沃克环流减弱, 经向哈得莱环流加强, 在这样条件下造成中低纬度南北热量交换加大, 热量往北输送。而当东部降温时, 沃克环流加强, 就产生相反的效应。因此赤道地区热量的向北输送和影响主要是通过平均经圈环流的输送。

上面分析的纬圈平均温度距平, 反映了温度变化的传递情况, 下面给出一个温度传递过程的例子。图 4 是 1971 年 12 月到 1972 年 8 月各季温度距平分布图, 在这个时期内赤道东太平洋的温度从冷转变为暖, 并逐渐影响到周围。在 1971 年 12 月到 1972 年 2 月

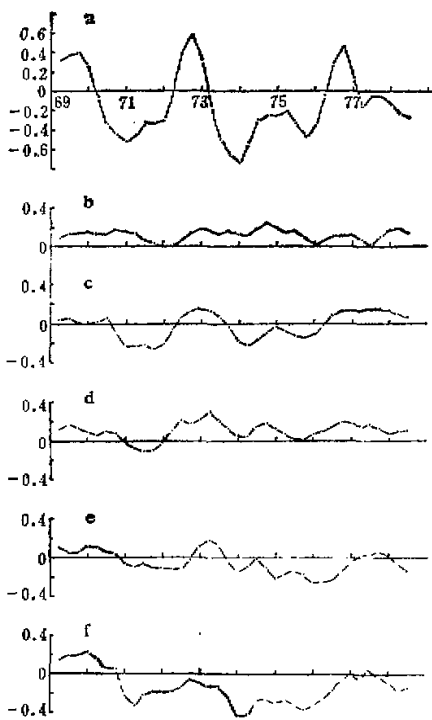


图 3 赤道地区温度距平序列曲线

(a) 东太平洋 110—140°W, (b) 西太平洋 120—140°E, (c) 印度洋东部 70—90°E, (d) 30—50°E 印度洋西部, (e) 大西洋东部 10°E—10°W, (f) 大西洋西部 30—40°W

上面分析的纬圈平均温度距平, 反映了温度变化的传递情况, 下面给出一个温度传递过程的例子。图 4 是 1971 年 12 月到 1972 年 8 月各季温度距平分布图, 在这个时期内赤道东太平洋的温度从冷转变为暖, 并逐渐影响到周围。在 1971 年 12 月到 1972 年 2 月

(图 4a) 赤道东太平洋 $110^{\circ}\text{--}160^{\circ}\text{W}$ 为负距平区, 两半球中纬度为正距平, 西太平洋低纬度为正负相间的地区. 1972 年春季(图 4b) 赤道东太平洋开始转暖, 低纬负距平区主要在西太平洋, 并向两侧扩展. 夏季(图 4c), 赤道和低纬度中东太平洋地区都已开始转暖, 并出现正距平中心. 两个半球的中高纬度以负距平为主, 亚洲东岸冷中心的出现受西北方欧洲冷中心和低纬度冷区的影响, 它的出现在这过程中约比它们滞后半年.

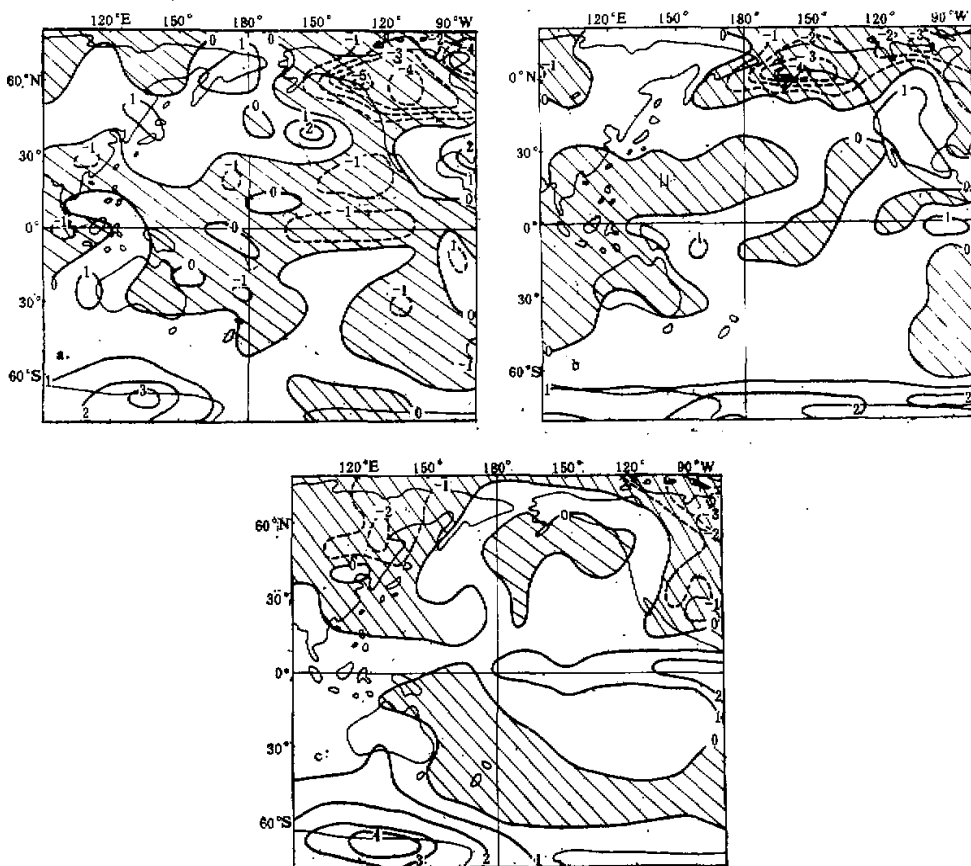


图 4 1971 年 12 月—1972 年 8 月各季温度距平分布图

(a) 1971 年 12 月—1972 年 2 月 (b) 1972 年 3—5 月 (c) 1972 年 6—8 月

四、我国东北夏季的低温

七十年代我国东北共出现三次严重夏季低温, 即 1969、1972 和 1976 年, 以及四次夏季高温, 即 1970、1973、1975 年和 1978 年, 图 1 中 40°N 上实线为哈尔滨温度变化的曲线, 可以看到 40°N 平均温度和哈尔滨温度变化很一致. 前面已经指出 40°N 上的温度异

常受赤道和极地高纬度温度变化的影响,所以在预报东北地区夏季低温时应注意赤道海洋上尤其是东太平洋上前期温度状况和极地低涡活动以及极地冷空气的强度。在上面的分析中南半球的影响并不清楚,但是在东北几次冷夏年中,南极的平均温度比较高,相反暖夏年温度都低,这种相反关系似乎比较稳定,但是它对于北半球的影响还有待进一步的研究。

五、总 结

从上面的分析,我们得到以下几点:

(1) 七十年代全球的温度趋势是北半球偏冷,除 60°N 外,并没有明显的转暖而是略为下降。南半球偏暖,并在继续增高。但是因为 60°N 明显增温,难于推测全球或北半球未来冷期是否结束。

(2) 全球温度变化最大的气候带在赤道、南极和北极到北半球高纬度带。从各纬度的温度演变看,上述三地区的变化先于其他地区,它们的变化向外传递,引起中低纬度的温度变化。因此它们是气候变化的关键区,一些温度异常点往往不仅是在一个地带出现,而是全球的大部分地区都有反映,只是时间上有先后。

(3) 两个半球的中纬度温度变化常是同相的,这可能是由于它们同受赤道地区影响的结果。

(4) 我国东北地区冷、暖夏年的出现与全球气候异常有关,所以要掌握和预报东北低温冷害的出现,应该研究全球气温的变化和异常出现的规律。

上述现象是从温度距平场变化得出的结果,对于大气环流的相应变化还需进一步的分析研究。

参 考 文 献

- [1] Mitchell, J. M., Proc: WMO/UNESCO Rome 1961 Symposium Changes of Climate, Paris, 161—181, 1963.
- [2] Starr, V. P. and A. H. Oort, *Nature*, 242, 310—313, 1973.
- [3] Angell, J. K. and Korshover, J., *Mon. Wea. Rev.* 106(6), 755—770, 1978.
- [4] 丁士晨, (1979), 东北地区夏季低温冷害的气候分布及其对农业生产的影响(尚未发表).
- [5] 地理所长期组, 科学通报, 1977 年第 7 期, p. 313—317.
- [6] Angell, J. K. and J. Korshover, *Mon. Wea. Rev.* 105(1), 19—25, 1977.
- [7] 邢如楠、巢纪平, 热带大气垂直环流圈对海温场响应的数值试验, 气象学报, 39 卷 3 期, 277—286, 1981.

**A STUDY OF GLOBAL SURFACE TEMPERATURE FIELD IN
70'S(1) — THE CHARACTERISTICS OF GLOBAL
TEMPERATURE AND SUMMER COLD DISASTER
IN THE NORTHEAST, CHINA IN 70'S**

Zhang Ming-li Fu Cong-bin Wang Ming-ru Peng Xiao-xia Guo Jia-lin
(*Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*) (*Meteorological Service of Heilongjiang*)

Dong Hong-nian Yu Tong-jiang
(*Meteorological Service of Jilin*)

Abstract

In this paper, having analysed the monthly global air temperature departure fields from Dec., 1968 to Nov., 1978, we studied the characteristics of the global temperature and the summer cold disasters in the Northeast China. During 70's, the northern hemisphere was still colder than the normal, while the southern hemisphere was warmer than the normal. The largest temperature variations occurred on the equator, the Antarctic and the higher latitude belt of the northern hemisphere. The variation of temperature in these regions usually occurred prior to the other places of the world. It is found that the temperature variations occurred in these regions often propagate outwards. Thus, it is expected that when serious abnormal temperature appears in these regions, it will soon influence the other areas of the world. The cold or warm climate appeared in the Northeast China is consistent with the global abnormal climatic phenomenon.