

近四十年来我国气温的长期变化趋势^{*}

李克让 林贤超

(中国科学院 地理研究所)
(国家计划委员会)

王维强

(纽约州立大学大气科学系)

提 要: 利用160个站1951—1988年的气温资料, 本文对近四十年来我国气温变化过程和时空特征作了分析。结果表明: 全国十年平均气温从50年代至今一直在升温, 80年代较50年代升高0.2°C。一般升温随纬度的增高而加强, 秋冬季全国普遍增温, 且升温幅度最大, 夏季一般降温或升温幅度很小。总的趋势是近40年来我国大部分地区有冬暖夏凉的变化。

主题词: 气温 气候变化

许多研究表明, 近百年来北半球地面平均气温在不断波动过程中逐步升高^[1-2], 从上世纪中至本世纪20年代为持续低温期, 30年代至40年代为高温期, 在40年代达到高值。此后, 呈下降趋势, 并稍有波动, 70年代中开始显著回升。虽然近百年来北半球气温总的趋势是增暖, 但不同区域和季节的变化则存在明显差异。对于中国近百年来气温变化, 张先恭、李小泉等^[3]利用1910—1979年的气温等级分析指出, 本世纪以来我国气温的变化与北半球气温变化的趋势基本一致, 且建国以来的30年(1950—1979)比前30年(1920—1949)的气温偏低。王绍武也得出了类似的结论^[4]。屠其璞对我国42个站1881—1981年的年、季平均气温进行主成分分析的结果表明^[6], 本世纪初到1945年前后和70年代以来是两个明显的增暖时期。

本研究利用全国160个站1951—1988年近40年的气温资料, 对我国气温变化过程和时空特征, 特别是十年际长期变化趋势作较为详细的分析。

一、气温距平场的十年际变化

为了探讨气温的十年际变化, 现分析1951—1988年每10年平均的距平场。从年平均全国气温距平分布来看(图略), 50年代全国气温距平分布的明显特征是东北和西南两大部分地区的距平符号相反。新疆西部和北部以及110°E以东的地区, 除了华南沿海的小部分地区外,

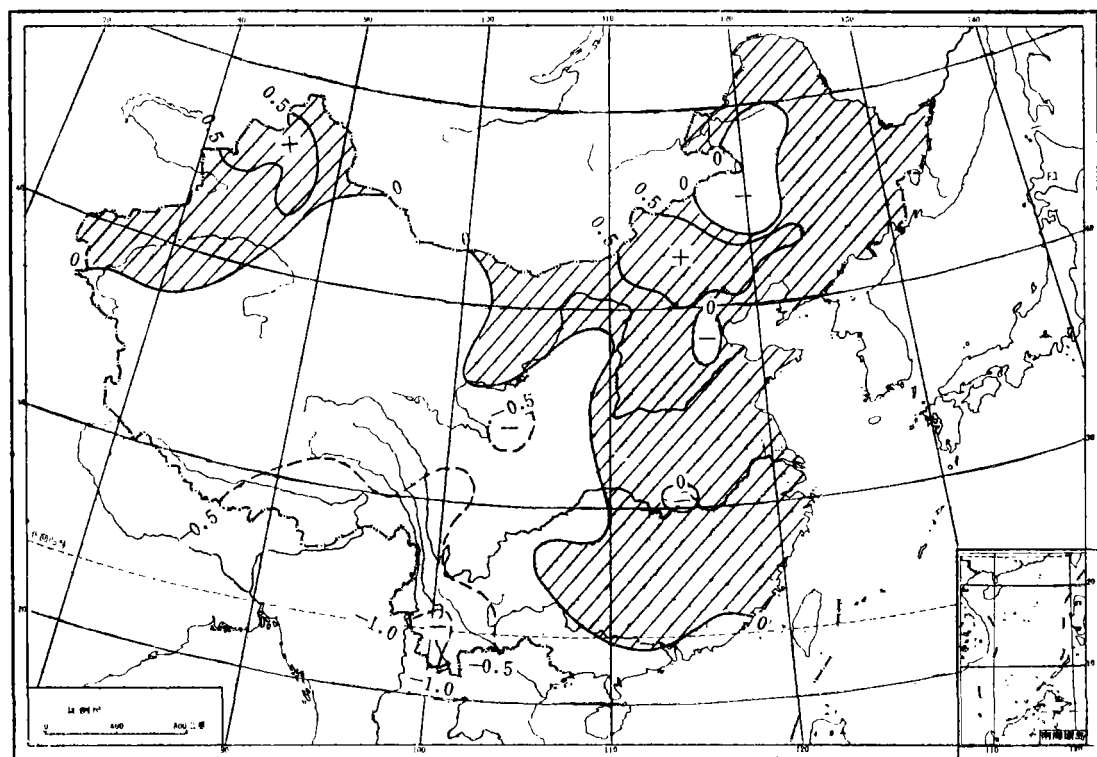
本文1989年8月20日收到, 1990年1月16日收到修改稿。

* 本文为国家自然科学基金委员会及中国科学院联合资助项目“中国气候和海面变化及其趋势和影响的初步研究”的内容。

几乎都为负距平区。其中，南部地区的降温幅度较小，约为 -0.1°C ；北部地区的降温幅度稍大，约为 -0.2°C 到 -0.3°C ；内蒙古东部和新疆北部的降温比较剧烈，达 -0.6°C 以上，而 110°E 以西，西南地区、西北大部分地区 and 新疆东部地区则为正距平，升温幅度大都在 0.1°C — 0.3°C 左右。60年代，在我国东部，黄河下游以南的地区已成为正距平，以北的地区虽仍为负距平，但其量值已比50年代小，显示出气温回升的趋势。整个西部和西南地区由50年代的正距平转变为负距平，东西部这种相反的变化趋势很清楚（图1a）。70年代的距平分布几乎与50年代的完全相反，从70年代与60年代的气温差值来看（图1b），除了小块降温区以外， 33°N 以北的大部分地区升温，南部降温。到了80年代，除东部 25° — 35°N 为负距平外，其余全都为正距平区。气温的变化趋势如图1c所示，具有与距平场类似的分布，除了 25° — 35°N 为降温区外，其他地区的气温基本上已全面回升。

由以上事实可以看出，大约 100°E 以东的我国东部，以 32°N 左右为界，南北两部分地区存在着明显的差别。南部大约以 110°E 为界的東西两部分地区的温度变化也不一致。就近41年气温的10年际变化来说，西南地区的变化过程为升温→降温→降温→降温；东南地区的变化过程为降温→升温→降温→降温；北部的变化过程为降温→升温→升温→升温，与西南地区的变化基本上是相反的；在 100°E 以西的西北部分地区和新疆东部地区的变化趋势与其同纬度地区的变化也不太一致，其变化过程为升温→降温→降温→升温。

1月份气温距平的分布和变化趋势基本上与年平均的相似，只是升温的强度和范围明显增大，特别是80年代，几乎出现全国范围的正距平，其中 35°N 以北的北方地区出现大范围



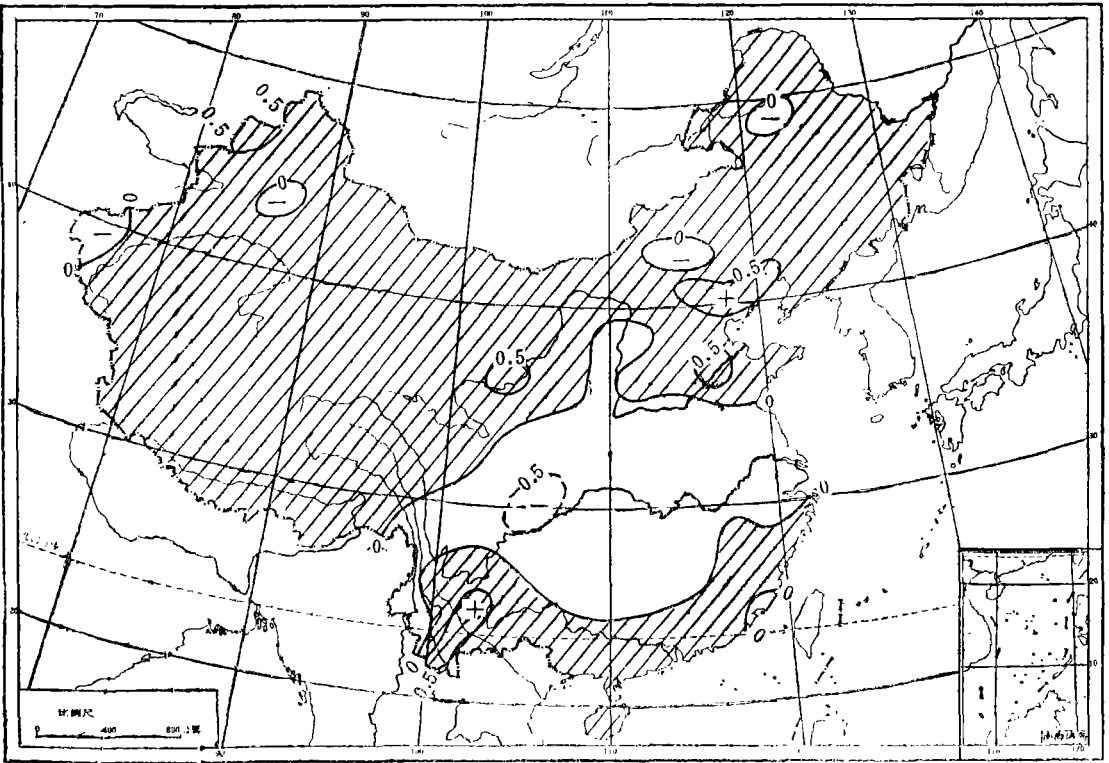
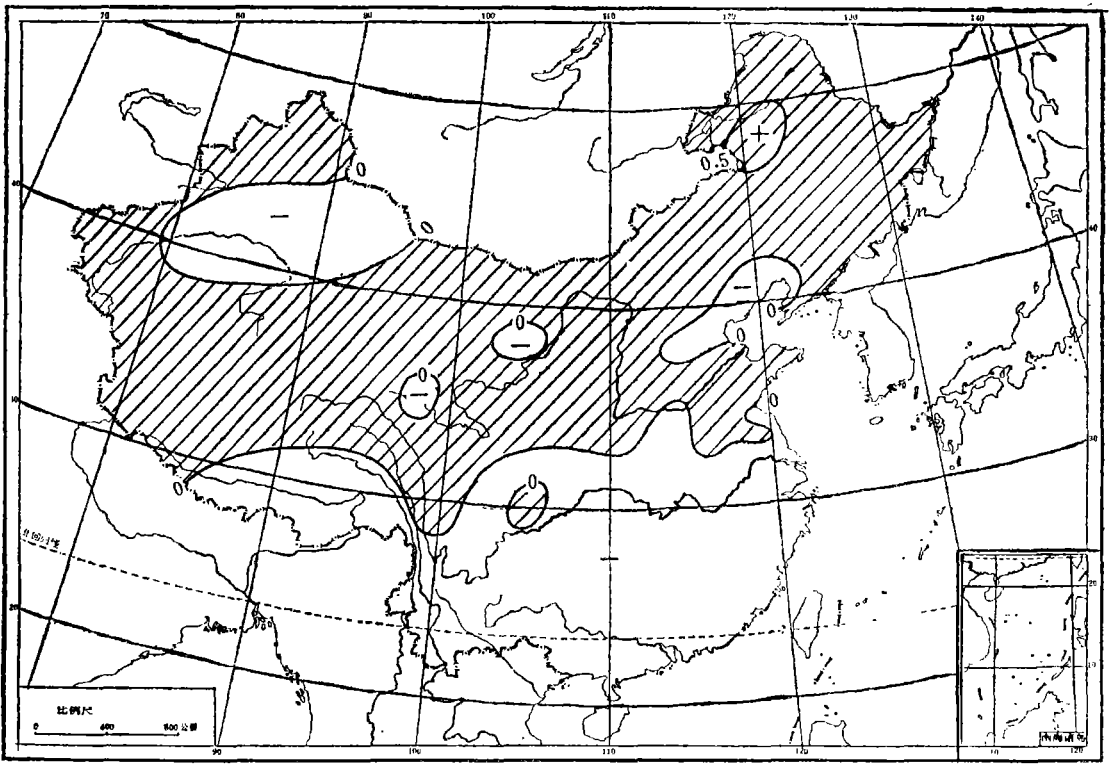
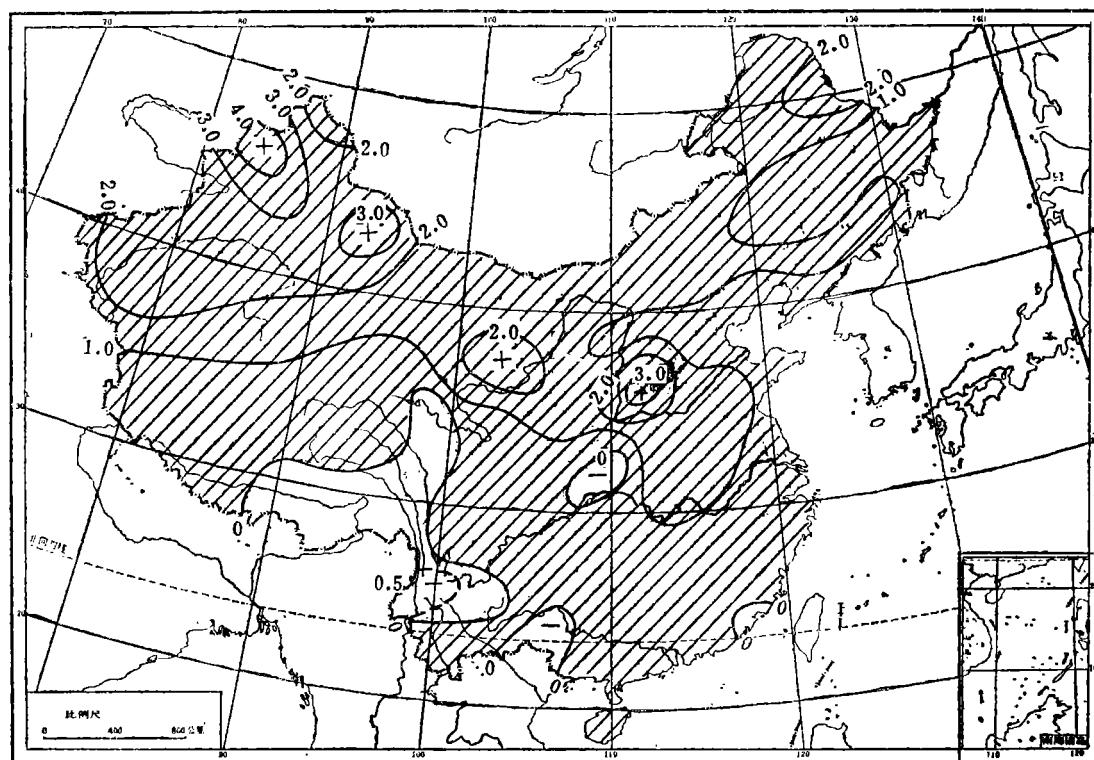
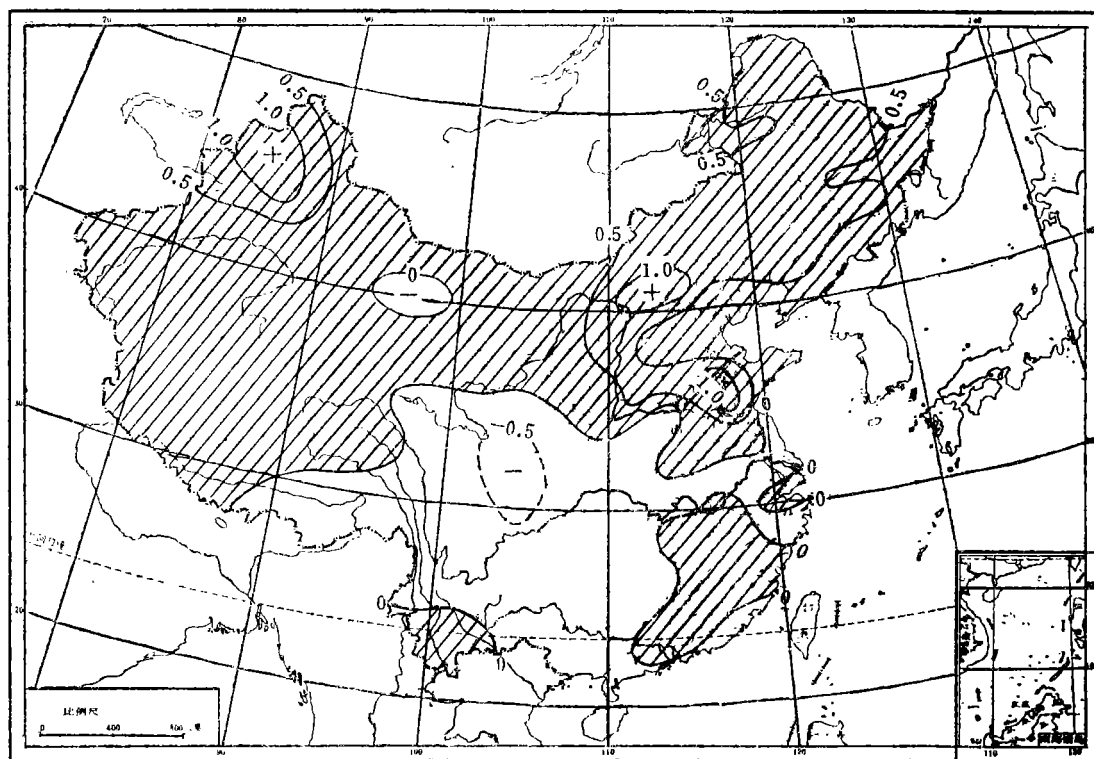


图 1 十年际年平均气温变化 (°C)
a. 60年代—50年代, b. 70年代—60年代, c. 80年代—70年代
The average temperature difference for each decade
a. 60's-50's, b. 70's-60's, c. 80's-70's



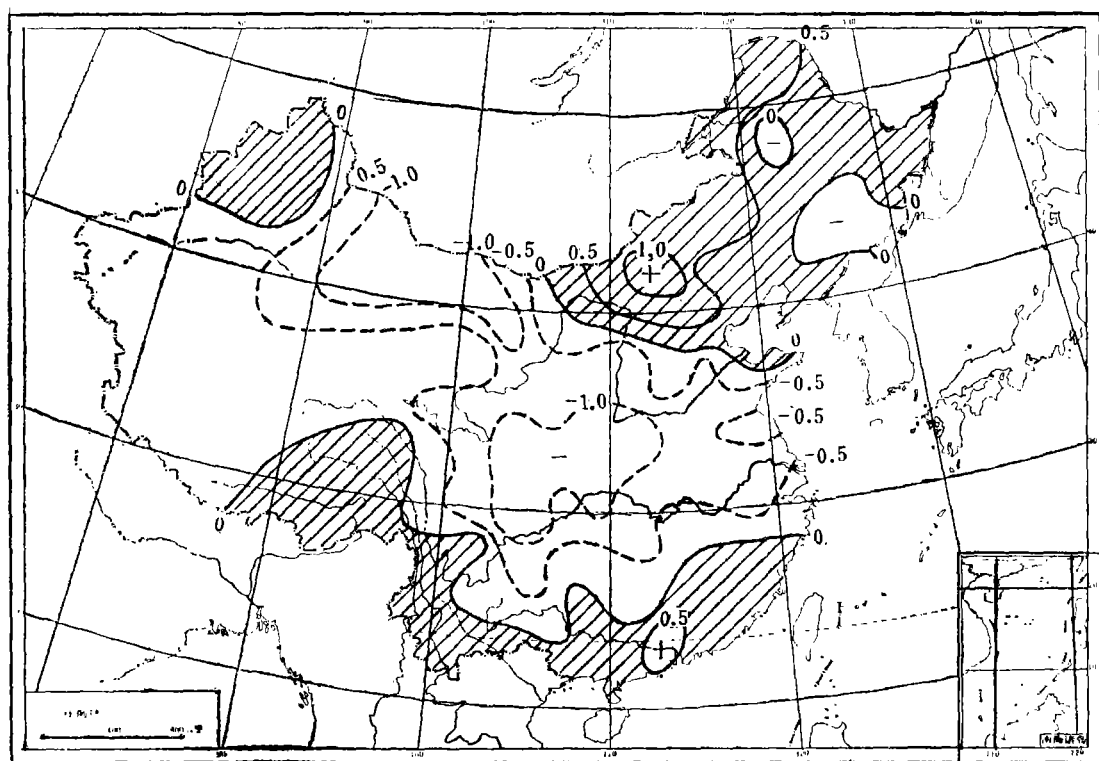


图 2 80年代与50年代的气温差($^{\circ}\text{C}$)

a. 年平均, b. 1月, c. 7月

The decade average temperature difference between 80's and 50's

a. annual average; b. January; c. July

的 1°C 以上的正距平区,从60年代开始至今,北方连续增温。但7月份的温气距平与1月有较大的差异(图略),就我国一些主要地区来说,50、60年代1月份为负距平时,7月份大都为正距平。70、80年代1月份是正距平,则7月份一般是负距平。由此看来,近40年我国大部分地区的气温年较差在逐步缩小。

80年代的年平均气温与50年代相比,总的趋势是,大约以 34°N 为界,北方普遍升温,南方,特别是西南地区普遍降温(图2)。其中以东北、华北和新疆北部地区增温最强,在 0.5°C 以上。1月份的增暖除西南边缘地区外,几乎遍布全国,我国北方,除渤海周围及东北东部小块地区外,增温最为剧烈,升温幅度都在 1°C 以上,其中以新疆、甘肃中部、山西南部 and 东北北部升温最强,在 2°C 以上,最大升温达 4.2°C ,出现在新疆北部。7月份,我国北方的东北、内蒙古、华北北部以及新疆西北部和南方的东南沿海及西南边缘地区为增温,其他大部分地区都为降温。上述分析与卢文芳用近30年资料对我国温度场随时间变化的线性回归斜率的分析结果基本一致[5]。近40年来东北和新疆西北部夏季的温度变化与全国其他

大部分地区的变化是不一致的,但冬季和年平均则基本上一致。而西南地区的温度变化与全国其他大部分地区的变化不一致。

二、区域气温的十年际变化

李小泉等〔7〕曾根据全国月平均气温等级资料,利用其统计特征,将全国划分为东北、华北、长江、华南、西南、西北和新疆等7个区(分区图略)。表1为使用上述分区所作的全国及各区域气温每10年的平均值及10年际差值。由表1可看出,全国10年平均气温从50年代至80年代一直在升温,40年共增加了 0.2°C 。但不同季节又有差异,6—9月降温,如7月降温 0.3°C ,冬、秋和春季皆为升温,以冬、秋季为最大,80年代与50年代相比,1月份增加了 1.1°C 。

10年际气温变化的符号和幅度,随地区又有很大不同,如年平均气温我国南部的长江流

表1 1951—1988年每十年平均气温及其差值($^{\circ}\text{C}$)
Each decade average temperature and its difference during 1951 to 1988

区 域	时 段	50年代			60年代			70年代			80年代		
		60's-50's*			70's-60's			80's-70's			80's-50's		
		年	1月	7月	年	1月	7月	年	1月	7月	年	1月	7月
东 北	年代平均	3.1	-19.4	22.3	3.3	-19.1	22.4	3.6	-18.5	22.7	3.8	-18.6	22.3
	差 值	0.2	0.3	0.1	0.3	0.6	0.3	0.2	-0.1	-0.4	0.7	0.8	0.1
新 疆	年代平均	8.5	-12.1	25.2	8.9	-11.1	24.8	8.9	-10.8	25.0	9.0	-9.2	24.7
	差 值	0.4	1.0	-0.4	0.0	0.3	0.2	0.1	1.6	-0.3	0.5	2.9	-0.5
西 北	年代平均	9.0	-7.1	22.6	8.8	-6.6	22.1	9.0	-5.9	21.9	9.2	-5.3	21.9
	差 值	-0.2	0.5	-0.6	0.2	0.7	-0.1	0.1	0.2	0.6	0.2	1.8	0.0
华 北	年代平均	12.3	-3.5	26.2	12.6	-2.9	26.4	12.5	-2.6	25.8	12.8	-2.2	26.0
	差 值	0.3	0.6	0.2	-0.1	0.3	-0.6	0.3	0.4	0.2	0.5	1.3	-0.2
长 江	年代平均	16.5	4.0	28.4	16.6	4.5	28.4	16.5	1.4	28.1	16.4	4.5	27.9
	差 值	0.1	0.5	0.0	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	0.1	-0.3	-0.1	0.5	-0.5
华 南	年代平均	21.7	13.4	28.4	21.7	13.3	28.4	21.5	12.8	28.5	21.5	13.5	28.5
	差 值	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-0.5	0.1	0.0	0.7	0.0	-0.2	0.1	0.1
西 南	年代平均	16.5	7.2	24.3	16.2	7.1	24.2	16.0	6.7	23.9	16.0	7.2	23.6
	差 值	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	-0.3	0.0	0.5	-0.3	-0.5	0.0	-0.7
全 国	年代平均	12.5	-2.5	25.3	12.6	-2.1	25.2	12.6	-2.0	25.1	12.7	-1.4	25.0
	差 值	0.1	0.4	-0.1	0.0	0.2	-0.1	0.1	0.6	-0.1	0.2	1.1	-0.3

* 60's-50's表示年代之间的差值,即60年代与50年代的差,其余类推。

域、华南和西南降温，而北部的东北、新疆、西北和华北升温。升温的幅度一般随纬度的增高而增大。10 年平均的年最大升温出现在东北地区，80 年代比 50 年代增高了 0.7°C ，其次是新疆和华北地区，升温 0.5°C 。

前面分析 1 月和 7 月的气温距平时曾指出，由于 1 月升温，7 月降温，气温年较差缩小。图 3 中全国平均气温年较差的逐年变化及 5 年滑动平均曲线表明，在升温阶段中，气温的年较差是缩小的。

为了与北半球气温变化比较，图 4 给出了全国年气温距平和北半球气温距平^[1]的 5 年平均值曲线，可以看到，我国气温的变化与北半球气温变化趋势非常一致，确实存在气温在波动中逐步升高的趋势。从上世纪中至今，存在两次增暖过程，第一次增暖从上世纪末开始，最大值出现在本世纪的 40 年代中期。最近一次增暖，开始于 70 年代初，80 年代的升温幅度已经超过前一次的最大值，目前仍有上升的趋势。

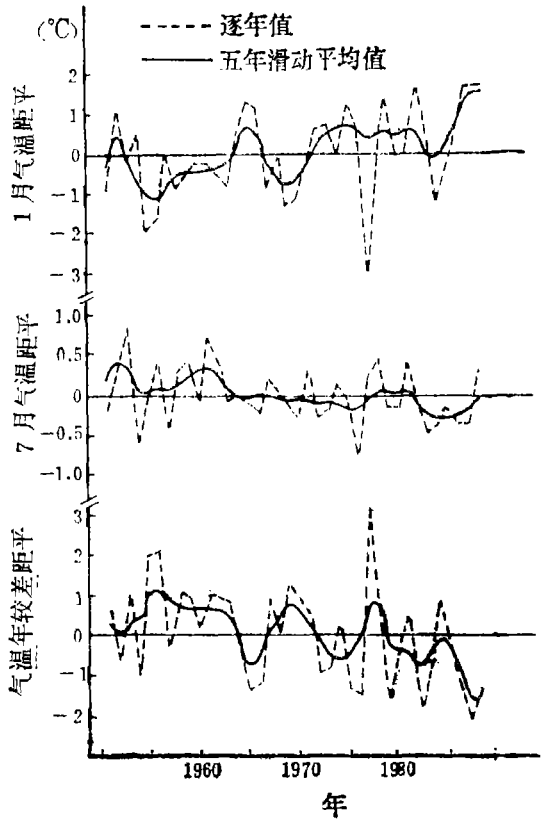


图 3 1 月和 7 月的气温及气温年较差 ($^{\circ}\text{C}$) 变化曲线
Variation of temperature for January and July and its difference

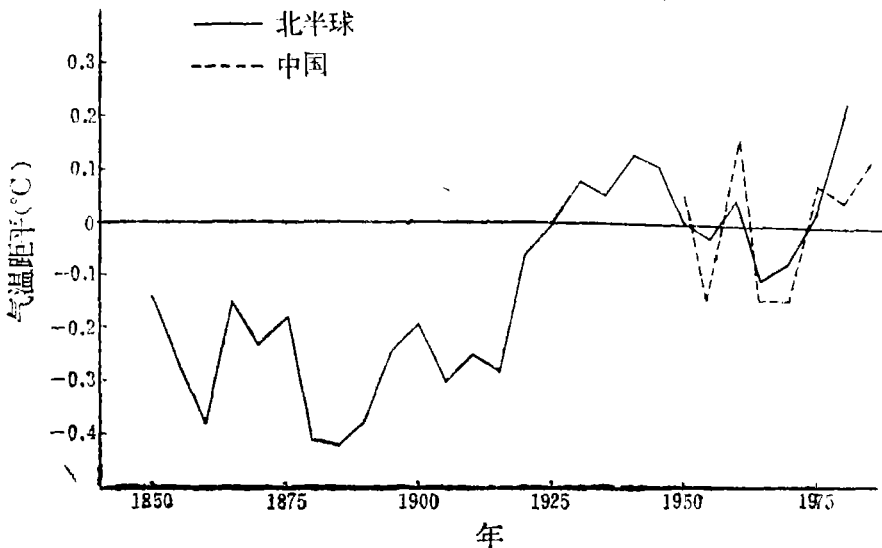


图 4 北半球及全国年气温距平 ($^{\circ}\text{C}$) 的 5 年平均值曲线
Five-year average temperature departure of north hemisphere and China

三、气温逐年逐月变化及随纬向和经向的分布

为了更细致地分析气温的逐年变化，我们作出各区域及全国年平均气温的逐年累积距平变化曲线（图5）。由图中的累积距平变化来看，近40年来我国总的气温变化趋势可分为几个阶段，50年代初期的气温变化不大，趋势比较平稳。从50年代中至末期为降温阶段；50年代末至60年代中为气温回升时期；60年代中到70年代中为降温时期。此后，从70年代中期开始到现在为升温阶段，并且气温已回升到40年代温暖时期的水平。我国北部的东北、新疆、

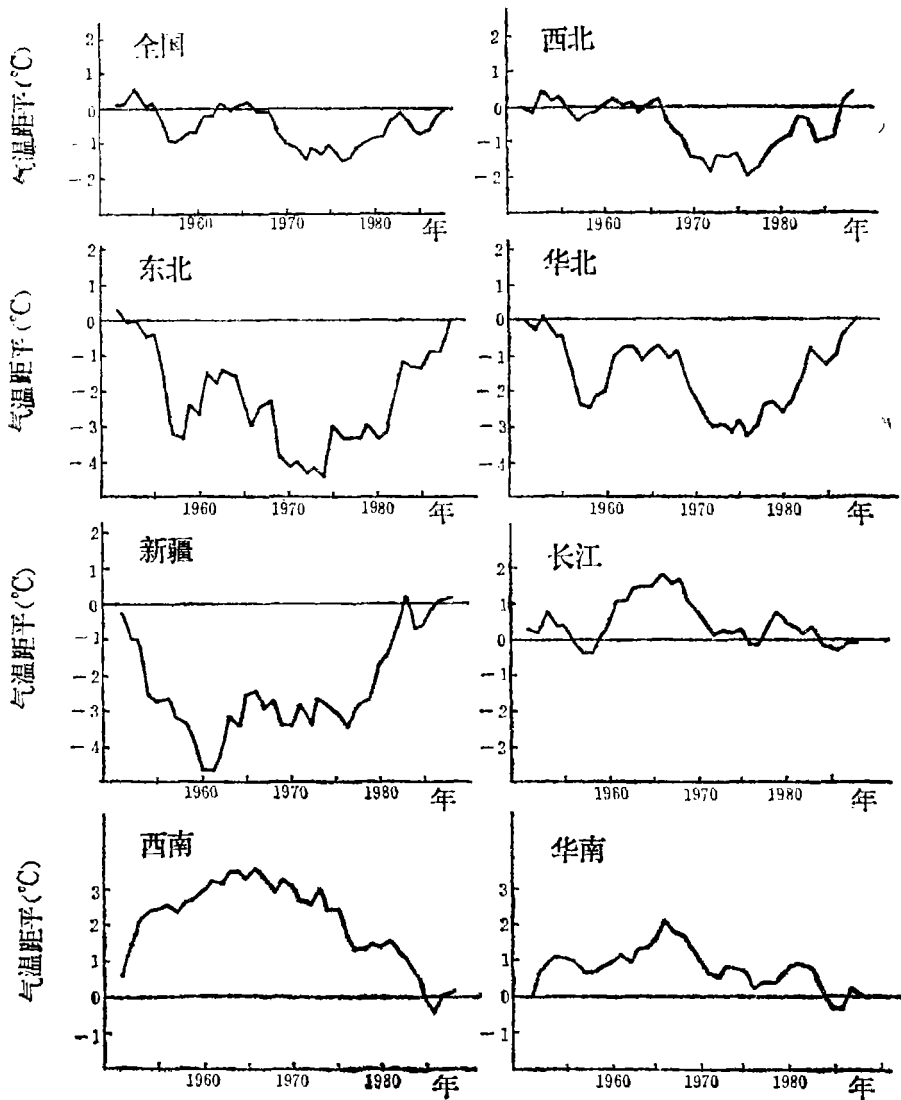


图5 全国及各区的年平均气温累积距平曲线(°C)

The cumulative departures of temperature for each region and China

西北和华北的气温变化都是这种趋势,其中以东北和新疆的气温变化幅度最大。而我国南部的华南和西南的气温变化则呈现另一种趋势,近40年的气温距平变化幅度没有北方的大,总的趋势显得比较平稳。从其距平的累积变化曲线来看,可分为两个阶段,50年代到60年代中期为持续升温阶段,60年代中期以后,气温基本上呈下降趋势。对于我国中部的长江区来说,70年代中期以前的变化趋势与北部地区相同,但70年代中期以后则没有气温回升的迹象。由此可以看出,我国北部地区与南部的华南和西南地区的气温变化趋势是不一致的,这一结果在前面距平场的分析中已指出过。

从全国近40年的逐月温度距平(经5年滑动平均)变化来看(图6),温度变化趋势基本上与图5一致,50年代的升温主要集中在夏秋季,50年代中到末期为降温阶段。50年代末期到60年代初期为气温的回升阶段,60年代中到70年代中期为降温阶段。自70年代中期以后,气温已持续回升,升温主要在冬春季,夏季基本上以降温为主。

因此,我国大部分地区的气温变化有冬暖夏凉的趋势。

为了探讨我国南北和东西向的温度变化情况,在 120°E 和 40°N 附近选取一些站点,作出气温距平的纬向—时间变化和经向—时间变化的演变图(图7和图8)。由图7可以看到,大约以 32°N 为界,北部的气温变化过程与南部的变化是有差异的。在50年代,北部都为降温,而南部在前期为正距平,后期为负距平。在50年代末到60年代中期这一升温阶段中,南部升温的持续时间要比北部长,60年代中期到70年代中期,南北部都一致降温。但70年代中期以后,北部普遍为持续的升温,南部则是短期的降温 and 升温交替出现。由图7还可以看到,南北向的气温距平没有出现明显的倾斜,因此,气温变化的南北传播现象不显著。图8显示了温度变化的东西向分布。由该图可以看到,东西向的温度正负距平区基本上是平行的,这表明东西部的温度变化趋势是比较一致的。其近40年温度升降的几个阶段也与前面所

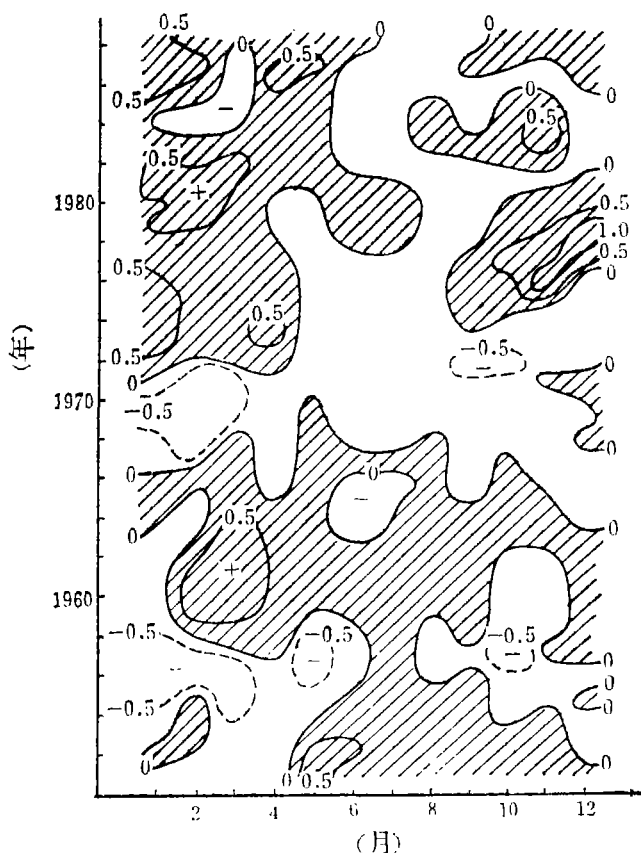
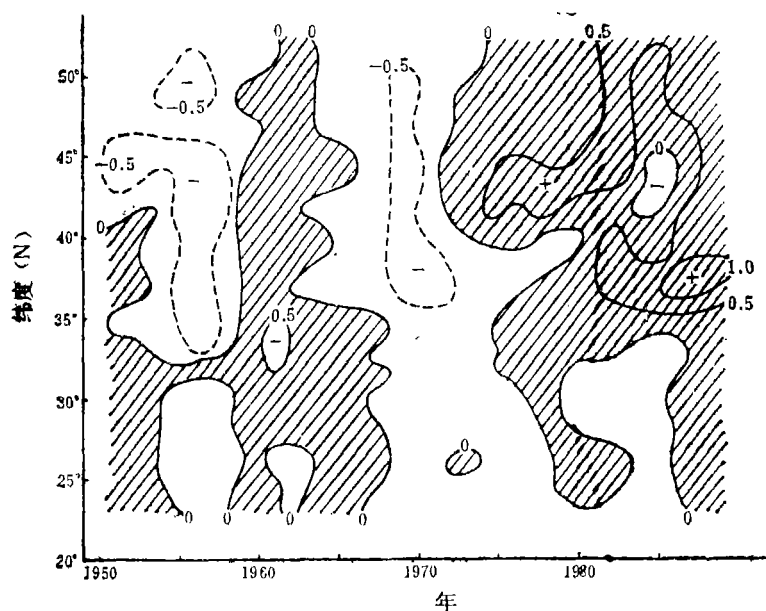
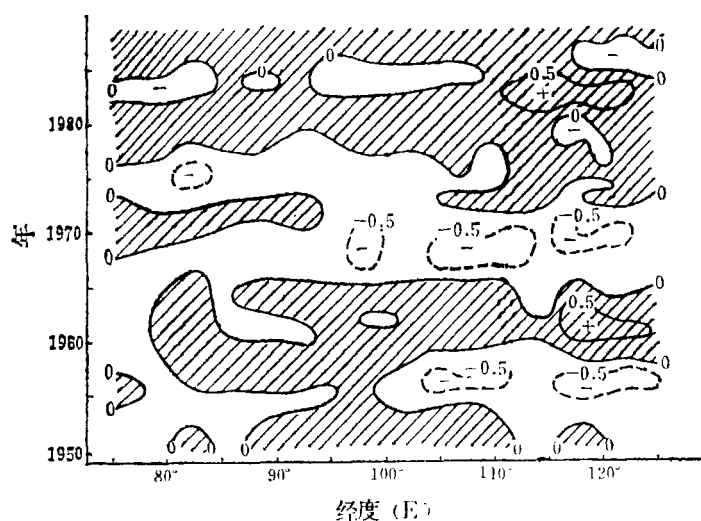


图6 近四十年我国气温距平的逐月变化($^{\circ}\text{C}$)
Variation of monthly temperature departure of
China from 1951 to 1988

图 7 气温距平的经向—时间变化 ($^{\circ}\text{C}$)

Variation of Latitude-time cross for temperature departure

图 8 气温距平的纬向—时间变化 ($^{\circ}\text{C}$)

Variation of longitude-time cross for temperature departure

指出的基本一致。在70年代中期以后的这一升温阶段中，有些地区在1982—84年中曾出现过短暂的降温。

通过以上的分析，可以得到如下的一些主要结果：

1. 全国年平均气温从50年代至今一直在升温, 40年共增加 0.2°C , 其变化趋势和过程与北半球的上分一致。10年际气温变化的符号和幅度随地区和季节有很大变化, 一般升温随纬度的增高而增大, 10年平均年最大增温出现在东北地区, 近40年升温 0.7°C , 新疆及华北地区升温 0.5°C , 长江以南地区降温; 冬秋季全国普遍增温, 且升温幅度最大, 如1月近40年新疆平均升温 2.9°C , 西北地区升温 1.8°C , 华北地区升温 1.3°C , 但夏季一般降温或略有升温。

2. 近40年来, 我国总的气温变化过程可分为几个阶段: 50年代初期的气温变化不大, 比较平稳; 从50年代中至末期为降温阶段; 50年代末到60年代中为气温回升阶段; 从60年代中至70年代中为降温阶段; 从70年代开始到现在, 气温持续回升。

3. 我国气温变化的地理差异是: 大约以 32°N 为界, 北部的东北、新疆、西北和华北的变化趋势与全国的基本一致, 其中以东北和新疆的温度变化幅度最大。而南部的华南和西南, 特别是西南地区则是另一种趋势, 50年代到60年代中期为升温阶段, 60年代中期以后, 气温基本上是下降的。南部地区的气温变化幅度没有北部地区的明显。

4. 气温变化的季节差异是: 升温阶段, 北部地区的增暖主要集中在冬春两个季节, 其中冬季最显著, 夏季则降温或升温幅度很小。西南和华南地区与北部的地区相反, 冬春季降温、夏秋季升温, 但其升温不如降温显著。总的来说, 近40年来我国大部分地区的气温变化有冬暖夏凉的趋势。

参 考 文 献

- 〔1〕 Jones, P.D. et al: North hemisphere surface air temperature variations, 1851-1981, J. Clim., Appl. Meteor. 25, 161-179, 1986.
- 〔2〕 章基嘉等: 当代气候变化趋势, 成都气象学院学报, 第二期, 1986年。
- 〔3〕 张先恭、李小泉: 本世纪我国气温变化的某些特征, 气象学报, 41(2), 1983年。
- 〔4〕 王绍武: 近三十年气温变化的趋势, 东北夏季低温长期预报文集, 气象出版社, 1983年。
- 〔5〕 卢文芳: 近30年我国月平均温度变化趋势及其与高空环流之间的关系, 气象科学, 第2期, 1984年。
- 〔6〕 屠其璞: 近百年来我国气温变化的趋势和周期, 南京气象学院学报, 第2期, 1981年。
- 〔7〕 李小泉、刘宗秀: 我国月平均气温等级图的分区及其若干统计特征, 东北夏季低温长期预报文集, 气象出版社, 1983年。

THE LONG-RANGE VARIATIONAL TREND OF TEMPERATURE IN CHINA FROM 1951 TO 1988

Li Kerang Lin Xianchao

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences and State
Planning Commission of the People's Republic of China)

Wei-chyung Wang

(Center of Atmospheric Science Research, New York State University)

Subject terms: temperature, climate change

Abstract

By using the data of air temperature from 1951 to 1988, the processes of temperature variation and its distribution of time and space are analysed, especially for the variational trend and warming of the decade span. The results show that the decade average temperature increases from 1950's to the present and is higher 0.2°C in 1980's, which processes and trend have good agreement with the north hemisphere. The trend and intensity of the decade span temperature variation have quite great difference among zones and seasons. Generally, warming amplifies with the latitudes from south to north. Comparing 80's with 50's the most obvious warming is in Northeast China. Average temperature increases 0.7°C there and 0.5°C both in Xinjiang and North China. In the area south to the Yangtze River, the average temperature decreases. In winter, the temperature generally increases over the whole country and intensifies heavily, such as the January average temperature increases 2.9°C in Xinjiang, 1.8°C in Northwest China and 1.3°C in North China for recent 40 years. However, temperature generally decreases or increases slightly in summer.

The recent 40 years' variational processes of temperature in China may be divided into the following stages: in the beginning of 50's, the trend of temperature is stable; from the middle to the end of 50's, temperature decreases; from the end of 50's to the middle of 60's temperature increases; from the middle of 60's to the middle of 70's, temperature decreases; from 70's up to now temperature increases persistently and the amplitude of temperature increase is comparable to the values of the warm period in 40's. For area distribution, the variational trend of temperature in the areas of north to 32°N , is accordant with the average conditions of the whole country, but in the areas of south to 32°N , especially in Southwest China, the variational trend is quite different from the average conditions of the whole country. For the seasonal distribution, the variational trend of temperature in the most areas of China increases in winter and decreases in summer.