

王 绍 武

(北京大学地球物理系)

## 提 要

根据1910—1988年气温级别,经过插补的1880—1988年哈尔滨、北京、上海、广州年气温序列及用史料恢复的我国东部气温10年平均距平,分析了近百年我国气温变化特征,并与北半球及全球的变化作了比较。

## 一、引 言

大气中的 $\text{CO}_2$ 浓度,到1989年估计已达到350ppmv左右,而上一世纪中叶,约为270ppmv,即在一百多年的时间内增加了30%。有人认为,这样造成的温室效应可能已经使全球气温上升了 $0.5^\circ\text{C}$ 以上,而到2030年,再加上其它温室气体的作用,可能总效果相当于 $\text{CO}_2$ 浓度增加到590ppmv,即为上一世纪中期的2.2倍。而最新的数值模拟研究表明, $\text{CO}_2$ 浓度加倍,全球地面气温可能上升 $3.5\text{—}4.2^\circ\text{C}$ [1]。因此,温室气体造成的气候变暖问题,已成为当前气候学研究的热点。

为了预测未来变暖的程度与速度,需要检验与比较各种理论与模式。而过去一百多年气候变化的历史,正是一个良好的试金石。同时,这段时间的气候也是预测未来的出发点。所以,对近百年气温变化的研究有重要意义。可惜,我国长的气温观测序列不多,而且还有中断,影响得出一个完整的概念。本文对几个长序列进行了插补,并与全球气温的最近研究结果比较,希望能对近百年我国的气温变化有一个明确的认识。

## 二、近80年气温等级序列

由于我国气温观测资料残缺不全,气温等级图[2]是唯一经过整理的大范围系统性

气温资料序列。这份资料包括1911—1980年东北、华北等7个区及全国的逐月平均温度等级,过去已有人根据它研究了近几十年的温度变化[3—4],因此,这里不准备详细分析,而只是作为研究的开始,并对过去的分析作两点补充:(1)把等级序列补到1988年(资料由中央气象台长期科提供)。(2)把等级转换为温度,这样可以得出一个明确的量的概念,并便于与北半球的结果比较。延长序列不必多谈,转换为温度也很简单。利用文献[2]中的气温等级界限,算出平均差1级相当温度变化多少(见附表),我们称之为级差,把气温等级距平乘以级差,就得到气温距平,只不过等级愈高气温愈低。

为了研究气候变化趋势,只考虑年平均,而不讨论月与季平均,对各区作10年平均,为了与其它研究一致,取1910—1919年、1920—1929年……记为1910'、1920'….,其中1910'中缺1910年,用[2]中所附的个别站插补。1980'只包括1980—1988年。同时,对全国平均在从等级转换为温度时,考虑到前40年新疆记录很少,所以用其他6个区的平均级差( $1.03^\circ\text{C}$ ),后40年则用7个区的平均( $1.10^\circ\text{C}$ )。同时,为了与其他研究一致,取对70年(1910—1979年)平均,求距平。图1给出各区气温的10年平均距平。

在分析气温变化之前,先谈一下距平的

附表 全国及各气温等级对应的气温差(°C)

| 地区 | 全国   | 新疆   | 东北   | 华北   | 华东   | 华南   | 西北   | 西南   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 级差 | 1.10 | 1.52 | 1.35 | 1.05 | 0.95 | 0.84 | 1.05 | 0.97 |

置信度。大家知道,当一组数据的平均值与多年平均有一定差别时,可以用 $t$ -检验来判断这个差别是否显著,公式为:

$$t = \frac{\bar{T} - [\bar{T}]}{\sigma_T / \sqrt{n}} \quad (1)$$

式中 $\bar{T}$ 为样本平均,这里我们视为某一个10年的平均, $[\bar{T}]$ 为多年平均,这里取为70年

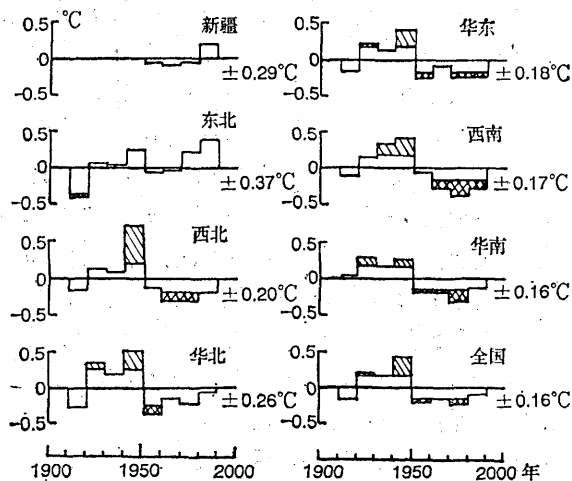


图1 全国及各区10年平均气温距平  
右侧数字为 $\sigma_T$

平均, $\sigma_T$ 为样本方差,即10年中逐年与10年平均之差所构成的方差, $n=10$ 。当自由度为 $n-1$ ,即9的时候,95%信度的 $t$ 为2.26。这样从(1)式不难算出达到95%信度的10年平均距平值为 $0.715\sigma_T$ 。这样只要算出 $\sigma_T$ ,就可以知道距平多大时,可以达到95%的置信度了。自然,每个10年 $\sigma_T$ 均不同,达到信度的距平也就不同,给分析比较带来不便,所以我们取平均 $\sigma_T$ ,即对1910'、1920'.....1970'分别求 $\sigma_T$ ,然后再平均。这样,每个区就有一个统一的标准。这个标准我们附在图1中每个区直方图的右侧。凡达到标准的

正距平画上斜线,负距平画上网格。从图1可得到如下结论。

1. 全国1920'—1940'暖,1950'—1970'冷,平均相差0.45°C;1980'接近正常,略偏冷。

2. 大部分地区与全国趋势一致,只有东北区差别较大,1970'偏暖。

3. 1980'东北区、新疆区偏暖,其它各区偏冷。

### 三、近百年气温变化趋势

至少至目前,我国能够经插补延长到100年以上的仅有4个序列,即哈尔滨、北京、上海及广州。从纬度分布来看,代表性较好,但可惜都靠近东部沿海。下面逐个说明其插补方法。

哈尔滨,1909年之前无记录,过去人们多用海参崴资料插补,但海参崴测站高度有变化,所以改用日本根室资料。插补方法是,把根室气温标准化,然后乘以哈尔滨气温的方差,把哈尔滨缺测年资料补足。

北京,自1841年起即有观测,但后来多次中断。北京市气象台已经做了插补工作[5],补足了1868—1980年的序列,我们利用寒冷指数[6]补充缺测,使序列向前延伸到1840年。

上海,是我国观测资料最完整的站[7],只有个别月份按气温等级图插补,并用寒冷指数插补1870—1872年资料[8],得到1870年以来的序列。

广州,气温观测开始于1908年,经广东省气象局整理,有了完整的序列。1908年之前用香港资料插补,使序列延伸到1884年。参考北京、上海插补了1880—1883年资料。

这样以上4个序列均包括了1880—1979年。我们以下的研究均以这100年为基础,同时为了反映最新的情况,根据中央气象台长期科的资料,把这4个序列补到1988年。1980'平均即1980—1988年平均,距平均取

对1880—1979年平均的差, 信度检验亦如上节所述。图2给出4个站的10年平均气温距平直方图。图中同时附有全国气温及用寒冷指数拟合的我国东部气温<sup>[9]</sup>。其中全国气温是根据图1中的序列, 订正为对100年平均距平得到的。东部气温是华北、华东两个区的平均, 与全国气温度变化几乎一致。

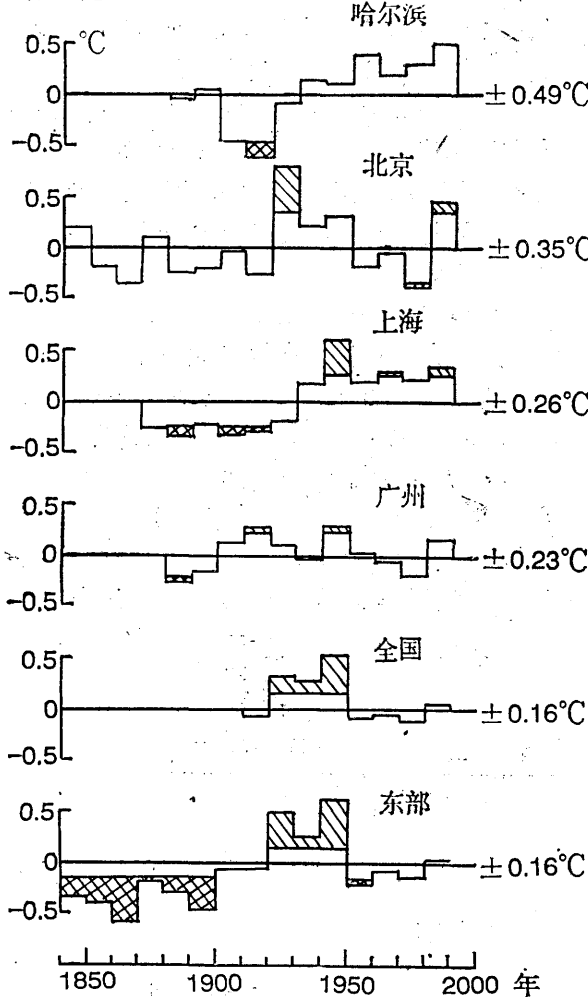


图2 哈尔滨、北京、上海、广州、全国及东部地区年气温10年平均距平  
右侧数字为 $\sigma_T$

从这4个我国最长的序列来看, 气温变化各有不同。如果对比1920'—1940'及1950'—1970'两个30年, 北京气温下降最明显, 广州次之, 上海几乎未变, 哈尔滨则反而上升。这种差异从图3可以看得更清楚。近30

年, 我国内陆气温下降, 西北部分地区可能下降 $1.5^\circ\text{C}$ 以上, 东北与沿海或者下降不多, 或者反而上升。80年代仍维持这种趋势。比较图1与图2, 1980'东北区与哈尔滨均为较大正距平, 但华北、华东、华南为负距平, 而北京、上海及广州为正距平, 说明沿海与内陆变化趋势不同。4个站中以北京序列最长, 虽然经过插补, 难免有误差, 早期的观测也可能有误差, 测站位置又屡次更改, 但上个世纪后半叶直到1920'之前气温偏低的趋势则大体上是可信的, 上海的资料也反映了类似的趋势。

由此我们可以对近百年来我国的气温变化趋势做如下概括: 自上一个世纪后半叶, 到本世纪初, 全国气温偏低; 1920'气温显著上升, 1920'—1940'是全国最暖的30年, 1950'—1970'内陆气温偏低, 东北及沿海则气温仍维持不变或有上升, 1980'除东北区外, 各区气温均偏低, 但北京、上海、广州均为正距平, 说明东北及沿海变暖。

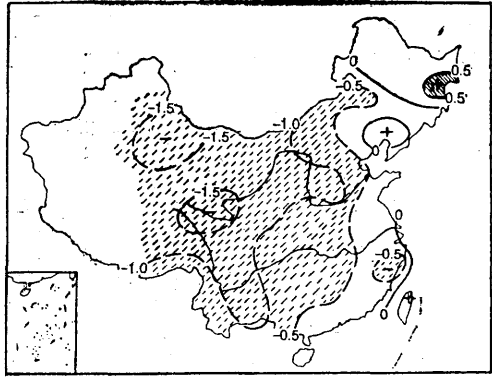


图3 1950'—1970'与1920'—1940'年气温差

四、全球气温变化趋势

把我国的气温变化与北半球及全球气温变化作个比较是很有意思的。研究北半球温度变化的至今有三十多位作者, 但分析方法严谨、资料又最丰富的是Jones等<sup>[10-11]</sup>, 他们大约共用了陆地测站1亿个数据及海上船舶观测6千万个数据, 对城市热岛效应等非自然影响作了处理, 因此其序列被

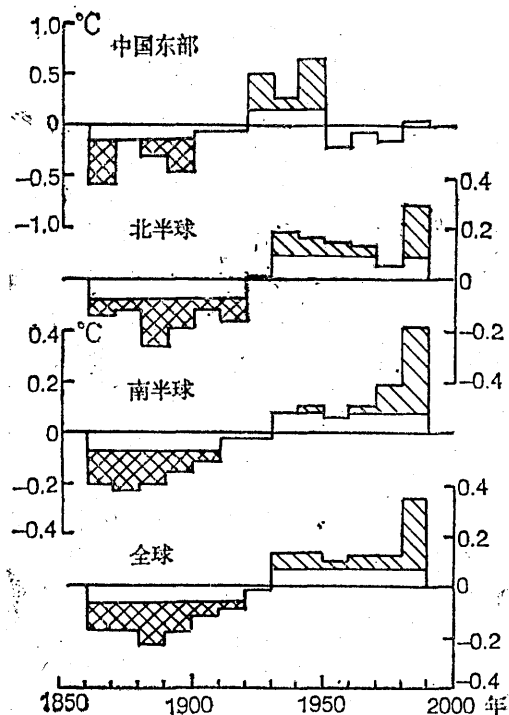


图4 我国东部、北半球、南半球及全球年气温的10年平均距平

公认为目前最有代表性的序列。图4给出最新公布的数据<sup>[12]</sup>。为了比较，图中同时给出我国东部气温。

从图4可以看出，南半球与北半球气温变化的总趋势是一致的。从1930'开始，气温为明显的正距平，1860'—1910'气温始终较低，1980'突然变得很暖，正距平远超过前几十年的温暖期。最冷与最暖的10年，气温差0.5—0.6℃。如果说南北半球有一定差异的话，就在于从1930'—1970'北半球气温下降0.13℃，而南半球上升0.12℃。因此，从这种意义上讲，我国气温变化与北半球有一定一致性，但北半球并没有下降到近百年平均值以下，同时1980'北半球平均也是很暖的，而我国气温则刚刚回升到近百年平均值附近，这是与北半球或全球气温变化趋势不一致的。

究竟我国的气温变化与北半球是否一致，还可以从更长的序列来比较。Grove-man与Landsberg建立了1579—1880年北半球气温序列<sup>[13]</sup>，Schnöwiese对此进行了许多研究<sup>[14, 15]</sup>。如上所述，我们用寒冷指数重建了华北与华东的年气温序列<sup>[6, 8]</sup>，并将它们平均代表我国东部地区。将它与北半球的气温比较，图5给出了两个序列的10

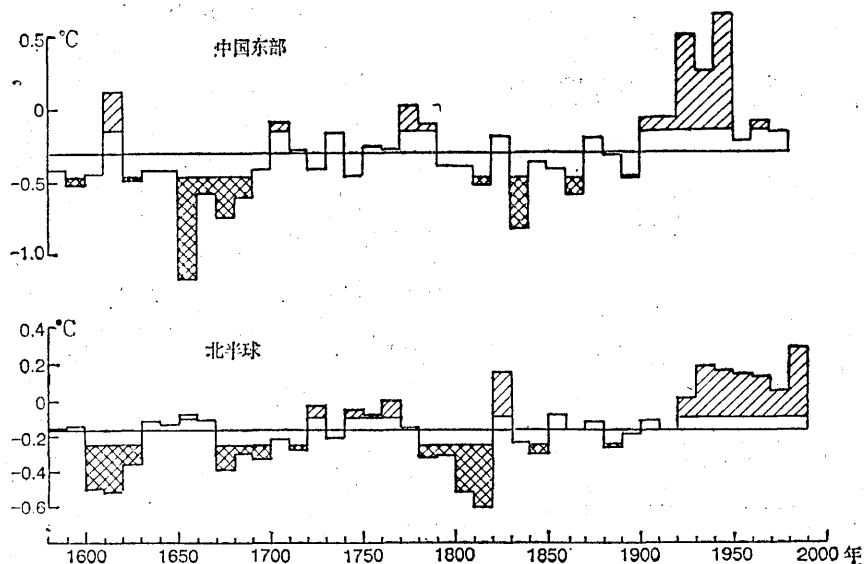


图5 中国东部、北半球年气温的10年平均距平

年平均气温距平。粗略地看，17世纪及19世纪寒冷，20世纪显著变暖，18世纪相对温暖

是一致的，10年平均气温距平的相关系数达0.37 ( $N = 40$ )，超过了95%信度界限。因

此,我们可以得到结论,从过去400年的气温变化趋势来讲,我国与北半球大体一致,但仔细分析,最冷时间与最暖时期却并不完全相同,1610'中国东部暖,但北半球冷,1650'中国冷,但北半球暖。所以,也就不奇怪,1980'是北半球近400年最暖的10年,但我国气温仍低于近百年平均。整个400年平均,我国为 $-0.30$ (对近百年距平),而北半球为 $-0.17^{\circ}\text{C}$ ,两者也有差异。因此,我们可以得到结论,我国气温变化趋势基本与北半球一致,但短期的几十年的变化,表现在最冷、最暖出现的时期却不完全相同。

### 参 考 文 献

- [1] 王绍武, 温室气体增长对气候和社会的影响, 气象科技, 1989年, 1期。
- [2] 天气气候所、中央气象台, 中国气温等级图, 1911—1980, 气象出版社, 1984。
- [3] 张先恭等, 我国历年逐月平均气温的分级及气温多年变化特征, 东北夏季低温长期预报文集, 49—61, 气象出版社, 1983。
- [4] 李小泉等, 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, 62—71, 气象出版社, 1983。
- [5] 北京市气象局, 北京气候资料(一), 1841—1980年, 1982。
- [6] 王绍武, 公元1380年以来我国北部气温序列的重建, 1990(即将发表)。
- [7] 上海市气象局, 上海气象资料 1873—1972, 1974。
- [8] 王绍武、王日升, 小冰河期我国温度变化初探, 1990(即将发表)。
- [9] 王绍武, 中国的小冰河期, 1990(即将发表)
- [10] Jones, P.D. et al., Northern Hemisphere surface air temperatures; 1851—1984, J. Climate Appl. Meteo., 25, 161—179, 1986.
- [11] Jones, P.D. et al., Southern Hemisphere surface air temperatures; 1851—1984, J. Climate Appl. Meteo. 25, 1213—1230, 1986.
- [12] Jones P.D., The influence of ENSO on global temperatures, Climate Monitor, 17, 80—89, 1988.
- [13] Groveman, B.S., and Landsberg, H. E., Reconstruction of the Northern Hemisphere temperature; 1579—1880, University of Maryland, Dep. of Meteo., Publ. No. 79. 181/182, 1979.
- [14] Schönwiese, C.—D., Northern Hemisphere temperature statistics and forcing. Part B; 1579—1980, A D. Arch. Met. Biocl., Ser B35, 155—178, 1984.
- [16] Schönwiese, C.—D., Zur Parameterisierung der nord hemisphärischen vultantigkeit seit 1500, Meteorol. Rdsch. 39, 126—132, 1986.

## Variations of temperature in China for the 100 year period in comparison with global temperatures

Wang Shao wu

(Department of Geophysics, Peking University)

### Abstract

The variations of ten year mean annual temperature are examined based on the temperature grade data set (1910—1988) and station temperature observation in Haerbin, Beijing, Shanghai and Guangzhou (1880—1979). The temperature variation in China is compared with that in the Northern Hemisphere and over the globe.