

# 中国近半个世纪最高气温变化特征<sup>①\*</sup>

缪启龙<sup>1</sup> 周自江<sup>2</sup> 殷永元<sup>3</sup> 周锁铨<sup>1</sup> 吴静波<sup>1</sup>

(1 南京气象学院, 南京 210044) (2 国家气象中心, 北京 100081) (3 香港大学, 香港)

**摘 要** 本文根据中国 164 个站 1951—1995 年极端气温资料分析了中国各地区平均最高气温 45 年来的多年变化特征, 指出中国北方趋势变化并不明显, 80 年代后期有明显上升, 西南地区 80 年代后期急剧下降, 长江流域以南 60 年代降温后变化不大, 青藏高原变化较小。各季的多年变化也各不相同, 有区域性差异。EOF 分析表明中国各地大多数年份有相似变化趋势, 也有一些年份长江流域以南与其它各地变化相反。

**关键词** 中国; 半个世纪; 最高气温; 变化特征。

**分类号** P423

## 引 言

政府间气候变化专门委员会(IPCC)对近百年全球气候的事实曾作过几次评估, 指出近百年全球温度呈上升趋势, 约上升 0.6℃左右, 认为 80 年代是本世纪最暖的十年<sup>[1]</sup>。王绍武、张先恭、陈隆勋等均先后研究了中国的平均气温变化<sup>[2,3,4,5,6]</sup>。这些成果有助于我们认识中国气候变化的史实。温度变化的表现是多方面的, 笔者认为进一步的分析中国最高温度的变化, 有利于认识气候变化的特征和气候变化影响因子的探讨, 对做好气候预测、减灾防灾都有实际意义, 而目前关于最高气温变化的研究还很少见到报道。因此, 本文试图利用实测的气温资料分析中国近半个世纪来最高气温的变化, 以期引起更多的讨论。

## 1 资 料

资料取自气象资料月报表, 中国 164 个基本站 1951 年 1 月至 1995 年 12 月逐年逐月的平均最高气温资料, 资料准确、可靠。为了便于与文献[3]的平均气温变化的分析相比较, 本文也作了相应区域分区, 为了突出青藏高原的独特性, 特别将青藏高原单独划为一个区, 这样全国共划出 8 个自然区(表 1)。

## 2 中国年平均最高气温的变化

中国年平均最高气温长江中下游地区和华南地区呈明显下降(图 1)。这一地带 50 年代明

① 收稿日期: 1997-08-13; 修改稿日期: 1997-12-10。

\* 本工作得到香港“RGC/UGC Grant Coclé 338/005/0007. RGC Project Reference Number: HKU 7119/97P”部分资助。

显偏暖而 60 年代开始急剧下降 1.5~2.0℃ 之后虽有波动并呈微弱的上升,但仍都在 45 年的

表 1 自然区域的行政范围

Table 1 The administrative areas of natural region

区号	区域名称	行政范围
1	东北	黑龙江 吉林 辽宁 内蒙古东部
2	西北西部	新疆
3	西北东部	陕西 甘肃 宁夏 内蒙古西部
4	华北	河北 山东 河南 山西 北京 天津 内蒙古中部
5	长江中下游	江苏 浙江 江西 安徽 湖北 湖南
6	西南	四川中、东部 云南(除德钦外) 贵州
7	华南	广东 广西 福建 海南
8	青藏高原	青海 西藏 四川西部 云南西北

平均值以下。西南地区在 80 年代中期以前呈微弱的下降趋势,在 80 年代后期则急剧下降了 2~3℃,最近近十年来一直是 45 年来平均最高气温最低的时期。青藏高原在 80 年代中期以前变化不大,趋势变化也不明显,而在 80 年代后期开始有较大的下降变冷,90 年代比 80 年代下降了 0.6℃,1990 年前后为 45 年来较冷的时期。中国北方地区在 50 年代初平均最高气温较高,50 年代中期较冷,华北、西北东部、西北西部 60 年代~80 年代初均较低,而在 80 年代中后期开始明显上升,这在西北东部,华北尤其显著,90 年代分别上升 0.6℃和 0.8℃,是 45 年来最高的平均最高气温。东北地区在 50 年代前期、60 年代前期、70 年代中期~80 年代中期均较暖,60 年代~70 年代前期较冷,80 年代最高。这与文献[3]指出北方 1965—1970 年间明显变冷相一致。上述分析与文献[2]指出 80 年代中期北方还是变暖的,但长江流域反而有所下降的认识是一致的。

表 2 是每十年年平均最高气温,可见东北地区 80 年代平均最高气温最高。华北、西北东部、西北西部在 90 年代初是 45 年来平均最高气温最高的时期;长江中下游、华南、青藏高原则在 50 年代最高,青藏高原 90 年代有明显降温。西南地区 50、60、70 年代数值相等,其后稍有下降,90 年代比 80 年代下降了 2.0℃,这是十分明显降温现象。

### 3 各季的多年变化

#### 3.1 1 月平均最高气温变化

东北、华北、西北东部、西北西部等地的 1 月平均最高气温 45 年来均呈持续上升趋势,这以西北西部最为明显。长江中下游地区明显下降,60 年代较 50 年代下降了 3.4℃,随后几十年来变化很小仅有微小的下降趋势。西南、青藏高原 80 年代末以前有较小的上升趋势,其后则明显下降,尤其西南地区下降了 3.7℃,这是非常突出的降温现象。华南地区则呈持续下降趋势,90 年代较 50 年代下降了 1.2℃(表 3、图 2)。

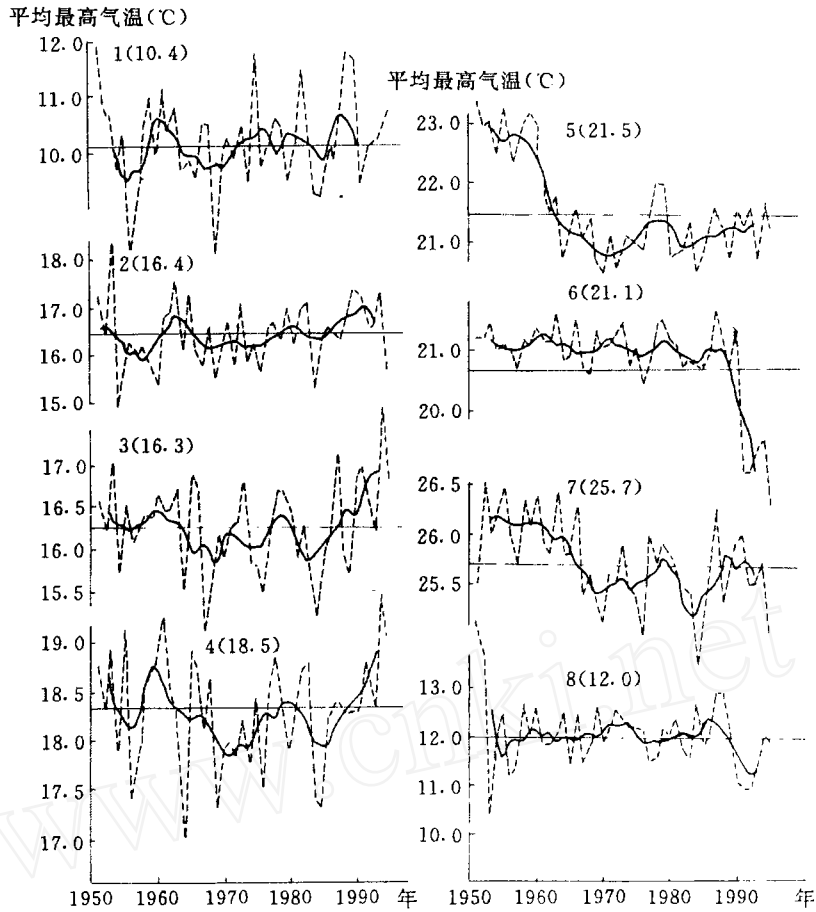


图1 中国各地区年平均最高气温多年变化

(虚线为逐年变化、实线为五年滑动变化,括号内的数据为该区平均下同)

Fig. 1 Multi-years change of mean maximum temperature for Chinese every area

(The dashed line is the temperature change year by year, the solid line is temperature smoothing mean of five years. The data in the brackets are mean of this area, the same below.)

表2 各地区每十年的平均最高气温(°C)

Table 2 Mean maximum temperature of every ten-year for every area(°C)

	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1991—1995
东北	10.3	10.2	10.4	10.6	10.3
西北西部	16.2	16.5	16.4	16.5	16.7
西北东部	16.4	16.1	16.2	16.1	16.9
华北	18.4	18.3	18.1	18.7	18.8
长江中下游	22.9	21.2	21.1	21.1	21.3
西南	21.2	21.2	21.2	21.0	19.0
华南	26.1	25.7	25.6	25.4	25.5
青藏高原	12.2	12.0	12.1	12.1	11.5

表3 中国各地区1月最高气温每十年平均值(°C)

Table 3 January maximum mean temperature of Chinese every area for ten years(°C)

最高气温	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1995
东北	-10.6	-10.5	-9.6	-9.9	-9.4
西北西部	-4.8	-3.9	-4.2	-2.4	-2.2
西北东部	0.9	1.3	1.5	1.8	1.5
华北	2.2	3.0	2.9	2.8	3.2
长江中下游	12.1	8.7	8.6	8.6	8.2
西南	12.0	12.2	12.1	12.5	8.8
华南	17.3	17.0	16.7	16.8	16.1
青藏高原	2.5	2.5	2.5	2.8	1.5

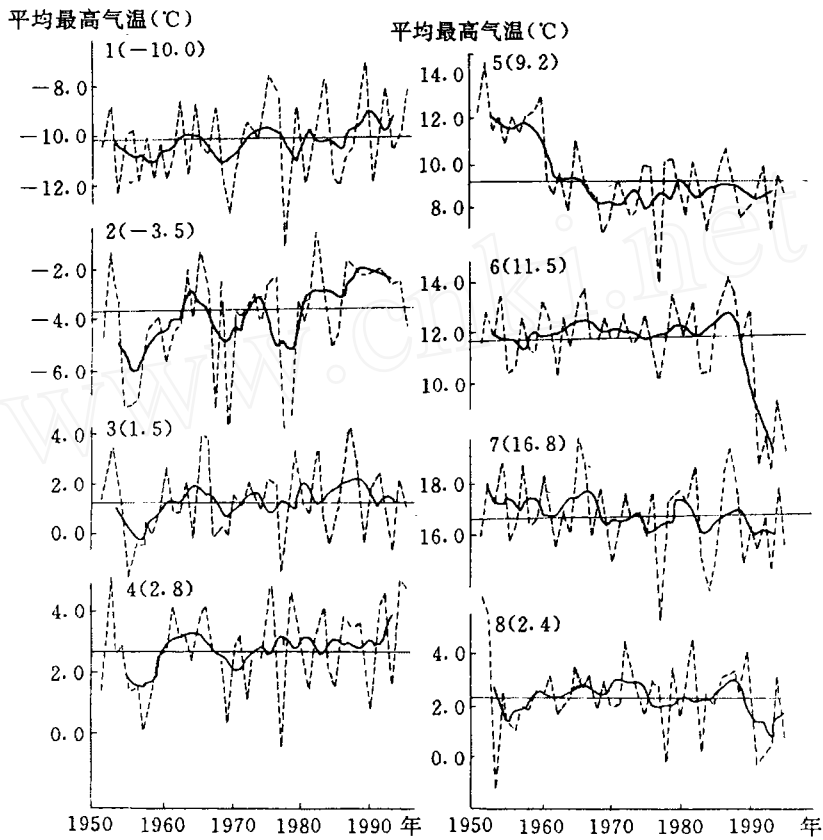


图2 中国各地1月平均最高气温变化

Fig. 2 January maximum mean temperature change of Chinese every area

### 3.2 4月平均最高气温变化

4月最高气温在东北、华北、西北东部和西部总趋势有微弱的上升,同时年际变化也基本同步,华北60年代降温明显,下降了1.3°C,其后上升明显,90年代比60年代上升了1.5°C。

长江中下游地区 60 年代显著降温比 50 年代下降了  $2.0^{\circ}\text{C}$ , 其后呈上升趋势。而西南和青藏高原则呈持续下降趋势, 90 年代较 60 年代西南地区下降  $1.5^{\circ}\text{C}$ 、青藏高原下降了  $1.2^{\circ}\text{C}$ , 华南地区变化不大, 80 年代最高温度较低(表 4、图略)。

表 4 中国各地 4 月最高气温多年变化( $^{\circ}\text{C}$ )

Table 4 April maximum multi-years temperature change of Chinese every area( $^{\circ}\text{C}$ )

	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1991—1995
东北	12.2	12.9	12.5	13.7	12.8
西北西部	19.6	20.3	20.8	20.2	20.4
西北东部	18.6	18.1	18.9	18.3	18.9
华北	20.3	19.0	19.7	20.3	20.5
长江中下游	22.6	20.6	21.2	21.1	21.2
西南	23.2	23.1	23.2	22.4	21.6
华南	25.8	25.5	25.4	24.9	25.5
青藏高原	12.9	13.1	13.0	12.1	11.9

### 3.3 7 月平均最高气温变化

夏季各地区的平均最高气温的年际变化较为复杂。东北地区 7 月平均最高气温在 50 年代中期到 70 年代末持续升温, 80 年代则开始下降, 90 年代比 70 年代下降了  $1.2^{\circ}\text{C}$ , 90 年代是近 45 年来的最低值。西北西部变化较小。西北东部 80 年代以前有微弱的降温, 而 80 年代到 90 年代则明显升温, 上升了  $1.4^{\circ}\text{C}$ 。华北 70 年代以前明显降温, 其后又显著升温。长江中下游地区、华南及青藏高原 45 年来变化较小。西南地区则呈持续下降趋势, 90 年代比 50 年代下降了  $0.9^{\circ}\text{C}$ , 90 年代是 7 月平均最高气温最低的时期(表 5、图 3)。

表 5 中国各地区 7 月最高气温每十年平均值( $^{\circ}\text{C}$ )

Table 5 July maximum mean temperature of Chinese every area for ten-years( $^{\circ}\text{C}$ )

最高气温	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1991—1995
东北	27.3	27.2	27.5	26.9	26.3
西北西部	32.7	32.6	32.6	32.5	32.5
西北东部	29.5	29.1	28.7	28.6	30.0
华北	31.2	31.1	30.3	30.4	31.1
长江中下游	32.6	33.1	32.7	32.5	32.5
西南	28.4	28.4	28.2	27.9	27.5
华南	33.0	33.1	33.0	33.1	33.0
青藏高原	20.5	20.2	20.2	20.3	20.0

### 3.4 10 月平均最高气温变化

10 月平均最高气温在东北、西北西部、西北东部及华北等中国北方地区 45 年来年际变化较大, 但趋势变化并不明显。长江中下游地区呈持续降温趋势, 80、90 年代最高气温较低比 50 年代低  $1.7^{\circ}\text{C}$ 。华南地区也呈下降趋势 90 年代比 50 年代低  $1.0^{\circ}\text{C}$ 。而西南地区则较特殊, 70 年代中期以前微弱上升, 其后下降, 尤其 80 年代末以来明显降温, 90 比 70 年代下降了  $2.4^{\circ}\text{C}$ 。青藏高原变化不大, 但年际变化较大, 90 年代最低, 较 80 年代下降了  $1.3^{\circ}\text{C}$ (表 6、图略)。

从上述 1、4、7、10 各月的多年变化分析表明各季的变化并不一致, 与年平均的变化也有一定的差异, 1 月份北方各地升温明显; 最高气温在区域上则有一些地区变化基本相似, 如华北、

西北、东北,长江中下游与华南,而西南、青藏高原则又有各自特殊性,这可能表明气候变化具有明显的区域特性。

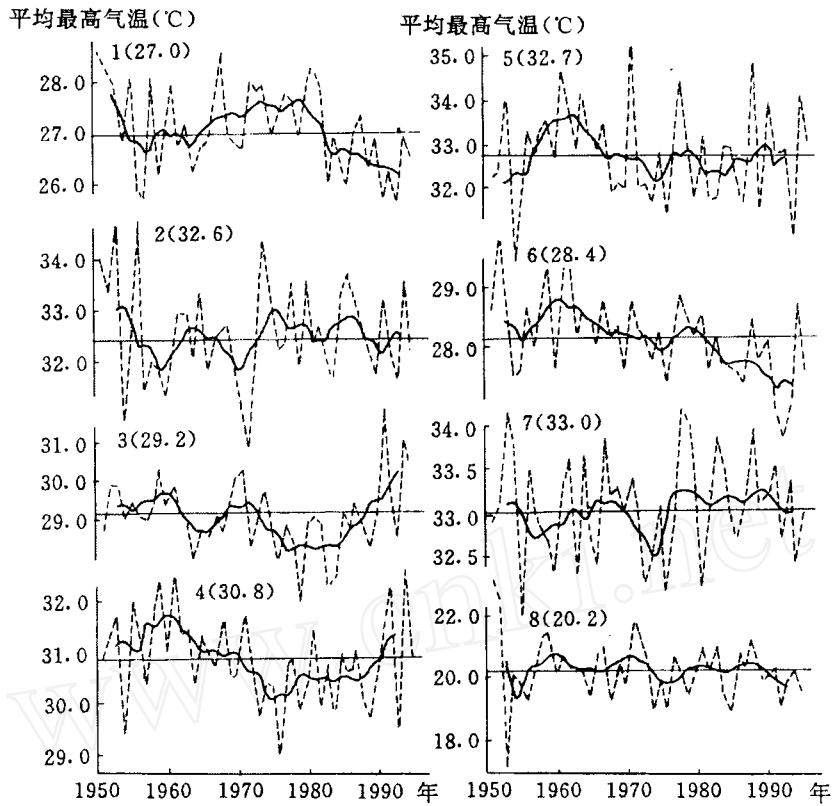


图3 中国各地7月最高气温多年变化

Fig. 3 July maximum multi-years temperature change of Chinese every area

表6 中国各地10月平均最高气温每十年变化(C)

Table 6 October maximum mean temperature change of Chinese every area for ten years

	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1995
东北	12.8	12.6	11.9	12.6	12.1
西北西部	17.6	17.5	18.0	17.2	17.8
西北东部	16.8	16.5	16.8	16.5	16.5
华北	20.4	19.7	19.8	20.0	20.4
长江中下游	24.4	22.8	23.1	22.7	22.7
西南	20.8	21.1	21.4	21.2	18.8
华南	28.3	27.8	27.6	27.8	27.3
青藏高原	12.6	12.8	12.7	13.3	12.0

#### 4 中国最高气温距平场的 EOF 分析

为了分析最高气温场的特征,我们利用全国分布较均匀的 102 个站的资料,进行了 EOF 分析,其结果如表 7,由表可见,对年平均最高气温的 EOF 分析的前三个典型场的方差累积贡献达 72%,基本上反映了全国最高气温分布的主要特征。由权重系数(表略)可知年平均最高气温第一典型场占 50% 的年分,第二典型场占 41%。因此分析第一、第二典型场特征即可基本了解全国最高气温场分布。

表 7 年平均最高气温前 5 个特征向量的方差贡献

Table 7 The variance contribution of first five characteristic vectors of annual maximum mean temperature

序号	1	2	3	4	5
特征值	43.40	21.40	8.63	7.38	5.28
方差贡献	42.55	20.98	8.46	7.24	5.17
累积方差(%)	42.55	63.53	71.99	79.23	84.40

图 4 是年平均最高气温距平场的第一特征向量场,可见,全国绝大部分地区为同号距平,最高气温于长江中下游、华北、东北南部及华南变化较大,新疆南部也稍大,青藏高原则有微弱的相反变化。

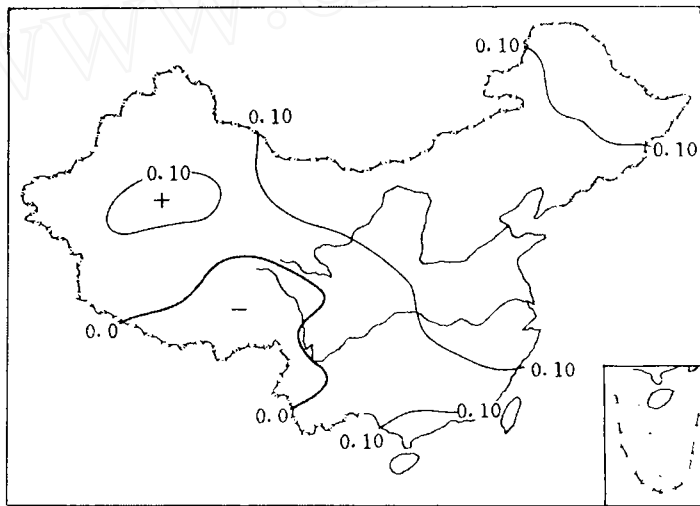


图 4 中国年平均最高气温距平场第一特征向量场分布

Fig. 4 The first characteristic vector field of Chinese annual maximum mean temperature

图 5 是年平均最高气温距平场的第二特征向量场分布,该图表明最高气温场在秦岭、黄河以南、云贵高原以东广大地区及准噶尔盆地与全国其它各地区呈相反的变化,变化最大的分别位于四川、两湖、赣闽和东北北部、青藏高原。

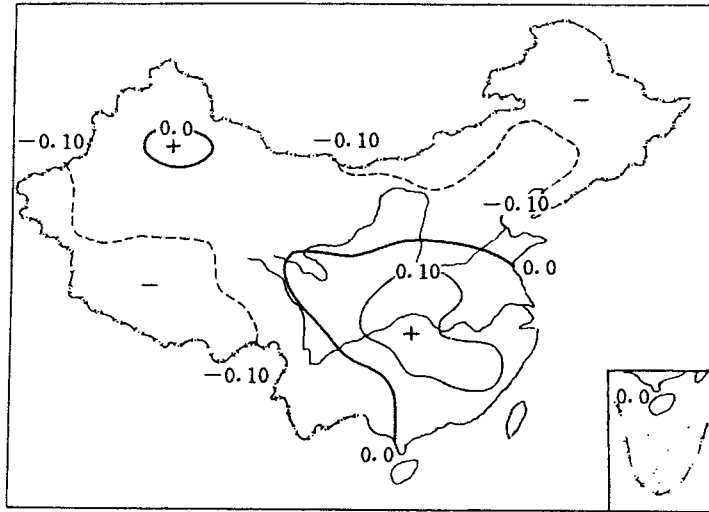


图5 中国年平均最高气温场第二特征向量场分布

Fig. 5 The second characteristic vector field of Chinese annual maximum mean temperature

对于冬、夏季中国最高气温距平场的 EOF 分析(表、图略),第一特征向量场表明 1 月除东北大部、新疆北端外全国其它地区均是同号距平,变化较大的是长江中下游及其以南地区,相反变化稍大的东北。7 月第一特征向量场虽然全国各地大多呈同号距平,变化最大的在环渤海、黄淮及长江中下游地区,但华南、东北黑龙江沿江及西藏雅鲁藏布江中游则呈相反变化,变化稍大的是东南沿海。

第二特征向量场表明 1 月中国北方、西藏、云南西部及东部沿海与陕西南部、河南、长江中游、华南西部、云贵高原中东部呈相反变化,变化较大分别在东北南部、新疆和西南地区。7 月东北、华北北部、西北东部、青藏高原、新疆南部与华北中南部、黄淮及长江流域以南地区变化相反,变化较大的分别在东北中北部和华南地区。

上述中国最高温度距平场的 EOF 分析表明中国最高温度的变化大多数年份变化趋势基本相同,但也有不少年份中国南、北方变化趋势相反,1、7 月的变化较年平均变化来得更复杂一些。这可能表明中国气温变化的影响因子大多数年份基本一致,也有不少年份南、北方的影响因子有较大差异;前面在不同季节多年变化的讨论中也指出气候变化具有明显的区域特性,因此探讨气候变化影响因子和进行气候预测时必须分区域进行。这方面我们将进一步探讨。

## 5 小结与讨论

(1)中国年平均日最高气温的变化在北方地区 45 年来变化基本一致,趋势变化并不明显,80 年代中期则明显上升;中国南方变化复杂一些,45 年来呈下降趋势,华南、长江中下游 60 年代显著下降后变化不大;西南地区则在 80 年代后期急剧下降;青藏高原多年变化不明显。

(2)1、4、7、10 月各季分析表明不同季节的多年变化并不一致,与年平均的多年变化也有



差异,尤其是1月份北方各地持续升温变暖明显;最高气温的多年变化有区域性的相似,这对探讨气候变化的影响因子和进行气候预测的研究有某些启示。

(3)通过最高气温的 EOF 分析表明中国各地大多数年份有相似的变化趋势,也有不少年份长江流域以南与中国其它地区变化趋势相反。这表明中国各地大多数年份受到的影响因子大致相同,也有不少年份的影响因子有明显的区域性差异。

本文上述所讨论的中国日最高气温的多年变化,与平均气温的多年变化特征基本一致,又不完全相同。这是因为平均气温还与日最低气温相联系。最低气温分析表明<sup>②</sup>中国北方各地45年来最低气温持续升温变暖,尤其是在1月份北方最低气温升温变暖较最高气温升温更为显著,80年代以来是中国北方最低气温最高的时期。如1991—1995年较1951—1960年1月份最低气温东北升温2.0℃、西北西部升温3.8℃、西北东部升温2.0℃、华北升温1.9℃,表明中国北方冬季变暖明显。南方地区近年来1月份最低气温虽也有变暖趋势,但较中国北方升温幅度要小一些。夏季(7月)最低气温45年来除西北西部80年代中期开始明显升温外其它各地趋势变化不大。各地的气温日较差45年来则有变小的趋势,如1981—1990年较1951—1960年平均气温日较差东北小0.6℃、西北西部小0.3℃、西北东部小0.5℃、华北小0.4、长江中下游小0.5℃、西南小0.3℃、华南小0.3℃、青藏高原小0.9℃。90年代较50年代也有类似特点。这些结果表明中国北方升温明显,尤其冬季升温显著,各地气温日较差近年来也趋于减小,这与文献[1]关于北半球的温度变化的分析相一致。

#### 参 考 文 献

- 1 政府间气候变化专业委员会,IPCC第二次评估气候变化1995,政府间气候变化专业委员会报告.
- 2 王绍武,近百年气候变化与变率的诊断研究,气象学报,1994,52(3):261—273.
- 3 陈隆勋等,近四十年我国气候变化的初步分析,应用气象学报,1992,2(2):164—174.
- 4 屠其璞等,冬季我国温度场的经验正交分解,南京气象学院学报,1981,3(1):26—36.
- 5 王宇、缪启龙等,云南省40年来气温场变化的基本特征,南京气象学院学报,1996,19(4):478—481.
- 6 张先恭等,本世纪我国气温变化的某些特征,气象学报,1982,40(2):198—228.

<sup>②</sup> 缪启龙等,中国45年来日最低气温的变化特征(待发表)。

# THE MAXIMUM TEMPERATURE CHANGE FEATURES FOR NEAR HALF CENTURY IN CHINA

Miao Qilong<sup>1</sup> Zhou Zijiang<sup>2</sup> Yin Yongyuan<sup>3</sup> Zhou Suoquan<sup>1</sup> Wu Jingbo<sup>1</sup>

(1 *Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044*)

(2 *State Meteorological Center, Beijing 100081*)

(3 *Hongkong University, Hongkong*)

**Abstract** Using 1951—1995 temperature data of 164 Chinese meteorological stations, the mean maximum temperature change features for 45 years are analyzed over Chinese every area. It is pointed that the temperature change is not quite clear in north China, went up during the late 1980s, descended during the late 1980s in southeast China, is not quite clear also during the late 1960s south to The Yangtze River, and is small in Qingzang Plateau. For many years the temperature seasonal and regional change are clearly different. Almost every year temperature change has similar trend by EOF analyzing, and for another years it has opposite trend in South to Yangtze River.

**Key words** China; Half century; Maximum temperature; Change feature.