

气温极端值的选取与分析

潘晓华

翟盘茂

(中国气象科学研究院,北京 100081)

(国家气候中心)

提 要

首先对中国 200 个测站 1951~1999 年的逐日气温资料进行质量控制,剔除错误值;然后根据第 95 个和第 5 个百分位值来确定气温极端值及其阈值;最后,利用上述方法所确定的极端值分析了近 50 年内我国气温极端值的气候学分布特征,并结合实例分析了对极端高温和低温气候事件的检测应用。

关键词: 气温极端值 质量控制 百分位值

引 言

天气和气候极端事件的频率和强度的变化对人类社会经济和环境很可能产生巨大影响,因而受到越来越多的关注^[1]。近几年,不少学者利用多种方法从不同空间和时间角度对极端气温的变化展开了一系列的研究^[2~5],但在这些研究中多以逐月气温资料中的绝对极端值作为研究对象,这种方法容易受到错误资料的影响。本文的研究目的是通过严格的质量控制,剔除错误资料,从逐日气温分布出发,选取其边缘分布确定极端值和极端值阈值,最后将上述方法所得到的极端值,在气候学分布以及对极端高温和低温事件的检测应用等方面进一步展开讨论。

本文所用资料为中国大陆 200 测站的逐日最高气温、最低气温和平均气温,资料的长度大多为 1951~1999 年,对其中不满 40 年的 3 个测站予以剔除。

1 资料的质量控制

为了得到高质量的逐日气温资料,准确地描述极端气温的空间分布和时间分布,首先对资料进行严格的质量控制,剔除错误资料。

1.1 气候标准值的确定

在以下的计算和分析中都需要和气候标准值对比,所以建立正确、稳定的气候标准值非常关键。本文采用 1961~1990 年 30 年的

资料。利用这 30 年资料的算术平均值得到的气候标准值容易受错误值的影响,使相应及相邻时段的气候标准值偏离实际情况。本文采取计算同日 30 年资料的中位数的方法来得到气候标准值,因为中位数不易受异常值和错误值的影响,在样本量较小的情况下,这一点显得尤为重要。为了避免受天气过程的影响,进而对以上结果做 21 点的二项式平滑处理,滤去 10 天以下的天气过程的扰动。

1.2 错误资料的剔除

气象资料的质量很容易影响极端值研究结果,从而掩盖真实的气候,甚至会得出虚假的气候变化,业务部门虽然对原始资料已经经过初步的质量检查,但不可避免地仍然存在一些错误值。在气象资料中,极端值和错误值极易混淆,本文研制了多种判别方法,逐步将错误值挑选出来,从而保证下一步对极端值研究结果的可靠性。

以逐日最高气温为例,选取离本站最近的 5 个站为参考站。该站最高气温的逐日序列为 $T_{maxj}, j = 1, \dots, n, n$ 为序列的样本长度,其标准化序列为 H_j , 参考站最高气温的标准化序列为 $R_{ji}, j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, 5$ 。任福民等利用相邻站的相同要素在空间上存在一致性的特点对逐月资料进行了质量控制^[4]。考虑到逐日资料相对逐月资料存在着更大不稳定性特点,本文在利用相同要素

空间一致性的检查条件的同时,增加了相关要素之间一致性的检查条件,即利用该站最低气温 $T_{\min j}$ 和平均气温 $T_{\text{avg}j}$ 也与 $T_{\max j}$ 存在一致性的特点进行检查,其相应的标准化序列分别为 L_j 和 $A_j, j = 1, \dots, n, n$ 为序列的样本长度。

相同要素空间一致性的检查条件为:

$$N_1 = \sum_{i=1}^5 k_i, k_i = \begin{cases} 1, H_j R_{ji} > 0 \\ 0, H_j R_{ji} < 0 \end{cases}$$

$$N_2 = \sum_{i=1}^5 k_i S_i,$$

$$S_i = \begin{cases} 1, H_j + 2 \geq R_{ji} \geq H_j - 2 \\ 0, \text{其他} \end{cases}$$

相关要素之间一致性的检查条件为:

$$N_3 = \begin{cases} 1, H_j L_j > 0 \\ 0, H_j L_j < 0 \end{cases}$$

$$N_4 = \begin{cases} 1, H_j A_j > 0 \\ 0, H_j A_j < 0 \end{cases}$$

世界气象组织(WMO)曾规定把距平超过2倍标准差的事件称为异常,我们研究的极端值是异常值中的一部分,但因为错误值极易与极端值混淆,故本文采取如下的质量控制方法,剔除错误值:

当 $|H_j| < 2$, 认为正确。

满足以下条件的资料均认为错误,用缺省值代替。

当 $3 > |H_j| \geq 2$, 要求同时满足以下三个条件认为错误:(1) $N_1 \leq 2$, (2) $N_3 = 0$, (3) $N_4 = 0$;

当 $|H_j| \geq 3$, 要求同时满足以下三个条件认为错误:(1) $N_2 \leq 2$, (2) $N_3 = 0$, (3) $N_4 = 0$ 。

1.3 质量控制结果

对近50年内我国197个测站的逐日最高、最低气温资料进行质量控制后,共有291个错误资料被剔除,占异常资料的1%,全部资料的0.05%。以最高气温为例,石家庄站1957年9月15日的最高气温距平为30.9℃,而周围站最高气温距平均在1℃左右,但当日最低气温的距平却与周围站比

较接近,所以初步可以判断这个最高温度值可能是个错误值,非异常的天气过程所致。通过上述质量检查方法,发现该日最高气温的标准化值大于3,并且满足 $N_2 = 0, N_3 = 0$, 和 $N_4 = 0$, 即:相邻的5个站当日的最高气温中没有与它变化方向相同并且变化幅度相近的,此外,该站以及周围站当日的最低气温和平均气温比起气候标准值都偏低。综合各方面因素,认为这个最高气温值的确是错误值,将之剔除。

2 极端值和极端值阈值的确定

设某个气象要素有 N 个值,将这 N 个值按升序排列 $X_1, X_2, \dots, X_m, \dots, X_N$, 然后按照 Gamma 分布计算第某个百分位值作为极端值的阈值。考虑到本文资料的时间长度较短,同时为了进一步避免受错误值的影响,将序列的第95个和第5个百分位上的值作为极端气温或是极端气温的阈值。对此方法确定的极端最高气温和极端最低气温做进一步的分析十分有意义,以下便结合两个实例进行说明和分析。

3 应用分析

3.1 近50年极端最高、最低气温值的气候学分布

在剔除错误值的基础上,将1951~1999年中所有1月1日的最高气温资料按升序排列,得到该日最高(低)气温的第95(5)个百分位值,照此方法求出366个的第95(5)个百分位值,然后将其中的最大(小)值作为该站近50年内的极端最高(低)气温值。用此方法可得到1951~1999年间我国极端最高和最低气温的空间分布,分别见图1a和1b。

由图1a可见,我国极端最高气温的范围在21~46℃之间,等值线分布较为稀疏。夏季我国太阳辐射较强,南北差异不大,但受地形影响,东部和西部地区极端气温的分布差异较大。整个东部地区的极端最高气温除了在华北平原和西安一带出现40℃的次暖中心以外,其余地区均在35~40℃左右。而青藏高原地区由于受海拔高度的影响,出现了

全国极端最高气温的唯一冷中心,中心气温为25℃。以这个冷中心为基点,极端最高气温向四周均匀递增。此外,吐鲁番盆地为45℃是最暖中心,这里是内陆干燥地区,太阳辐射主要被用来加热地面和空气,致使气温急升,结果比同一纬度的东北地区高出5~10℃。

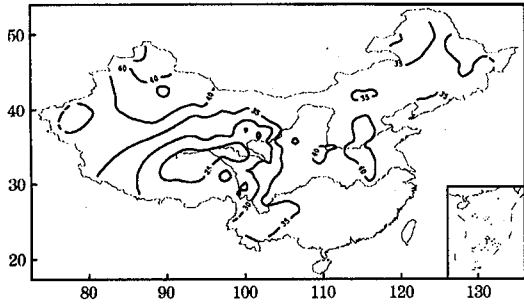


图1a 1951~1999年间由第95个百分位值确定的中国极端最高气温的空间分布(单位:℃)

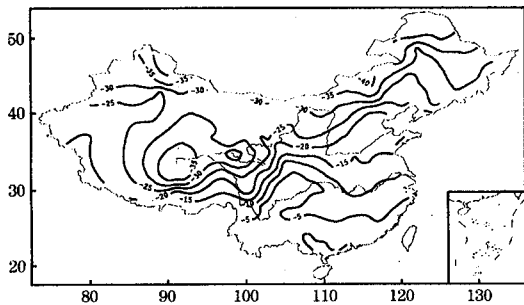


图1b 1951~1999年间由第5个百分位值确定的中国极端最低气温的空间分布(单位:℃)

由图1b可见,我国极端最低气温均在0℃以下,等值线主要呈纬向分布,气温由南向北递减,最低气温出现在纬度最高的黑河,低于-48℃。冬季我国南北地区白天日照强度和时数相差较大,再加上受冬季风的影响程度不同,致使南北地区夜晚的气温差异也较大。此外受地形影响,全国呈一个中心,三个暖舌的经向分布特点。一个中心指在青藏高原上空的冷中心,中心气温在-38℃左右。三个暖舌分别位于四川盆地、大兴安岭东坡和塔里木盆地。

把极端最高气温和极端最低气温结合起来看,极端最高气温与极端最低气温的差异在华南、西南和四川盆地最小,大约35℃,在

东北和西北最大,大约80℃。

3.2 极端高温、低温事件的检测

在剔除错误值的基础上,将1961~1990年中同日的最高(低)气温资料按升序排列,得到该日第95个和第5个最高(低)气温的百分位值,照此方法可得到最高(低)气温366天的第95个和第5个百分位值。如果某日的最高气温大于该日最高温度的第95个百分位值,则认为该日出现了极端最高气温;同理如果某日的最低气温小于该日最低温度第5个百分位值,则认为该日出现了极端最低气温。此方法可以用来检测高温热浪和极端低温事件,例如,1998年夏季我国南方各地盛夏高温酷暑天气显著,以温州为代表站进行分析(见图2a)。

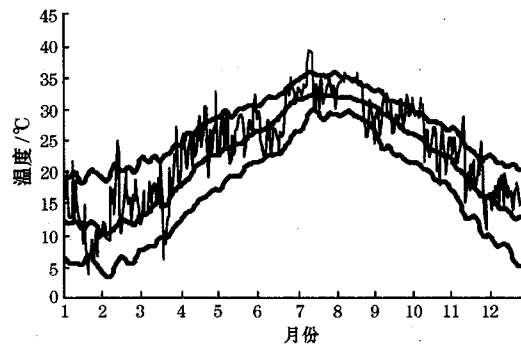


图2a 温州1998年逐日最高气温的极端值检测
细实线:1998年最高气温,中、上、下粗实线分别为1961~1990年气候标准值及第95个、第5个百分位值

1998年,我国平均气温较常年明显偏高,不仅出现了自1986年以来的连续第12个暖冬,而且大部分地区四个季节持续偏暖,是几十年来罕见的现象。7月15日以后,华南部分地区出现了晴热少雨天气,高温日数普遍有6~10天^[6]。由图2a可见,1998年的最高气温曲线大多位于气候标准值的平滑曲线之上,且有多处的值超出了第95个百分位值,7月中旬出现的极端最高气温尤为突出。以上分析表明:本文所提供的极端气温值的确定方法可以客观地反映温州站1998年夏季的极端高温事件。

以处于1975年的华南寒潮影响区的汕头为例来分析在此次寒潮过程中汕头站的最

低气温分布情况(见图2b)。

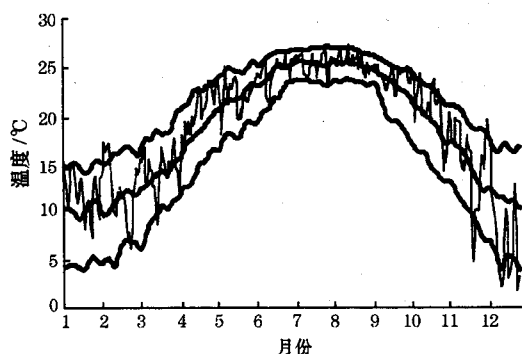


图2b 1975年汕头的逐日最低气温的极端值检测
细实线为1975年最低气温,中、上、下粗实线分别为1961~1990年气候标准值及第95个,第5个百分位值

1975/76年冬季(1975.12~1976.2)华南寒潮的强度居1951~1990年首位。1975年11月21~24日,广东中部和北部,最低气温降到 $2\sim-2^{\circ}\text{C}$,12月中旬,华南、西南地区年平均气温较常年同期偏低 $7\sim 9^{\circ}\text{C}$ ^[7]。从图2b中不难看出,1975年的逐日最低气温在11月底、12月常常低于气候标准值,并频繁地低于第5个百分位气温值,表明这种确定极端气温值的方法也可以客观反映汕头站在这次华南寒潮过程中出现的极端低温事件。

4 小结

(1)以被检测站周围最近的5个测站为参考站,对近50年内我国197个测站的逐日最高、最低气温资料进行质量控制,结果剔除了291个错误值,占异常资料的1%,全部资

料的0.05%。

(2)利用50年中同日最高气温资料的第95(5)个百分位值确定极端最高(低)气温值。研究指出我国极端最高气温分布受地形影响显著,而极端最低气温则受太阳辐射和冬季风影响较大。

(3)将50年中同日的最高(低)气温资料按升序排列,得到每天的第95个和第5个最高(低)气温的百分位值,滤去天气过程的可能影响,确定最高(低)气温的极端值阈值。应用结果表明,这种方法可以有效检测极端冷暖事件。

参考文献

- 1 IPCC, Climate Change 2001, Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001, 155—164.
- 2 Karl, T. R., D. R. Easterling, and R. G. Quayle. Indices of climate change for the United States. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1996, 77: 279—292.
- 3 Jones, P. D., E. B. Horton, C. K. Folland, M. Hulme, D. E. Parker, and T. A. Basnett. The Use of indices to identify change in climatic extremes. *Climatic change*, 1999, 42: 131—149.
- 4 任福民,翟盘茂. 1951~1990年中国极端气温变化分析. *大气科学*, 1998, 22(2): 217—226.
- 5 P. Zhai, A. Sun, F. Ren, X. Liu, B. Gao and Zhang Q.. Changes of climate extremes in China. *Climatic Change*, 1999, 42: 203—218.
- 6 国家气候中心. 年气候监测公报, 1998: 15—16.
- 7 冯佩芝,李翠金等. 中国主要气象灾害分析 1951~1980. 北京:气象出版社,1985:171—173.

Analysis of Surface Air Temperature Extremum

Pan Xiaohua

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Zhai Panmao

(National Climate Center)

Abstract

By using daily surface air temperature data of China's 200 stations during 1951~1999, schemes of analyzing temperature extremum are designed. Firstly, a designed quality control procedure is performed for the daily data. Next, the thresholds of extremum are estimated in terms of the 95th and the 5th percentiles. Finally, spatial distribution of temperature extrema over China for 50 years is discussed and a new technique is proposed for detecting extreme events.

Key Words: temperature extremum quality control percentile