

1921—1990年我国气温序列 及变化趋势

唐国利

林学椿

(国家气象中心)

(中国气象科学研究院)

提 要

本文使用全国716个站点的月平均气温资料,约 2.2×10^5 个数据,得到了近70年来我国年、月平均气温序列。在此基础上,讨论了我国气温变化特点。结果表明:40年代到60年代的降温,我国比北半球明显;80年代气温的上升趋势,北半球比我国强烈。

一、前 言

当前,随着大气中CO₂等温室气体的不断增加,全球气候变暖已经成为整个国际社会非常关注的问题,并已被列为全球6大环境问题之一。在过去100年中,全球平均气温上升了0.3—0.6℃。据一些专家预测,今后40年气温仍将以一定的速率上升。在这种全球变暖的大背景下,为分析研究乃至预测我国的气温变化趋势,做出尽可能长的全国平均温度序列是势在必行,也是十分必要的。要完成这项工作,主要的难点是1951年以前资料的处理。这部分资料站点数量虽不少,但各序列长短差异大,地理分布不均匀,且有部分站点1951年后无资料。为充分利用有效信息,我们基本保留了长度在5年以上的序列。本工作在对资料进行适当处理后,计算出近70年全国逐年逐月平均温度序列。并对比分析了北半球及我国的温度变化特点,讨论了各季节温度变化的差异。

二、资料 and 计算方法

本文资料1951年以前部分取自中央气象局和中国科学院地球物理研究所联合资料室1954年编印出版的《中国气温资料》,1951年后部分则使用国家气象中心评价科的月平

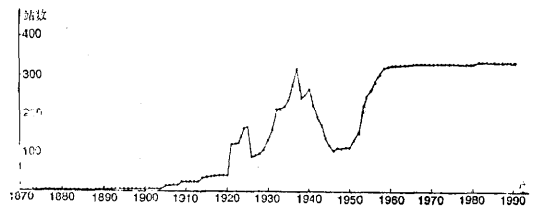


图1 台站数量随时间变化曲线

均气温资料。

从资料情况来看,1951年以前情况比较复杂,各站序列长度在1—90年之间不等,还有部分站点资料缺测较多。在资料选取过程中,为了尽可能多地保留有用信息,同时又不降低资料质量,我们以5年为界,选用大于此界的序列,并将缺测过多的站点去掉。年代最长的是北京站,从1841—1990年,共计130年。但总体来看,早期资料站点较少,要反映全国气候情况比较困难。我们选择站点数较多的年份做为本工作的起始点。从图1可以看出,1921年与其前年代相比站点数量有一个大的飞跃,从42个一下上升到123个,以后虽有波动,但始终未低于90个,所以我们的起始点选在1921年。

在1921—1990年之间,我们共得到716个站点,约 2.2×10^5 个数据,其中381个站点仅1951年以前有资料;170个站点仅1951年以后有资料(包括1951年);另外165个站

点1951年前后均有资料。总计1951年以前有546个站点资料,1951年后有335个站点资料。各站点资料序列长度,最短5年,最长70年。

为了比较各地气温的气候变化,我们采取了先分别计算各序列同一时段 的平均值(常年值),然后求取各序列对此平均值的偏差并最终计算全国平均值的方法,其具体步骤如下:

(1) 计算各序列1961—1990年各月及年平均气温的30年平均值做为各站点序列的常年值,并绘图。

(2) 为了使1951年以前381个站点的常年值与上述常年值统一,我们采用内插法读数做为替代方法,即在常年值图上进行线性内插并读出这些站点的平均值做为其常年值。

(3) 通过以上两步得到全部716个站点的常年值之后,再分别求出各站点逐年逐月之气温距平值。

(4) 最后求出历年逐月全国平均气温距平序列。

由于涉及的数据量较大,为避免非真实数据参加统计降低结果的准确度,我们在计算程序中加进了限制条件:设某站点气温距平序列为 X ,序列平均值为 \bar{X} ,序列标准差为 σ_x ,则满足条件 $\bar{X} - 4\sigma_x < X < \bar{X} + 4\sigma_x$ 的数据参加运算,否则剔除。表1给出了全国历年逐月平均气温距平序列。

三、气温变化趋势

图2给出了北半球年平均气温及我国年平均气温的年际变化曲线。北半球年平均气温资料取自文献[1]。由图2可以看到,北半球年平均气温从上世纪80年代到本世纪10年代后期为持续低温期,30年代到50年代中期为高温期,以后气温下降,70年代中开始增温,到80年代则超过30、40年代成为近百年来最暖期。据英、美等国的最新数字*,本

表 1 全国历年逐月平均气温距平(°C) 序列(相对于1961—1990年平均值)

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
1921	0.44	1.49	-0.21	-0.61	-0.46	-0.17	0.59	0.25	0.75	1.06	0.48	1.50	0.42
1922	-1.23	1.96	0.37	0.49	-0.88	1.10	1.22	1.22	1.13	1.41	-0.65	0.45	0.55
1923	-0.39	-0.02	2.06	-0.33	0.08	-0.09	0.57	0.93	0.84	0.35	0.42	1.09	0.46
1924	0.90	-0.32	-1.05	-0.10	-0.15	0.56	0.68	1.53	1.51	0.59	0.07	0.79	0.42
1925	-0.15	-0.60	-0.26	-1.16	-0.25	0.12	0.41	0.22	1.32	1.44	2.10	0.93	0.36
1926	0.75	0.51	0.22	-0.66	0.65	-0.27	0.43	0.85	1.36	-0.83	0.64	-1.18	0.20
1927	0.40	-0.67	-1.32	-0.54	-1.19	0.66	0.79	0.55	0.71	0.42	1.82	0.64	0.13
1928	0.56	-0.37	0.39	0.43	-0.13	-0.23	0.58	0.18	0.62	-0.07	0.05	0.24	0.19
1929	0.17	-0.39	0.49	-0.15	0.18	0.65	0.38	0.43	0.55	0.59	-0.03	-0.15	0.23
1930	-1.81	1.48	1.33	0.59	0.65	0.35	1.31	0.72	0.54	0.84	-0.78	1.08	0.52
1931	0.03	-0.94	1.00	-0.60	-0.52	0.72	-0.25	0.98	1.13	0.37	1.44	0.86	0.35
1932	3.00	-0.58	0.11	0.51	0.32	0.98	1.45	1.04	0.85	0.79	1.74	1.66	0.98
1933	-1.88	0.40	-1.04	0.09	0.88	0.38	1.95	0.95	1.54	0.17	0.73	2.19	0.53
1934	-1.79	0.72	-0.59	-1.47	1.09	0.54	1.74	0.73	1.05	-0.64	0.27	2.57	0.35
1935	1.26	2.46	2.84	0.49	1.01	0.90	0.60	1.13	1.24	2.44	0.50	-2.09	1.06
1936	-1.90	-1.64	-2.72	-0.68	-0.76	0.52	0.20	0.19	1.31	1.43	0.32	0.44	-0.23
1937	0.72	1.02	-0.17	-0.04	0.36	0.15	0.39	0.90	1.00	1.09	0.15	-0.01	0.50
1938	-0.64	0.01	0.72	1.31	0.48	0.01	0.52	0.66	0.17	1.84	0.66	-0.09	0.50
1939	0.06	1.02	0.60	-0.66	0.12	-0.19	0.75	1.46	0.66	0.94	0.31	1.13	0.52
1940	0.08	0.61	0.13	-0.56	-0.29	0.18	0.54	-0.61	0.84	1.43	0.39	1.63	0.36
1941	1.85	1.21	0.76	0.57	0.23	0.98	0.71	0.40	0.53	1.33	0.82	1.59	0.92
1942	1.25	-0.54	2.48	0.64	0.01	0.85	1.20	0.66	0.97	1.20	1.57	0.33	0.86
1943	-0.06	0.73	1.31	-0.12	0.99	0.42	0.74	0.64	0.84	0.71	0.78	1.66	0.72
1944	0.98	0.54	1.42	0.10	0.40	0.39	1.19	0.27	1.02	0.07	0.81	-2.24	0.40
1945	-0.26	-2.11	0.98	1.42	0.73	1.89	0.92	0.48	1.92	0.19	2.90	1.04	0.83
1946	2.65	3.54	0.27	0.10	0.59	1.34	0.56	1.25	1.93	1.15	1.55	0.32	1.51
1947	1.42	-0.24	1.11	0.69	1.10	0.25	0.75	0.57	1.33	-0.81	1.21	-0.17	0.60
1948	0.92	1.40	1.23	1.75	-0.93	0.72	0.21	0.61	1.56	0.13	-0.65	1.97	0.75
1949	0.35	1.74	0.53	-0.16	0.81	0.26	0.53	0.21	1.25	0.79	0.49	0.08	0.61
1950	1.97	0.22	1.20	0.49	0.24	-0.34	0.61	0.31	-0.20	0.25	-0.74	-0.95	0.25
1951	-0.82	0.03	-1.23	-1.34	0.85	0.23	-0.02	1.09	-0.25	1.34	0.32	2.29	0.20
1952	1.22	-0.37	-0.28	0.94	0.51	0.84	0.52	-0.57	0.54	-0.41	0.53	-1.92	0.08
1953	-0.38	0.60	1.17	-0.87	0.18	0.77	1.01	1.04	0.09	1.18	-0.12	0.54	0.43
1954	0.38	0.65	-1.57	0.08	-0.79	-0.55	-0.70	-0.02	0.47	-0.65	1.19	-3.36	-0.41
1955	-2.20	0.50	-0.78	-0.85	-0.11	0.29	0.04	0.34	1.10	-0.55	-0.71	1.76	-0.07
1956	-1.53	-0.44	-0.85	0.36	-0.97	-0.16	0.15	-0.54	0.38	-0.42	-2.05	-1.96	-0.67
1957	-0.26	-3.18	-1.32	0.23	-0.96	-0.47	-0.23	-0.24	-0.95	-0.36	1.12	1.00	-0.55
1958	-0.81	-0.20	0.57	0.70	-0.67	0.30	0.58	-1.03	1.18	-1.20	-0.32	1.69	-0.02
1959	-0.59	0.80	1.16	0.60	-0.95	-0.21	0.40	0.57	0.21	0.61	-1.01	0.03	0.14
1960	-0.35	2.54	0.97	-0.97	-1.23	0.32	-0.01	-0.08	0.68	-0.59	-0.42	-0.95	-0.01
1961	-0.34	0.58	0.49	0.96	-0.11	0.88	0.75	0.21	0.26	-0.01	1.03	0.15	0.40
1962	-0.77	1.26	-0.36	-0.85	-0.09	-0.22	0.43	0.04	0.38	-0.16	-1.24	0.74	-0.07
1963	-1.10	0.42	1.33	-0.56	0.45	0.07	-0.04	0.40	0.74	-0.45	0.66	0.29	0.10
1964	0.26	-3.41	0.32	1.01	-0.05	-0.49	0.04	0.10	0.14	0.11	0.12	-0.19	-0.17
1965	0.97	0.68	-0.57	-0.68	0.20	-0.17	0.04	-0.61	-0.13	0.55	0.66	-1.11	-0.04
1966	0.79	1.98	0.79	-0.42	-0.26	-0.06	-0.04	0.65	-0.58	0.10	-0.29	-1.45	0.10
1967	-0.83	-0.95	0.27	-0.30	1.22	0.21	0.19	0.82	-0.59	-0.21	-1.55	-2.84	-0.39
1968	-0.38	-2.74	0.84	-0.21	-0.15	0.05	-0.03	-0.59	-0.13	-0.89	0.81	2.03	-0.12
1969	-1.32	-2.93	-0.46	-0.09	0.67	-0.64	-0.13	-0.26	0.11	0.40	-1.45	-0.85	-0.59
1970	-1.08	1.01	-2.91	-0.62	0.12	-0.56	-0.10	0.25	-0.15	-0.17	-0.47	1.17	-0.38
1971	-0.36	-0.52	-0.84	0.12	-0.37	-0.05	0.50	-0.28	-0.22	-0.65	0.58	0.09	-0.16
1972	0.64	-2.29	0.99	-0.57	0.91	0.45	-0.17	0.21	-0.62	-0.41	0.02	1.14	-0.19
1973	0.58	1.87	0.95	0.98	-0.65	-0.22	-0.16	-0.20	-0.06	-0.74	0.31	0.04	0.26
1974	-0.22	-0.97	-0.63	0.77	0.30	-0.42	-0.07	-0.46	0.01	-0.63	0.46	-1.48	-0.30
1975	1.10	0.90	1.01	0.47	-0.85	0.24	-0.09	0.54	1.24	0.55	-0.10	-1.84	0.26
1976	-0.39	1.93	-1.07	-1.03	-0.25	-0.81	0.92	-0.65	-0.33	-0.15	-2.54	-0.67	-0.51
1977	-2.83	-1.06	1.00	0.50	-0.49	-0.11	0.23	-0.21	0.43	0.86	-0.01	1.35	-0.03
1978	-0.25	-0.66	-0.09	0.78	0.16	0.54	0.47	0.34	0.28	-0.35	0.48	1.26	0.25
1979	1.19	2.23	-0.23	-0.55	-0.57	0.23	-0.26	-0.13	-0.71	0.52	-1.15	1.66	0.18
1980	-0.15	-0.70	-0.61	-0.89	-0.01	0.42	-0.97	-0.67	-0.53	-0.01	2.19	0.17	-0.07
1981	-0.40	-0.72	1.54	1.08	-0.31	0.33	0.57	-0.17	-0.04	-1.37	-1.65	-0.43	0.02
1982	1.31	0.92	0.59	-0.11	0.50	-0.26	-0.11	0.05	-0.50	1.22	0.33	-0.51	0.29
1983	0.16	-0.32	-0.09	0.15	0.38	-0.29	-0.23	0.06	1.01	0.40	0.75	0.18	0.19
1984	-1.50	-1.48	-0.53	-0.19	-0.20	0.15	-0.34	-0.02	-0.47	-0.41	0.84	-1.58	-0.49
1985	-0.43	0.24	-1.97	0.47	0.31	-0.13	-0.10	0.44	-0.66	0.43	-0.28	-1.05	-0.24
1986	0.49	-0.13	0.12	-0.23	0.69	0.41	-0.29	-0.29	-0.10	-0.97	-0.74	0.82	-0.02
1987	1.44	2.18	-0.21	0.15	-0.18	-0.54	-0.15	0.09	0.27	0.50	0.12	0.67	0.34
1988	1.37	-0.61	-1.63	-0.07	-0.13	0.78	0.54	-0.15	0.20	0.38	0.62	1.30	0.22
1989	0.83	0.67	0.49	0.31	0.00	-0.20	-0.39	-0.15	0.25	0.67	-0.09	1.55	0.32
1990	0.39	1.15	1.77	-0.47	-0.54	0.36	0.28	0.54	0.72	0.85	1.93	1.33	0.71

世纪7个最热年份中有6个出现在80年代,且1990年是近百年来全球最热的一年。从北半球温度曲线上还可以看出,1920年前后是个明显的界限。近百年来大多数较冷的年份都出现在1920年之前;所有较暖的年份都出现

* <北京晚报>1991.2.4

在1920年之后。文献[2]曾根据这一特点将温度划分为两个气候阶段：第一阶段1880—1917年；第二阶段1921—1976年。据此可知，我国近70年的平均气温变化处于北半球相对较暖的第二个气候阶段内。

计算结果表明：从20年代到40年代，我国气温稳步上升，40年代中期达到近70年中的最高点(1946年)，其10年平均值为 0.75°C ，50年代温度急剧下降，1956年达最低点，以后气温先升后降，70年代初再次开始回升，并保持缓升趋势，1990年达到近40年中的最高值，但仍低于30—40年代的高温年。

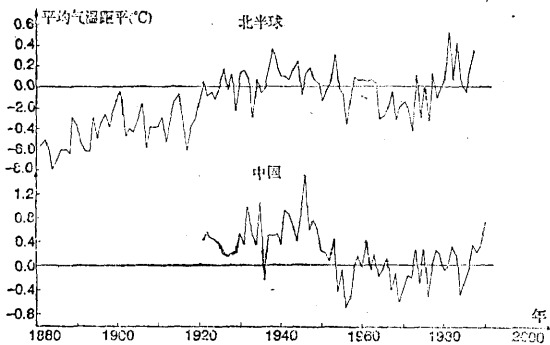


图2 北半球年平均气温距平和我国年平均气温距平年际变化曲线

从上述事实可以看出，我国的温度变化趋势与同期北半球温度趋势是基本一致的。但也存在着两个重要的不同点：其一，根据Jones(1)的资料和表1中资料分别计算北半球和我国年平均气温1921—1950和1951—1980年两个时段的平均值，求出后一时段的差值分别为 -0.13°C 和 -0.63°C ，这说明我国从30、40年代到60年代的气温下降比北半球明显；其二，从70年代到80年代北半球平均气温上升 0.24°C ，而中国仅上升 0.16°C ，这表明中国80年代的变暖不如北半球激烈。

由Jones(3)计算的北半球年平均气温最近20年(1967—1986年)的倾向率分布图(图3)可见，最大增温区出现在阿拉斯加、加拿大西北部、苏联大部、南亚、中东、北非和欧洲西南部，倾向率大于 $+0.25^{\circ}\text{C}/10$ 年

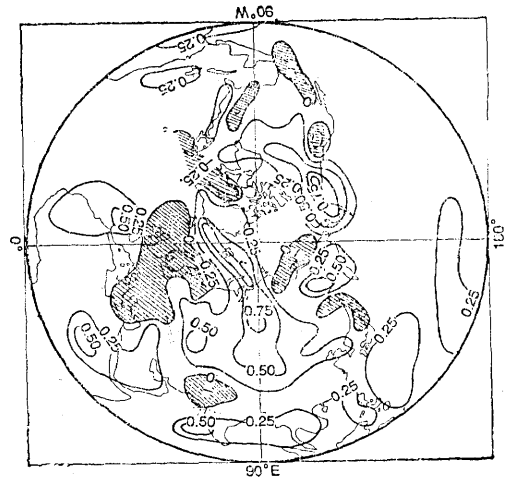


图3 北半球年平均气温倾向率(1967—1986年)分布图

的面积远大于倾向率小于 $-0.25^{\circ}\text{C}/10$ 年的区域面积。我国 37°N 以南的大部分地区处于西伯利亚和南亚增温区之间，是一个相对低值区，而东北地区亦处于高值区之外。这有助于说明最近20年来我国年平均气温上升速率低于北半球温度上升速率的背景原因。

图4给出了我国冬(1月)、春(4月)、夏(7月)、秋(10月)四个季节的温度变化曲线。可以看出，温度变化具有比较明显

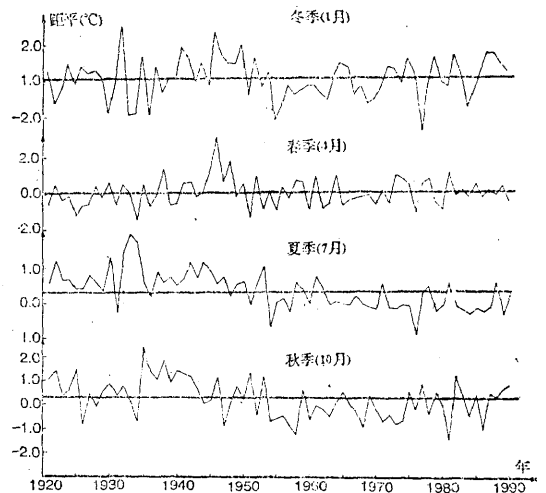


图4 冬(1月)、春(4月)、夏(7月)、秋(10月)四季温度距平变化曲线(直线为平均线)的季节差异。根据表2数字对比冬(1月)、夏(7月)两季情况可以发现，在6组增量数

据中,有4组符号相反,再进一步观察可知,冬季(1月)50年代气温最低并开始持续上升,且平均增温率达 $0.30^{\circ}\text{C}/10$ 年,而夏季(7月)则相反,从30年代即开始降温,仅80年代温度略有回升,其平均降温率达 $0.23^{\circ}\text{C}/10$ 年。这说明我国冬、夏两季的温度变

化趋势,特别是近30年来的趋势基本相反。再看春季(4月)和秋季(10月),增量符号异同组数各占一半,且连续增温或降温时段均未超过两个10年,这说明它们的气温变化持续时间相对较短,升温或降温趋势均不如冬、夏两季明显。

表 2 全国10年平均气温距平($^{\circ}\text{C}$)及增量表

年 代	1 月		4 月		7 月		10 月		年	
	平均值	增量	平均值	增量	平均值	增量	平均值	增量	平均值	增量
1921—1930	-0.04		-0.20		0.71		0.58		0.35	
1931—1940	-0.11	-0.07	-0.16	0.04	0.85	0.14	0.99	0.41	0.49	0.14
1941—1950	1.16	1.27	0.85	1.01	0.74	-0.11	0.50	-0.49	0.74	0.25
1951—1960	-0.53	-1.69	-0.17	-1.02	0.17	-0.57	-0.15	-0.65	-0.09	-0.83
1961—1970	-0.38	0.15	-0.18	-0.01	0.10	-0.07	-0.07	0.08	-0.11	-0.02
1971—1980	0.00	0.38	0.06	0.24	-0.05	-0.15	-0.10	-0.03	-0.03	0.08
1981—1990	0.37	0.37	0.11	0.05	-0.03	0.02	0.17	0.27	0.13	0.16

四、结 语

1. 我国的温度变化趋势与同期北半球趋势基本一致。但也有不同点:我国30、40年代到60年代的降温比北半球明显,而80年代的变暖则不如北半球激烈。整个80年代的平均气温远低于20—40年代。

2. 各季节的温度变化特点具有明显差异。近40—50年来,冬季(1月)以 $0.30^{\circ}\text{C}/10$ 年的速率增温,而夏季(7月)趋势则相反,以 $0.23^{\circ}\text{C}/10$ 年的速率降温。春季(4月)和秋

季(10月)的温度变化趋势不如冬、夏两季明显。

本文虽给出了我国近70年的平均气温序列,但还有可能继续延长此序列。

参 考 文 献

- (1) Jones.P.O.et al.. Mon. Wea.Rev..Vol. 110. 59—70.1982.
- (2) 林学椿等,气象, Vn1.16, No. 10, 16—21, 1990.
- (3) Jones. P.O. et al. Journal of climate. Vol.1.654—660.1988.

Average air temperature series and its variations in China

Tang Guoli

Lin Xuechun

(National Meteorological Centre)

(Chinese Academy of Meteorological Science)

Abstract

In the paper, the annually and monthly mean temperature series of the whole China is shown based on the analysis of the monthly mean temperature at 716 stations in China about 2.2×10^5 data from 1921—1990. The climatic variations of the mean temperature series are discussed. The results show that from 40's to 60's, the mean temperature of the whole China was falling more obviously than that of the northern hemisphere, but in 80's the temperature in northern hemisphere was going much higher than that in China