

东北夏季温度气候振动及其环流特征

林学椿 张先恭

(气象科学研究院天气动力研究所)

提 要

本文着重分析了1910—1980年东北夏季气温的气候变化及其环流条件,并进一步探讨了它与赤道东太平洋海温的关系。结果表明:(1)东北夏季气温变化可以分为五个冷暖时期,冷期和暖期的环流特点有很大差别;(2)东北夏季气温和赤道东太平洋海温的长期变化有很好的反相关。

一、东北夏季温度的气候变化

为了克服极端温度的影响,将每一站的月平均温度分成五级:1级特暖,2级偏暖,3级正常,4级偏冷,5级特冷。温度等级资料取自文献[1]。另外,我们选用哈尔滨、长春、沈阳、海拉尔、齐齐哈尔和佳木斯等6站的6—8月温度等级的平均值来代表东北地区夏季温度,研究其1910—1980年的变化。图1给出了这6站6—8月温度等级的10年滑动平均,可见曲线的变化是相当大的,偏暖可达2.4级,偏冷为3.2级。表1给出五个冷暖气候阶段划分情况。

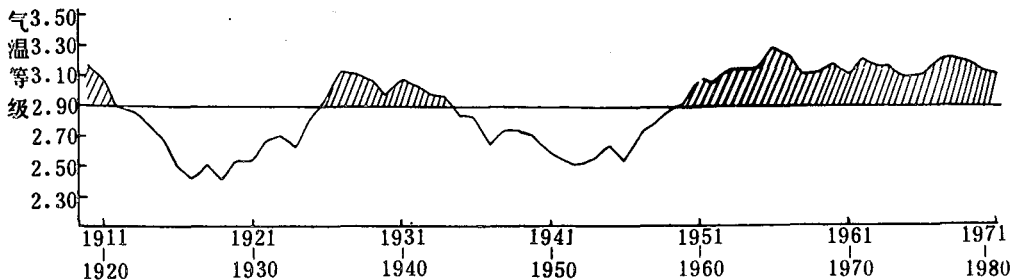


图1 东北地区6—8月气温等级的10年滑动平均

如果把1910—1980年6站6—8月平均温度等级按大小顺序排列,取序号1—17,相当于温度等级大小3.5的17年作为典型的冷年;取序号55—71,相当于温度等级小于2.4的17年作为典型的暖年,则典型冷暖年的气候概率各为24%。由表1可看到:

1. 在冷期中,典型低温年出现频率高于气候频率,平均可达42%以上;而典型暖年

表 1 东北夏季气温气候阶段的划分

东北夏季 气温气候 阶段	典型冷年						典型暖年						典型 冷年 频率	典型 暖年 频率	赤道东太 平洋海温气候 阶段	
	年 份	温度 等级	序 号	P ₁ (百帕)	P ₂ (百帕)	ΔP (百帕)	年 份	温度 等级	序 号	P ₁ (百帕)	P ₂ (百帕)	ΔP (百帕)				
1910—1916 冷期	1910	3.63	11	37	-13	-50							0.56	0	1870—1886 冷期	
	1911	3.97	4	-9	-16	-7										1887—1910 暖期
	1913	3.93	6	10	-16	-113										
	1915	3.97	5	44	-15	-59										
1917—1930 暖期	1918	3.53	15	-43	-13	30	1917	1.73	69	17	-3	-20	0.07	0.43	1911—1924 冷期	
							1919	1.90	66	-26	7	33				
							1921	2.17	61	-4	29	33				
							1924	1.73	68	-42	17	59				
							1925	2.20	59	-14	9	23				
							1926	1.80	67	-110	-4	106				
1931—1937 冷期	1931	3.53	14	67	6	-61						0.43	0	1925—1931 暖期		
	1934	3.67	10	-2	-56	-54										
	1936	3.60	13	24	15	-9										
1938—1953 暖期	1940	3.80	7	31	1	-30	1938	2.07	64	25	8	-17	0.13	0.50	1932—1943 冷期	
							1939	2.17	60	17	-12	-29				
							1943	2.27	58	13	14	1				
							1946	1.67	70	10	-20	-30				
							1948	2.13	62	-10	7	17				
							1949	1.90	65	13	25	12				
							1950	1.60	71	-35	-5	30				
							1952	2.37	57	6	10	4				
1954—1979 冷期	1954	3.50	17	41	-7	-48	1955	2.10	63	-10	20	30	0.27	0.08	1944— 暖期	
	1956	3.63	12	5	15	10										
	1957	4.20	1	60	11	-49	1961	2.37	56	15	-37	-52				
	1964	3.73	8	33	-11	-44										
	1969	4.00	3	64	44	-20										
	1972	3.67	9	69	14	-55										
	1976	4.10	2	53	16	-37	1980	2.43	55							

频率很小, 几乎没有出现, 即使在冷期中出现典型暖年, 其序号也比较小, 接近于典型暖年定义的边缘。可见, 低温冷害是冷期的产物。

2. 在暖期中, 暖年的频率可达47%, 而冷年频率只有10%, 暖期中出现的三个冷年, 除1940年外, 其它两年的序号分别为16和15, 亦接近于冷年定义的边缘。

3. 从冷期到暖期或从暖期到冷期, 有一个冷年和暖年交错出现的过渡时期。1980年是暖年, 可能是冷期结束, 进入冷暖年频发的过渡时期。

表2是17个冷年和17个暖年6—8月温度的平均值。由表可见, 6个代表站冷年和暖年6—8月平均气温差在1.5°C左右。可见, 东北地区的低温冷害是冷期气候的产物, 它有频率高、范围大的特点。不少研究工作^[2]已指出, 东北地区夏季气温的变化与全国大范围气温的冷暖期变化基本上是一致的, 它是全球大尺度温度变化的反映, 所以它是一种大尺度的天气现象, 必然也和大尺度的环流异常相联系。

表 2 东北 6 站 6—8 月冷暖年的平均值(°C)

站 名	冷 年		暖 年		冷暖年 温度差
	平 均	距 平	平 均	距 平	
海拉尔	18.0	-0.3	19.0	0.7	-1.0
齐齐哈尔	20.6	-0.7	22.1	0.8	-1.5
佳木斯	20.0	-0.5	20.5	0.0	-0.5
哈尔滨	20.6	-0.9	22.2	0.7	-1.6
长春	20.9	-0.8	22.5	0.8	-1.6
沈阳	22.6	-0.7	24.1	0.8	-1.5

二、东北夏季温度变化的环流特征

用海平面气压距平来说明东北夏季温度变化与环流的关系。按东北夏季温度变化的 5 个气候阶段得到 5 张 7 月海平面气压距平合成图(图略),可以发现有以下共同特点: 1. 在冷期, 极地高压较常年偏高, 正距平偏于两大陆, 说明有较多的冷空气堆积。但在暖期, 极地高压较常年偏低, 整个极地都为负距平, 负距平中心偏在两大洋。2. 在暖期, 欧亚中纬度地区(60—40°N)为正距平, 中高纬度地区平直西风环流增强, 冷空气不易南下。在冷期, 由于极地高压发展, 60°N 以北是正距平, 40—50°N 是负距平, 这个时期经向环流发展, 有利于冷空气南下。表 3 给出了 60—150°E 的西风指数, 表中 P_1 是 60—70°N、60—150°E 的海平面气压距平和, P_2 是 40—50°N、60—150°E 的海平面气压距平和, 环流指数为 $\Delta P = P_2 - P_1$, 可见冷期 P_1 是正的, 平均为 15 百帕; 暖期则是负的, 平均为 -13 百帕。 P_2 则相反。环流指数 ΔP 在冷期是负的, 暖期是正的。这说明夏季东北冷期气候主要有两个环流条件: 在极地要有强的冷空气堆积; 中高纬度经向环流发展。暖期则相反。

表 3 冷暖期环流指数(单位: 百帕)

年	1910—1916	1917—1930	1931—1937	1938—1953	1954—1979
P_1	15	-26	3	-1	29
P_2	-12	0	-27	7	19
ΔP	-27	26	-30	8	-10

图 2 是 17 个冷年(a)和 17 个暖年(b)的 7 月海平面气压距平合成图, 它们与对应的冷期、暖期气候阶段的特点很相似。图 2a 的特点是极地有两对正、负距平, 正距平偏在两大陆, 负距平在两大洋, 欧亚大陆极地正距平的强度比冷期强而且向南扩展, 图 2b 的特点是极地为负距平, 欧亚大陆 40—50°N 为正距平。从各年的环流指数看(表 1), 在典型冷年, P_1 基本上是正距平, 环流指数(ΔP)在 17 年中有 14 年是负的, 占 82%, 三个正的环流指数中就有两个发生在暖期中的冷年。在典型暖年中, P_1 基本是负的, ΔP 在 16 年中有 11 年是正的, 占 70% 左右。这说明典型冷年和冷期以及典型暖年和暖期的环流条件基本相同。这是因为在欧亚地区, 极地有较多的冷空气堆积并且经向环流发展时, 就

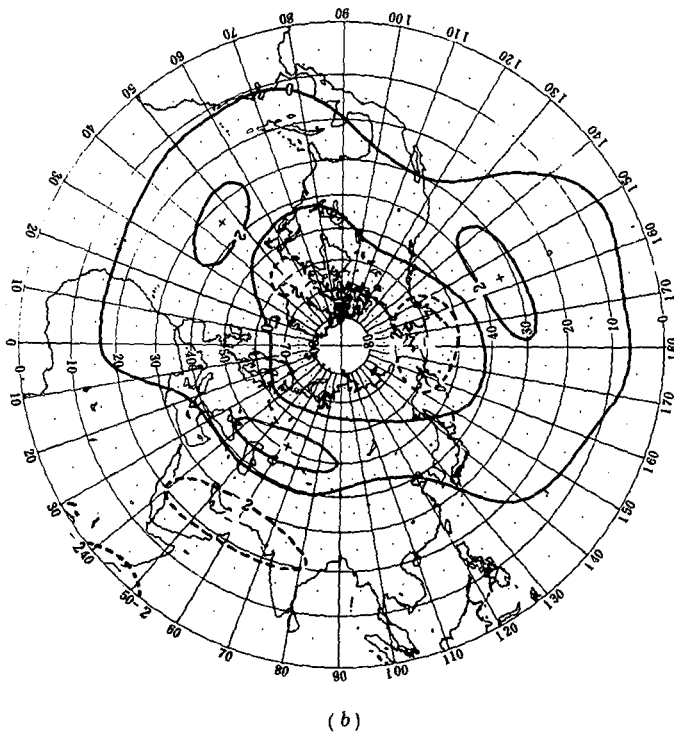
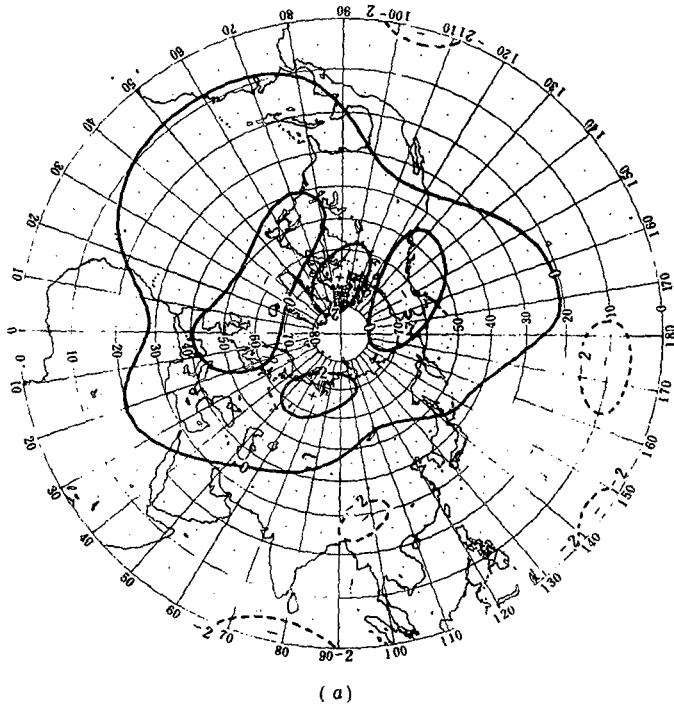


图 2 17个典型冷年(a)和17个典型暖年(b)的7月海平面
气压距平合成图
图中等值线间隔为2百帕,粗线为距平零线

能出现冷夏年，当这种环流在一段时期占优势时，就形成冷期。但在暖（冷）期，典型冷（暖）年的环流条件和冷（暖）期中的典型冷（暖）年的环流条件是有所不同的，这反映了不同的气候阶段，影响气象要素的环流因子是不同的^[3]。

三、东北夏季气温与赤道东太平洋海水温度的关系

近来的研究表明，赤道东太平洋的海水温度与东北夏季气温存在着很好的反相关^[4]。1972和1976年的东北夏季低温冷害，就出现在赤道东太平洋异常高海温的厄尼诺年。北太平洋海温距平基本上由两大类型组成，即南高北低型和北高南低型。当赤道东太平洋为正海温距平时，经常出现南高北低型；反之，易出现北高南低型，文献[4]指出，南高北低型易使西风环流指数减小，北高南低型则使环流指数增大。8月海温距平的径向梯度 M_8 和黑龙江省气温距平 ΔT_8 的时间序列^[5]，两者呈明显的反相关，相关系数为0.74，超过了0.001信度。这表明当 $M_8 > 0$ ，即赤道东太平洋（5—10°N，80°W—180°）海温正距平，西太平洋（30—50°N，120°E—150°W）海温负距平，南高北低型时，使经向环流加强，更多的冷空气南下，出现低温；相反，当 $M_8 < 0$ ，北高南低时，纬向环流发展，冷空气不易南下，东北出现夏季高温。

图3是赤道东太平洋（10—20°N，100—120°W）海区冬季（12月—次年2月）海温和气温的10年滑动平均曲线。由图可见，海温10年滑动平均变化范围在2℃左右，在这100年中，海温也可以划分为五个冷暖期（如表1的最后一行）。与表1中东北夏季气温的冷暖期比较，可以发现：两者呈反相关，即当东太平洋海温高时，东北气候变冷，而且东北气温的变化落后于海温的变化。计算两者之间的落后相关系数（图4），当东北气温变化落后于海温变化10年时，相关系数最大，达0.75（计算时用品温等级，正相关系数表示海温上升、东北气温下降），已超过0.001的信度。

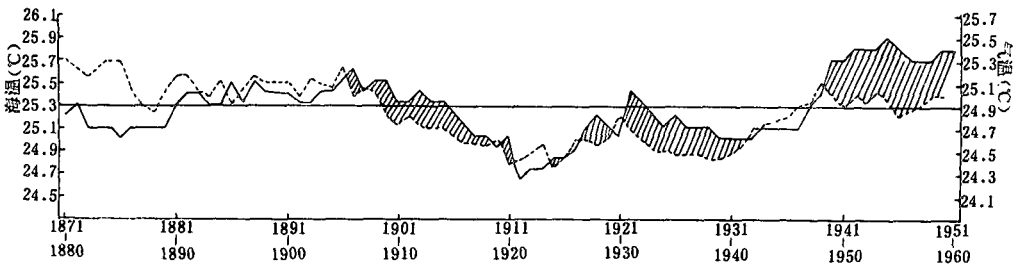


图3 赤道东太平洋（10—20°N，100—120°W）海区冬季（12月—次年2月）海温（实线）和气温（虚线）的10年滑动曲线，（直线是平均值）

由图3还可看到有三个时段海-气温差是正距平（图中斜线区），即1901—1916年、1923—1937年和1944年以后。和表1比较，可见海洋向大气输送感热比常年多的时段，正好包括了赤道东太平洋海温的暖期和东北夏季气温的冷期。例如1923—1937年的海-气温差正距平时段，正好包括了1925—1931年的海温暖期和1931—1937年的东北夏季气温冷期。这说明赤道东太平洋海温的增加，使该地区海洋向大气输送更多的感热，引起

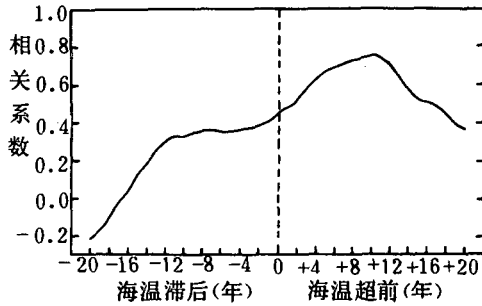


图 4 东北夏季气温等级和东太平洋冬季海温的落后相关

经向交换的加强, 有利于东北夏季进入冷期。

四、小 结

1. 从1910年以来, 东北夏季温度变化可以分为五个冷暖阶段。在冷期气候阶段内, 低温冷害发生的频率高、范围大; 在暖期气候阶段中很少出现冷夏年, 而暖夏年却频繁出现。从冷(暖)期到暖(冷)期有一个冷夏年和暖夏年交替出现的过渡时期。

2. 冷期气候阶段的环流特点是欧亚极地有较多的冷空气堆积, 中高纬度经向环流发展, 使极地堆积的冷空气容易南下。相反, 暖期的环流特点是欧亚极地冷空气较常年弱, 中高纬度纬向环流发展, 冷空气不易南下。

3. 东北夏季温度和赤道东太平洋海温的长期变化存在反相关, 东北气温变化落后于海温变化10年的相关系数最大。

4. 当东北夏季气温为冷期和赤道东太平洋海温为暖期时, 正好是赤道东太平洋地区的海-气温差正距平时期。这表明这个地区海温影响东北气候变化的可能过程是: 赤道东太平洋海温升高, 海洋向大气输送的热量增加, 结果南北向的热量交换加强, 经向环流发展, 使冷空气不断南下, 出现东北夏季冷期。

参 考 文 献

- [1] 张先恭、李小泉, 本世纪我国气温变化的某些特征, 气象学报, 40, 2, 1982.
- [2] 东北低温长期预报方法和理论的研究课题技术组, 对东北夏季低温长期预报问题的初步认识, 东北夏季低温长期预报文集, 气象出版社, 1983.
- [3] 林学椿, 长江上游地区旱涝的前期环流特征的气候变化, 全国气候变化学术讨论会文集, 科学出版社, 1981.
- [4] 林学椿, 北太平洋海水表面温度异常及其对东亚大气环流的影响(一), 中国科学院大气物理所集刊第6号, 40-56, 1978.
- [5] 许致远等, 黑龙省夏季低温与北太平洋海温异常的联系及其长期预报, 东北夏季低温长期预报文集, 气象出版社, 1983.

THE CLIMATE OSCILLATION OF SUMMER TEMPERATURE IN NORTHEAST CHINA AND ITS CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERIC CIRCULATION

Lin Xuechun Zhang Xiangong

(Institute of Synoptic and Dynamic Meteorology, AMS)

Abstract

In this paper, the oscillation of summer temperature in Northeast China and its characteristics of atmospheric circulation during 1910—1980 are discussed. The relationships between the summer temperature in Northeast China and the sea surface temperature in the equatorial eastern Pacific are also analyzed. The study results obtained show that: (1) the change of summer temperature can be divided into three cold and two warm periods. The characteristics of atmospheric circulation in the cold periods are quite different from that in the warm periods, (2) there is a good negative correlation between the summer temperature in Northeast China and the sea surface temperature in the equatorial eastern Pacific.