

# 科尔沁地区本世纪温度变化<sup>①\*</sup>

任国玉

(国家气候中心, 北京 100081)

**摘 要** 根据 5 个代表性台站的温度等级资料, 得到了东北科尔沁地区 1911—1988 年区域平均的温度等级时间变化序列。这个地区冬季温度在年际、年代际和长期趋势上的变化与辽东半岛地区十分相似, 但夏季温度的变化在各种时间尺度上同辽东半岛均存在较显著差异。本世纪科尔沁地区冬季温度和辽东半岛一样出现了明显增暖趋势, 而夏季温度的变凉趋势却不如后者显著。

**关键词** 气候变化; 温室效应; 科尔沁地区; 辽东半岛。

**分类号** P423

## 引 言

现代气候变化研究中的一个最主要的问题是气象记录时间太短。这个问题在我国尤为突出。东北地区全境只有少数几个站在二十世纪初期开始有观测记录, 绝大部分气象站是二十世纪五十年代以后才设立的。因此, 怎样根据现有资料尽可能延长研究区内的气候序列就是摆在气候学者面前的一项艰巨任务。本文利用《中国气温等级图》资料[1]和实测资料给出了东北科尔沁地区 1911—1988 年的区域平均温度距平序列, 并进行了初步分析。

科尔沁地区在这里定义为科尔沁地及其毗邻地带。选择这个地区的主要理由是, 我们曾对沿海的辽东半岛本世纪温度变化做过分析[2], 科尔沁地区处于东北中部内陆, 把沿海和内陆同一时期的区域温度序列进行比较有助于识别影响气候变化的因子。例如, 我们曾推测, 辽东半岛夏季平均温度从 1905 年至 1988 年长期趋向变凉一方面与季风区温室增暖过渡阶段夏季云雨量的增加有关, 同时可能也受到这个特定阶段海水增温滞后过程的影响[2]。如果后一个推测是正确的, 那么处于内陆的科尔沁地区本世纪夏季温度的长期变凉现象当不如辽东半岛明显。这项研究的结果表明, 科尔沁地区与辽东半岛地区一样, 本世纪夏季温度变化呈下降趋势, 但下降程度确存在着一定的差异。

## 1 方 法

《中国气温等级图》首先确定了 5 个温度等级, 由 1 级到 5 级依次表示从很暖到很冷, 3 级则表示正常。然后, 利用温度等级值编制了 1911 年至 1980 年逐月的温度等级等值线图。这种等值线图资料的一个优点就是, 它能够一定程度上滤去某些局地或单站因子对温度变化的

① 收稿日期: 1997-12-15; 修改稿日期: 1998-02-10。

\* 国家教委博士点基金和国家气候中心研究开放实验室开放基金资助。

影响。从图上查出特定气象站点的温度等级,就可以知道该站当时温度距平。当然,温度等级图在50年代以前只能采用一部分有记录的台站资料,这对等值线图的精度有一定影响,夏季温度空间连续性较低,50年代以前资料的稀少对其影响可能比较大些。

研究一个较大区域的气候变化,要求选择一定数量均匀分布的站点,这样才能得出有意义的区域平均值[3]。这里用长春、沈阳、通辽、林东和赤峰5个站来代表科尔沁地区(图1),根据5站的温度等级计算区域平均等级值,得到科尔沁地区近80年的温度等级时间序列。这5个站中,通辽位于科尔沁沙地腹地,其它4站均处在沙地外缘附近,用它们的平均值代表包括沙地边缘地带在内的科尔沁地区是合理的。

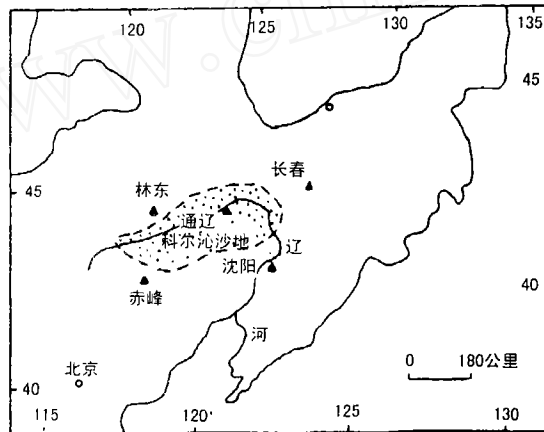


图1 科尔沁地区5个代表台站位置

Fig 1 Location of the stations used in this study

在温度等级图上,采用内插方法量出这5个站逐年各月份的温度等级。然后计算5站的区域平均值,得到科尔沁地区1911—1980年逐月温度等级。最后再计算5站平均的冬季(12—2月)、春季(3—5月)、夏季(6—8月)、秋季(9—11月)和全年的平均温度等级,得出科尔沁地区各季和全年平均的温度等级序列。

根据《中国气温等级图》给出的温度等级界限值和中央气象台编汇的《中国地面气温记录月报》,求得上述5个站1981年到1988年的逐月温度等级值,把科尔沁地区的温度等级序列延长到1988年。图2给出了区域平均的冬、春、夏、秋各季和年平均温度等级逐年变化及其长期变化趋势。

为了检验这样得到的区域平均温度等级序列的可靠性,利用科尔沁地区中部的哲里木盟10个气象站资料计算了1960—1988年共39年的区域平均温度距平值,用以代表科尔沁地区平均温度变化。比较1960—1988年与1911—1988年两套序列共同部分的变化特征,可以发现它们之间存在极好的一致性(图3),说明科尔沁地区温度等级序列是可信的。

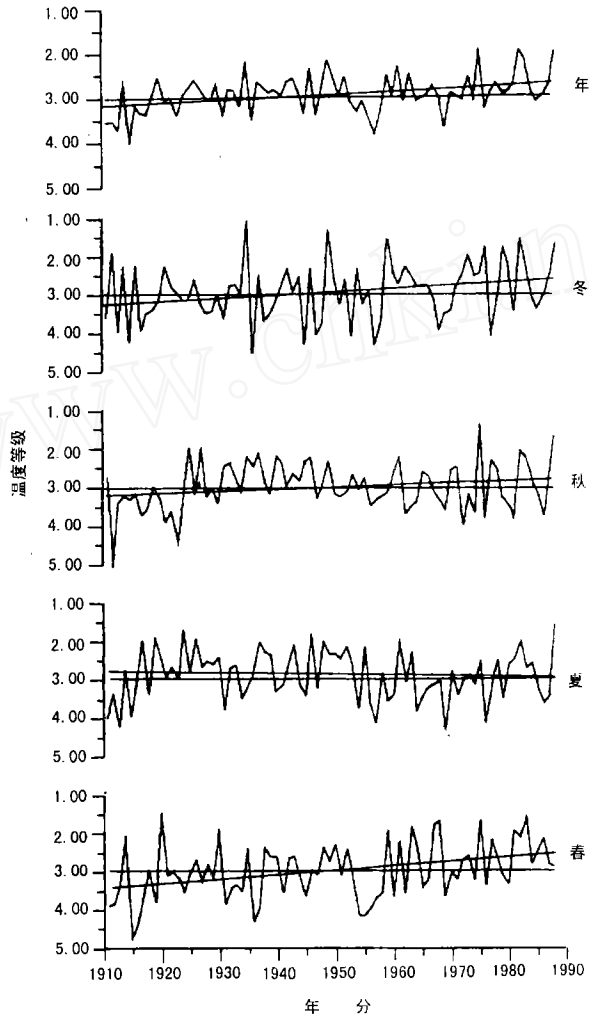


图2 科尔沁地区 1911—1988 年区域平均温度等级逐年距平值及其趋势变化

Fig 2 Variation of temperature grade over Horqin region from 1911 to 1988

## 2 结果分析

### 2.1 春季

春季温度年际波动比较剧烈。在温度等级图上,温度等级低指示温度高,等级高说明温度低。自从 1911 年以来,温度等级低于 2.00 的暖春年份是 1914、1920、1930、1959、1963、1967、1968、1975、1981、1983 年;等级高于 4.00 的冷春年有 1915、1916、1936、1954、1955、1956 年。最暖的春季出现在 1920 年,最冷的春天发生在 1915 年和 1916 年。

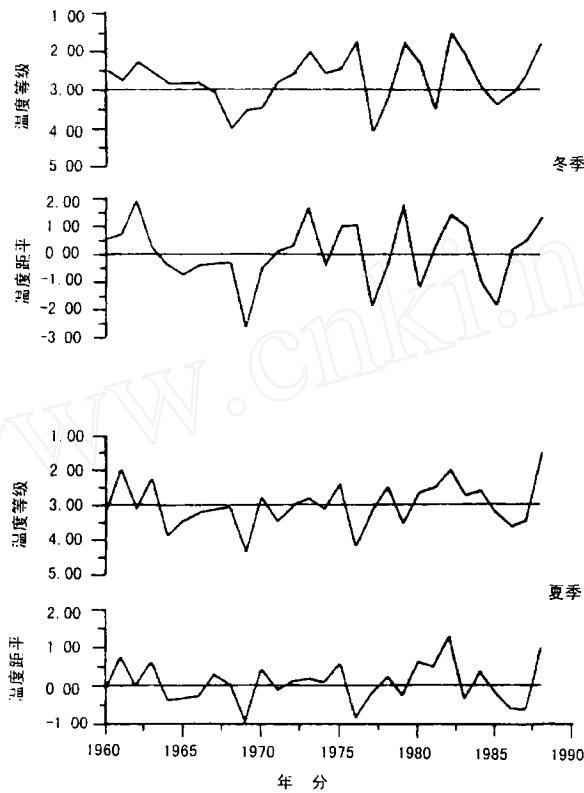


图3 1960—1988年哲里木盟10站平均温度距平与科尔沁地区温度等级距平的比较

Fig 3 Average departure of temperature for ten stations and the temperature grade change over Horqin region

春季气温的周期变化不明显,但长期增暖趋势相当显著。由1911年至1988年,平均温度等级减少0.90,反映春季温度在近80年内正在迅速增暖。由于5个站春季温度等级3级上、下界限之间平均温度差为1.19℃,从1911年到1988年温度等级减少0.90约相当于春季平均气温增暖1.1℃。1960年以后,温度等级大部分高于多年平均值,80年代尤为突出,反映了春季显著的增暖趋势。

### 2.2 夏季

夏季温度年际变化幅度比春季小得多。温度等级小于2.00的暖夏年份有1917、1919、1924、1926、1937、1946、1948、1961、1988年;等级高于4.00的冷夏年份有1911、1913、1957、1969、1976年,等级高于3.80的次冷夏年份还有1915、1931、1954、1964年。近80年最炎热的夏天出现在1988年,最凉的夏天是1969年,1976年和1913年夏季也是很凉的。

夏季平均温度和春季的重要不同之处是前者在近80年内呈现出长期微弱变凉趋势,而不是在增暖。如果不考虑1911—1915年间的几个冷夏年份,从1916年到80年代后期的变凉趋势会更为明显一些。1955—1978年之间的夏季温度尤为凉爽,温度等级几乎全部高于多年平均值。从总体上看,近80年夏季平均温度等级在3级以内增加了0.15,相当于气温下降0.1℃(夏季温度等级3级的区域平均级差为0.67℃)。

### 2.3 秋季

秋季平均气温年际变化特点和夏季有些相似。温度等级小于 2.00 的暖秋年有 1925、1927、1975、1988 年,小于 2.20 的较暖年还有 1937、1940、1961、1982、1983 年;等级高于 4.00 的冷秋年份包括 1912、1923、1972 年,高于 3.80 的较冷年还有 1921、1976、1981、1986 年。在近 80 年中,最暖的秋天是 1975 年,1988 年也很暖;最冷的秋季出现在 1912 年,1923 年也比较冷。

但是,从整个时间长度上看,秋季温度的趋势性变化是缓慢增暖,季节平均温度等级减小 0.35,约相当于平均温度上升  $0.3^{\circ}\text{C}$  (秋季温度等级 3 级的平均级差为  $0.83^{\circ}\text{C}$ )。

### 2.4 冬季

冬季温度年际变化较大,60 年代以前尤其如此。全部记录时期科尔沁地区最暖的冬天和最冷的冬天分别发生在 1935 年和 1936 年,其平均温度等级分别为 1.02 和 4.54。如果把平均温度等级小于 2.00 和大于 4.00 作为暖冬年和冷冬年标准,则暖冬年有 1912、1935、1949、1959、1973、1976、1979、1982 和 1988 年,冷冬年有 1913、1915、1936、1945、1947、1953、1957、1968、1977 年。暖冬年发生频率在 70 年以后明显增加;冷冬年主要集中于 70 年代以前,70 年以后则只有 1977 年。

在长期趋势上,从 1911 年到 1988 年,科尔沁地区冬季平均温度等级减少 0.66,反映冬季温度在近 80 年内也在显著增暖。由于 5 个站冬季温度等级 3 级上、下界限之间平均级差为  $1.2^{\circ}\text{C}$ ,从 1911 年到 1988 年温度等级减少 0.66 约相当于冬季平均气温增暖  $0.8^{\circ}\text{C}$ 。

### 2.5 全年

年平均温度等级的波动幅度比各个季节都小。温度等级低于 2.00 的温暖年份只 1975、1982 和 1988 年,低于 2.40 的较暖年还有 1935、1946、1949、1961、1983 年;等级大于 4.00 的冷年仅有 1915 年,大于 3.60 的较冷年还有 1913、1957、1969 年。近 80 年内年平均气温最高值出现在 1975 年和 1982 年,最低值出现在 1915 年。

年平均气温从 1911 年到 1988 年呈现轻度长期升高趋势,约变暖  $0.4^{\circ}\text{C}$ 。年平均温度的这种缓慢上升主要是由冬季和春季显著增暖造成的。

应该指出的是,如果只根据 1950 年以后气象资料分析,由年平均气温表现出更强的趋势性上升;而当把资料向前延长 1 倍时,可以看到气候的增暖趋势是较弱的。如果不考虑 1920 年以前的 10 年,则科尔沁地区年平均气温几乎未表现出显著的趋势性变化。这个例子说明了延长气候资料序列的重要性。

## 3 讨论

### 3.1 与辽东半岛的比较

科尔沁地区和辽东半岛两个地区的温度变化序列非常相似[2]。冬季平均气温变化的相似性不仅表现在年际振动上,而且也表现在长期趋势变化上。科尔沁地区的暖、冷冬年与辽东半岛十分相近,两个地区 80 年期间最暖冬天和最冷冬天发生年份也完全相同,分别在 1935 年和 1936 年。科尔沁地区和辽东半岛冬季平均气温都表现出显著的长期增暖趋势,前者增暖  $0.7^{\circ}\text{C}$ ,后者增暖  $0.8^{\circ}\text{C}$ ,升温幅度也比较接近。

在夏季温度的年际振动上,科尔沁地区和辽东半岛尽管也较相似,但其一致性比冬季要差。科尔沁地区的暖夏年份有 4 次没有在辽东半岛发生,冷夏年份有 3 次没有在辽东半岛出

现。科尔沁地区最暖和最凉的夏天分别在 1988 年和 1969 年,而辽东半岛则分别为 1939 年和 1976 年。夏季温度空间上的连续性低于冬季,可能反映了冬季温度主要受控于宏观大气环流系统,而夏季温度受到局地下垫面条件和中小尺度环流系统的影响更显著一些。

但是,两个地区夏季温度的长期变凉趋势却是一致的,尽管科尔沁地区夏季变凉趋势不是很显著。从 1911 年到 1988 年,科尔沁地区夏季平均气温约下降  $0.1^{\circ}\text{C}$ ;在同段时间内,辽东半岛夏季平均气温降低略多,约为  $0.4^{\circ}\text{C}$ 。

在年平均温度的变化上,两个地区主要的冷暖年份都一一对应,主要冷暖时期完全一致。30—40 年代、50 年代末到 60 年代初和 70 年代初以后的温暖时期,以及 1925 年以前、50 年代和 60 年中晚期的偏冷时期,在科尔沁沙地和辽东半岛的温度序列中同样得到了显示。两个地区年平均温度变化的长期趋势基本一致,都呈现出增暖,但温度上升幅度均不大。科尔沁地区年平均温度升高值比辽东半岛稍多,这是因为二者冬季平均温度增暖幅度相近,而前者夏季温度下降幅度比后者略小。

由此可见,东北中、南部地表气温变化具有广泛的一致性。科尔沁地区和辽东半岛的冬季、夏季和年平均气温在年际、年代际和更长时间尺度上的变化都比较相似,冬季温度变化的相似性尤其显著。在夏季,两个地区冷暖年份存在一些差异,长期温度变化趋势也在程度上表现出一定差别。此外,由于冬季和夏季温度在长期变化上分别呈现上升和下降趋势,东北中、南部地区的年较差和气候大陆度正在不断减小,沿海的辽东半岛比内陆的科尔沁地区减小得不明显一些。

### 3.2 温度变化的可能原因

科尔沁地区和辽东半岛 20 世纪初以来温度的短期变化包括到年代际变率,其原因可能和太阳活动、火山喷发及 ENSO 等强迫因子有关[4][5]。但这里主要对气温的长期趋势问题进行初步讨论。

在我国和北半球其它陆地区域一样,观测资料显示的增温一般在冬季和高纬地带明显[6][7]。现在也发现,从日变化上看,夜间的最低温度增暖显著,而日间最高温度变化不多[5][8]。应承认,这些变化特征与城市化影响仍保留在现有温度资料序列中的假设都不矛盾。

在辽东半岛区域平均的温度距平序列的情况下,温度等级等值线分析过程对城市化迅速的部分站点影响具有一定平抑作用。各个季节平均温度长期变化趋势的差异也很说明问题。城市热岛效应一般在冬秋两季最明显。秋季由于风速低、空气静稳,非常有利于增大热岛强度[9][10]。但是,科尔沁地区的温度等级序列表明,近 80 年中长期升温趋势最明显的是春季和冬季,秋季温度的趋势性变化比较弱。这说明,城市化过程引起的增温在科尔沁地区平均温度长期变化中不起主要作用。同样,夏季平均气温略趋于转凉也反映出热岛效应增强的影响是次要的。

因此,科尔沁地区平均温度长期变化可能部分和大气  $\text{CO}_2$  等温室气体浓度上升引起的全球增温有关。尽管至今仍不能确定地把全球平均气温的增暖归因于大气温室气体增加,但越来越多的证据表明人类引起的全球增暖可能已经出现[5][11][12]。 $\text{CO}_2$  等温室气体增加可能是驱动 20 世纪全球地表气温长期变化的重要强迫因子。

但是,东北中、南部地区地面气温变化除了具有和全球或北半球一致的特点外,还表现出一些独到的特色。其中最引人注目的是夏季平均气温的长期变凉趋势,以及由此造成的年平均气温的相对轻微增暖。这个特点在辽东半岛比科尔沁地区表现得更为突出。我国东南部夏季

变凉特征在近 40 年的温度序列中也有表现[6][7][13]。

东北中、南部地区夏季长期变凉趋势可能与夏季降雨量的增加有联系[2]。夏季雨量与气温之间呈现负相关关系。当雨量增多时,云量一般也增加,直接辐射和总辐射量会下降,有利于地面气温变凉;同时,雨量的增加使土壤水分含量和植物生长条件改善,这将加大地表蒸散速率,而蒸散量的上升则增加了潜热消耗,也有利于降低温度。

夏季云量和降水量增加是否与温室增暖过渡阶段东亚夏季风环流与水循环过程的加强有关,这是一个非常有趣的问题。如果是这样,同时如果本世纪北半球的增暖确系大气 CO<sub>2</sub> 等温室气体含量增加所致,那么,辽东半岛降水量的长期增加及其由此引起的夏季温度的明显变凉就是容易理解的。

致谢:刘彦和苍小艳协助完成部分统计和绘图工作,在此表示谢意!

### 参 考 文 献

- 1 气象科学院、中央气象台,中国气温等级图(1911—1980),气象出版社,1984.
- 2 任国玉、周薇,辽东半岛本世纪气温变化的初步研究,气象学报,1994,52(4):494—498.
- 3 Kukla, G. J. and Robinson, D. A., Temperature changes in the last 100 years, in: A. Berger (ed.), Climatic Variations and Variability: facts and theories, D. Reidel Publishing Company, 1981, 287—301.
- 4 王绍武,气候诊断研究进展,气象出版社,1993.
- 5 Folland, C. K., et al, Observed climate variability and change, in: Houghton, J. T. et al (eds), Climate Change, the supplementary report to the IPCC scientific assessment, Cambridge University Press, 1992, 139—170.
- 6 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,1991,2(2):164—173.
- 7 徐群,王冰梅,我国气候的演变趋势和今后发展,中国科学技术协会,气候变化与环境问题全国学术讨论会论文汇编,1991.
- 8 叶笃正、陈泮勤,全国的全球变化研究,地震出版社,1992.
- 9 周淑贞,张超,城市热岛,华东师范大学出版社,1985.
- 10 张家诚,中国气候总论,气象出版社,1991.
- 11 IPCC, Climate Change, The IPCC Scientific Assessment, J. T. Houghton, G. J. Jenkins and J. J. Ephraums (eds), Cambridge University Press, 1990.
- 12 叶正笃等,当代气候研究,气象出版社,1991.
- 13 曲建和、孙安健,黄淮海地区近 40 年来温度变化特征的研究,应用气象学报,1991,2(4):423—428.

# TEMPERATURE CHANGES OF THE TWENTIETH CENTURY OVER HORQIN REGION, NORTHEAST CHINA

Guoyu Ren

(National Climate Center, Beijing 100081)

**Abstract** A major obstacle for regional climate change studies in China is the lack of meteorological stations with long time records. For Northeast China, for example, only a dozen or so stations began to be in operation at the beginning of this century, and most of them had to stop recording during the 1940's due to the Sino-Japanese War. The Chinese Academy of Meteorological Science and Central Meteorological Station compiled a data set, The Temperature Grade Atlas for China (1911-1980), on the basis of the existing record in 1984. Based on this data set, I calculated the area average temperature grade departure for Horqin Region, Northeast China for the last 80 years. The result shows a 0.7°C warming for winter from 1911 to 1988, and a 0.3°C cooling for summer for the same period. Comparison of this result with our previous study for Liaodong Peninsula was made, and a general resemblance was found, with the major difference being in summer temperature changes in that the cooling over Liaodong Peninsula was estimated to be 0.6°C. The possible causes for the evident winter warming and summer cooling in the central and southern Northeast China were discussed. Also discussed are the hypothesized causes of the different cooling on the coastal and inland areas.

**Key words** Temperature change; Twentieth century; Northeast China.