

文章编号: 1000-0585(2000)04-0344-07

近 400 年来北极地区和中国气温变化的对比研究

陈 玲, 张青松, 朱立平, 王 国

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 对中国和北极地区近 400 年来的气温变化进行了趋势分析和谱特征分析, 通过对比认为, 北极地区及中国基本上都有 17 世纪、19 世纪两个寒冷期和 18 世纪、20 世纪两个温暖期, 在一定程度上说明了气候变化的全球性, 但两地区气温的冷暖转化不同步。中国大部分地区(除华东、新疆、西藏区外) 17、19 世纪升温开始得较北极早; 北极地区绝大部分站点 18 世纪升温较中国明显, 且气温变化的区域差异较大。400 a BP 以来两地气温变化的周期较为一致, 以 130 ~ 140 年、100 年、80 年的周期为主, 说明 400 a BP 以来气温的变化具有全球性, 而且气温的变化受太阳活动的影响较大, 自然因素尤其是太阳活动的影响是气候变化的主要原因。

关 键 词: 气候变化; 中国与北极; 400 a BP

中图分类号: P423.3 **文献标识码:** A

1 引言

近 400 年来气候变化的研究是全球变化研究的重要内容。这一时期北半球经历了小冰期及 20 世纪的升温阶段, 同时人类活动对自然环境的影响逐渐加深, 而且这一时期研究气候的器测资料、代用资料都较多, 在这一时间尺度上研究气候变化有利于更好地预测未来。因此, 对这一时期气候变化的研究有重要的科学价值^[1, 2]。

北极地区在全球气候变化中起着重要作用。它对全球气候变化的贡献与响应都十分强烈, 对中、低纬地区的气候变化有很大影响^[3, 4]。北极地区是地球上受人类活动影响相对较小的地区, 其历史时期的气候变化以自然因素的影响为主^[5, 6]。而我国地处北半球中纬地区, 公元 1600 年以来, 人类对自然的影响逐渐增强。许多学者, 如竺可桢、张德二、张丕远、王绍武等^[1, 7~11]对中国 400 a BP 以来的气温变化进行了多方面的研究, 得出了许多有意义的结果。竺可桢先生(1973)曾对欧洲、极地地区与中国的气候变化进行过对比分析^[1], 认为它们的变化是有关联的, 气候的波动是全球性的, 但由于数据、资料的限制, 没有进行

收稿日期: 1999-10-18; 修订日期: 2000-05-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49971078); 国家重点基础研究专项经费资助项目(G19880408); 中国科学院青藏高原研究项目(KZ951-A1-204, KZ95T-06); 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新资助项目(CXI0G-A01-002)

作者简介: 陈玲(1973-), 女, 内蒙古通辽市人。1998年在内蒙古大学资源所获硕士学位, 现为中国科学院地理科学与资源研究所博士研究生。主要研究方向为环境演变、植物生态学, 发表学术论文多篇。

更详细的分析。随着近年来对全球变化的深入研究和资料的累积,对极地地区和中低纬地区气候变化的对比研究不仅从定性逐渐走向定量,而且也日益成为全球变化的热点^[12]。本文对两地区 400 年来的气温变化进行了详细的趋势分析和谱特征分析,通过对比加深对 400 a BP 以来全球气候变化的理解。

2 资料来源

在北极地区选取了从欧亚大陆到美洲大陆的 15 个站点。由于对北极地区欧亚大陆部分的研究不多,所以限制了所取站点数。北极地区气候观测记录开始得晚,资料较少,因此所用数据都是代用资料,图 1 和表 1 分别展示了本研究所选用资料的具体来源及分布。

中国历史资料中,关于近 400 年来气候变化的记录已经很多,因此,历史资料是恢复中国近 400 年来气温变化的主要资料来源。本文主要引用王绍武^[10,11]对中国小冰期期气候研究的分区和结果,资料情况见图 2 和表 2。

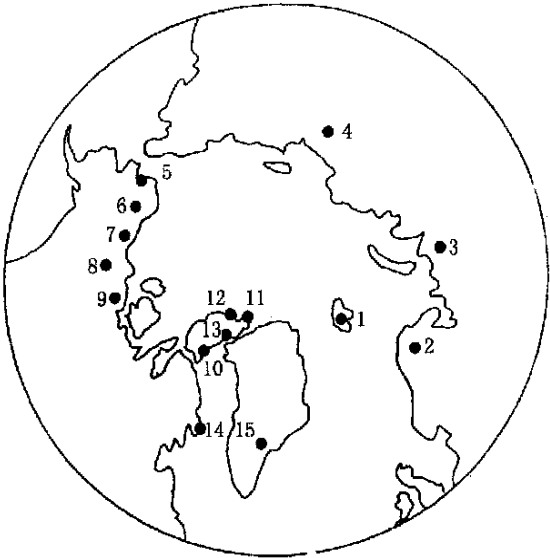


图 1 北极地区所选站点的位置示意图
(引自 Overpeck, 1997)

Fig. 1 Map showing locations of selected sites of circum- Arctic region (after Overpeck, 1997)

表 1 北极地区 15 个站点的概况

Tab. 1 Paleoclimate site information in the Arctic region

	名 称	位 置	代用资料类型	资料来源
1	Svalbard Ice Core	79.5 N, 15 E	夏季融化百分比	[13]
2	Tometrask	65~70 N, 10~30 E	树轮宽度	[14, 15]
3	Polar Urals	62~75 N, 65~75 E	树轮宽度	[14, 16]
4	Lena River	70.41 N, 125.52 E	树轮宽度	[5]
5	Site 412	67.56 N, 162.18 W	树轮宽度	[17, 18]
6	Arrigetch Peaks	67.27 N, 154.03 W	树轮宽度	[17, 18]
7	Sheenjek	68.38 N, 143.43 W	树轮宽度	[17, 18]
8	Eagle Fecal	69.20 N, 126.50 W	树轮宽度	[17, 18]
9	Coppermine	67.14 N, 115.55 W	树轮宽度	[17, 18]
10	Devon Island Ice Core	81.42 N, 73.6 W	夏季融化百分比	[19]
11	Lake C2	82.50 N, 78.2 W	纹泥厚度	[20]
12	Lake C3	82.48 N, 77.55 W	纹泥厚度	[5]
13	Lake Tuborg	77 N, 82.30 W	纹泥厚度	[5]
14	Donard Lake	66.40 N, 61.21 W	纹泥厚度	[5]
15	South Greenland Ice Core	67.52 N, 46.16 W	夏季融化百分比	[14]

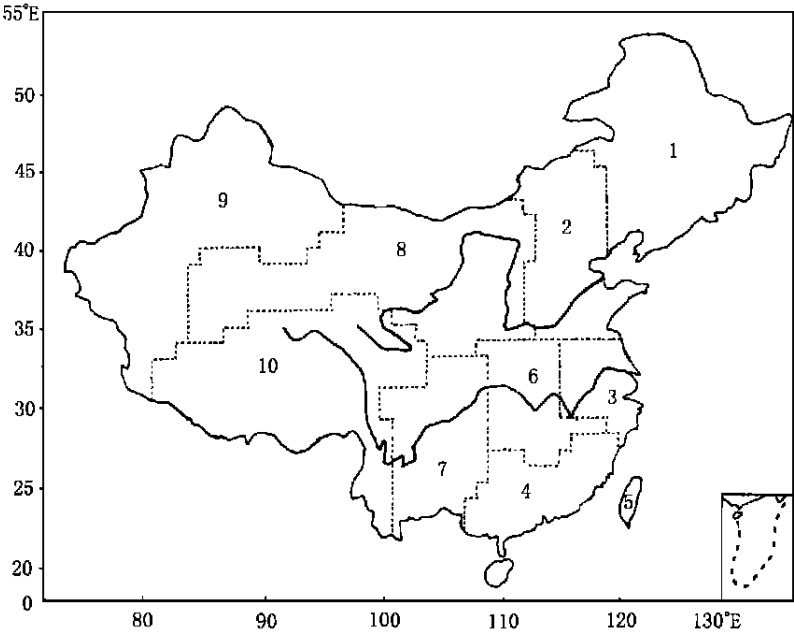


图 2 中国气温变化分区示意图 (引自王绍武, 1998)

Fig. 2 Map showing temperature variation in China (after Wang Shaowu, 1998)

表 2 中国分区概况

Tab. 2 Paleoclimate area information in China

序号	分区	代用资料	资料来源	序号	分区	代用资料	资料来源
1	东北区	树木年轮	[21]	6	华中区	历史资料	[9]
2	华北区	历史资料	[9]	7	川滇区	历史资料	[10]
3	华东区	历史资料	[22, 23]	8	晋陕甘蒙青区	冰芯记录	[24]
4	华南区	历史资料	[10]	9	新疆区	冰芯记录	[24]
5	台湾区	历史资料	[10]	10	西藏区	树木年轮	[25]

3 数据处理

对数据主要分以下 3 步进行处理:

- (1) 将获取的北极地区 5 年平均的数据处理为 10 年平均值;
- (2) 对北极 15 个站及中国 10 个区的 10 年平均气温做谱分析 (结果见表 3、表 4);

表 3 中国近 400 年来气温变化的谱特征

Tab. 3 Spectra analysis of the temperature from 400 a BP in China

	东北区	华北区	华东区	华南区	台湾区	华中区	川滇区	晋陕甘蒙青区	新疆区	西藏区
	130	80	100	130 ~ 140	100	130	130	130	80	80
周期/ a	80	130 ~ 140	80	100		100	100	100	100	100
		100				80		80		

表 4 北极地区最近 400 年气温变化的谱特征

Tab.4 Spectra analysis of the temperature from 400 a BP at circum- Arctic region

周期/a		周期/a	
Svalbard Ice Core	90 ~ 100, 120 ~ 130,	Coppermine	70 ~ 80
Tometrask	100	Devon Island Ice Core	80
Polar Urals	130 ~ 140	Lake C2	60 ~ 70, 100
Lena River	130 ~ 140	Lake C3	60 ~ 70, 100
Site 412	100, 80	Lake Tuborg	50, 70 ~ 80
Arrigetch Peaks	130 ~ 140, 100	Donard Lake	130, 60 ~ 70
Sheenjek	80	South Greenland Ice Core	130, 100
Eagle Fecal	130, 60 ~ 70		

(3) 根据谱分析的结果, 由于 80 年是两地区较普遍的最短周期, 对北极 15 个站及中国 10 个区的 10 年平均气温做 80 年滑动平均, 所得曲线与 10 年均温变化曲线拟合较好, 因此用其来做趋势分析 (见图 3)。

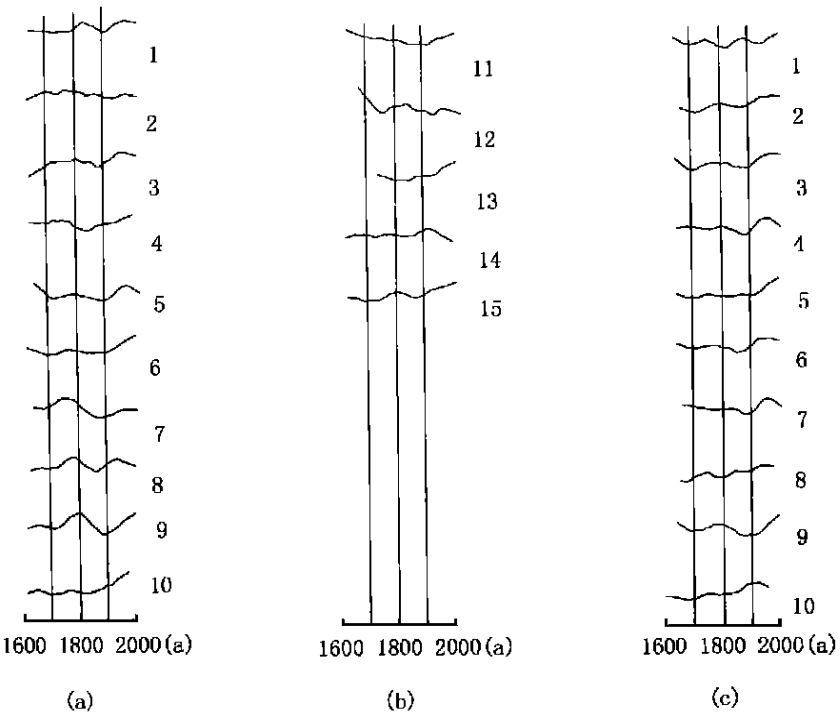


图 3 400 a BP 以来北极地区气温的 10 年平均及趋势变化 (引自 Overpeck, 1997) (a, b)
400 a BP 以来中国气温的 10 年平均及变化趋势图 (引自王绍武, 1998) (c)
Fig.3 Trend of temperature change at circum- Arctic region from 400 a BP (after Overpeck, 1997) (a, b) Trend of temperature change in China from 400 a BP (after Wang Shaowu, 1998) (c)

4 谱特征分析

对北极地区 15 个站点、中国 10 个区的数据作谱特征分析，得到结果见表 3、表 4。
由于从百年尺度上研究气候变化，所用数据均为 10 年平均值，因此使谱分析的精度受到限制。

从表中可以总结出：(1) 中国的 10 个区有较一致的周期：130~140 年、100 年、80 年。而北极地区的 15 个站点中 130~140 年、100 年、70~80 年的周期较为突出；(2) 北极地区气候变化的区域性较中国强；(3) 两地的周期较为一致，说明 400 a BP 以来气温的变化具有全球性；(4) 80~100 年是太阳活动的世纪周期^[26~28]，由此可见气温的变化受太阳活动的影响较大。自然因素的影响，尤其是太阳活动的影响还是气候变化的主要原因。

130~140 年的周期在两地区表现明显。经过分析计算，130~140 年间的周期是 22 年太阳黑子活动的双周期及 18.61 年月球轨道面与地球赤道面交角的变化周期的公倍数^[29~33]，是否可以推断 135 年左右周期的形成是太阳与月球活动对气温的共同影响叠加的结果还有待研究。

5 气温变化趋势分析

由于所选取的气温资料来自不同代用指标分析的结果，因而在各地区气温的定量比较上具有一定困难。但是，由于每一个站点的气温变化都是同一代用指标所得的结果，其变化趋势具有连续性，因而可以对不同站点的气温变化趋势进行对比。

图 3a、3b 是北极地区 15 个站点 400 a BP 以来夏季温度变化的趋势图，图 3c 是中国 10 个区的温度变化趋势图。曲线上每一点代表地表气温的 80 年滑动平均状况。从图 3a、3b 中可以看出：(1) 各地普遍存在 17 世纪、19 世纪两个寒冷期和 18 世纪、20 世纪两个温暖期，但各地区在起始时间和持续时间上有区别；(2) 绝大部分地区 18 世纪有明显的升温阶段；(3) 400 年来，北极地区气温变化的区域差异较大。从图 3c 中可以看出：(1) 17 世纪下半叶和 19 世纪下半叶是 400 a BP 以来气温最低的阶段，而且从中国南北气温位相来看并无明显的前后变化关系。其他许多学者^[7,8,34]也得出了相似的结论，并且都有从 19 世纪寒冷期向 20 世纪温暖期的转变的共同特征；(2) 17 世纪末到 18 世纪的升温不太明显。

通过以上分析对北极与中国的气温变化趋势作对比，可以得出以下结论：(1) 明显的共同特征是基本上都有 17 世纪、19 世纪两个寒冷期和 18 世纪、20 世纪两个温暖期，在一定程度上说明了气候变化的全球性；(2) 两地区的气温的冷暖转化不同步。中国大部分地区（除华东、新疆、西藏区外）17、19 世纪升温开始得较北极早；(3) 北极地区绝大部分站点 18 世纪升温较中国明显；(4) 北极地区气温变化的区域差异较大。

6 结论

通过以上对北极地区及中国 400 a BP 以来气温变化的趋势及谱特征的对比分析，可以总结出如下结论：

(1) 400 a BP 以来北极地区及中国冷暖期相近, 进一步说明了气候变化的全球性。

(2) 400 a BP 以来两地气温变化的周期较为一致, 说明 400 a BP 以来气温的变化具有全球性, 而且气温的变化受太阳活动的影响较大, 自然因素尤其是太阳活动的影响是气候变化的主要原因。

参考文献:

- [1] 竺可桢. 中国近 5000 年来气候变迁的初步研究[J]. 中国科学, 1973, 2: 168-189.
- [2] 周清波 等. 500 a BP 以来中国气温变化[A]. 见: 施雅风, 张丕远 主编. 中国历史气候变化[C]. 济南: 山东科学技术出版社, 1992. 301-304.
- [3] Houghton J T et al eds. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment[M]. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1990.
- [4] Chapman W L, Walsh J E. Recent variations of sea ice and air temperature in high latitude[J]. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 1993, 74: 33-47.
- [5] Overpeck J et al. Arctic environmental change of the last four centuries[J]. *Science*, 1997, 278(14): 1251-1256.
- [6] Mann M E et al. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries[J]. *Nature*, 1998, 392(23): 779-787.
- [7] 张德二. 中国南部近 500 年各季温度变化的若干特征[J]. 科学通报, 1980, 6: 270-272.
- [8] 张丕远, 龚高法. 16 世纪以来中国气候变化的若干特征[J]. 地理学报, 1979, 34(3): 238-247.
- [9] 王绍武. 公元 1380 年以来我国华北气温序列的重建[J]. 中国科学(B 辑), 1990, 5: 553-560.
- [10] 王绍武 等. 中国小冰期的气候[J]. 第四纪研究, 1998, 1: 54-62.
- [11] 王绍武 等. 近百年中国年气温序列的建立[J]. 应用气象学报, 1998, 9(4): 392-401.
- [12] IGBP report No. 45. Past Global Changes: status report and implementation plan[R]. International Geosphere-Biosphere Program, Stockholm, 1998.
- [13] Tarussov A. In Climate Since A.D. 1500[M]. In: Bradley R S, Jones P D eds. London: Routledge, 1992. 505-516.
- [14] Briffa K R et al. In Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years[M]. In: Jones P D, Bradley R S, Jouzel J eds. Berlin: Springer-Verlag, 1996. 9-41.
- [15] Briffa K R et al. Fennoscandian summers from AD 500: temperature changes on short and long timescales[J]. *Climate Dynamics*, 1992, 7: 111-119.
- [16] Briffa K R et al. Unusual twentieth-century summer warmth in a 1000-year temperature record from Siberia[J]. *Nature*, 1995, 376(13): 156-159.
- [17] Jacoby G C, Arrigo R D D. Reconstructed northern hemisphere annual temperature since 1671 based on high-latitude tree-ring data from north America[J]. *Climatic Change*, 1989, 14: 39-59.
- [18] D'Arrigo R D, Jacoby G C. Dendroclimatic evidence from north North America[J]. *Climatic Change*, 1993, 25: 163-177.
- [19] Fisher D A. A record of Holocene summer climate from a Canadian high-Arctic ice core[J]. *Nature*, 1990, 343: 630-631.
- [20] Lamoureux S F, Bradley R S. A late Holocene varved sediment record of environmental change from northern Ellesmere Island[J]. *Canada. J. Paleolimnol.*, 1996, 16: 239-255.
- [21] 邵雪梅, 吴祥定. 利用树轮资料重建长白山区过去气候变化[J]. 第四纪研究, 1997, 1: 76-85.
- [22] 王绍武 等. 公元 1470 年以来我国华东四季与年平均温度变化的研究[J]. 气象学报, 1990, 48(1): 26-35.
- [23] 王绍武 等. 中国的小冰河期[J]. 科学通报, 1990, 35(10): 769-772.
- [24] Lin P N et al. 1000 year of climatic change in China: Ice-core ^{18}O evidence[J]. *Annals of Glaciology*, 1995, 21(1): 189-195.
- [25] 康兴成 等. 青海都兰地区 1835 年来的气候变化——来自树轮资料[J]. 第四纪研究, 1997, 1: 70-75.

- [26] 姚檀栋. 古里雅冰芯近 2000 年来气候环境变化记录[J]. 第四纪研究, 1997, 1: 52-61.
- [27] 冯松等. 2500 多年来太阳活动与温度变化[J]. 第四纪研究, 1997, 1: 28-36.
- [28] 王国, 张青松. 400 年来北极巴罗角的温度变化特征[J]. 极地研究, 1998, 10(1): 11-16.
- [29] 张家诚等编著. 气候变迁及其原因[M]. 北京: 科学出版社, 1976. 93-133.
- [30] 湖南省气象台. 月亮、地球运动和太阳活动对长期天气变化的影响[A]. 见: 中央气象局研究所 编. 气候变迁和超长期预报文集[C]. 北京: 科学出版社, 1977. 80-84.
- [31] 王国, 张青松, 李元芳. 阿拉斯加巴罗 AB-67 钻孔岩芯的沉积环境分析[J]. 地理学报, 1998, 53(6): 537-545.
- [32] 张青松. 南极地区晚第四纪环境及其与全球变化的关系[J]. 第四纪研究, 1990, 2: 159-167.
- [33] 张青松等. 北极巴罗 Elson 泻湖过去 450 年气候与环境变化记录[J]. 第四纪研究, 1996, 3: 211-220.
- [34] 陈家其, 潘良宝. 长江、淮河下游地区历史时期气候变化的初步研究[A]. 见: 施雅风等. 中国气候与海面研究进展(二)[C]. 北京: 海洋出版社, 1992. 39-41.

A comparative analysis of temperature change in Arctic and China since 400 a BP

CHEN Ling, ZHANG Qing-song, ZHU Li-ping, WANG Guo

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research,

CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: In order to find relations of climate change between Arctic and China and to understand the global change better, we compared air temperature change of Arctic and China since 400aBP. By conducting trend analysis and spectral analysis, we gained some conclusions. Both Arctic and China have two colder periods (17th century and 19th century) and two warmer periods (18th century and 20th century), but the changing tendency is not identical completely. In the 17th and 19th century temperature in most part of China (except East China, Xinjiang, Tibet) increased earlier than that of Arctic. In the 18th century the highest temperature appeared earlier about 10 years in Arctic than in China. In the 19th century temperature of most stations in Arctic increased more violently than that of China. In the 20th century the warmer period of the two places is similar. The periods of temperature change of the two places are identical, being mainly 130~140, 100, and 80 years. Therefore, the natural factor, specially solar activity is the main reason affecting climate change.

Key words: climate change; China and Arctic; 400 a BP