

全球升温对中国区域温度纬向梯度的影响

卢爱刚^{1,2}, 庞德谦¹, 何元庆^{2,3}, 庞洪喜², 院玲玲²

(1. 渭南师范学院地理研究所, 陕西 渭南 714000 2 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰芯与寒区环境重点实验室, 甘肃 兰州 730000 3 中国科学院青藏高原研究所, 北京 100029)

摘要: 利用中国气象中心 160 站点的实际观察资料, 对中国半个世纪的气温变化分时间段进行了计算分析。用各个站点 52 年的气温序列斜率与纬度和海拔分别做了相关分析, 发现气温变化幅度和纬度有着很好的相关性, 特别是在冬季; 但气温变化和海拔没有相关性。另外, 通过对不同季节的温度变化情况进行计算和纬向分析, 发现随着全球气温的持续上升, 气温的纬向梯度在变小, 变化的幅度是冬季大、夏季小, 高纬度地区大、低纬度地区小。最后指出造成气温纬度梯度减小的主要原因是大陆度随纬度的不同分布。

关 键 词: 全球升温; 纬度效应; 温度梯度; 原因

中图分类号: P467 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2006)03-0345-06

国际政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 估计^[1], 北半球 20 世纪 80 年代平均温度比 60 年代高 0.4℃, 而青藏高原同期上升 0.5℃以上, 90 年代以后升温幅度增大, 达 1℃左右。20 世纪 50 年代以来, 以气温升高为标志的全球气候变化在中国季风温冰川区有显著的响应^[2]。关于 20 世纪 50 年代以来中国各大区域气温升温趋势的研究很多^[3~22]。全球升温引起人类居住环境一系列变化, 研究全球升温下区域变化的规律, 有利于人类在生产和生活方面的规划, 从而提高人类对全球升温的适应能力, 实现社会、经济 and 环境的可持续、协调发展。太阳活动曾经被认为与全球温度有很好的相关性^[23~28]。但到 20 世纪 90 年代以后这种相关性不再存在^[29,30]。所以关于全球升温的研究, 更多的是将原因归于人类经济活动的影响^[29~33], 而且人为影响越来越强烈。据徐影^[34]等人的研究, 由于人类活动的影响, 21 世纪西北地区气温将可能平均变暖 4.2~6.0℃。

但由于区域所处的海陆位置、纬度位置以及大气环流系统位置的不同, 加上地形等的影响, 区域对全球气候变化的响应是千差万别的。中国地形复杂, 多高山、高原, 特别是受青藏高原的影响, 气候变化情况显得更为复杂; 另外, 中国地域广大, 纬度跨度大, 受多种气流影响, 又是全球最为典型的

季风气候地区之一, 因此各地对全球变化的响应速度与程度存在一定的区域差别。本文拟就全球升温对中国大陆的纬向温度梯度的影响予以分析, 并探讨纬向温度梯度变化的主要成因及其在时间上和空间上所遵循的规律。

1 资料与方法

本文所用的温度资料, 是中国气象中心长期的实际观测数据, 本系列数据为 52 年 (1951~2002) 的月平均值, 本文主要对不同季节的平均温度进行了分析。在方法上, 以 35°N 为界, 将 160 站点分为南北两个区域, 进行分析对比。通过计算, 将最早与最近 10 年不同区域的站点平均气温进行比较, 从而得出不同纬度在这半个世纪的不同增温幅度。为了验证两个时段划分的合理性, 又采用 1951~2002 年两个区域 52 年的平均气温序列, 以直观的展现不同纬度的两个区域气温变化的差异。最后, 通过用各站点 52 年的气温序列斜率与纬度和海拔分别做了相关分析, 排除了气温变化受海拔影响的可能性。本文冬、夏温度资料分别采用 1、7 月的月平均值。

160 站点的位置如图 1 所示, 从图上可以看出, 160 站点在区域上分布不均, 东南地区站点最稠密, 而青藏高原只有边缘几个站点。

收稿日期: 2005-03-02 修订日期: 2005-07-11
基金项目: 由中国科学院创新团队国际合作伙伴计划 (CXTD-Z2005-2)、国家自然科学基金重点基金和面上项目 (90511007 40371026, 90302006)、国家基金委“创新群体” (40121101)、中国科学院“百人计划” (2004401) 等项目资助。
作者简介: 卢爱刚 (1968-), 男, 陕西富平人, 博士研究生, 主要从事全球化区域响应研究。E-mail: lgx1088@163.com

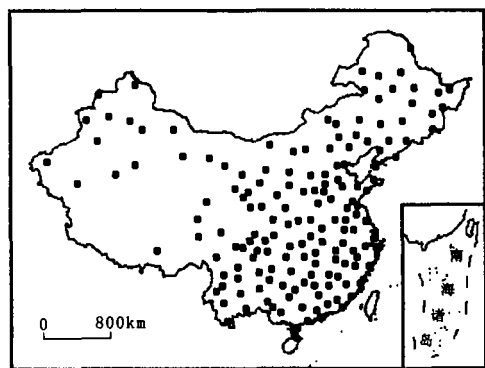


图 1 160 站点位置
Fig 1 Location of 160 stations in China

2 结果与讨论

以 35°N 为界划分的两个区域中, 北方 (包括 35°N) 有 89 个站点, 南方有 71 个站点。通过计算, 20 世纪 50 年代南方区域年均气温 16.16℃, 最近 10 年的站点平均年气温为 16.65℃, 则近半个世纪本区平均增温 0.49℃。同样算出北方最早 10 年的平均气温为 7.275℃, 最近 10 年为 8.552℃, 增温 1.277℃。用同样方法将冬季和夏季结果分别进行计算 (表 1)。

表 1 不同时期区域站点平均升温

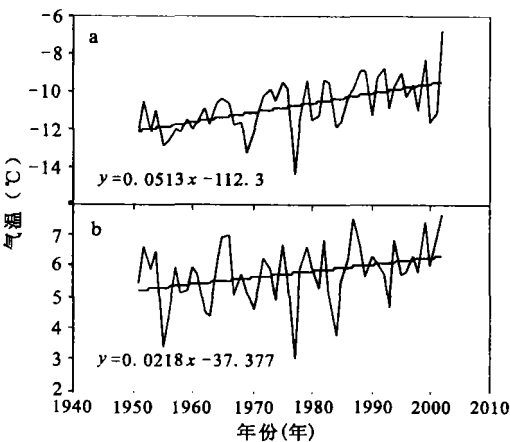
Table 1 regional mean warming extent of different periods

区域	季节	最早 10 年 平均温度 (℃)	最近 10 年 平均温度 (℃)	站点平均 增温 (℃)
南方	冬季	5.173	6.064	0.89
	夏季	25.871	25.839	-0.032
北方	冬季	-11.885	-9.777	2.108
	夏季	23.469	24.142	0.673

从表 1 可以看出, 北方的升温幅度远远大于南方, 特别是在冬季。说明气温梯度的变化有显著的季节差异, 夏季的纬度梯度变化没有冬季的显著。同时, 夏季南方地区有降温现象。从气温纬向分布的趋势, 能更加直观地看出纬度梯度的变化情况。

图 2 是两个区域平均冬季气温变化序列对比, 从趋势线的斜率可以看出, 北方区 (a) 气温变化趋势斜率为 0.0513, 南方区 (b) 的斜率为 0.0218。显然, 趋势线斜率的绝对值越大, 气温的纬度梯度越小。这样可看出 20 世纪 50 年代以来, 中国南北方冬季气温都存在显著的增高趋势, 而且升温存在明显的纬度差异: 北方升温强烈, 为 0.0513℃/a

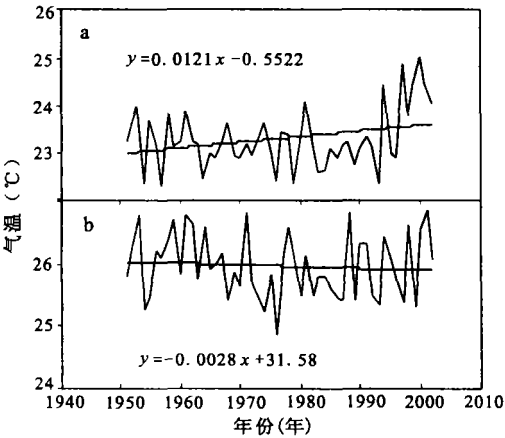
南方的升温幅度相对小, 为 0.0218℃/a, 说明气温的纬向梯度在变小。



a. 北方区; b. 南方区

图 2 两个区域冬季气温序列对比
Fig 2 Comparison between winter temperature trends of northern China (a) and southern China (b)

图 3 是两个区域多年平均夏季气温的序列对比。可以看出, 夏季南北方温度变化存在着相反趋势, 北方气温在明显上升、南方气温存在稍微下降的趋势。这样显然引起气温纬向梯度的变小。



a. 北方区; b. 南方区

图 3 两个区域夏季气温序列对比
Fig 3 Comparison between summer temperature trends of northern China (a) and southern China (b)

用 52 年两个区域的平均温度序列的斜率可以计算出, 冬季北方的累计增温为 0.0513 × 52 = 2.6676℃, 小于表 1 的结果, 但表 1 计算中我们用

了前后各 10 年的平均值, 所以其结果应是前后各减去了 5 年, 一共少算 10 年增温, 如果用 $0.0513 \times 42 = 2.1546^{\circ}\text{C}$, 基本上与表 1 的 2.108°C 的总增温幅度一致。同样我们也可以算出冬季南方 40 年累计增温为 0.872°C , 夏季北方 40 年的累计升温为 0.484°C , 夏季南方 40 年的累计降温为 0.112°C 。斜率计算结果与表 1 结果相比, 在趋势和幅度上是大体一致的, 说明北方比南方增温幅度大, 纬度梯度减小。同时也验证了时间分段的可行性。而且冬季升温结果与表 1 更为接近, 说明中国 20 世纪 50 年代以来的冬季气温在持续而比较均匀的上升。造成夏季误差大的主要原因, 可能是夏季温度变化相对复杂, 不管是在趋势上还是区域上。两种计算结果在冬季升温上的一致性和夏季升温上的较大的误差, 也说明了冬季和夏季增温在时间上的不同步性。

为了进一步证实升温的纬度效应, 我们将每个站点 52 年的冬季和夏季温度序列斜率进行纬度相关分析, 结果发现, 冬季的气温序列斜率和纬度的相关度为 0.59734 并达到 99.9% 的置信水平 (图 4), 夏季相关性相对小, 相关度为 0.47914 也达到 99.9% 的置信度 (图 5)。由于相同时间尺度的温度序列的斜率基本上能代表升温幅度的相对大小, 因此, 图 4 和图 5 说明了温度的纬度效应在统计上的有效性。

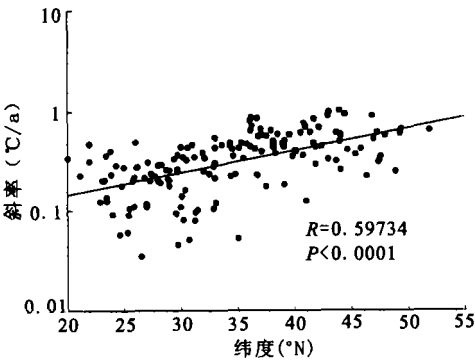


图 4 冬季气温序列斜率与纬度相关分析
Fig 4 Correlation between slope of winter temperature series and latitude

同时, 我们对温度序列斜率和海拔做了相关分析, 结果发现温度斜率与高度之间没有有效相关性。关于中国南方夏季降温的研究也不少, 普遍认为降温是硫酸盐气溶胶所致^[35-38]。但是, 根据对中国区域硫酸盐气溶胶时空分布的研究^[39], 发现

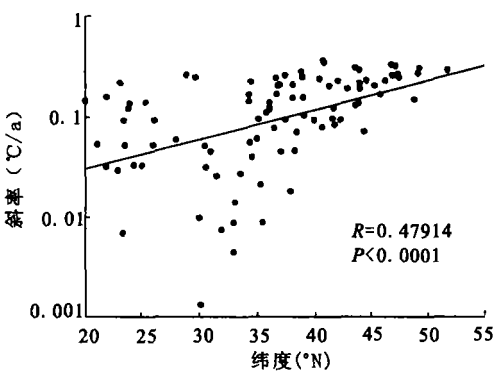


图 5 夏季气温序列斜率与纬度相关分析
Fig 5 Correlation between slope of summer temperature series and latitude

中国北方、特别东部地区的硫酸盐气溶胶浓度也相当大。所以我们可以这样认为, 硫酸盐气溶胶对南方和北方都有降温作用, 但是降温只表现在南方, 可能是由于北方的升温幅度相对较大而掩盖了硫酸盐气溶胶引起的降温现象, 而降温在南方地区之所以能够表现出来, 是因为硫酸盐气溶胶引起的降温幅度超过了纬度效应所决定的南方相对较小的升温幅度。当然, 南北方地形的差异对硫酸盐气溶胶的聚集作用也应该有差别。

总的看来, 两种计算结果相当一致地揭示了升温所造成的纬度梯度减小现象, 而且冬季的变化幅度比夏季要大。林祥等^[40]利用中国大陆 453 个测站 1961~2000 年的逐月气温资料, 研究发现, 40 年中暖季增温的幅度有南北差异, 以黄河流域为界, 北边高纬度增温更强烈。IPCC (2001)^[41]研究报告也指出, 北极地区的升温幅度比其它地区大。Dickon^[42]等通过实验的研究也表明, 北极的气温升高减小了纬向的温度梯度。Senior^[43]和 May^[44]也发现冬季的极地放大作用比其它季节要大的现象。Walsh 等^[45]与 Houghton 等^[46]以及 Holland 等^[47, 48]的模拟研究同样也证明了极地的放大效应。Cubasch 等^[49]的研究同样证明中高纬度地区的升温幅度比低纬度地区要大。另外, 气候模型的研究也表明北极地区对温室效应引起的升温也有放大作用^[50]

不管从气温的多年变化还是季节变化都可以看出, 气温越高, 纬度梯度越小, 反之, 梯度越大。通过对晚上新世山西榆社及河北泥河湾的孢粉记录的冷事件与同时期北极圈附近的阿拉斯加的降温幅度进行对比, 有研究发现, 由于高低纬度的降

温幅度不同而使得温度的纬度变化梯度比起降温前大大增加^[51, 52]。因此,之所以许多研究者通过风成沉积的颗粒作为冬季风的指标来研究中国区域气候变化^[53, 54],就是因为沉积颗粒的大小反映了气温所决定的温度梯度引起的风力的大小。

气温纬度梯度的变化说明,高纬度地区对全球变化比低纬度地区要敏感。这可能是中高纬度地区大陆性显著增强的缘故。一般来说,大陆性越显著的地方,对气候变化越敏感。而在中国大陆,具体的海陆分布形势决定了大陆性基本上和纬度是一致的,纬度越高,大陆性越强,所以中国高纬度地区的气候变化相对要敏感得多。因此,在秋冬季节,由于北方大陆性强,加之太阳直射点南移,所以北方地区气温急剧下降,而相对来说,南方气温变化要缓慢得多,如此形成冬季相对较大的纬度梯度;当春季到来时,北方地区由于大陆性强,升温快,使得冬季较大的纬度梯度有所变小。从长期的气温变化看,这种季节性的梯度变化规律也可能存在。另外,在冬季,中国植被引起的类似于温室效应的效果已经因为植物落叶而消失,特别是在北方。陈星等^[55]认为,地表植被的增加,引起地面热容量变化,能够产生类似于温室效应的现象。而且,引起全球升温的温室效应,对于温度相对低得多的冬季来说,可能在增温方面显得更加有效。人类活动是引起温室效应增强的主要原因之一。

尽管人类活动对全球升温的影响越来越大,地形和纬度仍是影响中国气温变化区域不平衡的决定性因子^[56],只不过地形的影响是区域性的,而且具有鲜明的季节性差异,而纬度的影响应该是全球性的。即地形在夏季对中国气温的分布和变化影响更为强烈^[57]。因此,整体而言,纬度对气候变化区域差异性的主宰地位还是没有发生变化。虽然中国气温变暖表现为非均衡性,区域和季节差异很大,如在区域变化上有“北暖南冷”的趋势,在季节变化上有“冬暖夏凉”的特点^[58],而且本文的南北分区不能很好的展示详细的区域差异,但是就整体而言,气温变化对中国区域的气温纬度梯度的影响还是比较明显的。

3 结 论

通过以上分析讨论,我们可以得到以下结论:

1) 20世纪 50年代以来,由于全球升温的影响,中国区域的温度纬向梯度有所变小。变化的幅

度是冬季大、夏季小,高纬度地区大、低纬度地区小。

2) 气温纬向梯度的变化,是受气温本身的高低影响的。不管是从季节还是多年的变化看,气温越高,气温的纬向梯度越小,反之,则越大。

3) 气温变化幅度的纬度效应,即引起纬向梯度变化的原因,主要是大陆度随纬度的不同引起的。中国气温的变化受大陆度的影响非常显著,纬度越高,大陆性越强,气温变化幅度越大。

4) 从升温幅度的分段计算和斜率计算结果可以发现,中国不同季节的升温在时间上是不同步的。

5) 尽管人类活动对全球升温的影响越来越大,但就中国区域的气温变化对纬度梯度的影响来看,气温变化区域差异的决定性因子仍然是自然要素(纬度和地形)。

参考文献:

- [1] IPCC. Climate Change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Summary for Policymakers. A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R]. Geneva, Switzerland, 2001.
- [2] 苏 珍,施雅风. 小冰期以来中国季风温冰川对全球变暖的响应[J]. 冰川冻土, 2000, 22(3): 223~228
- [3] 陈敬按,万国江,陈振楼,等. 洱海近代气候的化学记录[J]. 地理科学, 2000, 20(1): 83~87
- [4] 骆高远. 我国多厄尔尼诺、拉尼娜研究综述[J]. 地理科学, 2000, 20(3): 264~269.
- [5] 扬 保,康兴成,施雅风. 近 2000年都兰树轮 10年尺度的气候变化及其与中国其它地区温度代用资料的比较[J]. 地理科学, 2000, 20(5): 397~402
- [6] 龚道溢,王绍武. 北半球冬季纬向平均环流的结构及其对我国气候的影响[J]. 地理科学, 2001, 21(2): 108~112
- [7] 张一平,李佑荣,彭贵芬,等. 昆明城市发展对室内外平均气温的影响[J]. 地理科学, 2001, 21(3): 272~277.
- [8] 陈云浩,李晓兵,谢 锋. 我国西北地区地表反照率的遥感研究[J]. 地理科学, 2001, 21(4): 327~333.
- [9] 王亚军,陈发虎,勾小华. 利用树木年轮资料重建祁连山中段春季降水[J]. 地理科学, 2001, 21(4): 373~377.
- [10] 杨 保,施雅风. 近 2000年古里雅冰芯气候变化的子波分析[J]. 地理科学, 2001, 21(6): 488~492
- [11] 邓慧平,李秀彬,张 明. 气候与地表覆被变化对梭磨河流域水文影响的分析[J]. 地理科学, 2001, 21(6): 493~497.
- [12] 赵昕奕,张蕙远,万 军. 青藏高原气候变化对气象带的影响[J]. 地理科学, 2001, 22(2): 190~199.
- [13] 孙 力,安 刚,丁 立. 中国东北地区夏季早涝的分析研究[J]. 地理科学, 2001, 22(3): 311~316
- [14] 陈云浩,李晓兵,史培军,等. 上海城市热环境的空间格局分

- 析 [J]. 地理科学, 2002, **22**(3): 317~ 323.
- [15] 刘晓东, 安芷生, 方建刚, 等. 全球气候变暖条件下黄河流域降水的可能变化 [J]. 地理科学, 2002, **22**(5): 513~ 519
- [16] 王根绪, 王 建, 仵颜卿. 近 10 年来黑河流域生态环境气候变化特征分析 [J]. 地理科学, 2002, **22**(5): 527~ 534
- [17] 王张华, 陈中原, 寇 莹, 等. 太湖流域 960 年以来的气候干湿变化研究 [J]. 地理科学, 2002, **22**(5): 546~ 551
- [18] 何云玲, 张一平, 刘玉洪, 等. 昆明城市气候水平空间分布特征 [J]. 地理科学, 2002, **22**(6): 724~ 729.
- [19] 李国平, 段延杨, 吴贵芬. 青藏高原西部的地面热源强度及地面热量平衡 [J]. 地理科学, 2003, **23**(1): 13~ 18.
- [20] 张一平, 何云玲, 马友鑫, 等. 中国不同地区城市对室内外气温影响的比较分析 [J]. 地理科学, 2003, **23**(1): 42~ 47.
- [21] 杨学明, 张晓平, 方华军. 农业土壤固碳对缓解全球变暖的意义 [J]. 地理科学, 2003, **23**(1): 101~ 106
- [22] 王翠花, 李 雄, 缪启龙. 中国近 50 年来日最低气温变化特征研究 [J]. 地理科学, 2003, **23**(4): 441~ 447.
- [23] Friis- Christensen E, Lassen K. Global temperature variations and a possible association with solar activity variations [R]. Danish Meteorological Institute Science Report 1992, 92- 103
- [24] Hoyt D V, Schatten H K. A discussion of plausible solar irradiance variations 1700- 1992 [J]. Journal of Geophysical Research, 1993, **98**: 18895- 18906
- [25] Hameed S, Gong G. Variation of spring climate in lower- middle Yangtse river valley and its relation with Solar- cycle length [J]. Geophysical Research Letters 1994, **21**: 2693- 2696.
- [26] Lassen K, Friis- Christensen E. Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate [J]. Journal of Atmospheric and Solar- Terrestrial Physics 1995, **57**: 835- 845
- [27] Butler C J, Johnston D J. A provisional long mean air temperature series for Armagh Observatory [J]. Journal of Atmospheric and Solar- Terrestrial Physics 1996, **58**: 1657- 1672
- [28] Zhou K, Butler C J. A statistical study of the relationship between the solar cycle length and tree- ring index values [J]. Journal of Atmospheric and Solar- Terrestrial Physics 1998, **60**: 1711- 1718
- [29] Jones P D, Mann M E. Climate over past millennium [J]. Rev Geophys 2004, **42**(RG2002): 1- 42
- [30] Liu H, Rodriguez Gabriel. Human activities and global warming: a coinTEGRATION analysis [J]. Environmental Modelling & Software, 2005, **20**(6): 761- 773.
- [31] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change, The Intergovernmental Panel on Climate Change Scientific Assessment [R]. Houghton J T, Ding Y, Griggs D J (Eds). New York: Cambridge University Press (abridge), 2001: 358.
- [32] Ross M cK irrick, Patrick J M ichaels. A test of corrections for extraneous signals in gridded surface temperature data [J]. Clim Res 2004, **26**: 159- 173.
- [33] MacKay R M, Ko M K W. An analysis of simulated and observed global mean near- surface air temperature anomalies from 1979 to 1999: Trends and attribution of causes [J]. Chemosphere- Global Change Science 2001, **3**(4): 393- 411
- [34] 徐 影, 丁一汇, 赵宗慈. 人类活动引起的我国西北地区 21 世纪温度和降水变化情景分析 [J]. 冰川冻土, 2003, **25**(3): 42- 60.
- [35] Zhang Y, Qin B, Chen W. Analysis of 40 year records of solar radiation data in Shanghai, Nanjing and Hangzhou in Eastern China [J]. Theor Appl Climatol 2004, **78**: 217- 227
- [36] Qian Y, Giorgi F. Regional climatic effects of anthropogenic aerosol: The case of southwestern China [J]. Geophys Res Lett 2000, **27**: 3521- 3524
- [37] Giorgi F, Bi X, Qian Y. Direct radiative forcing and regional climatic effects of anthropogenic aerosols over East Asia: A regional coupled climate- chemistry/aerosol model study [J]. J Geophys Res 2002, **107**(D20): 4439.
- [38] Giorgi F, Bi X, Qian Y. Indirect vs direct effects of anthropogenic sulfate on the climate of East Asia as simulated with a regional coupled climate- chemistry/aerosol model [J]. Climatic Change 2003, **58**: 345- 376.
- [39] 王体健, 闵锦忠, 孙照渤, 等. 中国地区硫酸盐气溶胶的分布特征 [J]. 气候与环境研究, 2000, **5**(2): 165 ~ 174.
- [40] 林 祥, 钱维宏. 近 40 年中国暖季日气温及其异常强度变化趋势 [J]. 地理学报, 2003, **58**(增刊): 21~ 30
- [41] IPCC, 2001 IPCC Climate Change, Third Assessment Report Intergovernmental Panel on Climate Change [R]. Cambridge University Press UK (2001).
- [42] Dixon Keith W, Delworth Thomas L, Knutson Thomas R, et al. A comparison of climate change simulations produced by two GFDL coupled climate models [J]. Global and Planetary Change 2003, **37**: 81- 102
- [43] Senior C A. The dependence of climate sensitivity on the horizontal resolution of a GCM [J]. Climate 1995, **8**(11): 2860- 2880
- [44] May W, Roeckner E A. time- slice experiment with the ECHAM 4 AGCM at high resolution: the impact of horizontal resolution on annual mean climate change [J]. Clim. Dyn., 2001, **17**(5- 6): 407- 420.
- [45] Walsh J E, Crane R G. A comparison of GCM simulations of Arctic climate [J]. Geophys Res Lett, 1992, **19**: 29- 32
- [46] Houghton J T, Callendar B A, Vamey S K (eds). The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment [A]. In: Forland C K, Karl T R, Nicholls N, et al. Climate Change 1992 [C]. New York: Cambridge University Press 1992: 135- 170
- [47] Holland M M, Bitz C M. Polar amplification of climate change in coupled models [J]. Climate Dynamics 2003, **21**: 221- 232
- [48] Gunter W eller. Global pollution and its effect on the climate of the Arctic [J]. Science of the Total Environment 1995, **160- 161**(15): 19- 24
- [49] Cubasch U, Coauthors. Projections of future climate change [A]. In: J W Kim, J Stone (Eds). Climate Change 2001: The

Scientific Basis [C]. Cambridge University Press, 2001. 525–582

[50] 刘耕武, Estella B Leopold. 中国北方上新世降温事件及其对温度纬度梯度的影响 [J]. 古生物学报, 2003 **42**(1): 31~ 38.

[51] Xiao J, Zheng H, Zhao H. Variation of winter monsoon intensity on the Loess Plateau, central China during the last 130 000 years: Evidence from grain size distribution [J]. Quat Res, 1992 **31**: 13– 19.

[52] Xiao J, Porter S C, An Z, et al. Grain size of quartz as an indicator of winter monsoon strength on the Loess Plateau of central China during the last 130 000 yr [J]. Quat Res, 1995 **43**: 22– 29.

[53] Ding Z, Liu T, Rutter N W, et al. Ice– volume forcing of East Asian winter monsoon variations in the past 800 000 years [J]. Quat Res, 1995 **44**: 149– 159.

[54] Xiao J, Nakamura Toshi, Lu H, et al. Holocene climate changes over the desert/loess transition of north– central China [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2002 **197**: 11– 18.

[55] 陈 星, 于 革, 刘 健. 东亚中全新世的气候模拟及其温度变化机制探讨 [J]. 中国科学 (D 辑), 2002 **32**(4): 335~ 345.

[56] Lu A, He Y, Zhang Z, et al. Regional structure of global warming across China during the twentieth century [J]. Climate Research, 2004 **27**: 189– 195.

[57] He Y, Lu A, Zhang Z, et al. Seasonal variation of regional warming– up structure across China in the past half century [J]. Climate Research, 2004 **28**: 213– 219.

[58] 沙万英, 邵雪梅, 黄 玫. 20 世纪 80 年代以来中国的气温变暖及其对自然区域界限的影响 [J]. 中国科学 (D 辑), 2002 **32**(4): 317~ 326.

Impact of Global Warming on Latitudinal Temperature Gradients in China

LU A iGang^{1,2}, PANG De-Qian¹, HE Yuan-Qing^{2,3}, PANG Hong-Xi², YUAN Ling-Ling²

(1. Geography Research Institute, Weinan Teachers' College, Weinan, Shaanxi 714000; 2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu 730000; 3. The Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract Global warming or any climate change may cause changes in other geographical elements including changes in sea level, amount and pattern of precipitation, climate patterns and various other forms of climate change. Such changes can trigger various detrimental effects by causing flood, drought, heat wave, reduction of agricultural yield or in extreme circumstances, and cause mass extinction. The temperature variation in China is so complicated that even the temperature trends are completely different in the same period, with temperature increase trend in some areas but with temperature decrease trend in some other areas. So it is very significant to discover the global warming impacts in China and find the regional response laws to global warming. In this paper, the data set of 160 National Meteorological Observatory stations with long-term monthly temperature data for China has been analyzed to discover the warming pattern in China, i.e., finding the variation of temperature gradients in the past half century. By calculation and analysis, it is found that, with the global warming in the past half-century, the latitudinal temperature gradient became smaller and smaller, with a bigger magnitude in winter than in summer and a larger quantum in higher latitude than in lower latitude. The variation of the latitudinal temperature gradients in China is due to the different continentalities of the areas with different latitudes. And the stronger the continentality, the larger amplitude the temperature change will be. Also, it is found that the temperature changes of different seasons are asynchronous. Although human activities are contributing more and more to climate change, landforms and latitude effects seemed to be dominating factors influencing the spatial distribution of climate change of China in the 20th century.

Key words global warming, latitude effects, temperature gradients