

任国玉

(国家气候中心 北京 100081)

提 要

对全球和中国地区平均地表气温变化趋势研究进行了简要评述,对当前研究中需要加强的工作提出了初步建议。

关键词: 气候变化 地表气温 中国地区

全球或区域平均地表气温是描述气候系统状态的最常用变量之一。地表气温变化在本文特指仪器记录时期全球或区域平均的近地面年平均气温变化。

1 全球的变化

仪器记录时期的平均地表气温变化趋势是全球气候变化检测研究中的关键问题,历来受到气候学家的重视。IPCC 第三次评估报告指出,自从 1860 年以来,全球平均地表气温上升了 $0.4 \sim 0.8^{\circ}\text{C}$,并认为其增暖速度很可能是过去 1000 年内所没有的,近 50 年全球变暖尤其明显,而且这种变暖可能主要是由大气中 CO_2 等温室气体浓度增加引起的^[1]。对于这些结论,科学界还存在着不同看法。就资料及其分析而言,目前争论的焦点主要集中在仪器记录时期近地面气温资料的代表性、近 1000 年左右古气候代用资料的可靠性、以及近地面和高空气温记录的差异性等方面。

从仪器记录时期近地面气温资料分析来看,目前还存在以下突出问题 (a) 全球许多区域缺乏观测,在 20 世纪中以前和海洋上尤其如此 (b) 由于仪器变换、台站迁移、观测规

范变化等引起的资料非均一性 (c) 由于城市发展和土地利用变化造成的局地或区域性温度变化。Jones 等^[2,3]、Hansen 等^[4]和美国国家气候资料中心(NCDC)^[5-8]在建立全球平均地表气温序列时对这些问题多数均有所考虑,特别是对陆地上资料的非均一性问题,解决得也比较好。

但是,对于海洋上和早期记录的空缺以及城市热岛效应增强的影响,目前还没有给予很好的解决,对于区域土地利用变化对温度序列可能产生的影响更没有考虑。这些问题不解决好,就无法得到代表大区域或全球平均的气温序列,对气候变化的检测和预测研究也就很难得出坚实的结论。

2 中国的变化

在过去的 10 多年,中国气候学家对于在全球变暖的背景下,近 50 ~ 100 年来中国地区平均地表气温的变化规律进行了很多研究。这些研究发现,近百年或近 50 年来温度变化趋势与北半球的情况大致相似,但在时空变化的细节上又与全球变化存在明显差异,大部分地区,特别是北方年平均和冬季气温明显增暖,但夏季气温增暖不很显著,一些

^① 国家“十五”科技攻关项目课题“全球与中国气候变化的检测和预测(2001BA611B-01)”资助。

地区甚至还出现降温趋势;大部分月份平均最低气温上升显著,而平均最高气温变化不明显,寒冷日数明显减少;大部分地区的温度生长期已显著增长,青藏高原和北方地区增长更多^[9~21]。国内的科学家对区域温度变化也做了许多研究,取得了一些有特色的结果^[22~26]。

但是,就我国的研究来看,在资料的均一性方面和计算方法上还存在着一些不足,需要予以改进。例如,在中国的 136 个基准站和 537 基本站中,1949 年以来从未迁址的只有 191 个,占总数的 28%,迁址 2 次以上的有 276 个,占 41%,其中有的迁址多达 5~7 次,观测仪器、观测高度和均值计算方法也曾发生变化,引起额外的非均一性问题^[27~29]。欧美地区的科学家对这个问题十分重视,进行了很多研究^[7,8,30~32]。但是,资料非均一性在中国地区近地面平均气温序列建立过程中还没有给予妥善处理。

因此,在现有的区域温度序列中,由于各种资料本身的非均一性问题产生的影响究竟有多大?怎样订正这种影响?都是需要认真考虑的。当然,在观测点足够多的情况下,由于随机迁站行为造成的资料非均一性问题对于地面气温变化趋势的影响可能不大,但大范围甚至全国性的其它类型非均一性断点则可能引起人为的温度趋势改变。

另外,我国近地面气温变化的研究多数还没有遵循国际上标准的计算方法,没有合理考虑资料的内插、格点化和面积权重平均等问题,也需要在今后的研究中改进。

最近,在国家“十五”科技攻关项目的支持下,根据一套经过初步均一性检验和订正的近 700 个地面站月平均气温资料,按照国际标准计算方法,获得了全国平均地表气温距平序列。初步结果表明,自从 1951 年以

来,我国年平均地表气温增暖约 1.1°C ,平均增温速率为 $0.22^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。这个增温速率比近 100 年来全球平均气温上升速率高近 1 倍。我国过去 50 年的增暖主要发生在 80 年代中以后,特别是 90 年代,增温异常明显。1986 年以来全国平均增温速率几乎达到 $0.80^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

3 城市化影响

对于地面气温序列,除了资料的非均一性,另一个较为突出的问题是城市气象站记录受到城市本身发展引起的热岛效应随时间增强因素的影响。Jones 等认为,不论是从全球来看还是从中国东部这样的区域尺度来看,城市热岛效应增强的影响都是次要的,其造成的增温速率比大范围区域或半球增温速率低一个数量级^[1,3,30]。但是,目前对这个问题仍然存有争议^[1,33]。东亚地区一些案例研究也表明,城市热岛效应增强的影响似乎还是比较明显的^[34~39]。如果这个问题确实比较突出,则说明根据现有气温序列获得的区域增温速率的估计可能都不同程度地偏高了。

在当前的气候变化检测研究中,城市化造成的台站增温问题之所以重要,是因为城市及邻近区域的增温主要是由建筑物的遮蔽、地面特性改变和人为热排放等因素影响造成的,而城市市区只占全球或区域陆地面积很小的比例,城市站的增温无法代表大范围背景气温场的变化。在气候变化的检测和人为温室效应增强对地面气温的可能影响研究中,只有大范围背景气温场的变化信息才是有用的。

因此,就中国地区的气候变化检测和原因判别研究来说,我们迫切需要回答:从全国作为一个整体来看,城市发展对区域温度序列的影响是不是微弱到可以忽略不记的程

度?如果不是,它的影响究竟有多大?怎样从中国平均地面气温序列中将其剔除,或者在气候变化检测和原因判别分析中将包括城市化在内的土地利用变化作为一个新的“强迫”加以考虑?这些问题都需要在将来开展进一步研究。

4 结 论

在过去的 20 余年,仪器记录时期地面气温变化趋势分析的结论同其它一系列相关科学发现一起,共同支撑着目前正在构建中的全球变化或地球系统科学的摩天大厦。近百年来全球和中国地区气候变暖的事实,得到了大量气候及其相关环境资料分析的证实,应该不会有疑问。但是,为了进一步夯实全球变化科学大厦的地基,有效检测全球和中国地区对可能由人为温室效应增强引起的全球气候变化的响应程度和速率,气象台站地面气温资料的非均一性问题需要给予更充分的注意,城市化造成的持续热岛升温问题也需要进行深入研究,并从采用国际上标准方法获得的平均温度序列中予以剔除。为此,需要对近地面气象站温度记录的非均一性噪音进行检验和订正,对城市化过程本身所引起的台站增温幅度和速率进行估计,同时也需要在资料处理过程中更加合理地考虑资料内插、格点化和面积权重平均等方法问题,从而得出基础更加坚实的全球或全国平均气温时空变化序列。

致谢 参加部分研究工作的还有刘小宁、李庆祥、徐铭志等。

参考文献

- 1 Houghton, J., Ding, Y., et al. *Climate Change: Scientific Basis*. IPCC TAR Working Group I, Cambridge University Press, 2001.
- 2 Jones, P. D., and M. Hulme. Calculating regional climatic time series for temperature and precipitation: methods

and illustrations. *Int. J. Climatol.*, 1996, 16: 361—377.

- 3 Jones, P. D., M. New, D. E. Parker, S. Martin, and I. G. Rigor. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Rev. in Geophysics*, 1999, 37: 173—199.
- 4 Hansen J., R. Ruedy, J. Glascoe and M. Sato. GISS analysis of surface temperature change. *Geophys. Res. Lett.*, 1999, 104(D24): 30997—31022.
- 5 Karl, T. R., Diaz, H., and Kukla, G., Urbanization: its detection and effect in the United States climate record. *J. of Climate*, 1988, 1: 1099—1123.
- 6 Karl, T. R., V. E. Derr, D. R. Easterling, C. K. Folland, D. J. Hofmann, S. Levitus, N. Nicholls, D. E. Parker, and G. W. Withee. Critical issues for long-term climate monitoring. *Climatic Change*, 1995, 31: 185—221.
- 7 Easterling, D. R., T. C. Peterson, and T. R. Karl. On the development and use of homogenized climate data sets. *J. Climate*, 1996, 9: 1429—1434.
- 8 Peterson, T. C., D. R. Easterling, T. R. Karl, et al., Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *Int. J. Climatol.*, 1998, 18: 1495—1517.
- 9 张兰生,方修琦.中国气温变化的区域分异规律.北京师范大学学报(自然科学版),1988,3: 78~85.
- 10 王绍武.近百年我国及全球气温变化趋势.气象,1990,16(2): 11~15.
- 11 王绍武,董光荣.中国西部环境特征及其演变.秦大河主编.中国西部环境演变评估(第一卷).北京:科学出版社,2002: 29~70.
- 12 李克让,张丕远.中国气候变化及其影响.北京:海洋出版社,1992.
- 13 丁一汇,戴晓苏.中国近百年来的温度变化.气象,1994,20(12): 19~26.
- 14 宋连春.近40年我国气温时空变化特征.应用气象学报,1994,5(1): 119~124.
- 15 林学椿,于淑秋,唐国利.中国近百年温度序列.大气科学,1995,19(5): 525~534.
- 16 施能,陈家其,屠其璞.中国近100年来4个年代际气候变化特征.气象学报,1995,53(4): 431~439.
- 17 陈隆勋,朱文琴.中国近45年来气候变化的研究.气象学报,1998,56(3): 257~271.
- 18 Zhai, P.-M. and F.-M. Ren. On change of China's maxi-

- mum and minimum temperatures in 1951—1990. *Acta Meteorologica Sinica*, 1999, 13(2) :278—290.
- 19 龚道溢, 王绍武. 1998 年: 中国近一个世纪以来最暖的一年. *气象*, 1999, 25(8) :3~5.
- 20 沙万英, 邵雪梅, 黄玫. 20 世纪 80 年代以来中国的气候变暖及其对自然区域界线的影响. *中国科学(D)*, 2002, 32(4) :317~326.
- 21 徐铭志, 任国玉. 近 40 年中国气候生长期的变化. *应用气象学报*, 2003, 14(接受).
- 22 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.
- 23 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) :493~498.
- 24 Liu, X. and B. Chen. Climatic warming in the Tibetan Plateau during recent decades. *Int. J. Climatol.* 2000 : 1729—1742.
- 25 陈效速, 张福春. 近 50 年北京春季物候的变化及其对气候变化的响应. *中国农业气象*, 2001, 22(1) :1~5.
- 26 Zeng, Z., Yan Z., Ye D. Regions of most significant temperature trend during the last century. *Adv. Atmos. Sci.*, 2001, 18(4) :481—496.
- 27 宋超辉, 刘小宁, 李集明. 气温序列非均一性检验方法的研究. *应用气象学报*, 1995, 6(3) :289~296.
- 28 Zhai, P.-M and Eskridge R. E. Analysis of inhomogeneities in radiosonde and humidity time series. *Int. J. Climatol.*, 1996, 16(6) :884—894.
- 29 Yan, Zhongwei, Yang Chi, P. Jones. Influence of inhomogeneity on the estimation of mean and extreme temperature trends in Beijing and Shanghai. *Advance in Atmospheric Science* 2001, 18(3) :309—321.
- 30 Jones, P. D., P. Ya. Groisman, M. Coughlan, N. Plummer, W. C. Wang, and T. R. Karl. Assessment of urbanization effects in time series of surface air temperature over land. *Nature*, 1990, 347 :169—172.
- 31 Rhoades, D. A., and Salinger, M. J. Adjustment of temperature and rainfall records for site changes. *Int. J. Climatol.*, 1993, 13 :899—913.
- 32 Alexandersson, H. and Moberg, A. Homogenization of Swedish temperature data. Part I : A homogeneity test for linear trends. *Int. J. Climatol.*, 1997, 17 :25—34.
- 33 Warwick S. Hughes and Robert C. Balling, Jr. Urban Influences on South African Temperature Trends. *Int. J. Climatol.*, 1996, 16(8) :935—940.
- 34 Wang, W.-C., Z. Zeng, and T. R. Karl. Urban heat islands in China. *Geophys. Res. Lett.*, 1990, 17 :2377—2380.
- 35 赵宗慈. 近 39 年中国的气温变化与城市化影响. *气象*, 1991, 17(4) :14~16.
- 36 Portman, D. A. Identifying and correcting urban bias in regional time series : surface temperature in China's northern plains. *J. of Climate*, 1993, 6 :2298—2308.
- 37 朱瑞兆, 吴虹. 中国城市热岛效应的研究及其对气候序列影响的评估. 陈隆勋等(主编). *气候变化规律及其数值模拟研究论文集*. 北京: 气象出版社, 1995.
- 38 Ichinose, T., K. Shimodozono and K. Hanaki. Impact of anthropogenic heat on urban climate in Tokyo. *Atmospheric Environment*, 1999, 33 :3897—3909.
- 39 Choi, Youngeun, Kyung-Yeub Nam, Hyun-Sook Jung, Won-Tae Kwon. Estimating and correcting urban bias in surface temperature time series of Korea. *Int. J. Climatol.* 2002(in press).

An Overview on Studies of Surface Air Temperature Change

Ren Guoyu

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

A brief overview on progress and problems in studies of surface air temperature changes both in China and the world is given. It is suggested that more attention should be paid to the inhomogenization of temperature data and influence of urbanization on surface air temperature records in the future research.

Key Words : climate change surface air temperature China