经验交流

温度变化研究中两个值得注意的问题

黄朝迎

提　要

本文从研究我国气温变化实际出发，提出了在温度变化研究中两个值得重视的问题。特别是80年代以来，随着工农业生产的迅速发展，城市人口和规模在迅速增长，城市热岛效应更加突出，严重地影响温度观测序列的均一性，因此，在研究气候变暖时应谨慎地使用城市特别是大城市的温度资料。

一、前言

最近几年来，地球变暖及其可能带来的种种影响，引起了人们的普遍关注，不少专家学者认为，由于大气中二氧化碳等痕量气体浓度增加，臭氧层变薄以及森林面积日益减少等，引起了地球平均气温升高。

然而，最近美国宇航局和亚拉巴马大学的研究人员用气候卫星进行监测以及先进的计算机进行模拟，得到的最新结论是：目前还没有足够的证据能证明地球气温在上升。这些研究人员说，1979—1988年的10年间，南半球和北半球的温度趋势相似——最暖的年份为：1988、1983、1980年。1984、1985和1986年为最冷的年份（中国科学报，1990年4月27日）。在全球气候变暖声中，我国气温变化如何呢？最近，我们分析了全国336个气象站的近40年温度序列，发现我国温度在80年代并没有明显升高，只在我国北方（大致35°N以北）地区冬季温度有明显偏高。那么，为什么有人相信地球气温在上升呢？关键在于研究人员所使用的资料不同。因此，我们认为在研究温度变化时有两个问题值得注意：测站资料代表性及研究的时空尺度。

二、资料的代表性问题

首先看测站资料的代表性。用于支持全球气候变暖说法的温度数据主要来自分布地球表面的“几千个温度计”组成的观测网，而这些温度计所测量的区域仅局限于有人居住的地方，而占地球表面绝大部分的海洋、沙漠、森林和两极地区则几乎没有什么资料。况且用于研究温度变化的气温又只局限于地球表面的温度，而大气层的温度基本上没有考虑进去。可见，用于研究全球温度变化的温度记录是有片面性和局限性的。

北京和上海是我国两个具有百年以上温度记录的测站，这两个大城市又都位于我国东部经济、文化发达的地区，所以气候学家们在研究中国气候变化时，一般都以这两地温度序列为主要依据，讨论中国近代的气候变化。然而不幸的是，这两个城市由于规模大、发展迅速，测站周围环境变化甚大，城市热岛效应显著，不仅影响极端温度变化，而且也影响到平均温度的变化。尤其北京，地面观测站自1841年以来，先后迁址8次，近40年来竟迁址6次，严重地影响温度序列的均一性。为了显露城市热岛效应和站址迁移对温度序列的影响，我们分别选取与北京和上海测站相邻的古北口观测站和崇明观测站

（这两个站受城市热岛效应影响较小，且又未迁过站）作为参考站，用差值法检查北京和上海两站温度序列是否存在非均一性及非均一性出现的时段。图1分别为北京、上海历年平均气温与古北口、崇明年平均气温之差。可以看出，在近30年期间，两对测站的温差变化是不均匀的，在80年代开始发生跃升现象，而且一直保持在这个水平上。这表明北京和上海的气温在80年代确实是升高了。问题在于气温的这种升高是自然气候变化引起的呢，还是由于80年代城市热岛效应加强或站址移迁引起的呢？附表为根据全国336个气象台站计算得到的不同地区各年代的平均温度。可以看出，在全国27个省区中，自50年代以来，温度持续升高的只有吉林、辽宁、内蒙古、青海、河北、山东等6个省区，其中以60年代与50年代之间升温率较大，如河北省和内蒙古分别为0.96℃和0.50℃/10年，而80年代与70年代之间的升温率都在0.30℃/10年以下。远比北京和上海两地升温率小。80年与70年代相比，温度偏高的有16个省区，主要集中东北、西北、华北北部和华南南部地区，升温率最大的是黑龙江，为0.42℃/10年，但温度仍低于50年代的平均温度。华东、华中以及华北和西南部分地区的温度80年代反而低于70年、60年代。其中与上海相邻的江苏和浙江两省，80年代温度是近40年中最低的。

以上分析表明，北京、上海两市80年代温度显著升高，气候非自然变化是主要的，不能准确地反映我国80年代气候的自然变化情况。其中北京，80年代温度显著上升，除因城市热岛效应影响外，还可能与80年代初站址迁移到新的地方有关。因此，用这两个测站温度序列作代表来研究中国温度变化，甚至由此得出80年代中国气候变暖的说法是欠妥的。由此可见，在研究温度变化时，对记录进行处理是至关重要的。

为了进一步证明北京、上海两站80年代前后两段记录差异在统计上是否达到了显著

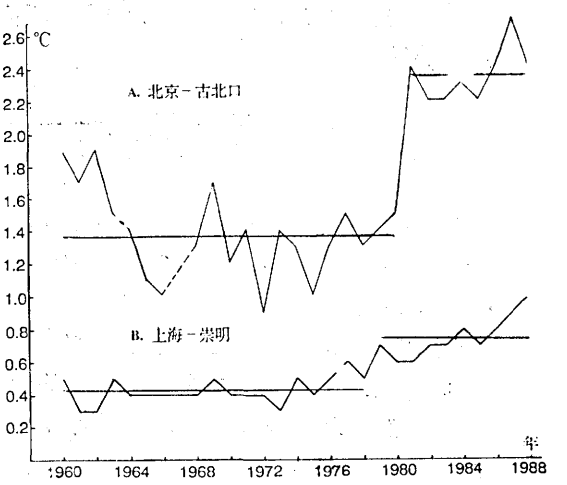


图1　北京上海气温与相邻站之差

附表　各地区不同年代的平均温度

年代 / 省区	1951—1959	1960—1969	1970—1979	1980—1989
黑龙江	1.90	1.02	1.29	1.71
吉　林	4.66	4.82	5.02	5.16
辽　宁	8.44	8.66	8.77	9.01
内蒙古	3.29	3.79	4.06	4.36
宁　夏	8.36	7.89	7.89	8.10
甘　肃	8.50	7.69	7.69	7.84
新　疆	7.87	6.92	7.00	7.36
青　海	1.64	1.70	2.03	2.30
陕　西	12.14	12.33	12.42	12.12
山　西	9.45	9.81	9.84	9.71
河　北	10.68	11.64	11.74	12.00
河　南	14.18	14.45	14.39	14.15
山　东	12.69	12.86	12.88	12.97
江　苏	14.76	14.89	14.74	14.65
浙　江	17.03	17.09	16.91	16.84
安　徽	15.31	15.47	15.37	15.27
湖　北	16.30	16.25	16.17	16.05
湖　南	17.07	17.14	16.96	16.87
江　西	17.64	17.93	17.69	17.68
福　建	19.59	19.72	19.60	17.58
广　东	21.57	21.52	21.39	21.57
海　南	24.04	24.57	24.57	24.91
广　西	21.74	21.51	21.35	21.48
贵　州	15.73	15.83	15.71	15.75
四　川	14.28	13.50	13.57	13.47
云　南	16.37	16.40	16.28	16.54
西　藏	6.48	4.58	4.52	4.69

性水平，我们采用适合于小样本检验的t-分布来检验这两段气温平均值差异的显著性。

$$t=\frac{|\overline{x_1}-\overline{x_2}|}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}\cdot\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$$

经计算，$t_{北京}\approx3.54$，$t_{上海}\approx1.47$。取$\alpha=0.01$，则当$\nu=n_1+n_2-2=27$时，查t-分布表，得$t_\alpha=2.771$，$1.47<2.771<3.54$。这说明北京80年代气温记录显著偏高，以致于与80年代之前的记录差异达0.01显著性水平。这可能与北京观测站1981年站址迁到新的地方有关。上海80年代由于城市热岛影响，温度虽明显偏高，但由于站址未变，尚未达$\alpha=0.01$的统计显著水平，仍可与以前资料合并统计。不过，在研究温度变化时，应特别注意80年代以来的城市热岛效应。

目前我国50万以上人口的城市上百个，100万以上人口的城市近50个。这些城市由于人口多，规模较大，普遍存在热岛效应，在使用这些城市测站温度资料时都应采取谨慎的态度，检查温度序列是否均一，若存在非均一性，则应设法消除。

除城市热岛效应和测站迁移引起序列非均一性外，在观测时制、定时观测记录次数、平均值采用次数、各要素使用单位、记录方法、仪器安装高度以及月平均统计方法等，1951年以来几经改变，这些变化对序列均一性是否有影响，影响程度有多大，至今尚未进行过全面地系统地研究处理。因此，在气候变化研究中，谨慎地使用气候资料是十分重要的。

三、时空尺度问题

时空尺度问题是研究气候变化要注意的另一个重要概念性问题。研究结论的不一致，很多时候是由于研究的时空尺度不一致引起的。时空尺度不同，得到的结论也不同。比如我们根据全国分布较均匀的336个站近40年温度序列分析，发现我国温度变化存在明显的地域性，东北、西北和华北地区大部在50年代到80年代气温为上升型；长江流域地区50年代或60年代到80年代气温则为下降型；西南和华南地区50年代或60年代到70年代下降，而70年代到80年代转为上升。这是以全国范围来讨论的，若是以某个地区来讨论，得到的结论就简单得多，可能就是一种变化类型。可见研究的空间范围不同，得到的结果也不同。因此由局部资料推断全局的结论就可能会犯片面性的错误。

对某个时期的气候变化有时也会得出不同的结论，除因上面提到的资料代表性有关外，还往往由于讨论气候变化时，考虑的时间尺度不同引起的。拿北京地区年平均气温10年滑动平均值变化曲线来说，从10年尺度

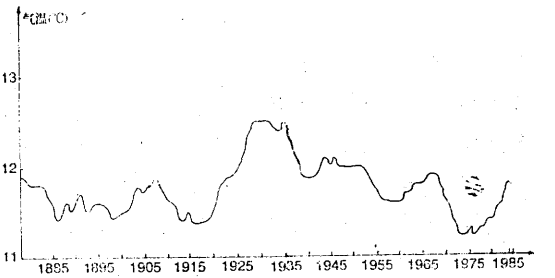


图2　北京地区年平均气温10年滑动平均值变化曲线（1869—1984）

气候变化看，温度在80年代显然是上升的，但若从百年尺度变化看．30年代到80年代则呈下降趋势（见图2），80年代的变暖不过是近几十年来温度下降趋势中的短期回升罢了，至于这种回升到底能否持续下去，目前还缺乏充分的证据。

气候趋势变化是属长期气候变化的范畴，至少应是百年尺度变化的问题，把短期上升或下降的波动性变化视为趋势变化是不妥的。比如把80年代出现的几个较暖年就视为80年代出现变暖趋势，为时还早，且很可能把人们引入歧途。

研究气候变化还涉及一些标准等问题，比如说变暖问题，那么就有个变暖的标准问

题。标准不同得出的结论也不同。所以我们认为最好能给出个统计显著性标准，这样才能对气候变化做出较客观的评价。

综上所述，研究气候变化是个严肃的复杂的科学问题，其中气候资料序列代表性和非均一性的研究处理是气候变化研究中的关键问题。因此，在研究气候变化时谨慎地使用和处理历史气候资料是十分重要的。