

基于均一化观测序列评估城市化的气候效应

严中伟¹ 王君^{1,2} 李珍¹ 刘伟东³

(1 中国科学院东亚区域气候环境重点实验室, 北京 100029;
2 中国科学院大学, 北京 100049; 3 北京市气象局, 北京 100089)

摘要: 介绍了从气象观测记录中分辨城市化气候效应的基本思路, 通过近年一些范例性的研究成果, 展示均一化气候序列对于评估城市化气候效应的重要性, 讨论均一化资料所反映的“城市化效应”的内涵, 总结现有有限的基于均一化气候序列的城市化效应评估结果, 并指出存在的问题, 展望进一步的研究。

关键词: 气候变化, 城市化效应, 均一化气候序列

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2014.03.007

Assessing Climatic Effects of Urbanization Based on Homogenized Daily Observations

Yan Zhongwei¹, Wang Jun^{1,2}, Li Zhen¹, Liu Weidong³

(1 Key Laboratory of Regional Climate Environment in Temperate East Asia, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029 2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049 3 Beijing Meteorological Bureau, Beijing 100089)

Abstract: This paper briefly presents ways of detecting the climatic effects of urbanization based on meteorological observations. Having reviewed various recent studies, we point out the very importance of homogenized climate series for estimating the impact of urbanization. The results of a few recent studies based on homogenized observations are discussed. Suggestions for further studies are proposed.

Keywords: climate change, climatic effects of urbanization, homogenization of climate series

城市作为人类活动和能源消耗集中区, 相对于周边乡村而言, 一般具有较高的近地面气温, 这就是广为人知的“城市热岛”(UHI)。城市化可理解为一个UHI增强和扩展的过程。当地气象站会记录下城市化造成的气候效应, 如气温序列会显示出相对于周边乡村站的一个增暖过程^[1-6]。

近代全球气候变暖, 其中一部分观测依据来自地面气象站。由于很多长期的气象站正是伴随着所在城市的发展而维持下来的, 因而就产生了关于近代变暖记录中有多大的城市化效应的争议^[7-9]。事实上, 对于近代全球变暖来说, 地面观测资料中的城市化效应几乎可以忽略^[10]。这是因为近代变暖的主要依据包括占全球地表面积2/3的海洋上的记录以及大量山地和极

地冰雪消融等事实; 而陆地上也并非所有观测站都受到严重的城市化影响^[11]。某些局地观测记录中城市化造成的额外增温对整个增温趋势贡献较大^[2,4], 是有特定时段限定的。特别是在中国, 近30年来很多气象站所处的区域都经历了快速城市化发展, 所记录的气温序列不仅包含大尺度气候变暖的信号, 也包含局地的城市化效应。评估地面气象站观测序列中的城市化效应, 有助于理解局地的城市化气候效应本身, 也是量化大尺度气候变化及其归因研究所必需的一个环节。

然而, 即使是针对特定期限、特定地点, 关于城市化效应的评估仍存在不确定性, 部分原因和研究方法有关。比如使用不同的方法去定义乡村站点, 可导致“乡村”的气温日较差变化趋势的估计从-0.41到-0.61(°C/100a)不等^[12]。另一重要原因来自观测资料序列本身存在的系统性偏差, 即由于观测站迁址、仪器更新或观测规则变更等突发性因素造成的时间序列非均一性^[13-14]。Peterson^[15]发现: 在均一化资料基础上, 美国城市站平均温度序列的增暖趋势, 与乡村站平均趋势没有显著差异。这说明气候序列均一化对于确切评估气候变化(包括判别其中的城市化效

收稿日期: 2013年5月30日; 修回日期: 2013年9月21日

第一作者: 严中伟(1963—), Email: yzw@tea.ac.cn

资助信息: 中国科学院战略性先导科技专项(XDA05090105); 国家自然科学基金(41075063); 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206013); 国家科技支撑计划项目(2012BAC22B04); 城市气象科学研究基金(2012年度)

应)非常关键。近年来,均一化的气候序列集已逐渐成为气候变化研究领域的主导资料基础,中国地区的均一化气候序列集也开始获得日益广泛的应用^①。本文简单介绍气候序列的均一化和城市化气候效应评估的基本思路,总结近年来在新的资料基础上获得的一些城市化气候效应评估结果,讨论存在的问题,展望进一步研究。

1 气候序列的均一化简介

均一化的基本概念和方法在不少著作中都有阐述,这里仅作简单介绍。长期气象观测几无例外地经历过一些系统性的变迁,如站点迁移,或仪器更新,或观测规则变更等,致使相应时段观测值相对于其他时段有系统性的偏差。这些偏差导致一个气候序列在时间上不是一致可比的,因而称之为非一致的,或非均一的(inhomogeneous)。这类系统性偏差也被称为非均一性(inhomogeneity)。为描述实际气候变化,必须校订气候序列的非均一性,即均一化(homogenization)。

均一化可通过对比分析邻近站记录来实现。设有一个气象站 x ,要素 T 的观测序列记为 $T_x(i)$, i 代表观测时间。任意时间 t 前后两个时期内的平均气候变化记为:

$$D_x(t) = \sum T_x(i) - \sum T_x(j) \quad (1)$$

式中, $i=t+1, t+2, \dots, t+n$,代表 t 后的 n 个观测时间; $j=t-m+1, t-m+2, \dots, t$,代表 t 之前直至 t 的 m 个观测时间; \sum 表示对相应 n (或 m)个观测的子序列求平均。

理想地,设有一个邻近站 y ,观测序列 $T_y(i)$,所记录的气候变化和 x 站几乎一样,即: $D_x(t) \approx D_y(t)$ 。或记为 $d(t) = D_x(t) - D_y(t)$,其与0无显著差异。然而,如果 x 站于 t_0 时发生观测系统变更(如迁址),则 $D_x(t_0)$ 除了气候变化外,还可能叠加了一个观测系统变更引起的系统性偏差(非均一性)。这时, $d(t_0)$ 就是非均一性的定量表述。在校订 x 站序列时,一般称 x 站序列为待检(candidate)序列,而 y 站序列为参考(reference)序列。国际上已发展有多种统计学方法来判别 $d(t_0)$ 的显著性进而计算待检序列的校订量。这里不再赘述。

简言之,本文讨论的是国际学术界已有确切定义(较为狭义)的非均一性,即观测系统变更导致的气候序列中相应时段的跃变性系统偏差。在一些广义的讨论中,把某些渐变因素(如观测场周边环境随城市化的变迁)所致的偏差也称为非均一性。这类非均一性目前还缺乏普适的标准和分析方法。尤其对于本文,城市化的气候效应正是所要研究的对象,是一个

气候序列反映的某种客观事实,更不应视之为“非均一性”加以校订。

2 评估城市化气候效应的基本思路

首先需要说明,本文讨论的是在气象站记录中体现的“城市化气候效应”。以温度为例,气象站的观测值是在一方草坪上的百叶箱里获得的;而很多人提到城市“热岛效应”,往往想到太阳直射城市水泥地面时温度远高于乡村田野的情景,其实夜间水泥面温度往往反而比田野还低。后者不是本文讨论的对象。利用气象记录评估城市化气候效应,最直观的办法就是对比分析城市和周边乡村气象站观测的某些气候变量序列^[1-4,8]。用如下基本公式表述:

$$dT = T(u) - T(n) \quad (2)$$

式中, $T(u)$ 和 $T(n)$ 分别代表城市和周边非城市气象站观测的长期气候趋势。城市化气候效应就由两者的趋势差 dT 来刻画。有时候也用百分数,即 $dT/T \times 100\%$,来量化城市化效应。

应用上述公式的前提是:城市化对于所研究的气候变量的影响是较为直接的。例如前面提到的UHI加强导致当地气温增高;建筑群增高增多导致城区近地面风速减弱等。不论当地大尺度的气候变化背景是增暖抑或变冷(风场是加强抑或减弱),通过对比分析城、乡气象站观测序列,都可发现城市站相对于乡村地区,记录了一个相对的气温增高(风速减小)趋势。

然而,对于另一些气候变量,如降水,城市化的影响可能随当地特有的大气环流和地理格局而有所不同。比如城市热岛有助于局地对流,从而有助于当地降水,但由于降水往往由特定的大气环流系统起主导作用,热岛效应可能体现在大气环流的下游区域,而非城区^[16-18]。不同城市所处的地理位置以及大气环流特征各有不同,“下游”何在,不是一目了然的。如果有足够高分辨的区域气候观测网,可利用主成分(PC)或经验正交函数 EOF 分析,来分辨可能的“城”、“乡”气候的主要变率分布特点,进而再采用公式(2)来刻画城市化效应^[19]。要注意的是,这里所谓的“城”、“乡”可能和地理上的城、乡不一致。

近年来还有很多研究利用对比分析地面观测和再分析资料,即所谓的OMR方法来评估城市化效应^[20-21]。再分析资料是基于部分观测资料经气象模式重新计算的、符合气象动力学原理的变量场。OMR方法的基本思路是:某些再分析系统主要是依靠大气探空观测资料来运行的,没有考虑诸如城市化所伴随的

① 严中伟,李珍,夏江江. 气候序列的均一化定量评估气候变化的基础(在审中)

陆面性质变迁以及能较直接反映这些变迁影响的地面气象观测资料；因而从地面观测的变量序列中减去再分析资料中相应变量序列，就可能捕获隐含在地面气象观测资料里的城市化效应。然而，各种再分析资料本身存在的系统性误差，特别是有关年代际波动的偏差，会导致不同时期分析结果大相径庭^[22]，制约了该方法的可用性。

利用气候模式进行数值模拟也是评估城市化气候效应的一种手段。就中国区域开展的城市化气候效应模拟分析，近年来已取得一定的进展^[23-25]。然而，现有气候模式的空间分辨率（1~10km）较低，模拟研究中所定义的城市区域往往是夸张的；一些甚高分辨率的局部动力学模式又不适于长期气候变化过程的模拟。因而，数值模拟虽然有助于理解城市化气候效应的机理，目前还难以取得切合实际的评估结果。

回到公式（2），要获得可靠的城市化气候效应评估 dT ，需两方面的保障。其一，各站观测序列所记录的长期气候趋势 T 是可靠的，也即要求各观测序列中不存在系统性的偏差（非均一性）；其二，所谓的“城”、“乡”划分是合理的。这两方面的问题，正是导致以往研究所得结论存在不确定性的主要原因。

3 城乡站点的划分

先讨论如何区分城、乡站点。根据以往研究，划分城、乡站点的方法大致可分为3种，即城市发展指数分类、遥感观测定义和气候统计区划。

城市发展指数有很多，例如人口、建筑区面积、能源消耗、GDP等。其中最广泛采用的是人口指数。例如Jones等^[10]、Ren等^[26]、Hua等^[27]通过站点所在地区总人口进行城乡站分类；Portman^[28]利用人口密度数据对中国华北29站进行划分；周雅清等^[29]则采用城市常住人口作为分类指标。以城市发展指数判断城市规模，不无道理，尤其是人口之类的指数并不难获取，这是此方法广为应用的原因。这种方法的缺陷在于：其一，由于各地城市发展形式各有不同，不同研究者往往使用不同的阈值作为城乡站点划分的标准，结果带有主观性；其二，即使是同样规模的城市，位于市区、郊区或市内公园绿地的观测站记录所受影响也可大为不同。因此，城市发展指数分类法一般用于具有较多站点样本的情况，意味着即使有少部分站点分类有误，也不影响总体判断。

根据遥感观测定义城乡站点，优势在于其直观性。近年来被越来越多地应用于城市化气候效应的研究中。其中用得较多的指标包括：夜晚灯光强度、归一化植被指数以及地表亮温等。例如，Gallo等^[12]、

Hansen等^[32-33]、Yang等^[34]利用夜晚灯光数据将气象站点分成城市站、郊区站和乡村站；Gallo等^[35]将站点周围的归一化植被指数作为城乡站点的分类参考；Ren等^[36]提出依据遥感观测到的地表亮温空间分布挑选用来评估城市化气候效应的参考站。这类方法在应用中面临的一个难题：为量化站点所在位置的城市化程度，需要选取一个特定的空间尺度，如方圆1km或10km。选取的尺度不同，分类结果也不同。例如北京朝阳公园内的一个气象站，如果以其周边方圆1km的遥感资料来判断，该站很可能被判为乡村，因为“周边”都是绿地；但以方圆3km来看，就是高度发达的城区。更重要的是，城市化是一个动态的发展过程，而遥感观测的时间序列较短，近年观测到的“城区”如果是从乡村演变而来，抑或过去多年来一直都是城区，则有关站点记录的城市化气候效应完全不同。图1利用夜间灯光遥感指数反映了北京地区十多年来一些站点从乡村到城市的演变，而另有一些一直处于城区或乡村的情景。

鉴于城市化是个过程，为分辨观测序列中的城市化效应，一个有益的做法是：基于各站气候序列的统计分析，进行城乡区划。例如，可采用经验正交函数的方法将不同类型站点区分开^[37]；也有研究通过旋转经验正交函数方法对站点分类结果进行验证^[38]。这种做法对于研究降水之类的气候观测中的城市化效应来说，尤其是必要的，因为城市化对于降水气候的影响是较为间接的，即通过与当地特殊的降水环流相互作用后再反映到特定区域^[17, 19]。统计分类法的另一优势在于：可以根据所要关注的气候变量，来进行针对性的区划分析。例如，为研究城市化对极端温度记录的影响，Wang等^[39]选用3个温度指标：年平均气温、年炎热天数（日平均气温高于25℃）和年寒冷天数（日平均气温低于5℃），对北京20个气象站点进行聚类分析。图2表明20个气象站在三维聚类空间里被客观地分为了4类。基于各站的地理信息，可将这4类站分别命名为：城市、近郊、乡村和山地。显然，结合区域气候变化的统计分析，进而利用遥感（如图1）以及城市发展指标等辅助信息加以验证，可以为分辨城市化气候效应而获取较为客观的城乡区划结果。在资料允许的情况下，这应该成为城市化气候效应研究的一条基本途径。

在实际研究中，往往难以获得理想的所有资料。一些研究者就根据有限资料和相关物理原理，回避城乡区划问题而进行有限的推断。例如，考虑近几十年中国东部大多数气象站都可能受到城市化影响，而邻近的海洋观测资料则不受城市化影响，Jones等^[11]将

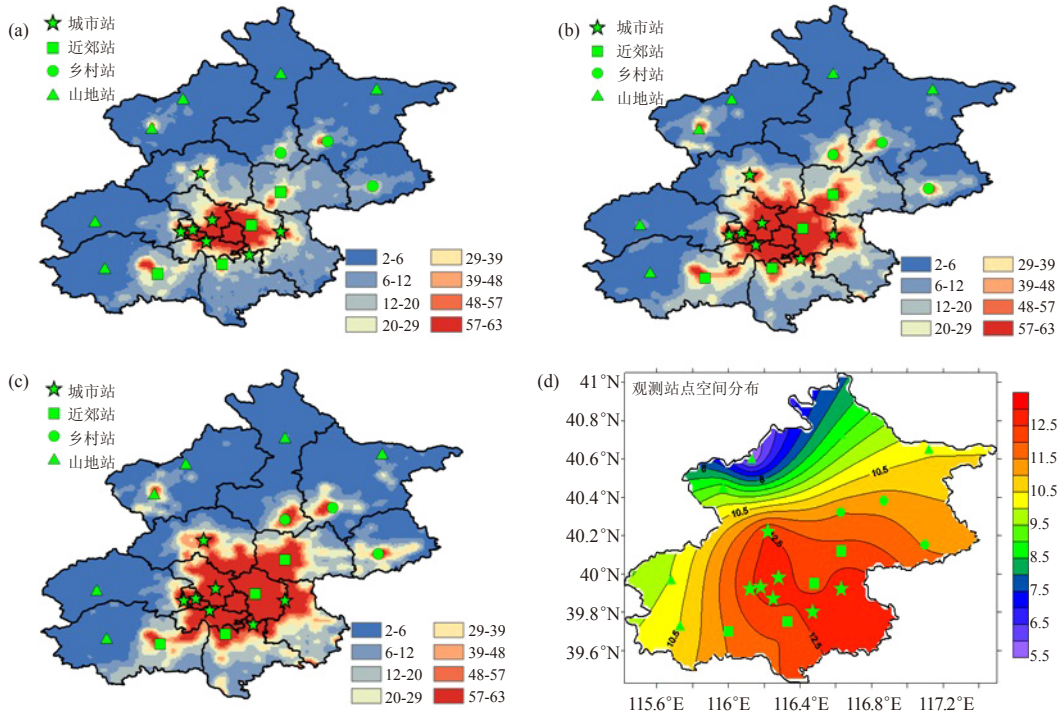


图1 北京地区1992年 (a)、2000年 (b) 和2008年 (c) 夜晚灯光值空间分布和北京地区20个气象站的地理位置以及该地区1978—2008年平均气温的空间分布 (d, 单位: $^{\circ}\text{C}$) (绿色五角星、方块、实心点和三角形分别代表城市、近郊、乡村和山地站点)^[39]

中国东部站点的平均温度序列和临近的平均海表温度序列进行对比, 推断陆地上观测序列中可能的城市化增温贡献应小于 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。Zhao等^[40]把中国东部长期观测温度序列(大都是城市站)按人口分类, 比较分析各类站点气温序列的趋势, 认为近几十年来的增暖趋势中, 与人口因素有关的不确定性范围大致在10%~20%之间。这也可从一个侧面反映城市化气候效应的大小。又如, 基于城市热岛在静风条件下最强、在大风条件下最弱的物理原理, Parker^[41-42]对比分析了全球范围内站点温度记录在大风和静风天的变化趋势, 进而推断城市化等局地因素对整个增温趋势贡献非常小。

4 基于均一化观测序列评估城市化的局地变暖效应

更普遍的一个问题来自长期气象站观测序列所具有的非均一性, 即由于观测系统变更(包括台站迁址、仪器更新或观测规则变化等)导致的相关时段特定变量观测值的系统性偏差。非均一性在各地气温观测序列中表现得尤为突出。因而, 气温观测序列的均一化, 对于判断各站气候变化趋势、进而获得确切的城市化气候效应评估, 尤其重要。早期研究大多没有注意到这个问题, 直到Peterson^[15]基于均一化的气候

观测序列发现, 美国城市站平均温度序列的变暖趋势与乡村站平均无差别。

中国地区的研究也有类似情况。基于未经均一化的观测资料所评估的城市化增暖效应结果较大^[2]; Wang等^[43]发现中国区域城市化效应对整体增暖贡献达20%。比较来看, 基于均一化观测资料分析所得的

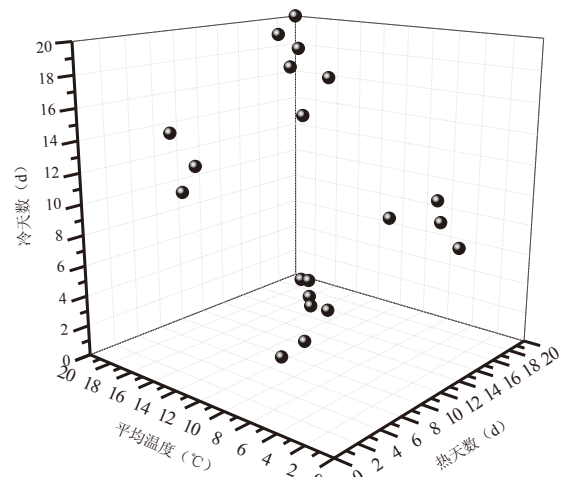


图2 三维聚类空间中的北京20个气象站散点图^[39], 采用3个温度指标(年平均气温, 年寒冷天数和年炎热天数)进行聚类分析, 客观地呈现4类站点, 即城市站、郊区站、乡村站和山地站

结论是, 中国过去半个世纪的城市化增暖效应约为 $0.012^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 不到背景增暖的10%^[44]。北京观象台是一个典型例子: Ren等^[2]使用原始的台站观测数据, 判断80%的增温趋势可以归因于城市化增暖效应; Yan等^[4]对该站气温序列存在的主要非均一性(即1981年和1997年两次迁址导致的系统性偏差)进行校订后, 所评估的城市化效应占整个增温趋势的约40%; 而基于更完整的北京地区20站均一化资料^[45], Wang等^[39]发现近30年城市化效应对北京观象台记录的增暖趋势的贡献不到20%, 对城区多站平均而言, 这一贡献约为10%。注意北京的城市化发展水平高于全国平均水平, 有关结果值得参考。

为何均一化的观测资料所反映的城、乡增温率之差较小呢? 一个原因或许和迁址有关。一般情况下, 随着城市化发展, 一些气象观测站会被迁往更远的郊区。较早期的原站址温度记录相对于近年(更加乡村化的)新站址记录有一个系统的正偏差, 导致这类乡村站的增暖趋势被低估。用这样的乡村站资料评估城、乡增暖趋势之差, 就会高估城市化的影响。如图3a所示, 北京地区乡村站点原始温度序列的增暖趋势较弱, 导致城乡对比计算出的城市化效应较强; 而经均一化后, 各站点的温度序列更合理地反映了各自的气候趋势, 基于城乡对比的城市化效应则有所减小。从图3b可见, 原始记录计算的城乡温差在20世纪90年代急剧增大, 有悖常理, 更像是资料有问题, 而其实就是部分观测序列的非均一性所致^[45]。

一个较为复杂的问题是, 对于特定站点而言, 城市发展的影响可以是非常局地性的跃变式的。比如, 北京观象台附近早年主要为农田, 2003年建成高架公路, 周边环境突然变为城市, 该站气温观测序列从该年开始相对于邻近台站有一个跃变性的增高^[46]。在均一化分析中, 这类跃变被视为非均一性, 相当于局地观测系统出现了突发性的变更。均一化的观测序列原

则上已校订这类跃变式的信号。Li等^[45]还将这个非均一性信号归咎于该时期该站进行的从人工观测到自动观测系统的调整。事实上, 距离高架桥稍远的其他站也并没有记录到类似的信号。因而, 上述北京观象台记录所反映的跃变式影响, 至少不具有普遍意义。较严格地说, 均一化的气象观测序列所反映的城市化效应, 是随着城市总体逐渐发展(UHI也随之逐渐扩张和增强)导致的某种缓变过程。这个过程是较大尺度的, 而非站点局地的、突发性的。

换个角度考虑, 如果不把站点尺度的“非均一性”去掉, 则可能看到各种局地性的“城市化效应”, 导致概念混乱, 不利于深入研究。比如: 上述高架桥的建立确实导致某站局地的增温突变; 而另一侧有个观测站刚好因被建筑物遮挡而导致日最高温度系统地偏小, 这里的局部“城市化效应”是“降温”。显然, 这些局地信号绝非大尺度气候变化研究所关注的“城市化效应”。而以往研究夸大城市化效应的部分原因也正是: 研究者往往只选取部分结果如前者(增温, 因为它符合理论预期)而忽略后者。由此亦可见均一化的重要性。

5 其他变量观测序列中的城市化效应

风速是受城市化影响较直接的另一个重要变量。近几十年来欧洲大陆地区观测的风速序列几乎一致地呈现减小趋势, 位于上游的北大西洋却并无此变化。虽然有研究通过大气环流的变化来加以解释^[47], 地面观测是否普遍受到局部的城市化影响, 值得疑问^[48-52]。Jiang等^[53]就中国区域的研究表明: 1956—2004年城市站点风速小于乡村站点, 同期前者下降趋势为 $-0.13\text{m}/(\text{s}\cdot10\text{a})$, 量值上比后者 ($-0.12\text{m}/(\text{s}\cdot10\text{a})$) 略大。

均一化的观测资料对于研究风速演变中的城市化效应或许更为重要, 这是因为风速观测对于观测系统的变更十分敏感。Li等^[54]指出了经过均一化处理的北京

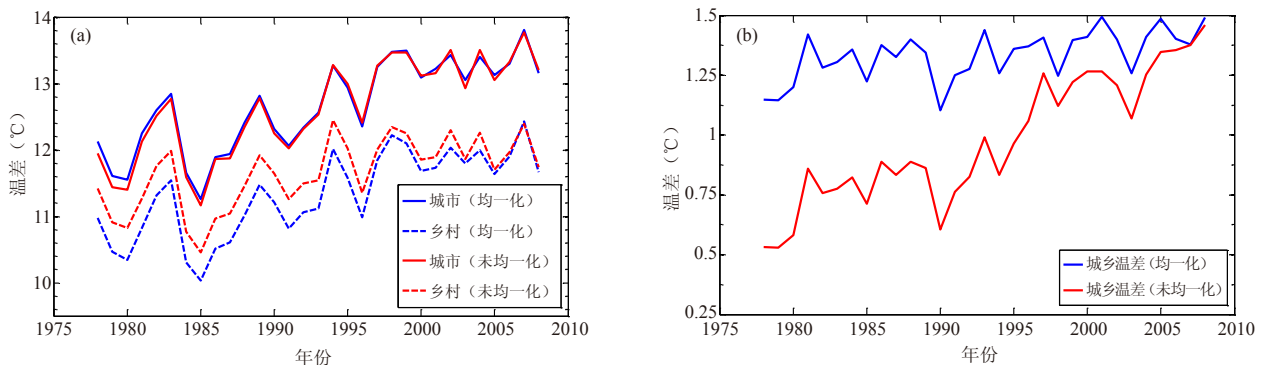


图3 (a) 均一化前后北京地区城乡站点的温度的年际变化序列(1978—2008年);
(b) 均一化前后城乡之间温差的年际变化序列(根据Li等^[45]所用资料重绘)

风速变化的空间分布，市区风速下降趋势最大而周边趋势较缓，体现出典型的城市化影响的格局（图4），进而判断城市化加剧了市区风速的下降趋势，约20%。而基于原始观测资料所得的趋势分布格局，则难有合理解释。图4形象地说明，必须基于均一化的观测序列，才能获得合理的城市化效应评估。然而，由于风速观测序列的变率较大，目前还很少有较大区域统一处理的均一化数据集。

与风速类似，降水观测序列也具有较大的变率。更为复杂的是，降水不是连续变量。非均一性信号很容易被淹没在“变幻无常”的观测序列中，这也是降水资料较难以进行均一化处理的一个原因^[55-58]。基于均一化降水资料开展的城市化气候效应研究更不多见。有研究表明：近几十年半数以上的中国大城市极端降水强度增大和频数增加的趋势比周边观测结果大^[59]；城市化对降水的影响在中国3大城市群主要体现在极端强降水事件上^[60]。Han等^[19]首次尝试利用均一化的温度和降水观测序列，探讨北京地区城市化对于冷季低温降水气候变化的影响，结果表明近30年来北京城区及其下游方向的城东北区域低温降水强度有所增强，小降水事件则显著减少（达约-16%/10a），或许反映了该时期快速城市化对于冷季降水的特殊影响。

然而，总的看来，关于降水气候变化的城市化效应研究结果，其统计显著性大都不高。原因主要在于降水气候的变率较大，但也部分地和观测资料存在非均一性有关。发展针对这类变量的观测序列的均一化方法，并在此基础上进一步探讨城市化效应，有助于推进该领域取得实质性进展。

6 小结

本文回顾了利用地面气象观测序列分析城市化气候效应的基本思路，通过一些案例分析展示了观测序列均一化对该领域研究的重要性，总结了目前尚十分有限的基于均一化观测资料取得的一些新认识。小结如下：

（1）基于均一化观测序列评估的城市化局地增暖效应，现有结果大都要小于基于原始观测资料所得的结果。原因之一可能和观测台站迁址等造成的非均一性有关。北京观象台作为一个受城市化影响较为严重的站点，其最近30年气温观测序列中隐含的城市化增暖效应大约占总体增暖趋势的20%；北京地区多个城市站平均而言，这一贡献约为10%。结合其他相关研究判断，对于近几十年快速城市化进程中的中国区域平均而言，城市站点气温观测记录中所隐含的城市化增暖效应也应在类似的水平（10%）上下，更可能是偏下（以北京地区为参照）。近年来研发的中国区域气温观测的均一化序列集，已开始获得越来越广泛的应用，有助于推进城市化气候效应的定量化研究。

（2）城市化同样直接地影响局地风速观测。基于均一化资料评估的近30年北京城区风速下降趋势中，城市化效应的贡献最大可达20%。这个结果和气温序列分析的结果貌似十分接近，但要注意受城市化影响最大的风速观测站点位于市区中心的朝阳公园，而非东南部的北京观象台。对于不同要素来说，城市化的影响对于不同站点显然可以大为不同。北京的结果或许可借鉴为中国区域观测网中城市化影响风速观测序列的某种上限水平参考。遗憾的是，风速观测序列的均一化，目前还缺乏可推广应用的基础数据产品。

（3）降水观测，同样十分缺乏均一化研究。基

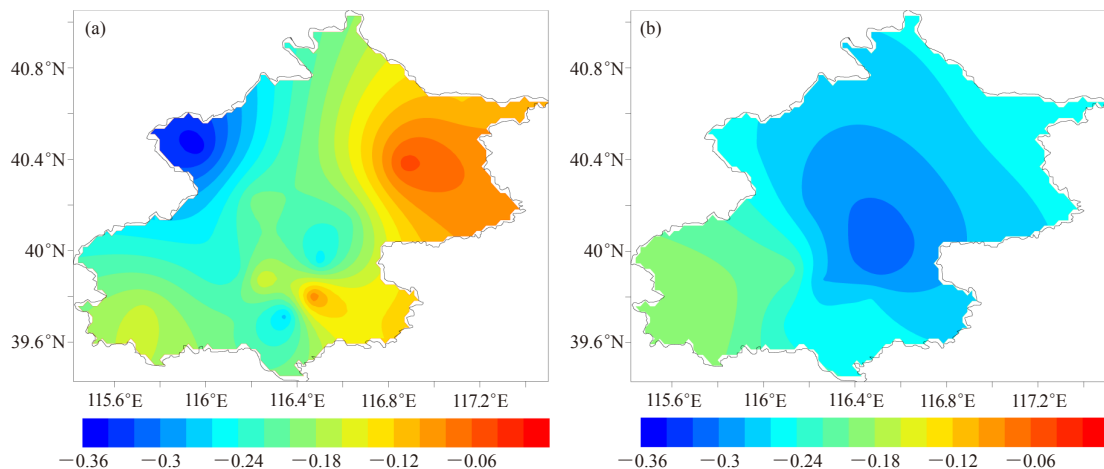


图4 1960—2008年北京地区年均风速序列中的线性趋势分布
（a）原始序列计算结果；（b）均一化序列计算结果（色标单位： $\text{m}/(\text{s}\cdot 10\text{a})$ ，根据Li等^[54]重绘）

于个别研究结果（北京为例）判断，城市化或可导致城区及其下游区域某些降水指标（如冷季小降水事件的发生频率）的长期（减少）趋势。还有些研究认为，城市化对降水的影响可能更多地体现在极端降水事件上。但有关降水气候变化的研究结果，还有很大不确定性。发展降水序列的均一化方法，尽快研发均一化降水数据产品，是当务之急。

城市化的气候效应是气候变化研究领域一个既古老又新鲜的难题。中国近几十年来空前的城市化发展，为研究这一话题提供了绝佳的试验场。而均一化气候观测序列，是获取合理的城市化气候效应评估的基础。近年来在中国区域均一化气候观测序列集的研发方面，正取得不断进展^[61-62]。另一方面，应结合高分辨观测基础上的气候变化统计分析和遥感等其他分析手段，发展更合理的城乡站点区划方法。通过资料和方法两方面进展，有望逐步减小城市化气候效应评估中的不确定性，获取更全面和定量的认识。

参考文献

- [1] Böhm R. Urban bias in temperature time series – A case study for the city of Vienna, Austria. *Climate Change*, 1998, 38: 113-128.
- [2] Ren G, Chu Z, Chen Z, et al. Implication of temporal change in urban heat island intensity observed at Beijing and Wuhan stations. *Geophysical Research Letters*, 2007, 34: L05711.
- [3] Gaffin S, Rosenzweig R, Khanbilvardi R, et al. Variations in New York city's urban heat island strength over time and space. *Theoretical and Applied Climatology*, 2008, 94: 1-11.
- [4] Yan Z, Li Z, Li Q, et al. Effects of site change and urbanisation in the Beijing temperature series 1977-2006. *International Journal of Climatology*, 2010, 30: 1226-1234.
- [5] Liu W, Ji C, Zhong J, et al. Temporal Characteristics of Beijing Urban Heat Island. *Theor Appl Climatol.*, 2007, 87(1): 213-221
- [6] 季崇萍, 刘伟东, 轩春怡. 北京城市化进程对城市热岛的影响研究. *地球物理学报*, 2006, 49(1): 69-77.
- [7] Karl T, Diaz H, Kukla G. Urbanization: Its detection and effects in the United States climate record. *Journal of Climate*, 1988, 1: 1099-1123.
- [8] Karl T, Jones P. Urban bias in area-averaged surface air temperature trends. *Bulletin American Meteorological Society*, 1989, 70(3): 265-270.
- [9] Balling R, Idso S. Historical temperature trends in the United States and the effects of urban population growth. *Journal of Geophysical Research*, 1989, 94: 3359-3363.
- [10] Jones P, Groisman P, Coughlan M, et al. Assessment of urbanization effects in time series of surface air temperature over land. *Nature*, 1990, 347: 169-172.
- [11] Jones P, Lister D, Li Q. Urbanization effects in large-scale temperature records, with an emphasis on China. *Journal of Geophysical Research*, 2008, 113: D16122.
- [12] Gallo K, Owen T, Easterling D. Temperature trends of the U.S. historical climatology network based on satellite-designated land use/land cover. *Journal of Climate*, 1998, 12: 1344-1348.
- [13] Peterson T, Easterling D, Karl T, et al. Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *International Journal of Climatology*, 1998, 18: 1493-1517.
- [14] Liu W, You H, Dou J. Urban-rural humidity and temperature differences in the Beijing area. *Theor Appl Climatol*, 2009, 96 (3-4): 201-207.
- [15] Peterson T. Assessment of urban versus rural in situ surface temperatures in the contiguous United States: No difference found. *Journal of Climate*, 2003, 16(18): 2941-2959.
- [16] Jauregui E, Romales E. Urban effects on convective precipitation in Mexico City. *Atmospheric Environment*, 1996, 30: 3383-3389.
- [17] Shepherd J. Rainfall modification by major urban areas: observations from space borne rain radar on the TRMM satellite. *Journal of Applied Meteorology*, 2002, 41: 689-701.
- [18] Diem J, Mote T. Interepochal changes in summer precipitation in the southeastern United States: evidence of possible urban effects near Atlanta, Georgia. *Journal of Applied Meteorology*, 2005, 44: 717-730.
- [19] Han Z, Yan Z, Li Z, et al. Impact of urbanization on low-temperature precipitation in Beijing during 1960-2008. *Adv Atmos Sci*, 2013, doi: 10.1007/s00376-013-2211-3.
- [20] Kalnay E, Cai M. Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*, 2003, 423: 528-531.
- [21] Zhou L, Dickinson R, Tian Y, et al. Evidence for a significant urbanization effect on climate in China. *PNAS*, 2004, 101: 9540-9544.
- [22] Wang J, Yan Z, Jones P, et al. On 'Observation minus Reanalysis' method: A view from multi-decadal variability. *Journal of Geophysical Research*. doi: 10.1002/jgrd.50574.
- [23] Feng J, Wang Y, Ma Z, et al. Simulating the regional impacts of urbanization and anthropogenic heat release on climate across China. *Journal of Climate*, 2012, 25: 7187-7203.
- [24] Wang J, Feng J, Yan Z, et al. Nested high-resolution modeling of the impact of urbanization on regional climate in three vast urban agglomerations in China. *Journal of Geophysical Research*, 2012, 117: D21103.
- [25] Feng J, Wang J, Yan Z. Impact of anthropogenic heat release on regional climate in three vast urban agglomerations in China. *Adv Atmos Sci*, 2013, doi: 10.1007/s00376-013-3041-z.
- [26] Ren G, Zhou Y, Chu Z, et al. Urbanization effects on observed surface air temperature trends in north China. *Journal of Climate*, 2008, 21: 1333-1348.
- [27] Hua L, Ma Z, Guo W. The impact of urbanization on air temperature across China. *Theoretical and Applied Climatology*, 2008, 93: 179-194.
- [28] Portman D. Identifying and correcting urban bias in regional time series: Surface temperature in China's northern plains. *Journal of Climate*, 1993, 6: 2298-2308.
- [29] 周雅清, 任国玉. 华北地区地表气温观测中城镇化影响的检测和订正. *气候与环境研究*, 2005, 10(4): 743-753.
- [30] Gallo K, Mcnab A, Karl T, et al. The use of NOAA AVHRR data for assessment of the urban heat island effect. *Journal of Applied Meteorology*, 1993, 32: 899-908.
- [31] Gallo K, Owen T. Satellite-based adjustments for the urban heat island temperature bias. *Journal of Applied Meteorology*, 1999, 38: 806-813.
- [32] Hansen J, Ruedy R, Sato M, et al. A closer look at United States and global surface temperature change. *Journal of Geophysical Research*, 2001, 23: 947-963.
- [33] Hansen J, Ruedy R, Sato M, et al. Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, 2010, 48: RG4004.
- [34] Yang X, Hou Y, Chen B. Observed surface warming induced by urbanization in east China. *Journal of Geophysical Research*, 2011, 116: D14113.
- [35] Gallo K, Adegoke J, Owen T, et al. Satellite-based detection of global urban heat island temperature influence. *Journal of Geophysical Research*, 2002, 107: D244776.
- [36] Ren Y, Ren G. A remote-sensing method of selecting reference stations for evaluating urbanization effect on surface air temperature trends. *Journal of Climate*, 2011, 24: 3179-3189.
- [37] Chu Z, Ren G. Effect of enhanced urban heat island magnitude on average surface air temperature series in Beijing region. *Acta Meteorologica Sinica*, 2005, 63: 534-540.
- [38] Wang J, Zhang R, Wang Y. Areal differences in diurnal variations in summer precipitation over Beijing metropolitan region. *Theoretical and Applied Climatology*, 2012, 110: 395-408.

- [39] Wang J, Yan Z, Li Z, et al. Impact of urbanization on changes in temperature extremes in Beijing during 1978–2008. *Chinese Science Bulletin*, 2013(36): 4679–4686.
- [40] Zhao P, Jones P, Cao L, et al. Reconstruction, climate trend, and attribution of instrumental temperature in eastern China over the last 100 years. *J Geophys Res*, under review.
- [41] Parker D. Large-scale warming is not urban. *Nature*, 2004, 432: 290.
- [42] Parker D. A demonstration that large-scale warming is not urban. *Journal of Climate*, 2005, 19: 2882–2895.
- [43] Wang F, Ge Q. Estimation of urbanization bias in observed surface temperature change in China from 1980 to 2009 using satellite land-use data. *Chinese Science Bulletin*, 2012, 57: 1708–1715.
- [44] Li Q, Zhang H, Liu X, et al. Urban heat island effect on annual mean temperature during the last 50 years in China. *Theoretical and Applied Climatology*, 2004, 79: 165–174.
- [45] Li Z, Yan Z. Application of Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH) to Beijing daily temperature series 1960–2006. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2010, 27 (4): 777–787.
- [46] He Y, Jia G, Hu Y, et al. Detecting urban warming signals in climate records. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2013, 30: 1143–1153.
- [47] Yan Z, Bate S, Chandler R, et al. An analysis of daily maximum wind speed in northwestern Europe using Generalised Linear Modelling. *Journal of Climate*, 2002, 15(15): 2073–2088.
- [48] Chow S. The urban climate in Shanghai. *Atmospheric Environment*, 1992, 26B: 5–15.
- [49] Bornstein R, Johnson D. Urban-rural wind velocity differences. *Atmospheric Environment*, 1977, 11: 597–604.
- [50] Peng Z, Hu F. A study of the influence of urbanization of Beijing on the boundary wind structure. *Chinese Journal of Geophysics*, 2006, 49: 1608–1615.
- [51] Fortuniak K, Klysik K, Wibig J. Urban–rural contrasts of meteorological parameters in Łódź. *Theoretical and Applied Climatology*, 2006, 84: 1434–1443.
- [52] Klaić Z, Nitis T, Kos I, et al. Modification of the local winds due to hypothetical urbanization of the Zagreb surroundings. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 2002, 79: 1–12.
- [53] Jiang Y, Luo Y, Zhao Z, et al. Changes in wind speed over China during 1956–2004. *Theoretical and Applied Climatology*, 2010, 99: 421–430.
- [54] Li Z, Yan Z, Tu K, et al. Changes in wind speed and extremes in Beijing during 1960–2008 based on homogenized observations. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2011, 28: 408–420.
- [55] González-Rouco J, Jiménez J, Quesada V, et al. Quality control and homogeneity of precipitation data in the southwest of Europe. *Journal of Climate*, 2001, 14: 964–978.
- [56] Wang X, Chen H, Wu Y, et al. New techniques for detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2010, 49: 2416–2436.
- [57] Lakatos M, Szentimrey T, Birszki B, et al. Changes of temperature and precipitation extremes following homogenization. *Acta Silv. Lign. Hung.*, 2007, 3: 87–95.
- [58] 江志红, 黄群, 李庆祥. 近50年中国降水序列均一性检验和订正研究. *气候与环境研究*, 2008, 13(1): 67–74.
- [59] 王萃萃, 翟盘茂. 中国大城市极端强降水事件变化的初步分析. *气候与环境研究*, 2009, 14(5): 553–560.
- [60] 聂安祺, 陈星, 冯志刚. 中国三大城市带城市化气候效应的检测和对比. *气象科学*, 2011, 31(4): 372–383.
- [61] Li Q, Zhang H, Chen J, et al. A mainland China homogenized historical temperature dataset for 1951–2004. *Bulletin of American Meteorological Society*, 2009, 90: 1062–1065.
- [62] Li Z, Yan Z. Homogenized daily mean/maximum/minimum temperature series for China from 1960–2008. *Atmospheric and Oceanic Sciences Letters*, 2009, 2: 237–243.

张鹏在国际组织任职

本刊编辑部

全球空间交叉定标系统 (GSICS) 是在世界气象组织 (WMO) 和气象卫星协调工作组 (CGMS) 共同发起下, 于2005年成立的一个国际性协调研究机构, 其主要目的是监视、改进并统一来自全球观测系统 (GOS) 中气象与环境业务卫星的观测数据。同时, GSICS旨在为气候监测、天气预报和环境应用等, 在世界空间观测范围内提供精度一致的观测结果。迄今为止, GSICS在全球范围内拥有14家成员, 1家助理成员和2家观察员, 已经成为引领国际对地观测卫星定标工作最主要的研究机构之一。

第十五届全球空间交叉定标系统执行委员会 (GSICS-EP) 会议于2014年5月16–17日在中国广州举行, 共有30位专家到会/网络参加。本次全会的一项重要议程是推选产生新一届GSICS-EP主席, 国家卫星气象中心张鹏副主任, 也是本刊编委, 成功当选。此前该职位一直被欧美气象卫星大国所垄断, 张鹏的当选体现了近年我国气象卫星定标工作的进展已经获得

了国际同行的关注和认可: 一方面, 近年来随着风云二号、风云三号卫星的稳定业务运行, 业务定标质量逐步与国际先进水平接轨; 另一方面, 中国在国际气象卫星大家庭中的地位与日俱增, 并在世界舞台上取得了实质性的话语权。



张鹏 (左2) 在广州GSICS-EP会议上