

西南地区城市热岛强度变化对地面气温序列影响*

唐国利 任国玉 周江兴

(国家气候中心 中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081)

摘 要

利用 1961—2004 年我国西南地区 322 个站的气温观测资料,分析了乡村站、小城市站、大中城市站和国家基准/基本站气温变化趋势特点,着重研究了城市化对城镇站和国家站地面气温记录的影响程度和相对贡献比例。结果显示:区域平均的各类台站年平均气温呈现不同程度的上升趋势,城市站、国家站的增温速率均高于乡村站。大中城市站和国家站的年平均热岛增温率分别为 $0.086 / 10a$ 和 $0.052 / 10a$,其增温贡献率分别达 57.6% 和 45.3%。与大多数地区不同,西南地区的增温速率明显偏小。因此,尽管平均热岛强度变化比许多地区弱,但其相对贡献明显,表明城市化对该区域气温趋势的绝对影响较弱,但相对影响较强。另外,城市热岛增温有明显的季节变化,表现为秋季最强,春季或冬季次之,夏季最弱。热岛增温贡献率则为春季最大(100%),夏季次之(73%以上),秋季和冬季相对较小。这主要是因为春、夏两季背景气候变凉或趋势微弱,热岛增温在实际增温中占有更高的比例。

关键词:西南地区;地面气温;城市热岛效应;气候变化

引 言

19 世纪末、20 世纪初以来的全球变暖,特别是近 50 年来地表气温的显著升高是目前气候变化研究的核心问题。近 100 多年全球气候变暖的原因,可能主要与气候自然变化和人类活动的影响有关^[1-2],其中人类活动对气候的影响主要指 CO₂ 等温室气体排放增加所导致的温室效应增强。人类活动还可以通过改变土地覆盖特性和排放气溶胶影响区域气候。在城市及其附近,土地利用和土地覆盖变化以及人为热排放等也可以造成局地尺度的增温,形成市区气温高于周边郊区或农村的现象,即城市热岛效应。一般将城乡间的温度差定义为热岛强度。热岛效应是城市气候的最重要特征之一,也是城市化对气温影响的最主要表现形式。在全球和区域气候变化检测研究中,主要选用具有良好观测条件的长序列平均气温资料进行气温变化趋势的估计。由于许多具备这些条件的台站位于城市内或附近,其地面气温记录中不可避免地含有城市化的影

响。当前的问题在于,这种影响的程度究竟有多大,特别是城市热岛加强因素在多大程度上影响到了对区域平均温度变化趋势的估计。因此,确定或估算城市化对各类城镇台站的影响及其程度,对于进一步了解全国和各区域的背景气候变化及其可能原因具有十分重要的意义。

20 世纪 80—90 年代,国外一些研究^[3-9]证实了全球几个区域的年平均地面气温序列中不同程度地存在着城市化的影响,而且认为加强的城市热岛效应可能是地面平均气温记录中偏差的主要来源。关于中国的情况,Wang 等^[10]及赵宗慈^[11]也进行了研究,他们认为中国地面气温变化中可能同样存在城市化的影响。林学椿等^[12]及初子莹等^[13]研究了北京城市热岛强度变化,发现北京的城市热岛强度随城市发展表现为增强趋势,对地面气温变化具有显著贡献。对国内其他城市^[14-17]或区域的研究^[18-20]揭示,在我国部分增温显著的区域,城市台站或国家级台站地面气温变化中存在明显的城市化影响。周雅清等^[18]采用华北地区 282 个气象台站,在序列非均一性订正的基础上,对 1961—2000 年期间各类

* 科技部国际合作项目“区域气候变化的监测、模拟和影响研究”(2005DFA20940)、国家自然科学基金项目(40575039)以及国家科技支撑项目课题(2007BAC03A01)共同资助。

2008-02-18 收到,2008-05-27 收到再改稿。

城市站和国家级台站附近由热岛效应加强因素引起的增温进行了系统分析,发现国家级台站年平均热岛增温速率为 $0.11\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,对全部增温的贡献为38%。

观测资料分析表明,我国气温变化与全球气温变化基本一致,也呈明显的上升趋势^[21-26]。但西南地区的地面气温变化明显滞后于全国^[27],一些台站记录的气温甚至表现为下降趋势。了解这个地区不同类型台站的地面气温变化趋势特点,以及城市发展对各类台站地面气温观测记录的影响,具有特殊的理论和实际价值。

本文利用我国西南地区1961—2004年的地面气温观测资料以及台站所在地的人口资料等,分析各类台站地面气温变化趋势特点及增温速率的差异,着重研究城市化对各类城镇站地面气温记录的影响,估算热岛增温对城市站和国家基准/基本站平均气温变化的相对贡献。

1 资料及其质量控制

本文的研究区域为 $21^{\circ}\sim 33^{\circ}\text{N}$, $98^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$,主要包括四川、重庆、云南和贵州的大部分地区(图1)。该区域地形复杂,既有四川盆地,也包括川东、川西山地和云贵高原。为了保证足够密度的台站分布和各类台站的代表性,同时便于不同台站的分析和比较,在严格的质量控制基础上,选取使用了尽可能多的气象台站,共计322个站,其中国家基准气候站/基本气象站(以下简称国家站)84个,一般气象站238个。由于采用了一般站资料,一方面大大扩大了样本数量,观测数据的代表性加强,同时也使得遴选更有代表性的乡村站成为可能。分析时段为1961—2004年,采用该时段内逐月的平均气温资料。

资料经过严格的质量控制,对于抄录和其他人为因素引起的奇异值进行检验和订正。同时,由于部分台站站址迁移或仪器变更等原因,造成资料序列的不均一现象,本文利用通用的方法对所有台站资料进行了非均一性检验,对经过台站沿革资料验证的不连续点,利用临近台站资料进行了订正。另外,本区资料有少量缺失现象,成都等个别台站资料时段为1961—2003年,但这不会影响整个区域分析结果。

2 研究方法

2.1 资料的距平化处理和平序列生成方法

西南地区东西、南北均跨12个经纬度,地形条件十分复杂。因此,先对各台站资料进行距平化处理,气候标准值取1961—1990年的平均。按气象上的季节定义,以1、2月和上一年的12月为冬季,3—5月为春季,6—8月为夏季,9—11月为秋季。分别计算得到各台站1961—2004年的月、季、年平均气温距平序列(以下简称气温序列)。

由于西南区域范围较大,为生成代表全区域的平均序列,首先将整个研究区域划分为如下4个子区:区(28°~33°N,103°~110°E),主要包括四川盆地及以东地区和重庆市;区(28°~33°N,98°~103°E),主要是四川西部山区;区(21°~28°N,98°~105°E),主要是云南及四川西南部和贵州西部部分地区;区(25°~28°N,105°~110°E),包括贵州大部分地区。根据每个子区内同类站点气温距平的算术平均获得子区的平均气温序列;再按各个子区的面积求加权平均,得到全区域的平均气温序列。

气温线性趋势按最小二乘法求得,得到各台站及各区和全区域的气温变化趋势。对于变化趋势的显著性检验,采用时间与气候变量间的相关系数,在给定的显著性水平 α 下,若 $5 > r > r_{\alpha}$,则变化趋势显著。

2.2 乡村站的选取标准及城市站的划分

乡村站主要指位于乡村、小城镇郊区或城市远郊区的气象台站,没有或很少受城市化的影响,用来代表气候背景场的变化,可以比较分析区域内的待检城镇台站。因此,乡村站的确定,检测城市化影响是一个关键因素。

乡村站的选取主要依据台站所在地的人口数量^[28],部分有卫星遥感资料的台站还参考了站址周围建成区的相对面积比例。一般取所在地人口少于3万的台站作为乡村待选站,但在区内的四川盆地及其以东的重庆市等人口密度较大区域,为了保证各类台站空间分布相对均匀,标准放宽到4万人,个别台站人口超过4万人。对于有详细卫星遥感资料的台站,规定乡村站距离主城区比较远,半径为2 km范围内城市建成区面积比例不超过1/3。符合上述乡村站标准的台站总共118个。将乡村站以外的台站按照人口数量分为小城市站和大中城市站。

前者的标准为人口数量在 3~10 万人之间,后者人口在 10 万人以上,台站数量分别为 151 个和 53 个。此外,把国家基准站和基本站单独作为一类,不考虑其人口数量。各类台站的分布情况见图 1。

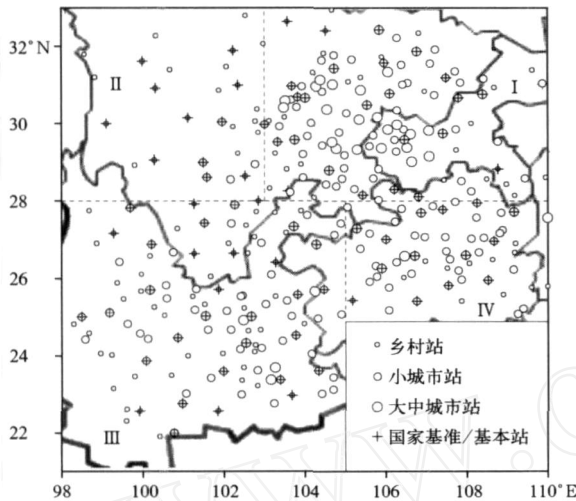


图 1 西南地区各类台站位置分布

Fig. 1 Location of meteorological stations in Southwest China

2.3 热岛强度变化分析方法

在城市气候研究中,城市热岛强度一般是指城市市区与郊区或周边乡村间的温度差。近几十年的城市化发展,使得城市热岛效应对城镇台站地面气温的影响增强,反映在气温记录上,也表现为城镇台站与郊区或乡村台站间的温差加大。假定城市与乡村处于同一尺度环流背景或气候背景下,这种加大的温差主要反映的是城市热岛强度变化的影响。热岛强度的变化显然会影响城镇台站附近气温的变化速率,并最终从城市站与乡村站间增温速率的差异上反映出来。因此,定义城市站与乡村站间增温速率的差值为热岛增温率^[13,18],其占城市站记录总增温的百分比即为热岛增温贡献率。本文既分析各城市代表站的热岛增温率及其贡献率,同时也分析热岛强度变化对各类城市站和国家站全区域平均序列的影响和贡献。后者由于采用了所有可获得的气象台站资料,样本数量较大,因此从全区域的角度来说,其结果更具普遍性也更有说服力。

3 平均气温变化特征

近 50 年来,西南地区的气温上升趋势弱于全国

大部分地区,而且国内最大的气温下降区也主要集中于这一区域^[29-30]。因此,在分析城市化影响之前,需要对西南地区的温度变化特征有一定了解。由 1961—2004 年西南地区年平均气温变化趋势的空间分布可见(图 2),西南大部分地区同全国一样呈增温趋势,其中四川北部、西部部分地区和云南大部地区增温幅度较大,贵州大部也呈增温趋势,但幅度略小。该区的一个显著特征是分布有较多数量的降温台站,主要位于四川中、东部及重庆东部,云南北部和四川西南部。尽管存在较明显的降温区,但无论是城市站还是乡村站,整个西南地区平均的年平均温度序列仍表现为不同程度的上升趋势。而且除乡村站外,其他各类台站的区域平均温度变化趋势均达到或超过 0.05 显著性水平。

各季节温度变化趋势有较大差异,冬季和秋季以增温为主,但春季、夏季有较大范围的降温区,其中春季主要分布在中部,夏季则分布在东北部。按整个区域平均计,冬季升温最显著,各类台站的气温变化趋势均超过 0.05 显著性水平;其次是秋季;夏、春两季气温上升趋势不明显,春季最小。因此,年平均气温的降温区域主要是由春、夏季中部和东北部台站的降温引起的。

4 热岛强度变化对地面平均气温序列的影响

4.1 城市代表站的热岛强度变化

在研究区域平均状况之前,有必要对区内人口最为集中、人类活动也最为密集的各中心城市情况进行个例分析。西南地区最有代表性的大型城市有重庆、成都、昆明和贵阳。选取这 4 个城市周边大约 30~70 km 范围内人口较少的台站作为参考气象站,代表郊区或乡村,以其平均值作为背景气候变化。通过比较这些大城市站与郊区站的平均气温变化速率来反映其热岛强度的变化。其中,重庆站(沙坪坝)以北碚、江津和铜梁为参考站;成都以温江、新津和浦江为参考站;昆明以富民和晋宁为参考站;贵阳以龙里、平坝和息烽为参考站。具体方法是用每个城市周围参考站的平均序列代表背景气候变化,用城市代表站与背景气候站的气温变化速率差值代表城市站附近热岛强度变化。

表 1 给出了城市代表站和郊区站温度变化速率及热岛增温率和热岛增温贡献率。数据显示,城市站的增温速率均高于郊区站,所以对应的热岛增温

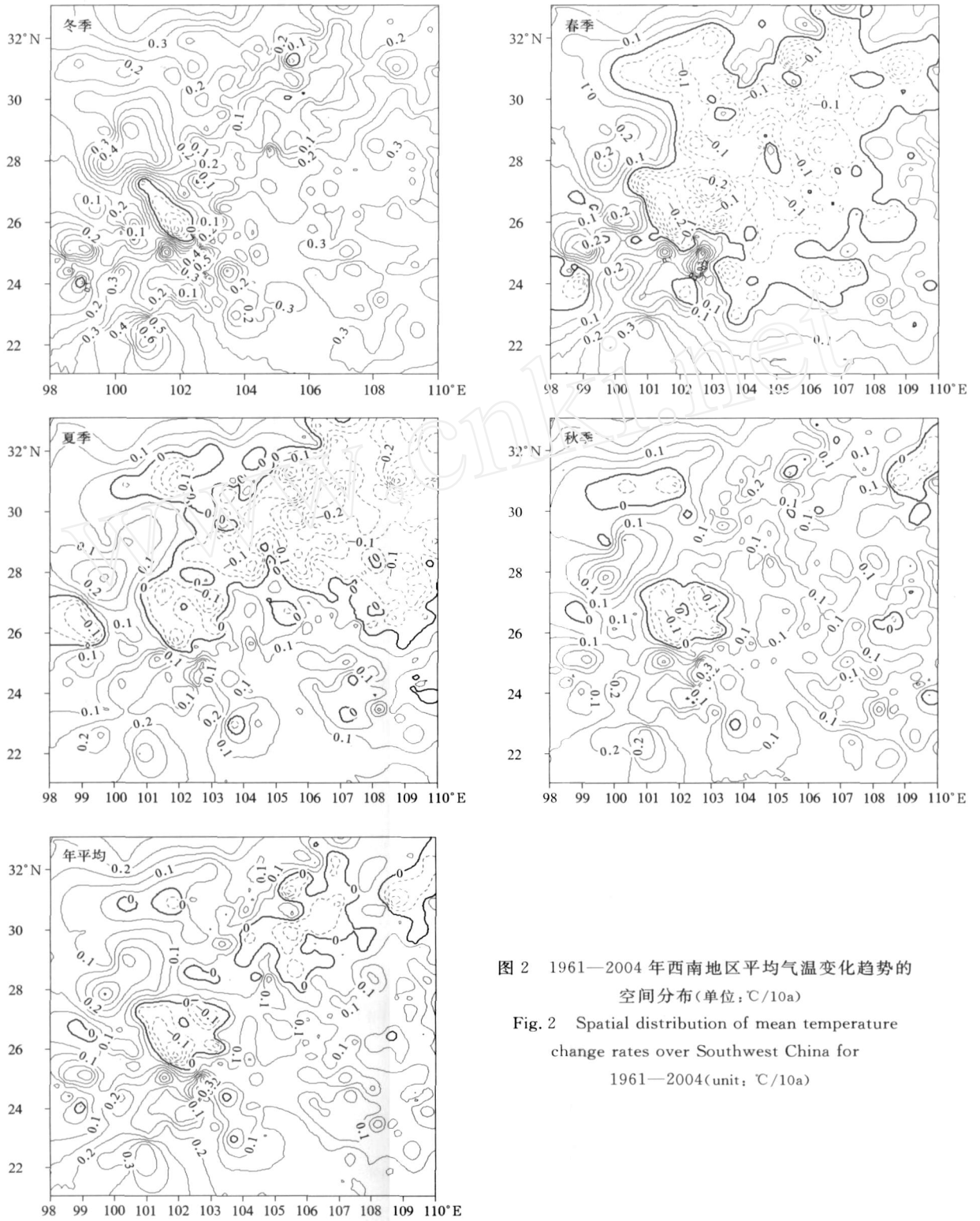


图2 1961—2004年西南地区平均气温变化趋势的空间分布(单位:℃/10a)

Fig.2 Spatial distribution of mean temperature change rates over Southwest China for 1961—2004(unit: ℃/10a)

表1 1961—2004年西南地区城市代表站与郊区站年平均气温增温对比

Table 1 Comparison of annual mean temperature warming rates between urban areas and suburbs in Southwest China for 1961—2004

城市	城市站增温率/($^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)	郊区站增温率/($^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)	城市热岛增温率/($^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)	热岛增温贡献率/%
重庆	0.0405	-0.0067	0.0472	100
成都	<u>0.1911</u>	0.0644	0.1268	66.3
昆明	<u>0.4220</u>	<u>0.2002</u>	0.2218	52.6
贵阳	<u>0.1627</u>	0.0569	0.1057	65.0
平均	0.2041	0.0787	0.1254	61.4

注:下划线表示显著性水平在0.05以上,下同。

率为正值,范围在 $0.047^{\circ}\text{C}/10\text{a} \sim 0.222^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 之间,平均为 $0.125^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,表明这些大城市的热岛强度呈加强趋势。城市代表站的热岛增温贡献率为 $52.6\% \sim 100\%$,平均贡献率也达 61.4% 。说明增强的城市热岛效应对大城市地面气温序列变化趋势的影响相当显著。

图3是城市代表站与郊区站年平均气温距平随时间变化曲线,可见城市站的气温表现出明显上升

趋势,其中昆明的趋势最为显著。郊区站除重庆外也为上升趋势,但速率明显小于城市站。在城市代表站中,昆明的热岛增温最强,达到 $0.222^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,其次是成都、贵阳和重庆。不过从热岛增温对气温变化趋势相对影响的角度看,情况则近乎相反,即重庆的相对贡献最大,而昆明最小。其原因主要与各城市气温变化速率的大小有关。值得一提的是,重庆郊区站表现为弱的变凉趋势,但因热岛效应增强

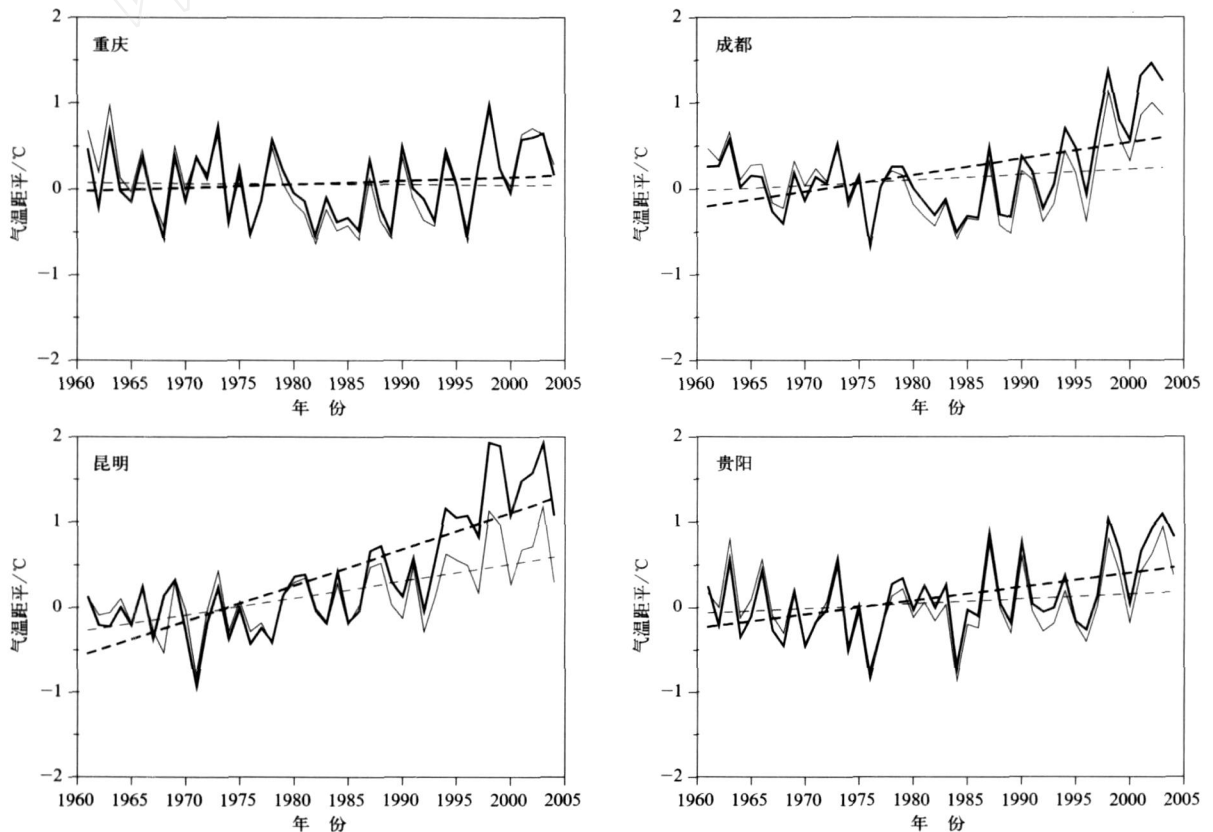


图3 1961—2004年西南地区城市代表站与郊区站年平均气温距平随时间变化曲线
(粗线为城市站,细线为郊区站,虚线为线性趋势)

Fig. 3 Comparisons of annual mean temperature changes between urban stations and suburbs stations in the Southwest China for 1961—2004 (thick lines: urban areas; thin lines: suburbs; dashed lines: linear trends)

因素的影响,市区表现为略增温,其热岛增温贡献率达 100%。假如将热岛因素剔除,则应为降温,这说明增强的热岛效应有可能是重庆市附近弱暖舌的形成原因。另外需要说明的是,重庆地区人口较多,其郊区站也受到一定程度的影响,因此其实际热岛增温可能比估计值更强,这实际上也进一步说明了上述假设的合理性。

4.2 区域平均热岛强度变化及其影响

图 4、表 2 是西南地区各类台站的气温变化曲线和变化速率,均表现为上升趋势。然而明显可见的是,乡村站、小城市站、大中城市站的上升趋势逐

级增强。其中大中城市站的年平均气温上升趋势最为显著,达到 $0.149 / 10a$ 。国家站的年平均气温增加也比较明显,达到 $0.116 / 10a$,乡村站的升温最弱,年平均气温变化速率只有 $0.063 / 10a$ 。从统计学意义来说,除乡村站外,其他各类台站的气温上升趋势均达到或超过了 0.05 的显著性水平。

从城市热岛增温速率看,大中城市的热岛增温最强,达到 $0.086 / 10a$,热岛增温贡献率为 57.6%;而小城市的热岛增温较小为 $0.016 / 10a$,热岛增温贡献率为 19.9%。国家站的热岛增温为 $0.052 / 10a$,热岛增温贡献率为 45.3%。

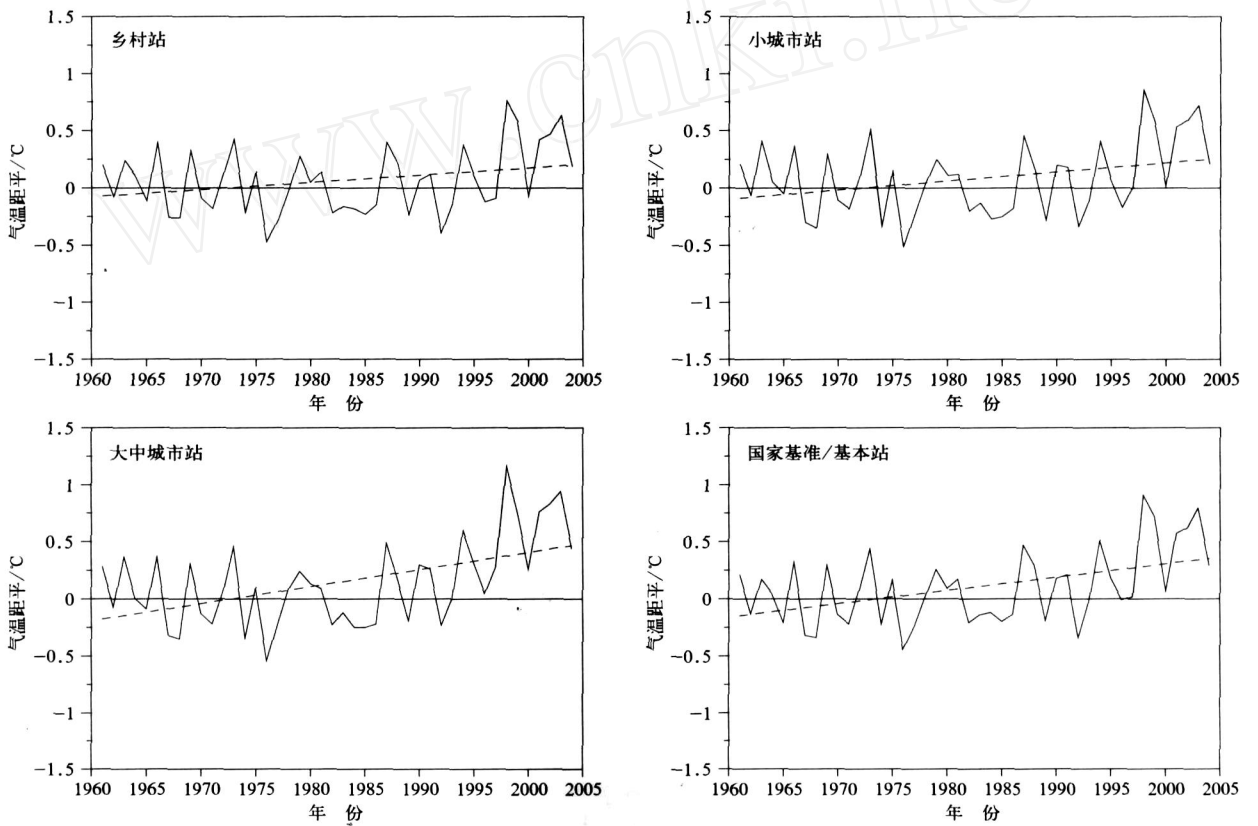


图 4 1961—2004 年西南地区乡村站、小城市站、大中城市站和国家基准/基本站的年平均气温距平序列及变化趋势(虚线为线性趋势)

Fig. 4 Annual mean temperature anomaly series and the trends of rural area, small city/ town, big/ middle city and reference/ basic station over Southwest China for 1961—2004 (dashed lines: linear trends)

比较以上分析结果与国内其他研究发现,西南地区城市站和国家站的平均热岛增温贡献率均高于华北、西北等^[18,20]气温显著上升区域,但热岛增温率远低于华北地区,仅略高于西北地区。总体上看,西南地区的热岛增温率偏低,但由于该区域背景气

候的变暖趋势微弱,故热岛增温贡献率仍比较高。换言之,西南地区城市化对地面气温记录的绝对影响与国内其他地区相近或偏弱,但相对影响却比较强。当然,由于乡村站选取标准有一定差异,这种比较只是初步的,有待今后进一步分析研究。

表2 1961—2004年西南地区各类气象台站平均气温变化速率及城市站与国家站热岛增温率和贡献率

Table 2 Trends of surface air temperature, the heat island warming rates of city station and reference/basic station and their contributions to mean temperature change in Southwest China for 1961—2004

时间	乡村站		小城市站		大中城市站			国家基准/基本站		
	气温变化速率	气温变化速率	热岛增温率	热岛增温贡献率	气温变化速率	热岛增温率	热岛增温贡献率	气温变化速率	热岛增温率	热岛增温贡献率
	/(/10a)	/(/10a)	/(/10a)	/ %	/(/10a)	/(/10a)	/ %	/(/10a)	/(/10a)	/ %
冬季	0.1978	0.2089	0.0111	5.3	0.2849	0.0871	30.6	0.2545	0.0567	22.3
春季	-0.0090	-0.0000	0.0090	100	0.0831	0.0921	100	0.0489	0.0579	100
夏季	0.0020	0.0076	0.0056	73.7	0.0699	0.0679	97.1	0.0483	0.0463	95.9
秋季	0.0692	0.1016	0.0324	31.9	0.1658	0.0966	58.3	0.1224	0.0532	43.5
全年	0.0632	0.0789	0.0157	19.9	0.1492	0.0860	57.6	0.1156	0.0524	45.3

热岛强度的季节变化表现为城市站秋季的热岛增温相对较强,春季或冬季次之,夏季的热岛增温最弱;而国家站的平均也是夏季热岛增温最弱,春季、冬季和秋季略强(表2,图5)。但是,乡村站以外各类台站的热岛增温贡献率排列顺序则与此大不相同,均表现为春季最大(100%),夏季次之(73%以上),之后是秋季和冬季。这主要是因为春、夏两季气候背景变凉或趋势微弱,故热岛增温在城市站和国家站实际增温中占有较大比例。

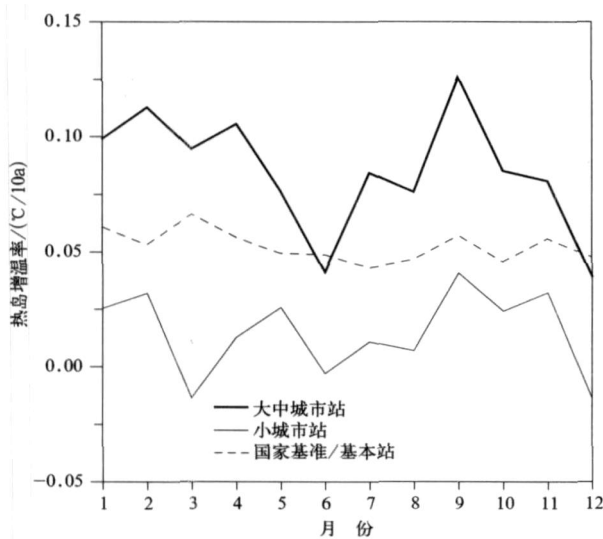


图5 1961—2004年西南地区城市站和国家站平均气温序列热岛增温的逐月变化

Fig.5 Monthly change of the urban warming rates of the area-averaged surface air temperature series over Southwest China for 1961—2004

5 结论和讨论

利用迄今最密集的气象台站观测资料,在资料

质量控制和非均一性订正的基础上,对我国西南地区地面气温变化及其城市化的影响进行了分析,得到以下结果:

1) 1961—2004年期间,西南地区年平均地面气温表现为上升趋势,但由于本区许多台站记录到降温趋势,变暖的幅度比全国其他地区偏弱。冬季增温最强,与北半球和全国的冬季增温特点一致。春季呈微弱变凉趋势,而大范围的降温现象就出现在春季和夏季。

2) 重庆、成都、昆明和贵阳是西南地区最具代表性意义的大型城市。这些城市都存在明显的热岛效应影响。其中,昆明的热岛增温最强,达到 $0.222 / 10a$,其次是成都、贵阳和重庆。但是,热岛增温对气温变化趋势的相对影响则近乎相反,即重庆的相对贡献最大,而昆明最小。

3) 由于热岛效应增强的影响,区域平均的各类城市站均存在不同程度的城市化影响。其中大中城市站、小城市站和国家站的热岛增温分别为 $0.086 / 10a$, $0.016 / 10a$ 和 $0.052 / 10a$,其热岛增温贡献率分别为57.6%,19.9%和45.3%。

4) 热岛增温的季节变化表现为秋季最强,春季或冬季次之,而夏季最弱;国家站热岛增温最强的季节为春季。

研究结果表明,增强的城市化因素对西南地区大型城市和其他类型城市以及国家站的地面气温记录序列均有不同程度的影响。值得注意的是,由于这些结果是根据近40年的气温资料得出的,而这一时期特别是近20年,正是我国经济 and 城市化进程快速发展的阶段,因此城市化的影响相当明显。这进一步提示人们,在研究区域和全国的地面气温变化趋势中,尤其是考虑近几十年的变化趋势时应该特别注意并剔除城市化的影响。

参考文献

- [1] IPCC. Climate Change 2001: Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [2] IPCC. Climate Change 2007: Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [3] Hansen J R Lebedeff. Global trends of measured surface temperature. *J Geophys Res*, 1987, 92 (13): 345-372.
- [4] Karl T R, Diaz H F, Kukla G. Urbanization: Its detection and effect in the United States climate record. *J Climate*, 1988, 1: 1099-1123.
- [5] Karl T R, Jones P D. Urban bias in area-averaged surface air temperature trends. *Bull Amer Meteor Soc*, 1989, 70: 265-270.
- [6] Balling R C, Idso S B. Historical temperature trends in the United States and the effect of urban population growth. *J Geophys Res*, 1989, 94: 3359-3363.
- [7] Karl T R, Jones P D. Comments on "Urban bias in area-averaged surface air-temperature trends" reply to GM Cohen. *Bull Amer Meteor Soc*, 1990, 71: 571-574.
- [8] Goodridge J D. Urban bias influences on long-term California air temperature trends. *Atmos Environ*, 1992, 26B (1): 1-7.
- [9] Hughes W E, Balling R C. Urban influences on South African temperature trends. *Int J Climatol*, 1996, 16: 935-940.
- [10] Wang W C, Zeng Z, Karl T R. Urban heat islands in China. *Geophys Res Lett*, 1990, 17: 2377-2380.
- [11] 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.
- [12] 林学椿, 于淑秋, 唐国利. 北京城市化进程与热岛强度关系研究. *自然科学进展*, 2005, 15(7): 882-886.
- [13] 初子莹, 任国玉. 北京地区热岛强度变化对区域温度序列的影响. *气象学报*, 2005, 63(4): 534-540.
- [14] 陈榛妹. 兰州的城市热岛效应. *高原气象*, 1991, 10(1): 83-87.
- [15] 哈斯. 城市效应对呼和浩特市气候的影响. *气候与环境研究*, 2000, 5(2): 228-232.
- [16] 刘学锋, 阮新, 谷永利. 石家庄地区气温变化和热岛效应分析. *环境科学研究*, 2005, 18(5): 11-14.
- [17] 田武文, 黄祖英, 胡春娟. 西安市气候变暖与城市热岛效应问题研究. *应用气象学报*, 2006, 17(4): 438-443.
- [18] 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.
- [19] 张爱英, 任国玉. 山东省城市化对区域平均温度序列的影响. *气候与环境研究*, 2005, 10(4): 743-753.
- [20] 方锋, 白虎志, 赵红岩, 等. 中国西北地区城市化效应及其在增暖中的贡献率. *高原气象*, 2007, 26(3): 579-585.
- [21] 王绍武. 近百年我国及全球气温变化趋势. *气象*, 1990, 16(2): 11-15.
- [22] 唐国利, 林学椿. 1921 - 1990 年我国气温序列及变化趋势. *气象*, 1992, 18(7): 3-6.
- [23] 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来的温度变化. *气象*, 1994, 20(12): 19-26.
- [24] 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.
- [25] 王绍武, 叶瑾琳, 龚道溢, 等. 近百年中国年气温序列的建立. *应用气象学报*, 1998, 9(4): 392-401.
- [26] 唐国利, 任国玉. 近百年中国地表气温变化趋势的再分析. *气候与环境研究*, 2005, 10(4): 791-798.
- [27] 陈隆勋, 邵永宁, 张清芬, 等. 近四十年我国气候变化的初步分析. *应用气象学报*, 1991, 2(2): 164-173.
- [28] 中国统计局. 中国乡、镇、街道人口资料. 北京: 中国统计出版社, 2002: 1-482.
- [29] 任国玉, 徐铭志, 初子莹, 等. 近 50 年中国地表气温变化的时空特点. *气候与环境研究*, 2005, 10(4): 717-727.
- [30] 丁一汇, 任国玉. 中国气候变化科学概论. 北京: 气象出版社, 2008: 1-281.

Change of Urban Heat Island Intensity and Its Effect on Surface Mean Air Temperature Records in Southwest China

Tang Guoli Ren Guoyu Zhou Jiangxing

(Laboratory for Climate Studies, National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

The surface air temperature records are obviously affected by the urbanization in China. The changes of the surface air temperature in Southwest China lag behind the countrywide changes, and air temperature records at some stations even show a dropping trend. It is important to understand the detailed features of surface air temperature change trends and the effect on them of urban development for different stations in that region. Using a data set of monthly mean temperature from 322 stations and corresponding population data, the surface air temperature change trends and the effect of urbanization development on mean surface air temperature records in towns and cities in Southwest China during 1961—2004 are analyzed. Quality control and inhomogeneity adjustment are made for air temperature data. On the basis of calculating air temperature change trends of towns and cities at national reference/baseline stations and rural stations, the extent and relative contribution proportion of urbanization effect are obtained by comparing the differences between the change trends of various stations and rural stations. Results show that there are warming trends of surface air temperature for each of the station groups. The warming rates in towns and cities, and national stations are greater than those in rural areas. In annual mean surface air temperature records in towns and cities, and national stations, urban warming rates are estimated as 0.086 /10a and 0.052 /10a respectively, and their contributions to overall annual mean temperature change are 57.6% and 45.3% respectively. Compared with the other regions in China, the warming rates of temperature and the urban warming rates in Southwest China are relatively low. Although the change of the average heat island intensity in this region is smaller than those in quite a number of regions in China, the contributions of urban warming to the overall mean temperature change trends are generally larger as a result of this feature.

In addition, there are obvious season changes in urban warming rates, with the urban warming rates in autumn, spring or winter being the largest and second respectively, and that in summer the smallest. However, the largest contributions (100%) of urban warming to mean temperature in seasons are in spring, second to which are the contributions in summer of 73% and above. Those in autumn and winter are relatively smaller.

Key words: Southwest China; surface air temperature; urban heat island effect; climate change