

官雨洁,刘寿东,曹畅.不同城市化程度的城市气温变化研究——以福州和漳州为例[J].热带气象学报,2018,34(3): 554-560.

文章编号:1004-4965(2018)04-0554-07

不同城市化程度的城市气温变化研究 ——以福州和漳州为例

官雨洁^{1,2}, 刘寿东^{1,2}, 曹畅^{1,2}

(1. 南京信息工程大学气候与环境变化国际合作联合实验室大气环境中心, 江苏南京 210044;
2. 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心 / 气象灾害教育部重点实验室, 江苏南京 210044)

摘要: 城市化发展对城市气候及环境的影响已成为气候变暖研究中最受关注的问题之一。基于 1961—2013 年福建省福州和漳州的城郊逐月气温观测数据和同时期的 NCEP/NCAR R1 再分析气温资料,通过线性回归、OMR 方法等对两地平均气温、最高气温以及最低气温进行分析。着重探索不同城市化程度对气温变化的影响差异。结果表明,不同城市化程度的地区城郊气温差 ΔT 的大幅度变化存在时间差;随着城市化程度的加深,城市气温受下垫面的影响越大;不同城市化程度的地区平均气温、最低气温、最高气温以及四季气温受到城市化影响所导致结果各异。

关键词: 气候学;统计特征;城市化;增温贡献率;OMR;气温

中图分类号: P423.3.3 文献标识码: A Doi: 10.16032/j.issn.1004-4965.2018.04.013

1 引言

城市化是人类生产和生活方式由农村型向城市型转化的过程, 主要表现为农村人口转化为城市人口以及城市不断发展完善的过程^[1-2]。随着城市化不断发展, 改变的下垫面和近地层大气辐射、热力、水分等等使得城市形成有别于郊区的局地小气候。在全球变暖的气候背景下, 这种局地小气候产生的增暖效应已经对城市的可持续发展、人类的健康、生态环境的保护带来一些潜在的负面影响^[3-4]。因此, 城市化发展对城市气候的影响开始受到人们的广泛关注^[5-6]。

目前关于城市化对气温的影响研究已有很多。Chung 等^[7]通过对比 1951—1980 年以及 1971—2000 年的韩国月平均气温, 发现城市化发展对月平均气温的变化有显著性影响(4 月除外), 且范围在 0.3~0.6 °C。Grimmond^[8]从生物物理学角度进

行研究, 发现城市化和土地利用等人为作用是影响城市气温变化的重要因素。Zhao 等^[9]利用 MODIS 白空反照率分析北美地区城乡反照率差异, 发现下垫面粗糙度所影响的感热交换效率是影响城郊温差的重要因素。司鹏等^[10]采用北京地区气象观测站点的气温数据及 NCEP/DOE R2 再分析资料分析了城市化引起的气温增暖现象, 发现城市化对气温的增暖贡献达 73.5%, 比同时期城乡台站观测资料得到的贡献水平高。崔林丽等^[11]对长江三角洲的大中小城市的长期气温资料进行分析, 发现大城市站点的气温增长率明显高于中小型城市。王文等^[12]、朱家其等^[13]、程胜龙等^[14]通过对我国城市化进程中地表空气温度的分析, 利用城郊气温差异反映了城市热岛与城市化发展的关系。蒙伟光等^[15]利用 WRF 及其耦合的城市冠层模式在广州高温天气模拟研究中发现日间城区高温与低反射率引起的短波辐射吸收增加有关, 夜间热岛的形成与感热加热的持续有关。

收稿日期:2017-07-08;修订日期:2018-02-08

基金项目:教育部长江学者和创新团队发展计划项目(PCSIRT);江苏高校优势学科建设工程项目建设(PAPD)共同资助

通讯作者:官雨洁,女,福建省人,在读硕士研究生,主要从事城市气象方面的研究。E-mail: 409664580@qq.com

从城市化对气温变化的研究历史来看,先后有单个城市、超大城市和城市群的研究。同时伴随着研究方法的变化,开始是气象观测资料的城郊差异分析,接着由于遥感和计算机技术的发展,利用卫星遥感数据以及数值模式进行的研究也渐渐增多。其中,大多数使用城市气象站与周边郊区站的对比来分析城市化对局地气候变化的影响,结果也许会因郊区站的不同选取方法存在一定差异^[16-17]。为减少郊区站选择导致的分析误差,本文不仅仅对城郊温差进行分析,还通过比较地面站点资料和再分析资料来评估城市化对气温变化的影响,进而更好地分析不同城市化程度下城市气温的变化。加上当前关于城市发展程度差异对气温变化的影响研究不是非常多。因此,本文针对福州和漳州两个不同城市化程度的城市,由城郊多年气温入手,探讨气温受城市化程度影响的大小,以明确不同城市化程度与城市气温变化的关系。有助于深刻理解城市化程度导致气温变化对区域的影响,对改善城市生态环境以及人类的可持续发展意义重大。

2 数据与方法

2.1 研究区域

近几十年来福建省发展迅速,城市化进程加快,城市气候和环境也发生了巨大的变化。尤其是气温增暖现象明显。福州为福建省省会,地处我国东南沿海,福建省中东部的闽江口,是海峡西岸经济区中心城市之一。位于 $118^{\circ}08' \sim 120^{\circ}31' E$, $25^{\circ}15' \sim 26^{\circ}39' N$,属亚热带季风气候。漳州地处“闽南金三角”,为福建省下辖的地级行政区,是著名的鱼米花果之乡。位于 $117^{\circ} \sim 118^{\circ} E$, $23.8^{\circ} \sim 25.0^{\circ} N$ 之间,属亚热带季风气候。福州和漳州属于同一气候区,地形条件和气候特征差异较小,但两地却拥有较为不同的经济主体和产业以至于城市化发展程度不大相同,规模存在差异。由此展开对福州和漳州两个不同城市化程度的城市气温变化研究。

2.2 数据来源

主要使用地面观测资料和再分析资料。地面观测资料为1961—2013年福州和漳州城郊气象站台的地面气温观测数据(简称OBS)。再分析资料为NCEP/NCAR R1资料中地面(2 m)的逐月平

均温度(简称R1),水平分辨率为 $T_{62}(192 \times 94)$ 高斯格点(约 $1.875^{\circ} \times 1.9^{\circ}$ 经纬度),来源于<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/reanalysis/>(若站点不是恰好位于高斯格点处,利用双线性插值法将R1气温插值到气象站的经纬度上,得到站点的R1气温数据)。以及使用的城市化指标数据,资料来自各城市的统计年鉴。

城区站及郊区站的选择主要根据地理和城区发展来确定^[18]。由于本文采用城郊对比的方法来研究温差,因此郊区站的选择是一个关键。对于单个城市大多选用一个或几个郊区代表站,而且选择的站点周围需不受明显城市化发展的影响,即观测数据主要是气温的自然变化^[19]。本文用单个城市站与两个郊区站的平均值相比较,郊区站与城区站海拔差异不超过100 m且经纬度较近(表1),以避免在分析时由自然因素差异带来的影响。同时,为了避免站点数据中非气象因素(迁站、观测环境变化)的影响,结合台站的历史资料,利用标准正态均一性检验(SNHT)^[20]对气温资料进行均一性检验,对未通过检验的序列采用回归方法订正。还通过遥感影像地图对郊区站点近些年的土地利用变化进行了了解,发现其周围没有发生很明显的城市化现象,从而也说明选取的郊区站点较为可靠。

表1 气象观测站基本信息

城市	城市站点	郊区站点	
福州	福州市区站	闽侯站	长乐站
漳州	漳州市区站	长泰站	龙海站

2.3 研究方法

(1) 运用回归分析,线性倾向估计等方法对城郊站点的多年平均气温进行统计分析,使用t检验对变化趋势进行显著性检验。

(2) OMR (Observation Minus Reanalysis)方法^[21]:OMR表示为观测数据与再分析资料的气温距平之差。OMR方法使用的是再分析资料中的地面气温资料,它由大气环境所决定,不同化地表观测数据,因此运用此方法可以更好地反映不同城市化和土地利用变化对气温的影响^[21-23]。早期的再分析资料对于气候变化的研究存在一些不稳定性会导致虚假气候变化^[22,24],且这种定量估算方法本身也存在一些争议^[25-26]。但是本文不单单使用这一种方法,而是将它作为对比方法中的一种来研究变化趋势,故所受到的影响很小。此外,OMR贡献率表示为其变化趋

势与观测数据气温变化趋势的比值。

(3) 为定量评价城市化对气温的影响,有以下定义^[27-28]:

① 城市化影响,指由于城市化因素引起的气温趋势变化。其表达式为,

$$\Delta Tu_r = \Delta Tu - \Delta Tr,$$

其中, ΔTu 为城市站气温变化趋势, ΔTr 为气候变化背景场郊区站的气温变化趋势。

② 城市化影响贡献率,指城市化影响在城市台站气温变化趋势中所占的百分比。其表达式为:

$$E = \Delta Tu_r / |\Delta Tu| = (\Delta Tu - \Delta Tr) / |\Delta Tu|,$$

若 $\Delta Tu > \Delta Tr$ 时, $E > 0$, 表明城市化影响为增温或使其增加; 若 $\Delta Tu = \Delta Tr$ 时, $E = 0$, 表明城市化影响为 0; 若 $\Delta Tu < \Delta Tr$ 时, $E < 0$, 表明城市化影响为降温或使其减小。这里将 $E > 100\%$ 的情况视同 $E = 100\%$ 。同样, 将 $E < -100\%$ 的情况视同 $E = -100\%$ 。

(4) 城市化是一个较为复杂的动态过程, 影响因素很多。为了综合地反映城市化程度, 本文参照李雪铭等^[29]的方法, 通过函数关系构建代表城市化程度的综合性指标(Y)来量化城市的城市化程度, 表达式为:

$$Y = f(y_1, y_2, \dots, y_n) = \lg(y_1 * y_2 * \dots * y_n),$$

其中 y_1, y_2, \dots, y_n 表示所选取的城市化指标(如人口数量、土地面积等等)。 Y 值越大则表明城市化程度越大。

3 结果分析与讨论

3.1 城市化程度

在影响城市化程度的诸多因素中, 本文选取总人口(y_1)、城市居民人均可支配收入(y_2)、第三产业生产总值(y_3)、人均住宅建筑面积(y_4)、供水总量(y_5)、土地面积(y_6)和人均公共绿地面积(y_7)7个城市化指标来共同反映城市化水平^[30](以上指标的相关系数显著性均达到 0.01 的显著性水平)。其中人均住宅建筑面积代表城市规模、人均公共绿地面积代表城市绿化情况、第三产业生产总值代表城市产业结构合理化水平、城市居民人均可支配收入和供水总量代表城市居民生活水平、土地面积代表下垫面性质或结构变化^[31]。将这些指标通过对数关系得到 2001—2013 年城市化程度的综合

性指标值(Y)并绘图(图 1)。

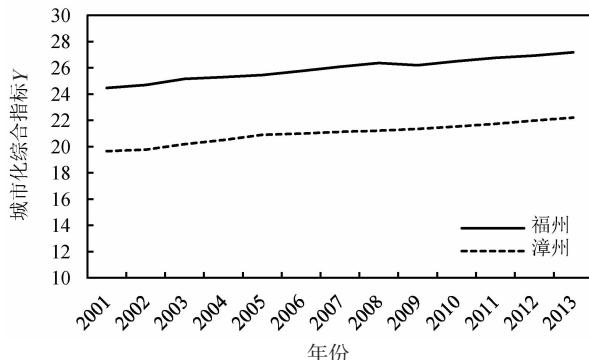


图 1 2001—2013 年福州和漳州的城市化发展

由图 1 可知, 福州和漳州是两个城市化程度不同的地区。随着时间的增加, 两地 Y 值都在逐渐增大, 同时也保持一定的距离。故漳州和福州的城市化均稳步向前, 且福州的城市化程度始终在漳州之上。其中, Y 值数据通过了 $p < 0.01$ 的差异性检验, 由此定义两个城市为不同的城市化程度(福州的城市化程度高于漳州), 也符合实际情况。

3.2 城郊气温年际变化特征

图 2 给出了福州和漳州城郊年平均气温及温差的变化。漳州和福州城区多年平均气温的变化趋势与郊区气温的变化趋势基本一致, 且存在增温趋势。尤其是 1990 年代后期, 两个城市的城郊气温都处于大幅度上升的情况。从图 2a 的 ΔT 曲线可看出, 1961—2013 年漳州城区年平均气温和郊区年平均气温的差值序列由之前的负值渐渐转为正值, 呈现明显的上升趋势, 其升温幅度为 $0.086^{\circ}\text{C}/(10 \text{ a})$ 。并且在 2005 年前后, ΔT 开始有较大的提升。从图 2b 中得知福州地区 ΔT 曲线在整体上呈现较弱的上升趋势, 升温幅度为 $0.027^{\circ}\text{C}/(10 \text{ a})$ 。其中 ΔT 在 1990 年代末出现大幅度上升。两个地区 ΔT 的不同上升时间点说明, 受城市化影响产生的气温变化, 城市化程度较强的地区要优先于较弱的。主要原因是福州发展较早, 漳州发展相对较晚, 以至城市化影响出现时间差。

另外, 两个城市的城郊年平均气温均呈上升趋势直至 1998 年, 并在此达到最大值, 之后逐步趋于平缓或略有下降。使得两个地区的 ΔT 在后期都出现下降趋势。由于城市环保措施的实行城区气温并未随着城市规模和环境的改变而继续增长^[32-33], 郊区气温却会受到农业或工业活动的影响使年平均气温上升, 导致 ΔT 减小或出现负值。

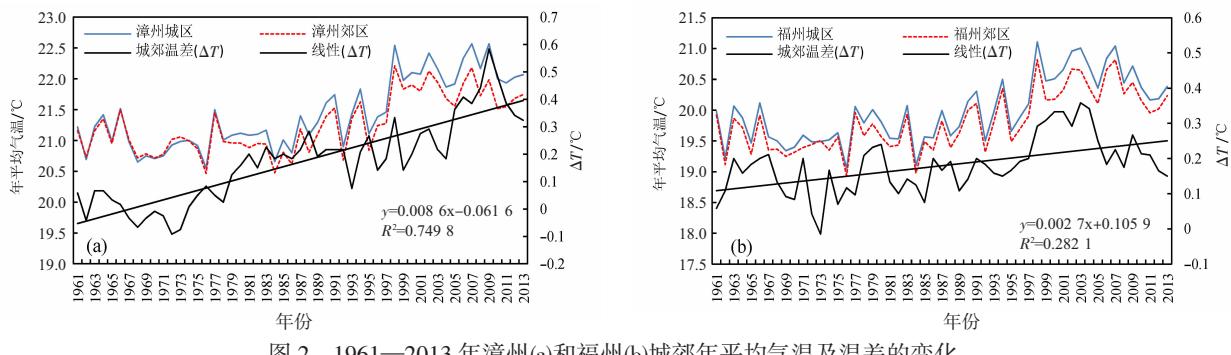


图 2 1961—2013 年漳州(a)和福州(b)城郊年平均气温及温差的变化

对比两条 ΔT 曲线可知,城市化程度较大的福州增温趋势小于城市化程度较小的漳州。从城市发展数据上看,福州作为省会城市一直处于不断发展的状态,城市发展速度已趋于平缓^[32],其城郊温差的增强趋势相对漳州也会较为平稳。且漳州在 1980 年代之前因为农业的持续发展,城郊差距较小,城郊温差不明显。之后随着社会发展,城市化进程加快,城郊差异逐渐增大,城市气温开始受到城市化的影响出现升温。

3.3 OMR 年际变化特征

1990 年代以来,福州和漳州的气温明显上升。除气候系统的自然变化外,区域工业化、城镇化进程的加快以及土地利用类型和土地利用方式的改变,导致地表性质发生变化,使区域气温升高^[33-34]。因城郊对比不易准确反映城市化以及土地变化引起的气温差异。所以,本文利用 OMR 方法分析城市化及地表性质对不同城市化程度地区的气温变化影响。

漳州和福州年平均气温的 OBS 气温序列分别与各自对应的 R1 气温序列变化趋势基本一致(图 3),其相关系数分别为 0.919 和 0.814,均达到 0.01 的显著性水平。在 1961—2013 年漳州和福州的 OBS 及 R1 距平序列都有较明显的增温趋势,但 R1 气温数据的增温趋势不如 OBS 气温数据明显。漳州和福州的年平均气温均在 1990 年代开始出现正距平,在 1990 年代末之后出现持续的正距平,相应的 OMR 值也表现为持续性正值。1961—2013 年漳州和福州年平均气温的 OMR 序列增温趋势分别为 $0.149\text{ }^{\circ}\text{C}/(10\text{ a})$ 以及 $0.125\text{ }^{\circ}\text{C}/(10\text{ a})$ 。根据 OMR 的贡献率算法可知,漳州年平均气温的 OMR 增暖趋势占观测气温增暖的 50.7%,福州年平均气温的 OMR 增暖趋势占观测气温增暖的 53.2%,均通过 0.01 的显著性水平检验。漳州和福

州因城市化或土地利用类型的改变对各自区域年平均气温的影响均超过 50%。虽然两者差距不是很明显,但城市化程度较大(小)的城市气温受到城市下垫面变化的影响是较大(小)的。此结果与前人结果^[35]相似。

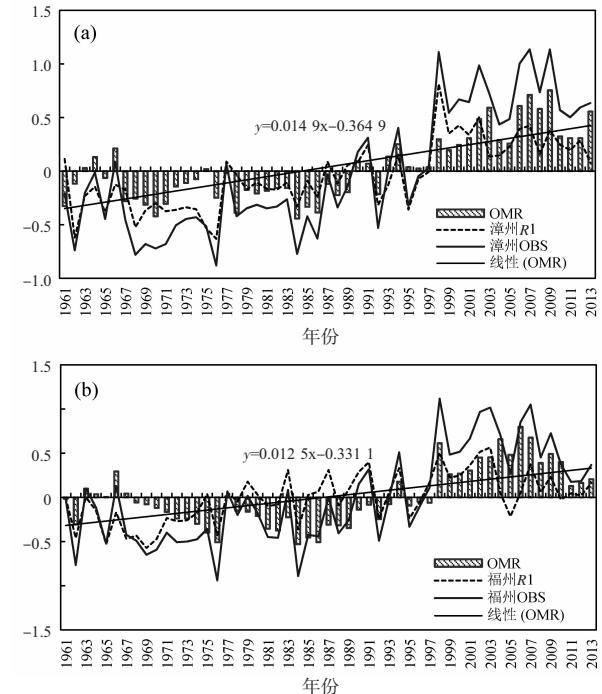


图 3 1961—2013 年漳州(a)和福州(b)OBS、R1 年平均气温距平及 OMR 序列

3.4 城市化对气温的分析

从图 4 的四季平均气温、最高气温和最低气温对漳州及福州的城市化影响情况可知,城市化对两个地区气温的影响差异较为明显。城市化影响和城市化影响贡献率大部分为正值(图 4a、4c),表明由城市化引起的城区四季平均气温和最低气温呈上升趋势。由图 4a 中可知漳州的城市化影响与福州相比均较大,以冬季为最大,秋季第二,夏季最小;其城市化影响贡献率春季较大。福州的城

市化影响普遍较小,秋季最大,冬季第二,春季最小达到负值;其城市化影响贡献率是秋季最大。表明漳州冬季平均气温最容易受城市化影响,但城市化影响最容易导致漳州春季平均气温增加;福州的秋季平均气温易受城市化影响,导致秋季增温。从图4c上看,漳州的城市化影响较小,以冬季最大,夏季最小;城市化影响贡献率冬季和春季较大。福州的城市化影响较大,以夏季最大,春季最小;城市化影响贡献率夏季最大,秋季次之。表明漳州冬季的最低气温增加相比于夏、秋两季,城市化影响造成的比重更大;福州夏季最低气温的上升主要是城市化影响造成的,其城市化影响贡献率达60%以上。

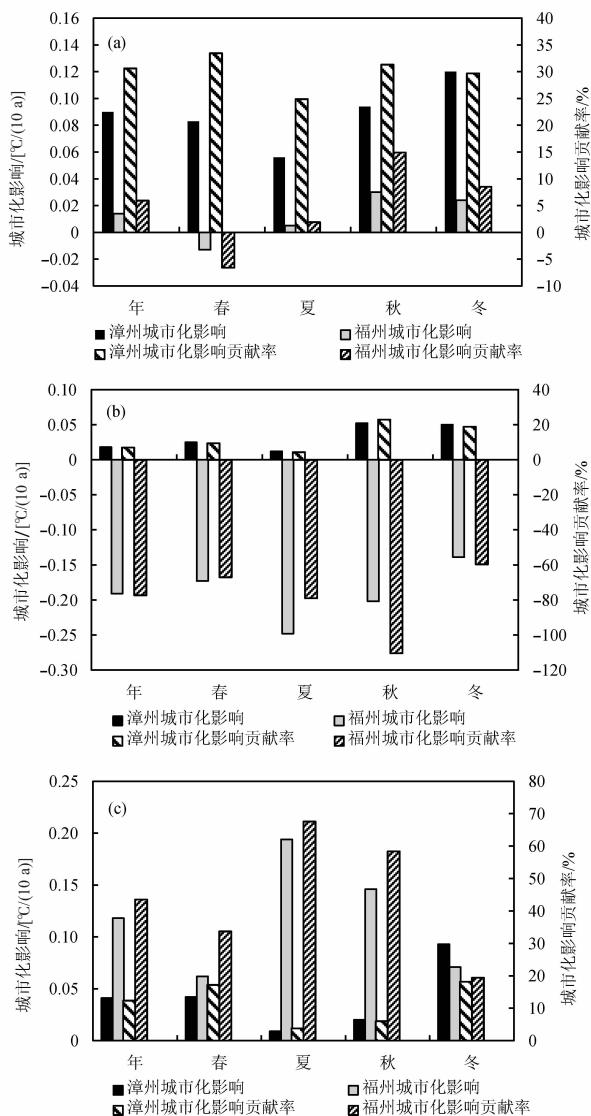


图4 1961—2013年漳州和福州四季平均气温(a)、最高气温(b)及最低气温(c)的城市化影响和城市化影响贡献率

在图4b中,漳州地区数值均为正,福州地区数值均为负。说明城市化影响在漳州地区造成最高气温上升,在福州地区却引起最高气温下降。通过文献[36–37]及大气成分监测数据发现,福州地区最高气温降低是由于城市化程度较大,以至于城市空气污染加重,气溶胶粒子增多影响太阳短波辐射,从而影响城市白天气温的攀升,使得城市化程度较弱地区的最高气温反而更高。此结果虽与前人不完全一致,但从前人文献来看,很大原因是各个地区的自然条件差异所导致的^[37]。

所以,在漳州地区,平均气温易受到城市化影响导致上升;在福州地区,最低气温易受到城市化影响导致上升。对于最高气温来说,城市化影响在漳州地区会出现升温,在福州地区会出现降温。即不同城市化程度的城市气温变化受城市化影响不同。

4 结 论

本文通过城郊地面观测数据以及再分析资料的气温数据,讨论了不同城市化程度对区域气温变化的影响差异,得到以下结论。

(1) 福州和漳州城郊气温变化趋势相似。虽然两个地区城郊温差最大值出现的时间段不同,但城郊气温上升时间点基本一致。从城郊温差分析来看,不同城市化程度的地区城郊气温变化存在时间差。

(2) 地面观测资料的气温变化幅度大于NCEP/NCAR R1再分析资料的气温变化幅度。漳州和福州的城区气温上升受到城市化或土地利用类型改变的影响占到一半以上,且城市化程度越大的地区,气温受城市下垫面的影响也越大。

(3) 平均气温、最低气温、最高气温和四季气温受不同城市化程度影响导致变化各异。对于平均气温来说,城市化影响易在漳州地区造成增温;对于最低气温来说,城市化影响易在福州地区造成增温;对于最高气温来说,城市化影响在漳州地区造成增温,在福州地区造成降温。

参 考 文 献:

- [1] 张文和,李明. 城市化定义研究[J]. 城市发展研究, 2000(5): 32-33.
- [2] 刘志军. 论城市化定义的嬗变与分歧[J]. 中南民族大学学报(人文社会科学版), 2006, 26(2): 22-23.
- [3] PARRY M L, CANZIANI O F, PALUTIKOF J P, et al (IPCC). Climate Change 2007: Impacts, adaptation and Vulnerability [M]. Cambridge University Press, 2007:976.
- [4] 李易芝,罗伯良,周碧. 城市化进程对湖南长株潭地区气温变化的影响[J]. 干旱气象, 2015, 33(2): 257-262, doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-02-0257
- [5] VOOGT J A, OKE T R. Thermal remote sensing of urban climates[J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 86(3): 370-384.
- [6] 肖荣波,欧阳志云,李伟峰,等. 城市热岛时空特征及其影响因素[J]. 气象科学, 2007, 27(2): 230-236
- [7] CHUNG U, CHOI J, YUN J I. Urbanization effect on the observed change in mean monthly temperatures between 1951-1980 and 1971-2000 in Korea [J]. Climate change, 2004, 66(1): 127-136.
- [8] GRIMMOND S. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming[J]. Geographical Journal, 2010, 173(1): 83-88.
- [9] ZHAO L, LEE X, SMITH R B, et al. Strong contributions of local background climate to urban heat islands[J]. Nature, 2014, 511(7 508): 216-219.
- [10] 司鹏,李庆祥,轩春怡,等. 城市化对北京气温变化的贡献分析闭[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(4): 138-144.
- [11] 崔林丽,史军,杨引明,等. 长江三角洲气温变化特征及城市化影响[J]. 地理研究, 2008, 27(4): 775-786.
- [12] 王文,张薇,蔡晓军. 近 50a 来北京市气温和降水的变化[J]. 干旱气象, 2009, 27(4): 350-353.
- [13] 朱家其,汤绪,江灏. 上海市城区气温变化及城市热岛[J]. 高原气象, 2006, 5(6): 1 154 -1 160.
- [14] 程胜龙. 城市化对兰州气温变化影响的定量分析[J]. 气象, 2005, 31(6): 29-34.
- [15] 蒙伟光,张艳霞,李江南,等. WRF/UCM 在广州高温天气及城市热岛模拟研究中的应用[J]. 热带气象学报, 2010, 26(3): 273-282.
- [16] 郭丽香,章新平,吴华武,等. 城市化对湖南长沙气温的影响[J]. 干旱气象, 2012, 30(3): 380-386.
- [17] REN Y, REN G. A remote-sensing method of selecting reference stations for evaluating urbanization effect on surface air temperature trends[J]. Clim, 2011, 24(7): 3 179-3 189.
- [18] 任国玉,张爱英,初子莹,等. 我国地面气温乡村站遴选的依据、原则和步骤[J]. 气象科技, 2010, 38(1): 78-85.
- [19] 丁硕毅,乔冠瑾,郭媛媛,等. 珠三角城市群热岛及其气象影响因子研究[J]. 热带气象学报, 2015, 31(5): 681-690.
- [20] TUOMENVIRTA H, ALEXANDERSSON H. Review on the methodology of the standard normal homogeneity test (SNHT)[R]. Budapest: Hungarian Meteorological Service, 1997.
- [21] KALNAY E, CAI M. Impact of urbanization and land-use change on climate[J]. Nature, 2003, 423: 528-531.
- [22] 赵天保,符淙斌,柯宗建,等. 全球大气再分析资料的研究现状与进展[J]. 地球科学进展, 2010, 25(3): 242-254.
- [23] 陈静林,杜尧东,孙卫国. 城市化进程对珠江三角洲地区气温变化的影响[J]. 气候变化研究进展, 2013, 9(2): 123-131 doi:10.3969/j.issn. 1673-1719.2013.02.007
- [24] 徐影,丁一汇,赵宗慈. 美国 NCEP/NCAR 近 50 年全球再分析资料在我国气候变化研究中可信度的初步分析[J]. 应用气象学报, 2001, 12 (3): 337-347.
- [25] TRENBERTH K E. Climatology (communication arising): rural land-use change and climate[J]. Nature, 2004, 427(6 971): 213; discussion 214.
- [26] VOSE R S, KARL T R, EASTERLING D R, et al. Climate (communication arising): impact of land-use change on climate[J]. Nature, 2004, 427(6971): 213-214.
- [27] 初子莹,任国玉. 北京地区城市热岛强度变化对区域温度序列的影响[J]. 气象学报, 2005, 63(4): 534-540.
- [28] 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[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 743-753.
- [29] 李雪铭,张春花,张馨,等. 城市化与城市人居环境关系的定量研究——以大连市为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(1): 92-97.
- [30] 封静,潘安定. 广州气温变化特征及其与城市化进程的关系[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2011, 10(6): 89-94.
- [31] 任学慧,李元华. 大连市近 50 年气温变化与城市化进程的关系[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(1): 64-67.
- [32] 周雅清,任国玉. 城市化对华北地区最高、最低气温和日较差变化趋势的影响[J]. 高原气象, 2009, 28(5): 1 158-1 166.
- [33] 吉莉,李强,张爽,等. 城市化进程对重庆北碚城郊气温变化的影响[J]. 气象科技, 2015, 43(2): 320-325.
- [34] 段春锋,缪启龙,曹雯,等. 以高山站为背景研究城市化对气温变化趋势的影响[J]. 大气科学, 2012, 36 (4): 811-822, doi:10.3878/j.issn. 1006-9895.2012.11105
- [35] KALNAY E, CAI M, LI H, et al. Estimation of the impact of land-surface forcings on temperature trends in eastern United States [J].

- J Geophys Res Atmos, 2013, 111(D6): D06106.
- [36] 白莹莹, 程炳岩, 王勇, 等. 城市化进程对重庆夏季高温炎热天气的影响[J]. 气象, 2015, 41(3): 319-327.
- [37] CAO C, LEE X H, LIU S D, et al. Urban heat islands in China enhanced by haze pollution[J]. Nature Communications, 2016, 7: 12 509.

DIFFERENT URBANIZATION DEGREE OF URBAN TEMPERATURE CHANGE

— A CASE STUDY OF FUZHOU AND ZHANGZHOU

GUAN Yu-jie^{1,2}, LIU Shou-dong^{1,2}, CAO Chang^{1,2}

- (1. Yale-NUIST Center on Atmospheric Environment, International Joint Laboratory on Climate and Environment Change (ILCEC), Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;
2. Key Laboratory of Meteorological Disaster, Ministry of Education (KLME)/ Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters (CIC-FEMD), Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China)

Abstract: Urbanization has brought a series of environmental problems and changed the local microclimate. This brings great challenges to human health and sustainable development. This study explored the response trend of urban and suburban temperature in different urbanization process in Fuzhou and Zhangzhou during 1961—2013 based on land surface temperature and NCEP/NCAR R1 reanalysis temperature data. The linear regression and OMR methods were used to analyze the difference in the effect of different urbanization level on air temperature. Our results show that there is a time difference between the significant changes of ΔT in the two cities. With the development of urbanization, the temperature is affected by the influence of the underlying surface. The urban average temperature, minimum temperature, maximum temperature and seasonal temperature vary with different urbanization level.

Key words: climatology; statistical characteristic; urbanization; contribution rate of warming; OMR; air temperature