

Primary Research on the Characteristics of the Refined Change of Heat Island in Xiamen

Qiongbo Sun¹, Ronghan Xu², Ling Zhang¹, Dehua Chen¹

¹Xiamen Meteorological Center, Xiamen Fujian

²National Satellite Meteorological Center, Beijing

Email: 277329342@qq.com

Received: Sep. 4th, 2018; accepted: Sep. 14th, 2018; published: Sep. 21st, 2018

Abstract

Urban heat island (UHI) effect refers to the phenomenon caused by urbanization that surface temperature and atmospheric temperature in urban area are higher than those in surrounding suburbs. It is a remarkable characteristic of urban climate system. Using temperature data set of meteorological station has been an important method to research the space-time changes of UHI. With the development of observation technology, more refined temperature data is used to research the more detailed characteristics of UHI. This research is based on hourly temperature data of regional automatic weather station (AWS) to analyze the characteristics of daily space-time changes of UHI in Xiamen. The algorithm applied the ordinary Kriging method that was used in spatial interpolation to calculate grid field temperature data, and delimit the urban and suburbs by land-cover data. The results indicate that UHI intensity is higher in night than in daytime, and the impact of heat island effect is greatest at 00 o'clock. It's mainly distributed in the north of the Xiamen urban and the areas around suburbs that are low-temperature areas.

Keywords

UHI Effect, Refined Temperature Data, The Ordinary Kriging Method, UHI Index

厦门精细化城市热岛日变化特征的初步研究

孙琼博¹, 徐熔焢², 张 玲¹, 陈德花¹

¹厦门市气象台, 福建 厦门

²国家卫星气象中心, 北京

Email: 277329342@qq.com

收稿日期: 2018年9月4日; 录用日期: 2018年9月14日; 发布日期: 2018年9月21日

文章引用: 孙琼博, 徐熔焢, 张玲, 陈德花. 厦门精细化城市热岛日变化特征的初步研究[J]. 气候变化研究快报, 2018, 7(5): 397-402. DOI: 10.12677/ccr.2018.75043

摘要

热岛效应是指由于城市化所引起的城市地表及大气温度高于周边郊区的现象，是城市气候最显著的特征之一。台站气温资料一直被作为研究城市热岛时空演变规律的重要手段，随着观测资料的不断发展，更加精细化的自动站气温资料也被用于研究城市热岛的更多细节特征。本文即基于加密台站逐小时气温资料，利用克里金插值方法计算格点气温数据，结合土地利用/土地覆盖数据划分城市郊区范围，分析研究厦门精细化城市热岛的24小时时空演变特征。结果表明，热岛强度夜间大于白天，在00时热岛效应影响范围最大，主要分布在厦门市岛内北部和岛外的环岛区域的低温区。

关键词

城市热岛效应，精细化气温资料，普通克里金插值方法，城市热岛指数

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

城市热环境作为城市气候的显著特征，被认为是主导城市生态环境的重要因素之一[1][2]。热岛效应是指由于城市化所引起的城市地表及大气温度高于周边郊区的现象，是城市气候最显著的特征之一[3][4]。引起热岛效应的原因有很多，如地表的热辐射特性差异，不透水层下垫面的蒸腾作用，生产生活中人为的热排放等等[5]。如何定量监测城市热岛的动态变化及其特征分析已经成为城市生态环境研究及合理城市规划的重要内容。

城市热岛研究由观测资料的不同可分为基于台站气温资料和基于遥感地表温度数据[6][7][8][9]。台站气温资料具有时效长、准确性高的优势，一直被作为研究城市热岛时空演变规律的重要手段。除了常规的台站气温资料，更加精细化的自动站气温资料也被用于研究城市热岛的更多细节特征。目前国内外已经开展许多长时间大范围的城市热环境研究[10][11]，但针对城市内部精细化的热岛日变化研究还较少。王艳姣(2009)[10]利用 TERRAPMODIS 遥感反演的地表温度资料，对 2000~2006 年北京城市热岛季节变化特征进行了研究，表明：热岛强度的季节性差异主要与太阳辐射强度、地表植被覆盖状况和城市人为热释放等的季节性变化密切相关。张硕(2017)[11]通过改进乡村背景选择算法建立一种在区域或全球尺度上相对简单合理的 SUHI 估算方法，并引入热岛面积、热岛比例指数等指标开展珠三角城市群热岛时空分布特征分析及定量评估。

本研究利用加密自动站气温资料分析厦门精细化城市热岛的日变化特征，以期加深对厦门城市热环境的认识，为城市规划、城市气候承载力分析提供一定的科学依据。

2. 资料与方法

2.1. 数据资料

1) 采用由国家气象信息中心提供的逐小时加密台站气温资料，厦门市内共 36 个台站数据，以 2016 年 9 月 1 日为例分析 00 时至 23 时逐小时气温变化及城市热岛日变化特征。

2) 利用 2010 年土地利用/土地覆盖资料来划分厦门郊区范围, 该资料来源于欧空局 CCI (Climate Change Initiative)项目, 空间分辨率为 300 m。本研究结合厦门市行政区划范围裁切出厦门市土地覆盖数据(如图 1), 由图 1 可知, 厦门市土地利用/土地覆盖类型主要有旱作农田、灌溉农田、常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林、灌木丛带、草地、城市、水体。

2.2. 研究方法

2.2.1. 气温插值方法

本研究在对加密台站气温资料进行空间插值时, 采用普通克里金(Ordinary Kriging)插值方法, 将台站气温插值成空间分辨率为 1 km 的格点数据。克里金法由 Matheron (1971) [12]提出, 是从变量相关性和变异性出发, 对区域化变量的取值进行无偏、最优估计的一种统计方法, 该方法的最佳适用条件是变量存在着空间相关性。普通克里金(OK)是应用最广、最普遍的克里金方法之一, 其计算公式为:

$$Ve = \sum_{j=1}^n r_j v_j$$

其中, Ve 为待估计点的值, v_j ($j = 1, 2, \dots, n$) 为待估值点周围的点(x_j, y_j)处的变量值, r_j 是其对应的权重系数, 该系数是通过样本变异函数计算值进行模拟得到的, 样本变异函数值计算式为:

$$r^*(h) = \frac{1}{2N^h} \sum_{i=1}^{N_h} [v(x_i + h) - v(x_i)]^2$$

其中 h 为分离距离, N_h 是在($x_i + h, x_i$)之间用来计算样本变异函数值的样本点对数, 变异函数的理论模型有球状模型、指数模型、高斯模型等, 本研究采用球状模型。

2.2.2. 城市热岛指数计算

为了消除背景场对分析厦门城市热岛 24 小时变化的影响, 本研究对空间插值后的格点气温数值作如下热岛指数化处理。按照多数文献研究城市热岛的方法, 城市热岛强度定义为城市和乡村气温之差[13], 因此定义热岛指数:

$$M_i = T_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j$$

其中 M_i 为热岛指数, T_i 为气温有效像元值, T_j 为郊区气温有效像元值, n 为研究区有郊像元个数。参考叶彩华等(2011) [13]提出的热岛强度等级划分标准, 并依据热岛指数值的大小进行如下划分: >3, 强热岛; 2~3, 次强热岛; 1~2, 弱热岛; -1~1, 过渡区; -2~-1, 弱低温; -3~-2, 次强低温; <-3 强低温。由土地利用/土地覆盖数据划分厦门郊区范围, 将地表类型为常绿阔叶林、常绿针叶林的区域作为郊区。经过处理后, 研究区每个格点的气温值就转化成热岛指数, 有利于不同时刻气温之间直接比较, 可较客观地分析热岛日变化特征。

3. 结果与分析

3.1. 气温日变化特征

经过空间插值后的逐小时 00 时至 23 时格点气温时空分布如图 2, 其中, 由于 14 时台站气温缺测数值较多, 故将其剔除不参与计算分析。由图 2 可知, 厦门市 24 小时气温呈现明显日变化特征, 从 00 时气温逐渐升高, 在 13 时气温值达到最大, 00 时至 02 时气温比 21 时至 23 时气温低。从厦门市气温空间分布上看, 整体呈现东南向西北方向逐渐降低, 温度较高的区域是集美区、同安区。

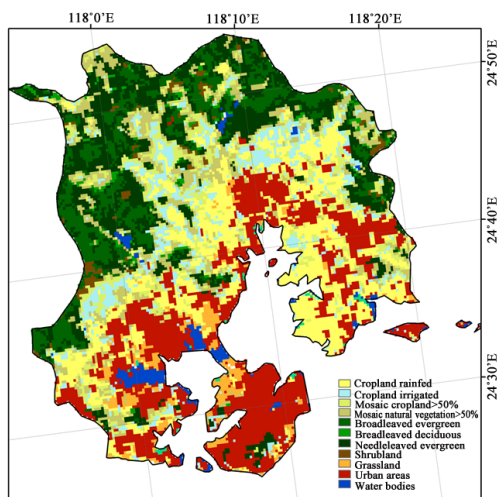


Figure 1. Distribution map of land cover type in Xiamen
图 1. 厦门市土地覆盖类型分布图

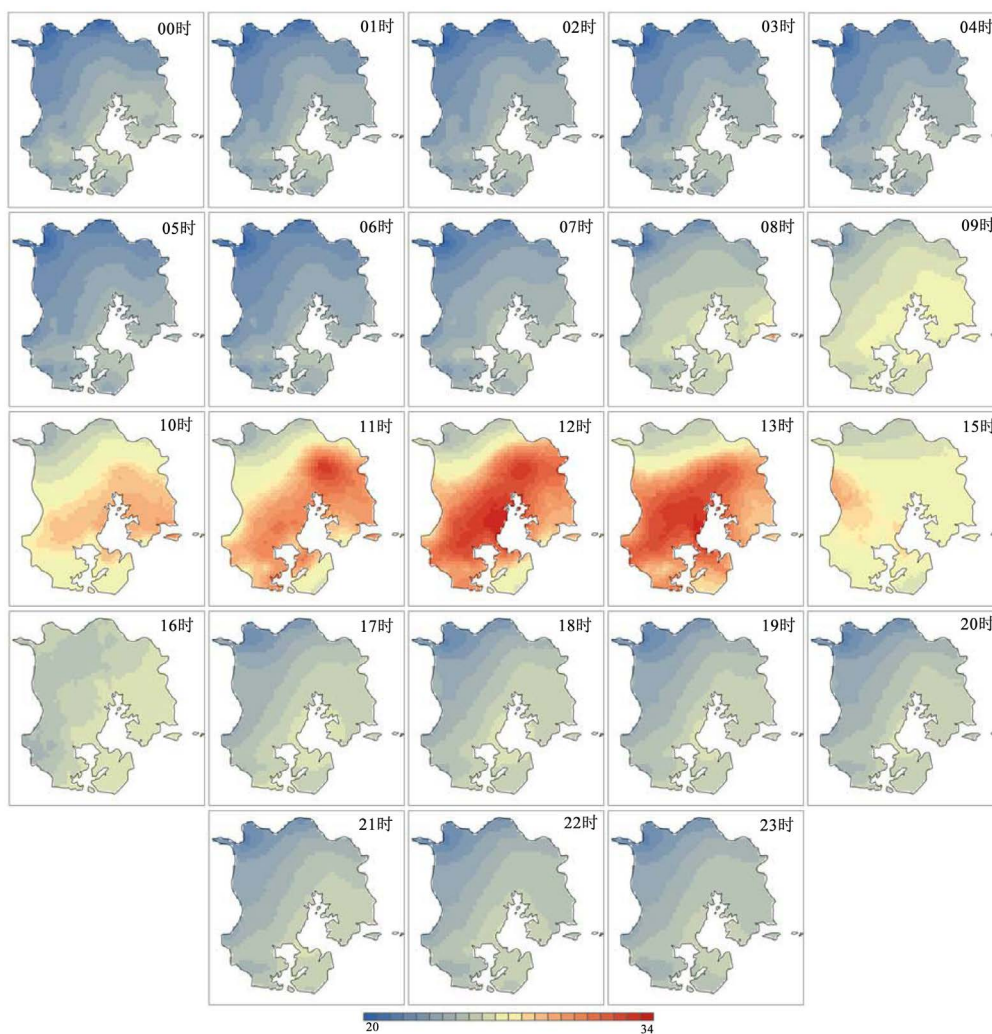


Figure 2. Hourly temperature distribution of Xiamen from 00:00 to 23:00 on September 1st
图 2. 厦门地区 9 月 1 日 00 时~23 时逐小时气温分布图

3.2. 城市热岛时空演变

厦门城市热岛时空演变如图，整体呈现东南至西北方向城市热岛效应逐渐递减的空间格局。如图 3 可知，白天气温较高的时候即 09 时至 16 时，城市热岛效应较弱，且没有出现强热岛效应。而厦门热岛主要在夜间，热岛强度最大出现在夜间 00 时，该时刻强热岛影响范围主要在厦门岛内北部、海沧区、集美区、翔安区的环岛区域。

3.3. 热岛日变化曲线

对逐小时城市热岛日变化进行统计分析，将强低温、次强低温、弱低温合并为低温区，过渡区、强热岛与次强热岛、低温区的面积百分比日变化曲线如图 4 所示。由图可知，强热岛与次强热岛的面积百分比在 10 时至 16 时较低，而 00 时面积百分比最大为 46.43%，01 时至 08 时、17 时至 22 时该两个时段内，强热岛与次强热岛的面积百分比在 20%至 30%之间。低温区的面积百分比变化不大，平均值约为 8%。过渡区的百积百分比在 15 时至 16 时较大，最大值为 75.82%，而其他时段内变化不大，平均值约为 30.97%。

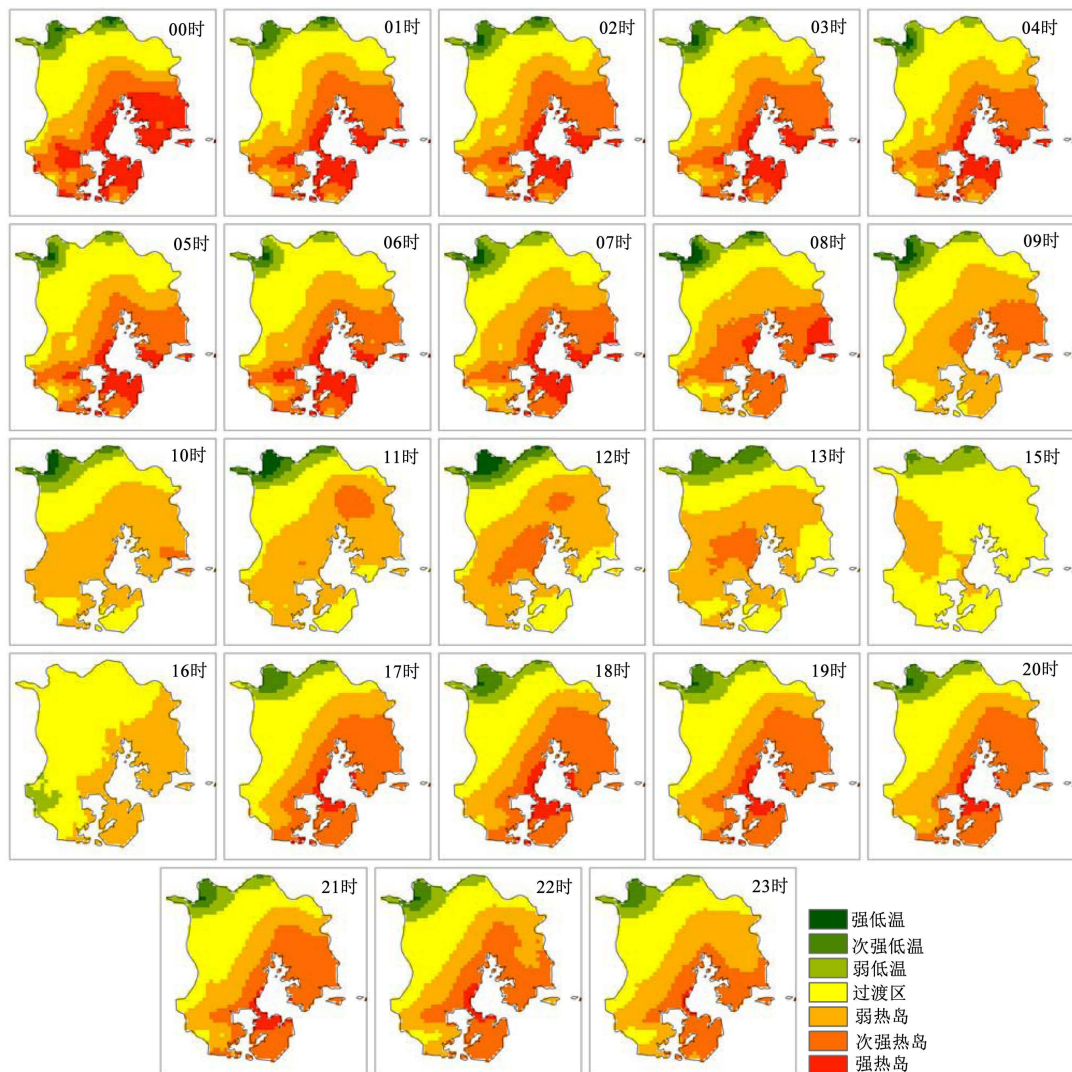


Figure 3. Spatial distribution of hourly urban heat island index in Xiamen area from 00:00 to 23:00 on September 1st
图 3. 厦门地区 9 月 1 日 00 时~23 时逐小时城市热岛指数空间分布图

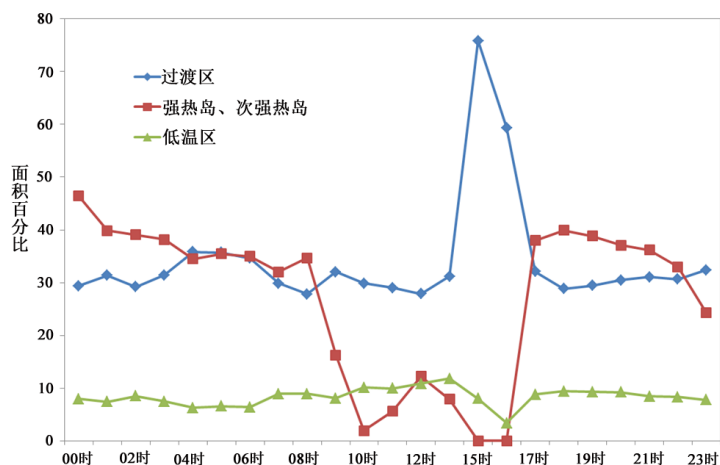


Figure 4. Daily percentage change of urban heat island area

图 4. 城市热岛面积百分比日变化曲线图

4. 结论与讨论

由于本研究以城市热岛日变化的具体个案进行分析, 结论的代表性有所欠缺, 需要开展不同季节的平均态的城市热岛日变化分析; 另外本研究只采用台站观测资料研究气温热岛, 需要开展基于静止卫星的逐小时地表热岛的分析研究。综上, 本研究探讨了建立精细化城市热岛网格气候信息的方法, 以期为城市生态环境、城市气象服务体系建设提供初步分析研究基础。

基金项目

国家自然科学基金项目(41705045)、厦门市科学技术局科技惠民项目(3502Z20174051)、厦门市科学技术局科技惠民项目(3502Z20164083)、中国气象局预报员专项(CMAYBY2017-036)、福建省强降水机理研究创新团队、厦门市气象局海洋精细化预报创新团队共同资助。

参考文献

- [1] Du, Y., Xie, Z.Q., Zeng, Y., et al. (2007) Impact of Urban Expansion on Regional Temperature Change in the Yangtze River Delta. *Journal of Geographical Sciences*, 17, 387-398. <https://doi.org/10.1007/s11442-007-0387-0>
- [2] 吴凯, 杨修群. 中国东部城市化与地面非均匀增暖[J]. 科学通报, 2013, 58(8): 642-652.
- [3] Howard, L. (1833) *Climate of London Deduced from Meteorological Observation*. Harvey and Darton, London.
- [4] 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.
- [5] 谢苗苗, 王仰麟, 付梅臣. 城市地表温度热岛影响因素研究进展[J]. 地理科学进展, 2011, 30(1): 35-41.
- [6] 李兴荣, 胡非, 舒文军. 北京春季城市热岛特征及强热岛影响因子[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(1): 129-134.
- [7] 林学椿, 于淑秋. 北京地区气温的年代际变化和热岛效应[J]. 地球物理学报, 2005, 48(1): 39-45.
- [8] 杨英宝, 苏伟忠, 江南, 等. 南京市热岛效应变化时空特征及其与土地利用变化的关系[J]. 地理研究, 2007, 26(5): 877-886.
- [9] 彭静, 刘伟东, 龙步菊, 等. 北京城市热岛的时空变化分析[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(6): 1942-1947.
- [10] 王艳姣, 闫峰, 张培群, 任福民. 基于植被指数和地表反照率影响的北京城市热岛到变换[J]. 环境科学研究, 2009, 22(2): 215-220.
- [11] 张硕, 刘勇洪, 黄宏涛. 珠三角城市群热岛时空分布及定量评估研究[J]. 生态环境学报, 2017, 26(7): 1157-1166.
- [12] Matheron, G. (1971) *The Theory of Regionalized Variables and Its Applications*. École Nationale supérieure des Mines, Paris, 711.
- [13] 叶彩华, 刘勇洪, 刘伟东, 等. 城市地表热环境遥感监测指标研究及应用[J]. 气象科技, 2011, 39(1): 95-101.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2168-5711，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ccrl@hanspub.org