

Study on Meteorological Grade Standard of Urban Heat Island in Wuhan City

Jing Pang^{1,2}, Huosheng Liu², Kai Yuan², Jun Qin¹, Ming Li², Yingchun Xu²

¹China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan Hubei

²Wuhan Meteorological Bureau, Wuhan Hubei

Email: pangjing582@126.com

Received: Jul. 4th, 2018; accepted: Jul. 19th, 2018; published: Jul. 26th, 2018

Abstract

By analyzing the distribution of air temperature (daily maximum temperature, daily minimum temperature, and daily average temperature) in different seasons and the whole year of automatic weather stations in Wuhan from 2013 to 2016, the temporal and spatial distribution characteristics of air temperature in Wuhan are obtained. Through investigation and research and based on GIS, the representative sites of Wuhan urban area and suburb are selected, the maximum temperature, the lowest temperature and the average temperature are calculated respectively, and the meteorological grade standard of Wuhan urban heat island is developed, which is used to guide people's life, work and other activities.

Keywords

Urban Heat Island, Represents Site, Heat Island Intensity, Grade

武汉市城市热岛气象等级标准研究

庞晶^{1,2}, 刘火胜², 袁凯², 覃军¹, 李明², 徐迎春²

¹中国地质大学(武汉), 湖北 武汉

²武汉市气象局, 湖北 武汉

Email: pangjing582@126.com

收稿日期: 2018年7月4日; 录用日期: 2018年7月19日; 发布日期: 2018年7月26日

摘要

本文通过分析2013~2016年武汉市国家和区域自动气象站不同季节及全年气温(日最高气温、日最低气

温、日平均气温)分布状态,得到武汉地区气温的时空分布特征,并通过调研和基于地理信息系统完成了武汉城区和郊区代表站点的选择,分别计算了最高气温、最低气温、平均气温城市热岛强度,并研制出武汉城市热岛气象等级标准,用于指导市民生活工作等活动。

关键词

城市热岛, 代表站点, 热岛强度, 等级

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

城市热岛效应是由于城市化的发展而导致城市中的气温高于外围郊区的小气候现象。自 1833 年英国学者 Lake Howard 首次发现伦敦市城区和郊区存在气温温差现象来,国内外研究人员对城市热岛效应进行了详细的研究,尤以城市热岛时间特征的研究最多[1][2]。虽然有关城市热岛效应研究取得了重大进步,但是目前对热岛效应的了解还不够完善,国内还没有完善的城市热岛等级标准来评价热岛效应。因此有必要建立一个比较完善的城市热岛等级标准,更好地诠释热岛效应。以武汉市 2013 年夏季为例,最高温度超过 35°C 总天数为 28 天,37°C 以上 9 天,给城市电力、交通等部门带来沉重负担,给市民生活带来很多不便。根据武汉市区域自动气象站监测,中心城区气温明显高出郊区,如 2013 年 8 月 11 日,位于武汉郊区的武汉国家气象观测站监测最高气温 39.5°C,而武汉市中心城区大范围气温达到 40°C 以上,其中湖北大学、六中等城市气象观测站,气温更高达 42°C 以上,城市热岛现象十分明显。

2. 资料收集与处理

资料收集主要包含社会资料和气象资料两部分。社会资料需要通过开展调研、收集相关文献数据来获取。气象资料主要从气象数据库获取,但自动气象站资料需要对观测站点环境进行现场勘查,基本观测站资料需要了解观测站的搬迁和资料的历史沿革等。城区代表站点不少于城区总站点个数的 10%,郊区代表站点数量与城区代表站点个数相近。

最终利用武汉地区 2014~2016 年 5 个国家站(武汉、蔡甸、黄陂、新洲、江夏)和 117 个区域自动站逐日最高气温,日最低气温、日平均气温等气象要素历史观测资料,滤去数据缺测较为严重以及数据明显异常的站点,使用 5 个国家站(武汉、蔡甸、黄陂、新洲、江夏)和 104 个区域自动站共 109 站逐日最高气温、日最低气温、日平均气温资料。

通过开展调研,引进武汉高分辨率 1:2000 GIS 基础地理信息系统,收集相关文献数据获取相关社会资料,包括市政规划、城区用地面积、城区绿地面积、城区水域面积、观测站点周边环境、站点搬迁、资料的历史沿革等,结合城市热岛时空分布特征等因素综合考虑。以三环为界,在三环以内站点中选择城市代表站,三环以外站点选择郊区代表站。同时,站点应具有较好的代表性,符合区域自动站选址要求,能客观反映一定空间范围内气象要素的变化规律。站点选择需综合考虑城市自然地理、气象等综合环境因素,以及工业布局、人口分布等社会经济特点[3]。站点要求海拔高度 10~60 米之间,周围 1 公里无大型水体,无大型干扰源;城区站点选择人口、道路或工业密集区,郊区站点选择农田、风景区等环境。空间布局上应能反映武昌、汉口、汉阳城区和各远城区、郊区的特点,从整体出发,合理选择,相

互协调。建站时间早于 2013 年 1 月 1 日,且建站后站址及周边环境无较大变化。城区代表站点个数一般为城区总站点个数的 10%左右,郊区代表站点个数与城区代表站点个数相近。按照以上标准,选取城区站点为沌口、百步亭社区、省移动公司、南湖社区、湖北大学,郊区站点为武汉、新沟、大集、洪山青菱、双柳。

3. 城市热岛特征分析

通过计算区域自动站各气象要素(日平均气温、日最高气温、日最低气温)春(3~5月)、夏(6~8月)、秋(9~11月)、冬(12月~次年2月)四个季节及年平均、年平均差值的空间分布特征,分析城市热岛的时空分布特征。

从平均气温的空间分布(见图 1)来看,春季黄陂北部、青山区附近平均气温较低,中心城区和江夏东部气温较高,最高平均气温和最低平均气温之差为 4.7°C;夏季气温较低区域面积扩大,扩展至黄陂中北部和新洲北部,气温较高区域面积减小,仅在江岸及江夏东部小块区域气温较高,最高平均气温和最低平均气温之差为 4.6°C;秋季气温较低区面积缩小,主要集中于黄陂北部和新洲边界附近,气温较高区面积增大显著,扩展至中心城区及江夏大部,最高平均气温和最低平均气温之差达到 5.4°C;冬季气温较低区面积增大,主要位于黄陂北部和新洲北部一带,气温较高区面积略有缩小,主要集中于沌口及江夏,最高平均气温和最低平均气温之差仅为 3.5°C。年平均平均气温上黄陂北部、新洲西北部一带气温较低,中心城区、沌口及江夏东部一带气温偏高,年平均的最高平均气温和最低平均气温之差为 4.2°C。

从最高气温的空间分布(图略)来看,春季黄陂北部、青山区附近最高气温较低,中心城区、江夏东部和新洲北部气温较高,最高和最低气温之差为 4.9°C;夏季气温较低区域面积缩小,仅在黄陂中北部小块区域维持,气温较高区域面积显著增大,扩展至中心城区、新洲大部、东西湖、汉南及江夏东部和南部地区,高低温之差也增大,达到 5.9°C;秋季气温较低区面积增大,主要位于黄陂北部和江夏南部,气温较高区面积显著缩小,仅在新洲北部及江夏东部小块区域维持,高低温之差也减小,为 5.5°C;冬季气温较低区主要位于黄陂北部一带,气温较高区面积略有增加,主要集中于沌口、汉阳区、黄陂南部和新洲北部,高低温之差为 4.6°C。年平均最高气温上黄陂北部刘家山一带气温较低,沌口、汉阳区、青山区、黄陂中部及江夏东部和南部一带气温偏高,年平均的高低温之差为 5.0°C。

从最低气温的空间分布(图略)来看,春季黄陂中北部、新洲中北部、东西湖西部和江夏东南部最低气温较低,江岸区东部和武昌区气温较高,最高的最低气温和最低的最低气温之差为 4.4°C;夏季最低气温空间分布与春季几乎相同,高低温差值也在 4.4°C 左右;秋季气温较低区无太大变化,主要集中于黄陂中北部、新洲中北部和东西湖西部一带,气温较高区面积增大显著,扩展至中心城区及江夏大部,高低温差值达到 5.0°C;冬季气温较低区面积和位置保持不变,气温较高区面积略有缩小,主要集中于沌口及江夏中部,高低温之差增大,达到 5.3°C。年平均最低气温上黄陂中北部、新洲中北部及东西湖西部一带气温较低,中心城区、沌口及江夏东部部分地区气温偏高,年平均的高低温之差为 4.6°C。

总体特征表现为:平均气温在秋季热岛较强,最高气温在夏、秋季热岛较强,最低气温在秋、冬季热岛较强,因此单用某一气象要素很难全面反映热岛实况。

4. 城市热岛强度及等级划分

通过城区代表站和郊区代表站气温(平均气温、最高气温、最低气温)资料分别计算城市热岛强度(T_u^k),取三者最大值作为当日的城市热岛强度(T_{UM})。计算方法如下:

$$T_u = \frac{\sum_{i=1}^m T_i}{m}, m \text{ 为城区代表站点的个数}$$

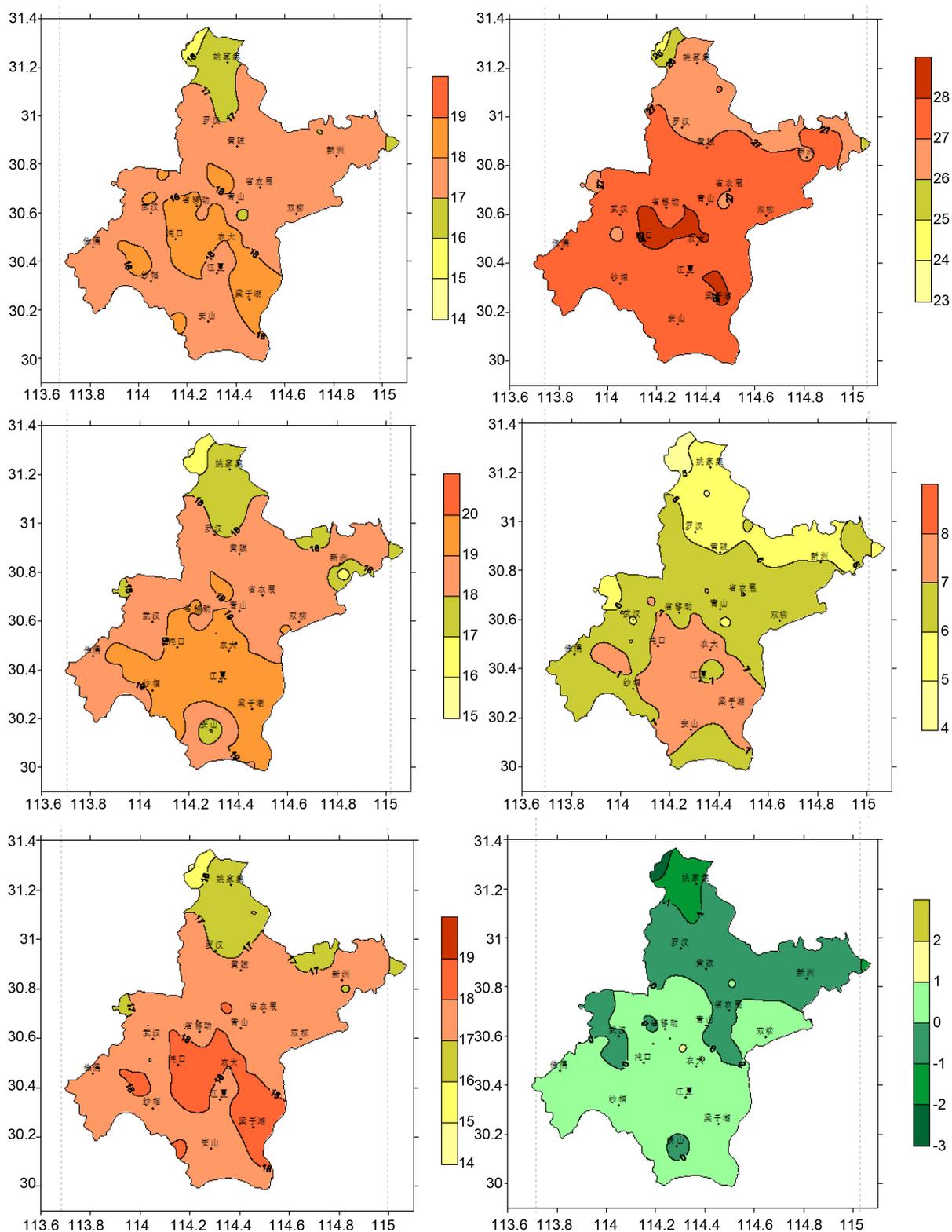


Figure 1. Spatial distribution of average air temperature in Wuhan. Upper left: spring, upper right: summer, middle left: autumn, middle right: winter, lower left: annual average, lower right: annual average difference

图 1. 武汉市平均气温空间分布图。上左：春季、上右：夏季、中左：秋季、中右：冬季、下左：年平均、下右：年平均差值

$$T_s = \frac{\sum_{j=1}^n T_j}{n}, n \text{ 为郊区代表站点的个数}$$

$$T_u^k = T_u^k - T_s^k, k = \max, \min, \text{ave}$$

$$T_{UHI} = \text{Max}(T_u^{\max}, T_u^{\min}, T_u^{\text{ave}})$$

分别使用 2013~2016 年逐日平均气温、最高气温、最低气温资料计算城市热岛强度, 得到平均气温(见图 2)、最高气温(图略)、最低气温(图略)热岛强度时间变化曲线。

从城市热岛强度概率分布(见表 1)上看, 在 0°C~2.0°C 范围内的概率超过 90%, 表明热岛强度主要集中在这一范围内, 其强度变化在 2°C 之内。参考李丽光等对辽宁省热岛强度等级的划分, 并根据武汉市热岛实况特征, 初步确定 0.5°C 作为强度等级差, 以 0.5°C 为有无热岛的分界点, 将武汉市城市热岛强度划分为 5 个等级, 即无(TUHI ≤ 0.5)、弱(0.5 < TUHI ≤ 1.0)、中等(1.0 < TUHI ≤ 1.5)、强(1.5 < TUHI ≤ 2.0)、特强(TUHI > 2.0) (见表 2)。

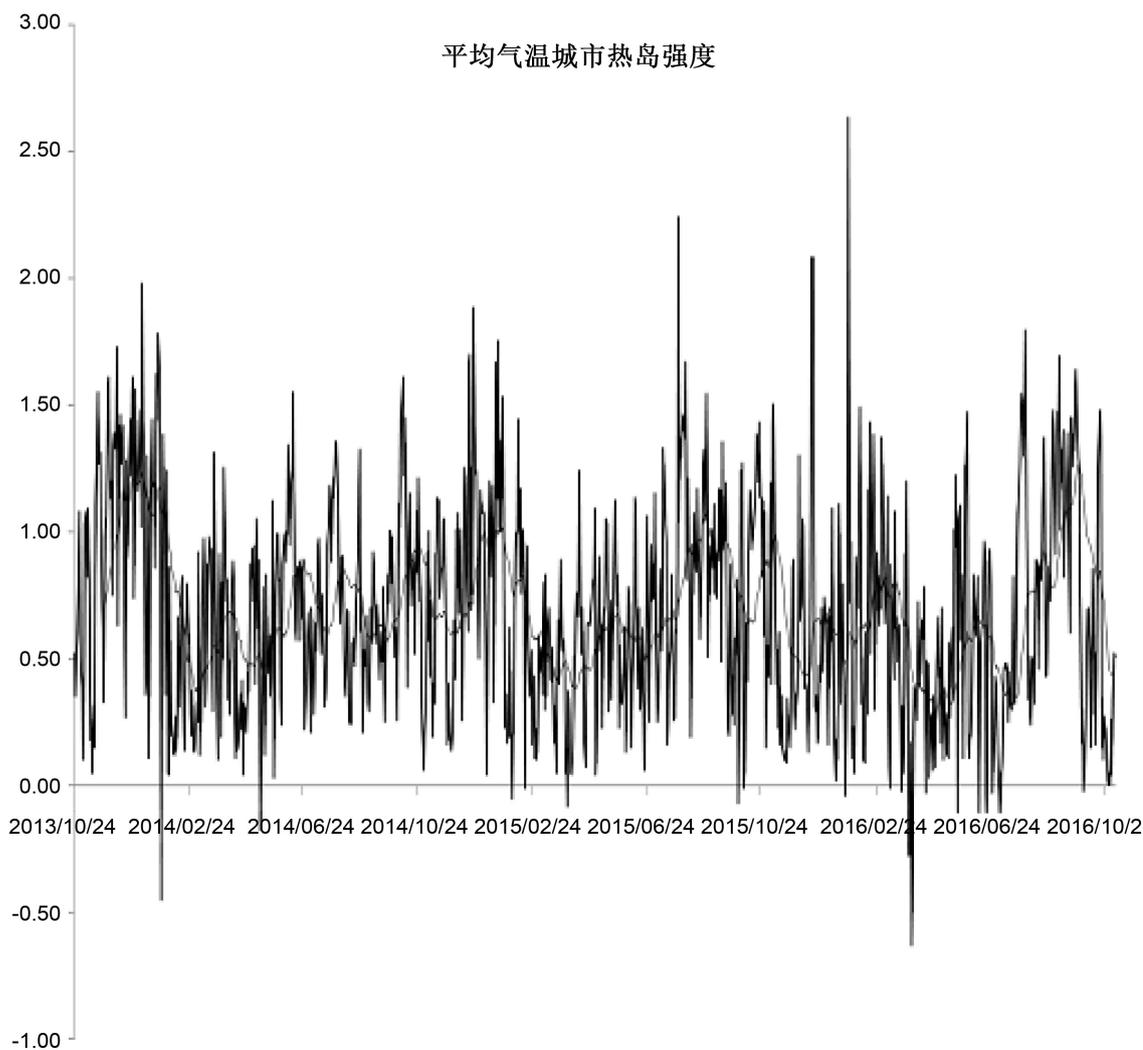


Figure 2. Time series diagram of urban heat island intensity with average temperature
图 2. 平均气温城市热岛强度时间序列图

Table 1. Frequency of urban heat island intensity in various areas**表 1.** 城市热岛强度在各范围出现频率

热岛强度范围(°C)	最高气温热岛强度频率(%)	最低气温热岛强度频率(%)	平均气温热岛强度频率(%)
$T_u \leq 0.5$	59	31	37
$0.5 < T_u \leq 1.0$	28	22	39
$1.0 < T_u \leq 1.5$	9	22	21
$1.5 < T_u \leq 2.0$	3	16	3
$T_u > 2.0$		9	

Table 2. Meteorological grade standard of urban heat island**表 2.** 城市热岛气象等级标准

等级	类型	指标
I级	无	$T_{UHI} \leq 0.5$
II级	弱	$0.5 < T_{UHI} \leq 1.0$
III级	中等	$1.0 < T_{UHI} \leq 1.5$
IV级	强	$1.5 < T_{UHI} \leq 2.0$
V级	特强	$T_{UHI} > 2.0$

5. 小结

本文利用武汉地区 2013~2016 年国家站和区域自动站日最高气温、日最低气温、日平均气温等气象要素历史观测资料, 通过计算自动站各气象要素春、夏、秋、冬四个季节以及年平均、年平均差值的空间分布特征, 分析了城市热岛的时空分布特征。

结合站点社会资料和气象资料制定了合理的选站标准, 包括地理位置、站点环境、空间分布、建站时间、站点个数等因素, 选择城区和郊区的代表站点。并通过代表站点的气温资料计算热岛强度, 分析概率分布状态, 选择较为合理的分级标准, 结合实际情况, 划分热岛等级; 将热岛强度划分五个等级, 对应的表述为无、弱、中等、强、特强, 并统计各个等级出现的频次, 明确指出各级的生活、工作建议, 指导市民出行等活动。

参考文献

- [1] 李丽光, 王宏博, 贾庆宇, 等. 辽宁省城市热岛强度特征及等级划分[J]. 应用生态学报, 2012, 23(5): 1345-1350.
- [2] 李晓敏, 曾胜兰. 成都、重庆城市热岛效应特征对比[J]. 气象科技, 2015, 43(5): 888-897.
- [3] 李丽光, 王宏博, 赵梓淇, 等. 站点选择对城市热岛效应的影响分析[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(2): 54-60.

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