

Study on Effect of City Heat Island —Case Study of Nanjing City*

Kenan GE, Jialing HAO, Weiwen LI

College of Harbor, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, 210098, Nanjing, China

Email: 645395116@qq.com, jialingh@hhu.edu.cn, 573444620@qq.com

Abstract: Heat island phenomenon is influenced by human activity, and there are several study methods, focusing on theory, numerical model or in-site monitoring. Due to the effect of multi-factors and considering its complexity, this paper takes in-site temperature monitoring, draws three dimensional map of heat island and concludes the hypothesis that the center of heat island transfers with time, which can provide reference to further research of city heat island impact on city environment.

Keywords: City heat island, in-site monitoring, three dimensional heat island map, the transfer of heat island center

城市热岛效应的研究 ——以南京市为例*

葛珂楠, 郝嘉凌, 李卫文

河海大学港口海岸与近海工程学院, 南京, 中国, 210098

Email: 645395116@qq.com, jialingh@hhu.edu.cn, 573444620@qq.com

摘 要: 热岛现象本身是由于人类活动的影响所产生的, 对它的研究手段不一, 有的侧重于理论的研究, 也有侧重于数学模型和现场监测的。由于热岛效应受多方面的因素影响, 考虑到其因素的复杂性, 本文通过对温度定点监测, 绘制了热岛 3D 图像, 并得出热岛中心随时间偏移的假设, 为进一步研究城市热岛对城市环境的影响提供了参考依据。

关键词: 城市热岛; 定点观测; 3D 热岛图像; 热岛中心偏移

1 引言

随着城市的快速发展, 城市下垫面由较小热容量和较大导热率的水泥、沥青马路及建筑物覆盖, 人类的生产活动及生活活动释放大量的热, 工业生产及交通运输排放出大量的烟尘和气溶胶, 使城市气候及环境受到极大的影响已经是不争的事实, 城市热岛效应是城市发展对城市气候产生影响的一个重要方面^{[1][2]}。

城市与乡村之间的区别之一为城市的气温与周围乡村不同, 城市净热量收入比周围乡村多, 气温就比较高, 气象上称为城市热岛, 观察表明城乡最大的温差可达 12℃。城市热岛不但改变了城市的温度场, 而且与城市风场、城市污染浓度场等又存在相互作用, 这些相互影响使城市热岛的研究变得十分复杂。

2 城市热岛的成因

气候条件是造成城市热岛效应的外部因素, 而城市化才是热岛形成的内因^[3]。城市热岛效应就是一种城市气温比郊区高的现象。随着城市规模的迅速扩大, 城市的热岛效应越来越明显。

2.1 下垫面类型和建筑物表面材料

城市与郊区地表面性质不同, 热力性质差异较大^[3]。人工建筑物的影响, 如混凝土、柏油路面以及各种建筑墙面。这些人工建筑物吸热快而热容小, 在相同的太阳辐射条件下, 其表面温度明显高于绿地和水面。城区大量的建筑物和道路构成以砖石、水泥和沥青等材料为主。这些材料热容量、导热率比郊区自然界的下垫层要大得多, 而对太阳光的反射率低、吸收率大^[4]。因此在白天, 城市下垫层表面温度远远高于气温。

2.2 能源使用量增大, 散热量增大

*作者简介: 葛珂楠 (1988.6~) 男, 河海大学本科生。郝嘉凌 (1975.11~), 男, 博士, 河海大学讲师
本文受 2009 年度河海大学大学生创新训练计划校级重点项目资助 (编号 NJ2009011)

城区排放的人为热量比郊区大,原因是人工热源的影响。日益增加的工厂、汽车、空调、冰箱等人工排热器在消耗掉大量能源的同时,还在不停地向外“倾泻”热量,城市内拥有大量锅炉、加热器等耗能装置以及各种机动车辆^[3]。这些机器和人类生活活动都消耗大量能量,大部分以热能形式传给城市大气空间。使城市的“体温”一再升高。

2.3 污染物排放量增大

城区大气污染物浓度大,气溶胶微粒多,在一定程度上起了保温作用。原因是城市大气污染。城市大气污染使得城区空气质量下降,烟尘、SO₂、NO_x、CO 含量增加,这些物质都是红外辐射的良好吸收者,至使城市大气吸收较多的红外辐射而升温。从而产生众所周知的“温室效应”,引起大气的进一步升温。大气污染在城市热岛效应中起着相当复杂特殊的作用。

2.4 绿地与水体的减少

随着城市中建筑、广场和道路的大量增建,绿地、水体等自然因素却相应减少,吸热少了,缓解热岛效应的能力自然就被削弱了。

2.5 建筑群密度及风速

区密集的建筑群、纵横的道路桥梁构成较为粗糙的城市下垫层,因而对风的阻力增大,风速减低,热量不易散失。在风速小于 6 m/s 时,可能产生明显的热岛效应,风速大于 11 m/s 时,下垫层阻力不起什么作用,此时热岛效应不太明显。

3 城市热岛的危害

3.1 高温有害人体健康

高温天气对人体健康不利。有关研究表明,环境温度高于 28℃ 时,人们就会有不适感;温度再高还容易导致烦躁、中暑、精神紊乱等症状;气温持续高于 34℃,还可导致一系列疾病,特别是使心脏、脑血管和呼吸系统疾病的发病率上升,死亡率明显增加。此外,气温升高还会加快光化学反应速度,使近地面大气中臭氧浓度增加,影响人体健康。

3.2 降温消耗大量能源、资金

原则上一年四季都可能出现城市热岛效应。但是对居民生活和消费构成影响的主要是夏季高温天气下的热岛效应。为了降低室内气温和使室内空气流通,

人们使用空调、电扇等电器,而这些都需要消耗大量的电力。如目前美国 1/6 的电力消费用于降温目的,为此每年需付电费 400 亿美元。

3.3 有害气体诱发多种疾病

产生热岛效应后,阻碍城乡空气交流,新鲜空气进不来,有害气体排不出去,烟尘、二氧化碳、汽车尾气等污染物便会在地表空气磨擦层长时间滞留,形成灰蒙蒙的大气状态,诱发多种疾病。

4 现场监测及分析

4.1 温度数据的收集

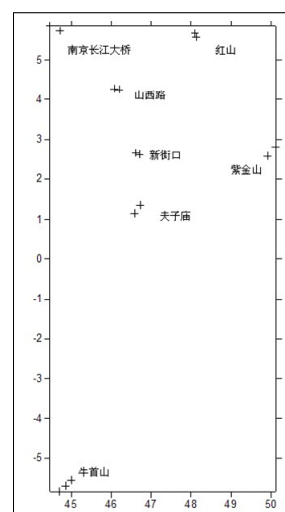


Figure 1. Locations of observation sites
图 1. 各监测点位置图

观测点的选取采用从城市中心向郊区推进的方法,由于南京的特殊地理位置,三面临山(紫金山、牛首山、栖霞山),一面临水(长江)。这种特殊的地理环境对观测点的选取有着很大的影响,数据监测记录通过 7 个地理点同步进行,保证了数据的统一性、实际性和可操作性。通过对南京市区内七个比较有代表性的地理点进行的实时监测,获取了各个监测点 8:00-18:00 的相关气象资料(每 2 小时观测一次),包括温度、湿度及云量等,同时也分别获取了该七个监测点在内的共 15 点的经纬坐标点,在处理地理坐标数据作图时是以坐标 118°00'00"E,32°00'00"N 原点,地理坐标的分布如图 1 所示。十字点从上至下依次为:长江大桥 1 桥、红山、山西路(湖南路)、紫金山、新街

口、夫子庙、牛首山。以每一个监测点为基准，绘制了温度的日走势图。各点 8: 00-18: 00 温度走势图如下:

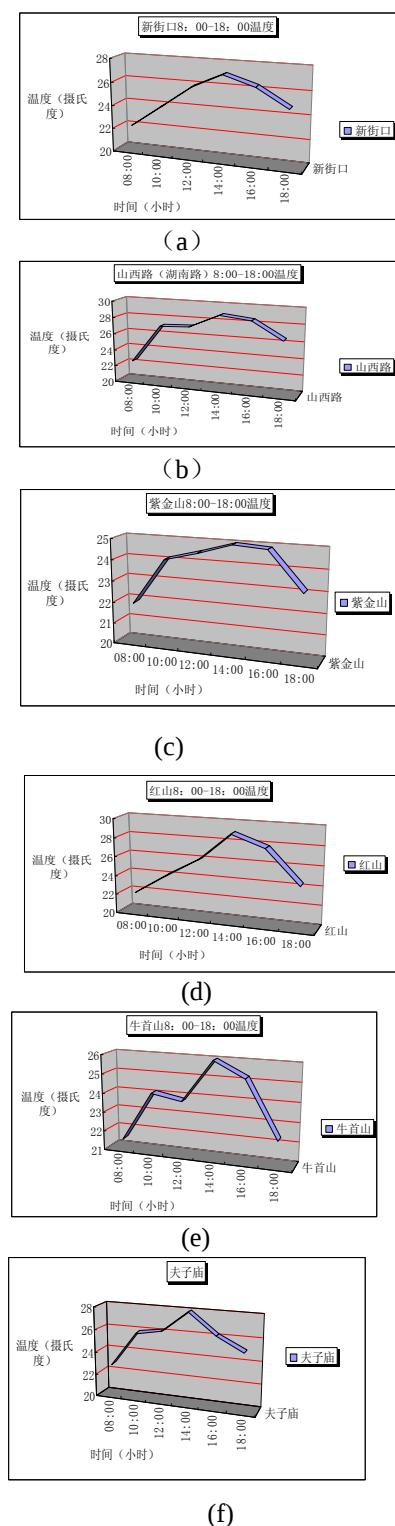


Figure 2. Temperature trends of all sites from 8:00Am to 18:00pm
图 2 各点 8: 00-18: 00 温度走势

4.2 热岛 3D 图像的模拟分析

在最初假象热岛的 3D 图像时曾经提到过城市热岛的中心, 通过对数据的收集, 以及运用 *surfer* 进行数据的处理和最后的图像生成。从图上可看出城市热岛中心是随着时间的变化而发生偏移的, 同样一个时段也有可能出现多个热岛的中心。

以赤橙黄绿青蓝紫代表温度依次由高到低的顺序, 那么图中的红色区域大致为城市热岛的中心。从上面的图 3-3 到图 3-9 就可以看出热岛中心的大致走向。结合下面图形可以看出 8: 00 时刻热岛的中心在山西路、新街口、夫子庙附近, 以新街口为中心, 温度最低点在牛首山附近。10: 00 时刻, 原有热岛中心相对减弱但并未消失, 新的热岛中心在长江大桥附近出现。此时的其余地区的温度相对较低, 以紫金山山和牛首山最低。12: 00 时刻, 热岛的中心下降, 高温区扩散, 以带状分布, 从长江大桥一直延伸到山西路、新街口、夫子庙等地。低温区域依旧集中在紫金山与牛首山。14:00 时刻, 热岛中心继续向西北方向偏移, 商业街区的热岛中心开始也趋于明显, 郊区的相对低温区域颜色加深, 相对温度变大。16:00 时刻商业区的热岛不明显, 热岛中心又沿东北方向偏移。18:00 时刻, 相对高温带又出现在南京长江大桥、商业区, 与 12: 00 时刻的图像相似。

图 3 和最初设想的热岛图像非常接近, 热岛中心位于市中心的商业区域。但是随着时间的推移, 太阳高度的变化, 温度本身都是成上升趋势的。南京长江大桥为进入南京市区的枢纽, 车流量极具增多, 再加上桥下垫面的沥青路面导热性, 使该地区的温度快速上升。随着时间的推移到 14: 00 点以后, 太阳开始有落下趋势, 受太阳影响的热开始减少, 这时路面向四周释放的热量开始影响空气温度, 从图 7 到图 8 可以看出, 日落后, 商业街区依然会出现相对高温带。这时候太阳对温度影响基本消失, 人为散热起了主导作用。从侧面看出绿色植物对控制城市热岛有着很实际的作用。

5 结论

通过对温度的现场测量发现南京地区整体温度走势是先升高在降低, 在 14 点左右达到最大值, 这主要

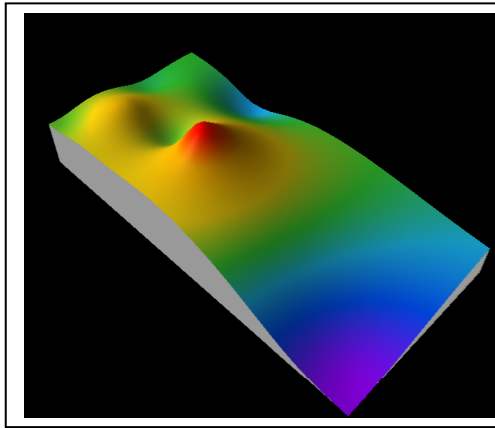


Figure 3. Heat island center at 8:00
图 3 8: 00 时刻热岛中心

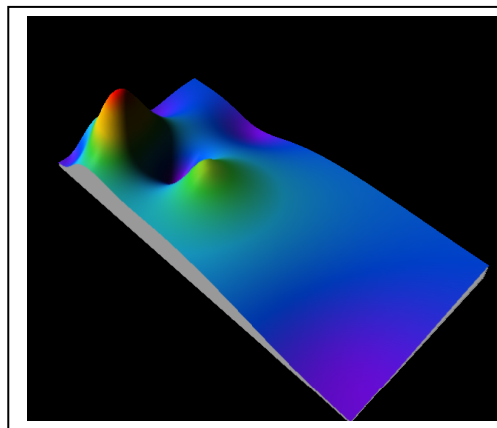


Figure 4. Heat island center at 10:00
图 4 10: 00 时刻热岛中心

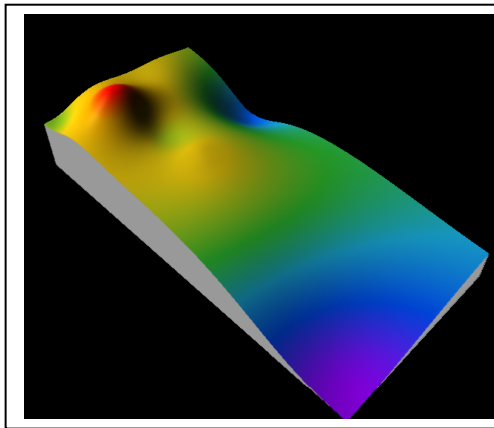


Figure 5. Heat island center at 12:00
图 5 12: 00 时刻热岛中心

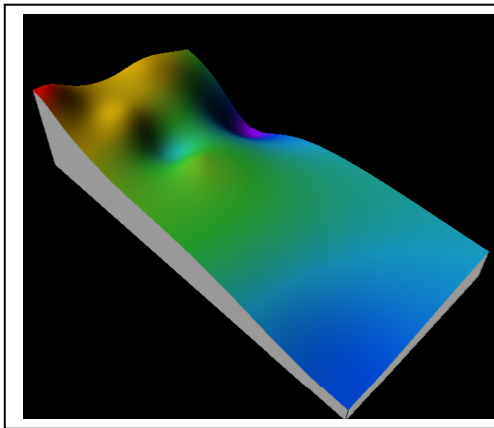


Figure 6. Heat island center at 14:00
图 6 14: 00 时刻热岛中心

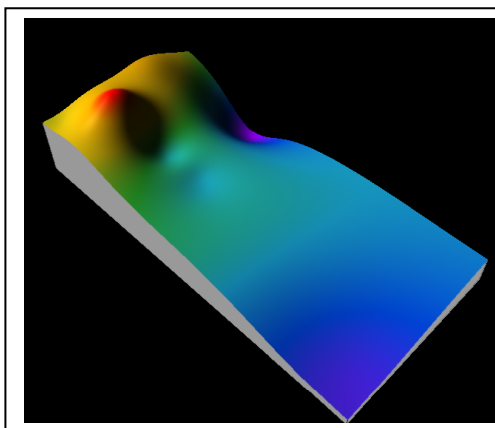


Figure 7. Heat island center at 16:00
图 7 16: 00 时刻热岛中心

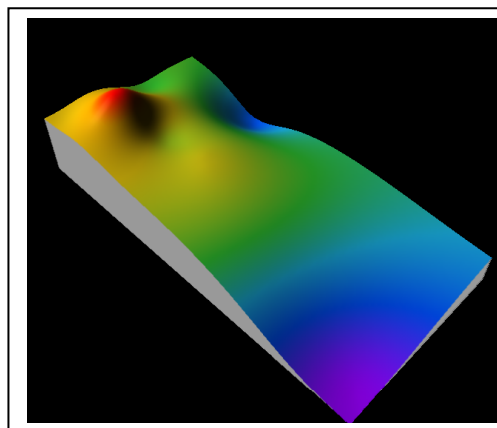


Figure 8. Heat island center at 18:00
图 8 18: 00 时刻热岛中心

因为和太阳辐射温度升高。根据热岛的 3D 模拟图像可以发现城市存在热岛的高温区, 并且这样的区域不止一个, 同样这些热岛高温区会随着时间的发生偏移, 热岛现象由太阳辐射、人为散热等多方面因素决定, 当其中某种因素较强并起主导作用时, 热岛中心就会向该区域偏移。

References (参考文献)

- [1] Kim Y.H, Baik J.J. Maximum of urban heat island intensity in Seoul[J]. J. of Applied Meteorology, 2002, 41(6):651 — 659.
- [2] Ernesto J. Heat island development in Mexico city[J]. Atmospheric Environment, 1997, 31(22):3821-3831.
- [3] Yuexia SUN, Yufeng ZHANG, Analysis and mechanical research of urban heat island phenomenon[J]. HV&AC, 2004, 34 (12): 24-28.
孙越霞, 张于峰. 城市热岛现象的分析与机理研究[J]. 暖通空调 HV&AC, 2004, 34 (12): 24-28.
- [4] Wenjuan YANG, Hairong GU, Yonhti SHANG, Influence of Pavement Temperature on Urban Heat Island[J], Journal of Influence of Pavement Temperature on Urban Heat Island, 2008, 25 (3): 147-152.
杨文娟, 顾海荣, 单永体. 路面温度对城市热岛的影响[J]. 公路交通科技, 2008, 25 (3): 147-152