

城市公园对夏季热环境的影响 ——以上海市中心城区为例

阮俊杰

上海市环境科学研究院, 上海 200233

摘要: 上海是我国城市化程度最高的城市之一, 快速城市化导致了城市热岛效应显著增强, 影响着城市生态环境。了解城市公园对热环境的影响, 对指导本市绿地公园的规划与建设, 缓解城市热岛效益具有实用价值和参考意义, 对国内其他城市的相关研究也有一定参考价值。基于 Landsat 遥感影像和航空遥感影像, 采用 RS 和 GIS 技术, 定量分析了上海市建成区内的绿地公园对热环境的影响。结果表明: (1) 研究区域内高温区域分布广泛, 同时有低温区域分散分布, 中环和内环的低温区域主要零星分布在河流及绿地公园等地, 形成明显的热岛空洞, 显示出绿地公园对城市热环境的降温效应; (2) 绿地公园对周围区域降温作用明显, 平均降温幅度为 1.55 K, 但降温作用存在明显差异, 降温作用随距离增加而减弱, 对周围 200 m 区域范围内降温效果较为明显; (3) 绿地公园对周围环境的降温作用与其本身结构特征等因素息息相关, 降温幅度与公园内人工表面比重、水域比重、公园形状和面积存在较强的相关性, 与景观聚集程度和植被分布的相关性相对较弱。

关键词: 城市公园; 亮度温度; 城市热岛; 降温幅度; 格局特征

DOI: 10.16258/j.cnki.1674-5906.2016.10.010

中图分类号: X16

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2016) 10-1663-08

引用格式: 阮俊杰. 2016. 城市公园对夏季热环境的影响——以上海市中心城区为例[J]. 生态环境学报, 25(10): 1663-1670.

RUAN Junjie. 2016. Effect of urban parks on thermal environment in summer: a case study in Shanghai [J]. Ecology and Environmental Sciences, 25(10): 1663-1670.

城市是一类由城市建成区及其周边郊区共同组成的社会-经济-自然复合生态系统(马世骏等, 1984; 王如松, 2000), 与自然生态系统相比, 城市生态系统具有脆弱性、不稳定性、开放性和依赖性等特点(沈清基, 1998)。随着城市化的不断推进, 城市建成区面积不断扩大, 大量的绿地和水体消失, 取而代之的是道路、建筑等不透水面, 随之产生了当代城市发展不得不面对的城市生态环境问题——城市热岛效应(urban heat island effect, UHI)(Gao et al., 2011; Kaza, 2013; Huang et al., 2012)。城市热岛效应是由于城市人口稠密、建筑密集、植被稀少、工业集中以及人类活动导致热量在城区空间范围内聚集, 在近地面温度图上, 城市市区气温比郊区高的现象(Weng et al., 2007; Zhang et al., 2013)。城市热岛问题一直倍受关注, 已成为生态学研究的一个热点问题(Liu et al., 2008; 孟丹等, 2010)。城市的绿地公园通常包括草地、森林、河流以及湖泊等景观要素, 这些要素发挥城市“冷岛”的作用, 从而改善城市小气候, 缓解热岛效应带来的环境压力(Cao et al., 2010;

Bowler et al., 2010)。因此绿地公园的位置、面积、形状指数、关键因子、水体或绿地面积所占比例等因素是学者研究的重点(余兆武等, 2015)。有学者比较研究了不同类型城市公园在缓解城市热岛效应方面的差异(何介南等, 2011; Pol et al., 2008); 有学者对不同形状城市公园的降温作用进行研究(佟华等, 2005; 陈辉等, 2009); 还有学者对公园内不同植物类型在缓解城市热岛效应方面的作用进行比较分析(杨士弘, 1994; Chow et al., 2012); 此外, 很多学者对城市公园的降温作用范围也做了大量研究(王帅帅等, 2014; 栾庆祖等, 2014)。但这些研究工作大都是基于单个因子考虑的, 很少考虑到绿地公园对城市热岛效应缓解作用是由多种因素综合决定的。

上海是我国城市化程度最高的城市之一, 近 20 年来, 快速城市化导致城区范围不断扩展, 城区内部大规模改造, 建筑密度增大, 下垫面的性质发生很大改变, 城市景观结构发生了巨大变化, 导致城市热岛效应显著增强, 热岛面积不断扩大, 严重影响人居生活环境。本研究以多源遥感影像为基础,

基金项目: 国家自然科学基金项目(41501580); 上海市环保局科研基金项目(沪环科(2015-100))

作者简介: 阮俊杰(1984年生), 男, 工程师, 硕士, 主要从事生态遥感研究。E-mail: dhurjj@126.com

收稿日期: 2016-07-15

选取上海市 28 个绿地公园, 借助 RS 和 GIS 技术, 定量分析绿地公园对周围热环境的影响, 以期对上海城市公园缓解热岛效应, 评价城市绿地系统生态效应, 制定城市绿地可持续发展方案提供决策依据, 为国内其他城市的相关研究提供参考价值。

1 研究区域

1.1 研究区域概况

上海位于 120°51'N~122°12'N, 31°40'E~31°53'E, 土地总面积 6340.5 km²。改革开放近 35 年来, 上海人口规模急剧扩大, 城市化发展迅速。尤其是进入新世纪后, 上海城市化水平年均增长 1.75%, 截止 2014 年, 上海市城市化水平已达到 90.3%, 在全国省级行政区中位居首位。本文主要研究上海市外环线以内及其附近的高度城市化区域, 总面积 816.45 km², 包括林地、道路、水体、工业用地、居住用地等多种土地利用类型。

2 研究方法

2.1 数据基础及预处理

本研究用于温度反演的数据是 Landsat 8 TIRS 影像, 成像时间为 2015 年 8 月 3 日, 轨道号为 118-38 和 118-39, 来源于中国科学院遥感与数字地球研究所的对地观测数据共享服务平台。本研究主要应用 TIRS 影像的第 10 波段反演温度, 第 10 波段波长范围为 10.6~11.2 μm。TIRS 影像的预处理过程主要包括拼接、校正和裁剪等几个环节, 最后重采样成空间分辨率为 30 m 的数据, 预处理环节均在 ENVI 5.0 环境下完成。用于城市绿地公园信息提取的数据是 2015 年航空遥感影像, 数据来源于上海市测绘院, 空间分辨率 1 m, 航片在 ArcGIS 10.2 环境下, 以上海市 1:2000 数字化地形图作为参照进行几何校正后拼接, 以满足后续处理需求。

2.2 温度反演

目前, 用于城市热岛效应表达的指标主要有 3 个: 亮温、地温和气温, 虽然 3 个指标在数值上不相同, 但 3 个指标具有很好的相关性, 都可很好地表达城市热岛效应的空间分布, 它们的主要差别在于大气对热辐射传输的影响 (王天星等, 2007)。本研究在基础数据选择时, 挑选天气晴朗、无风、无云的天气, 尽量保证大气环境的一致性, 从而保证反演的亮度温度与气温的相关性, 因此, 本研究仅反演亮度温度, 并以此为基础进行相关应用分析。

针对 Landsat 系列影像来说, 亮度温度的反演应用热红外波段的灰度值 (DN 值) 结合相应的算法实现, 首先将其转换为辐射亮度 (L_b), 其公式为:

$$L_b = a + b \times DN \times L_b = a + b \times DN \quad (1)$$

式中, a 是常数, 针对 TIRS 数据, 取值 0.1 mW·cm⁻²·ster⁻¹·μm⁻¹; b 是系数, 针对 TIRS 数据, 取值 0.000 334 mW·cm⁻²·ster⁻¹·μm⁻¹。

然后, 利用辐射亮度计算亮度温度 (T_b), 计算公式为:

$$T_b = K_2 / \ln(1 + K_1 / L_b) \quad (2)$$

式中, T_b 为亮度温度; K_1 、 K_2 为常数, 针对 TIRS 数据, 取值分别为 774.89 mW·cm⁻²·ster⁻¹·μm⁻¹ 和 1321.08 K; L_b 为辐射亮度。

2.3 绿地公园和热岛信息提取

结合研究区绿地公园分布情况, 选取研究区域内 28 个面积大于 8 hm² 的绿地公园 (1-大宁灵石公园; 2-上海植物园; 3-黎安公园; 4-中山公园; 5-龙华烈士陵园; 6-康健公园; 7-闸北公园; 8-新虹桥中心公园; 9-上海动物园; 10-和平公园; 11-鲁迅公园; 12-黄兴公园; 13-杨浦公园; 14-闵行文化公园; 15-长风公园; 16-陆家嘴中心绿地; 17-金桥公园; 18-华夏公园; 19-闵行体育公园; 20-人民公园; 21-世纪公园; 22-西郊宾馆; 23-东郊宾馆; 24-高东生态园; 25-顾村公园; 26-华泾公园; 27-广场公园; 28-共青森林公园。), 以 2015 年的航空遥感影像为基础, 利用 ArcGIS 软件勾画范围, 具体位置如图 1 所示。由于航空遥感影像空间分辨率为 1 m, 各类地物均可以从影像上清楚识别, 因此, 采用人工目视判读技术, 在 ArcGIS 环境下通过人机交互式解译, 获得公园的土地利用、覆被情况, 解译后的土地利用类型经野外验证和校正后, 精度达 97% 以上, 最后将绿地公园的景观归并为人工表面、林地绿地和水域 3 种类型。

相关研究表明, 绿地公园的降温作用辐射范围从几十米到几百米不等, 但基本都不超过 500 m (王艳霞等, 2006; 邱海玲等, 2015)。因此, 采用 ArcGIS 空间分析工具, 以 28 个绿地公园的边界为基础, 向外侧以 50 m 为间隔做缓冲区分析, 共设置 10 个缓冲带, 分别提取不同梯度的亮度温度平均值。

2.4 统计分析

相关研究表明, 绿地公园的结构特征对周围的热环境有着一定的影响 (冯悦怡等, 2014)。本研究引入绿地公园斑块面积 (Area)、形状指数 (SI)、聚合度指数 (AI) 以及公园内林地绿地比重 (P_G)、水域比重 (P_W) 和人工表面比重 (P_I) 6 个因子, 采用 SPSS 19.0 统计软件定量分析二者之间的关系。其中, 28 个绿地公园的面积、林地绿地比重、水域比重和人工表面比重在 ArcGIS 环境下运用空间统计获得, 28 个绿地公园的形状指数和聚合度指数通过景观分析软件 Fragstats 4.0 计算获得。

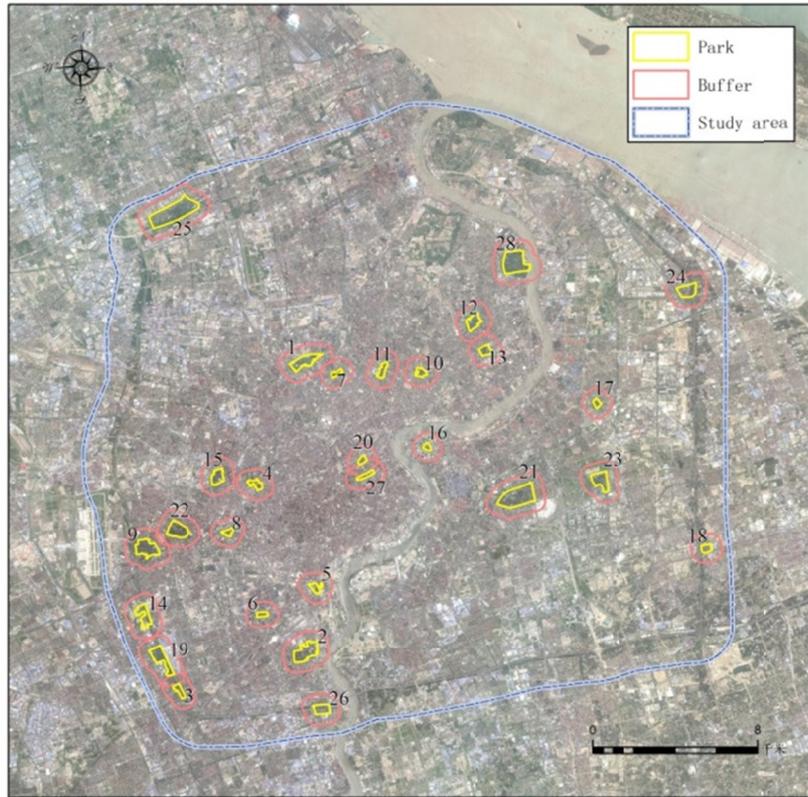


图 1 绿地公园位置分布

Fig. 1 The location of selected parks

3 结果与分析

3.1 热岛反演结果

从图 2 可知，研究区域内高温区域分布广泛，尤其是北部地区，形成了显著的热岛效应；低温区域分布较散，尤其是在东南部浦东新区范围内有耕

地和林地分布的区域，形成了城市热岛边缘的大范围低温区。而在中环和内环等地，低温区域主要零星分布在河流及绿地公园，形成明显的热岛空洞，可以看出绿地公园对城市热环境降温效应较为显著。

3.2 绿地公园对热环境影响分析

3.2.1 绿地公园对周围的降温效应

从图 3 中可知，虽然绿地公园面积、位置、内部结构各有不同，但是 28 个绿地公园内部温度均低于周围 500 m 缓冲区的温度，平均降温幅度为 1.55 K。最小降温幅度为 0.49 K，出现在陆家嘴中心绿地；而最大降温幅度出现在杨浦公园，降幅达 2.61 K。可见绿地公园对周边热环境具有显著的降温效应，并存在差异。

3.2.2 绿地公园降温效应定量分析

对每块绿地公园周边不同距离缓冲带内的温度进行提取，温度曲线由上升变为下降过程中拐点的位置，可视为该绿地公园降温作用范围的最外部边缘，即最大降温距离。结果如表 1 所示，绿地公园降温作用的最远距离主要分布在距离边界 50~200 m 的区域内，在 28 个绿地公园中，有 8 个绿地公园的最远作用距离在 50~100 m 之间，有 7 个绿地公园的最远作用距离在 100~150 m 之间，有

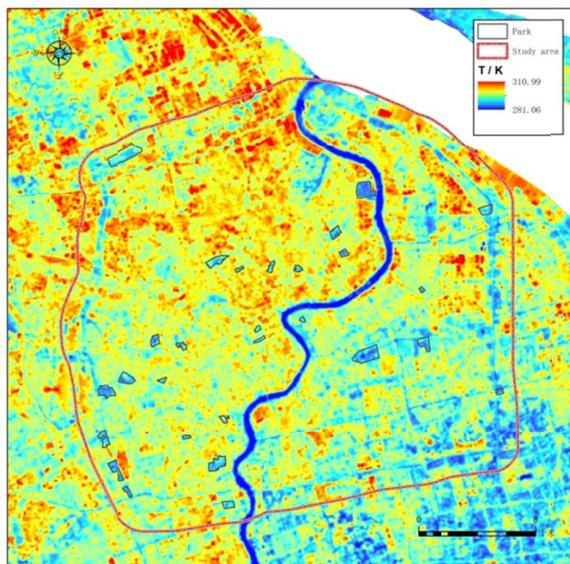


图 2 亮度温度空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of the brightness temperature inversion

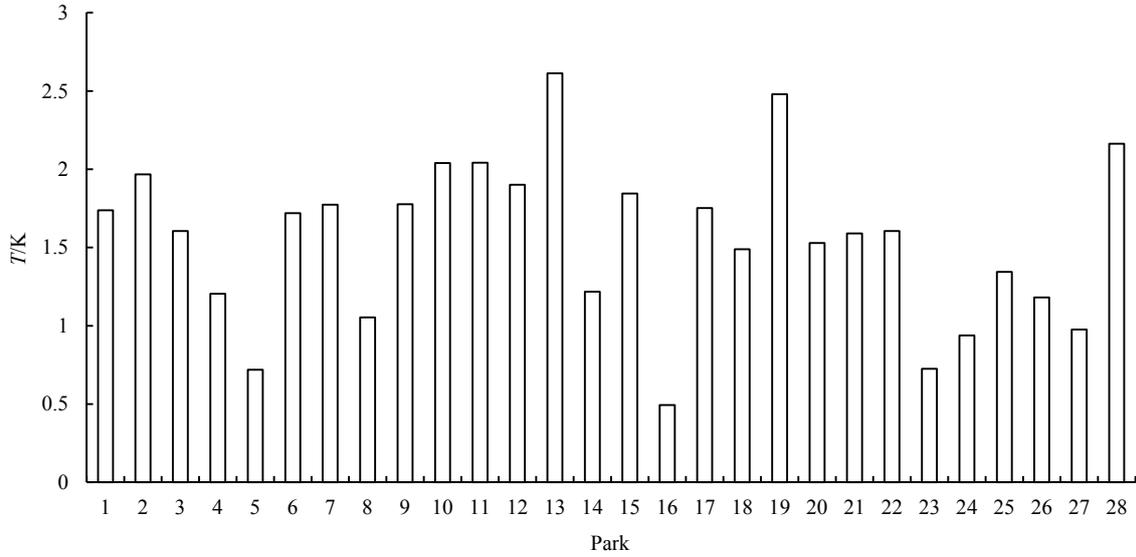


图 3 绿地公园内部平均温度与周围 500 m 平均温度对比

Fig. 3 The internal temperature compared with the temperature of around 500 m

6 个绿地公园的最远作用距离在 150~200 m 之间, 各有 2 个绿地公园的最远作用距离在 250~300 m 和 300~350 m 之间, 另有 3 个绿地公园的最远作用距离分别在 0~50、350~400 和 400~450 m 之间。总而

言之, 绿地公园的降温作用距离主要分布在 50~200 m 之间。

为了进一步分析绿地公园周围各缓冲区降温效应的差异, 统计出 28 个绿地公园内部及各个缓

表 1 每块绿地公园降温作用的作用距离

Table 1 Effect distance of cooling effect of each park

Name	Distance of buffer/m									
	0~50	50~100	100~150	150~200	200~250	250~300	300~350	350~400	400~450	450~500
1									▲	
2						▲				
3			▲							
4		▲								
5				▲						
6			▲							
7						▲				
8				▲						
9			▲							
10								▲		
11							▲			
12			▲							
13				▲						
14		▲								
15			▲							
16		▲								
17	▲									
18				▲						
19							▲			
20		▲								
21				▲						
22		▲								
23			▲							
24		▲								
25		▲								
26				▲						
27		▲								
28			▲							
Total	1	8	7	6		2	2	1	1	

缓冲区相对于外侧临近缓冲区的平均温度降低值，绿地公园及周边温度随距离的变化如图 4 所示，绿地公园及周边降温幅度随距离的变化如图 5 所示，由图可知，绿地公园温度的变化随着距离的增加而减小。为了进一步量化降温幅度随距离的变化，进行降温幅度量化统计（图 6），由图可知，公园内部较相邻的降温幅度为 0.98 K，降温效应最为显著；0~50 m 缓冲区较 50~100 m 缓冲区降温幅度为 0.34 K，较为显著；50~100 m 缓冲区较 100~150 m 缓冲区降温幅度为 0.16 K，降温效应明显；而从 150~200 m 缓冲区开始，降温效应不再显著。由此说明，对上海的城市绿地公园来说，公园内部降温效应最为显著，公园周围 0~100 m 区域其次，公园周围 100~200m 区域降温效应明显减弱，而在 200 m 以外降温效应几乎不存在。因此，绿地公园对于内部及周围 200 m 区域范围内降温效果明显。

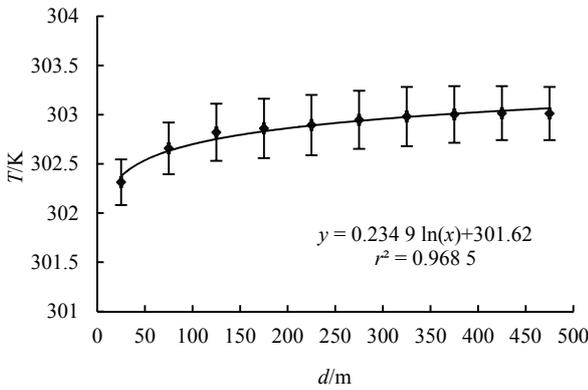


图 4 绿地公园及周边温度随距离的变化

Fig. 4 Distance changes of parks and the surrounding temperature

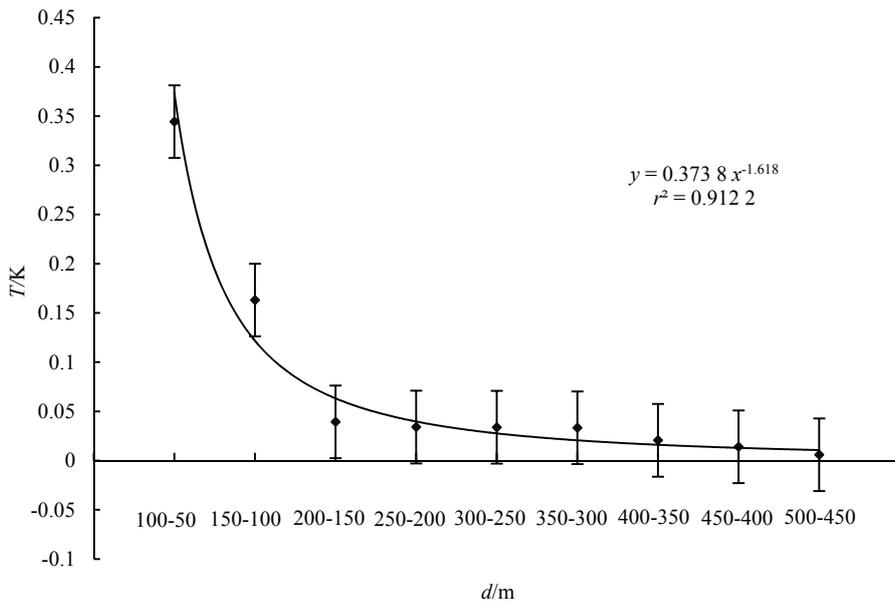


图 5 绿地公园及周边降温幅度随距离的变化

Fig. 5 Distance changes of parks and the surrounding cooling temperature

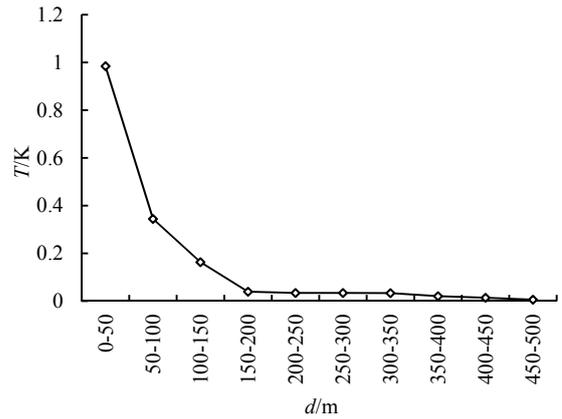


图 6 绿地公园对周围环境降温幅度量化统计

Fig. 6 The amplitude statistics of parks on the surrounding environment temperature

3.3 绿地公园结构差异对降温作用的影响

3.3.1 绿地公园结构与降温幅度的单因子分析

绿地公园的降温作用与其本身结构特征等因素息息相关。基于此前研究确定的最佳 200 m 降温距离，分别提取 28 个绿地公园周边 200 m 缓冲区内的平均亮度温度，选取绿地公园斑块的面积、形状指数、聚合度指数、公园内林地绿地比重、水域比重和人工表面比重等 6 个因子，探讨绿地公园结构特征与降温作用的关系。公园面积与降温作用呈现对数变化关系，在一定面积范围内，降温作用随着面积的增加而增加，但增加的幅度越来越小，也就是边际效益在递减。公园面积与降温作用量化系数之间回归方程的决定系数 (R^2) 为 0.293 6，且回归方程通过了 0.01 置信水平的检验。绿地公园的形状与降温作用呈现幂函数变化关系，随着形状复杂

程度的增加, 绿地公园的降温作用也显著增强。绿地公园形状指数与降温作用量化系数之间回归方程的决定系数 (R^2) 为 0.268 2, 且回归方程通过了 0.01 置信水平的检验。图 7 可知, 在选择的 28 个绿地公园中, 绿地公园的降温幅度与公园斑块聚集程度的大小以及内部林地绿地比重的相关性相对较弱, 两者对降温作用的影响较小。绿地公园内部的水域比重与降温作用呈现增长的线性变化关系, 随着公园内水域面积的提升, 绿地公园的降温作用显著增强。它与降温作用量化系数之间回归方程的决定系数 (R^2) 为 0.289 7, 且回归方程通过了 0.01 置信水平的检验。绿地公园内部建设用地比重与降温作用的相关性最强, 呈现指数函数变化关系, 随着公园内部人工表面的不断增加, 绿地公园的降温作用明显减弱, 但减小的幅度越来越小。

3.3.2 绿地公园结构与降温幅度的多因子分析

绿地公园对周边环境的降温效果不是由简单的单因素所决定, 而是由多种绿地公园结构特征综

合作用决定的。基于上述分析得出的影响程度较高的因子 (绿地公园面积、形状指数、水域比重和人工表面比重), 进一步对 28 个绿地公园进行多元空间数据回归分析, 得出影响温度的主要因素、次要因素及其权重大小。结果如式 3 所示, 各影响因子对温度的影响均达到了显著水平, 绿地公园面积、形状指数、水域比重和人工表面比重等共同作用, 影响着绿地公园对周边环境的降温效果。其中对温度影响最为严重的是绿地公园内部人工表面比重, 其次是绿地公园内部的水域面积比重, 然后是绿地公园斑块的形状特征, 最后是斑块的面积。

$$\Delta T = 0.084 - 2.624P_1 + 1.227P_w + 0.829SI + 0.04Area \quad (R=0.729, Sig=0.002) \quad (3)$$

其中, P_1 为人工表面比重, P_w 为水域比重, SI 为景观形状指数, Area 为公园面积。

4 讨论

随着城市化进程的不断加快和城市人口的不

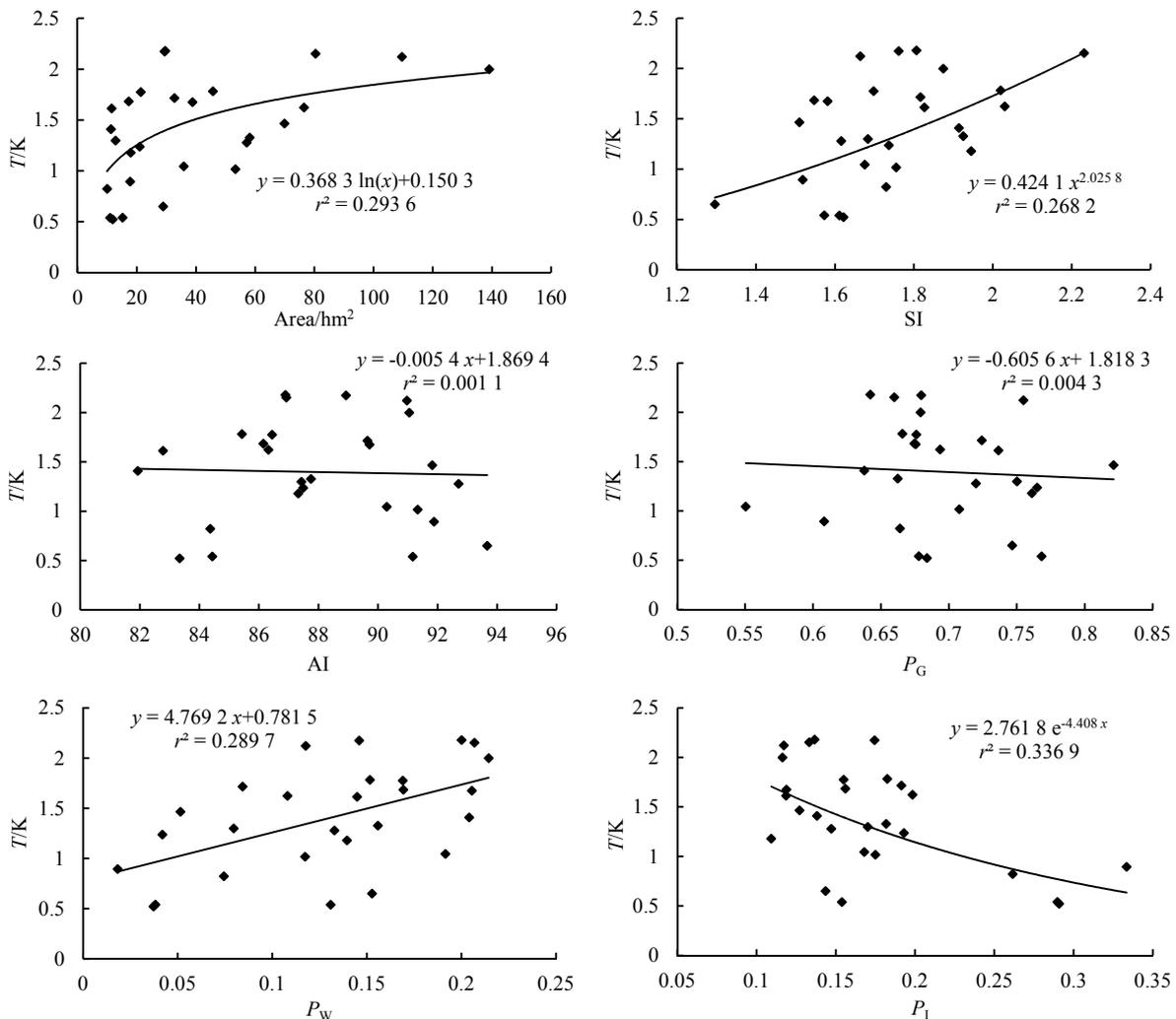


图 7 绿地公园格局与降温幅度之间的关系

Fig. 7 Relationship between landscape features and the cooling range

断增加, 城市区域土地利用类型发生着剧烈的变化, 越来越多的自然植被、农田等水泥地、砖瓦和建筑用地等被不透水面取代, 从而导致整个城市下垫面的热辐射性质发生很大的改变, 城市热岛效应显著加强。城市的绿地公园通常包括草地、森林、河流以及湖泊等景观要素, 能调节局部地区的小气候, 具有明显的冷岛效应。可见, 在上海城市化水平极高、热岛效应显著的中心城区, 除黄浦江、苏州河等河流外, 零星分布的绿地公园是缓解城市热岛效应的主要景观要素, 对于维持城市温度的稳定, 提升城市人居舒适程度具有重要的作用。

由于绿地公园所在的区域与周边地区存在温差, 导致局地热量流和空气流的传递, 这种温度梯度引起的局地环流, 起到了降低周围环境气温的作用。本研究得出绿地公园的最佳降温距离为 200 m, 降温幅度与绿地公园内人工表面比重、水域比重、公园形状和面积存在较强的相关性, 与景观聚集程度和林地绿地分布相关性相对较弱的结论。因此, 为缓解城市热环境, 在布置绿地公园时, 应首要关注人工表面和水域的面积和格局, 尽量增加水域面积, 减少人工表面的分布。其次是关注绿地公园的形状和面积, 通过增加公园面积和公园景观形状复杂程度, 来达到削弱城市热岛效应的目的。除此之外, 绿地公园内的植被也具有明显的缓解热环境作用。植物通过蒸腾作用和光合作用能够有效吸收到达地表的太阳能辐射, 并且植物还通过拦截太阳辐射以及改变空气运动和气流交换发挥遮蔽效应, 进而降低地表温度。然而, 上海绿地公园的植被结构相对简单, 除森林公园和历史较长的个别公园外, 大部分绿地公园的植被构成都以供人类休憩娱乐的草坪和花卉灌木为主, 这些植物对太阳辐射能的吸收较弱, 也不能形成很好的遮蔽效应。因此, 在本研究中, 林地绿地对热环境的影响较小。相关研究也表明, 不同的植物群落结构对热环境的缓解作用不尽相同, 降温作用大小表现为乔-灌-草>乔-草>草地(陈朱等, 2011)。因此, 在布置绿地公园时, 也可以尝试改变植物群落结构, 通过增加植被密度及覆盖度来达到缓解城市热环境的目的。

5 结论

基于反演的 2015 年城市热岛数据, 探讨了绿地公园对城市热环境的影响。结论如下, (1) 研究区域内高温区域分布广泛, 同时有低温区域分散分布, 中环和内环的低温区域主要零星分布在河流及绿地公园等地, 形成明显的热岛空洞, 显示出绿地公园对城市热环境的降温效应。(2) 绿地公园对周围区域降温作用明显, 平均降温幅度为 1.55 K, 但降温作用存在明显差异, 降温作用随距离增加而减

弱, 对周围 200 m 区域范围内降温效果较为明显。(3) 绿地公园对周围环境的降温作用与其本身结构特征等因素息息相关, 降温幅度与绿地公园内人工表面比重、水域比重、公园形状和面积存在较强的相关性, 而与景观聚集程度和林地绿地分布的相关性相对较弱。

参考文献:

- BOWLER D E, PULLIN A S, KNIGHT T M, et al. 2010. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence [J]. *Landscape and Urban Planning*, 97(3): 147-155.
- CAO X, ONISHI A, CHEN J, et al. 2010. Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data [J]. *Landscape and Urban Planning*, 96(4): 224-231.
- CHOW W T L, BRENNAN D, BRAZEL A J. 2012. Urban heat island research in Phoenix, Arizona: Theoretical contributions and policy applications [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(4): 517-530.
- GAO L B, REN Y, CUI Z W, et al. 2011. Spatial and temporal change of landscape pattern in the hilly-gully region of Loess Plateau [J]. *Procedia Environmental Sciences*, 8: 103-111.
- HUANG J K, PONTIUS R G, LI Q S, et al. 2012. Use of intensity analysis to link pattern with processes of land change from 1986—2007 in a coastal watershed of southeast China [J]. *Applied Geography*, 34: 371-384.
- KAZA N. 2013. The changing urban landscape of the continental United States [J]. *Landscape and Urban Planning*, 110: 74-86.
- LIU H, WENG Q H. 2008. Seasonal variations in the relationship between landscape pattern and land surface temperature in Indianapolis, USA [J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 144(1-3): 199-219.
- POL S U, BROWN M J. 2008. Flow patterns at the ends of a street canyon: Measurements from the Joint Urban 2003 field experiment [J]. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47(5): 1413-1426.
- WENG Q H, LIU H, LU D S. 2007. Assessing the effects of land use and land cover patterns on thermal conditions using landscape metrics in city of Indianapolis, United States [J]. *Urban Ecosystems*, 10(2): 203-219.
- ZHANG Y S, ODEH I O A, RAMADAN E. 2013. Assessment of land surface temperature in relation to landscape metrics and fractional vegetation cover in an urban/-peri-urban region using Landsat data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 34(1): 168-189.
- 陈辉, 古琳, 黎燕琼, 等. 2009. 成都市城市森林格局与热岛效应的关系 [J]. *生态学报*, 29(9): 4865-4874.
- 陈朱, 陈方敏, 朱飞鸽, 等. 2011. 面积与植物群落结构对城市公园气温的影响 [J]. *生态学杂志*, 30(11): 2590-2596.
- 冯悦怡, 胡潭高, 张力小. 2014. 城市公园景观空间结构对其热环境效应的影响 [J]. *生态学报*, 34(12): 3179-3187.
- 何介南, 肖毅峰, 吴耀兴, 等. 2011. 4 种城市绿地类型缓解热岛效应比较 [J]. *中国农学通报*, 27(16): 70-74.
- 栾庆祖, 叶彩华, 刘勇洪, 等. 2014. 城市绿地对周边热环境影响遥感研究——以北京为例 [J]. *生态环境学报*, 23(2): 252-261.

- 马世骏, 王如松. 1984. 社会-经济-自然复合生态系统[J]. 生态学报, 4(1): 1-9.
- 孟丹, 李小娟, 宫辉力, 等. 2010. 北京地区热力景观格局及典型城市景观的热环境效应[J]. 生态学报, 30(13): 3491-3500.
- 邱海玲, 朱清科, 武鹏飞. 2015. 城市绿地对周边建设用地的降温效应分析[J]. 中国水土保持科学, 13(1): 111-117.
- 沈清基. 1998. 城市生态与城市环境[M]. 上海: 同济大学出版社.
- 佟华, 刘辉志, 李延明, 等. 2005. 北京夏季城市热岛现状及楔形绿地规划对缓解城市热岛的作用[J]. 应用气象学报, 16(3): 357-366.
- 王如松. 2000. 转型期城市生态学前沿研究进展[J]. 生态学报, 20(5): 830-840.
- 王帅帅, 陈颖彪, 千庆兰, 等. 2014. 城市公园对城市热岛的影响及三维分析——以广州市主城区为例[J]. 生态环境学报, 23(11): 1792-1798.
- 王天星, 陈松林, 马娅, 等. 2007. 亮温与地表温度表征的城市热岛尺度效应对比研究[J]. 地理与地理信息科学, 23(6): 73-77.
- 王艳霞, 董建文, 王衍桢, 等. 2006. 城市绿地与城市热岛效应关系探讨[J]. 亚热带植物科学, 34(4): 55-59.
- 杨士弘. 1994. 城市绿化树木的降温增湿效应研究[J]. 地理研究, 13(4): 74-80.
- 余兆武, 郭青海, 孙然好. 2015. 基于景观尺度的城市冷岛效应研究综述[J]. 应用生态学报, 26(2): 636-642.

Effect of Urban Parks on Thermal Environment in Summer: A Case Study in Shanghai

RUAN Junjie

Shanghai Academy of Environmental Sciences, Shanghai 200233, China

Abstract: Shanghai is one of the most urbanized cities in China. Rapid urbanization has led to a significant increase in urban heat island effect, affecting urban ecological environment. Understanding the impact of city park on the thermal environment is valuable for guiding the planning and construction of parks in Shanghai and easing the city heat island effect. In addition, it has important reference value to related research in other cities in China. This paper analyzes the relationship between urban heat island and urban park by using RS and GIS technology from remote sensing data in Shanghai. Results as follows: (1) The heat island effect is severe in Shanghai urban district, the areas of high temperature zone is distributed centralized, the parks in urban form heat island inattention obviously in the areas of high temperature. (2) Parks drop the temperature of the surrounding environment obviously, but the effect is different with parks. The effect is limited in the distance, which is weaker with the distance farther away, and the effect is more obvious around 200 meters. (3) The cooling effect of parks is related to its structure characteristics. The correlation between cooling rate and the artificial surface proportion, the proportion of water, shape and area in the parks is stronger, and the landscape aggregation degree and the vegetation distribution is weaker. The conclusion provides a reference and theory basis for the new parks design and construction.

Key words: urban park; brightness temperature; urban heat island; cooling range; spatial landscape characteristic