

上海城市居住区风景园林空间小气候要素与人群行为关系测析

Experimental Research on Correlation between Microclimate Element and Human Behavior and Perception of Residential Landscape Space in Shanghai

刘滨谊 / LIU Bin-yi

梅 歆 / MEI Yi

匡 纬 / KUANG Wei

摘 要: 以上海居住区“SVA·世博花园”为调查对象,测试居住区风景园林空间小气候要素数据,问卷调查居民小气候感受,旨在寻找风、湿、热小气候要素与居住区开敞空间布局及人群行为间的复杂关系。研究发现:1)风景园林空间朝向、绿化覆盖率及水体是影响居住区小气候的主要空间要素;2)太阳辐射与风速是影响居住区人群行为的主要小气候要素;3)遮阳是夏季人群休憩空间遴选的关键因素。研究提出了小气候适应性风景园林设计策略,包括:1)合理设置风景园林空间朝向;2)合理增加风景园林空间绿量与水体面积;3)合理设计休息设施区的遮阳空间。

关 键 词: 风景园林;居住区;小气候要素;行为感受

文章编号: 1000-6664(2016)01-0005-05

中图分类号: TU 986

文献标志码: A

收稿日期: 2015-11-05;

修回日期: 2015-11-19

基金项目: 国家自然科学基金重点项目“城市宜居环境风景园林小气候适应性设计理论和方法研究”(编号51338007)和同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司重点项目研发基金,高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室自主与开放课题(编号2015KY06)共同资助

Abstract: This research is taking "SVA - Expo Garden" as an operating space, to find the relationship between summer microclimate (thermal, wind and humidity) elements, landscape spatial layout and human activities in four typical landscape spaces (square, waterfront area, playing area and semi-outdoor activity area) of residential area. The research includes measurement of meteorological variables, interviews and observations of human activities for individuals' perception of thermal, wind and humid. Research has found out that: 1) orientation of space, green coverage and water body are the key spatial elements which affecting the microclimate in residential area; 2) solar radiation, air temperature, wind speed and wind direction are the physical component influence on people's attendance and behavior, in which, wind effects most; 3) shade is the dominical factor in people's selection of recreational place. The research presented microclimate adapted design strategies as well, which included: 1) set the orientation of landscape space with rationality; 2) reasonably increase the amount of landscape green space, moderately increase the water area; 3) reasonably design the shady facilities.

Key words: landscape architecture; residential area; microclimate elements; behavior perception

居住区是城市人群日常活动频度最高的场所之一。大量研究证实,适宜的小气候是影响居民户外空间使用的重要因素,可有效提升居住区公共空间的使用率,为居民提供舒适的休憩场所。

本文依托国家自然科学基金重点项目“城市宜居环境风景园林小气候适应性设计理论和方法研究”(编号51338007)^[1-6],采用场地调查、现场实测、问卷访谈和行为观测方法,以上海城市居住区“SVA·世博花园”为调研对象,旨在发掘夏季小气候要素、居住区风景园林空间、人群行为及人体舒适感受三者间的复杂关系,并以此为依据,初步提出基于小气候适宜性的居住区风景园林空间改善策略。

1 实验方法及内容

1.1 实验场地

上海市虹口区四达路50号“SVA·世博花园”小区,位于上海市中心区(121° 29' 53" E, 31° 16' 23" N),总建筑面积10万m²。居住区内以6幢高层住宅建筑为主,绿化率35%。居住区风景园林空间分为广场区、游戏区、滨水区和半室外活动区4个部分,各空间分布及特征见图1,表1。

1.2 实验方法

1.2.1 人群行为观测

针对“SVA·世博花园”居住区人群活动特征,选取每日人群行为活动3个高峰时段:7:00—8:30;16:30—18:00;19:00—

20:30,分别对居民行为活动进行观测,了解人群行为特点、路径分布等。采用高分辨率相机和360°全景摄像机ladybug 5,对人群行为进行动态实时记录。借助行为注记法,分析人群行为模式。

1.2.2 风景园林空间小气候要素实测

根据“SVA·世博花园”景观空间特征,结合对居民行为的初步观察,设置测点14处(图2、3)。选择2015年8月13—16日,采用美国产小型气象站Watchdog(每10min自记一次),对距地面1.5m高度处的小气候要素——空气温度、太阳辐射、风速、风向及相对湿度——进行连续72h观测。研究旨在发现居住区的各风景园林空间与小气候要素的复杂关系,同时为

使用者舒适度评估奠定小气候要素数据基础。
实测日气象数据见表2。

1.2.3 居民问卷调查与访谈

对居住区物理空间小气候要素实测的同时，于2015年8月13—16日每日7：00—21：00，随机抽取各测点居民进行问卷调查，每次调查时间15min。共发放问卷215份，收回210份，有效问卷206份。

问卷分别要求受试者对当前风、湿、热环境进行舒适性感受评估和偏好选择。其中热舒适评价采用ASHRAE7点热感觉投票(-3冷，-2凉，-1稍凉，0刚好，1稍暖，2暖，3热)，热偏好采用McIntyre偏好尺(现在希望更冷，不变，更热)，此外还对居民的遮阴偏好进行了调查(希望有遮阴，无遮阴，无所谓)；风感受评价分为风力评价(0无风，1微风，2和风，3大风，4狂风)和风力偏好选择(希望风力变得更弱，不变，更强)；湿感受评价包括空气湿度感受评价(-2太干，-1干，0刚好，1湿，2太湿)以及闷感受评价(-5很闷，-4闷，-3一般，-2舒畅，0很舒畅)。

2 实验结果与分析

2.1 居住区风景园林空间人群行为时空分布分析

居住区实测3日内观测总人数3 793人次(图4)，人群行为时空分布具体分析见图5。

1)广场空间。

广场位于小区中心，为大面积硬质铺装，设置座椅6处，方便居民交谈、锻炼、休憩。日间各高峰活动时间，广场使用人数最多。

2)滨水区与游戏区。

滨水区以交通空间为主，停留休憩空间设置较少。居民使用高峰时段为7：00—10：30，平均逗留时间10min，以观鱼、小坐、寒暄等活动为主。

游戏区以居民晨练与低龄儿童游戏活动为主。8：00以前为居民晨练时间；8：00—10：30，以家长看护下的儿童游戏为主，平均逗留时间约10min。

3)半室外活动区。

半室外活动区位于建筑一层架空层，不易受外界干扰，设置休息座椅，适于长时间交谈。高峰活动时段使用频率仅次于广场。分

表1 SVA·世博花园各风景园林空间特征

功能空间	空间朝向	面积/m ²	硬质铺装面积/m ²	植被围合方式	植被覆盖率/%
广场	东南—西北	700	500	南北围合	38
游戏区	无	700	700	完全围合	70
滨水区	无	1 900	60	完全围合	59
半室内活动区	东—西	400	500	无	0

表2 SVA·世博花园实测气象情况表

日期	2015年8月13日	2015年8月15日	2015年8月15日	2015年8月16日
天气情况	多云	多云	阴	阵雨转多云
实测温度/℃	25.6~33.45	25.4~33.2	25.7~31.9	26.5~31
风向	东南—南风	东南—南风	东南—南风	东南—南风
风速	小于3级	小于3级	小于3级	小于3级



图1 SVA·世博花园功能分区分布及示意图
图2 SVA·世博花园测点分布图

时段可见: 7:00—10:30, 此区域主要为锻炼后的居民休息之处, 人均逗留时间1h; 16:30—18:00, 午休后的中老年人在此休闲交谈, 逗留时间约3h; 19:00后基本无人活动。

2.2 居住区风景园林空间小气候要素测试结果与分析

对各风景园林空间的热环境(太阳辐射和空气温度)、风环境(风速)及湿环境(相对湿度)实测数据进行统计分析, 结合物理空间特征及行为观测结果, 结果如下。

2.2.1 太阳辐射和空气温度实测结果

4种风景园林空间72h平均太阳辐射值(图6), 排序为广场(124.8wat/m^2) > 滨水区(63.7wat/m^2) > 游戏区(57.0wat/m^2) > 半室外活动区(0.5wat/m^2)。空气温度排序从高到低依次为广场(7.85°C) > 游戏区(7.8°C) > 滨水区(6.2°C) > 半室外活动区(4.55°C)(图7)。分析结果见下。

1) 广场硬质铺装面积较大(500m^2), 导致太阳直射辐射和地表辐射吸收量多, 空气温度增幅明显, 持续时间长。已有研究表明, 太阳辐射值与人群活动数量呈负相关。本次行为观测证明, 一天中11:00—14:00, 辐射达到峰值时, 基本无居民活动。

2) 游戏区植被覆盖率高(70%), 由于植被的蒸腾和蒸发作用消耗的潜热大于硬质铺装, 这使得游戏区与周围空气热交换量减少, 获得的热量少, 热效应降低。

3) 水体和相对湿度、空气温度相关性大。虽然夏季水体吸收的太阳辐射较多, 但储热能力强, 不易增温。因此, 滨水区周边空气温度变化幅度小于其他空间。

2.2.2 风速实测结果

4种风景园林空间72h平均风速(图8), 5:30—18:30, 排序为广场(0.44km/h) > 滨水区(0.23km/h) > 游戏区(0.20km/h) > 半室外活动区(0.08km/h); 18:30—5:30, 排序为: 滨水区(0.04km/h) > 半室外活动区(0.03km/h) > 广场(0.02km/h) > 游戏区(0km/h)。分析可知: 广场呈东南—西北走向(西偏北 39°), 与上海夏季城市主导风向平行, 风对流最大。滨水区和游戏区位于住区建筑形成的南

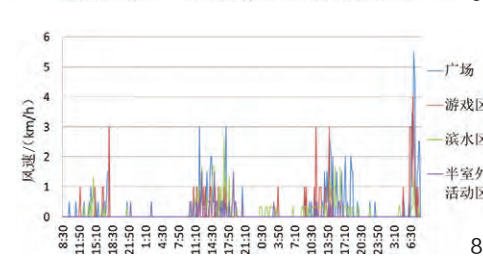
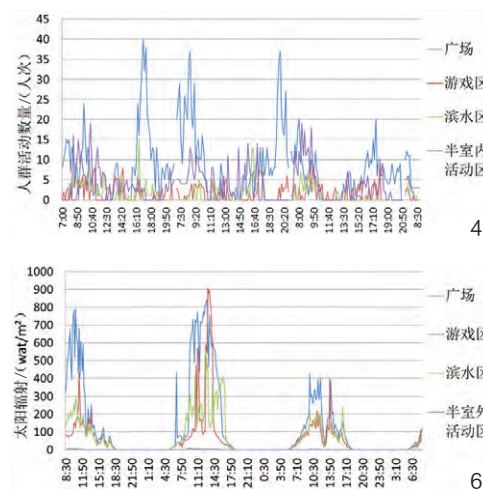


图3 SVA·世博花园14个测点周边环境图

图4 风景园林功能空间活动人次对比图

图5 风景园林功能空间各时段活动人次对比图

图6 风景园林功能空间太阳辐射对比图

图7 风景园林功能空间空气温度对比图

图8 风景园林功能空间风速对比图

图9 风景园林功能空间相对湿度对比图

北向峡谷风道内, 增大了空气流速及热交换。半室外活动区受周边建筑阻挡, 风速较小。

2.2.3 空气相对湿度实测结果

4种风景园林空间72h平均空气相对湿度(图9)可见, 游戏区最高(62.8%), 半室外活动区最低(59.9%)。分析发现:

1) 绿化覆盖率与太阳辐射呈负相关, 游戏区植被覆盖率(70%)较大, 乔灌木种类丰富, 且空间较密闭, 故保湿效果显著;

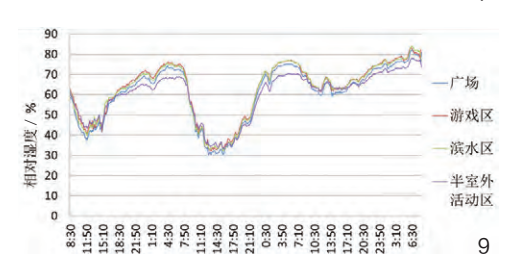
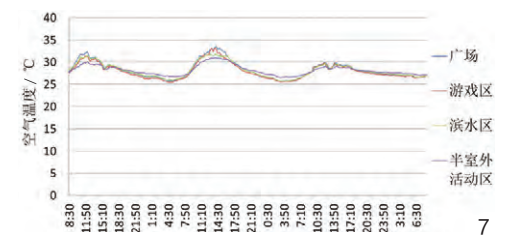
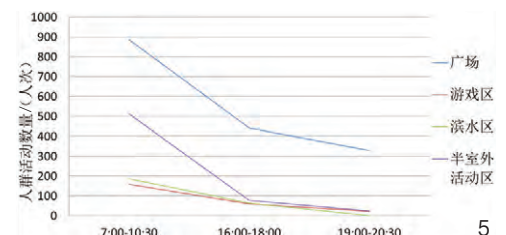


图3 SVA·世博花园14个测点周边环境图

图4 风景园林功能空间活动人次对比图

图5 风景园林功能空间各时段活动人次对比图

图6 风景园林功能空间太阳辐射对比图

图7 风景园林功能空间空气温度对比图

图8 风景园林功能空间风速对比图

图9 风景园林功能空间相对湿度对比图

2) 滨水区上方水汽蒸发导致周边空气相对湿度增高, 增湿作用较强, 但由于风速较大, 在一定程度上降低了相对湿度;

3) 半室外活动区硬质铺装面积大, 缺少植被覆盖, 又远离水体, 相对湿度最低。

2.3 居住区各风景园林空间人群热舒适问卷结果

2.3.1 热感觉评价

各风景园林空间热感觉投票(图10): 1) 日间, 滨水区和广场各有55.56%和50.00%选

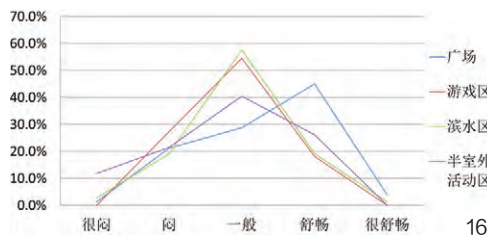
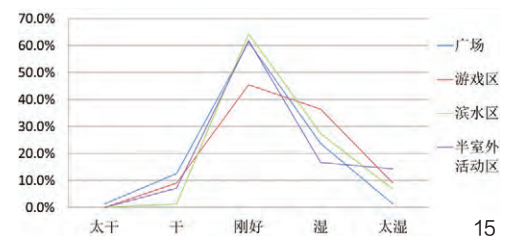
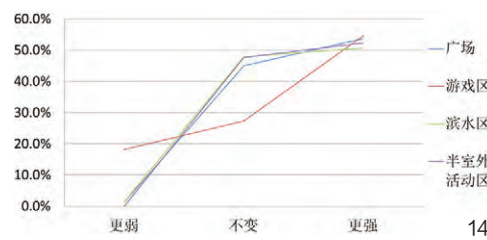
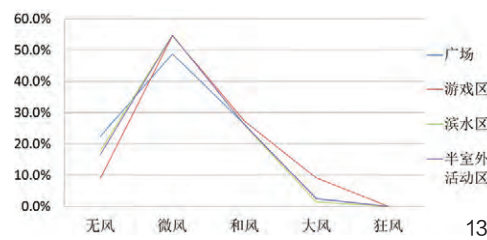
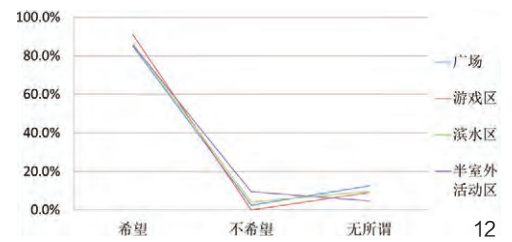
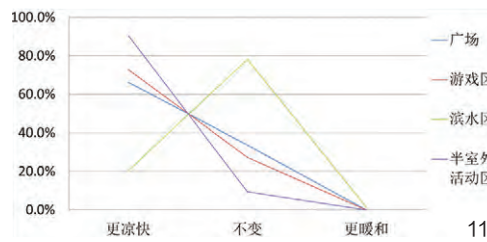
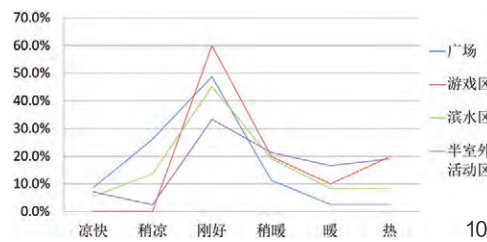


图10 风景园林功能空间热感受投票(TSV)比对比图

图11 风景园林功能空间热偏好比对比图

图12 风景园林功能空间遮阳偏好比对比图

图13 风景园林功能空间风感受比对比图

图14 风景园林功能空间风偏好比对比图

图15 风景园林功能空间湿感受比对比图

图16 风景园林功能空间闷感受比对比图

择“刚好”；半室外活动区28.57%人群选择“暖”；游戏区选择“刚好”“暖”“热”的人群各占1/3；2)夜间，滨水区60%受访者感觉“稍凉”。

各风景园林空间热偏好投票显示，滨水区78.1%人群希望空气温度“不变”；半室外活动区80%人群希望“更冷”；广场35.4%人群希望温度“不变”；游戏区则仅有30%人群希望温度“不变”（图11）。

结合气象实测结果可初步推断，不同的小气候环境(尤其是热辐射)为活动人群带来的热感受存在明显差异，其中滨水区热舒适评价最高，广场次之，半室外活动区热舒适评价最低。

观察坐憩人群可见，日间随着太阳辐射强度增强，居民偏爱有遮阴的休闲空间。全区共有座椅22处，4处为遮阴空间(测点3、8、10、11)，其中测点3为乔木遮阴，测点8、10、11为建筑遮阴。从各座椅空间使用人数统计可见，有遮阴空间使用人数(72.4%)远高于无遮阴空间(28.6%)。问卷调查显示，各空间80%以上受访者希望增加

遮阴空间(图12)。

2.3.2 风感受评价

全区受访者大都认为即时风速柔和，选择“微风”(52.4%)，其次选择“和风”(26.2%)与“无风”(18.9%)，投票结果与风速实测结果相符(图13)。各风景园林空间风偏好投票显示(图14)，52.4%人群均希望风速增大，提高夏季的舒适凉爽感。滨水区风舒适性最高，游戏区最低。

2.3.3 湿感受评价

湿感受投票(图15)表明，滨水区投票者湿感受最明显，36.4%居民认为空气“湿”或“太湿”。认为空气湿度“刚好”的投票数中，滨水区占64.4%，半室外活动区和广场分别为61.9%和61.3%。游戏区人群对湿感受评价最差，仅45.5%人群认为湿度“刚好”，36.4%认为空气较“湿”，与游戏区相对湿度实测结果相符。

闷感受和空气相对湿度相关，除广场外的风景园林空间，选择“闷”的受访者人数均高于舒畅感(图16)。闷感觉投票排序为：游戏区

(27.3%)>滨水区(19.2%)>广场(21.3%)>半室外活动区(21.4%)，其中半室外活动区多达11.9%的受访者认为“很闷”。广场感觉“舒畅”的受访者占45.0%，3.8%人群选择了“很舒畅”，可见广场的湿舒适感最佳。

2.4 住区风景园林空间小气候环境与人群行为感受关系分析

居住区风景园林空间小气候环境影响居民的活动与行为，分区分析如下。

1)广场。

8:00—10:30及16:30—18:00，虽然广场的太阳辐射量最大、空气温度高，但由于风速最大、湿度较小，大多受访者仍然评估温度体感“刚好”，舒适性较高。19:00—20:30，虽然风速减弱，但随着太阳辐射的消失，广场空气温度显著下降，受访者普遍认为体感较舒适。

2)半室外活动区。

基于小气候实测数据结果分析，由于半室外空间受到建筑遮蔽，接受太阳辐射较少，空气温度虽然偏低，但由于受到建筑阻挡，风

速减弱,大多受访者评价舒适性较低。尤其是19:00后,空气温度较高,热舒适评价最低。虽然半室外活动空间存在大量的休息座椅,能在风景园林使用功能上吸引人群的空间使用,但较差的小气候舒适感,导致使用人数和逗留时间均未能达到预期。

3) 游戏区和滨水区。

游戏区植被众多,受太阳辐射影响最小,升温最慢,7:00—10:30期间空气温度最低,风速明显低于临近的广场。但空气湿度在所有高峰活动时段内,均为最高。区内座椅使用率较低,因此,该区不利于人群长期活动,小气候舒适性一般。

滨水区太阳辐射强度、风速、平均湿度居中,区内遮阴空间的座椅是午间高温时段(11:30—15:00)唯一能吸引居民长时间停留的场所。滨水区虽然休息空间不足,人群平均停留时长较短(约为15min),但小气候舒适性得票率最高。

3 小气候适宜的居住区风景园林空间的改善策略

上述研究发现,风景园林空间朝向、绿化覆盖率及水体是影响住区小气候的主要空间要素;太阳辐射与风速是影响居住区人群行为的主要小气候要素;遮阴是夏季人群休憩空间遴选的关键因素。基于以上分析,为提高城市居住区风景园林空间的使用率,设计必须改善风景园林空间的小气候环境,以改善使用人群的热舒适感受,本文提出以下设计提升策略。

1) 合理设计休息区的遮阴空间,提升热舒适度。

遮阴设施可阻挡短波辐射通量,降低广场表面温度。增加落叶阔叶乔木尤其是冠幅较大的乔木来提供遮阴,根据植物蒸腾速率规律进行合理配置,不仅可以降低空气温度,还可以调节空气湿度。炎热季节,人们大多偏向选择凉爽的气温和光照微弱的环境,因此树荫和人工遮阴能适应人群的夏季活动。为满足人们活动内容及地点多重选择的需求,可设置具有不同遮阴度的休息空间,便于居民灵活使用。

2) 合理设置风景园林空间朝向,提升风舒适度。

空间朝向影响太阳辐射、空气温度和风速。已有大量研究发现太阳辐射与空气温度是影响户外空间使用的主要因素,与户外空间使用频率呈负相关。但本研究结果与已有发现有所差异,除热要素外,风也是影响风景园林空间感受和活动不可忽视的小气候因素,风速在影响人群行为及舒适性方面起到重要作用。广场走向与城市夏季主导风向一致时有利于气流疏导,增大空气流速及场地热交换,降低空气温度。在中国南方地区,广场设计应以改善小气候热环境为主要目的,朝向应尽量与城市夏季主导风向一致,并保持此方向空间通透。

3) 合理增加风景园林空间绿量和水体面积,提升湿舒适度。

植被空间结构越复杂;灌木(小乔木)绿量越大,高度越高,风速降低越明显,导风能力越差;乔木绿量是减少太阳辐射量的关键影响因素。多种乔灌木的混合运用能有效增加空气相对湿度,提高人体湿感受。软硬地表交错排布产生的地表辐射差值,可导致局部空气温度差,出现小型冷热源,从而促使空间内部空气保持流动。树木虽然能产生树荫,但同时也阻碍了风的进入。因此,设计需针对空间功能,适度调节太阳辐射和风速,寻找适合场地的绿化率和绿量值。

Saaroni等^[8]的研究表明城市水体具有良好的夏季降温作用,在冬季和夜间起保温作用。一年四季,绿地和水面均有增湿作用,夏季的增湿作用最强,其次为春季和秋季,冬季的增湿作用较弱。住区水体的设置能有效提高夏季干燥时期的空间利用率。

4 结语

城市居住区风景园林空间的使用情况常被视为评价场所设计是否成功的标准。目前的研究发现,气象参数显著影响了室外公共空间的使用。空气温度和太阳辐射、风速、空气相对湿度是影响人群行为活动的主要气象因子,能同时在生理和心理层面对使用者产生影响,是风景园林空间设计的重要气象考量标准。

本研究对SVA·世博花园小气候要素及居民行为活动进行了全面的基础调查。由于调研样本单一,因此,仅提出了适宜于该住区的研

究结果与改善策略,未来还将在增加样本量的基础上,对风景园林小气候空间与人群的行为关系做出进一步深入研究,结果将对城市风景园林小气候适宜性规划设计理论与方法提供数据支撑。

参考文献:

- [1] 刘滨谊,张德顺,张琳,等.上海城市开敞空间小气候适宜性设计基础调查研究[J].中国园林,2014(12):17-22.
- [2] 董芦笛,李孟柯,樊亚妮.基于“生物气候场效应”的城市户外生活空间气候适应性设计方法[J].中国园林,2014(12):23-26.
- [3] 刘滨谊,林俊.城市滨水带环境小气候与空间断面关系研究:以上海苏州河滨水带为例[J].风景园林,2015(6):46-54.
- [4] 刘滨谊,梅歆.风景园林小气候感受影响机制和研究方法[C]//2015年中国风景园林学会年会论文集,2015.
- [5] 刘滨谊,匡伟.城市风景园林小气候空间单元物理环境与感受信息数字化模拟研究[C]//中国首届数字景观国际研讨会论文集,2013.
- [6] 李宾,张德顺.上海传统园林空间布局中小气候营造初探[J].现代园林,2014,11(9):38-45.
- [7] Saaroni H, Ben-Dor E, Bitna A, et al. Spatial distribution and microscale characteristics of the urban heat island in Tel-Aviv, Israel[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2000(48):1-18.
- [8] Eliasson I, Knez I, Westerberg U, et al. Climate and behaviour in a Nordic city[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 82: 72.

(编辑/李旻)

作者简介:

刘滨谊/1957年生/男/辽宁法库人/博士/同济大学建筑与城市规划学院景观学系教授,博士生导师/同济大学风景科学研究所所长/国务院学位办风景园林学科评议组成员兼召集人/国务院学位办风景园林专业硕士指导委员会委员/全国高等学校风景园林专业教指委副主任/上海市风景园林学会副理事长/研究方向为景观分析理论、风景园林规划设计/本刊副主编(上海200092)

梅歆/1983年生/女/浙江绍兴人/同济大学建筑与规划学院景观学系在读博士研究生/研究方向为风景园林规划设计(上海200092)

匡伟/1982年生/女/江苏苏州人/博士/同济大学建筑与规划学院景观学系在读博士后/研究方向为风景园林规划设计(上海200092)