

福州市公园不同类型滨水空间对热舒适的影响研究

黄艺 黄启堂* 蔡宜静 林晴
福建农林大学风景园林与艺术学院
DOI:10.32629/eep.v8i10.2927

[摘要] 城市热环境问题在湿热型城市日益突出,严重影响居民健康与户外活动意愿。滨水空间因其独特的生态调节与景观感知功能,被认为是缓解城市热岛效应、改善户外热舒适的重要途径。以福州典型湿热气候下的西湖与左海公园为例,依据距离水体的远近,将滨水空间划分为亲水、近水、临水与远水四类,通过实地气象监测与居民问卷调查相结合的方法,探讨不同类型滨水空间的微气候特征及其对居民热感知的影响差异。结果表明:(1)远水空间具备最低的平均黑球温度(Tg)和太阳辐射强度,显示出优于近水区域的客观热环境条件;(2)尽管亲水及近水空间的气温略高,但居民在这些空间的热接受度与偏好得分显著更高,表明水体的视觉、心理或微气候效应能够增强主观热舒适度;(3)空气温度(Ta)是影响热感(TSV)、舒适度(TCV)及偏好(TPV)的首要环境因子,其次为黑球温度(Tg)。

[关键词] 城市热环境; 湿热气候; 滨水空间; 热舒适; 微气候

中图分类号: TU986.2 **文献标识码:** A

Study on the Impact of Different Types of Waterfront Spaces in Fuzhou Parks on Thermal Comfort

Yi Huang Qitang Huang* Yijing Cai Qing Lin

College of Landscape Architecture and Art, Fujian Agriculture and Forestry University

[Abstract] Urban heat stress has become increasingly prominent in hot-humid cities, posing serious challenges to public health and outdoor thermal comfort. Waterfront spaces, with their ecological and landscape advantages, are often considered effective for mitigating urban heat and improving outdoor thermal perception. This study investigated Fuzhou's Xihu and Zuohai Parks, representative waterfront spaces in a typical hot-humid climate, and classified the spaces into four types—waterside, near-water, adjoining-water, and distant-water—based on proximity to water bodies. By integrating on-site microclimate monitoring with resident questionnaires, we explored the variations in microclimatic conditions and subjective thermal perceptions across these spatial types. Results indicate that: (1) distant-water areas exhibited the lowest mean globe temperature (Tg) and solar radiation, reflecting objectively more favorable thermal environments compared to near-water zones; (2) despite slightly higher air temperatures in waterside and near-water areas, residents reported significantly higher thermal acceptability and preferences in these spaces, suggesting that visual and psychological effects of water can enhance subjective thermal comfort; (3) air temperature (Ta) emerged as the primary environmental factor influencing thermal sensation votes (TSV), thermal comfort votes (TCV), and thermal preference votes (TPV), followed by globe temperature (Tg).

[Key words] urban heat environment; hot-humid climate; waterfront spaces; thermal comfort; microclimate

城市化进程的加快,进一步加剧了城市的湿热环境问题^[3],以热岛效应为代表的城市热环境问题尤为突出,严重影响到城市居民的身心健康和生活质量^[1-2]。滨水空间作为城市中人与自然交汇的重要载体,因其独特的生态功能和社会互动价值,逐渐被视为建设健康城市的重要空间资源^[4]。近年来,随着城市更新的不断推进,滨水空间与其他类型的城市自然环境相比,更具有成为恢复性景观和公共卫生资源的潜力^[5]。与一般绿色空间相

比,蓝色空间更具备缓解压力、提升公众幸福感的优势^[5],因此如何发挥滨水空间在改善城市热环境与提升居民热舒适方面的作用,已成为当前研究热点。

近年来,众多国内外学者运用多样化的技术手段深入探讨滨水空间及相关城市绿地对热环境及热舒适度的影响机制。Wiebke^[6]结合实地监测与问卷调查,对比了13个城市公园与城郊草地的热条件,研究指出绿色基础设施可有效提升公众的热舒适感知。

赵欣^[7]对哈尔滨市松花江南岸滨江开放空间的微气候环境及游客行为活动进行了调研分析,揭示了微气候效应与游客的综合舒适度、热感觉之间存在显著的线性关系。段思芃^[8]运用空间句法软件对沈阳市浑河核心段滨水公园空间环境进行了分析,并针对现状问题提出了优化建议。

以往针对滨水空间热舒适的研究针对滨水空间热舒适的具体研究较少,本研究选取福州市湿热地区的不同类型滨水空间为研究对象,探索不同滨水空间类型对居民热舒适的影响机制,为未来其他城市滨水空间的规划建设提供理论参考。

1 研究区概况

福州市位于福建省东部,气候属亚热带季风气候,常年温暖湿润,夏季高温高湿,最高气温曾达42.3℃,是全国著名的“火炉城市”之一,热岛效应明显。

本研究选取福州西湖公园和左海公园作为研究对象。西湖公园位于市中心,面积42.51hm²,其中水体占比超70%,植被丰富、绿树成荫。左海公园位于西北部,是典型的“城湖共生”公园,总面积51.3hm²,湖面占比超过一半,景观以湖泊、人工岛和栈桥为特色。两公园兼具生态景观和人文资源,是市民重要的休闲与生态空间

2 研究方法

2.1 测点布置及特征

基于滨水空间中水体的可接触程度,将研究区划分为亲水空间、近水空间、临水空间与远水空间四类^[9-10]。亲水空间具有无障碍的亲水设施,使得游人能够直接接触水体^[11-12];近水空间内设有近水平台和栈道等设施,游人可在这些平台上欣赏水景或进行垂钓,但存在一定的垂直距离,无法直接接触水体^[13];临水空间内游人活动区与水体之间由低矮的水生植物或设施隔开,与水体保持一定的水平距离,但游客仍可在该空间内欣赏到水面景观;而远水空间游人活动区域靠近水体,但视线被植物完全遮挡,活动区域与水体隔离,无法直接观赏水面。

在样地选取过程中,结合空间的地形特征、可达性与居民活动特点,分别在西湖公园和左海公园各选取4个典型样地,共8个样地作为研究对象。具体包括西湖公园的姐妹亭、击楫碑、榭坪屿、林下空间,以及左海公园的湖边休憩空间、湖边凉亭、桥边休憩空间和林下空间^[14]。

2.2 热环境实测

本次实测时间安排在2024年7月31日至8月3日,8月5日至8月7日,在上述样地同步观测气象指标,观测时间为每天7:00至18:00。空气温度(Ta)、黑球温度(Tg)、相对湿度(RH)由AZ87786温湿度计采集,太阳辐射(G)由泰仕TES-1333太阳辐射仪测量,风速(V)由Kestrel-3000风速仪测量,所有气象因子的采集频率均为每分钟一次。实验仪器距地1.2米,用以模拟成人站立时的胸口至头部区域的热感受。

2.3 问卷调查

研究调查问卷包括三部分内容:即受访者基本信息、热舒适感知、环境特征感知。第一部分包括年龄、性别、身高、体

重、着装等基本信息;第二部分为热感知问卷,旨在获取游客在当前空间的热感受,包括热感觉投票(Thermal Sensation Vote, TSV)、热舒适投票(Thermal Comfort Vote, TCV)、气象要素偏好,第三部分为环境特征感知,旨在获取游客对当前空间环境的满意程度。

3 结果分析

3.1 不同滨水空间的热环境实测结果分析

针对四种类型空间的空气温度(Ta)和黑球温度(Tg)进行单因素方差分析,以检验多组样本均值差异的显著性。结果显示,亲水空间与近水空间的黑球温度(Tg)较高,而远水空间的Tg最低。组间Tg差异显著,远水空间与亲水空间及近水空间之间存在显著差异。然而,四类空间的空气温度(Ta)差异不显著,表明在相似气候环境条件下,空间类型的物理特征对空气温度的影响较为有限。

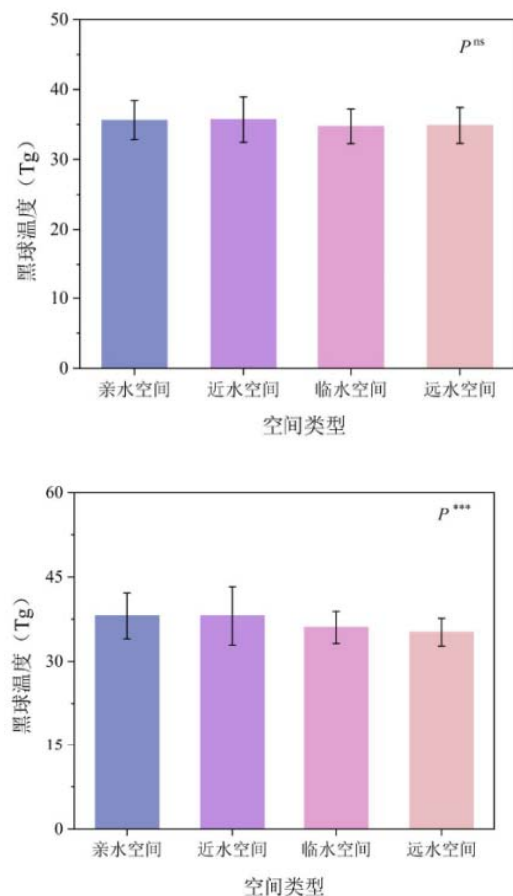


图1 不同空间类型间黑球温度与空气温度的差异分析

不同空间类型间太阳辐射的单因素方差分析结果显示,4种空间类型之间存在显著差异(p<0.001),太阳辐射强度的整体排序为:近水空间>亲水空间>临水空间>远水空间。检验得出,近水空间和亲水空间的太阳辐射值显著高于远水空间,而临水空间与近水空间及亲水空间之间的差异不显著,但与远水空间差异显著。说明太阳辐射值的显著差异可能受到空间开敞度、植被覆盖度等因素的影响。4种空间类型的相对湿度值(RH)之间差

异不显著 ($p > 0.05$)。4个空间类型的风速 (V) 之间也不存在显著差异 ($p > 0.05$)。在事后检验中, 计算了不同空间类型之间的均值差异, 但由于整体差异不显著, 两两对比的均值差异也存在不显著情况。因此, 风速均值在空间类型间的差异, 更可能是由环境变化、局部风场等偶然因素导致, 而非空间类型的固有特征。

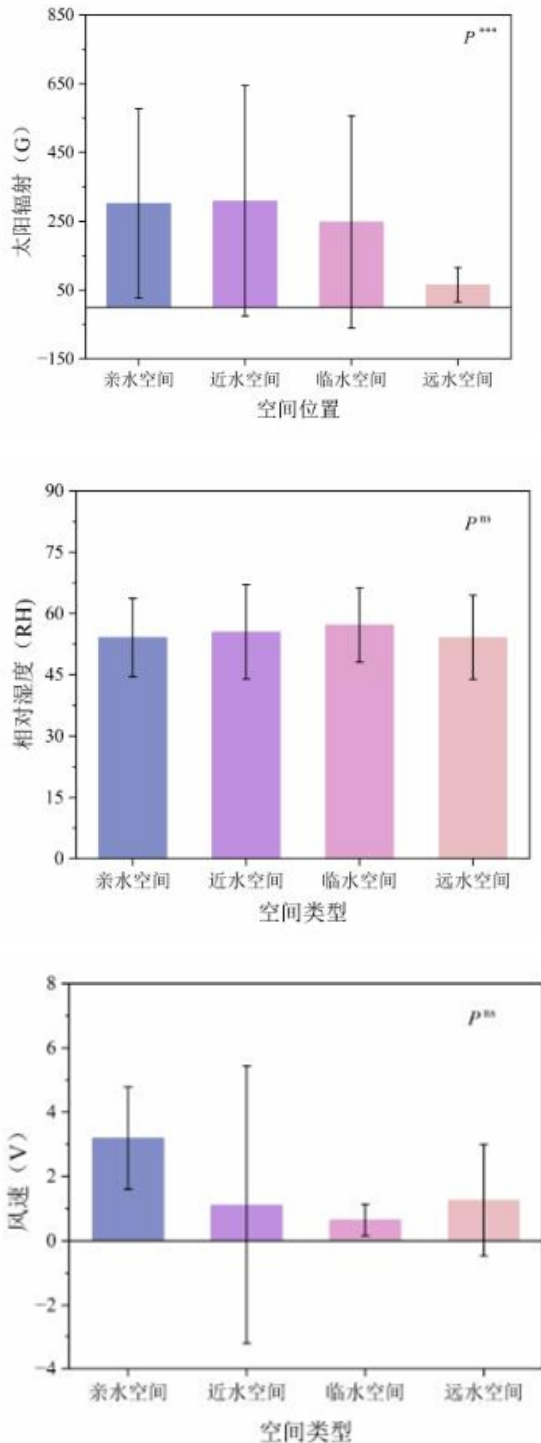


图2 不同空间类型间太阳辐射、相对湿度和风速的差异分析

3.2热舒适评价分析

四类滨水空间中的热感觉投票 (TSV) 如图所示, 受试者的热

感觉主要集中在“适中”和“稍热”, 说明大多数受访者处于适中或较热的热感状态。临水空间的凉爽感受比例最高; 远水空间则适中感受比例最高且炎热感受最低, 反映出其较稳定的热环境舒适性。亲水空间中稍热感受比例偏高; 近水空间则在“适中”和“温暖”之间分布较为均衡。显示的热接受 (TAV) 分析结果表明, 大多数受试者在四类空间中的热接受度均较高, 其中远水空间的接受度最低, 近水空间最高。热舒适投票 (TCV) 结果显示, 所有滨水空间类型均无“非常不舒适”的投票, 说明整体热舒适水平较高。远水空间在“较舒适”和“很舒适”的比例中占优, 反映出其环境对热舒适性的显著改善作用。

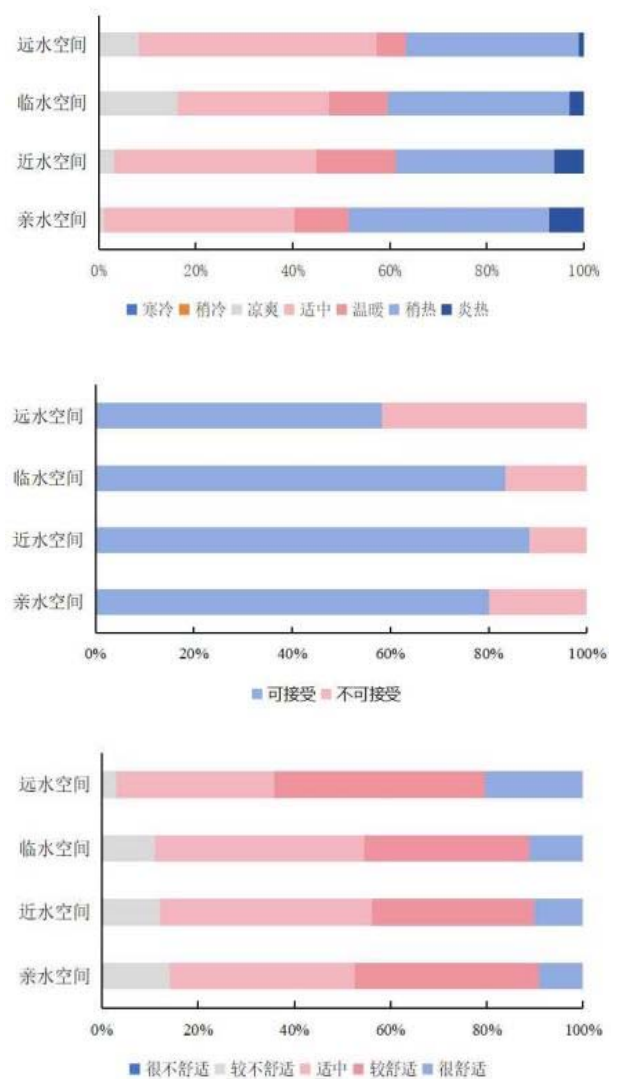
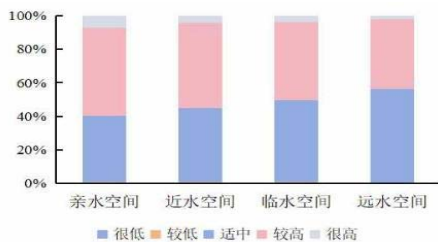
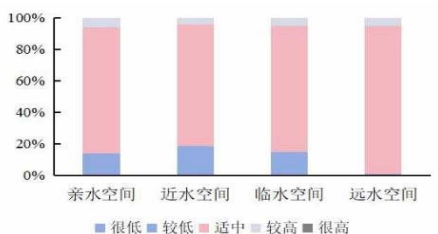


图3 不同类型空间的TSV、TAV和TCV分析结果

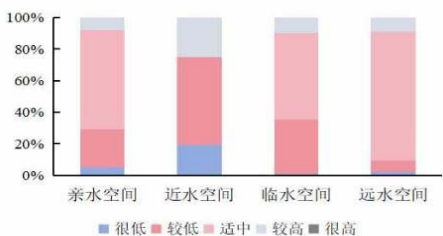
热气象感受投票 (TMV) 结果如下: 在温度方面, 四类空间的排序为亲水空间 > 近水空间 > 临水空间 > 远水空间; 在湿度感受方面, 排序为远水空间 > 临水空间 > 近水空间 > 亲水空间; 在阳光感受方面, 排序同样为远水空间 > 临水空间 > 近水空间 > 亲水空间; 在风速感受方面, 排序为远水空间 > 近水空间 > 临水空间 > 亲水空间。



a) 温度



b) 湿度



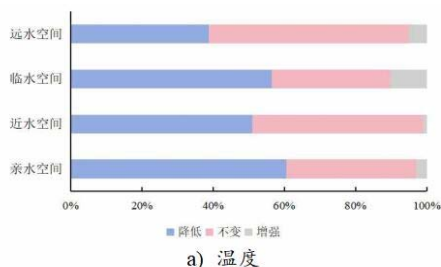
c) 阳光



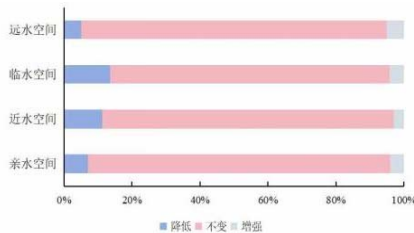
d) 风速

图4 不同类型空间的TMV分析结果

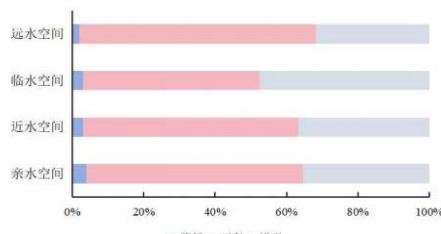
热偏好投票结果显示, 四类空间在热舒适偏好上存在差异。多数游人倾向于希望温度“降低”。在湿度偏好方面, 远水空间中大多数人选择“不变”; 而亲水空间和近水空间中, 更多受试者偏好湿度“较低”。在亲水空间中, 最多游人希望阳光“较低”。风速偏好方面, “不变”偏好比例最高, 近水空间的游人希望风速降低的比例高。



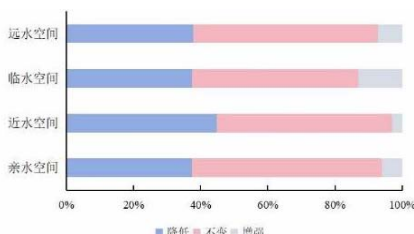
a) 温度



b) 湿度



c) 阳光



d) 风速

图5 不同类型空间的TPV分析结果

3.3 气象参数与主观热舒适的相关性分析

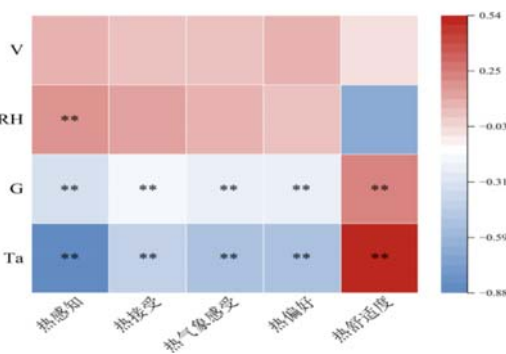


图6 气象参数与主观热舒适度相关性分析表

由受试者的主观热舒适结果可知, 受访者对于不同气象参数的感受存在一定的差异, 对其进行皮尔逊相关性分析。结果表明, 空气温度(Ta)与所有热感知变量均呈显著负相关($p < 0.01$), 并且与热感知的相关系数最高, 此外, 空气温度与热接受度、热气象感受、热偏好均呈显著负相关, 与热舒适度呈正相关, 说明较高的气温可能降低个体的热舒适度。太阳辐射(G)与各变量呈现显著负相关、与热舒适($p > 0.05$); 相对湿度(RH)仅与热感知呈显著正相关, 其余指标相关性不显著; 此外, 风速(V)与各热反应指标相关性均较弱且未达显著。总体来看, 气温和太阳辐射是影响主观热感受的主要气象因子, 而湿度和风速作用相对有限。

4 结论与讨论

(1) 研究结果表明, 不同滨水空间类型在热环境特征、热舒适体验、热气象感受与热偏好方面存在显著差异, 体现出不同空间类型的环境优势与不足。远水空间的黑球温度和太阳辐射强度最低, 客观热环境条件优越; 亲水与近水空间的黑球温度和太阳辐射强度较高, 但主观环境感受更佳。远水空间在热感知和热舒适方面表现最佳, 说明其植被覆盖和遮荫条件有利于形成优良微气候; 但其热接受度和热偏好偏低, 个体更倾向于回避当前热环境。可能原因在于远离水体削弱了水景可视性和环境联结感, 从而降低主观吸引力。相较之下, 亲水与近水空间虽然热负荷较高, 却在热气象感受、热接受度和热偏好方面更突出, 受试者普遍愿意接受并偏好这类热环境。总体来看, 远水空间在客观微气候上更具优势, 亲水与近水空间在人居热环境的主观适应性上更具优势, 说明滨水热舒适受物理调节与水体可及性、景观感知等心理因素的共同影响, 水体要素对提升热舒适具有重要作用^[15]。

(2) 气象参数与主观热舒适的相关性分析进一步揭示了不同气象因素的作用差异。其中, 空气温度(T_a)与热感知、热接受度、热气象感受、热偏好均呈显著负相关, 与热舒适度呈正相关, 表明气温升高时, 个体的热舒适度降低, 对环境的接受度也随之下降。此外, 太阳辐射(G)与各变量的相关性不显著, 湿度(RH)仅与热感知呈现显著正相关, 而风速(V)对主观热舒适的影响不显著。由此可见, 在本研究情境下, 气温的解释力远高于其他气象要素, 湿度和风速的影响相对有限。

(3) 本研究仍存在一定局限。一是数据仅采集于夏季极端高温期间, 尚未覆盖其他季节和多样天气情景, 难以反映全年热舒适特征; 二是尚未进一步量化不同空间类型和景观配置下的最佳调节范围与阈值。未来可在多季节、多气候背景下开展长期监测, 并结合植被结构、水体尺度和遮荫格局等具体设计指标, 提出更精细的滨水热环境优化策略。

[参考文献]

- [1] 黄焕春, 严思平. 城市热岛效应研究热点与前沿的可视化分析——基于CiteSpace聚类分析[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2021, 20(06): 94-110.
- [2] 王霞. 皖北热环境效应分析及其影响因素研究[D]. 安徽建筑大学, 2022.
- [3] 冯雷, 李旭东. 高温热浪对人类健康影响的研究进展[J]. 环境与健康杂志, 2016, 33(02): 182-188.

[4] White M P, Elliott L R, Taylor T, et al. Recreational physical activity in natural environments and implications for health: A population based cross-sectional study in England[J]. Preventive Medicine, 2016, 91, 383-388.

[5] 苏春雨, 武凤文, 王梓茜. 基于CiteSpace和Vosviewer耦合分析的国外城市滨水空间研究及启示[J]. 北京规划建设, 2023(4): 119-124.

[6] Klamm W, Heusinkveld B G, Lenzholzer S, et al. Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in The Netherlands[J]. Building and Environment, 2015, 83: 120-128.

[7] 赵欣. 基于微气候热舒适的滨江开放空间环境质量提升策略研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2019.

[8] 段思芃. 基于空间句法的沈阳市浑河核心段滨水公园空间研究[D]. 沈阳农业大学, 2020.

[9] 赵莹. 基于景观三元论的沈阳市滨水游憩空间调查研究[D]. 沈阳农业大学, 2019.

[10] 范淑娇, 崔丽娟, 雷茵茹, 等. 浅议湿地公园滨水游憩空间设计[J]. 湿地科学与管理, 2017, 13(02): 9-14.

[11] 吴玉萍, 闫晨, 李房英, 等. 滨水空间视觉要素对水景吸引力感知的影响[J]. 南方园艺, 2022, 33(02): 60-65.

[12] 马金辉. 重庆滨江亲水空间夏季热环境实测与人体热舒适研究[D]. 重庆大学, 2021.

[13] 陈子豪, 施红. 城市广场亲水空间使用后评价研究——以重庆三峡广场为例[J]. 城市建筑, 2023, 20(02): 207-210.

[14] 李潇风. 城市滨水空间不同遮荫环境下热舒适研究[D]. 华北水利水电大学, 2023.

[15] Yi M, Yuhang H, Dan H, et al. Optimization design of waterfront tour routes under thermal comfort assessment in summer—a case study of West Lake in Hangzhou, China[J]. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2024, 23(4): 1471-1487.

作者简介:

黄艺(2001--), 女, 汉族, 福建南平人, 硕士在读, 在读专业, 风景园林学, 研究方向: 风景园林规划设计。

*通讯作者:

黄启堂(1963--), 男, 汉族, 福建三明人, 硕士, 职称: 教授, 研究方向: 风景园林规划设计, 园林植物应用。