

董贺轩 高翔 DONG Hexuan, GAO Xiang

基于愉悦度的街道植物空间尺度特征评价研究

以武汉市为例

Research on the Evaluation of Street Plant Spaces' Spatial Scale Characteristic Based on Pleasantness

A Case Study of the City of Wuhan

摘要 城市街道作为重要的公共空间,植物景观是其组成部分之一,除空间构成的作用外,还具有美化及生态作用,对人的身心健康产生影响。研究在健康疗愈导向下,基于愉悦度视角,以武汉市9个街道植物空间为样本,对其尺度特征(可步行宽度、高度、宽度、边长、面积、形状系数、植物边长占比)进行现场调研及数据采集,同时对空间中步行愉悦度进行评价,分析两者之间的关联性。结果表明,影响街道植物空间步行愉悦度的尺度特征指标有可步行宽度、高度、宽度、边长、面积,其中高度、宽度、边长、面积与愉悦度呈显著正相关。研究结果可为建设城市疗愈街道提供理论指导与参考,帮助提升城市街道的人性化程度。

关键词 城市设计;疗愈街道;植物空间;尺度特征;步行愉悦度

ABSTRACT Urban streets are important public spaces, and the vegetative landscape is one of its components, which plays an important role in spatial composition, beautification, and ecology. Street plants can also affect public health physically and mentally. Under the guidance of health treatment, this study is carried out through on-the-spot research and data collection from 9 sample street plant spaces in Wuhan based on the rating of people's pleasantness while walking in the space. And then, scale characteristics (walkable width, height, width, side length, area, SI, proportion of plant side length) and scores of walking pleasantness of street plant space samples are obtained. And finally, their relation is analyzed. The results show that

the influence factors of street plant spaces' spatial scale characteristics to walking pleasantness include walkable width, height, width, side length, and area. The study result can provide theoretical guidance and reference for the construction of urban healing streets, thus improving the humanization of urban streets.

KEY WORDS Urban Design; Healing Street; Plant Space; Spatial Scale Characteristics; Walking Pleasure

中图分类号: TU985.12*2

文献标识码: A

文章编号: 1005-684X(2022)05-0052-06

DOI:10.13717/j.cnki.ta.2022.05.021

1 前言

在建设健康城市的背景下,街道作为城市主要的公共空间,其所带来的健康疗愈效益越发受到人们的重视^[1-6]。疗愈街道是品质较高的健康街道,其促进健康的作用包括生理和心理层面,尤其是在心理层面上,具有放松精神、平静心绪、激发情绪等积极促进及康复治疗作用^[7-9]。在以人为本的街道建设理念下,步行者作为街道使用主体的地位得到提高,愉悦度作为评价步行者心理感受的重要指标之一,可以反映街道的人性化建设水平^[10-11]。

同时,城市绿化作为城市中的近自然景观,对人

们的心理健康具有积极的作用,可以提高幸福感、缓解压力^[7, 12-13]。已有研究证明,植物是影响街道疗愈性的显著要素,对于建设疗愈街道具有重要作用^[14-16]。植物是街道空间的重要构成要素,不仅构成街道植物空间,还限定步行者的活动空间范围。但关于街道植物的研究大多关注植物作为绿化本身的生态、美化属性,对街道植物空间属性的相关研究较少^[11, 16-23]。

因此,本文在以人为本的街道建设背景下,以健康疗愈为导向,分析街道植物空间尺度特征与步行愉悦度的关联,从而探索影响步行愉悦度的街道植物空间尺度特征指标,进一步提出街道植物空间的优化策略。

2 研究范围及方法

2.1 研究内容

研究分为街道植物空间尺度特征、街道植物空间愉悦度及两者之间的关联性三个部分。首先,基于国内外相关研究,分别建立街道植物空间尺度特征及愉悦度的指标体系,然后通过实地调研法、栅格法、问卷调查法等搜集整理相关数据,最后运用 SPSS 26.0 软件进一步分析两者之间的相关性。

街道植物空间指以植物为主体要素所形成的空间^[24],本文基于步行者的视角,将街道植物空间范围进一步限定在人行道两侧的绿化设施带中植物所限定的空间

范围,根据绿化设施带及种植植物情况的不同,可分为4类空间,如图1所示(图中蓝色部分即街道植物空间范围)。结合植物空间及街道空间的尺度评价体系^[18, 25-26],本文将街道植物空间尺度特征细分为7个指标:可步行宽度(P)、高度(H)、宽度(W)、边长(L)、面积(S)、形状系数(SI)、植物边长占比(G)。其中,可步行宽度(P)代表街道植物空间可用于人们步行连续通过的宽度,根据街道实际情况,可增加不影响通行的树篦子、落水口篦子等的范围;高度(H)为街道中植物所限定空间的最高处至地面的垂直距离;边长(L)和面积(S)分别为街道植物空间横截面的边长和面积;形状系数(SI)代表街道植物空间形状的复杂程度,计算公式为 $SI=L/(2\sqrt{\pi S})$ (S=面积,L=边长);植物边长占比(G)即街道植物空间横截面中植物元素边长所占总边长的比例。

愉悦度指步行者在街道植物空间中进行步行活动的愉悦程度,表示情绪的积极/消极程度。结合愉悦度及街道品质的评价体系^[14, 27-32],本文将愉悦度的评价分为5个方面:安全感、舒适度、放松度、吸引力、满意度。其中,安全感指人们在街道植物空间感受到的机动车/非机动车的威胁、潜在犯罪侵害的被害恐惧感,枝、叶、果掉落等的担心程度;舒适度指人们在街道植物空间中步行的适应程度及感到舒适的程度;放松度指街道植物空间带来的缓解压力、释放烦恼等的程度;吸引力指街道植物空间的迷人及有趣程度;满意度指人们在街道植物空间中进行活动的满意程度。研究基于愉悦度评价体系制定调查问卷,采用7级李克特量表法进行评分,得分分别为-3、-2、-1、0、1、2、3。

2.2 研究对象

研究地点选择在湖北省武汉市,根据《武汉市城市总体规划图(2017—2035年)》、百度街景图等初步选择街道样本,接着通过实地调研进一步选择9个典型样本进行分析。选取街道植物空间样本有以下原则:(1)街道植物生长状况良好,植物能起到较为显著的空间构成作用;(2)街道植物种植方式不同,能代表大多数街道植物空间的构成形式;(3)街道其余基础设施建设状况较好,以减少除植物外其他要素对愉悦度评价的影响。

夏季的植物空间限定作用最强,根据武汉地区街道植物的生长规律及气候状况,选择2022年7月18日及7月19日上午采集各街道植物空间样本图像。图像采用与人的视角类似的24mm定焦标准镜头、选取1.6m平均人眼高度^[33]进行水平拍摄,通过PTGui软件将所采集图像合成全景图像并进行变形矫正,最后截取人的视野范围^[34]作为最终图像(见图2)。

同时,对各街道植物空间的植物及其他构成空间的要素进行梳理,其中,左侧为靠近机动车/非机动车道一侧,右侧为靠近建筑一侧(见表1)。限定街道植物空间的植物要素为乔木、灌木、草本等,乔木的树冠部分、灌木及草本对空间有强分割作用,乔木

的树干对空间的分割作用较弱;其他要素为篱笆、栅栏、围墙等,对空间的分割作用依次递增。

运用栅格法对样本街道植物空间进行统一抽象化处理,将图像转化为0.25m×0.25m的栅格,便于统计及比较各样本的尺度特征(见图3)。

3 结果分析

3.1 样本街道植物空间尺度特征

研究将街道植物空间尺度特征各指标(可步行宽度、高度、边长、面积、形状系数、植物边长占比)进行分级分组,然后绘制街道植物空间尺度特征分组和属性信息图,对街道植物空间样本进行对比分析(见图4)。

街道植物空间的可步行宽度集中在2.0~4.0m,样本5最大(4.50m);高度集中在3.0~7.0m,样本3最大(8.00m);宽度集中在3.0~5.0m,样本3最大(6.75m);边长集中在12.0~24.0m,样本3最大(29.50m);面积集中在8.0~24.0m²,样本3最大(33.75m²);形状系数集中在1.2~1.4,样本3(1.4325)和样本4(1.4338)较大;植物边长占比在0.4~0.9不等。

3.2 愉悦度评分

为保证被试者明晰街道植物空间的概念及相关专业术语,选择的被试者均为风景园林、城市设计、建筑及相关专业学生,共计20人。被试者首先做2个街道植物空间样本的预实验,熟悉调查目的及评分规则,接着对研究的街道植物空间样本进行愉悦度评分,每人做了两次实验,同时测试时样本的顺序被完全打乱以避免影响评分。

计算得到各街道植物空间样本愉悦度的得分为0.7296、0.5944、1.1167、0.0685、0.7963、1.0315、0.2907、0.3685、0.4370。愉悦度得分大于1的有样本3、样本6,得分在0.5~1的有样本1、样本2、样本5,得分小于0.5的有样本4、样本7、样本8、样本9。

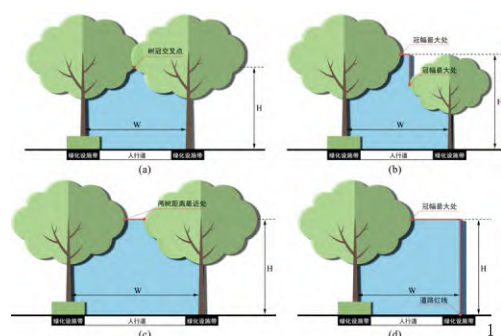
街道植物空间样本各愉悦度影响因子的评分结果如图5、图6所示。图5表示被试者的评分分布情况:样本1、样本7、样本8、样本9的安全感,样本9的放松度,样本6的满意度的评分具有明显分异。图6表示街道植物空间样本愉悦度各影响因素评分,可以看出仅有样本4的满意度和吸引力评分为负值,安全感评分最高的街道植物空间为样本6,舒适度评分最高的街道植物空间为样本1,放松度评分最高的街道植物空间为样本5,吸引力和满意度评分最高的街道植物空间为样本3。

3.3 街道植物空间尺度特征与愉悦度的关联分析

笔者将街道植物空间尺度特征指标与相应的愉悦度各影响因素进行了皮尔逊(Pearson)相关性分析,并绘制相关性热图(见图7)。填充的蓝—白—红色块的颜色梯度代表相关性大小。

结果显示,街道植物空间尺度特征指标对安全感无显著影响。相较于街道中的植物要素,栅栏、栏杆、墙等更容易给步行者带来较高的安全感,同时通过访谈可知,街道设施绿化带的宽度可以影响安全感。街

1. 街道植物空间
1. Street plant space



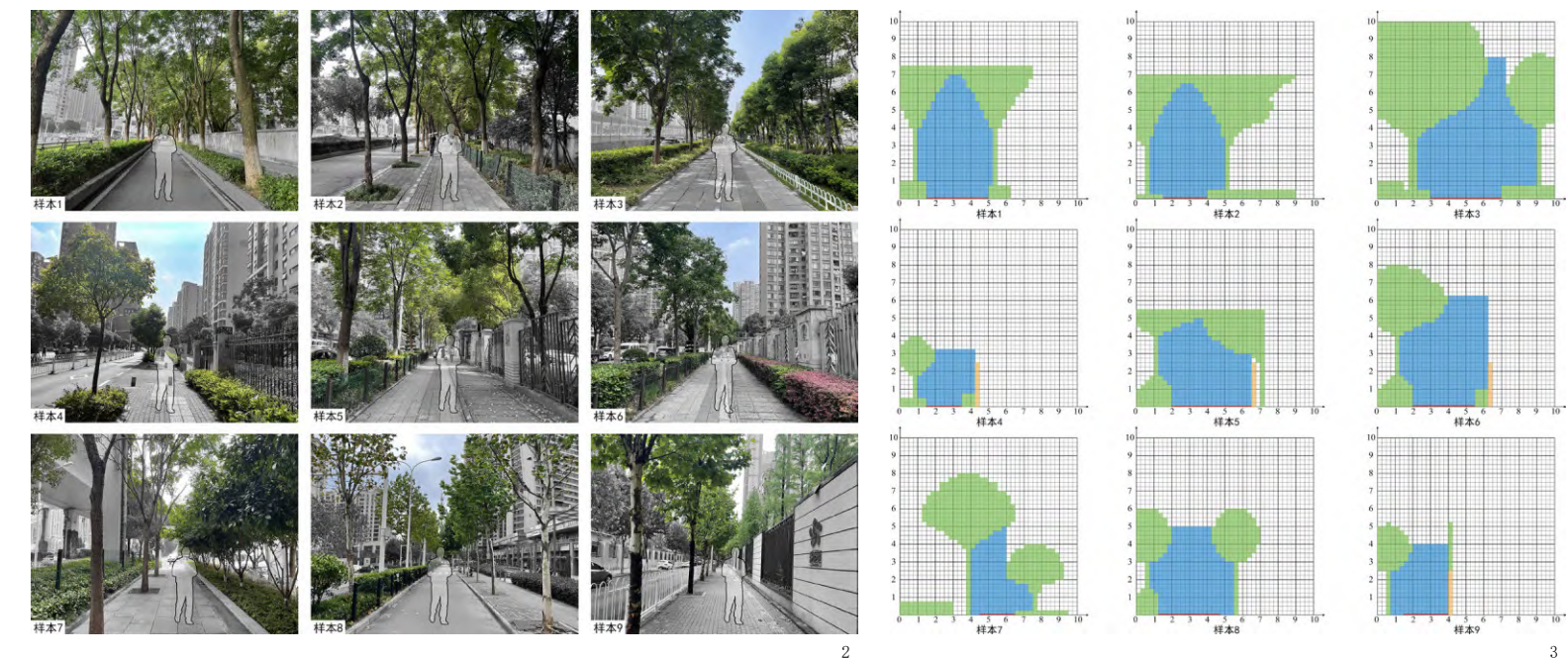


表1. 各街道植物空间组成要素
Table 1. Components of each street plant space

	左侧				右侧			
	植物要素			其他要素	植物要素			其他要素
	乔木	灌木	草本		乔木	灌木	草本	
样本 1	●●●	■	★		●●●	■	★	
样本 2	●●●		★		●●●	■	★	栅栏
样本 3	●●	■	★		●	■	★	篱笆
样本 4	●	■				■		围墙
样本 5	●●	■	★	栅栏	●●			围墙
样本 6	●●	■	★	栅栏		■		围墙
样本 7	●●	■	★	栅栏		■	★	
样本 8	●	■	★	栅栏	●			
样本 9	●			栅栏				围墙

注：●●● 大乔木 ●● 中乔木 ● 小乔木 ■■■ 高灌木 ■■ 中灌木 ■ 矮灌木 ★ 草本

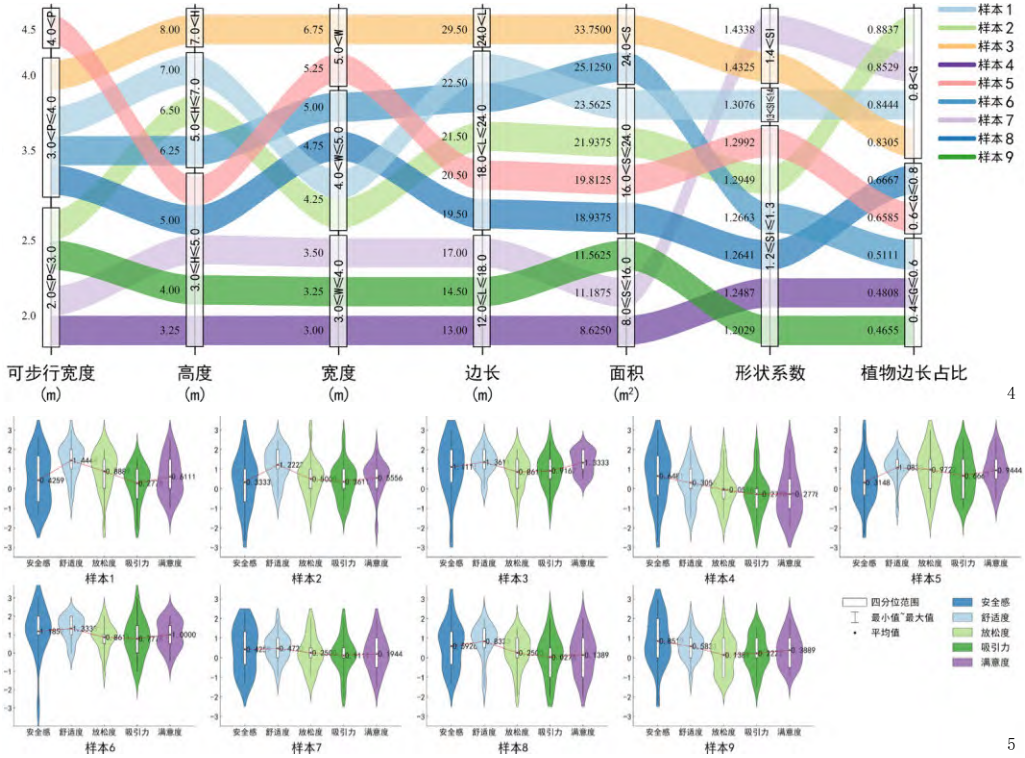
道植物空间的高度、边长、面积与舒适度存在强相关；街道植物空间的可步行宽度、宽度与舒适度存在弱相关。在满足基本通行步行宽度的需求下，街道植物空间整体的大小对舒适感的影响更大，特别是竖向高度。街道植物空间的可步行宽度、宽度、边长、面积与放松度存在强相关；街道植物空间的高度与放松度存在弱相关。在步行过程中，更宽的步行范围及更大的植物空间更能缓解压力，令人感到放松。街道植物空间的宽度、边长、面积与吸引力存在强相关；街道植物空间的可步行宽度与吸引力存在弱相关。除尺度特征外，植物的颜色、芳香、株型等与吸引力也存在一定的关联。街道植物空间的宽度、边长、面积与满意度存在强相关；街道植物空间的可步行宽度、高度与满意度存在弱相关。总之，根据分析结果可知，影响愉悦度的街道植物空间尺度特征指标有可步行宽度、高度、宽度、边长、面积，形状系数与植物边长占比对

愉悦度无显著影响。笔者将街道植物空间尺度特征指标与愉悦度进行了皮尔逊相关性分析（见表2），结果表明，影响街道植物空间愉悦度的尺度特征指标有可步行宽度、高度、宽度、边长、面积，其中高度、宽度、边长、面积与愉悦度呈显著正相关，同时形状系数和植物边长占比对愉悦度无显著影响。接着，笔者绘制了街道植物尺度特征各指标与愉悦度的散点图，观察各因素之间的关联（见图8）。从图8可以看出，街道植物空间的可步行宽度、高度、宽度、边长、面积与愉悦度呈正相关关系，线性回归拟合得到调整后的R方分别为0.5233、0.6189、0.6806、0.7447、0.8017，利用街道植物空间面积建立的回归方程对愉悦度的解释程度最高。进一步观察发现，样本6的点大都处于拟合线以上，即上预测区间内；样本8的点大都处于拟合线以下，即下预测区间内。通

过实地调研、访谈可知，样本6愉悦度评分较高主要有以下原因：（1）街道中配植的植物有彩色叶品种，给人的视觉感受较为丰富；（2）街道与机动车/非机动车道相邻一侧的植物种植宽度较宽，加之灌木的高度适宜，在保证行人视线通透的同时，减少机动车/非机动车的威胁感，街道右侧的围墙边种植灌木，有效降低了由此带来的人工感。样本8愉悦度评分较低主要有以下原因：（1）街道种植的乔木较小，无法形成有效荫蔽；（2）街道右侧在无灌木等进行强分割的同时，也无栏杆、围墙等非植物要素，空间限定感较弱。观察形状系数与愉悦度的散点图发现，数据点整体分布呈现正相关趋势，样本7的点是异常点，且愉悦度评分较低。主要原因是样本7的可步行宽度、高度、宽度、边长、面积等尺度特征指标均较低，在街道植物空间过小的情况下，形状系数对愉悦度产生的影响较小。植物边长占比与愉悦度的散点图表现为随

- 2. 各街道植物空间图像
- 3. 街道植物空间栅格图
- 4. 街道植物空间尺度特征分组和属性信息
- 5. 街道植物空间愉悦度评分
- 6. 愉悦度评分折线图

- 2. Street plant space images
- 3. The grid digrams of street plant sapces
- 4. Grouping and attribute of street plant spaces' spatial scale characteristics
- 5. Evaluation of pleasantness
- 6. Line chart of pleasantness evaluation



机分布的离散点，两者之间不存在相关性。

4 结论与讨论

现有研究已充分证实了街道的健康疗愈作用^[2,35]，同时植物能为街道带来更强的健康疗愈效益^[14, 36]。研究针对武汉市内街道植物空间样本的尺度特征及愉悦度分别构建评价体系并采集数据，基于此对街道植物空间与愉悦度的相关性进行量化分析，从而识别影响步行者愉悦度的街道植物空间尺度特征指标。

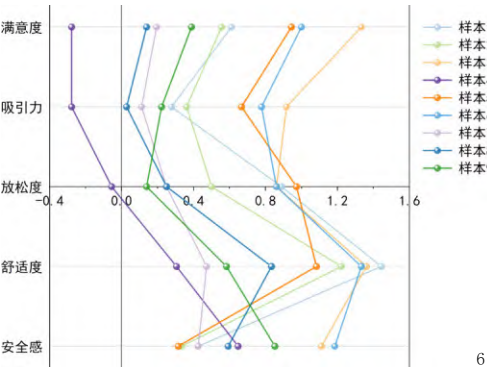
相关性分析结果表明：（1）街道植物空间的可行宽度、高度、宽度、边长、面积对愉悦度有显著影响，且影响程度依次增强；（2）街道植物空间尺度特征指标对安全感无显著影响；（3）街道植物空间的可行宽度、高度、宽度、边长、面积对舒适度、放松度、满意度有显著影响；（4）街道植物空间的可行宽度、宽度、边长、面积对吸引力有显著影响。

在此基础上，笔者进一步提出对街道植物空间设计的三点建议。第一，就街道植物空间的大小而言，尽可能创造较大的空间以满足人们活动的需求，树池可以利用树篦子进行封闭从而扩大街道可行宽度。第二，就街道植物空间的形态而言，在达到基本的空间大小要求后，可通过植物的分层配植创造多样的街道植物空间形态，丰富人的视觉体验。第三，就街道植物空间的构成要素而言，当植物要素的限定作用不足时，可利用围墙、栅栏等非植物要素进行空间的分割，从而使得街道植物空间成为相对独立的空间，能够为人们提供安全感更强的城市公共空间；同时，植物可适当选用观花观叶品种、芳香植物等，提高街道

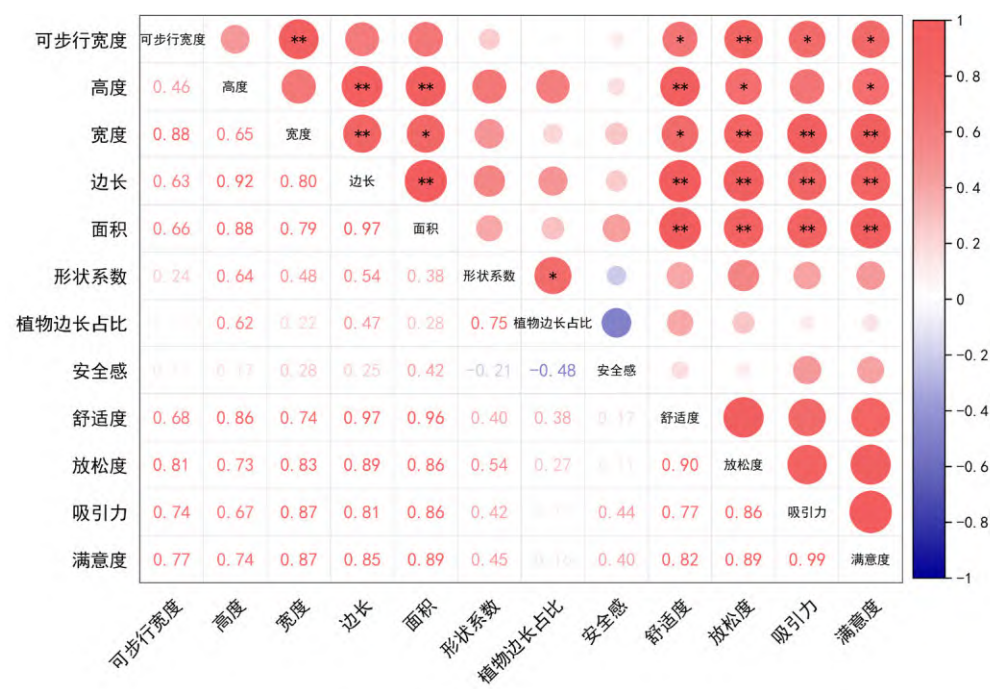
的吸引力。

同时，研究仍存在一定的局限性，有待后续研究中进行改善及深入。第一，研究仅讨论了街道植物空间的尺度特征一个方面，在访谈后发现，除此之外，植物的色彩、绿视率、天空开阔度等都会对街道植物空间的愉悦度产生影响，之后的研究可以对街道植物空间的更多方面进行分析。其次，由于街道植物空间的概念具有一定的专业性，选择的被试者均为相关专业学生，未考虑其他非专业人群的差异，之后可通过其他方式帮助人们理解街道植物空间的概念，从而进一步扩大被试者群体的样本。第三，愉悦度的评分包括实验法及问卷调查法，为尽量减少街道非植物要素对愉悦度的影响，同时减少因样本顺序导致的评分误差，研究首先让被试者在各样本空间进行步行体验，然后再根据街道植物空间样本图像来统一填写问卷，但实际操作后发现被试者存在记忆模糊的情况，街道图像不能完全再现现场情况，所以未来研究可以采用现场实验与虚拟现实相结合的方式，尽可能让被试者描述真实且清晰的心理感受。

在建设疗愈街道的背景下，街道植物的疗愈作用逐渐受到重视，作为城市近自然的重要元素，植物同样是街道空间的重要组成要素，限定人们的活动空间。本研究通过定性和定量分析结合发现，以植物为主要构成要素的街道植物空间的尺度特征对愉悦度造成显著影响，且各尺度特征指标与愉悦度各影响因素的关联度存在差异。因此，在未来的疗愈性街道建设过程中，应针对性地对街道植物空间尺度特征指标进行优化，同时可为街道植物空间设计制定量化标准，完



6



** 在置信度（双侧）为 0.01 时，相关性是显著的。
* 在置信度（双侧）为 0.05 时，相关性是显著的。

7

表2. 街道植物空间尺度特征与愉悦度的相关性

Table 2. Correlation between spatial scale characteristics and pleasure of street plant spaces

		可步行宽度	高度	宽度	边长	面积	形状系数	植物边长占比
愉悦度	皮尔逊相关性	0.763*	0.816**	0.849**	0.881**	0.909**	0.295	0.233
	显著性（双尾）	0.017	0.007	0.004	0.002	0.001	0.442	0.547
	N	9	9	9	9	9	9	9

注：**. 在置信度（双侧）为 0.01 时，相关性是显著的。*. 在置信度（双侧）为 0.05 时，相关性是显著的。

善街道建设导则。

（图表来源：文中图表均由作者自绘）

参考文献：

[1] MENG L, ZHU C, WEN K. Research on Constructing a Healing Environment for the Street Spaces of a High-Density City: Using Street Spaces in Macao's Old City Area[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(13): 4767.

[2] NADERI J R, RAMAN B. Capturing Impressions of Pedestrian Landscapes Used for Healing Purposes with Decision Tree Learning[J]. Landscape and Urban Planning, 2005, 73(2): 155-166.

[3] 徐磊青,胡滢之. 疗愈街道——一种健康街道的新模型[J]. 时代建筑, 2020 (05): 33-41.

[4] 董丽,冯苗苗,张宇. 健康疗愈导向的国内外街道设计导则对比研究[J]. 住区, 2021 (04): 43-47.

[5] 杜宏武,李树华,姜斌,等. 健康城市与疗愈环境[J]. 南方建筑, 2022 (03): 1-8.

[6] 李孟琦,徐磊青. 公共卫生视野下的疗愈环境研究与实践[J]. 西部人居环境学刊, 2020, 35 (05): 39-47.

[7] VELARDE M D, FRY G, TVEIT M. Health Effects of Viewing Landscapes - Landscape Types in Environmental Psychology[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2007, 6(4): 199-212.

[8] GUPTA N, SIMMS E, DOUGHERTY A. Eyes on the Street: Photovoice, Liberation Psychotherapy, and the Emotional Landscapes of Urban Children[J]. Emotion, Space and Society, 2019, 33: 100627.

[9] 殷雨婷,凯文·思韦茨,邵钰涵,等. 街道环境疗愈效能及功能价值的平衡研究——以上海市杨浦区大学路与国康路为例[J]. 新建筑, 2021 (04): 55-60.

[10] GRANIE M A, BRENAC T, MONTEL M C, et al. Influence of Built Environment on Pedestrian's Crossing Decision[J]. Accid Anal Prev, 2014, 67: 75-85.

[11] CHON J, SCOTT SHAFER C. Aesthetic Responses to Urban Greenway Trail Environments[J]. Landscape Research, 2009, 34(1): 83-104.

[12] SAMUS A, FREEMAN C, Van HEEZIK Y, et al. How Do Urban Green Spaces Increase Well-Being? The Role of Perceived Wildness And Nature Connectedness[J]. Journal of Environmental Psychology, 2022, 82: 101850.

[13] TYRVÄINEN L, OJALA A, KORPELA K, et al. The Influence of Urban Green Environments on Stress Relief Measures: A field experiment[J]. Journal of Environmental Psychology, 2014, 38: 1-9.

[14] 殷雨婷,邵钰涵,薛贞颖,等. 疗愈性街景元素识别与评价研究[J]. 景观设计学, 2020, 8 (04): 76-89.

[15] LINDAL P J, HARTIG T. Effects of Urban Street Vegetation on Judgments of Restoration Likelihood[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2015, 14(2): 200-209.

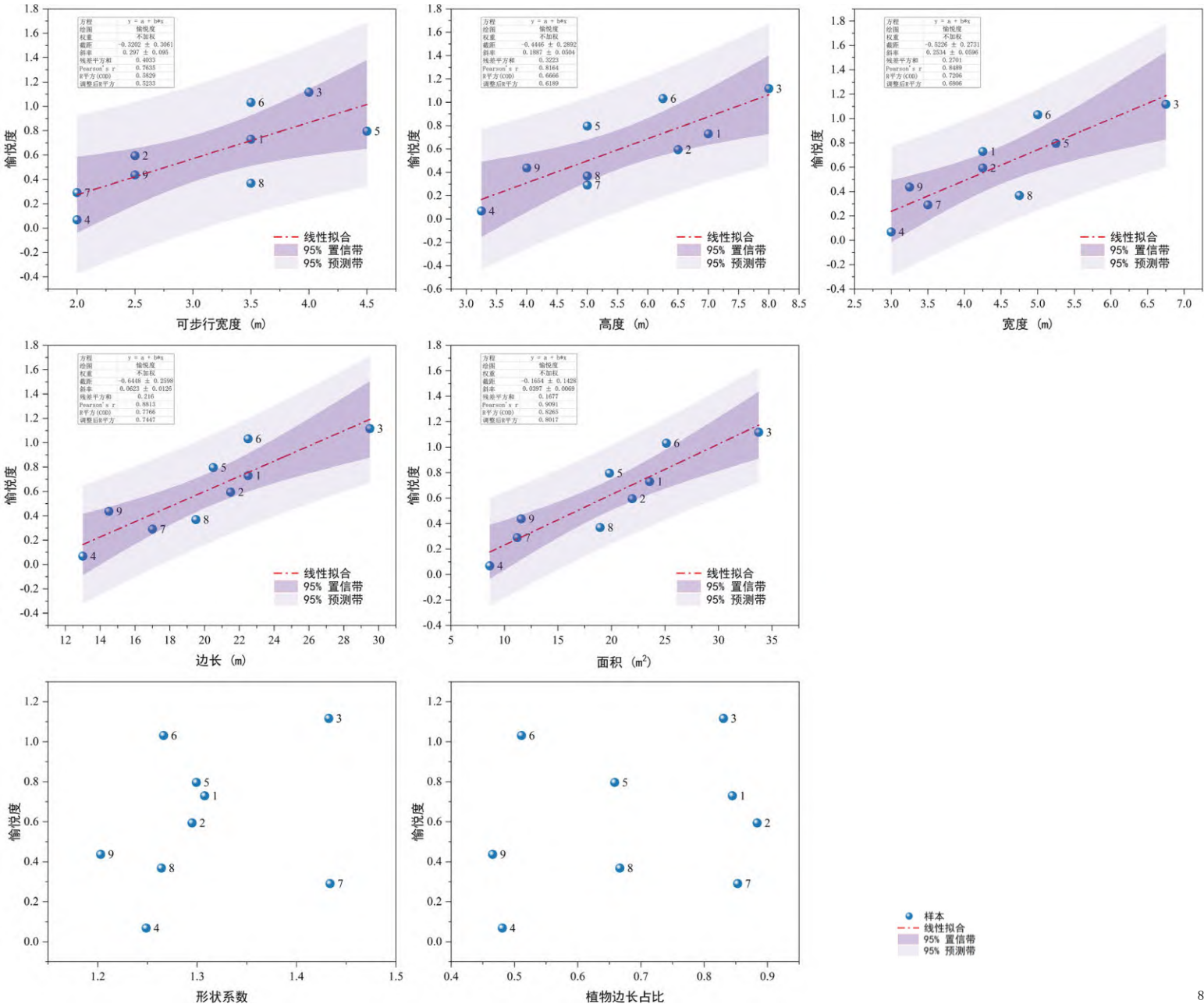
[16] LINDAL P J, HARTIG T. Effects of Urban Street Vegetation on Judgments of Restoration Likelihood[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2015, 14(2): 200-209.

[17] MA B, HAUER R J, WEI H, et al. An Assessment of Street Tree Diversity: Findings and Implications in the United States[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2020, 56: 126826.

[18] XIAO L, WANG W, REN Z, et al. Two-city Street-view Greenery Variations and Association with Forest Attributes and Landscape Metrics in NE China[J]. Landscape ecology, 2021, 36(4): 1261-1280.

[19] GIACINTO J J, FRICKER G A, RITTER M, et al. Urban Forest

7. 街道植物空间尺度特征与愉悦度的相关性热图
8. 街道植物空间尺度特征与愉悦度的散点图
7. Correlation heat map between spatial scale characteristics and pleasantness of street plant spaces
8. Correlation fitting diagram of spatial scale characteristics and pleasantness of street plant spaces



Biodiversity and Cardiovascular Disease: Potential Health Benefits from California's Street Trees[J]. PLoS One, 2021, 16(11): e254973.

[20] TSAI W, DAVIS A J S, JACKSON L E. Associations between Types of Greenery along Neighborhood Roads and Weight Status in Different Climates[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2019, 41: 104-117.

[21] WANG J, LIU W, GOU A. Numerical Characteristics and Spatial Distribution of Panoramic Street Green View Index Based on SegNet Semantic Segmentation in Savannah[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2022, 69: 127488.

[22] REN Z, ZHAO H, FU Y, et al. Effects of Urban Street Trees on Human Thermal Comfort and Physiological Indices: A Case Study in Changchun City, China[J]. Journal of Forestry Research, 2021, 33(3): 911-922.

[23] LIN A, LOU J. Pedestrians' and Cyclists' Preferences for Street Greenscape Designs[J]. Promet, 2022, 34(3): 367-380.

[24] 杨任森. 公园绿地植空间描述研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2015.

[25] 吴仁武,包志毅. 园林植物空间调查和分析——以杭州太子湾公园为例[J]. 风景园林, 2011 (02): 102-109.

[26] 邵锋,李惠娟,包志毅,等. 城市公园植物景观量化评价研究[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29 (03): 359-365.

[27] MEHTA V. Walkable Streets: Pedestrian Behavior, Perceptions and Attitudes[J]. Journal of Urbanism, 2008, 1(3): 217-245.

[28] ALFONZO M A. To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs[J]. Environment and Behavior, 2005, 37(6): 808-836.

[29] ALBERT M. Pleasure-arousal-dominance: A General Framework for Describing and Measuring Individual Differences in Temperament[J]. Current Psychology, 1996, 14(4): 261-292.

[30] KUMAR A, OLSHAVSKY R W, KING M F. Exploring Alternative Antecedents of Customer Delight[J]. Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction, and Complaining Behavior, 2001, 14: 14.

[31] MEHRABIAN A. Framework for a Comprehensive Description and Measurement of Emotional States[J]. Genet Soc Gen Psychol Monogr, 1995, 121(3): 339-361.

[32] 张楠,赵琳. 环境心理学与街道更新相关研究综述[J]. 城市建筑, 2021, 18 (26): 156-160.

[33] 国家技术监督局. 中国成年人人体尺寸:GB 10000-1988[S]. 北京: 中国标准出版社, 1988.

[34] 钮心毅,徐方. 基于视觉影响的建成环境空间开敞度定量评价方法[J]. 城市规划学刊, 2011 (01): 91-97.

[35] 徐磊青,孟若希,黄舒晴,等. 疗愈导向的街道设计:基于VR实验的探索[J]. 国际城市规划, 2019, 34 (01): 38-45.

[36] XU L, MENG R, HUANG S, et al. Healing Oriented Street Design: Experimental Explorations via Virtual Reality[J]. Urban Planning International, 2019, 34(1): 38-45.

作者单位: 华中科技大学建筑与城市规划学院
作者简介: 董贺轩, 男, 华中科技大学建筑与城市规划学院 教授、博士生导师
高翔, 女, 华中科技大学建筑与城市规划学院 博士研究生
收稿日期: 2022-09-15
基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (51978298)