



多感官视角下城市居民滨江空间景观感知偏好*

朱战强^{1,2}, 李欢¹

1. 中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510006
2. 广东省公共安全与灾害工程技术研究中心, 广东 广州 510006

摘要: 中国城镇化迈入人口城镇化的“下半场”, 多感官下的居民景观感知与规划设计是近年空间感知分析与规划设计的热点。然而, 现有研究多集中于视觉、听觉单一感官分析或双重感官分析, 存在着对嗅觉、触觉等感官缺乏关注, 以及对多感官结合分析关注很少的理论不足。本文以多感官感知为视角, 以广州市滨江公共空间景观作为研究对象, 将其分为“自然、人类/人类活动、人造/机械”3种景观要素及33个景观因素, 通过构建感知增长率指数, 对视觉、听觉、嗅觉和触觉4种感官下的不同类型滨江空间的居民景观感知特征进行评价。结果表明: 不同景观要素下4种感官的感知相对敏感度不同, 自然景观中嗅觉敏感, 人类活动景观中听觉敏感, 人造景观中触觉敏感。相对视觉和触觉而言, 听觉和嗅觉下居民景观感知需求更容易被忽视。居民对自然声音和自然气味的景观要素感知期待仍需加强, 而人类活动声和机械气味则不受欢迎。多感官下的景观要素感知特征在不同类型的公共空间下存在差异, 广场和桥下/码头是重点改造空间, 需特别关注避免电子设备声和交通噪声的干扰。最后形成了各滨江空间相应的感知设计指引。本文提出, 集成多感官的居民景观感知分析可为城市滨江空间规划和设计提供实质性的参考。

关键词: 多感官感知; 滨江空间; 景观要素; 偏好; 广州市

中图分类号: TU98 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-0137(2025)01-0182-13

The urban residents' perception preference of waterfront space landscape from multi-sensory perspective

ZHU Zhanqiang^{1,2}, LI Huan¹

1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China
2. Guangdong Province Public Safety and disaster engineering Technology Research Center, Guangzhou 510006, China

Abstract: China has entered the "second half" of population urbanization. In recent years, multi-sensory landscape perception and planning design of residents have become a hot spot in spatial perception analysis and planning design. However, most existing studies focus on the single or double-sense analysis of vision and hearing, there is not only a lack of attention to the sense of smell, touch, and other senses, but also a deficiency of attention to the combined multi-sense analysis. From the perspective of multi-sensory perception, this paper takes the landscape of Guangzhou waterfront public space as a case and divides it into three landscape elements "nature, human/human activities, man-made/mechanical" and 33 landscape factors. By constructing a perceptual growth rate index, the residents' landscape perception characteristics of different types of waterfront space under the four senses of

* 收稿日期: 2024-07-19

录用日期: 2024-07-30

网络首发日期: 2024-10-10

基金项目: 国家自然科学基金(42271234)

作者简介: 朱战强(1979年生), 男; 研究方向: 城乡规划、城市与乡村地理学、绿色基础设施与游憩;

E-mail: zhuzhanq@mail.sysu.edu.cn

全文阅读



ZR20240239

sight, hearing, smell, and touch were evaluated. The results show that among the four senses, residents tend to be more sensitive to smell in the natural landscape, more sensitive to hearing in the human landscape, and more sensitive to touch in the artificial landscape. Compared with vision and touch, landscape perception needs of hearing and smell of residents are mostly overlooked. Residents expect to perceive more natural sounds and natural smells of landscape elements, while human activity sounds and mechanical smells are not welcome. The perception characteristics of landscape elements under multi-sensory conditions vary in different types of public Spaces. Plazas and piers are key areas that need to be reconditioned, and special attention should be paid to avoiding the interference of electronic equipment and traffic noise. Finally, the corresponding perceptual design guidelines for each waterfront space are formed. This paper proposes that the integrated multi-sensory landscape perception analysis can provide substantial reference for urban waterfront space planning and design.

Key words: multi-sensory perception; waterfront space; landscape elements; preference; Guangzhou

“以人为中心”理念下的城市公共空间规划设计正在不断强化城市居民空间感知体验的认知基础。空间感知是居民对环境进行的最无意识、最综合的感知体验,具有多感官性质(Calvert et al., 2004)。环境感知实验表明,感觉器官分为距离感官(如眼睛、耳朵、鼻子等)和即时感官(如皮肤、触摸等)两类(Hall, 1990; Bell, 1993; Grahn et al., 2010),不同感官的重要性和偏好性各不相同,改变或增加感官维度将会影响人的主观判断和行为动机(Hetherington et al., 1993; Rummukainen et al., 2014)。这就意味着,以获得良好的空间感知体验为目标,应将尽可能多的人类感官感觉(视觉、听觉、嗅觉、触觉、味觉)的体验融合在一起,作为空间规划设计的理性基础(丹尼尔·罗尔等,2021)。进一步分析发现,嗅觉刺激对景观感知产生鲜明的积极或消极影响(吴晓云等,2023),气味景观、触觉景观对改善公众体验和福祉更具有理论和实践意义(Gorman, 2017; He et al., 2022a; He et al., 2022b; Bell et al., 2023)。然而,城市公共空间的规划设计在较长时间以来致力于追求景观设计的标准化(克里斯多夫·霍舍尔等,2017; Avni et al., 2019; Wang et al., 2020),视觉在过去很长时间内均是城市规划设计的核心焦点,而嗅觉、触觉等感官以及多感官的综合分析则通常被忽视且被排除在空间感知分析的体系之外,由此导致大量的规划设计方案远离“人”(即居民)的空间感知体验,忽视人类多元化的情感需求。因此,从感官视角出发探索城市居民的空间感知体验和景观要素偏好,将有助于深入理解城市景观事物与人的主观情感之间的关联关系,是实现“以人为中心”

需求转变的重要手段(边兰春等,2018)。

综述发现,多感官结合的景观设计是近年空间感知分析的热点。现有研究多集中在视觉(邱瑶等,2023)、听觉(唐新蔚等,2021;舒珊等,2024)一种或两种感官结合的景观要素感知研究(邵钰涵等,2022),对嗅觉、触觉以及涉及多感官的景观要素感知偏好研究仍处于探索阶段。首先,视觉景观要素的空间感知与偏好研究趋近成熟,已有文献较多地聚焦在景观要素分类和空间影响机制的研究上。刘滨谊等(2013)将“实体景物”要素列入视觉吸引的四要素之一,其中植物和水体的视觉偏好明显(孙漪南等,2016; Santosa et al., 2018)。王建伟等(2012)将园林景观进行了细致的分类,发现地形、山石、水体、植物、建筑等要素对构建园林空间的景观感知特征作用明显。其次,声景景观要素感知评价在近年来发展迅速,声源的景观要素分类和空间特征分析逐渐成为学术研究热点。分析发现,声景的人类认知体验与景观之间存在的交互作用原理可以为声音的人类偏好度评价、声源控制(风声、鸟鸣声、水声等)与声音介入、声景改善等技术提供支撑(刘江等,2014;朱玉洁等,2021)。舒珊等(2024)将滨海公共空间细分为广场类、公园类、步道类、沙滩类4类,发现在人们的空间感知中,自然声是不同类型空间主要的感知声源,而且,不同类型空间下,人们的声景感知存在差异。嗅觉感知研究有限,仅有少量研究通过分析气味景观的时空属性,以凸显各种景观元素的独特气味。味觉多与旅游产品相结合(Brochado et al., 2021),突出经济产出的价值,较少以景观的视角开展研究。进一步对多

种感官类型的景观要素感知进行综述,很少发现将嗅觉和触觉等感官融入视觉和听觉感官当中的比较研究,因此对多感官的全面感知比较是有价值且需要被关注的(Zheng et al., 2024)。

综上所述,多感官下的空间感知是规划设计研究的前沿,已有文献侧重视觉和声景观的横向研究(林彤等, 2023; 邱瑶等, 2023),对嗅觉和触觉的空间感知关注不足,而且缺乏对多感官需求下的空间感知分析和规划设计探索(奚露等, 2020)。因此,本文的目的是通过分析城市居民景观感知需求得到满足的程度,为发展综合多感官下的景观规划设计技术提供支持。本文选取广州市中心城区珠江滨江空间核心地段作为案例区,将滨江空间划分为不同类型,通过对比不同滨江空间类型中人们视觉、听觉、嗅觉和触觉4种感官下的景观感知现状与愿景,开展基于多感官下的居民景观要素感知偏好分析,并提出感知增长率指数,有效地确定了规划设计薄弱点和优先级(Zheng et al., 2024)。本文预期将有助于提升规划设计的针对性和特色性,进而提高居民的生活品质和幸福感。

1 研究设计

1.1 总体思路

为了探讨不同感官下的居民景观感知需求得到满足的程度,对感官类型、景观分类、空间感知分析方法等方面进行界定。最后,以滨江空间总体和各类滨江空间两类对象展开讨论,提出针对性规划设计策略。

参考 Zheng et al. (2020) 对公园景观要素的感知分析,建立视、听、嗅、触共4种感官角度,采用分空间类型的方法,评估景观感知偏好情况。综合参考相关学者的多感官景观分类方法,将感官体验的景观要素对象划分为自然、人类/人类活动、人造/机械3类景观要素和33个景观因素(表1)。其中,视觉和听觉下的景观要素分类参考了 Hong et al. (2015) 和 He et al. (2021); 嗅觉景观分类则在已有分类的基础上(He et al., 2022a),根据景观可感知原则以及定量分析可操作性进行了调整,具体而言,将交通排放、建筑材料和建筑整合到机械中,将食物及饮料等归于人类活动,将自然非生物(江水、泥土等)和自然归为自然。触觉景观包括主动和被动触觉景观2种,因此在要素分类时同样在参考相关文献的基础上(周延伟, 2017),假设

表1 基于感知的景观要素分类表

Table 1 Perception-based landscape element classification

感官类型(<i>i</i>)	景观要素	景观因素		
		符号	内容	
视觉	自然	X1	植物	
		X2	江水	
		X3	山	
	人造	人类	X4	人/人群
		景观小品(雕塑、喷泉等)	X5	景观小品(雕塑、喷泉等)
			X6	设施(休息亭、驿站等)
		建筑(广州塔等)	X7	建筑(广州塔等)
			X8	电线杆
		X9	驳岸	
		X10	道路、铺装	
听觉	自然	X11	鸟鸣虫吟	
		X12	动物声(猫、狗、蛙等)	
		X13	江水流声	
		X14	风声	
	人类活动	X15	交谈声	
		X16	鼓掌声、脚步声	
		X17	运动声(打篮球、甩鞭子等)	
		X18	唱歌跳舞声	
机械	X19	电子设备声(如收音机、广播等)		
	X20	交通噪声		
嗅觉	自然	X21	植物气味	
		X22	江水气味	
		X23	泥土	
	人类活动	X24	食物气味	
		X25	人体味(汗水味、香水味等)	
		机械	X26	交通排放
X27	建筑及建筑材料			
触觉	自然	X28	植物(花草树木等)	
		X29	戏水	
		X30	在沙子、草坪、石头上活动	
	人造	X31	游乐设施或小品(秋千、雕塑等)	
		X32	服务设施(栏杆、桌椅等)	
		X33	体育设施(健身器材等)	

相同时间地点的被动触觉相同,针对主动触觉景观进行分类,基于触觉体验的材料将主动触觉分为自然和人造2大类。

本文参考相关学者的方法对特定景观(现状和营造过程)开展评价及预测(邓红兵等, 2020)。在

问卷调查数据的支持下, 通过构建感知增长率指数进行现状与愿景的感知对比分析, 量化居民对景观要素的感知偏好。感知增长率指数

$$Y_{ij} = \frac{V_{ij} - C_{ij}}{Q_{ij}} \times 100\%$$

式中 Y_{ij} 代表的是在滨江空间 j 中居民对感官 i 下的景观要素/景观因素的感知现状相对于感知愿景的差异, 取值区间为 $[-1, 1]$ 之间, 其值与 0 差距越大, 则表明居民对景观要素/景观因素的感知期待相对于现状差别越大; 反之, 则差别越小。 V_{ij} 指的是愿景调查中, 在滨江空间 j 中的居民选择的最期待的感官 i 下某景观要素/景观因素的人数, C_{ij} 指的是现状调查中, 在滨江空间 j 中的居民选择的最吸引人感官 i 下某景观要素/景观因素的人数, Q_{ij} 指的是在滨江空间 j 中感官 i 下体验总人数。感官类型 i 包括视觉、听觉、嗅觉、触觉 4 种, 取值范围是 1, 2, 3, 4; 滨江空间类型 j 包括总体、公园、广场、桥下空间/码头(以下简称为桥下/码头)、绿道 5 类, 取值范围为 1, 2, 3, 4, 5。

为了有效解读感知增长率指数 Y_{ij} , 依据感知增长率的不同, 按照以 0 为中心, 划分为对称分布的增长率区间, 分别为期待很低 $[-1, -0.2]$, 期待较低 $(-0.2, -0.1)$, 与愿景相符 $[-0.1, 0.1]$, 期待较高 $(0.1, 0.2)$, 期待很高 $[0.2, 1]$ 共 5 个类型。鉴于感知增长率区间与愿景相符 $[-0.1, 0.1]$ 表征的是现状与愿景景观要素之间的感知模式相似, 对于景观规划设计而言, 倾向于保持原状, 所以本文主要关注除与愿景相符 $[-0.1, 0.1]$ 之外的感知情况。

1.2 研究区概况

城市滨江空间设计与规划越来越重视人的感受(谭德明等, 2023), 本文选择广州市珠江前航道滨江空间景观带重点区段作为案例区。广州市是

广东省省会城市, 华南地区的经济文化中心之一, 截至 2023 年拥有约 1 882 万常住人口, 主城区面积约 630 km², 城镇化率为 86.76%。城市景观风貌以“云山珠水”为特色, 具有典型的“岭南水乡”自然景观和文化特色的山水城市。广州市不仅拥有得天独厚的地理位置, 而且是海上丝绸之路的起点, 其悠久的历史与开放包容的现代都市风貌相得益彰。

珠江是广州市城市发展的重要轴线, 不仅承载着广州的历史文化, 也是城市活力的象征。以珠江为代表的滨江公共空间“蓝绿交错”, 承担了城市居民的物质与精神层面上的多重需求。探索不同滨江空间下的居民景观要素偏好将最直观地建立居民对空间的感性认识, 对改善人居环境质量和生活品质, 提升滨江景观规划设计针对性, 提高居民幸福感具有重要意义(王一睿等, 2022)。广州市国土资源和规划委员会(2018)发布的《珠江景观带重点区段(三个十公里)城市设计与景观详细规划导则》就明确提出其目标是打造“大美珠江”, 塑造世界级的滨江区, 实现 30 km 珠江岸线的全面开放。而随着小康社会的全面建成, 居民对生活品质、休闲体验和审美享受的要求日益提高, 滨江空间的设计与改善也需与时俱进, 满足居民的多维度感官需求。

案例地位于珠江滨江景观带“西十公里”与“中十公里”区域, 西起沙面岛(北岸)和洲头咀公园(南岸), 东至广州环城高速, 全长约 15 km, 涵盖与猎德大桥等 7 座跨江大桥相连的区域(图 1)。以城市水体的最佳感知距离为基础, 划定滨江岸线外侧 500 m 作为研究范围, 总面积约 26.24 km², 覆盖人口约 31.4 万, 是广州市接触大量城市居民的代表性滨江公共空间, 为获取具有代表性的样



图 1 研究范围

Fig. 1 Research scope

本提供了可能性。

1.3 数据收集与整理

本文根据研究区内滨江空间的景观特征,将空间类型划分成公园、广场、桥下/码头、绿道4个空间类型(图1)。以均匀分布为原则,将滨江空间分为8分段,在研究人员的监督下,由8组调研者(每组4~5人)分别在4类空间范围内采取随机发放问卷的方式进行。调查前,调研者接受了发放问卷和数据搜集的强化培训,以满足数据的质量控制要求。调研在2023年3月5~6日(周日、周一)下午4~8点,此段时间分别为周末和工作日滨江空间使用高峰期,共计发放问卷320份,回收有效问卷288份,有效率为90%。收集了调查者社会人口学因素的个人基本信息,包括性别、年龄、学历等,以及滨江空间使用特征,包括使用目的、频率和平均时间等。在基本信息的基础上,问卷分成了视觉、听觉、嗅觉、触觉等4个维度。以单选的方式让被调查者在每个维度上考虑目前最吸引的感官体验(现状)以及最期待形成的良好感官体验(愿景)。例如“该空间最能引起您注意的气味是什么?”“该空间您最期待的气味景观是什么?”

本文采用Excel2021、SPSS20.0、Graph Pad Prism 8、Origin 2021和ArcGIS 10.3软件进行数据处理与分析。在数据整理过程中,发现样本在年龄、学历、家庭人数等信息上存在缺失,总体缺失率为5%,采取多重插补-logistic回归法(MI/logistic)对缺失数据进行有效插补(张彪等,2015;朱荣慧等,2022),共进行15次插补,择优选取第11组插补数据用于分析(庞新生,2012)。

2 研究结果

2.1 居民社会属性特征与空间类型差异

2.1.1 居民社会属性特征 问卷调查数据显示(表2),受访者中公园和绿道的用户占比较高,分别为39.2%和39.6%。受访者以女性(61.1%)和青年群体(79.5%)为主,教育水平普遍较高,大多数接受过高中及以上教育(88.2%)。家庭构成多为3人及以上(85.8%),中高收入群体(家庭人均月收入5000元以上)占比44.1%。综上所述,滨江公共空间的活跃人群以女性、中青年、高学历、多人口家庭为主。大多数受访者(69.4%)以休闲游憩为目的,使用频率不固定者占58%,而使用时长多超过30 min(86.1%)。这表明滨江公共空间的使用

者主要是以休闲游憩为主,且倾向于进行较长时间的活动。

2.1.2 不同类型空间的居民社会属性差异 通过卡方分析探究受访者社会属性与偏好的滨江公共空间类型之间的关系发现,只有家庭人均月收入与滨江公共空间类型之间存在显著相关性($P=0.006$)。这一结果揭示了不同收入水平的居民在选择滨江公共空间时存在差异。具体而言,公园使用者中高收入群体的比例显著较高,达到54.8%。相比之下,广场和绿道则更多地吸引了低收入群体,家庭人均月收入在3000元及以下的受访者分别占40%和41.3%。

2.2 基于多感官的景观感知偏好

本文将选择特定景观要素的人数占特定感官下景观要素的总人数的比例称为感知百分比。分析不同感官下的3类景观要素的感知百分比发现(图2),除了听觉对于人类活动的景观要素感知现状占比最为突出,在不同感官下的自然景观要素的感知百分比均占据主体地位(包括现状和愿景两个方面),而且除触觉外,自然景观要素的愿景感知百分比均在现状的基础上呈上升趋势(Siu,2013; Slatten et al.,2011)。与此对照,“人类或人类活动”和“人造或机械”两类景观要素的不同感官均存在愿景感知百分比相对现状降低或基本不变的状况。这表明,在滨江空间中的3类景观要素中,除了听觉之外的其他感官主要感知到的均是自然景观要素,自然景观不仅是感知最集中的景观要素,也是公众理想期待得到更多体验的景观要素。由

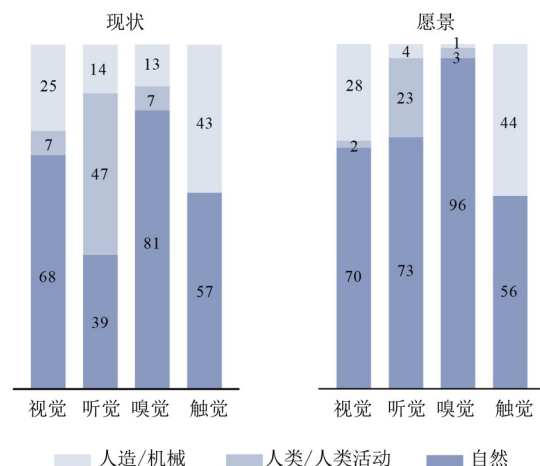


图2 基于多感官的居民景观要素“现状-愿景”堆叠图
Fig. 2 Based on the multi-sensory landscape elements of the current situation of the vision stack map

表2 居民社会属性特征表
Table 2 List of residents' social attributes

变量		公园/%	广场/%	桥下/码头/%	绿道/%	总计(n=288)/%
滨江空间(j)	样本	39.2	12.2	9.0	39.6	100
性别	男	38.9	45.7	34.6	37.7	38.9
	女	61.1	54.3	65.4	62.3	61.1
年龄/岁	≤17	4.4	5.7	0.0	2.6	3.5
	18~45	76.1	77.1	92.3	80.7	79.5
	≥46	19.5	17.1	7.7	16.7	17
学历	初中及以下	12.4	17.2	11.5	9.6	11.8
	高中/中专	24.8	22.9	19.2	18.4	21.5
	本科	55.8	48.6	69.2	64.0	59.4
	硕士及以上	7.1	11.4	0.0	7.9	7.3
家庭人数	1~2	13.3	11.4	11.5	16.7	14.3
	3	34.5	40.0	34.6	34.2	35.1
	≥4	52.2	48.6	53.8	49.1	50.7
家庭人均月收入/ 万元	≤0.3	21.3	40	34.6	41.3	32.6
	0.3~0.5	23.9	34.3	23.1	19.3	23.3
	0.5~1	33.6	17.1	38.5	21.1	27.1
	≥1	21.2	8.6	3.8	18.4	17.0
使用目的	旅游	10.6	11.4	11.5	13.2	11.8
	休闲游憩	73.5	65.7	53.8	70.2	69.4
	健身锻炼	11.5	11.4	19.2	9.6	11.5
	通勤	1.8	8.6	7.7	1.8	3.1
	其他	2.7	2.9	7.7	5.3	4.2
使用频率	每天1次及以上	21.2	25.7	19.2	20.2	21.2
	每周1次及以上	19.5	17.1	26.9	21.9	20.8
	不固定, 偶尔	59.3	57.2	53.8	57.9	58
使用平均时间/ min	≤30	12.4	20.0	19.2	12.3	13.9
	30~120	73.5	77.2	69.3	72.8	73.3
	≥120	14.2	2.9	11.5	14.9	12.8

此可知, 自然景观对于滨江空间品质提升的重要性表现得十分明显。

比较同一景观要素不同感官下的现状和愿景感知百分比发现, 对自然景观要素感知最强的感官是嗅觉, 对人类活动感知最强的感官是听觉, 对人造感知最强烈的感官是触觉, 这个模式在现状和愿景中表现一致。这表明, 人们现实中感官体验最突出的景观要素, 也正是他们所渴望的。继续分析可知, 由于嗅觉感知具有人类感官与景观要素零距离接触的特性, 使得这种感官对自然景观要素感知的敏感度尤为显著, 这和相关学者

的研究发现吻合(Buzova et al., 2021)。人类听觉的空间感知具有定位和体验功能, 导致了听觉感官对“人类活动”景观要素感知最强。除此之外, 值得一提的是, 人类对“机械”景观要素感知最强的是触觉感官, 这表明各种设施建设满足居民的使用需求。各维度的景观要素与感官之间具有独特的属性和关系, 这可为景观规划和设计提供参考(仇梦嫒等, 2023)。

以比较景观要素感知的“现状-愿景”的契合程度为目标, 分析多感官下的3个景观要素的感知百分比的组合模式(图2)和感知增长率(图3), 发

现视觉和触觉下的景观要素的现状感知百分比与愿景的表现基本一致,视觉和触觉下景观要素的感知增长率均位于±0.1区间,居民的现状感知与愿景基本相符(图3),与此对照,听觉和嗅觉下的景观要素感知百分比现状和愿景之间差别显著。这就表明,听觉和嗅觉景观的感知愿景与现状相比差别较大。

在听觉感官下,3个景观要素的感知增长率变化明显(图3),自然景观要素感知增长率对比现状显著上升至0.34,而对人类活动声景的感知增长率下降至-0.24。这表明居民对自然声景的期待很高,对人类活动声景的期待很低,居民更倾向于以自然声音而非人为的声音作为理想的声景。进一步进行景观因素的感知增长率分析表明(表3),自然景观要素下,居民对“江水流动”和“风声”的

期待较高,这与刘江等(2014)、朱玉洁等(2021)的研究一致;人类活动景观要素下,居民对“鼓掌声、脚步声”的期待较低。

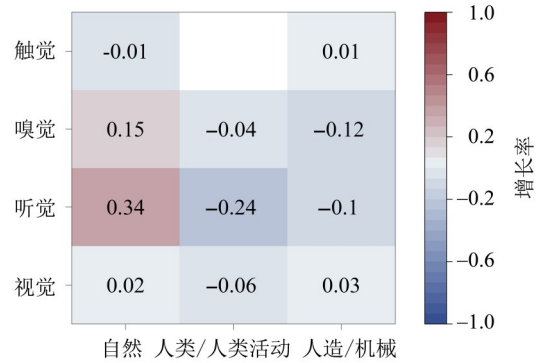


图3 多感官景观要素感知增长率图

Fig. 3 Multi-sensory landscape elements perceived growth rate map

表3 听觉与嗅觉景观因素感知增长率

Table 3 Multi-sensory landscape factors perceive growth rates

感官类型(i)	景观要素	景观要素特征(感知增长率 Y_{ij})	景观因素	Y_{ij}
听觉	自然	期待很高 ($Y_{ij}=0.34$)	X11	0.09
			X12	-0.03
			X13	0.11
			X14	0.16
	人类活动	期待很低 ($Y_{ij}=-0.24$)	X15	-0.08
			X16	-0.15
			X17	-0.02
嗅觉	自然	期待较低 ($Y_{ij}=0.15$)	X21	0.2
			X22	-0.08
			X23	0.02
	机械	期待较低 ($Y_{ij}=-0.12$)	X26	-0.09
			X27	-0.03

在嗅觉感官下,3个景观要素的感知增长率变化也比较明显(图3)。自然景观要素感知增长率小幅上升至0.15,机械景观要素感知增长率小幅下降至-0.12。这表明,公众对“自然”气味景观的期待较高,而对“机械”气味期待较低。进一步分析景观因素的感知增长率发现(表3),植物气味景观感知增长率为0.2,居民对植物景观的期待很高,这凸显了芳香植物在城市滨江空间规划设计中的重要性。值得注意的是,同属于自然气味景观因素的“江水气味”感知增长率为-0.08。这表明,滨江水生态系统的健康状况对居民的感官体验产

生显著影响,浑浊江水散发难闻的气味会显著破坏公众对滨江空间感知的美好体验,城市更应当注意对江水生态环境的保护。在对机械气味景观要素的感知中,交通排放气味景观因素感知增长率为-0.09,这就表明,居民并不期待在滨江空间中闻到交通尾气。因此,在规划设计中应尽量避免机动交通对滨江空间景观的气味影响,即使不可避免,也应考虑设置植物隔离带,从而减少这类气味的影响。

2.3 基于多感官的滨江空间景观感知偏好

以不同感官为主线,分析不同类型滨江空间

下景观要素(图 4 和图 5)和景观因素(表 4)的景观感知偏好特征。

在视觉感官下, 感知增长率整体上仍在±0.1 区间, 不同滨江空间下 3 个景观要素的感知增长率变化不大(图 5)。只在自然景观要素下的广场中出现例外, 其景观要素感知增长率达到 0.11, 对应的景观因素是“植物”, 感知增长率为 0.09(表 4)。这表明广场中的居民对“自然”景观的视觉感知期待较高, 尤其期待看到更多植物景观, 因此广场中植物景观设计应当加强, 以提升视觉吸引力。

在听觉感官下, 不同滨江空间下 3 个景观要素的感知增长率变化明显(图 5)。在自然景观要素下结合景观因素增长率进行分析(表 4)发现, 公园、桥下/码头和绿道中的居民感知增长率均超过 0.3, 期待很高; 公园中对应的景观因素是“江水流动声”和“风声”, 感知增长率分别为 0.11 和 0.18; 在桥下/码头, 感知期待较高的景观因素是“鸟鸣虫吟声”, 感知增长率为 0.12, 期待很高的景观因

素是“江水流动声”, 感知增长率为 0.23; 在绿道, 感知期待较高的景观因素是“鸟鸣虫吟声”和“风声”, 感知增长率均为 0.18。广场中的居民对“自然”声景的感知增长率为 0.17, 属于期待较高的类型; 相应地, “江水流动声”因素的期待值很高, 感知增长率 0.2, “风声”因素期待度较高, 感知增长率为 0.14。然而, 值得注意的是, 尽管“鸟鸣虫吟声”同样属于自然声音范畴, 广场居民对其的感知增长率却为-0.11, 显示出相对较低的期待度。如上结果表明, 4 类空间下居民均对“自然”声期待高, 可以归因为“风声”(对应公园、绿道、广场)、“江水流动声”(对应公园、桥下/码头、广场)、“鸟鸣虫吟声”(对应桥下/码头、绿道), 可通过种植大叶植物并控制好树间距以预留通风道, 设置流水小品, 种植花果树种等措施强化自然声景要素的感知。值得关注的是, “鸟鸣虫吟声”对于广场的作用是负面的, 可通过减少种植鸟类植食源树种来改善该现象。在人类活动景

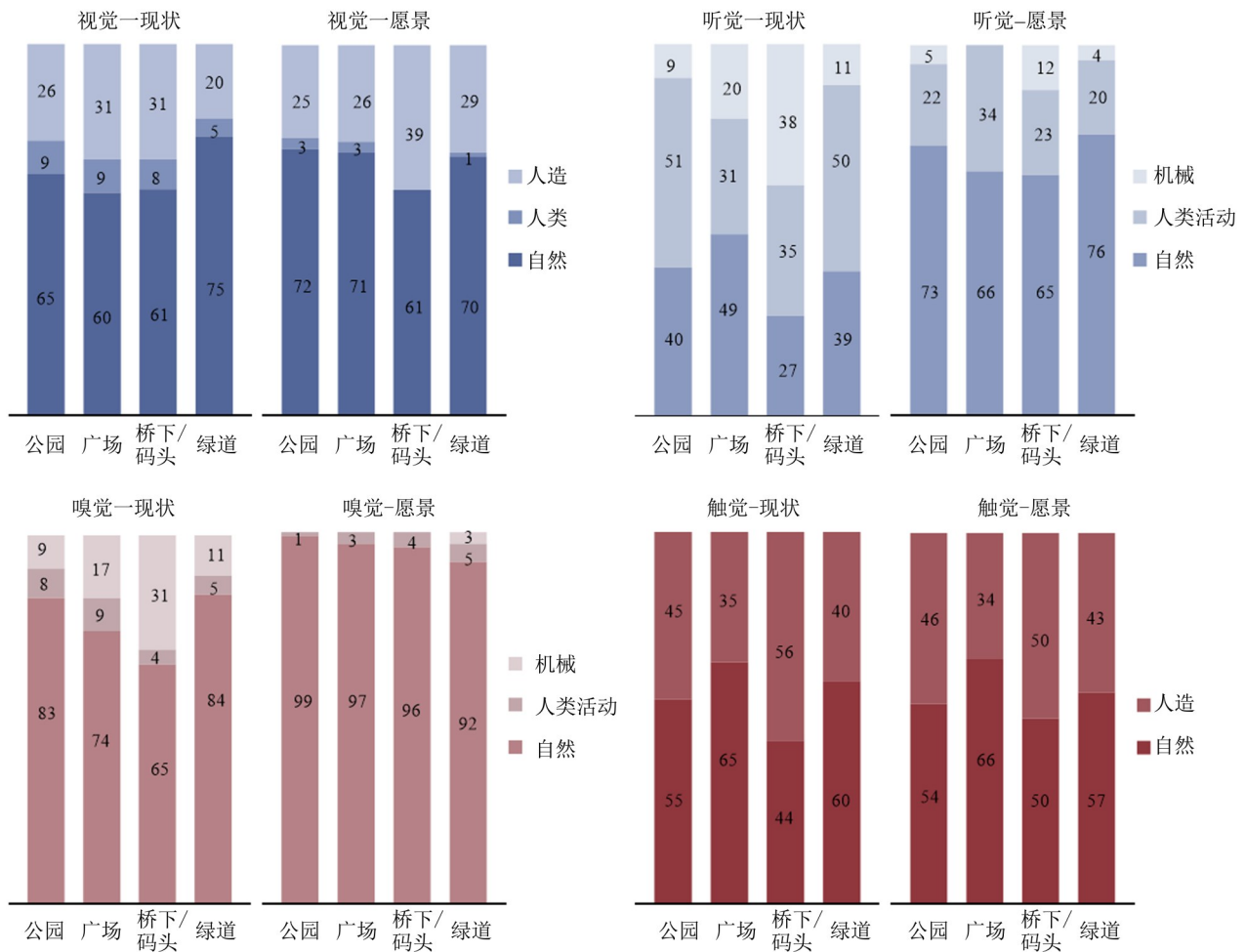


图 4 不同滨江空间下多感官景观要素“现状-愿景”堆叠图

Fig. 4 Stacking diagram of multi-sensory landscape elements "status quo-vision" under different waterfront spaces

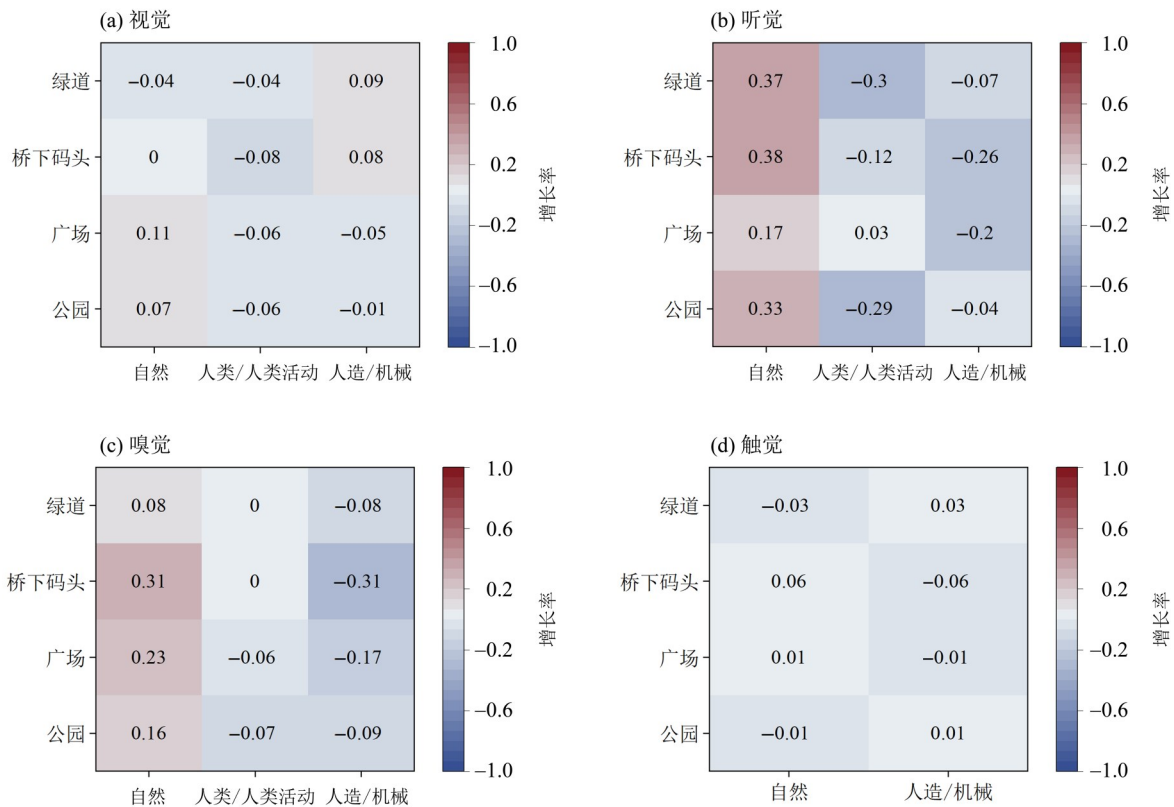


图 5 不同滨江空间下景观要素多感官感知增长率图

Fig. 5 Perceptual growth rate of multi-sensory landscape elements under different waterfront Spaces

观要素下, 公园和绿道中的居民的感知增长率分别为-0.29和-0.3, 期待很低; 其中公园中对应的景观因素是“鼓掌声、脚步声”, 感知增长率为-0.17, 期待较低; 绿道中对应的景观因素是“交谈声”和“鼓掌声、脚步声”, 感知增长率分别为-0.12和-0.14, 期待较低。桥下/码头的居民对“人类活动”声感知增长率为-0.12, 期待较低, 对应的景观因素为“鼓掌声、脚步声”, 感知增长率为-0.15, 期待较低。这就表明, 公园、绿道和桥下/码头下居民对“人类活动”声景的期待总体较低, 可以归因为“交谈声”(对应绿道)、“鼓掌声、脚步声”(对应公园、绿道、桥下/码头), 可通过强调动静分区实现人群分流, 以满足不同人群对人类活动声景的期待。在机械景观要素下, 广场和桥下/码头中的居民的感知增长率分别为-0.2和-0.26, 期待很低; 其中广场对应的景观因素是“电子设备声(喇叭、收音机、广播等)”, 感知增长率为-0.17; 桥下/码头对应的景观因素是“电子设备声”和“交通噪声”, 感知增长率为-0.12和

-0.15。这表明, 广场和桥下/码头中的居民对“机械”声景的期待很低, 可以归因为“电子设备声”(对应广场、桥下/码头)、“交通噪声”(对应桥下/码头), 可通过设置噪声隔绝带减弱噪声污染, 设置噪声监测治理系统提醒市民。

在嗅觉感官下, 不同滨江空间下3个景观要素的感知增长率变化较明显。在自然景观要素下, 公园中的居民感知增长率为0.16, 期待较高; 其中对“植物气味”因素期待很高, 感知增长率为0.2。在广场和桥下/码头中的居民对自然的嗅觉感知增长率分别为0.23和0.31, 期待很高; 其对应的景观因素均是“植物气味”, 感知增长率分别为0.17和0.27。这表明, 公园、广场和桥下/码头中的居民期待闻到植物气味。在机械景观要素下, 广场中的居民感知增长率为-0.17, 期待较低; 对应的景观因素是“交通排放味”, 感知增长率为-0.14。桥下/码头中的居民机械的嗅觉感知增长率为-0.31, 期待很低; 对应的景观因素是“交通排放味”, 感

表 4 不同滨江空间下听觉和嗅觉景观因素感官感知增长率

Table 4 Sensory perception growth rate of multi-sensory landscape factors under different waterfront spaces

感官类型(<i>i</i>)	景观要素	滨江空间(<i>j</i>)	景观要素特征(感知增长率 Y_{ij})	景观因素	Y_{ij}		
视觉	自然	广场	期待较高($Y_{ij}=0.11$)	X1	0.09		
				X2	0.03		
				X3	0		
	自然	公园	期待很高($Y_{ij}=0.33$)	X11	0.05		
				X12	0		
				X13	0.11		
				X14	0.18		
		广场	期待较高($Y_{ij}=0.17$)	X11	-0.11		
				X12	-0.06		
				X13	0.2		
				X14	0.14		
				桥下/码头	期待很高($Y_{ij}=0.38$)	X11	0.12
						X12	0
						X13	0.23
X14	0.04						
听觉	绿道	期待很高($Y_{ij}=0.37$)	X11	0.18			
			X12	-0.06			
			X13	0.07			
			X14	0.18			
	公园	期待很低($Y_{ij}=-0.29$)	X15	-0.09			
			X16	-0.17			
			X17	-0.05			
			X18	0.02			
			桥下/码头	期待较低($Y_{ij}=-0.12$)	X15	0	
					X16	-0.15	
	X17	0.04					
	X18	0					
	绿道	期待很低($Y_{ij}=-0.3$)	X15	-0.12			
			X16	-0.14			
X17			-0.01				
X18			-0.03				
广场			期待很低($Y_{ij}=-0.2$)	X19	-0.17		
				X20	-0.03		
	桥下/码头	期待很低($Y_{ij}=-0.26$)		X19	-0.12		
X20			-0.15				
嗅觉	自然	公园	期待较高($Y_{ij}=0.16$)	X21	0.2		
				X22	-0.05		
				X23	0.01		

续表

感官类型(<i>i</i>)	景观要素	滨江空间(<i>j</i>)	景观要素特征(感知增长率 Y_{ij})	景观因素	Y_{ij}
	广场		期待很高($Y_{ij}=0.23$)	X21	0.17
				X22	0.03
				X23	0.03
	桥下/码头		期待很高($Y_{ij}=0.31$)	X21	0.27
				X22	0.04
				X23	0.00
机械	广场		期待较低($Y_{ij}=-0.17$)	X26	-0.14
				X27	-0.03
				桥下/码头	期待很低($Y_{ij}=-0.31$)
X27	-0.04				

知增长率为-0.2。这表明“交通排放味”是广场和桥下/码头中的居民最不期待的机械要素,可增加种植芳香植物,已形成良好的嗅觉体验并隔离减少交通排放气味。

在触觉感官下,不同空间类型的3个景观要素感知增长率均在 $[-0.1, 0.1]$ 区间,不同滨江空间下两个景观要素的感知增长率几乎没有变化。这表明居民目前在滨江空间中的触觉感知与愿景相符,居民对游乐设施或小品、服务设施以及体育设施的使用感受良好,该分析从侧面体现出滨江空间中各种体验设施已经得到了完善。

3 多感官下的景观规划设计指引

综合以上分析,提出多感官下的不同滨江空间的居民景观规划设计策略,包括“加强”和“削弱”两个景观优化策略,需要加强的现象选择景观因素感知增长率 >0.1 的景观对象进行,而需要削弱的现象则针对景观因素感知增长率 <-0.1 的情况进行。

各类滨江空间需要改进的感官现象及针对性设计建议:

1)公园:听觉方面,需要加强江水流动声和风声体验,同时削弱掌声和脚步声产生的干扰。建议通过动静分区、种植叶大植物预留通风道,并设置流水小品与江水相呼应,以增强风声与水声的和谐融合。嗅觉方面,植物的自然气味是提升嗅觉体验的关键。建议多种植芳香植物,以丰富嗅觉感知。

2)广场:听觉方面,江水流动声和风声同样适用于广场空间,但需注意削弱电子设备声和鸟

鸣虫吟声造成的干扰。设计策略包括增添水景观设施和声景互动装置,引入水流声和风声;同时进行功能划分,实现人群分流聚集,并设置噪声监测治理系统,提醒居民注意音量和时段。嗅觉方面,为了减少交通排放气味的影响,建议多种植芳香植物,形成有效的隔离带。

3)桥下/码头:听觉方面,可以通过种植鸟类食源树种和草坪,增加声景互动装置,以及设置噪声监测治理系统来强化鸟鸣虫吟和江水流动的感知。嗅觉方面与广场空间相似。

4)绿道:听觉方面,鸟鸣虫吟和风声是需要加强的听觉感官现象,可多种植鸟类食源且叶大树种。同时为了降低交谈声、掌声和脚步声的干扰,建议实现功能分区,动静分离。

总体而言,听觉和嗅觉是4种感官中最容易忽略的部分,两者在不同类型的空间下需要优化的方向是不同的,因此,相对视觉和触觉来说,更加应该在不同的空间类型下加强空间感知的分析和规划指引。这也是本文强调多感官空间感知分析的核心贡献。

4 结 论

以居民的空间感知为基础探索城市滨江空间的景观优化体现了“以人为中心”的发展思维,多感官下的景观要素与居民感知关联分析可为提升空间感知分析水平,为城市公共空间的“精准供给”提供支撑。本文针对现有研究多集中于单一或双重感官分析的理论不足,基于视觉、听觉、嗅觉、触觉4种感官,从整体和滨江空间分类两个层面建立了景观要素与居民感知之间的关系,可

形成如下研究发现:

1) 形成不同景观要素下的4种感官的感知相对敏感性评价。在“自然”景观要素下,居民感知最敏感的感官是嗅觉;“人类或人类活动”下,感知最敏感的是听觉;“人造或机械”要素下,感知最敏感的是触觉。

2) 形成4种感官下的居民景观要素感知期待等级评价。总体上,居民视觉和触觉景观要素现状与愿景的感知增长率差异小,而听觉和嗅觉景观要素感知增长率差异大。这表明,对于不同类型景观的多感官空间感知的分析调查十分重要。居民对于听到更多自然声音的期待,如鸟鸣、水流声和风声常常被低估,而人们对于避免交谈声、掌声和脚步声等人类活动的噪声的愿望也被忽略。在嗅觉方面,居民更倾向于闻到自然的气息,如植物的芳香,而非机械特别是交通排放的气味。

3) 形成不同滨江空间类型下的多感官景观感知特征评判,并提出了针对性的景观规划设计指引。各类空间下视觉和触觉的感知增长率变化均较小,更需要关注视觉和听觉感知。滨江空间与总体的感知差异主要体现在广场和桥下/码头。广场的居民不期望听到鸟鸣虫吟声和电子设备声(如喇叭、收音机、广播),这可能与广场作为人群聚集性活动的场所性质有关,居民可能更倾向于避免“电子设备”的干扰声,并不太关注“鸟鸣虫吟”这类自然声音,广场舞等活动引发的噪声问题亦凸显了对声音环境治理的迫切需求。桥下/码头的居民对电子设备声、交通噪音和交通排放气味的反感尤为突出,这可能源于桥下空间和码头紧邻交通要道,人流量大且团体活动频繁,导致居民对噪音和嗅觉污染更为敏感。

参考文献:

- 边兰春,陈明玉,2018. 社会-空间关系视角下的城市设计转型思考[J]. 城市规划学刊,(1):18-23.
- 仇梦娜,张捷,杨加猛,2023. 新健康地理学视角下旅游地多维康复景观构成要素与作用机制研究——以南京紫金山国家森林公园为例[J]. 地理科学进展,42(5):927-943.
- 丹尼尔·罗尔,魏菲宇,肖恩·贝利,2021. 将“感官体验漫步分析”用于多重感官体验的风景园林教学[J]. 风景园林,28(10):96-106.
- 邓红兵,邱莎,郑曦晔,等,2020. 景感评价方法研究[J]. 生态学报,40(22):8022-8027.
- 广州市国土资源和规划委员会,2018. 珠江景观带重点区段(三个十公里)城市设计与景观详细规划导则[R]. https://ghzyj.gz.gov.cn/sjb/xw/tzgg/content/post_4904184.html.
- 克里斯多夫·霍舍尔,徐蜀辰,2017. 人本视角的范式转变与挑战新时代下的空间感知、行为与设计[J]. 时代建筑,(5):60-63.
- 林彤,赵越喆,2023. 逢源大道-荔湾湖历史文化街区声景及其感知与评价[J]. 南方建筑,(8):99-106.
- 刘滨谊,范榕,2013. 景观空间视觉吸引要素及其机制研究[J]. 中国园林,29(5):5-10.
- 刘江,康健,霍尔格·伯姆,等,2014. 城市开放空间声景感知与城市景观关系探究[J]. 新建筑,(5):40-43.
- 庞新生,2012. 缺失数据插补处理方法的比较研究[J]. 统计与决策,(24):18-22.
- 邱瑶,罗涛,王艳云,等,2023. 基于视觉关注度与审美偏好的城市景观元素感知特征研究[J]. 中国园林,39(6):82-87.
- 邵钰涵,薛贞颖,蒿奕颖,等,2022. 城市公园视听感知品质评价研究——以成都环城生态区为例[J]. 风景园林,29(9):26-32.
- 舒珊,杜倩倩,朴勋,等,2024. 滨海公共空间声环境感知评价及影响因素[J]. 应用声学,43(2):393-403.
- 孙漪南,赵芯,王宇泓,等,2016. 基于VR全景图技术的乡村景观视觉评价偏好研究[J]. 北京林业大学学报,38(12):104-112.
- 谭德明,饶佳艺,2023. 深圳市都市型滨江空间活力影响因素分析[J]. 地球信息科学学报,25(4):809-822.
- 唐新蔚,熊义超,杨玲,等,2021. 城市广场声景感知对游览体验的影响研究[J]. 西部人居环境学刊,36(1):128-134.
- 王建伟,魏淑敏,姚瑞,等,2012. 园林空间类型划分及景观感知特征量化研究[J]. 西北林学院学报,27(2):221-225+229.
- 王一睿,周庆华,杨晓丹,等,2022. 城市公共空间感知的过程框架与评价体系研究[J]. 国际城市规划,37(5):80-89.
- 吴晓云,黄倩,金荷仙,2023. 基于视嗅感知的校园绿地恢复性研究[J]. 园林,40(6):38-45.
- 奚露,邱尔发,张致义,等,2020. 国内外五感景观研究现状及趋势分析[J]. 世界林业研究,33(4):31-36.
- 张彪,韩伟,庞海玉,等,2015. 完全随机缺失条件下分类随

- 机变量数据缺失插补方法的比较研究[J]. 中国卫生统计, 32(5):903-905.
- 周延伟, 2017. 景观设计中的触觉体验研究[J]. 设计, (14): 131-133.
- 朱荣慧, 许金芳, 王睿, 等, 2022. 多重填补技术在医学研究缺失值处理中的应用及发展[J]. 中国卫生统计, 39(2):293-295+298.
- 朱玉洁, 翁羽西, 孙丹玫, 等, 2021. 声景对自然和城市环境恢复性效益的影响[J]. 建筑科学, 37(2):63-69+76.
- AVNI N, TESCHNER N A, 2019. Urban waterfronts: contemporary streams of planning conflicts [J]. *J Plan Lit*, 34(4):408-420.
- BELL S, 1993. *Elements of visual design in the landscape* [M]. London: E & FN Spon.
- BELL S L, HICKMAN C, HOUGHTON F, 2023. From therapeutic landscape to therapeutic 'sensescape' experiences with nature? A scoping review [J]. *Wellbeing Space Soc*, 4(3):100126.
- BROCHADO A, STOLERIU O, LUPU C, 2021. Wine tourism: A multisensory experience [J]. *Curr News Tour*, 24(5): 597-615.
- BUZOVA D, SANZ-BLAS S, CERVERA-TAULET A, 2021. "Sensing" the destination: Development of the destination sensescape index [J]. *Tour Manag*, 87:104362.
- CALVERT G A, SPENCE C, STEIN B E, et al, 2004. *The handbook of multisensory processes* [M]. Massachusetts, USA: MIT Press.
- GORMAN R, 2017. Smelling therapeutic landscapes: Embodied encounters within spaces of care farming [J]. *Health Place*, 47:22-28.
- GRAHN P, STIGSDOTTER U K, 2010. The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration [J]. *Landsc Urban Plan*, 94(3/4): 264-275.
- HALL E T, 1990. *The hidden dimension* [M]. USA: Anchor Books.
- HE H, LI J, LIN X, et al, 2021. Greenway cyclists' visual perception and landscape imagery assessment [J]. *Front Psychol*, 12:541469.
- HE J, HAO Z, LI L, et al, 2022a. Sniff the urban park: Unveiling odor features and landscape effect on smellscape in Guangzhou, China [J]. *Urban For Urban Green*, 78: 127764.
- HE M, WANG Y, WANG W J, et al, 2022b. Therapeutic plant landscape design of urban forest parks based on the Five Senses Theory: A case study of Stanley Park in Canada [J]. *Int J Geoheritage Parks*, 10(1):97-112.
- HETHERINGTON J, DANIEL T C, BROWN T C, 1993. Is motion more important than it sounds? The medium of presentation in environment perception research [J]. *J Environ Psychol*, 13(4):283-91.
- HONG J Y, JEON J Y, 2015. Influence of urban contexts on soundscape perceptions: A structural equation modeling approach [J]. *Landsc Urban Plan*, 141:78-87.
- RUMMUKAINEN O, RADUN J, VIRTANEN T, et al, 2014. Categorization of natural dynamic audiovisual scenes [J]. *PLoS One*, 9(5):e95848.
- SANTOSA H, ERNAWATI J, WULANDARI L D, 2018. Visual quality evaluation of urban commercial streetscape for the development of landscape visual planning system in provincial street corridors in Malang, Indonesia [J]. *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci*, 126:012202.
- SIU K W M, 2013. Accessible park environments and facilities for the visually impaired [J]. *Facilities*, 31(13/14): 590-609.
- SLÄTTEN T, KROGH C, CONNOLLEY S, 2011. Make it memorable: Customer experiences in winter amusement parks [J]. *Int J Cult Tour Hosp Res*, 5(1):80-91.
- WANG Y, DEWANCKER B J, QI Q, 2020. Citizens' preferences and attitudes towards urban waterfront spaces: A case study of Qiantang riverside development [J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 27(36):45787-45801.
- ZHENG T, PAN Q, ZHANG X, et al, 2024. Research Note: Linking sensory perceptions with landscape elements through a combined approach based on prior knowledge and machine learning [J]. *Landsc Urban Plan*, 242: 104928.
- ZHENG T, YAN Y, LU H, et al, 2020. Visitors' perception based on five physical senses on ecosystem services of urban parks from the perspective of landsenses ecology [J]. *Int J Sustain Dev World Ecol*, 27(3):214-223.

(责任编辑 秦社彩)