

DOI: 10.20103/j.stxb.202407221719

陈曲婧, 马蕙, 刘康, 苏娅, 王超. 多维景感对社区环境舒适度的影响——以厦门老旧社区为例. 生态学报, 2025, 45(23): - .
Chen Q J, Ma H, Liu K, Su H, Wang C. Effects of landsense on overall comfort of residential outdoor environments: a case study in an old community in Xiamen. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(23): - .

多维景感对社区环境舒适度的影响 ——以厦门老旧社区为例

陈曲婧, 马蕙, 刘康, 苏娅, 王超*

天津大学建筑学院, 天津 300072

摘要: 推进老旧社区改造是城市更新的重要任务, 且在生态文明建设的背景下, 老旧社区的更新改造越来越重视生态效益的优化。景感生态学理论强调从人体感官的整体感受出发, 将多种感官运用到景观规划设计中, 为更加全面和综合地提升社区环境舒适度体验提供新的思路和理论支撑。本研究以厦门市深田社区为例, 通过感官漫步探索视声热多维景感对社区环境舒适度的影响, 并分析季节差异。结果表明: (1) 视声热舒适度对总舒适度均具有显著影响, 其中声舒适度的影响程度最大。不同季节舒适度的影响存在差异: 春季视觉舒适度的影响程度最大, 夏季视觉舒适度和声舒适度的影响程度更大, 而冬季热舒适度和声舒适度的影响程度更大。(2) 视觉感知要素对舒适度的影响主要体现在绿植和开放空间带来的积极影响; 声感知要素对舒适度的影响主要体现在声音的响度和交通噪声带来的消极影响; 在热感知要素中, 温度是最主要的影响因素。本研究为中国亚热带城市社区环境改善提供了有价值的指导信息。

关键词: 多感交互; 景感生态学; 感官漫步; 一票否决效应; 亚热带城市

Effects of landsense on overall comfort of residential outdoor environments: a case study in an old community in Xiamen

CHEN Qujing, MA Hui, LIU Kang, SU Hua, WANG Chao*

School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, China

Abstract: Promoting the renewal of old communities has become a primary task in urban regeneration, which is not only crucial for enhancing residents' quality of life, but also serves as a key indicator of urban civilization construction and sustainable development. In the context of ecological civilization, the renewal and renovation of old communities have paid more attention to the optimization of ecological benefits. Landsense ecology, which emphasizes integration of multiple human senses into landscape planning and design, provides a novel perspective and theoretical foundation for improving the overall comfort of the outdoor residential environment in a more comprehensive way. Using an old community in Xiamen as a case study, 10 representative sites in the community were selected to explore the effects of multiple sensory factors on residents' overall comfort through sensory walks and questionnaire surveys, and analyze seasonal variations in spring, summer and winter. The results showed that: (1) Visual, acoustic and thermal comfort all significantly influenced overall comfort, with acoustic comfort showed the greatest effect. Seasonal differences were evident: Visual comfort had the greatest effects on overall comfort in spring; both visual and acoustic comfort had greater influence in summer, and thermal and acoustic comfort showed greater effect in winter. (2) The influence of visual elements on overall comfort was mainly reflected in the positive effects of vegetation and open space, and the influence of acoustic elements on overall comfort was mainly reflected

基金项目: 国家重点研发计划专项(2022YFF1301303)

收稿日期: 2024-07-22; 网络出版日期: 2025-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: pdwangchao@tju.edu.cn

in the negative effects of sound intensity and traffic noise. This result suggested that expanding green areas and open spaces, and mitigating traffic noise, are among the most effective strategies for enhancing overall comfort of residential outdoor environments. Temperature and humidity had greater effects on overall comfort than wind speed. This study highlighted the value of incorporating landsense ecology into the planning and design of residential outdoor environments, offering practical guidance for community renewal in subtropical urban areas in China.

Key Words: multi-sensory interaction; landsense ecology; sensory walk; one-vote veto effect; subtropical cities

随着中国城市化的快速发展,城市居民数量不断增加,现代化居民区不断涌现,而在城市化发展之初修建的老旧社区存在的活动空间不足、基础设施落后、自然环境较差等问题也逐渐显现^[1]。推进老旧社区的更新改造已成为城市更新的首要任务,其不仅关系着居民生活质量的提升,也是城市文明建设和可持续发展的重要体现^[2-3]。近年来,我国越来越注重生态文明建设,生态文明思想已成为城市更新的重要理论依据^[4]。同样,老旧社区的更新改造在经济效益和社会效益的基础上也更加重视生态效益的优化^[5]。社区户外环境为居民提供重要的生态系统服务,如防尘降噪、小气候调节和休闲娱乐^[6]。改善社区户外环境质量、提升环境舒适度对城市生态文明建设具有重要意义。

2016年赵景柱提出“景感生态学”的概念^[7],作为一门关于人居环境营造和可持续发展的科学,为舒适社区环境的规划设计提供了直接的理论支持^[8]。广义景感生态学的核心是景感营造,重点关注人的感知与景观环境之间的关系^[9-10],强调从人体感官的整体感受出发,将多种感官运用到景观规划设计中,这样人们才能最大程度地感知环境带来的舒适度^[11]。视觉环境、声环境、热环境等多维景感的相互作用是影响环境舒适度感知的关键,各感官维度舒适度的不同组合会直接导致整体舒适度的变化,而视觉元素、声源、气候条件等景感要素作为景感的外在具体表现形式,也与环境舒适度的感知具有重要的关系^[10]。近年来已有不少研究表明了视声、视热和声热交互作用对环境舒适度的影响,且各感官维度的影响程度不同^[12-14],然而目前综合视声热多维感官的环境舒适度影响研究还相对较少,特别是缺乏视声热景感要素对舒适度作用效果的研究。有研究发现影响环境舒适度的景感要素在重要性上存在差异,了解不同景感要素与环境舒适度之间的关系对于社区户外环境的改善具有重要意义^[15]。此外,研究发现环境舒适度感知在季节之间存在差异,多维景感的影响程度也有所不同^[12],但目前考虑季节差异的研究相对有限,且研究多在夏季炎热冬季寒冷干燥的北方城市进行^[16-17],很少涉及全年气温均较高的南方亚热带城市。因此有必要结合地域特征和季节差异分析多维景感对社区环境舒适度的影响。

基于城市更新概念和景感生态学理论,本研究以中国亚热带地区典型城市厦门市老旧社区户外环境为研究对象,主要探索:(1)视声热多维景感对社区整体环境舒适度的影响以及季节差异;(2)视声热景感要素与社区环境舒适度评价的关系。研究旨在将多维景感营造融入到社区户外环境规划设计中,为中国亚热带城市社区环境改善提供了有价值的指导信息。

1 研究方法

1.1 研究区域

本研究选择厦门市深田社区作为研究区域。深田社区位于繁华老城区中心,辖区面积约0.3 km²,内有市场等功能性场所和公园、广场等休闲活动场地,视声热环境多样,同时也存在空间拥挤、设施老旧、环境较差等问题,具有以厦门为代表的亚热带城市老旧社区的典型特征。在社区内选择了10个代表性节点作为研究场地,基本包含了社区主要的生活空间和生态场景,具体位置如图1所示。地点1、3、4、6位于城市主干道旁,车流量和人流量较大;地点2、7位于城市次干道和支路旁,车流量和人流量相对较低;地点5为社区公园,绿化程度较高,较为安静;地点8、9、10为步行街和市场,人流量相对较大,绿化程度较低。

1.2 感官漫步

采用感官漫步(Sensory Walk)的方法^[18],沿特定路线行走并感受整个环境,对社区不同场地的视声热景感要素以及舒适度进行感知评价,路线依据社区主要交通流线制定(图1)。考虑到一年中夏季、冬季和过渡季(春秋季)的感知差异,研究分别在2023年春季、夏季和冬季晴朗的白天进行了三次感官漫步实验,实验时间为上午9:30—11:00,持续时间约为1.5 h。为控制个体差异对评价带来的不利影响,感官漫步参与者数量通常在10—40人,且需在年龄、受教育程度、专业背景等方面具有相似性^[19—20]。因此本研究选择厦门市20名大学及研究生参与实验,年龄在22—27岁之间,就读建筑学、城乡规划、风景园林等相关专业,男女比例基本相当,在厦门市均有两年以上的生活经历。20名参与者由2名领队人员带领依次在10个场地进行多感官环境感知与评价。在进行感官漫步的同时,研究者还对视声热环境客观参数进行测量,具体参数、所用仪器和测量方法见表1。

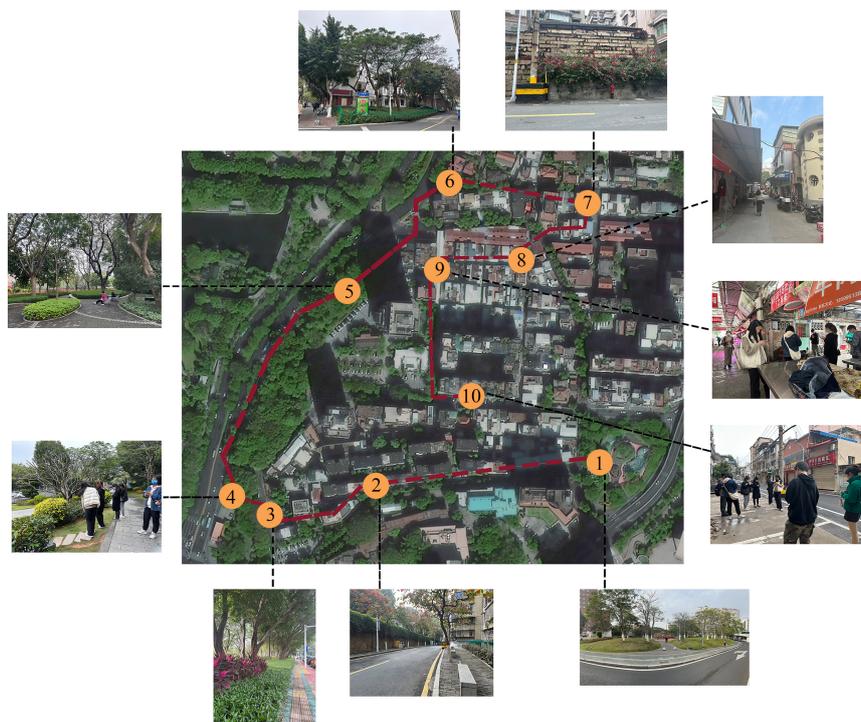


图1 10个场地位置及感官漫步路线图

Fig.1 The location of the 10 sites and the route of sensory walk

表1 环境客观指标、仪器和测量方法

Table 1 Objective indicators, equipment and measurement

	客观参数 Objective indicators	仪器 Equipment	测量方法 Measurement
视觉环境 Visual environment	绿视率	insta360 全景相机	在各场地中央距地面约1.5m位置拍摄全景照片,之后导入Adobe Photoshop软件获取照片中绿色植被所占的像素,并除以照片总像素计算绿视率。
	照度	TES-1339R 照度计	每1min记录一次数据,连续记录5次,取平均值作为每个场地的照度值。
声环境 Acoustic environment	声压级(L_{Aeq})	AWA6228 声级计	声级计放置在距地面约1.5m位置,且与任何反射物(除地面)的距离不小于3.5m,每个地点连续测量15min。
热环境 Thermal environment	空气温度(T_a)	TES-1360A 温湿度计	每1min记录一次数据,连续记录5次,取平均值作为每个场地的温度、湿度和风速值。
	相对湿度(RH)		
	风速(V_a)	Testo405-V1 风速仪	

调查问卷主要包括四个部分:第一部分为环境舒适度评价,包括视声热环境舒适度和总体舒适度;第二部分为视觉环境要素感知,包括绿植、开放空间、道路、机动车、人、天空,以及光照强度;第三部分为声环境要素感知,包括自然声、人声、交通声,和声音的感知响度;第四部分为热环境要素感知,包括温度、湿度和风速。采用5级李克特量表对环境舒适度和多维景感要素的感知程度进行评价。

1.3 数据分析

采用 IBMSPSS Statistics 25 软件对环境主观感知与评价数据进行统计分析。首先,采用直方图的形式对总数数据和不同季节的数据分别进行正态性检验,含正态曲线的直方图显示数据近似呈现正态分布的形态,可以表明数据服从正态分布。通过多因素方差分析探索视声热多维感官舒适度对总体舒适度的主效应和交互效应,用效应量(偏 η^2)表示各感官维度舒适度对总舒适度的影响程度,并分析季节差异。之后以视声热景感要素为自变量,视、声、热舒适度和总舒适度分别为因变量,进行逐步多元线性回归分析,探索环境舒适度的预测指标。将容差值和方差膨胀因子(VIF)作为检验指标,确定模型自变量之间是否存在多重共线性。结果所有模型容差值接近1, VIF<5,不存在共线问题。

2 研究结果

2.1 场地视声热多维景感特征

根据客观测量数据分析场地视觉环境、声环境和热环境的现状特征,并比较不同地点及不同季节的差异。如图2所示,在视觉环境上,绿视率在不同地点之间差异明显,地点5的绿视率最高,地点9的最低,但在不同季节基本没有变化。照度在不同季节具有一定差异,冬季的照度在不同的地点没有明显的变化,而在春季和夏季,地点1和地点4由于周围遮挡物较少,空间开敞,照度较高。

在声环境上,春季声压级55.0—67.2dB,夏季声压级49.7—66.1dB,冬季声压级52.9—61.6dB,在三个季节均存在声压级超过居民住宅环境噪声限值(55dB)的情况,社区的声环境质量较差。地点6位于城市主干路旁,主要声源类型为交通噪声,在三个季节的声压级均处于较高水平。地点5夏季蝉鸣声较多,因此声压级明显高于春季和冬季。地点7位于城市次干路旁,车流量较少,主要为人的交谈声,声压级较低。

在热环境上,温度和湿度在各个测点之间的变化不大,但在不同季节差异明显:夏季呈现出明显的高温高湿特征;春季的湿度较高,但温度较为舒适;冬季温度和湿度相较春季和夏季较低,平均温度维持在12℃左右。三个季节的风速差异不大,比较各个测点的风速发现,地点1、2、6位于主干道旁,周围建筑物较少,比较开阔,平均风速较大,地点3、4周围有较多建筑物和树木的遮挡,平均风速较小。

2.2 视声热舒适度对社区环境总舒适度的影响

通过方差分析探索视声热多维感官舒适度对总舒适度的主效应和交互效应,如表2所示,总体而言,视觉舒适度、声舒适度和热舒适度均对总舒适度有显著影响。通过比较效应量发现,声舒适度的影响程度最大,其次是视觉舒适度,热舒适度的影响程度最小。视声热舒适度的交互作用对总舒适度没有显著影响。

表2 多维感官舒适度对总舒适度的影响

Table 2 Effects of multi-sensory comfort on overall comfort

	视觉舒适度 Visual comfort	声舒适度 Acoustic comfort	热舒适度 Thermal comfort	视觉舒适度× 声舒适度 Visual comfort× Acoustic comfort	视觉舒适度× 热舒适度 Visual comfort× Thermal comfort	声舒适度× 热舒适度 Acoustic comfort× Thermal comfort	视觉舒适度× 声舒适度× 热舒适度 Visual comfort× Acoustic comfort ×Thermal comfort
均方 Mean square	4.342	6.405	2.409	0.514	0.373	0.417	0.180
F	13.004	19.183	7.214	1.541	1.118	1.250	0.538
显著性 Significance	0.000***	0.000***	0.000***	0.106	0.344	0.235	0.927
偏 η^2 Partial eta squared	0.090	0.128	0.052	0.034	0.023	0.032	0.016

*** 在0.001级别相关性显著

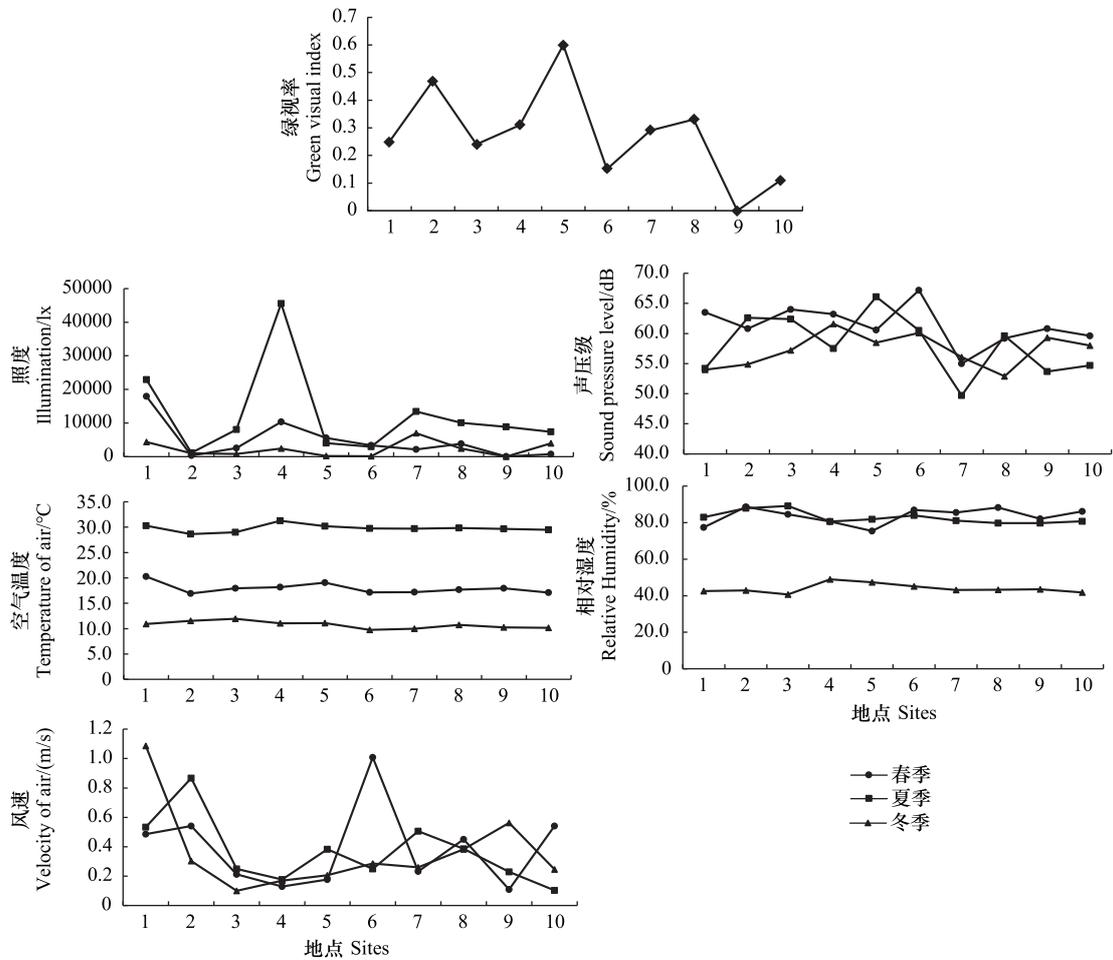


图2 场地视声热环境现状

Fig.2 The visual-acoustic-thermal environment of study sites

考虑到不同季节的感知差异,本研究进一步分析了不同季节下视声热舒适度对总舒适度的影响。如表3所示,在夏季和冬季,视觉舒适度、声舒适度和热舒适度均对总舒适度有显著影响。通过比较效应量发现,声舒适度在夏季的影响程度较高,其次是视觉舒适度,而热舒适度在冬季的影响程度最高,其次是声舒适度。在春季,视觉和声舒适度对总舒适度有显著影响,而热舒适度的影响不显著。通过比较效应量发现,视觉舒适度的影响程度最大。

交互效应结果显示,仅在春季,视觉舒适度和热舒适度对总舒适度有显著的交互作用(表3)。当视觉舒适度处于中等偏上的水平时(≥ 3),随着热舒适度的提高,环境总舒适度也相应提高;但当视觉舒适度较低时,尽管热舒适度升高,总舒适度仍处于中等偏下水平(图3)。可以看出视觉舒适度的影响更为重要。

以上分析结果说明了不同感官维度舒适度对总舒适度的显著影响,且某一感官维度舒适度的变化会对总舒适度的变化起到重要作用。在此基础上,通过计算条件概率,探究多感舒适度对总舒适度的一票否决作用,可以一定程度了解多维感官的不利对环境总舒适度的不利影响。首先,对舒适度水平进行重新划分,舒适度评分在 $[0, 3]$ 被定义为“不舒适”, > 3 被定义为“舒适”。之后,将各概率事件进行组合,并计算在不同舒适度水平组合下总舒适度被评价为不舒适的概率。

如图4所示,总体来看,声舒适度具有最大概率的一票否决权(29.03%),即当声环境被评价为不舒适时,整体环境为不舒适的概率最大,声舒适度是使整体环境“不舒适”的最重要原因。热舒适和视觉舒适也具有一票否决权,但概率比声舒适小。在不同季节,多维舒适度的一票否决效应存在差异:在春季,仅视觉舒适度

具有一票否决权(18.18%);在夏季,视觉舒适度和声舒适度有一票否决权,且视觉舒适度(61.54%)的概率远大于声舒适度(23.08%)。在冬季,热舒适度和声舒适度具有一票否决权,概率分别为37.50%和23.53%。

表3 多感官舒适度对总舒适度的影响的季节差异

Table 3 The difference in the effects of multi-sensory comfort on overall comfort among seasons

		视觉舒适度 Visual comfort	声舒适度 Acoustic comfort	热舒适度 Thermal comfort	视觉舒适度× 声舒适度 Visual comfort× Acoustic comfort	视觉舒适度× 热舒适度 Visual comfort× Thermal comfort	声舒适度× 热舒适度 Acoustic comfort× Thermal comfort	视觉舒适度× 声舒适度× 热舒适度 Visual comfort× Acoustic comfort× Thermal comfort
春季	均方	3.400	2.425	0.633	0.361	0.616	0.216	0.597
Spring	<i>F</i>	11.368	8.108	2.116	1.205	2.059	0.724	1.998
	显著性	0.000***	0.000***	0.100	0.295	0.050*	0.670	0.069
	偏 η^2	0.223	0.170	0.039	0.064	0.084	0.035	0.071
夏季	均方	1.994	2.868	1.756	0.541	0.417	0.445	0.093
Summer	<i>F</i>	5.425	7.803	4.778	1.471	1.134	1.211	0.254
	显著性	0.000***	0.000***	0.003**	0.155	0.345	0.288	0.970
	偏 η^2	0.126	0.171	0.087	0.089	0.050	0.074	0.012
冬季	均方	1.930	2.216	3.179	0.469	0.292	0.122	0.148
Winter	<i>F</i>	5.839	6.701	9.615	1.418	0.883	0.368	0.449
	显著性	0.000***	0.000***	0.000***	0.185	0.521	0.920	0.870
	偏 η^2	0.137	0.154	0.164	0.080	0.040	0.017	0.021

*** 在 0.001 级别相关性显著; ** 在 0.01 级别相关性显著; * 在 0.05 级别相关性显著

综合方差分析和条件概率的结果可以发现,总体来看,改善声舒适度是提升环境整体舒适度的有效方法。而在不同季节舒适度的影响存在差异:春季应更重视对视觉舒适度的改善,夏季应更加注重视觉舒适和声舒适的改善,冬季应更注重提升热舒适和声舒适的水平。

2.3 视声热多维景感要素与社区环境舒适度的关系

为了查明视声热多维景感要素与社区环境舒适度的关系,有效地改善社区生态环境,研究进行了一系列逐步多元线性回归分析,结果如表4所示。对总舒适度来说,视觉要素中,绿植和开放空间具有显著正向影响;声感知要素中,声音响度具有显著负向影响;热感知要素中,温度具有显著负向影响。其中绿植和声音响度对总舒适度的影响程度最大,说明提高空间绿地占比和降低声压级是提升总舒适度的最有效方法。对视觉舒适度来说,绿植和开放空间有显著正向影响,其中绿植的影响程度最大,其次是开放空间,增加社区绿地和开放空间的占比能够有效提升视觉舒适度。除视觉要素外,声音响度和温度对视觉舒适度具有显著负向影响。对声舒适度来说,声感知要素中的声音响度有最大程度的负向影响,其次是交通声,说明减少交通声、降低声压级有利于提高声舒适度。视觉要素中的绿植和开放空间对声舒适度有一定的正向影响,降低温度,减弱人声也有利于声舒适度的提升。对热舒适度来说,热感知要素中的温度和湿度有最大程度的负向影响。视声感知要素中,绿植和开放空间对热舒适度有较大幅度的正向影响,人群和天空有较大幅度的负向影响,减少交通声也能在一定程度上提升热舒适度。

综合以上结果可以发现,视觉要素对舒适度的影响主要体现在绿植和开放空间带来的积极影响,增加绿植和开放空间有益于提升舒适度;声源要素对舒适度的影响主要体现在声音响度和交通噪声带来的消极影

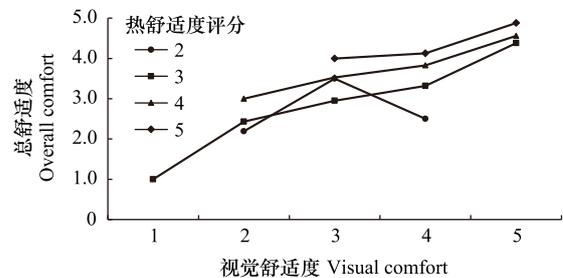


图3 春季视觉舒适度和热舒适度的交互效应

Fig.3 The interactive effect of visual-thermal comfort in spring

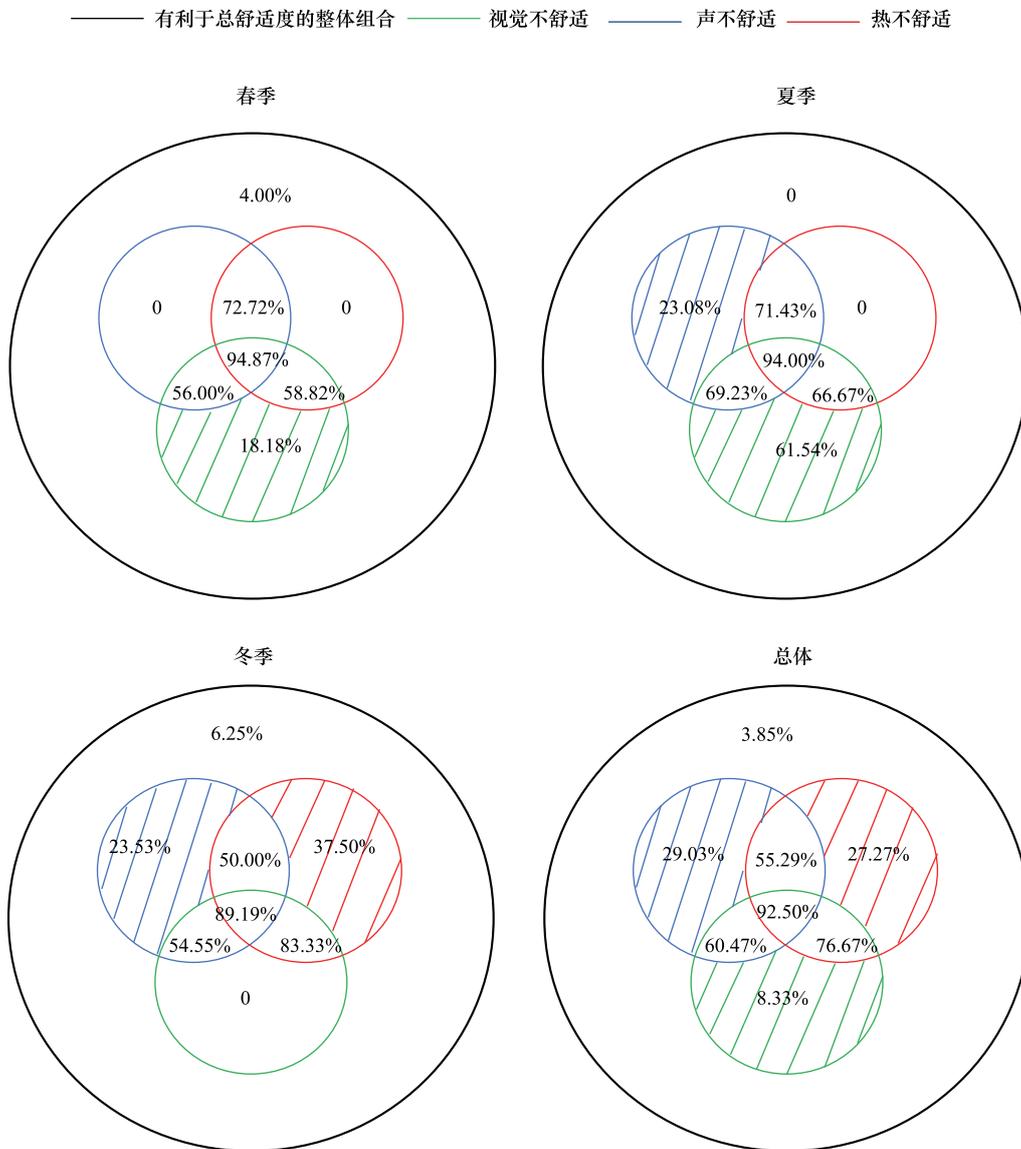


图 4 视声热舒适度对总舒适度影响的的条件概率分析

Fig.4 The conditional probability of effects of multiple-sensory comfort to overall comfort

阴影部分表示视声热舒适度的一票否决效应

响,减弱声压级和降低交通噪声可有效提升舒适度;在热感知要素中,温度的影响程度最大,高温不仅会造成热舒适的下降,还会影响视觉和声舒适。值得注意的是,结果还显示某一感官维度舒适度的变化也会受到其他感官维度景感要素的影响,说明了环境舒适度的提升是多维感官因素综合作用的结果。

3 讨论

首先,本研究探讨了视声热多维舒适度对社区环境舒适度的影响。总体而言,视声热舒适度对总舒适度均有显著的影响,其中声舒适度的影响程度最大;不同季节的结果也显示,声舒适度在三个季节均对总舒适度有重要的影响。前人的一些研究也发现声环境评价对环境总体评价的影响程度更高^[13,21]。本研究通过方差分析和条件概率分析,不仅明确了声环境在总舒适度评价中的重要作用,还发现了其对总体环境“不舒适”评价的重要影响,也就是说,当声环境舒适度过低时最有可能对环境总舒适度产生不良影响。条件概率分析揭示了某一感官维度的一票否决作用,表明了某一感官维度环境的不利对总环境评价的不利影响,这在前人的

表 4 视声热景感要素对环境舒适度的影响

Table 4 Effects of visual-acoustic-thermal elements on environmental comfort

因变量 Dependent variables	景感要素 Factors	未标准化系数 Unstandardized coefficients		标准化系数 Standardized coefficients	<i>t</i>	显著性 Significance
		<i>B</i>	标准错误 Std. Error			
总舒适度 Overall comfort (调整后 $R^2 = 0.359$)	(常量)	3.176	0.193		16.483	0.000
	绿植	0.256	0.031	0.322	8.368	0.000
	响度	-0.305	0.032	-0.317	-9.459	0.000
	温度	-0.232	0.044	-0.176	-5.292	0.000
	开放空间	0.188	0.036	0.201	5.222	0.000
视觉舒适度 Visual comfort (调整后 $R^2 = 0.406$)	(常量)	1.978	0.190		10.411	0.000
	绿植	0.401	0.030	0.492	13.293	0.000
	开放空间	0.192	0.035	0.201	5.405	0.000
	响度	-0.132	0.032	-0.135	-4.167	0.000
	温度	-0.093	0.043	-0.069	-2.159	0.031
声舒适度 Acoustic comfort (调整后 $R^2 = 0.443$)	(常量)	4.661	0.250		18.671	0.000
	响度	-0.536	0.033	-0.533	-16.025	0.000
	开放空间	0.143	0.036	0.147	4.025	0.000
	交通声	-0.201	0.034	-0.223	-5.926	0.000
	绿植	0.100	0.035	0.120	2.874	0.004
	温度	-0.152	0.043	-0.110	-3.521	0.000
	人声	-0.087	0.034	-0.094	-2.538	0.011
热舒适度 Thermal comfort (调整后 $R^2 = 0.213$)	(常量)	4.874	0.267		18.221	0.000
	温度	-0.262	0.048	-0.226	-5.436	0.000
	绿植	0.119	0.034	0.170	3.488	0.001
	湿度	-0.231	0.044	-0.215	-5.220	0.000
	人群	-0.107	0.039	-0.112	-2.726	0.007
	天空	-0.110	0.036	-0.133	-3.057	0.002
	开放空间	0.095	0.040	0.115	2.395	0.017
	交通声	-0.067	0.032	-0.087	-2.114	0.035

研究中也有所体现:Wu 等人的研究发现声满意度对总体满意度的一票否决作用最大^[22],与本研究结果具有相似性。Bai 和 Jin 分析了不同季节多感舒适度对环境健康评价的影响,发现多感官舒适度的重要性会随着季节而变化^[16],但与本研究不同的是,他们的结果显示夏季热舒适度的影响程度最大。其中可能的原因是其研究在北方严寒城市进行,而厦门的气候类型是造成结果差异的重要因素。Li 和 Liu 在南方城市武汉进行的研究发现较冷的气候条件下,人体的舒适度主要受到热环境的影响,而随着气候的变暖,热舒适度的影响程度逐渐降低^[23],这与本研究结果具有相似性。此外,前人的一些研究发现了视觉环境和热环境的显著交互作用^[12],同样,本研究也表明在春季视觉舒适度和热舒适度对总舒适有显著的交互作用,当视觉舒适度水平较高时,无论热舒适度如何变化,总舒适度均能处于较高水平。这可以解释为当视觉舒适度较高时,对热环境的耐受性也会增高,美观的环境有助于减少人们在空间中的热不适感,进而提升总舒适度^[24]。尤其在春季,生长茂密的植物不仅提升了视觉的美感,还可以阻挡阳光直射,提供阴凉空间来提升人们的环境舒适度。总之,本研究强调了声环境的重要性,且表明了环境舒适度的提升需要考虑多维感官的综合改善。

本研究还分析了多维景感要素与环境舒适度之间的关系,为提升社区环境舒适度提出了可行的改善策略。研究表明视觉环境要素对舒适度的影响主要体现在绿植和开放空间带来的积极影响。植被是提高环境生态效益的重要体现,且绿色空间是提供城市生态系统服务的重要载体。有研究表明当人们对环境舒适度进行评价时,绿地的数量是首要考虑的因素^[25]。增加绿地面积不仅可以有效提升视觉环境评价^[26],也包括提

升对声环境的评价^[27]和热舒适度的感知^[28-29]。本研究进一步明确了绿地这一自然元素对于提升户外环境舒适度评价的积极意义,且其影响程度远远大于其他视觉感知要素。增加绿地面积、适当种植乔灌木不仅可提升视觉美感,同时还可以降低噪声、遮阳等,从而提升环境舒适度。此外,本研究发现了开放空间对舒适度评价的积极影响。若植被数量因条件限制而无法增加时,适当增加开放空间,为居民提供休闲活动的场所,增强景感体验,能够有效弥补因绿地缺乏而降低的生态系统服务^[30]。声源要素对舒适度的影响主要体现在交通噪声和声音的响度带来的消极影响。已有许多研究表明噪声水平是影响舒适度等环境评价的重要因素^[31-32],Hong 和 Jeon 的研究发现,居住区的交通噪声水平是影响舒适度评价的重要指标^[33]。本研究通过构建模型进一步证明了噪声水平,尤其是交通噪声是影响环境舒适度的最主要因素,其影响远大于其他声源要素。在实际应用中,通常通过植被的合理配置形成绿化带来降低户外交通噪声;也可通过动态水景的设计,利用水声达到对噪声的掩蔽效果,而且水体还有降低温度、调节小气候的作用。总之,规划设计应从多感官角度出发,为居民提供丰富的景感体验,在有限的空间中实现生态效益的最大化。

然而,本研究还存在一定的局限性。在个体因素方面,本研究的被试者均为大学生和研究生,尽管对于他们在厦门居住时间做了平衡,而且样本结果的离散度较小,但是他们仍然不能完全代表所有年龄阶段的群体。许多研究发现性别、年龄、噪声敏感性等个人特征差异会影响对环境的感知评价^[34-35],所以在今后的研究会应涉及更多样化的群体,使所得结果得到更广泛的验证。

4 结论

本研究探究了视声热多维景感对厦门市社区环境舒适度的影响,得出以下结论:

(1) 视声热舒适度对总舒适度均具有显著影响,其中声舒适度的影响程度最大。不同季节舒适度的影响存在差异:春季视觉舒适度的影响程度最大,夏季视觉舒适度和声舒适度的影响程度更大,而冬季热舒适度和声舒适度的影响程度更大。

(2) 视觉感知要素对舒适度的影响主要体现在绿植和开放空间带来的积极影响,增加绿植和开放空间有益于提升舒适度;声感知要素对舒适度的影响主要体现在声音的响度和交通噪声带来的消极影响,减弱声压级和降低交通噪声可有效提升舒适度;在热感知要素中,温度是最主要的影响因素。

参考文献 (References):

- [1] 郑青梅. 城市更新背景下老旧小区改造现存问题及策略探究——以漳州市龙文区为例. 房地产世界, 2023(24): 34-36.
- [2] 娄方雍. 城市更新环境下老旧城区更新改造探讨. 居业, 2024(4): 108-110.
- [3] 王浩. 城市更新视角下的成片老旧社区更新研究. 住宅与房地产, 2024(13): 105-107.
- [4] 黄志威. 习近平生态文明思想对城市更新的启示——以广州翼·空港文旅小镇“微改造”为例. 现代商贸工业, 2024, 45(12): 4-6.
- [5] 李玲燕, 顾昊. 基于 AHM-可拓评价模型的老旧小区绿色改造综合效益评价研究. 生态经济, 2021, 37(3): 95-100, 160.
- [6] Yu Z, Yang G, Lin T, Zhao B, Xu Y, Yao X, Ma W, Vejre H, Jiang B. Exposure ecology drives a unified understanding of nexus of natural ecosystem, exposure and health. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2024, 10: 0165.
- [7] Zhao J, Liu X, Dong R, Shao G. Landsenses ecology and ecological planning toward sustainable development. *International Journal of Sustainable Development World Ecology*, 2016, 23(4): 293-297.
- [8] 张国钦, 李妍, 吝涛, 李新虎, 王兰, 刘文惠. 景感生态学视角下的健康社区构建. 生态学报, 2020, 40(22): 8130-8140.
- [9] 唐立娜, 李竞, 邱全毅, 石龙宇, 王豪伟, 郑拴宁. 景感生态学方法与实践综述. 生态学报, 2020, 40(22): 8015-8021.
- [10] 刘晓芳, 吝涛, 赵宇, 林美霞, 曹馨, 李妍, 吴昕怡, 张国钦, 刘文惠. 城市公园景感要素及其对不同人群公园活动方式的影响. 生态学报, 2020, 40(22): 8176-8190.
- [11] 刘畅, 唐立娜. 景感生态学在城市生态系统服务中的应用研究——以城市公园景观设计为例. 生态学报, 2020, 40(22): 8141-8146.
- [12] Yan T, Jin Y, Jin H. Combined effects of the visual-thermal environment on the subjective evaluation of urban pedestrian streets in severely cold regions of China. *Building and Environment*, 2023, 228: 109895.
- [13] Yin Y, Zhang D, Zhen M, Jing W, Luo W, Feng W. Combined effects of the thermal-acoustic environment on subjective evaluations in outdoor public spaces. *Sustainable Cities and Society*, 2022, 77: 103522.

- [14] Guo X, Liu J, Albert C, Hong X. Audio-visual interaction and visitor characteristics affect perceived soundscape restorativeness: Case study in five parks in China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2022, 77: 127738.
- [15] Zheng T, Yan Y, Lu H, Pan Q, Zhu J, Wang C, Zhang W, Rong Y, Zhan Y. Visitors' perception based on five physical senses on ecosystem services of urban parks from the perspective of landsenses ecology. *International Journal of Sustainable Development World Ecology*, 2020, 27(3): 214-223.
- [16] Bai Y, Jin H. Effects of visual, thermal, and acoustic comfort on the psychological restoration of the older people in a severe cold city. *Building and Environment*, 2023, 239: 110402.
- [17] Du M, Hong B, Gu C, Li Y, Wang Y. Multiple effects of visual-acoustic-thermal perceptions on the overall comfort of elderly adults in residential outdoor environments. *Energy and Buildings*, 2023, 283: 112813.
- [18] 丹尼尔·罗尔, 魏菲宇, 肖恩·贝利. 将“感官体验漫步分析”用于多重感官体验的风景园林教学. *风景园林*, 2021, 28(10): 96-106.
- [19] Liu J, Kang J, Behm H, Luo T. Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 123: 30-40.
- [20] 李亨, 谢辉, 葛煜喆. 大型综合医院室外空间声景评价. *风景园林*, 2021, 28(4): 71-77.
- [21] Nitidara N P A, Sarwono J, Suprijanto S, Soelami F X. The multisensory interaction between auditory, visual, and thermal to the overall comfort in public open space: A study in a tropical climate. *Sustainable Cities and Society*, 2022, 78: 103622.
- [22] Wu H, Sun X, Wu Y. Investigation of the relationships between thermal, acoustic, illuminous environments and human perceptions. *Journal of Building Engineering*, 2020, 32: 101839.
- [23] Li K, Liu M. Combined influence of multi-sensory comfort in winter open spaces and its association with environmental factors: Wuhan as a case study. *Building and Environment*, 2024, 248: 111037.
- [24] Zhang T, Hong B, Su X, Li Y, Song L. Effects of tree seasonal characteristics on thermal-visual perception and thermal comfort. *Building and Environment*, 2022, 212: 108793.
- [25] 王洋洋, 黄锦楼. 基于绿视率的城市生态舒适度评价模型构建. *生态学报*, 2021, 41(6): 2170-2179.
- [26] Yue Y, Yang D, Van Dyck D. Urban greenspace and mental health in Chinese older adults: Associations across different greenspace measures and mediating effects of environmental perceptions. *Health & Place*, 2022, 76: 102856.
- [27] Hasegawa Y, Lau S. Comprehensive audio-visual environmental effects on residential soundscapes and satisfaction: Partial least square structural equation modeling approach. *Landscape and Urban Planning*, 2022, 220: 104351.
- [28] Yang J, Zhao Y, Zou Y, Xia D, Lou S, Guo T, Zhong Z. Improving the Thermal Comfort of an Open Space via Landscape Design: A Case Study in Hot and Humid Areas. *Atmosphere*, 2022, 13(10): 1604.
- [29] 毛媛媛, 叶云, 谢俊民. 小学教学楼庭院空间构成要素对儿童热舒适的影响. *中国城市林业*, 2024, 22(2): 36-41.
- [30] 毛齐正, 王鲁豫, 柳敏, 郭青海, 胡婵娟, 李元征. 城市居住区多功能绿地景观的景感生态学效应. *生态学报*, 2021, 41(19): 7509-7520.
- [31] Merchan C, Diaz-Balteiro L, Solino M. Noise pollution in national parks: Soundscape and economic valuation. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 123: 1-9.
- [32] Guan H, Hu S, Lu M, He M, Mao Z, Liu G. People's subjective and physiological responses to the combined thermal-acoustic environments. *Building and Environment*, 2020, 172: 106709.
- [33] Hong J Y, Jeon J Y. Influence of urban contexts on soundscape perceptions: A structural equation modeling approach. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 141: 78-87.
- [34] Erfanian M, Mitchell A, Aletta F, Kang J. Psychological well-being and demographic factors can mediate soundscape pleasantness and eventfulness: A large sample study. *Journal of Environmental Psychology*, 2021, 77: 101660.
- [35] Chen K, Kang J, Ma H. Effects of sound-source characteristics and personal factors on the perceived controllability of indoor acoustic environments in high-rise multi-unit residences. *Building and Environment*, 2024, 264: 111935.