

街区型住区生活性街道空间的行人心理感知研究——以广州为例

Study on Pedestrian Psychological Perception of Living Street Space in Residential Blocks: A Case Study of Guangzhou

杜宏武 王子荆 潘佳馨*

DU Hongwu, WANG Zijong, PAN Jiaxin*

摘要

街区型住区的生活性街道与居民关系密切, 应从行人心理需求出发, 重视人本尺度的街道精细化设计。既有研究对街道空间微观要素的定量分析存在不足, 空间要素对行人心理感知的影响机制仍缺乏数据支撑。基于对广州街区型住区生活性街道的深入调研和文献研究, 选取 4 类空间特征因素, 筛选 8 个心理感知测评因子, 搭建 16 个典型 VR 场景, 开展街道空间与行人心理感知关联性模拟实验。结果表明, 空间特征因素和居民心理感知存在普遍和不同程度的联系。基于实验结果, 对生活性街道的步行空间尺度、沿街建筑前区空间设计、沿街商业界面比例和街道空间绿化指标及层次设计提出建议和指引。

Abstract

The living streets in residential blocks are closely related to residents, highlighting the need for refined human-scale design that considers pedestrians' psychological needs. However, existing studies lack sufficient quantitative analysis of micro-scale street space elements, and the mechanism of the influence of spatial elements on the psychological perception of pedestrians still lacks some data support. Based on in-depth research and a literature review of living streets in Guangzhou's residential blocks, 4 types of spatial characteristic factors were selected, 8 psychological perception evaluation factors were extracted, and 16 typical VR scenes were constructed to simulate the correlation between street space and pedestrian perception. The results confirmed the universal and varying degrees of connection between the spatial characterization factors and residents' psychological perception. Based on the experimental results, suggestions and guidance are provided for the scale of pedestrian space, space setting in front of buildings along the street, the proportion of commercial interfaces along the street, and the greening indexes design of living streets.

文章亮点

1) 生活性街道的步行道宽度、沿街商业界面比例、建筑前区空间设置和绿视率对氛围感知和空间感知存在不同程度的影响; 2) 利用虚拟现实技术定量探索“空间-心理”影响机制, 为街道设计提供参考。

关键词

街区型住区; 生活性街道; 空间特征; 心理感知; 虚拟现实

Keywords

Residential blocks; Living streets; Spatial characteristics; Psychological perception; Virtual reality

收稿日期: 2024-07-10

修回日期: 2024-08-29

街区型住区的生活性街道与居民关系密切，近年来的研究证实，生活性街道空间不仅提供交通功能，还能丰富居民日常活动、促进社会交往^[1-2]。街区制的推广进一步提高了街道的社会心理效益，对城市居民感知的影响日益显著，探讨行人（或居民）在此类生活性街道的心理感知具有理论和实践意义。

目前建筑学领域对街道的研究相当繁盛，基于行人心理感知的研究主要分为空间品质评价及街道空间特征与心理健康的关联研究2类。空间品质评价多从步行者主观感知出发，集中研究心理感知层面，如 Reid Ewing 对多维度空间品质进行评分^[3]；龙瀛、唐靖娴通过主观评价和空间要素客观分析，对北京和上海街道进行空间品质量化评价^[1]。街道空间特征与心理健康关联研究范围更集中。心理健康分为主观感知及客观心理和生理健康两方面，前者通过量表问卷进行主观报告测量^[2]，后者通过采集心电、皮电等生理信号进行量化研究^[4]。街道对居民心理压力的缓解效果已被大量研究证实^[5-6]，但现有研究在街道类型的划分和界定上较为宽泛，缺乏对不同类型街道特征及其对居民心理感知影响的区分，且多依赖传统调研法，限制了研究的深度和广度。

“街区制”作为城市空间组织单元，在增强社区凝聚力和促进公共空间合理利用方面具有优势。近年来，常乐^[7]、李一凡^[8]等基于居民行为需求，对街区型住区外部空间进行研究，并提出了创新的设计优化策略。尽管现有研究提供了有价值的见解，但在利用虚拟现实等新技术的微观定量研究方面仍有提升空间。

综上，本文重点研究街区型住区的生活性街道（以下简称生活性街道），通过文献研究、实地调研，提取其与行人心理感知相关的主要空间特征因素和心理感知因素，依据正交试验设计方法构建 VR 场景，招募被试并借助 SD 法设计主观问卷，开展心理感知实验，探索“空间-心理”影响机制，以期为街道设计提供参考。

1 研究方法

1.1 研究对象

街区型住区在本文指一种居住模式，结合多个街区及网状道路，提供居住、商业及公共服务功能，其街道界面连续且建筑沿街布局。同时，街区间的街道和公共服务设施均对外开放。生活性街道的定义是在《上海市街道设计导则》中“生活服务街道”概念的基础上，结合地理位置、城市风貌进行细化^[9]。这类街道位于街区型住区内部，联系街区间的城市支路，其沿街界面设有小型商业和社区服务设施，红线宽度不大于 20 m，兼具车行与人行功能。

1980 年代广州开始出现街区型住区，主要集中在荔湾区、海珠区和越秀区。此类社区发展至今已成体系，在路网上呈现更为成熟的网格形制。前期研究调研了 28 个街区型住区，并选取 16 个典型住区开展实地调研，发现广州典型街区型住区的生活性街道长度约 200 m，街道两侧多为 6~9 层、双拼或三拼的多层板式住宅，楼栋间设置多个出入口，且沿街建筑贴线率高。因此，研究以最具代表性的海珠区紫山大街作为初始模型构建虚拟场景，街道整体长度约 160 m，形态较为规整，其两侧均为 8 层住宅，楼栋间设置有出入口，建筑贴线率较高。

1.2 数据采集

1.2.1 空间特征要素提取

基于实地调研及访谈，结合大量前人研究成果，选取生活性街道的步行道宽度（空间尺度）、沿街商业界面比例（界面形态）、建筑前区空间设置（界面形态）和绿视率（空间环境要素）4 个空间特征要素指标进行分析。

步行道一般由路边区、行人通行区和建筑临街区组成。在生活性街道中，建筑临街区常设置阶梯及花坛，使行人无法通行。因此，明确步行道宽度的计算范围为：从临街建筑区最外侧到机动车道边缘的区域（图 1）。常见的生活性街道宽度为 20 m 且多为双行道，故步行道宽度一般不超过

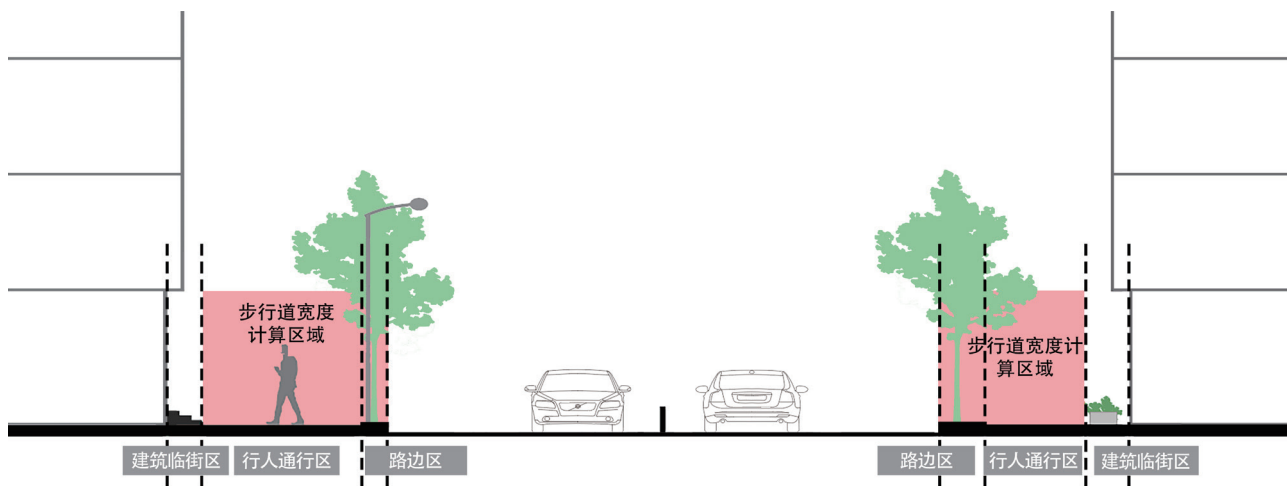


图 1 步行道宽度计算区域

Fig.1 The calculation area for sidewalk width

6 m，最小仅 1 m。此外，非机动车停车区域会显著影响步行道宽度。本研究将步行道宽度划分为 4 类：1.5 m（无非机动车停车区）、2.5 m（无非机动车停车区）、4 m（有非机动车停车区）、5.5 m（有非机动车停车区）。步行道过窄会影响行人的通行体验，过宽则会弱化路径边界感，易有空旷感。

沿街商业界面比例指商业店铺长度占街道总长度的比例^[10]，影响着街道首层的开放性，比例过高易导致店面形式多，影响街道秩序感；比例过低易产生萧条感。沿街商业界面可分为行走同侧和异侧 2 类，研究显示，同侧沿街界面对步行者的感知影响更为显著^[11-12]，故研究聚焦于行走同侧的沿街商业界面比例对行人感知的影响。广州生活性街道的沿街界面多为商业用途，其商业比例受公共建筑和住宅围栏影响。而住宅围栏能增加街道通透性，丰富行人感知体验。调研发现，沿街商业连续界面长度多为 45~70 m，沿街商业界面比例主要为 30%±5%、60%±5%、85%±5% 这 3 类。

建筑前区空间指紧邻沿街建筑侧的空间^[12]。研究表明，多样性的建筑前区空间通过提供不同的视角来影响行人的认知体验^[12-14]。在生活性街道中，建筑前区空间少有商业空间外延，其设计重点主要聚焦在沿街商业界面与道路底界面的衔接上，包括阶梯、景观花坛的设置等。调研显示，建筑前区空间设置方式主要有 4 种：无设置、矮阶梯（通常 2 级）、高阶梯（通常 4 级）和花坛围挡（图 2）。

绿视率指人视觉范围内绿色植物的占比^[15]。作为从街道空间侧界面延伸到顶界面的视觉元素，绿视率对行人的认知感受（如街道尺度认知）及心理健康的影响已被广泛讨论。姜斌及徐磊青等^[5-6]揭示了绿视率对于行人的心理情绪健康有重要影响。本研究首先在人行道中央、距离地面 1.6 m 的高度拍摄街道不同景观特征的照片，接着使用 Ps 软件选取照片中的绿化区域，计算绿化像素占照片总像素的比例，获得绿视率数值。据此发现绿视率总体分布在以下 3 个区间：15%±3%、25%±3%、和 35%±3%。

1.2.2 实验空间场景设置

基于实地调研数据，研究首先对生活性街道 4 项特征要素进行水平划分（表 1），接着采用四因素混合水平正交实验设计方法，构建 16 组实验组合（表 2），并通过“光辉城市”平台建模、渲染，生成 3D 视频，最终构建 16 个 VR 场景，导入 VR 头显设备开展实验（图 3）。由于行人在街道上多是动态观察而非固定观察，研究采用 VR 视频漫游形式进行实验。

1.2.3 心理感知指标选取

根据文献和调研结果，生活性街道的心理感知分为空间感知和氛围感知^[1,3,16]。空间感知反映客观物理环境，氛围感知反映使用者情感态度。因心理感知指标众多，研究采用问卷调研方法筛选指标，于 2022 年 3 月—4 月的休息日，在五羊新城、东湖新村、六运小区等生活性街道分布较



图 2 建筑前区空间类型示例
Fig.2 Examples of space types in front of buildings

表 1 空间特征自变量及水平分档
Tab.1 Spatial characteristics and their levels

空间特征	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4
A- 建筑前区空间设置	A1 无设置	A2 花坛围挡	A3 设置矮阶梯（2 级）	A4 设置高阶梯（4 级）
B- 绿视率	B1 低绿视率（15%±3%）	B2 中绿视率（25%±3%）	B3 高绿视率（35%±3%）	-
C- 商业界面比例	C1 35%±5%	C2 60%±5%	C3 85%±5%	-
D- 步行道宽度	D1 1.5 m（无非机动车停车区）	D2 2.5 m（无非机动车停车区）	D3 4 m（有非机动车停车区）	D4 5.5 m（有非机动车停车区）



a. 模型 1



b. 模型 15

图 3 VR 全景视图示例

Fig.3 Example of a VR panorama view

多的住区发放问卷 138 份，剔除重要信息缺失问卷后，回收有效问卷 126 份，其中受访者个体属性分布较均匀且具有代表性。最终提取感知因子中的高频特征，选出愉悦度、舒适度、安全感及压抑感 4 个氛围感知指标，以及围合度、宽敞度、连续度及吸引力 4 个空间感知指标作为研究依据（表 3）。

1.2.4 实验流程

研究采用语义差异法（Semantic Differential, SD），通过问卷将感知指标及整体场景满意度转化成语义尺度数据，采用李克特 7 级量表进行评分（分值范围为 -3~3），方便被试迅速做出判断，生成量化的评价结果^[17]，由于实验场景较多，单个被试实验时长接近 2 小时，难以招募大量被试。本研究参考实验心理学小样本设计，采用控制自变量和重复测量因变量的方式，结合对被试的观察记录，得出有效实验推论^[18]。既往研究表明，不同文化背景的人在视觉环境感知上具有一致性^[19]，且街道感知是行人的普遍经历。因此，本研究筛选 40 名视力正常、情绪稳定的大学生参加实验。为避免系统性误差，对实验场景顺序进行随机化处理。实验场景依据建筑前区空间设置形式分为 4 个组别，在每个组别中依据步行道宽度又分为 4 种不同的排序方案。实验将 40 名被试按性别和专业均衡分为 4 组，由被试随机抽取观看顺序（图 4）。

1.3 数据处理

通过完整性检查、逻辑一致性检

表 2 实验场景组合模型

Tab.2 Experimental scene combination model

编号	特征组合	编号	特征组合	编号	特征组合	编号	特征组合
1	A1,B1,C1,D1	5	A2,B1,C2,D3	9	A3,B1,C3,D4	13	A4,B1,C2,D2
2	A1,B2,C2,D2	6	A2,B2,C1,D4	10	A3,B2,C2,D3	14	A4,B2,C3,D1
3	A1,B3,C3,D3	7	A2,B3,C2,D1	11	A3,B3,C1,D2	15	A4,B3,C2,D4
4	A1,B2,C2,D4	8	A2,B2,C3,D2	12	A3,B2,C2,D1	16	A4,B2,C1,D3

表 3 感知指标及其含义

Tab.3 Perception indicators and their implications

感知类别	指标	指标释义
氛围感知	舒适度	使用者在街道空间感到心理及生理健康上满足的程度
	愉悦度	使用者在街道环境影响下产生积极、满意等情绪性体验感受的程度
	压抑感	使用者在街道空间感到消极、受压迫的程度
	安全感	使用者在街道空间中感到不受威胁的程度
空间感知	吸引力	空间形态及环境要素对使用者的吸引程度
	宽敞度	使用者在步行时感到空间狭窄或宽敞的判定
	围合度	使用者在街道中用视觉感受空间时，产生的封闭或开敞的感受
	连续度	使用者在步行时的视觉形态及步行感受的连续程度

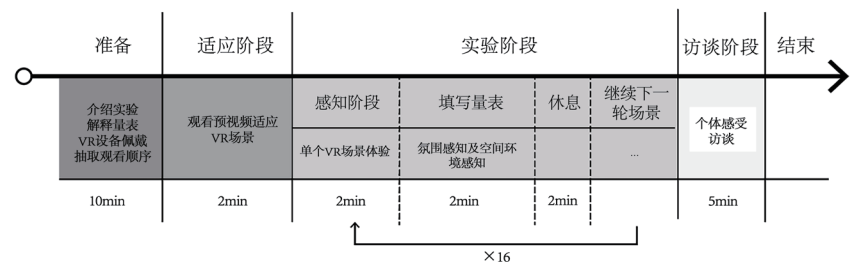


图 4 实验流程

Fig.4 Experimental flow chart

验及异常值筛查，确定实验回收有效问卷 40 份。对其进行统计分析，信度检验 Cronbach' s α 值在 0.7~0.8，表明数据内部一致性高，信度良好。使用 KMO 和 Bartlett 检验进行效度验证，得到氛围感知因子和空间环境感知因子的 KMO 值均介于 0.6~0.7，表明研究数据比较适合提取信息。

由于样本量小于 50，使用 S-W 检验来检测数据的正态性，结果显示 8 个心理感知指标均未呈现显著性 ($P>0.05$)，则接受原假设，样本数据服从正态分布。

2 实验结果与分析

2.1 各空间指标对于心理感知的显著性影响

对氛围感知因子进行多因素方差分析，结果显示：建筑前区空间设置、步行道宽度和绿视率对舒适度、愉悦度均产生显著性影响，而商业界面比例对舒适度和愉悦感不产生显著性影响；商业界面比例及步行道宽度显著影响行人的压抑感，而建筑前区空间设置与绿视率对于压抑感无显著影响；建筑前区空间设置和商业界面比例显著影响安全感，而步行道宽度及绿视率对于安全感无显著影响（表 4）。

对空间感知因子进行多因素方差分析，结果显示：建筑前区空间设置及商业界面比例对吸引力有显著影响，而绿视率及步行道宽度对其无影响。可见，吸引力主要与街道侧界面多样性相关，当侧界面要素多且商业界面比例控制得当时，街道空间的吸引力更强。建筑前区空间设置及步行道宽度对宽敞度有显著影响，而绿视率及商业界面比例对其无显著影响。绿视率、步行道宽度及商业界面比例对围合度感知产生显著影响，而建筑前区空间设置对围合度感知无影响。建筑前区空间设置及商业街面比例显著影响被试对连续度的主观感知，而绿视率及步行道宽度对连续度无显著影响（表 5）。

对比氛围感知的多因素方差结果，空间感知指标之间的相似度更低，每类空间感知指标受到的显著性影响因子均有差异性。尽管被试因空间因素的差异而感受到不同的空间特征，但对整体氛围的认知却趋于统一。

2.2 各空间指标不同水平对心理感知的影响

运用极差分析研究正交试验数据，可得到因素间或因素具体水平的优势。本研究基于正交实验数据进行极差分析，得出各空间指标对于心理感知的影响（图 5~6）。

氛围感知极差分析结果显示，设置花坛围挡、高绿视率及宽 4 m 的步行道对舒适度有正面影响；设置高阶梯和宽 1.5 m 的步行道则会降低舒适度；商业界面不同比例对行人舒适感产生的影响基本一致。愉悦度分析结果与舒适度相似，当设置花坛围挡、中等程度绿视率和步行道宽度为 4 m 时，可带来最大的愉悦度感知效益；而商业界面比例在 85%±5%、绿视率较低且步行道宽度为 1.5 m 时，会给愉悦度带来负向影响。压抑感极差分析表明，设置花坛围挡及矮阶梯会使人产生轻松感，而无设置及设置高阶梯会产生压抑感；绿视率水平对压抑感的影响基本一致，绿视率较高会给被试造成压抑感；商业界面比例与压抑感呈负相关；步行

道宽度与压抑感呈正相关。建筑前区空间无设置或设置矮阶梯时，安全感最高，设置花坛围挡会降低安全感；绿视率在最低水平和步行道宽度为 4 m 时，安全感最高；商业界面比例越高，行人越具安全感（图 5）。

表 4 氛围感知多因素方差分析结果
Tab.4 Atmosphere perception multi-factor analysis of variance

氛围感知因子	因素	平方和	df	均方	F	P
舒适度	截距	1.681	1	1.681	29.377	0.003**
	建筑前区空间设置	3.047	3	1.016	17.750	0.004**
	绿视率	0.853	2	0.427	7.457	0.032*
	商业界面比例	0.070	2	0.035	0.680	0.580
	步行道宽度	1.887	3	0.629	10.990	0.012*
	残差	0.286	5	0.057		
R ² =0.953						
愉悦度	截距	0.320	1	0.320	7.984	0.037*
	建筑前区空间设置	1.527	3	0.509	12.711	0.009**
	绿视率	0.685	2	0.342	9.533	0.024*
	商业界面比例	0.149	2	0.074	1.858	0.249
	步行道宽度	3.015	3	1.005	25.104	0.002**
	残差	0.200	5	0.040		
R ² =0.964						
压抑感	截距	0.022	1	0.022	0.201	0.673
	建筑前区空间设置	0.904	3	0.301	2.805	0.148
	绿视率	0.044	2	0.022	0.204	0.822
	商业界面比例	1.441	2	0.721	6.706	0.038*
	步行道宽度	3.272	3	1.091	10.148	0.014**
	残差	0.537	5	0.107		
R ² =0.913						
安全感	截距	7.060	1	7.060	522.359	0.000**
	建筑前区空间设置	0.643	3	0.214	15.869	0.005**
	绿视率	0.101	2	0.050	3.734	0.102
	商业界面比例	0.291	2	0.145	10.760	0.015*
	步行道宽度	0.196	3	0.065	4.832	0.061
	残差	0.068	5	0.014		
R ² =0.948						

注：*代表 $P<0.05$ ，**代表 $P<0.01$ 。

空间感知极差分析结果显示，当街道设置花坛围挡且商业界面占比为 60% 时，吸引力明显增强。适当的住宅围栏界面能显著增强街道的吸引力，而商业界面过多或过少均会削弱吸引力。绿视率及商业界面比例对宽敞度的感知影响不

表 5 空间感知多因素方差分析结果
Tab.5 Spatial environment perception multi-factor analysis of variance

氛围感知因子	因素	平方和	df	均方	F	P
吸引力	截距	7.060	1	7.060	522.359	0.000**
	建筑前区空间设置	0.643	3	0.214	15.869	0.005**
	绿视率	0.101	2	0.050	3.734	0.102
	商业界面比例	0.291	2	0.145	10.760	0.015*
	步行道宽度	0.196	3	0.065	4.832	0.061
	残差	0.068	5	0.014		
R ² =0.948						
宽敞度	截距	0.745	1	0.745	104.091	0.000**
	建筑前区空间设置	0.980	3	0.327	45.670	0.000**
	绿视率	0.039	2	0.019	2.718	0.159
	商业界面比例	0.038	2	0.019	2.653	0.164
	步行道宽度	0.524	3	0.175	24.418	0.002**
	残差	0.036	5	0.007		
R ² =0.978						
围合度	截距	1.001	1	1.001	34.686	0.002**
	建筑前区空间设置	0.282	3	0.094	3.253	0.118
	绿视率	0.783	2	0.392	13.565	0.010**
	商业界面比例	0.465	2	0.233	8.060	0.027*
	步行道宽度	5.429	3	1.810	62.684	0.000**
	残差	0.144	5	0.029		
R ² =0.980						
连续度	截距	1.270	1	1.270	288.204	0.000**
	建筑前区空间设置	0.195	3	0.065	14.787	0.006**
	绿视率	0.020	2	0.010	2.287	0.197
	商业界面比例	0.418	2	0.209	47.429	0.001*
	步行道宽度	0.008	3	0.003	0.603	0.641
	残差	0.022	5	0.004		
R ² =0.967						

注：* 代表 $P<0.05$ ，** 代表 $P<0.01$ 。

显著，但步行道宽度与宽敞度呈正相关；建筑前区设置花坛围挡可显著提升空间宽敞度，而无设置则带来最狭窄的视觉感受。在围合度方面，建筑前区空间设置对围合度的感知影响并不显著，但步行道宽度与围合度呈正相关；绿视率与围合度呈负相关，当绿视率越高时，被试感到空间越封闭；被试对围合度的感知在商业界面比例为 35%~60% 时差异较大，而比例为 60%~85% 时差异不大。在连续度感知方面，研究发现商业界面比例对连续度的影响最显著，比例越高，连续度越强，这与界面多样性有关；建筑前区无设置或设置矮阶梯时，连续度感知较高（图 6）。

2.3 空间感知与氛围感知关联性研究

空间感知是对空间物理特征的主观反映，而氛围感知则是对这些特征进行认知重组后进一步形成的主观体验，故将 2 类感知做关联分析，可针对性提出优化感知效果的指引。在 8 种感知测评结果正态性检验的基础上，对 2 类感知进行 Pearson 关联性分析（表 6），相关系数大小表示相关关系的强弱。分析可知，围合度仅与压抑感产生显著性关系，宽敞度与愉悦度及舒适度有显著性关系，连续度仅与安全感有显著性关系，吸引力与压抑感、愉悦度及舒适度之间呈现显著性关系。

2.4 心理感知与满意度关联性研究

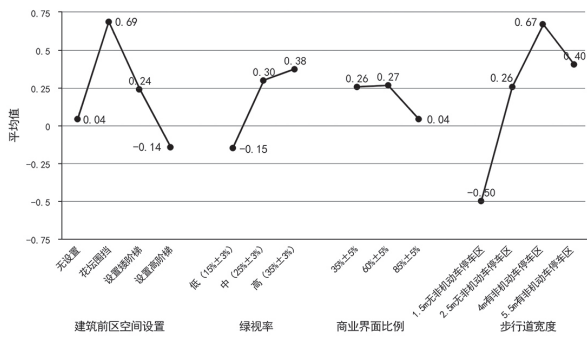
研究发现，整体场景满意度和各类感知指标均呈正态分布，故采用 Pearson 相关性分析验证整体场景满意度与各类心理感知之间相关性的强弱。结果显示，整体场景满意度与舒适度 ($r=0.820$, $P=0.000$)、愉悦度 ($r=0.847$, $P=0.000$) 极强相关，与压抑感 ($r=0.729$, $P=0.001$)、吸引力 ($r=0.765$, $P=0.001$) 强相关，与宽敞度 ($r=0.518$, $P=0.040$) 之间具有一般相关性，与安全感 ($r=-0.213$, $P=0.129$)、围合度 ($r=0.350$, $P=0.184$)、连续度 ($r=-0.217$, $P=0.419$) 之间无显著相关关系。结合对被试的访谈进行分析，安全感对街道空间整体满意度感知的影响主要体现在夜晚，且实验场景并未纳入机动车和行人流量等外部变量，故被试对安全感的感知效益不显著。此外，由于街区型住区生活性街道的高宽比例较为相似且街道长度有限，被试对于围合度及连续度的感知没有其他指标因子明显。

3 讨论

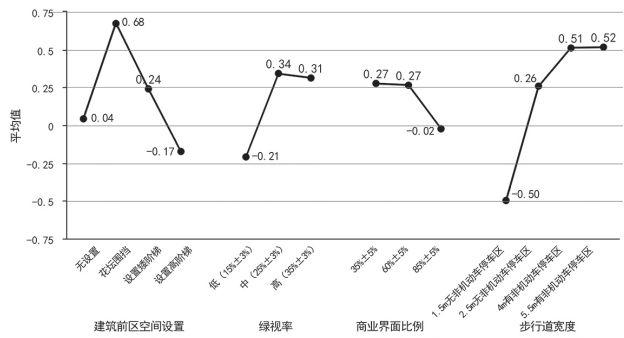
通过分析实验结果，可了解生活性街道空间特征要素如何影响行人的氛围感知及空间感知，据此提出基于行人心理感知的生活性街道空间优化指引。

3.1 控制合适的步行空间尺度

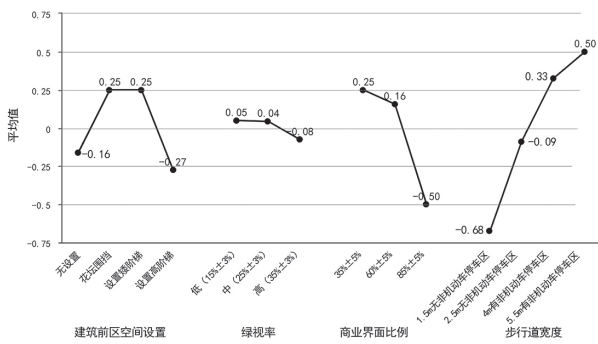
在生活性街道中，常出现步行道空间尺度比例失调情况。与前人研究^[20]对比可知，不同规模的街区适宜的步行道宽度存在差异。对于生活性街道这类尺度较小的街道，步行道并非越宽越好，若需容纳非机动车停放，宽度宜控制在 4 m 左右；若无停车需求，则宽 2.5 m 较适宜。为避免拥挤或空旷感，步行道过窄时可通过后退沿街建筑或调整行道树尺寸以增加灰空间，提升空间利用率；当步行道过宽时，可将商



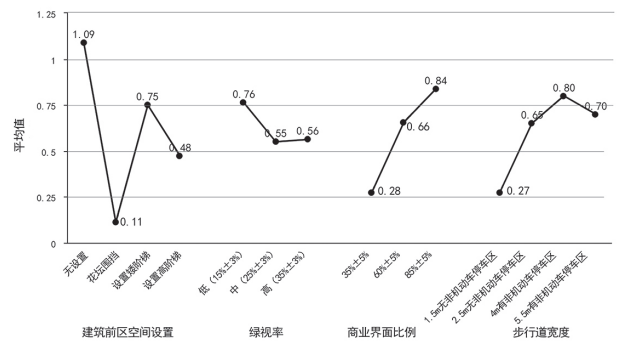
a. 舒适度



b. 愉悦度



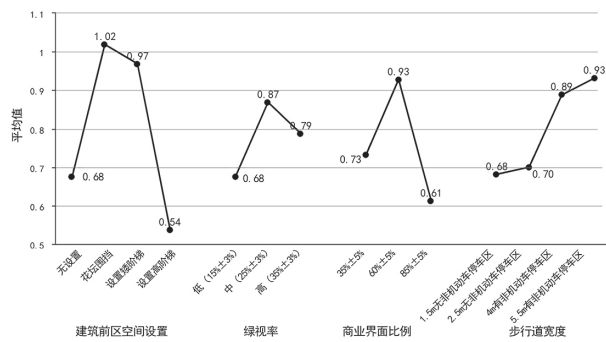
c. 压抑感



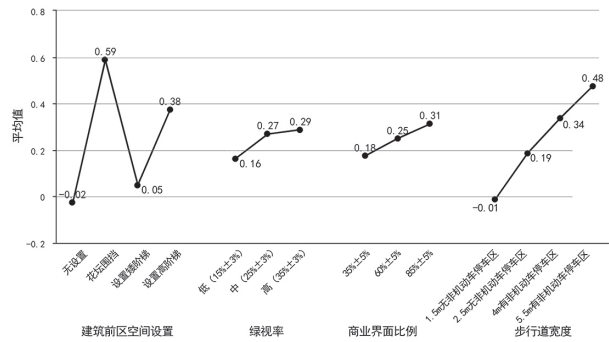
d. 安全感

图5 氛围感知极差分析

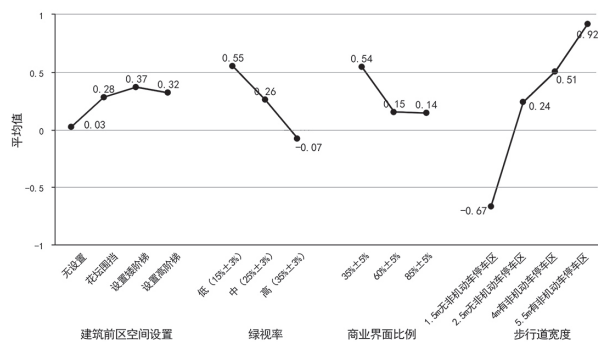
Fig.5 Atmosphere perception extreme analysis



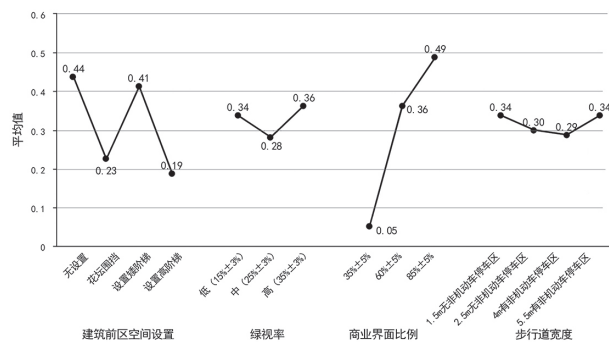
a. 吸引力



b. 宽敞度



c. 围合度



d. 连续度

图6 空间环境感知极差分析

Fig.6 Spatial environment perception extreme analysis

表 6 Pearson 相关性分析结果
Tab.6 Pearson correlation analysis results

心理感知指标因子	压抑感		安全感		愉悦度		舒适度	
	相关系数	P 值	相关系数	P 值	相关系数	P 值	相关系数	P 值
围合度	0.741 **	0.001	0.193	0.474	0.481	0.059	0.333	0.208
宽敞度	0.422	0.104	-0.317	0.232	0.601 *	0.014	0.519 *	0.039
连续度	-0.247	0.356	0.670 **	0.005	-0.173	0.521	-0.008	0.975
吸引力	0.671 **	0.004	-0.130	0.632	0.688 **	0.003	0.711 **	0.002

注：* 代表 $P < 0.05$ ，** 代表 $P < 0.01$ 。

业空间外延，并设置绿化围隔以提高趣味性，减少空旷感。

3.2 合理规划利用沿街建筑前区空间

商铺界面与步行空间的衔接既影响了空间场景丰富性，又影响行人与商铺的视线交互效果。在广州，侧界面商业与步行道空间没有明确分界，宽度大于 4 m 的步道可结合微气候模拟实验，选择较少日晒的入口设置商业外摆，增加活动类型，促进交流。对于较窄的步道，可将商业功能延伸至店铺立面，增强商业活力。花坛高度应控制在 1 m 以内，避免遮挡视线，确保行人安全。商铺前阶梯应限制在 2 到 3 级，并控制其连续长度，同时可搭配植物和座椅以消解空间压迫感，增加视觉丰富度，从而增强空间吸引力，提高使用者愉悦度。

3.3 把控沿街商业界面比例

沿街商业连续店面被 Jane Jacobs 称为“街道眼”^[16]，可促进交往，增强安全感和归属感。基于此，本研究探讨了沿街商业界面的适宜比例。本研究发现，当沿街商业界面比例约为 60% 时，行人的心理感知评分最高。因此，应平衡住宅围栏通透界面与商业界面的比例，既能避免连续商业界面带来的压抑感，又能保持商业活力。由于沿街建筑功能受到城市宏观调控的影响，在不改变建筑本身功能业态的情况下，可微改造沿街侧界面，优化商业界面比例。若商铺占比过高，可将转角店面改造为休憩绿化空间，或增加垂直绿化，打破沉闷感。反之，可在通透围栏处嵌入小型商业空间或摆设移动商业，提升视觉丰富度。

3.4 选择合适空间绿化指标并提升景观层次感

本研究发现，绿视率在 22%~38% 时可提供最佳舒适度和愉悦度，这一发现与前人研究相辅相成，既往研究表明绿视率在 24%~34% 时缓解压力的效果最为显著^[5]。广州属于亚热带季风气候，日照时间长，夏季暴晒多雨。若绿视率过低，植被数量不足，无法形成有效遮阳屏障，会导致行人受烈日暴晒，影响步行舒适度；过高则会对安全感及围合度造成负面影响。应根据步行道宽度调整绿植配置和绿视率，并通过种植观赏性乔木和增加植物层次感来提升视觉质量。对于较窄的步行道，绿视率应低于 25%，可通过增加行道树间距，并在侧界面结合攀缘植被实施垂直绿化，丰富街道绿化层次。

对于宽敞的步行道，可适当提高绿视率，横向扩展绿植空间，设置绿化带及灌木类花卉的种植池以丰富自然要素，增加亲切感。

4 结语

本文以街区型住区生活性街道为研究对象，定量分析了步行道宽度、沿街商业界面比例、建筑前区空间设置和绿视率 4 个空间特征要素与行人心理感知的关联，并提出了街道空间优化建议。研究结果表明，若停放非机动车，步行道宽度宜控制在 4 m；否则宽 2.5 m 较适宜。步行道宽度直接影响行人的行走体验，适宜的宽度可以提升舒适度和愉悦感。沿街商业界面比例约为 60% 时，行人的心理感知评分最高。沿街商业界面比例的调控对于营造活力而又不失秩序的街道环境至关重要，合理的商业界面比例能够激发街道的活力，并赋予行人足够的安全感。建筑前区空间的精心设计，如设置花坛围挡或合理的阶梯，不仅增加了街道的空间层次，还增强了街道的吸引力，提升行人愉悦度。绿视率为 22%~38% 时可提供最佳舒适度和愉悦度，而较窄的步行道的绿视率应低于 25%。绿视率的合理配置能有效缓解行人的视觉疲劳，提升街道的自然美感，并对行人的心理放松起到积极作用。

本研究创新地采用虚拟现实技术构建生活性街道实验场景，为实验对象提供了更为直观和沉浸式的体验环境，并通过正交实验设计和多因素方差分析提高了研究结果的科学性和准确性，拓展了城市设计中人本维度的实践路径，有助于在街区型居住模式的发展形势下为街区微改造和未来多样化的街区建设提供有益的参考。

然而，由于时间和资源的限制，本研究在指标选取上存在局限性，指标主要集中于街道的空间特征要素，未能充分考虑气候、光照、机动车流量等其他可能影响行人心理感知的因素，未来可在现有基础上进一步深化，扩大研究范围。此外，研究主要基于问卷调查和实验数据进行分析，缺乏长期实地观察和跟踪研究，可能无法全面反映行人的心理感知变化。未来研究应综合考虑多方因素，以获得更全面的视角，并采用长期实地观察和跟踪研究方法，更深

入地了解行人心理感知的动态变化。与此同时，广州的独特气候和地域特色为街道研究提供了丰富的素材，其街道案例研究尚待深入，而不同气候、地域背景下生活性街道空间特征对行人心理感知影响的异同也值得进一步关注。

注：文中图片均为自摄自绘。

参考文献：

- [1] 唐婧娴，龙瀛. 特大城市中心区街道空间品质的测度——以北京二环路和上海内环为例 [J]. 规划师, 2017, 33 (2) : 68-73.
- [2] 周扬，钱才云，魏子雄. 居住街区街道空间友好性评价研究——基于居民主观测度视角 [J]. 南方建筑, 2022 (4) : 69-77.
- [3] EWING R, HANDY S. Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability[J]. Journal of Urban Design, 2009, 1 (14) : 65-84.
- [4] 刘宇彤. 北方生活性商业街侧界面视觉设计要素及感知测度研究 [D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2020.
- [5] JIANG B, CHANG C Y, SULLIVAN W C. A dose of nature: Tree cover, stress reduction, and gender differences[J]. Landscape and Urban Planning, 2014 (132) : 26-36.
- [6] 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 (1) : 38-45.
- [7] 常乐. 街区制理念下的城市住区慢行系统优化策略研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2014.
- [8] 李一凡. 开放式住区公共空间的复合界面研究 [D]. 长沙: 湖南大学, 2020.
- [9] 上海市规划和国土资源管理局，上海市交通委员会，上海市城市规划设计研究院. 上海市街道设计导则 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2016: 9-10.
- [10] 陈泳，王全燕，奚文沁，等. 街区空间形态对居民步行通行的影响分析 [J]. 规划师, 2017, 33 (2) : 74-80.
- [11] EWING R, CLEMENTE O, NECKERMAN K M. Measuring urban design: Metrics for livable places[M]. Washington, DC: Island Press, 2013.
- [12] 施澄，袁琦，潘海啸，等. 街道空间步行适宜性测度与设计导控——以上海静安寺片区为例 [J]. 上海城市规划, 2020 (5) : 71-79.
- [13] GEHL J. Cities for People[M]. Washington, DC: Island Press, 2010: 76-80.
- [14] 董禹，李珍，董慰. 生活性街道环境感知特征对居民心理健康的影响: 哈尔滨市老城区的实证研究 [J]. 中国园林, 2021, 37 (11) : 45-50.
- [15] 青木阳二. 視野の広がり と緑量感の関連 [J]. 造园杂志, 1987, 51 (1) : 1-10.
- [16] JACOBS J. The Death and life of Great American cities[M]. New York: Random House, 1961: 30-40.
- [17] OSGOOD C E. Method and theory in experimental psychology [M]. New York: Oxford University Press, 1953: 303.
- [18] 唐婧娴，龙瀛，翟炜，等. 街道空间品质的测度、变化评价与影响因素识别——基于大规模多时相街景图片的分析 [J]. 新建筑, 2016 (5) : 110-115.
- [19] ULRICH R S, SIMONS R F, LOSITO B D, et al. Stress recovery during exposure to natural and urban environments[J]. Journal of environmental psychology, 1991, 3 (11) : 201-230.
- [20] 黄丹，戴冬晖. 生活性街道构成要素对活力的影响——以深圳典型街道为例 [J]. 中国园林, 2019, 35 (9) : 89-94.

作者简介：

杜宏武/1970年生/男/河南西平人/博士/华南理工大学建筑学院(广州 510641)/教授/研究方向为高密度环境、住区及城市公共空间

王子荆/1999年生/女/河北辛集人/华南理工大学建筑学院(广州 510641)/在读硕士研究生/专业方向为高密度城市公共空间

(*通信作者) 潘佳馨/1997年生/女/湖北荆州人/硕士/广州市番禺区城乡规划建设管理办公室(广州 511400)/专业方向为高密度城市公共空间/E-mail: 1992642961@qq.com