

寒地商业街底层临街面视觉感知测度量化研究

付瑶¹, 王枢文¹, 刘宇彤², 王梓通¹

(1. 沈阳建筑大学 寒地健康城市与舒适建筑研究中心, 辽宁 沈阳 110168; 2. 上海联创设计集团股份有限公司, 上海 200082)

摘要: 界面透明度与店面密度是提高街道空间活力的两个设计要素, 也是与视觉感知密切相关的主要因素。调研沈阳市8条商业街, 总结提炼典型寒地生活性街道空间场景要素。按照“空间—感知”研究模型, 对4种界面透明度以及一种透明度定值下的4种店面密度进行计算机场景建模, 令被试者观看场景模拟视频, 同步应用人因设备将心率变异性(HRV)、皮肤电(EDA)与主观评价进行感知测度量化分析, 推演了视觉感知舒适状态下商业街底层临街面设计要素的量值。研究结果表明, 当街道界面透明度为40%时人的视觉感知舒适度最高, 店面密度为15个/100 m时人的视觉感知舒适度最好。本文探讨了一种主观与客观结合的“空间—感知”量化研究方法, 研究人的视觉感知与街道空间中的界面透明度、店面密度之间的关系, 对今后商业街底层临街面的感知舒适研究与设计实践具有一定借鉴意义。

关键词: 底层临街面; 界面透明度; 店面密度; 人因实验; 感知测度

中图分类号: TU984

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2022)03-0364-12

Quantitative research on visual perception measurement of street frontage in cold region commercial streets

FU Yao¹, WANG Shuwen¹, LIU Yutong², WANG Zitong¹

(1. Research Center for Healthy Cities and Comfortable Buildings in Cold Regions,

Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China;

2. Shanghai Lianchuang Design Group Co., Ltd, Shanghai 200082, China)

Abstract: Interface transparency and storefront density are two elements that enhance the vitality of street space design, and are also closely related to visual perception. Based on the investigation of 8 commercial streets in Shenyang, the elements of typical cold area living street space scenes were summarized and refined. In accordance with the “space-perception” research model, On the basis of setting up the scene model, the subjects watched the scene simulation video. Then, using human factors equipment to quantitatively analyze three kinds of information: heart rate variability (HRV), electrodermal activity (EDA) and subjective evaluation. The value of the design elements of the ground floor interface in the commercial street under the condition of visual perception comfort is discussed. Finally, the research results show that when the transparency of the street interface is 40%, people's visual perception comfort is the highest, when the storefront density is 15 per 100 m, people's visual perception comfort is the best. By simulating the street space scene, applying physiological sensors to extract people's perceived physiological indicators, and combining subjective questionnaires to conduct “space-perception” research, this paper analyzes the relationship between people's visual perception, interface transparency, and storefront density. The research and design practice of the perceived comfort in the ground floor interface has certain reference significance.

Key words: ground-floor interface; interface transparency; storefront density; human factor experiment; perception measure

街道作为人们日常生活频繁使用的公共空间, 应该营造良好的视觉环境, 带给人愉悦舒适的感知体验。随着人们对人居环境质量要求越来越高,

视觉感受的舒适性与美学体验成为了街道空间营造的重要切入点。扬·盖尔在《人性化的城市》提到“在充满活力的外观立面前的平均人数是消极立

收稿日期: 2021-06-30

修改稿日期: 2022-06-15

基金项目: 辽宁省“兴辽人才计划”创新领军人才基金资助(XLYC1802029); 辽宁省教育厅 青年育苗项目基金资助(lnqn202002)

第一作者: 付瑶(1971—), 女, 硕士, 教授, 主要从事健康城市与舒适建筑研究。E-mail: fu4@sina.com

面前活动人数的7倍,这对步行者而言就有值得注意的倾向^[1]”。而现阶段由于商业街界面设计的简单重复、城市管理的粗放化以及经营宣传的个性化导致界面混乱、尺度趋同、视觉传达能力降低等问题的发生,对街道视觉感知体验与整体活力有较大影响。因此,不仅是从街道整体环境还是从步行者体验的角度,以视觉感知舒适角度发现商业街底层临街面的不足之处并进行精细化设计十分必要。

对街道空间的研究,既有通过理论总结调研分析街道空间设计影响要素与作用机制,例如,白骅通过对街道界面景观构成要素归纳与总结,得出街道界面设计景观因素结合方法^[2],陈泳等^[3]分析街区建设环境变量对各类步行通行活动的影响,徐磊青^[4]总结商业街空间建筑底层临街面的形态特征对街道活动的影响关系,胡昂等^[5]利用大数据进行街道空间品质的测度研究,并构建多维评价体系;也有从人的感知层面建立数学模型对街道物理环境进行评价,例如周钰^[6]建立街道界面的“物理形态-心理认知”研究框架并推导出“界面密度”与“贴线率”相结合的参数量化方法;还有通过物理数据特征测量对街道空间进行客观评价,例如陈静等^[7]基于对街道热环境参数测试,给出生态步行街道的设计程序。大部分研究主要采取专家打分法、问卷调查法、行为标记法和观察法等研究方法,但在一定程度上存在主观评价的误差性,而对客观环境进行描述的研究又忽视了人的体验在街道空间设计中的重要作用,较难实现客观环境与主观体验的有机结合。近年来生理传感器开始逐渐被应用于建筑学领域研究之中,将无法直观衡量的感知与情绪转化为了可以采集量化的生理数据^[8]。例如 Benjamin Bergner^[9]通过收集实景状态下人的皮电变化,分析空间中潜在的压力源;陈箴^[10]及其研究团队运用可穿戴生理反馈技术,总结空间中诱发压力的环境因素;Dongying Li等^[11]通过对皮肤电、LF/HF(低频峰与高频峰之比)等多种生理数据测量探索了校园景观对压力和精神疲劳恢复的影响程度与作用路径;龙瀛等^[12]基于眼动技术,分析城市空间形态与相关效应,利用空间特征要素化实现对客观环境的描述并联系生理数据的采集与分析,从感知层面出发是实现街道空间优化的有效途径。

本文在传统界面设计的艺术性和实用性的基础上增加对人心率变异性(Heart Rate Variability, HRV)与皮肤电(Electrodermal

Activity, EDA)生理信息的采集,定量研究商业街底层临街面的影响要素。由于临街区宽度、界面透明度、店面密度、功能密度对街道活力均具有明显作用^[13],但临街区宽度超出了底层临街面的研究范围,而功能密度又受经营者影响较大,因此本研究选用界面透明度与店面密度为研究对象,探索人视觉感知舒适的界面要素量值,为商业街底层临街面的感知舒适化设计提供一定指导意义,对未来健康城市设计与营造起到一定参考作用。

1 要素界定与研究框架

1.1 要素界定

(1)界面透明度

界面透明度代表的是界面具有视线穿透能力的界面长度在街道总长度中的所占比例,其对商业性观望的影响较为显著^[14]。本次实验沿用陈泳和赵杏花^[10]提出的街道透明度的计算方法:根据界面视线渗透能力的不同,将界面透明度分为四种类型(表1),并依据此分类对生活性商业街的界面透明度进行计算,计算公式为透明度=(1类界面长度×1.25+2类界面长度+3类界面长度×0.75+4类界面长度×0)/街道的建筑界面沿街总长度。

表1 界面类型划分
Tab.1 Interface type division

界面 透明 度类 型	1类界面	直接对外开放的透明玻璃门(不包括非透明、有遮挡的门)
	2类界面	视线可直接看到室内的玻璃橱窗
	3类界面	广告式玻璃橱窗及对视线遮挡严重的透明玻璃橱窗
	4类界面	不透明实墙及不透明广告

(2)店面密度

店面密度指各街段中每100米的商业单元的店面数量,与店铺的开间、街道的连续性有一定联系。店面密度过高易使街道界面变得混乱,整洁度下降;过低又容易导致街道产生萧条感,造成街道活力的丧失。适当的店面密度有利于保持街道的整洁性,营造良好的街区活力。本研究沿用徐磊青^[4]提出的店面密度计算公式:店面密度=(总店面数量/人行道长)×100。

1.2 研究框架

街道界面的形态构成是一种客观实在,在人们实践过程中被人所认知,从而影响人的空间活

动. 本研究为了实现视觉感知的量化, 利用不同空间特征下产生的不同生理现象解释心理变化, 并将生理信息与主观问卷相结合, 建立空间特征与心理感知的联系. 而要实现这一过程需要在空间特征、主观感知体验与生理信息相互影响的作用机制条件下, 完成空间特征要素化与感知体验量化.

(1) 空间特征要素化

街道中各空间要素在相互影响的作用下构成整体空间特征, 且被赋予了准确的含义与量化计算方法. 与传统的空间研究相比, 计算机场景模拟可以从复杂的现实街道环境中去除无关因素对研究结论的影响, 实现变量的唯一性, 使街道空间的研究更具有科学性与准确性. 本研究基于沈阳市街道环境实态调研与空间要素总结, 选定界面透明度与店面密度为主要研究要素, 并对其进行人因实验量化对比.

(2) 感知体验量化

人的感知体验传统研究方法是主观报告. 随着学科交叉扩展, 依据生理测量学的基础理论, 通过采集人的生理信号间接地得到人的感知体验情况. 大量实验证明感知体验与皮肤电信号、光电容积脉搏等信号之间存在较强的相关性, 通过生理信号的采集分析能更为准确地评价感知体验

的变化程度. 本研究在 ErgoLAB 实验平台下, 对被试者的 EDA 与 HRV 信息进行收集与记录, 利用不同生理信号测量值进行数据分析实现感知体验量化.

(3) 空间特征、感知体验与生理信息的作用机制

外界环境信息被人眼收集, 并被大脑分析后, 形成人对该环境的感知体验, 同时也对人的各项生理信息产生影响. EDA 与机体唤醒水平呈线性相关^[15], 当产生紧张、兴奋等情绪变化时汗腺排汗增多, 通过检测 EDA 信号使这种情感变化可被测量. HRV 可精准地反应交感神经与副交感神经的平衡关系^[16], 而交感神经与副交感神经又控制机体的兴奋与平静状态, 为分析受植物神经控制的人体感受(触觉、听觉、视觉等)提供了依据.

基于以上的分析, 研究尝试采用场景建模、人因实验与调研问卷相结合的方法对界面形态与视觉感知的关系进行研究. 对街道空间要素进行筛选, 并选取界面透明度与店面密度为主要研究要素. 基于街道场景调研的基础上, 利用计算机场景模拟实现场景再现, 结合人因数据与主观评价数据收集与整理, 总结基于感知舒适的底层临街面界面特征(图 1).

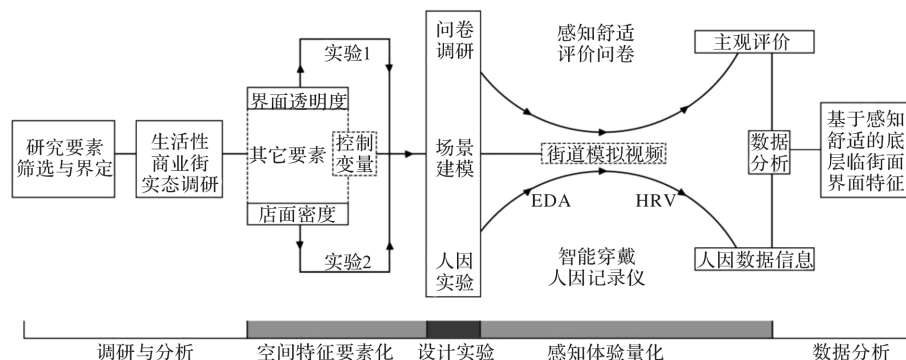


图 1 研究框架

Fig. 1 Research framework

2 商业街空间特征要素与场景模拟

2.1 生活性商业街实态调研

为了提高调研的普遍性与广度, 总结新、老生活性商业街特征, 并分析两者差异, 对沈阳市浑南新区和铁西区的 8 条街道进行实态调研(图 2). 铁西区是发展较早的老城区, 居住区建设时间较长, 生活气息浓郁; 浑南新区的发展时间较短, 街道界面的设计新颖. 根据对商业街底层临街面的形态调查与记录, 从界面透明度与店面密

度两个方面总结特征与差异, 并提出问题.

依据调查统计, 商业街底层临街面透明度主要在 20% 至 70% 之间, 62% 的街道透明度在 50% 以上, 老旧街道的平均透明度(38%)远低于新建街道(52%). 造成部分街道整体透明度降低的原因主要有两点. 第一, 居民在对街道的自发性改造中将临街窗户向外扩张变成直接对外的出入口; 第二, 商业网点设计之初, 仅有入口处一个对外开放的洞口. 造成界面的虚实关系缺乏层次过渡, 缺少节奏感与韵律感. 老旧型商业街底层临街面

普遍存在店面密度过低或过高的两种极端情况, 大至 23 个/100 m, 小至 5 个/100 m, 而新建街道则分布于 5 个/100 m 左右变动不大. 沿街住宅自行改造与设计初期造成的紧密并列排布是造成店面密度过低或过高的主要因素, 既影响了界面的

连贯性与节奏感, 也降低了店面的可识别性, 更易产生视觉疲劳.

总体来说, 寒地城市街道具有透明度低, 缺少节奏感与韵律感; 连续重复的界面形式单一, 店铺辨识度低, 易产生视觉疲劳感等特征.

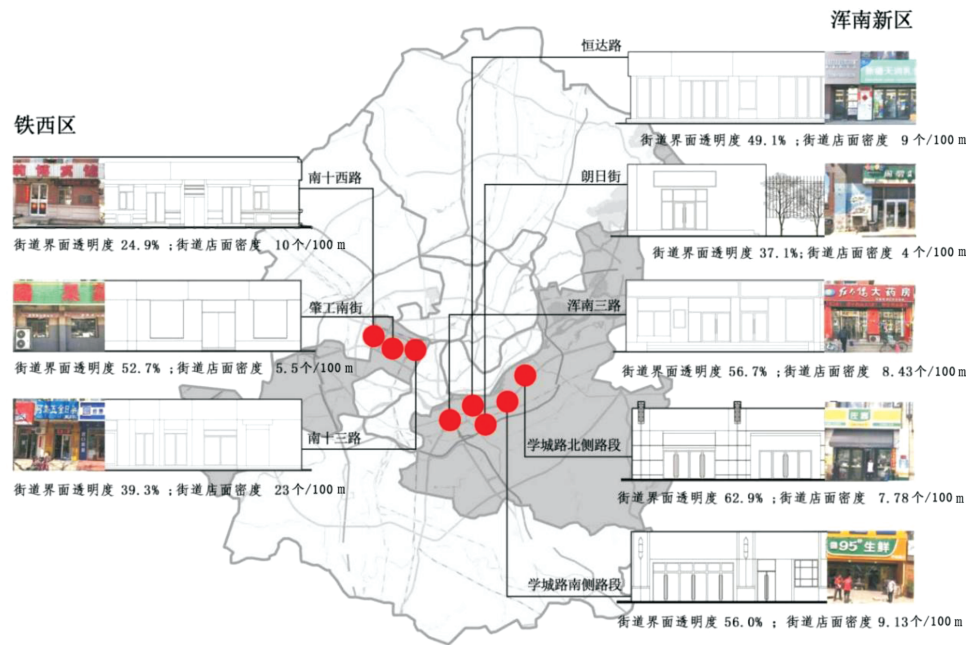


图 2 目标街道特征

Fig. 2 Characteristics of each street

2.2 生活性商业街空间特征要素提取

现有研究中多位研究者和研究团队通过观察记录法、GIS 运算法、模型研究等方法对多种生活性街道界面视觉要素进行了研究, 其中对人的视觉感知影响较为明显的要素主要集中在曲折度、店面密度、界面透明度、连续性、界面密度、贴线率、招牌设施等(表 2). 其中曲折度衡量街道的弯曲程度, 用街道线性替代; 连续性和贴线率反映的是街道上建筑立面的连续性与界面的凹凸程度^[17].

表 2 侧界面视觉要素筛选

Tab. 2 Screen visual elements of side interface

	视觉要素	侧界面要素
空间尺度	宽高比	—
空间氛围	街道线性	贴线率 连续性 透明度
	贴线率	
	连续性	
	透明度	
艺术感受	绿视率	颜色 材质 招牌与标志
	颜色	
	材质	
	招牌与标志	
功能丰富性	店面密度	店面密度

2.3 典型生活性商业街空间场景模拟


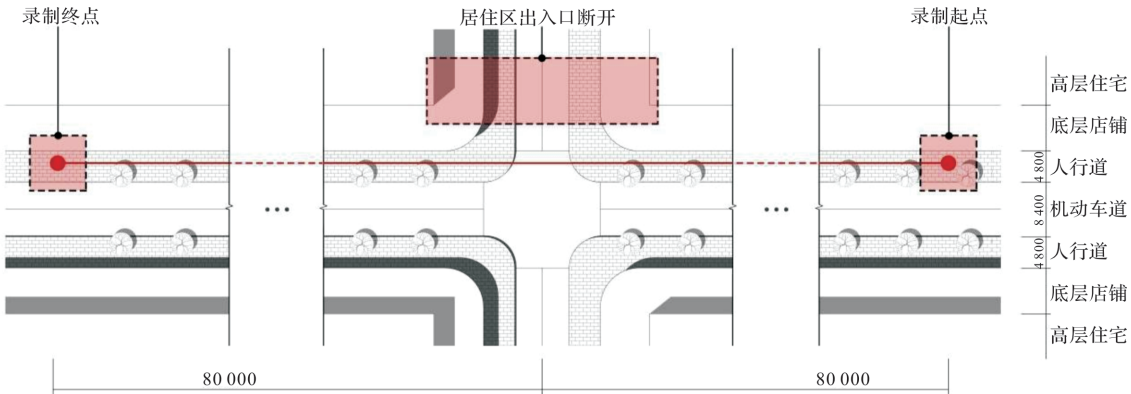
为了控制实验中变量唯一, 本次实验采用构建街道界面模型的方法模拟不同要素特征量级的街道. 在建模过程中需要对上文中提到的各视觉要素进行变量控制, 减少界面中可能对被试者注意力造成影响的无关因素.

街道场景建模以中间双向二车道、两侧人行空间作为实验的基本场景, 街道宽度 18 m, 长度 160 m. 为更贴近真实的街道环境, 模拟场景侧界面于 80 m 处断开, 作为居民出入口, 其余部分保持连续且位于同一街道平面内. 人行道铺砖选用红色矩形砖块进行交错铺砌. 底层商铺界面材质采用灰色花岗石. 店铺招牌保持简单样式, 不做过多装饰, 对店铺名称进简化处理. 绿视率设置为 20%.

现实生活中人们对街道立面的体验是行进中的视角, 而不是正立面的视角. 在完成计算机场景建模后, 采用场景相机按照一定的路线进行视频录制, 以第一人称视角, 尽可能真实地模拟人在实际街道环境中的步行状态, 得到更为准确地感知体验数据. (表 3)

表 3 变量控制及场景样例示意图

Tab. 3 Variable control and scene sample schematic diagram

模拟场景视频示意图	场景定量	
	街道宽度	18 m
	建筑形式	简约现代
	界面材质及色彩	灰色花岗石
	招牌及装饰	简化处理
	建筑层数	1 层
	播放速度	1.2 m/s
	人行道铺装形式	矩形地砖交错铺装
	界面连续性	居民出入口断开, 其他连续排列
	建筑贴线率	100% ^①
	绿视率	20%
场景建模立面图	招牌与标志	低饱和度纯色与简易化标识
模拟视频录制示意图		
		

3 界面设计要素视觉舒适感知测度

基于上文商业街底层临街面视觉设计要素筛选, 将对界面透明度与店面密度两种要素进行视觉感知测度下的量化研究. 两种要素均在场景模拟下采用人因实验和主观问卷的研究方法. 向被试者播放模拟视频, 通过生理传感器记录 *EDA* 与 *HRV* 信息. 测量结束后令被试者对不同界面进行视觉感知舒适度的主观评分. 对主观问卷信息与生理数据进行相互验证, 得到最令人满意的商业街底层临街面界面透明度与店面密度值.

3.1 实验设计

3.1.1 实验仪器

实验分为人因生理信号采集与界面模拟两部分, 包括笔记本电脑两台、生理传感器、信号接收器、电极片和消毒棉花等.

人因实验依托 ErgoLAB 实验平台与两组智能穿戴人因记录仪, 分别为: 佩戴在手部的皮电采集模块测量 *EDA* 信息; 佩戴在耳部的光电容积脉搏采集模块实时记录被试者的 *HRV* 信息. 通过信号接收器传输到电脑中的 ErgoLAB 软件中, 经过包括滑动均值滤波 (Moving Average)、高斯滤波

(Guass)、Hann 滤波以及低通滤波 (Low pass) 后, 可对时域、频域和事件相关 SCR (皮肤电响应) 进行分析, 工作模块与仪器佩戴如图 3 所示.

3.1.2 实验步骤

实验主要分为生理信号采集与问卷调查两部分. 第一部分: 令被试观看各段场景模拟视频, 收集 *EDA* 与 *HRV* 信息; 第二部分: 指导填写实验主观问卷. 分为界面透明度与店面密度两组. 采取先进行人因生理信号采集, 再进行填写视觉舒适主观评价问卷的方法 (图 4).

(1) 由实验人员向被试介绍实验流程与实验目的.

(2) 引导被试者以舒适坐姿坐在电脑前, 佩戴智能穿戴人因记录仪, 令被试者放松 5 min, 采集基线数据.

(3) 令被试者分别观看不同的实验视频素材, 每段视频的时长约为两分钟, 记录生理数据信息.

(4) 播放完毕后引导被试者对不同街道界面进行视觉感知舒适度评分. 1 级代表最舒适, 4 级代表最不舒适, 分别为 1 级—4 分, 2 级—3 分, 3 级—2 分, 4 级—1 分.

(5) 整理生理信号与问卷调研数据, 并进行编号与分组, 结束实验.

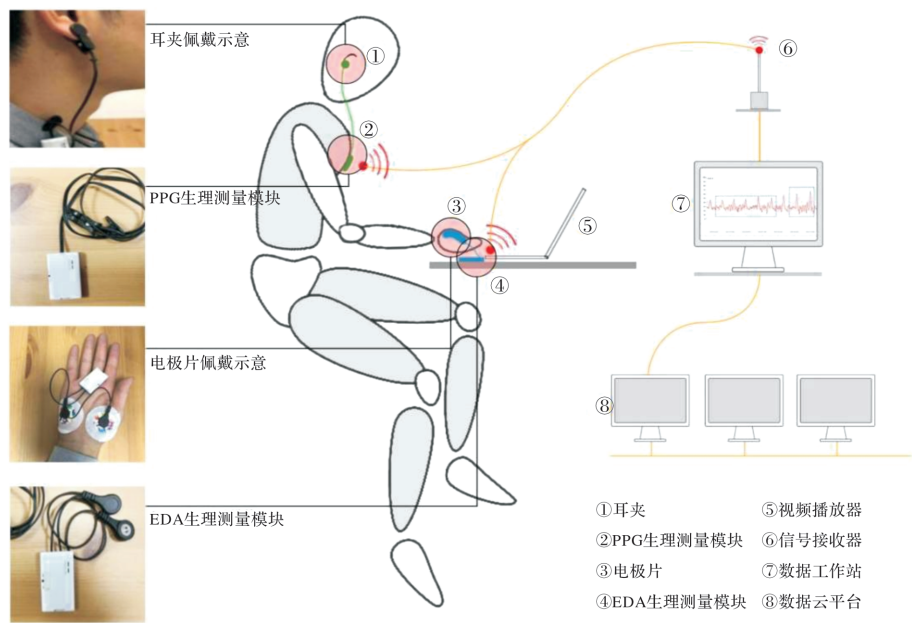


图 3 工作模块及实验仪器

Fig. 3 Experimental work module and experimental instruments

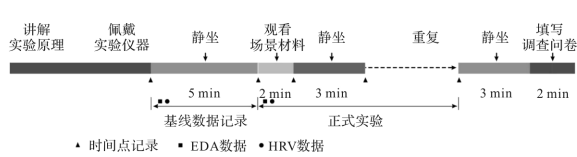


图 4 实验及数据收集流程图

Fig. 4 Flow chart of experiment and data collection

3. 1. 3 数据筛选

皮电采集模块可以收集被试者的三种皮电时域特征参数 SC-mean、SC-min、SC-max, 本次研究对 30 名被试者的皮电时域特征均值(SC-mean) 值进行整理归纳. 光电容积脉搏采集模块可根据时

域分析法与频域分析法导出 12 类数据(表 4). 由于实验采集的数据时程较短, 频域分析法更有利于获得更加准确的分析数据. 其中, 交感神经兴奋使个体兴奋度增强, 副交感神经兴奋则使个体趋于平静, 低频功率(LF)与高频功率(HF)可分别作为交感神经与副交感神经的指标, LF/HF 反映的是交感神经与副交感神经的拮抗作用^[18], 其比值越高越趋于兴奋状态^[19]. 实验表明良好的情绪使 HRV 增加, 消沉状态下高频成分(HF)增大^[20]. 因此探究人的感知舒适应该着重关注 LF/HF 数值变化率^[21].

表 4 相关量值对照表

Tab. 4 Correlative quantity value comparison table

数据类别	简称	全称	含义
EDA	SC-mean	皮电特征均值	皮电信号统计时段内的平均水平
	SC-min	皮电特征最小值	皮电信号统计时段内的最小值
	SC-max	皮电特征最大值	皮电信号统计时段内的最大值
HRV	TP	总频率功率	信号总的变异性, 即 HRV 大小
	VLF	极低频段功率	心率变化受自身其他生理系统的影响程度
	LF	低频功率	可作为交感神经的指标
	HF	高频功率	可作为副交感神经活动水平的指标
	LF/HF	低频高频功率比值	反映交感神经与副交感神经之间的张力平衡

3. 1. 4 数据处理

个体的差异导致其基线水平与敏感程度不同, 需要通过标准化处理排除个体因素对实验结果的影响^[22]. 将不同界面下被试者的 EDA 与 HRV 测量值与平静条件下的基线值相减并除以基线值, 用变化率反映真正由界面变化引起的生

理信号特征数值的变化情况式(1). k 表示标准化后的生理数据, X_{emotion} 表示被试在某一界面场景下的生理数据测量值, X_{calm} 表示被试平静状态的基线水平.

$$k = \frac{X_{\text{emotion}} - X_{\text{calm}}}{X_{\text{calm}}}$$

(1)

3.2 界面透明度感知测度研究

3.2.1 实验变量设置

基于沈阳市8条生活性商业街实态调研结果的分析,街道透明度分布在20%~70%之间,本次实验将透明度最低值设为20%,以20%作为变化

梯度,设置20%、40%、60%和80%四个量级(表5)。为了保证实验变量唯一,根据卢埃林·戴维斯(Davies L)将街道按活力划分为五个等级,其中第一等级街道每百米内应包括15间以上的店铺^[23],则将店面密度设置为15个/100 m。

表5 四种界面透明度街道示意图

Tab. 5 Four kinds of transparent interface street schematic

透明度	界面特点	侧界面示意
20%	以直接对外开放的透明玻璃门为主,店铺不设橱窗。	
40%	由直接对外开放的透明玻璃门与视线不能直达室内的橱窗组成	
60%	由直接对外开放的透明玻璃门与视线可以直达室内的窗户组成	
80%	完全由直接对外开放的玻璃门构成。	

3.2.2 数据分析

界面透明度实验共邀请33名被试,有效被试30人,其中男性被试13名,女性被试17名。

(1) 主观评价结果

通过非参数检验中独立样本Kruskal-Wallis检验,对主观评价结果进行差异性检验,男性、女性的舒适度不存在统计学差异,则不进行分组讨论。在事后两两比较中界面透明度为20%的一组与其他各组有明显差异;界面透明度为80%时与40%有明显差异;40%与60%处的舒适度评价相对较高,但在统计学上没有差异。综合分析界面透明度在20%时舒适度最差,在透明度为40%时存在随着透明度数值上升或者下降舒适度降低的趋势,但还不能完全确定舒适度最佳的界面透明度,需要结合人因数据继续分析。根据数据分布提出假设:当界面透明度为40%时视觉舒适度最佳,透明度上升或下降均会降低舒适度(图5、6)。

(2) EDA 数据分析

经过数据标准化处理后取平均值,当界面透明度为40%与80%时差异明显,40%时被试者EDA变化明显而80%时变化最弱,结合主观问

卷分析结果可以得出当界面密度为40%时视觉感知舒适度最高,而透明度为80%时舒适度较低(图7)。

(3) HRV 数据分析

在界面透明度为80%、60%和40%时被试者的 LF/HF 平衡比变化率都比较高,以40%最为显著;而在界面透明度为20%时,被试者的 LF/HF 平衡比变化率较低;透明度为20%与40%时 LF/HF 平衡比存在显著差异,被试者的视觉舒适发生显著变化。(图8)。

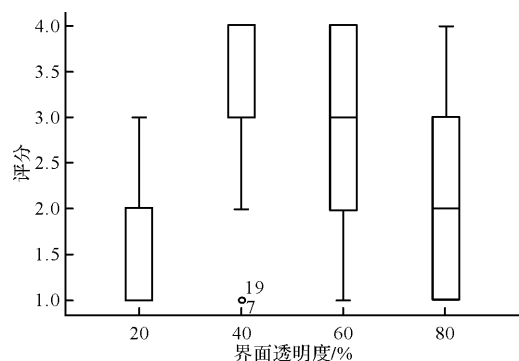


图5 主观舒适评价箱型图

Fig. 5 Subjective comfort evaluation box chart

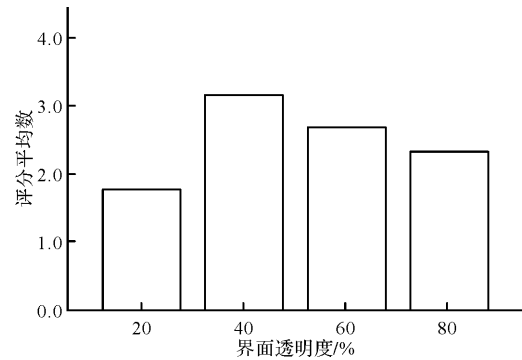


图 6 主观舒适评价均值图

Fig. 6 Mean graph of subjective comfort evaluation

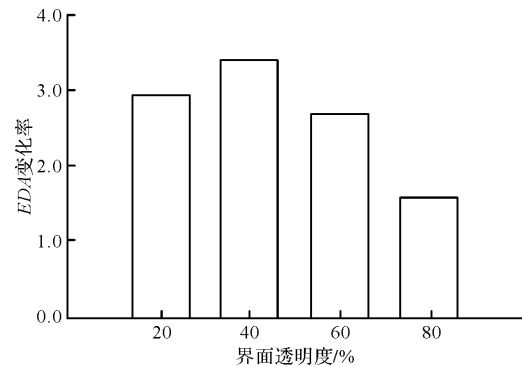


图 7 被试 EDA 标准化数据平均值统计

Fig. 7 Average statistics of EDA standardized data of the subjects

(4)综合分析结果综合 30 名被试者的 EDA 和 HRV 数据统计结果可以推断, 当界面透明度为 40%

时被试者的视觉感知舒适度较高, 20%透明度的街道界面舒适度较差; 实验结果符合实验假设, 即当界面透明度为 40%时视觉舒适度最佳, 透明度上升或下降均会降低舒适度.

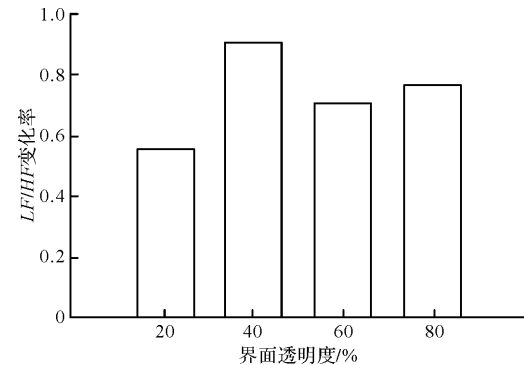


图 8 被试 LF/HF 标准化数据平均值统计

Fig. 8 Average statistics of LF/HF standardized data of the subjects

3.3 店面密度感知测度研究

3.3.1 实验变量设置

根据前期调研, 商业街底层临街面的店面密度多分布在 5~20 个/100 m 之间, 本次模拟将店面密度的最低值设定为 5 个/100 m, 并以 5 作为变化梯度, 将实验中的店面密度设置为 5、10、15、20 个/100 m 四个量级, 探究这四种不同店面密度下人的感知舒适度(表 6). 街道透明度设置为 40%.

表 6 四种店面密度街道示意图

Tab. 6 Street schematic of four storefront densities

店面密度(个/100 m)	侧界面示意
5	
10	
15	
20	

3.3.2 数据分析

店面密度实验共邀请 30 名被试参与,有效被试为 28 人,其中女性被试 15 名,男性被试 13 名。

(1) 主观评价结果

通过非参数检验中独立样本 Kruskal-Wallis 检验,对主观评价结果进行差异性检验,不同界面密度与舒适度之间具有统计学差异。在事后两两比较中界面密度为 5 的一组与其他各组有明显差异。

不同界面密度与视觉舒适度的主观评价结果如图 2 所示。界面密度在 5 个/100 m 时舒适度评价集中在最不舒适;其他 3 组的视觉舒适得分情况差异不大,其中密度为 10 或 15 个/100 m 时中位数达到舒适的标准,密度为 20 个/100 m 时分布相对均匀。当店面密度为 5 个/100 m 时视觉舒适度最差,尚且不能判断最佳情况,但可根据数据分布提出假设:当店面密度在 15 个/100 m 时舒适度最佳,界面密度上升或下降均会导致舒适度缓慢下降(图 9、10)。

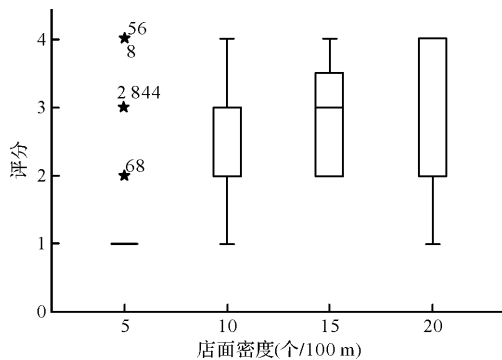


图 9 主观舒适评价箱型图

Fig. 9 Subjective comfort evaluation box chart

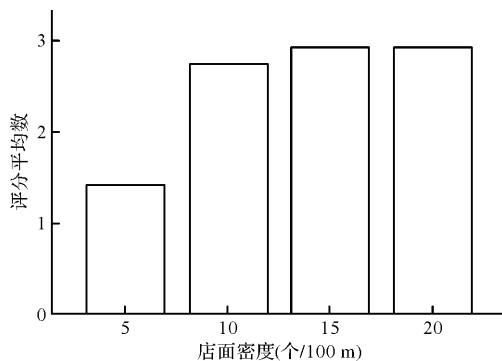


图 10 主观舒适评价均值图

Fig. 10 Mean graph of subjective comfort evaluation

(2) EDA 数据分析

对标准化的数据去除离群值后计算各密度下被试者 EDA 数据的平均值,当店面密度为 15 个/

100 m 时,被试者的 EDA 数据变化明显;当店面密度为 5 个/100 m 时,被试者的 EDA 数据变化最弱;当店面密度为 10 个/100 m 或 20 个/100 m 时差距不大,但相较密度为 15 个/100 m 时下降明显(图 11)。

(3) HRV 数据分析

经过标准化的 LF/HF 数据取平均值。根据 LF/HF 平衡比可以看出,当店面密度为 15、10、5 个/100 m 时被试者的 LF/HF 平衡比水平较高,而在店面密度为 20 个/100 m 时,被试者的 LF/HF 平衡比变化率较低,说明在此处被试者的视觉感知舒适程度发生了较大的变化(图 12)。

(4) 综合分析结果

综合 28 名被试者的主观评价、EDA 和 HRV 数据统计结果可以判断,当店面密度为 15 个/100 m 时视觉舒适度最佳,店面密度为 5 个/100 m 时舒适度最低;实验结果符合实验假设,即当店面密度在 15 个/100 m 时舒适度最佳,界面密度上升或下降均会导致舒适度缓慢下降。

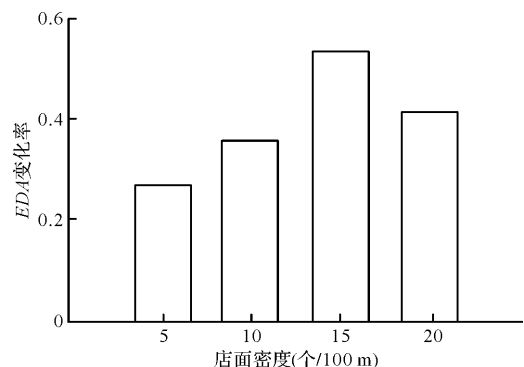


图 11 被试 EDA 标准化数据平均值统计

Fig. 11 Average statistics of EDA standardized data of the subjects

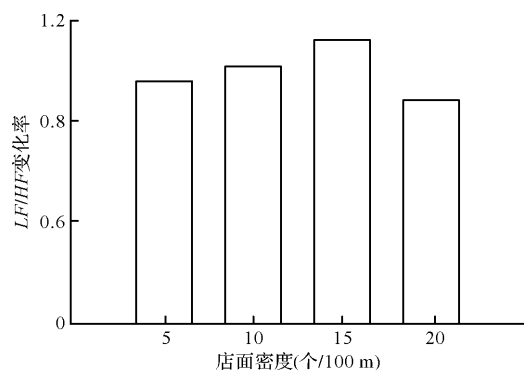


图 12 被试 LF/HF 标准化数据平均值统计

Fig. 12 Average statistics of LF/HF standardized data of the subjects

3.4 感知测度结果

在保持其他要素不变的情况下,当界面透明度达到40%时使用者最为舒适,上升或下降均会导致视觉舒适度下降,且当透明度下降时舒适度降低的速度快于透明度上升;当店面密度为15个/100 m时使用者最为舒适,过大或过小都会对街道环境的舒适性产生不利影响。

4 讨论与应用

为了研究街道透明度与店面密度对视觉感知舒适的影响,实验控制了许多外界因素变量,包括贴线率、绿视率、招牌及装饰等。计算机场景模拟的研究方法也减少了实际中可能对被试者注意力造成影响的无关因素,增加了实验的内部有效性^[24]。除了街道临街面要素以外,人的舒适度还受到人流状况、行为活动差异等多种不稳定因素影响,场景模拟无法完美地复制真实场景,舒适度测定结果也会存在差异。除此之外,两组实验各设四组数值,无法做到要素值连续变化。

研究采用生理测量模块对被试者的EDA与HRV生理数据进行采集,并对其中的两组数据(SC-mean与LF/HF)进行分析。而其他多种生理指标也提供了关于机体所处唤醒程度水平的信息,例如:脑电、皮肤温度、肌电、血压、眼动、肌肉张力等,未来可通过对不同生理指标的收集对感知舒适情况进行综合分析。现阶段生理数据的采集过程繁琐,多局限于实验室研究,实验时间过长与实验仪器佩戴不方便的问题也会对人的感知体验造成影响。在今后的研究中希望能找到更加科学、精细的研究方法与实验仪器,使实验结果更加准确。

多个城市设计导则中要求商业街底层临街面的门洞开口率(一段界面中洞口的面积与总面积的比值)应在60%~75%左右浮动^[25]。门洞开口率与界面透明度分别在面积占比与长度两个层次进行定义。为实现长度与面积要素上的平衡,可通过增加竖向界面类型划分的方式实现。例如店面开口率过大的店铺可通过增加竖向实体宣传隔板的方法降低透明度,开口率低的店面则可通过增设广告式玻璃橱窗的方法提升透明度。通过不同界面类型的变化实现界面的韵律感与节奏感。

适当的店铺数量与虚实适宜的界面布置对于

创造良好的街道界面视觉感知有重要作用。依据店面密度为15个/100 m的标准进行计算,大约每家店铺开间为6.6 m左右;出于经济性方面考虑,柱距一般保持在8 m左右,在此探讨几种店面密度为15个/100 m左右的店面布置方式。

(1) A+A'型店铺布置

将每间店铺的开间定为6.3 m,即每三柱跨之间布置四间店铺。将店铺的入口设置在靠墙一侧,另一侧为完整的玻璃橱窗,相邻店铺采用对称布置。在立面上形成一定的变化,增加界面的韵律感和节奏感。(图13)

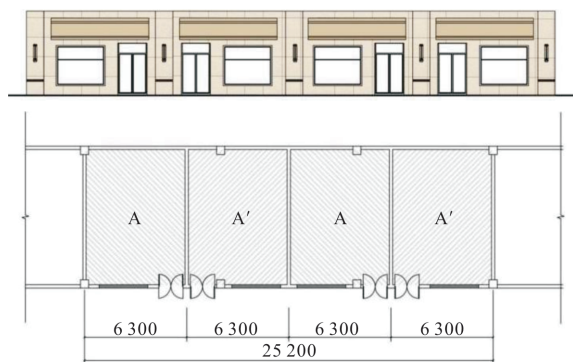


图13 A+A'型店铺布置示意图

Fig. 13 A+A' shop layout diagram

(2) A+B型店铺布置

在柱距为8.4 m的基础上,将店铺的开间设置为8.4 m和与4.2 m两种,除居中开门以外,同样也可采用第一种方式中相邻店铺对称布置的方式。多种尺度的店铺设计不仅降低了街道中店面的密集性,增加了店面尺度的多样性,也能满足不同使用者对店铺空间的需求,减少空间浪费,使空间划分更为灵活。(图14)

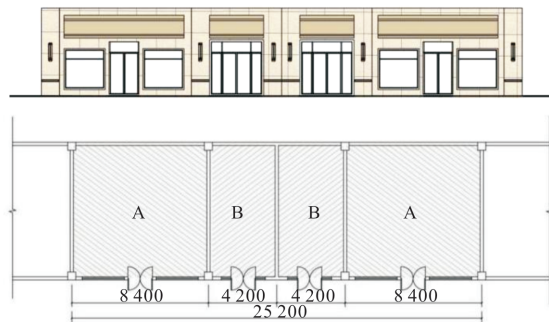


图14 A+B型店铺布置示意图

Fig. 14 A+B shop layout diagram

注释:

①采用石峰《度尺构形——对街道空间尺度的研究》中对界

面贴线率的描述方法:街道两侧紧贴与街道中心线相平行的临界线的界面面宽与所有界面面宽投影总和的比率。

参考文献 References

- [1] Gehl J. Cities for People[M]. Washington: Island Press, 2002.
- [2] 白骅. 城市街道界面景观要素及设计方法研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2014, 46(4): 562-566.
BAI Hua. Research on the design methods and elements of interface landscape of urban streets[J]. Journal of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2014, 46(4): 562-566.
- [3] 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.
CHEN Yong, WANG Quanyan, XI Wenqin, et al. Influence of spatial form on pedestrians[J]. Planners, 2017, 33(2): 74-80.
- [4] 徐磊青, 康琦. 商业街的空间与界面特征对步行者停留活动的影响——以上海市南京西路为例[J]. 城市规划学刊, 2014(3): 104-111.
XU Leiqing, KANG Qi. The relationship between pedestrian behaviors and the spatial features along the ground-floor commercial street: The case of west Nanjing road in Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2014(3): 104-111.
- [5] 胡昂, 郭仲薇, 戴维维, 等. 基于差异层级大数据的地铁站域街道空间品质多维评价——以成都市中心城区为例[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2020, 52(5): 12.
HU Ang, GUO Zhongwei, DAI Weiwei, et al. Multi-dimensional evaluation of street space quality in metro station catchment areas based on big data at different hierarchy—take downtown Chengdu as an example[J]. Journal of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2020, 52(5): 12.
- [6] 周钰, 张玉坤, 苑思楠. 街道界面心理认知的量化研究[J]. 建筑学报, 2012(S2): 126-129.
ZHOU Yu, ZHANG Yukun, YUAN Sinan. A quantitative research on psychological perception of street interface[J]. Architectural Journal, 2012(S2): 126-129.
- [7] 陈敬, 王芳, 刘加平. 海口商业步行街外部空间测试及生态优化设计方法[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2018, 50(4): 556-562.
CHEN Jing, WANG Fang, LIU Jiaping. External space test and ecological optimization design method of haikou commercial pedestrian street[A]. J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2018, 50(4): 556-562.
- [8] 叶宇, 戴晓玲. 新技术与新数据条件下的空间感知与设计运用可能[J]. 时代建筑, 2017(5): 6-13.
YE Yu, DAI Xiaoling. Spatial perception and design potentials in the context of new analytical techniques and new data[J]. Time Architecture, 2017(5): 6-13.
- [9] BERGNER B, EXNER J, MEMMEL M, et al. Human sensory assessment methods in urban planning: a case study in Alexandria[C]//Real Corp 2013. Klui-zenk of Germany: Industrieferein Klaizenmolen, 2013. 408-418.
- [10] 陈箴, 刘雨菡, 杨玲. 基于生理反馈的建成环境体验评价与设计辅助[J]. 时代建筑, 2017(5): 24-28.
CHEN Zheng, LIU Yuhan, YANG Ling. Built environment experience assessment and design via bio-feedback[J]. Time Architecture, 2017(5): 24-28.
- [11] LI D, SULLIVAN W C. Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue[J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 148: 149-158.
- [12] 龙瀛, 叶宇. 人本尺度城市形态: 测度、效应评估及规划设计响应[J]. 南方建筑, 2016(5): 41-47.
LONG Ying, YE Yu. Human-scale urban form: Measurement, performances and urban planning & design interventions[J]. South Architecture, 2016(5): 41-47.
- [13] 陈泳, 赵杏花. 基于步行者视角的街道底层界面研究——以上海市淮海路为例[J]. 城市规划, 2014(6): 24-3.
CHEN Yong, ZHAO Xinghua. Research on ground-floor interfaces along streets from the perspective of pedestrians: A case study of Huaihai Road in Shanghai[J]. City Planning Review, 2014(6): 24-3.
- [14] 代鑫. 街道底层界面空间变量与行人活动关联度研究——以香港弥敦道为例[C]//新常态: 传承与变革——2015中国城市规划年会论文集(06城市设计与详细规划). 贵阳: [s. n.], 2015.
DAI Xin. Study on the correlation between spatial variables of street floor interface and pedestrian activity—A case study of Nathan Road in Hong Kong [C]//New Normal: Inheritance and Change -- Proceedings of 2015 China Urban Planning Annual Conference (06 Urban Design and Detailed Planning). Guiyang: [s. n.], 2015.
- [15] WOLFRAM Boucsein. Electrodermal Activity[M]. Springer, 2012.

- [16] NOLAN J, FLAPAN A D, GOODFIELD N E, et al. Measurement of parasympathetic activity from 24-hour ambulatory electrocardiograms and its reproducibility and sensitivity in normal subjects, patients with symptomatic myocardial ischemia, and patients with diabetes mellitus [J]. American Journal of Cardiology, 1996, 77(2):154-158.
- [17] 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.
LIU Yutong. Study on visual design elements of interface and perception measurement of northern living street[D]. Shenyang: Shenyang Jianzhu University, 2020.
- [18] KARTHIKEYAN P, MURUGAPPAN M, YAACOB S. Detection of human stress using short-term ECG AND HRV signals[J]. Journal of Mechanics in Medicine & Biology, 2013, 13(2):58-1358.
- [19] VALDERAS M T, BOLEA J, LAGUNA P, et al. Human emotion recognition using heart rate variability analysis with spectral bands based on respiration[C]//Engineering in Medicine & Biology Society. Milan; Italy, IEEE, 2015.
- [20] 钟意娟,皇甫恩,王家同. 焦虑症患者心率变异性频谱分析的研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2004, 13(3):294-295.
ZHONG Yijuan, HUANG Fuen, WANG Jiatong. Spectral analysis of heart rate variability in patients with anxiety disorders[J]. Chinese Journal of Behavioral Medicine and Brain Science, 2004, 13(3):294-295.
- [21] 谢国强. 基于HRV信号的压力识别及特征对比分析[D]. 重庆:西南大学,2017.
XIE Guoqiang. Pressure identification and characteristic comparison analysis based on HRV signal [D]. Chongqing:Southwest University,2017.
- [22] YU Sungnien, Chen Shufeng. Emotion state identification based on heart rate variability and genetic algorithm * [C]//37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). Milano;Italy, EMIBS,2015.
- [23] DAVIES L. Urban design compendium[M]. London: English Partnerships and the Housing Corporation, 2000.
- [24] 汤众. 复杂空间认知研究中的虚拟现实技术应用[J]. 实验室研究与探索, 2007(9):14-16,21.
TANG Zhong. The application of virtual reality to complex space recognition research [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2007(9):14-16,21.
- [25] 陈泳,张一功,袁琦. 基于人性化维度的街道设计导控以美国为例[J]. 时代建筑, 2017(6):29-34.
CHEN Yong, ZHANG Yigong, YUAN Qi. Human-oriented street design guidelines: A case study of the United States[J]. Time Architecture, 2017(6):29-34.

(编辑 吴海西 沈 波)