

压力感知与社区街道更新研究：基于跨学科方法

Stress Perception and Community Street Renewal Study: Interdisciplinary Methods

谭宇星¹ 孟丹诚² 徐磊青^{2*}
TAN Yuxing¹ MENG Dancheng² XU Leiqing^{2*}

(1.上海龙湖置业发展有限公司, 上海 201107; 2.同济大学建筑与城市规划学院, 上海 200092)
(1. Shanghai Longfor Real Estate Development Co., Shanghai, China, 201107; 2. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai, China, 200092)

文章编号: 1000-0283(2023)06-0063-11
DOI: 10. 12193 /j. laing. 2023. 06. 0063. 008
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2023-02-21
修回日期: 2023-05-17

摘要

当前采用便携式传感器, 探索城市空间与心理健康的关系, 已经逐渐成为非介入式的研究方式。为了进一步明确可穿戴设备及相关数据分析对于社区规划的意义, 提出跨学科的方法, 综合环境数据分析、时空行为调研、生物传感数据收集以及质性访谈的综合性跨学科方式。研究发现1 d内居民的压力随时间变化而变化, 场景改变空间环境要素对居民压力的作用、声源信息改变等效声压级对压力的作用、街道场景会改变绿视率对压力的作用。最终结合居民的更新需求, 建立“压力—需求”评估矩阵并识别相对压力空间分布形态, 并运用建设、管理、场景识别三种方法, 为面向疗愈的社区街道更新提供建议。

关键词

压力; 可穿戴设备; 街道空间; 时空行为; 疗愈环境

Abstract

Currently, the use of portable sensors to explore the relationship between urban space and mental health has gradually become a hot spot for interdisciplinary research. To further clarify the significance of wearable devices and related data analysis for community planning, the study proposes an interdisciplinary approach that integrates a multidisciplinary approach of environmental data analysis, spatiotemporal behavioral research, biosensing data collection, and qualitative interviews. The study finds that residents' stress changes over time during the day, scenes change the role of spatial environmental elements on residents' stress, sound source information changes the role of equivalent sound pressure level on stress, and street scenes change the role of greenery on stress. Finally, the “stress-needs” assessment matrix is established, the relative stress spatial distribution patterns are identified, and the three methods of construction, management, and scene identification are applied to provide suggestions for healing-oriented community street renewal.

Keywords

stress; wearable devices; street; spatio-temporal behavioural; healing environment

谭宇星

1996年生/男/江西九江人/硕士/建筑设计研发主管/研究方向为环境行为学与城市更新

孟丹诚

1996年生/女/湖南长沙人/在读博士研究生/研究方向为疗愈环境与健康社区场所营造

徐磊青

1969年生/男/上海人/博士/教授、博士生导师/研究方向为环境行为学与城市更新

二十大报告提出提升城市规划、建设和治理水平。新型城镇化建设中, 以人为核心的发展逐渐强调健康作为基础目标。社区街道是社区内居民邻里活动、服务设施的重要场所。在存量更新的背景下, 大量老旧小

区面临着改造更新、环境提升的需求, 社区街道改造提升是其中重要的组成部分。在街道、社区等场景中, 降低压力, 提升城市生活的疗愈作用的议题, 受到国内外广泛而持久的关注^[1]。当前, 基于居民心理感知为导

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: leiqingxu@163.com

基金项目:
国家自然科学基金面上项目“基于公共性的公共空间布局效能与关键指标研究: 以中心商业区地块为例”(编号: 51778422)

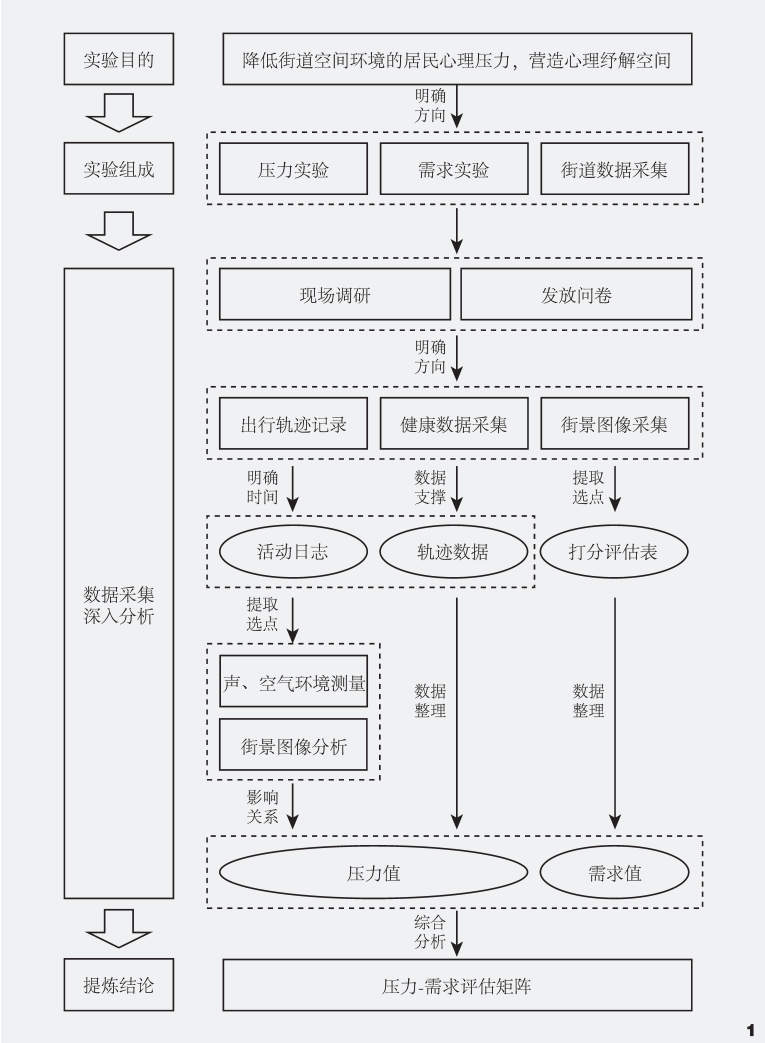


图1 整体实验流程
Fig. 1 The overall experimental flow

向的人性化、精细化的研究与实践探索仍不足，部分社区街道空间中缺少对于健康生活方式的设计^[2]。因此，探索影响居民压力的社区街道空间环境要素及其机制，对新型城镇化建设有着重要的意义。

在已有的关于街道感知研究中，涌现了社交媒体^[3]、智能手机^[4]、街景大数据^[5]、面部情绪识别^[6]等方法。这些研究主要聚焦于街道安全感知^[7]和安全性预测^[8]。过去20年，传感设备、大数据蓬勃发展，地理数据也为

分析人类的活动模式提供了新方法^[9]，以居民为“传感器”的参与式感知方式^[10]逐渐兴起。借助可穿戴设备，生理信号的动态变化用于评估行为和健康的研究^[11]。近年来人们一致认为需要更为动态的观察，以了解影响情绪的环境因素及相应的机制^[12]。如，结合智能手机上的ESM软件^[13]和空间分析技术、跟踪技术与动态传感器综合评估情绪空间^[14]。

可穿戴设备为测量环境对健康的影响提供了客观的证据，研究者结合医学知识与

数据分析发现环境与人类健康福祉之间的关系。个体感知是居民的需求。人们逐渐热衷于通过设备来追踪身体健康和情绪健康信息，进而实现对自我健康状况的监控和管理。与此同时，居民参与在推进社区为主体的项目建设中有着重要的价值^[15]。既有的社区公众参与通常采用听证会、问卷调查等形式，通常收集到的是定性的数据和需求，而无法直接反应成GIS数据和规划数据中。来自微观个人的数据收集和反馈，对促进以居民为主体的自下而上的规划有着重要的意义。

而在精准测量压力之外，生物社会学、环境暴露的相关研究，启发研究人员仍需要考虑压力在特定状态下的历史环境以及文化诠释，并将其与城市空间场所进行结合分析^[16]。神经科学的方法，如EEG、fMRI等方式也被用于城市的情绪测量。外部传感器的测量生理反应的研究表明，单一基于生理反应的情绪测量仍存在困难^[17]，仍需要情景参考的信息。生物科学与社会科学的混合方法，使得研究者更为综合地让情绪在空间层面形成分析与评估^[18]。因此，针对社区对居民情绪感知和压力的研究，仍需基于跨学科的综合视角。

因此，本研究以无锡市河埭街道稻香社区城市街道为例，结合环境数据分析、时空行为调研、生物传感数据收集以及质性访谈方法，探究下列问题：（1）居民在社区中的时空行为活动及压力变化是什么？（2）影响居民压力的空间环境要素是什么？

1 研究设计

1.1 研究框架

为探究居民压力与街道空间环境各要素的相关性，基于现场勘测、问卷调查等既有街道研究方式^[18]，提出如图1的实验流程，共分为压力实验、需求实验、街道空间

环境数据采集三个部分。通过现场调研发放问卷、出现轨迹记录与健康数据采集,声环境、空气质量测量、街景图像采集等方法收集时空行为数据、压力、睡眠、等效声压级、PM_{2.5}、PM₁₀、街景图像等数据。

1.2 研究对象

1.2.1 无锡市河埭社区稻香路

本研究于2021年12月至2022年1月在江苏省无锡市河埭街道稻香片区开展。2017年稻香片区常住总人口为6.4万人,其中户籍人口4.3万人,非户籍人口为2.1万人,包含水秀、稻香、北桥三个社区,总人口老龄化率超过了30%。一方面,老旧小区基础设施不完善、生活环境品质一般,商业服务设施分布不合理、部分社会陈旧、周边环境不佳且医疗养老设施条件较差,设施陈旧有较大缺口,需要规划补齐基础设施、公共服务等短板;另一方面,绿地系统上存在人均绿地指标不足、绿化分布不均等问题,且文化体育设施不足、使用率不高缺乏管理维护。

稻香路是该片区主要的生活服务轴与商业服务轴,全长约1.4 km(图2)。街道内有稻香社区农贸市场占地5 300 m²,为水秀、稻香、北桥等社区居民的日常生活提供服务。道路沿街有以餐饮为主的商业服务设施,大部分的购物类商业主要集中在东面湖滨路、北面建筑路的街道沿面上。稻香路沿街的教育科研设施丰富,医疗保健类设施配置也较为齐全。

1.2.2 参与者信息与知情同意

通过稻香、北桥、水秀社区的工作人员,招募在社区内生活的中老年人作为志愿者,共有43位居民参与,居民的健康状态、年龄分



图2 稻香路商业服务分布图
Fig. 2 Distribution of commercial services on Daoxiang Road

布、居住地址、职业、生活状态等样本分布较为平衡(表1)。

在实验开始已告知参与者有关研究目的、方法以及数据使用的详细信息。在实验对象已知晓全部实验内容并同意参加实验后,向其发放实验设备,他们被要求签署《个人信息页》与《志愿者项目参与同意书及保密协议》,数据通过化名进行匿名化处理。所采用的实验设备进行了初始状态的压力校准,并向其强调实验中需保持其日常生活。特别说明参与实验者需在实验期间(3 d时间内)除洗澡、游泳等遇水环境外需随身佩戴实验设备,仪器将记录其每天的出行轨迹与健康数据。

表1 实验参与者基本信息
Tab. 1 Basic information of experimental participants

参与者信息 Information for participants		人数/位 Number of people
所属社区	稻香社区	15
	北桥社区	15
	水秀社区	13
职业状态	在职	14
	退休	29
年龄	30~59岁	15
	60~70岁	28
性别	男	18
	女	25

2 数据收集

2.1 街道更新需求问卷调查

现场调研并将整理的资料与社区街道办事处工作人员进行交流,并征询意见后,向北桥、稻香、水秀三个社区按在籍人数比例发放1 500份纸质问卷,以了解居民自下而上的意见。考虑到稻香片区居民参与度以及问卷填写的指导工作,在问卷发放过程中与社区进行合作,协同街道办、居委会等单位一同指导宣传,同时为增加社区居民的参与度,提供每位参与者价值15元的礼品。

2.2 时空数据收集(生理数据与时空活动轨迹)

为实时并精准记录居民在日常生活中的出行轨迹与健康数据,时空行为数据采集实验使用轨迹记录仪与华为健康手环6两项设备,设备一同发放给居民,并进行为期3 d(2 d工作日、1 d休息日)时间的轨迹及健康数据测量。采用华为手环6收集居民连续的心率、血氧、睡眠、压力值等生理数值信息。通过华为手环6的TruRelax™技术跟踪心率变异性,能够实现实时压力监测^[19]。采用纽曼N50 Q9仪器获取GPS时空活动轨迹数据。调研日的天气多为晴天和多云,平均气温为6~10℃。

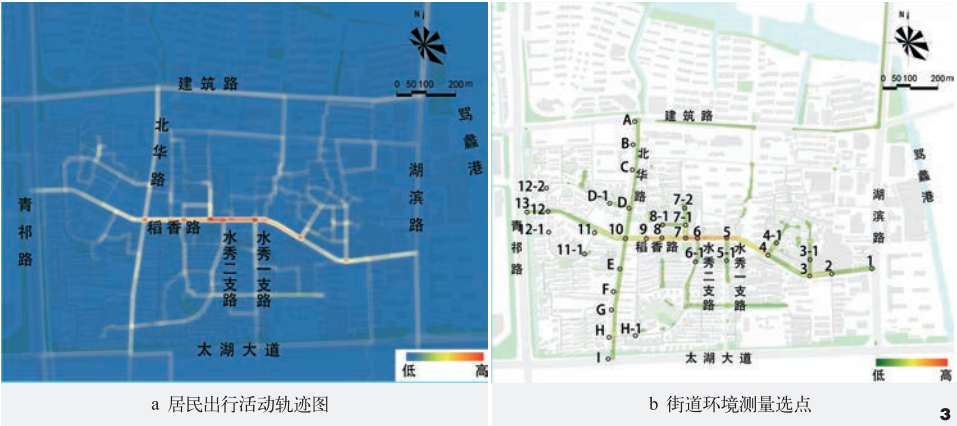


图3 根据居民出行活动轨迹图确定街道环境测量选点
Fig. 3 Selection of street environment measurement points based on residents' travel activity trajectory map

2.3 活动日志与质性访谈

为期3 d的实验结束后回收设备并校对数据,同时具有丰富访谈经验的实验人员,就实验数据与每位实验对象进行约0.5~1 h的半结构化访谈。访谈内容包含实验期间的出行轨迹、活动内容、出行工具、陪同人员等,并就访谈内容与出行轨迹核对进行轨迹纠偏,同时将数据记录于活动日志。活动日志信息还包含每次活动的起始时间、终止时间、交通方式、设施类型、活动类型等内容。对于压力较高的时刻,受访者解释相应的身体感受、压力体验以及周围社会文化环境。受访者同时对稻香路的街道更新提出了相应的需求和设计愿景。在核验校对数据无误访谈结束后向志愿者发放实验酬金,并表达感谢。所有的访谈内容录音并且转文字进行了专题分析。

2.4 街道环境数据采集

2.4.1 声环境和空气质量数据采集

依据居民访谈的活动日志、华为健康手环中睡眠数据、GPS活动轨迹分析得出居民在稻香片区的外出活动时间集中在7:30-

16:30,部分上班族下班到家约为17:30-18:00。将稻香路、北华路与小区道路、城市道路交接处标记为点位,稻香路以数字标记,北华路以字母标记,叠加居民出行活动轨迹,筛选出行频率较高的点位作为噪声与空气质量测量选点(图3)。在2022年1月内进行为期3 d(2 d工作日、1 d休息日)的噪声与空气质量测量,且每日自8:00-18:00每2 h为一个周期对所确定的点位进行实地声环境与空气质量测量。其中声环境测量仪器采用AWA6228型多功能声级计(噪声分析仪),空气质量测量仪采用PC-3A(S)型激光可吸入粉尘测试仪。同时为防止数据的偶然性与准确性,将在每个点位连续测量1 min。在声环境测量上采用模拟人耳的听觉特性LAeq的计权方式得出每个点位的等效声压级,空气质量则测量PM_{2.5}与PM₁₀数值。

2.4.2 街景图像数据采集

本实验中采取实地拍摄的方式采集街景图像,同时为确保街景图像更贴近居民在街道中的行走行为,接近居民在街道中步行的视觉感受,每个采样点均为平视,并通过

iPhone12手机以正常视角拍摄,每张照片分辨率为4 032×3 024 dpi。在用于分析街景数据的算法与应用已日趋成熟的背景下,本研究依据经轨迹数据统计分析及活动日志汇总得出的采集点,通过实地拍摄街景照片,并运用猫眼象限APP录入街景图像并用于解析,在稻香路及北华路各街段的建筑视觉占比、绿视率、天空暴露度、道路视觉占比等信息。

3 数据分析

3.1 时空行为活动分析

在将时空行为数据采集实验中经纠偏的轨迹数据用CAD绘制,并导入ArcGIS10.5软件使用Spatial Analyst中的Line Density分析工具用于区分居民在稻香片区的街道使用频率其分析结果。居民出行频率较高的路段集中于稻香路临近稻香市场的街道,且向外辐射至周边各小区出入口与稻香路交接处,此外北华路部分街道的出行频率也较高,如图3-a中所示。

对时空行为数据采集实验中的志愿者访谈内容进行整理并对照出行轨迹,以10 min为单位时间记录居民从事的活动内容与起止时间,经统计汇总共有39份有效的数据。将居民出行轨迹通过核密度分析,结合地区设施分布与居民活动日志,以此构建稻香地区居民社区生活圈。

3.2 更新需求度计算

问卷发放共历时16 d,收集1 038份居民问卷。经过筛选最终纸质问卷填写合格数量为879份,整体合格率83.7%。将填写完成的问卷回收并将其数据录入问卷星系统,并使用SPSS进行分析。经SPSS信度分析整体问卷的克隆巴赫值为0.840,基于标准化项的克隆巴赫值为0.877。在稻香、水秀、北桥三个社

区参与问卷填写的人员60岁以上的居民所占比例分别为67%、74%、65%，比该地区60岁以上人群实际比例(30%)高一倍以上。根据问卷调研结果与现场调研的结果。综合专家打分与居民意见在急迫性与重要性两个维度对待改造点位进行评估，并在GIS中进行可视化。

3.3 街道环境数据时空动态分布

为清晰描述稻香路地区的声环境和空气质量变化的空间相关性质，使图像结果更科学、更接近于实际情况。因稻香片区面积不是很广，每个测量点之间的间距相对接近，每个点的噪声与空气质量环境可能较为接近并互相影响。考虑到该社区体量较小，而自然邻域法具备局部性，即分析范围被控制在输入的样本间，在数据为空处不会自行推测，因此除每个样本点外的空间面上其分析值都是平滑的。故选择ArcGIS中的自然邻域插值法用于形成图像，得到噪声数据、空气质量、PM_{2.5}、PM₁₀在社区内的可视化分布。同理，可以在ArcGIS中得到自然邻域法绘制的建筑面积、天空暴露度、绿视率和地面面积的街道要素分布图。

3.4 环境数据与压力值的统计分析

为研究调研数值间是否存在相关性，将压力值作为因变量，等效声压级、PM_{2.5}、PM₁₀、街景数据等作为自变量，使用SPSS 25.0分析工具中的相关性与线性回归进行深入分析。

4 研究结果

4.1 时空行为活动分析

居民活动日志绘制结果如图4所示。由于疫情管控、上班值班等原因，统计的休息

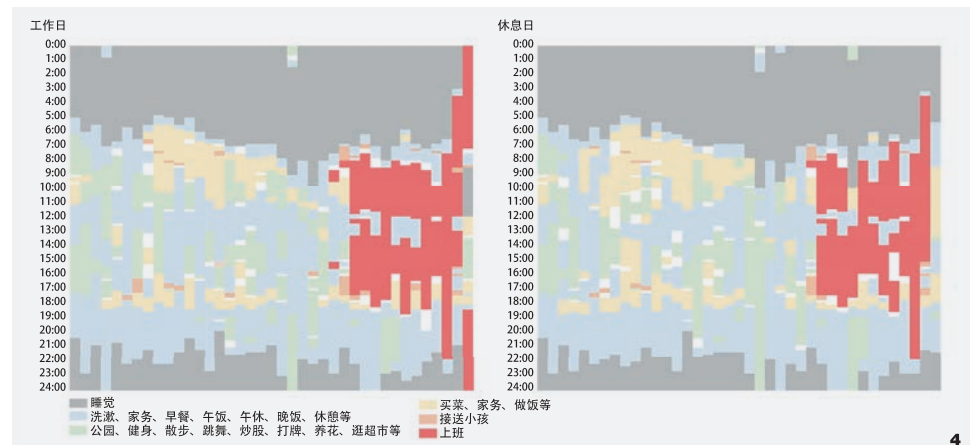


图4 居民活动日志
Fig. 4 Resident activity log

日与工作日在活动日程上无较大差异。由活动日志得知除上班群体外工作日人均户外活动时间为195 min，休息日为213 min，且户外活动时间集中在7:30-11:30与12:30-17:30两个时间段。外出的活动主要有购物、健身、麻将、去公园、遛狗等。活动的地点也主要集中在水秀公园与稻香公园两处绿地以及稻香市场附近的麻将室中。老年人群体在17:30以后几乎不进行室外活动，上班族群体的活动时间较少，在下班后极少进行室外活动，大多在家休息，娱乐方式主要为刷手机、玩电脑等。

将居民出行轨迹通过核密度分析，结合地区设施分布与居民活动日志，以此构建稻香地区居民社区生活圈(图5)。稻香片区80%的居民活动主要集中于图5红色范围内，以稻香路为主要生活轴，围绕稻香路中商业、学校、社区等服务设施为核心，向周边居民区进行发散；此外水秀社区服务中心旁的水秀公园也是居民日程生活使用频率较高的设施，作为次核心服务稻香片区。

4.2 街道更新需求综合结果

根据问卷调研结果，绝大多数居民均希

望改造稻香路，并且75%以上的居民每天在街道中生活的时间在0.5 ~ 2 h。从公共空间与街道界面两个角度出发，分析数据显示社区居民认为人行道、路面平整性、停车空间、休憩空间、绿地景观等对步行体验的影响较大。结合质性访谈，发现问题主要集中在公共服务设施、街道公共空间、街道基础设施等几个方面。

将图3-b中各点位通过数据评估与专家评分法进行加权打分的方法，并依据问卷统计的居民对改造项在急迫性与重要性两个维度的比值进行加权，以综合专家打分与居民意见在急迫性与重要性两个维度对待改造点位进行评估，综合评分见表2。对其余点均进行综合评分以得出点位改造的居民需求度，其分布如图6。

4.3 压力数据与环境数据

在对每位志愿者的数据处理时采用点位该时刻的压力与当日该志愿者平均压力的差值作为实验数据，并对三日内该志愿者此时刻的均值作为有效数据。此外将部分身体健康状况欠优，生活作息有较大差异的个体

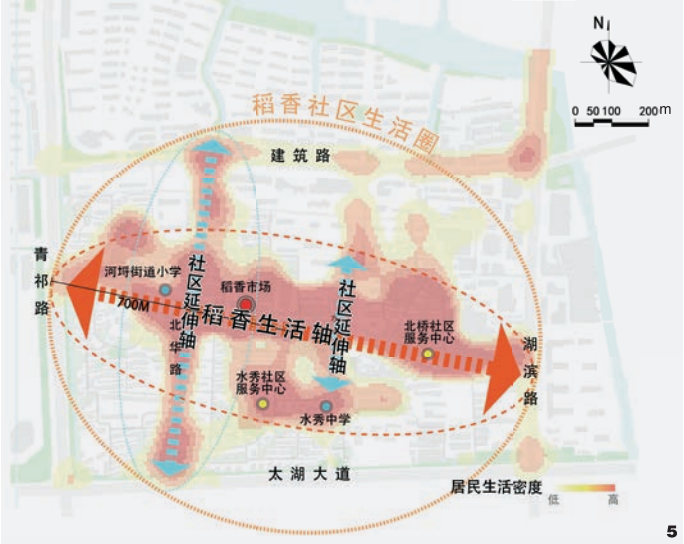


图5 稻香地区居民生活圈
Fig. 5 Living circle of residents in the Daoxiang area

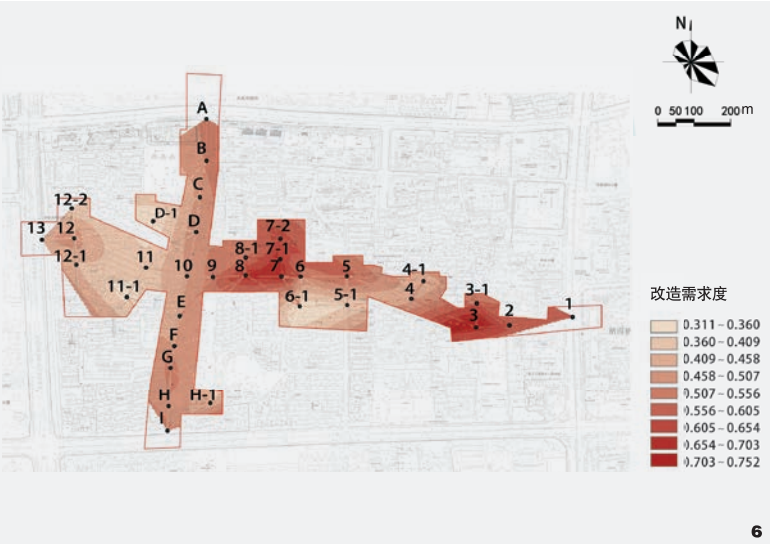


图6 各点位改造需求度分布图
Fig. 6 Distribution of demand for renovation at each point

数据去除后，共统计并收集39位志愿者为
期3 d的有效数据，结合出行轨迹数据，统
计实验期间经表3中所标注测量点的时间与
压力值。对每个点位8:00-18:00共6个时间段

的压力值分别求均值以避免偶然性与误差，
并记录每个点位的有效压力值个数。

由表3中均值显示压力值在1 d内会依据
时间的推移产生较大变化，1 d内压力的均值

为3.30，在早8:00居民压力均值为5.08相对
较高，至12:00逐步下降至4.16，下午14:00压
力均值达到最低值1.12，随后逐步在18:00达
到3.30。

表2 测量点1改造需求性评估表
Tab. 2 Measurement point 1 retrofit demandability assessment table

重要性加权 Importance weighting	子项评定标准 Sub-evaluation criteria	重要性加权/% Importance weighted	打分标准 Scoring criteria	重要性结果/% Importance results	得分/% Score	急迫性要素 Urgency elements	急迫性加权/% Acute weighting	需求性比例/% Demanding proportion
公共空间 36题	人行道窄	42	(点位宽度-最小宽度) / (道路最大-道路最小)	50.0	21.0	人行道	8.82	60.96
	路面不平	45	专家评分	27.8	12.5	人行道	5.25	
	人行道停车	34	现场调研	100	34.0	人行道	14.28	
	无休憩座椅	20	现场调研	100	20.0	休憩空间	4.20	
	缺少树荫	16	(点位宽度-最小宽度) / (道路最大-道路最小)	76.4	12.2	绿化空间	1.83	
	卫生环境差	13	专家打分	20.0	2.6	人行道、商业 店面	1.38	
	灯光照明不足	18	现场调研	100	18.0	人行道	7.56	
	交叉路口隐患	16	现场调研	100	16.0	车行道	4.16	
	绿地景观提升	30	现场调研	20.0	6.0	绿化空间	0.66	
界面设施 39题	沿街商业	36	(点位宽度-最小宽度) / (道路最大-道路最小)	97.4	35.1	商业店面	5.26	
	宣传栏设计	34	专家打分	0	0	导览牌	0	
	道路飞线	32	现场调研	100	32.0	商业店面	6.40	
	广场空间	11	专家打分	50.0	5.5	休憩空间	1.16	

表3 居民压力值数据量表
Tab. 3 Table of residential pressure value data

时间点/点位	1	2	3	3-1	4	4-1	5	5-1	6	6-1	7	7-1
8:00	6.50	4.75	7.00	6.29	3.37	3.27	5.45	2.98	6.13	8.00	6.60	6.77
10:00	4.00	4.00	4.39	3.69	4.13	3.64	3.75	4.75	4.00	6.50	3.49	2.32
12:00	4.17	4.17	4.00	5.94	1.96	1.13	4.00	4.00	2.69	3.50	3.24	1.57
14:00	10.00	10.00	5.33	4.07	5.92	5.10	2.57	4.00	-0.86	-5.50	-2.17	-7.33
16:00	-1.75	0.44	3.08	1.89	2.25	-0.33	1.73	0.30	2.28	3.50	2.38	3.94
18:00	3.17	3.17	3.00	6.44	2.45	1.79	3.06	2.83	1.75	-0.17	1.67	5.17
均值	4.35	4.42	4.47	4.72	3.34	2.43	3.43	3.14	2.67	2.64	2.54	2.07
计数	18	20	43	25	44	31	62	28	56	16	65	37

	7-2	8	8-1	9	10	11	11-1	12	12-1	12-2	13
8:00	5.45	5.89	7.41	6.05	5.10	5.13	10.33	4.46	7.00	4.50	3.61
10:00	3.54	3.36	1.04	7.00	5.33	8.17	4.50	12.00	*	*	12.00
12:00	-0.26	4.20	-0.50	4.20	4.10	8.33	8.00	7.50	*	7.50	7.50
14:00	-8.00	2.14	-6.00	2.64	2.64	3.36	8.67	1.70	*	*	1.30
16:00	3.26	2.42	7.50	3.38	2.42	1.68	-2.00	3.55	*	-0.13	4.50
18:00	3.25	-2.25	5.25	-0.64	0.40	2.00	8.00	2.00	8.00	6.00	-6.00
均值	1.21	2.63	2.45	3.77	3.33	4.78	6.25	5.20	7.50	4.47	3.82
计数	30	50	27	47	44	31	9	23	2	9	18

	A	B	C	D	D-1	E	F	G	H	H-1	I	均值
8:00	4.00	3.50	4.00	5.00	6.00	3.30	3.30	3.30	3.07	3.00	2.25	5.08
10:00	-3.38	-0.58	-2.83	3.75	8.00	0.25	0.25	0.25	0.25	*	6.50	3.81
12:00	1.75	3.83	3.83	3.25	2.75	4.70	4.70	4.70	4.70	*	8.00	4.16
14:00	*	3.50	3.50	3.50	3.50	-3.00	-3.00	-3.00	-3.00	-8.00	*	1.12
16:00	2.75	2.75	2.75	4.00	6.50	-4.00	*	*	5.00	2.67	2.00	2.28
18:00	3.50	5.33	5.33	6.10	7.25	3.67	3.67	3.83	4.53	3.39	6.50	3.34
均值	1.73	3.06	2.76	4.27	5.67	0.82	1.78	1.82	2.43	0.26	5.05	3.30
计数	11	16	15	21	9	17	16	16	22	13	10	27

注：*表示此事件该点无数据。

图7-9反映了环境数据的时空分布状态。从均值上看稻香片区的等效声压级、空气质量与时间没有明显的相关性。从分布上看稻香市场与稻香路、北华路入口及处等效声压级一直处于较高水平，稻香路与北华路的入口与交叉口处等效声压级相对较高，等效声压级在60 ~ 70 dB区间，属于高声级区。且稻香路西入口稻香声压级比东入口低，北华路北入口

比南入口等效声压级低。各居住区内部与北华路南段的等效声压级集中在47 ~ 55 dB区间，属于低声级区。而在居住区与稻香路的交叉口如点4因有车辆进出导致此处的等效声压级较高，而道路较窄导致的车辆拥堵使得等效声压级较高。从时间上看，北华路北段的通行车辆较多，因此在12:00以外的时间段等效声压级都较高。

测量结果显示PM_{2.5}测量值位于0.037 ~ 0.391，且91.7%的值都位于0.05 ~ 0.15间，PM₁₀的测量值位于0.120 ~ 0.706，且94.1%的值都在0.1 ~ 0.3范围内。大部分点位的差值相对较小，可能由于稻香片区面积所限导致，部分相差较大的数值可能由于垃圾车的定时定点回收、建材车辆的运输等原因所致。

从分布上看PM_{2.5}污染相对较大的区域主要集中在稻香路北华路交叉口与稻香路的东、西入口、北华路的北入口。因为在测量点3、6附近设有垃圾分类与回收点位，故在垃圾车运输垃圾时会导致一些点位的数值较高。而在12:00、18:00等用餐时间PM_{2.5}的分布较为均衡。PM₁₀的数值分布与PM_{2.5}较为相似，但整体分布更为均衡。

4.4 压力数据与环境数据统计分析

将街道按照场景划分为三个类别，分别是稻香路北华路段、稻香市场段、居民出入口。将这三个阶段中的压力数据和环境数据进行统计分析。

(1) 稻香路北华路段：线回归分析数据显示，R²为0.545，显著性变化量为0.004 (<0.05)。因此在街道场景中等效声压级与天空暴露度对居民压力有较强的影响，且压力值与等效声压级存在显著正相关与天空暴露度存在显著负相关。

(2) 稻香市场段：压力值与建筑视觉占比存在负相关，与绿视率存在正相关 (Sig<0.05)。回归分析数据显示，R²为0.781，显著性变化量为0.048 (<0.05)，对压力值均有显著的相关性。因此在稻香市场段居民对建筑面积与绿视率有较强的感知关系，居民的压力值与场所的建筑视觉占比存在显著负相关与绿视率存在显著正相关。

(3) 居民区出入口：压力值与等效声压

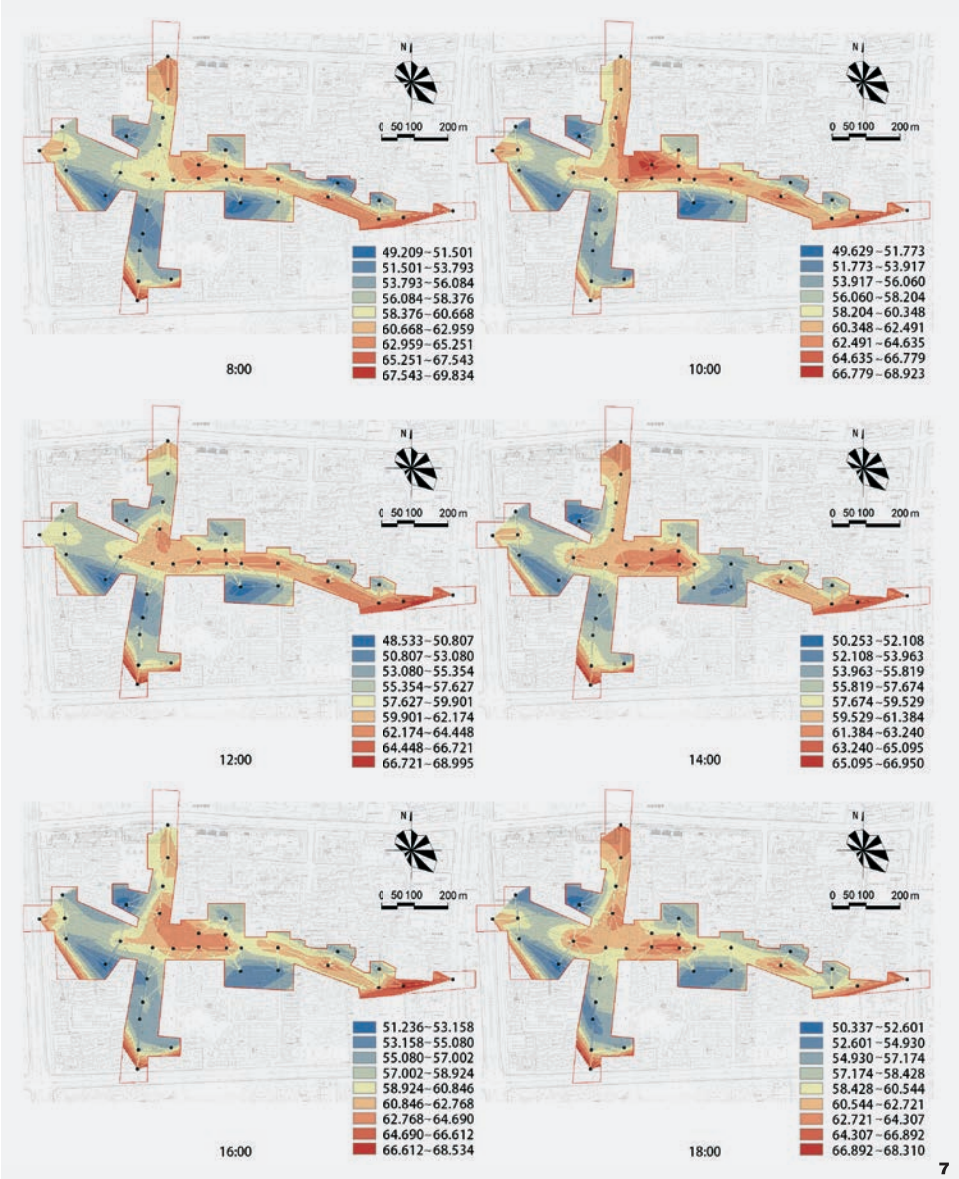


图7 稻香地区等效声压级时空分布图
Fig. 7 Spatial and temporal distribution of equivalent sound pressure level in Daoxiang area

级与绿视率均存在负相关 (Sig 值 < 0.05)。此外 $PM_{2.5}$ 与绿视率存在正相关, 与天空暴露度存在负相关。 PM_{10} 与建筑视觉占比存在负相关, 与绿视率存在正相关。建筑视觉占比与绿视率存在负相关。回归分析数据显示, R^2 为 0.833, 显著性变化量为 0.029 (< 0.05), 对压力值均有显著的相关性。因此在居民区出

入口的压力值与等效声压级存在显著负相关与绿视率存在显著负相关。

4.5 压力—需求评估矩阵

结合稻香路与北华路各点位的压力与需求数据, 其中各点间的相对分布如图 10 所示。其分布状态可得出居民对改造点位的需

求程度对压力的强弱不成明显的线性关系, 为此针对各分部区域的点位进行场景识别并进行综合分析。根据其分布可划分为“高压高需求”“高压低需求”“低压高需求”三个区域。其中北华路与稻香路中大部分的点位主要集中在压力轴线附近, 但稻香路各点的压力值较高但需求度分布不均, 稻香市场整体压力较低但需求度较高位于“低压高需求”区, 居民区出入口处需求较低但各点位压力分布不均。因此需要重点关注居民区出入口处。因此在依据“压力—需求”评估矩阵对待改造点位进行区分了解其相对压力空间分布形态, 经场景识别后, 针对稻香片区街道空间环境的更新改造提出如下建议:

(1) 针对“高压—高需求”区域需要重点改造并根据场景识别降低居民压力, 如稻香路东入口附近的点 1、2、3、3-1, 除满足居民需求进行整体更新设计外, 还需要降低车速、禁止鸣笛等方式, 结合相应的监管设备促进落地, 努力降低该地区街道空间环境对居民压力, 为居民提供一个安静静谧的街道通行环境。

(2) 针对“低压—高需求区”应重点关注需求建设, 并适当调整空间环境要素维持低压力水平。如稻香市场附近的点 7、7-1、7-2、8, 在解决居民改造需求的同时还应适当降低绿视率、提高街道建筑视觉占比, 以保持该区域内居民的压力维持在相对较低的水平, 即在营造商业空间、商业氛围的同时给营造疗愈场景。

(3) 针对“高压—低需求区”应重点实施场景识别, 通过加强管理调控空间环境要素以降低压力。如: 点 11-1、12-2、D-1 附近应适当增加植被种植, 增设儿童活动场所、运动健身设施, 鼓励居民交谈、儿童活动将

有助于缓解居民的压力, 营造一种睦邻友好的生活空间与心理纾解空间。

(4) 最后对“压力轴”上的点位需要积极的场景识别以进行区分, 通过整体片区运营管理的方式, 对压力进行纾解, 例如: 北华路中点I处的等效声压级较高、天空暴露度较低, 可以通过降低车速、禁止鸣笛等方式减少压力。

(5) 在对以上区域实施更新后, 需进行再评估并依据新的“压力—需求”矩阵分布进行复核与调整。以实现解决居民需求的同时, 对街道空间环境要素进行调控降低居民的压力, 积极营造心理纾解空间。

6 结论

本文从感知的角度出发, 以心率变异性为媒介, 使用健康手环测量压力, 以研究街道空间环境要素对压力的影响。在2021年12月-2022年1月, 在无锡市河埭街道稻香片区并发放了1 038份纸质问卷, 以了解分析居民对街道空间环境的改造需求, 并使用GPS与华为健康手环中针对三个社区的43位居民进行72 h的时空间行为调研, 结合调研结果分析, 对声环境、空气质量数据、街景图像进行数据收集, 以分析街道空间环境要素与压力的相关性。建立“压力—需求”评估矩阵分析并识别相对压力空间形态, 运用建设、管理、场景识别三种方法, 针对稻香片区社区街道提出了相应的建议。在满足功能需求的同时, 降低居民的压力, 积极营造心理纾解空间。本文的主要成果包括以下几方面。

(1) 1 d内居民的压力随时间变化而变化: 因此针对压力的相关实验研究、与商业运营场所应考虑压力变化的特征以做出相应调整。

(2) 场景改变空间环境要素对居民压力

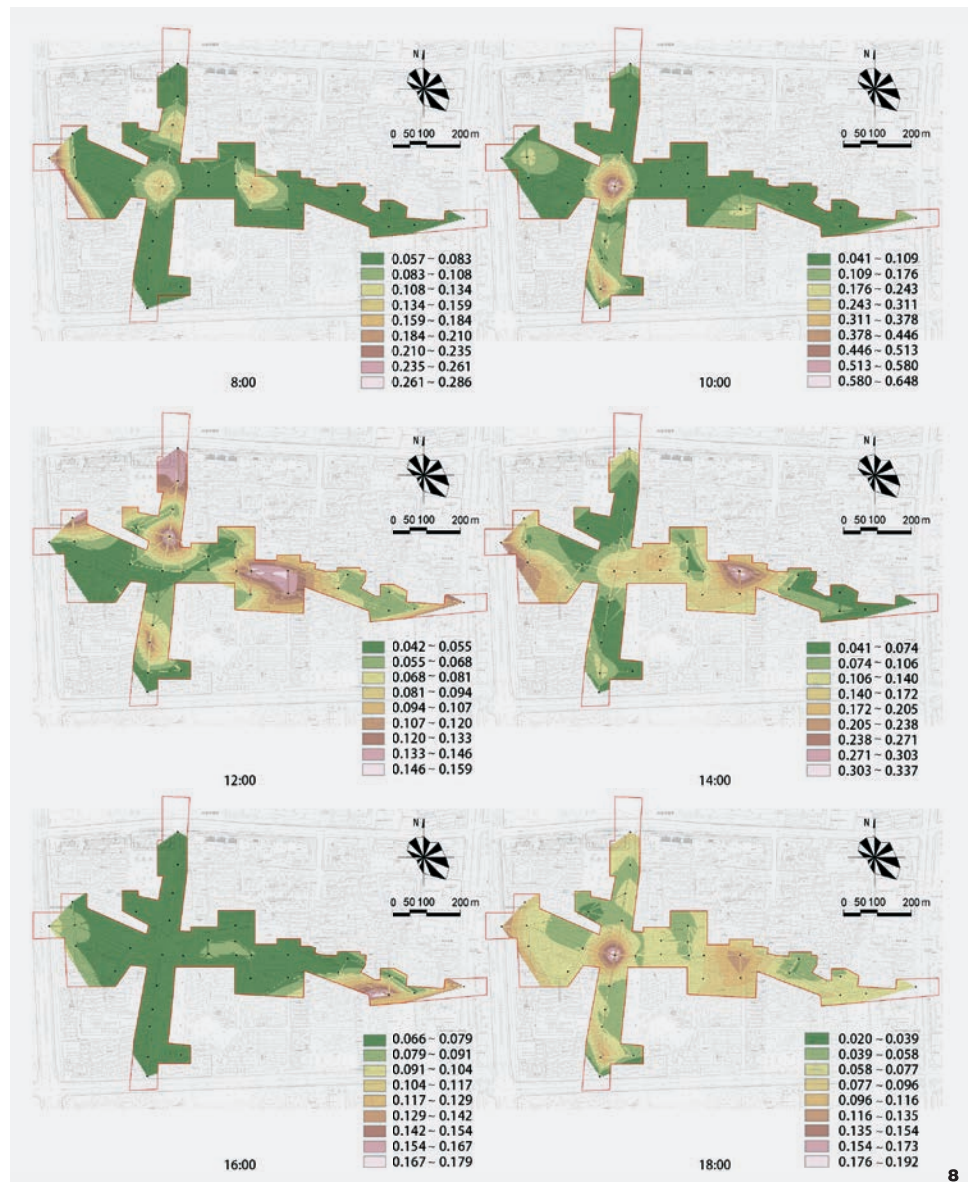


图8 稻香地区PM_{2.5}时空分布图
Fig. 8 Spatial and temporal distribution of PM_{2.5} in Daoxiang area

的作用: 需对街道空间环境进行场景识别, 在商业、通行、居民区出入口等不同的街道场景, 针对不同的空间环境要素采取调控, 以降低居民的压力值。结合实验数据发现在不同的街道场景中, 对居民压力产生影响的要素存在较大的差异。

(3) 声源信息改变等效声压级对压力

的作用: 等效声压级在街道通行场景中与居民压力呈正相关, 其方位为0.514, 在居民区出入口处与压力呈负相关, 其 R^2 为0.448。依据许晓青声景感知研究, 声源的类型会影响居民感知^[20]。经场景分析稻香路北华路段通行场景中的声源信息主要为汽车鸣笛、设备噪声等, 其产生的等效声压级与居

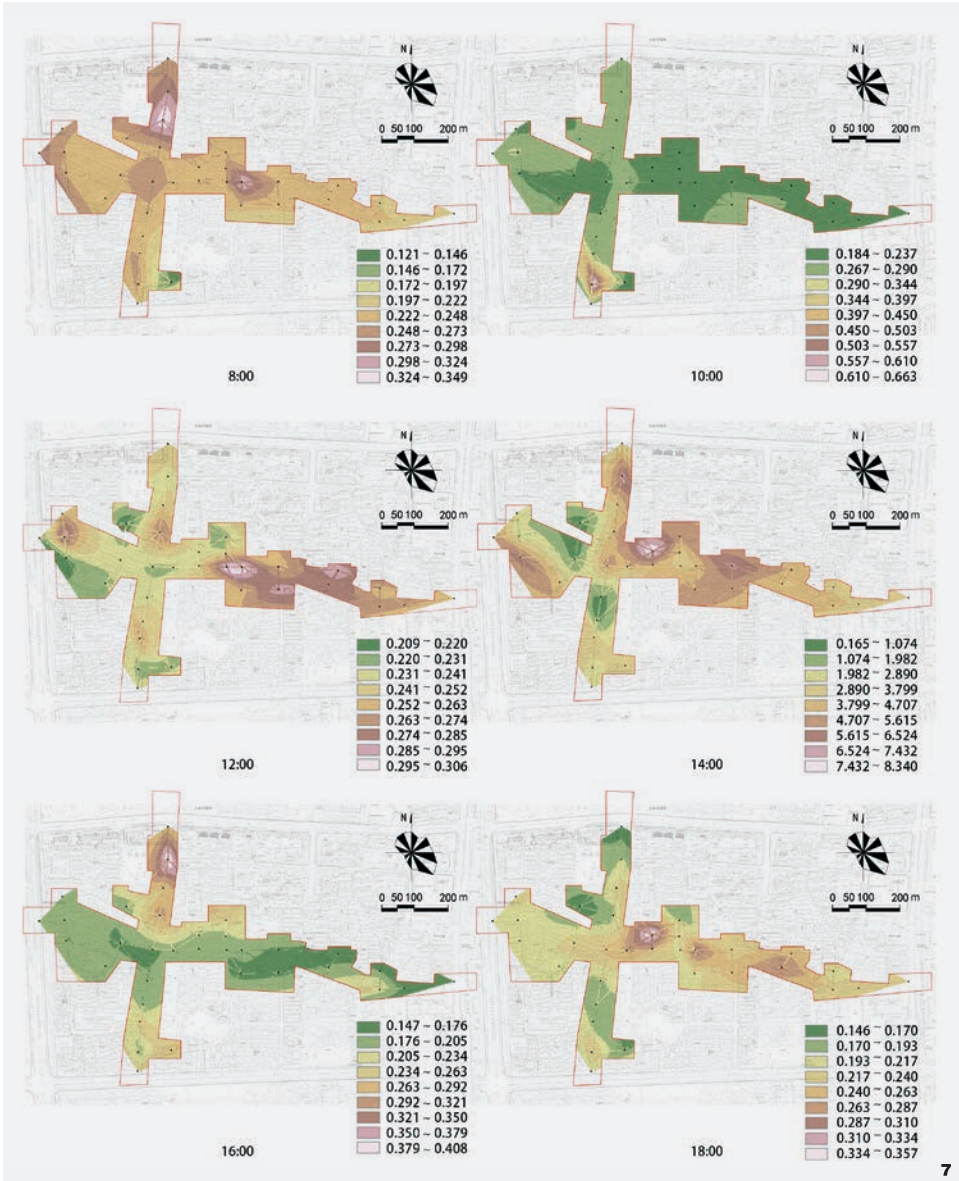


图9 稻香地区PM₁₀时空分布图
Fig. 9 Spatial and temporal distribution of PM₁₀ in Daxiang area

民的压力存在显著正相关。而在居住区出入口处的声源信息主要为儿童互动、居民交谈等，其产生的等效声压级与压力存在显著负相关。因此在街道通行场景中可以采取禁止鸣笛、降低车速、规范交通等管理手段以降低居民的压力，在居住区出入口处应增加睦邻设施、活动广场、交流空间，以降

低居民压力。

(4) 街道场景会改变绿视率对压力的作用：应识别街道场景调整植被的种植，并排除可能与植被发生关系的安全不利因素，以改善对居民压力的影响。本文从居民的感知出发研究了绿视率对居民压力的影响关系，发现不同街道场景中绿视率对居民压

力有不同的作用：稻香市场中绿视率与居民压力呈正相关， R^2 为0.746，经分析讨论可能因稻香市场飞线碰触此处植被，致使绿视率提升会增加居民的压力；在居民区出入口处与压力值呈负相关， R^2 为0.545。提出在街道的居民区出入口处应适当增加植被种植以提高绿视率助于降低居民压力，形成安静静谧的环境；同时在稻香市场等街道商业场景中应注重对植被周围空间的塑造，并排除可能与植被发生关系的安全不利因素以缓解居民压力。

研究同时提出了实践方面建议：

(1) 依据“压力—需求”矩阵提出首先应通过场景识别空间的相对压力空间分布形态，并针对“散布型”“集中型”“错位型”“匹配型”“均质型”与“显著型”6种可能的理想形态，并提供改善方法。在对压力图形分布的调整上应优先重点打造“高压力—高需求区”与“需求轴”针对区域需要重点改造并根据场景识别降低居民压力；对“低压力—高需求区”应重点关注需求建设，并适当调整空间环境要素维持低压力水平；对“高压力—低需求区”应重点实施场景识别，并通过管理调控空间环境要素以降低压力；对“压力轴”需要重点场景识别，并实施调控以降低对居民的压力。

(2) 稻香路北华路街道部分：稻香路东入口附近的点1、2、3、3-1，除满足居民需求进行整体更新设计外，还需要通过降低车速、禁止鸣笛等方式，结合相应的监管设备促进落地，并适当提高街道的天空暴露度，努力降低该地区街道空间环境对居民的压力，为居民提供一个安静静谧的环境。北华路点1处的等效声压级较高、天空暴露度较低，可以通过降低车速、禁止鸣笛等方式减少对居民的压力。

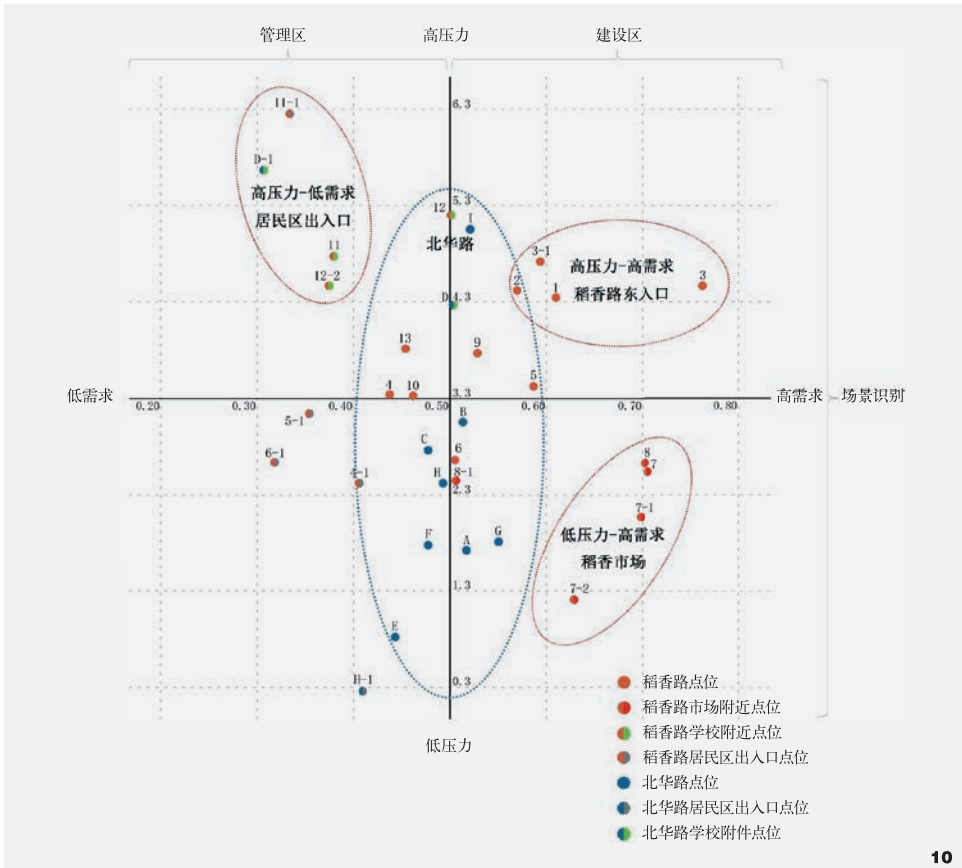


图10 “压力—需求”评估矩阵
Fig. 10 “Pressure-Needs” assessment matrix

(3) 稻香市场部分：在解决居民改造需求的同时还应当适当降低绿视率、提高街道建筑视觉占比，以保持该区域内居民的压力维持在相对较低的水平，即在营造商业空间、商业氛围的同时给予居民心理纾解。

(4) 居民区出入口处：位于稻香路西入口，河埭小学、稻香公园、文化宫附近的点11-1、12-2、D-1应适当增加植被种植，增设儿童活动场所、运动健身设施，鼓励居民交谈、儿童活动将有助于缓解居民的压力，营造一种睦邻友好的生活空间与心理纾解空间。

注：文中图表均由作者自绘。

参考文献

[1] 孟丹诚, 徐磊青. 疗愈建筑与疗愈环境的回顾及展望——基于文献计量分析方法[J]. 建筑学报, 2022(S1): 170-178.

[2] 孟丹诚, 徐磊青. 基于场景理论的健康社区营造[J]. 南方建筑, 2021(03): 36-44.

[3] ANN L, DANIEL K, FÁBIO D, et al. New Urban Habits in Stockholm Following COVID-19[J/OL]. Urban Studies, 2022.

[4] 王德, 傅英姿. 手机信令数据助力上海市社区生活圈规划[J]. 上海城市规划, 2019(06): 23-29.

[5] 郑屹. 基于街景大数据的城市意象形成模式研究[D]. 南京: 东南大学, 2021.

[6] KAKLAUSKAS A, BARDAUSKIENE D, CERKAUSKIENE R, et al. Emotions Analysis in Public Spaces for Urban Planning[J]. Land Use Policy, 2021, 107: 105458.

[7] ZHANG F, FAN Z Y, KANG Y H, et al. “Perception bias”: Deciphering a Mismatch Between Urban Crime

and Perception of Safety[J]. Landscape and Urban Planning, 2021, 207: 104003.

[8] NIKHIL N, JADE P, RAMESH R, et al. Streetscore—Predicting the Perceived Safety of One Million Streetscapes[C/OL].//2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops. 2014: 793-799.

[9] FRANCESCO C, MI D, GIUSY D L, et al. Understanding Individual Mobility Patterns from Urban Sensing Data: A Mobile Phone Trace Example[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2013, 26: 301-313.

[10] ZEILE P, RESCH B, DÖRRZAPF L, et al. Urban Emotions—Tools of Integrating People’s Perception into Urban Planning[C]. Proceedings REAL CORP, Belgium, 2015.

[11] AMIT B, MARTIN D, FLOORTJE E, et al. Wearables and Location Tracking Technologies for Mental-State Sensing in Outdoor Environments[J]. The Professional Geographer, 2019, 71(3): 449-461.

[12] HELBICH M. Toward Dynamic Urban Environmental Exposure Assessments in Mental Health Research[J/OL]. Environmental Research, 2018, 161: 129-135.

[13] BIRENBOIM A. New Approaches to the Study of Tourist Experiences in Time and Space[J]. Tourism Geographies, 2016, 18(1): 9-17.

[14] NOAM S, YONATAN S, MAYA T. Real-Time Measurement of Tourists’ Objective and Subjective Emotions in Time and Space[J]. Journal of Travel Research, 2018, 57(1): 3-16.

[15] 国务院. 国务院办公厅关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见(国办发[2020]23号)_政府信息公开专栏[EB/OL]. (2020-07-20)[2022-03-21]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-07/20/content_5528320.htm.

[16] PYKETT J, CHRISINGER B, KYRIAKOU K, et al. Urban Emotion Sensing Beyond ‘Affective capture’: Advancing Critical Interdisciplinary Methods[J/OL]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17.

[17] WAC K, TSIOURTI C. Ambulatory Assessment of Affect: Survey of Sensor Systems for Monitoring of Autonomic Nervous Systems Activation in Emotion[J/OL]. IEEE Transactions on Affective Computing, 2014, 5(3): 251-272.

[18] 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.

[19] 华为手环6-华为官网[EB/OL]. [2023-03-18]. <https://consumer.huawei.com/cn/wearables/band6/>.

[20] 许晓青, 王瑾, 蒲宝婧, 等. 上海中心城区公共空间的声景感知评估及其精准治理研究[J]. 时代建筑, 2022(1): 80-87.