

基于多源数据的城市中心区域街道活力 与美景度研究

——以福州市鼓楼区为例

林润泽^{1,2}, 邹 诚^{1,2}, 王梓凌^{1,2}, 杨钧宁^{1,2}, 曾 真^{1,2}, 李霄鹤^{1,2}

(1. 福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002)

(2. 海峡美丽乡村人居环境研究中心, 福建 福州 350000)

[摘要] 街道作为城市的骨架,是承载城市活力的重要载体.提升街道活力是提高城市居民幸福指数的重要举措之一.采用人口热力数据、街景图片、兴趣点(POI),从街道空间活力强度、美景度和基础设施完善度3个层面构建评价体系,对福州市鼓楼区的街道空间活力进行定性、定量评价.研究发现:鼓楼区整体活力呈“多心两带”的空间分布特征,二环以外街道人口热力较高,二环内侧由于城市空心化的影响,街道活力明显弱化;POI以三坊七巷为核心在空间上均呈凝聚型分布,二环以外的高密度核心区域急剧减少;鼓楼区街道整体美景度、满意度偏低,绿视率是影响街道美景度的重要因素;3项评价指标中,街道美景度、人口热力呈显著的正相关作用,与基础设施相比,营造优美的街道空间更能全方位地提升街道综合活力水平.

[关键词] 街道活力,美景度,多源数据,福州市鼓楼区

[中图分类号] TU984.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2021)03-0063-07

Research on Urban Street Vitality and Beauty Degree in City Center Based on Multi-source Data: a Case Study of Gulou District, Fuzhou City

Lin Runze^{1,2}, Zou Cheng^{1,2}, Wang Ziling^{1,2}, Yang Junning^{1,2}, Zeng Zhen^{1,2}, Li Xiaohe^{1,2}

(1. College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

(2. Research Center for Human Settlements of Strait Beautiful Countryside, Fuzhou 350000, China)

Abstract: As the skeleton of the city, the street is an important carrier for the vitality of the city. Improving street vitality is one of the important measures to improve the happiness index of residents in the city. Using population thermal data, Google street view images, and points of interest (POI), an evaluation system was constructed from the three levels of street space vitality intensity, street beauty degree and infrastructure perfection to qualitatively and quantitatively determine the street space vitality in Gulou District, Fuzhou City. The study found that: firstly, the overall vitality of Gulou District is characterized by the spatial distribution of “multi-centered and two-zones”. The population thermal of streets outside the second ring road is relatively hot, and the inner side of the second ring road has significantly weakened due to the hollowing out of the city. Secondly, POI is spatially condensed with Three Lanes and Seven Alleys as the core, and the high-density core area outside the second ring sharply decreases. Thirdly, the overall beauty degree and satisfaction degree of the streets in Gulou District are low, and the green viewing rate is an important factor affecting the beauty of the streets. Finally, among the three evaluation indicators, street beauty degree and population thermal have a significant positive correlation. Compared with infrastructure perfection, creating a beautiful street space can improve the overall vitality of the street in an all-round way.

Key words: street vitality, beauty degree, multi-source data, Gulou District, Fuzhou City

收稿日期: 2021-01-04.

基金项目: 福建省社会科学规划项目(FJ2019C008)、福建省属公益类科研院所专项(2019R1009-2)、福建农林大学园林学院学科交叉融合引导项目(YSYL-xkjc-3)、福建省创新战略研究计划项目(2020R0031).

通讯作者: 李霄鹤, 博士, 副教授, 研究方向: 风景园林、传统村落. E-mail: kathy767@163.com

城市活力是城市空间旺盛生命力和城市功能生存发展的保证^[1],街道空间作为城市环境的主体,反映着城市的文化风貌,是城市活力的重要载体. 如何提高城市街道活力、提升居民幸福感,是当前众多专家学者共同探索的问题. 20 世纪初,城市交通的发展大大加快了人们的生活节奏,人与人的交流消失在城市喧嚣的车水马龙中. 在此背景下,扬·盖尔^[2]在《交往与空间》中从人的行为活动出发,探讨了街道活力的产生、增强机制;简·雅各布斯^[3]认为街道功能的多样性是街道活力产生的重要基础. 通过对文献的梳理,可将当前街道活力的研究分为定性、定量两个方面. 定性研究多从街道的功能、特征及构成要素等方面开展^[4-6]. 定量分析则主要基于电子地图结合大数据^[7-12]、问卷调查^[13]、专家打分^[14]等方式进行. 伴随传感技术和数字化技术的发展,高分辨率的街景图片、种类丰富的 POI 数据等成为当前街道空间研究的主要数据依托. 此类丰富的基站数据,可以从时间、空间多维度记录人的行动轨迹,为人流活力的测度提供了便利. 越来越多的学者开始尝试基于多源数据对城市街道空间进行客观性的多方位、多视角的探索性研究^[15-18]. 从研究尺度上看,国内对城市活力的研究主要以市域为单位,缺少对于微、小尺度下城市活力特征的研究. 同时多源数据的客观性分析,一定程度上忽视了城市中人群的主观心理感受,不利于对不同尺度下的城市活力的产生作用机制进行分析. 基于此,本研究尝试构建主观与客观评价相结合的街道活力评价体系,将依托人的主观感受层面的美景度评价和客观层面的街道人口活动强度、基础设施分布等评价内容相结合,以福州市核心区域鼓楼区街道为例,综合评价街道活力度,深入挖掘影响街道活力的因素及影响机理,为今后优化城市街道功能、提高城市街景空间活力、提高市民幸福指数提供一定的思路借鉴.

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

福州市是福建省的省会,2019 年福州市生产总值达 9 392.3 亿元,占全省的 1/4,位居各地级市之首,同时人口数量、城市化水平在省内均处于领先水平,是福建省重要的经济、政治、文化中心. 鼓楼区作为其发祥地,占地 35.7 km²,下辖 9 街 1 镇和 69 个社区,共有一级道路 15 条、二级道路 23 条、三级道路 44 条,以三坊七巷为核心向四周发散. 鼓楼区具有大量的人口及种类丰富的公共资源. 2019 年全年,鼓楼区生产总值达 1 916.75 亿元,占福州市生产总值的 20.4%,从业人员数量 1 237 197 人,占福州市从业人员总数的 30%. 辖区云集了 80% 以上的省市直部门,拥有半数以上的医疗、文化设施,是福州市的“心脏区”.

1.2 研究方法

1.2.1 理论框架

研究选取鼓楼区内现有的 82 条街道为评价对象,以街景图片、微博签到数据、街道坐标数据为主要的数据来源,将街道活力与 POI 作为客观要素、人对于街道空间的感知作为主观要素,对鼓楼区街道进行综合评价. 基于评价结果,选取典型案例,验证街道活力的分布特征,对街道美景度和 POI 混合度对街道活力强度的影响作用机理进行分析说明(图 1).

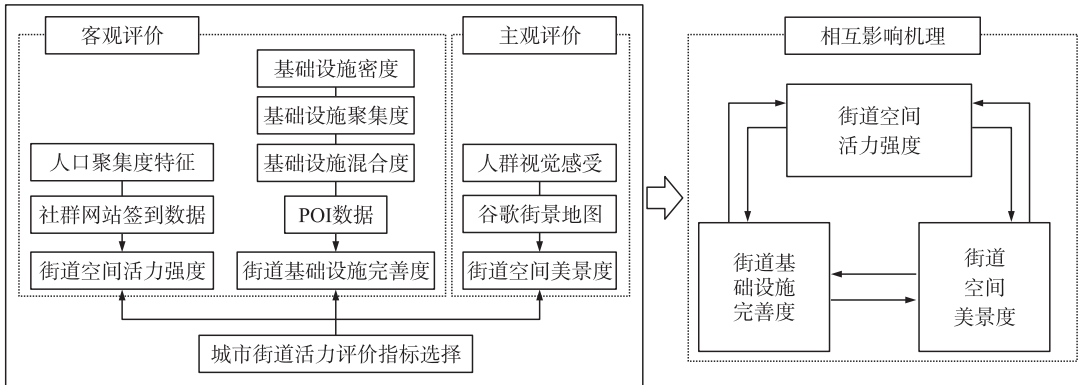


图 1 研究思路构架图

Fig. 1 Research idea framework diagram

1.2.2 数据获取

鼓楼区 POI 数据通过百度地图抓取,共 56 324 条。通过文献整理及实地调研,将 POI 数据划分为住宅社区、自然名胜、公司企业、生活服务、交通站点、科教文化、医疗行政 7 大类^[19-21]。签到数据来源于微博 2016—2020 年间的鼓楼区范围内用户打卡记录,共 14 743 条。街景图片由人工通过百度地图平台手动爬取。由于街道尺度不同,以固定间距进行街景图片的采集易造成数据的重复或缺失。为全面展示鼓楼区各街道空间品质状况,减少误差,研究规定:1、2、3 级街道分别以 500 m、300 m、100 m 的距离选取样点,对于长度不满足测定标准的街道,选取其中点。基于此,在天气为晴、视线内无障碍物遮挡的理想条件下,研究共选取鼓楼区街道点 242 个,每一地点选取 0°、45°、90°、135°、180°、225°、270°、315° 共 8 个角度的图片以完整展现街区风貌,获得福州市鼓楼区街道景观质量评价数据^[22]。街道美景度得分来源于问卷调查,受访者主要为附近居民、上班族、在校学生,年龄 18~70 岁,同时也邀请多名风景园林行业专家,以获取更广泛的群体意见。研究线上线下共发放 200 份问卷,经筛选,有效问卷 156 份,有效率 78%。鼓楼区人口、经济数据来源于 2020 年福建统计年鉴^[23]。

1.2.3 指标选取

研究以街道活力、街道环境、人对于街道空间的感知为参照选取相应的指标,具体包括衡量街道人流量大小的街道空间活力强度、反映行人主观感受的街道空间美景度及体现城市表征的基础设施完善度。

(1)街道空间活力强度:街道热力数据。街道空间活力源于城市居民与街道空间的互动性,反映着街道空间品质,进而反映城市的整体风貌^[24],因此人口活动强度越高的地方,城市活力越高。现有研究表明,将基于社群网站签到数据的签到量作为活力指标进行空间活力分析是合理可行的,且与其他指标相比,数据更易获取,更能直观反映街道活力度。

(2)街道空间美景度:街景图片。人类活动是城市活力产生的基础和源泉,街道空间品质是吸引人类活动的主要因素,一定程度上反映着街道的活力水平。大量研究表明,使用照片作为街道景观质量评价的媒介与实地进行评价的结果并无显著差异^[25]。街景图片评估出来的美景度分值,能相对直观地反映人对街道活力的主观感受。

(3)基础设施完善度:POI 数据。包括住宅社区、自然名胜、生活服务等常见街道周边环境功能。在近期的研究中,POI 数据被大量使用,它可以刻画城市要素在空间内的聚集程度和空间分布特征,弥补了传统数据的不足,是评价街道空间活力的重要依据。

1.2.4 指标计算

(1)基于核密度分析探究街道活力和 POI 数据空间分布特征。核密度分析工具用于计算要素在其周围邻域中的密度,近年来被广泛运用于城市热点领域的研究。采用核密度分析法对 2016—2020 年鼓楼区微博签到 LBS 数据进行空间聚类分析。通过核函数拟合地理要素在其所在空间及周围邻域中的密度分布,生成核密度分布图,反映街道活力和不同类型 POI 的空间聚集区和分布特征^[26]。

(2)基于最邻近点指数判断不同类型 POI 聚集程度。研究对 2016—2020 年鼓楼区微博签到 LBS 数据、鼓楼区 POI 数据进行可视化处理,通过对这些点要素进行最邻近距离和最邻近点指数分析,得出鼓楼区高聚集空间的分布特征。

(3)基于自然断点法与皮尔森相关性分析探究城市街道活力影响因素。自然断点法是一种根据数值统计分布规律分级和分类的统计方法,它能使类与类之间的不同最大化。基于 ArcGIS 软件的重分类工具,利用自然断点法对核密度分析结果进行分类,形成数据的自然裂点,从而明显地看出指标结果在空间上的高低值分布,然后运用 SPSS 软件探寻多个影响因素之间的相关程度。在显著性 ≤ 0.05 时, $\gamma > 0$ 为正相关, $\gamma < 0$ 为负相关, $0.7 \leq |\gamma| < 1$ 为相关性强。

2 结果与讨论

2.1 街道活力分析

由于人的活动对街道活力提升有显著影响,研究通过爬取软件获取 2016—2020 年鼓楼区微博签到数据,将数据导入 ArcGIS10.2,得到鼓楼区 2016—2020 年微博签到点数据,通过 Spatial Analyst 分析工具,对其进行核密度分析(图 2)。颜色较深的区域表明与其他区域相比人群在此处活动较为频繁,街道活力度较

高,反之活力度较低。

整体上看:鼓楼区人群活力呈凝聚分布,人群活力旺盛的区域主要分布在二环外侧,对应西湖公园、左海公园、梅峰山地公园、省体育馆。二环内侧的三坊七巷、温泉公园、福州大学城组团也表现出相对较高的区域活力,但对比二环外侧明显弱化。由于福州依山傍水,地形复杂,相比于平原城市而言,交通成本较高,当区域内人口达到一定规模时更容易产生丰富的经济、社会、文化等活动,区域内便表现出较为旺盛的街道活力。同时,可以看出地形特征影响着城市空间结构和人群活动的分布,鼓楼区地势较为平坦的中北部地区聚集大量人口,主要分布在梅峰山、屏山、左海附近。二环以内,受河流、山脉阻隔及城市空心化的影响,街道活力偏低。鼓楼区整体活力呈现“多心两带”的分布特征。

2.2 基础设施分析

城市基础设施是影响城市活力的重要因素,POI 的集中度和丰富度对城市活力的提升起到正向促进的作用。运用 ArcGIS10.2 对其进行核密度分析(图 3)。不同类型 POI 均呈现明显的聚集态势,在三坊七巷、乌山组团产生较高的聚集;此外,交通站点、科教文化、公司企业类 POI,在省立医院、温泉公园组团出现小规模聚集;而鼓楼区西北部基础设施分布较少,未形成明显组团。7 类 POI 数据叠加显示:整体上,POI 混合度表征下的城市空间分布特征与鼓楼区人群活动强度呈互补关系。在二环内侧,街道基础设施完善度较高,面积占比大,对应三坊七巷、乌山、于山组团;二环外侧,基础设施种类、数量均有待提升,对应梅峰山、软件园组团。这种现象进一步印证了福州市中心城区的空心化。位于二环外侧的城市组团,是城市近年来规划发展的新区,在政府大力支持下,福州软件园、福州大学、福建工贸学校、福建经济学校等科教文化组团落户于此,为该区域带来了大量的人口,但受地形及开发时间的影响,基础设施有待进一步完善,因此活力度高,POI 数量较少。二环以内,为鼓楼区的中心区域,该区域集中体现着福州全市的经济、文化、政治中心及现代金融服务业中心职能,POI 种类多,数量大,但也无形中提升了生活成本,使外来人口难以快速融入,只能退而求其次地选择消费水平较低的二环以外居住,形成了该区域低活力、高基础设施完善度的空间分布特征。这一方面表明,以三坊七巷为核心的鼓楼区东南部尚未饱和,仍存在进一步吸纳人口的潜力;另一方面说明该区域基础设施建设完善,潜在机会更多,在满足周边人群需求的情况下仍有剩余空间可供利用开发。

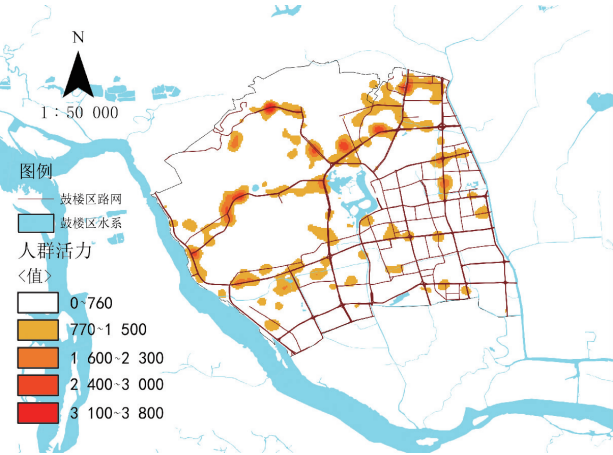


图 2 鼓楼区人口热力分布

Fig. 2 Distribution of population thermal in Gulou District

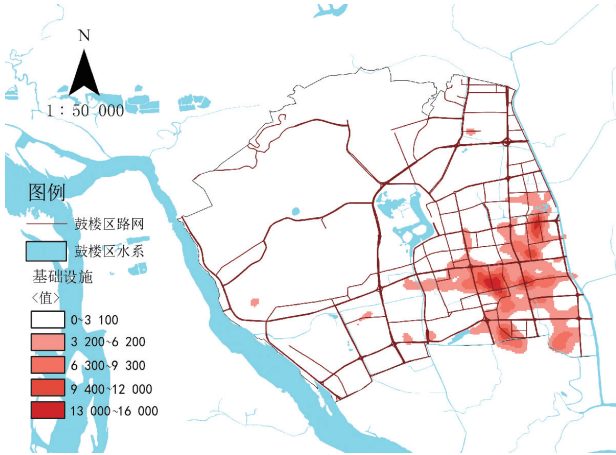


图 3 鼓楼区 POI 核密度分布

Fig. 3 Distribution of POI core density in Gulou District

2.3 街道美景度分析

街道美景度反映着行人的主观感受,影响着人的通行意愿,进而影响街道活力。由于平均数极易受到极端数据的影响,为减少个体认知偏差所造成的分数波动,剔除每组街景图片的最高值、最低值,所得数据见表 1。

选取的 82 条街道中,最高分 6.9 分,最低分 2.5 分,鼓楼区街道美景度差异较大。6 分及以上的街道 5 条,占总数的 6.1%;4 分以下的街道 9 条,占总数的 11.0%。二环内侧街道美景度总体高于二环外侧,整体上与 POI 分布一致。将鼓楼区高、低美景度街道与鼓楼区 POI 核密度分析图叠加发现,高美景度街道与住宅小区在空间上具有较高的耦合性。人与自然的相互作用是形成这一空间分布特征的主要原因。高美景度街道往往具有较好的资源禀赋,优渥的自然条件吸引着人们在此安家落户,周边环境在人的改造利用

下,景观质量得到进一步提升,两者相互作用,相互支持,形成了当前的空间分布特征.除少数街道外,低美景度街道与各类POI点耦合性较低,随机性较强.

表 1 鼓楼区高低分段街道评分
Table 1 Street scores of high and low segments in Gulou District

编号	街道名称	街道等级	街道平均分	批评型	被动型	推荐型	净推荐分数
1	江滨西路	二级街道	6.9	21.1%	47.4%	31.6%	10.5%
2	洪山桥	一级街道	6.7	27.6%	50.0%	22.4%	-5.2%
3	广达路	三级街道	6.2	39.5%	34.2%	26.3%	-13.1%
4	白马北路	二级街道	6.1	48.7%	32.9%	18.4%	-30.3%
5	化民营路	三级街道	6.0	47.4%	36.5%	15.8%	-31.6%
6	东浦路	三级街道	3.5	79.0%	18.4%	2.6%	-76.3%
7	达明路	三级街道	3.4	81.6%	15.8%	2.6%	-79.0%
8	观风亭街	三级街道	3.4	80.3%	14.5%	5.3%	-75.0%
9	公益路	三级街道	3.0	86.8%	10.3%	2.6%	-84.2%
10	湖景路	二级街道	2.5	94.7%	5.3%	0%	-94.7%

高美景度街道中,各等级街道分布均衡,分值差异较小;低美景度街道中,三级街道是主要构成要素,分值差异较大.一、二级街道起连接重要政治经济文化中心、部分立交的作用,是展现城市形象的快速走廊.街道视野开阔,两侧植物景观丰富,绿视率高,整体具有较高的美景度.三级街道为解决局部地区的交通而设置,以服务功能为主,具有较大的基数.街道多为临近社区、村庄的街巷,生活气息浓厚.街道体量较小,易于管理.但因其数量较多,且涉及老旧社区改造、拆迁等问题,在美景度评价中呈两极化分布.除江滨西路外,其余街道净推荐分数均为负数,体现出市民对于提升街道总体景观质量的迫切需求.

为进一步探寻街道美景度感知的影响因素,研究共设定绿视率、天空闭合度、街道围合度、街道高宽比、基础设施完善度(街道中各类POI数据点得分的均值)、资源禀赋(街道距河流距离、距风景名胜距离得分的均值)、机动化程度(街道等级)、建筑立面色彩8项指标^[23],运用SPSS对高、低2个分段共10条街道进行相关性分析.由于数据来源不同,因此运用自然断点法对所有数据进行标准化处理,所得相关系数如表2.

在8项影响因素中,绿视率与美景度的显著性为0.003(<0.01),极为显著.皮尔森相关系数为0.730,呈正相关.该结果表明,8项因素中,街道美景度主要受绿视率的影响,提升街道绿化水平能有效提升行人对于街道景观的感知.

表 2 鼓楼区街道美景度影响因素相关性分析
Table 2 Correlation analysis of factors affecting the beautiful degree of streets in Gulou District

皮尔森(Pearson)相关系数 显著性(双尾)	天空 闭合度	建筑立 面色彩	街道 围合度	绿视率	街道 高宽比	基础设施 完善度	资源 禀赋	机动化 程度	美景度
天空闭合度	1	0.240 0.408	0.405 0.151	0.514 0.060	-0.318 0.268	-0.047 0.873	-0.189 0.518	-0.187 0.523	0.424 0.131
建筑立面色彩	0.240 0.408	1	0.358 0.209	0.053 0.856	0.000 1.000	0.318 0.268	0.220 0.449	-0.052 0.860	0.064 0.829
街道围合度	0.405 0.151	0.358 0.209	1	0.054 0.854	-0.390 0.168	0.016 0.955	-0.194 0.507	-0.118 0.688	-0.256 0.377
绿视率	0.514 0.060	0.053 0.856	0.054 0.854	1	-0.243 0.403	0.063 0.831	-0.270 0.350	0.200 0.494	0.730** 0.003
街道高宽比	-0.318 0.268	0.000 1.000	-0.390 0.168	-0.243 0.403	1	0.086 0.769	0.025 0.931	0.000 1.000	-0.084 0.775
基础设施完善度	-0.047 0.873	0.318 0.268	0.016 0.955	0.063 0.831	0.086 0.769	1	0.364 0.201	0.579* 0.030	-0.058 0.844
资源禀赋	-0.189 0.518	0.220 0.449	-0.194 0.507	-0.270 0.350	0.025 0.931	0.364 0.201	1	-0.119 0.685	-0.227 0.435
机动化程度	-0.187 0.523	-0.052 0.860	-0.118 0.688	0.200 0.494	0.000 1.000	0.579* 0.030	-0.119 0.685	1	0.122 0.678
美景度	0.424 0.131	0.064 0.829	-0.256 0.377	0.730** 0.003	-0.084 0.775	-0.058 0.844	-0.227 0.435	0.122 0.678	1

注:*表示在双侧检验置信0.05水平上显著,**则表示在0.01水平上显著.

2.4 相关性分析

人是城市的主体,人类活动是城市活力产生的基础和源泉,而街道空间品质又是吸引人类活动的主要因素.为进一步探寻鼓楼区街道活力度、美景度、基础设施的作用关系,将人口热力分布图、POI 核密度分布图与高、低美景度街道图相叠加可以发现,高美景度街道主要分布在基础设施较为完善的核心区域,低美景度街道与人口热力耦合性较好(图 4).该现象进一步说明:(1)鼓楼区当前面临空心化问题,即城市中心区域虽然基础设施齐全,但也意味着更高的生活成本.在城市化的大背景下,人们的日常生活圈在交通的影响下逐步扩大,生活在城市二三环范围内已成为一个兼具经济与便捷的高性价比选择;(2)基础设施完善度与街道活力具有密不可分的联系,但并不是产生街道活力的决定性因素,在绿视率达到一定条件后才逐渐显现对于街道美景度的提升作用;(3)当前的城市化建设尚不能满足大多数人对于美好人居环境的需求,未来的城市化建设需进一步向人性化、精细化发展.

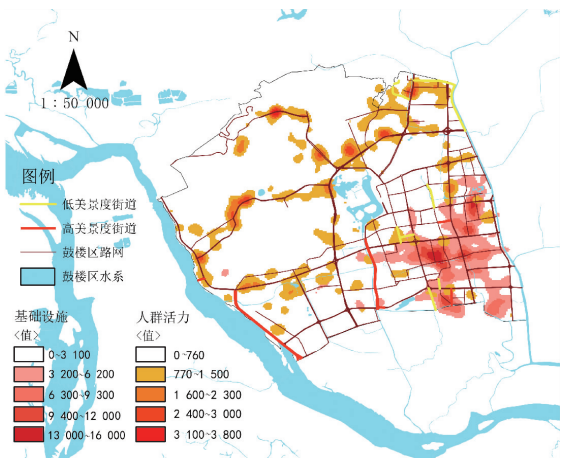


图 4 鼓楼区街道特征叠加图

Fig. 4 Overlay map of street features in Gulou District

3 结论与建议

本文从主观、客观 2 个维度,依托街景图片、人口热力数据、POI 数据完成对福州市鼓楼区街道的空间活力评价,全面探索了福州市鼓楼区街道的活力分布特征、影响因素及各因素间的影响机理.结果表明:(1)福州市城市空心化特征显著,二环以外人口活力显著高于城市中心;(2)低美景度街道中,三级街道是主要构成要素,城市建设仍需进一步细化;(3)街道美景度主要受绿视率的影响,提升街道绿化水平能有效提升行人对于街道景观的感知,基础设施完善度需在绿化达到一定条件后才对街道美景度的提升起正向作用.

基于研究结论,对福州市鼓楼区街道活力提升提出以下建议:(1)高综合活力街道建设较早,基础设施相对完善,在此基础上,有效整合周边资源是该类型街道今后发展的一个方向;(2)一般综合活力街道具有良好的活力基础,但因建成年代久远,或受生活成本的影响,未能充分发挥自身优势.对于位于中心城区的街道治理,需要以政府为主导,构建弹性机制,由传统的以政府为核心的城市治理网络向网络集群分散分布的多中心城市治理网络转型,实现再城市化^[27].针对老旧街道,顺应时代变化,对现有与城市发展相矛盾的空间进行改造,实现再利用,是提升街道综合活力的关键;(3)低综合活力街道主要分布在城郊,且大多数仍在施工建设中.由于远离城市中心,各项基础设施相对薄弱,完善区域配套设施建设,以补贴、优惠等手段鼓励人们在此创业、安家,以政策为导向,提升区域人群活力,将是逐步实现由低综合活力街道向高综合活力街道转型的重要手段.

[参考文献]

[1] 叶宇,庄宇,张灵珠,等. 城市设计中活力营造的形态学探究——基于城市空间形态特征量化分析与居民活动检验[J]. 国际城市规划,2016,31(1):26-33.

[2] 扬·盖尔. 交往与空间[M]. 何人可,译. 北京:中国建筑工业出版社,2003.

[3] 方可. 简·雅各布斯关于城市多样性的思想及其对旧城改造的启示——简·雅各布斯《美国大城市的生与死》读后[J]. 国际城市规划,2009,24(S1):177-179.

[4] 王婧,吴巧红. 绿道推动城市空间健康发展[J]. 旅游学刊,2021,36(3):11-13.

[5] 鲍方,邱建. 通过轻轨建设促进城市活力提升——以美国俄勒冈州波特兰市为例[J]. 城市轨道交通研究,2020,23(7):12-17.

[6] LOPES M N, CAMANHO A S. Public green space use and consequences on urban vitality: an assessment of European cities[J].

- Social indicators research:an international & interdisciplinary journal for quality of life measurement,2013,113(3):751-767.
- [7] 周雨霏,杨家文,周江评,等. 基于热力图数据的轨道交通站点服务区活力测度研究——以深圳市地铁为例[J]. 北京大学学报(自然科学版),2020,56(5):875-883.
- [8] 钮心毅,吴莞姝,李萌. 基于 LBS 定位数据的建成环境对街道活力的影响及其时空特征研究[J]. 国际城市规划,2019,34(1):28-37.
- [9] 聂晓嘉,张铁超,周卫,等. 城市空间活力研究现状与趋势——基于中英文文献的比较分析[J]. 西南大学学报(自然科学版),2021,43(3):147-155.
- [10] 杨朗,张晓明,周丽娜. 大数据视角下广州老城活力时空特征及影响机制[J]. 城市学刊,2020,41(4):40-46.
- [11] 朱婷婷,涂伟,乐阳,等. 利用地理标签数据感知城市活力[J]. 测绘学报,2020,49(3):365-374.
- [12] 胡勇,赵媛,曹芳东. 基于点数据的大城市郊区游憩空间演化研究——以南京郊区为例[J]. 南京师大学报(自然科学版),2018,41(2):107-114.
- [13] 童陆亿,胡守庚. 中国主要城市建设用地扩张特征[J]. 资源科学,2016,38(1):50-61.
- [14] 董祚继. 新时代国土空间规划的十大关系[J]. 资源科学,2019,41(9):1589-1599.
- [15] 程朋根,岳琛,朱欣焰. 多源数据支持下的城市生态环境评价及其与人类活动关系的研究[J/OL]. 武汉大学学报(信息科学版):1-14[2021-04-26]. <https://doi.org/10.13203/j.whugis20200382>.
- [16] 谭佩珊,麦可,张亚涛,等. 利用多源城市数据划定地铁站点吸引范围[J]. 地球信息科学学报,2021,23(4):593-603.
- [17] 刘颂,赖思琪. 基于多源数据的城市公共空间活力影响因素研究——以上海市黄浦江滨水区为例[J]. 风景园林,2021,28(3):75-81.
- [18] 李苗裔,杨忠豪,薛峰. 基于多源数据的城市街道绿化品质测度与规划设计提升策略——以福州主城区为例[J]. 风景园林,2021,28(2):62-68.
- [19] 康翔,潘剑君,朱燕香,等. 一种基于 POI 大数据的城市核心区识别方法[J]. 遥感技术与应用,2021,36(1):237-246.
- [20] 戢晓峰,李晓娟,杨晓泉,等. 基于 POI 数据的城市交通设施空间分布特征提取——以昆明市主城区为例[J]. 地域研究与开发,2020,39(3):76-82.
- [21] 任彦霓,周廷刚,李洪忠,等. 基于遥感和 POI 数据的重庆市主城区城市生态环境格局研究[J/OL]. 地球物理学进展:1-15[2021-04-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2982.P.20210209.1729.032.html>.
- [22] 唐婧娴,龙瀛. 特大城市中心区街道空间品质的测度——以北京二三环和上海内环为例[J]. 规划师,2017,33(2):68-73.
- [23] 福建省统计局. 福建统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2020.
- [24] 明雨佳,刘勇,周佳松. 基于大数据的山地城市活力评价——以重庆主城区为例[J]. 资源科学,2020,42(4):710-722.
- [25] 徐博伦,杨芳绒,李利. 基于图像识别的郑州市老城区道路绿视率研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(11):113-119.
- [26] 段亚明,刘勇,刘秀华,等. 基于 POI 大数据的重庆主城区多中心识别[J]. 自然资源学报,2018,33(5):788-800.
- [27] 唐任伍,肖彦博,张亮. 以合作治理医治“逆城市化”之殇[J]. 经济学动态,2016(11):90-98.

[责任编辑:丁 蓉]