

# 解码高活力城市空间：基于国际系统性综述和本土实证研究的证据

## Decoding Vibrant Urban Space: Evidence Based on International Systematic Review and Local Empirical Research

<span></span>	
马悦	
李彦	
高伟	
龙瀛*	
MA Yue	
LI Yan	
GAO Wei	
LONG Ying*	
文章编号：	1672-9080(2022)12-0310-07
DOI：	10.19974/j.cnki.CN21-1508/TU.2022.12.0310

中图分类号：TU984.3/.7

文献标志码：A

收稿日期：2022-04-25

修回日期：2022-07-21

基金项目：国家自然科学基金面上项目“城市收缩背景下城市空置的智能测度、机理认知与规划设计响应研究”(批准号：52178044)

**摘要**：影响城市活力的空间要素复杂而多样，既有研究中没有形成共识，且缺乏总结和验证。通过系统性综述与实证研究共同探究影响城市活力的空间要素。在 Web of Science 核心集中检索并筛选相关的实证研究，总结既有研究中表征城市活力的常用指标和影响城市活力的空间要素，包括研究尺度、具体指标、出现频次、影响性质等内容。本土实证研究以临沂市中心城区为研究范围，以街区为研究单元，使用微博签到数据、POI（兴趣点）数据、夜间灯光数据测度城市活力，并测度 16 项空间要素指标，建立计量模型分析空间要素与城市活力的相关性。结果表明，影响城市活力的空间要素主要分为道路交通、街区模式、土地利用、建筑特征、可达性和边界真空六类，交通的便捷性、土地的混合程度和开发强度以及研究单元的相对区位都是影响城市活力的重要因素。研究结果有助于了解高活力城市空间的具体表现，为相关研究提供理论依据及实践参考，为提高活力导向的城市建设提供理论支持及优化方向。

**Abstract**: The spatial factors that affect urban vitality are complex and diverse. There is no consensus in existing studies, and there is a lack of summary and verification. Through systematic review and empirical research, the spatial factors affecting urban vitality are explored. Relevant empirical studies are searched and screened in Web of Science Core Collection. Common indicators representing urban vitality and spatial factors affecting urban vitality are summarized, including research scale, specific indicators, occurrence frequency, and impact properties. The local empirical research takes the downtown area of Linyi as the research scope and the block as the research unit. It uses Weibo check-in data, POI (Point of Interest) data and night light data to measure the urban vitality, and measures 16 spatial factor indicators to establish an econometric model to analyze the correlation between spatial factors and urban vitality. The results show that the spatial factors affecting urban vitality are mainly divided into six categories: road traffic, block pattern, land use, architectural characteristics, accessibility and boundary vacuum. The convenience of transportation, the degree of land mixing and development intensity, and the relative location of research units are all important factors affecting urban vitality. The research results are helpful to understand the specific performance of vibrant urban space. It provides theoretical basis and practical reference for relevant research, and provides theoretical support and optimization direction for improving vitality oriented urban construction.

**关键词**：空间要素；建成环境；街区；大数据；量化评价

**Keywords**: spatial factors; built environment; block; big data; quantitative evaluation

### 引言

探索人类活动和城市空间的关系一直是城市研究领域的重要话题，城市活力是揭示此关系的重要环节<sup>[1]</sup>。活力反映了不同地点和时间的人类活动，并被视为城市内部的原始动力和城市宜居性的重要指标<sup>[2-3]</sup>。理解城市活力不仅有利于提高居民生活质量，且对于城市的可持续发展至关重要<sup>[4-5]</sup>。

城市活力概念提出的同时，简·雅各布斯提出高活力的城市需要四个重要因素：混合的空间功能、小规模的小区、丰富的历史空间和

密集的人口<sup>[6]</sup>。此后，城市活力的影响因素一直吸引着许多学者进行广泛的理论探索和实证检验<sup>[7]</sup>。经典的规划设计理论认为空间要素对城市活力有重要影响<sup>[8-10]</sup>，信息技术（ICT）的出现则为城市活力和空间要素的测度带来了新的数据来源和研究手段。已有大量研究利用新数据[ 社交媒体、POI（Point of Interest, 兴趣点）、手机信令和地图影像等]或结合新数据与传统数据（如人口普查、问卷调查和访谈）从建成环境、城市形态、城市空间结构、土地利用、街道特征等角度揭示二者间的

关系<sup>[11-17]</sup>。但空间要素是多维的、复杂的，学者们往往选择多个空间要素构建指标体系，进一步进行相关性分析<sup>[18]</sup>。然而各研究的指标体系不同，指标的选择也存在争议，不同角度下的空间要素有所交叉，对于影响城市活力的空间要素没有形成共识，缺乏系统全面的总结和验证。

城市活力的影响因素是一个重要的研究课题，只有探其本源，才能有效提高城市活力<sup>[19]</sup>。因此，本文拟通过国际系统性文献综述和本土实证研究共同回答“影响城市活力的空间要素是什么？”这一问题。基于国际文献检索库进行系统性文献综述，总结既有研究中表征城市活力的常用指标和影响城市活力的空间要素，包括研究尺度、具体指标、出现频次、影响性质（正负）等内容，弥补现有研究的空白。同时进行本土实证研究，以临沂市中心城区为例进行在地试验，探究影响城市活力的空间要素。最后对综述和实证的局限性和两者结论的差异进行了讨论，并根据本文结论提出提升城市活力的规划设计策略。

### 1 国际系统性文献综述

#### 1.1 纳入标准与检索策略

为总结与梳理影响城市活力的空间要素，本文对检验二者关系的实证研究开展了系统性综述。国际文献数据库 Web of Science 核心集中包含了国内外众多关于城市活力的实证研究，本文以其为数据源，时间截至 2021 年 10 月 12 日，检索式为 TS=(“urban vibrancy” OR “street vibrancy” OR “neighborhood vibrancy” OR “city vibrancy” OR “space vibrancy” OR “urban vitality” OR “street vitality” OR “neighborhood vitality” OR “city vitality” OR “space vitality”)。检索文献后进行筛选与资格审查，首先删除重复文献后根据标题、关键字和摘要逐步筛选出符合研究主题的文献 83 篇。接下来通过全文阅读进行资格审查，进一步排除不符合文献筛选标准的文献，排除原因包括未探讨影响城市活力的空间要素、未对城市活力及空间要素进行量化或相关性分析以及研究范围特殊（比如车站、地下空间等）等，最终确定有效的实证研究文献为 39 篇，具体流程见图 1。在对上述文献进行深入阅读后，系统梳理了城市活力的表征指标和影响城市活力的空间要素。

#### 1.2 城市活力的表征

由于城市活力的含义广泛，为了将其准确量化，出现了众多代理指标。本文根据纳入的实证研究，总结了常用的（出现 2 次及以上）城市活力代理指标，结果见表 1。既有文献中

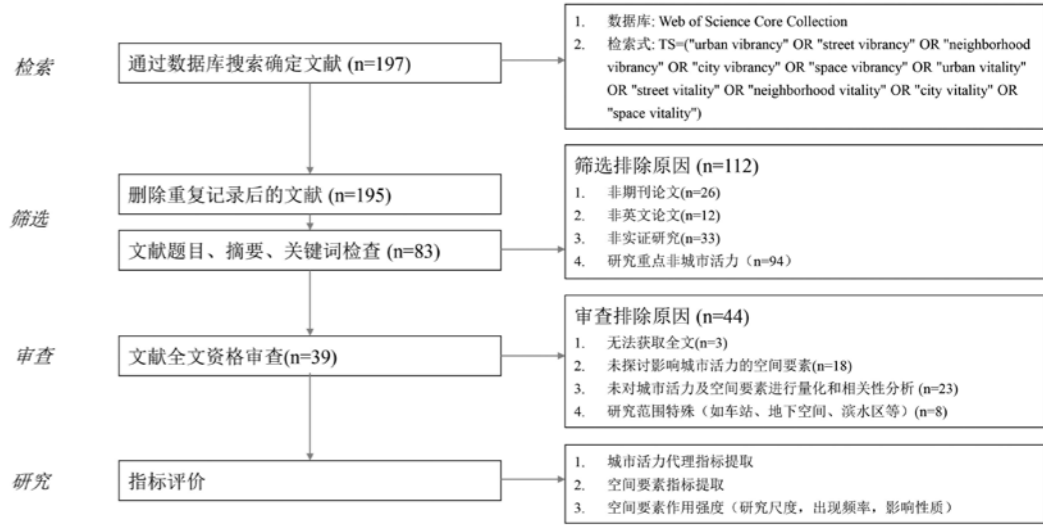


图1 文献筛查流程

指标	出现频次	说明
社交媒体签到密度	10	单位面积内的社交媒体用户签到数量
POI 密度	6	单位面积内的 POI 数量
夜间灯光强度	6	研究单元内夜间灯光强度的平均值
小型餐饮设施密度	5	研究单元内小型餐饮设施分布密度 / 核密度的平均值
手机用户密度	4	单位面积内的手机用户数量
行人数量	4	研究单元内某观测点的行人数量
大数据人口密度	4	单位面积内的人口数量（来自百度热力图、WorldPop 等数据集）
手机用户活动强度	3	由电信公司提供的手机用户活动强度 / 繁忙度指标
大众点评评论密度	2	单位面积内的大众点评评论数量
普查人口密度	2	单位面积内的人口数量（来自人口普查数据）

对城市活力的量化一般分为两种理论类型：一种基于 Jacobs 的多样性理论，在该理论框架下人口数量或密度经常被作为测量目标，包括社交媒体签到密度、手机用户密度、行人数量、大数据人口密度、手机用户活动强度和普查人口密度等指标<sup>[20-23]</sup>。另一种理论认为活力是扩大人类活动范围的关键城市因素，在该理论下，出现了 POI（兴趣点）密度、小型餐饮设施密度等以测量城市活动的丰富程度或土地利用强度为目标的代理指标<sup>[24-25]</sup>。这两种理论并非对立，而是相互融合与交叉，经常共同使用，并随着科学技术的进步支持城市活力的研究不断深入。

传统的定量研究一般通过行人数量和活动类型等指标评估城市活力。这类数据的优势在于信息丰富、内容全面，适合进行微观尺度的研究。但其属于静态数据，只能反映一定时间段内人口的空间分布情况。且由于其耗时耗力的特点，只能对小规模活动进行抽样，无法覆盖大面积的研究范围。

随着信息技术与定位技术的不断融合，在城市活力的相关研究中，POI、社交媒体、手

机信令等带有地理位置标签的大数据得到了广泛的应用。这些展示人类活动的海量实时数据，为城市活力提供了新的代理指标。根据系统性综述的结果，Facebook、Twitter 和微博等社交媒体的签到密度已经成为最常用的城市活力代理指标。这种位置签到记录通常包括与在该位置发生的活动相关的文字、照片和时间，它可用于记录特定位置的个人活动，并通过签到的数量或密度表征人与城市空间之间的互动程度<sup>[26-28]</sup>。除此之外，学者们认为小型餐饮设施蓬勃发展的地方往往更有活力<sup>[12,14]</sup>；POI 可以用于描述土地利用的强度和功能的多样性<sup>[29-30]</sup>；夜间灯光数据被证明与一些社会经济活动之间存在显著相关性<sup>[31-32]</sup>。这些指标的空间、时间和动态特性优于传统的人口统计指标，但是这些数据源依然存在限制。例如社交媒体平台签到的大多用户是年轻人，在老年人中的代表性不足；POI 数据难以考量每个设施点对活力的贡献，且在时间上的变化非常微弱；小型餐饮设施数据仅代表特定类别的人类活动，其分析结果会造成代表性偏差；夜间灯光数据的分辨率有限，且仅能表征城市的夜间活力。

<sup>[1]</sup> \* 通信作者（Corresponding author）E-mail：ylong@tsinghua.edu.cn

城市活力的代理指标众多,各个指标都有其相对的优点和缺点。部分研究者已经意识到这一点,并选择多源数据集作为活力的代理,相互补充和验证。利用新型数据源指标和综合多个代理指标评估,已成为表征城市活力的趋势。

### 1.3 影响城市活力的空间要素

本文总结了纳入研究中常出现的(出现2次及以上)对城市活力有显著影响的空间要素,并统计其出现频次和影响性质,结果见图2。根据结果发现,对城市活力产生的空间要素主要有6类。第一类涉及道路交通,道路密度和道路交叉口密度都是经常被验证的活力影响指标,它们代表了研究单元的连通性和可达性。其次公交站、地铁站的密度等指标象征着公共交通的便利度。在更细致的层面,平坦的、有人行横道和相关设施的街道也与更高的活力相关联<sup>[33]</sup>。第二类侧重于街区模式,指城市基本单元的形态和设计,正如许多研究所讨论的,街区模式对于空间利用,出行成本和吸引力至关重要<sup>[25]</sup>。比如街区的面积、周长以及其道路分布的中心性和紧密性都被证实与城市活力有关。第三类空间要素涉及土地利用,这部分可以分为土地利用的强度、功能混合度以及提供不同设施服务的能力三个角度。建筑密度、容积率等象征开发强度的指标对城市活力的影响显著。混合土地利用作为雅各布斯提出的高活力城市的首要条件<sup>[6]</sup>,已被广泛认为是充满活力的城市空间的关键组成部分,在研究中通常通过POI类型和用地类型的多样性反映。此外,良好的公共基础设施,可以提高居民的生活水平,促进城市生活的顺利运转。因此公共服务、交通、娱乐等各类功能的POI和用地对城市活力的影响也被反复验证。第四类是与建筑特征有关的空间要素,不同面积、高度、年龄和其他条件的建筑物,可以在视觉、经济和文化上为空间带来活力<sup>[24]</sup>,也延伸出了平均建筑面积、最大建筑面积、平均建筑年龄、建筑年龄的标准差、平均建筑高度、塔楼比例等影响指标。第五类空间要素强调了可达性的重要性,一方面,研究单元到公园、公共汽车站和火车站等地点的可达性可以触发居民步行活动,从而影响城市活力。另一方面到市中心、中央商务区、商业区等地点的距离越近,可能越容易受到人群密集区域的辐射与带动。第六类是与边界真空相关的空间要素,经典理论中大型设施和交通干线(如水体、铁路、高速公路)被称为“边界真空”<sup>[6]</sup>。他们对大多数居民来说是断头路,会减少其步行活动,从而抑制城市活力。但随着城市的变化和经济的发展,这些边界真空带

来的负面效应并不绝对,甚至可能因为良好的规划建设给城市活力带来正面影响。

由于学者们从不同的研究区域、不同的时间范围研究城市活力,因此空间要素对城市活力的影响也可能不同,例如绿化率在上海、苏州等城市对城市活力有显著的正向影响,在北京却给城市活力带来负面影响<sup>[25]</sup>;到最近水体的距离在工作日的白天与城市活力的关系并不显著,而在夜晚和周末对城市活力有显著的负向影响<sup>[34]</sup>。这也说明既有研究对城市活力及其影响因素的认识逐渐走向精细化。总体而言,学者们研究空间要素对城市活力影响的角度众多,但基本是对经典理论的质疑、验证,并在其基础上不断地深入和拓展。

### 1.4 不同尺度下空间要素对城市活力的影响

分尺度而言,纳入的39篇实证研究可以

分为社区、街区、网格、街道四类,其中有8篇文献以社区为研究单元,14篇文献以街区(由主要道路围合的区域,通常比社区面积更小)为研究单元,12篇文献以网格为研究单元,6篇文献通过街道及其缓冲区或街道上的观测点探究街道活力,其中一篇文献从社区和街道两个尺度对城市活力进行了讨论<sup>[35]</sup>。本文对纳入文献中不同尺度下常出现的(出现2次及以上)对城市活力代理指标产生影响的空间要素进行梳理,分组统计了四类尺度下空间要素在文献中出现的频次以及影响性质。对于同时讨论两个尺度的文献,其空间要素则分别计入对应的尺度下,统计结果如图3所示。结果显示,道路密度、道路交叉口密度等衡量研究单元的连通性,以及POI的多样性、建筑密度、容积率等衡量土地利用的混合度和强度的指标,在社

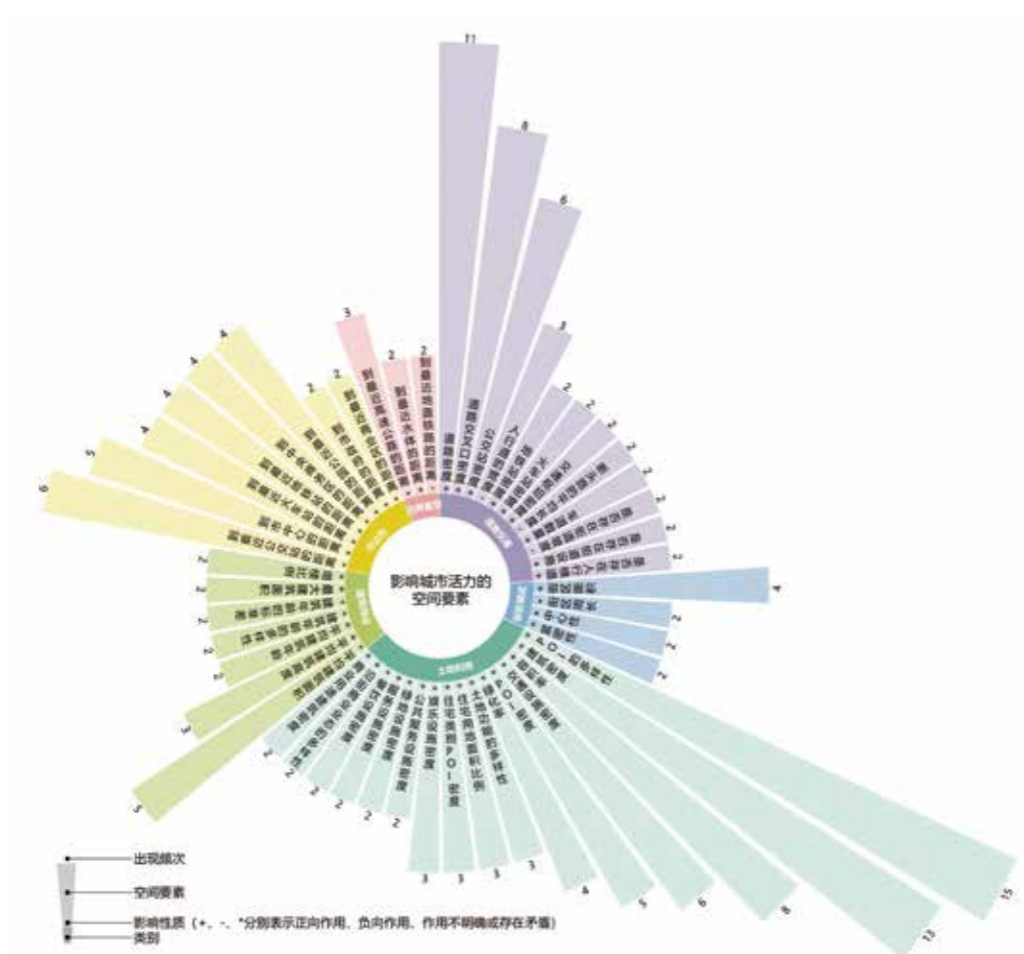


图2 影响城市活力的空间要素

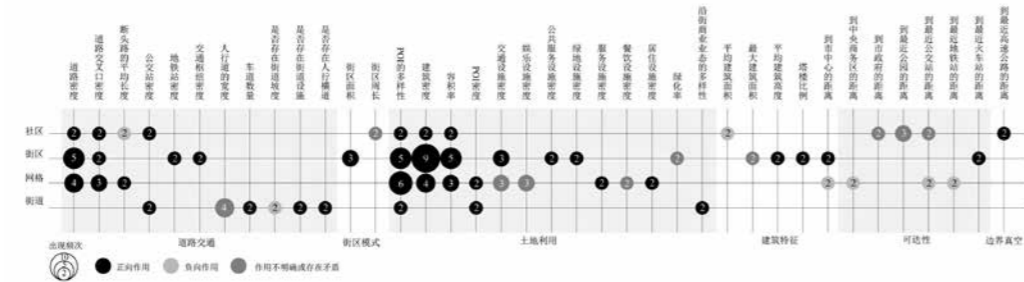


图3 不同尺度下影响城市活力的空间要素统计结果

区、街区和网格尺度下都被反复验证是对城市活力有正面影响的。街区和网格尺度下的研究多次讨论了各类功能设施的密度对城市活力的影响,此外,街区尺度下更多研究验证了建筑特征与城市活力的关联。街道尺度的空间要素更加微观,主要包括街道的宽度、坡度、设施等,通常通过实地观察获得。相比较而言,不同尺度下城市活力研究的侧重点不同,影响指标也存在差异。街区是文献数量最多,涵盖的空间要素也最为全面的研究尺度。

## 2 本土实证研究

### 2.1 研究设计

本文将山东省临沂市中心城区作为研究范围,总面积758.3km<sup>2</sup>,见图4。利用OSM(OpenStreetMap)路网数据,选取motorway、primary、secondary、trunk、tertiary作为主次干道,以主次干道围合的最小封闭地块作为街区。本文以街区为研究单元,研究范围内共694个街区,平均面积109.3ha。

为探索影响城市活力的空间要素,本文根据既有研究中常用的指标对城市活力及其影响指标进行测度。变量测度完成后,本研究进行了回归分析前的初步测试,对该分析中涉及的变量进行基本了解,并检验多重共线性,然后使用普通最小二乘法(Ordinary Least Squares, OLS)构建模型,探索城市活力与空间要素之间的相关性。最后为验证结果的可靠性,对数据按区域分组进行稳健性检验。

### 2.2 变量和数据

#### 2.2.1 城市活力测度

本文参考系统性综述的结果,分别使用微博签到密度、POI密度、夜间灯光强度和小型餐饮设施密度作为代理指标对城市活力进行定量评估,具体说明见表2。测度活力所用数据包括微博签到数据、POI数据和夜间灯光数据。通过爬虫程序接入新浪微博的位置服务动态应

用程序编码接口收集了2018年临沂市中心城区的微博签到数据,在剔除重复和位于研究区域外的数据后,共获得微博签到记录359104条。POI数据通过高德地图提供的开放接口爬取,采集了研究区域内2018年的POI数据共101655条。夜间灯光数据来源于武汉大学发布的“珞珈一号01星”夜光遥感数据集,在高分辨率对地观测系统湖北数据与应用中心提供的下载平台中选择2020年覆盖临沂市中心城区的夜间灯光数据进行下载,经过辐射定标、地理配准等预处理后计算研究区域内每个街区的平均夜间灯光强度。

将通过四个代理指标测度的城市活力基于五分位法进行分级显示,得到临沂市的城市活力分布,见图5。各指标表征的城市活力较高的区域都分布在兰山分区、北城分区南侧和河东分区西侧。兰山分区和河东分区西侧是临沂

市建设年代较早的老城区,发展成熟,各类商业设施集中于此。北城分区南侧是临沂市首批建设的新城区,发展较好,是临沂市目前的文化和行政中心。基于代理指标测度的城市活力结果与临沂的现实情况基本吻合。

#### 2.2.2 空间要素测度

由于本文的实证研究以街区为研究单元,因此根据前文的统计结果,将街区尺度下出现2次及以上的17个空间要素指标作为自变量。目前临沂市内还未建设地铁,故删除“地铁站密度”指标,并将“交通枢纽(地铁站、公交站)密度”指标改为“公交站密度”。最终自变量包括道路交通、街区模式、土地利用、建筑形式和可达性五大类共16个指标,具体说明见表2。基于上述指标,本文收集了OSM路网数据、高德POI数据和百度地图建筑轮廓数据。所有数据均以街区为研究的单元进行定量

表2 城市活力代理指标统计结果

类别	指标	说明
城市活力	微博签到密度	街区内微博签到点的数量比街区面积
	POI密度	街区内POI的数量比街区面积
	夜间灯光强度	街区内夜间灯光强度的平均值
	小型餐饮设施密度	街区内小型餐饮设施的数量比街区面积
道路交通	道路密度	街区内所有道路的长度和比街区面积
	道路交叉口密度	街区内交叉口的数量比街区面积
	公交站密度	街区内公交站数量比街区面积
街区模式	街区面积	街区面积
土地利用	POI的多样性	街区内POI的香农熵
	建筑密度	街区内建筑的占地面积和比街区面积
	容积率	街区内建筑的地上面积和比街区面积
	交通设施密度	街区内交通POI的标准化数量比街区面积
	公共服务设施密度	街区内公共服务POI的标准化数量比街区面积
	绿地设施密度	街区内绿地POI的标准化数量比街区面积
建筑特征	绿化率	街区内绿地面积比街区面积
	最大建筑面积	街区内建筑的最大占地面积
	平均建筑高度	街区内建筑高度的平均值
可达性	塔楼比例	街区内塔楼(10层以上)数量比所有建筑数量
	到市中心的距离	街区的几何中心到市中心的距离
	到最近火车站的距离	街区的几何中心到最近火车站的距离



图4 研究范围

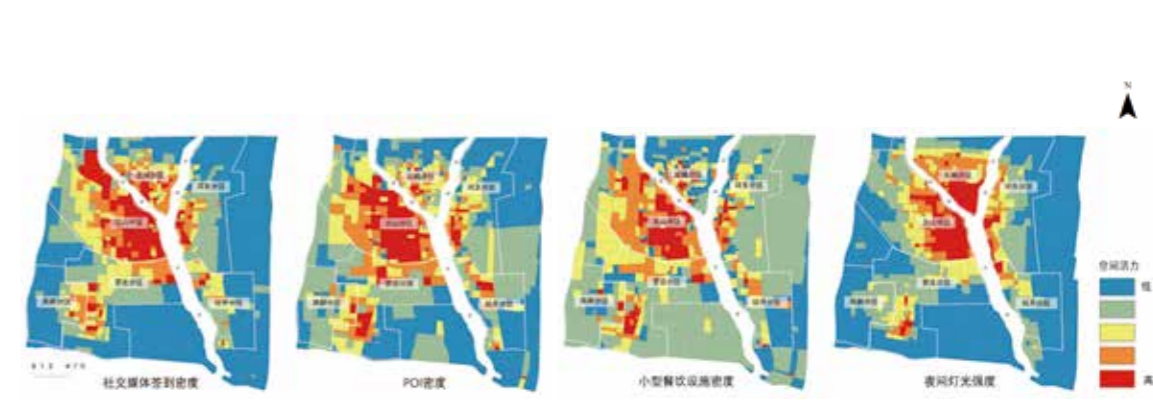


图5 临沂市城市活力分布



图1 广州市中心城区老旧小区街道环境安全感感知预测模型

图2 研究结论

文中所有图表均为作者自绘

参考文献

- LYNCH K. Good City Form[M]. MIT press, 1984.
- LANDRY C. Urban vitality: A new source of urban competitiveness[J]. Archis, 2000(12):8-13.
- LYNCH K. The Image of the City[M]. MIT press, 1964.
- LANG W, CHEN T, LI X. A new style of urbanization in China: Transformation of urban rural communities[J]. Habitat International, 2016,55:1-9.
- 塔娜, 曾屿恬, 朱秋宇, 等. 基于大数据的上海中心城区建成环境与城市活力关系分析 [J]. 地理科学, 2020,40(01):60-68.
- JACOB J. The Life and Death of Great American Cities[M]. New York: Random House, 1961.
- LI M, LIU J, LIN Y, et al. Revitalizing historic districts: Identifying built environment predictors for street vibrancy based on urban sensor data[J]. Cities, 2021,117:103305.
- GEHL J. Life Between Buildings[M]. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987.
- MONTGOMERY J. Editorial Urban Vitality and the Culture of Cities[M]. Taylor & Francis, 1995: 10, 101-110.
- MONTGOMERY J. Making a city: Urbanity, vitality and urban design[J]. Journal of Urban Design, 1998,3(1):93-116.
- 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(01):28-37.
- YE Y, LI D, LIU X. How block density and typology affect urban vitality: An exploratory analysis in Shenzhen, China[J]. Urban Geography, 2018,39(4):631-652.
- CHEN T, HUI E C, WU J, et al. Identifying urban spatial structure and urban vibrancy in highly dense cities using georeferenced social media data[J]. Habitat International, 2019,89:102005.
- XIA C, YEH A G, ZHANG A. Analyzing spatial relationships between urban land use intensity and urban vitality at street block level: A case study of five Chinese megacities[J]. Landscape and Urban

Planning, 2020,193:103669.

- 龙瀛, 周垠. 街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例 [J]. 新建筑, 2016(01):52-57.
- 裴昱, 吴灏杭, 唐义琴, 等. 基于空间数据的北京二环内夜间街道活力与影响因素分析 [J]. 城市建筑, 2018(09):111-116.
- LONG Y, HUANG C C. Does block size matter? The impact of urban design on economic vitality for Chinese cities[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2019,46(3):406-422.
- WU W, MA Z, GUO J, et al. Evaluating the Effects of Built Environment on Street Vitality at the City Level: An Empirical Research Based on Spatial Panel Durbin Model[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022,19(3):1664.
- JIA C, LIU Y, DU Y, et al. Evaluation of Urban Vibrancy and Its Relationship with the Economic Landscape: A Case Study of Beijing[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2021,10(2):72.
- BOTTA F, Gutiérrez-Roig M. Modelling urban vibrancy with mobile phone and OpenStreetMap data[J]. Plos One, 2021,16(6):e252015.
- YANG J, CAO J, ZHOU Y. Elaborating non-linear associations and synergies of subway access and land uses with urban vitality in Shenzhen[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2021,144:74-88.
- ZHU J, LIU W, LIU Y, et al. Smart city oriented optimization of residential blocks on intensive urban sensing data based on fuzzy evaluation algorithm[J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2021,12(1):911-921.
- WU C, YE X, REN F, et al. Check-in behaviour and spatio-temporal vibrancy: An exploratory analysis in Shenzhen, China[J]. Cities, 2018,77:104-116.
- XIA C, ZHANG A, YEH A G. The varying relationships between multidimensional urban form and urban vitality in Chinese megacities: Insights from a comparative analysis[J]. Annals of the American Association of Geographers, 2022,112(1):141-166.
- Zhang A, LI W, WU J, et al. How can the urban landscape affect urban vitality at the street block

level? A case study of 15 metropolises in China[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2021,48(5):1245-1262.

- PAN C, ZHOU J, HUANG X. Impact of Check-In Data on Urban Vitality in the Macao Peninsula[J]. Scientific Programming, 2021,2021.
- HUANG B, ZHOU Y, LI Z, et al. Evaluating and characterizing urban vibrancy using spatial big data: Shanghai as a case study[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2020,47(9):1543-1559.
- HE Q, HE W, SONG Y, et al. The impact of urban growth patterns on urban vitality in newly built-up areas based on an association rules analysis using geographical ‘big data’ [J]. Land Use Policy, 2018,78:726-738.
- TU W, ZHU T, XIA J, et al. Portraying the spatial dynamics of urban vibrancy using multisource urban big data[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2020,80:101428.
- GAN X, HUANG L, WANG H, et al. Optimal block size for improving urban vitality: an exploratory analysis with multiple vitality indicators[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2021,147(3):4021027.
- MA T, ZHOU Y, WANG Y, et al. Diverse relationships between Suomi-NPP VIIRS night-time light and multi-scale socioeconomic activity[J]. Remote Sensing Letters, 2014,5(7):652-661.
- ZHANG Q, SETO K C. MAPPING urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data[J]. Remote Sensing of Environment, 2011,115(9):2320-2329.
- SUNG H, GO D, CHOI C G. Evidence of Jacobs’s street life in the great Seoul city: Identifying the association of physical environment with walking activity on streets[J]. Cities, 2013,35:164-173.
- WU W, NIU X. Influence of built environment on urban vitality: Case study of Shanghai using mobile phone location data[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2019,145(3):4019007.
- LEE S, YOO C, SEO K W. Determinant factors of pedestrian volume in different land-use zones: Combining space syntax metrics with GIS-based built-environment measures[J]. Sustainability, 2020,12(20):8647.

# 基于计算机视觉技术的街道环境安全感研究：以广州市中心城区老旧小区为例

## Research on the Sense of Security of Street Environment Based on Computer Vision Technology: A Case Study of Downtown Guangzhou, The Old District

图1 广州市中心城区老旧小区街道环境安全感感知预测模型

顾阳	
刘雅心	
胡一可*	
刘垭	
GU Yang	
LIU Yaxin	
HU Yike*	
LIU Ya	
文章编号：	1672-9080(2022)12-0317-07
DOI：	10.19974/j.cnki.CN21-1508/
	TU.2022.12.0317
中图分类号：	TU984.12
文献标志码：	A
收稿日期：	2021-10-28
修回日期：	2022-08-31

图2 研究结论

**摘要**：安全感是人们在街道环境活动中最基本的心理需求，是衡量环境满意度、居民心理健康、社区治理等方面的重要指标。本文以广州市中心城区老旧小区街道为例，借用多源数据与计算机视觉技术，探讨各视觉环境特征与安全感的关系，并构建基于街景图片的老旧小区街道环境安全感感知预测模型（*acc*=0.706, *R*<sup>2</sup> = 0.700）。研究发现：街道环境安全感与街景美观度、绿色视觉指数、街景复杂程度呈显著正相关关系（*P*<0.01, *r*= 0.752, *r*= 0.450, *r* = 0.476），与建筑物可视率、天空开阔度呈显著负相关关系（*P*<0.01, *r* = − 0.456, *r* = − 0.317）。研究通过使用 PSPNet 网络及 OpenCV、PIL 库中的图像处理方法，实现对大规模街景数据的量化分析和街道环境安全感的智能化预测，为社区环境安全感的研究提供新的可能，有望推动人工智能图像处理技术在城市更新中的应用。

**Abstract:** The sense of security is the most basic psychological need of people while conducting street environmental activities, and an important indicator to measure environmental satisfaction, residents' mental health, and community governance. Taking the old residential streets in the central urban area of Guangzhou as an example, this paper borrows multi-source data and computer vision technology to explore the relationship between the characteristics of each visual environment and the sense of security, and constructs a prediction model for environmental security perception of old residential streets based on street view pictures (*acc*= 0.706, *R*2 = 0.700). The study finds that the street environmental safety is significantly positively correlated with SVA, GVI, and VE (*p*<0.01, *r* = 0.752, *r* = 0.450, *r* = 0.476), and is significantly negatively correlated with BVI and SVF (*p*<0.01, *r* = −0.456, −0.317). Through the use of the PSPNet network and the image processing methods in the OpenCV and PIL libraries, the research can realize the quantitative analysis of large-scale street view data and the intelligent prediction of the sense of safety in the street environment, providing new possibilities for the research on the sense of community environment safety, and is expected to promote the Application of artificial intelligent image processing technology in urban renewal.

图3 研究结论

**关键词**：安全感；城市街道；视觉环境；深度学习；计算机视觉

**Keywords:** sense of safety; city streets; visual environment; deep learning; computer vision

引言

安全感，指人对安全的认知和情绪反应。当人的精神长期处于缺乏安全感的状态，会产生焦虑、紧张、悲观等情绪，严重影响其心理健康<sup>[1]</sup>。因此，营造具有安全感的街道环境对城市居民心理健康十分必要。安全感是一个多领域概念，不同学科对其定义的侧重方面不同。已有研究表明，安全感与街道环境存在显著关系<sup>[2-4]</sup>。通过环境设计预防犯罪理论(Crime Prevention Through Environmental Design, CPTED)中也提到，象征社会秩序良好的环境形象使人感到安全<sup>[5]</sup>。本研究从营造健康人居环境的角度出发，讨论公众对街道环境的整体

<sup>[1]</sup> 通信作者（Corresponding author）E-mail：563537280@qq.com