

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

马悦	
李彦	
高伟	
龙瀛*	
MA Yue	
LI Yan	
GAO Wei	
LONG Ying*	
文章编号：	1672-9080(2022)08-0268-07
DOI：	10.19974/j.cnki.CN21-1508/TU.2022.08.0268

中图分类号：TU-89

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^[1]。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^[2, 3]。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^[4, 5]。

城市活力的概念提出的同时，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、小规模社区、丰富的历史空

间的关系^[11-17]。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^[18]。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^[19]。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实验，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

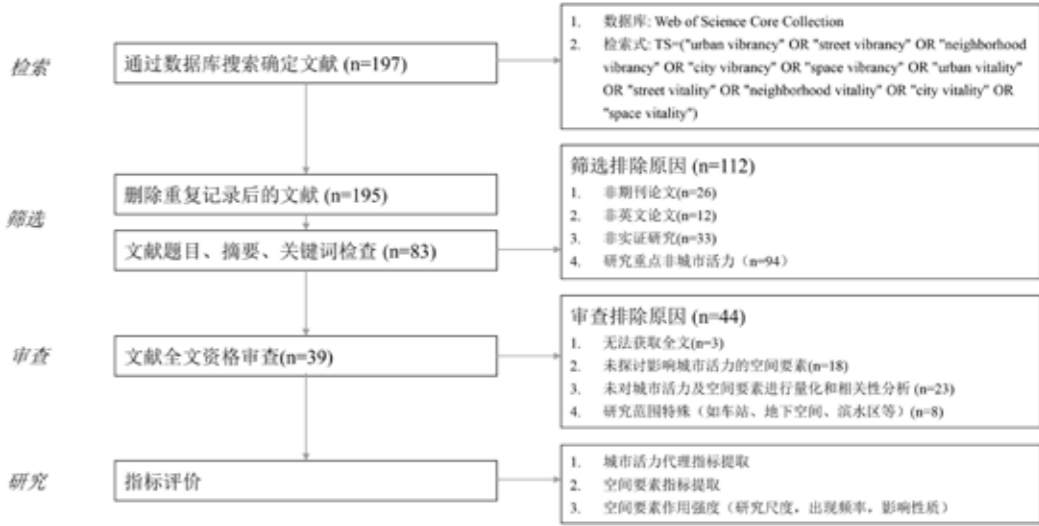


图1 文献筛查流程

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^[20-23]。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^[24, 25]。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^[26-28]。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^[12, 14]；POI 可以用于描述土地利用的强度和功能的多样性^[29, 30]；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^[31, 32]。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。

^[1] 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^[33]。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^[25]。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^[6],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^[24],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”^[6]。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^[25];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^[34]。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^[35]。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

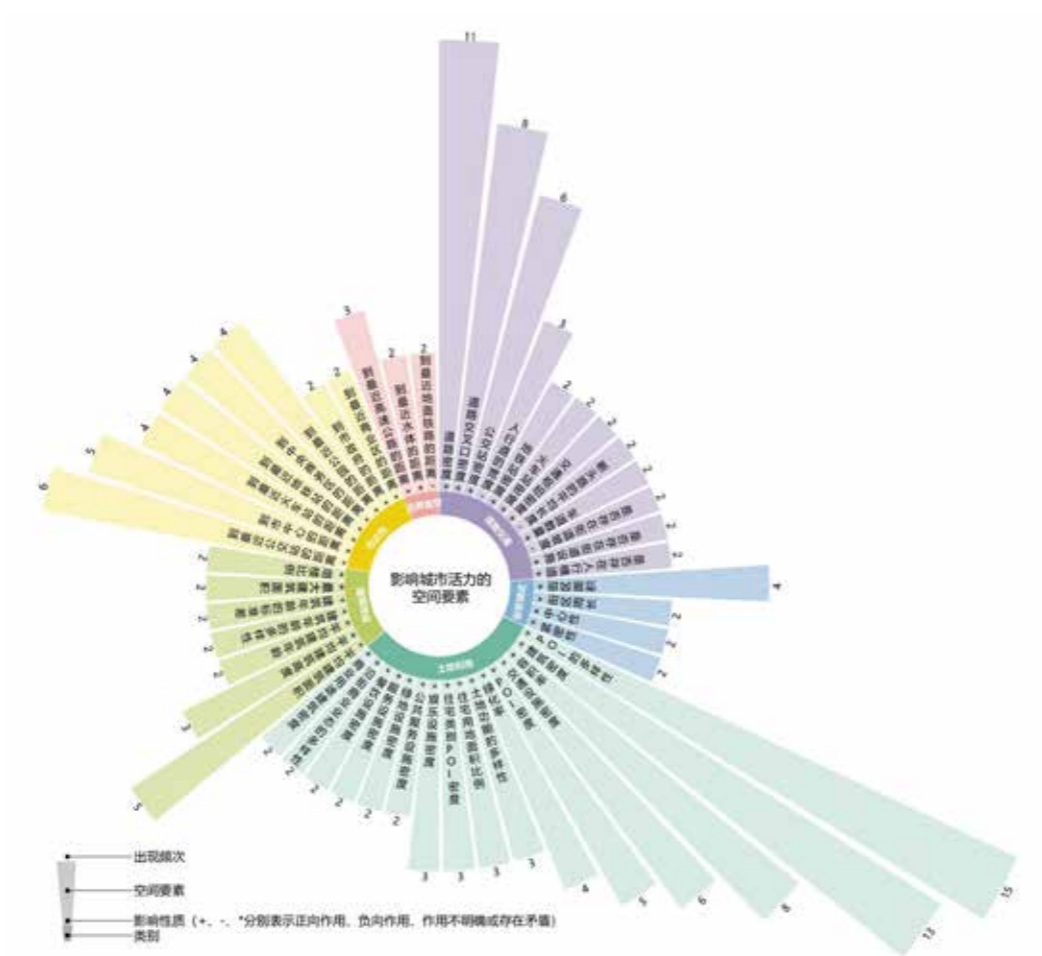


图2 影响城市活力的空间要素

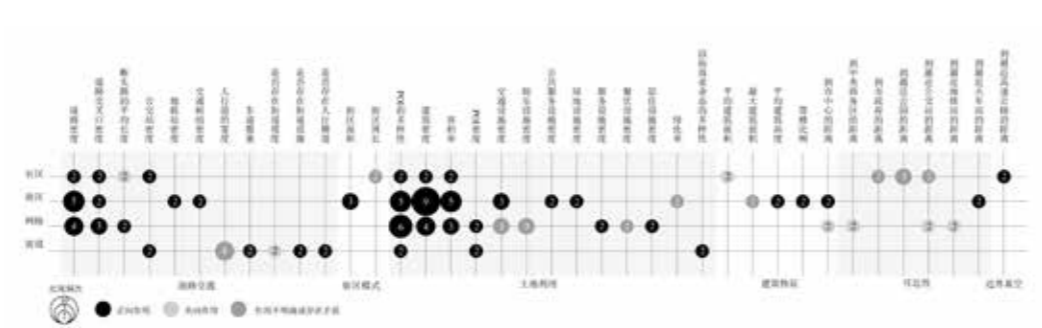


图3 不同尺度下影响城市活力的空间要素统计结果

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758.3km²,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1 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

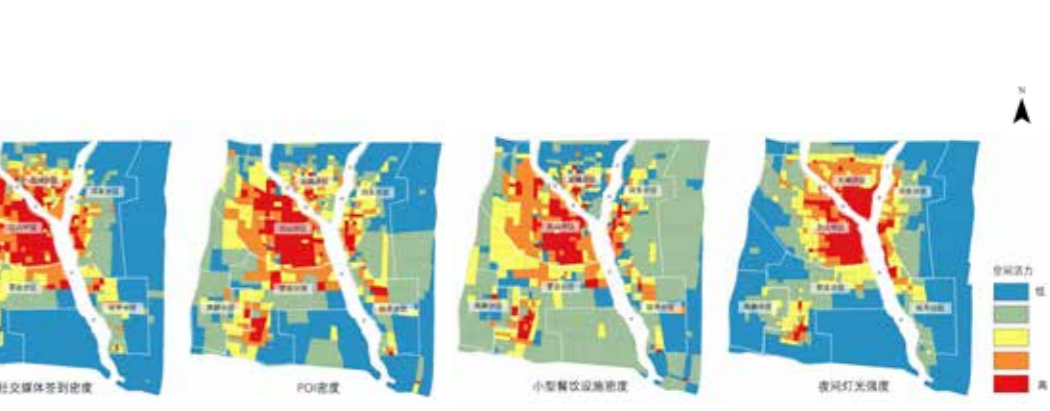


图5 临沂市城市活力分布

测量，包括计算密度、平均值、多样性指数等。

2.3 回归分析

2.3.1 初步回归检验

在进行回归分析前，我们对涉及到的变量进行检验。因变量中微博签到密度、POI 密度和小型餐饮设施密度均成长尾分布，这三项指标值较低的街区数量明显多于较高的街区数量，本文对这些变量进行对数转换来平衡这一点^[17]。此外，使用 Pearson 的相关分析来检验变量的多重共线性。通常如果两个变量的 Pearson 相关系数在 0.8 以上，则存在严重的多重共线性，检验结果见图 6。研究结果显示，道路密度和交叉口密度以及平均建筑高度和塔楼比例两对变量的相关系数均大于 0.8。在对比模型的拟合优度后，去除了道路交叉口密度和平均建筑高度指标。其余 14 个变量均通过 Pearson 相关系数的检验，以其构建模型较为可靠。

2.3.2 回归结果

本文使用普通最小二乘法 (OLS) 构建回归模型，分析空间要素与各城市活力的代理指标间的关联，公式如下：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \beta_3 \times X_3 + \beta_4 \times X_4 + \beta_5 \times X_5 + \beta_6 \times X_6 + \beta_7 \times X_7 + \beta_8 \times X_8 + \beta_9 \times X_9 + \beta_{10} \times X_{10} + \beta_{11} \times X_{11} + \beta_{12} \times X_{12} + \beta_{13} \times X_{13} + \beta_{14} \times X_{14}$$

式中 Y 表示城市活力的代理指标，即微博签到密度的对数值、POI 密度的对数值、小型餐饮设施密度的对数值或夜间灯光强度， β_0 是常数项， $\beta_1 \sim \beta_{14}$ 为回归系数， $X_1 \sim X_{14}$ 是作为自变量的 14 个空间要素。

回归分析的结果见表 3，其中每个模型中所有变量的 VIF 值都小于 5，因此不需要再因多重共线性而去除自变量。比较四个模型，模型 2 的 R2 最高，说明各空间要素对 POI 密度表征的城市活力解释性最强，其余依次是微博签到密度、小型餐饮设施密度和夜间灯光强度。

在 14 个空间要素中，道路密度、公交站密度、POI 的多样性、交通设施密度、绿化率、塔楼比例、街区面积和到市中心的距离在一个或多个模型中表现出与城市活力的显著关联，其中前 6 项指标为正相关，后 2 项指标为负相关。说明较高的路网密度、便捷的公共交通、土地的多功能混合利用、更密集的交通设施、绿地、高楼和小面积的街区对城市活力有促进作用。并且越靠近市中心的街区，其活力越高，可见市中心的集聚效应对城市活力有正向影响。值得注意的是，建筑密度与微博签到密度、POI 密度和小型餐饮设施密度表征的城市活力呈正相关，但与夜间灯光强度表征的城

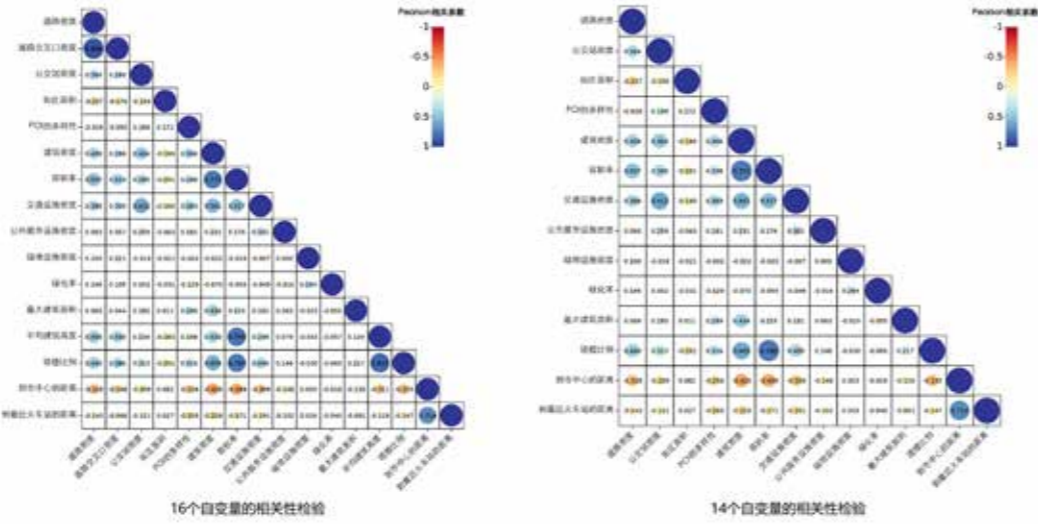


图 6 自变量的 Pearson 相关性检验

表 1 乡村遗产类型 (作者自制)

空间要素	模型 1 ln(微博签到密度)		模型 2 ln(POI 密度)		模型 3 夜间灯光强度		模型 4 ln(小型餐饮设施密度)	
	标准化系数	VIF	标准化系数	VIF	标准化系数	VIF	标准化系数	VIF
道路密度	0.178***	1.696	0.007	1.743	0.399***	1.691	0.046	1.727
公交站密度	0.075***	1.720	0.024	1.821	0.081**	1.729	-0.033	1.806
街区面积	-0.218***	1.173	-0.178***	1.171	-0.124***	1.173	-0.284***	1.183
POI 的多样性	0.267***	1.538	0.482***	1.494	0.057 ⁺	1.568	0.469***	1.381
建筑密度	0.160***	3.479	0.503***	3.488	-0.092 ⁺	3.543	0.410***	3.266
容积率	0.031	4.428	-0.069 ⁺	4.430	0.041	4.487	0.067	4.175
交通设施密度	0.083**	2.191	0.033	2.233	0.187***	2.204	0.078**	2.293
公共服务设施密度	0.047**	1.127	0.042**	1.129	0.000	1.129	0.063***	1.116
绿地设施密度	0.017	1.092	0.035 ⁺	1.099	-0.082***	1.091	0.004	1.052
绿化率	0.063***	1.135	0.136***	1.130	-0.030	1.130	0.240***	1.093
最大建筑面积	0.022	1.340	-0.048**	1.339	0.030	1.353	-0.077**	1.285
塔楼比例	0.245***	2.662	0.131***	2.658	0.187***	2.718	0.006	2.439
到市中心的距离	0.017	2.615	0.008	2.591	-0.133***	2.584	0.046	2.537
到最近火车站的距离	-0.094***	2.199	0.014	2.174	0.046	2.143	-0.006	2.170
样本量	679		678		694		485	
调整后的 R2	0.667		0.779		0.546		0.656	

注：***、**、* 分别表示在 0.01、0.05、0.1 的显著水平下通过检验。

市和活力呈微弱的负相关。这可能与它们表征城市活力的特性不同有关，通常前三项指标用来表征日间的城市活力，夜间灯光强度则用来表征夜间的城市活力。建筑密度反映的土地混合利用程度对日间城市活力有促进作用，但对夜间城市活力的影响有限。此外容积率、公共服务设施密度、绿地设施密度、最大建筑面积和到最近火车站的距离 5 个指标与城市活力的关联性非常低或不关联。

2.3.3 稳健性检验

为验证结果的有效性，本文按区域将临沂市数据分组，将不同区域的回归结果与整体回归结果进行比较，检验其稳健性。临沂市内的

沂河 - 沂河水系天然将临沂市分成兰山、北城和河东三个区域，测度三个分区的城市活力和空间要素指标。与整体回归相同，每个分区分别以 ln(微博签到密度)、ln(POI 密度)、夜间灯光强度和 ln(小型餐饮设施密度) 构建 4 个 OSL 回归模型，结果见表 4。分区构建的模型 R2 与整体模型相近，不同区域的空间要素对城市活力都具有良好的解释性。道路密度、街区面积、POI 的多样性、建筑密度、交通设施密度、绿化率等指标依然在各个分区中依然表现出对城市活力的显著影响。由于各区间开发程度、发展模式、地理区位不同，因此塔楼比例和到市中心的距离等空间要素在不同分区间的

表 1 乡村遗产类型 (作者自制)

空间要素	兰山分区				北城分区				河东分区			
	模型 1-1	模型 1-2	模型 1-3	模型 1-4	模型 2-1	模型 2-2	模型 2-3	模型 2-4	模型 3-1	模型 3-2	模型 3-3	模型 3-4
道路密度	0.212***	0.028	0.305***	0.045	0.214***	0.078	0.258***	0.015	0.158***	-0.003	0.076	-0.026
公交站密度	0.039	-0.052	0.070 ⁺	-0.090 ⁺	0.081	0.044	0.007	-0.095	0.175***	0.155***	0.272***	0.148**
街区面积	-0.224***	-0.167***	-0.160***	-0.297***	-0.246***	-0.250***	-0.078	-0.384***	-0.281***	-0.268***	-0.216***	-0.376***
POI 的多样性	0.176***	0.389***	0.132***	0.428***	0.264***	0.495***	0.019	0.549***	0.370***	0.657***	0.105	0.492***
建筑密度	0.151	0.666***	-0.007	0.413***	0.079	0.208***	-0.170	0.148	0.052	0.300***	0.137	0.402***
容积率	0.056	-0.208***	0.116 ⁺	0.020	0.075	0.139 ⁺	-0.072	0.041	0.125	0.130*	-0.047	0.194 ⁺
交通设施密度	0.102**	0.079**	0.192***	0.119**	0.010	0.000	0.310***	-0.021	0.108 ⁺	0.059	0.200***	0.150**
公共服务设施密度	0.057 ⁺	0.049 ⁺	0.059 ⁺	0.048	0.042	0.032	-0.040	0.165**	-0.070	-0.030	-0.146**	0.085
绿地设施密度	0.020	0.049 ⁺	-0.114***	0.000	-0.002	-0.021	0.234***	-0.003	-0.031	-0.024	0.058	0.034
绿化率	0.044	0.161***	-0.060 ⁺	0.299***	0.061	0.116***	0.101	0.110	0.216***	0.163***	0.066	0.044
最大建筑面积	0.031	-0.051 ⁺	0.011	-0.069 ⁺	0.040	-0.061	0.093	0.159	-0.017	-0.082 ⁺	-0.049	-0.131 ⁺
塔楼比例	0.285***	0.213***	0.201***	0.063	0.145	0.130**	0.142	0.079	0.129 ⁺	-0.176***	0.138	-0.325***
到市中心的距离	0.051	0.035	-0.022	-0.012	-0.071	0.075 ⁺	-0.269***	0.248***	0.056	-0.100	-0.283**	0.020
到最近火车站的距离	-0.097 ⁺	0.005	-0.019	0.040	-0.051	0.069 ⁺	-0.117 ⁺	0.048	-0.144	0.063	0.124	0.038
样本量	364	367	372	300	144	142	144	80	171	169	178	105
调整后的 R ²	0.707	0.795	0.680	0.686	0.619	0.838	0.459	0.637	0.621	0.770	0.492	0.690

注：数值为标准化系数，***、**、* 分别表示在 0.01、0.05、0.1 的显著水平下通过检验。

作用存在差异。总体而言，分区回归模型与整体回归模型的结果相似，表明研究结果具有稳健性。

3 结论与讨论

本文通过国际系统性文献综述和本土实证研究分析影响城市活力的空间要素。系统性文献综述总结了有关空间要素影响城市活力的实证研究中常用的城市活力代理指标，并分社区、街区、网格和街道四个尺度梳理了既有研究中对城市活力有显著影响的空间要素。对城市活力产生影响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个类别，其中反映交通便捷性的道路密度、反映土地利用混合程度的 POI 多样性以及反映开发强度的建筑密度等指标被反复证实对城市活力有显著影响。本土实证研究以街区为研究单元，运用多源数据测度城市活力和空间要素，分析临沂市中心城区内空间要素与城市活力的关联。结果显示道路密度、公交站密度、POI 的多样性、交通设施密度、绿化率、塔楼比例、街区面积和到市中心的距离等空间要素对城市活力有显著的促进作用。

本文国际系统性文献综述和本土实证研究的结果可以为评价和提升城市活力提供借鉴和

参考。就此本文提出以下几点基于城市活力的规划建议。(1) 便捷的交通有利于提升城市活力，道路密度、公交站密度和交通设施密度在文献综述和实证研究中都是与城市活力关联性显著的空间要素。因此在规划过程中应结合城市交通建设的实际情况适度增加道路密度和公交站密度，提高城市交通运力，完善公共交通体系建设。(2) 根据研究结果，POI 密度和多样性所表征的土地利用的强度和混合度对城市活力的影响显著。所以城市建设应保障开发强度，避免空置和浪费，并且注重多种功能的混合和衔接，丰富设施种类，强调空间的可选择性和多样性，创建功能复合的高活力空间。(3) 在系统性文献综述的结果中，到市中心、最近的火车站、公园和水体等区域的距离都对城市活力有影响，但是影响性质在不同的实证研究中是不同的。在本文临沂的实证研究中到市中心和最近火车站的距离也与城市活力存在一定关联。因此应该关注空间区位的优势和劣势，更需要因地制宜，充分把握高活力区域及公园、滨水区等公共空间的正外部性，避免其可能带来的负面作用。

利用两种方式探究影响活力的空间要素，本文的研究结果有助于了解高活力城市空间的具体表现，为城市活力的相关研究提供理论依

据及实践参考，帮助规划师和决策者提高城市活力，为城市的建设和发展提供支持。本文仍然存在不足之处，需要进一步提升。首先，在系统性综述中仅使用 Web of Science 核心集作为数据源，未来拟补充中文数据库，进一步关注国内相关研究的进展。此外城市活力的概念抽象而复杂，在实证研究中应用大数据表征城市活力较为片面，且对于活力的时间和空间属性没有进行探讨。本文两种方式下得到的影响城市活力的空间要素不完全相同，除了方法的局限性外，可能还由于实证研究区域的代表性有限。既有研究的研究区域来自全球，不同城市间的经济、社会、文化、地理背景不同，影响城市活力的空间要素也存在差异，因此文献综述与实证研究的结论难以全面拟合。未来拟通过更全面的文献综述和更多样、大范围的实证研究探索影响城市活力的空间要素，并通过数据的时间、地理标签和空间模型的应用在时空维度上拓展对高活力城市空间的理解。

感谢清华大学 (建筑学院) - 临沂城市建设投资集团有限公司建筑全生命周期品质管理联合研究中心的项目支持 (“城市空间使用评价与优化研究”，课题编号 2021-A3)

图片来源

文中所有图片均为作者自绘。

参考文献

- [1] Lynch K. Good City Form[M]. MIT press, 1984.
- [2] Landry C. Urban vitality: A new source of urban competitiveness[J]. *Archis*, 2000(12):8-13.
- [3] Lynch K. The Image of the City[M]. MIT press, 1964.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Jacob J. The Life and Death of Great American Cities[M]. New York: Random House, 1961.
- [7] 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.
- [8] Gehl J. Life Between Buildings[M]. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987.
- [9] Montgomery J. Editorial Urban Vitality and the Culture of Cities[M]. Taylor & Francis, 1995: 10, 101-110.
- [10] Montgomery J. Making a city: Urbanity, vitality and urban design[J]. *Journal of Urban Design*, 1998,3(1):93-116.
- [11] 钮心毅, 吴莞妹, 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 裴昱, 吴濯杭, 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] Botta F, Gutiérrez-Roig M. Modelling urban vibrancy with mobile phone and OpenStreetMap data[J]. *Plos One*, 2021,16(6):e252015.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] Pan C, Zhou J, Huang X. Impact of Check-In Data on Urban Vitality in the Macao Peninsula[J]. *Scientific Programming*, 2021,2021.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] 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.