

# 基于多尺度地理加权回归模型的邯郸市商业街区活力测度及影响因素研究

白梅,陈剑,朱永强,武思含

(河北工程大学建筑与艺术学院,河北邯郸056038)

**摘要:**探析商业街区活力分布特征及影响因素对城市活力的提升具有重要意义。以邯郸市和平路商业街区为例,基于网络开放多元数据及空间句法分析数据构建活力评价指标体系,通过多尺度地理加权回归模型对各要素与街区活力进行相关性影响分析,进而探究建成环境指标对商业街区活力的影响趋势。研究表明:基于自然出行的街区空间整合度对于节假日期间的商业街区活力没有显著影响;商业街区中的购物数量对于街区活力的影响极其显著,且存在较强的空间异质性,其空间尺度接近于街道尺度;按照各变量系数绝对值判断其影响力由大到小依次为购物点数量、全局穿行度、区位、餐饮点数量、功能混合度。通过分析各因素影响程度,为商业街区的前期设计与后期管理实践提供借鉴与参考。

**关键词:**商业街区;街区活力;sDNA软件;多尺度地理加权回归模型

**中图分类号:**TU984.13

**文献标志码:**A

伴随经济全球化和城市化的快速发展,商业街区已经成为城市居民公共生活与社会活动的主要场所之一,在聚集城市人气、发展城市经济、展现城市地域特色等方面具有关键性意义。但在城市商业街区发展与建设过程中,仍然有相当一部分商业街区出现了活力不均的问题。

国内学者对此展开了相关研究,龙瀛等<sup>[1]</sup>在其提出的街道城市主义思想的基础上,对成都全市街道活力进行了定量探究;韩西丽等<sup>[2]</sup>选取深圳市36个微型公共开放空间,在摄像观察计数法基础上运用SPSS分析方法探讨其活力的建成环境影响因素;胡振国等<sup>[3]</sup>运用数据量化分析的方法,依据模型分析结果对沈阳市新市府片区的街道空间

提出了活力提升的相关策略;盛强等<sup>[4]</sup>以吉林市的百度地图兴趣点和大众点评等网络开放数据为基础,构建了吉林市空间句法模型,从城市尺度和街区尺度分别对商业分布和聚集进行了量化分析。综上所述,大多数研究在进行街区活力与各影响要素之间的相关性分析时是从全局尺度出发,对于各个要素空间异质性问题的研究稍显薄弱<sup>[5]</sup>。

基于此,本研究以邯郸市和平路商业街区为例,利用网络开放多元数据及空间句法分析数据构建商业街区活力评价指标体系,测度分析街区活力分布特征,并运用多尺度地理加权回归模型的分析结果解释街区活力的具体影响因素,为提升商业街区活力提供参考。

## 一、研究设计与数据来源

### 1. 概念界定

关于城市活力的概念,国内外不同学者对其有着不同的理解。简·雅各布斯在其著作《美国大城市的死与生》中认为,正是人与人在城市街区中进行的多样性社交活动,才使得城市获得了活力。扬·盖尔在其《公共空间·公共生活》一书中从城市形态的角度,对产生城市活力的人群公共行为进行了研究,他认为人群的日常社交活动才是城市活力的本质与来源。中国学者蒋涤非将城市活力划分成3类,分别为经济活力、社会活力、文化活力。本研究中的街区活力应该属于社会活力的范畴,其本质是在街区空间内自由地进行社会交往的人的活动。

### 2. 研究对象及范围

邯郸市和平路商业街区位于邯郸市中心城区内(见图1),是邯郸经济文化风貌的集中体现,街区内的串城街更是明清时期邯郸县城的中心大道,是邯郸城市发展的重要载体。按照《邯郸市城市总体规划(2011—2020年)》的要求,以建设市级商业中心为目标,完善老城区人民路、中华大街及和平路商区,优化传统商业服务中心。结合《邯郸市城市总体规划(2011—2020年)》及现场考察情况确定研究范围:西至浴新大街,东至曙光街,南至陵园路,北至人民东路,其面积共计494.2 hm<sup>2</sup>。

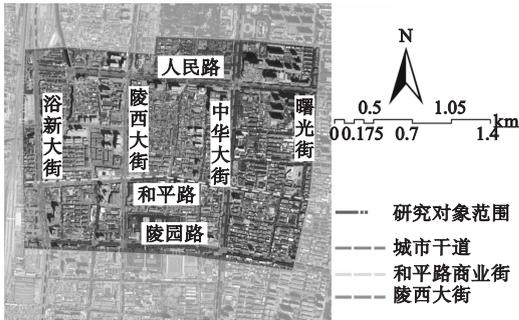


图1 研究范围

### 3. 研究方法

空间尺度是地理学、空间综合人文科学与社会科学研究的基本范畴。在经济全球化进

程中,当人们试图去解释某种人文经济与社会现象时,尤其需要关注空间尺度效应。用多学科交叉的思想反观城市设计时,城市后续的发展情况往往可能因为空间尺度的差异而出现不同的结果。

Fotheringham 等<sup>[6]</sup>基于广义加性模型提出了多尺度地理加权回归(Multi-scale Geography Weighted Regression, MGWR)模型,使用后退拟合算法来进行各个平滑项的拟合。该方法对于每个自变量使用各自最优带宽进行回归,从而解决了不同变量尺度和带宽不同的问题,是解释各种人文经济与社会现象背后的多尺度动因与过程的前沿方法之一。

### 4. 变量选取

街区活力的本质是人的活动,而街区物质环境为人的活动提供场所并影响着人的行为。因此,可以从活力的外在表征及构成要素两个维度对街区活力进行研究。

街区活力的外在表征取决于居民在街区场所内的聚集情况,而聚集情况的疏密与人数的多少直接相关。对于城市设计与城市研究来说,百度热力图能够直观呈现城市人口全天的密度分布,通过一定的空间可视化处理,最终将街区空间不同程度的人群聚集度呈现给用户。虽然热力图不能完全表征人群聚集时具体人数的量值,但是能够在一定程度上反映人群分布强弱的相对变化情况<sup>[7]</sup>。

研究街区活力构成要素需要对其空间属性和经济属性进行分析,将区位、可达性、功能业态3个方面作为评价因素。区位和可达性因素用sDNA(Spatial Design Network Analysis)软件进行分析评价,sDNA是一款基于空间句法组构理论并优化算法的计算软件,可以通过量化城市路网形态来解释城市空间关系。功能业态又称兴趣点(Point of Interest, POI),以功能核密度和功能混合度对其进行评价<sup>[8]</sup>。

### 5. 数据来源

人群聚集数据。因大型节假日能够有效表征商业街区空间活力,所以采集2021年5

月1日—3 日期 3 天的百度热力图数据,以 2 h 为时间间隔,采集全天 8:00 - 22:00 的百度热力图瓦片信息作为数据研究基础。

区位可达性数据。首先运用 ArcGIS 软件基于高德地图进行矢量路网模型的构建,再选取居民 8 min 步行距离(即 800 m)为模型的分析半径,最后利用 sDNA 软件对矢量路网进行空间句法的量化分析及可达性计算。

高德地图 POI 数据。笔者于 2021 年 3 月 22 日利用 Python 软件爬取高德地图数据,选取餐饮、风景、公司、购物、金融、休闲、医疗、住宿服务 8 类业态,共获得 21 943 条 POI 数据。

## 二、街区活力表征及构成要素量化分析

### 1. 街区人群聚集分布

笔者选取 2021 年五一劳动节 3 天的百

度热力图切片数据作为街区活力的外在表征。在 5 月 1 日当天 8:00,街区的热力值(见图 2)比较分散,高值主要处于街区各个主干路上,如人民东路、浴新北大街、陵西北大街。8:00 - 12:00,街区内居民活动逐渐丰富起来,大部分街道与地块的热力值开始上升,除了主干道的高热力区,新世纪商业广场、康德商场、稽山新天地商业步行街热力值上升也较明显。大型节假日 16:00 和 20:00 晚间时段,城市热力分布主要集中在新世纪商业广场、康德商场、和平路商业街以及其他餐饮购物空间。对五一节假日 3 天的热力值进行均值计算,得到的结果如图 3 所示,新世纪商业广场、稽山新天地商业步行街、人民路以及和平路的人群聚集度较高,表明在这些街区场所内的居民多样性社交活动较为丰富。

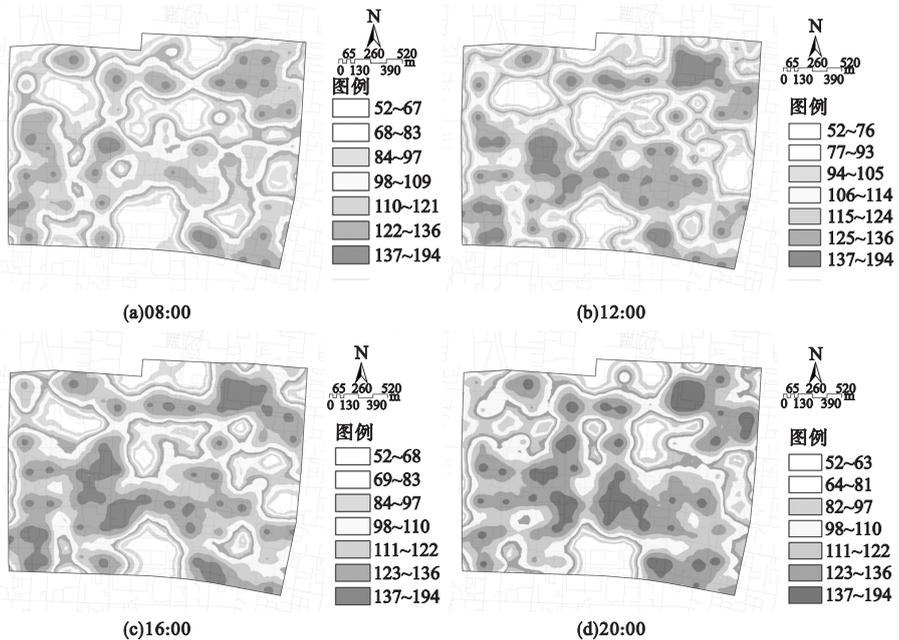


图 2 5 月 1 日热力图

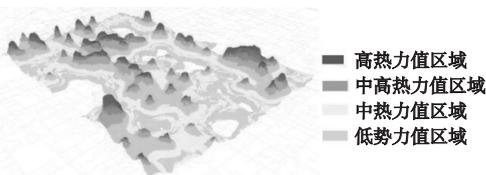


图 3 5 月 1 日热力图标准值

### 2. 街区路网形态分布

(1) 区位。利用 ArcGIS 软件建立邯鄲

市空间句法线段模型,并运用 sDNA 软件对邯鄲市进行空间句法分析(见图 4),利用全局整合度与穿行度数据分析邯鄲市和平路商业街区路网形态。由图 4(a)可见,全市由多核心结构构成,邯鄲市商业街区全局整合度在全市层面上数值较高,处于可达性较高区域。由图 4(b)可见,全局穿行度最高的 3 条主干路为中华大街、人民路、联纺路,其中,中

华大街与人民路贯穿和平路商业街区,故人们

在城市中活动时较容易穿行此片区。

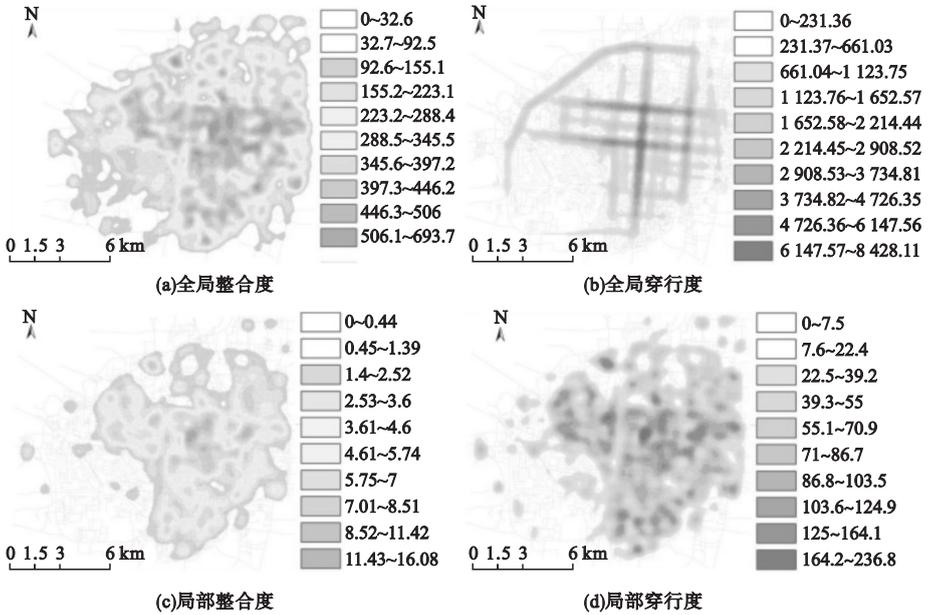


图4 sDNA分析

(2) 可达性。根据 sDNA 软件分析的局部整合度数据(见图 4(c))可知,和平路商业街区内的新世纪商业广场和稽山新天地商业步行街两地有较高的赋值,居民在出行时这两处场所的可达性较高。根据 800 m 局部穿行度数据(见图 4(d))可知,光明北大街及和平路穿行度赋值较高,人们在出行时穿越这两条街道的几率较大。

### 3. 街区功能业态分布

(1) 功能核密度。选取高德地图 POI 各类信息点进行核密度分析,依据结果可知,商业街区信息点中餐饮与购物两类业态的赋值较高,且高值均分布在新世纪商业广场和稽山新天地商业步行街内,其中,新世纪商业广场的购物核密度稍高于稽山新天地商业步行街,而稽山新天地商业步行街的餐饮核密度则高于新世纪商业广场。从全局核密度来看,POI 信息点的分布主要在新世纪商业广场、和平路、稽山新天地商业步行街等地,火车站也有较高的赋值。这些空间基于业态多样性的影响,都有着较高的活力<sup>[9]</sup>。

(2) 功能混合度。依据熵来计算商业街区中 POI 的混乱程度,即混合程度。通过数据可视化处理后得到的单元空间颜色越深,

表明所在区域的功能混合度越高,业态类型越丰富,反之,则业态越单一(见图 5)。由图 6 可见,和平路商业街区的功能混合度分布较为均匀,其中,业态类型较为丰富的地区分别是和平路街道中段、稽山新天地商业步行街与新世纪商业广场等地。这些高混合度片区在空间上呈现分散状态,能够从功能多样性层面均衡吸引人产生聚集活动<sup>[10]</sup>。

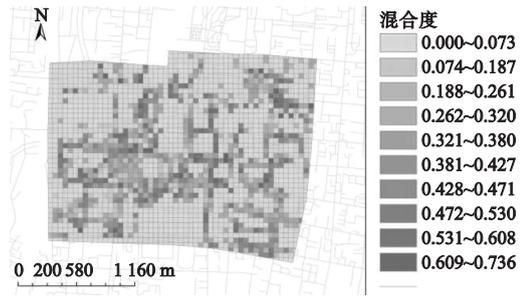


图5 功能混合度

## 三、街区活力影响要素相关性分析

### 1. MGWR 模型

MGWR 模型的计算公式为

$$Y_i = \sum_{j=1}^k \beta_{bjw}(u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i$$

式中:  $\beta_{bjw}$  为第  $j$  个变量回归系数使用的带

宽; $\beta_{bwj}$ 为局部变量的回归系数; $(u_i, v_i)$ 为第*i*个样本点的空间坐标; $\varepsilon_i$ 为第*i*个区域的随机误差。如表1所示,通过对比MGWR模型与传统的全局回归模型,既普通最小二乘回归模型(Ordinary Least Squares Regression, OLS)可知, MGWR模型的拟合优度 $R^2$ 远高于OLS模型,且AICc值低于OLS模型。由此可以判定, MGWR模型的结果优于OLS模型。

表1 MGWR模型与OLS模型结果的对比

模型指标	MGWR模型	OLS模型
拟合优度 $R^2$	0.905	0.368
AICc	1 452.6	4 299.13
残差平方和	132.38	1 134.24

## 2. 尺度分析

相较于OLS模型, MGWR模型能够较直观地反映不同变量在空间尺度上的差异化(见表2)。在MGWR模型中,常数项、局部穿行度、全局穿行度、购物核密度、餐饮核密度以及功能混合度6个变量的回归系数显著,而局部整合度与全局整合度两个变量的回归系数不显著。常数项表示的是在其他自变量确定的情况下,不同空间区位对于活力的影响。本研究并未涉及的建筑形态、周边环境、街道形态等相关要素都可以纳入常数项。常数项的带宽为43,占样本总量的2.3%,与其他变量的带宽相比较低,该尺度接近街道尺度。其他变量的带宽中,局部整合度的带宽较高,其数值达到240,占总样本量的13.3%,并且回归系数不显著。故可以理解为人们在邯郸市和平路商业街区中活动时,街道的空间可达性与街区活力不相关,原因可能是人们大多处于非自然出行状态,有

表2 不同变量的MGWR带宽

变量	MGWR带宽
常数项	43
局部整合度	240
局部穿行度	47
全局整合度	79
全局穿行度	43
购物核密度	43
餐饮核密度	43
功能混合度	51

着较强的目的性。其余变量的带宽均在45左右,尺度也比较接近街道尺度,都有着较强的空间异质性。

## 3. 变量系数空间分析

运用ArcGIS软件对模型进行可视化分析(见图6),如图6(a)所示,在新世纪商业广场、康德商场、火车站以及周边地区区位对活力的影响呈正相关,最高系数值在0.806~1.307区间内。但在晋冀鲁豫革命纪念馆和国际金融中心区位对活力的影响呈负相关,最低系数值为-1.5~-0.4。

餐饮系数整体上与活力呈正相关,反映出餐饮点数量对于商业街区内部活力具有显著的正向影响。如图6(b)所示,餐饮点数量对于丛台广场与西北侧的滨水区活力有着显著的正向影响,对于串城街片区、新世纪商业广场周边以及和平路商业街周边活力也有着比较显著的正向影响。

购物系数对活力具有显著的正向影响。在商业街区中,人们对于购物的目的性消费需求较大,购物点密度越高,居民的购物选择就越多,吸引不同需求的人流聚集的可能性就越大,进而提升商业街区的空间活力。如图6(c)所示,购物系数最高值区域分别为国际金融中心、丛台广场、外国语学院附近,这3处片区对于购物的消费需求最高。从回归系数绝对值来看,购物点密度对于活力提升的影响最大。

功能混合度是依据熵公式来计算商业街区中POI的混乱程度,POI功能业态越丰富,越能吸引不同消费需求的居民在此进行多样性活动,其所在片区的活力就越高。功能混合度系数(见图6(d))对于新世纪商业广场、康德商场与稽山新天地商业步行街活力的影响呈正相关,且系数较大,三大商业综合体以丰富的业态吸引了大量的人流,增添了街区活力。功能混合度对于串城街与和平路周边片区活力也有着较显著的正向影响,表明业态的混合程度对于街区活力的提升较为有益。

局部穿行度系数在空间上的表现较为不显著(见图6(e))。在人民路与中华大街两

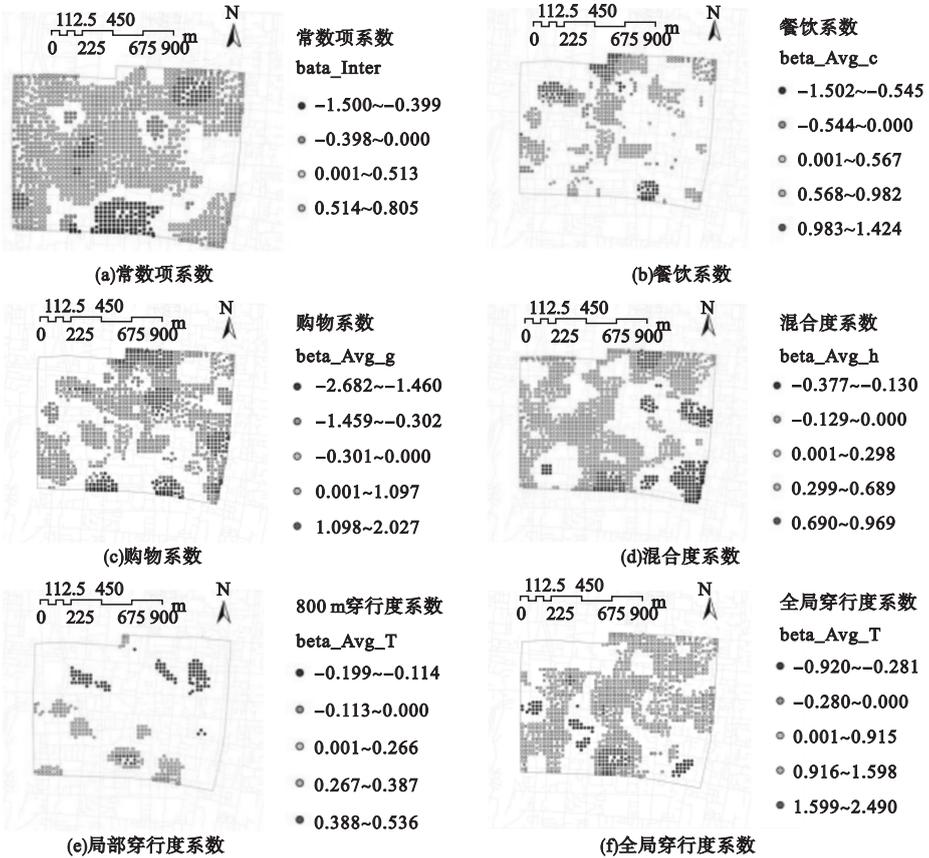


图 6 回归系数描述

处局部穿行度系数对活力的影响呈现了负相关,但在晋冀鲁豫革命纪念馆、康德商场与稽山新天地商业步行街区域,局部穿行度为这 3 处场所增添了活力。其原因可能是人们出行更喜欢选择禁止车辆通行的商业街区步行空间。

全局穿行度系数(见图 6(f))对于活力的影响较为显著,高值区域分布在串城街、晋冀鲁豫革命纪念馆以及稽山新天地商业步行街二期 3 处。从全局穿行度系数来看,其赋值对于活力的提升有着较显著的正向影响。穿行度高的地方居民可以更便捷地来往,交通通行的潜力更大,带来的街区活力也较高。

#### 四、结 论

从活力的外在表征及构成要素两个维度剖析了城市商业街区活力的本质,并运用 MGWR 模型对这两个维度的各个要素进行了相关性分析,探究不同要素对于活力的影响程度。

以邯郸市和平路商业街区为例,收集 POI、sDNA 软件、百度热力图数据对街区活力的空间分异与空间尺度进行研究,得到以下结论:

(1) 基于自然出行的街区空间整合度对于节假日期间的商业街区活力没有显著影响;

(2) 商业街区中购物点数量对于街区活力的影响极其敏感,且存在较强的空间异质性,其空间尺度接近于街道尺度;

(3) 各变量系数绝对值由大到小依次为购物点数量、全局穿行度、区位、餐饮点数量、功能混合度。

商业街区的活力构成要素除了空间形态与功能业态以外,还有街道立面、街道设施、街区建筑形态等多种影响因素。大数据等新技术的崛起,为城市设计提供了更多的方向。在后续研究中,希望借助网络开源数据与实地调研相结合的方法,对商业街区活力进行更加全面的测度与评价研究,以期商业街

区的前期设计与后期管理提供借鉴。

### 参考文献:

- [1] 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(1):52-57.
- [2] 韩西丽,王龙洪. 影响微型公共开放空间活力的建成环境因素研究[J]. 规划师,2020,36(9):64-70.
- [3] 胡振国,王秋实. 沈阳新市府片区街区空间活力评价及优化提升策略[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2021,23(1):15-20.
- [4] 盛强,杨振盛,路安华,等. 网络开放数据在城市商业活力空间句法分析中的应用[J]. 新建筑,2018(3):9-14.
- [5] 沈体雁,于瀚辰,周麟,等. 北京市二手住宅价格影响机制:基于多尺度地理加权回归模型(MGWR)的研究[J]. 经济地理,2020,40(3):75-83.
- [6] FOTHERINGHAM A S, YANG W, KANG W. Multiscale geographically weighted regression (MGWR) [J]. Annals of the American association of geographers, 2017, 107(6): 1247-1265.
- [7] 吴志强,叶锺楠. 基于百度地图热力图的城市空间结构研究:以上海中心城区为例[J]. 城市规划,2016(4):33-40.
- [8] 徐婉庭,张希煜,龙瀛. 基于手机信令等多源数据的城市居住空间选择行为初探:以北京五环内小区为例[J]. 城市发展研究,2019,26(10):48-56.
- [9] 王波,甄峰,张浩. 基于签到数据的城市活动时空间动态变化及区划研究[J]. 地理科学,2015,35(2):151-160.
- [10] 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.

## A Study on the Measurement and Influencing Factors of the Vitality of Commercial Blocks in Handan City Based on Multiscale Geographically Weighted Regression Model

BAI Mei, CHEN Jian, ZHU Yongqiang, WU Sihan

(School of Architecture and Art, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

**Abstract:** It is important to explore the characteristics of vitality distribution in commercial blocks and the influencing factors for the enhancement of urban vitality. Taking Heping Road commercial blocks in Handan as an example, a vitality evaluation index system based on open multivariate data from the network and space syntax analysis data is constructed, and the correlation influence of each element with the vitality of the district is analyzed through a multiscale geographically weighted regression model, and then the influence trend of the built environment indicators on the vitality of the commercial blocks is explored. The results show that the spatial integration degree based on natural travel has no significant effect on the vitality of commercial blocks during holidays. The amount of shopping in commercial blocks has a significant impact on the vitality of the block, and there is strong spatial heterogeneity, and its spatial scale is close to street scale. According to the absolute value of coefficient of each variable, its influence is judged as shopping quantity, global choice, location, catering quantity and functional mixing degree in descending order. By analyzing the influence degree of each factor, it provides reference for the early design and the late-stage management practice of commercial blocks.

**Key words:** commercial block; block vitality; sDNA software; multiscale geographically weighted regression model

(责任编辑:高旭 英文审校:林昊)