

# 区位因素影响下高铁站区产业结构特征 ——基于POI数据的实证分析

王少剑, 莫惠敏, 吕慧妮, 许佩瑶, 殷海晴

(中山大学地理科学与规划学院 广东省城市化与地理环境空间模拟重点实验室, 广州 510275)

**摘要:** 高铁站被视为拉动城市经济增长的新型空间, 研究其周边产业结构对指导高铁站区的开发具有重要意义。本文选取了全国范围内9个不同区位、不同等级的高铁站为研究对象, 以高铁站周边3000 m范围内10类产业的POI信息作为研究数据, 通过Ripley's  $K$ 函数、核密度估计和产业指数等方法探索不同区位下高铁站区的产业结构特征。研究发现: ①当高铁站的等级规模相同时, 高铁站距离城市中心越远, 站区内产业POI总数一般就越少。其中, 购物服务、餐饮服务、生活服务和公司企业4类产业的POI数量显著高于其他产业。②所有高铁站区的产业在1500 m的观测距离内均呈现出显著的集聚分布特征。其中, 中心站产业集聚程度的变化较为平缓, 城区站产业集聚程度最高, 变化幅度也更大, 而新城站的规律特征不明显。③中心站的产业集聚区域主要分布在高铁站周边0~2500 m的范围内, 城区站的产业集聚现象在500~2500 m范围内较为明显, 而新城站的产业集聚区域则集中在0~1500 m、2000~3000 m的范围以内。④基本服务产业和衍生服务产业主要集中于内圈层和中间圈层, 相关服务产业则主要分布在中间圈层和外圈层, 各圈层内产业复合特征明显, 且高铁站越远离城市中心, 其对产业的辐射作用越弱, 产业衰减趋势也越明显。基于以上结论, 本文认为未来高铁站区的产业开发更应关注土地开发集约化和产业发展复合化。

**关键词:** 高铁站区; 区位因素; POI数据; 产业结构; 合理开发

DOI: 10.11821/dlxb202108014

## 1 引言

自2004年国务院批准实施《中长期铁路网规划》以来, 中国铁路事业进入了快速发展阶段。高铁因其强大的时空压缩效应重构了区域和城市的空间格局, 并逐渐成为拉动国家和地区经济社会发展的重要杠杆。高铁站作为高铁线上的综合交通枢纽, 也日渐成为城市经济发展的新型空间<sup>[1]</sup>。然而, 在如火如荼的高铁建设中出现了以“高铁鬼城”和“四大名北”等为代表的非理性空间开发, 存在开发规模过大、功能定位偏高、综合配套不完善等与其自身所处的发展阶段和地理区位不匹配的问题。对此, 2018年国家发改委联合自然资源部、住建部等发布了《关于推进高铁站周边区域合理开发建设的指导意见》, 强调要因地制宜、规范有序推进高铁车站周边区域开发建设, 不断提升设施服务、产业发展、人口集聚、政策配套等支撑能力, 推动高铁建设与城市发展的良性互动、有机协调。因此, 优化配置高铁站区的产业, 促进站城一体化发展, 将成为高铁站区未来发展的重要方向。

收稿日期: 2020-03-12; 修订日期: 2021-07-08

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(41871111); 广东省特支计划; 广州市珠江科技新星项目(201806010187) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41871111; Guangdong Special Support Program; Pearl River S&T Nova Program of Guangzhou, No.201806010187]

**作者简介:** 王少剑(1986-), 男, 河南驻马店人, 博士, 副教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110011019M), 研究方向为城市地理、城市与区域规划。E-mail: 1987wangshaojian@163.com

2016-2031 页

在与高铁站区产业发展相关的研究领域中,已有研究主要可分为高铁站建设对沿线城市及区域的影响,以及高铁站区的产业空间结构两个方面的内容。在高铁站对城市与区域的影响方面,已有的研究成果较为丰富,多侧重于研究高铁站建设对区域之间交通可达性的影响,以及由此引发的区域人口流动、城市经济发展、城市内部结构重组等方面的内容<sup>[2-8]</sup>。例如,李详妹等<sup>[2]</sup>以沪宁城际高速铁路为例,基于宏观经济联系与问卷调查数据的分析,发现高铁建设能有效拓展高铁站所在城市的人口流动空间;宋文杰等<sup>[3]</sup>基于“节点—场所”模型,对长三角部分高铁站地区的规划进行实证研究,发现只有与节点交通价值相适应的高铁站规划才能促进高铁站所在城市的地区经济增长;王兰<sup>[4]</sup>采用荟萃分析方法,从区域、城市、站点周边地区3个尺度研究京沪线上的高铁站对城市空间的影响,指出高铁站的产业发展对城市空间结构的影响主要表现为新增长点现状空间结构的调整。但同时,也有研究指出<sup>[9-10]</sup>,高铁站对所在区域或城市发展的影响会随着环境的不同而不同,取决于车站选址、站区的城市设计构想、支持性的土地利用政策和积极的社区支持等先决条件。

在高铁站区的产业空间结构方面,已有研究多从高铁站区的土地利用、产业空间布局规划及其影响因素等角度进行研究。其中,关于高铁站区产业空间布局的研究以Schütz<sup>[11]</sup>、Pol<sup>[12]</sup>提出的“三个发展区”圈层结构模型理论为典型代表。该理论指出,高铁站周边的产业呈现出“高铁直接相关—功能互补—非直接关联”三个发展圈结构。在此基础上,国内外不少学者综合考虑高铁站区的土地利用、服务对象需求等因素,通过实证分析进一步对高铁站区的产业结构模型进行修正和完善<sup>[13-14]</sup>。在其影响因素方面,多数研究表明高铁站区的产业发展与城市等级、人口规模、GDP、第三产业比重、站点区位及站点客流量等要素密切相关,其中,高铁站的区位对高铁效应的发挥以及高铁站区的产业结构具有重要影响<sup>[15-22]</sup>。一方面,位于不同区位的高铁站在现状条件、开发技术成本与难度、交通可达性等方面的差异,会直接影响站区的规模、用地类型和开发程度。例如赵倩等<sup>[19]</sup>通过分析距市中心不同距离的高铁站区开发情况的差异,指出受城市规模和车站周边地区开发条件影响,高铁站距市中心的距离过近或过远都不利于站区的开发;另一方面,高铁站的区位条件会使高铁站区衍生形成具有不同吸引力的城市服务功能,间接影响站区的产业发展,如马小毅等<sup>[22]</sup>比较了城市中心站、边缘站、外围站3类高铁站区的规划布局,发现区位条件会影响高铁站客流资源及客流需求特征,认为根据客流特征规划不同区位下高铁站区的产业发展模式有助于充分发挥站区效益。

尽管目前国内外学者已就高铁站区的产业发展问题进行了较多探讨,但总体而言,现有研究仍存在3方面不足:①在研究内容方面,尚未有学者充分阐明国内高铁站区的产业结构和空间规划机制特征,鲜有研究对不同区位下高铁站区的产业结构特征进行规律性总结;②在研究尺度方面,已有研究大多从城市与区域尺度研究高铁站建设带来的宏观经济影响,从微观层面分析高铁站区位等要素对站区周边产业结构影响的研究较少;③在研究方法方面,传统的密度梯度函数、基尼系数和标准差椭圆等方法更适用于研究宏观尺度下产业空间分布的集中性和中心性,对于微观层面的研究并不适用。

针对当前高铁站建设中存在的问题,从微观尺度研究高铁站区在不同区位下的产业分布特征及影响机制,有利于正确认识不同区位下高铁站对产业的实际带动作用和高铁站区的合理开发规模,对于推进高铁站区的合理选址、土地集约建设、产业合理布局以及促进站城一体化发展有着重要的指导意义。基于此,本文以区位因素影响下高铁站区的产业结构特征为研究方向,选取了全国范围内3种不同区位下共9个高铁站作为研究对象,采用Ripley's *K*函数、核密度估计和产业指数等方法,从微观层面定性并定量地刻画

各不同区位下的高铁站区中产业的数量结构和空间结构,并对其内在规律进行总结。本研究试图解释以下几个问题:不同区位条件下,高铁站区的产业数量规模有何规律?在空间上的集聚存在哪些共性和差异?呈现出怎样的产业圈层结构特征?

## 2 研究数据与研究方法

### 2.1 研究对象与数据来源

**2.1.1 研究对象** 鉴于高铁站的多样性与复杂性,学者从区位角度对高铁站提出了不同的分类方法。其中,英国城市规划学者 Peter Hall<sup>[23]</sup>分析了欧洲多个高铁站的区位,将其总结为城市中心型、城市边缘型和远郊型3类;丁甲宇等<sup>[24]</sup>通过对世界各国高铁站的选址布局进行研究,认为按照高铁站与城市中心区的空间关系可将其选址分为城市中心地区、城市边缘地区和机场地区3种类型,其中,机场站与其他高铁站的性质、特征等差异较大。基于已有研究,本文进一步结合城市圈层等理论、高铁站在城市的区位关系等因素,选取了中心站、城区站和新城站3类不同区位类型的高铁站进行研究(图1)。

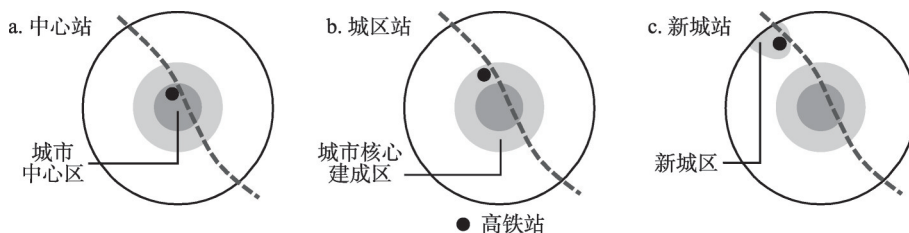


图1 高铁站与城市的区位关系示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the spatial relationships between HSR stations and cities

除区位因素外,高铁站区的产业结构还与其他因素密切相关,包括高铁站所处城市和区域的经济发展水平、客货流规模、作业性质、站区发展阶段和周边环境等。为探究区位因素影响下高铁站区产业结构的普遍特征和规律,在选取高铁站样本的过程中需要对其他因素进行控制,尽可能地排除非区位条件对研究结果的干扰:

(1) 区位标准确定。由于不同城市的城市中心位置和城区范围不一,因此本文结合城市的空间肌理、城市环路以及高铁站与城市中心的距离等方面的内容,判定位于城市内环以内和内环边缘的高铁站为中心站,位于城市外环边缘的高铁站为城区站(图2)。结合2014年国家发布的《中国新城新区名单》及各省市中与新城建设相关的政策性文件,将位于新城区的高铁站判定为新城站,最后将城区站与新城站的交叉类型予以剔除。

(2) 等级变量控制。根据《全国铁路车站等级核定办法》《全国铁路中长期规划(2016—2030)》和各铁路局年鉴等资料,高铁站等级评定与站点的客货流规模、所处城市和区域的经济发展水平以及站点枢纽度密切相关,因此在控制变量时以高铁站等级近似替代以上变量。其中,一等站和二等站的性质较为统一,且在实际的等级核定中调整相对频繁,二者的等级特征差距不明显。为使抽样选点能够尽可能地体现等级差距并反映总体情况,本文选取了特等站、一等站、三等站作为同一区位的3个高铁站样本。

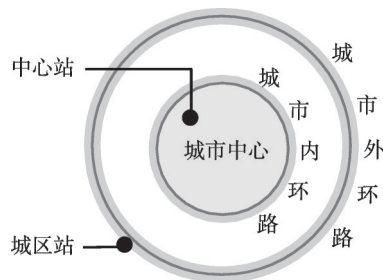


图2 中心站与城区站的城市区位示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the location of the central HSR station and the urban HSR station



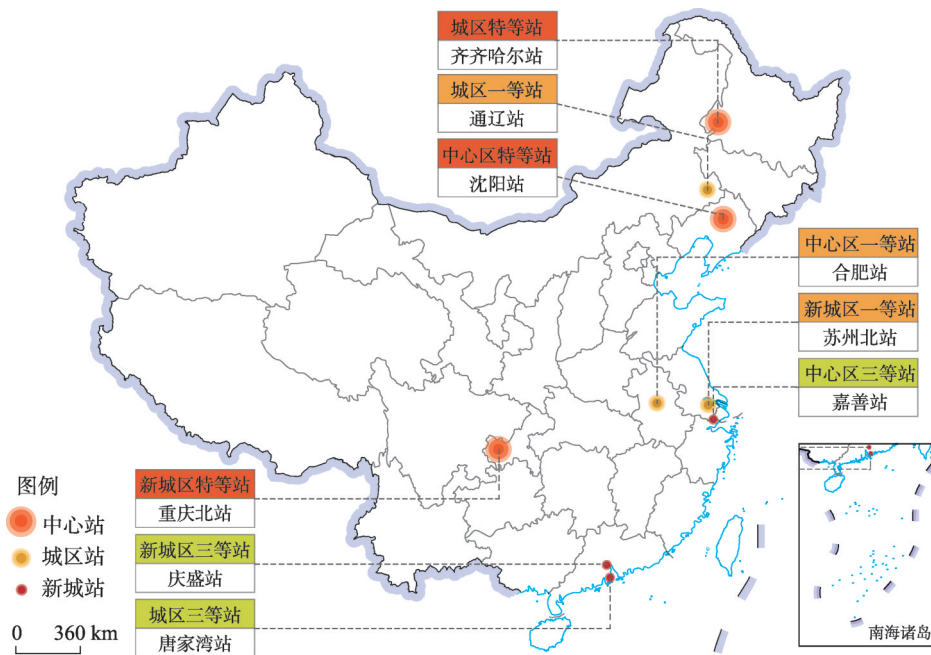
(3) 作业性质变量控制。中国有部分高铁站改建、扩建于旧火车站, 保留了部分货运股道, 兼具客货运功能, 因此高铁站按作业性质可分为客运站和客货运站。性质差异带来的客流量及需求差异会对高铁站区产业的结构特征产生影响, 本文选取了以客运业务为主的高铁站作为研究对象。

(4) 站区发展阶段控制。本文所选高铁站的站区运营年份较长、开发完成度较高, 以避免因高铁站区处于不同发展阶段而对站区产业的数量规模和空间分布产生影响。

(5) 周边环境控制。高铁站周边的环境要素可能会占据大量空间、造成站区空间的割裂, 或引发站区内产业功能的定向倾斜。因此, 本文在选点过程中, 尽可能地排除了站点周边 3000 m 范围内存在大型山体和湖泊、通达性较低的江河、以及对空间割裂作用较大的高铁站等干扰因素的高铁站。此外, 为排除大型旅游吸引物对站区内产业功能的辐射, 本文也尽可能地排除了站点周边 6000 m 范围内存在大型旅游吸引物的高铁站。

受上述诸多筛选条件的制约, 适用于本文的高铁站样本较为有限, 难以通过大数据或大样本的方式实现研究目的。经过综合考虑, 本文最终选取了满足条件且具有代表性的 9 个高铁站样本作为本文的研究对象 (图 3)。

关于高铁站对周边产业的影响范围界定, 多数研究表明, 高铁站的直接影响范围在其周边 3000 m 左右。例如, 周文竹等<sup>[25]</sup>根据高铁乘客前往各产业设施的出行方式与忍受时间的意愿调查, 认为高铁站的影响范围为 0~3500 m; 林辰辉<sup>[26]</sup>根据中国城市规划设计研究院开展的《高铁系统对城市空间结构的影响研究》课题确定中国高铁枢纽的影响范围为高铁乘客步行 20 min 可达的区域; 王丽等<sup>[17]</sup>在以高铁乘客对出行目的地所选用的交通方式及承受时间调查的基础上分析了乘客的出行距离特征, 确定高铁站的影响半径为 0~3000 m。综合相关文献对高铁站影响范围的界定, 本文划定以高铁站为圆心、以 3000 m 为半径的圆作为高铁站的影响范围, 并以 500 m 为间距将研究范围划分为 6 个缓冲区。



注: 基于自然资源部标准地图服务网站GS(2019)1823号标准地图制作, 底图边界无修改。

图3 所选高铁站点的区位情况

Fig. 3 Locations of selected HSR stations

**2.1.2 数据来源** 本文以2019年12月更新的高德地图平台作为基础数据来源,爬取了所选高铁站周边3000 m范围内的POI (Point of Interest) 数据。POI数据具有覆盖范围广泛、易于大量采集和集中处理等优点,且通过统一平台获取的POI数据,能够对不同高铁站进行横向对比,避免了由于数据更新时间、收录标准不一致而导致的数据偏差。

高铁站区的产业发展主要以客流需求为导向<sup>[25]</sup>。因此,本文根据站区内各类人群的交通和消费特性<sup>[27]</sup>以及各类产业与高铁站关系的远近<sup>[17]</sup>,从高德地图POI数据的大类标签中筛选出了具有代表性的10类产业:购物服务、餐饮服务、生活服务、公司企业、科教文化服务、医疗保健服务、住宿服务、商务住宅、体育休闲服务和金融保险服务。在此基础上,结合各产业的性质及其与站区内人群活动的关系,将10个产业进一步划分为基本服务类产业、衍生服务类产业和相关服务类产业3种类型(表1)。其中,基本服务产业主要满足人们基本的生活和出行需求,具有一定的“刚需”特征,服务于各类高铁乘客和周边城市居民;衍生服务产业的商务特性明显,主要依托高铁效应衍生而来<sup>[15, 27]</sup>,可视为高铁站功能的补充和拓展;而相关服务产业具有公共服务的性质,是城市基本功能的体现,受高铁站集散功能影响相对较小。

表1 高铁站区的产业分类

Tab. 1 Classification of industries in HSR station areas

产业类型	具体产业
基本服务产业	购物服务、餐饮服务、住宿服务、生活服务
衍生服务产业	公司企业、金融保险服务、商务住宅
相关服务产业	科教文化服务、医疗保健服务、体育休闲服务

## 2.2 研究方法

**2.2.1 Ripley's K 函数法** Ripley's K 函数是一种计算累积分布的分析函数,可用于探究点要素在不同距离范围内的集聚和扩散情况,具有精确、简洁、易用等优点,适用于多尺度的空间格局分析<sup>[28]</sup>,在小尺度范围内的应用也尤为广泛,因此适用于分析高铁站区这一微观区域内的POI数据<sup>[17]</sup>。本文采用K函数的一种常见变换:

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij}}{\pi n(n-1)}} - k, \quad (i \neq j) \quad (1)$$

式中: $d$ 表示点要素 $i$ 与点要素 $j$ 间的距离; $n$ 表示研究对象的总数; $A$ 表示研究区域的面积, $k_{ij}$ 为要素权重。当点要素 $i$ 与点要素 $j$ 之间的距离小于 $d$ 时,权重为1;反之则权重为0。 $k$ 为在特定距离下的预期值,当 $L(d) > 0$ 时,表示点要素有聚集分布趋势;当 $L(d) < 0$ 时,表示点要素有离散分布趋势;当 $L(d) = 0$ 时,则表示点要素呈现随机分布的空间特征。在本文中,由于大部分高铁站区的POI数据量过大,因此对所有高铁站区的POI数据进行了20%随机抽样以减少计算量<sup>[29]</sup>。此外,对函数 $L(d)$ 采用蒙特卡罗模拟法检验显著性,置信度取99%,根据模拟法检验产生的最大值和最小值曲线判断各高铁站区产业分布的空间集聚性。

**2.2.2 核密度估计法** 核密度估计法是一种可视化的空间数据分析工具,可以直观呈现点要素密度的空间变化特征,在区域分析中较为常用<sup>[30]</sup>,在本文中可用以探究高铁站区内产业的聚集强度分异情况。

核密度估计法首先会确定一个固定的核函数带宽作为搜索半径,通过测度搜索半径内的点样本来估计点的密度。通常采用Rosenblatt-Parzen核估计<sup>[30]</sup>,即:

$$f_h(x) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{nh} k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (2)$$

式中: $n$ 表示与点 $s$ 的距离小于或等于 $h$ 的点要素数量; $h > 0$ ,表示核函数带宽; $k(\cdot)$ 表示核函数; $(x-x_i)$ 表示估计点 $x$ 到要素点集 $\{x_1, \dots, x_n\}$ 的距离。值得注意的是,核函数带

宽  $h$  的取值会对核密度估计的光滑程度产生影响。本文采用 ArcGIS 10.5 中核密度估计工具自动生成的默认带宽, 该默认值采用分析数据图层中的最小宽度或长度除以 30 得出。

**2.2.3 产业指数** 由于不同产业之间的 POI 总数或密度可能存在数量级的差异, 因此, 现有研究大多采用产业在不同缓冲区内的数量占比来描述该缓冲区内的产业集聚情况<sup>[15, 17]</sup>, 但这一方法忽略了不同缓冲区面积可能并不相等的情况, 导致产业数量占比这一指标无法准确地反映各缓冲区的产业密集程度。因此, 本文在这一方法的基础上进行改进, 将各缓冲区的面积占比作为调整系数, 构建了产业指数  $Z_{in}$  :

$$Z_{in} = \frac{X_{in}}{\sum_{n=1}^6 X_{in}} \bigg/ \frac{S_n}{\sum_{n=1}^6 S_n}$$

(3)

式中:  $X_{in}$  表示第  $n$  个缓冲区中第  $i$  种产业的 POI 数量;  $S_n$  表示第  $n$  个缓冲区的面积。产业指数  $Z_{in}$  不仅能够直观地反映产业在各圈层的数量变化幅度, 提高数据的可读性, 还能消除缓冲区面积的干扰, 因此用以刻画产业集聚情况更为合理。

### 3 结果分析

#### 3.1 产业数量特征

为探究高铁站区的产业数量规模与高铁站所在区位的关系, 将不同区位高铁站区的各类产业的 POI 数量进行分类汇总, 得到表 2。

从高铁站的区位来看, 当高铁站的等级规模相同时, 随着高铁站的区位从城市中心向外围地区转变, 站区内的产业数量规模大体上呈现出规律性的衰减特征, 由大到小依次是中心站、城区站和新城站。一般而言, 中心站位于城市中心, 经过长时间的发展, 土地资源紧张, 高铁站区内的产业除了面向高铁乘客以外, 还为城市居民提供了部分生活服务功能, 因此其产业发展阶段最为成熟, 发展条件也更具优势。相较于中心区, 在城市稍外围的建成区中, 城市开发强度和经济密度相对更低, 因此其产业数量规模往往不及中心站。新城区地处城市核心建成区以外的新建开发区, 这些地区的发展起步时间较晚, 服务供给相对不足, 产业基础条件一般不如城市核心建成区成熟, 因此新城站产业的整体发展也相对迟缓。然而, 在本文的 9 个高铁站样本中也有特例。重庆北站作为

表 2 2019 年高铁站区产业 POI 数量汇总(个)  
Tab. 2 The summary of the industrial POI in HSR station areas in 2019

区位	高铁 站点	购物 服务	餐饮 服务	生活 服务	公司 企业	科教 文化 服务	医疗 保健 服务	住宿 服务	商务 住宅	体育 休闲 服务	金融 保险 服务	同一 高铁站的 POI 总数	同类区位 高铁站的 POI 总数
中心站	沈阳站	12699	8725	6341	2379	1790	1525	827	711	929	553	36479	96435
	合肥站	17543	7870	7530	4222	1514	1356	1555	1122	899	559	44170	
	嘉善站	6730	2611	2594	1498	568	508	212	343	388	334	15786	
城区站	齐齐哈尔站	5014	2319	2027	657	563	730	476	208	305	286	12585	44003
	通辽站	10171	5027	4600	1370	1349	1646	855	519	662	627	26826	
	唐家湾站	1091	1306	568	551	272	135	256	214	133	66	4592	
新城站	重庆北站	6159	5970	4018	1495	886	924	1439	647	545	435	22518	26943
	苏州北站	1470	389	558	854	83	36	69	135	64	53	3711	
	庆盛站	118	101	76	313	31	17	5	21	18	14	714	
产业 POI 总数		60995	34318	28312	13339	7056	6877	5694	3920	3943	2927	167381	167381



新城区的特等站,其产业数量却大于同等级的城区站,并不完全满足产业数量规模的衰减规律。结合具体情况分析,重庆北站地处重庆市两江新区,城市的“北拓”使两江新区逐渐成为政策洼地,吸引了大量投资、金融和行政等资源,经济发展条件和建成环境已较为成熟,为高铁站区的产业发展提供了良好的基底条件。同时,上层规划还对重庆北站进行了扩能改造,将其打造为重庆三大综合客运枢纽之一,吸引了各类产业的进驻。因此,高铁站区的产业数量规模是一个受多因素共同作用的复杂问题,除了受到区位条件的影响以外,还需结合其周边建成环境、上层规划和政策等外部条件一起考虑。

从各类产业来看,基本服务产业的数量在整体上明显多于衍生服务产业和相关服务产业。具体来看,购物服务、餐饮服务、生活服务和公司企业的产业POI数量始终处于较高值域,并与其他产业存在数量级差异。其中,购物服务、餐饮服务和生活服务产业主要为各类高铁乘客和周边居民提供基本的生活服务,存在一定的刚性需求,且这些产业在区位选择上也往往更倾向于人流量大且人员流动频繁的地区,因此在高铁站区内的数量特征较为突出。此外,高铁建设刺激了生产要素的跨区域流动,为站区的商务经济带来了大量发展机遇,因此公司企业在高铁站区内的集聚也相对明显。相比之下,科教文化服务、医疗保健服务、住宿服务、商务住宅、体育休闲服务和金融保险服务的POI数量较少。这些产业的经营规模和服务半径一般较大,且由于高铁乘客多以商务办公客流为主,这类乘客对其中的科教文化服务、体育休闲服务和医疗保健服务等产业的消费需求相对较低<sup>[26]</sup>,在市场机制的作用下,这些产业在数量规模上往往不及其他产业。

### 3.2 产业集聚特征

**3.2.1 Ripley's  $K$  函数分析** 为探究高铁站区的产业在一定空间尺度上的距离关系和分布模式,本文利用ArcGIS 10.5的多距离空间聚类分析工具对各区位高铁站区的产业POI数据进行分析(图4)。

从整体上看,所有高铁站区的 $L(d)$ 值均大于0,且均高于随机分布模拟情况下的最大值,通过了99%置信度下的显著性检验,表明这些高铁站在1500 m的观测距离内均呈现出显著的产业集聚特征,由此可推测高铁站区内的产业集聚是一个普遍的地理现象。此外,大多数高铁站的函数曲线都表现出“凸型单峰”的特征,但峰值所在的观测距离不一,说明在观测距离内,各高铁站区的产业具有其各自最佳的集聚尺度。

具体来看,中心站的 $L(d)$ 值相对较小,且随着观测距离的增加,函数曲线没有出现明显的峰值,产业聚集程度的变化幅度较小。与中心站相比,城区站的 $L(d)$ 值更大,其曲线呈现出明显的“凸”型特点,且更远离蒙特卡罗检验模拟的最大值曲线,这表明产业POI在城区站表现出了更显著的集聚特征,且站区在不同的地理尺度上的集聚程度差异更为明显。新城站的函数曲线也表现出一定的“凸”型趋势,但总体的规律性不强,一方面可能是由于部分新城站抽样后的POI数据较少,导致结果的偶然性增加;另一方面也可能是由于新城站的开发强度和辐射作用相对较弱,因此容易受到外部建成环境的影响。

**3.2.2 核密度估计分析** 为刻画产业集聚的空间分布特征,运用ArcGIS 10.5中的核密度估计法对各个高铁站区的产业POI数据进行空间分析(图5)。

高铁站区内产业POI的数量越多,其产业集聚区域在空间上的分布范围一般就越广。对于不同区位的高铁站,其产业POI集聚区域的空间分布存在一定的规律特征。具体来看,中心站周边0~500 m范围内就已呈现出产业集聚特征,且在500~2500 m的缓冲区范围内的集聚程度最为显著。尽管高铁站区的用地主要为交通集散和广场绿化等性质,其核心区的开发被严格控制<sup>[31]</sup>,但中心站往往改建于城市中心的老火车站,其区位

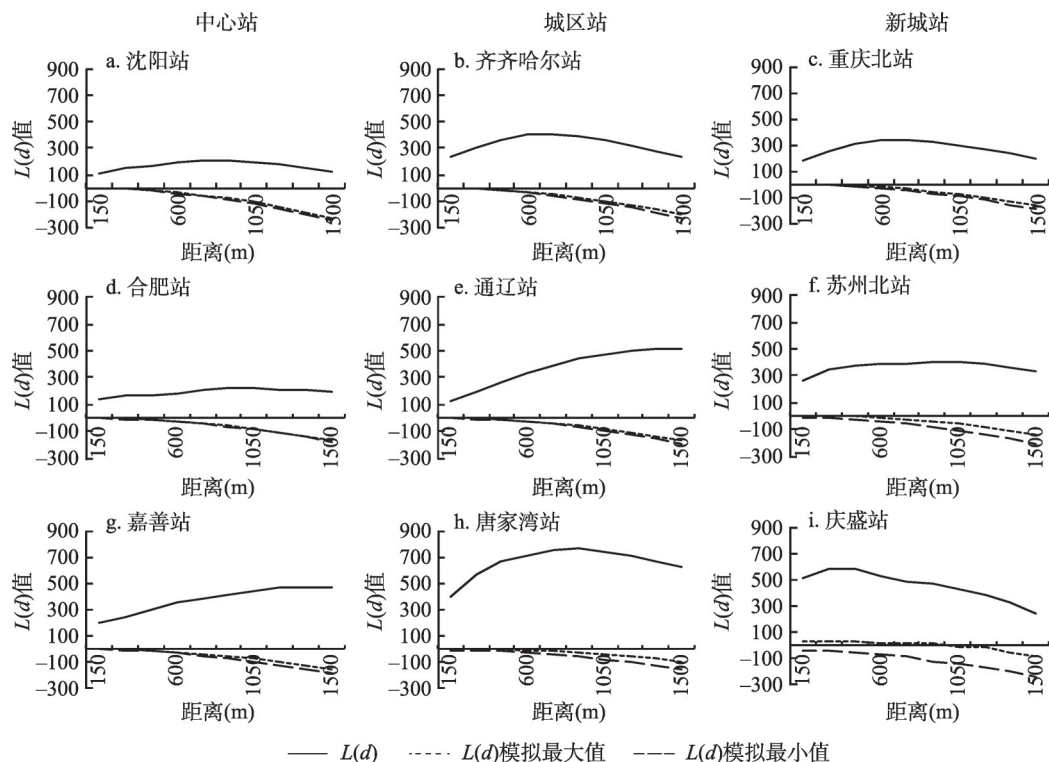


图4 2019年不同区位的高铁站区中产业的Ripley's K函数分析结果

Fig. 4 The Ripley's K Function results of industries in HSR station areas of different locations in 2019

优势突出,且经过长时间的发展,土地的利用程度和空间格局也已较为成熟,剩余土地稀缺,因此在高铁站周边的较近范围内就呈现出较为明显的产业集聚现象,并表现出由中心向外围扩散的特征。城区站与中心站类似,也位于城市建成区内,站区内的产业集聚范围集中在2500 m范围以内,但高铁站周边0~500 m的范围内出现了产业集聚“空心”的情况。新城站周边500~1500 m和2000~3000 m的范围内的集聚效应明显,但各集聚热点区的连片度较弱,在1500~2000 m的范围内出现了“断层”现象。这可能是由于在新城规划的指导下,新城区的土地开发大多同步推进,大部分新城仍未形成明显的区域中心,高铁站对产业的集聚作用也尚未凸显,据此可以推测新城站实际的产业辐射范围主要集中在其周边1500 m范围以内,而更外围的产业则更多地服务于其他城市区域。

### 3.3 产业圈层特征

**3.3.1 产业圈层结构初步推断** 由于产业的数量特征和集聚特征无法直观反映出产业分布的圈层规律变化,因此将通过相邻两个缓冲区的产业指数差值来刻画产业的圈层结构。首先计算出各缓冲区内10类产业的产业指数,然后将各缓冲区的10类产业指数相加得到该缓冲区的整体产业指数,最后计算出各相邻缓冲区的整体产业指数差值。差值的正负表示产业数量规模在相邻缓冲区之间的变化方向(即增减情况),而差值的绝对值大小则反映出产业数量规模的变化程度。

综合各区位高铁站整体产业指数差值的变化方向 and 变化程度,可将3个区位的高铁站区产业圈层结构初步划分为:中心站为0~500 m、500~2000 m、2000~3000 m的三圈层产业结构;城区站为0~500 m、500~1500 m、1500~2000 m、2000~3000 m的四圈层产业结构;新城站为0~500 m、500~1500 m、1500~2000 m、2000~2500 m、2500~3000 m



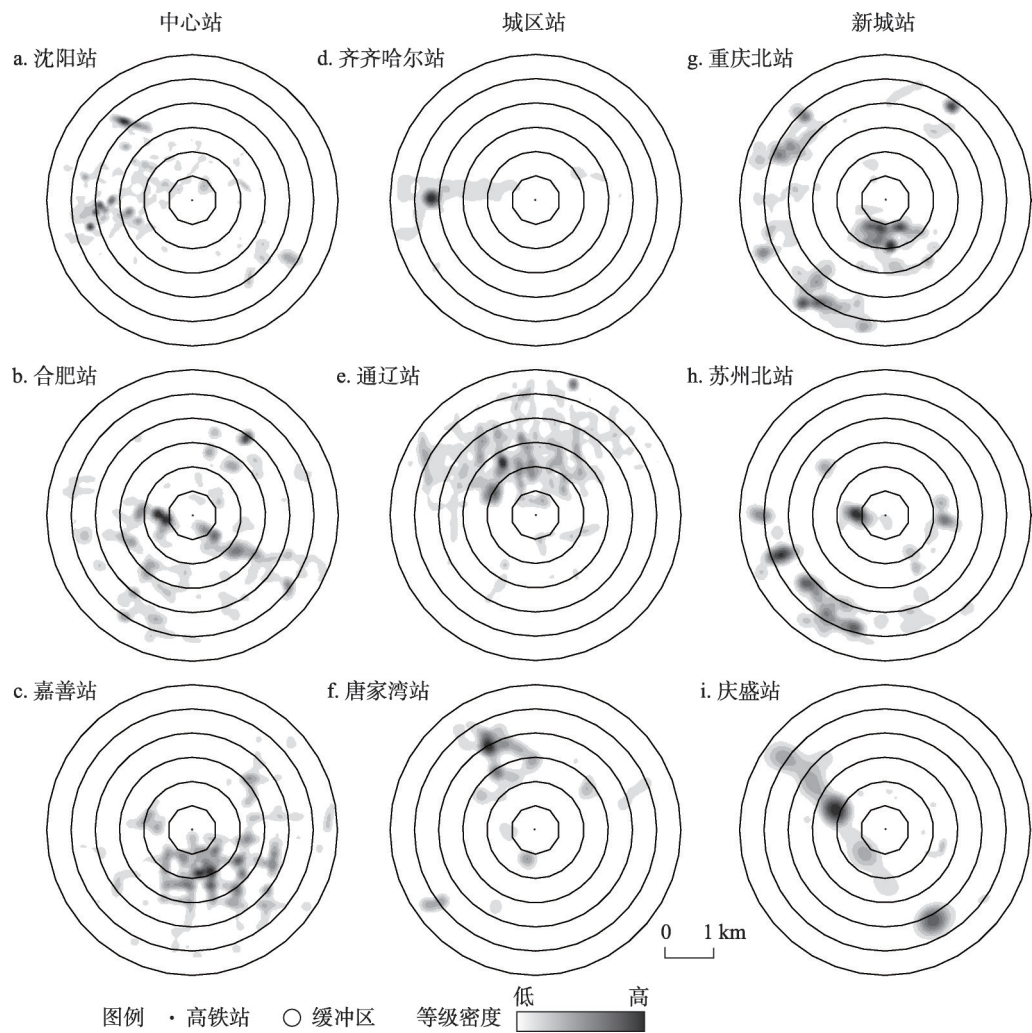


图5 不同区位的高铁站区中产业的核密度估计结果

Fig. 5 The KDE results of industries in HSR station areas of different locations

的五圈层产业结构（图6）。不难发现，高铁站距离城市中心越远，其周边产业圈层结构的统一性和规律性就越弱，产业指数差值的变化也更为显著。

**3.3.2 产业圈层结构分析** 各类产业在各缓冲区内的产业指数可反映出产业在高铁站周边不同距离的分布情况，结合前文产业圈层的初步划分结果，可以进一步探究不同圈层内各产业的数量和集聚特征。图7为高铁站内的各类产业指数情况和高铁站各圈层内的产业分布情况。

在中心站中，3个站点的产业圈层特征比较统一，各产业指数的峰值也相对集中。其中，购物服务和住宿服务等基本服务产业明显靠前，主要集中在第一、二圈层，而公司企业和科教文化服务等衍生服务产业和相关服务产业则主要集中在第二圈层。在2000 m外的范围，几乎所有产业都发生了衰减，但衰减趋势均较为平缓。相比于中心站，在城区站中各产业指数的峰值相对分散，各类产业的分布特征差异也相对更大。购物服务、公司企业、住宿服务和金融保险服务主要集中在第一圈层，而其他产业，尤其是相关服务产业，则主要集中在第二、三圈层。城区站2000 m以外出现了更为明显的衰减趋势，

这表明与中心站相比,城区站的产业辐射范围更小。在新城站中,产业指数的波动较大,单个产业在不同圈层内的指数变化明显,产业圈层结构的统一性更弱,但大多产业指数都在1500 m范围内达到最高值,其中基本服务产业与相关服务产业大都集中在第二圈层内,而衍生服务产业在研究范围内分布较为均衡。与中心站和城区站区别较大的是,新城站的大部分产业指数在1500 m以外的范围出现了再次上升的趋势,说明新城站对产业的辐射范围可能小于本文预设的3000 m,其实际的影响范围可能在1500 m以内,而1500 m以外的区域则可能属于具有其他城市功能的产业密集区,这与前文核密度估计结果的推论基本一致。

结合产业指数的变化规律和整体趋势,本文将已有的产业圈层进一步合并,将中心站和城区站划分为0~500 m、500~2000 m、2000~3000 m的三圈层产业结构,将新城站划分为0~500 m、500~1500 m、1500~3000 m的三圈层产业结构。总的来看,各类产业在高铁站区的圈层分布呈现出一定的共性特征:基本服务产业和衍生服务产业主要集中于内圈层和中间圈层,相关服务产业则主要分布在中间圈层和外圈层,各圈层内具有明显的产业复合特征。这与近年来综合交通枢纽愈发强调的TOD开发理念不无关系。土地和建筑的混合利用激发了经济活力,助推了各种产业的进驻,高铁站区的交通功能属性和城市功能属性相得益彰,多元功能混合将越来越成为高铁站区产业圈层结构的一大特征<sup>[33]</sup>。此外,高铁站在不同区位下的产业圈层结构也存在差异。随着高铁站由城市中心向外围地区转移,高铁站对产业的辐射作用逐渐减弱,站区内的产业衰减现象愈发明显。究其原因,这一方面可能是因为城市中心区是城市的功能核心区,是土地集约化开发的重点区域,产业规模和集聚效应较好,具有较强的向心性,因此相比于城市的其他区域,城市中心区的产业发展更为完善、成熟;另一方面,城市中心的交通可达性和出行选择等条件较好,有利于人流的集聚和扩散,相同条件下乘客的活动范围更大,因此产业的分布范围也随之向外拓展。

### 3.4 作用机制

区位条件为高铁站区的产业发展提供了重要的基础。根据本文的数据分析结果,在不同的区位下,高铁站区呈现出了不同的产业结构特征,但仅通过区位因素并不能完全解释现有分析结果中高铁站区产业数量和空间分布出现的特殊情况。结合其他学者的研究成果,可以发现区位并非是影响产业结构的唯一因素,高铁站区产业数量规模和空间格局也与高铁站的功能定位和市场机制密切相关(图8)。

**3.4.1 区位条件** 区位条件对高铁站区产业发展的影响主要可以体现在高铁站区与城市的关系、与城市中心的关系以及与周边环境的关系3个方面。

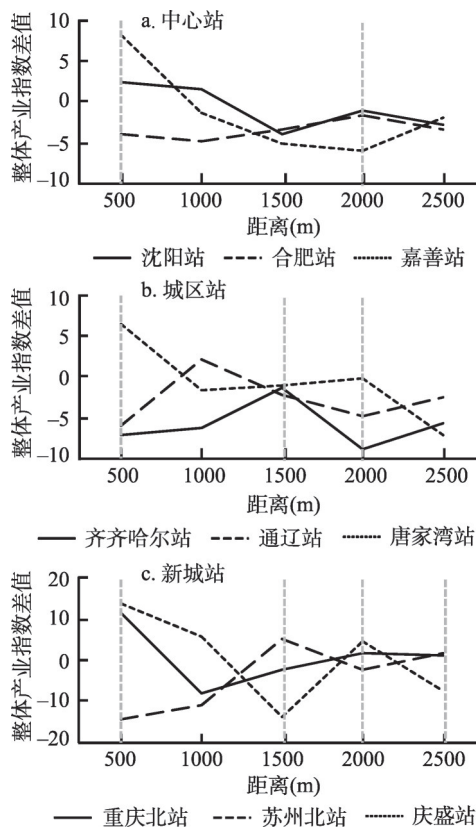


图6 2019年高铁站整体产业指数差值

Fig. 6 Different buffers' D-values of industrial indexes in HSR station areas in 2019

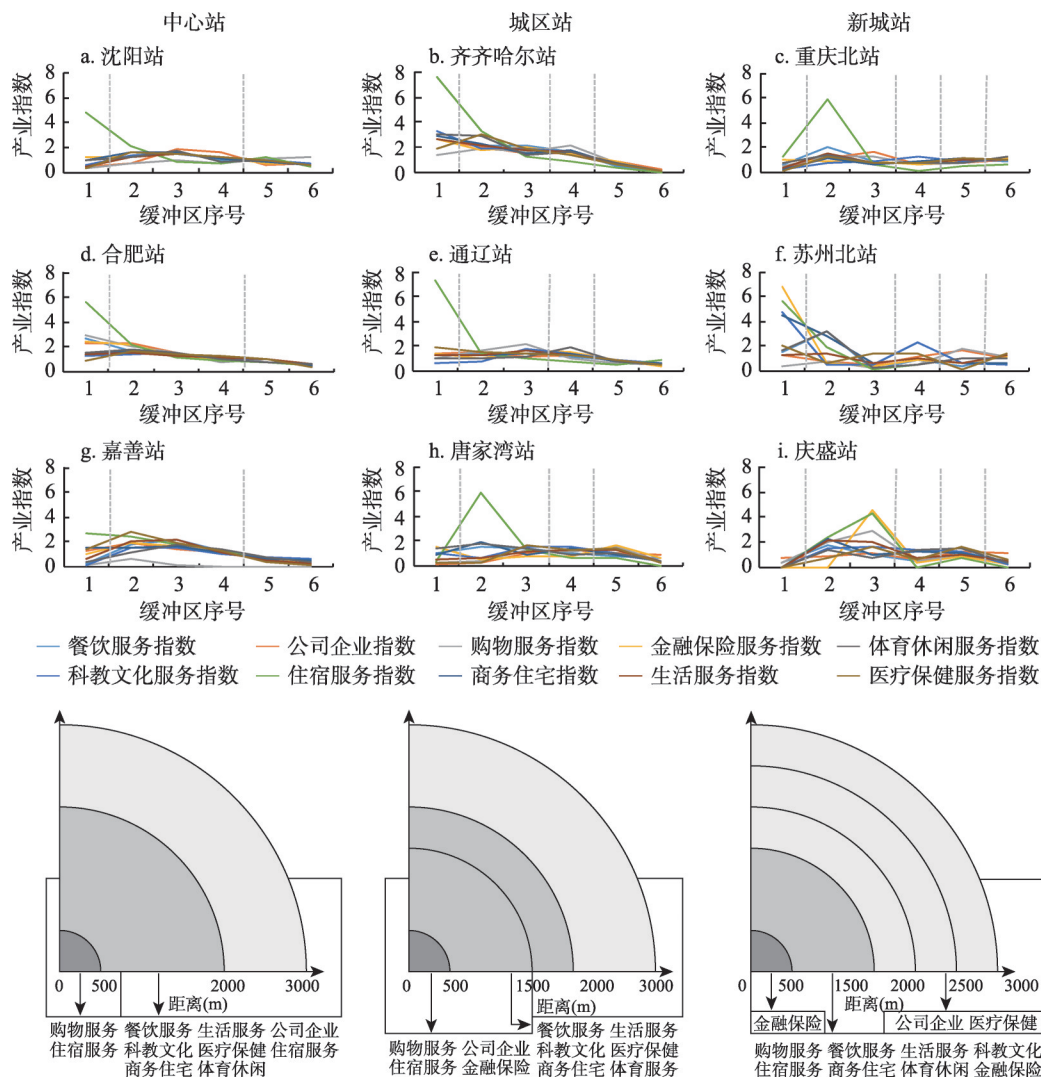


图7 2019年不同区位高铁站的各类产业指数及产业圈层结构

Fig. 7 Industrial indexes and structures in HSR station areas of different locations in 2019

从城市的层面来看, 高铁站和城市之间存在着彼此催化的互动关系, 作为城市“触媒”的高铁站, 其产业也需要依托城市已有的设施和社会资源进行开发。城市的经济发展水平越成熟、人口规模越大、吸引力越强, 城市中各种生产要素的流动就越迅速、频繁。人流、物流和信息流在高铁站大量汇集和流散, 为站区创造了有利的市场环境, 有力推动了产业的萌发和成长。

从城市内部的空间关系来看, 随着高铁站与城市中心之间距离的缩短, 城市的建设强度也在逐步增强, 居民需求更加旺盛, 经济活动也更加频繁。位于城市中心的高铁站区除了满足高铁乘客的需求以外, 往往还需为城市居民提供日常生活所需, 因此除固有的交通属性外, 其“城市场所”的属性更加突出, 站区内的产业发展潜力也相对更大。此外, 距离城市中心越近, 意味着交通可达性越高, 企业能够压缩交易成本, 更易于扩大贸易范围, 开拓市场<sup>[1]</sup>。且由于城市中心已有的产业规模和发展条件相对成熟, 规模优势凸显, 站区往往会成为吸引产业驻扎的引力场, 并逐渐形成富有活力的外部规模经济<sup>[32]</sup>。



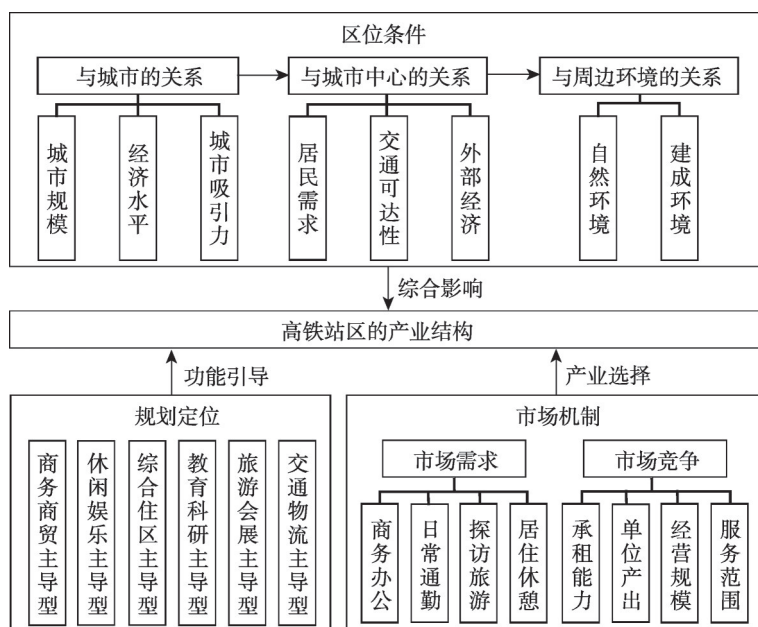


图8 高铁站区产业结构的影响机制

Fig. 8 Influence mechanism of industrial structure in HSR station areas

从周边环境的层面来看，高铁站区的产业还会受到诸如风景名胜、山河湖海等自然环境以及大学城、工业园等建成环境的影响。不同的环境条件会对各类产业的区位选择产生不同的引力和斥力，从而影响高铁站区内产业的构成、数量和分布，且随着城市工程建设项目的不断推进，高铁站区的产业结构也会处于动态变化之中。

**3.4.2 功能定位** 在对高铁站区进行开发建设前，城市往往会赋予高铁站区特定的功能定位，如商务商贸主导型、休闲娱乐主导型、综合住区主导型、教育科研主导型等<sup>[4, 18]</sup>。为实现高铁站区的规划目标，有的高铁站区会采用渐进的开发模式，优先植入先导产业以带动其他产业的进驻，而有的高铁站则强调多元产业的复合、同步开发，通过不同产业间的互补来激发站区活力<sup>[34]</sup>。在这过程中，政府部门通过土地出让、用地权限和税收等政策对资源进行调配，使高铁站区的发展重点向规划的主导功能倾斜，自上而下地引导站区产业结构的形成。

**3.4.3 市场机制** 在市场机制的作用下，高铁站区内的市场需求和竞争会对产业进行双重选择，从而造成了产业的数量和空间分异。在市场需求方面，具有不同出行目的的客流存在着不同的交通和消费需求，在与高铁站区的互动过程中，会对特定产业表现更明显的消费倾向，进而影响站区内产业的构成与分布<sup>[25]</sup>。根据客流的出行目的，高铁站区的客流一般可划分为商务办公型、日常通勤型、探访旅游型与居住游憩型4种类型。其中，商务办公型乘客具有出行目的强、时间敏感度和消费水平高的特点，他们往往希望快速地获得高端的餐饮和住宿等基本服务，同时还偏好商务、金融、办公等衍生服务；日常通勤型客流的关注点主要集中在交通便利和基本的生活需求上，对休闲娱乐的需求较低；探访旅游型客流具有“吃住行游娱购”的典型旅游需求，因此餐饮、购物、住宿等与旅游服务相关的产业对其具有更大的吸引力；居住游憩型客流主要指本地居民，他们会更多地利用高铁站区的城市服务功能，将站区内购物、餐饮、体育休闲、医疗保健等基本服务产业和相关服务产业作为日常生活的重要内容<sup>[27]</sup>。在市场竞争方面，企业的

承租能力越强、单位面积产出越大,在市场竞争中越有可能占据更优的地理位置,进入市场的企业也越多;而产业的经营规模和服务半径越大,意味着在一个区域当中容易达到市场饱和,企业数量也会相对较少。

## 4 结论与建议

基于同一数据平台的10类产业POI数据,本文综合运用Ripley's  $K$ 函数、核密度估计和产业指数等方法,对高铁站周边3000 m范围内的产业结构特征进行分析,结论为:

①数量特征:当高铁站的等级规模相同时,随着高铁站的区位从城市中心向外围地区转变,站区内的产业数量规模大体上呈现出规律性的衰减现象,由大到小依次是中心站、城区站和新城站。但不同的产业之间存在明显的数量差异:购物服务、餐饮服务、生活服务和公司企业4类产业的POI数量显著高于科教文化服务、医疗保健服务等其他产业。

②集聚特征:从产业集聚的空间尺度来看,高铁站区的产业在1500 m的观测距离内均呈现出显著的集聚分布特征,且各高铁站区的产业具有其各自最佳的集聚尺度。在不同的地理尺度上,产业集聚程度的变化幅度存在差异:中心站产业集聚程度的变化较为平缓,城区站产业集聚程度最高,且变化幅度也更大,而新城站的规律特征不明显。从产业集聚区域的空间分布来看,在中心站和城区站中,产业集聚集中在2500 m的范围以内,但城区站的产业集聚在0~500 m的范围内呈现“空心”现象。而新城站的产业集聚体现在3000 m范围以内,但在1500~2000 m的范围内出现了产业聚集的“断层”。

③圈层特征:基本服务产业和衍生服务产业主要集中于内圈层和中间圈层,相关服务产业则主要分布在中间圈层和外圈层,各圈层内存在明显的产业复合特征。随着高铁站从城市中心外移,高铁站对产业的辐射作用逐渐减弱,站区内的产业衰减现象愈发明显。

本文得到的高铁站区产业结构基本结论,可进一步应用于高铁站的布局规划和建设中,以指导高铁站周边土地的合理规划与开发利用,优化产业资源的合理配置。首先是土地开发集约化。不同区位的高铁站对周边产业的辐射作用不同,但其实际的影响范围基本在2500 m以内。因此,政府在规划建设高铁站时,应摒弃求大、求快的建设风气,而需理性规划,适度开发。在高铁站建设初期应重点开发其周边2500 m范围以内的区域,避免粗放低效,并为未来发展适当预留空间。同时,高铁站的开发建设还需因地制宜,中小城市不宜高估高铁站对产业的带动作用,照搬大城市的开发经验,盲目造城。其次是产业发展复合化。从高铁站区的产业类型来看,目前发展态势较好的高铁站区均具有明显的业态多元特征。然而,中国部分高铁新城却出现了产业结构单一化的倾向。其中,以宿州东站为代表的高铁新城将高铁站周边区域视为房地产“圈地运动”的沃土,使高铁站区的产业向纯房地产化的结构转变。这类高铁新城往往由于产业单一、就业机会少、难以吸引人流而最终沦为“鬼城”。尽管高铁站能带来大量人流,对经济增长确有一定的刺激作用,但产业支撑是高铁站区发展的重要条件,因此高铁站区尤应注重完善各类基础设施,实现多元产业的发展路径,为其发展提供完备、多样的城市功能,最终方能承担起“以站促城”的宏伟目标。

展望未来,还应针对本文的以下不足,进一步深化对高铁站区产业结构的研究:在数据类型的选取上,POI数据具有现势性强、数据量大、覆盖面广等突出优势,但由于其均为无面积、无体积、无形态的抽象点,因此无法反映产业的规模大小和开发强度;在分析的时间维度上,本文仅通过POI截面数据研究了高铁站区的产业特征,尚未系统

动态地探讨产业数量和空间结构的演变路径和发展模式, 仍需进一步研究高铁站区产业的完整生命周期; 在分析方法的应用上, 基于已有的研究成果和客观实际, 本文定性地探讨了高铁站区内产业结构特征的影响因素, 有待进一步定量地阐释产业结构的驱动机制。综上, 未来在数据可得且便于处理的条件下, 可根据产业的建筑面积、客流数量等信息, 为POI数据赋予相应的权重分值, 利用经过优化的POI数据, 深入探讨产业数量、集聚和圈层特征的时空发展路径, 并引入相关的数理统计方法, 定量地研究地价水平、交通条件、顾客需求和购买力等经济社会因素对高铁站区产业结构的影响。

## 参考文献(References)

- [1] Wang Li, Liu Kewen, Cao Youhui. Research progress of spatial structure in regions of HSR stations home and abroad. *Economic Geography*, 2016, 36(8): 120-126. [王丽, 刘可文, 曹有挥. 国内外高铁站区空间结构研究进展及启示. *经济地理*, 2016, 36(8): 120-126.]
- [2] Li Xiangmei, Liu Yazhou, Cao Liping. Research about the influence of population space of flow under the high-speed railway construction. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(6): 140-147. [李祥妹, 刘亚洲, 曹丽萍. 高速铁路建设对人口流动空间的影响研究. *中国人口·资源与环境*, 2014, 24(6): 140-147.]
- [3] Song Wenjie, Shi Yujin, Zhu Qing, et al. Evaluation on planning of high-speed rail station area based on Node-Place Model in Yangtze River Delta area. *Economic Geography*, 2016, 36(10): 18-25, 38. [宋文杰, 史煜瑾, 朱青, 等. 基于节点—场所模型的高铁站点地区规划评价: 以长三角地区为例. *经济地理*, 2016, 36(10): 18-25, 38.]
- [4] Wang Lan. Research framework of high-speed railway impact on urban space. *Planners*, 2011, 27(7): 13-19. [王兰. 高速铁路对城市空间影响的研究框架及实证. *规划师*, 2011, 27(7): 13-19.]
- [5] Yang Shiyuan. Study on the development of high-speed rail station economy: A case study on Quanzhou Station of Fuxia High-speed Rail. *Science Technology and Industry*, 2012, 12(10): 4-8. [杨诗源. 高速铁路站场经济发展研究: 以福厦高铁泉州站为例. *科技和产业*, 2012, 12(10): 4-8.]
- [6] Jin Murakami, Robert Cervero. California high-speed rail and economic development: Station-area market profiles and public policy responses. Irvine: University of California Transportation Center, 2010.
- [7] Cao Xiaoshu, Zhang Kai, Ma Linbin, et al. Research on function combination and spatial structure of construction land in Guangzhou railway station and railway eastern station area. *Geographical Research*, 2007, 26(6): 1265-1273. [曹小曙, 张凯, 马林兵, 等. 火车站地区建设用地功能组合及空间结构: 以广州站和广州东站为例. *地理研究*, 2007, 26(6): 1265-1273.]
- [8] Wang Teng, Lu Jiwei. Railway station complex and urban catalyst: Example of Shanghai South Railway Station. *Urban Planning Forum*, 2006(4): 76-83. [王腾, 卢济威. 火车站综合体与城市催化: 以上海南站为例. *城市规划学刊*, 2006(4): 76-83.]
- [9] Loukaitou-Sideris A, Cuff D, Higgins T, et al. Impact of high speed rail stations on local development: A Delphi survey. *Built Environment*, 2012, 38(1): 51-70.
- [10] Diao M, Zhu Y, Zhu J R. Intra-City access to inter-City transport nodes: The implications of high-speed-rail station locations for the urban development of Chinese cities. *Urban Studies*, 2017, 54(10): 2249-2267.
- [11] Schütz E. Urban development by high-speed traffic. *Heft 6*, 1998: 369-383.
- [12] Pol Peter M J. A renaissance of stations, railways and cities: Economic effects, development strategies and organisational issues of European high-speed train stations [D]. Delf: DUP High-Speed Science, 2002.
- [13] Sorensen A. Land readjustment and metropolitan growth: An examination of suburban land development and urban sprawl in the Tokyo metropolitan area. *Progress in Planning*, 2000, 53(4): 217-330.
- [14] Hao Zhiying. Space planning around high-speed rail stations. *Urban Transport of China*, 2008, 6(5): 48-52. [郝之颖. 高速铁路站场地区空间规划. *城市交通*, 2008, 6(5): 48-52.]
- [15] Suo Chao, Zhang Hao. Influencing factors and development proposals of business space around hsr station: A case study of cities along Shanghai-Nanjing hsr with poi data. *City Planning Review*, 2015, 39(7): 43-49. [索超, 张浩. 高铁站点周边商务空间的影响因素与发展建议: 基于沪宁沿线POI数据的实证. *城市规划*, 2015, 39(7): 43-49.]
- [16] Wu Hao, Li Ling. Analysis of development differences of HSR Station Area based on Gravity Model. *Price: Theory & Practice*, 2018(9): 159-162. [吴昊, 李玲. 我国高铁站区发展差异性研究: 基于引力模型的分析. *价格理论与实践*, 2018(9): 159-162.]



- [17] Wang Li, Cao Youhui, Liu Kewen, et al. Spatial distribution and clusters of industry nearby high-speed rail station: The case of Nanjing Station, Shanghai-Nanjing Motor Train. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(3): 301-307. [王丽, 曹有挥, 刘可文, 等. 高铁站区产业空间分布及集聚特征: 以沪宁城际高铁南京站为例. *地理科学*, 2012, 32(3): 301-307.]
- [18] Lin Chenhui. Research of impact factors of high-speed railways hub area development in China. *Urban Planning International*, 2011, 26(6): 72-77. [林辰辉. 我国高铁枢纽站区开发的影响因素研究. *国际城市规划*, 2011, 26(6): 72-77.]
- [19] Zhao Qian, Chen Guowei. Influence of HSR station location on the development of surrounding areas: A case study of Beijing-Shanghai HSR and Wuhan-Guangzhou HSR. *City Planning Review*, 2015, 39(7): 50-55. [赵倩, 陈国伟. 高铁站区位对周边地区开发的影响研究: 基于京沪线和武广线的实证分析. *城市规划*, 2015, 39(7): 50-55.]
- [20] Deng T T, Gan C, Perl A, et al. What caused differential impacts on high-speed railway station area development? Evidence from global nighttime light data. *Cities*, 2020, 97: 102568. DOI: 10.1016/j.cities.2019.102568.
- [21] Shen Y, Silva J D A E, Martínez L M. HSR station location choice and its local land use impacts on small cities: A case study of Aveiro, Portugal. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2014, 111: 470-479.
- [22] Ma Xiaoyi, Huang Jialing. Development and planning strategy for high-speed railway station area. *Planners*, 2017, 33(10): 123-128. [马小毅, 黄嘉玲. 高铁站点周边地区发展与规划策略研究. *规划师*, 2017, 33(10): 123-128.]
- [23] Guo Xiucheng. *Urban Transportation Planning*. Nanjing: Southeast University Press, 2010. [过秀成. *城市交通规划*. 南京: 东南大学出版社, 2010.]
- [24] Ding Jiayu, Guo Haodong. Rail passenger transport hub study on the impact on the development of peri-urban areas// *Urban Planning Society of China. Annual National Planning Conference 2013*. Beijing: China Architecture & Building Press, 2013: 565-574. [丁甲宇, 郭旭东. 高铁客运枢纽对城市周边地区发展影响研究//中国城市规划学会. 2013 中国城市规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013: 565-574.]
- [25] Zhou Wenzhu, Yang Jianqiang. Space development mechanism of transit-oriented inter-city railway station area. *City Planning Review*, 2010, 34(11): 88-92. [周文竹, 阳建强. 交通导向的城际铁路站场地区空间发展机制. *城市规划*, 2010, 34(11): 88-92.]
- [26] Lin Chenhui. Research of impact factors and function types of high-speed railways hub area development in China [D]. Beijing: China Academy of Urban Planning and Design, 2011. [林辰辉. 我国高铁枢纽站区开发的影响因素与功能类型研究[D]. 北京: 中国城市规划设计研究院, 2011.]
- [27] Wang Li. Space development mechanism of the industry in regions of HSR stations: Based on the characteristics of high-speed rail passengers. *Economic Geography*, 2015, 35(3): 94-99. [王丽. 高铁站区产业空间发展机制: 基于高铁乘客特征的分析. *经济地理*, 2015, 35(3): 94-99.]
- [28] Okabe A, Yamada I. The K-function method on a network and its computational implementation. *Geographical Analysis*, 2001, 33(3): 271-290.
- [29] Gao Kai, Zhou Zhixiang, Yang Yuping, et al. Characteristics and changes of landscape pattern in Wuhan City based on Ripley's K function. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(10): 2621-2626. [高凯, 周志翔, 杨玉萍, 等. 基于 Ripley K 函数的武汉市景观格局特征及其变化. *应用生态学报*, 2010, 21(10): 2621-2626.]
- [30] Wang Yuanfei, He Honglin. *Spatial Data Analysis Method*. Beijing: Science Press, 2007. [王远飞, 何洪林. *空间数据分析方法*. 北京: 科学出版社, 2007.]
- [31] Wang Li, Cao Youhui, Qiu Fangdao. Spatial change and driving mechanism of the industry in regions of HSR stations before and after the opening: A case study of Nanjing HSR station. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(1): 19-27. [王丽, 曹有挥, 仇方道. 高铁开通前后站区产业空间格局变动及驱动机制: 以沪宁城际南京站为例. *地理科学*, 2017, 37(1): 19-27.]
- [32] Liu Rui, Hu Weiping, Wang Hongliang, et al. The road network evolution of Guangzhou-Foshan metropolitan area based on kernel density estimation. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(1): 81-86. [刘锐, 胡伟平, 王红亮, 等. 基于核密度估计的广佛都市区路网演变分析. *地理科学*, 2011, 31(1): 81-86.]
- [33] Duan Jin. National grand infrastructure construction and urban spatial development: A case study on high speed railway and urban comprehensive transport hub. *Urban Planning Forum*, 2009, 53(1): 37-41. [段进. 国家大型基础设施建设与城市空间发展应对: 以高铁与城际综合交通枢纽为例. *城市规划学刊*, 2009, 53(1): 37-41.]
- [34] Xu Wenbo, Wang Xingping. A study on characteristics of spatial development and construction of high-speed railway station areas: An empirical analysis based on the case of Beijing-Shanghai High-speed Railway Line. *Urban Planning Forum*, 2016, 60(1): 72-79. [许闻博, 王兴平. 高铁站点地区空间开发特征研究: 基于京沪高铁沿线案例的实证分析. *城市规划学刊*, 2016, 60(1): 72-79.]

## Industrial structure of high-speed railway station areas under the influence of location: Empirical evidences from POI data

WANG Shaojian, MO Huimin, LV Huini, XU Peiyao, YIN Haiqing

(Guangdong Provincial Key Laboratory of Urbanization and Geo-simulation,

School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** High-speed railway (HSR) station is regarded as a new type of space for driving urban economic growth, and studying its surrounding industrial structure is of great significance to guide the development of HSR station areas. In this paper, nine HSR stations with different locations and different levels in China are selected as the research object. The Point of Interest (POI) information data of 10 industries within 3000 m around the HSR station are used as the research basis. Based on the Ripley's K function, kernel density estimation and industrial indexes, the characteristics of industrial distribution of HSR station areas in different locations are explored. Our result indicates that when the grade of high-speed rail stations is the same, the farther the high-speed rail stations are from the city center, the smaller the total number of industrial POIs in the station area. Among 10 kinds of industries, the number of POIs in four types of industry, namely, shopping services, catering services, life services and companies, is much larger than that of other industries. Secondly, all industries in the HSR station areas show a significant agglomeration within an observation distance of 1500 m. In terms of the industrial agglomeration degree, the change of the central station is relatively gentle, the change of the urban station is the highest, and the change range is greater, and the regularity of new-town station is not obvious. Thirdly, the industrial agglomeration area of the central station is mainly distributed in the range of 0-2500 m around the high-speed rail station, the industrial agglomeration area of the urban station is more obvious in the range of 500-2500 m, and the industrial agglomeration area of the new-town station is concentrated in the ranges of 0-1500 m and 2000-3000 m. Fourthly, the basic service industry and derivative service industry are mainly concentrated in the inner and the middle circle layers, and the related service industries are mainly distributed in the middle and the outer circle layers. The compound characteristics of the industries in each circle layer are obvious, and the farther away from the city center, the weaker the radiation effect on the industry, the more obviously the trend of industry decays. Finally, based on the research findings, it is believed that the government should pay more attention to the intensification of land development and the integration of industrial development while developing the industries in HSR station areas.

**Keywords:** HSR station area; location; POI data; industrial structure; rational exploitation