

文章编号:1671-4229(2024)03-0082-11

# 深圳市创新空间结构测度与影响因素分析

王玉娇<sup>1</sup>, 千庆兰<sup>1\*</sup>, 陈清怡<sup>2</sup>, 杨娜<sup>1</sup>

(1. 广州大学 地理科学与遥感学院, 广东 广州 510006; 2. 华南理工大学 建筑学院, 广东 广州 510641)

**摘要:** 作为创新活动的重要载体,创新空间是近年来创新地理学领域关注的重点内容。文章将深圳市创新空间划分技术型、知识型和孵化型3类,结合创新企业数据、POI数据和统计年鉴等数据类型,通过核密度估计、DBSCAN聚类算法以及MGWR模型等方法,刻画创新空间的结构特征、各自异同点及其影响因素。研究发现:①深圳市技术型、知识型和孵化型创新空间均表现为“中心—外围”圈层特点,其中,技术型创新空间还具有等级性组团结构特征;②地区创新水平、产业园支持、金融咨询服务、交通发达程度以及某些生活服务和公共服务会显著正向促进创新空间集聚,但综合型创新核心区、专业型创新发展区和潜力型创新成长区受到的影响具有差异性。基于研究结论,文章针对性地提出了优化深圳市创新空间的政策建议,以期为城市创新空间的优化提供依据。

**关键词:** 创新空间; 结构特征; 影响因素; DBSCAN空间聚类; MGWR

**中图分类号:** TU984;K902 **文献标志码:** A

## Analysis of spatial structure measurement and influencing factors of innovation in Shenzhen

WANG Yu-jiao<sup>1</sup>, QIAN Qing-lan<sup>1\*</sup>, CHEN Qing-yi<sup>2</sup>, YANG Na<sup>1</sup>

(1. School of Geography and Remote Sensing, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China;

2. School of Architecture, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

**Abstract:** In recent years, the concept of innovation space has emerged as a significant focal point within the realm of innovation geography. This paper delves into the unique characteristics of Shenzhen's innovation space, categorizing it into three distinct types: technology-based, knowledge-based, and incubation-based. By leveraging various data sources, including information from innovation enterprises, points of interest (POI), and statistical yearbooks, the distribution and spatial structure of innovation space agglomerations are outlined, while also highlighting their similarities and disparities. To achieve this, advanced analytical techniques are employed such as kernel density estimation, the DBSCAN clustering algorithm, and the MGWR model. It is found that: Firstly, all three categories of innovation spaces—technology-oriented, knowledge-oriented, and incubation-oriented—display a “center-periphery” structure, with the technology-based innovation space showcasing an additional hierarchical group structure. Secondly, several factors play a significant role in promoting the agglomeration of innovation spaces, including regional innovation levels, support from industrial parks, access to financial consulting services, robust transportation infrastructure, and the availability of specific living and public services. These factors have a notably positive impact on all three types of innovation spaces. However, it's worth noting that the influence of these factors may differ among the different types of innovation space. Through these methodologies, insights into the influencing factors

收稿日期: 2024-01-03; 修回日期: 2024-02-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41771127)

作者简介: 王玉娇(2000—), 女, 硕士研究生. E-mail: 2112201041@e.gzhu.edu.cn

\*通信作者. E-mail: Qianlynn@21cn.com

引文格式: 王玉娇, 千庆兰, 陈清怡, 等. 深圳市创新空间结构测度与影响因素分析[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2024, 23(3): 82-92.

shaping the structure of innovation space are gained. Building upon the findings of this study, targeted policy recommendations aimed at optimizing Shenzhen's innovation space are proposed, providing a foundation for the enhancement of urban innovation spaces, ultimately fostering innovation and growth in the region.

**Key words:** innovation space; structural characteristics; influencing factors; DBSCAN spatial clustering; MGWR

随着全球新一轮科技革命和产业变革的到来,现代经济由要素驱动转变为科技创新驱动,科技创新已成为支撑引领社会经济可持续发展的重要手段<sup>[1]</sup>。创新知识的传播溢出和创新活动的集聚扩散需要在一定的场所中进行,这种场所被称之为创新空间<sup>[2]</sup>。党的二十大报告指出,科技创新是新时期经济发展的第一生产力,我国要坚持以科技创新赋能创新型城市建设,而创新型城市建设离不开创新空间的营造与发展。在此背景下,厘清不同类型城市创新空间的分布、结构特征及其影响因素,对城市发展创新型经济、有效治理创新空间而言至关重要。

创新活动和地理空间之间的关系是地理学界的研究热点,近年来地理学、规划学等领域的学者对创新空间的关注度日益增高,主要集中于:①创新空间的内涵及其类型划分;②创新空间结构测度;③创新空间形成影响因素分析。具体而言,主要集中在创新空间的内涵及其类型划分方面。创新活动在空间上具有一定的分布规律性,同时不同的主体和群体产生的创新所体现的空间特征也具有差异性<sup>[3]</sup>。多元化和复杂化是创新活动的主要特征,而创新空间是一种具有多尺度、多层次特征的空间体系,这就决定了创新空间在形式上具有多样性。综合来看,按照创新主体承担职能可以划分为侧重于应用研究的技术型创新空间、侧重于基础研究的知识型创新空间,以及以提供创新基础条件为主要功能的孵化型创新空间<sup>[4-5]</sup>。在创新空间结构特征研究方面,现有研究发现在城市内部有以下规律:①综合性创新空间主要集聚于主城区<sup>[6]</sup>;②单一功能性创新空间基于产业特色形成次级创新集聚区<sup>[7]</sup>;③以城市主要道路为依托形成创新活动廊道,产生条带状分布格局<sup>[8]</sup>。在创新空间结构影响因素分析方面,由于创新是一个复杂的地理过程,具有空间不均衡性,在某些地方会产生集聚<sup>[9-10]</sup>,而这一过程由多种因素决定。在宏观尺度上,当地的地理区位、经济发展水平和科技创新能力是显著影响创新空间分

布的重要因素<sup>[11-13]</sup>。在微观尺度上,创新活动与区域内的创新环境密切相关<sup>[14-15]</sup>。

综上所述,现有针对创新空间的研究成果已经较为丰富,但仍存在以下问题可供进一步讨论:①现有研究大多将单一类型创新主体表征创新空间研究其集聚分布特征,鲜有对创新空间进行类型划分去探究不同类型创新空间的异同点,难以全面描述城市创新空间的分布特征;②大部分研究将城市作为一个整体进行分析,因此,对城市内部各片区创新空间结构特征进行分析和总结的研究涉及较少。基于此,为了探究城市不同类型创新空间结构特征以及创新空间结构的影响因素,本文依据创新空间的主体类型将其划分为技术型、知识型和孵化型3类,以深圳市为研究区域,结合创新企业数据、POI数据和统计年鉴等数据类型,通过核密度估计、DBSCAN聚类算法以及MGWR回归模型等方法,分析3种类型创新空间在深圳市各片区的空间结构特征及影响因素。研究结果有助于丰富创新驱动发展背景下的城市创新空间分析与规划理论,为我国创新型城市规划建设提供实证依据。

## 1 数据及研究方法

### 1.1 区域概况

作为我国改革开放的“试验田”和“窗口”,深圳是粤港澳大湾区的重要核心城市和国家自主创新示范区,其科技创新能力突出<sup>[16]</sup>。2021年,深圳市的每万人发明专利拥有量相当于全国水平的5.7倍,国家高新技术企业超过2.1万家,在全国占有绝对领先地位。目前,深圳市以高新科技产业为产业基础,构建了以市场为导向、以企业为主体,并依托全国大专院校和科研院所的技术开发体系。但目前深圳发展仍面临一些问题:①区域发展不平衡和支撑可持续发展的创新水平相对不足仍较突出;②深圳的新兴产业领域关键核心技术不强,原始创新能力较薄弱<sup>[17]</sup>;③高层次领军人

物和高技能人才的数量无法有效满足建设国际科技和产业创新中心的需要。因此,探究深圳市的创新空间结构特征和影响因素对其创新型城市建设发展具有重要意义。

### 1.2 数据来源和预处理

本研究数据主要获取来源见表 1,在获取数据的基础上对数据进行预处理,主要可以分为以下步骤:①对各种类型创新要素在企查查([https://](https://www.qcc.com/)

[www.qcc.com/](https://www.qcc.com/))中进行查询,剔除无效数据和重复数据;②根据各类企业的位置利用高德 API 批量获取经纬度坐标信息;③将得到的坐标(GCJ-02 坐标系)转换为 WGS84 坐标,进而方便后续数据处理。通过以上步骤建立本研究的数据库,主要包含企业名称、成立年份、企业类型、国标行业和企业地址等,为后续分析测度创新空间结构奠定基础。

表 1 3 种类型创新空间数据主要获取来源

Table 1 Main sources of access to the three types of innovation space data

分类	创新要素	数据来源	数量/个	占比/%
技术型创新空间	高新技术企业	深圳市科技创新委员会 ( <a href="http://stic.sz.gov.cn/#zwgk">http://stic.sz.gov.cn/#zwgk</a> )	21 284	90.9
知识型创新空间	高等院校 工程研究中心 工程实验室 各级实验室	深圳市政府数据开放平台 ( <a href="https://opendata.sz.gov.cn/">https://opendata.sz.gov.cn/</a> )	1 328	5.7
孵化型创新空间	众创空间 科技企业孵化器 公共服务平台 企业技术中心	深圳市政府数据开放平台 ( <a href="https://opendata.sz.gov.cn/">https://opendata.sz.gov.cn/</a> )	795	3.4
总计			23 407	100.0

### 1.3 影响因素指标选取

参考现有研究成果<sup>[4-5,18-19]</sup>,确定城市社会经济发展水平、科技创新能力、内外交通通达性、基础设施完善水平,以及生态环境质量会显著影响创新企业的选址,进而影响创新空间分布格局。考虑到数据精度和可获取性,本文分别从城市经

济发展水平、科技创新能力、政策支持、咨询服务、公共服务、生活服务和生态服务 6 个维度选取 17 个影响因子构建影响因素指标体系(表 2)。通过普通最小二乘法回归分析发现,17 个自变量的方差膨胀因子(VIF)均小于 10,说明不存在多重共线性问题。

表 2 深圳市创新空间影响因素指标体系构建及数据来源

Table 2 The indicator system and data sources for the factors influencing innovation space in Shenzhen

类型	影响因素	变量描述	数据来源	VIF
经济发展水平	经济活力程度	格网内夜间灯光指数	2022 年中国夜间灯光数据	6.47
	人口集聚程度	格网内人口密度	2020 年中国人口密度公里格网栅格数据	2.02
科技创新能力	创新水平	格网内专利授权量	2022 年深圳市各行政区统计年鉴	3.13
	高校资源	格网中心点到达最近高校资源距离	2022 年深圳市 POI 数据	5.75
政策支持	产业园支持	格网内产业园区点数密度	2022 年深圳市 POI 数据	1.55
	科技活动支持程度	格网内科学技术支出额	2022 年深圳市各行政区统计年鉴	3.59
咨询服务	金融服务	格网内各种金融服务设施密度	2022 年深圳市 POI 数据	4.33
公共服务	交通可达性	格网内公交、地铁、公路、飞机设施密度	2022 年深圳市 POI 数据	5.11
	医疗服务	格网内综合医院、专科医院密度	2022 年深圳市 POI 数据	6.39
	教育服务	格网内幼儿园、小学、初中学校密度	2022 年深圳市 POI 数据	6.94
生活服务	餐饮服务	格网内餐饮设施密度	2022 年深圳市 POI 数据	3.56
	购物服务	格网内购物设施密度	2022 年深圳市 POI 数据	3.20
	体育服务	格网内运动设施密度	2022 年深圳市 POI 数据	8.87

(续表)

类型	影响因素	变量描述	数据来源	VIF
生态服务	文化服务	格网内博物馆、文化馆、图书馆设施密度	2022年深圳市POI数据	2.66
	绿化品质	格网内绿地面积	2020年深圳市用地数据	1.07
	公园可达性	格网中心到达最近公园距离	2022年深圳市POI数据	2.15
	亲水性	格网中心点距离最近水系距离	2020年深圳市用地数据	1.10

#### 1.4 模型拟合结果比较与选择

为了避免由于研究尺度均等化产生分析误差,本文首先对比最小二乘法(Ordinary Least Squares, OLS)、地理加权回归(Geographically Weighted Regression, GWR)和多尺度地理加权回归(Multiscale Geographically Weighted Regression, MGWR)的拟合效果,选择最适合深圳市创新空间集聚分布特征影响因素的地理加权回归模型。OLS、GWR和MGWR模型拟合参数比较见表3。

表3 OLS、GWR和MGWR模型拟合参数比较  
Table 3 Comparison of fitted parameters of OLS, GWR and MGWR models

参数	模型		
	OLS	GWR	MGWR
AIC <sub>c</sub> 值	7 157.390	1 460.460	1 538.400
R <sup>2</sup>	0.416	0.611	0.622
Adj R <sup>2</sup>	0.400	0.545	0.582
RSS	-	253.512	246.305
Bandwidth	-	216.000	[91, 651]

注:表中,AIC<sub>c</sub>为修正赤池信息准则;R<sup>2</sup>为拟合优度;Adj R<sup>2</sup>为调整后拟合优度;RSS为残差平方和;Bandwidth为带宽。

由表3可知,与OLS和GWR模型相比,MGWR模型的修正赤池信息准则值和残差平方和均低于OLS和GWR模型的值,同时,MGWR的拟合优度和调整后的拟合优度均高于OLS和GWR模型的值,这表明MGWR模型在解释深圳市创新空间集聚分布变化方面具有更好的性能,能够解释其中58.2%的变化。在带宽方面,GWR作为局部模型,自变量和因变量之间的空间异质性表现为均质化,因此,在跨尺度方面的描述和解释能力较为欠缺<sup>[20]</sup>,而MGWR带宽范围为[91, 651],能够解释创新空间集聚变化影响因素的空间异质性和作用尺度。综上所述,MGWR模型运行的结果显著更优并更接近真实的回归结果,因此,本文选择该模型探究深圳市创新空间集聚分布影响因素的空间异质性。

与此同时,根据研究范围的面积和所获取的数据数量,通过对比分析0.5、1和2 km 3种格网

尺度下MGWR模型的拟合程度,结果显示,2 km格网尺度大小的效果最佳,因此,选择2 km × 2 km的格网作为研究单元,共计652个。

#### 1.5 研究方法

##### 1.5.1 DBSCAN聚类分析(Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise, DBSCAN)

DBSCAN聚类分析是一种空间数据聚类方法,它能够具有高密度的区域划分为“簇”,这些区域位于一定范围内<sup>[21]</sup>。对创新主体集聚区进行识别是测度城市各类创新空间结构的基础,而该方法能够用于精准识别实际创新空间集聚区,能够在一定程度上解决核密度分析结果边界抽象化的问题<sup>[22]</sup>。DBSCAN聚类对象的密度主要涉及到两个参数:每个聚类的最小要素数 $MIN_{points}$ 和研究领域半径 $\omega$ 。当POI点数量大于等于 $MIN_{points}$ 时,则这个集合内的所有对象共同构成一个簇,不位于该簇空间范围内的点则是噪声点。

考虑到研究格网和实际生活圈、生产圈的范围,本文首先将半径 $c$ 参数设定为2 km;其次,统计深圳市各类创新主体在2 km范围内所包含的创新主体个数,然后将统计结果汇总成直方图(图1)。

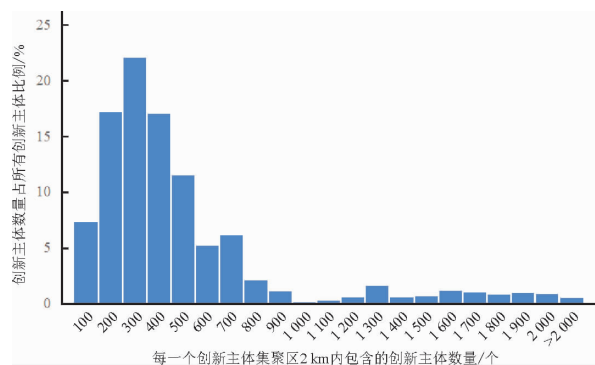


图1 深圳市各创新主体集聚区2 km范围所包含的主体数量分布直方图

Fig. 1 Histogram of the distribution of the number of subjects included in a 2 km radius of each innovation subject cluster in Shenzhen

如图1所示,创新主体个数在100~200和200~300之间存在明显的断裂。因此,为了确保

具有一定规模的深圳市创新主体能够尽可能被识别出是创新活动集聚区,本文对比分析聚类算法的最小样本量  $MIN_{points}$  为 200。

### 1.5.2 核密度估计(Kernel Density Estimation, KDE)

核密度估计是一种非参数估计方法,能够将 POI 点状数据进行可视化,并且分析其空间集聚分布特征和形成的集聚中心对周围要素产生影响的程度<sup>[23]</sup>。具体计算公式如下:

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

式中,  $n$  为与  $x_i$  点位置的距离小于或等于  $h$  的要素点数量;  $k$  为空间权重函数;  $h$  为距离衰减阈值(带宽)。核密度估计的重要参量主要是空间权重函数  $k$  和距离衰减阈值  $h$ <sup>[24-26]</sup>。

### 1.5.3 多尺度地理加权回归(MGWR)

多尺度地理加权回归考虑了各种空间因素的空间尺度差异。GWR 是基于空间变化关系而进

行建模的一种局部线性回归分析方法,能够很好地解释各种变量的局部空间关系与空间异质性,而 MGWR 是在 GWR 的基础上进行改进,克服了 GWR 中变量在各自的空间范围内无法平滑水平的问题,并且能够利用多宽带方式产生更为真实的回归结果<sup>[27-28]</sup>。计算公式如下:

$$y_i = \sum_{i=1}^k \theta_{\omega_{ei}}(a_j, b_j) x_{ij} + \sigma_i, \quad (2)$$

式中,  $\theta_{\omega_{ei}}$  代表了第  $i$  个变量回归系数的带宽。

## 2 深圳市创新空间结构特征

通过对 3 类创新主体进行核密度估计和 DBSCAN 聚类分析发现,3 种类型创新空间均表现为明显的“中心—外围”圈层结构(图 2),总体分布呈现由内向外的圈层扩散形态,其中,技术型创新空间还具有等级性的集聚特征。

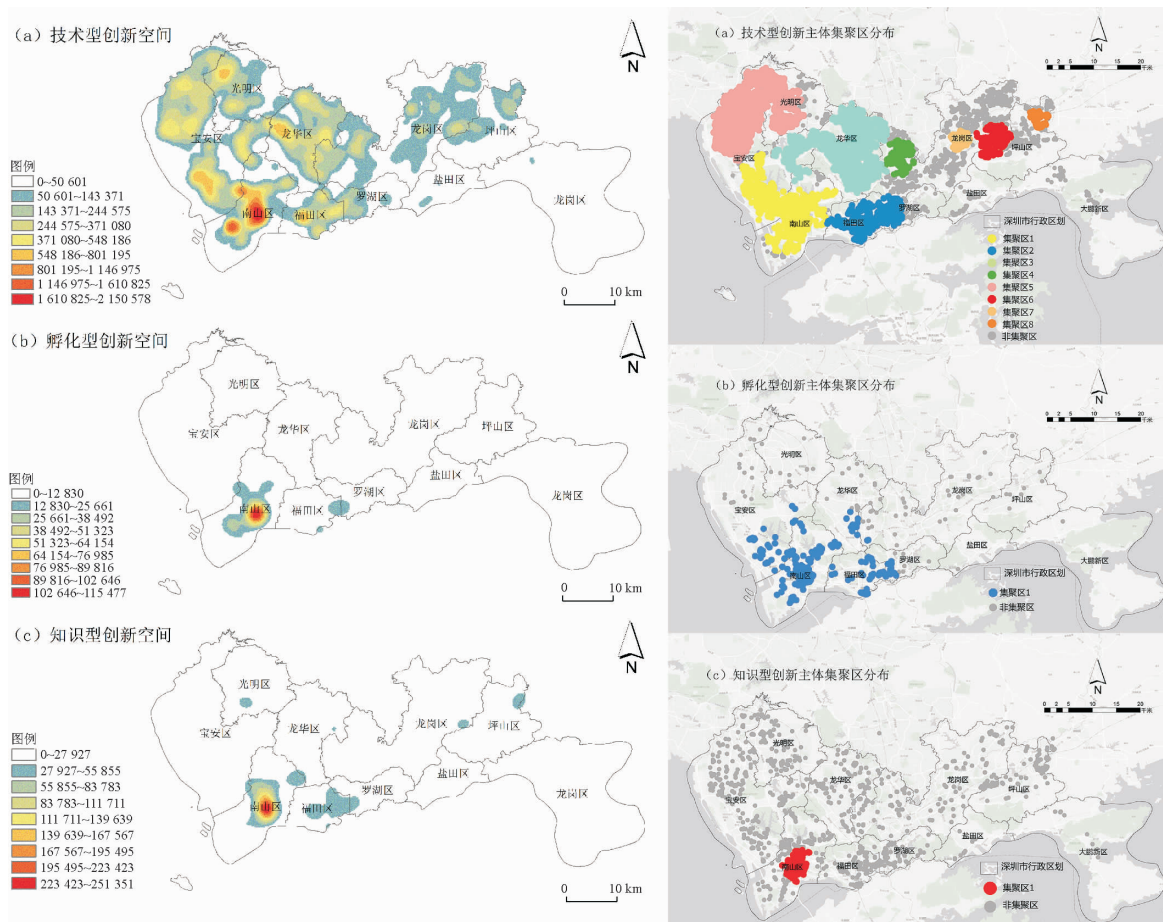


图 2 核密度估计和 DBSCAN 空间聚类识别结果

Fig. 2 Kernel density estimation and DBSCAN spatial clustering identification results

注:该图基于自然资源部地图技术审查中心标准地图(审图号为 GS(2019)4343 号)绘制,底图无修改。

如图2所示,技术型创新空间呈现组团的圈层结构和八大簇群在南山区、福田区、宝安区、光明区、龙华区、龙岗区和坪山区等地均有分布,但是各区域的创新企业分布强度差异性较大。以《深圳市国土空间总体规划(2020—2035年)》<sup>[29]</sup>对创新空间的类型划分为参考依据,可以发现:①南山区和宝安区南部所在的集聚区1,其产业发展定位为以高新技术产业和现代服务业为主导产业,这里依托高新技术企业类型创新主体致力于瞄准世界科技发展前沿,充分释放原始创新、科技创新和服务创新的合力,以推动产业结构升级,加强创新驱动,提升科技含量及附加价值;②集聚区2片区至集聚区8片区依托广深科技走廊优势,其去中心化、分散化的趋势更为明显,呈现出边缘集聚、多点发散的特点,各区域根据自身资源禀赋状况确定其重点发展产业和产业发展定位,形成优势互补化、功能专业化的创新空间格局,如以深港合作区为主的集聚区2发展定位是以深圳和香港的优势互补为基础,打造国际一流的创新创业生态系统,促进科技成果共享和经济合作发展;③以龙华高新区和光明科学城为主的集聚区3重点发展电子信息、先进制造业等高新技术产业,加强科技创新和人才引进,推动科技转化、助力经济结构优化和产业升级;④以坂雪岗科技城为主的集聚区4属于“广深科技创新走廊”十大核心创新平台之一,全力打造坂雪岗世界级电子信息产业集群承载区;⑤以会展海洋城为主的集聚区5优先发展各种现代海洋产业,例如海洋新兴产业、海洋高端服务业等,打造国际化海洋交流门户、世界级海洋电子信息产业基地等,鼓励地区发展科技服务业和专业服务业;⑥集聚区6和集聚区7构成了宝龙高新区,现已形成五大创新型产业发展格局,包

括新一代电子信息、新能源、生物医药、高端装备制造以及新材料,该片区采取主导产业升级和创新要素集聚的“双轮”驱动发展模式;⑦以坪山高新区为主的集聚区8重点发展智能网联汽车、生物医药、新一代信息技术三大产业,构建全过程创新生态链,确保从科技创新到企业发展、产业壮大、经济发展的通道畅通无阻。

南山区作为高端科技创新资源不断汇聚的主要区域,承载着知识型创新空间的主要发展。深圳高等教育以其一大批高水平院校的集聚和跨越式发展为代表,成为深圳战略性新兴产业集群和未来产业发展的有力支柱。南山区同样拥有深圳最多的创客空间与孵化器,是孵化型创新空间的主要集聚地。该片区的发展依托高新技术企业、科研机构、重点实验室及各种孵化器等大量不同类型创新主体,定位为“产—学—研—孵”一体化的科技产业创新、科学研究和总部经济集聚区。这些创新主体包括中兴通讯股份有限公司、腾讯科技(深圳)有限公司、深圳TCL新技术有限公司等深圳市高新技术100强企业,以及国家超级计算深圳中心(深圳云计算中心)、中国科学院深圳先进技术研究院、清华大学深圳国际研究生院等高校、科研机构和众创空间等。

### 3 创新空间集聚分布的影响因素

#### 3.1 影响因素强度分析

创新空间在城市中的分布具有明显的空间异质性特征,这种特征是在各种因素作用下的结果。本文对深圳市创新空间集聚分布影响因素进行MGWR回归分析发现,不同类型创新空间受到的影响因素存在差异性(表4)。

表4 MGWR模型分析结果  
Table 4 MGWR model analysis results

影响因素		总体创新空间			技术型创新空间		
类型	变量	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	系数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	系数
	常数	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
经济发展水平	经济活力	-1.450	0.147	-0.112	-1.444	0.149	-0.110
	人口集聚	0.786	0.432	0.034	1.083	0.279	0.046
科技创新水平	创新水平	1.917	0.055	0.103	1.672	0.094	0.089
	高校资源	-1.780	0.075	-0.129	-1.694	0.090	-0.122
政策支持	产业园支持	10.300	0.000***	0.389	11.369	0.000***	0.424
	科技活动支持程度	0.831	0.406	0.048	1.104	0.270	0.063

(续表)

影响因素		总体创新空间			技术型创新空间		
类型	变量 常数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	系数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	系数
		0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
咨询服务	金融服务	5.419	0.000***	0.342	4.925	0.000***	0.307
公共服务	对外交通	2.036	0.042*	0.140	1.900	0.057	0.129
	医疗服务	-4.999	0.000***	-0.383	-4.635	0.000***	-0.351
	教育服务	1.121	0.262	0.090	1.037	0.300	0.082
生活服务	餐饮服务	-1.296	0.195	-0.074	-1.331	0.183	-0.075
	购物服务	-1.434	0.152	-0.078	-1.317	0.188	-0.071
	体育服务	3.210	0.001***	0.290	3.139	0.002**	0.280
	文化服务	-2.031	0.042*	-0.100	-1.936	0.053	-0.095
生态服务	绿化品质	-0.064	0.949	-0.002	-0.069	0.945	-0.002
	公园可达性	-1.521	0.128	-0.068	-1.477	0.140	-0.065
	亲水性	-1.540	0.124	-0.049	-1.494	0.135	-0.047
MGWR 回归结果	观测值个数		372			364	
	RSS		246.305			244.199	
	Log-likelihood		-607.796			-604.995	
	AICc		1 356.025			1 370.350	
	$R^2$		0.622			0.625	
	Adj $R^2$		0.582			0.580	
影响因素		知识型创新空间			孵化型创新空间		
类型	变量 常数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	系数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	系数
		0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
经济发展水平	经济活力	-1.045	0.296	-0.090	-1.127	0.260	-0.100
	人口集聚	-0.942	0.346	-0.046	-1.012	0.312	-0.050
科技创新水平	创新水平	2.901	0.004**	0.175	2.115	0.034*	0.131
	高校资源	-1.936	0.053	-0.158	-1.298	0.194	-0.109
政策支持	产业园支持	2.856	0.004**	0.121	-0.021	0.983	-0.001
	科技活动支持程度	-1.222	0.222	-0.079	0.002	0.998	0.000
咨询服务	金融服务	6.474	0.000***	0.458	6.362	0.000***	0.464
公共服务	对外交通	2.142	0.032*	0.165	2.198	0.028*	0.174
	医疗服务	-5.316	0.000***	-0.457	-5.767	0.000***	-0.510
	教育服务	1.172	0.241	0.105	1.362	0.173	0.126
生活服务	餐饮服务	-1.508	0.131	-0.097	0.754	0.451	0.050
	购物服务	-1.424	0.154	-0.087	-2.043	0.041*	-0.128
	体育服务	2.686	0.007**	0.272	2.650	0.008**	0.277
	文化服务	-1.652	0.098	-0.092	-2.530	0.011*	-0.144
生态服务	绿化品质	0.420	0.675	0.015	-0.891	0.373	-0.032
	公园可达性	-1.441	0.150	-0.072	-1.069	0.285	-0.055
	亲水性	-1.431	0.152	-0.051	-1.168	0.243	-0.043
MGWR 回归结果	观测值个数		264			127	
	RSS		228.599			208.854	
	Log-likelihood		-583.475			-554.027	
	AICc		1 390.527			1 287.486	
	$R^2$		0.649			0.680	
	Adj $R^2$		0.590			0.636	

注:表中,\*、\*\*、\*\*\* 分别表示 0.5、0.01、0.001 统计意义上的显著水平;Log-likelihood 为对数可能性。

对总体创新空间而言,科技创新水平、政策支持、咨询服务、某些公共服务(对外交通、医疗服务),以及生活服务(文化服务、体育服务)等因素会显著影响创新空间的集聚分布格局。发挥正向促进作用的是创新水平、产业园支持、金融服务、对外交通和体育服务,而发挥负向抑制作用的是医疗服务和文化服务。对 3 种类型创新空间而言,技术型创新空间集聚分布影响因素与总体创新空间大致相同,而知识型创新空间和孵化型创新空间还会受到该地区创新水平的显著影响。

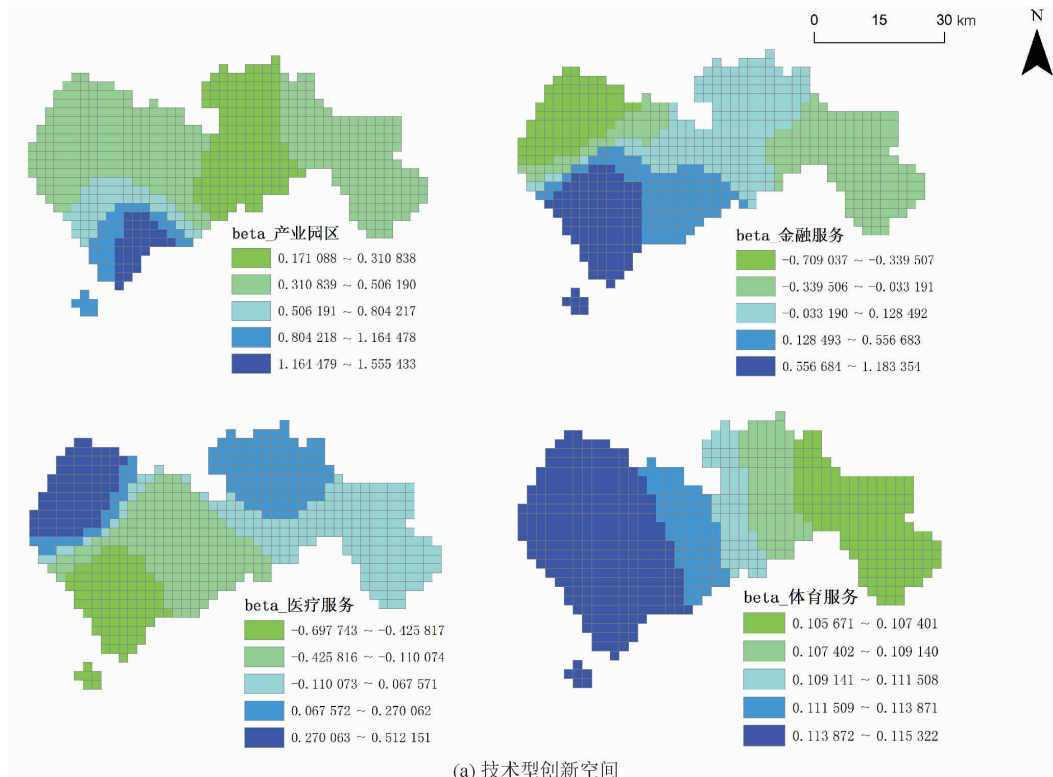
在城市经济发展水平方面,经济活力和人口集聚对创新企业的空间格局产生的影响并不显著。这与通常的预想不相同,说明创新主体并不会在社会经济发达地区集聚,而是会向现阶段经济能力较弱却有创新发展潜力的地区集聚。这些地区政府在科学技术方面的投入力度大,尤其是园区政策能够为技术型企业发展提供一定的支持,而创新能力较为突出的地区更容易受到知识型创新主体和孵化型创新主体的青睐;银行、投资理财等金融咨询服务也较为完善,创新主体在发展过程中能够享受金融保险机构所提供的成本核算、风险投资等服务;同时,该地区高效快速的交通系统是影响创新主体选址的最重要因素,能够方便企业之间以及与高校、科研单位、孵化器、公

共服务平台等主体进行合作联系,激发城市创新活力。

在服务设施方面,某些公共服务设施和生活服务设施对创新空间的影响不大,甚至有些产生负向作用,这说明创新企业并没有将完善的基础设施和良好的生态环境作为首要考虑因素。产生这种状况的原因是由于现阶段创新活动更多地以有组织的创新活动为主,如企业、高等院校、孵化机构等组织团体,而对于城市创新能力提升来说独立个体所发挥的作用有限,因此,个人的创新需求能力相较而言较为薄弱。

### 3.2 影响因素空间异质性特征分析

为了进一步分析深圳市各片区不同类型创新空间影响因素空间异质性特征(图 3),本文将深圳市划分为综合型创新核心区、专业化创新发展区和潜力型创新成长区。综合型创新核心区以南山区为主,这里集聚了大量技术型、知识型和孵化型创新主体。专业化创新发展区以技术型创新主体占主导地位,在图 2 中表示为除南山区以外的七大簇群。其他区域为潜力型创新成长区,这些区域内尽管各类创新主体在空间上较为分散,专业化特征不是特别明显,但是集聚了部分空间资源,在未来发展过程中具有较大潜力,属于潜力型创新成长区。



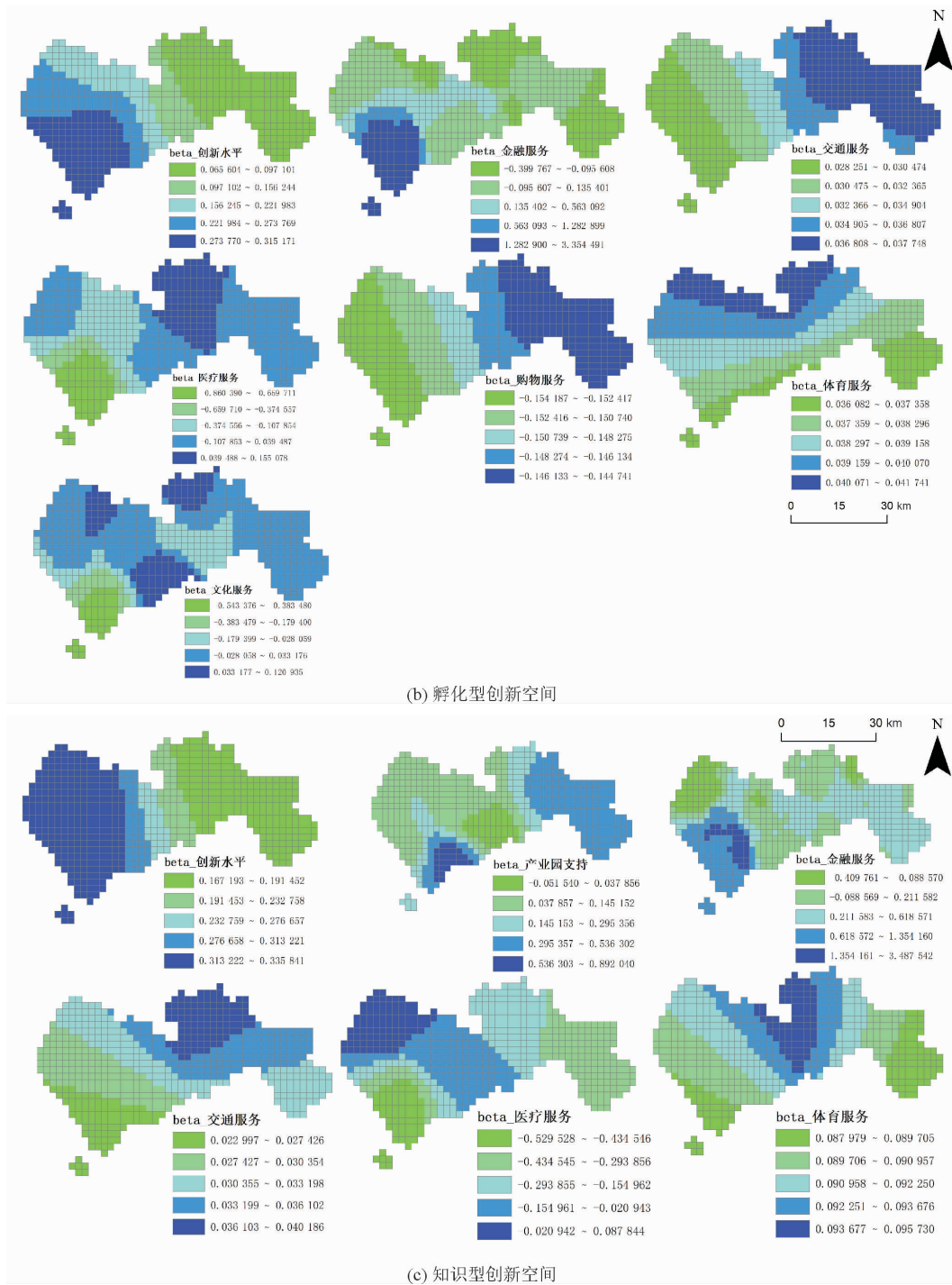


图 3 MGWR 模型系数空间异质性特征

Fig. 3 Characteristics of spatial heterogeneity of MGWR model coefficients

以南山区为主的综合型创新核心区积聚了大量技术型创新主体、知识型创新主体和孵化型创新主体,这些创新主体的分布主要受到创新发展水平、金融服务、交通服务等因素的影响。该区域的主要行业类型为制造业、信息传输、软件和信息技术服务业,其中包括中兴通讯、迈瑞医疗、大族

激光等行业领军企业,哈尔滨工业大学(深圳校区)、南方科技大学等高等院校,中科院深圳先进技术研究院、深圳清华大学研究院等科研机构,腾讯众创空间(深圳)、微光谷众创空间、创富港众创空间等孵化机构。在地理邻近性的作用下,各类创新主体依托便利的交通系统产生各种创新联

系,促进了创新活动的产生和发展,进一步提高了该地区的创新水平,反过来创新水平又会促进创新主体集聚,形成创新良性循环发展。

由会展海洋城、光明科学城、龙华高新区、坂雪岗科技城、深港创新合作区、宝龙高新区、坪山高新区所构成的专业化创新发展区以技术型企业为主要创新主体,该区域的交通发达程度会显著影响创新企业的选址和分布,说明创新主体主要倾向于在通达性较好以及路网密度高的区位进行选址和布局,这些地区远离地价成本高的中心城区。另外,某些生活服务设施也会显著影响创新空间结构,配备品质高的生活服务有利于企业吸引高技术人才。

除综合型创新核心区和专业化创新发展区以外的潜力型创新成长区的各类创新主体较为分散,在这类区域配备更加完善的创新服务和打造优质的创新环境,能够为未来创新主体尤其是知识型创新主体的发展奠定良好的基础条件,进而促进创新活动的发展和产业的转型升级。

## 4 结论与政策启示

### 4.1 结论

本文以深圳市为研究案例区,分别对三大类型创新空间(技术型、知识型和孵化型)和总体创新空间集聚分布特征和影响因素进行分析,得出以下主要结论:

(1)从创新空间结构特征来看,深圳市技术型创新空间具有组团分布和圈层结构相结合的特点;知识型创新空间和孵化型创新空间呈圈层结构,以综合型创新核心区为主要集聚区。说明各片区创新空间由于创新主体在数量上有差异性而具有不同的空间结构,现阶段深圳市创新空间还

有进一步优化和发展的空间。

(2)从创新空间结构影响因素强度来看,深圳市各区域创新空间集聚分布的主导因素存在差异性。总体而言,地区创新水平、产业园支持、金融咨询服务、交通发达程度以及某些生活服务和公共服务都会显著正向促进创新空间集聚,而综合型创新核心区、专业型创新发展区和潜力型创新成长区因受到的影响因素有所不同,各自具有侧重点。

### 4.2 讨论

现阶段深圳市创新空间在布局方面仍存在一些不合理问题,因此,需要对深圳市未来创新空间进行布局和规划:①加强各地区科学技术基础设施建设。以技术型企业为中心,根据高新技术产业发展的需要提高院校类研发能力水平,如信息科学为主的工程技术开发中心,从而为高新技术企业开展应用研究提供知识源。②提高交通体系的服务水平。对易产生交通堵塞问题的地区进行城市更新,完善交通基础设施建设并体现人性化优势,引导各种人流、物流、信息流向生产空间集聚,同时还可以考虑在不影响生活空间和生态空间的前提下垂直发展交通空间,充分合理利用立体空间。③优化三生空间的建设和布局。注重产城融合和以人文本的规划思想,完善各类空间的基础设施和服务设施,针对不同区域的资源禀赋优势整合各类要素打造生活圈,提高居民生活幸福感和归属感。合理的规划能够为各类创新主体的发展提供良好的社会、经济和生态环境,从而提升城市整体创新能力。这有助于深圳市全面提升原始创新力、科技创新力和服务创新力,与世界科技发展前沿对标,从而形成辐射粤港澳大湾区的创新策源地和具有全球影响力的开放式创新中心。

### 参考文献:

- [1] 樊杰,刘汉初.“十三五”时期科技创新驱动对我国区域发展格局变化的影响与适应[J].经济地理,2016,36(1):1-9.
- [2] 李迎成.基于创新活动分布视角的城市创新空间结构测度与演变特征[J].城市规划学刊,2022(1):74-80.
- [3] 任俊宇.创新城区的机制、模式与空间组织研究[D].北京:清华大学,2018.
- [4] 管曼玲,孙世界.城市创新空间的集聚特征及影响因素研究——以南京主城为例[J].城市规划,2023,47(12):21-31.
- [5] 王兴平,朱凯.都市圈创新空间:类型、格局与演化研究——以南京都市圈为例[J].城市发展研究,2015,22(7):8-15.

- [6] 宋云,唐波,林琳,等. 广州市创新空间格局特征及影响因素[J]. 测绘科学技术学报, 2021, 38(1): 83-90.
- [7] 唐永伟,唐将伟,熊建华. 城市创新空间发展的时空演进特征与内生逻辑——基于武汉市 2827 家高新技术企业数据的分析[J]. 经济地理, 2021, 41(1): 58-65.
- [8] 马双,曾刚. 上海市创新集聚的空间结构、影响因素和溢出效应[J]. 城市发展研究, 2020, 27(1): 19-25.
- [9] 龚嘉佳. 杭州市城市创新空间分布与演化机制研究[D]. 杭州:浙江大学,2020.
- [10] 孙瑜康,李国平,袁薇薇,等. 创新活动空间集聚及其影响机制研究评述与展望[J]. 人文地理, 2017, 32(5): 17-24.
- [11] 宋旭光,赵雨涵. 中国区域创新空间关联及其影响因素研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2018, 35(7): 22-40.
- [12] Wang C C, Lin G C S. Geography of knowledge sourcing, heterogeneity of knowledge carriers and innovation of clustering firms: Evidence from China's software enterprises[J]. Habitat International, 2018, 71: 60-69.
- [13] Trippel M, Tödting F, Lengauer L. Knowledge sourcing beyond buzz and pipelines: Evidence from the vienna software sector [J]. Economic Geography, 2009, 85(4): 443-462.
- [14] Feldman M P, Florida R. The geographic sources of innovation: Technological infrastructure and product innovation in the United States[J]. Annals of the Association of American Geographers, 1994, 84(2): 210-229.
- [15] Dobkins L H. Regional advantage: Culture and competition in silicon valley and route 128[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 1997, 32(1): 161-163.
- [16] 段杰,张智立,龙瑚. 创新型城市发展模式分析及创新能力评价——以深圳为例[J]. 开发研究, 2016(1): 58-63.
- [17] 中国老科协创新发展研究中心. 深圳建设国际科技产业创新中心有关问题的建议[J]. 今日科苑, 2018(2): 62-68.
- [18] Bugliarello G. Urban knowledge parks, knowledge cities and urban sustainability[J]. International Journal of Technology Management, 2004, 28(3/4/5/6): 388-394.
- [19] 刘婧,甄峰,张姗姗,等. 新一代信息技术企业空间分布特征及影响因素——以南京市中心城区为例[J]. 经济地理, 2022, 42(2): 114-123,211.
- [20] 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.
- [21] 张铁映,李宏伟,许栋浩,等. 采用密度聚类算法的兴趣点数据可视化方法[J]. 测绘科学, 2016, 41(5): 157-162.
- [22] 褚晨晨. 济南城市创新空间分布特征及影响因素研究[D]. 济南:山东建筑大学,2022.
- [23] 韦胜,王磊,曹珺涵. 长三角地区创新空间分布特征与影响因素——以“双创”机构为例[J]. 经济地理, 2020, 40(8): 36-42.
- [24] Silverman B W. Density estimation for statistics and data analysis[M]. New York: Routledge,2018.
- [25] 禹文豪,艾廷华,杨敏,等. 利用核密度与空间自相关进行城市设施兴趣点分布热点探测[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2016, 41(2): 221-227.
- [26] 韩春萌,刘慧平,张洋华,等. 基于核密度函数的多尺度北京市休闲农业空间分布分析[J]. 农业工程学报, 2019, 35(6): 271-278,323.
- [27] 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.
- [28] Yu H, Fotheringham A S, Li Z, et al. Inference in multiscale geographically weighted regression[J]. Geographical Analysis, 2020, 52(1): 87-106.
- [29] 深圳市规划和自然资源局. 深圳市国土空间总体规划(2020—2035)[EB/OL]. (2021-06-01)[2024-01-01]. <https://pnr.sz.gov.cn/attachment/0/794/794784/8858879.pdf>.

【责任编辑:孙向荣】