

# 珠三角地区高新技术企业分布的时空演变特征研究\*

沈 婷 陈丹阳 张嘉颖 王 烨 梁景宇

Spatial-temporal Characteristics of High-tech Companies in the Pearl River Delta Region

SHEN Ping, CHEN Danyang, ZHANG Jiaying, WANG Ye, LIANG Jingyu

**提 要** 研究聚焦珠三角地区,划分1 km×1 km空间网格为研究单元,探析具有空间精确性和时间动态性的高新技术企业分布的演变格局,并根据高新技术企业分布的演变特征将研究单元划分为持续高集聚型、快速集聚型、爆发集聚型、爆发回落型、缓慢集聚型和持续低集聚型6类,分析各类高新技术企业分布演变单元的空间和行业特征,进一步探讨高新技术企业时空演变的内生逻辑。得出以下结论:区域格局方面,高新技术企业分布呈现点—轴式演化特征,从点式集聚到扩散成轴带式分布;具体空间方面,以核心城市的高校集聚区、城市中心区和先发高新区为早期集聚地,后期增加通过早期集聚地扩散或工业园区转型升级形成的集聚地;行业演变方面,高新技术企业持续高集聚或快速增强集聚的空间,通常行业集中度高,服务业专门化程度高;后期爆发集聚的空间,通常行业集中度一般,新兴制造业专门化程度高,依据高新技术企业分布演变单元特征提出相应的规划建议,为珠三角地区推动创新发展提供参考。

**关键词** 时空演变;高新技术企业;珠三角;创新发展

中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.16361/j.upf.202303012

文章编号 1000-3363(2023)03-0100-10

## 作者简介

沈 婷,广州市城市规划勘测设计研究院,广东省城市感知与监测预警企业重点实验室,工程师, pingshen12@fox-mail.com

陈丹阳,广州市城市规划勘测设计研究院工程师

张嘉颖,广州市城市规划勘测设计研究院助理工程师

王 烨,广州市城市规划勘测设计研究院工程师

梁景宇,广州市城市规划勘测设计研究院工程师

**Abstract:** In order to better understand spatial evolution of the high-tech sector, the research divides the research area in the Pearl River Delta into multiple research units using 1 km×1 km spatial grid. Based on the characteristics of spatial change, all the research units are categories into six evolution types: sustained high agglomeration, fast agglomeration, explosive agglomeration, declining agglomeration following explosive growth, slow agglomeration, and sustained low agglomeration. The research then analyzes the spatial and industrial characteristics of the research units and discusses the endogenous model of spatial-temporal evolution of the high-tech sector. The following conclusions are drawn: In terms of regional development, the high-tech sector starts from point aggregations and then diffuses spatially into axis-belt patterns; In terms of localized spaces, early innovation spaces tend to emerge in university cluster areas, urban centers, and pioneering high-tech zones located in the core cities. In the later stage, the high-tech sector diffuses from the early gathering places or concentrates in the transformed and upgraded industrial parks; In terms of industrial evolution, high-tech companies tend to grow continuously and agglomerates more intensively with a high concentration rate. For those in the service sector, the level of specialization is high. However, for the explosive type of agglomerations, the industry concentration rate is average while the degree of specialization in the emerging manufacturing sector is high. Based on the understanding of the spatial-temporal features of the innovation sector, the paper puts forward several planning recommendations as a reference to innovation development in the Pearl River Delta Region.

**Keywords:** spatial-temporal evolution; high-tech companies; the Pearl River Delta Region; innovation development

随着全球科技革命加速演进,创新成为区域社会发展的重要动力<sup>[1-2]</sup>。集聚创新要素和活动对促进区域产业升级,走向高质量发展至关重要<sup>[3]</sup>。企业是最广泛、最贴近市场的创新主体<sup>[4-5]</sup>,常常是促进城市群创新的核心要素<sup>[6-7]</sup>。知识和技术密集的高新技术企业是区域创新活动的典型载体<sup>[8-10]</sup>,具有创新性高、空间维度精确、时间维度动态的特征。首先,依据2016年最新修订的《高新技术企业认定管理办法》,高新技术企业为在国家重点支持的高新技术领域内持续进行研究开发与技术成果转化,形成核

\* 广东省城市感知与监测预警企业重点实验室基金项目(2020B121202019);广州市城市规划勘测设计研究院科技基金项目“珠三角高新技术企业分布的时空演变研究”(RDI2220202038)

心自主知识产权的企业。由于管理文件为高新技术企业认定设置了知识产权、科技人员比例、研发费用等方面的明确条件，高新技术企业也被认为具有高创新性和成长性<sup>[10]</sup>，根据我国2022年知识产权相关工作情况，以高新技术企业为主体的创新型企拥有有效发明专利占国内企业拥有总量的65.1%<sup>①</sup>。另外，高新技术企业具有明确的空间位置，其集聚状态在一定程度上可反映创新空间的发展状态<sup>[11]</sup>，同时高新技术企业由科技部门每年分批认定且有效期为3年，形成持续变化的特征，可反映地区创新空间的动态演变。

高新技术企业在创新发展中的重要性显现，引起了学界的关注。多数学者围绕高新技术企业空间分布特征展开研究，提出高新技术企业分布受到科研资源、设施配套、创新园区等外部要素影响<sup>[12-14]</sup>，同时也因企业本身所属的行业而形成特定的空间分布趋向<sup>[11-15]</sup>；部分学者展开区域层面研究，例如，对比多个城市群高新技术企业的全要素生产率差异<sup>[16]</sup>，或以城市为单元研究长三角地区高新技术企业增长时空格局<sup>[9]</sup>，或追溯高新技术企业成立时间来反映区域创新空间演进特征<sup>[17]</sup>。可以看出：当前高新技术企业相关的研究较丰富，但较多研究以行政区为基本单元开展，从中宏观层面切入研究，空间精确性较低；部分研究关注到高新技术企业动态变化的特征，但追溯高新技术企业成立时间的做法较难以准确反映创新发展状态，实际上高新技术企业的创新能力并非与生俱来，而是企业在成立后经历一段时间发育得来。因此，笔者认为兼顾空间精确性和时间动态性，关注实际认定的高新技术企业的空间位置，对高新技术企业时空动态演变特征做出精准的刻画，有助于更好地发现高新技术企业分布演变的内在逻辑。

珠江三角洲地区是我国创新资源要素集聚程度最高的区域之一<sup>[18]</sup>，也是高新技术企业最为密集的地区之一。本研究聚焦珠三角地区高新技术企业，通过划分精细化的网格单元，一方面揭示不同时序下珠三角地区高新技术企业分布演变的总体格局，另一方面结合空间单元高新技术企业集聚的变化状态，将空

间单元划分为多类高新技术企业分布演变单元，探索不同类别单元的空间分布和行业特征，深入认识区域高新技术企业分布的时空演变逻辑，并针对各类演变单元提出建议，以期为珠三角和其他区域推动创新发展提供参考借鉴。

## 1 研究样本与思路

### 1.1 研究样本

回溯高新技术企业发展历程，其发展壮大离不开国家政策的持续支持。我国早在1988年即开始探索支持具有高技术、新技术的企业发展的政策，在1991年正式确立了高新技术企业的概念，明确开发区内高新技术企业的认定标准，到1996年再明确开发区外高新技术企业的认定标准，形成高新技术开发区内和外的差异化政策；到2008年，科技部出台《高新技术企业认定管理办法》，首次在全国范围内统一明确高新技术企业的认定条件、评分标准、后续监管要求，尽管在2016年适度放宽了认定标准，全国统一标准的原则和认定的逻辑还是基本不变的。

鉴于2008年是高新技术企业形成统一标准的重要节点，因此本研究以珠三角地区2008年至2021年实际认定的高新技术企业作为研究样本。从国家高新技术企业认定管理工作网获取2008年到至2021年公布新增认定的广东省高新技术企业名单（包含广东省除深圳市以外的名单）以及深圳市高新技术企业名单，从中筛选珠三角地区9个城市共127 300条企业信息，依据名单在企查查平台批

量获取企业的地址信息、注册信息、成立时间、行业类型等信息，形成珠三角地区高新技术企业数据库。

### 1.2 研究思路

首先，对研究样本进行时间维度和空间维度的信息整理：一是依据高新技术企业认定时间和3年有效期，匹配每年实际存在的高新技术企业；二是通过地址信息解析确定企业的经纬度坐标，确定企业空间位置。

之后，开展高新技术企业分布演变总体格局分析。为精细化研究高新技术企业空间分布，在GIS中将珠三角范围划分为1 km×1 km的网格作为研究单元。由于高新技术企业认定有效期为3年，被认定的企业在3年后需要被审核是否继续符合标准，其间也不断有新企业通过认定入库，也就是高新技术企业库以3年为更新周期，经过3年就必然更换为新认定的企业以及重新认定的企业。因此，以3年为间隔，以2009年、2012年、2015年、2018年和2021年为研究的典型年份。另外，在2009年至2021年间，珠三角高新技术企业数量快速增长，2009年珠三角地区高新技术企业仅0.3万家，到2021年上升至5.8万家，在12年间数量上增长了18倍（图1）。由于在研究时间范围内高新技术企业数量变化极大，若研究其绝对数量难以反映空间创新相对水平的变化，因此针对各个典型年份，采用10分位数的方式显化研究单元中高新技术企业相对集聚度。

为探索网格单元的高新技术企业集聚演化特征和趋势，采用聚类分析方法

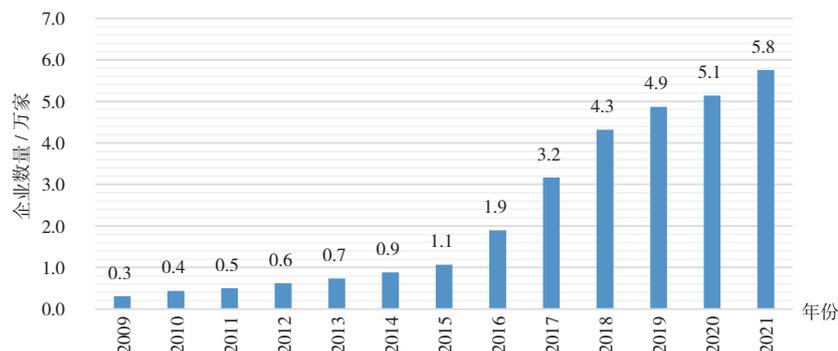


图1 珠三角高新技术企业数量变化图

Fig.1 Changes in the number of high-tech companies in the Pearl River Delta

对网格单元进行分类。面向每个年份，基于10分位数分级法对网格单元进行相对集聚度赋值，即分位数从小到大设为D1, D2, …, D9, 高新技术企业数量小于或等于最小分位数D1的网格赋值为1, 大于D1且小于等于D2的网格单元赋值为2, 其余以此类推, 赋值越大反映高新技术企业集聚水平相对更高, 如果网格单元不存在高新技术企业则赋值为0。选取在5个典型年份中出现过高新技术企业的网格单元为分类对象, 运用SPSS开展k-means<sup>②</sup>聚类, 将网格单元在各典型年份的赋值作为聚类变量, 最终将网格单元划分为6种高新技术企业分布演变单元。

进一步, 探索各类网格单元的特征。在空间方面, 探索各类高新技术企业分布演变单元空间分布特征, 并与2021年高德地图的高等院校、产业园区POI数据的分布以及在主板、新三板、新四板上市的创新龙头企业的分布进行对比。在行业方面, 一是借用市场集中度的概念计算行业集中度, 二是借用区位熵的概念计算各类高新技术企业分布演变单元行业区位熵。

其中, 行业集中度具体计算公式如下:

$$C_{jN} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{ij}}{\sum_{j=1}^X P_{ij}} \quad (1)$$

式中,  $C_{jN}$  为j类型高新技术企业分布演变单元数量前N行业的集中度,  $P_{ij}$  为j类型网格单元前i行业高新技术企业数量,  $\sum_{j=1}^X P_{ij}$  为前N行业高新技术企业数量之和,  $\sum_{j=1}^X P_{ij}$  为j类型网格单元所有行业高新技术企业数量。

其中, 行业区位熵具体计算公式如下:

$$LQ_{ij} = \frac{Q_{ij}}{Q_j} / \frac{Q_i}{Q} \quad (2)$$

式中,  $LQ_{ij}$  为j类型高新技术企业分布演变单元的i行业区位熵,  $Q_{ij}$  为j类型网格单元i行业高新技术企业数量,  $Q_j$  为j类型网格单元所有行业高新技术企业总量,  $Q_i$  为所有类型网格单元i行业高新技术企业数量,  $Q$  为所有类型网格单元所有行业高新技术企业总量。

最后, 探讨高新技术企业分布演变

单元的内生逻辑并形成规划建议, 见图2。

## 2 珠三角地区高新技术企业分布演变总体格局

珠三角地区高新技术企业分布演变总体格局符合经典的点-轴系统理论, 具有由点及轴、由轴带面的空间规律, 形成结构化、网络化的区域空间格局。

### 2.1 点式扩散阶段: 广深形成点式核心

2009年, 珠三角地区高新技术企业高度集聚于广州和深圳, 两市内出现点式核心, 其余地区优势不显著(图3)。广州高新技术企业一是在越秀区和天河区内环市东路一天河路形成集聚, 西起作为广州首个中央商务区的环市东商圈, 中连天河商圈, 东至石牌一五山高校区; 二是在天河区和黄埔区交界地区集聚, 与自2001年始建的科学城起步区较重合。该起步区隶属广州高新区, 反映强政策和规划引导的产业功能区创新发展见成效。深圳高新技术企业集聚最显著地区为深圳高新区深圳湾园区, 其前身为1985年始建的深圳科技工业园。其

次, 在福田区内沿深南大道也有高新技术企业连片集聚, 城市中心区创新集聚效应呈现。

到2012年, 广州、深圳两市核心扩大, 深圳北部地区创新优势显现, 珠三角其他地区也出现了一些高新技术企业集聚地(图4)。广州环市东路一天河路创新核心进一步沿中山大道向东拓展, 向南延伸至因2010年广州亚运会机遇而快速发展的珠江新城, 广州科学城起步区核心也扩大, 同时广州经济技术开发区东区也逐渐崛起。深圳高新区深圳湾园区核心扩大, 南到蛇口, 北至深圳大学城; 福田中心区核心东连至华强北, 北拓至深圳大学城。同时, 深圳北部出现多个高新技术企业集聚新核, 其中不少片区与深圳高新区园区重合, 例如福永北一沙井南、石岩、碧岭、宝龙和坪山等园区。此外, 珠海唐家湾片区也成为高新技术企业集聚高地, 该片区既是珠海高新区主园区, 也是高校集聚区。珠三角其余地区出现的高新技术企业集聚地主要在两类地方, 一是城市中心区, 二是高新区, 如东莞松山湖高新区、中山火炬区及顺德高新区。

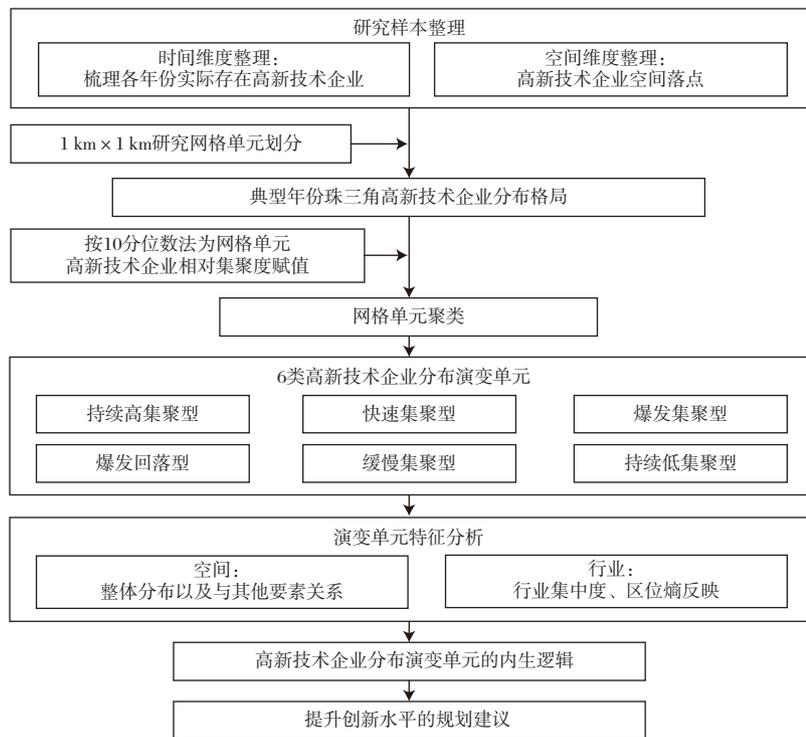


图2 技术路线图  
Fig.2 Technology roadmap

## 2.2 轴式扩散阶段：珠江口东西岸形成轴带

2015年相比2012年，珠三角高新技术企业分布格局初现轴带式分布趋势(图5)。一是城市层面，高新技术企业集聚核心进一步扩大，逐步呈现轴带式连绵状态，例如广州科学城核心和广州开发区东区核心扩大至连成一体，形成神州路—开泰大道—开创大道的广州东部创新带，深圳高新区—蛇口—前海片区进一步向前海拓展，并往北连到宝安区中心区和福永北—沙井南片区，观澜片区、坂雪岗科技城和大浪片区沿沈海高速连绵并向南延伸至深圳北站。二是珠三角区域层面，高新技术企业分布的连片地区增多，珠江口两岸出现带状分布

的态势。

2015年至2018年间，在国家和广东省<sup>③</sup>均出台政策支持背景下，珠三角高新技术企业快速增长，衔接广深的东岸轴带基本成型，衔接广佛中珠的西岸轴带则在南部中山与珠海段相对不明显(图6)。具体到城市层面，广州创新集群呈现明显东进和南拓状态，环市东路—天河路—中山大道高新技术企业集聚带向东延伸至鱼珠，向南拓展至海珠北部，科学城神州路—开泰大道—开创大道高新技术企业集聚带延伸到新塘西部，广州南部钟村—南村片区、市桥—亚运城片区、庆盛片区、蕉门河片区崛起，同时北部白云新城、秀全—新华等片区也形成一定优势；深圳西部高新技术企业

高度集聚地区连绵成带状，东部也沿龙岗大道形成集聚带。东莞、佛山是受广深创新辐射的主要城市<sup>[19-20]</sup>，在早期集聚地区、临广或临深地区衍生出高新技术企业连片集聚的核心。

2021年，珠三角高新技术企业分布格局基本延续了2018年的格局，在东西岸轴带的基础上进一步扩散(图7)。深圳全域城镇空间显示出高新技术企业的高集聚状态，西北部地区尤为显著。广州高新技术企业向外围地区扩散，向北在白云北部、花都、从化，向南在番禺、南沙进一步出现连片空间。佛山和东莞的高新技术企业集聚空间呈现从核心向外围扩散的状态，尤其是在佛山市内沿禅城—南海中心区往外快速扩散。珠三

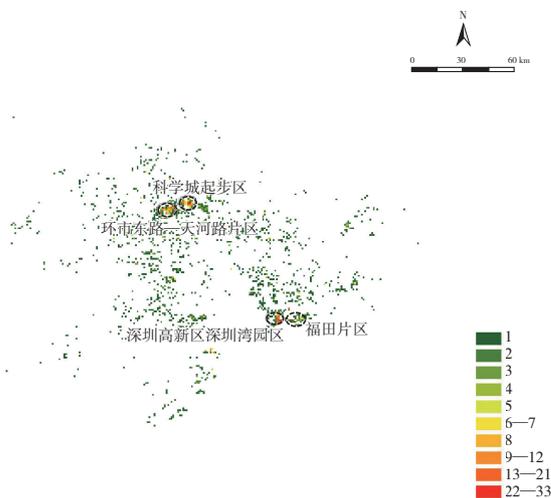


图3 2009年存在的高新技术企业网格密度 (个/km<sup>2</sup>)  
Fig.3 Grid density per square kilometer of existing high-tech companies in 2009

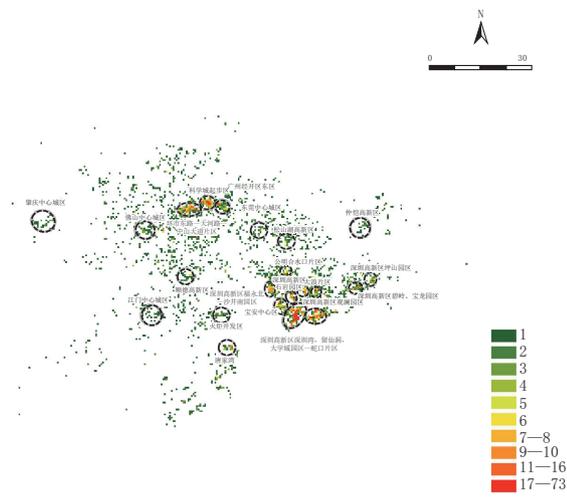


图4 2012年存在的高新技术企业网格密度 (个/km<sup>2</sup>)  
Fig.4 Grid density per square kilometer of existing high-tech companies in 2012

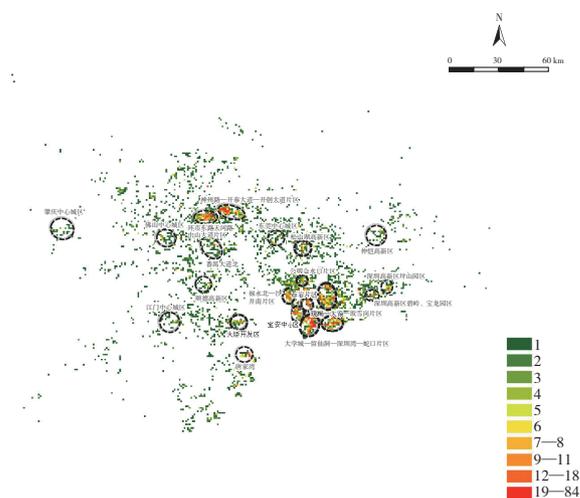


图5 2015年存在的高新技术企业网格密度 (个/km<sup>2</sup>)  
Fig.5 Grid density per square kilometer of existing high-tech companies in 2015

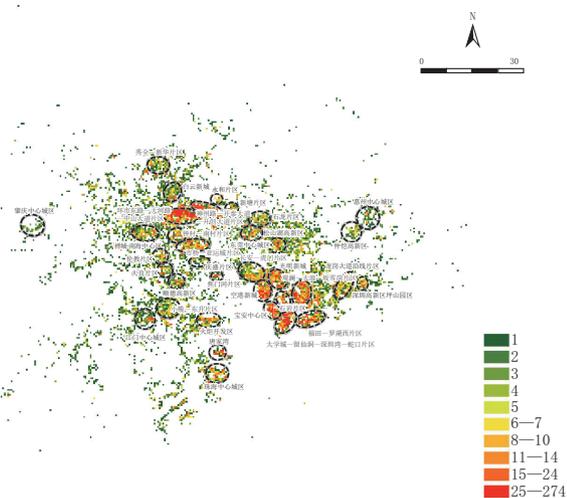


图6 2018年存在的高新技术企业网格密度 (个/km<sup>2</sup>)  
Fig.6 Grid density per square kilometer of existing high-tech companies in 2018

角更外围地区出现初步发育的高新技术企业集聚区，例如珠海金湾中心区、金湾空港城、肇庆高新区等。最终，珠三角形成珠江口东西两岸轴带串联广深两大核与周边多小核的高新技术企业分布格局。

### 3 高新技术企业分布演变单元特征分析

基于网格单元高新技术企业的相对集聚度进行聚类得到持续高集聚型、快速集聚型、爆发集聚型、爆发回落型、缓慢集聚型、持续低集聚型等6种高新技术企业分布演变单元。持续高集聚型网格单元从2009年或从2012年开始持续保持相对高的高新技术企业集聚水平；快速集聚型网格单元高新技术企业数量持续快速增长，至2021年达到相对较高的水平；爆发集聚型网格单元主要在2018年出现高新技术企业的爆发性增长，并在之后保持相对高水平；爆发回落型网格单元在2018年出现了高新技术企业的爆发性增长，但在2021年出现一定程度的回落；缓慢集聚型网格单元缓慢提升高新技术企业集聚度，到2021年达到相对中等的水平；持续低集聚型网格单元在研究时间内持续表现出相对较低的

高新技术企业集聚状态。见图8。

#### 3.1 高新技术企业分布演变单元空间特征

各类高新技术企业分布演变单元的数量和空间分布均具有明显差异（表1，图9），持续高集聚型单元数量最少且分布最为集中，其次为快速集聚型单元。爆发集聚型和爆发回落型单元数量较多，呈现整体分散、局部连片式分布；缓慢集聚型单元则在数量上最多，分布上更分散；持续低集聚型则数量最多，分布

也最分散。

持续高集聚型网格单元主要在深圳和广州两个核心城市分布，反映广深两市是珠三角长久的创新“发动机”。同时，持续高集聚型单元在珠海、东莞和佛山等市有少量散点分布。具体来说，持续高集聚型网格单元呈现较明显的集群式布局，通过分析网格集群与其他空间要素关系，发现其分布区位特征主要有3种，一是位于先发型的高新区，二是位于高校集聚区周边，三是位于较成熟的城市中心区，部分集群兼有两种特

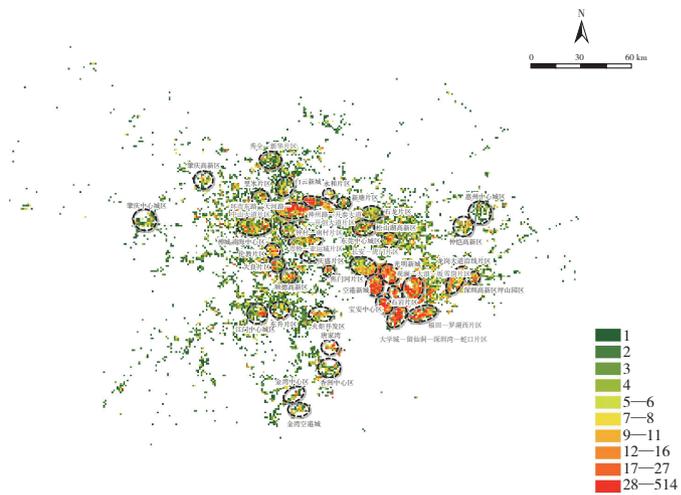


图7 2021年存在的高新技术企业网格密度 (个/km<sup>2</sup>)

Fig.7 Grid density per square kilometer of existing high-tech companies in 2021

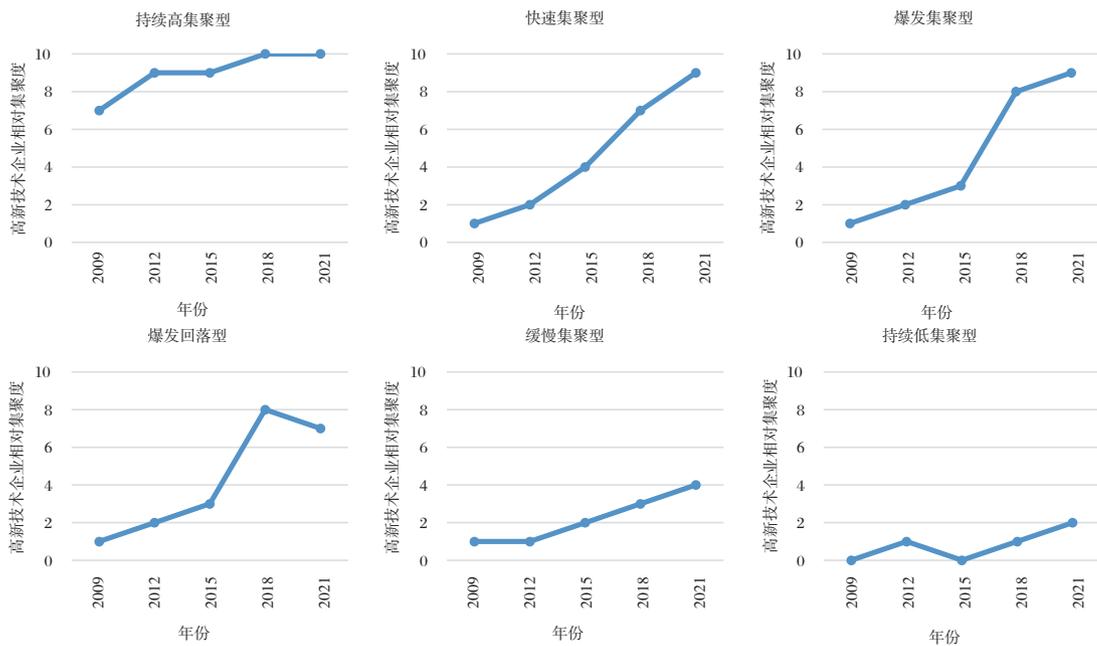


图8 各类型典型演变单元高新技术企业相对集聚度变化图

Fig.8 Changes in the relative degree of agglomeration of high-tech companies in various types of typical evolution units

征的叠加。见图10。

快速集聚型单元同样在深圳、广州两市分布较多，但在东莞、佛山、中山与珠海等市也有一定数量的分布。具体来看，快速集聚型单元较多围绕持续高集聚型单元周边分布，反映出持续高集聚型单元的辐射能力。其余连片的快速集聚型单元主要出现在高新区，如出现在顺德高新区、江门高新区等。进一步将快速集聚型与持续高集聚型单元与珠三角上市龙头创新企业密度叠加，发现快速集聚型与持续高集聚型单元连片地区与龙头创新企业高密度地区高度契合(图11)，反映这些地区不仅创新企业数量突出，同时也具备一定的创新引领力。

爆发集聚型网格单元在广州、东莞、深圳分布较多，反映广州、东莞和深圳较多地区在2018年前后爆发式集聚高新技术企业并形成延续的创新优势。爆发集聚型网格单元既有在持续高集聚型及快速集聚型单元周边扩散分布，也有在城市较外围地区分布，例如在广州市南部的番禺区，东莞市西南部邻近深圳的长安、虎门等地，深圳市东北部的龙岗区。

爆发回落型网格单元同样在广州、东莞分布较多，在佛山、中山也有广泛分布，但在深圳分布数量相对少，反映出广州、东莞、佛山和中山部分地区在2018年前后高新技术企业爆发式增长后未能延续创新优势，而深圳能较好地稳

固创新“阵地”。具体来看，爆发回落型单元通常邻近爆发集聚型单元，但分布状态更为零散。将爆发集聚型网格单元和爆发回落型单元与产业园区核密度叠加后可发现，爆发集聚型和爆发回落型单元的分布与排除先发高新区之外的城市产业园区高密度地区较吻合，反映这两类单元均有结合产业园区分布的特征。见图12。

缓慢集聚型单元在佛山、东莞、广州数量众多，在深圳、惠州、江门也有一定数量分布。具体来看，缓慢集聚型单元总体分布零散，在广州、深圳通常出现在城市相对外围地区，在其余城市则在中心区和相对外围地区均有分布。广州、深圳中心区主要分布高新技术企

业高水平集聚的单元，中心区的创新水平远超外围地区，而其余城市则在中心区及相对外围地区均有创新缓慢成长的空间，中心区和外围地区创新水平差距相对小。

持续低集聚型单元在广州、佛山、东莞、江门、惠州、中山等地分布较多，而在深圳、肇庆和珠海分布较少，深圳是由于高新技术企业高水平集聚的单元占据了大部分空间，肇庆、珠海则是由于出现高新技术企业的空间相对不多，肇庆高新技术企业集聚程度整体较低，珠海则早期具备一定优势但后期发展相对缓慢。具体来看，持续低集聚型单元通常在其他几类网格单元的外围分布，有一定沿重要交通干道带状分布的状态。

表1 各类高新技术企业分布演变单元分城市数量统计表 / 个

Tab.1 Statistical distribution of various high-tech companies in the evolution units for different cities

城市	持续高集聚型	快速集聚型	爆发集聚型	爆发回落型	缓慢集聚型	持续低集聚型
广州	52	114	304	288	222	949
深圳	137	266	254	79	164	230
东莞	5	61	273	281	327	579
佛山	4	44	178	130	364	825
珠海	7	21	55	63	42	223
中山	1	23	88	159	89	408
惠州	0	8	48	49	129	478
江门	0	12	46	56	127	501
肇庆	0	2	19	20	61	283
总计	206	551	1265	1125	1525	4476

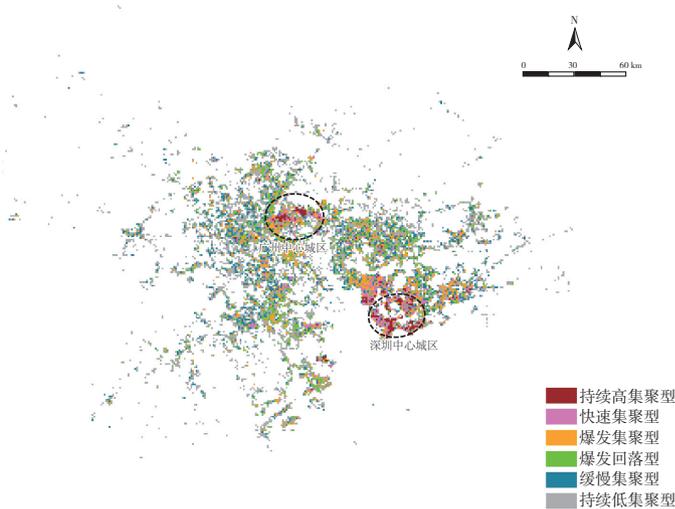


图9 珠三角各类高新技术企业分布演变单元空间分布图  
Fig.9 Spatial distribution of various high-tech companies in the evolution units in the Pearl River Delta

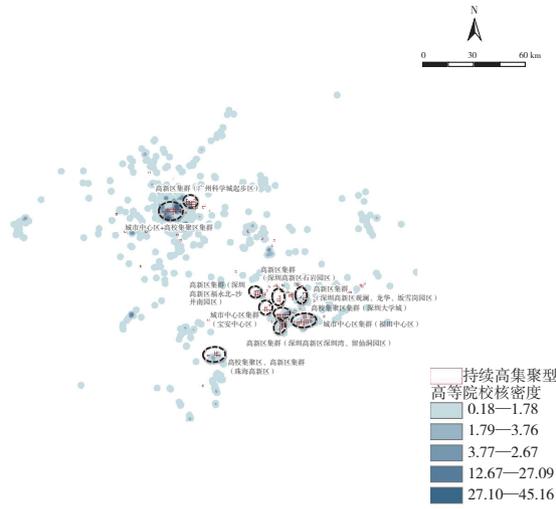


图10 持续高集聚型演变单元分布特征示意图  
Fig.10 Distribution characteristics of evolution units of sustained high agglomeration

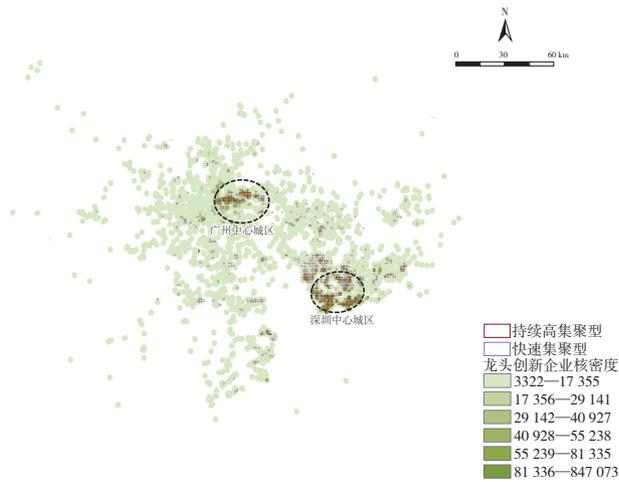


图11 持续高集聚型、快速集聚型演变单元分布与龙头创新企业核密度叠加图

Fig.11 Overlay map of evolution units of sustained high agglomeration and fast aggregation and the core density of leading innovation companies

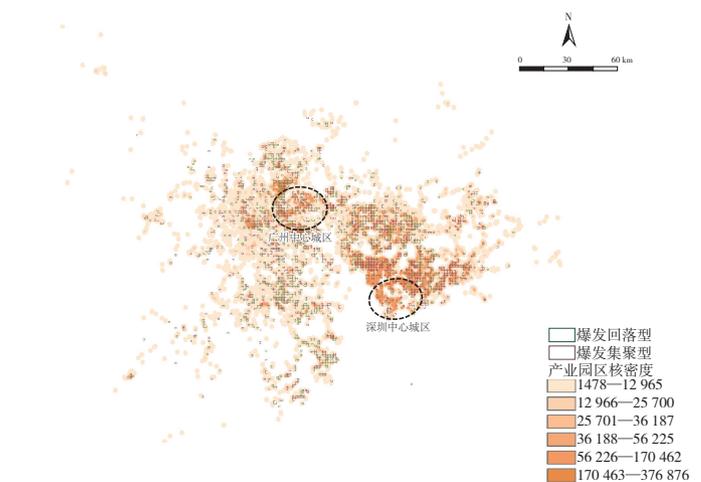


图12 爆发回落型、爆发集聚型演变单元分布与产业园区核密度叠加图

Fig.12 Overlay map of evolution units of declining agglomeration after explosive growth and of explosive aggregation and the industrial park kernel density

### 3.2 高新技术企业分布演变单元行业特征

为反映各类网格单元高新技术企业的行业特征，统计各类型高新技术企业分布演变单元按国民经济行业中类划分的行业构成（图13）。珠三角高新技术企业主要为计算机、通信和其他电子设备制造业、软件和信息技术服务业等行业，数量最多的前20行业集中度达到90%。在持续高集聚型、快速集聚型、爆发集聚型、缓慢集聚型、爆发回落型、持续低集聚型中前20行业集中度分别为94.5%、92.8%、90.4%、89.1%、88.0%、83.4%，可以看出有高新技术企业集聚优势的单元通常有更高的行业集中度。

计算企业总量前20的行业高新技术企业分单元类型的区位熵，显化各种高新技术企业分布演变单元的行业专门化程度（图14）。持续高集聚型单元在软件和信息技术服务业、科技推广和应用服务业、商务服务业、专业技术服务业、研究和试验发展等区位熵较高，反映该类单元相对其他单元在信息、科技、商务服务方面专门化程度更高。快速集聚型相对于持续高集聚型，在软件和信息技术服务业、互联网及相关服务等服务业的区位熵略下降，在批发业、零售业区位熵具备优势，在医药制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业上区位熵略提高，反映该类单元中贸易服务业和高技术制造业专门化程度相对提高。

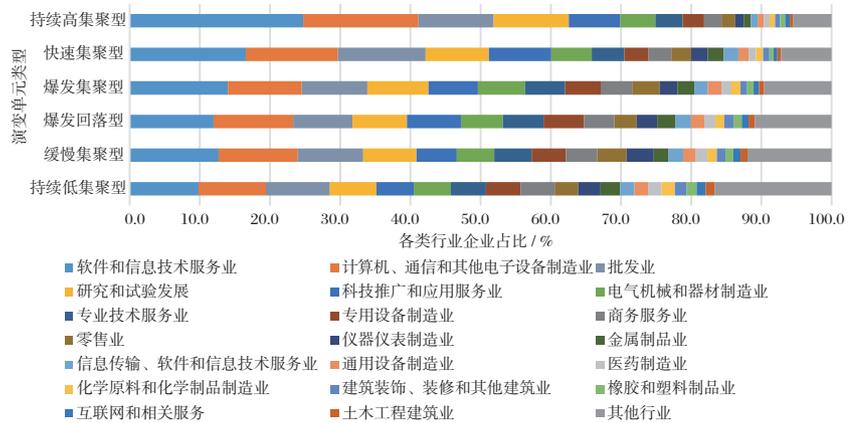


图13 各类演变单元2009年至2021年间高新技术企业数量前20行业比例统计图

Fig.13 Proportions of the top 20 industries by the number of high-tech companies from 2009 to 2021 in various evolution units

爆发集聚型和爆发回落型则在汽车制造业、通用设备制造业、橡胶和塑料制品业、金属制品业、专用设备制造业等行业显示出较高的区位熵，反映制造业在后期爆发的高新技术企业集聚空间中主导作用增强。其中，爆发回落型相对爆发集聚型，在汽车制造业、金属制品业等相对传统行业区位熵明显更高，在服务业方面区位熵较低，反映传统制造业偏高和服务业偏低的产业结构不利于保持创新优势。对于缓慢集聚型，其在金属制品业、造纸和纸制品业等传统行业的区位熵进一步增大，而服务业区位熵进一步减少，持续低集聚型更为甚之，反映这两类空间中传统制造业专业化程

度加强。

## 4 高新技术企业分布演变单元的内生逻辑探讨及建议

### 4.1 高新技术企业分布演变单元的内生逻辑探讨

聚焦于各类型单元空间分布和行业专门化程度特征并进行对比，发现从持续高集聚型、快速集聚型、爆发集聚型、爆发回落型、缓慢集聚型到持续低集聚型单元空间分布从高度集中到分散，行业专门化程度从相对侧重技术与商务服务到贸易服务，再到侧重知识技术密集型制造业，最后到传统制造业（表2）。

进一步归纳可得，六类高新技术企业分布演变单元在空间上组成轴带式为主导的格局（图15），在行业上沿“微笑曲线”形成专门化程度的分异（图16）。针对每类高新技术企业分布演变单元，可进一步探讨其空间和行业特征的内生逻辑。

持续高集聚型单元在高校集聚区、城市中心区、先发高新区形成集群，反映创新源的3种类型是以高校为核心的知识生产中心、以城市中心为核心的知识交流中心及以科技园区为核心的知识转化中心<sup>[21]</sup>，3种类型的创新源造就了早期与三类空间重合或邻近分布的创新核心。高校通过开展基础科研活动、培养与集聚创新人才等，形成创新溢出的势能<sup>[22]</sup>，进一步通过校企合作、创业孵化等方式为创新知识商业化与产业化营造条件，推动高新技术产业发展<sup>[23-24]</sup>。高新区是政府引导高新产业发展的重要空间<sup>[25]</sup>，政府通过密集投放物质空间与产业政策资源营造创新环境<sup>[26-30]</sup>，例如通过提供公共产品优化产业发展环境，提供政策补贴激励研发投入和创新产出等。先发高新区长期积累资源，形成了创新发展的优势，其功能构成经过迭代逐步成熟，通常也发展出较好的技术服务体系，在一定程度上集聚生产性服务业<sup>[31]</sup>。而城市中心区服务完善、人才集聚、交通便利，具备多元创新应用环境，吸引较多服务业创新企业聚集<sup>[32-33]</sup>，各类创新活动也往往优先在此集聚<sup>[34]</sup>。总体上看，高校集聚区、城市中心区、先发高新区等3类空间既有稳固的创新要素支持，也基于先发创新优势不断自我强化，从而形成持续稳定的创新优势。

快速集聚型单元较多分布在持续高集聚型单元周边，反映产业技术创新具有显著的地理依存特征，创新企业分布具有空间溢出效应，而空间距离在很大程度上决定了空间溢出效应的程度<sup>[4]</sup>。地理邻近便于创新主体进行模仿、交流、合作和竞争，使得创新的成本和条件降低，从而提升整体的创新水平。除了空间溢出效应，自身创新资源的积累和发展也可推动高新技术企业集聚，例如东莞、佛山、中山等城市内高新区的创新环境逐步成熟，尽管不靠近早期的创新核心，但也形成了后发优势。快速集聚

表2 各类演变单元空间分布与行业专门化程度归纳表

Tab.2 Summary of spatial characteristics and industry characteristics of various evolution units

单元分类	空间分布特征	行业专门化程度特征
持续高集聚型	主要在广州、深圳高校集聚区、城市中心区、先发高新区形成集群	研发试验及信息、科技、商务服务专门化程度比其他类型高
快速集聚型	持续高集聚型地区周边以及东莞、佛山、中山等市高新区	贸易服务专门化程度比其他类型高，知识技术密集型制造业专门化程度比持续高集聚型单元高
爆发集聚型	持续高集聚型、快速集聚型地区周边以及产业园区集聚地	制造业专门化程度整体比持续高集聚型、快速集聚型高
爆发回落型	持续高集聚型、快速集聚型地区周边以及产业园区集聚地，相对爆发集聚型更偏向城市外围分布	制造业专门化程度整体比持续高集聚型、快速集聚型高，传统制造业专门化程度比爆发集聚型高
缓慢集聚型	分布较零散，较多在城市外围地区	传统制造业专门化程度比爆发集聚型、爆发回落型高
持续低集聚型	以上几类空间外围分布，部分沿交通干道呈带状分布	传统制造业专门化程度比其他类型高

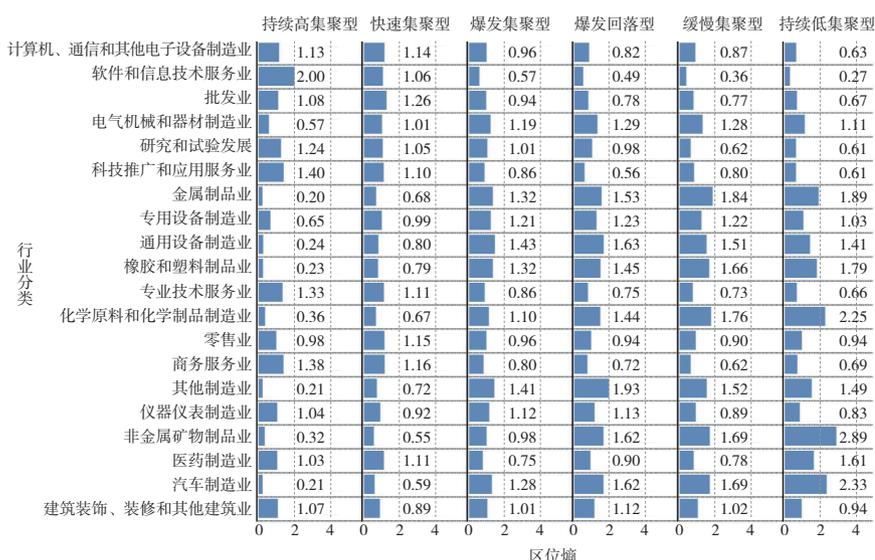


图14 2009年至2021年间高新技术企业数量前20行业在各类演变单元区位熵图

Fig.14 The location entropy of the top 20 industries in terms of number of high-tech companies from 2009 to 2021 in various evolution units

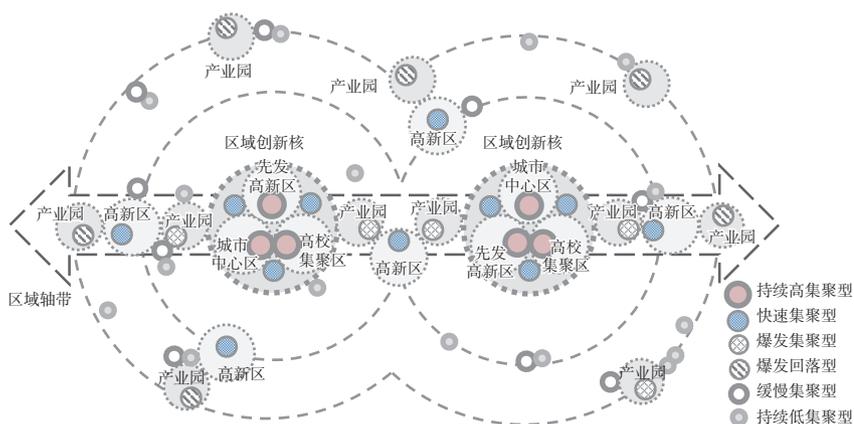


图15 各类演变单元的空间分布模式示意图

Fig.15 Schematic diagram of the spatial pattern of various evolution units

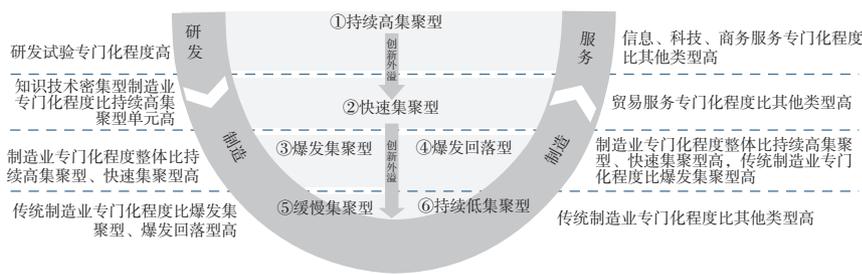


图16 各类演变单元沿“微笑曲线”形成专门化程度分异示意图

Fig.16 Schematic diagram of the differentiated degree of specialization formed by various evolution units along the "smile curve"

型单元具备稳定提升的创新优势，联合持续高集聚型单元形成新的创新核心，通过空间溢出效应促进高新技术企业的持续扩散。

爆发集聚型和爆发回落型网格单元较多在持续高集聚型和快速集聚型周边布局，借力于创新溢出效应，以搭便车的方式推动技术创新快速发展<sup>[35]</sup>。同时，爆发集聚型和爆发回落型网格单元也在产业园区密度较高的地区分布，且制造业专门化程度较高。学者们提出技术创新既有形成技术新范式的创新，也有基于已有生产技术的改善式创新<sup>[36]</sup>。产业发展到一定阶段后，从事组装、加工等环节的园区逐渐积累技术知识浓度，创新与产业升级协同互动之下形成已有生产技术的改善式创新。改善式创新通常是微小的、简单的技术提升或流程优化<sup>[37]</sup>，因此创新周期更短，更容易在短时间内集中出现。爆发回落型单元相对爆发集聚型更偏向城市外围分布，产业结构相对侧重传统制造业，在空间和行业不占优势的情况下，爆发回落型单元难以长期维持高新技术企业的集聚优势。

缓慢集聚型单元分布分散，持续低集聚型单元分布更为分散且显示出一定线性分布的特点。在创新发展到一定程度后，一方面原有高水平创新空间持续发生溢出效应，另一方面具有价格成本优势的城市外围或边缘地区逐步集聚一定创新企业<sup>[31]</sup>。为保障科研、人才和物流等要素快速流动，在较外围分布的高新技术企业常偏好邻近跨区域交通干道分布<sup>[8]</sup>，因此，部分持续低集聚型单元呈现线性分布的状态。

#### 4.2 针对各类高新技术企业分布演变单

#### 元的建议

面向各类高新技术企业分布演变单元，在掌握高新技术企业的集聚历程、现状水平和内生逻辑的基础上，可有针对性地为提升空间创新水平提出规划建议。

对于持续高集聚型单元，需进一步加强其引领地位。一方面充分利用其区位优势带来的外部驱动力，畅通外部创新资源的产业化途径，例如对靠近高校集聚区的空间优化校企联合创新的机制，完善知识转化空间；另一方面发挥其创新要素集聚优势形成“滚雪球”式的自我强化效应，实现精益求精，例如强化企业生产和运营服务，留住龙头企业以及促进其继续做强，完善创新空间的生活配套功能以加强高端创新人才集聚等。快速集聚型单元具备稳定增长的高新技术企业集聚优势，也可用推动创新优势自我强化的思路提升创新水平。同时，快速集聚型和持续高集聚型基本组成了城市或区域创新发展的核心，需加强其创新辐射作用，既要充分发挥龙头企业集聚产业链能力，植入相关产业链的配套设施以及创客办公、中小企业孵化空间等，也要加强与周边空间的交通连接，增强创新要素的溢出效应。

对于爆发集聚型与爆发回落型单元，该两类空间较多结合产业园区分布，相对侧重于生产制造方面的创新且行业类型更为多元。一方面需在空间功能上增加混合度，在用地管理上增加灵活性，为制造和研发功能的复合发展预留弹性；另一方面需推动工业园区环境品质升级，推动园区配套设施完善。对于爆发集聚型空间，需要侧重稳固新兴知识技术密集型制造业发展优势，着重配套匹配行业需求的专门化生产服务设施；对于爆

发回落型空间，需要侧重推动传统制造业升级和改善生产技术，植入创新孵化、知识产权以及技术培训等服务型空间，重新激发创新潜力。

对于缓慢集聚型与持续低集聚型单元，两类空间的创新发展基础相对一般，仍需有较强的驱动力来刺激创新发展。同时，两类空间通常数量多而分布广，适宜有选择性地发力，保障创新资源配置的精准和高效。因此，可结合与创新核心的邻近性、交通条件、建设条件等因素进一步判定该两类单元的创新发展潜力，选择部分潜力高的空间投放物质和政策等要素。

## 5 总结与讨论

本研究聚焦高新技术企业，研究高新技术企业在探索高新技术企业演变的总体格局，并融合时间和空间维度，基于空间单元高新技术企业分布变化特征划分高新技术企业分布演变单元，探索各类空间单元在空间和行业分布特征，进一步探析内生逻辑。研究发现在空间分布上，珠三角高新技术企业呈现点一轴式扩散的演变特征，持续高度集聚高新技术企业的创新核“点式”分布于城市中心区、高校集聚区、先发高新区，由集聚的服务、科研、人才或政策等外部因素引领带动，又基于先发创新优势形成自我强化，成为持续引领区域创新的增长极；之后，创新溢出效应持续发生，部分后发高新区创新环境逐步成熟，加上大量工业园区转型升级，吸引高新技术企业集聚，高新技术企业分布形成了“轴式”状态。在行业方面，高新技术企业持续高集聚或快速集聚的空间，由于空间集中度高且相对偏向分布于城市中心，行业集中度高，服务业的专门化程度高；后期高新技术企业集聚爆发力强的空间，则行业集中度一般，制造业专门化程度高。

本研究深入分析珠三角高新技术企业时空演变特征，动态、细致地反映出珠三角创新空间的发展状态，研究结论可为珠三角或其他区域创新发展提供参考，研究方法也可期待为其他区域研究提供启示。但本研究主要以高新技术企业数量反映创新发展状态，由于数据获

取的限制,尚难以对高新技术企业产业规模、创新产出状况等方面开展更微观的分析,未来可获取更详细的数据以提升研究精细度,同时可进一步加入专利、“专精特新”企业等多样化数据,以综合反映区域创新发展的状态。

注释

- ① 来源:人民日报报道[https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/17/content\\_5737412.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/17/content_5737412.htm)
- ②  $K$ -means 聚类,即  $K$ 均值聚类算法( $k$ -means clustering algorithm),是一种迭代求解的聚类分析算法,其步骤是随机选择一个初始类簇中心,将每个样本分配到最近的类簇中心所属的集合之中,形成了均值聚类的初始分布,按照这种初始分布计算得到各个类簇的新中心,然后再次就近分配所有样本,可得到新的聚类分布,这样经过若干次迭代, $K$ 个类簇的均值就会趋于不变,这种方法得到的聚类分布对应着总聚类平方偏差和的最小值。
- ③ 国家层面,2015年发布《国务院关于大力推进大众创业万众创新若干政策措施的意见》,重点支持中小型创新发展,在此背景下,科技部2016年修订《高新技术企业认定管理办法》,适当放宽高新技术企业认定标准;广东省层面,2015年出台《高新技术企业培育实施方案(2015—2017年)》《高新技术企业培育资金管理办法(试行)》(粤财工〔2015〕242号),2016年更新出台《广东省高新技术企业培育工作实施细则》,设立省高新技术企业培育库。

参考文献

[1] 陆天赞,吴志强,黄亮.网络关系与空间组织:长三角与美国东北部城市群创新合作关系的比较分析[J].城市规划学刊,2016(2):35-44.

[2] 毕鹏翔,唐子来,李紫玥.创新一体化进程中的长三角城市网络演化:基于技术转移的视角[J].城市规划学刊,2022(1):35-43.

[3] 吴康敏,叶玉瑶,张虹鸥,等.粤港澳大湾区战略性新兴产业技术创新的地理格局及其多样性特征[J].热带地理,2022(2):183-194.

[4] 曹冬梅.协同创新、空间溢出对粤港澳大湾区产业技术创新效率的影响研究[D].武汉大学,2019.

[5] MARTIN R, SUNLEY P. Deconstructing clusters: chaotic concept or policy pan-

acea[J]. Journal of Economic Geography, 2003, 3(1): 5-35.

[6] 张永波,张峰.基于企业投资数据的京津冀科技创新空间网络研究[J].城市规划学刊,2017(S2):72-78.

[7] 张鸿武,李涛.长三角和珠三角城市群创新的空间效应及影响因素研究:基于空间面板杜宾模型比较分析[J].湖南科技大学学报(社会科学版),2018,21(4):69-76.

[8] 祝美琪,翟国方.新城高新技术企业时空分异及影响因素分析:以上海五个新城为例[J].上海城市规划,2021(6):134-144.

[9] 闫东升,巫强.长江三角洲高新技术企业增长时空格局与驱动因素研究[J].南通大学学报(社会科学版),2020,36(4):41-49.

[10] 肖凡,任建造,伍敏冬,等.21世纪以来中国高新技术企业的时空分布和影响机制[J].经济地理,2018,38(2):27-35.

[11] 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.

[12] 刘青,李贵才,全德,等.基于ESDA的深圳市高新技术企业空间格局及影响因素[J].经济地理,2011,31(6):926-933.

[13] 吴素春.科技资源密集型城市高新技术企业空间分布研究:以武汉市为例[J].湖北社会科学,2016(3):74-82.

[14] 余颖,刘青,李贵才.深圳高新电子信息企业空间格局演化及其影响因素[J].世界地理研究,2020,29(3):557-567.

[15] 郑艳民,张言彩.创新环境对校企协同创新作用的实证分析[J].技术经济,2014,33(5):46-49.

[16] 孙红军,赵祚翔.中国城市群高新技术企业全要素生产率的空间差异与动态演进[J].技术经济,2022,41(12):25-37.

[17] 吴家权,谢涤湘,方远平.珠三角城市群创新空间时空演进特征与影响因素:基于50981家高新技术企业数据的分析[J].城市发展研究,2022,29(10):34-40.

[18] 陈清怡,千庆兰,姚作林.广东省城市创新发展水平及其网络结构演化[J].经济地理,2021,41(4):38-47.

[19] 宋延鹏.珠三角区域创新空间格局优化策略研究[J].南方建筑,2020(4):112-117.

[20] 刘心怡.粤港澳大湾区城市创新网络结构与分工研究[J].地理科学,2020(6):874-881.

[21] 黄鼎曦,陈洋,丁镇琴.珠三角自主创新示范区空间发展的理论基础与策略建议[J].城市观察,2017(3):89-108.

[22] 王慧娟,兰宗敏.高校资源配置、空间溢出与城市创新[J].经济问题探索,2022(3):

44-55.

[23] LEJPRAS A, STEPHAN A. Locational conditions, cooperation, and innovativeness: evidence from research and company spin-offs[J]. The Annals of Regional Science, 2011, 46: 543-575.

[24] 杜德林,王姣娥,焦敬娟,等.珠三角地区产业与创新协同发展研究[J].经济地理,2020,40(10):100-107.

[25] 陆建城,罗小龙,王雨村.制度变迁视角下大都市区创新空间演化机制:以杭州市为例[J].经济地理,2022,42(12):50-59.

[26] 吴敏.基于三螺旋模型理论的区域创新系统研究[J].中国科技论坛,2006(1):36-40.

[27] ARAUZO-CAROD J M, VILADECANANS-MARSAL E. Industrial location at the intra-metropolitan level: the role of agglomeration economies[J]. Regional Studies, 2009, 43(4): 545-558.

[28] 林娟,张欣炜,汪明峰.上海大都市区物联网产业集聚与空间演化[J].人文地理,2017,32(3):131-137.

[29] 俞立平,沈洁.创新政策与创新水平的时空演变及协调关系[J].科技管理研究,2021,41(24):35-42.

[30] 何鹤鸣,张京祥.链接型空间在产业区创新网络建构中的作用:以无锡、衢州为例[J].城市规划学刊,2022(6):28-35.

[31] 王铮,赵晶媛,刘筱,等.高技术产业空间格局演变规律及相关因素分析[J].科学学管理,2006(2):227-232.

[32] 李福映,郑清菁.都市区创新空间布局模式探讨与规划实践:以青岛市为例[J].城市发展研究,2019,26(8):111-117.

[33] 李凌月,罗灏,张啸虎.城市科技创新空间发展、影响因素与规划策略探讨:上海科创中心建设思考[J].上海城市规划,2021(5):72-76.

[34] 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.

[35] 余泳泽,刘大勇.创新要素集聚与科技创新的空间外溢效应[J].科研管理,2013,34(1):46-54.

[36] DOSI G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change[J]. Research Policy, 1982, 11(3): 147-162.

[37] 邹坦永.渐进式科技创新推动产业升级:文献述评及展望[J].西部论坛,2017,27(6):17-26.

修回: 2023-03