引文格式：肖琨,尹言军,向祎,等. 微观尺度下武汉市测绘产业集聚与演变分析[J]. 地理空间信息, 2024, 22(7): 5-11. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.07.002

微观尺度下武汉市测绘产业集聚与演变分析

肖　琨[1]，尹言军[1]，向　祎[1]，李　黎[1]，叶　琳[1]，杜罗莎[1]
（1. 武汉市测绘研究院，湖北 武汉 430022）

摘　要：基于微观企业数据，运用经典地学方法探索了武汉市测绘产业时空集聚与演变特征。结果表明：①改革开放以来，产业发展经历了萌芽期、波动期、高速期和成熟期，企业分布自1993年起呈显著的空间正相关关系且开始差异化发展，分布方向由东北转为东南，最终形成了“四核、两轴、多点”的集聚特征，东湖高新区的“一基地三园区”产业集群发展强劲；②企业经营趋于多元化，地理信息系统工程、摄影测量与遥感呈现较强的空间集聚，互联网地图服务和导航电子地图等方兴未艾；③乙级单位虽是市场主体和增长主力，但甲级单位头部力量更为强劲，产业发展基本符合二八定律；④民营企业成为市场的主体和增长主力，发展势头强劲。

关键词：测绘；产业空间集聚；空间分析；武汉市
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）07-0005-07

Spatio-temporal Agglomeration and Evolution Analysis of the Geomatics Industry in Wuhan City at Micro Scale

XIAO Kun[1], YIN Yanjun[1], XIANG Yi[1], LI Li[1], YE Lin[1], DU Luosha[1]
(1. Wuhan Geometrics Institute, Wuhan 430022, China)

Abstract: Based on micro enterprise data, we used classic geoscience methods to analyze the spatio-temporal agglomeration and evolution characteristics of geomatics industry in Wuhan City. The conclusions are as follows ①since reform and opening-up, the industry development has gone through embryonic, fluctuating, high-speed and mature four stages. Since 1993, the enterprises distribution has shown a significant spatial correlation and spatial variability, and its direction has shifted from northeast to southeast, ultimately forming an agglomeration characteristic of “four cores, two axes and multiple points”. Wuhan East Lake High-tech Zone has developed “one base, three parks” industrial agglomeration. ②Enterprise operations are tending towards diversified development, GIS, photogrammetry and remote sensing exhibit strong spatial agglomeration, while Internet map services and navigation electronic maps are just unfolding. ③Although the second-rate units are the main market player and growth force, the first-rate units have a stronger leading force, and their industrial development basically conforms to the Pareto’s law. ④Private enterprises have become the main market player and growth force, with strong development momentum.

Key words: geomatics, industry spatial agglomeration, spatial analysis, Wuhan City

产业空间集聚是产业活动最显著的地理特征之一。从百年之前马歇尔研究产业集聚动因开始，到新古典经济学、古典区位理论、空间系统理论，再到循环累计因果理论、新经济地理学等，产业集聚一直是学术研究中的热门话题[1]。测绘地理信息行业经过了从模拟测绘到智慧测绘、从应用到测绘产业形成的发展历程[2]，因具有高渗透性、低耗、高效、更新快、受技术进步影响较大、固定成本高、边际成本低、转移成本高等特点，在全国范围已逐渐形成了多个测绘地理信息产业集聚中心[3]。探究测绘地理信息产业空间集聚演变规律，有利于了解产业发展现状，为今后产业发展规划提供借鉴。当前对于测绘地理信息产业的研究多为宏观上基于统计数据对行业现状的探讨[4-9]，并未涉及产业的集聚效应、发展特征和内部的发展差异。基于微观尺度的高新技术企业、创新企业等要素集聚特征和演变规律研究是产业集聚的热点课题[10-17]。武汉市拥有多所地理信息科学相关专业高等院校和科研院所，地理信息领域人才优势突出，一直以来是我国地理信息领域的科技、研发和智力密集区，因此研究武汉市测绘地理信息产业集聚与演变具有典型性。本文基于微观企业数据，采用核密度分析、空间相关性和标准差椭圆等方法，解读了测绘地理信息企业的分布特征，并探讨其在地理空间维度的异质性和时间维度的演变特征，以期从微观尺度为测

收稿日期：2024-02-28。
第一作者简介：肖琨（1984—），硕士，高级工程师，现从事测绘成果质量检验检测、测绘行业管理工作，E-mail：xiaoa12002@163.com。

绘地理信息产业分析提供科学依据和规划决策参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

1）核密度估计法能根据规则区域内已知样本点数据研究其空间分布特征，并以可视化的方法来表示空间点要素的分布模式。其结果可以平滑地识别和表示样本点在研究区域内的集聚与分散情况，具有直观性和简洁性的优点。核密度函数的表达式为：

$$K(x)=\frac{1}{nh^d}\sum_{i=1}^{n}K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \tag{1}$$

式中，h 为带宽，即搜索半径，值越大则生成的密度栅格越平滑、概化程度越高，反之生成的栅格显示的信息越详细；n 为搜索阈值内已知点数量；d 为数据维数；$x-x_i$ 为样本点 x_i 与估值点 x 的距离。

本文采用ArcGIS默认的搜索半径，以Silverman经验规则为输入数据集，计算相应的搜索距离，可有效避免空间异常值（距离其他输入点太远的点）。

2）全局空间自相关分析根据要素的位置和属性值来度量空间自相关性，从而评估地理要素是聚类模式、离散模式还是随机模式。本文选用ArcGIS中的全局Moran's I开展全局空间自相关分析。

$$I=\frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\boldsymbol{w}_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(x_j-\bar{x}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\boldsymbol{w}_{ij}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2} \tag{2}$$

$$Z_{\text{score}}=\frac{I-E(I)}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \tag{3}$$

式中，n 为街道单元数量；$\bar{x}$ 为均值；$\boldsymbol{w}_{ij}$ 为空间权重矩阵；Z_{score} 为Moran's I指数的显著性水平检验，若 $|Z|>2.58$ 且 $P<0.01$，表明检验结果非常显著；I 的取值为[−1,1]，在给定的显著性水平下，$I>0$ 表示空间正相关，$I<0$ 表示空间负相关，$I=0$ 表示空间不相关。

3）冷热点分析是局部自相关特征的度量方法，Getis-Ord G_i^*指数是描述区域冷热点的常用指标。具有显著统计意义的热点，要素本身应具有高值，且被其他同样具有高值的要素所包围，计算公式为：

$$G_i(d)=\sum_{i=1}^{n}\boldsymbol{w}_{ij}(d)x_j/\sum_{j=1}^{n}x_j \tag{4}$$

式中，$G_i(d)$ 为每一个空间单元 i 的统计量，反映距离权重条件下与每个空间单元 j 的相关程度；$\boldsymbol{w}_{ij}(d)$ 为距离 d 范围内的空间相邻权重矩阵。

对 $G_i(d)$ 进行标准化处理，则有：

$$Z(G_i)=\left[G_i(d)-E(G_i)\right]/\sqrt{\text{VAR}(G_i)} \tag{5}$$

式中，$E(G_i)$ 和 $\text{VAR}(G_i)$ 分别为 G_i 的数学期望值和变异系数；若 $Z(G_i)$ 显著且为正值，表明单元 i 周围值较高，属于热点区，若 $Z(G_i)$ 显著且为负值，表明单元 i 周围值较低，属于冷点区。

4）标准差椭圆能反映数据的整体性和格局，通过计算国土空间分布的重心、方位角、长短轴等鉴别空间格局的总体轮廓和主导分布方向。

$$\overline{X_w}=\frac{\sum_{i=1}^{n}w_ix_i}{\sum_{i=1}^{n}w_i},\quad \overline{Y_w}=\frac{\sum_{i=1}^{n}w_iy_i}{\sum_{i=1}^{n}w_i} \tag{6}$$

$$\theta=\frac{\arctan\left[\left(\sum_{i=1}^{n}x'^2_i-\sum_{i=1}^{n}y'^2_i\right)+\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n}x'^2_i-\sum_{i=1}^{n}y'^2_i\right)+4\left(\sum_{i=1}^{n}x'_iy'_i\right)^2}\right]}{2\sum_{i=1}^{n}x'_iy'_i} \tag{7}$$

$$\delta_x=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(x'_i\cos\theta-y'_i\sin\theta\right)^2/n} \tag{8}$$

$$\delta_y=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(x'_i\sin\theta-y'_i\cos\theta\right)^2/n} \tag{9}$$

式中，$\overline{X_w}$、$\overline{Y_w}$ 为加权平均中心；（x_i，y_i）为几何中心坐标；w_i 为权重；θ 为方位角；x'_i、y'_i 为几何中心到平均中心的坐标偏差；δ_x、δ_y 分别为沿 X 轴和 Y 轴的标准差。

1.2 数据来源

本文收集了注册地在武汉市的测绘企业信息，包括单位名称、成立时间、单位性质、注册地址、办公地址、资质等级和已获资质专业等，数据来源于全国测绘资质管理系统，时间节点为2023年8月31日；收集了武汉市测绘企业行业信息，包括单位名称、从业人员数和测绘服务总值等，数据来源于全国测绘统计直报系统，时间节点为2022年12月31日；收集了武汉市测绘地理信息产业园区信息，包括名称、成立年份、地址等。

数据处理主要包括属性信息整理、空间定位和空间挂接，共得到546家企业原始信息、481条企业行业信息和6个产业园（两个基地和4个园区）信息。属性信息整理通过爱企查网站（https://aiqicha.baidu.com/）补充部分单位缺失的成立时间并提取成立年份；再根据已获资质专业（文字描述）提取并汇总专业个数；最后挂接从业人员数和测绘服务总值。空间

定位利用百度地图定位程序[18]将文本地址转换为空间坐标，将信息落点到武汉市行政区划范围内。空间挂接将企业点挂接至街道图层，获得具有各类统计信息的街道面数据。

2　产业时空集聚与演变分析

2.1　产业时空集聚与演变

2.1.1　数量发展演变

以企业成立年份为序，根据企业性质分类统计改革开放以来年度企业数量，结果见图1，2023年武汉市测绘企业为546家，其中民营企业占比为75.5%，国有企业占比为14.4%，事业单位占比为10.1%；民营企业增长了400多倍，国有企业增长了近80倍，事业单位仅增长了4倍，说明民营企业是武汉市测绘地理信息产业的主体，且发展中成为市场增长的主力。

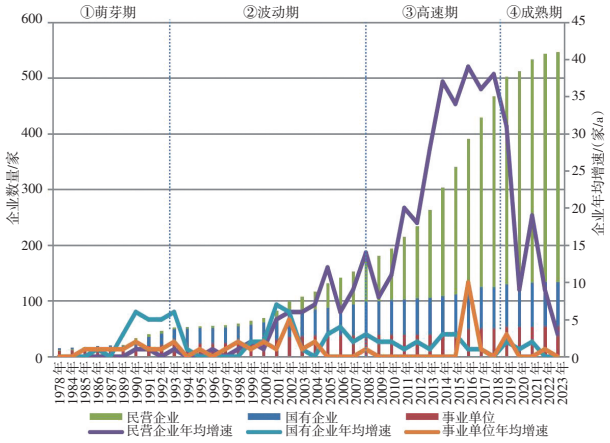
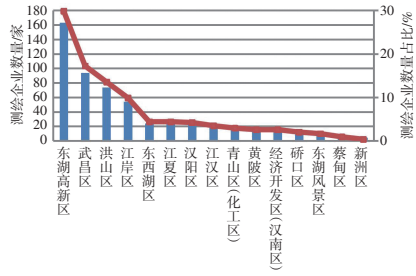


图1　1978—2023年武汉市测绘企业数量按单位性质分类统计图

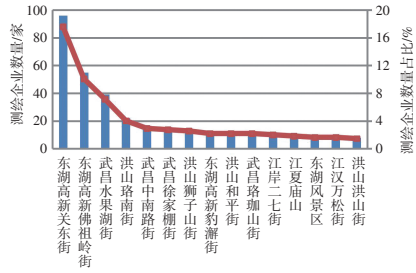
改革开放以来企业发展呈稳步上升态势，经历了4个阶段：①萌芽期（1978—1997年），1978—1988年测绘市场主体为事业单位，但数量不足20家，1989年国有企业开始进入市场并持续增长，1993年超过事业单位，随后增长渐缓；②波动期（1998—2008年），民营企业开始进入市场，年增速波动但整体上升平稳，在2005年和2008年有两个增长小高峰；③高速期（2009—2016年），2011年民营企业数量超过国有企业和事业单位的总和，成为市场和增长的主力，年增速逐年攀升，2016年年增50家达到顶峰；④成熟期（2017年至今），2017—2019年民营企业平稳高速增长，2020年后年增下滑至10家，随后小幅波动。

2.1.2　空间集聚演变

从分区统计来看（图2），测绘企业在东湖高新、武昌、洪山和江岸4个区的数量较多，占比超过70%，其中东湖高新区占比为30%，占据领先地位；从街道统计来看，数量排名前15位的街道集聚了超过60%的单位，约40%的单位集聚在东湖高新区的关东街、佛祖岭街，武昌区的水果湖街和洪山区的洛南街。



a　按区排名



b　按街道排名前15位

图2　2023年武汉市测绘企业按区、街道统计图

从空间分布来看（图3），测绘企业呈现“四核、两轴、多点”的集聚特征：四核即在江岸、武昌、洪山和东湖高新形成了4个核心组团且周边圈层扩展；两轴为长江两岸沿江主干道轴线和沿武珞路、洪山广场至光谷的东南向轴线；多点即在东西湖、江夏和黄陂等新城区初步形成了一定规模的点状团块。

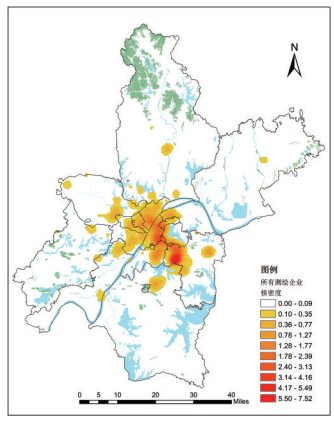


图3　2023年武汉市测绘企业核密度分布图

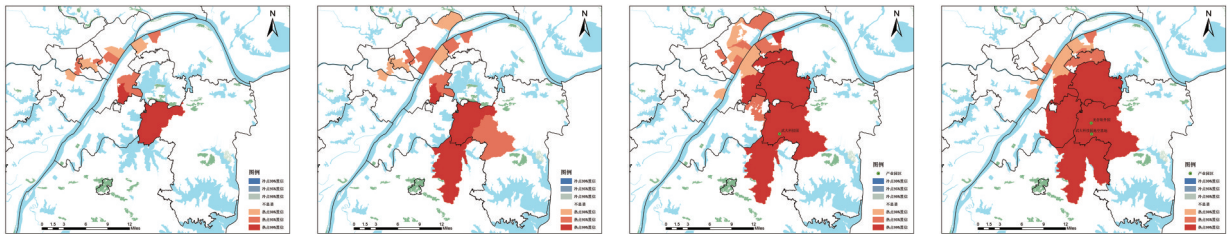
审图号：武汉市S(2024)022号

计算1978—2023年每隔5年测绘企业的Moran’s I指数发现，1978—1988年$|Z|<2.58$且$P>0.01$，显著性水平检验未通过，空间相关性不显著；1993年开始$|Z|>2.58$且$P<0.01$，Moran’s I指数整体波动上升，说明自1993年起武汉市测绘企业呈现显著的空间正相关。对具有统计学上显著性的年份开展街道尺度企业热点分析，并叠加产业园区点，结果见图4，整体来

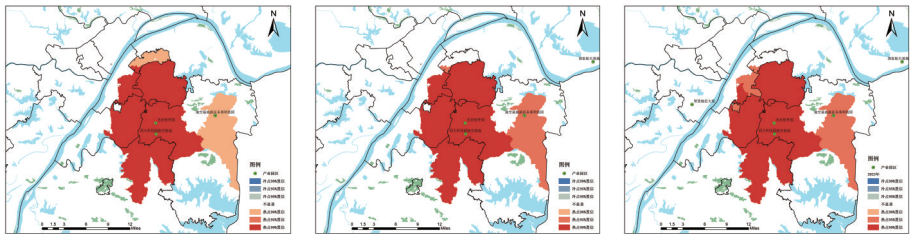
看，企业热点在时序上明显向东南迁移，包括两个主要特征：①武昌片区热点辐射显著，原有的强热点辐射发展并形成组团，1993年武昌片区形成了武昌中南路和东湖高新关东街两个强热点，1998—2003年中南路周边形成了珞珈山、水果湖和东湖风景区3个强热点，洪山珞南街1个次弱点，东湖高新关东街周边形成了东湖高新佛祖岭街和江夏庙山两个强热点，2003—2008年随着武汉大学科技园和武汉光谷软件园建成并迅速发展，洪山、狮子山、卓刀泉和藏龙岛迅速成为强热点区域，强热点逐渐连片，最终形成了13个强热点，并一直延续至今，2013年后武汉未来科技城园区（武汉国家地球空间信息产业化基地新区）建成，原来的组团向东延伸，东湖高新的豹澥街成为新的次热点区域；②汉口片区热点区显著缩减，1993—2008年江岸的二七、劳动、台北和一元、江汉的北湖、唐家墩、万松和硚口的宗关均具有次热点和低热点区域，但在2008年后这些热点消失且未出现新的热点区域，2017年后建成的武汉国家航天产业基地（汉阳）、武汉智慧地理信息产业园（新洲）尚未形成热点区域。

2.1.3　方向时空演变

本文计算了具有统计学上显著性年份企业的标准差椭圆，并生成椭圆中心迁移路线（图5），总体来看，测绘企业分布重心（标准差椭圆中心）自武昌区内紧邻江岸区处向东南迁移了5.8 km，方向由沿长江的东北向转为垂直于长江的东南向，共经历了3个阶段：①东北向阶段（1993—2003年），标准差椭圆旋转角度在北偏东40°左右，与长江走向基本一致，椭圆扁率在3.5~4.3波动，椭圆中心向东南移动了约1 km，说明该阶段企业在沿长江的东北向分布明显，方向基本稳定；②转向阶段（2003—2013年），椭圆扁率急剧下降（降至1.3），椭圆形状接近圆形，旋转角度转向至北偏东126°，垂直于长江走向，椭圆中心向东南方向移动了4 km，说明该阶段企业分布结构趋于均衡，但转向趋势明显；③东南向阶段（2013—2023年），椭圆扁率持续上升（升至3.8），旋转角度继续向东偏移，达到北偏东137°，椭圆中心移动速度放缓，沿东南方向移动了1 km，说明该阶段企业在垂直于长江的东南向分布明显，方向趋于稳定。



a 1993年　b 1998年　c 2003年　d 2008年



e 2013年　f 2018年　g 2023年

图4　1993—2023年武汉市测绘企业热点分析图

审图号：武汉市S(2024)022号

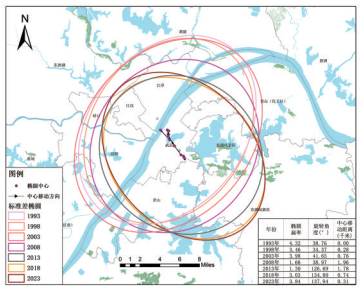


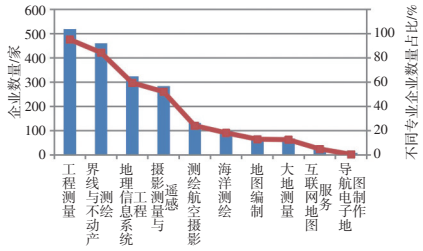
图5　1993—2023年武汉市测绘企业方向分布与变迁

审图号：武汉市S(2024)022号

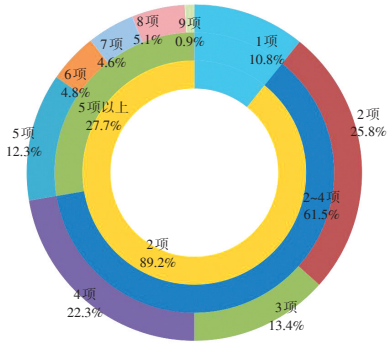
2.2　产业空间集聚特征

2.2.1　专业空间集聚特征

按资质类别测绘企业可分为工程测量、界限与不动产测绘、摄影测量与遥感、测绘航空摄影等10大类。本文根据资质类别统计企业的拥有专业数，分析企业的主营业务（图6），整体来看，不同专业的企业数量存在明显层级：第一层级为工程测量和界限与不动产测绘，数量占比均超过80%；第二层级包括地理信息系统工程和摄影测量与遥感，占比均超过50%；第三



a 专业数量



b 企业拥有专业项占比

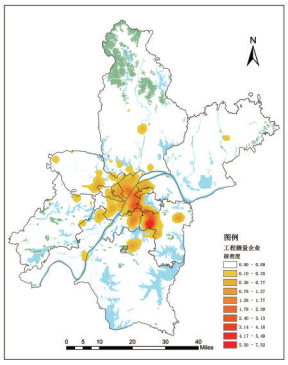
图6　2023年武汉市测绘企业按专业类别与专业项数统计图

层级为测绘航空摄影、海洋测绘、地图编制和大地测量，占比在10%~25%之间；第四层级为互联网地图服务和导航电子地图，占比不足5%。从单个企业拥有的专业数量来看，近90%的单位拥有两项及以上的专业类别；超60%的企业拥有2~4项专业类别；近30%的企业拥有5项及以上专业类别，说明企业主营业务趋于多元化。

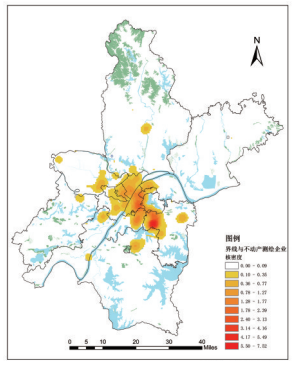
按专业计算街道企业的Moran's I指数，除地图编制、互联网地图和导航电子地图3类企业分布未通过显著性水平检验外，其余专业则均具备显著的空间正相关性。由各专业企业核密度图可知（图7），工程测量、界线与不动产测绘、地理信息系统工程以及摄影测量与遥感的分布与“四核、两轴、多点”的总体格局保持一致；测绘航空摄影、海洋测绘和大地测量的东南向集聚明显，但密度较低且周边圈层拓展不足。

2.2.2　行业空间集聚特征

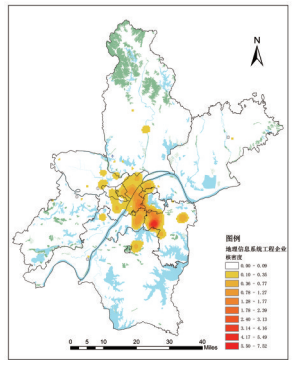
按资质等级测绘企业可分为甲、乙两级。本文根据资质等级和单位性质分类统计企业从业人员和测绘服务总值（图8），从资质等级来看，甲级单位数量占比为21.6%，测绘服务总值占比为75.6%，从业人员占比为66.4%，甲级单位行业头部力量明显，行业发展大致符合“二八定律”；从企业性质来看，民营企业数量占比为74.0%、测绘服务总值占比为52.4%、从业人员占比为53.5%，国有企业数量占比为14.8%、测绘服务总值占比为26.6%、从业人员占比为31.7%，事业单位各项占比最低，说明民营企业占据了市场的半壁江山，其次是国有企业。



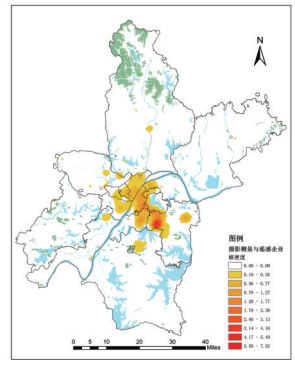
a 工程测量企业



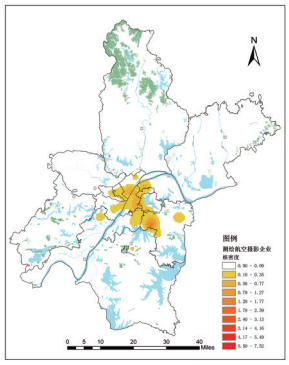
b 界限与不动产测绘企业



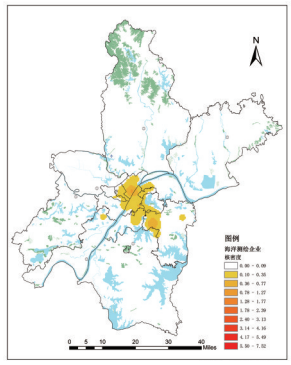
c 地理信息系统工程企业



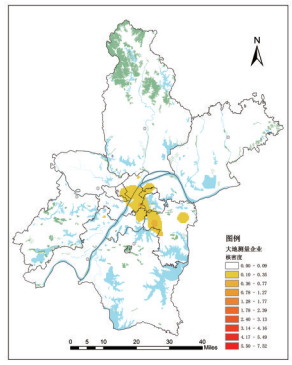
d 摄影测量与遥感企业



e 测绘航空摄影企业



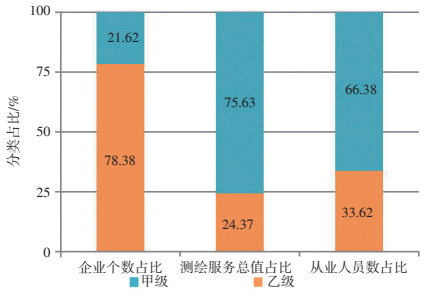
f 海洋测绘企业



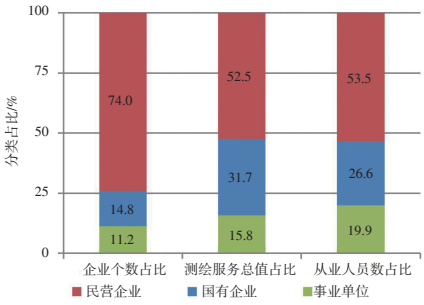
g 大地测量企业

图7　2023年武汉市不同专业类别测绘企业分布核密度图

审图号：武汉市S(2024)022号



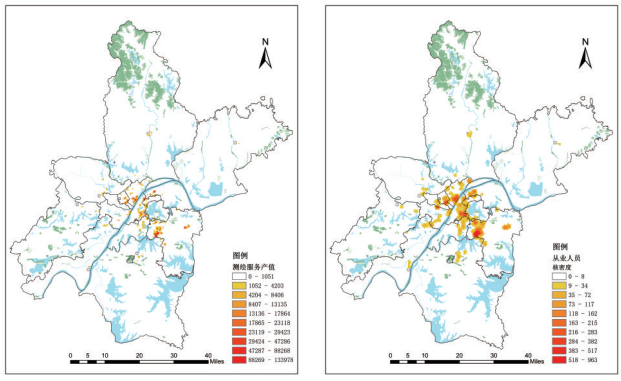
a 资质等级



b 单位性质

图8　2023年武汉市测绘企业占比按资质等级和单位性质统计图

从测绘服务总值空间分布来看，Moran's I值为0.002，Z值为0.071且P值为0.943，未通过显著性水平检验，不存在显著的空间相关性，在中心城区和东湖高新区存在低密度点状区域（图9a）。从业人员的空间分布Moran's I值为0.060，Z值为0.918且P值为0.358，未通过显著性水平检验，不存在显著的空间相关性，在中心城区和东湖高新区呈现沿主干道连线式的多核心团块，但团块面积较小且周边尚未形成圈层拓展，外围的新城区点状集聚更加不明显（图9b）。



a 测绘服务总值　　b 从业人员

图9　2023年武汉市测绘企业测绘服务总值和从业人员核密度分布图

审图号：武汉市S(2024)022

3 结　语

产业集聚可以在一个区域蓬勃发展，其初始条件是历史、地缘优势与资源禀赋，后继发展条件在于递增的规模报酬以及集聚经济不断自我强化的正反馈效应[19]。武汉市测绘地理信息产业自初始发展地缘优势与资源禀赋得天独厚，至后继发展正反馈效应突出：从国家层面，随着促进中部崛起、推进自主创新，建设两型社会等3大国家战略和30多项国家改革发展试点在武汉叠加，武汉建设国家中心城市得到了各方支持，且一直深入推进“产业集群+特色园区”的发展模式；从省级层面，湖北省长期着力推进地理信息产业的高质量发展，在建设全国有影响力的北斗卫星导航产业集群、地球空间信息以及应用服务创新型产业集群等方面给予政策上的大力支持；从市级层面，东湖高新区是我国第二大科技资源密集的高新区，2005年起围绕测绘地理信息产业先后建成了“一基地三园区”，产业集聚得到进一步强化，而以武汉大学为代表的各大高校和科研院所为产业集聚提供了源源不断的技术资源和人力资源。

本文验证了武汉市测绘地理信息产业的显著集聚性特征，进一步分析了其发展过程中的空间异质性和时空演变特征，主要结论如下：

1）改革开放以来，武汉市测绘地理信息企业发展经历了萌芽期、波动期、高速期和成熟期4个阶段，整体呈稳步上升态势。企业分布自1993年起呈差异化发展，原有的沿长江两岸分布格局被打破，武昌片区至东湖高新区形成强热点集聚，分布方向由沿长江的东北向转为垂直于长江的东南向，武汉市测绘企业形成了“四核、两轴、多点”的集聚特征，“一基地三园区”产业集群强劲发展。

2）企业经营趋于多元化发展，工程测量、界限与不动产测绘等传统测绘业务仍为市场主流；地理信息系统工程、摄影测量与遥感发展强劲，呈现较强的空间集聚；航空摄影测量则相对落后；而互联网地图服务和导航电子地图等新兴测绘专业，数量较少且空间集聚不显著，发展方兴未艾。

3）甲级单位以20%的数量占比贡献了75%的测绘服务总值，符合“二八定律”。甲级单位吸纳了近70%的从业人口，头部力量强劲；乙级单位数量占比为80%，但测绘服务总值和从业人口数仅占30%，主体活力偏低。

4）民营企业自2008年起成为市场增长的主力，开启了高速增长模式，至今民营企业占据市场主导地位，从业人口和测绘服务总值均占据市场的半壁江山。

由于数据受限，专业集聚特征仅从企业的数量展

开，产业空间集聚仅从测绘服务总值和从业人口两个方面开展现状分析，且无法区分不同专业，研究结果存在一定的片面性。在今后的研究中，将通过收集连续多年的产业数据，开展产业空间集聚的时空演变分析；并增加人口、经济、土地、交通等指标对产业空间布局的影响分析。

参考文献

[1] 王涛涛,任俊姣,孙立坚,等. 基于空间句法的路网结构与产业布局关系研究:以武汉市都市发展区为例[J]. 地理信息世界,2022,29(6):77-83

[2] 肖建华,罗名海,王厚之. 城市测绘的发展历程:从模拟测绘、数字测绘到信息测绘[M]. 北京:测绘出版社,2009

[3] 龚晨. 我国地理信息产业发展现状、问题与对策研究[J]. 科技进步与对策,2012,29(13):66-69

[4] 邹宇,何清平. 浅谈我国测绘地理信息行业的发展现状[J]. 科技创新与生产力, 2021(4):40-41

[5] 李猷,郭卓夫. 转型升级背景下的测绘地理信息行业调研分析[J]. 地理空间信息,2020,18(12):131-134

[6] 周星,阮于洲. 加快测绘地理信息事业转型升级的思考[J]. 测绘通报, 2014(1):132-134

[7] 李海涛. 上海测绘地理信息产业分析[J]. 上海国土资源, 2017,38(4):97-100

[8] 黎清文,温远豪. 南宁市测绘地理信息产业发展对策研究[J]. 企业科技与发展,2020(12):37-39

[9] 冷海芹,邓少平,康向阳. 中山市测绘地理信息产业发展现状与思考[J]. 江西测绘,2018(1):59-62

[10] 沈丽珍,强靖淇,汪侠,等. 浙江省数字技术应用业空间集聚演化特征:基于微观企业数据[J]. 经济地理,2023,43(7):151-160

[11] 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

[12] 白如山,胡森林,庄良,等. 基于细分行业的安徽省创新型企业集聚研究[J]. 世界地理研究,2020,29(6):1 190-1 201

[13] 邱坚坚,刘毅华. 广州市创新型企业的微观集聚格局及其影响因素探析[J]. 广州大学学报(自然科学版),2020,19(1):85-94

[14] 张京祥,李镝. 创新企业的中微观集聚特征及邻近性机制研究:基于长三角地区4座典型城市的实证[J]. 城市规划,2024,48(3):86-97

[15] 马仁锋,朱保羽,苏心怡. 中国东海区外资海洋企业集聚演变与区位指向研究[J]. 宁波大学学报(人文科学版),2021,34(3):99-106

[16] Zhang X, Huang P, Sun L, et al. Spatial Evolution and Locational Determinants of Hightech Industries in Beijing[J]. Chinese Geographical Science,2013,23(2):249-260

[17] Arbia G, Espa G, Giuliani D, et al. Detecting the Existence of Space-time Clustering of Firms[J]. Regional Science and Urban Economics,2010,40(5):311-323

[18] 肖琨,李盼盼,张雪,等. 百度地图服务在武汉市地理国情普查数据采集中的应用[J]. 测绘与空间地理信息,2016,39(2):158-160

[19] 任宛竹. 基于新经济地理学的地方政府行为与经济集聚:一个综述[J]. 现代管理科学,2017(9):46-48

（上接第4页）

[2] 韩宗伟,焦胜. 1980—2019年湘鄂豫公共卫生服务均等性及其人地关系的时空差异[J]. 地理学报,2022,77(8):2 019-2 033

[3] 《宁波市卫生健康事业发展“十四五”规划》[EB/OL]. (2021-07-26)[2023-01-25]. http://www. ningbo. gov. cn/art/2021/7/26/art_1229547954_3755730. html

[4] 韩霞,于秋漫. 推进京津冀医疗资源均等化发展分析[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版),2021,34(2):105-113

[5] 李娜娜. 基于国情数据的基础医疗服务均等化研究[J]. 地理空间信息,2019,17(8):17-20

[6] 郭亮,彭雨晴,贺慧,等. 分级诊疗背景下的武汉市医疗设施供需特征与优化策略[J]. 经济地理,2021,41(7):73-81

[7] 赵文花,邹逸江,马仁锋. 基于GIS的医疗设施可达性测量方法及实证:以宁波市海曙区为例[J]. 世界科技研究与发展,2016,38(1):143-149

[8] 胡瑞山,董锁成,胡浩. 就医空间可达性分析的两步移动搜索法:以江苏省东海县为例[J]. 地理科学进展,2012,31(12):1 600-1 607

[9] Ahas R, Siiri S, Järv O, et al. Using Mobile Positioning Data to Model Locations Meaningful to Users of Mobile Phones[J]. Journal of Urban Technology,2010,17(1):3-27

[10] 席广亮,甄峰. 基于大数据的城市规划评估思路与方法探讨[J]. 城市规划学刊,2017(1):56-62

[11] 师浩辰,赵渺希,王斐. 基于手机信令数据的镇级医疗设施评估:以中山市西北组团为例[J]. 小城镇建设,2020,38(9):83-92

[12] 薛琴. 健康公平视角下山地医疗服务设施配置研究[C]//面向高质量发展的空间治理:2021中国城市规划年会论文集(15山地城乡规划),2021

[13] 胡峻语,徐静,吴子豪,等. 基于GIS的城乡医疗服务设施空间格局研究:以苏州市吴中区为例[C]// 面向高质量发展的空间治理:2020中国城市规划年会论文集(16乡村规划),2020

[14] 杨溯,陈龙,郭红超. 基于地理国情监测成果的城市群健康发展状况研究:以成渝城市群为例[J]. 城市地理,2017(18):7-8

[15] 杨申茂,殷思琪,李倩,等. 城市中心区停车泊位对既有住区工作日夜间共享能力评价:以天津市和平区为例[J]. 地域研究与开发,2021,40(5):77-81