

基于 GIS 的中国 A 级物流企业时空演变特征及其影响因素

潘方杰¹, 王宏志¹, 宋明洁^{2*}, 王璐瑶¹

(1. 地理过程分析与模拟湖北省重点实验室, 华中师范大学城市与环境科学学院, 湖北 武汉 430079;

2. 华中师范大学公共管理学院, 湖北 武汉 430079)

摘 要: 基于中国 A 级物流企业数据, 采用标准差椭圆、核密度估计以及探索性空间数据分析方法, 对 2007、2012、2017 年中国 A 级物流企业空间格局演变特征进行分析, 并采用地理探测器模型探讨其空间分布的影响因素及其交互作用, 主要结论如下: (1) A 级物流企业发展阶段特征差异明显, 不同等级发展存在不平衡, 呈现出“两头小、中间大”发展格局。(2) A 级物流企业分布格局总体呈现“南(略偏西)一北(略偏东)”的空间分布态势, 且沿东部沿海逐渐向内陆地区扩散; A 级物流企业经历了“二核多中心”——“三核多中心”——“三核多中心连片发展”的空间分异格局。(3) A 级物流企业在省域单元的分布具有空间集聚特征, 集聚程度先增大后降低; 冷热点分布格局虽有变化, 但仍然较为稳定, 冷热点格局的梯度变化特征较为明显且逐渐增强。(4) 影响中国 A 级物流企业空间分异格局的核心因素主要为市场规模、人口密度、城镇化水平、对外开放程度和地区经济实力等, 且影响程度朝着均衡化方向发展; 不同因素交互作用对 A 级物流企业空间分布的影响力均大于各因素单独作用的影响力。

关键词: A 级物流企业; 时空分异; 影响因素; 地理探测器; 中国

中图分类号: K902 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-8227(2020)10-2186-14

DOI: 10.11870/cjlyzyyhj202010008

现代物流是流通领域的核心, 而物流企业则是专门从事物流活动的专业化组织, 物流企业逐渐成为国内外学者研究现代物流业的重要视角^[1~3]。20 世纪 90 年代, 随着科技水平和计算机网络技术的快速发展, 传统物流业逐渐向现代物流业转变, 此时中国开始从欧美、日本等发达国家引入现代物流理念, 专门从事物流活动的现代物流企业逐渐在中国出现并得到迅速发展^[4]。从 2005 年开始, 到 2017 年 8 月, 中国物流与采购联合会依据国家标准《物流企业分类与评估指标》(GB/T19680-2013) 共计公布了 24 批 A 级物流企业名单, A 级物流企业的品牌效应实现质的飞跃, 极大地促进了中国物流企业标准化、智能化、集约化、规范化发展。

物流企业的快速发展吸引了国内外众多学者开展了大量针对物流企业的相关研究, 主要归纳

如下: 从研究内容来看, 既有关于物流企业空间分布格局特征的研究^[5,6], 也有关于物流企业空间演变特征及影响因素的探究^[7~9], 还有关于物流企业、物流网络结构与区域发展、城市空间结构耦合关系等的分析^[10~14], 更有关于物流企业可持续发展能力评价、物流企业调控的影响因素分析以及逆向物流企业综合绩效的衡量等探讨^[15~17]; 从研究方法来看, 随着 GIS 技术日趋成熟, 利用核密度估计^[18]、探索性空间数据(ES-DA)分析^[8,19]等方法研究物流企业空间格局演化特征的成果日趋增多, 且得到了较好的应用效果, 但影响因素研究大多以定性描述分析为主, 定量模型的应用仍然比较缺乏; 从研究对象来看, 既有关于物流企业的整体研究^[7,8], 也有对某一特定功能类型的物流企业单独进行研究^[5,20,21], 而关于 A 级物流企业的研究尚比较缺

收稿日期: 2019-08-08; 修回日期: 2019-09-21

基金项目: 中央高校基本科研业务费创新资助项目(2018CXZZ007; CCNU18XJ022); 中国博士后基金面上项目(2018M642883)

作者简介: 潘方杰(1989~), 男, 博士研究生, 主要从事土地资源开发利用和 GIS 应用等研究。E-mail: pfjok@mails.cnu.edu.cn

* 通讯作者 E-mail: smingjie2018@outlook.com

乏^[6]; 从研究尺度来看, 相关学者从国家^[2, 4]、区域^[13, 19]、省域^[6] 和市域^[7, 8] 等不同空间尺度对物流企业进行了大量研究。综上所述, A 级物流企业作为引领我国物流产业和物流企业健康发展的中坚力量对于促进区域发展意义重大, 对 A 级物流企业的重视程度有待进一步加强, 而全国尺度上针对不同等级 A 级物流企业发展演化时空特征的研究仍比较缺乏, 同时物流企业影响因素的分析大部分仅局限于定性探讨, 定量研究相对不足。因此, 针对以往研究中存在的不足, 开展全国尺度 A 级物流企业空间差异及影响因素的定量研究非常有必要。本研究以中国 A 级物流企业为研究对象, 以省域为基本研究单元, 选取 2007、2012、2017 年 3 个时点, 采用标准差椭圆、核密度估计、全局自相关分析、热点分析等成熟的 GIS 空间分析方法, 从宏观视角探讨中国 A 级物流企业空间分异格局及其演化特征, 并尝试使用地理探测器方法, 定量分析其空间分异的影响因素及其交互作用, 以期对 A 级物流企业的健康发展及其合理布局和区位选择提供一定有益的参考和借鉴。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源及处理

本研究依据国家标准《物流企业分类与评估指标》(GB/T19680-2013), 以中国物流与采购联合会进行系统评估和认定的 A 级物流企业为研究对象, 选取 2005~2017 年 8 月评估和认定的 24 个批次 A 级物流企业(不含香港、澳门和台湾)。针对同一物流企业不同时期等级的变化, 按其最后一个层级进行处理; 同时, 按照物流企业的注册地或总部所在地, 利用 Google Earth 获取 A 级物流企业的地理坐标数据, 以国家基础地理信息中心(<http://www.ngcc.cn>) 提供的 1:400 万的矢量地图为底图, 借助 ArcGIS10.2 软件平台对物流企业进行地理空间匹配, 并进行空间可视化表达。本研究选取 2007、2012、2017 年数据, 分析 A 级物流企业时空演变特征及其影响机理。相关统计数据来源于《中国统计年鉴》及各省市区相关统计年鉴。

1.2 研究方法

1.2.1 标准差椭圆

标准差椭圆(SDE)是探索要素空间分布方向

和展布性的一种经典算法, 可以有效的反映地理要素的整体空间结构特征^[23]。SDE 主要参数包括: 中心点、长轴和短轴以及旋转角 θ 。本研究采用 ArcGIS10.2 软件中“方向分布”(directional distribution) 工具对不同年份物流企业进行标准差椭圆分析并进行可视化。详细计算过程见文献[24]。

1.2.2 核密度估计

核密度估计(KDE)是在空间分析中常用的一种非参数估计方法, 时常用来计算离散点在周边领域内的密度^[18, 25]。本研究通过将 A 级物流企业作为“点”要素, 借助于 ArcGIS10.2 软件空间分析(spatial analyst) 中集成的核密度(kernel density) 工具, 对中国 A 级物流企业进行密度制图与分析。计算公式如下^[26]:

$$f_n(X) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{X - X_i}{h}\right) \quad (1)$$

式中: $k\left(\frac{X - X_i}{h}\right)$ 为核函数; $(X - X_i)$ 为估值点 X 到要素 X_i 的距离; h 为带宽; n 为要素总数; d 为数据维数。

1.2.3 探索性空间数据分析

探索性空间数据分析(ESDA)是一系列空间数据分析技术和方法的集合, 常用来探测数据的空间关联结构模式并用可视化的方法表达^[27, 28]。本研究采用全局自相关(Global Moran's I) 指数判断 A 级物流企业的空间分布是聚类模式、离散模式还是随机模式, 通过热点分析计算 Getis-Ord G_i^* 统计量, 进一步判别高值或低值要素在空间上发生聚类的位置, 并揭示其空间异质性^[29, 30]。计算公式如下:

(1) Global Moran's I 指数

$$I = \frac{n}{S_0} \times \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

式中: n 为要素总个数, 即省域单元数; x_i 、 x_j 分别为 i 、 j 空间单元的物流企业数; $\bar{x}$ 为研究区域内所有单元的物流企业平均数; w_{ij} 为 i 、 j 区域的空间权重系数, 反应第 i 、 j 区域在空间上的关系, 空间邻接为 1, 不相邻为 0; S_0 为空间权重矩阵之和。Moran's I 取值范围为 $-1 \sim 1$ 之间。其显著性用 Z 值进行统计检验, 计算公式如下:

$$Z = \frac{1 - E[I]}{\sqrt{\text{Var}[I]}} \quad (3)$$

式中: $E[I]$ 为数学期望值; $\text{Var}[I]$ 为变异系数。

(2) Getis-Ord G_i^*

$$G_i^*(d) = \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_j / \sum_{j=1}^n x_j \quad (4)$$

为了便于解释和比较, 对 $G_i^*(d)$ 进行标准化处理:

$$Z(G_i^*) = \frac{G_i^* - E(G_i^*)}{\sqrt{\text{Var}(G_i^*)}} \quad (5)$$

$Z(G_i^*)$ 大于 0 时属热点区, 小于 0 时属冷点区, 表明 i 空间单元周围的物流企业个数相对较高或低(高或低于均值) [28, 30]。

1.2.4 地理探测器

地理探测器探测中因子对属性的解释力用 q 值度量, 表达式为 [31]。

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (6)$$

式中: L 为 Y 或因子 X 的分层, 即分类或分区; N 和 N_h 分别为层 h 和研究区整体的单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别是层 h 和研究区整体 Y 的方差。 q 值域为 $[0, 1]$, 值越大说明 Y 的空间分异性越明显; 如果分层由自变量 X 生成, 则 q 值越大表示自变量 X 对属性 Y 的解释里越强, 反之越弱。

同时, 地理探测器能够较好探测两因子的交互作用。探测的方法是分别计算两因子 X_1 和 X_2 对 Y 的 q 值: $q(X_1)$ 和 $q(X_2)$, 同时计算两因子交互时的 q 值: $q(X_1 \cap X_2)$, 并对 $q(X_1)$ 、 $q(X_2)$ 与 $q(X_1 \cap X_2)$ 进行比较。两因子之间的关系可以划分为以下几类 [32, 33] (表 1):

表 1 两个自变量对因变量交互作用的类型

Tab. 1 Types of interaction between two covariates

图示	判据	交互作用
	$q(X_1 \cap X_2) < \min(q(X_1), q(X_2))$	非线性减弱
	$\min(q(X_1), q(X_2)) < q(X_1 \cap X_2) < \max(q(X_1), q(X_2))$	单因子非线性减弱
	$q(X_1 \cap X_2) > \max(q(X_1), q(X_2))$	双因子增强
	$q(X_1 \cap X_2) = q(X_1) + q(X_2)$	独立
	$q(X_1 \cap X_2) > q(X_1) + q(X_2)$	非线性增强

注: $\min(q(X_1), q(X_2))$: 在 $q(X_1)$, $q(X_2)$ 两者取最小值; $q(X_1) + q(X_2)$: $q(X_1)$, $q(X_2)$ 两者求和; $\max(q(X_1), q(X_2))$: 在 $q(X_1)$, $q(X_2)$ 两者取最大值; $q(X_1 \cap X_2)$: $q(X_1)$, $q(X_2)$ 两者交互。

2 中国 A 级物流企业时序演化特征分析

2.1 发展阶段呈现出明显差异

为更好的体现中国 A 级物流企业不同阶段发展特征, 对中国 2005~2017 年 A 级物流企业数量进行统计(图 1)。总体来看, 整个研究期内中国物流企业数量呈现出显著的增加趋势, 但有所波动, 且不同年份增加幅度差异较大, 表现出较明显阶段发展特征。

具体来看, 2005、2006、2007 年中国 A 级物流企业数量呈现出缓慢增长趋势, 3 个年份物流企业数量均不足 100 家, A 级物流企业评估和认定刚刚起步, 绝大部分物流企业受到标准化和专业化程度限制, 企业自身实力与认定和评估标准之间仍然存在较大的差距, 此时应为初步发展阶段。2008~2011 年 A 级物流企业数量快速增加,

其中 2008 年新增 107 家, 到了 2011 年新增高达 447 家, 增加了 3 倍多, A 级物流企业快速成长, 此时应为 A 级物流企业快速发展与成长阶段。2012 年 A 级物流企业数量出现明显下降, 是由于该年份仅评估和认定了一批 A 级物流企业(一般情况从 2006 年开始每年均认定两批), 直接导致该年份数量的剧烈减少。2013~2017 年 A 级物流企业绝对数量增加较大, 年均新增 A 级企业 500 多家, 但增速放缓, A 级物流企业的绝对数量不断增加, 此时应为 A 级物流企业逐步成熟发展阶段。同时, 为适应新的经济发展要求, 政府和市场积极引导更多的物流企业做大做强, 具体表现为较高等级的 A 级物流企业所占比重增加。

2.2 不同等级企业发展不平衡

从图 1 可见, 中国 A 级物流企业数量整体上呈现出快速增加的趋势, 同时不同等级 A 级企业之间发展程度差异较大。中国 A 级物流企业等级发展存在不平衡, 高、低等级所占比重较小, 而

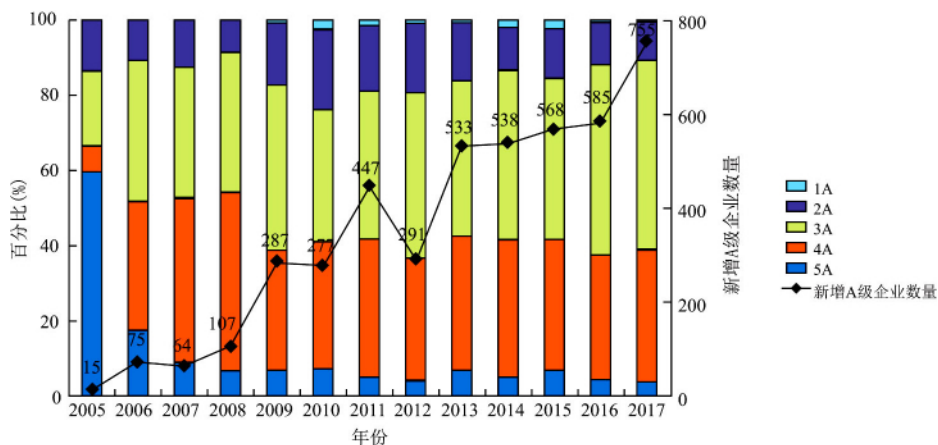


图 1 2005~2017 年中国 A 级物流企业数量

Fig. 1 Number of A-grade logistics companies in China from 2005 to 2017

中等级所占比重较大，呈现出“两头小、中间大”发展格局。

就不同等级物流企业而言，4A 和 3A 级企业发展迅速，平分秋色，数量增加极为明显，且所占比重相对比较稳定，二者数量合计占当年总数的比重均高达 70% 以上（除 2005 年为 27%），表明二者构成了中国 A 级物流企业的主体部分，对不同等级物流企业的发展起到了承上启下的带动作用；2A 级企业数量呈现出不断增加的趋势，所占比重虽有起伏但变化较小；5A 和 1A 级企业数量呈增加趋势，但变化不大，所占比重则相对降低。就不同发展阶段而言，在评估和认定的起步阶段 5A 级企业所占比重相对较高，尤其是初始年份（2005 年）高达 60%，2006 年为 17.33%，其余年份均不足 10%；1A 级企业在初期阶段出现缺失，到 2009 年才出现 1 家 1A 级企业，之后的各个发展阶段中所占比重均较低；在各个不同发展阶段中，4A 和 2A 级企业所占比重虽然有所波动，但一直比较稳定；从 2012 年开始 3A 级企业所占比重稳定在 40% 以上，尤其是 2016、2018 年发展迅猛，所占比重超过 50%。

3 中国 A 级物流企业空间演变特征分析

基于上述 2005~2017 年中国 A 级物流企业时序演化特征分析，分别选取 2007、2012 和 2017 年 3 个时间节点，分别采用标准差椭圆、核密度和探索性空间数据分析，对中国 A 级物流企业空间格局演变特征进行深入分析。“胡焕庸线”作为

人地关系的重要地理发现，是“中国地理百年大发现”评选活动中当选的 30 项大发现成果之一，揭示了人口分布东密西疏的重要特征，一直都是地理学界的热点研究问题^[34, 35]。“胡焕庸线”除了在表征人口分布特征的基础上，许多研究还发现其在表征我国城镇化^[34]、经济增长^[24]以及入境旅游^[36]等众多社会经济现象的空间分布格局中具有良好效果。而物流企业尤其是 A 级物流企业作为经济领域中的一个重要服务配套产业，已成为经济发展中不可或缺的重要环节，其空间分布与区域社会经济发展程度密不可分。分析中国 A 级物流企业空间演变过程中是否遵循“胡焕庸线”空间分布特征，有助于在科学把握其空间分异规律的基础上，进一步加深对“胡焕庸线”地理特征理解，同时也有助于更深入地理解我国社会经济空间分异格局特征。

3.1 标准差椭圆分析

对 2007、2012 和 2017 年中国 A 级物流企业标准差椭圆分析，相关统计参数和椭圆分布分别见表 2、图 2。可见，中国 A 级物流企业分布格局总体呈现“南（略偏西）—北（略偏东）”的空间分布态势，A 级物流企业分布长轴中轴线大体上处在“济南—合肥—南昌—广州”一线附近，短轴中轴线大体上处在“上海—武汉—重庆”一线附近，标准差椭圆的转角 θ 介于 $10.79^\circ \sim 18.23^\circ$ 之间，转角波动较小；标准差椭圆内部主要以东部沿海的山东、江苏、上海、浙江、福建和中部的安徽、江西、河南、湖北、湖南为主，整体呈现出向西扩散态势。

具体来看，2007 年椭圆长轴几乎与 Y 轴重

合, 转角 θ 为 16.59° , 且椭圆长短轴差距最大, 即椭圆的扁率最大, 表示该等级物流企业的向心力强、方向性明显, 呈现出接近于“正南—正北”的空间分布态势; 2012 年椭圆长轴长度减小, 短轴长度增加, 长短轴差距减小, 即椭圆的扁率减小, 椭圆向圆形接近, 表明 A 级物流企业在短轴上出现了向西扩散的态势; 2017 年椭圆长短轴差距进一步减小, 即椭圆的扁率进一步减小, 椭圆更接近于圆形, A 级物流企业在短轴上方向上进一步向西扩散。从分布中心来看, 椭圆中心点均位于安徽省六安市, 中心点坐标首先由 2007 年

的 116.83°E 、 31.45°N 向西北方向位移至 2012 年的 116.46°E 、 31.67°N , 之后又向西南方向位移至 2017 年的 115.88°E 、 31.37°N , 分布中心点轨迹整体呈现出向西转移趋势。

表 2 中国 A 级物流企业标准差椭圆参数

Tab. 2 Parameters of standard deviation ellipse of A-grade logistics companies in China

年份	中心点经度 ($^\circ\text{E}$)	中心点纬度 ($^\circ\text{N}$)	长半轴长度 (km)	短半轴长度 (km)	转角 ($^\circ$)
2007	116.83	31.45	1 017.39	586.25	16.59
2012	116.46	31.67	886.83	772.56	18.23
2017	115.88	31.37	865.42	809.20	10.79

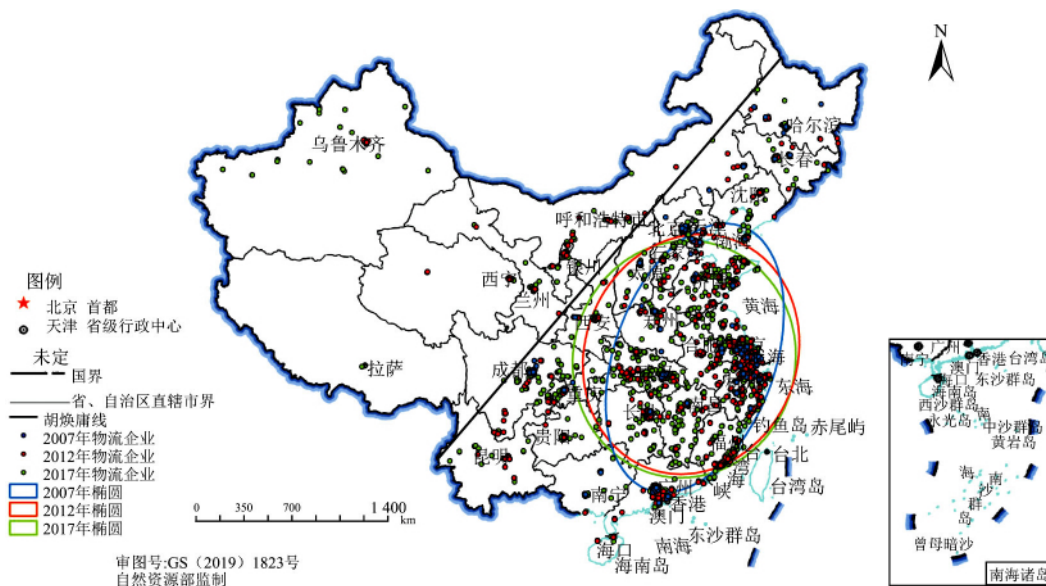


图 2 中国 A 级物流企业空间分布及标准差椭圆

Fig. 2 Standard deviational ellipse and spatial distribution of A-grade logistics companies evaluation in China

3.2 核密度分析

通过核密度分析, 可以同时观测中国 A 级物流企业分布的位置、延展性及形状特征, 从而得到关于整体分布状况的直观且清晰的描述, 但是在进行核密度估计过程中带宽的确定成为关键问题。本文在借鉴已有研究的基础上^[37], 首先从点间欧式距离角度对 A 级物流企业关联维数进行计算, 然后确定无标度区间, 进而在其区间范围内以 10km 为增量反复尝试进行核密度计算, 最终发现带宽为 200 km 时能够更为准确地反应不同时期中国 A 级物流企业的空间分布格局, 既能够体现出整体分布趋势, 又能够显示出局部分异特征。分别生成 2007、2012 和 2017 年中国 A 级物流企业的核密度分布图(图 3), 进一步探究其空间分布的总体格局及演变特征。

从图 3 中可见, 中国 A 级物流企业呈现出明

显的空间聚集特征, 主要沿东部沿海地区逐渐向内陆地区扩散, 东部地区的长江三角洲和珠江三角洲地区一直是中国 A 级物流企业的主要分布地区, 长江经济带中游城市群和上游成渝经济区后来居上, 发展迅猛, 已经形成较为明显的集聚区。具体来看, 2007 年 A 级物流企业均分布在“胡焕庸线”东侧, 长江三角洲和珠江三角洲地区集聚特征最为明显, 物流企业密度最高; 同时几个比较明显的空间分布集聚中心开始出现, 但各集聚中心呈孤立的点状分布, 如四川成都、河南郑州、湖北武汉等, 物流企业密度均小于 3 个/ 10^4 km^2 ; 具体省域来看, 上海物流企业密度最高为 35.21 个/ 10^4 km^2 , 其次为北京 4.88 个/ 10^4 km^2 , 共有 10 个省域没有出现 A 级物流企业, 占总数的 32.26%, 主要位于西部地区。2012 年 A 级物流企业在沿海地区集聚特征加强, 呈现出连

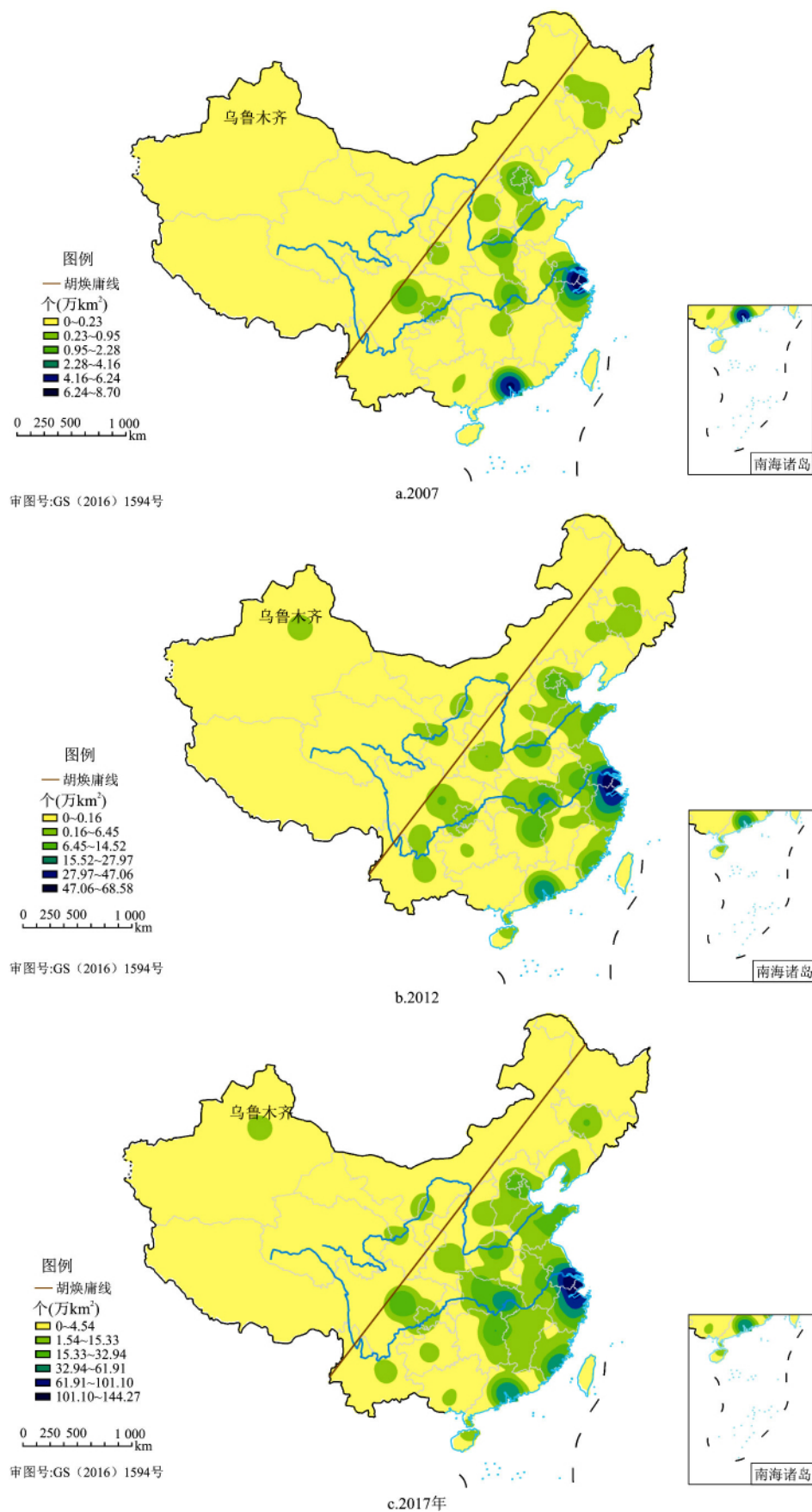


图 3 中国 A 级物流企业空间分布的核密度图

Fig. 3 Kernel density of the spatial distribution of A-grade logistics companies in China

片的高密度分布,并逐渐向内陆扩散;同时,A级物流企业的分布开始突破“胡焕庸线”限制,呈零星散落的分布特征,如新疆乌鲁木齐、青海西宁、甘肃兰州、宁夏银川以及内蒙古呼和浩特,但物流企业密度均小于 $6\text{个}/10^4\text{km}^2$;具体省域来看,上海物流企业密度最高为 $137.07\text{个}/10^4\text{km}^2$,其次为浙江 $25.72\text{个}/10^4\text{km}^2$,北京、天津、江苏紧随其后分别为 23.77 、 23.10 、 $18.93\text{个}/10^4\text{km}^2$,此时除西藏外各省域均出现了A级物流企业,但发展程度存在较大差异。2017年A级物流企业从沿海地区进一步向内陆扩散,连片程度和企业密度进一步增强,中部各集聚区联系更加密切,形成了新的集聚中心,但仍然局限于“胡焕庸线”东侧半壁;具体省域来看,东部地区的上海、浙江、江苏、北京、天津A级物流企业密度依然最高,分别为 266.59 、 62.45 、 53.25 、 52.42 、 $35.08\text{个}/10^4\text{km}^2$,中部的湖北、湖南、江西等发展迅速,分别为 23.18 、 9.53 、 $10.06\text{个}/10^4\text{km}^2$ 。

3.3 探索性空间数据分析

采用 ArcGIS10.2 软件,根据公式(2),分别对 2007 年、2012 年、2017 年省域单元 A 级物流空间分布进行全局自相关分析,计算结果如表 3 所示。可见,3 个年份的 Global Moran's I 指数分别为 0.1073 、 0.3063 、 0.2964 ,正态统计量 Z 得分均大于 1.96 , P 值均小于 0.05 ,均通过了显著性检验,表明 A 级物流企业的空间分布一直具有空间自相关特征,A 级物流企业数量相当的省域单元在空间上呈现出集中分布,但集聚特征存在差异,2007~2012 年正相关性不断增大,2012~2017 年相邻空间单元的正相关性又略有减弱。

表 3 中国 A 级物流企业全局自相关分析结果

Tab. 3 Result of general autocorrelation analysis of A-grade logistics companies in China

年份	值	预期指数	方差	Z 得分	P 值
2007	0.107 283	-0.033 33	0.009 322	1.986 362	0.014 529
2012	0.306 335	-0.033 33	0.009 324	3.517 746	0.000 435
2017	0.296 435	-0.033 33	0.010 260	3.255 661	0.001 131

进一步采用 ArcGIS10.2 软件,根据公式(4)、(5),运用热点分析工具,分别计算 2007 年、2012 年、2017 年的 Getis-Ord G_i^* 统计量,探索 A 级物流企业在空间上发生聚类的位置,采用 Jenks 的“自然断裂点法”将局部的 G_i^* 统计量从高到低分成 4 类,并将其可视化,结果如图 4 所示。

可见,随着国家 A 级物流企业评估和认定工

作的持续推进,A 级物流企业规模不断扩大,热点区数量由 6 个增加到 8 个,虽有所波动,但总体呈增加趋势,而次热点区数量由 9 个大幅减少到 3 个,冷点区和次冷点区数量总体呈增加的趋势,同时冷热点格局的梯度变化特征较为明显。在研究的 3 个年份中,始终未发生变化的区域有 18 个,占研究区总数的 58.06%,表明 A 级物流企业空间分布格局虽有变化,但仍然较为稳定,热点区和次热点区均未突破“胡焕庸线”的约束。分省来看,所研究的 3 个年份中,始终未发生变化的区域中,热点区为安徽、江西、江苏、福建,占总数的 12.90%;次热点区为山东、河南、广东,占总数的 9.68%;四川、西藏、青海、新疆、甘肃、宁夏、内蒙古、云南和辽宁、贵州、广西分别为冷点区和次冷点区,分别占总数的 25.81%和 9.68%。

4 影响因素分析

4.1 影响因素变量的选取及相关性分析

4.1.1 变量的选取

本研究在借鉴以往研究的基础上^[2,7,8,18,22],考虑数据的可获取性,重点从经济、产业结构、交通区位、区域政策等方面,分别选取市场规模、人口密度、城镇化水平、交通可达性、对外开放程度、经济外向度、区域政策、工业发展水平、信息化水平、地区经济实力、货物运输能力等 11 个指标,采用地理探测器对影响中国 A 级物流企业分布的因素进行探测,进而揭示 A 级物流企业空间分异的影响因素及其驱动机理,指标的选取和计算方法详见表 4。

4.1.2 相关性分析

地理探测器能够很好地探测某因子(X)在很大程度上解释了属性(Y)的空间分异性,但不能判别影响方向,因此在进行地理探测器分析之前先进行相关性分析。通过相关系数的计算,以此判断所选取的 11 个指标是否与 A 级物流企业数量存在相关关系,以及各影响因子的影响方向。借助于 SPSS19.0 软件进行 Pearson 相关分析,计算结果见表 5。可见,所选取的 11 个指标与 A 级物流企业数量之间均存在显著正相关关系,在一定程度上验证了所选取指标的合理性。其中,市场规模(X1)、交通可达性(X4)、区域政策因素(X7)和货物运输能力(X11)4 项因素,在 3 个时

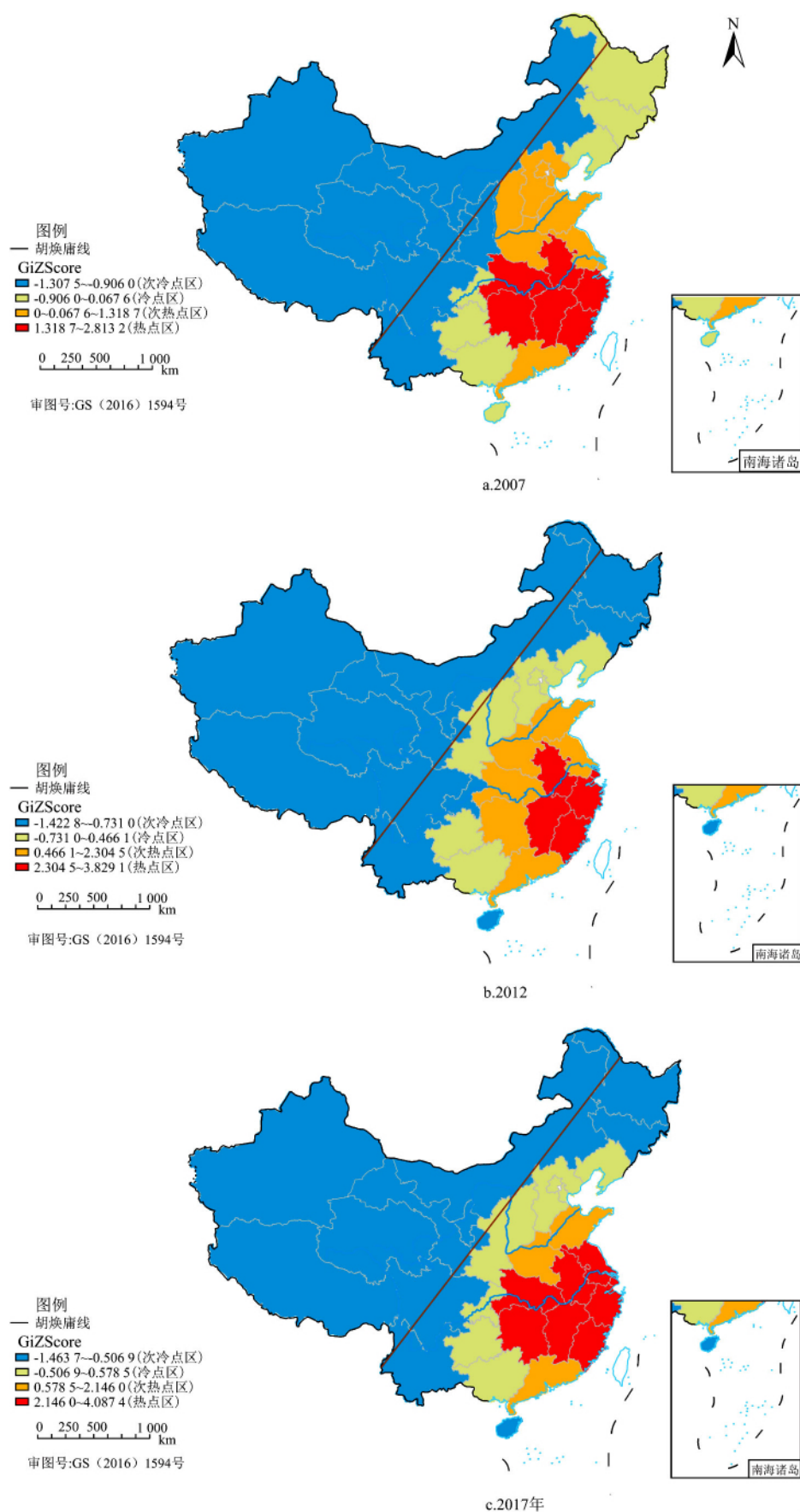


图 4 中国 A 级物流企业空间分布的热点区域演化

Fig. 4 Regional evolution of hotspots in distribution of A-grade logistics companies in China

表 4 变量和指标测度

Tab. 4 Description of variables and measures

指标	单位	计算方法
市场规模(X1)	亿元	社会消费品零售总额
人口密度(X2)	人 / km ²	年末常住人口 / 区域面积
城镇化水平(X3)	%	非农业人口占总人口的比重
交通可达性(X4)	km / km ²	每平方千米的公路里程数
对外开放程度(X5)	个	外资企业数量
经济外向度(X6)	%	外商投资企业进出口总额与地方生产总值之比
区域政策因素(X7)	亿元	地方财政支出总额
工业化发展水平(X8)	%	工业总产值占地区生产总值的比重
信息化水平(X9)	%	互联网上网人数占总人口的比重
地区经济实力(X10)	亿元	地区生产总值
货物运输能力(X11)	万 t	地区货运总量

期内均通过了显著性检验, 且相关系数相对较高; 对外开放程度(X5)、经济外向度(X6)、信息化水平(X9) 和地区经济实力(X10) 4 项因素, 在 2007 年、2012 年均通过了显著性检验, 相关系数也较高。

4.2 影响因素分析

4.2.1 主要影响因素及作用强度分析

本研究采用地理探测器分析中国 A 级物流企业空间分异格局的影响因素。首先, 借助于 Arc-GIS10.2 软件平台, 对自变量即影响因素进行分层处理即采用自然断裂点法(Jenks), 对所收集到的影响因素进行分类, 分为 1、2、3、4 类, 将自变量由数值量转为类型量; 然后将数据读入地理探测器软件, 分别计算 2007、2012、2017 年各探测要素对区域 A 级物流企业分布(即省域 A

表 5 A 级物流企业与遴选指标 Pearson 相关系数

Tab. 5 Pearson correlation coefficient of A-grade logistics companies and selected indicators

指标	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
2007	0.637 **	0.676 **	0.579 **	0.529 **	0.85 **	0.786 **	0.783 **	0.262 *	0.7 **	0.722 **	0.473 **
2012	0.582 **	0.364 *	0.376 *	0.514 **	0.622 **	0.473 **	0.613 **	0.213	0.462 **	0.745 **	0.451 *
2017	0.614 **	0.239	0.329	0.465 **	0.141	0.161	0.64 **	0.184	0.29	0.171	0.486 **

注: * 表示在 0.05 水平(双侧) 上显著相关; ** 表示在 0.01 水平(双侧) 上显著相关。

级物流企业数量) 的影响力 q 值, 运算结果见表 6。

可见, 从 2007~2017 年, 除市场规模(X1)、信息化水平(X9)、货物运输能力(X11) 的 q 值呈现出逐渐增大的趋势外, 其余各影响因素的 q 值

均呈减少态势, 且各影响力之间 q 值差距减少, 表明中国 A 级物流企业空间分布越来越受到更多因素的影响, 且单个因素的影响力减弱, 影响程度朝着均衡方向发展。具体来看, 2007 年影响中

表 6 中国 A 级物流企业分布的影响因子地理探测结果

Tab. 6 Results of geographic detection for influencing factors of A-grade logistics companies in China

指标	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
2007	0.395 2	0.526 3	0.436 1	0.339 9	0.395 1	0.387 3	0.497 6	0.204 9	0.168 1	0.449 8	0.236 9
2012	0.427 6	0.450 7	0.317 8	0.206 9	0.473 8	0.340 6	0.464 7	0.297 7	0.307 6	0.420 2	0.303 6
2017	0.455 1	0.375 7	0.305 6	0.214 4	0.314 4	0.108 8	0.458 5	0.070 1	0.359 5	0.409 0	0.325 5

国 A 级物流企业空间分布格局的核心因素为人口密度(X2)、区域政策(X7)、地区经济实力(X10)、城镇化水平(X3) 和市场规模(X1), q 值分别为 0.526 3、0.497 6、0.449 8、0.436 1、0.395 2; 2012 年核心因素为对外开放程度(X5)、区域政策(X7)、人口密度(X2)、市场规模(X1) 和地区经济实力(X10), q 值分别为 0.473 8、0.464 7、0.450 7、0.427 6、0.420 2; 2017 年核心因素为区域政策(X7)、市场规模(X1)、地区经济实力(X10)、人口密度(X2)、货物运输能力(X11), q 值分别为 0.458 5、0.455 1、0.409 0、0.375 7、0.325 5。

4.2.2 基于探测因子的分析

通过对 2007、2012、2017 年探测因子的影响力 q 值来看, 市场规模(X1)、人口密度(X2)、城镇化水平(X3)、对外开放程度(X5)、区域政策因素(X7)、信息化水平(X9)、地区经济实力(X10) 等是中国 A 级物流企业空间分布特征的主要影响因素, 很大程度上决定了中国 A 级物流企业空间分异格局的形成。

(1) 市场规模(X1)、城镇化水平(X3)、地区经济实力(X10)。通常物流企业倾向于布局在市场规模较大、地区经济发展水平较高以及城镇化水平较高的区域。其中, 地区经济实力

是物流业发展的基础,很大程度上决定了物流市场的发育程度,直接导致了物流企业布局的区域差异^[2];研究期内地区经济实力对 A 级物流企业分布的影响力始终保持在较高水平, q 值分别为 0.449 8、0.420 2、0.409 0;中国经济发展水平由沿海向内陆呈梯度递减的态势,决定了 A 级物流企业分布由东向西逐步扩散的基本格局,同时 A 级物流企业的分布格局也在一定程度上反映了东部沿海地区和中西部落后地区经济差异。市场规模对中国 A 级物流企业的布局也具有极为重要的影响, q 值分别为 0.395 2、0.427 6、0.455 1,逐渐增大,影响力呈增加趋势,在一定程度上表明地区经济的发展和市场规模的扩大促进了区域物流企业的增长。城镇化水对 A 级物流企业分布的影响力也较高, q 值分别为 0.436 1、0.317 8、0.305 6。由于各地区经济发展水平、市场规模及城镇化水平存在差异,导致不同时期各探测要素对 A 级物流企业布局的影响力 q 值存在一定的差异,同时影响力 q 值均呈现出下降的趋势。

(2) 对外开放程度(X5)、经济外向度(X6)、区域政策因素(X7)。对外开放程度和区域政策因素对 A 级物流企业的布局具有重要影响作用,不同时期影响力差异性相对较小,X5 和 X7 3 个时期的 q 值分别为 0.395 1、0.473 8、0.314 4 和 0.497 6、0.464 7、0.458 5。物流企业的集聚得益于对外开放、国际贸易等外向型经济的发展^[2],外资企业的进入带来了大量与物流企业密切相关的活动,如外资企业数量较多的江苏、浙江、上海、广东等省份,物流企业数量始终处于遥遥领先地位。区域政策的扶持已成为影响产业空间格局的重要影响因素,能够很大程度上引导物流企业的布局,地方政府通过制定优惠政策、编制物流业发展规划、改善基础设施、兴建物流工业园区等,引导物流企业做大做强,对物流企业发展起到至关重要作用。随着对外开放程度的深入推进,沿海沿边沿江沿线和内陆中心城市对外开放格局的逐步形成,更多的地区对外经济联系进一步加强,导致 2007~2017 年 X5、X7 的 q 值有所下降,而 X6 的 q 值则剧烈下降,由 0.387 3 下降到 0.108 8。

(3) 工业化水平(X8)、信息化水平(X9)。物流企业是伴随着工业化发展水平的不断提高而迅速发展起来,物流企业在很大程度上是服务于工

商企业,的其布局在宏观尺度上与工业企业的分布有着紧密的联系^[2]。伴随着工业化程度的普遍提高,工业化水平(X8)对物流企业影响力的 q 值呈现出下降的趋势,由 2007 年的 0.240 9 下降到 2017 年的 0.070 1。便捷的信息技术和网络设施已成为影响中国区域经济发展水平的重要因素,同样物流信息技术也已发展成为影响物流企业布局的重要因素,具体表现为影响力 q 值的不断增大,2007、2012、2017 年 q 值分别为 0.168 1、0.307 6、0.359 5。

(4) 交通可达性(X4)、货物运输能力(X11)。交通条件是物流企业布局的重要基础,良好的通达性可大大降低运输成本,提高企业的物流组织效率,对比 2007、2012、2017 年交通可达性对 A 级物流企业布局的影响力 q 值,可见交通可达性对 A 级物流企业布局的影响力整体保持在较高水平,但随着高速公路的大规模修建,交通运输条件得到极大改善,交通可达性对物流企业布局的影响力显著降低,三个时期 q 值分别为 0.339 9、0.206 9、0.214 4。货物运输能力也是影响 A 级物流企业布局的重要因素,对 A 级物流企业布局的影响力不断提高, q 值由 2007 年的 0.236 9 增大到 2017 年的 0.325 5。

4.3 影响因素交互作用探测

进一步采用地理探测器软件中的交互作用探测器(Interaction detector),探究任意两因子共同起作用时对 A 级物流企业空间分异的影响程度,结果见表 7。

可见,2007 年有 4 类交互情形产生非线性增强作用(NE),即不同影响因子交互作用的影响力大于两因子单独作用的影响力之和,分别为交通可达性(X4) $\cap$ 工业化发展水平(X8)、对外开放程度(X5) $\cap$ 货物运输能力(X11)、经济外向度(X6) $\cap$ 货物运输能力(X11)、信息化水平(X9) $\cap$ 货物运输能力(X11),因此该时期需要特别关注货物运输能力(X11)对 A 级物流企业分布的影响作用;其余因子交互作用均产生双因子增强作用(BE),效果没有非线性增强型显著。2012 年有 7 类交互情形产生非线性增强作用(NE),占交互情形总数的 12.73%,两因子交互情形产生非线性增强作用(NE)的范围有所扩大,该阶段需要重点关注交通可达性(X4)对 A 级物流企业分布的影响作用;2017 年有 32 类交互情形产生非线性增强作用(NE),占交互情形总数的 58.18%,其

表 7 不同影响因子交互作用探测结果

Tab. 7 Results of interaction detecting between different factors

因素	2007 年	2012 年	2017 年	因素	2007 年	2012 年	2017 年
X1 $\cap$ X2	BE	BE	BE	X4 $\cap$ X6	BE	NE	NE
X1 $\cap$ X3	BE	BE	BE	X4 $\cap$ X7	BE	NE	BE
X1 $\cap$ X4	BE	NE	BE	X4 $\cap$ X8	NE	BE	NE
X1 $\cap$ X5	BE	BE	BE	X4 $\cap$ X9	BE	NE	NE
X1 $\cap$ X6	BE	BE	BE	X4 $\cap$ X10	BE	BE	NE
X1 $\cap$ X7	BE	BE	BE	X4 $\cap$ X11	BE	BE	BE
X1 $\cap$ X8	BE	BE	NE	X5 $\cap$ X6	BE	BE	NE
X1 $\cap$ X9	BE	BE	NE	X5 $\cap$ X7	BE	BE	BE
X1 $\cap$ X10	BE	BE	BE	X5 $\cap$ X8	BE	BE	NE
X1 $\cap$ X11	BE	BE	BE	X5 $\cap$ X9	BE	BE	NE
X2 $\cap$ X3	BE	BE	BE	X5 $\cap$ X10	BE	BE	NE
X2 $\cap$ X4	BE	BE	BE	X5 $\cap$ X11	NE	BE	BE
X2 $\cap$ X5	BE	BE	BE	X6 $\cap$ X7	BE	BE	NE
X2 $\cap$ X6	BE	BE	NE	X6 $\cap$ X8	BE	NE	NE
X2 $\cap$ X7	BE	BE	BE	X6 $\cap$ X9	BE	BE	NE
X2 $\cap$ X8	BE	BE	NE	X6 $\cap$ X10	BE	BE	NE
X2 $\cap$ X9	BE	BE	NE	X6 $\cap$ X11	NE	NE	NE
X2 $\cap$ X10	BE	BE	BE	X7 $\cap$ X8	BE	BE	NE
X2 $\cap$ X11	BE	BE	BE	X7 $\cap$ X9	BE	BE	NE
X3 $\cap$ X4	BE	NE	BE	X7 $\cap$ X10	BE	BE	BE
X3 $\cap$ X5	BE	BE	BE	X7 $\cap$ X11	BE	BE	BE
X3 $\cap$ X6	BE	BE	NE	X8 $\cap$ X9	BE	BE	NE
X3 $\cap$ X7	BE	BE	NE	X8 $\cap$ X10	BE	BE	NE
X3 $\cap$ X8	BE	BE	NE	X8 $\cap$ X11	BE	BE	NE
X3 $\cap$ X9	BE	BE	NE	X9 $\cap$ X10	BE	BE	NE
X3 $\cap$ X10	BE	BE	NE	X9 $\cap$ X11	NE	BE	NE
X3 $\cap$ X11	BE	BE	NE	X10 $\cap$ X11	BE	BE	BE
X4 $\cap$ X5	BE	BE	NE				

注: NE(nonlinear enhancement) 表示非线性增强型, BE(bi-factor enhancement) 表示双因子增强型。

中工业化发展水平(X8)和信息化发展水平(X9)两因子与其余因子交互作用时均产生非线性增强作用(NE),表明该阶段工业化和信息化发展水平对A级物流企业的快速发展起到了重要的推动作用,应特别重视工业企业布局和物流信息技术对物流企业布局的重要影响。

5 结论与讨论

5.1 结论

本研究借助于GIS软件平台,通过采用标准差椭圆分析、核密度分析以及探索性空间数据分析方法,对2007、2012、2017年中国A级物流企业时空格局演变特征进行分析,并采用地理探测器模型探讨其空间格局演化的影响因素及其交互作用,主要结论如下:

(1) A级物流企业发展阶段特征差异明显,不同等级企业发展存在不平衡,高、低等级所占

比重较小,而中等级所占比重较大,呈现出“两头小、中间大”发展格局。

(2) A级物流企业分布格局总体呈现“南(略偏西)一北(略偏东)”的空间分布态势,且沿东部沿海逐渐向内陆地区扩散;A级物流企业经历了“二核多中心”—“三核多中心”—“三核多中心连片发展”的空间分异格局。

(3) A级物流企业在省域单元的分布具有空间集聚特征,集聚程度先增大后降低;冷热点分布格局虽有变化,但仍然较为稳定,热点区集中连片分布在我国人口密度较高的东南半壁,而西北半壁均为冷点区,冷热点格局的梯度变化特征较为明显且逐渐增强。

(4) 市场规模(X1)、信息化水平(X9)和货物运输能力(X11)对物流企业空间分布影响力逐渐增强,其余各因素均呈减少态势,各影响力之间差距减少,表明中国A级物流企业空间分布越来越受到更多因素的影响,单个因素的影响力减

弱, 影响程度朝着均衡方向发展; 不同因素交互作用对 A 级物流企业空间分布的影响力均大于各因素单独作用的影响力, 不存在相互独立的因素。

5.2 讨论

物流业作为经济领域中的一个重要服务配套产业, 已经成为现代社会经济发展中不可或缺的环节, 尤其是作为中坚力量的 A 级物流企业的合理布局与健康发展对于支撑我国流通领域的经济活动和社会经济系统的高效运转具有重要战略意义。本研究以物流企业中信誉较好、相对较稳定的 A 级物流企业为研究对象, 采用多种 GIS 空间分析方法对中国不同等级 A 级物流企业时空演化特征进行分析, 在空间分布格局可视化、时空差异可视化、冷热点辨识等方面具有良好的效果; 同时针对以往 A 级物流企业空间分布影响因素以定性分析为主这一问题, 在进行相关性分析的基础上, 进一步采用地理探测器工具定量分析各因子对 A 级物流企业空间分布的解释力以及两因子交互作用的影响力, 能够弥补定量分析方法应用的相对不足, 还可以尝试考虑将这些方法应用于其它研究对象的空间问题分析中。现代物流企业与产业的发展具有很强的关联性, 随着省域单元及其内部经济结构的不断调整与优化, 物流企业的区位选择与空间布局也在一定程度上发生了显著改变, 但整体分布趋势未发生实质性改变。一方面要加强政府对物流企业的扶持力度, 加强顶层设计, 积极发挥引导作用, 合理优化空间布局, 引导 A 级物流企业进一步做大做强, 引导不同类型物流企业的结构调整和转型升级。另一方面要不断提升信息化水平和货物运输能力, 为 A 级物流企业更好拓展客户群和物流市场提供便利的信息服务和良好的交通通达性, 降低物流运输成本, 提高企业物流组织效率。同时还要优化区域产业结构, 扩大物流市场需求规模, 通过将物流产业嵌入商贸、制造业价值链, 形成物流产业集群, 物流企业发展最终为生产力布局提供支撑。

参考文献:

- [1] CIDELL J. Concentration and decentralization: The new geography of freight distribution in US metropolitan areas[J]. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(3): 363-371.
- [2] 王成金, 张梦天. 中国物流企业的布局特征与形成机制[J]. *地理科学进展*, 2014, 33(1): 134-144.

- WANG C J, ZHANG M T. Spatial pattern and its mechanism of modern logistics companies in China[J]. *Progress in Geography*, 2014, 33(1): 134-144.
- [3] KEVIN O C. Global city regions and the location of logistics activity[J]. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(3): 354-362.
- [4] 韩增林, 王成金, 尤 飞. 我国物流业发展与布局的特点及对策探讨[J]. *地理科学进展*, 2002, 21(1): 81-89, 96.
HAN Z L, WANG C J, YOU F. The characters of the development and distribution about Chinese logistics and the discussion of the developing measures[J]. *Progress in Geography*, 2002, 21(1): 81-89, 96.
- [5] 梁双波, 曹有挥, 吴 威. 上海大都市区港口物流企业的空间格局演化[J]. *地理研究*, 2013, 32(8): 1448-1456.
LIANG S B, CAO Y H, WU W. Spatial pattern evolution of port logistics enterprises in Shanghai metropolitan area[J]. *Geographical Research*, 2013, 32(8): 1448-1456.
- [6] 蒋天颖, 伍婵提, 陈改改. 浙江省 A 级物流企业时空格局特征研究[J]. *地理科学*, 2017, 37(11): 1720-1727.
JIANG T Y, WU C T, CHEN G G. Spatio-temporal pattern of Zhejiang A-class logistics enterprise[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(11): 1720-1727.
- [7] TAKANORI S, KAZUYA K, TETSURO H. Logistics facility distribution in Tokyo Metropolitan area: Experiences and policy lessons[J]. *Transportation Research Procedia*, 2016(12): 263-277.
- [8] 蒋天颖, 史亚男. 宁波市物流企业空间格局演化及影响因素[J]. *经济地理*, 2015, 35(10): 130-138.
JIANG T Y, SHI Y N. The spatial pattern evolution and influencing factors of logistics enterprises in Ningbo[J]. *Economic Geography*, 2015, 35(10): 130-138.
- [9] ANN V, ROSELINDE K, PETER G, etc. Location of logistics companies: A stated preference study to disentangle the impact of accessibility[J]. *Journal of Transport Geography*, 2015, 42(1): 110-121.
- [10] SONG Y, LEE K, ANDERSON W P, et al. Industrial agglomeration and transport accessibility in metropolitan Seoul[J]. *Journal of Geographical Systems*, 2012, 14(3): 299-318.
- [11] DELGADO M, PORTER M E, STERN S. Clusters, convergence, and economic performance[J]. *Research Policy*, 2014, 43(10): 1785-1799.
- [12] LILIANA R, YOSSEI S, DESIREE K. Logistics clusters: The impact of further agglomeration, training and firm size on collaboration and value added services[J]. *Production Economics*, 2016, 179(9): 285-294.
- [13] 叶 磊, 段学军. 基于物流企业的长三角地区城市网络结构[J]. *地理科学进展*, 2016, 35(5): 622-631.
YE L, DUAN X J. City network structure of the Yangtze River Delta region based on logistics enterprise network[J]. *Progress in Geography*, 2016, 35(5): 622-631.
- [14] 王东方, 董千里, 陈 艳, 等. 中欧班列节点城市物流网络结构分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(1):

- 32-40.
- WANG D F, DONG Q L, CHEN Y, et al. Analysis of the logistics network structure of urban along the China Railway Express[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2018, 27(1): 32-40.
- [15] YAN H Z, MA L H, SHI F F. Evaluation of sustainable development ability for logistics enterprises based on unascertained measure[J]. Procedia Engineering, 2011, 15: 4757-4762.
- [16] DOBROSZEK J. Analysis of factors affecting the implementation of controlling in logistics enterprises and the resulting effects: Case of Poland[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2015, 213(4): 248-253.
- [17] SHAIK M N, ABDUL-KADER W. A hybrid multiple criteria decision making approach for measuring comprehensive performance of reverse logistics enterprises[J]. Computers & Industrial Engineering, 2018, 123(3): 9-25.
- [18] 韩会然, 杨成凤, 宋金平. 北京批发企业空间格局演化与区位选择因素[J]. 地理学报, 2018, 73(2): 219-231.
- HAN H R, YANG C F, SONG J P. Impact factors of location choice and spatial pattern evolution of wholesale enterprises in Beijing[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(2): 219-231.
- [19] 张 定, 曹卫东, 范娇娇, 等. 长三角城市物流发展效率的时空格局演化特征与机制[J]. 经济地理, 2014, 34(8): 103-110.
- ZHANG D, CAO W D, FAN J J, et al. The spatio-temporal evolution characteristics and mechanism of Yangtze River Delta city logistics development efficiency[J]. Economic Geography, 2014, 34(8): 103-110.
- [20] 曾小永, 千庆兰. 广州市仓储型物流企业空间分布特征及其影响因素分析[J]. 中国市场, 2010, 17(32): 6-9.
- ZENG X Y, QIAN Q L. Distribution pattern of storage company and the influence factors in Guangzhou[J]. China Market, 2010, 17(32): 6-9.
- [21] 宗会明, 周素红, 闫小培. 全球化下地方综合服务型物流企业的空间网络组织——以腾邦物流为案例[J]. 地理研究, 2015, 34(5): 944-952.
- ZONG H M, ZHOU S H, YAN X P. Research on the spatial network of local comprehensive third-party logistics company under globalization: Taking Tengbang Logistics Company as a case[J]. Geographical Research, 2015, 34(5): 944-952.
- [22] 张大鹏, 曹卫东, 姚兆钊, 等. 上海大都市区物流企业区位分布特征及其演化[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(7): 1478-1489.
- ZHANG D P, CAO W D, YAO Z Z, et al. Study on the distribution characteristics and evolution of logistics enterprises in Shanghai metropolitan area[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2018, 27(7): 1478-1489.
- [23] 钟业喜, 傅 钰, 郭卫东, 等. 中国上市公司总部空间格局演变及其驱动因素研究[J]. 地理科学, 2018, 38(4): 485-494.
- ZHONG Y X, FU Y, GUO W D, et al. Spatial pattern evolution and driving factors of China's listed companies[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(4): 485-494.
- [24] 赵 璐, 赵作权. 基于特征椭圆的中国经济空间分异研究[J]. 地理科学, 2014, 34(8): 979-986.
- ZHAO L, ZHAO Z Q. Projecting the spatial variation of economic based on the specific ellipses in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(8): 979-986.
- [25] 高 超, 金凤君. 沿海地区经济技术开发区空间格局演化及产业特征[J]. 地理学报, 2015, 70(2): 202-213.
- GAO C, JIN F J. Spatial pattern and industrial characteristics of economic technological development areas in eastern coastal China[J]. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(2): 202-213.
- [26] 任 平, 洪步庭, 周介铭. 基于空间自相关模型的农村居民点时空演变格局与特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(12): 1993-2002.
- REN P, HONG B T, ZHOU J M. Research of spatial-temporal pattern and characteristics for the evolution of rural settlements based on spatial autocorrelation model[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2015, 24(12): 1993-2002.
- [27] 马晓冬, 马荣华, 徐建刚. 基于 ESDA-GIS 的城镇群体空间结构[J]. 地理学报, 2004, 59(6): 1048-1057.
- MA X D, MA R H, XU J G. Spatial structure of cities and towns with ESDA-GIS framework[J]. Acta Geographica Sinica, 2004, 59(6): 1048-1057.
- [28] 靳 诚, 陆玉麒. 基于县域单元的江苏省经济空间格局演化[J]. 地理学报, 2009, 64(6): 713-724.
- JIN C, LU Y Q. Evolution of spatial pattern of economy in Jiangsu province at county level[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(6): 713-724.
- [29] GETIS A, ORD J K. The analysis of spatial association by the use of distance statistics[J]. Geographical Analysis, 1992, 24: 189-206.
- [30] 芮 旻, 唐蓓佩, 王 兴, 等. 国家园林城市时空演变特征及其影响机理[J]. 地理研究, 2018, 37(1): 20-36.
- RUI Y, TANG B P, WANG X, et al. The spatio-temporal evolutionary characteristics and the impact mechanism of national garden cities in China[J]. Geographical Research, 2018, 37(1): 20-36.
- [31] WANG J F, LI X H, CHRISTAKOS G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(1): 107-127.
- [32] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134.
- WANG J F, XU C D. Geodetector: Principle and prospective[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(1): 116-134.
- [33] 武 鹏, 李同昇, 李卫民. 县域农村贫困化空间分异及其影响因素——以陕西山阳县为例[J]. 地理研究, 2018, 37(3): 593-606.
- WU P, LI T S, LI W M. Spatial differentiation and influen-

- cing factors analysis of rural poverty at county scale: A case study of Shanyang county in Shaanxi Province, China[J]. *Geographical Research*, 2018, 37(3): 593-606.
- [34] 陈明星, 李 扬, 龚颖华, 等. 胡焕庸线两侧的人口分布与城镇化格局趋势——尝试回答李克强总理之问[J]. *地理学报*, 2016, 71(2): 179-193.
- CHEN M X, LI Y, GONG Y H, et al. The population distribution and trend of urbanization pattern on two sides of HU Huanyong population line: A tentative response to Premiere Li Keqiang[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(2): 179-193.
- [35] 李佳洺, 陆大道, 徐成东, 等. 胡焕庸线两侧人口的空间分异性及其变化[J]. *地理学报*, 2017, 72(1): 148-160.
- LI J M, LU D D, XU C D, et al. Spatial heterogeneity and its changes of population on the two sides of Hu Line[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 148-160.
- [36] 阮文奇, 郑向敏, 李勇泉, 等. 中国入境旅游的“胡焕庸线”空间分布特征及驱动机理研究[J]. *经济地理*, 2018, 38(3): 181-189, 199.
- RUAN W Q, ZHENG X M, LI Y Q, et al. Spatial distribution characteristics and driving mechanism of “Hu Line” in inbound tourism in China[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(3): 181-189, 199.
- [37] 董丞妍, 谭亚玲, 罗明良, 等. 中国“癌症村”的聚集格局[J]. *地理研究*, 2014, 33(11): 2115-2124.
- DONG C Y, TAN Y L, LUO M Q, et al. Spatial aggregation pattern of “cancer village” in China [J]. *Geographical Research*, 2014, 33(11): 2115-2124.

Study on the Spatio-temporal Evolutionary Characteristics and the Influencing Factors of A-grade Logistics Companies in China Based on GIS

PAN Fang-jie¹, WANG Hong-zhi¹, SONG Ming-jie², WANG Lu-yao¹

(1. Key Laboratory for Geographical Process Analysis & Simulation, Hubei Province, College of Urban & Environmental Sciences, Central China Normal University, Wuhan 430079, China; 2. College of Public Administrative, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: The logistics industry of China has undergone a rapid development since the Reform and Opening up. A-level logistics companies are leading companies in the logistics industry. The quantity and the quality of A-level logistics companies in a region is a significant factor that impacts investor's incentives to invest and run businesses there, so local governments usually support and supervise the development of A-level logistics companies. Based on the A-level logistics company data of China from 2007 to 2017, this paper analyzes the spatial distribution and heterogeneity of A-grade logistics companies by employing the standard deviation ellipse analysis, the kernel density estimation, and global and local autocorrelation analysis. Also, the geodetector model was used to analyze the influencing factors of the spatial distribution of A-grade logistics companies and the interactions between different factors. The main results are as follows: (1) The development of A-grade logistics companies could be divided into three stages: 2005-2007 (the starting stage with slow growth), 2008-2012 (the rapid growth stage), and 2013-2017 (the mature stage with slow growth). The structure of the A-grade logistics companies showed a trend of “middle heavy, two light”, i. e., the percentage of 3A and 4A companies increased while the percentage of 1A and 5A companies decreased. (2) The spatial distribution of A-grade logistics companies shows the pattern of “South (slightly westward) -North (slightly eastward)”, spreading from the eastern coast to the inland areas. The spatial heterogeneity patterns evolved from “two-core, multi-center” to “three-core, multi-center”, and to “three-core, contiguous-development”. (3) The spatial distribution of A-grade logistics companies shows the agglomeration characteristic at the provincial-level, and the degree of agglomeration increased first and then decreased. The distribution of hot and cold spots of logistics companies did not change much during the 10 years, and the gradient characteristic of hot and cold spots was obvious and gradually enhanced. (4) The significant factors that affect the spatial distribution of A-grade logistics companies are market scale, population density, urbanization level, degree of opening up, and regional economic strength; the influence of the interactions between two factors appeared to be stronger than that of a single factor.

Key words: A-grade logistics company; spatio-temporal differentiation; influencing factors; geodetector; China