

干旱区地理
Arid Land Geography
ISSN 1000-6060, CN 65-1103/X

《干旱区地理》网络首发论文

题目：乌鲁木齐市物流企业区位时空演化、影响因素和发展策略研究
作者：林秋平，李松芮，杨上广，王云云
收稿日期：2023-10-13
网络首发日期：2023-11-22
引用格式：林秋平，李松芮，杨上广，王云云. 乌鲁木齐市物流企业区位时空演化、影响因素和发展策略研究[J/OL]. 干旱区地理.
<https://link.cnki.net/urlid/65.1103.X.20231122.1010.001>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

doi: 10.12118/j.issn.1000—6060.2023.574

乌鲁木齐市物流企业区位时空演化、影响因素 和发展策略研究

林秋平^{1,2}, 李松芮¹, 杨上广³, 王云云¹

(1. 新疆财经大学工商管理学院, 新疆 乌鲁木齐 830012; 2. 新疆财经大学新疆企业发展研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830012; 3. 华东理工大学商学院, 上海 200237)

摘要：物流企业的空间布局不仅可以改变现有的物流组织形式，对重塑地区的产业空间格局也会产生重大影响。基于 2006—2022 年乌鲁木齐市物流企业空间数据，在对乌鲁木齐市物流企业区位时空演变分析的基础上，运用地理探测器和多尺度地理加权回归进一步探究物流企业区位选择的影响因素及其空间异质性，并提出优化物流企业空间布局的发展策略。结果表明：（1）乌鲁木齐市物流企业存在集聚分布特征，呈现出由“一主轴、一核心”向“三主核、两副核”演变的空间格局。（2）乌鲁木齐市地区间物流企业发展存在显著的正向溢出效应。（3）物流企业区位选择的影响因素中，物流企业数解释力度的均值为 66%、地区 GDP 为 48%、人口密度为 49%、物流园区距离为 28%；其中物流企业数和物流园区距离是空间异质性因素且其系数在空间上变化较大，地区 GDP 是具有正向影响的全局变量，人口密度是具有负向影响的全局变量。研究结果不仅拓展了企业区位理论的研究，而且丰富了研究案例，同时可以为乌鲁木齐市进行物流产业规划和高质量建设丝绸之路经济带商贸物流中心提供理论依据和实践参考。

关键词：物流企业；空间演变；多尺度地理加权回归；影响因素；乌鲁木齐市

国家统计局公布的数据显示：2022 年中国全年社会物流总额达到 347.6×10^{12} 元，物流业总收入达到 12.7×10^{12} 元，可见，物流业市场规模十分庞大，物流业对国民经济的支撑作用变得越发突显。乌鲁木齐市是中国西北地区重要的中心城市和面向中亚、西亚的国际商贸中心，随着“一带一路”倡议等的持续推进，新疆作为丝绸之路经济带核心区的优势日渐凸显，乌鲁木齐紧抓历史机遇以国际陆港区为核心，通过中欧班列集货，聚集物流业发展，深度参与“一带一路”建设，不断提升物流业开放质量和水平。

物流企业是物流行业中最为核心的主体之一，物流企业的空间布局不仅能改变原有物流组织形式，也能重塑地区经济空间格局^[1-2]。2022 年 1 月国家发改委印发《“十四五”现代流通体系建设规划》，提出“优化商贸、物流、交通等设施空间布局”和“加快国家物流枢纽布局建设，重点补齐中西部地区短板”，这是从国家层面明确了物流空间布局对于构建内畅外联的现代流

收稿日期：2023-10-13；**修订日期：**2023-11-07

基金项目：国家社科基金面上项目（20BGL020）；新疆维吾尔自治区普通高等学校人文社会科学基地新疆企业发展研究中心项目（XJEDU2023J007）；新疆财经大学研究生科研创新项目（XJUFE2023K048）资助

作者简介：林秋平（1981-），女，副教授，硕士生导师，主要从事物流产业经济研究。E-mail: lqpxjcd@foxmail.com

通讯作者：李松芮（1994-），男，硕士研究生，主要从事物流与供应链管理研究。E-mail: 1213252210@qq.com

通网络的重要作用和推进中西部物流枢纽建设的迫切性。《新疆维吾尔自治区现代物流业发展“十四五”规划》强调“以乌鲁木齐市为核心节点，构建功能互补、协调联动、一体发展的环乌鲁木齐现代物流核心圈”和“加快推进乌鲁木齐三大国家物流枢纽布局建设”。作为国家物流枢纽和丝绸之路经济带的核心节点，乌鲁木齐不仅承担着联通国际和国内两大市场的作用，同时也承担着通过自身优势带动周围地区乃至全疆发展的作用。乌鲁木齐市物流企业数量从 2006 年的 2095 家增加到 2022 年的 6041 家，呈现逐年递增趋势，但也存在物流企业高度集中、空间分布不均衡，导致出现物流效率低、物流成本高的现象，制约了物流业的发展。因此，优化调整物流企业空间布局，加快提升物流业发展水平和物流产业空间布局合理化成为亟待解决的重要现实问题。

物流企业的时空演变及其影响因素已经成为国内外研究的热点。从研究的区域尺度上看，主要集中在国家^[3-7]、区域^[8-11]和省域^[12-13]层面的泛研究，城市尺度的研究国外集中在亚特兰大^[11]、多伦多^[14]、布鲁塞尔^[15]、哥德堡^[16]等物流业发达的城市，国内集中在北京^[17]、上海^[18]、广州^[19]、宁波^[20]、义乌^[21]等东部沿海城市，现有文献缺乏对西部重点城市内部空间布局的研究。从空间单元选择上，主要集中在省^[22]、地级市^[7-8,14]、县（区）^[4,18,23-25]和街道（乡、镇）^[26]等行政单元上，且这些行政单元上的研究没有充分考虑各行政单元内空间景观的差异^[27]，空间网格化将弥补这种不足，空间网格化的微观研究也成为了空间布局研究的热点。在影响因素的选择上，现有研究主要集中在经济、市场、交通、社会和开放程度等宏观因素^[24,28-29]，对于交通条件、集聚条件和政策条件的邻近性等^[26]中微观因素的关注较少。在研究方法上，主要采用逻辑归纳法等定性分析方法^[17]和负二项回归模型^[26]、传统线性回归模型^[24]等定量分析模型对全局进行研究，部分学者选择采用地理加权回归（GWR）模型^[9]研究影响因素的空间异质性，地理加权回归能够在一定程度上反映影响因素的空间异质性，但是其是对所有的影响因素进行统一带宽划分，所有变量具有相同的空间平滑水平，并不能将各影响因素区分为全局因素和局部因素，不能表现各影响因素空间敏感性。多尺度地理加权回归模型可以解决 GWR 存在的不足^[30]，但是运用该方法的实证研究还不多见。

基于以上分析，本文基于乌鲁木齐市物流企业地理位置数据，分析物流企业的空间分布模式的时空演变，以 4 km×4 km 网格为基本空间单元研究分析空间关联模式的时空演变，并在此基础上使用地理探测器提取影响乌鲁木齐市物流企业区位选择的主要因素，最后采用多尺度地理加权回归（MGWR）模型区分全局和局部因素，并对局部因素的空间异质性作进一步分析，为乌鲁木齐市相关政府部门进行物流产业空间布局和规划，以及物流企业进行区位选择提供参考建议，为乌鲁木齐市发展建设国家级物流枢纽提供支持。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

乌鲁木齐市（86°37'~88°58'E，42°45'~45°00'N）为新疆首府城市，是丝绸之路经济带的核心城市及陆港型国家级物流枢纽，正在积极申报空港型和商贸服务型国家级物流枢纽。乌鲁木齐市现辖 7 区 1 县（天山区、沙依巴克区、新市区、水磨沟区、头屯河区、米东区、达坂城区、乌鲁木齐县）。截止 2022 年底，乌鲁木齐市现有物流园区 23 个和物流企业 6041 家，新疆 25% 以上的物流园区和物流企业均集聚在乌鲁木齐市，其物流企业集聚水平明显高于其他地区。乌鲁木齐市以推进丝绸之路经济带核心区商贸物流中心建设为驱动，优化物流发展空间布局，构建“通道+

枢纽+网络”的运行体系，形成内外畅通、经济便捷、智慧高效、融合联动、绿色安全的区域现代物流体系，推动新疆乃至丝绸之路经济带现代物流业高质量发展。本文选择乌鲁木齐市全境 7 区 1 县作为研究区。

1.2 数据来源

本研究对象涉及到的物流企业信息来自“天眼查”网站的企业登记信息，剔除一些信息不完整和存在偏差的企业数据，获得物流企业研究样本数据。通过高德地图 API 接口将企业注册地址信息转化为企业地理坐标，并使用 QGIS3.18.3 将 GCJ02 地理坐标系转变为 WGS 坐标系，得到乌鲁木齐市物流企业地理坐标信息。行政边界数据和道路网矢量数据集来源于国家基础地理信息中心全国 1:1000000 基础地理数据库，人口密度和 GDP 空间数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心 (<http://www.resdc.cn/>)。高速公路出入口、高校、园区等地理数据均是通过高德地图 poi 爬虫获取，并将其转化为 WGS 坐标系。

1.3 研究方法

本文利用平均最近邻、核密度和空间自相关分析物流企业的空间分布模式、空间分布密度和空间关联分布；利用地理探测器和多尺度地理加权回归分析物流企业空间分布的影响因素，具体方法如下。

1.3.1 地理探测器

地理探测器能探测因变量的空间分异性以及探测某自变量多大程度上解释了因变量的空间分异，用 q 值进行衡量^[31]，本文采用地理探测器来提取物流企业区位选择的主要影响因素。

1.3.2 多尺度地理加权回归模型 (MGWR)

MGWR 模型自变量具有不同的空间平滑水平，能对不同变量进行不同的带宽划分，并通过带宽将各影响因素区分为全局因素和局部因素，来揭示各影响因素空间异质性的强弱。模型^[30]如下：

$$y_i = \sum_{j=1}^k \beta_{b\omega_j}(\mu_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中： y_i 为研究地区*i*被解释变量的值； x_{ij} 为研究地区*i*第*j*个解释变量的值； ε_i 为误差项； $\beta_{b\omega_j}(\mu_i, v_i)$ 为研究地区*i*第*j*个解释变量的局部回归系数； $\beta_{b\omega_j}$ 为第*j*个解释变量回归所使用的地理带宽。带宽是分析研究地区解释变量空间异质性的关键指标，与 GWR 对所有变量划分相同带宽（取所有变量带宽的平均值）不同的是，MGWR 会对不同变量进行不同带宽划分（即考虑了系数间差异化的异质性尺度）。MGWR 沿用 GWR 中经典核函数，Spatial Kernel 类型选择二项形式的自适应带宽，带宽搜索方式采用黄金分割搜索方式，当回归系数迭代差距小于 10^{-5} 时认为回归结果收敛，模型优化准则基于修正的赤池正信息量准则 (AICc)。

2 结果与分析

2.1 集聚空间模式

运用 ArcGIS 10.8 软件分别计算乌鲁木齐市 2006—2022 年物流企业最邻近指数（表 1），最

近邻比率始终维持在 0.2 以下，并通过了置信度 99% 的显著性检验，表明乌鲁木齐市物流企业始终保持高度集聚的分布模式。最近邻比率从 0.157 先逐渐上升至 0.166 再逐渐下降至 0.127，表明乌鲁木齐市物流企业空间分布呈现愈来愈明显的集聚分布模式。同时，计算得到 Z 值从 -73.598 逐渐下降至 -130.423，意味着物流企业的空间模式不太可能产生于随机与离散过程，集聚分布特征显著。以上结果表明物流企业倾向于集聚分布，能够获得物流产业相关的技术外溢，促进企业发展。

表 1 平均最近邻分析

年份	最近邻比率	Z 值	P 值
2006	0.157	-73.598	0.000
2010	0.158	-78.845	0.000
2014	0.166	-91.230	0.000
2018	0.154	-102.485	0.000
2022	0.127	-130.423	0.000

注：Z 值表示统计值；P 值表示显著性水平。下同。

2.2 空间格局的演变

选取 2006、2014、2022 年 3 个时间节点，运用 ArcGIS 10.8 软件对乌鲁木齐市物流企业核密度进行分析，以不同搜索半径进行调试，最终确定搜索半径为 2 km，发现物流企业空间分布呈现出差异较大的空间集聚格局，并采用自然间断点分级法（Jenks）将核密度分为 5 个等级。

物流企业集聚呈现由“一主轴、一核心”先转变为“一主轴、双核心”再逐渐转变为“三主核、两副核”的空间格局（图 1）。2006 年，物流企业空间分布存在以“融南社区—河北西路社区—府友路社区—友谊社区—西河街北社区—变电站社区”为轴，以水磨沟区、天山区和沙依巴克区交界地区（新民路、长江路、和平路等）为核心的特征。2014 年，空间分布存在以“北站西路—太原路社区—友好北路—西河坝—炉院街”为轴，新增以新市区南部地区（石油新村、南纬路、高新街等）为核心的特征。2022 年物流企业集聚轴消失，形成以王家沟、中亚南路、西山街道为三主核，以二工街道、西山街道为两副核的空间格局。

从整体上看，物流企业的空间布局不再高度集聚于新市区、沙依巴克区、水磨沟区和天山区的交界处，并呈现出向西发展的态势，位于西部的头屯河区物流产业得到较好发展。物流企业高度集聚区逐渐分散，并培育出多处核心区，利于政府优化物流企业空间布局，为形成从中心向外围稳步扩大的物流空间格局奠定了基础，三坪农村、薛家槽与铁厂沟镇或将发展成为新的核心。

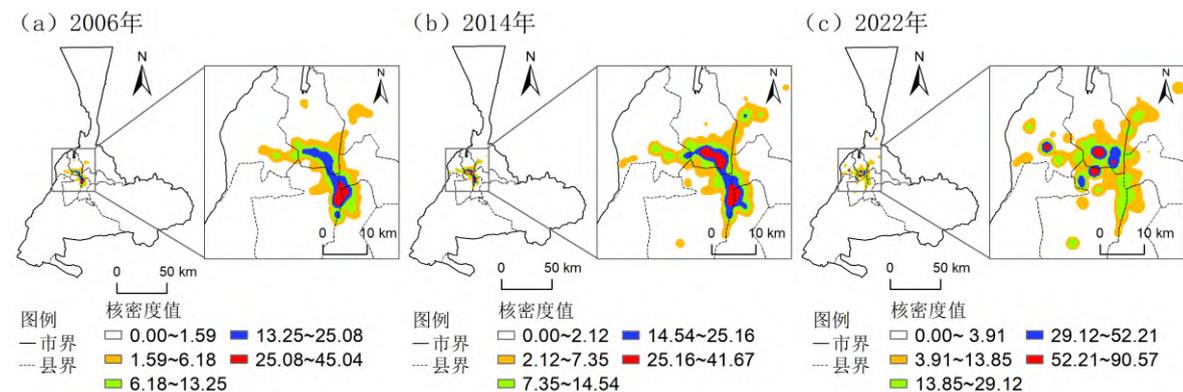


图 1 2006—2022 年物流企业分布核密度

Fig. 1 Logistics enterprise distribution kernel density from 2006 to 2022

2.3 空间关联分布特征

利用 ArcGIS 10.8 将研究区域划分为 991 个 4 km×4 km 的网格单元来进行空间关联分布特征和物流企业空间格局的影响因素分析。

2.3.1 空间分布集聚特征

运用 ArcGIS 10.8 软件对乌鲁木齐市物流企业 2006—2022 年的全局 Moran's *I* 进行计算, Moran's *I* 由 0.434 逐渐上升至 0.602, 均大于 0.43, 且通过 0.01 水平下的显著性检验 (表 2), 说明物流企业空间分布呈现较为显著的正相关性, 不同地区物流企业在空间分布上并非均质, 存在较多或较少地区在空间上均趋于集聚特征; 另外, 全局 Moran's *I* 指数逐年增加, 表明网格单元之间物流企业空间分布空间关联逐渐增强, “空间俱乐部趋同”现象增强, 空间分布的集聚特征增强。造成上述现象的主要原因是物流企业的集聚能够带来行业规模经济效应, 物流企业在区域内相邻, 越有利于企业间共享道路、电力等基础设施, 有益于降低企业运输成本和交易费用, 解决企业间信息不对称等问题。

表 2 物流企业全局莫兰指数

Tab. 2 Global Moran's *I* of logistics enterprises

年份	Global Moran's <i>I</i>	Z 值	P 值
2006	0.434	36.066	0.000
2010	0.473	31.317	0.000
2014	0.521	35.568	0.000
2018	0.570	36.292	0.000
2022	0.602	38.111	0.000

2.3.2 聚类 and 异常值分析

为识别 2006—2022 年乌鲁木齐市物流企业空间分布局部关联的演化过程, 运用 ArcGIS 10.8 软件绘制 2006、2014 年和 2022 年乌鲁木齐市物流企业的 Lisa 聚类图。

总体上看, 2006—2022 年乌鲁木齐市物流企业空间分布存在 3 种集聚模式, 其中高-高集聚区 2006 年时为新市区、水磨沟区、新市区和沙依巴克区的 26 个空间单元, 2014 年在 2006 年的基础上向西往头屯河区扩散、向东北往米东区扩散到 37 个空间单元, 2022 年进一步扩散到 41 个空间单元 (图 2)。高-高集聚区逐渐增加, 表明以上地区对乌鲁木齐市物流企业发展具有显著的正向溢出效应, 能带动周边地区物流企业的发展, 但随着扩散速度减缓, 表明以上地区对周围地区的带动作用减弱。低-高集聚区分布在高-高集聚区周围, 从 2006 年 4 个空间样本减少至 3 个, 并向西推移, 以上地区靠近高-高集聚区, 能够获取高-高集聚区溢出效应, 促进物流产业发展, 成为高-高集聚区。2006 年和 2014 年高-低集聚区为达坂城区达坂村的 1 个空间单元, 之后消失。高-低集聚区逐渐消失, 反映出物流企业发展前期地区间存在极化效应, 随着后期各地区物流企业的发展, 极化效应消失。不存在低-低集聚区, 说明乌鲁木齐市地区间物流企业发展不存在负向溢出效应。这是由于头屯河区和新市区经济快速发展, 特别是位于头屯河区的乌鲁木齐国际陆港区 and 位于新市区的乌鲁木齐市临空经济区是新疆作为“一带一路”核心区的重点建设项目, 相关政策的支持促使物流企业向以上地区集聚。

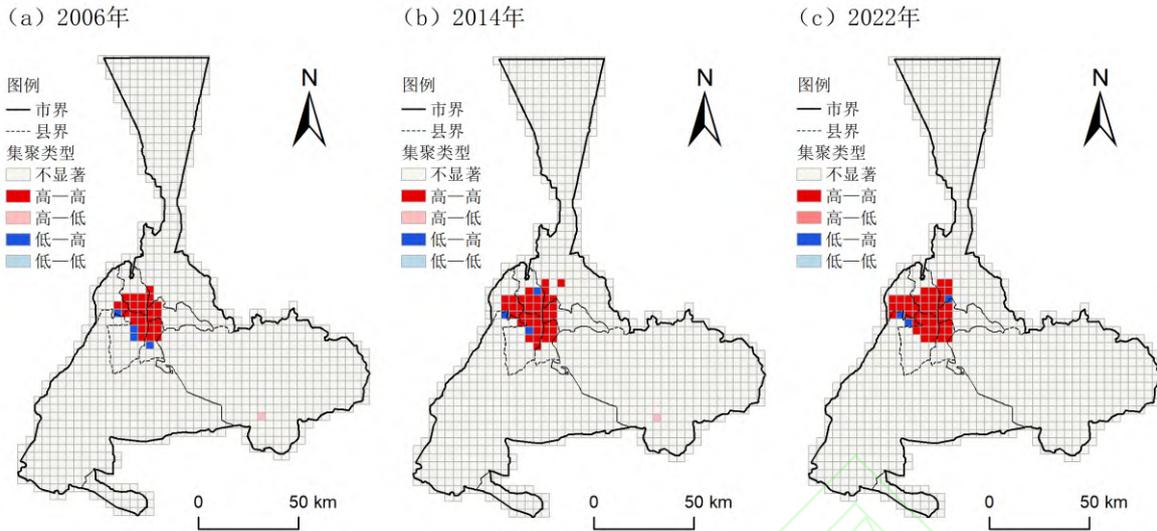


图 2 物流企业 Lisa 聚类图

Fig. 2 Lisa cluster map of logistics enterprise

2.4 乌鲁木齐市物流企业区位选择的影响因素分析

鉴于较长时间跨度对物流企业区位选择影响较小，且较早年份指标数据获取难度较大，同时考虑现有区位条件会对企业进行区位选择产生影响，将研究划分为 2017—2019 年和 2020—2022 年 2 个时间段。分别选择 2 个时间段 991 个 4 km×4 km 网格内新注册物流企业总数为因变量 (Y)，选择研究时间段前一年 (即 2016 年和 2019 年) 的区位因素为自变量 (X)。即本文分别分析 2016 年所具备的区位条件对 2017—2019 年物流企业区位选择的影响和 2019 年所具备的区位条件对 2020—2022 年物流企业区位选择的影响。对 2 个时间段使用地理探测器对影响因子进行测度，进一步利用 MGWR 模型对影响因素及其空间异质性进行对比分析，并对时间分异性进行探索分析。

2.4.1 影响因素的选择

物流企业区位的选择是多种因素综合作用的结果，为明确各类因素对乌鲁木齐市物流企业区位布局的作用，需要探究其影响因素。在影响因素指标选取时，作者严格遵循指标的科学性和数据可获性等原则，并借鉴已有研究^[12,20,22,25-26,32]，选取交通条件、集聚因素、社会经济、政府政策 4 个维度 12 项指标来分析物流企业区位选择的影响因素 (表 3)。

表 3 物流企业空间分布影响因素

Tab. 3 Influencing factors of logistics enterprise spatial distribution

维度	指标	单位	符号	定义与解释
交通条件	火车站的距离	km	X_1	到最近火车站的距离 (取对数)
	飞机场的距离	km	X_2	到最近飞机场的距离 (取对数)
	高速路出入口距离	km	X_3	到最近高速路出入口的距离 (取对数)
	道路长度	km	X_4	网格内道路总长度 (取对数)
集聚因素	物流企业数	家	X_5	网格内物流企业数量
	工业园区距离	km	X_6	到最近工业园区的距离 (取对数)
	农业园区距离	km	X_7	到最近农业园区的距离 (取对数)
	科技园区距离	km	X_8	到最近科技园区的距离 (取对数)

社会经济	国内生产总值 (GDP)	10 ⁸ 元·km ⁻²	X ₉	网格内 GDP 的均值
	人口密度	人·km ⁻²	X ₁₀	网格内人口密度的均值
政府政策	物流园区距离	km	X ₁₁	到最近物流园区的距离 (取对数)
	保税区距离	km	X ₁₂	到最近保税区的距离 (取对数)

2.4.2 物流企业区位选择影响因子的测度

使用地理探测器分析乌鲁木齐市物流企业区位选择的影响因素，以网格内新注册的企业数为探测因素因变量 (Y)，采用自然间断点分级法 (Jenks) 将各项指标自变量 (X) 分为 5 类进行离散化处理，使自变量由数值变量转化为类型变量，得到运行结果 (表 4)。

2017—2019 年和 2020—2022 年 2 个时间段内物流企业数 (X_5)、人口密度 (X_{10})、GDP (X_9) 和物流园区距离 (X_{11}) 对物流企业区位选择的解释力度始终排在前四位，其解释力度均维持在 25% 以上，表明物流企业区位选择的主要影响因素在 2 个时间段的时间分异性较弱。其中， X_5 对物流企业区位选择的解释力度始终保持在 60% 以上，远高于其他影响因素，表明产业集聚带来显著的规模优势以及市场占有率是物流企业区位选择最为关注的因素。其次， X_9 、 X_{10} 和 X_{11} 的解释力度均维持在 25% 以上，表明物流市场的规模和需求以及地区政策是物流企业区位选择重点关注的问题。

表 4 乌鲁木齐市物流企业空间分布影响因素地理探测器结果

Tab. 4 Geographical detection results of influencing factors of logistics enterprise spatial distribution in Urumqi

影响因素		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
2017—2019 年	q 值	0.128	0.181	0.111	0.139	0.690	0.124	0.089	0.258	0.521	0.566	0.303	0.168
	排名	9	6	11	7	1	10	12	5	3	2	4	8
2020—2022 年	q 值	0.100	0.164	0.086	0.094	0.633	0.139	0.073	0.223	0.444	0.420	0.259	0.142
	排名	10	6	11	9	1	8	12	5	2	3	4	7

注：q 值为解释力度；所有变量均通过 1% 显著性检验。

2.5 基于 MGWR 的影响因素分析

为进一步探究物流企业区位选择影响因素及其空间异质性，本文选择 MGWR 模型对 2017—2019 年和 2020—2022 年的数据进行分析。同样以 2 个时间段内新注册的物流企业为因变量，由于解释力度排名前 4 的影响因素对因变量的解释力度 (保持在 25% 以上) 明显大于其他因素并保持稳定。因此，选取各影响因素中解释力排名前 4 位的影响因素为自变量 (即物流企业数、GDP、人口密度和物流园区距离)，进行多尺度地理加权回归分析。为避免变量之间存在多重共线性导致偏差，进行相关性分析结果显示膨胀因子 (VIF) 值均小于 8.5 (表 5)，表明选择因素之间不存在多重共线性。

2.5.1 MGWR 模型总体分析

多尺度代理加权回归 (MGWR) 模型和最小二乘法 (OLS) 模型回归结果 (表 5)。

表 5 MGWR 和 OLS 模型总体估计结果

Tab. 5 Estimation results of MGWR and OLS models

变量	MGWR 模型				OLS 模型			
	2017—2019 年		2020—2022 年		2017—2019 年		2020—2022 年	
	Mean	BW	Mean	BW	Coef	VIF	Coef	VIF

物流企业数	1.359***	55	0.753***	55	0.576***	3.16	0.753***	2.60
GDP	0.289**	898	0.403**	973	0.597***	5.93	0.403***	6.55
人口密度	-0.221**	868	-0.377**	872	-0.316***	8.47	-0.377***	5.21
物流园区距离	-0.023***	57	-0.059***	57	-0.078***	1.58	-0.059***	1.71
RSS	193.508		209.624		282.537		296.065	
AICc	1337.050		1415.986		1578.786		1625.135	
R ²	0.805		0.788		0.715		0.701	
调整后 R ²	0.791		0.773		0.714		0.700	

注：Mean 为变量系数估计均值；BW 为 MGWR 模型中的带宽；Coef 为变量系数；VIF 为膨胀因子；RSS 为残差平方和；AICc 为修正的赤池正信息量准则；R² 为拟合优度；*、**、*** 分别表示在 $P<0.1$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 水平上显著。

2 个时间段 OLS 模型调整后 R² 均大于 0.7（表 5），反映出地理探测器因素分析的准确性。使用 AICc 准则对模型进行检验，可以看出，MGWR 模型 2 个时间段的 AICc 值明显均低于 OLS 模型，前者 2 个时间段的调整后 R² 均高于后者，表明 MGWR 模型更符合真实情况。

（1）总体分析。物流企业数、GDP、人口密度和物流园区距离在 2 个时间段与物流企业区位选择存在显著空间关联。其中，物流企业数、GDP 在 2 个时间段均表现为正向关联，物流企业数影响系数存在减小的趋势，GDP 影响系数存在增大的趋势。人口密度和物流园区距离变量在 2 个时间段均表现为负向关联，且影响系数也存在逐渐减小的趋势。上述变量的空间关联性均通过 5% 显著性水平检验。OLS 模型结果表明，2 个时间段存在与物流企业区位选择有显著空间关联的变量，其结果与 MGWR 模型的系数估计结果一致。

（2）带宽分析。MGWR 中影响因素的带宽（BW）能够反映因素的空间敏感性，据此，根据带宽规模占全局样本占比（BW 占比），将 BW 占比 > 50% 的影响因素划分为全局尺度，BW 占比 ≤ 50% 划分为局部尺度^[33]。2 个时间段内，GDP 和人口密度的 BW 占比均在 85% 以上，可视为全局影响因素；物流企业数和物流园区距离 BW 占比均在 10% 以下，可视为局部影响因素。

通过带宽分析，发现 GDP 和人口密度均为全局影响因素，回归系数在空间上变化不大。GDP 系数的均值从 2017—2019 年的 0.289 上升到 2020—2022 年的 0.403，说明 GDP 每增加 1×10^8 元，促进物流企业在当地注册从 0.289 家增加到 0.403 家。这表明地区的经济发展水平能够促进物流企业布局，并且这种促进作用存在增强的趋势。人口密度系数的均值从 2017—2019 年的 -0.221 下降到 2020—2022 年的 -0.337，说明每平方公里减少 1 人，促进物流企业在当地注册从 0.221 家减少到 0.337 家，这可能是由于乌鲁木齐市为缓解中心城区的物流压力，在物流产业布局中，引导物流企业在非中心城区进行区位选择，所导致的结果。

2.5.2 局部影响因素的空间异质性分析

在 MGWR 总体分析中将影响因素区分为全局变量和局部变量，对 2 个时间段均为全局变量的影响因素进行了分析，并未对具有空间异质性的局部影响因素进行具体分析。因此，使用 ArcGIS 10.8 对局部影响因素的系数采用自然间断点分级法进行可视化处理（图 3）。

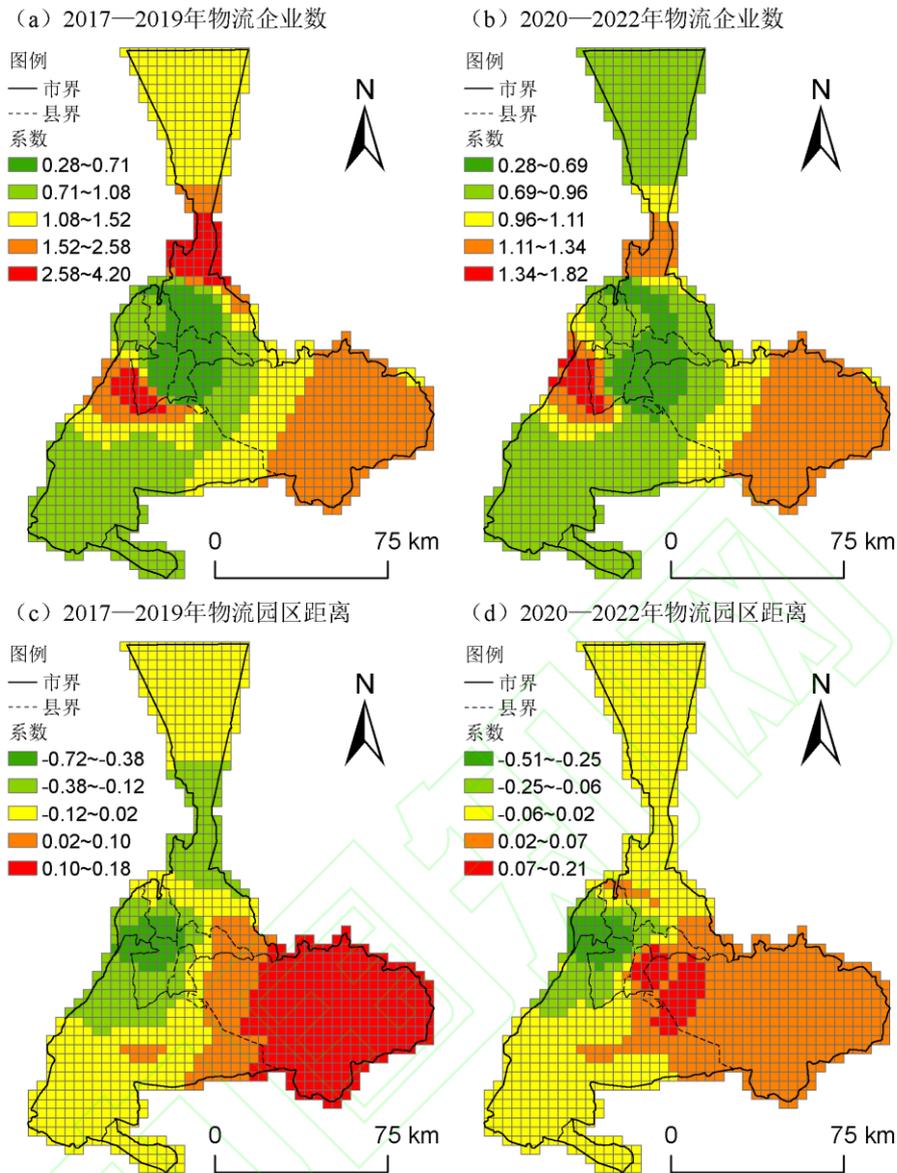


图3 MGWR 局部变量系数的空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of local variable coefficients in MGWR

物流企业数在 2 个时间段总是正向影响物流企业区位选择，反映出乌鲁木齐市物流企业倾向于集聚分布，2016 年增加 1 家物流企业平均会吸引 1.359 家物流企业在当地注册，而 2019 年增加 1 家物流企业平均会吸引 0.753 家物流企业在当地注册，说明乌鲁木齐市物流企业集聚所带来的外部优势逐渐减弱（表 5）。在 2 个时间段物流企业数的回归系数在空间上变化较大（图 3a~b）。2 个时间段头屯河区、沙依巴克区、新市区、天山区、水磨沟区和米东区南部受物流企业数对物流企业吸引作用较小，这些地区物流企业高度集聚，企业在当地注册面临更大的竞争压力，部分具有较强竞争优势的物流企业才会选择在以上地区注册。乌鲁木齐县南部和米东区北部也对物流企业区位选择的吸引作用较小，可能是受山地地形和沙漠地貌影响导致的结果。同时，乌鲁木齐工业园区、聚源路、甘泉堡工业区、乌鲁木齐县北部和达坂城区东部地区，物流企业集聚对物流企业具有较大的吸引作用。

物流园区距离在 2 个时间段整体上总是负向影响物流企业区位选择（表 5），反映出距离物流园区越近，越能分享到物流园区建设带来的政策福利以及园区配套的基础设施，成为物流企业进行区位选择时的重要因素，但回归系数在空间上变化较大（图 3c~d）。头屯河区、新市区、沙依巴克区、水磨沟区西部和乌鲁木齐县北部通过建立物流园区均能较好地促进物流企业在当地进行区位选择。而其他地区再通过建立物流园区来吸引物流企业并不能产生较好的效果，尤其是天山区在 2020—2022 年回归系数在 0.02~0.21 之间，只要该地区离物流园区距离每靠近 1%会导致 0.02%~0.21%物流企业从该地区撤出，同时由于该地区物流企业较多，其企业撤出的绝对值会远高于其他地区。

3 讨论

以往大多数研究都集中在物流产业发达地区^[18-21]，虽能为推进乌鲁木齐市国家物流枢纽布局及物流业规划建设提供一定的参考，但因区域差异性，不能为优化调整乌鲁木齐市物流企业空间布局提供准确指导。此外，通过对影响因素异质性的分析，使得理论对实践的指导更加精准。研究发现，乌鲁木齐市人口密度对物流企业区位选择具有较强的解释力度，并对其产生负向影响，与现有研究^[23-24,28]不同，这可能是尺度不同导致的结果，更可能是由于乌鲁木齐市地区的特殊性导致的。同时，还发现物流企业数和物流园区是具有空间异质性的影响因素，在优化空间布局时，需要重点考虑其在空间上的影响作用。

现有研究多采用逻辑归纳法等定性分析方法^[17]和负二项回归模型^[27]、传统线性回归模型^[24]等定量分析模型对全局进行研究，部分学者选择采用地理加权回归（GWR），以上方法不能区分影响因素的全局性和局部性，对影响因素空间敏感性表现欠缺。本文结合多尺度地理加权（MGWR），进一步拓展和丰富了企业区位理论研究和实证研究，能够更精准地确定各因素对空间布局的影响。

4 结论与建议

4.1 结论

（1）乌鲁木齐市物流企业分布空间始终保持集聚的特征，空间格局经过了由“一主轴、一核心”向“一主轴，两核心”再到“三主核、两副核”的演变，改善了物流企业在中心城区高度集聚的情况，使物流企业能够服务更多地区，但城区物流企业发展不均衡的问题仍然存在。

（2）乌鲁木齐市地区间物流企业发展存在显著的正向溢出效应，物流产业发达的地区能带动周边地区物流企业的发展，但带动作用有所减弱。与此同时，高-高集聚区持续向西扩张，头屯河区和沙依巴克区将成为物流企业空间布局的重点地区，并推动城区物流企业均衡发展。

（3）物流企业集聚能够有效吸引物流企业在乌鲁木齐工业园区、聚源路、甘泉堡工业区、乌鲁木齐县北部和达坂城区东部地区注册，头屯河区、新市区、沙依巴克区、水磨沟区西部和乌鲁木齐县北部通过建立物流园区均能较好吸引物流企业，新市区最不适合建立物流园区，提升乌鲁木齐市整体 GDP 有助于吸引新的物流企业，但地区人口密度会削弱地区对物流企业的吸引力。

4.2 建议

（1）调整物流企业核心区的布局。为了更好地把乌鲁木齐市建设成西部的国际物流枢

纽城市，乌鲁木齐应优化物流企业空间格局。考虑将三坪农村、薛家槽与铁厂沟镇建设成为物流企业核心区，这些地区物流企业规模较大、经济水平相对发达、靠近高速公路、交通便利以及基础设施基础较好。能够进一步缓解主城区物流企业高度集中的问题，进而降低物流成本，提高物流效率。使得物流企业的空间布局与乌鲁木齐的产业发展和人口扩散的趋势相一致，从而达到物流企业服务产业和社会发展的需要。

(2) 因地制宜，精准施策。通过分析发现，区域内物流企业数和物流园区距离存在空间异质性。天山区不考虑通过建设物流园区来吸引企业入驻，应更好地提升现有物流园区的创新能力和实现高质量发展。乌鲁木齐县北部地区应该采取提供优惠政策与建立物流园区双管齐下的方式，吸引更多物流企业；沙依巴克区南部和头屯河区北部应建立物流园区并利用邻近物流发达地区的区位优势，来促进当地物流企业发展，形成从中心向外围稳步扩大的物流体系。

(3) 建立物流企业专项发展基金。为了扶持乌鲁木齐建成“一带一路”和中国西部国际物流枢纽中心城市，中央和新疆维吾尔自治区政府应设立物流产业专项发展基金，鼓励东部沿海有实力的物流企业到新疆设立分支机构，并给予财政补助和税收优惠，做大做强乌鲁木齐物流产业。

(4) 提升城区物流集聚区发展质量。虽然，乌鲁木齐市物流企业呈现较为显著的集聚状态，但是集聚区域内物流企业之间的合作与创新能力水平依然不高，辐射带动能力有所减弱。需进一步加强发挥龙头企业及物流集群的辐射带动作用，考虑采取加强建立物流公共信息平台、有组织的交流等方式发挥带动和辐射作用，促进乌鲁木齐市物流产业健康发展。

参考文献 (References)

- [1] O'Connor K. Global city regions and the location of logistics activity[J]. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(3): 354-362.
- [2] Julie C. Concentration and decentralization: The new geography of freight distribution in US metropolitan areas[J]. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(3): 363-371.
- [3] Zhang J. An analysis of spatial distribution characteristics and influential factors of China's A-Level logistics enterprises[J]. *Science, Technology & Public Policy*, 2019, 2(2): 273-293.
- [4] Sun B W, Li H M, Zhao Q Y. Logistics agglomeration and logistics productivity in the USA[J]. *The Annals of Regional Science*, 2018, 61(2): 273-293.
- [5] 李国旗, 金凤君, 陈娱, 等. 基于物流热度的中国物流业空间格局[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(5): 629-637. [Li Guoqi, Jin Fengjun, Chen Yu, et al. Spatial patterns of logistics industry based on a geographic analysis of hotness degree[J]. *Progress in Geography*, 2015, 34(5): 629-637.]
- [6] Rivera L, Sheffi Y, Welsch R. Logistics agglomeration in the US[J]. *Transportation Research Part A*, 2014, 59(11): 222-238.
- [7] Woudsma C, Jakubicek P. Logistics land use patterns in metropolitan Canada[J]. *Journal of Transport Geography*, 2019, 88: 102381, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2019.01.001
- [8] Zhang Y W, Kong J, Zhang Y, et al. Case study of stratification, spatial agglomeration, and unequal logistics industry development on western cities in China[J]. *Journal of Urban*

- Planning and Development, 2022, 148(2): 1-13.
- [9] 张璐璐, 赵金丽, 宋金平. 京津冀城市群物流企业空间格局演化及影响因素[J]. 经济地理, 2019, 39(3): 125-133. [Zhang Lulu, Zhao Jinli, Song Jinping. Spatial evolution and influencing factors of logistics enterprises in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration[J]. Economic Geography, 2019, 39(3): 125-133.]
- [10] 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 Lei, Duan Xuejun. City network structure of the Yangtze River Delta region based on logistics enterprise network[J]. Progress in Geography, 2016, 35(5): 622-631.]
- [11] Dablanc L, Ross C. Atlanta: A mega logistics center in the Piedmont Atlantic Megaregion (PAM)[J]. Journal of Transport Geography, 2012, 24: 432-442.
- [12] 程秀娟, 李晶晶, 杨洁辉, 等. 河南省物流业空间格局——基于百度地图和面板数据[J]. 人文地理, 2018, 33(5): 114-122. [Chen Xiujian, Li Jingjing, Yang Jiehui, et al. Spatial patterns of Henan logistics industry based on a geographic analysis of Baidu Maps and panel data[J]. Human Geography, 2018, 33(5): 114-122.]
- [13] 陈治亚, 周于轶. 基于POI的物流业空间集聚特征分析——以浙江省为例[J]. 铁道科学与工程学报, 2022, 19(10): 2862-2872. [Chen Yezhi, Zhou Yuyi. Analysis of spatial agglomeration characteristics of logistics industry based on POI: Taking Zhejiang Province as an example[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2022, 19(10): 2862-2872.]
- [14] Woudsma C, Jakubicek P, Dablanc L. Logistics sprawl in North America: Methodological issues and a case study in Toronto[J]. Transportation Research Procedia, 2016, 12: 474-488.
- [15] Strale M. Logistics sprawl in the Brussels metropolitan area: Toward a socio-geographic typology[J]. Journal of Transport Geography, 2020, 88: 102372, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2018.12.009.
- [16] Heitz A, Dablanc L, Olsson J et al. Spatial patterns of logistics facilities in Gothenburg, Sweden[J]. Journal of Transport Geography, 2018, 88: 102191, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2018.03.005.
- [17] Li G Q, Jin F J, Chen Y, et al. Location characteristics and differentiation mechanism of logistics nodes and logistics enterprises based on points of interest (POI): A case study of Beijing[J]. Journal of Geographical Sciences, 2017, 27(7): 879-896.
- [18] 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 Dapeng, Cao Weidong, Yao Zhaozhao, 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.]
- [19] 千庆兰, 陈颖彪, 李雁, 等. 广州市物流企业空间布局特征及其影响因素[J]. 地理研究, 2011, 30(7): 1254-1261. [Qian Qinglan, Chen Yingbiao, Li Yan, et al. Spatial distribution of logistics enterprises in Guangzhou and its influencing factors[J]. Geographical Research, 2011, 30(7): 1254-1261.]
- [20] 王瑞, 蒋天颖, 王帅. 宁波市港口物流企业空间格局及区位选择[J]. 地理科学, 2018, 38(5): 691-698. [Wang Rui, Jiang Tianying, Wang Shuai. Spatial pattern and location selection of port logistics enterprises in Ningbo[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(5): 691-698.]
- [21] 朱慧, 周根贵. 国际陆港物流企业空间格局演化及其影响因素——以义乌市为例[J]. 经济地理, 2017, 37(2): 98-105. [Zhu Hui, Zhou Gengui. Spatial agglomeration evolution and

- influencing factors of logistics enterprises in international inland port: A case study of Yiwu City[J]. *Economic Geography*, 2017, 37(2): 98-105.]
- [22] 潘方杰, 王宏志, 宋明洁, 等. 基于GIS的中国A级物流企业时空演变特征及其影响因素[J]. *长江流域资源与环境*, 2020, 29(10): 2186-2199. [Pan Fangjie, Wang Hongzhi, Song Mingjie, et al. Study on the spatiotemporal evolutionary characteristics and the influencing factors of A-grade logistics companies in China based on GIS[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2020, 29(10): 2186-2199.]
- [23] 张圣忠, 柴廷熠. 西安市物流企业空间格局演化及影响因素分析[J]. *世界地理研究*, 2021, 30(6): 1275-1285. [Zhang Shengzhong, Chai Tingyi. Spatial evolution and influencing factors of logistics enterprises in Xi'an[J]. *World Regional Studies*, 2021, 30(6): 1275-1285.]
- [24] 曹卫东. 城市物流企业区位分布的空间格局及其演化——以苏州市为例[J]. *地理研究*, 2011, 30(11): 1997-2007. [Cao Weidong. Spatial pattern and location evolution of urban logistics enterprises: Taking Suzhou as an example[J]. *Economic Geography*, 2011, 30(11):1997-2007.]
- [25] 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 Tianying, Shi Ya'nan. The spatial pattern evolution and influencing factors of logistics enterprises in Ningbo[J]. *Economic Geography*, 2015, 35(10): 130-138.]
- [26] 赵学伟, 张志斌, 冯斌, 等. 西北内陆中心城市物流企业空间分异及区位选择——以兰州市为例[J]. *干旱区地理*, 2022, 45(5): 1671-1683. [Zhao Xuewei, Zhang Zhibin, Feng Bin, et al. Spatial differentiation and location choice of logistics enterprises in the central cities of inland northwest China: A case of Lanzhou City[J]. *Arid Land Geography*, 2022, 45(5): 1671-1683.]
- [27] 沈静, 王少谷, 周楚平. 环境公正视角下广州市污染企业分布与区域人口社会特征的时空关系研究[J]. *地理研究*, 2022, 41(1): 46-62. [Shen Jing, Wang Shaogu, Zhou Chuping. Spatio-temporal relations between distribution of polluting enterprises and regional sociodemographic characteristics in Guangzhou from the perspective of environmental justice[J]. *Economic Geography*, 2022, 41(1): 46-62.]
- [28] 谢永琴, 魏晓晨. 北京物流企业空间布局演化及影响因素分析[J]. *陕西师范大学学报(自然科学版)*, 2019, 47(2): 106-115. [Xie Yongqin, Wei Xiaochen. The spatial distribution evolution and influence factor of logistics enterprises in Beijing[J]. *Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition)*, 2019, 47(2): 106-115.]
- [29] 李天宇, 陆林, 张海洲, 等. 长三角城市群A级物流企业空间演化特征及驱动因素[J]. *经济地理*, 2021, 41(11): 157-166. [Li Tianyu, Lu Lin, Zhang Haizhou, et al. Evolution characteristics and driving factors of A-level logistics enterprises in the Yangtze River Delta urban agglomeration[J]. *Economic Geography*, 2021, 41(11): 157-166.]
- [30] Fotheringham S A, Yang W, Kang W. Multiscale geographically weighted regression (MGWR)[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2017, 107(6): 1247-1265.
- [31] 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 Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134.]
- [32] 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 Chengjin, Zhang Mengtian. Spatial pattern and its mechanism of modern logistics companies in China[J]. *Progress in Geography*, 2014, 33(1): 134-144.]

- [33] 周侃, 殷悦, 陈好凡. 城市群水污染物排放的驱动因素及尺度效应[J]. 地理学报, 2022, 77(9): 2219-2235. [Zhou Kan, Yin Yue, Chen Yufan. Driving factors and scale effects of water pollutant discharge in the urban agglomeration[J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(9): 2219-2235.]

Spatiotemporal evolution, influencing factors, and development strategies of logistics enterprise location in Urumqi City

LIN Qiuping^{1,2}, LI Songrui¹, YANG Shangguang³, WANG Yunyun¹

(1. College of Business Administration, Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi 830012, Xinjiang, China; 2. Xinjiang Enterprise Development Research Center, Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi 830012, Xinjiang, China; 3. Business School, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: The spatial layout of logistics enterprises can not only change the existing form of logistics organization, but also have a significant impact on reshaping the industrial spatial pattern of the region. Based on the spatial data of logistics enterprises in Urumqi from 2006 to 2022, and based on the analysis of the spatiotemporal evolution of logistics enterprise location in Urumqi, this study further explores the influencing factors and spatial heterogeneity of logistics enterprise location selection using geographic detectors and multi-scale geographic weighted regression, and proposes development strategies to optimize the spatial layout of logistics enterprises. Research shows that: (1) Logistics enterprises in Urumqi have agglomeration distribution characteristics, presenting a spatial pattern of evolution from “one main axis, one core” to “three main cores, two secondary cores”. (2) There is a significant positive spillover effect in the development of logistics enterprises between regions in Urumqi City. (3) Among the factors influencing the location selection of logistics enterprises, the average explanation of the number of logistics enterprises is 66%, the regional GDP is 48%, the population density is 49%, and the distance between logistics parks is 28%; the number of logistics enterprises and the distance between logistics parks are spatial heterogeneity factors, and their coefficients vary greatly in space; regional GDP is a global variable with a positive impact, while population density is a global variable with a negative impact. The research results not only expand the research on enterprise location theory, but also enrich research cases. At the same time, they can provide theoretical basis and practical reference for Urumqi's logistics industry planning and high-quality construction of the Silk Road Economic Belt commercial logistics center.

Key words: logistics enterprises; spatial evolution; multi-scale geographical weighted regression; influence factors; Urumqi City