

doi:10.3969/j.issn.1001-4616.2024.04.005

# 中国林业企业空间分异特征及影响因素分析

马 强<sup>1,2</sup>,倪红红<sup>3,4</sup>,李卫忠<sup>4</sup>,李 军<sup>1</sup>,苏祥祥<sup>1</sup>,  
祝雪晴<sup>1</sup>,刘吉凯<sup>1,2,5</sup>,李新伟<sup>1,2,3,5</sup>

(1.安徽科技学院资源与环境学院,安徽 滁州 233100)

(2.安徽省农业废弃物肥料化利用与耕地质量提升工程研究中心,安徽 滁州 233100)

(3.安徽科技学院科研处,安徽 滁州 233100)

(4.西北农林科技大学林学院,陕西 杨凌 712100)

(5.安徽省作物智慧种植与加工技术工程研究中心,安徽 滁州 233100)

**[摘要]** 林业企业空间分异特征和影响因素分析有助于促进林业产业的整体发展,进而为生态文明建设和经济社会发展奠定坚实的基础. 基于中国林业企业数据,采用平均最近邻、局部莫兰指数、热点分析等空间分析方法,探讨了林业企业的空间分异特征;对比普通最小二乘法(OLS)模型、多尺度地理加权回归(MGWR)模型的结果精度,探讨了林业企业分布数量影响因素的空间异质性,揭示了不同因素的影响作用. 结果表明:(1)中国林业企业在空间上的集聚特征比较明显,近年来集聚程度不断增强.(2)中国林业企业局部关联特征变化较为显著,东北、西南热点集聚区数量大幅减少,东南热点集聚区始终保持较大规模.(3)从林业企业分布数量的影响因素看,常住人口数量、专利授权数、绿地面积、园地面积、林地面积等具有正向作用,公路密度和货物进出口总额与林业企业数量主要呈负相关,林业企业更多地受到资源分布和市场需求的影响,公路交通在林业企业的选址中不具有优势地位. 研究结果可为中国林业企业的空间布局优化提供支撑,为林业产业政策制定与产业规划提供参考.

**[关键词]** 林业企业,空间自相关,多尺度地理加权回归模型,影响因素

**[中图分类号]** F326.25 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2024)04-0039-09

## Analysis of Spatial Differentiation Characteristics and Influencing Factors of Forestry Enterprises in China

Ma Qiang<sup>1,2</sup>, Ni Honghong<sup>3,4</sup>, Li Weizhong<sup>4</sup>, Li Jun<sup>1</sup>, Su Xiangxiang<sup>1</sup>,  
Zhu Xueqing<sup>1</sup>, Liu Jikai<sup>1,2,5</sup>, Li Xinwei<sup>1,2,3,5</sup>

(1.College of Resources and Environment, Anhui Science and Technology University, Chuzhou 233100, China)

(2.Anhui Agricultural Waste Fertilizer Utilization and Cultivated Land Quality Improvement Engineering Research Center, Chuzhou 233100, China)

(3.Research Office, Anhui Science and Technology University, Chuzhou 233100, China)

(4.College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

(5.Anhui Province Engineering Research Center for Intelligent Cultivation and Processing of Crops, Chuzhou 233100, China)

**Abstract:** The analysis of spatial differentiation characteristics and influencing factors of forestry enterprises promotes the overall development of the forestry industry, thereby laying a solid foundation for ecological civilization and economic and social development. Utilizing data from forestry enterprises in China, this paper explores the spatial differentiation characteristics using spatial analysis methods such as average nearest neighbor, local Moran index, and hotspot analysis, compares the precision of results from ordinary least squares (OLS) model and multi-scale geographically weighted regression (MGWR) model, and explores the spatial heterogeneity of factors influencing the distribution of forestry enterprises revealing the influence of different factors. The results show that: (1) The spatial agglomeration of forestry enterprises in China is evident, and the degree of agglomeration has been increasing in recent years. (2) Changes in the local correlation characteristics of forestry enterprises in China are more pronounced, with the distribution quantity of hotspot agglomerations in the Northeast and Southwest shrinking considerably, and hotspot agglomerations in the Southeast

收稿日期:2024-05-30.

基金项目:安徽省高校自然科学基金项目(2023AH051855)、安徽科技学院引进人才项目(ZHYJ202208)、校级高原学科—资源与环境(XK-XJGY001)、安徽省作物智慧种植与加工技术工程研究中心开放课题(ZHKF03).

通讯作者:李新伟,博士,副教授,研究方向:农业遥感. E-mail:lixw@ahstu.edu.cn

consistently maintaining a large-scale. (3) Regarding factors influencing the distribution of forestry enterprises, the number of residents, the number of authorized patents, green land area, garden area, and forest area positively influence distribution. Conversely, highway density and the total amount of imports and exports are mainly negatively correlated with the number of forestry enterprises. Forestry enterprises are more influenced by resource distribution and market demand. Highway traffic does not favor the location of forestry enterprises. The results of this study can support the optimization of the spatial layout of forestry enterprises in China and provide references for the formulation of forestry industry policies and industrial planning.

**Key words:** forestry enterprises, spatial autocorrelation, MGWR model, influencing factors

林业是具有经济、生态、社会和资源属性的特殊综合体,在实现绿色可持续发展方面承担着巨大作用<sup>[1-2]</sup>. 林业产业作为林业经济发展的主体,从林木培育、木材加工等第一、第二产业到森林旅游、康养等第三产业,产业类型逐渐多样化<sup>[3]</sup>. 林业企业涉及森林资源、环境及其产品,在促进经济发展和生态文明建设方面的社会价值比较突出,企业自身的可持续发展不仅依赖于内部经营状况,还受到外部空间格局的深刻影响<sup>[4-5]</sup>. 对林业企业空间格局的研究,不仅能够揭示企业与区域经济社会和资源环境的互动关系,还能优化林业产业布局、提升生态与经济效益提供理论支持. 因此,深入探讨林业企业空间格局演变及其影响因素,对推动区域经济与生态保护协同发展具有重要意义.

近年来,通过对企业空间格局的深入剖析,探究企业空间布局的驱动因素成为新的研究热点,主要集中在第二、第三产业如科技型企业<sup>[6-7]</sup>、服务型企业<sup>[8-9]</sup>、工业型企业<sup>[10-11]</sup>等. 大量学者对企业的时空演化格局进行了研究,探讨了企业布局的空间分化特征和影响因素的作用,并提出针对性的企业布局优化和产业调整方案<sup>[12-13]</sup>. 相比之下,尽管农林类产业具有独特的经济、生态和社会属性,其企业布局也在区域发展中扮演着重要角色,但针对这一领域的企业空间格局研究相对较少<sup>[14]</sup>. 熊友云等<sup>[15]</sup>利用多尺度分析探究了中国农业龙头企业的空间格局,发现原料依赖型企业聚集程度高,而市场依赖型企业聚集程度低. 白如山等<sup>[16]</sup>研究了阜阳市农业龙头企业空间分布特征,指出核心城市和经济带会吸引企业的聚集. 蒋辉等<sup>[17]</sup>发现中国农业产业化龙头企业主要集聚在中国东部城市,农业播种面积和固定资产投资等影响因素并不能吸引农业龙头企业的入驻.

综上,利用区位理论探究企业布局的研究日益丰富,但主要集中在第二、第三产业,对农业、林业等第一产业布局的研究较少. 林业企业是林业产业发展的内在动力,受地域条件、经济发展水平、人力资源等多种条件限制,各区域林业企业的发展表现出显著差异. 尽管对林业企业自身经营与管理的个体研究较为丰富,但在林业产业的空间格局研究中,受限于数据获取的难度,研究多使用指标替代法,即用相关林产品消费数据替代地区林业产业水平对林业产业集聚进行分析<sup>[18-19]</sup>,其结果的合理性还需进一步验证,且研究的空间尺度也有待更加精细化.

因此,本文基于中国林业企业空间数据,利用平均最近邻、局部莫兰指数、热点分析等 GIS 空间分析方法揭示中国林业企业的时空演变特征,最后结合统计年鉴、土地利用等数据,利用多尺度地理加权回归(MGWR)模型探究林业企业数量的主要驱动因素及其空间异质性,为林业企业的布局规划和政策制定提供重要参考.

## 1 数据与方法

### 1.1 数据来源及筛选

本文以中国 31 个省份(不包含台湾省和香港、澳门特别行政区)全量林业相关企业为研究对象,企业样本数据主要来源于启信宝,筛选条件为企业名称或者经营范围包含“林业”关键字,企业属性数据包括“企业名称”“注册时间”“注册资本”“地址”“经营状态”等. 根据注册时间,将其分为 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年、2020 年等 5 个时间节点进行研究. 由于企业地址为文本数据,利用高德地图开放平台的地理编码服务进行批量地址解析,获得其对应的经纬度. 同时,对林业企业数据进行清洗,剔除经营状态异常的企业,建立林业企业空间数据库.

林业企业空间布局过程中会受到诸多因素的影响,人力资源状况、交通便利性、城市规划、金融环境、

自然环境等都是影响企业决策者选址的重要因素<sup>[20-23]</sup>。根据农林等第一产业领域企业的相关研究成果<sup>[24-25]</sup>,基于数据的可获取性,本文综合考虑人力资源、经济发展水平、产业结构发展状况、科技支撑、贸易发展状况、金融环境、自然条件、城市建设、交通便利性等 9 个方面,选取 24 个具体指标作为我国林业企业空间格局影响因素(表 1)。其中,企业注册资本平均值基于 2020 年林业企业的“注册资本”属性数据计算获得;林地面积、园地面积、草地面积、城市工矿用地面积、城市仓储用地面积来自国土调查成果共享应用服务平台中的 2020 年度数据;境内公路密度为统计年鉴中公路总长度与辖区面积的比值;其余数据主要基于《中国城市统计年鉴 2021》《中国县域统计年鉴 2021(县市卷)》整理获得。

表 1 林业企业区位选择的影响因素及定义

Table 1 Influencing factors and definition of location choice of forestry enterprises

变量名称	变量定义	变量符号	单位
人力资源	城镇非私营单位在岗职工平均工资	GZ	元
	城镇职工基本养老保险参保人数	BX	人
经济发展水平	常住人口数量	RK	人
	地区生产总值	GDP	亿元
	人均地区生产总值	RJGDP	元
	社会消费品零售总额	XFP	万元
产业结构发展状况	企业注册资本平均值	ZCZB	元
	第一产业占地区生产总值的比重	YC	%
	第二产业占地区生产总值的比重	EC	%
	第三产业占地区生产总值的比重	SC	%
科技支撑	专利授权数	ZL	件
贸易发展状况	货物进出口总额	JCK	万元
	规模以上工业企业数	GYQYS	个
	公路货运量	HYL	万 t
金融环境	年末金融机构人民币各项贷款余额	DK	万元
自然条件	园地面积	YD	hm <sup>2</sup>
	林地面积	LIND	hm <sup>2</sup>
	草地面积	CD	hm <sup>2</sup>
城市建设	市辖区建成区面积	JCQ	km <sup>2</sup>
	绿地面积	LD	hm <sup>2</sup>
	建成区绿化覆盖率	LHFGL	%
	城市工矿用地面积	GKYD	hm <sup>2</sup>
交通便利性	城市仓储用地面积	CCYD	hm <sup>2</sup>
	境内公路密度	GLMD	km/km <sup>2</sup>

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 平均最近邻

平均最近邻(ANN)分析通过计算林业企业之间的平均和预期观测距离的比值,展示林业企业的集聚程度<sup>[26]</sup>。公式如下:

$$ANN = \frac{\bar{D}_o}{\bar{D}_e}, \quad (1)$$

式中, $\bar{D}_o$ 为某个企业与其最近邻企业距离的平均值; $\bar{D}_e$ 为所有企业随机分布的平均距离。

### 1.2.2 局部莫兰指数

为了比较不同地区之间的林业企业聚集类型,使用局部莫兰指数  $I$  进行探究<sup>[27]</sup>。公式如下:

$$I = \frac{x_i - \bar{x}}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sum_j W_{ij} (x_j - \bar{x}), \quad (2)$$

式中, $x_i$ 为城市  $i$  的林业企业数量; $W_{ij}$ 为空间权重,表示两个城市之间的位置关联程度; $\bar{x}$ 为林业企业数量均值。

1.2.3 普通最小二乘法(OLS)模型

OLS 模型从全局对样本和变量进行估计,没有考虑空间相关性的影响. 公式如下:

$$y=\beta_0+\sum_{k=1}^n\beta_kx_k+\varepsilon, \tag{3}$$

式中, $y$  为某地市林业企业数量; $\beta_0$  为常数项估计值; $x_k$  为第  $k$  个影响因素的值; $\beta_k$  为第  $k$  个影响因素的系数估计值; $n$  为影响因素个数; $\varepsilon$  为误差项.

1.2.4 多尺度地理加权回归(MGWR)模型

MGWR 模型属于局部回归模型,允许每个变量用各自最优带宽进行回归,是对地理加权回归(GWR)模型<sup>[28]</sup>的优化,更接近真实的空间过程模拟,使得回归的结果更准确<sup>[29-30]</sup>. MGWR 模型的计算公式如下:

$$Y_i=\sum_{j=1}^k\beta_{b_{w_j}}(u_i,v_i)X_{ij}+\varepsilon_i, \tag{4}$$

式中, $Y_i$  为某地市的林业企业数量; $X_{ij}$  为影响林业企业空间分布的因素; $\beta_{b_{w_j}}$  为第  $j$  个影响因素的回归系数, $b_{w_j}$  代表第  $j$  个影响因素适用的带宽; $(u_i,v_i)$  为地区质心坐标. 回归系数绝对值越大,对林业企业分布数量的影响作用越强.

1.2.5 热点分析

热点分析主要用于探查林业企业数量影响因素回归系数高值和低值的空间集聚性<sup>[31]</sup>,公式为:

$$G_i^*=\left(\sum_{j=1}^nW_{ij}x_j\right)/\left(\sum_{j=1}^nx_j\right), \tag{5}$$

式中, $W_{ij}$  为城市  $i$  与  $j$  之间的空间权重; $x_j$  是城市  $j$  的属性值; $n$  为总的城市数.

2 林业企业空间格局演变分析

2.1 林业企业空间邻近度的演化

计算 2000—2020 年林业企业最近邻指数,进而判断林业企业的空间分布类型,计算结果及显著性检验见表 2. 最近邻指数始终小于 0.4, $Z$  值从-230.47 下降到-787.48,通过了置信度 99%的显著性检验,这意味着林业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. 最近邻指数逐渐减小,从 0.38 降至 0.26,平均观测距离和预测平均距离均逐渐减小,表明林业企业空间分布始终保持集聚的特征,且空间集聚态势越来越明显.

表 2 2000—2020 年林业企业平均最近邻分析结果

Table 2 Average nearest neighbor analysis results of forestry enterprises from 2000 to 2020

年份	平均观测距离/m	预测平均距离/m	最近邻指数	$Z$ 得分	$P$ 值	分布特征
2000	3 041.62	7 922.11	0.38	-230.47	0	集聚
2005	2 597.29	7 097.59	0.37	-264.76	0	集聚
2010	2 024.07	5 993.07	0.34	-327.51	0	集聚
2015	1 322.16	4 418.63	0.30	-470.03	0	集聚
2020	719.20	2 795.17	0.26	-787.48	0	集聚

注: $Z$  得分为标准差的倍数,当  $Z$  得分小于-2.58、 $P$  小于 0.01 时,置信度为 99%,为“非常显著”; $P$  值为显著性水平.

2.2 林业企业局部冷热点的集聚特征演化

局部莫兰指数可以描绘存在集聚现象的具体分布区域,其结果展示了林业企业数量分布低值和高值集聚情况. 由表 3 可知:2000 年林业企业形成了以云南、四川、贵州、重庆等省份为主的西南高值集聚区,以江西、福建、广西等省份为主的东南高值集聚区,以黑龙江、吉林等省份为主的东北高值集聚区,林业企业空间分布和我国三大林区空间分布基本对应;2005 年林业企业低值和高值集聚区的空间变化较小,主要体现为高值集聚区在云南略有减少、在福建小幅增加,整体空间分布变化态势比较缓和;从 2010 年开始,林业企业低值和高值集聚区明显减少,不显著区域的城市数量明显增多;2015 年,云南、四川、贵州、重庆等西南省份的城市完全退出高值集聚区;2020 年,吉林和黑龙江多数城市也退出高值集聚区,仅牡丹江市表现出高值集聚. 2000—2020 年,林业企业数量分布分化较为显著,不显著区呈扩张趋势;冷点集聚区几乎消失;热点集聚区分布范围大幅缩小,在东南沿海有较大范围的高值集聚区分布,属东北林区的牡丹

江成为西南和东北两大传统林区唯一的高值集聚区。总体上看,2010—2020 年林业企业低值和高值集聚区的数量变化幅度明显大于 2000—2010 年,尤其是传统林区的变化趋势显著。

表 3 2000—2020 年林业企业局部关联特征

Table 3 Characteristics of localized association of forestry enterprises from 2000 to 2020

年份	H-H	H-L	L-H	L-L
2000	黑龙江(3 个),吉林(2 个),福建(3 个),江西(3 个),湖南(4 个),广西(4 个),湖北(1 个),重庆(1 个),贵州(3 个),四川(2 个),云南(10 个)	0	黑龙江(1 个),四川(2 个),湖北(1 个)	西藏(2 个),海南(4 个)
2005	黑龙江(3 个),吉林(2 个),福建(5 个),江西(2 个),湖南(4 个),广西(4 个),湖北(1 个),重庆(1 个),贵州(3 个),四川(2 个),云南(7 个)	0	黑龙江(1 个),四川(2 个),湖北(1 个)	西藏(2 个),海南(3 个)
2010	黑龙江(3 个),吉林(1 个),福建(6 个),江西(2 个),湖南(2 个),广西(4 个),湖北(1 个),广东(1 个),贵州(2 个),四川(1 个),云南(4 个)	0	四川(2 个),湖北(1 个),广东(1 个)	海南(1 个)
2015	黑龙江(3 个),吉林(1 个),福建(7 个),江西(1 个),广西(3 个),广东(1 个)	0	湖北(1 个),广东(1 个)	0
2020	黑龙江(1 个),福建(7 个),江西(1 个),广西(2 个)	重庆(1 个)	广西(2 个)	0

3 林业企业分布数量影响因素分析

3.1 影响因素的最佳组合

探索性回归分析是一种全子集回归,根据用户指定的参数,对输入变量的所有可能组合进行评估,寻找解释因变量的最佳 OLS 模型。由于各影响因素间量纲和数量级的差异大,首先对所有变量进行归一化处理,提高结果的可靠性。本研究中探索性回归分析的筛选原则为:①校正  $R^2$  较大 ( $R^2>0.45$ );②各个指标在 10%水平下显著 ( $P<0.1$ );③方差膨胀系数 (VIF) 值低于 10.0;④赤池信息量准则 (AICc) 值尽可能小。探索性回归分析结果的最佳组合共包含 7 个影响因素 (表 4),分别是:①境内公路密度 (GLMD);②货物进出口总额 (JCK);③常住人口数量 (RK);④专利授权数 (ZL);⑤绿地面积 (LD);⑥园地面积 (YD);⑦林地面积 (LIND)。

表 4 探索性回归分析结果

Table 4 Exploratory regression analysis results

校正 $R^2$	AICc	VIF	影响因素组合									
0.45	6 047.09	7.62		-JCK **	+ZL **	+RK ***	+LD *	+LIND ***				
0.44	6 054.95	6.62		-JCK ***	+ZL ***	+LD ***	+YD ***	+LIND ***				
0.44	6 056.42	8.00		-JCK ***	+XFP *	+ZL *	+LD	+LIND ***				
0.47	6 040.17	7.67		-JCK **	+ZL **	+RK **	+LD **	+YD ***	+LIND ***			
0.46	6 044.51	7.62		-GLMD **	-JCK **	+ZL **	+RK ***	+LD *	+LIND ***			
0.46	6 044.90	6.93		+HYL **	-JCK ***	+ZL ***	+LD **	+YD ***	+LIND ***			
0.47	6 038.64	11.92		-BX	-JCK ***	+ZL **	+RK ***	+LD **	+YD ***	+LIND ***		
0.47	6 038.69	7.67		-GLMD **	-JCK ***	+ZL **	+RK **	+LD **	+YD ***	+LIND ***		
0.47	6 040.12	7.72		-JCK ***	+ZL **	+RK **	+LD *	+YD ***	+LIND ***	+CCYD		
0.48	6 035.88	17.61		-BX	+DK	-JCK **	+ZL	+RK ***	+LD	+YD ***	+LIND **	
0.47	6 036.18	13.06		-BX	-JCK ***	+ZL **	+RK ***	+LD *	+YD ***	+LIND ***	+CCYD	
0.47	6 037.20	11.92		-BX	-GLMD **	-JCK ***	+ZL **	+RK ***	+LD **	+YD ***	+LIND ***	
0.48	6 033.76	13.18	-BX	-JCK ***	+ZL **	+RK ***	+LD *	+YD ***	+LIND ***	-GKYD	+CCYD	
0.48	6 034.58	18.15		-BX	+DK	-JCK **	+ZL *	+RK ***	+LD	+YD ***	+LIND ***	+CCYD
0.48	6 035.15	17.68		-BX	-GLMD **	+DK	-JCK **	+ZL	+RK ***	+LD	+YD ***	+LIND ***

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示  $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 、 $P<0.001$ ;+表示正相关;-表示负相关。

3.2 MGWR 模型回归系数的空间分布

MGWR 模型采用更为优化的带宽,反映了变量空间尺度的差异性, $R^2$  和校正  $R^2$  显著高于 OLS 模型,AICc 值与残差平方和显著下降,模型拟合效果更好。其中不同影响因素的回归系数反映了各个因素对林



业企业数量影响程度的大小和方向. 为了更好地描述影响因素的空间异质性,本研究采用热点分析工具对影响因素的回归系数进行空间聚类,从而确定影响因素的热点和冷点集聚区(表 5).

表 5 林业企业分布数量影响因素回归系数热点分析结果

Table 5 Hot spot analysis results of regression coefficients for factors influencing the distribution of forestry enterprises		
影响因素	热点	冷点
公路密度	北京(1 个)、甘肃(14 个)、广西(3 个)、贵州(9 个)、河北(8 个)、河南(14 个)、湖北(3 个)、湖南(1 个)、内蒙古(7 个)、宁夏(5 个)、青海(8 个)、山东(7 个)、山西(11 个)、陕西(10 个)、四川(19 个)、天津(1 个)、西藏(7 个)、新疆(24 个)、云南(7 个)、重庆(1 个)	福建(9 个)、广东(20 个)、广西(2 个)、海南(1 个)、黑龙江(13 个)、湖南(1 个)、吉林(9 个)、江苏(3 个)、江西(4 个)、辽宁(11 个)、内蒙古(3 个)、上海(1 个)、浙江(6 个)
货物进出口总额	安徽(13 个)、北京(1 个)、甘肃(14 个)、河北(11 个)、河南(18 个)、黑龙江(13 个)、湖北(4 个)、吉林(9 个)、江苏(13 个)、辽宁(14 个)、内蒙古(12 个)、宁夏(5 个)、青海(7 个)、山东(16 个)、山西(11 个)、陕西(10 个)、上海(1 个)、四川(1 个)、天津(1 个)、浙江(6 个)	福建(9 个)、广东(21 个)、广西(14 个)、贵州(9 个)、海南(19 个)、湖北(1 个)、湖南(13 个)、江西(6 个)、四川(8 个)、云南(14 个)、重庆(1 个)
常住人口数量	福建(5 个)、广东(21 个)、广西(14 个)、贵州(9 个)、海南(18 个)、黑龙江(13 个)、湖南(11 个)、吉林(4 个)、江西(4 个)、四川(7 个)、云南(9 个)	安徽(16 个)、北京(1 个)、甘肃(12 个)、河北(11 个)、河南(18 个)、湖北(13 个)、江苏(13 个)、江西(2 个)、辽宁(9 个)、内蒙古(8 个)、宁夏(5 个)、青海(8 个)、山东(16 个)、山西(11 个)、陕西(10 个)、上海(1 个)、四川(5 个)、天津(1 个)、西藏(4 个)、云南(2 个)、浙江(11 个)
专利授权数	安徽(2 个)、北京(1 个)、甘肃(14 个)、河北(11 个)、河南(15 个)、黑龙江(13 个)、吉林(9 个)、江苏(5 个)、辽宁(14 个)、内蒙古(12 个)、宁夏(5 个)、青海(8 个)、山东(16 个)、山西(11 个)、陕西(9 个)、天津(1 个)、新疆(22 个)	安徽(5 个)、福建(9 个)、广东(21 个)、广西(14 个)、贵州(9 个)、海南(19 个)、湖北(14 个)、湖南(14 个)、江西(11 个)、四川(17 个)、西藏(4 个)、云南(16 个)、浙江(9 个)、重庆(1 个)
绿地面积	福建(2 个)、甘肃(12 个)、广东(21 个)、广西(14 个)、贵州(9 个)、海南(19 个)、湖北(4 个)、湖南(14 个)、江西(4 个)、内蒙古(2 个)、宁夏(5 个)、青海(8 个)、陕西(4 个)、四川(21 个)、西藏(3 个)、云南(16 个)、重庆(1 个)	安徽(16 个)、北京(1 个)、福建(1 个)、河北(11 个)、河南(18 个)、黑龙江(13 个)、湖北(1 个)、吉林(9 个)、江苏(13 个)、江西(2 个)、辽宁(14 个)、内蒙古(7 个)、山东(16 个)、山西(11 个)、上海(1 个)、天津(1 个)、新疆(15 个)、浙江(11 个)
园地面积	安徽(16 个)、福建(9 个)、广东(21 个)、广西(2 个)、海南(14 个)、河南(1 个)、湖北(5 个)、湖南(6 个)、江苏(13 个)、江西(11 个)、上海(1 个)、西藏(2 个)、新疆(24 个)、浙江(11 个)	北京(1 个)、甘肃(13 个)、广西(1 个)、贵州(8 个)、河北(7 个)、河南(9 个)、黑龙江(13 个)、湖北(5 个)、湖南(1 个)、吉林(9 个)、辽宁(13 个)、内蒙古(12 个)、宁夏(5 个)、青海(8 个)、山西(11 个)、陕西(10 个)、四川(21 个)、西藏(3 个)、云南(16 个)、重庆(1 个)
林地面积	安徽(16 个)、北京(1 个)、福建(9 个)、广东(19 个)、广西(2 个)、河北(11 个)、河南(18 个)、湖北(17 个)、湖南(14 个)、江苏(13 个)、江西(11 个)、辽宁(7 个)、山东(16 个)、山西(11 个)、陕西(2 个)、上海(1 个)、天津(1 个)、浙江(11 个)	甘肃(13 个)、广东(1 个)、广西(5 个)、贵州(7 个)、辽宁(3 个)、内蒙古(7 个)、宁夏(5 个)、青海(8 个)、陕西(3 个)、西藏(7 个)、新疆(24 个)、云南(16 个)

- (1)公路密度与林业企业分布数量呈负相关,说明公路密度越高,林业企业数量却越低. 公路密度高的地区城市化水平高,林业资源不丰富,而林业产业的第一、二、三产业均对资源具有较高的依赖性,对高密度公路网络的依赖性并不强. 冷点集聚区是回归系数低值的集聚区,主要位于福建、广东等东南沿海地区和黑龙江、吉林、辽宁等东北地区,这些地区属于森林覆盖相对较高的地区,尤其是福建、黑龙江等地自然条件适宜,森林资源丰富,具备林业企业发展的资源优势,林业企业数量相对较多.
- (2)货物进出口总额回归系数较为显著,且均为负数. 货物进出口总额高的地区通常经济较为发达,这些地区的高附加值产业如制造业、金融业和服务业等相对发达. 林业属于传统产业,其附加值相对较低,因此货物进出口总额与林业企业数量负相关程度最高的冷点集聚区位于广东、广西、海南、湖南等对外贸易较为发达的南方地区. 经济发达地区在产业结构调整中,逐渐减少对低附加值传统产业的依赖,更多地向高科技、高附加值产业转型,使得林业企业在这些地区的数量减少.
- (3)常住人口数量的回归系数为正数. 我国林业企业整体规模偏小,集约化水平低,约 80%属于第一、第二产业,林产品初加工比重过大,大大降低了人均劳动生产率,增加了对人力资源的依赖. 热点集聚区主要位于云南、贵州、广西、湖南、广东、海南等南方省份和黑龙江、吉林等东北地区,与中国林业资源丰富的地区相对应,这意味着林业产业布局不仅依赖资源分布,还需要充足的人力资源支持.
- (4)专利授权数与林业企业数量的正相关关系在“秦岭-淮河”以北的北方城市表现更为显著,而南方

城市专利授权数对林业企业数量的正相关影响程度不如北方强烈。南方城市的经济发展水平和技术创新能力相对更高,产业结构更为发达,专利集中于高新技术等附加值更高的产业,因此专利授权数对林业企业数量的影响程度较北方城市弱一些。但总的来说,林业科技创新是推动林业产业发展的重要支撑,专利授权数与林业企业数量在全国均呈正相关。

(5)绿地面积与林业企业数量呈正相关,即绿地面积越多,林业企业分布数量越多。热点集聚区位于西南、东南和西北地区,云南、四川等西南地区 and 广东、广西、海南等东南地区气候适宜,绿地面积大,绿地建设过程中对林业企业的需求较大,林业企业也能更好地发挥其专业技术优势,促进了林业企业的集聚。冷点集聚区则主要位于华东、华北、东北等地区,绿地面积与林业企业数量的正相关性相对较弱,但随着城市绿地建设的推进,林业企业也将获得更多的发展机会。

(6)园地面积与林业企业数量呈正相关,园地开发和利用对林业企业发展具有重要推动作用,园地面积越大,林业企业数量越多。近年来,中国水果、茶叶产量均居世界前列,果园、茶园等不同类型的生产用地均提供了丰富的特色林产品资源,可以保证生产空间,吸引更多的涉林企业投资和布局。从园地面积回归系数的热点集聚区空间分布来看,新疆和东南沿海地区所占面积较大。新疆具有得天独厚的自然条件,尤其是气候优势,使得新疆的水果品质较高,林果业也是新疆的支柱产业之一。东南沿海地区自然条件优越、市场需求旺盛、产业链完善等多方面因素的共同作用使得园地面积的影响程度较强,并在这里形成热点集聚区。

(7)林地面积与林业企业分布数量呈正相关。林地提供了丰富的木材和其他林产品资源,是林业企业生存和发展的基础,因此,林地面积越大,通常会吸引更多的林业企业进行开发和利用。然而天然林、人工林、经济林等不同类型的林地对林业企业的吸引力不同,资源丰富、品种多样的林地更有利于林业企业的发展。林地面积回归系数的热点集聚区空间分布并不包括西南和东北的大部分地区,这些地区是林业禁伐政策的主要影响区域,2020年该地区的林业企业数量明显低于东南沿海地区。此外,东南沿海地区经济发达,对林产品的需求量大,且靠近港口,便于出口,在市场和资源的双重优势下形成了热点集聚区。西部地区森林资源较为稀缺,干旱的气候条件限制了大规模林地的开发和利用,林业资源也不丰富,使得林地面积对林业企业数量分布的影响作用要低于其他地区。

## 4 结论

本研究获取了中国31个省份全量林业企业数据,采用平均最近邻、局部莫兰指数、热点分析等GIS空间分析方法描绘了不同时间下林业企业的分布态势和局部自相关性。同时,考虑到林业产业的特点和不同,从经济社会、自然环境等方面选取了24个具体指标作为影响因素,筛选出影响因素的最佳组合结果,即:①公路密度(GLMD);②货物进出口总额(JCK);③常住人口数量(RK);④专利授权数(ZL);⑤绿地面积(LD);⑥园地面积(YD);⑦林地面积(LIND)。最后对比了OLS和MGWR模型的精度,通过MGWR模型系数的聚类,描述了中国林业企业空间分布影响因素的空间异质性,即在不同地区表现出不同的作用方向和强度。

(1)从林业企业时空演化特征上看,林业企业的平均距离是逐渐减小的,林业企业始终保持较高的集聚性,且逐渐增强。从林业企业数量变化情况来看,2000—2010年,林业企业的冷热点分布变化不大,林业企业在空间上的热点区是西南、东南、东北三大集聚区,冷点区是西北集聚区,林业企业空间集聚性明显。2010—2020年,林业企业的冷热点分布变化较大,林业企业在空间上的东北热点集聚区基本消失,西南热点集聚区显著削弱,东南热点集聚区呈增强态势。东北林区和西南林区是天然林区,受天然林禁伐政策的影响较大,而东南林区则主要是以人工林为主,木材资源丰富,且位于沿海地区,具有进口海外木材的交通优势,能够吸引林业产业的集聚发展,从而维持林业企业热点集聚区。

(2)林业企业数量的空间分布受多种因素的影响,并表现出显著的空间异质性。公路密度与林业企业数量呈负相关,与其他行业中路网密度对企业分布的正向作用不同,林业产业高度依赖资源,高公路密度通常意味着林业资源相对匮乏,从而导致林业企业数量较少;货物进出口总额与林业企业数量呈负相关,表明在经济发达地区,产业布局更倾向于高附加值的制造业和服务业,而非传统林业产业;常住人口数量与林业企业数量呈正相关,中国林业产业仍属于劳动密集型,充足的劳动力资源是促进林业产值增加的关键。

键动力;专利授权数与林业企业数量呈正相关,说明了创新能力有助于推动林业现代化建设;绿地面积与林业企业数量呈正相关,随着各地对生态环境保护和绿地建设的重视,林业企业在园林绿化中的重要性日益突出;园地面积与林业企业数量呈正相关,林果业在林业产业中占据重要地位,尤其在新疆等林果业发达但森林资源有限的地区,园地面积对林业企业数量的影响更为显著;林地面积与林业企业数量呈正相关,中国林业企业整体规模较小,并依赖传统生产要素,因此林地面积大的地区,林业企业数量更多。这些因素表明,林业企业数量的分布需要在人力资源成本、地区市场容量、交通便利性、科技发展水平、经济发展水平和资源优势之间找到平衡。

中国林业资源丰富多样,对中国林业企业时空格局演变及其影响因素的实证研究为掌握林业企业的发展趋势、优化林业企业空间布局提供了有力支持,也为林业产业的发展和决策提供了参考。基于本文的研究结果并结合专业分析,从以下三个方面提出林业产业发展的政策建议:首先,应提高中国林业产业资源配置效率,推动规模经济发展,确保林业资源的合理分配和高效利用。如重点支持龙头企业和产业集聚区发展,推广可持续管理与智能化技术,加强交通和物流基础设施,优化资源流通和市场交易平台,确保林业资源高效利用与合理分配。其次,促进产业结构调整,根据区域资源禀赋和市场需求,调整林业产业结构,推动产业升级,充分发挥特色产业优势,推动产业深度融合,扩大优质产品的有效供给。如东南地区应进一步优化港口和交通基础设施,支持木材的进口和加工,形成产业链上下游的深度整合。而在受禁伐政策影响较大的东北和西南地区,应加强林业产业的转型升级,鼓励发展生态旅游等替代性产业,以弥补禁伐政策对传统林业产业的影响。最后,要加强政府引导和科技投入,促进产业向高质量、可持续方向转型,鼓励企业在绿色技术、生态产品开发等领域进行自主创新,引导林业企业向绿色低碳发展转型,实现经济效益与生态效益的双赢。

#### [参考文献]

- [1] 范水生,陈涵. 林业碳汇产品的意涵特征和价值实现[J]. 学术界,2023(12):195-203.
- [2] 杨霄. 中国林业对外直接投资、技术创新与林业产业结构升级研究[D]. 北京:北京化工大学,2020.
- [3] 吕洁华,张滨,张洪瑞. 基于灰色发展决策的林业产业类型的识别研究:以黑龙江省为例[J]. 林业经济问题,2014,34(3):236-242.
- [4] 赵俊,李滨兵. 浅谈林业企业的社会责任及其信息披露[J]. 经济研究导刊,2018(15):9-10.
- [5] 申英. 加强生态林业保护促进林业可持续发展的探讨[J]. 现代农业研究,2022,28(7):74-76.
- [6] 刘婧,甄峰,张姗姗,等. 新一代信息技术企业空间分布特征及影响因素:以南京市中心城区为例[J]. 经济地理,2022,42(2):114-123.
- [7] 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.
- [8] 公维民,张志斌. 西北内陆中心城市生产性服务企业空间格局演变与区位选择:以兰州市为例[J]. 经济地理,2021,41(2):82-91.
- [9] 宋昌耀,罗心然,席强敏,等. 超大城市生产性服务业空间分工及其效应分析:以北京为例[J]. 地理科学,2018,38(12):2040-2048.
- [10] 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.
- [11] 马晓敏,张志斌,公维民,等. 兰州市制造业空间格局演化及驱动因子识别[J]. 地理科学,2023,43(3):519-529.
- [12] 余军,章坤,谢朝武. 厦门市数字经济核心企业空间分布格局演化及影响因素[J]. 人文地理,2023,38(2):126-136.
- [13] 王庆晔. 吉林省农产品物流企业时空演变及其影响因素分析[D]. 长春:吉林农业大学,2024.
- [14] 杨洋,乔家君,郭远智,等. 广东省瞪羚企业空间分布特征及驱动机制[J]. 经济地理,2022,42(8):112-122.
- [15] 熊友云,张明军,刘园园,等. 中国农业产业化龙头企业空间分布特征:以国家级重点龙头企业为例[J]. 地理科学进展,2009,28(6):991-997.
- [16] 白如山,章君吉,韦玉秀,等. 阜阳市农业龙头企业空间分布特征挖掘[J]. 阜阳师范学院学报(自然科学版),2019,36(2):95-100.
- [17] 蒋辉,刘兆阳. 中国农业产业化龙头企业空间分布特征及其影响因素[J]. 吉首大学学报(社会科学版),2020,41(6):94-101.



- [18] 夏永红,沈文星. 中国林产工业集聚水平测度及演进趋势与产业经济增长:基于 2003—2016 年数据的实证分析[J]. 世界林业研究,2018,31(6):42-46.
- [19] 孔凡斌,王宁,徐彩瑶. 山区林业产业发展对城乡收入差距的影响机制:基于就业与收入中介效应的视角[J]. 自然资源学报,2024,39(1):62-83.
- [20] 贺灿飞,王文宇,朱晟君. “双循环”新发展格局下中国产业空间布局优化[J]. 区域经济评论,2021(4):54-63.
- [21] 胡亚丹,徐建华,李治洪. 上海市休闲农业布局及影响因素分析[J]. 长江流域资源与环境,2017,26(12):2023-2031.
- [22] 向雁,陈印军,侯艳林,等. 河北省休闲农业的空间分布及影响机制[J]. 地理科学,2019,39(11):1806-1813.
- [23] 王国权,王欣,王金伟,等. 创意休闲农业的空间分布格局及影响因素:以江苏省为例[J]. 江苏农业学报,2021,37(1):219-229.
- [24] 倪红红,马强,卜元坤,等. 陕西省林业企业时空格局演变及影响因素分析[J]. 干旱区地理,2023,46(12):2098-2110.
- [25] 陈进栋,韦素琼,游小珺,等. 基于企业数据的大陆台资农业及农产品加工企业空间分布及机理的比较[J]. 中国农业资源与区划,2024,45(2):156-169.
- [26] 高姝,刘纪平,郭文华,等. 北京市房地产价格空间分布变化研究[J]. 测绘科学,2021,46(9):150-156.
- [27] 赵飞,廖永丰. 突发自然灾害事件网络舆情传播特征及影响因素研究[J]. 地球信息科学学报,2021,23(6):992-1001.
- [28] 杨佳明,安睿,仝照民,等. 基于多尺度地理加权回归的建成环境对通风潜力的影响研究:以武汉市主城区为例[J]. 南京师大学报(自然科学版),2023,46(4):29-39.
- [29] OSHAN T M, LI Z, KANG W, et al. MGWR: a python implementation of multiscale geographically weighted regression for investigating process spatial heterogeneity and scale[J]. ISPRS international journal of geo-information, 2019, 8(6):269.
- [30] FOTHERINGHAM A S, YANG W, KANG W. Multiscale geographically weighted regression (MGWR) [J]. Annals of the American association of geographers, 2017, 107(6):1247-1265.
- [31] 张城铭,翁时秀,保继刚. 1978 年改革开放以来中国旅游业发展的地理格局[J]. 地理学报,2019,74(10):1980-2000.

[责任编辑:丁 蓉]