

DOI: 10.20098/j.cnki.1001-5132.2024.1010

长三角地区县域农业科技企业时空分布特征与演变规律

缪卓然¹, 王楠^{2*}, 李蹊¹

(1. 宁波大学 陆海国土空间利用与治理浙江省协同创新中心, 浙江 宁波 315211;

2. 宁波大学科学技术学院, 浙江 慈溪 315300)

摘要: 农业科技企业作为科技创新与农业生产的桥梁, 对推动农业现代化具有重要意义。基于2000—2020年长三角地区农业科技企业数据, 采用核密度、冷热点及地理加权回归方法分析其时空分布特征及影响因素。结果表明: (1) 长三角地区农业科技企业数量总体呈稳定增长态势, 但区域差异显著, 江苏省是企业数量最集中区域, 而安徽省增长幅度最大; (2) 农业科技企业主要集中于江苏省东北部, 并逐步向周边扩散, 集聚热点区域与涉农企业的空间分布高度一致; (3) 绿色全要素生产率、经济高质量发展水平、设施农业占地面积及农业机械总动力等因素对农业科技企业的发展具有显著正向影响, 其中绿色全要素生产率对企业分布的区域差异性影响最为显著。

关键词: 农业科技企业; 长三角地区; 农业现代化; 空间分布; 地理加权回归

中图分类号: F329.9

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132(2025)04-0095-09

我国“十四五”规划明确提出, 推动农业现代化是实现乡村振兴和国家现代化的关键, 企业是技术创新的主体, 农业企业亦是如此。农业科技企业的创新活动直接增强了农业科技创新能力, 研究其时空分布规律有助于引导农业向技术密集型、高附加值方向转型, 进一步提升农业企业科技创新能力, 优化产业结构与科技资源配置。长江三角洲地区是我国经济最活跃、开放程度最高、创新能力最强的区域之一。随着城镇化推进, 长三角农业生产逐渐向非农业功能转变, 不同土地功能之间的空间异质性产生了权衡与协同作用^[1]。同时, 长三角城市群在环境规制、经济发展和技术创新方面形成了良性互动^[2], 促进了城市与农业功能空间高度重合, 形成以核心城市为中心、辐射周边地区的发展模式^[3]。农业科技企业在高价值集聚区域表现出较高的稳定性, 而金融资本、创新能力和市场需求是其中的关键因素^[4]。随着长三角推进一体化发展和生态文明建设, 农业科技企业面临着产业转型升级

的压力与机遇。如何在保障可持续发展的同时, 实现产业结构优化和空间布局合理化是未来发展的关键^[5]。这种整合需要审视企业的时空演变, 揭示农业科技与区域发展的复杂相互作用, 由技术创新和城市化驱动来促进对区域发展轨迹的理解^[6]。

企业空间分布的相关研究最早可以追溯到20世纪初德国经济学家阿尔弗雷德·韦伯提出的工业区位论。对我国企业空间分布的相关研究主要关注企业空间分布的变迁^[7]、商业网络的空间分布与集聚、制造业的空间动态、高科技产业与创新活动的空间分布^[8-9]。对农业相关企业的空间分布研究主要集中在农业龙头企业^[10], 而关注农业科技企业的空间分布特征、时空演进与影响因素等方面的相关研究较少。因此针对此研究空白, 本文对长三角地区农业科技企业的时空分布特征及其演变规律进行分析, 试图揭示区域内农业科技企业的集聚模式及其驱动因素, 期待为区域农业现代化政策提供理论支持。

收稿日期: 2024-10-26

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journal.lg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省软科学重点项目(2022C25021)

第一作者: 缪卓然, 硕士研究生, 主要研究方向为农业科技创新。E-mail: 2211420051@nbu.edu.cn

*通信作者: 王楠, 博士/教授, 主要研究方向为区域经济发展。E-mail: wangnan2@nbu.edu.cn

1 研究方法数据来源

1.1 研究方法

采用核密度分析、冷热点分析和地理加权回归(GWR)方法对长三角地区农业科技企业的时空分布特征及影响因素进行分析。首先,使用核密度分析对农业科技企业的空间分布特征进行评估,揭示企业在不同区域内的集聚趋势和分布模式;再使用冷热点分析进一步识别企业在区域内的高集聚和低集聚区域,明确企业在地理空间上的冷热点位置;最后,利用地理加权回归方法探讨经济发展水平、绿色全要素生产率等因素对企业空间分布的影响,以揭示不同因素对企业空间分布的区域差异性影响。地理加权回归计算公式如下:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^K \beta_k(u_i + v_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

式中: y_i 为第 i 个样本单元的因变量,是样本的地理坐标; $\beta_0(u_i, v_i)$ 表示截距项,为拟合结果; x_{ik} 为第 i 个样本单元的第 k 个自变量; ε_i 是误差项,表示第 i 个样本单元的随机误差。结合县域单位数据的可得性和农业发展现实情况,以 2020 年长三角地区 304 个县域单位的生产总值、城镇化率等 12 个统计数据作为自变量因素。

1.2 数据来源

文中研究数据以长三角地区三省一市(江苏省、浙江省、安徽省、上海市)各县市区农业科技企业数据为基础,结合统计年鉴数据进行时空分布特征影响因素分析。目前,我国尚未出台农业科技企业界定的相关正式文件,因此参考 2004 年浙江省科学技术厅发布的《浙江省农业科技企业认定工作的实施意见》和 2006 年江苏省科学技术厅发布的《江苏省农业科技型企业管理办法(试行)》对农业科技企业的认定条件与标准及相关研究^[11]。

在农业科技企业的数据库收集方面,主要以高新技术企业、专利信息、作品著作权、软件著作权 4 项条件对农林牧渔行业企业进行筛选。

(1) 高新技术企业认定通常涉及企业在技术创新和科技成果转化方面的能力,认定标准须很好地反映农业科技企业的技术水平和创新能力。

(2) 专利信息是衡量企业技术创新和研发能力的重要指标。农业科技企业在农业机械、生物技

术、农产品加工等方面的技术创新通常会通过专利进行保护。因此,拥有专利的企业往往具备较强的研发能力和技术创新能力,这与农业科技企业的特征相符^[12]。

(3) 作品著作权主要涉及软件、技术手册、研发报告等,可以反映企业在农业科技信息化和智能化方面的投入和成果。

(4) 软件著作权指对软件作品享有著作权。农业科技企业往往会开发用于农业生产管理、资源调配、市场分析等方面的软件系统,这些软件系统对于提升农业生产效率、资源利用率以及市场竞争力具有重要作用^[13]。

结合天眼查(<https://www.tianyancha.com/>)对三省一市的农林牧渔行业通过高新技术企业、专利信息、作品著作权、软件著作权 4 项条件进行筛选,分别获取 2000—2020 年长三角 304 个县市区农业科技企业以及涉农企业的数量进行时序变化、核密度和冷热点分析。其中,2000—2010 年数据基于 2010 年,代表 2000—2010 年间各县域中所有农业科技企业的数量;2011—2020 年数据基于 2020 年,代表 2011—2020 年间各县域中所有农业科技企业的数量。

用于分析农业科技企业时空分布影响因素的各项指标相关数据来自《中国县域统计年鉴(县市卷)(2021)》、各地区统计公报以及对各地级市统计数据,再进行空间插值法提取县域数据。行政区划数据参照国家基础地理信息中心(<https://www.ngcc.cn/ngcc/>)的矢量地图数据库。

2 长三角地区农业科技企业空间分布与演化趋势分析

对 2000—2020 年长三角地区县域单位的农业科技企业分布情况进行核密度分析,将结果按照自然间断点分为 5 类,结果显示农业科技企业的分布均呈现出显著的空间集聚性。对 2000—2010 年、2011—2020 年时间段内的农业科技企业数据进行冷热点分析,将农业科技企业划分为 99%置信度、95%置信度、90%置信度的冷热点区域。

2.1 农业科技企业总体情况

基于长三角地区各省市 2000—2010 年、2011—2020 年农业科技企业的统计数据,分析企业数量变

化、增幅及农业科技企业占涉农企业总数的比例, 如图 1 所示。从各省市的数量变化来看, 除上海外, 其他三省的农业科技企业数量均呈增长趋势。在 2 个时间段内, 江苏省始终保持领先, 安徽省增长幅度最高, 上海市则呈现负增长, 反映出区域内发展不均衡。

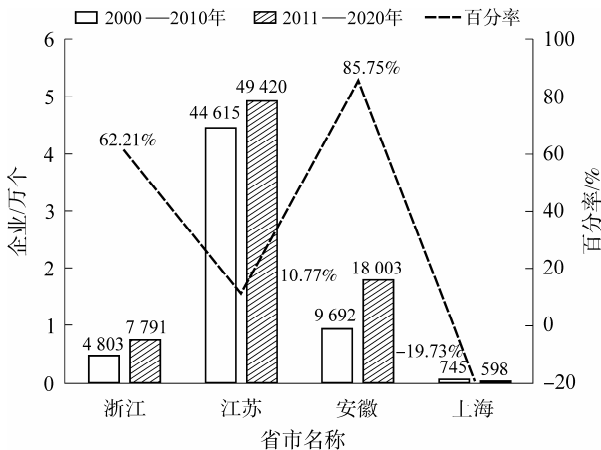


图 1 长三角各省农业科技企业数量变化

(注: 数据来源于天眼查 2000—2020 年企业信息检索)

农业科技企业在涉农企业中的占比从 2010 年的 35.4% 下降至 2020 年的 16.0%, 显示出下降趋势。长三角涉农企业数量在 2011—2020 年间增长了 61.75%, 但这种高速增长也可能导致资金和人才供给不足, 进而缺乏创新支撑体系。农业科研体系存在瓶颈, 产学研合作未能实现深度协同, 都影响了涉农企业的科技创新能力。此外, 政策支持力度不足以及政策落地的难度也是限制因素之一。还有部分涉农企业对科技创新的重要性认识不足, 未能充分意识到其在企业发展中的关键作用^[14]。

为了进一步探究长三角地区在县级单元上农

业科技企业的时序变化, 揭示长三角地区各省市农业科技企业空间分布的变化趋势, 从长三角地区 304 个县市区的 4 个维度——农业科技企业 (a) 数量变化、增幅、减少幅度以及农业科技企业占涉农企业 (b) 总数比例来分析县域单位农业科技企业的发展情况, 了解区域内部发展的不均衡性及可能的发展热点, 具体情况见表 1。鉴于统计数量较大, 因此选取变化趋势 4 个维度排序前 10 的县市区作为典型进行分析。

2000—2010 年, 长三角地区农业科技企业发展呈现显著的区域集中趋势。农业科技企业最密集的前 10 个县市区均位于江苏省, 其中南通市的 4 个县市区表现突出, 凸显江苏省在农业科技创新和企业发展中的领先地位。江苏省和安徽省为农业科技企业占涉农企业总数比重较高的主要区域, 展现其在推进农业现代化中的引领作用。长三角地区比重较大的前 10 个县市区中, 长宁区 (上海市) 虽然农业整体规模较小, 但更侧重于高科技和高附加值的农业企业发展。

2011—2020 年, 江苏省仍是长三角农业科技企业最为集中的地区, 但企业分布呈现出从南通向盐城、徐州等地扩散的新趋势, 表明内部空间分布的动态变化。在涉农企业占比较高的前 10 个地区中, 江苏省占比依然最为显著, 安徽省未能跻身前列, 同时上海市和浙江省的农业科技企业占比逐渐提升。此变化显著反映了长三角地区农业科技发展动态的调整和区域创新格局的重塑。

2000—2020 年, 长三角地区农业科技企业增长呈现显著的地域集中趋势, 增幅最大的前 10 个县市区主要集中在江苏省镇江市和徐州市, 显示了

表 1 长三角农业科技企业分布县域单元时序变化

年份	a 较多县市区	a/b 较高县市区	a 增长显著县市区	a 减少显著县市区
2000—2010	如皋市、如东县、通州区、	泰兴市、通州区、固镇县、		
	海安市、宝应县、沭阳县、	如皋市、阜南县、灵璧县、		
	东台市、盐都区、大丰区、	长宁区、如东县、靖江市、	泉山区、镇江新区、丹	徐汇区、宝应县、钱塘
	泰兴市	淮阴区	阳市、邳州市、广陵区、	区、龙湾区、黄浦区、
2011—2020	沭阳县、邳州市、射阳县、	泉山区、镇江新区、虹口	丹徒区、铜山区、无为	通州区、盱眙县、泰兴
	铜山区、盐都区、东台市、	区、海门市、靖江市、盐	市、庐阳区、仙居县	市、大丰区、如皋市
	新沂市、海门市、靖江市、	都区、钟楼区、铜山区、		
	涟水县	路桥区、静安区		

它们在农业科技领域的创新能力和活跃程度,企业数量的增加意味着新技术和新模式的涌现。而农业科技企业减少幅度最大的上海市徐汇区和黄浦区主要受城市化进程和地价上涨影响,导致农业用地转换为其他用途。随着经济结构调整,原有企业面临转型压力,甚至部分企业可能因技术落后、市场竞争力不足而招致淘汰,或是转向其他更有竞争力的产业领域。

2.2 长三角地区农业科技企业核密度分析

为进一步分析长三角地区农业科技企业在各县域单位的空间集聚情况以及时空演变趋势,采用核密度分析法对其空间分布进行研究,并将结果按照自然断点法分为5类。整体来看,农业科技企业主要集中在长三角东北部,以江苏省为核心。起初呈现密集的点状分布,随着时间推移逐步扩散,形成更广泛的覆盖面。2000—2010年,长三角东北部形成了相对稳定的集聚带,西北部则出现较小规模的集聚现象。由表2可见,高密度县市区约占长三角县域单元的16%,其中,江苏省9.5%、安徽省4.9%、浙江省1.3%。2000年,江苏省农业科技企业实现产值87.9亿元,其中技术型收入达36.1亿元。这些企业通过减轻负担、灵活经营、重视研发成果转化和市场导向模式,为农村地区提供大量就业机会,推动农业现代化与地方经济发展。

2011—2020年,长三角地区农业科技企业的空间分布格局经历了显著变化。以江苏省为中心的东北部地区,农业科技企业密度不断增加,并且这种增长趋势开始向周边地区扩散。西北部地区的农业科技企业则沿边界线呈条带状分布,形成了明显的聚集效应。同时,中部和南部地区开始显现出农业

科技企业的分布,虽然这些区域的企业密度较低,但分布面广且较为均匀,表明浙江省农业科技企业向更广泛区域扩散。农业科技企业高密度区域的县市区占总县域单元13.6%,其中,江苏省高密度区域占比达到10%,安徽省占比2.3%,浙江省和上海市分别占比0.65%。数据反映了长三角地区农业科技企业发展地域的不均衡性,其中江苏省作为核心区域,其农业科技企业的密集度和影响力远超其他省份和城市,具体相关数据见表2。

2.3 农业科技企业冷热点分布特征

对长三角地区农业科技企业分布的核密度分析中已得出高密度集聚区主要集中在东北部,因此为进一步了解农业科技企业空间格局的高低值集聚分布情况,根据局部空间自相关方法(Getis-Ord G_i^*),利用ArcGIS 10.8空间统计工具中的热点分析方法,计算长三角地区2000—2010年、2011—2020年农业科技企业的 G_i^* 统计量 Z 值得分,并划分为99%置信度、95%置信度、90%置信度的冷热点区域以及不显著区域。

2000—2020年,长三角地区农业科技企业空间分布热点区主要集中在江苏省沿海地带和北部平原地区,没有出现冷点区域,其余地区呈现均不显著,热点区也大致呈现出东北沿海向北部延伸。

表3数据表明,2000—2020年,长三角地区农业科技企业热点区数量变动不大,99%置信度的热点区数量减少,而95%置信度和90%置信度的热点区数量有所增加,表明农业科技企业发展趋于分散,而非集中于特定热点区域。部分如大丰区、盐都区等地保持在99%置信度的热点区,持续展现出高于平均水平的农业科技企业活动和成长,反映

表2 长三角地区农业科技企业分布核密度

年份	核密度估计值			
	6.027~24.261	1.525~6.026	0.415~1.524	0.141~0.414
2000—2010	如皋市、如东县	海安市、通州区	泰兴市、东台市、大丰区、盐都区、衢江区、义乌市、宣州区、启东市、海门区、靖江市、射阳县、亭湖区等34个县市区	
2011—2020	邳州市、沭阳县、射阳县	海门区、靖江市、如东县、东台市、兴化县、通州区、如皋市、海安市、亭湖区、盐都区、涟水县、新沂市、泗县、铜山区	无为市、句容市、丹徒区、丹阳市、通州区、如皋市、海安市、亭湖区、治县、温岭市、路桥区、义乌市、淮安区、泗洪县、睢宁县、灵璧县、市、嵊州市、安吉县、长兴县、萧县、砀山县、松阳县	瑞安市、乐清市、景宁畲族自治县、等18个县市区

表 3 长三角地区农业科技企业热点分布

年份	置信度		
	99%	95%	90%
2000—2010	淮安区、建湖县、宝应县、盐都区、高邮市、大丰区、 东台市、海安市、如东县、如皋市、泰兴市、靖江市、 张家港市、通州区、崇川区	亭湖区、金湖县、姜 堰区	兴化市、沐阳县
2011—2020	贾汪区、邳州市、新沂市、东海县、沐阳县、滨海县、 射阳县、亭湖区、盐都区、兴化市、大丰区、海安市	泗县、建湖县、东台 市、如东县、如皋市	鼓楼区、云龙区、灵 璧县、宝应县

企业数量增加、新企业成立率及经济产出高于平均水平。而一些如宝应县、如东县、如皋市等地则从 99%置信度下降至 90%或 95%,其显著性下降可能与企业向其他地区扩散或其他区域增长加速有关。总体来看,热点区主要集中在江苏省,其他地区与平均水平差异不显著,表明江苏省农业科技企业发展显著高于平均水平,而其他地区的企业分布接近于随机,未形成显著聚集趋势。

2.4 农业科技企业与涉农企业热点集聚区重合度分析

在探究涉农企业空间集聚特征中,发现农业科技企业与涉农企业的热点集聚区有高度的重合现象。2000—2010 年,涉农企业与农业科技企业的热点集聚区重合率为 87%,2011—2020 年的热点集聚区重合率为 54%,具体见表 4。

从农业科技企业时序变化的分析结果中得知,长三角地区农业科技企业与涉农企业增长是同步的,但后者增长速度更快,导致涉农企业中农业科技的占比逐渐下降。探究涉农企业与农业科技企业的冷热点分布特征中发现,大部分农业科技企业热

点区同时也是涉农企业的热点区,表明农业科技企业可能更倾向于在已有涉农企业集聚区域内发展,能利用现有农业产业基础和资源。涉农企业发展较好的地区通常拥有丰富的农业资源,如良好的土地、水资源以及丰富的生物多样性,这种资源优势为农业科技企业提供了充足的原材料和研发背景,促进了其创新和发展。而在 2011—2020 年,虽然重合程度有所下降,但农业科技企业的分布开始出现相对分散的趋势,可能是在寻求新的发展机会或响应了其他非传统农业领域的增长潜力。

3 长三角地区农业科技企业空间分异影响因素分析

3.1 变量选取及说明

为深入研究长三角地区农业科技企业时空分布与相关影响因素的关系,结合数据可得性与农业发展现实情况,选取以下 12 项因素进行普通最小二乘法(OLS)分析。地区生产总值(X_1):衡量地区经济发展和规模,是区域经济实力的关键指标;城镇化率(X_2):随着城镇化率的提高,土地

表 4 长三角地区县市域涉农企业空间冷热点分布

年份	热点-置信度		
	99%	95%	90%
2000—2010	滨海县、阜宁县、淮安区、洪泽区、射阳县、建湖县、 宝应县、金湖县、亭湖区、盐都区、高邮市、兴化市、 大丰区、东台市、姜堰区、海安市、泰兴市、如皋市、 如东县、靖江市、张家港市、通州区	崇川区、海门区、灌 南县、涟水县、淮阴 区、泗阳县、沐阳县	东海县、新沂市、宿 豫区
2011—2020	太和县、利辛县、蒙城县、涡阳县、谯城区、丰县、 铜山区、贾汪区、埇桥区、灵璧县、泗县、睢宁县、 邳州市、新沂市、宿豫区、宿城区、沐阳县、泗阳县、 东海县、灌云县、灌南县、涟水县、淮阴区、滨海县、 阜宁县、射阳县、建湖县、亭湖区、大丰区	海安市、东台市、兴 化市、盐都区、泗洪 县、沛县、砀山县、 颍泉区、阜南县、颍 上县	霍邱县、凤台县、颍 州区、颍东区、濉溪 县、萧县、五河县、 宝应县、如东县、姜 堰区

利用变化率和人口增长对农业科技企业产生显著影响；绿色全要素生产率（ X_3 ）：为农业绿色发展提供政策指导，促进区域一体化与农业空间布局优化；经济高质量发展水平（ X_4 ）：反映产业结构优化，包括科教投入、专利水平等；第一产业从业人员（ X_5 ）：直接反映农业劳动力供给，影响劳动密集型农业生产；农业机械总动力（ X_6 ）：代表农业现代化水平，增强对农业科技企业的吸引力；农作物总播种面积（ X_7 ）：反映农业资源效率 and 市场需求，指引技术创新方向；地方财政一般预算支出（ X_8 ）：反映地方政府对科技创新的支持程度^[15]；设施农业占地面积（ X_9 ）：反映农技创新与应用的成熟度，为企业提供技术与市场机会；粮食总产量（ X_{10} ）：表明农业生产基础和能力，反映自然条件和技术水平；城镇居民人均可支配收入（ X_{11} ）：表征地区经济发展水平，影响农业科技企业的基础设施和科技条件；农村居民人均可支配收入（ X_{12} ）：反映农村经济和消费水平，影响农业科技企业的市场需求。

3.2 影响因素分析

使用 ArcGIS 软件中普通最小二乘法对长三角地区各区县农业科技企业布局影响因素进行分析，得到的相关结果见表 5。

表 5 OLS 模型分析结果

自变量	系数	P	自变量	系数	P
X_1	0.189	0.492	X_7	0.078	0.614
X_2	-0.964	0.077	X_8	-0.066	0.600
X_3	-10.434	0.053	X_9	0.247	0.001*
X_4	-0.028	0.765	X_{10}	0.823	0.432
X_5	0.045	0.538	X_{11}	0.037	0.299
X_6	0.387	0.001*	X_{12}	-0.238	0.337

注：* $P<0.01$ 。

从表 5 的模型分析结果中可见，农业机械总动力（ X_6 ）与设施农业占地面积（ X_9 ）指标具有显著性，其对因变量的影响说明该区域农业机械总动力越大、设施农业占地面积越大，则该区域的农业科技企业数量越多。其中，除 X_3 、 X_4 、 X_6 、 X_9 指标以外，其余指标的方差膨胀因子均大于 7.5，且大部分指标的 P 值较高，说明这些指标在统计上不显著，并且 Koenker（BP）值结果显著。因此，从 OLS 模型分析中筛选出具有一定影响因素的 4 项

指标——绿色全要素生产率（ X_3 ）、经济高质量发展水平（ X_4 ）、农业机械总动力（ X_6 ）、设施农业占地面积（ X_9 ）进行地理加权回归分析。加权回归系数的计算在 ArcGIS 10.8 软件中运用地理加权回归工具予以实现，相关结果见表 6。

表 6 GWR 模型参数及分析结果

模型参数	数值
带宽	1.081 114
残差平方和	41 617 380.061 137
有效样本数量	68.397 654
标准误差	384.180 71
校正赤池信息量准则	4 181.319 505
R^2 （拟合度）	0.806 414
调整后的 R^2	0.786 805

注：基于 UTM Zone 50N 投影坐标系。

模型拟合度为 80.64%，表明地理加权回归模型的拟合结果要显著优于 OLS 模型，校正赤池信息量准则（AICc）数值减少，说明模型精度有所提高。对影响长三角地区农业科技企业空间分布的 4 项因素进行地理加权回归，每项因素得到的回归系数在空间上的分布如图 2 所示，结果分析如下：

（1）绿色全要素生产率（ X_3 ）对农业科技企业影响的回归系数在空间分布上呈现显著差异。长三角北部地区呈倒三角分布的区域回归系数较高，而东部沿海和西部地区的回归系数相对较小。相比沿海地区，北部江苏省宿迁市、连云港市等回归系数较高的地区，环境规制对农业绿色技术创新和绿色全要素生产率的影响更为显著，更有效地促进了农业科技企业的绿色创新和生产率提升^[16]。

（2）经济高质量发展水平（ X_4 ）对农业科技企业分布的影响有明显空间差异，回归系数由长三角西北部向南部递减，其中正向影响的地区主要集中在安徽省宿州市等地。这些地区经济发展成熟，农业科技企业数量较多，依托良好的基础设施、高素质劳动力以及成熟的市场环境，为农业科技企业提供了优越的环境。浙江省和上海市等地区回归系数较低，表明这些区域的经济高质量发展并未显著促进农业科技企业的集聚。

（3）设施农业占地面积（ X_9 ）对农业科技企业分布产生正向影响的区域主要集中在长三角西北部和东部地区，而浙江省南部地区回归系数较

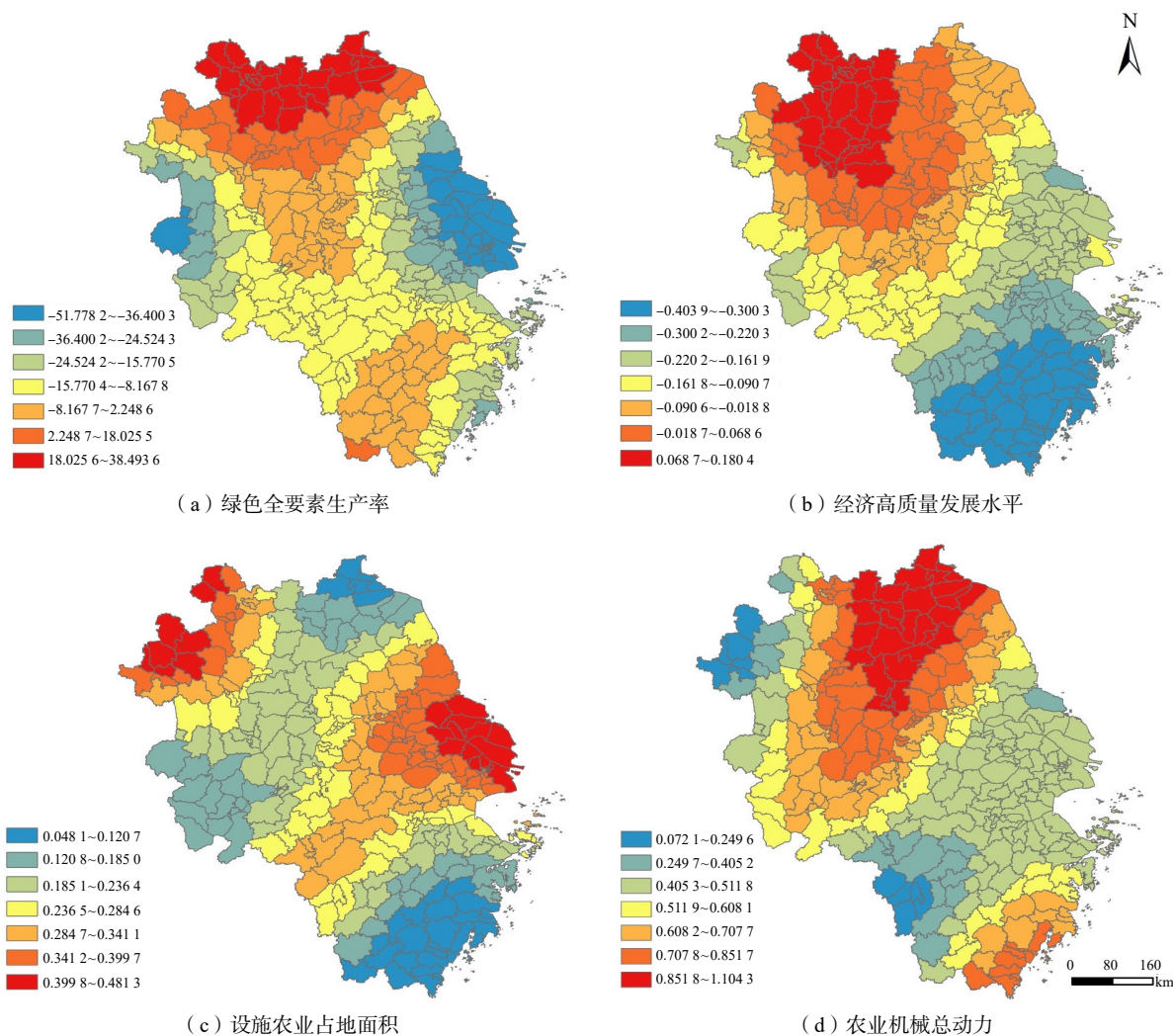


图2 地理加权回归模型影响因素回归系数空间分布

低。其中,以上海市为核心的周边区域回归系数尤为突出,主要得益于上海强大的农业科技创新能力。设施农业作为现代农业技术的重要载体,不仅直接推动了农业科技企业的技术进步,也为整个农业生产链带来了深远的正面效应^[17]。值得注意的是,安徽省阜阳市高效设施农业的关键环节机械化率已达 50%,水稻机械化播种率更达到 75%,标志着水稻种植机械化进入了新的发展阶段。从整体来看,设施农业占地面积的扩增,不仅体现了对农业科技资源(包括土地、水资源、能源等)需求的上升,同时也促进了农业科技企业在相关技术和装备研发与优化方面的投资增加。

(4) 农业机械总动力(X_6)对农业科技企业在所有地区呈正向影响,同样存在显著差异。江苏省连云港市、淮安市等地回归系数较高,反映出当

地对新技术、新设备的旺盛需求,有力推动了农业科技企业的创新与发展。相比之下,长三角西北部和中部地区回归系数较低,或归因于机械化大规模替代人力后,农业生产重心转向规模化生产和低成本运行,进而降低了对科技创新的需求。

4 结论与讨论

4.1 结论

基于 2000—2020 年长三角地区农业科技企业数据,使用核密度、冷热点分析以及地理加权回归方法,揭示了农业科技企业的空间分布特征与演变规律。

(1) 时间上,农业科技企业整体呈增长态势,江苏省领先,安徽省增幅显著,上海市则出现负增长,显示出区域发展的不均衡性。

(2) 空间格局上,企业主要集中在江苏省东北部,集聚趋势逐渐扩展至周边地区,热点区域集中在江苏省东部。

(3) 影响因素分析显示,经济高质量发展水平、绿色全要素生产率、农业机械总动力、设施农业占地面积等因素对企业分布有显著正向影响,其中绿色全要素生产率与经济高质量发展水平的影响最为突出。

4.2 讨论

农业科技企业集聚及产业集群的形成是多种因素的综合结果,须优化农业科技企业布局、调整发展环境,促进本地企业的转型升级。

4.2.1 挖掘区域比较优势,加快提升经济高质量发展水平

在农业科技企业热点区域,应推动新型农业业态的发展,拓宽农业的产业边界,鼓励多元化发展,如农业服务业和农产品加工业,以促进农村经济和农业现代化。

对于发展较慢区域,应注重涉农企业的转型升级,推动绿色技术创新的应用,并加大创新人才的培养力度,以适应新时代农业发展需求^[18]。

4.2.2 加强长三角地区农业科技创新协同发展,持续提升绿色全要素生产率

为推动长三角各省市农业科技企业的协同发展,须以优势互补、整合资源为核心,推动农业向绿色、可持续方向发展^[19]。对此,各地应构建前瞻性产业规划,优化农业科技企业产业布局,同时加大对农业科技园区和研发中心的支持力度,改善信息网络与物流系统等基础设施,为农业科技企业发展提供支持。

在全域农业科技企业创新能力不断提升的背景下,设施农业和农业机械化作为现代农业发展的关键指标,在长三角地区仍具备巨大的发展潜力,并有望对我国乡村振兴与农业现代化产生更显著的推动作用。

参考文献:

[1] YIN R M, LI X, FANG B. The relationship between the spatial and temporal evolution of land use function and the level of economic and social development in the Yangtze River Delta[J]. International journal of environmental research and public health, 2023, 20(3):2461.

[2] CAO Y, WAN N N, ZHANG H Y, et al. Linking environmental regulation and economic growth through technological innovation and resource consumption: analysis of spatial interaction patterns of urban agglomerations[J]. Ecological indicators, 2020, 112: 106062.

[3] NIU G Y, WANG G L, LU Q C, et al. Function evaluation and optimal strategies of three types of space in cross-provincial areas from the perspective of high-quality development: a case study of Yangtze River Delta, China[J]. Polish journal of environmental studies, 2022, 31(3):2763-2777.

[4] ZHANG H P, CHEN W, LIU Z G. Spatiotemporal evolution of entrepreneurial activities and its driving factors in the Yangtze River Delta, China[J]. Land, 2022, 11(2):216.

[5] YU M, YANG Y J, FU C, et al. Response of agricultural multifunctionality to farmland loss under rapidly urbanizing processes in Yangtze River Delta, China[J]. Science of the total environment, 2019, 666:1-11.

[6] 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.

[7] 王益澄, 陈璐璐, 林雄斌, 等. 中国独角兽企业空间分布特征及驱动要素研究[J]. 宁波大学学报(理工版), 2021, 34(1):70-77.

[8] 郭泉恩, 孙斌栋. 中国高技术产业创新空间分布及其影响因素: 基于面板数据的空间计量分析[J]. 地理科学进展, 2016, 35(10):1218-1227.

[9] 胡佳露, 杨丹萍. 高技术产业技术创新与产业集聚协同发展实证研究: 基于京津冀、长三角、珠三角的比较[J]. 宁波大学学报(理工版), 2021, 34(3):100-106.

[10] 张国防, 程秀娟, 熊肖雷. 我国农业龙头企业发展: 基本态势、现实困境及路径选择[J]. 农业经济, 2024(5): 7-10.

[11] 李萍. 农业科技企业技术创新能力形成机理及路径选择研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2016.

[12] 高启杰. 农业科技企业技术创新与持续发展的现状及对策[J]. 中国农村科技, 2013(7):38-41.

[13] BONACCORSI A, CALVERT J, JOLY P B. From protecting texts to protecting objects in biotechnology and software: a tale of changes of ontological assumptions in intellectual property protection[J]. Economy and society, 2011, 40(4):611-639.

[14] 肖卫东. 涉农企业开展农业科技创新的瓶颈因素与驱动机制[J]. 理论学刊, 2016(1):69-75.

[15] 陈昌海, 陆佩华. 江苏省科技实力地区差异评价研究

- [J]. 市场周刊(理论研究), 2012, 25(7):42-44.
- [16] 朱园, 童纪新. 农作物播种面积与农业经济增长: 基于江苏省的协整分析[J]. 江西农业学报, 2015, 27(11): 139-142.
- [17] 辛晓睿, 刘刚, 曾刚. 上海农业创新网络及其空间结构研究[J]. 世界地理研究, 2017, 26(6):110-118.
- [18] 孙燕铭, 湛思邈. 长三角区域绿色技术创新效率的时空演化格局及驱动因素[J]. 地理研究, 2021, 40(10): 2743-2759.
- [19] 徐大飞, 王伟明, 殷敏. 农业科技的技术转移与成果转化机制研究: 以江苏省农业科学院为例[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(5):431-433.

Spatial-temporal distribution characteristics and evolutionary patterns of agricultural technology enterprises in the Yangtze River Delta region

MIAO Zhuoran¹, WANG Nan², LI Xi¹

(1.Zhejiang Collaborative Innovation Center for Land and Marine Spatial Utilization and Governance Research, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2.College of Science & Technology Ningbo University, Cixi 315300, China)

Abstract: Acting as a bridge between technological innovation and agricultural production, the agricultural technology enterprises play a crucial role in promoting agricultural modernization. Based on the data from agricultural technology enterprises in the Yangtze River Delta region from 2000 to 2020, this study employs kernel density analysis, hotspot analysis, and geographically weighted regression (GWR) to analyze their spatial and temporal distribution characteristics as well as influencing factors. The results indicate: (1) The number of agricultural technology enterprises in the Yangtze River Delta region shows an overall stable growth trend, but significant regional disparities exist. Jiangsu Province has the highest concentration of enterprises, while Anhui Province exhibits the largest growth rate; (2) Agricultural technology enterprises are mainly concentrated in northeastern Jiangsu Province, with gradual expansion towards surrounding areas, and the clustering hotspots are highly consistent with the spatial distribution of agricultural-related enterprises; (3) Factors such as green total-factor productivity, high-quality economic development level, area of facility agriculture, and total agricultural machinery power have significant positive impacts on the development of agricultural technology enterprises, with green total-factor productivity having the most pronounced impact on regional differences in enterprise distribution.

Keywords: agricultural technology enterprises; Yangtze River Delta region; agricultural modernization; spatial distribution; geographically weighted regression

(责任编辑 章践立)