中国农业大学学报 2026,31(11):34-47
Journal of China Agricultural University http://zgnydxxb.ijournals.cn

王福红,夏咏,丁宁,吕毅,赵兰兰,王紫洋. 中国耕地集约化利用空间关联网络演化及影响因素研究[J]. 中国农业大学学报,2026,31(11):34-47.
WANG Fuhong,XIA Yong,DING Ning,LYU Yi,ZHAO Lanlan,WANG Ziyang. Evolution and spatial correlation network of intensive utilization of cultivated land in China and its influencing factors[J]. *Journal of China Agricultural University*,2026,31(11):34-47.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2026.11.03

中国耕地集约化利用空间关联网络演化及影响因素研究

王福红[1] 夏 咏[2] 丁 宁[2] 吕 毅[2] 赵兰兰[2] 王紫洋[2]
(1. 兰州财经大学 农林经济管理学院,兰州 730101;
2. 新疆农业大学 经济管理学院,乌鲁木齐 830052)

摘 要 为厘清耕地集约化利用空间关联网络特征及其影响因素,基于2000—2024年31个省域耕地利用及农业生产相关数据(统计数据未包含港、澳、台地区。下同),运用综合评价模型、修正引力模型、社会网络分析及二次指派程序方法(Quadratic Assignment Procedure,QAP)等,系统考察中国耕地集约化利用空间关联网络特征及其影响因素。结果表明:1)2000—2024年中国耕地集约化利用水平呈现持续提升的态势,年均增速2.85%,且各省域耕地集约化水平呈现低值聚集向高值扩散的特征;2)耕地集约化利用空间关联网络呈现出多线化、稠密化和更为复杂化的特征,网络密度、网络关联度和网络关联数呈波动上升态势,网络效率和网络等级度呈波动下降态势;3)耕地集约化利用空间关联网络结构存在显著的"核心-边缘"特征,河南、山东等省域在整体网络结构中处于核心位置,新疆、云南、西藏等省域处于边缘位置;4)各省会间距离、城镇化、农业科技水平、农村人力资本、农业资源禀赋、财政支农力度等是影响耕地集约化利用空间关联网络演化的重要因素。未来耕地利用保护管理范式需从"属地管理"转向"网络治理",优化耕地利用保护的跨区域协同机制,注重影响耕地集约化利用关键因素的系统调控。

关键词 耕地;集约化利用;空间关联网络;社会网络分析;中国
中图分类号 F327 **文章编号** 1007-4333(2026)11-0034-14 **文献标志码** A

Evolution and spatial correlation network of intensive utilization of cultivated land in China and its influencing factors

WANG Fuhong[1], XIA Yong[2], DING Ning[2], LYU Yi[2], ZHAO Lanlan[2], WANG Ziyang[2]
(1. School of Agriculture and Forestry Economics and Management, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730101, China;
2. College of Economics and Management, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract This study aims to clarify the characteristics of the spatial correlation network of intensive utilization of cultivated land and its influencing factors. Based on the cultivated land use and agricultural production data of 31 provincial regions from 2000 to 2024 (Data do not include those of Hong Kong, Macao, and Taiwan regions. The same applies below), this study employs models including the comprehensive evaluation model, the modified gravity model, social network analysis, and the quadratic assignment procedure (QAP) to systematically investigate the characteristics and influencing factors of the spatial correlation network of intensive utilization of cultivated land in China. The results indicate that: 1) From 2000 to 2024, the level of intensive utilization of cultivated land in China exhibited a continuous upward trend, with an average annual growth rate of 2.85%. The level of intensive utilization of cultivated land in each province showed a characteristic of low values clustering

收稿日期:2026-01-29;接受日期:2026-05-13
基金项目:国家社会科学基金项目(24XTJ003);兰州财经大学科研项目(Lzufe2025C-016);甘肃省教育厅高校教师创新基金项目(2026A-081);甘肃省青年科技基金(23JRRA1187)
第一作者:王福红(ORCID:0009-0001-8993-1762),副教授,主要从事农业资源利用与农业经济研究,E-mail: 1642667941@qq.com

first and then spreading to higher values. 2) The spatial correlation network of intensive utilization of cultivated land exhibited multi-threaded, dense, and increasingly complex characteristics. The network density, network connectivity and number of network connections show a fluctuating upward trend, while the network efficiency and network hierarchy degree show a fluctuating downward trend. 3) The network structure of intensive utilization of cultivated land demonstrated a significant "core-periphery" structure, with provinces such as Henan and Shandong occupying core positions in the overall network structure, while provinces such as Xinjiang, Yunnan, and Xizang were situated on the periphery. 4) Factors such as inter-provincial capital distance, urbanization, the level of agricultural science and technology, rural human capital, agricultural resource endowment, and the intensity of fiscal support to agriculture are important determinants influencing the evolution of the spatial correlation network of intensive utilization of cultivated land. In the future, the paradigm for cultivated land use protection and management should shift from "territorial management" to "network governance," optimizing cross-regional coordination mechanisms for cultivated land protection and systematically regulating the key factors influencing intensive cultivated land use.

Keywords　cultivated land; intensive utilization; spatial correlation network; social network analysis; China

耕地作为社会经济发展的基础性资源，是保障国家粮食安全和农业发展的关键要素[1]。中国作为传统的农业大国，人多地少是长期以来面临的基本国情。与此同时，快速推进的城镇化、工业化，以及生态退耕、受灾毁损等因素，共同导致耕地资源呈持续下降的态势。耕地资源承载负荷加剧，有限的耕地资源供应与激烈的资源竞争形成了中国耕地资源利用的现实困境[2]。在此背景之下，走集约化内涵式的利用模式成为缓解人地矛盾和实现耕地资源可持续利用的必然选择[3]。此外，信息技术革命持续深入发展，农业进入新的发展阶段，单一主体已难以满足发展需求，社会网络成为农业发展转型的重要支撑[4]。社会网络不仅拓展了信息获取的渠道，帮助农业经营主体及时掌握市场动态和科技成果，还促进了跨区域的要素流动，增强了区域间的资源共享互补，实现农业生产效率的提升。因此，在中国耕地集约化利用非均衡发展的状况下[5]，精准识别耕地集约化利用空间关联网络的关键特征及其驱动因素，对构建有序梯次协同的耕地利用格局，优化耕地"三位一体"区域协同保护政策体系及农业强国建设具有重要的现实意义。

耕地集约化利用理念源于古典政治经济学提出的农业土地集约经营[6]，其后发展提出的土地报酬递减理论则奠定了土地合理集约化利用的理论基础。后续研究在此基础上不断拓展，研究内容主要集中在内涵界定[7-8]、测度评价[9-10]、驱动机制[3,11]等方面。在内涵界定方面，耕地集约化利用的内涵不断丰富，逐渐从早期单一强调高产出的经营方式[12]向追求合理投入，实现耕地利用经济、社会、生态等综合效益的权衡与优化转变[13]；在测度评价层面，构建耕地集约化利用评价指标体系是常见的测度方法[5,14]，评价指标体系的设计也伴随耕地集约化利用内涵的演变逐渐从单一指标向多指标转变，指标体系更加丰富，评价方式与权重确定不断完善；在驱动机制方面，涉及农户内部[15]、自然因素[16]、社会经济因素[17]等不同尺度的耕地集约化利用归因分析加深了对其内在机制的理解。此外，运用空间自相关等模型研究表明，耕地集约化利用普遍存在显著的空间集聚和异质性特征[18]，空间溢出效应也在耕地集约化利用过程中发挥了重要作用。这些研究为厘清耕地集约化利用的空间演化特征，构建耕地保护利用调控策略提供了重要支撑和有益参考。然而在新技术、新业态不断涌现的背景下，针对耕地集约化利用的研究仍有些不足，主要体现在：第一，传统空间数据分析和空间计量模型侧重考察邻近关系下的地理空间特征，难以有效刻画区域间耕地集约化利用多方向、非邻接的空间关联特征，限制了对区域耕地集约化利用空间格局的全面认知。第二，现有研究多基于属性数据辨析耕地集约化利用的影响因素，易忽视空间关联网络的传导效应，也鲜有研究从空间关联视角辨析耕地集约化利用演化的影响因素。鉴于此，本研究拟以31个省域耕地集约化利用为研究对象，在耕地集约化利用空间关联网络形成机理分析的基础上，运用2000—2024年省域耕地利用及农业生产相关数据构建耕地集约化利用评价指标体系（统计数据未包含港、澳、台地区。下同），综合评价耕地集约化利用水平，基于修正引力模型、社会网络分析法、QAP

等模型探讨耕地集约化利用空间关联网络的时空特征和影响因素，以期为制定区域协同的耕地集约化利用格局，实现耕地资源的高效可持续利用提供决策参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 理论分析

耕地集约化利用是衡量耕地资源利用效率和综合产能的关键指标，在生态文明和农业强国建设的背景下，耕地资源利用需突破单一生产功能的定位，服务于整体的国土空间功能协调，实现从要素管控向功能统筹的转型[19]。区域协同已成为耕地资源保护利用的重要路径，任何区域均是整体协同保护利用网络中的重要组成部分，难以置身事外。此外，耕地集约化利用也具有空间扩散和区域溢出效应[18]，这也决定了耕地集约化利用并不是单一区域和经营主体的孤立行为，而是伴随劳动力、科技等农业要素流动，以及政策引导、市场机制等多要素耦合互动，在区域间逐步形成耕地集约化利用的联动传导网络，使得耕地集约化利用空间关联网络日益复杂多样（图1）。

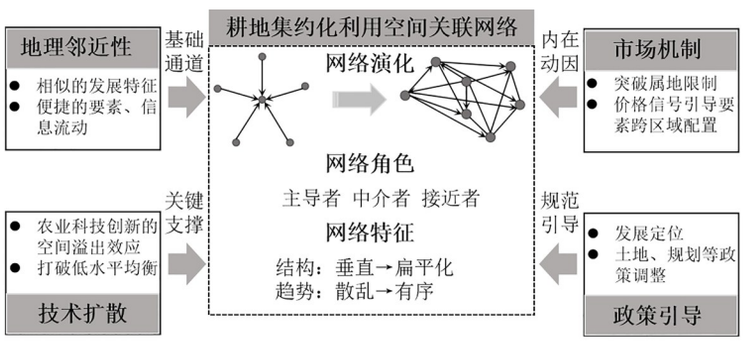


图1 耕地集约化利用空间关联网络形成机理

Fig. 1 The formation mechanism of the spatial correlation network of intensive utilization of cultivated land

地理邻近性是耕地集约化利用空间关联网络形成的基础通道。根据地理学第一定律，地理空间上的邻近性会增强地理现象之间的关联程度[20]。毗邻地区在资源禀赋、农业结构、生产模式、文化习惯等方面存在较高相似性，农业要素、信息的交流成本更小，有利于区域间耕地集约化利用空间关联关系的形成。技术扩散是耕地集约化利用空间关联网络形成的关键支撑。科技创新作为现代农业发展的核心动力，极大提升了农业资源的利用效率。随着各类农业科学技术研发更新，农用物资和农业科技的供给量增多，对耕地利用过程中光、温、水、肥等方面的控制愈发精准，逐渐推动农业科技要素对土地、劳动力等要素的替代，促进耕地集约化利用从传统模式向技术集约型转变[6]。农业技术创新形成的产业发展优势，易引发其他区域耕地经营者模仿学习，从而打破耕地集约化利用的低水平均衡。可见提升农业科技创新的空间溢出效应是推动耕地集约化利用空间关联网络形成的关键要素。政策引导是耕地集约化利用空间关联网络形成的重要因素。农产品具有准公共产品的特殊属性[21]，各级政府基于社会发展需求和市场供需变化，引导修正农业发展的相关政策，保障耕地资源利用综合效益的最大化和社会经济的平稳运行。例如通过“三权分置”激活土地流转，跨省域的耕地补充、东西部对口支援等政策均加快了区域间农业要素和信息的交流，密切了区域耕地利用保护合作，有助于完善耕地集约化利用空间关联网络。市场机制是耕地集约化利用空间关联网络形成的内在动因。市场机制突破了传统要素多以行政管理边界分割的格局，通过市场价格信号引导资金、劳动力、技术等要素突破地理空间约束实现跨区域的优化配置，推动耕地资源利用从点状向网络化格局转型[22]，加强区域间耕地利用的互动联系，逐步形成耕地集约化利用的空间关联网络。

1.2 耕地集约化利用评价

耕地利用系统是涉及水、土、气、市场、科技、政策等自然-社会-经济等多要素的复合开放系统。耕地集约化利用旨在通过优化单位耕地面积上的技术、资本、劳动力等要素的配置，实现耕地利用过程

中社会、经济、生态等综合效益的最大化，提升耕地资源的利用效率[5]。本研究依据多因素综合评价指标体系构建原则，基于耕地集约化利用的核心内涵，参考相关研究成果[3,11,14]，从投入强度、利用程度、产出效益及持续状况4个维度构建省域尺度耕地集约化利用评价指标体系（表1）。耕地集约化利用水平具体测算公式如下：

$$\mathrm{CLUS}_{qi}=\sum_{i=1}^{n}x_{qiz}w_z \tag{1}$$

式中：CLUS_{qi}为第q年i区域的耕地集约化利用水平；x_{qiz}为第q年i区域z指标的标准化值，采取最大化值法对指标进行标准化处理；w_z为指标z的权重，同时为保障指标赋权的客观性，采用熵值法确定指标权重。

表1　中国省域耕地集约化利用评价指标体系

Table 1　Evaluation Index system for China's provincial intensive utilization of cultivated land

目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	指标层 Indicator layer	单位 Unit	指标说明 Indicator explanation	性质 Property
耕地集约化水平 The level of intensive utilization of cultivated land	投入强度	化肥投入指数	kg/hm²	农业化肥施用量/耕地面积	+
		机械投入指数	kW/hm²	农业机械总动力/耕地面积	+
		劳动力投入指数	人/hm²	农业从业人员/耕地面积	+
	利用程度	复种指数	%	农作物播种面积/耕地面积	+
		灌溉指数	%	有效灌溉面积/耕地面积	+
		垦殖指数	%	耕地面积/土地总面积	+
	产出效益	粮食单产指数	kg/hm²	粮食总产量/粮食播种面积	+
		地均产值指数	万元/hm²	农业产值/耕地面积	+
		劳均产值指数	万元/人	农业产值/农业从业人员	+
	持续状况	耕地平衡指数		年末耕地面积/年初耕地面积	+
		粮食安全系数		人均粮食/400 kg	+
		农业供养指数		种植业总产值/总人口	+

注："+"表示指标属性为正向。

Note: + denotes that the attribute of the indicator is positive.

1.3　修正引力模型

经济学家认为区域间的经济联系类似于万有引力，具有普遍性。即区域间的联系强度既取决于区域"质量"，也受区域间距离的影响[23]。基于此，本研究参考相关研究[22-23]，采用修正引力模型构建省域尺度区域间耕地集约化利用的关联矩阵，以此衡量区域间耕地集约化利用的空间关联强度。具体测度公式如下：

$$L_{ij}=K_{ij}\frac{\mathrm{CLUS}_i\cdot\mathrm{CLUS}_j}{D_{ij}} \tag{2}$$

$$K_{ij}=\frac{\mathrm{CLUS}_i}{\mathrm{CLUS}_i+\mathrm{CLUS}_j} \tag{3}$$

$$D_{ij}=\left(\frac{d_{ij}}{A_i-A_j}\right)^2 \tag{4}$$

式中：L_{ij}为区域i和区域j之间耕地集约化利用的空间关联强度；K_{ij}为区域间引力系数；D_{ij}为考虑区域间空间距离和经济距离后的综合距离；d_{ij}为省域间的空间距离，本研究采用省会城市间球面距离表征；A_i和A_j为区域i和j的农业总产值。由引力模型构建的耕地集约化利用空间关联矩阵，本研究进一步借鉴王哲等[24]的研究方法，采用全样本的引力均值作为阈值进行二值化处理。若大于阈值则L_{ij}取值为1，表示区域间耕地集约化利用存在空间关联关系；若小于阈值则L_{ij}取值为0，则表示不存在空间关联关系。

1.4　社会网络分析法

社会网络分析法是一种从结构性视角出发的社会学分析方法，能够将"属性数据"有效转换为"关系数据"，从而揭示研究对象空间网络的整体架构和层次性[25]。本研究选取网络密度、网络关联度、网络效率等指标分析耕地集约化利用空间关联网络的整体特征，选取度数中心度、接近中心度、中介中心度等分析耕地集约化利用空间关联网络的个体特征，选用"核心-边缘"模型反映各省域在整体

网络结构中的地位。上述指标的测度公式具体详见参考文献[26]。

1.5 QAP方法

QAP是一种专用于处理关系型数据的非参数统计方法,其核心的优势在于无需满足变量独立性和正态分布的假设,能够很好地处理数据的共线性问题,对社会网络中存在的异方差及结构自相关等问题保持稳健。本研究采用QAP回归分析方法对耕地集约化利用空间关联网络的驱动因素进行定量检验。借鉴相关研究成果设置了相应解释变量:1)农业资源禀赋差值矩阵(FLD),区域资源禀赋是耕地集约化利用的基础,本研究采用耕地资源丰度表征区域农业资源禀赋[27]。2)财政支农力度差值矩阵(FIN),农产品所具有的准公共产品属性,决定了政策因素对于耕地集约化利用的重要性,本研究采用地方政府农林水务支出占财政支出的比例表征财政支农力度[28]。3)农村人力资本差值矩阵(RHC),高素质劳动力是提升耕地资源利用效率和持续利用的重要条件,本研究采用加权平均法测度农村劳动力的平均受教育年限表征农村人力资本[29]。4)农业技术水平差值矩阵(ATL),技术创新是塑造区域产业发展优势的重要条件,亦是推动农业高质量发展的核心动力,有助于推动耕地集约化利用水平的提升。本研究采用区域农业机械总动力与第一产业人员数量的比值表征农业科技水平[30]。5)经济发展水平差值矩阵(EDL),经济发展水平直接影响产业合作和信息交流,本研究采用区域人均GDP表征经济发展水平[31]。6)各省会间距离关联矩阵(DPC),区域间邻近更易促进农业生产要素的空间流动,本研究采用各省会城市间的球面距离表征[23]。7)区域间城镇化差值矩阵(URB),城镇化带动农村劳动力非农就业,城乡居民消费升级,占用耕地资源等直接影响着耕地集约化利用,本研究采用城镇人口占总人口的比例表征城镇化水平[32]。综上,构建的耕地集约化利用空间关联网络的驱动模型可表示为:

$$G=f(\mathrm{FLD},\mathrm{FIN},\mathrm{RHC},\mathrm{ATL},\mathrm{EDL},\mathrm{DPC},\mathrm{URB}) \tag{5}$$

式中:G为耕地集约化利用空间关联网络矩阵,FLD、FIN、RHC、ATL、EDL、DPC、URB分别为农业资源禀赋差值矩阵、财政支持力度差异矩阵、农村人力资本差值矩阵、农业技术水平差值矩阵、经济发展水平差值矩阵、各省会间距离关联矩阵、区域间城镇化差值矩阵。

1.6 数据来源

本研究以中国31个省级行政区为研究对象,由于数据缺失等原因,研究范围未包括中国港澳台地区。数据主要来源于2001—2025年的《中国统计年鉴》[33]《中国农村统计年鉴》[34]《中国人口和就业统计年鉴》[35]及各省市区的统计年鉴,国家统计局网站(https://data.stats.gov.cn)。由于耕地利用数据在各省份之间的统计差异较大,本研究以武汉大学遥感信息处理研究所(http://irsip.whu.edu.cn/index.php)解译的30 m分辨率中国年度土地覆盖数据为基础进行提取,同时借鉴相关文献[36],并结合国土调查成果共享应用平台二调和三调的土地利用数据(https://gtdc.mnr.gov.cn/Share#/secondSurvey),对各省域耕地利用数据进行重建。此外为消除通货膨胀等因素对相关经济指标的影响,本研究对人均GDP等指标做了平减处理。

2 结果与分析

2.1 中国耕地集约化利用时序特征

本研究测算了2000—2024年31个省域的耕地集约化利用水平,绘制了箱型及正态曲线图,结果见图2。可见:2000—2024年中国耕地集约化利用水平总体呈持续上升的态势,全国耕地集约化利用水平均值从0.202增加到0.393,年均增速2.85%,表明中国耕地资源的利用效率不断提升,耕地利用逐渐从传统的粗放经营模式向集约化高效利用模式转型;从各省域耕地集约化利用水平正态分布曲线来看,全国耕地集约化利用呈现从低水平集聚逐渐向高水平扩散的演化特征,区域间耕地集约化利用水平的绝对差距呈扩大态势,最高水平和最低水平省域间的耕地集约化利用差距从2000年的0.254增加到2024年的0.443,表明各省域耕地集约化利用演化途径一致,但区域间的不均衡性也较为突出。在推进耕地资源利用效率提升的过程中,区域间这种耕地集约化利用的势差也为其空间关联网络的构成提供了重要支撑。

2.2 中国耕地集约化利用空间关联网络特征分析

本研究基于修正引力模型测度得到各省域耕地集约化利用相互之间的空间关联强度,并以此构建空间关联关系的二值矩阵,运用Arcgis10.8绘制

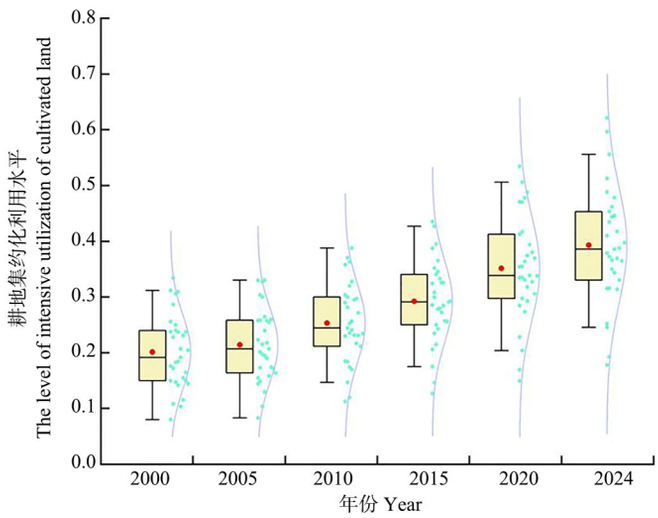


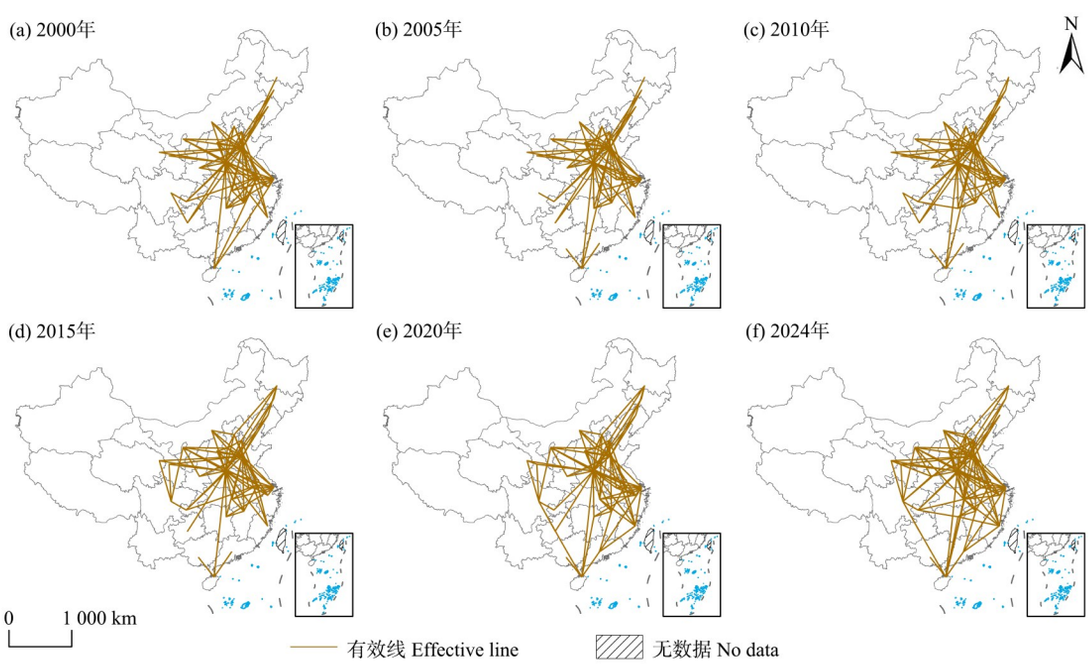
图 2　2000—2024 年中国耕地集约化利用变化趋势

Fig. 2　Trend of China's intensive utilization of cultivated land from 2000 to 2024

2000、2005、2010、2015、2020、2024 年省域尺度耕地集约化利用空间关联网络图，结果见图 3。可见：随着农业结构调整及农业跨区域要素流动更为普遍，中国耕地集约化利用的空间关联网络呈现出多线化、稠密化和更为复杂化的特征，各省域普遍存在一定的空间关联关系，但仍存在新疆、西藏、云南等个别省域处于“空间孤岛”的状态，究其原因是这些省域地处边疆，由于资源禀赋、地理位置等条件的限制，导致区域耕地集约化利用的空间协同效应尚未有效形成。

2.2.1　耕地集约化利用空间关联网络整体特征

本研究借助 Ucinet6.0 软件，测度了 2000—



基于审图号 GS(2024)0650 的标准地图，底图无修改。统计数据未包含港、澳、台地区。下同。

Based on the standard map with review number GS(2024)0650, and no modifications made to the base map. Data do not include those of Hong Kong, Macao, and Taiwan regions. The same applies below.

图 3　2000—2024 年耕地集约化利用空间关联网络

Fig. 3　Spatial association network of intensive utilization of cultivated land from 2000 to 2024

2024年耕地集约化利用空间关联网络整体结构特征的衡量指标，结果见图4。可见：网络关联数从129增加到166，网络关联度从0.754增加到0.813，表明中国各省域间耕地集约化利用的空间网络联系逐步增强，形成了一定的协同合作关系，有利于集约利用信息交流和技术推广，实现耕地资源利用效益的最大化。另一方面中国耕地集约化利用空间关联网络发展并不充分，网络关联度尚未达到1，表明整体耕地集约化利用空间关联网络缺乏连通性，跨区域空间协同效应仍有待加强。

2000—2024年耕地集约化利用网络密度整体呈现波动上升的态势，网络密度为0.139～0.178，低于0.5的中等水平，表明各区域间耕地集约化利用空间关联紧密程度提升的同时，当前尚未达到最佳的空间关联状态，空间关联网络的紧密程度有待进一步提升。究其原因可能是耕地利用过程具有显著的自然再生产和经济再生产双重属性，各区域耕地资源禀赋、农业科技条件、农业政策等差异较大，导致跨区域耕地集约化利用相关要素流通、信息交流并不充分，影响区域间耕地集约化利用空间关联网络的紧密程度。耕地集约化利用网络等级度则呈现波动中下降的态势，各年份网络等级度均较低，表明耕地集约化利用的网络层级结构特征逐渐弱化，网络结构逐渐向扁平化方向演进。相关研究也表明中国耕地集约化利用的基尼系数逐渐下降，区域间的均衡性逐步增强[5]。耕地集约化利用的网络效率总体水平较高，研究期均＞0.8，处于中等偏上水平，呈波动下降的态势，表明耕地集约化利用空间关联网络中各省域的冗余路径增加，网络结构逐渐从高效松散向稳定复杂方向转变。

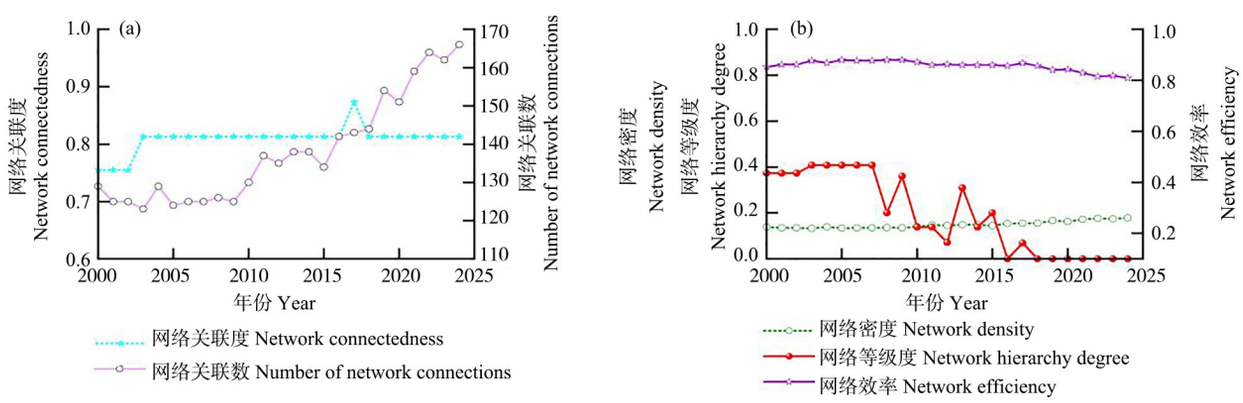


图4 2000—2024年耕地集约化利用空间关联网络整体特征

Fig. 4 Overall network characteristics of the spatial correlation of intensive utilization of cultivated land from 2000 to 2024

2.2.2 耕地集约化利用空间关联网络个体特征

本研究通过测度接近中心度、度数中心度、中介中心度3个个体网络特征指标，并采用自然断点法将其划分为低度数、中低度数、中高度数和高度数四类，绘制空间分布图探究耕地集约化利用空间关联网络中各省域所发挥的作用和扮演的角色，结果见图5-7。

从度数中心度来看，2000—2024年耕地集约化利用关联网络的度数中心度总体变化较为缓慢，均值从4.744增加到6.605，度数中心度“高度数”类型的省域主要集中在江苏、山东、河南等省域，表明这些省域在耕地集约化利用过程中与其他省域建立网络关联的能力较强，是空间关联网络中的重要枢纽节点。究其原因，一方面是由于这些区域是传统的农业生产大省，是我国重要的粮食主产区，具有良好的农业资源禀赋，另一方面也源于这些区域具有较好的经济发展条件，农业科技创新能力强。“中低度数”类型省域主要分布在中西部地区，这些区域度数中心度相对较低，在耕地集约化利用的空间关联网络中缺乏与其他省域形成有效关联的能力，呈现出相对独立或弱连接的显著特征。

从接近中心度来看，2000—2024年耕地集约化利用关联网络的接近中心度均值从43.613增加到48.839，表明耕地集约化利用空间关联网络的辐射能力稳步提升。从空间分布格局来看，2000年接近中心度“高度数”区域集中分布在广东、四川，2024年“高度数”类型增加了广西、贵州、黑龙江等省域；“中高度数”省域主要集中在东、中部，表明这些区

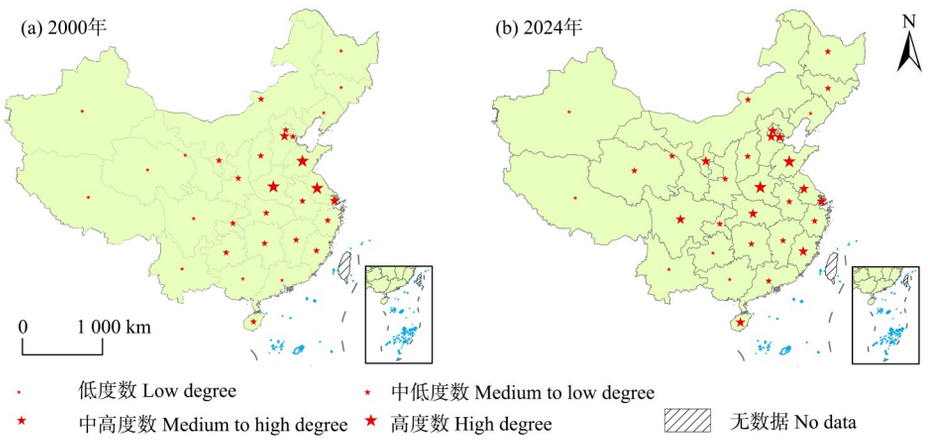


图 5　2000—2024 年耕地集约化利用空间关联网络的度数中心度

Fig. 5　Degree centrality of the spatial correlation network for intensive utilization of cultivated land from 2000 to 2024

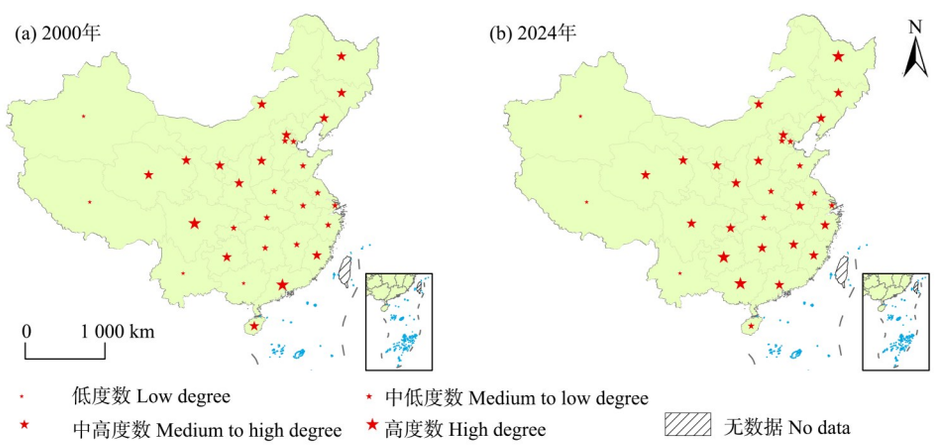


图 6　2000—2024 年耕地集约化利用空间关联网络的接近中心度

Fig. 6　Closeness centrality of the spatial correlation network for intensive utilization of cultivated land from 2000 to 2024

域在推进耕地集约化利用过程中，更容易与其他区域产生要素流动、信息交换，具有较强的可达性。西部地区的新疆、西藏、云南等地接近中心度偏低，反映出其在网络结构中相对较为边缘。

从中介中心度来看，2000—2024 年耕地集约化利用空间关联网络的中介中心度也呈现增加的态

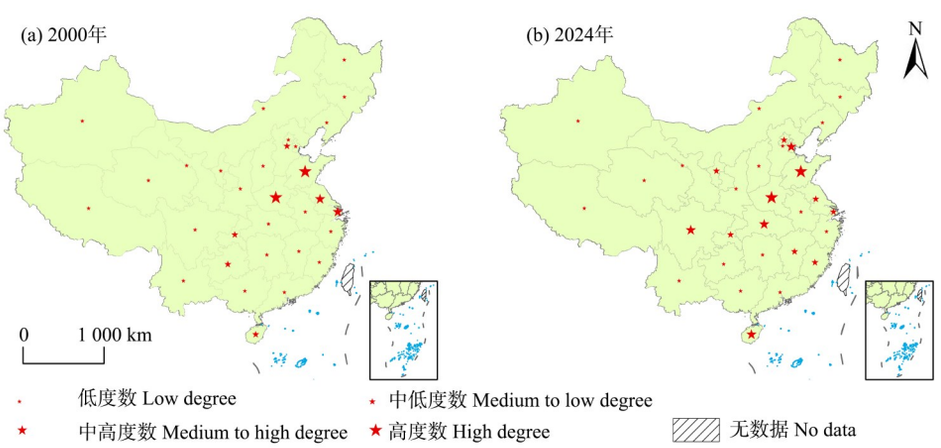


图 7　2000—2024 年耕地集约化利用空间关联网络的中介中心度

Fig. 7　Betweeness centrality of the spatial correlation network for intensive utilization of cultivated land from 2000 to 2024

势，各省域均值从 10.484 增加到 12.226，表明跨区域要素和信息流动依赖部分省域，具有显著的空间路径依赖性。中介中心度的空间分布则呈现显著的非均衡性特征，河南、山东长期属于“高度数”类型，表明其在网络结构中交流能力强，不仅自身参与程度高，也在不同区域间耕地集约化利用的信息传递、技术推广等跨区扩散中承担关键的桥梁枢纽作用。然而多数省域属于“中低度数”和“低度数”类型，在跨区域空间关联网络中的中介作用发挥有限。值得注意的是，“中高度数”类型的省域数量在缓慢增加，表明耕地集约化利用的空间关联网络发展过程中，重要的枢纽节点逐渐增多，有利于未来耕地集约化利用的均衡发展。

2.2.3 耕地集约化利用空间关联网络核心-边缘结构

由前文可知，中国耕地集约化利用空间关联网络存在层级特征，因此本研究采用核心-边缘结构模型辨析各省域在整体网络中的地位和作用，结果见图 8 和表 3。可见：研究期中国耕地集约化利用的核心-边缘结构逐渐形成，且核心区呈现明显的集聚分布特征。2000 年核心区主要位于河北、上海、江苏、安徽、江西、山东、河南、湖北等东、中部区域，呈集聚状分布，2024 年核心范围区分布逐渐分散。核心区数量从 2000 年的 8 个增加到 2024 年的 9 个，空间分布格局在保持大规模省域稳定的基础上，整体的“核心-边缘”结构趋向组团式发展，区域间耕地集约化利用的空间联系逐渐增强。这表明在耕地集约化利用空间关联网络发展过程中，更多省域融入核心区发展网络，共同推动全国耕地集约化利用。此外，密度矩阵显示核心区网络密度从 0.661 下降到 0.644，核心区到边缘区的网络密度从 0.283 下降到 0.200，耕地集约化利用空间关联网络核心区内部及核心区对边缘区的网络密度呈现收敛态势。边缘区到核心区的网络密度从 0.190 下降到 0.162，而边缘区内部网络密度从 0.010 增加到 0.076，表明全国耕地集约化利用虽存在一定的等级结构，但核心区和边缘区之间，及边缘区内部也存在一定的空间关联网络，有助于区域间耕地利用信息沟通交流和技术传播推广，缩小区域间耕地集约化利用的绝对差距。

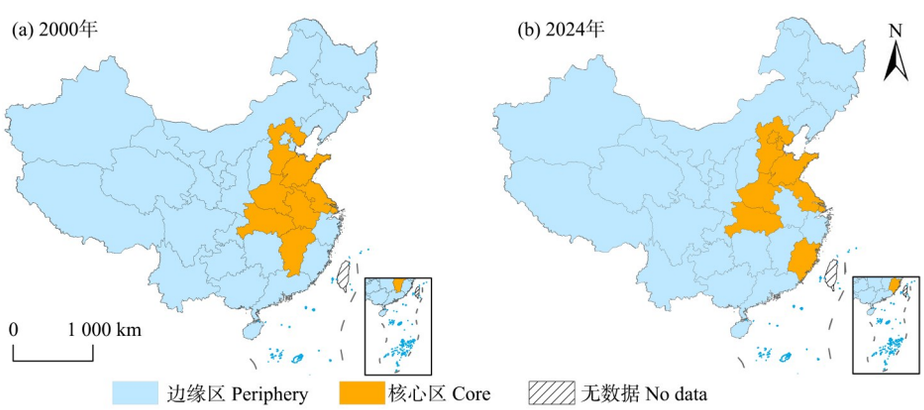


图 8 2000 年和 2024 年耕地集约化利用空间关联网络的核心-边缘结构

Fig. 8 Core-periphery structure of the spatial correlation network for intensive utilization of cultivated land in 2000 and 2024

表 3 2000 年和 2024 年耕地集约化利用空间关联网络的核心-边缘密度矩阵

Table 3 Core-periphery density matrix of the spatial correlation network for intensive utilization of cultivated land in 2000 and 2024

网络密度 Network density	2000 年		2024 年	
	核心区 Core	边缘区 Periphery	核心区 Core	边缘区 Periphery
核心区 Periphery	0.661	0.283	0.644	0.200
边缘区 Core	0.190	0.010	0.162	0.076

2.3　中国耕地集约化利用空间关联网络演化影响因素分析

本研究基于2000年、2005年、2010年、2015年、2020年及2024年6期面板数据，利用QAP回归模型并置换5 000次生成结果，探析耕地集约化利用空间关联网络演化的影响因素，结果见表4。可见：各期耕地集约化利用空间网络影响因素的回归结果相近，表明了模型运行的稳健性。省会间距离关联矩阵对耕地集约化利用空间关联网络在1%的显著水平下负相关，表明区域间的空间距离是影响耕地集约化利用空间关联网络形成的重要因素，邻近区域更容易开展耕地利用模式、要素流动、技术推广、信息沟通等方面的交流，降低交流的成本和难度，增强区域间耕地集约化利用的关联程度。财政支农力度差值矩阵在多数年份与耕地集约化利用空间关联网络矩阵呈显著负相关，说明区域间财政支农力度差异过大会制约耕地集约化利用空间关联网络的形成。财政支农带有明显的政府调控特征，通过政策宏观调控促进农业资源和生产要素的重新配置。然而区域间财政支农力度差异过大会助推农业产业结构、经营模式等方面的分化，形成耕地资源利用模式的路径依赖，从而抑制耕地集约化利用空间关联网络的构建和拓展。

区域间城镇化差值矩阵对耕地集约化利用空间关联网络显著正相关，且影响系数呈增强的态势。究其原因是城镇化作为中国当前社会经济发展的显著特征，城镇化不仅带动人口的非农转移，也在推进过程中大量占用耕地资源。为保障耕地

表4　2000—2024年代表性年份的QAP回归分析结果

Table 4　QAP regression analysis results of selected years during 2000-2024

变量 Variable	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年	2024年
各省会间距离关联矩阵 Matrix of distance correlation among provincial capitals	−0.411***	−0.383***	−0.381***	−0.435***	−0.493***	−0.481***
财政支农力度差值矩阵 Matrix of intensity of fiscal support for agriculture differences	−0.082*	−0.126***	−0.158*	−0.147	−0.045*	−0.145*
区域间城镇化差值矩阵 Matrix of inter-regional urbanization level differences	0.277***	0.333***	0.389***	0.368**	0.312***	0.344***
经济发展水平差值矩阵 Matrix of economic development level differences	−0.042	−0.156	−0.187*	−0.064	−0.101	−0.053
农业技术水平差值矩阵 Matrix of agricultural technology level differences	−0.137**	−0.103*	−0.091*	0.050	−0.080**	−0.076**
农村人力资本差值矩阵 Matrix of rural human capital difference	−0.050	−0.077	−0.112	−0.241**	−0.177**	−0.209**
农业资源禀赋差值矩阵 Matrix of agricultural resource endowment differences	−0.0699	−0.116**	−0.031	0.099	0.107*	0.127
调整后 R^2 Adjusted R^2	0.189	0.197	0.187	0.178	0.217	0.221
观察值 Observation value	930	930	930	930	930	930
随机置换次数 Number of random permutations	5000	5000	5000	5000	5000	5000

注：*、**、***分别表示通过0.1、0.05、0.01显著性水平。

Note: *, **, and *** denote statistical significances at the 0.1, 0.05, and 0.01 levels, respectively.

红线，中国政府实施“占一补一”的土地利用政策，2017年制定《中共中央 国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》①提出探索补充耕地国家统筹，2018年《跨省域补充耕地国家统筹管理办法》②的出台更是为跨区域的耕地利用提供了规范路径。在城镇化推进的背景下，通过政策引导将不同经济发展阶段，不同土地利用方式的“城-乡”“发达区域与欠发达区域”有效地连接起来，形成了整体性的农业要素流通[37]，提升了区域间耕地集约化利用空间关联网络的紧密程度。农业科技水平差值矩阵对耕地集约化利用空间关联网络显著负相关，说明农业科技水平差异较大的区域之间，往往存在生产方式、基础设施、市场接入能力等方面的鸿沟，易增加技术等要素流通壁垒，导致耕地利用高技术区域难以带动低技术区域提升耕地集约化水平，反而加剧空间分异，不利于耕地集约化利用空间关联网络的形成。2015年、2020年、2024年农村人力资本差值矩阵对耕地集约化利用空间关联网络显著负相关，说明区域间农村人力资本差异较大也会抑制空间关联网络的形成。区域间农村人力资本差异大往往意味着青壮年劳动力的单向跨区域流动，导致外流区域农村劳动力短缺、老龄化等问题突出，难以支撑高效协同的耕地集约化利用生产网络。经济发展水平差值矩阵对耕地集约化利用空间关联网络是负向影响，仅在2010年通过了10%的显著性检验，经济发展水平反映了区域资源的配置能力，差异显著会造成边缘区资源向增长极集中，形成部分孤岛，抑制空间关联网络的形成。农业资源禀赋差值矩阵对耕地集约化利用空间关联网络的影响具有分阶段演化特征，农业资源禀赋差值矩阵影响系数由负转正，表明前期区域耕地资源禀赋差异过大抑制了区域间耕地集约化利用有效空间关联网络的形成。后期随着中国耕地分布格局的演化，耕地资源分布的区域差异在“占一补一”、跨区域耕地补充等政策影响下，反而有助于区域间耕地集约化利用形成有效的空间协同效应。

3 讨 论

耕地集约化利用是应对耕地资源短缺背景下提升农业产量，应对粮食需求的现实路径[38]。在全国统一大市场建设背景下，区域分工体系不断深化，跨区域协同发展已成为优化资源配置的重要抓手。农业生产要素的跨区域流动不仅可以重塑要素的空间配置，亦能有效提升耕地利用的空间协同效率和抗风险能力[39]。可见提升耕地资源利用效率，不仅取决于本地耕地资源的自身属性，更是深度耦合于区域间的网络结构与空间交互关系作用的影响[40]。本研究也证实中国耕地集约化利用水平在不断提升的同时，区域间耕地集约化利用空间关联网络的紧密程度亦持续增加。这一结论与耕地系统韧性[40]、农业经济韧性[41]、农业高质量发展[42]等相关的研究结论较为一致。此外，中国耕地集约化利用空间关联网络存在核心-边缘结构，契合了当前耕地集约化利用存在显著的区域不平衡特征[5]，深刻揭示了耕地集约化利用水平的提升不仅是本地资源禀赋条件的结果，更是区域间发展势差与功能分工的体现。

实践中耕地集约化利用涉及面广，具有系统性和复杂性的特点，其空间关联网络的形成并不是单一因素或者单一利用模式的空间溢出，而是既有基于地理距离的邻近扩散，也存在跨越地理距离的跳跃式传导。本研究QAP回归结果显示区域间距离抑制了其空间关联网络形成，表明地理的邻近性依旧是耕地集约化利用空间关联网络构建的基础通道，验证了经济地理学基本规律在耕地利用领域的适用性。在城镇化背景下，由于政策引导以及耕地资源分布的不均衡性，耕地的跨区域补充有助于耕地集约化利用空间关联网络的形成，区域间城镇化差异亦是耕地集约化利用跨地理距离联动的重要因子。区域间财政支农力度、农业科技水平、农村人力资本、经济发展水平等因素差异显著，易造成区域间产业结构、经营模式的分化，进而削弱区域间耕地集约化利用的有效联动。农业资源禀赋差异给区域间农业专业化分工生产提供了基础，也是后期推动耕地集约化利用空间网络形成的重要因子。本研究从社会网络视角辨析了中国耕地集约化利用空间关联网络的演化特征及其影响因素，主要边际贡献是聚焦空间关联网络视角，解构耕地集约化利用的网络结构、识别关键节点，明确了区域耕地集约化利用协同发展的空间格局和联动机制，

①资料来源：国务院，https://www.gov.cn/zhengce/2017-01/23/content_5162649.htm

②资料来源：国务院，https://www.gov.cn/zhengce/content/2018-03/26/content_5277477.htm

为精准实施耕地资源保护利用提供了空间分析框架。从关系数据的视角辨析影响耕地集约化利用空间关联网络的关键因素，为优化区域耕地利用的空间联系和要素配置提供决策参考。研究结果可能存在一定的局限性，但研究结果仍可清晰地反映全国耕地集约化利用空间关联网络特征，揭示了省域尺度耕地利用的发展关系，对促进区域农业协调发展具有一定的参考价值。在未来研究中将进一步聚焦省域内部市县尺度更细微的关联关系，采用更高分辨率的数据开展研究，引入动态网络分析方法检验政策干预、重大基建项目等事件对耕地集约化利用空间关联网络结构演化的冲击效应。

4　结论与启示

本研究基于2000—2024年省域尺度的面板数据，综合运用综合评价模型、修正引力模型、社会网络分析及QAP等方法，考察了中国耕地集约化利用水平变化，辨析耕地集约化利用空间关联网络特征及其影响因素。主要结论如下：1）2000—2024年中国耕地集约化利用水平呈现持续提升的态势，年均增速2.85%。各省域耕地集约化水平分布呈现从低值聚集向高值扩散的特征；2）中国耕地集约化利用的空间关联网络呈现出多线化、稠密化和更为复杂化的特征，其中网络关联度、网络关联数、网络密度呈波动上升的态势；网络等级度处于较低水平，网络效率处于中等偏上水平，二者均呈波动下降的态势；3）耕地集约化利用空间关联网络的度数中心度、中介中心度和接近中心度均值呈微弱增加趋势，区域间耕地集约化利用的非均衡性显著，耕地集约化利用空间关联网络存在显著的核心-边缘结构特征，其中河南、山东等省域处于网络的核心位置，而新疆、云南、西藏等省域则处于边缘位置；4）各省会间距离关联矩阵、财政支农力度差值矩阵、农业技术水平差值矩阵、农村人力资本差值矩阵对耕地集约化利用空间关联网络形成发展具有抑制作用，区域间城镇化差值矩阵以及研究后期的农业资源禀赋差值矩阵对耕地集约化利用空间关联网络形成发展具有促进作用。

基于以上结论，为促进更高质量的耕地集约化利用，提升耕地利用的效益，本研究得到如下几点启示：第一，耕地利用保护管理范式需从“属地管理”转向“网络治理”。精准识别耕地集约化利用空间关联网络中的关键节点及脆弱环节等，针对不同节点角色制定差异化政策。对网络的核心枢纽地区，应强化其在耕地集约化利用辐射带动中的社会责任与示范作用；对边缘地区，还需谨慎防范其因被动接受高强度耕地集约化利用而导致的生态风险。第二，优化耕地利用保护的跨区域协同机制。应基于耕地集约化利用空间关联网络路径，完善跨区域的耕地占补、耕地保护补偿、技术协作推广等市场化与半市场化机制，优化耕地资源高效利用的空间溢出效应，促进正向外部性扩散，抑制负外部性转移。第三，注重影响耕地集约化利用关键因素的系统调控。耕地集约化利用复杂性和系统性的特征要求注重多元要素对网络结构演化的影响，在充分尊重空间地理距离、农村人力资本、财政支持梯度差异的同时，加大农业科技跨区域协同攻关与普及，缩小技术鸿沟，更应重视制度一体化建设从而塑造高效、绿色、可持续的耕地集约化利用关联网络。

参考文献　References

[1] Zhang C Y, Wei Z Y, Shi J Q, Huang Q, Liu F. Resilience-based zoning for sustainable cultivated land management: Integrating landscape morphology and environmental adaptability[J]. *Journal of Environmental Management*, 2025, 395, 127991

[2] Zhou Y J, He L J, Ke X L, Zhang E S, Zhu J W, Lin A W. Impact of agricultural machinery purchase subsidies on the sustainable and intensive utilization of cultivated land: A perspective on agricultural machinery socialization[J]. *Journal of Rural Studies*, 2025, 119, 103798

[3] 张荣天，陆建飞. 长江经济带耕地集约利用多尺度时空特征与影响因素分析[J]. 农业工程学报，2019，35(24)：271-278
Zhang R T, Lu J F. Multiscale spatiotemporal characteristics and influencing factors of intensive cultivated land use in Yangtze River Economic Belt[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(24): 271-278 (in Chinese)

[4] 崔新蕾，王冉冉，谢卓凌，段珂. 中国农业新质生产力空间关联网络特征及影响因素研究[J]. 农林经济管理学报，2026，25(1)：1-12
Cui X L, Wang R R, Xie Z L, Duan K. Spatial correlation network characteristics and driving factors of new quality agricultural productive forces in China[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2026, 25(1):1-12 (in Chinese)

[5] 王福红，夏咏. 中国耕地集约化利用不平衡不充分特征及成因[J]. 资源科学，2024，46(1)：130-144
Wang F H, Xia Y. Characteristics of unbalanced and inadequate intensive use of cultivated land in China and causes[J]. *Resources Science*, 2024, 46(1): 130-144 (in Chinese)

[6] 杜国明，薛濡壕，于凤荣. 耕地集约利用转型的理论解析[J]. 资源科学，2022，44(3)：425-435
Du G M, Xue R H, Yu F R. Theoretical analysis of farmland intensive use

transition[J]. *Resources Science*, 2022, 44(3): 425-435 (in Chinese)

[7] 吕晓, 牛善栋, 谷国政, 彭文龙. "新三农"视域下中国耕地利用的可持续集约化:概念认知与研究框架[J]. 自然资源学报, 2020, 35(9): 2029-2043
Lyu X, Niu S D, Gu G Z, Peng W L. Conceptual cognition and research framework on sustainable intensification of cultivated land use in China from the perspective of the "New Agriculture, Countryside and Peasants"[J]. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(9): 2029-2043 (in Chinese)

[8] 刘晶, 徐伟义, 金晓斌, 应苏辰, 王世磊. 可持续集约导向下的耕地利用转型:理论逻辑与调控路径[J]. 地理研究, 2025, 44(7): 1861-1876
Liu J, Xu W y, Jin X B, Ying S C, Wang S L. Cultivated land use transition for sustainable intensification: theoretical logic and regulatory approach[J]. *Geographical Research*, 2025, 44(7): 1861-1876 (in Chinese)

[9] Lyu X, Peng W L, Niu S D, Qu Y, Xin Z F. Evaluation of sustainable intensification of cultivated land use according to farming households' livelihood types[J]. *Ecological Indicators*, 2022, 138, 108848

[10] Zhou X, Yu J, Li J F, Li S C, Zhang D, Wu D, Chen W X. Spatial correlation among cultivated land intensive use and carbon emission efficiency: A case study in the Yellow River Basin, China[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29: 43341-43360

[11] 王宾, 唐升. 中国耕地资源集约利用程度评价与障碍因子诊断研究[J]. 宏观经济研究, 2023(5): 117-127
Wang B, Tang S. A study on the evaluation of the degree and diagnosis of obstacle factors of intensive use of arable land resources in China[J]. *Macroeconomics*, 2023(5):117-127 (in Chinese)

[12] 大卫·李嘉图. 政治经济学及赋税原理[M]. 郭大力, 王亚南译, 北京:商务印书馆, 2021
David R. *On the Principles of Political Economy and Taxation*[M]. Guo D L, Wang Y N translated. Beijing: Commercial Press, 2021 (in Chinese)

[13] 龙禹桥, 吴文斌, 余强毅, 胡琼, 陆苗, 陈迪. 耕地集约化利用研究进展评述[J]. 自然资源学报, 2018, 33(2): 337-350
Long Y Q, Wu W B, Yu Q Y, Hu Q, Lu M, Chen D. Recent study progresses in intensive use of cropland[J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(2): 337-350 (in Chinese)

[14] 胡贤辉, 刘蒙罢, 文高辉. 中国耕地集约利用与生态效率耦合协调时空分异特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(10): 2282-2294
Hu X H, Liu M B, Wen G H. Spatial-temporal variability of coupling coordination between intensive use of cultivated land and ecological efficiency in China[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2022, 31(10): 2282-2294 (in Chinese)

[15] 辛玥, 殷冠羿, 娄毅, 刘爽, 李广昊. 农户视角耕地集约利用及驱动机制的内生差异研究[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(11): 208-219
Xin Y, Yin G Y, Lou Y, Liu S, Li G H. Differential analysis of intensive arable land use and its driving mechanism based on the perspective of rural households[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2021,42(11): 208-219 (in Chinese)

[16] 侯孟阳, 邓元杰, 姚顺波. 城镇化、耕地集约利用与粮食生产:气候条件下有调节的中介效应[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(10):160-171
Hou M Y, Deng Y J, Yao S B. Urbanization, intensive cropland use, and grain production: A moderated mediating effect test under climate conditions [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2022, 32(10): 160-171 (in Chinese)

[17] 陈梦涵, 吕晓, Sergey Y, Tatsiana V. 农村劳动力转移对耕地利用可持续集约化的影响[J]. 农业工程学报, 2024, 40(20): 241-249
Chen M X, Lyu X, Sergey Y, Tatsiana V. Impact of rural labor transfer on the sustainable intensification of cultivated land use[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2024, 40(20): 241-249 (in Chinese)

[18] 邢璐平, 方斌, 向梦杰. 基于GWR模型的江苏省耕地集约利用水平时空变化特征及影响因素[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(2): 376-386
Xing L P, Fang B, Xiang M J. Temporal and spatial variation of cultivated land intensive use level and its influencing factors in Jiangsu province based on GWR model[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(2): 376-386 (in Chinese)

[19] 李武艳, 高杨洁, 唐兰萍, 陈美景, 徐保根, 周有有. 蒋仁开. 耕地占补平衡新阶段耕地空间布局优化的理念、挑战与实现路径:基于"耕地空间布局优化的理论与实践学术研讨会"的思考[J]. 中国土地科学, 2025, 39(12): 130-140
Li W Y, Gao Y J, Tang L P, Chen M J, Xu B G, Zhou Y Y, Jiang R K. Optimizing cultivated land space layout in the new phase of balancing cultivated land occupation and reclamation: Conceptual evolution, challenges, and implementation pathways: Insights from the academic symposium on theory and practices of cultivated land spatial layout optimization[J]. *China Land Science*, 2025, 39(12): 130-140 (in Chinese)

[20] Olaniyi E O, Ogunjemite G B, Akindele O S, Sogbohossou E A. Temporal and distance decay analysis of land use/land cover around ecotourism hotspots: evidence from Pendjari National Park, Benin[J]. *GeoJournal: Spatially Integrated Social Sciences and Humanities*, 2020, 85(2): 53-66

[21] 屠爽爽, 简代飞, 龙花楼, 李婷婷, 张英男. 广西主要农作物生产格局演变特征与机制研究[J]. 地理学报, 2022, 77(9): 2322-2337
Tu S S, Jian D F, Long H L, Li L L, Zhang Y N. Evolution characteristics and mechanism of major crops production patterns in Guangxi[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(9): 2322-2337 (in Chinese)

[22] 周俊轩, 朱庆莹. 广东省耕地多功能空间关联网络时空演变特征与驱动机制[J]. 地理学报, 2026, 81(5): 1471-1491
Zhou J X, Zhu Q Y. Spatio-temporal evolution and driving mechanisms of multifunctional farmland spatial association networks in Guangdong Province [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2026, 81(5): 1471-1491 (in Chinese)

[23] 王兆峰, 刘庆芳. 中国省域旅游效率空间网络结构演化及其影响因素[J]. 地理科学, 2021, 41(3): 397-406
Wang Z F, Liu Q F. The evolution and influencing factors of spatial network structure of China's provincial tourism efficiency[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(3): 397-406 (in Chinese)

[24] 王哲, 刘文斐, 杨宁, 赵韦舒. 中国省域新质生产力空间关联特征与网络效应[J]. 科技进步与对策, 2026, 43(6): 53-63
Wang Z, Liu W F, Yang N, Zhao W S. Spatial correlation mechanism and network effect of new quality productive forces at the provincial level in China [J]. *Science & Technology Progress and Policy*, 2026, 43(6): 53-63(in Chinese)

[25] 丁锐, 洪御轩, 王可欣, 邹建. 绿色金融发展效率网络空间结构特征及影响因素分析[J]. 统计与决策, 2025, 41(24): 147-153
Ding R, Hong Y X, Wang K X, Zou J. Analysis of the network spatial structure characteristics and influencing factors of green finance development efficiency[J]. *Statistics and Decision*, 2025, 41(24): 147-153 (in Chinese)

[26] 刘军. 整体网分析:*UCINET*软件实用指南[M]. 第2版. 上海: 格致出版社, 2014
Liu J. *Lectures on Whole Network Approach: A Practical Guide to UCINET* [M]. 2nd ed. Shanghai: Truth & Wisdom Press, 2014 (in Chinese)

[27] 王福红. 干旱区耕地资源扩张与经济增长:以新疆为例[J]. 新疆农垦经济, 2025, (1): 50-59
Wang F H. Expansion of cultivated land resources and economic growth in arid region: A case study of Xinjiang[J]. *Xinjiang State Farms Economy*, 2025, (1): 50-59 (in Chinese)

[28] 陶源, 汪晓雪. 农业保险促进粮食作物低碳生产的效应与机制[J]. 农业技术

经济，2025，(11)：65-84
Tao Y，Wang X X. The effect and mechanism of agricultural insurance on promoting low-carbon production of food crops[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*，2025，(11)：65-84 (in Chinese)

[29] 王福红，夏咏，丁宁，吕毅，王紫洋，赵兰兰. 产业规划何以影响农业绿色发展效率的提升：来自"西甜瓜产业规划"准自然实验证据[J]. 中国环境管理，2025，17(3)：63-74
Wang F J，Xia Y，Ding N，Lyu Y，Wang Z Y，Zhao L L. How industrial planning affects the improvement of agricultural green development efficiency：Evidence from a quasi-natural experiment in the "Watermelon and melon industrial planning" [J]. *Chinese Journal of Environmental Management*，2025，17(3)：63-74 (in Chinese)

[30] 孟菲，谭永忠，陈航，熊雯颖. 中国耕地"非粮化"的时空格局演变及其影响因素[J]. 中国土地科学，2022，36(1)：97-106
Meng F，Tan Y Z，Chen H，Xiong W Y. Spatial-temporal evolution patterns and influencing factors of "Non-grain" utilization of cultivated land in China [J]. *China Land Science*，2022，36(1)：97-106 (in Chinese)

[31] 余燕团，常丁祎，黄旭辉. 农村产业融合发展的产业结构效应：来自国家农村产业融合发展示范园的经验证据[J]. 农业经济问题，2025(8)：92-112
Yu Y T，Chang D Y，Huang X H. Industrial structure effects of rural industrial integration development：Evidence from national demonstration parks of rural industrial integration development[J]. *Issues in Agricultural Economy*，2025(8)：92-112 (in Chinese)

[32] 贺正齐，牛星超，方隽敏. 黄河流域水资源-能源-粮食系统共生发展的空间关联网络及其形成机制[J]. 资源科学，2025，47(10)：2270-2286
He Z Q，Niu X C，Fang J J. Spatial correlation network of symbiotic development of water-energy-food system and its formation mechanism in the Yellow River Basin[J]. *Resources Science*，2025，47(10)：2270-2286 (in Chinese)

[33] 国家统计局，中国统计年鉴，2001—2025[M]. 北京：中国统计出版社，2001—2025
National Bureau of Statistics of China. *China Statistical Yearbook*，2001-2025 [M]. Beijing：China Statistics Press，2001-2025 (in Chinese)

[34] 国家统计局农村社会经济调查司，中国农村统计年鉴，2001—2025[M]. 北京：中国统计出版社，2001—2025
Department of Rural Socio-Economic Survey，National Bureau of Statistics. *China Rural Statistical Yearbook*，2001-2025 [M]. Beijing：China Statistics Press，2001-2025 (in Chinese)

[35] 国家统计局人口和就业统计司，中国人口和就业统计年鉴[M]. 北京：中国统计出版社，2001—2025
Department of Population and Employment Statistics，National Bureau of Statistics. *China Population & Employment Statistical Yearbook，2001-2025* [M]. Beijing：China Statistics Press，2001-2025 (in Chinese)

[36] 井睿，张蚌蚌，赵敏娟，张济舟. 近35年中国耕地集约度时空变化特征分析[J]. 水土保持研究，2019，26(5)：353-358，365
Jing R，Zhang B B，Zhao M J，Zhang J Z. Spatiotemporal characteristics of intensive cultivated land use in China in recent 35 years[J]. *Research of Soil and Water Conservation*，2019，26(5)：353-358，365 (in Chinese)

[37] 汤怀志，桑玲玲，郧文聚. 我国耕地占补平衡政策实施困境及科技创新方向[J]. 中国科学院院刊，2020，35(5)：637-644
Tang H Z，Sang L L，Xun W J. China's cultivated land balance policy implementation dilemma and direction of scientific and technological innovation[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*，2020，35(5)：637-644 (in Chinese)

[38] 彭文龙，吕晓，牛善栋. 论耕地利用可持续集约化与农户生计转型[J]. 农业工程学报，2022，38(4)：270-277
Peng W L，Lyu X，Niu S D. Sustainable intensification of cultivated land use and farming households' livelihood transition[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*，2022，38(4)：270-277 (in Chinese)

[39] 夏显力，陈哲，张慧利，赵敏娟. 农业高质量发展：数字赋能与实现路径[J]. 中国农村经济，2019(12)：2-15
Xia X L，Chen Z，Zhang H L，Zhao M J. Agricultural high-quality development：digital empowerment and implementation path[J]. *Chinese Rural Economy*，2019(12)：2-15 (in Chinese)

[40] 吕添贵，陈安莹，付舒斐，汪立，胡晗，耿灿，赵巧. 长江中游粮食主产区耕地系统韧性的空间关联网络演变特征及驱动因素[J]. 中国土地科学，2025，39(5)：107-119
Lyv T G，Chen A Y，Fu S F，Wang L，Hu H，Geng C，Zhao Q. Spatial correlation network evolution characteristics and driving factors of cultivated land system resilience in the major grain producing areas of the middle reaches of the Yangtze river[J]. *China Land Science*，2025，39(5)：107-119 (in Chinese)

[41] 王军，李军，吴海涛，蒋子龙. 中国农业经济韧性空间关联网络演化特征与机制研究[J]. 统计与决策，2025，41(8)：113-120
Wang J，Li J，Wu H B，Jiang Z L. Evolution characteristics of spatial correlation network of China's agricultural economic resilience and mechanism study[J]. *Statistics and Decision*，2025，41(8)：113-120 (in Chinese)

[42] 陈准，刘云朋，陈太政，周志民，王伟. 中国省际农业高质量发展空间关联网络结构演化及其驱动因素[J]. 经济地理，2024，44(11)：151-160，172
Chen Z，Liu Y P，Chen T Z，Zhou Z M，Wang W. Spatiotemporal evolution and driving factors of spatial correlation network structure of China's agricultural high-quality development[J]. *Economic Geography*，2024，44(11)：151-160，172 (in Chinese)

责任编辑：杨爱东



第一作者简介：王福红，管理学博士，兰州财经大学农林经济管理学院副教授。博士毕业于新疆农业大学经济管理学院。主要研究方向为农业资源经济、西甜瓜产业。主持甘肃省教育厅高校教师创新基金项目、兰州财经大学科研项目、新疆维吾尔自治区研究生科研创新计划项目等3项，在《地理科学》《资源科学》《中国环境管理》《干旱区资源与环境》《干旱区地理》等期刊发表学术论文10余篇。