

引用格式：

刘成坤, 陈晗, 张茗泓. 农村人口老龄化对农业高质量发展的影响及作用路径[J]. 农业现代化研究, 2023, 44(6): 955-966.
Liu C K, Chen H, Zhang M H. The impact and action path of rural population aging on high-quality agricultural development[J].
Research of Agricultural Modernization, 2023, 44(6): 955-966.
DOI: 10.13872/j.1000-0275.2023.0091



农村人口老龄化对农业高质量发展的影响及作用路径

刘成坤, 陈晗, 张茗泓

(江西财经大学统计与数据科学学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 在农村人口老龄化和空心化日益加剧的背景下, 深入研究农村人口老龄化对农业高质量发展的影响具有重要意义。本文基于2009—2020年我国省级层面的面板数据, 使用熵权法测算了农业高质量发展水平, 通过构建以农地流转和农业科技创新分别为中介变量和调节变量的调节中介效应模型, 深入分析了农村人口老龄化对农业高质量发展的影响和作用路径。结果表明: 1) 2009—2020年我国农业高质量发展水平总体呈小幅递增趋势, 且东部地区远高于其他地区; 2) 农村人口老龄化对农业高质量发展具有显著的正向影响, 其影响程度依次为西部>东北>中部>东部, 其中农地流转起到了重要的中介作用; 3) 农业科技创新能显著促进农地流转和农业高质量发展, 其在农村人口老龄化影响农业高质量发展和农地流转的过程中起负向调节作用, 而在农地流转推动农业高质量发展的过程中则起正向调节作用。因此, 应立足中国国情, 积极引导老龄农户退出和流转土地, 加大农业科学技术研发投入以及因地制宜制定农业发展规划。

关键词: 农村人口老龄化; 农业高质量发展; 农地流转; 农业科技创新; 调节中介效应

中图分类号: F323 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0275(2023)06-0955-12

The impact and action path of rural population aging on high-quality agricultural development

LIU Cheng-kun, CHEN Han, ZHANG Ming-hong

(School of Statistics and Data Science, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang,
Jiangxi 330013, China)

Abstract: In the context of the increasing aging and hollowing-out of the rural population, it is of great significance to study the impact of rural population aging on the high-quality development of agriculture. Based on the panel data of China's provincial level from 2009 to 2020, this paper uses the entropy weight method to measure the level of high-quality agricultural development. By constructing a moderating mediating effect model with agricultural land transfer and agricultural technological innovation as mediating variables and moderating variables respectively, the impact and pathway of rural population aging on high-quality agricultural development were analyzed in depth. The results show that: 1) The overall level of high-quality agricultural development showed a slight upward trend from 2009 to 2020, with the eastern region far higher than other regions; 2) Rural population aging has a significant positive impact on high-quality agricultural development, with the degree of the impact is in the order of west>northeast>central>east, and the farmland circulation plays an essential mediating role; 3) Agricultural technological innovation can significantly promote farmland circulation and high-quality agricultural development, it plays a negative moderating role in the process of rural population aging promoting high-quality agricultural development and farmland circulation, while playing a positive moderating role in the process of farmland circulation promoting high-quality agricultural development. Therefore, based on China's national conditions, it is necessary to actively guide elderly farmers to withdraw and transfer land, increase investment in agricultural science and technology research and development, and formulate agricultural development plans according to local conditions.

Key words: rural population aging; high-quality agricultural development; farmland transfer; agricultural technological innovation; moderated mediation effect model

基金项目: 国家自然科学基金地区项目(72063009); 江西省博士后科研择优资助项目(2021KY11)。

作者简介: 刘成坤(1990—), 男, 江西赣州人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为宏观经济计量分析, E-mail: 1201900079@jxufe.edu.cn。

收稿日期: 2023-06-05; **接受日期:** 2023-12-07

Foundation item: Regional Program of the National Natural Science Foundation of China (72063009); Jiangxi Province Postdoctoral Research Excellence Funding Project (2021KY11).

Corresponding author: LIU Cheng-kun, E-mail: 1201900079@jxufe.edu.cn.

Received 5 June, 2023; **Accepted** 7 December, 2023

农业高质量发展是全面推进乡村振兴战略的必要内容。党的二十大报告提出,高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务,全面建设社会主义现代化国家,最艰巨最繁重的任务仍然在农村,要坚持农业农村优先发展。人是参与经济活动的主体,农业高质量发展需要农民的积极参与。然而,由于农村青壮年劳动力的大规模外流,农村中从事农业生产的主要以中老年劳动力为主,农业劳动力老龄化问题变得尤为严重,导致“老人农业”成为中国农业的典型特征之一。在农村人口老龄化不断加剧的背景下,深入研究农村人口老龄化对农业高质量发展的影响,探讨农村人口老龄化会通过何种途径影响农业高质量发展,以及这一影响路径是否会受到其他变量的干扰,这些问题的研究既具有重要的理论意义,也具有现实紧迫性。

自党的十九大明确提出“经济高质量发展”的论述之后,高质量发展便引起了专家学者们的广泛关注。这一概念已渗透到各个研究领域。从高质量发展的定义来看,金碚^[1]指出,高质量发展是社会经济活动在一定的时间阶段内呈现出“高质量”的质态,是一个历史范畴。李金昌等^[2]认为,经济高质量发展应该包含经济活力、创新效率、绿色发展、人民生活和社会和谐五个方面。具体到农业领域,也有不少学者进行了相关研究。例如刘涛和杜思梦^[3]指出,农业高质量发展的内涵包括创新、协调、绿色、开放和共享五个维度,实现农业高质量发展就是落实新发展理念。而王森和陈宇斌^[4]认为,农业高质量发展是在达成农业增产和农民增收等增量目标的基础上,进一步全面实现环境改进、消耗降低等“提质”和新技术应用、贸易顺畅等“提效”两个目标的过程。王静^[5]则将农业高质量的特征归结为高品质、高效益、高效率和高素质。此外,还有一些学者从其他角度对农业高质量发展进行了定义^[6-7]。

在测度农业高质量发展水平的方法方面,多数学者采用构建综合指标评价体系的方法^[8-9]。此外,也有一些学者将农业绿色全要素生产率作为农业高质量发展的代理变量^[10]。关于影响农业高质量发展的因素,学者们一致认为这些因素具有多样性和区域差异性。有学者认为技术进步和人力资本是推动农业高质量发展的重要因素^[11]。也有学者认为政策支持^[12]和经济发展水平^[8]是推动农业高质量发展的因素。此外,还有学者认为数字经济以及数字普惠金融会对农业高质量发展产生重要影响^[13-14]。关于人口老龄化对农业产业发展的影响,目前学术界

已经展开了广泛而深入的研究,但研究结论却各不相同。一些研究表明,人口老龄化对农业发展产生了负面的影响,导致农业生产单一化和粗放化,从长远来看可能会影响到农业产出,危及我国的粮食安全^[14-15]。然而,也有一些学者持相反意见,如胡雪枝和钟甫宁^[16]认为,由于农业机械的普及,老年农户和青年农户在要素投入方面差距不显著。

综上所述,国内外已经有丰富的文献探讨了农业高质量发展及其影响因素等各方面的的问题,这为本文的研究提供了坚实的基础。随着农村人口老龄化的不断加剧,其不可避免对农业高质量发展产生一定的影响。然而,由于农业高质量发展是近年来才提出的新概念,鲜有学者关注人口年龄结构与农业高质量发展之间的关系。因此,本文首先从“绿色发展、成果共享、结构协调、提质增效和系统稳定”五个维度对农业高质量发展水平进行测度,然后构建计量模型深入分析农村人口老龄化对农业高质量发展的影响,旨在:1)探究人口老龄化究竟会对农业高质量发展产生何种影响;2)厘清农村人口老龄化影响农业高质量发展的作用路径;3)了解农村人口老龄化对农业高质量发展的影响是否存在区域异质性。通过对这些问题进行深入研究,可以为应对农村人口老龄化,提高农业高质量发展水平,进而推动乡村振兴提供理论依据和实践参考。

1 理论分析与研究假设

1.1 农村人口老龄化对农业高质量发展的影响

作为农业生产的基本要素,劳动力的数量与质量决定着农业产出。农村人口老龄化会导致农业劳动力短缺,在短期内对农业产出产生负面影响^[17]。首先,年龄较大的农民受到传统种植经验的影响,更倾向于种植单一作物,这可能不利于农业生产结构的合理化。其次,我国西南地区等地,地形崎岖,普及农用机械较为困难,因此农村人口老龄化可能导致粮食种植面积减少,从而对粮食产量造成不利影响。然而,农村人口老龄化在一定程度上也对促进农业高质量发展具有积极作用。首先,随着农村人口老龄化的加深,为稳定农业生产,我国出台了一系列向小农户倾斜的惠农政策,以提高农户的生活保障、消费和收入水平^[18],有助于农业发展成果的共享。其次,农村人口老龄化程度的加深将推动农业机械化水平的提升^[19],显著提高农业生产效率和农林牧渔等第一产业的增加值,有助于实现城乡协调发展。最后,农民作为有限理性人,追求利润最大化,会选择将土地流转至经济效益较高的部门,

提高农业产出水平^[19]，推动农业生产提质增效。因此，综上所述，农村人口老龄化对农业高质量发展在短期内可能会带来一定的负面影响，但在长期内将产生积极影响。据此，提出以下研究假设：

H1：农村人口老龄化对农业高质量发展具有显著的正向影响。

1.2 农地流转对农村人口老龄化影响农业高质量发展的中介作用

通常认为，随着老龄化引发健康状况变差和体力下降等问题，老年农户无法承受繁重的农业劳作，这直接导致劳动生产效率大幅下降，对耕地的利用效率产生不利影响^[20]。为应对这一不利影响，老年农户可以将农地流转给具备生产能力和经营意愿的其他农户，以实现农地资源的高效利用。此外，老年农户通常面临思维固化和学习能力下降等问题，难以适应现代农业耕作技术和生产方式，难以满足现代农业生产发展的需要，从而对农业生产造成不利影响，进一步影响耕地利用效率。最后，农村人口老龄化意味着传统农业生产模式逐渐被现代农业经营所取代，促使农民对规模化、集约化、产业化的农业经营有更高的需求。农地流转推动农业规模经营的发展，允许农民将分散的小块农地进行整合和集约化经营。规模经营可以提高农业生产效率，减少土地的闲置和农业资源的浪费，从而提高农业生产效率和增加农民收入^[21]。周作昂等^[22]的研究也表明农村人口老龄化对土地流转具有显著的正向推动作用。

早在1984年，中央一号文件就号召将农田向“种田能手”集中，旨在有效促进农地规模化与农业集约化经营，以实现农地资源的优化配置^[23]。农地流转对农业高质量发展的影响机理包括以下几个方面。首先，农地流转推动农业规模经营的发展，提高农业生产效率，通过集中资源和技术投入减少资源消耗。此外，规模化和农业技术应用降低了农业化学品的使用，从而减少了对水源、土壤和生态环境的污染和破坏，同时能够显著降低农业碳排放，促进农业生产绿色发展^[24]。其次，农地流转有利于形成农业生产的规模效应，为农民提供了更稳定和可持续的收入来源。流转后的农地还能提供就业机会，为农民创造额外的收入来源^[25]。最后，农地流转能够有效降低农地细碎化程度，促进农地资源的集中与规模化经营，将大面积闲置土地集中于具有农业生产优势的大户手中，优化土地的使用方式，实现资源配置的帕累托改进。农作物集中连片种植的方式，便于引入农用机械等现代化和专业化的生

产资料，提高土地利用效率，增加对农业新技术的需求^[26]。据此，提出以下研究假设：

H2：农地流转能够在农村人口老龄化影响农业高质量发展的过程中发挥中介作用。

1.3 农业科技创新对农村人口老龄化影响农业高质量发展的调节作用

农村人口老龄化所引起的劳动力供给下降，客观上要求提高劳动生产率，积极实现农业现代化，提高农业的技术强度，降低对劳动力的依赖程度。王兴国和曲海燕^[11]指出，科技创新是农业发展新旧动能转换的关键动因，农业高质量发展质量变革和效益提升的实现归根结底取决于科技创新能否成为动力。科技创新的合理应用不仅可以实现农业增产和农民增收，也能缓解人口老龄化对农业生产所带来的不利影响。首先，农业科技创新对农业劳动力质量具有内在的筛选机制。为了使农民能够熟练使用现代生产技术，就必须对他们进行不断的技术培训和知识再教育，从而提高农民的人力资本水平，最终推动农业高质量发展^[27]。其次，农业科技创新以新业态、新模式、新产业为依托转化为生产力，将创新生产要素融入农业发展的全产业链，从生产、制造、流通到消费的各个环节推动农业生产提质增效。最后，农业科技创新打破了传统农业的生产方式，能够有效整合与优化农业加工环节的要素组合方式，减少传统农业加工的成本和资源损耗，最大限度地提高农业生产效益^[28]。因此，农业科技创新与农村人口老龄化之间存在明显的替代关系，能够调节农村人口老龄化对农业高质量发展的影响。据此，提出如下假设：

H3：农业科技创新会对农村人口老龄化影响农业高质量发展的过程产生调节作用。

根据前文的理论分析，农村人口老龄化程度的加剧会在一定程度上推动农业高质量发展，而农地流转和农业科技创新在该过程中分别具有中介作用和调节作用，其作用路径如图1所示。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 农业高质量发展评价指标体系的构建与测算

农业高质量发展是农业由量变到质变的综合过程，包括产品质量高、产业效益高、经营者素质高、生产效率高以及国际竞争力强等多个方面。与以往粗放型农业相比，农业高质量发展不仅要求农业产出水平提升，使其更可持续，还包括农业结构协调、发展绿色可持续以及农业成果共享等内在要素。为了科学系统地反映农业高质量发展的基本特征与内

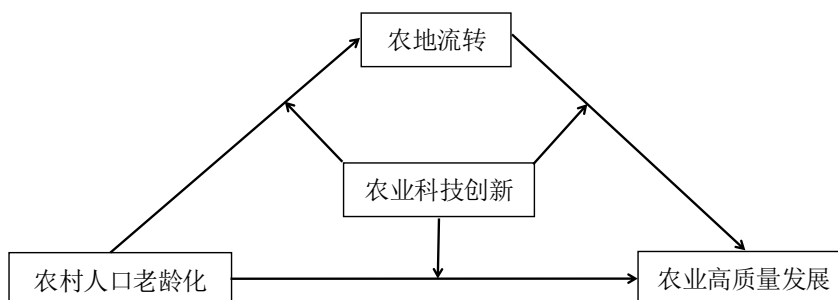


图 1 农村人口老龄化影响农业高质量发展的作用路径

Fig. 1 The impact path of rural population aging and agricultural land circulation on the high-quality development of agriculture

涵,本文参考相关研究^[3-5],并遵循科学性、完备性、独立性、动态性以及可行性等原则,将农业高质量发展定义为绿色发展、成果共享、结构协调、提质增效和系统稳定五个维度的综合体现。基于上述概念,构建了包括 10 个二级指标(因素层)和 24 个三级指标(指标层)的农业高质量发展综合评价指标体系,具体指标如表 1 所示。

在此基础上,参考王森和陈宇斌^[4]以及黄修杰等^[8]的研究,本文采用熵权法对农业高质量发展水平进行测度。熵权法是当前应用最广泛的权重赋值

方法之一。该方法是基于指标数据的离散程度,判断指标所携带的信息量,从而确定指标权重。离散程度越大,信息量越大,指标权重越大。该方法能够有效解决多指标变量间的信息重叠问题,克服主观赋值等非客观性因素对测算结果的干扰。

2.2 变量选取与设定

1) 被解释变量。本文的被解释变量为农业高质量发展,其评价指标体系包括绿色发展、成果共享、结构协调、提质增效、系统稳定五个方面,通过熵权法对农业高质量发展水平进行测算。

表 1 农业高质量发展水平综合评价指标体系

Table 1 Comprehensive evaluation index system for high-quality agricultural development level

准则层	因素层	指标层	指标衡量方式	属性	权重
绿色发展	环境友好	化肥施用强度(万 t/hm ²)	化肥施用量与播种面积的比值	负向	0.039 6
		农药施用强度(万 t/hm ²)	农药施用量与播种面积的比值	负向	0.009 3
		单位薄膜投入(t/hm ²)	农膜使用量与播种面积的比值	负向	0.010 2
	资源消耗	农业耗能(万 t/hm ²)	农用柴油量与播种面积的比值	负向	0.010 2
		节水灌溉力度(%)	节水灌溉面积与有效灌溉面积的比值	正向	0.062 5
		复种指数(%)	农作物播种面积与耕地面积的比值	正向	0.042 0
成果共享	福利共享	最低生活保障(元/人)	农村居民最低生活保障支出与农村居民最低生活保障人数的比值	正向	0.071 9
		农村医疗卫生水平(个/万人)	农村每万人中村卫生室数量	正向	0.054 4
	成果分配	农村恩格尔系数(%)	农村居民食品支出与个人消费支出的比值	负向	0.021 9
		农村居民收入水平(元)	农村家庭人均可支配收入	正向	0.064 4
结构协调	产业协调	产业结构调整指数(%)	1-农业产值与农林牧渔总产值的比值	正向	0.028 4
		农林牧渔服务业产值比重(%)	农林牧渔专业及辅助性活动产值与农林牧渔业总产值的比值	正向	0.049 3
		第一产业产值比重(%)	第一产业增加值与地区生产总值的比值	正向	0.044 7
	城乡协调	城乡居民人均消费比(%)	城镇居民人均消费与农村居民人均消费的比值	负向	0.007 4
	城乡居民人均收入比(%)	城镇居民人均可支配收入与农村居民人均可支配收入的比值	负向	0.014 3	
提质增效	生产效率	土地生产率(万元/hm ²)	农业增加值与耕地面积的比值	正向	0.062 1
		劳动生产率(万元/人)	第一产业增加值与第一产业从业人员的比值	正向	0.052 7
	运输效率(t/km ²)	货物周转量	正向	0.085 7	
生产质量	单位面积粮食产量(万 t/hm ²)	粮食产量/农作物播种面积	正向	0.037 4	
	贸易竞争指数(%)	农产品出口总额与(农产品出口总额+农产品进口总额)的比值	正向	0.045 3	
系统稳定	价格波动	农产品生产价格指数	农产品生产价格指数	负向	0.014 8
		农林牧渔投资强度(%)	农林牧渔固定资产投资完成额与农林牧渔业总产值的比值	正向	0.057 2
		农业财政投入占比(%)	农林水事务支出与财政支出的比值	正向	0.030 0
		农业保险水平(%)	农业保险保费收入与农林牧渔业总产值的比值	正向	0.084 3

2) 核心解释变量。参考袁俊等^[29]的做法, 本文的核心解释变量为农村人口老龄化程度, 以农村 65 岁及以上的老年人口占农村总人口的比重来表示。

3) 中介变量。借鉴陈宇斌和王森^[30]的研究, 本文的中介变量为农地流转, 采用各地区农地流转的面积占各地区耕地总面积的大小作为衡量农地流转面积的规模大小。

4) 调节变量。本文的调节变量为农业科技创新水平, 借鉴徐维祥等^[31]和赖晓敏等^[32]的研究, 同时考虑数据的可得性, 选取 R&D 人员全时当量、R&D 经费投入强度、财政支持农业科技力度、农业机械总动力、农业植物新品种申请专利以及农业高校毕业生数这 6 个代表指标, 通过熵权法对农业科技创新水平进行测度。

5) 控制变量。参考王森和陈宇斌^[4]以及黄修杰等^[8]的研究, 本文选取的控制变量包括农村人力资本水平、自然灾害水平、工业化水平和水资源程度。其中, 农村人力资本水平选用农村人均受教育年限来衡量, 自然灾害水平选用农作物受灾面积来

衡量, 工业化水平选用第二产业增加值占国内生产总值的比重来衡量, 选用人均水资源量来衡量各地区的水资源程度。农村人力资本提升将促进农业生产效率、推动农产品加工与农业产业化、助力农村合作经济发展以及促进农村可持续发展。自然灾害会导致农作物减产、土壤退化、农田损毁, 进而影响粮食安全和农产品供应稳定性, 进而抑制农业高质量发展。工业化水平反映了工业经济在国民经济中的比重。当第二产业增加值的比值较高时, 工业化程度较高, 可能意味着农业发展相对滞后, 农业高质量发展受到一定限制。水资源是农业高质量发展的关键因素之一。充足的水资源供应保证了农田灌溉和农业生产的需要, 提高了农作物产量和质量。同时, 合理的水资源管理和节约利用有助于提高农业的水效率, 减少水资源的浪费。

各变量的描述性统计结果如表 2 所示。由于农作物受灾面积和人均水资源量这两个指标的平均值较大, 为减缓数据的波动性及模型可能存在的异方差, 在后文的实证分析过程中对这两个变量进行对数化处理。

表 2 变量的描述性统计结果
Table 2 Descriptive statistical results of variables

变量类型	变量名称(单位)	符号	变量定义	均值	标准差
被解释变量	农业高质量发展	H	使用熵权法测算得出	0.43	0.56
核心解释变量	农村人口老龄化程度(%)	O	农村 65 岁及以上老年人口占比	0.12	0.04
中介变量	农地流转(%)	T	农地流转面积与耕地总面积之比	0.29	0.17
调节变量	农业科技创新	A	使用熵权法测算得出	0.30	0.12
	农村人力资本水平(年)	E	农村人均受教育年限	7.69	0.62
控制变量	自然灾害水平(万 hm^2)	C	农作物受灾面积	90.19	89.82
	工业化水平(%)	S	第二产业增加值 / 国内生产总值	0.34	0.08
	水资源程度(m^3)	W	人均水资源量	2 189.16	2 621.05

2.3 模型构建

1) 基准回归模型。为了分析农村人口老龄化对农业高质量发展的影响, 验证前文所提出的研究假设, 本文首先构建如下基准模型:

$$H_{i,t} = \alpha_1 + \beta_1 O_{i,t} + \delta_1 Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

式中: H 代表农业高质量发展水平, 采用前文中通过熵值法计算得到的农业高质量发展综合得分来表示; O 代表农村人口老龄化程度; α_1 为模型的常数项; β_1 和 δ_1 为模型的待估计系数, 其中若 β_1 为正, 说明农村人口老龄化对农业高质量发展有显著的促进作用; ε 为随机扰动项; i 代表省(市、区); t 代表年份; Z 代表控制变量, 包括农村人力资本水平、自然灾害水平、工业化水平和水资源程度。

2) 中介效应模型。前文已从理论上分析了农村人口老龄化影响农业高质量发展的作用路径。为验证农地流转是否在农村人口老龄化影响农业高质量发展的过程中产生了中介效应, 借鉴 Baron 和 Kenny^[33]的研究, 进一步构建如下中介效应模型:

$$T_{i,t} = \alpha_2 + \beta_2 O_{i,t} + \delta_2 Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$H_{i,t} = \alpha_3 + \beta_3 O_{i,t} + \gamma_3 T_{i,t} + \delta_3 Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

式中: T 代表农地流转; 若 β_2 和 γ_3 均显著, 当 β_3 显著时, 则农地流转起到了部分中介效应, 当 β_3 不显著时, 则农地流转起到了完全中介效应; 若 β_2 和 γ_3 有一个不显著时, 则需要进一步进行 Sobel 检验。由于改良后的因果逐步回归法结合了因果逐步回归检验

法和系数乘积法的优点^[34]，因此本文选取改良后的因果逐步回归法对中介效应进行检验。

3) 有调节的中介效应模型。在中介效应模型基础上，本文进一步引入调节变量，即农业科技创新水平，以检验农业科技创新对农村人口老龄化影响农业高质量发展的调节效应。首先，在完成农地流转中介效应的检验后，在式(3)中引入农业科技创新这一调节变量，以验证其对农村人口老龄化影响农业高质量发展中直接路径的调节作用：

$$H_{C_{i,t}} = \alpha_4 + \beta_4 O_{C_{i,t}} + \lambda_4 A_{C_{i,t}} + \rho_4 O_{C_{i,t}} \times A_{C_{i,t}} + \delta_4 Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

若 ρ_4 与 β_4 均显著且符号相同，则农业科技创新起到了正向调节作用，若符号相反，则起到负向调节作用。然后，将式(4)的被解释变量替换为农地流转，检验农业科技创新对农地流转中介效应前半路径的调节作用是否存在：

$$T_{C_{i,t}} = \alpha_5 + \beta_5 O_{C_{i,t}} + \lambda_5 A_{C_{i,t}} + \rho_5 O_{C_{i,t}} \times A_{C_{i,t}} + \delta_5 Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

最后，构建完整的有调节的中介效应模型用以检验农业科技创新对农地流转中介效应后半路径的调节作用是否存在：

$$H_{C_{i,t}} = \alpha_6 + \beta_6 O_{C_{i,t}} + \lambda_6 T_{C_{i,t}} + \phi_6 A_{C_{i,t}} + \rho_6 O_{C_{i,t}} \times A_{C_{i,t}} + \gamma_6 T_{C_{i,t}} \times A_{C_{i,t}} + \delta_6 Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

式中： H_c 、 R_c 、 T_c 、 A_c 、均为中心化处理后的变量； A 为农业科技创新水平。参考王健和赵凯^[35]以及侯孟阳等^[36]的研究，为使回归方程中的系数具有实

际意义并避免交互项变量之间的多重共线性。本文对被解释变量、核心解释变量、中介变量和调节变量的观测值采用了中心化处理。进一步，本研究将中心化后的核心解释变量与调节变量相乘，得到了交互效应项。

2.4 数据来源

本研究选取我国 30 个省(区、市)(不包含港澳台地区和西藏) 2009—2020 年的面板数据，缺失数据利用插值法获取。绿色发展、成果共享和系统稳定的相关数据来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》以及各省份统计年鉴和国家统计局网站。提质增效和协调发展的相关数据来源于《中国科技统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》和 Wind 数据库。

3 结果与分析

3.1 农村人口老龄化和农业高质量发展水平特征

根据地理位置将各省(区、市)划分为东北地区、东部地区、中部地区和西部地区，2009—2020 年各区域的农村人口老龄化变动趋势如图 2 所示。总体来看，各区域农村人口老龄化均呈递增趋势。分区域来看，2009 年东部地区的农村人口老龄化最高，东北地区和西部地区相对较低；截止到 2020 年，除西部地区外，其他地区老龄化程度均显著增加，且区域间已无显著差异，其中东北地区、中部地区和东部地区的农村 65 岁及以上的老年人口占比均已超过 14%，说明这些区域的农村地区均已进入深度老龄化社会。

基于本研究所构建的农业高质量发展评价指标

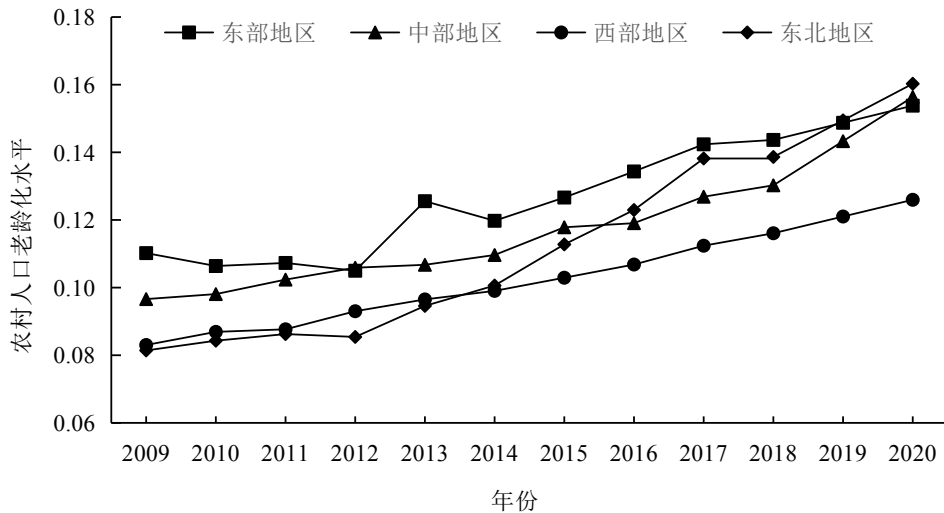


图 2 2009—2020 年各区域的农村人口老龄化变动趋势

Fig. 2 Trends in the aging of rural population in various regions from 2009 to 2020

体系，利用熵权法测算我国各省（区、市）农业高质量发展水平变化（表3）。2009—2020年，我国农业高质量发展水平平均值为0.43，14个省（区、市）超过平均值，其中上海市最高，其综合指数超过0.5。而重庆、云南、贵州农业高质发展水平平均值较其他

省（区、市）相对较低。从地区层面来看，东部沿海地区整体农业高质量发展较好，而东北、中部和西部地区整体水平相对较弱。这一分布趋势与先前研究结果相符^[5,8]。

表3 2009—2020年我国各省份农业高质量发展水平测算结果

Table 3 Calculation results of high-quality agricultural development levels in various provinces of China from 2009 to 2020

地区	省份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	年均增长率(%)	排名
东北 地区	辽宁	0.37	0.38	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.45	0.46	0.47	2.70	19
	吉林	0.36	0.36	0.37	0.38	0.40	0.40	0.41	0.43	0.45	0.44	0.44	0.44	2.22	24
	黑龙江	0.35	0.37	0.37	0.39	0.37	0.37	0.40	0.43	0.42	0.41	0.42	0.44	2.57	21
	均值	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.40	0.42	0.44	0.44	0.43	0.44	0.45	2.50	—
东部 地区	北京	0.43	0.42	0.44	0.46	0.47	0.47	0.49	0.51	0.51	0.54	0.59	0.61	4.19	7
	天津	0.38	0.38	0.42	0.43	0.42	0.43	0.45	0.48	0.51	0.53	0.53	0.56	4.74	4
	河北	0.41	0.41	0.43	0.45	0.46	0.48	0.49	0.51	0.51	0.52	0.53	0.56	3.66	9
	上海	0.43	0.44	0.48	0.49	0.50	0.51	0.53	0.53	0.56	0.60	0.63	0.64	4.88	2
	江苏	0.37	0.38	0.40	0.42	0.44	0.49	0.46	0.48	0.49	0.51	0.54	0.55	4.87	3
	浙江	0.39	0.40	0.41	0.43	0.44	0.45	0.46	0.48	0.48	0.51	0.55	0.57	4.62	5
	山东	0.40	0.40	0.44	0.43	0.44	0.45	0.47	0.48	0.50	0.51	0.52	0.54	3.50	10
	福建	0.42	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.49	0.49	0.53	0.55	0.56	3.33	11
	广东	0.34	0.35	0.36	0.39	0.40	0.42	0.43	0.46	0.48	0.51	0.54	0.53	5.59	1
	海南	0.42	0.42	0.42	0.45	0.40	0.42	0.42	0.44	0.44	0.50	0.49	0.50	1.91	28
均值	0.40	0.40	0.42	0.44	0.44	0.46	0.47	0.49	0.50	0.53	0.55	0.56	4.00	—	
中部 地区	山西	0.38	0.37	0.39	0.39	0.40	0.40	0.43	0.47	0.44	0.46	0.46	0.49	2.90	16
	河南	0.39	0.38	0.40	0.40	0.41	0.42	0.44	0.45	0.47	0.49	0.50	0.51	3.08	13
	湖北	0.39	0.37	0.41	0.42	0.40	0.42	0.44	0.46	0.46	0.47	0.48	0.48	2.31	23
	湖南	0.38	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.49	2.90	17
	安徽	0.37	0.37	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.42	0.42	0.42	0.42	0.44	1.89	29
	江西	0.39	0.39	0.40	0.41	0.41	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.50	2.82	18
均值	0.38	0.38	0.39	0.40	0.40	0.42	0.43	0.45	0.45	0.46	0.47	0.49	2.90	—	
西部 地区	重庆	0.30	0.31	0.31	0.32	0.33	0.34	0.34	0.37	0.37	0.39	0.40	0.42	4.00	8
	四川	0.38	0.39	0.41	0.42	0.41	0.41	0.42	0.44	0.44	0.46	0.46	0.48	2.63	20
	贵州	0.37	0.37	0.37	0.34	0.35	0.36	0.37	0.40	0.41	0.43	0.45	0.46	2.43	22
	云南	0.33	0.33	0.32	0.33	0.34	0.36	0.38	0.39	0.39	0.41	0.42	0.43	3.03	14
	陕西	0.41	0.40	0.42	0.44	0.43	0.44	0.44	0.46	0.46	0.49	0.49	0.50	2.20	25
	甘肃	0.38	0.37	0.39	0.40	0.40	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43	0.43	0.45	1.84	30
	青海	0.35	0.34	0.36	0.38	0.39	0.40	0.41	0.43	0.41	0.44	0.48	0.50	4.29	6
	宁夏	0.37	0.37	0.39	0.41	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.45	0.46	0.48	2.97	15
	新疆	0.42	0.40	0.41	0.43	0.43	0.45	0.47	0.47	0.47	0.48	0.50	0.51	2.14	27
	广西	0.36	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.46	0.48	3.33	12
	内蒙古	0.41	0.40	0.42	0.44	0.43	0.45	0.47	0.49	0.49	0.50	0.49	0.50	2.20	26
均值	0.37	0.37	0.38	0.39	0.39	0.40	0.41	0.43	0.43	0.45	0.46	0.47	2.70	—	

3.2 农地流转对农村人口老龄化影响农业高质量发展的中介效应

在此基础上，将相应变量分别代入式（1）、式（2）和式（3），并对面板模型进行估计，选用Hausman检验统计量选择适当的模型，可得表4所示的回归结果。模型1结果表明农村人口老龄化对农业高质量发展有显著正向影响。其原因在于，农

村人口老龄化可能通过提高农业机械化水平、改善农业生产条件以及推动农业生产提质增效等途径对农业高质量发展产生积极作用。此外，模型结果显示农村人口老龄化对农业高质量发展可能存在中介效应。验证了前文的假设H1。模型2的回归结果显示，农村人口老龄化对农地流转有显著正向推动作用。这主要是由于随着农户年龄的增加，农户的

身体素质逐渐下降,我国独特的“小农经济”特征决定了农业生产精耕细作的特点,而老龄农户的身体素质和劳作能力无法很好地适应手工耕作和收割这类高强度的农业生产活动,进而选择将农地进行流转。模型 3 的结果进一步证明农地流转对农业高质量发展具有正向推动作用,因为农地流转有助于实现农业规模经营和提高机械化程度。由于农地流转系数在模型 2 和模型 3 中均显著正向,而农村人口老龄化系数在模型 1 中也显著正向,从而验证了前文的假设 H2。这说明农地流转在农村人口老龄化影响农业高质量发展的过程中发挥了中介效应,即农村人口老龄化通过推动农地流转来促进农业高质量发展。为了提高中介效应检验的准确性,本研究通过 Bootstrap 方法进行了 1 000 次重复抽样,计算得到农村人口老龄化和土地流转交叉系数的 95% 置信区间。检验结果显示,中介效应的置信区间 [0.225, 0.514],即中介效应是成立的。这再次验证了前文的假设 H1 和 H2。

3.3 农业科技创新对农村人口老龄化影响农业高质量发展的调节效应

针对农业科技创新对中介效应的调节作用,本文基于前文构建的有调节的中介效应模型,通过依次回归的方法进行验证,式(4)、式(5)和式(6)的回归结果如表 5 所示。模型 4 检验了农业科技创新在农村人口老龄化影响农业高质量发展过程中的调节作用。回归结果显示,农村人口老龄化和农业科技创新的回归系数均显著为正,表明农村人口老龄化和农业科技创新均对农业高质量发展产生显著的正向推动作用。二者交叉项显著为负表明农业科技创新水平的提高会减弱农村人口老龄化对农业高质量发展的推动作用,即农业科技创新对农村人口老龄化对农业高质量发展的直接路径具有负向调节作用。虽然二者共同推动农业高质量发展,但农业科技创新与农村人口老龄化在推动农业高质量发展的过程中存在明显的替代关系,且二者之间存在此消彼长的关系。模型 5 检验了农业科技创新在农村人口老龄化影响农业高质量发展前半路径中的调节作用。农村人口老龄化和农业科技创新的估计系数都通过了显著性检验,说明农村人口老龄化和农业科技创新均有利于促进农地流转,而交叉项的显著

表 4 中介效应回归结果
Table 4 Regression results of mediating effect

变量	农业高质量发展(模型 1)		农地流转(模型 2)		农业高质量发展(模型 3)	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
<i>T</i>					0.047***	0.008
<i>O</i>	1.816***	0.145	5.022***	0.916	1.580***	0.145
<i>E</i>	0.066***	0.011	0.202***	0.067	0.056***	0.010
<i>lnC</i>	-0.027***	0.004	-0.075***	0.027	-0.024***	0.004
<i>S</i>	-0.611***	0.079	-3.709***	0.500	-0.437***	0.082
<i>lnW</i>	-0.016	0.011	-0.128*	0.068	-0.010	0.010
常数项	3.529***	0.121	-0.971	0.766	3.575***	0.116
<i>N</i>	360		360		360	
<i>R</i> ²	0.747		0.513		0.769	
Bootstrap 置信区间	[0.225, 0.514]					

注:***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的水平下显著。下表同。

表 5 调节中介效应回归结果
Table 5 Regression results of moderating effects

变量	农业高质量发展(模型 4)		农地流转(模型 5)		农业高质量发展(模型 6)	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
<i>T_c</i>					0.040***	0.008
<i>O_c</i>	1.269***	0.158	4.643***	1.083	1.090***	0.156
<i>A_c</i>	0.211***	0.025	0.446***	0.169	0.197***	0.024
<i>R_c×A_c</i>	-0.708***	0.216	-5.269***	1.482	-0.945***	0.258
<i>T_c×A_c</i>					0.043***	0.015
常数项	-0.025	0.106	1.062	0.731	-0.089	0.103
控制变量	是		是		是	
<i>N</i>	360		360		360	
<i>R</i> ²	0.798		0.540		0.814	

负值表明农业科技创新削弱了农村人口老龄化对农地流转的推动作用。这表明农业科技创新与农村人口老龄化同样存在替代关系，共同推动农地流转。模型6检验了农业科技创新在农村人口老龄化影响农业高质量发展过程中后半路径的调节作用，农地流转与农业科技创新交叉项的估计系数显著为正，说明农业科技创新水平的提升会加强农地流转对农业高质量发展的推动作用，验证了前文的假设H3。

以上模型的检验结果显示，农业科技创新在农村人口老龄化影响农业高质量发展的各个路径中都充当了调节效应的角色，表明其与农村人口老龄化之间存在一定的替代关系。这也进一步深化了我们对农业高质量发展机制的理解。

3.4 稳健性检验结果及分析

为了验证模型估计结果的稳健性，本研究将核心解释变量农村老年人口比重替换为农村老年人口抚养比，重新对构建的有调节的中介效应模型进行估计，结果如表6所示。根据稳健性检验结果，农村老年人口抚养比对农业高质量发展和农地流转的影响均显著为正，农地流转对农业高质量发展的影响也显著为正。这与前文的结果完全一致，即农地流转的确会在农村人口老龄化影响农业高质量发展的过程中产生中介效应。进一步验证了表4的中介效应估计的可靠性。对于调节效应的结果，模型7和模型8中农村老年人口抚养比的系数显著为正，

而农村老年人口抚养比和农业科技创新水平交叉项的系数显著为负；在模型9中，农地流转、农地流转和农业科技创新水平交叉项的系数均显著为正。这表明，农业科技创新在农村老年人口抚养比影响农业高质量发展的直接路径和前半路径中均具有显著的负向调节效应，而后半路径的调节效应则显著为正。这一结果与表5的结果一致，说明农业科技创新在农村人口老龄化影响农业高质量发展的过程中确实产生了调节效应。因此，即使是替换了核心解释变量，前文得出的研究结果依然是可信的，显示本文建立的模型具有较好的稳健性。

3.5 农村人口老龄化影响农业高质量发展的区位异质性分析

考虑到地区间异质性，进一步分析农村人口老龄化对农业高质量发展影响的区域异质性。结果表明，各地区农村人口老龄化对农业高质量发展均有正向影响（表7）。从估计系数来看，农村人口老龄化对农业高质量发展的影响程度由大到小分别为西部地区 > 东北地区 > 中部地区 > 东部地区。这可能是因为西部地区和东北地区农村地区拥有相对丰富的土地资源，在土地承包制度下，农村老年人更容易维持和稳定土地承包关系。相反，由于东部地区和中部地区经济发展较快、农村年轻劳动力外出就业较多，以及农业产业结构较为成熟，因此农村人口老龄化对农业高质量发展的促进作用相对较小。

表6 替换核心解释变量后的稳健性检验结果

Table 6 Robustness test results after replacing the core explanatory variable

变量	农业高质量发展（模型7）		农地流转（模型8）		农业高质量发展（模型9）	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
T_c					0.041***	0.015
O_c	0.007***	0.002	0.024*	0.014	0.006***	0.002
A_c	0.211***	0.034	0.490***	0.179	0.196***	0.025
$R_c \times A_c$	-0.005***	0.002	-0.031***	0.013	0.006***	0.003
$T_c \times A_c$					0.040***	0.017
常数项	-0.033	0.118	1.072	0.741	-0.094	0.102
控制变量	是		是		是	
N	360		360		360	
R^2	0.796		0.533		0.814	

表7 农村人口老龄化对农业高质量发展的区域异质性检验结果

Table 7 Regional heterogeneity test results of rural population aging on high-quality agricultural development

变量	东北地区		东部地区		中部地区		西部地区	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
O	1.956***	0.275	1.199***	0.328	1.557***	0.275	2.013***	0.232
常数项	4.087***	0.356	3.900***	0.282	3.547***	0.211	3.782***	0.233
控制变量	是		是		是		是	
N	36		120		72		132	
R^2	0.791		0.798		0.862		0.766	

4 结论与政策建议

4.1 结论

1) 2009—2020年,我国农业高质量发展水平均值由0.381上升至0.503,年均增长率为2.56%,总体呈现稳步上升趋势。其中东部地区的农业高质量发展水平明显高于其他区域,凸显了农业高质量发展不平衡的问题。

2) 农村人口老龄化对农业高质量发展有正向的促进作用,尤其在西部地区的影响最为显著,而东部地区的影响较小。农村人口老龄化还显著促进了农地流转,推动了农业的高质量发展。

3) 农业科技创新在农村人口老龄化促进农业高质量发展中起到负向调节作用。同样,在农村人口老龄化促进农地流转的过程中,农业科技创新也起到负向调节作用,而在农地流转促进农业高质量发展的过程中,农业科技创新起到正向调节作用。

4.2 政策建议

第一,加强对农业高质量发展的体系建设,特别是要关注提质增效,重视农业生产的质量和效益。农业高质量发展是一个系统工程,包含绿色发展、成果共享、结构协调、提质增效和系统稳定等多个方面,根据本文的测算结果,提质增效对在农业高质量发展指标体系中占据的权重最大。因此,在推动农业高质量发展的过程中,一方面要积极完善农业高质量发展建设体系,尤其要重视农业生产的质量和效益;另一方面要补齐农业高质量发展的短板,推动农业高质量协同发展。

第二,积极引导农村土地有序流转,推动农业生产的适度规模化经营。加快土地流转和退出进程,推动土地的规模化经营既是现代农业发展的需要,更是农村人口老龄化的必然选择。在引导农村的农户退出和流转土地时,一是要完善农村土地流转政策,规范农地流转程序,保证农地流转程序的透明化;二是政府相关就业部门要加强对失地农户进行技能培训,引导和鼓励他们向适合的非农产业部门就业,以解决他们的后顾之忧。

第三,加大农业科技研发投入力度,完善农业科研成果转化激励机制。农业科技创新对农业高质量发展具有重要意义,农业科技创新可以节省人力资本,减少农业对劳动力的依赖程度,进而提升农业发展质量。因此,一方面,应加大对农业技术,尤其是对粮食产业相关农业技术的研发力度,推广新型农业种植技术。另一方面,应畅通农业科研成果转化渠道,建立农业科研成果转化示范基地,同

时还要完善农业科研成果转化激励机制。

第四,因地制宜地制定农业发展规划,精准助推农业高质量发展。对于农村人口老龄化程度较低的地区,可以通过积极引进现代化的农业生产和种植技术、补齐农业信息化和机械化短板、建立农业区域合作以及农业科技人才共享机制等方式助推农业高质量发展。对于农村人口老龄化程度较高的地区,则要积极引导大学毕业生返乡就业创业,同时建立完善的引才体制和机制。

参考文献:

- [1] 金碚. 关于“高质量发展”的经济学研究[J]. 中国工业经济, 2018(4): 5-18.
Jin B. Study on the “high-quality development” economics[J]. China Industrial Economics, 2018(4): 5-18.
- [2] 李金昌, 史龙梅, 徐蔼婷. 高质量发展评价指标体系探讨[J]. 统计研究, 2019, 36(1): 4-14.
Li J C, Shi L M, Xu A T. Probe into the assessment indicator system on high-quality development[J]. Statistical Research, 2019, 36(1): 4-14.
- [3] 刘涛, 杜思梦. 基于新发展理念的高质量发展评价指标体系构建[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(4): 1-9.
Liu T, Du S M. The construction of high-quality development evaluation index system of agricultural based on new development concept[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2021, 42(4): 1-9.
- [4] 王森, 陈宇斌. 数字普惠金融如何推动农业高质量发展?——兼论中介与门槛作用机制[J]. 管理学报, 2022, 35(3): 72-87.
Wang S, Chen Y B. How does digital inclusive finance promote the high-quality development of agriculture? On intermediary and threshold mechanism[J]. Journal of Management, 2022, 35(3): 72-87.
- [5] 王静. 我国农业高质量发展测度及评价分析[J]. 江西财经大学学报, 2021(2): 93-106.
Wang J. Measurement and evaluation of China's agricultural high quality development[J]. Journal of Jiangxi University of Finance and Economics, 2021(2): 93-106.
- [6] 夏显力, 陈哲, 张慧利, 等. 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, et al. Agricultural high-quality development: Digital empowerment and implementation path[J]. Chinese Rural Economy, 2019(12): 2-15.
- [7] 孙江超. 我国农业高质量发展导向及政策建议[J]. 管理学报, 2019, 32(6): 28-35.
Sun J C. The orientation and policy suggestions for the agricultural high-quality development[J]. Journal of Management, 2019, 32(6): 28-35.
- [8] 黄修杰, 蔡勋, 储霞玲, 等. 我国农业高质量发展评价指标体系构建与评估[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(4): 124-133.
Huang X J, Cai X, Chu X L, et al. Index construction and evaluation of high-quality development of agriculture in China[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020, 41(4): 124-133.
- [9] 田野, 黄进, 安敏. 乡村振兴战略下农业现代化发展效率评

- 价——基于超效率DEA与综合熵值法的联合分析[J]. 农业经济问题, 2021, 42(3): 100-113.
- Tian Y, Huang J, An M. Evaluation on the efficiency of agricultural modernization under the rural revitalization strategy: Based on the combined analysis of super-efficiency DEA and comprehensive entropy method[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021, 42(3): 100-113.
- [10] 龚锐, 谢黎, 王亚飞. 农业高质量发展与新型城镇化的互动机理及实证检验[J]. 改革, 2020(7): 145-159.
- Gong R, Xie L, Wang Y F. Interactive mechanism and empirical test of agricultural high-quality development and new urbanization[J]. *Reform*, 2020(7): 145-159.
- [11] 王兴国, 曲海燕. 科技创新推动农业高质量发展的思路与建议[J]. 学习与探索, 2020(11): 120-127.
- Wang X G, Qu H Y. Thoughts and suggestions on promoting high-quality development of agriculture by scientific and technological innovation[J]. *Study & Exploration*, 2020(11): 120-127.
- [12] 刘锐, 李涛, 邓辉. 甘肃省农业现代化水平时空格局与影响因素[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(3): 106-116.
- Liu R, Li T, Deng H. Spatial-temporal situation and influencing factors of agricultural modernization in Gansu Province[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2020, 25(3): 106-116.
- [13] 李本庆, 岳宏志. 数字经济赋能农业高质量发展: 理论逻辑与实证检验[J]. 江西财经大学学报, 2022(6): 95-107.
- Li B Q, Yue H Z. High-quality agricultural development enabled by digital economy: Theoretical logic and empirical test[J]. *Journal of Jiangxi University of Finance and Economics*, 2022(6): 95-107.
- [14] 徐娜, 张莉琴. 劳动力老龄化对我国农业生产效率的影响[J]. 中国农业大学学报, 2014, 19(4): 227-233.
- Xu N, Zhang L Q. Impact of aging labor force on agricultural production efficiency in China[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2014, 19(4): 227-233.
- [15] 魏君英, 夏旺. 农村人口老龄化对我国粮食产量变化的影响——基于粮食主产区面板数据的实证分析[J]. 农业技术经济, 2018(12): 41-52.
- Wei J Y, Xia W. The impact of rural population aging on the change of grain yield in China: Empirical analysis based on panel data of the main grain-producing areas[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018(12): 41-52.
- [16] 胡雪枝, 钟甫宁. 农村人口老龄化对粮食生产的影响——基于农村固定观察点数据的分析[J]. 中国农村经济, 2012(7): 29-39.
- Hu X Z, Zhong F N. The influence of rural population aging on grain production: Based on the data of fixed observation points in rural areas[J]. *Chinese Rural Economy*, 2012(7): 29-39.
- [17] 王善高, 田旭. 农村劳动力老龄化对农业生产的影响研究——基于耕地地形的实证分析[J]. 农业技术经济, 2018(4): 15-26.
- Wang S G, Tian X. The influence of rural labor force aging on agricultural production: An empirical analysis of cultivated land terrain[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018(4): 15-26.
- [18] 徐旭初, 吴彬. 合作社是小农户和现代农业发展有机衔接的理想载体吗?[J]. 中国农村经济, 2018(11): 80-95.
- Xu X C, Wu B. Are cooperatives an ideal carrier for the organic connection between the production of small farmers and the development of modern agriculture?[J]. *Chinese Rural Economy*, 2018(11): 80-95.
- [19] 王筋旭, 李朝柱. 农村人口老龄化与农业生产的效应机制[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2020, 19(2): 60-73.
- Wang J X, Li C Z. Effect mechanism of rural population aging on agricultural production[J]. *Journal of South China Agricultural University(Social Science Edition)*, 2020, 19(2): 60-73.
- [20] 封进. 人口老龄化、社会保障及对劳动力市场的影响[J]. 中国经济问题, 2019(5): 15-33.
- Feng J. Population aging, social insurance and impact on the labor market[J]. *China Economic Studies*, 2019(5): 15-33.
- [21] 林文声, 王志刚, 王美阳. 农地确权、要素配置与农业生产效率——基于中国劳动力动态调查的实证分析[J]. 中国农村经济, 2018(8): 64-82.
- Lin W S, Wang Z G, Wang M Y. Land registration and certification, production factor allocation and agricultural production efficiency: An analysis based on China labor-force dynamics survey[J]. *Chinese Rural Economy*, 2018(8): 64-82.
- [22] 周作昂, 赵绍阳, 何庆红. 劳动力老龄化对农业土地流转和规模经营的影响[J]. 财经科学, 2020(2): 120-132.
- Zhou Z A, Zhao S Y, He Q H. The impact of aging labor force on agricultural land transfer and scale management[J]. *Finance & Economics*, 2020(2): 120-132.
- [23] 耿鹏鹏, 罗必良. 农地确权是否推进了乡村治理的现代化?[J]. 管理世界, 2022, 38(12): 59-76.
- Geng P P, Luo B L. Has the land titling promoted the modernization of rural governance?[J]. *Journal of Management World*, 2022, 38(12): 59-76.
- [24] 吉雪强, 李卓群, 张跃松. 农地流转对农业碳排放的影响及空间特性[J]. 资源科学, 2023, 45(1): 77-90.
- Ji X Q, Li Z Q, Zhang Y S. Influence of rural land transfer on agricultural carbon emissions and its spatial characteristics[J]. *Resources Science*, 2023, 45(1): 77-90.
- [25] 谢兰兰. 激发制度效能和生产要素活力, 推动农业农村高质量发展——“农村发展与农业生产方式转型”国际学术研讨会综述[J]. 中国农村经济, 2020(3): 136-144.
- Xie L L. Promoting high-quality development of agriculture and rural areas by stimulating system efficiency and the vitality of production factors: A summary of the international symposium on rural development and transformation of agricultural production model[J]. *Chinese Rural Economy*, 2020(3): 136-144.
- [26] 胡雯, 张锦华, 陈昭玖. 农地产权、要素配置与农户投资激励: “短期化”抑或“长期化”?[J]. 财经研究, 2020, 46(2): 111-128.
- Hu W, Zhang J H, Chen Z J. Farmland property rights, factor allocation and farmers' investment incentives: Short-term or long-term?[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2020, 46(2): 111-128.
- [27] 李红莉, 张俊飏, 罗斯炫, 等. 农业技术创新对农业发展质量的影响及作用机制——基于空间视角的经验分析[J]. 研究与发展管理, 2021, 33(2): 1-15.
- Li H L, Zhang J B, Luo S X, et al. Impact and mechanism of agricultural technology innovation on agricultural development quality: Empirical evidence from the spatial perspective[J]. *R&D Management*, 2021, 33(2): 1-15.
- [28] 华坚, 潘雪晴. 农业科技创新对粮食产业高质量发展的影

- 响——基于 30 个省份面板数据分析 [J]. 华东经济管理, 2022, 36(7): 55-64.
- Hua J, Pan X Q. The impact of agricultural science and technology innovation on the high-quality development of the grain industry: Based on panel data analysis of 30 provinces[J]. East China economic management, 2022, 36(7): 55-64.
- [29] 袁俊, 吴殿廷, 吴铮铮. 中国农村人口老龄化的空间差异及其影响因素分析 [J]. 中国人口科学, 2007(3): 41-47, 95.
- Yuan J, Wu D T, Wu Z Z. Analysis on regional disparity and contributing factors of rural population aging in China[J]. Chinese Journal of Population Science, 2007(3): 41-47, 95.
- [30] 陈宇斌, 王森. 土地流转政策对农业高质量发展的影响——基于连续型 DID 的实证分析 [J]. 当代经济管理, 2022, 44(2): 49-57.
- Chen Y B, Wang S. Effect of land transfer policy on agricultural high-quality development: Empirical analysis based on continuous DID method[J]. Contemporary Economic Management, 2022, 44(2): 49-57.
- [31] 徐维祥, 王睿, 刘程军, 等. 中国农业科技创新的时空演进特征及其影响机制研究 [J]. 中国科技论坛, 2021(8): 108-119.
- Xu W X, Wang R, Liu C J, et al. Study on the space-time evolution characteristics and its influence mechanism of Chinese agricultural science and technology innovation[J]. Forum on Science and Technology in China, 2021(8): 108-119.
- [32] 赖晓敏, 张俊飏, 张艳, 等. 中国农业科技创新的空间经济效应——基于种植业专利的实证研究 [J]. 研究与发展管理, 2022, 34(2): 68-78.
- Lai X M, Zhang J B, Zhang Y, et al. Spatial economic effects of agricultural science and technology innovation in China: An empirical study based on crop patents[J]. R&D Management, 2022, 34(2): 68-78.
- [33] Baron R M, Kenny D A. The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1986, 51(6): 1173-1182.
- [34] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展 [J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- Wen Z L, Ye B J. Analyses of mediating effects: The development of methods and models[J]. Advances in Psychological Science, 2014, 22(5): 731-745.
- [35] 王健, 赵凯. 中国城镇化、老龄化、城乡差距与经济发展研究——基于有调节的中介效应模型 [J]. 当代经济管理, 2020, 42(7): 49-58.
- Wang J, Zhao K. Urbanization, aging, urban-rural gap and economic development in China: A moderated mediation model[J]. Contemporary Economic Management, 2020, 42(7): 49-58.
- [36] 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.

(责任编辑: 孟岑)