农村人口老龄化对农业高质量发展的影响

唐小平[1],蒋 健[1,2]

(1.贵州大学 经济学院,贵州 贵阳 550025;2.中南财经政法大学 工商管理学院,湖北 武汉 430073)

摘 要: 基于2004—2020年中国大陆30个省市面板数据,在运用熵值法测算出我国农业高质量发展水平的基础上,通过动态面板和门槛效应模型对农村人口老龄化促进农业高质量发展的效果和机制进行了实证检验。研究结果表明:农村人口老龄化能够显著提高农业高质量发展水平,其促进效应在粮食主产区内要强于产销平衡区内,而在主销区内,这一促进效应则并不显著。对农业高质量发展分维度异质性分析后发现:农村人口老龄化通过改善农业高质量发展中农业发展水平、资源条件、经济条件以及技术条件,促进农业高质量发展水平的提高;通过抑制环境条件的改善,阻碍农业高质量发展水平的提高。最后,门槛效应检验结果表明:农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应会随着农业高质量发展水平的提高而得到进一步的增强。

关键词: 农村人口老龄化;农业高质量发展;粮食主产区;产销平衡区;主销区

中图分类号: F323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0202(2023)03-0045-12

党的二十大报告明确指出:实现高质量发展是实现中国式现代化的本质要求之一,而农业作为国民经济的基础,其高质量发展的实现必将是实现中国式现代化不可或缺的重要一环。随着我国人口老龄化程度的日渐加深,尤其是在农村地区,“农民老龄化、农村空心化”问题已然成为新时期的三农问题[1]。实施积极应对人口老龄化国家战略也被写进党的二十大报告中。因此,通过探究农村人口老龄化对农业高质量发展的作用机理,为有效应对农村人口老龄化、利用其促进农业高质量发展具有十分重要的现实意义。

现阶段,有关农村人口老龄化对农业高质量发展影响的相关文献较少。有鉴于此,本文从农村人口老龄化对农业生产影响、农业高质量发展的界定及其评价两个方面对现有文献进行梳理。从农村人口老龄化对农业生产的影响看,早在本世纪初,随着我国农村地区老龄化问题的日益严重,学界已经开始关注到农村人口老龄化可能会对我国农业生产产生的影响,然而对这一影响可能产生的结果,学界却并未达成完全一致的共识。陈锡文[2]、何小勤等[3]、凌若愚等[4]、蒋健等[5]、魏佳朔等[6]均认为农村人口老龄化会通过恶化我国农业劳动力供给,进而不利于我国农业生产,而杨俊等[7]、李俊鹏等[8]、刘成坤[9]则认为随着年龄的增长,农业劳动者的生产、经营、管理能力等人力资本水平也会不断增加,进而有利于农业生产效率的提高。有一部分学者则在上述研究基础上,综合研判了农村人口老龄化对农业生产的正向以及负向影响,实证发现农村人口老龄化可能并不会对农业生产产生较大影响[10-11]。从农业高质量发展的界定及其评价看,学界进行了大量研究,也充分认识到这一理念提出的必要性,但是对于这一理念的界定及其评价,学界却尚未达成完全一致的共识。一部分学者认为应以农业绿色全要素生产率来衡量农业高质量发展水平,例如龚锐等[12]、高维龙[13]分别通过农业绿色全要素生产率以及粮食绿色全要素生产率衡量了农业高

收稿日期: 2023-02-02 **DOI:** 10.7671/j.issn.1672-0202.2023.03.005

基金项目: 教育部人文社会科学研究项目青年项目(19YJC630154);贵州省研究生科研基金项目(黔教合YJSKYJJ(2021)034);贵州省哲学社会科学规划课题(21GZYB18)

作者简介: 唐小平:(1981—),男,湖南永州人,贵州大学经济学院副教授,主要研究方向为农业经济、宏观经济计量分析。E-mail:txpncjjyj@163.com

质量发展水平以及粮食高质量发展水平。另一部分学者则认为仅仅通过对效率的测算来衡量农业高质量发展水平，缺少从多维视角对农业高质量发展水平进行全面系统的测算，难以掌握近年来农业高质量发展水平的基本特征。故而刘忠宇等[14]基于创新、协调、绿色、开放、共享五个维度构建了农业高质量发展评价指标体系。鲁钊阳等[15]从农业产品、农业生产、农民收入以及农村环境四个维度构建了农业高质量发展评价指标体系，王晓鸿等[16]从绿色发展水平、现代化水平、稳定性以及农业经济效率四个维度来评价农业高质量发展水平。尽管现有文献未就农业高质量发展水平评价指标体系的构建达成完全一致共识，但相比较于采用绿色全要素生产率衡量农业高质量发展水平，通过构建综合评价指标体系能够更加灵活的从多维视角衡量农业高质量发展水平，更能接近乃至契合农业高质量发展的本质内涵，且通过对现有文献的梳理可以发现，尽管不同学者基于不同理解从不同维度构建了农业高质量发展评价指标体系，但是在具体的变量指标选取上却是大同小异，存在高度相关一致性。

综上所述，已有文献为本文提供了丰富的理论参考以及经验借鉴，为本文接下来的研究打下了一定的基础，但仍在以下几个方面存在值得进一步研究和探讨的空间。第一，虽然有关农村人口老龄化对农业发展的影响研究颇多，已形成了相对丰硕的研究成果，但是有关农村人口老龄化对农业高质量发展影响的研究却较少，尽管农业高质量发展与农业发展之间存在一定的关联，但是相比于后者，农业高质量发展的寓意更加丰富、内容更为全面，使得既有研究可能难以指导现有问题的解决，且农村人口老龄化对农业高质量发展的影响尚无统一定论。第二，相比较于过往学者采用中介效应模型，本文尝试采用对农业高质量发展分维度再回归的方法，探究农村人口老龄化对农业高质量发展的影响机理。第三，为进一步探究农村人口老龄化对农业高质量发展的影响，本文采用门槛效应模型，探究了农村人口老龄化对农业高质量发展可能存在的非线性影响。

一、理论机制与研究假说

（一）农业高质量发展指标体系构建依据

农业高质量发展是国民经济高质量发展的重要组成部分[17]。已有研究基于经济高质量发展的界定，将创新水平、协调水平、绿色水平、开放水平、共享水平作为评价农业高质量发展的依据[18-19]，但考虑到农业作为一个生产部门，将一些与生产毫不相关的理念和指标纳入农业高质量发展评价指标体系中来，这无疑扩大了农业高质量发展的内涵与外延[20]，实际上造成了指标体系与农业高质量发展内涵的脱节。因此，本文着眼于影响农业生产的直接因素，从农业发展水平、资源条件、环境条件、经济条件以及技术条件五个方面构建农业高质量发展评价指标体系。以求能够构建一个更为契合农业高质量发展内涵的评价指标体系。

（二）农村人口老龄化对农业高质量发展的影响

人是影响和决定农业发展的关键，农业生产离不开人，农业的发展更与人息息相关，然而随着农业机械化的普及以及农业新技术的应用，与传统农业生产相比，现代农业生产对人的需要发生了根本性、结构性的改变，传统的劳动密集型农业生产正朝着资本密集型、技术密集型转变。人口老龄化并不必然会带来农业生产的负面影响。其次，本文所研究对象农业高质量发展是一个比农业发展寓意更为丰富，内容更为全面的多维综合评价指标体系。这一综合评价指标体系并不仅仅体现于农业发展的总量，其更为强调农业发展的质量，从关注农业增长的结果和过程，转向关注农业增长的潜力和可持续性，故本文认为农村人口老龄化对农业高质量发展的影响可能并不是负向相关，农村地区人口老龄化程度的加深可能有利于农业高质量的发展，以下是本文对这一假说的具体理论分析。

（三）研究假说

1. 农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应

正如前文所述，农村人口老龄化并不必然会给农业发展带来负面影响。一方面，根据诱致性技术进步理论，农业生产对于技术的需求，取决于农业生产中要素的相对稀缺，农业技术进步往往会沿着减少使用相对稀缺资源的方向发展。具体到农村人口老龄化对农业技术进步的影响，就是农村人口老龄化带来的有效劳动力不足会倒逼农业生产采用新的生产要素和新的生产技术，以对冲老龄化带来的负面影响，进而推动农业实现高质量发展。我国农业发展的变迁历程也证实了这一理论，即我国农村人口老龄化程度的加深与我国农业机械化的高速发展几乎是在同一时期内发生的。另一方面，我国农村人口老龄化问题往往伴随着农村空心化问题的出现，农村地区人口数量的减少有利于农村相对紧张的生产、生活资源变得宽裕，部分生活资料用于农业生产变得可能，且农村人口数量的减少也有利于农地流转以及农业相关基础设施的建设，促进规模农业的形成，农业发展的潜力得以增强。最后，我国农村地区人口老龄化程度的加深有相当一部分是由于城乡间大规模人口流动造成的，主要是农村青壮年劳动力向城镇地区流动，而这部分群体在城镇地区又往往能够获得更为丰厚的收入报酬，在改善农村家庭的生产、生活条件的同时，扩大了农业生产的可投入资金边际，为实现农业高质量发展打下了良好的经济基础[21]。综上所述，本文提出假说 1：农村人口老龄化程度的加深是有利于农业高质量的发展。

2. 农村人口老龄化对农业高质量发展的非线性影响

农业高质量发展是体现高水平土地产出率和劳动生产率的发展过程。即农业高质量发展是一种动态的实施过程，而非静态的最终结果。因此，农村人口老龄化对农业高质量发展影响可能存在时变特征。实际上，农业高质量发展的不同阶段会表现出不同的农业发展面貌，从生产的过程看，这具体体现在不同的生产方式、要素投入或是技术使用上。从生产的结果看，体现在不同的土地产出率以及劳动生产率上。而农村人口老龄化对农业高质量发展的影响在农业高质量发展的不同阶段又会表现出并不一致的特征。在农业高质量发展水平较低时，农业生产仍较为依赖劳动力要素投入的数量与质量。此时农村人口老龄化对农业高质量发展存在较强的负面影响，尽管叠加上农村人口老龄化对农业高质量发展的其他正面影响，最终造成总的影响仍显著为正，但相较于农业高质量发展水平较高时期，这一时期的老龄化对农业高质量发展的整体正面影响会有所削弱。综上所述，本文提出假说 2：农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应会随着农业高质量发展水平的提高而增强。

二、数据来源、变量说明与模型设定

（一）数据来源

本文选取从 2004—2020 年我国大陆地区 30 个省（市、区）的面板数据。为确保所得数据真实有效，农村人口老龄化数据来源于《中国人口和就业统计年鉴》，农业高质量发展评价指标体系所涵盖的 20 个变量指标数据分别来源于《中国农村统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《中国水利统计年鉴》、《中国人口和就业统计年鉴》以及各地区统计年鉴及相关统计资料。其他控制变量数据则来源于《中国水利统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《中国统计年鉴》以及各地区统计年鉴及相关统计资料。

（二）变量说明

1. 被解释变量

农业高质量发展水平（hd）。根据前文的分析，本文参考杨念等[22]、姬志恒[23]的做法，从农业发展水平、资源条件、环境条件、经济条件以及技术条件五个方面，共计二十个变量指标构建农业高质量发展评价指标体系。对于指标权重的确定，本文采用熵值法确定各变量指标的权重。指标体系如表 1 所示：

表1 农业高质量发展评价指标体系

子系统	指标	变量	说明	权重	属性
农业发展水平	农业发展程度	农林牧渔业总产值/农村常住人口数(万元/人)	反映农业发展情况	0.052	+
环境条件	化肥施用强度	农作物化肥使用总量折纯/播种面积(吨/公顷)		0.055	-
	农药使用强度	实际用于农业生产的农药使用量/播种总面积(吨/公顷)	反映农业面源污染情况	0.055	-
	农用柴油使用强度	农用柴油使用量/播种面积(吨/公顷)		0.055	-
	农作物受灾情况	农作物受灾面积/农作物播种面积(%)	反映自然状况的负面影响	0.056	-
	区域绿化覆盖率	各地区绿化覆盖面积/各地区面积(%)	反映森林碳汇的作用	0.052	+
资源条件	人均播种面积	农作物播种总面积/农村地区年末人口数(公顷/人)	反映农用土地资源是否充足	0.053	+
	政府支农强度	财政支农支出/财政总支出(%)	反映政府对农业生产的支持力度	0.054	+
	交通便利程度	单位面积公路里程(公里/万平方千米)	反映地区交通便利程度	0.047	+
	农村劳动力规模	农村15~64岁人口占农村总人口中的比重(%)	反映农村可用劳动力规模	0.053	+
	人均水资源拥有量	人均水资源量(立方米/人)	反映地区水资源情况	0.006	+
经济条件	农村居民人均可支配收入	农村居民人均可支配收入(元/人)	反映农村居民经济情况	0.050	+
	农村居民人均消费支出	农村居民人均消费支出(元/人)		0.051	+
	农村居民恩格尔系数	农村居民恩格尔系数(%)	反映农村居民生活情况	0.055	-
	产业结构	农林牧渔业总产值/地区生产总值(%)	从价值量角度反映农业经济发展总体情况	0.053	+
	人均粮食产量	各地区粮食产量/总人口(千克/人)	从实物量角度反映农业经济发展总体情况	0.052	+
技术条件	农业机械密度	农业机械总动力/农作物播种面积(万千瓦/公顷)	反映农业生产中农业机械化的投入情况	0.053	+
	农村人力资本水平	农村人口平均受教育年限(年)	反映农业劳动力综合素质	0.054	+
	农田节水灌溉面积比	农田节水灌溉面积/农作物播种面积(%)	反映农业生产过程中的节水情况	0.049	+
	农村用电量水平	农村人均用电量(万千瓦时/人)	反映农业现代化水平	0.043	+

注:"+"表示指标为正向指标,"-"表示指标为负向指标。

2. 核心解释变量

农村人口老龄化(poe)。考虑到农村居民工作时间较长,故本文采用65岁以上的农村老年人口占农村总人口的比重衡量农村地区人口老龄化水平。

表2 变量描述性统计结果

变量类型	变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	poe	510	0.110	0.036	0.048	0.261
核心解释变量	hd	510	0.410	0.057	0.300	0.627
	ad	510	0.011	0.008	0.000	0.052
	ec	510	0.194	0.022	0.117	0.249
	rc	510	0.065	0.017	0.028	0.134
	ecc	510	0.078	0.023	0.034	0.169
	tech	510	0.062	0.026	0.011	0.154
控制变量	ind	510	0.449	0.086	0.158	0.664
	health	510	1.621	1.470	0.330	13.510
	invest	510	456.448	505.289	3.900	2706.000
	se	510	3736.873	2957.472	0.000	15221.500
	labor	510	0.380	0.201	0.009	0.871
	reservoir	510	3085.849	3353.700	3.000	14098.000

注:表中的0.000是四舍五入的结果,并非实际值为0。

3. 控制变量

为防止遗漏变量对本文估计结果的影响,选取工业化进程(ind)、农村医疗卫生条件(health)、农林牧渔业固定资产投资额(invest)、各地区水土流失治理面积(se)、农村劳动力转移人数(labor)以及已建成水库数量(reservoir)作为控制变量,其中工业化进程用第二产业增加值占 GDP 比重来衡量,农村医疗卫生条件用每千农业人口乡村医生和卫生员数衡量。农村劳动力转移,本文借鉴张丽等[24]的做法,采用乡村从业人员和农林牧渔业从业人员的差与乡村从业人员之比衡量。

(三)模型设定

首先,为验证本文假说 1,考虑到农业高质量发展可能存在的惯性影响,本文构建如下动态面板模型:

$$Y_{i,t}=\beta_0+\beta_1 Y_{i,t-1}+\beta_2 X_{i,t}+\beta_3 control_{i,t}+\varepsilon_{i,t} \tag{1}$$

其中,i,t 分别表示省份和年份,β_0 为常数项,β_1、β_2、β_3 为系数,Y 为被解释变量农业高质量发展水平(hd)与其五个子系统指标,分别为农业发展水平(ad)、环境条件(ec)、资源条件(rc)、经济条件(ecc)以及技术条件(tech),X 为解释变量农村人口老龄化,ε 为随机误差项。

式(1)反映了农村人口老龄化对农业高质量发展及其五个子系统指标的基本影响机制。为验证假说 2 农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应是否为单一的线性关系,本文借鉴 Hansen[25]门槛回归模型,构建如下单一面板门槛模型。为进一步探究农业高质量发展水平各子系统在农村人口老龄化对农业高质量发展影响过程中的作用。本文除进行以农业高质量发展水平作为门槛变量的门槛效应分析外,还分别以农业高质量发展的五个子系统作为门槛变量展开探究。(实际探究过程中可根据具体结果确定门槛个数):

$$Y=\varphi_0+\varphi_1 X_{i,t}\times I(TH_{i,t}\leqslant\theta)+\varphi_2 X_{i,t}\times I(TH_{i,t}>\theta)+\varphi_3 control_{i,t}+\varepsilon_{i,t} \tag{2}$$

其中,TH 为门槛变量,θ 为未知门槛值,$I(\cdot)$为取值 1 或 0 的示性函数,满足括号内条件为 1,否则为 0,φ_0 为常数项 φ_1、φ_2、φ_3 为系数。

三、实证分析

(一)农业高质量发展的时空演变分析

在用熵值法计算 2004—2020 年我国大陆地区 30 个省市农业高质量发展水平的基础上,本文将农业高质量发展水平分为低等水平(hd≤0.4)、中等水平(0.4<hd≤0.5)、高等水平(hd>0.5)三个级别,以四年为一个节点考察了 2004—2020 年我国大陆地区 30 个省市的农业高质量发展水平的时空演变情况。结果如表 3 所示。

从整体上看,观察期内我国各省市农业高质量发展水平稳步上升,在 2004 年,30 个省市农业高质量发展水平尚且处于低等水平,而到了 2020 年则全部跨过中等水平门槛,尽管在这一过程中部分省市之间已出现较为明显的级差。从时间维度看,从 2004 年起,每过 4 年,均有部分省市从低等水平迈入中等水平,或是从中等水平迈入高等水平,且这一趋势变化呈现出不可逆的特征。从空间分布看,2004—2008 年,已有北京、内蒙古、吉林、黑龙江、河南 5 个省市的农业高质量发展水平率先从低等水平迈入中等水平。而到了 2012 年这一数据变成了 18 个,过半省市农业高质量发展水平步入中等水平,但尚未有省市农业高质量发展水平迈入高等水平。直到 2016 年,才有内蒙古、黑龙江率先跨入高等水平门槛。而此时尚处在低等水平的省份仅剩福建、广东、海南、甘肃 4 省。2016—2020 年,所有省份农业高质量发展水平均已迈过中等水平门槛,其中河北、吉林、江苏、山东、湖南、贵州以及新疆 7 省首次从中等水平迈入了高等水平。

表3 农业高质量发展的时空演变情况

年份	hd ≦ 0.4	0.4 < hd ≦ 0.5	hd > 0.5
2004	北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆		
2008	天津、河北、山西、辽宁、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	北京、内蒙古、吉林、黑龙江、河南	
2012	天津、山西、上海、福建、湖北、广东、海南、重庆、贵州、云南、甘肃、青海	北京、河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、浙江、安徽、江西、山东、河南、湖南、广西、四川、陕西、宁夏、新疆	
2016	福建、广东、海南、甘肃	北京、天津、河北、山西、辽宁、吉林、上海、江苏、浙江、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、青海、宁夏、新疆	内蒙古、黑龙江
2020		北京、天津、山西、辽宁、上海、浙江、安徽、福建、江西、河南、湖北、广东、广西、海南、重庆、四川、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏	河北、内蒙古、吉林、黑龙江、江苏、山东、湖南、贵州、新疆

（二）面板单位根检验分析

为防止异方差问题，本文对控制变量 health、invest、se 以及 reservoir 均进行了对数化处理。为防止伪回归问题，本文对所有变量均分别进行了 LLC、Hadri、Ips、Ht、Breitung 单位根检验，检验结果如表4所示，本文所有变量均至少通过了两种面板单位根显著性检验，说明各变量平稳性较好。

表4 面板单位根检验

变量	LLC	Hadri	Ips	Ht	Breitung
poe	-2.244**	3.796***	-5.827***	0.097***	1.994
hd	-6.616***	10.058***	-8.022***	0.170***	-3.524***
ad	-1.657**	21.225***	0.288	0.702	7.067
ec	-3.380***	7.341***	-9.426***	0.059***	-7.642***
rc	-10.317***	13.681***	-5.992***	0.391***	0.304
ecc	-3.374***	7.691***	-5.934***	0.212***	-1.906**
tech	-3.898***	20.536***	-4.683***	0.545*	-1.017
ind	-0.749	21.794***	-1.416*	0.605	2.085
lnhealth	-6.310***	20.742***	-5.664***	0.561	-2.319**
lninvest	-5.872***	16.322***	-4.492***	0.464***	-1.685**
lnse	1.187	11.308***	-1.680**	0.528**	0.305
labor	-2.671***	18.447***	-0.014	0.625	5.033
lnreservoir	-3.470***	28.099***	0.026	0.773	1.873

注：以上实证检验结果均保留三位小数，下同。

（三）内生性偏误与系统 gmm 估计

考虑到动态面板模型所固有的内生性问题对实证检验结果可能产生的影响，本文采用系统

gmm 方法对模型进行估计，并采用向前逐步回归的方法依次加入控制变量，以观察估计系数是否会发生变化，确保本文实证检验结果的稳健。

如表 5 所示，在逐渐加入控制变量的情况下，农村人口老龄化前的系数依然显著为正。说明农村人口老龄化程度的加深有利于农业高质量发展水平的提高，假说 1 得到验证。通过观察控制变量前的系数可以发现，控制变量工业化进程、农村劳动力转移前的系数均显著为负，说明工业化进程的加快以及农村劳动力的转移会阻碍农业高质量的发展。产生这一结果的原因可能在于工业化进程的加快会挤占原本用于农业生产的资金和要素，削弱了农业高质量发展的潜能。而农村劳动力转移则会恶化农村地区人力资源条件，加速“农村空心化、农民老龄化”，农业生产面临有效劳动力不足的问题。而农村医疗卫生条件以及农林牧渔业固定资产投资额前的系数显著为正，可知农村医疗卫生条件的改善以及农林牧渔业固定资产投资额的增加均有利于农业高质量发展水平的提高。农村医疗卫生条件的改善能有效提高农村居民健康状况，进而有利于农业劳动生产率的提高。而农林牧渔业固定资产投资额的增加则会显著改善农业生产条件，提高农业生产效率。以上控制变量的实证检验结果与分析均与现实情况相吻合。

需要特别指出的是，上述结论成立的先决条件是系统 gmm 估计结果更为有效，即系统 gmm 估计要同时满足工具变量有效以及随机扰动项存在一阶相关但不存在二阶相关。具体在本文即 Sargan 检验不显著，AR(1)的 p 值显著，AR(2)的 p 值不显著。显然，本文所有使用系统 gmm 估计方法的实证检验结果均满足上述条件。

表 5　系统 gmm 估计结果

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)	模型(7)
	hd	hd	hd	hd	hd	hd	hd
l.hd	0.953***(0.008)	0.953***(0.010)	0.934***(0.017)	0.695***(0.051)	0.707***(0.060)	0.678***(0.064)	0.657***(0.068)
poe	0.093***(0.019)	0.059*(0.030)	0.070*(0.036)	0.119**(0.051)	0.110**(0.055)	0.127**(0.057)	0.145**(0.062)
ind		-0.018**(0.009)	-0.015**(0.007)	-0.055***(0.010)	-0.050***(0.009)	-0.054***(0.012)	-0.052***(0.014)
lnhealth			0.004***(0.001)	0.010***(0.003)	0.007***(0.003)	0.009***(0.003)	0.007**(0.003)
lninvest				0.010***(0.001)	0.011***(0.002)	0.011***(0.002)	0.012***(0.002)
lnse					-0.000(0.002)	-0.001(0.003)	0.000(0.003)
labor						-0.019***(0.006)	-0.020***(0.006)
lnreservoir							-0.001(0.002)
_cons	0.018***(0.002)	0.030***(0.005)	0.034***(0.004)	0.085***(0.010)	0.078***(0.020)	0.103***(0.019)	0.099***(0.027)
N	480	480	480	480	480	480	480
AR(1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AR(2)	0.116	0.111	0.107	0.165	0.149	0.150	0.185
Sargan	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

注：括号内为标准误，*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著，下同。

（四）稳健性检验

为进一步确保本文实证检验结果可靠，本文采用以下三种方法进行稳健性检验，一是改变样本容量，即剔除所有直辖市相关样本。二是变量替换，将解释变量农村人口老龄化（poe）置换为变量农村老年抚养比（raise），再带入模型中进行估计分析。三是采用差分 gmm 估计方法对模型进行再一次的估计分析。

如表 6 所示，在经过以上三种稳健性检验方法后，实证检验结果仍能证明假说 1 成立，本文实证检验结果稳健。

表6 稳健性检验

变量	剔除直辖市样本 模型(8) hd	置换解释变量 模型(9) hd	差分 gmm 估计 模型(10) hd
l. hd	0.514***(0.104)	0.676***(0.060)	0.520***(0.062)
poe	0.406***(0.082)		0.206***(0.058)
raise		0.080***(0.030)	
控制变量	YES	YES	YES
N	416	480	480
AR(1)	0.001	0.000	0.000
AR(2)	0.331	0.107	0.160
Sargan	1.000	1.000	1.000

此处需要特别说明的是差分 gmm 估计结果更为有效的先决条件与系统 gmm 估计方法完全一致。显然,本文差分 gmm 估计后的结果也满足这一先决条件。

(五)分维度异质性分析

表7报告了农村人口老龄化对农业高质量发展各个子系统的影响。模型(11)-模型(15)依次为农村人口老龄化对农业发展水平(ad)、环境条件(ec)、资源条件(rc)、经济条件(ecc)以及技术条件(tech)的回归结果。

表7 分维度异质性分析

变量	模型(11) ad	模型(12) ec	模型(13) rc	模型(4) ecc	模型(15) tech
l. ad	1.051***(0.025)				
l. ec		0.213***(0.040)			
l. rc			0.851***(0.036)		
l. ecc				0.632***(0.024)	
l. tech					0.878***(0.021)
poe	0.042***(0.003)	-0.155***(0.015)	0.001***(0.000)	0.010***(0.003)	0.009***(0.001)
ind	0.011***(0.001)	0.023***(0.004)	-0.014**(0.007)	-0.045***(0.008)	-0.003(0.004)
lnhealth	-0.000(0.000)	0.006***(0.001)	-0.004***(0.001)	0.006***(0.001)	0.001***(0.000)
lninvest	-0.001***(0.000)	0.000(0.000)	0.001***(0.000)	0.005***(0.000)	0.000(0.000)
lnse	0.000**(0.000)	0.000(0.001)	-0.000(0.001)	-0.001*(0.001)	0.000(0.001)
labor	-0.005***(0.001)	-0.007**(0.003)	-0.002(0.002)	-0.019***(0.002)	0.007***(0.002)
lnreservoir	-0.005***(0.001)	-0.007**(0.003)	-0.002(0.002)	-0.019***(0.002)	0.007***(0.002)
_cons	-0.006***(0.001)	0.098***(0.009)	0.015(0.010)	0.038***(0.006)	0.004(0.009)
N	480	480	480	480	480
AR(1)	0.000	0.000	0.001	0.084	0.008
AR(2)	0.117	0.133	0.580	0.259	0.376
Sargan	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

如表7所示,模型(11)、模型(13)、模型(14)、模型(15)的核心变量农村人口老龄化前的系数均显著为正,说明了农村人口老龄化能够有效改善农业高质量发展中的农业发展水平、资源条件、经济条件以及技术条件。这一实证检验结果与本文理论部分的阐述相吻合。即农村人口老龄化会通过促进农业技术进步、改善农业生产的资源条件以及农村家庭的生产、生活条件,进而促进农业高质量的发展。而由模型(12)农村人口老龄化前的系数显著为负可知,农村人口老龄化会通过抑制农业高质量发展中环境条件的改善,进而阻碍农业高质量发展水平的提高。通过观察环境条件的构成变量可以发现:与年轻群体相比较,老年群体在进行农业生产过程中,可能存在滥用农药、化肥现象,而这一结论在杜维娜等[26]、魏君英等[27]学者的研究中亦得到了验证。

（六）区域异质性分析

为进一步探究农村人口老龄化对农业高质量发展影响在不同区域内的表现，本文将全国划分为粮食主产区，产销平衡区和主销区三个区域再分别进行回归的方式逐一进行分析，表 8 是采取这一方式后的回归结果。

表 8　区域异质性分析

变量	粮食主产区 模型（16） hd	产销平衡区 模型（17） hd	主销区 模型（18） hd
l. hd	-0.272（0.538）	0.523（0.367）	0.626（0.432）
poe	1.575*（0.947）	0.388*（0.222）	1.966（3.292）
控制变量	YES	YES	YES
N	208	160	112
AR（1）	0.095	0.019	0.029
AR（2）	0.203	0.669	0.448
Sargan	1.000	1.000	1.000

注：本文所划分的粮食主产区省份包括：黑龙江、河南、山东、四川、江苏、河北、吉林、安徽、湖南、湖北、内蒙古、江西、辽宁等十三个省份。产销平衡区包括：山西、宁夏、青海、甘肃、云南、贵州、重庆、广西、陕西、新疆等十个省份。主销区包括：北京、天津、上海、浙江、福建、广东、海南等七个省份。

如表 8 所示，农村人口老龄化前的系数在粮食主产区以及产销平衡区内仍显著为正，但在主销区内系数却并不显著，说明农村人口老龄化对农业高质量发展的影响存在显著的区域异质性。农村人口老龄化对农业高质量发展的正向影响在粮食主产区以及产销平衡区内依然存在。但通过对比系数大小可以发现，粮食主产区内农村人口老龄化对农业高质量发展的正向影响要强于产销平衡区内，而在主销区内，这一系数则并不显著。说明农村人口老龄化对农业高质量发展的正向影响在这三个地区内呈现出依次减弱的特征。出现这一结果的原因可能在于：这三个地区的农业高质量发展水平、发展条件以及发展潜能各不相同，具体来说，处在不同农业高质量发展水平下，农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应在农业高质量发展水平较高区域内表现更强。而由表 3 可知，粮食主产区农业高质量发展水平普遍要强于产销平衡区，而产销平衡区内农业高质量发展水平普遍强于主销区。

（七）门槛效应分析

为确定门槛模型的具体形式，本文分别以农业高质量发展水平（ad）、农业发展水平（ad）、环境条件（ec）、资源条件（rc）、经济条件（ecc）以及技术条件（tech）作为门槛变量。对单一门槛、双重门槛以及三重门槛模型进行估计，并采用 Bootstrap 自抽样法，抽样 300 次。结果见表 9。

表 9　门槛效应检验结果

门槛变量	门槛类型	F 值	P 值	临界值		
				10%	5%	1%
hd	单一门槛检验	108.36	0.0000	23.6456	28.0106	39.8758
	双重门槛检验	104.01	0.0000	24.5622	30.1472	42.4414
	三重门槛检验	72.83	0.4833	133.8894	150.2498	185.2853
ad	单一门槛检验	73.80	0.0000	20.4316	22.7251	32.7223
	双重门槛检验	51.55	0.0000	16.6129	20.4657	26.6273
	三重门槛检验	33.49	0.5833	58.9332	64.9332	78.7235
ec	单一门槛检验	76.46	0.0000	19.6395	23.1846	17.5951
	双重门槛检验	53.17	0.0000	16.6046	19.2255	31.6615
	三重门槛检验	16.26	0.7067	36.0545	39.3206	52.2487

续表9

门槛变量	门槛类型	F值	P值	临界值		
				10%	5%	1%
rc	单一门槛检验	42.73	0.0100	23.9791	28.6792	38.6435
	双重门槛检验	46.37	0.0033	19.3573	23.7960	33.8168
	三重门槛检验	37.69	0.5233	76.8194	84.9344	114.3776
ecc	单一门槛检验	52.28	0.0000	24.9083	28.4509	34.0852
	双重门槛检验	49.91	0.0000	23.4088	26.3602	34.1513
	三重门槛检验	29.53	0.3767	56.6038	70.0187	98.8516
tech	单一门槛检验	27.85	0.0667	24.6698	28.9372	38.7443
	双重门槛检验	24.82	0.0900	24.4135	28.2222	42.8829
	三重门槛检验	31.75	0.3433	50.7109	59.2004	71.2177

由表9门槛效应检验结果可知,本文所有门槛效应模型均只通过了单一门槛检验以及双重门槛检验,而未通过三重门槛检验。因此,本文门槛效应模型采用双重面板门槛模型,表10是基于双重面板门槛模型的回归估计结果。

由农业高质量发展水平(hd)作为门槛变量的模型估计结果可知,农村人口老龄化对农业高质量发展水平的促进效应确实会随着农业高质量发展水平的提高而增强,当农业高质量发展水平跨过其第一门槛值0.3783时,农村人口老龄化会对对农业高质量发展产生较为显著的正向影响,而当其发展水平跨过其第二门槛值0.4494时,农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应会有所增强。本文假说2得到验证。

通过观察以农业高质量发展五个子系统为门槛变量的实证检验结果可知,当各子系统水平跨过第一门槛值时,农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应会有所增强,而当这一数值跨过第二门槛值时,其促进效应会进一步得到增强。结合前文的实证检验结果可以推测:农村人口老龄化对农业高质量发展的门槛效应可能是各子系统"叠加"后的结果。

表10 门槛模型回归估计结果

门槛变量	门槛值 r_1	门槛值 r_2	$TH_{it} \leqslant r_1$	$r_1 < TH_{it} \leqslant r_2$	$r_2 < TH_{it}$	观测值
hd	0.3783	0.4494	-0.003(0.052)	0.245***(0.045)	0.416***(0.040)	510
ad	0.0073	0.0175	0.104***(0.057)	0.265***(0.049)	0.433***(0.043)	510
ec	0.1800	0.2013	0.219***(0.050)	0.402***(0.046)	0.560***(0.043)	510
rc	0.0642	0.0961	0.344***(0.049)	0.492***(0.045)	0.710***(0.055)	510
ecc	0.0701	0.1165	0.266***(0.050)	0.457***(0.044)	0.727***(0.054)	510
tech	0.0399	0.0523	0.209***(0.064)	0.345***(0.052)	0.468***(0.046)	510

四、结论与启示

基于2004—2020年中国大陆30个省市面板数据,在运用熵值法测算出我国农业高质量发展水平的基础上,通过动态面板和门槛效应模型对农村人口老龄化促进农业高质量发展的效果和机制进行了实证检验。主要结论如下:(1)基准回归分析表明,农村人口老龄化能够显著促进农业高质量发展水平的提高。这一结论在使用多种稳健性检验方法后依然成立。(2)分维度异质性分析表明,农村人口老龄化能够通过改善农业高质量发展中农业发展水平、资源条件、经济条件以及技术条件,进而促进农业高质量发展水平的提高,通过抑制环境条件的改善,进而阻碍农业高质量发展水平的提高。(3)区域异质性分析表明,农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应在粮食主产区内要强于产销平衡区内。而在主销区内,这一促进效应可能并不存在。(4)由门槛效应模型可知,农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应会随着农业高质量发展水平的提高而提高,具体为当农业高质量发展水平迈过第一个门槛值0.3783时,农村人口老龄化会对农业高质量发展的促进

作用显著，而当这一数值迈过第二个门槛值 0.4494 时，农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应会得到增强。通过将农业高质量发展的各子系统作为门槛变量代入模型后可以发现：农村人口老龄化对农业高质量发展的促进效应受各个子系统门槛效应的影响，且影响趋势与以农业高质量发展为门槛变量的影响趋势保持高度一致。基于上述结论，提出如下政策建议：

第一，充分利用农村人口老龄化对资源条件改善优势以及对技术进步的倒逼激励机制，鼓励以专业化、信息化的规模农业、效率农业的发展，推动农村地区土地规模适度经营，积极引导农业新技术、新要素的投入与使用。此外，在推动农业高质量发展过程中要注意保护生态环境，注重农业高质量发展实现长远可持续。

第二，深刻领悟高质量发展的时代内涵，积极推动农业高质量发展迈向新台阶，努力为实现农业高质量发展创造更为优越的政策环境以及更为坚实的物质基础。本文门槛效应检验结果表明：努力提高农业高质量发展水平，是积极有效应对农村人口老龄化，利用其促进农业高质量发展的有力措施。

第三，因地制宜制定、实施农业高质量发展规划方案，补齐和增强农业高质量发展的薄弱环节与薄弱地区。尽管 2004—2020 年我国 30 个省市农业高质量发展水平均取得了长远进步，且呈现出不可逆的喜人态势，但要注意到的是：相比于 2004 年，2020 年我国各省市农业高质量发展水平已出现较为明显的级差。农业高质量发展水平在省际之间差异呈现逐渐扩大趋势。

第四，在确保粮食主产区内农业高质量发展水平稳步向前的基础上，重点关注产销平衡区以及主销区内农业高质量发展水平的提高。尤其是经济发展相对较为落后、财政资金相对紧张的地区，充分利用好财政转移支付的靶向作用，调动一切有利于农业高质量发展水平提高的积极因素，努力为农业高质量发展提供更为友好的外部环境与内部条件。

参考文献：

[1]朱冬亮. 农民与土地渐行渐远——土地流转与“三权分置”制度实践[J]. 中国社会科学，2020(7)：123－144，207.
[2]陈锡文，陈昱阳，张建军. 中国农村人口老龄化对农业产出影响的量化研究[J]. 中国人口科学，2011(2)：39－46，111.
[3]何小勤. 农业劳动力老龄化研究——基于浙江省农村的调查[J]. 人口与经济，2013(2)：69－77.
[4]凌若愚，潘镇，刘艺园. 农村人口老龄化对土地流转影响的研究[J]. 现代经济探讨，2018(7)：41－44.
[5]蒋健，唐小平，李双双. 农村人口老龄化对农业全要素生产率的影响研究[J]. 中国农机化学报，2023(2)：230－240.
[6]魏佳朔，宋洪远. 农业劳动力老龄化影响了粮食全要素生产率吗？——基于农村固定观察点数据的分析验证[J]. 南京农业大学学报(社会科学版)，2022(4)：22－33.
[7]杨俊，杨钢桥，胡贤辉. 农业劳动力年龄对农户耕地利用效率的影响——来自不同经济发展水平地区的实证[J]. 资源科学，2011(9)：1691－1698.
[8]李俊鹏，冯中朝，吴清华. 农业劳动力老龄化与中国粮食生产——基于劳动增强型生产函数分析[J]. 农业技术经济，2018(8)：26－34.
[9]刘成坤. 农村人口老龄化与农业全要素生产率的区域异质性[J]. 华南农业大学学报(社会科学版)，2021(6)：46－55.
[10]林本喜，邓衡山. 农业劳动力老龄化对土地利用效率影响的实证分析——基于浙江省农村固定观察点数据[J]. 中国农村经济，2012(4)：15－25，46.
[11]匡远配，陈梅美. 农村人口老龄化对农业全要素生产率影响的实证分析[J]. 燕山大学学报(哲学社会科学版)，2015(1)：15－21.
[12]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.
[13]高维龙. 产业集聚驱动粮食高质量发展机制[J]. 华南农业大学学报(社会科学版)，2021(2)：80－94.
[14]刘忠宇，热孜燕·瓦卡斯. 中国农业高质量发展的地区差异及分布动态演进[J]. 数量经济技术经济研究，2021(6)：28－44.

[15]鲁钊阳,杜雨潼. 数字经济赋能农业高质量发展的实证研究[J]. 中国流通经济,2022(11):3-14.
[16]王晓鸿,赵晓菲. 农业高质量发展水平测度与空间耦合度分析[J]. 统计与决策,2021(24):106-110.
[17]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.
[18]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.
[19]黎新伍,徐书彬. 基于新发展理念的农业高质量发展水平测度及其空间分布特征研究[J]. 江西财经大学学报,2020(6):78-94.
[20]马红坤,曹原. 小农格局下的中国农业高质量发展:理论阐述与国际镜鉴[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2023(1):12-22.
[21]张维刚,欧阳建勇. 财政纵向失衡、公共财政支农偏向与农业高质量发展[J]. 当代财经,2023(3):41-54.
[22]杨念,王蔚宇. 农业高质量发展评价指标体系构建与测度[J]. 统计与决策,2022(19):26-30.
[23]姬志恒. 中国农业农村高质量发展的空间差异及驱动机制[J]. 数量经济技术经济研究,2021(12):25-44.
[24]张红丽,李洁艳. 农业技术进步、农村劳动力转移与城乡收入差距——基于农业劳动生产率的分组研究[J]. 华东经济管理,2020(1):67-75.
[25]HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing and inference[J]. Journal of Econometrics,1999(2):345-368.
[26]杜维娜,陈瑶,李思潇,等. 老龄化、社会资本与农户化肥减量施用行为[J]. 中国农业资源与区划,2021(3):131-140.
[27]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.

Impact of Rural Population Aging on High-Quality Agricultural Development

TANG Xiao-ping[1], JIANG Jian[1,2]

(1. *School of Economics*, *Guizhou University*, *Guiyang* 550025, *China*;
2. *School of Business Administration*, *Zhongnan University of Economics and Law*, *Wuhan* 430073, *China*)

Abstract: Based on the panel data of 30 provinces and cities in Chinese Mainland from 2004 to 2020, the level of high-quality agricultural development is measured using the entropy method, this paper empirically tested the effect and mechanism of rural population aging on high-quality agricultural development through dynamic panel and threshold effect models. The research results show that the aging of rural population can significantly improve the level of high-quality agricultural development, and its promotion effect is stronger in the main grain-producing areas than that in the balanced areas of production and marketing; while in the main grain-selling areas, this promotion effect is not significant. Analysis made on the heterogeneity of agricultural high-quality development found that this effect is achieved through improving the agricultural development level, resource conditions, economic conditions and technical conditions in high-quality agricultural development, while it hinders the improvement of agricultural high-quality development level by inhibiting the improvement of environmental conditions. Finally, test results of the threshold effect show that the promotion effect of rural population aging on agricultural high-quality development will be further enhanced with the improvement of agricultural high-quality development level.

Key Words: aging of rural population; high quality development of agriculture; main grain producing areas; production and sales balance zone; main sales area