

农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳的影响： 以保护性耕作和优质种子为例

魏佳朔¹, 高 鸣²

(1. 中国农业大学国家农业农村发展研究院, 北京 100083;

2. 农业农村部农村经济研究中心, 北京 100810)

摘 要: 聚焦耕地和种子这两个保障国家粮食安全的关键因素, 利用全国农村固定观察点的农户调查数据, 以小麦和玉米两种作物、保护性耕作和优质种子两类技术为例, 实证检验农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳的影响。研究发现, 农业劳动力老龄化对小麦种植户采纳保护性耕作和优质种子、玉米种植户采纳保护性耕作存在显著的负面影响; 前述负面影响在大规模、主产区的小麦和玉米种植户中更大; 村内农户类型的社会化服务主体能够缓解老龄化对技术采纳的部分负面影响, 但合作社类型的社会化服务主体未能发挥显著的缓解作用, 存在与老年农业劳动力联结不紧密的情况。在此基础上, 从畅通农地流转渠道、加强新型技术推广、推动农业社会化服务高质量发展等方面提出政策建议。

关键词: 农业劳动力老龄化; 粮食; 保护性耕作; 种子; 技术进步

中图分类号: F323.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-0566(2023)12-0049-10

Effect of aging agricultural labor force on technology adoption of grain farmers: Taking conservation tillage and high quality seed as examples

WEI Jiashuo¹, GAO Ming²

(1. National Agricultural and Rural Development Research Institute, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Research Center for Rural Economy, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100810, China)

Abstract: Focusing on land and seed, two key points to ensure grain security, using household survey data from fixed observation points in rural areas across the country, taking wheat and corn crops, conservation tillage and high-quality seed technologies as examples, this paper empirically tested the influence of agricultural labor aging on the technology adoption of grain farmers. The study found that aging of the agricultural labor force has a significant negative impact on the adoption of conservation tillage and high quality seeds by wheat farmers and conservation tillage by corn farmers. The negative effects are greater among wheat and corn farmers who are large or located in major producing areas. The rural household type of social service subjects can alleviate part of the negative impact of aging on technology adoption, but the cooperative type of social service subjects can not play a significant role in alleviating the situation, and there is a lack of close connection with the elderly agricultural labor force. On this basis, policy suggestions are made in terms of

收稿日期: 2023-04-25 修回日期: 2023-08-10

基金项目: 国家社会科学基金项目“农村集体经济促进共同富裕的路径选择与政策优化研究”(22BJY218)。

作者简介: 魏佳朔(1996—), 男, 河北安平人, 中国农业大学经济管理学院博士生, 研究方向为农业经济理论与政策。通信作者: 高鸣。

unblocking agricultural land transfer channels, strengthening the application of new technology promotion, and promoting high-quality development of agricultural socialized services.

Key words: aging agricultural labor force; grain; conservation tillage; seed; technological progress

党的二十大报告提出加快建设农业强国的重大决策部署,2022 年中央农村工作会议明确指出“保障粮食和重要农产品稳定安全供给始终是建设农业强国的头等大事”“要依靠科技和改革双轮驱动加快建设农业强国”,2023 年中央一号对抓紧抓好粮食和重要农产品稳产保供作出部署安排,提升粮食产能仍然是保障国家粮食安全的首要任务。到 2022 年,中国的粮食总产量实现“十九连丰”,连续 8 年保持在 1.3 万亿斤(1 kg = 2 斤)以上。但值得注意的是,在实现粮食持续稳产的同时,中国粮食总产量的增速有所减缓,呈现高水平徘徊的特征。从单位面积产量的增速来看,“十二五”时期全国粮食单位面积产量的年均增长率为 2.11%,而“十三五”时期为 0.64%，“十四五”前期(2021—2022 年)为 0.60%。这意味着,继续实现粮食稳产增产要更多依靠科技创新与技术进步。

2020 年中国的农业科技进步贡献率达到 60%,但同世界先进水平相比仍有一定差距,特别是还存在科技成果与实际生产应用衔接不紧密的问题^[1]。与此同时,在中国的粮食生产经营体系中,作为主力军的小农户正呈现出快速老龄化的趋势^[2]。相比中青年农业劳动力,老年劳动力接受新知识、新技术的能力偏弱,劳动技能提高难度大,可能会影响粮食新品种和配套耕作技术推广应用,制约粮食生产技术进步。在此背景下,值得思考的是,聚焦耕地和种子这两个保障国家粮食安全的关键因素,农业劳动力老龄化是否会阻碍种粮农户采纳新型技术?这一影响在不同粮食作物的种植户中、不同类型的技术采纳上有何差异?若存在负面影响,如何采用有效措施积极应对?回答好以上问题,对全方位夯实粮食安全根基,充分发挥科技驱动农业强国建设的潜力具有重要意义。

围绕农户技术采纳的影响因素,现有文献进行了一定的分析讨论。其中,不少研究将年龄作

为可能的影响因素之一进行了实证分析,但在研究结论上尚未达成共识^[3-4]。值得注意的是,年龄增长不等同于老龄化;对于中青年而言,尽管其年龄不断增长,但仍未达到 60 岁或 65 岁的老年人标准,并不涉及老龄化问题。少部分文献聚焦农业劳动力老龄化与农户技术采纳之间的关系进行了探讨,但得出的结论也未达成共识。一部分研究认为,年龄较大农民的文化程度相对较低,加之学习能力下降以及风险态度趋于保守,农业劳动力老龄化会显著降低农户采用绿色生产技术的概率^[5-7]。但也有部分研究认为,农业劳动力老龄化通过发挥要素替代效应,加之年长的农民有更多的务农经验,能够起到促进农户采纳新型技术的作用^[8]。还有研究的结论显示,在劳动力供给不足和土地资源供给紧张背景下,中青年农户、老年农户的技术选择趋于相同^[9]。

综上所述,已有文献围绕农业劳动力老龄化对农户技术采纳的影响尚未达成共识,并且仍有改进空间。第一,在研究内容上,已有文献更多关注农户整体或某一类粮食作物种植户的技术采纳,缺少对不同种粮农户、不同类型技术之间的比较分析。第二,在研究数据上,已有文献主要使用部分省份、部分区域的调研数据进行实证分析,得出研究结论的推广性可能不强。第三,在研究设计上,已有文献在因果关系的识别上还有待改进。已有文献往往基于户主年龄来设定老龄化变量,这样的做法在一定程度上脱离了户主可能并不务农的实际情况。并且,农业劳动力老龄化既是劳动力年龄增长的结果,也是中青年劳动力退出农业生产的结果,需要正视与解决其中的内生性问题。对此,本文将采用 2019—2020 年全国农村固定调查点的农户调查数据,聚焦耕地和种子这两个保障国家粮食安全的关键因素,以小麦和玉米两种粮食作物的种植户为样本,以保护性耕作和优质种子两类技术为例,在解决内生性问题

的基础上,实证分析农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳的整体影响、效应差异和应对策略等。

一、理论分析

农户的技术采纳是包含了从认知、评估到决策的全过程。这一全过程中,不同年龄农业劳动力的差异化学习能力、风险态度会影响农户对于技术的了解认知、风险评估,进而影响其采纳决策^[10]。本文具体从了解认知、风险评估这两个方面分析农业劳动力老龄化对农户技术采纳的作用机制和影响效果。

在对于新型技术的了解认知阶段,相比中青年农业劳动力,老年农业劳动力的受教育程度更低,对于新型技术的认知和理解能力相对较弱。老年农业劳动力获取有关技术信息的来源更多是依靠亲朋好友之间的口口相传,凭借自身能力收集和了解各类新型技术的能力较弱^[11]。特别是在信息数字化的背景下,老年农业劳动力还面临一定的“数字鸿沟”,通过互联网等渠道接触到各类新知识新技术的难度更大。相比之下,中青年农业劳动力的学习能力更强,与外界的联系更为密切,更有机会接触到各类新型技术、耕作方式等。因此,从对于新型技术了解认知的角度来看,农业劳动力老龄化不利于农户采纳新型技术。

即便不同农户对于新型技术的了解认知不存在显著差别,在对于新型技术的风险评估阶段,农业劳动力老龄化也会带来一定的影响。理论上,在经营规模一定的情况下,农户可能并非完全使用新技术替代旧技术,而是部分采用新型技术、部分沿用传统技术。假设农户是遵循利润最大化原则的理性人,其采纳新型技术的前提是采用该项技术预期带来的整体利润增长。一方面,意味着采用新型技术带来的边际收益大于其边际成本;另一方面,意味着新型技术的边际收益大于传统技术条件下的边际收益。

在考虑新旧两种技术共存的情况下,基于已有经典模型^[12-13],本文构建种粮农户在技术采纳决策之前的预期利润函数如式(1)所示。

$$\pi = pf'(X')e(I)m + pf(X)n - c'(X')m -$$

$$c(X)n \quad (1)$$

式中, π 表示亩均利润; p 表示粮食价格。由于本文关注的是作为大宗农产品的粮食作物,因此将农户在技术采纳前后的产品价格视为相同。 $f(\cdot)$ 、 $f'(\cdot)$ 分别表示农户在传统技术、新型技术条件下的生产函数; X 、 X' 分别表示农户在传统技术、新型技术条件的要素投入组合,主要包括亩均劳动与资本投入。 $e(I)$ 表示农户采纳新型技术的主观风险函数, I 包含了农户的一系列禀赋条件。 $c(\cdot)$ 、 $c'(\cdot)$ 分别表示农户在传统技术、新型技术条件下的亩均成本支出。 m 、 n 分别表示种粮农户使用新型技术和传统技术条件下的相对经营规模,有 $m+n=1$ 。将 $n=1-m$ 代入到式(1)中,可以得到式(2)如下:

$$\pi = pf'(X')e(I)m + pf(X)(1-m) - c'(X')m - c(X)(1-m) \quad (2)$$

在式(2)中,若 $m=0$,表示种粮农户未在生产中采用新型技术;若 $m>0$,则表示种粮农户在生产中采用了新型技术。依据前文的分析,在农户共同使用新旧两种技术的条件下,采用新型技术的边际收益大于0则意味着应有式(3):

$$\frac{\partial \pi}{\partial m} = pf'(X')e(I) - pf(X) - c'(X') + c(X) > 0 \quad (3)$$

对式(3)进行变形可以得到式(4)如下:

$$e(I) > \frac{pf(X) + c'(X') - c(X)}{pf'(X')} \quad (4)$$

由此可知,农户采纳新型技术的决策可以理解为等式左侧主观风险态度 $e(I)$ 与等式右侧客观风险程度的比较。若农户的主观风险态度大于采纳新型技术之后客观的风险程度,则农户会选择采纳新型技术,否则不会采纳。

而在农户的主观风险态度 $e(I)$ 中,年龄是重要因素之一。由于中青年农业劳动力的收入来源更加多样、收入水平更高,更容易呈现出风险偏好的态度,因此 $e(I)$ 更大并且高于采纳新型技术的客观风险,农户越有可能采纳新型技术。随着年龄的增长,特别是对于老年农业劳动力而言,其收

入来源相对单一、收入水平较低,农户的主观风险态度趋于保守,则可能会更加依赖自己的传统知识体系^[14]。在此情况下, $e(I)$ 更小并且会低于采纳新型技术的客观风险,因此不利于农户采纳新型技术。因此,从对于新型技术的风险评估来看,农业劳动力老龄化不利于种粮农户的技术采纳。

同时,以上影响效果可能会在不同粮食作物之间、不同类型技术之间存在差异。如在劳动投入上,玉米的劳动投入需求较大、小麦较小;在机械化水平上,小麦的机械化水平较高、玉米较低。对于不同类型技术而言,保护性耕作涉及对于耕地的投入管理,需要配套的机械投入,也需要农业劳动力掌握一定的农技农艺。相比之下,优质种子更多强调品种的更新,除必要的种子费用之外,对其他劳动与资本的投入需求较少。因此,不同作物种粮农户的不同类型技术采纳行为也可能会对农业劳动力老龄化存在差异化的响应。

综合上述分析,本文认为,农业劳动力老龄化不利于种粮农户采纳新型技术。这一负面影响可能会在不同粮食作物的种植户之间、不同类型的技术采纳之间存在差异。

二、研究设计

(一)数据来源

本文实证分析使用的农户数据来自农业农村部全国农村固定观察点。其中的农户家庭调查包含了农户生产粮食作物的播种面积、种子等生产资料和服务支出等详细情况,每个家庭成员的年龄信息、就业信息等均有详实的记载。特别是在 2019 年及之后,全国农村固定观察点丰富了对于保护性耕作面积、种子用量等情况的调查,这为探究农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳的影响提供了可靠的数据支撑。

本文主要关注小麦、玉米这两类粮食作物。这是因为,在小麦、稻谷、玉米这 3 类主粮中,稻谷的种类较多,包括早籼稻、中籼稻、晚籼稻、粳稻等,不同类型稻谷的投入产出情况、新型技术的供给情况存在较大差异。小麦和玉米同样是主粮作物,并且二者轮作的情况较为普遍,同时选择两类

作物进行研究兼具代表性和可比性。因此,本文使用 2019—2020 年小麦、玉米种植户的样本数据,探究农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳的影响。

(二)模型设定

本文关注的核心内容是农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳行为的影响,因此主要采用 Probit 模型进行回归估计。由于农业劳动力的老龄化程度在短期内(样本涉及的时期数仅有 2 年)的变化较小。在此情况下,如果对农户层面的个体固定效应进行控制,则会有多数的老龄化变量被纳入到农户的个体固定效应当中,无法得到有效的估计结果。因此,本文主要控制了农户所在省份的固定效应以及年份的固定效应。模型设定如式(5)所示。

$$Prob(Adoption_{ijt} = 1) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 old_{ijt} + \beta_2 Z_{ijt} + \theta_j + \eta_t + \varepsilon_{ijt}) \quad (5)$$

式中, $Adoption_{ijt}$ 表示位于 j 省(直辖市、自治区)的农户 i 在 t 年份的技术采用情况; old_{ijt} 表示农户层面的农业劳动力老龄化情况; Z_{ijt} 表示其他一系列可能影响农户技术采纳决策的控制变量; θ_j 表示省份固定效应; η_t 表示年份固定效应; ε_{ijt} 是随机扰动项。本文关注的核心是待估计参数 β_1 。若 β_1 在统计学意义上显著小于 0,则表示农业劳动力老龄化不利于农户采纳新型技术。

识别农业劳动力老龄化和技术采纳之间的因果关系,还面临着互为因果、遗漏变量等原因带来的内生性问题。这是因为,农业劳动力老龄化不仅仅是劳动力年龄增长的结果,还是农户家庭成员分工的结果,并不是完全外生的。此外,可能存在遗漏变量会同时影响农户的农业劳动力老龄化程度与技术采纳行为。对此,参考已有研究的做法^[15],本文使用常住家中的 16 岁以下未成年人数量作为农业劳动力老龄化的工具变量,使用 IV - Probit 模型来进行实证分析。

(三)变量选择

(1)被解释变量。耕地和种子是保障国家粮食安全的两个关键因素,本文主要关注以下技术措施:第一,在耕地上,主要关注种粮农户是否采

用保护性耕作。若当年农户在小麦(玉米)生产中采用保护性耕作的面积大于0,则表明农户当年采用了保护性耕作并赋值为1,否则赋值为0。第二,在种子上,主要关注种粮农户是否采用优质种子。本文参考已有研究的做法^[16],通过小麦(玉米)种植户每亩种子用量与全省每亩种子用量的比较,判断农户是否采用优质种子,若采用则赋值为1,否则赋值为0。《全国农产品成本收益资料汇编》的数据显示,2010—2020年,小麦每亩种子用量增长了14.39%、玉米每亩种子用量减少了21.22%,这反映了两类粮食作物的种业技术进步方向。因此,若小麦(玉米)种植户的亩均种子用量大于(小于)《全国农产品成本收益资料汇编》公布的全省亩均种子用量,则认为农户采用了优质种子,否则认为未采用。

(2)核心解释变量。参考中国第三次农业普查的做法,本文将在本乡镇范围内参与农业时间大于等于30日的家庭成员界定为农业劳动力;对于部分务农时间缺失的家庭成员样本,若其自我

评价的职业为“在家务农”则同样界定为农业劳动力。结合农户家庭经营中农业劳动力人数总量较少的特征,主要使用种粮农户是否为老年农户这一虚拟变量作为反映农业劳动力老龄化的代理变量。参考已有研究的做法^[15],本文将家中农业劳动力全部是老年人(≥ 65 岁)的农户界定为老年农户并赋值为1,否则赋值为0,视为非老年农户。

(3)控制变量。农业劳动力的文化素质、务农经验同样可能会影响农户的技术采纳行为,因此以农业劳动力接受农业培训的情况、平均受教育年限和平均务农年限作为控制变量。同时,以小麦、玉米各自的经营规模和农业社会化服务采用情况作为控制变量。信息化同样可能影响种粮农户的技术采纳行为,本文以农户家庭是否接入互联网作为代理变量。除此之外,本文还选择以农户家中农业补贴收入占总收入的比重、养老金收入占总收入的比重、人均收入水平作为控制变量。主要变量的赋值方法和基本统计特征如表1所示。

表1 变量的赋值方法和均值、标准差

变量名称	赋值方法	小麦		玉米	
		均值	标准差	均值	标准差
采用保护性耕作	是否采用保护性耕作:是=1,否=0	0.436	0.496	0.211	0.408
采用优质种子	是否采用优质种子:是=1,否=0	0.509	0.500	0.523	0.499
老龄化	农业劳动力是否全部为老年人(≥ 65 岁):是=1,否=0	0.227	0.419	0.186	0.389
农业培训	是否有农业劳动力在近3年内接受过农业培训:是=1,否=0	0.176	0.381	0.184	0.388
文化程度	全部农业劳动力平均受教育年限(年)的自然对数	2.025	0.334	2.034	0.318
务农年限	全部农业劳动力自2016年起平均务农年限(年)的自然对数	1.025	0.712	1.066	0.707
社会化服务	亩均机械租赁支出(元/亩)的自然对数	4.021	1.690	2.439	2.229
经营规模	播种面积(亩)的自然对数	1.365	0.875	1.447	1.321
互联网	是否接入无线宽带或手机移动互联网:是=1,否=0	0.249	0.433	0.234	0.423
农业补贴收入	农业补贴收入占总收入的比重(%)	1.360	1.594	1.524	1.760
养老金收入	养老金收入占总收入的比重(%)	5.710	12.376	5.655	12.777
人均收入	总收入与常住人口数之比(元/人)的自然对数	9.698	0.604	9.766	0.620

三、实证分析

(一)基准回归估计

本文分别选择小麦、玉米种植户是否采用保护性耕作、优质种子作为被解释变量,使用IV-Probit模型进行回归估计,工具变量为常住家中的16岁及以下未成年人数量。在回归估计中,本文控制了农户所在省份的固定效应和年份的固定效

应。回归结果如表2所示,农业劳动力老龄化不利于种粮农户采用保护性耕作,这在小麦、玉米两种作物中都是显著的;对于优质种子而言,农业劳动力老龄化不利于小麦种植户采纳优质种子,但对于玉米种植户而言则不显著。整体来看,农业劳动力老龄化对种粮农户的技术采纳行为存在一定的负面影响。

表 2 农业劳动力老龄化影响种粮农户技术采纳的回归结果

变量	采用保护性耕作		采用优质种子	
	小麦	玉米	小麦	玉米
第二阶段				
老龄化	-2.071 *** (0.339)	-1.889 *** (0.284)	-2.009 *** (0.390)	0.097 (0.550)
第一阶段				
未成年人数量	-0.031 *** (0.008)	-0.041 *** (0.006)	-0.030 *** (0.009)	-0.039 *** (0.005)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	4 427	10 780	4 210	11 548
Wald χ^2 检验	11.300 ***	22.140 ***	8.766 ***	0.010

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 上有统计学意义；括号内是聚类到农户的稳健标准误。下同。

对于保护性耕作而言,农户采用保护性耕作意味着要对耕地进行更多的劳动与资本投入。相比中青年农业劳动力,老年农业劳动力的劳动能力减弱、收入来源有限且收入水平下降,导致其在粮食生产中采用保护性耕作技术的概率下降。并且,保护性耕作涉及对于耕地的投入,现实中不少种粮农户采用“小麦—玉米”的轮作方式,在一种粮食作物生产中采用保护性耕作技术也会提高农户在轮作作物生产中采用这一技术的概率。因此,农业劳动力老龄化同时降低了小麦、玉米种植户采用保护性耕作技术的概率。

但对于优质种子而言,农业劳动力老龄化对小麦、玉米种植户的影响存在差异。其中的原因可能在于,小麦和玉米种业技术的发展模式和方向有所不同。对于小麦而言,其种业发展呈现出种子价格和种子用量“双增长”的模式。数据显示,2010—2020 年小麦种植户的亩均种子用量增长了 14.39%、种子价格增长了 43.66%、亩均种子费用增长了 64.33%。同期,玉米种植户的亩均种子用量减少了 21.22%、种子价格增长了 80.35%、亩均种子费用增长了 42.07%。相比之下,小麦种业技术发展给种粮农户带来的成本负担较大。并且,从种业技术创新的情况来看,小麦新品种的供给数量明显少于玉米的新品种^[17]。因此,农业劳动力老龄化显著降低了小麦种植户采用优质种子的概率,但未对玉米种植户的优质种子采纳行为产生负面影响。

从 IV-Probit 模型第一阶段的回归结果来看,农户家中未成年人数量和农业劳动力老龄化之间呈现出显著的负相关关系,该工具变量满足相关性条件。出于照料未成年子女考虑,农户家中的一部分中青年家庭成员会选择在本地进行非农就业,这也使他们在一定程度上参与到农业生产中,缓解了农业劳动力老龄化问题。针对工具变量的外生性条件(排他性约束),参考已有研究的经典做法^[18-19],本文进一步在回归中控制了亩均劳动投入、生活消费支出、生产经营支出这 3 个与常住家中未成年人数量以及技术采纳行为二者都相关的变量,以此尽可能“阻断”工具变量影响技术采纳行为的其他路径。若工具变量不满足排他性约束条件,即工具变量与遗漏变量相关,回归结果会产生较大变化。表 3 的回归结果显示,在新增控制变量之后,农业劳动力老龄化的回归系数、显著程度并未发生明显变化。综合以上分析,本文使用常住家中的未成年人数量作为农业劳动力老龄化的工具变量是可靠的。

表 3 对工具变量排他性约束的检验

变量	采用保护性耕作		采用优质种子	
	小麦	玉米	小麦	玉米
第二阶段				
老龄化	-2.057 *** (0.379)	-1.952 *** (0.357)	-2.051 *** (0.403)	-0.025 (0.752)
第一阶段				
未成年人数量	-0.028 *** (0.008)	-0.031 *** (0.006)	-0.028 *** (0.009)	-0.029 *** (0.005)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
亩均劳动投入	是	是	是	是
生活消费支出	是	是	是	是
生产经营支出	是	是	是	是
观测值	4 427	10 780	4 210	11 548
Wald χ^2 检验	9.183 ***	13.970 ***	7.950 ***	0.008

(二) 稳健性检验

(1) 更换核心解释变量进行稳健性检验。首先,以家中全部农业劳动力的平均年龄是否大于等于 65 岁为依据,界定老年农户进行稳健性检验。若农户家中全部农业劳动力的平均年龄大于等于 65 岁则赋值为 1,否则赋值为 0。其次,农户家中虽然有多个农业劳动力,但农业生产经营决策可能是由一人完成的。对此,本文将务农时间最长

的农业劳动力视为农业生产经营的决策者,分析其老龄化对种粮农户技术采纳的影响。具体而言,若决策者的年龄在 65 岁及以上则赋值为 1,否则赋值为 0。回归结果如表 4 所示,在更换核心解释变量之后,农业劳动力老龄化对小麦、玉米种植户的保护性耕作采纳行为仍存在显著的负面影响,农业劳动力老龄化对小麦种植户的优质种子采纳行为存在显著的负面影响,这和前述研究结论一致。

(2)更换实证模型进行稳健性检验。本部分以小麦、玉米种植户采用保护性耕作的面积占比(保护性耕作面积/播种面积)、亩均种子用量的自然对数这两个连续型变量作为被解释变量,使用两阶段最小二乘法进行稳健性检验。同时,将小麦、玉米种植户采纳以上两个技术的数量作为被解释变量,使用工具变量法下的有序 Probit 模型进行回归。工具变量、控制变量和固定效应和前文一致。如表 5 所示,农业劳动力老龄化会显著降低小麦、玉米种植户采用保护性耕作的面积占比,显著减少小麦种植户的亩均种子用量,这与前文的研究结论一致。有序 Probit 模型的回归结果也显示,农业劳动力老龄化会显著减少小麦、玉米种植户采纳新型技术的数量。比较来看,农业劳动力老龄化对小麦种植户技术采纳数量的负面影响大于其对玉米种植户的负面影响,符合前文基本结论。

表 4 更换核心解释变量的稳健性检验结果

变量	采用保护性耕作		采用优质种子	
	小麦	玉米	小麦	玉米
Panel A:稳健性检验 I				
平均年龄(65)	-1.996 *** (0.337)	-1.751 *** (0.278)	-1.923 *** (0.389)	0.087 (0.482)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	4 427	10 780	4 210	11 548
Wald χ^2 检验	10.890 ***	21.590 ***	8.686 ***	0.026
Panel B:稳健性检验 II				
决策者年龄(65)	-2.317 *** (0.239)	-1.890 *** (0.291)	-2.279 *** (0.252)	-0.140 (0.624)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	4 101	10 368	3 895	11 128
Wald χ^2 检验	7.134 *	16.540 ***	6.645 ***	0.062

表 5 更换实证模型的稳健性检验结果

变量	保护性耕作面积占比		亩均种子用量		采纳技术数量	
	小麦	玉米	小麦	玉米	小麦	玉米
老龄化	-1.177 ** (0.480)	-0.729 *** (0.192)	-1.175 *** (0.436)	-0.383 (0.260)	-1.305 *** (0.222)	-0.805 *** (0.242)
控制变量和固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	4 629	11 577	4 298	10 752	4 212	11 548
不可识别检验	12.943 ***	52.768 ***	12.103 ***	51.058 ***	-	-
弱工具变量检验	17.106	65.684	15.860	62.582	-	-

注:不可识别检验展示的是 Kleibergen - Paap rk LM 统计量,弱工具变量展示的是 Cragg - Donald Wald F 统计量。下同。

(三)异质性分析

在明确了农业劳动力老龄化对小麦和玉米种植户采用保护性耕作、优质种子的整体影响后,值得关注的是,这一负面影响在哪些情况下将会更加明显?对此,本部分主要对种粮农户的经营规模和所在地区进行分组估计,进一步识别农业劳动力老龄化带来的影响。

首先,本部分以小麦、玉米种植户的播种面积为依据,划分了小规模(小于 $\frac{1}{3}$ 公顷)和大规模(大于等于 $\frac{1}{3}$ 公顷)两个组别进行分组回归估计。结果如表 6 所示,对于大规模的小麦、玉米种植户而言,农业劳动力老龄化对采纳保护性耕作的负面影响更大;对于大规模的小麦种植户而言,农业劳动力老龄化对采纳优质种子的负面影响更大。其中的原因可能在于,在经营规模较大的情况下,农户采用各类新型技术面临的成本和风险也越大,加剧了老龄化对于技术采纳的负面影响。这意味着,应对农业劳动力老龄化负面影响的可能方案之一是要加快推动农地流转市场发展,让有意愿退出粮食或农业生产的老年农户能够顺利实现农地流转。

表 6 不同经营规模下的异质性分析结果

变量	采用保护性耕作		采用优质种子	
	小麦	玉米	小麦	玉米
Panel A:小规模				
老龄化	-1.835 *** (0.529)	-0.678 (0.851)	-2.296 *** (0.266)	-1.026 (0.729)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	2 404	5 688	2 241	6 130
Wald χ^2 检验	5.256 **	0.908	11.23 ***	1.613
Panel B:大规模				
老龄化	-2.800 *** (0.207)	-1.789 ** (0.712)	-2.501 * (1.377)	0.955 (0.988)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	1 966	5 038	1 969	5 417
Wald χ^2 检验	1.847	4.216 **	0.407	0.743

此外,本部分区分了小麦、玉米的主产区和非主产区,分组估计了农业劳动力老龄化的影响(见表7)。其中,小麦主产区包括:黄淮海产区(河北、江苏、安徽、山东、河南)和西北产区(陕西、甘肃、新疆),这些省份的小麦产量占全国小麦总产量的比重接近85%;玉米主产区包括:东北产区(内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江)和黄淮海产区(河北、安徽、山东、河南),这些省份的玉米产量占全国玉米总产量的比重接近70%。

结果显示,在小麦主产区中,农业劳动力老龄化对小麦种植户采纳保护性耕作、优质种子的负面影响更大;在玉米主产区中,农业劳动力老龄化对玉米种植户采纳保护性耕作的负面影响更大。在小麦和玉米的非主产区,农业劳动力老龄化均未显著影响种粮农户的技术采纳行为。其中的原因可能在于,非主产区在经济发展水平、地方财政实力上更有优势,并且种粮农户的数量相对较少,基层政府、农村集体经济组织所开展的农业技术推广活动能够比较有效地覆盖种粮农户,老年农业劳动力接触与采纳新型技术面临的信息壁垒与成本约束相对较小。

表7 不同粮食产区的异质性分析结果

变量	采用保护性耕作		采用优质种子	
	小麦	玉米	小麦	玉米
Panel A:主产区				
老龄化	-2.325 *** (0.356)	-2.209 *** (0.323)	-2.334 *** (0.353)	0.531 (0.805)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	3 563	5 941	3 563	5 941
Wald χ^2 检验	6.901 ***	16.370 ***	6.975 ***	0.277
Panel B:非主产区				
老龄化	-1.235 (1.263)	0.208 (1.037)	-0.229 (1.988)	0.161 (0.900)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	864	4 839	647	5 607
Wald χ^2 检验	0.693	0.002	0.003	0.043

(四) 农业社会化服务的调节效应分析

理论上,农业社会化服务是促进技术推广的重要路径之一^[20-21]。在这一部分中,本文重点分析村庄中各类提供社会化服务的主体在农业劳动力老龄化和种粮农户技术采纳之间的调节效应。具体而言,参考农业农村部印发《关于加快发展农

业社会化服务的指导意见》中的主要任务,主要关注两类主体:一类是提供社会化服务的农民合作社,另一类是提供社会化服务的农户。若农户所在村庄内有至少一个提供农业社会化服务的农民合作社(农户),则将调节变量赋值为1,否则赋值为0。考虑到保护性耕作与农业机械作业密切相关,本部分在对于保护性耕作的分析中,主要关注提供耕、种、防、收环节机械服务的主体。在对于优质种子的分析中,主要关注村内提供种子等农资供应的社会化服务主体。在模型设定上,农业劳动力老龄化的工具变量与前文相同,交互项的工具变量为常住家中的16岁以下未成年人数量和调节变量的乘积。具体的回归结果如表8、表9所示。

表8 农业社会化服务在老龄化影响保护性耕作采纳中的调节效应分析

变量	小麦—采用保护性耕作		玉米—采用保护性耕作	
老龄化	-1.998 *** (0.442)	-2.583 *** (0.466)	-1.664 *** (0.351)	-1.754 *** (0.363)
老龄化×机械服务(合作社)	-0.103 (0.770)	-	-1.373 (1.240)	-
机械服务(合作社)	0.517 ** (0.258)	-	0.662 *** (0.235)	-
老龄化×机械服务(农户)	-	1.232 ** (0.622)	-	-0.385 (0.691)
机械服务(农户)	-	-0.361 *** (0.137)	-	0.076 (0.136)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	4 427	4 427	10 780	10 780
Wald χ^2 检验	11.240 ***	13.610 ***	23.860 ***	23.290 ***

表9 农业社会化服务在老龄化影响优质种子采纳中的调节效应分析

变量	小麦—采用优质种子		玉米—采用优质种子	
老龄化	-1.694 *** (0.554)	-1.390 * (0.774)	-0.119 (0.546)	-0.265 (0.623)
老龄化×农资服务(合作社)	-0.594 (0.878)	-	1.951 * (1.081)	-
农资服务(合作社)	0.394 * (0.223)	-	-0.295 (0.184)	-
老龄化×农资服务(农户)	-	-1.041 (0.809)	-	1.181 * (0.623)
农资服务(农户)	-	0.162 (0.194)	-	-0.542 *** (0.116)
控制变量和固定效应	是	是	是	是
观测值	4 210	4 210	11 548	11 548
Wald χ^2 检验	8.368 **	21.64 ***	2.868	3.388

结果显示,合作社类型的机械服务主体能够

显著促进种粮农户采用保护性耕作,但与老龄化交互项的回归结果不显著,这表明提供机械服务的合作社与老年农户的联结不够紧密、带动作用不明显。农户类型的机械服务主体能够显著缓解老龄化对小麦种植户采用保护性耕作的负面影响。其中的原因可能在于,合作社类型的社会化服务主体数量更少,并且在提供服务时会优先偏向合作社社员;农户类型的机械服务主体在数量上更多,相应的服务价格和服务门槛更低,与老年农业劳动力的联结更加普遍与紧密。当前,玉米生产的机械化程度比小麦更低,为玉米种植户提供机械服务的农户数量也要少于小麦。因此,农户类型的机械服务主体未能显著缓解老龄化对玉米种植户采用保护性耕作的负面影响。

如表9所示,合作社类型的农资服务主体虽然能够显著促进小麦种植户采纳优质种子,但其与老龄化的交互项不显著,表明提供农资服务的合作社与老年农业劳动力存在联结不紧密的情况。农户类型的服务主体未能显著发挥促进小麦种植户采用优质种子以及带动老年农户的作用。这意味着,农户类型服务主体自身的素质能力有待提高,在其本身采用较少甚至尚未采纳新型技术的情况下,难以通过社会化服务的方式进行推广应用。

(五)进一步分析

进一步地,本部分将种粮农户的技术采纳“行为”和技术进步的“结果”相统一^[17],试图回答验证农业劳动力老龄化是否会阻碍农户的技术采纳行为进而减缓其技术进步。本部分回归估计采用两阶段最小二乘模型;参考已有文献的做法^[15],使用以固定效应法测算得到的粮食全要素生产率增长率作为技术进步的代理变量;工具变量、控制变量和固定效应与前文相同,回归结果如表10所示。

结果显示,农业劳动力老龄化会显著减缓小麦、玉米种植户的全要素生产率增速,而采用保护性耕作、优质种子又会不同程度地加速小麦、玉米种植户的全要素生产率增长。结合前文研究结论,这表明,“农业劳动力老龄化—技术采纳—技

术进步”的路径机制是成立的,农业劳动力老龄化会在降低种粮农户采纳新型技术概率的基础上,减缓粮食生产技术进步,进而导致粮食产量的增速减缓,这进一步强调了积极应对农业劳动力老龄化的必要性。

表10 农业劳动力老龄化对粮食全要素生产率增长的影响

变量	小麦全要素生产率增长	玉米全要素生产率增长
老龄化	-0.313 * (0.170)	-0.277 * (0.158)
采用保护性耕作	-	0.017 * (0.010)
采用优质种子	-	0.019 ** (0.009)
控制变量和固定效应	是	是
观测值	3 256	8 877
不可识别检验	9.503 ***	10.099 ***
弱工具变量检验	12.839	53.160

四、研究结论和政策建议

保障粮食和重要农产品稳定安全供给始终是建设农业强国的头等大事。本文针对中国粮食单位面积产量增速减缓的现实问题,聚焦耕地和种子这两个关键因素,以小麦和玉米两种作物、保护性耕作和优质种子两类技术为例,使用全国农村固定观察点的农户调查数据,实证检验了农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳的影响。研究发现,农业劳动力老龄化对小麦和玉米种植户采纳保护性耕作、小麦种植户采纳优质种子存在显著的负面影响。前述负面影响在大规模、主产区的小麦和玉米种植户中更大。村内农户类型的社会化服务主体能够缓解老龄化对技术采纳的部分负面影响,但合作社类型的社会化服务主体未能发挥显著的缓解作用,存在与老年农业劳动力联结不紧密的情况。进一步地,农业劳动力老龄化对种粮农户技术采纳行为的负面影响,还会导致粮食全要素生产率增速减缓,不利于粮食产量增长。对此,本文提出以下政策建议。

第一,畅通农地流转渠道,让有意愿、有条件退出粮食或农业生产的老年农户顺利实现农地经营权流转,促进农地资源的合理有效配置。

第二,加强对新型技术的宣传与补贴力度,降低农户,特别是老年农户采用各类新型技术存在

的风险顾虑与资金约束。粮食主产区的县乡政府与农村集体经济组织,应加强对于各类新型技术的推广支持力度,非粮食主产区也应高度重视种粮农户的老龄化问题,各地都应承担起保障国家粮食安全的责任。

第三,聚焦农业社会化服务在服务主体和服务内容上的短板弱项,建设更高水平的农业社会化服务体系。在服务主体上,要加大对农民合作社的支持力度,鼓励支持其与老年农业劳动力之间构建新型紧密的利益联结机制;在服务内容上,要丰富农资供应、植保作业等环节上的服务,并在服务供给中加快融合各类新型技术。

参考文献:

- [1] 高鸣,种聪. 依靠科技和改革双轮驱动加快建设农业强国:现实基础与战略构想[J]. 改革,2023(1):118-127.
- [2] 秦聪,郭婧. 谁在种地:农村居民生产经营选择的影响因素分析[J]. 中国软科学,2021(4):129-136.
- [3] RUZZANTE S, LABARTA R, BILTON A. Adoption of agricultural technology in the developing world: a meta-analysis of the empirical literature[J]. World development, 2021(146): 105599.
- [4] XIE H, HUANG Y. Influencing factors of farmers' adoption of pro-environmental agricultural technologies in China: meta-analysis[J]. Land use policy, 2021(109): 105622.
- [5] 杨志海. 老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为:来自长江流域六省农户数据的验证[J]. 中国农村观察,2018(4):44-58.
- [6] HUANG X, LU Q, WANG L, et al. Does aging and off-farm employment hinder farmers' adoption behavior of soil and water conservation technology in the Loess Plateau? [J]. International journal of climate change strategies and management, 2020, 12(1): 92-107.
- [7] REN C, ZHOU X, WANG C, et al. Ageing threatens sustainability of smallholder farming in China[J]. Nature, 2023(616): 96-103.
- [8] PAN D, ZHANG N. The role of agricultural training on fertilizer use knowledge: a randomized controlled experiment [J]. Ecological economics, 2018(148): 77-91.
- [9] 彭魏倬加. 农村劳动力老龄化对农户技术选择与技术效率的影响[J]. 经济地理,2021(7):155-163.
- [10] 郭芬,金建君,张晨阳,等. 农户保护性耕作技术采纳行为及其影响因素研究综述[J]. 地理科学进展,2022(11):2165-2177.
- [11] 张童朝,颜廷武,仇童伟. 年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的影响[J]. 资源科学,2020(6):1123-1134.
- [12] ATANU S, LOVE H A, SCHWART R. Adoption of emerging technologies under output uncertainty[J]. American journal of agricultural economics, 1994(76): 836-846.
- [13] 孔祥智,方松海,庞晓鹏,等. 西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析[J]. 经济研究,2004(12):85-95.
- [14] BROWN P, DAIGNEAULT A, DAWSON J. Age, values, farming objectives, past management decisions, and future intentions in New Zealand agriculture[J]. Journal of environmental management, 2019(231): 110-120.
- [15] 魏佳朔,高鸣. 农业劳动力老龄化如何影响小麦全要素生产率增长[J]. 中国农村经济,2023(2):109-128.
- [16] 陈龙江, MICHAEL R R. 种子质量对中国玉米产出的影响[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2016(3): 19-27.
- [17] 高鸣,魏佳朔. 收入性补贴与粮食全要素生产率增长[J]. 经济研究,2022(12):143-161.
- [18] ACEMOGLU D, JOHNSON S, ROBINSON J A, et al. The colonial origins of comparative development: an empirical investigation[J]. American economic review, 2001, 91(5): 1369-1401.
- [19] NUNN N, WANTCHEKON L. The slave trade and the origins of mistrust in Africa[J]. American economic review, 2011, 101(7): 3221-3252.
- [20] 郑小玉,刘冬梅,曹智. 农业科技社会化服务体系:内涵、构成与发展[J]. 中国软科学,2020(10):56-64.
- [21] 孙生阳,孙艺夺,胡瑞法,等. 中国农技推广体系的现状、问题及政策研究[J]. 中国软科学,2018(6):25-34.

(本文责编:润 泽)