

引用格式: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, 42(6): 1123-1134. [Zhang T C, Yan T W, Qiu T W. Effects of age on farmers' adoption of intertemporal green agricultural technology[J]. Resources Science, 2020, 42(6): 1123-1134.] DOI: 10.18402/resci.2020.06.10

年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的影响

张童朝^{1,2}, 颜廷武^{1,2}, 仇童伟³

(1. 华中农业大学经济管理学院, 武汉 430074; 2. 湖北农村发展研究中心, 武汉 430074; 3. 华南农业大学经济管理学院, 广州 510642)

摘要: 中国农业面临着劳动力老龄化与绿色化转型的双重约束。聚焦于跨期技术属性, 本文提出了中国情景下年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的倒U形影响假说, 进而以秸秆还田为例, 采用中介效应模型, 利用冀鲁皖鄂4省1372份农民调查数据进行了实证检验。结果发现: ①年龄对于农民跨期绿色农业技术采纳的影响效应呈倒U形态势, “中年农民”成为现阶段绿色农业技术扩散的积极力量; ②人力资本和风险偏好是年龄影响农民跨期绿色农业技术采纳的重要中介变量, 两者的中介效应占年龄总效应的71.94%; ③信息化和耕地规模对中青年农民的跨期绿色农业技术采纳具有促进作用; 经济价值认知、是否贫困、供水情况、补贴和处罚政策对中老年农民采用跨期绿色农业技术表现出积极影响; 社会资本对中青年农民的技术采纳具有负向影响, 但有利于中老年农民采纳跨期绿色农业技术。由于年龄较高农民积极采纳跨期绿色农业技术其实是该群体非农就业机会减少而被动“以农为业”的结果, 这表明农业生产包括农业资源保护与开发缺乏最为优质的劳动力支撑; 另一方面, 非农就业的青壮年劳动力由于缺乏务农经历, 多年后回归农业又能否承担起农业绿色化转型的责任也值得思考。因此, 劳动力老龄化对中国农业短期的影响在于如何把地种好, 而长期的潜在威胁依然是谁来种地。

关键词: 跨期技术; 绿色农业; 年龄; 秸秆还田; 中介效应; 倒U形

DOI: 10.18402/resci.2020.06.10

1 引言

中国农业可持续发展依然面临着严峻挑战。截至2016年末, 有高达33.56%的农业生产经营人员年龄在55岁及以上, 35岁及以下人员仅占19.17%^[1], 农业劳动力老龄化趋势明显。与此同时, 农业面源污染叠加土壤肥力下降等, 以及由此引发的农业产出下降和农产品安全问题不仅造成了经济损失, 甚至危及到了居民健康^[2,3]。加快绿色农业技术推广应用, 实现农业绿色化转型已迫在眉睫。作为农业废弃物资源化的有效手段, 秸秆还田不仅可以减少农业污染, 同时兼具培肥地力之效, 因而在实践中被作为典型的绿色农业技术予以推广, 但现实中却收效甚微, 甚至引发诸多矛盾。中国农业

作为构筑中国经济奇迹的重要基础产业, 如何在劳动力老龄化日趋严重的形势下实现绿色化发展转型, 值得思考。由此, 年龄如何影响农民的绿色农业技术采纳成为学者们热议的焦点。有观点认为老龄劳动力在采纳新技术、接受新信息等方面均处于弱势, 因而年龄增长将不利于新技术的应用^[4]; 一项基于技术属性的研究则发现年龄并未表现出显著影响^[3], 高立等^[5]基于地权稳定性分析了农户秸秆还田行为, 也得出了类似的结论; 另有学者指出, 农户年龄越大, 对土地的感情依赖更深, 有利于其耕地保护行动^[6]。由此可见, 年龄与绿色农业技术采纳行为的关联机理还不甚明朗, 从不同的视角出发, 其结论也不一致, 甚至截然相反。

收稿日期: 2019-09-11, 修订日期: 2020-05-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(41371520); 国家社会科学基金重点项目(20AZD091); 清华中国农村研究博士论文奖学金项目(201704)。

作者简介: 张童朝, 男, 河北南皮人, 博士研究生, 主要研究方向为农业资源与环境经济。E-mail: ztchao@163.com

通讯作者: 颜廷武, 男, 山东安丘人, 博士, 教授, 主要研究方向为农业资源与环境经济。E-mail: yantw@mail.hzau.edu.cn

有研究^[3]关注到了技术特征本身,认为秸秆还田不同于良种、农药施用等技术,可在当期见效并获益,而是具有跨期属性。基于技术跨期属性展开分析,或有助于进一步理解与揭示年龄对农民绿色农业技术采纳的影响机理。现阶段,中国农村青壮年劳力普遍外出务工,老年农民则以务农为主业^[7],二者的生产目标必然存在差异,“以农为业”者更加重视长期收益,采纳跨期绿色技术也更为积极。同时,风险偏好往往会随年龄增长而下降^[8],农民未来收益的贴现率也随之升高,这并不利于农民进行跨期生产投资。

鉴于此,本文拟从技术属性出发,尝试按照“年龄增长—约束变动—目标变化—行为改变”的逻辑线索,通过将人力资本和农业生产目标纳入统一分析框架,系统考察年龄对农民秸秆还田这一跨期绿色农业技术采纳行为的影响及路径,并利用冀鲁皖鄂4省1372份农民调查数据予以实证检验,以期对相关研究进行可能性的补充,并为现实问题的解决提供些许思路借鉴,希望能对推进农业绿色转型与可持续发展有所裨益。

2 理论分析

作为理性经济人,个体行为取决于一定约束条件下的行动目标或主体目标确定后的禀赋约束两个方面^[9],若仅立足于年龄增长带来的农民禀赋变化,而不考虑在变动后的约束条件下,农民收益最大化的主体目的会表现为不同形式的行为目标,可能会使研究结论有所偏颇。因此,本文尝试按照“年龄增长—约束变动—目标变化—行为改变”的逻辑线索,来解析年龄增长对农民绿色技术采纳的影响及其路径。

2.1 不同生产目标农民的跨期技术偏好差异

年龄的增长本质上是农民自身禀赋条件特别是劳动力要素的变化^[10,11],伴随着这一约束条件的变化,其收益最大化的目标有所差异,在行为上则体现为对生产要素配置的主动或被动调整,而对不同属性技术的偏好与选择也是其具体表现之一。

作为一种跨期绿色农业技术,秸秆还田具有如下特点^[3]:①收益跨期性,即在当期投入一定成本,以求得未来的收益,且其收益将分为多期;②投资长期性,需相当长的时期内持续性投入,才能达到

预期效果,偶然的一次性行为并不能带来明显的收益变化。由此将会产生如下影响:①不利于短期农业生产者采取行动。短期农业生产者更看重当期收益,并不关心农业污染防控与耕地可持续利用;②不利于风险厌恶型农民采取行动。风险厌恶者对未来收益具有更高的贴现率,因而长期投资和跨期生产的态度更为消极^[3]。综上所述,生产目标和风险偏好对农民的跨期绿色农业技术采纳行为具有重要影响。

2.2 年龄对农民生产目标的影响

2.2.1 年龄与农民人力资本存量的关系

处于不同年龄段的农民,其农业生产目标不同,这主要是由于年龄增长所带来的人力资本衰退。个体的人力资本包括体力、知识技能等^[12],研究发现年龄的增长对人体各项机能的影响十分强烈^[13,14],与知识技能密切相关的认知能力约在25岁达到峰值后逐渐下降^[15]。不可否认,随年龄增长,知识学习和“干中学”会使个体知识存量不断上升^[16]、技能水平不断提高,但这一描述是否符合现阶段的中国农民群体仍有待商榷。由于经济社会和教育发展轨迹的影响,中国农民特别年龄较高的农民,几乎未接受良好的教育(农民年龄越高,教育缺失问题表现得越严重),早期知识教育的缺失加之认知能力的衰退,其知识存量的增长是极其有限的。同时,长期务农经历,或可使农民随年龄增长而对传统生产技能更为熟悉,但在农业机械化快速发展,新技术层出不穷的今天,相较于年轻人,“经验丰富”的年老农民的学习与适应能力则逊色许多。因此,就目前而言,随年龄增长,农民的人力资本整体上表现为逐渐衰退的态势。

2.2.2 不同年龄农民的技术偏好差异

人力资本衰退如何带来农民技术偏好的变化?当前,农业生产比较效益低下,外出务工进入非农行业成为农民增加家庭收入的首选途径,年富力强的农民“不以农为业”,因而一般不会在农业方面做长期投入计划,在技术选择上偏好于短期见效型。而对于年龄较高的农民而言,由于许多用工单位招收农民工都有明确年龄限制,该群体非农就业机会较少,更多的只能从事农业生产作为增加收入的主业^[7],即“以农为业”,其经营目标在于收益最大化,包括扩大经营规模和培肥地力,采纳跨期型绿

2020年6月

色农业技术的可能性也更大。但是,年龄更高的农民,由于人力资本进一步衰退,难以做到最优化的生产投入,因而生产目标由商品创收转为口粮自给——“以农为生”,最优目标是成本最小化,其技术偏好重回短期见效型,对秸秆还田等跨期技术需求降低。

综上所述,随年龄增长,农民的生产目标经历了“不以农为业—以农为业—以农为生”的转化过程,其采纳跨期型绿色农业技术的可能性也呈现出先升后降的特点。据此,本文给出了年龄、农业生产目标及跨期绿色农业技术采纳的关系示意图,如图1。

2.3 年龄影响农民采纳跨期绿色农业技术的路径

在厘清跨期技术属性、年龄与农民生产目标的关系后,本文尝试梳理年龄影响农民跨期绿色技术采纳行为的路径。其一即是前文所论证的,随着年龄增长引起的人力资本衰退,农民的跨期绿色农业技术采纳呈现出先升后降的倒U形轨迹。

其二是年龄增长带来的风险偏好变化。年龄

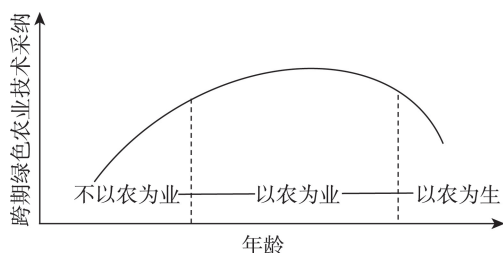


图1 年龄、农业生产目标及跨期绿色农业技术采纳的关系示意图

Figure 1 Relationship of age, agricultural production target, and intertemporal green technology adoption

增长使得农民思维模式固化,行为方式形成了路径依赖,思想趋于保守,风险偏好系数下降^[17];另一方面,个体风险偏好与人力资本具有显著的关联^[18],有研究甚至将风险偏好视为一种隐性人力资本^[19],因而年龄增长带来的人力资本衰退也使得农民风险偏好下降,进而不利于农民采纳跨期绿色农业技术。由此,年龄增长引发的风险偏好变化将会对农民采纳跨期绿色农业技术产生消极影响。据此,本文的研究假说如下:年龄对农民跨期绿色农业技术采纳行为的影响效应呈倒U形,其分析框架示意图见图2。

3 数据来源、研究方法和变量选择

3.1 数据来源

本文数据来自课题组于2016年和2017年在山东、湖北、河北和安徽4省开展的农户问卷调查,具体调研地点为山东省的平度、莱西和安丘3个县级市,河北省沧州市新华区、沧县和南皮县,安徽宿州市灵璧县和湖北武穴市、武汉市新洲区,共计9县(市、区)55个村(社区)。上述省份均为玉米小麦或水稻等粮食作物的重要产区,根据《农业部办公厅财政部办公厅关于开展农作物秸秆综合利用试点促进耕地质量提升工作的通知》和《湖北省农业厅关于推进农作物秸秆综合利用的指导意见》可知,河北、山东和安徽均为中国秸秆综合利用试点省份,而湖北也早已开展秸秆综合利用专项工作。因此,将其作为本文的研究区域具有较强的代表性。调研采取随机抽样、入户调查的形式。先在选定省份中,随机抽取4~6个县(区)作为调研县,进而随机选取样本乡镇和样本村。为使抽样原则不被人为

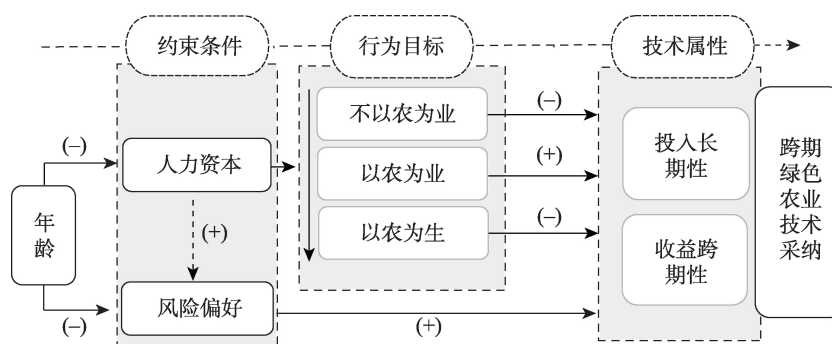


图2 年龄对农民采纳跨期绿色农业技术的影响分析框架图

Figure 2 Analytical framework of age's influence on intertemporal green technology adoption

组织因素干扰,调研员两人一组,进村开展随机的入户调查。问卷内容主要围绕农民的个体和家庭特征、生产经营状况与行为、作物秸秆利用等内容展开。为保证问卷质量,课题组在前期对所有调研人员进行了包括问卷内容和调研技巧方面的相关培训,并在正式调研之前开展了预调查和相应的论证修改。两期调研共获得有效问卷1372份,问卷有效率97.03%,具体的样本分布情况如表1所示。

样本特征方面,受访农民以男性为主,占比为68.29%;年龄方面,51~65岁的农民最多,占比46.43%,其次是41~50岁,占比22.67%,65岁以上的农民也占到了19.53%,40岁以下的农民仅占比11.37%;文化程度方面,以初中水平居多,占比41.11%,小学水平次之,为29.96%,不识字(或识字很少)的农民高达12.46%;大多数(66.69%)受访农民没有兼业,18.66%的农民具有村支书、村主任或小组长等村干部经历,政治面貌为党员的农民占到了总样本的24.44%。整体而言,样本农民表现出男性为主,年龄较高而文化水平较低,且无兼业纯农户较多的特征。

3.2 研究方法

为验证年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的影响及其路径是否存在,本文采用中介效应模型进行分析检验。参照相关研究^[20],本文的模型设定如下:

$$Y_i = \lambda + \alpha AGE_i + \sum_j \gamma_j X_{ij} + e_i \quad (1)$$

式中: Y_i 为农民*i*跨期绿色农业技术采纳行为,若已

采纳,则 $Y=1$,否则 $Y=0$;自变量 AGE_i 为农民*i*的年龄; X_j 则指农民*i*的控制变量*j*的观测值,是其他可能影响农民跨期绿色农业技术采纳行为的因素; λ 、 α 、 γ 表示相应的待估计参数; e 是扰动项。本文采用Probit模型进行依次检验:先以 Y 为因变量、以 AGE_i 为核心自变量进行回归估计(即式(1)),若 AGE_i 系数显著,则以 M_i 为因变量、以 AGE_i 为核心自变量进行回归估计:

$$M_i = \lambda_2 + a_2 AGE_i + \sum_j \gamma_{2j} X_{ij} + e_{2i} \quad (2)$$

式中: M_i 是农民*i*的中介变量,即人力资本和风险偏好的观测值;若 a_2 显著,则将 Y 同时对 AGE_i 和 M_i 进行回归估计:

$$Y_i = \lambda_3 + a_3 AGE_i + \beta M_i + \sum_j \gamma_{3j} X_{ij} + e_{3i} \quad (3)$$

式中: β 表示 M_i 的待估计参数。此时,如果 β 显著,则:① a_3 仍旧显著,则 M_i 发挥部分中介效应;② a_3 不显著,则 M_i 具有完全中介效应。

3.3 变量选择

3.3.1 因变量

本文选取秸秆还田作为跨期绿色农业技术的典型代表,主要是基于两点考虑:一是由于秸秆腐烂周期较长,且机械化作业多以服务租赁形式实现,故秸秆还田技术的跨期投资属性最为典型;二是秸秆还田作为农业部《耕地质量保护与提升行动方案》的重要技术路径之一,同时还兼具农业废弃物资源化与污染治理之效,因而其更具现实意义。数据统计显示,在本文的1372个样本中仅有

表1 样本地区分布

Table 1 Spatial distribution of the survey samples

| 省份 | 县(区、市) | 乡镇/街及样本村/社区 | 样本数 | |
|----|---------|---|--------|------|
| 山东 | 平度市 | 南村镇兰底河南村、前庄村;蓼兰镇何家店村、西马丘村;崔家集镇前洼村、团结村 | 188 | |
| | 莱西市 | 沽河镇甲瑞社区、牛溪埠社区;姜山镇大泊村、小泊村 | 121 | |
| | 安丘市 | 金冢子镇草店子、周家店、谷家村等 | 20 | |
| 湖北 | 新洲区 | 邾城街巴徐村、章程村;辛冲街干河村、罗坪河村、双桥村;潘塘街井边村、孙寨村、熊店村、易河村 | 207 | |
| | 武穴市 | 花桥镇下彭村、刘六西村、马塘村;石佛寺镇董干畈村、湖南畈村;龙坪镇牛车村、下冯村;万丈湖农场黄湖村、太泊村 | 204 | |
| 河北 | 沧县 | 高川乡泗庄村、阎辛庄村、蒲码头村、东芮屯村;刘家庙乡后生金刘村 | 192 | |
| | 新华区 | 小赵庄乡孙庄子村、万庄子村 | 55 | |
| | 南皮县 | 鲍官屯镇小张官村 | 56 | |
| 安徽 | 灵璧县 | 朱集镇曹家庄、胡光村、刘派村、刘寨村、苗河村、王店村 | 195 | |
| | | 尤集镇大章李村、解圩村、马巷村 | 134 | |
| 合计 | 9县(区/市) | 19乡镇/街 | 55村/社区 | 1372 |

2020年6月

60.71%的农民已开展秸秆还田,这表明以秸秆还田为代表跨期绿色农业技术普及率有待提高。

3.3.2 自变量

(1)关键变量。年龄是本文核心的关键变量,同时为探究年龄对于农民跨期绿色农业技术采纳的倒U形影响是否存在,本文将引入年龄的平方项。考虑到相对于其他变量,年龄的取值区间较大,本文对年龄进行了取对数处理。

(2)中介变量。人力资本与风险偏好是年龄作用于农民跨期绿色农业技术采纳行为的两条传导路径。参照相关研究^[21],本文从智力型和体力型两个维度对人力资本予以考察,分别以文化程度和健康状况为观测变量,并以二者算术平均值作为人力资本观测值;风险偏好则从风险厌恶与风险规避两个维度进行考量,并同样以二者的平均值作为风险偏好的度量指标。

(3)控制变量。综合借鉴相关研究成果^[3-6,22],本文从个体特征与家庭禀赋及外部条件等方面综合考察其他可能影响农民采纳跨期绿色农业技术的因素。个体特征主要包括受访者性别、政治面貌、兼业和技术掌握情况与价值认知等。家庭禀赋方面主要包括家庭收入水平、信息化、耕地状况等禀赋条件和社会资本^[23-27]。外部条件包括农民所处社区条件和面临的政策环境等,本文选取村庄供水和供电及环境状况考察农民所处的社区条件;考虑到制度规则是影响个体行为的重要变量^[28],本文选取农村地区的秸秆利用补贴和禁烧处罚考量农民面临的政策环境。此外,鉴于中国南方水田区与北方旱作区在气候水文、作物品种、耕作制度及相关政策措施等方面的诸多差异,本文设置了地区虚拟变量,以控制其他方面因素的潜在影响。具体的变量设定及赋值说明见表2。

4 结果与分析

4.1 年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的影响

4.1.1 年龄与农民跨期绿色农业技术采纳:倒U形假说的验证

借助Stata15.0软件,对农民秸秆还田行为与年龄之间的关系进行了拟合(图3)。由图3可知,农民秸秆还田概率随着年龄的增长而先升后降,呈倒U形轨迹。具体来看,随年龄增长,采纳秸秆还田技

术的概率缓缓上升,至40~60岁之间达到峰值后(峰值约在50岁左右),表现为较快的下降,表明40~60岁的中年农民是最有可能采纳跨期绿色农业技术的群体,这一群体的特征在于若外出务工则年龄过高,非农就业机会减少,但其仍能基本胜任农业生产经营,所以称之为“中年农民”。这初步验证了本文关于年龄与跨期绿色农业技术采纳关系的假说,但该拟合曲线并未控制其他相关变量。因此,有必要通过纳入其他变量构建多元回归模型以检验其稳健性。

4.1.2 模型回归验证

本文采取如下方式进行Binary Probit模型的回归:第一步为全样本回归,先仅引入年龄与控制变量,得到模型1.1,进而纳入年龄平方项得到模型1.2;第二步为分组回归,基于前文理论分析和二次回归拟合曲线,以50岁为标准,本文将农民划分为中青年(<50岁)和中老年(≥50岁)两组,并分别进行回归,进一步检验“倒U”是否存在。具体结果见表3。

由表3可知,全样本回归中,相较于模型1.1,模型1.2的Pseudo R^2 得到提高,拟合优度有所提升,说明年龄平方项的引入是适宜的。具体分析如下:

(1)关键变量。模型1.1中,年龄并未通过显著性检验;模型1.2中,年龄的系数极大提高,且通过了1%水平上的显著性检验;平方项系数为负,同样在1%水平上显著,式(1)检验通过。分组回归1中,中青年组和中老年组的年龄分别通过了10%和1%水平上的显著性检验,且前者系数为正,后者系数为负,说明农民采纳跨期绿色农业技术的概率随年龄升高而先升后降,验证了年龄对农民跨期绿色技术采纳的倒U形影响。

(2)控制变量:中青年组与中老年组的对比分析。在总样本回归模型1.2中,个体特征的政治面貌,家庭禀赋中的是否贫困、经营规模,社区条件的环境状况、供水情况和制度规则的处罚政策均通过了显著性检验,且影响方向基本符合预期。但在分组回归1的结果中,中青年组与中老年组表现出了一定的差异性。其中,环境状况是两组农民共同的显著影响因素,且系数为正,可见,村中污染加剧,危害农民生产生活,出于自身利益考虑,农民更有动力开展兼具污染治理属性的秸秆还田。

表2 变量设定与赋值说明

Table 2 Descriptive statistics of variables

| 变量 | | 赋值说明 | |
|------------|--------|----------------------|--|
| 因变量 | | | |
| 跨期绿色农业技术采纳 | Y | 是否进行秸秆还田: 否=0; 是=1 | |
| 自变量 | | | |
| 年龄 | 年龄 | lnAge | 受访者实际年龄/岁, 取对数 |
| | 平方项 | (lnAge) ² | 受访者实际年龄/岁, 取对数后的平方 |
| 人力资本 | 文化程度 | Edu | 不识字或识字很少=1; 小学=2; 初中=3; 高中(中专)=4; 大专及以上=5 |
| | 健康状况 | Hea | 非常差=1; 比较差=2; 一般=3; 比较好=4; 非常好=5 |
| | 人力资本 | Hum | 取文化程度与健康状况的算术平均值 |
| 风险偏好 | 风险厌恶 | Ris1 | 关于“对于可能存在风险的事, 我暂时不会尝试”: 完全同意=1; 比较同意=2; 一般=3; 不太同意=4; 完全不同意=5 |
| | 风险规避 | Ris2 | 您觉得是否有必要购买农业保险: 有必要=0; 没必要=1 |
| | 风险偏好 | Risk | 取风险厌恶与风险规避的算术平均值 |
| 个体特征 | 性别 | Gen | 女=0; 男=1 |
| | 政治面貌 | Sta | 群众或其他=0; 共产党员=1 |
| | 兼业 | Par | 无兼业=0; 有兼业=1 |
| | 技术掌握 | Tec | 秸秆处置和还田方法技术掌握: 很不好=1; 不太好=2; 一般=3; 比较好=4; 非常好=5 |
| | 生态价值认知 | Ecol | 秸秆还田对环保和空气污染防治: 非常不利=1; 不太有利=2; 不好说=3; 有些好处=4; 非常有利=5 |
| | 经济价值认知 | Econ | 秸秆还田对您家增产增收: 非常不利=1; 不太有利=2; 不好说=3; 有些好处=4; 非常有利=5 |
| 家庭禀赋 | 是否贫困 | Pov | 家庭年人均纯收入不低于2300元=0; 否则为1 |
| | 劳动力 | Lab | 家庭劳动力数量/人 |
| | 信息化 | Int | 家中是否安装了宽带网络: 否=0, 是=1 |
| | 经营规模 | Sca | 家庭实际经营耕地面积/亩 |
| | 块均面积 | Ave | 家庭经营耕地的块均面积/(亩/块) |
| 社会资本 | 信任 | Tru | 您对亲朋邻里: 完全不信任=1; 不太信任=2; 一般=3; 比较信任=4; 完全信任=5 |
| | 互惠规范 | Rec | 您得到过亲朋邻里的帮助吗: 从来没有=1; 较少=2; 一般=3; 较多=4; 经常=5 |
| | 社会参与 | Ass | 您经常和亲朋邻里聊天交流吗: 从来没有=1; 较少=2; 一般=3; 较多=4; 经常=5 |
| 社区条件 | 环境 | Env | 您对“本村环境污染严重”: 完全不同意=1; 不太同意=2; 一般=3; 比较同意=4; 完全同意=5 |
| | 供水 | Wat | 您对本村的供水情况: 不满意=1; 不太满意=2; 一般=3; 比较满意=4; 非常满意=5 |
| | 供电 | Ele | 您对本村的供电情况: 不满意=1; 不太满意=2; 一般=3; 比较满意=4; 非常满意=5 |
| 制度规则 | 补贴 | Sub | 您有无领取到秸秆利用方面的补贴: 无=0; 有=1 |
| | 处罚 | Pun | 当地是否有秸秆焚烧处罚措施: 无=0; 不清楚=1; 有=2 |
| 地区 | 地区 | Reg | 南方水田区=1, 北方旱作区=0 |

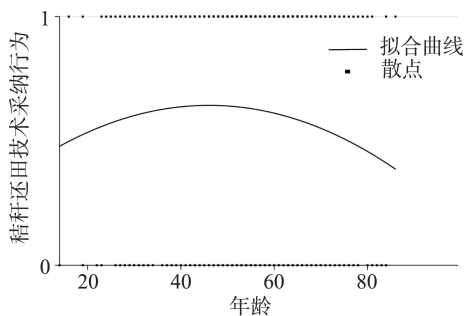


图3 年龄与农民秸秆还田行为散点图及二次回归拟合曲线

Figure 3 Scatter plot and quadratic fitting curve of age and farmers' straw returning behaviors

信息化和耕地规模对中青年组农民的跨期绿色农业技术采纳行为表现出了显著的促进作用,但对中老年组的影响并不显著。可能的原因是,互联网的使用可通过信息的扩散、反馈与共享促进农民技术采纳^[24]。但现实中,年轻人是互联网的主要使用群体,中老年农民网络信息的获取应用能力则较差,故信息化对中老年组的影响并不明显;耕地规模方面,由于人力资本总体优于中老年,中青年更容易通过扩大规模实现“以农为业”,更加注重农业生产的长期收益,偏向于跨期绿色农业技术,而处

表3 年龄对农民秸秆还田行为影响的模型回归结果

Table 3 Model regression results of the effects of age on straw returning behavior of farmers

| 变量 | 全样本回归1 | | | | 分组回归1 | | | |
|-------------------------------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|-----------|-------|
| | 模型 1.1 | | 模型 1.2 | | 中青年组 | | 中老年组 | |
| | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 |
| <i>lnAge</i> | -0.203 | 0.189 | 9.482*** | 3.266 | 0.101* | 0.058 | -1.556*** | 0.474 |
| $(\ln Age)^2$ | | | -1.265*** | 0.426 | | | | |
| <i>Gen</i> | 0.007 | 0.098 | 0.028 | 0.099 | 0.041 | 0.165 | 0.029 | 0.128 |
| <i>Sta</i> | 0.245* | 0.125 | 0.244* | 0.125 | 0.346 | 0.241 | 0.202 | 0.150 |
| <i>Par</i> | -0.007 | 0.094 | -0.049 | 0.096 | 0.027 | 0.161 | -0.074 | 0.123 |
| <i>Tec</i> | 0.027 | 0.039 | 0.025 | 0.039 | 0.076 | 0.071 | 0.005 | 0.048 |
| <i>Ecol</i> | 0.067 | 0.053 | 0.074 | 0.054 | 0.068 | 0.093 | 0.062 | 0.068 |
| <i>Econ</i> | 0.070 | 0.054 | 0.073 | 0.054 | -0.069 | 0.106 | 0.125* | 0.065 |
| <i>Pov</i> | -0.193** | 0.088 | -0.184** | 0.088 | -0.096 | 0.156 | -0.213* | 0.110 |
| <i>Lab</i> | 0.047 | 0.033 | 0.045 | 0.033 | 0.031 | 0.074 | 0.049 | 0.038 |
| <i>Int</i> | 0.161* | 0.088 | 0.134 | 0.088 | 0.372** | 0.156 | 0.052 | 0.110 |
| <i>Sca</i> | 0.008** | 0.004 | 0.008** | 0.004 | 0.011** | 0.006 | 0.003 | 0.005 |
| <i>Ave</i> | -0.010 | 0.012 | -0.012 | 0.012 | -0.022 | 0.019 | 0.004 | 0.017 |
| <i>Tru</i> | 0.020 | 0.052 | 0.024 | 0.052 | 0.067 | 0.092 | -0.005 | 0.065 |
| <i>Rec</i> | 0.057 | 0.038 | 0.053 | 0.038 | -0.029 | 0.071 | 0.090* | 0.047 |
| <i>Ass</i> | -0.005 | 0.047 | -0.010 | 0.047 | 0.057 | 0.088 | -0.034 | 0.058 |
| <i>Env</i> | 0.163*** | 0.032 | 0.160*** | 0.032 | 0.169*** | 0.059 | 0.160*** | 0.038 |
| <i>Wat</i> | 0.111*** | 0.041 | 0.120*** | 0.041 | 0.027 | 0.079 | 0.153*** | 0.050 |
| <i>Ele</i> | 0.015 | 0.052 | 0.012 | 0.053 | 0.083 | 0.091 | -0.038 | 0.067 |
| <i>Sub</i> | 0.299 | 0.200 | 0.317 | 0.202 | 0.039 | 0.289 | 0.587* | 0.300 |
| <i>Pun</i> | 0.118** | 0.054 | 0.139** | 0.055 | 0.145 | 0.099 | 0.152** | 0.068 |
| <i>Reg</i> | 已控制 | | 已控制 | | 已控制 | | 已控制 | |
| <i>Pro>chi²</i> | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | |
| <i>Pseudo R²</i> | 0.357 | | 0.362 | | 0.397 | | 0.358 | |

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

于人力资本衰退阶段的中老年更多地表现为“以农为生”,统计数字也显示,中青年组的平均耕地经营规模为11.00亩,而中老年组仅为2.93亩,因此,规模在中老年组并未表现出显著促进作用。

经济价值认知、是否贫困、供水情况、补贴和处罚政策对中老年组农民跨期绿色农业技术采纳的影响通过了显著性检验,系数为正,但对于中青年农民的作用并不明显。可能的原因是,由于中青年非农就业机会相对较多,而中老年群体无论“以农为生”抑或“以农为业”,均对农业具有较高依赖度,因而更加看重农业生产的经济效益,故秸秆还田的经济价值更容易刺激中老年采取行动,即使这种经济价值并不会在当期明显表现出来;在中国农村,多数中老人具有饥荒的时代经历,其节俭意识更

强,对消费支出更为抵触^[29],因而对于以补贴和罚款为主的调控政策也更加敏感,而这种敏感度在贫困的中老年农民群体中无疑更为强烈。至于供水情况方面,由于秸秆还田会造成透风失墒^[30],这可能使得还田后的耕地灌溉需求更为强烈,中老年体力较差,故对本地灌溉供水条件的依赖度高于中青年,因而供水的显著作用主要表现在中老年群体中。

社会资本中的互惠规范在中老年组中系数为正,且均通过了显著性检验,但在中青年组中系数为负。可能的解释是,社会资本良好的农民可以获得更多的非农就业信息和机会,对农村劳动力外出务工具有的积极作用,从而增加了年轻农民“不以农为业”的可能性。由此,社会资本或因促进了中青年的非农就业而降低了其采纳跨期绿色农业

技术的积极性。但是,对“以农为业”、“以农为生”的中老年农民而言,日常中的互助互惠则更多地直接作用于其农业生产,有利于克服人力资本衰退的不足,因而推动了其更好地投资于跨期绿色农业技术。

4.2 年龄的影响路径:人力资本与风险偏好

4.2.1 人力资本与风险偏好的现状描述

表4报告了样本农民人力资本和风险偏好的基本情况。由表4可知,整体而言,样本农民的人力资本均值0.55(最高为1.0),水平较低;风险偏好均值0.46(最高为1.0),整体为风险厌恶型。具体来看,人力资本方面,尽管有43.08%的农民分布在(0.6, 0.8]区间内,但50.29%的农民人力资本标准低于6.0。风险偏好方面,位于[0,0.2]区间的农民比例最高,为37.68%,其次是(0.2,0.4],占比19.17%,(0.4, 0.6]与(0.6,0.8]占比均为16.40%,最高水平区间仅为10.35%,可见多数农民为风险厌恶型。

4.2.2 年龄对人力资本、风险偏好的影响分析

基于本文的分析,农民的人力资本、风险偏好与年龄负向相关。为验证这一推论,本文分别以人力资本和风险偏好为因变量,以年龄为自变量构建Ordered Probit模型进行检验,结果如表5。由表5可知,除模型2.4以外,年龄系数均通过了显著性检验,且系数为负,说明人力资本随年龄增长而衰减的现象在样本中是存在的,这与理论分析所提及的

人的认知能力等在25岁达到顶峰有所差别。可能的原因是本文样本中年轻农民比例较低,40岁以下样本仅占比11.37%,因而样本人力资本观测值整体上表现为单调递减的特征。同样地,农民风险偏好程度随年龄增长而降低,亦即式(2)检验通过。

4.2.3 年龄的影响路径检验:人力资本与风险偏好

从解决现实问题的角度出发,一个需要厘清的问题是,年龄对于农民跨期绿色农业技术采纳的影响通过何种路径实现?基于本文分析,秸秆还田的收益跨期性与投资长期性使得人力资本和风险偏好成为两项重要的影响因素,理论分析和数据统计已经证明二者伴随着年龄的增长呈衰减的态势。在此,本文将通过构建以年龄、人力资本和风险偏好为关键变量的Binary Probit模型检验两条影响路径是否存在,具体结果如表6所示。

表6的回归结果显示,本文的中介变量人力资本和风险偏好指标(除健康状况外)均通过了显著性检验,同时年龄也通过了显著性检验。式(3)中的情况①得证,即人力资本与风险偏好在年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的影响中发挥了部分中介作用。进一步地,本文采用Bias-Corrected Bootstrap程序^[31]对人力资本和风险偏好两条路径的中介效应进行比较,结果见表7。由表7可知,在95%的置信水平下,年龄—人力资本—跨期绿色农业技术采纳、年龄—风险偏好—跨期绿色农业技术

表4 样本农民的人力资本与风险偏好标准值分布

Table 4 Standard value distribution of human capital and risk preference of sample farmers (%)

| 标准值区间 | 低水平[0,0.2] | 较低水平(0.2,0.4] | 一般水平(0.4,0.6] | 较高水平(0.6,0.8] | 高水平(0.8,1] | 均值 |
|-------|------------|---------------|---------------|---------------|------------|------|
| 人力资本 | 2.77 | 23.54 | 23.98 | 43.08 | 6.63 | 0.55 |
| 风险偏好 | 37.68 | 19.17 | 16.40 | 16.40 | 10.35 | 0.46 |

注:为统一指标的量纲,本文对人力资本和风险偏好的观测值通过Min-max方法进行了标准化。

表5 年龄对人力资本和风险偏好的影响模型验证结果

Table 5 Impact of age on human capital and risk preferences

| | | 全样本回归2 | | | | | |
|-----------------------|-----|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 模型2.1(Edu) | 模型2.2(Hea) | 模型2.3(Hum) | 模型2.4(Ris1) | 模型2.5(Ris2) | 模型2.6(Risk) |
| lnAge | 系数 | -1.824*** | -0.740*** | -1.599*** | -0.097 | -0.584*** | -0.264** |
| | 标准误 | 0.141 | 0.138 | 0.133 | 0.132 | 0.164 | 0.130 |
| Pro>chi ² | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Pseudo R ² | | 0.124 | 0.048 | 0.085 | 0.025 | 0.118 | 0.036 |

注:其余控制变量与上文相同,篇幅所限,未予以列出。

表6 人力资本、风险偏好的中介效应检验

Table 6 Test of the mediating effect of human capital and risk preference

| 变量 | 全样本回归3 | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|-------|----------|-------|----------|-------|-----------|-------|
| | 模型 3.1 | | 模型 3.2 | | 模型 3.3 | | 模型 3.4 | |
| | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 |
| <i>Edu</i> | 0.156*** | 0.052 | | | 0.124** | 0.052 | | |
| <i>Hea</i> | -0.033 | 0.044 | | | -0.034 | 0.045 | | |
| <i>Hum</i> | | | | | | | 0.348** | 0.161 |
| <i>Ris1</i> | | | 0.107*** | 0.031 | 0.105*** | 0.031 | | |
| <i>Ris2</i> | | | 0.383*** | 0.089 | 0.358*** | 0.090 | | |
| <i>Risk</i> | | | | | | | 0.701*** | 0.145 |
| <i>lnAge</i> | 8.657*** | 3.307 | 8.177** | 3.281 | 7.563** | 3.314 | 8.942*** | 3.263 |
| $(\ln Age)^2$ | -1.132*** | 0.432 | -1.085** | 0.428 | -0.986** | 0.433 | -1.178*** | 0.426 |
| <i>Pro>chi²</i> | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | |
| <i>Pseudo R²</i> | 0.367 | | 0.379 | | 0.383 | | 0.376 | |

注:其余控制变量与上文相同,篇幅所限,未予以列出。

表7 Bootstrap 检验结果

Table 7 Bootstrap test results

| 路径 | 中介效应 | Boot 标准误 | Boot <i>LLCI</i> | Boot <i>ULCI</i> |
|--------------------|--------|----------|------------------|------------------|
| 年龄—人力资本—跨期绿色农业技术采纳 | -0.222 | 0.119 | -0.474 | -0.004 |
| 年龄—风险偏好—跨期绿色农业技术采纳 | -0.113 | 0.056 | -0.250 | -0.023 |

注:置信区间为95%。

采纳两个中介效应取值下限 *Boot LLCI* 至上限 *Boot ULCI* 的区间内均不包含 0, 说明上述中介效应成立, 其中介效应总值为 0.335 (0.222+0.113), 占总效应的 71.94%。此外, 本文还通过 Sobel 检验了两条路径的中介效应占比, 结果显示, 人力资本和风险偏好的中介效应之和占总效应的 67.17% (49.34%+17.83%)。该结果略低于 Bootstrap 方法的检验结果, 表明本文的结果较为稳健。

5 结论与讨论

5.1 结论

基于冀鲁皖鄂 4 省 1372 份农民调查数据, 从理论和实证层面讨论并验证了年龄对于农民跨期绿色农业技术采纳行为倒 U 形影响的存在。主要结论如下:

(1) 年龄对农民跨期绿色技术采纳的影响呈倒 U 形。农民采纳秸秆还田这一跨期绿色农业技术的比例仅为 60.17%, 且伴随着年龄增长, 其采纳概率先升后降。从这个角度而言, 中年农民 (大致在 40~60 岁之间) 成为现阶段跨期绿色农业技术采纳的积极力量。

(2) 人力资本和风险偏好是年龄影响农民跨期绿色农业技术采纳的重要中介变量, 两者共解释了年龄 71.94% 的影响效应。随年龄增长, 人力资本衰减, 农民非农就业机会减少而“以农为业”, 为实现长期收益最大化, 更加偏好跨期绿色技术, 而年龄更高的农民“以农为生”甚至退出农业生产, 更偏向于短期见效型技术; 年龄增长引起的风险偏好系数下降会抑制农民采纳跨期绿色农业技术。

(3) 对于不同年龄农民, 影响其跨期绿色农业技术采纳的因素也不尽相同。其中, 信息化和耕地规模仅对中青年农民采纳跨期绿色农业技术具有显著的促进作用。经济价值认知、是否贫困、供水情况、补贴和处罚政策仅对中老年农民的采纳行为表现出显著的积极影响。社会资本 (互惠规范) 负向影响中青年农民采用跨期绿色农业技术, 但有利于中老年农民的采纳行为。

5.2 讨论

本文的贡献在于提出了现阶段中国情景下年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的倒 U 形影响假说并进行了实证检验, 有利于进一步审视与理解老

龄化严重背景下中国农业的可持续发展问题。中国绿色农业技术的推广效果仍不尽如人意,这与农业劳动力严重老龄化不无关系。年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的倒U形影响表明,相较于外出务工的青壮年农民,中年农民由于“以农为业”,更加偏好符合长期收益最大化目标的跨期绿色农业技术,这是市场对生产要素在农业与非农业部门之间进行配置的结果。由此来看,农业劳动力老龄化对于跨期绿色农业技术扩散似乎是个“利好”消息,实则不然。

农村优质的青壮年劳动力进入收入较高的非农部门,这是符合市场资源配置规律的。但是,这也同时意味着农业部门的优质劳动力资源在流失,只能由年龄较高的“二等劳力”作为主力。可以预见,优质劳动力缺位的农业,很难达到应有的“产业兴旺”水准,农业资源自然也得不到最优水平的保护与开发。正如孟德拉斯^[32]所说,农业优质劳动力若不能流回,年老农民只能采用传统方式维持农业,而非更新观念、技术来发展农业。由此可见,若仅依靠老人务农并不利于中国农业绿色化转型。长期来看,非农就业的优质劳动力终将会在年事较高后回归农业,不仅年富力强的优势不再,且面临着无务农经历、无务农意识、亦无务农能力的“三无”现实,彼时的他们能否承担起农业绿色化转型的责任,胜任现代农业发展?进一步归纳与延伸,劳动力老龄化对中国农业短期的影响在于如何把地种好^①,而长期的潜在威胁依然是谁来种地。

因此,应强化农民的农业生产技术培训,改善农村医疗条件等,以维持并提升农民的人力资本水平,延迟其进入“以农为生”阶段的年龄界限;而从根本上,则应加快培育职业农民、完善新型农业经营体系,增强农民职业吸引力,以吸引更多人才从事农业的专业化生产;此外,还应建立健全农业保险体系和制度、强化农田水利等基础设施建设,以提高农业风险抵御能力,为实现绿色农业技术推广与农业可持续发展提供必要保障。最后,需要指出的是,由于绿色农业技术种类繁多,且具有一定差异性,篇幅所限,本文难以对所有技术进行逐一考察与比较,这也是作者下一步的努力方向。

① “种好”,既指农业资源得到更好的开发,实现产出最优,也指得到更好的保护,实现永续利用。

参考文献(References):

- [1] 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. [Yang Z H. Ageing, social network and the adoption of green production technology: Evidence from farm households in six provinces in the Yangtze River basin[J]. China Rural Survey, 2018, (4): 44-58.]
- [2] 于艳丽, 李桦, 薛彩霞. 政府规制与社区治理对茶农减量施药行为的影响[J]. 资源科学, 2019, 41(12): 2227-2236. [Yu Y L, Li H, Xue C X. Influence of government regulation and community governance on tea farmers' behavior of reducing pesticide use[J]. Resources Science, 2019, 41(12): 2227-2236.]
- [3] 徐志刚, 张骏逸, 吕开宇. 经营规模、地权期限与跨期农业技术采用: 以秸秆直接还田为例[J]. 中国农村经济, 2018, (3): 61-74. [Xu Z G, Zhang J Y, Lv K Y. The scale of operation, term of land ownership and the adoption of inter-temporal agricultural technology: An example of “straw return to soil directly” [J]. Chinese Rural Economy, 2018, (3): 61-74.]
- [4] 李卫, 薛彩霞, 姚顺波, 等. 农户保护性耕作技术采用行为及其影响因素: 基于黄土高原476户农户的分析[J]. 中国农村经济, 2017, (1): 44-57. [Li W, Xue C X, Yao S B, et al. The adoption behavior of households' conservation tillage technology: An empirical analysis based on data collected from 476 households on the loess plateau[J]. Chinese Rural Economy, 2017, (1): 44-57.]
- [5] 高立, 赵丛雨, 宋宇. 农地承包经营权稳定性对农户秸秆还田行为的影响[J]. 资源科学, 2019, 41(11): 1972-1981. [Gao L, Zhao C Y, Song Y. Effect of stability of land contract and land-use rights on straw retention for rural households[J]. Resources Science, 2019, 41(11): 1972-1981.]
- [6] 李然嫣, 陈印军. 东北典型黑土区农户耕地保护利用行为研究: 基于黑龙江省绥化市农户调查的实证分析[J]. 农业技术经济, 2017, (11): 80-91. [Li R Y, Chen Y J. A study on the behavior of farmers' cultivated land protection and utilization in typical black soil areas of Northeast China: An empirical analysis based on survey of farmers in Suihua City, Heilongjiang Province[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2017, (11): 80-91.]
- [7] 陈飞, 翟伟娟. 农户行为视角下农地流转诱因及其福利效应研究[J]. 经济研究, 2015, 50(10): 163-177. [Chen F, Zhai W J. Land transfer incentive and welfare effect research from perspective of farmers' behavior[J]. Economic Research Journal, 2015, 50(10): 163-177.]
- [8] 张龙耀, 杨军, 张海宇. 金融发展、家庭创业与城乡居民收入: 基于微观视角的经验分析[J]. 中国农村经济, 2013, (7): 47-57. [Zhang L Y, Yang J, Zhang H N. Financial development, family

2020年6月

- entrepreneurship and income of urban and rural residents: Empirical analysis based on micro perspective[J]. *Chinese Rural Economy*, 2013, (7): 47-57.]
- [9] 胡雪枝, 钟甫宁. 人口老龄化对种植业生产的影响: 基于小麦和棉花作物分析[J]. *农业经济问题*, 2013, 34(2): 36-43. [Hu X Z, Zhong F N. The impact of population aging on planting production: Based on the analysis of the two crops of wheat and cotton [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2013, 34(2): 36-43.]
- [10] Stark O. Migration in less development countries: Risk, remittances and family[J]. *Finance and Development*, 1991, 28(4): 431-452.
- [11] 乔志霞. 农业劳动力老龄化对苹果户生产行为影响研究: 以陕甘苹果主产省为例[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2018. [Qiao Z X. Impact of Agricultural Labor Aging on Production Behavior of Apple Households: A Case Study from Shanxi and Gansu Province[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2018.]
- [12] 协天紫光, 樊秀峰, 黄光灿. 东道国投资便利化建设对中国企业对外直接投资二元边际的影响[J]. *世界经济研究*, 2020, (4): 120-134. [Xie T Z G, Fan X F, Huang G C. The impact of host countries' investment facilitation on Chinese firms' OFDI binary margins[J]. *World Economy Studies*, 2020, (4): 120-134.]
- [13] Mazzeo R S, Tanaka H. Exercise prescription for the elderly: Current recommendations[J]. *Sports Medicine*, 2001, 31(11): 809-818.
- [14] Bosek M, Grzegorzewski B, Kowalczyk A, et al. Degradation of postural control system as a consequence of Parkinson's disease and ageing[J]. *Neuroscience Letters*, 2005, 376(3): 215-220.
- [15] Verhaeghen P, Salthouse T A. Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: Estimates of linear and nonlinear age effects and structural models[J]. *Psychological Bulletin*, 1997, 122(3): 231-249.
- [16] 杨校美. 人口老龄化会影响技术创新吗: 来自G20的经验证据[J]. *华东经济管理*, 2018, 32(6): 115-123. [Yang X M. Can population aging affect technological innovation: Empirical evidence from G20[J]. *East China Economic Management*, 2018, 32(6): 115-123.]
- [17] Binswanger H P. Attitudes toward risk: Experimental measurement in rural India[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1980, 62(3): 395-407.
- [18] 刘琪. 子女人力资本对流动人口创业的影响[J]. *华南农业大学学报(社会科学版)*, 2019, 18(6): 96-110. [Liu Q. The impact of children's human capital on entrepreneurship of floating population[J]. *Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition)*, 2019, 18(6): 96-110.]
- [19] 于林, 赵士军, 陈倩. 高层管理团队隐性人力资本研究[J]. *工业技术经济*, 2011, 30(2): 118-122. [Yu L, Zhao S J, Chen Q. Research on hidden human capital of top management team[J]. *Journal of Industrial Technological Economics*, 2011, 30(2): 118-122.]
- [20] 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.]
- [21] 徐志刚, 张炯, 仇焕广. 声誉诉求对农户亲环境行为的影响研究: 以家禽养殖户污染物处理方式选择为例[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(10): 44-52. [Xu Z G, Zhang J, Qiu H G. Effects of reputation demands on farmers' pro-environmental behavior: Taking the farmers' disposal behavior of poultry waste as an example[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(10): 44-52.]
- [22] Giannoccaro G. Survey data of stated farmers' preferences and willingness to supply straw[J]. *Data in Brief*, 2017, 11: 12-14.
- [23] 张童朝, 颜廷武, 何可, 等. 资本禀赋对农户绿色生产投资意愿的影响: 以秸秆还田为例[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(8): 78-89. [Zhang T C, Yan T W, He K, et al. Impact of capital endowment on peasants' willingness to invest in green production: Taking crop straw returning to the field as an example[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(8): 78-89.]
- [24] 黄腾. 互联网使用对苹果种植户安全生产行为的影响研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2018. [Huang T. The Impact of Internet Usage on Apple Farmers' Safety Production Behavior[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2018.]
- [25] 高杨, 赵端阳, 于丽丽. 家庭农场绿色防控技术政策偏好与补偿意愿[J]. *资源科学*, 2019, 41(10): 1837-1848. [Gao Y, Zhao D Y, Yu L L. Family farms' policy preferences and willingness to accept compensation on green pest control techniques[J]. *Resources Science*, 2019, 41(10): 1837-1848.]
- [26] 纪月清, 顾天竹, 陈奕山, 等. 从地块层面看农业规模经营: 基于流转租金与地块规模关系的讨论[J]. *管理世界*, 2017, (7): 65-73. [Ji Y Q, Gu T Z, Chen Y S, et al. Analysis of agricultural scale management from the land parcel level: Based on the perspective of the relationship between land transfer rent and land parcel size[J]. *Management World*, 2017, (7): 65-73.]
- [27] 乔丹, 陆迁, 徐涛. 社会网络、推广服务与农户节水灌溉技术采用: 以甘肃省民勤县为例[J]. *资源科学*, 2017, 39(3): 441-450. [Qiao D, Lu Q, Xu T. Social network, extension service and farmers water-saving irrigation technology adoption in Minqin County[J]. *Resources Science*, 2017, 39(3): 441-450.]
- [28] 李芬妮, 张俊飏, 何可. 非正式制度、环境规制对农户绿色生产行为的影响: 基于湖北1105份农户调查数据[J]. *资源科学*, 2019, 41(7): 1227-1239. [Li F N, Zhang J B, He K. Impact of informal institutions and environmental regulations on farmers' green production behavior: Based on survey data of 1105 house-

- holds in Hubei Province[J]. Resources Science, 2019, 41(7): 1227-1239.]
- [29] 程令国, 张晔. 早年的饥荒经历影响了人们的储蓄行为吗: 对我国居民高储蓄率的一个新解释[J]. 经济研究, 2011, 46(8): 119-132. [Cheng L G, Zhang Y. Does famine experience in childhood influence one's saving decision: A new explanation of China's high household saving rate[J]. Economic Research Journal, 2011, 46(8): 119-132.]
- [30] 张姍, 石祖梁, 杨四军, 等. 施氮和秸秆还田对晚播小麦养分平衡和产量的影响[J]. 应用生态学报, 2015, 26(9): 2714-2720. [Zhang S, Shi Z L, Yang S J, et al. Effects of nitrogen application rates and straw returning on nutrient balance and grain yield of late sowing wheat in rice-wheat rotation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2015, 26(9): 2714-2720.]
- [31] Preacher K J, Hayes A F. Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models[J]. Behavior Research Methods, 2008, 40(3): 879-891.
- [32] H·孟德拉斯. 农民的终结[M]. 李培林, 译. 北京: 社会科学文献出版社, 2010. [Mendras H. The End of the Peasant[M]. Li P L, Trans. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2010.]

Effects of age on farmers' adoption of intertemporal green agricultural technology

ZHANG Tongchao^{1,2}, YAN Tingwu^{1,2}, QIU Tongwei³

(1. College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430074, China;

2. Hubei Rural Development Research Center, Wuhan 430074, China;

3. College of Economics and Management, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Based on the intertemporal technical attributes, this study systematically explored the influence of age on farmers' adoption of intertemporal green agricultural technology, and conducted an empirical test by employing the survey data of 1,372 farmers in Hebei, Shandong, Anhui, and Hubei Provinces and using a mediating effect model. The results show that, first, the effect of age on farmers' adoption of intertemporal green agricultural technology is inverted U-shaped. Second, human capital and risk preference are two important mediating variables for the influence of age, whose mediating effects explain 71.94% of the effect of age. Third, information and scale of land parcels play an important role in promoting the younger farmers' adoption of intertemporal green agricultural technology, while economic value cognition, poverty, water supply, subsidies, and punishment policies have a positive impact on the adoption of intertemporal green agricultural technology by older farmers. Social capital has a negative impact on the adoption of green technology of young farmers, but it is beneficial for old farmers to take action. In the long run, speeding up the cultivation of new professional farmers, improving the new agricultural management system, and further developing the agricultural insurance system are important ways and necessary guarantee for the adoption of intertemporal green agricultural technology.

Key words: intertemporal technology; green agriculture; age; returning straw to the field; mediating effect; inverted U-shaped