

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

杨志海

摘要：本文基于四川省、湖北省、湖南省、江西省、安徽省、江苏省六个长江流域粮食主产省份1027户农户的微观数据，利用 Ordered Probit 模型，实证分析了老龄化、社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响。研究发现：第一，未采纳任何绿色生产技术的农户占 28.2%，其余农户至少采纳了 1 项绿色生产技术，其中，采纳秸秆还田、深耕深松以及施用商品有机肥等技术的农户所占比例较高。第二，农业劳动力老龄化、社会网络对农户绿色生产技术采纳行为具有显著影响，农业劳动力老龄化程度越高，农户绿色生产技术的采纳程度越低；社会网络的拓展则能显著提升农户绿色生产技术的采纳程度。第三，从不同维度社会网络的影响来看，不论是宗族性网络还是朋友圈网络，两者均对农户绿色生产技术采纳行为具有显著的正向影响。第四，社会网络的拓展能减轻农业劳动力老龄化对农户绿色生产技术采纳行为的不利影响，不过仅宗族性网络的缓解效应较为显著，朋友圈网络未能发挥显著的缓解作用。

关键词：老龄化 社会网络 绿色生产技术

中图分类号：F323.3 F323.6 **文献标识码：**A

一、引言

近年来，伴随着人口老龄化程度的不断上升和农村青壮年劳动力转移规模的扩大，中国农业劳动力老龄化呈加速态势（杨志海等，2015；黄季焜、靳少泽，2015）。国家统计局第三次全国农业普查主要数据公报显示，2016年，在农业生产经营人员中，年龄为55岁及以上人员所占比例已高达33.6%，35岁及以下人员仅占19.2%^①。尽管农业劳动力老龄化是世界各国农业发展到一定阶段的必然趋势，但老龄化对农业生产尤其是粮食生产带来的潜在影响不容忽视。国内学者就这一问题已展开了大量研究（例如钱文荣、郑黎义，2010；胡雪枝、钟甫宁，2012；周宏等，2014），但尚未得到一致的结论。

*本文是国家社会科学基金青年项目“农业劳动力老龄化对粮食绿色生产的影响机理及对策研究”（编号：16CGL038）的阶段性研究成果。笔者衷心感谢匿名审稿人对本文提出的建设性修改意见，当然，文责自负。

^①数据来源：《第三次全国农业普查数据公报》，<http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjgb/nypcgb/qgnypcgb/>。

同时,已有文献大多探讨的是农业劳动力老龄化对农业产出的影响。在新形势下,农业劳动力老龄化对农业绿色生产的影响也应引起足够重视,因为农业绿色生产理念的形成、绿色生产技术的应用以及绿色发展的最终实现在很大程度上取决于农业劳动力的人力资本水平。正如 Schultz (1964) 所言,人力资本在农业技术进步和传统农业转型过程中发挥着重要作用。然而,根据人力资本存量的生命周期理论,随着年龄增长,农业劳动力的人力资本存量呈现出以下变化规律:由少到多,逐步增加,至某一年龄达到顶峰,然后再逐渐下降,最后耗竭殆尽。这意味着,当前农业劳动力老龄化将不可避免地带来农业人力资本的弱化,进而阻碍绿色生产技术的推广,对农业生产绿色转型带来潜在威胁。

尽管学者们较少专门研究农业劳动力老龄化与农业绿色生产之间的关系,但近年来国内已有学者从农户禀赋特征、生产经营特征、生态环境认知以及政府推广等方面研究了农户绿色生产行为的影响因素。譬如,赵连阁、蔡书凯(2012)基于安徽省数据的研究表明,参加农民田间学校能够显著提高农户对病虫害综合防治技术的采纳程度;褚彩虹等(2012)研究发现,信息可得性相关因素(参与培训、作为合作社成员等)对农户采纳环境友好型农业技术具有正向影响;高瑛等(2017)的研究表明,农户特征、耕地特征、农业收入比重以及政府补贴政策是影响农户采纳生态友好型农田土壤管理技术的重要因素。此外,一些学者的研究表明,相较于青壮年劳动力,老龄劳动力在采纳新技术、接受新信息等方面均处于弱势,不利于先进技术与生产要素在农业生产中的应用(徐娜、张莉琴,2014;李卫等,2017)。当然,从理论上讲,农业人力资本的弱化并不必然导致农业生产绿色转型受阻,因为一些外在条件的存在能有效改善老龄劳动力的人力资本约束。譬如,学者们认为,集体决策的存在(胡雪枝、钟甫宁,2012)、社会化服务水平的提升(周宏等,2014)以及村庄公共品供给的完善(何凌霄等,2016)等均能缓解老龄化对农业生产的不利影响。除了政府的技术推广服务外,社会网络也是农户获取技术信息的主要渠道。但社会网络能否有效缓解老龄劳动力在技术采纳方面面临的人力资本约束这一问题未能得到足够重视。中国是一个血缘、亲缘、地缘和业缘关系交织,社会网络错综复杂的国家,在技术采纳方面,农户往往通过社会互动获取技术信息,修正收益预期,并做出采纳决策(乔丹等,2017)。关于社会网络对农户技术采纳行为的影响,已有部分学者展开了颇有意义的研究。譬如,旷浩源(2014)以养猪技术为例的研究指出,资金、技术和信息等重要资源嵌入社会网络并在其中流动,进而对农业技术扩散起着重要的支撑作用。那么,社会网络能否在老龄化背景下的农业生产绿色转型中扮演重要角色呢?不同维度社会网络对老龄劳动力绿色生产技术采纳行为的作用是否存在差异呢?对这些问题的回答,将为应对农业劳动力老龄化、提高农户绿色生产技术的采纳程度提供科学依据,对促进农业绿色发展有重要的理论意义与实践价值。

已有文献为本文研究的开展奠定了良好的基础,具有重要的启发与借鉴意义,但至少在以下几个方面还存在有待完善之处:第一,研究老龄化对农业生产影响的现有相关文献较少关注社会网络在其中发挥的作用,而探讨社会网络与农户技术采纳行为关系的已有文献又缺乏对老龄化问题的关注;第二,以往研究缺乏对社会网络异质性的关注,不同维度社会网络对老龄劳动力绿色生产技术采纳行为的作用大小与作用机制可能存在差异;第三,现有相关文献大多以某项绿色生产技术为例,探究影响农户是否采纳的因素,无法反映出农户在参与绿色生产方面的努力程度。鉴于此,本文将以长江流域

粮食主产省份——四川省、湖北省、湖南省、江西省、安徽省、江苏省农户为研究对象，采用 Ordered Probit 模型分析老龄化与社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响，并探讨社会网络能否有效缓解老龄化的影响，在此基础上，进一步从宗族性网络、朋友圈网络两个维度考察不同维度社会网络有关影响的差异。需要说明的是，本文中农业绿色生产技术是指与资源环境承载力相匹配、与生态生活相协调的农业生产技术，主要包括耕地质量保护与提升技术、节水灌溉技术、生物防治技术、种养循环技术等。

二、理论分析

（一）老龄化对农户绿色生产技术采纳行为的影响

学者们普遍强调人力资本在农业生产转型尤其是农业新技术采纳过程中的重要性，认为人力资本对农户的生产决策或技术采纳决策起着举足轻重的作用（Schultz, 1964; 褚彩虹等, 2012）。这意味着，从人力资本视角来看，农业劳动力老龄化势必不利于绿色生产技术推广以及农业生产的绿色转型。其原因在于，从广义上而言，农业劳动力的知识、技能、健康与体力等都是其人力资本的主要内容，而这些内容有着大致相同的变化规律：健康与体力的变化经历由弱到强、再由强到弱的过程，知识、技能则随着年龄增长经历形成、投入使用并最终变得陈旧、落后的过程（姚东旻等, 2015）。换句话说，与青壮年劳动力相比，老龄劳动力虽然经验丰富，但知识体系往往较陈旧，对新技术的认知能力和学习能力较差。一般而言，一项农业新技术从推广到应用大致会经历认知、评估、决策、采纳、反馈等环节。而在这个过程中，老龄劳动力在劳动供给能力（应瑞瑶、徐斌, 2014）、认知能力（姚东旻等, 2015; 汪伟、姜振茂, 2016）以及学习能力（Verhaegen and Salthouse, 1997; 郭晓鸣、左喆瑜, 2015）等方面，与年轻劳动力相比都存在较大差距。这意味着，两者在绿色生产技术采纳方面所面临的约束也会存在不同。进一步地，这将造成老龄劳动力对绿色生产技术的学习与应用能力不如年轻劳动力。不仅如此，老龄劳动力学习新技术的动机也更弱，因为在相同的学习成本下，老龄劳动力的受益时间远短于年轻人（Verhaegen and Salthouse, 1997），他们可能因此对采纳绿色生产技术缺乏足够的积极性。基于此，本文提出以下假说：

H1：农业劳动力老龄化对农户绿色生产技术采纳行为具有不利影响。

（二）社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响

社会网络是农户获取技术信息的主要渠道，具有密集度高和传播路径短的特征，能够有效弥补政府技术推广服务供给的不足，在农户的技术采纳决策中扮演着重要角色（Conley and Udry, 2010; 王格玲、陆迁, 2015; 乔丹等, 2017）。同时，通过与社会网络中的成员进行换工、请他们帮工等方式，农户可以获得劳动支持，从而解决其在生产过程或技术采纳中可能存在的劳动供给不足问题（Scott, 1976）。此外，社会网络也是农户之间互动学习的重要平台，通过社会互动交流技术使用心得，不仅能有效降低农户的技术学习与使用成本，对农户积累技术知识从而实现“干中学”也具有重要影响（王格玲、陆迁, 2015）。具体而言，社会网络至少通过以下三种机制对农户绿色生产技术采纳行为产生影响：其一，帮工支持机制。农户绿色生产技术采纳行为在一定程度上取决于家庭劳动力禀赋或绿色生

产技术的劳动耗费情况（杨志海、王雨濛，2015）。而通过社会网络中成员之间的合作与互惠，农户可以获得帮工支持（Scott, 1976），从而有效解决部分绿色生产技术应用过程中的劳动投入不足问题，对农户绿色生产技术采纳行为具有促进作用。其二，信息获取机制。信息获取是农户应用现代农业技术的关键因素之一（周波、于冷，2010）。社会网络在信息传递方面发挥着重要作用，能够为农户获取绿色生产技术信息提供重要支撑（Conley and Udry, 2010）。社会网络也可以看作信息网络，在这一网络内部，农户之间技术和市场等信息的交流都因村庄内特殊的地缘和亲缘关系而变得十分频繁，从而加快了技术信息和市场信息的扩散速度，大大缩短了农户的信息搜寻过程，同时也极大地降低了信息费用（旷浩源，2014）。因此，借助社会网络，农户能有效获取绿色生产技术信息，减少信息不对称，降低绿色生产技术采纳过程中的交易成本，进而可能对农户绿色生产技术采纳行为产生积极影响。其三，互动学习机制。农业生产的复杂性以及周期长的特点决定了绿色生产技术的学习存在长期性、过程性和动态性特征，而且其应用效果往往具有不确定性。社会网络的拓展能有效促进农户之间的技术交流，帮助他们在绿色生产技术采纳过程中及时、有效地获得技术指导。同时，农户间的技术交流还有助于他们积累技术知识，有利于技术推广与应用（王格玲、陆迁，2015）。另外，社会网络还能农户提供采纳绿色生产技术所需的物质资本和资金支持，提高他们的风险承担能力等。基于此，本文提出以下假说：

H2：社会网络的拓展对农户绿色生产技术采纳行为具有积极影响。

（三）社会网络的拓展对老龄化影响农户绿色生产技术采纳行为的缓解作用

正如上文所分析，相比于年轻劳动力，老龄劳动力至少在劳动供给、认知能力和学习能力这三个方面存在弱势，成为他们采纳绿色生产技术的重要约束。而社会网络的拓展则能缓解老龄劳动力所受到的这些约束，进而提高他们采纳绿色生产技术的可能性。其一，面对老龄化所带来的劳动力短缺问题，社会网络能发挥关键作用。借助于社会网络，老龄劳动力能够在绿色生产技术应用过程中及时获得帮工支持，从而解决劳动供给不足问题（何凌霄等，2016）。其二，老龄劳动力在认知能力上的弱势使得他们对绿色生产技术的认知水平较低，而社会网络的拓展则能降低技术信息的不对称性，有助于提高老龄劳动力对绿色生产技术的认知程度。此外，老龄劳动力还能借助社会网络获取他人采用绿色生产技术的经验，有助于缓解他们在绿色生产技术采纳过程中认知能力的约束。其三，绿色生产技术的采纳并非一蹴而就，需要技术采纳者在应用过程中不断学习，并及时纠正技术应用偏差。然而，老龄劳动力在学习能力方面的弱势使得他们对绿色生产技术的独立学习存在困难。稳定而紧密的社会网络成为老龄劳动力就绿色生产技术进行沟通与互动的交流平台，能帮助他们应对绿色生产技术应用过程中不断出现的新情况和新问题，实现“看中学”“干中学”，从而缓解老龄劳动力采纳绿色生产技术的学习能力约束。基于此，本文提出以下假说：

H3：社会网络的拓展能缓解老龄化对农户绿色生产技术采纳行为的约束。

然而，不同维度的社会网络对老龄化影响农户绿色技术采纳行为的缓解作用可能存在差异。一般而言，在广大农村地区，农户的社会网络主要基于“亲缘”“地缘”和“业缘”建立，即农民个人或家庭所拥有的亲戚、朋友、同事或邻居等关系构成其社会网络。这些关系网络大致可以分为两类：一

类是宗族性网络，是建立在“亲缘”基础上的一种侧重于强度的社会网络；另一类是朋友圈网络，在建立在“业缘”或“地缘”基础上的一种侧重于广泛性的社会网络（何凌霄等，2016）。旷浩源（2014）以农户对一种养猪新技术的采纳为例研究发现，在该技术扩散的不同阶段，不同维度社会网络所能发挥的作用存在较大差别，譬如在技术扩散初期，农户的技术采纳主要建立在对推广者本人信任的基础上，宗族性网络因信任半径小而能在这一阶段发挥巨大作用。这意味着，宗族性网络与朋友圈网络会因为农户间亲疏程度的差异而对他们的绿色生产技术采纳行为产生不同影响。基于此，本文提出以下假说：

H4：不同维度社会网络对老龄化影响农户绿色技术采纳行为的缓解作用存在差异。

三、数据、变量与模型

（一）数据来源

本文所用数据来自于课题组 2017 年 7~8 月对长江流域粮食主产省份——四川省、湖北省、湖南省、江西省、安徽省、江苏省农户开展的抽样调查，这些省份是国家推广农业绿色生产技术的重点区域，在研究农户绿色生产技术采纳行为方面具有较好的代表性。课题组采用分层逐级抽样和随机抽样相结合的方式选取样本农户，具体的抽样过程为：在每个省份根据粮食生产与经济发展情况各选择 2 个县（市），在每个县（市）随机选取 3 个乡镇，再在每个乡镇随机选取 3 个村，最后在每个村随机选取 10 户粮食种植户。本次调查在各省分别发放问卷 180 份，共发放问卷 1080 份，剔除部分数据缺失和信息前后矛盾的问卷后，得到有效问卷 1027 份，问卷有效率为 95.1%。农户问卷调查主要采用“一对一”访谈的方式，对户主或参与生产经营决策的主要家庭成员进行调查，内容主要包括家庭人口结构及劳动力就业状况，家庭农业生产经营状况，受访者绿色生产技术认知、采纳意愿以及采纳行为等方面；村庄问卷调查主要针对村主任、村党支部书记或其他了解村庄情况的村干部展开，内容主要包括村庄劳动力结构、社会与经济发展状况以及村庄内绿色生产技术推广情况和相关政策等。

（二）样本农户的基本特征

从样本农户的基本特征看（见表 1），受访者以受教育程度为小学及以下的中老年男性为主，年龄不小于 50 岁的占 73.9%，接受过初中及以上教育的仅占 39.9%；家庭经营耕地面积主要集中在 10 亩以下，占 72.2%；家庭 2016 年人均收入大多低于 10000 元，占 63.4%。总体来看，样本农户表现出大多数受访者受教育程度较低、年龄偏高，家庭所经营的耕地面积普遍偏小且收入水平不高等基本特征，这与长江流域粮食主产省份的实际情况基本相符。

表 1 样本农户的基本情况

| | 变量 | 样本量 | 比例 (%) | | 变量 | 样本量 | 比例 (%) |
|-------|---------|-----|--------|----------|---------|-----|--------|
| 受访者性别 | 男 | 888 | 86.5 | 家庭经营耕地面积 | 小于 5 亩 | 341 | 33.2 |
| | 女 | 139 | 13.5 | | 5~10 亩 | 401 | 39.0 |
| 受访者年龄 | 小于 50 岁 | 268 | 26.1 | | 10~20 亩 | 155 | 15.1 |
| | 50~60 岁 | 300 | 29.2 | | 20 亩及以上 | 130 | 12.7 |

| | | | | | | | |
|----------|--------|-----|------|---------|--------------|-----|------|
| 受访者受教育程度 | 60~70岁 | 326 | 31.7 | 家庭年人均收入 | 小于5000元 | 355 | 34.6 |
| | 70岁及以上 | 134 | 13.0 | | 5000~7000元 | 163 | 15.9 |
| | 小学及以下 | 617 | 60.1 | | 7000~10000元 | 132 | 12.9 |
| | 初中 | 336 | 32.7 | | 10000~15000元 | 199 | 19.4 |
| | 高中及以上 | 74 | 7.2 | | 15000元及以上 | 177 | 17.2 |

(三) 变量设置及描述性统计分析

1. 因变量。为了量化分析农户绿色生产技术采纳行为, 借鉴 Willy and Holm-Müller (2013), 本文将农户所采纳的绿色生产技术数量作为衡量其采纳行为的指标。调查发现, 样本农户绿色生产技术的采纳情况有 5 种, 分别为“未采纳”“采纳 1 种技术”“采纳 2 种技术”“采纳 3 种技术”以及“采纳 4 种技术”。由于农业生产情况不同, 各省主要推广的绿色生产技术种类也存在差异, 但一些主要的技术种类相差无几。各省样本农户对不同绿色生产技术的采纳情况见表 2。除了表 2 所列技术外, 还有少量农户采纳了绿色防控、种植肥田作物、施用土壤调理剂以及节水灌溉等技术。

表 2 样本农户对不同绿色生产技术的采纳情况 单位: %

| 绿色生产技术 | 四川省 (175 户) | 湖北省 (173 户) | 湖南省 (168 户) | 江西省 (170 户) | 安徽省 (170 户) | 江苏省 (171 户) | 合计 (1027 户) |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 秸秆还田 | 94.86 | 52.60 | 51.79 | 33.53 | 94.12 | 90.64 | 69.72 |
| 深耕深松 | 22.29 | 6.94 | 1.79 | 18.24 | 1.18 | 76.61 | 21.23 |
| 施用商品有机肥 | 9.14 | 13.29 | 20.24 | 10.59 | 0.59 | 12.28 | 11.00 |
| 测土配方施肥 | 30.86 | — | — | 7.65 | — | 9.36 | 8.08 |
| 免耕直播 | 4.57 | — | — | 14.71 | — | 4.09 | 3.89 |

注: 表中第 2 列至第 7 列中的比例为各省采纳某一种绿色生产技术的农户数分别占相应省份样本农户的比例, 合计列中的比例为全部样本农户中采纳相应种类绿色生产技术的农户比例。由于一些农户同时采纳了多种绿色生产技术, 所以存在比例总和大于 100% 的情况; 部分农户未采纳任何绿色生产技术, 所以, 有关比例总和也不为 100%。

进一步统计发现, 未采纳任何绿色生产技术的农户占 28.20%, 采纳 1 种绿色生产技术的农户占 42.11%, 采纳 2 种、3 种和 4 种绿色生产技术的农户分别占 18.17%、7.35% 和 4.17%。由此可见, 样本地区农户的绿色生产技术采纳情况不容乐观。尽管至少采纳了 1 种绿色生产技术的农户占 71.8%, 但其中有相当部分农户仅采用了 1 种绿色生产技术。而农业绿色生产是一项系统工程, 需要配合采纳多种技术才能更好地发挥作用。因此, 农户绿色生产技术的采纳程度尚待进一步提高。

2. 自变量。(1) 老龄化变量及其测度。参照相关研究的做法 (譬如杨进、陈志钢, 2016), 本文采用参与劳动的家庭成员中老龄劳动力 (以国际公认的 60 岁作为划分老龄人口的标准) 所占比例, 即年龄大于等于 60 岁的劳动力占家庭全部劳动力的比例, 作为衡量老龄化程度的指标。此外, 本文还参照胡雪枝、钟甫宁 (2012) 的做法, 从样本中选择家庭全部成员的年龄均为 60 岁及以上的农户作为“老龄组农户”并赋值为 1, 将家庭全部成员的年龄均为 60 岁以下的农户作为“年轻组农户”并赋值为 0, 采用虚拟变量的方式来表征老龄化, 以进行稳健性检验。

(2) 社会网络变量及其测度。社会网络与社会规则、社会信任一样都属于社会资本的范畴 (Putnam

et al., 1993), 它是指个人或家庭与亲戚、朋友、同事或邻居之间因为互动而形成的相对稳定的关系体系(章元、陆铭, 2009)。由于社会网络是无法被直接观测得到的潜变量, 学者们采用了多种方法对其进行测度。部分学者采用单一指标作为社会网络的代理变量, 例如将“家庭送出礼金数额”作为社会网络的代理变量(周广肃等, 2014), 或用“春节来访的亲戚朋友数量”作为其量化指标(杨汝岱等, 2011)。不过, 有学者指出, 利用因子分析法, 采用多维指标、构建综合指数, 能够涵盖更多的社会网络信息, 从而更好地诠释社会网络特征(王格玲、陆迁, 2015)。基于此, 本文将利用因子分析法测度农户的社会网络。对于社会网络测量指标的选择, 以往文献并没有统一的标准, 学者们往往根据研究主题进行适当调整。由于主要考察社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的作用, 因此, 本文将主要从技术获取、学习以及应用等方面来考虑社会网络具体测量指标的选择。其一, 选择“平时经常走动的亲戚或朋友数量”作为指标之一, 其原因是, 亲戚或朋友之间的日常互访往往是绿色生产技术信息传递的重要渠道, 为农户获取相关知识与信息提供了机会; 其二, 选择“和亲戚或朋友交流绿色生产技术的频繁程度”作为指标之一, 考虑的是亲戚或朋友之间的信息传递或互动学习是农户实现“干中学”的重要支撑; 其三, 考虑到亲戚或朋友在绿色生产技术采纳方面可能存在劳动支持与互动, 因而选取“农忙时亲戚或朋友帮忙的频繁程度”作为测量指标之一。后两个测量指标的选项包括“从不”“较少”“一般”“比较频繁”“非常频繁”, 依次分别赋值为1~5分。由于不同维度社会网络在农户绿色生产技术采纳决策中所扮演的角色及其差异也是本文研究的重要内容, 因此, 本文将基于上述3个指标, 分别从宗族性网络和朋友圈网络两个维度构建农户的社会网络指标体系(具体指标及定义见表3)。

本文利用SPSS18.0软件进行分析, 得到社会网络6个指标的KMO检验值为0.759, Bartlett球形检验的近似卡方值为2124.857 (sig=0.000), 说明所选取的样本指标数据适合做因子分析。在采用最大方差法进行因子旋转后, 得到特征根大于1的公因子2个, 其累积方差贡献率为78.292% (见表3)。其中, 公因子1在前3个指标上载荷较大, 方差贡献率为45.680%, 反映的是宗族性网络; 公因子2在后3个指标上载荷较大, 方差贡献率为32.612%, 反映的是朋友圈网络。在此基础上, 根据各因子得分和相应的方差贡献率, 可以得到测量农户社会网络状况的综合性指标, 其计算方式为: 社会网络 = (45.680% × 宗族性网络得分 + 32.612% × 朋友圈网络得分) / 78.292%。

表3 社会网络变量说明及因子分析结果

| 维度 | 指标 | 含义及测量 | 均值 | 标准差 | 社会网络因子分析结果 | |
|-------|------------------|---------|--------|--------|------------|-------|
| | | | | | 因子1 | 因子2 |
| 宗族性网络 | 平时经常走动的亲戚数量 | 具体数量(个) | 14.656 | 13.115 | 0.825 | 0.076 |
| | 和亲戚交流绿色生产技术的频繁程度 | 赋值1~5分 | 3.998 | 0.724 | 0.813 | 0.103 |
| | 农忙时亲戚帮忙的频繁程度 | 赋值1~5分 | 3.272 | 1.215 | 0.807 | 0.098 |
| 朋友圈网络 | 平时经常走动的朋友数量 | 具体数量(个) | 13.845 | 10.479 | 0.107 | 0.603 |
| | 和朋友交流绿色生产技术的频繁程度 | 赋值1~5分 | 2.643 | 1.065 | 0.082 | 0.518 |
| | 农忙时朋友帮忙的频繁程度 | 赋值1~5分 | 3.448 | 1.097 | 0.118 | 0.576 |

注：表中题项询问的都是受访者 2016 年的相关情况。

(3) 控制变量的引入。依据理性小农学派的农户行为理论，并借鉴国内外相关研究成果（例如褚彩虹等，2012；钱文荣、郑黎义，2010；杨志海、王雨濛，2015；Wossen et al., 2015；李卫等，2017），本文还将从内在禀赋和外在环境两个层面考察农户绿色生产技术采纳行为的影响因素。具体而言，本文引入以下几类控制变量：其一，户主或参与生产经营决策的主要家庭成员的个人特征，包括性别、年龄、受教育程度、风险偏好、绿色生产技术生态价值认知及经济效益认知。其中，风险偏好状况以其对一种新型水稻种子的采用态度来衡量。具体调查问题为“若政府提供一种新型水稻种子，有一半可能使现在的产量翻倍，但也有一半可能会减产 1/3，您是否愿意采用？”若回答“愿意采用”，则继续询问“如果不是减产 1/3，而是有一半可能会减产 1/2 呢，您还愿意采用吗？”对第一个问题，若回答“不愿意”，则问“那有一半可能只减产 1/5 呢，您愿意使用吗？”若对前 2 个问题均回答“愿意”，则认为该受访者是风险偏好者；若对第 1 个问题和第 3 个问题均回答“不愿意”，则认为该受访者是风险规避者；回答其他答案的受访者可被视为风险中立者。对绿色生产技术生态价值认知的调查问题是“您认为绿色生产技术能够减少环境污染吗？”与“您认为绿色生产技术能够提高耕地质量吗？”其选项包括“非常不同意”“比较不同意”“一般”“比较同意”“非常同意”，依次分别赋值 1~5 分，将受访者在这两个问题上的答案相应分值取平均值，得到各样本的绿色生产技术生态价值认知得分；对绿色生产技术经济效益认知的调查问题是“您认为绿色生产技术能够提高粮食产量吗？”与“您认为绿色生产技术能够节约种粮投入吗？”其选项包括“非常不同意”“比较不同意”“一般”“比较同意”“非常同意”，依次分别赋值 1~5 分，将受访者在这两个问题上的答案相应分值取平均值，得到各样本的绿色生产技术经济效益认知得分。其二，家庭经营特征，包括耕地经营规模、家庭收入水平、种植业收入比例、农业劳动力数量 4 个变量。其三，土地特征，包括土壤质量、耕地坡度、细碎化程度 3 个变量。其四，村庄特征，包括机耕路状况、政府绿色生产技术推广强度、村庄农业生产设施建设支出比重 3 个变量。此外，考虑到地区差异，本文在模型中还加入了省份虚拟变量，以控制省际差异。各变量的定义和描述性统计分析结果见表 4。

表 4 变量定义及描述性统计分析结果

| 变量名称 | 变量含义 | 均值 | 标准差 |
|------------|--|-------|-------|
| 绿色生产技术采纳行为 | 农户上一年（2016 年）在粮食生产中采纳的不同类别绿色生产技术的数量（个） | 1.198 | 1.163 |
| 老龄化程度 | 上一年（2016 年）家庭参与劳动的成员中 60 岁及以上劳动力所占比例 | 0.258 | 0.285 |
| 社会网络 | | | |
| 社会网络综合指标 | 对 6 个社会网络指标进行因子分析后的综合得分 | 0 | 0.596 |
| 宗族性网络 | 从 6 个社会网络指标中提取的公因子 1 | 0 | 1 |
| 朋友圈网络 | 从 6 个社会网络指标中提取的公因子 2 | 0 | 1 |
| 受访者个人特征 | | | |
| 性别 | 男性=1；女性=0 | 0.865 | 0.417 |

老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|--------|--------|
| 年龄 | 受访者实际年龄（岁） | 56.755 | 10.918 |
| 受教育程度 | 受访者受教育年限（年） | 6.053 | 3.307 |
| 风险偏好类型（以风险中立者为参照组） | | | |
| 风险偏好者 | 风险偏好=1；其他=0 | 0.215 | 0.411 |
| 风险规避者 | 风险规避=1；其他=0 | 0.270 | 0.444 |
| 绿色生产技术生态价值认知 | 见前文对该变量含义的说明 | 3.906 | 0.924 |
| 绿色生产技术经济效益认知 | 见前文对该变量含义的说明 | 3.779 | 0.800 |
| 家庭经营特征 | | | |
| 耕地经营规模 | 上一年（2016年）实际耕种的土地面积（亩） | 12.070 | 25.136 |
| 家庭收入水平 | 上一年（2016年）家庭总纯收入（元）的对数 | 10.176 | 1.096 |
| 种植业收入比例 | 上一年（2016年）种植业收入占家庭总收入的比重 | 0.314 | 0.321 |
| 农业劳动力数量 | 家庭务农劳动力数量（人） | 1.747 | 0.697 |
| 土地特征 | | | |
| 土壤质量 | 较差=1；中等=2；较好=3 | 2.310 | 0.616 |
| 耕地坡度 | 平坦=1；有一些坡度=2；梯田=3 | 1.287 | 0.537 |
| 细碎化程度 | 上一年（2016年）耕地块数/耕地面积（块/亩） | 1.228 | 1.015 |
| 村庄特征 | | | |
| 机耕路状况 | 样本所在村庄有无机耕路。有=1；无=0 | 0.589 | 0.492 |
| 政府绿色生产技术推广强度 | 近3年政府在样本所在村庄推广的绿色生产技术数量（个） | 2.927 | 2.265 |
| 村庄农业生产设施建设支出比重 | 近3年样本所在村庄农业生产设施建设支出占村级公共支出的比重 | 0.359 | 0.281 |

注：为了消除异方差，对家庭收入水平变量进行了取对数处理，但该变量可能还存在本文未能解决的内生性问题。此外，由于在因子分析时采用了标准化处理，所以，社会网络、宗族性网络、朋友圈网络3个变量的均值皆为0。

（四）模型设定

对于农户绿色生产技术采纳行为的研究，学者们较多采用二元离散 Probit 或 Logit 模型，但本文研究中的因变量为农户所采纳的绿色生产技术数量，取值为 0、1、2、3、4，存在明显的递进关系。对于这类有序多分类变量，采用 Ordered Probit 模型更为合适。其基本回归模型为：

$$Adoption^* = \alpha AGE + \beta SN + \delta X + \varepsilon \quad (1)$$

（1）式中， $Adoption^*$ 为不可观测的潜变量， AGE 为老龄化变量， SN 为社会网络变量， X 为表 5 中所列的控制变量， α 、 β 、 δ 为待估系数， ε 为服从标准正态分布的扰动项。进一步地，在（1）式中加入 AGE 与 SN 的乘积项，以检验社会网络对老龄化影响的缓解作用。可观测的农户绿色生产技术采纳变量 $Adoption$ 和不可观测的潜变量 $Adoption^*$ 之间存在以下关系：

$$Adoption = \begin{cases} 0(\text{未采纳}), & \text{若 } Adoption^* \leq r_0 \\ 1(\text{采纳1种}), & \text{若 } r_0 < Adoption^* \leq r_1 \\ 2(\text{采纳2种}), & \text{若 } r_1 < Adoption^* \leq r_2 \\ 3(\text{采纳3种}), & \text{若 } r_2 < Adoption^* \leq r_3 \\ 4(\text{采纳4种}), & \text{若 } Adoption^* > r_3 \end{cases} \quad (2)$$

(2)式中, r_0 、 r_1 、 r_2 、 r_3 分别是农户绿色生产技术采纳行为变量的未知分割点, 且 $r_0 < r_1 < r_2 < r_3$ 。由此得到农户未采纳、采纳 1 种、采纳 2 种、采纳 3 种、采纳 4 种绿色生产技术的概率, 分别为:

$$\begin{aligned} p(Adoption = 0 | X) &= \Phi(r_0 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) \\ p(Adoption = 1 | X) &= \Phi(r_1 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) - \Phi(r_0 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) \\ p(Adoption = 2 | X) &= \Phi(r_2 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) - \Phi(r_1 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) \\ p(Adoption = 3 | X) &= \Phi(r_3 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) - \Phi(r_2 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) \\ p(Adoption = 4 | X) &= 1 - \Phi(r_3 - \alpha AGE - \beta SN - \delta X) \end{aligned} \quad (3)$$

(3) 式中, Φ 为标准正态分布的累计密度函数。与二元 Probit 模型一样, Ordered Probit 模型参数也将采用极大似然估计法进行估计。

四、估计结果与分析

在这一部分, 本文运用 Stata12.0 软件, 首先考察老龄化与社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响, 估计结果见表 5 中的方程 1; 其次引入宗族性网络与朋友圈网络两个变量, 进一步分析不同维度社会网络的影响, 估计结果见表 5 中的方程 2; 然后分别引入老龄化与不同维度社会网络的交互项, 重点考察社会网络能否缓解农业劳动力老龄化对农户绿色生产技术采纳行为的影响(估计结果见表 5 中的方程 3) 以及哪类社会网络所起的缓解作用更大(估计结果见表 5 中的方程 4)。总体来看, 各方程的卡方检验值均在 1% 的统计水平上显著, 说明各方程的整体拟合效果较好。

(一) 老龄化与社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响

1. 老龄化的影响。表 5 中方程 1 和方程 2 的估计结果显示, 老龄化对农户绿色生产技术采纳行为具有负向影响, 且在 5% 的统计水平上显著, 即老龄化程度越高, 农户绿色生产技术采纳程度越低。对样本的统计结果也显示, 在受访者年龄为 50 岁以下、50~60 岁、60 岁及以上的农户中, 采用绿色生产技术的农户所占比例分别为 81.17%、69.23%、58.95%, 可见, 随户主或参与生产经营决策的主要家庭成员年龄的增加, 采用绿色生产技术的农户所占比例呈下降趋势。这一研究结果验证了前文提出的假说 1, 表明农业劳动力老龄化对农户绿色生产技术采纳行为的确具有不利影响。

2. 社会网络的影响。表 5 中方程 1 的估计结果显示, 社会网络变量在 5% 的统计水平上显著, 且估计系数为正, 表明社会网络的拓展显著提高了农户对绿色生产技术的采纳程度。这一研究结果验证了前文提出的假说 2, 即社会网络的拓展对农户绿色生产技术采纳行为具有积极影响。此外, 表 5 中方程 2 的估计结果显示, 宗族性网络和朋友圈网络均对农户绿色生产技术的采纳程度有正向影响, 且分

别在 1% 和 10% 的统计水平上显著。这说明，不论是宗族性网络，还是朋友圈网络，都对农户绿色生产技术采纳行为具有正向影响。此外，这一结果也在一定程度上显示了社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响具有较强的稳健性。

表 5 老龄化与社会网络对农户绿色生产技术采纳行为影响的模型估计结果

| 变量名称 | 方程 1 | | 方程 2 | | 方程 3 | | 方程 4 | |
|--------------------|------------|-------|------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 |
| 老龄化程度 | -0.136** | 0.062 | -0.117** | 0.051 | -0.091 | 0.074 | -0.083* | 0.045 |
| 社会网络综合指标 | 0.220** | 0.092 | — | — | 0.184** | 0.087 | — | — |
| 宗族性网络 | — | — | 0.141*** | 0.052 | — | — | 0.118** | 0.049 |
| 朋友圈网络 | — | — | 0.051* | 0.028 | — | — | 0.028 | 0.053 |
| 老龄化×社会网络 | — | — | — | — | 0.793*** | 0.214 | — | — |
| 老龄化×宗族性网络 | — | — | — | — | — | — | 0.450*** | 0.120 |
| 老龄化×朋友圈网络 | — | — | — | — | — | — | 0.094 | 0.112 |
| 受访者个人特征 | | | | | | | | |
| 性别 | 0.149* | 0.087 | 0.148* | 0.087 | 0.135* | 0.075 | 0.140* | 0.073 |
| 年龄 | -0.102 | 0.104 | -0.101 | 0.104 | -0.097 | 0.093 | -0.083 | 0.091 |
| 受教育程度 | 0.037*** | 0.012 | 0.038*** | 0.012 | 0.035*** | 0.012 | 0.037*** | 0.012 |
| 风险偏好者 | 0.197** | 0.088 | 0.199** | 0.088 | 0.182** | 0.088 | 0.189** | 0.088 |
| 风险规避者 | -0.052 | 0.080 | -0.048 | 0.080 | -0.040 | 0.081 | -0.028 | 0.081 |
| 绿色生产技术生态价值认知 | 0.145** | 0.065 | 0.158** | 0.067 | 0.127* | 0.065 | 0.138** | 0.068 |
| 绿色生产技术经济效益认知 | 0.233*** | 0.073 | 0.225*** | 0.074 | 0.263*** | 0.073 | 0.257*** | 0.075 |
| 家庭经营特征 | | | | | | | | |
| 耕地经营规模 | 0.032 | 0.020 | 0.031 | 0.021 | 0.028 | 0.019 | 0.022 | 0.020 |
| 家庭收入水平 | 0.005 | 0.040 | 0.006 | 0.041 | 0.012 | 0.040 | 0.001 | 0.041 |
| 种植业收入比例 | 0.062* | 0.034 | 0.052* | 0.027 | 0.050* | 0.027 | 0.040* | 0.021 |
| 农业劳动力数量 | 0.293*** | 0.052 | 0.298*** | 0.052 | 0.289*** | 0.052 | 0.297*** | 0.053 |
| 土地特征 | | | | | | | | |
| 土壤质量 | -0.066** | 0.026 | -0.061** | 0.027 | -0.059** | 0.028 | -0.053** | 0.023 |
| 耕地坡度 | -0.013 | 0.071 | -0.020 | 0.072 | -0.005 | 0.071 | -0.004 | 0.073 |
| 细碎化程度 | -0.286*** | 0.037 | -0.283*** | 0.037 | -0.291*** | 0.037 | -0.290*** | 0.038 |
| 村庄特征 | | | | | | | | |
| 机耕路状况 | 0.185** | 0.079 | 0.166** | 0.080 | 0.187** | 0.079 | 0.168** | 0.080 |
| 政府绿色生产技术推广强度 | 0.049*** | 0.016 | 0.050*** | 0.017 | 0.049*** | 0.017 | 0.049*** | 0.017 |
| 村庄农业生产设施建设支出比重 | 0.338** | 0.131 | 0.353** | 0.133 | 0.314** | 0.132 | 0.330** | 0.133 |
| 省份虚拟变量 | 已控制 | 已控制 | 已控制 | 已控制 | 已控制 | 已控制 | 已控制 | 已控制 |
| 调整的 R ² | 0.293 | | 0.293 | | 0.298 | | 0.299 | |
| 卡方检验统计量 | 259.580*** | | 261.000*** | | 273.38*** | | 277.19*** | |

| | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 对数似然值 | -1272.891 | -1272.182 | -1265.988 | -1264.086 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|

注：*、**和***分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著。受版面所限，表中未报告分割点估计结果。

（二）社会网络对老龄化影响农户绿色生产技术采纳行为的缓解作用

方程 3 的估计结果显示，老龄化与社会网络的交互项在 1% 的统计水平上显著，且估计系数为正，表明社会网络的拓展的确能缓解老龄化对农户绿色生产技术采纳行为的负向影响，从而验证了假说 3。统计分析结果显示，老龄组农户与年轻组农户在技术学习能力方面的确存在较大差异。譬如，老龄组农户中有 69% 的受访者认为“学习使用绿色生产技术（措施）较为困难”，而年轻组农户中只有 43% 的受访者认同这一观点；与此同时，老龄组农户中有 51% 的受访者表示其绿色生产技术的学习途径为“其他农户、熟人介绍”，高于年轻组农户的这一比例（39%）。这意味着，社会网络是老龄组农户学习、掌握绿色生产技术的重要渠道。

此外，本文感兴趣的另一个问题是，不同维度的社会网络，譬如宗族性网络和朋友圈网络，是否都能有效缓解老龄化对农户绿色生产技术采纳程度的不利影响。表 5 中方程 4 的估计结果显示，两个维度社会网络变量与老龄化交互项的系数均为正，但仅宗族性网络与老龄化交互项在 1% 的统计水平上显著。这表明，宗族性网络能显著缓解老龄化对农户绿色生产技术采纳程度的负面作用。这一估计结果验证了本文提出的假说 4，即不同维度社会网络的缓解作用存在差异。两种社会网络的缓解效应存在不同的主要原因可能在于农户“信任半径”的差异。正如费孝通（2016）所言，中国的社会关系是按照亲疏远近的差序原则来构建的。因此，农户对宗族性网络与朋友圈网络的信任程度可能存在一定程度的差异。特别是在绿色生产技术推广与应用过程中，农户对绿色生产技术的信息获取速度与采纳程度与其对信息传播者或率先采纳者的信任程度以及双方关系的亲疏程度有较大关系。宗族性网络因其信任半径小而能发挥更重要作用（旷浩源，2014）。

（三）稳健性检验

为了检验估计结果的稳健性，本文采用其他学者所选取的老龄化指标与单一社会网络指标，再次估计老龄化与社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响。具体来说，根据上文的界定，将样本农户分为“老龄组农户”（赋值为 1）与“年轻组农户”（赋值为 0），并剔除同时有 60 岁及以上与 60 岁以下家庭成员的样本农户，得到年轻组农户 382 户、老龄组农户 269 户。社会网络变量则使用学者们常采用的单一指标，将“平时经常走动的亲戚数量”作为宗族性网络的代理指标，用“平时经常走动的朋友数量”作为朋友圈网络的代理指标。表 6 显示，无论是作用方向还是显著性状况，老龄组农户、宗族性网络、朋友圈网络以及前者与后两者交互项的估计结果与表 5 中的结果都较为一致。这说明，老龄化、社会网络对农户绿色生产技术采纳行为影响的前述研究结果较为稳健。

表 6 稳健性检验结果

| 变量名称 | 方程 5 | | 方程 6 | |
|-------|----------|-------|---------|-------|
| | 系数 | 标准误 | 系数 | 标准误 |
| 老龄组农户 | -0.103** | 0.049 | -0.061* | 0.032 |
| 宗族性网络 | 0.208** | 0.093 | 0.152* | 0.081 |

老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为

| | | | | |
|--------------------|------------|-------|------------|-------|
| 朋友圈网络 | 0.087* | 0.048 | 0.047* | 0.025 |
| 老龄组农户×宗族性网络 | — | — | 0.263** | 0.119 |
| 老龄组农户×朋友圈网络 | — | — | 0.079 | 0.080 |
| 其他控制变量 | 已控制 | 已控制 | 已控制 | 已控制 |
| 调整的 R ² | 0.217 | | 0.219 | |
| 卡方检验统计量 | 197.290*** | | 201.330*** | |
| 对数似然值 | -746.953 | | -744.929 | |

注：*、**和***分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著。为节省篇幅，未报告其他变量的估计结果。

五、结论与政策启示

本文利用四川省、湖北省、湖南省、江西省、安徽省、江苏省六个粮食主产省 1027 户农户的微观数据，运用 Ordered Probit 模型，实证分析了农业劳动力老龄化、社会网络对农户绿色生产技术采纳行为的影响。得到以下主要结论：第一，总体来看，样本农户采纳绿色生产技术的比例较高，71.8% 的农户至少采纳了 1 项绿色生产技术，但采纳 2 项或以上绿色生产技术的农户仅占 29.7%；第二，农业劳动力老龄化对农户绿色生产技术采纳行为具有显著的负向影响，而社会网络的拓展对农户绿色生产技术采纳行为具有显著的正向作用，即使选取不同的代理变量，该结论依然稳健；第三，社会网络的两个维度，即宗族性网络与朋友圈网络的拓展均对农户绿色生产技术采纳行为产生了显著的积极影响；第四，社会网络的拓展能较好地缓解农业劳动力老龄化对农户绿色生产技术采纳的不利影响，但在社会网络的两个维度中，仅宗族性网络的缓解效应显著，而朋友圈网络未能发挥类似的显著作用。

绿色生产技术的推广与应用是农业绿色发展的重要载体，农业劳动力老龄化带来的不利影响应引起足够的重视。基于本文研究结论，可以得出以下政策启示：第一，在推进农业生产绿色转型的过程中，应充分考虑农业劳动力老龄化的现实状况，通过创新农业技术培训与推广方式，提高老龄劳动力的技术培训参与率，从而改善老龄劳动力的人力资本，为提高老龄劳动力绿色生产技术的采纳程度创造条件；第二，在绿色生产技术推广过程中应重视社会网络的影响，特别是在技术推广初期，可以利用社会网络尤其是宗族性网络提升技术传播速度，为老龄劳动力“看中学”与“干中学”提供便利条件，从而提升绿色生产技术的推广效率；第三，在充分把握农业劳动力老龄化特征的基础上，为老龄劳动力搭建专门的公共社交互助平台，譬如设立老年活动中心、组建老年文艺队以及成立生产互助小组等，为老龄劳动力互动交流、拓宽信息交流渠道以及扩大朋友圈创造条件，以更好地发挥朋友圈网络在绿色生产技术推广中的积极作用。

参考文献

1. 费孝通, 2016: 《乡土中国》, 北京: 北京大学出版社。
2. 郭晓鸣、左喆瑜, 2015: 《基于老龄化视角的传统农区农户生产技术选择与技术效率分析》, 《农业技术经济》第 1 期。
3. 高瑛、王娜、李向菲、王咏红, 2017: 《农户生态友好型农田土壤管理技术采纳决策分析——以山东省为例》, 《农

业经济问题》第1期。

- 4 黄季焜、靳少泽, 2015:《未来谁来种地: 基于我国农户劳动力就业代际差异视角》,《农业技术经济》第1期。
- 5.胡雪枝、钟甫宁, 2012:《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》,《中国农村经济》第7期。
- 6.何凌霄、南永清、张忠根, 2016:《老龄化、社会网络与家庭农业经营——来自CFPS的证据》,《经济评论》第2期。
- 7.旷浩源, 2014:《农村社会网络与农业技术扩散的关系研究——以G乡养猪技术扩散为例》,《科学学研究》第10期。
- 8.李卫、薛彩霞、姚顺波、朱瑞祥, 2017:《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》,《中国农村经济》第1期。
- 9.钱文荣、郑黎义, 2010:《劳动力外出务工对农户水稻生产的影响》,《中国人口科学》第5期。
- 10.乔丹、陆迁、徐涛, 2017:《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》,《资源科学》第3期。
- 11.王格玲、陆迁, 2015:《社会网络影响农户技术采用倒U型关系的检验——以甘肃省民勤县节水灌溉技术采用为例》,《农业技术经济》第10期。
- 12.汪伟、姜振茂, 2016:《人口老龄化对技术进步的影响研究综述》,《中国人口科学》第3期。
- 13 徐娜、张莉琴, 2014:《劳动力老龄化对我国农业生产效率的影响》,《中国农业大学学报》第4期。
- 14.应瑞瑶、徐斌, 2014:《农户采纳农业社会化服务的示范效应分析——以病虫害统防统治为例》,《中国农村经济》第8期。
- 15.姚东旻、李三希、林思思, 2015:《老龄化会影响科技创新吗——基于年龄结构与创新能力的文献分析》,《管理评论》第8期。
- 16.杨进、陈志钢, 2016:《劳动力价格上涨和老龄化对农村土地租赁的影响》,《中国农村经济》第5期。
- 17.杨汝岱、陈斌开、朱诗娥, 2011:《基于社会网络视角的农户民间借贷需求行为研究》,《经济研究》第11期。
- 18.杨志海、王雨濛, 2015:《不同代际农民耕地质量保护行为研究——基于鄂豫两省829户农户的调研》,《农业技术经济》第10期。
- 19.杨志海、麦尔旦·吐尔孙、王雅鹏, 2015:《健康冲击对农村中老年人农业劳动供给的影响——基于CHARLS数据的实证分析》,《中国农村观察》第3期。
- 20.褚彩虹、冯淑怡、张蔚文, 2012:《农户采用环境友好型农业技术行为的实证分析——以有机肥与测土配方施肥技术为例》,《中国农村经济》第3期。
- 21.周广肃、申广军、樊纲, 2014:《收入差距、社会资本与健康水平——基于中国家庭追踪调查(CFPS)的实证分析》,《管理世界》第7期。
- 22.周宏、王全忠、张倩, 2014:《农村劳动力老龄化与水稻生产效率缺失——基于社会化服务的视角》,《中国人口科学》第3期。
- 23.周波、于冷, 2010:《国外农户现代农业技术应用问题研究综述》,《首都经济贸易大学学报》第5期。
- 24.章元、陆铭, 2009:《社会网络是否有助于提高农民工的工资水平?》,《管理世界》第3期。
- 25.赵连阁、蔡书凯, 2012:《农户IPM技术采纳行为影响因素分析——基于安徽省芜湖市的实证》,《农业经济问题》

第3期。

26. Conley T. G., and C. R. Udry, 2010, "Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana", *American Economic Review*, 100(1): 35-69.

27. Putnam, R. D., 1997, "The Prosperous Community: Social Capital and Public Life", *American Prospect*, 4(13): 35-42.

28. Schultz T. W., 1964, *Transforming Traditional Agriculture*, New Haven, C.T.: Yale University Press.

29. Scott, J. C., 1976, *The Moral Economy of the Peasant: Rebellion and Subsistence in Southeast Asia*, New Haven, C.T.: Yale University Press.

30. Verhaegen P., and T. A. Salthouse, 1997, "Meta-analyses of Age-cognition Relations in Adulthood: Estimates of Linear and Nonlinear Age Effects and Structural Models", *Psychological Bulletin*, 122(3): 231-249.

31. Willy, D. K., and K. Holm-Müller, 2013, "Social Influence and Collective Action Effects on Farm Level Soil Conservation Effort in Rural Kenya", *Ecological Economics*, 90(3): 94-103.

32. Wossen, T., T. Berger, and S. Di Falco, 2015, "Social Capital, Risk Preference and Adoption of Improved Farm Land Management Practices in Ethiopia", *Agricultural Economics*, 46(1): 81-97.

(作者单位: 华中农业大学经济管理学院)

(责任编辑: 陈秋红)

Ageing, Social Network and the Adoption of Green Production Technology: Evidence from Farm Households in Six Provinces in the Yangtze River Basin

Yang Zhihai

Abstract: Based on a rural survey in the Yangtze River Basin consisting of 1027 farm households in Sichuan, Hubei, Hunan, Jiangxi, Anhui and Jiangsu Provinces, this article analyzes the impacts of ageing and social network on farm households' adoption of green production technology. The findings are as follows. First, 28.2% of farm households have not adopted any green production technology, while the other households have adopted at least one of the technologies, especially the technologies of retaining crop straws and stalks on farmland, deep plowing and scarification, and use of commercial organic fertilizers. Second, ageing is found to be negatively associated with farmers' adoption intensity, while social network exerts a positive and significant impact. Third, as regards the two dimensions of social network, both relatives' network and friends' network are found to have positive and significant impacts on farm households' adoption. Fourth, social network can weaken the negative impact that ageing exerts on the technology adoption behaviors. However, the weakening effect is only significant for relatives' network.

Key Words: Ageing; Social Network; Green Production Technology