

引用格式:朱月季, 杨倩, 王芳. 社会网络对蕉农采纳资源节约型技术的影响机制: 以水肥一体化技术为例[J]. 资源科学, 2021, 43(6): 1099-1114. [Zhu Y J, Yang Q, Wang F. Mechanism of influence of social networks on banana farmers' adoption of resource conservation technologies: A case study of the drip fertigation system[J]. Resources Science, 2021, 43(6): 1099-1114.] DOI: 10.18402/resci.2021.06.04

社会网络对蕉农采纳资源节约型技术的影响机制 ——以水肥一体化技术为例

朱月季, 杨倩, 王芳

(海南大学管理学院, 海口 570228)

摘要:新的资源节约型技术在农户群体中的扩散是中国农业转向可持续性发展的关键, 具备有限知识的农户在采纳资源节约型技术过程中势必受到其社会网络的重要影响。本文基于有限知识农户的假设, 从理论上探讨了社会网络在不同维度对农户采用新的资源节约型技术的影响, 以及农户技术认知在社会网络与农户技术采纳决策两者关联之间可能的中介作用; 然后, 以水肥一体化技术(DFS)为例, 利用2019年广东、海南和云南3省632户香蕉种植农户调查数据, 构建中介效应检验模型, 实证分析农户社会网络、技术认知与DFS技术采纳决策之间的作用逻辑。研究表明: 农户社会网络与技术认知可以显著促进农户在生产过程采纳资源节约型技术; 且农户的社会网络可以弱化农户在新型技术上的认知差异, 从而可能形成新的关于技术的群体认知, 加强农户对资源节约型技术的采纳。具体地, 社会网络的“倾向”和“互惠”可以改善农户关于技术转换梯度和技术认知嵌入度的感知, 从而影响农户对资源节约型技术的采纳决策, 而社会网络“范畴”会直接影响农户资源节约型技术的采纳决策, 且这种影响在不同地区存在一定程度的异质性。

关键词:社会网络; 技术认知; 技术转换梯度; 认知嵌入度; 技术采纳; 资源节约型技术

DOI: 10.18402/resci.2021.06.04

1 引言

40多年的改革发展实践表明, 中国农业依靠制度与科技创新在消除贫困方面取得了举世瞩目的成就。然而, 长期依靠资源消耗、过分依赖化肥农药, 导致耕地基础肥力下降、农药残留超标、环境污染加重。2019年、2020年中央“一号文件”连续提出, 加大农业面源污染治理力度, 深入开展农业节肥节药行动, 实现化肥农药使用量负增长。以化肥为例, 中国目前已成为全球化肥施用量最高的国家。2017年农业化肥总用量高达5299.5万t, 约占全世界农业化肥用量的27.6%^[1]。化肥的大量使用会引起农业土壤及水体富营养化等问题^[2,3], 是中国农业面源污染的主要诱因之一。这不仅阻碍农业

生产力的稳步提升和农民增收致富, 还威胁着农业可持续发展。推广资源节约型农业技术是实现中国农业产业与环境资源协调发展的必然选择。水肥一体化技术(drip fertigation system, DFS)是一种通过节水灌溉系统有效施肥的农业新技术, 它可以同步施用作物所需要的水分和养分, 按照作物生长需求均匀、定时供水供肥, 提高水分和养分的利用率^[4]。现有研究多从经济角度考察DFS的作用, 肯定了DFS在节约水肥及提升农产品品质与产量方面发挥的作用^[5,6]。然而, 农户对资源节约型农业技术的采用率仍然很低^[7], 尤其在中国仍有大量新型农业技术停留在技术示范层面, 在农户生产环节推广不开。这既是严重的技术资源浪费, 也不利于农

收稿日期: 2020-07-13; 修订日期: 2020-09-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(71863006); 海南省自然科学基金高层次人才项目(720RC581); 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-31-14)。

作者简介: 朱月季, 男, 湖北钟祥人, 博士, 副教授, 研究方向为农业创新扩散。E-mail: yzhu@hainanu.edu.cn

业转型与生产效率提升。事实表明,新技术在农户群体中的扩散也是渐进式过程,技术采纳者数量往往呈现出“S”型增长态势^[8]。这种扩散现象通常与农户之间的社会互动等非经济因素紧密相关^[9]。

学者们从不同角度解释了新型农业技术在农村地区推广可能受到的制约因素。从农户基本特征角度,性别^[10]、年龄^[11]、文化程度^[12]、种植经验^[13]、政治身份^[14]、非农就业^[15]等均与农业技术的采纳直接相关。从家庭资源层面,农民的家庭收入、家庭劳动力人数、互联网安装情况、土地数量等也影响着农业技术在农村地区的传播^[16-19]。另外,技术本身特征对农户技术采纳行为的影响也得到了较为普遍的考察^[12]。适宜的技术应用环境对农户的技术采纳行为存在直接影响,如土地特征被认为是影响农户生态友好型技术采纳决策的主要原因^[14]。在此基础上,有学者认为农户对农业技术的认识不足是阻碍其采纳该技术的主要因素^[20,21]。有限的信息传播渠道可能成为新技术在早期扩散的主要障碍^[22,23],因而,村庄至市中心距离(信息获得便捷程度),农民组织(信息获得渠道)等因素在农户技术采纳决策中被广泛讨论^[24-26]。中国农村基于“熟人”关系的社会网络能为农户提供物质资本、信息资源、互动帮助等,并作为一种特殊形式的互动媒介也为农户技术采纳行为提供了重要的传播途径^[27]。社会网络可能对农户采用新的农业技术有促进作用^[28,29],如农户的邻居、朋友等对其新技术采纳决策存在显著影响^[30,31],但社会网络对农户采纳资源节约型农业技术的影响及其作用机制在已有研究中鲜有探讨。技术认知是农户采纳新技术的前提,农户对新技术经济效益、有用性及适用性等方面的认知可以促进农户对该技术的采纳^[21,32]。直观上,农户的社会网络和新技术认知对其技术采纳决策均可能产生直接影响。实际上,在新的农业技术扩散过程中存在社会学习,即农户可能会跟随其社会网络中已取得成功的农户的农业生产行为^[33]。社会网络可能通过改变农户关于新型技术的认知来影响其采纳新型技术的决策。因此,社会网络、农户技术认知与农户新技术采纳决策之间的逻辑关系需要进一步梳理和研究,从而更好地理解在中国农村独特的社会关系文化背景下新型农业技术在农民群体中的扩散机制,更好地推动资源节约型技术在农业

生产中发挥正向的经济效益与社会影响。

本文在以往研究基础上,试图从以下3个方面作出贡献:①尝试从农户有限知识假设的理论视角厘清概念框架。现有文献分别考察了社会网络和技术认知对农户技术采纳决策的影响,尚缺乏统一的理论视角来考察两者与农户技术采纳决策的内在逻辑关联。本文提出基于农户有限知识假设,从理论上分析社会网络、农户技术认知等如何影响农户技术采纳决策,借助该假设来实现逻辑上的自洽性与完整性。②从多维度考察社会网络对农户新技术采纳决策影响。已有研究大多是从单一维度测度社会网络,研究其对农户技术采纳行为的影响。本文从声望、倾向、范畴、强度、互惠等5个方面测度农户社会网络,尝试对现有农户社会网络研究进行有益补充。③对农户技术认知进行了再思考。已有文献大多从技术本身特征考虑农户的技术认知,本文从有限知识假设的视角出发,认为社会网络互动是农户关于新技术“知识”的主要来源,并提出将新旧技术“转换梯度”和新技术对当地农业生产传统的认知嵌入度作为农户技术认知的重要方面,试图厘清农户技术认知在农户采纳新技术过程的多重影响。

2 理论分析

2.1 农户“有限知识”假设

在信息不完备的情况下,农户在新技术采纳决策中面临着较大的主观风险,对新技术的认知是影响农户技术采纳决策的主要原因^[34]。而现实生活中的农户不可能是完全孤立的,通常他们会频繁地交换信息,甚至由于自身知识的局限性,会对周围其他农户的行为表现出特别的关注^[35]。因此,个体的行为不是单由个人特征、认知等内部因素决定,也不是由技术培训、社会互动等外部刺激控制,而是内部因素与环境交互作用的结果^[36]。在农户面临一项新型农业技术的情况下,农户个体的已有知识结构会受到冲击,他们在短期内可能无法构成对新技术的确切认识与评价,关于生产决策的“偏好”会在不断“学习”中得到“进化”。因此,研究农户技术偏好变化的过程必须回到以“知识”为基础的分析框架中,农户的有限知识是研究农户新技术采纳行为的重要逻辑起点。

有限知识农户在新技术采纳决策中势必受到

其所在社会网络的深刻影响,倘若农户具备关于决策的完备知识,新技术在农户群体中的推广将不会呈现“S”型增长曲线。一定程度上,农户新技术采纳决策的异质性也主要源于他们新技术“知识”的差异。社会性互动(social interaction)恰恰是有限知识个体在面临新技术时的适应性表现。农户可以通过社会网络学习获得新技术“知识”的修正或补充,在此过程中农户的“知识”状态可能发生改变,进而影响偏好和采纳行为。由此,有限知识农户的假设为本文提供了一个能够充分考察社会网络在农户新技术采纳决策中的影响及其机制的逻辑自洽的理论视角。

2.2 农户社会网络

中国乡村社会是一个以血缘、亲缘、地缘和业缘构成的熟人社会,有限知识的农户将会通过社会网络弥补自身“知识”的缺陷,从而指导自身关于新技术的采纳决策。农户社会网络是以农户为节点,通过一定的关系相互连接而形成的关系集合。在农业生产实践中,很多农户会下意识地学习、模仿社会网络中其他农户的行为。由此,社会网络可能成为影响农户技术采纳决策“偏好”的主要因素^[33,37]。

社会网络是难以直接观测的变量,由于研究目的及视角的差异,学者们对农户的社会网络的测量维度也各有偏重。部分学者仅采取单一指标作为农户社会网络的代理变量,如农户与社会网络成员的交流频率^[38],平时互动的亲戚、朋友数量^[39],也有文献同时考虑互动频率与范围^[28]。农户的政治身份也是衡量其社会资本的指标^[40],在社会网络中处于不同位置的人接触到的新技术资源有所差别。网络互惠也被认为是社会网络的重要维度,农户在新的技术采纳过程中,学习他人的技术知识、经验的同时,也会将自己的经验、信息分享给其他成员,这种农户间的互惠行为会促使新的技术迅速扩散^[37]。农户社会网络的测度应综合考虑农户与网络成员间的联系,根据具体研究情景,本文参考 Barnir 等^[41]的研究,从社会网络中心视角出发,将声望、倾向、范畴及强度纳入解析农户社会网络的维度。在中国农村地区,拥有较高声望的农户更有可能成为农村政治参与及农业培训的目标农户,一般而言这类农户也是社会网络的“中心”农户,他们可通过正式渠道优先获得技术“知识”^[42],因此更有可能成为新

技术采纳的“先行者”。在技术扩散过程中,农户会通过社会网络交流学习技术“知识”,后期采纳者很大程度上会“跟从”网络中较成功的“先行者”的决策^[33,43]。显然,如果农户缺乏与网络成员的接触倾向,被动接受的只能是信息,无法转化为“知识”,这类农户很可能会成为新技术采纳的“落后者”。社会网络互动范畴和强度一定程度上可以表征农户获取技术“知识”的完整性,获得技术“知识”越完整的农户越有可能成为新技术的采纳者。此外,农户在长期互动中形成的互惠一定程度上可以增强农户间的信任,这无疑增大了农户间新技术的扩散空间。借鉴王格玲等^[37]的研究,本文将社会网络互惠作为测度农户社会网络的第5个重要维度。从以上5个方面测度农户的社会网络,能较全面地概括农户社会网络的不同方面,一定程度上弥补现有文献对社会网络测度的不足。

2.3 农户技术认知

从有限知识农户认知转变的视角,本文将农户对技术转换梯度和认知嵌入度的主观评价作为影响农户技术认知的两个重要维度。农户间新技术认知差异主要体现在新旧技术“转换梯度”和新技术对当地农业生产传统的认知嵌入度。新旧技术转换梯度代表传统技术与新技术之间的“距离”,即技术转换时的额外知识要求以及操作使用上的差别。认知嵌入度表征新技术在主观的群体社会规范约束下的技术评价,衡量新技术是否可以较好地嵌入现有农户群体的社会规范、习俗、文化。

技术转换梯度维度重在考虑农户关于技术使用在知识经验上的平滑性,跳跃性的技术推广面临的阻力可能更大。较多失败的技术推广经验显示,跨越了当地原有生产力水平的新型技术尽管在经济上可能是高效的,但并不能持续地在农户群体中得到传播,例如,西方在非洲国家建设以现代化农业技术为基础的农场随着他们的离开最终被废弃。首先,新的农业技术在具体生产环境中的适用性是农户技术采纳的基础^[19],也是农户最易感知及获得的技术“知识”。其次,经济效益是新技术在农户群体中扩散的必要条件,新技术带来的经济效益越高,农户采纳该技术的可能性越大^[15,32]。技术操作便利性也会对农户采纳决策产生影响,不便操作的技术可能需要更多劳动力^[21]和更加专业的技术

“知识”,因而这类技术很难在有限知识的农户群体间扩散。

由于群体化的乡村社会环境及不同地区独特的生产传统,认知嵌入度维度侧重考虑农户关于农业技术的认知与采纳可能会受到社区文化的软约束。中国农村仍处于比较依赖某种社会规范的熟人社会,农户在采纳新技术时除了考虑技术本身的适用性、经济效益、操作难度外,也可能注重周围熟人对该技术的认知反馈。农户从周围环境获取的有关新技术的信息及“知识”必定会影响其技术采纳态度^[20],而农村信息、“知识”的传递一般靠农户之间的互动来完成,口口相传或实地指导,农户对新技术的认知很容易发生变化^[20]。

综上所述,通过社会网络互动和自身实践形成技术知识积累,将影响农户关于技术转换梯度的感知,缩小新旧技术间转换的“距离”。该技术在农户群体中的口碑将影响农户关于技术认知嵌入度的评价。由此,在持续的社会网络互动中,农户的技术转换梯度的感知和认知嵌入度得到更新,从而使得农户对农业技术的评价发生变化,进而影响他们对新技术的采纳决策。即农户在技术转换梯度和认知嵌入度两个维度的技术认知能够直接影响农户采纳新型技术的决策,同时也可能在社会网络对农户决策的影响中发挥中介效应。根据理论分析,本文构建了农户新技术采纳决策的概念框架(图1)。

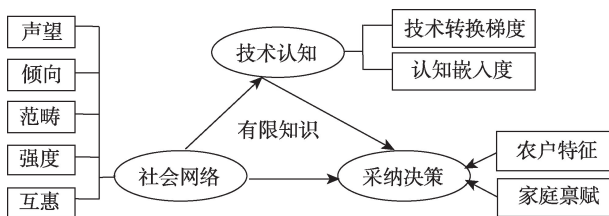


图1 社会网络对农户新技术采纳决策的作用路径

Figure 1 Pathway of social networks affecting farmers' adoption of new technologies

3 数据、模型与变量

3.1 数据来源

本文数据来源于本项目组2019年7—10月在海南、广东和云南省开展的香蕉种植户实地调查,样本分布情况见表1。调研使用的数据收集方法是分层随机抽样。首先,海南、广东和云南省是中国

表1 样本分布情况

Table 1 Sample distribution

省份	市/区/县	样本数
海南省	澄迈县、临高县、昌江县	231
广东省	徐闻县、遂溪县、高州县、雷州县、廉江县	215
云南省	江城县、景洪县、德宏傣族景颇族自治州、临沧市、文山壮族苗族自治州、保山市	186

香蕉种植主要省份,2018年3个省份香蕉种植面积占全国香蕉种植面积的67.75%^①。其次,选定海南省的澄迈县、临高县、昌江县,广东省的徐闻县、遂溪县、高州县、雷州县、廉江县及云南省的江城县、景洪县、德宏傣族景颇族自治州、临沧市、文山壮族苗族自治州、保山市等作为市县级的抽样点。再次,在每个市县选取3个左右的镇,然后从每个镇随机抽取种植香蕉的1~2个行政村,每村随机收集10~20户样本数据。

在进行正式调研前,项目组在海南省澄迈县组织了一次预调研,根据调研反馈对问卷的部分问题进行了调整,从一定程度上减少了样本数据的偏差。正式调研中,调查问卷是由项目组的调研员对农户进行一对一访谈完成的。最终,调研总共收集到632份有效问卷,其中包括325个DFS采纳农户,307个非采纳农户。农户样本经由如前所述的分层随机抽样得到,在统计上具有代表性。

3.2 模型选择

(1)为了考察农户社会网络、技术认知对农户DFS采纳的作用,本文首先构建Logistic模型如下:

$$\text{Logistic}(P_i | \text{Adoption}_i = 1) = \varphi + \beta_{sc} SC_i + \beta X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中: Adoption_i 是一个二值变量, Adoption_i 为1时代表农户*i*采纳了DFS,否则表示未采纳; SC_i 表示农户*i*的社会网络或技术认知相关指标变量; X_i 是控制变量; φ 是常数项; β_{sc} 和 β 表示回归系数; ε_i 表示随机扰动项。

(2)为验证技术认知在农户社会网络与农户DFS采纳决策之间的中介作用,本文运用Baron等^[44]提出的逐步回归法,并参考温忠麟等^[45]提出的中介效应检验模型,构建中介效应检验模型如下:

$$\text{Adoption}_i = c \text{Social}_i + \beta' X_i + e_1 \quad (2)$$

$$\text{Cognition}_i = a \text{Social}_i + \beta' X_i + e_2 \quad (3)$$

$$\text{Adoption}_i = c' \text{Social}_i + b \text{Cognition}_i + \beta' X_i + e_3 \quad (4)$$

① 根据2019年国家香蕉产业技术体系数据计算得到。

2021年6月

式中: $Social_i$ 是解释变量, 代表农户 i 的社会网络变量; $Cognition_i$ 为中介变量, 代表农户 i 的技术认知变量; c 、 a 、 c' 、 β' 、 b 是回归系数; e_1 、 e_2 、 e_3 是回归残差。当模型中的待估系数 a 、 b 、 c 均显著时, 中介效应成立。当存在中介效应时, 若 c' 显著, 为部分中介作用; 若不显著则为完全中介作用。

3.3 变量选取

表2为所有变量的定义及描述性统计。

(1) 被解释变量。本文关注的是农户社会网络对DFS采纳决策的影响, 因此直接询问受访农户“在种植香蕉时是否采用水肥一体化技术”来考察农户的DFS采纳情况。

(2) 关键解释变量。模型的关键解释变量是农户的社会网络。本文从声望、倾向、范畴、强度及互惠5个维度对农户的社会网络进行了细致划分。其中, 声望是指农户的地位声望; 倾向指农户与网络其他成员的接触意愿; 范畴指农户网络规模的大小; 强度指农户与社会网络的联系密切程度与互动频率; 互惠指农户从社会网络获取的生产信息及DFS指导情况。

(3) 中介变量。农户对DFS的认知是模型的中介变量。本文将农户对技术转换梯度和认知嵌入度的主观评价作为农户技术认知的两个重要维度。其中, 技术转换梯度表征DFS技术与传统灌溉的差异, 即个体知识转化难易、新旧技术操作差异、新技术预期收益与新技术适用性等; 认知嵌入度表征DFS技术在主观的群体社会规范约束下的技术评价, 用群体对技术的认可度与个人社会网络采纳比例表征。

(4) 控制变量。借鉴已有相关研究, 本文将控制变量分为以下几类: ①农户的个人特征, 包括年龄、性别、受教育年限、务农经验、非农就业、健康状况、风险态度等。②家庭禀赋, 包括劳动力投入、上学人数、家庭收入、香蕉亩数、土地块数、网络安装、技术培训等。

3.4 描述性统计分析

表2给出了样本总体的变量均值及标准差。总体来看, 约有51%的农户在香蕉生产中采纳了DFS。23%的农户曾当过村干部, 有71%的农户表示在香蕉种植过程中其他农户会向他们请教种植方面的问题。大多数农户都有与社会网络其他成

员接触的意愿, 即70%的农户会寻求其他种植户、种苗销售方、农资店、科研单位或政府技术人员等解决种植管理过程中的难题, 62%的农户会主动向周边农户介绍香蕉新品种或新技术。每个农户大约有18个关系非常亲近(至少每周都有接触)的互动者。就社会网络互动强度来说, 受访农户跟当地政府的联系较少, 跟村委会和种植大户的联系一般, 而跟普通农户和农资店联系较多。有一半以上的农户表示他们拥有便利的社会网络, 在需要帮助时, 可以非常方便地获得所需的生产信息及DFS的指导与帮助。对于技术转换梯度, 农户认为DFS所需要的知识与传统灌溉技术所需的知识存在较大差异, 但两者在操作难度方面差异较小。此外, 受访农户认为DFS在当地的适用性一般, DFS的预期收益稍高于传统灌溉技术。在认知嵌入度方面, 农户社会网络中平均约有一半的农户采纳了DFS且其社会网络群体对DFS技术比较认可。

表3给出了DFS采纳者与非采纳者社会网络与技术认知变量的均值差异。与非采纳者相比, DFS采纳者与网络其他成员的接触意愿更强, 社会网络互动规模更大, 与农资店互动更紧密, 而且获得DFS的指导或帮助也更便利, 以上差异均在1%的统计水平上显著。这一结果直观地说明, 与社会网络成员接触意愿强、互动网络规模大、社会网络互动频率高、社会网络互惠程度高的农户更愿意采纳DFS。值得注意的是, 对比发现, 在1%显著性水平上, 采纳者对DFS的认可度更高, 同时在DFS操作难易程度、预期收益和适用性方面的认知更加积极。由此看出, DFS采纳者与非采纳者在技术转换梯度和认知嵌入度方面存在显著的认知差异。上述结果只是初步给出DFS采纳者与非采纳者的差异, 要了解社会网络与技术认知对农户采纳DFS更准确可信的影响, 需进一步模型估计。

4 实证结果与分析

4.1 基准回归结果

鉴于社会网络和技术认知涉及的维度较多, 考虑到变量指标之间可能存在的相关性, 本文采用因子分析方法, 降低社会网络及技术认知变量的维数。在因子分析过程中, 只有社会网络强度和技术转换梯度两个维度的变量指标通过了KMO检验和Bartlett球形度检验, 其余维度的变量均未通过检

表2 变量定义及描述性统计

Table 2 Definition and descriptive statistics of variables

变量	变量说明	均值	标准差
被解释变量			
DFS 采纳决策	是否采用 DFS? 是=1; 否=0	0.51	0.50
关键解释变量			
声望			
村干部	是否当过村干部? 是=1; 否=0	0.23	0.42
请教问题	农户种植香蕉过程中有什么不懂的问题是否会向您请教? 是=1; 否=0	0.71	0.45
倾向			
农业问题解决倾向	在种植管理过程中遇到问题时, 您更倾向于通过以下哪种渠道解决? 自己解决=0; 其他=1 (农科站、种苗中心、农资店等)	0.70	0.46
技术扩散倾向	您是否会向周边农户介绍香蕉新品种或新技术? 是=1; 否=0	0.62	0.49
范畴			
互动农户数量	跟您关系非常亲近(至少每周都有接触)的农户数量	18.56	49.53
强度			
政府联系度	跟当地政府的联系程度(1=毫无联系; 2=联系少; 3=一般; 4=联系多; 5=联系紧密)	2.04	1.11
村委会联系度	跟村委会的联系程度(1=毫无联系; 2=联系少; 3=一般; 4=联系多; 5=联系紧密)	2.82	1.19
种植大户联系度	跟种植大户的联系程度(1=毫无联系; 2=联系少; 3=一般; 4=联系多; 5=联系紧密)	2.87	1.29
普通农户联系度	跟普通农户的联系程度(1=毫无联系; 2=联系少; 3=一般; 4=联系多; 5=联系紧密)	4.02	0.90
农资店联系度	跟农资店的联系程度(1=毫无联系; 2=联系少; 3=一般; 4=联系多; 5=联系紧密)	3.79	1.15
互惠			
DFS 指导	在需要时, 您是否可以非常方便获得 DFS 指导或帮助? 是=1; 否=0	0.54	0.50
生产信息获取	在香蕉生产过程中, 您是否可以非常方便获得所需生产信息(例如香蕉品种选择、农药化肥使用、机械使用等信息)? 是=1; 否=0	0.51	0.50
中介变量			
技术转换梯度			
个体知识转化难易	您认为采用 DFS 和传统沟灌相比, 新技术所需要的知识与传统技术所需的知识(0=不知道, 没用过; 1=完全不同; 2=差异较大; 3=一般; 4=差异较小; 5=完全无差异)	2.49	1.14
新旧技术操作差异	您认为采用 DFS 和传统沟灌相比, 新技术操作起来的难易程度怎么样?(0=不知道, 没用过; 1=非常难操作; 2=比较难操作; 3=一般; 4=比较容易操作; 5=非常容易操作)	3.39	1.29
新技术预期收益	您认为采用 DFS 和传统沟灌相比, 新技术带来的经济效益?(0=不知道, 没用过; 1=远低于传统沟灌; 2=稍低于传统沟灌; 3=两者差不多; 4=稍高于传统沟灌; 5=远高于传统沟灌)	3.61	1.11
新技术适用性	您认为采用 DFS 在本地的适用性怎么样?(0=不知道, 没用过; 1=非常不适用; 2=比较不适用; 3=一般; 4=比较适用; 5=非常适用)	3.30	1.27
认知嵌入度			
群体对技术的认可度	您周围的香蕉种植户对 DFS 的认可度(0=不知道, 没用过; 1=非常反对; 2=比较反对; 3=一般; 4=比较认可; 5=非常认可)	3.57	1.16
个人社会网络采纳比例	您周围的香蕉种植户采用 DFS 的比例(0=不知道, 没用过; 1=没什么人采用; 2=小部分采用; 3=一半采用; 4=大部分采用; 5=都采用了)	2.72	1.55
控制变量			
年龄	受访者接受调查时的年龄/岁	48.30	9.94
性别	女=0; 男=1	0.83	0.38
受教育年限	受访者的受教育年限	8.04	3.16
务农经验	受访者的务农经验/年	25.18	11.79
非农就业	2018 年, 您是否外出打工? 是=1; 否=0	0.10	0.30
健康状况	您现在的健康状况如何?(1=非常不健康; 2=比较健康; 3=一般; 4=比较不健康; 5=非常健康)	4.00	0.95
风险态度	1=喜欢具有挑战性但是有风险的事; 0=喜欢十拿九稳的事	0.14	0.35
劳动力投入	参与香蕉生产的家庭劳动力投入人数	2.23	0.94
上学人数	家中上学人数	1.55	1.31
家庭收入	2018 年家庭总收入/万元	26.82	74.94
香蕉亩数	香蕉种植亩数	29.17	72.61
土地块数	香蕉地块数	3.36	8.00
网络安装	2018 年, 您家里是否有宽带网络/是否安装了网络? 是=1; 否=0	0.60	0.49
技术培训	2018 年, 您是否接受过香蕉种植或者销售方面的指导或培训? 是=1; 否=0	0.40	0.49
工具变量			
交通便利状况	您认为从本村到最近汽车站交通方便吗? 1=方便; 0=不方便	0.81	0.39

2021年6月

表3 DFS采纳者与非采纳者社会网络与技术
认知变量的均值差异

Table 3 Mean difference of adopters and non-adopters

变量	采纳者	非采纳者	差异
村干部	0.22 (0.02)	0.24 (0.02)	-0.02
请教问题	0.71 (0.03)	0.72 (0.03)	-0.01
农业问题解决倾向	0.75 (0.02)	0.65 (0.03)	0.11***
技术扩散倾向	0.71 (0.03)	0.51 (0.03)	0.20***
互动农户数量	22.40 (3.62)	14.48 (1.31)	7.92***
政府联系度	1.96 (0.06)	2.13 (0.06)	-0.17**
村委会联系度	2.87 (0.07)	2.78 (0.07)	0.10
种植大户联系度	2.93 (0.07)	2.80 (0.07)	0.13
普通农户联系度	4.12 (0.05)	3.92 (0.05)	0.20
农资店联系度	3.93 (0.06)	3.64 (0.07)	0.28***
DFS指导	0.70 (0.03)	0.38 (0.03)	0.32***
生产信息获取	0.57 (0.03)	0.45 (0.03)	0.12
个体知识转化难易	2.66 (0.06)	2.32 (0.07)	0.34
新旧技术操作差异	4.06 (0.05)	2.68 (0.08)	1.37***
新技术预期收益	3.94 (0.05)	3.25 (0.07)	0.69***
新技术适用性	3.98 (0.05)	2.57 (0.07)	1.41***
群体对技术的认可度	4.21 (0.04)	2.90 (0.07)	1.31***
个人社会网络采纳比例	3.86 (0.06)	1.52 (0.06)	2.33
样本数	325	307	-

注:***、**、*分别表示估计结果在1%、5%、10%的统计水平上显著;括号内数字为标准误。下同。

验,表明不适合做因子分析。因子分析后,社会网络强度和技术转换梯度维度中提取的因子可以解释原有变量总方差的62%和60%。总体上,原有变量的信息丢失较少,因子分析效果较理想。因此,本文之后的分析中将用社会网络强度和技术转换梯度变量的因子得分变量代替原有变量纳入建模。表4为农户社会网络、技术认知对其DFS采纳决策的影响。其中,模型1探讨农户的个人特征与家庭禀赋对其DFS采纳决策的影响。可以看出,农户务农经验系数为负,且在1%水平上显著,这表明农户务农经验越丰富,越倾向于不采纳DFS。该结果与调研中的观察比较一致,因样本地区农户务农主要以种植香蕉为主,大多数受访农户自认为已经是种植香蕉方面的“专家”,在种植香蕉方面有丰富的经验,一般不会轻易改变自己多年总结的种植方法及策略。因此,在没有看到明显收益的情况下,他们不会轻易改变原来的耕作习惯。非农就业对农户DFS采纳决策存在显著正向影响,即有外出务工经历的农户,更倾向于采纳DFS。这一结果与何

悦等^[46]的研究结论相反。项目组调研发现,香蕉种植户外出务工数量较少,仅有62位农户在2018年有外出务工的经历,农业依旧是他们的收入来源。非农就业并没有减少农户对农业的投入,反而一定程度上扩大了农户的社交范围,增加其对农业政策、农业技术和种植模式等方面的了解,使得有非农工作经历的农户家庭采纳DFS的概率增加;此外,非农工作为农户带来了额外的收入,而以农业为主的农户,可能会将这份收入投资于新的农业技术。风险态度对农户DFS采纳决策具有显著正向影响,表明喜欢尝试具有挑战性且有风险的事物的农户更倾向于采纳DFS。DFS采纳前期需要农户投入更多的技术成本,而有限知识的农户并不能准确估计该技术带来的收益,因此具有冒险精神的农户更可能成为技术采纳的“先行者”。劳动力投入对DFS采纳决策有显著的负向影响,即家庭香蕉生产的劳动力投入越多,越不倾向于采纳DFS。DFS是一种劳动替代型技术,参与香蕉生产的劳动力数量多的家庭,因为有充足的劳动力,反而不会采纳该技术;而劳动力数量少的家庭为了更加有效率地完成灌溉任务,可能会主动了解节省人力投入的新技术,从而更倾向于采纳DFS技术。技术培训对农户采纳DFS具有正向影响,且在1%水平上显著,这表明参加过培训的农户,DFS的采纳率更高。参加农业技术培训的农户可能会提前了解新农业技术有关的知识,因此他们采纳DFS的概率会更高。

模型2主要考察农户社会网络对其DFS采纳决策的影响。农业问题解决倾向和技术扩散倾向对农户采纳DFS决策具有显著的正向影响,即农户与网络其他成员的接触意愿越强,越倾向于采纳DFS。可以看出,这类农户在社会网络互动中具有很强的主动性,比起接触意愿不强的农户,他们能够更好地利用自身社会网络,从而有效获得DFS方面的知识,加深对DFS的了解,所以与社会网络其他成员的接触倾向越强的农户其DFS采纳率越高。接触农户数量对农户DFS采纳决策具有显著的正向影响,即农户社会网络互动人数越多,越倾向于采纳DFS。同样,因为农户社会网络规模越大,其获得信息的渠道越多,对一项新的农业技术的了解也会越全面,从而也会增强对新技术的采纳。DFS指导变量的系数为正,且在1%水平上显

表4 社会网络、技术认知对农户DFS采纳决策的影响

Table 4 Social networks, technology cognition, and drip fertigation system (DFS) adoption

变量	模型1	模型2	模型3
村干部		-0.37(0.26)	
请教问题		-0.35(0.23)	
农业问题解决倾向		0.35(0.21)*	
技术扩散倾向		0.73(0.21)***	
互动农户数量		0.01(0.01)*	
强度		-0.06 (0.11)	
DFS指导		0.25 (0.04)***	
生产信息获取		0.49 (0.19)***	
技术转换梯度			1.06(0.28)***
群体对技术的认可度			0.39(0.21)*
个人社会网络采纳比例			1.23 (0.12)***
年龄	0.03 (0.01)**	0.01(0.02)	-0.01 (0.02)
性别	-0.38(0.24)	-0.29(0.27)	-0.34(0.37)
受教育年限	-0.03(0.03)	-0.02(0.03)	-0.03 (0.06)
务农经验	-0.05(0.01)***	-0.03(0.01)**	-0.01 (0.02)
非农就业	0.79 (0.31)**	0.62(0.33)*	0.72(0.42)*
健康状况	0.10(0.10)	0.06(0.11)	-0.15(0.16)
风险态度	0.89(0.28)***	0.60(0.29)**	1.16 (0.38)***
家庭收入	0.01(0.01)	0.01 (0.01)	-0.01(0.01)
劳动力投入	-0.19 (0.12)*	-0.13 (0.10)	-0.10(0.12)
香蕉亩数	-0.01(0.01)	-0.01(0.01)	0.01(0.01)
土地块数	-0.02(0.01)	-0.02(0.01)*	0.01(0.01)
上学人数	0.08(0.07)	0.07(0.07)	-0.05 (0.10)
网络安装	-0.28(0.18)	-0.06(0.12)	-0.08(0.30)
技术培训	0.48(0.18)***	0.46(0.20)**	0.03 (0.28)
样本数	632	632	632
Pseudo R^2	0.08	0.16	0.56
Prob> χ^2	0.00	0.00	0.00

著,即在需要时可以非常方便地获得DFS技术指导或帮助的农户,更倾向于采纳DFS。这意味着这类农户社会网络中的其他成员对DFS有比较好的认识或正在使用DFS,因而有限知识的农户会在其他农户指导下加深对DFS的认识,从而追随已采纳DFS的农户的行为。生产信息获取对农户DFS采纳决策具有显著的正向影响,表明香蕉生产过程中,可以非常方便地获得所需生产信息(例如香蕉品种选择、农药化肥使用、机械使用等信息)的农户越倾向于采纳DFS。有限知识的农户对香蕉生产信息的认识并不全面,而生产信息获取可以从侧面说明,相关部门能够对当地香蕉种植提供必要的技术指导服务,从而提高农户DFS技术的采纳率。

模型3主要估计农户技术认知对其DFS采纳决策的影响。结果显示,技术转换梯度与认知嵌入度对农户DFS采纳决策有显著的影响。技术转换梯

度变量对农户DFS采纳决策具有显著正向影响,即与传统技术相比,农户可能认为DFS的预期收益较高、操作较容易、且DFS在当地的适用性也较高,因而农户倾向于采纳DFS。可以看出农户通过社会网络互动和自身实践形成技术知识积累,对其新的农业技术的采纳有显著影响。在认知嵌入度方面,个人社会网络采纳比例的影响系数为正,且在1%水平上显著,即社会网络中其他农户DFS的采纳比例越高,农户越倾向于采纳DFS。群体对技术的认可度对农户DFS采纳决策存在显著正向影响,即周围的香蕉种植户对DFS的认可度越高,农户越倾向于采纳DFS,表明有限知识的农户对社会网络其他成员的生产技术选择有很强的“追随”倾向。

4.2 内生性问题处理

尽管在基准模型中已经控制了个体层面与家庭层面的因素,但理论上可能存在无法有效控制的

2021年6月

遗漏变量。针对这种情况,本文选用工具变量缓解农户社会网络可能存在的内生性问题。工具变量必须满足两个条件:①工具变量必须与内生解释变量高度相关,否则会出现弱工具变量问题,导致估计量的一致;②外生性,工具变量必须与扰动项不相关。本文采用交通便利状况作为社会网络的工具变量。一方面,到汽车站的交通便利状况可能会影响农户构建的社会网络的倾向、范畴、互惠等各个维度;另一方面,到汽车站交通便利状况一般取决于当地的地理区位和市场发育程度,很难对农户DFS采纳决策产生直接影响。为从统计学角度验证工具变量的合理性,本文进行设定检验(表5)。

本文以交通便利状况作为工具变量,使用两阶段估计(2SLS)对社会网络倾向、范畴、互惠和农户DFS采纳决策之间的关系进行工具变量法的回归。具体地,本文选用社会网络倾向维度的技术扩散倾向变量、社会网络范畴和社会网络互惠维度的生产信息获取变量进行2SLS回归,结果显示工具变量对模型进行了不同程度的校正。为进一步详

细说明,本文以社会网络互惠维度的生产信息获取变量为例具体分析。结果如表5所示,DWH检验显示生产信息获取是内生性变量,使用工具变量是有必要的。调整的Shea's partial R^2 为0.02,Wald F 统计量为11.29(超过10),且在1%水平上显著,故排除了弱工具变量问题。从第一阶段回归结果看,交通便利状况对农户生产信息获取存在显著影响,即交通便利状况越好,农户获取生产信息越容易。第二阶段使用2SLS方法进行估计,结果表明,在控制内生性后,社会网络倾向、范畴、互惠对农户DFS采纳决策的影响依旧显著。基准回归中社会网络的倾向、范畴、互惠对农户DFS采纳决策的影响概率偏高,这可能是基准回归模型未考虑内生性问题造成的。在内生性问题得到处理后,社会网络的倾向、范畴、互惠对农户DFS采纳决策的影响概率明显降低,但模型的无偏估计结果并没有推翻基准回归中社会网络对农户DFS采纳决策的影响,因此前文的分析仍然可信。

5 影响机制分析

5.1 技术转换梯度的中介效应检验

根据前文的模型设定,本文首先检验技术转换梯度变量是否在农户社会网络促进其DFS采纳决策的过程中发挥了中介作用,检验结果见表6。首先,不考虑技术转换梯度变量,直接将农户DFS采纳决策作为结果变量,将农户社会网络变量与各控

表5 工具变量回归结果

Table 5 Regression results of instrumental variables

第一阶段	生产信息获取
交通便利状况	0.17 (0.05)***
控制变量	已控制
样本数	632
Pseudo R^2	0.09
第二阶段	DFS采纳决策(2SLS)
村干部	-0.09 (0.06)
请教问题	-0.02 (0.06)
农业问题解决倾向	0.08 (0.05)*
技术扩散倾向	0.14 (0.05)***
互动农户数量	0.01(0.01)**
强度	-0.03(0.03)
DFS指导	0.22 (0.05)***
生产信息获取	0.57(0.29)**
控制变量	已控制
Wald F 统计量	11.29***
DWH 检验	3.02*
Shea's partial R^2	0.02
弱工具变量 AR 检验	0.06***
弱工具变量 Wald 检验	8.96***
样本数	632
Pseudo R^2	0.00

注:限于篇幅,此处不展示控制变量的回归结果,但在各回归方程均包含农户的个人特征和家庭禀赋等控制变量。下同。

表6 技术转换梯度对社会网络的中介效应的依次检验结果

Table 6 The mediating effect of technology gradient

变量	DFS 采纳 决策(1)	技术转换 梯度(2)	DFS 采纳 决策(3)
村干部	-0.37(0.26)	-0.05 (0.11)	-0.41 (0.30)
请教问题	-0.35(0.23)	0.05(0.09)	-0.49 (0.25)*
农业问题解决倾向	0.35(0.21)*	0.09(0.08)	0.21(0.24)
技术扩散倾向	0.73(0.21)***	0.19 (0.08)**	0.71(0.25)***
互动农户数量	0.01(0.01)*	-0.01(0.01)	0.01(0.00)**
强度	-0.06 (0.11)	-0.18 (0.05)***	0.03 (0.13)
DFS指导	0.25 (0.04)***	0.55 (0.08)***	0.69(0.21)***
生产信息获取	0.49 (0.19)***	0.22 (0.07)***	0.33 (0.22)
技术转换梯度			0.23(0.02)***
控制变量	已控制	已控制	已控制
样本数	632	632	632
Pseudo R^2	0.16	0.20	0.37
Prob> χ^2	0.00	0.00	0.00

制变量一起纳入回归方程,发现社会网络变量中的倾向、范畴、互惠对农户 DFS 采纳决策有显著正向影响(表 6 第 1 列)。然后,技术转换梯度变量对农户社会网络变量进行回归估计,得到社会网络中的倾向和互惠对农户技术转换梯度作用显著(表 6 第 2 列)。最后,控制农户社会网络变量,将技术转换梯度变量对农户 DFS 采纳决策进行回归估计(表 6 第 3 列),技术转换梯度变量仍对农户 DFS 采纳决策有显著作用。上述结果都通过了显著性检验,表明技术转换梯度充当了农户社会网络影响其 DFS 采纳决策的中介变量。社会网络会直接影响农户 DFS 的采纳决策,而且通过促进农户的技术转换梯度进而提高农户的 DFS 采纳概率。

在社会网络“倾向”维度,技术扩散倾向对农户 DFS 采纳决策有正向影响,系数为 0.73;同时,技术扩散倾向对技术转换梯度有显著正向影响,系数为 0.19。在控制社会网络变量的影响后,技术转换梯度对农户 DFS 采纳的作用仍显著,系数为 0.23。由于 a 、 b 、 c 的参数估计值均显著,且 ab 与 c' 同号,这表明技术转换梯度的中介效应是存在的。因为 c' 显著,故存在“部分的”中介效应。其中,技术转换梯度的中介效应占总效应的比重为 $ab/c=0.23 \times 0.19/0.73 \approx 0.06$ 。这在某种程度上说明,社会网络倾向中的技术扩散倾向对农户 DFS 采纳决策的作用大约有 6%是通过技术转化梯度的认知转换实现的。社会网络范畴对农户 DFS 采纳决策有显著正向作用,

但对技术转换梯度不存在显著影响,说明社会网络范畴对农户 DFS 采纳存在直接影响,即农户在社会网络中的互动农户数量越多,越有可能采纳 DFS。在社会网络互惠维度,DFS 指导对农户 DFS 采纳决策和技术转换梯度有正向影响,控制社会网络变量的影响后,DFS 指导对技术转换梯度的影响依旧显著。 a 、 b 、 c 的参数估计值均显著, ab 与 c' 同号,且 c' 显著,说明技术转换梯度存在“部分的”中介效应,技术转换梯度的中介效应占总效应的比重为 $ab/c=0.23 \times 0.55/0.25 \approx 0.51$,说明 DFS 指导对农户 DFS 采纳决策的作用约有 51%是通过技术转换梯度的中介作用实现的。生产信息获取变量对农户 DFS 采纳决策有正向影响,同时对技术转换梯度也存在正向影响,且控制社会网络变量后,技术转换梯度对农户 DFS 采纳决策依旧存在正向影响。 a 、 b 、 c 的参数估计值均显著,且 ab 与 c' 同号,这表明技术转换梯度的中介效应是存在的,但因 c' 不显著,故存在完全中介效应,即技术转换梯度充当了农业信息获取对农户 DFS 采纳决策影响的完全中介变量。以上分析可知,社会网络倾向和互惠可以促进农户技术转换梯度的感知从而提高农户 DFS 的采纳决策,而社会网络范畴可直接促进农户 DFS 的采纳率。

5.2 认知嵌入度的中介效应检验

与技术转换梯度的中介效应类似,选取农户 DFS 采纳决策作为被解释变量,社会网络作为解释变量,检验认知嵌入度变量的中介效应(表 7)。表 7

表 7 认知嵌入度对社会网络的中介效应的依次检验结果

Table 7 The mediating effect of cognitive embeddedness

变量	DFS 采纳决策(1)	群体对技术的认可度(2)	个人社会网络采纳比例(3)	DFS 采纳决策(4)
村干部	-0.37(0.26)	-0.12(0.12)	-0.04 (0.16)	-0.58(0.37)
请教问题	-0.35(0.23)	-0.01(0.10)	-0.15 (0.14)	-0.38(0.36)
农业问题解决倾向	0.35(0.21)*	0.06 (0.09)	0.19 (0.13)	0.38(0.33)
技术扩散倾向	0.73(0.21)***	0.16 (0.09)*	0.36 (0.13)***	0.81 (0.32)**
互动农户数量	0.01(0.01)*	0.01(0.00)**	0.01(0.00)	0.01(0.00)
强度	-0.06 (0.11)	-0.17 (0.06)***	-0.12 (0.07)*	0.07 (0.16)
DFS 指导	0.25 (0.04)***	0.73(0.09)***	0.98(0.12)***	0.12 (0.30)
生产信息获取	0.49 (0.19)***	0.24 (0.09)***	0.24 (0.12)**	0.32 (0.28)
群体对技术的认可度				0.62 (0.21)***
个人社会网络采纳比例				1.37 (0.12)***
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
样本数	632	632	632	632
Pseudo R^2	0.16	0.22	0.23	0.55
Prob> χ^2	0.00	0.00	0.00	0.00

2021年6月

第1列结果显示,技术扩散倾向对农户DFS采纳决策的直接作用是显著的。第2-3列结果表明,技术扩散倾向同样可以显著促进群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例。第4列结果中群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例变量都显著,这说明在控制了技术扩散倾向变量的影响后,中介变量群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例对农户DFS采纳决策的作用仍显著。如前所述,群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例存在的是部分中介效应,即技术扩散倾向对农户DFS采纳的影响约有14%是通过群体对技术的认可度的中介作用实现的,约有30%是通过个人社会网络采纳比例的中介作用实现的。互动农户数量对农户DFS采纳决策的直接作用是显著的,同样可以显著促进农户群体对技术的认可度。在控制了互动农户数量变量后,中介变量群体对技术的认可度仍旧对农户DFS采纳决策有显著作用。即,农户群体对技术的认可度的中介效应是存在的,并且是完全中介效应。DFS指导对农户DFS采纳决策的直接作用是显著的,并且可以显著促进个人社会网络采

纳比例和群体对技术的认可度,在控制了DFS指导变量的影响后,中介变量群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例对农户DFS采纳决策的作用仍显著。因此,群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例的中介效应是显著的,并且是完全中介效应。生产信息获取对农户DFS采纳决策的直接作用是显著的,并且可以显著促进群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例,在控制了生产信息获取变量的影响后,中介变量群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例对农户DFS采纳决策的作用仍显著。同理,群体对技术的认可度和个人社会网络采纳比例充当了生产信息获取变量影响农户DFS采纳决策的中介变量,并且是完全中介效应。综上可知,农户关于新型技术的认知嵌入度在社会网络倾向影响农户DFS采纳决策过程中起到了“部分的”中介效应,还在社会网络范畴与互惠影响农户DFS采纳决策中发挥了完全中介效应。

5.3 地区异质性分析

为考察不同地区可能存在的差异,本文对广东、海南和云南省进行分省估计(表8)。同时因篇

表8 3省技术转换梯度对社会网络的中介效应的依次检验结果

Table 8 The mediating effect of technology gradient on social networks in three provinces

变量	广东			海南			云南		
	DFS采纳 决策(1)	技术转换 梯度(2)	DFS采纳 决策(3)	DFS采纳 决策(4)	技术转换 梯度(5)	DFS采纳 决策(6)	DFS采纳 决策(7)	技术转换 梯度(8)	DFS采纳 决策(9)
村干部	-0.32 (0.35)	0.02 (0.12)	-0.54 (0.45)	-0.21 (0.54)	-0.07 (0.17)	-0.22 (0.60)	-3.33* (1.85)	-0.38* (0.20)	-3.77 (2.35)
请教问题	-0.75 (0.50)	-0.15 (0.13)	-0.51 (0.55)	0.36 (0.40)	0.18 (0.11)	0.09 (0.41)	-1.23 (1.48)	0.41** (0.18)	-1.99 (1.66)
农业问题解决倾向	-0.02 (0.35)	0.03 (0.12)	-0.15 (0.42)	-0.38 (0.52)	-0.05 (0.13)	-0.46 (0.54)	0.60 (1.11)	0.01 (0.15)	-0.02 (1.23)
技术扩散倾向	0.75 (0.47)	0.09 (0.17)	0.84 (0.61)	-0.20 (0.44)	-0.12 (0.11)	-0.10 (0.47)	2.67** (1.18)	0.14 (0.17)	1.66 (1.41)
互动农户数量	0.01 (0.00)	-0.01 (0.00)	0.01 (0.00)	0.01 (0.01)	0.01** (0.00)	0.01 (0.01)	0.03* (0.02)	-0.01 (0.00)	0.03* (0.02)
强度	-0.39** (0.20)	-0.13** (0.05)	-0.17 (0.24)	-0.21 (0.21)	-0.07 (0.06)	-0.08 (0.20)	0.83 (0.55)	-0.53*** (0.12)	2.30** (0.97)
DFS指导	0.49 (0.34)	-0.08 (0.12)	0.65* (0.36)	1.60*** (0.39)	0.63*** (0.15)	1.13*** (0.42)	1.22 (1.05)	0.36** (0.16)	0.19** (1.35)
生产信息获取	-0.10 (0.32)	0.05 (0.10)	-0.21 (0.38)	-0.53 (0.39)	-0.04 (0.12)	-0.54 (0.41)	2.05* (1.12)	0.14 (0.15)	1.23 (1.33)
技术转换梯度			2.58*** (0.41)			1.54*** (0.36)			2.22** (0.10)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
样本数	215	215	215	231	231	231	186	186	186
Pseudo R ²	0.13	0.09	0.37	0.26	0.21	0.35	0.46	0.48	0.48
Prob>chi ²	0.05	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

幅限制,在认知嵌入度维度选取群体对技术的认可度变量进行详细分析(表9)。结果基本稳健,但也存在一定的地区差异。从社会网络变量看,社会网络强度对广东农户的技术采纳决策有显著负向影响;社会网络互惠对海南农户的技术采纳决策有显著正向影响;对于云南农户来说,社会网络倾向、范畴和互惠对其DFS采纳决策存在显著正向影响(表8第1、4、7列)。因此,社会网络效应在云南较广东和海南更加明显。

从技术转换梯度与认知嵌入度的中介效应来看,技术转换梯度和认知嵌入度依旧充当着海南社会网络互惠影响该地区农户DFS采纳决策的中介变量(表8第4-6列,表9第4-6列);但在广东和云南,技术认知在社会网络影响农户DFS采纳决策过

程中的中介效应不明显。在广东,技术转换梯度在社会网络强度影响农户DFS采纳决策过程中起了完全中介效应(表8第1-3列),即社会网络强度阻碍着广东农户技术转换梯度的感知,从而阻碍该地区农户的DFS采纳。在云南,社会网络声望对农户DFS采纳决策中技术转换梯度与群体对技术的认可度变量存在完全中介效应,且作用方向为负。这说明,在云南村干部的DFS采纳率比普通农户更低,可能的原因是该地区的村干部较少参与农业生产。由此,社会网络对农户的资源节约型技术采纳决策存在地区上的差异,这种差异往往跟社会网络中保守型农户数量有关系,在保守型农户越多的地区,社会网络反而可能会阻碍资源节约型技术在农户群体中的传播。

表9 3省认知嵌入度对社会网络的中介效应的依次检验结果

Table 9 The mediating effect of cognitive embeddedness on social networks in in three provinces

变量	广东			海南			云南		
	DFS采纳 决策(1)	群体对技术 的认可度(2)	DFS采纳 决策(3)	DFS采纳 决策(4)	群体对技术 的认可度(5)	DFS采纳 决策(6)	DFS采纳 决策(7)	群体对技术 的认可度(8)	DFS采纳 决策(9)
村干部	-0.32 (0.35)	-0.03 (0.18)	-0.36 (0.47)	-0.21 (0.54)	-0.14 (0.17)	-0.10 (0.58)	-3.33* (1.85)	-0.39* (0.23)	-1.89 (3.57)
请教问题	-0.75 (0.50)	-0.24 (0.18)	-0.27 (0.52)	0.36 (0.40)	0.21* (0.12)	0.17 (0.42)	-1.23 (1.48)	0.18 (0.21)	-4.49 (3.41)
农业问题解决倾向	-0.02 (0.35)	-0.23 (0.16)	0.42 (0.47)	-0.38 (0.52)	0.05 (0.16)	-0.45 (0.57)	0.60 (1.11)	0.03 (0.17)	-2.03 (2.36)
技术扩散倾向	0.75 (0.47)	0.06 (0.22)	0.85 (0.59)	-0.20 (0.44)	-0.34*** (0.13)	0.02 (0.46)	2.67** (1.18)	0.33 (0.21)	0.22 (3.53)
互动农户数量	0.01 (0.00)	0.01*** (0.00)	-0.01 (0.00)	0.01 (0.01)	0.01*** (0.00)	0.01 (0.01)	0.03* (0.02)	0.01 (0.00)	0.07* (0.04)
强度	-0.39** (0.20)	-0.13 (0.09)	-0.57** (0.26)	-0.21 (0.21)	-0.04 (0.06)	-0.13 (0.20)	0.83 (0.55)	-0.50*** (0.13)	-0.50 (0.13)
DFS指导	0.49 (0.34)	0.09 (0.15)	0.39 (0.40)	1.60*** (0.39)	0.82*** (0.16)	1.05** (0.45)	1.22 (1.05)	0.55*** (0.19)	5.42** (2.50)
生产信息获取	-0.10 (0.32)	0.07 (0.15)	-0.17 (0.41)	-0.53 (0.39)	0.01 (0.13)	-0.58 (0.40)	2.05* (1.12)	0.20 (0.17)	3.22 (2.55)
群体对技术的认可度			2.30*** (0.42)			0.80*** (0.25)			6.91** (3.26)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
样本数	215	215	215	231	231	231	186	186	186
Pseudo R ²	0.13	0.12	0.42	0.26	0.30	0.30	0.46	0.09	0.53
Prob>chi ²	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00

6 结论与启示

6.1 结论

资源节约型技术在农户群体中的使用与传播是当前中国农业实现可持续发展的重要推动力量。从有限知识农户的理论视角出发,本文以海

南、广东、云南省香蕉农户调研数据为基础,采用中介效应模型检验农户社会网络、技术认知及采纳决策之间的内在逻辑联系,探讨社会网络影响农户采纳资源节约型技术的影响机制。研究主要有3个发现:

2021年6月

(1) 农户社会网络与技术认知对其采纳资源节约型技术的决策存在显著影响。农户社会网络互动倾向越强、互惠程度越高, 往往会越早采纳新型农业技术。在关于技术转换梯度的认知方面, 与传统技术相比, 新型技术越易操作、预期收益越高、在当地的适用性越强, 农户越容易采纳该技术。在认知嵌入度方面, 个人社会网络技术采纳比例越高, 农户越会做出肯定的采纳决策, 表明农户对社会网络其他成员的决策具有一定的“跟随”效应。

(2) 农户社会网络“倾向”和“互惠”可以通过改善其关于技术转换梯度和技术认知嵌入度两方面的认知, 最终促使农户采纳资源节约型技术, 即农户技术认知发挥社会网络对农户技术采纳决策影响的中介作用, 而社会网络“范畴”可直接影响农户 DFS 采纳决策。该估计结果在不同地区间基本上是稳健的, 但也存在一定的地区差异。

(3) 农户采纳资源节约型技术在个人特征和家庭资源禀赋方面存在异质性。即受访者年龄、务农经验、非农就业、风险态度、劳动力投入及技术培训等因素对农户采纳资源节约型技术存在不同影响。

6.2 启示

本文研究结论主要有以下启示:

(1) 政府或农业技术推广部门的工作思路要充分重视农户关于新技术的认知转变。在推广资源节约型技术时, 应关注农户技术使用知识的需求和技术对在当地文化传统的嵌入性。发挥农户群体认知在技术推广过程中的重要作用, 通过合作社、培训指导等手段增强农户之间互动, 快速强化农户对新的农业技术的共同认知, 从而加快该技术在农村地区的传播。

(2) 在推广资源节约型技术的工作中要充分考虑农户的社会网络特征。新的农业技术推广是一项多主体参与的系统性工程, 不宜用简单的经济成本-收益分析来推断农户技术采纳的行为和技术推广的进程, 从农户社会网络不同维度考虑推广工作的安排, 可能会使新型技术推广工作事半功倍。应注意到社会网络对不同地区农户资源节约型技术采纳决策的影响存在差异。在新技术推广进程中, 注意重点引导保守型农户对新型技术的态度和采纳倾向。

(3) 利用社会网络中具有与其他成员接触倾向

且掌握较好技术知识的农户, 在新技术推广中发挥带头作用, 充分激发村落中熟人间的共同学习, 更有利于农户农业知识的持续交流与分享。依靠社会网络作用来快速改善农户对新型技术的认知, 解除农户思想中关于生产技术传统的软约束, 通过采纳资源节约型技术以点带面地促进农业生产方式的逐步转型。

参考文献(References):

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fertilizers by Nutrient[DB/OL]. (2020-06-15) [2020-06-20]. <http://www.fao.org/faostat/zh/#data/RFN/visualize>.
- [2] Mabaya G, Unami K, Fujihara M. Stochastic optimal control of agrochemical pollutant loads in reservoirs for irrigation[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 146: 37-46.
- [3] Stokol M, Yang H, Zhang Y C, et al. Increasing eutrophication in the coastal seas of China from 1970 to 2050[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2014, 85(1): 123-140.
- [4] Kant S, Kafkafi U. Fertigation[J]. *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 2005, DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.05161-7.
- [5] Sidhu H S, Jat M L, Yadvinder S, et al. Sub-surface drip fertigation with conservation agriculture in a rice-wheat system: A breakthrough for addressing water and nitrogen use efficiency[J]. *Agricultural Water Management*, 2018, 216(1): 273-283.
- [6] Mahendran P P, Nuvaraj M, Parameswari C, et al. Enhancing growth, yield and quality of banana through subsurface drip fertigation[J]. *International Scientific Academy of Engineering and Technology*, 2013, 13: 138-142.
- [7] Wollni M, Lee D, Thies J. Conservation agriculture, organic marketing, and collective action in the Honduran hillsides[J]. *Agricultural Economics*, 2010, 41(3): 373-384.
- [8] Gröbler A. Time for a change: On the patterns of diffusion of innovation[J]. *The Liberation of the Environment*, 1996, 125(3): 19-42.
- [9] 朱月季, 张颖, 胡晨. 作物病害危机下农户新品种采纳行为研究: 从个体决策到扩散机制[J]. *农业技术经济*, 2019, (12): 80-95. [Zhu Y J, Zhang Y, Hu C. Study on farmers' behavior of adopting new varieties under the crisis of crop disease: From individual choice to diffusion mechanism[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2019, (12): 80-95.]
- [10] Hay P, Pearce P. Technology adoption by rural women in Queensland, Australia: Women driving technology from the home-stand for the paddock[J]. *Journal of Rural Studies*, 2014, 36: 318-327.
- [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, 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.]
- [12] 高杨, 张笑, 陆姣, 等. 家庭农场绿色防控技术采纳行为研究[J]. *资源科学*, 2017, 39(5): 934–944. [Gao Y, Zhang X, Lu J, et al. Research on adoption behavior of green control techniques by family farms[J]. *Resources Science*, 2017, 39(5): 934–944.]
- [13] Yang Q, Zhu Y, Wang J. Adoption of drip fertigation system and technical efficiency of cherry tomato farmers in Southern China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123980.
- [14] 王振华, 李萌萌, 王苍林. 契约稳定性对农户跨期技术选择的影响: 基于2271个地块数据的分析[J]. *资源科学*, 2020, 42(11): 2237–2250. [Wang Z H, Li M M, Wang C L. Impact of contract stability on farming household' intertemporal technology adoption: An analysis based on the data of 2271 plots[J]. *Resources Science*, 2020, 42(11): 2237–2250.]
- [15] Yang Q, Zhu Y J, Wang F. Exploring mediating factors between agricultural training and farmers' adoption of drip fertigation system: Evidence from banana farmers in China[J]. *Water*, 2021, 13(10): 1364–1346.
- [16] Makate C, Marshall M, Nelson M, et al. Increasing resilience of smallholder farmers to climate change through multiple adoption of proven climate-smart agriculture innovations: Lessons from Southern Africa[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 231: 858–868.
- [17] 姜维军, 颜廷武, 张俊飏. 互联网使用能否促进农户主动采纳秸秆还田技术? 基于内生转换Probit模型的实证分析[J]. *农业技术经济*, 2021, (3): 50–62. [Jiang W J, Yan T W, Zhang J B. Can internet use promote farmers to adopt straw returning technology? An empirical analysis based on endogenous switching Probit model [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2021, (3): 50–62.]
- [18] 杨兴杰, 齐振宏, 杨彩艳, 等. 市场与政府一定能促进农户采纳生态农业技术吗? 以农户采纳稻虾共作技术为例[J]. *长江流域资源与环境*, 2021, 30(4): 1016–1026. [Yang X J, Qi Z H, Yang C Y, et al. Can the market and government promote the adoption of eco-agricultural technologies by farmers? Taking farmers to adopt rice and shrimp co-culture technology as an example[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2021, 30(4): 1016–1026.]
- [19] 曹云. 农户耕地质量提升技术采纳的影响因素分析[J]. *现代农业科技*, 2019, (3): 149–150. [Cao Y. Analysis on influencing factors of adoption of cultivated land quality improvement technologies by farmers[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2019, (3): 149–150.]
- [20] 张红丽, 李洁艳, 滕慧奇. 小农户认知、外部环境与绿色农业技术采纳行为: 以有机肥为例[J]. *干旱区资源与环境*, 2020, 34(6): 8–13. [Zhang H L, Li J Y, Teng H Q. Cognition, external environment and green agricultural technology adoption behavior for small-scale farmers[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2020, 34(6): 8–13.]
- [21] 朱利群, 王珏, 王春杰, 等. 有机肥和化肥配施技术农户采纳决策影响因素分析: 基于苏、浙、皖三省农户调查[J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(3): 671–679. [Zhu L Q, Wang J, Wang C J, et al. Analysis of influencing factors on farmers' adoption of the application technology of organic fertilizer combined with chemical fertilizer: Based on the survey of farmer households in Jiangsu, Zhejiang and Anhui[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2018, 27(3): 671–679.]
- [22] Shiferaw B, Kebede T, Kassie M, et al. Market imperfections, access to information and technology adoption in Uganda: Challenges of overcoming multiple constraints[J]. *Agricultural Economics*, 2015, 46(4): 475–488.
- [23] 万凌霄, 蔡海龙. 合作社参与对农户测土配方施肥技术采纳影响研究: 基于标准化生产视角[J]. *农业技术经济*, 2021, (3): 63–77. [Wan L X, Cai H L. Study on the impact of cooperative' participation on farmers' adoption of testing soil for formulated fertilization technology: Analysis based on the perspective of standardized production[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2021, (3): 63–77.]
- [24] 刘丽, 褚力其, 姜志德. 技术认知、风险感知对黄土高原农户水土保持耕作技术采用意愿的影响及代际差异[J]. *资源科学*, 2020, 42(4): 763–775. [Liu L, Chu L Q, Jiang Z D. Influence of technology cognition and risk perception on the willingness to adopt soil and water conservation tillage technologies and its inter-generational differences[J]. *Resources Science*, 2020, 42(4): 763–775.]
- [25] 郑适, 陈茜苗, 王志刚. 土地规模、合作社加入与植保无人机技术认知及采纳: 以吉林省为例[J]. *农业技术经济*, 2018, (6): 92–105. [Zheng S, Chen Q M, Wang Z G. Scale of land, enrollment of agricultural cooperatives and adoption of Unmanned Aerial Vehicle evidence from Jilin Province[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018, (6): 92–105.]
- [26] 高杨, 牛子恒. 风险厌恶、信息获取能力与农户绿色防控技术采纳行为分析[J]. *中国农村经济*, 2019, (8): 109–127. [Gao Y, Niu Z H. Risk aversion, information acquisition ability and farmers' adoption behavior of green control techniques[J]. *Chinese Rural Economy*, 2019, (8): 109–127.]
- [27] 张益, 孙小龙, 韩一军. 社会网络、节水意识对小麦生产节水技术采用的影响: 基于冀鲁豫的农户调查数据[J]. *农业技术经济*, 2019, (11): 127–136. [Zhang Y, Sun X L, Han Y J. The effects of social network and water saving awareness on wheat production water-saving technology adoption: Based on the farmer household survey data from Hebei, Shandong and Henan provinces[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2019, (11): 127–136.]
- [28] 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

2021年6月

- six provinces in the Yangtze River Basin[J]. *China Rural Survey*, 2018, (4): 44–58.]
- [29] 朱月季. 社会网络视角下的农业创新采纳与扩散[J]. *中国农村经济*, 2016, (9): 58–71. [Zhu Y J. The adoption and diffusion of agricultural innovation from the perspective of social networks[J]. *Chinese Rural Economy*, 2016, (9): 58–71.]
- [30] 谈存峰, 张莉, 田万慧. 农田循环生产技术农户采纳决策影响因素分析: 西北内陆河灌区样本农户数据[J]. *干旱区资源与环境*, 2017, 31(8): 33–37. [Tan C F, Zhang L, Tian W H. Factors affecting the willingness to adopt farmland recycling production technology: Based on a survey in Hexi Corridor[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2017, 31(8): 33–37.]
- [31] Bandiera O, Rasul I. Social networks and the adoption of new technology in Northern Mozambique[J]. *The Economic Journal*, 2006, 116: 862–902.
- [32] 杨兴杰, 齐振宏, 陈雪婷, 等. 政府培训、技术认知与农户生态农业技术采纳行为: 以稻虾共养技术为例[J]. *中国农业资源与区划*, 2021, 42(5): 198–208. [Yang X J, Qi Z H, Chen X T, et al. Government training, technology cognition and farmer eco-agricultural technology adoption behavior: Taking rice and shrimp co-culture technology as an example[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2021, 42(5): 198–208.]
- [33] Conley B T G, Udry C R. Learning about a new technology: Pineapple in Ghana[J]. *American Economic Review*, 2010, 100(1): 35–69.
- [34] 许佳贤, 郑逸芳, 林沙. 农户农业新技术采纳行为的影响机理分析: 基于公众情境理论[J]. *干旱区资源与环境*, 2018, 32(2): 52–58. [Xu J X, Zheng Y F, Lin S. Analysis on the mechanism of farmers' adoption of new agricultural technology: Based on public situation theory[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2018, 32(2): 52–58.]
- [35] 杨唯一, 鞠晓峰. 基于博弈模型的农户技术采纳行为分析[J]. *中国软科学*, 2014, (11): 42–49. [Yang W Y, Ju X F. Analysis of farmers' technology adoption behavior based on game model[J]. *China Soft Science*, 2014, (11): 42–49.]
- [36] 费红梅, 刘文明, 姜会明. 保护性耕作技术采纳意愿及群体差异性分析[J]. *农村经济*, 2019, (4): 122–129. [Fei H M, Liu W M, Jiang H M. Analysis on the adoption intention of conservation tillage technology and population difference[J]. *Rural Economy*, 2019, (4): 122–129.]
- [37] 王格玲, 陆迁. 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[J]. *农业技术经济*, 2015, (10): 92–106. [Wang G L, Lu Q. Test on the influence of social network on the inverted U-shaped relationship of farmers' technology adoption: A case study of water-saving irrigation technology adoption in Minqin County, Gansu Province[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2015, (10): 92–106.]
- [38] 耿宇宁, 郑少锋, 陆迁. 经济激励、社会网络对农户绿色防控技术采纳行为的影响: 来自陕西猕猴桃主产区的证据[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2017, (6): 59–69. [Geng Y N, Zheng S F, Lu Q. Impact of economic incentives and social networks on farmers' adoption of integrated pest management technology: Evidence from the kiwifruit main production areas of Shaanxi Province [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2017, (6): 59–69.]
- [39] 杨汝岱, 陈斌开, 朱诗娥. 基于社会网络视角的农户民间借贷需求行为研究[J]. *经济研究*, 2011, 46(11): 116–129. [Yang R D, Chen B K, Zhu S E. The credit behavior of rural households from the perspective of social network[J]. *Economic Research Journal*, 2011, 46(11): 116–129.]
- [40] 郭铖, 魏枫. 社会资本对农户技术采纳行为的影响[J]. *管理学报*, 2015, 28(6): 30–38. [Guo C, Wei F. The influence of social capital on farmers' technology adoption behavior[J]. *Journal of Management*, 2015, 28(6): 30–38]
- [41] Barnir A, Smith K A. Interfirm alliances in the small business: The role of social networks[J]. *Journal of Small Business Management*, 2002, 40(3): 219–232.
- [42] 佟大建, 黄武. 社会经济地位差异、推广服务获取与农业技术扩散[J]. *中国农村经济*, 2018, (11): 128–143. [Tong D J, Huang W. Differences in socio-economic status, access to extension service and agricultural technology diffusion[J]. *Chinese Rural Economy*, 2018, (11): 128–143]
- [43] 朱月季, 高贵现, 周德翼. 基于主体建模的农户技术采纳行为的演化分析[J]. *中国农村经济*, 2014, (4): 58–73. [Zhu Y J, Gao G X, Zhou D Y. Evolution analysis of farmers' technology adoption behavior based on agent-based modeling[J]. *Chinese Rural Economy*, 2014, (4): 58–73.]
- [44] Baron R M, Kenny D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1986, 51(6): 1173–1182.
- [45] 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.]
- [46] 何悦, 漆雁斌. 农户过量施肥风险认知及环境友好型技术采纳行为的影响因素分析: 基于四川省380个柑橘种植户的调查[J]. *中国农业资源与区划*, 2020, 41(5): 8–15. [He Y, Qi Y B. Analysis on the risk cognition of excess fertilizer application and the adoption behavior of environment-friendly technology and its reason: Base on the study of 380 citrus grower in Sichuan Province [J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2020, 41(5): 8–15.]

Mechanism of influence of social networks on banana farmers' adoption of resource conservation technologies: A case study of the drip fertigation system

ZHU Yueji, YANG Qian, WANG Fang

(Management School, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: The diffusion of new resource conservation technologies among farmers is the key to the sustainable development of Chinese agriculture. Based on the hypothesis that farmers have limited knowledge, this study theoretically examined the impact of social networks on farmers' adoption of new resource conservation technologies in different dimensions, and the possible mediating role of farmers' technology cognition between social networks and farmers' adoption decision of new resource conservation technologies. Taking the drip fertigation system (DFS) as a case and based on the survey data of 632 banana farmers in Guangdong, Hainan, and Yunnan Provinces, this study analyzed the mediating role of farmers' technology cognition in bridging social networks and banana farmers' adoption of the DFS. The results indicate that farmers' social networks and technology cognition can significantly promote the adoption of new resource conservation technologies in production practices. Social networks can weaken farmers' cognitive differences in new technologies, thus forming new group cognition about new technologies and strengthening farmers' adoption of resource conservation technologies. Specifically, the "tendency" and "mutual help" of social networks can improve farmers' perception of "technology transfer gradient" and "technology cognitive embeddedness", thereby affecting farmers' adoption decision of resource conservation technologies. However, the "scope" of social networks directly influences farmers' adoption of resource conservation technologies, and this effect is heterogeneous in different regions.

Key words: social networks; technology cognition; technology transfer gradient; cognitive embeddedness; technology adoption; resource conservation technologies