

# 生态种养模式认知、采纳强度与收入效应\*

## ——以长江中下游地区稻虾共作模式为例

陈雪婷<sup>1,2</sup> 黄炜虹<sup>3</sup> 齐振宏<sup>1</sup> 冯中朝<sup>1</sup>

**摘要：**本文在借鉴技术接受模型的基础上，通过构建农户多目标效用函数，理论推导了农户认知对其生态农业模式采纳行为的影响。基于江苏、湖北两省 608 份农户调查数据，本文运用 Heckman 两阶段模型实证分析了农户生态种养模式认知对其是否采纳以及采纳强度的影响，并进一步采用内生转换模型分析了生态种养模式采纳的收入效应。研究表明：第一，在自然资源禀赋适宜地区农户对稻虾共作模式进行了积极实践，完全采纳农户占比为 46.05%。第二，经济效应是农户采纳行为发生和提高采纳强度的根本驱动力，同时，对技术的感知易用性是影响农户生态种养模式采纳行为发生和采纳强度提高的重要因素。第三，生态农业模式的采纳对提高农业收入有显著的影响，表现为：在反事实假设下，实际采纳稻虾共作模式的农户若未采纳，其亩均净收入将下降 50.78%；实际未采纳稻虾共作模式的农户若采纳，其亩均净收入将增加 44.55%。基于此，本文认为农户采纳生态种养模式建立在较高的经济效应和易用性认知上，同时，生态种养模式在农村的推广和应用符合当前农民增收的宏观政策目标。

**关键词：**生态种养模式 农户认知 采纳强度 收入效应

**中图分类号：**F323.3 **文献标识码：**A

### 一、引言

农业生产方式由传统粗放型向绿色高效模式转变，是破解农业供给侧结构性矛盾、优化农业资源配置效率、提高农业部门比较收益的重要发展路径（唐安来等，2017）。20 世纪 80 年代初期以来，在农村资源环境约束逐步趋紧的现实状况下，学者们不断推进将传统农业优势与现代科学技术相结合的农业发展理论与实践方式的相关研究，形成了生态农业这一新的农业发展理论（李文华等，2010）。同时，在实践层面也逐步形成了符合中国自然资源禀赋、社会文化形态的农业生产模式和相应配套农业

\*本文研究受到中央高校基本科研业务费项目“‘双水双绿’模式经济效应和生态效益评价分析”（项目编号：2662018YJ019）、国家“现代农业产业技术体系建设”专项（批准号：CARS-0012）、“十三五”重点研究计划“粮食主产区作物种植模式资源效率与生态经济评价”（批准号：2016YFD0300210）的资助。本文通讯作者：冯中朝。

技术(李文华, 2003)。生态种养模式正是这一过程的产物。

生态种养模式将种植技术和养殖技术有机结合, 以此形成农业产业内部模块的物质循环利用, 从而达到将污染负效益转变为资源正效益的目的, 是一种将农村发展、农民致富和生态友好融为一体的农业生产模式(李文华、张壬午, 2005)。2019年, 农业部颁布了《国家质量兴农战略规划(2018-2022)》, 明确提出“大力推进种养结合型循环农业试点, 集成推广‘猪—沼—果’、稻鱼共生等成熟适用技术模式, 加快发展种养结合的生态循环农业”。同时, 在政策引导下, 地方政府因地制宜地推动农业种植模式向生态农业模式转型升级; 加之市场的作用, 农户对生态种养模式进行了积极实践, 这一趋势在长江流域地区的表现尤为明显。以稻虾共作模式为例, 2019年全国稻虾共作面积达1658万亩, 占小龙虾总养殖面积的85.96%, 达全国稻渔综合种养总面积的47.71%<sup>①</sup>。可见, 推广和发展生态种养模式已在政策层面获得关注, 农户亦在实践层面进行了积极探索。

生态种养模式对土地进行了集约化利用, 提升了土地产出率。广义上讲, 生态种养模式在农村的应用可视为“节约土地型”农业技术的发展。农户对新技术采用是一个动态的多级过程(Efthalia and Dimitris, 2003), 经历了前期认知、是否采纳、采纳强度和采纳经济效应等多个阶段(黄腾等, 2018)。个体认知是行为主体产生意向和行为的内生源头(丰雷等, 2019)。在农业生产模式变迁中, 生产经营主体的偏好及认知与生产模式共生演化, 而在中国生态农业多年的发展历程中, 多以自上而下的政策变迁或农技推广等正式规则促使农户生产行为向生态化转变, 缺乏对农户偏好和农户生态农业关注的关注。更为重要的是, 生态种养模式作为一种综合性的生产模式, 相比其他农业技术, 农户在采纳决策时面临的不确定性更大。而当农户面临不确定性决策时, 个体认知是影响其决策的重要因素之一(金影怡等, 2019)。因此, 若要深入理解农户的农业生产模式采纳决策, 就需要从农户自身的视角考察认知的影响, 这有助于把握农户决策改变的主要动因。

农户技术采纳行为是多阶段的, 利用面板数据可对多阶段技术采纳的动态过程进行准确的拟合分析, 但由于这方面数据获取难度大, 目前技术采纳研究多以静态分析为主(例如 Cheryl, 2006)。在关于技术采纳的静态研究中, 当技术不可分割时, 只能简单地以二分类变量“是否采纳”来分析农户技术采纳行为。一般而言, 出于规避风险和最大化耕地利用价值的考虑, 农户会选择多样化的生产方式(卢华、胡浩, 2015)。对于生态种养模式来说, 存在较大技术风险和市场风险, 农户的采纳决策并非只有采纳与否的区别, 还可能存在采纳强度的差别。农户会以自身对生态种养模式的内生认知为基础, 平衡收益和风险的关系, 再做出采纳决策, 这个采纳决策包括采纳与否和采纳强度两个层面。虽然生态种养模式本身不具可分性, 但该模式的采纳强度可根据农户分配给生态种养模式的经营规模份额进行衡量。由此, 在分析农户认知对生态种养模式采纳决策的影响时, 有必要更为细化地将采纳决策分为是否采纳和采纳强度两阶段。

经济理性是农户生产决策的出发点。农户对技术采纳的多阶段决策, 包括其对采纳后收入效应的评估。目前关于技术采纳的相关研究中, 大部分研究未进一步考察采纳行为的结果变量, 即农户采纳

<sup>①</sup>资料来源:《2020中国小龙虾产业发展报告全文发布》, [http://www.nftec.agri.cn/zxxhdt/202006/t20200622\\_7433378.htm](http://www.nftec.agri.cn/zxxhdt/202006/t20200622_7433378.htm)。

决策时所考虑的收入效应,而对农户的采纳决策来说技术采纳诱因与收入效应是不可割裂的两个方面。同时,生态种养模式在农民增收方面究竟表现如何,需要给出经济学视角的回答。鉴于此,本文以稻虾共作模式为例,按照“模式认知—是否采纳—采纳强度—采纳效益”的思路,多维动态研究农户生态种养模式的采纳行为。在计量方法上,本文运用 Heckman 两阶段法识别农户采纳的不同阶段,并进一步运用内生转换模型分析生态种养模式在微观层面的收入效应。

## 二、文献综述与理论分析

### (一) 文献综述

生态农业模式在理论研究及政策推广层面受到极大关注,但大部分研究停留在相关配套技术研究以及定性研究上(例如孙业红等,2008;徐辉等,2018),基于经济学视角的相关研究较少。不过关于农户技术采纳行为的研究较为丰富,可为本文研究农户对生态种养模式这项综合性农业技术的采纳决策提供参考。现有关于技术采纳的研究主要围绕以下几个方面展开。一是农户采纳技术决策的诱因及动机。早期,Feder and Slade(1984)认为农户以利润最大化为目标来决定是否采纳技术,而 Atanu et al.(1994)发现奶牛养殖户的技术采用决策是他们对采用新技术的边际收益与边际成本进行理性比较的结果。国内学者孔祥智等(2004)则在前人研究的基础上提出,农户采用新技术的决策逻辑是比较新旧技术的净收益,即只有当采用新技术的预期收益大于采用现有技术的净收益时,农户才会选择采用新技术。二是关于农户技术采纳意愿与行为的影响因素研究,可分为宏观政策层面和农户微观层面。现有文献关注的宏观政策变量有政府的补贴政策(黄祖辉等,2016)、技术创新环境(王静、霍学喜,2014)、公共农技推广(佟大建等,2018)、市场环境(黄炜虹等,2017)等。微观层面的影响因素主要考虑农户资源禀赋的异质性,例如从家庭特征(王格玲、陆迁,2015;杨志海,2018)、农业经营特征(展进涛、陈超,2009;刘乐等,2017;霍瑜等,2016;徐志刚等,2018)以及资本禀赋水平(张童朝等,2017;郑旭媛等,2018)等方面来探讨农户技术采纳的影响因素。同时,也有学者重点关注了微观层面的农户技术认知因素。例如,郑适等(2018)在研究植保无人机技术时发现,实际经营面积和是否加入合作社是影响农户对新技术认知的重要因素。李曼等(2017)发现节水灌溉效果的认知对农户采纳该技术有显著的正向影响。郭格、陆迁(2018)基于 TAM 模型将农户认知分为增产效果认知和技术有用性认知,发现两者对农户采用低压管灌技术有显著的正向影响。进一步地,黄腾等(2018)评估了节水技术认知对农户采纳节水灌溉技术的边际效果。

已有研究在一定程度上揭示了农户技术采纳决策的内在机理及其影响因素,也有部分学者重点关注农户认知对技术采纳的影响,但他们的研究主要集中于农业生产过程中某个单项技术的采纳,例如节水灌溉技术、水土保持技术、无人机技术等。对农户来说,生态种养模式采纳决策与农业生产过程中的某个单项技术的采纳决策又存在差异。农业单项技术的采纳可看作农业生产前期的固定资产投资,技术采用效果不由农户在农业生产过程中的具体操作所决定,而是由该技术的客观属性所决定。例如,无人机技术的劳动力节约效果对于每个农户是一致的,农户对无人机技术的采纳决策只需结合自身禀赋进行成本和收益的权衡,此时,“经济有用性”是农户考虑的主要因素,技术的“实践易用性”对

于异质性农户则相差不大。不同的是，生态种养模式可看作是一项系统性的集成技术，其技术门槛较高，采纳后的效果很大程度上依赖生产过程中的技术操作。也就是说，农户对生态种养模式的感知易用性是影响农户采纳决策的重要因素。因此，在已有研究的基础上，从“经济有用性”和“实践易用性”的双维认知视角来探究农户生态种养模式采纳决策是有必要的。

纵观现有文献，关于技术采纳的相关成果较多，但依然存在以下几个方面的不足。一是，目前生态种养模式的理论研究仅停留在技术层面及定性层面上，缺乏从经济学视角解读农户生态种养模式采纳行为的内在逻辑。二是，相较于其他农业技术的应用，生态种养模式可看作是一项系统性的集成技术，技术门槛高，且贯穿于整个农业生产阶段，现有文献的相关研究设计和研究结论可能不适用于农户生态种养模式采纳决策，需要从农户认知视角重新审视生态种养模式采纳的决策逻辑。三是，目前与技术采纳相关的大部分研究未进一步考察技术采纳行为的结果变量，即没有进一步评估农户技术采纳后的收入效应。而对于农户来说，技术采纳诱因与收入效应是不可割裂的两个方面。

## （二）理论分析

农户的农业生产决策是多目标决策。本文借鉴孔祥智等（2004）的观点，认为农户采纳生态种养模式的决策逻辑之一是将生态种养模式的预期净收益与传统种植模式的净收益进行比较，并将这一决策逻辑定义为利润最大化目标，将该决策目标记为  $f(\cdot)$ 。同时，风险最小化也是农业生产目标之一（刘莹、黄季焜，2010），尤其对于种植模式的转化决策而言，需要对生产技术进行大幅度更新，存在较大的风险和不确定性。因此，风险最小化将成为农户决策的重要依据，本文将该决策目标记为  $g(\cdot)$ 。

根据 Robinsom（1982）提出的多目标效用理论，基于农户利润最大化与风险最小化目标，农户效用函数可表示为：

$$Max U = w_1 f(\cdot) + w_2 g(\cdot) \quad (1)$$

（1）式中， $w_1 > 0$ ， $w_2 < 0$ ， $|w_1| + |w_2| = 1$ 。其中，权重  $w_1$  和  $w_2$  的绝对值反映农户利润最大化与风险最小化目标的相对重要性。生态种养模式采纳决策包括是否采纳和采纳强度两个阶段，这两个不同决策阶段的效用函数形式是一致的，都是平衡收益和风险的关系，其差别在于效用函数中  $w_1$ 、 $w_2$  绝对值的相对大小发生变化。是否采纳决策阶段的实质是农户对是否转换生产模式进行决策，农户在这一阶段可能更加关注采纳后的收入能否提高，即在农户效用函数中， $w_1$  的绝对值较大。而在采纳强度决策阶段，多样化种植是农户非正规风险应对机制的重要手段（Kisakalwayo and Obi, 2012），尤其对于具有较高技术风险的生态种养模式来说，规避风险显得尤为重要。因此，这一阶段  $w_2$  的绝对值相对于是否采纳阶段的绝对值更大。但不论是采纳决策的哪一个阶段，不论农户对利润最大化和风险最小化目标如何取舍，农户实现决策效用最大化的根本目标是一致的。

就利润最大化目标而言，生态种养模式是种植技术和养殖技术的结合，此模式生产的农产品包括种植农产品和养殖农产品。相较于传统种植模式，生态种养模式的种植农产品产量有小幅波动，该模式的潜在收入来源于养殖农产品的收益及政府补贴等。那么，在追求利润最大化的目标下，农户采纳生态种养模式的条件可表示为：

$$p_1 y_1 + \Delta u - \Delta c - c \geq p_0 y_0 - c \quad (2)$$

(2) 式中,  $p_1$ 、 $p_0$  分别表示采纳和未采纳生态种养模式农户面临的种植农产品市场价格;  $y_1$ 、 $y_0$  分别表示采纳和未采纳生态种养模式的种植农产品产量;  $\Delta u$  表示农户采纳生态种养模式后除去种植农产品收益之外的潜在收益, 包括养殖农产品收益、政府补贴等;  $\Delta c$  表示农户采纳生态种养模式所要支付的额外成本 (建设配套设施资金、购买优质农资等);  $c$  是农户采纳生态种养模式前后的不变成本。需要注意的是, 农户在采纳生态种养模式决策之前,  $y_1$ 、 $\Delta u$ 、 $\Delta c$  这三个指标为农户的预期值, 无法直接观测。

由于中国绿色农产品市场并不完善, 本文假设农户采纳和未采纳生态种养模式面临的种植农产品价格无差异, 即  $p_1 = p_0$ 。由此, (2) 式可简化为:

$$p_1(y_1 - y_0) + \Delta u - \Delta c \geq 0 \quad (3)$$

由(3)式可知, 利润最大化的决策目标  $f(\cdot)$  由农户预期采纳前后的种植农产品产量差异 ( $y_1$ 、 $y_0$ )、预期采纳后的潜在收益 ( $\Delta u$ ) 及预期采纳后增加的额外成本 ( $\Delta c$ ) 共同决定。函数表达式可表示为:

$$f(\cdot) = f[p_1, y_1, y_0, \Delta u, \Delta c] \quad (4)$$

对于农户来说, 在没有亲自实践生态种养模式之前, 农户无法准确观测到采纳后的潜在收益和额外成本, 只能基于自身禀赋条件并在外部环境 (政策背景、邻里示范、农技推广) 的驱动下形成对生态种养模式的认知, 包括感知易用性 ( $d$ ) 和感知有用性。经济理性是农户生产决策的出发点, 因此, 感知有用性可具体化为农户的感知经济效应 ( $e$ )。

感知经济效应 ( $e$ ) 是指农户对生态种养模式成本收益的评价和感知。当农户对生态种养模式的感知经济效应 ( $e$ ) 越高时, 农户对采纳生态种养模式的预期净收益越高, 即农户预期的潜在收入 ( $\Delta u$ ) 越高或额外成本 ( $\Delta c$ ) 越低, 可表达为:  $\frac{\partial(\Delta u - \Delta c)}{\partial e} > 0$ 。

相较于传统种植模式, 生态种养模式的技术门槛更高, 采纳后的农业产出和成本很大程度由生产过程中的技术执行和操作状况决定。当农户在采纳前对生态种养模式的感知易用性 ( $d$ ) 越高时, 农户对自己掌握技术和实施技术更具信心, 在一定程度上会增加农户预期的潜在收益 ( $\Delta u$ ) 或减少预期的额外成本 ( $\Delta c$ ), 即:  $\frac{\partial(\Delta u - \Delta c)}{\partial d} > 0$ 。

由此, 农户利润最大化目标函数可进一步表示为:

$$Max f(\cdot) = f[y_1, y_0, \Delta u(e, d), \Delta c(e, d)] \quad (5)$$

对于风险最小化目标, 生态种养模式所要求的农业技术具有复合性和集成性特点, 技术难度更大, 对生产者技能的要求也更高。因此, 相较于传统种植模式, 农户采纳生态种养模式的技术风险更大。技术风险 ( $R$ ) 指生态种养模式替代传统种植模式后由于技术难度增大或实施效果不佳而造成产量不佳的风险, 一般由农户在技术实施过程中的实际效果来测度 (郭利京、王少飞, 2016)。那么, 在农户

决策之前, 农户感知易用性 ( $d$ ) 在一定程度上能够反映农户预期面临的技术风险 ( $R$ )。显然, 农户感知易用性 ( $d$ ) 越小, 其感知到的技术风险越大, 即:  $\frac{\partial(R)}{\partial(d)} < 0$ 。

由此, 农户的风险最小化目标可表示为:

$$\text{Min } g(\cdot) = g[R(d)] \quad (6)$$

基于以上两种效用函数, 将 (5) 式和 (6) 式代入 (1) 式中, 得到农户采用生态种养模式的总效用函数:

$$U = w_1 f[y_1, y_0, \Delta u(e, d), \Delta c(e, d)] + w_2 g[R(d)] \quad (7)$$

将 (7) 式分别对  $e$ 、 $d$  求导, 得到:

$$\frac{\partial U}{\partial e} = w_1 \left( \frac{\partial f}{\partial \Delta u} \cdot \frac{\partial \Delta u}{\partial e} + \frac{\partial f}{\partial \Delta c} \cdot \frac{\partial \Delta c}{\partial e} \right) = w_1 \left( \frac{\partial \Delta u - \Delta c}{\partial e} \right) > 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial U}{\partial d} = w_1 \left( \frac{\partial f}{\partial \Delta u} \cdot \frac{\partial \Delta u}{\partial d} + \frac{\partial f}{\partial \Delta c} \cdot \frac{\partial \Delta c}{\partial d} \right) + w_2 \frac{\partial g}{\partial R} \cdot \frac{\partial R}{\partial d} = w_1 \left( \frac{\partial \Delta u - \Delta c}{\partial d} \right) + w_2 \frac{\partial g}{\partial R} \cdot \frac{\partial R}{\partial d} > 0 \quad (9)$$

由以上分析可知, 感知经济效应和感知易用性在农户利润最大化及风险最小化的经营目标下, 对农户决策效用有正向影响。对不同农户来说, 采纳生态种养模式的效用阈值存在异质性, 当决策效用超过农户潜在的阈值时, 农户就会采纳生态种养模式。此外, 农户还进一步面临采纳强度的选择, 同样, 在平衡收益和风险的基础上, 农户的决策效用越高, 采纳强度越大。

据此, 本文提出如下研究假说:

H1: 基于利润最大化及风险最小化目标, 感知经济效应对农户生态种养模式采纳概率和采纳强度有正向影响。

H2: 基于利润最大化及风险最小化目标, 感知易用性对农户生态种养模式采纳概率和采纳强度有正向影响。

从理论上讲, 只要是在自愿基础上进行采纳决策, 农户的决策效用都会提高, 决策效用提升的一个重要方面是农户预期农业收入的提高。对于理性农户, 他们之所以进行生产模式转换, 是因为预期净收益高于现有的农业净收益, 同时预期的风险则在自己可接受的范围之内。因此, 在理论层面, 采纳生态种养模式对农户的农业收入产生正向影响, 但至于影响效果如何则需运用经验事实予以检验。本文将以前作模式为例, 利用内生转换回归模型, 在反事实分析框架下考察生态种养模式的增收效果。

本文研究的逻辑框架如图 1 所示。

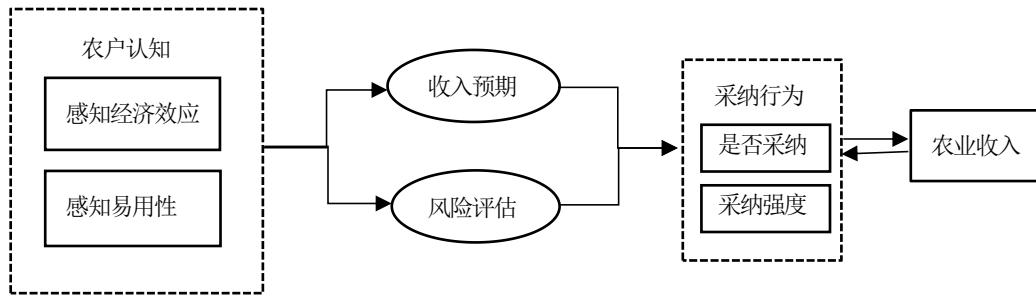


图1 农户认知对生态种养模式采纳行为的作用机制

### 三、数据来源、变量选取与研究方法

#### （一）数据来源与样本说明

本文研究数据来自课题组于2018年7~8月在江苏、湖北两省展开的“稻虾共作模式基本情况”的调查。苏、鄂两省地处长江中下游地区，拥有稻虾共作模式推广与应用的良好自然和地理条件，两省稻虾共作面积居全国前列。同时，苏、鄂两省的小龙虾产业各具特色，江苏省在小龙虾产业链末端的品牌营销更有优势，而湖北省在小龙虾生产环节的技术积淀更加深厚。由此，本文选取苏、鄂两省的农户作为研究对象具有较强的代表性又不失多样性。

此次调查采用分层逐级抽样和随机抽样相结合的方法。第一阶段，从长江中下游地区选取有代表性及可比性的江苏省、湖北省作为主要调查地区。第二阶段，综合考虑两省内稻虾共作模式的地理位置分布及农业经营形式等因素后，选取江苏省2个县（市）、湖北省4个县（市）作为样本县，具体包括江苏省盱眙县、兴化市以及湖北省黄梅县、监利县、钟祥市、潜江市。第三阶段，分别在确定的6个县（市）中随机选取稻虾共作模式有一定程度推广应用的3个乡镇。第四阶段，在每个乡镇中随机选取3个村，分别在每个村中随机选取10~15户农户作为最终的调查对象。本次调查共发放农户问卷630份，根据研究需要，剔除部分数据缺失和信息前后矛盾的问卷后，最终得到有效样本608份，问卷有效率为96.5%。其中，江苏省178份，湖北省430份。农户问卷主要采用“一对一”访谈的方式，对户主或参与生产决策的主要家庭成员进行调查，内容涵盖被调查农户产前资源禀赋情况（土地禀赋、劳动力禀赋、技术资源与资金来源）、产中投入水平（水稻和小龙虾的要素投入情况）以及产后产出与销售状况（水稻和小龙虾产量与销售价格、销售渠道）。在正式调查之前，课题组成员在湖北省潜江市进行了预调查，并根据预调查的情况对调查问卷进行了修改和完善。

表1给出了各县（市）样本农户的采纳情况。可以发现，未采纳稻虾共作模式的样本农户占比为35.03%；采纳稻虾共作模式的样本农户比例达64.97%，其中，部分采纳的样本农户占比为18.92%，完全采纳的样本农户占比达46.05%。此外，样本统计结果还显示，湖北省监利县和潜江市的采纳率最高，江苏省盱眙县的采纳率也较高，但盱眙县部分采纳的样本农户较多。

表1 调查地区样本农户稻虾共作模式采纳情况

类型		没有采纳	部分采纳		完全采纳	合计
		采纳强度: 0	采纳强度: 0~0.5	采纳强度: 0.5~1	采纳强度: 1	
黄梅县	户数	40	9	8	44	101
	占比 (%)	39.21	8.82	7.84	43.13	100.00
监利县	户数	6	8	13	88	115
	占比 (%)	5.22	6.96	11.30	76.52	100.00
潜江市	户数	13	4	8	91	116
	占比 (%)	11.21	3.45	6.90	78.44	100.00
钟祥市	户数	72	2	5	19	98
	占比 (%)	73.47	2.04	5.10	19.39	100.00
兴化市	户数	67	5	0	8	80
	占比 (%)	83.75	6.25	0.00	10.00	100.00
盱眙县	户数	15	14	39	30	98
	占比 (%)	15.31	14.28	39.80	30.61	100.00
合计	户数	213	42	73	280	608
	占比 (%)	35.03	6.91	12.01	46.05	100.00

从受访者基本特征看（见表2），50岁以上的受访者占比达58.39%，接受过初中及以上教育的受访者占66.12%。从样本农户的家庭经营耕地面积情况来看，受访农户规模化经营趋势明显，50亩以上占比达到38.65%。从农业收入水平来看，样本农户农业纯收入大多低于8万元，占66.61%。总体而言，相较于长江流域水稻主产区的传统水稻种植农户，样本农户表现出较大的经营耕地规模和较高的农业收入水平。

表2 样本农户的基本特征

特征	分类	频数	百分比 (%)	特征	分类	频数	百分比 (%)
受访者年龄	40岁及以下	41	6.74	实际经营面积	10亩及以下	43	7.07
	41~50岁	212	34.87		10~50亩	330	54.28
	51~60岁	253	41.61		50~150亩	169	27.79
	60岁以上	102	16.78		150亩以上	66	10.86
受访者受教育程度	文盲	27	4.44	农业纯收入	3万元及以下	206	33.88
	小学	179	29.44		3万~8万元	199	32.73
	初中	283	46.55		8万~15万元	102	16.78
	高中及以上	119	19.57		15万元以上	101	16.61

## （二）模型设定与变量说明

1. 生态种养模式认知与采纳决策模型构建——Heckman两阶段模型。基于前面的理论分析框架，农户生态种养模式采纳决策分为两个阶段。第一阶段是农户决定是否采纳生态种养模式，第二阶段是



农户决定采纳强度，即农户决定采纳生态种养模式的面积占其实际经营面积（即该农户有经营权的耕地面积）的比例。若忽略是否采纳以及采纳强度这两种决策的差异，则会导致估计偏误。目前研究这类两阶段决策最常用的方法是 Heckman 两阶段模型（参见 Heckman, 1979）。

具体而言，本文对农户是否采纳生态种养模式采用二值 Probit 模型来分析。第一阶段的决策模型可表示为：

$$A_i^* = Z_i\gamma + u_i \quad (10)$$

$$A_i = \begin{cases} 1, & Z_i\gamma + u_i > 0 \\ 0, & Z_i\gamma + u_i \leq 0 \end{cases} \quad (11)$$

(10) 式中， $A_i^*$  为潜变量，其含义为采纳生态种养模式所带来的净收益与不采纳这一模式所得净收益之差，它由一系列因素  $Z_i$  解释； $\gamma$  为待估系数， $u_i$  为随机扰动项。(11) 式中，当  $A_i^* > 0$ ，农户采纳生态种养模式，即观察到  $A_i = 1$ ；否则农户选择不采纳，即观察到  $A_i = 0$ 。

考虑到 OLS 估计可能存在样本选择性偏误，因此需要将 (10) 式中计算得到的逆米尔斯比率 ( $\lambda$ ) 作为第二阶段的修正参数，并将  $\lambda$  与其他解释变量纳入第二阶段回归。第二阶段回归的表达式如下：

$$y_i = X_i\beta + \lambda\alpha + \eta_i \quad (12)$$

(12) 式中， $y_i$  为第二阶段回归的被解释变量，即农户生态种养模式的采纳强度， $\alpha$ 、 $\beta$  为待估系数。如果  $\alpha$  通过了显著性检验，则说明存在选择性偏误。此外，Heckman 两阶段模型要求  $X_i$  是  $Z_i$  的一个严格子集，即至少存在一个影响农户是否采纳生态种养模式但对采纳强度没有偏效应的变量。

2. 生态种养模式收入效应评估——内生转换回归模型。本文研究的重点之一是分析生态种养模式的收入效应，由此构建农户收入模型：

$$Y_i = \tau A_i + \delta X_i + \varepsilon_i \quad (13)$$

(13) 式中， $Y_i$  为农户农业收入。 $A_i$  为农户是否采纳生态种养模式的虚拟变量： $A_i = 1$ ，表示农户采纳了生态种养模式； $A_i = 0$ ，表示农户未采纳生态种养模式。 $X_i$  为受访者个体特征、家庭特征、生产经营特征、政策环境特征等控制变量； $\delta$ 、 $\tau$  是待估参数； $\varepsilon_i$  是误差项。

需要指出的是，不能将农户采纳生态种养模式的决策变量  $A_i$  视为外生变量，这是因为：在很大程度上，农户的生产决策是基于自身特征和比较优势做出的自选择；同时，存在不可观测变量影响农户生产决策及其农业收入。因此，本文采用内生转换模型 (ESR) 进行生态种养模式收入效应的评估。运用内生转换模型具有以下优势：其一，解决农户采纳生态种养模式决策的自选择问题；其二，能够分别识别采纳组农户和未采纳组农户的收入状况的影响因素，并进行差别化分析；其三，利用反事实分析法进行稻虾共作模式的收入效应评估。

内生转换模型采用两阶段估计的思路。第一阶段对决策方程进行估计，即对农户生态种养模式是否采纳的影响因素进行估计，见 (14) 式；第二阶段，对结果方程进行估计，即将样本农户分为采纳农户和未采纳农户两组，分别构建两个农业收入方程，见 (15) 式和 (16) 式：

$$A_i = Z_i\gamma + k_i I_i + u_i \quad (14)$$

$$Y_{i1} = \beta_{i1} X'_{i1} + \varepsilon_{i1}, \text{ 如果 } A_i = 1 \quad (15)$$

$$Y_{i0} = \beta_{i0} X'_{i0} + \varepsilon_{i0}, \text{ 如果 } A_i = 0 \quad (16)$$

(14) 式中,  $Z_i$  是影响农户是否采纳生态种养模式的各类因素,  $I_i$  是工具变量向量,  $Y_{i1}$ 、 $Y_{i0}$  分别表示采纳组农户和未采纳组农户的农业收入,  $X'_i$  为一系列解释变量。当不可观察因素同时影响农户生态种养模式采纳决策和农业收入时, 决策方程和结果方程的残差项存在相关关系。为解决这一问题, 在估计决策方程后, 计算逆米尔斯比率 ( $\lambda'_i$ ), 再将其引入 (15) 式和 (16) 式中, 得:

$$Y_{i1} = \beta_{i1} X'_{i1} + \sigma_{\mu 1} \lambda'_{i1} + \varepsilon_{i1}, \text{ 如果 } A_i = 1 \quad (17)$$

$$Y_{i1} = \beta_{i1} X'_{i1} + \sigma_{\mu 1} \lambda'_{i1} + \varepsilon_{i1}, \text{ 如果 } A_i = 0 \quad (18)$$

(17) 和 (18) 式中,  $\lambda'_{i1}$  和  $\lambda'_{i0}$  控制了由未观测变量产生的选择性偏差,  $\rho_{\mu 1}$  ( $\rho_{\mu 1} = \sigma_{\mu 1} / \sigma_{\mu} \sigma_{i1}$ ) 和  $\rho_{\mu 0}$  ( $\rho_{\mu 0} = \sigma_{\mu 0} / \sigma_{\mu} \sigma_{i0}$ ) 是决策方程和结果方程协方差的相关性系数。若  $\rho_{\mu 1}$  或者  $\rho_{\mu 0}$  显著, 表明选择性偏差是由未观测变量产生的, 此时消除观测变量和未观测变量所导致的选择性偏差是保证获得处理效应无偏估计的前提。

基于内生转换模型的估计结果可进行反事实分析, 运用估计系数通过反事实分析框架比较农户采纳和未采纳生态种养模式在现实与反事实条件下的农业收入差异, 以此来评估生态种养模式在实践中的收入效应。

采纳生态种养模式农户 (处理组) 的农业收入期望值如下所示:

$$E[Y_{i1} | A_i = 1] = \beta_{i1} X'_{i1} + \sigma_{\mu 1} \lambda'_{i1} \quad (19)$$

未采纳生态种养模式农户 (控制组) 的农业收入期望值如下所示:

$$E[Y_{i0} | A_i = 0] = \beta_{i0} X'_{i0} + \sigma_{\mu 0} \lambda'_{i0} \quad (20)$$

处理组在未进行生态种养模式生产的情形下的农业收入期望值为:

$$E[Y_{i0} | A_i = 1] = \beta_{i0} X'_{i1} + \sigma_{\mu 0} \lambda'_{i1} \quad (21)$$

控制组在进行生态种养模式生产的情形下的农业收入期望值为:

$$E[Y_{i1} | A_i = 0] = \beta_{i1} X'_{i0} + \sigma_{\mu 1} \lambda'_{i0} \quad (22)$$

那么, 处理组的平均处理效应 (ATT) 可用 (19) 式与 (21) 式之差来表示:

$$\begin{aligned}
 ATT_i &= E[Y_{i1} | A_i = 1] - E[Y_{i0} | A_i = 1] \\
 &= (\beta'_{i1} - \beta'_{i0})X_{i1} + (\sigma_{\mu 1} - \sigma_{\mu 0})\lambda_{i1}
 \end{aligned} \tag{23}$$

相应地，控制组的平均处理效应（ATU）可用（22）式与（20）式之差来表示：

$$\begin{aligned}
 ATU_i &= E[Y_{i1} | A_i = 0] - E[Y_{i0} | A_i = 0] \\
 &= (\beta'_{i0} - \beta'_{i1})X_{i0} + (\sigma_{\mu 0} - \sigma_{\mu 1})\lambda_{i0}
 \end{aligned} \tag{24}$$

### （三）变量定义与描述性统计

1. 因变量。根据模型设定，Heckman 模型的因变量为对稻虾共作模式是否采纳和采纳强度 2 个因变量。稻虾共作模式可视为集成性农业技术，本文参照佟大建（2018）的方法，将“是否采纳”变量设置为虚拟变量。参照刘亚克等（2011）的研究，本文以农户采纳稻虾共作模式的面积占实际经营面积的比例来衡量采纳强度变量。在内生转换模型的回归分析中，因变量除了农户是否采纳变量外，还包括农业收入变量，本文以亩均净收入衡量。

2. 关键自变量。本文的关键解释变量为稻虾共作模式认知。根据技术接受模型，本文从感知有用性和感知易用性两个方面设置认知变量，具体将稻虾共作模式的认知显化为感知经济效应和感知易用性。由于无法直接测量，本文分别采用“您觉得稻虾共作模式的整体收益水平好吗？”和“您觉得稻虾共作模式在生产各环节的技术掌握难度高吗？”来测量农户稻虾共作模式认知，并以三分类形式作答<sup>①</sup>。具体测量方式如表 3 所示。

3. 控制变量。基于经济学理论逻辑、现实情况以及相关文献的影响因素分析，本文选取受访者个人特征、家庭特征及外部环境共 3 类 11 个变量作为控制变量。

（1）受访者个人特征。①年龄。受访者年龄越大，越容易受传统习惯的影响，往往对新技术或新种植模式较为抵触（Kabir and Rainis, 2015）。②受教育程度。受访者的受教育程度越高，学习能力越快，观念越先进，采纳新模式的可能性就越大（李后建, 2012）。③是否村干部。村干部的社会资源较为丰富，可能获得较多的农业生产资金、技术支持（Knight and Yueh, 2008），因此较有可能转换种植模式。④是否返乡务农。受访者非农就业经历强化了农户在信息、资金及技能方面的自我积累，拓展了家庭资源禀赋的边界，可能为农户采纳稻虾共作模式提供物质基础。

（2）家庭特征。①实际经营面积。受规模效应的影响，经营规模越大的农户越有动力采纳新模式。本文通过农户有经营权的耕地面积来取值。②劳动力禀赋。稻虾共作模式属于劳动密集型的生产模式，因此农户家庭内劳动力禀赋越高，越倾向于采纳新的生产模式。本文通过农户家庭内实际劳动力人数来代表家庭劳动力禀赋。③农业收入占比。农业收入占比反映农户对农业收入的依赖程度（Wang et al., 2016），越依赖农业收入的农户家庭，越可能倾向于采纳效益较高的稻虾共作模式。本文通过实际农业收入占比来衡量。

<sup>①</sup>由于离散变量不能直接纳入计量模型中，本文将两个维度的认知变量都预处理成三个虚拟变量纳入计量模型（见表 3）。

(3) 外部环境变量。①村内是否有合作社<sup>①</sup>。合作社能够克服农业家庭经营的劣势 (Valentinov, 2007), 能够有效避免经济活动中的风险和不确定性以及降低交易费用等。因此, 合作社能增大农户采纳稻虾共作模式的概率和强度。②技术获取便利性。稻虾共作模式所要求的技术具有集成性和综合性, 存在一定技术壁垒, 技术获取是否便利将影响农户的采纳决策。③水利设施状况。稻虾共作模式的生产特性对农田的水利设施有一定要求, 因此, 水利设施状况将影响农户的采纳决策。本文通过村庄整体农田有效灌溉面积占比来衡量水利设施状况。④县级虚拟变量。各地区自然资源环境、基础设施条件、相关农业政策及市场环境均会影响农户稻虾共作模式的采纳决策, 考虑到同一县级地区农户面临的上述外部环境较为类似, 本文引入县级虚拟变量来控制地区固定效应。

4. 工具变量。为了保证模型的可识别性, 本文选择邻里效仿变量作为工具变量。选择该变量作为工具变量的原因是, 农户行为决策具有从众行为特征 (张兆同, 2009), 当周围有较多农户采纳稻虾共作模式时, 农户会产生跟随行为。但该变量不直接影响农户的采纳强度和农业收入。

各变量的定义和描述性统计如表 3 所示。

表 3 变量定义与描述性统计

类型	变量名称	变量定义与赋值	均值		差异
			采纳	未采纳	t 值
因变量	采纳决策	是否采纳稻虾共作模式? 是=1; 否=0	1	0	—
	采纳强度	稻虾共作面积占有经营权的耕地面积的比例 (%)	88.711	0	—
	农业收入	农户亩均净收入 (万元)	0.189	0.095	0.094***
农户认知	感知经济效应 (高、一般、低)	是否认为稻虾共作模式整体收益水平高? 是=1; 否=0	0.717	0.516	0.201***
		是否认为稻虾共作模式整体收益水平一般? 是=1; 否=0	0.232	0.380	-0.148***
		是否认为稻虾共作模式的整体收益低? 是=1; 否=0	0.051	0.103	-0.052***
	感知易用性 (高、一般、低)	是否认为稻虾共作模式技术掌握容易? 是=1; 否=0	0.525	0.141	0.384***
		是否认为稻虾共作模式技术掌握难度一般? 是=1; 否=0	0.270	0.366	-0.096***
		是否认为稻虾共作模式技术掌握困难? 是=1; 否=0	0.205	0.493	-0.288***
受访者 个体特征	年龄	受访者 2018 年实际年龄 (岁)	52.753	55.167	-2.414***
	受教育年限	受访者受教育年限 (年)	8.799	8.012	0.787***
	是否村干部	是否是村干部? 是=1; 否=0	0.086	0.183	-0.097***
	是否返乡务农	是否返乡务农? 是=1; 否=0	0.278	0.202	0.077**
家庭特征	实际经营面积	2018 年有经营权的耕地总面积 (取对数)	3.883	3.591	0.091***
	劳动力禀赋	农户家庭内实际劳动力人数	2.071	1.962	0.108**
	农业收入占比	农户 2017 年农业总收入占家庭总收入的比例	0.669	0.673	-0.004
外部环境 特征	是否有合作社	村内是否有合作社? 是=1; 否=0	0.408	0.394	0.014
	技术获取便利	您觉得学习稻虾共作模式技术方便吗? 是=1; 否=0	0.626	0.488	0.138***

<sup>①</sup>此处没有选用“农户是否加入合作社”变量, 原因在于该变量可能与农户稻虾共作模式采纳决策存在互为因果的内生性。

	性				
	水利设施状况	村庄整体农田有效灌溉面积占比 (%)	85.554	89.303	-3.749***
工具变量	邻里效仿	您周围从事稻虾共养模式的农户是否较多? 是=1; 否=0	0.894	0.300	0.593***
县级虚拟变量	黄梅	黄梅=1; 其他=0	0.157	0.188	-0.034
	监利	监利=1; 其他=0	0.280	0.028	0.252***
	潜江	潜江=1; 其他=0	0.260	0.061	0.199***
	钟祥	钟祥=1; 其他=0	0.066	0.338	-0.272***
	兴化	兴化=1; 其他=0	0.030	0.315	-0.284***
	盱眙	盱眙=1; 其他=0	0.210	0.070	0.139***

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示 10%、5%和 1%的显著性水平。

#### 四、模型估计

##### (一) 农户生态种养模式认知及其采纳决策分析

1. 估计结果。本文采用 Stata16.0 统计软件运行 Heckman 两阶段模型来估计农户生态种养模式认知对其是否采纳和采纳强度的影响。同时, 作为对比以及稳健性检验, 本文使用双归并 Tobit 模型对农户生态种养模式的采纳强度进行估计。估计结果如表 4 所示, Heckman 两阶段模型中逆米尔斯比率( $\lambda$ )估计值在 5%统计水平上显著, 说明样本选择性偏误问题确实存在, 即农户是否采纳决策与采纳强度决策存在关联, Heckman 两阶段模型运用的必要性得到了验证。此外, Heckman 两阶段模型中 Wald 检验值在 1%统计水平上显著, 说明模型的整体回归系数显著。

表 4 生态种养模式认知对农户采纳决策的影响

	Heckman 两阶段				双归并模型	
	是否采纳 (n=608)		采纳强度 (n=395)		(n=608)	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
农户认知						
感知经济效应高	0.550***	0.170	0.045*	0.024	0.419***	0.135
感知经济效应低	0.127	0.338	0.023	0.063	-0.033	0.290
感知易用性高	0.605***	0.198	0.074***	0.024	0.693***	0.151
感知易用性低	-0.421**	0.188	-0.003	0.030	-0.226	0.154
受访者个体特征						
年龄	-0.010	0.010	0.000	0.001	-0.008	0.008
受教育年限	-0.027	0.027	-0.002	0.004	-0.031	0.021
是否村干部	-0.604**	0.242	-0.037	0.037	-0.585***	0.199
是否返乡务农	0.159	0.184	0.014	0.023	0.141	0.139
家庭特征						
实际经营面积	0.572***	0.104	-0.033**	0.015	0.310***	0.078

生态种养模式认知、采纳强度与收入效应

劳动力禀赋	0.026	0.074	-0.009	0.010	-0.022	0.057
农业收入占比	-0.217	0.254	0.044	0.027	0.075	0.173
外部环境						
是否有合作社	0.394**	0.176	0.062***	0.023	0.514***	0.139
技术获取便利性	-0.216	0.177	0.000	0.022	-0.101	0.133
水利设施状况	0.001	0.005	0.000	0.001	0.001	0.004
工具变量						
邻里效仿	1.022***	0.193	—	—	1.024***	0.173
县级虚拟变量						
黄梅	-0.731***	0.280	0.072**	0.036	-0.001	0.203
监利	0.450	0.311	0.122***	0.034	1.039***	0.215
潜江	0.147	0.286	0.134***	0.035	1.048***	0.226
钟祥	-1.535***	0.286	0.074	0.051	-0.711***	0.230
兴化	-2.187***	0.337	0.019	0.075	-1.260***	0.271
常数项	-1.481*	0.874	0.815***	0.122	-1.302	0.717
$\lambda$			-0.143**		—	
Wald 检验值			76.35***		—	
Pseudo R <sup>2</sup>			—		0.362**	

注：①认知变量中，分别以“感知经济效应一般”和“感知易用性一般”作为参照组；②县级虚拟变量中，以盱眙县为参照组；③\*、\*\*、\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

2. 估计结果分析。感知经济效应高分别在1%和10%显著性水平下对农户稻虾共作模式的采纳概率和采纳强度有正向影响，而感知经济效应低的影响都不显著。这说明，只有当农户对稻虾共作模式的感知经济效应较高时，农户才会采纳该模式并提高采纳强度，因此假说1基本得到验证。感知易用性高在1%显著性水平下对农户采纳稻虾共作模式有正向影响，感知易用性低在5%显著性水平下对农户采纳稻虾共作模式有负向影响。这说明，农户对稻虾共作模式的感知易用性越高，其采纳概率越大。同时，感知易用性高在1%显著性水平下对农户的采纳强度有正向影响，而感知易用性低对采纳强度的影响不显著。这说明，只有当农户感知易用性足够高时，农户才会提高采纳强度，假说2基本得到验证。综合来看，农户对生态种养模式的采纳决策是建立在经济理性的基础上。同时，生态种养模式对技术要求较高，且贯穿于整个生产周期，这一特性使得农户在经济理性的基础上也关注该模式的技术易用性。

受访者个人特征中，村干部身份会显著降低农户稻虾共作模式的采纳概率。分析其原因，稻虾共作模式所要求的劳动强度较大，而处理村庄事务的村干部难以投入足量的劳动力完成生产，所以村干部身份反而阻碍了农户采纳稻虾共作模式。家庭特征中，实际经营面积对农户稻虾共作模式的采纳概率和采纳强度分别有显著的正向影响和负向影响。一般而言，规模化经营的农户是利润型农户，市场参与程度较高，而稻虾共作模式相较于传统水稻种植而言其经济效益较高，因此，实际经营面积越大的农户其采纳概率越大。但同时，规模经营的风险较大，农户往往会选择通过多样化经营的方式来降

低风险。因此，耕地面积大的农户反而会降低稻虾共作模式的采纳强度。估计结果还显示，如果村内有合作社，则农户对生态种养模式的采纳概率及采纳强度大于村内没有合作社的农户。这说明，合作社对农户探索种养模式有促进作用。

为了检验估计结果的稳健性，本文采用了更换计量模型的方式。本文的被解释变量——采纳强度是受限被解释变量，它的数据类型是归并数据，左归并于“0”（没有采纳），右归并于“1”（完全采纳）。因此，本文使用双归并 Tobit 模型进行稳健性检验。表 4 显示，关键解释变量在双归并 Tobit 模型中的估计结果与 Heckman 两阶段模型的估计结果较为一致。这说明，前述实证结果较为稳健。

## （二）稻虾共作模式采纳对农业收入的影响

农户生态种养模式采纳决策模型与收入效应模型的联立估计结果如表 5 所示。表 5 中， $\rho_{\mu 0}^0$ 、 $\rho_{\mu 1}^1$  是决策模型与未采纳农户亩均净收入模型、采纳农户亩均净收入模型误差项的相关系数，这两个系数的估计值均在 1% 的显著性水平下显著。这表明，样本存在由不可观测因素引起的自选择问题，如果不进行修正，将产生有偏的估计系数。此外， $\rho_{\mu 1}^1$  的估计值为正，表明采纳农户亩均净收入高于样本中一般农户的收入水平； $\rho_{\mu 0}^0$  的估计为负值，表明未采纳农户的亩均净收入低于样本中一般农户的收入水平。

表 5 中，本文将邻里效仿变量作为工具变量引入农户采纳稻虾共作模式的决策模型。解决了内生性之后，关键自变量和控制变量的显著性和影响方向与上节的采纳决策模型估计结果基本一致，说明估计结果比较稳健。采纳组农户和未采纳组农户收入效应模型的估计结果显示，受访者年龄对未采纳组农户的农业收入有负向影响，可能的原因是年龄大的农业劳动者存在体能损耗，影响到生产效率，进而影响收入。农业收入占比对采纳组农户和未采纳组农户的亩均净收入有显著的正向影响。可能的原因是：农业收入占比体现的是农户家庭对农业收入的依赖程度，对农业收入依赖程度越高的农户，其提高农业生产技能水平的内在动力越强，同时投入到农业生产的精力也越多，进而表现出的农业生产率也越高，从而显著提高了亩均净收入。实际经营面积在 1% 的显著性水平下对采纳组农户和未采纳组农户的亩均净收入有负向影响，该结论与已有的研究结果（罗丹等，2017）一致。村内有合作社在 1% 的显著性水平下对采纳组农户的农业收入有正向影响，而对未采纳组农户农业收入的影响不显著。这说明，农民合作社在稻虾共作模式的推广和发展中起到了一定作用，并能提高农户的生产效益。技术获取便利性在 1% 显著性水平下对采纳组农户和未采纳组农户亩均净收入有正向影响。这说明，不论是传统种植模式还是生态种养模式都对农业生产者有一定技术要求，因而技术获取越便利的农户其亩均净收入越高。水利设施状况对采纳组农户的亩均净收入有显著正向影响，说明较好的水利基础设施能提高稻虾共作模式的经济效益。县级虚拟变量的估计结果显示，与盱眙县两类种植模式相比，监利县、潜江市和钟祥市的农户采纳稻虾共作模式的收益较高，而黄梅县、潜江市、钟祥市、兴化市的农户沿用传统种植模式更具效益优势。

表 5 农户生态种养模式采纳决策模型与收入效应模型联立估计结果

	决策模型	收入效应模型
--	------	--------

生态种养模式认知、采纳强度与收入效应

	(n=608)		未采纳农户 (n=213)		采纳农户 (n=395)	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
农户认知						
感知经济效应高	0.413**	0.162	—	—	—	—
感知经济效应低	0.137	0.309	—	—	—	—
感知易用性高	0.440**	0.183	—	—	—	—
感知易用性低	-0.326*	0.176	—	—	—	—
受访者个体特征						
年龄	-0.011	0.010	-0.004**	0.002	-0.001	0.001
受教育年限	-0.019	0.025	-0.001	0.004	0.003	0.003
是否村干部	-0.531**	0.231	0.021	0.037	-0.000	0.024
是否返乡务农	0.143	0.176	-0.026	0.034	-0.006	0.015
家庭特征						
实际经营面积	0.577***	0.095	-0.108***	0.014	-0.051***	0.010
劳动力禀赋	-0.014	0.071	0.002	0.012	0.007	0.007
农业收入占比	-0.279	0.253	0.169***	0.046	0.140***	0.018
外部环境						
是否有合作社	0.357**	0.170	0.022	0.031	0.037**	0.015
技术获取便利性	-0.206	0.167	0.098***	0.032	0.060***	0.015
水利设施状况	0.001	0.005	0.000	0.001	0.001*	0.000
工具变量						
邻里效仿	0.830***	0.185	—	—	—	—
县级虚拟变量						
黄梅	-0.523**	0.262	0.110*	0.060	0.037	0.024
监利	0.677**	0.294	0.022	0.086	0.046**	0.023
潜江	0.351	0.267	0.183***	0.068	0.089***	0.024
钟祥	-1.296***	0.273	0.161***	0.061	0.062*	0.034
兴化	-2.269***	0.317	0.301***	0.065	0.084	0.052
常数项	-1.202	0.855	0.297*	0.154	0.107	0.081
$\ln \sigma_{\mu 0}^0$	—	—	-1.633***	0.058	—	—
$\rho_{\mu 0}^0$	—	—	-0.836***	0.224	—	—
$\ln \sigma_{\mu 1}^1$	—	—	—	—	-2.029***	0.038
$\rho_{\mu 1}^1$	—	—	—	—	0.823***	0.213
LR	6.26**		—		—	
Log Likelihood	131.191***		—		—	

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示 10%、5%和 1%的显著性水平。

本文关注的重点之一是农户采纳稻虾共作模式的收入效应。估计结果如表 6 所示，农户采纳稻虾共作模式显著提高了农户亩均净收入，表现为：在反事实假设下，实际采纳稻虾共作模式的农户若未



采纳，其亩均净收入将由 0.193 万元下降至 0.095 万元，下降了 50.78%；实际未采纳稻虾共作模式的农户若采纳，其亩均净收入将增加 44.55%。这说明，在目前的市场条件下，农户采纳稻虾共作模式对家庭农业收入有促进作用，稻虾共作模式符合目前宏观层面的农民增收目标。

表 6 农户稻虾共作模式采纳决策模型对农户亩均净收入的处理效应测算

组别	决策阶段		处理效应	
	采纳	未采纳	ATT	ATU
采纳组农户	0.193	0.095	0.098***	—
未采纳组农户	0.146	0.101	—	0.045***

注：①\*、\*\*、\*\*\*分别表示 10%、5%和 1%的显著性水平；②ATT、ATU 分别表示采纳组农户和未采纳组农户的平均处理效应。

## 五、结论与讨论

本文在借鉴技术接受模型的基础上，通过构建农户的多目标效用函数，探讨了由认知差异带来的农户采纳生态种养模式的行为差异。在此理论基础上，本文基于江苏、湖北两省 608 份微观农户调查数据，运用 Heckman 两阶段模型实证分析农户生态种养模式认知对其采纳行为的影响，并进一步运用内生转换模型分析农户采纳生态种养模式的收入效应，主要得出以下结论。

第一，在自然资源禀赋适宜地区农户对生态农业模式进行了积极实践，样本农户中采纳农户比例较大，此外，地区间存在采纳强度的差异。第二，经济效应是农户采纳行为发生和提高采纳强度的根本驱动力，同时，对技术的感知易用性是影响其生态农业模式采纳行为发生和提高采纳强度的重要因素。第三，生态农业模式的采纳对提高农业收入有显著的影响，表现为反事实假设下，实际采纳稻虾共作模式的农户若未采纳，其亩均净收入将下降，实际未采纳稻虾共作模式的农户若采纳，其亩均净收入将增加。这说明，生态种养模式符合当前宏观层面的农民增收目标。

生态种养模式实现了不同农业生产工艺流程间的横向耦合及资源共享，兼顾了粮食安全、农民增收及生态友好的多重目标，符合新时期中国农业的发展方向。因此，结合本文研究结论可以得到以下政策启示。第一，加强生态农业模式技术研发，进一步增强其盈利性和可操作性。一方面，着力提高生态农业模式的增产能力，协助农户提高生态农业模式生产效率；另一方面，以农户需求为导向加强技术创新研究，研发过程中应注重技术的易用性，降低技术操作难度及采纳门槛。第二，拓宽农户生态农业技术获取渠道，以增强农户对生态农业模式认知的准确性，引导农户理性采纳生态农业模式。第三，完善绿色农产品市场体系建设，普及绿色农产品质量识别技术，鼓励农户联盟创建绿色品牌，以释放生态种养模式中“生态效应”所蕴藏的“经济效益”。

### 参考文献

1. 丰雷、江丽、郑文博, 2019: 《农户认知、农地确权与农地制度变迁——基于中国 5 省 758 农户调查的实证分析》, 《公共管理学报》第 1 期。

- 2.郭格、陆迁, 2018:《基于 TAM 的内在感知对影响农户不同节水灌溉技术采用的研究——以甘肃张掖市为例》,《中国农业资源与区划》第 7 期。
- 3.郭利京、王少飞., 2016:《基于调节聚焦理论的生物农药推广有效性研究》,《中国人口·资源与环境》第 4 期。
- 4.黄腾、赵佳佳、魏娟、刘天军, 2018:《节水灌溉技术认知、采用强度与收入效应——基于甘肃省微观农户数据的实证分析》,《资源科学》第 2 期。
- 5.黄炜虹、齐振宏、鄂兰娅、胡剑, 2017:《农户从事生态循环农业意愿与行为的决定:市场收益还是政策激励?》,《中国人口·资源与环境》第 8 期。
- 6.黄祖辉、钟颖琦、王晓莉, 2016:《不同政策对农户农药施用行为的影响》,《中国人口·资源与环境》第 8 期。
- 7.霍瑜、张俊飏、陈祺琪、丰军辉, 2016:《土地规模与农业技术利用意愿研究——以湖北省两型农业为例》,《农业技术经济》第 7 期。
- 8.金影怡、许彬、张蔚文, 2019:《风险、模糊与个体决策行为研究综述:兼论其在农业技术扩散中的应用》,《农业技术经济》第 7 期。
- 9.孔祥智、方松海、庞晓鹏、马九杰, 2004:《西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析》,《经济研究》第 12 期。
- 10.李后建, 2012:《农户循环农业技术采纳意愿的影响因素实证分析》,《中国农村观察》第 2 期。
- 11.李曼、陆迁、乔丹, 2017:《技术认知、政府支持与农户节水灌溉技术采用——基于张掖甘州区的调查研究》,《干旱区资源与环境》第 12 期。
- 12.李文华, 2003:《生态农业——中国可持续农业的理论与实践》,北京:化学工业出版社。
- 13.李文华、刘某承、闵庆文, 2010:《中国生态农业的发展与展望》,《资源科学》第 6 期。
- 14.李文华、张壬午, 2005:《生态农业与循环经济》,第二届全国复合生态与循环经济研讨会入选论文。
- 15.刘乐、张娇、张崇尚、仇焕广, 2017:《经营规模的扩大有助于农户采取环境友好型生产行为吗——以秸秆还田为例》,《农业技术经济》第 5 期。
- 16.刘亚克、王金霞、李玉敏、张丽娟, 2011:《农业节水技术的采用及影响因素》,《自然资源学报》第 6 期。
- 17.刘莹、黄季焜, 2010:《农户多目标种植决策模型与目标权重的估计》,《经济研究》第 1 期。
- 18.罗丹、李文明、陈洁, 2017:《粮食生产经营的适度规模:产出与效益二维视角》,《管理世界》第 1 期。
- 19.卢华、胡浩, 2015:《土地细碎化、种植多样化对农业生产利润和效率的影响分析——基于江苏农户的微观调查》,《农业技术经济》第 7 期。
- 20.孙业红、闵庆文、成升魁, 2008:《“稻鱼共生系统”全球重要农业文化遗产价值研究》,《中国生态农业学报》第 4 期。
- 21.唐安来、翁贞林、吴登飞、胡智, 2017:《乡村振兴战略与农业供给侧结构性改革——基于江西的分析》,《农林经济管理学报》第 6 期。
- 22.佟大建、黄武、应瑞瑶, 2018:《基层公共农技推广对农户技术采纳的影响——以水稻科技示范为例》,《中国农村观察》第 4 期。
- 23.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。

24.王静、霍学喜，2014：《技术创新环境对苹果种植户技术认知影响研究》，《农业技术经济》第1期。

25.徐辉、张业成、胡定志、杨涛、徐维烈，2018：《浅议“稻田综合种养”技术模式与应用》，《创新创业理论与实践》第3期。

26.徐志刚、张骏逸、吕开宇，2018：《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》，《中国农村经济》第3期。

27.杨志海，2018：《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》，《中国农村观察》第4期。

28.展进涛、陈超，2009：《劳动力转移对农户农业技术选择的影响——基于全国农户微观数据的分析》，《中国农村经济》第3期。

29.张童朝、颜廷武、何可、张俊飏，2017：《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》，《中国人口·资源与环境》第8期。

30.郑旭媛、王芳、应瑞瑶，2018：《农户禀赋约束、技术属性与农业技术选择偏向——基于不完全要素市场条件下的农户技术采用分析框架》，《中国农村经济》第3期。

31.郑适、陈茜苗、王志刚，2018：《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》，《农业技术经济》第6期。

32.张兆同、李静，2009：《农民的农业生产经营决策分析——基于江苏省苏北地区的调查》，《农业经济问题》第12期。

33.Atanu, S., H. A. Love, and R. Schwart, 1994, “Adoption of Emerging Technologies under Output Uncertainty”, *American Journal of Agricultural Economics*, 76(4): 836-846.

34.Cheryl, R. Doss, 2006, “Analyzing Technology Adoption Using Microstudies: Limitations, Challenges, and Opportunities for Improvement”, *Agricultural Economics*, 34(3):207-219.

35.Efthalia, D., and S. Dimitris, 2003, “Adoption of agricultural innovations as a two-stage partial observability process”, *Agricultural Economics*, 28(3):187-196.

36.Feder, G., and R. Slade, 1984, “The Acquisition of Information and the Adoption of New Technology”, *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3): 312-320.

37.Heckman, J., 1979, “Sample Selection Bias as a Specification Error”, *Econometrica*, 47(1): 153-162.

38.Kabir, M. H., and R. Rainins, 2015, “Adoption and Intensity of Integrated Pest Management (IPM) Vegetable Farming in Bangladesh: An Approach to Sustainable Agricultural Development”, *Environment, Development and Sustain*, 17(6):1413-1429.

39.Kisakalwayo, M., and A. Obi, 2012, “Risk Perceptions and Management Strategies by Smallholder Farmers in KwaZulu-Natal Province, South Africa”, *American Journal of Nursing*, 112(3): 28-39.

40.Knight, J. B., and L. Y. Yueh, 2008, “The Role of Social Capital in the Labour Market in China”, *Economics of Transition*, 16(3):389-414.

41.Robison, L. J., 1982, “An Appraisal of Expected Utility Hypothesis Tests Constructed from Responses to Hypothetical

Questions and Experimental Choices”, *American Journal of Agricultural Economics*, 64(2):367-375.

42.Valentinov, V., 2007, “Why are Cooperatives Important in Agriculture? An Organizational Economics Perspective”, *Journal of Institutional Economics*, 3(1):55-69.

43.Wang, X. B., F. Yamauchi, K. Otsuka, and J. Huang, 2016, “Wage Growth, Landholding, and Mechanization in Chinese Agriculture”, *World Development*, 86: 30-45.

(作者单位: <sup>1</sup>华中农业大学经济管理学院;

<sup>2</sup>湖北农村发展研究中心;

<sup>3</sup>中南林业科技大学商学院)

(责任编辑: 黄 易)

## **Farmers’ Cognition, Adoption Intensity and Income Effect of Ecological Breeding Mode: A Case Study of Rice-shrimp Co-cultivation Mode in the Middle and Lower Reaches of Yangtze River**

Chen Xueting Huang Weihong Qi Zhenhong Feng Zhongchao

**Abstract:** Based on the technology acceptance model, this article constructs a multi-objective utility function to analyze the impacts of farmers’ cognition on their adoption behavior of ecological breeding mode. It uses the Heckman two-stage model to analyze the impact of farmers’ cognition on their adoption intensity of ecological breeding mode based on the data collected from 608 farmer households in Jiangsu and Hubei provinces. In addition, it further employs an endogenous switching regression model to examine the income effect resulting from the adoption of eco-agriculture mode. The results show that, first of all, farmers have actively practiced the rice-shrimp co-cultivation mode in the areas with appropriate natural resources endowment, and the proportion of farmers who fully adopt the mode is 46.05%. Secondly, the economic effect is the fundamental driving force for farmers’ adoption behavior and the improvement of adoption intensity. Meanwhile, the perceived ease of use of technology is an important factor to promote the occurrence and intensity of their adoption behavior. Thirdly, the adoption of eco-agriculture mode has a significant impact on the increase of agricultural income, which is shown as follows: under the counterfactual assumption, the farmers who actually adopt ecological breeding mode would decrease their average net income per mu by 50.78% in case they decided against the adoption of ecological breeding mode. In contrast, the farmers who did not adopt ecological breeding mode could increase their average net income per mu by 44.55% should they decide to adopt ecological breeding mode. In conclusion, the study holds that the adoption of ecological breeding mode is based on higher economic effect and easy-to-use cognition, and the application of ecological breeding mode is in line with the current macro policy objective of increasing farmers’ income.

**Key Words:** Ecological Breeding Mode; Farmer’s Cognition; Adoption Intensity; Income Effect