

DOI: 10.12357/cjea.20240823

CSTR: 32371.14.cjea.20240823

姜梦, 罗小锋, 李雨柯, 桑贤策, 杜三峡. 可行能力、风险感知与农户化肥减量技术采纳行为[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2025, 33(6): 1207–1218

JIANG M, LUO X F, LI Y K, SANG X C, DU S X. Capability approach, risk perception, and farmers' fertilizer-reduction technology adoption behavior[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2025, 33(6): 1207–1218

# 可行能力、风险感知与农户化肥减量技术采纳行为\*

姜 梦, 罗小锋\*\*, 李雨柯, 桑贤策, 杜三峡

(华中农业大学经济管理学院/湖北农村发展研究中心/湖北生态文明建设研究院 武汉 430070)

**摘 要:** 引导农户采纳化肥减量技术对推动我国化肥减量增效工作和实现农业绿色可持续发展具有重要意义。在此背景下, 研究基于湖北省 986 份微观调查数据, 尝试从可行能力视角提出缓解农户风险感知负面影响的新路径, 并利用有序 Logit 模型和中介效应模型实证分析可行能力和风险感知对农户化肥减量技术采纳行为的影响。结果发现: 1) 样本中采纳化肥减量技术的农户占比为 42.80%, 化肥减量技术采纳水平较低。农户采纳 1 种、2 种、3 种和 4 种化肥减量技术的比例依次为 29.72%、9.13%、2.74% 和 1.22%。2) 可行能力对农户化肥减量技术采纳行为具有显著的正向影响, 而市场风险感知和技术风险感知越强的农户, 采用化肥减量技术的可能性越小。3) 风险感知在可行能力和农户化肥减量技术采纳之间起到部分中介作用, 可行能力可以通过削弱农户化肥减量技术采纳的风险感知提高其对化肥减量技术的采纳概率。4) 相较于规模户和老龄农户, 可行能力更能促进小农户和年轻农户化肥减量技术采纳行为。对此, 应向内通过提高农户收入水平、信息获取能力和促进其参与农业技术培训等方式增强农户的可行能力, 向外完善现有绿色农产品市场体系、帮助农户克服技术门槛要求等缓解其风险感知, 提高农户化肥减量技术采纳概率。

**关键词:** 化肥减量技术; 可行能力; 风险感知; 农户行为; 绿色生产

**中图分类号:** F323.3; F323.22

## Capability approach, risk perception, and farmers' fertilizer-reduction technology adoption behavior\*

JIANG Meng, LUO Xiaofeng\*\*, LI Yuke, SANG Xiance, DU Sanxia

(School of Economics and Management, Huazhong Agricultural University / Hubei Rural Development Research Center / Hubei Research Institute for the Construction of Ecological Civilization, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** Guiding farmers in adopting fertilizer reduction technologies is of great significance in promoting China's fertilizer reduction and efficiency, and realizing the green and sustainable development of agriculture. Based on 986 micro-survey data in Hubei Province, this study proposed a new path to mitigate the negative impact of farmers' risk perception from the perspective of the capability approach, and empirically analyzed the effects of the capability approach and risk perception on the adoption of fertilizer reduction technologies by farmers by using the ordered Logit model and mediation effect model. The proportion of farmers adopting fertilizer reduction technologies in the samples was 42.80%, and the adoption level of fertilizer reduction technologies was low.

\* 国家自然科学基金项目 (72203125, 72073048) 和中央高校基本科研业务费专项 (2662022JGYJ001) 资助

\*\* 通信作者: 罗小锋, 研究方向为农业资源与环境经济。E-mail: luoxiaofeng@mail.hzau.edu.cn

姜梦, 研究方向为农业资源与环境经济。E-mail: 1147190229@qq.com

收稿日期: 2024-12-19 接受日期: 2025-03-06

\* This study was supported by the National Natural Science Foundation of China (72203125, 72073048) and the Fundamental Research Funds for the Central Universities of China (2662022JGYJ001).

\*\* Corresponding author, E-mail: luoxiaofeng@mail.hzau.edu.cn

Received Dec. 19, 2024; accepted Mar. 6, 2025

Among them, the percentages of the farmers adopted one, two, three, and four fertilizer reduction technologies were 29.72%, 9.13%, 2.74% and 1.22%, respectively. The capability approach has a significant positive effect on farmers' adoption behavior of fertilizer reduction technologies: the stronger the market risk perception and technology risk perception, the lower the possibility of adopting fertilizer reduction technologies. Risk perception played a partial mediating role between the capability approach and the adoption of fertilizer reduction technologies. The capability approach helped weaken risk perception and promoted the adoption of fertilizer reduction technologies. The capability approach promoted the adoption of fertilizer reduction technologies of smallholder and young farmers more than among large-scale and old farmers. In this regard, it is important to enhance the capability approach of farmers inwardly by improving their income levels, information accessibility, and participation in agricultural technology training, and outwardly by improving the existing market system for green agricultural products and helping farmers overcome the technical thresholds required to alleviate their risk perception and increase the probability of adopting chemical fertilizer reduction technologies.

**Keywords:** fertilizer reduction technology; capability approach; risk perception; farmer behavior; green production

化肥在提升作物产量和改善农产品品质方面具有重要作用,然而农户长期过量施肥导致我国耕地质量不断下降<sup>[1-2]</sup>。2015年以来,农业农村部组织开展化肥使用量零增长行动,近几年的中央一号文件也多次强调要持续推进化肥减量增效。2016—2021年,我国化肥使用量一直呈稳定下降趋势,实现了化肥使用量的零增长,但我国平均单位面积化肥使用量仍是世界平均水平的3倍<sup>[3]</sup>,化肥减量增效工作任务任重道远。化肥减量技术作为一种新型农业生产技术,可以通过创新施肥技术、改进施肥方法等措施来降低化肥施用量,并提升化肥利用率。然而,我国还有大量农户不了解或未采纳化肥减量技术<sup>[4]</sup>,如部分农户因不了解化肥减量技术,依然沿用过去经验,随意施肥,这些传统施肥习惯和对短期经济效益的追求,使化肥减量技术的推广面临巨大挑战<sup>[5]</sup>。由此可见,依托农户绿色生产行为探索转变路径,深入探究农户化肥减量技术采纳行为及其影响因素,对推动我国化肥减量增效工作具有重要意义。

目前,关于农户化肥减量技术采纳行为方面的研究主要集中在以下3个方面:一是农户个体特征对农户化肥减量技术采纳行为的影响,包括农户的性别、受教育年限<sup>[6]</sup>、低碳农业认知程度<sup>[7]</sup>和风险感知水平<sup>[8-9]</sup>等方面;二是农户家庭特征和生产经营特征对农户化肥减量技术采纳行为的影响,如农业收入占比<sup>[10]</sup>和土地经营规模<sup>[11]</sup>等;三是政府、社会和市场等外部环境特征对农户化肥减量技术采纳行为的影响,如政策激励<sup>[12]</sup>、社会资本<sup>[13]</sup>和农产品市场价格<sup>[14]</sup>等。其中,认知行为理论指出,农户感知是改变其行为的重要影响因素<sup>[15]</sup>。通过梳理文献也发现,风险感知会对农户技术采纳行为产生负向影响,如陶源等<sup>[9]</sup>研究发现,风险感知显著负向影响农户有机肥替代行为;程琳琳等<sup>[16]</sup>研究也发现,农户的市场

风险感知和技术风险感知程度越大,其采用绿色耕作技术的可能性越小。农户出于对采纳化肥减量技术后作物未能实现优质优价的市场风险顾虑,以及对减少化肥施用量会使产量受到影响的技术风险担忧,通常更愿意维持原有生产方式,而不敢轻易尝试化肥减量技术。那么该如何帮助农户缓解这些顾虑和担忧,即缓解风险感知带来的这种负向影响?阿马蒂亚·森提出的可行能力理论为我们提供了解决思路,该理论指出个体所具备的经济条件、信息获取能力以及社会为个体提供的社会条件构成了个体实现各种功能性活动的的能力集<sup>[17]</sup>。其中,经济条件作为可行能力的主要衡量标准已被广泛认可<sup>[18]</sup>,农户的收入水平越高,其抵御风险的能力越强,越有可能考虑采纳新型技术<sup>[19]</sup>;信息获取能力是个体享有信息透明性保障的基础,具体指农户通过获取自己所需的农业信息来做出生产决策的能力<sup>[20]</sup>,它不仅能减少信息不对称所带来的负面影响,还能帮助农户在技术采纳过程中规避风险<sup>[21]</sup>;此外,防护性保障也是影响农户抵御风险能力的重要因素<sup>[22]</sup>,如农户获取农业技术培训机会的多少会影响其农业生产能力<sup>[23]</sup>。由此可见,农户所具备的经济水平越高、信息获取能力越强、社会机会越多,越能够在一定程度上增强农户采纳新技术时抵御风险的能力,那么以农户经济状况、信息获取能力和社会机会所构成的可行能力,能否通过削弱农户风险感知影响其化肥减量技术采纳?现有研究还较少关注这一点。而忽略对可行能力作用机制的探讨,可能会导致现有化肥减量推广政策效率低下。对此,文章从可行能力和风险感知两个角度出发,探析二者对农户化肥减量技术采纳行为的影响机理。

本文可能的边际贡献是:第一,本研究结合农户生产实际,从农户个体经济状况、信息获取能力和

社会机会3个维度来衡量可行能力,并探讨可行能力对农户化肥减量技术采纳行为的作用机理,研究结果可为推进农户化肥减量技术采纳提供新思路,丰富现有关于可行能力与农户化肥减量技术采纳行为的研究内容。第二,虽然已有部分学者从风险感知视角探讨其对农户化肥减量施用行为的影响,但少有研究将可行能力、风险感知和农户化肥减量技术采纳行为联系在一起进行讨论,并探究风险感知在其中可能存在的中介作用。鉴于此,本研究利用湖北省5市986份微观调查数据,采用有序Logit模型,实证分析可行能力和风险感知对农户化肥减量技术采纳行为的影响,以期为进一步提高农户化肥减量技术采纳率和完善有关化肥减量技术推广政策体系提供参考。

## 1 理论分析和研究假说

### 1.1 可行能力对农户化肥减量技术采纳行为的影响

可行能力最早由阿马蒂亚·森提出,指个体实现各种可能的功能性活动的能力<sup>[17]</sup>,可行能力的高低决定了农户能否在农业生产方面实现自由并不断改进<sup>[18]</sup>。根据农户行为理论,农户在进行农业生产和行为决策时,会综合考虑自身情况做出理性选择,即农户自身的可行能力会在一定程度上影响其化肥减量技术的采纳,这主要体现在以下3个方面:1)采纳化肥减量技术需要农户投入一定资金<sup>[24]</sup>,家庭经济条件越好的农户,越能有富余资金用于农业投资和技术采纳,这在一定程度上会促进农户采纳化肥减量技术。2)农户采纳化肥减量技术需要一定的信息支撑<sup>[25]</sup>。一方面,信息获取能力强的农户更容易搜寻和查找到有关化肥减量技术方面的信息,进而提高农户对化肥减量技术的认识;另一方面,绿色农产品市场信息的获取,也能通过提升农户收益认知进一步促进其对化肥减量技术的采纳<sup>[26]</sup>。3)农业技术培训作为政府提供给农户的社会机会,有助于农户可行能力的提升,并进一步促进其对化肥减量技术的采纳。相关研究表明,接受过农业技术培训的农户采纳绿色生产技术的概率更大<sup>[27]</sup>。

据此,本文提出假说H<sub>1</sub>:可行能力显著正向影响农户化肥减量技术采纳行为。

### 1.2 风险感知对农户化肥减量技术采纳行为的影响

风险感知指个体对外部世界存在的各种客观风险的感知和认识,并强调个人积累的经验对感知的影响<sup>[28-29]</sup>。基于风险感知理论,农户的风险感知水平会直接影响其行为活动<sup>[30]</sup>,以技术采纳行为为例,理

性的农户在考虑是否采纳技术时,通常会把价格和产量等因素也考虑进去,与之对应的分别是市场风险和技术风险<sup>[31]</sup>。在市场风险方面,现有绿色农产品市场体系还不完善<sup>[32]</sup>,以致采纳化肥减量技术生产出的绿色优质农产品未必能卖出高价,这就导致农户采纳化肥减量技术需要付出额外的精力和成本,而能否带来额外的经济收入却不能肯定。在技术风险方面,化肥减量技术具有操作要求高<sup>[33]</sup>、需要额外的人力成本等特点,农户采纳化肥减量技术意味着可能还要承担技术不确定性带来的风险,如农户能否适应该技术,以及由于操作不当带来的减产风险等,受限于风险规避心理,农户通常更愿意维持现有生产种植方式<sup>[34]</sup>,而不愿意尝试未接触过的技术和产品<sup>[35]</sup>。这些不确定因素均在一定程度上制约着农户采纳化肥减量技术。

据此,本文提出假说H<sub>2a</sub>:市场风险感知对农户化肥减量技术采纳行为具有消极影响;假说H<sub>2b</sub>:技术风险感知对农户化肥减量技术采纳行为具有消极影响。

### 1.3 风险感知在可行能力与农户化肥减量技术采纳行为间的中介作用

可行能力是农户在面临风险时能否有效应对并达成最优目标的重要考量因素。农户的可行能力会对其风险感知水平产生影响。一方面,可行能力高的农户,由于拥有更富足的经济资源以及良好的信息获取能力,因此在尝试采用化肥减量技术时顾虑较少,同时更多市场信息的获取也有助于其免受因信息不对称而导致的柠檬市场效应<sup>[20]</sup>,从而有效降低市场感知风险;相反,农户的可行能力越低,越难以支付技术采纳的成本,也越害怕采纳技术之后未能实现优质优价,导致市场风险感知的上升。另一方面,农户的可行能力越高,其参与农业技术培训的机会越多,更能及时校正早期生产经验和耕作习惯,因此在实现化肥减量的同时更容易实现产量最大化的目标<sup>[36]</sup>,从而有效降低其技术风险感知;相反,农户的可行能力越低,越难克服技术操作门槛的要求,实施起来更为困难,甚至可能因为对技术掌握的不熟练而遭遇减产风险<sup>[37]</sup>,从而导致技术风险感知的上升,进而降低农户采纳化肥减量技术的概率。

据此,本文提出假说H<sub>3a</sub>:可行能力能够通过降低市场风险感知进一步促进农户对化肥减量技术的采纳;假说H<sub>3b</sub>:可行能力能够通过降低技术风险感知进一步促进农户对化肥减量技术的采纳。

## 2 研究数据和方法

### 2.1 数据来源

本文所用数据来源于调查组 2022 年 7—8 月在湖北省开展的水稻种植户调查。考虑到水稻具有对化肥依赖度高且种植面积广等特点,此次调查选取的样本农户均为水稻种植户。调查选取襄阳、荆州、荆门、仙桃和潜江 5 市。调查过程采取分层抽样和随机抽样相结合的方法,在除去重要信息遗漏和前后回答矛盾等不合格样本后,共计获得有效问卷 986 份,问卷有效率为 94.17%。问卷内容主要由受访者的个人特征、家庭特征和化肥减量技术采纳情况等组成。

表 1 为样本农户基本特征的描述性统计。由表 1 可知,受访者以男性为主(占比 85.29%),且受教育年

限普遍不高,中小学文化程度者占 78.90%。年龄以 40~70 岁的中老年农户为主,占比高达 88.24%。兼业农户占比较低,为 29.61%;拥有干部身份的农户占比为 11.66%,这些情况均在一定程度上符合我国农户现状。超过一半的受访者家庭年收入在 10 万元以内,占比为 57.30%;种植面积以 2 hm<sup>2</sup> 及以下的农户为主,占比为 74.44%。除此之外,样本农户中采纳化肥减量技术的农户占比为 42.80%,采纳 1 种、2 种、3 种和 4 种化肥减量技术的比例依次为 29.72%、9.13%、2.74% 和 1.22%。统计还发现,测土配方肥、种植绿肥、水肥一体化和有机肥的采纳比例依次为 17.55%、5.78%、5.58% 和 32.15%。总体来说,上述样本统计数据与中国农业农村发展状况吻合,具有较好的代表性。

表 1 样本农户基本特征  
Table 1 Basic characteristics of peasant households

| 特征<br>Characteristic             | 分类<br>Sort | 频数<br>Frequency | 比例<br>Proportion /% | 特征<br>Characteristic                                      | 分类<br>Sort | 频数<br>Frequency | 比例<br>Proportion /% |
|----------------------------------|------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|------------|-----------------|---------------------|
| 性别<br>Gender                     | 男 Male     | 841             | 85.29               | 兼业<br>Part-time work                                      | 是 Yes      | 292             | 29.61               |
|                                  | 女 Female   | 145             | 14.71               |                                                           | 否 No       | 694             | 70.39               |
| 受教育年限<br>Educational years<br>/a | 0          | 41              | 4.16                | 干部身份<br>Cadre status                                      | 是 Yes      | 115             | 11.66               |
|                                  | 0~6        | 317             | 32.15               |                                                           | 否 No       | 871             | 88.34               |
|                                  | 6~9        | 461             | 46.75               | 家庭年收入<br>Annual household income<br>/(×10 <sup>4</sup> ¥) | ≤5         | 270             | 27.38               |
|                                  | >9         | 167             | 16.94               |                                                           | 5~10       | 295             | 29.92               |
| 年龄<br>Age                        | ≤40        | 60              | 6.09                |                                                           | 10~15      | 200             | 20.28               |
|                                  | 40~55      | 384             | 38.95               |                                                           | >15        | 221             | 22.41               |
|                                  | 55~70      | 486             | 49.29               | 水稻种植面积<br>Rice planting area /hm <sup>2</sup>             | ≤2         | 734             | 74.44               |
|                                  | >70        | 56              | 5.68                |                                                           | >2         | 252             | 25.56               |

### 2.2 有序 Logit 模型

本文的被解释变量农户化肥减量技术采纳行为为分类变量,取值为 0~4,因此本文选取有序 Logit 模型进行回归,并构建相关回归模型如下:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \times \text{Risk}_i + \alpha_2 \times \text{Ability}_i + \alpha_3 \times \text{Control} + \varepsilon_i \quad (1)$$

式中:  $Y_i$  为农户  $i$  的化肥减量技术采纳情况;  $\text{Risk}_i$  为风险感知;  $\text{Ability}_i$  为可行能力;  $\text{Control}$  为控制变量;  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  和  $\alpha_3$  为以上自变量的回归系数;  $\alpha_0$  为常数项;  $\varepsilon_i$  为服从正态分布的干扰项。

### 2.3 变量设置和解释

#### 2.3.1 被解释变量

被解释变量是水稻种植户的化肥减量技术采纳行为。为综合评价化肥减量技术,根据农业农村部倡导的技术路径“精、调、改、替”4 方面各选取 1 种代表性技术,即将测土配方肥、种植绿肥、水肥一体化、有机肥 4 种技术纳入评价体系。参考杨志海<sup>[38]</sup>的研究,利用农户具体采纳数量测度受访农户的化肥减量技术采纳行为,农户化肥减量技术的采

纳取值范围为 0~4。

#### 2.3.2 核心解释变量

1) 风险感知。风险感知包括来自农户对市场收益的感知和源自农户对技术使用效果的风险感知两个方面。针对这两个方面,本文借鉴黄炎忠等<sup>[39]</sup>的研究,分别用市场风险感知和技术风险感知来表示。市场风险感知:根据问卷问题“化肥减量技术不能实现节本增收?”选择是,赋值为 1;选择否,则赋值为 0。技术风险感知:根据问卷问题“减少化肥使用会导致作物减产?”选择是,赋值为 1;选择否,赋值为 0。

2) 可行能力。借鉴以往研究成果,选取农户经济状况、信息获取能力和社会机会 3 个维度衡量可行能力<sup>[23,40]</sup>。其中,农户家庭经济状况是可行能力的基础<sup>[41]</sup>,本研究以“您家人均年收入是多少? 1=不超过 1 万元, 2=1 万~2 万元, 3=2 万~3 万元, 4=3 万~5 万元, 5=5 万元以上”来衡量农户的家庭经济状况;农户可以通过获取更多信息和扩展技术掌握程度,以实现可行能力的提升<sup>[40]</sup>,本研究以“您家人均年通

讯支出是多少? 1=不超过 100 元, 2=100~200 元, 3=200~500 元, 4=500~1 000 元, 5=1 000 元以上”来衡量农户的信息获取能力; 社会提供的农业技术培训有助于提高农户的农业知识水平和能力<sup>[42]</sup>, 本研究以“您是否参加过农业技术培训? 0=否, 1=是”来衡量农户获得的社会机会。运用 IBM SPSS Statistics 26.0 进行因子分析, KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 值大于临界值 (0.5), 并且通过了巴特利特球形度检验, 说明可以进行主成分分析, 最后根据计算得到的可行能力平均值进行划分, 大于平均值的取 1, 为高可行能力, 反之取 0,

为低可行能力。

### 2.3.3 控制变量

在实际农业生产过程中, 农户的行为决策会因个人、家庭和生产经营特征的不同而存在一定差异。对此选取与受访者个人特征、家庭特征和经营特征相关的控制变量, 具体包括年龄、性别、健康状况、干部身份、是否兼业、水稻种植面积、家庭务农人数、家庭总人口、耕地质量、灌溉条件、环境价值观和地区虚拟变量。相关控制变量的定义和描述性统计见表 2。

表 2 变量解释及描述性统计  
Table 2 Interpretation and descriptive statistics of the variables

| 变量类型<br>Variable type            | 变量<br>Variable name                                             | 定义<br>Definition                                                                                                                                                                                                  | 均值<br>Mean | 标准差<br>Standard deviation |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|
| 被解释变量<br>Explained variable      | 化肥减量技术采纳行为<br>Fertilizer reduction technology adoption behavior | 以农户具体采纳化肥减量技术数量测度, 取值范围为 0~4<br>Measured by the number of specific fertilizer reduction technologies adopted by farmers, with values ranging from 0 to 4                                                          | 0.611      | 0.855                     |
| 核心变量<br>Core explaining variable | 市场风险感知<br>Market risk perception                                | 化肥减量技术不能实现节本增收: 1=是; 0=否<br>Fertilizer reduction technologies have little effect on cost savings and increase income: 1=yes; 0=no                                                                                 | 0.401      | 0.490                     |
|                                  | 技术风险感知<br>Technology risk perception                            | 减少化肥使用会导致作物减产: 1=是; 0=否<br>Reduced fertilizer use leads to the reduction of crop yield: 1=yes; 0=no                                                                                                               | 0.820      | 0.384                     |
|                                  | 可行能力<br>Capability approach                                     | 通过SPSS因子分析得到1=高可行能力、0=低可行能力<br>High capability approach=1 and low capability approach=0 are obtained by SPSS factor analysis                                                                                      | 0.494      | 0.500                     |
|                                  | 风险感知<br>Risk perception                                         | 由市场风险感知和技术风险感知的加权平均得到<br>Obtained from the weighted average of market risk perception and technology risk perception                                                                                              | 0.611      | 0.333                     |
| 控制变量<br>Control variable         | 年龄 Age                                                          | 受访者的实际年龄取对数得到<br>Obtained by taking the logarithm of the actual age of the respondent                                                                                                                             | 4.018      | 0.185                     |
|                                  | 性别 Gender                                                       | 1=男; 0=女 1=male; 0=female                                                                                                                                                                                         | 0.853      | 0.354                     |
|                                  | 健康状况<br>Health status                                           | 受访者是否患有慢性疾病: 1=是; 0=否<br>Whether the respondent has a chronic disease: 1=yes; 0=no                                                                                                                                | 0.294      | 0.456                     |
|                                  | 干部身份<br>Cadre status                                            | 受访者是否为国家公职人员/村干部: 1=是; 0=否<br>Whether respondent is a national public official / village cadre: 1=yes; 0=no                                                                                                       | 0.117      | 0.321                     |
|                                  | 是否兼业<br>Whether holding a part-time job                         | 受访者是否兼业: 1=是; 0=否<br>Whether the respondent holds a part-time job: 1=yes; 0=no                                                                                                                                    | 0.296      | 0.457                     |
|                                  | 水稻种植面积<br>Rice planting area                                    | 受访者的水稻实际种植面积<br>Actual rice planting area of the respondent /hm <sup>2</sup>                                                                                                                                      | 2.191      | 7.155                     |
|                                  | 家庭务农人数<br>Number of family members engaged in farming           | 家庭从事农业生产的劳动力人数<br>Number of family laborers engaged in agricultural production                                                                                                                                    | 1.946      | 0.670                     |
|                                  | 家庭总人口<br>Total household size                                   | 受访者家庭总人数<br>Total number of persons in the respondent's household                                                                                                                                                 | 4.900      | 1.809                     |
|                                  | 耕地质量<br>Cropland quality                                        | 1=较差; 2=一般; 3=较好<br>1=poor; 2=general; 3=good                                                                                                                                                                     | 2.434      | 0.648                     |
|                                  | 灌溉条件<br>Irrigation condition                                    | 1=较差; 2=一般; 3=较好<br>1=poor; 2=general; 3=good                                                                                                                                                                     | 2.468      | 0.703                     |
|                                  | 环境价值观<br>Environmental values                                   | 即使牺牲部分经济利益, 我也要保护环境: 1=非常不同意; 2=不同意; 3=一般; 4=同意; 5=非常同意<br>I want to protect the environment even at the expense of some economic benefits: 1=strongly disagree; 2=disagree; 3=general; 4=agree; 5=strongly agree | 3.722      | 1.050                     |
|                                  | 地区虚拟变量<br>Area dummy variable                                   | 1=襄阳市; 0=其他 1=Xiangyang City; 0=others                                                                                                                                                                            | 0.243      | 0.429                     |
|                                  |                                                                 | 1=荆州市; 0=其他 1=Jingzhou City; 0=others                                                                                                                                                                             | 0.197      | 0.398                     |
|                                  |                                                                 | 1=荆门市; 0=其他 1=Jingmen City; 0=others                                                                                                                                                                              | 0.289      | 0.454                     |
|                                  |                                                                 | 1=潜江市; 0=其他 1=Qianjiang City; 0=others                                                                                                                                                                            | 0.143      | 0.350                     |
|                                  |                                                                 | 1=仙桃市; 0=其他 1=Xiantao City; 0=others                                                                                                                                                                              | 0.128      | 0.334                     |

### 3 实证结果与分析

#### 3.1 模型回归结果

首先, 利用 Stata18 对模型中的变量进行共线性检验, 结果显示所有变量的方差膨胀因子 (VIF) 均 <2, 说明变量之间存在多重共线性的可能性较低。使用有序 Logit 模型的回归结果如表 3 所示, 其中模型 1 为仅纳入控制变量的基准回归, 模型 2、3、4 分别为在模型 1 的基础上依次对可行能力、市场风险感知、技术风险感知进行检验的回归结果, 模型 5 纳入所有变量进行回归。

1) 可行能力。为了验证可行能力对农户化肥减量技术采纳的影响, 运用 IBM SPSS Statistics 26.0 进行因子分析后得到的可行能力指标与农户化肥减量技术采纳行为进行有序 Logit 回归。由表 3 中模型 2 的估计结果可知, 可行能力越强的农户越倾向于采纳化肥减量技术, 假设  $H_1$  得到检验, 即农户的可行能力越强, 越有能力承担采纳化肥减量技术的使用成本, 越能保证化肥减量技术的实施效果, 采纳化肥减量技术的概率也就越大。

2) 风险感知。表 3 中模型 3 的结果显示, 市场风险感知在 1% 的水平下显著为负, 假设  $H_{2a}$  得到验证。这可能是因为采纳化肥减量技术需要农户额外花费大量的精力和成本, 在绿色农产品市场体系尚未完善的现实背景下, 绿色农产品很难被消费者识别<sup>[39]</sup>,

从而使得采纳化肥减量技术的农产品想要实现优价存在一定困难, 甚至出现“柠檬市场”的挤出效应。调研中也发现, 采纳了化肥减量技术的农户卖出的粮食单价为 2.562 ¥·kg<sup>-1</sup>, 没有采纳化肥减量技术的农户卖出的粮食单价为 2.476 ¥·kg<sup>-1</sup>, 由此可见采纳化肥减量技术的农户价格优势十分微弱, 而当农户感知到采纳化肥减量技术后的收益并无明显变化时, 其采纳化肥减量技术的可能性也就小。模型 4 的结果显示, 技术风险感知在 1% 的水平下显著为负, 假设  $H_{2b}$  得到验证。这可能是因为化肥减量技术具有操作难度大和对技术使用者的要求高等特点。农户若不能熟练掌握化肥减量技术, 并严格按照标准实施, 可能会存在操作不当导致水稻质量和产量下降等技术风险, 而当农户感知到技术风险越高时, 其采纳化肥减量技术的水平也会越低。

3) 控制变量方面。模型 5 为纳入所有变量的回归结果, 显著影响农户采纳化肥减量技术的控制变量有 2 个, 即农户年龄和是否兼业。农户年龄显著负向影响农户化肥减量技术采纳, 原因可能在于年龄较大的农户由于行动不便, 即使有采纳化肥减量技术的意愿, 也会因为身体虚弱、体力不支等原因无法实施, 呈现心有余而力不足的情况; 另外年龄较大的农户思想相对保守, 学习能力也有所下降, 故采取化肥减量技术的可能性较小<sup>[42]</sup>。是否兼业显著负

表 3 可行能力与风险感知对农户化肥减量技术采纳行为影响的基准回归

Table 3 Baseline regression of the effect of capability approach and risk perception on adoption behavior of the farmers for fertilizer reduction technologies

| 变量 Variable                                        | 模型1 Model 1       | 模型2 Model 2       | 模型3 Model 3       | 模型4 Model 4       | 模型5 Model 5       |
|----------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 可行能力 Capability approach                           | —                 | 0.352** (0.137)   | —                 | —                 | 0.307** (0.138)   |
| 市场风险感知 Market risk perception                      | —                 | —                 | -0.375*** (0.135) | —                 | -0.245* (0.138)   |
| 技术风险感知 Technology risk perception                  | —                 | —                 | —                 | -0.972*** (0.169) | -0.917*** (0.171) |
| 年龄 Age                                             | -1.342*** (0.377) | -1.288*** (0.378) | -1.343*** (0.378) | -1.213*** (0.379) | -1.174*** (0.381) |
| 性别 Gender                                          | -0.072 (0.182)    | -0.115 (0.183)    | -0.080 (0.183)    | -0.088 (0.184)    | -0.130 (0.185)    |
| 健康状况 Health status                                 | -0.011 (0.148)    | 0.024 (0.149)     | -0.001 (0.149)    | 0.011 (0.150)     | 0.046 (0.151)     |
| 干部身份 Cadre status                                  | 0.283 (0.204)     | 0.208 (0.206)     | 0.264 (0.204)     | 0.270 (0.206)     | 0.194 (0.208)     |
| 是否兼业 Whether holding a part-time job               | -0.249* (0.150)   | -0.243 (0.150)    | -0.276* (0.150)   | -0.263* (0.151)   | -0.277* (0.152)   |
| 水稻种植面积 Rice planting area                          | 0.002 (0.008)     | -0.001 (0.008)    | 0.002 (0.008)     | -0.002 (0.008)    | -0.004 (0.009)    |
| 家庭务农人数 Number of family members engaged in farming | 0.081 (0.096)     | 0.094 (0.096)     | 0.085 (0.096)     | 0.124 (0.096)     | 0.134 (0.097)     |
| 家庭总人口 Total household size                         | 0.052 (0.034)     | 0.061* (0.035)    | 0.056 (0.034)     | 0.045 (0.035)     | 0.055 (0.035)     |
| 耕地质量 Cropland quality                              | 0.081 (0.115)     | 0.079 (0.115)     | 0.077 (0.115)     | 0.053 (0.116)     | 0.049 (0.116)     |
| 灌溉条件 Irrigation condition                          | 0.123 (0.108)     | 0.104 (0.108)     | 0.132 (0.108)     | 0.097 (0.109)     | 0.088 (0.109)     |
| 环境价值观 Environmental values                         | -0.071 (0.065)    | -0.075 (0.065)    | -0.066 (0.065)    | -0.092 (0.065)    | -0.091 (0.065)    |
| 地区虚拟变量 Area dummy variable                         | 已控制<br>Controlled | 已控制<br>Controlled | 已控制<br>Controlled | 已控制<br>Controlled | 已控制<br>Controlled |
| 样本量 Sample size                                    | 986               | 986               | 986               | 986               | 986               |
| 调整的 $R^2$ Pseudo $R^2$                             | 0.031             | 0.035             | 0.035             | 0.047             | 0.052             |
| 对数似然值 Log likelihood                               | -1 003.518        | -1 000.204        | -999.637          | -987.091          | -982.654          |

\*, \*\*和\*\*\*分别代表各变量在 10%、5%和1%统计水平显著。\*, \*\*, and \*\*\* represent significant levels of 10%, 5%, and 1%, respectively.

向影响农户化肥减量技术采纳, 这可能是因为采纳化肥减量技术需要农户花费额外的时间和精力, 而兼业农户的闲暇时间相对有限, 导致其采纳化肥减量技术的可能性较小。

### 3.2 稳健性检验

为了检验基准回归结果的稳健性, 本文选择了3种方式进行检验, 分别为替换核心解释变量、替换估计方法和调整样本。就替换核心解释变量来看, 本文采用风险感知变量替换市场风险感知和技术风险感知, 其中, 风险感知变量由市场风险感知和技术风险感知两个变量加权平均所得。就替换估计方法来看, 通过更换回归模型, 采用 Ordered Probit 模型对可行能力、市场风险感知和技术风险感知与农户化肥减量技术采纳行为关系展开进一步分析。就调整样本来看, 年龄较大农村居民的体力和学习能力均会有所下降, 故采取化肥减量技术的可能性也较小, 因此将农户年龄指标进行 1% 到 99% 的缩尾处理, 再对样本数据进行回归。由表 4 回归结果可知, 采用上述 3 种方式进行稳健性检验后, 相应的检验结

果均未发生明显变化, 说明本文估计结果稳健。

### 3.3 内生性处理

考虑到农户在采纳化肥减量技术时, 可能会因为学习新技术、采纳新的种植方法从而提升可行能力, 即农户可行能力和其化肥减量技术采纳之间可能存在互为因果的内生性问题, 本文采用留一法, 选取“村庄中除受访者外其他农户可行能力的平均值(IV)”作为工具变量, 其原因在于同一村庄内部的可行能力具有相似性, 农户可行能力会受到同一村庄内其他人平均可行能力水平的影响, 同时受访农户的化肥减量技术采纳决策与其他人的可行能力并不直接相关, 理论上符合工具变量的相关性和外生性条件。由表 5 第 1 阶段回归结果可知, 工具变量 IV 与可行能力之间具有显著的相关性, 说明工具变量的选取有效, 第 1 阶段估计的  $F$  值为 30.17, 由于  $F$  值大于 10% 偏误水平下的临界值 16.38, 因而不存在弱工具变量问题。由表 5 的内生性检验结果可知, 可行能力是促进农户采纳化肥减量技术的重要因素, 能够在一定程度上解释农户化肥减量技术采纳的行

表 4 可行能力与风险感知对农户化肥减量技术采纳行为影响的稳健性检验结果

Table 4 Robustness test results of the effect of capability approach and risk perception on adoption behavior of the farmers for fertilizer reduction technologies

| 变量<br>Variable                    | 替换核心解释变量<br>Replacement of core explaining variable |                   | Ordered Probit模型<br>Ordered Probit model |                   | 调整样本<br>Sample adjustment |                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| 可行能力 Capability approach          | 0.348*** (0.126)                                    | 0.292** (0.138)   | 0.227*** (0.075)                         | 0.191** (0.081)   | 0.355*** (0.126)          | 0.306** (0.138)   |
| 风险感知 Risk perception              | -1.081*** (0.191)                                   | -1.038*** (0.202) | —                                        | —                 | —                         | —                 |
| 市场风险感知 Market risk perception     | —                                                   | —                 | -0.191** (0.078)                         | -0.149* (0.082)   | -0.327** (0.132)          | -0.242* (0.138)   |
| 技术风险感知 Technology risk perception | —                                                   | —                 | -0.494*** (0.094)                        | -0.531*** (0.100) | -0.839*** (0.160)         | -0.913*** (0.171) |
| 控制变量 Control variable             | —                                                   | 已控制 Controlled    | —                                        | 已控制 Controlled    | —                         | 已控制 Controlled    |
| 样本量 Sample size                   | 986                                                 | 986               | 986                                      | 986               | 986                       | 986               |
| 调整的 $R^2$ Pseudo $R^2$            | 0.020                                               | 0.048             | 0.024                                    | 0.051             | 0.023                     | 0.052             |
| 对数似然值 Log likelihood              | -1 014.918                                          | -986.777          | -1 010.910                               | -983.648          | -1 012.243                | -982.082          |

\*, \*\*和\*\*\*分别代表各变量在 10%、5%和1%统计水平显著。\*, \*\*, and \*\*\* represent significant levels of 10%, 5%, and 1%, respectively.

表 5 可行能力对农户化肥减量技术采纳行为影响的内生性检验结果

Table 5 Results of endogeneity test of the effect of capability approach on adoption behavior of the farmers for fertilizer reduction technologies

| 变量 Variable                                                | 第1阶段: 因变量(可行能力)<br>Phase 1: dependent variable (capability approach) | 第2阶段: 因变量(Y)<br>Phase 2: dependent variable (Y) |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 村庄可行能力平均水平<br>Average level of village capability approach | 0.416*** (0.076)                                                     | —                                               |
| 市场风险感知 Market risk perception                              | -0.083*** (0.031)                                                    | 0.090 (0.098)                                   |
| 技术风险感知 Technology risk perception                          | -0.049 (0.041)                                                       | -0.266** (0.117)                                |
| 可行能力 Capability approach                                   | —                                                                    | 2.279*** (0.505)                                |
| 控制变量 Control variable                                      | 已控制 Controlled                                                       | 已控制 Controlled                                  |
|                                                            | $F=30.17$                                                            | $\chi^2=62.01$                                  |
|                                                            | $\text{Prob}>F=0.0000$                                               | $\text{Prob}>\chi^2=0.0000$                     |

村庄可行能力平均水平指村庄中除受访者外其他农户可行能力的平均值。\*\*和\*\*\*分别代表各变量在 5%和1%统计水平显著。The average level of village capability approach refers to the average capability approach of other households in the village except for the respondents. \*\* and \*\*\* represent significant levels of 5%, and 1%, respectively.

为逻辑。

### 3.4 中介效应检验

为了充分验证市场风险感知和技术风险感知在可行能力对农户采纳化肥减量技术的行为决策中存在间接影响路径,采用中介效应模型进行分析验证,在参照相关研究方法<sup>[43]</sup>的基础上,构建如下回归模型:

$$Y_i = i + c \times X_1 + e_1 \quad (2)$$

$$\text{Risk}_i = i + a \times X_1 + e_2 \quad (3)$$

$$Y_i = i + c' \times X_1 + b \times \text{Risk}_i + e_3 \quad (4)$$

式中:  $Y_i$  为被解释变量(农户化肥减量技术采纳行为);  $X_1$  为解释变量(可行能力);  $\text{Risk}_i$  为中介变量(市场风险感知和技术风险感知);  $a$  为解释变量对中介变量影响的回归系数;  $b$  为中介变量对被解释变量的回归系数;  $c'$  为控制中介变量后,解释变量对被解释

变量影响的回归系数;  $i$  为截距项;  $c$  为回归系数;  $e_1$ 、 $e_2$  和  $e_3$  为回归残差。

由表 6 可知,可行能力对农户化肥减量技术采纳行为、市场风险感知和技术风险感知均具有显著的直接影响。表 6 模型 6 为采用有序 Logit 模型得到的可行能力对农户化肥减量技术采纳行为影响的回归结果,模型 7 和模型 8 分别为采用 Logit 模型得到的农户可行能力对市场风险感知和技术风险感知影响的回归结果。结果显示,可行能力显著负向影响农户的市场风险感知和技术风险感知,即随着农户可行能力的提高,农户的市场风险感知和技术风险感知水平得到一定程度的抑制。表 6 模型 9 和模型 10 为采用有序 Logit 模型得到的可行能力分别通过影响市场风险感知和技术风险感知,进而影响农户化肥减量技术采纳行为的回归结果。结果表明,农户的可行能力通过抑制其市场风险感知和技术风险感知,推动农户对化肥减量技术行为的采纳。

表 6 风险感知在可行能力与农户化肥减量技术采纳行为间的中介作用

Table 6 Mediating role of risk perception between capability approach and adoption behavior of the farmers for fertilizer reduction technologies

| 变量<br>Variable                          | 模型6: 化肥减量技术<br>Model 6: fertilizer<br>reduction technology | 模型7: 市场风险感知<br>Model 7: market risk<br>perception | 模型8: 技术风险感知<br>Model 8: technology<br>risk perception | 模型9: 化肥减量技术<br>Model 9: fertilizer<br>reduction technology | 模型10: 化肥减量技术<br>Model 10: fertilizer<br>reduction technology |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 可行能力<br>Capability approach             | 0.352**<br>(0.137)                                         | -0.442***<br>(0.146)                              | -0.376**<br>(0.191)                                   | 0.320**<br>(0.137)                                         | 0.329**<br>(0.138)                                           |
| 市场风险感知<br>Market risk perception        | —                                                          | —                                                 | —                                                     | -0.347**<br>(0.136)                                        | —                                                            |
| 技术风险感知<br>Technology risk<br>perception | —                                                          | —                                                 | —                                                     | —                                                          | -0.960***<br>(0.169)                                         |
| 控制变量<br>Control variable                | 已控制<br>Controlled                                          | 已控制<br>Controlled                                 | 已控制<br>Controlled                                     | 已控制<br>Controlled                                          | 已控制<br>Controlled                                            |
| 样本量 Sample size                         | 986                                                        | 986                                               | 986                                                   | 986                                                        | 986                                                          |
| 调整的 $R^2$ Pseudo $R^2$                  | 0.035                                                      | 0.061                                             | 0.096                                                 | 0.038                                                      | 0.050                                                        |
| 对数似然值<br>Log likelihood                 | -1 000.204                                                 | -623.199                                          | -419.407                                              | -996.925                                                   | -948.226                                                     |

化肥减量技术表示农户化肥减量技术采纳行为。\*\*和\*\*\*分别代表各变量在5%和1%统计水平显著。Fertilizer reduction technology refers to the adoption behavior of the farmers for fertilizer reduction technologies. \*\* and \*\*\* represent significant levels of 5% and 1%, respectively.

### 3.5 异质性分析

现阶段我国小农户居多,同时,老龄化也是当前农村面临的现实问题之一。为探究风险感知和可行能力在不同农户中的作用差异,本文从实际水稻种植面积和是否为老龄农户两个方面进行讨论,旨在完善现有化肥减量技术推广政策,提高农户化肥减量技术采纳率。

1) 实际水稻种植面积。本文以实际水稻种植面积是否达到 2 hm<sup>2</sup> 为划分标准,分成规模农户和小农户两组分别进行回归。由表 7 中模型 11 和模型 12 的回归结果可知,小农户的可行能力对化肥减量技

术采纳行为的影响在 10% 的水平显著为正,而规模户不显著。这可能是因为规模户的组织性更强,往往形成了一套流水线作业的模式,组织的有序性往往比个人能力发挥的作用更大。

2) 农户年龄。本文以农户年龄为划分标准,年龄在 60 岁以上的为老龄农户,年龄在 60 岁及以下的为年轻农户<sup>[38]</sup>。根据表 7 中模型 13 和模型 14 的回归结果可知,年轻农户的可行能力在 5% 水平显著为正,而年长农户不显著。老龄农户可能因为脑力和体力等原因,学习能力有所下降,即便拥有良好的经济水平,获取了化肥减量技术的相关信息,参与了技

表7 基于农户实际水稻种植面积和农户年龄的异质性分析  
Table 7 Heterogeneity analysis based on farmers' actual rice planting area and age

| 变量<br>Variable                    | 模型11: 规模农户<br>Model 11: large-scale farmer | 模型12: 小农户<br>Model 12: smallholder farmer | 模型13: 老龄农户<br>Model 13: old farmer | 模型14: 年轻农户<br>Model 14: young farmer |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 可行能力 Capability approach          | 0.202 (0.317)                              | 0.307* (0.164)                            | 0.185 (0.277)                      | 0.345** (0.164)                      |
| 市场风险感知 Market risk perception     | -0.752** (0.308)                           | -0.028 (0.160)                            | -0.162 (0.269)                     | -0.285* (0.164)                      |
| 技术风险感知 Technology risk perception | -0.511 (0.342)                             | -1.051*** (0.202)                         | -0.615* (0.363)                    | -1.023*** (0.198)                    |
| 控制变量 Control variable             | 已控制 Controlled                             | 已控制 Controlled                            | 已控制 Controlled                     | 已控制 Controlled                       |
| 样本量 Sample size                   | 252                                        | 734                                       | 307                                | 679                                  |
| 调整的 $R^2$ Pseudo $R^2$            | 0.099                                      | 0.059                                     | 0.048                              | 0.053                                |
| 对数似然值 Log likelihood              | -263.275                                   | -696.348                                  | -261.703                           | -713.863                             |

\*, \*\*和\*\*\*分别代表各变量在10%、5%和1%统计水平显著。\*, \*\*, and \*\*\* represent significant levels of 10%, 5%, and 1%, respectively.

术培训,也难以提升其化肥减量技术的采纳意愿。

#### 4 讨论

农业绿色发展是实现农业可持续发展的关键,需要依靠技术创新改变粗放型发展方式,推动农业绿色生产,实现环境友好和生态保育。化肥减量技术作为一种可以降低化肥施用量和提升化肥利用率的新型农业生产技术,有助于保护土壤健康和提高农产品品质,对实现农业与环境的和谐发展具有重要意义。本研究结合农户生产实际,从可行能力和风险感知两个角度出发,探析二者对农户化肥减量技术采纳行为的影响机理,并探究风险感知在其中可能存在的中介作用。1) 当前农户的化肥减量技术采纳水平较低,并且多数农户仅采纳单一化肥减量技术。这与冯茂岚等<sup>[44]</sup>的调研结果一致。说明目前我国仍有大量农户没有采纳或多局限于尝试采纳一种化肥减量技术,原因可能在于不同可行能力水平农户在面对新型农业生产技术时的风险感知不同,进而导致其化肥减量技术采纳水平产生差异。对此,本研究提出从通过提高农户可行能力缓解风险感知的视角出发,助力农户化肥减量技术采纳率的提升。2) 可行能力对农户化肥减量技术采纳行为具有显著的正向影响。这与刘艳婷等<sup>[23]</sup>的研究结果相符。这可能是因为具备较强可行能力的农户拥有富余资金,其农业投资和技术采纳的可能性更大,同时接触和学习化肥减量技术的机会也更多,其采纳化肥减量技术的意愿更加强烈。市场风险感知和技术风险感知越强的农户,采用化肥减量技术的可能性越小。这与陶源等<sup>[9]</sup>和程琳琳等<sup>[16]</sup>的研究结果一致,农户出于作物无法实现优质优价的市场风险顾虑,以及对减少化肥施用量会影响产量的技术风险担忧,其尝试化肥减量技术的意愿往往较低。3) 风险感知在可行能力和农户化肥减量技术采纳之间起到部分中介作用,即可行能力可以通过削弱农户化肥减量技

术采纳的风险感知提高其采纳概率。这可能是因为具有较强可行能力的农户拥有的经济水平和信息获取能力也较好,可以减少其对采纳化肥减量技术潜在风险的担忧,从而降低风险感知带来的负面影响;另外,可行能力高的农户参与农业技术培训的机会更多,更容易克服技术门槛的要求,从而实现产量最大化的目标。这无一不给我们一些启发,即可以通过增强农户自身的可行能力降低其采纳化肥减量技术的风险感知水平,如通过促进农户积极与外界交流获取信息、加大对农户绿色生产的补贴力度以及降低农户参加农业技术培训的门槛等。4) 相较于规模农户,可行能力更能促进小农户化肥减量技术采纳行为。可能的原因是相较于规模农户,小农户在化肥减量技术的运用上表现出更高的灵活性。小农户因为资源相对有限,通常能迅速调整生产方式,而规模农户则面对更复杂的决策流程,生产方式变化的响应速度相对较慢。此外,在年龄的差异性影响方面,相较于年长农户,可行能力更能促进年轻农户化肥减量技术采纳行为。这在熊飞雪等<sup>[45]</sup>的研究结果中得到部分证实。原因可能在于年轻农户通常具备较强的学习能力,同时善于利用现代信息技术获取相关知识和进行技术学习,从而增强其对化肥减量技术实施效果的信心。

与以往研究相比,本研究主要从以下两个方面进行深化:一方面,从可行能力视角出发,探讨其对农户化肥减量技术采纳行为的影响及作用机理,并进一步分析该影响在不同群体特征农户化肥减量技术采纳行为中的差异性。另一方面,将可行能力、风险感知和农户化肥减量技术采纳行为联系在一起进行讨论,并尝试从可行能力视角提出缓解农户风险感知负面影响的新路径。此外,本研究在以下方面还可以进行相应改进。首先,样本区域局限于湖北省内,样本数据皆基于襄阳、荆州、荆门、潜江和仙桃5市的调研数据,所得研究结论可能存在地

区特异性而不具有普遍性,因此仍需要其他省份的调研数据予以验证。其次,本研究所用数据为截面数据,而农户化肥减量技术采纳行为可能存在动态调整过程,截面数据无法反映可行能力和风险感知对农户化肥减量技术行为的长期影响。未来可通过扩大样本调查范围和对同一农户进行追踪调查收集时间序列数据等方式,进一步分析农户化肥减量技术行为的动态变化过程,以期获取更具普适性和说服力的结果。

## 5 结论

化肥减量技术的推广与实施是实现农业绿色发展和保护耕地质量的重要途径。本研究将农户可行能力、风险感知和农户化肥减量技术采纳行为纳入到统一的理论分析框架,并利用湖北省 986 份农户的微观调查数据进行实证分析。结果发现: 1) 采纳化肥减量技术的农户占比仅为 42.80%, 农户化肥减量技术采纳水平较低。其中, 农户采纳 1 种、2 种、3 种和 4 种化肥减量技术的比例依次为 29.72%、9.13%、2.74% 和 1.22%。2) 可行能力显著正向影响农户化肥减量技术采纳行为, 风险感知显著负向影响农户化肥减量技术采纳行为。具体表现为可行能力越强的农户, 其化肥减量技术采纳的可能性越大, 而市场风险感知和技术风险感知越强的农户, 采用化肥减量技术的可能性越小。3) 风险感知在可行能力和农户化肥减量技术采纳行为之间起到部分中介作用, 即可行能力不仅直接影响农户化肥减量技术采纳, 还通过削弱风险感知促进农户化肥减量技术采纳行为。4) 可行能力对农户化肥减量技术采纳行为的作用具有异质性。相较于规模农户和老龄农户, 可行能力更能促进小农户和年轻农户采纳化肥减量技术。

## 参考文献 References

- [1] 张晏维, 卢新海. 差异化政策工具对耕地保护效果的影响[J]. 资源科学, 2022, 44(4): 660-673  
ZHANG Y W, LU X H. The impact of differentiated policy tools on cultivated land protection[J]. Resources Science, 2022, 44(4): 660-673
- [2] YANG J H, LIN Y B. Driving factors of total-factor substitution efficiency of chemical fertilizer input and related environmental regulation policy: A case study of Zhejiang Province[J]. Environmental Pollution, 2020, 263: 114541
- [3] 张亨明, 尹小贝, 傅之琦. 我国耕地安全治理困境及其破解策略[J]. 改革, 2023(12): 128-137  
ZHANG H M, YIN X B, FU Z Q. The governance dilemma of arable land security in China and its solving strategy[J]. Reform, 2023(12): 128-137
- [4] 李卫, 薛彩霞, 姚顺波, 等. 农户保护性耕作技术采用行为及其影响因素: 基于黄土高原 476 户农户的分析[J]. 中国农村经济, 2017(1): 44-57, 94-95  
LI W, XUE C X, YAO S B, et al. The adoption behavior of households' conservation tillage technology: An empirical analysis based on data collected from 476 households on the Loess Plateau[J]. Chinese Rural Economy, 2017(1): 44-57, 94-95
- [5] 赵玉, 朱吉婵. 基于前景理论的稻农施肥行为研究[J]. 农林经济管理学报, 2023, 22(1): 75-84  
ZHAO Y, ZHU J C. A study on fertilizer application behavior of rice farmers based on prospect theory[J]. Journal of Agricultural and Forestry Economics and Management, 2023, 22(1): 75-84
- [6] 纪月清, 张惠, 陆五一, 等. 差异化、信息不完全与农户化肥过量施用[J]. 农业技术经济, 2016(2): 14-22  
JI Y Q, ZHANG H, LU W Y, et al. Differentiation, incomplete information and excessive application of chemical fertilizer by farmers[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2016(2): 14-22
- [7] 田云, 张俊飏, 何可, 等. 农户农业低碳生产行为及其影响因素分析——以化肥施用和农药使用为例[J]. 中国农村观察, 2015(4): 61-70  
TIAN Y, ZHANG J B, HE K, et al. Analysis of farmers' agricultural low-carbon production behavior and its influencing factors — Taking the application of chemical fertilizer and pesticide as examples[J]. China Rural Survey, 2015(4): 61-70
- [8] VAN WINSEN F, DE MEY Y, LAUWERS L, et al. Determinants of risk behaviour: Effects of perceived risks and risk attitude on farmer's adoption of risk management strategies[J]. Journal of Risk Research, 2016, 19(1): 56-78
- [9] 陶源, 仇相玮, 周玉玺, 等. 风险感知、社会信任与农户有机肥替代行为悖离研究[J]. 农业技术经济, 2022(5): 49-64  
TAO Y, QIU X W, ZHOU Y X, et al. The conflict between risk perception, social trust and farmers' organic fertilizer substitution behavior[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2022(5): 49-64
- [10] 高晨雪, 汪明, 叶涛, 等. 种植行为及保险决策在不同收入结构农户间的差异分析[J]. 农业技术经济, 2013(10): 46-55  
GAO C X, WANG M, YE T, et al. Analysis on the difference of planting behavior and insurance decision among farmers with different income structure[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2013(10): 46-55
- [11] 吴银毫, 徐珂怡, 刘瑞峰, 等. 地块特征差异视角下农业生产规模对化肥使用影响——基于河南省 637 个小麦种植户调查数据[J]. 农业技术经济, 2024(9): 37-48  
WU Y H, XU K Y, LIU R F, et al. Effects of agricultural production scale on fertilizer use from the perspective of plot characteristic differentiation: Based on the survey data of 637 wheat farmers in Henan Province[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2024(9): 37-48
- [12] 李秋生, 郑建杰, 贺亚琴. 政策激励、组织约束与化肥减量增效——基于粤赣柑橘种植户的实证[J]. 农林经济管理学报, 2023, 22(1): 85-93  
LI Q S, ZHENG J J, HE Y Q. Policy incentives, organizational

- control and fertilizer efficiency reduction: empirical analysis based on *Citrus* farmers of Guangdong and Jiangxi[J]. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2023, 22(1): 85–93
- [13] 项朝阳, 纪楠楠. 社会资本对农户化肥农药减量技术采纳意愿的影响——基于学习能力的中介和生态认知的调节[J]. *中国农业大学学报*, 2021, 26(2): 150–163  
XIANG Z Y, JI N N. Impacts of social capital on farmers' willingness to adopt for chemical fertilizer and pesticide reduction technology: Based on the mediating effect of learning ability and the moderating effect of ecological cognition[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2021, 26(2): 150–163
- [14] 胡浩, 杨泳冰. 要素替代视角下农户化肥施用研究——基于全国农村固定观察点农户数据[J]. *农业技术经济*, 2015(3): 84–91  
HU H, YANG Y B. Study on chemical fertilizer application of farmers from the perspective of factor substitution — Based on the data of farmers in fixed observation points in rural areas of China[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2015(3): 84–91
- [15] AJZEN I. The theory of planned behavior[J]. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1991, 50(2): 179–211
- [16] 程琳琳, 张俊飏, 何可. 网络嵌入与风险感知对农户绿色耕作技术采纳行为的影响分析——基于湖北省 615 个农户的调查数据[J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(7): 1736–1746  
CHENG L L, ZHANG J B, HE K. Analysis on the influence of network embeddedness and risk perception on farmers' adoption behavior of green agricultural tillage technology — Based on the survey data of 615 farmers in Hubei Province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(7): 1736–1746
- [17] 阿马蒂亚·森. 以自由看待发展[M]. 任颐, 于真译. 北京: 中国人民大学出版社, 2002  
SEN A. Development as Freedom[M]. REN Z, YU Z, trans. Beijing: China Renmin University Press, 2002
- [18] 高进云, 乔荣锋, 张安录. 农地城市流转前后农户福利变化的模糊评价——基于森的可行能力理论[J]. *管理世界*, 2007, 23(6): 45–55  
GAO J Y, QIAO R F, ZHANG A L. Fuzzy evaluation of changes in farmers' welfare before and after urban transfer of agricultural land — Based on Sen's viability theory[J]. *Management World*, 2007, 23(6): 45–55
- [19] 侯晓康, 刘天军, 黄腾, 等. 农户绿色农业技术采纳行为及收入效应[J]. *西北农林科技大学学报(社会科学版)*, 2019, 19(3): 121–131  
HOU X K, LIU T J, HUANG T, et al. Adoption behavior and income effects of green agricultural technology for farmers[J]. *Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition)*, 2019, 19(3): 121–131
- [20] 张笑秋. 农民工能力的类型、测量、影响因素与提升路径——基于文献研究的视角[J]. *求索*, 2016(5): 109–113  
ZHANG X Q. Types, measurement, influencing factors and enhancement paths of migrant workers' competence — A perspective based on literature research[J]. *Seeker*, 2016(5): 109–113
- [21] 熊长江, 姚娟, 赵向豪. 资本禀赋何以影响牧民的退牧受偿意愿?——基于天山天池世界自然遗产地牧民的考察[J]. *农村经济*, 2019(9): 116–123  
XIONG C J, YAO J, ZHAO X H. How does capital endowment affect herders' willingness to be compensated for grazing retreat? — An examination based on herders in Tianshan Tianchi World Natural Heritage Site[J]. *Rural Economy*, 2019(9): 116–123
- [22] 袁方, 史清华. 不平等之再检验: 可行能力和收入不平等与农民工福利[J]. *管理世界*, 2013, 29(10): 49–61  
YUAN F, SHI Q H. Re-examining inequality: Viability and income inequality and the welfare of migrant workers[J]. *Management World*, 2013, 29(10): 49–61
- [23] 刘艳婷, 陈美球, 邝佛缘, 等. 预期收益、可行能力对农户生态耕种采纳意愿的影响及其代际差异[J]. *长江流域资源与环境*, 2020, 29(3): 738–747  
LIU Y T, CHEN M Q, KUANG F Y, et al. Influence of expected benefits and capability approach on the adoption intention of ecological farming and the intergenerational difference[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2020, 29(3): 738–747
- [24] 朱建军, 徐宣国, 郑军. 农机社会化服务的化肥减量效应及作用路径研究——基于 CRHPS 数据[J]. *农业技术经济*, 2023(4): 64–76  
ZHU J J, XU X G, ZHENG J. Research on chemical fertilizer reduction effect of agricultural machinery outsourcing service and action path: Based on CRHPS data[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2023(4): 64–76
- [25] 刘浩, 韩晓燕, 薛莹, 等. 社会网络、环境素养对农户化肥过量施用行为的影响——基于东北三省 741 个玉米种植农户的调查数据[J]. *中国农业大学学报*, 2022, 27(7): 250–263  
LIU H, HAN X Y, XUE Y, et al. The effects of social network and environmental literacy on farmers' over-application behavior of chemical fertilizers — Based on the survey data of 741 maize growing farmers in three northeastern provinces[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2022, 27(7): 250–263
- [26] 吕杰, 刘浩, 薛莹, 等. 风险规避、社会网络与农户化肥过量施用行为——来自东北三省玉米种植农户的调研数据[J]. *农业技术经济*, 2021(7): 4–17  
LYU J, LIU H, XUE Y, et al. Study on risk aversion, social network and farmers' overuse of chemical fertilizer — Based on survey data from maize farmers in three provinces of Northeast China[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2021(7): 4–17
- [27] FABIAN T, ESTELLE M, MARIANNE L, et al. Greening the common agricultural policy: A behavioural perspective and lab-in-the-field experiment in Germany[J]. *European Review of Agricultural Economics*, 2019, 46(3): 367–392
- [28] SLOVIC P. Perception of risk[J]. *Science*, 1987, 236(4799): 280–285
- [29] 尚燕, 熊涛, 李崇光. 风险感知、风险态度与农户风险管理工具采纳意愿——以农业保险和“保险+期货”为例[J]. *中国农村观察*, 2020(5): 52–72  
SHANG Y, XIONG T, LI C G. Risk perception, risk attitude and farmers' willingness to adopt risk management strategies: A case study of crop insurance and “insurance + futures”[J]. *China Rural Survey*, 2020(5): 52–72
- [30] 王博杰, 何思源, 闵庆文, 等. 守望农耕文明: 农户对传统农业

- 系统的价值认知如何影响其传承意愿[J]. 中国农村经济, 2024(11): 125–146
- WANG B J, HE S Y, MIN Q W, et al. Keeping watch over the farming civilization: How farmers' perception of the value of traditional agricultural systems affects their willingness to inherit[J]. *China Rural Economy*, 2024(11): 125–146
- [31] 杜三峡, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 风险感知、农业社会化服务与稻农生物农药技术采纳行为[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(7): 1768–1779
- DU S X, LUO X F, HUANG Y Z, et al. Risk perception, specialized agricultural services and rice farmers' adoption behavior of biological pesticide technology[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2021, 30(7): 1768–1779
- [32] 张益丰, 颜冠群. 农产品交易市场能成为小农户与现代农业有机衔接的载体吗——基于供应链学习理论的案例比较[J]. 农业经济问题, 2021, 42(12): 69–80
- ZHANG Y F, YAN G Q. Can agricultural markets become a vehicle for organically linking smallholders with modern agriculture: A multi-case comparison based on the supply chain learning perspective[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021, 42(12): 69–80
- [33] 黄炎忠, 罗小锋, 李容容, 等. 农户认知、外部环境对绿色农业生产意愿——基于湖北省 632 个农户调研数据[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(3): 680–687
- HUANG Y Z, LUO X F, LI R R, et al. Farmer cognition, external environment and willingness of green agriculture production — Based on the survey data of 632 farmers in Hubei Province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2018, 27(3): 680–687
- [34] 刘宇晨, 张心灵. 草原生态保护补奖政策对牧户收入影响的实证分析[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(2): 60–67
- LIU Y C, ZHANG X L. Effect of grassland ecological protection subsidy policy on households' income[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(2): 60–67
- [35] 夏雯雯, 杜志雄, 郜亮亮. 家庭农场经营者应用绿色生产技术的因素影响研究——基于三省 452 个家庭农场的调研数据[J]. 经济纵横, 2019(6): 101–108
- XIA W W, DU Z X, GAO L L. Research on the factors affecting the application of green production technology by family farm operators — Based on survey data of 452 family farms in three provinces[J]. *Economic Review Journal*, 2019(6): 101–108
- [36] 刘宇葵, 李后建, 林斌, 等. 水稻种植技术培训对农户化肥施用量的影响——基于 70 个县的控制方程模型实证分析[J]. 农业技术经济, 2022(10): 114–131
- LIU Y Y, LI H J, LIN B, et al. Impact of rice cultivation technology training on fertilizer application amount of farmers: empirical analysis of control function approach based on 70 counties[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2022(10): 114–131
- [37] 蔡荣, 蔡书凯. 保护性耕作技术采用及对作物单产影响的实证分析——基于安徽省水稻种植户的调查数据[J]. 资源科学, 2012, 34(9): 1705–1711
- CAI R, CAI S K. The adoption of conservation agricultural technology and the impact on crop yields based on rice farms in Anhui Province[J]. *Resources Science*, 2012, 34(9): 1705–1711
- [38] 杨志海. 老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为——来自长江流域六省农户数据的验证[J]. 中国农村观察, 2018(4): 44–58
- YANG Z H. Ageing, social network and the adoption of green production technology: Evidence from farm households in six provinces in the Yangtze River Basin[J]. *China Rural Survey*, 2018(4): 44–58
- [39] 黄炎忠, 罗小锋. 既吃又卖: 稻农的生物农药施用行为差异分析[J]. 中国农村经济, 2018(7): 63–78
- HUANG Y Z, LUO X F. “Both to eat and sell”: An analysis of biological pesticides application behaviors of different rice farmers[J]. *Chinese Rural Economy*, 2018(7): 63–78
- [40] 李静, 段昆昆. 可行能力视角下的老年信息贫困: 概念建构与结构关系[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2024, 54(5): 115–127
- LI J, DUAN K K. Elderly information poverty's conceptualization and structural relationships: From feasible capacity perspective[J]. *Journal of Northwest University (Philosophy and Social Sciences Edition)*, 2024, 54(5): 115–127
- [41] 朱新华. 农村宅基地制度创新与理论解释——江苏省江都市的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(3): 19–25
- ZHU X H. Homestead system innovation and its theoretical explanation — Take Jiangdu as an example[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2012, 22(3): 19–25
- [42] 张复宏, 宋晓丽, 霍明. 果农对过量施肥的认知与测土配方施肥技术采纳行为的影响因素分析——基于山东省 9 个县(区、市)苹果种植户的调查[J]. 中国农村观察, 2017(3): 117–130
- ZHANG F H, SONG X L, HUO M. Excess fertilizer application and growers' adoption behavior for soil testing for fertilizer formulation and their determinants: An empirical analysis based on survey data from apple growers in 9 counties of Shandong Province[J]. *China Rural Survey*, 2017(3): 117–130
- [43] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理学进展, 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
- [44] 冯茂岚, 罗小锋, 杜三峡, 等. 耕地质量禀赋、社会分工对农户化肥减量技术采纳行为的影响——基于鄂豫两省样本农户的实证[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(12): 47–58
- FENG M L, LUO X F, DU S X, et al. Effects of land quality endowment and social division of labor on farmers' behavior to adopt fertilizer reduction techniques — Based on the empirical evidence of a sample farmer in Hubei and Henan provinces[J]. *China Agricultural Resources and Zoning*, 2023, 44(12): 47–58
- [45] 熊飞雪, 宁才旺, 饶盼, 等. 数字信息获取能否促进化肥减量增效技术采纳? ——兼论农户理性疏忽的影响[J]. 农业现代化研究, 2024, 45(6): 1071–1081
- XIONG F X, NING C W, RAO P, et al. Can digital information access facilitate the adoption of fertilizer reduction and efficiency technologies? — Implications of rational negligence of farmers[J]. *Agricultural Modernization Studies*, 2024, 45(6): 1071–1081