

风险偏好、风险感知与农户保护性耕作技术采纳*

仇焕广 苏柳方 张祎彤 唐建军

摘要：本文根据4省844户水稻和玉米种植户的实地调查数据，运用实验经济学方法获取了农户风险偏好指数，探讨了风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响，并考察了不同风险感知情况下风险偏好对农户保护性耕作技术采纳影响的差异。研究表明：①风险厌恶、感知风险存在的农户较倾向于采纳秸秆还田技术，尤其是秸秆还田+免耕或深松组合技术。农户具有“模糊厌恶”特质，确定概率风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的影响大于模糊概率风险偏好的影响。②风险感知对风险偏好影响农户保护性耕作技术采纳具有正向调节作用，即当农户感知农业自然灾害风险存在时，风险偏好对其保护性耕作技术采纳具有显著的正向影响；反之，当农户感知自然灾害风险不存在时，风险偏好对其保护性耕作技术采纳的影响不显著。

关键词：风险偏好 模糊厌恶 风险感知 实验经济学 保护性耕作技术

中图分类号：F323.3 **文献标识码：**A

一、问题提出

近30年来，中国农业气象灾害（例如洪水、干旱、高温等）呈明显增加趋势，直接影响了农业产出和收益（Schneider et al., 2007; Karl et al., 2008; 龙方等, 2011; 陈帅, 2015）。除了农业保险等政策性措施外，一些田间种植和栽培技术也被认为是应对气候变化和抵抗自然灾害风险的有效措施，例如保护性耕作技术（Batz et al., 1999; Ding et al., 2009; 唐利群等, 2017）。保护性耕作技术具有蓄水保墒、改善土壤耕层结构、增加土壤有机质、增强作物抗倒伏能力和提高农田生产力的作用（Giovanni et al., 2016），在一定程度上能帮助农作物抵抗自然灾害风险，因此被认为是自然灾害风险降低型的耕作技术（Schoengold et al., 2015）。

*本文系国家自然科学基金项目“农地流转合约选择的机制分析及其对农业生产效率的影响研究”（批准号：71673290）、国家自然科学基金项目“‘食物、能源与水’系统关联与可持续发展研究——以京津冀及周边地区为例”（批准号：51711520318）、国家自然科学基金项目“干旱预警的风险抵御和节水效应研究：基于随机对照实验的实证分析”（批准号：71903192）的阶段性成果。本文通讯作者：唐建军。

保护性耕作技术是 20 世纪 40 年代美国在遭遇严重的水土流失和风沙危害后，逐渐发展起来的一种环境友好型耕作模式，并被世界各国广泛使用。截至 2017 年，美国近 80% 的耕地已经采纳了保护性耕作技术，涉及的作物包括玉米、小麦、大豆等常规作物以及棉花、蔬菜、西红柿等经济作物（马守义等，2018）。保护性耕作的核心技术包括少耕或免耕播种、秸秆还田、深松、病虫草害综合防治四项（曹光乔、张宗毅，2008；王金霞等，2009；高焕文等，2013）。在保护性耕作示范推广和作业补贴的拉动下，中国保护性耕作技术各分项技术的应用水平取得了一定进展，2017 年机械化免耕面积、秸秆还田面积、深松面积分别占全国耕地总面积的 10.48%、37.09%、8.25%；但总体来看，中国保护性耕作技术体系的采用仍处于起步阶段，2017 年全国保护性耕作面积为 7584.44 千公顷，仅占全国耕地总面积的 5.62%^①，远低于美国、澳大利亚等发达国家 40%~70% 的水平^②。

虽然近几年中国政府也采取了一些政策激励措施，鼓励农户采用保护性耕作技术，但采纳率依然较低。研究和分析影响农户保护性耕作技术采纳的决定因素，对于制定有效措施促进保护性耕作技术的采纳具有重要意义。已有文献对农户保护性耕作技术采纳行为的研究主要从农户特征、技术认知、技术环境、政府政策等方面分析农户是否采纳某项或某几项保护性耕作的核心技术（曹光乔、张宗毅，2008；蔡荣、蔡书凯，2012；朱萌等，2015；李卫等，2017）。例如，蔡荣、蔡书凯（2012）基于安徽省水稻种植户的调查数据，发现农户特征（兼业、户主受教育程度、户主为村干部身份）和保护性耕作技术作用的认知程度对农户的少耕抛秧技术和秸秆覆盖技术采纳有正向影响。李卫等（2017）利用陕西、山西两省 476 户农户的实地调查数据，分析了黄土高原农户是否采纳保护性耕作技术以及采纳程度的影响因素，发现技术认知、农户间交流、网络学习和政府补贴等对农户保护性耕作技术采纳有显著影响。Kurkalova et al.（2010）的研究表明，农户获得的补贴额度是农户决定是否采纳保护性耕作技术最重要的因素。

以上研究从不同方面考察了不同因素对农户保护性耕作技术采纳的影响，但缺少对农户风险偏好和风险感知的关注。根据前景理论（prospect theory），个体风险决策行为由风险偏好程度和对客观概率的主观判断等因素共同决定。而保护性耕作技术具有抵抗自然灾害风险的作用，因此，农户的风险偏好和风险感知与该技术采纳密切相关。关于风险偏好、风险感知对农户风险决策行为的影响，国内外学者已经开展了大量分析。Roumasset（1976）和 Scott（1977）最先提出农户是“风险规避者”。随后，Just et al.（1979）首次将风险厌恶效应引入农业投入—产出模型。Leathers et al.（1991）进一步指出，生产者不同风险态度下的效用函数是分析农户风险决策行为必不可少的部分。朱臻等（2016）研究发现，风险厌恶型农户和风险偏好型农户的技术决策意愿存在显著差别。仇焕广等（2014）研究

^①机械化免耕面积、秸秆还田面积、深松面积和全国保护性耕作面积的数据来源：农业农村部南京农业机械化研究所（编），2018：《中国农业机械化年鉴 2018》，北京：中国农业科学技术出版社；全国耕地总面积的数据来源：国家统计局农村社会经济调查司（编），2019：《中国农村统计年鉴 2019》，北京：中国统计出版社。

^②数据来源：《农业部和国家发展改革委关于印发〈保护性耕作工程建设规划（2009-2015 年）〉的通知》，http://www.moa.gov.cn/nybg/2009/djiuq/201806/t20180608_6151425.htm。

发现，农户风险特性是影响农户化肥施用量的重要因素，为了规避潜在的产量损失，风险规避程度越高的农户越倾向于施用更多的化肥。在风险偏好的基础上，学者们进一步关注了风险感知的作用，认为农户的风险决策行为受风险感知的约束。Botzen et al. (2009) 利用荷兰微观数据发现，个体对洪水的风险感知越强，越愿意采取措施（例如购买沙袋）来规避风险。Lopes (1986) 研究认为，个体风险偏好与风险感知存在交互作用，共同决定了个体的风险决策行为。Turvey et al. (2012) 以中国陕西 730 户农户微观数据为例，也发现了风险偏好与风险感知共同作用于农户的风险决策行为。

综上所述，目前关于保护性耕作技术采纳的研究主要关注其中某一项技术或将各项技术不加以区分地合并分析，缺乏对各项细分技术采纳的研究，且未从农户风险偏好、风险感知的视角分析其保护性耕作技术采纳，这为本文提供了进一步研究的空间。在中国保护性耕作技术采纳率低于发达国家平均水平的前提下，本文探讨风险偏好、风险感知和农户保护性耕作技术采纳之间的关系。一方面，本文研究有助于完善相关研究体系，从农户风险偏好和风险感知的角度出发，为研究保护性耕作技术采纳行为的决定因素提供一个新的视角；另一方面，本文研究为从技术采纳主体特质禀赋出发更有效地推广保护性耕作技术等相关政策的制定提供科学决策依据。另外，由于保护性耕作技术实施会面临来自市场、技术和气候条件等多方面的影响，技术的收益具有不确定性，导致该技术的采用为典型的不确定性条件下的风险决策，既包含已知先验概率的风险决策，又混合了未知概率的模糊决策（黄季焜等，2000；Brick et al., 2015）。“模糊厌恶”（ambiguity aversion）会导致农户倾向于维持现状而降低技术采纳的概率（吕亚荣等，2010；Barham et al., 2014）。基于此，本文将风险偏好进一步区分为确定概率风险偏好和模糊概率风险偏好，研究“模糊厌恶”对农户风险决策行为的影响，以期丰富风险偏好影响农户行为的作用机制研究。同时，本研究在农户样本量较大的情况下使用全样本实付兑现的实验经济学方法以实现较为真实准确地测量农户的风险偏好。

鉴于此，本文利用黑龙江、河南、浙江和四川 4 省的农户调查数据，基于对不同耕作方式的风险分析，探讨风险偏好（包括确定概率风险偏好和模糊概率风险偏好）、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响，并考察不同风险感知情况下风险偏好对农户保护性耕作技术采纳影响的差异。本文结构安排如下：第一部分为问题的提出；第二部分在保护性耕作技术介绍和风险分析的基础上，构建理论框架说明风险偏好、风险感知影响农户保护性耕作技术采纳的微观机制，并提出研究假说；第三部分介绍测量风险偏好的实验设计；第四部分介绍计量模型设定和数据来源，并对数据进行描述性统计分析；第五部分报告和分析估计结果；第六部分为研究结论和政策启示。

二、理论逻辑与研究假说

（一）保护性耕作技术和风险分析

保护性耕作是一种以农作物秸秆覆盖还田、免（少）耕播种为主要内容的现代耕作技术体系，包含多项具体耕作技术，例如农作物秸秆覆盖还田、免（少）耕、深松等技术措施^①。保护性耕作技术

^①资料来源：《农业部办公厅关于印发〈保护性耕作项目实施规范〉〈保护性耕作关键技术要点〉的通知》，<http://www.mo>

中的秸秆还田、免耕、深松三项耕作技术既可以单项使用也可以组合使用。基于前人的研究和实验数据，本文梳理了这三项保护性耕作技术的原理和自然灾害风险抵御效果。

(1) 秸秆还田是指将作物秸秆在作物收割后直接粉碎或者堆垛发酵后覆盖在地表，也可以进一步通过旋耕等方式翻入土壤用作底肥。秸秆还田具有蓄水保墒、培肥地力、减少风蚀水蚀的作用，有助于提高农作物抵抗自然灾害风险的能力。播种后地表作物残茬覆盖率不低于 30%，能够减少 70% 的风蚀和水蚀（马守义等，2018）。秸秆覆盖有助于降低 58% 的土壤水分无效蒸发和 9.75% 的耗水系数，提高 12.26% 的水分利用效率和 4.35% 的产量（陈素英等，2004）。

(2) 免耕是指除播种、施肥外，从播种到收获期间不扰动土壤的耕作，用波纹圆盘切开覆盖物后用开沟器进行播种，扰动土壤量不超过田面的 25%（马守义等，2018）。由于土壤受扰动少，连续几年免耕使土壤有机质不断增加、结构不断改善，有助于提高农作物抵抗自然灾害风险的能力（例如能够显著提高作物的抗倒伏能力）。对于 0~10 厘米土层，相较于翻耕和旋耕，免耕有利于提高土壤中较大粒径的非水稳定性大团聚体的百分含量（Du et al., 2006）。

(3) 深松是指以打破犁底层为目的，通过拖拉机牵引松土机械，在不打乱原有土层结构的情况下松动土壤的一种机械化整地技术。深松技术可以打破坚硬的犁底层，加深耕层，还可以降低土壤容重，提高土壤通透性，从而增强土壤蓄水保墒和抗旱防涝能力，有利于作物生长发育和提高产量。2017 年农业部印发的《全国农机深松整地作业实施规划（2016-2020 年）》^①表明，深松达到 30 厘米的地块比未深松的地块每公顷可多蓄水 400 立方米左右，伏旱期间平均含水量提高 7% 左右，可使作物耐旱时间延长 10 天左右，使小麦、玉米等作物的平均产量增加 10% 左右。

保护性耕作的各项技术之间存在互补作用。深松配套秸秆还田的效果优于单独深松或秸秆还田（邓智惠等，2015）。秸秆还田方式中，抑制土壤蒸发和增加耕层土壤含水量方面以秸秆还田+免耕处理效果最佳；产量提高方面则以秸秆还田+深松效果最好。与传统耕作相比，秸秆还田+免耕可抑制 50% 的土壤蒸发，增加 11.48% 的耕层土壤含水量；秸秆还田+深松则显著增加了玉米穗数、穗粒数和百粒重，并提高了 33.30% 的玉米产量（禄兴丽、廖允成，2014）。秸秆还田+深松较秸秆不还田+旋耕的经济产量平均增产 25.6%，生物产量提升 33.30%（温美娟等，2019）。

综上所述，与不采纳任何一种保护性耕作技术相比，采纳秸秆还田技术有助于提高农作物抵抗自然灾害风险的能力，而秸秆还田+免耕或深松组合技术的效果更佳。因此，基于抵抗自然灾害风险角度，以下三种耕作方式的自然灾害风险抵抗能力逐渐增强：不采纳任何一种保护性耕作技术、仅采纳秸秆还田技术、采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术。

（二）风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳影响的理论分析框架

a.gov.cn/nybgb/2011/dqq/201805/t20180522_6142772.htm；《农业农村部 财政部关于印发〈东北黑土地保护性耕作行动计划（2020-2025 年）〉的通知》，http://www.moa.gov.cn/gk/tzgg_1/tz/202003/t20200318_6339304.htm。

^①资料来源：《农业部办公厅关于印发〈全国农机深松整地作业实施规划（2016-2020 年）〉的通知》，http://www.moa.gov.cn/nybgb/2016/disanqi/201711/t20171127_5920218.htm。

农业是受自然条件影响较大的产业，涝灾、旱灾、病虫害等自然灾害严重影响农业生产效率和收益。在农业面临自然灾害风险的情况下，农户在不确定性条件下的风险决策行为受其风险特性的影响，农户风险决策行为是风险偏好和风险感知的函数（Pratt, 1964）。风险偏好是指农户在农业生产经营过程中面对自然灾害风险的基本态度，反映农户对待自然灾害风险的一致的、相对持久的倾向。农户风险决策行为受到风险偏好程度的影响，例如，对自然灾害风险厌恶程度越高的农户越倾向于采取风险抵抗行为以降低损失（仇焕广等，2014；贺志武等，2018）。另外，Kahneman and Tversky（1984）认为人们会在同等客观概率的基础上形成不同的主观概率。风险感知是指农户根据自身经验对自然灾害风险概率的主观评估。在农户风险决策行为中，风险感知发挥着重要作用（Kahneman and Lovallo, 1993），甚至大于风险偏好的作用（Lusk et al., 2005）。农户的风险感知越强，越倾向于采取风险抵抗行为以规避风险（Sherrick et al., 2004）。综上所述，农户的保护性耕作技术采纳决策既受其风险偏好的影响，也受其风险感知的影响。

基于期望效用理论和风险收益理论，本文借鉴 Lusk et al.（2005）的分析思路，建立风险偏好、风险感知和农户保护性耕作技术采纳之间关系的理论模型。本文假定农户是风险规避型的，且农户认为保护性耕作技术具有降低自然灾害风险损失的功能。农户对保护性耕作技术采纳的期望价值以随机变量 Z 表示，且有：

$$E(Z) = a \quad (1)$$

$$\text{var}(Z) = \sigma^2 \quad (2)$$

(1)、(2) 式中， a 为正数，表示采纳保护性耕作技术对收益的平均影响为正向； σ^2 为随机变量 Z 的方差，代表农户对农业风险的感知。农户感知风险越大，则 σ^2 越大。

进一步地，定义 R 为保护性耕作技术采纳风险溢价，即农户认识到采纳保护性耕作技术的效用和损失 R 数量的不确定货币的效用无差异，也就是 R 代表农户采纳保护性耕作技术的不确定货币等值。 R 越大，则农户越愿意采纳保护性耕作技术。因此，风险溢价等式如下：

$$E[U(w+Z)] = U[w + E(Z) - R] \quad (3)$$

其中， $U(\bullet)$ 为农户效用函数， w 表示收入。假设效用函数 $U(w+Z)$ 是二阶连续可导的，将 (3) 式中的 $U(w+Z)$ 在 $[w + E(Z)]$ 处二阶泰勒展开，得到：

$$U(w+Z) \approx U[w + E(Z)] + U' \cdot [Z - E(Z)] + 0.5U'' \cdot [Z - E(Z)]^2 \quad (4)$$

(4) 式中， $U' = \frac{\partial U}{\partial w}$ ， $U'' = \frac{\partial^2 U}{\partial w^2}$ 。对 (4) 式取期望值，可得：

$$E[U(w+Z)] \approx E\{U[w+E(Z)]\} + U' \cdot E[Z-E(Z)] + 0.5U'' \cdot E\{[Z-E(Z)]^2\} \quad (5)$$

由于 $E[Z-E(Z)]=0$ ，因此 (3) 式可以进一步表示为：

$$E[U(w+Z)] \approx E\{U[w+E(Z)]\} + 0.5U'' \cdot \sigma^2 \quad (6)$$

进一步地，将 (3) 式等号右边部分在 $[w+E(Z)]$ 处一阶泰勒展开可得：

$$U[w+E(Z)-R] \approx U[w+E(Z)] - U' \cdot R \quad (7)$$

联立 (6) 式和 (7) 式，求解 R 可得：

$$R \approx -0.5 \left(\frac{U''}{U'} \right) \sigma^2 \quad (8)$$

(8) 式中，令 $r(w) = -(U''/U')$ ， $r(w)$ 即为 Arrow-Pratt 绝对风险厌恶系数，用来衡量农户的风险偏好程度， $r(w)$ 增加则意味着农户风险规避程度增加。由 (8) 式可知， $r(w)$ 和 σ^2 增加意味着 R 增加，即采纳保护性耕作技术的不确定货币等值增加，农户采纳保护性耕作技术的可能性也会增加。

综上，基于不采纳任何一种保护性耕作技术、仅采纳秸秆还田技术和采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术三种抵抗自然灾害风险能力逐渐提高的耕作方式，本文提出以下 2 个研究假说：

假说 1：农户风险偏好程度越高，农户采纳秸秆还田技术尤其是自然灾害风险抵御效果更佳的秸秆还田+免耕或深松组合技术的可能性越小。

假说 2：相对于风险感知较低的农户，风险感知较高的农户采纳秸秆还田技术尤其是自然灾害风险抵御效果更佳的秸秆还田+免耕或深松组合技术的可能性较大。

农户的风险决策行为不仅受到风险偏好和风险感知的直接影响，而且还受到风险感知与风险偏好之间交互效应的影响。Lopes (1986) 认为，风险感知在风险偏好对风险决策行为的影响中发挥调节作用，即风险偏好对风险决策行为的作用在高风险感知的群体中比在低风险感知的群体中更为明显。因此，即使个人的风险偏好程度不高，但由于其感知到的风险较低，也可能采取风险性较高的行为，即“无知者无畏” (Lusk et al., 2005)。基于上述分析框架，相应的理论模型推导如下：

对 (8) 式中的 R 关于 $r(w)$ 求导，可得：

$$\frac{\partial R}{\partial r(w)} = 0.5\sigma^2 \quad (9)$$

由此可知，风险偏好 $r(w)$ 对农户保护性耕作技术采纳行为的边际影响与风险感知 σ^2 有关，即风险感知会调节风险偏好对农户保护性耕作技术采纳行为的影响：风险感知越高，农户采纳保护性耕作技术的可能性随着风险厌恶程度增加而提高的幅度越大。因此，本文提出研究假说 3：

假说 3：风险感知对风险偏好影响农户保护性耕作技术采纳具有调节作用，即农户风险感知越高时，风险厌恶农户采纳秸秆还田技术尤其是“秸秆还田+免耕或深松组合技术”的可能性越大。

本研究同时关注确定概率风险偏好和模糊概率风险偏好。古典经济学将不确定性问题简单归为已知概率条件下的风险决策问题，然而现实中的概率可能并非客观已知。在这种情况下，Ellsberg (1961) 首次将模糊偏好从风险偏好中独立出来，将客观概率不确定的事件称为“模糊事件”，由此测量的风险偏好称为模糊概率风险偏好。确定概率风险偏好和模糊概率风险偏好的区别是，后者还包含了对先验概率不确定性的态度。因此，确定概率和模糊概率下的风险偏好对农户风险决策行为的影响可能有所差异。

三、风险偏好测度的实验设计

为了获取更加真实的农户风险偏好程度的微观数据，本文通过实验经济学方法测度农户的风险偏好程度。本文对 Holt and Laury (2002) 的实验方案进行了适当简化，以保证被调查者能够理解并有效参与该实验。本研究的风险偏好程度测试游戏对所有被调查者进行实付兑现，将实验结果与被调查者的收益紧密联系起来，能激励被调查者如实完成风险偏好实验，从而减少风险偏好的测量误差。整个实验分为 4 个阶段进行。

1. 第一阶段，测试游戏。调查员向被调查者介绍游戏规则，让被调查者了解奖励结果与风险选项。这一阶段的重点是让被调查者理解抽球是随机的，奖励金额的大小取决于被调查者的选择。为了测试被调查者是否已经熟悉游戏规则，设计如表 1 所示的测试游戏，要求被调查者选择奖励方案 B 才可以继续游戏，否则调查员需要向被调查者重新解释游戏规则。该设置在一定程度上保证了被调查者是在理解游戏规则的基础上进行风险测度实验的，提高了测度的准确性，也为实证分析过程中筛选无效样本提供了依据。

表 1 测试游戏 单位：元

风险选项	奖励方案 A		奖励方案 B	
	白球	黄球	白球	黄球
风险选项	15	20	16	21

2. 第二阶段，正式测试。在被调查者进行尝试并熟悉实验规则后，调查员提供 10 套测试游戏，每套测试游戏都包括低风险和高风险两个奖励方案，被调查者对所有 10 套游戏均进行风险选择。被调查者分别从 10 套游戏中选定奖励方案 A 或者奖励方案 B，奖励方案 A 为低风险选项，奖励方案 B 为高风险选项。第二阶段的重点是让被调查者理解其选择的的风险选项与最后的收益直接相关，以确保其显示出的风险偏好信息是真实可信的。在该阶段，本研究设置了确定概率和模糊概率两种前提，分别测算确定概率和模糊概率的风险偏好程度。

第一组测量的是被调查者的确定概率风险偏好。在明确告知被调查者袋子中共有 3 个白球和 3 个黄球的情况下，设置 10 套测试游戏（见表 2）。

第二组测量的是被调查者的模糊概率风险偏好。被调查者被告知袋子中装有个数不等的白球和黄球，共计 6 个，只知道其中某一种颜色的球多一些。在此情况下，重复一遍表 2 中的 10 套测试游戏。

表 2 实验方案选项 单位：元

选项	奖励方案 A		奖励方案 B	
	白球	黄球	白球	黄球
1	20	20	18	22
2	20	20	17	23
3	20	20	15	25
4	20	20	15	35
5	20	20	13	37
6	20	20	10	40
7	20	20	8	42
8	20	20	7	43
9	20	20	5	45
10	20	20	0	50

3. 第三阶段，抽签兑奖。从 20 套方案中随机抽取一套方案，按照被调查者的选项，实施游戏并给予奖励。其中奖励方案 A 是“稳定奖励方案”，即被调查者在各套游戏中选择奖励方案 A 一定能稳定获得 20 元的奖励。

4. 第四阶段，确认测试。为了再次确认被调查者在正确理解游戏规则的情况下完成上述测试，最后设置确认测试（见表 3）。如果被调查者选择奖励方案 A，则证明被调查者已经正确理解规则，上述测试有效。

表 3 确认测试 单位：元

风险选项	奖励方案 A		奖励方案 B	
	白球	黄球	白球	黄球
风险选项	8	53	7	50

根据被调查者的实际选择情况，计算其风险偏好指数：

$$\text{确定概率风险偏好指数} = \frac{\text{确定概率前提下表2中选择奖励方案B的个数}}{10} \quad (10)$$

$$\text{模糊概率风险偏好指数} = \frac{\text{模糊概率前提下表2中选择奖励方案B的个数}}{10} \quad (11)$$

由（10）式和（11）式计算得到的风险偏好指数取值范围为 0-1。风险偏好指数等于 1，表示被调查者是极端的风险偏好者；风险偏好指数等于 0，表示被调查者是极端的风险规避者。

四、计量经济模型与数据描述

（一）数据来源

本研究选取玉米种植户和水稻种植户为主要研究对象，主要原因有三点：第一，从主粮地位来看，近 20 年来，玉米和水稻一直是中国播种面积最大的两大主粮^①；第二，从秸秆处理的重要性来看，中国秸秆大部分来源于粮食作物，玉米和水稻是秸秆产量最高的两种作物，其中玉米秸秆占比为 32.5%，水稻秸秆占比为 25.1%^②；第三，从受自然灾害的影响程度来看，玉米和水稻是三大主粮中受极端天气影响最大的两种作物（居焯等，2007）。因此，研究农户对于玉米和水稻的保护性耕作技术采纳问题具有一定的现实意义。

本文所用数据来源于粮食规模化生产调研项目组 2018 年 8 月利用多阶段分层抽样方法对黑龙江、河南、四川、浙江 4 个省份的入户问卷调查。首先，在选取玉米种植户和水稻种植户为研究对象的基础上，综合考虑地域分布和经济发展水平，在全国 13 个粮食主产区中选取黑龙江、河南、浙江和四川作为样本省；其次，在每个样本省根据经济发展水平和地理位置分布分层抽样选取 4 个样本县；再次，在每个样本县依据同样的原则选取 2 个样本乡镇；最后，考虑到不同经营规模的农户在技术采纳上具有差异（Khanna，2001），项目组在每个样本乡镇按照 3:5 的比例随机抽取规模户和非规模户^③。

问卷内容涵盖农户的家庭人口特征、家庭资产、土地流转、粮食生产投入和产出、信贷需求、风险感知等。其中，针对粮食生产投入，项目组调查了农户 2014 年和 2017 年两年的保护性耕作技术采纳情况，农户风险偏好通过实验经济学方法来测量。调查总共访谈了 860 户玉米种植户和水稻种植农户，剔除缺失值样本和风险偏好程度测试实验中的无效样本，最终得到有效样本 844 户，样本有效率为 98.14%。

（二）实证模型设定

为了考察风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响，令 Y 表示农户选择的保护性耕作技术方式，按照保护性耕作技术的自然灾害风险抵御效果，本文将未采纳保护性耕作技术、仅采纳秸秆还田技术、采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术从低到高赋值。由于因变量为有序分类变量，本文采用有序 Probit 模型进行实证估计。该模型的一般形式可表示如下：

$$Y^* = \beta_0 + \beta_1 Risk + \beta_2 Perception + \beta_3 X + \beta_4 Province + \xi \quad (12)$$

(12) 式中， Y^* 是潜变量， β_0 、 β_1 、...、 β_4 为待估计系数， ξ 是残差项，服从正态分布且方差为 σ^2 ，即 $\xi \sim N(0, \sigma^2)$ 。解释变量中， $Risk$ 为风险偏好指数（确定概率风险偏好指数或模糊概率

^①数据来源：国家统计局农村社会经济调查司（编），2019：《中国农村统计年鉴 2019》，北京：中国统计出版社。

^②数据来源：《2020-2026 年中国农作物秸秆行业市场经营风险及竞争策略建议分析报告》，http://www.sohu.com/a/321352115_100299669。

^③项目组将经营规模为所在县平均经营规模的 3 倍及以上的农户定义为规模户。

风险偏好指数), *Perception* 为风险感知, 这两个变量为核心被解释变量。 X 表示控制变量向量, 包括户主特征、生产经营特征和政策推广等方面的变量。 *Province* 为省份虚拟变量。

(三) 变量选择与描述性统计分析

1.被解释变量。本文的被解释变量是农户保护性耕作技术采纳方式, 为有序分类变量, 未采纳任何一种保护性耕作技术赋值为 1, 仅采纳秸秆还田技术赋值为 2, 采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术赋值为 3, 赋值越大说明采纳该技术越能降低自然灾害风险损失。考虑到保护性耕作技术的采纳存在 3~4 年的周期性 (例如一般 3 年深松一次), 本调查收集了农户 2014 年和 2017 年的保护性耕作技术采纳情况。本研究界定只要这两年中有一年采纳了保护性耕作技术则视为采纳。

表 4 显示, 29.98%的样本农户未采纳任何一种保护性耕作技术。在 591 户采纳保护性耕作技术的农户中, 有 337 户农户 (39.93%) 仅采纳了单一的秸秆还田技术, 剩余 254 户农户 (30.09%) 采纳了秸秆还田+免耕或深松组合技术。可以发现, 三项保护性耕作技术中, 样本农户对秸秆还田的采纳率较高, 而且在采纳秸秆还田技术时, 部分农户会选择同时搭配使用免耕或者深松技术。

表 4 样本农户保护性耕作技术采纳方式分布 (N=844)

保护性耕作技术采纳方式	样本数	比例 (%)
未采纳任何一种保护性耕作技术	253	29.98
仅采纳秸秆还田技术	337	39.93
采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术	254	30.09

2.核心解释变量。本文的核心解释变量是农户的风险偏好和风险感知。农户风险偏好指数的频数分布如图 1 所示。

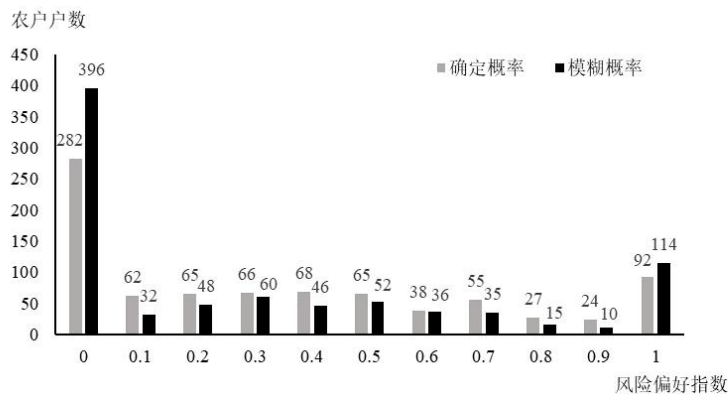


图 1 确定概率和模糊概率下农户的风险偏好指数频数分布

无论是确定概率下还是模糊概率下, 农户的风险偏好指数频数最高部分都集中在 0 处, 说明这些农户为极度风险规避型农户。为便于农户理解实验, 本文对实验方案进行了适当简化, 即设定为: 在“稳定奖励方案”中农户可以稳定地获得 20 元, 而且这样的设定对于每个农户来说均具有激励相容性, 也就是说, 参与实验的农户有 100%的可能性获得不同大小的奖励, 这进一步激发了农户选择稳定奖励的方案。这与 Liu (2013)、Tanaka et al. (2010) 等的研究发现相似, 即较高比例的农户持续选

择可以获得稳定奖励的方案。图 1 中，风险偏好指数低于 0.5 的农户数多于风险偏好指数高于 0.5 的农户数，说明无论是确定概率下还是模糊概率下，大部分农户的风险偏好程度较低，即大部分农户是风险厌恶的。确定概率下农户的平均风险偏好指数为 0.35，模糊概率下农户的平均风险偏好指数为 0.30。这说明，在面对不确定性较高的情况下，农户表现出较强的风险厌恶。这和 Ellsberg (1961)、屈文洲等 (2018) 提出的“模糊厌恶”是一致的，即在概率不确定的情况下，人们容易对模糊事物产生厌恶。

农户的风险感知状况通过如下问题来测量：“你预期未来气候条件会不会变差？”。当农户预期“未来气候条件会变差”时，即表示农户感知自然灾害风险的存在；反之，则表示农户感知自然灾害风险不存在。调查结果显示，844 户农户中，有 47% 的农户认为未来气候条件会变差，53% 的农户预期未来气候条件不会变差，即超过半数的农户对将来可能存在的自然灾害风险持乐观态度。

3. 控制变量。根据已有相关研究 (蔡荣、蔡书凯, 2012; 李卫等, 2017; 高杨等, 2019)，本文选取影响农户保护性耕作技术采纳的其它因素作为控制变量，包括户主特征 (户主年龄、户主受教育程度、户主是否是村干部、户主种植经验)、生产经营特征 (家庭人口规模、家庭年收入、家庭劳动力占比、作物种类、种植规模) 和政府推广 (技术培训、保护性耕作政府补贴)。

(1) 户主特征。一般认为，年龄较小、受教育程度较高和担任村干部的户主，对新技术的接受和理解能力较强，因而较倾向于采用保护性耕作技术。户主丰富的种植经验能在一定程度上帮助农户较好地抵御生产过程中的自然灾害风险，从而降低农户的保护性耕作技术需求。

(2) 生产经营特征。家庭人口规模越大、家庭年收入水平越低、家庭劳动力占比越高的农户，其家庭生活负担越重，可能越希望通过采纳风险抵御型的保护性耕作技术以降低风险损失，从而提高农业生产经营效益。不同种类的作物可能由于技术效果差异而存在技术采纳差异。保护性耕作技术采纳有一定的规模门槛，种植规模越大的农户，越有动力采纳保护性耕作技术。

(3) 政府推广。技术培训有利于增加农户对保护性耕作技术的了解程度和认可程度，提高农户的技术应用能力。因此，参加保护性耕作技术培训次数越多的农户越倾向于采用该技术。保护性耕作政府补贴是一种转移支付，能降低农户采用保护性耕作技术的成本，从而有利于促进农户采纳保护性耕作技术。

4. 变量描述性统计。表 5 为各变量的定义和描述性统计结果。844 户农户中，玉米种植户和水稻种植户大约各占一半。样本农户的平均种植规模为 90 亩^①，其中最大种植规模约为 1.3 万亩。被调查者平均年龄约为 56 岁，平均受教育年限为 6.8 年，约有 29% 的样本农户的户主曾经当过村干部。平均每个样本农户在 2014~2017 年间接受农业技术培训次数为 2.07 次，即平均一年不足一次。农户从事农业种植的年限平均为 32.02 年，种植经验较为丰富。样本农户的平均家庭人口规模约为 4 人，家庭年收入为 7.32 万元，其中最高家庭年收入为 69.1 万元。样本农户平均家庭劳动力 (即 16 周岁以上且 65 周岁以下的人口数) 占比约为 73%。

表 5 变量的说明及描述性统计

^①平均种植规模较大主要是因为抽样时抽取了一定比例的规模户。

风险偏好、风险感知与农户保护性耕作技术采纳

变量名称	变量含义及赋值	平均值	标准差	最小值	最大值
保护性耕作技术采纳	未采纳任何一种保护性耕作技术=1; 仅采纳秸秆还田技术=2; 采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术=3	2.00	0.84	1	3
确定概率风险偏好	确定概率下的风险偏好程度, 取值范围为0-1, 该值越大代表越偏好风险	0.35	0.35	0	1
模糊概率风险偏好	模糊概率下的风险偏好程度, 取值范围为0-1, 该值越大代表越偏好风险	0.30	0.36	0	1
风险感知	预期未来气候条件会不会变差: 会=1, 不会=0	0.47	0.50	0	1
种植规模	玉米或水稻种植规模, 单位: 千亩	0.09	0.49	5.00E-04	13.32
作物种类	玉米=1, 水稻=0	0.50	0.50	0	1
户主年龄	户主年龄, 单位: 岁	55.61	10.79	27	85
户主受教育程度	用受教育年限表示, 单位: 年	6.80	3.19	0	16
户主是否是村干部	户主是否是村干部, 是=1, 否=0	0.29	0.45	0	1
保护性耕作政府补贴	是否有保护性耕作补贴, 是=1, 否=0	0.25	0.43	0	1
技术培训	2014~2017年接受技术培训次数	2.07	3.36	0	20
户主种植经验	用种植年限表示, 单位: 年	32.02	13.58	2	68
家庭人口数	家庭人口规模, 统计口径包括: ①户口在家的学生; ②在家全年居住3个月以上; ③具有集体户口的学生和军人	4.16	1.78	1	13
家庭年收入	单位: 万元	7.32	9.14	0.03	69.10
家庭劳动力占比	劳动力人数占家庭总人口数的比例	0.73	0.25	0	1
地区虚拟变量(以四川为对照组)	河南=1, 否=0	0.22	0.42	0	1
	浙江=1, 否=0	0.25	0.43	0	1
	黑龙江=1, 否=0	0.25	0.43	0	1

五、实证结果分析

(一) 风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响

1. 基准回归。表6报告了确定概率风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响。列(1)在不考虑风险感知的情况下, 考察确定概率风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的影响, 该变量在5%的显著性水平下显著, 且系数为负。列(2)加入风险感知变量, 在考虑风险感知的情况下确定概率风险偏好变量依然显著, 且系数为负; 风险感知变量显著, 系数为正。从边际效应的具体结果来看, 确定概率风险偏好指数每提高0.1, 则农户不采纳任何一种保护性耕作技术的概率上升0.95%, 仅采纳秸秆还田技术的概率下降0.44%, 采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术的概率下降0.50%。感知风险存在的农户和感知风险不存在的农户相比, 不采纳任何一种保护性耕作技术的概率下降9.0%, 仅采纳秸秆还田技术的概率上升4.2%, 采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术的概率上升4.8%。

由此可知，农户的确定概率风险偏好程度越低，越感知到风险存在，就越倾向于采纳保护性耕作技术，尤其越倾向于采纳自然灾害风险抵御效果更明显的秸秆还田+免耕或深松组合技术。

在控制变量中，种植规模变量显著且系数为正，表明种植规模越大，农户越倾向于采纳保护性耕作技术尤其是秸秆还田+免耕或深松的组合技术。可能的原因有两点：一方面是大规模农户更担心自然灾害风险带来的巨大损失；另一方面是保护性耕作技术存在规模经济的特点，因此大规模更有利于保护性耕作技术的采纳，尤其是多种保护性耕作技术的组合使用。种植规模变量对农户保护性耕作技术采纳具有显著影响，也进一步验证了本研究在抽样过程中通过经营规模分层抽样保证抽取一定比例规模户的必要性。年龄变量显著且系数为正，表明户主年龄越大，越倾向于采纳秸秆还田技术，尤其是秸秆还田+免耕或深松的组合技术。可能的原因是，保护性耕作技术也是一种环境友好型技术，相比于年轻农户，户主年龄较大的农户更注重生态环境保护而倾向于采纳保护性耕作技术。户主受教育程度变量显著且系数为正，表明户主受教育程度越高的农户越倾向于使用保护性耕作技术，这可能的原因是受教育程度高的农户能更好地理解和应用保护性耕作技术，对技术的风险抵御功能认识得更加清晰，从而更倾向于使用保护性耕作技术，尤其是组合型的技术。政府补贴变量显著且系数为正，表明政府补贴促进了农户的保护性耕作技术采纳，这与李卫等（2017）的研究结果一致。此外，地区虚拟变量较为显著，说明保护性耕作技术采纳有显著的地区差异，可能的原因是技术采纳效果因地区而异，这与徐志刚等（2018）的研究结果一致。

表 6 确定概率风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响

	(1)	(2)	边际效应		
			未采纳	仅秸秆还田	秸秆还田+免耕 或深松
确定概率风险偏好	-0.332** (0.133)	-0.354*** (0.134)	0.095*** (0.036)	-0.044*** (0.017)	-0.050*** (0.019)
风险感知	—	0.337*** (0.093)	-0.090*** (0.024)	0.042*** (0.012)	0.048*** (0.014)
种植规模	0.440* (0.239)	0.471** (0.233)	-0.126** (0.062)	0.059** (0.030)	0.067** (0.034)
作物种类	0.010 (0.129)	0.027 (0.129)	-0.007 (0.035)	0.003 (0.016)	0.004 (0.018)
户主年龄	0.010* (0.006)	0.012* (0.006)	-0.003* (0.002)	0.002* (0.001)	0.002* (0.001)
户主受教育程度	0.033** (0.015)	0.033** (0.015)	-0.009** (0.004)	0.004** (0.002)	0.005** (0.002)
户主是否是村干部	-0.064 (0.100)	-0.055 (0.099)	0.015 (0.027)	-0.007 (0.012)	-0.008 (0.014)
技术培训	0.019 (0.015)	0.019 (0.014)	-0.005 (0.004)	0.002 (0.002)	0.003 (0.002)
户主种植经验	-0.003	-0.004	0.001	-0.000	-0.001

风险偏好、风险感知与农户保护性耕作技术采纳

	(0.004)	(0.004)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
保护性耕作政府补贴	0.322**	0.348**	-0.093**	0.044**	0.049**
	(0.137)	(0.137)	(0.036)	(0.018)	(0.019)
家庭人口规模	0.007	0.002	-0.000	0.000	0.000
	(0.032)	(0.032)	(0.009)	(0.004)	(0.005)
家庭年收入	-0.002	-0.004	0.001	-0.000	-0.001
	(0.006)	(0.006)	(0.002)	(0.001)	(0.001)
家庭劳动力占比	0.048	0.069	-0.018	0.009	0.010
	(0.180)	(0.182)	(0.049)	(0.023)	(0.026)
黑龙江	-0.773***	-0.786***	0.289***	-0.182***	-0.107***
	(0.145)	(0.146)	(0.051)	(0.038)	(0.022)
河南	2.952***	2.979***	-0.293***	-0.527***	0.820***
	(0.257)	(0.262)	(0.030)	(0.029)	(0.032)
浙江	0.147	0.180	-0.056	0.014	0.042
	(0.119)	(0.119)	(0.037)	(0.010)	(0.028)
观察值	844	844	844	844	844
Wald chi2	261.82	259.36	259.36	259.36	259.36
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pseudo R ²	0.353	0.360	0.360	0.360	0.360
Log Likelihood	-594.98	-588.36	-588.36	-588.36	-588.36

注：①括号内数值为稳健标准误；②***、**、*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著。

本文用模糊概率风险偏好代替表6回归中的确定概率风险偏好，表7报告了模糊概率风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响。比较表6和表7的结果，除了系数大小有差异之外，变量的显著性和系数符号基本一致。表7列（1）在不考虑风险感知的情况下，考察模糊概率风险偏好对保护性耕作技术的影响，该变量在5%的显著性水平下显著，且系数为负。列（2）加入风险感知变量，在考虑风险感知的情况下模糊概率风险偏好变量依然在5%的显著性水平下显著，且系数为负；风险感知变量也显著且系数为正。从边际效应的具体结果来看，模糊概率风险偏好指数每提高0.1，则农户不采纳任何一种保护性耕作技术的概率上升0.80%，仅采纳秸秆还田技术的概率下降0.38%，采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术的概率下降0.42%。感知风险存在的农户和感知风险不存在的农户相比，不采纳任何一种保护性耕作技术的概率下降9.1%，仅采纳秸秆还田技术的概率上升4.3%，采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术的概率上升4.8%。控制变量的回归结果和表6基本一致，在此不再赘述。

表7的回归结果表明，农户的模糊概率风险偏好程度越低，越感知到风险存在，就越倾向于采纳保护性耕作技术，尤其越倾向于采纳风险抵御效果更明显的秸秆还田+免耕或深松组合技术。比较表6和表7的结果可以发现，确定概率风险偏好的系数绝对值大于模糊概率风险偏好的系数绝对值，这主要是由农户的“模糊厌恶”特质导致的。确定概率风险偏好和模糊概率风险偏好的区别是后者包含了农户对不确定性概率（即模糊情境）的态度。农户对于保护性耕作技术抵御风险、降低收益损失的概率分布是模糊的，从而会倾向于选择“维持现状”，即不采纳保护性耕作技术。这为农户的“模糊厌恶”理

论增加了现实证据。

表7 模糊概率风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳的影响

	(1)	(2)	边际效应		
			未采纳	仅秸秆还田	秸秆还田+免耕或深松
模糊概率风险偏好	-0.266** (0.120)	-0.298** (0.121)	0.080** (0.032)	-0.038** (0.016)	-0.042** (0.017)
风险感知	—	0.342*** (0.093)	-0.091*** (0.024)	0.043*** (0.012)	0.048*** (0.014)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
地区虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
观察值	844	844	844	844	844
Wald chi2	264.07	261.79	261.79	261.79	261.79
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pseudo R ²	0.352	0.359	0.359	0.359	0.359
Log Likelihood	-595.89	-589.11	-589.11	-589.11	-589.11

注：①括号内数值为稳健标准误；②***、**和*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著；③控制变量和地区虚拟变量的估计结果略。

2. 稳健性检验。为了进一步检验上述实证分析结果的稳健性，本文分别通过更换模型形式（将有序 Probit 模型更换成 OLS 模型）和调整核心解释变量测量方式（调整风险偏好的测量方式）对表 6 和表 7 的基准回归结果进行稳健性检验。对于调整风险偏好的测量方式，考虑到农户在实际实验过程中存在 A 和 B 选项之间选择跳转的现象（例如从 A 选项跳转到 B 选项之后，又跳回 A 选项），本文选择以农户首次选择跳转为准测量风险偏好指数，这在一定程度上能够反映农户风险偏好的传递性和一致性。

如表 8 所示，更换 OLS 模型和调整风险偏好测量方式后的回归结果与表 6 和表 7 的基准回归结果相比，不管是变量的显著性还是系数符号，其结果都是一致的。稳健性检验的结果均支持确定概率风险偏好、模糊概率风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的负向影响和风险感知对农户保护性耕作技术采纳的正向影响，由此研究假说 1 和研究假说 2 成立。

表8 风险偏好、风险感知对农户保护性耕作技术采纳影响的稳健性检验

	更换模型：OLS回归		风险偏好测量以首次选择跳转为准	
	(1)	(2)	(3)	(4)
确定概率风险偏好	-0.145*** (0.056)	—	-0.383*** (0.133)	—
模糊概率风险偏好	—	-0.126** (0.052)	—	-0.279** (0.121)
风险感知	0.130*** (0.038)	0.133*** (0.038)	0.331*** (0.093)	0.343*** (0.093)

风险偏好、风险感知与农户保护性耕作技术采纳

控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
地区虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制
观察值	844	844	844	844
Wald chi2或F值	151.99	153.18	258.79	261.52
Prob > chi2或Prob > F值	0.000	0.000	0.000	0.000
Pseudo R ²	0.531	0.531	0.361	0.359
Log Likelihood	—	—	-587.84	-589.49

注：①括号内数值为稳健标准误；②***、**、*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著；③回归（1）和（2）为最小二乘估计，对应的统计量为F值；④回归（3）和（4）为极大似然估计，对应的统计量为Wald chi2；⑤控制变量和地区虚拟变量的估计结果略。

（二）风险感知的调节作用分析

考察风险感知对风险偏好影响农户保护性耕作技术采纳行为的调节作用时，本文利用分组回归的方法进行检验（温忠麟等，2005），即分别检验农户在感知风险存在和感知风险不存在的情况下，风险偏好对农户保护性耕作技术采纳行为的影响。表9中的回归（1）和回归（2）分别反映了感知风险不存在和感知风险存在两种情况下确定概率风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的影响，结果显示：当农户感知风险不存在时，即预期未来气候不会变差的情况下，确定概率风险偏好对其保护性耕作技术采纳的影响在5%的显著性水平下不能通过检验；而当农户感知风险存在时，即预期未来气候会变差的情况下，确定概率风险偏好对其保护性耕作技术采纳的影响在5%的显著性水平下显著且系数为负。回归（3）和回归（4）分别反映了感知风险不存在和感知风险存在两种情况下模糊概率风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的影响，也能得出类似于回归（1）和回归（2）比较的结果，即感知风险存在的情况下，模糊概率风险偏好变量在5%的显著性水平下通过检验，系数为负。

表9 不同风险感知情况下风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的影响

	感知风险不存在	感知风险存在	感知风险不存在	感知风险存在
	(1)	(2)	(3)	(4)
确定概率风险偏好	-0.299 (0.187)	-0.404** (0.198)	—	—
模糊概率风险偏好	—	—	-0.261 (0.171)	-0.346** (0.173)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
地区虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制
观察值	449	395	449	395
Wald chi2	170.79	134.35	170.31	137.90
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000
Pseudo R ²	0.389	0.343	0.389	0.343
Log Likelihood	-290.33	-283.25	-290.615	-283.47

注：①括号内数值为稳健标准误；②***、**、*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著；③控制变量和地区虚拟变量的估计结果略。

上述分析表明，风险感知增强了风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的影响，这主要是因为：当

农户感知到风险存在，即认为将来的气候会变差导致农业经营面临风险时，越是风险厌恶的农户，就越倾向于采纳保护性耕作技术；反之，如果感知风险不存在，对农户而言，“不采纳任何一种技术”、“仅采纳秸秆还田技术”和“采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术”三者的风险抵御能力在不存在自然灾害风险的情况下是没有差异的。因此，感知风险不存在的情况下，风险偏好不影响农户对保护性耕作技术的采纳。这说明，研究假说3成立。

为了进一步检验上述实证分析结果的稳健性，采用上文的稳健性检验方法，即分别通过更换模型和调整核心解释变量测量方式对表9的基准回归结果进行稳健性检验。更换OLS模型和调整风险偏好测量方式后的回归结果如表10所示。与表9的基准回归结果相比，不管是变量的显著性和系数符号，还是不同分组下风险偏好变量显著性的差异，结果都是一致的。稳健性检验的结果均支持风险感知对风险偏好影响农户保护性耕作技术采纳的增强调节作用。

表10 不同风险感知情况下风险偏好对农户保护性耕作技术采纳影响的稳健性检验

	更换模型：OLS回归				风险偏好测量以首次选择跳转为准			
	感知风险不存在		感知风险存在		感知风险不存在		感知风险存在	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
确定概率风险偏好	-0.114 (0.071)	—	-0.173** (0.087)	—	-0.226 (0.187)	—	-0.531*** (0.195)	—
模糊概率风险偏好	—	-0.102 (0.066)	—	-0.151* (0.080)	—	-0.210 (0.172)	—	-0.338** (0.172)
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
地区虚拟变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
观察值	449	449	395	395	449	449	395	395
Wald chi2或F值	105.69	105.64	59.38	59.48	171.20	170.91	135.91	138.11
Prob > chi2 或Prob > F值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pseudo R ²	0.565	0.564	0.507	0.506	0.388	0.388	0.346	0.342
Log Likelihood	—	—	—	—	-290.90	-290.99	-281.83	-283.55

注：①括号内数值为稳健标准误；②***、**和*分别表示在1%、5%和10%的统计水平上显著；③回归(1)~(4)为最小二乘估计，对应的统计量为F值；④回归(5)~(8)为极大似然估计，对应的统计量为Wald chi2；⑤控制变量和地区虚拟变量的估计结果略。

六、结论与启示

(一) 结论

本文基于黑龙江、河南、浙江和四川4省844户玉米种植户和水稻种植户的微观数据，关注不采纳任何一种保护性耕作技术、仅采纳秸秆还田技术和采纳秸秆还田+免耕或深松组合技术三种耕作方式，从风险偏好和风险感知视角实证检验农户风险特性对农户保护性耕作技术采纳的影响，结论如下：

(1) 农户风险偏好和风险感知对农户保护性耕作技术采纳具有显著影响，风险偏好程度低、感知

风险存在的农户更倾向于采纳秸秆还田技术，尤其是秸秆还田+免耕或深松组合技术。保护性耕作技术具有降低自然灾害风险损失的功能，上述三种耕作方式的风险抵御能力逐渐增强。因此，风险偏好程度低、感知存在自然灾害风险的农户会倾向于采纳秸秆还田技术尤其是秸秆还田+免耕或深松以降低自然灾害风险的损失；反之，风险偏好程度较高、感知自然灾害风险不存在或较小的农户采纳保护性耕作技术的可能性较低。另外，本研究还发现，确定概率风险偏好对农户保护性耕作技术采纳的影响大于模糊概率风险偏好的影响，由此验证了农户存在“模糊厌恶”。

(2) 农户风险感知对风险偏好影响农户保护性耕作技术采纳具有正向调节作用。具体而言，当农户感知到存在自然灾害风险时，风险偏好对其保护性耕作技术采纳具有显著的正向影响；当农户感知自然灾害风险不存在时，风险偏好对其保护性耕作技术采纳的影响不显著。

(二) 政策启示

本文研究结论具有一定的政策意义。第一，利用农户风险规避心理，有效引导农户使用保护性耕作技术。推广保护性耕作技术是推动农业可持续发展的重要手段。农户作为保护性耕作技术的使用主体，相关部门在保护性耕作技术推广的过程中应着重强调保护性耕作技术降低自然灾害风险的功能，从而提高农户的技术采纳率。第二，通过事前手段降低农户对保护性耕作技术的模糊性。基于农户的“模糊厌恶”特质，政策制定者需要通过事前手段来降低农户对保护性耕作技术的模糊性，增强农户对保护性耕作技术的了解和信任，从而促进农户的保护性耕作技术采纳。具体地，可以通过技术培训、技术示范、技术援助等服务解决该问题。第三，加强农业生产自然灾害风险宣传，提高农户风险感知。不同农户对农业生产的自然灾害风险感知不同，对保护性耕作技术采纳存在异质性。因此，相关部门应当加强对农业生产风险的科普和宣传，让农户对农业经营过程中面临的自然灾害风险有清晰全面的认识，提升农户风险感知水平，从而提升保护性耕作技术采用需求。

参考文献

- 1.曹光乔、张宗毅，2008：《农户采纳保护性耕作技术影响因素研究》，《农业经济问题》第8期。
- 2.陈素英、张喜英、裴冬、孙宏勇，2004：《秸秆覆盖对夏玉米田棵间蒸发和土壤温度的影响》，《灌溉排水学报》第4期。
- 3.陈帅，2015：《气候变化对中国小麦生产力的影响——基于黄淮海平原的实证分析》，《中国农村经济》第7期。
- 4.蔡荣、蔡书凯，2012：《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》，《资源科学》第34卷第9期。
- 5.邓智惠、刘新梁、李春阳、闫洪奎，2015：《深松及秸秆还田对表层土壤物理性状及玉米产量的影响》，《作物杂志》第6期。
- 6.高焕文、何明、尚书旗、房孝全，2013：《保护性耕作高产高效体系》，《农业机械学报》第44卷第6期。
- 7.高杨、牛子恒，2019，《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》，《中国农村经济》第8期。
- 8.黄季焜、胡瑞法、孙振玉，2000：《让科学技术进入农村的千家万户——建立新的农业技术推广创新体系》，《农业经济问题》第21卷第4期。

- 9.贺志武、胡伦、陆迁, 2018:《农户风险偏好、风险认知对节水灌溉技术采纳意愿的影响》,《资源科学》第40卷第4期。
- 10.居焯、许吟隆、熊伟, 2007:《气候变化对我国农业的影响》,《环境保护》第11期。
- 11.李卫、薛彩霞、姚顺波、朱瑞祥, 2017:《农户保护性耕作技术采用行为及其影响因素:基于黄土高原476户农户的分析》,《中国农村经济》第1期。
- 12.龙方、杨重玉、彭澧丽, 2011:《自然灾害对中国粮食产量影响的实证分析——以稻谷为例》,《中国农村经济》第5期。
- 13.禄兴丽、廖允成, 2014:《保护性耕作对旱作夏玉米苗期土壤水热及作物产量的影响》,《土壤通报》第45卷第1期。
- 14.吕亚荣、陈淑芬, 2010:《农民对气候变化的认知及适应性行为分析》,《中国农村经济》第7期。
- 15.马守义、谢丽华、朱广石, 2018:《黑土地保护性耕作技术的思考》,《玉米科学》第26卷第1期。
- 16.仇焕广、栾昊、李瑾、汪阳洁, 2014:《风险规避对农户化肥过量施用行为的影响》,《中国农村经济》第3期。
- 17.屈文洲、崔峻培, 2018:《宏观不确定性研究新进展》,《经济学动态》第3期。
- 18.唐利群、周洁红、于晓华, 2017:《采用保护性耕作对减少水稻产量损失的实证分析——基于4省1080个稻农的调研数据》,《自然资源学报》第32卷第6期。
- 19.王金霞、张丽娟、黄季焜、Scott Rozelle, 2009:《黄河流域保护性耕作技术的采用:影响因素的实证研究》,《资源科学》第31卷第4期。
- 20.温美娟、王成宝、霍琳、姜万礼、杨思存, 2019:《深松和秸秆还田对甘肃引黄灌区土壤物理性状和玉米生产的影响》,《应用生态学报》第30卷第1期。
- 21.温忠麟、侯杰泰、张雷, 2005:《调节效应与中介效应的比较和应用》,《心理学报》第2期。
- 22.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。
- 23.朱臻、黄晨鸣、徐志刚、沈月琴、白江迪, 2016:《南方集体林区林农风险偏好对于碳汇供给意愿的影响分析——浙江省风险偏好实验案例》,《资源科学》第38卷第3期。
- 24.朱萌、齐振宏、罗丽娜、黄建、李欣蕊、张董敏, 2015:《不同类型稻农保护性耕作技术采纳行为影响因素实证研究——基于湖北、江苏稻农的调查数据》,《农业现代化研究》第36卷第4期。
- 25.Archer, D.W., A.D. Halvorson, and C.A. Reule, 2008, "Economics of Irrigated Continuous Corn under Conventional-Till and No-Till in Northern Colorado", *Agronomy Journal*, 100(4): 1166-1172.
- 26.Batz, F.J., K.J. Peters, and W. Janssen, 1999, "The Influence of Technology Characteristics on the Rate and Speed of Adoption", *Agricultural Economics*, 21(2):121-130.
- 27.Barham, B.L., J.P. Chavas, D. Fitz, R. Vanessa, and L. Schechter., 2014, "The Role of Risk and Ambiguity in Technology Adoption", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 97(1):204-218.
- 28.Botzen, W.J.W., J.C.J.H. Aerts, and J.C.J.M. van den Bergh, 2009, "Willingness of Homeowners to Mitigate Climate Risk through Insurance", *Ecological Economics*, 68(8-9):2265-2277.

29. Brick, K., and M. Visser, 2015, "Risk Preference, Technology Adoption and Insurance Update: A Framed Experiment", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 118(11): 383-396.
30. Du, Z.L., and T.S. Ren, 2006, "Evaluation of the S Theory in Quantify Soil Physical Quality", The Eighteenth Anniversary of World Congress of Soil Science, Pennsylvania: Philadelphia.
31. Ding, Y.A., and K. Schoengold, 2009, "The Impact of Weather Extremes on Agricultural Production Methods: Does Drought Increase Adoption of Conservation Tillage Practices?", *Journal of Agricultural & Resource Economics*, 34(3):395-411.
32. Ellsberg, D., 1961, "Risk, Ambiguity and the Savage Axioms", *Quarterly Journal of Economics*, 75(4):643-669.
33. Giovanni, T., S.D. Simone, M. Sigura, F. Boscutti, and L. Marini, 2016, "Conservation Tillage Mitigates the Negative Effect of Landscape Simplification on Biological Control", *Journal of Applied Ecology*, 53(1):233-241.
34. Just, R.E., and R.D. Pope, 1979, "Production Function Estimation and Related Risk Considerations", *American Journal of Agricultural Economics*, 61(2):276-284.
35. Kahneman, D., and D. Lovallo, 1993, "Timid Choices and Bold Forecasts: A Cognitive Perspective on Risk Taking", *Management Science*, 39(1):17-31.
36. Kahneman, D., and A. Tversky, 1984, "Choice, Values and Frames", *American Psychologist*, 39(4): 341-350.
37. Karl, T.R., G.A. Meehl, and C.D. Mille, 2008, *Weather and Climate Extremes in a Changing Climate*, Washington, DC: US Climate Change Science Program.
38. Kurkalova, L., C. Kling, and J. Zhao, 2006, "Green Subsidies in Agriculture: Estimating the Adoption Costs of Conservation Tillage from Observed Behavior", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 54(2):247-267.
39. Khanna, M., 2001, "Sequential Adoption of Site-specific Technologies and Its Implications for Nitrogen Productivity: A Double Selectivity Model", *American Journal of Agricultural Economics*, 83(1):35-51.
40. Liu, E.M., 2013, "Time to Change What to Sow: Risk Preferences and Technology Adoption Decisions of Cotton Farmers in China", *Review of Economics and Statistics*, 95(4): 1386-1403.
41. Lusk, J.L., and K.H. Coble, 2005, "Risk Perceptions, Risk Preference, and Acceptance of Risky Food", *American Journal of Agricultural Economics*, 87(2):393-405.
42. Lopes, L.L., 1986, "Between Hope and Fear: The Psychology of Risk", *Advances in Experimental Social Psychology*, 20(3):255-295.
43. Leathers, H.D., J.C. Quiggin, 1991, "Interactions between Agricultural and Resource Policy: The Importance of Attitudes toward Risk", *American Journal of Agricultural Economics*, 73(3):757-764.
44. Pratt, J.W., 1964, "Risk Aversion in the Small and in the Large", *Econometrica*, 32(1):122-136.
45. Roumasset, J.A., 1976, *Rice and Risk: Decision-making among Low-income Farmers*, Amsterdam: North-Holland Press.
46. Scott, J.C., 1997, *The Moral Economy of the Peasant: Rebellion and Subsistence in Southeast Asia*, New Haven and London: Yale University Press.
47. Schoengold, K., Y. Ding, and R. Headlee, 2015, "The Impact of AD HOC Disaster and Crop Insurance Programs on the Use of Risk-Reducing Conservation Tillage Practices", *American Journal of Agricultural Economics*, 97(3):897-919.

48.Schneider, S., S. Semenov, A. Patwardhan, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez, and F. Yamin, 2007, *Assessing Key Vulnerabilities and the Risk from Climate Change*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.

49.Tanaka, T., C.F. Camerer, and Q. Nguyen, 2010, "Risk and Time Preferences: Linking Experimental and Household Survey Data from Vietnam", *American Economic Review*, 100(1):557-571.

(作者单位：中国人民大学农业与农村发展学院)

(责任编辑：何 欢)

Risk Preference, Risk Perception and Farmers' Adoption of Conservation Tillage

Qiu Huanguang Su Liufang Zhang Yitong Tang Jianjun

Abstract: Based on a dataset of 844 rice or corn growers in four provinces, this study obtains farmers' risk preference index by using the method of experimental economics and investigates the effect of farmers' risk preferences and risk perception on their adoption of conservation tillage technology. The main results are twofold. First, the farmers with a higher level of risk aversion and risk perception are more likely to adopt straw-returning-to-farmland (SRTF) technique, particularly the techniques combining SRTF and no-tillage or sub-soiling. Risk preference under given probabilities can play a more important role than risk preference under ambiguous probabilities when it comes to influencing farmers' adoption of conservation tillage, demonstrating that the surveyed farmers have the characteristics of ambiguity aversion. Second, risk perception mediates the relationship between farmers' risk preference and their adoption of conservation tillage, i.e. the impact of risk preference on adoption of conservation tillage is stronger among the farmers with a higher level of risk perception, and vice versa.

Key Words: Risk Preference; Ambiguity Aversion; Risk Perception; Experimental Economics; Conservation Tillage