

引用格式:高雪,周晓时,李谷成.农业保险对农业生产韧性的非线性影响[J].资源科学,2025,47(12):2635-2649.[Gao X, Zhou X S, Li G C. Nonlinear impact of agricultural insurance on agricultural production resilience[J]. Resources Science, 2025, 47(12): 2635-2649.] DOI: 10.18402/resci.2025.12.07

# 农业保险对农业生产韧性的非线性影响

高 雪<sup>1,2</sup>,周晓时<sup>3</sup>,李谷成<sup>4</sup>

(1. 东北大学秦皇岛分校经济学院,秦皇岛 066004;2. 东北大学工商管理学院,沈阳 110167;3. 中国农业大学经济管理学院,北京 100083;4. 华中农业大学经济管理学院,武汉 430070)

**摘要:**【目的】在气候风险加剧背景下,通过农业保险提升农业生产韧性对保障农产品供给安全具有重要意义。尽管我国农业保险参保水平不断提升,但保险理赔不标准、地区差异大等问题仍然存在,制约了保险保障功能的发挥。本文基于农业生产的阶段性特征,构建农业保险参保水平影响农业生产韧性的分析框架,讨论保险理赔水平在二者间的门槛作用。【方法】利用2007—2022年中国省级面板数据,采用熵权法测度农业生产韧性(包括抵抗能力、恢复能力和转型能力),运用面板门槛回归模型,以农业保险理赔水平为门槛变量,考察农业保险参保水平对农业生产韧性的非线性影响。【结果】①样本期内中国农业生产的恢复能力最强,抵抗能力次之,转型能力最弱。②人均保险理赔水平低于门槛值时,农业保险显著提升了农业生产韧性;超过门槛值后,这种提升效应消失。③分维度看,当理赔水平低于门槛值时,农业保险对抵抗能力和恢复能力具有提升作用,对转型能力具有抑制作用。但当理赔水平高于门槛值时,农业保险对抵抗能力的提升作用明显减弱,对恢复能力的提升作用转为抑制作用,对转型能力产生积极影响。④异质性分析发现,农业保险对非粮食主产区农业生产韧性的提升效应大于粮食主产区;对北方地区的提升效应大于南方地区。【结论】农业保险对农业生产韧性具有提升作用,但随着保险理赔的提高,该提升作用受到制约。未来应多渠道宣传农业保险政策,加快提高农户对农业保险的参与度,同时定期评估保险理赔的合理区间,增强道德风险防范能力。

关键词:农业保险;农业生产韧性;熵权法;门槛回归;中国

DOI: 10.18402/resci.2025.12.07

## 1 引言

农业既是国民经济的基础产业,也是受自然环境影响最为显著的部门。近年来,气候变化加剧了农业生产面临的风险与挑战。数据显示,1961—2023年,我国地表平均气温上升速度达到每10年0.30 °C,显著高于同期全球平均水平;在升温影响下,极端天气事件频发,仅2023年就造成农作物受灾面积达10539.3千hm<sup>2</sup>。为强化农业防灾减灾能力、提升农业生产韧性,中国政府坚持完善农业风险管理体系建设,特别是在农业保险领域,已取得显著

进展。农业保险是促进农业现代化、保障粮食安全和稳定农民收入的重要工具。自2007年我国提出农业保险保费补贴政策以来,我国农业保险覆盖范围不断扩大。2024年我国实现了农业保险保费规模1500亿元,较2007年的51.8亿元增加了约28倍;农业保险覆盖了粮食作物、油料作物等16个大宗农产品和60多个地方特色农产品,较2007年大幅提升;三大粮食作物农业保险覆盖率也增至70%以上。然而,在农业保险覆盖范围不断扩大的同时,保险赔付不科学问题愈发凸显,表现为实际赔付偏

收稿日期:2024-12-03;修订日期:2025-05-10

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目(24YJC790048);中国农业大学2115人才工程项目

作者简介:高雪,女,河北秦皇岛人,讲师,研究方向为农业生产经济学。E-mail: gaoxue@neuq.edu.cn

通讯作者:李谷成,男,湖南长沙人,教授,研究方向为农业经济理论与政策。E-mail: lgcabc@mail.hzau.edu.cn

离标准、理赔地区差异大<sup>[2-4]</sup>。例如,2023年河南部分地区遭遇“烂场雨”,一些农户实际获赔仅每亩20元,远低于赔付标准<sup>[5]</sup>。这种现状引发了一个关键问题:在“高覆盖、低保障”下,农业保险能否有效提升农业生产部门应对风险冲击的韧性?

围绕这一问题,相关研究可以被划分为以下3个方面。①关于农业生产韧性的概念界定。根据联合国粮农组织于2021年发布的报告,农业生产韧性是农业系统韧性的重要组成部分,直接关系到农业系统在遭遇风险冲击时,能否为所有人提供充足、安全和营养的农产品<sup>[6,7]</sup>。在概念界定上,农业生产韧性是指农业生产所具备的抵抗风险冲击、快速调整恢复以及持续发展的能力。根据该界定,学者将农业生产韧性解构为3个维度:抵抗能力、恢复能力和转型能力<sup>[8-12]</sup>。其中,抵抗能力反映在遭遇风险冲击时的抵御水平;恢复能力反映在遭遇风险冲击时恢复至原有状态的速度和能力;转型能力反映保持增长和发现新增长动力的能力<sup>[13-17]</sup>。②关于农业保险作为风险管理工具的功能研究。农业保险具有事前风险转移和事后损失补偿功能,且二者会影响农户农技采用行为<sup>[18-20]</sup>。相较于事后补偿,事前风险转移所带来的影响更复杂,因为事前风险转移既能发挥激励作用,也能触发农业保险中潜在的道德风险<sup>[21,22]</sup>。道德风险是指参保人因参与了保险而减少自身对预防性或应对措施的采用<sup>[23]</sup>。学者们关注由农业保险引发的道德风险,并明确道德风险的表现,如农户不再积极采用保护性耕作技术或节水灌溉技术<sup>[24-27]</sup>。③探讨农业保险对农业生产韧性的影响,但研究结论尚不明确。部分研究认为农业保险参保对农业生产韧性具有促进作用。例如,令涛等<sup>[28]</sup>发现,农业保险参保水平能提升农业生产韧性,具体表现为参保水平对恢复能力和转型能力具有正向影响,但对抵抗能力的影响不显著;权天舒等<sup>[29]</sup>以政策性农业保险为研究重点,发现其显著提升了农业经济韧性。然而,有研究指出,农业保险参保与农业生产韧性之间并非简单的线性关系,而是存在非线性特征。例如,周密等<sup>[30]</sup>将道德风险因素纳入分析中,发现农业保险参保水平与粮食生产韧性之间存在明显的“倒U”型关系。

上述研究具有重要参考价值,但也存在两方面

局限:①学者关注农业保险参保对农业生产韧性的积极影响,在此过程中,假定农业保险参保者均能获得标准或充分的保险理赔。事实上,虽然中国农业保险的覆盖面不断提升,但保险理赔不科学问题仍然存在。例如,有的农户得到了灾后理赔,但得到的理赔水平较低;相反,有的农户得到的理赔水平较高<sup>[5]</sup>。随着理赔水平的提高,农业保险中潜在的道德风险很可能被激活,从而使农业保险参保与农业生产韧性呈现非线性关系。因此,有必要将保险理赔纳入农业保险参保的韧性效应评估中,探究其在农业保险参保与农业生产韧性之间的门槛作用。②已有研究聚焦农业保险参保对农业生产韧性的整体性影响,较少剖析其对农业生产韧性不同维度的影响。农业生产韧性的抵抗能力、恢复能力和转型能力3个维度,可依次对应农业生产的初期、中期和后期阶段。结合农业生产的阶段性特征,分析农业保险对农业生产韧性不同维度的影响,有助于揭示农业保险的韧性效应,并为制定更具针对性的保险优化政策提供科学依据。

为弥补现有研究不足,本文以保险理赔水平为门槛变量,考察农业保险参保对农业生产韧性的非线性影响。通过对韧性的解构,从理论上阐释农业保险参保对抵抗能力、恢复能力和转型能力的非线性影响。在此基础上,结合3个维度在短期内发生变化的难易程度,明确农业保险参保对农业生产韧性的非线性影响特征。选取2007—2022年省级面板数据,采用熵权法对农业生产韧性及其不同维度进行测度,运用面板门槛回归模型进行实证检验。本文的边际贡献有2个方面:①将农业保险参保、农业保险理赔和农业生产韧性纳入到一个分析框架下,重点考察农业保险理赔在农业保险参保影响农业生产韧性中的门槛调节效应。所得结论不仅拓展了农业生产韧性提升的分析视角,也为制定激励相容的农业保险优化政策提供了科学依据。②不仅关注农业保险参保对农业生产韧性的整体性影响,而且基于农业生产的阶段性特征,深入剖析农业保险参保对抵抗能力、恢复能力和转型能力的影响,为全面理解农业保险的韧性效应提供理论依据。

## 2 理论分析

农业生产韧性的提升建立在抵抗能力、恢复能

力和转型能力提升的基础上,同时与农业生产的阶段性特征相契合。农业保险具有“事前参保、事后补偿”的时序特征。农户需要在生产活动开始前完成投保,并在发生规定损失的条件下获得理赔<sup>[21]</sup>。由此,农业保险将通过“事前参保、事后补偿”两个层面影响农业生产韧性的3个维度(图1)。“事前参保”有助于稳定农户的收入预期,进而激励农户在生产初期采取气候变化防范策略(如抗逆性品种),提升抵抗能力。同时,通过稳定收入预期,“事前参保”还能激励农户在生产中期采取气候变化应对策略(如节水灌溉技术),从而提升恢复能力。“事后补偿”则通过提供赔付资金,在生产后期帮助农户采用更高效的生产方式(如精准施肥、智能喷药),从而提升转型能力。需要说明的是,农业保险理赔水平在实践中存在高低差异,这将影响农户在农业生产初期、中期和后期的技术采用决策,进而对抵抗能力、恢复能力和转型能力产生影响。

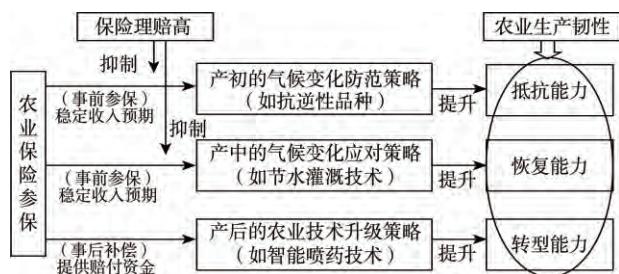


图1 农业保险参保影响农业生产韧性的理论分析

Figure 1 Theoretical analysis of impact of agricultural insurance participation on agricultural production resilience

## 2.1 农业保险参保影响农业生产韧性之抵抗能力的门槛效应

在农业生产初期,农户积极采用气候变化防范策略能提高农业生产韧性之抵抗能力。随着全球气候变暖的持续,极端天气事件呈增多态势,给农业生产带来了严峻挑战,也凸显了防患于未然的重要性。农业保险的核心功能在于将农户面临的风险从其自身转移到保险机构或政府,助推农户形成稳定的收入预期,从而愿意尝试气候变化防范策略。已有研究发现,农业保险参保有助于农户采用先进农业生产技术<sup>[30]</sup>,且部分技术能抵御气候变化对农业生产的不利影响。例如,采用抗逆性品种能在一定程度上减缓高温、强降水对农作物生长的抑

制作用,进而增强农作物产出的稳定性<sup>[31-33]</sup>;采用保护性耕作技术能提升土壤的蓄水保墒能力,进而提升农作物在高温胁迫下的生理适应性。然而,农业保险参保对抵抗能力的提升效应不会一直持续。当农户对保险理赔水平的预期超过某一阈值时,他们很可能减少对气候变化防范策略的采用,以期降低农业生产成本。已有研究发现,为降低农业生产成本,部分参保农户会放弃对保护性耕作技术的采用<sup>[24]</sup>。因此,当保险理赔水平未超过一定门槛值时,农业保险参保对抵抗能力具有提升作用;但超过门槛值后,这种提升作用将受到削弱。

## 2.2 农业保险参保影响农业生产韧性之恢复能力的门槛效应

在农业生产中期,农户积极采用气候变化应对策略能够提高农业生产韧性之恢复能力。作为气候变化应对策略的核心组成部分,节水灌溉技术能显著降低农业对自然降水的依赖度,保证农作物在降水不充足和高温天气时的正常生长。例如,水稻生殖生长期遭遇持续高温天气时,农户可以通过节水灌溉技术来保障作物的水分供应,帮助其从缺水胁迫中恢复正常生长状态<sup>[34]</sup>。农业保险具有风险分担和稳定农户预期的功能,从而有助于农户采用气候变化应对策略。已有研究发现,农业保险参保能促进农户改进灌溉设备与技术<sup>[22]</sup>。但是,农业保险参保对恢复能力的提升效应不会一直持续。随着农户参保经验的积累,其对农业保险理赔水平的预期会逐步更新。如果农户对理赔水平的预期超过某一阈值,农户很可能会减少对农业灌溉设备和技术等的资金投入力度,以降低农业生产成本。已有研究发现,风险厌恶型农户会因购买农业保险而降低对节水灌溉技术的采用意愿和投入力度<sup>[26]</sup>。因此,当保险理赔水平未超过一定门槛值时,农业保险参保对恢复能力具有提升作用;但超过门槛值后,这种提升作用将被削弱。

## 2.3 农业保险参保影响农业生产韧性之转型能力的门槛效应

在农业生产后期,农作物的受灾情况及损失程度基本确定,参保农户可根据灾损情况获得保险赔付。这些赔付既可以帮助农户偿还短期债务(如当年农资账),也可以为农户引入精准施肥、智能喷

药等现代农业技术提供一定资金支持。通过精准施肥与智能喷药技术,农户能有效应对连续强降水导致的土壤养分流失和病虫害增多等问题,从而优化资源投入、减轻环境负担,推动农业生产向现代化、集约化和绿色化方向转型。但是,农业保险参保对农户现代农业技术采纳行为的作用会受到保险理赔水平的影响。当保险理赔水平低于某一阈值时,农户开展新一轮农业生产的积极性将大打折扣,部分农户将会有选择退出农业生产<sup>[35-37]</sup>。而当保险理赔水平超过某一门槛值时,农户从事农业生产的信心将显著提升。种植信心的提升不仅能提高农户对精准施肥、智能喷药等技术的采纳意愿,还能激励农户转入土地以实现规模化经营。土地规模化经营可进一步促进农户采用数智化技术。因此,当保险理赔水平未超过一定门槛值时,农业保险参保对这种转型能力具有抑制作用;但超过门槛值后,这种抑制作用将会得到缓解。

#### 2.4 农业保险参保影响农业生产韧性的门槛效应

综上可知,当纳入保险理赔水平时,农业保险参保对农业生产韧性3个维度(抵抗能力、恢复能力、转型能力)的影响具有门槛效应。进一步地,这3个维度的门槛效应将使农业保险参保对农业生产韧性的整体影响也具有门槛效应。相较于转型能力,抵抗能力和恢复能力更容易在短期内发生变化,因而农业保险参保对农业生产韧性的门槛效应主要取决于农业保险参保对抵抗能力和恢复能力的门槛效应。因此,当保险理赔水平未超过一定门槛值时,农业保险参保对农业生产韧性具有提升作用;但超过门槛值后,这种提升作用将会被削弱。

### 3 数据、变量与模型

#### 3.1 数据来源

自2007年以来,中央财政积极开展农业保险保费补贴政策,极大地促进了农业保险承保覆盖面的提升,故本文选用中国31个省(区、市)2007—2022年省级面板数据(因数据缺失不含港澳台地区)。具体而言,农业保险保费收入、农业保险赔付支出数据来自《中国保险年鉴》;用于测度农业生产韧性数据的数据来自《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国经营管理统计年报》《中国合作经济统计年报》《中国科技统计年鉴》《中国财政年鉴》《中国人

口和就业统计年鉴》;农作物播种面积、农林牧渔业增加值、农产品生产价格指数、农作物水灾成灾面积、旱灾成灾面积数据来自《中国农村统计年鉴》;农产品进口、出口总额数据来自《中国农业年鉴》、中国商务部对外贸易司;农村居民人均消费支出、农村居民主要食品消费支出、农业气象观测业务站点数、公路里程、灌溉和排涝面积数据来自《中国统计年鉴》;家庭承包耕地流转面积、家庭承包经营耕地面积数据来自《中国农村经营管理统计年报》;涉农贷款数据来自《中国金融年鉴》。

#### 3.2 变量说明

##### 3.2.1 被解释变量

农业生产韧性的抵抗能力、恢复能力和转型能力3个维度,每个维度涵盖了若干指标。本文在借鉴已有研究<sup>[15,17,28,38]</sup>的基础上,选取具体指标(表1),并利用熵权法对各指标进行赋权。据此,依次测算农业生产韧性的3个维度,进而综合得到农业生产韧性。抵抗能力包括4项二级指标。选取此4个指标指标的原因在于:农业机械作业强度越高,在不利气候发生之前进行农作物及时收割的可能性越大<sup>[31]</sup>,因而抵抗能力越强;复种指数越高,越能分散自然灾害在时间维度上的集中冲击,降低单次自然灾害对全年产出的整体影响,从而保证抵抗能力;农业服务业增加值、合作社数量越大,为广大农户提供农技支持和生产性服务的渠道越多,因而抵抗能力越强。恢复能力包括5项二级指标,前4项是农业生产要素投入,第5项是农业增加值。选取前4项指标的原因在于,为应对由气候风险给农业生产带来的冲击,农户需要调整生产要素投入,如调整化肥施用强度、薄膜使用强度、劳动力投入强度和灌排覆盖面积<sup>[39,40]</sup>。选取第5项指标的原因在于,通过对生产要素的积极调整,农户可以在风险冲击下维持农业产出价值。转型能力包括3项二级指标,选取原因在于:农业科研投入的增加有助于推动农业技术创新和农业生产方式转型;财政支农力度的增强可为农业转型升级提供资金与政策保障;随着人力资本水平的提升,农民采用农业技术的能力增强,而这一过程对农业生产转型具有推动作用。由表1中的指标权重可知,一级指标中抵抗能力的权重最大,恢复能力次之,转型能力最小。从二级指

表1 农业生产韧性指标体系的构建

Table 1 Construction of agricultural production resilience indicator system

一级指标	二级指标	二级指标测度方法	单位	参考依据	权重
抵抗能力 (0.464)	农业机械作业强度	农业机械总动力/农作物播种面积	kW/hm <sup>2</sup>	[15,39]	0.083
	复种指数	农作物播种面积/耕地面积	—	[8,12]	0.049
	农业服务业增加值	农林牧渔业服务业增加值	亿元	[38]	0.163
恢复能力 (0.395)	合作社数量	农民专业合作社数量	个	[16]	0.169
	化肥施用强度	化肥施用折纯量/农作物播种面积	t/hm <sup>2</sup>	[13,14,17]	0.031
	薄膜使用强度	塑料薄膜使用量/农作物播种面积	t/hm <sup>2</sup>	[13,15,17]	0.104
劳动力投入强度	劳动力投入强度	农林牧渔业从业人员/农作物播种面积	人/hm <sup>2</sup>	[14]	0.080
	灌排覆盖面积	(农田灌溉面积+除涝面积)/农作物播种面积	—	[15,17]	0.066
	农业增加值	农林牧渔业增加值	亿元	[14]	0.114
转型能力 (0.141)	农业科研投入	农业科研投入占比	—	[13,28,38]	0.088
	财政支农力度	财政农林水事务支出占比	—	[15]	0.039
	人力资本	平均受教育年限	年	[28]	0.014

标来看,农民专业合作社数量的权重最大,农林牧渔业服务业增加值次之,农林牧渔业增加值位居第三。人力资本和化肥施用强度的权重相对较小。

表2展示了变量定义和描述性统计。由表2可知,样本期内中国农业生产韧性之抵抗能力、恢复能力的均值均远大于转型能力。

表2 变量描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of variables

变量	变量定义	均值	标准差
<b>被解释变量</b>			
农业生产韧性	基于指标体系和熵权法测算而得	0.220	0.089
农业生产韧性之抵抗能力	基于指标体系和熵权法测算而得	0.087	0.059
农业生产韧性之恢复能力	基于指标体系和熵权法测算而得	0.093	0.037
农业生产韧性之转型能力	基于指标体系和熵权法测算而得	0.040	0.013
<b>解释变量</b>			
农业保险参保水平	人均农业保险保费收入/百元	2.022	6.975
<b>门槛变量</b>			
农业保险理赔水平	人均农业保险赔付支出/百元	2.696	5.677
<b>控制变量</b>			
农作物种植结构	粮食播种面积/农作物播种面积	0.662	0.141
农地流转率	家庭承包耕地流转面积占家庭承包经营耕地面积的比例/%	27.125	18.036
涉农贷款数额	向农业生产、农村经济发展和农民提供融资支持的贷款/万亿元	0.801	0.866
进口依存度	农产品进口总额/农业GDP	0.715	2.599
出口依存度	农产品出口总额/农业GDP	0.127	0.235
农产品生产价格变动	当年农产品生产价格指数减去上年指数(上年=100)	2.068	19.988
水旱灾成灾率	水灾和旱灾成灾面积占农作物播种面积的比例/%	2.533	2.036
气象站点数	农业气象观测业务站点个数/个	23.028	11.382
公路密度	公路里程/行政区划面积/(km/km <sup>2</sup> )	0.893	0.516
恩格尔系数	农村居民家庭恩格尔系数/%	36.150	6.863
<b>替代变量</b>			
农业技术进步	由随机前沿分析方法测算而得	0.054	0.035
灌溉和排涝面积占比	农田灌溉面积与除涝面积之和/农作物播种面积	0.576	0.359
农业绿色技术进步	由SBM-GML指数测算而得	0.059	0.136

### 3.2.2 解释变量

选取的解释变量是农业保险参保水平,参考令涛等<sup>[28]</sup>的研究,用人均农业保险保费收入对其进行衡量,即农业保险保费收入与农林牧渔业从业人员的比值。自2013年以来,国家统计局不再统计农林牧渔业从业人员,本文以第一产业就业人员进行补充。具体而言,2007—2012年采用农林牧渔业从业人员数据,2013—2022年采用第一产业从业人员数据。与农林牧渔业相比,第一产业的范围更小,不包括与农林牧渔业相关的服务业。因此,第一产业从业人员不包括农林牧渔服务业从业人员。

### 3.2.3 门槛变量

选取的门槛变量是农业保险理赔水平,用人均农业保险赔付支出来衡量,即农业保险赔付支出与农林牧渔业从业人员的比值。

### 3.2.4 控制变量

选取的控制变量包括:农地经营特征,用农作物种植结构和农地流转率这两项指标来衡量。金融发展水平,用涉农贷款数额来衡量。农产品进出口情况,用进口依存度和出口依存度来衡量。农产品市场风险,用农产品生产价格变动来衡量,而衡量过程中需要使用农产品生产价格指数;农产品生产价格指数是反映一定时期内,生产者出售农产品价格水平变动趋势及幅度的相对数值。自然灾害风险,用水旱灾害率来衡量。近年来,中国年均气温呈持续上升趋势,进而引发高温干旱和强降水等极端气候事件频发,显著提高了水旱灾害发生频率与空间分布范围。基础设施建设情况,用气象站点数和公路密度这两项指标来衡量。农村居民生活质量,用农村居民家庭恩格尔系数来衡量。

## 3.3 计量模型设定

面板门槛回归模型的特点是能检验解释变量对被解释变量的影响是否因门槛变量所处区间不同而异<sup>[41]</sup>。基于此,利用面板门槛回归模型,实证分析农业保险参保水平对农业生产韧性及其不同维度的门槛效应。面板门槛回归模型设定如下:

$$\begin{aligned} Resilience_{it}^k = & \alpha_0 + \beta_1 Ins_{it} (Paid \leq \gamma) + \\ & \beta_2 Ins_{it} (Paid > \gamma) + \beta_3 Con_{it} + \mu_{it} \end{aligned}$$

① 为识别门槛个数,采用Bootstrap法进行300次重复采样,分别检验单门槛和双门槛效应。检验结果显示,单门槛效应在10%水平上显著,而双门槛效应不显著( $P=0.6067$ )。基于此,本文选择单门槛模型进行分析。

② 计算公式为:0.0032=0.2200×100%。其中:0.0032为表3中的系数;0.220为表2中的农业生产韧性平均值。后文亦参考此方法计算。

式中: $Resilience_{it}^k$ 为*i*省份在*t*年的农业生产韧性,*k*=0,1,2,3分别表示农业生产韧性及其抵抗能力、恢复能力、转型能力; $Ins_{it}$ 为农业保险参保水平; $Paid$ 为农业保险理赔水平; $\gamma$ 为待估的门槛值; $Con_{it}$ 为控制变量; $\mu_{it}$ 为随机扰动项; $\alpha_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ 为待估参数。

## 4 结果与分析

### 4.1 门槛估计

#### 4.1.1 农业保险参保水平影响农业生产韧性的门槛效应

为实证估计农业保险参保水平对农业生产韧性的影响是否存在门槛效应,需对单一门槛值是否存在的问题进行检验。本文利用Bootstrap法通过重复采样300次来进行检验。检验结果显示,以保险理赔水平为门槛变量的单一门槛值存在且通过了显著性检验<sup>①</sup>。图2为单门槛估计结果在95%置信区间下的似然比函数图,当LR统计量的最低点明显低于虚线时,说明门槛值是真实有效的。其中,虚线表示临界值7.3523。由图2a可知,当以农业保险理赔水平为门槛变量时,农业保险参保水平与农业生产韧性间存在单一门槛值。

农业保险参保水平影响农业生产韧性的门槛回归结果呈现在表3的列(1)。由列(1)可知,当理赔水平<门槛值445.86元/人时,参保水平的系数为0.0032且在1%水平上显著;当理赔水平>门槛值445.86元/人时,参保水平的系数降为0.0001且未通过显著性检验。从经济意义上讲,当理赔水平低于门槛值时,参保水平每增加100元,农业生产韧性将在其平均水平上增加1.45%<sup>②</sup>。这种参保水平对农业生产韧性的提升作用在令涛等<sup>[28]</sup>、周密等<sup>[30]</sup>的研究中也得到了证实。事实上,中国政府一直重视农业保险在推动农业高质量发展中的积极作用,并提出三大主粮作物的农业保险密度(保费/农业从业人口)实现500元/人的量化目标<sup>[42]</sup>。但值得注意的是,当理赔水平超过门槛值时,参保水平的增加未能带来农业生产韧性的显著提升。其中的原因在于,当预期理赔水平较高且能明显覆盖农业产出损失的情况下,农户进行抗灾技术投入的边际效益递减。

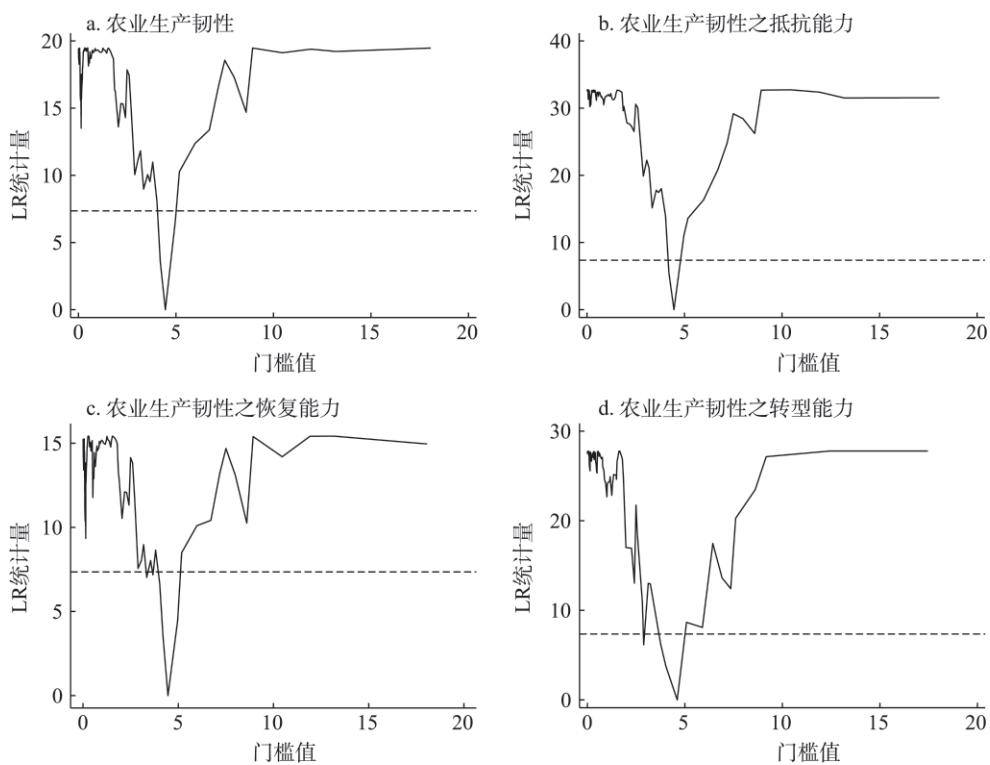


图2 似然比函数图

Figure 2 Likelihood ratio function plots

因此,理性农户往往会减少抗灾技术的投入。这一解释与郑姗等<sup>[22]</sup>的研究较为一致,该研究发现,干旱风险的加剧使农户对获得保险理赔的预期增强,而理赔预期的增强会降低农户采用抗旱品种和节水灌溉技术的边际收益,进而抑制其技术投入力度。随着技术投入“挤出效应”的发生,抵抗能力的提升将受到制约。总体而言,在理赔水平低于门槛值时,参保水平对农业生产韧性具有显著的积极影响;但当理赔水平超过门槛值以后,参保水平的韧性提升效应将消失。

其他控制变量对农业生产韧性的影响如表3列(1)所示。农地流转率、涉农贷款数额、出口依存度、气象站点数和公路密度对农业生产韧性的影响均为正且通过了显著性检验。农作物种植结构、水旱灾成灾率和恩格尔系数对农业生产韧性的影响均为负且通过了显著性检验。

#### 4.1.2 农业保险参保水平影响农业生产韧性不同维度的门槛效应

由图2b-2d可知,当以保险理赔水平为门槛变量时,农业保险参保水平与农业生产韧性不同维度

之间均存在着单一门槛值。表3的列(2)-(4)依次汇报了农业保险参保水平影响农业生产韧性之抵抗能力、恢复能力和转型能力的门槛回归结果。由列(2)可知,当理赔水平低于门槛值时,参保水平的系数为0.0037且在5%水平上显著;当理赔水平超过门槛值时,系数降至0.0005且在10%水平上显著。从经济意义上讲,当理赔水平低于门槛值时,参保水平每增加100元,抵抗能力将增加4.25%;当理赔水平超过门槛值时,参保水平每增加100元,抵抗能力将增加0.57%。这表明参保水平对抵抗能力的影响存在门槛效应,即参保水平对抵抗能力的促进作用在理赔水平跨越门槛值后呈现减弱态势。

由列(3)可知,理赔水平低于门槛值时,参保水平的系数为0.0053且在5%水平上显著;当理赔水平超过门槛值时,系数逆转为负数且未通过显著性检验。从经济意义上讲,当理赔水平低于门槛值时,参保水平每增加100元,农业生产韧性之恢复能力将增加5.70%;当理赔水平超过门槛值时,参保水平的增加未能带来恢复能力的显著提升。这表明,参保水平对恢复能力的影响存在门槛效应,即参保

表3 农业保险参保水平影响农业生产韧性及其不同维度的门槛效应

Table 3 Threshold effects of agricultural insurance participation level on agricultural production resilience and its different dimensions

变量名称	(1) 韧性水平	(2) 抵抗能力	(3) 恢复能力	(4) 转型能力
理赔水平≤门槛值	0.0032*** (0.0009)	0.0037** (0.0016)	0.0053** (0.0022)	-0.0059*** (0.0019)
理赔水平>门槛值	0.0001 (0.0003)	0.0005* (0.0003)	-0.0005 (0.0004)	0.0001** (0.0001)
农作物种植结构	-0.0952** (0.0452)	0.0748 (0.0692)	-0.1573** (0.0678)	-0.0158 (0.0105)
农地流转率	0.0013*** (0.0002)	0.0006** (0.0003)	0.0005** (0.0002)	0.0001*** (0.0000)
涉农贷款数额	0.0534*** (0.0034)	0.0385** (0.0183)	0.0127*** (0.0039)	0.0029*** (0.0007)
进口依存度	-0.0010 (0.0014)	-0.0032** (0.0015)	0.0013 (0.0013)	0.0008*** (0.0002)
出口依存度	0.0308* (0.0172)	0.0269* (0.0141)	0.0025 (0.0059)	0.0005 (0.0016)
农产品生产价格变动	0.0002 (0.0002)	0.0003*** (0.0001)	0.0000 (0.0001)	-0.0001*** (0.0000)
水旱灾成灾率	-1.0183*** (0.3441)	-0.7373* (0.4009)	-0.3059 (0.2178)	0.0495 (0.0872)
气象站点数	0.0031** (0.0013)	0.0012 (0.0009)	0.0013*** (0.0004)	0.0004*** (0.0001)
公路密度	0.1044*** (0.0141)	0.0665** (0.0265)	0.0253* (0.0144)	0.0122*** (0.0029)
恩格尔系数	-0.0008** (0.0004)	-0.0010** (0.0005)	0.0001 (0.0003)	-0.0000 (0.0001)
常数项	0.0900** (0.0432)	-0.0532 (0.0563)	0.1262** (0.0462)	0.0235*** (0.0066)
门槛值	4.4586	4.4586	4.4586	4.4586
观测量	496	496	496	496
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.8273	0.7862	0.6632	0.7336

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示1%、5%和10%水平的显著性,括号内为标准误,下同。

水平对恢复能力的促进作用在理赔水平跨越门槛值后发生逆转。可能的原因在于,若预期获得的理赔金额接近或超过通过救灾所能挽回的作物残值,农户进行救灾的经济动力将显著减弱。在这种动力减弱的影响下,人力、物力和财力等生产要素都不再流向受灾地块,而这种“放弃”决策将导致恢复能力的下降。

由列(4)可知,理赔水平低于门槛值时,参保水平的系数为-0.0059且在1%水平上显著;理赔水平超过门槛值时,系数变为0.0001且通过了显著性检验。从经济意义上讲,当理赔水平低于门槛值时,参保水平每增加100元,农业生产韧性之转型能力将降低14.75%;当理赔水平超过门槛值时,参保水

平每增加100元,转型能力将增加0.25%。这表明,参保水平对转型能力的影响存在门槛效应,即在理赔水平较低时,参保水平对转型能力具有消极影响,但随着理赔水平的进一步提高,这一消极影响将转为积极影响。可能的原因在于:一方面,较高的理赔补偿会提升农户继续从事农业生产的信心,使其主动获取气候变化信息,扩大农地经营规模,了解农业发展新模式。例如,智慧农业作为典型的新模式,依托数字化和智能化技术,能够实现气候、土壤和水资源的智能化监测、控制和管理,提高资源利用效率和减少作物系统碳排放;另一方面,较高的理赔补偿能够缓解农户在耕地规模扩大和数字化技术采用中面临的资金约束,推动其生产决

策,并最终促进农业生产向现代化、智能化和绿色化转型。

## 4.2 稳健性检验

### 4.2.1 替换因变量的测算方法

为确保研究结果的稳健性,通过替换因变量的测算方法来进行实证评估。将测算农业生产韧性的熵权法替换为变异系数赋权法,基于变异系数赋权法来测算农业生产韧性及其3个维度,所得实证结果见表4。由其可知,参保水平对农业生产韧性、抵抗能力、恢复能力和转型能力的影响均存在门槛效应,且门槛效应的具体表现与表3的结果一致,从而在一定程度上支持了前文结果的稳健性。

### 4.2.2 单一指标法

单一指标具有客观性强、数据可得性好的优势,为克服韧性指标体系构建中可能存在的主观性问题,进一步利用单一指标法对农业生产抵抗能力、恢复能力和转型能力进行衡量。

以农业技术进步替代抵抗能力。技术进步能直接体现农业系统在受到外部冲击时维持正常生

产功能的能力。已有研究发现,农业技术进步有利于增强农业生产抵御各类风险的能力<sup>[39,43]</sup>。本文借鉴高鸣等<sup>[43]</sup>的方法,采用随机前沿分析法测度农业技术进步水平。在控制资本、劳动等传统投入要素后,农业技术进步反映了农业生产前沿面的外移,是农业生产抵御不利外部冲击的重要动力<sup>[44]</sup>。表5的列(1)汇报了参保水平对农业技术进步的门槛效应。研究结果显示,参保水平对农业技术进步的影响存在门槛效应,且效应方向与前文基于熵值法的估计结果一致。

以灌溉和排涝面积占比替代恢复能力。农田灌溉和排涝能力能反映农业系统在遭受气候冲击后的快速响应和调整能力<sup>[45]</sup>。本文以农田灌溉面积和排涝面积之和与农作物播种面积的比值来衡量农业生产的恢复能力。该指标能较好地反映农业生产在面临气候冲击时的调整和应对能力。表5的列(2)汇报了参保水平对灌溉和排涝面积占比的门槛效应。实证结果支持了前文发现,即存在理赔水平的门槛值,且跨越门槛值后,参保水平对恢复能

表4 稳健性检验(变异系数赋权法)

Table 4 Robustness test (coefficient of variation weighting method)

变量名称	韧性水平	抵抗能力	恢复能力	转型能力
理赔水平≤门槛值	0.0024*** (0.0007)	0.0031** (0.0013)	0.0060** (0.0024)	-0.0023** (0.0010)
理赔水平>门槛值	0.0000 (0.0002)	0.0004** (0.0002)	-0.0006 (0.0004)	0.0003** (0.0001)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	0.1612*** (0.0370)	-0.0097 (0.0440)	0.1453** (0.0540)	0.0357*** (0.0082)
门槛值	4.4586	4.4586	4.4586	4.4586
观测量	496	496	496	496
R <sup>2</sup>	0.8242	0.7832	0.5774	0.7169

表5 稳健性检验(单一指标法)

Table 5 Robustness test (single indicator method)

变量名称	(1)农业技术进步	(2)灌溉和排涝面积占比	(3)农业绿色技术进步
理赔水平≤门槛值	0.0061**(0.0025)	0.0147*(0.0079)	0.0496(0.0403)
理赔水平>门槛值	0.0005*(0.0003)	-0.0047***(0.0013)	0.0013*(0.0007)
控制变量	控制	控制	控制
常数项	-0.0177(0.0469)	0.0089(0.1964)	-0.3732*(0.2094)
门槛值	1.1682	1.7944	0.5674
观测量	496	496	496
R <sup>2</sup>	0.4537	0.1189	0.0657

力的正向影响转为负向影响。

以农业绿色技术进步替代转型能力。农业绿色技术进步是促进农业绿色发展的重要动力,而推动农业绿色发展是农业发展观的一场深刻变革。本文借鉴宋燕平等<sup>[46]</sup>的方法,对农业绿色技术进步进行测算。在测算过程中,以农业总产值为合意产出变量,以农业生产带来的碳排放量为非合意产出变量,以劳动力、土地、灌溉、机械和化肥投入为投入变量。表5的列(3)汇报了参保水平对农业绿色技术进步的门槛效应。研究结果显示,在理赔门槛内,参保水平对农业绿色技术进步的积极影响未通过显著性检验;超过理赔门槛后,这种积极影响在10%水平上显著。这在一定程度上支持了前文的发现,即参保水平对转型能力的积极影响在超过门槛值后才显著。

#### 4.3 异质性分析

基于中国农业保险补贴政策对粮食作物的倾斜,以该省份是否为粮食主产区为划分标准,进行异质性分析。表6的列(1)和(2)依次汇报了粮食主产区、非粮食主产区参保水平影响农业生产韧性的门槛效应。由其可知,在理赔低于门槛值时,参保水平对两地区农业生产韧性的影响显著为正,且参保水平对后者的正向影响程度大于前者。可能的原因在于,非粮食主产区的经济作物种植比例较高,而经济作物的产出价值高于粮食作物。农作物产出价值越高,种植户越愿意购买农业保险,从而形成稳定的收入预期。稳定的收入预期会促使种

植户在作物生长的初期采用预防性措施,如修建大棚、采用抗逆性品种;在作物生长的中后期,采用应对高温或强降水的农田管理类措施,如增加灌溉、清沟排水、喷施杀菌剂。超过理赔门槛值后,参保水平对粮食主产区农业生产韧性的影响为正且未通过显著性检验,对非粮食主产区农业生产韧性的影响为负且未通过显著性检验。综合而言,在粮食主产区和非主产区,参保水平对农业生产韧性的影响存在门槛效应,但非粮食主产区的韧性提升效应略高于粮食主产区,表明农业保险在非粮食主产区对农业生产韧性的门槛效应更为明显。

基于中国南涝北旱的地理现象,以该省份所处的南北区位对样本进行分组,分析其异质性。表6的列(3)和(4)依次汇报了北方、南方地区参保水平影响农业生产韧性的门槛效应。由其可知,在理赔低于门槛值时,参保水平对两地区农业生产韧性的影响显著为正,且参保水平对前者的正向影响程度大于后者。可能的原因在于,北方地区平原广阔,耕地集中连片,地势较为平坦,为耕地规模化经营提供了有利条件。对规模化种植户而言,为尽可能地降低农业产出亏损,他们通常愿意购买农业保险。随着农业保险风险保障功能的发挥和种植户自身风险防范意识的提高,种植户很可能积极采用抗旱减涝型农业生产性措施。同时,受气候变暖影响,北方地区面临的高温干旱风险呈加剧趋势。在此趋势下,种植户不得不深化对农业保险的认识,而认识的提高是实现农业保险积极作用的重要基

表6 异质性分析

Table 6 Heterogeneity analysis

变量名称	(1) 粮食主产区	(2) 非粮食主产区	(3) 北方地区	(4) 南方地区
理赔水平≤门槛值	0.0031** (0.0013)	0.0048* (0.0025)	0.0073* (0.0041)	0.0064** (0.0022)
理赔水平>门槛值	0.0004 (0.0003)	-0.0006 (0.0005)	-0.0005 (0.0004)	-0.0000 (0.0008)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	-0.2103** (0.0877)	0.2845*** (0.0701)	0.1072 (0.0952)	0.0954 (0.0840)
门槛值	4.4586	3.2306	3.9038	4.6085
观测量	208	288	240	256
R <sup>2</sup>	0.7057	0.7889	0.7000	0.8654

础。超过理赔门槛值后,参保水平对两地区农业生产韧性的影响为负且未通过显著性检验。综合而言,在北方地区和南方地区,参保水平对农业生产韧性的影响存在门槛效应,但北方地区的韧性提升效应略高于南方地区,表明农业保险在北方地区对农业生产韧性的门槛效应更为明显。

## 5 讨论、结论与政策启示

### 5.1 讨论

提升农业生产韧性对保障农产品稳定优质供给和农民福利具有重要意义。已有研究系统探究了农业生产韧性的理论内涵及其提升策略<sup>[8,10]</sup>,并发现农业保险能够提升农业生产韧性<sup>[28,30]</sup>。但农业保险对农业生产韧性的提升效应研究并不充分,因为已有研究忽视了这种提升效应会因保险理赔水平的不同而发生变化。本文发现,当保险理赔水平超过特定门槛值时,农业保险对农业生产韧性的提升效应不再显著。这可能是因为,随着保险理赔水平的提升,农业保险中的潜在道德风险被激活,农户减少了对气候变化防范和应对策略的采用,抑制了农业生产韧性的提升。因此,要提升农业生产韧性和保障农产品稳定供给的能力,有必要完善农业保险赔付机制和洞察道德风险问题。其中,道德风险问题作为农业保险的重要议题,始终受到关注。已有研究发现,一旦道德风险被激活,农业保险将抑制农户对新品种的采纳与灌溉设施的改进<sup>[22,26]</sup>。

未来仍有一些问题值得讨论:①鉴于数据可得性问题,本文并未基于微观层面数据来检验农业保险对农户农业技术采用行为的影响及其门槛效应,而是基于农户对农业技术的采用行为,构建了农业保险影响农业生产韧性的理论分析框架。未来应全面补充微观层面数据和开展系统研究,为深入理解农业保险的韧性效应及其潜在的道德风险提供科学依据。②由于农户行为决策的同群效应,农业保险对农户农业技术采用行为的影响可能通过社会互动机制产生溢出效应,从而在更大范围内放大农业保险对农业生产韧性的影响。未来研究可对这种溢出效应进行探讨。

### 5.2 结论

本文利用2007—2022年中国省级面板数据,采用熵权法对农业生产韧性及其3个维度(抵抗能力、

恢复能力和转型能力)进行测度。在此基础上,运用面板门槛回归模型,以农业保险理赔水平为门槛变量,实证分析农业保险参保水平对农业生产韧性及其3个维度的非线性影响。主要结论如下:

(1)样本期内,中国农业生产韧性呈现“恢复能力>抵抗能力>转型能力”的梯度分布特征,表明农业生产从不利冲击中恢复的能力相对较强,但从不利冲击中实现转型升级的能力相对较弱。这意味着,要提升农业生产韧性,首先是提升转型能力,其次是提升抵抗能力,最后是强化恢复能力。

(2)农业保险参保水平与农业生产韧性之间存在非线性关系。当人均保险理赔水平低于门槛值时,农业保险参保水平对农业生产韧性存在显著的正向影响;但超过门槛值后,由于外部补偿对内部投入的挤出效应增强,参保水平的边际贡献率下降甚至消失。因此,农业保险的理赔水平并非越高越好,而是存在一个要素配置效率最优的平衡点。

(3)从农业生产韧性的不同维度看,当理赔水平低于门槛值时,农业保险对抵抗能力和恢复能力具有提升作用,对转型能力具有抑制作用。当理赔水平高于门槛值时,农业保险对抵抗能力、恢复能力和转型能力的影响发生变化。具体而言,农业保险对抵抗能力的提升作用明显减弱,对恢复能力的提升作用逆转为抑制作用,对转型能力的影响则由抑制转为促进。这表明,在理赔水平超过一定门槛值后,农业保险对农业生产韧性的抑制作用,主要是通过削弱抵抗能力和恢复能力实现的。

(4)异质性分析发现,在非粮食主产区和北方地区,农业保险对农业生产韧性的门槛效应更为明显。具体而言,当理赔水平较低时,非粮食主产区农业保险参保水平对农业生产韧性的提升作用高于粮食主产区;北方地区的提升作用高于南方地区。当理赔水平较高时,所有地区农业保险参保水平对农业生产韧性的提升效应将消失。

### 5.3 政策启示

基于上述研究结论,得到如下政策启示:

(1)建议将提升农业生产的转型能力作为当前和未来农业产业扶持政策的重点方向。为此,应加快推进农业生产的机械化、智能化与绿色化,切实增强农业生产应对气候风险和外部环境变化的

能力。

(2) 提高农户购买农业保险的积极性, 重视保险理赔水平的评估与优化。多渠道宣传农业保险政策, 提高农户对农业保险保障作用的认知。公布农业保险积极作用发挥的典型案例, 提高广大农户对农业保险的信任感。政策制定不应盲目追求高理赔, 而应基于不同区域的灾害风险特征和作物生产成本, 科学测算保险理赔的最优阈值。在确保农户灾后基本再生产能力的同时, 保留必要的风险共担比例, 以维持农户主动投入防灾减损生产要素的内生动力。同时, 定期评估保险理赔水平的合理性, 优化理赔环节, 建立理赔反馈机制, 提高道德风险防范能力。

(3) 鼓励农户采用先进农业生产技术, 实施差异化的激励相容策略。构建与农艺措施深度挂钩的精准赔付机制, 将单纯的灾后补偿转化为引导要素优化的杠杆。一方面, 细化微观赔付标准。依靠大数据技术建立农户生产行为档案, 对采纳抗旱新品种、保护性耕作、节水灌溉等增强韧性技术的农户设定较高赔付系数, 对田间管理粗放的农户适度调整赔付水平, 利用经济杠杆撬动农户的主动防灾投入。另一方面, 强化宏观区域统筹。在非粮食主产区和北方地区, 应重点结合经济作物生长规律和极端气候风险设定合理的理赔阈值; 在粮食主产区和南方地区, 应重点提高对先进农业技术采纳行为的激励权重, 实现保险机制在不同农业生产场景下的精准适配与韧性效益最大化。

### 参考文献(References):

- [1] 中国气象局气候变化中心. 中国气候变化蓝皮书(2024)[M]. 北京: 科学出版社, 2024. [CMA Climate Change Centre. China's Blue Book on Climate Change (2024)[M]. Beijing: Science Press, 2024.]
- [2] 庚国柱. 论农业保险监管制度的建设和改革[J]. 农村金融研究, 2020, (3): 3-8. [Tuo G Z. On the building and reformation of agricultural insurance regulatory system[J]. Rural Finance Research, 2020, (3): 3-8.]
- [3] 刘亚洲, 钟甫宁, 吕开宇. 气象指数保险是合适的农业风险管理工具吗?[J]. 中国农村经济, 2019, (5): 2-21. [Liu Y Z, Zhong F N, Lyu K Y. Is weather index insurance a suitable agricultural risk management tool?[J]. Chinese Rural Economy, 2019, (5): 2-21.]
- [4] 牛浩, 陈盛伟. 政策性农业保险实现“真赔”了吗: 基于全国2011-2018年的省级面板数据[J]. 农业经济问题, 2022, (10): 113-122. [Niu H, Cheng S W. Does the policy-based agricultural insurance achieve “real compensation”: Based on national panel data from 2011 to 2018 at the provincial level[J]. Issues in Agricultural Economy, 2022, (10): 113-122.]
- [5] 焦晶娴, 陈卓. 规模世界第一, 农业保险如何遮风挡雨[N]. 中国青年报, 2023-9-20(006). [Jiao J X, Chen Z. World's Largest in Scale: How Agricultural Insurance Shields against Risks[N]. China Youth Daily, 2023-9-20(006).]
- [6] FAO. The State of Food and Agriculture 2021: Making Agri-food Systems More Resilient to Shocks and Stresses[M]. Rome: Food and Agriculture Organization, 2021.
- [7] 刘梦瑜, 林发勤. 新冠病毒感染疫情期间中国农产品进出口贸易韧性差异研究[J]. 国际经贸探索, 2023, 39(11): 51-67. [Liu M X, Lin F Q. The impact of COVID-19 pandemic on the resilience of China's agricultural trade[J]. International Economics and Trade Research, 2023, 39(11): 51-67.]
- [8] 曾福生, 蔡林军. 劳动力转移影响粮食生产韧性的理论机制与实证检验[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2024, 23(5): 84-94. [Zeng F S, Cai L J. Theoretical mechanism and empirical verification of impact of labor transfer on the resilience of grain production[J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2024, 23(5): 84-94.]
- [9] Magar D, Pun S, Pandit R, et al. Pathways for building resilience to COVID-19 pandemic and revitalizing the Nepalese agriculture sector[J]. Agricultural Systems, 2021, DOI: 10.1016/j.agsy.2020.1003022.
- [10] Zurek M, Ingram J, Bellamy A S, et al. Food system resilience: Concepts, issues, and challenges[J]. Annual Review of Environment and Resources, 2022, 47(1): 511-534.
- [11] 郑家喜, 赵妍, 卫增. 基于空间马尔科夫链的粮食生产韧性动态演进及趋势预测[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2024, (3): 104-117. [Zheng J X, Zhao Y, Wei Z. Analysis of spatiotemporal differences and dynamic evolution of grain production resilience based on spatial Markow Chains[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2024, (3): 104-117.]
- [12] 蒋辉, 陈瑶, 刘兆阳. 中国粮食生产韧性的时空格局及其影响因素[J]. 经济地理, 2023, 43(6): 126-134. [Jiang H, Chen Y, Liu Z Y. Spatiotemporal pattern and influencing factors of grain production resilience in China[J]. Economic Geography, 2023, 43(6): 126-134.]
- [13] 王妍霏, 叶举, 曹杰. 数字金融提升粮食体系韧性的机理及效应研究[J]. 经济经纬, 2023, 40(5): 48-60. [Wang Y F, Ye J, Cao J. Study on the mechanism and effect of digital finance: Improving the resilience of grain system[J]. Economic Survey, 2023, 40(5): 48-60.]

- [14] 蔡林军,文春晖.劳动力转移对粮食生产韧性的影响研究:基于中国粮食主产区的实证[J].中国农机化学报,2024,45(3):313-321. [Cai L J, Wen C H. Study on the influence of labor transfer on the resilience of food production: Based on the evidence of major grain producing areas in China[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2024, 45(3): 313-321.]
- [15] 李菲菲,周霞,周玉玺.中国粮食生产韧性的时空特征及演化趋势研究[J].统计与决策,2025,41(4): 75-80. [Li F F, Zhou X, Zhou Y X. Spatial and temporal characteristics and evolutionary trends of grain production resilience in China[J]. Statistics & Decision, 2025, 41(4): 75-80.]
- [16] 吕晓,张启岚,张学波,等.共同富裕目标下农地流转对农户生计韧性的影响:基于沈阳市典型农户的实证研究[J].自然资源学报,2025,40(3): 636-651. [Lyu X, Zhang Q L, Zhang X B, et al. The impact of farmland transfer on farmers' livelihood resilience under the goal of common prosperity: An empirical study of typical farmers in Shenyang[J]. Journal of Natural Resources, 2025, 40(3): 636-651.]
- [17] 朱满德,张青.农业生产性服务与粮食生产韧性:影响机制与实证检验[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2024,25(6): 1-11. [Zhu M D, Zhang Q. Agricultural productive services and grain production resilience: Influencing mechanisms and empirical tests [J]. Journal of Hunan Agricultural University (Social Sciences), 2024, 25(6): 1-11.]
- [18] Gunnsteinsson S. Experimental identification of asymmetric information: Evidence on crop insurance in the Philippines[J]. Journal of Development Economic, 2020, DOI: 10.1016/j.jdeveco.2019.102414.
- [19] 富丽莎,秦涛,汪三贵.农业保险的要素配置效应及其作用机制:基于助力现代农业发展视角[J].资源科学,2022,44(10): 1980-1993. [Fu L S, Qin T, Wang S G. Effect of agricultural insurance on production factor allocation and its mechanism: From the perspective of facilitating modern agriculture development[J]. Resources Science, 2022, 44(10): 1980-1993.]
- [20] 毛慧,付咏,彭澎,等.风险厌恶与农户气候适应性技术采用行为:基于新疆植棉农户的实证分析[J].中国农村观察,2022, (1): 126-145. [Mao H, Fu Y, Peng P, et al. Farmers' risk aversion and adoption behavior of climate adaptation technology: Evidence from cotton farmers in Xinjiang, China[J]. China Rural Survey, 2022, (1): 126-145.]
- [21] 齐甜,畅倩,姚柳杨,等.农业保险促进保护性耕作了吗?以三大粮食主产区为例[J].干旱区资源与环境,2023,37(7): 75-83. [Qi T, Chang Q, Yao L Y, et al. Impact of crop insurance on adoption of protective tillage technology by farmers? Evidence from China's three major grain-producing regions[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2023, 37(7): 75-83.]
- [22] 郑姗,郑旭媛,徐志刚.农业保险风险转移对规模户损失控制方式选择的影响:基于风险管理方式有效功能区间的视角[J].中国农村经济,2023, (11): 82-101. [Zheng S, Zheng X Y, Xu Z G. The impact of agricultural insurance risk transfer on the selection of loss control approaches for large-scale households: From the perspective of effective functional intervals of risk management approaches[J]. Chinese Rural Economy, 2023, (11): 82-101.]
- [23] Ligonj A, Thiette P D. Moral hazard and background risk in competitive insurance markets[J]. Economica, 2008, 75(300): 700-709.
- [24] 张驰,张崇尚,仇焕广,等.农业保险参保行为对农户投入的影响:以有机肥投入为例[J].农业技术经济,2017, (6): 79-87. [Zhang C, Zhang C S, Qiu H G, et al. The influence of agricultural insurance participation behavior on farmers' input: A case study of organic fertilizer input[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2017, (6): 79-87.]
- [25] 焦雨欣,江生忠,费清.农业保险能否助力农业绿色发展水平提升?基于13个粮食主产区的评估[J].保险研究,2023, (11): 61-77. [Jiao Y X, Jiang S Z, Fei Q. Does agricultural insurance have an impact on the green development of agriculture? Assessment based on 13 major grain producing regions[J]. Insurance Studies, 2023, (11): 61-77.]
- [26] 尚燕,熊涛,李崇光.农业保险对农户节水灌溉技术采纳行为的影响研究[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024, (2): 122-133. [Shang Y, Xiong T, Li C G. Study on the influence of agricultural insurance on farmer's adoption of water-saving irrigation techniques[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2024, (2): 122-133.]
- [27] 郑军,赵维娜.农业保险对中国绿色农业生产的影响:基于农业技术进步的中介效应[J].资源科学,2023,45(12): 2414-2432. [Zheng J, Zhao W N. Impact of agricultural insurance on green agricultural production in China: Based on the mediating effect of agricultural technology progress[J]. Resources Science, 2023, 45(12): 2414-2432.]
- [28] 令涛,赵桂芹.农业保险与农业生产韧性:内在逻辑及实证检验[J].华南农业大学学报(社会科学版),2024, 23(2): 94-106. [Ling T, Zhao G Q. Agricultural insurance and agricultural production resilience: Internal logic and empirical tests[J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2024, 23(2): 94-106.]
- [29] 权天舒,李靖,张晖.政策性农业保险提升了农业经济韧性吗?基于完全成本保险和收入保险试点的准自然实验[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2024, 25(5): 18-26. [Quan T S, Li J, Zhang H. Has policy-guided agricultural insurance improved the agricultural economic resilience? Based on the quasi-natural experiment of full cost insurance and income insurance pilot[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Social Sciences), 2024, 25 (5): 18-26.]

- [30] 周密,牛浩,魏超,等.农业保险保障对粮食生产韧性的影响研究[J].中国农业资源与区划,2024,45(8): 44–55. [Zhou M, Niu H, Wei C, et al. The impact of agricultural insurance guarantee on the food production resilience[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(8): 44–55.]
- [31] Wang T, Yi F J, Wu X M, et al. Calamitous weather, yield risk and mitigation effect of harvest mechanization: Evidence from China's winter wheat[J]. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 2024, 68(2): 386–412.
- [32] 周洁红,唐利群,李凯.应对气候变化的农业生产转型研究进展[J].中国农村观察,2015,(3): 74–86, 97. [Zhou J H, Tang L Q, Li K. Research progress on adapting agricultural production transformation to climate change[J]. China Rural Survey, 2015, (3): 74–86, 97.]
- [33] Huang J, Wang Y, Wang J. Farmers' adaptation to extreme weather events through farm management and its impacts on the mean and risk of rice yield in China[J]. American Journal of Agricultural Economics, 2015, 97(2): 602–617.
- [34] 易子豪,朱德峰,王亚梁,等.水稻生长对干旱的响应及其补偿效应研究进展[J].中国稻米,2020,26(4): 1–6, 9. [Yi Z H, Zhu D F, Wang Y L, et al. Advances of rice growth response to drought and its compensatory effects[J]. China Rice, 2020, 26(4): 1–6, 9.]
- [35] Huang K, Zhao H, Huang J, et al. The impact of climate change on the labor allocation: Empirical evidence from China[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2022, DOI: 10.1016/j.jeem.2020.102376.
- [36] 孙小宇,杨钢桥.农业社会化服务对耕地撂荒的抑制效应:理论分析与实证检验[J].资源科学,2024,46(8): 1554–1569. [Sun X Y, Yang G Q. The inhibition effect of agricultural services on cropland abandonment: Theoretical analysis and empirical tests[J]. Resources Science, 2024, 46(8): 1554–1569.]
- [37] 刘东,冯晓龙,司伟.中国粮食生产的气候变化适应水平及其机制研究[J].经济学(季刊),2024,24(5): 1516–1532. [Liu D, Feng X L, Si W. The adaptation level and mechanism of grain production to climate change in China[J]. China Economic Quarterly, 2024, 24(5): 1516–1532.]
- [38] 郝爱民,解梦菡,刘育廷.农业产业链韧性水平测度与时空演变[J].统计与决策,2024,40(16): 95–100. [Hao A M, Xie M H, Liu Y T. The level measurement and spatiotemporal evolution of agricultural industry chain resilience[J]. Statistics & Decision, 2024, 40(16): 95–100.]
- [39] 王瑞雪,陈建成,方宜亮,等.中国粮食主产区农业韧性的空间分异、演化特征与驱动力[J].农业经济与管理,2023,(4): 23–36. [Wang R X, Chen J C, Fang Y L, et al. Spatial differentiation, evolution characteristics and driving forces of agricultural resilience in China's main grain production areas[J]. Agricultural Economics and Management, 2023, (4): 23–36.]
- [40] 孙聪,夏恩君,黄洁萍,等.数农融合发展对农业韧性的影响[J].经济与管理研究,2024,45(6): 76–94. [Sun C, Xia E J, Huang J P, et al. Impact of digital economy–agriculture integration on agricultural resilience[J]. Research on Economics and Management, 2024, 45(6): 76–94.]
- [41] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, (2): 345–368.
- [42] 张伟,罗向明,曾华盛,等.政策性农业保险对不同群体的收入再分配效应[J].保险研究,2021,(6): 72–88. [Zhang W, Luo X M, Zeng H S, et al. The income redistribution effect of policy: Based agricultural insurance on different groups[J]. Insurance Studies, 2021, (6): 72–88.]
- [43] 高鸣,魏佳朔.收入性补贴与粮食全要素生产率增长[J].经济研究,2022,57(12): 143–161. [Gao M, Wei J S. Income subside and growth of total factor productivity of grain[J]. Economic Research Journal, 2022, 57(12): 143–161.]
- [44] 张振旺,李建强.城乡融合对中国农业生态效率的影响及其机制[J].资源科学,2024,46(8): 1570–1587. [Zhang Z W, Li J Q. Impact of urban–rural integration on agricultural ecological efficiency in China and mechanism[J]. Resources Science, 2024, 6(8): 1570–1587.]
- [45] Chen S, Gong B L. Response and adaptation of agriculture to climate change: Evidence from China[J]. Journal of Development Economics, 2021, DOI: 10.1016/j.jdeveco.2020.102557.
- [46] 宋燕平,范祥祺,耿鹏鹏.规模经营与农业绿色发展:基于农业绿色全要素生产率的观察[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024,(4): 57–70. [Song Y P, Fan X Q, Geng P P. Scale operation and green development of agriculture: Observations on agricultural green total factor productivity[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2024, (4): 57–70.]

# Nonlinear impact of agricultural insurance on agricultural production resilience

GAO Xue<sup>1,2</sup>, ZHOU Xiaoshi<sup>3</sup>, LI Gucheng<sup>4</sup>

(1. School of Economics, Northeastern University at Qinhuangdao, Qinhuangdao 066004, China; 2. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110167, China; 3. College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China; 4. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract: [Objective]** Against the backdrop of heightened climate risk, enhancing the resilience of agricultural production through agricultural insurance is of great significance for ensuring the security of agricultural supply. Although the level of participation in China's agricultural insurance has been rising, problems such as substandard insurance claims and large regional differences still exist, constraining the effectiveness of the insurance protection. Based on the phased characteristics of agricultural production, this study constructs an analysis framework to examine the impact of agricultural insurance participation level on the resilience of agricultural production, and discusses the threshold effects of the level of insurance claims between the two. **[Methods]** Based on provincial panel data from 2007 to 2022, the entropy weight method was used to measure agricultural production resilience (including resistance, recovery, and transformation capacities). A panel threshold regression model was employed, using the claims level as the threshold variable, to investigate the nonlinear impact of agricultural insurance participation level on agricultural production resilience. **[Results]** (1) During the sample period, China's agricultural production had the strongest recovery capacity, followed by resistance capacity, while transformation capacity was the weakest. (2) Agricultural insurance significantly enhanced agricultural production resilience when the level of insurance claims per capita was below the threshold. Once the threshold was exceeded, the enhancement effects disappeared. (3) By dimension, when the claims level was low, agricultural insurance enhanced resistance and recovery capacities, but suppressed transformation capacity. However, when the claims level was high, the role of agricultural insurance in enhancing resistance capacity significantly weakened. Its role in enhancing recovery capacity reversed into a suppressing effect, and it exerted a positive impact on transformation capacity. (4) Heterogeneity analysis revealed that the threshold effects of agricultural insurance on agricultural production resilience were more pronounced in non-major grain-producing areas and northern regions. **[Conclusion]** Agricultural insurance enhances the resilience of agricultural production, but this effect is constrained by rising insurance claims. In the future, policies should be promoted through multiple channels to increase farmers' participation in agricultural insurance. Regular assessments of reasonable claim ranges should be conducted to strengthen the capacity for preventing moral hazard.

**Key words:** agricultural insurance; agricultural production resilience; entropy weight method; threshold regression; China