# 农业保险与粮食生态安全：影响机制及实证检验

李琴英[1]，陈晓慧[1]，陈　康[2]

（1. 郑州大学 商学院，河南 郑州 450001；2. 河南工业大学 经济贸易学院，河南 郑州 450001）

**摘　要：**当前生态环境恶化、资源约束刚性增强的双重压力威胁着粮食生产可持续性，粮食生态安全的重要性愈发凸显，而农业保险作为重要的粮食生产支持政策，能否保障粮食生态安全尚待验证。文章采用 2008—2022 年全国 30 个省（区、市）（不含西藏和港澳台地区）的省级面板数据，构建粮食生态安全的综合评价指标体系，运用熵值法测算各省的粮食生态安全水平，进而采用面板 Tobit 模型实证检验农业保险对粮食生态安全的影响及其作用机制。研究发现，2008—2022 年我国粮食生态安全水平整体呈现增长趋势，且地区间的差距逐渐缩小；农业保险对粮食生态安全具有显著正向影响，在环境友好与资源利用维度均能有效改善粮食生态安全状况；机制分析表明，农业保险主要通过提升粮食生产的规模效率与技术效率来保障粮食生态安全；异质性分析表明，农业保险对粮食生态安全的保障作用在东部地区更为突出，而在中、西部及东北地区尚未充分显现。鉴于此，应创新推广绿色农业保险产品、推进农业保险风险减量服务、健全绿色保险政策支持体系。

**关键词：**农业保险；粮食生态安全；环境友好；资源利用；规模效率；技术效率

**中图分类号：**F842.6；F326.11　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1672－0202（2025）05－0045－16

## 一、引言

随着经济社会的发展，新时代粮食安全已从单一追求产量增长，转向兼顾数量安全与生态安全的协同发展。通过粮食生产绿色低碳转型破解生态环境恶化、水土资源约束趋紧的现实难题，统筹协调粮食稳产保供、资源节约与生态保护，成为农业现代化进程中粮食生态安全保障的实践重点。2024 年 6 月 1 日施行的《中华人民共和国粮食安全保障法》指出："支持推广绿色、高效粮食生产技术，促进生态环境改善和资源永续利用"，从立法层面明确粮食生产与生态环境保护的平衡关系。然而，长期以来我国粮食生产呈现出高投入、高污染、粗放式生产的特点，导致要素利用效率低下、资源浪费及农业面源污染等问题突出。数据显示，2022 年我国小麦、水稻、玉米三大粮食作物的化肥、农药利用率分别为 41.3% 和 41.8%①，仍比欧美等发达国家低 10～20 个百分点②；农田灌溉水有效利用系数仅为 0.572，与节水先进国家 0.7～0.8 的水平仍相差近 20 个百分点[1]。在资源约束刚性增强的背景下，农药化肥低效率过量施用造成的土壤退化与水体污染持续加剧，

**收稿日期：**2025－05－13　　**DOI：**10.7671/j.issn.1672－0202.2025.05.004

**基金项目：**国家社会科学基金一般项目（22BJY087）

**作者简介：**李琴英（1973—），女，河南温县人，郑州大学商学院教授，主要研究方向为农业保险理论与政策。E-mail：lqy@zzu.edu.cn

**通讯作者：**陈　康（1993—），男，河南周口人，河南工业大学经济贸易学院讲师，主要研究方向为农业保险。E-mail：chenkang0912@163.com

①资料来源：《中国农业绿色发展报告 2023》。

②新华网：《河南心连心董事长刘兴旭：推动农业生产方式全面绿色转型》，https://www.xinhuanet.com/food/2021－05/20/c_1127470119.htm。

严重威胁着我国粮食生态安全。作为国家重要的粮食支持政策和金融支农工具,农业保险已在保障粮食稳产增产方面取得显著成效[2],然而其对粮食生态安全的影响效果尚待验证。理论上,农业保险风险管理功能的有效发挥,能够稳定粮农预期收益,改变其化学要素投入[3-4]、绿色技术采纳[5-6]等生产决策行为,进而优化资源要素配置[7],有助于保障粮食生态安全。那么,在农业保险高质量发展及粮食生态环境面临诸多挑战背景下,农业保险在实践运行中能否有效助力粮食生态安全?其内在逻辑如何?探讨这些问题对于推进农业保险产品创新与服务升级,从而加快农业发展全面绿色转型、促进乡村生态振兴具有重要意义。

现有关于农业保险对生态环境影响的探讨多集中于"农业"这一宽泛领域,鲜少聚焦于粮食生产层面,且其影响是正向还是负向,尚未形成一致结论。有学者认为,农业保险通过稳定生产预期和灾后经济补偿,有效引导农户改变传统生产方式,优化资源要素配置,进而实现碳减排效应[8-9]。另有研究持相反观点,认为农业保险可能会抑制农业固碳效果,增加农业碳排放[10],且农业保险提供的风险保障可能会导致农户增加对化肥、农药等农用化学品的使用,从而加剧环境污染[11-12]。就农业保险影响生态环境的机制而言,现有研究主要集中于规模化经营和技术进步两个层面,认为农业保险能够通过推动规模化经营抑制化肥、农药、农膜等农用化学品的过量投入,减轻农业面源污染强度[13-14],或通过推动技术进步,进而促进农户绿色生产,实现农业碳减排并减少面源污染,有利于农业生态环境的修复与改善[15]。对于规模化经营和生产技术进步指标的衡量,现有文献多采用人均农作物播种面积和农用机械总动力,虽然具有一定代表性,但其测度缺乏精准性。

有鉴于此,本文基于2008—2022年全国30个省(区、市)(不含西藏和港澳台地区)的面板数据,从规模效率和技术效率两个层面,探讨农业保险对粮食生态安全的影响及其作用路径。本文的边际贡献在于:首先,明确粮食生态安全的内涵并对其进行科学测算,为后续相关研究提供理论参考;其次,采用DEA方法测算分解的规模效率和纯技术效率作为机制变量,能够较为准确地判断粮食生产是否处于最优规模状态,并反映农户技术水平、资源利用效率和生产效率情况,有助于更精细地揭示不同机制的影响,为农业保险与粮食生态安全相关问题研究提供新的视角和分析框架。

## 二、理论分析与研究假说

### (一)粮食生态安全的内涵界定

"生态安全"的概念由国际应用系统分析研究所(IIASA)于1989年正式提出。2000年,我国发布《全国生态环境保护纲要》,将国家生态安全定义为"一个国家赖以生存和发展的生态环境处于不受或少受破坏与威胁的状态"①。对于"生态安全"的研究,早期主要集中在自然科学领域,近年来随着人们对发展协调、可持续农业的关注,越来越多的研究聚焦于农业生态领域的跨学科研究[16]。"农业生态安全"的重要标志是拥有健康协调的生态系统,能够进行自我恢复和调节并提供稳定的自然资源供给[17-18],同时以人类的健康为最终目标,为人类生产安全的农产品并提供农业服务[19]。

具体到"粮食生态安全"的内涵,目前学术界讨论较少且尚未明确界定。联合国粮农组织和联合国开发计划署(UNDP)1991年提出,"可持续食物安全旨在不损害自然资源的生产能力、生物系

① 参见《国务院关于印发全国生态环境保护纲要的通知》,https://www.gov.cn/gongbao/content/2001/content_61225.htm。

统的完整性或环境质量的情况下达到此目标"①,突出了生态安全对粮食可持续生产的重要性。有学者认为"粮食生态安全"涵盖资源保护与环境修复[20],是指一个国家或地区的生态与资源环境能够承载粮食生产与消费的压力,能够在保障人们吃饱、吃好的同时保障生态环境的稳定或逐步改善[21]。基于此,结合我国必须维护生态系统的完整性、稳定性和功能性,同时必须处理好涉及生态环境的重大问题等生态安全政策重点②,本文将"粮食生态安全"定义为:在粮食生产全流程中,通过科学规范的种植生产和管理,维持生态系统的服务功能,实现自然资源合理高效利用、生态环境稳定或逐步改善,进而为粮食持续产出提供坚实支撑的一种动态平衡状态。粮食生态安全遵循粮食生产与资源环境承载力相适应的原则,旨在协调粮食高产稳产与可持续发展的双重目标,包括环境友好和资源利用两个维度。一方面,环境友好维度强调通过绿色技术和管理手段推动粮食生产低碳化,促进农用化学品减量增效,从而控制面源污染,同时增强粮食生产系统的抗风险能力,实现生态系统的保护与修复;另一方面,资源利用维度聚焦水土资源的保护与高效利用,通过保护性耕作和节水灌溉等措施来确保粮食生产水土资源的长期可持续性。

相较于农业绿色发展、农业可持续发展等相关概念,尽管它们同样关注农业生态系统的保护与修复,但其理论内涵与研究重心与粮食生态安全仍存在明显差异。农业绿色发展强调在保障农业产出的基础上,改善农业生态系统、提高农业资源利用水平、增强农业减排能力并优化产地环境质量,实现农业发展与生态资源环境的协调统一,核心目标在于推动农业生态系统的良性循环与绿色转型③。农业可持续发展则更加强调农业发展的代际公平性与系统长期稳定性,其本质是在满足当前粮食需求的同时,不以牺牲生态环境和资源基础为代价,从而保障未来粮食系统的可持续供给能力[22]。在农业绿色发展与可持续发展的框架下,粮食生态安全不仅关注粮食产能保障与生态环境保护的双重目标,更注重粮食生产系统内部的生态功能维持与系统韧性的协同提升。

### (二)农业保险影响粮食生态安全的理论分析

1. 农业保险与粮食生态安全

作为现代农业风险管理的重要手段,农业保险能够通过事前预防、事中监测、事后救助的全过程风险管理机制,引导粮食生产绿色转型,同时提高粮食生产的抗风险能力和灾后生产恢复能力[23]。具体而言,从事前风险防范来看,作为政府力量与市场手段的有机结合,农业保险能够降低粮农对灾害风险的不确定性,增强种植信心,推动其将生态保护纳入事前决策框架,主动采取秸秆还田、轮作休耕等预防性措施。从事中监测来看,保险公司依托长期积累的气象灾害、病虫害等历史损失数据,结合遥感监测、大数据建模等专业技术,开展风险减量服务,向粮农提供专业生产指导,达到防灾减灾、粮食生产减药、减肥的目的[24]。此外,农业保险的损失补偿功能有助于稳定粮食生产的预期收益,优化粮食生产要素投入决策,促进粮食生产由粗放模式向集约化、现代化转变[15]。这一过程伴随着耕地规模经营水平提升和绿色技术推广应用,将进一步促进粮食生产投入要素配置优化和生产技术革新,推动粮食生产向绿色低碳、可持续发展转型。从事后救助角度来看,农业保险通过快速定损与经济补偿,保障粮农灾后二次投入能力,使其能够及时调整和恢复粮食生产,提高粮食系统生产恢复力,有效保障粮食生态安全。

---

① 参见 Den Bosch declaration and agenda for action on sustainable agriculture and rural development: report of the conference, FAO-Netherlands conference on agriculture and the environment: strategies and tools for sustainable agriculture and rural development。

② 参见《国家发改委有关负责人就维护国家生态安全答记者问》,https://www.gov.cn/xinwen/2017-04/15/content_5186062.htm。

③ 参见《"十四五"全国农业绿色发展规划》。

基于此,本文提出以下假说:

H1:农业保险有助于保障粮食生态安全。

2. 农业保险、规模效率与粮食生态安全

粮食生产规模效率的提升是实现粮食生产绿色转型的重要路径。规模效率关注粮食生产规模是否处于最优状态,其提高意味着资源配置的优化,能够降低单位产出的生产资料投入与资源消耗强度,实现粮食生产生态成本的降低。农业保险的发展能够通过粮食生产规模调整提升粮食生产规模效率,从而减少单位面积农用化学品使用、降低农机油耗和灌溉耗电、减少土壤有机碳损失,保障粮食生态安全。具体而言,政策性农业保险通过稳定参保农户种粮的预期收益,能够激励农户流转土地、开垦荒地[25],推动粮食生产规模化和集约化,进而提升粮食生产规模效率[26-27]。粮食生产规模效率提升意味着粮食生产投入要素的配置优化,这有利于提高投入要素利用效率,不仅有助于减少单位面积的农药、化肥、农膜等农用化学品投入[28],从而有效控制农用化学品过量使用造成的农业面源污染,还有助于减少由于土地利用不当造成的土壤有机碳损失,保护耕地质量[29],进而改善粮食生态安全状况。

基于此,本文提出以下假说:

H2:农业保险能够通过提升粮食生产规模效率进而保障粮食生态安全。

3. 农业保险、技术效率与粮食生态安全

粮食生产技术效率的提升是实现粮食可持续生产的关键因素之一。技术效率关注生产单元能否在现有规模下最大限度地将技术潜力转化为实际产出,其提升意味着生产者粮食生产技术和管理水平的优化。农业保险的发展能够通过粮食生产技术革新提高粮食生产技术效率,从而提高农机作业效率,推动绿色生产技术采纳,进而有利于保障粮食生态安全。具体而言,由于粮农的抗风险能力较弱,其往往更倾向于选择“高投入、高污染”的传统技术,而农业保险的发展能够更好地缓冲粮食生产中因采用新型技术而带来的不确定性风险[30],优化技术类要素投入,淘汰高污染和高排放的传统型技术,促进新技术、绿色生产技术的采纳[31]。粮食生产技术的革新在保障粮食生态安全中发挥着重要作用:一方面,测土配方施肥、绿色防控技术、农药薄膜包装袋回收和秸秆还田等绿色生产技术的采纳能够有效降低粮食生态污染、改善粮食耕地质量[14];另一方面,粮食生产技术进步能够提高农用机械在粮食生产过程中的作业效率和灌溉效率,从而减少农机油耗和灌溉耗电[8],减少粮食碳排放。

基于此,本文提出以下假说:

H3:农业保险能够通过提升粮食生产技术效率进而保障粮食生态安全。

## 三、粮食生态安全的测度与分析

### (一)粮食生态安全指标体系构建与测度

依据2022年农业农村部《农业农村减排固碳实施方案》的部署,以及《全国高标准农田建设规划(2021—2030年)》提出的“集中力量建设集中连片、旱涝保收、节水高效、稳产高产、生态友好的高标准农田”的建设目标,结合粮食生态安全内涵,根据各指标的科学性、代表性、可比性及可操作性等基本原则,参考已有文献的粮食安全评价指标体系中粮食生态安全子系统的内容[32-33],构建包含环境友好与资源利用两个维度,共7个指标在内的粮食生态安全评价指标体系。在此基础上,采用熵值法计算各评价指标的熵权,并结合标准化后的指标数据,通过加权综合计算得到各省份粮食生态安全综合指数,计算公式为:粮食生态安全综合指数 $=\sum_{j=1}^{n}(w_j \times x_{ij})$,其中,$w_j$ 为第 $j$ 项指标的熵权,$x_{ij}$ 为 $i$ 省份第 $j$ 项指标的标准化值。粮食生态安全评价指标体系及各指标权重见表1。

**表 1　粮食生态安全评价指标体系构建**

| 二级指标 | 三级指标 | 指标描述 | 指标属性 | 指标权重(%) |
|---|---|---|---|---|
| 环境友好 | 粮食碳排放强度 | 农业碳排放量① ×(粮食作物播种面积/农作物播种面积)(吨) | 负向 | 10.65 |
| | 粮食作物化肥施用强度 | (化肥施用量/耕地面积) ×(粮食作物播种面积/农作物播种面积)(吨/公顷) | 负向 | 17.37 |
| | 粮食作物农药使用强度 | (农药使用量/耕地面积) ×(粮食作物播种面积/农作物播种面积)(吨/公顷) | 负向 | 13.92 |
| | 粮食作物农用地膜使用强度 | (农用地膜使用量/耕地面积) ×(粮食作物播种面积/农作物播种面积)(吨/公顷) | 负向 | 6.69 |
| | 作物受灾比例 | 受灾面积/农作物播种面积(%) | 负向 | 6.72 |
| 资源利用 | 复种指数 | 农作物播种面积/耕地面积(%) | 正向 | 23.24 |
| | 节水灌溉面积比重 | 节水灌溉面积/灌溉面积(%) | 正向 | 21.08 |

**数据来源:**《中国统计年鉴》(2009—2023 年)、《中国农村统计年鉴》(2009—2023 年)以及各省市统计年鉴(2009—2023 年)。

**注:**①本文对于农业碳排放量的测算主要采用排放系数法,即用相应的碳排放源消耗量乘以相应的碳排放系数。将化肥、农药、农膜、柴油、翻耕、灌溉这 6 项产生的碳排放进行加总,得到农业碳排放总量。

环境友好维度采用粮食碳排放强度、粮食作物(化肥、农药、地膜等)农用化学品投入强度及作物受灾比例等指标来量化。其中,粮食碳排放强度指标反映粮食生产低碳化水平。粮食作物化肥、农药、地膜等农用化学品投入强度指标反映农户在粮食种植管理过程中对区域生态系统的干预强度,过量的化学品投入会导致土壤污染、耕地地力下降等问题,严重影响粮食生产系统的环境承载力。作物受灾比例反映粮食作物受自然灾害、病虫害的影响程度,该指标是粮食作物与区域气候条件以及农田生态系统内物种间相互作用的综合结果,体现粮食生产系统的抗风险能力。资源利用维度采用复种指数、节水灌溉面积比重指标进行衡量,能够反映粮食生产水土资源的利用效率与长期可持续性。

由表 1 各指标影响权重的计算结果可知,资源利用维度的复种指数(权重为 23.24)和节水灌溉面积比重(权重为 21.08)在三级指标中权重最大,环境友好维度的粮食作物化肥、农药使用强度(权重分别为 17.37、13.92)次之,可见水土资源是粮食生态安全的刚性约束,面源污染治理是粮食生态安全的关键短板。

### (二)粮食生态安全测度结果的描述性分析

1. 全国粮食生态安全综合指数水平

基于前文构建的指标体系,运用熵值法所得权重与各指标的标准化数据,加权测算出我国各省份 2008—2022 年的粮食生态安全综合指数,并基于各省数据平均值计算出全国粮食生态安全综合指数及环境友好、资源利用两个子维度表现,其走势情况如图 2 所示。整体来看,2008—2022 年间,我国粮食生态安全水平呈稳步增长态势。分维度结果显示,一方面,由于资源利用维度指标权重较高,其曲线走势与综合指数基本一致,呈现比较稳定的上升趋势,这主要得益于国家在高标准农田建设、节水农业技术推广补贴等方面的持续投入与政策引导。然而,该维度指数整体水平偏低,表明我国农业资源利用效率仍有较大提升空间,尤其在水土资源集约化利用、耕地质量提升等方面还面临诸多挑战。另一方面,环境友好维度表现出波动上升的趋势,自 2015 年起增长态势趋于稳定,反映出在农业农村减排固碳、面源污染治理、化肥农药减量增效等绿色转型政策推动下,粮食生产的环境友好性有所提升。总体而言,我国粮食生态安全水平虽整体有所改善,但各地区

的生态压力和资源约束问题仍需持续关注。

在区域层面，2008—2022 年我国粮食生态安全综合指数呈现出明显差异。以广西、四川、重庆、贵州为代表的西部地区和以北京、天津、上海为核心的东部发达地区，粮食生态安全水平较高，均值稳定在 0.6 左右；而中部地区的安徽、河南、湖北以及东北部的辽宁、吉林等传统农区，粮食生态安全水平相对偏低，均值在 0.4 上下，黑龙江、安徽、内蒙古等粮食主产区甚至出现负增长，可能是由于这些地区承担粮食生产任务较重，在追求高产的过程中，存在农业资源过度利用和开发、资源配置效率低等粗放式生产现象，导致土壤肥力下降、生态环境退化等问题逐渐凸显。

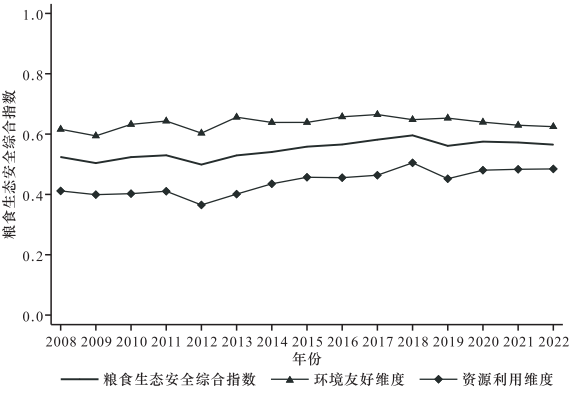



**图 1 2008—2022 年全国粮食生态安全综合指数及分维度变化趋势**

2. 农业保险政策保障下的粮食生态安全变化

自 2007 年我国实施中央财政的农业保险保费补贴政策以来，农业保险市场快速发展。2007—2022 年，农业保险保费规模从 51.84 亿元跃升至 1192 亿元，提供风险保障程度由 2.31% 提升至 27.90%，三大主粮作物保险的覆盖水平达到 84%，有效发挥了风险管理和损失补偿作用，缓解了粮食生产面临的自然灾害、技术风险等冲击。为揭示农业保险发展与粮食生态安全水平的动态关联，绘制农业保险发展水平与粮食生态安全综合指数的散点图，并辅以拟合线进行趋势刻画，如图 2 所示。散点图及拟合线显示二者呈明显的正相关趋势，表明农业保险的风险保障功能可能对粮食生态安全具有积极作用。

进一步地，考虑农业保险发展的关键政策节点，如 2007 年政策性农业保险试点启动、2012 年全面推广及 2018 年三大粮食作物完全成本保险和收入保险试点的实施等，本文选取政策实施后的 2008、2013、2019 和 2022 年 4 个时间点，基于核密度估计方法，分析农业保险保障下全国 30 个省（区、市）（不含西藏和港澳台地区）粮食生态安全水平的演化趋势与区域差异特征，估计结果如图 3 所示。总体来看，2008—2022 年粮食生态安全综合指数的核密度曲线整体呈右移趋势，峰值逐渐上升，且在 2022 年分布更为集中，表明随着农业保险保障水平的提高，粮食生态安全水平整体提升，且区域间发展趋于均衡。农业保险发展与粮食生态安全水平在趋势上的正向关联，在一定程度上印证了农业保险有助于保障粮食生态安全的理论判断，并为后续实证分析提供了经验证据支持。

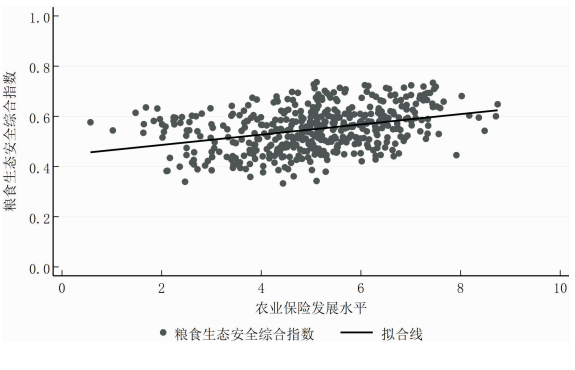



**图 2 农业保险发展水平与粮食生态安全的散点图与拟合线**

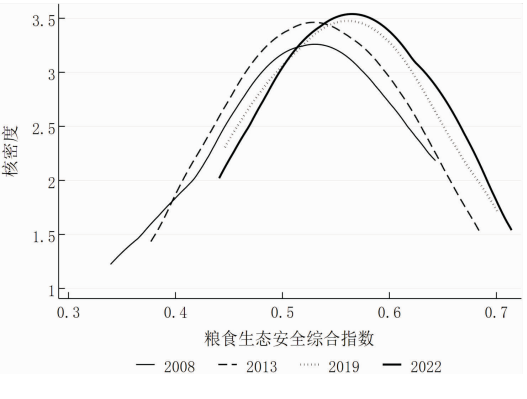



**图 3 我国粮食生态安全综合指数核密度估计结果**

## 四、模型设定、变量说明与数据来源

### (一)模型设定

在理论分析的基础上,考虑到由熵值法测算得到的粮食生态安全综合指数为取值范围在 0 到 1 之间的受限因变量,采用传统 OLS 估计结果可能存在偏差。Tobit 模型采用最大似然估计(MLE),主要解决存在上限、下限或极值的受限因变量回归分析问题。LR 检验结果表明存在个体效应,混合 Tobit 模型无法得到一致的估计量,故本文采用随机效应的面板 Tobit 模型探究农业保险对粮食生态安全的影响效应。计量模型设定如下:

$$y_{it} = \alpha_0 + \beta_0 insurance_{it} + \psi_0 X_{it} + \varepsilon_{0it} \tag{1}$$

式(1)中,$y_{it}$是省份 $i$ 在 $t$ 时期的粮食生态安全综合指数;$insurance_{it}$是省份 $i$ 在 $t$ 时期的农业保险发展水平;$X_{it}$代表影响粮食生态安全的一系列控制变量;$\varepsilon_{0it}$代表模型中的随机扰动项。

为了考察农业保险发展对粮食生态安全的影响机制,本文参考 Alesina 和 Zhuravskaya[34] 的分析方法,引入潜在机制变量 $M_{it}$,在(1)式的基础上进行机制分析,具体步骤如下:

$$M_{it}^k = \alpha_2 + \beta_2^k insurance_{it} + \psi_2 X_{it} + \varepsilon_{2it} \tag{2}$$

$$y_{it} = \alpha_1 + \beta_1 insurance_{it} + \gamma_1 M_{it}^k + \psi_1 X_{it} + \varepsilon_{1it} \tag{3}$$

$M_{it}^k$表示第 $k$ 个机制变量,其中 $k=1$ 时对应理论框架中的规模效率检验,$k=2$ 时对应技术效率检验。(2)式检验机制变量 $M_{it}^k$是否受到核心解释变量的影响,若其系数显著,则表明 $M_{it}^k$是潜在机制变量。(3)式进一步在基准模型中加入机制变量,若加入 $M_{it}^k$后 $insurance_{it}$的系数变小,则说明核心解释变量通过影响机制变量 $M_{it}^k$间接作用于因变量 $y_{it}$。

### (二)变量说明

1. 被解释变量

粮食生态安全。基于粮食生态安全内涵,构建涵盖环境友好、资源利用两个维度,具体包括粮食碳排放强度、粮食作物农用化学品(化肥、农药、地膜等)投入强度、作物受灾率、复种指数及节水灌溉面积比重等 7 个指标在内的粮食生态安全评价指标体系,并采用熵值法测算。具体参见前文第三部分粮食生态安全的测度。

2. 核心解释变量

农业保险发展水平。参考马九杰等[13]的研究,用各地区不同年份的农业保险密度作为衡量农业保险发展水平的指标。该指标能够较好地反映该地农业保险发展水平和农业保险的参与程度。

3. 机制变量

规模效率和技术效率。采用 DEA(MUTLY-1STAGE)方法测算粮食生产技术效率(TE)①,并将其分解的规模效率(SE)和纯技术效率(PTE)视为相互独立的效率维度进行分析,以清晰分离技术效率与规模效率各自的作用。(1)规模效率:是指在给定的技术条件下,生产要素按一定比例变化时,产出规模变化的效率。反映了生产过程中是否存在规模经济或规模不经济。粮食生产规模效率不仅考虑了土地要素,还综合了劳动力、资本、技术等多种生产要素的投入与产出关系,能够更

① 本文粮食生产技术效率测算的具体过程参考王雅秋和刘海滨[35]的研究。其中,投入变量包括土地要素投入、资本要素投入和劳动要素投入。土地要素投入用粮食作物播种面积衡量;资本要素投入包括化肥、农药、农膜使用量、农用机械总动力、有效灌溉面积;劳动要素投入用从事粮食生产人员数衡量。产出变量为粮食产值。为了保证投入要素指标与粮食产量统计口径一致,借鉴鲁庆尧等[36]的方法,通过权重系数将粮食生产投入要素从广义粮食数据中剥离出来。

准确地判断粮食生产是否处于最优规模状态。(2)技术效率:用纯技术效率衡量,是指在给定的规模下,实际产出与最大可能产出的比率,聚焦于粮食生产技术和管理水平的优化,能够较为准确地反映生产过程中对现有技术的有效利用程度。

4.控制变量

考虑影响粮食生态安全的宏观经济状况、农业农村基本情况等因素,在马九杰等[37]、焦雨欣等[12]研究的基础上,筛选出以下控制变量:(1)财政支农力度。用地区财政农林水事务支出占财政总支出的比重来衡量,反映各地区政府对农业生产的重视程度,与地区粮食生产条件和资源分配密切相关。(2)产业结构。用地区第一产业增加值占地区生产总值的比重衡量,反映第一产业对地区经济发展的重要程度,第一产业的发展状况与粮食生产密切相关,其在地区经济中的地位会影响农业生产要素的配置和资源利用效率。(3)人口规模。用地区总人口数表示,地区人口规模会影响农业劳动力的数量和质量,进而影响农业生产效率。(4)环境规制。用地方财政环境支出与地区生产总值之比衡量,反映地区政府对生态环境的重视程度。(5)耕地规模。用农作物播种总面积表示,耕地是粮食生产的基础,耕地规模的大小直接影响粮食的产量和供应稳定性。(6)农业机械化水平。用人均农用机械总动力表示,农业机械化水平会影响粮食生产效率和成本,进而影响粮食生产和生态安全。(7)农民受教育水平。用农户平均受教育年限表示,农民受教育水平会影响绿色生产技术和管理方法的采用。相关变量的描述性统计结果和计算方法见表2。

**表2 相关变量描述性统计结果**

| 变量 | 计算方法 | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 被解释变量 | | | | | |
| 粮食生态安全 | 熵值法测算 | 0.55 | 0.09 | 0.33 | 0.74 |
| 核心解释变量 | | | | | |
| 农业保险发展水平 | 农业保险保费收入/农业从业人数(元/人) | 385.90 | 665.50 | 0.77 | 6276.00 |
| 机制变量 | | | | | |
| 规模效率 | 粮食生产规模效率(通过DEA(MUTLY-1STAGE)方法测算) | 0.97 | 0.06 | 0.70 | 1.00 |
| 技术效率 | 粮食生产纯技术效率(通过DEA(MUTLY-1STAGE)方法测算) | 0.93 | 0.10 | 0.58 | 1.00 |
| 控制变量 | | | | | |
| 财政支农力度 | 财政农林水事务支出/财政总支出(%) | 0.11 | 0.03 | 0.03 | 0.20 |
| 产业结构 | 第一产业增加值/地区生产总值(%) | 0.10 | 0.05 | 0.00 | 0.29 |
| 人口规模 | 地区总人口数(万人) | 4572.00 | 2819.00 | 554.00 | 12684.00 |
| 环境规制 | 地方财政环境支出/地区生产总值(%) | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.04 |
| 耕地规模 | 农作物播种总面积(千公顷) | 5478.00 | 3772.00 | 89.00 | 15209.00 |
| 农业机械化水平 | 农业机械总动力/农业从业人员(千瓦/人) | 4.52 | 2.35 | 0.94 | 13.69 |
| 农民受教育水平 | 农户平均受教育年限(年) | 7.74 | 0.63 | 5.85 | 9.92 |

### (三)数据来源

本文采用我国30个省级行政区划单位(不含西藏和港澳台地区)的面板数据。由于我国自2007年开始中央政策性农业保险试点,此后农业保险进入探索式发展时期,2008年之前很多省份相关数据缺失情况较为严重且存在较大波动,考虑到数据的可得性和有效性,研究起止时间设定为2008—2022年,原始数据来自2009—2023年《中国统计年鉴》《中国保险年鉴》《中国农业年鉴》《中国农村统计年鉴》以及历年来各省级行政单位的统计年鉴。

# 五、实证结果分析

## (一)基准回归结果分析

为了考察农业保险发展水平对粮食生态安全的影响,本文采用面板 Tobit 模型,对公式(1)进行回归分析,回归结果见表 3。其中,列(1)和列(2)分别报告了加入控制变量前后,农业保险发展水平对粮食生态安全综合指数的回归结果;列(3)~列(6)汇报了加入控制变量前后,农业保险发展水平对粮食生态安全综合指标体系中环境友好维度和资源利用维度的回归结果。

表 3 列(1)和列(2)中,核心解释变量农业保险发展水平的回归结果均显著为正,表明农业保险发展确实能够对粮食生态安全起到系统性保障作用。其原因在于,随着三大主粮作物保险由物化成本保险向完全成本保险和收入保险演进,农业保险保障范围进一步扩大,保障水平持续提升,其损失补偿效应有助于稳定粮农预期收益、降低技术转型风险并推动规模化经营,引导粮食生产绿色低碳转型。具体而言,物化成本保险仅覆盖种子、化肥、农药等直接生产资料投入,完全成本保险则进一步涵盖物化成本、土地成本和人工成本等农业生产总成本,种植收入保险的保障范围延伸至相关农产品种植收入,完全成本和收入保险的风险保障水平可达相应品种产值的 80%,能够有效对冲技术转换成本高、短期产量波动等风险,促使粮农更有动力采用绿色生产技术,从而提高粮食生态安全水平。

**表 3　面板 Tobit 模型回归结果**

| 变量 | 粮食生态安全 | | 环境友好 | | 资源利用 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 农业保险发展水平 | 0.020***(0.002) | 0.019***(0.003) | 0.006**(0.003) | 0.014***(0.005) | 0.029***(0.003) | 0.018***(0.005) |
| 财政支农力度 | | 0.013(0.168) | | -0.240(0.229) | | 0.031(0.241) |
| 产业结构 | | -0.687***(0.152) | | -0.480**(0.206) | | -0.877***(0.228) |
| 人口规模 | | 0.000(0.013) | | 0.067***(0.018) | | -0.086***(0.017) |
| 环境规制 | | -0.017(0.020) | | -0.132***(0.029) | | 0.143***(0.026) |
| 耕地规模 | | 0.003(0.014) | | -0.041**(0.020) | | 0.055***(0.020) |
| 农业机械化水平 | | -0.147*(0.086) | | 0.098(0.120) | | -0.425***(0.123) |
| 农民受教育水平 | | 0.419(0.933) | | 3.546***(1.275) | | -1.641(1.334) |
| 常数项 | 0.448***(0.016) | 0.954***(0.207) | 0.604***(0.028) | 1.030***(0.307) | 0.292***(0.026) | 0.740**(0.291) |
| $\sigma_u$ | 0.067***(0.009) | 0.064***(0.009) | 0.137***(0.018) | 0.095***(0.014) | 0.117***(0.016) | 0.081***(0.013) |
| $\sigma_e$ | 0.046***(0.002) | 0.044***(0.002) | 0.061***(0.002) | 0.060***(0.002) | 0.069***(0.002) | 0.064***(0.002) |
| $\rho$ | 0.679(0.060) | 0.678(0.065) | 0.834(0.037) | 0.712(0.062) | 0.742(0.052) | 0.617(0.078) |
| N | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |

**注:*****、**、*分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著;括号内为标准误。下同。

从环境友好维度来看,列(3)~列(4)的回归结果均显著为正,表明农业保险发展有助于粮食生产生态环境的改善。农业保险提供的风险保障,有效抑制了农户因担忧自然风险而过度依赖化学投入品的倾向。同时,耕地地力指数保险、高标准农田建设工程质量责任险等绿色农业保险产品的推广,有助于实现从传统灾后补偿向事前预防的转变,激励农户实施秸秆还田、有机肥替代等绿色生产方式,主动减少化肥农药投入,降低面源污染负荷。从资源利用维度来看,列(5)~列(6)的回归结果表明,农业保险的发展有助于促进资源利用效率的提升。这是由于随着农业保险风险保障效能的有效发挥与土地流转履约保证保险等产品的推广,引导土地经营权有序流转,推进粮

食规模化生产以实现规模经济,从而优化了要素配置,减少了分散种植导致的资源浪费。此外,规模化生产还有利于提高农机作业效率,促进节水灌溉、测土配方施肥等现代化粮食生产技术的采用,减少了单位产出的资源消耗,实现了资源高效利用,助力粮食生态安全保障。在控制变量中,产业结构系数均显著为负,这意味着粮食生态安全治理具有显著的外部性。在第一产业占比较高的农业大省,粮食稳产保供的任务较重,减少化肥农药施用会带来减产风险,粮食生产的生态成本无法得到有效补偿。因此,在农业保险产品和补贴政策设计环节,应综合考虑各地经济发展水平和财政状况差异,引导粮食生产生态环境的保护和资源的高效利用。

**(二)稳健性检验**

1. 面板工具变量 Tobit(IV-Tobit)

基准回归结果表明农业保险有助于保障粮食生态安全,但由于数据和变量的限制,仍可能存在测量误差、遗漏变量等内生性问题。鉴于此,本文采用 IV-Tobit 方法对数据进行稳健性检验。借鉴令涛和赵桂芹[23]、魏超等[38]的研究,同时考虑工具变量的外生性要求,选择财产保险发展水平①、农险市场地位②、农业保险发展水平的滞后一期作为工具变量,通过两步法进行检验分析。具体而言,滞后一期农业保险发展水平与当期相关且为前定变量,理论上可能与扰动项不相关,将其作为工具变量具有合理性与可行性。财产保险发展水平方面,我国财产保险以车险和企业财产险为主,其发展主要受城市经济活动驱动,与粮食生产决策关联性弱,不会对粮食生态安全产生直接影响,而农业保险作为财产保险的一部分,二者市场发展具有同向性,满足外生性和相关性要求。农业保险市场地位反映农业保险在金融体系中的相对重要性,通过行业资源配置、政策倾斜等间接影响农业保险发展,而对于粮食生产及其生态环境不产生直接影响,符合外生性要求。

内生性处理结果在表 4 中列出。列(1)汇报了第一阶段的回归结果,财产保险发展水平、农险市场地位、农业保险发展水平滞后一期均在 1% 的置信水平上正向显著,表明财产保险的发展、农险市场地位的提高以及上一年农业保险的发展均能对当期农业保险发展水平产生积极影响。列(2)汇报了第二阶段的回归结果,农业保险发展水平在 1% 的置信水平上显著为正,与基准回归结果基本一致。Wald 检验结果拒绝外生性原假设,认为存在内生变量。第一阶段回归的 F 统计量值为 948,说明不存在弱工具变量问题。IV-Tobit 回归结果证明,在利用工具变量处理了内生性问题之后,农业保险发展对粮食生态安全的影响仍然显著为正,说明基准回归具有一定的稳健性。

**表 4 面板工具变量法(IV-Tobit)回归结果**

| 变量 | 第一阶段 | 第二阶段 |
|---|---|---|
| | 农业保险发展水平 | 粮食生态安全 |
| | (1) | (2) |
| 财产保险发展水平 | 0.761*** (0.022) | |
| 农险市场地位 | 0.247*** (0.045) | |
| L. 农业保险发展水平 | 6.921*** (0.863) | |
| 农业保险发展水平 | | 0.029*** (0.004) |
| 控制变量 | 是 | 是 |
| observations | 420 | 420 |

① 财产保险发展水平用财产保险密度取对数衡量,财产保险密度 = 某地区财产保险保费收入/某地区常住人口数,反映各地区保险市场的普及程度。

② 农险市场地位 = 农险保费收入/保险业原保费收入,反映各地区农业保险的市场地位。

2. 基于主成分分析法测度粮食生态安全

通过主成分分析法提取粮食生态安全综合指标体系原始变量中对模型贡献大的主成分,使用降维后的数据进行回归分析,检验模型的稳健性。如表 5 所示,农业保险发展水平的估计系数符号保持不变,且加入控制变量前后均在 1% 置信水平下显著,与基准结果结论一致,进一步验证农业保险发展对粮食生态安全的保障作用。

**表 5　基于主成分分析法测度粮食生态安全的回归结果**

| 变量 | 被解释变量(主成分降维后的粮食生态安全) | |
|---|---|---|
| | (1) | (2) |
| 农业保险发展水平 | 0.050***(0.005) | 0.016***(0.002) |
| 控制变量 | | 是 |
| 常数项 | −0.252**(0.114) | −3.946***(0.166) |
| $\sigma_u$ | 0.607***(0.079) | 0.084***(0.013) |
| $\sigma_e$ | | |
| $\rho$ | 0.123***(0.004) | 0.020***(0.001) |
| N | 450 | 450 |

3. 替换农业保险发展水平

为了确保实证结果的稳健性,本研究采用替换自变量对模型进行稳健性检验,将核心解释变量农业保险发展水平替换为农业保险深度①和农业保险保费收入②,并在此基础上对模型进行再估计,估计结果如表 6 所示。列(3)和列(4)汇报了将核心解释变量替换为农业保险深度的回归结果,加入控制变量前后均在 1% 的置信水平上显著为正,与基准回归结果一致。列(5)和列(6)汇报了将核心解释变量替换为农业保险保费收入的回归结果,加入控制变量前后均在 1% 置信水平上显著为正,与基准回归结果一致。在替换核心解释变量后,农业保险发展对粮食生态安全的影响仍然显著为正,说明基准回归具有一定的稳健性。

**表 6　替换农业保险发展水平的回归结果**

| 变量 | 被解释变量(粮食生态安全) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 农业保险发展水平 | 0.020***(0.002) | 0.019***(0.003) | | | | |
| 农业保险深度 | | | 0.029***(0.003) | 0.018***(0.004) | | |
| 农业保险保费收入 | | | | | 0.022***(0.002) | 0.019***(0.004) |
| 控制变量 | | 是 | | 是 | | 是 |
| 常数项 | 0.448***(0.016) | 0.954***(0.207) | 0.427***(0.018) | 0.757***(0.207) | 0.402***(0.020) | 1.050***(0.216) |
| $\sigma_u$ | | | | | | |
| $\sigma_e$ | 0.067***(0.009) | 0.064***(0.009) | 0.064***(0.009) | 0.068***(0.010) | 0.076***(0.010) | 0.066***(0.009) |
| $\rho$ | | | | | | |
| N | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |

① 农业保险深度的测度参见财政部《关于加快农业保险高质量发展的指导意见》(财金〔2019〕102 号),农业保险深度 = 农业保险保费收入/第一产业增加值。

② 农业保险保费收入采用统计周期内各地区农业保险业务保费收入衡量,并加 1 后取对数处理。

### (三)机制检验

结合理论分析,本部分主要基于公式(2)和(3),从规模效率、技术效率两个层面,检验农业保险影响粮食生态安全的机制。回归结果如表7所示,列(1)和列(2)汇报了公式(2)的回归结果。第(1)列显示,核心解释变量的回归结果在5%置信水平下显著为正,说明农业保险发展可以促进粮食生产规模效率的提高。结合前文理论分析,粮食生产规模效率的提高不仅可以促进农用化学品减量增效[28],而且有助于减少农机作业产生的碳排放[8],同时还能遏制土壤有机碳的流失,保护耕地质量[29],从而有利于保障粮食生态安全。同时,粮食生产规模效率的提高有利于实现规模化经营,进而促进粮食生产专业化分工不断加强,提高资源利用效率,并节约粮食生产成本和污染治理成本[39]。此外,从事规模经营的新型农业经营主体的示范作用还会产生知识溢出效应,促进粮食绿色生产知识与技术的融合创新及先进生产技术和管理经验的传播[40],从而助力粮食生态安全的保障。第(2)列显示,核心解释变量的回归结果在1%置信水平下显著为正,说明农业保险发展有利于提高粮食生产技术效率。结合前文理论分析,技术效率的提高能够推动农户采纳创新的绿色生产技术,有利于农户优化资源配置,提高农用化学品的使用效率及农机作业效率,同时提高粮食作物抵御农业生产过程中各类风险的能力[14],进而有利于保障粮食生态安全。

表7列(3)~列(6)汇报了在基准模型中逐步加入机制变量的回归结果。核心解释变量的系数随着机制变量的加入逐步显著下降,表明规模效率和技术效率在农业保险对粮食生态安全的影响中发挥了中介作用。同时,表格中Bootstrap的检验结果显示,规模效率和技术效率占比分别为0.137和0.107,这意味着粮食生产规模效率和技术效率分别对农业保险发展影响粮食生态安全的效应具有13.7%和10.7%的解释力。综上,规模效率和技术效率是农业保险保障粮食生态安全的有效机制,验证了假说2和假说3。

**表7 农业保险对粮食生态安全影响的机制检验**

| 变量 | 规模效率(SE) | 技术效率(PTE) | 粮食生态安全 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 农业保险发展水平 | 0.010**(0.005) | 0.020***(0.008) | 0.019***(0.003) | 0.018***(0.003) | 0.018***(0.003) | 0.017***(0.003) |
| 规模效率(SE) | | | | 0.041(0.060) | | 0.072(0.061) |
| 技术效率(PTE) | | | | | 0.077*(0.044) | 0.091**(0.045) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 常数项 | 1.277***(0.301) | 1.163*(0.595) | 0.954***(0.207) | 0.912***(0.215) | 0.881***(0.210) | 0.795***(0.222) |
| 中介效应占比(%) | | | | 13.7 | 10.7 | |
| Bootstrap检验置信区间 | | | | [0.001, 0.006] | [0.001, 0.005] | |
| $\sigma_u$ | 0.090***(0.017) | 0.246***(0.044) | 0.064***(0.009) | 0.064***(0.009) | 0.064***(0.009) | 0.063***(0.009) |
| $\sigma_e$ | 0.049***(0.002) | 0.069***(0.004) | 0.044***(0.002) | 0.044***(0.002) | 0.044***(0.002) | 0.044***(0.002) |
| $\rho$ | 0.776(0.066) | 0.927(0.025) | 0.678(0.065) | 0.675(0.065) | 0.677(0.066) | 0.671(0.067) |
| N | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |

**注:**Bootstrap检验的重复次数为5000次,报告间接效应95%置信度下的置信区间。

### (四)异质性分析

为系统识别不同区域内农业保险对粮食生态安全的影响差异,本文依据国家现行区域划分标准,将样本划分为东部、中部、西部和东北四大区域进行分组回归,结果如表8所示。

列(1)~列(4)汇报了加入控制变量后,东、中、西部和东北地区核心解释变量农业保险发展水平对粮食生态安全的回归结果。可以看出,东部地区的农业保险发展水平对粮食生态安全的影响在5%水平上显著为正,而中、西部和东北地区的回归系数均未通过显著性检验,表明农业保险发展对粮食生态安全的保障作用在东部地区更为明显。

**表 8　分地区回归结果**

| 变量 | 被解释变量(粮食生态安全) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 东部地区 | 中部地区 | 西部地区 | 东北地区 |
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 农业保险发展水平 | 0.015** (0.007) | -0.009(0.006) | 0.009(0.006) | 0.009(0.013) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 常数项 | 1.476*** (0.311) | 0.932*** (0.331) | 0.299(0.251) | -0.691(0.696) |
| $\sigma_u$ | 0.035*** (0.009) | 0.007(0.012) | 0.023*** (0.008) | 0.000(0.006) |
| $\sigma_e$ | 0.047*** (0.003) | 0.037*** (0.003) | 0.042*** (0.002) | 0.038*** (0.004) |
| $\rho$ | 0.351(0.129) | 0.031(0.115) | 0.235(0.121) | 0.000*** (0.000) |
| N | 150 | 90 | 165 | 45 |

其可能的原因在于:(1)从规模效率来看,东部地区经济较为发达,非农就业机会多,农村劳动力大规模向非农转移,土地流转活跃且规模较大[41],推动了东部地区的农业规模化经营,有利于发挥农业保险提高粮食生产规模效率,促进粮食生产经营集约化、绿色化,进而保障粮食生态安全的作用;而中、西部和东北地区土地流转相对滞后①,不利于实现规模化经营,农业保险通过提高规模效率来保障粮食生态安全的作用有限。(2)从技术效率来看,相对于中西部地区,东部地区的农业现代化水平较高[42],其先进的农业生产技术、较为完善的基础设施以及较高的农户受教育水平,使农业保险能够更好地与现代农业生产相结合,推动农户采纳绿色生产技术,提高粮食生产技术效率,进而在保障粮食生态安全方面展现出更为显著的效果;而中、西部和东北地区受限于资源配备及其较低的技术采纳率,农业保险在推动粮食生产技术进步、保障粮食生态安全方面的作用难以得到充分发挥[43]。(3)从地方财政约束与农业保险发展水平来看,东部地区财政实力雄厚,农业保险补贴及时足额,再保险机制运行顺畅;保险公司网点密集、理赔流程高效,形成了较为成熟的风险管理与服务体系,能够为规模化粮食生产和绿色技术推广提供有力保障。而中部及东北地区的一些农业大省在粮食稳产保供中作用重大,但地方财政配套能力相对薄弱,其农业保险发展水平未能与实际风险保障需求相匹配,难以充分发挥保障作用[38]。

## 六、研究结论与启示

### (一)研究结论

为了探究农业保险对粮食生态安全的影响,本文基于环境友好与资源利用两个维度,构建包含 7 个具体指标的粮食生态安全评价指标体系,运用熵值法测算出我国 30 个省级行政区划单位(不含西藏和港澳台地区)2008—2022 年的粮食生态安全综合指数,将其作为被解释变量。在此基础上,运用面板 Tobit 模型实证检验了农业保险对粮食生态安全的影响机制及其区域异质性。研究的主要结论如下:

2008—2022 年,我国粮食生态安全水平虽呈逐步提升趋势,且地区之间的差距逐渐缩小,但部分粮食生产大省受限于财政约束和高企的生态成本,粮食生产面临的生态环境压力与资源约束问题依然突出,生态安全基础尚不牢固。农业保险发展对粮食生态安全具有显著正向作用,在环境友好与资源利用维度均能有效改善粮食生态安全状况。机制分析表明,农业保险能够降低生产经营风险,推动粮食生产规模效率与技术效率提升,进而驱动化肥减量增效、节水灌溉等环境友好型技术的

① 根据《中国农村政策与改革统计年报(2022 年)》的数据,2022 年东、中、西部和东北地区土地流转率均值分别为 50.7%、40.6%、26.4% 和 42.2%,中西部地区和东北地区土地流转相对于东部地区较为滞后。计算公式:土地流转率 = (家庭承包耕地流转总面积/家庭承包耕地总面积) ×100%。

扩散应用,产生显著环境效应,为粮食生态安全提供有力保障。然而,受制于东、中、西部和东北地区资源禀赋、经济实力与农业现代化水平差异,农业保险的粮食生态安全保障效能存在明显不同。东部地区凭借较高的农业保险发展水平、高效的土地流转与先进的生产技术优势,农业保险更能充分发挥提升粮食生产规模效率和技术效率的作用,有效保障粮食生态安全;而中、西部和东北地区由于土地流转滞后、技术推广能力有限,农业保险的粮食生态安全保障效应尚未充分释放。

**(二)启示**

第一,创新推广绿色农业保险产品,推动粮食生产绿色转型。一是扩大现有绿色种植业保险产品的服务范围,如耕地地力指数保险、高标准农田建设工程质量责任险等,对试点地区工作经验进行系统总结,并逐步在全国范围内推广,引导农户积极采纳环境友好型生产方式。二是加大产品研发力度,针对粮食生产绿色转型中的新风险、新需求,开发更多专属绿色种植业保险产品,例如将土壤碳储量变化纳入理赔指标的耕地碳汇保险,抑或将测土配方施肥、病虫害综合防治等绿色技术应用要求纳入保险条款,为绿色生产的粮农提供保费优惠或适当提高保额,激励农户落实绿色低碳生产举措。此外,针对东部发达地区规模化基础好、现代农业技术普及程度高的优势,可试点"农业保险+智慧农业"融合模式,将遥感监测、智能灌溉及土壤墒情监测等数字技术与保费优惠挂钩,激励先进技术在粮食种植中的广泛应用。

第二,优化农业保险风险减量服务,提升服务粮食生态安全质效。通过开展风险减量服务强化农业保险对规模效率和技术效率的提升作用。一是拓展农业保险服务范围,提升粮农生产管理水平。如通过为高标准农田建设和现代农业产业园建设提供设施援助,组织修建节水灌溉等智慧农业设备,以改善粮食生产条件,助力生态环境修复。二是保险机构应联动农技部门及基层政府组织,从育种选种、施肥、土壤改良、病虫害防治等方面为农户提供种植技术支持,定期举办以绿色生态为导向的农机、农技培训,促进粮食生产管理科学化、标准化,破解化肥农药减量带来的减产风险难题,助力粮食生态安全保障。

第三,完善农业保险政策支持体系,因地制宜筑牢粮食生产的生态底色。一是将绿色种植业保险产品纳入中央财政补贴范围。现有绿色保险产品多为地方财政在市、区一级提供保费补贴,支持力度有限,建议通过"以奖代补"等形式将绿色保险产品纳入中央财政保费补贴范围。同时,加强保险公司与政府部门、其他金融机构的合作,共同完善绿色保险生态体系,为粮食生产全面绿色转型提供更有力的保险保障。二是优化单一作物保险补贴机制。当前完全成本保险主要聚焦小麦、水稻、玉米等单一作物,可能会对作物轮作产生不利影响,部分粮食生产大省面临着长期连作导致土壤肥力下降、生态安全风险加剧的问题。因此,应结合区域资源禀赋差异,设计针对粮油间种、大豆套种复合模式的"一揽子"综合作物保险,引导间作套作模式推广,有效实现耕地地力恢复与生态环境保护。三是加强对农业保险发展相对滞后地区的政策支持。适当提高中、西部和东北地区保费补贴的中央财政分担比例,缓解地方财政压力,并引入对地方农业保险保费补贴资金使用的监管措施,谨防"应收保费"问题,充分发挥农业保险对粮食生态安全的保障作用。

**参考文献:**

[1]曾福生,欧雪辉. 粮食生产环节减损的现实挑战与长效机制研究[J]. 中州学刊,2025(3):24-30.
[2]张伟,易沛,徐静,等. 政策性农业保险对粮食产出的激励效应[J]. 保险研究,2019(1):32-44.
[3]徐雯,张锦华. 农业保险风险转移与化肥减量[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2024(3):110-122.
[4]任天驰,张洪振,杨晓慧,等. 农业保险保障水平与农户生产投资:一个"倒U型"关系——基于鄂、赣、川、滇四省调查数据[J]. 中国农村观察,2021(5):128-144.
[5]TANG L, LUO X. Can agricultural insurance encourage farmers to apply biological pesticides? Evidence from rural China[J]. Food policy, 2021,105:102174.

[6]都晶晶,贺娟. 老龄化下的挑战:农业保险是否能促进环境友好型农业技术的采纳? [J]. 世界农业,2024(1):104 – 115.
[7]马九杰,崔恒瑜. 农业保险发展的碳减排作用:效应与机制[J]. 中国人口·资源与环境,2021(10):79 – 89.
[8]徐雯,张锦华. 政策性农业保险的碳减排效应——来自完全成本保险和收入保险试点实施的证据[J]. 保险研究,2023(2):20 – 33.
[9]刘景政,穆月英. 农业保险发展的碳减排效应——理论机制与实证检验[J]. 中国农业资源与区划,2025(3):50 – 61.
[10]佘宗昀,孙乐,陈盛伟. 农业保险对农业固碳增效的影响及机制研究[J]. 中国农业资源与区划,2022(9):263 – 272.
[11]HE J,ZHENG X Y,REJESUS R M, et al. Moral hazard and adverse selection effects of cost-of-production crop insurance: evidence from the Philippines[J]. Australian journal of agricultural and resource economics, 2019(1):166 – 197.
[12]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.
[13]马九杰,杨晨,崔恒瑜,等. 农业保险的环境效应及影响机制——从中国化肥面源污染视角的考察[J]. 保险研究,2021(9):46 – 61.
[14]秦国庆,杜宝瑞,贾小虎,等. 政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应分析[J]. 中国农业大学学报,2023(1):237 – 251.
[15]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(12):2414 – 2432.
[16]穆军芳,张丽鑫,杨光. 基于 WOS 的国际农业生态学研究热点与前沿探究[J]. 中国生态农业学报(中英文),2023(7):989 – 1000.
[17]章家恩,骆世明. 农业生态安全及其生态管理对策探讨[J]. 生态学杂志,2004(6):4.
[18]王军,何玲,董谦,等. 河北省农业生态安全障碍度评价与对策研究[J]. 农业现代化研究,2010(1):81 – 85.
[19]高宏伟. 农业生态安全视角下的农村土地流转分析[J]. 经济问题,2015(2):105 – 108.
[20]仇焕广,雷馨圆,冷淦潇,等. 新时期中国粮食安全的理论辨析[J]. 中国农村经济,2022(7):2 – 17.
[21]王宏广. 中国粮食安全:战略与对策[M]. 北京:中信出版社,2020:248.
[22]于法稳. 气候韧性农业:内涵特征、理论阐释及推进策略[J]. 中国特色社会主义研究,2024(6):52 – 62.
[23]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(2):94 – 106.
[24]宋淑婷,王嘉启. 农业保险风险减量助力农业防灾减灾理论基础、实践经验与发展路径[J]. 保险理论与实践,2024(11):19 – 30.
[25]张伟,钟伟霞,陈小知,等. 种植业保险对农地规模化经营的激励效应——基于 2011 ~ 2021 年省级面板数据的经验证据[J]. 保险研究,2024(4):34 – 47.
[26]卢飞,张建清,刘明辉. 政策性农业保险的农民增收效应研究[J]. 保险研究,2017(12):67 – 78.
[27]曲朦,赵凯,周升强. 耕地流转对小麦生产效率的影响——基于农户生计分化的调节效应分析[J]. 资源科学,2019(10):1911 – 1922.
[28]诸培新,苏敏,颜杰. 转入农地经营规模及稳定性对农户化肥投入的影响——以江苏四县(市)水稻生产为例[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2017(4):85 – 94.
[29]谢文宝,陈彤,刘国勇. 乡村振兴背景下农户耕地质量保护技术采纳差异分析[J]. 改革,2018(11):117 – 129.
[30]孔祥智,方松海,庞晓鹏,等. 西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析[J]. 经济研究,2004(12):85 – 95.
[31]左斐,徐璋勇. 农作物保险对产出的影响:理论框架,研究现状与展望[J]. 保险研究,2019(6):26 – 38.
[32]崔明明,聂常虹. 基于指标评价体系的我国粮食安全演变研究[J]. 中国科学院院刊,2019(8):910 – 919.
[33]雷勋平,QIU R. 基于熵权 TOPSIS 模型的中国粮食安全评价及障碍因子诊断[J]. 中国农业大学学报,2022(12):1 – 14.
[34]ALESINA A, ZHURAVSKAYA E. Segregation and the quality of governmentin a cross section of countries[J].

American economic review, 2011(5):1872 - 1911.
[35]王雅秋,刘海滨. 黄河流域城市粮食全要素生产率分区差异及技术落差研究[J]. 经济问题,2024(8):121 - 128.
[36]鲁庆尧,王树进,孟祥海. 基于 SBM 模型的我国粮食生产生态效率测度与 PS 收敛检验[J]. 农村经济,2020(12):24 - 32.
[37]马九杰,崔恒瑜,吴本健. 政策性农业保险推广对农民收入的增进效应与作用路径解析——对渐进性试点的准自然实验研究[J]. 保险研究,2020(2):3 - 18.
[38]魏超,陈盛伟,牛浩,等. 农业保险对农村产业融合的影响机制研究[J]. 保险研究,2025(2):84 - 97.
[39]银西阳,贾小娟,李冬梅. 农业产业集聚对农业绿色全要素生产率的影响——基于空间溢出效应视角[J]. 中国农业资源与区划,2022(10):110 - 119.
[40]朱森杰,尹恣昊,袁祥州,等. 农业保险对农业碳生产率的影响研究[J]. 中国农业资源与区划,2024(4):42 - 51.
[41]邵旭阳,王波. 土地流转对农村内部收入差距的影响——基于中国家庭追踪调查(CFPS)数据的实证分析[J]. 宏观经济研究,2023(8):78 - 91.
[42]李露,赵巍. 迈向农业现代化之路:数字乡村建设的路径检验[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2024(3):12 - 22.
[43]罗汉祥,彭慧灵,田婧,等. 农业技术进步对农民收入差距的影响研究[J]. 中国农业资源与区划,2025(1):236 - 249.

# Agricultural Insurance and Grain Ecological Security: Impact Mechanism and Empirical Test

LI Qin-ying[1], CHEN Xiao-hui[1], CHEN Kang[2]
(1. *School of Business, Zhengzhou University, Zhengzhou* 450001, *China*;
2. *School of Economics and Trade, Henan University of Technology, Zhengzhou* 450001, *China*)

**Abstract**: Ecological deterioration and resource constraints endanger grain production sustainability, with grain ecological security gaining increasing prominence. As a key policy for supporting grain production, it remains to be verified whether agricultural insurance can effectively safeguard grain ecological security. This paper uses provincial panel data from 30 Chinese provinces (excluding Tibet, Hong Kong, Macao, and Taiwan) spanning 2008 to 2022 to construct a comprehensive evaluation index system for grain ecological security, and measures the grain ecological security level of each province using the entropy method. Furthermore, a panel Tobit model is employed to empirically test the impact of agricultural insurance on grain ecological security and its underlying mechanism. The findings reveal that China's grain ecological security level has generally shown an upward trend from 2008 to 2022, with the gap between regions narrowing; Agricultural insurance exerts a significantly positive influence on grain ecological security, effectively enhancing security levels in both environmental friendliness and resource utilization dimensions; Mechanism analysis indicates that agricultural insurance primarily safeguards grain ecological security by boosting both the scale efficiency and technical efficiency of grain production; Heterogeneity analysis indicates that this positive impact is more pronounced in Eastern China, while not yet fully manifested in Central, Western, and Northeastern China. Therefore, it is essential to innovate and promote green agricultural insurance products, enhance agricultural insurance risk reduction services, and refine the policy support system for green insurance.

**Key Words**: agricultural insurance; grain ecological security; environmental friendliness; resource utilization; scale efficiency; technical efficiency

【责任编辑:毛殷】