

# 农业保险是否促进了中国农业绿色发展?

周月书,尹梓鉴

(南京农业大学金融学院/金善宝农业现代化发展研究院,江苏南京210095)



**摘要** 农业保险是中国农业绿色发展的助推器。基于2005—2020年中国省级面板数据,以农业绿色全要素生产率作为绿色发展水平的度量,运用超效率SBM模型结合Malmquist-Luenberger生产率指数测算中国农业绿色全要素生产率,通过双向固定效应模型分析农业保险对农业绿色全要素生产率的影响。研究表明:农业保险可以显著促进农业绿色全要素生产率增长,农业保险保费收入每增加1%,农业绿色全要素生产率将会增加0.024%,农业保险能够促进中国农业绿色发展;机制分析发现,优化要素配置是农业保险提升农业绿色全要素生产率的有效机制,但农业保险对推动中国农业绿色生产前沿面的扩张作用不显著;异质性分析发现,在农业信贷薄弱地区、西部地区、非粮食主产区以及土地流转率低的地区,农业保险对农业绿色全要素生产率的促进作用更强,农业保险具有绿色普惠效应;同时农业保险能够促进免耕、精播少播以及秸秆还田等绿色农业技术的应用。基于此,从完善农业保险保费补贴制度、提高农业保险保障水平、推出绿色险种等方面提出政策建议。

**关键词** 农业保险;绿色发展;农业绿色全要素生产率;要素配置;绿色农业技术

**中图分类号**:F840.66 **文献标识码**:A **文章编号**:1008-3456(2024)01-0049-13

**DOI编码**:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2024.01.005

环境不仅是经济发展的内生变量,而且是经济发展规模和质量的刚性约束<sup>[1]</sup>。中国农业依靠要素投入驱动的粗放式增长带来诸多问题,如投入要素的边际报酬递减,严重的面源污染和高额的农业碳排放等,制约着中国农业发展的质量和效率。根据《第二次全国污染源普查公报》,中国农业部门水污染物排放量中的化学需氧量、氨氮、总氮和总磷分别占全国的49.8%、22.4%、46.5%和67.2%,农业面源污染严重危害着中国生态环境。同时,根据《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》,中国农业部门的碳排放、甲烷和氧化亚氮等温室气体排放分别占全国的6.7%、40.2%和59.5%,加剧了气候变暖,严重阻碍农业经济发展<sup>[2]</sup>。为提高发展质量、改善环境状况,农业绿色发展成为中国农业发展的必由之路。农业绿色发展要求在农业生产过程中兼顾农业发展的低碳性、经济性和安全性<sup>[3]</sup>,实现经济、社会、环境和生态效益的协调统一<sup>[4]</sup>。

农业绿色发展的实现不但需要相关政策制度的完善和配套基础设施的建设,还需要农村金融的支持来引导农户进行绿色生产。中国农业保险以政策性农业保险为主,以保护农业生产和惠及农户作为制度设计目的,经过近二十年的实践,逐步实现对农业生产成本、价格和收入的保障。2004年,中国首次在部分省区(江苏、新疆、四川)开始了以省级财政补贴为主的政策性农业保险的试点。2007年,财政部出台《中央财政农业保险保费补贴试点管理办法》,中央政府开始使用公共财政补贴农业保险费,政策性农业保险开始快速发展。为进一步提高保障水平,2018年财政部、农业农村部、原银保监会共同印发《关于开展三大粮食作物完全成本保险和收入保险试点工作的通知》,推动在传统物化成本的基础上逐步实现对完全成本的保障<sup>①</sup>,并开展收入保险试点。原银保监会数据显示,

收稿日期:2023-02-02

基金项目:国家自然科学基金面上项目“数字化农业产业链金融运行机制与风险治理研究”(72173064);南京农业大学金融学院研究阐释党的二十大精神项目(ZDXM202203)。

① 物化成本包括农业生产过程中投入的化肥、地膜、种子等;完全成本包括直接物化成本、土地成本和人工成本等成本。

2020年中国农业保险保费收入815亿元,2021年为976亿元,2022年为1219亿元,连续三年位列世界第一,农业保险对中国农业部门的生产运行发挥着巨大的保障作用。现有研究表明,农业保险可以增加农户收入<sup>[5]</sup>,降低收入不平等<sup>[6]</sup>,改变要素投入<sup>[7]</sup>,改变种植结构<sup>[8]</sup>,减少农业碳排放<sup>[9]</sup>,影响农户损失控制方式<sup>[10]</sup>。那么,农业保险能否促进以及怎样促进农业绿色发展?此问题的探讨,对优化中国农业保险发展,加快中国农业绿色发展进程具有重要意义。

本文在以下方面进行了有益的探索:第一,农业绿色全要素生产率反映了在投入较少生产要素和产生较少环境污染的前提下实现产出最大化时的绿色生产效率,并可以实现指标分解和跨期比较,符合农业绿色发展的要义,能够较好地评估农业绿色发展的水平。选取农业绿色全要素生产率度量农业绿色发展水平,并优化了农业绿色全要素生产率的测算体系,将农业碳固定加入期望产出变量中,综合考察农业保险的增产增收及固碳减排作用;第二,探究农业保险对农业绿色全要素生产率的影响和作用机制,揭示农业保险对要素配置优化和绿色农业技术应用的促进作用;第三,从宏观视角探查农业保险对绿色农业技术的影响,为农业保险对农业绿色发展的贡献提供经验证据。

## 一、文献综述和研究假设

### 1. 文献综述

已有文献关注了农业保险对农户生产效率的影响。农业保险基于风险分散和损失补偿的功能,能够促进中国农业产出增加<sup>[11-12]</sup>,提升以农业全要素生产率为表征的农业生产效率,且具有空间溢出效应<sup>[13]</sup>,农业保险提升农业全要素生产率的具体机制是农业保险对技术进步的促进作用<sup>[14]</sup>。本文着眼于农业保险对农业绿色发展的作用,考察农业保险对碳排放约束下的农业绿色全要素生产率的影响,并在上述研究的基础上纳入对农业保险的环境效应的探究。

现有关于农业保险产生环境效应的研究主要从两个方面展开。其一是农业保险对要素投入的影响。Wu将这种影响进一步划分为影响生产中化学要素投入方式的集约性边际作用和影响作物种植面积或种类的扩展性边际作用<sup>[15]</sup>。集约性边际作用的研究主要围绕农业保险对化肥和农药施用行为的影响展开。部分研究认为农业保险增加了化肥和农药的施用,如Horowitz等研究表明,购买农业保险的美国中西部玉米农户将比不购买保险的玉米农户每亩多施用19%的氮肥和21%的农药<sup>[16]</sup>;钟甫宁等也发现参保农户将施用更多的化肥,但会减少农药和农膜的用量,这是由于农户对不同要素具有的风险属性反应不同<sup>[17]</sup>。也有研究认为,增加农用化学品施用将降低赔付时的预期收益,以及道德风险效应导致农户对生产中的风险疏于防范,因此,参保后农户将减少化肥和农药的施用<sup>[7,18-19]</sup>。农业保险具有减少化学品施用的倾向,但具体效果取决于种植品类、保费补贴水平以及生产条件等等。扩展性边际作用的研究结论较为一致,现有研究认为,农业保险可以使农户作物种类的选择向有保险以及保费补贴的品类过渡,并增加该种作物的种植面积,从而影响农用化学品的投入<sup>[20-21]</sup>。

其二是农业保险对技术采纳的影响。已有文献从技术的风险属性、信贷和保险的关联影响以及心理认知等层面考察了农业保险对绿色技术采纳的影响。在技术的风险属性层面,生物农药被认为是风险增加型技术,购买农业保险后,农户将增加生物农药的使用<sup>[22]</sup>。在信贷和保险的关联影响层面,农业保险可以通过促进农户的信贷参与继而促进农户采用绿色农业技术<sup>[23]</sup>,能够激励小规模农业部门采用先进的技术<sup>[24]</sup>。在心理认知层面,农业保险可以通过动机、能力和机会三种方式提高农户采纳环境友好型技术的意愿<sup>[25]</sup>。

已有文献关注了农业绿色发展的影响因素,如环境规制<sup>[26]</sup>、农村金融发展<sup>[27]</sup>等。Fang等考察了2002—2015年农业保险对农业绿色全要素生产率的影响<sup>[28]</sup>,但在测度农业绿色全要素生产率时没有考虑碳固定的作用,农业保险的绿色作用仍有待进一步研究。农业兼顾碳源和碳汇两种属性,畜禽养殖、作物种植、化学品施用以及机械生产作业等农业生产行为产生大量二氧化碳<sup>[29]</sup>,同时,土壤、森林也可以吸收二氧化碳。从农业保险的功能来看,农业保险对要素投入的优化和种植结构、规模的调整也会影响碳固定<sup>[30]</sup>。碳固定对实现农业部门“碳达峰”“碳中和”目标具有重要意义,对农业绿色低碳发展的研究应同时考虑碳固定的影响。

综上所述,已有文献就农业保险的生产效应和环境效应以及农业绿色全要素生产率的影响因素展开了广泛研究,但仍存在以下局限:首先,农业保险影响生产行为,从而产生环境效应和影响生产效率,鲜有研究考察农业保险能否兼顾“增绿”和“提效”;其次,农业绿色全要素生产率能够结合生产效应和环境效应,但已有的测算指标不尽科学,忽略了碳固定的影响;最后,农业保险对农业绿色全要素生产率的影响机制有待进一步探究。

## 2. 理论分析与研究假设

(1)农业保险、要素配置优化与农业绿色全要素生产率。农业保险使农户从事农业生产所带来收益的波动性大大减小,在生产经营决策中可以更加从容地对生产要素进行分配<sup>[7]</sup>,改变农户生产中农用化学品、土地和机械等要素的投入,缓解农户为避免损失而采取的一系列导致资源错配的行为,从而优化要素配置,提高要素使用效率,提升农业绿色全要素生产率。

第一,农业保险可以优化农用化学品投入,提升农业绿色全要素生产率。农户对产量损失的厌恶是中国农药、化肥等农用化学品过量施用的重要原因,且农户的风险规避程度越高,过量施用农用化学品的倾向越大,这带来了药效肥效的降低、面源污染的形成和温室气体排放等问题<sup>[31-32]</sup>。首先,在灾前,农业保险能够提高农户受灾后的预期收入,平滑生产风险;在灾后,农业保险的经济补偿功能有助于农户恢复再生产,保障下一轮生产的收入。农业保险对风险的分散能够缓解农户风险规避的心理,从而替换过量施肥等非正规避险行为,弱化农户过量施用农药、化肥的动机。其次,购买农业保险后的道德风险问题也会使农户减少农用化学品的施用,有助于达到最优施药量、施肥量。农业保险通过优化农用化学品的投入,有助于提高投入的边际产量,减少碳排放,节约生产成本,从而提升农业绿色全要素生产率。

第二,农业保险可以优化生产规模和结构,提升农业绿色全要素生产率。首先,物化成本保险促进了农户优化对中间品的投入,完全成本保险在物化成本保险的基础上保障了人工和土地成本,有助于生产规模的扩大<sup>[9]</sup>。生产规模的适度扩大有利于机械统一作业,实现机械对劳动的替代,促进规模经济的形成<sup>[33]</sup>,提高作业效率、减少能源损耗和碳排放。其次,规模经济带来的平均成本的减少会提高农户对农业废弃物环保处理(如农膜回收、秸秆还田)的意愿,减少农业碳排放。再次,农业保险对生产规模的促进作用还可以促进化肥减量,进一步优化农用化学品的投入,增加农户收入<sup>[34]</sup>。农业保险促进了生产规模的调整,有助于缓解土地、机械和劳动配置的扭曲,并提高资源的利用效率,提升农业绿色全要素生产率。

(2)农业保险、绿色农业技术应用与农业绿色全要素生产率。农业保险通过促进绿色农业技术应用提升农业绿色全要素生产率。首先,从农户行为的经典理论来看,农户很难自发地采用先进农业技术,而农业保险能够增强农户的风险承受能力,有助于绿色农业技术的采用。组织与生产学派的代表—恰亚诺夫认为,小农是风险厌恶的,家庭需要一旦得到满足将缺乏继续投入的意愿和动力,这限制了小农对绿色农业技术的采纳意愿。理性小农学派认为,农户是个人或家庭福利最大化的追求者,农户会做出能够最大化其期望效用的选择,但绿色农业技术比传统技术风险更大、复杂度更高且收益具有不确定性,会影响农户对绿色农业技术采纳的积极性。已经广泛覆盖的物化成本保险能够保障绿色农业技术采用所需的部分投入,不断扩大试点范围的完全成本保险和收入保险能够平滑农户采用新技术后的收入波动,农业保险带来的收入保障可以抵消应用绿色农业技术的部分风险,刺激绿色农业技术的推广。其次,农业保险能够促进农户参与信贷,农户可以通过农业保险保单进行质押贷款,缓解融资约束<sup>[14]</sup>,进行绿色技术的投资。绿色农业技术具有促进资源节约和环境保护的特点,兼具经济和环境效益,农业保险促进了绿色农业技术采用,能够节约生产要素的投入,减少碳排放,促进绿色生产<sup>[35]</sup>,提升农业绿色全要素生产率。综上所述,提出假设:

H<sub>1</sub>:农业保险能够提升农业绿色全要素生产率。

H<sub>2</sub>:农业保险通过优化要素配置提升农业绿色全要素生产率。

H<sub>3</sub>:农业保险通过促进绿色农业技术应用提升农业绿色全要素生产率。

## 二、农业绿色全要素生产率测算

### 1. 测算方法

农业绿色全要素生产率的测算方法主要有数据包络法和随机前沿法。前者为参数法,不需要预先设定模型的函数形式和对误差项的随机分布进行假设,且能够较好地解决农业绿色全要素生产率测算中多投入、多产出的问题,因此在研究中被广泛采用。Tone 为克服传统 DEA 径向和角度的局限性,创造了基于松弛变量的效率测度方法 SBM 模型<sup>[36]</sup>。之后, Tone 又提出了含非期望产出的超效率 SBM 模型,解决了存在非期望产出的效率评价以及有效决策单元效率无法比较问题<sup>[37]</sup>。SBM 模型用以测度某一时间内绿色生产效率,当决策单元是面板数据时,需要借助生产率指数来分析生产率的变动。Malmquist-Luenberger 指数(简称 ML 指数)是一种带有非期望产出的 Malmquist 指数,可以将生产率分解为绿色技术进步、绿色技术效率等指标来分析生产率变动的驱动因素。鉴于 SBM 模型和 ML 指数在评价环境绿色技术效率和绿色生产率上的优势<sup>[38]</sup>,采用 SBM 模型结合 ML 生产率指数的方法测度农业绿色全要素生产率。含非期望产出的超效率 SBM 模型公式如下:

$$\begin{aligned} \min \rho^* = & \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^x}{x_{i0}}}{1 - \frac{1}{s_1 + s_2} \left( \sum_{k=1}^{s_1} \frac{s_k^y}{y_{k0}} + \sum_{l=1}^{s_2} \frac{s_l^z}{z_{l0}} \right)} \quad (1) \\ \text{s.t. } & x_{i0}' \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j - s_i^x, \forall i; \\ & y_{k0}' \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j + s_k^y, \forall k; \\ & z_{l0}' \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j z_j - s_l^z, \forall l; \\ & 1 - \frac{1}{s_1 + s_2} \left( \sum_{k=1}^{s_1} \frac{s_k^y}{y_{k0}} + \sum_{l=1}^{s_2} \frac{s_l^z}{z_{l0}} \right) > 0 \\ & s_i^x \geq 0, s_k^y \geq 0, s_l^z \geq 0, \lambda_j \geq 0, \forall i, j, k, l \end{aligned}$$

式(1)中,  $s^x$ 、 $s^y$ 和 $s^z$ 分别表示投入、期望产出和非期望产出的松弛变量,  $\lambda$ 为权重向量,  $\rho$ 为决策单元的效率值。其中,效率值在(0, 1)区间内为无效决策单元, [1, 2]区间内为有效决策单元。为实现生产率的跨期比较,本文选取 ML 指数测度农业绿色全要素生产率,公式如式(2):

$$ML_C^{t+1}(x^t, y^t, z^t, x^{t+1}, y^{t+1}, z^{t+1}) = \left[ \frac{E_c^t(x^{t+1}, y^{t+1}, z^{t+1}) \cdot E_c^{t+1}(x^t, y^t, z^t)}{E_c^t(x^t, y^t, z^t) \cdot E_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, z^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

其中  $E_c^t(x^t, y^t, z^t)$  表示  $t$  期的投入、期望产出和非期望产出在  $t$  期生产前沿下的效率值,  $E_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, z^{t+1})$  表示  $t+1$  期的投入、期望产出和非期望产出在  $t+1$  期生产前沿下的效率值, 以此类推。该效率值由含非期望产出的超效率 SBM 模型计算得出。

### 2. 投入和产出变量选取

(1)投入变量。根据数据的可获得性和参考已有研究的做法,本文中农业投入主要包括土地、劳动、化肥、机械、灌溉和电力投入。土地投入以农作物播种面积(千公顷)表示;劳动投入以第一产业从业人员数(万)表示;化肥投入以农业生产的化肥折纯量(万吨)表示;机械投入以农用机械总动力(万千瓦)表示;灌溉通过灌溉面积(千公顷)表示;电力投入通过农业用电量(亿千瓦时)表示。

(2)期望产出变量。农业期望产出包括农林牧渔业生产总产值和碳固定。农业生产的碳排放和碳固定是同时产生的,研究农业碳排放的同时也应该考虑碳固定的因素。农作物的碳固定指标通过主要农作物的净初级生产力(NPP)来度量。

$$C = \sum_i^k C_i = \sum_i^k ca_i(1 - wc_i)/HI_i \quad (3)$$

式(3)中, $C$ 为区域农田作物碳吸收总量( $tC \cdot a^{-1}$ ); $C_i$ 为某种作物的碳吸收量( $t$ ); $k$ 表示区域农作物种类数; $ca_i$ 为作物的碳吸收率; $wc_i$ 为作物经济产品的含水量( $\%$ ); $Y_i$ 为作物的经济产量( $t \cdot a^{-1}$ ); $HI_i$ 为作物经济系数<sup>[39]</sup>(见表1)。

表1 主要农作物的经济系数、含水量和碳吸收率

指标	小麦	稻谷	玉米	豆类	油菜籽	花生	棉花	薯类	甘蔗	蔬菜	瓜类	其他作物
经济系数	40	45	40	34	25	43	10	70	50	60	70	40
含水率	12	12	13	13	10	10	8	70	50	90	90	12
碳吸收率	48.5	41.4	47.1	45	45	45	45	42.3	45	45	45	45

(3)非期望产出变量。参考李波等<sup>[29]</sup>、田云等<sup>[30]</sup>的研究,测算农业生产作业、农作物种植、畜禽养殖过程中产生的 $CH_4$ 和 $N_2O$ 折算的碳排放作为非期望产出变量。

### 3. 测算结果

本文测算了2005—2020年中国农业绿色全要素生产率,并将其分解为绿色技术效率指数和绿色技术进步指数,表2汇报了各省(直辖市、自治区)上述指标的平均值。可以发现:第一,整体上,中国农业绿色全要素生产率、绿色技术进步指数都具有效率(大于1),绿色技术效率指数有部分省份缺乏效率(小于1);第二,中国各省(直辖市、自治区)绿色技术进步指数大于绿色技术效率指数;第三,东南沿海省份的农业绿色全要素生产率、绿色技术效率指数以及绿色技术进步指数均较高。

表2 农业绿色全要素生产率及其分解结果

省份	GTFP	EC	TC	省份	GTFP	EC	TC
北京	1.0517	0.9927	1.0594	河南	1.1595	1.0176	1.1382
天津	1.1696	1.0395	1.1349	湖北	1.1134	1.0242	1.0881
河北	1.0838	1.0116	1.0731	湖南	1.1420	1.0266	1.1199
山西	1.0686	1.0124	1.0612	广东	1.1570	1.0388	1.1136
内蒙古	1.0872	1.0081	1.0788	广西	1.0309	1.0055	1.0231
辽宁	1.0577	0.9967	1.0605	海南	1.0317	0.9979	1.0326
吉林	1.0255	0.9976	1.0272	重庆	1.0808	1.0092	1.0719
黑龙江	1.0529	1.0163	1.0355	四川	1.1636	1.0265	1.1363
上海	1.0145	0.9928	1.0213	贵州	1.2169	1.0971	1.0790
江苏	1.2079	1.0736	1.1706	云南	1.1007	1.0348	1.0628
浙江	1.2352	1.0639	1.2292	陕西	1.0971	1.0207	1.0767
安徽	1.0545	1.0083	1.0483	甘肃	1.0631	1.0150	1.0482
福建	1.1857	1.0404	1.1504	青海	1.1498	1.0081	1.1397
江西	1.1235	1.0255	1.0983	宁夏	1.0662	1.0239	1.0421
山东	1.2362	1.0270	1.2294	新疆	1.0482	1.0002	1.0475

## 三、研究设计

### 1. 计量模型

建立基准模型来分析农业保险对农业绿色全要素生产率的影响。式(1)中, $\ln Y_{it}$ 是被解释变量, $\ln Ins_{it}$ 是核心解释变量, $X_{it}$ 为各个控制变量,下标 $i$ 和 $t$ 依次代表省份和年份, $\eta_i$ 和 $u_t$ 分别为省份和年份固定效应; $\epsilon_{it}$ 为潜在的随机误差项。

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Ins_{it} + \varphi \sum X_{it} + \eta_i + u_t + \epsilon_{it} \quad (4)$$

### 2. 变量选取与数据来源

(1)被解释变量。被解释变量为农业绿色全要素生产率GTFP,机制分析中替换为其分解的绿色技术效率指数EC和绿色技术进步指数TC。进一步分析中,被解释变量为一系列绿色农业技术的代理变量,包括免耕作业(No-till)、精播少播作业(Accurate)、秸秆还田作业(Return)。

(2)解释变量。解释变量为保险规模(Insurance),用农业保险保费收入衡量地区整体的农业保险

发展情况。

(3)控制变量。根据马九杰等<sup>[9]</sup>、马国群等<sup>[26]</sup>等的研究,选取控制变量包括:一产结构(*Fir*)、农户人力资本水平(*Hum*)、受灾程度(*Dam*)、政府支农(*Gov*)、城乡收入分配(*Dis*)以及城镇化率(*City*)等,涵盖了国民经济运行以及农户生产生活等方面。

(4)数据来源。2004年后中国各省有序开展政策性保险试点,基于此本文选取2005—2020年30个省份的面板数据进行研究。由于数据可获得性原因,样本不包括西藏以及港澳台地区。农业保险数据来自《中国保险年鉴》,家庭承包耕地流转总面积与家庭承包经营耕地面积数据来源于《全国农村经济情况统计资料》《中国农村经营管理统计年报》,绿色农业技术数据来自《中国农业机械工业统计年鉴》,其他数据来源于历年《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国畜牧兽医年鉴》以及国家统计局网站等。为保证数据结构平稳,所有非比值变量均进行对数处理。变量定义与描述性统计见表3。

表3 变量定义与描述性统计

变量符号	变量定义	均值	标准差	最小值	最大值
<i>GTFP</i>	农业绿色全要素生产率取对数	0.088	0.176	-1.176	0.584
<i>EC</i>	绿色技术效率取对数	0.012	0.137	-0.822	0.656
<i>TC</i>	绿色技术进步取对数	0.076	0.137	-0.462	0.609
<i>Insurance</i>	农业保险保费收入/百万元,取对数	5.727	2.179	-4.605	9.198
<i>Gov</i>	财政农林水务总支出/地区生产总值	0.025	0.019	0.002	0.109
<i>Dam</i>	受灾面积/耕地面积	0.238	0.167	0.000	0.865
<i>Hum</i>	平均受教育年限取对数	2.058	0.079	1.692	2.313
<i>Dis</i>	城镇居民人均可支配收入/农村居民人均可支配收入	2.726	0.463	1.845	4.333
<i>Fir</i>	第一产业增加值/地区生产总值	0.106	0.057	0.003	0.335
<i>City</i>	城镇常住人口/该地区总人口	0.552	0.140	0.269	0.896
<i>Turn</i>	家庭承包耕地流转总面积/家庭承包经营耕地面积	0.235	0.178	0.014	0.911
<i>Loan</i>	涉农贷款/亿元,取对数	7.867	1.574	2.301	10.756
<i>Carbon</i>	农业碳排放/万吨,取对数	6.239	0.897	3.198	7.767
<i>Yield</i>	农林牧渔总产值/亿元,取对数	7.334	0.874	4.215	9.141
<i>Expenditure</i>	农业保险保费支出/百万元,取对数	5.204	2.324	-8.033	8.825
<i>Density</i>	农业保险保费收入/第一产业劳动力,取对数	3.960	2.329	-4.377	8.023
<i>Depth</i>	农业保险保费收入/农林牧渔业总产值,取对数	-6.436	1.857	-14.765	-3.277
<i>Return</i>	秸秆还田面积/农作物播种面积	0.211	0.160	0.000	0.690
<i>No-till</i>	免耕作业面积/农作物播种面积	0.070	0.116	0.000	0.844
<i>Accurate</i>	精播作业面积/农作物播种面积	0.179	0.211	0.000	0.895

## 四、实证分析

### 1. 基准分析

本部分用双向固定效应模型考察了农业保险保费收入对农业绿色全要素生产率的影响,基准回归结果见表4。在回归中仅呈现一个已经包含所有控制变量的单一模型,并不能揭示出控制变量在减轻混杂偏差方面的影响<sup>[40]</sup>,逐步添加控制变量可以直观地反映不同变量条件上核心解释变量对被解释变量的影响。为确保回归结果稳健,采取逐步回归法,第(1)列中仅控制省份固定效应和年份固定效应,在第(2)—(7)列中逐渐加入控制变量,核心解释变量的符号均不变,回归结果稳健。表4回归结果显示,农业保险与农业绿色全要素生产率显著正相关,农业保险保费收入规模的提高能够促进农业绿色全要素生产率提升,实现农业绿色发展。

从经济显著性来看,根据表4第(7)列的结果,农业保险保费收入每提升1%,农业绿色全要素生产率将提升0.024%。由于农业绿色全要素生产率是取值范围从0到2的效率值,农业保险对农业绿色全要素生产率的提升作用十分可观,农业保险的蓬勃发展能够提升农业绿色生产效率,在碳排放

更少和土壤功能保障的基础上,以更少的投入实现更多的产出,推动农业绿色发展。

从控制变量的回归结果看,在影响农业绿色全要素生产率的因素中,农业受灾水平和城乡分配的系数显著为负。受灾占比越大,反映出该地区农业生产受到严重的自然条件约束。城乡分配差距越大,农户的状况往往越差,农户的收入往往越低,制约农业绿色生产。

表4 农业保险对农业绿色全要素生产率的影响

N=480

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>Insurance</i>	0.018** (0.009)	0.018** (0.009)	0.017** (0.009)	0.018** (0.009)	0.017** (0.009)	0.018** (0.009)	0.024*** (0.009)
<i>Hum</i>		-0.155 (0.160)	-0.165 (0.158)	-0.116 (0.162)	-0.134 (0.164)	-0.170 (0.166)	-0.237 (0.169)
<i>Dam</i>			-0.224*** (0.056)	-0.219*** (0.056)	-0.213*** (0.057)	-0.213*** (0.057)	-0.228*** (0.057)
<i>Dis</i>				-0.082 (0.064)	-0.099 (0.068)	-0.101 (0.068)	-0.157** (0.073)
<i>Gov</i>					-0.784 (0.978)	-1.082 (1.006)	-0.980 (1.004)
<i>Fir</i>						0.578 (0.463)	0.292 (0.485)
<i>City</i>							-0.779* (0.407)
常数项	0.222*** (0.029)	0.540 (0.331)	0.636* (0.326)	0.778** (0.344)	0.869** (0.362)	0.871** (0.362)	1.568*** (0.513)
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
$R^2$	0.312	0.313	0.337	0.340	0.341	0.343	0.349

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

## 2. 机制分析

理论分析表明,农业保险通过优化要素配置和促进绿色农业技术采用两个途径影响农业绿色全要素生产率。因此,在经验分析中采用Fare<sup>[41]</sup>的分解方法,将农业绿色全要素生产率分解为绿色技术效率指数和绿色技术进步指数的乘积,将两个指数作为两条机制的代理变量。其中,绿色技术效率是在一定的投入组合下实际产出与最大产出之比,表现为决策单元向生产前沿的追赶程度,可用于反映在现有的技术水平下合理利用各种生产要素即优化要素配置;绿色技术进步指数反映了技术水平的不断提高使得既定生产要素投入下生产函数的外沿移动,表现为生产前沿向外扩张程度,绿色技术进步指数的提高反映了绿色农业技术的广泛采用。

表5汇报了机制分析的结果,其中第(1)列的被解释变量为绿色技术效率指数,第(2)列的被解释变量为绿色技术进步指数。表5的结果显示,农业保险显著促进了绿色技术效率指数提升,但对绿色技术进步指数的提升效果并不显著。上述结果表明,农业保险的发展能够优化农户资源配置,促进绿色高效生产。农业保险对绿色技术进步指数的促进作用并不显著,农业保险未显著推动中国农业绿色生产前沿面的扩张,可能的原因:中国农业以人多地少的小农生产模式为主,广大普通农户拥有的土地面积小、细碎化程度高,缺乏大规模机械进行环境友好作业的条件,购买农业保险更可能促进新型规模经营主体应用绿色农业技术,但整体上并不能显著推动生产前沿扩张。因此,农业保险通过促进绿色农业技术采用提升农业绿色全要素生产率这一机制有待进一步研究。

## 3. 内生性处理

实证分析中的内生性主要源于遗漏变量和反向因果。本文控制了六个宏观变量,同时采用双向固定效应模型,消除了通货膨胀和地区之间差异的影响,较好地解决了遗漏变量的问题。基于前文分析,农业保险可以促进农业绿色全要素生产率提升。但同时,农业绿色全要素生产率高的地区农户的经营状况可能更好,更愿意购买农业保险,农业保险和农业绿色全要素生产率可能存在反向因果的问题。为解决这一问题,采用工具变量法,选取的工具变量要满足与替代的内生变量高度相关

但与误差项不相关。基于此,选取农业保险保费收入的滞后一期作为工具变量。首先,当年的参保行为受上一年参保结果影响,满足工具变量的相关性条件。其次,上一年的参保结果与当年的生产情况无直接关系,满足工具变量的外生性条件。表6的第(2)–(4)列分别汇报了加入工具变量后农业保险对农业绿色全要素生产率、绿色技术效率指数、绿色技术进步指数影响的回归结果。首先需要关注工具变量的有效性,从回归结果来看,在农业绿色全要素生产率、绿色技术效率指数和绿色技术进步指数中,工具变量的 *Cragg-Donald Wald F* 统计值均大于16.38的临界值,表明采用农业保险保费收入的滞后一期作为工具变量不存在弱工具变量问题。从回归结果可以看出,在修正了内生性偏误之后,农业保险对农业绿色全要素生产率和绿色技术效率指数仍然有显著的促进作用。

表5 农业保险对绿色技术效率指数和绿色技术进步指数的影响  $N=480$

变量	(1)EC	(2)TC
<i>Insurance</i>	0.018** (0.009)	0.007 (0.006)
控制变量	控制	控制
常数项	1.191** (0.477)	0.377 (0.355)
省份固定效应	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
$R^2$	0.143	0.475

表6 工具变量回归结果

$N=450$

变量	第一阶段		第二阶段	
	(1) <i>Insurance</i>	(2) <i>GTFP</i>	(3)EC	(4)TC
<i>L.Insurance</i>	0.351*** (0.032)			
<i>Insurance</i>		0.058*** (0.021)	0.045** (0.021)	0.013 (0.014)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	-5.043* (2.642)	2.974*** (0.642)	2.262*** (0.632)	0.711* (0.433)
<i>Cragg-Donald Wald F</i>		119.988	119.988	119.988
省份固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
$R^2$	0.922	0.409	0.155	0.532

#### 4. 稳健性检验

(1)替换核心解释变量。仅用保费收入作为核心解释变量来研究农业保险对农业绿色全要素生产率的影响可能不够全面,于是试图通过更多的维度来对农业保险进行度量。表7的第(1)–(3)列分别展示了农业保险赔付支出对农业绿色全要素生产率、绿色技术效率指数以及绿色技术进步指数的影响;第(4)–(6)列分别展示了农业保险密度对农业绿色全要素生产率、绿色技术效率指数以及绿色技术进步指数的影响;第(7)–(9)列分别展示了农业保险深度对农业绿色全要素生产率、绿色技术效率指数以及绿色技术进步指数的影响。同基准回归结果相比,替换后的核心解释变量对3个被解释变量的系数绝对值、方向以及显著性基本保持一致,研究结论具有稳健性。

(2)剔除直辖市样本。直辖市耕地面积较小,第一产业发展的规模和水平较低,农业保险的规模往往也较小。因此,为进一步验证回归结果的稳健性,将北京、上海、重庆和天津从样本中剔除,表8的第(1)、(2)、(3)列的结果展示了剔除直辖市样本后,农业保险对农业绿色全要素生产率、绿色技术效率指数以及绿色技术进步指数的回归结果,结果依然稳健。

(3)替换被解释变量。采用农业绿色全要素生产率衡量农业绿色发展,发现农业保险促进了在投入、产出和环境约束下的农业生产效率。接下来,替换农业绿色发展的度量方式,用平减的农林牧渔业总产值和农业碳排放来刻画农业绿色发展的水平和质量。结果如表8的(4)、(5)列所示,农业保险显著促进了农林牧渔业生产总值提升,对农业碳排放具有显著的抑制作用,农业保险能够促进农业绿色发展。

#### 5. 异质性分析

根据前文分析,农业保险提升农业绿色全要素生产率的有效机制是其对要素配置的优化。从农业保险的绿色作用角度看,农村、农业、农户以及地区层面的分析可能提供更具价值的信息。本小节

表7 替换核心解释变量

N=480

变量	(1)GTFP	(2)EC	(3)TC	(4)GTFP	(5)EC	(6)TC	(7)GTFP	(8)EC	(9)TC
<i>Expenditure</i>	0.021*** (0.008)	0.016** (0.007)	0.005 (0.005)						
<i>Density</i>				0.025*** (0.009)	0.020** (0.008)	0.006 (0.006)			
<i>Depth</i>							0.020** (0.009)	0.015* (0.009)	0.006 (0.006)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	1.579*** (0.511)	1.205** (0.476)	0.374 (0.354)	1.606*** (0.513)	1.236*** (0.478)	0.370 (0.356)	1.722*** (0.543)	1.303*** (0.505)	0.419 (0.375)
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R <sup>2</sup>	0.350	0.144	0.475	0.350	0.145	0.475	0.346	0.140	0.475

表8 剔除直辖市样本和替换被解释变量

变量	剔除直辖市样本			替换被解释变量	
	(1)GTFP	(2)EC	(3)TC	(4)Yield	(5)Carbon
<i>Insurance</i>	0.029*** (0.011)	0.017* (0.010)	0.003 (0.007)	0.106** (0.050)	-0.099** (0.049)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	1.966*** (0.597)	1.308** (0.545)	0.170 (0.395)	5.221* (2.749)	5.906** (2.669)
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	416	416	416	480	480
R <sup>2</sup>	0.340	0.152	0.491	0.134	0.281

从农村金融发展状况、农业规模经营程度、东中西区域以及产粮区划四个维度进行了异质性分析。

(1)农村金融发展状况。农业贷款情况是衡量农村金融发展的有效指标。农业贷款规模越大,表示该地区农村金融市场越活跃;农业贷款规模越小,表明该地区存在资本扭曲的情况,农户往往受到一定程度的信贷约束。由此根据涉农贷款的中位数进行分组,分别进行回归分析。表9的第(1)、(2)列的结果显示,农业保险对农业绿色全要素生产率的促进作用在低农村金融发展水平的组别中显著,在高农村金融发展水平的组别影响不显著。上述结果表明,在信贷约束强的地区,农户获取贷款的机会小,对生产行为进行优化承受的风险大。在此情况下,农户会通过购买农业保险保障自己的收入,进而调整生产行为,提高农业绿色全要素生产率。

(2)农业规模经营程度。土地流转是土地从低效率的农户转到高效率的农户的过程,反映了一个地区经营规模的有效率扩张。用土地流转率衡量农业规模经营程度,根据土地流转率的中位数进行分组,分别进行回归分析。表9的第(3)、(4)列的结果显示,农业保险对农业绿色全要素生产率的促进作用在低农业规模经营程度的组别中显著,在高农业规模经营程度的组别影响不显著。规模经营程度低的地区存在资源错配的程度高,农户购买农业保险对绿色技术效率的改进空间大,农业保险对要素配置优化的促进作用更强,进而提升农业绿色全要素生产率。

(3)地理区域。农业生产受地理条件的制约,将样本分为东、中、西三组,探究农业保险对农业绿色全要素生产率在不同地理区域的影响。表10的第(1)–(3)列的结果显示,农业保险对农业绿色全要素生产率的促进作用在西部和东部地区显著,在中部地区的组别影响不显著。东部地区经济发展较好,绿色生产理念较为普及,地方政府对农业保险的补贴等支持力度大,农业保险能够显著提升农业绿色全要素生产率;西部地区较符合上文分析的农村金融薄弱的点,农业保险对要素配置优化的促进作用较高,能够显著提升农业绿色全要素生产率。

(4)产粮区划。“黍稷稻粱,农夫之庆”,粮食主产区是保障中国粮食安全的核心区域,检验农业保

表9 农村金融状况、农业规模经营程度的异质性分析

N=240

变量	Loan		Turn	
	(1)高于中位数	(2)低于中位数	(3)高于中位数	(4)低于中位数
<i>Insurance</i>	0.011 (0.026)	0.032** (0.014)	0.024 (0.029)	0.031** (0.014)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	1.607 (1.361)	1.681* (0.917)	0.241 (1.072)	2.225** (0.918)
省份固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
$R^2$	0.261	0.412	0.257	0.410

险在产粮区和非产粮区对农业绿色全要素生产率的异质性影响具有重要意义。于是将样本分成粮食主产区和非粮食主产区两组分别对农业绿色全要素生产率进行回归,表10的第(4)、(5)列的结果显示,农业保险对农业绿色全要素生产率的促进作用在非粮食主产区显著,在粮食主产区影响不显著。可能的原因:政府对粮食主产区的农业绿色发展扶持力度较大,粮食主产区农业绿色发展水平较高,绿色作业补贴水平高、绿色技术体系完善,农业保险发挥绿色作用的空间小。相反地,非粮食主产区关于农业绿色发展的政策倾斜相对较少,农户绿色生产的保障手段有限,农业保险的避险和保障功能对农业绿色全要素生产率作用空间大。

表10 地理区域、产粮区划的异质性分析

变量	(1)东部	(2)中部	(3)西部	(4)粮食主产区	(5)非粮食主产区
<i>Insurance</i>	0.031* (0.017)	0.027 (0.018)	0.032** (0.016)	0.023 (0.016)	0.027** (0.013)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	2.239** (1.035)	-0.154 (1.059)	1.122 (0.941)	0.513 (1.029)	1.892*** (0.623)
省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	176	128	176	208	272
$R^2$	0.318	0.536	0.495	0.392	0.415

## 五、进一步分析

前文分析了农业保险促进绿色农业技术应用的理论机理,但在实证分析中发现,农业保险对绿色生产前沿扩张的促进作用不显著,由此提供了一些可能的解释证明农业保险仍可以促进绿色农业技术应用。进一步对绿色技术进步指数进行分位数回归,并分析农业保险对绿色农业技术的具体影响。

在机制分析中,本文基于均值回归的方法研究了农业保险对绿色技术进步指数的影响,但在不同绿色技术进步指数区间内,农业保险发挥的效果存在异质性。基于此,选取绿色技术进步指数的每0.1个分位点进行回归。表11的结果表明,在绿色技术进步指数的0.7、0.9分位点上,农业保险对绿色技术进步指数的促进作用较显著,这意味着农业保险对绿色农业技术应用的促进作用更可能发生在绿色农业技术应用较为广泛的地区,农业保险促进绿色农业技术应用要基于绿色农业技术的成熟体系。

表11 绿色技术进步指数的分位数回归

变量	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
<i>Insurance</i>	-0.009 (0.006)	-0.009 (0.007)	0.000 (0.008)	0.002 (0.008)	0.003 (0.008)	0.008 (0.008)	0.013* (0.008)	0.012 (0.010)	0.031** (0.015)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	0.241 (0.358)	0.203 (0.400)	0.114 (0.467)	0.237 (0.475)	0.175 (0.449)	-0.032 (0.426)	-0.044 (0.437)	-0.230 (0.565)	-0.086 (0.764)

《农业农村减排固碳实施方案》对绿色农业技术进行了充分总结,其中,秸秆还田、免耕以及精播少播技术兼具减排和增汇的功能,有利于农业绿色发展。因此,选取这三项较为成熟且应用广泛的绿色农业技术作为代理变量进行检验。表12的(1)–(3)列分别汇报了农业保险对秸秆还田、免耕以及精播少播技术的影响。结果表明,农业保险能够显著促进上述3种绿色农业技术的应用。这在一定程度上肯定了上文的假设,农业保险可以降低农户应用绿色农业技术的风险,促进绿色农业技术应用,进而促进农业绿色发展。

表12 农业保险对绿色农业技术的影响

N=480

变量	(1)Return	(2)Non-till	(3)Accurate
Insurance	0.013*** (0.005)	0.007*** (0.003)	0.011*** (0.003)
控制变量	控制	控制	控制
常数项	-0.577** (0.252)	0.091 (0.149)	0.436*** (0.164)
省份固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
R <sup>2</sup>	0.541	0.129	0.300

## 六、结论与政策建议

本文基于2005–2020年省级面板数据,在综合考虑碳排放和碳固定因素测度中国农业绿色全要素生产率的基础上,研究了农业保险对农业绿色全要素生产率的影响及其作用机制,并进一步探究了农业保险对中国绿色农业技术的影响。主要结论如下:第一,农业保险能够显著促进农业绿色全要素生产率增长,农业保险保费收入每增加1%,农业绿色全要素生产率将会增加0.024%,农业保险能够促进农业绿色发展。第二,农业保险显著促进了绿色技术效率提升,优化要素配置是农业保险提升农业绿色全要素生产率的有效机制。第三,农业保险能够促进绿色农业技术的应用,但整体上,对中国农业绿色生产前沿扩张的促进作用不显著,农业保险的保障水平和覆盖面仍需提升。第四,在农业信贷薄弱地区、西部地区、非粮食主产区及土地流转率低的地区,农业保险对农业绿色全要素生产率的促进作用更强,农业保险具有绿色普惠效应。该结论为农业保险“扩面、提标、增品”的发展方向 and 差异化设计提供了新的经验证据,为农业保险更好地促进农业绿色发展,提出如下政策建议:

第一,进一步提高农业保险覆盖率。中央支持的政策性农业保险标的只有17类<sup>[42]</sup>,在粮食作物中覆盖程度较高,但在除油料、糖料作物外的经济作物中覆盖很少。在优化保费补贴政策以及丰富保险产品的时候,应注重对覆盖率的提升,加强农业保险宣传推广,鼓励农户投保,定期向农户提供防灾建议,分散生产风险,发挥农业保险的绿色作用,促进农业绿色发展。

第二,完善保险品类,适时推出绿色险种。绿色农业技术的应用有助于提高农业绿色全要素生产率,适时推出绿色农业技术险种,提高农户对绿色农业技术的采纳意愿,加强农业保险对绿色农业技术应用的促进作用,引导农户进行绿色生产并促进农业绿色发展。

第三,推动保险公平,形成多层次保障体系。根据上文的分析,农业保险在农村金融发展薄弱、经营规模小的地区更能发挥绿色作用,应增强这些地区的农业保险可得性,强化农业保险的绿色普惠效应。同时,不同群体对农业保险的需求不同,应推动多层次保障体系的构建。

第四,加强农业信贷与农业保险的合作互联。“信贷+保险”联合产品有助于在实现农业保险优化要素配置功能的同时,缓解农户的融资约束,助力农户采用绿色、高效的技术。在有序扩大农业保险保单质押贷款试点范围的同时,可采用对参加农业保险的农户提供低息贷款,鼓励信贷支持的保险标的投保等方式,增强农户的风险承受能力、缓解融资约束,引导农户绿色生产。

## 参 考 文 献

- [1] 王兵,刘光天.节能减排与中国绿色经济增长——基于全要素生产率的视角[J].中国工业经济,2015,326(5):57-69.
- [2] 丁宇刚,孙祁祥.气候风险对中国农业经济发展的影响——异质性及机制分析[J].金融研究,2022(9):111-131.
- [3] 巩前文,李学敏.农业绿色发展指数构建与测度:2005—2018年[J].改革,2020(1):133-145.
- [4] 魏琦,张斌,金书秦.中国农业绿色发展指数构建及区域比较研究[J].农业经济问题,2018(11):11-20.
- [5] 刘玮,孙丽兵,庾国柱.农业保险对农户收入的影响机制研究——基于有调节的中介效应[J].农业技术经济,2022,326(6):4-18.
- [6] 邵全权,刘宇.农业风险冲击、农业保险保障与农村居民收入不平等[J].财经研究,2023,49(7):78-92.
- [7] 张哲晰,穆月英,侯玲玲.参加农业保险能优化要素配置吗?——农户投保行为内生化的生产效应分析[J].中国农村经济,2018(10):53-70.
- [8] 付小鹏,梁平.政策性农业保险试点改变了农民多样化种植行为吗[J].农业技术经济,2017,269(9):66-79.
- [9] 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,2021,31(10):79-89.
- [10] 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.
- [11] 王向楠.农业贷款、农业保险对农业产出的影响——来自2004—2009年中国地级单位的证据[J].中国农村经济,2011(10):44-51.
- [12] 张锦华,徐雯.完全成本保险试点能激励粮食产出吗?[J].中国农村经济,2023(11):58-81.
- [13] 王悦,杨骁,张伟科.农业保险发展对农村全要素生产率的影响研究——基于空间计量模型的实证分析[J].华中农业大学学报(社会科学版),2019(6):70-77.
- [14] 陈俊聪,王怀明,张瑾.农业保险发展与中国农业全要素生产率增长研究[J].农村经济,2016(3):83-88.
- [15] WU J J.Crop insurance, acreage decisions, and nonpoint-source pollution[J].American journal of agricultural economics, 1999, 81(2):305-320.
- [16] HOROWITZ J K, LICHTENBER E. Insurance, moral hazard, and chemical use in agriculture[J].American journal of agricultural economics, 1993, 75(4):926-935.
- [17] 钟甯宁,宁满秀,邢鹏,等.农业保险与农用化学品施用关系研究——对新疆玛纳斯河流域农户的经验分析[J].经济学(季刊),2007(1):291-308.
- [18] SMITH V H, GOODWIN B K.Crop insurance, moral hazard, and agricultural chemical use[J].American journal of agricultural economics, 1996, 78(2):428-438.
- [19] 张驰,吕开宇,程晓宇.农业保险会影响农户农药施用吗?——来自4省粮农的生产证据[J].中国农业大学学报,2019,24(6):184-194.
- [20] TURVEY C G.An economic analysis of alternative farm revenue insurance policies[J].Canadian journal of agricultural economics, 1992,40(3):403-426.
- [21] CAI J.The impact of insurance provision on household production and financial decisions[J].American economic journal: economic policy, 2016, 8(2):44-88.
- [22] TANG L, LUO X.Can agricultural insurance encourage farmers to apply biological pesticides? Evidence from rural China[J].Food policy, 2021, 105:102174.
- [23] 毛慧,胡蓉,周力,等.农业保险、信贷与农户绿色农业技术采用行为——基于植棉农户的实证分析[J].农业技术经济,2022,331(11):95-111.
- [24] CARTER M R, CHENG L, SARRIS A.Where and how index insurance can boost the adoption of improved agricultural technologies[J].Journal of development economics, 2016, 118:59-71.
- [25] WEI T, LIU Y, WANG K, et al.Can crop insurance encourage farmers to adopt environmentally friendly agricultural technology——The evidence from Shandong province in China[J].Sustainability, 2021, 13(24):13843.
- [26] 马国群,谭砚文.环境规制对农业绿色全要素生产率的影响研究——基于面板门槛模型的分析[J].农业技术经济,2021(5):77-92.
- [27] 李健旋.农村金融发展与农业绿色全要素生产率提升研究[J].管理评论,2021,33(3):84-95.
- [28] FANG L, HU R, MAO H, et al.How crop insurance influences agricultural green total factor productivity: evidence from Chinese farmers[J].Journal of cleaner production, 2021, 321(7):128977.
- [29] 李波,张俊飏,李海鹏.中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J].中国人口·资源与环境,2011,21(8):80-86.
- [30] 田云,张俊飏.中国农业生产净碳效应分异研究[J].自然资源学报,2013,28(8):1298-1309.
- [31] 黄季焜,齐亮,陈瑞剑.技术信息知识、风险偏好与农民施用农药[J].管理世界,2008,176(5):71-76.
- [32] 仇焕广,栾昊,李瑾,等.风险规避对农户化肥过量施用行为的影响[J].中国农村经济,2014,351(3):85-96.
- [33] 张露,罗必良.规模经济抑或分工经济——来自农业家庭经营绩效的证据[J].农业技术经济,2021,310(2):4-17.
- [34] WU Y Y, XI X C, TANG X, et al.Policy distortions, farm size, and the overuse of agricultural chemicals in China[J].Proceedings

- of the national academy of sciences of the United States of America, 2018, 115(27):7010-7015.
- [35] URRUTY N, DEVEAUD T, GUYOMARD H, et al. Impacts of agricultural land use changes on pesticide use in French agriculture [J]. *European journal of agronomy*, 2016, 80:113-123.
- [36] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. *European journal of operational research*, 2001, 130(3):498-509.
- [37] TONE K. Dealing with undesirable outputs in DEA: a slacks-based measure (SBM) approach [R]. Toronto: presentation at NAPW III, 2003.
- [38] 孟祥海, 周海川, 杜丽永, 等. 中国农业环境技术效率与绿色全要素生产率增长变迁——基于种养结合视角的再考察 [J]. *农业经济问题*, 2019(6):9-22.
- [39] 王修兰. 二氧化碳、气候变化与农业 [M]. 北京: 气象出版社, 1996.
- [40] BARTRAM D. Cross-sectional model-building for research on subjective well-being: gaining clarity on control variables [J]. *Social indicators research*, 2021, 155:725-743.
- [41] FARE R, GROSSKOPF S, LINDGREN B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980—1989 [J]. *The journal of productivity analysis*, 1992(3):85-101.
- [42] 庾国柱. 农业保险研究的若干前沿问题 [J]. *农村金融研究*, 2022(8):31-39.

## Does Agricultural Insurance Promote the Green Development of Agriculture in China?

ZHOU Yueshu, YIN Zijian

**Abstract** Agricultural insurance is a booster for the green development of agriculture in China. Based on the provincial panel data of China from 2005 to 2020, this paper takes the agricultural green total factor productivity as the measure of green development level, and calculates the agricultural green total factor productivity of China by using the super-efficiency SBM model and Malmquist-Luenberger productivity index. The impact of agricultural insurance on agricultural green total factor productivity is analyzed through the two-way fixed effect model. The research shows that agricultural insurance significantly promotes the growth of agricultural green total factor productivity. For every 1% increase in agricultural insurance premium income, agricultural green total factor productivity will increase by 0.024%. Thus, agricultural insurance plays a role in promoting the green development of agriculture in China. Mechanism analysis reveals that optimizing factor allocation is an effective mechanism for agricultural insurance to enhance agricultural green total factor productivity, and agricultural insurance has no significant effect on promoting the expansion of agricultural green production frontier in China. Heterogeneity analysis finds that agricultural insurance plays a stronger role in promoting agricultural green total factor productivity in areas with weak agricultural credit, western regions, non-grain production areas and areas with low land transfer rate, demonstrating its green inclusive effect. Further analysis suggests that agricultural insurance can promote the application of green agricultural technologies, such as no-tillage, precision sowing and less sowing, and straw returning to the field. Based on these findings, policy recommendations are proposed to improve the agricultural insurance premium subsidy system, enhance the level of agricultural insurance protection and introduce green insurance products.

**Key words** agricultural insurance; green development of agriculture; agricultural green total factor productivity; resource allocation; green agricultural technology

(责任编辑:陈万红)