



秦国庆, 杜宝瑞, 贾小虎, 马九杰. 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, 28(01): 237-251.

QIN Guoqing, DU Baorui, JIA Xiaohu, MA Jiujie. Analyze the reduction effect of policy-oriented agricultural insurance on chemical fertilizer, pesticide and agricultural plastic film[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2023, 28(01): 237-251.

DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2023.01.20

政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应分析

秦国庆¹ 杜宝瑞² 贾小虎³ 马九杰^{1*}

(1. 中国人民大学 农业与农村发展学院, 北京 100872;

2. 中国人民大学 财政金融学院, 北京 100872;

3. 河南农业大学 经济与管理学院, 郑州 450002)

摘要 为研究政策性农业保险对农业绿色生产的影响, 采用中国 30 个省份(统计数据未含西藏、港澳台地区, 下同)2001—2019 年的面板数据, 使用渐进双重差分模型识别政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应。结果表明: 1) 政策性农业保险具有显著的化肥、农药、农膜减量效应, 这一结论通过了多类稳健性检验。具体而言, 开展政策性农业保险改革使得试点地区的化肥施用折纯量平均下降了 3.50%, 农药使用量平均下降了 6.70%, 农膜使用量平均下降了 6.40%; 2) 机制分析结果表明, 政策性农业保险在不同程度上改变了生产主体的经营结构、经营规模与生产技术选择, 从而抑制了化肥、农药、农膜的过量投入; 3) 异质性分析表明, 受灾农作物的保险赔付支出越多, 农村居民的农业收入占比越高, 政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量化效应越强; 4) 此外, 政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应并未以牺牲农业产值和农户收入为代价。本研究发现对中国农业减量化综合治理具有一定的政策启示。

关键词 政策性农业保险; 减量化; 化肥; 农药; 农膜

中图分类号 X322

文章编号 1007-4333(2023)01-0237-15

文献标志码 A

Analyze the reduction effect of policy-oriented agricultural insurance on chemical fertilizer, pesticide and agricultural plastic film

QIN Guoqing¹, DU Baorui², JIA Xiaohu³, MA Jiujie^{1*}

(1. School of Agricultural Economics and Rural Development, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

2. School of Finance, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

3. College of Economics & Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract In order to study the impact of policy-oriented agricultural insurance on agricultural green production, this study adopted the panel data of 30 provinces (The data do not include those of Tibet, Hong Kong, Macao, and Taiwan regions. The same below) in China from 2001 to 2019, and identified the chemical fertilizer, pesticide and agricultural plastic film reduction effect of policy-oriented agricultural insurance by using the staggered difference-in-differences method. The results show that: 1) Policy-oriented agricultural insurance has significant and robust reduction effect on the application amount of chemical fertilizer, pesticide and agricultural plastic film. Specifically, the implementation of policy-oriented agricultural insurance reform resulted in an average reduction of 3.50% in chemical fertilizer use, 6.70% in pesticide use and 6.40% in agricultural film use in the pilot areas. 2) The mechanism analysis shows that

收稿日期: 2022-06-06

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(20&ZD164)

第一作者: 秦国庆(ORCID:0000-0002-7513-2548), 博士后, 主要从事农村公共事务治理、农村金融研究, E-mail: qinguoqing@ruc.edu.cn

通讯作者: 马九杰(ORCID:0000-0001-9152-2418), 教授, 主要从事数字乡村、农村金融研究, E-mail: majiujie@ruc.edu.cn

policy-oriented agricultural insurance has changed the agricultural operation structure, operation scale and production technology selection of the producers to different degrees, thus inhibits the excessive input of chemical fertilizer, pesticide and agricultural plastic film. 3) Heterogeneity analysis shows that the higher the insurance payment of affected crops, the higher the shares of agricultural income and the stronger the reduction effect of policy-oriented agricultural insurance. 4) In addition, the agricultural chemical reduction effect of policy-oriented agricultural insurance does not come at the expense of general agricultural output value and rural household income. The findings of this study provide certain policy implications for the agricultural chemical reduction governance in China.

Keywords policy-oriented agricultural insurance; reduction; chemical fertilizer; pesticide; agricultural plastic film

改革开放 40 多年以来,中国农业在取得举世瞩目发展成就的同时,也付出了巨大的环境代价。2000 年以来,中国化肥、农药、农膜使用量呈现波动增长态势。其中,化肥施用折纯量峰值一度达到 6 022.60 万 t/年,农药使用量峰值一度达到 180.70 万 t/年,农膜使用量峰值一度达到 260.40 万 t/年^[1]。农业化学化工品的持续过量投入导致了严重的面源污染,造成了土壤板结、表土沙化、水体富营养化等环境危机,对农业可持续发展构成了严峻的挑战^[2-5]。更为重要的是,环境污染制约了农产品品质升级,不仅使中国农产品缺乏国际竞争力^[6],还导致了农业价值链“低端锁定”的负向反馈循环^[7]。基于以上背景,中国将“生态优先、绿色发展”作为新时期农业农村发展的重要理念,并相继实施了化肥农药零增长补助、缓释肥技术补助、高效低毒农药补助等多类绿色农业补贴,以期推动农业减量化。然而,相当多的经验证据表明,绿色农业补贴并未完全实现政策预期,反而导致了环境友好型化肥农药的过量投入^[8-10]、以及相关资源设施的过度部署^[11],产生了新的环境问题。在某种程度上,绿色农业补贴政策具有一定缺陷,难以实现“标本兼治”,其虽然能够影响生产者的农业化学化工品种类选择,却难以影响生产者的投入量选择,甚至可能激励替代品过量投入,从而违背政策初衷。

那么,能够有效推动农业减量化的政策措施究竟该遵循怎样的底层逻辑?厘清农户过量投入行为的根本动机正是回应此问题的关键所在。从供给侧来看,尽管盲目施肥的经验习惯、绿色生产知识的匮乏一度被认为是农户过量投入行为的主要原因^[12-14]。但越来越多的证据显示,多数农户仅对市场售卖的农产品大量施肥施药,对自家食用的农产品却采取绿色生产方式^[15-16]。也就是说,农户普遍存在“对外保产量、对内保质量”的“一家两制”生产行为。这意味着,农业过量投入更倾向于是在农户规避生产风险的理性决策,而非错误经验和知识匮乏

引致的非理性行为^[17]。从需求侧来看,农业生产现场数据通常难以归集传递,这导致消费者往往无法接收产品质量信号,致使优质优价的市场交易难以达成,造成了劣币驱逐良币的“柠檬市场”风险^[18-20]。这意味着,化肥农药的过量投入实际是应对“柠檬市场”风险的适应性行为。综上可知,无论基于供给侧视角,还是需求侧视角,风险厌恶均是农户过量投入行为的重要原因。在此意义上,正规农业保险实际上是对“肥量药量膜量保产量”风险统筹逻辑的一种替代。鉴此,本研究将 2007—2012 年中央财政农业保险保费补贴试点的实施看作一种准自然实验,试图识别政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应。基于上述因果识别,本研究旨在为绿色农业公共政策的发展与完善提供实证证据。

1 理论分析框架

自“一家两制”生产现象被提出后,越来越多的公共政策研究开始关注农业保险的化学化工品减量作用^[21-23]。作为现代农业发展的关键支柱之一,农业保险具有分散农业风险、稳定农民收入的重要作用。更为重要的是,农业保险改变了农户的风险预期,显著影响了其经营结构、经营规模、生产技术等选择,而这些选择变化和生态环境质量有着密切的关联^[24]。第一,农业保险会改变农户生产偏好,推动经营结构调整,进而影响农业化学化工品的使用量。当前,中国农业保险的补贴倾斜及险种部署兼顾粮食安全与环境效益两大目标,已成为引导农业高质量发展的重要手段。一方面,2022 年中国小麦、稻谷、玉米三大主粮的农业保险覆盖率将有望达到 70% 以上^[25];另一方面,中央财政对高附加值、环境友好型林、牧产业的保险补贴支持呈现快速增长趋势。相关研究显示,中国农业保险的发展推动了种植业的“趋粮化”^[26-27]。而在产出价值相同的情形下,粮食作物的化肥、农药、农膜需求量一般比其他经济作物更低^[28]。此外,也有研究表明,中国农业

保险的发展降低了传统种植业在整个农、林、牧、渔产值中的比重^[21]，推动了其他农业二级部门的均衡发展。而在产出价值相同的情形下，其他农业二级部门的化学化工品需求量一般更低，所带来的环境负荷一般更小^[29]。因此，农业保险的发展能够推动作物结构和农业产业结构的调整，进而实现农业减量化。第二，农业保险能够减少当事主体扩大生产所面临的不确定性，改变生产者的经营规模选择，进而影响农业化学化工品的使用量。多数研究表明，农业保险能够激励生产者流入或开垦更多的土地，推动规模化经营^[30-32]。同时，开展规模化经营的生产者往往更加关注利润、重视节约成本，更愿意提升农业化学化工品的投入产出效益，这使其单位面积化肥、农药、农膜投入量一般更低^[33-35]。因此，农业保险的发展能够推动规模化经营，进而实现农业减

量化。第三，农业保险能够缩小农业生产经营风险敞口，激励生产者探索传统技术的最大产出潜力，或采取新的生产技术，进而影响农业化学化工品的使用量。来自一些发展中国家的经验证据表明，农业保险有助于降低生产者的“产量焦虑”，使其探索更加合宜的施肥施药比例，提升相关要素利用效率^[36-37]。同时，农业保险还能够激励生产者使用新的生产技术、生物技术和服务技术^[38]。这些农业技术革新能够提高作物养分吸收率、病虫害抵抗力和气象灾害抵抗力，并控制农业化学化工品的过程损耗。比如，地膜“以旧换新”服务以及地膜回收技术的使用可以有效降低小麦、玉米种植户的重复铺膜行为^[39]。因此，农业保险的发展能够通过推动技术效率提升和技术进步，进而实现农业减量化(以上理论机制见图 1)。

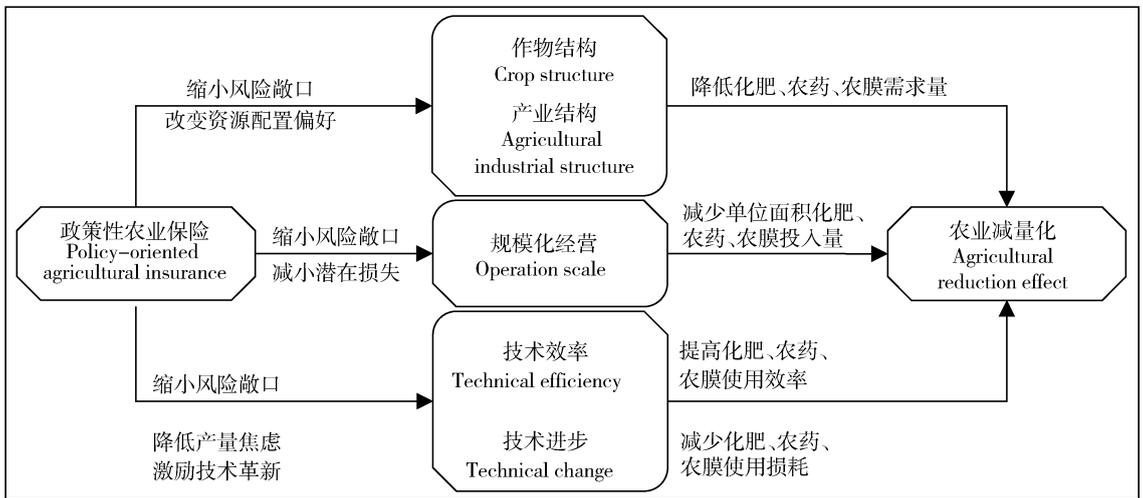


图 1 政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量机制

Fig. 1 Reduction effect mechanisms of policy-oriented agricultural insurance on chemical fertilizer, pesticide and agricultural plastic film

尽管农业保险为现代农业绿色转型提供了一种可行的理论思路，但也有研究对农业保险的化学化工品减量作用提出质疑。比如，Horowitz 等^[40]的研究发现，购买农业保险会激励农场主从事高风险作物生产，这反而会会增加农业化学品需求量和投入量。Chakir 等^[41]、钟甫宁等^[42]的研究得到了类似的结论。那么，农业保险究竟是否发展成为了中国农户进行风险统筹的有效工具？其对农业绿色生产是否产生了积极影响？其推动农业减量化的具体机制是什么？本研究将通过实证分析回答上述问题。

2 研究设计

2.1 政策回顾

中国于 2007 年正式开展了中央财政农业保险保费补贴试点改革(试点批次名单见表 1)。从 2007 年至 2019 年，中国农业保费收入从 53.33 亿元上升至 672.48 亿元，赔付支出从 29.75 亿元上升至 527.87 亿元^[43]。截至 2018 年，政策性农业保险已占据整个农业保险市场份额的 90% 以上^[25]。值得注意的是，北京和上海市等发达地区在获得中央财政补贴支持之前，便推行了由地方财政补贴支持的

政策性农业保险。但结合统计资料来看^[1,43],这些地区的农作物种植规模十分有限,且各地农业保费收入在中央财政补贴后才出现大幅增长。因此,将中央财政农业保险保费补贴试点改革视为准自然试验,更能体现政策性农业保险制度的干预冲击。

表1 中央财政农业保险保费补贴试点批次名单

Table 1 Pilot batches list of policy-oriented agricultural insurance premium subsidies from central government

批次 Batch	开展年份 Year	试点范围 Pilot area
1	2007	蒙、吉、苏、湘、新、川
2	2008	冀、辽、黑、皖、鲁、豫、鄂、浙、闽、琼
3	2009	赣
4	2010	晋、粤、滇、陇、青、宁
5	2011	桂、黔、藏、陕、渝
6	2012	京、津、沪

2.2 模型设定

2.2.1 渐进双重差分模型

本研究将中央财政农业保险保费补贴试点改革的开展视为准自然实验,将开展试点工作的省份视为处理组,将未开展试点工作的省份视为对照组。从2007—2012年,中央财政农业保险保费补贴试点改革采取了“分批试点、完全覆盖”的推广办法。也就是说,在2007—2012年,每年都有省份从对照组进入处理组,且最终所有省份都进入了处理组。针对这种试点推进策略,本研究使用Beck等^[44]提出的渐进政策效应识别方案,构建渐进双重差分模型(staggered difference-in-differences)如下:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Treatment}_{it} + \gamma \mathbf{X}_{it} + \lambda_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

式中: i 为省份编号, t 为年份编号; λ_i 为个体固定效应, λ_t 为时间固定效应; ϵ_{it} 是误差项向量。 y_{it} 是因变量,包含化肥使用量、农药使用量和农膜使用量3个指标,均进行对数化处理; Treatment_{it} 表示第*i*个省份在第*t*年的政策性农业保险试点改革状态; \mathbf{X}_{it} 为控制变量组成的向量; β_0 、 β_1 为待估系数, γ 为 \mathbf{X}_{it} 的系数向量,其中 β_1 代表政策性农业保险的农业减量化效应。

2.2.2 广义结构方程模型

图1展示了政策性农业保险潜在的农业减量化

机制,为了检验这些影响机制是否成立,本研究进一步构建广义结构方程模型(Generalized structural equation model)如下:

$$\begin{cases} \ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Treatment}_{it} + \beta_2 m_{it} + \\ \gamma \mathbf{X}_{it} + \lambda_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \\ m_{it} = \eta_0 + \eta_1 \times \text{Treatment}_{it} + \delta \mathbf{X}_{it} + \nu_i + \nu_t + \epsilon_{it} \end{cases} \quad (2)$$

式中: m_{it} 为机制变量, ν_i 为个体固定效应, ν_t 为时间固定效应; β_2 、 η_0 、 η_1 待估系数, δ 为 \mathbf{X}_{it} 的系数向量,其他参数及变量含义与式(1)保持一致。其中,根据 β_2 和 η_1 可计算出 m_{it} 在 Treatment_{it} 和 y_{it} 之间的中介效应系数(记作 β),可用来判断对应影响机制是否成立。

2.3 变量测度与描述性统计

2.3.1 因变量

因变量 $\ln y_{it}$ 分别取化肥施用折纯量、农药使用量和农膜使用量3个指标的自然对数值。农业减量化的关键在于降低化肥和农药两类农业化学品的过度使用,故本研究选取各省份的化肥施用折纯量、农药使用量作为农业减量化的两大评估指标。此外,还有诸多研究显示,农膜一类农业化工品因使用量大、覆盖面广、难以回收、不易降解,同样导致了严重的面源污染。因此,本研究进一步选取各省份的农膜使用量作为农业减量化的另外一个评估指标。

2.3.2 核心自变量

核心自变量 Treatment_{it} 表示第*i*个省份在第*t*年是否为中央财政农业保险保费补贴试点,若已成为试点,则取值为1,否则取值为0。

2.3.3 控制变量

控制变量 \mathbf{X}_{it} 包含了其他影响农业减量化的潜在因素。参考曹翔等^[45]、张露等^[46]、马九杰等^[23]的研究,本研究选取以下控制变量。1)其他农业生产要素。具体包括农作物播种面积、农业机械总动力、有效灌溉面积、第一产业就业人数、劳动力平均受教育年限、农户第一产业固定资产投资额。其中,所有年份的农户第一产业固定资产投资额均以2000年为基期进行平减,且进行对数化处理。2)农业收入占比。采用各省份第一产业人均增加值与农村居民人均可支配收入的比值表征。3)受灾情况。包括受灾面积、粮食单产、突发环境事件次数。由于农户的要素投入行为往往会依据上一年度的受灾情况做出调整,故表征受灾情况的3个指标均进行滞后一期

的处理。4)气候因素。包括年度月均气温、年度月均降水量。考虑到极端气候对农业生产行为的影响,本研究同时控制了年均气温、年均降水量的二次项。

2.3.4 机制变量

机制变量 m_{it} 包含 3 类变量:1)作物结构和农业产业结构。参考马九杰^[23]等的研究,使用粮食作物面积占农作物播种面积的比重表征作物结构。参考杨立勋等^[47]的研究,使用农业产值占农林牧渔总产值的比重来表征农业产业结构。2)规模经营水平。张露等^[46]的研究指出,土地流转显著促进了土地连片集中经营。因此,本研究使用土地流转率来衡量农地规模经营水平。3)化肥技术效率、农药技术效率、农膜技术效率和农业技术进步指数。所谓技术效率,指既定技术水平下,化肥、农药、农膜 3 类生产要素的利用效率,即要素在多大程度上实现了物尽其用。技术效率越高,实现相同农业产出所需的化肥、农药、农膜越少。本研究参考 Zhou 等^[48]提出的单要素技术效率测算思路,采用随机前沿法(Stochastic frontier approach)分别测算化肥技术效率、农药技术效率、农膜技术效率 3 个指标。具体而言,设定柯布-道格拉斯形式的距离函数,将农业产值作为产出变量,将化肥使用量、农药使用量、农膜使用量、农作物播种面积、第一产业就业人数、农村机械总动力、有效灌溉面积作为投入变量。所谓技术进步,指在保持技术效率不变的情形下,由农业生产技术、生物技术和服务技术革新带来的产出跃升。一般而言,农业生产技术进步幅度越大,实现相同农业产出所需的化肥、农药、农膜越少。借鉴已有研究^[23],本研究运用 DEA-Malmquist 指数分解法,从农业全要素生产率分解出技术进步指数,并以此测算农业生产技术进步。在分解涉及的数据包络分析(Data envelopment analysis)过程中,将农业产值作为产出变量,将化肥使用量、农药使用量、农膜使用量、农作物播种面积、第一产业就业人数、农村机械总动力、有效灌溉面积作为投入变量。

2.3.5 其他变量

此外,出于稳健性检验、异质性分析、其他讨论分析等需要,本研究还引入了农业劳动力人均保险补贴支出、灾后保险赔付支出、农村居民人均可支配收入 3 个变量。

以上所有变量的详细定义和描述性统计见表 2。

2.4 数据来源

本研究研究数据主要来源于《中国农村统计年鉴》^[1]、《中国农村经营管理统计年鉴》^[49]、《中国农村合作经济统计年鉴》^[50]、《中国农村政策与改革统计年鉴》^[51]、《全国环境统计公报》^[52]、中国农村经济情况统计资料、国家气象科学数据共享服务平台、EPS 数据平台。数据年份区间为 2001—2019 年,涵盖中国 30 个省份。在因变量中,化肥、农药、农膜使用量 3 个变量均从《中国农村统计年鉴》^[1] 中获取。在控制变量中,农业生产要素类指标、测算农业收入占比所需的基础指标、受灾面积指标、粮食单产指标从《中国农村统计年鉴》^[1] 中获取,突发环境事件次数指标从《全国环境统计公报》^[52] 中获取,气候因素指标从国家气象科学数据共享服务平台获取。在机制变量中,测算作物结构、农业产业结构、化肥技术效率、农药技术效率、农膜技术效率和农业技术进步指数所需的基础指标均从《中国农村统计年鉴》^[1] 中获取,测算规模经营水平所需的基础指标从相应年份《中国农村经营管理统计年鉴》^[49]、《中国农村合作经济统计年鉴》^[50]、《中国农村政策与改革统计年鉴》^[51]、中国农村经济情况统计资料中整合获取。

3 实证结果与分析

3.1 基准回归结果

本部分将利用 Stata 17.0 软件,分析政策性农业保险对化肥、农药、农膜使用量(均取对数)的影响。对式(1)进行估计,回归结果如表 3 模型 1~3 所示。由表 3 模型 1~3 估计结果可知,政策性农业保险影响化肥、农药、农膜使用量的回归系数分别在 10%、5%、10% 的统计水平上显著为负。具体而言,开展政策性农业保险改革使得试点地区的化肥施用折纯量平均下降了 3.50%,农药使用量平均下降了 6.70%,农膜使用量平均下降了 6.40%。至此,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应得到初步验证。这从侧面印证了,规避生产经营风险确实是农户过量投入行为的初始动机之一,降低农户生产经营风险确实能够在一定程度上促进农业减量化。

3.2 平行趋势检验和动态政策效应

使用渐进双重差分法的重要前提是,因变量在干预事件发生前满足平行趋势。为此,本研究参考 Beck 等^[44]的做法,通过动态回归进行平行趋势检验。由图 2 可知,在政策性农业保险实施前,所有动

表2 变量说明与描述性统计

Table 2 Definitions of variables and descriptive statistics

变量分类 Variable categories	变量 Variables	均值 Mean	最小值 Min	最大值 Max
因变量 Dependent variable	化肥施用折纯量/万 t	177.077	6.173	716.090
	农药使用量/t	39 177.100	279.000	242 674.000
	农膜使用量/t	53 184.470	1 398.000	173 461.000
核心自变量 Core dependent variable	政策性农业保险试点:政策实施当年及以后年份=1;未实施政策年份=0	0.577	0.000	1.000
控制变量 Control variable				
其他农业生产要素 Other agricultural production factor	农作物播种面积/万 hm ²	532.562	8.855	1 490.270
	农业机械总动力/万 kW	2 866.380	93.970	13 353.020
	有效灌溉面积/万 hm ²	221.728	20.719	651.899
	第一产业就业人数/万人	984.651	37.100	3 478.000
	劳动力平均受教育年限/年	9.222	6.089	13.901
农业收入占比 Agricultural income share	农户第一产业固定资产投资额/亿元 (第一产业人均增加值/农村居民人均可支配收入)/%	240.410 64.733	1.500 12.414	966.700 97.369
受灾情况 Damage	上一年度受灾农作物面积/万 hm ²	122.726	0.000	739.400
	上一年度粮食作物单产/(t/hm ²)	4.945	2.410	7.990
	上一年度突发环境事件次数/次	29.689	0.000	470.000
气候因素 Climate factor	年度月均气温/℃	13.871	2.512	25.431
	年度月均降水量/mm	79.074	16.737	185.972
机制变量 Mechanism variable				
作物结构和农业产业结构 Crop and agricultural industrial structure	(粮食作物面积/农作物播种面积)/%	65.157	32.810	97.080
	(农业产值/农林牧渔总产值)/%	52.102	33.615	75.590
规模经营水平 Operation scale	(已流转的耕地面积/耕地总面积)/%	21.967	1.360	87.340
技术效率与技术进步 Technical efficiency and change	化肥技术效率:测算方式见前述	0.880	0.520	0.993
	农药技术效率:测算方式见前述	0.879	0.315	0.974
	农膜技术效率:测算方式见前述	0.785	0.054	1.000
	农业技术进步指数:测算方式见前述	1.121	1.000	2.390
其他变量 Other variables	农业劳动力人均保险补贴支出/百元	1.133	0.000	16.981
	灾后保险赔付支出/(百万元/万 hm ²)	0.354	0.000	15.288
	农村家庭人均可支配收入/元	7 819.346	1 411.700	33 195.200

表 3 政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应

Table 3 The chemical fertilizer, pesticide and agricultural plastic film reduction effect of policy-oriented agricultural insurance

变量 Variables	模型 1 Model 1	模型 2 Model 2	模型 3 Model 3
政策性农业保险 Policy-oriented agricultural insurance	-0.035* (0.018)	-0.067** (0.031)	-0.064* (0.039)
控制变量 Control variables	Yes	Yes	Yes
省份固定效应 Province fixed effect	Yes	Yes	Yes
时间固定效应 Time fixed effect	Yes	Yes	Yes
观测值数量 Sample size	570	570	570
调整 R ² Adjust R ²	0.780	0.777	0.772

注：*、**、*** 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著，下同。

Note: *, **, *** represent the significance levels of 10%, 5% and 1% respectively, the same below.

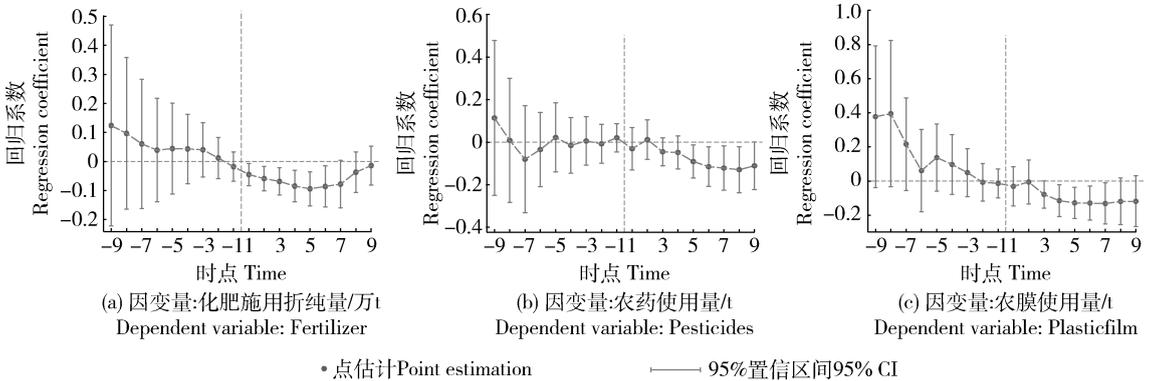


图 2 平行趋势检验

Fig. 2 Parallel trend test

态回归结果中相应系数估计值均不显著。这表明，因变量在政策性农业保险实施前满足平行趋势。根据图 2 回归系数走势，进一步判断政策性农业保险农业减量化效应的时点变化趋势。可以发现，政策性农业保险的化肥减量效应在政策实施后 5 年内愈发凸显，在政策实施后第 7 年有所减弱；政策性农业保险的农药、农膜减量效应则具有一定滞后性，在政策实施后 2 年内有所波动，随后愈发凸显并保持稳定走势。

3.3 稳健性检验

3.3.1 排除反向因果

值得注意的是，政策性农业保险的推广除考虑粮食安全目标外，也考虑了一定的环境效益目标，尤

其是对环境友好型特色农业的支持倾斜。也就是说，样本省份的化肥、农药、农膜面源污染状况可能也影响着政策性农业保险的试点部署，即政策性农业保险的实施与化肥、农药、农膜使用量之间可能存在反向因果关系。为此，本研究借鉴 Beck 等^[44]的做法，使用生存分析法 (Survival analysis)，将成为政策性农业保险试点这一干预事件的发生视为死亡，将非试点状态的维持视为生存，识别样本省份化肥、农药、农膜使用量对其开展政策性农业保险试点工作的影响。由表 4 模型 4~6 估计结果可知，样本省份的化肥、农药、农膜使用量对其开展政策性农业保险试点工作均没有显著的影响，这意味着基准模型估计结果并未受到反向因果关系问题的干扰。

表4 反向因果关系检验
Table 4 Reverse causality test

变量 Variables	是否已开展政策性农业保险试点工作 Whether has begun policy-oriented agricultural insurance pilot work		
	模型4 Model 4	模型5 Model 5	模型6 Model 6
化肥施用折纯量(取对数) Chemical fertilizer usage (take logarithm)	0.537 (0.527)		
农药使用量(取对数) Pesticides usage (take logarithm)		-0.056 (0.227)	
农膜使用量(取对数) Plastic film usage (take logarithm)			0.382 (0.269)
控制变量 Control variables	Yes	Yes	Yes
观测值数量 Sample size	271	271	271
沃尔德卡方统计量 Wald χ^2	77.440***	110.320***	60.030***

3.3.2 基于政策实施强度的三重差分识别

为了考察基准模型估计结果的稳健性,本部分在式(1)的基础上进一步引入了政策实施强度的第三重差分,用来排除既随时间变化又随地区变化的非观测因素。其中,政策实施强度采用农业劳动力

人均保险补贴支出表征,以上做法借鉴了张家豪等^[53]的三重差分识别策略。由表5模型7~9估计结果可知,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应会随着政策实施强度的增加而增强。这表明,基准模型估计结果是相当稳健的。

表5 基于政策实施强度的三重差分估计结果
Table 5 DDD estimation results based on policy implementation intensity

变量 Variables	模型7 Model 7	模型8 Model 8	模型9 Model 9
政策性农业保险×政策实施强度 Policy-oriented agricultural insurance×Intensity	-0.033*** (0.004)	-0.050*** (0.005)	-0.052*** (0.006)
控制变量 Control variables	Yes	Yes	Yes
省份固定效应 Province fixed effect	Yes	Yes	Yes
时间固定效应 Time fixed effect	Yes	Yes	Yes
观测值数量 Sample size	570	570	570
调整 R^2 Adjust R^2	0.780	0.778	0.773

3.3.3 排除其他政策的干扰

导致基准模型估计结果产生偏误的另外一类重要原因是忽略了其他政策的干扰。具体到本研究因果识别情境,基准模型估计结果极有可能叠加了绿色农业生产补贴政策的影响。为此,进一步将观测

期间内实施绿色农业生产补贴政策的省份样本剔除。由表6模型10~12估计结果可知,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应依然显著,这说明基准模型估计结果并未因绿色农业生产补贴政策的干扰而产生严重偏误。

表 6 排除绿色农业生产补贴政策的干扰

Table 6 Eliminate the interference of green agricultural subsidy policy

变量 Variables	模型 10 Model 10	模型 11 Model 11	模型 12 Model 12
政策性农业保险 Policy-oriented agricultural insurance	-0.058* (0.033)	-0.043** (0.019)	-0.033** (0.016)
控制变量 Control variables	Yes	Yes	Yes
省份固定效应 Province fixed effect	Yes	Yes	Yes
时间固定效应 Time fixed effect	Yes	Yes	Yes
观测值数量 Sample size	380	380	380
调整 R ² Adjust R ²	0.782	0.779	0.778

3.3.4 排除地方财政保费补贴早于中央财政保费补贴的省份样本

由政策回顾可知,北京市、上海市等发达地区在获得中央财政补贴支持之前,便推行了由地方财政补贴支持的政策性农业保险。也就是说,对照组也受到了一定的政策性农业保险干预,这可能会导致

基准模型低估政策性农业保险的化学化工品减量效应。为此,进一步删除地方财政保费补贴早于中央财政保费补贴的省份样本。由表 7 模型 13~15 估计结果可知,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应依然显著,这说明基准模型估计结果并未因处理组“样本污染”而产生严重的偏误。

表 7 排除地方财政保费补贴早于中央财政保费补贴的主要省份样本

Table 7 Eliminate the main provinces which received local fiscal premium subsidies earlier than central fiscal premium subsidies

变量 Variables	模型 13 Model 13	模型 14 Model 14	模型 15 Model 15
政策性农业保险 Policy-oriented agricultural insurance	-0.048** (0.022)	-0.091*** (0.035)	-0.051** (0.024)
控制变量 Control variables	Yes	Yes	Yes
省份固定效应 Province fixed effect	Yes	Yes	Yes
时间固定效应 Time fixed effect	Yes	Yes	Yes
观测值数量 Sample size	494	494	494
调整 R ² Adjust R ²	0.786	0.784	0.779

3.3.5 安慰剂检验

若基准模型遗漏了与 Treatment_{it} 变化趋势一致的其他非观测因素,则基准模型估计结果可能仅仅是一种“伪回归”结果。为此,借鉴沈坤荣等^[54]的做法,通过随机生成虚拟处理组进行安慰剂检验。具体而言,根据表 1 所展现的政策推进进程生成 1 000 组随机样本,并使用随机样本对式(1)进行回

归。由图 3 可知,无论以化肥施用折纯量、农药使用量为因变量,还是以农膜使用量为因变量,基准回归的真实系数均明显偏离于随机样本回归系数。这表明,基准模型估计结果并未因其他非观测因素的干扰而产生严重估计偏误。至此可以认为,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应是显著而稳健的。

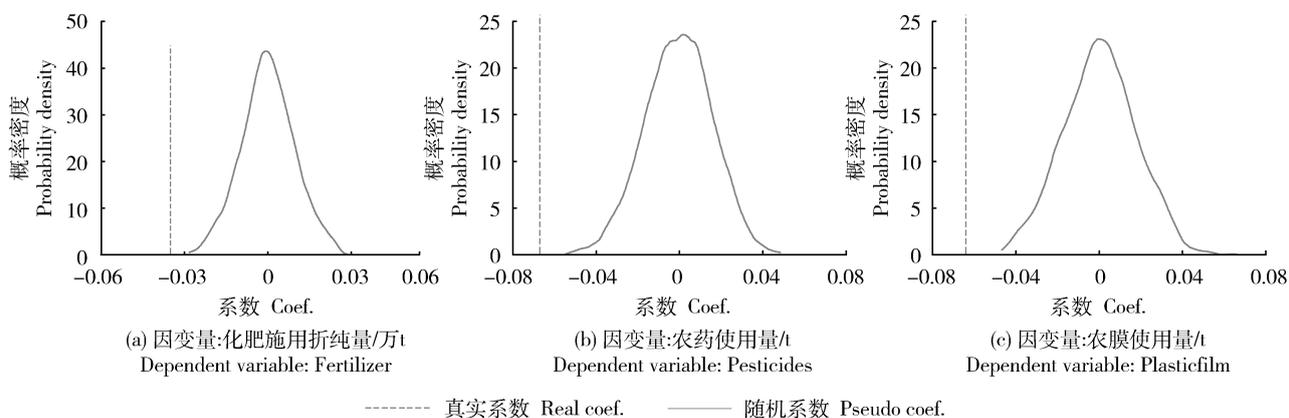


图3 安慰剂检验

Fig. 3 Placebo test

4 机制分析与异质性分析

4.1 机制分析

本部分将进一步揭示前述实证结果背后的影响机制。由于3类机制变量并非严格意义上的连续型变量,比如作物结构、产业结构变量均为取值0~1之间的比例变量,故采用广义结构方程模型检验结构效应、规模效应、技术效率与技术进步3类作用渠道。对式(2)进行拟合,估计结果如图4所示。可以发现,无论以化肥施用折纯量、农药使用量为因变量,还是以农膜使用量为因变量,3类作用渠道均是

部分成立的。

至此,前述图1所提出的影响机制得到部分验证。以上结论表明,政策性农业保险的实施确实能够缩小农户开展生产经营活动的风险敞口,并在不同程度上改变其经营结构、经营规模与生产技术选择,进而改善其化肥、农药、农膜的过量投入行为。这再次印证,农户的过量投入行为具有规避风险的动机,是一种“买安心”和“保产量”的策略选择。在此意义上,使用正规农业保险逻辑替代农户传统的风险统筹逻辑,降低农户生产经营风险是推动农业减量化的一种底层思路。

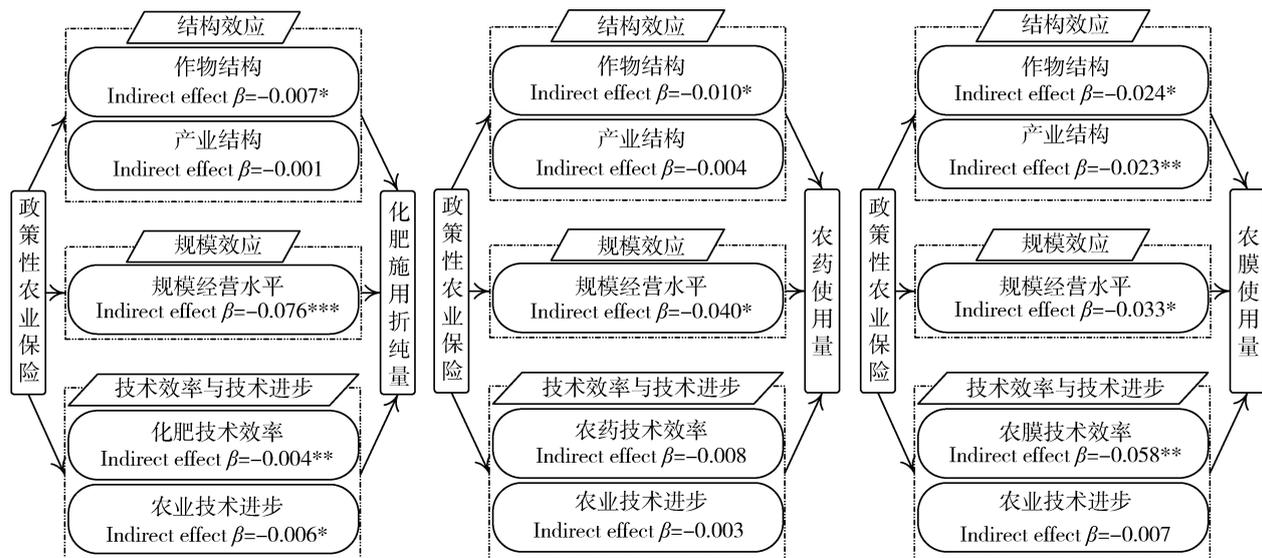


图4 机制检验

Fig. 4 Mechanism check

4.2 异质性分析

4.2.1 基于灾后保险赔付支出的异质性分析

灾后保险赔付支出的差异决定着农业保险平抑收入波动的差异,影响着政策性农业保险的实施成效,以及农业生产者的保险作用感知。因此,本部分将分析不同灾后保险赔付支出水平下,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效果差异。由表 8 模型 16~18 估计结果可知,政策性农业保险的回归系数显著为负,政策性农业保险与灾后保险赔付支出的交互项系数显著为负。这意味着,在开展政策性农业保险的前提下,受灾农作物的保险赔付支出越多,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量化效应

越强。

4.2.2 基于农业收入占比的异质性分析

农业收入占可支配收入的比重越高,政策性农业保险对农户化学化工品投入行为的影响越大。因此,本部分将分析不同农业收入占比情形下,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效果差异。由表 8 模型 19~21 估计结果可知,政策性农业保险的回归系数显著为负,政策性农业保险与农业收入占比的交互项系数显著为负。这意味着,在开展政策性农业保险的前提下,农户生计模式越依赖于农业,政策性农业保险对其化肥、农药、农膜使用量的削减效应越强。

表 8 异质性分析

Table 8 Heterogeneity analysis

变量 Variables	灾后保险赔付支出差异 Difference in insurance payment after disaster			农业收入占比差异 Differences in the agricultural income share		
	模型 16 Model 16	模型 17 Model 17	模型 18 Model 18	模型 19 Model 19	模型 20 Model 20	模型 21 Model 21
	政策性农业保险 Policy-oriented agricultural insurance	-0.027* (0.015)	-0.024** (0.011)	-0.041* (0.022)	-0.197*** (0.038)	-0.141* (0.077)
政策性农业保险×灾后保险赔付支出 Policy-oriented agricultural insurance× Insurance payment	-0.004*** (0.001)	-0.002* (0.001)	-0.004*** (0.001)			
政策性农业保险×农业收入占比 Policy-oriented agricultural insurance× Agricultural income share				-0.240*** (0.050)	-0.125* (0.069)	-0.075*** (0.015)
控制变量 Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定效应 Province fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应 Time fixed effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值数量 Sample size	384	384	384	570	570	570
调整 R ² Adjust R ²	0.780	0.776	0.772	0.792	0.789	0.785

5 进一步讨论:农业减量化是否以牺牲行业产值和农户收入为代价

由上述实证结果可知,政策性农业保险确实不同程度上改变了生产主体的经营结构、经营规模与生产技术选择,进而改善了其化肥、农药、农膜的

过量投入行为,推动了农业减量化。那么,这种改变是以牺牲行业产值、农户收入为代价,还是在某种程度上实现了绿色发展与经济效益的双赢?这一问题的答案将影响着政策性农业保险的农业减量化效应是否长期可持续。为此,本部分将对以上问题进行讨论。

粮食安全是中国政策性农业保险开展补贴倾斜和险种部署的一个重要考量因素。现有研究发现,政策性农业保险确实推动了作物结构的“趋粮化”。虽然粮食作物相较于其他经济作物的化学化工品需求量一般更低,但单位面积的经济价值也往往更低。同时,政策性农业保险确实为农户采纳绿色生产技术、生物技术和服务技术提供了保障,但这些技术采

纳的回报周期可能较长,对农户收益的影响具有不确定性。为此,进一步分析政策性农业保险对行业产值和农户收入的影响。由表9模型22~23估计结果可知,政策性农业保险对农林牧渔总产值、农村居民人均可支配收入的影响显著为正,这说明政策性农业保险的农业减量化效应并未以牺牲行业产值和农户收入为代价。

表9 政策性农业保险对行业产值和农户收入的影响

Table 9 The effect of policy-oriented agricultural insurance on generalized agricultural output value and rural household income

变量 Variables	农林牧渔总产值(取对数)模型22 Gross output value of agriculture, forestry, animal husbandry and fishery (take logarithm) Model 22	农村居民人均可支配收入 (取对数)模型23 Per capita disposable income of rural households (take logarithm) Model 23
政策性农业保险 Policy-oriented agricultural insurance	0.047** (0.021)	0.019** (0.008)
控制变量 Control variables	Yes	Yes
省份固定效应 Province fixed effect	Yes	Yes
时间固定效应 Time fixed effect	Yes	Yes
观测值数量 Sample size	570	570
调整 R ² Adjust R ²	0.801	0.808

6 结论与政策启示

“生态优先、绿色发展”是中国新时期农业农村发展的重要理念,推动农业化学化工品的减量化是将这一理念贯彻为现实的关键抓手。基于全国30个省份2001—2019年的多期面板数据,本研究使用渐进双重差分模型识别了政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量效应。研究得到以下结论:第一,政策性农业保险具有显著的化肥、农药、农膜减量效应,这一结论通过了多类稳健性检验;第二,从影响机制来看,政策性农业保险在不同程度上改变了生产主体的经营结构、经营规模与生产技术选择,进而抑制了化肥、农药、农膜的过量投入行为;第三,在开展政策性农业保险的前提下,受灾农作物的保险赔付支出越多,农村居民的农业收入占比越高,政策性农业保险的化肥、农药、农膜减量化效应越强;第四,政策性农业保险的农业减量化效应并未以牺牲行业产值和农户收入为代价。

根据上述结论,本研究得到以下启示:第一,农户的过量投入行为具有规避风险的初始动机,政策性农业保险的推广在一定程度上能够替代农户传统的“肥量药量膜量保产量”风险统筹逻辑,从而实现农业减量化。为此,应进一步探索兼顾粮食安全与环境效益的农业保险补贴方案与险种部署方案。第二,政策性农业保险的农业减量化效应源自其对生产主体经营结构、经营规模与生产技术的影响。为此,应注重农业保险补贴、粮食补贴、适度规模经营补贴、绿色农业生产补贴等“一揽子”补贴政策的统筹衔接,避免各类补贴政策的相互冲突,形成政策合力。第三,生产者对政策性农业保险的作用感知以及对农业的生计依赖度会影响其农业减量化效应。为此,应探索简易便捷的农业保险赔付流程,优化相关保险产品体验,切实解决“赔付难”问题。同时,应推动农业保费财政补贴由“大水漫灌”向“精准滴灌”转变,结合农户类型差异设置不同的保费补贴倾斜方案。

参考文献 References

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001-2020
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. *China Rural Statistical Yearbook* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2001-2020 (in Chinese)
- [2] 魏后凯. 中国农业发展的结构性矛盾及其政策转型[J]. 中国农村经济, 2017(5): 2-17
Wei H K. Structural contradiction and policy transformation of agricultural development in China[J]. *Chinese Rural Economy*, 2017(5): 2-17 (in Chinese)
- [3] 李秀芬, 朱金兆, 顾晓君, 朱建军. 农业面源污染现状与防治进展[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 81-84
Li X F, Zhu J Z, Gu X J, Zhu J J. Current situation and control of agricultural non-point source pollution[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2010, 20(4): 81-84 (in Chinese)
- [4] 巨晓棠, 谷保静. 我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(4): 783-795
Ju X T, Gu B J. Status-quo, problem and trend of nitrogen fertilization in China[J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 2014, 20(4): 783-795 (in Chinese)
- [5] Gu B, Ju X, Chang J, Vitousek P M. Integrated reactive nitrogen budgets and future trends in China[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015, 112(28): 8792-8797
- [6] 张慧鹏. 大国小农: 结构性矛盾与治理的困境: 以农业生态环境治理为例[J]. 中国农业大学学报: 社会科学版, 2020, 37(1): 15-24
Zhang H P. Big country and small farmers: structural contradiction and governance difficulty: Take the management of agricultural ecological environment as an example [J]. *Journal of China Agricultural University: Social Sciences*, 2020, 37(1): 15-24 (in Chinese)
- [7] 倪学志, 于晓媛. 耕地轮作、农业种植结构与我国持久粮食安全[J]. 经济问题探索, 2018(7): 78-88
Ni X Z, Yu X Y. Crop rotation, agricultural planting structure and sustainable food security in China [J]. *Inquiry into Economic Issues*, 2018(7): 78-88 (in Chinese)
- [8] 汪小勤, 曾瑜, 王俊杰. 农业直接补贴政策: 文献综述与国别研究[J]. 河南社会科学, 2016, 24(3): 83-93
Wang X Q, Zeng Y, Wang J J. Agricultural direct subsidy policy: A literature review and country studies[J]. *Henan Social Sciences*, 2016, 24(3): 83-93 (in Chinese)
- [9] 于伟咏, 漆雁斌, 余华. 农资补贴对化肥面源污染效应的实证研究: 基于省级面板数据[J]. 农村经济, 2017(2): 89-94
Yu W Y, Qi Y B, Yu H. An empirical study on the effect of agricultural subsidies on non-point source pollution of chemical fertilizer based on provincial panel data[J]. *Rural Economy*, 2017(2): 89-94 (in Chinese)
- [10] 左喆瑜, 付志虎. 绿色农业补贴政策的环境效应和经济效应: 基于世行贷款农业面源污染治理项目的断点回归设计[J]. 中国农村经济, 2021(2): 106-121
Zuo Z Y, Fu Z H. The environmental and economic effects of green agricultural subsidy policies: A regression of discontinuity design based on agricultural non-point source pollution control programs with the World Bank's loan in Guangdong Province[J]. *Chinese Rural Economy*, 2021(2): 106-121 (in Chinese)
- [11] Grafton R Q, Williams J, Perry C J, Molle F, Ringler C, Steduto P, Udall B, Wheeler S A, Wang Y, Garrick D, Allen R G. The paradox of irrigation efficiency[J]. *Science*, 2018, 361(6404): 748-750
- [12] 姜慧慧, 徐立青. 影响农户农产品生产安全意愿的主要因素研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(17): 9256-9259
Jiang H H, Xu L Q. Study on the main factors affecting farmers' willingness to produce safety[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2010, 38(17): 9256-9259 (in Chinese)
- [13] 张福锁. 我国肥料产业与科学施肥战略研究报告[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008
Zhang F S. *Research Report on Fertilizer Industry and Scientific Fertilization Strategy in China* [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2008 (in Chinese)
- [14] 张林秀, 李强, 何浩然. 中国农田生态系统化肥投入的经济和政策驱动机制[M]. 北京: 科学出版社, 2008
Zhang L X, Li Q, He H R. *Economic and Policy-driven Mechanisms of Fertilizer Inputs in Chinese Farmland Ecosystems* [M]. Beijing: Science Press, 2008 (in Chinese)
- [15] 徐立成, 周立, 潘素梅. “一家两制”: 食品安全威胁下的社会自我保护[J]. 中国农村经济, 2013(5): 32-44
Xu L C, Zhou L, Pan S M. “One Family, Two Systems”: Social self-protection under the threat of food safety[J]. *Chinese Rural Economy*, 2013(5): 32-44 (in Chinese)
- [16] 徐立成, 周立. 食品安全威胁下“有组织的不负责任”: 消费者行为分析与“一家两制”调查[J]. 中国农业大学学报: 社会科学版, 2014, 31(2): 124-135
Xu L C, Zhou L. “Organized Irresponsibility” under food safety threats: Analysis on consumers' behaviors and “One Family, Two Systems” [J]. *Journal of China Agricultural University: Social Sciences*, 2014, 31(2): 124-135 (in Chinese)
- [17] 周立, 方平. 多元理性: “一家两制”与食品安全社会自我保护的行为动因[J]. 中国农业大学学报: 社会科学版, 2015, 32(3): 76-84
Zhou L, Fang P. Multiple Rationality: The motive of “One Family, Two Systems” and social self-protection in food safety[J]. *Journal of China Agricultural University: Social Sciences*, 2015, 32(3): 76-84 (in Chinese)
- [18] 张露, 罗必良. 构建新型工农城乡关系: 从打开城门到开放村庄[J]. 南方经济, 2021(5): 1-13
Zhang L, Luo B L. Building a new relationship between urban industry and rural agriculture: from opening city to opening village [J]. *South China Journal of Economics*, 2021(5): 1-13 (in Chinese)
- [19] 杜三峡, 罗小锋, 黄炎忠, 唐林, 余威震. 风险感知、农业社会化服务与稻农生物农药技术采纳行为[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(7): 1768-1779
Du S X, Luo X F, Huang Y Z, Tang L, Yu W Z. Risk perception, specialized agricultural services and rice farmers' adoption behavior of biological pesticide technology [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2021, 30(7): 1768-1779 (in Chinese)
- [20] 黄炎忠, 罗小锋. 既吃又卖: 稻农的生物农药施用行为差异分析[J]. 中国农村经济, 2018(7): 63-78
Huang Y Z, Luo X F. “Both to eat and sell”: An analysis of biological pesticides application behaviors of different rice farmers [J]. *Chinese Rural Economy*, 2018(7): 63-78 (in Chinese)
- [21] 陈俊聪, 王怀明. 农业保险与农业面源污染: 影响因素及其度量: 基于联立方程组模型的情景模拟[J]. 上海财经大学学报, 2015, 17(5): 34-43
Chen J C, Wang H M. Agricultural insurance and agricultural non-point source pollution: Influencing factors and their measurement: Scenario simulation based on simultaneous equations model [J]. *Journal of Shanghai University of Finance and Economics*, 2015, 17(5): 34-43 (in Chinese)
- [22] 罗向明, 张伟, 谭莹. 政策性农业保险的环境效应与绿色补贴模式[J]. 农村经济, 2016(11): 13-21
Luo X M, Zhang W, Tan Y. Environmental effect and green subsidy mode of policy-based agricultural insurance [J]. *Rural Economy*, 2016(11): 13-21 (in Chinese)

- [23] 马九杰, 杨晨, 崔恒瑜, 王雪. 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
Ma J J, Yang C, Cui H Y, Wang X. The environmental effect and formation mechanisms of the promotion of agricultural insurance: From the perspective of non-point source pollution of chemical fertilizers in China[J]. *Insurance Studies*, 2021(9): 46-61 (in Chinese)
- [24] Roberts M J, Osteen C D, Soule M J. Risk, Government Programs, and The Environment[EB/OL]. (2004-03-26). https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/47463/30631_tlb1908_002.pdf
- [25] 庾国柱, 张峭. 论我国农业保险的政策目标[J]. 保险研究, 2018(7): 7-15
Tuo G Z, Zhang Q. On the policy objectives of agricultural insurance in China[J]. *Insurance Studies*, 2018(7): 7-15 (in Chinese)
- [26] 赵长保, 李伟毅. 美国农业保险政策新动向及其启示[J]. 农业经济问题, 2014, 35(6): 103-109
Zhao C B, Li W Y. The new trend of American agricultural insurance policy and its enlightenment[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2014, 35(6): 103-109 (in Chinese)
- [27] 张伟, 易沛, 徐静, 黄颖. 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
Zhang W, Yi P, Xu J, Huang Y. Incentivizing effect of policy agricultural insurance on grain output[J]. *Insurance Studies*, 2019(1): 32-44 (in Chinese)
- [28] 罗斯炫, 何可, 张俊鹰. 增产加剧污染: 基于粮食主产区政策的经验研究[J]. 中国农村经济, 2020(1): 108-131
Luo S X, He K, Zhang J B. The more grain production, the more fertilizers pollution: Empirical evidence from major grain-producing areas in China[J]. *Chinese Rural Economy*, 2020(1): 108-131 (in Chinese)
- [29] 袁平. 农业污染及其综合防控的环境经济学研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2008
Yuan P. Environmental economic study on agricultural pollution and its control: Theoretical discussions and empirical analyses [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2008 (in Chinese)
- [30] Young C E, Vandeveer M L, Schnepf R D. Production and price impacts of US crop insurance programs[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2001, 83(5): 1196-1203
- [31] 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
Ma J J, Cui H Y, Wu B J. Analysis of the effect mechanism of policy-oriented agricultural insurance's promotion of farmers' income: A quasi-natural experimental research on progressive pilots[J]. *Insurance Studies*, 2020(2): 3-18 (in Chinese)
- [32] Goodwin B K, Vandeveer M L, Deal J L. An empirical analysis of acreage effects of participation in the federal crop insurance program[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2004, 86(4): 1058-1077
- [33] 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, 17(4): 85-94
Zhu P X, Su M, Yan J. Impact of farmland scale and stability on fertilizer input: Taking rice production of four counties of Jiangsu province as example[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2017, 17(4): 85-94 (in Chinese)
- [34] Wu Y, Xi X, Tang X, Luo D, Gu B, Lam S K, Vitousek P M, Chen D. Policy distortions, farm size, and the overuse of agricultural chemicals in China[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018, 115(27): 7010-7015
- [35] 仇焕广, 栾昊, 李瑾, 汪阳洁. 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(3): 85-96
Qiu H G, Luan H, Li J, Wang Y J. Effects of risk aversion on farmers' behavior of excessive fertilizer application[J]. *Chinese Rural Economy*, 2014(3): 85-96 (in Chinese)
- [36] 韩旭东, 刘爽, 王若男, 郑风田. 农业保险对家庭经营收入的影响效果: 基于全国三类农户调查的实证分析[J]. 农业现代化研究, 2020, 41(6): 946-956
Han X D, Liu S, Wang R N, Zheng F T. The impacts of crop insurance on rural household income: An empirical analysis based on a survey data of three types of rural households[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2020, 41(6): 946-956 (in Chinese)
- [37] 黄颖, 吕德宏. 农业保险、要素配置与农民收入[J]. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2021, 20(2): 41-53
Huang Y, Lv D H. Agricultural insurance, factor allocation and farmer income[J]. *Journal of South China Agricultural University: Social Science Edition*, 2021, 20(2): 41-53 (in Chinese)
- [38] 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
Zuo F, Xu Z Y. Effect of crop insurance on output: Research framework, current status and future prospect[J]. *Insurance Studies*, 2019(6): 26-38 (in Chinese)
- [39] 赵记军, 唐继荣, 李崇霄, 刘文, 周涛, 胡玉洁. 甘肃省地膜回收利用机制新探索[J]. 天津农业科学, 2019, 25(11): 80-83
Zhao J J, Tang J R, Li C X, Liu W, Zhou T, Hu Y J. Exploring and establishing mechanisms of plastic film recovery in Gansu Province[J]. *Tianjin Agricultural Sciences*, 2019, 25(11): 80-83 (in Chinese)
- [40] Horowitz J K, Lichtenberg E. Insurance, moral hazard, and chemical use in agriculture[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1993, 75(4): 926-935
- [41] Chakir R, Hardelin J. Crop Insurance and pesticide use in French agriculture: An empirical analysis[J]. *Review of Agricultural and Environmental Studies*, 2014, 95: 25-50
- [42] 钟甫宁, 宁满秀, 邢鹏, 苗齐. 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
Zhong F N, Ning M X, Xing L, Miao Q. A study on the relationship between crop insurance and agrochemical uses: An empirical analysis of the Manas watershed[J]. *China Economic Quarterly*, 2007(1): 291-308 (in Chinese)
- [43] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001—2020
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. *China Statistical Yearbook* [M]. Beijing: China Statistics Press, 2001—2020 (in Chinese)
- [44] Beck T, Levine R, Levkov A. Big bad banks: The winners and losers from bank deregulation in the United States[J]. *The Journal of Finance*, 2010, 65(5): 1637-1667
- [45] 曹翔, 高瑀, 刘子琪. 农村人口城镇化对居民生活能源消费碳排放的影响分析[J]. 中国农村经济, 2021(10): 64-83
Cao X, Gao Y, Liu Z Q. The impact of urbanization of rural residents on carbon emissions from household energy consumption[J]. *Chinese Rural Economy*, 2021(10): 64-83 (in Chinese)
- [46] 张露, 罗必良. 农业减量化: 农户经营的规模逻辑及其证据[J]. 中国农村经济, 2020(2): 81-99
Zhang L, Luo B L. Agricultural chemical reduction: the logic and evidence based on farmland operation scale of households[J]. *Chinese Rural Economy*, 2020(2): 81-99 (in Chinese)
- [47] 杨立勋, 刘媛媛. 中国农业产业结构调整效果测度及评价[J]. 农业经济, 2013(1): 12-14
Yang L X, Liu Y Y. Effects of risk aversion on farmers' behavior of excessive fertilizer application[J]. *Agricultural Economy*, 2013(1): 12-14 (in Chinese)

- [48] Zhou P, Ang B W, Zhou D Q. Measuring economy-wide energy efficiency performance: A parametric frontier approach [J]. *Applied Energy*, 2012, 90(1): 196-200
- [49] 中华人民共和国农业农村部. 中国农村经营管理统计年报[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016—2018
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. *China Rural Management Statistical Annual Report* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2016—2018 (in Chinese)
- [50] 中华人民共和国农业农村部. 中国农村合作经济统计年报[M]. 北京: 中国农业出版社, 2019
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. *China Rural Cooperative Economic Statistical Annual Report* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2019 (in Chinese)
- [51] 中华人民共和国农业农村部. 中国农村政策与改革统计年报[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. *China Rural Policy and Reform Statistical Annual Report* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2020 (in Chinese)
- [52] 中华人民共和国生态环境部. 全国环境统计公报[M]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2000—2020
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. *National Bulletin of Environmental Statistics* [M]. Beijing: Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China, 2000—2020 (in Chinese)
- [53] 张家豪, 高原. 跨区域环境协同治理对企业全要素生产率的影响研究[J/OL]. *中国环境科学*, 2022; <https://doi.org/10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20220507.001>
Zhang J H, Gao Y. The impact of cross-regional environment collaborative governance on firms' total factor productivity [J/OL]. *China Environmental Science*, 2022; <https://doi.org/10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20220507.001> (in Chinese)
- [54] 沈坤荣, 金刚. 中国地方政府环境治理的政策效应: 基于“河长制”演进的研究[J]. *中国社会科学*, 2018(5): 92-115
Shen K R, Jin G. The policy effect of local governments' environmental governance in China: A study based on the evolution of “River-Director” System [J]. *Social Sciences in China*, 2018(5): 92-115 (in Chinese)

责任编辑: 王岩



通讯作者简介: 马九杰, 博士, 中国人民大学农业与农村发展学院教授、博士生导师。主要研究领域为农村金融、数字乡村、公共政策分析等。兼任中国农村金融学会副会长、北京市农村金融学会副会长、中国系统工程学会农业系统工程专委会副主任、中国农村发展学会农村金融专委会副主任、阿里巴巴集团研究理事会第四届学术委员会委员等。在《管理世界》、《经济研究》、《中国软科学》、《金融研究》等杂志发表学术论文 150 余篇, 出版著作 10 余部。近年来多次作为首席专家主持国家社会科学基金重大项目、国家自然科学基金面上项目及其他省部级项目。曾获北京市哲学社会科学优秀成果奖、农业部软科学研究一等奖、中国农村发展研究奖、“中国合作经济年度人物”理论贡献奖等。