

农业指数保险研究进展评述*

杨婷婷^{1,3)} 刘新立²⁾ 白媛⁴⁾ 叶涛^{1,3)†}

(1)北京师范大学地理科学学部 灾害风险科学研究院, 100875, 北京; 2)北京大学经济学院, 100871, 北京;
3)应急管理部-教育部减灾与应急管理研究院, 100875, 北京; 4)北京师范大学档案馆, 100875, 北京)

摘要 农业指数保险是农业生产风险管理体系中的重要工具,在过去的20余年里受到了研究者和政策制定者的广泛关注.本文回顾了2000—2020年国内外农业指数保险的相关研究,从需求影响因素分析、产品设计与优化、风险转移效率与福利改善效果评价3个方面总结了农业指数保险的研究进展,并提出研究展望.在需求方面,可应用“非理性”理论研究框架,转向集体决策及长期动态研究.在产品设计与优化方面,应促进多学科交叉,依托多尺度、多来源的数据融合和复杂关系建模方法,降低基差风险.在风险转移效率和福利提升效果评价方面,应深入研究不同区域、不同指数产品的有效性阈值,并从多利益主体、多维度标准的视角开展评价研究.

关键词 农业指数保险;需求;产品设计与优化;风险转移效率;福利提升效果

中图分类号 F842.66

DOI: 10.12202/j.0476-0301.2022114

0 引言

长期以来,农业保险在转移农业生产风险、平滑农业生产者收入和减贫、脱贫等方面发挥了重要作用^[1].农业保险市场规模不断增长^[2],其边际增长主要依赖传统领域.为了解决传统农业保险内在的信息不对称和交易成本高等问题,业界一直在探索创新型农业保险险种^[3].21世纪初,世界银行会同其他国际发展机构在全球范围内推广指数保险^[4-5],得到许多国家和地区的积极响应.

我国最早于2009年在安徽省长丰县开展了水稻天气指数保险试点,随后相继进行了畜牧和林业指数保险试点^[6-9].从2014年国务院印发《关于加快发展现代保险服务业的若干意见》,提出“探索天气指数保险等新兴产品和服务”,到2016年“中央一号”文件提出完善农业保险制度,探索开展天气指数保险试点,再到2019年,财政部等4部委共同发布《关于加快农业保险高质量发展的指导意见》,明确指出要拓宽农业保险服务领域,稳步推广指数保险和区域产量保险等产品.农业指数保险逐渐成为我国农业保险转型的中坚力量,在我国拥有巨大的应用前景.

指数保险是指依据合同中事先约定的、可客观观测和可靠测量的、与保险标的损失高度相关且不受人为因素影响的保险指数来决定保险赔付的一类产

品^[10].依据所采用的指数不同,农业指数保险可分为区域产量指数保险、天气指数保险和遥感指数保险3大类.其中:区域产量指数保险依据特定区域内(通常为县级尺度)的平均单产作为触发和理赔标准^[11];天气指数保险利用降水量、气温等气象观测指标以及衍生计算的综合天气指数确定触发和赔付金额^[12];遥感指数保险则利用卫星或机载传感器的观测数据,以反映某类地物特征的遥感指数作为触发和赔付标准^[13].

指数保险因使用第三方观测和发布的指数作为理赔依据,可有效防范道德风险、鼓励防灾减损,并降低经营成本,进而降低保费,其标准化的指数结构还有利于对接国际再保险市场,是一种非常有效的农业风险解决方案^[14-16].但基于指数确定保险赔付的特点也使其面临一个天然缺陷,即基差风险.基差风险是指保险公司的赔付与农户的实际损失之间可能不完全一致^[15,17-18],包括损失大于赔付的“下行”基差风险和损失小于赔付的“上行”基差风险2种类型^[19],二者对应着隐形的不足和超额保险,均会降低保险产品的有效性.

从过去国内外多年实践经验来看,农业指数保险的需求不如预期^[20],研究者对指数保险实施效果的评价也褒贬不一^[10,21].造成农业指数保险需求不足的关键因素是什么?农业指数保险转移风险的有效性和

* 国家自然科学基金资助项目(42171075);教育部-科技部高等学校学科创新引智计划资助项目(BP0820003).

† 通信作者:叶涛(1983—),博士,教授.研究方向:灾害风险与保险、全球变化与食品韧性. Email: yetao@bnu.edu.cn

收稿日期:2022-03-21

福利提升效果到底如何? 可以利用哪些技术手段降低基差风险, 实现对产品性能的优化? 针对这些问题, 国内外学者开展了大量追踪性的研究工作。

基于此, 本研究分别对农业指数保险需求影响因素分析、产品设计与优化以及风险转移效率与福利改善效果评价 3 大主题展开评述, 并试图总结文献针对以下问题的观点: 1) 影响指数保险需求的因素有哪些, 基差风险对指数保险需求的影响有多大? 2) 指数保险产品设计的核心技术瓶颈是否得到了改善, 如何从技术层面上有效控制不同类型的基差风险? 3) 指数保险是否切实转移了农业生产风险、改善了农户的福利。相关综述结果可帮助广大研究者和实践者充分了解国内外研究动态, 进而为推动农业指数保险的探索和创新、加快其试点和推广, 更有效地分散农业生产风险提供思路和参考。

1 文献分析

为了解农业指数保险研究近年来的发展趋势, 分别检索了 Web of Science (WOS) 和中国知网 (CNKI) 2 大核心期刊数据库。在检索 WOS 数据库时, 设定检索主题为: (("index insurance" and agricultur*) or "weather index insurance" or "weather insurance" or ("basis risk" and "index insurance") or "crop index insurance" or "index-based livestock insurance" or (("NDVI" or "satellite" or "remote sensing") and

"index insurance") or "area yield crop index insurance" or "area-based crop insurance" or (("rainfall" or "temperature") and "index insurance")。 “文献类型”选择 Article、Review、Proceedings Paper; “引文索引”选择 Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)、Social Sciences Citation Index (SSCI); “时间跨度”选择 2000—2020 年。在检索中文期刊时, 使用 CNKI 的高级检索功能, 设定检索关键词为: ((农业指数保险 + 天气指数保险 + 气象指数保险 + 遥感指数保险 + 区域产量保险) NOT 价格指数), “时间范围”选择 2000—2020 年; “来源类别”选择北大核心、CSSCI 和 CSCD。共检索出 258 篇 (WOS) 和 210 篇 (CNKI) 论文, 经过对文章内容的进一步筛选, 最终 WOS 为 187 篇, CNKI 为 109 篇。

总体来看 (图 1), 过去 20 年中农业指数保险相关的研究成果中, WOS 数据库收录论文量总体呈指数型增长趋势 ($R^2=0.9074$), 仅在 2017、2018 年发文数略有回落。国内期刊发文量增速相对较缓, 且在 2017 年后发文量持续回落。在 WOS 数据库中, 美国机构的发文远超其他国家和地区, 占总发文数的 52.94%。中国 (13.90%) 和肯尼亚 (11.23%) 位列第二和第三, 且前 10 中仅有中国和肯尼亚 2 个发展中国家。肯尼亚的发文主要由国际牲畜研究所 (International Livestock Research Institute, ILRI) 完成, 集中针对肯尼亚开展的基于指数的牲畜保险。

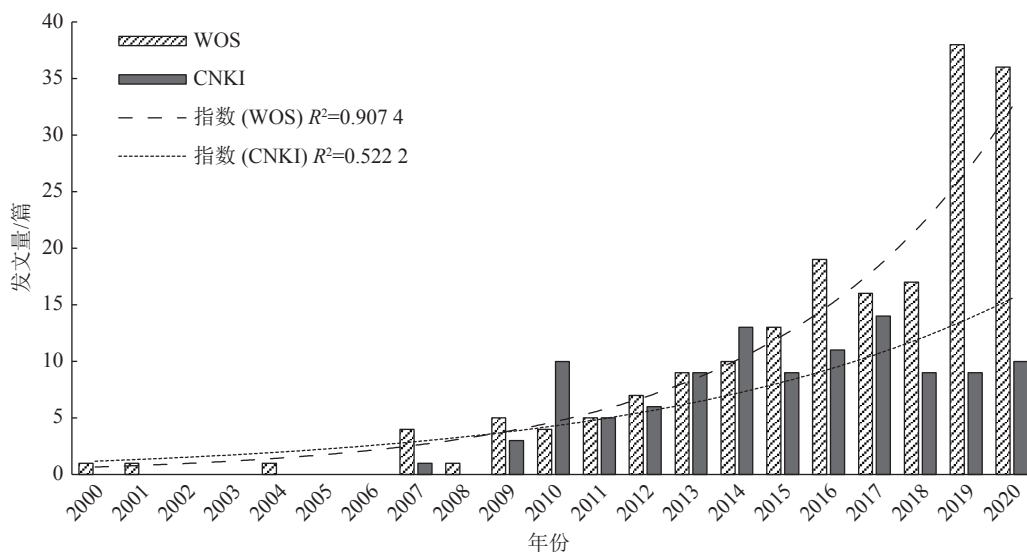


图 1 国内外农业指数保险论文发表时间趋势 (2000—2020 年)

从发文的研究主题来看, WOS 的检索结果中有 91% 为研究性论文。1) 关注指数保险的设计与产品优化的论文数比例最大, 占检索论文总数的 32.35%; 2) 指数保险需求, 占论文总数的 29.41%, 其中有近

1/3 为支付意愿研究; 3) 指数保险的风险转移效率与福利改善效果评价, 占论文总数的 17.65%。在研究对象方面, 研究种植业指数保险的论文数量约为养殖业相关论文的 3 倍, 在种植业指数保险的研究中, 又以

水稻、小麦和玉米主粮作物为主,而养殖业指数保险的相关研究则以非洲地区的牲畜指数保险为主;在指数类型方面,研究区域产量指数保险、天气指数保险和遥感指数保险的论文分别占7.65%、77.06%和21.76%。在天气指数保险中,以干旱和极端降水指数保险为主。

在CNKI的检索结果中,研究性论文首要关注指数保险的设计与费率厘定,占总数的81.61%;其次为指数保险需求,占总数的11.49%。研究对象主要面向种植业指数保险,占总数的93.10%;其中3大主粮作物比例超过2/3,养殖业指数保险的研究还相对较少。在指数类型方面,分别有32.18%、72.41%和1.15%的论文涉及区域产量指数保险、天气指数保险和遥感指数保险。

鉴于现有文献对指数保险需求、指数保险设计与优化、风险转移效率与福利改善效果评价3大主题的关注,后续分别开展深入的综述分析。

2 农业指数保险需求影响因素分析

揭示影响农户参保的主要因素是农业保险研究中的重要问题^[22],对于制定农业保险政策至关重要。在期望效用理论框架下,农户通过选择包括农业保险在内的生产要素投入以最大化期末财富效用。农业保险需求决策受到保险产品特性、农户人口社会经济属性、政府政策等因素的影响^[23-25]。农业指数保险需求影响因素分析在很大程度上沿袭了传统农业保险需求影响因素分析的理论框架、研究方法和要素指标,也突出强调了基差风险的影响。

2.1 保险产品特性 在传统农业保险需求研究中,最受关注的产品特性是保险价格或回报率^[26]。研究一致地发现发达市场的传统农业保险需求是刚性的^[27-28]。然而,在发展中国家农业指数保险的需求研究中,价格变动影响需求的实证结果却有所差异。例如,在印度Gujarat,降水指数保险需求的价格弹性为-1.04~-1.16,需求对价格变化富有弹性^[29];而在印度Madhya,同类保险需求的价格弹性则为-0.58,需求对价格缺乏弹性^[30]。另一项关于肯尼亚牲畜指数保险的研究则发现,保费折扣本身对需求的影响远超折扣引起的价格变化的影响^[31]。

在农业指数保险的产品特性中,基差风险受到特别关注^[32]。理论研究显示,当基差风险存在时,农户的参保决策转变为在合同履行时的预期收益与不履行时的基差风险成本之间的权衡,指数保险需求随基差风险的增加而降低^[20]。即使是精算公平的指数保险产品,也可能不会吸引风险厌恶的农户^[33]。在肯尼亚进

行的包含高、低基差风险水平的降水指数保险对照实验中,农户的保险购买行为对基差风险高度敏感,在低基差风险下保险购买数量显著高于高基差风险下的数量^[34]。在印度降水指数保险中,田块与参考雨量计的距离每增加1 km(基差风险随之增大),保险需求将减少6.4%^[35];到参考气象站的距离增加1倍,保险需求将减少18%^[30]。

2.2 农户人口社会经济属性 影响农业保险需求的农户个人属性主要包括3大类:1)性别、年龄、受教育程度等客观特征;2)保险经历、认知等主观特征;3)农户的风险水平及风险管理能力。

传统农业保险需求研究通常使用性别、年龄、受教育程度等人口特征表征户主的风险厌恶度和使用复杂金融工具(如保险)的能力^[36-37]。风险厌恶度越高、使用复杂金融工具的能力越强,保险需求就越旺盛。农业指数保险需求研究发现,性别和年龄等人口特征对需求的影响在不同的实证结果中差异较大。在印度Bolangir,男性、年龄越小、受教育程度更高的农户对降水指数保险拥有更高的支付意愿,但在Cuttack则恰好相反^[38]。在埃塞俄比亚,风险厌恶度较低的农户却更有可能购买降水指数保险^[39]。在常数绝对风险厌恶和常数相对风险厌恶效用函数假设下,农户对指数保险的需求会随风险厌恶程度的增加而下降,或先下降、后增加、再下降^[20]。

农户的保险经历、保险认知与信任程度是近年来受到关注较多的个人主观要素。传统农业保险需求研究表明,对保单清晰的认知^[40]、良好的理赔经历^[37]以及由此建立的对保险的信任都会促进需求,特别是刚刚开始接触保险的农户^[41]。指数保险更是一个新兴事物,保险认知和信任对指数保险需求有显著的正向影响^[42]。如果农户无法将风险与保险机制或预期赔付联系起来,可能就不会有较高的保险需求^[43]。社会网络关系可有效促进指数保险知识的扩散^[44],农户通过学习、模仿他人行为而对自身决策行为做出调整^[45]。然而,指数保险带有一定的衍生性质,而传统农业保险更加直观,如果农户对传统农业保险的认知更强,对指数保险的需求则会相应降低^[46]。

同传统农业保险一致,指数保险研究中通常使用生产的平均或波动水平、收入水平、资产规模以及其他金融工具(如信贷等)的可获得性等客观经济要素反映农户风险水平和风险管理能力。一般而言,农户所面临的风险水平越高,保险需求越旺盛^[47]。然而,较高的生产风险水平可能导致农户收入水平降低并形成流动性限制,农户无法将潜在的需求转化为实际的购买行为^[21]。家庭收入、资产规模对保险需求有正向

影响^[48],但收入结构对需求的影响则有不同的假设。一方面,农业收入比例越高,农户可能更重视生产风险,更有可能购买保险^[49];但另一方面,农业收入比例越高可能代表农户多元化经营程度越低、风险厌恶度越低,因此不会购买保险^[41]。从风险管理角度而言,其他风险管理手段对保险有一定挤出效应,如农户会因自身风险防范措施的相对完善而降低对保险的需求^[50]。在指数保险中,有研究提出团体内部非正式转移具有缓解基差风险的潜力,集体指数保险、非正式风险转移机制和同伴监督的结合,在一定程度上可以提高参保率^[51]。

2.3 政府政策 在影响农业保险需求的政府政策中,最受关注的是保费补贴。保费补贴对需求产生 2 方面的影响:1)降低农户实际需要支付的有效保费的收入效应;2)政府补贴本身所产生的激励效应。二者都可以促进参保。针对中国传统农业保险的研究表明,保费补贴是提高农户参保意愿的重要因素^[52],而农户对农业保险保费补贴的预期对需求有负向影响^[53]。Ye 等^[54]根据实证结果模拟了传统农业保险保费补贴变化时,农户参保概率和以补偿变化(compensation variation, CV)衡量的福利的相对变化,结果表明:当保费补贴率从 75% 下降到 0 时,农户的参保概率从 84% 下降到 55%,而参保农户的福利将相应减少 20.76 元(图 2)。在美国传统农业保险中,需求对保费补贴的响应在高保障水平、高风险地区更敏感^[55]。对于农业指数保险,保费补贴可能是维持有效需求的必要条件。例如,在青海省牦牛天气指数保险中,若要实现自愿参保(自缴保费低于支付意愿),仍需配套 74.8%~86.1% 的保费补贴^[56]。在一些情况下,保费补贴的激励效应可能大于收入效应。例如,在尼泊尔水稻区域产量指数保险中,约 84% 的农户的支付意愿高于当前的实收保费;若补贴水平从现行的 75% 下降到 25%,部分农户仍有积极的需求^[43]。

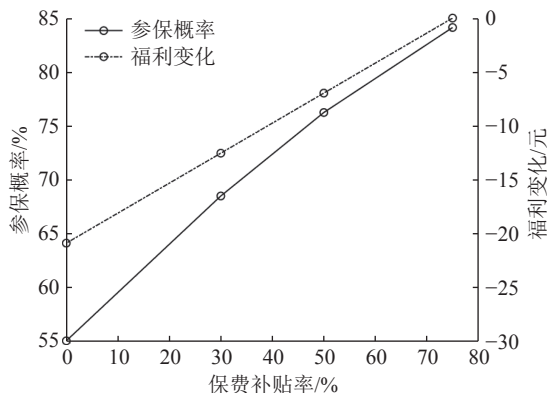


图 2 与农业保险补贴率相对应的参保概率和福利变化
(改绘自 Ye 等^[54])

3 农业指数保险产品设计与优化

农业指数保险产品设计与优化的目标为:在维持低成本、产品透明等众多优势的前提下最小化基差风险^[57]。为此,明确基差风险产生的根源并针对性地开展设计优化是当前探讨的一项重要问题。

3.1 农业指数保险基差风险的来源 国内的早期研究认为^[6],基差风险的形成可能来源于 2 方面:1)致灾-成害机制不明、保险指数选取不当,使得指数对灾害损失的解释能力有限,无法有效反映损失幅度,此类基差风险在天气指数和遥感指数产品中最为常见。2)指数所估测的损失能够反映区域总体状况,但只适用于标的特征较为均匀的区域。当区域内部保险标的的个体差异显著时,则会出现较大误差。此类基差风险反映的是个体特质与区域总体特征间的空间差异,在区域产量指数保险和天气指数保险中较为明显,在遥感指数保险中则与遥感数据的空间分辨率密切相关。

Jensen 等^[48]提出了类似的观点,将上述 2 类基差风险分别称为设计基差风险和特质基差风险。其中:设计基差风险是指指数估测损失和实际损失之间的偏差造成的,可进一步通过优化指数进行修正;特质基差风险是外生的,表现为损失的个体特质性,投保人个体风险的异质性越高,指数对个体损失的预测效果就越差^[58]。Dalhaus 等^[59]则将基差风险划分为设计、空间和时间 3 个维度。其中:空间基差风险与特质基差风险的概念相近;时间基差风险指由于气候变化改变标的的生产周期(如农作物生育期),使得指数保险窗口期与实际生产周期产生差异,从而造成的偏差。

3.2 农业指数保险产品优化 降低设计基差风险的核心是优化指数选取,尽可能提高保险指数与损失之间的相关性。现有研究主要着力于指标的优选和指数-损失经验关系建模方法的改进。

在指标优选方面,现有研究重点针对指数的综合性、通用性和时效性问题进行了深入分析。在综合性方面,考虑到指数保险所需的透明性、易理解等要求,大部分产品往往选择单一气象观(监)测指标作为指数进行损失预测。而近来的研究则建议,基于多项观测指标构建的综合指数可能具有更好的效果。例如,在德国东部冬小麦的干旱指数保险产品设计中,蒸发胁迫指数(实际蒸散发和潜在蒸散发之比)总是优于考虑单一指标的累积降水指数、标准化降水指数和土壤湿度指数^[60]。归一化植被指数、植被健康指数等遥感指数较单一的降水和温度指数可以更有效地降低基差风险^[61-62]。在通用性方面,研究针对中国

3大主粮作物开展了不同降水类的天气指数(降水异常比例和相对湿度指数)的比较.结果显示,在中国不同区域,不同指数对于极端天气的表达能力有所差异,天气指数的选取应当是多样化和本地化的,而非全国通用一套指标或标准^[63].在时效性方面,在肯尼亚牲畜指数保险中比较了近实时和滞后1个月合成的归一化植被指数的适用性,认为将遥感指数应用于保险产品设计中需就其及时性和准确性进行权衡^[64].这一发现显然也适用于种植业保险.

在指数-损失经验关系的拟合方面,研究正致力于改进传统的回归方法,以满足对多要素、非线性和以预测为核心目标的量化关系建模.研究指出,在建立降水指数与单产的关系模型时,使用分位数回归比最小二乘回归能更好地适应单产数据厚尾非正态的分布特征,降低“下行”基差风险^[65].受到数据样本缺乏的限制,模型变量增多会导致自由度受限,往往需要使用更复杂的回归方法降低预测变量维数.在加拿大地区关于饲草料的天气指数保险设计中,使用偏最小二乘法开发的多变量指数优于主成分回归^[66].针对美国玉米、大豆和冬小麦的研究发现,使用动态因子模型进行指数保险产品的设计,可以有效降低基差风险发生的概率^[67].与此同时,机器学习等复杂的经验模型,以及基于过程的机理模型,也为进一步揭示损失-指数间的经验关系提供了可能^[68].

在降低空间基差风险方面,对于区域产量指数保险,降低指数的空间尺度是减小基差风险的有效方法,但这又可能会引起道德风险增加.为此,Elabed等^[19]提出可采用双尺度触发保险,兼顾基差风险和道德风险的控制.对于天气指数保险,降低基差风险的主要途径是增加参考气象观测站点的密度,或通过气象站点数据插值及数值模拟方式解决^[69-70].但数据插值是近似信息,精确性可能只在一定范围内得到保证.有研究表明,插值得到的格点气象数据并不能很好地捕捉极端天气事件,无法显著降低基差风险^[71].对于遥感指数保险产品,关键是提高遥感指数的空间分辨率,这主要通过改进传感器分辨率,或对不同时空分辨率遥感影像进行时空融合实现^[72].

在降低时间基差风险方面,核心工作是使指数测量周期与标的自身周期相吻合.在农作物天气指数保险中,指数周期应以作物的实际生育期为准.在气候变化条件下,作物生育期可能表现出趋势性变化^[73],使用固定物候日期将导致基差的产生.为避免此类情况,可使用积温指标确定温度意义上的生育期,或依靠物候观测网络的监测结果^[59].在物候观测网不完备的发展中国家,也可使用遥感植被指数反演的生育

期动态调整指数保险的窗口期^[74].

4 农业指数保险风险转移效率及福利提升效果评价

由于基差风险的存在,一些指数保险不能切实降低农户的收入风险,甚至可能造成收入风险上升;农户缴纳保费却无法取得预期效果,反而会使其面临因灾返贫、致贫的困境^[75].因此,学者们普遍关注了2个层次的问题:1)农业指数保险是否可以有效地转移风险;2)与传统农业保险相比,农业指数保险是否拥有更高的风险转移效率.

由于不同区域、标的和指数类型的基差风险各有不同,关于农业指数保险是否可以有效转移风险,实证研究得到的结论差异较大.例如:对江苏的一项研究表明,水稻指数保险可帮助农户的收入标准差下降约40%^[76];同样在中国,降水指数保险可显著降低玉米生产的收入标准差,但最高仅为15.2%^[77].在肯尼亚的牲畜指数保险中,参保牧民仍平均承担了69%的原始风险^[75],指数保险降低风险的效率并不十分乐观.当以确定等效畜群增长率衡量农户福利变化时,初始畜群规模、基差风险水平和风险偏好均会影响指数保险的福利效果,牲畜指数保险对最贫穷农户的福利提升效果最差^[78].因此,尽管研究证明了指数保险在一定程度上可以平稳收入,降低农户的收入风险,但高基差风险的存在使得指数保险降低风险的效率与福利改善效果并不如预期.

将农业指数保险与传统农业保险进行对比的研究可以追溯到20世纪90年代.在推行早期,Miranda等^[79]就比较了美国区域产量指数保险(Area-Yield Crop Insurance, AYCI)与传统个体产量保险(Farm-Yield Crop Insurance, FYCI)风险转移效果,结果表明,对于大多数农户而言,区域产量指数保险较传统农业保险有明显的风险降低效果;此后,Wang等^[80]一改前人在精算公平费率基础上的对比研究,而将风险附加费率和基差风险水平同时纳入考虑,发现在75%的保障水平下,当风险附加因子超过公平费率的20%时,AYCI将占优;在此基础上,Deng等^[17]指出,农业指数保险与传统农业保险模式选择的本质是基差风险与经营成本之间的权衡,即AYCI拥有较低的成本和更高的基差风险,除在极端情况下,AYCI与FYCI拥有相近的福利提升效果,AYCI可作为FYCI的一个可行备选.在最近一项关于中国南方水稻保险的研究中,Ye等^[81]综合了上述研究的优点,从公司成本、农户福利提升水平以及政府补贴效率3个维度展开比较,并特别考虑了政府保费补贴水平的影响,结果表明,当补贴水

平高于 60% 时, AYCI 的低成本优势难以弥补其高基差风险的劣势, AYCI 和 FYCI 优劣转换的临界点取决于个体农户的风险水平、农户风险的异质性和相关性、行政成本的高低以及保费补贴的水平。

5 结论与展望

指数保险作为一种创新型的风险管理工具, 有关其需求和产品设计研究已持续近 40 年, 在过去的 20 余年, 学界从指数保险需求影响因素分析、产品设计与优化及风险转移效率和福利提升效果评价 3 个方面对农业指数保险开展了更加深入和系统的探讨。需求方面的研究充分考虑了农户的基本社会经济属性特征、风险偏好、风险水平与风险管理能力以及保险认知等因素的影响, 并发现基差风险作为指数保险的固有缺陷严重降低了农户的有效需求及产品的风险转移效率和福利提升效果。为解决这一困境, 学者们进行了一系列以降低基差风险为目标的产品优化研究, 包括指标的优选、建模方法的改进等, 并取得了积极进展。优化指数保险产品设计与降低基差风险, 将有助于改善其风险转移效率与福利提升效果, 使其成为传统农业保险的有力补充。农业指数保险还可从 3 个方面深入研究:

5.1 农业指数保险需求影响因素分析: “非理性”、集体性与长期性

1) “非理性”。在前景理论的框架下深入分析农业指数保险需求。农业保险需求本身属于不确定性条件下的决策问题, 不确定性决策研究面临的挑战之一是传统期望效用理论的“理性”框架^[82]。在指数保险需求研究中, 农户并非完全理性人, 期望效用理论的应用过于严苛。考虑损失规避原理的前景理论^[83]可能更适合农业指数保险需求分析^[84-85]。

2) 集体性。未来的指数保险需求研究可从个体风险决策框架转向集体风险决策框架。不确定性决策研究面临的另一挑战是决策的集体性, 个人通常不是孤立地做出决定, 而是在群体中做出决定, 和他人协调行动会极大地影响潜在的结果^[82]。当前, 集体决策行为等分析框架在理解农户指数保险需求的研究中还较为有限^[52]。

3) 长期性。对农户参保行为的长期动态观测将是深入理解保险需求影响因子和机制的重要研究方向。当前指数保险需求研究多为一年期的截面数据, 少有长期动态观测的结果, 实证结果间存在较大差异。由于学习、经历等影响因素对需求影响的滞后性, 基于单一时间的截面数据分析结果存在较大的随机性, 难以准确揭示这些因素的推动作用^[49]。

5.2 农业指数保险产品设计与优化: 多尺度、多信号、多源数据融合与多学科交叉

1) 应充分发挥地面实测、遥感对地观测、物联网动态监测等多源大数据的优势, 开展数据融合分析, 提高标的关键信息提取的信噪比。遥感对地观测以及物联网大数据为获得标的相关的关键参数提供了更加丰富的信息来源, 也在一定程度上提高了数据的时空分辨率, 为有效降低空间和时间基差风险提供了有力的支撑。充分发挥大数据的优势, 是指数保险产品进一步创新和优化的源动力。

2) 应充分利用机器学习等复杂关系建模方法, 挖掘多时空尺度上各指数对标的状态或损失的估测能力。指数-损失的关系是区域灾害复杂系统的产物, 是典型多要素综合作用的结果, 存在典型的时空尺度特征。在多源大数据支撑下, 从单一指数转向综合指数, 提高拟合模型的复杂度是提高指数预测精度的方法之一。尽管机器学习这类建模方法通常拥有更好的损失估测结果, 但使用较高阶或复杂模型的代价是模型的黑箱性质更加明显, 难以像简单线性回归一般直观展示指数与损失之间的对应关系, 并且复杂的综合性指数会增加保险指数的自解释性和信息不对称性。考虑到指数保险所需的透明性, 未来研究仍需要思考如何就二者进行权衡。

3) 应促进相关学科的交叉融合, 以问题为导向开展深入研究。从复杂损失中识别主导因素, 构建或优选恰当的指数, 制定兼备科学严谨性与经济有效性的指数保险产品, 这一过程横跨了多个学科领域, 只有通过多学科的深入交叉, 才能进一步增强指数保险研究领域的广度和深度。

5.3 农业指数保险风险转移效率与福利提升效果评价: 相关性阈值、本地化和多利益相关者

1) 农业指数保险产品风险转移效率和福利提升效果评价应当有“合格”的阈值。有关指数与估测损失的相关性阈值需要一个合适的指标, 以对产品转移风险效率和福利提升效果进行评价, 但此方面的研究很少。Clarke 等^[19]定义了基差风险比率(有损失条件下的期望赔付/保费), 并指出如果这一比率 <1.56 , 购买天气指数保险就会降低期望效用最大化农户的福利。在农作物遥感指数保险中, 研究者认为, 如果植被健康指数可以解释至少 90% 的产量变化, 就是理想的保险产品^[86]。

2) 农业指数保险产品风险转移效率和福利提升效果评价是一个本地化的问题。在不同区域, 针对不同标的, 不同类型指数保险产品的有效性不尽相同, 需开展区域性的产品评价, 依据评价结果开展区域化

的产品模式优选. 当前关于指数保险风险转移效率的评价研究及其与传统农业保险的比较研究, 主要针对区域产量指数保险, 未来亟待纳入天气指数保险和遥感指数保险产品开展系统的比较.

3) 农业指数保险产品风险转移效率和福利提升效果评价是一个典型的多利益相关者问题. 我国农业保险要实现“补贴有效率、产业有保障、农民得实惠、机构可持续的多赢格局”, 在进行指数保险风险转移效率和福利提升效果评价, 以及在进行指数保险和传统保险的比较时, 就要充分考虑上述问题, 对哪种产品的补贴更有效率, 哪种产品能够更好地提升参保农民的福利, 哪种产品可以更好地控制经营成本、防控大灾风险. 这是一个多标准的评价体系, 也是一个多目标优化的问题.

农业指数保险在提高农业防灾减灾能力、健全农业保障体系等方面具有广阔的应用前景. 深入研究农业指数保险需求影响因素分析、产品设计与优化及风险转移效率和福利提升效果评价等关键问题, 既是学术界值得深入探讨的理论问题, 也将为完善我国农业保险保障体系、促进农业保险提质增效发挥积极作用.

6 参考文献

- [1] BARNETT B J, BARRETT C B, SKEES J R. Poverty traps and index-based risk transfer products[J]. *World Development*, 2008, 36(10): 1766
- [2] WANG H H, TACK J B, COBLE K H. Frontier studies in agricultural insurance[J]. *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 2020, 45: 1
- [3] DI MARCANTONIO F, KAYITAKIRE F. Review of pilot projects on index-based insurance in Africa: insights and lessons learned[M]//TIEPOLO M, PEZZOLI A, TARCHIANI V. *Renewing local planning to face climate change in the tropics*. Springer, 2017: 323
- [4] HESS U, SYROKA J. *Weather-Based Insurance in Southern Africa: The Case of Malawi*[R]. Washington, DC: World Bank, 2005
- [5] IBRRA H, SKEES J R. Innovation in risk transfer for natural hazards impacting agriculture[J]. *Environmental Hazards*, 2007, 7(1): 62
- [6] 易冻冻, 王季薇, 王铸, 等. 草原牧区雪灾天气指数保险设计: 以内蒙古东部地区为例[J]. *保险研究*, 2015(5): 69
- [7] 刘新立, 叶涛, 方伟华. 海南省橡胶树风灾指数保险指标设计研究[J]. *保险研究*, 2017(6): 93
- [8] YE T, LI Y J, GAO Y, et al. Designing index-based livestock insurance for managing snow disaster risk in Eastern Inner Mongolia, China[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2017, 23: 160
- [9] 李懿珈, 叶涛, 德庆卓嘎, 等. 基于遥感植被指数的西藏那曲地区畜牧业旱灾指数保险产品的设计研究[J]. *农业现代化研究*, 2018, 39(4): 680
- [10] MIRANDA M J, FARRIN K. Index insurance for developing countries[J]. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 2012, 34(3): 391
- [11] SKEES J R, BLACK J R, BARNETT B J. Designing and rating an area yield crop insurance contract[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1997, 79(2): 430
- [12] BARNETT B J, MAHUL O. Weather index insurance for agriculture and rural areas in lower-income countries[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2007, 89(5): 1241
- [13] BENAMI E, JIN Z N, CARTER M R, et al. Uniting remote sensing, crop modelling and economics for agricultural risk management[J]. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2021, 2(2): 140
- [14] SKEES J R, ENKH-AMGALAN A. *Examining the feasibility of livestock insurance in Mongolia*[R]. Washington, DC: World Bank, 2002
- [15] WORLD BANK. *Managing agricultural production risks: innovations in developing countries*[R]. Washington, DC: World Bank, 2005
- [16] BRYLA E, SYROKA J. *Developing index-Based insurance for agriculture in developing countries*[R]. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2007
- [17] DENG X, BARNETT B J, VEDENOV D V. Is there a viable market for area-based crop insurance[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2007, 89(2): 508
- [18] 张玉环. 国外农业天气指数保险探索[J]. *中国农村经济*, 2017(12): 81
- [19] ELABED G, BELLEMARE M F, CARTER M R, et al. Managing basis risk with multiscale index insurance[J]. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 2013, 44(4/5): 419
- [20] CLARKE D J. A theory of rational demand for index insurance[J]. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2016, 8(1): 283
- [21] BINSWANGER-MKHIZE H P. Is there too much hype about index-based agricultural insurance?[J]. *The Journal of Development Studies*, 2012, 48(2): 187
- [22] GOODWIN B K, SMITH V H. *The economics of crop insurance and disaster aid*[M]. Washington, DC: American Enterprise Institute Press, 1995
- [23] BARNETT B J, SKEES S R, HOURIGAN J D. *Explaining participation in federal crop insurance*[R]. Richmond: University of Kentucky, 1990

- [24] GOODWIN B K. An empirical analysis of the demand for multiple peril crop insurance[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1993, 75(2): 423
- [25] SMITH V H, BAQUET A E. The demand for multiple peril crop insurance: evidence from Montana wheat farms[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1996, 78(1): 189
- [26] COBLE K H, KNIGHT T O, POPE R D, et al. Modeling farm-level crop insurance demand with panel data[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1996, 78(2): 439
- [27] SHAIK S, COBLE K H, KNIGHT T O, et al. Crop revenue and yield insurance demand: A subjective probability approach[J]. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 2008, 40(3): 757
- [28] COBLE K H, BARNETT B J. Why do we subsidize crop insurance?[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2013, 95(2): 498
- [29] COLE S, GINÉ X, TOBACMAN J, et al. Barriers to household risk management: evidence from India[J]. *American Economic Journal Applied Economics*, 2013, 5(1): 104
- [30] HILL R V, ROBLES M, CEBALLOS F. Demand for a simple weather insurance product in India: theory and evidence[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2016, 98(4): 1250
- [31] JANZEN S, CARTER M. After the Drought: the impact of microinsurance on consumption smoothing and asset protection[R]. New York: National Bureau of Economic Research, 2013.
- [32] PLATTEAU J P, DE BOCK O, GELADE W. The demand for microinsurance: a literature review[J]. *World Development*, 2017, 94: 139
- [33] DERCON S, HILL R V, CLARKE D, et al. Offering rainfall insurance to informal insurance groups: Evidence from a field experiment in Ethiopia[J]. *Journal of Development Economics*, 2014, 106: 132
- [34] JANZEN S, MAGNAN N, MULLALLY C, et al. Can experiential games and improved risk coverage raise demand for index insurance? Evidence from Kenya[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2020, 103(1): 338
- [35] MOBARAK A M, ROSENZWEIG M. Selling formal insurance to the informally insured[R]. New York: Yale University, 2012
- [36] MISHRA A K, GOODWIN B K. Revenue insurance purchase decisions of farmers[J]. *Applied Economics*, 2006, 38(2): 149
- [37] WANG M, YE T, SHI P J. Factors affecting farmers' crop insurance participation in China[J]. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 2016, 64(3): 479
- [38] SENAPATI A K. Insuring against climatic shocks: Evidence on farm households' willingness to pay for rainfall insurance product in rural India[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2020, 42: 101351
- [39] HILL R V, HODDINOTT J, KUMAR N. Adoption of weather-index insurance: learning from willingness to pay among a panel of households in rural Ethiopia[J]. *Agricultural Economics*, 2013, 44(4/5): 385
- [40] ENJOLRAS G, SENTIS P. Crop insurance policies and purchases in France[J]. *Agricultural Economics*, 2011, 42(4): 475
- [41] YE T, WANG M. Exploring risk attitude by a comparative experimental approach and its implication to disaster insurance practice in China[J]. *Journal of Risk Research*, 2013, 16(7/8): 861
- [42] 郭沛, 王晓丽. 新型农业经营主体愿意购买气象指数保险与收入保险吗?: 基于9省1016个样本的考察[J]. *东岳论丛*, 2021, 42(11): 101
- [43] BUDHATHOKI N K, LASSA J A, PUN S, et al. Farmers' interest and willingness-to-pay for index-based crop insurance in the lowlands of Nepal[J]. *Land Use Policy*, 2019, 85: 1
- [44] CAI J, DE JANVRY A, SADOULET E. Social networks and the decision to insure[J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2015, 7(2): 81
- [45] TAKAHASHI K, BARRETT C B, IKEGAMI M. Does index insurance crowd in or crowd out informal risk sharing? Evidence from rural Ethiopia[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2019, 101(3): 672
- [46] 汤颖梅, 陈建升. 农户天气指数保险支付意愿的研究: 基于实地试验的方法[J]. *江苏农业科学*, 2019, 47(9): 319
- [47] 秦社华, 李云建, 汤颖梅. 自然灾害、农户传统风险管理手段与天气指数保险需求: 以松花江流域洪水灾区农户为例[J]. *江苏农业科学*, 2021, 49(19): 247
- [48] JENSEN N D, MUDE A G, BARRETT C B. How basis risk and spatiotemporal adverse selection influence demand for index insurance: evidence from Northern Kenya[J]. *Food Policy*, 2018, 74: 172
- [49] TAKAHASHI K, NORITOMO Y, IKEGAMI M, et al. Understanding pastoralists' dynamic insurance uptake decisions: evidence from four-year panel data in Ethiopia[J]. *Food Policy*, 2020, 95: 101910
- [50] SHERRICK B J, BARRY P J, ELLINGER P N, et al. Factors influencing farmers crop insurance decisions[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2004, 86(1): 103
- [51] SANTOS F P, PACHECO J M, SANTOS F C, et al.

- Dynamics of informal risk sharing in collective index insurance[J]. *Nature Sustainability*, 2020, 4: 426
- [52] 姜岩, 李扬. 政府补贴、风险管理与农业保险参保行为: 基于江苏省农户调查数据的实证分析[J]. *农业技术经济*, 2012(10): 65
- [53] 侯玲玲, 穆月英, 曾玉珍. 农业保险补贴政策及其对农户购买保险影响的实证分析[J]. *农业经济问题*, 2010, 364(4): 19
- [54] YE T, WANG M, HU W Y, et al. High liabilities or heavy subsidies: farmers' preferences for crop insurance attributes in Hunan, China[J]. *China Agricultural Economic Review*, 2017, 9(4): 588
- [55] YI J, BRYANT H L, RICHARDSON J W. How do premium subsidies affect crop insurance demand at different coverage levels: the case of corn[J]. *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, 2020, 45: 5
- [56] 杨婷婷, 陈说, 牟青洋, 等. 牦牛雪灾天气指数保险支付意愿研究: 以青海省玉树州为例[J]. *农业现代化研究*, 2021, 42(4): 745
- [57] 储小俊, 曹杰. 天气指数保险研究述评[J]. *经济问题探索*, 2012(12): 135
- [58] CLEMENT K Y, WOUTER BOTZEN W J, BROUWER R, et al. A global review of the impact of basis risk on the functioning of and demand for index insurance[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2018, 28: 845
- [59] DALHAUS T, MUSSHOF O, FINGER R. Phenology information contributes to reduce temporal basis risk in agricultural weather index insurance[J]. *Scientific Reports*, 2018, 8(1): 46
- [60] BUCHELI J, DALHAUS T, FINGER R. The optimal drought index for designing weather index insurance[J]. *European Review of Agricultural Economics*, 2020, 48(3): 573
- [61] MAKAUDZE E M, MIRANDA M J. Catastrophic drought insurance based on the remotely sensed normalised difference vegetation index for smallholder farmers in Zimbabwe[J]. *Agrekon*, 2010, 49(4): 418
- [62] KÖLLE W, MARTÍNEZ SALGUEIRO A, BUCHHOLZ M, et al. Can satellite-based weather index insurance improve the hedging of yield risk of perennial non-irrigated olive trees in Spain?[J]. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2021, 65(1): 66
- [63] ZHANG J, ZHANG Z, TAO F L. Rainfall-related weather indices for three main crops in China[J]. *International Journal of Disaster Risk Science*, 2020, 11(4): 466
- [64] JENSEN N D, STOEFFLER Q, FAVA F, et al. Does the design matter? Comparing satellite-based indices for insuring pastoralists against drought[J]. *Ecological Economics*, 2019, 162: 59
- [65] CONRADT S, FINGER R, BOKUSHEVA R. Tailored to the extremes: quantile regression for index-based insurance contract design[J]. *Agricultural Economics*, 2015, 46(4): 537
- [66] BOYD M, PORTH B, PORTH L, et al. The design of weather index insurance using principal component regression and partial least squares regression: the case of forage crops[J]. *North American Actuarial Journal*, 2020, 24(3): 355
- [67] LI H, PORTH L, SENG TAN K, et al. Improved index insurance design and yield estimation using a dynamic factor forecasting approach[J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2021, 96: 208
- [68] TARTARINI S, VESELY F, MOVEDI E, et al. Biophysical models and meta-modelling to reduce the basis risk in index-based insurance: a case study on winter cereals in Italy[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2021: 108320
- [69] BOYD M, PORTH B, PORTH L, et al. The impact of spatial interpolation techniques on spatial basis risk for weather insurance: An application to forage crops[J]. *North American Actuarial Journal*, 2019, 23(3): 412
- [70] LEPPERT D, DALHAUS T, LAGERKVIST C J. Accounting for geographic basis risk in heat index insurance: How spatial interpolation can reduce the cost of risk[J]. *Weather, Climate, and Society*, 2021, 13(2): 273
- [71] DALHAUS T, FINGER R. Can gridded precipitation data and phenological observations reduce basis risk of weather index-based insurance?[J]. *Weather, Climate and Society*, 2016, 8(4): 409
- [72] GAO F, MASEK J, SCHWALLER M, et al. On the blending of the Landsat and MODIS surface reflectance: Predicting daily Landsat surface reflectance[J]. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2006, 44(8): 2207
- [73] TAO F, ZHANG Z, XIAO D, et al. Responses of wheat growth and yield to climate change in different climate zones of China, 1981-2009[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2014, 189/190: 91
- [74] AFSHAR M H, FOSTER T, HIGGINBOTTOM T P, et al. Improving the performance of index insurance using crop models and phenological monitoring[J]. *Remote Sensing*, 2021, 13(5): 1
- [75] JENSEN N D, BARRETT C B, MUDE A G. Index insurance quality and basis risk: evidence from Northern Kenya[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2016, 98(5): 1450

- [76] SHI H AND JIANG Z H. The efficiency of composite weather index insurance in hedging rice yield risk: Evidence from China[J]. *Agricultural Economics*, 2016, 47(3): 319
- [77] PELKA N, MUSSHOFF O, FINGER R. Hedging effectiveness of weather index-based insurance in China[J]. *China Agricultural Economic Review*, 2015, 6(2): 212
- [78] CHANTARAT S, MUDE A G, BARRETT C B, et al. Welfare impacts of index insurance in the presence of a poverty trap[J]. *World Development*, 2017, 94(5): 119
- [79] MIRANDA M J. Area yield crop insurance reconsidered[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1991, 73(2): 233
- [80] WANG H H, HANSON S D, MYERS R J, et al. The effects of crop yield insurance designs on farmer participation and welfare[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1998, 80(4): 806
- [81] YE T, HU W Y, BARNETT B J, et al. Area yield index insurance or farm yield crop insurance? Chinese perspectives on farmers' welfare and government subsidy effectiveness[J]. *Journal of Agricultural Economics*, 2019, 71(1): 144
- [82] WORLD BANK. *World Development Report 2014: Risk and Opportunity-Managing Risk for Development*[R]. Washington, DC: World Bank, 2013
- [83] KAHNEMAN D, TVERSKY A. Prospect theory: an analysis of decision under risk[J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263
- [84] LAMPE I, WÜRTEMBERGER D. Loss aversion and the demand for index insurance[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2020, 180: 678
- [85] VISSER M, JUMARE H, BRICK K. Risk preferences and poverty traps in the uptake of credit and insurance amongst small-scale farmers in South Africa[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2019, 180: 826
- [86] HOCHRAINER-STIGLER S, VAN DER VELDE M, FRITZ S, et al. Remote sensing data for managing climate risks: index-based insurance and growth related applications for smallhold-farmers in Ethiopia[J]. *Climate Risk Management*, 2014, 6: 27

Agricultural index insurance: a review

YANG Tingting^{1, 3)} LIU Xinli²⁾ BAI Yuan⁴⁾ YE Tao^{1, 3)}

(1) Institute of Disaster Risk Science, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, 100875, Beijing, China;

2) School of Economics, Peking University, 100871, Beijing, China;

3) Academy of Disaster Reduction and Emergency Management Ministry of Emergency Management & Ministry of Education, 100875, Beijing, China;

4) Archives of Beijing Normal University, 100875, Beijing, China)

Abstract Agricultural index insurance, an important tool in managing agricultural production risk, is widely used in the past 20 years. Research works on agricultural index insurance from 2000-2020 are reviewed, and the following are analyzed: demand-influencing factor analysis, product design and optimization, evaluation of risk transfer efficiency and welfare improvement effect. Then some research prospect are put forward. On the demand side, the “non-rationality” theory should be applied and collective decision making and long-term dynamic studies should be carried out. For product design and optimization, multi-scale and multi-source data should be combined, and complex relationship modeling should be used to reduce basis risk. For evaluation of risk transfer efficiency and welfare improvement effect, effectiveness thresholds of various index insurance products should be set from area to area, and evaluation should be carried out by taking multiple stakeholders and multidimensional criteria into account.

Keywords agricultural index insurance; demand; product design and optimization; risk transfer efficiency; welfare improvement effect

【责任编辑:刘先勤】