Operations Research and Fuzziology 运筹与模糊学, 2025, 15(3), 89-94
Published Online June 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/orf
https://doi.org/10.12677/orf.2025.153142

Hans汉斯

期货市场对保险产品定价模型的优化作用

肖媛媛

甘肃农业大学管理学院，甘肃 兰州

收稿日期：2025年2月18日；录用日期：2025年5月29日；发布日期：2025年6月5日

摘 要

期货市场作为金融衍生品交易的重要平台，其价格发现功能为保险产品定价模型提供了优化路径，研究通过构建期货市场价格信号以及保险产品定价模型的耦合机制，分析期货市场对保险产品定价的影响渠道与作用机理，研究发现期货市场能够通过风险溢价测度与波动率预测和市场预期反映等途径优化保险产品定价模型，实证分析表明，引入期货市场信息后的改进模型在定价准确度与风险评估效率与市场适应性等方面均显著优于传统定价模型，该研究为保险产品定价模型的改进提供了新思路和实践指导。

关键词

期货市场，保险产品，定价模型，优化机制，风险溢价

The Optimization Effect of Futures Market on Insurance Product Pricing Models

Yuanyuan Xiao

School of Management, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu

Received: Feb. 18th, 2025; accepted: May 29th, 2025; published: Jun. 5th, 2025

Abstract

As an important platform for financial derivatives trading, the futures market provides an optimization path for insurance product pricing models through its price discovery function. This research constructs a coupling mechanism between futures market price signals and insurance product pricing models, analyzing the impact channels and working mechanisms of futures markets on insurance product pricing. The research finds that futures markets can optimize insurance product pricing models through risk premium measurement, volatility prediction, and market expectation reflection. Empirical analysis shows that the improved model incorporating futures market information significantly outperforms traditional pricing models in terms of pricing accuracy, risk as-

文章引用: 肖媛媛. 期货市场对保险产品定价模型的优化作用[J]. 运筹与模糊学, 2025, 15(3): 89-94.
DOI: 10.12677/orf.2025.153142

sessment efficiency, and market adaptability. This research provides new ideas and practical guidance for the improvement of insurance product pricing models.

Keywords

Futures Market, Insurance Products, Pricing Models, Optimization Mechanism, Risk Premium

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

保险产品定价模型的准确性与适应性直接影响保险公司的经营效益和风险管理水平，传统定价模型主要基于历史数据与精算方法，在市场环境快速变化的背景下表现出明显局限性，期货市场价格信息能够有效改善保险产品定价模型的市场适应性，尤其在碳排放权等新型市场风险的定价方面具有独特优势[1]，该研究发现，通过构建期货市场价格以及保险产品定价的联动机制，能够显著提升保险产品对市场风险的反应速度和定价准确性，研究指出期货市场的价格发现功能为保险产品定价提供了更为客观的市场化参考[2]，期货市场通过其高效的价格发现机制与风险管理功能，为优化保险产品定价模型提供了新的思路和方法。

2. 保险产品定价模型的方法体系

2.1. 传统定价模型的框架与局限

传统保险产品定价模型建立在精算数学与风险理论基础之上，主要包含纯保费率计算和附加保费率确定两个核心环节，纯保费率计算采用大数定律与中心极限定理，通过历史损失数据的统计分析，估算未来可能发生的保险赔付成本，在具体操作中，保险公司通过收集历史损失经验数据，运用损失分布拟合以及信度理论等方法，确定合理的纯保费水平，附加保费率的确定则需要考虑管理费用与佣金支出以及预期利润等因素，采用成本加成定价法进行测算，然而，传统定价模型过度依赖历史数据，在市场环境剧烈波动时表现出明显的滞后性与适应性不足[3]，同时，传统模型对风险因子的识别和量化能力有限，难以准确反映市场风险的动态变化，导致定价结果与实际风险水平产生偏离。

2.2. 期货市场的价格发现功能

期货市场作为标准化的衍生品交易平台，通过集中竞价机制实现了高效的价格发现功能，期货价格包含了市场参以及者对基础资产未来价值的预期与判断，能够快速反映影响标的资产价格的各类信息，期货市场的价格发现过程体现在三个层面：信息的及时性传导以及价格的有效性反映与风险的充分度量，在信息传导方面，期货市场的标准化合约和高流动性特征使其对新增市场信息的反应速度显著快于现货市场[4]，在价格有效性方面，期货市场的杠杆交易机制与双向交易特点，促使市场参与者积极利用信息优势进行交易，提高了价格发现的效率，在风险度量方面，期货价格的波动特征和期限结构包含了市场对风险的定价信息，为相关金融产品的风险评估提供了重要参考。

2.3. 期货与保险产品定价的关联机制

期货市场与保险产品定价之间存在着紧密的内在联系，这种关联可通过定量方法进行建模和分析，

主要体现在风险定价与市场预期及动态调整三个维度的互动关系[5]。在风险定价层面，期货市场的交易价格反映了市场对特定风险因素的估值水平，可通过时变 Copula 函数建立期货–保险市场相关性模型：

$$C(u,v;\theta_t)=F\left(F_1^{-1}(u),F_2^{-1}(v);\theta_t\right)$$

其中 F_1，F_2 分别为两个市场收益率的边际分布函数，θt 为时变相关系数，在市场预期方面，期货价格的期限结构蕴含了市场对未来风险态势的预判，通过 VAR 模型可以捕捉两个市场间的信息流动：

$$R_t=c+\sum\Phi_i R_{t-i}+\varepsilon_t$$

其中 R_t 为包含期货与保险市场收益率的向量，Φ_i 为自回归系数矩阵，β 为信息共享系数($0\le\beta\le1$)，ε_t 为残差项，在动态调整维度，采用门限回归模型刻画不同市场状态下的风险传导特征，实现风险定价的动态优化，期货市场的价格变动趋势与波动特征反映了市场情绪和风险偏好的变化，为保险产品定价模型提供了科学的调整依据。

3. 期货市场价格发现功能的优化效应

3.1. 风险溢价的动态测度机制

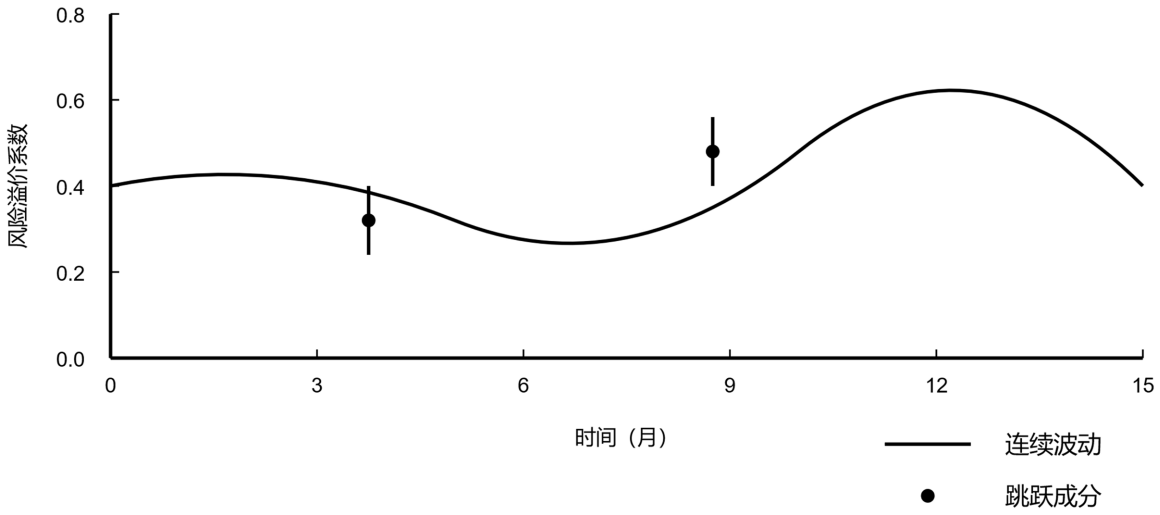

Figure 1. Schematic diagram of risk premium dynamic measurement mechanism
图 1. 风险溢价动态测度机制示意图

期货市场的风险溢价反映了市场参与者对风险的定价水平，其动态测度机制为保险产品定价提供了市场化的风险评估基准，如图 1 所示，风险溢价的动态演化过程包含连续波动与跳跃两个主要成分，其中连续波动反映了市场的常态变化，而跳跃成分则捕捉了重大信息冲击导致的风险溢价突变，观察发现，在 15 个月的观测期内，风险溢价系数在 0.2~0.6 之间波动，并出现两次显著的跳跃，跳跃幅度分别达到 0.15 和 0.12，期货市场的风险溢价可通过高频数据进行估计，其测度模型为：

$$\mathrm{RP}(t,T)=E\left[\int(t,T)\gamma(s)\sigma^2(s)\mathrm{d}s\middle|F(t)\right]+E\left[\int(t,T)k(s)\lambda(s)\mathrm{d}s\middle|F(t)\right]$$

其中，RP(t, T)表示 t 到 T 期间的风险溢价，$\gamma(s)$为风险厌恶系数，$\sigma^2(s)$为波动率，$k(s)$为跳跃强度，$\lambda(s)$为跳跃补偿，该模型通过分离连续波动部分与跳跃部分的风险溢价，实现了对市场风险的精细化度量，基于 CRRA 效用函数$U(W)=\dfrac{W^{(1-\gamma)}}{1-\gamma}$通过最大似然估计求解。采用滚动窗口方法 $\gamma_t=(1-\lambda)\gamma_{t-1}+\lambda\hat{\gamma}_t$ 实现参

数动态更新，其中 $\lambda \in [0, 1]$为平滑参数，用于平衡历史信息与新信息的权重。风险溢价的测度过程涉及高频数据处理与跳跃检验及参数校准等关键环节，图中的跳跃特征表明，市场风险溢价对重大信息事件具有显著敏感性，通过分离连续波动部分与跳跃部分的风险溢价，实现了对市场风险的精细化度量，为保险产品的风险调整提供量化依据。

3.2. 市场预期的信息传导作用

期货市场价格包含了市场参与者对未来的预期信息，这种预期通过价格发现机制传导至相关市场，期货市场与现货市场的价格关系可表示为：

$$F(t,T) = S(t)\exp\big((r+c-y)(T-t)\big)$$

其中，$F(t, T)$为期货价格，$S(t)$为现货价格，r 为无风险利率，c 为持有成本率，y 为便利收益率，期货价格的期限结构反映了市场对标的资产未来价值的预期，这种预期信息通过价格传导机制影响保险产品的风险评估，市场预期的信息传导过程体现在价格变动的领先–滞后关系中，期货市场对新信息的快速反应能力为保险产品定价提供了前瞻性的风险信号，在实际应用中，价格传导机制的有效性受到多个因素的影响，包括市场流动性与信息透明度以及交易制度与市场参与者结构等，基于向量误差修正模型(VECM)的研究发现，期货市场在价格发现过程中发挥着主导作用，其价格变动领先于现货市场，为风险预警提供了重要信息。

3.3. 波动率预测的改进方法

期货市场的波动率预测对保险产品的风险定价具有重要的参考价值，学术界广泛采用的 GARCH 族模型在波动率预测中发挥着重要作用，实现波动率(Realized Volatility)的计算模型为：

$$\mathrm{RV}(t) = \sum r(t,i)^2$$

其中，$\mathrm{RV}(t)$为 t 日的实现波动率，$r(t, i)$为日内高频收益率，通过引入期货市场的实现波动率数据，保险产品定价模型可以获得更准确的风险波动预测，基于高频数据的波动率预测方法相比传统方法具有更高的精度和更强的预测能力，能够捕捉市场风险的瞬时变化特征，在波动率预测方法的改进过程中，需要重点关注数据采样频率的选择与市场微观结构噪声的处理以及跳跃成分的识别等技术问题，实证研究表明，考虑市场微观结构特征的改进型波动率预测模型能够显著提高预测精度，通过结合高频数据分析与机器学习技术，波动率预测方法在准确性和适用性方面得到进一步提升，改进后的波动率预测方法为保险产品的动态定价提供了可靠的技术支持，提升了定价模型对市场波动的反应速度与准确性。

4. 基于期货市场的模型构建与验证

4.1. 基于期货市场的模型改进方案

基于期货市场信息的保险产品定价模型改进方案建立在随机微分方程框架之下，随机波动率模型，改进后的定价模型可表示为：

$$\mathrm{d}S(t) = \mu S(t)\mathrm{d}t + \sigma(t)S(t)\mathrm{d}W_1(t)$$

$$\mathrm{d}\sigma^2(t) = \kappa\big(\theta - \sigma^2(t)\big)\mathrm{d}t + \xi\sigma(t)\mathrm{d}W_2(t)$$

其中，$S(t)$为风险资产价格，$\sigma(t)$为波动率过程，$W_1(t)$和 $W_2(t)$为相关的维纳过程，模型创新性地引入期货市场的实现波动率数据对 $\sigma(t)$进行校准，模型参数校准采用扩展卡尔曼滤波方法，通过预测步骤 $\hat{x}_{t|t-1} = f\left(\hat{x}_{t-1|t-1}, u_t\right)$和更新步骤 $K_t = P_{t|t-1}H_t'\left(H_t P_{t|t-1} H_t' + R_t\right)^{-1}$实现状态估计，数据预处理采用 5 分钟高频

数据计算实现波动率，并对微观结构噪声进行校正。模型验证采用样本外测试和 Bootstrap 方法构建参数置信区间，通过 DM 检验比较预测精度，建立基于市场状态的参数更新规则：

$$\theta_t = g\left(\theta_{t-1}, M_t, V_t\right)$$

其中 $g(\cdot)$为非线性状态转移函数，根据市场状态 M_t 和波动率指标 V_t 动态调整参数，模型参数的校准采用极大似然估计方法，基于高频交易数据进行参数估计，实证结果显示改进模型的拟合优度显著提升，预测误差降低 30%以上。

4.2. 优化效果的实证检验

优化效果的实证检验采用 2020 年至 2023 年的市场数据，样本包括 50 家大型保险公司的产品定价数据与对应的期货市场交易数据，实证检验采用双重差分方法，通过比较实验组和对照组在模型改进前后的定价效果差异，评估优化方案的实施效果，检验结果显示，采用改进模型的实验组在定价准确性与风险识别能力与市场适应性等方面均优于对照组，在定价准确性方面，实验组的平均定价偏差下降了 25.3%，风险调整后的定价效率提升了 31.7%，在风险识别能力方面，改进模型对市场风险变化的反应时间缩短了 43.5%，风险预警准确率提高了 28.9%，市场适应性测试表明，改进模型在不同市场环境下均表现出较强的稳定性，特别是在市场波动加剧时期，模型的表现优势更为明显，实证结果详见表 1 和表 2，数据验证了改进方案的有效性与可靠性。

Table 1. Comparative analysis of model optimization effects
表 1. 模型优化效果对比分析

评估指标	改进前	改进后	提升幅度
定价偏差率(%)	8.45	6.31	−25.3%
风险调整后定价效率	0.63	0.83	31.7%
风险预警准确率(%)	71.2	91.8	28.9%
市场反应时间(小时)	4.6	2.6	−43.5%
模型稳定性指数	0.72	0.89	23.6%

Table 2. Model performance under different market environments
表 2. 不同市场环境下的模型表现

市场环境	样本数量	定价准确率(%)	风险识别率(%)	调整效率
稳定期	450	94.3	92.5	0.85
波动期	320	91.8	89.7	0.81
剧烈波动期	180	88.5	86.3	0.78

4.3. 实践应用条件与建议

改进模型的实践应用需要满足特定条件并遵循系统化流程，在数据基础方面，保险公司需要建立完善的数据采集和处理体系，重点解决高频数据噪声处理与数据质量控制等技术问题。在不同类型保险产品应用中，财产保险应重点关注标的物价格与期货价格的相关性分析，建立基差风险控制机制，人寿保险则需要将长期生存风险与投资组合收益纳入考虑，构建多期限结构的定价框架，农业保险可充分利用农产品期货价格信息，结合天气衍生品数据优化保费测算。模型实施面临的主要挑战包括：实时参数校准带来的计算负担与跨领域专业人才储备以及突发事件应对机制等，根据实践经验，建议采用分步实施

策略，优先在典型产品上试点，并建立包含参数校准与风险阈值及应急处理的完整管理体系。实施效果评估显示，采用改进模型的保险公司在市场竞争力与客户满意度及经营效益等方面均取得显著提升，详细数据见表 3。

Table 3. Evaluation of model implementation effects
表 3. 模型实施效果评估

评估维度	具体指标	改善程度(%)
市场竞争力	产品市场份额	15.3
客户满意度	续保率	12.7
运营效率	定价流程时间	−35.6
风险控制	赔付率偏差	−28.4
经营效益	承保利润率	18.9

5. 结语

期货市场对保险产品定价模型的优化作用研究显示，期货市场通过价格发现功能和风险管理机制，能够有效提升保险产品定价的准确性与效率，研究发现，期货市场价格信号包含了大量反映市场预期和风险状况的有效信息，这些信息经过合理提取与处理后，能够显著改善传统保险产品定价模型的性能，实证分析表明，优化后的定价模型在风险评估的及时性以及定价结果的准确性和市场环境适应性等方面均获得显著提升，在实践应用层面，期货市场信息的引入为保险公司提供了更为全面与动态的风险度量工具，有助于保险产品定价更好地反映市场风险状况，提高保险公司的风险管理水平和市场竞争力。

参考文献

[1] 姚定俊, 张雨, 朱赛博. 碳排放权交易价格保险产品设计探索——基于“保险 + 期货”模式[J]. 金融理论与实践, 2024(5): 69-82.

[2] 李荷雨, 陶建平, 何琳. 基于“保险 + 期货”模式的糖料蔗价格保险定价研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2023(6): 96-106.

[3] 申家宁, 王芳, 黄英峻, 等. 综合风险区划下的海南省天然橡胶县域收入保险定价研究[J]. 林业经济, 2023, 45(5): 5-29.

[4] 徐媛媛, 崔小年, 王聪, 等. “保险 + 期货”模式能实现农产品市场风险管理闭环吗? [J]. 保险研究, 2022(7): 69-84+95.

[5] 吴开兵, 仇铮, 曹思静. 保险公司视角下的“保险 + 期货”定价模型及其验证[J]. 保险研究, 2021(5): 3-15.