

基于层次分析法和德尔菲法的自然灾害保险评价体系的构建

韩珂语

(南京中医药大学卫生经济管理学院, 江苏 南京 210023)

【摘要】对保险公司而言, 开发一种能够有效处理自然灾害相关赔偿的新型保险模式至关重要。本文选取 2022 年 146 个国家的自然灾害数据, 运用层次分析法和德尔菲法建立自然灾害保险评价体系。增加 35 个与自然灾害相关的因子变量, 得到最优拟合优度为 0.99, 提高回归方程估计参数的精度。通过建立新的保险评估体系, 为政府更高效地管理自然灾害下的保险市场提供理论支持和技术参考。

【关键词】层次分析法; 德尔菲法; 新型保险评价体系; 自然灾害

一、引言

(一) 研究背景

气候变化正在加剧极端天气事件。面对气候变化带来的风险上升, 保险业正面临严峻挑战。报告显示, 2023 年全球自然灾害造成的损失总额约为 2500 亿美元, 造成约 7.4 万人死亡。全球保险损失约为 950 亿美元, 接近近五年的平均水平^[1]。

保险在处理经济损失的过程中起着重要的作用。从保险公司的角度看, 保险公司在承保过程中也面临着风险管理问题^[2]。在一些高风险地区, 如果索赔增长速度快于保险公司调整保险费率的速度, 可能会导致保险市场进一步不稳定。

迄今为止, 超过 1000 个极端天气事件已给全球造成了超过 1 万亿美元的经济损失。因此, 保险公司面临着不断上升的赔付成本, 需要重新评估风险^[3]。财产保险行业必须积极探索创新途径以应对气候变化挑战, 确保长期稳健发展。

(二) 研究问题

1. 审视在何种情况下保险公司应承担保单, 并确定其应在何时承担相关风险, 研究哪些业主行为会对公司状况产生影响。

2. 为确定保险公司是否应该投保极端天气事件频发地区, 在该地区建立自然灾害评估模型, 以两个不同大陆上经历过极端天气事件的地区作为案例来演示上述模型。

二、研究方法

(一) 数据获取及处理

本研究搜集了来自世界各国相关数据, 提前筛选可靠数据, 对 1950 年至 2022 年间美国、英国和日本自然灾害造成损失的相关数据进行可视化分析并采用均值填补法处理缺失值。

(二) 方法介绍

本研究主要运用层次分析法和德尔菲法建立新的保险评价体系。

层次分析法(AHP)具有实用性且易于掌握, 数学运算相对简单; 能处理传统优化技术无法解决的实际问题, 并将定性与定量方法相结合^[4]。AHP 在定性分析基础上进行定量分析, 更好地结合两种方法以提供科学管理和理性决策依据。AHP 需要的数据信息少, 计算简单, 结果清晰。可将研究对象作为一个系统, 按照先分解后综合的思路进行决策, 不孤立各种因素对结果的影响, 每一层权重的设置会影响最终结果^[4]。

德尔菲法是专家会议预测方法的创新发展, 专家们能系统地、匿名地利用他们自身知识水平处理复杂问题^[5]。它克服了传统方法中“随波逐流”的偏见, 具有非法降低主观性的能力, 使每位专家能够独立思考并通过多轮匿名沟通修订达到更客观的结论。其原则包括成立项目评价(预测)领导小组、遴选专家、循环咨询及统计分析四个步骤^[5]。

三、模型建立

(一) 巨灾风险评估模型

本文识别影响因素, 即气候风险数据, 包括历史和预测极端天气事件的频率和严重程度, 使用相关分析评估对保险公司承保决策影响最大的因素。为确定保险公司什么时候应该承担风险, 何时应该投保, 本研究分别建立了模型概率模型、风险评估模型、财务模型和优化模型。

1. 巨灾风险评估模型的建立

首先, 研究需要确定保险公司承担保单时的影响因素, 进行相关分析。其次, 使用合适的评估模型来衡量风险和自身收益。然后, 引入人为因素, 运用区域评价模型综合各种实际、历史情况进行验证。此外, 模型需考虑气候风险评估、财产保险定价、保险公司

的财务健康状况以及客户的风险管理实践。本模型需要将所有因素（包括气候风险数据和所有者影响）结合起来，以评估保险公司在特定领域制定政策的决定。同时也需要根据不同的输入参数（如气候变化情景、资本储备水平等），进行灵活的风险评估。综上，本文建立了一个综合模型。

由于不同类型的灾难发生概率不同，在计算政策评估模型时，需单独考虑每种灾难。本文主要研究洪涝灾害和风暴灾害，并针对洪涝灾害进行针对性的模型构建。

当每个事件发生的概率相同，不知道总数或总数很大，认为符合二项分布。当二项分布的 p 较大， n 较小时，认为符合泊松分布。其中 $\lambda = np$ 。通常当 $n \geq 10$ 时，用泊松公式近似。

由于极端天气事件发生的概率很小，因此本文假定所有的灾变事件都符合泊松分布。

步骤 1：建立极端天气事件的频率模型，表示数字每单位时间发生的次数，

$$P(X=k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

表示单位时间内极端天气事件的数量，表示极端天气事件的平均发生率。

概率灾难建模方法比确定性方法更有价值，因为它包含了可能造成危害的所有事件，并基于高级风险模型生成对回报周期的详细分析。灾难模型可由四个基本组件或模块表示：危害、暴露、脆弱性和损失。基于此，建筑物还具有预期损失和风险溢价，损失规模与建筑物抗灾指数和建筑物价值存在一定的正相关关系。因此，本文可建立一个考虑到最终损失的建筑风险模型。

第二步：建立建筑风险模型。考虑到建筑物和基础设施对灾害的脆弱性，建立了该模型，以表明建筑物的损失与结构的抗震性能有关，

$$L = \beta V \ln + \beta_0$$

表示建筑物损失，表示损失比因子，表示建筑物价值，表示抗灾指数，表示每栋建筑物的损坏数。

概率灾害模型结合有关损失频率和严重程度的信息，生成与所有可能的灾害情景相关的预期损失分布。其中， L 表示发生次灾害时建筑物的损失，表示建筑物的预期损失，表示发生次灾害的概率。

步骤 3：建立极端天气事件发生频率与建筑风险相结合的概率风险评估模型：

$$E(L) = \sum_{k=0}^{\infty} P(X=k) \cdot L_k$$

表示预期损失，表示次极端天气事件发生的概率，表示次极端天气事件造成的损失。

本文引入风险承担因子，故表示保险公司在承保能力中减去预期损失后所承担的风险。为保险公司承保能力参数，为保费。

$$Q = \frac{CP - E(L)}{P}$$

2. 巨灾风险评估模型的解决方案

本文选择英国和美国作为灾害风险评估和建模的区域。首先，两国都有高度发达的保险市场和强大的金融体系，为模型构建提供了丰富的历史数据和多样化的保险产品。其次，英国和美国都处于不同的地质和气候条件下，包括地震、飓风、洪水等多种类型的自然灾害，这使得该模型具有更广泛的适用性。同时，两国在技术和数据分析方面也处于领先地位，拥有丰富的专业人才和技术资源，可利用先进的技术帮助建立准确的灾害风险评估模型。最后，英美两国政府在保险和风险管理领域提供了相应的支持，包括开放数据共享、政策制定、推动科技创新等，为灾害风险模型的构建提供积极的环境。基于以上考虑，本文选择使用 Matlab 编译来自 Our World in Data 网站的数据，以英国和美国作为示范区，为构建全面准确的灾害风险评估模型提供良好基础。

（二）改进的巨灾风险评估模型

1. 改进的巨灾风险评估模型的建立

考虑到该地区的自然、经济等因素，房地产开发商希望找到风险因素较低的地方开发房地产。本文引入动态风险阈值，提出一种新的保险模式。本研究提出动态风险阈值，对不同区域进行评价，并对问题 1 的模型进行改进。

步骤 1：建立灾害频率模型。

$$P(X=k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

表示单位时间内发生的灾害数量，表示灾害的平均发生率。

步骤 2：在问题 1 模型的基础上，加入环境经济因素，建立损失模型。

$$L = \beta_0 + \beta_1 V \ln + \sum_{i=1}^{35} \beta_i x_i$$

表示建筑损失，表示损失率，表示建筑价值，表示抗震等级，表示每期建筑受损数量。

步骤 3：概率风险评估模型，结合灾害频率和建筑风险建立此模型。

$$E(L) = \sum_{k=0}^{\infty} P(X=k) \bullet L_k$$

为预期损失，为次灾难发生的概率，为次灾难的损失。引入风险承担因子。为保险公司的承保能力参数，为保费。

$$Q = \frac{CP - E(L)}{P}$$

2. 改进的巨灾风险评估模型的解决方案

根据步骤1，本文得到图1，灾害符合泊松分布，可继续进行步骤2的建模。

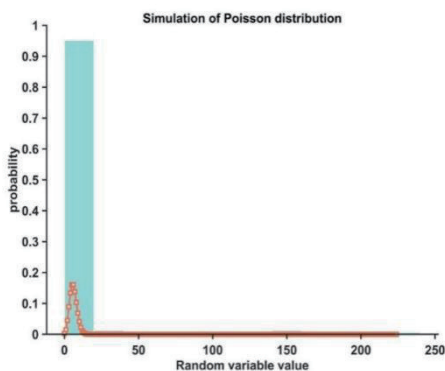


图1 危险源泊松分布图

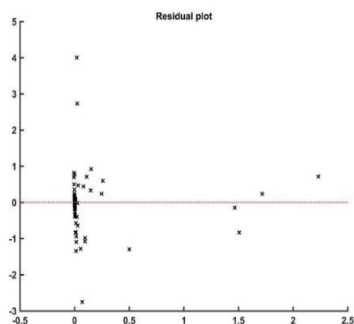


图2 残差图

根据第二步，建立模型并分析模型拟合度，图2可看出，残差几乎为0，拟合优度为0.99，所建立的预测模型能够准确地描述实际数据，预测精度较高，可进行评价。

根据模型，本研究提出以下建议：

(1) 风险评估：在选择建设开发地点之前进行全面的风险评估，考虑到该地区的自然灾害，使用巨灾风险评估模型分析潜在的灾害风险，确保保险需求。

(2) 保险需求分析：研究社区特点，了解居民的保险需求，考虑社区的特殊条件，如气候、地质等条件，确定不同地区保险需求的差异。

(3) 建筑抗灾能力：在房地产规划中，需考虑建筑的抗灾能力，采用抗灾设计技术，减少对建筑的破坏。使用抗震材料可以提高建筑物的抗灾能力。

(4) 社区服务的可行性：确保社区有足够的应急设施和服务，在紧急情况下的恢复力和生产力。

(5) 灾后恢复规划：制定灾后恢复规划，包括但不限于重建、恢复、居民保护等。保险模式应考虑到灾后经济以及社区和居民的需求。

四、讨论

本研究充分考虑历史建筑巨灾风险评估的关键维度，包括主要线路及建筑结构、地理位置、文化价值等。

政府部门可以将模型的输出作为决策知识的科学依据，指导其在巨灾风险管理、城市规划、文化遗产保护等领域做出明智决策，保护公共安全和文化遗产的可持续发展。

在城市规划领域，模型的使用可帮助城市规划者更好地了解自然风险，引导城市合理发展。通过选择更安全的地区和制定有效的备灾措施，城市规划者可提高城市的整体抗灾能力，创造更安全、更宜居的城市环境。

通过详细的风险分析，投资者可以更全面地了解特定地区潜在风险，为投资决策提供科学依据，降低潜在风险投资。

五、总结

本文运用层次分析法和德尔菲法构建处理自然灾害相关赔偿的保险模型，领导者可利用模型结果做出更科学可行的保护决策，为保护文化遗产提供了有力的工具。该模式的成功结合了科学模式的专业性和丰富的实践经验，在理论可靠性和实际应用之间取得了很好的平衡，提高了模型评估的准确性和实用性，使其成为决策中不可或缺的工具。

参考文献：

- [1] 孙荣. 气候变化对保险风险证券化的积极探索[N]. 《金融时报》. 2024-01-17(012).
- [2] 郭清. 提高保险公司风险管理和降低风险的能力[J]. 金融博览会, 2023(12): 13 - 15.
- [3] 刘彦春. 保险公司如何做好气候风险管理[N]. 《金融时报》2023-08-15(008).
- [4] 钟登华. 基于层次分析法的工程项目风险分析方法. 天津, 天津大学, 2004-12-15.
- [5] 王春芝, 司勤. 德尔菲法在数据处理中的方法及其应用研究[J]. 内蒙古财经学院学报(综合版), 2011, 9(4): 92-96.