

何树红, 邹丽华. 巨灾风险经济损失研究方法综述[J]. 灾害学, 2017, 32(3): 120-124. [HE Shuhong and ZOU Lihua. Reviews of the Research Method about the Catastrophe Economic Losses at Risk [J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(3): 120-124. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.03.021.]

巨灾风险经济损失研究方法综述^{*}

何树红, 邹丽华

(云南大学 经济学院, 云南 昆明 650500)

摘要: 在前人灾害经济损失研究成果的基础之上, 对巨灾经济损失研究成果进行了分类, 并界定该文的研究范围。从划分“损失—损失”和“灾害—损失”两条研究主线出发, 将现有且被大量使用的巨灾风险损失研究方法归纳为两大类, 其包含四个角度的8种方法。同时对8种方法进行简要介绍比较, 指出其特点和存在问题。最后对巨灾经济损失研究发展趋势进行展望。

关键词: 巨灾风险; 灾害经济损失; 发展趋势; 综述

中图分类号: X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2017)03-0120-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.03.021

我国是一个自然灾害频发的国家, 其灾害种类之多, 发生频率之高, 经济损失之大, 已然成为全球受自然灾害威胁最严重的国家之一^[1]。巨灾对个人生命健康、物质财产以及社会物质财富形成巨大的威胁、造成严重的损失。过去主要依靠财政拨款和社会捐赠的救灾体制已渐渐不适应巨灾损失补偿的现状, 借助巨灾保险、基金、债券等资本市场手段分散巨灾风险损失已是大势所趋。巨灾风险, 其本质是经济风险^[2], 巨灾风险损失则更侧重于经济损失。欲以资本市场手段构建有效的巨灾风险经济损失分担机制, 巨灾经济损失特征的识别是亟待解决的难点之一^[2]。此外, 经济损失是灾情评估系统的核心之一, 若不能对灾害经济损失进行高效、精确地评估, 则难以满足与其他子系统相互协调, 共同为政府提供救灾决策支持系统的各项要求^[3]。经济损失测度研究是在掌握大量历史和现实灾害数据资料的情境下, 运用科学方法对灾害导致的经济损失进行定量评估。自1950-1960年代以来, 大量学者从不同途径对我国各种自然灾害进行研究, 取得了许多研究成果, 在实践中获得了丰富的指导经验, 在防灾、减灾、救灾过程中取得了巨大的成就。综合现有的学术研究, 巨灾经济损失研究可以划分为: 经济损失范畴界定, 基于“损失—损失”角度的损失预测和分布拟合研究, 基于精算角度的风险损失估计和巨灾债券保险研究, 基于“灾害—损失”角度的灾后经济损失快速测算, 灾害损失综合评价与灾情评估等。其中, 以灾害损失综合评价

与灾情评估的成果最多, 以基于“灾害—损失”角度灾后经济损失快速测算的成果最为繁杂。基于“损失—损失”角度的损失分布研究、基于保险精算角度的风险损失估计和巨灾债券保险研究的研究方法单一, 成果较少, 但存在较大的研究空间, 尤其是基于保险精算角度的风险损失估计和巨灾债券保险的研究。

巨灾经济损失是指巨灾发生后, 由巨灾主体导致承灾体的财产、物质财富的减少, 包括直接经济损失和间接经济损失。现有的研究方法表明, 大多数研究方法是对于直接经济损失进行的; 而间接经济损失的测度方法则相对较少。本文从“损失—损失”和“灾害—损失”的两条主线出发, 侧重于对灾害风险经济损失的定量研究方法进行归纳比较, 指出其特点和存在问题, 并对巨灾经济损失研究发展趋势进行展望。

1 巨灾经济损失研究方法

1.1 “损失—损失”的经济损失研究

“损失—损失”角度的经济损失研究, 即在不考虑灾害基础指标和承灾体的易损性特征, 仅从经济损失的宏观时间序列数据或者微观样本数据出发, 达到识别经济损失性质和分布特征, 为资本市场分散巨灾风险提供精确的巨灾风险损失识别和管理决策依据。

* 收稿日期: 2016-10-27 修回日期: 2017-01-06

基金项目: 国家自然科学基金项目“西南地区泥石流灾害损失测度及救灾管理研究”(71661030); 教育部人文社会科学研究一般项目“巨灾风险分散模式以及防御体系的研究”(11YJA790040)。

第一作者简介: 何树红(1966-), 男, 云南玉溪人, 博士, 教授, 研究方向为经济统计、风险管理。E-Mail: jerome112233@163.com

(1) 经典时间序列分析方法

经典时间序列方法主要针对于宏观时间序列经济损失数据, 其分析方法可分为随机分析和趋势性分析两种, 用于预测的主要是随机分析法。随机分析的 ARIMA 模型理论成熟, 简单易行, 但是存在以下问题: 首先, 时间序列分析是基于事物内部系统本身出发, 过分强调内部特征随时间地外延, 忽略了外部因素对系统的影响。其次, 随机分析是建立在弱平稳、序列相关的前提之下; 若原序列不平稳, 有限次差分变换虽能将原序列变换为平稳序列, 但差分变换损失信息过多, 导致模型精度降低; 若序列本身为白噪声序列, 那么 ARIMA 模型则无能为力。最后, ARIMA 模型参数估计同时受观测值数量和数据质量影响, 若观测量较小或者异常值存在, 都会产生较大误差, 造成参数估计值与实际值偏差较大, 估计区间过宽等问题。然而小样本、极端值存在恰巧是巨灾经济损失数据序列的特征。

(2) 灰色系统

灰色系统是我国著名学者邓聚龙教授^[4]于 1982 年提出的一种样本量小、信息贫乏、存在不确定性问题时的时间序列数据信息挖掘方法。由于巨灾是发生概率小、样本少、损失难以预测、部分信息已知、部分未知的“灰色系统”, 因此灰色系统分析方法能有效进行信息挖掘。灰色系统分析方法通过建立灰色模型(Gray Model)对损失进行预测, 在雷电^[5]、旱灾^[6]、暴雨^[7]和海洋灾害^[8]等方面都有应用。尽管灰色系统有样本需求量较小, 不需要样本数据具有特殊的分布特征^[6], 定量分析能与定性分析保持一致性的优点, 但是也存在缺点: 其一, 在不同情况下, GM(1, 1) 表现出的结果不尽相同, 有时预测结果令人满意, 有时存在较大误差, 有时完全不能使用^[9]。其二, 灰色模型建模过程繁杂, 其科学性存在争议^[10]。

(3) 损失分布拟合

损失分布拟合是从灾害导致的经济损失出发, 在一系列合理假定下, 对经济损失的概率分布进行拟合。最初的拟合分布主要是正态分布、对数正态、Gamma 分布和 Weibull 分布等。随着灾害观测数据的收集、统计理论的不断成熟、计算机计算能力的飞速发展、人工随机模拟的可实现, 学者逐渐发现灾害损失具有厚尾、右偏、发生概率小但损失极大的特征, 正态分布等常规分布难以精确拟合损失尾部特征, 因此极值理论^[11-13]、GPD 模型^[14-15]和混合模型^[16]的提出和运用, 使得经济损失分布拟合的方法越来越复杂, 效果越来越优。从频率学派的主张到 Bayes 理论的运用, 从非参数统计到随机模拟的实现, 损失分布拟合的精度不断提高, 但是其不足也存在: 首先, 受数据量的限制, 拟合分布可能同时与多个分布相吻合, 最优拟合分布的选取仍然存在较大争议。其次, 损失数据特征和数据量对参数、非参数检验功效存在重要影响^[17]。再次, 随机模拟运算的收敛性和收敛稳健性受计算目标和优化算法影响。

最后, Bayes 计算中, 先验分布的选取是尤为重要的, 但如何选择先验分布依旧悬而未决。

1.2 “灾害——损失”的经济损失研究

从“灾害——损失”这一主线出发, 其研究方法趋于多元化, 复杂化; 主要分析方法主要分为两大类; 基础——易损性指标评估法和统计物理模拟法。基础——易损性指标评估主要是从结合巨灾基础性指标和宏观范围的社会易损性指标的角度出发, 对巨灾经济损失进行测算。主要的方法有损失项目价值加总法, 易损性清单法, 宏观经济易损性方法, 多元统计方法, 神经网络等。

(1) 损失项目价值加总法

损失项目价值加总法, 顾名思义, 即巨灾发生后, 快速盘点损失项目, 由各损失项目数量与单位损失价值乘积之和测算得到经济损失总量。刘希林^[18]等人曾用该方法对四川德昌县虎皮弯沟泥石流灾害进行损失评估; 赵源^[19]等人对四川甘孜州和阿坝州的四场较大泥石流灾害进行损失测算, 并分别阐述了四场泥石流的灾害特征。损失项目价值加总法总体上思路简单, 对于不同地区不同灾害具有较强的适用性, 但是也存在一些短处: 首先, 损失项目的分类是一个系统复杂的过程, 损失项目划分的粗糙, 其计算结果误差较大, 容易低估或者高估损失; 划分太详细, 则在损失统计过程中耗费大量人力、物力、财力, 同时造成漏算, 重算的问题。其次, 对于生命或者人力资源损失的货币度量存在众多争议, 该问题不仅涉及经济问题, 还涉及到社会文明和伦理道德问题。最后, 鉴于建筑物易损性问题, 将建筑物损失换算为损失面积一方面解决了以数量来刻画建筑物损失的弊端, 但是也带来了另外一些问题。比如, 城里一套 50 m² 商品房的货币价值可能高于乡下一幢两层 50 m² 的居民住房, 然而上述方法的测算结果可能刚好相反。

(2) 易损性清单法

易损性清单法主要运用于地震直接经济损失快速测算研究, 其基本原理方法是从美国 ATC^[20]评估体系衍生而来^[21]。其测算方式为: 直接经济损失 = 灾害危险性 × 灾害易损性 × 社会财富。其中易损性的核心为建筑物易损性, 根据建筑物损失程度划分, 灾害烈度, 易损性矩阵和损失概率矩阵来计算建筑物易损性。在城市巨灾的经济损失快速评估中, 易损性清单法具有评估详细、精准的优点, 同时国内有不少地震灾害损失评估平台软件是基于易损性清单法开发而成。但是, 易损性清单法建立在一个全社会财富系统明确划分的基础之上, 需要充足的社会易损性数据和历史经验数据的储备, 然而, 对于我国大多数地区而言, 这一点是最难得到满足的。此外, 灾害损失矩阵的确定多受专家的主观经验干扰, 缺乏客观性, 对评估结果的精准性直接产生影响。我国幅员辽阔, 社会经济差异较大, 地质类型复杂, 灾害种类多样。因此, 根据地区灾害类型和烈度系统全方位地设计灾损参数和损失矩阵是必

要的。

(3) 宏观经济易损性方法

对于易损性清单法中社会财富系统划分的繁杂和社会易损性数据、历史经验数据储备不足的难题,宏观经济易损性方法则侧重于宏观经济数据角度出发,利用宏观经济指标来代替建筑物等易损性清单,且宏观数据具有易查找,更新快的优点,在经济发展较迅速的地区也能以较高的精度接近真实直接经济损失^[22]。宏观经济易损性方法整体上把握了巨灾损失,这一点考虑较为全面。但是,将GDP按单位区域人口数量平均分配,会导致单位GDP出现“被平均”现象而被低估,而单位GDP越小,反应出的伤亡人数越小,因此伤亡人数会被低估^[21]。

(4) 多元回归方法

多元统计方法则是基于多元统计分析的角度出发,以灾害基础指标(降水,震级,风速等)和承灾体指标(人口密度,人均GDP等)为解释变量,以经济损失、房屋损失数量或者综合损毁指数^[23]等为被解释变量建立多元回归模型。具体的回归方程形式选择不尽相同,但总体上有三种较常用:联立方程组模型^[24],多项式回归模型^[25]和幂函数拟合^[26]。多元回归分析,理论成熟,简单易行,但是其短板也较多。首先,对数据要求较高,基本假定多。其次,参数估计易受样本量、异常值影响。最后,解释变量经过幂变换、指数变换后,虽然在统计意义上显著,但是其现实意义却难以解释。回归代表的不仅仅是数理背景下的显著性,更体现了被解释变量与解释变量间的因果关系。若解释变量缺乏现实经济意义,其背后的因果关系就难以解释,回归方程仅仅为数学等式而已。

(5) 神经网络方法

神经网络是人工智能学科中的一个用于分类和回归的非参数建模方法^[27]。相比传统的回归和分类方法,该方法具有高强度的计算、学习、非线性拟合能力,处理复杂系统时更有优势。因此,该方法在对巨灾经济损失进行测算时,某种程度上能有效解决灾害系统的复杂性。对于数据需求较少,具有较强的泛化能力的优点相比多元回归方法在损失测算上更有优势。此外,网络设定只考虑输入模式和输出模式,连接权通过优化训练完成,不需要考虑连接权的现实意义。常用的预测神经网络有BP神经网络^[28,25]和改进优化的BP神经网络^[29-30],SVM神经网络^[31-32]和RBF神经网络^[33]等。神经网络的优点是建立在网络构建合理的基础上;若网络构建不合理,则十分容易陷入局部最优,收敛不稳定,过度拟合,模拟误差较大的问题。

(6) 统计模拟法

与上述方法相比,统计模拟法更偏向于灾害过程模拟。通过模拟灾害基础指标大小、社会经济承灾因子和灾害发生过程来对经济损失进行测算。该方法主要分为三大部分:灾害主体演化的

动力学动态模拟、社会工程易损性模拟和灾害损失精算模块。以台风为例,该方法被成功地用于佛罗里达州台风损失预测^[34-35],其具体操作由台风强度、频率模拟,路径模拟,台风风场动力系统,建筑物易损性模拟以及保险精算损失模拟等部分组成。该类研究方法适用于小范围、具体的灾害,评估流程精确明细,但是存在以下难题:首先,灾害形成机理及其过程具有复杂性和偶然性,模拟过程中环环相扣,参数选择直接影响评价精度和结果。其次,在建筑物易损性模块中,建筑物种类多,建筑材料不一,抗灾强度存在典型差异。同时缺乏历史数据支撑,易损性矩阵的构建往往基于建筑物大致分类、模拟实验和专家主观打分的基础上建立的,其结果可能与灾害事实存在较大偏差;最后,统计模拟法只能测算由灾害直接导致的损失,而对于灾害诱发的二次灾害损失(如台风诱发暴雨、洪涝损失,地震诱发的滑坡损失)则无能为力,无法评估灾害造成的总损失。

2 巨灾风险经济损失研究方法比较

以上内容从两条主线出发,简单介绍了多种经济损失研究方法,并对各自的优缺点进行简介。综合而言,“损失——损失”的思路从时间纵向和空间横向分析损失自身特征,而“灾害——损失”则是从外界干扰冲击来寻求经济损失关系的角度进行的。时间纵向研究主要从经济损失系统本身出发,忽略外部因素干扰冲击,操作简单。但是,由于忽略了灾害主体因子社会经济发展因素,不考虑经济损失构成,这样的结果在实际综合灾情评估、救灾策略和巨灾保险机制制定中作用有限。空间横向分析则是将某灾害损失历史数据视为独立同分布的,基于大数定理和中心极限定理,对经济损失概率分布进行拟合,根据拟合分布计算风险损失VaR和ES值等。该思路某种程度上有利于巨灾风险识别、管理以及保险定价,但是这对损失数据要求严格,同时忽略了社会经济发展程度与巨灾经济损失呈正相关关系。此外,近年来,人们对于防灾减灾的重视以及大量资金的投入,历史灾害损失数据之间的独立同分布性值得探讨。

对于“灾害——损失”的角度而言,基础——易损性指标评估法在国内的经济损失研究中比较常见,也是国内灾害损失研究和风险评估的主要方法。灾害经济损失是刻画灾情的一个直观性的指标,上述方法对巨灾风险经济损失预测能够为减灾防灾提供科学合理的依据。但是,由于巨灾经济损失测算模型成果较少,关注度低,没有形成成熟、公认的方法,上述几种基础——易损性指标评估方法虽然能够快速测算出灾害损失,但是每个测算模型都存在不同的缺点。如损失项目划分、社会财富分类、单位GDP“被平均”、神经

网络不稳定和陷入局部最优等诸多难题有待进一步解决、完善。而统计模拟法建立在一个复杂、环环相扣的系统之上, 参数选取、易损性矩阵建立的客观性从始至终都难以解决。

3 巨灾风险经济损失研究的展望与启示

巨灾风险经济损失方法已经多种多样, 其涉及领域不再限于传统数理统计学, 还有运筹学、机器学习、人工智能、地理信息等, 但仍然难以走出诸多困境。本文在已有方法基础上, 对常用的巨灾风险经济损失研究方法进行简要总结、评价, 以供其他使用者参考。同时, 就目前研究现状而言, 笔者认为巨灾损失研究方法的完善发展应当侧重以下 6 个方面。

(1) 统计计算、优化方法的完善发展

基于时间序列分析损失预测和损失分布拟合的参数估计过程中, 传统频率学派方法对数据质量和数据量要求较高。由于我国灾害研究起步晚, 理论技术发展迟缓, 灾害历史数据库不齐全, 因此频率学派方法对于小样本且极端值存在的观测数据能否高效、准确进行分析估计。相比较, Bayes 计算方法对于大样本的要求则宽松的多, 将人的主观认知和客观损失数据相结合, 能够有效提高精度, 且随着计算机及其算法的发展和普及, Bayes 计算量大的难题逐渐被克服。此外, 从正态分布到极限值理论的 EVT 模型、POT 模型, 再到混合模型, 拟合程序越来越复杂, 计算量愈加庞大, 如何在保证拟合精度和计算效率间平衡为现有的统计计算和优化算法提出了新的挑战。

(2) 多种研究方法复合进行

国内主要的巨灾经济损失测算方法——基础—易损性指标评估方法, 适用范围广, 但是易损性清单分类、宏观易损性测算法存在的诸多问题, 多元回归、神经网络法精度差的短板一直未得到弥补; 而国外运用比较广泛的统计模拟法理论上精度高, 但系统复杂、适用范围狭小(甚至只能研究某次灾害)。因此, 考虑借鉴国外的研究、实践经验, 将两种方法相结合, 相互弥补, 才能在经济损失研究中、防灾减灾过程中发挥更大的作用。同时, 对于灾害形成机理和物理动态模拟机制的深入和研究也将是一个灾害研究新的热点和突破口。例如, 王浪^[36]等人运用 SCS 水文模型研究泥石流的汇流过程, 探索山区小流域泥石流的冲出规模预测问题。

(3) 巨灾经济损失测算分行业进行

相同行业承灾体对不同灾害的承灾能力不同, 不同行业承灾体对同一灾害承灾能力也不尽相同。如冰雹, 洪水对种植业造成损失比较大, 而对林业灾害损失较小; 地震对建筑业损失巨大, 而对农业损失较小。因此分行业测算既有利于提高精

度, 也有利于识别损失构成。

(4) 卫星遥感和 GIS 技术的运用

由于航天技术和通信卫星技术的飞速发展, 卫星遥感技术和 GIS 技术也广泛运用到地震、洪水、泥石流、台风等灾害评估中。利用卫星遥感和 GIS 技术能够获取小尺度的高分辨率灾害基础或者灾情数据, 结合多种网络集成数据, 能够进行灾害预测和灾情全天候的监测^[27], 同时能够较准确的对损失项目进行测算, 提高速度和效率, 同时有效改善灾后统计区域划分粗糙、精度差的缺点。例如, 胡娟^[37]等人将区域加密自动气象数据、主成分分析方法和 GIS 结合, 建立精细化的气象预警模型, 有效改善了气象因素诱发的地质灾害预警系统。

(5) 灾害损失研究基础支撑的开发与完善

灾害经济损失研究是一个系统且极其复杂的过程, 所涉及学科、行业、领域繁多。因此, 想要形成准确、成熟、公认的评估系统方法, 在现有理论技术完善发展和运用的同时, 还要注重新型方法的开发, 以及各类灾害数据库的完善。现有的灾害评估系统大多数是基于灾害数据库进行, 评估平台基于 GIS 平台结合专业模型开发而成。因此, 统计学和其他学科基础方法的开发、结合, GIS 评估平台进一步完善, 灾害数据库的建立、完善显得至关重要。陈壕, 张望昌^[38]通过对地震数据的收集, 结合灾区地理特征, 利用 GIS 平台对地震空间减灾信息化平台建设进行研究, 一定意义上完善了我国防震减灾系统, 同时对平台发展方向提出了更多的构想。

(6) 深化巨灾风险经济损失导致的社会影响研究

目前, 大多数关于巨灾风险及风险损失研究视角集中于灾害及损失本身, 而忽略了巨灾风险损失引发的心理效应和社会效应。这些心理效应和社会效应是一把双刃剑, 处理得当, 则可以极大提升防灾减灾意识, 增强国民凝聚力; 处理不当, 可能造成社会经济动荡, 社会秩序不稳定等愈加严重的后果。孙佰清^[39]等人分析了鲁甸地震经济损失对灾民心理损失产生的影响; 孟永昌^[40]等人从全球贸易的视角出发, 深入分析灾害对于经济进出口活动的影响。结果表明: 巨灾显著影响进出口, 对出口的抑制作用超过对进口的促进作用。深入巨灾风险经济损失导致的社会影响研究, 有利于理清巨灾导致的附加社会效应传播脉络, 充分发挥其积极作用, 预防其消极影响, 为社会和谐稳定、经济稳定快速增长保驾护航。

参考文献:

- [1] 崔清新. 我国自然灾害损失世界第三[J]. 科学咨询, 2005(21): 64.
- [2] 荣幸, 王丽珍, 骆澎涛, 等. 我国巨灾风险损失分担研究——基于政府和市场的可行性最优分析[J]. 当代经济科学, 2013(1): 38-48.
- [3] 赵珂, 崔晋川. 洪涝灾害损失相对评估和预测方法研究及示

- 例[J]. 系统工程学报, 2003, 18(4): 337 - 342.
- [4] 刘思峰, 邓聚龙. GM(1, 1)模型的适用范围[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(5): 121 - 124.
- [5] 刘俊, 肖稳安, 陈红兵, 等. 全国雷电灾害分析及雷灾经济损失预测[J]. 气象与环境科学, 2010, 33(4): 21 - 26.
- [6] 吕学梅, 张磊, 李炳文, 等. 灰色GM(1, 1)及其残差修正模型在不同程度春旱发生年份预测中的应用[J]. 中国农业气象, 2010, 31(3): 479 - 483.
- [7] 姚俊英, 朱红蕊, 南极月, 等. 基于灰色理论的黑龙江省暴雨洪涝特征分析及灾变预测[J]. 灾害学, 2012, 27(1): 59 - 63.
- [8] 赵昕, 宋维玲, 何广顺. 海洋灾害直接经济损失预测——基于灰色-周期外延组合模型[J]. 海洋开发与管理, 2007, 24(6): 100 - 106.
- [9] 吉培荣, 黄巍松, 胡翔勇, 等. 灰色预测模型特性的研究[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21(9): 105 - 108.
- [10] 朱宝璋. 关于灰色系统基本方法的研究与评论[J]. 系统工程理论与实践, 1994, 14(4): 52 - 55.
- [11] Dde Haan L, Jansen D W Koedijk, De Vries. Safety First Portfolio Selection, Extreme Value Theory and Long Run Asset Risks [M]. Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [12] P Embrechts, C Kluppelberg, T Mikosch. Modelling Extremal Events for Insurance and Finance [M]. Springer - verlag, 1997.
- [13] 何树红, 吴迪, 王珊, 等. 基于极值理论的洪水灾害损失模型研究[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2014, 23(1): 62 - 65.
- [14] Cebrian A C, Denuit M, Lambert P. Generalized pareto fit to the society of actuaries large claims database [J]. North American Actuarial Journal, 2003, 7(3): 18 - 36.
- [15] 欧阳资生, 龚曙明. 广义帕累托分布模型: 风险管理的工具[J]. 财经理论与实践, 2005, 26(5): 88 - 92.
- [16] 刘伟峰, 杨爱兰. 基于BIC准则和Gibbs采样的有限混合模型无监督学习算法[J]. 电子学报, 2011, 39(S1): 134 - 139.
- [17] 曾艳, 李桂花, 庄刘, 等. 完全随机设计两样本的Wilcoxon检验与K-S检验功效比较[J]. 中国卫生统计, 2011, 28(4): 372 - 374.
- [18] 刘希林, 赵源, 苏鹏程, 等. 四川德昌县虎皮弯沟泥石流及灾害损失评估[J]. 灾害学, 2005, 20(3): 73 - 77.
- [19] 赵源, 刘希林. 泥石流灾害损失评价[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16(3): 42 - 47, 53.
- [20] Applied Technology Council. Earthquake Damage Estimation Data for California (ATG13) [M]. Redwood City, California: Applied Technology Commission; 280, 1 985.
- [21] 李智, 王晓青. 地震震害微观与宏观方法快速盲估综述[J]. 地震, 2010, 30(2): 134 - 142.
- [22] 陈棋福, 陈颀, 陈凌. 利用国内生产总值和人口数据进行地震灾害损失预测评估[J]. 地震学报, 1997, 19(6): 640 - 649.
- [23] 魏章进, 隋广军, 唐丹玲. 台风灾情评估及其方法综述[J]. 灾害学, 2012, 27[4]: 107 - 113.
- [24] 吕纯濂, 陈舜华. 气象灾害经济损失估算与预测的经济计量模式[J]. 南京气象学院学报, 1993, 16(1): 62 - 72.
- [25] 何树红, 杨博, 戴明爽, 等. 基于动态递归神经网络的洪水灾害损失预测[J]. 经济师, 2014(5): 16 - 18, 19.
- [26] 林继生, 罗金玲. 登陆广东的热带气旋灾害评估和预测模式[J]. 自然灾害学报, 1995, 4(1): 92 - 97.
- [27] 许启发, 蒋翠侠. R软件在金融定量分析中的运用[M]. 北京, 清华大学出版社, 2015.
- [28] 叶小岭, 刘程波, 张颖超, 等. 基于BP神经网络的浙江台风损失预测[J]. 信息技术, 2011(10): 59 - 61.
- [29] 李静, 李利. 基于宏观易损性模型的震灾经济损失快速评估[J]. 人民长江, 2009, 40(24): 79 - 81.
- [30] 张广平, 谢忠, 罗显刚, 等. 基于模糊神经网络的台风灾害损失模型及应用[J]. 国土资源科技管理, 2012, 9(6): 135 - 140.
- [31] 王平, 黄河, 吴玮, 等. 基于支持向量机的湖北省洪涝农业损失预测模型[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(18): 4437 - 4440.
- [32] 谭金凯, 刘合香, 倪增华, 等. 广西暴雨致洪灾害的非线性预测模型研究[J]. 广西师范学院学报(自然科学版), 2014(3): 31 - 35, 42.
- [33] 叶小岭, 梁伟, 邓华, 等. 基于主成分分析及RBF神经网络的浙江省台风灾害损失预测[J]. 科技通报, 2014(9): 13 - 19.
- [34] Shahid Hamid, B M Golam Kibria, Sneh Gulati, et al. Predicting losses of residential structures in the state of Florida by the public hurricane loss evaluation model [J]. Statistical Methodology, 2010, 7(5): 552 - 573.
- [35] Mark Powella, George Soukupa, Steve Cockeb, et al. State of Florida hurricane loss projection model: Atmospheric science component [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2005, 93(8): 651 - 674.
- [36] 王浪, 郭晓军, 马力. 基于SCS水文模型的泥石流预报模型在四川宝兴冷木沟的应用[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 128 - 133.
- [37] 胡娟, 闵颖, 李华宏, 等. 云南省地质灾害精细化气象风险预警模型优化研究[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 110 - 115.
- [38] 陈豪, 张万昌, 邓财, 等. 基于WEBGIS的地震空间减灾信息化平台建设研究[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 139 - 144.
- [39] 孙佰清, 夏权威. 地震灾害物理损失与心理损失关系浅析——以云南鲁甸地震为例[J]. 灾害学, 2016, 31(3): 15 - 19.
- [40] 孟永昌, 杨赛霓, 史培军, 等. 巨灾对全球贸易的影响评估[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 49 - 53.

Reviews of the Research Method about the Catastrophe Economic Losses at Risk

HE Shuhong and ZOU Lihua

(School of Economics, Yunnan University, Kunming 650500, China)

Abstract: Based on the previous research achievements about the catastrophe economic losses at risk, We classified the achievements briefly, and defined the research filed. Starting from the two main limes of “loss-loss” and “disaster-loss”, the existing and widely used catastrophe risk loss resecirch methods are divided into two categories, which contained eight methods with four angles. At the characteristics and problems are pointed out. At last, some expectations and the future developments concerned research method about the catastrophes economic losses at risk are provided.

Key words: catastrophe economic losses at risk; disaster economical losses; summary of method; development trend; reviews