

论自然灾害经济损失评估研究的重要性

李 宁^{1,2,3*}, 张正涛^{1,3}, 陈曦^{1,3}, 冯介玲^{1,3}

- (1. 北京师范大学地理科学学部地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875;
2. 北京师范大学地理科学学部环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;
3. 北京师范大学地理科学学部民政部/教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875)

摘 要: 本文就当前国内外对灾害经济损失的认识、损失评估在灾害管理中的重要作用、灾害直接经济损失和间接经济损失评估存在的问题进行了综合分析, 论证了灾害损失评估研究的重要性, 区分了直接损失和间接损失的差异, 阐述了间接损失评估的必要性和可行性。研究结果表明, 直接损失和间接损失的评估同等重要, 通过合理的评估方法得到的直接和间接损失的评估结果既是防灾减灾的迫切需求, 也有利于提高防灾减灾的管理水平。灾害学与经济学相结合是有效改进评估方法并提高灾害经济损失评估水平的有效途径。

关键词: 直接经济损失; 间接经济损失; 灾害损失评估; 重要性; 防灾减损

1 引言

面对气象灾害愈加剧烈和频繁的变化趋势, 除通过减少温室气体排放、降低气候变暖的速度, 以及通过完善预测方法减少因变暖产生的极端事件预测的不确定性外, 如何采取适应措施与政策从而有效地减轻灾害所带来的损失, 已成为降低灾害风险科学研究的前沿课题和灾害管理的重要内容(Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014; 秦大河等, 2014)。

灾害经济损失(以下简称损失)是巨大的, 其评估研究也是不容忽视的。从1960s到1990s, 全球气象灾害年直接经济损失增加了8倍(World Meteorological Organization, 2014)。《中国极端天气气候事件和灾害风险管理与适应国家评估报告》(2014)在谈到全球变暖的背景下中国的一些极端事件趋多

趋强的同时, 更加强调21世纪以来中国平均每年因天气气候灾害造成的直接损失超过2000亿元。第三次《国家气候变化评估报告》(第三次气候变化国家评估报告)编写委员会, 2015)也指出, 1965-1989年中国年均气象灾害直接经济损失为(2013年价格)1192亿元, 1990-2013年为3079亿元, 后者是前者的2.6倍。这些结论至少提醒我们三点, 一是直接损失是巨大的而且有增加的趋势, 在灾害风险管理中起着重要作用。二是直接损失评估结果的不确定性引起关注, 因为它不像致灾因子(如暴雨洪涝)可以通过气象观测的官方信息获取(如逐日降水观测数据等), 也不像灾害的暴露度和脆弱性信息(如人口与GDP数据等)可以从统计年鉴等渠道获得, 而是需要通过评估模型的计算得到, 评估方法的合理性需要研究。三是直接损失是否能代表灾害产生的总损失, 如果间接损失的数量比较大, 那么目前

收稿日期: 2016-11; 修订日期: 2017-01。

基金项目: 国家重点研发计划重点专项课题(2016YFA0602403); 国家自然科学基金项目(41171401, 41101506); 国家重大科学研究计划(2012CB955402); 北京市自然科学基金项目(9172010); 中央高校基本科研业务专项(310421101) [Foundation: National Key Research Program of China, No. 2016YFA0602403; National Natural Science Foundation of China, No. 41171401, No. 41101506; National Basic Research Program of China (973 Program), No. 2012CB955402; Beijing Municipal Natural Science Foundation, No. 9172010; Fundamental Research Funds for the Central Universities, No. 310421101]。

作者简介: 李宁(1958-), 女, 江苏镇江人, 教授, 主要从事自然灾害及风险管理研究, E-mail: ningli@bnu.edu.cn。

引用格式: 李宁, 张正涛, 陈曦, 等. 2017. 论自然灾害经济损失评估研究的重要性[J]. 地理科学进展, 36(2): 256-263. [Li N, Zhang Z T, Chen X, et al. 2017. Importance of economic loss evaluation in natural hazard and disaster research[J]. Progress in Geography, 36(2): 256-263.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.02.011

统计的直接损失则只能代表总损失的一部分。本文就以上3个问题探讨损失评估研究的重要性。

2 损失评估在灾害风险管理中的作用

2.1 灾害损失评估在国内外减灾战略中的重要地位

在自然灾害评估体系中,灾害造成的社会经济影响,从可以用货币衡量影响的角度分为直接损失、间接损失和重建投资损失(图1)。重建投资损失只是改变了投资在不同领域的重新分配,对总体经济影响不大,本文暂不关注。

直接损失。灾害通常会造居民住房、企业财产、基础设施和公共设施等的损害或破坏。这些损失或者破坏利用经济学方法货币化后可统一评估为直接经济损失(袁艺, 2010)。

间接损失。由于灾害的直接破坏而引起的企业生产量下降的经济损失称为间接经济损失。企业厂房、设备遭受直接破坏后停工停产带来的损失,以及企业因短缺原材料或者下游企业需求下降等产业关联原因造成的损失,都是典型的间接经济损失。

第三次世界减灾大会的《仙台减灾框架》(2015)提出的未来15年全球七大减灾目标中,将灾害直接损失的计量作为最核心的科学问题。指出“世界每年防灾投入60亿美元,需要制定实施综合防灾减灾规划,实现全球年均因灾直接损失占GDP的比例控制在1.5%以内”的奋斗目标,该目标不仅给防灾减灾规划指出了方向,也给准确地评估灾害损失提出了新的要求。巴黎气候变化会议(2014)和IPCC报告(2012)指出,间接损失可能很重要,但目前评估的多是直接损失,间接损失没有被评估。由于常见的由调查法或比例系数法得到的灾害损失导致GDP减

少的百分比评估结论常被质疑其科学性,因此损失的准确评估也成为目前国内外的热点和前沿问题。

在中国的中长期科技发展战略规划中,将防灾减灾作为重点支持领域之一。中国制订的《全球变化研究国家重大科学研究计划“十二五”专项规划》的11个项目中,“气候变化对社会经济系统的影响与适应策略”,“全球变化与环境风险关系及其适应性范式研究”,“全球典型干旱半干旱地区气候变化及其影响”,“全球气候变化对气候灾害的影响及区域适应研究”4个项目内容都与经济—灾害—影响—适应的关键词密切相关,占比达36%。说明急需研究经济影响评估的有效方法使评估结果得到提高,为国际气候变化谈判提供科技支撑。在“十二五”专项研究的基础上,“十三五”国家重点研发计划“全球变化及应对”重点专项2016年立项5个研究任务,其中第四项“全球变化影响与风险评估”和第五项“减缓和适应全球变化与可持续转型研究”中有3个项目与经济影响密切相关,即:“全球变化人口与经济系统风险形成机制及评估研究”,“碳排放和减碳的社会经济代价研究”,“气候变化经济影响综合评估模式研究”,占比达10.3%。表明国家在关注气候观测数据平台、气候变化动力学机制和预测等致灾因子变化的同时,将经济影响与可持续发展提升为全球变化的关键科学问题。

2.2 损失准确评估对灾害管理的重要作用

中国的灾害损失评估体系日趋完善。民政部、国家统计局2014年发布“特别重大自然灾害损失统计制度”,为中国不同的涉灾管理部门制定具体的灾情统计办法和规范(民政部等, 2013),也为中国《自然灾害情况统计制度》的完善作出重要补充。其目的是掌握各类自然灾害的损失情况,为开展特别重大自然灾害损失综合评估提供法规依据。这表明国家灾害管理部门已认识到,仅靠目前遥感监测评估灾害范围,以及基于现场调查和地方统计上报方式评估毁损实物量的方式已不能满足灾害管理的要求。更加准确的灾害损失评估才能期待有效的灾害管理并了解其与防灾减灾投入的关系。

2.3 损失评估包含的内容与研究成果的上升趋势

作者统计了1993-2014年中国影响因子较高的11个中文核心期刊的199篇文章,从1994-2012年中国核心期刊的文献数量变化比较看(图2),自2005年起,与灾害风险研究相关的论文数量有增加的趋势,但更多的研究仍是基于指标法将灾害学理

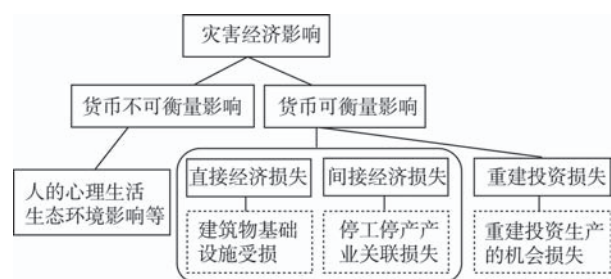


图1 气候灾害造成的社会经济影响构成

Fig.1 Socioeconomic impacts caused by meteorological disasters

论的三要素(致灾因子,脆弱性和暴露性)进行指数转换的灾害风险评估(李宁等, 2016)。涉及货币化的损失评估论文数量虽然也在增加,但明显少于指标法。原因在于,基于指标法的三要素数据可通过观测资料或统计数据获取,方法相对简单;而损失数据不易观测,需通过建立能解释灾害损失产生机理的经济学和灾害学方法相结合的模型求解,才能使评估结果具有一定的准确性和可信度。而灾害学与经济学交叉融合的困难是使灾害损失的研究进展缓慢的主要问题。

3 直接损失评估

3.1 直接损失评估结果是救灾的重要依据

对于单次灾害过程,灾害发生时,需快速判断损失的强度和影响范围,了解了灾区需求才能及时有效地开展灾害应急救助;灾情稳定或灾害过程结束后需综合评估灾害损失情况,为灾区恢复重建和备灾工作提供重要的决策依据;损失强度的大小决定着减灾行动方案的制定,并可作为建立致灾因子

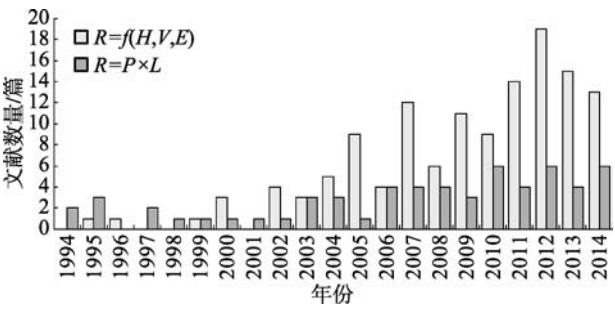


图2 灾害风险评估中涉及损失和不涉及损失研究论文数量的时间变化(李宁等, 2016)
(R: 风险; H: 致灾因子; V: 脆弱性; E: 暴露性; P: 可能性; L: 损失)
Fig.2 The numbers of papers that involve and do not involve loss evaluation in disaster risk assessment(Li et al, 2016)
(R:risk, H: hazard factor, V: Vulnerability, E: exposure; P: possibility, L: loss)

与灾情间关系的基础数据,为今后进一步发展完善灾情评估模型提供条件。可见,直接损失评估是开展灾害管理工作的基础。

近年来,中国对直接损失评估非常重视,民政部门已经建立了灾种门类较为齐全、统计内容稳定、上报形式固定的灾情损失统计机制,在防灾减灾中发挥了重要作用。民政部、国家统计局2005年颁布的直接损失评估国家标准(GB/T18208.4-2005)和2014年发布《特别重大自然灾害损失统计制度》在评估受灾面积和倒损房屋的基础上,特别强调分部门的直接损失评估目标(表1),并明确了直接经济损失的基本计算方法是受灾体损毁前的实际价值与损毁率的乘积。

3.2 直接损失评估方法需要改进

中国现行的自然灾害损失统计主要通过基层行政管理部门(及其相关业务部门)的调查上报数据、遥感调查和实地调查3种方式提供,分别由民政部、国家防总(水利部)、农业部、气象局、地震局、国土资源部、统计局等多部门同时进行。由于各部门对灾害管理的侧重点存在差异,损失统计内容规范化、统一化的问题尚有待解决。由于基层上报统计往往存在时间滞后、重复计算或夸大灾情等问题,而遥感调查虽能评估受损的范围,但很难估算造成的财产价值损失;实地调查则费时费力,这3种方法存在的某些不确定性都难满足国家在灾后第一时间掌握灾区灾情以进行合理的应急处置、抗灾救灾、恢复重建决策反应的需求。为此,改进直接损失评估方法显得尤为重要。

为计量直接损失,基于脆弱性曲线的评估方法得到广泛应用,它主要根据历史灾害资料中致灾因子和灾情的对应关系,采用统计学或者计量经济学的方法计算,或者在构建承灾体与致灾因子相互作用的机理模型基础上,通过致灾过程的模拟仿真计算(丁志雄等, 2005)。该方法虽然克服了一些不确

表1 民政部因灾造成的直接损失评估目标

Tab.1 Loss assessment categories of the Ministry of Civil Affairs for direct economic losses caused by disasters

损失类别	损失部门
农业损失	种植业、林业、畜牧业、渔业的直接经济损失
工矿企业损失	采矿、制造、建筑、商业等企业的直接经济损失
基础设施损失	交通、电力、水利、通信、市政等公共设施的直接经济损失
公益设施损失	教育、卫生、科研、文化、体育、社会保障和社会福利等公益设施的直接经济损失
家庭财产损失	居民住房及其室内附属设备、室内财产、农机具、运输工具、牲畜等的直接经济损失

定的缺陷,但灾情中的损失资料获取仍然是评估的最大限制,在《减少灾害风险全球评价报告》(United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2013)中已认识到该方法尚待完善,并建议用资本存量作为自然灾害的暴露,因为资本存量能刻画承灾体损失的最大值(Kleist et al, 2006; te Linde et al, 2011)。然而,针对资本存量,中国没有公开发表的文献,在中国的众多研究资本存量的文献中,更多的是将资本存量作为一个经济系统的变量加以研究,对于灾害几乎没有涉及(单豪杰, 2008)。因此需加强灾害研究领域的资本存量与直接损失评估方法相结合的深入研究,才能进一步满足灾害管理的需要。

4 间接损失评估

4.1 间接损失不可忽视

已有研究显示,随着重大自然灾害造成的直接经济损失逐渐增大,间接经济损失与直接经济损失呈非线性关系增长,甚至会超越直接经济损失,且影响的程度更大、范围更广、时间更长(Rose et al, 2005; Hallegatte, 2008; Wu et al, 2012)。这表明,直接损失只是总损失的一部分,二者不能等同,间接损失不可忽视。

对于间接损失产生的机理,美国国家科学研究委员会下设的自然灾害损失评价委员会(Committee on Assessing the Costs of Nature Disaster, Natural Research Council)认为,在短期内自然灾害造成的间接损失是通过以下3个渠道产生的:一是直接物质或基础设施破坏导致上游和下游产业停产造成的损失;二是商业结构的物质破坏导致功能丧失所引起的销售、工资或利润的损失;三是灾害破坏使企业停产减产,因收入减少而造成开支较少的涟漪效应造成的损失。可见,自然灾害的间接损失是反映灾害影响的另一个重要指标,但因为其潜在性和复杂性,常被忽视。

长期以来,中国在灾害管理中主要关注人员伤亡和直接损失,忽视灾害造成的间接损失。例如,气象台预报2015年7月11日“灿鸿”台风登陆浙江,因为预报的影响范围是2005年桑美台风的9倍,7月10日启动登陆预警应急响应1级,浙江沿岸所有船只回港停发,转移100多万人,上海河道排水1亿多立方米。但是7月11日该台风绕道登陆舟山,最终报道显示,台风造成的直接损失不大,但面对转

移人口和排水等产生的间接损失则只字未提。

实际上,在高度发展的现代国民经济体系中,由于产业部门之间的高度依赖性,重大自然灾害冲击所造成的间接经济损失不可忽视(李宁等, 2012)。发达国家和国际组织早就对灾害造成的间接损失开展研究。如美国联邦应急管理委员会、世界银行、英国的东安格利亚大学、日本京都大学等对重大自然灾害开展了间接损失的评估。国内学者也因此展开广泛研究,并逐渐得到政府部门的认可与关注。2005年,民政部国家减灾中心与UN-ECLAC(联合国拉丁美洲和加勒比海经济委员会)合作尝试评估淮河流域洪涝灾害的经济影响,其中很重要的方面就是间接损失。2008年南方雨雪冰冻灾害中,电力中断间接导致京广铁路停运,模型模拟结果显示,这次灾害产生的间接损失影响较大(解伟等, 2012)。最近的几次大灾,国内媒体也纷纷报道“西南旱情影响中国经济”、“北京暴雨的经济影响”等改变了以往只关注人口份量和直接损失的报道方式。中国《地震灾害间接经济损失评估方法》(GB/T27932-2011)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会, 2012),提出了地震造成的企业停产减产损失、地价损失及产业关联损失的评估方法,说明中国已经开始重视对间接损失的评估。然而,评估方法还没有达成共识,手段也比较单一。

间接损失评估的缺失导致依据现有风险评估结果建立的防灾减灾策略对减轻灾害经济损失的问题存在不确定性,其原因为:一是直接损失评估结果存在不确定性(史培军等, 2014),对采用基于直接损失建立的模型而得出间接损失结果产生怀疑;二是认为直接经济损失是占总损失的绝大部分,间接损失可忽略不计;三是间接损失评估难度较大。为此,有必要克服间接损失评估方法的难点,明确间接损失在总损失中的份额,使总损失的评估结果既包括直接损失也包括间接损失,更加接近实际的总损失。

4.2 间接损失评估研究的发展进程

根据对国内外学者研究进展,自然灾害间接经济损失评估的研究历程与现状如图3所示。国外研究的发展历程经历了4个阶段(图3中用不同虚线形状分割),分别为:初期理论研究的摸索阶段(1980s中期之前),快速应用的发展阶段(1980s中期至1990s末期),构建模块建立决策平台阶段(1990s

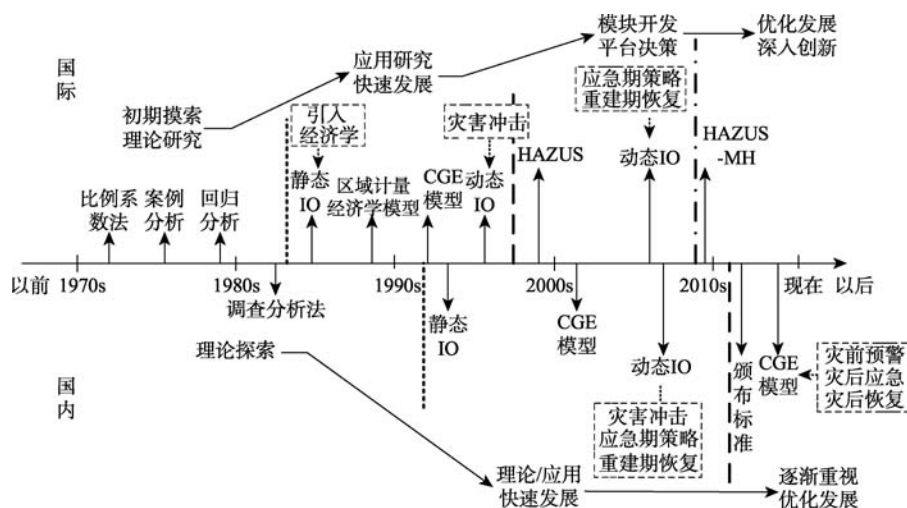


图3 国内外间接经济损失研究发展历程与现状示意图(吴吉东等, 2009, 2012; 解伟等, 2011; Hallegatte, 2015; 李宁等, 2016)

Fig.3 Development history and current situation of indirect economic loss assessment in Chinese and international research (Wu et al, 2009, 2012; Xie et al, 2011; Hallegatte, 2015; Li et al, 2016)

末期到2010s末期),以及深入创新的发展阶段(2010s末期至现在)。由此可以看出,随着经济学方法的引入与发展,间接经济损失的研究迅速从初期的平台期转入快速发展与应用,以美国联邦应急管理委员会(FEMA)开发 HUZUS 平台为标志,得到政府重视与认可。随着损失评估影响力的进一步扩大,政府对损失的认识进一步深入,HAZUS-MH 平台的升级也标志着国际上对于间接经济损失的研究已进入创新研究阶段。

国内针对间接损失研究虽起步较晚,至今仅经历了理论探索(1990s初期之前)、快速发展(1990s初期至2010s初期)两个阶段。但受益于国内政策(国家统计局编制IO表)的影响,间接损失研究能迅速与经济学方法融合,迈入理论与应用研究发展相结合的蓬勃发展阶段。不过由于研究基础较为薄弱,模型缺乏创新性,损失研究的影响力较国际仍是较薄弱的,随着2011年《地震灾害间接经济损失评估方法》(GB/T 27932-2011)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会,2012)标准的颁布,标志着国内损失研究特别是间接损失研究正在出现良好的发展势头。

4.3 间接损失评估方法的创新

因为间接损失是灾后通过直接损失而诱发的潜在影响,受灾区的直接损失强度、灾前经济发展形势、灾后恢复重建策略等多重因素驱动,具有动态性、时间滞后性及隐蔽性等特点,目前的评估手段为通过建立合理的模型进行间接损失模拟。

对于间接损失和社会经济影响评估,中国尚无成熟完善的定量评估指标及相应评估方法,目前有关管理和研究机构重点从宏观方面开展灾后影响评估工作,主要包括灾害对GDP及主要经济生产部门的影响,灾后重建规模及时间、基础设施及社会功能的恢复及时间等。

评估方法通常使用的企业和家庭实地调查评估和相对简单的比例系数法(刘希林等,2008),某种程度上淡化了灾害通过经济结构产生的经济波及,需要更有意义的方法创新来满足实际应用的需要。近年来,通过灾害学与经济学相结合,将灾害冲击引入投入产出模型和可计算一般均衡模型(Computable General Equilibrium, CGE),使间接损失模型研究取得了较大的进步,但仍处于理论探讨阶段,缺乏实证研究支撑。例如,美国联邦应急管理委员会(Federal Emergency Management Agency, 2011)开发的 HUZUS 灾害影响评估系统中加入了间接经济损失模块;拉丁美洲和加勒比海经济委员会(Economic Commission for Latin America and the Caribbean, 2003)开发出一系列详尽的步骤分别评估直接损失和间接损失。一些学者通过诊断灾害发生前后两个均衡状态下经济变量的变化来估算间接经济损失,如 Hallegatte(2008)将灾害冲击模块加入IO模型,对美国 Katrina 飓风的间接损失进行了动态评估,验证了IO模型在灾害风险评估领域应用取得了很好的效果。

中国的部分研究基于投入产出模型对台风、地

震和洪涝灾害的间接损失进行了定量分析(路琮等, 2002; Wu et al, 2012; 张鹏等, 2012; 吴先华等, 2014); 曹玮等(2012)考虑就业、生产力水平、福利和相对价格等经济变量评估间接损失; 解伟等运用改进的CGE模型评估了2008年中国南方冰冻雪灾产生的间接损失(解伟等, 2012; Xie et al, 2015); 张显东等(1999)基于二要素多部门CGE模型评估灾害造成的间接影响。《Risk Analysis》杂志2012年第5期公布了1980-2010年风险分析10大成果, 其中排名第6位的为区域自然灾害经济影响评估模型, 指出CGE模型是评估区域灾害经济影响的非常有潜力的模型(Greenberg et al, 2012)。以上研究表明, 间接损失通过灾害学和经济学的有机结合进行定量评估是可行的, 现阶段研究正从调查分析法和比例系数法向投入产出模型、一般均衡模型等转变。2011年中国颁布的国家标准《地震灾害间接经济损失评估方法》(GB/T 27932-2011)(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2012)提出了地震造成的企业停减产损失、地价损失及产业关联损失的评估方法, 从国家法规层面明确了评估方法创新的重要性。未来研究中有必要将国际上灾害社会经济影响的普适性模型向适合中国的灾情统计与经济统计制度方向转变, 构建基于中国数据现状的间接损失评估模型。

5 结论

自然灾害造成的直接损失是巨大的且有增加的趋势, 间接损失是自然灾害总损失中占很大比重的一部分。直接损失和间接损失评估的研究均很重要。

由于灾害损失的产生存在很大的复杂性、隐蔽性和不确定性特点, 目前国内外尚无一套科学有效的评估标准和公认的评估模式。直接损失评估水平固然有待提高, 但间接损失的评估不足是当前存在的主要问题。评估方法有待在科学研究层面和实践层面加强, 灾害学与经济学方法的相互融合是有效的途径。

合理的经济损失评估有利于衡量防灾减灾的损失管理效果, 而自然灾害系统本身的复杂性给灾害损失评估研究带来严峻的挑战, 提出了新的要求。充分认识损失评估的重要性, 推动自然灾害损

失评估方法的不断完善与创新, 是摆在我们面前的重要课题, 也是科学工作者义不容辞的责任。

参考文献(References)

- 曹玮, 肖皓. 2012. 基于CGE模型的极端冰雪灾害经济损失评估[J]. 自然灾害学报, 21(5): 191-196. [Cao W, Xiao H. 2012. Assessment of economic losses of extreme ice/snow disasters based on CGE model[J]. Journal of Natural Disaster, 21(5): 191-196.]
- 《第三次气候变化国家评估报告》编写委员会. 2015. 第三次气候变化国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社. [Compilation committee of the third national climate change assessment report. 2015. Disanci qihou bianhua guojia pinggu baogao [M]. Beijing, China: Science Press.]
- 丁志雄, 胡亚林, 李纪人. 2005. 基于空间信息网格的洪灾损失评估模型及其应用[J]. 水利水电技术, 36(6): 93-96. [Ding Z X, Hu Y L, Li J R. 2005. Model for loss assessment of flood disaster based on spatial information grid[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 36(6): 93-96.]
- 李宁, 王烨, 张正涛. 2016. 从科技论文数量和内容看自然灾害风险度评估方法的转变[J]. 灾害学, 31(3): 8-14. [Li N, Wang Y, Zhang Z T. 2016. Transformation of natural disaster risk assessment method based on number and content of scientific papers[J]. Journal of Catastrophology, 31(3): 8-14.]
- 李宁, 吴吉东, 崔维佳. 2012. 基于ARIO模型的汶川地震灾后恢复重建期模拟[J]. 自然灾害学报, 21(2): 68-75. [Li N, Wu J D, Cui W J. 2012. Simulation of post-disaster recovery and reconstruction period of Wenchuan earthquake based on adaptive regional input-output model[J]. Journal of Natural Disasters, 21(2): 68-75.]
- 刘希林, 赵源. 2008. 地貌灾害间接经济损失评估: 以泥石流灾害为例[J]. 地理科学进展, 27(3): 7-12. [Liu X L, Zhao Y. 2008. Estimation on indirect economic losses of geomorphic hazards: Taking debris flow as an example[J]. Progress in Geography, 27(3): 7-12.]
- 路琮, 魏一鸣, 范英, 等. 2002. 灾害对国民经济影响的定量分析模型及其应用[J]. 自然灾害学报, 11(3): 15-20. [Lu Z, Wei Y M, Fan Y, et al. 2002. Quantitatively analytic model for the impact of natural disaster on national economy[J]. Journal of Natural Disasters, 11(3): 15-20.]
- 民政部, 国家统计局. 2013. 特别重大自然灾害损失统计制度[EB/OL]. (2014-05-09) [2014-08-26]. <http://www.doc88.com/p-9864147559411.html>. [Ministry of Civil Affairs, the National Bureau of Statistics. 2013. Tebie zhongda ziran zaihai sunshi tongji zhidu[EB/OL]. (2014-05-09)

- [2014-08-26]. <http://www.doc88.com/p-9864147559411.html>.]
- 秦大河, Stocker T, 259 名作者和 TSU (驻伯尔尼和北京). 2014. IPCC 第五次评估报告第一工作组报告的亮点结论[J]. 气候变化研究进展, 10(1): 1-6. [Qin D H, Stocker T, 259 Authors and TSU (Bern & Beijing). 2014. Highlights of the IPCC working group I fifth assessment report[J]. Progressus Inquisitiones de Mutatione Climatis, 10(1): 1-6.]
- 单豪杰. 2008. 中国资本存量 K 的再估算: 1952-2006 年[J]. 数量经济技术经济研究, (10): 17-31. [Shan H J. 2008. Re-estimating the capital stock of China: 1952-2006[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, (10): 17-31.]
- 史培军, 袁艺. 2014. 重特大自然灾害综合评估[J]. 地理科学进展, 33(9): 1145-1151. [Shi P J, Yuan Y. 2014. Integrated assessment of large-scale natural disasters in China[J]. Progress in Geography, 33(9): 1145-1151.]
- 吴吉东, 李宁. 2012. 浅析灾害间接经济损失评估的重要性[J]. 自然灾害学报, 21(3): 15-21. [Wu J D, Li N. 2012. Elementary discussion about importance of indirect economic loss estimation of disasters[J]. Journal of Natural Disasters, 21(3): 15-21.]
- 吴吉东, 李宁, 温玉婷, 等. 2009. 自然灾害的影响及间接经济损失评估方法[J]. 地理科学进展, 28(6): 877-885. [Wu J D, Li N, Wen Y T, et al. 2009. Economic impact of natural disaster and indirect economic loss estimation methods[J]. Progress in Geography, 28(6): 877-885.]
- 吴先华, 徐中兵, 袁迎蕾, 等. 2014. 台风灾害的关联经济损失评估: 以江苏省为例[J]. 灾害学, 29(2): 77-83. [Wu X H, Xu Z B, Yuan Y L, et al. 2014. Relational economic loss assessment of typhoon disaster: A case study of Jiangsu Province[J]. Journal of Catastrophology, 29(2): 77-83.]
- 解伟, 李宁, 胡爱军, 等. 2012. 基于 CGE 模型的环境灾害经济影响评估: 以湖南雪灾为例[J]. 中国人口资源与环境, 22(11): 26-31. [Xie W, Li N, Hu A J, et al. 2012. Assessing the economic impact of environmental disaster: A computable general equilibrium analysis[J]. China Population, Resources and Environment, 22(11): 26-31.]
- 袁艺. 2010. 自然灾害灾情评估研究与实践进展[J]. 地球科学进展, 25(1): 22-32. [Yuan Y. 2010. Advances in the assessment of natural disaster situation[J]. Advances in Earth Science, 25(1): 22-32.]
- 张鹏, 李宁, 刘雪琴, 等. 2012. 基于投入产出模型的洪涝灾害间接经济损失定量分析[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 48(4): 425-431. [Zhang P, Li N, Liu X Q, et al. 2012. Quantitative analysis of indirect economic loss to flood disaster based on an input-output model[J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 48(4): 425-431.]
- 张显东, 梅广清. 1999. 二要素多部门 CGE 模型的灾害经济研究[J]. 自然灾害学报, 8(1): 9-15. [Zhang X D, Mei G Q. 1999. The CGE model on economic impact of natural disasters[J]. Journal of Natural Disasters, 8(1): 9-15.]
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 2012. GB/T 27932-2011 地震灾害间接经济损失评估方法[S]. 北京: 中国标准出版社. [General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. 2012. GB/T 27932-2011 Assessment methods of earthquake-caused indirect economic loss. Beijing, China: China Standard Press.]
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). 2003. Handbook for estimating the socio-economic and environment effects of disasters[M]. Mexico City, Mexico: ECLAC. <http://www.gdrc.org/uem/disasters/disenvi/eclac-handbook.html>.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2011. Hazus-MH-MR5 technical manual[M]. Washington D C: Department of Homeland Security.
- Greenberg M, Haas C, Cox A Jr, et al. 2012. Ten most important accomplishments in risk analysis, 1980-2010[J]. Risk Analysis, 32(5): 771-781.
- Hallegatte S. 2008. An adaptive regional input-output model and its application to the assessment of the economic cost of Katrina[J]. Risk Analysis, 28(3): 779-799.
- Hallegatte S. 2015. The indirect cost of natural disasters and an economic definition of macroeconomic resilience[R]. World Bank Policy Research Working Paper, 151(1): 155-160.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. Climate change 2014-impacts, adaptation and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects: Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change[R]. New York, USA: Cambridge University Press.
- Kleist L, Tehieken A H, Köhler P, et al. 2006. Estimation of the regional stock of residential buildings as a basis for a comparative risk assessment in Germany[J]. Natural Haz-

- ards and Earth System Science, 6(4): 541-552.
- Rose A, Liao S Y. 2005. Modeling regional economic resilience to disasters: A computable general equilibrium analysis of water service disruptions[J]. *Journal of Regional Science*, 45(1): 75-112.
- te Linde A H, Bubeck P, Dekkers J E C, et al. 2011. Future flood risk estimates along the river Rhine[J]. *Natural Hazards and Earth System Science*, 11(2): 459-473.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). 2013. Global assessment report on disaster risk reduction[R/OL]. 2013[2017-02-01]. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/33013>.
- World Meteorological Organization(WMO). 2014. Weather and climate: Engaging youth[J]. *World Meteorological Organization Bulletin*, 63(1):10-14.
- Wu J D, Li N, Hallegatte S, et al. 2012. Regional indirect economic impact evaluation of the 2008 Wenchuan Earthquake[J]. *Environmental Earth Sciences*, 65(1): 161-172.
- Xie W, Li N, Wu J D, et al. 2015. Disaster risk decision: A dynamic computable general equilibrium analysis of regional mitigation investment[J]. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 21(1): 81-99.

Importance of economic loss evaluation in natural hazard and disaster research

LI Ning^{1,2,3*}, ZHANG Zhengtao^{1,3}, CHEN Xi^{1,3}, FENG Jieling^{1,3}

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Key Laboratory of environmental Change and Natural Disaster, MOE, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: This article comprehensively analyzes the current thinking about disaster economic losses in China and internationally, the importance of loss evaluation in disaster management, and issues in the assessment of direct and indirect losses caused by natural hazards and disasters. It examines the progress of research in China on disaster impact evaluation methods and the current requirements of disaster management on loss evaluation. The article expounds the importance of understanding the economic losses of natural hazards and disasters, distinguishes the difference between total losses and direct loss, and demonstrates the necessity and feasibility of indirect loss evaluation of disasters. The results show that both direct and indirect loss assessments are important, and loss evaluation results based on sound assessment methods are urgently needed for disaster prevention and mitigation. Economic loss evaluations are also beneficial for measuring the effect of disaster management for improved disaster prevention and mitigation. Integration of disaster science and economics is an effective way to improve disaster economic loss evaluation.

Key words: direct economic loss; indirect economic loss; disaster loss evaluation; importance; disaster prevention and mitigation