

# 自然灾害的影响及间接经济损失评估方法

吴吉东<sup>1,2</sup> 李 宁<sup>1,3</sup> 温玉婷<sup>1,2</sup> 胡爱军<sup>1,2</sup> 崔维佳<sup>1,2</sup> 张 鹏<sup>1,2</sup>

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

**摘 要:** 灾害的损失受灾前经济发展水平、灾种差异、灾后恢复重建策略、灾害管理水平和灾害保险体系完善程度等复杂因素的影响, 加上基础数据精度、获取难度和校验的不确定性, 目前还没有有效的灾害间接经济损失评估方法。而已有间接经济损失评估方法存在不足: 首先, 评估对灾害间接经济损失的构成、时空维界定模糊; 其次, 评估模型假设太多往往偏离灾后实际经济状况; 最后, 模型对灾害扰动的动态影响机制考虑不足, 往往忽视灾后经济系统的弹性和部门生产容量的动态变化特征。因此, 在进行灾害损失评估时应注意灾害对经济影响的动态机理, 结合不同灾害类型对经济影响的特点和当地的经济发展状况, 合理设置相关参数, 使模型更切合实际, 从而更合理有效的评估灾害造成的间接损失。

**关 键 词:** 自然灾害; 经济影响; 间接经济损失; 直接经济损失; 评估方法

## 1 引言

在过去的几十年里, 地震、洪水、台风和雪灾等自然灾害造成的损失越来越大, 据统计, 2008 年全年各类自然灾害造成直接经济损失 11752 亿元, 比 2007 年增加 4 倍<sup>[1]</sup>。灾害成为制约国民经济发展的的重要因素, 灾害的频繁发生给灾害管理造成越来越大的压力和挑战。如何采取更加有效的风险管理策略以减轻灾害造成的损失变得尤为重要。为了获得更优化的防灾和灾后恢复重建策略, 首先必须对灾害造成的影响有足够了解, 并评估灾害造成的损失, 合理的评估是进一步救灾、恢复重建和减灾措施实施的基础。这也是众多学者探讨的话题<sup>[2-10]</sup>。

目前, 中国对灾害损失的评估主要针对直接经济损失评估。直接经济损失可以通过灾害直接造成的各类动产和不动产修理或重置成本, 一般在灾后数天、数周或数月内累加计算得出。而灾害对经济扰动造成的间接影响时间尺度要比直接影响长远, 由于灾害损失基础统计数据缺乏以及没有有效的方法估算这种长时间尺度的影响, 间接经济损失的评估相对比较困难。但是, 灾害造成的间接经济损失可能很大, 如地震造成的间接经济损失往往是直接经济损失的几倍。国内学者已经注意到间接损失

评估的重要性, 但是对灾害间接经济损失的评估仍处于理论探讨阶段<sup>[11-16]</sup>, 缺乏实证研究, 且多使用相对简单的比例系数法和静态投入产出法<sup>[17-18]</sup>。

本文着重从灾害间接经济损失的角度, 对自然灾害的影响机理和已有的灾害间接损失评估方法进行综述, 并结合中国自然灾害损失的特点, 探讨灾害间接经济损失评估中存在的问题, 从而为进一步的灾害间接经济损失评估方法及实证研究提供理论参考。

## 2 自然灾害损失的概念及构成

灾害损失是社会状态的函数<sup>[19]</sup>。灾害造成的损失不仅与灾害发生的强度有关, 而且极大地依赖于当时社会的经济发展水平、人口密度和影响范围等社会环境条件。灾害损失可以分为经济损失和非经济损失, 经济损失又分为直接经济损失和间接经济损失<sup>[2]</sup>。

### 2.1 直接经济损失和间接经济损失

Parker 等<sup>[20]</sup>基于经济学中“存量”和“流量”的差异对灾害的损失做了清晰定义: 存量是指在某一个时间点上某一变量的量值(如同图 1 中水槽中盛的水), 属静态概念, 对应于灾害中的直接经济损失;

收稿日期: 2009-03; 修订日期: 2009-06.

基金项目: 国家自然科学基金项目(40771008); 国家科技支撑计划课题(2007BAC29B05, 2008BAK50B08)。

作者简介: 吴吉东(1981-), 男, 河南西峡人, 博士生, 主要从事自然灾害损失评估研究。E-mail: wjdong@ires.cn

通讯作者: 李宁(1958-), 女, 江苏镇江人, 教授, 主要从事自然灾害风险研究。E-mail: ningli@ires.cn

流量是指在一个时段上所累积变动的量(如同图1中通过水槽的水流量变化),流量对应于间接经济损失,其大小有时间维度。间接经济损失又分为初始间接损失和次生间接损失。对产业来说,直接经济损失包括与地产、机械设备等固定资产,家庭资产和库存相关的价值损失;初始间接损失是指经济生产中断引起的流量损失;而次生间接损失是经济系统产业链的关联效应损失。

Cochrane<sup>[21]</sup>延伸了直接损失的范畴,直接损失不仅包括灾害对土地、工厂和住房的物理破坏,还包括灾害诱发的物理影响;而间接损失是由于灾害引起经济部门前向产出和后向供给错位,引起的生产运转中断导致的损失。Cochrane 对灾害间接经济损失的这种界定更加清晰。这种定义与目前世界上大多数国家国民核算体系相匹配,从而便于利用投入产出法等分析计算灾害对经济整体的影响,包括经济系统的波及效应。这也与美国联邦紧急事务管理局(FEMA)目前使用的 HAZUS 灾害管理系统平台中对灾害间接损失的定义一致(图2)<sup>[22]</sup>,如图2,若产业部门B因灾害遭到破坏,则可能引起部门A的后向关联损失、部门C的前向关联损失,并影响最终需求和消费,造成市场供需不平衡,引起物价、劳动力就业与失业、国民收入、储蓄和投资水平的变化,进而影响国民经济总值和经济增长速度。

## 2.2 间接经济损失的构成

黄渝祥等<sup>[11]</sup>将灾害的间接经济损失分成3部分:间接停产损失、中间投入积压增加的经济损失和投资溢价损失。徐嵩龄<sup>[4]</sup>认为灾害的间接经济损失应广义地包括3类:社会经济关联型损失、灾害关联型损失和资源关联型损失。高庆华等<sup>[6]</sup>认为广义的间接经济损失是由直接经济损失迁延作用而派生的破坏损失,是直接经济损失的后延效应,一般属于动态的、非实物性破坏损失,其中发生在灾害活动期间,并局限于灾害影响范围内的那部分界定为间接灾害损失。Boisvert<sup>[23]</sup>将自然灾害的间接经济损失定义为由于直接经济损失导致供给瓶颈和需求减少引起的经济系统整体的连锁响应损失。Brookshire 等<sup>[8]</sup>则笼统的将其定义为比直接物理破坏更广泛的损失,比如收入损失,商业存货损失等。

CGER<sup>[24]</sup>提供了灾害间接经济损失更严格的定义和边界界定,CGER 将间接经济损失划分为3部分:诱发损失、关联损失和支出减少造成的损失。Burrus 等<sup>[25]</sup>则将间接经

济损失定义为产业中断引起的经济产出量下降。拉丁美洲和加勒比经济委员会(ECLAC)具体定义了不同部门灾害间接经济损失构成<sup>[26]</sup>,实用性增强,但是其中某些项依然很难评估,如公路、港口等基础设施破坏导致的运输费用增加、供给短缺而涨价引起的投入增加等。

从以上研究可以看出,灾害的关联效应损失和对宏观经济整体的影响涉及到灾害经济扰动对短期和长期的总体经济变量的影响。间接经济损失持续发生直到重建结束,全部生产力恢复为止,这个过程可能持续数年。各学者和研究机构对灾害间接经济损失的定义及构成存在差异和分歧。因此在灾害间接经济损失评估前需要对灾害间接经济损失的概念及构成范围进行合理界定。

## 3 自然灾害对经济发展的影响

灾害伴随人类发展的历史,灾害对一个区域造成影响的同时也会对其他邻近区域产生经济影响,灾害造成的影响极其复杂。灾害对经济发展的利害关系要从灾害影响的时间和空间尺度来考虑。对灾害影响机理的分析可以为损失评估模型框架和参数设置提供科学依据。

### 3.1 时间维

#### 3.1.1 灾害的短期影响

由于灾害导致经济活动中断和固定资产的损失,自然灾害常常引起GDP短期下降的负面影响。Charvériat

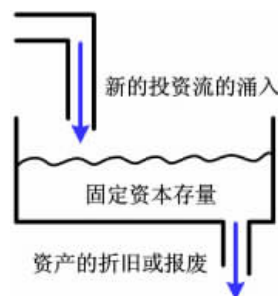


图1 经济学中的流量与存量关系示意图  
Fig.1 Stock and flow in economics

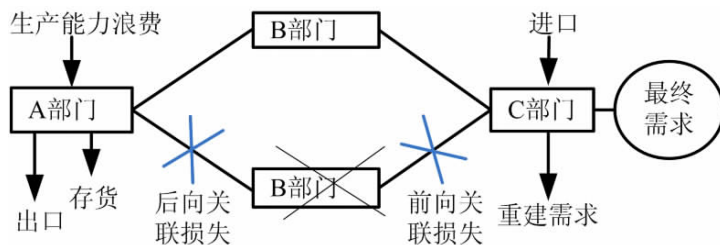


图2 产业关联损失示意图<sup>[22]</sup>

Fig.2 Industrial linkage loss diagram

[27] 对拉丁美洲和加勒比海地区 1980–1996 年间的 35 个灾害案例研究表明,28 个灾害事件中经济的实际增长率在灾害发生当年有所下降,并在接下来两年又迅速上升。Aghion 和 Howitt<sup>[28]</sup>发现对地震这样的灾害,与灾前相比,大多数国家灾后两年 GDP 高速增长,而 12 个国家中的 10 个因为其他类型灾害的影响而增长率较低。这与 Albala-Bertrand<sup>[29]</sup>的研究结果一致,即:灾后两年经济出现高增长的国家大多在灾前两年经历过地震,而其他灾害事件的灾后经济多出现低速增长。Benson 和 Clay<sup>[30]</sup>也指出区分地质灾害和气象水文灾害的必要,地质灾害发生频率低,但是常引起巨大破坏,很可能引起熊皮特“创造性破坏”的影响,从而刺激灾后经济发展;而气象水文灾害发生频率高,容易破坏投资氛围,影响经济增长。

3.1.2 灾害的长期影响

大多数情况下,灾害也导致长期负面的经济影响,如经济的缓慢增长,高债务和更高的区域收入及经济发展不平衡等问题。环境和社会损失更加难以用货币形式估算,这个损失量可能更大<sup>[27]</sup>。灾后固定资产和其他资源由于灾害遭到严重破坏,未受破坏的资产和劳动力由于产业关联效应、基础设施和市场的破坏,生产力下滑。Benson 和 Clay<sup>[30]</sup>列举了灾害影响经济增长和发展的一系列途径,如重建支出导致的财政赤字增加、通货膨胀、投资项目计

划资金的挪动以及灾害连续发生对投资者投资信心的打击等。不同学者对灾害的长远经济影响存在争议<sup>[28–32]</sup>。Chhibber 等<sup>[31]</sup>列出了几种不同的情景假定描述灾害对经济发展的长期影响(图 3)。灾后区域经济发展可以归纳为 3 种典型情况:

第一种是“因灾得利”型(图 3 情景 B)。灾后重建时资本和技术迅速涌入,生产力重新布局,产业部门比例得以调整,使各种资源得到更好的利用,灾后的重建往往刺激经济的发展和技术的变革,国民经济发展进度加快。结果,灾害会对经济总体产生积极影响<sup>[28]</sup>。第二种与前者相反,表现出另一种极端情况(图 3 情景 A)。即经济发展速度放慢,灾害所造成的影响作用比一般情况下预估的要大的多,灾害最终减少了固定资产,而新的经济发展均衡建立在一个较低 GDP 水平上。Hass 等认为灾后恢复的快慢与灾前经济发展水平正相关<sup>[32]</sup>。第三种情况认为<sup>[33]</sup>,灾害发生前后经济发展轨道变化不大(图 3 情景 C、D),灾害没有对人均 GDP 长期增长轨道产生影响:灾害的冲击对 GDP 增长产生消极影响后,由于重建刺激经济迅速发展,并在长时期内逐步恢复到灾前的均衡状态<sup>[30]</sup>。

情景 B 和 D 适合于描述地震这样的灾害,因为震后的重建往往刺激经济的发展和技术的变革。相反,情景 A 和 C 适合于描述旱灾,因这种灾害损失仅限于当年农作物产量损失和家庭生计问题,不

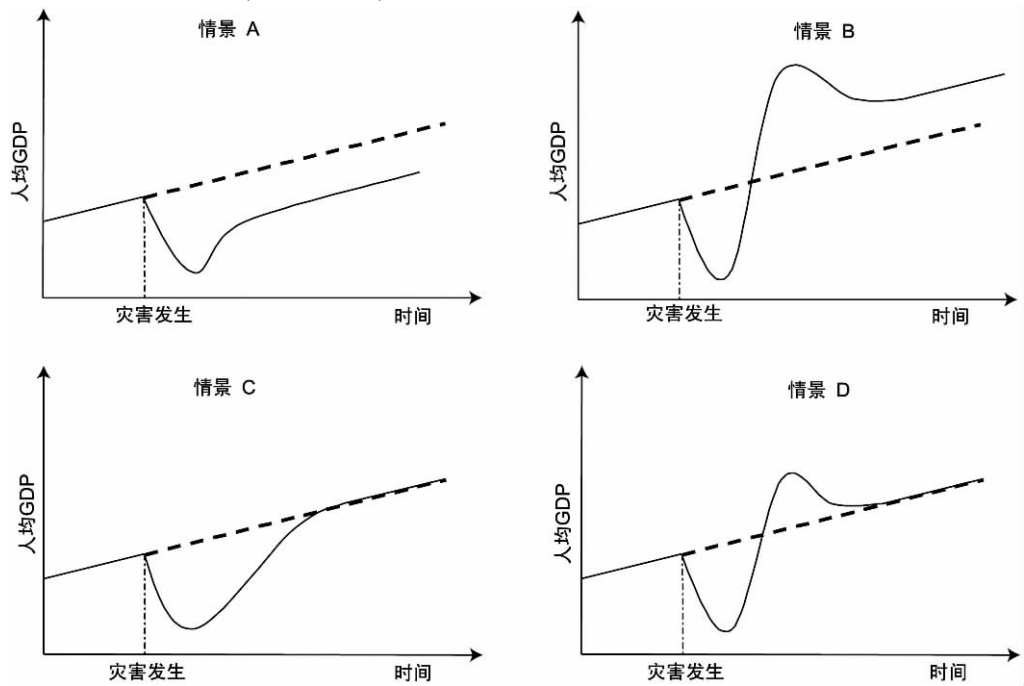


图 3 灾害对人均 GDP 可能产生的影响<sup>[31]</sup>

Fig.3 The possible impact of disasters on the GDP per capita



可能对生产力造成更大的影响,除非灾后对灌溉设施或者其他抗旱技术加大投入。Skidmore 和 Toya<sup>[34]</sup>就提出了气象灾害相对于地质灾害,往往对资本积累和经济长期增长有积极影响。

### 3.2 空间维

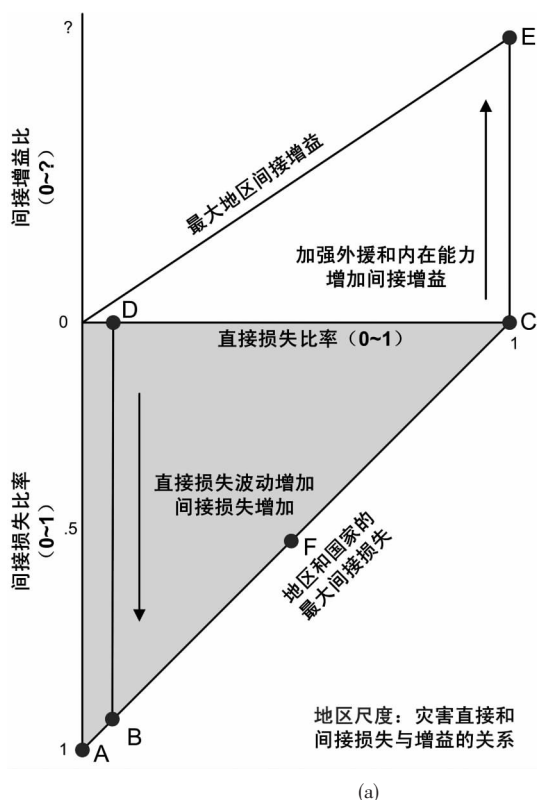
灾后恢复是外部援助与先前经济状态共同作用的结果。Cochrane<sup>[21]</sup>利用合理的经济原理,对区域、国家尺度灾后经济可能的影响引起的间接经济损失做了对比概括(图 4)。对所有损失,包括直接经济损失和和间接经济损失,尺度缩放为 0~1 的值,缩放比例代表了损失值的比率。

#### 3.2.1 地区尺度

图 4(a)显示了灾害对一个地区可能的直接和间接经济影响。图 4(a)上半部分显示了区域不受约束重建(重建支出 100% 由外部保险和政府援助提供)的间接增益比。间接增益比极大值时,无任何生产瓶颈且有充足且可供选择的的生产者和消费市场,这是灾区最期望的状况。随着筹措重建资金的负担加重,并转移到灾区受害者身上,重建净的积极影响随之降低。间接增益比极小值时,所有重建支出由灾区内部解决,则重建的增益会被家庭因偿还重建债务导致的消费水平下滑而抵消。

图 4(a)

下半部分反映了经济发展受生产瓶颈的影响:间接损失比率越接近 0,受到的瓶颈约束越少。点 B 为间接损失最大化情况:一般是由于一个小部门遭受灾害的重大打击,而 又没有减轻供求短缺的措施时造成的。在这一点,经济崩溃的程度取决



于制约产出的约束部门。在 B 点间接损失可能是直接损失的数倍。这种情况很可能在关键生命线,如电力、供水系统等丧失情况下发生。人们也可能把 B 点认为是恐怖主义最可能选择的攻击目标。线段 DC 反映了同一种灾害破坏模式下,所有部门固定资本产出都成比例受到破坏情况下,前向和后向关联影响消失,不管直接经济损失有多大,经济增长随部门破坏比率变化而下降,并以另一个状态仍保持平衡发展。

#### 3.2.2 国家尺度

图 4(b)显示了在国家尺度下损失包络线的变化。首先,直接破坏和随后的间接经济损失由于改变了进出口贸易模式而波及到其他地区。若灾区生产有对区外来说关键的投入产品,而合适的替代品又难以获得,则灾区的间接损失可能波及到整个国家经济的发展。其次,灾区获得的外部援助使国家财政吃紧,导致灾区外其他发展项目的减少或取消,结果,灾区的间接增益被抵消掉。所以,从国家整体层次来说,间接经济损失必定存在。间接增益只是受灾地区的一种副产品。综上,灾害反映在经济上是对经济系统的扰动,灾害对经济发展的利害关系受灾前经济发展水平、灾害损失大小、灾区经

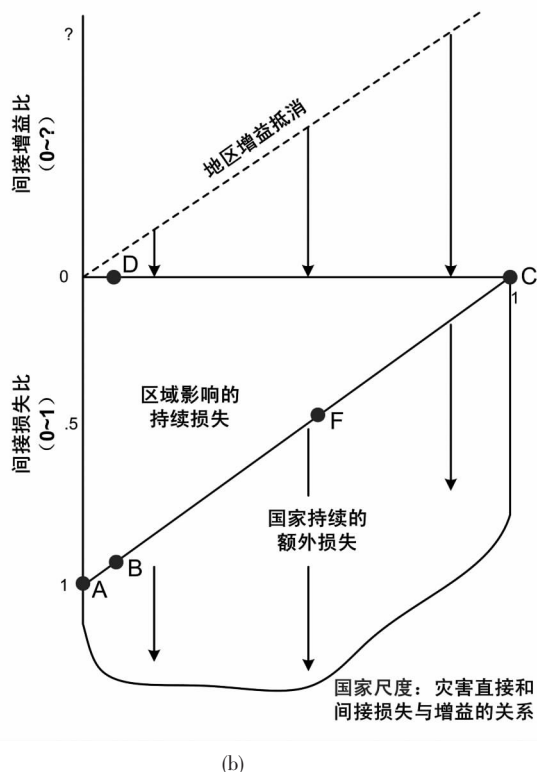


图 4 灾害对国家和地区尺度的直接经济损失和间接经济损失对比<sup>[21]</sup>

Fig.4 Direct loss and indirect loss contrast of disasters at the national and regional-scale

济恢复能力、灾种差异、灾后恢复重建策略和灾害管理水平等因素制约,其对经济发展的利害关系受灾害影响的时间和空间尺度而异:在国家尺度,损失必定存在,而在地区尺度,可能由于重建刺激经济增长,抵消由于产业部门间贸易模式破坏的经济损失,而对地区经济发展有增益效应。

4 灾害间接经济损失评估的方法

灾害造成的影响机理虽然很复杂,但是对灾害影响的评估方法从简单的案例描述<sup>[32]</sup>到回归和时间序列分析<sup>[35-36]</sup>,再到区域联立方程模型<sup>[37]</sup>、投入产出模型<sup>[15,23,38]</sup>、区域计量经济模型<sup>[39-40]</sup>和随后的可计算一般均衡模型<sup>[8,41]</sup>等,灾害间接经济损失的分析方法有了一定的发展。

4.1 比例系数法

在没有有效的灾害间接经济损失评估方法情况下,虽然比例系数法的经验成分多,但是操作上可行,比例系数法仍不失为一种有实用价值的灾害间接经济损失评估方法,并用于粗略评估地震<sup>[17,42]</sup>、泥石流<sup>[43]</sup>等灾害的间接经济损失。

4.2 投入产出法

投入产出(Input/Output, IO)模型一个突出功能是可以模拟和计算灾害对经济扰动产生的连锁反应和波及效应。IO 模型基于投入产出矩阵,它描述了经济系统的所有产业部门之间购买与消费经济流的交互作用,容易理解,模型通过中间消费需求

变化评估灾害对一个或几个部门的经济影响。由于 IO 模型的易用性且评估的部门损失清晰,很早被 Cochrane 引入灾害间接经济损失评估<sup>[44]</sup>,并在随后得到广泛应用。如美国 FMEA 的 HAZUS 灾害管理系统平台中的间接经济损失评估模块就是基于 IO 模型<sup>[22]</sup>。已有文献中,基于 IO 模型的灾害间接经济损失评估有两个主要的缺点:第一,利用投入产出法进行的灾害损失评估多是静态的<sup>[7,23-38,44-46]</sup>,也没有考虑生产容量变化,而且,IO 模型不能评估灾害对供给方产生的影响。如,Rose<sup>[7]</sup>和 Okuyama<sup>[10]</sup>等只考虑灾害对需求造成的后果。Haimes<sup>[47]</sup>和 Percoco<sup>[48]</sup>指出了这个缺点,提出通过需求和生产的振荡评估每个部门的重要性和脆弱性,但是他们的方法仍不能模拟灾害发生后经济的及时反应。第二,IO 模型没有考虑经济系统的弹性。Rose 和 Liao<sup>[49]</sup>、Tsuchiya 等<sup>[50]</sup>通过价格响应和需求弹性考虑经济系统的弹性。但是,这种特殊情况下的调整只有在长时间尺度成立,而不是数月的较短时间尺度。另外,由于数据获取的难度和静态 IO 模型的缺点,其中的很多研究模型不能反映灾害影响的动态时空变化特征,特别是灾后相对较短时期内的变化特征。而且,由于 IO 模型对经济系统弹性考虑不足,往往使灾害损失评估的结果偏大。

4.3 可计算一般均衡模型

可计算一般均衡(Computable General Equilibrium, CGE)模型是另一个灾害间接经济损失的评估方法。CGE 不仅反映经济因素和活动的相互依赖关

表 1 灾害间接经济损失评估方法的优缺点对比  
Tab.1 The advantages and disadvantages of indirect economic losses estimation methods

	优点	缺点
比例系数法	● 简单易操作	● 科学性不好把握,且可重复性差
投入产出法	● 反映经济流的交互作用,易理解 ● 计算灾害对经济造成的扰动产生的连锁反应和波及效应 ● 部门损失清晰	● 不能/很难估计价格变化造成的影响 ● 基于诸多假设,如假定灾后部门之间的产品交换和灾前的模式一样,与实际经济状况有一段距离 ● 只是从需求方面估计灾害的影响,且是线性模型 ● 经济弹性考虑不足,模型估计的损失值可能过大 ● 消费者和生产者的优化方案问题上存在争议
可计算一般均衡模型	● 非线性,更贴切反映真实的世界 ● 模型的方程框架可以明确考虑到灾后的生产替代和价格弹性问题,反映了经济的恢复力 ● 不同部门的替代和价格弹性以及技术水平可以不同(方程嵌套) ● 考虑经济系统供给和需求方生产力水平、就业等更广泛的影响	● 校准需要从外部获得弹性值,所以区域 CGE 模型依赖于国家和国际研究的弹性,此弹性可能无可比性 ● 大多数 CGE 模型适于长期均衡分析(模型建立在充分的投入和进口替代弹性上,并无限制的调整至均衡) ● CGE 校准不足常常导致过度的弹性响应,从而低估灾害对经济影响,使灾害损失计算的结果偏低
计量经济模型	● 模型可以估计经济从投资直到经济利益产出的时间响应 ● 模型可以反映灾害对经济影响的进度表	● 模型至少需要 25-30 年的历史数据,模型不像 IO 模型那样容易获得企业部门雇用、总产值的全部历史数据 ● 历史的贸易模式,未必能获得供给破坏的本质特征 ● 模型受过去经济关系的本质约束,不能预测经济事件或经济活动可能发生的变化

系,且克服了 IO 模型线性、缺乏行为响应、市场价格缺失等缺点<sup>[51]</sup>。基本的 CGE 模型为自然灾害影响和政策响应分析提供了一个很好的框架,其中包括生命线系统中断的影响评估<sup>[23,49,52]</sup>,灾害的间接经济损失可以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损失,经济变量包括就业、生产力水平、福利和相对价格等<sup>[53]</sup>。

Cochrane<sup>[54]</sup>早在 1984 年就利用一般均衡模型对预想的灾害进行模拟,发现灾害对区域经济的影响与收入的边际效用、消费和生产函数中的替代弹性、区域间的价格差异等因素有关。CGE 模型框架可以明确的考虑到灾害后的生产替代和价格弹性问题。CGE 模型另一个好于 IO 模型的优势在于突出价格和市场的重要性<sup>[55]</sup>。CGE 模型是非线性的,因此更贴切反映真实的世界,比如经营规模扩大引起的经济节约和非线性损失方程描述。CGE 被 Rose 等成功用于自然灾害造成供水系统和电力系统中断的波及影响上<sup>[49,52]</sup>。Tirasirichai 和 Enke<sup>[41]</sup>基于 CGE 模型对地震导致城市桥梁损坏造成的间接影响进行了评估,结果表明,与直接损失相比,间接损失更显著,因此决策者在灾前和灾后基础设施决策上需加以重视。

CGE 为评估生命线破坏的经济影响提供了一个有效方法,如雪灾对电力系统的破坏等。CGE 模型是对 IO 模型理论上的改进,CGE 模型进行灾害影响分析有一些缺点,包括标准模型在灾后一段时间面对增加的不确定性下优化行为的假设,容易恢复均衡的假设,以及短时间段内响应的过度弹性。同样,CGE 没有很好的校准常常导致过度的弹性响应<sup>[23,52]</sup>,低估经济影响,使灾害损失计算结果偏低。

#### 4.4 计量经济模型

计量经济模型(Econometric time-series Model),是另一个被应用于灾害影响的模拟工具<sup>[39]</sup>,模型有近 300 个方程组成。计量经济模型反映了历史的贸易模式,未必能获得灾害破坏的本质特征。模型可以在历史数据量级下反映商品短缺的影响,其优点在于它可以反映经济的历史变化趋势,而且可以反映经济影响的进度表。该模型的缺点是模型受到过去经济关系的本质约束,除非严重短缺是区域经济历史的一部分,否则模型不能对灾害造成的影响做出恰当的响应。

#### 4.5 其他模型方法

其他评估灾害间接经济损失的模型方法包括:

线性规划模型<sup>[44]</sup>、实地调查分析法和混合模型<sup>[8]</sup>等。线性规划模型可以提供灾后不足的生产能力的资源最优分配(增加值最大化)。然而,线性规划的方法是否实际可行值得质疑。实地调查法主要是对灾害影响的主要部门进行调查取样,获得个别的结果,因而,在综合灾害损失方面显得薄弱。

综上,灾害间接经济损失评估的方法各有优缺点,IO 模型易用易懂,应用广泛,但是对生产容量和经济弹性考虑不足;CGE 模型克服了这些缺点,但模型更加复杂,对基础数据和校准要求较高。实际评估中也存在许多不确定性,如重复计算问题、基础数据难以获取、评估结果检验及评估时空纬界定等问题。这些问题往往使间接损失评估的结果大打折扣。

## 5 结语和启示

灾害造成的经济损失越来越大,媒体和灾后恢复重建的注意力通常放在灾后的短期影响上,很少关注灾害对经济的长期影响。作为灾害管理决策者,不仅要关注灾后的恢复重建,也要注重重建对减轻将来灾害损失方面的积极影响,从而注重灾后风险管理策略调整和经济的可持续发展。国内对灾害间接经济损失评估实证研究缺乏,且主要针对地震,有必要进一步对灾害的间接损失评估方法进行深入研究,在灾害间接经济损失评估方法和实证分析研究中应注意以下问题:

(1)评估前需要对灾害间接经济损失的构成范围与时、空维做清晰的界定。灾害间接经济损失评估一般建立在直接经济损失数据的基础上,评估前需要合理评估灾害直接损失数据的科学性,以增加评估结果的可信度和可比性。

(2)构建模型需着重考虑灾后生产容量变化、经济系统内在和外在弹性、不同性质部门的产出差异特性、灾害扰动对宏观经济变量的动态影响机理。灾害的影响机理十分复杂,在进行灾害损失评估前需要进行合理的模型假设,假设是否切合实际以及考虑的灾害动态影响机理是否充分,直接关系到评估结果的科学有效,因此,搜集足够的实证数据来验证和完善模型,并改进和检验假设十分关键,这关系到评估结果对调整风险管理策略和政府管理决策的实用性。

(3)灾害间接损失评估对灾害叠加影响的机理、



保险体制完善程度、灾后经济结构变化和灾害导致的心理问题等因素考虑不足。首先,灾害频繁发生的叠加影响很难评估,且对小规模灾害重视不够。一次灾害的实际生命周期要比经济响应活动期长的多,在某些情况下,灾害生命周期的损失可能引起十年或者更长时间的影响,即使一次灾害对经济的长远发展不会产生影响,而灾害频繁发生可能阻碍固定资产的重置或部分生产能力的恢复,导致经济发展的不稳定,脱离没有灾害发生时的经济增长轨道,而灾害对经济发展的影响存在的这种不确定性很难进行评估,实际上,一些小规模事件的累积损失可能和大规模灾害一样大。其次,针对我国灾害保险体制不够完善,保险系统在灾后恢复重建发挥的作用十分有限情况下,灾区恢复重建资金由中央政府、地方政府和农户分摊,如何评估3个主体的重建支出造成的债务负担和资金投资转移机制造成的影响,是一个值得考虑的问题。再次,灾害发生前后经济结构的改变。灾区灾后经济结构的变动与灾前经济发展水平、经济发展所处的阶段(经济萧条或经济扩张)和灾害损失程度有关,对决策者来说,重建高度不确定性下多种假设的损失评估结果会更有利于决策的逐步调整。最后,目前对灾害间接经济损失的评估仅是从经济层面考虑灾害经济扰动对经济系统的影响,未能考虑灾害对社会心理层面、文化古迹和归属感等非市场损失的影响,如地震等造成大量人员伤亡导致的社会心理问题造成的影响等。同时,对于各个模型反映的问题焦点及有效性需要进一步探讨。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中华人民共和国 2008 年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. (2009-02-26). [http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/t20090226\\_402540710.htm](http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/t20090226_402540710.htm).
- [2] 于庆东, 沈荣芳. 灾害经济损失评估理论与方法探讨. 灾害学, 1996, 11(2): 10-14.
- [3] 马宗晋, 高庆华, 张业成, 等. 灾害学导论. 长沙: 湖南人民出版社, 1998.
- [4] 徐嵩龄. 灾害经济损失概念及产业关联型间接经济损失计量. 自然灾害学报, 1998, 7(4): 7-15.
- [5] 孙绍骋. 灾害评估研究内容与方法探讨. 地理科学进展, 2001, 20(2): 122-130.
- [6] 高庆华, 马宗晋, 张业成, 等. 自然灾害评估. 北京: 气象出版社, 2007.
- [7] Rose A, Benavides J, Chang S E et al. The regional economic impact of an earthquake: Direct and indirect effects of electricity lifeline disruptions. *Journal of Regional Science*, 1997, 37: 437-458.
- [8] Brookshire D S, Chang S E, Cochrane H, et al. Direct and indirect economic losses for earthquake damage. *Earthquake Spectra*, 1997, 13: 683-701.
- [9] Cochrane H. Economic loss: Myth and measurement. *Disaster Prevention and Management*, 2004, 13: 290-296.
- [10] Okuyama Y. Modeling spatial economic impacts of an earthquake: Input-output approaches. *Disaster Prevention and Management*, 2004, 13 (4): 297-306.
- [11] 黄渝祥, 杨宗跃, 邵颖红. 灾害间接经济损失的计量. 灾害学, 1994, 9(3): 7-11.
- [12] 张显东. 自然灾害对国民经济系统的影响研究. 同济大学, 1996.
- [13] 王海滋, 黄渝祥. 地震灾害间接经济损失的概念和分类. 自然灾害学报, 1997, 6(2): 11-16.
- [14] 赵庆良, 许世远, 王军, 等. 沿海城市风暴潮灾害风险评估研究进展. 地理科学进展, 2007, 26(5): 32-40.
- [15] 路琮, 魏一鸣, 范英, 等. 灾害对国民经济影响的定量分析模型及其应用. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 15-20.
- [16] 林均岐, 钟江荣. 地震间接经济损失研究综述. 世界地震工程, 2003, 19(3): 1-5.
- [17] 都吉夔, 张勤, 宋立军, 等. 四川汶川 8.0 级地震间接经济损失评估方法. 灾害学, 2008, 23(4): 130-133.
- [18] 劳承玉. 四川大地震的产业关联损失影响评估. 山东经济, 2008, (5): 138-141.
- [19] 赵阿兴, 马宗晋. 自然灾害损失评估指标体系的研究. 自然灾害学报, 1993, 2 (3): 1-8.
- [20] Parker D J, Green C H, Thompson P M. Urban flood protection benefits, a project appraisal guide. Aldershot, Gower, 1987.
- [21] Cochrane H C. Economic Impacts of a Midwestern Earthquake. The Quarterly Publication of NCEER (National Center for Earthquake Engineering Research), 1997, 11 (1): 1-5.
- [22] FEMA (Federal Emergency Management Agency). HAZUS 99 estimated annualized losses for the United States. Publication No. 366, Federal Emergency Management Agency, Washington DC, 2001.
- [23] Boisvert R. Direct and indirect economic losses from lifeline damage. In: Indirect Economics Consequences of a Catastrophic Earthquake. Final Report by Development Technologies to the Federal Emergency Management Agency. Washington DC, USA, 1992.
- [24] CGER (Commission on Geosciences, Environment and Resources). The Impacts of Natural Disasters: A Framework for Loss Estimation. National Academy Press, Washington DC, 1999.
- [25] Burrus R T, Dumas C F, Farrell C H, et al. Impact of low-intensity hurricanes on regional economic activity. *Natural*

- Hazards Review, 2002, 3(3): 118–25.
- [26] ECLAC (Economic Commission for Latin America and the Caribbean). Manual for estimating the socio-economic effects of natural disasters. Santiago, Chile, United Nations and Economic Commission for Latin America and the Caribbean, 1991.
- [27] Charvériat C. Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk. Research Department Working Paper 434. Inter-American Development Bank, Washington DC, 2000.
- [28] Aghion P, Howitt P. Endogenous Growth Theory. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- [29] Albala-Bertrand. Political Economy of Large Natural Disasters. Oxford University Press Inc., New York, 1993.
- [30] Benson C, Clay J. Understanding the Economic and Financial Impacts of Natural Disasters. World Bank Disaster Risk Management Series No. 4, Washington DC, 2004.
- [31] Chhibber A, Laajaj R. Disasters, climate change, and economic development in Sub-Saharan Africa: Lessons and future directions. Journal of African Economics, 2008, 17 (Supplement 2): ii7–ii49.
- [32] Hass J E, Robert W K, Martyn J B. Reconstruction Following Disaster. Cambridge, MA: The MIT Press, 1977.
- [33] Wright J D, Rossi P, Wright S et al. After the Clean-up: Long-Range Effects of Natural Disasters. Beverly Hills, CA: Sage, 1979.
- [34] Skidmore M, Toya H. Do natural disasters promote long-run growth? Economic Enquiry, 2002, 40: 664–688.
- [35] Friesema P. Aftermath: Communities after Natural Disasters. Beverly Hills, California: Sage Publications, 1979.
- [36] Chang S. Disasters and fiscal policy: Hurricane impact on municipal revenue. Urban Affairs Quarterly, 1983, 18 (4): 511–523.
- [37] Guimaraes P, Hefner F L, Woodward D P. Wealth and income effects of natural disasters: An econometric analysis of Hurricane Hugo. Review of Regional Studies, 1993, 23: 97–114.
- [38] Gordon P, Richardson H. The Business Interruption Effects of the Northridge Earthquake. University of Southern California Lusk Center Research Institute, Los Angeles, CA, 1996.
- [39] REMI Inc. The REMI EDFS–53 Forecasting & Simulation Model, Volume 1, Model Documentation, Chapter 4. Amherst, MA: Regional Economic Modeling, 1997.
- [40] Greenberg M, Solitare L, Frisch M et al. Economic impact of accelerated cleanup on regions surrounding the U.S. DOE's major nuclear weapons sites. Risk Analysis, 1999, 19(4): 629–641.
- [41] Tirasirichai C, Enke D. Case study: Applying a regional CGE model for estimation of indirect economic losses due to damaged highway bridges. The Engineering Economist, 2007, 52: 367–401.
- [42] 林均岐, 钟江荣. 地震灾害产业关联损失评估. 世界地震工程, 2007, 23(2): 37–40.
- [43] 刘希林, 赵源. 地貌灾害间接经济损失评估: 以泥石流灾害为例. 地理科学进展, 2008, 27(3): 7–12.
- [44] Cochrane H C. Predicting the economic impact of earthquake//Cochrane H C, Hass J E, Bowden M J, et al. Social Science Perspectives on the Coming San Francisco Earthquake. University of Colorado Natural Hazards Research Paper No.25. University of Colorado, Boulder, CO, 1974, 1–44.
- [45] Cole H S. The socio-economic and inter-regional impacts of an earthquake//Shinozuka M, Rose A, Eguchi R. Engineering and Socioeconomic Analysis of a New Madrid Earthquake. National Center for Earthquake Engineering Research, Buffalo, NY, 1997, 45–69.
- [46] 武清源, 韩文秀, 徐杨, 等. 洪灾经济损失评估模型研究 ( ): 间接经济损失评估. 系统工程理论与实践, 1998 (12): 84–88.
- [47] Haimes Y, Horowitz B, Lambert J, et al. Inoperability input-output model for interdependent infrastructure sectors. I: Theory and methodology. Journal of Infrastructure Systems, 2005, 11: 67–79.
- [48] Percoco M. A note on the inoperability input-output model. Risk Analysis, 2006, 26: 589–594.
- [49] Rose A, Liao S Y. Modeling regional economic resilience to disasters: A computable general equilibrium analysis of water service disruptions. Journal of Regional Science, 2005, 45(1): 75–112.
- [50] Tsuchiya S, Tatano H, Okada N. Economic loss assessment due to railroad and highway disruptions. Economic Systems Research, 2007, 19 (2): 147–162.
- [51] Rose A. Input-output economics and computable general equilibrium models. Structural Change and Economic Dynamics, 1995, 6: 295–304.
- [52] Rose A, Guha G. Computable General Equilibrium Modeling of Electric Utility Lifeline Losses from Earthquakes//Okuyama Y, Chang S. Modeling the Spatial Economic Impacts of Natural Hazards. Heidelberg: Springer, 2004, 119–142.
- [53] Böhringer C, Rutherford T, Wiegard W. Computable general equilibrium analysis: Opening a black box. ZEW Discussion Paper No. 03–56, Mannheim, Germany, 2003.
- [54] Cochrane H C. Knowledge of Private Loss and the Efficiency of Protection. Presented at the Conference on the Economics of Natural Hazards and their Mitigation. December 1984, University of Florida.
- [55] West C, Lenze D. Modeling the regional impact of natural disaster and recovery: A general framework and an application to hurricane Andrew. International Regional Science Review, 1994, 17(2): 121–150.



## Economic Impact of Natural Disaster and Indirect Economic Loss Estimation Methods

WU Jidong<sup>1,2</sup>, LI Ning<sup>1,3</sup>, WEN Yuting<sup>1,2</sup>, HU Aijun<sup>1,2</sup>, CUI Weijia<sup>1,2</sup>, ZHANG Peng<sup>1,2</sup>

(1. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs & Ministry of Education, Beijing 100875, China; 2. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster,

Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

3. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resources Ecology, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Disaster loss is related to the pre-disaster economic development level, disaster types, post-disaster recovery strategies, disaster management ability and disaster insurance system perfection, combined with basic data accuracy, access difficulty and uncertainty of calibration, there is no effective indirect economic loss assessment methods until now. The present indirect loss estimation methods have some deficiencies: First, the definition of indirect economic losses composition, the spatial and temporal dimension of disasters were vague; secondly, the model assumptions are too much deviation from the actual economic situation in post-disaster; and finally, the model tended to ignore the dynamic changes characteristics of the post-disaster economic system flexibility and production capacity of the industrial sectors. Therefore, we should pay more attention to the dynamic mechanism of disasters impact on the economic, and set the relevant parameters reasonable so that the model is more realistic to reflect the real disaster impact, and estimate the indirect economic losses caused by disasters well for decision-making.

**Key words:** natural disaster; economic impact; indirect economic loss; direct economic loss estimation methods