

刘远, 李宁, 张正涛, 等. 台风“艾云尼”动态间接经济损失评估[J]. 灾害学, 2019, 34(3): 178-183. [LIU Yuan, LI Ning, ZHANG Zhengtao, et al. Indirect economic loss and its dynamic change assessment of typhoon Ewiniar in Guangdong[J]. Journal of Catastrophology, 2019, 34(3): 178-183. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.03.033.]

# 台风“艾云尼”动态间接经济损失评估\*

刘远<sup>1,2</sup>, 李宁<sup>1,2</sup>, 张正涛<sup>3</sup>, 陈曦<sup>1,2</sup>

(1. 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; 2. 北京师范大学地理科学学部减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 基于广东省 2015 年投入产出表, 通过投入产出模型评估了 2018 年台风“艾云尼”对广东省造成的间接经济损失的动态变化及其对主要经济部门的影响。结果显示, 台风“艾云尼”造成广东省间接经济损失为 5.51 亿元, 约占直接经济损失的 22%, 总经济损失达到 31.01 亿元, 占广东省 2018 年第二季度 GDP 的 0.12%。受台风影响的高敏感部门是①农林牧渔业、②水利、环境和公共设施管理业以及③交通运输、仓储和邮电业。虽然此次台风未对金融保险、房地产、商务和旅游业部门造成直接经济损失, 但是由于广东省完善的产业链以及不断增强的集群效应, 这些部门受到的间接经济损失的总额约为 1.28 亿元。通过参数敏感性分析表明, 灾后部门最大超额生产能力和灾后部门生产能力提高到最大值所需时间是影响灾后恢复重建进度的两个重要指标。综上所述, 综合考虑直接和间接经济损失, 根据不同部门灾后恢复的模拟结果, 充分解析间接经济损失在灾害恢复过程中的动态变化。

**关键词:** 台风灾害; 投入产出模型; 间接经济损失; 灾后重建; 灾后恢复

**中图分类号:** X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2019)03-0178-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.03.033

在气候变化的背景下, 极端事件风险管理是当今重要的议题之一, 其中台风灾害是发生最为频繁、影响最为广泛的一种灾害。2018 年台风发生频率较高, 西北太平洋上生成了 29 个台风, 共造成台风影响区域直接经济损失 697.3 亿元<sup>[1]</sup>, 为 2017 年的 1.6 倍<sup>[2]</sup>。台风除了造成作物受灾、房屋倒塌等直接经济损失外, 电网线路跳闸、公路中断等引起的停电停产和交通运行效率降低等现象, 可能导致当期的社会产品流量减少, 产生间接经济损失。而这部分损失在以往的损失评估中未考虑, 使台风造成的总经济影响被低估。

直接经济损失是“有形损失”<sup>[4]</sup>, 深受政府、媒体及组织机构关注。民政部、国家统计局于 2014 年发布《特别重大自然灾害损失统计制度》<sup>[5]</sup> (以下简称《制度》), 涵盖 11 大类 27 项统计表, 覆盖了我国经济系统中的各个部门。间接经济损

失是“潜在性”损失, 故常常受到忽略。国外关于间接经济损失评估的研究起步较早, 加勒比海地区经济委员会对拉丁美洲和加勒比海地区 1972-2005 年间的台风灾害案例进行了直接经济损失和间接经济损失评估分析, 显示间接和直接经济损失的比例在 0.13~1.60 之间。由此可见, 尽管间接经济损失是“无形的”, 台风造成的间接经济损失在总损失中占有较大比重, 值得决策者和研究者的重视。

间接经济损失评估方法以投入产出 (Input-Output, IO) 模型居多。传统的 IO 模型基于投入产出表构建 Leontief 生产函数, 已广泛应用于灾害经济学中<sup>[7]</sup>。同时, 针对传统 IO 模型存在的未考虑资本替代以及无法对价格变动做出反应等问题, 大量的研究在传统 IO 模型基础上进行了改进。Cochrane<sup>[8]</sup>在原始 IO 模型的基础上加入了时间序列

\* 收稿日期: 2019-02-25 修回日期: 2019-04-15

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 (41775103); 北京市自然科学基金项目 (9172010); 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室开放课题 (12800-310430001); 北京师范大学博一学科交叉基金项目 (BNUXKJC1805)

第一作者简介: 刘远 (1992-), 男, 河南漯河人, 博士研究生, 主要从事自然灾害风险研究. E-mail: ryanliu\_xy@163.com

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

的概念,进行了动态 IO 模型的初步探索; Okuyama<sup>[9]</sup> 构建了多区域 IO 模型, 突出了灾害对灾区以外地区的波及影响; Hallegatte<sup>[3]</sup> 在传统 IO 模型的基础上, 建立了适应区域投入产出模型 (Adaptive Regional Input - Output model, ARIO), 评估了美国 Katrina 飓风灾后生产能力的变化; 张正涛<sup>[10]</sup> 在此基础上考虑劳动力因素, 构建了间接经济损失评估模型, 并在 2016 武汉洪水和未来情景下气候变暖对全球经济影响做了定量评估。多个实证研究使 IO 模型, 尤其是 ARIO 模型在灾害间接损失评估中有了长足的改进。此外, 同样基于投入产出理论的 CGE 模型也可用于间接经济损失的评估, CGE 模型本质与 IO 模型相同, 均源自投入产出表, 但 CGE 模型丰富了投入产出表, 构建社会核算矩阵 (Social Accounting Matrix, SAM) 表, 突出价格因素与市场的重要性, 与 IO 模型一同得到了广泛的应用<sup>[11]</sup>。然而, 由于 SAM 表编制需要大量的数据支持, 在无法获得准确数据的前提下只能通过情景假设值替代统计数据, 为模型评估带来了一定的不确定性。

因此, 本文基于发展较为成熟且参数需求易于满足的 ARIO 模型, 评估 2018 年台风“艾云尼”对广东省造成的总经济损失, 充分解析间接经济损失在不同经济部门以及在灾害恢复过程中的动态变化。

## 1 研究方法

### 1.1 ARIO 模型

ARIO 模型建立在 IO 模型的基础上, 充分考虑经济响应特性, 模拟灾害对地区经济的影响。该模型成功在 2005 年美国 Katrina 飓风灾害评估上得到应用<sup>[3]</sup>。吴吉东<sup>[12]</sup> 将 ARIO 模型引入 2008 年汶川地震灾害的评估, 使 ARIO 模型参数在中国的自然灾害评估中也得到了很好的验证。本文基于中

国国情下台风灾害灾后恢复的过程, 设置相关参数对模型改进, 使之适用于我国台风灾害的间接经济损失评估。

### 1.2 模型假设

ARIO 模型假设一个区域的经济有数量众多且有固定消费的家庭, 以及 N 个不同的产业部门组成, 这些产业: ①相互交换中间消费品和服务; ②从本区域外进口产品和服务; ③生产最终消费品和服务供当地消费; ④出口商品和服务到区域外部。假定每个产业部门 i 生产唯一的商品并需要从其它部门提供投入才能完成其生产过程。还假定受灾影响导致家庭实物资产和部门生产资本受到破坏。

### 1.3 模型原理

ARIO 模型核心算法如式 (1)<sup>[3]</sup>, 从两方面考虑灾害对经济的影响, 即灾害破坏引起家庭和生部门重建需求的增加和灾害对生产资本的破坏降低了部门生产力。

$$Y(j) = \overbrace{\sum_j A(i, j)Y(j)}^{\text{中间需求}} + \overbrace{LFD(i) + E(i) + HD(i) + \sum_j D(j, i)}^{\text{最终需求}} \quad (1)$$

式中:  $\sum_j A(i, j)Y(j)$  是各部门中间需求合计, 最终需求包括当地最终需求 LFD, 出口 E, 家庭部门灾后重建需求 HD 和灾后各部门的重建需求 D。由此, 计算每个部门的生产量和消费量, 模拟灾后遭破坏的产量增加值如何一步一步被重置, 生产能力逐步恢复至灾前状态。ARIO 模型理论框架如图 1 所示。

ARIO 模型基于投入产出理论, 通过中间消费需求 and 供给说明地区产业部门之间的关联, 考虑灾害冲击对经济影响的以下机制: ①后向关联影响; ②前向关联影响; ③生产能力约束; ④产品供给不足时的成比例优先配给体系; ⑤生产者应对灾害损失的适应行为响应; ⑥区域内外通过进口和出口进行产品交换。

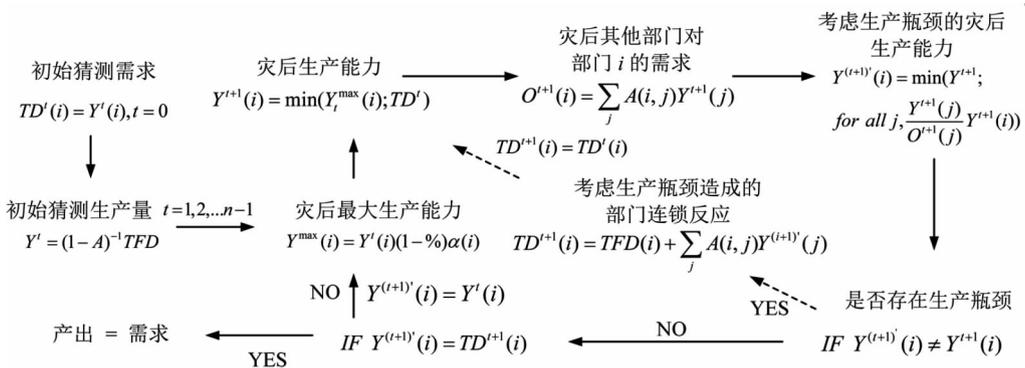


图 1 ARIO 模型理论框架图

## 2 研究区、数据来源以及模型参数设置

### 2.1 研究区选择

广东省经济体量庞大,产业间关联紧密,且为台风多发区,台风灾害数据较为完备,实地调查易于开展,为模型评估提供了良好的数据支持。2018年第4号台风“艾云尼”是2018年首个登陆我国并造成严重影响的台风,广东省民政厅统计数据表明,台风“艾云尼”对广东省造成的直接经济损失约为25.5亿元。本文以广东省遭受的台风“艾云尼”为例,研究灾害对当地社会经济系统的重大冲击,综合考虑直接和间接经济损失,根据不同部门灾后恢复的模拟结果,充分解析间接经济损失在灾害恢复过程中的动态变化。

### 2.2 数据来源

#### 2.2.1 “艾云尼”直接经济损失数据

本文将台风“艾云尼”对广东省造成的直接经济损失划分为10个经济部门,包括:农林牧渔业(#1);工业(#2);电力、热力、燃气和水的生产和供应业(#3);建筑业(#4);批发和零售业(#5);交通运输、仓储和邮电业(#6);住宿和餐饮业(#8);金融保险、房地产、商务和旅游业(#7);水利、环境和公共设施管理业(#9)和其他服务业(#10)。各个经济部门的直接经济损失数据来源于官方统计数据。据民政部门统计,广东省台风“艾云尼”灾害发生后,广东省直接经济损失最大的3个部门为#1, #6和#9,其占比分别达到69.87%、12.67%和14.91%。

#### 2.2.2 广东省投入产出表

国家统计局自1987年开始编制中国投入产出表,每隔5年即年份尾数逢7、逢2发布新的投入产出表,并在年份尾数逢0、逢5发布延长表。各省统计局结合本省发展水平编制省级投入产出表,发布年份与国家统计局一致。因此,本文选取广东省2015年IO表<sup>[13]</sup>,将其经济部门合并为10个。

#### 2.2.3 固定资本存量数据

由于广东省10部门的固定资产存量数据无法直接从统计部门获取,本文基于广东省各部门全社会固定资产投资,采用Goldsmith提出的永续盘存法计算<sup>[14]</sup>,具体公式为:

$$K_t = K_{t-1}(1 - \rho_t) + I_t \quad (2)$$

式中: $K_t$ 和 $K_{t-1}$ 分别为 $t$ 年和 $t-1$ 年的固定资本存量, $\rho_t$ 为第 $t$ 年的折旧率, $I_t$ 表示第 $t$ 年全年的固定投资额。本文根据以上公式,可求得广东2017年10部门固定资产存量,其中,基年固定资

产存量与折旧率数据来源于文献<sup>[15]</sup>,全社会固定资产投资价格指数均来源于广东省统计年鉴<sup>[16]</sup>。

### 2.3 模型输入参数设置

模型所需的外生参数如表1所示,针对灾后最大超额生产能力 $\alpha^{\max}$ ,由于无法获取实际灾后政府与保险企业的重建资金,因此本文根据《广东省供给侧结构性改革补短板行动计划(2016-2018年)》<sup>[17]</sup>(以下简称《计划》),广东省2018年计划投资2956.8亿元致力于基础设施建设。假设该投资为灾后恢复的重建资金,并按2017年广东省GDP换算为103%,由此可通过评估结果对比分析广东省2956.8亿《计划》投资在本次台风灾害中的作用;灾后生产能力提高到最大值所需时间 $\tau_\alpha$ 设置为30d;适应性时间特征参数 $\tau$ 设置为30d。考虑到参数变化对模拟结果的影响,本文将在章节3.4中对参数取值进行敏感性分析。

表1 ARIO模型参数值及参数描述

参数	参数描述	参数值	参数敏感性分析取值范围
$\alpha^b$	灾前生产能力/%	100	100
$\alpha^{\max}$	灾后最大超额生产能力/%	103	[100, 133.9]
$\tau_\alpha$	灾后生产能力提高到最大值所需时间/d	30	[21, 39]
$\tau_A^{\downarrow} = \tau_{LF}^{\downarrow} \tau_E^{\downarrow} =$	适应时间	30	[21, 39]
$\tau_A^{\uparrow} = \tau_{LF}^{\uparrow} \tau_E^{\uparrow} = \tau$	特征参数/d		

## 3 间接损失评估结果与分析

在建立的2015年广东省LIO表和台风“艾云尼”灾害部门直接经济损失数据库的基础上,利用ARIO模型,以1d为步长,模拟灾后1~100d部门的消费和需求变化,评估台风“艾云尼”对广东省造成的总经济损失。

### 3.1 台风“艾云尼”灾害对广东省造成的总经济损失

根据ARIO模型的评估结果,台风“艾云尼”灾害对广东省造成的总经济损失为31.01亿元,其中包括直接经济损失25.5亿元,以及灾害导致部门产出下降和产业关联导致的产出下降形成的间接经济损失5.51亿元,约为直接经济损失的22%。

### 3.2 全行业间接经济损失在灾害恢复过程中的动态变化

ARIO模型除了定量评估直接间接经济损失的结果外,动态刻画从灾害发生到恢复至灾前水平的动态过程是本文关注的另一重要环节。本文采用广东省整体产出(增加值)与灾前相比的变化和重建需求的变化反映重建过程。增加值与灾前相比的变化率以及重建需求从负值到0的变化,表明灾区恢复重建工作结束。台风“艾云尼”灾害重建过程如图2所示:

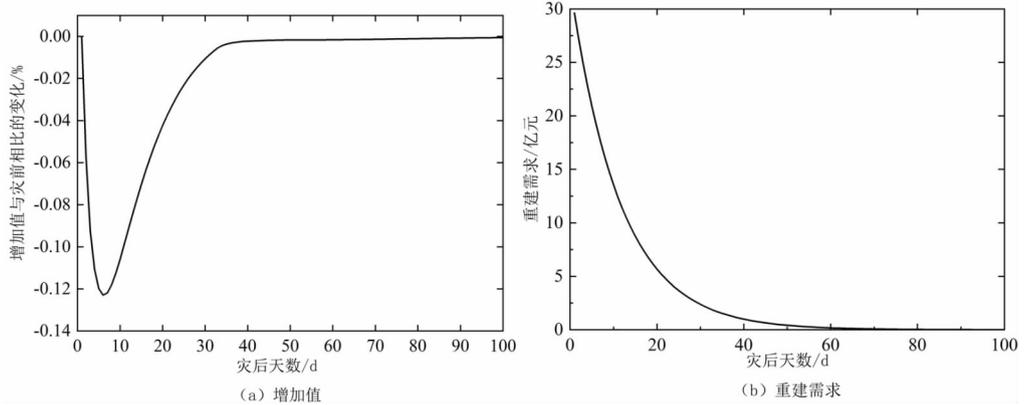


图2 重建过程中增加值(a)和重建需求(b)与灾前相比的变化

由图2a可知,受台风“艾云尼”的影响,广东省灾后的增加值相比灾前显著下降,由于各经济部门间产业关联引起的涟漪效应,至灾害发生第6d降幅最大。模拟结果表明,6d后生产开始逐渐恢复。从图2b重建需求来看,大概60d以后,重建需求完全得到满足,重建工作结束,即广东省的生产完全恢复到灾前水平。

### 3.3 分行业间接经济损失的差异性对比

为了分析灾害对不同部门的差异和特征,图3对比了台风“艾云尼”对广东省各个部门的直接和间接经济损失,由此反映各部门在总损失中的贡献或影响度。

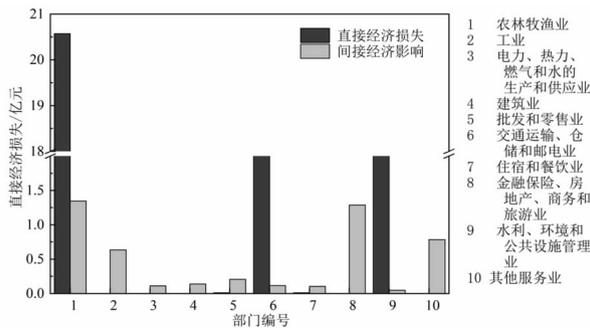


图3 不同部门直接经济损失及间接经济损失对比

从图3可以看出,台风灾害发生后,各个部门均受到不同程度的影响,其中农林牧渔业受灾情况最为严重,直接经济损失和间接经济损失均最大;而直接经济损失同样较为严重的交通运输、仓储和邮电业以及水利、环境和公共设施管理业,其本身的间接经济损失却不明显;未产生直接经济损失的金融保险、房地产、商务和旅游业、其他服务业以及工业,其间接经济损失的总额达到1.28亿元。因此,对比不同部门可以发现,直接经济损失较大的部门,间接经济损失不一定大。更重要的是,即使某一部门的直接经济损失不大,甚至为零,但是由于产业部门间的波及效应,该

部门遭受的间接影响可能很大,对这个灾害风险管理中容易忽略的问题有必要引起足够的重视。

### 3.4 模型不确定性分析与参数敏感性分析

由于现阶段缺少官方的统计数据,无法对台风“艾云尼”灾害对广东省造成的总经济损失评估结果进行验证。因此,本文从模型的不确定性与各参数的敏感性机理出发,基于广泛认可的检验方法<sup>[17]</sup>,给出模型评估结果的不确定性范围以及参数设置对模型结果的影响程度。

#### (1) 不确定性分析

在评估模型中, $\alpha^{\max}$ 、 $\tau_{\alpha}$ 和 $\tau$ 的设置均来自于权威数据以及参考文献。验证参数的上下限阈值则根据基准值向上、向下各调节30%,其中超额生产参数 $\alpha^{\max}$ 下限值设为100%,共设置3组参数(见表1)。最后将3组参数组合带入ARIO模型,根据参数最大值与最小值评估所得曲线,构成台风“艾云尼”对广东省经济影响评估结果的不确定性范围(图4)。

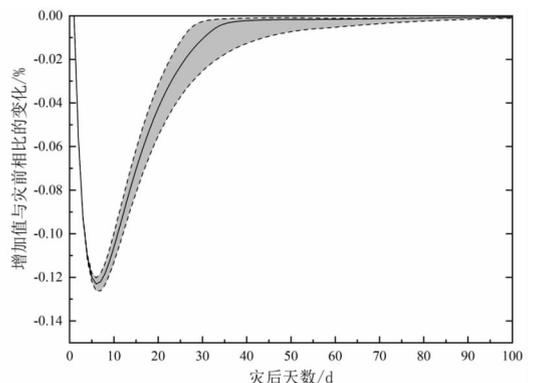


图4 台风“艾云尼”评估结果的不确定性范围

在参数值上下波动30%的情况下,ARIO模型不确定性下限评估结果相较于基准参数评估结果波动约19%,不确定性上限评估结果波动约4%,均小于输入参数的波动范围(-30%~30%),证明ARIO模型具有较好的稳定性。

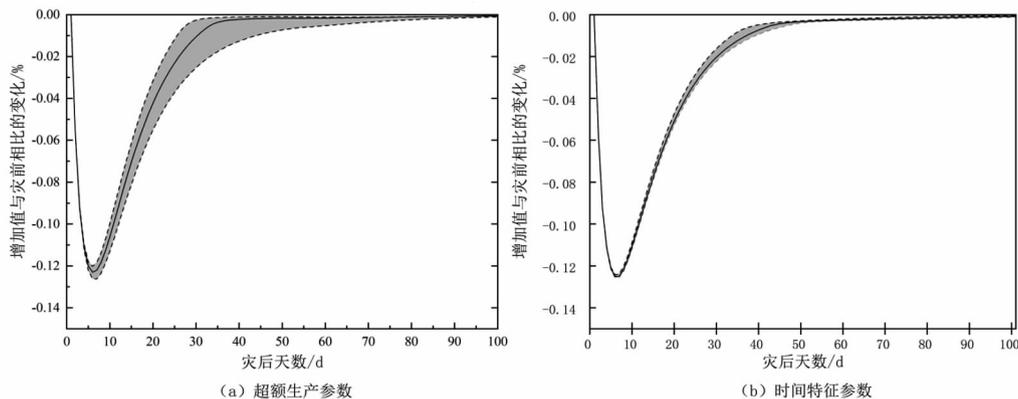


图5 超额生产参数及时间特征参数的敏感性分析

## (2) 参数敏感性分析

由于 ARIO 模型外生参数较多,逐一进行检验不易表达,并考虑到参数属性以及模型稳健型检验中差异性较大的阶段,将敏感性分析的参数分为两组:①超额生产参数,即 $\alpha^{\max}$ 和 $\tau_{\alpha}$ ,描述了产业部门通过调整其生产进度来应对庞大的灾后市场需求,从而弥补灾后生产的不足;②时间特征参数,即中间消费适应时间 $\tau_A^{\downarrow}$ 、 $\tau_A^{\uparrow}$ ,当地最终需求适应时间 $\tau_{LFD}^{\downarrow}$ 、 $\tau_{LFD}^{\uparrow}$ 和出口适应时间 $\tau_E^{\downarrow}$ 、 $\tau_E^{\uparrow}$ 。设置其中一组不变,另一组在基准参数值基础上分别向上、向下波动30%,从而分析特定参数的变化对评估结果的影响(图5)。

对比两类参数对评估结果的敏感性发现,超额生产参数对评估结果的影响更为显著,向上或向下调整超额生产参数(即改变灾害的重建资金)对灾害恢复初期影响较小,较大的影响集中在灾害恢复的中后期。当重建资金(超额生产能力)提高30%,达到超额生产能力所需时间缩短30%时,间接经济损失减少约20%,说明了重建资金的投入能够提升广东省抵抗台风灾害的能力,有效减少台风灾害造成的总经济损失。

对于时间特征参数而言,改变模型的适应性时间参数对恢复路径影响较小,且集中在灾害恢复的中期,适应时间延长或缩短30%造成间接经济损失0.18%~0.2%的波动。综上,时间特征参数的变化对恢复期的影响不大。

## 4 结论与讨论

研究显示 ARIO 模型用于台风灾害的损失评估的适用性较好,通过有效核准输入参数,能够对台风“艾云尼”的间接经济损失进行快速评估,主要结论如下。

(1) 台风带来的间接经济损失不可小觑。定量评估发现,灾害造成广东省间接经济损失为5.51

亿元,总经济损失达到31.01亿元,占广东省2018年第二季度GDP的0.12%。

(2) 灾害除了造成不同经济部门直接经济损失外,由于产业关联造成的各经济部门间接经济损失不容忽视。广东省受间接影响的高敏感经济部门依次为:第一产业即农林牧渔业,水利、环境和公共设施管理业,交通运输、仓储和邮电业。此外,尽管个别部门未产生直接经济损失,但是由于部门间的波及效应造成的间接经济损失可能很大,灾害风险管理中不容忽视。

同时,模型的应用中仍存在一定的问題。首先,台风灾害的直接经济损失是多部门的,而每个部门的直接经济损失数据难以获取,《制度》的发布虽然提供了政策保障,但是存在数据统计情况的地区差异较大以及统计数据质量和精度较低等问题。因此,本文假设灾害对中小企业的影可以忽略不计,将产业部门进行了合并;其次,未考虑台风灾害对劳动力造成的影响,灾后人员伤亡、失踪、紧急转移安置等原因导致的劳动力不足有可能影响灾后重建进程。

在本文撰写的同时,2018年第22号台风“山竹”登陆广东省江门市。“香港悬挂九号风球”,“澳门赌场首次关闭”,“‘山竹’或造成1200亿美元经济损失”,此次超强台风的影响程度可见一斑,同时也体现了台风灾害评估,尤其是间接经济损失评估的重要性。在下一步的研究中,将根据台风“艾云尼”灾害调查与评估中的不足,综合考虑劳动力减少对灾后恢复的影响,深入研究对台风“山竹”评估的研究,使灾害损失评估模型尽可能地符合现实,有针对性地提出相应的应急管理政策。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国应急管理部. 2018年前三季度全国自然灾害基本情况[EB/OL]. (2018-10-15)[2019-02-01].

- [http://www.chinasafety.gov.cn/xxfbpt/zrzh/201901/t20190108\\_223847.shtml](http://www.chinasafety.gov.cn/xxfbpt/zrzh/201901/t20190108_223847.shtml).
- [2] 中华人民共和国水利部. 2017 中国水旱灾害公报[EB/OL]. (2018-08-06)[2018-11-01]. [http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/zgshzhgb/201808/t20180806\\_1044770.html](http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/zgshzhgb/201808/t20180806_1044770.html).
- [3] Hallegatte S. An adaptive regional input-output model and its application to the assessment of the economic cost of Katrina[J]. *Risk Analysis*, 2008, 28(3): 779-799.
- [4] ECLAC. Handbook for Estimating the Socio-economic and Environment Effects of Disaster[R]. Mexico City: ECLAC, 2003.
- [5] 中华人民共和国民政部国家减灾委员会办公室. 特别重大自然灾害损失统计制度[EB/OL]. (2016-07-11)[2018-11-1]. <http://www.gdqy.gov.cn/0107/200/201607/90b0b57b346b46c09649c7784617d4f9.shtml>.
- [6] ECLAC and IDB (Inter-America Development Bank). A matter of Development: How to Reduce Vulnerability in the Face of Natural Disasters[R]. Mexico: ECLAC-IDB, 2000.
- [7] Leontief W. "The dynamic inverse," in Carter A. P. and Brody A. eds. *Contributions to Input-Output Analysis*[M]. Amsterdam: North-Holland Publishing, 1970; 17-46.
- [8] Cochrane H. Economic loss: myth and measurement[J]. *Disaster Prevention & Management*, 2004, 13(4): 290-296.
- [9] Okuyama Y, Hewings G J D, Sonis M. Measuring economic impacts of disasters: Interregional input-output analysis using sequential interindustry model[J]. *Advance in Spatial Science*, 2004, 77-101.
- [10] 张正涛, 李宁, 冯介玲, 等. 从重建资金与效率角度定量评估灾后经济恢复力的变化[J]. *灾害学*, 2018, 33(4): 211-216.
- [11] Rose A. Input-output economics and computable general equilibrium models[J]. *Structural Change & Economic Dynamics*, 1995, 6(3): 295-304.
- [12] 吴吉东. 基于适应投入产出模型的四川省汶川地震间接经济损失评估[D]. 北京: 北京师范大学. 2012
- [13] 国家统计局国民经济核算司. 2015 年广东省投入产出延长表[M]. 北京: 中国统计出版社, 2015.
- [14] Hall R E, Jones C I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1991, 114(1): 83-115.
- [15] 谢群, 潘玉君. 中国内地各省区 1952-2009 年实物资本存量估算[J]. *当代经济*, 2011(1): 122-128.
- [16] 广东省统计局. 广东统计年鉴-2016[M]. 北京: 中国统计出版社, 2017.
- [17] 广东省人民政府. 广东省供给侧结构性改革总体方案(2016-2018 年)[EB/OL]. (2016-6-28)[2018-11-01]. [http://zwgk.gd.gov.cn/006939748/201707/t20170711\\_712865.html](http://zwgk.gd.gov.cn/006939748/201707/t20170711_712865.html)

## Indirect Economic Loss and its Dynamic Change Assessment of Typhoon Ewiniar in Guangdong

LIU Yuan<sup>1,2</sup>, LI Ning<sup>1,2</sup>, ZHANG Zhengtao<sup>3</sup> and CHEN Xi<sup>1,2</sup>

- (1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disasters, MOE, BNU, Beijing 100875, China;  
2. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, BNU, Beijing 100875, China;  
3. Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Typhoon "Ewiniar" is the first typhoon that landed in China in 2018 and causes serious disasters in Guangdong, Fujian, Jiangxi, Hunan and Hainan. The direct economic loss of Guangdong was about 2550 million yuan, which exceeds the sum of other affected areas, and its indirect losses should be taken seriously. Based on the input-output table of Guangdong in 2015, this paper evaluates the dynamic changes of the indirect economic losses caused by Typhoon "Ewiniar" to Guangdong Province and its impact on major economic sectors through the input-output model. The results show that the typhoon "Ewiniar" causes an indirect economic loss of 551 million yuan in Guangdong, accounting for 22% of the direct economic losses, which means that the total economic loss reached 3101 million yuan, accounting for 0.12% of the second quarter GDP of Guangdong in 2018. The highly sensitive sectors affected by the typhoon are ①agriculture, forestry, animal husbandry and fishery, ②water conservancy, environmental and public facilities management, and ③transportation, warehousing and post and telecommunications industries. Although this typhoon does not cause direct economic losses to the financial insurance, real estate, business and tourism sectors, due to the improved industrial chain and the increasing cluster effect in Guangdong, the total indirect economic losses of these sectors amounted to approximately 128 million. Through parameter sensitivity analysis, it is shown that the maximum overproduction capacity and the overproduction capacity characteristic times are two important indicators that affect the progress of post-disaster recovery and reconstruction. In summary, comprehensive consideration of direct and indirect economic losses is helpful to fully analyze the dynamic changes of indirect economic losses in the process of disaster recovery.

**Key words:** typhoon disaster; input-output model; indirect economic loss; post-disaster reconstruction; post-disaster recovery