

张鹏, 李宁. ARIO 模型对灾害引起的部门经济损失数据完备程度的敏感性分析——以湖南为例 [J]. 灾害学, 2014, 29(4): 105–110. [ Zhang Peng, Li Ning. Sensitivity Analysis of ARIO Model to the Data Completeness of Department Economic Loss Caused by Disaster [J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(4): 105–110. ]

# ARIO 模型对灾害引起的部门经济损失数据完备程度的敏感性分析

——以湖南为例\*

张 鹏<sup>1</sup>, 李 宁<sup>2</sup>

(1. 中国人民武装警察部队学院 消防指挥系, 河北 廊坊 065000;  
2. 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:** 重大自然灾害恢复重建的时间长短与灾害造成的间接经济损失大小直接相关, 因而影响灾害造成的总损失, 评估灾害的间接经济损失是灾后制定减灾政策的重要内容。ARIO 模型为评估灾害对经济系统冲击造成的间接损失提供了一种有效途径。但在模型的应用中, 存在模型所需的直接经济损失数据与部门合并所需的输入数据对应一致问题, 因而需要考察部门合并对模拟结果的影响, 从而得到 ARIO 模型对模拟部门需求的适应性。应用 ARIO 模型, 结合湖南省经济状况和救灾政策, 分别编制了 18 部门和 13 部门当地投入产出表, 模拟了 1998 年湖南省经济在洪涝灾害后的恢复情况, 模拟结果表明不同数量部门的间接损失模拟结果相差在 10% 以内, 同时建议应用 ARIO 模拟部门数量应不少于 12 个。

**关键词:** 间接损失; 评估; ARIO 模型; 投入产出模型; 重建模拟; 经济影响; 湖南

**中图分类号:** X43    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1000–811X(2014)04–0105–06

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2014.04.020

进入 21 世纪, 美国的卡尔丽娜飓风, 印尼海啸, 中国汶川 8.0 级地震, 日本“3.11”9 级大地震引发海啸、核泄漏等数个巨灾相继发生, 每一次大量的人员伤亡在给人类心灵造成巨大的伤痛之时, 还造成难以估量的财产损失。这几次巨灾同时也揭示出随着世界经济的扁平化发展, 各地经济的融合度越来越大, 若将各地经济作为一个整体系统考虑, 随着区域不同产业之间的经济依存度逐渐增大, 重大的灾害事故产生了极大的直接损失, 以及对社会经济系统的整体性的破坏冲击, 进而导致了经济系统涟漪效应, 还将会产生数量惊人的间接损失<sup>[1]</sup>。在全球经贸一体化的背景下, 这种产业间的经济依存由于灾害导致的外部冲击破坏, 将通过产业链将受灾地的部门经济损失放大到灾区之外的相关产业, 从整体上不仅使受灾地的部门生产能力、消费水平、物价水平、劳动力流动受到影响, 甚至会进一步对国家整体的宏观政治经济环境进行冲击, 对经济结构较简单的

经济体而言的打击几乎是毁灭性的。因此对于巨大的灾难事件, 从灾害学、社会学、管理学的角度之外, 从经济学的视角对灾害的影响范围对区域和国家水平进行研究和思考, 具有更加重要的现实意义。

灾害经济学的概念产生于 1950–1960 年代, 在随后的几十年经过不断深入的研究, 国内外对于自然灾害引发的各类直接经济损失的定义和评估方法的研究已经得到广泛认可<sup>[2]</sup>。与直接经济损失相比, 灾害引发的间接经济损失目前尚没有明确成熟的方法用于评估。具体表现在定义的明确、模型的建立、数据的收集、结果的验证等均难以达成共识。而使用经济学模型作为工具对灾害给经济的冲击影响进行研究的学者越来越多, 其中以可计算一般均衡模型 (computable general equilibrium, CGE) 和投入产出模型 (input-output model, IO) 为主的以经济学为基础的评估模型, 逐渐得到广大相关研究人员的认可, 并在研究此两

\* 收稿日期: 2014–04–17    修回日期: 2014–07–01

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAK03B07); 国家自然科学基金项目(41171401)

作者简介: 张鹏(1981–), 男, 内蒙古包头人, 博士, 讲师, 主要从事自然灾害风险研究。E-mail: zp\_1981@aliyun.com

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

种模型的基础上进一步对灾害造成的间接经济影响进行探索<sup>[3-9]</sup>。

ARIO (Adaptive Regional Input-Output) 模型在传统 IO 模型的基础上进行了改进, 在用于评估巨灾造成的间接损失方面, 在国内外已经得到比较广泛的应用, 国外的如 Stephane 应用 ARIO 模型对美国的卡特里娜飓风造成的间接经济影响进行了评估<sup>[11]</sup>, Nicola 对印度孟买洪水造成经济影响的研究<sup>[12]</sup>, 国内的学者如吴吉东、丁先军以 2008 年发生在中国四川省汶川地震为研究对象对灾害造成的间接经济影响进行了评估<sup>[13-15]</sup>, 张鹏等以 1998 年洪涝灾害给湖南省造成巨大的经济损失为背景, 对多个部门的间接经济损失进行了模拟分析<sup>[16]</sup>。

在通过 ARIO 模型进行灾害间接经济损失模拟分析时, 损失数据方面有两部分值得关注的问题, 即部门分类的数量与各部门直接经济损失数据获取之间的矛盾。由于社会经济结构构成的复杂性和灾后经济损失数据资料的获取方面的原因, 客观上要求模型部门分类尽量细, 社会经济数据尽量充实, 且需要提供模型中各部门的直接损失。由于 ARIO 模型所需用到的投入产出表中的投入产出经济数据是分部门给出的, 类型较多, 较详细; 而灾后通过公开渠道获取的数据一方面一般仅有直接损失总量, 而分部门统计的数据缺乏, 同时另一方面直接损失数据因各部门统计标准不一致而无法按照部门进行细分, 这给应用 ARIO 模型进行经济影响精确评估带来一定困难。因此应用 ARIO 模型需要考察部门合并对模拟结果的影响, 从而得到 ARIO 模型对模拟部门需求的适应性。

本文应用 ARIO 模型, 结合湖南省经济状况和救灾政策, 在对 1998 年洪涝灾害给湖南省造成的区域经济影响和灾后部门增加值恢复情况进行评估的基础上<sup>[1,16]</sup>, 分别编制了 18 部门和 13 部门投入产出表, 模拟了不同数量部门在洪涝灾后的恢复情况, 即对模型应用中的部门类型合并的适用性进行研究, 并对部门经济损失数据的完整度对模拟结果的敏感性分析, 结果表明不同数量部门的间接损失模拟结果相差在 10% 以内, 同时建议应用 ARIO 模拟部门应不少于 12 个部门。明确模型使用的限制条件, 有利于模型的推广和应用。

## 1 模型介绍

ARIO (Adaptive Regional Input-Output) 模型是

在估算 2005 年发生在美国卡特里娜飓风对新奥尔良造成的间接经济损失的问题时被首次提出的<sup>[11]</sup>。在传统 IO 模型的基础上, ARIO 模型继承了 IO 模型中列昂惕夫逆矩阵的特点, 将灾害导致部门重建需求增加引入到投入产出经济系统中来, 同时考虑了部门之间的生产能力的约束, 部门之间的生产能力通过整个经济系统各部门的投入产出内在联系进行关联, 经济系统中一个部门受灾害冲击导致的生产能力的下降会通过系统的关联效应对其前后若干个生产部门产生作用, 通过方程可将各部门灾后生产量逐步计算出来。这是 ARIO 模型用以评估灾害经济影响方面优于传统投入产出静态模型之处。在 ARIO 模型在原始 IO 模型的各部门关联的比例性假定和灾害前后区域生产技术系数无变化等传统的假设外, 本文根据选取案例的实际情况做如下假定: ①当地经济结构在洪涝灾害发生前后不发生剧烈变化; ②当地生产能力重建结束后, 经济水平能恢复到灾前状态; ③不考虑灾后生产重建的资金限制, 即灾后可通过各级政府财政补贴、各类型贷款等手段使得区域内各部门的灾后生产能力(包括剩余设备和劳动力限制), 可根据重建需要得到暂时充足的供应; ④灾后, 受灾区域由于和各产业部门提高生产率接受外部援助, 在灾后 3 个月相对可达到灾前部门最大生产能力 120%。

## 2 案例分析

笔者在之前的研究中曾应用 ARIO 模型以湖南省 1998 年遭遇的特大洪涝灾害为例对经济的巨大影响进行评估<sup>[1]</sup>, 对湖南省整体经济受到的冲击引发的间接经济损失进行了定量计算, 该文对经典 IO 模型介绍的基础上, 对考虑区域特点的 ARIO 模型的参数和使用方法进行了说明。本文主要关注灾害引起的部门经济损失在因数据完备性变化导致的部门数量变化对间接经济损失和灾后重建时间的敏感性分析。

### 2.1 ARIO 模型评估灾害间接损失介绍

ARIO 模型用以评估灾害间接损失, 通过不同部门灾后恢复生产能力到灾前水平或超过灾前水平的逐月计算平衡, 模拟了各部门灾后生产能力重建的过程。图 1 显示本文应用 ARIO 模型对经过合并的投入产出中 18 部门的数据进行模拟。模拟结果显示了与灾前相比各产业部门增加值的变化率, 建筑部门是灾后受到的冲击最为严重, 之后由于加速生产使部门生产能力迅速恢复, 到灾后的第 50 个月恢复到灾前水平。灾后 35 个月, 除建

筑部门之外的其他产业部门基本达到灾前生产水平。图中显示灾后生产能力恢复最快的产业为采矿业和建筑业, 由于这类部门在灾后重建过程中相对于其他部门是主导约束部门, 因此灾后适当提高这些部门的生产能力, 将从灾区总体需求角度更好地满足重建需要。

灾后重建中的间接经济损失是由于灾后产业关联波及效应导致的, 模拟为 282.19 亿元, 包括产业部门的生产增加值总损失和家庭部门的房地产服务总损失, 分别为 143.06 亿元和 35.30 亿元。而 1998 年发生在湖南省的巨大洪涝灾害的总损失模拟为 638.96 亿元, 是洪涝灾后直接经济损失的 1.39 倍, 其中间接经济损失达到直接经济损失 39%。有关 ARIO 模型模拟的不同部门增加值变化率和重建需求可参考相关的研究<sup>[1]</sup>。应用 ARIO 评估区域洪涝灾害间接经济影响时还需要特别注意部门类型划分的问题。

2.2 部门类型划分存在的问题

用 ARIO 模拟灾后重建过程, 构建当地投入产出表(LIO)是前提。但在构建 LIO 表过程中会遇到部门划分的问题, 除了要遵循部门划分的通用原则以外, 数据的可获得性也是必须考虑的因素。如构建模型过程中, 生产资本值和直接经济损失是影响评估结果的重要数据, 它们将决定灾害对经济影响的规模和生产重建的程度。因此, 根据各部门的生产资本累计值的获取以及各部门直接

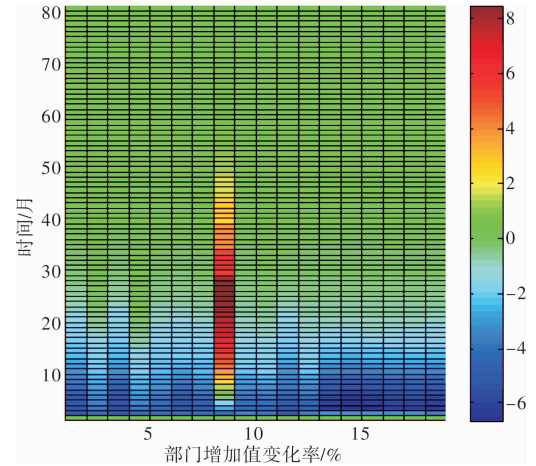


图1 与灾前相比部门增加值的变化率(%) (18 部门)

经济损失值的输入, 是决定模型模拟部门数量的关键。

本文在原 LIO 划分为 18 个部门的基础上, 进一步合并得到 13 部门的 LIO 用以对各部门生产资本总额与直接经济损失总额分配为不同数量时的不同结果分析, 进而考察部门合并对模型结果的敏感性分析。部门合并的实质是对应模型输入数据的变化, 而 LIO 表部门经济结构变化影响小于直接经济损失输入数据对模拟结果的影响。

应用 ARIO 模型进行灾后经济损失评估时, 以 1997 年中国统计局编制的 40 部门投入产出表, 理论上 40 部门全部列入模型计算准确性最高, 但 ARIO 模型的计算需要各行业部门的灾后直接损失

表1 灾后按 ARIO 模型合并分类的 18 部门与 13 部门直接经济损失对比 亿元

编号	ARIO 部门(18 部门)	固定资产	直接损失	编号	ARIO 部门(13 部门)	固定资产	直接损失
1	农业(农林牧渔)	142.06	7.10	1	农业(农林牧渔)	142.06	7.10
2	采矿业	258.03	10.32	2	采矿业	258.03	10.32
3	食品制造及烟草加工业	71.51	3.58	3	食品制造及烟草加工业	71.51	3.58
4	制造业	922.91	36.92	4	制造业	922.91	36.92
5	电力及蒸汽热水生产和供应业	282.19	11.39	5	煤、电、水生产和供应业	668.75	26.75
6	煤气生产和供应业	193.28	7.73	6	建筑业	57.98	2.32
7	自来水的生产和供应业	193.28	7.73	7	交通运输及仓储、邮电业	3917.79	125.37
8	建筑业	57.98	2.32	8	商业及饮食业	237.73	9.05
9	交通运输及仓储、邮电业	3 917.79	125.37	9	金融保险业	162.36	4.87
10	商业	141.09	4.23	10	房地产业	391.39	11.74
11	饮食业	96.64	4.82	11	文、卫、体、教及社会福利等	677.45	20.33
12	金融保险业	162.36	4.87	12	科研、综合技术服务业	844.63	25.34
13	房地产业	391.39	11.74	13	行政机关、社会服务及其他行业	1 311.40	45.37
14	卫生体育和社会福利业	138.20	4.15	14	住房服务	——	131.60
15	教育文化艺术及广播电影电视业	539.25	16.18				
16	科学研究事业	694.84	20.85				
17	综合技术服务业	149.79	4.49				
18	行政机关及其他行业、社会服务业	1 311.40	45.37				
19	住房服务	——	131.60				

和各部门的固定资产投资总额。由于我国在灾后统计财产价值损失方面,并未按照投入产出表的统计方式进行统计,使得灾后部门直接损失数据与 ARIO 模型中行业部门类型无法一一对应。因此在应用 ARIO 进行灾后损失评估时,必须协调部门合并原则与部门直接损失数据来源最终确定部门划分类型。笔者在之前的研究中<sup>[1,16]</sup>均以 18 部门划分进行研究,但同时发现,由于研究人员在应用 ARIO 模型进行灾害风险损失评估时掌握的资料信息的全面性不同,可能存在部门划分不一致的现象。为研究部门划分导致的部门数量变动对灾后间接损失评估大小的影响,因此确定部门划分的合理范围成为应用 ARIO 模型评估灾后间接经济损失以及重建期的新问题。

### 2.3 部门划分及数据处理结果

资料处理工作完毕后,在把 1997 年湖南省 40 部门投入产出表合并为 ARIO 模型可用的 18 部门 LIO 表的基础上,为比较部门数量变化也即灾害数据收集完备性变化对间接损失以及重建时间的影响,进一步将 18 部门 LIO 表划分为模型可用的 13 部门 LIO 表(表 1)。同样,ARIO 模型考虑了家庭部门在灾害中的损失,但投入产出原始表中缺少该部门的数据,因此在划分为 LIO 表后增加了 1 个住房服务部门,用以表示具有固定消费能力的家庭部门,有关表中数据资料的具体处理方法请参考相关文献[1]。

## 3 研究结果分析

本文分别对 1998 年湖南洪涝灾害按照投入产出表划分的 18 部门和 13 部门分别进行间接经济损失模拟研究的基础上,对比分析了两种不同分类下的间接经济损失和增加值变化率的差异。

### 3.1 间接损失差异

部门合并将对区域间接经济损失评估值产生一定的影响,本文对灾后不同的恢复重建政策模拟实验结果如表 2 所示(表 2 中[150%, 6]表示灾后 6 个月达到灾前最大生产能力的 150%)。文中模拟所用直接经济损失引入值均为 460.67 亿元。

表 2 部门数量对间接经济损失的影响

	18 部门		13 部门	
重建政策	[120%, 3]	[120%, 6]	[120%, 3]	[120%, 6]
总间接损失	178.46	239.91	130.72	222.04
总损失/直接经济损失	1.39	1.52	1.28	1.48

表 2 中显示 18 部门与 13 部门在[120%, 3 个月]和[120%, 6 个月]的重建政策下,间接损失相差不大。总体来说,在相同的重建政策下,18 部

门间接经济损失超过 13 部门,说明对于同一地区,划分不同数量部门的 LIO 表,使用 ARIO 模拟,部门数量越多,间接损失越大。相较于部门数量较多的模型,部门数量较少模型的各部门内部之间的相互产业关联的损失略小,因此在表 2 数值上得以体现。

### 3.2 增加值变化率差异

部门的合并同样对区域增加值变化率产生影响,如图 2 所示为采用 1997 年 LIO 表的 18 部门和 13 部门增加值变化率对比。

从图 2 中可以看出,18 部门的增加值变化率在 20 个月前高于 13 部门,在 20 个月之后低于 13 部门,说明部门数量越多在灾后恢复的前期增加值变化率越大,而在后期增加值变化率反而小于部门数量少的,反之也成立。

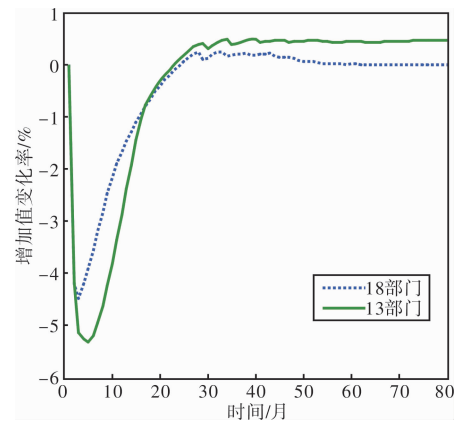


图 2 1997 年不同部门增加值变化率对比

### 3.3 重建需求差异

部门的合并将对重建需求产生一定的影响,如图 3 表示采用 1997 年 LIO 表的 13 部门和 18 部门的重建需求对比。从图 3 可以看出,不同部门的重建需求月变化几乎相同,也反映了重建需求对于不同部门数量变化的稳定性。总的来说,增加值变化率和重建需求对于部门数量变化的差异不大。

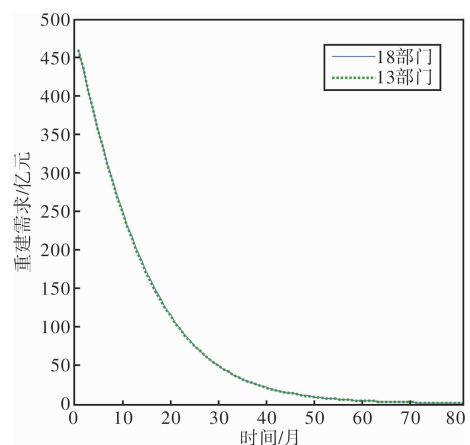


图 3 1997 年不同部门重建需求对比

基于同样的方法,本文在研究中还依据 1997

年 IO 表编制了 6 部门的 LIO 表并进行了模拟(因篇幅所限,6 部门 ARIO 模拟略),由于部门的直接经济损失合并,导致 6 部门不同重建政策下的间接损失值相差较大。原因在于部门太少,部门对应的生产资本和直接经济损失的变动因不同重建政策对主导部门的影响的放大作用被大大加强,导致模型在部门较少的情况下,结果不稳定性增大。在进行灾害对区域经济影响的研究中可认为 LIO 划部门数量与区域经济结构有关,LIO 划部门数量多,表示区域经济结构完整,而 LIO 划部门数量少,表示区域经济结构相对简单。

综上,在同样强度的灾害冲击产生同样的直接经济损失后,在同样重建政策的情况下,经济结构较为丰富的地区,即社会经济越发达的地区,也即灾害影响区域与区外经济联系紧密程度越大的地区,间接经济损失也略大。在本文研究中发现,在保障直接损失数据和投入产出表数据能获得的情况下,部门尽量选择多些,特别是研究区主要受灾部门和恢复主导部门,保证这些部门不被合并掉。部门过少,不稳定性增大,同时较少的部门也无法将区域经济结构完整的表达,因此本文研究建议使用 ARIO 模拟部门应该在 12 个部门以上。

## 4 讨论

(1)部门分类越多,经济细分程度越大,应用 ARIO 模拟区域间接经济影响的准确性越高,但存在细化的部门直接经济损失数据较难获得,适用于灾后区域经济结构调整的长期规划需要;部门分类越少,经济细分程度越少,应用 ARIO 模拟区域间接经济影响的准确性越低,但部门直接经济损失数据获取相对容易些,适用于在灾后初期快速评估的需要。

(2)同时构建 ARIO 模型所需的区域投入产出表过程中,由于部门合并的关系,灾害对中小企业的影响被忽略,也会对评估结果产生一定影响。从另一个角度,部门数量也可以看作为区域经济结构的丰富程度,因为减少的部门同样可以认为被合并部门是由于该部门缺乏数据,试想在一个较小范围地区,国民经济中各个部门并非都存在,那么这部分数据为空的部门可以认为部门不存在或者部门产出为 0。这样将当地 LIO 表中部门数量与区域经济结构联系起来,从一个侧面反映部门数量多的 LIO 经济结构比较丰富,发达程度相对较高,部门数量少的 LIO 经济结构一般,发达程度较低。

## 5 结论

本文对 ARIO 模型用于评估灾害间接经济损失

时部门经济损失数据完备程度对模拟结果的影响进行了研究,为模型的进一步应用进行了拓展。研究表明,使用 ARIO 模型进行模拟,部门划分越细灾后恢复的前期增加值变化率越大,而后期则低于部门数量少的,反之也成立。同时,模拟显示灾区重建需求对于不同部门数量变化是稳定的。总体看,增加值变化率和重建需求对于部门数量变化的差异不大。

综上,在同样强度的灾害冲击产生同样的直接经济损失后,在同样重建政策的情况下,模型部门数量较多(经济结构较为丰富的地区),间接经济损失也略大。在本文研究中发现,在保障直接损失数据和当地投入产出表数据能获得的情况下,部门尽量选择多些,特别是研究区主要受灾部门和恢复主导部门,保证这些部门不被合并掉。因为部门过少,不稳定性增大,本文研究建议使用 ARIO 模拟部门应该在 12 个部门以上。本文结论为使用 ARIO 模型评估巨灾时,科学进行部门分类提供建议,并对不同数量部门对评估结果的精确性进行了探讨,增强了 ARIO 模型的适用性,为科学制定灾后恢复重建策略和为社会的可持续发展决策服务。

## 参考文献:

- [1] 张鹏,李宁,吴吉东,等. 基于 ARIO 模型的区域洪涝灾害经济影响评价[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(6): 773-778.
- [2] 许飞琼. 灾害统计学[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998.
- [3] Andeson C W, Santos J R, Haimen Y Y. A risk-based input-output methodology for measuring the effects of the August 2003 Northeast Blackout[J]. Economic Systems Research, 2007, 19(2): 183-204.
- [4] Rose A, Liao S Y. Modeling regional economic resilience to disasters: A computable general equilibrium analysis of water service disruptions[J]. Journal of Regional Science, 2005, 45(1): 75-112.
- [5] 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[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 15-20.
- [6] 唐彦东,于汐. 灾害经济学研究综述[J]. 灾害学, 2013, 28(1): 117-120.
- [7] 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[J]. 灾害学, 2008, 23(4): 130-133.
- [8] 胡爱军,李宁,史培军,等. 极端天气事件导致基础设施破坏间接经济损失评估[J]. 经济地理, 2009, 29(4): 529-534.
- [9] 赵思健. 自然灾害风险分析的时空尺度初探[J]. 灾害学, 2012, 27(2): 1-6, 18.
- [10] 李宁,吴吉东. 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, 2012, 21(2): 68-75.
- [11] Stephane Hallegatte. 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.
- [12] Nicola Ranger, Stéphane Hallegatte, Sumana Bhattacharya, et al. An assessment of the potential impact of climate change on flood risk in Mumbai[J]. Climatic Change, 2011, 104: 139-167.



- [13] 吴吉东, 李宁. 浅析灾害间接经济损失评估的重要性[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(3): 15-21.
- [14] Wu J, Li N, Hallegatte S, et al. Regional indirect economic impact evaluation of the 2008 Wenchuan Earthquake[J]. Environmental Earth Science, 2012, 65(1): 161-172.
- [15] 丁先军, 杨翠红, 祝坤福. 基于投入-产出模型的灾害经济影响评价方法[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(2): 113-118.
- [16] 张鹏, 李宁, 吴吉东. 1998 年湖南洪涝灾后经济恢复情景模拟[C]//首届中国沿海地区灾害风险分析与风险管理学术研讨会, 上海: 中国灾害防御协会风险分析专业委员会, 2011: 365-371.

## Sensitivity Analysis of ARIO Model to the Data Completeness of Department Economic Loss Caused by Disaster ——A Case Study in Hu Nan

Zhang Peng<sup>1</sup> and Li Ning<sup>2</sup>

(1. Department of Fire Commanding, the Armed Police Academy, Langfang 065000, China; 2. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resources Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** The time of recovery and reconstruction after major natural disasters directly related to the indirect economic losses, which influence the total losses caused by the disaster, therefore, the indirect economic loss assessment of the disaster is an important content to develop mitigation policies after the disaster. The ARIO model provides an effective way for the indirect loss assessment of the disaster caused by the impact of economic system. But in the application of the model, there is a problem of correspond of direct economic loss of data and the model of input data, which need research departments merger effects on the simulation results, so as to obtain the adaptability of ARIO model on simulation department. Economic situation and policy of Hunan province is synthesized by the application of ARIO model, and 18 departments and input-output table of 13 departments of Hunan Province in 1998 are set respectively and the economic recovery after the flood disaster is simulated. The simulation results show that the difference of indirect loss with different number of departments within 10%, at the same time this paper proposed application of ARIO Simulation Department should no less than 12. Study of identifying restrictions on the use of this model is of great use to the promotion and application of the model.

**Key words:** indirect economic loss; assessment; ARIO model; input-output model; reinstruction simulation; economic influence; Hu Nan

## 《灾害学》2013 年的影响因子及其期刊主要评价指标

据《2014 年版中国科技期刊引证报告(扩刊版)》(万方数据股份有限公司, 北京: 科学技术文献出版社, 2014 年 9 月), 《灾害学》杂志 2013 年的影响因子为 1.599(参与统计的 6435 种期刊的影响因子平均值为 0.489,  $\geq 1$  的期刊为 631 种)。

《灾害学》2013 年的主要期刊评价指标

总被引频次	影响因子	即年指标	他引率	引用 期刊数	学科扩散 指标	学科影响 指标	平均 引文数	基金 论文比	H 指数
1647	1.599	0.260	0.83	524	11.91	0.50	17.42	0.884	8