黄敏，王健，袁一凡，等. 工业企业地震灾害停减产损失评估方法研究——以芦山7.0级地震为例[J]. 灾害学，2015，30(1)：171－174.［Huang Min，Wang Jian，Yuan Yifan，et al. Study on Evaluation Method of Earthquake Disaster Loss in Industrial Enterprises Stop Production——A Case Study on Lushan M7.0 Earthquake［J］. Journal of Catastrophology，2015，30(1)：171－174.］

工业企业地震灾害停减产损失评估方法研究
——以芦山7.0级地震为例*

黄　敏[1]，王　健[1]，袁一凡[2]，陈薇伶[1]

（1. 防灾科技学院，河北 三河 065201，2. 中国地震局工程力学研究所，黑龙江 哈尔滨 150080）

摘　要：工业是国民经济的重要组成部分，大地震对工业产业链产生连锁反应，灾害损失颇大，因此工业企业的间接损失评估研究有较强的应用价值，可以为灾后经济复苏预测提供参考。该文首先简要回顾了现有的地震灾害间接经济损失评估方法，再依据地震工程属性，综合考虑工业企业在地震灾害受损影响程度，确定停减产时间，以行政区域作为评估基本单位，提出了工业企业停减产损失评估方法。该方法得到行政区域的工业企业停减产损失值，可以为恢复重建资金的分配提供依据。最后以芦山7.0级地震为例评估其工业企业停减产损失值约为125.7亿元。

关键词：工业企业；停减产损失；间接经济损失；芦山7.0级地震

中图分类号：X43　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1000－811X(2015)01－0171－04

doi：10.3969/j.issn.1000－811X.2015.01.032

随着经济发展、人口增长、城市化进程的加快，地震造成的危害及导致的损失越来越大，科学地制定震害防御措施和灾后重建政策是各国政府极为关注的命题。地震灾害损失评估既是灾前编制防震减灾规划的基础，又能为灾后制定科学救灾决策提供参考，因此灾害损失评估的价值伴随经济的发展不断提高并受到重视。灾害经济损失不仅包括直接经济损失，还包括间接经济损失，目前学者研究主要集中在直接经济损失的评估方法上，间接经济损失的研究较少。随着全球经济一体化的进程，经济体之间关联性越来越强，经济链上的短板效应导致灾害脆弱性越来越大，灾害间接损失呈现越来越严重趋势。例如美国洛杉矶北岭6.7级地震间接损失为65亿美元，日本神户7.2级地震间接损失为1 000亿美元[1]，中国汶川8.0级地震间接损失高达11 000亿元[2]。我国2011年12月30日公布了国家标准：《地震灾害间接经济损失评估方法(GB/T 27932－2011)》[3]，这是我国首次在国家标准中明确地震灾害间接经济损失评估通识方法，范围包括地震造成的企业停减产损失、地价损失、区域间接经济损失以及产业的关联损失。在国民经济核算体系中工业企业是法人主体，因此工业企业是地震灾害损失评估中的评估个体。本文拟研究间接经济损失评估中操作性较强的工业企业停减产损失，采用财务管理中生产周期理论确定停减产周期，运用地震工程学中的破坏比和损失比进行降维整合的灾损参数[4]，选取企业经营指标，研究间接经济损失中的停减产损失。

1　地震灾害间接损失评估研究现状

地震灾害间接经济损失是指由于地震灾害间接导致正常的社会经济活动受到影响而产生的经济损失。间接损失研究对象的不确定性，灾害链的复杂性和多样性导致研究处于探索阶段，国内外间接经济损失评估方法主要有生产函数模型、投入产出模型、可计算的一般均衡模型、经验统计法等，综合来看投入产出模型应用较多。

国内学者研究成果集中在投入产出法和经验

* 收稿日期：2014－07－03　　修回日期：2014－08－05
基金项目：河北省高等学校人文社会科学类青年基金项目(SQ137004)；中国地震局教师科研基金(20110124)；中央高校基本科研业务费专项资金青年教师资助计划项目
作者简介：黄敏(1978－)，女，重庆武隆人，副教授，主要从事灾害风险损失评估与应急管理研究.
E-mail：flyfishcidp@163.com

统计法。理论方法研究主要有胡聿贤等在大系统震害预测理论中，运用投入产出法提出了系统自身间接经济损失和系统对其他系统的外部间接经济损失评估模型[1]。林均岐等从经验统计法的角度提出了基于国内生产总值、地震震级和地震直接损失评估的区域间接经济损失方法，评估地震间接经济损失值[5]。赵直等运用唐山地震震害资料，以天津、唐山工业为例，提出了震害指数与震后生产能力恢复时间的指数模型，建立了城市或地区震后生产损失估计模型[6]。杜佳等从企业微观经营角度分析产业链上地震间接经济损失的表现形式，并从企业、地方政府和国家政策方面提出降低间接经济损失的对策[7]。冯志泽等分析了第二产业和第三产业间接经济损失的构成，提出短期影响损失的评估模型[8]。

实践应用研究主要集中于汶川地震的间接损失评估。都吉夔等根据汶川地震调查资料，选用灾区 GDP 指标，计算评估区震害系数，评估出汶川地震间接经济损失约为 11 000 亿元[2]。卢永坤等以 GDP 指标为基础计算出汶川地震停减产部分短期影响损失约为 1 680 亿元[9]。孙慧娜以汶川地震为例，采用多种方法计算间接经济损失值，其中分配系数法评估结果为 6 253.13 亿元，消耗系数法评估结果为 6 480.89 亿元，哈罗德——多马模型评估结果为 12 598.13 亿元[10]。

综上所述，现有间接经济损失评估应用研究主要有两种：其一集中在直接经济损失评估基础上运用系数进行调整得到；其二是运用经济学模型计算间接经济损失。这两种方法存在一定的弊端：第一种方法系数的确定上由于历史资料较少，加上地区经济发展不平衡，评估的准确性依赖评估人员的经验，有较强的主观性。而经济学模型评估有效的前提遵循一系列严格的假设，地震灾害的突发性和灾害影响的多变性使得这些假设不能严格满足，加之实证研究样本目前总体偏少，有关参数有效性有待检验，导致模型评估在实际应用中失效。

2　工业企业停减产损失评估

2.1　评估方法

财务中企业停减产损失的计算方法常见的有两种：第一种是运用停产时间、减产时间、日产值等指标直接计算停减产损失[11]。第二种是运用 Cobb-Douglas 生产函数进行计算损失，

$$L = f(\Delta K, \Delta L) = A(\alpha K^{\alpha-1}\Delta K + \beta L^{\beta-1}\Delta L)。\tag{1}$$

工业企业停减产损失包括工业企业停产损失和工业企业减产损失，第一种方法符合会计核算的基本原理，且所需的基础参数较容易得到。

工业企业减产损失与地震对企业造成破坏程度相关。地震发生后，中国地震局派出现场工作队进行调查，绘制并公布烈度图。由于烈度图是根据地震影响场进行划定的，一般与行政区划不一致。按照文献[4]中提出的基于工程属性的破坏比和损失比的灾损参数求解方法，既包含地震震害特征，又含有经济属性特征，因此在地震烈度图上加载灾区行政区域信息，将基于评估区的灾损参数按行政区域进行加权得到综合灾损系数 R_t。

$$R_t = \sum_{i=6}^{12}(H_i \times M_{it}),\tag{2}$$

式中：R_t 是 t 行政区域综合灾损系数；H_i 是 i 烈度区灾损参数；M_{it} 是 i 烈度区 t 行政区域所占面积比。

通过查阅统计年鉴、经济普查资料，收集灾区行政区的工业企业产值、企业分布等信息，根据企业主营业务，分析企业主营业务的生产周期，结合烈度图，确定企业停减产时间，建立工业企业停减产损失模型。

$$L = \sum_{t=1}^{N}\sum_{i=6}^{12}\sum_{n=1}^{S}(P_{tin} \times T_{tin}) + \sum_{t=1}^{N}\sum_{i=6}^{12}\sum_{n=1}^{S}(P_{tin} \times R_t \times J_{tin}),\tag{3}$$

式中：L 是工业企业停减产损失值；P_{tin} 是 t 行政区内 i 烈度区 n 企业产值；T_{tin} 是 t 行政区内 i 烈度区 n 企业停产时间；R_t 是 t 行政区域综合灾损系数；J_{tin} 是 t 行政区内 i 烈度区 n 企业恢复生产时间。

2.2　该评估方法的优点

以往的评估方法是在地震工程属性很强的评估区的基础上进行评估的，而评估区与行政区一般不相同，可能一个行政区跨几个评估区，一个评估区跨几个行政区，因此经济数据的取得及分配不易。其次，灾后重建资金的投入一般情况下都是基于行政区域进行划分，传统方法下的评估结果是基于评估区的总体损失情况，导致评估结果很难与行政区划地方政府解释，更不便在灾后重建中明确行政区划的权利与义务。

同时，该方法评估的基本单位是基于行政区划的地震灾区工业企业财务数据信息，这类数据已纳入国家国民经济核算体系中，因而容易取得。而评估的结果是行政区划的灾害损失值，为更准确地制定具体行政管理区域的灾后救助及灾后恢复政策提供决策依据。

该方法简单易行，将停减产损失分为两部分，其中停产损失取决于停产时间、正常的生产产值，减产损失取决于恢复生产能力和恢复生产的时间，这需要结合地震破坏情况和生产周期理论来确定。该方法确定恢复生产的时间参数考虑了地震破坏

情况，借鉴了地震工程学中的破坏比和损失比，因此该方法更科学。

3　以芦山地震为例评估工业停减产损失值

3.1　芦山地震基本参数

2013 年 4 月 20 日四川省雅安市芦山县(30.3°N，103.0°E)发生 7.0 级强烈地震，震源深度 13 km，震中距离成都约 150 km，4 月 25 日中国地震局发布了芦山地震的烈度图，此次地震极重灾区烈度为Ⅸ度。地震发生后，中国地震局派出现场工作队进行了灾害调查，灾区房屋结构类型有框架结构、砖混结构和砖木结构。将地震局调查的各类房屋结构的损失比和破坏比按文献[4]中的灾损参数计算公式进行计算，得到基于烈度的灾损参数。见表 1。

表 1　芦山地震灾损参数

烈度	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	Ⅸ
灾损参数/%	13.03	20.09	36.93	63.26

带入式(2)计算综合灾损系数。见表 2。

表 2　芦山地震综合灾损系数

灾区县	烈度区	综合灾损系数/%	灾区县	烈度区	综合灾损系数/%
宝兴县	Ⅷ，Ⅶ，Ⅵ	14.23	荥经县	Ⅶ，Ⅵ	16.91
大邑县	Ⅵ	6.52	夹江县	Ⅵ	4.56
芦山县	Ⅸ，Ⅷ，Ⅶ，Ⅵ	34.29	汉源县	Ⅵ	12.38
邛崃市	Ⅷ，Ⅶ，Ⅵ	16.51	峨眉山市	Ⅵ	5.86
天全县	Ⅷ，Ⅶ，Ⅵ	21.48	石棉县	Ⅵ	3.91
蒲江县	Ⅵ	9.77	金口河区	Ⅵ	10.42
名山县	Ⅷ，Ⅶ，Ⅵ	21.20	甘洛县	Ⅵ	4.56
雨城区	Ⅷ，Ⅶ，Ⅵ	25.84	东坡区	Ⅵ	2.61
丹棱县	Ⅶ，Ⅵ	13.08	康定县	Ⅵ	1.95
泸定县	Ⅵ	2.61	峨边彝族自治县	Ⅵ	1.30
洪雅县	Ⅶ，Ⅵ	14.80			

3.2　停减产时间参数

由于以往的地震损失较少涉及间接经济损失，停减产时间判定研究尚缺乏系统理论方法。查阅资料，如 1976 年唐山地震对唐山、天津工业造成巨大影响，大多数企业停产，直到 1978 年才恢复到震前水平，基于区域工业企业灾后停产时间周期和恢复生产时间周期缺少相关的历史资料进行推论。为简便获取该参数，本文采用德尔菲法，不考虑工业企业全产业链因素影响，以震害区域基础设施恢复周期为前置基础，以工业企业厂房和设备、设施修复做为判断停产时间及恢复生产时间标准，多轮次征询意见后再予收敛、汇总预测结果，最终确定基于统计范畴的停产时间和恢复时间数值。见表 3。

表 3　工业企业停产时间、恢复时间统计表

综合灾损系数	停产时间/月	恢复时间/月
$R_t < 0.05$	1.5	4.2
$0.05 \leqslant R_t < 0.1$	2.7	7.4
$0.1 \leqslant R_t < 0.15$	3.8	14.7
$0.15 \leqslant R_t < 0.2$	4.5	18.3
$0.2 \leqslant R_t$	6.2	24.1

3.3　评估结果

灾区工业企业产值数据来源于四川统计年鉴(2012)[12]，产值指标是时期指标，数据代表 2011 年灾区工业企业产值，为了评估的时效性，选取国家经济增长率 7.8%，采用几何平均法将损失调整到 2013 年 4 月，带入式(3)，芦山地震工业企业停减产间接经济损失评估约为 125.70 亿元(表 4)。

表 4　芦山地震工业企业停减产损失

灾区县	工业企业产值/万元	停产时间/月	恢复时间/月	工业企业停减产损失值/万元	灾区县	工业企业产值/万元	停产时间/月	恢复时间/月	工业企业停减产损失值/万元
宝兴县	105 547	3.8	14.7	25 522.52	荥经县	246 718	4.5	18.3	87 413.69
大邑县	378 191	2.7	7.4	22 864.94	夹江县	475 531	1.5	4.2	11 357.67
芦山县	125 952	6.2	24.1	120 251.08	汉源县	132 574	3.8	14.7	27 894.67
邛崃市	481 111	4.5	18.3	166 425.07	峨眉山市	845 772	2.7	7.4	46 020.86
天全县	184 459	6.2	24.1	110 285.65	石棉县	343 325	1.5	4.2	7 028.60
蒲江县	294 682	2.7	7.4	26 724.14	金口河区	185 999	3.8	14.7	32 956.41
名山县	172 006	6.2	24.1	101 537.66	甘洛县	169 295	1.5	4.2	4 043.47
雨城区	443 253	6.2	24.1	318 901.84	东坡区	1 201 407	1.5	4.2	16 396.93
丹棱县	144 068	3.8	14.7	32 041.99	康定县	114 971	1.5	4.2	1 176.85
泸定县	36 280	1.5	4.2	495.15	峨边彝族自治县	152 279	1.5	4.2	1 039.16
洪雅县	384 282	3.8	14.7	96 640.66	合计	6 617 702			1 257 019.04

4 结语

随着城镇化发展及区域产业集中度提高，区域地震灾害间接经济损失愈加显著，影响更加广泛和持久，建立灾害影响下的区域间接经济损失评估科学方法的价值显著提高。由于占区域经济总量比重的影响，在间接经济损失评估内容中，工业企业一般成为被评估的主体，同时，工业企业建立较为完备的会计核算及企业价值计量体系，因此，企业减停产损失评估相对便于量化衡量。现在企业核心竞争力是技术、人力资本、专利等无形资产，一旦发生大地震，就有可能导致企业核心竞争力的破坏，进而放大停减产损失。因此大型工业企业项目建设应进行科学规划，加强震害预防，企业生产经营过程中，特别处于复杂地质区域企业，应建立灾害风险管理体系，增加企业抗灾能力。

参考文献:

[1] 袁一凡. 自然灾害损失评估调查报告[R]. 哈尔滨：中国地震局工程力学研究所，2002.
[2] 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.
[3] 中国地震局. 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，2011.
[4] 黄敏，王健，王慧彦，等. 地震损失经济学评估模型灾损参数的统计研究[J]. 自然灾害学报，2011，20(2)：125－129.
[5] 林均岐，钟江荣. 区域地震间接经济损失评估[J]. 自然灾害学报，2007，16(4)：139－144.
[6] 赵直，尹之潜. 震后企业停产减产损失估计方法的研究[J]. 地震工程与工程振动，2001，21(1)：152－154.
[7] 杜佳，朱海伦，吴朝荣. 地震灾区企业间接经济损失问题探讨[J]. 会计之友，2008，11：90－91.
[8] 冯志泽，王宝银，于善清. 地震灾害间接经济损失估计[J]. 灾害学，1998，13(4)：23－27.
[9] 卢永坤，周光全，安小伟，等. 汶川8.0级地震四川灾区间接经济损失评估初探[J]. 地震研究，2008(31)：521－524.
[10] 孙慧娜. 重大自然灾害统计及间接经济损失评估——基于汶川地震的研究[D]. 成都：西南财经大学，2011.
[11] 林均岐，钟江荣，申选召. 地震企业停减产损失评估[J]. 世界地震工程，2006，22(4)：18－21.
[12] 四川省统计局，国家统计局四川调查总队. 四川统计年鉴(2011)[M]. 北京：中国统计出版社，2012.

Study on Evaluation Method of Earthquake Disaster Loss in Industrial Enterprises Stop Production

——A Case Study on Lushan M7.0 Earthquake

Huang Min[1], Wang Jian[1], Yuan Yifan[2] and Chen Weiling[1]

(1. *Institute of Disaster Prevention Science and Technology*, *Sanhe* 065201, *China*;
2. *Institute of Engineering Mechanics*, *China Earthquake Administration*, *Harbin* 150080, *China*)

Abstract: Industry is an important part of the national economy. Earthquake caused chain reaction on the industrial chain, disaster loss is very large, and therefore the indirect loss of industrial enterprises evaluation research has strong application value, and can provide references for forecasting economic recovery after the earthquake. The existing assessment methods for indirect earthquake loss are briefly reviewed firstly, and on the basis of comprehensive consideration of earthquake engineering properties of industrial enterprises in the earthquake damage degree, the stopping production time is determined, evaluation method for industrial enterprises of loss from stop production is put forward with administrative regions as basic evaluation units. Loss values of stop production of industrial enterprises in administrative areas are got by the method to provide basis for the allocation of funds for the reconstruction. Finally, taking Lushan M7.0 earthquake as an example, loss value of stop production of the industrial enterprises is evaluated as 125.7 billion Yuan.

Key words: industrial enterprise; stop production loss; indirect economic lose; Lushan M7.0 earthquake