

黄洋,杨凡,左天惠.基于宏观易损模型的河北省震后快速评估[J].地震工程学报,2018,40(增刊):186-189.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.Supp.186

HUANG Yang, YANG Fan, ZUO Tianhui. Post-earthquake Rapid Assessment in Hebei Province Based on the Macroscopic Vulnerability Model[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2018, 40(Supp): 186-189. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2018. Supp.186

基于宏观易损模型的河北省震后快速评估

黄 洋¹, 杨 凡², 左天惠³

(1. 广西壮族自治区地震局, 广西 南宁 531002; 2. 河北省地震局, 河北 石家庄 050021;

3. 广西测绘地理信息局地理国情监测院, 广西 南宁 531002)

摘要: 在区域大尺度、小尺度的地震灾后经济损失快速评估中运用宏观易损性模型, 结合宏观经济指标——GDP(国内生产总值)进行快速评估的方法已得到了多方验证, 成为震后灾害经济损失快速评估中较为成熟的方法。利用该方法结合第五代《中国地震动参数区划图》对河北省区县级尺度的地震灾害损失进行快速评估, 为今后地震事件的快速灾害损失评估提供参考。

关键词: GDP; 震害评估; 地震动参数; 易损性; 经济损失

中图分类号: P

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2018)增刊-0186-04

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.Supp.186

Post-earthquake Rapid Assessment in Hebei Province Based on the Macroscopic Vulnerability Model

HUANG Yang¹, YANG Fan², ZUO Tianhui³

(1. Earthquake Agency of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 531002, Guangxi, China;

2. Earthquake Agency of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, Hebei, China;

3. Academy of Guangxi National Geographical Condition Monitoring, Nanning 531002, Guangxi, China)

Abstract: In the rapid assessment of post-earthquake economic losses, the rapid assessment method which combines the macroscopic vulnerability model with the macroeconomic indicator (GDP) is often used. The method has been efficiently used for many years and is relatively sophisticated. In this study, we use this method in combination with the fifth generation of the seismic ground motion parameter zonation map of China to rapidly assess the earthquake disaster losses in Hebei Province, aiming to provide some references for future rapid assessments of post-earthquake economic losses.

Keywords: GDP; seismic damage assessment; ground motion parameters; vulnerability; economic loss

0 引言

地震灾害对人类社会造成严重的威胁,但由于

受空间尺度的影响,震后灾害损失常规评估方法难以满足现实的需要。陈颀等^[1]、陈棋福等^[2]提出了全球和全国尺度的地震灾害损失评估过程中基于宏

观经济指标(GDP)和人口分布资料的灾害易损性分析方法。刘吉夫^[3]、杨斌等^[4]论证了宏观易损性模型在省级尺度、县乡级尺度的可用性。范志伟等^[5]以 1998 年张北地震为例进一步验证了宏观易损性模型在河北地区区县尺度的适用性。

本文以宏观经济指标(GDP)数据为支撑,利用宏观易损性模型结合第五代《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)中地震动峰值加速度对河北省区县级尺度的区域进行震后灾害损失快速评估。

1 宏观易损性模型

陈棋福等^[2]通过详细的引证分析,证明通过宏观经济指标——国内生产总值(GDP)可以对地震灾害分析预评估中涉及的各类社会财产进行描述。并由此提出在震后灾害预评估中传统的房屋建(构)筑物分类清单法可由 GDP 和人口资料数据代替,即以宏观经济指标 GDP 代替传统方法中的社会总财富。其地震灾害损失评估公式为:

损失 = \sum_1 P(I)F(I,GDP)GDP \tag{1}

式中: $F(I,GDP)$ 表示 GDP 损失率,即进行地震损

失预测和评估地区遭受烈度为 I 的地震时 GDP 损失程度; $P(I)$ 表示区域遭受地震烈度 I 的概率。该方法虽然简化了震后损失预评估的工作量,提高了工作效率,但是如何获取 GDP 的易损性是关键,即建立地震烈度 -GDP 损失率关系。

陈棋福等^[2]采用宏观易损性分析中的地震震中烈度分配法,对 1980—1995 年全球 39 个大地震的震害数据与当地 GDP 和人口数据相结合进行分析研究,按照世界银行划分的高、中、低经济标准,得到三种针对全球不同收入等级地区的地震损失评估模型。王晓青等^[6]通过搜集全国 157 个真实地震,以 2000 年不变价格计算的人均 GDP 值 2 700 元、10 000 元为分类阈值,按照式(2)进行回归统计,得到较为适应全国的计算公式,并提出地震影响场的分配方法,将地震灾害经济损失宏观易损性评估模型进一步优化。其计算模型为:

F = C \cdot A \cdot I^B

式中: A 、 B 为系数, C 为修正系数。修正系数 C 一般取 1.0, A 、 B 值直接从回归关系式获得。其拟合结果如下:

F(U,GDP) = \begin{cases} 1.0 \times 10^{-7} I^{8.57} & GDP > 2\,700 \\ 3.0 \times 10^{-9} I^{10.21} & 2\,700 < GDP < 10\,000 \\ 4.0 \times 10^{-12} I^{12.67} & GDP > 10\,00 \end{cases} \tag{3}

2 震后灾害损失预评估

《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)包含中国地震动峰值加速度区划图和中国地震动加速度反应谱特征周期区划图,是确定抗震设防要求的核心技术要素。地震动峰值加速度是指地震时地面运动的加速度,是作为确定烈度的依据,其对照列于表 1。本文将《中国地震动参数区划图》中的地震动峰值加速度区划图引用到震后灾害损失预评估中。

表 1 地震峰值加速度与烈度对照表

峰值加速度/ g	<0.05	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	≥ 0.4
烈度	<Ⅵ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅶ	Ⅷ	Ⅷ	Ⅸ

在通过宏观易损性模型进行震后灾情损失的快速评估中,震时烈度因子采用地震动峰值加速度按上述对照表转换后的烈度,该计算因子与峰值加速度的对比关系如图 1 所示。

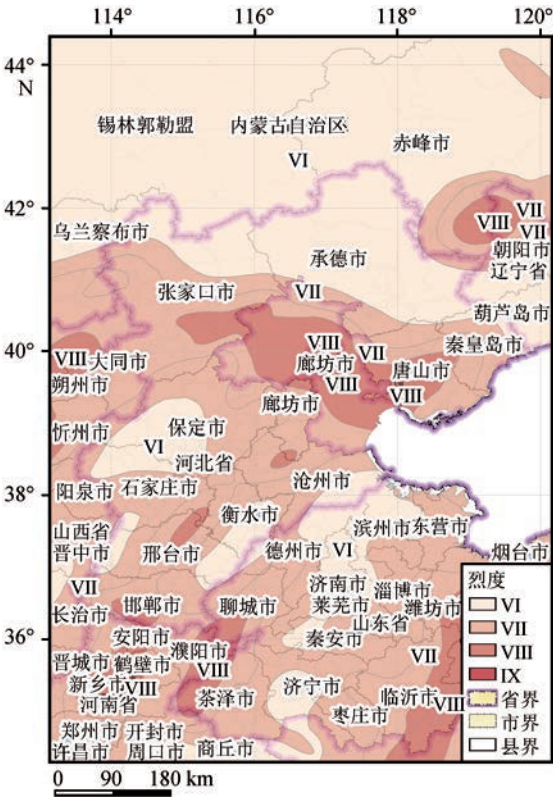
将转换后的烈度区划数据与行政区划数据进行嵌套叠加,按照烈度区划所占区县面积的百分比进行计算,遵照高一度设防的原则,即若高烈度区所占

区县面积超过 30%时,在震后灾情经济损失快速评估中采用的烈度值为较高烈度值。

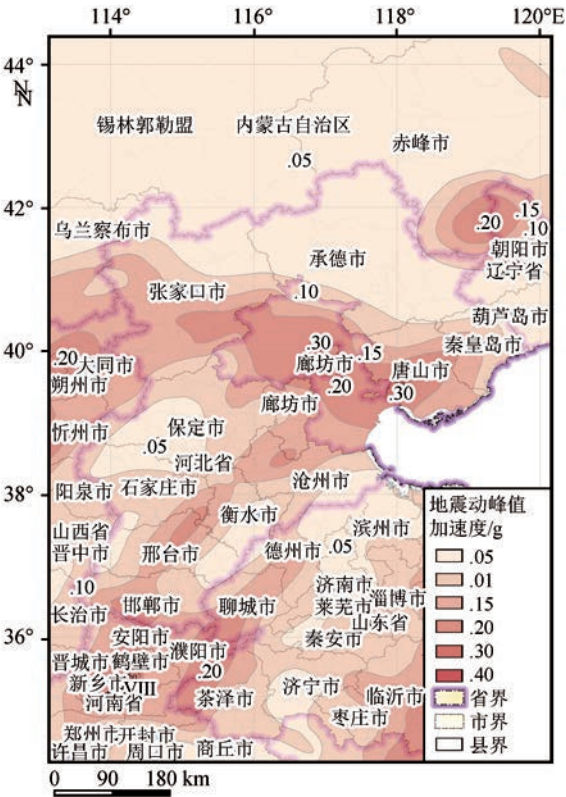
在模型中参与计算的经济和人口数据来源于 2015 年河北经济年鉴。利用该数据计算得到的全省各区县人均收入均高于 10 000 元,故采用震后灾害易损性评估模型式(3)中 GDP 大于 10 000 的公式进行评估计算。其评估结果如图 2 所示。

分析宏观易损性模型评估结果得出,震后直接经济损失最大值发生在峰值加速度较高的发达地区,主要集中在唐山市,其直接经济损失高达约 911.93 亿元(当年价);其次是廊坊市、三河市,直接经济损失约 538.3 亿元。在震后经济损失评估中超过 100 亿元的地区如表 2 所列。

通过建立河北省区县尺度宏观易损性模型,在一定程度上满足了社会地震危害分析的需要。利用易损模型,结合峰值加速度区划图对省级区县尺度的经济损失评估,得到未来几年河北省地震损失预测图,并与相关指标进行对比分析,为对地震损失预测结果进行客观评价和抗震设防提供依据。



(a) 河北省地震动峰值加速度区划图



(b) 河北省烈度区划图

图1 河北省地震动峰值加速度区划图及烈度区划图

利用宏观易损性模型震后灾害快速评估,是从经济方面对突发灾害性地震事件作出的快速定量的损失估计,可为提高震灾防御能力和救灾快速反应能力提供有力的科学依据。预评估结果的产出,可有针对性地做好应急救援处置对策,为当地政府救援预案的制定提供有力帮助。

3 结论与讨论

在易损模型评估计算过程中,本文按照区县行政区划所对应的峰值加速度区划图划定的烈度进行赋值计算,并选用同一尺度的国民经济数据。从预评估的结果看出:唐山地区,廊坊三河市、香河县、大城县,沧州河间市、任丘市,邯郸峰峰矿区、磁县、成安县、武安市临漳县,张家口怀来县,邢台宁晋县、隆尧县,石家庄元氏县、藁城区等地区的震后灾害损失较高,在日后的震灾防御等方面需加强这些地区的能力建设。

本文在分析研究的过程中,参与计算的控制单元为区县尺度,未考虑经济落后的偏远山区及区县单位内乡镇之间贫富差距较大的地区,从而导致某一地区的灾损预评估结果被平均化,容易造成对此类地区的忽视。

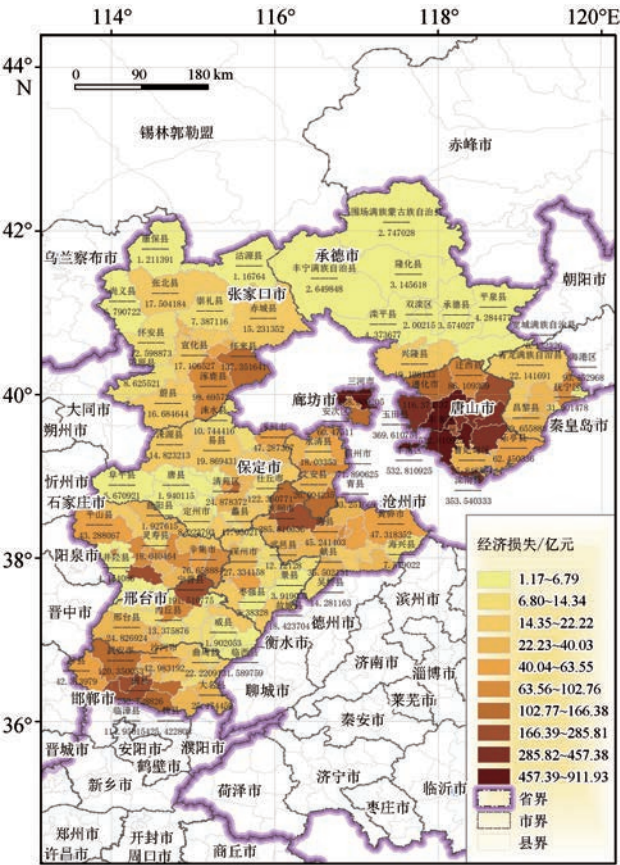


图2 河北省震后经济损失评估分布图

表 2 震后经济损失评估超过 100 亿元地区

名称	烈度	GDP/亿元	总人口/人	人均 GDP/万元	损失/亿元
河北省唐山市丰润区	8	823.66	955 812	8.62	911.93
河北省唐山市路北区	8	573.79	775 741	7.40	635.28
河北省廊坊市三河市	8	486.20	619 000	7.85	538.30
河北省唐山市丰南区	8	481.24	604 031	7.97	532.81
河北省唐山市滦县	8	413.11	560 500	7.37	457.38
河北省唐山市玉田县	8	333.84	698 400	4.78	369.61
河北省唐山市古冶区	8	333.17	374 003	8.91	368.87
河北省唐山市滦南县	8	319.32	573 900	5.56	353.54
河北省唐山市开平区	8	305.40	273 955	11.15	338.13
河北省沧州市河间市	8	258.15	870 600	2.97	285.81
河北省邯郸市峰峰矿区	8	242.37	290 736	8.34	268.35
河北省邯郸市磁县	8	228.27	644 000	3.54	252.73
河北省唐山市路南区	8	222.11	324 563	6.84	245.91
河北省唐山市迁安市	7	993.68	759 000	13.09	202.63
河北省邢台市宁晋县	8	172.97	791 600	2.19	191.51
河北省石家庄市元氏县	8	171.10	636 800	2.69	189.43
河北省邯郸市邯山区	8	150.27	222 490	6.75	166.38
河北省廊坊市香河县	8	136.00	349 200	3.89	150.58
河北省邯郸市成安县	8	130.00	449 000	2.90	143.93
河北省张家口市怀来县	8	124.06	358 000	3.47	137.35
河北省沧州市任丘市	7	600.05	887 500	6.76	122.36
河北省邯郸市武安市	7	590.19	827 000	7.14	120.35
河北省唐山市遵化市	7	570.69	754 200	7.57	116.37
河北省保定市莲池区	7	564.64	689 600	8.19	115.14
河北省邯郸市临漳县	8	103.82	737 000	1.41	114.95
河北省廊坊市大城县	8	103.43	511 000	2.02	114.52
河北省石家庄市藁城区	7	503.95	333 000	15.13	102.76
河北省邢台市隆尧县	8	90.73	549 400	1.65	100.46

随着遥感数据应用和 GIS 技术的不断进步,经济统计数据不断完善,在今后的研究中,可以尝试通过将 GDP 数据精确到乡镇尺度并结合 GDP 公里格网数据对大尺度空间的震后灾害损失进行预评估计算,以提高宏观易损性模型的精准性。从而为今后全省震害防御规划建设和加强应急救援能力提供理论基础和科学依据。

参考文献

[1] 陈颢,陈棋福,陈凌.地震损失预测评估中的易损性分析[J].中国地震,1999,15(2):97-105.

[2] 陈棋福,陈颢,陈凌.利用国内生产总值和人口数据进行地震灾害损失预测评估[J].地震学报,1997,19(6):640-649.

[3] 刘吉夫.宏观震害预测方法在小尺度空间上的适用性研究[D].北京:中国地震局地球物理研究所,2006.

[4] 杨斌,马朝晖.灾害损失宏观预测模型震后快速评估[J].地震地磁预测与研究,2013,34(3/4):213-216.

[5] 范志伟,杨凡,陈晓燕.基于宏观经济指标对张家口地区地震灾后经济损失快速评估[J].防灾减灾学报,2016,32(3):15-18.

[6] 王晓青.四川汶川 8 级大地震灾害损失快速评估研究[J].地震学报,2009,31(2):205-211.