

地震灾害冲击下的中国西南地区经济韧性评价^①

刘 娜^{②*} 赵 爽^{**} 邵 全^{③**}

(* 上海电机学院商学院 上海 200240)

(** 北京建筑大学经济与管理工程学院 北京 100044)

摘 要 全球极端气候及生态环境恶化给人类社会生存与发展带来前所未有的挑战,应对自然灾害冲击下的区域经济韧性已成为世界范围的研究热点。中国西南地区地震灾害频发,突发的重大地震灾害给社会经济发展和人民生活安全带来严重威胁和破坏。本文选取了近年中国典型地震灾害事件,基于抵抗力和恢复力 2 个维度,引入社会就业指标构建评价模型,以区域总体指标为基线,对各城市节点应对地震灾害的经济韧性进行关联识别。结果显示,邻近震中的受灾程度严重城市及少数民族地区,灾后 4 年的社会经济恢复力较强。区域内大、中型城市普遍具备一定的地震灾害抵抗力,但综合 2 个关键测评维度,反映出区域内各城市的经济韧性普遍偏低,需要政府进一步完善应对地震灾害冲击的区域系统经济结构,提升重建自然条件和经济条件的自适应性。

关键词 地震灾害;经济韧性;评价模型

0 引 言

“韧性”概念源于生态学家 Holling^[1]于 1973 年建立的生态学研究框架。随后,一些学者将“韧性”概念延伸到社会学、经济学等领域,研究地理区域内系统如何应对外部冲击的经济韧性^[2-5]。经济韧性体现的是区域系统应对外部不可预测性的冲击影响所呈现出基于过程的弹性能力,集中表现为抵御能力和恢复能力,也可表述为是系统在自然灾害冲击下的抵御能力、短期瞬时反应,在冲击后回到原始稳定状态的能力。

关于区域经济韧性如何进行评价,Martin^[6]于 2012 年建立了一套区域韧性评价体系,建立 4 个维度即抵御能力、恢复能力、组织能力、重塑能力的数理模型,测量城市区域经济系统应对并吸收外部冲击而保持系统稳定发展或进化成一个新稳态的能

力。其中,采用关键的抵抗力和恢复力 2 个指标可以间接反映出区域系统在外来冲击下的敏感性、防御性,以及冲击过后短期或中、长期的经济恢复弹性。随后,Lagravinese^[7]于 2015 在 Martin 研究的基础上修正了评价模型,用于研究 1970 - 2011 年意大利经济危机下不同区域韧性的表现差异。Faggian 等人^[8]在计量意大利区域经济系统抵抗衰退冲击韧性的研究中,着重选取抵御能力和恢复能力指标作为劳动力体系的评价标准。地球环境因人类社会经济发展过程中能源开采和利用不当而造成不良影响,极端气候变化与自然灾害事件在全球范围内频繁出现,在此背景下,基于地理区域评价系统应对自然灾害的经济韧性能力受到了广泛关注。Lazzeretti 等人^[9]认为城市及区域面临自然灾害应建立新的韧性框架体系标准,以分析其抗冲击的转换性、弹性、适应性。2016 年,Pratt^[10]提出了在面对外部自然灾害下的系统适应性。

① 国家社科基金重大项目(16ZDA026)和上海市教育科研(C160058)资助项目。
② 女,1974 年生,博士,副教授;研究方向:劳动经济,人力资源;E-mail: ln182010@126.com
③ 通信作者,E-mail: shaoquan@bucea.edu.cn
(收稿日期:2019-04-29)

相关研究表明,21 世纪全球地震带逐渐趋向活跃,一些学者研究了地震灾害下系统的区域韧性评价^[11,12]。Mehregan 等人^[13]利用地震灾后的就业长期结构变化影响来分析其经济韧性。Fabling 等人^[14]测量了新西兰地震后工人的收入变化和就业率来分析基督教区的区域韧性。亚洲范围内,日本因地处活跃的环太平洋火山地震带,应对地震冲击的区域经济韧性评价分析更为成熟^[15-17]。周侃等人^[18]基于长时序经济面板数据与 ARIMA 模型,以汶川地震区为样本,测算了灾后经济恢复效率及影响效应,分析认为汶川地震区在 2 年内工业恢复能力较农业和服务业差,高山地区较平原丘陵地区差,全要素生产率波动强烈。

综上所述,中国位于环太平洋地震带和亚欧地震带之间,受板块挤压作用,是地震高发国家。中国地震活动的特征是频度高、震源浅、强度大,尤其是西南地区深受地震灾害影响。地震灾害事前预测性差,突然爆发,破坏力极强,对区域乃至全国的社会经济产生了负外部性。因此,深入分析中国西南地区经济体系在地震冲击下,触发系统响应地震灾害的敏感性水平,准确评价系统的灾前、灾中的抵抗力水平和灾后的恢复力水平,具有重要的现实意义和研究价值。

1 数据和方法

1.1 数据

同世界自然灾害相比较,中国自然灾害呈现灾害种类多、分布地域广、发生频率高的自然特征。在众多自然灾害中,我国地震活动强烈、灾害严重。中国国土面积的近 1/3 以上、近 1/2 的城市、近 200 万以上人口的特大城市位于 7 度以上高地震烈度区^[19]。近几十年,华北、西南、西北、台湾等地区地震灾害破坏趋势加重^[20]。同时,除少数特大城市(指政治经济文化中心城市)外,中国城市普遍整体应对外部冲击的危机能力偏低,城乡间社会经济发展水平差距大,土地资源尤为紧张,人口众多且人口密度大,因而造成了受灾损失严重的客观结果。

本文研究整理了世界及中国近年的主要地震灾害事件的历史记录,参照中国地震灾害区域分布规律及区划的相关学术研究,基于地震灾害空间传播的点、线、面辐射特征,引源中国地震局数据库的基础数据,绘制了世界 7 级以上地震灾害栅格密度分布图(2001 - 2018 年)和中国 5 级以上地震灾害栅格密度分布图(2001 - 2018 年)。如图 1 所示,世界地震灾害自 2001 - 2018 年有逐年增长趋势,环太平洋火山地震带及欧亚地震带尤为活跃。

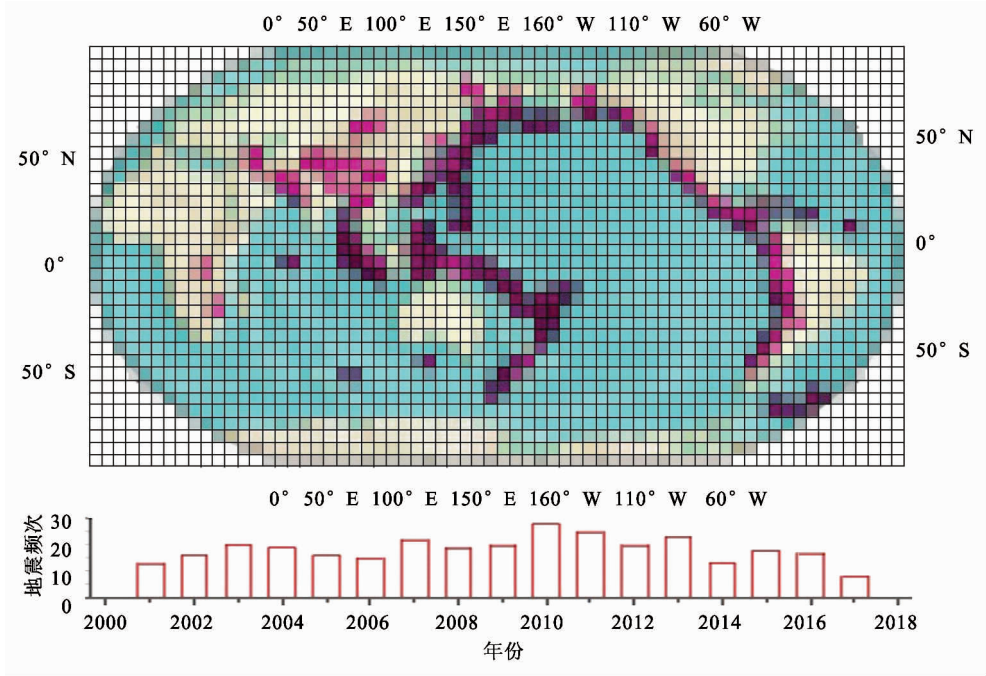
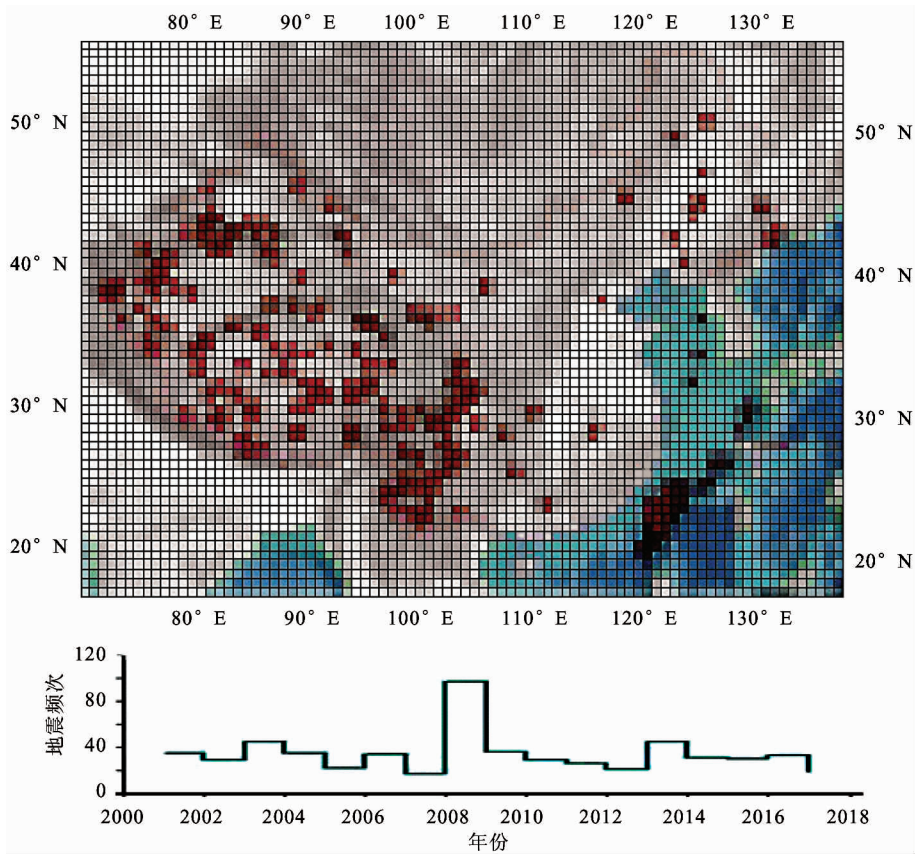


图 1 世界 7 级以上地震灾害栅格密度分布图

如图 2 所示,中国地震灾害自 2001 年至 2018 年较多集中在西北部、西南部地区,以云南、新疆、四川、西藏、青海等地区为主,这些地区山高地峻、岩体易碎、震发频繁、密度较大。东南部地区以台湾地区

地震灾害最为严重。东北部及中部地区也偶有地震灾害发生,呈现中小型地震频发,多次累积破坏影响甚至超过大地震。



注: 数据来源于中国地震局数据库

图 2 中国 5 级以上地震灾害栅格密度分布图

根据统计数据显示,近年来中国发生的主要强地震、大地震为 2008 年汶川地震 (M8.0)、2010 年玉树地震 (M7.1)、2013 年雅安芦山地震 (M7.0)、2014 年鲁甸地震 (M6.5)、2015 年尼泊尔廓尔喀地震 (M7.8) 波及青藏高原周边地区、2016 年高雄地震 (M6.7)、2017 年九寨沟地震 (M7.0)。自 2001 - 2017 年,中国累积发生了总计 584 次 5 级及以上强地震或大地震,在地震作用下以点向面蔓延,造成边坡失稳、地表破裂、泥石流、液化土等一次地面灾害;同时,也形成地震塌陷、堰塞湖、溃决等二次灾害;较少引发极端灾害,如地震涌浪、海啸等。

中国地震灾害总体特征呈现中小地震频发、对区域造成短期重复性破坏,中小地震所引发的损失

不亚于大地震的破坏。近 10 年间,又陆续在西部、西南部山区发生了特大地震灾害事件,如汶川、玉树、芦山、鲁甸等地区。

本文研究收集并整理了与中国近年地震相关的历史数据信息,如日期、时间、地点、震源深度、震级、震中位置等;以及社会人民生命及经济财产损失,如伤亡人数、直接经济损失等。本文相关数据引源自中国民政部、中国水利部、国家统计局和国家地震局数据库。

1.2 地震灾害事件的选取

本研究重点分析了 2000 - 2015 年间的中国地震数据的部分数据。依据地震灾害对社会、经济及人员造成的损失程度,选取标准定为地震震级等级

$M \geq 7.0$ 。特别地关注了震中比较靠近城镇区域的地震灾害事件,这些地震灾害事件普遍造成人员伤亡,直接经济损失巨大,对社会经济发展产生的不良影响持久。

考虑相关社会及经济统计数据获取的难易程度

及资料的完整性,本文研究选取了 2008 – 2015 年间,3 个典型重大地震灾害事件进行系统的区域经济韧性评价,其中涉及 15 个区域研究单元,4 个省域范围,如表 1 和图 3 所示。

表 1 地震灾害事件选取

序号	年份	地震	省域单元	震级	死亡人数	受伤人数	经济损失
1	2008	汶川地震	四川、甘肃、陕西	8.0	69 226 人	374 216 人	8 451 亿元
2	2010	玉树地震	四川、青海	7.1	2 698 人	12 146 人	228 亿元
3	2013	芦山地震	四川	7.0	196 人	11 470 人	420 亿元

注:数据来源于国家地震科学数据库



图 3 样本研究区域

2 评价模型

本文基于抵御能力和恢复能力 2 个维度来评价系统应对地震灾害外部冲击下的区域经济韧性,采用 Faggian 等人^[8]2018 年修正版本的评价方法,以灾前及灾后计算期内的就业人数变化作为反映社会经济状态的关键变量,评价模型如下。

2.1 抵御能力指数公式

$$\beta_{res} = \frac{\left(\frac{E_l, t}{E_l, t - 1}\right)}{\left(\frac{E_p, t}{E_p, t - 1}\right)} \tag{1}$$

其中, β_{res} 表示抵御能力; E 表示就业人数,其下标

索引 l 表示单一受灾城镇区域; p 表示受灾省域; t 表示受灾当年; $t - 1$ 表示受灾前一年; $\left(\frac{E_l, t}{E_l, t - 1}\right)$ 表示单一受灾城镇区域的灾后与灾前就业人数变化指数; $\left(\frac{E_p, t}{E_p, t - 1}\right)$ 表示受灾省域的灾后与灾前就业人数变化指数。

当 $\beta_{res} > 1$ 时,表示区域具有较强的地震灾害响应抵御能力;当 $\beta_{res} < 1$ 时,表示区域具有较弱的地震灾害响应抵御能力。

2.2 恢复能力指数公式

$$\beta_{rec} = \frac{(\Delta E_l)}{(E_l, t)} \tag{2}$$

其中, β_{rec} 表示恢复能力; E 表示就业人数,其下标

索引 l 表示单一受灾城镇区域; t 表示受灾当年;

参考了相关文献,如,Stefania 和 Luciana^[21] 研究日本地震灾害冲击下的经济韧性评价,并考虑中国社会经济实际状况,关于恢复能力指数的计算期,本文定义其为地震受灾年之后的第 4 年,考虑了 4 年计算期的时间跨度对于地震灾后系统重建的经济投资能力及应对外部冲击的恢复能力。

3 结果与讨论

本文研究基于区域系统的抵御能力指数和恢复能力指数 2 个维度,通过模型计算评价了 2008 – 2015 年间,中国西部及西南部地区样本研究单元在外部地震灾害冲击下的经济韧性水平。本文选用灾后第 4 年作为样本系统恢复能力指数计算期,样本系统抵御能力指数的计算期分别选择地震灾害发生当年和灾害发生前一年。

如表 2、图 4、图 5 所示,2008 年中国汶川巨大地震灾害影响严重地区范围内,都江堰市的抵御能力最低(0.9553),成都市和绵阳市的抵御能力最高(1.0135);德阳市的恢复能力最低(−0.0021),都江堰市的恢复能力最高(0.0753)。地震受灾周边区域内,宝鸡市的抵御能力最高(1.0163),汉中市的恢复能力最高(0.0156)。结果显示,都江堰市对地震灾害外部冲击有较高的敏感性,虽然其抵御能力最差,但是灾后恢复能力是最好的,灾后第 4 年就业人数有了显著提升;成都市和绵阳市的抵御能力最好;德阳市虽然具备一定的应对地震外部冲击的抵御能力,但是其灾后的恢复能力也较差。

2010 年玉树大地震灾害影响严重地区范围内,玉树藏族自治州和甘孜藏族自治州应对地震冲击的抵御能力均一般(分别为 0.9941 和 1.0060),玉树藏族自治州灾后 4 年内的恢复能力较好(0.0126),但甘孜藏族自治州的灾后恢复能力没有显著提升(0.0027)。

2013 年芦山大地震灾害影响严重地区范围内,雅安地区的抗击地震外部冲击的抵御能力最低(0.9814);成都市的抵御能力最高(1.0103),但其恢复能力最低(−0.0034);乐山市虽然具备一定抵

御能力(1.0080),但恢复能力也较差(0.0013)。

表 2 区域样本系统的经济抵御能力和恢复能力

2008 年汶川巨大地震(M = 8.0)		
样本研究区域	抵御能力	恢复能力
阿坝州自治区	0.9690	0.0525
绵阳	1.0135	0.0018
德阳	1.0125	−0.0021
都江堰	0.9553	0.0753
什邡	1.0052	−0.0002
成都	1.0135	0.0022
广元	1.0084	0.0061
彭州	0.9839	0.0337
汉中	1.0083	0.0156
陇南	1.0146	−0.0006
宝鸡	1.0163	0.0077
2010 年玉树大地震(M = 7.1)		
样本研究区域	抵御能力	恢复能力
玉树藏族自治州	0.9941	0.0126
甘孜藏族自治州	1.0060	0.0027
2013 年芦山大地震(M = 7.0)		
样本研究区域	抵御能力	恢复能力
雅安	0.9814	0.0280
成都	1.0103	−0.0034
乐山	1.0080	0.0013
甘孜藏族自治州	1.0000	0.0102

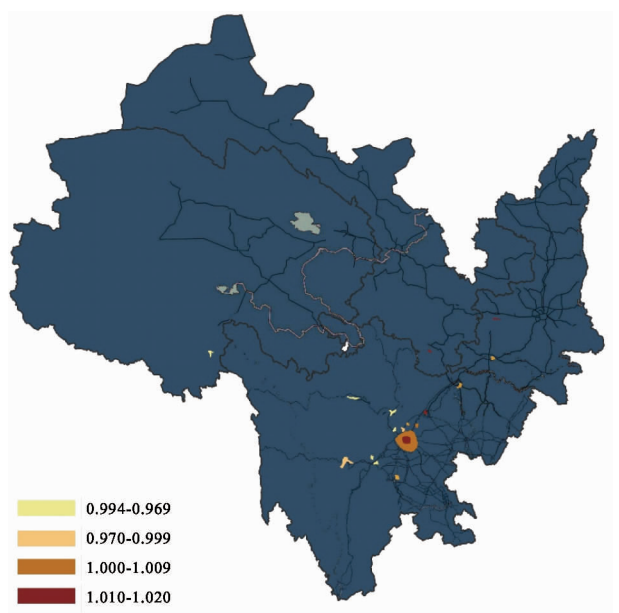


图 4 区域样本的抵御能力指数

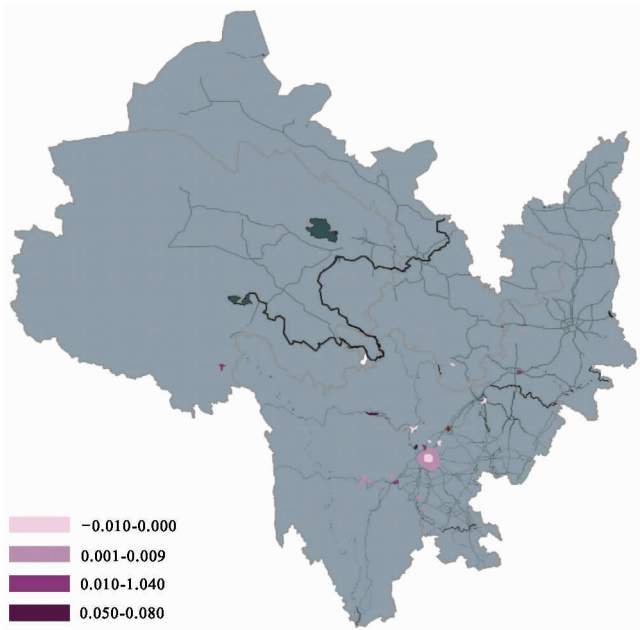


图 5 区域样本的恢复能力指数

最后,本文研究展示了地震灾害外部冲击下,区域系统样本研究单元的经济韧性评价坐标,如图 6 所示。一般认为,在每幅坐标图中,当一个城市系统位于区域坐标图偏右上角位置时,表示它同时具备较高的应对地震灾害外部冲击的抵御能力和恢复能力;当一个城市系统位于区域坐标图中偏左上角位置时,表示它仅单一地具备较高的抵御能力,但基于灾后 4 年计算期的恢复能力不理想;当一个城市系统位于坐标图中偏右下角位置时,表示它仅单一地具备较高的基于 4 年计算期的恢复能力,且其抵御能力不理想;当一个城市系统位于偏左下角位置时,表示它应对地震灾害外部冲击的抵御能力和灾后中、短期的恢复能力均不理想。

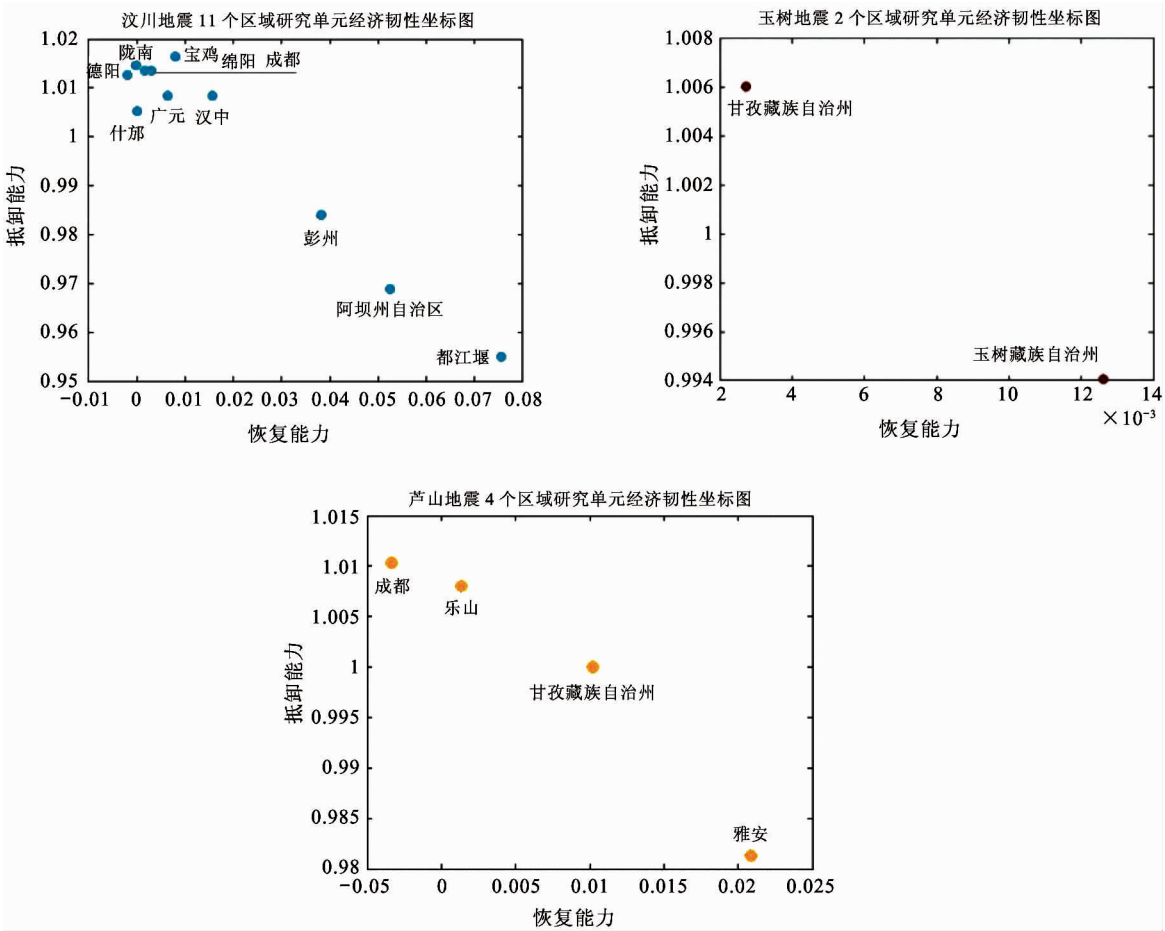


图 6 区域系统样本研究单元的经济韧性评价坐标

4 结 论

本文研究基于抵御能力指数与恢复能力指数 2 个维度,引用反映社会宏观经济的关键就业指标变量,建立区域系统经济韧性评价模型,计量了地震灾害外部冲击下区域样本研究单元的系统经济韧性,对同一地震灾害事件的各个受灾地区,采用此模型对空间异质性的结果进行比较。

本文认为简单地采用基于城市各离散点自身的抵御能力与恢复能力指数评价进行测度将具有一定的局限性,虽然各城市的地理多样性和经济发展不均匀特征是存在的,但是现代经济地理竞争单元已经趋向于城市群为经济发展的主体形态^[22],区域系统内以多城市为节点,各节点间以线性流为连接,组成复杂的平衡经济网络是不能忽视的,这将使得各城市的经济韧性也具有空间溢出性,在测度方法中不能孤立测算,应以区域整体指标为基线标准进行测度,这体现了区域系统对外部自然破坏冲击的自适应性演化,各城市节点先有抗冲击的扰动及保持系统配置与功能的能力,才有扰动后再组织并恢复至原有内部结构和功能,但这两种能力不是单一的、自身的,而是源于内部的复杂网络应对反应^[23,24]。

结合以上研究思路,对本文评价结果进行分析。在中国西部、西南部广大地震频发区域内,一般经济较发达、空间规模较大的大、中型城市普遍具备一定的应对外部突发性地震灾害外部冲击的抵御能力,而空间规模较小、经济欠发达的小城镇及少数民族地区的区域抵御能力均较差,同时,它们对地震灾害外部冲击的经济弹性表现较为敏感,灾后 4 年计算期显示出良好经济恢复能力指数结果,表明地震灾区基于城市群为单元的复杂网络具备一定的自恢复力。但是,研究结果也显示出,我国整体的区域系统应对外部自然灾害冲击的 2 维度经济韧性综合评价能力普遍偏低,与发达国家仍有较大差距。

模型计算结果也受到来自社会经济外部因素干扰,例如计算恢复期的经济危机的外部冲击、地区经济政策变化、货币政策变化、外部自然生态环境可持续性的改变、计算期内多发灾害的累积作用、人口数

量及年龄结构变化、失业的结构性和摩擦性等影响,有可能产生系统误差。如何构建更为精确的多维度、内生化的区域系统经济韧性评价分析框架,也是我们未来所需要持续关注的。经济韧性具有动态性、非线性、不确定性的特征^[25],它对未来区域经济系统的抗外部冲击的效应提出了新的挑战,其经济与生态相互均衡的适应性演化路径是未来研究的重要方向。

参考文献

- [1] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems [J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4:1-23
- [2] Hassink R. Regional resilience: a promising concept to explain differences in regional economic adaptability[J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2010,3(1):45-58
- [3] Chapple K, Lester T W. The resilience regional labor market? The US case[J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2010,3(1):85-104
- [4] Champion T, Townsend A. Great Britain's second-order city regions in recessions[J]. *Environment and Planning A*, 2013,45(2):362-382
- [5] Hallegatte S. Economic resilience: definition and measurement[J]. *Policy Research Working Paper 6852 World Bank*, 2014;doi.org/10.1596/1813-9450-6852
- [6] Martin R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks[J]. *Journal of Economic Geography*, 2012,12(1):1-32
- [7] Lagravinese R. Economic crisis and rising gaps north-south: evidence from the Italian regions[J]. *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*, 2015,8(2):331-342
- [8] Faggian A, Gemmiti R, Jaquet T, et al. Regional economic resilience: the experience of the Italian local labor system[J]. *The Annals of Regional Science*, 2018,60(2):393-410
- [9] Lazzeretti L, Cooke P. Introduction to the special issue: the resilience city[J]. *City, Culture and Society*, 2015,6(3):47-49
- [10] Pratt A C. Resilience, locality and the cultural economy [J]. *City, Culture and Society*, 2015,6(3):61-67
- [11] Skidmore M, Toya H. Do natural disasters promote long-run growth? [J]. *Economic Inquiry*, 2002, 40:664-687
- [12] Lazzaroni S, van Bergeijk P A G. Natural disasters' impact factors of resilience and development: a meta-analy-

- sis of the macroeconomic literature[J]. *Ecological Economics*, 2014,107:333-346
- [13] Mehregan N, Asgary A, Rezaei R. Effects of the bam earthquake on employment: a shift-share analysis[J]. *Disasters*, 2012,36:420-438
- [14] Fabling R, Grimes A, Timer L. Labor market dynamics following a regional disaster[J]. *Motu Economic and Public Policy Research*, 2016,5:1-52
- [15] Toya H, Skidmore M. Economic development and the impacts of natural disasters[J]. *Economics Letters*, 2007,94(1):20-25
- [16] Fujita M, Hamaguchi N. Japan and economic integration in east Asia: post-disaster scenario[J]. *The Annals of Regional Science*, 2012,48(485):485-500
- [17] Yamamura E. Natural disasters and social capital formation: the impact of the Great Hanshin-Awaji earthquake[J]. *Papers in Regional Science*, 2016,95S:134-164
- [18] 周侃,刘宝印,樊杰. 汶川 8.0 地震极重灾区的经济韧性测度及恢复效率[J]. *地理学报*, 2019,74(10):2078-2091
- [19] 胡宝清等. 近 20 年中国地震时空特征分析[J]. *大众科技*, 2016,205(18):29-53
- [20] Shi P J. *Natural Disasters in China*[M]. Beijing: BNUP and Springer Press, 2016
- [21] Stefania O, Luciana L. Measuring the economic resilience of natural disasters: an analysis of major earthquakes in Japan[J]. *City, Culture and Society*, 2018,5:1-7
- [22] 张明斗,冯晓青. 长三角城市群各城市的城市韧性与经济发展水平的协调性对比[J]. *城市发展研究*, 2019,26(1):82-91
- [23] 李艳,陈雯,孙阳. 关联演化视角下地理学区域韧性分析的新思考[J]. *地理研究*, 2019,38(7):1694-1704
- [24] 陈梦远. 国际区域经济韧性研究进展-基于演化论的理论分析框架介绍[J]. *地理学科进展*, 2017,36(11):1435-1444
- [25] 曾冰,张艳. 区域经济韧性概念内涵及其研究进展评述[J]. *经济问题探索*, 2018(1):176-182

Economic resilience evaluation of Southwest China under the impact of earthquake disasters

Liu Na^{*}, Zhao Shi^{**}, Shao Quan^{**}

(^{*} School of Business, Shanghai Dianji University, Shanghai 200240)

(^{**} School of Economics and Management Engineering, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044)

Abstract

Global extreme climate and environmental degradation have brought unprecedented challenges to the survival and development of human society. Regional economic resilience under the impact of natural disasters has become a worldwide research hotspot. Earthquake disasters occur frequently in Southwest China, and sudden major earthquake disasters bring serious threat and damage to economic development and people's life. In this paper, typical earthquake disaster events in China in recent years were selected. Based on the two dimensions of resistance and resilience, social employment indicators are introduced to build an evaluation model, and the overall regional indicators are taken as the baseline to identify the economic resilience of each urban node in response to earthquake disasters. The results show that the cities and minority areas affected by the earthquake have strong social and economic resilience in the four years after the earthquake. Area of large and medium-sized cities generally have a certain earthquake resistance, but the comprehensive measurement of the two key dimensions reflects the economic resilience of cities in the area is generally low. It is necessary for the government to further improve the system response to earthquake disaster area economic structure and improve adaptability of reconstruction of natural conditions and economic conditions.

Key words: earthquake disaster, economic resilience, evaluation model