

河南省县域单元自然灾害社会脆弱性评价

贺山峰^{1,2}, 杜丽萍^{1,2}, 高秀华^{1,2}

(1. 河南理工大学 安全与应急管理研究中心, 河南 焦作 454000; 2. 河南理工大学 应急管理学院, 河南 焦作 454000)

摘要:评价社会脆弱性对于分析自然灾害对人类经济社会的潜在风险具有重要意义。从人口、经济、基础设施脆弱性和防灾减灾能力四个方面选取了 12 个评价指标, 并运用专家调查法结合层次分析法确定指标权重, 建立数学评价模型, 对河南省县域单元自然灾害社会脆弱性进行综合分析。结果表明: 河南省东部地区自然灾害人口脆弱性和经济脆弱性普遍高于西部地区, 基础设施脆弱性较高的地区则主要分布于西北部; 防灾减灾能力西北部整体较高, 东部和南部较低, 各地级市辖区防灾减灾能力明显高于一般县域; 自然灾害社会脆弱性大致上呈现以“东北—西南”一线较高, 两侧县域社会脆弱性等级较低的空间分布格局。研究结果可为河南省进行自然灾害风险管理和防灾减灾规划提供科学依据。

关键词:社会脆弱性; 防灾减灾能力; 县域单元; 河南省

中图分类号: X43

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)06-0293-05

Assessment of Social Vulnerability to Natural Disasters on County Scale in He'nan Province

HE Shanfeng^{1,2}, DU Liping^{1,2}, GAO Xiuhua^{1,2}

(1. *Research Center for Safety and Emergency Management, He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan 454000, China*; 2. *School of Emergency Management, He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan 454000, China*)

Abstract: Social vulnerability evaluation is of important significance for analyzing risks of natural disasters to human society and economy. By using expert investigation and AHP method, twelve indicators from four aspects including population, economy, infrastructure and disaster prevention and mitigation capacity were selected to assess social vulnerability to natural disasters on county scale in He'nan Province. The results showed that the population vulnerability and economy vulnerability to natural disasters in eastern He'nan Province were generally higher than in the western region, while higher infrastructure vulnerability mainly located in the northwest. The disaster prevention and mitigation capacity in northwest was higher than in east and south of province, and the county town was lower than urban area. In terms of the spatial pattern, social vulnerability to natural disasters was roughly higher in the belt from northeast to southwest, and lower on both sides of the belt. The results can provide scientific basis for disaster risk management and planning strategy of disaster prevention and mitigation in He'nan Province.

Keywords: social vulnerability; disaster prevention and mitigation capabilities; county scale; He'nan Province

自然灾害社会脆弱性研究是当今国际社会和学术界普遍关注的热点问题, 同时也是寻求经济社会可持续发展的重点切入点, 国内外学者对其展开了大量的研究^[1-9]。Cutter 利用 HOP 概念模型来综合分析自然环境和社会状况对脆弱性的影响, 从而把自然脆弱性研究中的风险概念与社会脆弱性研究中的恢复力、应对能力等结合起来并落实到具体空间地域单元^[1]。Brooks 等认为社会脆弱性是系统内在特征的

固有属性, 是灾害发生前系统存在的一种状态^[2]。Fekete 等结合德国洪灾案例, 探讨了社会脆弱性评估中的空间尺度问题^[4]。Birkman 将具有代表性的脆弱性定义进行了系统的分类, 认为社会脆弱性主要侧重于个人(群体)、组织及社会暴露于不利事件或灾害冲击下潜在的受灾程度和社会经济文化背景相关的应对能力^[5]。我国学者开展的脆弱性定性和定量研究也极大地促进了灾害风险管理的发展。史培军

认为脆弱性是灾害系统的重要组成部分,主要取决于区域的经济发达程度与社会安全建设水平^[6]。赵卫权等应用主成分分析法和 GIS 对重庆市自然灾害社会易损性进行了分析^[7]。程晓响从人口、经济、社会结构和社会文化 4 个方面构建了自然灾害社会易损性评价指标体系,并探讨了江苏省 2000 年和 2008 年社会易损性的时空演变格局^[8]。聂承静等通过分析传统地震灾害人口脆弱性的宏观和微观评价方法和模型,对全国各县市区的人口脆弱性进行了评估^[9]。总结上述研究可以发现,社会脆弱性是导致自然灾害灾情差异的重要原因之一,准确评价社会脆弱性可以有效减轻自然灾害造成的损失和影响。

自然灾害具有自然和社会双重属性。一般认为,自然灾害风险由自然灾变危险性和社会脆弱性两个要素构成^[10]。其中,自然灾变危险性评价是从形成灾害的自然属性角度,即致灾因子和孕灾环境两方面来分析自然灾害的危险性;而社会脆弱性可以分解为各类承灾体的脆弱性和防灾减灾能力两大方面(见图 1)。承灾体的脆弱性是灾害承受体一旦遭受自然灾变打击时所表现出来的可能受到的影响和破坏的一种度量,具体包括人口、经济、农作物、房屋、基础设施等方面的脆弱性。人类社会的防灾减灾能力也是社会脆弱性的重要组成部分,防灾减灾能力越强,抵抗和应对自然灾害的能力越强,社会脆弱性就越小;反之,社会脆弱性越大。本文重点对自然灾害的社会脆弱性要素进行分析评估。

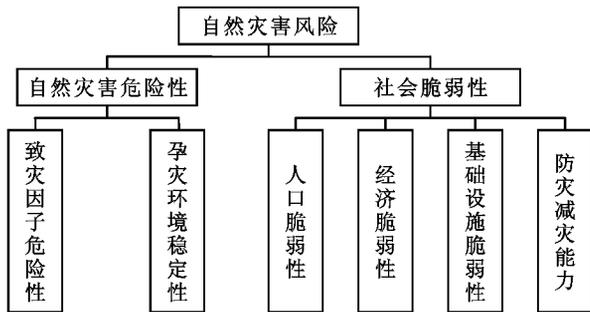


图 1 自然灾害风险系统要素构成

河南省位于我国中原地区,承东启西,连南贯北,具有十分重要的战略地位。2013 年末河南省总人口为 10 601 万人,常住人口为 9 413 万人,全省国内生产总值 32 155.86 亿元,其中农业在我国粮食生产中具有举足轻重的地位。全省土地面积约 16.7 万 km²,辖郑州市、开封市、洛阳市等 18 个地级市,地势西高东低,地貌类型复杂多变。由于特殊的地理地质条件和气象原因,河南省自然灾害具有种类多、频率高、分布广、季节性明显等特点,是暴雨、内涝、干旱、高温、雷击和地面沉降等自然灾害的频发地区,局部地区灾情严重,给河南省的经济和社会可持续发展带来负面影响。本研究应用专家调查法、层次分析法和

地理信息系统技术,从人口、经济、基础设施脆弱性和防灾减灾能力四个方面,选取 12 个评价指标对河南省自然灾害社会脆弱性进行综合评价,并将评价结果表达在空间县域单元上,以期为河南省防灾减灾规划和社会可持续发展提供科学依据。

1 自然灾害社会脆弱性评价指标体系

1.1 评价指标选取

自然灾害社会脆弱性指标一般是以政府部门的统计年鉴资料为基础,并充分吸收政府部门正式公布的其他数据资料构建而成^[11]。但由于自然灾害社会脆弱性系统庞大,囊括自然、经济和社会体系,随意选取评价指标并不能科学地反映区域自然灾害社会脆弱性的信息。在借鉴国内外研究成果的基础上,本文选取指标时遵循了以下三个原则:科学性原则、针对性原则、可比性原则。此外,本文构建的指标体系还具有以下 3 个特点:

(1) 多灾种性。各种自然灾害往往并非孤立存在,而是存在着某种复杂的响应—连锁关系^[12]。本文选取的评价指标并不针对某一具体灾种,而是从河南省经济社会这一承灾体自身的特征出发,评价社会经济系统对自然灾害的综合脆弱性。

(2) 注重社会要素。自然灾害既具有自然属性,也具有社会属性。自然环境因子异常变化可能会导致自然灾害发生^[13],但改变自然环境因子是非常困难的,所以本文认为,降低自然灾害风险更加有效的出发点在于改善其社会经济要素。

(3) 强调防灾减灾能力。人类社会的防灾减灾能力是自然灾害能否发生以及产生多大损失的重要因素^[14]。防灾减灾能力是社会脆弱性不可忽视的组成部分,本文希望通过定量的分析研究,衡量出防灾减灾能力大小对社会脆弱性的影响程度。

1.2 评价指标体系建立及指标权重的确定

本文研究数据主要来自于《2013 年河南省统计年鉴》,同时也使用了部分民政部门 and 地方政府发布的数据。根据指标选取原则、特点以及自然灾害风险系统的有关原理,本文从人口、经济、基础设施脆弱性和防灾减灾能力等方面选取了 12 个指标(见表 1)。

本文应用层次分析法并结合专家意见确定各评价指标的权重。层次分析法是 20 世纪 70 年代由著名运筹学家 Saaty 最先提出的,此方法能把复杂系统的决策思维进行层次化,把决策过程中定性和定量的因素有机地结合起来,特别适用于那些难于完全用定量进行分析的复杂问题^[15]。确定权重值的关键在于,根据各指标间相对重要性构建判断矩阵。本研究最终确定的自然灾害社会脆弱性评价指标权重值见表 1。

表1 河南省自然灾害社会脆弱性评价指标与权重表

目标层	准则层	指标层	权重	相关性	
河南省 自然 灾害 社会 脆弱性	人口脆弱性	人口密度(X_1)	0.3289	+	
		第一产业人口比例(X_2)	0.1645	+	
		人均生产总值(X_3)	0.1534	+	
	承灾体脆弱性	经济脆弱性	第一产业产值比例(X_4)	0.0966	+
			农作物播种面积比例(X_5)	0.0609	+
		基础设施脆弱性	人均固定资产投资(X_6)	0.1305	+
			人均建筑业资产投资(X_7)	0.0653	+
	防灾减灾能力		万人平均财政预算收入(X_8)	0.3749	-
			万人平均储蓄存款额(X_9)	0.1208	-
			万人平均卫生机构床位数(X_{10})	0.147	-
			万人平均卫生机构技术人员数(X_{11})	0.147	-
			万人教育支出额(X_{12})	0.2103	-

注:相关性“+”表示指标与社会脆弱性成正相关,此类指标值越大,表示灾害发生后造成的损失越严重,区域社会脆弱性越大;相关性“-”表示指标与社会脆弱性成负相关,此类指标值越大,表示防灾减灾能力越强,区域社会脆弱性越小。

2 自然灾害社会脆弱性评价方法

2.1 自然灾害社会脆弱性评价模型构建

由于各评价指标计量单位不同,数值范围变幅很大,需要在使用之前对数据进行预处理,即对各指标数据进行标准化,使各指标取值均在 $[0,1]$ 范围内。本文所采用以下公式对数据进行标准化处理:

$$X_i = \frac{N_i}{N_{\max}} \quad (1)$$

式中: X_i ——某项指标数据标准化后的数值; N_i ——某县域单元该项指标统计数据; N_{\max} ——各县域单元中该项指标统计数据的最大值。

根据所筛选的评价指标体系与社会脆弱性之间的相关性,本文构建了河南省县域单元自然灾害社会脆弱性评价模型如下:

$$V = \sum_{i=1}^7 \omega_i X_i / \sum_{i=8}^{12} \omega_i X_i \quad (2)$$

式中: V ——河南省自然灾害社会综合脆弱性; ω_i ($i=1,2,\dots,12$)——各个指标的权重值; X_i ($i=1,2,\dots,12$)——各评价指标标准化后的数值。 V 值越大,表示自然灾害社会综合脆弱性越大。

2.2 自然灾害社会脆弱性评价等级划分

本文将河南省自然灾害社会脆弱性分为5个等级:轻度、低度、中度、高度、重度。具体的分级方法如下^[16]:首先依据各县域单元自然灾害社会脆弱性指数大小排序;然后按1:2:4:2:1的大致比例对全省126个县(市、辖区)进行分级;最后各等级县域个数分别设定为13,26,48,26,13。此种分级方法可已在一定程度上降低人为主观性对分级标准的影响。

3 结果与分析

3.1 人口脆弱性分析

由图2a可知,自然灾害人口脆弱性等级较高的地

区主要集中在河南省中东部和部分地级市辖区,其中人口脆弱性最高的是新乡市辖区,其次是郑州市辖区、周口市辖区、洛阳市辖区和长垣县。在城镇化背景下,近年来我国城市快速扩张,郑州市和新乡市是全省城镇化水平第一和第三高的城市,分别达到66.3%和51.6%。大量农村地区人口向更为发达的市区流动,这就使得人口密度较大的市辖区人口脆弱性较高。另外,农业是受自然灾害影响最为严重的产业,从事农业人口较多的地区当灾害来临时将导致较多的受灾人数。比如,长垣县的第一产业从业人员比例高达58%,县域内人口过度依赖农业,使得其人口脆弱性也很高。

3.2 经济脆弱性分析

以“京广铁路线”为界,河南省自然灾害经济脆弱性东西部分布差异很大,东部地区经济脆弱性整体明显高于西部(见图2b)。就单个县域单元来看,经济脆弱性最高为义马市(京广线以西),这主要与其经济发达、人口较少有关。作为全省排名第一的综合实力百强县市,义马市的人均生产总值全省最高,达到11.13万元,是全省平均水平的3.53倍。除义马市,杞县、商水县、正阳县和睢县的经济脆弱性也很高(均位于京广线以东),这些县域人均生产总值虽然不高,但其区域经济对第一产业产值的依赖性较大。如驻马店市正阳县的第一产业产值占GDP比例达39.28%,为全省最高,远高于全省平均水平;周口市商水县第一产业产值比例(37.25%)仅次于正阳县,农作物播种面积比例也高于全省绝大部分县域,这一点亦符合周口市是我省农业大市的现实情况。

3.3 基础设施脆弱分析

基础设施是社会赖以生存和发展的一般物质条件,主要包括水、电、油、气、通讯等生命线工程和公路、铁路、桥梁、机场等公共设施,它们是自然灾害潜在的损失对象。如图2c所示,河南省基础设施脆弱性主要

分布于西北部地区。从影响区域基础设施脆弱性的指标来看,由于义马市近年来大力实施“四大一高”战略,积极打造千亿元煤化工产业集群,其 2013 年人均固定资产投资为 8.84 万元/人,远远高于全省平均水平 2.39 万元/人,这也就使得义马市的基础设施脆弱性全省最高,其次是洛阳市辖区、长垣县、郑州市辖区和三门峡市辖区,这与上述地区经济实力较为雄厚、近年来大力开展城镇基础设施和经济建设有关。

3.4 防灾减灾能力分析

防灾减灾能力为社会综合脆弱性的负性指标,即防灾减灾能力越强表明社会脆弱性越低,灾害造成的损失和影响越小^[17]。从图 2d 中可以看出,河南省防灾减灾能力较高的县域主要分布在西北部地区和各地级市辖区。大多数市辖区的防灾减灾能力明显高

于一般县域,这与市辖区的经济发展水平和医疗卫生及教育程度有关。防灾减灾能力最高的是郑州市辖区,其次是三门峡市辖区、许昌市市辖区、义马市和濮阳市市辖区。郑州市是河南省的省会,全省的政治、经济、文化中心,市辖区的经济和社会的发展速度明显高于其他县域单元,在财政投入、医疗卫生和教育方面政府的投入都是比较大的,各项指标是全省平均水平的大约 2~5 倍,从而使得郑州市辖区的防灾减灾能力处于全省最高水平。义马市作为三门峡市的县级市,其防灾减灾能力也很高,甚至高于大部分市辖区,这主要是因为以煤炭产业发展起来的义马市在财政收入、医疗卫生和教育方面的投入也都比较大。防灾减灾能力高的地区应对自然灾害的能力较强,从而可以更好地保障区域内人们的生命财产安全。

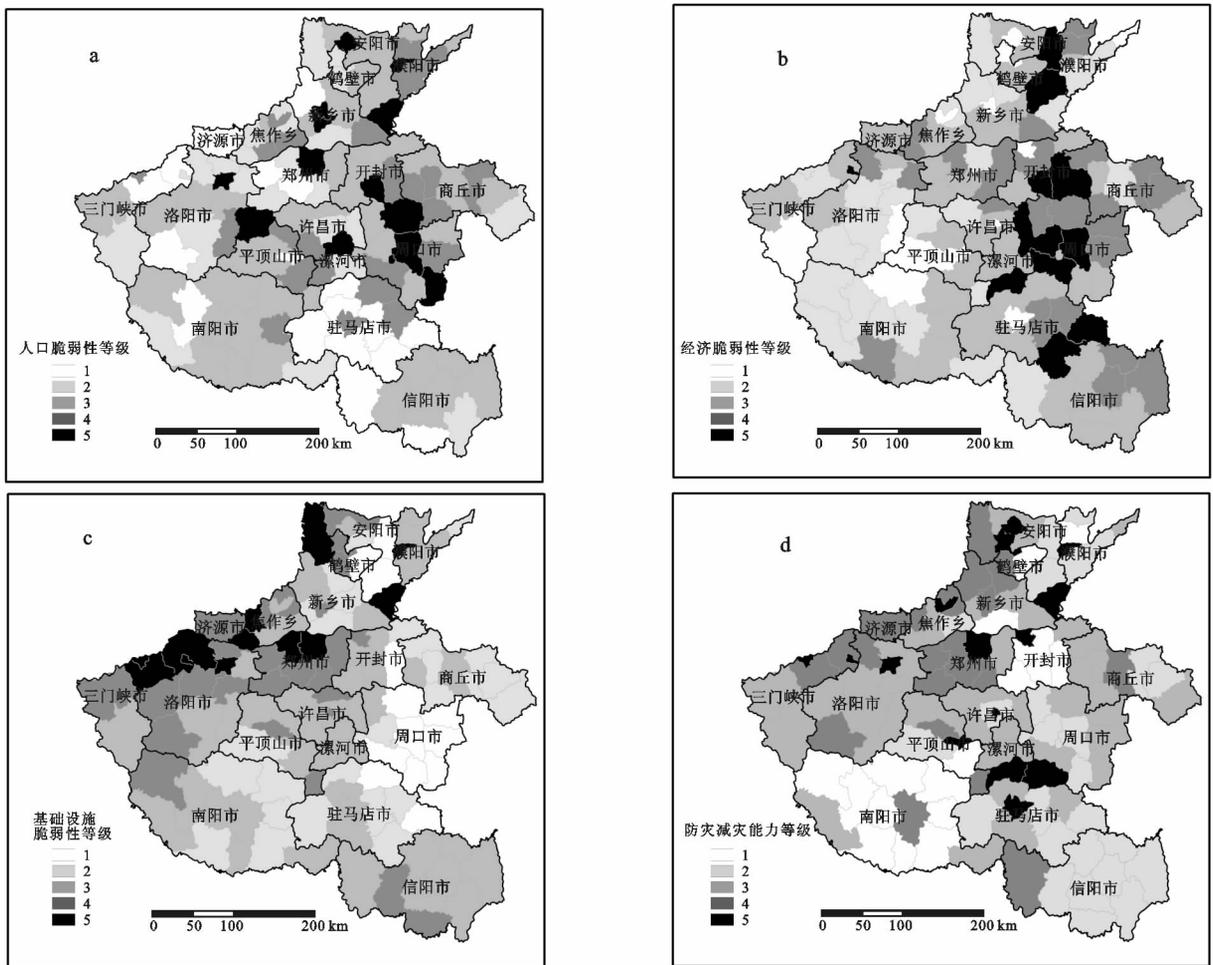


图 2 河南省人口脆弱性、经济脆弱性、基础设施脆弱性和防灾减灾能力等级空间分布

3.5 社会综合脆弱性分析

在对人口、经济、基础设施各单项承灾体脆弱性和防灾减灾能力评价的基础上,依据已建立的评价模型(式 1),在 ArcGIS 中对各指标图层进行叠加,得到河南省自然灾害社会综合脆弱性等级空间分布图(图 3)。

河南省自然灾害社会综合脆弱性等级大致上呈现以“东北—西南”一线较高,两侧地区社会脆弱性等级

较低的分布格局。社会脆弱性在重度和高度以上的区域主要集中在中东部地区,其中社会脆弱性最高的是杞县,其次为清丰县、通许县和上蔡县等,这一方面是因为上述县域第一产业从业人员比例和产值比例等指标较高,另一方面也与这些地区在防灾减灾建设方面投入较小、自然灾害来临时应对灾害的能力较低有很大关系。北部一些县域,如郑州市辖区和义马市,虽然

人口、经济和基础设施脆弱性较高,但由于其防灾减灾能力很高,使得其社会综合脆弱性并不高。可见防灾减灾能力的大小深刻地影响着社会综合脆弱性。

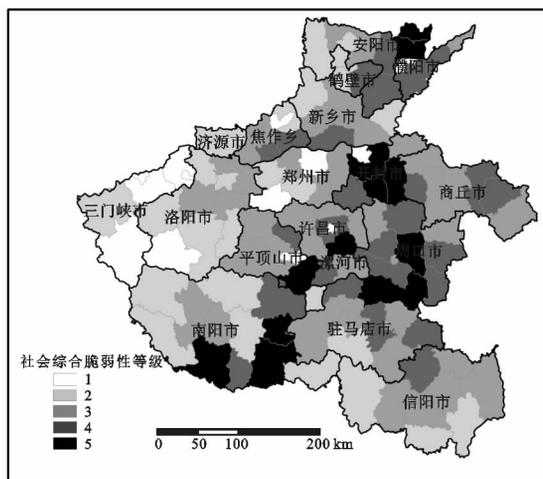


图3 河南省自然灾害社会综合脆弱性等级空间分布

4 结论与讨论

本文基于自然灾害风险系统基本理论,构建了社会脆弱性评价指标体系和模型,分析了河南省自然灾害人口、经济、基础设施等承灾体脆弱性和防灾减灾能力,并将河南省县域单元社会综合脆弱性评价结果落实到了空间单元上。研究发现,河南省自然灾害社会脆弱性大致上呈现“东北—西南”一线较高,两侧较低的空间格局。此外,大多数地级市辖区防灾减灾能力明显高于一般县域。可见,提升防灾减灾能力可有效降低自然灾害社会脆弱性,所以在今后的地方政府灾害风险管理及防灾减灾规划中需要尤为注意,这与刘毅等人的研究结论一致^[18]。

社会脆弱性评价作为一种分析工具,可以预测某些人或组织在灾害风险情境下可能会产生什么样的状况,以此来寻找降低脆弱性的方法并强化社会群体对灾害的适应^[19]。通过查阅《中国气象灾害大典:河南卷》以及近些年自然灾害资料发现,河南省自然灾害严重的区域分布主要包括:豫北、豫东平原与豫西南浅山丘陵以及淮河干流以南地区为干旱区;京广线以西—卢民—南召—内乡—一线东,以及京广线以东,淮河干流以北广大平原地区为洪涝区;以安阳—焦作—浍池—嵩县—西峡—一线以西山区丘陵地带为冻灾区。对比河南省自然灾害社会脆弱性评价结果表明,本文的评价结果与实际灾害发生区域基本符合。然而,社会脆弱性并非容易衡量的状态,在量化研究上仍存在很多限制。首先,评价指标的选取会受到数据可获取性的局限和社会背景因素的影响;其次,无论使用哪种方法确定指标权重,都难免存在一定的人为主观性;此外,社会脆弱性是动态变化的,评价单个

时间断面上的社会脆弱性不能很好地反映区域社会脆弱性的时间演变特征和变化趋势。虽然社会脆弱性研究仍存在这些局限,但评价灾害社会脆弱性仍可为灾害研究提供更具创意与解释力的视角,同时对推进防灾减灾也具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] Cutter S. Social vulnerability to environmental hazards [J]. *Social Science Quarterly*, 2003, 84(2): 1-16.
- [2] Brooks N. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework [R]. Norwich, UK: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2003.
- [3] Wisner B, Blaikie P, Cannon T, et al. At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters [M]. London: Routledge, 2004.
- [4] Fekete A, Damm M, Birkmann J. Scales as a challenge for vulnerability assessment [J]. *Natural Hazards*, 2010 (55): 729-747.
- [5] Birkmann J. Measuring Vulnerability to Hazards of National Origin [M]. Tokyo: UNU Press, 2006.
- [6] 史培军. 四论灾害系统研究的理论与实践[J]. *自然灾害学报*, 2005, 14(6): 1-7.
- [7] 赵卫权, 郭跃. 基于主成分分析法和 GIS 技术的重庆市自然灾害社会易损性分析[J]. *水土保持研究*, 2007, 14(6): 305-308.
- [8] 程晓晓. 江苏省自然灾害社会易损性的时空格局研究 [D]. 重庆: 重庆师范大学, 2011.
- [9] 聂承静, 杨林生, 李海蓉. 中国地震灾害宏观人口脆弱性评估[J]. *地理科学进展*, 2012, 31(3): 375-382.
- [10] 葛全胜, 邹铭, 郑景云. 中国自然灾害风险综合评估初步研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [11] 张永领, 游温娇. 基于 TOPSIS 的城市自然灾害社会脆弱性评价研究: 以上海市为例 [J]. *灾害学*, 2014, 29(1): 109-114.
- [12] 尹占娥, 许世远. 城市自然灾害风险评估研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [13] 张继权, 李宁. 主要气象灾害风险评价与管理的数量化方法及其应用 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007.
- [14] 章国材. 暴雨洪涝预报与风险评估 [M]. 北京: 气象出版社, 2012.
- [15] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process [M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [16] 贺山峰, 葛全胜, 吴绍洪, 等. 安徽省洪涝致灾危险性时空格局预估 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(11): 32-39.
- [17] 焦士兴, 袁焕欢, 李燕, 等. 城市经济发展对洪涝灾害承灾能力的影响研究 [J]. *水土保持研究*, 2014, 21(2): 311-314.
- [18] 刘毅, 黄建毅, 马丽. 基于 DEA 模型的我国自然灾害区域脆弱性评价 [J]. *地理研究*, 2010, 29(7): 1153-1162.
- [19] 周利敏. 社会脆弱性: 灾害社会学研究的新范式 [J]. *南京师大学报: 社会科学版*, 2012, (4): 20-28.