

基于农户视角的洪灾社会脆弱度及影响因素 ——以安康市4个滨河村庄为例

石 钰,马恩朴,李同昇*,芮 畅

(西北大学城市与环境学院,西安 710127)

摘 要:降低洪灾社会脆弱度是缓解洪灾社会影响,建立洪水韧性的重要途径。本文从敏感性、适应性和暴露度3个方面构建微观尺度下的洪灾社会脆弱度评价指标体系,以安康市4个滨河村庄为例,运用基于熵权的综合指数法评价农户的洪灾社会脆弱度,并通过BP神经网络分析厘清评价指标与社会脆弱度之间的重要性关系,识别出洪灾社会脆弱度的主要影响因素。据此提出相应的对策建议作为降低农户洪灾社会脆弱度的实践依据。研究表明:①案例村调研样本中近一半的农户处于高社会脆弱度等级,由此推算,研究区有715个农户具有较高的洪灾社会脆弱度;②受访者健康状况、防汛信息渠道、避难疏散方式、建筑质量、是否有病残人口、家庭收入多样性、5岁以下幼儿比重和60岁以上老年人比重是农户社会脆弱度的主要影响因素;③基于农户视角的洪灾社会脆弱度评价能准确地识别出脆弱度较高的农户,其结果在降低洪灾社会脆弱度方面更具有现实意义。

关键词:农户视角;洪灾;脆弱度评价;影响因素;安康市滨河村庄

1 引言

洪水灾害作为发生最频繁、危害最严重的自然灾害之一(程先富等, 2015; 尹卫霞等, 2016),是威胁人类生存、影响可持续发展的重要因素。据统计,自2000年以来,全球发生的特大规模洪灾共2790次,影响人口数达10亿左右,造成近4500亿美元的直接经济损失(EM-DATA, 2016)。按照“死亡人口”和“经济损失”排序,洪水带来的灾害位居首位(刘家福等, 2015)。据IPCC(2013)第五次评估报告预计,未来由洪水带来的灾害风险仍可能进一步增加。另有研究指出,受气候变化影响,中国近几十年来的洪涝灾害事件急速增加(秦大河等, 2015),暴雨强度也逐渐上升(Li et al, 2011)。这种变化趋势使得滨河地区首当其冲,洪灾风险显著增大。周期性洪水本是客观存在的自然现象,然而,当洪泛区城市化后,这种自然现象就随之成为灾害。有研究

表明,过去40年洪泛区人口增长的比例是世界人口增长率的1.3倍(Srivastava et al, 2012),洪泛区城市人口密度的增加使洪涝灾害的影响程度日益加剧(杨佩国等, 2016),大中城市尤其是滨河地区的居民遭受重大生命财产损失。因此,在相对短暂的周期性洪水不足以导致移民的情况下,如何降低洪灾的社会影响,“学会与洪水共处”(Liao, 2012)便成为重要的关注点。

自从“脆弱性”(Janssen et al, 2006)概念被自然灾害研究学者引入后,便在地理学领域得到广泛应用(方创琳等, 2015)。传统的脆弱性研究重点关注自然灾害、气候变化、生态环境等因素影响下的系统抵御能力及脆弱程度(Füssel et al, 2006)。近年来,受“脆弱性源于人类本身”(Anderson, 1995)这一观点的影响,学者们开始关注灾害等外部压力对人群和社会的影响,由于不同人群生理特征和经济水平存在差异,在同一压力水平下的脆弱性不同。基

收稿日期:2017-04;修订日期:2017-10。

基金项目:西北大学研究生自主创新项目(YZZ15014);国家自然科学基金项目(41601174)[Foundation: Northwest University Graduate Innovation Project, No.YZZ15014; National Natural Science Foundation of China, No.41601174]。

作者简介:石钰(1992-),女,湖北黄冈人,硕士研究生,主要从事城市与区域规划研究,E-mail: shyusherry@163.com。

通讯作者:李同昇(1960-),男,陕西岐山人,教授,博士生导师,主要从事经济地理与区域发展研究,E-mail: leetang@nwu.edu.cn。

引用格式:石钰,马恩朴,李同昇,等. 2017. 基于农户视角的洪灾社会脆弱度及影响因素:以安康市4个滨河村庄为例[J]. 地理科学进展, 36(11): 1380-1390. [Shi Y, Ma E P, Li T S, et al. 2017. Social vulnerable degree of floods and its influencing factors based on the perspective of rural households: A case study of four riverside villages in Ankang City[J]. Progress in Geography, 36(11): 1380-1390.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.11.007

于这一认识,脆弱性的社会维度得到了广泛关注(黄晓军等, 2014; 何艳冰等, 2016; 刘凯等, 2016)。与其他研究视角相比,社会维度的脆弱性研究体现了个人与社会环境之间的互动关系,是脆弱人群适应不利环境的能力表征(Cutter et al, 2008),更具有现实意义。但由于社会系统具有时空动态的复杂性(周扬等, 2014),社会脆弱性的研究仍面临很大的挑战。

目前,在研究视角方面,国内学者对洪水灾害的研究多集中在洪水灾害的风险评估(刘家福等, 2015)、时空格局演变(蒋卫国等, 2008)、社会损失(尹卫霞等, 2016)等方面。国外自Cutter(2003)提出社会脆弱性概念后,相关学者开始研究洪水灾害的社会脆弱性(Fekete, 2010),但国内目前对洪灾社会脆弱性的研究仍较少。在研究内容方面,社会脆弱性多关注整体自然灾害的社会影响(周扬等, 2014),缺乏针对具体灾害(如洪水灾害、高温等)的社会脆弱性研究。此外,社会脆弱性研究多注重对脆弱性空间分异特征的探讨(Ebert et al, 2009),而对影响因素的研究则较为薄弱。在研究方法上,现有研究多从敏感性和适应性两方面建立指标体系进行定量评价,对暴露度等环境条件的考虑仍较少,一定程度上影响了评价的科学性(何艳冰等, 2016)。在研究尺度上,国内外社会脆弱性和洪水灾害的研究,大部分集中在国家或者省市域等宏观层面(Holand et al, 2011; 谢盼等, 2015),少量学者对城市社区层面的社会脆弱性和洪水风险进行了相关研究(赵庆良等, 2010; 卢阳旭, 2013);而农户尺度上的洪灾社会脆弱度研究则鲜有报道,其理论和方法还不够成熟,评价框架也处在初级水平,仍需新的研究来完善(游温娇等, 2013)。基于此,本文以汉江沿岸的4个滨河村庄为研究对象,试图构建基于农户视角下的洪灾社会脆弱度指标体系,对其洪灾社会脆弱度进行评价,并探讨微观尺度下脆弱度的主要影响因素,以期研究滨河村庄如何“与洪水共处”、减轻洪灾影响提供实证案例,对缓解洪灾的社会影响具有现实意义

2 研究区概况

陕西安康市是汉江中上游的中等城市,地处秦巴山区的汉江河谷地带。主城区毗邻汉江而建,城区段有3条一级支流和8条较大洪沟。安康市历来是洪水灾害多发区,据记载,自公元569年至1983

年的1414年间,洪水入城达30余次,其中较大洪水9次。1983年汉江流域发生了百年不遇特大洪水,导致870人遇难,直接经济损失4.13亿元。继“83.7.31”特大洪灾后,2005年、2010年再次发生较大洪水,共有3.61万人受灾,4万余亩地绝收,直接经济损失3.13亿元。

本文以安康市新城办的4个滨河村庄——白庙村、油房村、心石村和高井村为实证案例(图1)。研究区面积为578.81 hm²,总人口4066人,共计1520户。村庄地势低洼,且处于汉江与黄洋河交汇处,由于干、支流来水的复杂水力学作用,加之汇流段河道收窄,大范围持续强降雨时汇流处常形成壅水现象,致使其成为安康市主城区洪灾风险最高的地段,已列为重点防洪区域。本文拟评价案例村农户的洪灾社会脆弱度并识别脆弱度的主要影响因素。

3 数据来源与研究方法

3.1 数据来源

本文使用的数据包括安康市新城办行政区划图和问卷调查数据。问卷调查区域位于陕西省安康市新城办的4个滨河村庄,2016年4月笔者在研究区随机抽取了50个村民进行预调查,充分了解当地情况后对原始问卷作部分调整,最终确定了包含33个题项的调查问卷。随后于2016年8月对研究区4个滨河村庄进行实地调研,按随机抽样原则共发放266份问卷,共回收260份,其中有效问卷255份。在SPSS 20.0中对有效问卷进行信度和效度检验,得到Cronbach's α 系数为0.774>0.700, KMO系数为0.656>0.600,表明问卷具有较好的内部一致性和结构效度,可作为评价农户社会脆弱度的数据来

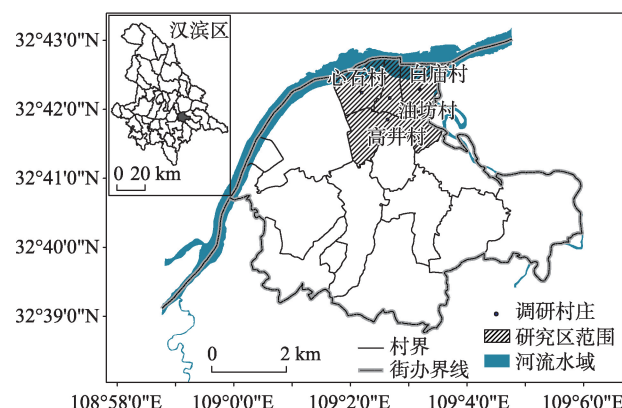


图1 案例村范围

Fig.1 Location of case study villages

源。有效问卷的样本空间分布如图2。

3.2 研究方法

3.2.1 综合指数法

社会脆弱度评价多以建立指标体系,通过不同的模型方法得出社会脆弱度指数为主(王岩等, 2013)。目前评价社会脆弱度的方法主要有综合指数法(Bjarnadottir et al, 2011)、函数模型法(Pandey et al, 2012)、集对分析法(李博等, 2015)、决策树分析法(Dwyer et al, 2004)、图层叠置法等(Depietri et al, 2013)。其中,综合指数法计算简单,容易操作,且能综合分析多项指标及多项因素,具有全面、可靠的优势。因此,本文选取最常用的综合指数法对滨河村庄社会脆弱度进行评价。

3.2.2 熵值法

运用综合指数法评价社会脆弱度时,争议较大的是权重的确定。确定指标权重的方法主要有主观赋权法和客观赋权法2种(王富喜等, 2013)。本文研究洪灾社会脆弱度所使用的数据是根据各指标的情况在实际调查中获得,杜绝了评价者主观意见的影响,更适合采用客观赋权法来确定权重。而熵值法既可以避免随机性问题,又能克服多个变量之间的信息叠置问题,在地理学领域广为应用。

3.2.3 BP神经网络法

BP神经网络法是采用BP算法的前馈网络模型,其在模拟和预测上具有较高的精确度和稳定性,非常适用于描述错综复杂、不确定的任意非线性关系(刘柯, 2007; 谢家智等, 2017),常用于评价决策(唐林楠等, 2016)、影响因素分析(胡泽文等, 2012)等研究。有研究指出,在影响因素预测方面,神经网络的预测性能和灵活性均优于传统统计学方法(胡泽文等, 2012),因此本文选择神经网络法来

预测滨河村庄洪灾社会脆弱度的主要影响因素。在使用BP神经网络模型时,确定隐含层及其神经元节点数是一个关键。借助隐含层神经元节点可以寻找样本的内在规律,据此通过不断调整隐含层节点数可增强网络模型的映射能力。值得注意的是,隐含层神经元节点数过多或过少均会导致计算结果的不精确,而目前并没有统一的方法来确定隐含层神经元节点数(刘柯, 2007),只能根据实际情况多次实验后取误差最小的方案。

4 案例村洪灾社会脆弱度

4.1 洪灾社会脆弱度指标选取与说明

构建量化指标体系是脆弱度评价的核心内容。政府间气候变化专门委员会(IPCC)在第三次评估报告中,用敏感性、适应性和暴露度的函数关系来解释脆弱度。而社会脆弱度指标最早则是由Cutter(2003)提出的,此后,国内外学者在此基础上创建了一系列社会脆弱度评价指标体系(何艳冰等, 2016)。社会脆弱度的宏观指标大多依托统计资料,这类数据往往只能反映区域层面的宏观情况,而本文使用的洪灾社会脆弱度指标则属于农户层面的微观指标,需要根据洪灾特征和村庄情况通过实地调查而得。因此,笔者在借鉴IPCC脆弱度框架的基础上,将农户的家庭特征、经济水平和环境条件等调查结果归纳为农户对洪灾的敏感性、适应性和暴露度3个方面,共选取14个指标构建微观尺度下的社会脆弱度评价指标体系。指标体系的构成和测量方法见表1,各指标的含义说明如下。

(1) 敏感性。敏感性主要反映农户易受洪水干扰的程度,可以通过幼儿及老年人比重、受访者健康状况、病残人口比例、建筑质量、有无易损商品6个指标来评价。首先,5岁以下的幼儿、60岁以上的老年人、残疾人和重病病人均属于弱势群体,由于自身能力缺乏或行动不便,无法自主应对洪水灾害,在洪灾中需要其他家庭成员的特殊照顾,因此上述人群的比重越高,则农户敏感性越高。其次,受访者多为户主,其身体越健康,则农户敏感性越低;建筑质量的好坏决定洪水来临时房屋是否会被摧毁,建筑质量越好,抵抗能力越强,农户敏感性越低;易损商品是指受洪水侵袭后容易毁坏的商品(如食品、化肥等),因此有易损商品的家庭,其敏感性越高。

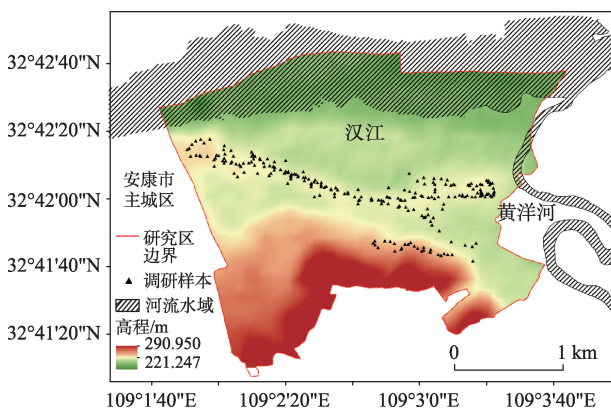


图2 调研样本空间分布

Fig.2 Spatial distribution of the survey samples

表 1 洪灾社会脆弱度评价指标体系及测量方法

Tab.1 Evaluation index system and measurement method of social vulnerability to floods

目标层	准则层	指标层	指标向性	测量方法
洪灾社会脆弱度	敏感性	x_1 : 5 岁以下幼儿比重	值正向	5 岁以下幼儿人口/家庭总人口
		x_2 : 60 岁以上老年人比重	值正向	60 岁以上老年人口/家庭总人口
		x_3 : 受访者健康状况	代码值正向	良好=1, 一般=2, 较差=3, 不好=4
		x_4 : 是否有病残人口	代码值负向	是=1, 否=2
		x_5 : 建筑质量	代码值正向	好=1, 较好=2, 一般=3, 较差=4, 极差=5
		x_6 : 是否有易损商品	代码值负向	是=1, 否=2
	适应性	x_7 : 是否有稳定工作	代码值负向	是=1, 否=2
		x_8 : 家庭收入多样性	值正向	$x_8 = -\sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln P_i$, n 为收入来源数, 根据调查结果, n 的取值为 1、2、3、4
	暴露度	x_9 : 防汛信息渠道	代码值负向	移动智能设备=1, PC 互联网设备=2, 电视新闻报道=3, 社区广播和邻里交流=4, 自行观察=5
		x_{10} : 避灾疏散方式	代码值负向	私人机动车辆=1, 城市公共交通=2, 非机动车辆=3, 步行=4
		x_{11} : 工作地点是否在洪泛区内	代码值负向	是=1, 否=2
		x_{12} : 洪泛区内的耕地比重	值正向	洪泛区内耕地面积/家庭总耕地面积
		x_{13} : 房屋高程	代码值正向	>258.93=1, 258.93~256.55=2, 256.55~251.86=3, 251.86~247.61=4, <247.61=5, 高程单位: m
		x_{14} : 房屋距河口距离	值负向	房屋到干支流交汇点的直线距离, 单位: m

注:①定量变量的向性按变量值确定,等级变量的向性按代码值确定;②指标向性是指指标层与其对应准则层的正负性关系;③敏感性和暴露度与洪灾社会脆弱度呈正相关,适应性与洪灾社会脆弱度呈负相关;④房屋高程以洪水重现周期 5 年、20 年、100 年、400 年的洪水位为间断值进行分级,水位数据来源于《安康市人民政府关于印发安康城区防汛抗洪预案的通知[2016]9 号》;⑤在 LocaSpace Viewer 中对研究区进行在线淹没模拟表明,淹没过程是从河流交汇点向较高处推进的。

(2) 适应性。适应性反映农户能够处理、应对和适应洪水干扰的能力,本文以工作稳定性、家庭收入多样性、防汛信息渠道和避灾疏散方式 4 项指标来评价。其中稳定的工作一般都会有社会保险及福利,能够从容应对洪水灾害,因此有稳定工作的农户,适应性越强;家庭收入越多样,洪灾时有更多的替代性收入来弥补洪灾带来的损失,因此农户家庭收入种类越多,适应性越强;防汛信息渠道越畅通,灾情获取越及时,越能为应急响应争取宝贵时间,因此适应性越强;避灾疏散方式越先进,运行速度越快,调度使用越灵活,越有利于人员、财产的迅速转移,适应性越强。

(3) 暴露度。暴露度主要反映农户易受洪灾影响的环境条件,可以用工作地点是否在洪泛区内、洪泛区内的耕地比重、房屋高程及房屋距河口距离 4 项指标来评价。其中工作地点是否在洪泛区内,表明工作地点是否有危险性,由于洪泛区受灾时直接面临洪水冲击,因此在洪泛区内劳动的人员暴露度更高;洪水对耕地和农作物会产生毁灭性破坏,因此洪泛区内耕地比重越高的家庭,其暴露度越高。房屋高程和房屋距河口的距离决定洪水来临

时农户面临的危险性,高程越低、房屋距河口距离越近,洪灾时农户越易受到侵袭,暴露度越高。

4.2 数据处理与洪灾社会脆弱度评价

4.2.1 数据标准化处理

通过调查获取的指标数据量纲和单位均不一致,且不同指标对洪灾脆弱度的贡献有正有负,为消除其对计算结果的影响,本文运用极差方法对原始数据作如下标准化处理。

(1) 正向相关指标: $x_{ij}' = \frac{x_{ij} - x_{ij, \min}}{x_{ij, \max} - x_{ij, \min}}$ (1)

(2) 负向相关指标: $x_{ij}' = \frac{x_{ij, \max} - x_{ij}}{x_{ij, \max} - x_{ij, \min}}$ (2)

式中: $i=1, 2, \dots, 255; j=1, 2, \dots, 14; x_{ij}$ 为第 i 个样本 j 项指标的原始数值; x_{ij}' 为标准化后的变量值,其数值范围为[0, 1]; $x_{ij, \max}$ 为第 j 项指标的最大值; $x_{ij, \min}$ 为第 j 项指标的最小值。

4.2.2 基于熵值法的权重确定

首先运用 SPSS 软件对全部指标的样本值进行多重共线性检验,一般认为解释变量的方差扩大因子(VIF)值大于 10 时,模型存在严重的多重共线性(廖翼等, 2012)。经过多次测试发现,当“家庭收入多样性”为因变量时,出现在检验结果中的解释变

量最多,检验结果表明(表2),所有指标的方差扩大因子均不大于2,不存在多重共线性,说明了14个解释变量包含的信息相互独立。

而熵值法最适宜处理相互独立的指标之间的权重关系,因此本文采用熵值法确定指标层和准则层的权重,步骤如下。

(1) 利用标准化后的数据计算第*j*项指标的信息熵冗余*d_j*:

$$d_j = 1 - \sum_{i=1}^{255} \left[-\frac{x_{ij}'}{\sum_{i=1}^{255} x_{ij}'} \cdot \ln \frac{x_{ij}'}{\sum_{i=1}^{255} x_{ij}'} \right] \cdot \frac{1}{\ln 255} \quad (3)$$

(2) 计算第*j*项指标的权重*w_j*:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, n=4,6 \quad (4)$$

(3) 用同样的方法计算出准则层指标的权重值,各层指标的权重计算结果如表3所示。

4.2.3 社会脆弱度评价模型

本文运用综合指数法对研究区农户的洪灾社会脆弱度进行评价:

(1) 先计算准则层指标即敏感性、适应性和暴露度的评价价值,分别用*S_i*、*A_i*和*E_i*来表示:

$$S_i = 0.17x_{i1}' + 0.10x_{i2}' + 0.20x_{i3}' + 0.26x_{i4}' + 0.12x_{i5}' + 0.15x_{i6}' \quad (5)$$

$$A_i = 0.27x_{i7}' + 0.17x_{i8}' + 0.24x_{i9}' + 0.32x_{i10}' \quad (6)$$

$$E_i = 0.21x_{i11}' + 0.49x_{i12}' + 0.10x_{i13}' + 0.20x_{i14}' \quad (7)$$

式中:*i*=1, 2, ..., 255,代入标准化后的指标数据,分别计算得到各样本的敏感性、适应性和暴露度指数。

(2) 计算第*i*个样本的洪灾社会脆弱度指数*V_i*:
V_i=0.35*S_i*+0.53*A_i*+0.12*E_i*,分别代入式(5)–(7)的结果,计算得到各样本的洪灾社会脆弱度。

4.3 洪灾社会脆弱度评价结果

得到所有样本的准则层和目标层评价价值后,采用自然间断点法将洪灾社会脆弱度指数、敏感性指数、适应性指数和暴露度指数划分为3个等级(表4)。从敏感性分级结果来看,案例村近6成农户处于中、高等级,尽管大部分受访者表示健康状况良好(69.41%),绝大多数建筑(82.35%)的质量也较好,但30.20%的家庭却有病残人口,39.61%的家庭拥有易损商品;另外,研究区老龄化显著,60岁以上老年人口比重为23.85%,从而导致敏感性整体偏高。从适应性指数来看,案例村高达87.06%的农户处于中、低等级,究其原因,案例村66.27%的农户无稳定职业,且家庭收入多样性偏低(平均为0.32);在防汛避灾方面,80.78%的受访农户仅能通过社区广播、与邻里交流或自行观察的方式来获取汛情信息,5成以上农户仅能通过步行疏散(56.47%),导致了较低的适应性水平。从暴露度指数来看,案例村大部分农户处于高、中等级(78.43%),具有较高的暴露度。由于研究区紧邻汉江,地势低洼,且位于汉江干流与支流的交汇处,极易受洪水袭扰;另外,大部分农户的耕地也分布在沿岸的洪泛区内,易被洪水淹没,因此暴露度整体较高;从脆弱度指数来看,120个受访农户处于高脆弱度等级,占样本总量的47.06%;由此推算,整个研究区有715个农户具有较高的洪灾社会脆弱度。

从分行政村来看,白庙村、油坊村农户整体的洪灾社会脆弱度较高,高井村、心石村农户整体洪灾社会脆弱度较低(表5),这与实际调研中发现的情况相符。白庙村和油坊村是研究区最靠近河流的村庄,整体地势低洼,经济状况较差,村民生计主要依靠洪泛区内的耕地,因而农户的社会脆弱度较高。而高井村和心石村处于研究区地势较高的位置,且靠近安康市主城区,村民生计方式多样,多数

表2 洪灾社会脆弱度指标多重共线性检验
Tab.2 Test for multi-collinearity on indicators of social vulnerability to floods

解释变量	方差扩大因子(VIF)
5岁以下幼儿比重	1.068
60岁以上老年人比重	1.296
受访者健康状况	1.324
有无病残人口	1.176
是否有易损商品	1.088

表3 指标层和准则层指标权重
Tab.3 Weights of indicators in the indicator layer and the rule layer

准则层权重	敏感性(0.35)					适应性(0.53)					暴露度(0.12)			
指标层代码	<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>x</i> ₃	<i>x</i> ₄	<i>x</i> ₅	<i>x</i> ₆	<i>x</i> ₇	<i>x</i> ₈	<i>x</i> ₉	<i>x</i> ₁₀	<i>x</i> ₁₁	<i>x</i> ₁₂	<i>x</i> ₁₃	<i>x</i> ₁₄
指标层权重	0.17	0.10	0.20	0.26	0.12	0.15	0.27	0.17	0.24	0.32	0.21	0.49	0.10	0.20

注:指标层代码的含义详见表1。

表 4 案例村洪灾社会脆弱度评价结果

Tab.4 Assessment results of social vulnerability to floods in the case study villages

	评价等级	评价值区间	户数/户	百分比/%
脆弱度	高	0.1322~0.3529	120	47.06
	中	-0.0372~0.1321	88	34.51
	低	-0.3931~-0.0371	47	18.43
敏感性	高	0.2884~0.6513	51	20.00
	中	0.1293~0.2883	107	41.96
	低	0.0000~0.1292	97	38.04
适应性	高	0.4388~0.9444	33	12.94
	中	0.1632~0.4387	83	32.55
	低	0.0000~0.1631	139	54.51
暴露度	高	1.3860~0.8145	87	34.12
	中	0.7665~1.3859	113	44.31
	低	0.1054~0.7664	55	21.57

在城里打工,或者经营小商店,收入稳定,具有较高的洪灾适应性,因此其社会脆弱度处于较低等级。

5 社会脆弱度的影响因素及应对策略

洪灾社会脆弱度评价旨在减缓洪灾的社会影响,因此找出易受洪灾影响的农户后,应进一步揭示脆弱度的主要影响因素,以便提出针对性的缓解策略。据此,本文采用神经网络分析法来识别社会脆弱度的主要影响因素。

5.1 指标重要性分析

首先运用BP神经网络方法分析洪灾社会脆弱度的指标重要性。输入层选取上文中构建的洪灾

社会脆弱度评价指标,根据多重共线性检验结果,解释变量之间均不存在多重共线性,因此所有的指标均可作为BP神经网络的输入层,一共 14 个神经元。其中,因子选择“受访者健康状况”、“是否有病残人口”、“建筑质量”、“是否有易损商品”、“是否有稳定工作”、“防汛信息渠道”、“避灾疏散方式”和“工作地点是否在洪泛区内”8 项;协变量选择“5 岁以下幼儿比重”、“60 岁以上老年人比重”、“家庭收入多样性”、“洪泛区内耕地比重”、“房屋高程”和“房屋距河口距离”6 项。输出层的选择根据研究目的而定,本文使用BP神经网络模型是为了计算各评价指标对洪灾社会脆弱度的重要性大小,因此将社会脆弱度作为输出层。

隐含层的确定需要通过不断调整隐含层节点数的方法,经过多次试验,发现当隐含层神经元节点数为 7 时,模型具有最佳的模拟效果,模型训练的相对误差只有 0.003,检验的相对误差仅为 0.030 (表 6)。

基于训练结果,选择构建 14-7-1 的 BP 神经网络模型,隐含层采用非线性的 sigmoid 型函数,即 $f(x)=1/(1+e^{-x})$ 来激活(封铁英等, 2005),输出层用恒等函数激活,选择批处理和梯度下降优化算法,其余参数为系统默认值。模型训练时排除了变量值未出现在培训样本中的 4 个个案,进入分析的有效样本为 251 个,其中训练样本 167 个,检验样本 84 个。运行后得到网络训练结果,其中预测的拟合优度为 0.988(图 3),拟合残差值均小于 0.03,表明模型具有较好的精度。

表 5 各等级洪灾社会脆弱度农户分布情况

Tab.5 Distribution of rural households of different social vulnerability grades

村庄名称	高脆弱度		中脆弱度		低脆弱度		行政村合计	
	户数/户	百分比/%	户数/户	百分比/%	户数/户	百分比/%	户数/户	百分比/%
心石村	27	33.75	27	33.75	26	32.50	80	100
油坊村	26	41.94	28	45.16	8	12.90	62	100
白庙村	50	64.10	21	26.92	7	8.98	78	100
高井村	17	48.57	12	34.29	6	17.14	35	100

表 6 BP神经网络模型训练及检验误差结果

Tab.6 Error result of training and test for BP neural network model

隐含层神经元节点数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
训练	平方和误差	14.213	6.870	8.420	6.610	7.186	4.277	0.281	5.441	2.768	8.164
	相对误差	0.154	0.830	0.093	0.076	0.078	0.055	0.003	0.060	0.032	0.093
检验	平方和误差	5.320	6.708	2.848	5.351	5.030	4.659	1.236	3.516	3.562	4.372
	相对误差	0.128	0.155	0.096	0.112	0.124	0.108	0.030	0.103	0.126	0.126

最后运用自然间断点法将不同指标对社会脆弱度的重要性值进行分类,根据检验结果发现划分为3类时,轮廓系数(Silhouette)为0.77,达到最高值,聚类效果最好。据此,将洪灾社会脆弱度影响因素分为高、中、低3类,在模型输出的重要性图中选择箱元素类型的表达方式,合并重要性低的一类指标,得到洪灾社会脆弱度的主要影响因素及其重要性排序结果(图4)。

5.2 主要影响因素识别及其应对策略

从上文神经网络分析结果可以看出,洪灾社会脆弱度的主要影响因素由主到次分别为:受访者健康状况、防汛信息渠道、避灾疏散方式、建筑质量、

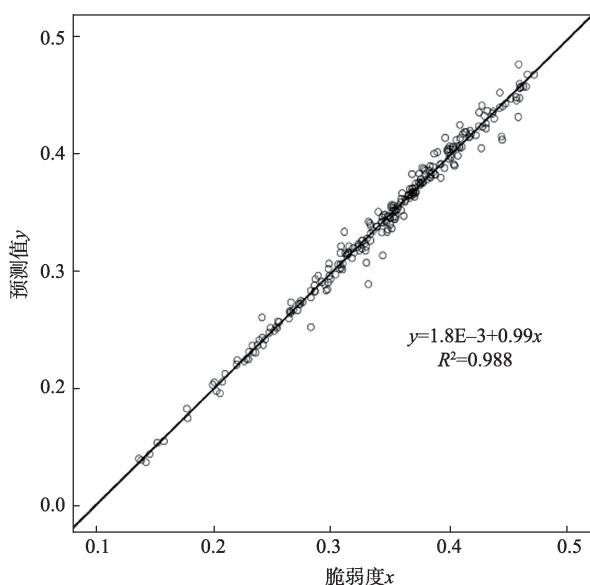


图3 脆弱度预测值拟合优度

Fig.3 Goodness-of-fit of predicted values for vulnerability to floods

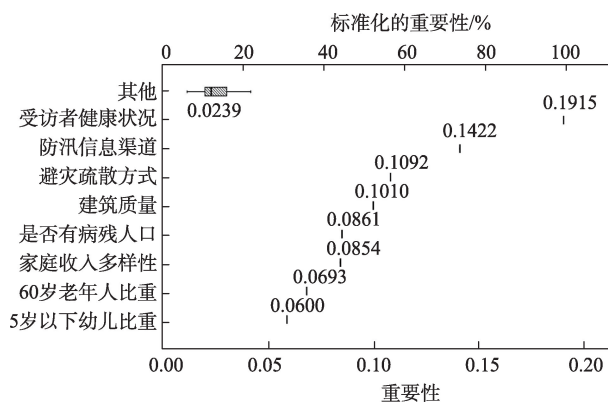


图4 洪灾社会脆弱度主要影响因素

Fig.4 Main influencing factors of social vulnerability to floods

是否有病残人口、家庭收入多样性、60岁以上老年人比重和5岁以下幼儿比重。根据影响因素性质的不同,又将其归并为承灾体自身属性、应急反应能力和生计方式多样性3项,现分别分析并提出应对策略如下。

(1) 承灾体自身属性。承灾体自身属性是洪灾社会影响的调节性因素,在相同的致灾因子和孕灾环境下,洪灾的影响程度会因承灾体自身属性的不同而呈现出较大差异,即承灾体的属性差异会“放大”或“缩小”洪灾对不同群体的影响。因此,承灾体的自身属性是构成洪灾社会属性的重要维度。在识别出的8项主要影响因素中,“受访者健康状况”、“是否有病残人口”、“60岁以上老年人比重”、“5岁以下幼儿比重”和“建筑质量”5项因素可归并为承灾体的自身属性,分别反映了农户家庭结构中弱势群体的构成状况以及房屋建筑质量对其社会脆弱度的影响。人员和房屋建筑作为洪泛区的2类主要承灾体,前者的健康状况和行动能力以及后者的坚固程度均会直接决定洪水侵袭时承灾体的抵抗能力,从而影响其社会脆弱度的高低。

目前,研究区60岁以上老年人的平均比重为23.85%,5岁以下幼儿的平均比重为8.83%,灾时难以自行疏散,需要看护的人员约占研究区总人口的32.68%;另外,30.20%的家庭有残疾人、重病病人或慢性病人,17.65%的建筑质量处于一般及以下水平。针对上述问题,提出如下策略建议:①道路交通运输规划应考虑针对弱势群体的无障碍疏散通道,为老弱群体服务的避灾场所应有安全且合理的疏散距离;②洪灾时组织城市公共交通优先疏散老弱群体,降低洪灾时弱势群体的撤离难度;③完善村庄的体育健身设施和医疗卫生设施,提高医疗服务水平,改善村民的身体素质;④在村庄规划中对农户的房屋建筑作全面评估,通过调查检验识别出质量较差的建筑,并在更新规划中通过结构加固或底层架空等方式提高房屋建筑对洪水的适应性。

(2) 应急反应能力。高效能的应急反应对于减缓洪灾影响,降低洪灾造成的生命财产损失至关重要。根据应急管理周期理论,灾害的预防、准备、应对和恢复阶段均对洪灾社会脆弱度产生巨大的影响,其中灾害预防和准备阶段的状况又会影响应对的有效性和恢复的难易程度。洪灾侵袭时,农户作为承灾体,其自身的应急反应能力必然会影响到社会脆弱度的高低。在上文识别出的8项影响因素中,

“防汛信息渠道”和“避灾疏散方式”可归并为农户的应急反应能力。农户拥有的信息渠道决定了其获取灾情的及时性,从而决定了该农户是否有足够时间来转移人员和财产。农户通过何种交通方式进行疏散则会影响其撤离的速度,以及转移人员和财物的能力。低效的灾情获取和落后的疏散方式均会降低农户的应急反应能力,从而增大灾损风险,导致社会脆弱度升高。

目前研究区80.78%的农户仅能通过社区广播、与邻里交流或自行观察等方式获取汛情;5成以上(56.47%)农户仅能通过步行疏散,因此应急反应能力偏低。鉴于此,建议地方政府建立防汛预警系统,在提高社区广播及时性的同时,通过与第三方平台合作将汛情预报功能应用到移动智能端,从而提高汛情发布的效率。在避灾疏散方面,应制定城市公共交通用于应急疏散的相关政策,强化公共交通在转移人员方面的运量优势,形成制度化的应急疏散模式。

(3) 生计方式多样性。“家庭收入多样性”表征了农户的生计方式多样性,其对社会脆弱度的影响值为0.0854。农户生计方式具有一定的多样性,即农户拥有2种及以上的收入来源能够保证某种生计方式因洪灾而中断时,农户不至于完全丧失收入来源,因此更具有洪灾适应性。有研究指出,生计方式的多样性可降低社会脆弱度,相对于农业户,兼业户的生计资本禀赋往往更好,抗风险能力更强,对自然环境的依赖性更小(黎洁等,2009)。而目前研究区农户的收入多样性平均仅为0.32,且46.27%的农户依赖农业收入,其中44个农户的农业收入占比在50%以上。可见,培育以非农活动为主的多样化生计方式是降低案例村农户洪灾社会脆弱度的有效途径。Antwi-Agyei等(2013)也证实了非农收入对农户面临环境变化风险时生存的至关重要性。考虑到案例村的区位条件,应依托安康市主城区的辐射带动作用拓展农户生计方式,提高农户在洪灾中的收入稳健性,降低其社会脆弱度。

6 结论与讨论

6.1 结论

基于地图资料和调研数据,从敏感性、适应性和暴露度3个方面建立洪灾社会脆弱度评价指标体

系,应用综合指数法对安康市汉滨区4个滨河村庄的洪灾社会脆弱度进行评价,并识别脆弱度的主要影响因素,得出以下结论。

(1) 社会脆弱度评价与分级结果表明,案例村农户的洪灾适应性偏低,而敏感性和暴露度偏高,整体上120个农户的洪灾社会脆弱度处于高等级,占总样本量的47.06%。据此推算,研究区目前有715个农户的洪灾社会脆弱度仍处于高等级,易受洪灾影响。

(2) 洪灾社会脆弱度的主要影响因素按重要性大小依次为:“受访者健康状况”、“防汛信息渠道”、“避灾疏散方式”、“建筑质量”、“是否有病残人口”、“家庭收入多样性”、“60岁以上老年人比重”和“5岁以下幼儿比重”。在此基础上,根据性质的不同可将其归纳为承灾体自身属性、应急反应能力和生计方式多样性3类因素,并据此提出了相应的策略建议。

(3) 由于对象尺度与数据来源不同,微观尺度下的社会脆弱度评价在指标体系构建和评价结果的现实意义方面均有别于区域尺度的研究。基于农户视角的洪灾社会脆弱度评价更能准确地识别出脆弱度较高的农户并进行影响因素分析,在降低洪灾社会脆弱度方面更具有实践意义。

6.2 讨论

(1) BP神经网络分析结果表明,暴露度对应的4项指标对社会脆弱度的重要性均很低,尤其是房屋高程和工作地点的暴露度对洪灾社会脆弱度的影响十分微弱。这表明,在微观尺度下,孕灾环境具有更高的相似性,不同承灾体与环境间的关系差异较小;而基于农户个体的社会属性指标则差异显著,更能影响农户的洪灾社会脆弱度。因此在建立微观尺度下的社会脆弱度评价指标体系时应重点考虑社会属性指标。这是洪灾脆弱度评价中微观尺度研究与宏观尺度的主要区别。

(2) 脆弱性的核心内涵主要包括2个方面,一是系统在外部扰动下易受影响的程度;二是系统受扰动后难以恢复的程度。因此,脆弱性的度量实际上也包含了恢复力视角,两者可比喻为硬币的两面。对受扰系统恢复程度的考察需要放到系统变化过程中进行,即需要利用时间序列数据来研究。本文只基于一期的调查数据进行评价,因此只能考察农户易受洪灾影响的程度,即属于洪灾脆弱度研究而非脆弱性研究。未来需要通过长期跟踪调查来研

究其洪灾脆弱性。

(3) 本文针对社会脆弱度的主要影响因素,只提出了初步的应对策略,而这对于建设具有洪水韧性的滨河村庄而言,仍显得杯水车薪。滨河村庄如何与“洪水共处”,如何通过工程、生态、决策与社会网络等多种措施提高人居环境的洪水适应性,同时形成多样化的提升农户经济实力的生计方式,并逐步恢复河岸带生态系统,仍是有待解决的综合性问题。

参考文献(References)

- 程先富, 郝丹丹. 2015. 基于OWA-GIS的巢湖流域洪涝灾害风险评价[J]. 地理科学, 35(10): 1312-1317. [Cheng X F, Hao D D. 2015. Flood risk assessment in Chaohu Basin based on OWA- GIS[J]. Scientia Geographica Sinica, 35(10): 1312-1317.]
- 方创琳, 王岩. 2015. 中国城市脆弱性的综合测度与空间分异特征[J]. 地理学报, 70(2): 234-247. [Fang C L, Wang Y. 2015. A comprehensive assessment of urban vulnerability and its spatial differentiation in China[J]. Acta Geographica Sinica, 70(2): 234-247.]
- 封铁英, 王毅敏, 段兴民. 2005. 企业资本结构及其影响因素的关系研究: 多元线性回归模型与神经网络模型比较与应用[J]. 系统工程, 23(1): 42-48. [Feng T Y, Wang Y M, Duan X M. 2005. A study on the relationship between capital structure of enterprise and its determinants: Comparison and application of multivariate linear regression model and neural network model[J]. Systems Engineering, 23(1): 42-48.]
- 何艳冰, 黄晓军, 翟令鑫, 等. 2016. 西安快速城市化边缘区社会脆弱性评价与影响因素[J]. 地理学报, 71(8): 1315-1328. [He Y B, Huang X J, Zhai L X, et al. 2016. Assessment and influencing factors of social vulnerability to rapid urbanization in urban fringe: A case study of Xi'an[J]. Acta Geographica Sinica, 71(8): 1315-1328.]
- 胡译文, 武夷山. 2012. 科技产出影响因素分析与预测研究: 基于多元回归和BP神经网络的途径[J]. 科学学研究, 30(7): 992-1004. [Hu Z W, Wu Y S. 2012. Research on analysis of influencing factors and prediction for scientific and technological outputs: An approach based on multiple linear regression and BP neural network[J]. Studies in Science of Science, 30(7): 992-1004.]
- 黄晓军, 黄馨, 崔彩兰, 等. 2014. 社会脆弱性概念、分析框架与评价方法[J]. 地理科学进展, 33(11): 1512-1525. [Huang X J, Huang X, Cui C L, et al. 2014. The concept, analytical framework and assessment method of social vulnerability[J]. Progress in Geography, 33(11): 1512-1525.]
- 蒋卫国, 盛绍学, 朱晓华, 等. 2008. 区域洪水灾害风险格局演变分析: 以马来西亚吉兰丹州为例[J]. 地理研究, 27(3): 502-508, 727. [Jiang W G, Sheng S X, Zhu X H, et al. 2008. Change and spatial pattern of flood disaster risk[J]. Geographical Research, 27(3): 502-508, 727.]
- 黎洁, 李亚莉, 邵秀军, 等. 2009. 可持续生计分析框架下西部贫困退耕山区农户生计状况分析[J]. 中国农村观察, (5): 29-38. [Li J, Li Y L, Tai X J, et al. 2009. On the rural households livelihood in the western poor areas after the slopping land conversion program within the sustainable livelihood analysis framework from the rural households survey in the Zhouzhi County, Shanxi Province[J]. China Rural Survey, (5): 29-38.]
- 李博, 杨智, 苏飞. 2015. 基于集对分析的大连市人海经济系统脆弱性测度[J]. 地理研究, 34(5): 967-976. [Li B, Yang Z, Su F. 2015. Measurement of vulnerability in human-sea economic system based on set pair analysis: A case study of Dalian City[J]. Geographical Research, 34(5): 967-976.]
- 廖翼, 周发明. 2012. 中国烟草及烟草制品的国际竞争力及影响因素分析[J]. 国际贸易问题, (3): 22-33. [Liao Y, Zhou F M. 2012. Analysis on international competitiveness of Chinese tobacco and tobacco products and its influencing factors[J]. Journal of International Trade, (3): 22-23.]
- 刘家福, 张柏. 2015. 暴雨洪灾风险评估研究进展[J]. 地理科学, 35(3): 346-351. [Liu J F, Zhang B. 2015. Progress of rainstorm flood risk assessment[J]. Scientia Geographica Sinica, 35(3): 346-351.]
- 刘柯. 2007. 基于主成分分析的BP神经网络在城市建成区面积预测中的应用: 以北京市为例[J]. 地理科学进展, 26(6): 129-137. [Liu K. 2007. Application of BP neural network in the prediction of urban built-up area: A case study of Beijing[J]. Progress in Geography, 26(6): 129-137.]
- 刘凯, 任建兰, 程钰, 等. 2016. 黄河三角洲地区社会脆弱性评价与影响因素[J]. 经济地理, 36(7): 45-52. [Liu K, Ren J L, Cheng Y, et al. 2016. Yellow River Delta social vulnerability evaluation and influence factor[J]. Economic Geography, 36(7): 45-52.]
- 卢阳旭. 2013. 国外灾害社会学中的城市社区应灾能力研究: 基于社会脆弱性视角[J]. 城市发展研究, 20(9): 83-87, 118. [Lu Y X. 2013. A review on city community disaster response capability in the sociology of disaster: Based on the perspective of social vulnerability[J]. Urban Development Studies, 20(9): 83-87, 118.]
- 秦大河, 张建云, 闪淳昌, 等. 2015. 中国极端天气气候事件和灾害风险管理与适应国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社. [Qin D H, Zhang J Y, Shan C C, et al. 2015. Zhongguo jiduan tianqi qihou shijian he zaihai fengxian guanli

- yu shiying guojia pinggu baogao[M]. Beijing, China: Science Press.]
- 唐林楠, 刘玉, 潘瑜春, 等. 2016. 基于BP模型和Ward法的北京市平谷区乡村地域功能评价与分区[J]. 地理科学, 36(10): 1514-1521. [Tang L N, Liu Y, Pan Y C, et al. 2016. Evaluation and zoning of rural regional multifunction based on BP model and ward method: A case in the Pinggu District of Beijing City[J]. Scientia Geographica Sinica, 36(10): 1514-1521.]
- 王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 2013. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J]. 地理科学, 33(11): 1323-1329. [Wang F X, Mao A H, Li H L, et al. 2013. Quality measurement and regional difference of urbanization in Shandong Province based on the entropy method [J]. Scientia Geographica Sinica, 33(11): 1323-1329.]
- 王岩, 方创琳, 张蕾. 2013. 城市脆弱性研究评述与展望[J]. 地理科学进展, 32(5): 755-768. [Wang Y, Fang C L, Zhang Q. 2013. Progress and prospect of urban vulnerability[J]. Progress in Geography. 32(5): 755-768.]
- 谢家智, 车四方, 林涌. 2017. 基于随机神经网络的地震灾害经济损失评估与预测[J]. 灾害学, 32(1): 1-4, 10. [Xie J Z, Che S F, Lin Y. 2017. Earthquake disaster economic loss estimation and prediction based on neural networks with random weights[J]. Journal of Catastrophology, 32(1): 1-4, 10.]
- 谢盼, 王仰麟, 刘焱序, 等. 2015. 基于社会脆弱性的中国高温灾害人群健康风险评价[J]. 地理学报, 70(7): 1041-1051. [Xie P, Wang Y L, Liu Y X, et al. 2015. Incorporating social vulnerability to assess population health risk due to heat stress in China[J]. Acta Geographica Sinica, 70(7): 1041-1051.]
- 杨佩国, 靳京, 赵东升, 等. 2016. 基于历史暴雨洪涝灾情数据的城市脆弱性定量研究: 以北京市为例[J]. 地理科学, 36(5): 733-741. [Yang P G, Jin J, Zhao D S, et al. 2016. An urban vulnerability study based on historical flood data: A case study of Beijing[J]. Scientia Geographica Sinica, 36(5): 733-741.]
- 尹卫霞, 余瀚, 崔淑娟, 等. 2016. 暴雨洪水灾害人口损失评估方法研究进展[J]. 地理科学进展, 35(2): 148-158. [Yin W X, Yu H, Cui S J, et al. 2016. Review on methods for estimating the loss of life induced by heavy rain and floods [J]. Progress in Geography, 35(2): 148-158.]
- 游婉娇, 张永领. 2013. 洪灾社会脆弱性指标体系研究[J]. 灾害学, 28(3): 215-220. [You W J, Zhang Y L. 2013. Research on index system of social vulnerability for flood hazard[J]. Journal of Catastrophology, 28(3): 215-220.]
- 赵庆良, 王军, 许世远, 等. 2010. 沿海城市社区暴雨洪水风险评价: 以温州龙湾区为例[J]. 地理研究, 29(4): 665-674. [Zhao Q L, Wang J, Xu S Y, et al. 2010. Flood risk assessment of coastal community: A case study in Longwan District of Wenzhou City[J]. Geographical Research, 29(4): 665-674.]
- 周扬, 李宁, 吴文祥. 2014. 自然灾害社会脆弱性研究进展[J]. 灾害学, 29(2): 128-135. [Zhou Y, Li N, Wu W X. 2014. Research progress on social vulnerability to natural disasters[J]. Journal of Catastrophology, 29(2): 128-135.]
- Anderson M B. 1995. Vulnerability to disaster and sustainable development: A general framework for assessing vulnerability[M]//Munasinghe M, Clarke C L. Disaster prevention for sustainable development: Economic and policy issues. Washington, DC: World Bank: 41-55.
- Antwi-Agyei P, Dougill A J, Fraser E D G, et al. 2013. Characterising the nature of household vulnerability to climate variability: Empirical evidence from two regions of Ghana [J]. Environment, Development and Sustainability, 15(4): 903-926.
- Bjarnadottir S, Li Y, Stewart M G. 2011. Social vulnerability index for coastal communities at risk to hurricane hazard and a changing climate[J]. Natural Hazards, 59(2): 1055-1075.
- Cutter S L. 2003. The vulnerability of science and the science of vulnerability[J]. Annals of the Association of American Geographers, 93(1): 1-12.
- Cutter S L, Finch C. 2008. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(7): 2301-2306.
- Depietri Y, Welle T, Renaud F G. 2013. Social vulnerability assessment of the Cologne urban area (Germany) to heat waves: Links to ecosystem services[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 6: 98-117.
- Dwyer A, Zoppou C, Nielsen O M, et al. 2004. Quantifying social vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards[R]. Canberra, Australia: Geoscience Australia.
- Ebert A, Kerle N, Stein A. 2009. Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air- and space borne imagery and GIS data[J]. Natural Hazards, 48(2): 275-294.
- EM-DATA. 2016. Natural disasters profiles[EB/OL]. 2016-12-19[2017-04-09]. <http://www.emdat.be/>.
- Fekete A. 2010. Assessment of social vulnerability for river-floods in Germany[D]. Bonn, Germany: University of Bonn.
- Füssel H M, Klein R J T. 2006. Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking[J]. Cli-

- matic Change, 75(3): 301-329.
- Holand I S, Lujala P, Rød J K. 2011. Social vulnerability assessment for Norway: A quantitative approach[J]. Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography, 65 (1): 1-17.
- IPCC. 2013. Climate change 2013: The physical science basis: The working group I contribution to the IPCC fifth assessment report[M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Janssen M A, Schoon M L, Ke W M, et al. 2006. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change[J]. Global Environmental Change, 16(3): 240-252.
- Li Z Q, Niu F, Fan J W, et al. 2011. Long-term impacts of aerosols on the vertical development of clouds and precipitation [J]. Nature Geoscience, 4(12): 888-894.
- Liao K H. 2012. A theory on urban resilience to floods: A basis for alternative planning practice[J]. Ecology and Society, 17(4): 48.
- Pandey R, Jha S. 2012. Climate vulnerability index-measure of climate change vulnerability to communities: A case of rural Lower Himalaya, India[J]. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 17(5): 487-506.
- Srivastava S, Velasquez J, Sirimanne S, et al. 2012. Reducing vulnerability and exposure to disasters: Asia-Pacific disaster report 2012[R]. Bangkok, Thailand: ESCAP and UNISDR.

Social vulnerable degree of floods and its influencing factors based on the perspective of rural households: A case study of four riverside villages in Ankang City

SHI Yu, MA Enpu, LI Tongsheng*, RUI Yang

(College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

Abstract: Reducing social vulnerability to floods is an important way to alleviate the social impact of flood disasters and to improve flood resilience. This article constructs an evaluation index system for social vulnerability to floods with regard to sensitivity, adaptability, and exposure based on a micro-scale analysis. Taking four riverside villages in Ankang City as an example, we adopted the integrated index weighted by entropy method to evaluate rural households' social vulnerability to floods. Then we clarify the importance of the relationship between evaluation index and social vulnerability by BP neural network method, and identify the major influencing factors of flood vulnerability. Accordingly, countermeasures and suggestions are put forward as a practical basis for reducing the rural households' social vulnerability to floods. The main results of this research are as follows. (1) Half of the households (715) in the case study villages showed a high level of social vulnerability. (2) The difference in social vulnerability is mainly a result of eight factors, including health status of the respondents, information channel on flood prevention, evacuation method, building quality, sick or disabled person in a household, household income diversification, proportion of children under the age of 5, and proportion of older people over 60 years of age. (3) Social vulnerability evaluation based on the perspective of rural households can accurately identify vulnerable farmers and analyze the influencing factors, which have more realistic significance for reducing the social vulnerability to floods of rural households.

Key words: rural households' perspective; floods; vulnerability evaluation; influencing factors; riverside village in Ankang City