

黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性评价

崔凯凯^{1,2}, 刘德林^{1,2}, 李翔海¹

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

摘要: [目的] 分析黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性,为河南省沿黄区域的防洪救灾能力建设和风险管理提供科学依据。[方法] 以黄河流域河南段沿岸的 7 个地级市、1 个省(管)市作为评价单元,从敏感性和社会应对水平两个维度选取了 16 个评价指标,并运用变异系数法确定指标权重,通过构建洪灾社会脆弱性模型,得出各评价单元的敏感性、社会应对水平和社会脆弱性指数。[结果] ①根据敏感性和社会应对水平指数特征,将河南段沿岸分为 3 种类型:低敏感性—低应对水平(濮阳、三门峡、济源、焦作市);高敏感性—低应对水平(开封、新乡市);高敏感性—高应对水平(洛阳、郑州市);②开封、濮阳市洪灾社会脆弱性等级为Ⅲ;洛阳、郑州市洪灾社会脆弱性等级为Ⅰ;其余区域等级为Ⅱ;③从空间分布上来看,高社会脆弱性区域主要分布于黄河河南段流域的下游地区,中上游区域除洛阳、郑州市外都属于中等社会脆弱性区域,整体处于中低脆弱性水平。[结论] 洪灾社会脆弱性较高的区域主要是由于社会应对水平较低,对防灾减灾能力建设投入不够所造成。

关键词: 洪涝灾害; 变异系数; 社会脆弱性; 黄河流域; 河南段

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2021)05-0304-07

中图分类号: X43

文献参数: 崔凯凯, 刘德林, 李翔海.黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性评价[J].水土保持通报,2021,41(5):304-310.DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2021.05.039; Cui Kaikai, Liu Delin, Li Xianghai. Evaluation on social vulnerability to flood hazards in He'nan section of Yellow River basin [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2021,41(5):304-310.

Evaluation on Social Vulnerability to Flood Hazards in He'nan Section of Yellow River Basin

Cui Kaikai^{1,2}, Liu Delin^{1,2}, Li Xianghai¹

(1.Emergency Management School, He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan 454000, China;

2.Safety and Emergency Management Research Center, He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan 454000, China)

Abstract: [Objective] In order to provide a scientific basis for capacity construction and risk management of flood hazards, the social vulnerability to flood in He'nan section of the Yellow River basin was studied. [Methods] Seven prefecture-level city and one provincial (administrated) city along the southern reaches of the Yellow River basin were chosen as the basic assessment unit, and 16 indices were identified from two aspects: sensitivity and social response to flood hazards. The weights of indices were determined using coefficients of variation, and the sensitivity, social response level, and social vulnerability index were calculated using the social vulnerability model. [Results] ① According to the level of sensitivity and social response capacity, social vulnerability was classified as one of three types in He'nan section of the Yellow River basin: low sensitivity-low response capacity (Puyang, Sanmenxia, Jiyuan, and Jiaozuo cities); high sensitivity-low response capacity (Kaifeng, Xinxiang cities); high sensitivity-high response capacity (Luoyang, Zhengzhou cities). ② The social vulnerability level for flood disasters in Kaifeng and Puyang City belonged to level Ⅲ, Luoyang and Zhengzhou cities belonged to level Ⅰ, and other cities belonged to level Ⅱ. ③ From

收稿日期:2021-05-28

修回日期:2021-06-22

资助项目:河南省高校科技创新人才支持计划“中原城市群城市安全韧性水平评价及提升策略”(人文社科类)(2021-CX-010);国家自然科学基金项目“基于 GIS 的区域洪灾社会脆弱性评估与减灾策略研究:以河南省为例”(No.U1504705)

第一作者:崔凯凯(1993—),男(汉族),河南省焦作市人,硕士研究生,研究方向为灾害应急管理与风险感知。Email:www.630371721@qq.com。

通讯作者:李翔海(1981—),男(汉族),河南省焦作市人,硕士,讲师。主要从事社会学理论和应急管理方面的研究与教学工作。Email:lxh23@hpu.edu.cn。

the perspective of spatial distribution, the areas of high social vulnerability were mainly distributed in the lower reaches of the He'nan section of the Yellow River. In the areas of the middle and upper reaches, Luoyang and Zhengzhou belonged to the low social vulnerability classification, and other areas belonged to middle social vulnerability classification. [Conclusion] Areas with high social vulnerability to flood hazards were mainly caused by the low social response capacity and insufficient investment in disaster prevention and mitigation capacity construction.

Keywords: flood hazards; coefficient of variation; social vulnerability; the Yellow River; He'nan section

中国洪涝灾害发生的频率高、影响范围广、灾害破坏性大,所造成的经济损失和人员伤亡居各种灾害之首^[1]。例如,2020年6月就有29个省(区、市)290个地级市1904个县区受到洪涝灾害影响,共计 7.37×10^7 人次受灾。其中,死亡失踪人数278人,直接经济损失 2.20×10^{11} 元,分别占当年因自然灾害造成死亡失踪人数以及经济损失总数的47%和59%^[2]。特别是2021年7月以来河南省普降大暴雨、特大暴雨,平均降水量多次超过有记录以来极值。据河南省人民政府统计,此次特大洪涝灾害共造成302人死亡,50人失踪,造成直接经济损失 1.14×10^{11} 元。其中,郑州市就遇难292人,失踪47人,造成直接经济损失达 5.32×10^{10} 元。近年来,随着国内外对洪涝灾害的研究越来越深入,大多数学者认为灾害的频繁发生是致灾因子、孕灾环境和社会脆弱性共同构成^[3-5],从自然属性考虑致灾因子与孕灾环境,从社会属性考虑承灾体脆弱性。然而,尽管学者们对洪灾的致灾机理和影响因子有了较为深刻的研究^[6-7],但受技术水平等因素的限制,很难控制和改变洪灾发生的过程,往往只是从自然因素考虑洪灾发生的可能性,但不能阻止洪灾的频发^[8]。因此,研究洪灾的社会脆弱性,采取措施从社会管理角度提升承灾体的防灾减灾能力,以达到降低洪灾社会脆弱性的目的,从而减少洪灾所造成的损失就显得尤为重要。

目前,对洪灾脆弱性的研究多以个别城市区域或社区为对象进行分析。如葛怡等^[9]从人口、经济、就业情况、土地利用和综合防灾状况5大类41个指标对长沙地区进行社会脆弱性评估;刘德林等^[10]利用河南省社会经济数据和地理信息数据构建社会脆弱性指标体系,并利用因子分析法将62个参评指标减少为11个来对河南省自然灾害社会脆弱性进行评价;陈轶等^[11]以城市社区尺度对洪灾进行社会脆弱性以及韧性评价等。此外,对流域性洪涝灾害而言,研究多集中于洪灾损失评估和风险评价,而脆弱性研究多以长江流域和淮河流域为研究对象,但针对黄河流域洪灾脆弱性研究相对较少。如汪群等^[12]通过构建长江经济带城市洪涝脆弱性模型,对武汉、成都、南

京进行脆弱性分析;黄晶等^[13]以长江三角洲城市群中心区27个城市为研究对象,构建洪灾脆弱性模型并分析脆弱性空间分异特征,并确定城市洪灾脆弱性的主要影响因素;高超等^[14]通过选取社会经济数据,构建洪灾脆弱性模型,对淮河干流区暴雨洪涝灾害进行脆弱性分析等。黄河作为中国的第二长河,在七大江河流域中仅次于长江流域,具有显著的人口和经济规模,一旦发生洪涝灾害将会对沿岸地区的经济发展和人民生活造成重大损失^[15]。因此,黄河流域洪灾的社会脆弱性研究对于提升黄河沿岸洪灾应对水平和减少洪灾损失具有重要意义。

基于上述分析,本文拟对黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性进行研究,其主要目的:①构建黄河河南段流域尺度下洪灾社会脆弱性评价指标体系和方法;②对黄河河南段流域的社会脆弱性进行评价,根据评价结果划分各区域脆弱性类型与等级。以期为黄河河南段流域的防洪减灾规划和可持续发展提供科学依据。

1 研究区概况

黄河河南段流域位于东经 $110^{\circ}21'$ — $116^{\circ}06'$,北纬 $33^{\circ}37'$ — $36^{\circ}05'$ 。黄河自陕西潼关流入河南境内,依次流经三门峡、洛阳、济源、郑州、焦作、新乡、开封、濮阳8个省辖(管)市,河道总长711 km,流域面积 3.62×10^4 km²,占全流域总面积5.1%,占全省总面积21.7%,受水区域涉及14个市(区),惠及全省约73%的人口,经济规模约达全省80%以上^[16]。截至2019年底,黄河河南段流域的常住人口为 3.79×10^7 人,城镇化率高达60%。随着经济社会的发展尤其是各项工程活动的不断开展,加上有些地区防灾基础设施建设与社会发展速度不相适应,洪灾的社会脆弱性明显增大^[17]。

本文选择黄河河南段流域为洪灾社会脆弱性研究区的原因主要有两点:①河南地理位置特殊。河南地处我国第二和第三阶梯,不仅是华北平原上重要的生态安全屏障,也是全流域人口、经济活动较密集的重要区域,一旦发生洪灾将会对经济社会发展和人民生命财产安全构成重大威胁。②黄河河南段流域是洪灾高发区。河南是黄河流经的重要省份,在黄河中

下游都有分布,同时河南也是下游悬河的起点,历史上有记录的黄河下游决口大都发生在河南。

2 评价数据与方法

2.1 确定评价单元

以黄河河南段流域的洪灾社会脆弱性为研究对象,选取河南省沿黄 7 个地级市和 1 个省(管)市为评价单元。

2.2 指标数据选取

社会脆弱性是指社会群体、组织或国家在实际与潜在的灾害事件中的承受力和应对水平,洪灾的社会脆弱性系指区域承载洪灾的敏感程度和应对洪灾的防灾减灾能力。影响洪灾的社会脆弱性的因素众多,在查阅文献、专家咨询并借鉴国内外学者提出的社会脆弱性评估指标体系的基础上,结合黄河河南段流域的实际情况和数据的可获得性,参考游温娇等^[18]、李畅等^[19]、刘德林等^[10]、贺山峰等^[20]人的研究,根据科学性、系统性和可操作性的原则,在承灾体敏感性(主要考虑人口、房屋建筑、基础设施等的暴露程度,即洪灾发生后潜在的可能造成的破坏性)和社会应对水平(主要是指防灾减灾能力)两个维度选取指标,更加注

重社会要素和强调防灾减灾能力。此外,考虑到数据的可获取性和完整性,某些微观特殊性指标例如人口性别和年龄比例、文化程度、家庭人口情况等未能获取,但在既有指标中有所体现。最终,在敏感性和社会应对水平两个维度各选取 8 个指标,共 16 个指标来构建洪灾社会脆弱性评价体系(表 1)。

2.3 数据来源与处理

(1) 数据来源。本文研究数据主要来自于《2020 年河南省统计年鉴》以及各地方政府和部分民政部门发布的有关数据。

(2) 数据处理。由于洪灾社会脆弱性评价涉及不同计量单位的指标,指标的数值范围各不相同且变幅较大,本文采用极差标准化法对指标数据进行标准化处理,并将各指标数据的取值范围控制在 $[0, 1]$ 之间。数据处理采用以下公式:

$$x_i' = \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad (1)$$

式中: x_i' 表示指标*i*标准化处理后的值; x_i 表示各评价单元第*i*项指标数据原始值; $\max x_i$ 表示各评价单元第*i*项指标中数据的最大值; $\min x_i$ 表示各评价单元第*i*项指标中数据的最小值。

表 1 黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性指标体系与权重

指标类型	评价指标	含义	权重	相关性
敏感性 (暴露度)	人口密度 x_1 (人/ km^2)	人口聚集情况	0.051 914	+
	人口自然增长率 x_2 /%	人口增长速度	0.039 782	+
	第一产业产值比例 x_3 /%	第一产值比重情况	0.043 489	+
	人均生产总值 x_4 (人/元)	人均经济发展水平	0.055 487	+
	施工房屋建筑面积 $x_5/10^4 \text{ m}^2$	每 10^4 m^2 房屋建筑面积	0.102 904	+
	行政区域土地面积 x_6/km^2	城市行政区域面积情况	0.049 598	+
	固定资产投资总额 $x_7/10^8$ 元	社会投资水平	0.061 874	+
	农作物播种面积 $x_8/1 000 \text{ hm}^2$	农作物播种面积情况	0.040 704	+
社会应对水平 (防灾减灾能力)	单位面积医院机构个数 x_9 /个	卫生机构数量	0.035 619	-
	卫生机构床位数 x_{10} /张	医疗救援能力	0.055 773	-
	卫生技术人员 x_{11} /人	医疗救助水平	0.061 177	-
	普通高等学校数总额 x_{12} /所	地区人员整体素质	0.116 723	-
	居民家庭可支配收入 x_{13} /元	居民家庭收入情况	0.061 603	-
	私人汽车拥有量 x_{14} /辆	逃生工具数量	0.080 845	-
	排水管道长度 x_{15}/km	排水能力水平	0.075 776	-
	水库拥有量 x_{16} /座	水库建设情况	0.066 731	-

注:①相关性“+”表示该指标与脆弱性呈正相关,表明该指标数值越大灾害造成的损失和威胁越严重,所代表研究区的脆弱性越大;相关性“-”表示该指标与脆弱性呈负相关,表明该指标数值越大相应灾害造成的损失和威胁越小,所代表研究区的脆弱性就越小,防灾减灾能力越强。②人均生产总值、行政区域土地面积、居民家庭可支配收入指标数据来源于地方政府和部分民政部门,其他指标数据来源于《2020 年河南省统计年鉴》。

2.4 确定指标权重

目前,权重的确定方法主要分为主观赋权法和客观赋权法两大类。其中主观赋权法主要包括专家打分、层次分析、成对比较法等;客观赋权法主要包括模

糊数学法、熵权法、变异系数法等。变异系数法在一定程度上避免了主观赋权法的随意性等缺陷,以实际数据为基础,能够较客观的反映评价指标的相对重要程度^[21]。本文拟采用该方法来确定各评价指标权重,

各指标相对权重值见(表1)具体方法如下:

$$E_i = \sigma_i / \bar{x}_i \quad (2)$$

$$W_i = E_i / \sum_{i=1}^n E_i \quad (3)$$

式中: E_i 、 σ_i 、 \bar{x}_i 和 W_i 分别为第*i*项指标的变异系数、均方差、均值和权重值。

2.5 构建社会脆弱性模型

本文主要从敏感性和社会应对水平两个维度对黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性进行综合评价,计算洪灾敏感性指数和社会应对水平指数的公式如下:

$$S = \sum_{i=1}^8 x_i' \cdot w_i \quad (4)$$

$$R = \sum_{i=9}^{16} x_i' \cdot w_i \quad (5)$$

式中: S 表示洪灾敏感性指数,其值越大敏感性越强; R 表示社会应对水平,其值越大防灾减灾能力越强。 x_i' 表示各评价单元*i*指标标准化数据值; w_i 表示各评价单元*i*指标所占权重。

通过利用标准化后的指标数据和各指标权重,根据所筛选的指标体系与洪灾社会脆弱性的相关性构建黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性评价模型。计算公式如下:

$$SVI = \frac{S}{R} \quad (6)$$

式中: SVI 表示社会脆弱性指数; S 表示各评价单元

的敏感性指数; R 表示各评价单元的社会应对水平指数。其中, SVI 的值越大,表示各评价单元的洪灾社会脆弱性越大。

3 结果与分析

3.1 黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性类型划分

首先对黄河河南段流域各指标数据进行标准化处理(表2),然后通过变异系数法计算各指标的权重,将标准值和各指标权重带入公式(4)–(5)得出敏感性和社会应对水平指数〔表(3)–(4)〕。参考李畅等^[19]的研究并根据得分结果,在综合考虑研究区敏感性指数均值(0.206)、社会应对水平指数均值(0.168)的基础上,按照一定的划分标准(当一个地区敏感性或应对水平指数<整个研究区敏感性或应对水平指数的平均值时,则为低敏感性或低应对水平;当一个地区敏感性指数或应对水平>整个研究区敏感性或应对水平指数的平均值时,则为高敏感性或高应对水平),并划分为低敏感性—低应对水平、低敏感性—高应对水平、高敏感性—低应对水平、高敏感性—高应对水平4种类。最终,根据各区域的敏感性指数和社会应对水平指数的得分,黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性主要涉及3种类型:低敏感性—低应对水平;高敏感性—低应对水平;高敏感性—高应对水平(表5)。

表2 黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性指标标准化处理结果

指标	三门峡市	济源市	洛阳市	郑州市	焦作市	新乡市	开封市	濮阳市
x_1	0.57	0.00	0.67	1.00	0.37	0.35	0.28	0.01
x_2	0.00	1.00	0.60	0.95	0.40	0.31	0.45	0.45
x_3	0.69	0.19	0.31	0.00	0.36	0.63	1.00	0.93
x_4	0.28	0.72	0.42	1.00	0.48	0.09	0.11	0.00
x_5	0.30	0.00	0.91	0.63	0.35	1.00	0.87	0.55
x_6	0.65	0.00	1.00	0.42	0.16	0.48	0.33	0.17
x_7	0.22	0.00	0.61	1.00	0.21	0.25	0.16	0.16
x_8	0.25	0.00	0.74	0.43	0.37	1.00	0.99	0.57
x_9	0.28	0.00	0.90	1.00	0.47	0.99	0.65	0.79
x_{10}	0.13	0.00	0.51	1.00	0.23	0.37	0.29	0.22
x_{11}	0.10	0.00	0.44	1.00	0.18	0.34	0.28	0.19
x_{12}	0.02	0.00	0.10	1.00	0.08	0.15	0.07	0.02
x_{13}	0.16	0.51	0.38	1.00	0.38	0.21	0.01	0.00
x_{14}	0.04	0.00	0.29	1.00	0.11	0.25	0.14	0.15
x_{15}	0.00	0.05	0.48	1.00	0.18	0.17	0.19	0.10
x_{16}	0.59	0.12	1.00	0.88	0.18	0.20	0.01	0.00

注:表中 x_1 — x_{16} 的具体含义见表1。

(1) 低敏感性—低应对水平(濮阳、三门峡、济源、焦作市)。这些区域各自的敏感性指数和应对水平指数与其他城市相比得分较低,这主要是由于这些地区的人口和社会经济活动较为平稳,且对应急基础

设施建设、社会防灾减灾能力方面投入不够的因素造成。主要表现为自身敏感性较弱,社会防灾减灾能力有待提升的特点。例如,这些区域的敏感性指数仅占整体敏感性指数的33.86%,而就社会应对水平而言

其指数仅为整体的 22.49%，呈现了低敏感性—低应对水平。

(2) 高敏感性—低应对水平(开封、新乡市)。就敏感性而言,这些地区敏感性指数得分较高,属高敏感性。例如,在第一产业产值比例这一项指标中,仅开封、新乡两个地区的第一产业产值比例就约为整体的 37%以上。然而就社会应对水平而言,属于低应对水平。如在家庭可支配收入这一项指标中与其他地区相比存在较大差距,开封、新乡市分别仅为 21 795 元和 24 562 元,而整体平均水平约为 26 387.13 元。因此,呈现高敏感性、低社会应对水平类型。其主要原因是由于人口和社会经济活动比较活跃,但应急基础设施建设跟不上等因素造成。主要表现为自身敏感性较强,社会防灾减灾能力同样有待提升的特点。

(3) 高敏感性—高应对水平(洛阳、郑州市)。根据〔表(3)—(4)〕可以看出,洛阳、郑州两个城市的敏

感性指数和社会应对水平指数的得分均排在各城市的前两名,属于高敏感性、高应对水平的地区。就敏感性而言,郑州和洛阳敏感性指数分别为 0.311, 0.307,这主要是由于长期以来洛阳和郑州分别作为中原城市群的副中心城市和国家中心城市一直在河南省的经济社会发展中发挥着龙头引领作用,相应的人口密度、固定资产投资、房屋建筑面积和各类经济活动也就越多,从而造成高敏感性。就社会应对水平而言,洛阳和郑州较其他城市而言拥有较高的防灾减灾能力。如在卫生技术人员人数这一项指标数据上,郑州和洛阳位于第一、第二位,分别为 147 557 人和 68 491 人,远高于其他城市,有着较高的社会应对水平,因此呈现高敏感性、高社会应对水平类型。主要原因是由于人口和社会经济活动十分活跃,相应的防灾减灾能力也十分强大。主要表现为自身敏感性和社会防灾减灾能力都很强的特点。

表 3 黄河河南段流域洪灾的敏感性各指标得分

城市	评价单元								敏感性
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	
三门峡	0.030	0.000	0.030	0.016	0.031	0.032	0.014	0.010	0.163
济源	0.000	0.040	0.008	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.089
洛阳	0.035	0.024	0.013	0.023	0.094	0.050	0.038	0.030	0.307
郑州	0.052	0.038	0.000	0.055	0.065	0.021	0.062	0.018	0.311
焦作	0.019	0.016	0.016	0.027	0.036	0.008	0.013	0.015	0.150
新乡	0.018	0.012	0.027	0.005	0.103	0.024	0.015	0.041	0.245
开封	0.015	0.018	0.043	0.006	0.090	0.016	0.001	0.040	0.229
濮阳	0.001	0.018	0.040	0.000	0.057	0.008	0.010	0.023	0.157
最大值	0.052	0.040	0.043	0.055	0.103	0.050	0.062	0.041	0.311

表 4 黄河河南段流域洪灾的社会应对水平各指标得分

城市	评价单元								应对水平
	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	
三门峡	0.010	0.007	0.006	0.002	0.010	0.003	0.000	0.039	0.077
济源	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.004	0.008	0.043
洛阳	0.032	0.028	0.027	0.012	0.023	0.023	0.036	0.067	0.248
郑州	0.036	0.056	0.061	0.117	0.062	0.081	0.076	0.059	0.548
焦作	0.017	0.013	0.011	0.009	0.023	0.009	0.014	0.012	0.108
新乡	0.035	0.021	0.021	0.018	0.013	0.020	0.013	0.013	0.154
开封	0.023	0.016	0.017	0.008	0.001	0.011	0.014	0.001	0.091
濮阳	0.028	0.012	0.012	0.002	0.000	0.012	0.008	0.000	0.074
最大值	0.036	0.056	0.061	0.117	0.062	0.081	0.076	0.067	0.548

表 5 黄河河南段流域洪灾社会脆弱性类型划分

洪灾社会脆弱性类型	地区	状态
低敏感性—低应对水平 ($S < 0.206$, $R < 0.168$)	濮阳、三门峡、济源、焦作	人类和社会经济活动较为平稳,防灾减灾能力有待提升
高敏感性—低应对水平 ($S > 0.206$, $R < 0.168$)	开封、新乡	人类和社会经济活动较为活跃,但防灾减灾能力有待提升
高敏感性—高应对水平 ($S > 0.206$, $R > 0.168$)	洛阳、郑州	人类和社会经济活动十分活跃,防灾减灾能力也十分强大

3.2 黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性评价

通过上述计算得出各评价单元的敏感性指数和社会应对水平指数后,将其带入公式(6)计算出各地区的社会脆弱性指数。根据各地区的评价结果,在综合考虑各地区社会脆弱性指数的均值(1.70),标准差(0.59),极差(1.95)的基础上,将各评价单元的社会脆弱性划分为低、中、高 3 个等级,具体取值范围为 $[0.56, 1.24)$, $[1.24, 2.12)$, $[2.12, 3.52)$,分别用 I, II, III 表示(表 6)。由表 6 可知,郑州、洛阳洪灾社会脆弱性等级为 I,属于低脆弱性地区,其中郑州的脆弱性指数最低仅为 0.568;开封、濮阳的洪灾社会脆弱性等级为 III,属于高脆弱性地区。其中,开封的洪灾社会脆弱性最高,脆弱性指数为 2.516;其余焦作、新乡等 4 个地区的洪灾社会脆弱性等级为 II,属于中等脆弱性地区。

表 6 黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性评价结果与等级

评价单元	敏感性指数(S)	应对水平指数(R)	社会脆弱性(SVI)	类型	等级
开封	0.229	0.091	2.516	高一低	III
濮阳	0.157	0.074	2.122	低一低	III
三门峡	0.163	0.077	2.117	低一低	II
济源	0.089	0.043	2.070	低一低	II
新乡	0.245	0.154	1.591	高一低	II
焦作	0.150	0.108	1.389	低一低	II
洛阳	0.307	0.248	1.238	高一高	I
郑州	0.311	0.548	0.568	高一高	I
最大值	0.311	0.548	2.516	—	—

通过进一步分析表(3)一(6)中各评价单元的社会脆弱性评价结果,可以清楚的看到哪些因素会影响到区域的社会脆弱性,从而为区域的防灾减灾能力的提升提供科学依据,并为其提供具体的改进策略。例如,对于郑州而言,郑州是河南省黄河沿岸各地区中洪灾社会脆弱性最低的城市,主要原因在于郑州作为国家中心城市,其经济发展水平远高于其他地区,对医疗卫生、各类基础设施投入较大,因此在防灾减灾能力方面郑州的社会应对水平为最高。但就敏感性而言,可以明显的看到其敏感性指数在各地区中得分也是最高为 0.311,主要是由于人口密度、人口自然增长率和房屋建筑面积较大等,因此社会系统在洪灾背景下潜在的破坏性就越大。然而尽管敏感性指数最高,受到洪灾的影响也会很大,但其社会脆弱性却为最低。这主要是由于社会应对水平在各评价单元中处于最高水平,由此可以看出防灾减灾能力能够很好的弥补敏感性对区域造成的破坏。对于开封、濮

阳这些洪灾社会脆弱性等级为高的区域而言,主要是由于:①这些区域本身敏感性就较高,如在第一产业产值比例和农作物播种面积等指标中得分较高;②这些区域社会应对水平本身较低,如在医疗卫生、基础设施建设等防灾减灾能力层面投入不足,从而造成洪灾社会脆弱性较高。对于洪灾社会脆弱性等级为中等的区域而言,尽管社会脆弱性指数不高但社会应对水平普遍较低,如果随着敏感性指数的增加而社会应对水平的持续较低,将会使该区域的社会脆弱性急速增长。因此,防灾减灾能力的强弱在一定程度上深刻影响着各区域的社会脆弱性。

4 讨论与结论

4.1 讨论

洪灾社会脆弱性评价方法有多种,如基于历史灾情数据的脆弱性评价、基于指标数据的脆弱性评价、基于情景模拟的脆弱性评价等。目前基于指标数据的社会脆弱性评价,是被广泛应用的评价方法之一,然而在运用该方法之前应该充分考虑如何根据不同研究区的特点制定相对合理的指标体系,以及各参评指标的数据的可获取性、代表性等。

(1) 指标选取数量的多少影响着洪灾社会脆弱性的评价结果。①如果选取指标数量较少,就很难去反映和描述社会脆弱性的特点;②如果选取指标数量过多,会存在一些数据难以获取、计算程序较为复杂、操作困难等问题。

(2) 指标权重对于评价结果的可靠性至关重要。目前权重的确定方法可分为 3 种类型:①主观赋权法(如德尔菲法、专家打分法等);②客观赋权法(如熵权法、PCA 主成分分析法、变异系数法等);③主观与客观相结合的赋权方法,如层次分析法等。总之,每种方法都有各自的优势和劣势,选择什么样的权重确定方法以及如何确保赋权值具有合理性也是目前亟待解决的问题。

(3) 社会脆弱性具有动态性。有些因素会随着时间的变化由高脆弱性影响因素变为低脆弱性影响因素,例如人口密度、人口自然增长率等。因此,除了关注社会脆弱性差异外还要关注时间演变特征和变化规律。总之,尽管社会脆弱性评价存在一定的局限,但其评价结果仍有助于极大的减少洪灾所造成的人员伤亡和财产损失,同时也可以为区域防灾减灾能力建设和灾害风险管理工作提供科学的理论依据和数据支持。

4.2 结论

本文通过构建洪灾社会脆弱性指标体系和评价

模型,从洪灾敏感性和社会应对水平两个方面分析了黄河河南段流域的数据。

(1) 从黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性类型来看,濮阳、三门峡、济源、焦作市属于低敏感性—低应对水平区域;开封、新乡市属于高敏感性—低应对水平区域;郑州、洛阳市属高敏感性—高应对水平区域。

(2) 从黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性等级来看,洛阳、郑州市等级为 I,属低脆弱性区域;开封、濮阳等级为 III,属高脆弱性区域;其余区域等级为 II,属中等脆弱性区域。其中低、中、高社会脆弱性地区的数量分别为 2,6,2 个,分别占整个研究区的 25%,75%和 25%。

(3) 从空间分布上来看,高社会脆弱性区域主要分布于黄河河南段流域的下游地区,中上游区域除洛阳、郑州外均属于中等脆弱性区域。

(4) 从综合评价结果来看,社会应对水平的高低是影响社会脆弱性结果的主要因素,其他因素也间影响着社会脆弱性程度。可见,提升灾害应对水平、加强防灾减灾能力建设,是有效降低洪灾社会脆弱性的关键。

当前,气候变化和环境演变较为复杂,极端天气多发、频发,再加上城市化进程的影响,洪涝灾害的发生可能更为频繁。因此,本文从社会管理的角度出发,以提升区域防灾减灾能力并减少洪灾所致损失为目的,从敏感性和社会应对水平两个维度来对黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性进行评价。同时,本研究结合 2021 年“7·20”河南省洪涝灾害的实际情况,针对位于黄河流域河南段沿岸的郑州、洛阳、新乡、焦作、开封等地区此次所遭受的洪灾损失,并根据相关区域政府和社会为应对洪涝灾害,在经济、医疗卫生和基础设施等方面所做的投入。经过分析比对,发现开封、焦作等地由于洪灾社会脆弱性较高,此次洪灾对当地的社会经济、各类基础设施和群众基本生产生活都造成较大程度的影响;而郑州和洛阳由于其洪灾社会脆弱性较低,在此次的洪灾处置应对和灾后恢复能力等方面都明显高于其他区域。因此,可以认为本文对黄河河南段流域洪灾的社会脆弱性的评价结果基本与实际相符。

[参 考 文 献]

[1] 应急管理部.2020 年全国自然灾害基本情况[J].中国减灾,2021(3):60.

- [2] 张情.河流洪水灾害风险评价及对策研究[D].辽宁 大连:大连理工大学,2014.
- [3] 靖凤伟,杨永国,邓世赞,等.洪水灾害模拟及评估[J].地理空间信息,2011,9(4):122-124,193.
- [4] 付意成,魏传江,王启猛,等.区域洪灾风险评价体系研究[J].灾害学,2009,24(3):27-32.
- [5] 李国芳,郑玲玉,童奕懿,等.长江三角洲地区城市化对洪灾风险的影响评价[J].长江流域资源与环境,2013,22(3):386-391.
- [6] 于文金,闫永刚,吕海燕,等.基于 GIS 的太湖流域暴雨洪涝灾害风险定量化研究[J].灾害学,2011,26(4):1-7.
- [7] 田玉刚,覃东华,杜渊会.洞庭湖地区洪水灾害风险评估[J].灾害学,2011,26(3):56-60.
- [8] 马定国,刘影,陈洁,等.鄱阳湖区洪灾风险与农户脆弱性分析[J].地理学报,2007,62(3):321-332.
- [9] 葛怡,史培军,刘婧,等.中国水灾社会脆弱性评估方法的改进与应用:以长沙地区为例[J].自然灾害学报,2005,14(6):54-58.
- [10] 刘德林,梁恒谦.区域自然灾害的社会脆弱性评估:以河南省为例[J].水土保持通报,2014,34(5):128-134.
- [11] 陈轶,陈睿山,葛怡.我国城市社区洪涝灾害社会脆弱性与韧性的研究及思考[J].城市建筑,2018(35):32-34.
- [12] 汪群,虞刘悦,吴兆丹,等.长江经济带城市洪涝脆弱性评估:以南京、武汉和成都为例[J].水利经济,2020,38(3):55-61,85-86.
- [13] 黄晶,余靖雯.长江三角洲城市群洪涝灾害脆弱性评估及影响因素分析[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2020,22(6):39-45,110-111.
- [14] 高超,张正涛,刘青,等.承灾体脆弱性评估指标的最优格网化方法:以淮河干流区暴雨洪涝灾害为例[J].自然灾害学报,2018,27(3):119-129.
- [15] 文玉钊,李小建,刘帅宾.黄河流域高质量发展:比较优势发挥与路径重塑[J].区域经济评论,2021(2):70-82.
- [16] 左其亭,张志卓,李东林,等.黄河河南段区域划分及高质量发展路径优选研究框架[J].南水北调与水利科技(中英文),2021,19(2):209-216.
- [17] 刘德林.基于 GIS 的河南省洪灾风险评价[J].水土保持通报,2014,34(3):126-129.
- [18] 游温娇,张永领.洪灾社会脆弱性指标体系研究[J].灾害学,2013,28(3):215-220.
- [19] 李畅,冯滔,石倩,等.洪灾社会脆弱性熵权法评价及其时间序列分析:以 2001—2012 年湖北省荆州市为例[J].灾害学,2015,30(3):110-117.
- [20] 贺山峰,杜丽萍,高秀华.河南省县域单元自然灾害社会脆弱性评价[J].水土保持研究,2015,22(6):293-297.
- [21] 马建琴,何胜,郝秀平,等.基于层次分析和变异系数法的土壤含水率计算[J].人民黄河,2015,37(9):135-139.