

李玉恒, 王晟业, 黄惠倩. 乡村灾害脆弱性评价及影响因素——以河南省浚县为例 [J]. 地理科学, 2024, 44(10): 1818-1825. [Li Yuheng, Wang Shengye, Huang Huiqian. Rural disaster vulnerability assessment and influencing factors analysis: A case study of Xun County, Henan Province. Scientia Geographica Sinica, 2024, 44(10): 1818-1825.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.20230715

乡村灾害脆弱性评价及影响因素 ——以河南省浚县为例

李玉恒^{1,2}, 王晟业^{1,2}, 黄惠倩^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101;
2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要: 聚焦于乡村灾害脆弱性, 以河南省浚县 418 个村庄或居委会为研究对象, 从暴露度、敏感度和适应力 3 个维度, 构建指标体系, 综合评价了洪灾冲击下的乡村脆弱性。研究显示: ① 浚县乡村灾害脆弱性平均值为 0.47(满分为 1.00), 处于中等偏下水平, 灾害暴露度(0.72)和适应力(0.76)较高, 敏感度(0.45)相对较低。各乡镇在灾害韧性表现上存在空间差异。② 距离河道较近且地势低洼的地区一般具有更高的暴露度, 相较于其他地区更早遭受洪水冲击, 并倾向于面对更大的灾害损失。此时, 灾前阶段具备良好的预警机制及预防性措施能够有效通过提高适应力降低乡村灾害脆弱性。③ 洪灾之初, 民众由于灾情尚未威胁到人身安全时更倾向于保护个人财产, 这体现为各乡镇了解应对措施的比重普遍高于实际听指挥的比重。此时, 现场引导工作在遭受灾害冲击时具有不可替代的关键作用。文章基于上述研究结果提出了降低乡村灾害脆弱性、提升乡村灾害韧性能力的政策建议。

关键词: 灾害脆弱性; 乡村系统; 气候变化; 洪涝灾害; 可持续发展

中图分类号: K901 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2024)10-1818-08

伴随着人类社会由传统农业经济向工业经济、知识经济不断迈进, 各种不确定性所引发的风险愈发凸显, 其中气候变化导致的干旱、洪涝等灾害对人类可持续发展带巨大冲击^[1]。在城市化、工业化进程中出现的乡村衰退问题成为世界各国(地区)共同面临的挑战, 也降低了乡村地区应对气候变化的能力, 亟需得到重视^[2]。在此背景下, 乡村灾害脆弱性成为乡村可持续发展研究的重要议题之一。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)认为, 脆弱性是系统容易受到气候变化引发灾害的冲击且无法应对其不良影响的程度, 与气候变化的特征、强度和速率以及系统的敏感性与适应性紧密相关^[3]。

脆弱性(vulnerability)用于描述系统与环境的关系。脆弱性的概念被率先应用于自然灾害领域, 揭示人类社会面临灾害冲击时的反应^[4-5]。进入 21 世纪以来, 脆弱性在不同学科领域广泛应用, 成为

全球可持续发展的热点议题之一^[6]。随着全球气候变化受到关注, 脆弱性也成为研究人类社会应对气候变化并制定减缓措施的关键着眼点^[7]。

系统脆弱性受经济、社会、地理、制度等多重因素影响, 具有复杂性和动态性特征^[8]。灾害脆弱性研究既包括应对灾害的举措和减灾, 也包括灾害风险评估、灾害对经济社会的影响, 并越发重视现代技术手段的应用和社会不同主体的参与和合作。当前, 脆弱性评价研究主要聚焦特定压力胁迫下的系统脆弱性、不同脆弱性单元的特征、脆弱性的时空格局演进及影响因素、降低脆弱性的路径措施^[9]。利用遥感和地理信息系统技术进行灾害风险评估和监测是学界开展灾害脆弱性研究的主要范式^[10-14]。

国内外已有研究基于不同视角, 采用多元方法对系统脆弱性进行了评价。学者们在理论层面主要从脆弱性的要素、系统结构和功能、形成机制等方

收稿日期: 2023-08-07; 修订日期: 2023-12-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(42171208)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (42171208).]

作者简介: 李玉恒(1983—), 男, 河北石家庄人, 博士, 副研究员, 主要从事乡村地理、乡村韧性与城乡融合发展研究。E-mail: liyuheng@igsnr.ac.cn

面提出研究框架和概念模型。应用性研究则倾向于聚焦脆弱性的时空格局评价^[15]、脆弱性与经济、人口等要素的耦合协调分析^[16],以及与土地利用的相关性分析^[17]等。同时,城市人工化系统脆弱性也成为国内研究的重点,涉及其对脆弱性系统结构认识的深化和方法的改进^[18]。在这一过程中,技术发展,特别是 3S 技术(遥感技术、地理信息系统技术、全球定位系统)的应用,使脆弱性评价模型构建和时空格局分析得到了极大的推动^[19]。这些技术为数据可视化、数据获取、数据空间分析提供了强大的支持,使得研究更加精确和深入。

脆弱性不仅仅局限于自然灾害或经济风险,更是涵盖了社会、文化、生态等多个维度。在乡村研究中,研究者们需要更全面地考虑乡村社区的多个方面,包括其经济结构、社会网络、文化传承以及生态环境等,从而更准确地评估乡村的脆弱性。当前,由于乡村人口大规模、快速减少,中国广大乡村地区面临着社会主体老弱化、资源低效利用、本地经济萎缩、基础设施短缺等一系列问题,当干旱、洪涝等灾害发生时,乡村地区往往表现出高脆弱性,并极易引发人员伤亡、经济损失、社会动荡等问题。乡村灾害脆弱性研究有助于揭示乡村地区应对灾害的能力,识别制约乡村灾害应对力的影响因素,为制定乡村减灾防灾策略提供科学依据。

2021 年 7 月,由于持续强降雨、上游来水、水库泄洪等原因,河南省浚县遭受了严重的洪涝灾害,受灾人口达 58.8 万人,占全县人口的 94%。本文以浚县为例,利用村级问卷调查数据,聚焦乡村灾害脆弱性评价及其影响因素研究,并提出降低乡村灾害脆弱性,提升灾害抵抗能力的建议,为乡村地区科学、有效应对灾害提供科学依据。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区域概况

浚县位于河南省北部的鹤壁市,总面积 966 km²,平原占 82%,丘陵占 18%,北部、西部地区地势略高,其他地区平缓(图 1);浚县辖 7 个镇、4 个街道办事处,438 个行政村和 40 个居委会,总人口 62.5 万人;2021 年全县生产总值达 293.8 亿元,城

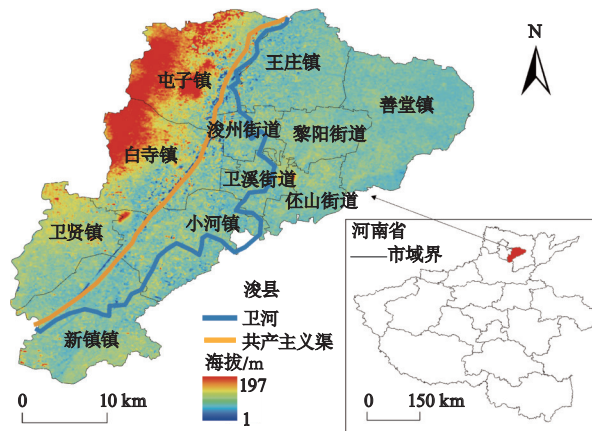


图 1 河南浚县区位

Fig.1 Location of Xun County in Henan

镇居民人均可支配收入为 29 667 元,农村居民人均可支配收入为 21 653 元^①。

浚县地处黄河中下游地区,华北平原南部,中部地势略高,两侧较平缓,境内有卫河、共产主义渠等河流,因地势低洼而易受洪涝灾害影响。卫河发源于山西太行山脉,贯穿浚县全境。共产主义渠为引黄灌溉渠道,由于其排水入卫河,也被视为卫河支流。2021 年 7 月,卫河上游地区发生大面积强降雨,最大持续降水量达到 907 mm^②,导致新乡市共产主义渠的贺河站和卫河的汲县站水位超过警戒线,7 座中型水库溢洪。浚县境内卫河和共产主义渠水位暴涨,河堤多处出现漫堤、管涌、渗水甚至决堤,加上境内 4 个蓄滞洪区启用,导致大面积受灾,损失极重,全县因灾直接经济损失达 97.6 亿元^{③④}。

1.2 研究方法

本文认为乡村灾害脆弱性是一个动态过程的综合表征,体现为乡村对灾害的监测、预报、防护、抵御、救援和灾后恢复重建等多个方面。为客观分析系统脆弱性,IPCC 提出了脆弱性分析框架,将脆弱性视为暴露度、敏感度和适应力的函数^[20-21],本文依据该定义构建脆弱性(V)计算模型。一般而言,暴露度、敏感性与脆弱性呈正向相关,暴露度、敏感度越大,脆弱性越大;适应力与脆弱性呈负向相关,系统对灾害的适应力越大,自身的脆弱性越小^[22]。在本研究中,暴露度指乡村遭受洪灾冲击的可能

① http://henan.people.com.cn/n2/2021/0729/c351638-34844060.html?ivk_sa=1024105d. [2021-07-29]

② http://www.xunxian.gov.cn/zfxgk/fdzdgknr/tjxx/art/2024/art_09a2849129694e83b8ade0ef07391231.html. [2024-03-18]

③ https://m.cnr.cn/news/20210722/t20210722_525541024.html?ivk_sa=1023197a. [2021-07-22]

④ <https://new.qq.com/rain/a/20210729A0DTNC00>. [2021-07-29]

性^[8],文章利用各村的海拔与水系距离来表征灾害暴露度,距离越远、海拔越高,暴露度就越低。敏感度指乡村主体及其财产、所处环境对洪水灾害的敏感程度,文章利用各村的遭灾程度表征敏感度。乡村的灾害适应力关系到自身的脆弱性水平,通常情况下劳动力占比、应急预案制定、减灾防灾设施、信息传达机制和现场指挥服从度等因素都通过各种渠道影响乡村地区对灾害的适应力。乡村灾害脆弱性的测算公示如下,其中暴露度(E)、敏感度(S)、适应力(A)的取值范围均为 $[0,1]$ 。

$$V = \frac{E \times S}{A}$$

本研究团队于2022年3月对浚县各行政村开展了问卷调查,问卷内容包括对村庄自然与人居环境、灾害冲击情况及应灾设施与措施。其中,自然环境是村庄的天然资源禀赋,也体现出了脆弱性中暴露度的属性。在洪灾案例中,与河道的距离和自身海拔高度都是先天因素,需要在对自然村调查时加以记录。灾害冲击情况除乡镇统计公报显示的经济损失外,仍需采用量表法对村庄认知中的冲击程度进行刻画。适应力作为脆弱性中唯一可以主动改变的维度,从适应的能力上限(劳动人口数量与占比),到物质要素的完备程度(设施完善度、信息通畅度等)与社会网络的知识储备及实际表现(村民的应急熟练度与灾时行动有序度)都需要相应的量表记录表现。同时,为确保问卷调查结果的有效性,此次调查对受访者的家庭人口构成、生计资本等个人信息也进行了记录。本文经筛选剔除信息缺失或异常的样本,研究共获得418份有效问卷。

在暴露度维度中,村庄到河道的距离和村庄海拔高度是两个同等重要的因素,它们共同决定了乡村遭受洪灾冲击的可能性。因此,为了确保两者在评估中具有相同的影响程度,将它们的权重都设为0.5,实现了权重的平均分配。在适应力方面,劳动力人口占比、灾时村民行动的有序度、防灾方案完备度、村民应急熟练度、防灾设施完善度和灾害信息传达通畅度各自代表了乡村适应力的不同方面,在评估乡村脆弱性时都具有重要且独特的作用。为了体现这些指标在评估中的均衡性和相互之间的独立性,本文同样采用平均分配权重的方式,以此确保每个指标在评估体系中的贡献相等,从而更全面地反映乡村地区的灾害适应力。综上所述,各维度指标权重均采用平均分配的方法进行测算。

2 研究结果

2.1 乡村受灾及灾后恢复

1) 遭灾程度的空间分布。依据问卷调查显示的村庄遭受洪灾程度,文章将所调查村庄划分为3类:大部分受灾村、部分受灾村、基本未受灾村。统计显示,浚县大部分受灾村共有162个,占调查村总数38.76%;部分受灾村有144个,占比34.45%;基本未受灾村为112个,占比26.79%。为了清晰展示浚县遭受洪灾的空间差异性,文章以各调查村所在的乡镇为单元,综合测算各乡镇受灾程度,并进行空间可视化处理。如图2所示,浚县乡镇受灾程度整体呈现“南北高,东西低”的空间分布特征。北部和南部地区乡镇受灾程度较为严重,受灾村庄(受灾程度为大部分受灾和部分受灾的村庄)数量占所在乡镇村庄总数比重普遍超过50%(如王庄镇、新镇镇及小河镇)。浚县西部地区的乡镇整体受灾程度相对较低,大多数村庄属于部分受灾,受灾村庄数量占所在乡镇村庄总数的比重普遍低于30%(如屯子镇、卫贤镇及白寺乡)。东部地区的乡镇受灾程度较轻,多数村庄为部分受灾甚至基本没有损失(如善堂镇、黎阳街道及伾山街道)。

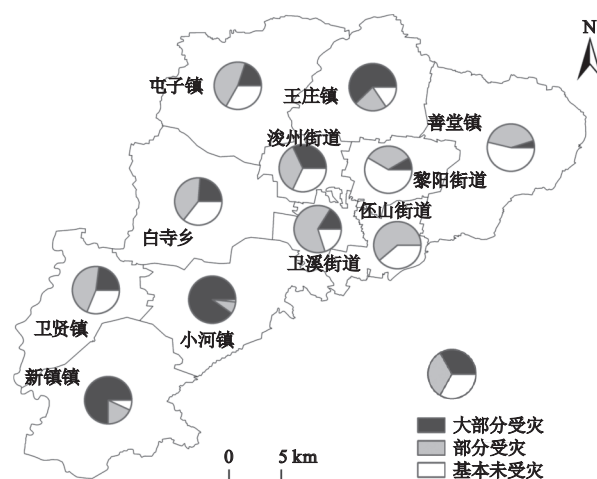


图2 2021年7月河南浚县受灾程度空间分布

Fig.2 Spatial distribution of flood damage in Xun County of Henan in July, 2021

此外,乡镇受灾程度与空间区位存在高度相关性,受灾严重的乡镇大多分布在卫河及共产主义渠沿线,而东部远离河道的乡镇受灾程度普遍较轻或基本未遭灾。

2) 灾后恢复程度的空间分布。依据问卷调查显示的村庄灾后恢复程度, 文章将所调查村庄划分为 3 类: 已恢复村、部分恢复村与未恢复村(图 3)。

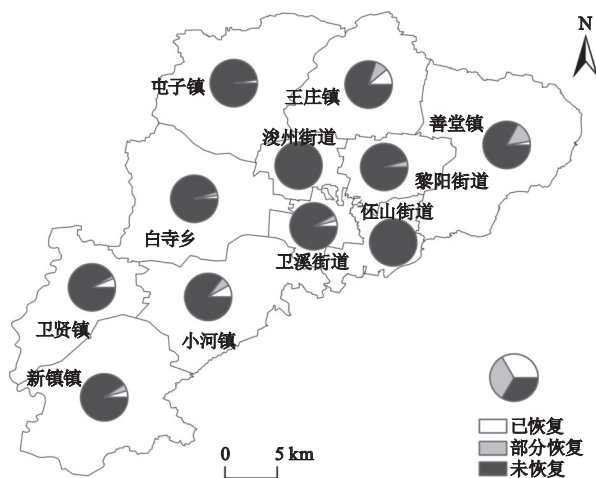


图 3 2022 年 3 月河南浚县乡村灾后恢复程度空间分布

Fig.3 Spatial distribution of rural disaster recovery in Xun County of Henan in March, 2022

调查数据显示, 截至问卷调查时, 浚县未恢复到灾前水平的村共有 379 个, 占全县乡村总数的 90.67%; 部分恢复的村的数量为 20 个, 占比为 4.78%; 已恢复到灾前水平的村的数量有 19 个, 占比为 4.55%。由此说明, 浚县各乡镇的灾后恢复水平整体较低, 此次洪灾对浚县的经济社会发展造成了较大影响。

2.2 乡村灾害脆弱性空间分布

基于测算结果, 图 4 展示了浚县乡村的灾害脆弱性、暴露度、敏感度及适应力的空间分布情况。测算结果显示, 浚县乡村的灾害脆弱性平均值为 0.47, 处于中等偏下水平。如图 4a 所示, 浚县乡村灾害脆弱性的高值区主要集中在南部地域, 其中卫溪街道与小河镇的灾害脆弱性较高, 分别为 0.88 与 0.72, 王庄镇与新集镇的灾害脆弱性次之, 分别为 0.61 与 0.49。乡村灾害脆弱性的低值区主要集中在浚县东部地区, 其中善堂镇、黎阳街道与怀山街道的灾害脆弱性水平相对较低, 分别为 0.13、

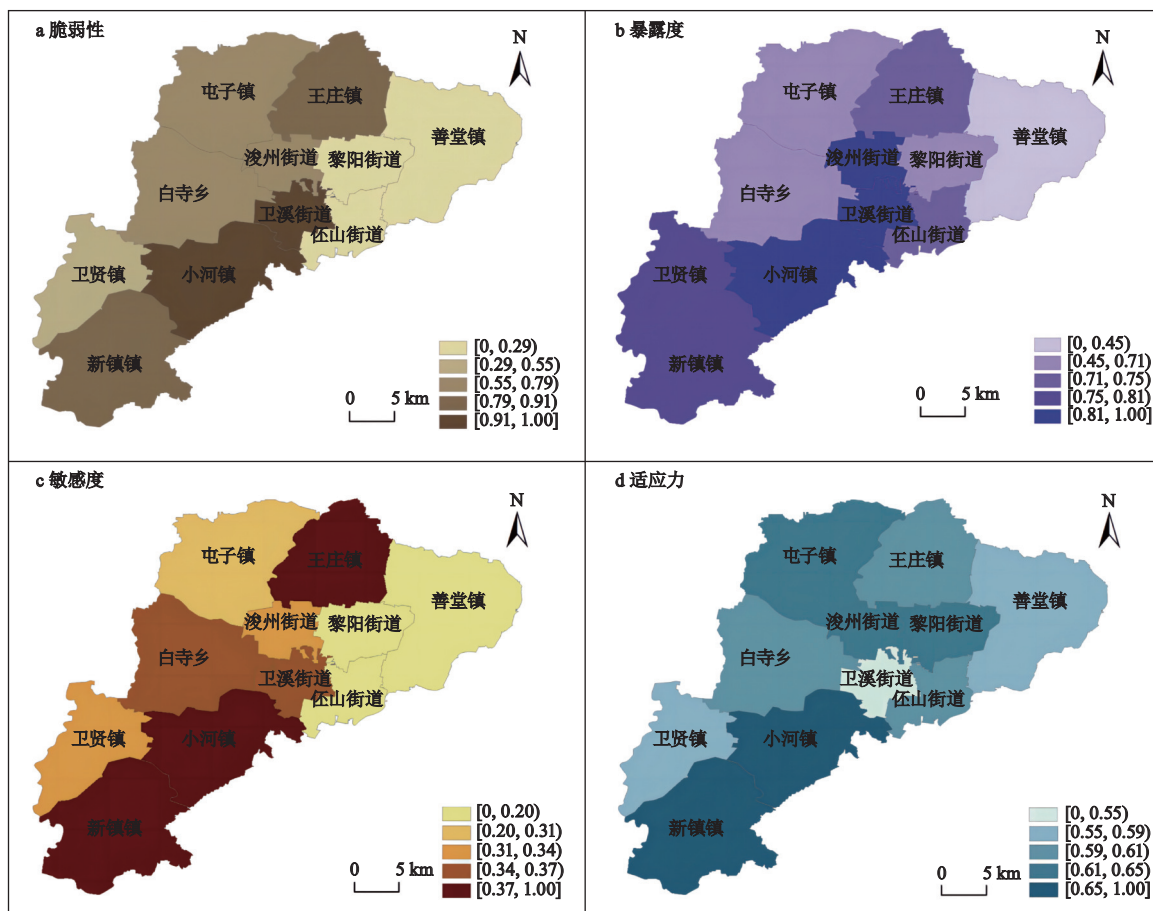


图 4 河南浚县乡村灾害脆弱性空间分布

Fig.4 Rural disaster vulnerability in Xun County of Henan

0.15 与 0.20, 均显著低于全县平均水平。

在灾害暴露度方面, 经测算, 浚县灾害暴露度平均值 0.72。如图 4b 所示, 浚县乡村灾害暴露度与受灾程度的空间分布保持一致。灾害暴露度水平较高地区主要位于浚县南部、北部和中部地区, 如小河镇、新镇镇和王庄镇, 灾害暴露度分别为 0.81、0.78 和 0.74, 上述乡镇均临近卫河、共产主义渠。距离主要水系较远且海拔较低的东部和西部地区受灾程度普遍较低, 乡村灾害暴露度水平相对较低, 如善堂镇(0.42)、白寺乡(0.63)、屯子镇(0.65)。

在灾害敏感度方面, 测算结果显示, 浚县灾害敏感度平均值 0.45。如图 4c 所示, 浚县乡村灾害敏感度与受灾程度空间分布基本一致, 小河镇(0.84)、新镇镇(0.70)和王庄镇(0.59)灾害敏感度水平较高, 其次为西部地区的白寺乡(0.36)和中部地区卫溪街道(0.36)。浚县东部善堂镇(0.18)、黎阳街道(0.17)和伾山街道(0.19)灾害敏感度水平相对较低。

在灾害适应力方面, 浚县的灾害适应力平均值为 0.76。如图 4d 所示, 乡村灾害适应力的空间分布情况与暴露度、敏感度的空间分布差异较大, 测算结果显示各乡镇的灾害适应力水平相当, 平均值介于 0.70~0.80, 表明在抵御洪灾和灾后恢复阶段, 浚县各乡镇均表现出较好的应对力。

2.3 乡村灾害脆弱性的影响因素

1) 地理空间因素。一般而言, 区位、海拔等地理空间因素直接关系到乡村的灾害暴露度。村庄海拔低、距河道近是导致乡村遭受洪涝灾害的关键要素。测算显示, 浚县各村庄到主要河流的平均距离为 3.67 km, 平均海拔为 62.55 m。表 1 展示了各乡镇灾害暴露度、平均海拔与距离河道的平均距离。由表 1 可知, 毗邻共产主义渠、卫河过境的浚州街道、卫溪街道、小河镇及新镇镇的洪灾暴露水平较高, 这些乡镇、街道到主要河流的平均距离分别为 1.02 km、1.09 km、1.17 km 与 2.31 km, 均低于全县平均值。此外, 这些乡镇、街道的平均海拔分别为 58.00 m、59.69 m、59.34 m 以及 59.64 m, 均低于全县平均值 62.55 m。受持续强降雨、上游来水、水库泄洪等因素影响, 卫河、共产主义渠水位暴涨, 出现漫堤、管涌等洪涝灾害时, 距离河道较近且地势低洼的浚州街道、卫溪街道、小河镇及新镇镇相较于其他地区率先遭受洪水冲击并造成大量灾害损失。

2) 灾前预防因素。乡村对可能发生的洪涝灾害所做的预防性准备及防灾减灾等基础设施建设

表 1 浚县乡镇地理空间要素与灾害暴露度指标数值

Table 1 Geo-spatial elements and disaster exposure index values for townships in Xun County

乡镇	距离河道 距离/km	海拔高 度/m	灾害暴 露度
善堂镇	11.67	56.49	0.52
黎阳街道	4.99	57.13	0.71
白寺镇	4.29	76.85	0.63
王庄镇	4.08	56.32	0.74
伾山街道	3.72	58.88	0.74
屯子镇	3.43	77.09	0.65
卫贤镇	2.63	63.04	0.75
新镇镇	2.31	59.64	0.78
小河镇	1.17	59.34	0.81
卫溪街道	1.09	59.69	0.82
浚州街道	1.02	58.00	0.83

是乡村地区能否有效应对灾害冲击的关键因素。问卷调查围绕针对可能发生的洪灾, 本村是否制定了具体的防灾减灾方案、是否修建相关基础设施(如防洪堤坝、泄洪渠道、紧急避难场所), 对乡村灾害预警做了评估。调研发现, 浚县政府前期对各乡村民众做了防灾减灾的知识普及和宣传工作。如表 2 所示, 浚县的乡村灾害预防准备情况整体较好。调查数据显示, 浚县多数乡村针对可能发生的洪涝灾害制定了具体的防灾减灾方案, 并修建了防灾减灾相关的基础设施, 包括河堤加固与河道整治、分滞洪区建设、防汛抢险物资储备等。良好的灾害预警及相关预防性措施能够为抢险救灾创造有利条件,

表 2 灾前预防因素指标数值

Table 2 Indicators of prevention before disasters

乡镇	指标1	指标2
白寺镇	0.92	0.97
浚州街道	0.96	0.99
黎阳街道	0.93	1.00
伾山街道	0.94	0.89
善堂镇	0.83	0.92
屯子镇	0.93	0.96
王庄镇	0.83	0.95
卫溪街道	0.80	0.92
卫贤镇	0.93	0.97
小河镇	0.85	0.94
新镇镇	0.79	0.92

注: 指标1, 针对可能发生的洪灾, 本村制定了具体的防灾减灾方案; 指标2, 针对可能发生的洪灾, 本村修建了防灾减灾相关基础设施(如防洪堤坝、泄洪渠道、紧急避难场所)。

有效降低洪灾对公众生命与财产安全、基础设施等的冲击与影响,进而降低乡村灾害脆弱性。

3) 灾中抵御因素。当洪灾发生时,乡村的劳动力储备情况、信息传达的畅通性、民众对应对措施的知晓情况及民众听从村委会统一指挥且行动有序程度等因素共同影响着乡村对洪涝灾害的抵御能力。乡村劳动力储备充足有利于在灾害发生时组织人员力量进行抢险救灾、人员转移、物资运送等,是抵御灾害的关键因素。调研数据显示,浚县乡村地区劳动力人数占常住人口的比重仅为 62.73%,存在劳动力流失的问题,部分乡村地区常住人口以老年人群体为主。除新镇镇、伾山街道、卫贤镇外,浚县其他乡镇的劳动力数量占常住人口的比重普遍低于 70%,劳动力不足一定程度上制约了广大乡村地区抵御洪灾的能力(表 3)。在灾害发生时,有关灾情发展形势及拟采取的应对措施的信息在政府、民众间的畅通传达,有助于灾区民众统一行动,规避风险,降低人员及财产损失。调研发现,在日常管理中,浚县各村委会主要通过广播、电话、微信等方式向民众传达信息,能够做到信息传达的准确性与时效性。调研数据显示,浚县所有乡镇的信息传达畅通性水平平均达到 0.95 以上,各村依托相对稳定、完善、便捷的信息传播网络,在突发洪涝灾害时能够确保相关信息及时传达到每一个农户家庭,为抢险救灾、组织民众转移等赢取时间。此外,及时、准确的信息发布与传递也有效规避了民众由于掌握灾情信息

不准所引发的潜在的风险和损失。

当洪灾发生时,各乡镇民众知道需要做哪些准备及应对措施的比重普遍高于民众能够做到听从指挥且行动有序的比重。调研数据显示,浚县 98% 的村民能够清楚地知道要做哪些准备以及应对措施,但只有 79.08% 的村民能够做到听从村委会指挥,行动有序。这说明面对洪涝灾害时,广大村民的灾害抵御行为多源于对家庭成员及财产安全的保护,因而弱化了民众听从村委会指挥并采取统一行动的意向,如集体转移或在修建临时防洪坝等。

调研数据进一步显示,在受灾程度较高的小河镇、新镇镇,村民听从并配合村委会指挥的比重较高,均为 98%。在受灾程度较低的卫溪街道与善堂镇,村民听从指挥且有序行动的比重相对较低,分别为 67% 与 69%。这说明当爆发洪灾威胁到生命安全的时候,民众会积极听从且配合村委会的统一指挥,有序撤离至安全地带。然而,当洪灾尚未来临或未威胁到人身安全的时候,民众更倾向于驻守家园、保护个人财产。

3 结论与讨论

当前,受全球气候变化影响,由极端天气引发的洪水、干旱等灾害频发,对广大乡村区的经济社会发展造成了较大冲击,导致了大量人员及财产损失。在此背景下,科学防范并有效应对自然灾害,降低乡村地区的灾害脆弱性,对实现乡村可持续发展至关重要。文章从暴露度、敏感度及适应力的视角,综合评价了浚县 11 个乡镇 418 个村庄或居委会的灾害脆弱性。研究显示:① 浚县乡村的灾害脆弱性平均值为 0.47,处于中等偏下水平,灾害暴露度和适应力水平相对较高,分别为 0.72 和 0.76,乡村灾害敏感度较低,为 0.45。② 在脆弱性空间分布方面,受灾程度较高的乡镇主要分布在临近河流水系且海拔较低的北部及南部区域,其乡村灾害脆弱性水平也较高,位于浚县中部、东部及西部地区的广大乡村距离主要河流较远、地势相对较高,遭受洪灾程度相对较低,灾害脆弱性水平不高。③ 地理空间因素、灾前预警因素及灾中抵御因素等共同作用,直接影响到乡村地区的灾害脆弱性。

由于农业生产的关系,乡村地区对洪水、干旱等灾害较为敏感。与城市相比,乡村灾害的发生机制更为复杂,防灾能力相对薄弱,一旦遭受灾害,将造成严重损失。中国地域辽阔,广大乡村地区在区

表 3 灾中抵御因素指标数值

Table 3 Indicators of resistant factors during disasters

乡镇	指标1	指标2	指标3	指标4
白寺镇	0.69	0.97	0.88	0.69
浚州街道	0.69	0.99	0.94	0.82
黎阳街道	0.62	1.00	0.93	0.79
伾山街道	0.82	0.98	0.88	0.69
善堂镇	0.68	0.99	0.83	0.69
屯子镇	0.70	0.98	0.86	0.81
王庄镇	0.67	0.97	0.89	0.73
卫溪街道	0.69	0.95	0.82	0.67
卫贤镇	0.77	0.98	0.87	0.71
小河镇	0.72	0.96	0.99	0.98
新镇镇	0.97	0.96	0.98	0.98

注:指标1,本村劳动力数量/常住人口的比重;指标2,本村重要事务可以通过广播、微信等途径及时通知到全体村民;指标3,在洪灾发生时,村民很清楚地知道需要做哪些准备以及应对措施;指标4,村民能够做到听从村委会指挥且行动有序。

位条件、资源禀赋、发展水平等方面存在着较大差异,在面对突发灾害冲击时,暴露出不同程度的脆弱性,亟需因地制宜,科学制定乡村防灾减灾规划,构建灾害应急体系,提升乡村灾害韧性能力建设,助推乡村经济社会健康发展。基于研究结果,文章提出以下举措建议:① 关注空间差异:各乡镇在灾害韧性表现上存在空间差异,因此,在制定防灾减灾策略时,需要充分考虑这种地域性差异,因地制宜地制定措施,确保策略的有效性和针对性。系统开展不同地域类型区气候、地质、水文等方面的调查,研究制定符合地域特征的乡村灾害区划,明确各区防灾目标、任务、策略与措施。② 强化监测与预防:对于暴露度较高的地区,如距离河道较近且地势低洼的乡村,应着重加强灾前预警机制的构建和预防性措施的实施。预警的准确性和预防措施的到位性对于降低乡村灾害脆弱性、减少灾害损失至关重要。③ 增强适应力建设:适应力是降低乡村灾害脆弱性的关键因素之一。乡村地区应通过加强基础设施建设、完善应急管理体系与空间规划、提升灾害应对能力等多种途径,确保防灾规划与乡村经济社会发展规划、国土空间规划等相融合,防灾与发展相辅相成,有效提升整体的灾害适应力。④ 提高民众抗灾能力:民众在灾害发生时,往往倾向于保护个人财产。这一行为可能导致应对措施的执行效率降低。因此,除了加强灾害知识的普及和宣传,还需要提高民众对灾害应对措施的知识储备和执行力。政府要理论实践两手抓,活用现场引导工作这一关键要素,有效减少灾害损失。

参考文献(References):

- [1] Stocker Thomas, Qin Dawei, Plattner Gian-Kasper et al. Climate change 2013: The physical science basis[M]//IPCC. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [2] Liu Y S, Li Y H. Revitalize the world's countryside[J]. *Nature*, 2017(548): 275-277.
- [3] IPCC. Climate change: Impacts, adaptation and vulnerability [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [4] White G F. Natural hazards[M]. Oxford: Oxford University Press, 1974.
- [5] Cannon T. A hazard need not a disaster make[C]//Merriman P A et al. Natural disasters: Protecting vulnerable communities. London, UK: Redwood Books, 1990: 92-105.
- [6] Kates R W, Clark W C, Corell R et al. Environment and development: Sustainability science[J]. *Science*, 2001, 292(5517): 641-642.
- [7] Mccarthy J J, Osvaldo F, Canziani N A et al. IPCC climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability[R]. Geneva: UNEP, WM Organization, 2001.
- [8] Cardona O D, Van A M, Birkmann J et al. Determinants of risk: Exposure and vulnerability[M]//Field C B et al. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: A special report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2012: 65-108.
- [9] 李鹤, 张平宇, 程叶青. 脆弱性的概念及其评价方法 [J]. *地理科学进展*, 2008, 27(2): 18-25. [Li He, Zhang Pingyu, Cheng Yeqing. Concepts and assessment methods of vulnerability. *Progress in Geography*, 2008, 27(2): 18-25.]
- [10] Willhelmi O V, Wilhite D A. Assessing vulnerability to agricultural drought: A Nebraska case study[J]. *Natural Hazards*, 2002, 25(1): 37-58.
- [11] Khajehei S, Ahmadiipour A, Shao W Y et al. A place-based assessment of flash flood hazard and vulnerability in the contiguous United States[J]. *Scientific Reports*, 2020, 10: 448.
- [12] 杨新军, 张慧, 王子侨. 基于情景分析的西北农村社会-生态系统脆弱性研究——以榆中县中连川乡为例 [J]. *地理科学*, 2015, 35(8): 952-959. [Yang Xinjun, Zhang Hui, Wang Ziqiao. Research on social ecosystem vulnerability in northwest rural areas based on scenario analysis: A case study of Zhonglianchuan Township, Yuzhong County. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(8): 952-959]
- [13] 于婷婷, 袁青, 冷红. 县域乡村景观脆弱性评价研究——以哈尔滨县域为例 [J]. *中国园林*, 2019, 35(11): 87-91. [Yu Tingting, Yuan Qing, Leng Hong. Evaluation of rural landscape vulnerability in county areas: A case study of Harbin County. *Chinese Landscape Architecture*, 2019, 35(11): 87-91]
- [14] 魏璐瑶, 陆玉麒. 江苏省县域乡村集聚与脆弱性评价 [J]. *地球信息科学*, 2020, 22(2): 218-230. [Wei Luyao, Lu Yuqi. Evaluation of county rural agglomeration and vulnerability in Jiangsu Province. *Geoinformation Science*, 2020, 22(2): 218-230]
- [15] 鲁大铭, 石育中, 李文龙, 等. 西北地区县域脆弱性时空格局演变 [J]. *地理科学进展*, 2017, 36(4): 404-415. [Lu Daming, Shi Yuzhong, Li Wenlong et al. Evolution of spatial and temporal patterns of county vulnerability in northwest China. *Progress in Geography*, 2017, 36(4): 404-415.]
- [16] 李响, 齐文平, 谭畅, 等. 生态环境脆弱性与多维贫困的耦合关系——基于广西河池市 1586 个贫困村的实证分析 [J]. *应用生态学报*, 2019, 30(12): 4303-4312. [Li Xiang, Qi Wenping, Tan Chang et al. The coupling relationship between ecological vulnerability and multidimensional poverty: An empirical analysis based on 1586 impoverished villages in Hechi City, Guangxi. *Journal of Applied Ecology*, 2019, 30(12): 4303-4312.]
- [17] 廖炜, 李璐, 吴宜进, 等. 丹江口库区土地利用变化与生态环境脆弱性评价 [J]. *自然资源学报*, 2011, 26(11): 1879-1889. [Liao Wei, Li Lu, Wu Yijin et al. Land use change and ecological en-

- vironment vulnerability assessment in Danjiangkou Reservoir Area. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(11): 1879-1889.]
- [18] 杨佩国, 靳京, 赵东升, 等. 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, 2016, 36(5): 733-741. [Yang Peiguo, Jin Jing, Zhao Dongsheng et al. Quantitative study on urban vulnerability based on historical data of rain-storm and flood disasters—Taking Beijing as an example. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(5): 733-741.]
- [19] 马骏, 李昌晓, 魏虹, 等. 三峡库区生态脆弱性评价 [J]. 生态学报, 2015, 35(21): 7117-7129. [Ma Jun, Li Changxiao, Wei Hong et al. Ecological vulnerability assessment of the Three Gorges Reservoir Area. *Journal of Ecology*, 2015, 35(21): 7117-7129.]
- [20] Luers A L. The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change[J]. *Global Environmental Change*, 2005, 15: 214-223.
- [21] Taubenbock H, Post J, Roth A et al. A conceptual vulnerability and risk framework as outline to identify capabilities of remote sensing[J]. *Natural Hazards Earth System Science*, 2008, 8: 409-420.
- [22] 黄晓军, 黄馨, 崔彩兰, 等. 社会脆弱性概念、分析框架与评价方法 [J]. 地理科学进展, 2014, 33(11): 1512-1525. [Huang Xiaojun, Huang Xin, Cui Cailan et al. Concept, analytical framework, and evaluation methods of social vulnerability. *Progress in Geography*, 2014, 33(11): 1512-1525.]

Rural disaster vulnerability assessment and influencing factors analysis: A case study of Xun County, Henan Province

Li Yuheng^{1,2}, Wang Shengye^{1,2}, Huang Huiqian^{1,2}

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. University of College of Resources and Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Extreme disasters such as floods caused by climate change seriously affect the sustainable development of rural areas. This article focuses on the vulnerability of rural disasters, taking 418 villages or communities in Xun County, Henan Province as the research object. From three dimensions of exposure, sensitivity, and adaptability, an indicator system is constructed to comprehensively evaluate the vulnerability of rural areas under the impact of floods. Research shows that: 1) The average vulnerability of rural disasters in Junxian County are 0.47 (out of 1.00), which is at a lower than average level. The disaster exposure (0.72) and adaptability (0.76) are relatively high, while the sensitivity (0.45) is relatively low. There are spatial differences in disaster resilience performance among different townships. 2) Areas closer to rivers and with low-lying terrain naturally have higher exposure levels, and are more likely to suffer from flood impacts earlier than other areas, and tend to face greater disaster losses. At this point, a good early warning mechanism and preventive measures in the pre disaster stage can effectively reduce the vulnerability of rural disasters by improving adaptability. 3) When a flood occurs, the public is more inclined to protect personal property before the disaster poses a threat to personal safety. This is reflected in the fact that the proportion of understanding and responding measures in each township is generally higher than the proportion of actually following orders. At this point, on-site guidance plays an irreplaceable key role in the face of disaster impacts. Based on the above research results, the article proposes policy recommendations to reduce rural disaster vulnerability and enhance rural disaster resilience.

Key words: rural disaster vulnerability; rural system; climate change; flood disaster; sustainable development