

# 河南省洪涝灾害的灾后恢复力研究

李梦杰<sup>1,2</sup>, 刘德林<sup>1,2</sup>

(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:** [目的] 研究河南省洪涝灾害灾后恢复力水平, 为该省防洪减灾规划和应急能力建设提供决策依据。[方法] 以洪涝灾害频发的河南省为研究区域, 在梳理国内外灾后恢复力研究成果的基础上, 识别出洪涝灾害灾后恢复力的主要影响因素, 并从社会、经济、自然和技术 4 个维度构建了洪涝灾害恢复力评价指标体系和模型。应用层次分析法确定各指标的相对权重, 采用综合指数法对河南省各地市的洪灾恢复力进行了评价, 并利用 ArcGIS 软件对评估结果进行了区划和制图研究。[结果] ① 河南省洪涝灾害灾后恢复力呈现一定的空间分布规律, 总体来说由西北向东南呈下降趋势; ② 郑州市、济源市等 6 个城市恢复力等级为Ⅲ, 属高恢复力区域; 南阳市、信阳市等 6 个城市恢复力等级为Ⅰ, 属低恢复力区域; 其余 6 个城市恢复力等级为Ⅱ, 属中等恢复力区域; ③ 河南省所处低、中、高恢复力等级的面积占全省总面积的百分比分别为 42.58%, 35.11%, 22.31%。[结论] 河南省洪涝灾害恢复力整体处于中低水平, 对区域可持续发展具有一定的影响。

**关键词:** 洪涝灾害; 恢复力; 层次分析法; 指标体系

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2020)06-0200-05

中图分类号: X43

**文献参数:** 李梦杰, 刘德林. 河南省洪涝灾害的灾后恢复力研究[J]. 水土保持通报, 2020, 40(6): 200-204. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.20201127.001; Li Mengjie, Liu Delin. Resilience of He'nan Province after flood disasters [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2020, 40(6): 200-204.

## Resilience of He'nan Province After Flood Disasters

Li Mengjie<sup>1,2</sup>, Liu Delin<sup>1,2</sup>

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

**Abstract:** [Objective] The resilience level of He'nan Province after flood disasters was studied in order to provide decision-making basis for flood control and disaster reduction planning and emergency capacity construction. [Methods] He'nan Province, where flood disasters occurred frequently, was chosen as the study area. The key influencing factors of flood disaster resilience were identified based on the literature review, and the evaluation index system and model were built from four dimensions of society, economy, nature and technology. The relative weight of each index was determined using the analytic hierarchy process (AHP) method, and the flood resilience level of each city in He'nan Province was calculated using the comprehensive index method. The evaluation results were mapped using ArcGIS software. [Results] ① The resilience level of flood disasters in He'nan Province presented a certain spatial distribution pattern. In general, there was a decreased trend from the northwest to southeast. ② Among six cities, Zhengzhou and Jiyuan City were rated as level Ⅲ, which belonged to the high resilience area. Other cities, such as Nanyang and Xinyang were rated as level Ⅰ, which belonged to the low resilience area. The remaining cities were rated as level Ⅱ, which belonged to the middle resilience area. ③ The percentages of the areas with low, middle and high resilience levels in He'nan Province accounted for 42.58%, 35.11% and 22.31% of the total area, respectively. [Conclusion] The resilience of flood disasters in He'nan Province is in the low and middle

收稿日期: 2020-02-21

修回日期: 2020-04-17

资助项目: 河南理工大学人文社科杰出青年基金“中原城市群城市安全韧性水平评价及提升策略”项目(SKJQ2020-01); 国家自然科学基金项目(U1504705); 河南理工大学青年骨干教师资助计划项目(2017XQG-18)

第一作者: 李梦杰(1997—), 女(汉族), 河南省焦作市人, 硕士研究生, 研究方向为城市安全与应急。Email: 1143152502@qq.com。

通讯简介: 刘德林(1979—), 男(汉族), 山东省潍坊市人, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事城市安全与应急方面的教学与研究工作。E-mail: liudelina@163.com。

level, which has a certain influence on regional sustainable development.

**Keywords: flood disasters; resilience; analytic hierarchy process (AHP); index system**

洪涝灾害是我国乃至世界上发生频率最高,影响范围最广,造成人员伤亡和经济损失最为严重的自然灾害。据统计,2018 年洪涝和地质灾害共造成全国 3 526.2 万人次受灾,338 人死亡,42 人失踪,142 万人次紧急转移安置;6.4 万间房屋倒塌,13.9 万间严重损坏,65 万间一般损坏;直接经济损失 1 060.5 亿元<sup>[1]</sup>。灾后恢复力作为应急能力建设的重要组成部分,对于降低承灾体的脆弱性,减轻灾害造成的损失具有重要意义<sup>[2]</sup>。如 Rose 和 Lim<sup>[3]</sup>通过对自然灾害造成的商业中断损失的研究发现,灾后恢复力可以减少灾害损失的 80% 左右;Suriya 等<sup>[4]</sup>采用问卷调查法开展灾后统计以评估灾后恢复力对灾害损失的作用,结果发现通过研究灾后恢复力有助于更好地拟定政策建议以应对未来的洪水事件,并最大限度地降低洪灾损失;吴先华等<sup>[5]</sup>以后白镇为例开展实地调研,得到承灾体各要素的易损性、经济价值等信息,然后通过绘制曲线来对比考虑灾后恢复力前后灾害对承灾体造成的损失变化,研究发现考虑恢复力对降低灾害造成的经济损失有很大帮助。

然而,目前我国专门针对于自然灾害特别是洪涝灾害灾后恢复力评估的研究成果仍相对缺乏,大部分研究主要集中在灾害风险评估、系统脆弱性评估、应急能力评价、监测预警评估等方面。通过对灾害恢复力评估研究的相关文献进行梳理,发现定性评估和定量评估是目前国内学者常用的方法。其中,定性评估主要集中在恢复力的概念、重要性以及如何增强系统恢复力等方面的研究。该方法虽然能够解释恢复力的本质,但结果较为抽象,说服力不强;而定量评估主要通过建立指标体系,构建相应的评估模型,来定量分析系统的恢复力强弱,相对定性分析来说虽更具有科学性和直观性,但操作起来较为复杂。因此,学者们目前更多采用两者相结合的方法来更好地研究系统的灾害恢复力。例如,杜国强等<sup>[6]</sup>从自然、社会、管理 3 个维度出发,选取了 10 个指标,并运用层次分析法建立了评价指标体系,利用线性加权综合评价模型对哈尔滨市洪涝灾害系统恢复力做出评估,并对结果展开对比分析;黄定华<sup>[7]</sup>根据农业旱灾恢复力的相关内容,提出了农业旱灾恢复性的概念,探讨影响因素,并以此来确定评价指标,最终利用层次分析法以邢台县为研究对象,对灌溉区农业旱灾恢复性做出评价并给予建议;刘新意<sup>[8]</sup>通过可变模糊评价法构建了农业重大旱灾灾后恢复力评价模型,运用定量分析与定性分析相结合的方法以河北省为例对灾难恢复

力进行评估。综上,本文拟采用定性和定量相结合的方法对河南省洪灾灾后恢复力进行研究,以为河南省防洪减灾规划和应急能力建设提供决策依据,同时为区域灾后恢复力评价提供方法借鉴和研究案例。

本文的研究目标为:①构建区域尺度洪涝灾害灾后恢复力评价的指标体系与方法;②识别洪涝灾害灾后恢复力的主要影响因素和空间分布特征;③提出洪涝灾害灾后恢复力提升策略。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区概况

河南位于中国中东部,地处黄河中下游,国土总面积约为  $1.67 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,下设郑州、开封、洛阳、平顶山、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳、许昌、漯河、三门峡、南阳、商丘、信阳、周口、驻马店等 17 个省辖市和济源 1 个示范区。该区域属于湿润一半湿润季风气候,具有四季分明、雨热同期和气象灾害频繁的特点,多年平均降水量在 500~1 300 mm 之间,并呈现逐渐增加趋势,但降雨时空分布十分不均,约有 60% 的降水集中在汛期。截至 2018 年底该省人口总数约为 10 906 万,人口密度大,其中,城镇常住人口 4 967 万,城镇化率已突破 50%,达 5.16%,这使得市域环境发生较大变化,加上基础设施建设与城市发展速度不相适应等因素使得洪涝灾害生的几率大大提高<sup>[9]</sup>。2011 年以来该省 GDP 呈逐步上升趋势,平均增长速度达 9.33%,随着经济的快速发展,各种人类工程活动也在逐步加剧,造成了植被破坏、水土流失等环境问题,加上河南省地质环境复杂多样,地势起伏较大,使该省的洪水灾害脆弱性大大增加<sup>[10]</sup>。

### 1.2 评价指标的选取

洪涝灾害恢复力的构成因素众多,结构复杂,受区域本身的环境条件和人为防御等多种因素的影响,供选取的评价指标很多,想要把这些影响因素都作为评价指标,既不现实也没有必要。如灾后各级政府的响应和管理能力,虽然都对灾后恢复力有一定的影响,但包含因素众多,且数据难于获得,难以满足指标选取的可测性原则,如应急物资、应急基础设施、应急演练次数等都很难找到具体准确的数据,也难以用其他可量化指标代替。因此本文通过专家咨询和查阅文献等方法,在考虑指标选取的原则与数据的可获得性等因素的基础上,通过借鉴国内外专家建立的评价指标和模型并结合河南省的区域特性,最终确定从自然维、经济维、社会维、技术维 4 个维度出发,选取 20 个评价指标,构建评价指标体系(表 1)。

### 1.3 数据来源与处理

本文所选指标数据主要来源于《2017 年河南省统计年鉴》。由于所选指标的量纲和单位不同,需对各指标进行标准化处理;同时,各指标对洪涝灾害恢复力的影响有正有负,也需要将产生负效应的指标进行相应的转换。为消除上述影响,本文采用极差标准化方法对各指标进行处理。

$$X_i'(正指标) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \quad (1)$$

$$X_i'(负指标) = (X_{max} - X_i) / (X_{max} - X_{min}) \quad (2)$$

式中: $X_i'$ 为各项指标的标准化后的数据; $X_i$ 为各项指标的原始数据; $X_{max}$ 为原始数据中的最大值; $X_{min}$ 为原始数据中的最小值。

### 1.4 确定指标权重

某一指标的权重是指该指标在整体评价中的相对重要程度,有多种确定方法,如经验判断法、数理统计法、层次分析法、模糊统计法等,这些分析方法各有优劣。

通过综合分析各方法的优缺点,本文采用层次分析法确定各指标的权重,层次分析法是定性分析与定量分析相结合的一种方法,经常在多标准和多目标的复杂问题决策分析中使用,使决策者和分析者能够通

过研究结果相互沟通<sup>[11]</sup>,适用于难以完全用定量分析来解决的问题,同时能够在一定程度上弥补过去的评价方法在处理定性问题上的不足。具体实施步骤如下:首先要建立层次结构模型,将问题中的各个要素划分为不同的层次结构来说明各要素之间的从属关系;第二通过向这方面的权威专家及本专业学生进行问卷调查来确定各指标的相对重要程度,构建判断矩阵;第三层次单排序和一致性检验,通过运用 Matlab 软件来确定各指标的权重并对结果进行一致性检验;第四层次总排序和一致性检验,保证结果的最优化<sup>[12]</sup>。各指标相对权重详见表 1。

### 1.5 洪涝灾害恢复力评价模型

本文采用综合指数法来确定城市洪涝灾害恢复力等级,其计算方法为利用层次分析法计算的权重和经过标准化的指标数据进行累乘,然后相加,最后计算出恢复力综合评价指数。计算公式为:

$$G = \sum_{i=1}^n X_i' \cdot W_i \quad (3)$$

式中: $G$ 代表恢复力指数; $X_i'$ 代表某区域第  $i$  个指标的标准值; $W_i$ 代表第  $i$  个指标的权重; $G$  值越大说明区域灾害恢复力越强。

表 1 河南省洪涝灾害灾后恢复力评价指标及其权重

准则层	权重	要素层	权重	指标层	权重	属性
社会维	0.260	人口特征	0.602	人口密度/(人·km <sup>-2</sup> )	0.113	-
				人口自然增长率/%	0.037	-
				平均每一就业者负担人数/人	0.113	-
		社会救助能力	0.339	女性比例/%	0.113	-
				农业人口比例/%	0.226	-
				每万人卫生技术人员/人	0.113	+
社会文化水平	0.059	每万人卫生机构床位数/张	0.226	+		
		中等职业技术教育在校生数/人	0.059	+		
		人均 GDP(元/人)	0.313	+		
经济维	0.519	经济发展水平	0.803	城乡居民可支配收入/元	0.313	+
				公路货物周转量/(10 <sup>4</sup> t·km <sup>-1</sup> )	0.177	+
		抗灾经济能力	0.197	固定资产投资总额/元	0.098	+
				粮食总量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	0.099	+
自然维	0.140	降水	0.400	年降水量/mm	0.400	-
		植被	0.400	建成区绿化覆盖率/%	0.400	+
		地形	0.200	水旱田比例/%	0.200	-
技术维	0.081	基础设施	1	供水综合生产能力/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	0.122	+
				排水管道长度/km	0.424	+
				人均道路面积/m <sup>2</sup>	0.227	+
				水库密度/%	0.227	+

注:“+”,“-”分别表示指标的影响方向为“正向”和“负向”。

## 2 结果与分析

### 2.1 洪涝灾害恢复力评价

对指标进行标准化处理后,运用 Excel 软件将标

准化值带入公式(3)计算各城市的恢复力指数。根据各评估单元的评估结果,在考虑各城市综合恢复力指数的平均数(0.35)、极差(0.59)、标准差(0.19)的基础上,将各指标的恢复力指数划分为低、中、高 3 个等

级,具体的取值范围为(0.08~0.2),[0.2~0.45),[0.45~0.7),分别用Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ表示,具体结果详见表2。由表2可知,郑州市、济源市、洛阳市等6个城市恢复力等级为Ⅲ,属于高恢复力区域,其中郑州市的洪涝灾害恢复力最高,恢复力指数为0.68;南阳市、信阳市、周口市等6个城市恢复力等级为Ⅰ,属于低恢复力区域,其中南阳市的洪涝灾害恢复力最低,恢复力指数为0.09;其余6个城市属于中等恢复力水平。进一步分析表1可以得知哪些因素影响了区域的灾害恢复力水平,从而为该地区提高灾后恢复力提出具体的改进措施。比如郑州市作为恢复力最高的城市,主要原因在于作为河南省省会城市,其不仅在经济发展水平方面远高于其他城市,在社会救助能力、社会文化水平、基础设施建设方面也明显高于其他城市,但通过对数据分析也可以看到郑州市的社会恢复力在这些城市中最低,仅为0.29,这主要在于其人口密度较大、平均每一就业者负担人数较多,导致环境和人口压力过大,因此郑州市应注意合理控制人口增长速度;对恢复力最低的南阳市来说,对其影响最大的是自然恢复力和经济恢复力,尤其是自然恢复力仅为0.34,为几个城市中的最低值,通过分析主要原因为南阳市建成区绿化覆盖率过低,因此提高该地区恢复力的有效途径是在提高地区经济的发展水平的同时注意扩大建成区的绿化面积来加强水土流失管理;而处于中等恢复力水平的几个城市其经济发展较为稳定,虽然也都存在缺陷需要改善,但在一定程度上抵御灾害和灾后重建的能力都高于其他城市,由此也可以看出经济因素是影响恢复力的重要因素。同理,根据评价结果结合实际数据分析也可对其他城市洪涝灾害恢复力水平的主要影响因素进行分析,并提出针对性策略。

## 2.2 洪涝灾害恢复力的空间分布特征

根据所得划分结果(表2),利用 ArcGIS 软件绘制河南省洪涝灾害恢复力空间分布图,并根据图示结果结合其他基础数据对河南省各地市洪涝灾害恢复力的空间分布特征进行描述和分析,得到相关结论和成果(图1)。从图1可以看出,河南省洪涝灾害综合恢复力在空间分布上呈现一定的规律。总体来说,由西北向东南呈下降趋势。综合恢复力较高的城市主要集中在西北部,分别有郑州市、洛阳市、焦作市、安阳市、鹤壁市、济源市;处于中等水平恢复力的主要集中在中部和北部部分地区,分别有商丘市、新乡市、许昌市、驻马店市、平顶山市、三门峡市;恢复力低的城市主要集中在东部和南部,分别是漯河市、开封市、周口市、濮阳市、信阳市和南阳市。通过数据的进一步分析发现,城市综合恢复力水平与各地的经济发展状况是密不可分的,比如郑州市在人均可支配收入、固

定资产投资额等指标上均位于全省之首,而排名靠后的信阳市和周口市大部分指标都不高,尤其是经济指标较其他城市相差不少,导致其恢复力较低。从各等级综合恢复力分布区所占面积比例来看,河南省所处低、中、高恢复力等级的面积占全省总面积的百分比分别为42.58%,35.11%,22.31%。从结果来看,河南省有很大一部分区域的洪涝灾害恢复力处于中低水平,因此本文根据评价结果,结合河南省各地市的实际情况,提出对策建议。

表2 河南省洪涝灾害恢复力评价结果

城市	社会恢复力指数	经济恢复力指数	自然恢复力指数	技术恢复力指数	综合恢复力指数	等级
郑州	0.29	0.92	0.84	0.4	0.68	Ⅲ
济源	0.67	0.49	0.86	0.38	0.62	Ⅲ
洛阳	0.51	0.61	0.85	0.32	0.59	Ⅲ
焦作	0.54	0.53	0.88	0.37	0.59	Ⅲ
鹤壁	0.65	0.39	0.84	0.34	0.51	Ⅲ
安阳	0.5	0.38	0.87	0.59	0.49	Ⅲ
许昌	0.58	0.44	0.73	0.51	0.44	Ⅱ
新乡	0.52	0.38	0.84	0.24	0.41	Ⅱ
三门峡	0.58	0.33	0.79	0.16	0.34	Ⅱ
平顶山	0.58	0.27	0.75	0.28	0.29	Ⅱ
驻马店	0.57	0.19	0.71	0.53	0.24	Ⅱ
商丘	0.53	0.28	0.72	0.2	0.22	Ⅱ
濮阳	0.47	0.28	0.67	0.42	0.19	Ⅰ
漯河	0.59	0.31	0.55	0.5	0.18	Ⅰ
开封	0.52	0.21	0.66	0.38	0.15	Ⅰ
周口	0.54	0.27	0.6	0.43	0.15	Ⅰ
信阳	0.71	0.21	0.52	0.33	0.12	Ⅰ
南阳	0.63	0.36	0.34	0.48	0.09	Ⅰ

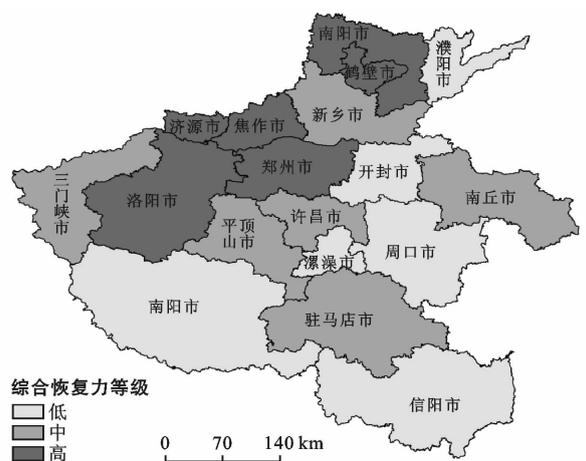


图1 河南省洪涝灾害综合恢复力空间分布

## 3 提高河南省洪涝灾害恢复力的对策建议

### 3.1 合理制定防洪标准,加强工程防御能力

根据以上分析结果可以看到,技术恢复力在综合

恢复力中所占比例最低,仅为 0.08,但仍然有一部分城市因为技术恢复力过低而影响了其综合恢复力水平。因此这些城市也应该注意加强工程建设,提高技术恢复力。具体措施为:①加强防洪抗洪设施建设,提高工程防御能力。目前由于城市现代化的进一步发展,城市的人口密度和财产密度都在不断增加,而河南省很多地下设施建设、生命线系统、堤坝建设等都已经难以抵御突发的洪涝灾害,防洪效果大大降低,面对这样的现状各城市的防洪工程应从实际情况出发,制定合理的防洪规划和标准,加快实施雨洪调蓄设施的建设和堤坝建设。②提高监测预警能力,减少灾害损失。随着科技的进步,建立新型先进的监测预警系统也成了形势所需,此外只有提高气象预报和水文预报精确度才能更加及时地发挥工程建设的抵御作用,最大程度上减少灾害损失。

### 3.2 拓宽资金筹措渠道,加大防洪救灾投入

通过研究发现一些地区虽然经济发展较好,但对于防灾减灾方面投入较少,固定资产投资额处于低水平状态,也有一些地区由于经济发展水平比较落后,对防洪减灾方面没有能力加大投入,因此这些地区应根据自身情况,加大对防洪减灾的关注,可以通过向企业寻求赞助或依靠社会救助等方法来拓宽资金筹措渠道。具体措施为:①科学储备和管理应急物资,使其发挥最大作用。②加强应急救援队伍标准化建设,提高综合应急救援能力。各级政府应设立专项资金,建立专业的应急抢险队伍,同时注意加强平时的培训,以便在灾害发生后能够立即投入到事故现场展开救援工作,尽可能减少灾害损失。

### 3.3 社会各界加大关注,切实提高医疗救助和居民自救能力

社会因素在综合恢复力中所占比例较大,约为 0.26,而影响社会恢复力的最主要原因是人口因素,但在短时间内想要改变人口特征是很难的,因此相关政府应在合理控制人口增长的基础上从其他方面入手来改善情况。具体措施为:①加大资金投入,提高城市自身医疗救助能力。各级政府应根据实际情况建设足够的医疗机构,同时通过一些政策扶持来培养引进一些专业的卫生技术人员,以保证在灾害发生时能够在短时间内进行灾害自主应对。②从各个方面入手加强居民自救互救能力,减少人员伤亡。居民自救能力表现为社会成熟度,而提高它的有效方法是要加强危机教育,其目的首先是使公民树立危机意识,此外还可以使公民掌握更多的应急知识和技能,提升基本应急能力。

### 3.4 完善河南省洪涝灾害保险制度,充分发挥市场资本作用

经济发展水平作为影响恢复力的一大因素,对很多发展落后的城市产生了影响。因此这些城市需要借助外力来保证他们在灾害来临时能够有效应对,为受害者提供足够的救助。洪涝灾害保险作为救灾过程中的重要部分在洪涝灾害保障方面发挥重要作用<sup>[13]</sup>。当洪涝灾害发生时,仅仅依靠当地财政支出作为灾害恢复的资金对居民来说补偿程度是很低的,而充分依靠市场资本的作用,全面实施洪涝灾害保险制度可以很好地解决此问题,对恢复社会生产、保障社会安定具有积极作用<sup>[14]</sup>。

#### [参 考 文 献]

- [1] 刘南江,费伟. 2018 年全国自然灾害基本情况分析[J]. 中国减灾, 2019, 34(5): 16-19.
- [2] 李宁,张正涛. 灾害恢复力的量化方法讨论与实证研究[J]. 阅江学刊, 2018, 10(2): 38-43.
- [3] Adam Rose, Dongsoo Lim. Business interruption losses from natural hazards: Conceptual and methodological issues in the case of the Northridge earthquake [J]. Global Environmental Change (Part B): Environmental Hazards, 2002, 4(1): 1-14.
- [4] Suriya S, Mudgal B V, Nellyat P. Flood damage assessment of an urban area in Chennai, India (Part I): methodology [J]. Natural Hazards, 2012, 62(2): 149-167.
- [5] Wu Xianha, Zhou Lei, Gao Ge, et al. Urban flood depth-economic loss curves and their amendment based on resilience: Evidence from Lizhong Town in Lixia River and Houbai Town in Jurong River of China [J]. Natural Hazards, 2016, 82(3): 1981-2000.
- [6] 杜国强,李慧宇,林慧,等. 哈尔滨市洪涝灾害城市系统恢复力评价研究[J]. 山西建筑, 2019, 45(7): 251-253.
- [7] 黄定华. 灌溉区农业旱灾系统恢复性评价:以河北省邢台县为例[D]. 河北 石家庄:河北师范大学, 2007.
- [8] 刘新意. 农业重大旱灾灾后恢复力评估研究[D]. 湖南湘潭:湖南科技大学, 2014.
- [9] 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.
- [10] 任国喜,石宝山,张春生, et al. 河南省地质灾害与社会经济发展的互相影响[J]. 国土资源导刊, 2018, 15(1): 57-61.
- [11] 王霞,吴沈辉, Tawana M M, et al. 基于 AHP 法的城市灾害应急能力评价[J]. 能源与节能, 2009, 14(1): 42-46.
- [12] 铁永波,唐川,周春花. 城市灾害应急能力评价研究[J]. 灾害学, 2006, 21(1): 8-12.
- [13] 王超,丁向阳. 河南省城市洪涝灾害形成机制与减灾对策[J]. 地域研究与开发, 1998, 17(1): 89-91.
- [14] 杜丽萍. 河南省洪涝灾害风险管理研究[D]. 河南 焦作:河南理工大学, 2016.