

云南省农业旱灾社会脆弱性评价研究

龚艳冰^{1,2}, 戴靛靛¹, 杨舒馨¹

(1. 河海大学 企业管理学院, 江苏 常州 213022;

2. 江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心, 江苏 南京 211100)

摘要: 针对云南省近年来旱灾爆发频率、波及范围、持续时间及损失程度等呈现的加重趋势, 首先构建干旱扰动下农业旱灾社会脆弱性评价指标体系, 运用组合熵-CRITIC法确立指标权重, 对云南省近15年来农业旱灾社会脆弱性进行动态评价。结果表明, 近年来云南省农业社会经济在干旱扰动下, 敏感性和应对能力总体呈现增长趋势, 农业社会脆弱性呈现波动下降趋势; 旱灾社会脆弱性类型划分结果显示, 云南省农业社会脆弱性在干旱扰动下, 主要集中于低敏感性、低应对能力, 高敏感性、低应对能力和高敏感性、高应对能力3种类型。最后, 提出从提高农户防旱抗旱意识, 加快农业种植结构调整, 积极探索灾后补偿新范式等方面进行农业旱灾风险管理。

关键词: 农业干旱; 组合权重; 社会脆弱性评价; 云南省

中图分类号: X43; S423

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2017)06-0239-05

Study on the social vulnerability assessment of agricultural drought in Yunnan Province

GONG Yanbing^{1,2}, DAI Liangliang¹, YANG Shuxin¹

(1. School of Business Administration, Hohai University, Changzhou 213022, China; 2. Jiangsu Provincial Collaborative Innovation Center of World Water Valley and Water Ecological Civilization, Nanjing 211100, China)

Abstract: There is a trend of drought that the frequency, scope, duration and the degree of loss are more and more serious in Yunnan Province. Firstly, the index system of social vulnerability of agricultural droughts under drought disturbance was established, and the index weights were established by using entropy-CRITIC method. and the social vulnerability of agricultural drought in Yunnan Province in recent 15 years was assessed dynamically. It turned out that in recent years, sensitivity and coping capacity of agricultural social economy in Yunnan province showed a trend of growth and agricultural social vulnerability showed a downward trend. The classification of the social vulnerability of drought disaster shows that the vulnerability of agricultural society in Yunnan province is mainly focused on low sensitivity, low coping ability, high sensibility, low coping ability and high sensibility and high coping ability. Finally, it puts forward the risk management of agricultural drought by improving the farmers' awareness of preventing and fighting against drought, accelerating the adjustment of agricultural planting structure, and exploring the new paradigm of post disaster compensation actively.

Key words: agricultural drought; combined weight; social vulnerability evaluation; Yunnan Province

1 研究背景

2015年3月发布的《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》指出:2000年以来,中国干旱频发,农业受旱灾率、成灾率总体趋

向严重,灾害损失呈增长态势,农村因旱饮水困难问题突出,并有加重的趋向,而且近年来我国南方重大干旱的发生频率也呈增长势头^[1]。由于突出的地理地质气候环境和水资源特点,云南省自古便是“无灾不成年”,少雨就旱,多雨就涝,水旱灾害交替

收稿日期:2017-07-07; 修回日期:2017-09-14

基金项目:国家自然科学基金项目(71303074); 江苏省社会科学基金项目(14GLC004); 中央高校基本科研业务费项目(2015B23914, 2015B28014); 河海大学常州校区研究生科技创新项目(XZX/14B001-07)

作者简介:龚艳冰(1979-),男,江苏靖江人,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为水旱灾害管理。

发生的情况突出,且发生频率高,强度大,波及范围广,损失重,应对旱涝灾害能力亟待增强。2009年云南省遇到连续4年的百年一遇全范围特大旱灾,省内9大高原湖泊的平均水位降幅超70 cm,已导致 $4\ 182 \times 10^4$ 人次遭受不同程度的影响,农作物累积受灾面积约 49×10^4 km²,旱灾引起的直接经济损失高达 396×10^8 元,相当于前10年直接经济损失的1.6倍^[2]。

自然灾害导致的损失呈现出的增大趋势说明,单靠工程技术方法已无法做到完全降低灾害脆弱性^[3]。近些年来,伴随着对“脆弱性源自于人类本身”这一观点的反省,学术界开始着眼于“后天性灾害脆弱性”,即灾害的社会脆弱性研究。对于社会脆弱性,人们主要研究人和复杂社会系统及“非结构因素”3个方面的特点,这对理解和减小自然灾害风险和实现可持续发展有重要意义^[4-8]。因此,目前越来越多的国际组织和学术界关注社会脆弱性问题,已有研究主要关注极端气候灾害事件或单一灾害如洪水、飓风灾害的社会脆弱性评价,对比之下,我国对气象灾害的社会脆弱性评价的研究起步较晚,成果也较为有限。近年来,国内学者已经在我国县域尺度自然灾害^[9-10]、市域尺度自然灾害^[11]、省域尺度自然灾害^[12]、县域尺度洪水灾害^[13-14]、市域尺度洪水灾害^[15-16]等方面的灾害社会脆弱性评价和应用取得了一些成果。

考虑到旱灾主要影响农业、农村和农户,目前,国内外针对农业干旱灾害的社会脆弱性评价研究还比较少,魏华林等^[17]指出应以HFA框架和ISDR提倡的“减轻灾害风险,降低社会脆弱性”为宗旨,对旱灾等自然灾害进行综合防范,使之成为国家风险管理的重要部分。因此,以云南省为例,对干旱扰动下的云南省农业社会脆弱性进行动态评价,为云南省防灾减灾、政府决策与预警提供科学依据,以弱化旱灾对农村农业发展的消极影响。

2 干旱扰动下云南省农业社会脆弱性评价

2.1 指标体系的建立

本文借鉴Cutter提出的HOP概念模型^[18],并根据旱灾的承灾体主要是农村、农业和农户的特点,从人口、农业结构、水资源状况、社会经济和基础设施等方面构建指标体系。人口要素是旱灾社会脆弱

性指标中的重要构成;农村家庭的收入情况和区域经济发展水平关乎灾后恢复,是社会脆弱性指标中重要的经济因子;农业种植结构和水资源状况是社会脆弱性的直接表现,突出的交通运输设施和道路条件是灾害恢复的保障。因此,在参考国内外对于社会脆弱性指标研究和专家咨询的前提下,按照社会经济系统对于干旱的敏感性以及应对能力两个维度,构建干旱扰动下云南省农业社会脆弱性评价指标体系。本文参考《云南省统计年鉴》(2001-2015年),选取云南省社会经济部分数据,对指标进行筛选,建立如表1所示的指标体系。

2.2 指标的组合权重确定

鉴于指标权重的确定对干旱社会脆弱性的评价具有直接的影响,本文采用熵权法^[19]和CRITIC法^[20]这两种赋权法来计算各指标的权重,并计算组合平均权重。熵权法依据变异性来确定指标的权重,CRITIC法则是用指标的对比强度和冲突性确定各指标的权重,组合权重可以结合这两种方法的优点,充分挖掘各个指标间的权重关系。运用MATLAB软件分别计算出熵权法及CRITIC法的各指标权重值,并计算两种方法的组合平均权重,结果如表1所示。

2.3 旱灾社会脆弱性评价模型

社会的经济系统对于干旱所呈现出的敏感性与应对能力决定了脆弱性的大小。参考经济领域中的脆弱性评价模型,构建如下旱灾经济社会脆弱性模型如下:

$$SoV_i = \frac{S_i}{R_i} \quad (1)$$

式中: SoV_i 为*i*年的社会脆弱性指数,其值越大意味着脆弱性就越高; S_i 为敏感性指数,其值大小反映了经济社会对于干旱的敏感程度; R_i 为社会对于干旱灾害的应对能力,这由社会内部决定。

鉴于旱灾的敏感性和应对能力均为多指标,因此运用综合评价的方法分别进行计算,得到各年的经济社会敏感性及应对能力,公式如下:

$$z_i = \sum_{j=1}^n (w_j \times x'_{ij}) \quad (2)$$

式中: w_j 为第*j*个指标的权重;*j*为指标的数目,分为两类。本文中,计算经济社会敏感性,则*j* = 1, 2, ..., 9;如果计算社会应对能力,则*j* = 10, 11, ..., 18。结果如表2及图1、2所示。

表 1 云南省农业干旱社会脆弱性指标体系及组合权重

分类	指标	熵权法权重	CRITIC 法权重	组合权重
敏感性	X_1 农业 GDP/ 10^8 元	0.064	0.077	0.071
	X_2 水资源总量/ 10^8 m^3	0.037	0.189	0.113
	X_3 农村社会固定资产投资/ 10^8 元	0.064	0.075	0.070
	X_4 农村人口/ 10^4 人	0.026	0.210	0.118
	X_5 乡村从业人员/ 10^4 人	0.031	0.053	0.042
	X_6 粮食产量/ 10^4 t	0.063	0.043	0.053
	X_7 农作物总播种面积/ 10^3 hm^2	0.077	0.046	0.062
	X_8 有效灌溉面积/ 10^3 hm^2	0.038	0.040	0.039
	X_9 旱灾受灾面积/ 10^3 hm^2	0.061	0.066	0.063
应对能力	X_{10} 财政收支比/%	0.024	0.083	0.054
	X_{11} 城镇化率/%	0.034	0.021	0.027
	X_{12} 农村居民家庭人均纯收入/元	0.072	0.017	0.045
	X_{13} 城镇居民人均可支配收入/元	0.055	0.020	0.037
	X_{14} 农业能源消费总量(万吨标准煤)	0.044	0.054	0.050
	X_{15} 水库总库容量/ 10^8 m^3	0.094	0.005	0.049
	X_{16} 赔款及给付支出/ 10^8 元	0.073	0.001	0.037
	X_{17} 卫生人员数/ 10^4 人	0.074	0.001	0.038
	X_{18} 等级公路里程/ 10^4 km	0.065	0.001	0.033

表 2 旱灾经济社会脆弱性评价结果

年份	S_i	R_i	SoV_i
2000	0.2249	0.1089	2.0659
2001	0.2550	0.0701	3.6381
2002	0.2161	0.0717	3.0120
2003	0.1738	0.0646	2.6882
2004	0.2146	0.0689	3.1158
2005	0.2357	0.0871	2.7069
2006	0.1979	0.1009	1.9609
2007	0.2711	0.1243	2.1800
2008	0.2972	0.1274	2.3340
2009	0.2777	0.1138	2.4397
2010	0.3490	0.1338	2.6090
2011	0.2935	0.1626	1.8047
2012	0.3265	0.1830	1.7840
2013	0.3486	0.2595	1.3434
2014	0.3644	0.2917	1.2491

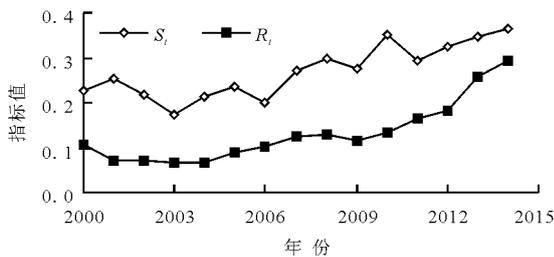


图 1 云南省农业社会敏感性及其应对能力动态变化图

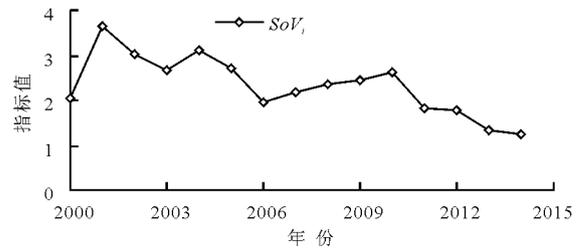


图 2 云南省农业社会脆弱性动态变化图

由图 1 可知经济社会敏感性方面,总体呈现增强趋势。2000 - 2008 年呈“W”型递增趋势,但是速度较慢,2009 - 2014 年增速加快;2000 - 2008 年间,2003 年应对能力指标达到最低 0.065,2008 年上升到最大值 0.127,该现象主要由城乡发展水平和社会保障水平的提高引起,举例来说,2008 年城乡居民可支配收入为 13 250 元和 3 102 元,远远高于 2003 年的 7 644 元和 1 697 元,2008 年保险赔付支出大于 2003 年赔付支出的 3 倍;2009 - 2014 年间,应对能力指标年平均增长率超出 20%,应对能力的增强主要与城乡发展水平以及基础设施建设水平有关,如 2014 年云南省城镇化率为 0.42,明显高于 2009 年的 0.34;水库容量为 $375.29 \times 10^8 m^3$,远远超出 2009 年的 $128.96 \times 10^8 m^3$;等级公路建设水平较 2009 年也有明显提高。

由图 2 可知脆弱性方面,总体表现出波动下降

的趋势。2000-2006年呈现“M”型变化趋势,2001年达到最高突破3.5,并且在2006年首次降到2.0以下,2007-2010年呈增强的趋势突破2.5,2011年以后呈下降走势,2013年首次达到1.5以下,2014年最低达到1.25。

2.4 旱灾社会脆弱性类型划分

为明确旱灾社会脆弱性在各年呈现出的特点,对敏感性得分 S_i 与应对能力得分 R_i 分别做Z-score标准化,以消除两者的数量差异,标准化后敏感性得分与应对能力得分体现为气泡图3所示,横轴表示各年的敏感性 S_i ,纵轴表示应对能力 R_i ,并用气泡的面积来体现农业旱灾社会脆弱性 SoV_i 的大小。

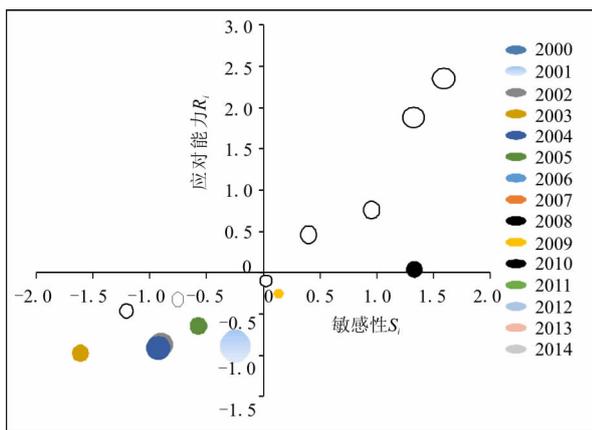


图3 2000-2014年旱灾经济社会脆弱性特征差异

依据各年敏感性得分与应对能力得分在坐标轴上的不同布局,将旱灾社会脆弱性划分得到如下4类:低敏感性、低应对能力;低敏感性、高应对能力;高敏感性、低应对能力;高敏感性、高应对能力。由图3可以发现云南省农业旱灾社会脆弱性具有下列特点:

(1) 低敏感性,低应对能力(2000-2006年)。2001-2006年间,云南省社会经济发展水平明显低于整个研究跨度的平均水平。从敏感性角度看,农村人口数量逐年减少,水资源总量表现出一定的波动性,但仍然高于总体平均水平;其余指标数值均低于15年间的平均水平,如2000-2006年间农业GDP平均水平为 544.85×10^8 元,而总体均值为 984.28×10^8 元,这7年间农村全社会固定资产投资平均水平为 72.29×10^8 元,这远落后于15年间的平均水平 194.65×10^8 元。以上数值说明该期间经济社会敏感性水平较低。应对能力方面,指标数值平均水平与总体均值水平有较大差距。如农村居民家庭人均纯收入为1783.37元远低于总体平均水

平3285.14元,城镇居民可支配收入平均水平8030.46元也远落后于总体平均水平13190.47元,城镇化率平均水平为27%也低于总体平均水平32%。总的来说,2000-2006年间,云南省经济发展远远落后总体平均水平,因此表现出社会对于旱灾的敏感性不强,应对能力偏弱。

(2) 高敏感性、低应对能力(2007-2009年)。对敏感性和应对能力指数进行标准化后,2007年的敏感性为0.023,自2000年起首次大于0,2007年可以看作云南省农业经济增长的节点,与2006年相比,经济指标有大幅提升,如农业DGP增长了超过 100×10^8 元,农村全社会固定资产投资增长超 90×10^8 元,同时水资源较2006年增长超过 500×10^8 m³,这增加了云南省农业对于旱灾的敏感性。同时,2007-2009年,农业经济发展平均水平以及播种灌溉面积普遍趋近于15年间的平均发展水平。应对能力方面,2007-2009年间标准化后的应对能力指数较2000-2006年越来越向水平线靠拢,这得益于城镇化率和城乡居民收入水平的提高,以及卫生医疗水平和交通情况一定程度上的改善。因此,应对能力增强,趋近平均水平。

(3) 高敏感性、高应对能力(2010-2014年)。在这5年间,云南省经济社会敏感性标准化值从0.4增长到1.6,应对能力标准化值从0.04增长到2.35,可见敏感性和应对能力都高于近15年平均水平,且有较大提升。敏感性方面,近5年来农村人口逐渐减少,经济指标均出现大幅增长,其中农业GDP,农村全社会固定资产投资增幅均超过75%。应对能力方面,近5年来,城乡居民人均收入增幅超过50%,医疗指标增幅超过35%,保险赔付和水库库容量指标均有大幅增长。敏感性和应对能力都大大增强说明,旱灾对于云南省经济社会破坏性会增强,但社会抗灾能力也会增强,所以可将2010-2014年划分为高敏感性高应对能力阶段。

以上分析说明,2000-2014年间,云南省在干旱扰动下,农业社会经济敏感性和应对能力均呈现增强趋势,其中社会经济敏感性先行增强,应对能力的增强存在滞后性,经济社会脆弱性总体呈现下降趋势。因此,降低敏感性,提升应对能力,减小干旱对于农业社会脆弱性的消极影响迫在眉睫。

3 结论与建议

3.1 结论

由旱灾社会脆弱性评价模型可知,旱灾应对能

力方面,总体呈现增强趋势。2000 - 2008 年呈“W”型递增趋势,但是速度较慢,2009 - 2014 年增速加快;脆弱性方面,总体表现出波动下降的趋势。2000 - 2006 年呈现“M”型变化趋势,2007 - 2010 年呈增强的趋势。

依据各年敏感性得分与应对能力,将旱灾社会脆弱性划分得到如下4类:低敏感性、低应对能力;低敏感性、高应对能力;高敏感性、低应对能力;高敏感性、高应对能力。降低敏感性,提升应对能力,减小干旱对于农业社会脆弱性的消极影响迫在眉睫。

3.2 建议

近年来,我国对于干旱基本处于被动管理的地位,一般采取的是应急管理方式,对干旱的发生缺乏足够的心理、物质准备,处于疲于被动应付地位,致使旱灾损失加重的事例层出不穷^[21]。上述云南省社会脆弱性评价结果也验证了我国旱灾风险管理的现实,即社会应对能力落后于社会经济敏感性。

面对当前极端干旱天气常态化的趋势,降低农业旱灾社会脆弱性是灾害风险管理和适应性管理的重要方法。因此,针对云南省干旱灾害频发的现状,降低农业旱灾社会脆弱性需要做好以下几方面的工作:(1)提高民众防旱抗旱意识。政府应该加强宣传,充分调动民众防旱抗旱的积极性,鼓励全民参与到节水型社会的建设中;(2)降低敏感性,加快农业种植结构调整。根据云南省不同地区的气候条件、降雨多少、土壤情况、社会经济发展水平、农作物类型等情况,因地制宜地进行农业结构调整,要突破技术难关,研发培育耐旱作物,极力减少受灾面积,减轻旱灾对于农业的影响;(3)提高旱灾应对能力,积极探索灾后补偿新范式。近年来,云南省主要推行旱灾保险制度,旱灾基金等风险补偿分散机制确保旱灾灾后补偿到位。但是由于云南省经济,气候等各方面情况的特殊性,近年来旱灾愈来愈频繁且强度也有加重趋势。目前的灾后补偿保障体系开始显现出不足和局限,因此结合云南省情,借鉴国内外经验,探索灾后补偿新范式刻不容缓。

参考文献:

[1] 秦大河. 中国极端天气气候事件和灾害风险管理 with 适应国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社, 2015.

[2] 张乐,王慧敏,佟金萍. 云南北端旱灾应急管理模式构建研究[J]. 中国人口资源与环境, 2014,24(2):161 - 168.

[3] Warner E B K. Perspectives on social vulnerability: Introduction [R]. UNU Institute for Environment and Human Security (UNU - EHS), 2007.

[4] 周扬,李 宁,吴文祥. 自然灾害社会脆弱性研究进展[J]. 灾害学, 2014,29(2):128 - 135.

[5] 贺 帅,杨赛霓,李双双. 自然灾害社会脆弱性研究进展[J]. 灾害学,2014,29(3):168 - 173.

[6] 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.

[7] 何娇楠,李运刚,李 雪,等. 云南省干旱灾害风险评估[J]. 自然灾害学报,2016,25(5):37 - 45.

[8] 张 雪,陈军飞. 农业旱灾适应性评价研究——以云南省曲靖市为例[J]. 科技管理研究,2016,36(8):58 - 63.

[9] 陈 磊,徐 伟,周 忻,等. 自然灾害的社会脆弱性评估研究——以上海市为例[J]. 灾害学, 2012, 27(1): 98 - 100 + 110.

[10] 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.

[11] 方佳毅,陈文方,孔 锋,等. 中国沿海地区社会脆弱性评价[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2015,51(3):280 - 286.

[12] 方秀琴,王 凯,任立良,等. 基于GIS的江西省山洪灾害风险评估与分区[J]. 灾害学,2017,32(1):111 - 116.

[13] 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.

[14] 刘 艳,陈爱京,杨 耘,等. 近30年新疆县域尺度旱灾空间聚类研究[J]. 自然灾害学报,2017,26(2):64 - 73.

[15] 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.

[16] 张国芳,查小春,石晓静,等. 汉江上游汉中市洪水灾害风险评估研究[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2016,55(6):28 - 34.

[17] 魏华林,龙梦洁,李 芳. 旱灾风险的特征及其防范研究——由西南旱灾和冬麦区大旱引发的思考[J]. 保险研究,2011(3):3 - 18.

[18] Cutter S L, Boruff B J, Shirley W L. Social vulnerability to environmental hazards [J]. Social science quarterly, 2003,84(2):242 - 261.

[19] 龚艳冰,张继国. 基于正态云模型和熵权的人口发展现代化程度综合评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(1):138 - 143.

[20] 张 玉,魏华波. 基于CRITIC的多属性决策组合赋权方法[J]. 统计与决策,2012(16):75 - 77.

[21] 亚行技援中国干旱管理战略研究课题组. 中国干旱灾害风险管理战略研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011.