

贺 祥,熊康宁. 基于熵权灰色关联法的贵州岩溶山区农村贫困脆弱性分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):376-381.

基于熵权灰色关联法的贵州岩溶山区农村贫困脆弱性分析

贺 祥¹,熊康宁²

(1. 凯里学院,贵州凯里 556011; 2. 贵州师范大学中国南方喀斯特研究院,贵州贵阳 550001)

摘要:为了深入认识岩溶山区农村贫困脆弱性的特征,在构建农村贫困脆弱性评价指标体系基础上,运用熵权灰色关联分析法,以贵州省 9 个地州市为基本研究单元,对其农村贫困脆弱性进行定量分析与评价。贵州省农村贫困脆弱性综合评价结果:贵阳市属轻度脆弱级,遵义市与黔东南州属次强度脆弱级,其地市属于强度脆弱级,并在空间上划分 3 个等级的贫困脆弱度区。将贵州岩溶山区人地关系系统中的各评价指标综合对应分析,表明生态环境脆弱性、生态承载力等对其他评价指标因素的发展水平有着严重制约作用,对农村贫困脆弱性有强烈胁迫性,同时,良好区域经济发展水平与良好社会保障条件也对农村贫困脆弱性有显著的影响。

关键词:熵权灰色关联法;岩溶山区;农村贫困脆弱性;贵州省

中图分类号: F323 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)03-0376-06

岩溶山区环境是一种具有特殊的物质、能量、结构和功能的人地生态系统^[1]。在碳酸盐岩基岩集中连片分布、二元空间水文结构、破碎地表、陡峭地形、水土贫瘠、生物多样性受限制的环境胁迫下,在高密度人口、贫困与低生产效率的压力下,构成脆弱的人地耦合系统。杨明德等对岩溶山区农业脆弱性及岩溶生态系统脆弱进行了研究^[2-3],何才华等对岩溶山区生态环境脆弱性类型进行了划分^[4],李军等对岩溶山区的脆弱生态区综合治理模式进行了研究^[5]。贵州省是生态环境脆弱的岩溶山区,在脆弱生态环境的制约与胁迫下,贫困问题非常突出,是人地关系地域系统的重要问题之一,并引起各界学者的广泛关注。如任晓等对岩溶山区生态环境治理与贫困关系进行了研究^[6-8]。随着对脆弱生态环境的贫困问题的深入研究,越来越多的学者对农村贫困脆弱性进行了研究。韩峥等对环境脆弱性与农村贫困的相关性进行了研究^[9],黄承伟等对农村贫困脆弱性的概念框架及测量方法进行了总结与研究^[10],张国培等对民族地区农村贫困脆弱性的度量、评价及影响因素进行了分析与研究^[11-12]。

目前,国内外许多学者对贫困脆弱性概念、农村贫困问题的成因及其与脆弱性生态环境的关系、贫困脆弱性的评价及影响测量因素等进行了大量研究,但在研究中以定性分析为主,对农村贫困脆弱性的定量分析方法等亟待深入研究。同时,在对贵州岩溶山区脆弱生态环境的石漠化生态治理过程中,也非常迫切要求对贫困脆弱性机理等展开深入研究。本研究基于熵权灰色关联法,以贵州省各地州市为研究对象,通过建立岩溶山区贫困脆弱度的评价框架与指标体系,对其贫

困脆弱度进行定量研究,并分析贫困脆弱性的特征。研究结果不仅有助于完善岩溶山区贫困脆弱性的相关理论与方法,还有助于对岩溶山区贫困问题及成因机制的深入研究,也为岩溶山区石漠化生态治理措施与模式的研究提供理论支持。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

贵州省位于中国西南的东南部,位于 103°36' ~ 109°35'E、24°37' ~ 29°13'N 之间,总面积为 17.61 万 km²,人口 4 189 万,共辖 9 个地州市。属中亚热带湿润气候,年降雨量约 1 100 mm,水热充足。地处云贵高原的东斜坡上,地形崎岖,山体陡峭,分为高原山地、丘陵和盆地 3 种基本类型,其中 92.5% 的面积为山地和丘陵。碳酸盐岩广布,是我国西南岩溶强烈发育典型地区。目前,贵州省岩溶面积 10.91 万 km²,约全省土地总面积的 61.92%,其中发生轻度及以上石漠化面积达 37 597.36 km²,占全省国土面积 21.34%。至 2011 年底,少数民族 1 254.8 万人,占总人口 36.11%。生产总值 5 701.84 亿元,其中第一产业 726.22 亿元,占 27.8%;农村居民人均纯收入 4 145.4 元,贫困人口共 1 149 万人,农村贫困发生率 33.4%。

1.2 研究方法

灰色关联分析方法在水资源、生态环境与区域竞争力评价等方面得到了广泛应用;但部分学者也认为灰色评价法的评价权精度较低^[13],而熵值法能很好弥补其弱点。目前,熵权灰色关联法在许多方面得到广泛应用。

1.2.1 熵值法确定权重系数 在信息论中,熵值反映了信息的无序化程度,可以用来度量信息量的大小,某项指标携带的信息越多,表示该指标对决策的作用越大^[14]。自从数学家 Shanon 将熵引入信息论后,信息熵成为一种可靠的权重确定方法,被广泛应用于方案优选、权重确定等方面,熵值法的计算步骤如下^[15]:

(1) 构建 m 个方案 n 个评价指标的判断矩阵 $R = (x_{ij})_{m \times n}$

收稿日期:2013-07-30

基金项目:国家科技支撑计划重大课题(编号:2011BAC09B01);贵州省教育厅自然科学基金青年项目(编号:黔教教 20090083);凯里学院规划项目(编号:SI116)。

作者简介:贺 祥(1978—),男,贵州水城人,硕士,副教授,主要从事岩溶生态环境方面的研究。E-mail:hexiang1997403@163.com。

($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$)。

(2) 数据的无量纲处理, 对原始数据需要消除量纲, 转换为可比较的数据序列, 进行归一化处理, 对于“正向型”和“负向型”指标的无量纲化处理公式:

$$y_{ij} = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

$$y_{ij} = (x_{\max i} - x_i) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (2)$$

(3) 根据熵的定义, m 个评价事物 n 个评价指标, 可以确定评价指标的熵为:

$$e_i = \frac{1}{\ln n} \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \quad (3)$$

$$f_{ij} = y_{ij} / \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (4)$$

式中: e_i 为第 i 个指标的熵; f_{ij} 为第 j 个评价对象第 i 个评价指标标准值的比重; 如果 $f_{ij} = 0$, 则定义 $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$; 那么第 i 项指标的熵权即可以定义为:

$$w_i = b_i / \sum_{i=1}^m b_i \quad (5)$$

式中: w_i 第 i 项指标的权重; b_i 指标 x_i 的差异系数, $b_i = 1 - e_i$ 。

1.2.2 灰色关联分析法 根据邓聚龙提出的灰色关联公理及计算公式^[16], 运用灰色关联法对岩溶山区农村贫困脆弱度进行分析与评价。灰色关联分析法的具体步骤如下:

(1) 确定参考序列和比较序列。设实测样本序列数即参考序列有 m 个, 包含 n 个评价指标, 则有第 i 实测样本序列: $X_i = \{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\} \quad i = 1, 2, \dots, m$; 设分级标准作为比较序列, 共分 s 级, 因此有第 j 级标准的比较序列: $Y_j = \{y_j(1), y_j(2), \dots, y_j(n)\} \quad j = 1, 2, \dots, s$ 。

(2) 由于系统中各因素的量纲不一定相同, 而有的数值数量级相差悬殊, 导致数据无法直接比较, 需要进行无量纲化处理, 方法如公式(1)、公式(2)。

(3) 求关联系数和关联度

① 确定数列的最优向量, 由于进行无量纲化处理时已将所有指标调整为正向指标, 故最优向量为:

$$G = (g_1, g_2, \dots, g_m) = (y_{11} \vee y_{12} \vee \dots \vee y_{1m}, y_{21} \vee y_{22} \vee \dots \vee y_{2m}, y_{n1} \vee y_{n2} \vee \dots \vee y_{nm})$$

式中: \vee 为最大运算符; G 为最优向量; g_i 为第 n 项指标的最优向量, y_{ij} 为标准化后的指标数据。

② 计算关联系数:

$$\xi(Y_j, G) = \frac{\min_i \min_j |y_{ij} - g_i| + \rho \max_i \max_j |y_{ij} - g_i|}{|y_{ij} - g_i| + \rho \max_i \max_j |y_{ij} - g_i|} \quad (6)$$

式中: $\min_i \min_j |y_{ij} - g_i|$, $\rho \max_i \max_j |y_{ij} - g_i|$ 分别为极差最小值和极差最大值, ρ 为分辨率, 一般取值为 0.5。

③ 计算加权关联度:

$$R_{ij} = \sum_{i=1}^n W_i \times \xi_{ij} \quad (7)$$

式中: W_i 为第 i 项指标的权重。

2 贫困的脆弱性评价指标体系

2.1 贫困与贫困脆弱性概念

阿马蒂亚·森认为, 贫困的真正含义是贫困人口创造收入能力和机会的贫困, 贫困意味着贫困人口缺少获取和享有正常生活的能力^[17]。郭熙保等把贫困概括为 2 种形式的剥夺, 一种是生理形式的剥夺, 包括营养、健康、教育、住所等物质或生理上的基本需要无法得到满足; 另一种是社会形式的

剥夺, 包括脆弱性、无话语权、无权无势、无尊严和无自主权利等^[18]。罗伯特·坎勃等人认为, 贫困不仅仅是收入和支出水平低下, 也是人的发展能力低下, 包括教育、健康和营养等, 而且贫困还包括脆弱性、无话语权和无权无势等^[19]。

世界银行在《2000—2001 世界发展报告》里提出, 贫困脆弱性即贫困指个人或家庭面临某些风险的可能, 并且由于遭遇风险而导致财富损失或生活质量下降到某一社会公认的水平之下的可能。Mansuri 则将它定义为一个家庭在未来的若干年内至少有一年会陷入贫困的概率^[20]。韩铮等认为贫困脆弱性包含即将遭受冲击的可能和抵御冲击的能力^[9]。

2.2 贫困脆弱性的指标体系

脆弱性评价目的是预测和评估面对某种或者多种暴露和胁迫时系统的变化响应以及其自身维持稳定所需的抵抗力和恢复能力, 并探求能动的干预策略, 防止其进一步退化或脆弱化^[21]。多数学者认为农村贫困脆弱性的原因包括自然条件、人文素质、社会经济、政策制度因素等方面。贫困脆弱性是农村人地关系地域系统中显著问题之一, 综合考虑贫困脆弱性内涵及其与自然、社会的相关性, 认为贫困脆弱性系统应包括经济发展水平、社会保障能力和生态承载力等 3 个系统结构要素。其中, 经济发展可增加区域农村社会的财富, 提高村民的收入与福利水平; 社会保障能力是农村社会发展结果, 可满足村民的生存、医疗、通信和公平发展等基本要求的的能力; 生态环境承载力低是区域农村经济发展与社会保障的重要制约因素。这三方面的系统结构要素相互联系、相互影响共同制约着农村的贫困脆弱性问题。

依据黄承伟等人对贫困脆弱性的内涵及评价指标的分析^[10-12, 18], 遵循科学性、主导因素、可操作性、应用性等原则, 结合贵州岩溶山区独特的区域生态环境特征、严重石漠化生态环境问题及贫困落后现实, 对其农村贫困脆弱性的评价指标体系进行选择与构建(表 1), 并通过查阅《2012 年贵州省统计年鉴》等资料获得贵州省各地市评价指标数据(表 2)。

2.2.1 经济发展指标 主要考虑岩溶山区农村在自然条件等因素限制下, 区域经济发展水平的高低, 反映的是岩溶山区农村社会贫困的程度。具体从农村农业资源、生活水平、消费能力等方面的构成要素选择村民人均常用耕地面积、村民人均年纯收入、村民人均粮食产量、人均生产总值、农村贫困率、村民人均年消费性支出占现金收入比等 6 项指标。指标数据均可从《2012 年贵州省统计年鉴》直接获取。

2.2.2 社会保障指标 主要考虑岩溶山区社会对农村贫困的响应与应对能力, 以及缓解贫困农村问题的能力。具体从教育、医疗条件、养老保障、通信、交通等方面选择当地高校人数占人口比重、文盲率、受教育年限、农村居民千人拥有乡村医生和卫生员、乡镇卫生院医疗人次比重、农村社会养老保险参合率、互联网上网比重、公路网密度等 8 项指标。所有指标数据均可从《2012 年贵州省统计年鉴》中得到。

2.2.3 生态承载力指标 主要考虑岩溶山区自然生态环境对区域农村经济发展与社会保障的影响, 体现对村民生产、生活遭受自然环境制约的程度。主要从地貌、植被、土壤和水文、水资源质量等方面选择山地面积比重、坡度大于 25° 土地面积比重、森林覆盖率、石漠化面积比重、多年平均径流量、劣 V 类水质的比重等 6 项指标。其中, 石漠化面积经过遥感影

表 1 贵州省岩溶山区农村贫困脆弱度评价指标体系

评价维度	指标层次	参数层	指标性质
经济发展水平	农业资源	村民人均常用耕地面积($\text{hm}^2/\text{人}$)(X_1)	+
		村民人均粮食产量($\text{kg}/\text{人}$)(X_2)	+
	生活水平	村民人均纯收入(元)(X_3)	+
		人均生产总值(元)(X_4)	+
		农村贫困率(%)(X_5)	-
社会保障能力	消费能力	村民人均年消费性支出占现金收入比(%)(X_6)	-
	教育	当地高校人数占人口比重(%)(X_7)	+
		文盲率(%)(X_8)	-
		受教育年限(年)(X_9)	+
	医疗条件	农村居民千人拥有乡村医生和卫生员(人/千人)(X_{10})	+
		乡镇卫生院医疗人次比重(%)(X_{11})	+
	养老保障	农村社会养老保险参合率(%)(X_{12})	+
	通信状况	互联网上网比重(%)(X_{13})	+
	交通状况	公路网密度(km/km^2)(X_{14})	+
	生态承载力	地貌	山地面积比重(%)(X_{15})
坡度 $>25^\circ$ 土地面积比重(%)(X_{16})			-
植被			森林覆盖率(%)(X_{17})
土壤		石漠化面积(%)(X_{18})	-
水文		多年平均径流量(mm)(X_{19})	+
水质量		劣Ⅴ类水质的比重(%)(X_{20})	-

注：“+”代表效益指标或正向指标；“-”代表成本指标或负向指标。

表 2 贵州省各地市农村贫困脆弱度评价指标数据

地区	X_1 ($\text{hm}^2/\text{人}$)	X_2 ($\text{kg}/\text{人}$)	X_3 (元)	X_4 (元)	X_5 (%)	X_6 (%)	X_7 (%)	X_8 (%)	X_9 (年)	X_{10} (人/千人)
贵阳市	0.05	211.97	7 381	31 712.39	16.8	67.13	6.31	3.88	9.23	1.07
六盘水市	0.04	226.89	4 437	21 522	38.3	89.61	0.27	9.95	7.23	1.04
遵义市	0.06	352.39	5 216	18 335.05	21.85	67.76	0.8	7.62	7.59	0.96
安顺市	0.04	221.33	4 367	12 472.14	30.79	70.33	0.62	10.83	7.11	0.79
铜仁地区	0.05	259.1	4 002	11 621.95	38.75	91.01	0.45	9.82	7.32	1.3
毕节地区	0.05	243.26	4 210	11 294.97	35.54	82.41	0.25	11.26	6.58	0.97
黔西南州	0.05	204.01	3 900	13 385.75	36.23	78.38	0.41	10.03	6.93	0.78
黔东南州	0.04	225.31	3 949	11 047.48	42.11	95.16	0.75	8.79	7.22	1.07
黔南州	0.05	286.64	4 633	13 765.12	36	70.72	0.65	9.1	7.28	0.73
地区	X_{11} (%)	X_{12} (%)	X_{13} (%)	X_{14} (km/km^2)	X_{15} (%)	X_{16} (%)	X_{17} (%)	X_{18} (%)	X_{19} (mm)	X_{20} (%)
贵阳市	0.82	97.57	0.81	1.15	40.1	5.77	42.3	23.36	561.9	25.1
六盘水市	0.38	97.52	0.44	1.2	66.7	13.83	38	32.94	542.9	8.2
遵义市	0.48	96.1	0.43	0.78	61.9	14.71	48.6	15.19	560.4	18.3
安顺市	0.25	97.5	0.4	1	46.8	19.99	39	32.04	670.9	4.2
铜仁地区	0.6	96.9	0.33	1.19	64.1	20.71	49.8	18.18	697.8	44.3
毕节地区	0.36	98.9	0.3	0.93	57.8	10.54	41.5	26.1	500.5	2.3
黔西南州	0.73	96.2	0.41	0.49	62.8	36.23	46	29.94	677.2	5.9
黔东南州	0.55	98.4	0.43	1.59	72.8	31.29	63	5.88	633.1	34.5
黔南州	0.81	97.32	0.39	0.59	60.4	26.88	53.76	29.46	620.5	17.2

像解译与野外校正获取,山地与坡度数据从《贵州省地表自然形态信息数据量测研究》^[22]中获得,多年降雨均量与无霜期天数依据贵州省 2012 年水资源公报及各地农业局气候资料,其他资料从《2012 年贵州省统计年鉴》中获得。

3 研究过程与结果

3.1 指标权重系数计算与分析

利用公式(1)或公式(2)对表 2 的指标原始数据经无量纲化处理得到指标的标准化数据。采用熵值赋权法,利用公

式(3)、公式(4)、公式(5)计算得出各维度层及指标参数的权重 W_i (表 3)。对权重值分析可知,社会保障能力对岩溶山区农村贫困影响最大,其次是区域经济发展水平。经标准化处理之后的数据均为正向指标,其各评价指标值越大,正向效益越好,反之亦然。其中,经济发展水平指标值越大,其为岩溶山区农村增加的社会财富越多,提高了村民的收入与福利水平,减弱农村贫困度;社会保障力指标的指数值越大,为满足村民的生存、医疗和公平发展等基本要求的的能力越高,对农村贫困的响应与应对能力越强;生态承载力指数值越大,自然

生态环境质量越高,环境维持生态稳定能力强,对岩溶山区农村的经济发展与社会保障能力的制约、胁迫越弱,越有利于区域农村贫困问题的解决。

表 3 贵州省岩溶山区农村贫困脆弱性评价指标的权重

经济发展水平 ($W_i=0.367\ 6$)		社会保障力 ($W_i=0.421\ 9$)		生态承载力 ($W_i=0.210\ 5$)	
参数	权重(w_i)	参数	权重(w_i)	参数	权重(w_i)
X_1	0.160 5	X_7	0.350 7	X_{15}	0.156 6
X_2	0.155 4	X_8	0.117 2	X_{16}	0.123 9
X_3	0.236 5	X_9	0.095 4	X_{17}	0.224 5
X_4	0.240 0	X_{10}	0.088 7	X_{18}	0.260 1
X_5	0.121 3	X_{11}	0.071 3	X_{19}	0.131 3
X_6	0.086 3	X_{12}	0.082 7	X_{20}	0.103 7
		X_{13}	0.121 4		
		X_{14}	0.072 6		

表 4 贵州省各地市农村贫困脆弱性评价指标的灰色关联系数

指标层次		各地市灰色关联系数								
维度层	参数层	贵阳市	六盘水市	遵义市	安顺市	铜仁地区	毕节地区	黔西南州	黔东南州	黔南州
经济发展水平	X_1	0.472 2	0.333 3	1.000 0	0.341 4	0.381 2	0.376 1	0.483 0	0.344 1	0.445 0
	X_2	0.345 7	0.371 5	1.000 0	0.361 5	0.443 0	0.404 7	0.333 3	0.368 6	0.530 2
	X_3	1.000 0	0.371 5	0.445 7	0.366 1	0.340 0	0.354 4	0.333 3	0.336 5	0.387 8
	X_4	1.000 0	0.503 5	0.435 8	0.349 4	0.339 6	0.336 0	0.360 5	0.333 3	0.365 4
	X_5	1.000 0	0.370 5	0.714 8	0.474 9	0.365 7	0.403 1	0.394 4	0.333 3	0.397 3
	X_6	1.000 0	0.384 0	0.957 0	0.814 1	0.369 8	0.478 4	0.554 7	0.333 3	0.796 1
社会保障能力	X_7	1.0000	0.3341	0.354 8	0.347 5	0.340 8	0.333 3	0.339 3	0.352 7	0.348 7
	X_8	1.000 0	0.378 1	0.496 6	0.346 8	0.383 2	0.333 3	0.375 0	0.429 1	0.414 1
	X_9	1.000 0	0.398 5	0.446 9	0.384 6	0.409 6	0.333 3	0.365 5	0.397 3	0.404 6
	X_{10}	0.551 2	0.524 7	0.458 2	0.358 9	1.000 0	0.463 7	0.352 7	0.553 3	0.333 3
	X_{11}	1.000 0	0.390 2	0.456 9	0.333 3	0.566 3	0.382 9	0.760 5	0.512 6	0.982 9
	X_{12}	0.512 8	0.503 6	0.333 3	0.500 0	0.411 8	1.000 0	0.341 5	0.736 8	0.469 8
	X_{13}	1.000 0	0.408 0	0.401 6	0.383 5	0.346 9	0.333 3	0.389 3	0.401 6	0.377 8
	X_{14}	0.555 6	0.585 1	0.404 4	0.482 5	0.578 9	0.454 5	0.333 3	1.000 0	0.354 8
生态承载力	X_{15}	1.000 0	0.380 7	0.427 6	0.428 6	0.709 3	0.405 2	0.418 7	0.333 3	0.446 1
	X_{16}	1.000 0	0.653 9	0.630 1	0.517 1	0.504 8	0.761 5	0.333 3	0.373 7	0.419 1
	X_{17}	0.376 5	0.333 3	0.464 7	0.342 5	0.486 4	0.367 6	0.423 7	1.000 0	0.575 0
	X_{18}	0.436 3	0.333 3	0.592 4	0.340 9	0.523 8	0.400 9	0.359 9	1.000 0	0.364 6
	X_{19}	0.420 6	0.389 1	0.417 9	0.785 7	1.000 0	0.333 3	0.827 3	0.603 9	0.560 7
	X_{20}	0.479 5	0.780 7	0.567 6	0.917 0	0.333 3	1.000 0	0.853 7	0.394 7	0.585 0

将表 4 数据按 3 个维度层分别代入公式(7),分别得到各地市在经济发展水平、社会保障力、生态承载力评价指标方面与理想最优向量的加权关联度(表 5)。对贵州各地市农村贫困脆弱度的综合关联度的计算,根据第一级评价的结果,可得各维度层的规范化矩阵,然后根据按上面相同方法、步骤求出其综合关联度(表 5)。在咨询专家的基础上,结合对岩溶山区的长期实地调查与研究,对评价指标的关联度进行分级,并构建贵州省农村贫困脆弱度的评价标准。划分关联度值在 0.00~0.30 之间为极强度脆弱,0.30~0.45 之间为强度脆弱,0.45~0.60 之间为次强度脆弱,0.60~0.75 之间为中度脆弱,0.75~1.00 之间为轻度脆弱。对贵州省各地市农村贫困脆弱度评价分级结果见表 5。

3.3 关联系数和关联度结果分析

对表 5 分析可知,贵州省岩溶山区农村贫困脆弱性的各维度层指标评价结果:经济发展水平的指标评价等级仅有贵

3.2 关联系数和关联度计算与分析

灰色关联度(R_g)表示被评价指标与最优指标两者互相接近的程度,其值越大表示两者越接近,表明经济发展水平高、提供物质财富越多,社会保障力强,生态环境越好、承载力高,岩溶山区贫困脆弱度越弱,反之亦然。因此,可以根据关联度的大小对被评价对象进行优劣排序或分类。对贵州岩溶山区农村贫困脆弱性关联度的计算与评价,采用两级评价过程。第一级是分别对贵州省各地市农村贫困脆弱性的评价指标进行计算与评价,第二级是对贵州省各地市农村贫困脆弱性各维度层的综合关联度的计算与评价。经标准化处理之后的数据均为正向指标,分析并确定了岩溶山区农村贫困脆弱度的各评价指标数列的最优向量值(g_i)均为 1。把最优向量值和标准化后的数据代入公式(6),得关联系数见表 4。

阳市与遵义市分别属于轻度、中度脆弱,黔南州属是次强度脆弱,其他地市均属强度脆弱。社会保障力的指标评价仅贵阳市属轻度脆弱等级,铜仁地区与黔东南州属于次强度脆弱,其他各地市属强度脆弱等级。生态承载力的指标评价中仅黔东南州属于中度脆弱等级,六盘水市属强度脆弱等级,其余地市属次强度脆弱等级。贵州岩溶山区农村贫困脆弱性的综合评价结果:贵阳市属轻度脆弱级,遵义市与黔东南州属次强度脆弱级,六盘水市、毕节地区、铜仁地区、安顺市、黔西南州与黔南州等地属强度脆弱级。依据贵州省农村贫困脆弱度评价等级,在空间上按严重程度划分为 3 个区域:中部为贫困轻度脆弱区,与中部贵阳相连的东部及北部贫困次强度脆弱区,东北部、西北部、西部、中西部、南部等为贫困强度脆弱区。

3.3.1 贫困强度脆弱区 包括六盘水市等 6 个地州市,人地关系地域系统中生态环境、农村经济发展水平与社会保障力的特点:(1)六盘水市:岩溶地貌典型,沟壑与峡谷纵横,山

表 5 贵州省各地市农村贫困脆弱性评价指标的关联度及贫困脆弱度等级

层次	关联度	贵阳市	六盘水市	遵义市	安顺市	铜仁地区	毕节地区	黔西南州	黔东南州	黔南州
一级综合评价	$R_{\text{经济发展水平}}$	0.813 6	0.398 0	0.695 2	0.409 2	0.368 2	0.377 9	0.390 4	0.341 3	0.450 1
	贫困脆弱度等级	轻度	强度	中度	强度	强度	强度	强度	强度	次强度
	$R_{\text{社会保障力}}$	0.887 6	0.407 5	0.404 2	0.377 7	0.450 8	0.412 4	0.383 0	0.479 8	0.419 6
	贫困脆弱度等级	轻度	强度	强度	强度	次强度	强度	强度	次强度	强度
	$R_{\text{生态承载力}}$	0.583 4	0.434 2	0.517 1	0.494 9	0.584 9	0.492 0	0.492 7	0.703 3	0.479 9
二级综合评价	贫困脆弱度等级	次强度	强度	次强度	次强度	次强度	次强度	次强度	中度	次强度
	$R_{\text{综合}}$	0.921 3	0.324 4	0.458 9	0.335 2	0.371 7	0.334 5	0.331 8	0.460 1	0.347 7
	贫困脆弱度等级	轻度	强度	次强度	强度	强度	强度	强度	次强度	强度

地面积比重高,为 66.70%,石漠化程度高、面积比重大,为 32.94%,森林覆盖率较低;经济主要以煤等矿产资源开发与农业为主,人均耕地面积低,为 0.04 hm²,粮食产量低,人地矛盾突出,农村贫困率高,为 38.30%;农村社会保障发展水平低,文盲率高,为 9.95%,医疗设施数量少,交通及通信基础设施弱。(2)毕节地区:碳酸盐岩分布集中连片,地形破碎,水土流失严重,石漠化面积比重大,为 26.10%,山地面积比重高,为 57.80%,森林植被覆盖率低;区内是国务院批准的“开发扶贫、生态建设”试验区,村民人均年纯收入少,为 4 210 元,农村贫困率高,为 35.54%,人地矛盾突出;农村社会保障水平低,高校人数比重低,文盲率全省最高,为 11.26%,受教育年限全省最低,为 6.58 年,千人拥有医疗卫生人员仅 0.97 人,交通、通信等基础设施等也较差。(3)安顺市:岩溶地貌典型且集中连片,石漠化面积比重高,为 32.04%,山地面积比重大,为 46.80%,大于 25°的坡地面积比重高,为 19.99%,森林覆盖率较低,土地石漠化严重,为 32.04%;区内农村经济发展水平低,人均生产总值低,农村贫困率高,为 30.79%,经济以农业和旅游业为主;农村社会保障力弱,村民受教育程度低,文盲率高,为 10.83%,千人拥有医疗卫生人员少,仅为 0.79,通信、交通、医疗等基础设施均落后。(4)黔南州:碳酸盐岩广布,岩溶地貌多样,地形崎岖,大于 25°的坡地面积比重高,为 26.88%,山地面积广大,为 60.4%,森林覆盖率较高,为 53.76%;农村经济发展水平低,以农业及旅游业为主,农村贫困率高,为 36.00%,人均生产总值低;千人拥有医疗卫生人员为全省最少,仅有 0.73 人,文盲率较高,为 9.10%,交通、通信设施落后,条件较差。(5)铜仁地区:分布岩溶丘陵、洼地等地貌,石漠化面积比重为 18.8%,山地面积广大,为 64.10%,大于 25°的坡地面积比重高,为 20.71%,森林覆盖率高,为 49.80%,水资源被污染较严重,劣 V 类水质 44.30%;区域内农村经济发展水平低,农村贫困率较高,为 38.75%,经济以农业为主,农民人均年纯收入仅 4 002 元;区域内农村社会保障力较低,村民受教育程度低,文盲率高,为 9.82%,千人拥有医疗卫生人员少,为 1.30,交通较落后,通信等基础设施不足。(6)黔西南州:岩溶地貌广布,地形崎岖,山地面积广大,为 62.8%,大于 25°的坡地面积比重达全省最高,为 36.23%,森林覆盖率较高,为 46.0%,石漠化面积比重较高,为 29.94%;区域内农村经济发展水平低,经济以农业为主,农村贫困率较高,为 36.23%,农民人均年纯收入为全省最低,仅 3 900 元;区域内农村社会发展水平低,社会保障能力弱,村民受教育程度低,文盲率高达 10.03%,千人拥有医疗卫生人员少,仅为 0.78 人,区内乡村公路落后,密度

低,通信等基础也较落后。

对以上 6 个地区的岩溶山区农村人地关系地域系统中经济发展、生态环境、社会保障能力等综合分析可知,在岩溶生态环境脆弱性强、生态环境承载力低的背景下,对农村的社会经济发展与社会保障能力起严重制约作用,加剧了农村贫困问题,在遭受自然灾害时会导致村民陷入严重贫困,表现出贫困脆弱性强烈;各地市经济发展水平层次低,限制了村民收入和福利水平,也导致了村民的满足生存、医疗、通信和公平发展等方面的基本要求难以实现,表现出贫困脆弱度强。因此,生态环境脆弱性强、承载力低,是农村社会经济发 展的重大限制因素,而区域社会经济落后也进一步阻碍了教育、交通、医疗、通信等方面发展,导致村民难以满足生活需求与公平发展的要求,最终在岩溶山区的人地关系地域系统中,形成区域农村社会贫困的强度脆弱性。

3.3.2 贫困次强度脆弱区 主要包括遵义市及黔东南州,其 人地关系地域系统中生态环境、农村经济发展水平与社会保障能力的特点:(1)遵义市:碳酸盐岩分布并不十分广泛,地形起伏也较为和缓,大于 25°的坡地面积比重仅 14.71%,森林覆盖率高,为 48.6%,石漠化面积比重低,为 15.19%,石漠化程度较轻。农村经济发展水平低,农村贫困率较高,为 21.85%,农民人均年纯收入较低,为 5 216 元;农村社会发展水平低,社会保障力弱,村民受教育程度低,文盲率高,为 7.62%,千人拥有医疗卫生人员少,仅有 0.96 人,区内乡村公路密度低,通信等基础设施也较落后。(2)黔东南州:碳酸盐岩分布较少,地形起伏较大,山地面积比重为全省最高,为 72.80%,大于 25°的坡地面积比重高,为 31.29%,山地森林面积大,森林覆盖率为全省最高,为 63%,石漠化面积比重仅 5.88%,石漠化程度较轻;农村经济发展水平低,经济以农业种植和林业为主,农民人均年纯收入较低,为 3 949 元,农村贫困率为全省最高,为 42.11%;区域内农村发展落后,社会保障能力弱,村民受教育程度低,文盲率高,为 8.79%,千人拥有医疗卫生人员少,仅有 1.07 人,乡村公路密度低,通信等基础设施也较落后。

对以上两个地市的人地关系地域系统中经济发展水平、社会保障能力、生态环境状况等综合分析可知,遵义市地形较为和缓,石漠化生态环境问题并不突出,山地面积与大于 25°的坡地面积比重也相对低,表明自然生态环境为农村社会经济发展创造良好条件。但由于交通、通信等基础条件差,村民人文素质较低,农村经济发展仍然缓慢,农村贫困问题仍然突出,农村贫困脆弱性为次强度级;黔东南州,地形崎岖、山地面积广大,岩溶石漠化程度轻,森林覆盖率高,生态环境较其他

地区好,但林业加工业落后,通信、交通等基础设施弱,少数民族人口数量众多、文化素质低,村民贫困问题也很突出,最终形成贫困次强度脆弱。

3.3.3 贫困轻度脆弱性区 主要分布贵阳市,其岩溶地貌典型,石漠化程度高、面积比重大,为 23.36%,地形起伏相对和缓,森林覆盖率高;区域内经济发展水平较高,农业、工业等发展较好,农民人均年纯收入全省最高,为 7 381 元,农村贫困率全省最低,为 16.80%;农村社会发展也较好,教育、交通、通信、医疗卫生等发展较好,高校人数比重全省最高,为 6.31%,文盲率全省最低,为 3.88%,农村千人拥有乡村医护人员为 1.07 人。贵阳市拥有全省交通枢纽、政治经济中心等优越条件,经济水平远高于省内其他地区,乡村各项基础设施也相对更完善,社会保障能力更加突出,能为村民提出更多的物质财富,以满足更多村民的基本生存和公平发展要求,农村贫困脆弱度也更轻。

4 结论

本研究运用熵权灰色关联法,考虑贵州岩溶山区脆弱生态环境与贫困落后现实,从社会经济发展、社会保障能力、生态环境承载等三方面结构要素,构建评价指标体系,对农村贫困脆弱性进行定量分析与研究得到如下结论。

贵州省农村贫困脆弱性的状况。贵阳市经济发展水平指数与社会保障力指数远大于全省其他地区,生态承载力指数与其他地区相当,为全省经济、政治中心,经济发展水平高,教育、交通、通信及医疗发展水平高相吻合,贫困问题较其他地市弱。贵州省其他各地市经济发展水平、社会保障力及生态承载力等指数值均较低,表明经济发展为区域农村增加的社会财富少,村民收入与福利水平低,农村贫困度高,交通、医疗、教育等社会保障弱,难以满足村民的生存、医疗、康乐和公平发展等基本要求;生态环境脆弱、生态承载力小,对农村经济发展与社会保障能力的制约、胁迫强,不利于区域农村贫困问题的解决,加剧了农村贫困问题的严重性。

贵州岩溶山区农村贫困脆弱性的综合评价结果:贵阳市属轻度脆弱级,遵义市与黔东南州属次强度脆弱级,六盘水市、毕节地区、铜仁地区、安顺市、黔西南州与黔南州属于强度脆弱级。在空间上按严重程度划分为 3 个区域:贵州省中部为贫困轻度脆弱区,贵州省东部及北部为贫困次强度脆弱区,其余地区为贫困强度脆弱区。

对贵州省各地州市人地系统中经济发展水平、社会保障能力、生态环境状况与农村贫困脆弱度作对应综合分析:(1)六盘水市、毕节地区、铜仁地区、安顺市、黔西南州与黔南州的岩溶地貌发育强烈,石漠化生态问题严重,生态环境脆弱性强,生态环境基质系统稳定性均较脆弱,严重制约和胁迫农村社会经济发展,进一步阻碍了教育、交通、医疗、通信等方面发展,导致村民难以满足生活需求与公平发展的要求,表现出贫困强度脆弱性。(2)遵义市与黔东南州的岩溶石漠化生态问题较轻,生态环境相对较好,对区域农村社会经济发展制约度较轻,但由于资源相对匮乏,村民文化素质较低,工业及林产品加工业水平低下,农村经济发展仍然缓慢,农村贫困问题仍

然突出,表现为贫困次强度脆弱。(3)贵阳市石漠化生态环境问题突出,生态环境较脆弱,但由于良好的社会政治地位及区位地理条件,经济、政治、文化等发展水平较高,乡村基础设施较完善,社会保障能力突出,可满足更多村民的基本生存和公平发展要求,农村贫困为轻度脆弱。

参考文献:

- [1]袁道先. 中国岩溶学[M]. 北京:地质出版社,1993:21-58.
- [2]杨明德. 论喀斯特环境的脆弱性[J]. 云南地理环境研究,1990,2(1):21-29.
- [3]苏维词,朱文孝. 贵州喀斯特生态脆弱区农业可持续发展的内涵与构想[J]. 经济地理,2000,20(5):75-79.
- [4]何才华,熊康宁. 贵州喀斯特生态环境脆弱性类型区及其开发治理研究[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,1996,14(1):1-9.
- [5]李 军,蔡运龙. 脆弱生态区综合治理模式研究[J]. 水土保持研究,2005,12(4):124-127.
- [6]任晓冬,高新才. 喀斯特环境与贫困类型划分[J]. 农村经济,2012,(2):55-58.
- [7]李阳兵,王世杰,容 丽. 西南岩溶山区生态危机与反贫困的可持续发展文化反思[J]. 地理科学,2004,(2):157-162.
- [8]屠玉麟. 黔桂滇岩溶山区脱贫与可持续发展对策[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,1996,14(3):14-19.
- [9]韩 峥. 脆弱性与农村贫困[J]. 农业经济问题,2004(10):8-13.
- [10]黄承伟,王小林,徐丽萍. 贫困脆弱性:概念框架和测量方法[J]. 农业技术经济,2010(8):4-11.
- [11]张国培. 和谐视角下的民族地区农户贫困脆弱性研究[D]. 雅安:四川农业大学,2011:15-30.
- [12]赵培红. 民族地区农村贫困的脆弱性分析及其治理[D]. 北京:中央民族大学,2009:8-33.
- [13]李 济,李 岩,李德峰,等. 基于改进 AHP 法定权的模糊优选模型在地下水水质评价中的应用[J]. 华北水利水电学院学报,2002,23(2):4-6.
- [14]宋 平. 小排放量印花废水处理工程实例分析[J]. 环境科学与管理,2007,32(1):94-96.
- [15]宋喜民,周书敬. 建设项目投资方案优选的熵权系数法[J]. 建筑技术开发,2004,31(7):113-115.
- [16]邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2005:52-70.
- [17]阿马蒂亚·森. 以自由看待发展[M]. 北京:中国人民大学出版社,2002:8-40.
- [18]郭熙保,罗 知. 论贫困概念的演进[J]. 江西社会科学,2005(11):38-43.
- [19]Chamber R. Poverty and livelihood: whose Reality Counts? [J]. Economic Review,1995,11(2):357-82.
- [20]Mansuri G, Healy A. Vulnerability Prediction in Rural Pakistan [R]. Washington DC: World Bank,2001.
- [21]刘燕华,李秀彬. 脆弱生态环境与可持续发展[M]. 北京:商务印书馆,2001:78-99.
- [22]贵州师范大学地理研究所,贵州省农业资源区划办公室. 贵州省地表自然形态信息数据量测研究[M]. 贵阳:贵州科学技术出版社,2000:22-128.