

# 武陵山特困区脆弱生态环境与贫困耦合关系空间分布研究

王海英<sup>1</sup>, 贾萍<sup>2</sup>

(1.南宁市勘察测绘地理信息院, 南宁 530029; 2.中华人民共和国国土资源部信息中心, 北京 100812)

**摘要:**研究贫困地区脆弱生态环境与贫困的耦合关系是统筹扶贫开发与生态环境保护的基本前提.以典型特困连片区——武陵山特困连片区为例,从地区生态问题出发,利用空间主成分分析方法剔除各指标之间的相关性,对研究区生态环境脆弱性进行了整体评价;在此基础上,构建了生态建设—扶贫开发耦合协调度模型,计算了两者的耦合协调度.结果表明:研究区扶贫开发与生态建设耦合协调程度较低,国家级贫困县多为扶贫开发落后型,非国家级贫困县以生态建设落后型居多,研究得出了在扶贫开发过程中需要注意生态环境保护的结论.

**关键词:**武陵山地区;空间主成分分析;耦合协调度;生态环境脆弱性;贫困发生率

**中图分类号:**F329.9;P964

**文献标志码:**A

集中连片特殊困难地区(简称“特困连片地区”)通常同时面临生态脆弱、贫困的压力<sup>[1]</sup>,是新时期扶贫工作的主要对象区域.有必要通过评价特困连片地区的生态环境脆弱性,研究其贫困与脆弱生态环境间的耦合关系,改善其扶贫开发和生态保护措施,实现其经济可持续发展.在过往的研究中,国内学者针对区域人地生态系统脆弱性评价做了大量理论实证研究<sup>[2-5]</sup>,徐广才等<sup>[3]</sup>对生态脆弱性的研究内容以及方法进行了述评,田亚平等<sup>[4]</sup>利用文献分析方法总结了生态脆弱性评价的发展;在实践方面,田亚平等<sup>[5]</sup>针对南方水土流失敏感地区构建了暴露性—敏感性—适应性的评价指标体系.可见,目前尚无人对“特困连片地区”生态环境脆弱性的整体评价及其与贫困的耦合关系进行系统研究.

本文以武陵山片区为例,在考察研究区生态问题的基础上,构建了基于敏感性—恢复力—压力度的评价框架,利用空间主成分分析剔除指标间的相关性,对研究区生态环境脆弱性进行全面评价,通过构建区域扶贫开发—生态建设耦合关系模型,计算了两者的耦合协调度.

## 1 研究区概况

武陵山特困连片区依据特困连片地区划分标准及经济协作历史沿革,地理坐标为107°4'0"E—112°0'0"E, 25°52'40"N—31°19'8"N,覆盖面包括湘鄂黔渝四省市的交界地区,现有面积逾17 km<sup>2</sup>,据2010年末统计数据,区内总人口达3 545万人,其中农村占2 792万人.该区域既是革命老区,也是少数民族聚居区及贫困山区,是重要的经济协作区.研究区属于亚热带向暖温带过渡型气候.按照傅伯杰等<sup>[6]</sup>的中国生态区划方案,可将研究区分为鄂西南山地常绿阔叶林森林生态区、渝东南岩溶石山林草生态区、黔北山原中山常绿落叶阔叶混交林生态区、武陵山地常绿阔叶林生态区、祁邵丘陵农业生态区、黔东北中低山常绿阔叶林—农业生态区以及雪峰山地常绿阔叶林与农业生态区等七大生态区.每个生态区虽各有特点,但总体都有以下特点:高海拔,气候恶劣,自然与地质灾害频发、严重水土流失或石漠化,经济落后而生态脆弱,产业结构的调整受生态环境制约大.武陵山特困连片区位置如图1所示.

收稿日期:2017-07-12;修回日期:2017-09-14.

基金项目:国家自然科学基金(41771430;41631177);科技基础性工作专项重点项目(2013FY110900).

作者简介(通信作者):王海英(1977—),女,广西全州人,南宁市勘察测绘地理信息院高级工程师,主要从事测绘与地理信息方面的研究工作,E-mail:39231330@qq.com.

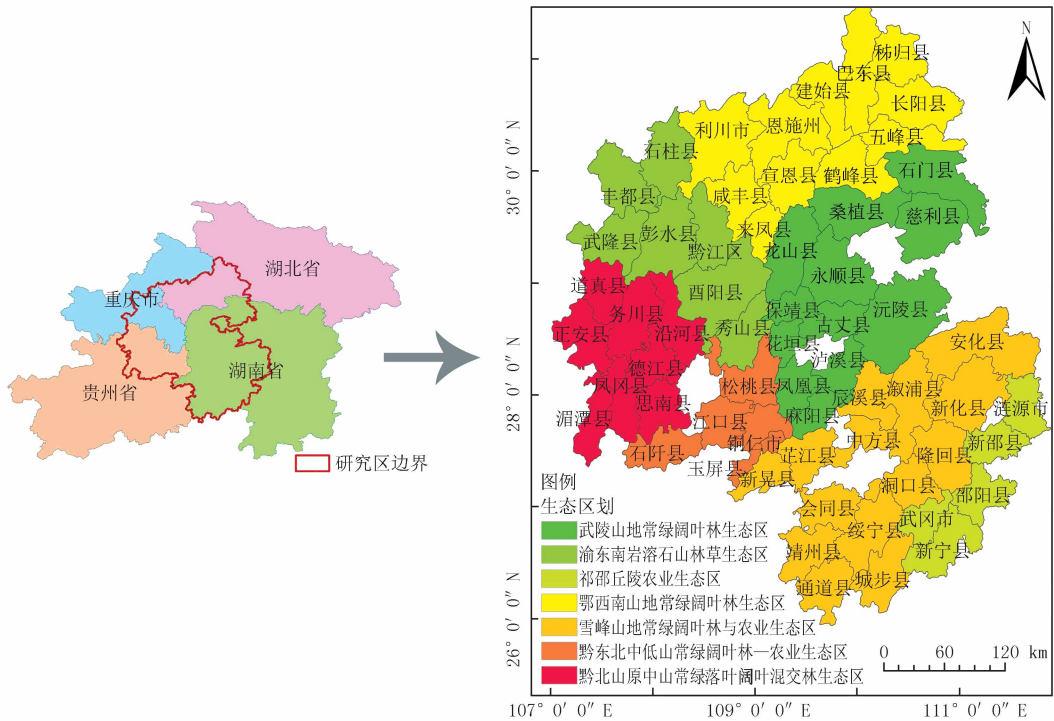


图 1 武陵山特困连片区平面位置图

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

引用的数据主要来源如下:研究区 90 m 分辨率 DEM、2010 年 MODIS NDVI 数据(美国 NASA 网站 <https://modaps.nascom.nasa.gov:8499/>)、植被类型分布图(来源于地球系统科学数据共享平台);研究区社会经济统计数据(GDP、人口、行政区划面积等)来源于 2010 年贵州、重庆、湖北、湖南四省市统计年鉴;研究区气象数据(降水、气温等)来源于武陵山各县及周边 70 多个气象站点;国务院扶贫办扶贫开发中心收集的研究区扶贫开发数据。

数据的格式主要有 3 种,即离散数据、矢量数据及栅格数据。离散数据通过空间插值方法进行空间化处理。矢量数据采用 1954 北京坐标系形成地理底图。栅格数据经配准、镶嵌、重采样、投影转换后,与矢量数据配准。以上数据处理后统一为 1 km 空间分辨率的方格网数据。数据经最大最小值方法进行标准化,对于正向指标、负向指标分别采用如下公式计算。

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_j(\min)}{X_j(\max) - X_j(\min)}, \quad (1)$$

$$Y_{ij} = \frac{X_j(\max) - X_{ij}}{X_j(\max) - X_j(\min)}, \quad (2)$$

公式(1)、(2)中,  $Y_{ij}$  为各指标的标准化值,  $X_{ij}$  为第  $i$  个栅格的第  $j$  个指标的原始值,  $X_j(\max)$  是第  $j$  个指标所在栅格的最大值,  $X_j(\min)$  是第  $j$  个指标所在栅格的最小值。

### 2.2 生态环境脆弱性评价

从研究区存在的生态问题出发,选取敏感性因子,从生态敏感性、恢复力和生态压力度等方面分析研究,比如,研究区东南部分存在水土流失的严重情况,对应的指标为地形、降水和植被覆盖;研究区部分地区洪涝严重,对应的指标为地形、降雨、温度以及植被;研究区部分地区旱灾频发对应的指标为降雨、温度以及干燥度。基于主导因素、针对性和可操作性等 3 个原则<sup>[5]</sup>,选取 11 个指标进行评价,如表 1 所示。

表 1 生态环境脆弱性综合指数评价指标体系

目标层	框架层	准则层	指标层(X)	数据类型	
生态环境 脆弱性评价	生态敏感性	地形因子	海拔高度(X <sub>1</sub> )	正向	
			坡度(X <sub>2</sub> )	正向	
			起伏度(X <sub>3</sub> )	正向	
		地表因子	植被覆盖度(X <sub>4</sub> )	负向	
			植被类型(X <sub>5</sub> )	正向	
			多年平均降雨量(X <sub>6</sub> )	正向	
	生态修复力	生态系统恢复能力	生长季平均最高气温(X <sub>7</sub> )	生长季干燥度(X <sub>8</sub> )	正向
				植被净第一生产力(X <sub>9</sub> )	负向
	生态压力度	人口压力度	人口密度(X <sub>10</sub> )	正向	
		经济压力度	GDP 密度(X <sub>11</sub> )	正向	

表 1 中部分指标具体计算方法如下.

1) 地形因子. 地形因子主要包括海拔高程、坡度、起伏度, 均是通过 90 m 空间分辨率 DEM 提取, 具体坡度通过 ARCGIS 9.3 空间分析模块 Spatial Analysis 中 slope 提取, 起伏度在 Neighborhood Statistics 模块进行邻域分析基础上, 利用 Raster Calculator 模块计算求得.

2) 植被覆盖度( $V_{FC}$ ). 采用李苗苗等<sup>[7]</sup>在像元二分模型中的计算公式:  $V_{FC} = \frac{N_{DVI} - N_{DVI}^{soil}}{N_{DVI}^{veg} - N_{DVI}^{soil}}$ , 式中,  $N_{DVI}^{soil}$

和  $N_{DVI}^{veg}$  分别代表完全裸土(无植被)、完全被植被覆盖区域的  $N_{DVI}$  值. 以上计算均是在 ENVI4.7 中完成.

3) 植被类型. 植被类型依据我国 1:100 万植被类型图, 根据不同植被覆盖类型对生态系统脆弱性的影响<sup>[8]</sup>.

4) 植被净第一生产力. 衡量生态系统生产能力最重要的指标, 可用来表征生态系统生态恢复能力的大小, 具体计算公式如下<sup>[9]</sup>:

$$N_{PP} = 3000(1 - e^{-0.0009695(E-20)}), E = \frac{1.05P}{(1 + (1.05P/L)^2)^{1/2}}, L = 300 + 25T + 0.05T^3,$$

其中,  $N_{PP}$  为植被净第一生产力;  $E$  为多年平均蒸发量,  $P$  为多年平均降雨量,  $L$  为多年平均最大蒸发量,  $T$  为多年平均温度.

5) 生长季干燥度. 生长季干燥度取 4~9 月份干燥度平均计算所得, 基于多年月平均气温数据计算而得, 具体公式为  $D_I = \sum_{i=4}^9 E_i/P_i$ , 其中  $E_i$  为第  $i$  月的蒸发量,  $P_i$  为第  $i$  月的平均降雨量.

6) 气象数据. 气象数据利用研究区内以及周边 70 多个气象站 1961—1990 年降雨和气温数据, 通过 Kriging 插值方法形成研究区多年平均降雨分布图、生长季(4—9 月)平均最高气温分布图, 多年平均气温分布图.

7) 社会经济数据. 利用湖北、湖南、重庆、贵州四省市 2010 年统计年鉴数据得到研究区各县年末人口、GDP、行政区划面积, 通过计算获得各县人口密度、GDP 密度, 最后利用 Kriging 插值获得研究区人口密度以及 GDP 密度分布图.

为了排除各指标间共线性的不利影响, 这里采用空间主成分分析方法(SPCA)提取主成分, 该方法同一般主成分分析方法基本原理相同, 采用 ArcGIS 9.3 空间分析 Principal Component 模块实现, 定义脆弱性指数( $E_{VI}$ )为空间主成分与相应解释量加权总和, 即:

$$E_{VI} = \sum_{i=1}^n a_i s_{p_i}, \quad (3)$$

其中,  $s_{p_i}$  为第  $i$  个主成分,  $a_i$  为第  $i$  个主成分对应的解释量.

### 2.3 贫困的度量

关于贫困的度量方法, 自联合国开发计划署<sup>[10]</sup>在《1997 年人类发展报告》中提到人类贫困指数(HPI)以

来,众多学者以人类贫困指数为框架,将贫困家庭的收入、支出、教育、健康等统一起来综合考虑<sup>[11-12]</sup>,但是本文认为,贫困家庭的收入会直接或间接影响贫困家庭的教育、健康等因素,收入与教育医疗等存在共线性,因此,本文仍然选择应用最为广泛的贫困发生率来度量武陵山特困连片区各县的贫困状况.贫困发生率也被称为人口调查指数,表示贫困人口占总人口的比例,它最先由朗特里(Seebohm Rowntree)<sup>[13]</sup>于 1901 年提出,用以测量贫困覆盖面积,反映贫困线以上人口的变动情况,是衡量贫困程度、区域扶贫开发效果最基本的—个指标.具体计算公式为

$$H = \frac{q}{n},$$

其中,  $H$  为各县贫困发生率,  $q$  为各县贫困人口,  $n$  为各县年末总人口,贫困人口为武陵山片区 63 个县级扶贫办依据 2010 年国家贫困线标准或者当地贫困标准划分,即年收入低于贫困线标准的即被划分为贫困人口,最后由武陵山特困连片区各县扶贫办汇总于国务院扶贫办.各县贫困发生率空间分布图见图 2.

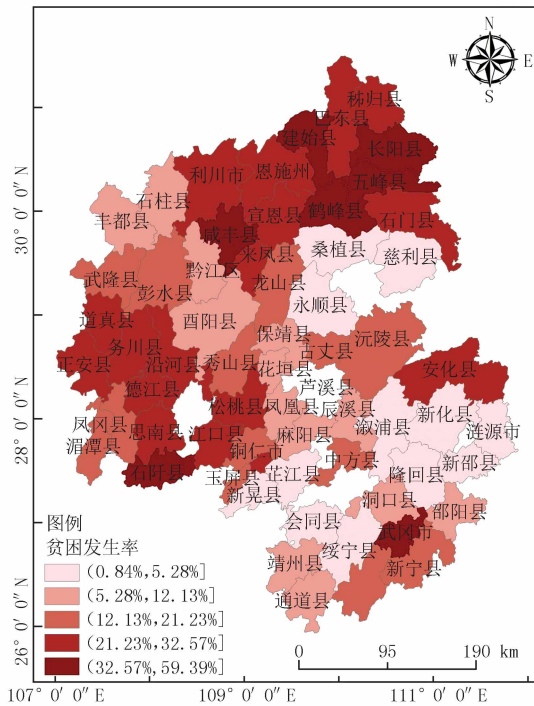


图 2 武陵山片区各县贫困发生率

### 2.4 扶贫开发和生态建设耦合分析模型

用生态环境的脆弱程度来衡量区域生态建设的水平,用贫困发生率来衡量区域扶贫开发的水平;将前文所求的评价结果值与贫困发生率作耦合分析,从而反映出区域生态建设与扶贫开发的耦合协调程度( $C$ ),采用李静怡等<sup>[14]</sup>提出的计算公式为

$$C = \left( \frac{U_1 U_2}{[\alpha U_1 + \beta U_2]^2} \right)^n,$$

其中,  $U_1$  为扶贫开发水平,  $U_2$  为生态建设水平,  $U_1$  越大表示贫困度越低,  $U_2$  越大表示生态环境越好;  $C$  为扶贫开发与生态建设的耦合程度.为了增加区分度,  $n \geq 2$ , 本文  $n$  取 2.

$$P = \alpha U_1(x) + \beta U_2(X), \tag{4}$$

$\alpha, \beta$  为按重要性取值,这里认为扶贫开发与生态建设同等重要,因而两者都取 0.5.

$$K = \sqrt{CP}, \tag{5}$$

$K$  为耦合协调度,  $C$  为系统协调度,  $P$  为两者综合得分.

$K$  值介于 0 和 1 之间,其值大小表征生态建设与扶贫开发效果好坏程度、耦合协调发展程度.在前人成

果<sup>[14-16]</sup>基础上,结合研究区实际情况,将耦合协调度划分为 4 大类,见表 2;优质协调发展类以及良好协调发展类主要体现了协调发展的特点,濒临衰退失调类和衰退失调类体现了衰退失调的特点,最后为了研究区域耦合协调度的差异类型,再根据生态建设和扶贫开发的得分,分成 6 种类型,详见表 3,差值小于 0.1 可认为是同步的。

## 2.5 评价单元确定

评价单元需要反映相应的空间和实体,包含一系列影响生态环境脆弱性的因素,其划分应客观反映生态环境脆弱性的空间差异,同一单元应该具有均值的属性,根据研究需要,本文采用矢量面状单元与栅格单元相结合的方法,参评因子的数据载体以及生态环境脆弱性基本评价分析采用  $1\text{ km}\times 1\text{ km}$  栅格数据单元,以行政区划单元作为综合评价分析单元;对于扶贫开发—生态建设评价分析单元的确定,因为国家扶贫以贫困县为基本帮扶单元,故采用县级行政区划为基本评价分析单元。

表 2 耦合类型以及分类标准

协调耦合度范围	耦合类型
$0 < K \leq 0.4$	衰退失调类
$0.4 < K \leq 0.5$	濒临衰退类
$0.5 < K \leq 0.8$	良好协调类
$0.8 < K \leq 1$	优质协调类

表 3 耦合差异类型以及判别标准

耦合大类	差异类型依据	差异类型
失调类	$-0.1 \leq E_{VI} - II \leq 0.1$	扶贫开发与生态建设共损型
	$E_{VI} - II < -0.1$	生态建设受损型
	$E_{VI} - II > 0.1$	扶贫开发受损型
协调类	$-0.1 \leq E_{VI} - II \leq 0.1$	扶贫开发与生态建设同步型
	$E_{VI} - II < -0.1$	扶贫开发滞后型
	$E_{VI} - II > 0.1$	生态建设滞后型

$E_{VI}$  为生态环境脆弱性标准化排名,用来表征生态建设水平;  $II$  为贫困发生率标准化排名,用来表征扶贫开发水平。

## 3 结果与分析

### 3.1 生态环境脆弱性分析

各主成分分析结果见表 4。当累积贡献率大于 85% 时,可认为满足主成分计算标准,这里前 5 个主成分累积贡献率达 89.92%,因此将前 5 个主成分按(3)式计算其生态环境脆弱性。可以认为,控制武陵山特困连片区的生态环境脆弱性的关键因素主要为气候、地形、植被、人类活动压力度和生态系统修复力等。研究中采用自然断点法将研究区生态环境脆弱性划分为 5 级:良好、轻度、中度、重度、极重,并按照县级行政区划为单元计算得到各县生态环境脆弱性,得到研究区生态环境脆弱性空间分布图(图 3)。

研究区内生态环境较为脆弱,大部分区域呈现出不同程度的脆弱性,其中中度以上生态脆弱区域占全区面积的 47.01%,接近一半。具体生态良好区面积为  $20.949 \times 10^3\text{ km}^2$ ,占研究区面积的 15.33%;轻度脆弱区面积为  $54.235 \times 10^3\text{ km}^2$ ,占研究区面积的 37.66%;中度脆弱区面积为  $42.122 \times 10^3\text{ km}^2$ ,占研究区面积的 26.31%;重度脆弱区面积为  $30.378 \times 10^3\text{ km}^2$ ,占研究区面积的 16.80%;极度脆弱区面积为  $10.472 \times 10^3\text{ km}^2$ ,占研究区面积的 3.90%。从空间分布上看,研究区生态环境脆弱性空间分布规律明显,生态环境脆弱性指数从北部到西北再到东南呈“<”字形逐渐变高趋势。整体呈现出北部生态良好,南部生态环境脆弱性较高的空间格局。这是由于北部降雨充沛,植被覆盖度高,地形起伏小以及人类活动较少;南部植被覆盖度

低,干燥度大,地形起伏大以及人类活动压力度大等原因.

表 4 空间主成分分析的特征值、贡献率和评价因子载荷矩阵

主成分指标	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分	第 4 主成分	第 5 主成分
特征值	0.052 5	0.033 8	0.020 8	0.017 4	0.012 4
贡献率	34.50%	22.21%	13.68%	11.40%	8.13%
海拔高度	-0.330	-0.008	0.431	-0.077	0.193
坡度	-0.176	-0.031	0.682	0.012	0.106
起伏度	-0.258	-0.266	0.611	0.266	0.167
植被覆盖度	0.940	0.301	-0.517	-0.158	0.301
植被类型	0.938	0.229	0.416	0.188	0.018
多年平均降雨量	0.301	-0.343	0.766	-0.135	0.136
生长季平均最高气温	0.37	0.829	0.025	-0.349	-0.265
生长季干燥度	0.072	0.798	-0.253	0.147	-0.273
植被净第一生产力	-0.288	0.088	-0.225	0.646	0.009
人口密度	0.207	-0.103	-0.055	0.207	0.414
GDP 密度	0.327	-0.272	0.146	0.363	0.503

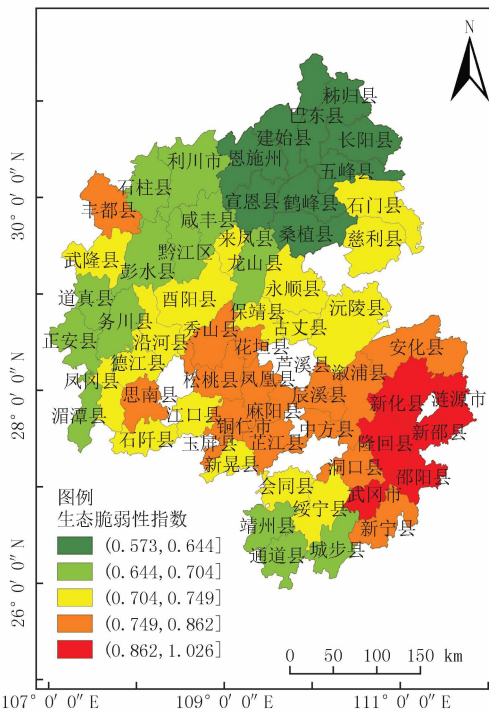


图 3 研究区生态环境脆弱性指数

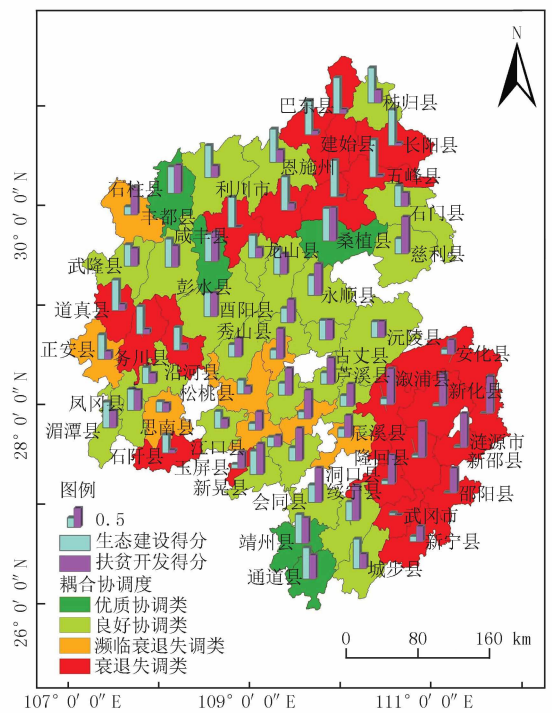


图 4 耦合协调度的平面图

### 3.2 研究区扶贫开发与生态建设耦合协调度分析

研究区生态建设与扶贫开发耦合协调度分布情况见图 4、图 5,研究区整体上扶贫开发与生态建设耦合协调度发展程度较差,衰退失调类与濒临衰退失调类所占比例为 47.62%,接近一半;从分省市情况来看,重庆市范围的县市两者耦合协调度最好,协调发展类所占比例为 85.71%(表 5),衰退失调类所占比例仅为 14.29%;其次为湖南省范围的县市,协调发展类所占比例为 58.06%,衰退失调类所占比例为 41.94%;再次为湖北省范围的县市,协调发展类所占比例为 36.36%,衰退失调类所占比例为 63.64%;最差的是贵州省范

围的县市,协调发展类所占比例仅为 35.71%,衰退失调类所占的比例高达 64.29%;从图 4 可以看出,各个类型在空间上聚集效应明显,衰退失调类主要位于研究区东北部的巴东—长阳—建始—五峰—鹤峰—宣恩—咸丰、西北部的道真—务川—沿河—石阡以及东南部的安化—新化—溆浦—邵阳—武冈等县市;但是北部与南部的情况相反,北部大部分是由于扶贫开发不足,贫困发生率较高导致两者衰退失调,这是由于北部为云贵高原的延伸部分,山地山势险峻,虽然生态环境脆弱性较低,但是由于受到地形、交通等的限制,资源开发力度不够,资源优势未转化为经济优势,导致扶贫开发落后于生态发展;而南部是由于生态建设不够,生态环境脆弱性较低导致两者衰退失调,这是由于南部有着农耕历史,生态系统负荷较大,较高的人类活动压力以及过度的开发利用导致了极其脆弱的生态环境,导致两者衰退失调。

### 3.3 研究区扶贫开发与生态建设耦合差异分析

耦合协调度模型不仅能够反映扶贫开发与生态建设的协调发展程度,也可以反映两者的差异分类,本文将差异分类中滞后型和受损型统一为落后型进行分析.研究区生态环境脆弱性和贫困发生率耦合差异分类分布情况见图 6、图 7,研究区生态建设与扶贫开发同步型的仅为 17.46%,生态建设落后型所占比例为 41.27%,扶贫开发落后型所占比例为 38.10%(表 5);从空间分布上看,扶贫开发落后型的县市多位于研究区北部,这是由于受到地形限制,交通闭塞,资源开发力度不够,产业结构不合理等条件的限制,扶贫开发力度不够;南部的县市多为生态建设落后型,主要是由于这里是农耕地区,生态负荷过大,导致生态建设的发展滞后于地区的扶贫开发;从分省情况来看,重庆市范围的县市两者同步型最好,同步型的占到 57.14%;湖北省范围的县市全部为扶贫开发落后型;贵州省范围县市主要是扶贫开发落后型;湖南省范围的县市生态建设落后型的居多.从贫困县角度来看,国家级贫困县主要是扶贫开发落后型;非国家级贫困县主要是生态建设落后型居多;这说明地区政府在扶贫开发过程中,并未很好地考虑到地区生态环境的保护,扶贫开发方式多为资源消耗型,导致地区生态环境愈发脆弱。

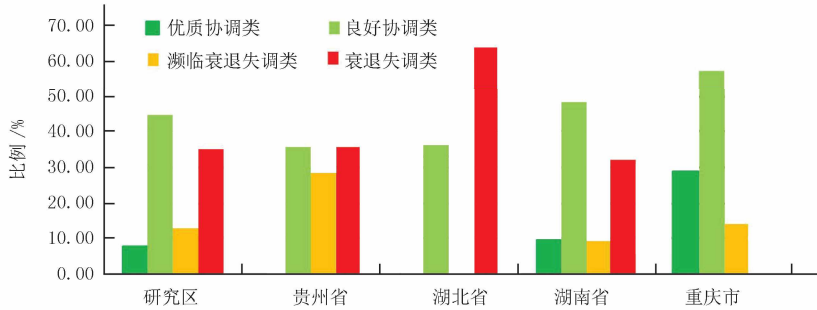


图5 研究区以及省级层面上生态与扶贫开发协调发展程度的分布图

表5 研究区生态建设和扶贫开发协调发展程度的分布

研究区域	同步	生态建设落后	扶贫开发落后	共损	协调发展	衰退失调
研究区整体	17.46%	41.27%	38.10%	3.17%	52.38%	47.62%
贵州省范围	14.29%	14.29%	64.29%	7.14%	35.71%	64.29%
湖北省范围	0.00%	0.00%	100.00%	0%	36.36%	63.64%
湖南省范围	16.13%	70.97%	9.68%	3.23%	58.06%	41.94%
重庆市范围	57.14%	28.57%	14.29%	0.00%	85.71%	14.29%
国家级贫困县	14.58%	29.17%	45.83%	10.42%	52.50%	47.50%
非国家级贫困县	18.52%	51.85%	29.63%	0.00%	52.17%	47.83%

## 4 结论与讨论

本文从研究区存在的生态问题出发,基于敏感性—恢复力—压力度的概念模型,构建了生态环境脆弱性评价指标体系,利用空间主成分分析方法剔除各指标之间的相关性,对研究区生态环境脆弱性进行了整体评

价.在此基础上,构建了生态建设—扶贫开发耦合协调模型,计算了两者的耦合协调程度.结果表明:研究区生态环境较为脆弱,生态环境脆弱性指数从北部到西北再到东南呈“<”字形逐渐变高趋势;研究区整体上扶贫开发与生态建设耦合协调程度较低,两者衰退失调类比例高达47.62%;研究区扶贫开发与生态建设同步型的仅为 17.46%;国家级贫困县多为扶贫开发落后型,非国家级贫困县以生态建设落后型居多.研究结论认为,武陵山特困连片区在扶贫开发过程中,应特别注意生态环境保护.

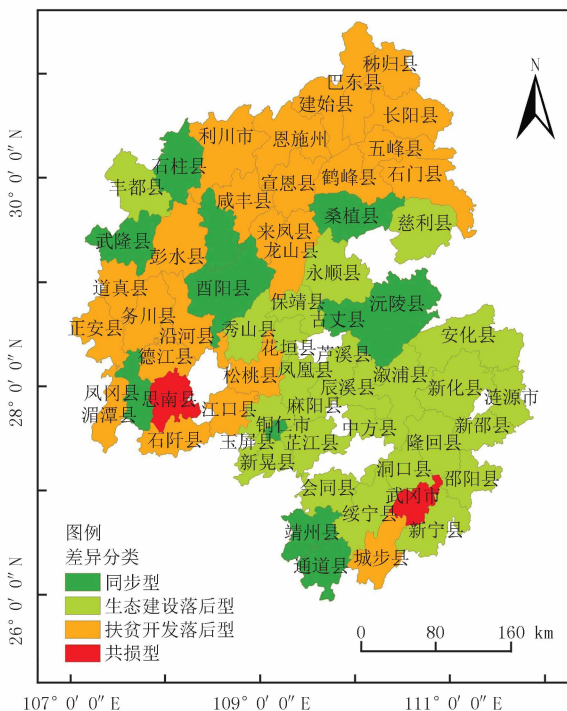


图6 耦合协调度差异分类平面图

生态环境脆弱与贫困关系较为复杂,一般认为两者相互作用,互为因果<sup>[1]</sup>.本文选择生态环境的脆弱程度作为衡量区域生态建设水平,贫困发生率的大小作为衡量区域扶贫开发的水平,将两者进行了区域内的横向比较,考查二者耦合协调发展程度,强调要统筹二者发展,一定程度上加强了扶贫开发政策的导向性.同时本文在研究过程中也存在不足:贫困发生率指标并未进行空间化的处理,不能很好的体现县域单元内部的协调发展差异;生态建设与扶贫开发耦合协调度的时序变化将是下一步研究的重点.

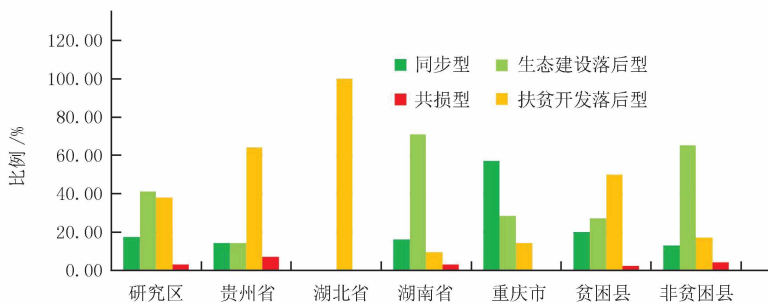


图7 研究区以及省级层面上耦合协调度差异分布

### 参 考 文 献

[1] 祈新华,叶士琳,程焜,等.生态脆弱区贫困与生态环境的博弈分析[J].生态学报,2013,33(19):6411-6417.  
 [2] 张凤太,苏维河.贵州省水资源—经济—生态环境—社会系统耦合协调演化特征研究[J].灌溉排水学报,2015,34(6):44-49.  
 [3] 徐广才,康慕谊,贺丽娜,等.生态脆弱性及其研究进展[J].生态学报,2009,29(5):2578-2588.



- [4] 田亚平,常昊.中国生态脆弱性研究进展的文献计量分析[J].地理学报,2012,67(11):1515-1525.
- [5] 田亚平,向清成,王鹏,等.区域人地耦合系统脆弱性及其评价指标体系[J].地理研究,2013,32(1):55-63.
- [6] 傅伯杰,刘国华,陈利顶,等.中国生态区划方案[J].生态学报,2001,21(1):1-6.
- [7] 李苗苗,吴炳方,颜长珍,等.密云水库上游植被覆盖度的计算[J].资源科学,2004,26(4):153-158.
- [8] 于伯华,吕昌河.青藏高原高寒区生态脆弱性评价[J].地理研究,2011,30(12):2289-2295.
- [9] 崔林丽,史军,唐婷,等.中国陆地净初级生产力的季节变化研究[J].地理科学进展,2005,24(3):8-16.
- [10] 联合国开发计划署.1997年人类发展报告[R].[出版地不详]:[出版者不详],1998.
- [11] 王雪妮,孙才志.1996-2008年中国县级市减贫效应分解与空间差异分析[J].经济地理,2011,31(6):888-894.
- [12] 刘颖琦,郭名.西部贫困县经济发展与农民收入增长研究—以内蒙古自治区为例[J].中国软科学,2009(12):80-89.
- [13] 樊怀玉,郭志仪.贫困论—贫困与反贫困的理论与实践[M].北京:民族出版社,2002:43-46.
- [14] 李静怡,王艳慧.吕梁地区生态环境质量与空间耦合特征[J].应用生态学报,2014,25(6):1715-1724.
- [15] 张凤太,苏维河.基于均方差-Topsis模型的贵州水生态安全评价研究[J].灌溉排水学报,2016,35(9):88-92.
- [16] 李娜,孙才志,范斐.辽宁沿海经济带城市化与水资源耦合关系分析[J].地域研究与开发,2010,29(4):41-51.

## Coordination Development Between Ecological Vulnerability and Poverty Alleviation in Wuling Mountain Destitute Area

Wang Haiying<sup>1</sup>, Jia Ping<sup>2</sup>

(1.Nanning Exploration & Survey Geoinformation Institute,Nanning 530029,China;

2.Information Center of Ministry of Land and Resources of People's Republic of China,Beijing 100812,China)

**Abstract:** To study coupling between ecological vulnerability and poverty alleviation in poor areas is the basic premise of co-ordinate ecological construction and poverty alleviation. Taking Wuling Mountain destitute as typical study areas, based on the study of Wuling Mountain destitute area's ecological problems, we construct the evaluation index system of ecological fragility of the study based on the framework of Sensitivity-Restoring force-Pressure, remove the correlation between the evaluation-index by space principal component analysis (SPCA), and evaluate the study area's ecological vulnerability. We construct the coordination model between ecological construction and poverty alleviation, and calculate the coupling coordination degree. The result shows that the study area's ecological vulnerability is not very well, state-level poverty-stricken countries mainly poverty alleviation backwardness type, while the non-national poverty countries are mainly ecological construction behind type. The research draws the conclusion that we should pay attention to the protection of the ecological environment in the process of poverty alleviation and development.

**Keywords:** Wuling Mountain destitute area; space principal component analysis method; the coupling coordination degree; ecological environmental vulnerability; the incidence of poverty

[责任编辑 陈留院]