

DOI: 10.5846/stxb201708271547

林明水, 林金煌, 程煜, 王新歌, 张明锋, 祁新华. 省域乡村旅游扶贫重点村生态脆弱性评价——以福建省为例. 生态学报, 2018, 38(19): - .
Lin M S, Lin J H, Cheng Y, Wang X G, Zhang M F, Qi X H. Ecological vulnerability assessment of key villages of tourism poverty alleviation in Fujian province. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(19): - .

省域乡村旅游扶贫重点村生态脆弱性评价 ——以福建省为例

林明水^{1,2}, 林金煌^{2,3}, 程煜³, 王新歌², 张明锋³, 祁新华^{3,*}

1 福建师范大学旅游学院, 福州 350117

2 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

3 福建师范大学地理科学学院, 福州 350117

摘要: 贫困与生态环境问题呈现强烈的相关性, 为避免旅游扶贫重点村发展落入“贫困陷阱”, 有效地评价其生态脆弱性成为开展旅游扶贫和精准脱贫的重要前提。然而, 当前鲜有将旅游扶贫与生态环境问题置于同一分析框架内, 开展乡村旅游扶贫重点村生态脆弱性及其驱动因子研究的成果。以福建省 472 个全国乡村旅游扶贫重点村为样本, 基于“成因-结果”模型构建生态脆弱性评价指标体系, 采用空间主成分分析法测算样本生态脆弱性指数, 并深入分析其空间分异与驱动因子。结果显示: 重点村生态脆弱性指数平均值为 4.84, 总体处于轻度脆弱; 30 m×30 m 栅格单元生态脆弱性呈零散分布格局, 空间分异不显著; 极度和重度生态脆弱村主要分布在三明市、宁德市、南平市和龙岩市, 并在宁德市和三明市形成 3 处高度脆弱核心区; 餐饮和床位数、旅游基础设施状况、土壤侵蚀强度、人口密度、多年平均降水量、坡度、休闲农业园面积等为生态脆弱性主要驱动因子。

关键词: 生态脆弱性评价; 乡村旅游; 扶贫重点村; 福建省

Ecological vulnerability assessment of key villages of tourism poverty alleviation in Fujian province

LIN Mingshui^{1,2}, LIN Jinhuang^{2,3}, CHENG Yu³, WANG Xinge², ZHANG Mingfeng³, QI Xinhua^{3,*}

1 College of Tourism, Fujian Normal University, Fuzhou 350117, China

2 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

3 College of Geographic Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350117, China

Abstract: As two essential parts of sustainable development, poverty alleviation and environmental protection have strong correlation to each other. To avoid “poverty trap” of key villages of tourism poverty alleviation in development, the ecological vulnerability assessment of these villages have become an important precondition and basics of tourism poverty alleviation and accurate poverty alleviation. However, few studies has aimed to integrate the tourism poverty alleviation and environmental protection to study the ecological vulnerability and its drivers. Therefore, by taking 472 key villages of tourism poverty alleviation in Fujian Province as case studies, this paper first develops an ecological vulnerability evaluation index system based on an a “cause-result” model and then estimates the ecological vulnerability index of the samples villages. In addition, the spatial differentiation and driving factors are analyzed in detail. The results show that: the average value of ecological vulnerability is 4.84, which means that the degree of the ecological vulnerability of key villages in Fujian province is mildly fragile; the average ecological vulnerability value in a 30 m × 30 m grid indicates that the distribution of

基金项目: 中国博士后科学基金(2017M610976); 教育部人文社会科学项目(14YJCZH112); 福建省自然科学基金(2015J01122)

收稿日期: 2017-08-27; **网络出版日期:** 2018-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fqxh74@163.com

ecological vulnerability are scattered while the spatial differentiation is not significant. The extreme and severe eco-fragile villages are mainly located in Sanming, Ningde, Nanping, and Longyan, which form three core areas with distinct high vulnerability in Ningde and Sanming. The main drivers of ecological vulnerability include the number of tables and beds, the current situation of tourism infrastructure, soil erosion intensity, population density, average annual precipitation, slope, leisure, and the areas of agricultural park.

Key Words: ecological vulnerability assessment; rural tourism; key villages of tourism poverty alleviation; Fujian province

发展乡村旅游是贫困地区精准扶贫的有效途径之一^[1]。特别对于山高坡陡、土壤肥力较差、植被覆盖率不高、水土流失强度较大的扶贫重点村,引导贫困人口参与乡村旅游成为有效脱贫和杜绝返贫的优选路径^[2]。然而,贫困与生态环境问题呈现强烈的相关性^[3-4],一方面,旅游业虽然被誉为“无烟工业”,但是发展乡村旅游对扶贫重点村的生态环境仍有一定的影响,特别是处于生态脆弱区的扶贫重点村,大量游客的涌入、非生态旅游活动的开展等,会对土壤、水质、植被等产生严重的负面影响,进一步加剧生态脆弱性^[5];另一方面,在扶贫重点村实施自然保护区、生态防护林等生态环境保护工程时,可能由于制度设计缺陷、补偿金额过低等因素,在一定程度上无法满足贫困人群的脱贫需求,导致他们重蹈过去粗放式的资源利用行为,最终保护工程也难以达到预期目标^[6]。因此,为了避免乡村旅游扶贫重点村的发展落入“贫困陷阱”^[7],有效地评价其生态脆弱性成为开展旅游扶贫和精准脱贫的重要前提。

尽管国内外研究对生态脆弱性尚无统一的定义,但多指生态系统及其组成要素面对内外扰动时易受损的程度^[8]。生态脆弱性评价历来是国内外研究的热点,并已取得丰硕的成果^[9]。在评价方法方面,虽然评价对象、评价目的有所差异,但多依据生态系统脆弱性的成因和机制筛选评价指标,并选择代表性时间节点数据,逐渐形成地理信息系统(Geographic Information System, GIS)、综合评价法、层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)、主成分分析法(Principal Components Analysis, PCA)等相互补充的方法体系^[10]。在评价对象方面,区域典型地貌单元,如北方草原和荒漠^[11-12]、沿海海岛和海域^[13-14]、南方丘陵和山地^[15-16]、西南喀斯特地貌^[17]等,均是研究的重点和热点。在评价时空尺度方面,多集中在县域及以上空间单元^[10],既有不同区域同一时间节点的时空分布规律探讨,也有同一区域不同时间节点的比较^[9]。然而,当前鲜有将旅游扶贫与生态环境问题置于同一分析框架内,进行省域尺度乡村旅游扶贫重点村生态脆弱性评价及驱动因子分析,并以此为基础提出协调扶贫重点村生态保护和旅游利用关系的成果。鉴于此,本研究根据南方红壤丘陵山地生态脆弱性的特征,综合考虑扶贫重点村发展乡村旅游的生态环境影响,以“成因-结果”模型为基础构建生态脆弱性评价指标体系,采用空间主成分分析方法(Spatial Principal Components Analysis, SPCA)^[18],以 30 m×30 m 栅格为评价单元,对福建省 472 个全国乡村旅游扶贫重点村的生态脆弱性进行评价,并探讨其生态脆弱性的空间分异规律与驱动因子,为扶贫重点村开展旅游扶贫提供科学决策依据。本研究在理论上进一步深化贫困和生态环境问题相互作用的机理,在实践中为精准扶贫与生态环境保护协同的政策制定和实施提供案例借鉴。

1 研究区域概况

福建省位于 115°50'43"—120°51'07"E, 23°33'20"—28°19'12"N, 陆地面积 12.4 万 km², 海域面积 13.6 万 km², 下辖福州市、厦门市、宁德市、莆田市、泉州市、漳州市、龙岩市、三明市、南平市 9 地市和平潭综合试验区, 85 个市辖区、县级市、县, 14420 个村民委员会。福建省素有“八山一水一分田”之称, 多年平均降水量约为 1654.2mm, 人口密度约为 309 人/km²。

2016 年 8 月, 国家旅游局等 12 部门联合发布《关于印发乡村旅游扶贫工程行动方案的通知》(旅发[2016]121 号)提出全国乡村旅游扶贫重点村(以下简称重点村)的概念, 明确“十三五”期间力争通过发展乡

村旅游带动全国 25 个省(区、市)2.26 万个建档立卡贫困村、230 万贫困户、747 万贫困人口实现脱贫。福建省从除厦门市、平潭综合试验区以外的 8 个设区市中遴选出旅游资源较丰富、交通区位较好、具有一定旅游基础设施和休闲农业基础的 472 个贫困村作为重点村(图 1),各设区市数量分布状况为三明市 122 个(25.85%)、宁德市 117 个(24.79%)、龙岩市 67 个(14.19%)、南平市 48 个(10.17%)、漳州市 38 个(8.05%)、泉州市 33 个(6.99%)、福州市 32 个(6.78%)、莆田市 15 个(3.18%)。重点村总面积为 5102.64km²,约占福建省陆地面积 4.12%,涵盖贫困户 10485 户、贫困人口 37783 人。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

本研究采用文献分析和专家访谈法^[19],构建重点村的生态脆弱性评价指标体系;采用极差法和分等级赋值法对定量和定性指标分别赋值,使其值标准化为 0—10 范围;采用 ArcGIS 10.1 中 SPCA,确定重点村生态脆弱性评价指标的主成分与驱动因子;采用核密度(Kernel Density, KD)分析进一步研究重点村生态脆弱性空间分异规律。

2.1.1 评价指标体系构建

构建重点村生态脆弱性评价指标体系的基础和关键是理论模型的选择。鉴于 PSR、SRP 等模型均演变于“成因-结果”模型^[9],且重点村生态系统相对完整。即当重点村生态系统自身敏感性较强时,便产生了原生性生态脆弱性;当重点村生态系统受到旅游活动干扰超过其维持自身稳定阈值时,就产生了次生性脆弱性^[18]。因此,本研究采用“成因-结果”模型,构建重点村生态脆弱性评价指标体系。

“成因-结果”模型可以清楚分析重点村生态脆弱性的成因,即引发重点村生态脆弱性的原因包括自然和人为两个方面的因素。具体分析,重点村大多位于南方红壤丘陵山地生态脆弱区,自然生态环境脆弱性的影响因素包括地形、地貌、植被、气象、水文、土壤等,如坡度越大的区域生态脆弱性越强,高程可以反映不同海拔、地貌单元生态脆弱性的差异性,归一化植被指数(NDVI)通过监测植被的生长状态间接反映该地区生态脆弱性,多年平均降水量则是诱发生态环境脆弱性的潜在因素,土壤类型决定了土壤抗蚀性,从而影响生态脆弱性^[15];人为影响因素主要来自于乡村生产、生活和旅游活动等,如人口密度和贫困人口数量的增加既直接影响生态脆弱性,又通过不合理生产活动的累积效应对生态环境造成压力,餐饮和床位数、休闲农业园建设必然会对原有受保护的林地、草地、湿地生态系统造成扰动,加剧生态脆弱性^[20-21],而旅游基础设施的完善,则有利于规范游客的游览行为,对生态系统的保护和恢复有积极的促进作用^[22]。

因此,针对重点村的自然生态环境和人为干扰状况,兼顾指标的可获取性、独立性和真实性,本研究采用坡度^[15]、高程^[16]、归一化植被指数^[19]、多年平均降水量^[15]、土壤侵蚀强度^[8]、人口密度^[19]、贫困人口数^[19]、餐饮和床位数^[22]、休闲农业园面积^[22]、旅游基础设施状况^[22]等 10 个指标,构建重点村生态脆弱性评价指标体系(表 1)。

2.1.2 评价指标标准化

对评价指标进行标准化处理,以解决评价指标的量纲及其物理意义存在差异和参数不可比的问题。采用

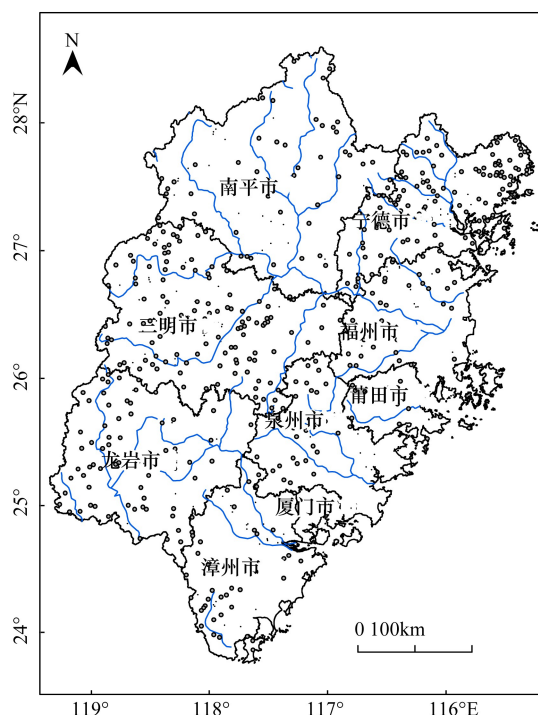


图 1 福建省乡村旅游扶贫重点村分布图

Fig.1 Distribution of key villages of tourism poverty alleviation in Fujian province

极差法对评价指标与脆弱性的关系进行赋值,评价指标正向关系越大,脆弱性越高,评价指标负向关系越小,脆弱性越高。正向指标包括坡度、高程、土壤侵蚀强度、人口密度、贫困人口数、餐饮和床位数、休闲农业园面积,负向指标包括多年平均降水量、归一化植被指数和旅游基础设施状况。

表 1 指标描述及数据来源
Table 1 Index description and data source

指标 Index	计算方法及说明 Calculation method and explanation	数据来源 Data sources
坡度 Slope/(°)	数字高程模型(DEM) 计算提取	DEM
高程 Elevation /m	数字高程模型(DEM) 计算提取	DEM
归一化植被指数 NDVI	$NDVI = (R_{nir} - R_{red}) / (R_{nir} + R_{red})$	Landsat 影像数据
多年平均降水量/mm Annual average precipitation	多年降水点数据反距离加权(Kriging) 插值	福建省气象局 www.fjcx.gov.cn
土壤侵蚀强度 Soil erosion intensity	福建省 1:10 万土壤侵蚀等级数据	国家地球系统科学数据共享平台 www.geodata.cn
人口密度/(人/km ²) Population density	人口数量/土地面积	福建省统计年鉴(2016 年) 国家旅游局 www.cnta.gov.cn
贫困人口数/人 Poverty population	各村建档贫困人口数量	国家旅游局 www.cnta.gov.cn
餐饮和床位数/个 Number of meals and beds	“农家乐”餐位数,民宿和客栈床位数	国家旅游局 www.cnta.gov.cn
休闲农业园面积/hm ² Area of leisure agricultural park	各村休闲农业园区数量与面积	国家旅游局 www.cnta.gov.cn
旅游基础设施状况 Tourism infrastructure	各村游客服务中心、旅游厕所、停车场、垃圾处理设施、污水处理设施数量、村内道路是否硬化、是否有标识导览等	国家旅游局 www.cnta.gov.cn

根据相关研究成果^[8,23-24],采用分等级赋值法评价土壤侵蚀强度和旅游基础设施状况 2 个定性指标。遴选生态学、地理学和旅游学等专家,按照专家专业知识和实际生态环境特征对指标因子直接分级赋值进行标准化处理(表 2)。

表 2 分等级赋值标准
Table 2 Standardized value assignment

指标 Indicator	标准化赋值 Standardized value				
	2	4	6	8	10
坡度 Slope/(°)	<5	5—15	15—25	25—35	>35
高程 Elevation /m	<200	200—400	400—600	600—800	>800
归一化植被指数 NDVI	>0.8	0.6—0.8	0.4—0.6	0.2—0.4	<0.2
多年平均降水量/mm Annual average precipitation	>1750	1750—1600	1600—1450	1450—1300	<1300
土壤侵蚀强度 Soil erosion intensity	微度	轻度	中度	强烈	极强烈
人口密度/(人/km ²) Population density	<100	100—250	250—400	400—550	>550
贫困人口数/人 Poverty population	<50	50—100	100—150	150—200	>200
餐饮和床位数/个 Number of meals and beds	<50	50—100	100—150	150—200	>200
休闲农业园面积/hm ² Area of leisure agricultural park	<500	500—1000	1000—1500	1500—2000	>2000
旅游基础设施状况 Tourism infrastructure	非常完善	较完善	完善	不完善	非常不完善

2.1.3 空间主成分分析

构建生态脆弱性指数(EVI)以评价重点村生态脆弱性状况。为消除指标信息中的重叠和共线性,利用SPCA对10个评价指标进行分析,根据主成分累积贡献率达到85%以上确定7个主成分。

基于生态脆弱性评价模型,综合各评价指标对生态脆弱性的影响,进一步计算EVI。根据主成分分析的原理,结合各指标间的相互关系,在尽可能损失较少信息的前提下,将多个指标转换为几个相互独立的综合指标,以确定EVI值,公式如下:

$$EVI = r_1 Y_1 + r_2 Y_2 + r_3 Y_3 + \cdots + r_n Y_n$$
 (1)

式中,EVI为生态脆弱性指数, Y_i 为第*i*个空间主成分分析数值, r_i 为第*i*个空间主成分对应的贡献率。

此外,依据各主成分贡献率进一步计算重点村30 m×30 m栅格单元生态脆弱性指数和各村域单元生态脆弱性指数的平均值^[9]。

2.1.4 生态脆弱性分级与核密度分析

对EVI数值进行标准化处理,便于生态脆弱性分级和比较。计算方法如下:

$$E_i = \frac{EVI_i - EVI_{min}}{EVI_{max} - EVI_{min}} \times 10$$
 (2)

式中, E_i 为第*i*个栅格单元生态脆弱性指数的标准化值,变化范围为0—10; EVI_i 第*i*个栅格单元生态脆弱性指数的实际值; EVI_{max} 为栅格单元生态脆弱性指数最大值, EVI_{min} 为栅格单元生态脆弱性指数最小值。

参照国内外生态脆弱性评价研究的相关评价标准^[17-18],并根据福建省生态环境的具体特征,按照自然断点的方式将重点村生态脆弱性划分为微度脆弱、轻度脆弱、中度脆弱、重度脆弱和极度脆弱5个等级,各等级生态特征见表3^[14-15]。

表3 重点村生态脆弱性分级标准

Table 3 Classification criterion of ecological vulnerability of key villages

脆弱性 Vulnerability	等级 Level	生态特征 Ecological characteristic
微度脆弱 Negligible vulnerability	I (0—3)	生态系统结构和功能合理完善,所承受压力小,生态系统稳定,抗旅游活动干扰能力和自我恢复能力强
轻度脆弱 Light vulnerability	II (3—5)	生态系统结构和功能较为完整,所承受压力较小,生态系统较稳定,抗旅游活动干扰能力和自我恢复能力较强
中度脆弱 Medium vulnerability	III (5—6)	生态系统结构和功能尚可维持,所承受压力接近生态阈值,生态系统较不稳定,对旅游活动干扰较为敏感,自我恢复能力较弱
重度脆弱 Strong vulnerability	IV (6—8)	生态系统结构和功能出现缺陷,所承受压力大,生态系统不稳定,对旅游活动干扰敏感性较强,受损后恢复难度大
极度脆弱 Extreme vulnerability	V (8—10)	生态系统结构和功能严重退化,所承受压力极大,生态系统极不稳定,对旅游活动干扰极度敏感,受损后恢复难度极大,甚至不可逆转

此外,通过ArcGIS 10.1对重点村生态脆弱指数平均值进行核密度分析,以进一步研究重点村生态脆弱性空间分异特征。

2.2 数据来源

生态脆弱性指标体系的10个指标数据来源于数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM)数据提取、Landsat影像数据、国家地球系统科学数据共享平台数据库、福建省气象局气象资料、国家旅游局全国乡村旅游扶贫重点村数据库等(表1)。

获取数据后,在ArcGIS 10.1软件平台中,以30 m×30 m的栅格作为基本评价单元进行分析。为保证采用的指标具有良好的空间重合性,统一采用Krassovsky 椭球体坐标和Albers投影,对多年平均降水量指标则采用克里金插值法(Kriging)进行空间量化处理。

3 结果分析

3.1 栅格单元生态脆弱性的空间分异

重点村 30 m×30 m 栅格单元 EVI 平均值为 4.84, 总体处于轻度脆弱。重点村栅格单元生态脆弱性空间分布特征不明显,呈现零散分布格局,如图 2 所示。极度脆弱和重度脆弱区主要分布在各市域的边界和交界地带,如宁德市、南平市、三明市和福州市的边界和交界地区,漳州市、龙岩市、泉州市和三明市的边界和交界地区;中度、轻度和微度脆弱区主要分布在内陆地区龙岩市、三明市、南平市的中部,沿海地区漳州市的东南部、泉州市的西北部 and 福州市、宁德市与莆田市的西部。

重点村 30 m×30 m 栅格单元生态脆弱性面积的地区分布如表 4 所示,三明市重点村面积最大,占总面积的 35.41%;莆田市重点村面积最小,仅占总面积的 2.92%;南平市的极度脆弱区面积最大,达 71.57 km²,占同类面积的 80.45%;三明市重度脆弱区面积最大,达 383.69 km²,占同类面积的 37.29%;极度和重度脆弱区面积占本市重点村面积比例最大为莆田市,达 35.98%,南平市次之,漳州市第三。

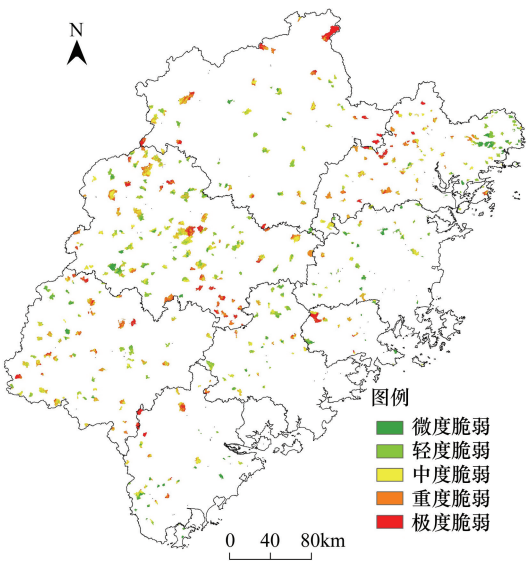


图 2 栅格单元生态脆弱性等级空间分布

Fig.2 Hierarchical spatial distribution of ecological fragility of grid units

表 4 不同等级生态脆弱区面积

Table 4 Classification criterion area of ecological vulnerability

地区 Area	极度脆弱区面积 Extreme vulnerability area/(km ² /%)	重度脆弱区面积 Strong vulnerability area/(km ² /%)	中度脆弱区面积 Medium vulnerability area/(km ² /%)	轻度脆弱区面积 Light vulnerability area/(km ² /%)	微度脆弱区面积 Negligible vulnerability area/(km ² /%)	合计 Total/ (km ² /%)
福州市	0(0)	0(0)	38.23(3.16)	118.99(5.11)	85.49(19.39)	242.71(4.76)
宁德市	8.26(9.29)	156.88(15.25)	212.74(17.53)	308.93(13.26)	108.12(24.52)	794.93(15.58)
莆田市	0(0)	53.67(5.22)	17.67(1.46)	38.99(1.63)	38.85(8.81)	149.18(2.92)
泉州市	0(0)	28.50(2.76)	53.20(4.38)	185.56(7.96)	29.03(6.58)	296.29(5.81)
漳州市	9.13(10.26)	76.25(7.41)	41.51(3.42)	106.26(4.56)	52.22(11.84)	285.37(5.59)
龙岩市	0(0)	147.82(14.37)	265.47(21.87)	328.58(14.10)	30.00(6.82)	771.87(15.12)
三明市	0(0)	383.69(37.29)	386.59(31.85)	981.31(42.11)	55.60(12.61)	1807.19(35.41)
南平市	71.57(80.45)	182.17(17.70)	198.25(16.33)	262.52(11.27)	41.58(9.43)	756.09(14.81)
合计 Total	88.96(100)	1028.98(100)	1213.66(100)	2331.15(100)	440.89(100)	5103.63

3.2 村域单元生态脆弱性的空间分布

村域单元的生态脆弱性指数平均值空间及数量分布如图 3 和表 5 所示。极度脆弱村有 5 个,占比为 1.06%,主要分布在南平市、宁德市、漳州市,其中宁德市数量占比最大,达 60.00%;重度脆弱村有 72 个,占全部重点村的 15.25%,主要分布在三明市、宁德市和龙岩市,其中三明市占比最大,达 36.10%;中度脆弱村有 92 个,占全部重点村的 19.49%,主要分布在宁德市、龙岩市和三明市,其中宁德市占比最大,达 26.09%;轻度脆弱村有 231 个,占全部重点村的 48.94%,主要分布在三明市、宁德市和龙岩市,其中三明市占比最大,达 31.17%;微度脆弱村有 71 个,占全部重点村的 18.64%,主要分布在宁德市、福州市和漳州市,其中宁德市占比最大,达 12.29%。

表 5 重点村生态脆弱性等级统计表
Table 5 Ecological fragility grade of key villages

项目 Item	福州市	宁德市	莆田市	漳州市	泉州市	龙岩市	三明市	南平市	合计 Total
数量及比例/(个/%) Quantity accounting	32(6.78)	117(24.79)	15(3.18)	38(8.05)	33(6.99)	67(14.19)	122(25.85)	48(10.17)	472(100)
极度脆弱比例/(个/%) Extremely fragile proportion	0	1(20.00)	0(0)	1(20.00)	0(0)	0(0)	0(0)	3(60.00)	5(100)
重度脆弱比例/(个/%) Severe fragile proportion	0(0)	19(26.39)	2(2.78)	4(5.56)	2(2.78)	10(13.89)	26(36.10)	9(12.50)	72(100)
中度脆弱比例/(个/%) Moderately fragile proportion	4(4.35)	24(26.09)	3(3.26)	6(6.52)	6(6.52)	21(22.83)	18(19.57)	10(10.86)	92(100)
轻度脆弱比例/(个/%) Light fragile proportion	14(6.06)	52(22.51)	5(2.16)	13(5.63)	20(8.66)	33(14.29)	72(31.17)	22(9.52)	231(100)
微度脆弱比例/(个/%) Micro fragile proportion	14(19.44)	21(29.17)	5(6.94)	14(19.44)	5(6.94)	3(4.17)	6(8.33)	4(5.57)	71(100)

3.3 村域单元生态脆弱性核密度分析

重点村生态脆弱指数平均值的 KD 分析结果如图 4 所示,在区域内形成 3 处高度脆弱核心区,其中 2 处位于宁德市,1 处位于三明市。宁德市 2 处高度脆弱核心区不仅单个面积大,而且两个核心区紧密相连,并延伸至福州市。三明市高度脆弱核心区虽然仅有 1 处,但延伸范围较广,扩展到龙岩市和泉州市。

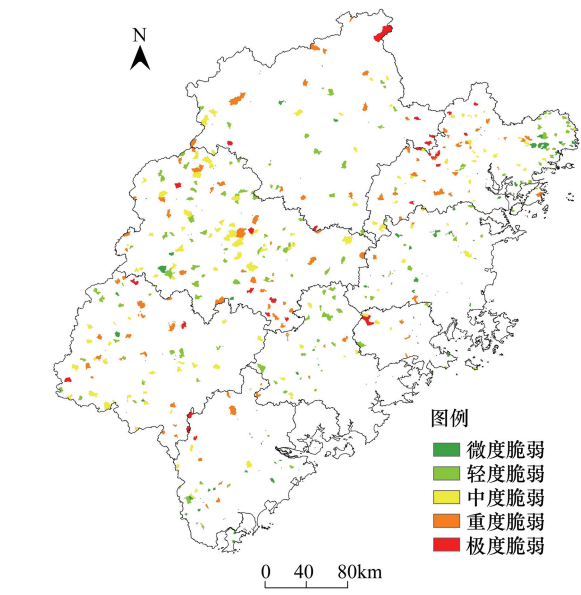


图 3 村域单元生态脆弱性等级空间分布
Fig.3 Hierarchical spatial distribution of ecological vulnerability in villages

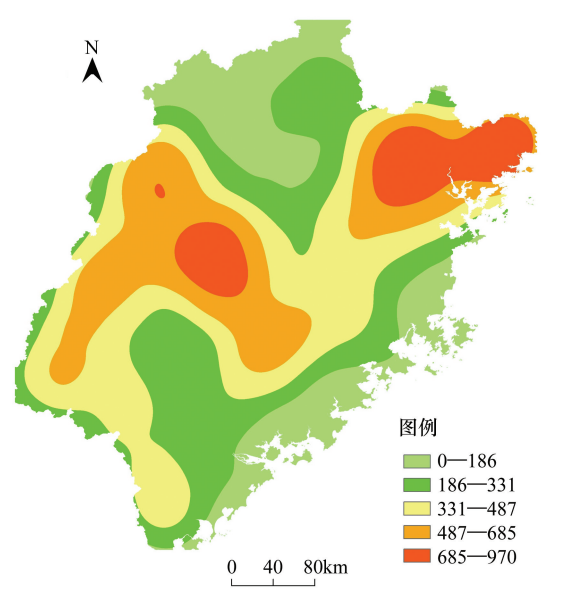


图 4 村域单元生态脆弱性核密度分析
Fig.4 KD analysis of EVI of key villages

3.4 生态脆弱性驱动因子

重点村生态脆弱性驱动因子来自 SPCA 提取累计贡献率达到 85% 以上的 7 个主成分。第 1 主成分 23.28% 贡献率中,餐饮和床位数的贡献较大;第 2 主成分 19.87% 的贡献率中,旅游基础设施状况的贡献较大;第 3 主成分 13.49% 贡献率中,土壤侵蚀强度的贡献较大;第 4 主成分 9.49% 的贡献率中,人口密度的贡献较大;第 5 主成分 8.70% 的贡献率中,多年平均降水量的贡献较大;第 6 主成分 7.67% 的贡献率中,坡度的贡献较大;第 7 主成分 6.12% 的贡献率中,休闲农业园面积的贡献较大。而高程、归一化植被指数、贫困人口数在前 7 个主成分中的贡献率较小,显示其与其他指标在内涵上共性较小,这也符合福建省“八山一水一分田”、全国森林覆盖率最高省份、沿海地区经济较为发达省份的实际,重点村在这三个方面差异较小。

4 结论与讨论

4.1 主要结论

(1)重点村 EVI 平均值为 4.84,总体处于轻度脆弱,空间分异特征不明显,呈现零散分布格局。极度脆弱和重度脆弱区主要分布在各设区市的边界和交界地带,面积以三明市为最大,达 383.19km²,占同类面积的 27.93%;中度、轻度和微度脆弱区主要分布在内陆城市的中部、沿海城市的西部。

(2)重点村村域生态脆弱性指数平均值在空间上呈现明显集聚,在宁德市和三明市形成 3 处高度脆弱核心区。其中,极度和重度脆弱扶贫重点村共有 77 个,占比为 16.31%,主要分布在三明市、宁德市、南平市、龙岩市;中度、轻度和微度脆弱扶贫重点村 395 个,占比为 83.69%,不均匀分布于 8 个设区市。

(3)重点村生态脆弱性的成因是旅游活动和生态环境相互作用的结果,其中餐饮和床位数、旅游基础设施状况、土壤侵蚀强度、人口密度、多年平均降水量、坡度、休闲农业园面积等为主要驱动因子。

4.2 讨论

(1)旅游扶贫与生态脆弱性呈现强烈的相关性。重点村 30 m×30 m 栅格单元的极度和重度脆弱区多处于南方红壤丘陵山地生态脆弱地区(图 5),沿着闽西武夷山脉和闽中鹭峰山-戴云山-博平岭山脉两侧均匀分布,海拔多在 1000m 左右,山地生态系统较为脆弱^[21],且距离主城区较远,各种扶贫政策的辐射惠及不到,或者是处于自然保护区等限制开发区,经济发展受到生态环境保护的制约^[25];中度、轻度和微度脆弱区域多处于丘陵地区,虽然距离主城区较近,能够享受到各类旅游扶贫措施和政策,但由于人口密度较大,贫困人口数量较多,再加上地形起伏较大、经济发展不均衡等因素,加剧了生态脆弱性;这与赵跃龙等^[21]对中国脆弱生态环境分布与贫困关系的宏观论述基本一致,本研究在微观上进一步深化和细化了旅游扶贫和生态脆弱性的关系。

(2)重点村生态脆弱性的主要驱动因子是人为因素,自然因素是次要驱动因子。重点村生态脆弱性 7 个

主要驱动因子中,人为因素有 4 个,累计贡献率达 58.76%,而 3 个自然因素累计贡献率仅为 29.86%,这与蔡海生等^[26]提出的激化潜在危害生态环境脆弱的是人类干扰活动、张德君等^[19]提出的人类对生态系统的影响逐步提高的研究结果相一致。主要驱动因子中,餐饮和床位数、旅游基础设施状况、休闲农业园面积、人口数量反映了旅游活动的强度,重点村餐饮和床位数越多、休闲农业园面积越大、人口数量越大、旅游基础设施越不完善,对生态环境的扰动强度越大,生态脆弱性等级越高;土壤侵蚀强度、多年平均降水量、坡度反映水土流失的强度,重点村土壤侵蚀强度越大、坡度越大、多年平均降水量越少,越容易发生水土流失、滑坡等生态灾害问题,生态脆弱性等级越高。这与赵跃龙等^[21]总结的南方丘陵地区脆弱生态环境的过垦、过樵、流水和侵蚀成因基本一致,本研究进一步凸显了旅游活动对生态环境扰动的类型和特征。

(3)重点村旅游扶贫模式必须依据生态脆弱性等级,分层、分类、因地制宜地规划和设计。重点村旅游扶贫是通过村域自然和人文生态环境的旅游利用来实现,即对发展乡村旅游的“食、住、行、游、购、娱”等要素的规划和完善。在 5 个极度脆弱村,不适宜开展旅游活动,宜采用异地旅游扶贫模式,如宁德市“中国扶贫第一村”赤溪村,通过整村搬迁和异地发展乡村旅游成功脱贫,成为南方红壤丘陵山地生态脆弱地区移民脱贫的有效路径。在 72 个重度脆弱村,应科学划分生态功能区和测算生态环境承载力,严格控制旅游活动的范围

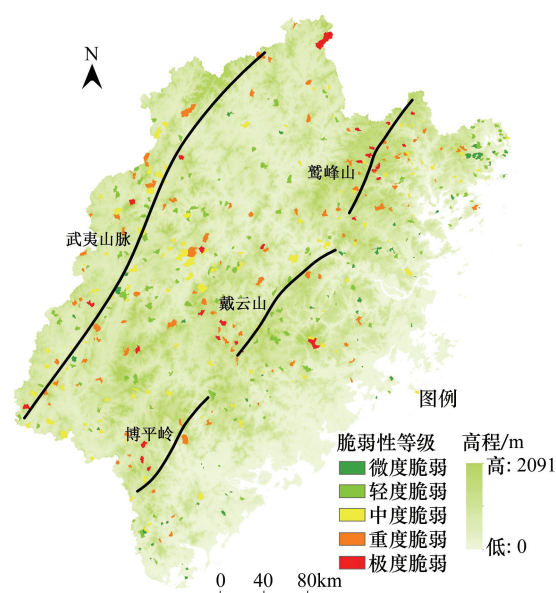


图 5 重点村所处地形分析

Fig.5 Terrain analysis of key villages

和强度,适宜开展生态旅游等对生态环境影响较小的旅游活动^[15]。在 395 个中度、轻度和微度脆弱村,应注重对生态系统的保育,注重通过产业融合开展旅游扶贫,如发展民宿、乡村淘宝、森林康养、文创旅游等旅游活动,通过“旅游+”、“+旅游”延长旅游产业链,提高旅游扶贫的效率。

参考文献 (References):

- [1] Robertico C, Manuel R. Poverty alleviation through tourism development: A comprehensive and integrated approach. New Jersey: Apple Academic Press, 2016: 36-47.
- [2] Sharpley R. Poverty alleviation through tourism: A comprehensive and integrated approach. *Tourism Management*, 2016, 56: 207-208.
- [3] Gray L C, Moseley W G. A geographical perspective on poverty-environment interactions. *Geographical Journal*, 2005, 171(1): 9-23.
- [4] Reed D. Poverty and the environment: Can sustainable development survive globalization? *Natural Resources Forum*, 2002, 26(3): 176-184.
- [5] Lin M S, Xiao X N, Xu Y, Xie H B. The impact of water quality changes on tourism capacity at Golden Lake, China. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2013, 11(2): 1069-1072.
- [6] Cao S X. Impact of China's large-scale ecological restoration program on the environment and society in arid and semiarid areas of China: Achievements, problems, synthesis, and applications. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2011, 41(4): 317-335.
- [7] 祁新华, 林荣平, 程煜, 叶士琳. 贫困与生态环境相互关系研究述评. *地理科学*, 2013, 33(12): 1498-1505.
- [8] 马骏, 李昌晓, 魏虹, 马朋, 杨予静, 任庆水, 张雯. 三峡库区生态脆弱性评价. *生态学报*, 2015, 35(21): 7117-7129.
- [9] 田亚平, 常昊. 中国生态脆弱性研究进展的文献计量分析. *地理学报*, 2012, 67(11): 1515-1525.
- [10] 魏晓旭, 赵军, 魏伟, 颜斌斌. 中国县域单元生态脆弱性时空变化研究. *环境科学学报*, 2016, 36(2): 726-739.
- [11] 钟林生, 唐承财, 郭华. 基于生态敏感性分析的金银滩草原景区旅游功能区划. *应用生态学报*, 2010, 21(7): 1813-1819.
- [12] 杨美玲, 李同昇, 米文宝, 周民良, 王婷玉. 宁夏限制开发区生态脆弱性评价及分类发展模式. *水土保持通报*, 2014, 34(4): 236-242.
- [13] 党二莎, 胡文佳, 陈甘霖, 马志远, 陈彬, 陈章群, 刘文华. 基于 VSD 模型的东山县海岸带区域生态脆弱性评价. *海洋环境科学*, 2017, 36(2): 296-302.
- [14] 游巍斌, 何东进, 林立, 王韧, 蔡金标, 王鹏, 张中瑞, 肖石红, 郑晓燕. 闽东滨海湿地生态脆弱性动态评价. *福建农林大学学报: 自然科学版*, 2013, 42(6): 648-653.
- [15] 姚雄, 余坤勇, 刘健, 杨素萍, 何平, 邓洋波, 俞欣妍, 陈樟昊. 南方水土流失严重区的生态脆弱性时空演变. *应用生态学报*, 2016, 27(3): 735-745.
- [16] 朱东国, 谢炳庚, 陈永林. 基于生态敏感性评价的山地旅游城市旅游用地策略——以张家界市为例. *经济地理*, 2015, 35(6): 184-189.
- [17] 郭宾, 周忠发, 苏维词, 陈全, 魏小良. 基于格网 GIS 的喀斯特山区草地生态脆弱性评价. *水土保持通报*, 2014, 34(2): 204-207.
- [18] Santos C F, Carvalho R, Andrade F. Quantitative assessment of the differential coastal vulnerability associated to oil spills. *Journal of Coastal Conservation*, 2013, 17(1): 25-36.
- [19] 张德君, 高航, 杨俊, 席建超, 李雪铭. 基于 GIS 的南四湖湿地生态脆弱性评价. *资源科学*, 2014, 36(4): 874-882.
- [20] 赵跃龙, 张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究. *地理科学进展*, 1998, 17(1): 67-72.
- [21] 赵跃龙, 刘燕华. 中国脆弱生态环境分布及其与贫困的关系. *人文地理*, 1996, 11(2): 245-251.
- [22] 孙道玮, 陈田, 姜野. 山岳型旅游风景区生态脆弱性评价方法研究. *东北师大学报: 自然科学版*, 2005, 37(4): 131-135.
- [23] 南颖, 吉喆, 冯恒栋, 张冲冲. 基于遥感和地理信息系统的图们江地区生态安全评价. *生态学报*, 2013, 33(15): 4790-4798.
- [24] 麻素挺, 汤洁, 林年丰. 基于 GIS 与 RS 多源空间信息的吉林西部生态环境综合评价. *资源科学*, 2004, 26(4): 140-145.
- [25] 祁新华, 叶士琳, 程煜, 林荣平. 生态脆弱区贫困与生态环境的博弈分析. *生态学报*, 2013, 33(19): 6411-6417.
- [26] 蔡海生, 张学玲, 周丙娟. 生态环境脆弱性动态评价的理论与方法. *中国水土保持*, 2009, (2): 18-22.