

DOI: 10.5846/stxb202011233006

郭强, 谢苗苗, 王回茴, 陈燕. 生态系统服务与贫困关联视角下生态扶贫策略的实施路径. 生态学报, 2021, 41(21): 8387-8395.

Guo Q, Xie M M, Wang H H, Chen Y. Implementation path of ecological poverty alleviation from the perspective of the relationship between ecosystem services and poverty. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(21): 8387-8395.

# 生态系统服务与贫困关联视角下生态扶贫策略的实施路径

郭 强<sup>1</sup>, 谢苗苗<sup>1,2,\*</sup>, 王回茴<sup>1</sup>, 陈 燕<sup>1</sup>

1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083

2 自然资源部土地整治重点实验室, 北京 100035

**摘要:**生态文明建设与脱贫攻坚均是重要的国家战略。由于贫困与生态环境问题存在紧密耦合关系,在生态保护修复中探索生态扶贫措施的实施路径可获得生态环境改善与社会经济发展的双赢。构建生态系统服务—贫困关联分析模型,以山水林田湖草生态保护修复试点的山西省宁武县和静乐县为例,通过村级多维贫困指数(VPI)评价贫困程度,并结合生态系统服务识别出生态修复与生态系统服务提升的重点地区,最后在这些区域布局合适的生态扶贫措施。结果表明处于高贫困的区域占研究区总面积的 41%,中贫困所占面积比例为 47%,低贫困所占面积比例为 12%,地形条件、劳动力状况、生活水平的差异构成了宁武县和静乐县贫困的空间分布格局。研究区水源涵养、土壤保持、食物供给等生态系统服务计算结果分别与贫困程度叠加出九种类型,并根据叠加结果将研究区划分为低贫困修复区、低贫困保护区、中贫困修复区、高贫困修复区和高贫困保护区五个区域,提出在高贫困保护区、低贫困保护区实施以保护为主的扶贫措施,在低贫困修复区、中贫困修复区、高贫困修复区要利用生态修复的契机解决乡镇的主要致贫因素。研究为贫困或欠发达的农村区域生态保护修复与生态扶贫的结合提供借鉴参考。

**关键词:**生态系统服务;贫困;生态保护修复;生态扶贫;山西省

## Implementation path of ecological poverty alleviation from the perspective of the relationship between ecosystem services and poverty

GUO Qiang<sup>1</sup>, XIE Miaomiao<sup>1,2,\*</sup>, WANG Huihui<sup>1</sup>, CHEN Yan<sup>1</sup>

1 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China

2 Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China

**Abstract:** The ecological civilization and poverty alleviation are both important national strategies. Because there is a close coupling relationship between poverty and eco-environmental problems, exploring the implementation path of ecological poverty alleviation measures in ecological protection and restoration can achieve a win-win situation between ecological environment improvement and socio-economic development. In this paper, an analysis model of correlation between ecosystem service and poverty was constructed. Ningwu and Jingle counties in Shanxi Province was taken as the case area, where there are pilot projects of ecological protection and restoration of mountain-water-forests-cropland-lakes-grasses. The village-level multidimensional poverty indicators (VPI) is used to evaluate the poverty level and identify key areas for ecological restoration in conjunction with ecosystem services, and layout appropriate ecological poverty alleviation measures. The results show that high poverty areas account for 41% of the study area, middle poverty areas account for 47%, and low poverty areas account for 12%. Differences in terrain conditions, labor conditions, and living standards have formed the different spatial distribution pattern of poverty in Ningwu and Jingle County. The calculation results of ecosystem services

基金项目:国家重点研发计划(2017YFC0504401);国家自然科学基金项目(41771204)

收稿日期:2020-11-23; 网络出版日期:2021-07-05

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiemiaomiao@cugb.edu.cn

such as water conservation, soil conservation, food supply in the study area were superimposed on the poverty level for each of the nine types. Based on the superimposed results, the study area is divided into five types of zones: low-poverty restoration area, low-poverty protection area, middle-poverty restoration area, high-poverty restoration area, and high-poverty protection area. The protection-oriented poverty alleviation measures will be implemented at the low-poverty protection area and high-poverty protection area. It shall use the opportunity of ecological restoration to solve the main poor factors at low-poverty restoration area, middle-poverty restoration area and high-poverty restoration area. This study provides a reference for the combination of ecological protection and restoration with ecological poverty alleviation in poor and underdeveloped rural areas.

**Key Words:** ecosystem services; poverty; ecological protection and restoration; ecological poverty alleviation; Shanxi Province

2020 年是消除绝对贫困,全面实现小康社会的决胜之年,但并不意味着贫困问题的彻底解决,如何巩固扶贫成果仍是贫困地区的首要挑战<sup>[1-2]</sup>。由于贫困地区与生态脆弱区、重点生态功能区存在空间上的耦合关系<sup>[3-7]</sup>,以牺牲环境为代价的脱贫和巩固脱贫成果的方式不符合绿色发展要求。生态保护修复作为生态文明建设的重要内容<sup>[8-11]</sup>,也是贫困地区实现乡村振兴的契机<sup>[12]</sup>。如何在生态保护修复的同时实现脱贫致富是贫困地区面临的现实问题<sup>[13-14]</sup>,其中科学评估生态修复要求与扶贫需求是开展生态修复与生态扶贫结合的核心内容<sup>[15]</sup>。

生态保护修复的重要目的之一是提升区域生态系统服务<sup>[9,11]</sup>。生态系统服务理论在生态保护修复中的应用是解决生态问题的有效措施<sup>[16]</sup>,但是目前其具体应用也主要是帮助识别生态保护与修复分区<sup>[17-18]</sup>,很少关注生态系统服务在生态保护修复中对扶贫的作用。在经济条件落后的贫困地区,生态系统服务是当地居民重要的生存保障<sup>[19-20]</sup>。将生态系统服务与贫困综合考虑,既是贫困地区生态保护修复的内在需要,也是贫困地区进行生态扶贫的必然选择<sup>[21-22]</sup>。

本研究选择宁武县和静乐县为研究区,两县既是山西省汾河中上游山水林田湖草生态保护修复工程试点区,同时也是原来的国家级贫困县,具有典型意义。本文提出“生态系统服务-贫困”关联分析模型,在满足生态修复需求与扶贫需求的基础上,实现生态保护修复与生态扶贫的结合。

## 1 研究区概况及数据来源

宁武县和静乐县是山西省汾河中上游山水林田湖草生态保护修复工程试点区(忻州)的两个县城,坐标介于东经 111°42'43"—112°36'55"、北纬 38°7'57"—39°8'41"之间。地理位置上,宁武县与朔州市距离约 35 km,与忻州市区相距约 70 km,静乐县与忻州市区距离约 68 km,与太原市相距约 70 km,地理位置比较优越。地理空间上总体呈现“两山一川”格局,以芦芽山、紫金山、云中山为两翼,汾河川为中心从北到南贯穿整个研究区(图 1)。汾河流经区域常年保护力度不足,水质水量情况日渐恶化,且受到地形条件的影响,研究区易发生水土流失。芦芽山地区是国家级自然保护区,物种丰富,景色宜人,但缺乏有效保护。社会经济方面,静乐县、宁武县 1986 年被确立为国家级贫困县;2001 年又被确立为国务院扶贫开发工作重点县;2011 年静乐县被划入吕梁山集中连片特困区范围;2017 年山西省委、省人民政府将静乐、宁武县纳入全省 10 个深度贫困县之中。根据研究区 2018 年贫困户调查数据显示,宁武静乐共有贫困户 32164 户。

本研究使用的数据包括自然地理数据和社会经济数据。其中 DEM 数据来源于地理空间数据云网站,空间分辨率为 30 m。土壤数据来源于第二次全国土地调查的 1:100 万土壤数据,采用的土壤分类系统主要为 FAO-90。气象站点数据来源于中国气象数据网,通过 ArcGIS 空间插值得到研究区年降雨量。社会经济数据包括统计年鉴,村级行政边界数据以及贫困数据都是由宁武和静乐县政府有关部门提供。具体数据及来源如表 1 所示。

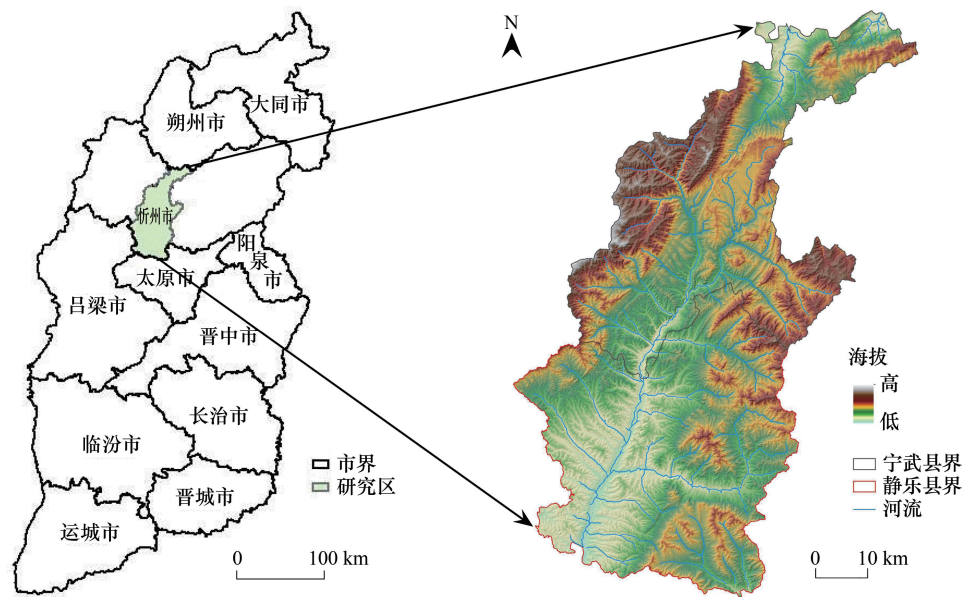


图 1 研究区位置及地形条件

Fig.1 Study area location and topographical conditions

表 1 研究所用数据来源

Table1 Data sources in research

数据 Data	来源 Source
2017 年土地利用/覆被 Land use/cover in 2017	研究区国土局提供第二次全国土地变更调查数据
年降雨量 Annual precipitation	中国气象数据网 ( <a href="http://data.cma.cn">http://data.cma.cn</a> )
土壤数据 Soil data	第二次全国土地调查的 1:100 万土壤数据
植物可利用水含量 Plant available water content	利用土壤质地计算得到 <sup>[23]</sup>
降雨侵蚀力因子 Rainfall erosivity factor	根据研究区地理特征查阅相关文献得到 <sup>[24]</sup>
土壤可蚀性因子 Soil erodibility factor	根据研究区地理特征查阅相关文献得到 <sup>[24]</sup>
2018 年 DEM(30×30) DEM(30×30) in 2018	地理空间数据云 ( <a href="https://www.gscloud.cn">https://www.gscloud.cn</a> )
2018 年贫困户调查数据 Survey data of poor household in 2018	研究区有关部门提供

DEM: 数字高程模型 Digital elevation model

## 2 研究方法

### 2.1 “生态系统服务-贫困”关联分析模型

生态保护修复的一个重要目的是提升区域的生态系统服务,为探讨生态保护修复与生态扶贫策略的结合路径,本研究提出“生态系统服务-贫困”关联分析模型(图 2)。根据研究区特点选取主要具有调节、支持功能的水源涵养与土壤保持服务,以及主要具有供给功能的食物供给服务作为分析对象。通过三种服务与贫困程度的叠加划分出不同的区域,最后结合生态系统服务类型与主要致贫因素,提出有针对性的融合生态修复与扶贫目标的实施策略。为体现区域统筹与生态扶贫措施的实施,本文选择乡镇尺度作为研究单元。

### 2.2 贫困测度

#### 2.2.1 评价指标与权重

本文构建村级尺度的多维贫困指数(VPI)<sup>[26-27]</sup>来准确反映研究区的贫困状况,结合宁武县和静乐县的实地调查情况与贫困户调查数据,并借鉴相关文献<sup>[3-6,26-27]</sup>选择生活水平、劳动力状况、地理位置 3 个维度来构

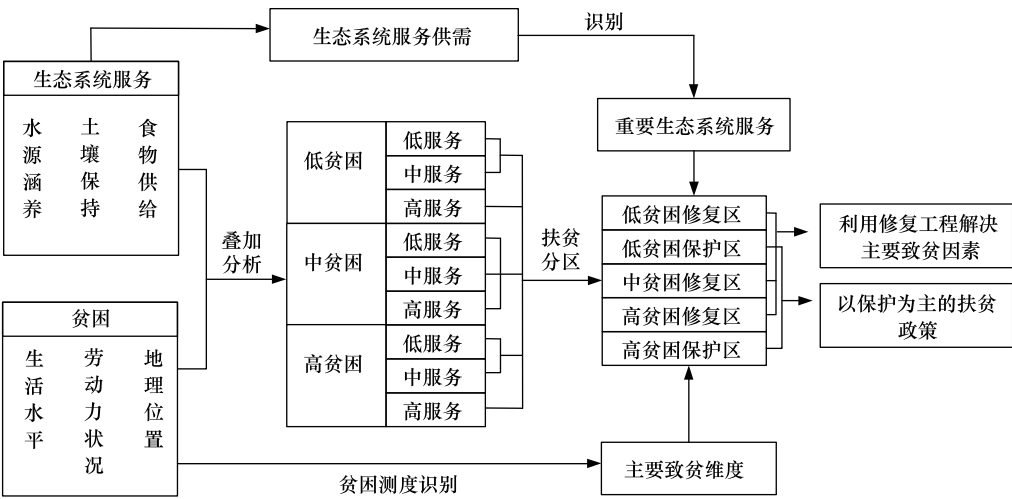


图2 “生态系统服务-扶贫”耦合关联分析模型

Fig.2 “Ecology Service-Poverty Alleviation” Coupling Analysis Model

建指标体系(表2),采用层次分析法与熵权法确定权重。最后根据各个乡镇中VPI的平均值来确定该乡镇的贫困类型。

表2 村级多维贫困度量指标

Table 2 Village-level multidimensional poverty measurement indicators

维度 Dimension	维度权重 Dimensional weight	指标编号 Indicator's number	指标 Indicators	指标含义 Indicator meaning	指标权重 Indicator weight
生活水平 Living standards	0.2903	$I_{11}$	家庭收入水平	行政村年户均收入情况/元	0.2201
		$I_{12}$	教育水平	行政村初中及以上文化水平的人数占该村总调查人数的比例/%	0.2675
		$I_{13}$	每千人医生数	行政村每千人医生数量/个	0.2479
		$I_{14}$	危房比重	行政村内住危房户数占总调查户数的比例/%	0.2645
劳动力状况 Labor conditions	0.3664	$I_{21}$	户均疾病(残疾)人数比例	行政村内每户疾病(残疾)人数占总调查户数的比例/%	0.3257
		$I_{22}$	18—60岁人口比例	行政村18—60岁人口占该村总调查人口的比例/%	0.3269
		$I_{23}$	18岁以下及60岁以上人口比例	行政村18岁以下及60岁以上人口占该村总调查人口的比例/%	0.3474
地理位置 Location	0.3433	$I_{31}$	地质灾害点个数	行政村内地质灾害的个数/个	0.1431
		$I_{32}$	距离附近县城的距离	行政村到最近县城的距离/km	0.4392
		$I_{33}$	离附近地级市的距离	行政村到最近地级市的距离/km	0.4177

2.2.2 村级多维贫困指数计算

根据构建的指标体系及权重,计算村级多维贫困指数VPI,计算公式如下:

$$VPI = 10 \times \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m I_{ij} \times W_{ij} \right) \times W_i \tag{1}$$

式中, $n$ 代表维度的数量; $I_{ij}$ 代表*i*维度第*j*指标标准化后的值; $m$ 代表维度*i*下的指标个数; $W_{ij}$ 代表*i*维度*j*指标的权重; $W_i$ 代表维度*i*的权重。10是用于消除小数位影响、增大数据间差异的常数。



## 2.3 生态系统服务

### 2.3.1 水源涵养服务

水源涵养量先根据 InVEST 模型中的产水量模块(water yield)计算产水量,再通过包玉斌等<sup>[23]</sup>提出的产水量修正方法计算得到,具体计算公式如下:

$$\text{retention} = \min\left(1, \frac{249}{\text{velocity}}\right) \times \min(1, 0.3 \times tl) \times \min\left(1, \frac{\text{ksat}}{300}\right) \times Y(x) \quad (2)$$

$$Y(x) = \left(1 - \frac{\text{AET}(x)}{P(x)}\right) \times P(x)$$

式中, retention 为水源涵养量, velocity 为流速系数,  $tl$  和  $\text{ksat}$  分别表示地形指数与土壤饱和导水率,  $Y(x)$  为栅格  $x$  的产水量,  $\text{AET}(x)$  表示栅格单元  $x$  的年实际蒸散量,  $P(x)$  表示栅格单元  $x$  的年降水量。

### 2.3.2 土壤保持服务

根据 InVEST 模型中的泥沙输移比例模块(SDR)计算土壤保持量<sup>[24,28]</sup>,计算公式如下:

$$\text{SEDRET}_x = R_x \times K_x \times LS_x \times (1 - C_x \times P_x) + \text{SEDR}_x$$

$$\text{SEDR}_x = \text{USLE}_x \times (1 - \text{SDR}_x)$$

$$\text{USLE}_x = R_x \times K_x \times LS_x \times C_x \times P_x$$

式中,  $\text{SEDRET}_x$  为土壤保持量,  $\text{SEDR}_x$  为泥沙截留量,  $\text{USLE}_x$  为栅格  $x$  的实际土壤侵蚀量,  $\text{SDR}_x$  为栅格  $x$  的泥沙输移比,  $R_x$ 、 $K_x$ 、 $LS_x$ 、 $C_x$ 、 $P_x$  分别对应栅格  $x$  的降雨侵蚀力因子、土壤可蚀性因子、坡度坡长因子、植被覆盖和作物管理因子、水土保持因子。

### 2.3.3 食物供给服务

根据赵文桢等<sup>[29]</sup>与戴路炜<sup>[30]</sup>等提出的粮食产量与 NDVI 的关系公式估算研究区单位面积的粮食产量,具体公式如下:

$$G_i = \frac{\text{NDVI}_i}{\text{NDVI}_{\text{sum}}} \times G_{\text{sum}} \quad (4)$$

式中,  $G_i$  表示像元  $i$  的食物供给,  $\text{NDVI}_i$  表示  $i$  像元的 NDVI 值,  $\text{NDVI}_{\text{sum}}$  表示研究区耕地的 NDVI 总值,  $G_{\text{sum}}$  表示研究区粮食总产量。

## 3 结果与分析

### 3.1 贫困现状

结果表明宁武县和静乐县的贫困状况依旧不容乐观,处于高贫困的村域面积占研究区总面积的 41%,中贫困的村域面积比例为 47%,处于低贫困的村域面积占到 12%。空间分布上高贫困区集中分布在研究区西北部的芦芽山地区,该地区海拔较高,是国家级的自然保护区。中贫困区集中分布于汾河下游,低贫困则分布在汾河上游地区。从乡镇角度来看低贫困地区主要是以娥城镇与凤凰镇为中心相邻的几个乡镇。其中娥城镇与凤凰镇是静乐与宁武的县城所在地,是研究区经济发展状况较好的地方。从贫困现状的分布可以看出,研究区贫困程度基本呈现片状分布。图 4 是不同乡镇的主要致贫因素,从中可以看到造成乡镇贫困的因素并不唯一,有 12 个乡镇的贫困是由地理位置造成的,主要分布在芦芽山与云中山附近。9 个乡镇的主要致贫因素是缺乏劳动力,5 个乡镇贫困是由生活水平不足造成的。结合贫困分布与主要致贫因素可以得出,地形条件、劳动力状况、生活水平的差异构成了宁武县和静乐县贫困的空间分布格局。

### 3.2 生态系统服务空间分布

研究区的水源涵养、土壤保持以及食物供给等服务存在空间上的差异(图 5)。其中涇山乡、东寨镇、西马坊乡和新堡乡四个乡镇的水源涵养、土壤保持服务都呈现较高水平,这些区域主要是芦芽山自然保护区所在地,具有得天独厚的生态优势。余庄乡、化北屯乡、赤泥洼乡的食物供给服务则呈现较高水平。作为宁武县城

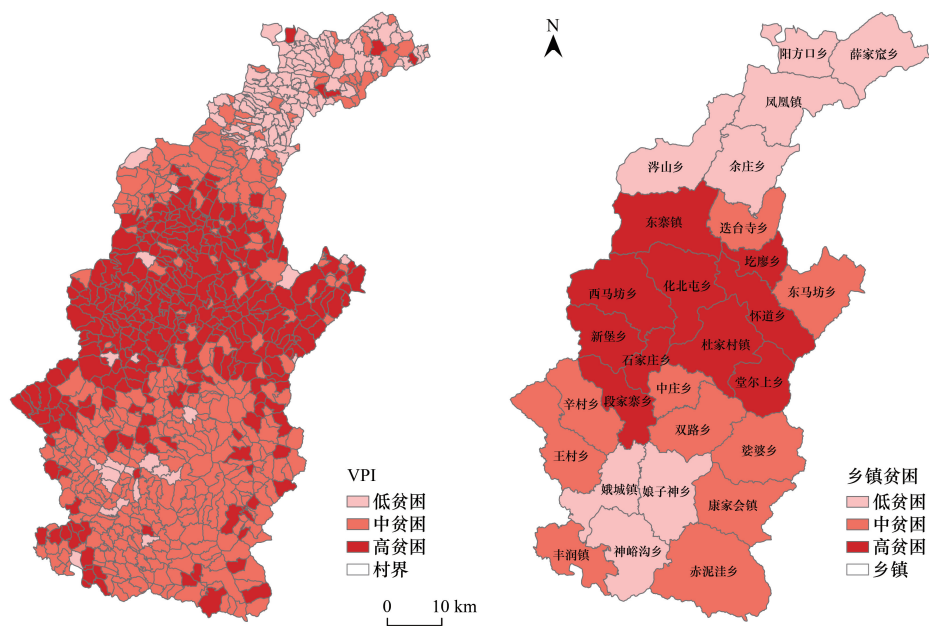


图 3 贫困程度分布图

Fig.3 Distribution of poverty

VPI: 村级多维贫困指数 Village-level multidimensional poverty indicators

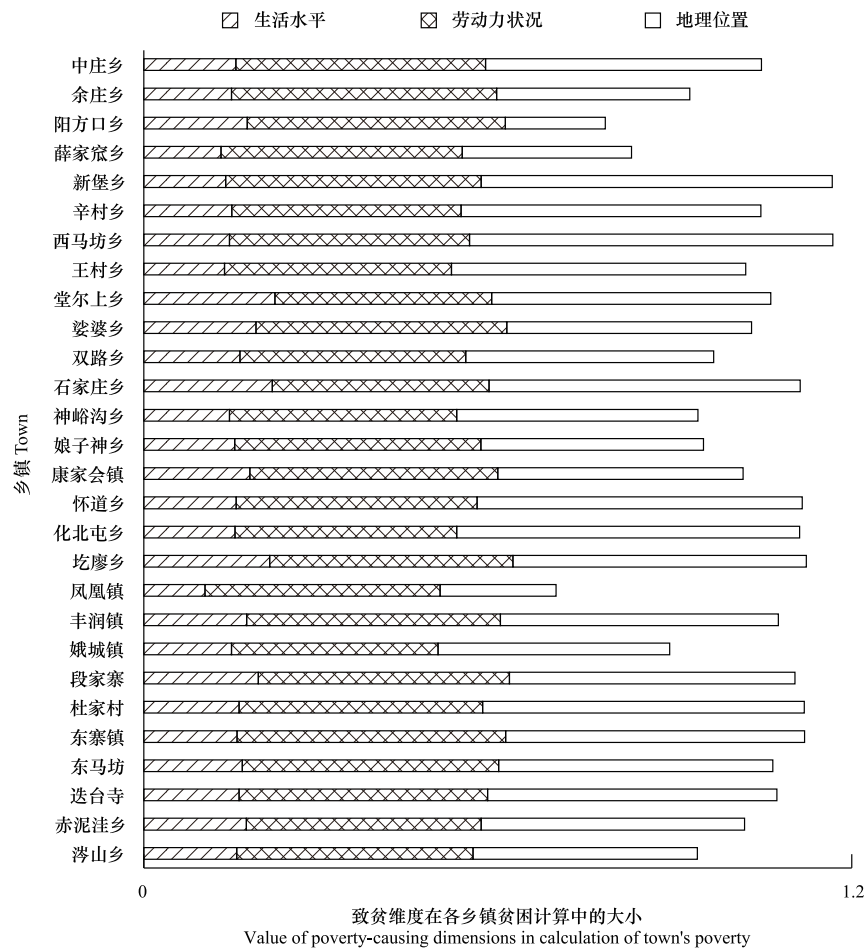


图 4 各乡镇贫困的主要致贫维度

Fig.4 Main poverty-causing dimensions of town's poverty

和静乐县城所在地的凤凰镇与娥城镇由于过重强调发展,生态遭到破坏,除食物供给服务外,水源涵养与土壤保持服务都呈现出较低值。汾河下游的沟谷地区食物供给服务表现出高值,而土壤保持服务则呈现低值。生态系统服务的分布与地形条件差异有关。

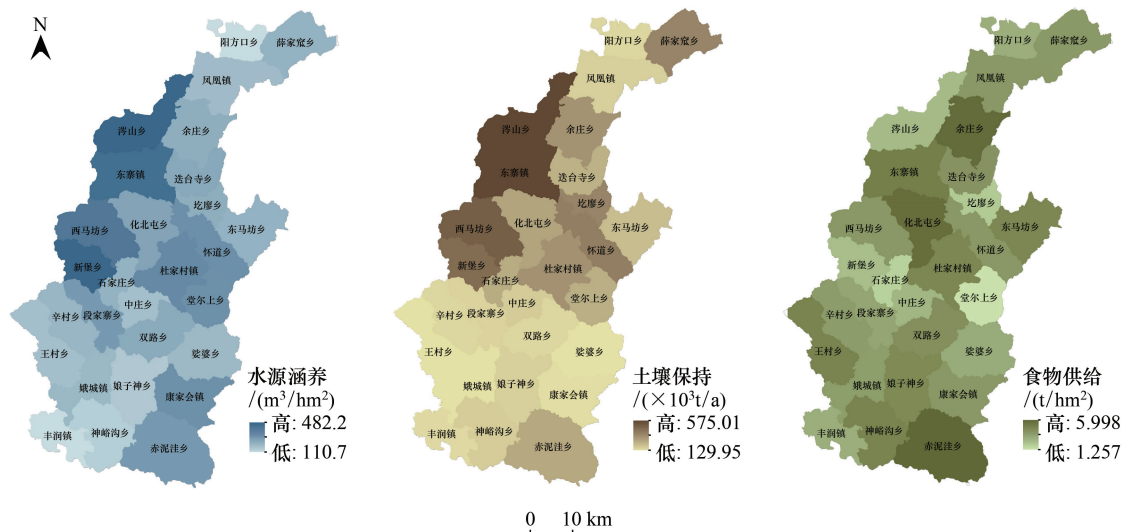


图5 生态系统服务分布情况

Fig.5 Distribution of ecosystem services

### 3.3 贫困与生态系统服务的叠加分析

从贫困与三种生态系统服务叠加结果来看,水源涵养、土壤保持服务与贫困的叠加类型呈现集聚分布(图6)。其中王村乡、辛村乡、中庄乡、双路乡、娑婆乡、丰润镇、迭台寺乡、东马坊乡这8个乡镇的水源涵养、土壤保持服务与贫困的叠加类型为中贫困-低服务,说明这些乡镇进行生态保护修复的必要。食物供给服务与贫困的叠加类型与其他两种服务相比数量最多,食物供给服务与贫困的关系复杂,其中圪廖乡、新堡乡、石家庄乡、堂儿上乡的叠加类型为高贫困-低服务,食物供给是生态系统服务中的短板。阳方口乡、中庄乡、娑婆乡、怀道乡、石家庄乡这些乡镇的三种生态系统服务与贫困的叠加类型相同,在进行生态保护修复的同时需要

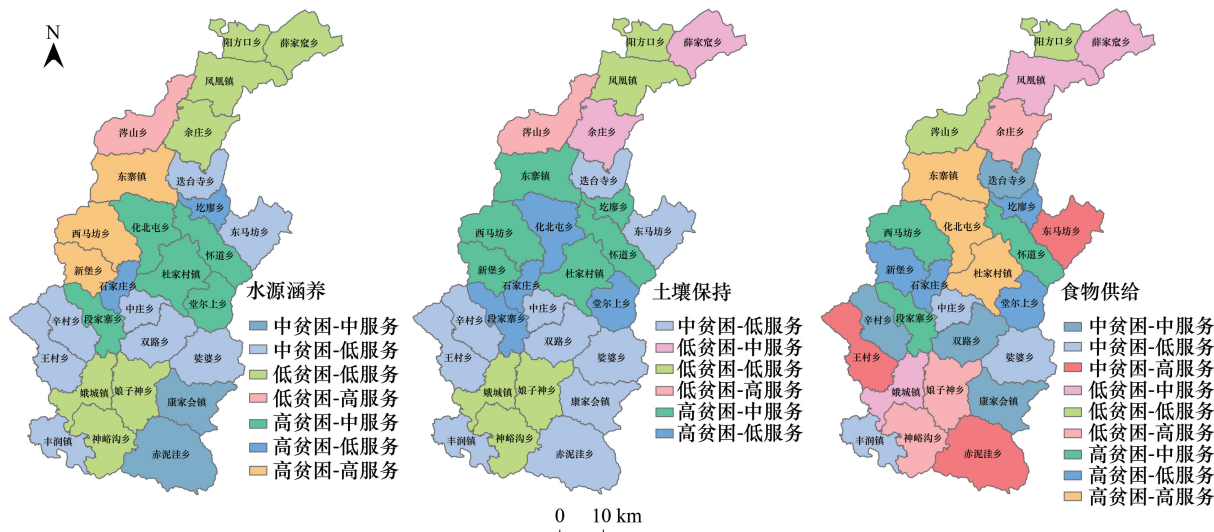


图6 贫困程度与各生态系统服务的叠加类型

Fig.6 Stacking type of poverty and ecosystem services

合理权衡。生态系统服务与贫困的叠加类型为高贫困-低服务,则该乡镇迫切需要通过生态保护修复来提升生态系统服务。

4 生态扶贫策略

为更好改善研究区的生态系统服务,要在低服务与中服务地区实施以修复为主的生态扶贫措施,在高服务地区实施以保护为主的扶贫措施。因此根据生态系统服务与贫困的叠加类型最终将研究区划分五个区域低贫困修复区、低贫困保护区、中贫困修复区、高贫困修复区和高贫困保护区(表3)。在低贫困修复区内阳方口乡、薛家窠乡、凤凰镇、娥城镇三种服务都呈现低值,是进行生态保护修复的关键乡镇,可通过生态工程实施带动贫困人口就业。在低贫困保护区,涔山乡作为芦芽山所在地,要以保护为主,提升水源涵养与土壤保持服务。余庄乡、娘子神乡、神峪沟乡等乡镇可以利用食物供给服务高的优势,大力发展生态农业与特色种植业。在高贫困保护区,主要是芦芽山所在地的东寨镇、西马坊乡、新堡乡,水源涵养与土壤保持服务都表现高值,这些地方要减少人为破坏,可设置公益性岗位帮助贫困人口就业。研究区大多数乡镇主要位于中贫困修复区与高贫困修复区,间接证明了研究区进行生态保护修复的必要性。可结合主要的致贫维度有针对性地进行扶贫,利用好生态修复的契机,改善生态生活环境,对那些因地理位置导致发展受限的乡镇,要大力建设便民交通,鼓励乡镇依赖传统文化风俗发展乡村旅游。

表 3 生态扶贫分区依据及措施  
Table 3 The indicators of ecological poverty alleviation zoning and implementation

分区 Zoning	乡镇 Township	重要生态系统服务 Important ecosystem services	主要致贫维度 Main poor dimension	生态扶贫措施 Ecological poverty alleviation measures
低贫困修复区 Low-Poverty restoration area	阳方口乡、娥城镇、凤凰镇、薛家窠乡	水源涵养、土壤保持、食物供给	劳动力状况	利用生态工程带动贫困人口参与,获得报酬,留住劳动力
	余庄乡、娘子神乡、神峪沟乡	水源涵养、土壤保持	劳动力状况	
低贫困保护区 Low-Poverty protection area	涔山乡	水源涵养、土壤保持	生活水平、劳动力状况、地理位置	实施以保护为主的生态扶贫措施,易地搬迁
	余庄乡、娘子神乡、神峪沟乡	食物供给	劳动力状况、地理位置	实施以保护为主的生态扶贫措施,发展特色种植业
中贫困修复区 Middle-Poverty restoration area	迭台寺乡、东马坊乡、王村乡、辛村乡、双路乡、娑婆乡、康家会镇、赤泥洼乡、丰润镇、中庄乡	水源涵养、土壤保持、食物供给	劳动力状况、地理位置	利用生态工程带动贫困人口参与,获得报酬,建设便民交通,发展乡村旅游,吸引人口返乡就业
高贫困修复区 High-Poverty restoration area	石家庄乡、堂儿上乡、段家寨乡、怀道乡	水源涵养、土壤保持、食物供给	生活水平、地理位置	利用生态工程,改善生态环境,建设便民交通,发展乡村旅游
	化北屯乡、杜家村镇	水源涵养、土壤保持	地理位置	
	圪廖乡	水源涵养、食物供给	生活水平、地理位置	
	西马坊乡	土壤保持、食物供给	地理位置	利用生态工程带动改善生活环境,建设便民交通,发展特色种植业
高贫困保护区 High-Poverty protection area	东寨镇、新堡乡	水源涵养、土壤保持	劳动力状况、地理位置	实施以保护为主的生态扶贫措施,易地搬迁
	东寨镇、化北屯乡、杜家村镇	食物供给	劳动力状况、地理位置	实施以保护为主的生态扶贫措施,发展特色种植业

5 结论与讨论

从乡镇贫困的分布来看研究区处于高贫困的面积占到 41%,扶贫力度还需继续加强。贫困状况、致贫因素和产业发展禀赋空间差异较大,需要从多方面来考虑生态扶贫措施。以生态系统服务与贫困的叠加类型为依据,将研究区划分成低贫困修复区、低贫困保护区、中贫困修复区、高贫困修复区与高贫困保护区,根据划分的不同区域内生态系统服务类型与主要致贫因素的不同,提出在低贫困修复区、中贫困修复区和高贫困修复



区要利用好生态修复的契机,通过生态修复工程解决好影响乡镇贫困的致贫因素。在低贫困保护区与高贫困保护区,要实施以保护为主的生态扶贫措施。

本文提出的“生态系统服务-贫困”关联分析模型是建立在“生态-社会”耦合系统之上,同时满足了生态修复需求与扶贫需求,为生态保护修复过程中如何进行生态扶贫提供了依据。但是考虑生态系统服务种类较少,是本研究需要继续完善的地方。此外可以利用贫困程度表征返贫风险考虑将生态系统服务供需与返贫风险结合,进一步分析生态系统服务在巩固脱贫成果推进乡村振兴阶段的作用。

**致谢:**感谢中国地质大学(北京)土地科学技术学院师学义教授和宁武县、静乐县相关部门同志对实地调研工作的支持。

#### 参考文献 (References):

- [1] 张明皓, 豆书龙. 2020 年后中国贫困性质的变化与贫困治理转型. 改革, 2020, (7): 98-107.
- [2] 桂华. 相对贫困与反贫困政策体系. 人民论坛, 2019, (7): 60-61.
- [3] 王昭, 刘建红, 李同昇, 阮征, 武凤奇. 秦巴特困区生态脆弱性与经济贫困的耦合关系——以陕西省山阳县为例. 生态学报, 2019, 39(11): 3908-3917.
- [4] 齐文平, 王艳慧, 赵文吉, 梁晨霞, 程序. 虑及生态环境的十四片区贫困县多维贫困度量. 应用生态学报, 2018, 29(11): 3760-3772.
- [5] 曹诗颂, 王艳慧, 段福洲, 赵文吉, 王志恒, 房娜. 中国贫困地区生态环境脆弱性与经济贫困的耦合关系——基于连片特困区 714 个贫困县的实证分析. 应用生态学报, 2016, 27(8): 2614-2622.
- [6] 曹诗颂, 赵文吉, 段福洲. 秦巴特困连片区生态资产与经济贫困的耦合关系. 地理研究, 2015, 34(7): 1295-1309.
- [7] 李达净, 张时煌, 刘兵, 张红旗, 王辉民, 颜放民. “山水林田湖草—人”生命共同体的内涵、问题与创新. 中国农业资源与区划, 2018, 39(11): 1-5, 93-93.
- [8] 成金华, 尤喆. “山水林田湖草是生命共同体”原则的科学内涵与实践路径. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(2): 1-6.
- [9] 吴钢, 赵萌, 王辰星. 山水林田湖草生态保护修复的理论支撑体系研究. 生态学报, 2019, 39(23): 8685-8691.
- [10] 彭建, 李冰, 董建权, 刘焱序, 吕丹娜, 杜悦悦, 罗明, 吴健生. 论国土空间生态修复基本逻辑. 中国土地科学, 2020, 34(5): 18-26.
- [11] 曹宇, 王嘉怡, 李国焜. 国土空间生态修复: 概念思辨与理论认知. 中国土地科学, 2019, 33(7): 1-10.
- [12] 白中科, 周伟, 王金满, 赵中秋, 曹银贵, 周妍. 试论国土空间整体保护、系统修复与综合治理. 中国土地科学, 2019, 33(2): 1-11.
- [13] 史玉成. 生态扶贫: 精准扶贫与生态保护的结合路径. 甘肃社会科学, 2018, (6): 169-176.
- [14] Howe C, Corbera E, Vira B, Brockington D, Adams W M. Distinct positions underpin ecosystem services for poverty alleviation. Oryx, 2020, 54(3): 375-382.
- [15] 胡振通, 王亚华. 中国生态扶贫的理论创新和实现机制. 清华大学学报: 哲学社会科学版, 2021, 36(1): 168-180, 206.
- [16] 王军, 钟莉娜. 生态系统服务理论与山水林田湖草生态保护修复的应用. 生态学报, 2019, 39(23): 8702-8708.
- [17] 刘世梁, 董玉红, 孙永秀, 史芳宁. 基于生态系统服务提升的山水林田湖草优先区分析——以贵州省为例. 生态学报, 2019, 39(23): 8957-8965.
- [18] 孔令桥, 郑华, 欧阳志云. 基于生态系统服务视角的山水林田湖草生态保护与修复——以洞庭湖流域为例. 生态学报, 2019, 39(23): 8903-8910.
- [19] 周李磊, 官冬杰, 袁兴中. 精准扶贫视角下生态系统服务与贫困人口生计耦合关联分析. 生态学报, 2018, 38(18): 6391-6401.
- [20] Mullin K, Mitchell G, Nawaz N R, Waters R D. Natural capital and the poor in England: towards an environmental justice analysis of ecosystem services in a high income country. Landscape and Urban Planning, 2018, 176: 10-21.
- [21] Lehmann I, Martin A, Fisher J A. Why should ecosystem services be governed to support poverty alleviation? Philosophical perspectives on positions in the empirical literature. Ecological Economics, 2018, 149: 265-273.
- [22] Fisher J A, Patenaude G, Giri K, Lewis K, Meir P, Pinho P, Rounsevell M D A, Williams M. Understanding the relationships between ecosystem services and poverty alleviation: a conceptual framework. Ecosystem Services, 2014, 7: 34-45.
- [23] 包玉斌, 李婷, 柳辉, 马涛, 王怀香, 刘康, 沈茜, 刘心浩. 基于 InVEST 模型的陕北黄土高原水源涵养功能时空变化. 地理研究, 2016, 35(4): 664-676.
- [24] 田鹏, 赵广举, 穆仲明, 王飞. 基于改进 RUSLE 模型的皇甫川流域土壤侵蚀产沙模拟研究. 资源科学, 2015, 37(4): 832-840.
- [25] 马永强, 石云, 郝姗姗, 赵金涛. 黄土丘陵区土地覆盖和生物多样性功能演化及预测. 生态学报, 2019, 39(8): 2806-2815.
- [26] 陈烨烽, 王艳慧, 赵文吉, 胡卓玮, 段福州. 中国贫困村致贫因素分析及贫困类型划分. 地理学报, 2017, 72(10): 1827-1844.
- [27] 陈烨烽, 王艳慧, 王小林. 中国贫困村测度与空间分布特征分析. 地理研究, 2016, 35(12): 2298-2308.
- [28] 刘春芳, 王韦婷, 刘立程, 李鹏杰. 西北地区县域生态系统服务的供需匹配——以甘肃古浪县为例. 自然资源学报, 2020, 35(9): 2177-2190.
- [29] 赵文祯, 韩增林, 闫晓露, 钟敬秋. 基于生态系统服务多情景权衡的生态安全格局构建——以大连市瓦房店为例. 自然资源学报, 2020, 35(3): 546-562.
- [30] 戴路炜, 唐海萍, 张钦, 崔凤琪. 北方农牧交错带多伦县生态系统服务权衡与协同关系研究. 生态学报, 2020, 40(9): 2863-2876.