

县域农村贫困化空间分异及其影响因素 ——以陕西山阳县为例

武 鹏, 李同昇, 李卫民

(西北大学城市与环境学院, 西安 710127)

摘要: 以国家扶贫开发重点县山阳县为研究区, 通过空间自相关分析和分组分析方法探究山阳县农村贫困化的空间格局和类型; 利用逐步回归、地理加权回归和地理探测器模型对山阳县农村贫困化影响因素进行分析, 讨论影响因素效应水平的空间异质性及其交互作用。研究表明: ① 山阳县农村贫困发生率具有较强的空间集聚性, 形成6个热点集聚区和4个冷点集聚区; 综合考虑农村贫困程度和空间连接性, 将山阳县划分为低度贫困区、中度贫困区和高度贫困区。② 水网密度、到最近公路的距离、危房比例、农民人均可支配收入、外出务工人员比例、农户入社比例6个因素是山阳县农村贫困化的主要影响因素, 各因素的影响效应具有空间异质性。③ 两因素交互作用要比单因素作用于贫困发生率时影响力更显著, 各主要影响因素的交互作用类型有双因子增强型和非线性增强型两种。

关键词: 农村贫困化; 影响因素; 空间异质性; 地理加权回归; 地理探测器; 陕西山阳县

DOI: 10.11821/dljy201803011

1 引言

当前, 贫困问题仍然是我国经济社会发展中最突出的“短板”, 根据国家“十三五”脱贫攻坚规划, 截至2015年底, 中国还有5630万农村建档立卡贫困人口, 主要分布于832个国家扶贫开发工作重点县、集中连片特困地区县和12.8万个建档立卡贫困村。全面建成小康社会最艰巨最繁重的任务在农村, 尤其是在贫困地区。我国扶贫开发正处于区域瞄准和到村到户瞄准结合实施的精准扶贫阶段, 当下的脱贫攻坚任务, 要求对农村贫困化的空间分异及其影响因素进行更精准的识别, 从而使各种扶贫措施能够有的放矢, 精准施策。

地理学关于农村贫困问题的研究重点集中在贫困的地理识别、贫困的空间分异和类型划分、贫困的影响因素等方面。在贫困的地理识别方面, 国内外学者对贫困概念的理解从收入贫困扩展到多维贫困^[1-7]、空间贫困^[8-11], 运用地理学的方法和技术手段对不同尺度的区域单元进行贫困识别^[12-14]。在贫困的空间分异和类型划分方面, 学者们从不同尺度对贫困的空间格局进行研究^[15-17], 均证实了贫困在空间上的不均衡分布, 其中, 以乡镇和行政村为研究单元的小尺度研究, 可为制定扶贫战略提供更精准的参考依据^[18]。根据一定原则对贫困区域进行类型划分^[14, 19, 20], 可以引导扶贫措施分类实施。在贫困的影响因素方面, 早期多使用定性方法进行解释, 例如杨发相等对塔里木盆地岳普湖县的研究发

收稿日期: 2017-11-03; 修订日期: 2018-01-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771129); 2016年度陕西高校智库建设项目

作者简介: 武鹏(1993-), 男, 山西介休人, 硕士, 主要从事农村贫困与区域发展研究。E-mail: wupengeo@163.com

通讯作者: 李同昇(1960-), 男, 陕西岐山人, 教授, 博士生导师, 主要从事经济地理与区域发展研究。

E-mail: leetang@nwwu.edu.cn

现,其致贫原因与当地自然条件有关,更受人为因素影响^[21];曹芳等从制度角度分析了影响中国农村贫困地区可持续发展的多种因素^[22]。近年来多种计量模型、空间统计方法等定量分析方式被用来探究贫困的影响因素^[23-25]。Okwi等运用空间回归方法探讨肯尼亚农村地区地理因素对贫困的影响,发现坡度、土壤类型、获取公共资源的距离或时间成本、海拔、土地利用类型、人口因素是影响贫困空间分布的显著变量^[26];罗庆等使用泊松回归分析秦巴山区11个县农村贫困的影响因素,发现自然地理特征、地理区位特征、公共服务设施的可达性以及政策因素都对贫困村区位有显著影响^[18];刘彦随等运用多元线性回归和地理探测器,诊断出河北省阜平县农村贫困化分异的主导因素包括地面坡度、人均耕地资源、到主要干道距离、到县城中心距离等^[27]。以上研究从自然、区位、经济、社会等多个方面对农村贫困化的影响因素进行了分析,但较少考虑影响因素效应水平的空间异质性^[28],同时对因素间的交互作用也缺少定量分析。实际上,单一因素在研究区的不同局部区域,影响效应可能有所差异,即存在空间异质性;与此同时,两因素之间的交互作用与单因素作用相比会呈现强弱、方向、线性和非线性等方面的差异^[29]。

本文选取国家扶贫开发重点县陕西山阳县为研究区,以行政村为研究单元,在分析其农村贫困化空间分异的基础上,进行贫困类型分区;运用逐步回归、地理加权回归和地理探测器模型,对农村贫困化影响因素进行定量分析,探讨其影响效应的空间异质性和交互作用,从而为我国农村精准扶贫提供理论依据。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究区概况

山阳县位于陕西省商洛市中南部,地处秦岭南麓,县城距商洛市区约66 km,距省会西安市约150 km(图1)。全县总面积约3535 km²,现辖2个街道办事处,16个镇,239个行政村(社区)。山阳县属于北亚热带向暖温带过渡的季风性半湿润山地气候,是

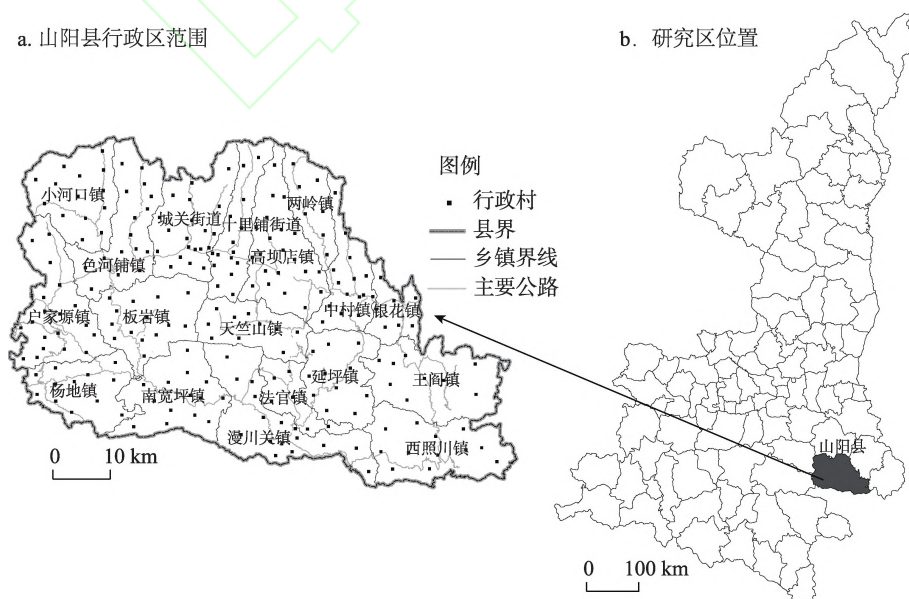


图1 研究区位置及陕西山阳县行政区划范围

Fig. 1 The location of the study area and administrative map in Shanyang county, Shaanxi province

一个“八山一水一分田”的土石山区农业县、国家扶贫开发重点县、革命老区县,截至2015年底,全县共有129个贫困村,贫困人口3.12万户、9.61万人。

2.2 研究方法

2.2.1 空间自相关分析 空间自相关分析是理论地理学的基本方法之一^[30],包括全局空间自相关分析和局部空间自相关分析。使用全局空间自相关分析可以判断山阳县农村贫困化空间分布是聚类模式、离散模式还是随机模式。根据行政村(社区)位置及其贫困发生率属性使用 Global Moran's I 统计量测度山阳县农村贫困化空间自相关性。Moran's I 值计算公式如下^[31]:

$$I = \frac{n}{S_0} \times \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

式中: n 为研究区行政村(社区)数量; x_i 、 x_j 分别为空间单元的观测值; $\bar{x}$ 为观测值的均值, w_{ij} 为空间权重矩阵, S_0 为空间权重矩阵之和。Moran's I 值的显著性检验通常用 Z 得分来衡量,计算公式如下:

$$Z = \frac{1 - E[I]}{\sqrt{VAR[I]}} \quad (2)$$

全局空间自相关分析能够判断某种地理现象或某一属性值在空间上是否具有集聚特征,但不能指出集聚区的具体位置。使用热点分析工具对研究区的每一个要素计算 Getis-Ord G_i^* 统计量,可以知道贫困发生率高值或低值要素在空间上发生聚类的局部区域^[32]。同时,使用聚类 and 异常值分析 (Anselin Local Moran's I) 可以进一步识别高值主要由低值围绕的异常值要素 (HL) 以及低值主要由高值围绕的异常值要素 (LH)。

2.2.2 地理加权回归模型 地理加权回归 (geographically weighted regression, GWR) 是 Fortheringham 等基于局部光滑思想提出的空间回归模型^[33]。GWR 模型为研究区的每个要素构建了一个独立的方程,用于将各目标要素带宽范围内要素的因变量和解释变量进行合并^[34]。它将数据的空间属性纳入回归模型,使变量间的关系可以随空间位置的变化而变化,从而反映参数在不同区域的空间非平稳性^[35]。模型结构如下:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)x_{1i} + \beta_2(u_i, v_i)x_{2i} + \cdots + \beta_p(u_i, v_i)x_{pi} + \varepsilon_i \quad (3)$$

式中: y_i 为样本 i 的因变量; β_0 为截距; x_{pi} 为样本 i 的第 p 个自变量; (u_i, v_i) 为样本 i 的空间坐标; $\beta_p(u_i, v_i)$ 为样本 i 的第 p 个自变量的系数; ε_i 为随机误差项。

2.2.3 地理探测器 地理探测器是探测空间分异性并揭示其背后驱动力的一组统计学方法。地理探测器可以检验单变量的空间分异性,同时也能通过检验两个变量空间分布的一致性,来探测两变量之间可能的因果关系^[36]。地理探测器中的因子解释力用 q 值度量,表达式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (4)$$

式中: L 为贫困发生率 Y 或影响因素 X 的分层,即分类或分区; N_h 和 σ_h^2 分别为层 h 的单元数和方差; N 和 σ^2 分别为研究区整体的单元数和方差。 q 为影响因素对贫困发生率的影响程度,值域为 $[0, 1]$, 值越大,则说明影响因素对贫困发生率的解释力越强^[37]。

交互作用探测的目的是评估影响因素 X_1 和 X_2 共同起作用时是否会增加或减弱对贫困发生率 Y 的解释力,或这些因素对贫困发生率 Y 的影响是否是独立的^[38]。评估的方法是

首先分别计算两种影响因素 $X1$ 和 $X2$ 对 Y 的 q 值: $q(X1)$ 和 $q(X2)$, 并且计算它们交互时的 q 值: $q(X1 \cap X2)$, 并对 $q(X1)$ 、 $q(X2)$ 与 $q(X1 \cap X2)$ 进行比较。两个影响因素之间的关系可分为5类^[29] (表1)。

表1 两个自变量对因变量交互作用的类型
Tab.1 Types of interaction between two covariates

图示	判据	交互作用
	$q(X1 \cap X2) < \text{Min}(q(X1), q(X2))$	非线性减弱
	$\text{Min}(q(X1), q(X2)) < q(X1 \cap X2) < \text{Max}(q(X1), q(X2))$	单因子非线性减弱
	$q(X1 \cap X2) > \text{Max}(q(X1), q(X2))$	双因子增强
	$q(X1 \cap X2) = q(X1) + q(X2)$	独立
	$q(X1 \cap X2) > q(X1) + q(X2)$	非线性增强

注: ● $\text{Min}(q(X1), q(X2))$: 在 $q(X1), q(X2)$ 两者取最小值; ● $q(X1) + q(X2)$: $q(X1), q(X2)$ 两者求和; ● $\text{Max}(q(X1), q(X2))$: 在 $q(X1), q(X2)$ 两者取最大值; ▼ $q(X1 \cap X2)$: $q(X1), q(X2)$ 两者交互。

2.3 数据来源

选取山阳县238个行政村(社区)为研究对象, 由于城关街道东关社区数据缺失, 不纳入研究范围。数据分为自然属性数据和社会属性数据。自然属性数据中, DEM数据从地理空间数据云网站 (<http://www.gscloud.cn>) 下载获得, 并经坡度分析得到坡度数据, 利用栅格计算得到地形起伏度。行政区矢量地图、河流和道路数据来自山阳县国土资源局, 经密度分析和邻域分析分别得到水网密度和距离数据。各行政村(社区)耕地面积来自山阳县扶贫开发局统计资料。社会经济属性数据中, 山阳县各行政村(社区)2015年贫困人口与总人口、农民人均可支配收入、危房数量、残疾人数量、外出务工人数、农民专业合作社入社户数等数据来自山阳县“十三五”脱贫攻坚规划和扶贫开发局统计资料, 以行政村(社区)贫困人口与总人口之比计算贫困发生率, 表征农村贫困化程度。

3 结果分析

3.1 山阳县农村贫困化空间格局

山阳县农村贫困化空间分布具有明显的地域差异性, 南部地区贫困发生率整体较高, 北部除东北和西北边缘的少数行政村(社区)外, 贫困发生率整体较低(图2)。山阳县农村贫困发生率平均值为24.6%, 各村贫困程度相差很大, 城关街道西关社区贫困发生率最低, 为0.6%, 色河铺镇胖鱼沟村贫困发生率最高, 达63.5%。

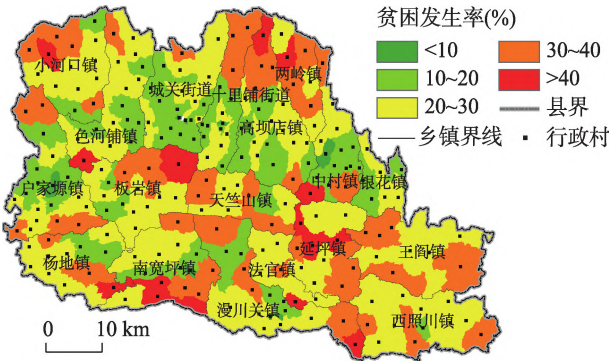


图2 2015年陕西山阳县贫困发生率
Fig. 2 The incidence of poverty in Shanyang county, Shaanxi province in 2015

运用 ArcGIS 10.2 全局空间自相关 (Global Moran's I) 工具对山阳县农村贫困发生率空间格局进行分析, 山阳县贫困发生率 Moran's I 指数为0.47, Z 得分为12.52, 具有较强的空间集聚性。进一步运用热点分析工具

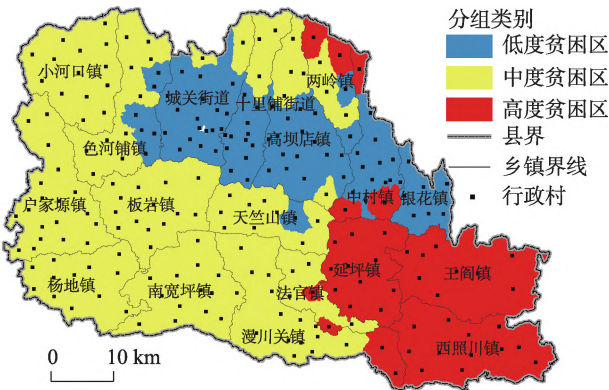


图5 山阳县农村贫困化分组分析结果
Fig. 5 Grouping analysis of rural poverty in Shanyang county

表2 分组分析结果统计

Tab.2 Summary statistics of results of the grouping analysis				
类别	行政村数量 (个)	贫困发生率 均值(%)	Moran's I 值	Z得分
研究区整体	238	24.6	0.47	12.52
低度贫困区	74	18.0	0.20	4.33
中度贫困区	123	26.2	0.23	4.95
高度贫困区	41	31.6	0.01	0.31

率具有较强的空间自相关特征，因此使用GWR模型更加合适。

首先，在SPSS 20.0中利用逐步回归模型对变量进行处理。逐步回归的基本思想是，被选入的变量在新变量引入后变得不重要时，将其剔除，被剔除的变量当它在新变量引入后变得重要时，可以重新选入方程。逐步回归有助于建立最优线性回归模型，它保留影响显著的变量，剔除不显著的变量，且在一定程度上可以消除多重共线性。运行

贫困区贫困发生率 Moran's I 值为 0.01，Z 得分为 0.31，呈现空间随机分布特征。

3.3 影响因素分析模型

3.3.1 影响因素变量选取 农村贫困受到区位、资源、经济、社会文化和政策等多方面因素的影响，并且各因素相互影响、互为因果，呈现循环积累效应^[42]。本文借鉴罗庆等^[18,27]提出的村域尺度影响因素指标，同时考虑山阳县实际情况，从自然环境特征、地理区位特征、经济因素和社会因素四个维度选取 13 项指标来分析山阳县农村贫困化影响因素（表3）。

3.3.2 GWR 模型运算结果 运用 GWR 模型的前提是要素存在空间自相关性，如果存在空间自相关性，则传统的普通最小二乘法（ordinary least squares, OLS）模型估计有偏，应选用 GWR 模型^[43]。本文选取的山阳县 238 个行政村（社区）贫困发生

表3 变量和指标说明
Tab.3 Description of variables and measures

维度	指标	单位	计算方法
自然环境特征	海拔	m	30 m×30 m 山阳县 DEM
	坡度	°	ArcGIS 坡度分析
	地形起伏度	m	ArcGIS 栅格统计
	水网密度	km/km ²	ArcGIS 密度分析
	人均耕地面积	亩/人	耕地面积/行政村总人口
地理区位特征	到县中心的距离	km	ArcGIS 邻域分析
	到最近乡镇中心的距离	km	ArcGIS 邻域分析
	到最近公路的距离	km	ArcGIS 邻域分析
经济因素	农民人均可支配收入	元	统计数据
	危房比例	%	危房户数/行政村总户数
社会因素	外出务工人员比例	%	外出务工人员/行政村总人数
	残疾人比例	%	残疾人人数/行政村总人数
	农户入社比例	%	农民专业合作社入社户数/行政村总户数

结果显示（表4），有6个解释变量通过了显著性检验和共线性诊断，分别是危房比例、农民人均可支配收入、外出务工人数比例、到最近公路的距离、水网密度和农户入社比例。

表 4 逐步回归模型运算结果
Tab.4 Summary of stepwise regression results

变量	非标准化系数	标准系数	<i>t</i>	Sig.	VIF
危房比例	0.538	0.611	14.041	0.000	1.443
农民人均可支配收入	-0.001	-0.194	-4.530	0.000	1.392
外出务工人数比例	0.242	0.140	3.815	0.000	1.033
到最近公路的距离	0.723	0.128	3.401	0.001	1.086
水网密度	-2.372	-0.086	-2.326	0.021	1.036
农户入社比例	0.057	0.079	2.084	0.038	1.085
常数项	22.512	—	8.079	0.000	—
<i>R</i> ²	0.835				
校正 <i>R</i> ²	0.697				
<i>F</i> 值	88.496				
Sig.	0.000				

其次，以农村贫困发生率为因变量，以上述6个主要影响因素为自变量，利用Arc-GIS 10.2中GWR模型进行空间回归分析。其中，核类型采用“固定核”方法，模型带宽采用修正的Akaike信息准则（AICc），运算结果如表5所示。模型的校正可决系数为0.693，拟合性能良好。对模型残差进行空间自相关检验，Moran's *I*值为0.02，*Z*值得分为0.59，残差在空间上呈随机分布，表明模型效果很好。GWR模型对每一个行政村（社区）计算了影响因素的回归系数，表5对回归系数的均值、最小值、上四分位值、中位值、下四分位值和最大值进行了统计。同时，对每个贫困类型分区的影响因素回归系数均值进行统计，得到表6，结果显示，每个因素在不同贫困类型分区的影响效应呈现不均衡的特征。

表 5 GWR模型运算结果
Tab.5 Summary of GWR results

因素	均值	最小值	上四分位值	中位值	下四分位值	最大值
水网密度	-2.5134	-3.4385	-2.8068	-2.4314	-2.2079	-1.7251
到最近公路的距离	0.0007	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
危房比例	0.5454	0.5089	0.5366	0.5468	0.5537	0.5759
农民人均可支配收入	-0.0011	-0.0011	-0.0011	-0.0011	-0.0010	-0.0009
外出务工人数比例	0.2450	0.2214	0.2404	0.2484	0.2515	0.2559
农户入社比例	0.0559	0.0314	0.0436	0.0540	0.0671	0.0884
常数项	22.4587	21.5827	22.2273	22.5621	22.7192	22.9751
带宽	47465.7089					
AICc	1446.8583					
<i>R</i> ²	0.7092					
校正 <i>R</i> ²	0.6931					

表 6 影响因素回归系数均值分区统计

Tab.6 Averages of regression coefficients of influencing factors

分区	水网密度	到最近公路 的距离	危房比例	农民人均 可支配收入	外出务工 人数比例	农户入社比例	常数项
低度贫困区	-2.4157	0.0007	0.5478	-0.0011	0.2483	0.0471	22.5960
中度贫困区	-2.3897	0.0008	0.5498	-0.0011	0.2415	0.0654	22.2734
高度贫困区	-3.0607	0.0006	0.5280	-0.0010	0.2495	0.0429	22.7668

3.4 影响因素分析

3.4.1 水网密度 GWR模型结果显示，水网密度与农村贫困发生率呈负相关，即水网密度越大的区域，其贫困发生率越低。水网密度回归系数的绝对值呈现由东南向西北逐渐增大的分布特征（图6a），回归系数波动较大，表明其对山阳县农村贫困化的影响效应具有较强的空间异质性。从贫困类型分区上来看（表6），高度贫困区农村贫困化受水网密度因素影响更显著。水网密度反映了区域的水资源条件，水网密度越大的村庄，其灌溉条件和生活用水条件更为便利，作物产量也较高，因此农户陷入贫困的可能性较小。高

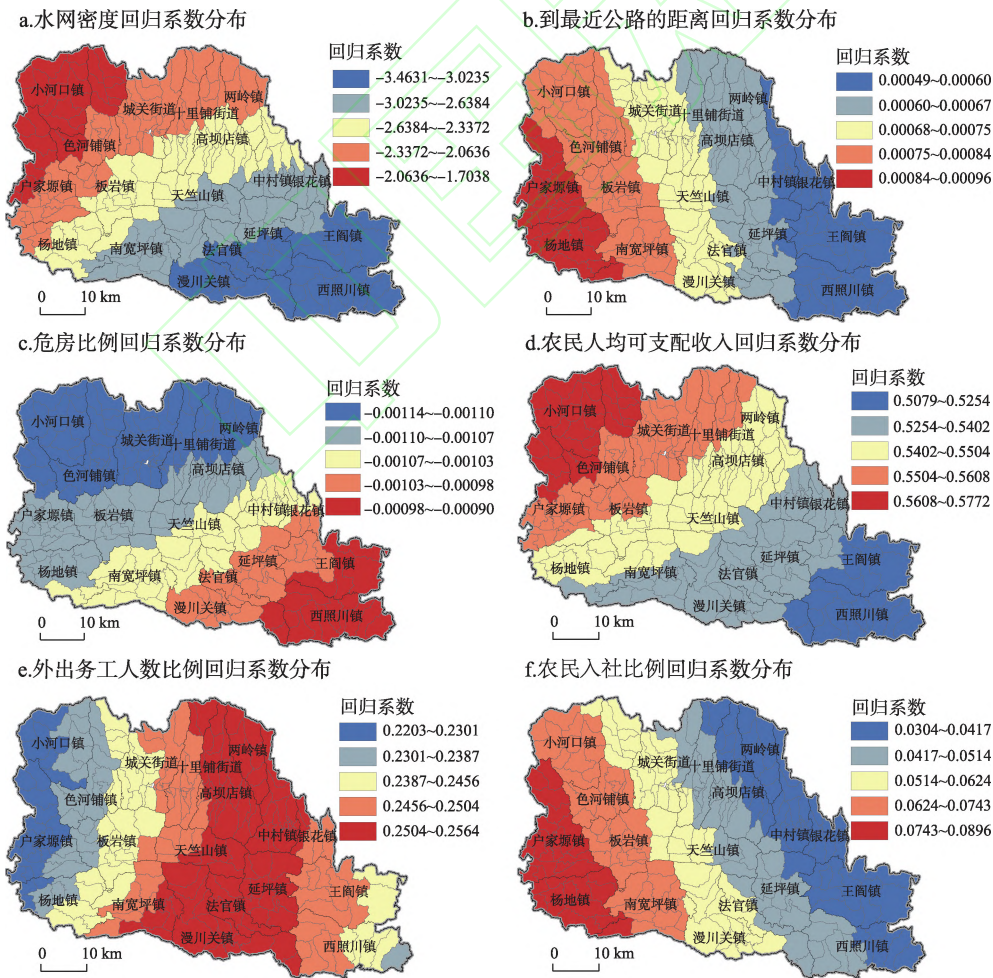


图6 GWR模型影响因素回归系数的空间分布

Fig. 6 Spatial pattern of coefficient for each evident factor under GWR model

度贫困区主要位于地形复杂的东南部地区,该区域水网密度回归系数最大,农户生产生活受水资源约束更强,因此,需要加强高度贫困区饮水安全和农田水利建设的扶持力度。

3.4.2 到最近公路的距离 到最近公路的距离对山阳县农村贫困化具有正向影响,其回归系数在空间上呈现由东向西逐渐增大的趋势(图6b),空间异质性比较明显。贫困类型分区上(表6),中度贫困区因素回归系数较大,即在中度贫困区,到最近公路的距离每增加1个单位,对于该区域农村贫困发生率的影响更大。到最近公路的距离反映了农户进入市场、获取公共服务等方面的便利程度。地处偏远地区的农户,由于交通不便,农产品难以出售,同时外界的资本、技术等资源不易进入,农户陷入贫困的可能性较大,导致村庄整体贫困发生率较高。为防止农村贫困化“孤岛效应”的深化^[44],扶贫过程中应注重改善交通条件,尤其加强中度贫困区的路网建设,提高减贫效率。

3.4.3 危房比例和农民人均可支配收入 危房比例与农村贫困发生率呈正向关联作用。危房比例回归系数在空间上表现为由东南向西北递增的分布特征(图6c)。贫困类型分区上(表6),中度贫困区和低度贫困区农村贫困发生率受危房比例因素影响较大,高度贫困区受其影响较小。危房比例反映了各村庄农户居住条件,危房比例越高,农户的基本生活得不到保障,该村庄的贫困发生率越高。高度贫困区平均危房比例明显高于其他分区,但是该区域危房比例每变化1个单位,对贫困发生率的改变较小,因此该地区农户的致贫原因是多方面的,不仅要实施危房改造等措施保障住房安全,而且需要采取配套措施,综合扶贫。农民人均可支配收入与农村贫困发生率呈负向关联作用,其回归系数的绝对值在空间上由东南向西北递增(图6d),但波动很小,不同贫困类型分区受该因素影响的差异不大。各行政村(社区)农民人均可支配收入反映了村庄的经济水平。山阳县农户收入来源以农业生产为主,经济水平较高的村庄一般土地条件较好,基础设施建设比较完善,整体贫困发生率较低。

3.4.4 外出务工人数比例和农户入社比例 外出务工人数比例与农村贫困发生率呈正向关联作用,即外出务工人数比例越高的行政村(社区),当地的贫困发生率越高。空间上,外出务工人数比例回归系数具有东部高、东南部和西部较低的分布特征(图6e)。贫困类型分区上(表6),高度贫困区和低度贫困区的农村贫困化受外出务工人数比例影响较大,中度贫困区受其影响较小。外出务工人数比例反映农村劳动力向外流动的程度,该因素受到当地生产条件、外地经济吸引力等多方面的影响。外出务工人数比例较大的行政村(社区),当地的农业生产条件一般较差,农户收入来源有限,村庄整体的贫困发生率较高。对于单个贫困户,外出务工能够增加其家庭收入,长远来看,发展劳务输出能够改善村庄贫困状况。因此,可以开展务工人员技能培训、就业指导等扶贫措施,做好劳务协作服务,促进外出务工形成减贫带动效应。

农户入社比例与农村贫困发生率呈正向关联作用。该因素回归系数呈东北向西南递增的空间分布特征(图6f),且波动较大,具有较强的空间异质性。在贫困类型分区上(表6),低度贫困区和高度贫困区农村贫困发生率受农户入社比例影响较小,中度贫困区受其影响较大。农民专业合作社作为新型农业经营主体,数量不断发展。由于政策优惠等原因,贫困发生率较高的村庄,其合作社数量并不少于经济条件较好的村庄,因此,农户入社比例越大,并不意味着贫困发生率越低。其次,山阳县农民专业合作社发展水平较低,生产经营能力不足,还未能带来较好的减贫效应。同时,贫困户由于自身缺乏土地、劳动力或资金,参加合作社后得到的收益较少。培育农民专业合作社不应只追求数量,更应该注重提高效益,引导其发挥对贫困人口的帮扶作用。

3.5 影响因素交互作用

基于GWR模型的影响因素分析,仅限于各因素单独作用的情况,利用地理探测器中的交互作用探测器,可以探究两因素对贫困发生率共同起作用时的影响程度。以农村贫困发生率为因变量,以水网密度、到最近公路的距离、危房比例、农民人均可支配收入、外出务工人数比例和农户入社比例6个因素为自变量,运用地理探测器进行影响因素交互作用分析。首先对自变量进行分层,将自变量由数值量转为类型量,分类方式采用自然断点法。其次,在ArcGIS 10.2中创建间距为0.5 km的格网点,将因变量值和自变量值通过格网点匹配起来,进行交互作用分析。

交互作用探测结果显示(表7),不同因素交互作用的影响力均大于单独作用的影响力,各影响因素之间的交互作用类型有双因子增强型、非线性增强型两种,不存在相互独立的因素。水网密度与其他因素交互作用于农村贫困发生率时,均产生非线性增强效应,而经济、社会、地理区位维度的因素交互起作用时,会产生双因子增强效应,效果没有非线性增强型显著。因此,需要重视水网密度等自然环境因素对经济、社会、地理区位维度因素的增强作用。山阳县农村贫困化影响因素中,到最近公路的距离∩农民人均可支配收入、到最近公路的距离∩危房比例、农民人均可支配收入∩危房比例3类交互情形产生双因子增强作用,其他交互情形产生非线性增强作用。在贫困类型分区上,中度贫困区农村贫困化影响因素中,有4类交互情形产生双因子增强作用,其他交互情形均产生非线性增强作用。高度贫困区和低度贫困区影响因素之间所有交互情形均产生非线性增强作用,即因素交互作用的影响力大于两因素单独作用时影响力相加之和。

表7 交互作用探测结果
Tab.7 Results of interaction detecting

因素	研究区整体	低度贫困区	中度贫困区	高度贫困区
水网密度∩到最近公路的距离	NE	NE	NE	NE
水网密度∩农民人均可支配收入	NE	NE	NE	NE
水网密度∩危房比例	NE	NE	NE	NE
水网密度∩外出务工人数比例	NE	NE	NE	NE
水网密度∩农户入社比例	NE	NE	NE	NE
到最近公路的距离∩农民人均可支配收入	BE	NE	BE	NE
到最近公路的距离∩危房比例	BE	NE	NE	NE
到最近公路的距离∩外出务工人数比例	NE	NE	NE	NE
到最近公路的距离∩农户入社比例	NE	NE	NE	NE
农民人均可支配收入∩危房比例	BE	NE	BE	NE
农民人均可支配收入∩外出务工人数比例	NE	NE	NE	NE
农民人均可支配收入∩农户入社比例	NE	NE	BE	NE
危房比例∩外出务工人数比例	NE	NE	NE	NE
危房比例∩农户入社比例	NE	NE	BE	NE
外出务工人数比例∩农户入社比例	NE	NE	NE	NE

注: NE(nonlinear enhancement)表示非线性增强型, BE(bi-factor enhancement)表示双因子增强型

4 结论与讨论

4.1 结论

通过空间自相关方法分析了山阳县农村贫困化空间分布特征,识别了贫困发生率热点区、冷点区和异常值,并利用分组分析方法将山阳县划分为低度贫困区、中度贫困区

和高度贫困区;选取自然环境特征、地理区位特征、经济因素和社会因素四个维度共13个变量,运用逐步回归模型、GWR模型和地理探测器研究山阳县农村贫困化影响因素,并讨论了因素效应水平的空间异质性和交互作用。主要研究结论如下:

(1) 山阳县农村贫困发生率具有较强的空间集聚性,贫困发生率高值主要集中在2个较大的热点区和4个较小的热点区,贫困发生率低值主要集中在1个较大的冷点区和3个较小的冷点区。色河铺镇胖鱼沟村、中村镇碾沟村和法官镇法官庙村是3个贫困发生率异常值村(HL)。贫困类型分区上,低度贫困区和中度贫困区农村贫困发生率分布较为集聚,高度贫困区农村贫困发生率呈随机分布。

(2) 水网密度、到最近公路的距离、危房比例、农民人均可支配收入、外出务工人数比例、农户入社比例6个因素是山阳县农村贫困化的主要影响因素,其影响效应具有空间异质性。到最近公路的距离、危房比例、外出务工人数比例和农户入社比例与农村贫困发生率呈正相关,其他影响因素呈负相关。

(3) 6个主要影响因素的交互作用类型有双因子增强型和非线性增强型两种,不存在相互独立的因素。水网密度因素与其他因素的交互作用均呈非线性增强型。贫困类型分区上,高度贫困区和低度贫困区的影响因素交互情形均产生非线性增强作用,即因素交互作用的影响力大于两因素单独作用时影响力相加之和。

通过对山阳县农村贫困化空间分异和影响因素的分析,得到以下扶贫政策启示:① 根据区域贫困程度进行空间分区,可以引导扶贫措施合理安排。低度贫困区是社会经济条件较好的区域,适合开发建设,实施开发式扶贫。高度贫困区因区位条件差、基础设施建设不完善等因素制约,亟需优先补齐发展短板。② 从影响因素分析结果看,需要着重关注水网密度、到最近公路的距离、危房比例、农民人均可支配收入、外出务工人数比例、农户入社比例6个因素。针对山阳县贫困现状,改善贫困地区水利、交通等基础设施条件,加强饮水工程设施建设,提高饮水安全保障;完善路网建设,强化贫困地区与外界的交通联系;保障农户住房安全,注重改善移民搬迁对象生产生活条件和发展环境;大力发展特色产业,突出产业扶贫,通过产业带动就业,促进输血扶贫向造血扶贫转变;积极探索和建立新型经济组织与贫困户的利益联结机制,扶持农民专业合作社、产业协会等新型经济组织,注重生产经营效益,突出其对贫困人口的帮扶带动作用;提高贫困劳动力就业技能,搞好劳务协作服务。③ 由于影响贫困的因素之间会产生交互增强效应,因此扶贫措施需要综合匹配,方能达到预期的减贫效果;同时需要建立强有力的扶贫工作保障机制,确保各项措施能够统筹安排,落实到位。

4.2 讨论

本文根据山阳县农村贫困化的空间分布特征,在尽可能保证空间连接的条件下利用分组分析工具将山阳县划分为低度贫困区、中度贫困区和高度贫困区,其中高度贫困区农村贫困问题最严峻,是山阳县脱贫攻坚任务最为艰巨的区域。在实际操作中,由于各贫困类型分区内部依然具有空间分异特征,可以在分区内部继续运用分组分析方法进行贫困类型分区,获得更小尺度的减贫规律。本文仅就山阳县2015年农村贫困化的空间分异及影响因素进行了探讨,但随着扶贫开发工作的强力推进,贫困的空间格局和影响机制也将发生较快的变化,因此需要对农村贫困状况进行动态观测和分析,及时发现减贫过程中的新因素和新问题,探讨减贫新机制。

参考文献(References)

- [1] Tsui K Y. Multidimensional poverty indices. *Social Choice & Welfare*, 2002, 19(1): 69-93.
- [2] Deutsch J, Silber J. Measuring multidimensional poverty: An empirical comparison of various approaches. *Review of Income and Wealth*, 2005, 51(1): 145-174.

- [3] Alkire S, Foster J. Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of Public Economics*, 2012, 95(7): 476-487.
- [4] 袁媛, 王仰麟, 马晶, 等. 河北省县域贫困度多维评估. *地理科学进展*, 2014, 33(1): 124-133. [Yuan Yuan, Wang Yanglin, Ma Jing, et al. Multidimensional evaluation of county poverty degree in Hebei province. *Progress in Geography*, 2014, 33(1): 124-133.]
- [5] 杨振, 江琪, 刘会敏, 等. 中国农村居民多维贫困测度与空间格局. *经济地理*, 2015, 35(12): 148-153. [Yang Zhen, Jiang Qi, Liu Huimin, et al. Multi-dimensional poverty measure and spatial pattern of China's rural residents. *Economic Geography*, 2015, 35(12): 148-153.]
- [6] 孙林, 王艳慧, 柯文俊, 等. 内蒙古自治区农村人口多维贫困特征测算与分析. *人文地理*, 2016, 31(1): 108-115, 146. [Sun Lin, Wang Yanhui, Ke Wenjun, et al. A study on the characteristics of multidimensional poverty in the Inner Mongolia Autonomous Region. *Human Geography*, 2016, 31(1): 108-115, 146.]
- [7] 王艳慧, 钱乐毅, 陈烨烽, 等. 生态贫困视角下的贫困县多维贫困综合度量. *应用生态学报*, 2017, 28(8): 2677-2686. [Wang Yanhui, Qian Leyi, Chen Yefeng, et al. Multidimensional and comprehensive poverty measurement of poverty-stricken counties from the perspective of ecological poverty. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2017, 28(8): 2677-2686.]
- [8] 刘小鹏, 苏晓芳, 王亚娟, 等. 空间贫困研究及其对我国贫困地理研究的启示. *干旱区地理*, 2014, 37(1): 144-152. [Liu Xiaopeng, Su Xiaofang, Wang Yajuan, et al. Review on spatial poverty and deprivation and its enlightenments to poverty geography studies in China. *Arid Land Geography*, 2014, 37(1): 144-152.]
- [9] 赵莹, 刘小鹏, 郭永杰. 基于GIS的宁夏六盘山区空间贫困特征模型分析. *水土保持研究*, 2014, 21(5): 94-99. [Zhao Ying, Liu Xiaopeng, Guo Yongjie. Model analysis for spatial poverty in the poor areas of Liupan mountain in Ningxia Hui Autonomous Region based on GIS. *Research of Soil and Water Conservation*, 2014, 21(5): 94-99.]
- [10] 刘小鹏, 苏胜亮, 王亚娟, 等. 集中连片特殊困难地区村域空间贫困测度指标体系研究. *地理科学*, 2014, 34(4): 447-453. [Liu Xiaopeng, Su Shengliang, Wang Yajuan, et al. The index system of spatial poverty of village level to monitor in concentrated contiguous areas with particular difficulties. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(4): 447-453.]
- [11] 刘小鹏, 李永红, 王亚娟, 等. 县域空间贫困的地理识别研究: 以宁夏泾源县为例. *地理学报*, 2017, 72(3): 545-557. [Liu Xiaopeng, Li Yonghong, Wang Yajuan, et al. Geographical identification of spatial poverty at county scale. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(3): 545-557.]
- [12] 杨国涛, 王广金. 中国农村贫困的测度与模拟: 1995-2003. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(6): 30-34. [Yang Guotao, Wang Guangjin. Estimation and simulation of China's rural poverty: 1995-2003. *China Population, Resources and Environment*, 2005, 15(6): 30-34.]
- [13] 曾永明, 张果. 基于GIS和BP神经网络的区域农村贫困空间模拟分析: 一种区域贫困程度测度新方法. *地理与地理信息科学*, 2011, 27(2): 70-75. [Zeng Yongming, Zhang Guo. Spatial simulating in regional rural poverty based on GIS and BP neural network: A new appraisalment method on regional rural poverty. *Geography and Geo-Information Science*, 2011, 27(2): 70-75.]
- [14] 刘艳华, 徐勇. 中国农村多维贫困地理识别及类型划分. *地理学报*, 2015, 70(6): 993-1007. [Liu Yanhua, Xu Yong. Geographical identification and classification of multi-dimensional poverty in rural China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(6): 993-1007.]
- [15] Minot N, Baulch B, Epperecht M. Poverty and inequality in Vietnam: Spatial patterns and geographic determinants. *Research Reports*, 2006, 54(1): 153-154.
- [16] 任慧子, 曹小曙. 隐性乡村贫困空间探析: 以广东省连州市为例. *地理研究*, 2012, 31(5): 955-963. [Ren Huizi, Cao Xiaoshu. The invisibility characteristic of rural poverty space: A case study of Lianzhou. *Geographical Research*, 2012, 31(5): 955-963.]
- [17] 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. [Chen Yefeng, Wang Yanhui, Wang Xiaolin. Measurement and spatial analysis of poverty-stricken villages in China. *Geographical Research*, 2016, 35(12): 2298-2308.]
- [18] 罗庆, 樊新生, 高更和, 等. 秦巴山区贫困村的空间分布特征及其影响因素. *经济地理*, 2016, 36(4): 126-132. [Luo Qing, Fan Xinsheng, Gao Genghe, et al. Spatial distribution of poverty village and influencing factors in Qinba mountains. *Economic Geography*, 2016, 36(4): 126-132.]
- [19] 姜德华, 张耀光, 杨柳, 等. 中国贫困地区类型划分及开发研究提要报告. *地理研究*, 1988, 7(3): 1-16. [Jiang Dehua, Zhang Yaoguang, Yang Liu, et al. Research on the classification and development of poor area in China. *Geographical Research*, 1988, 7(3): 1-16.]
- [20] 郭来喜, 姜德华. 中国贫困地区环境类型研究. *地理研究*, 1995, 14(2): 1-7. [Guo Laixi, Jiang Dehua. A study on classification and development of the poor areas in China. *Geographical Research*, 1995, 14(2): 1-7.]
- [21] 杨发相, 张维笃, 尔肯·热合甫. 塔里木盆地内贫困县的区域分析: 以岳普湖县为例. *干旱区地理*, 1998, 21(4): 62-67.

- [Yang Faxiang, Zhang Weidu, Erken Rehepu. Analysis of the pauper counties in Tarim basin: A case study in Yuepuhu county, Xinjiang. *Arid Land Geography*, 1998, 21(4): 62-67.]
- [22] 曹芳, 杨友孝. 中国农村贫困地区可持续发展的制度分析. *中国人口·资源与环境*, 2004, 14(4): 45-49. [Cao Fang, Yang Youxiao. Institutional study on sustainable development China's rural underdeveloped regions. *China Population, Resources and Environment*, 2004, 14(4): 45-49.]
- [23] Kristjanson P, Radeny M, Baltenweck I, et al. Livelihood mapping and poverty correlates at a meso-level in Kenya. *Food Policy*, 2005, 30(5-6): 568-583.
- [24] Rupasingha A, Goetz S J. Social and political forces as determinants of poverty: A spatial analysis. *Journal of Socio-Economics*, 2007, 36(4): 650-671.
- [25] Mutabazi K D, Sieber S, Maeda C, et al. Assessing the determinants of poverty and vulnerability of smallholder farmers in a changing climate: The case of Morogoro region, Tanzania. *Regional Environmental Change*, 2015, 15(7): 1-16.
- [26] Okwi P O, Ndeng'E G, Kristjanson P, et al. Spatial determinants of poverty in rural Kenya. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2007, 104(43): 16769-16774.
- [27] 刘彦随, 李进涛. 中国县域农村贫困化分异机制的地理探测与优化决策. *地理学报*, 2017, 72(1): 161-173. [Liu Yan-sui, Li Jintao. Geographic detection and optimizing decision of the differentiation mechanism of rural poverty in China. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 161-173.]
- [28] 王永明, 王美霞, 吴殿廷, 等. 贵州省乡村贫困空间格局与形成机制分析. *地理科学*, 2017, 37(2): 217-227. [Wang Yongming, Wang Meixia, Wu Dianting, et al. Spatial patterns and determinants of rural poverty: A case of Guizhou province, China. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(2): 217-227.]
- [29] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134. [Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134.]
- [30] 陈彦光. 基于 Moran 统计量的空间自相关理论发展和方法改进. *地理研究*, 2009, 28(6): 1449-1463. [Chen Yanguang. Reconstructing the mathematical process of spatial autocorrelation based on Moran's statistics. *Geographical Research*, 2009, 28(6): 1449-1463.]
- [31] Moran P A P. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 1950, 37 (1-2): 17-23.
- [32] Getis A, Ord J K. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis*, 1992, 24(3): 189-206.
- [33] Fotheringham A S, Brunsdon C. Local forms of spatial analysis. *Geographical Analysis*, 1999, 31(4): 340-358.
- [34] 杨文越, 李涛, 曹小曙. 广州市社区出行低碳指数格局及其影响因素的空间异质性. *地理研究*, 2015, 34(8): 1471-1480. [Yang Wenyue, Li Tao, Cao Xiaoshu. The spatial pattern of Community Travel Low Carbon Index (CTLCI) and spatial heterogeneity of the relationship between CTLCI and influencing factors in Guangzhou. *Geographical Research*, 2015, 34(8): 1471-1480.]
- [35] 税伟, 杜勇, 陈毅萍, 等. 基于地理加权回归的茶叶种植专业化空间格局及影响因素: 以福建省安溪县为例. *应用生态学报*, 2017, 28(4): 1298-1308. [Shui Wei, Du Yong, Chen Yiping, et al. Spatial patterns and influence factors of specialization in tea cultivation based on geographically weighted regression model: A case study of Anxi county of Fujian province, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2017, 28(4): 1298-1308.]
- [36] Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China. *International Journal of Geographical Information Science*, 2010, 24(1): 107-127.
- [37] Wang J F, Zhang T L, Fu B J. A measure of spatial stratified heterogeneity. *Ecological Indicators*, 2016, 67: 250-256.
- [38] 廖颖, 王心源, 周俊明. 基于地理探测器的大熊猫生境适宜度评价模型及验证. *地球信息科学学报*, 2016, 18(6): 767-778. [Liao Ying, Wang Xinyuan, Zhou Junming. Suitability assessment and validation of giant panda habitat based on geographical detector. *Journal of Geoinformation Science*, 2016, 18(6): 767-778.]
- [39] 吴宇哲. 基于 GIS 的城市住宅价格时空演变规律探索及其应用研究. 杭州: 浙江大学博士学位论文, 2005. [Wu Yu-zhe. GIS-based exploratory data analysis on the spatial-temporal evolvement of urban housing price and its application. Hangzhou: Doctoral Dissertation of Zhejiang University, 2005.]
- [40] 刘飞. 基于 GIS 和多元统计方法的中国大陆气温时空变化研究. 兰州: 兰州大学硕士学位论文, 2015. [Liu Fei, Temporal-spatial variations of temperature in Chinese inland based on GIS and multivariate statistical method. Lanzhou: Master Dissertation of Lanzhou University, 2015.]
- [41] 湛东升, 张文忠, 孟斌, 等. 北京城市居住和就业空间类型区分析. *地理科学*, 2017, 37(3): 356-366. [Zhan Dongsheng, Zhang Wenzhong, Meng Bin, et al. Spatial structure of urban residence and employment in Beijing. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(3): 356-366.]
- [42] 罗庆, 李小建. 国外农村贫困地理研究进展. *经济地理*, 2014, 34(6): 1-8. [Luo Qing, Li Xiaojian. The research progress of foreign rural poverty geography. *Economic Geography*, 2014, 34(6): 1-8.]

- [43] 高晓光. 中国高技术产业创新效率影响因素的空间异质效应: 基于地理加权回归模型的实证研究. 世界地理研究, 2016, 25(4): 122-131. [Gao Xiaoguang. Spatial heterogeneity effect of the Chinese high technology industry's innovation efficiency factors. World Regional Studies, 2016, 25(4): 122-131.]
- [44] 刘彦随, 周扬, 刘继来. 中国农村贫困化地域分异特征及其精准扶贫策略. 中国科学院院刊, 2016, 31(3): 269-278. [Liu Yansui, Zhou Yang, Liu Jilai. Regional differentiation characteristics of rural poverty and targeted poverty alleviation strategy in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2016, 31(3): 269-278.]

Spatial differentiation and influencing factors analysis of rural poverty at county scale: A case study of Shanyang county in Shaanxi province, China

WU Peng, LI Tongsheng, LI Weimin

(College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract: Poverty is still remaining as the most prominent "short-board" in the Chinese economic development. The hardest and heaviest part of building well-off society in an all-around way lies in the rural construction, especially in the poverty-stricken area. The poverty alleviation and development in China is at the most critical stage, which requires more accurate recognition for the spatial differentiation of the rural poverty and its influencing factors, to make sure the exact targeting of the poverty alleviation policies and measures. This paper picked Shanyang, a key county in the poverty alleviation and development project of China, to explore the spatial pattern and type of the rural poverty of this county through the spatial autocorrelation analysis and grouping analysis. The stepwise regression, geographically weighted regression and Geodetector models were used to analyze the influencing factors of the rural poverty in this county, followed with the discussion on the spatial heterogeneity and interaction of the influencing effects. The following findings were concluded from the research: (1) The incidence of rural poverty in Shanyang noticeably clustered in space, forming 6 hot spots and 4 cold spots. In terms of rural poverty degree and spatial connectivity, the county was divided into low poverty area, mid poverty area and high poverty area. The space distribution was based on the regional poverty degree to facilitate a proper implementation of the poverty alleviation policies. (2) The major influencing factors responsible for the rural poverty in Shanyang included water network density, the distance to the nearest highway, proportion of dilapidated buildings, disposable income per rural capita, proportion of migrant workers and the proportion of rural households participating in the agricultural cooperatives. The influencing effects of all factors featured the spatial heterogeneity. Water network density and rural disposable income per capita were negatively correlated with the incidence of poverty while the rest factors showed a positive correlation. (3) The influence of the interaction between two factors appeared to be larger than that of the single factor. The interaction modes between major factors included bi-factor enhancement and nonlinear enhancement. Due to the interaction enhancement effects between poverty factors, the poverty alleviation policies shall be comprehensively matched to realize the expected target, along with a powerful poverty alleviation security system to ensure the full implementation.

Keywords: rural poverty; influencing factors; spatial heterogeneity; geographically weighted regression (GWR); Geodetector; Shanyang county