

基于G-TOPSIS模型的贫困农户多目标发展评价 ——以云南福贡县为例

齐文平^{1,2,3}, 王艳慧^{1,2,3*}, 万圆^{1,2,3}, 黄涛^{1,2,3}

- (1. 首都师范大学资源环境与地理信息系统北京市重点实验室, 北京 100048;
2. 首都师范大学三维信息获取与应用教育部重点实验室, 北京 100048;
3. 首都师范大学城市环境过程与数字模拟国家重点实验室培育基地, 北京 100048)

摘要:建立贫困农户多目标发展评价体系,实现不同发展目标下的相对贫困的精准识别与动态监测,成为新阶段扶贫开发迫切需求。论文面向精准扶贫、乡村振兴和可持续发展战略,基于贫困农户的短期、中期和长期目标,构建基于G-TOPSIS综合评价方法的贫困农户多目标发展评价模型,结合障碍度模型揭示不同发展目标下贫困农户的发展水平、发展差距及其致贫因素,并基于地理探测器对不同发展水平农户减贫的影响因素进行探测。以云南省福贡县为例的研究区实证结果表明:①研究区目前仍存在大量未脱贫农户,脱贫攻坚的压力依然较大,全面脱贫是福贡县当前最紧迫的发展目标;已脱贫人口距全国和全省农村居民平均发展水平还有较大差距,仍处于相对贫困状态,具有较高的贫困脆弱性,防止返贫、缓解相对贫困的任务艰巨。②短期目标下,主要致贫因素为劳动力受教育年限、卫生厕所、安全住房、家庭人均纯收入、家庭健康状况;中长期目标下,与全国和本省相比,家庭人均纯收入、劳动力受教育年限、安全住房为主要发展短板。③不同发展水平贫困农户空间分布特征存在较大差异,贫困空间分异受基础设施、地形条件、经济区位、自然资源、交通区位等因素的综合影响,农户发展水平越低,空间异质性越强,受地理环境的影响越大。研究结果可为减贫与发展战略的实施与监测提供决策依据与可靠的技术决策支持。

关键词:多维贫困;多目标发展评价;发展水平;致贫因素;云南福贡县

贫困是一个相当复杂的发展现象,具有多维性、相对性、动态性、复杂性以及地域性等特征,消除贫困是全人类需要共同面对的难题。2020年后,现行标准下的绝对贫困将基本消除,但这并不意味着扶贫事业的结束,而是进入缓解相对贫困、实现

经济高质量发展的新阶段^[1]。党的十九届四中全会提出,“坚决打赢脱贫攻坚战,巩固脱贫攻坚成果,建立解决相对贫困的长效机制”,表明中国反贫困战略发生历史性转变,相对贫困在扶贫工作中的战略定位也更加凸显。相对贫困具有“人口基数大、

收稿日期:2020-01-06;修订日期:2020-04-22。

基金项目:国家自然科学基金项目(41771157);国家重点研发计划项目(2018YFB0505400);北京市长城学者资助项目(CIT&TCD20190328);全国统计科学研究重点项目(2018LZ27);北京市教委科研计划项目(KM201810028014);首都师范大学青年燕京学者项目和科技创新服务能力建设—基本科研业务费(科研类)(19530050178)。[**Foundation:** National Natural Science Foundation of China, No. 41771157; the National Key R&D Program of China, No. 2018YFB0505400; the Great Wall Scholars Program, No. CIT&TCD20190328; Key Research Projects of National Statistical Science of China, No. 2018LZ27; Research project of Beijing Municipal Education Committee, No. KM201810028014; Young Yanjing Scholar Project of Capital Normal University, Research Project of Science and Technology Innovation Platform Construction of Capital Normal University, No. 19530050178.]

第一作者简介:齐文平(1995—),男,山东济宁人,硕士生,主要从事地理信息系统方法与应用研究。

E-mail: giserqwp@163.com

***通信作者简介:**王艳慧(1977—),女,河南上蔡人,教授,主要研究方向为地理信息系统方法与应用研究。

E-mail: huiwangyan@sohu.com

引用格式:齐文平,王艳慧,万圆,等.基于G-TOPSIS模型的贫困农户多目标发展评价:以云南福贡县为例[J].地理科学进展,2020,39(6):1024-1036. [Qi Wenping, Wang Yanhui, Wan Yuan, et al. Multi-objective development evaluation of poverty-stricken households based on G-TOPSIS model: A case study from Fugong County, Yunnan Province. Progress in Geography, 2020, 39(6): 1024-1036.]
DOI: 10.18306/dlkxjz.2020.06.012

贫困维度广、致贫风险高”等特点^[2],而建立高质量的不同发展阶段的减贫目标标准体系,尽快精准识别和监测相对贫困人口的减贫与发展特征是全面建成小康社会后的当务之急^[3-7]。同时,由于地区发展不均衡,在实现全面脱贫之前,贫困地区不仅面临消除绝对贫困的短期目标,同时还面临着缓解相对贫困、实现可持续脱贫的长期发展目标,因此,需建立贫困农户多目标发展的评价体系,对贫困农户的发展水平进行系统评估,科学判断不同目标下农户致贫原因,精准识别多目标下区域减贫的影响因素,为2020年后区域精准施策提供辅助决策支持。

研究层面,Sen^[8]提出基于“能力剥夺”的多维贫困理论,绝对贫困的测度由单一对收入、消费层面的考量拓展到包含经济和住房、教育、医疗等机会和能力缺失的多维综合度量,已经成为国内外贫困研究的主流共识和热点^[9-15]。而对于相对贫困的识别,部分学者从经济维度将农村居民或城乡居民的平均水平或按照一定比例作为相对贫困的标准,并基于基尼系数^[16]、FGT指数^[17]、ELES模型^[18]等方法对相对贫困进行识别,并提出应根据不同区域提出不同的划分标准,但相关研究主要针对经济收入的单一标准度量。苏昕等^[19]认为相对贫困是个人或家庭满足基本生存需要但未达到社会平均生活水平,表现为“教育、医疗、生活水平”等多个维度的不平等,因此,相对贫困的测度也应转向多维度、多目标的度量和识别。方法上,Alkire等^[9]提出了Alkire-Foster(A-F)双临界值法识别多维贫困,并有学者借鉴A-F双临界值法对中国的多维贫困状况进行了度量^[20-21],临界值法依赖于固定的贫困标准,将指标值通过判断赋值0或1,对各指标剥夺的深度和强度不够敏感。另外有学者利用模糊评价、综合指数法、TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)模型等综合评价方法对多维贫困进行测度^[18-26],其中TOPSIS模型通过评价研究对象与理想化值接近的程度来进行比较排序,在多目标决策分析中具有较好的效果。TOPSIS模型能够测度贫困群体的相对贫困程度和内部差异,但其仅用欧氏距离表示研究对象距离发展目标的综合贴近程度,很容易因某一指标距离目标值的偏差较大而掩盖其他指标的贫困真实表征信息,从而造成贫困瞄准和测度上的偏差,无法客观反映待评估对象各个指标的剥夺状况。

鉴于此,本文面向精准扶贫、乡村振兴和可持续发展战略,在2020年减贫转向与发展不平衡不充

分的背景下,以云南福贡县为例,面向贫困农户短期发展目标(达到2020年国家全面脱贫目标)、中期发展目标(达到省均发展水平)和长期发展目标(达到全国农村居民平均发展水平)下的减贫与发展监测需求,引入指标完成度系数G,设计G-TOPSIS综合评价模型,建立贫困农户多目标发展评价模型,结合障碍度模型识别贫困农户的发展水平和发展差距,并基于地理探测器对区域减贫和发展影响因素进行分析,以期为国家精准扶贫战略、乡村振兴战略、可持续发展战略的实施提供高效的技术决策支持。

1 研究区域和数据

1.1 研究区概况

本文选择云南省福贡县(国家扶贫重点县、片区规划县)作为研究区,福贡县下辖7个乡镇,共计58个行政村。福贡县为少数民族县(傈僳族、怒族、白族、纳西族等20个少数民族)、边境县(中缅)、山区县(地处滇西北横断山脉中段碧罗雪山和高黎贡山之间的怒江峡谷),人口集中沿江分布,交通闭塞、基础设施欠缺,山体滑坡、泥石流等自然灾害频发,经济发展落后,贫困程度较深。如图1所示,福贡县人口沿怒江峡谷呈“线”型分布,按照行政区划将其划分为3段:马吉乡、石月亮乡为北段,鹿马登乡、上帕镇为中段,架科底乡、子甲里乡、匹河怒族乡为南段。

1.2 数据来源与预处理

本文研究所用的社会经济数据主要来源于2018年度当地扶贫办贫困农户建档立卡数据,以及同一时期的中国统计年鉴、中国扶贫开发统计年鉴、云南省统计年鉴;地理数据包括乡镇、行政村边界矢量数据、30 m分辨率的数字高程模型(DEM)。上述数据在使用前均进行了坐标系转换、地理配准、数据连接等预处理工作。

2 研究方法

设计G-TOPSIS贫困农户多目标发展评价模型,识别不同目标下农户发展水平,基于障碍度模型分析不同目标下的农户致贫类型,并利用地理探测器识别农户减贫和发展空间分异的影响因素。

2.1 贫困户多维贫困发展评价模型

2.1.1 贫困户发展评价指标体系

在全面建成小康社会的决胜期,各贫困地区不

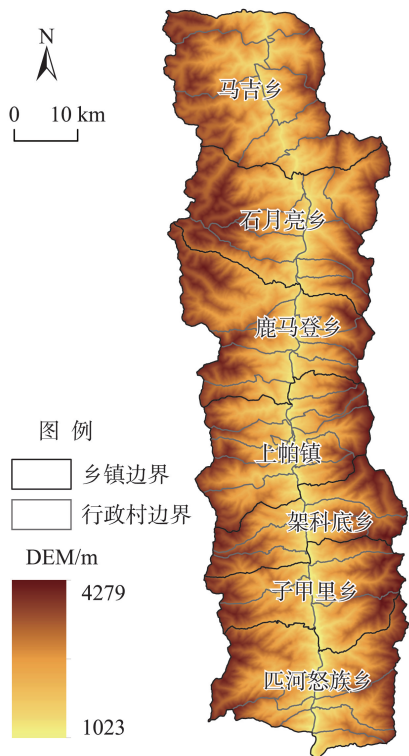


图1 研究区概况图

Fig.1 Overview of the study area

仅面临消除绝对贫困的短期目标,同时还面临着缓解相对贫困、实现可持续脱贫的长期目标。针对绝对贫困、相对贫困、发展不平衡等问题,综合考虑国家精准扶贫战略、乡村振兴战略、可持续发展战略的减贫和发展需求,建立贫困农户多目标发展评价指标体系。基于可持续生计—社会排斥—脆弱性的理论分析框架,兼顾农户家庭经济收入、住房、教育、健康、社会保障和生活水平等多个维度,以建档立卡数据为基础,依据指标是否科学、是否典型及指标数据获取的难易程度、与当地政策的相关性和可操作性等原则,参考各学者提出的指标体系^[27-31],并利用变异系数方法对候选指标进行筛选,最终建立了包含6个维度、10项基础指标的贫困户发展评价指标体系(表1)。

不同发展阶段、不同发展水平层次具有不同的扶贫开发任务,根据贫困的相对性和区域性,选择全国农村居民平均发展水平和全省农村平均发展水平作为参照对象,揭示全国和省内收入、生活水平、资源分配的“不平等”。根据福贡县贫困农户实际发展状况,将精准脱贫作为短期发展目标 T_1 ;将省际农村居民的平均发展水平作为贫困农户的中

表1 贫困户多维贫困发展评价指标体系

Tab.1 Multidimensional poverty evaluation index system for poor rural households

维度	考核指标	指标解释及赋值	组合权重	短期目标	中期目标	长期目标
安全住房	X_1 房屋结构	A级=1,B级=0.75,C=0.5,D级=0.25;根据国家住房和城乡建设部发布的《危险房屋鉴定标准》划定的A、B、C、D四个等级进行赋值,其中C、D属于危房	0.125	0.75	1	1
生活水平	X_2 饮水情况	饮水安全=1,饮水不安全=0;饮水安全表示能够及时、足量获取生活饮用水,且长期饮用不影响人身健康	0.200	1	1	1
	X_3 通电情况	通生产、生活用电=1,通生活用电=0.5,未通电=0;生产用电为380V的动力电,生活用电指220V的照明或家用电器	0.075	0.5	0.5	1
	X_4 卫生厕所	无卫生厕所=0,有卫生厕所=1;卫生厕所包括水冲式卫生厕所和卫生旱厕	0.050	1	1	1
文化教育	X_5 劳动力平均受教育年限(a)	劳动力接受学历教育的年限总和的平均数	0.100	6.00	7.19	7.60
	X_6 适龄儿童入学率(%)	适龄儿童义务教育阶段无辍学=1,有因贫辍学=0	0.075	1	1	1
健康状况	X_7 家庭健康状况	家庭成员健康=1,家庭成员有长期慢性病=0.5,家庭成员有残疾=0.25,家庭成员患有大病=0	0.100	1	1	1
经济收入	X_8 人均纯收入(元)	指农村贫困户当年从各个来源得到的总收入相应地扣除所发生的费用后的收入总和,按人口平均的收入水平	0.175	3335	9862	14607
社会保障	X_9 农村合作医疗保险参加率(%)	适龄家庭成员参加新农合或城镇居民医疗保险的比例	0.050	100%	100%	100%
	X_{10} 适龄家庭成员养老保险参加率(%)	适龄家庭成员参加农村养老保险或城镇居民养老保险的比例	0.050	100%	100%	100%

注:指标分级赋值参考《危险房屋鉴定标准》《农村饮水安全评价准则》《农村电气化标准》《农村户厕卫生标准》等国家行业标准,全省、全国平均数据来源于《2019云南省统计年鉴》《2019中国统计年鉴》。

期发展目标 T_2 , 初步解决全面建成小康社会后发展不平等问题; 将全国农村居民的平均发展水平作为长期的发展目标 T_3 , 实现农村地区的发展均衡。

2.1.2 G-TOPSIS 贫困农户多目标发展评价模型

考虑到贫困是多个维度的综合反映, 评价贫困农户的综合发展水平属于多属性决策分析。TOPSIS 又称为优劣解距离法, 通过计算贫困农户与理想状态的贴近程度来进行比较排序, 为了解决 TOPSIS 模型仅用欧氏距离指数表示距离发展目标的贴近程度而造成贫困瞄准和测度偏差的问题, 本文引入指标完成度系数 G 对 TOPSIS 模型进行改进, 将综合贴近程度记为 Y_i 。 Y_i 反映了贫困个体的发展程度, 满足维度单调性。同时, 根据区域汇总得到不同发展目标下各区域目标实现率 H^1 (短期)、 H^2 (中期)、 H^3 (长期)。具体共包括 3 个步骤:

(1) 数据标准化及指标赋权。采用极值标准化法对评价指标数据及各发展目标进行标准化处理, 按照指标的正负方向分别去除指标的量纲, 使得标准化后的值越大, 发展状况越好。分别运用层次分析法、熵值法对各指标进行主客观赋权, 然后基于博弈论思想计算得到优化的组合权重^[32]。

(2) 计算综合贴近度。首先, 根据不同情境下的发展目标对贫困对象各指标是否达标进行判断, 得到不同标准下各贫困农户的指标完成度系数 G , 其计算公式如下:

$$G = \sum_{j=1}^n w_j g_j \tag{1}$$

式中: w_j 表示指标 j 的权重; 若贫困对象的 j 指标达到目标标准, 则 g_j 赋值为 1, 反之则 g_j 赋值为 0。当 G 为 1 时, 说明多维贫困个体的所有维度均实现了发展目标, 当 G 为 0 时, 说明贫困个体的所有指标均没有实现发展目标。

其次, 计算贫困农户距理想状态的欧式距离指数 L_i 。计算距离指数来表示评价对象与理想化值接近的程度, 包括评价向量到正理想解的距离 D^+ 和负理想解的距离 D^- 。其计算公式为:

$$L_i = \frac{D^-}{D^+ + D^-} = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (x_{ij} - v_j^-)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (x_{ij} - v_j^+)^2} + \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (x_{ij} - v_j^-)^2}} \tag{2}$$

式中: x_{ij} 代表第 i 个贫困户的第 j 个指标在经过标准化之后的取值, v^+ 表示各个评价标准化之后的最大值(理想状态目标值), v^- 表示标准化之后的最小值(最不理想状态)。

最后, 计算综合贴近程度 Y_i 。对于贫困农户, 贴近度 Y_i 能够反映农户发展水平与正理想状态的接近程度, Y_i 大小的排序结果就可以作为其发展水平大小的排序结果。同时, Y_i 值越低, 表示贫困农户指标剥夺状况越严重, 与理想状态的相对差距越大, 发展水平越低; 值越高, 表示贫困农户发展水平越高。其计算公式为:

$$Y_i = G_i L_i \tag{3}$$

式中: G_i 表示第 i 个贫困农户的指标完成度系数, L_i 表示第 i 个贫困农户的距离指数。

(3) 发展目标实现判断。通过贫困农户与各发展目标的排序结果判断是否实现发展目标, 通过区域汇总得到各区域贫困农户发展目标实现率 H :

$$H = q/n \tag{4}$$

式中: q 为区域内实现发展目标的农户数量, n 为样本总数。

同理, 各指标的目标实现率 H_j :

$$H_j = \frac{q_j}{n} \tag{5}$$

式中: H_j 为指标 j 的目标实现率, q_j 为指标 j 实现发展目标的数量, n 为样本总数。

2.2 障碍度模型

在贫困户多维贫困发展评价指标体系的基础上, 通过障碍度模型计算出不同标准下各指标对农户减贫发展的影响, 分析不同发展水平贫困农户的致贫因素。参考已有文献^[27], 本文用因子贡献度表示指标对农户发展水平的贡献, 用指标的权重 w_j 表示, 指标偏离度 I_j 表示指标距发展目标的差距, 表示为 $I_j = t_j - x_j$, t_j 、 x_j 分别表示第 j 个指标的目标值和实际值。当指标达到目标时, $I_j = 0$ 。具体计算公式为:

$$C_j = \frac{w_j I_j}{\sum_{j=1}^m w_j I_j} \tag{6}$$

式中: C_j 表示第 j 个指标的障碍度。 C_j 越大, 说明指标对个体致贫的影响越大, 以此判断主要的致贫因子。

2.3 影响因素地理探测器模型

地理探测器由中国科学院地理科学与资源研究所王劲峰等创建^[33], 用于识别空间分异性及多变量之间交互作用的模型。地理探测器从空间决定力的角度出发, 通过 q 值大小表征着驱动因子对多维贫困空间分异的影响强弱, q 的值介于 0~1 之间, q 值越大, 则驱动因子对多维贫困空间分异的影响越强, 反之影响越弱。地理探测器既可以探测数值

型数据,也可以探测定性数据,其被广泛应用于精准扶贫、土地利用变化、环境污染等领域;同时不需要考虑各因素间的共线性等问题,对于样本量无苛刻要求。

3 结果分析

3.1 贫困农户发展评价

利用G-TOPSIS贫困户发展评价模型,分别计算得到2018年福贡县贫困农户短期、中期、长期目标下的综合贴近度 Y_i^1 、 Y_i^2 、 Y_i^3 ,其统计分布如图2所示。在不同标准下计算得到当前脱贫标准、云南省农村居民平均发展水平、全国农村居民平均发展水平的综合贴近度 Y_i 分别为0.55、0.61、0.62,通过排序比较,得到各区域短期、中期、长期的目标实现率 H^1 、 H^2 、 H^3 ,并将贫困农户发展水平划分为低水平(低于脱贫标准)、较低水平(高于脱贫标准、低于云南省平均水平)、较高水平(高于云南省平均水平、低于全国平均水平)、高水平(高于全国农村平均水平)。

在短期发展目标下,计算得到2018年福贡县的平均贴近度 Y_i^1 为0.56,超过当前脱贫标准在模型中

的贴近度(0.55),经识别,福贡县共有7903户贫困家庭实现短期发展目标脱离了绝对贫困,整体的短期目标实现率 H^1 为54.83%。从统计分布特征来看,脱贫标准线将 Y_i^1 的分布分为2段,左侧未达到脱贫标准的农户无明显的统计分布规律,而右侧已脱贫的农户则集中分布于脱贫标准线附近,说明已脱贫的农户发展还不够充分,大部分处于边缘性贫困状态。在中期发展目标下,计算得到的福贡县平均贴近度 Y_i^2 为0.36,远低于云南省农村居民平均发展水平计算得到的贴近度(0.61),经识别,共有1042户贫困家庭高于省均发展水平,中期目标实现率 H^2 为7.23%。在长期发展目标下,计算得到的福贡县平均贴近度 Y_i^3 为0.35,远低于全国农村居民平均发展水平计算得到的贴近度(0.62),经识别,共有35户贫困农户超过全国平均发展水平,长期发展目标的实现率 H^3 为0.24%。说明福贡县贫困农户的发展水平距全国、全省平均水平还有较大差距,相对贫困程度较深。

按照贫困农户的发展目标实现状况划分发展水平,2018年处于低发展水平贫困户的农户为6511户,占全部贫困户的45.17%;处于较低发展水平的

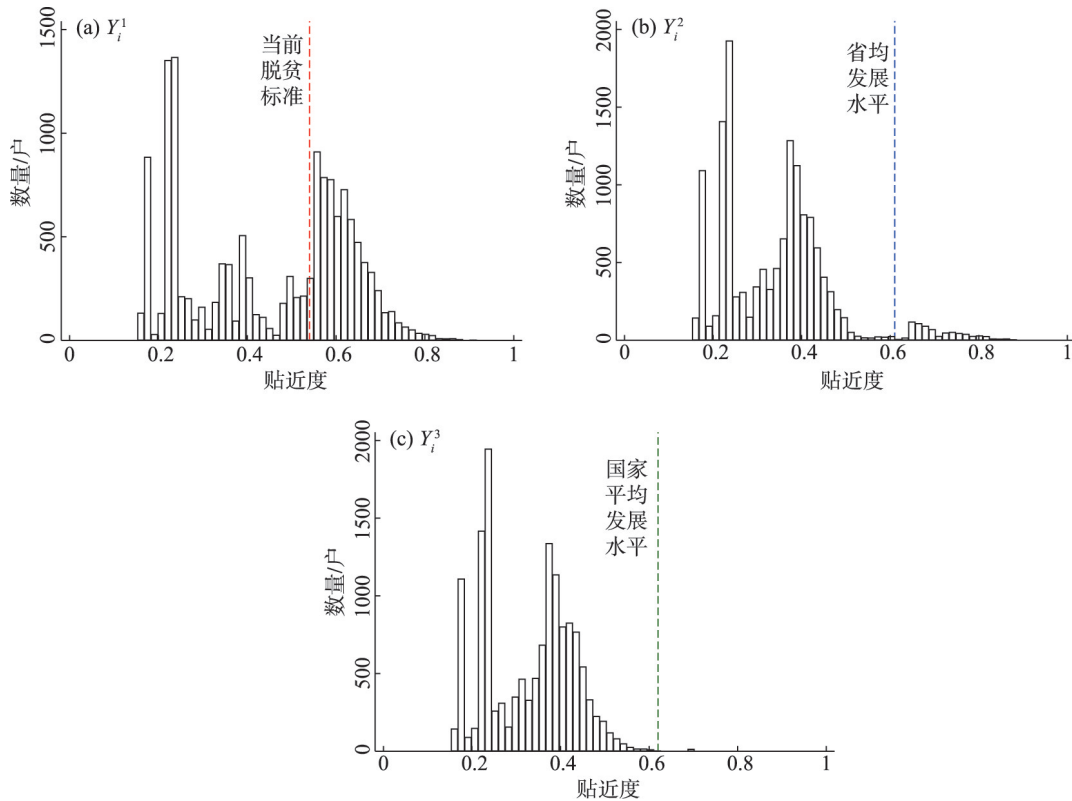


图2 Y_i^1 、 Y_i^2 、 Y_i^3 统计分布

Fig.2 Statistical distribution of Y_i^1 , Y_i^2 , and Y_i^3

贫困户为 6861 户, 占全部贫困户的 45.17%; 处于较高发展水平的贫困户为 1007 户, 占全部贫困户的 6.99%; 处于高发展水平的贫困户为 35 户, 占全部贫困户的 0.24%。总体来看, 福贡县目前仍存在大量未脱贫农户, 脱贫攻坚的压力依然较大, 全面脱贫是福贡县当前最紧迫的发展目标; 已脱贫人口仍处于相对贫困状态, 具有较高的贫困脆弱性, 防止返贫、缓解相对贫困的任务艰巨。

各行政村发展目标实现率 H^1 、 H^2 、 H^3 如表 2 所示。从结果来看, 各村贫困状况和发展水平存在较大差异, 有 24 个行政村的平均值低于脱贫标准, 比例达到全县的 42.1%, 具有较大的脱贫压力。共有 10 个行政村的短期目标实现率 H^1 达到 90% 以上, 与当年贫困村退出结果吻合, 说明人口脱贫与区域减贫之间存在显著的耦合协同关系。短期目标实现率较高的行政村分别为上帕镇的达友村、施底村、木古甲村, 鹿马登乡的娃吐娃村、赤恒底村、赤洒底村、鹿马登村、亚坪村, 石月亮乡的咱利村以及匹河乡的老姆登村, 其中最高的娃吐娃村 H^1 为 98.1%。发展水平较低的行政村为架科底乡的南安建村、达大科村和匹河乡的架究村、普洛村等; 最差的为南安建村, H^1 仅为 2.1%。从中期发展目标实现状况来

看, 仅有拉马底村、马吉米村、上帕村、娃吐娃村、赤洒底村、施底村的目标实现率 H^2 达到 20% 以上, 整体实现率较低, 距中期发展目标还有较大差距。从长期发展目标来看, 仅有极少量贫困户发展水平达到全国农村居民平均发展水平, 各行政村长期发展目标实现率 H^3 基本为零。

3.2 致贫因素分析

分别计算不同标准下各指标的发展障碍度 C_j^1 、 C_j^2 、 C_j^3 以及目标实现率 H_j^1 、 H_j^2 、 H_j^3 , 结果如表 3 所示。在短期目标下, 主要致贫因子依次为 X_5 、 X_4 、 X_1 、 X_8 、 X_7 ; 中期目标下的主要致贫因子依次为 X_5 、 X_4 、 X_8 、 X_1 、 X_7 、 X_3 ; 长期目标下的主要致贫因子依次为 X_8 、 X_5 、 X_4 、 X_1 、 X_7 、 X_3 。整体来看, 饮水状况、通电情况、适龄儿童入学率、农村合作医疗保险参加率、适龄家庭成员养老保险参加率基本实现全覆盖, 发展障碍度较低, 对农户致贫的影响较小。卫生厕所和劳动力受教育年限在不同目标下均为主要的致贫因子; 房屋结构与家庭健康状况在各标准下的障碍度相对较低, 但依然是主要的致贫因子。人均纯收入在短期目标下障碍度较低, 而在中期和长期目标下障碍度较高, 为主要的致贫因子。

(1) 劳动力受教育年限(X_5)。福贡县贫困户劳

表 2 各行政村 H^1 、 H^2 、 H^3 统计

Tab.2 Statistics of H^1 , H^2 , and H^3 in different administrative villages

乡镇	行政村	H^1 %	H^2 %	H^3 %	乡镇	行政村	H^1 %	H^2 %	H^3 %	乡镇	行政村	H^1 %	H^2 %	H^3 %
马吉乡	布腊村	51.6	18.2	1.0	鹿马登乡	赤洒底村	93.1	25.9	0.8	架科底乡	达大科村	3.7	0	0
	古当村	47.2	10.8	0		腊马洛村	50.0	0.6	0		架科村	12.0	0.6	0
	马吉村	25.5	5.8	0		鹿马登村	92.3	0.7	0		里吾底村	13.2	0.8	0
	马吉米村	29.7	23.0	4.7		麻甲底村	75.9	4.3	0		南安建村	2.1	0	0
	木加甲村	38.1	2.3	0		娃吐娃村	98.1	22.6	2.8		维独村	9.8	0.8	0
	乔底村	31.7	3.9	0		亚坪村	90.7	11.9	0		子里甲乡	俄科罗村	8.9	0
石月亮乡	旺基独村	38.7	4.0	0.3	上帕镇	达普洛村	66.9	1.0	0	金秀谷村	25.4	2.0	0	
	拉马底村	73.2	22.8	1.3		达友村	90.7	9.0	0	腊母甲村	36.2	4.8	0	
	利沙底村	74.6	10.6	0.7		古泉村	79.7	7.7	0	亚谷村	56.5	1.8	0	
	米俄洛村	76.2	18.1	0		腊吐底村	41.5	5.6	0.3	子里甲村	36.5	2.7	0	
	石门登村	26.3	1.3	0		腊乌村	84.4	14.5	0.7	匹河乡	果科村	12.7	0.9	0
	亚朵村	83.5	2.1	0		腊竹底村	89.4	6.0	0		架究村	5.5	0.6	0
	咱利村	93.0	18.0	0		木古甲村	91.1	5.5	0.3		老姆登村	95.1	18.3	0.7
	知洛村	21.8	1.1	0		上帕村	88.2	27.6	3.7		棉谷村	69.7	9.1	0
	鹿马登乡	资古朵村	82.5	10.4		0	施底村	91.0	27.5	2.5	普洛村	6.5	0	0
		左洛底村	41.8	2.0		0	双米底村	33.5	1.0	0	沙瓦村	64.4	7.7	1.5
巴甲朵村		80.6	11.8	0	知子洛村	62.3	0.9	0	托坪村	84.9	0.9	0		
布拉底村		64.9	1.8	0	珠明林村	80.5	9.4	0	瓦娃村	36.6	0.4	0		
赤恒底村		94.6	18.0	0	架科底乡	阿达村	8.8	0	0	知子罗村	34.9	0.6	0	

表3 各指标贡献度及目标实现率统计
Tab.3 Statistics of $C_1^j, C_2^j, C_3^j, H_1^j, H_2^j,$ and H_3^j

指标	X_1 房屋结构/%	X_2 饮水情况/%	X_3 通电情况/%	X_4 卫生厕所/%	X_5 劳动力受教育年限	X_6 适龄儿童入学率/%	X_7 家庭健康状况/%	X_8 人均纯收入/%	X_9 农村合作医疗保险参加率/%	X_{10} 适龄家庭成员养老保险参加率/%
C_1^j	14.47	0	0	29.60	32.66	0	9.73	13.54	0	0
C_2^j	11.41	0	6.98	23.33	27.99	0	7.67	22.61	0	0
C_3^j	16.91	0	6.05	20.22	24.56	0	6.65	25.61	0	0
H_1^j	61.75	100.00	100.00	21.79	13.68	100.00	74.29	64.23	100.00	100.00
H_2^j	61.75	100.00	76.59	21.79	6.17	100.00	74.29	24.23	100.00	100.00
H_3^j	34.60	100.00	76.59	21.79	5.02	100.00	74.29	0.96	100.00	100.00

动力的平均受教育年限达到6 a脱贫标准的比例为13.68%,中期和长期目标的实现率也比较低,与全国农村居民和云南省农村居民的平均水平相比,还有较大的差距。从指标的发展贡献度来看, X_5 的障碍度 C^1, C^2, C^3 分别为32.66%、27.99%、24.56%,说明劳动力教育水平是限制福贡县贫困户发展的主要致贫因子。教育水平低造成农户内生发展动力不足,同时也会影响脱贫致富的自主性和积极性。

(2) 卫生厕所(X_4)。福贡县贫困户拥有卫生厕所的比例为21.79%,云南省贫困地区的比例为21.3%,全国农村地区的比例为31.7%。从全国来看,卫生厕所的普及率均比较低。卫生厕所不仅为福贡县减贫的限制因素,也是全国农村地区农民生活水平提升的短板。 X_4 的障碍度也处于较高水平,对贫困农户贫困程度具有较大的影响。

(3) 人均纯收入(X_8)。福贡县所有贫困户的平均家庭人均纯收入为4166元,超过3533元达到脱贫线的比例为64.23%,达到农村居民和云南省农村居民的平均水平的比例分别为24.23%、0.96%。整体来看,福贡县贫困户收入水平远低于全国农村平均水平,与省均水平也存在较大差距。在短期发展目标下,经济收入的障碍度低于 X_5, X_4, X_1 ,并非最主要的致贫因素,但在中期和长期目标下,经济收入具有较高的障碍度,是相对贫困的主要致贫因素,贫困农户可持续增收面临较大压力。

(4) 房屋结构(X_1)。福贡县所有贫困户拥有安全住房的比例为61.75%,拥有A级安全住房的目标实现率为34.60%。从安全住房的比例来看,高于省均水平(42.4%),接近全国贫困地区平均水平(65.0%)。福贡县通过异地搬迁、危房改造等工程,住房状况有了较大的改善,但目前仍有大量贫困农户住房安全没有得到保障。

(5) 家庭健康状况(X_7)。家庭健康状况的 H_1^j 为74.29%,说明有25.71%的贫困家庭有患大病或残疾

家庭成员,因病、因残致贫的状况仍较为严重。

从总体来看,福贡县的主要致贫因素为人均纯收入、安全住房、卫生厕所、劳动力受教育年限、庭健康状况。与全国平均水平、省均水平相比,人均纯收入、劳动力平均受教育年限、安全住房是福贡县的发展短板,明显低于全国平均水平,在云南省贫困地区发展中也处于落后水平。

3.3 贫困农户发展空间分异及影响因素探测

3.2.1 发展空间分异特征

各行政村目标实现率 H^1, H^2, H^3 的空间分布如图3所示,不同发展水平农户的空间分布存在较大差异。从 H^1 的空间分布来看,目标实现率达到90%以上的行政村主要位于研究区的中段部分,低于20%的行政村主要集中分布在南段的架科底乡,呈现显著的空间异质性和空间依赖性,整体表现为“中段高、南北两段低”的空间分布特征。从 H^2 的空间分布来看,目标实现率达到10%以上的行政村主要位于北段及中段的部分地区,其他地区均处于较低水平,整体表现为“中段、北段高,南段低”的空间分布特征。从 H^3 的空间分布来看,大部分地区的行政村长期目标实现率都为0,存在实现长期发展目标农户的行政村主要位于北段的部分地区,从整体分布趋势来看,表现为“北高南低”的阶梯状空间分布特征。从局部来看, H^1, H^2, H^3 较高的均为各乡镇政府所在的中心村,经济区位是主要的影响因素。

3.2.2 发展空间分异影响因素探测

根据相关研究^[14,27,34-37],农村贫困化现象受多种地理要素的综合影响,自然禀赋恶劣、位置偏远、基础设施建设落后是贫困地区的主要特征,并认为贫困是人地的时空耦合失调,并强调“地”这一客体性要素既包括自然环境等“第一性地理因素”(the first nature),也包含社会环境等“第二性地理因素”(the second nature)。因此,本文构建了包括自然资源、地形条件、经济区位、交通区位、基础设施、公共服

务共6个维度的影响因素指标体系如表4所示。

本文采用地理探测器探究福贡县行政村减贫和发展空间分异的影响因素,为综合分析主导影响因素和影响机制,选择在维度层面进行探测分析,基于维度内影响因子,在SPSS 10.0中对各影响因

素进行聚类,并选取q值最大的聚类方案,其探测结果如表5所示。

由探测结果可知,对于不同发展水平的农户,各影响因素的空间决定力存在显著差异。对于H¹,福贡县农村减贫和发展分异的主导因素按照决定

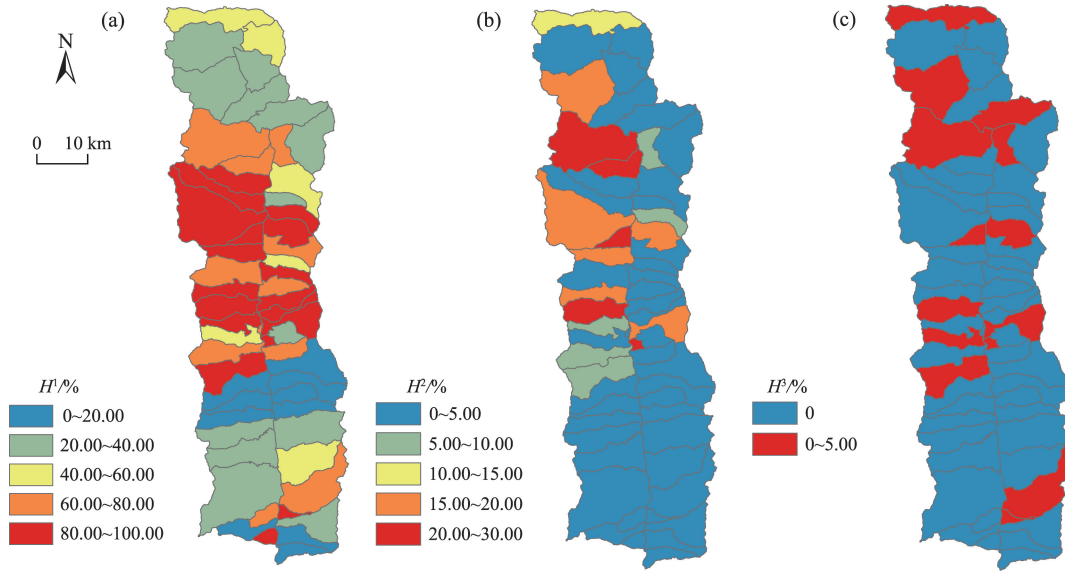


图3 各行政村H¹、H²、H³空间分布
Fig.3 Spatial distribution of H¹, H², and H³

表4 农村贫困影响因素

Tab.4 Influencing factors of rural poverty

维度	指标	指标赋值	数据来源
自然资源	a ₁ 人均耕地面积(hm ² /人)	耕地面积/农业人口	统计数据
	a ₂ 人均林地面积(hm ² /人)	林地面积/农业人口	统计数据
	a ₃ 人均牧草地面积(hm ² /人)	牧草地面积/农业人口	统计数据
地形条件	b ₁ 海拔(m)	行政村的平均海拔高度	ArcGIS空间分析
	b ₂ 地形起伏度(m)	行政村内的平均地形起伏度	ArcGIS空间分析
	b ₃ 坡度(°)	行政村内的平均坡度	ArcGIS空间分析
经济区位	c ₁ 行政村到乡镇距离(km)	各行政村到所在乡镇中心地的距离	ArcGIS空间分析
	c ₂ 行政村到县城的距离(km)	各行政村到所在县城中心地的距离	ArcGIS空间分析
交通区位	d ₁ 行政村到主要干道的距离(km)	各行政村到高速、国道和省道的最短距离	ArcGIS空间分析
	d ₂ 路网密度(km/km ²)	行政村内的道路里程/面积	ArcGIS空间分析
基础设施	e ₁ 通广播电视农户比例(%)	行政村内广播电视覆盖率	统计数据
	e ₂ 通宽带比例(%)	行政村内通宽带农户的比例	统计数据
	e ₃ 通电话率(%)	行政村内通电话农户的比例	统计数据
	e ₄ 垃圾处理自然村比例(%)	配备垃圾收集设施,如垃圾桶、垃圾收集站	统计数据
	e ₅ 自然村主干道硬化比例(%)	行政村内主干道为硬化路面的自然村比例	统计数据
公共服务	f ₁ 是否通客运班车	行政村是否建有通客运班车线	统计数据
	f ₂ 是否有行政村卫生室	是否建有标准化卫生室	统计数据
	f ₃ 执业(助理)医师数(人)	执业(助理)医师的人数	统计数据
	f ₄ 上小学方便的自然村比例(%)	行政村内上小学方便的自然村比例	统计数据
	f ₅ 是否有行政村文化(图书)室	是指是否建有本村集体所有的文化(图书)室	统计数据

表5 2018年影响因素的 q 值
Tab.5 The q -statistics of geographical factors, 2018

目标	自然资源	地形条件	经济区位	交通区位	基础设施	公共服务
H^1	0.133	0.273	0.218	0.128	0.363	0.091
H^2	0.151	0.106	0.064	0.131	0.276	0.054
H^3	0.195	0.039	0.010	0.176	0.066	0.065

力依次为基础设施、地形条件、经济区位、自然资源、交通区位;对于 H^2 ,福贡县农村减贫和发展分异的主导因素按照决定力依次为基础设施、自然资源、交通区位、地形条件;对于 H^3 ,主导因素为自然资源、交通区位。不同发展水平农户的影响因素差异,造成了 H^1 、 H^2 、 H^3 空间格局的差异,出现了部分村落 H^1 、 H^2 、 H^3 间存在矛盾的情况。

总体来看,公共服务对研究区内区域减贫和发展的影响较小,而基础设施具有较大的影响,尤其是对于短期发展目标,硬化路、水电和通信等基础设施是农户生活条件的保障,对农户基本生活产生直接影响,福贡县的基础设施和公共服务缺乏,导致农户群体性福利被剥夺,增加了农户获取教育、医疗等公共资源的成本,从而造成农户发展水平较低的发展现状。地形条件对福贡县区域减贫和发展的影响较大,由于福贡县位于怒江峡谷,境内沟壑纵横,生态环境脆弱,导致水土流失、滑坡、泥石流等灾害频发,对农户生产、生活造成很大隐患和损失;由于坡度较大,耕地的灌溉条件和质量较差,极大地影响了福贡县的农业发展。经济区位对农户的发展也产生了较大的影响,乡镇中心、县城中心是公共服务和区域经济的中心,对周围区域经济发展具有辐射带动作用,同时区位条件还决定了农户获取公共服务的成本,从研究区内区域短期目标发展的空间分异特征来看,邻近乡镇和县城中心的行政村的发展状况明显优于边缘地区的行政村,但对于较高、高发展水平的农户来说,经济中心的辐射作用并不显著,主要是因为福贡县的经济水平较低,经济辐射作用较弱,对较高水平农户的发展影响较小。自然资源禀赋差是深山地区贫困的根源,耕地、林地、牧草地作为农户最基本的生产资料,是农业发展的基础。研究区内,林果业、畜牧业是提高人均收入水平、保证农民增收的主要产业,对于贫困农户的产业帮扶也是以种植业和养殖业为主,所以自然资源对福贡县的减贫和发展具有较大的影响,尤其是能够实现持续增收和发展的高发展水平农户。交通区位对区域减贫和发展也具有

重要的影响,道路是与外界联系的基础,对区域经济发展具有重要作用。在研究区内,部分地区依然是溜索过江的原始交通方式,道路设施成为限制区域发展的主要限制因素,对农产品的外销产生了巨大影响,因此对于较高水平农户的发展影响较大。

4 结论与讨论

为全面掌握研究区多维贫困状况,阐释贫困发展过程及影响机制,本文构建G-TOPSIS多目标多维贫困发展评价模型,从发展状态、发展差距、脱贫率等角度揭示了不同发展目标下农户多维贫困的发展状况,并基于地理探测器对不同发展水平农户的减贫影响因素进行了分析。基于福贡县研究区的分析结果,得到以下结论:

(1) 发展水平。在不同的发展目标下,分别计算得到福贡县短期目标实现率 H^1 、中期目标实现率 H^2 、长期目标实现率 H^3 分别为54.83%、7.23%、0.24%。整体来看,福贡县目前仍存在大量未脱贫农户,脱贫攻坚的压力依然较大,全面脱贫是福贡县当前最紧迫的发展目标;已脱贫人口距全国和全省农村居民平均发展水平还有较大差距,仍处于相对贫困状态,具有较高的贫困脆弱性,防止返贫、缓解相对贫困的任务艰巨。从福贡县内部发展状况来看,受行政村发展状况的影响,各行政村贫困农户的发展水平存在较大差异。

(2) 致贫原因。不同发展目标下,贫困农户主要致贫因素存在较大差异,其中变化较大的是人均纯收入,在短期目标下障碍度较低,而在中期和长期目标下障碍度较高,为主要的致贫因子。短期发展目标下,主要致贫因子为人均纯收入、安全住房、卫生厕所、劳动力受教育年限、家庭健康状况;中期、长期目标下,人均纯收入、劳动力受教育年限、安全住房是福贡县的发展短板,与全省、全国平均水平存在较大差距。

(3) 空间格局。对研究区行政村 H^1 、 H^2 、 H^3 进行加权核密度和空间自相关分析,区域减贫和发展表

现出显著的空间分异特征,基于地理探测器模型,贫困受基础设施、地形条件、经济区位、自然资源、交通区位等影响因素的综合影响,农户发展水平越低,空间异质性越强,受地理环境的影响越大。

由于福贡县整体发展水平较低,区域贫困受到第一地理要素和第二地理要素的共同影响,在基础设施、地形条件、经济区位、自然资源、交通区位的综合作用下,形成目前的空间分异格局。结合目前福贡县的主要致贫原因和影响因素,应协调好生态环境保护与开发的关系,进一步发挥生态扶贫措施的作用,在退耕还林的同时及时调整农业结构,并开展农业技术培训。针对因病致贫的贫困农户,应逐步开展医疗救助,并纳入城乡医疗保险保障体系,参加大病医疗保险。特殊的地理环境对基础设施建设造成了巨大影响,在开展危房改造和异地搬迁工程的同时,更应将自然环境劣势转化为经济发展优势,因地制宜发展生态旅游和民族特色旅游产业。作为区域经济发展的动脉,道路基础设施的建设是发展经济农业和旅游产业的关键。

本文对福贡县贫困农户进行多目标发展评价,有助于各级政府部门在宏观上把握整体发展水平、发展差距,对各维度发展状况的分析;可以探测致贫因素和区域发展短板,为实施国家“精准扶贫”和“乡村振兴”战略提供导向支持。由于当前扶贫主战场仍以农村地区为主,本文未能涉及城镇居民减贫与发展研究,未来将考虑城乡减贫融合,参照对象也将由农村居民转变为全国居民,并以“乡村振兴”和“精准扶贫”战略为依托,有效解决2020年后相对贫困问题。

参考文献(References)

- [1] 黄征学,高国力,滕飞,等.中国长期减贫,路在何方? 2020年脱贫攻坚完成后的减贫战略前瞻[J].中国农村经济,2019(9): 2-14. [Huang Zhengxue, Gao Guoli, Tengfei, et al. Where is China's long-term poverty reduction? Prospects of poverty reduction strategies after 2020. Chinese Rural Economy, 2019(9): 2-14.]
- [2] 高强,孔祥智.论相对贫困的内涵、特点难点及应对之策[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2020,41(3): 32-40. [Gao Qiang, Kong Xiangzhi. On the connotation, characteristics, difficulties and countermeasures of relative poverty. Journal of Xinjiang Normal University (Philosophy and Social Sciences), 2020, 41(3): 32-40.]
- [3] 陈志钢,毕洁颖,吴国宝,等.中国扶贫现状与演进以及2020年后的扶贫愿景和战略重点[J].中国农村经济,2019(1): 2-16. [Chen Zhigang, Bi Jieying, Wu Guobao, et al. Post-2020 rural urban integrative poverty reduction strategy: Development status, evolution, new vision and key areas. Chinese Rural Economy, 2019(1): 2-16.]
- [4] 魏后凯,刘长全.中国农村改革的基本脉络、经验与展望[J].中国农村经济,2019(8): 101-115. [Wei Houkai, Liu Changquan. The basic context, experience and prospect of China's rural reform. Review of Economic Research, 2019(8): 101-115.]
- [5] 汪三贵,郭子豪.论中国的精准扶贫[J].贵州社会科学,2015(5): 147-150. [Wang Sangui, Guo Zihao. On precision poverty alleviation in China. Guizhou Social Sciences, 2015(5): 147-150.]
- [6] 汪三贵,冯紫曦.脱贫攻坚与乡村振兴有机衔接:逻辑关系、内涵与重点内容[J].南京农业大学学报(社会科学版),2019,19(5): 8-14. [Wang Sangui, Feng Zixi. The organic connection between poverty alleviation and rural rejuvenation: logical relationship, connotation and key content. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2019, 19(5): 8-14.]
- [7] 黄承伟,覃志敏.我国农村贫困治理体系演进与精准扶贫[J].开发研究,2015(2): 56-59. [Huang Chengwei, Qin Zhimin. Evolution of China's rural poverty governance system and targeted poverty alleviation. Research on Development, 2015(2): 56-59.]
- [8] Sen A K. Development as freedom [M]. Oxford, UK: Oxford University Press, 1999.
- [9] Alkire S, Foster J. Understandings and misunderstandings of multidimensional poverty measurement [J]. The Journal of Economic Inequality, 2011, 9: 289-314.
- [10] Ravallion M. On multidimensional indices of poverty [J]. Journal of Economic Inequality, 2011, 9: 235-248.
- [11] Wang Y H, Chen Y F. Using VPI to measure poverty-stricken villages in China [J]. Social Indicators Research, 2016, 127(3): 1-25.
- [12] 刘艳华,徐勇.中国农村多维贫困地理识别及类型划分[J].地理学报,2015,70(6): 991-1007. [Liu Yanhua, Xu Yong. Geographical identification and classification of multi-dimensional poverty in rural China. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(6): 991-1007.]
- [13] 陈焯烽,王艳慧,王小林.中国贫困村测度与空间分布特征分析[J].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.]
- [14] 陈焯烽, 王艳慧, 赵文吉, 等. 中国贫困村致贫因素分析及贫困类型划分 [J]. 地理学报, 2017, 72(10): 1827-1844. [Chen Yefeng, Wang Yanhui, Zhao Wenji, et al. Contributing factors and classification of poor villages in China. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(10): 1827-1844.]
- [15] 高帅, 毕洁颖. 农村人口动态多维贫困: 状态持续与转变 [J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(2): 76-83. [Gao Shuai, Bi Jieying. Dynamic multidimensional poverty in rural China: Persistence and transition. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(2): 76-83.]
- [16] 张庆红. 新疆城镇贫困的测度及影响因素分析 [J]. 石河子大学学报(哲学社会科学版), 2015, 29(1): 25-30. [Zhang Qinghong. Analysis of urban poverty measurement and influencing factors in Xinjiang. *Journal of Shihezi University (Philosophy and Social Sciences)*, 2015, 29(1): 25-30.]
- [17] 夏春萍, 雷欣悦, 王翠翠. 我国农村多维贫困的空间分布特征及影响因素分析: 基于31省的多维贫困测度 [J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(8): 229-238. [Xia Chunping, Lei Xinyue, Wang Cuicui. Analysis of the spatial distribution characteristics and influencing factors of multidimensional poverty in rural China: Based on a multidimensional poverty measurement of 31 provinces. *Journal of China Agricultural University*, 2019, 24(8): 229-238.]
- [18] 孙久文, 夏添. 中国扶贫战略与2020年后相对贫困线划定: 基于理论、政策和数据的分析 [J]. 中国农村经济, 2019(10): 98-113. [Sun Jiuwen, Xia Tian. China's poverty alleviation strategy and the delineation of the relative poverty line after 2020: An analysis based on theory, policy and empirical data. *Chinese Rural Economy*, 2019(10): 98-113.]
- [19] 苏昕, 赵琨. 发展性福利视域下中国贫困的可持续治理 [J]. 山西大学学报(哲学社会科学版), 2019, 42(6): 73-79. [Su Xin, Zhao Kun. Sustainable governance of poverty in China from the perspective of development welfare. *Journal of Shanxi University (Philosophy & Social Science)*, 2019, 42(6): 73-79.]
- [20] 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 [J]. 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.]
- [21] 王小林, Alkire S. 中国多维贫困测量: 估计和政策含义 [J]. 中国农村经济, 2009(12): 4-10. [Wang Xiaolin, Alkire S. Multidimensional poverty measurement in China: Estimation and policy implications. *Chinese Rural Economy*, 2009(12): 4-23.]
- [22] Betti G, Gagliardi F, Lemmi A, et al. Comparative measures of multidimensional deprivation in the European Union [J]. *Empirical Economics*, 2015, 49: 1071-1100.
- [23] Guedes G R, Brondizio E S, Barbieri A F, et al. Poverty and inequality in the rural Brazilian Amazon: A multidimensional approach [J]. *Human Ecology*, 2012, 40: 41-57.
- [24] 何仁伟, 方方, 刘运伟. 贫困山区农户人力资本对生计策略的影响研究: 以四川省凉山彝族自治州为例 [J]. 地理科学进展, 2019, 38(9): 1282-1293. [He Renwei, Fang Fang, Liu Yunwei. Influence of human capital on the livelihood strategy of farming households in poor mountainous areas: A case study of Liangshan Yi Autonomous Prefecture of Sichuan, China. *Progress in Geography*, 2019, 38(9): 1282-1293.]
- [25] 马历, 龙花楼, 屠爽爽, 等. 基于乡村多功能理论的贫困村域演变特征与振兴路径探讨: 以海南省什寒村为例 [J]. 地理科学进展, 2019, 38(9): 1435-1446. [Ma Li, Long Hualou, Tu Suangsuang, et al. Characteristics of change and vitalization pathways of poor villages based on multifunctional rural development theory: A case study of Zahan Village in Hainan Province. *Progress in Geography*, 2019, 38(9): 1435-1446.]
- [26] 王宏卫, 柴春梅, 樊永红, 等. 基于DPSIR-TOPSIS模型的和田连片特困地区生态安全综合评价 [J]. 甘肃农业大学学报, 2016, 51(5): 100-106, 115. [Wang Hongwei, Chai Chunmei, Fan Yonghong, et al. Comprehensive assessment of ecological security based on DPSIR-TOPSIS model in Hotan poverty-stricken areas. *Journal of Gansu Agricultural University*, 2016, 51(5): 100-106, 115.]
- [27] 赵莹, 刘小鹏, 郭永杰. 集中连片特困地区多维贫困的度量及动态演变: 以宁夏西吉县为例 [J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 2015, 36(1): 73-78. [Zhao Ying, Liu Xiaopeng, Guo Yongjie. Measurement on the multidimensional poverty in concentrated contiguous destitute areas and its dynamic evolution trend: Taking Xiji County of Ningxia for example. *Journal of Ningxia University (Natural Science Edition)*, 2015, 36(1): 73-78.]
- [28] 张志国, 武力兵, 聂荣. 基于模糊集理论的中国农村贫困测度 [J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(23): 9-16.

- [Zhang Zhiguo, Wu Libing, Nie Rong. Chinese rural poverty measure based on the fuzzy set theory. *Mathematics in Practice and Theory*, 2016, 46(23): 9-16.]
- [29] 庄天慧, 张海霞, 余崇媛. 西南少数民族贫困县反贫困综合绩效模糊评价: 以10个国家扶贫重点县为例 [J]. *西北人口*, 2012, 33(3): 89-93, 98. [Zhuang Tianhui, Zhang Haixia, Yu Chongyuan. Southwest minority poverty counties antipoverty comprehensive performance evaluation: Key counties for poverty relief to 10 countries as an example. *Northwest Population Journal*, 2012, 33(3): 89-93, 98.]
- [30] 顾小涵. 基于TOPSIS对精准扶贫实施绩效评价研究 [D]. 南昌: 江西财经大学, 2019. [Gu Xiaohan. Research on the performance evaluation of precision poverty alleviation based on TOPSIS. Nanchang, China: Jiangxi University of Finance and Economics, 2019.]
- [31] Martha G R, 杨国安. 可持续发展研究方法国际进展: 脆弱性分析方法与可持续生计方法比较 [J]. *地理科学进展*, 2003, 22(1): 11-21. [Martha G R, Yang Guo'an. The international progress of sustainable development research: A comparison of vulnerability analysis and the sustainable livelihoods approach. *Progress in Geography*, 2003, 22(1): 11-21.]
- [32] 齐文平, 王艳慧, 赵文吉, 等. 虑及生态环境的十四片区贫困县多维贫困度量 [J]. *应用生态学报*, 2018, 29(11): 3760-3772. [Qi Wenping, Wang Yanhui, Zhao Wenji, et al. Multidimensional poverty measurement of poverty-stricken counties in China's 14 contiguous destitute areas considering ecological environment. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2018, 29(11): 3760-3772.]
- [33] 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 [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2010, 24(1): 107-127.
- [34] 丁建军, 冷志明. 区域贫困的地理学分析 [J]. *地理学报*, 2018, 73(2): 232-247. [Ding Jianjun, Leng Zhiming. Regional poverty analysis in a view of geography science. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(2): 232-247.]
- [35] 周扬, 李寻欢. 平原农区贫困地理格局及其分异机制: 以安徽省利辛县为例 [J]. *地理科学*, 2019, 39(10): 1592-1601. [Zhou Yang, Li Xunhuan. Geographical pattern and mechanism of poverty differentiation in plain areas: A case study of Lixin County, Anhui Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(10): 1592-1601.]
- [36] 王艳慧, 钱乐毅, 段福洲, 等. 村级贫困人口多维测算及其贫困特征分析: 以河南省内乡县为例 [J]. *人口与经济*, 2014(5): 114-120. [Wang Yanhui, Qian Leyi, Duan Fuzhou, et al. An analysis on multidimensional poverty measurement and research on its spatial distribution pattern: A case study from Neixiang County. *Population & Economics*, 2014(5): 114-120.]
- [37] 王佳宁, 史志乐. 贫困退出机制的总体框架及其指标体系 [J]. *改革*, 2017(1): 119-131. [Wang Jianing, Shi Zhile. The overall framework and index system of poverty exit mechanism. *Reform*, 2017(1): 119-131.]

Multi-objective development evaluation of poverty-stricken households based on G-TOPSIS model: A case study from Fugong County, Yunnan Province

QI Wenping^{1,2,3}, WANG Yanhui^{1,2,3*}, WAN Yuan^{1,2,3}, HUANG Tao^{1,2,3}

(1. Beijing Key Laboratory of Resource Environment and Geographic Information System, Capital Normal University, Beijing 100048, China; 2. Key Laboratory of 3-Dimensional Information Acquisition and Application, Ministry of Education, Capital Normal University, Beijing 100048, China; 3. State Key Laboratory Incubation Base of Urban Environmental Processes and Digital Simulation, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract: Establishing a multi-objective development evaluation system for poverty-stricken households to realize the accurate identification and dynamic monitoring of relative poverty under different development goals has become an urgent need of poverty alleviation and development in the new stage of rural poverty alleviation. Taking into consideration the strategies of targeted poverty alleviation, rural revitalization, and sustainable development, this study designed a "goal fulfillment degree" Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (G-TOPSIS) multi-objective development evaluation model that reveals the development level and development gap of poverty-stricken households under the short-, medium-, and long-term goals, and detected the influencing factors of poverty reduction of farming households at different development levels based on geographical detector. Taking Fugong County, Yunnan Province as the study area, the results show that: 1) At present, there is a large number of farming households in the study area that are still in absolute poverty, and there is still a great pressure to tackle the poverty problem. Therefore, comprehensive poverty alleviation is the most urgent development goal of Fugong County. Farming households that are out of absolute poverty are still in relative poverty and have high poverty vulnerability. They are still far from the average development level of rural residents nation-wide and in the province. Therefore, the task of preventing and alleviating relative poverty in Fugong County is arduous. 2) Under the short-term goal, the main factors contributing to poverty are the number of years of education for the labor force, sanitary toilets, safe housing, per capita net income of the family, and family health; under the medium- and long-term goals, compared with the national and provincial levels, the main development weaknesses are per capita net income of the family, education for the labor force, and safe housing. 3) Affected by infrastructure, terrain, economic geographical location, natural resources, and traffic location, the spatial distribution characteristics of poor farming households at different development levels are very different. The lower the development level of farming households, the stronger the spatial heterogeneity, and the greater the impact of geographical environment. The research results can provide efficient technical decision-making support for the implementation of national precision poverty reduction strategies, rural revitalization strategies, and sustainable development strategies.

Keywords: multidimensional poverty; development evaluation; development level; poverty factors; Fugong County, Yunnan Province