

多维视角下农村家庭致贫深层机理研究

——基于安徽省大别山区 682 户调查数据

陈闻鹤^a, 常志朋^{*ab}, 宫晓虹^c

(安徽工业大学 a.商学院; b.安徽创新驱动发展研究院; c.马克思主义学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘要: 基于安徽省大别山区 682 户农村家庭调查数据, 首先采用马田系统从收入、教育、健康、生活条件、资产状况、住房等六个维度精选出导致农村家庭多维贫困的主要因素, 然后利用解释结构模型和复杂网络节点重要性分析方法对致贫因素进行分层并测度每一因素对其他因素的影响力, 从而识别出导致贫困的深层因素。结果表明: 农村家庭贫困多维特征明显, 收入贫困已不是主要致贫因素, 基础设施建设的不完善是致使农户多维贫困产生的主因, 筛选后的因素可以有效区分贫困户与非贫困户; 医疗服务可及性、饮用水、做饭燃料和通电情况是农村家庭致贫的深层因素; 饮用水、做饭燃料、卫生设施和健康状况对其他致贫因素的影响力较大。

关键词: 致贫深层机理; 农村家庭; 多维贫困; 大别山区; 马田系统

中图分类号: F323.8

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2020)01-0025-10

Research on the deep mechanism of rural families' poverty from a multidimensional perspective : Evidence from the survey data of 682 households in Dabie Mountain Area of Anhui province

CHEN Wenhe^a, CHANG Zhipeng^{*ab}, GONG Xiaohong^c

(a. School of Business; b. Institute of Anhui's Innovation Driving and Development; c. Marxism College, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002, China)

Abstract: Based on the survey data of 682 rural households in Dabie Mountain Area, Anhui province, the main factors leading to multidimensional poverty in rural households were firstly selected from six dimensions including income, education, health, living conditions, asset status and housing through Mahalanobis-Taguchi System. Then, using the interpretative structure model and the importance analysis method of complex network nodes, the poverty factors were stratified and the influence of each factor on other factors was measured, so as to identify the deep factors leading to poverty. The results show that the multi-dimensional characteristics of rural household poverty are obvious, income poverty is not the main cause of poverty, the imperfect infrastructure construction is the main cause of multi-dimensional poverty, the factors after screening can effectively distinguish poor households from non poor households; medical service accessibility, drinking water, cooking fuel and power supply are the deep-seated factors of rural household poverty; drinking water, cooking fuel, sanitation facilities and health status have great influence on other poverty factors.

Keywords: deep mechanism of poverty; rural households; multidimensional poverty; Mahalanobis-Taguchi System

收稿日期: 2019 - 11 - 22

基金项目: 国家自然科学基金项目(71673001); 安徽省高校优秀青年人才支持计划重点项目(gxyqZD2017040); 安徽高校人文社会科学研究重点项目(SK2018A0059); 2019年安徽省高校思想政治工作中青年骨干队伍建设项目

作者简介: 陈闻鹤(1994—), 男, 安徽马鞍山人, 硕士研究生。*为通信作者。

一、问题的提出

党的十八大以来我国脱贫攻坚工作取得了举世瞩目的成就。截至到 2019 年底, 我国农村未脱贫人口为 551 万人, 与 2018 年相比减少 1109 万人, 贫困发生率仅为 0.6%。随着扶贫开发工作的不断推进, 我国已进入全面打赢脱贫攻坚战的收官之年,

如何帮助农村剩存贫困人口顺利脱贫,补上“三农”领域的突出短板,对实现全面小康社会有着重大意义。习近平主席指出:“脱贫攻坚的要义是精准,要做到因村因户因人施策,对症下药、精准滴灌、靶向治疗,扶贫扶到点上扶到根上。”^①因此,要想真正实现精准扶贫,就需要科学、准确地找出农村家庭多维贫困的深层机理,保证扶贫工作的效率和政策实施效果。

“多维贫困”概念最早由阿玛蒂亚·森于1976年提出^[1],他认为收入只是贫困的表层原因,其主要原因在于家庭或个体能力的缺失,例如教育水平较低、身体健康状况较差等,从而致使“可行能力”丧失。Alkire和Foster^[2]使用“多维贫困”概念对“可行能力”进行了进一步阐释,认为收入贫困只是致贫的表层原因,其本质具有层次性和多维性,主要在于教育、生活水平和健康等方面的欠缺,并以此形成了多维贫困指数(MPI)。已有国内学者从多维视角分析了我国农村家庭的贫困问题。高艳云^[3]通过分析认为医疗保险、卫生设施等是导致农村家庭贫困的主要原因,且农村地区多维贫困严重程度高于城市;殷浩栋等^[4]以易地扶贫搬迁户为对象,研究指出基础设施和公共服务的不足是导致贫困户异地搬迁的主要原因;王恒等^[5]以秦巴山区调查数据为例,认为社会资本的缺失和金融借贷体系的不规范化是导致农村家庭贫困的主因。在多维贫困原因分析方法方面,Permana等^[6]运用C4.5算法分析了315个村庄的多维贫困数据,结果发现对于贫困敏感度较高的指标主要集中在辍学率、营养不良率和农民工率等方面;田宇^[7]基于Kriging算法对样本数据进行空间插值,分析结果认为造成武陵山区多维贫困的主要原因是燃料、人均收入和教育年限;郝晓薇等^[8]使用AF方法和因子分析法探讨了公共服务对农村多维贫困的减贫效应,结果表明教育和医疗卫生对减少多维贫困的效果明显。

通过分析现有文献可以发现,学界对于多维贫困原因的研究成果较为丰富,但依然存在以下欠缺:一是多维贫困指标选取并未从“收入—支出”角度考虑食品、教育、医疗等开支对农村家庭经济状况的影响,也未考察基础教育、医疗卫生等公共服务可及性对其间接福利的影响;二是贫困原因的分析并未考察致贫因素间的关联性和传导关系,同

时缺少对致贫深层机理的研究;三是测度对象以县域、村域等区域性多维贫困为主,缺乏对农户个体多维贫困状况的研究。因此,本研究拟在构建农村家庭多维贫困指标体系的基础上,建立农村家庭致贫深层机理分析模型,即使用马田系统精选主要致贫因素,利用解释结构模型和复杂网络节点重要性分析方法对致贫因素进行分层并测度每一因素对其他因素的影响力,从而识别出导致贫困的深层因素,并据此提出政策建议。

二、理论分析与模型构建

1. 理论分析

在多维贫困分析中,乌德亚·瓦格尔和刘亚秋^[9]认为即使个人能力得到了提升,如果社会缺乏转换机制,例如医疗、教育、饮用水、电力和能源等民生基础设施的缺失,也会使得个体或家庭难以获得更美好的生活。改革开放以来,我国在经济方面取得了很大成就,但部分农村地区依然面临公共服务等基础设施欠缺、卫生知识普及力度不够等问题,这是农村人口贫困的最主要原因。阿玛蒂亚·森^[10]研究表明,印度社会贫困长期存在的主要原因是,政策制定者过分注重高等教育对社会进步的推动作用,忽视了基础教育和基本医疗卫生服务对消除贫困的重要作用。从中可以看出,农村家庭贫困多维特征主要包含个体能力贫困和周边基础设施缺失对个人能力的剥夺,其多维性的确立是挖掘贫困深层原因的基础,也是由开发式扶贫转向精准扶贫的前提保障。结合已有研究,本文从收入、教育、健康、生活条件、资产状况、住房等六个维度研究农村家庭致贫深层因素及作用机理。

收入是家庭或个体维持和改善基本生存条件所需资源的主要来源方式,人均纯收入也是划分绝对贫困线的主要标准,近年来,国内外根据不同地区的购买力平价水平,不断上调贫困标准,以期可以防止贫困人口“被脱贫”,如世界银行2015年宣布将国际贫困线标准由原先的每人每天1.25美元上升至1.9美元,我国政府将贫困线标准由2009年前的人均年收入1196元调整为现行的2300元,这充分反映了收入指标对测度农户贫困程度的重要性。因此,提高收入是实现农村贫困人口脱贫的重要条件之一。

教育可以提高贫困地区人口素质,帮助贫困人口掌握较为先进的劳动知识和技能,从而阻断“代际贫困”,是我国完成高质量脱贫攻坚任务和实现社会公平正义的重要路径。因此,我国近年来不断通过公益事业、政府干预和引导社会资本进入等手段构建多层次的教育扶贫体系。其中,公共教育可及性反映了贫困人口通过教育改变自身发展状况的困难程度,教育这一基础公共服务的完善可以间接提升其福利水平^[11];受教育程度的提高可以增强贫困人口的“可行能力”,从而抑制贫困发生率的提升^[12];并且,教育支出不足可能会导致人力资本积累水平的下降,从而使得收入提高受阻并难以改变家庭经济状况。

健康是农村家庭持续行使“可行能力”的重要保障,2016年《关于实施健康扶贫工程的指导意见》指出健康扶贫应当注重提升农村地区的医疗保障水平,减少贫困人口的医疗支出负担,完善贫困地区的医疗服务体系,通过“一对一帮扶”等形式提升其医疗诊断水平,同时通过基层卫生普及减少贫困人口患病几率。对于农户来说,医疗卫生服务的欠缺会威胁农户健康状况,增加医疗支出和债务风险,并对收入与生活福利水平产生不利影响^[13]。

生活条件是反映农户福利发展情况的重要依据,也是“能力贫困”剥夺的主要方面,即贫困人口由于社会资源分配的不均衡和政府公共财政支出的不足,导致无法获取公共基础设施和基本公共服务,主要包含做饭燃料、饮用水、电力和营养摄入保障等方面。以秸秆和木头为主的做饭燃料会产生大量烟尘、一氧化碳和氮氧化物,这会增加农村妇女和儿童罹患呼吸道疾病和肺癌的可能性^[14];农村居民饮用未经处理的不洁净的水会增加患胃肠道疾病和流行病的几率,会影响生命周期内的生活质量^[15];电力则是进行现代化生产生活的基石,也是获取卫生医疗知识和服务的重要媒介;食品支出反映了个人或家庭的营养摄入情况,以上因素均会影响农户的健康状况和资产积累^[16]。

资产状况主要包含生产性资产、辅助生活资产和耕地。生产性资产和辅助生活资产对于家庭来说,具有单品价值高、产品替代弹性不高和需求弹性较大的特点,由于其一次性支出费用较高,因此可以反映农村家庭长期生产和积累资本的能力,也

体现了农村社会的民生发展程度和居民生活质量,易受到健康状况的负向冲击,是脱贫攻坚的出发点与落脚点^[17];同时,以农业生产为主的贫困人口易受到自然灾害的影响而产生资源贫困,耕地数量反映了其拥有抵抗外部不确定风险的韧性度^[18]。

住房不仅体现了农村家庭基本的生存和居住环境,也和家庭成员的健康状况有着紧密联系。其中,住房条件反映了家庭资本的长期积累状况和社会经济发展水平,是福利贫困的重要表征^[19]。同时,精准扶贫对住房的卫生条件也提出新要求,即应当拥有卫生厕所等基本的居住条件,以此提升家庭成员健康状况和改善村庄的居住环境。

2. 模型选择

一是基于现有理论和扶贫政策,建立多维贫困视角下的农村家庭致贫因素集,并基于可观测和可获取性原则对数据进行初步筛选;然后,使用马田系统精选出对农村家庭多维贫困影响较大的因素。马田系统^[20]是日本著名质量工程学家田口玄一博士在20世纪90年代初提出的一种降维方法。该方法由马氏距离和田口方法整合而来,利用异常样本的马氏距离验证由正常样本构建的基准空间有效性,并使用田口方法对因素集进行降维,其优势在于无需任何数学分布假设,不但能够实现完全降维,即可以把不重要的因素从因素集中去掉,而且具有原理简单,易于操作,便于在实践中应用等优点^[21],已在产品质量提高^[22]、故障诊断^[23]、多属性决策^[24]等方面得到应用。

二是使用相关系数法测度精选出致贫因素间的相关性,在此基础上由专家判断因素间的影响关系从而构建邻接矩阵,进而运用解释结构模型建立致贫因素的递阶有向图,研究因素间的二元传导关系,最终找到导致农村家庭贫困的深层原因。Warfield最先提出该模型,其主要思想为通过构建多层次有向模型分析致贫要素间的直接或间接关系,从而整理要素集内部的混乱关系并找出其内在传导规律^[25,26]。由于传统的解释结构模型的邻接矩阵过分依赖于专家经验判断,因此本文使用主观(相关系数)与客观(专家判断)相结合的方法减少邻接矩阵的主观局限性。

三是使用复杂网络节点重要性分析方法对致贫因素在解释结构模型中的影响力进行分析,本文

主要根据胡钢^[27]提出的基于解释结构模型的节点重要性度量方法展开研究,即将致贫因素视为节点,将解释结构模型视为复杂网络,通过对某一节点与其他节点的关联程度以及该节点所处的层级进行综合赋权测度,判别该致贫因素在网络中的重要性,从而甄别出在相同层级的因素中哪些因素对网络中其他因素的影响力更大,其优势在于该方法不仅可以适用于对网络层级进行赋权,还可以对层级中节点的影响力进行排序。

农村家庭致贫深层机理分析模型可以解决以下问题:一是如何保证精选出的致贫因素可以有效区分贫困户与非贫困户,以此减少扶贫工作成本和时间;二是如何划分致贫因素层级,并分析导致农村家庭贫困的深层因素;三是如何判别致贫因素对

其他因素的影响程度,从而甄选出在复杂网络中影响力较大的深层因素。

3. 因素选取

多维贫困维度的确立是识别农村多维贫困家庭的前提,是挖掘致贫深层机理的基础。根据本文前述分析,同时借鉴MPI指数、国务院《“十三五”脱贫攻坚规划》要求的“两不愁,三保障”^②、以及学者常用的多维贫困测度因素^[3],引入“食品、教育和医疗等支出占比”衡量消费支出对家庭收入的占有情况,使用“到学校、医院等地点所需时间”表示公共服务可及性,以此测度农户多维贫困状况。同时基于可观测原则剔除在实地调研中无法获取数据的因素,因素集共包含6个维度17个因素,具体如表1所示。

表1 多维视角下农村家庭致贫因素集

维度	因素	因素内容及解释	临界值
收入 U_1	人均年收入 α_1	2014年家庭人均年收入(元)	2300
教育 U_2	人均受教育程度 α_2	家庭成年人平均受教育年限(年):未上过学=0,小学/私塾=6,初中=9,普通高中/职业高中/技校/中专=12,大专=15,大学本科=16,硕士=19,博士=23	6
	教育支出 α_3	教育支出占家庭总消费的比例	60%
	公共教育可及性 α_4	家到最近学校所需最短时间(分钟)	30
健康 U_3	健康状况 α_5	家庭成员最低健康状态:非常健康=5,健康=4,一般=3,比较不健康=2,非常不健康=1	2
	医疗支出 α_6	医疗支出占家庭总消费的比例	60%
	医疗服务可及性 α_7	家(调查所在地住房)到最近医疗点所需最短时间(分钟)	30
生活条件 U_4	饮用水 α_8	家庭全年无法喝上正常的清洁饮用水:是=1,否=0	1
	做饭燃料 α_9	用木头或者植物秸秆作为做饭燃料:是=1,否=0	1
	通电情况 α_{10}	家中通电情况:没通电=1,经常断电=2,偶尔断电=3,几乎未断电=4	2
	食物支出 α_{11}	食物支出占家庭总消费的比例	60%
资产状况 U_5	生产资产 α_{12}	是否有汽车、摩托车、拖拉机、农业机械等生产型资产:是=1,否=0	0
	辅助生活资产 α_{13}	彩电、空调、冰箱、洗衣机、钢琴、VCD/DVD、录像机/照相机、台式/笔记本电脑/pad等家庭长期消费品数量	2
	耕地数量 α_{14}	家庭人均耕地面积(亩)	1.65
住房条件 U_6	住房质量 α_{15}	家中住房为“土坯”结构或“危房”:是=1,否=0	1
	人均住房面积 α_{16}	家庭人均住房面积(平方米)	12
	卫生设施 α_{17}	家庭有冲水式厕所或者水泥硬化式旱厕:是=1,否=0	1

注:表中“ ”或“ ”表示小于或大于该临界值时农户在该因素上处于贫困状态。

四、数据来源及实证结果分析

1. 数据来源

本文数据来源于课题组2015年12月对安徽省大别山区H、J和Y三县的实地调研数据,主要采用的是深度访谈法和问卷调查法。课题组成员在与以上三县基层工作人员、贫困农户访谈后,对当地精准扶贫工作状况有了深入了解。并在当地政府部门的协助下,通过整群抽样的方式对农村家庭展开问卷调查工作,共发放问卷728份,回收有效问卷682份,有效率为93.68%。问卷主要包含家庭基本

信息、医疗健康水平、收入支出情况、资产状况和住房条件等方面。本文选择H、J和Y三县作为调查地点,出于以下考虑:1)H、J和Y三县是《中国农村扶贫开发纲要(2001—2010年)》认定的国家级贫困县,是大别山集中连片特困区的典型代表;2)H、J和Y三县政府与课题组有良好的合作关系,有利于展开调研工作。依据MPI指数的通常做法,将在因素上处于贫困状态数量 p 占比不低于30%的农村家庭认定为多维贫困户^[4],故本文将陷入贫困状态数量 $p \geq 5$ 的农户定义为农村多维贫困户,得到非贫困户456户,贫困户226户。

2. 基于马田系统的主要致贫因素精选

引入马田系统对农村家庭致贫因素进行精选，具体步骤如下：

(1) 构建基准空间。将非贫困样本总体 X 定义为基准空间，然后计算非贫困样本的马氏距离，其计算公式如下：

$$MD_k^2 = \frac{1}{p} (\mathbf{x}_k - \mathbf{u})^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_k - \mathbf{u}), k=1,2,\dots,n \quad (1)$$

其中： \mathbf{x}_j 为第 j 个非贫困样本， $\mathbf{u} = \frac{1}{n} \mathbf{X}^T \mathbf{1}_n$ ，

$\mathbf{S} = \frac{1}{n-1} \mathbf{X}^T (\mathbf{I}_n - \frac{1}{n} \mathbf{1}_n \mathbf{1}_n^T) \mathbf{X}$ 分别为非贫困样本总体的均值和协方差， n 为样本数量， p 为致贫因素的个数， \mathbf{I}_n 为单位矩阵， $\mathbf{1}_n = (1,1,L,1)^T$ 。

接下来，利用非贫困样本总体的均值 \mathbf{u} 和协方差矩阵 \mathbf{S} ，计算第 k 个贫困样本的马氏距离 (图 1)，其计算公式如下：

$$MD_k^2 = \frac{1}{p} (\hat{\mathbf{x}}_k - \mathbf{u})^T \mathbf{S}^{-1} (\hat{\mathbf{x}}_k - \mathbf{u}), k=1,2,\dots,m \quad (2)$$

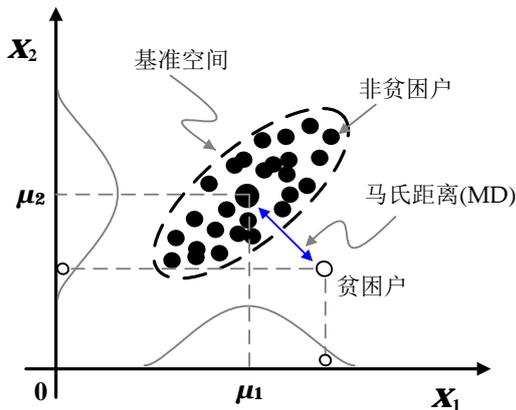


图 1 马田系统区分贫困户与非贫困户原理

以465户非贫困户作为正常样本，226户贫困户作为异常样本，利用式(1)和(2)分别计算非贫困户样本和贫困户样本的马氏距离，计算结果显示：非贫困户样本的马氏距离均值为0.933，贫困户样本的马氏距离均值为84.801，比较二者马氏距离可知，非贫困户样本显著小于非贫困样本 (图 2)，说明收集的样本数据能够很好区分两类样本。

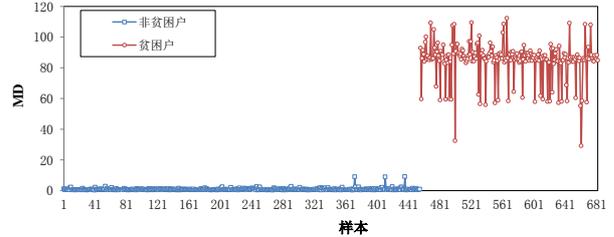


图 2 贫困户与非贫困户马氏距离

(2) 筛选主要致贫因素。马田系统采用田口方法筛选重要的特征变量，田口方法由正交表和信噪比组成，正交表是一套科学安排试验条件的规格化表格，具有均衡搭配和综合可比的特点，能以少量试验，获得较全面的信息。在马田系统中，运用二水平正交表 $L_q(2^p)$ 挑选特征变量，其中 q 表示试验的次数， p 表示参与试验的特征变量个数。

在马田系统中，选择恰当的二水平正交表，将变量分配到正交表的不同列。由于本文粗选了17个致贫因素，为此本文选取 $L_{24}(2^{23})$ 正交表安排正交试验。首先，将17个致贫因素任意安排在 $L_{24}(2^{23})$ 正交表中的任意17个列。本文将17个致贫因素安排在正交表的前17个列，如表2所示，表中的每一行都会生成一个基准空间，其中，“1”表示选择该变量；“2”表示不选择该变量，即对应每一行中水平为“1”的变量参与基准空间的生成。以第8行为例，对应正交表的第8次试验，如表3。

表 2 $L_{24}(2^{23})$ 正交表及信噪比

试验	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	...	α_{16}	α_{17}	18	19	...	23	MD_1	...	MD_{226}	SNR
1	1	1	1	1	1	1	1	...	1	1	1	1	...	1	92.813	...	63.030	19.152
2	1	1	1	1	1	1	1	...	2	2	2	2	...	2	59.603	...	58.075	19.478
3	1	1	1	1	1	2	2	...	1	1	2	2	...	2	86.094	...	53.446	12.438
4	1	1	1	2	2	1	1	...	2	2	1	1	...	2	91.430	...	54.728	7.564
5	1	1	1	2	2	2	2	...	2	2	1	1	...	1	88.725	...	55.561	21.008
6	1	1	1	2	2	2	2	...	1	1	2	2	...	1	84.069	...	53.198	11.906
7	1	2	2	1	1	2	2	...	2	2	1	1	...	1	96.682	...	53.803	6.082
8	1	2	2	1	1	2	2	...	1	1	1	1	...	2	100.167	...	63.029	22.775
9	1	2	2	1	1	1	1	...	2	2	2	2	...	1	85.377	...	54.261	5.328
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
22	2	1	1	2	1	2	1	...	2	1	2	1	...	1	86.306	...	58.713	20.015
23	2	1	1	2	1	1	2	...	1	2	1	2	...	1	85.499	...	57.712	16.078
24	2	1	1	2	1	1	2	...	1	2	2	1	...	2	88.273	...	64.314	17.585

表 3 第 8 次试验

α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{11}	α_{12}	α_{13}	α_{14}	α_{15}	α_{16}	α_{17}
2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1

表 3 中，致贫因素 α_2 、 α_4 、 α_9 、 α_{10} 、 α_{13} 、 α_{16} 和 α_{17} 的水平为“1”，致贫因素 α_1 、 α_3 、 α_5 、 α_6 、 α_7 、 α_8 、 α_{11} 、 α_{12} 、 α_{14} 和 α_{15} 的水平为“2”，所以基准空间由致贫因素 α_2 — α_4 — α_9 — α_{10} — α_{13} — α_{16} — α_{17} 生成，即第 8 次试验的 226 个贫困样本马氏距离 $MD_k^2 (k=1,2,\dots,226)$ 由致贫因素 α_2 、 α_4 、 α_9 、 α_{10} 、 α_{13} 、 α_{16} 和 α_{17} 计算。表 2 列出了所有 226 个贫困样本 24 次试验的马氏距离。然后，利用式(3)计算每次试验的信噪比，计算结果见表 3。

$$SNR_t = -10\log_{10}\left(1/m \sum_{k=1}^m 1/MD_k^2\right), t=1,2,\dots,q \quad (3)$$

式中， MD_k^2 为第 k 个贫困样本的马氏距离， $k=1,2,\dots,m$ 。

根据每次试验的信噪比，计算致贫因素 $\alpha_j (j=1,2,\dots,p)$ 参与的所有试验的平均信噪比 \overline{SNR}_j^+ ($j=1,2,\dots,p$) 和未参与的所有试验的平均信噪比 $\overline{SNR}_j^- (j=1,2,\dots,p)$ 。以致贫因素 α_3 为例，在表 2 中致贫因素 α_3 参与的所有试验分别为第 1、2、3、4、5、6、19、20、21、22、23 和 24 次试验，故平均信噪比为：

$$\overline{SNR}_3^+ = \frac{1}{12} \left(\frac{SNR_1 + SNR_2 + SNR_3 + SNR_4 + SNR_5 + SNR_6 + SNR_{19}}{+SNR_{20} + SNR_{21} + SNR_{22} + SNR_{23} + SNR_{24}} \right) = 16.697$$

同理，致贫因素 α_2 未参与的所有试验分别为第 7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17 和 18 次试验，故平均信噪比为：

$$\overline{SNR}_3^- = \frac{1}{12} \left(\frac{SNR_7 + SNR_8 + SNR_9 + SNR_{10} + SNR_{11} + SNR_{12} + SNR_{13}}{+SNR_{14} + SNR_{15} + SNR_{16} + SNR_{17} + SNR_{18}} \right) = 16.522$$

然后，计算致贫因素 $\alpha_j (j=1,2,\dots,p)$ 的信息增益：

$$Gain_j = \overline{SNR}_j^+ - \overline{SNR}_j^-, (j=1,2,\dots,p) \quad (1)$$

如果 $Gain_j > 0$ ，则致贫因素 α_j 保留，如果 $Gain_j < 0$ ，则致贫因素 α_j 删除。图 3 是致贫因素的信息增益图，从该图可以看到致贫因素人均年收入 α_1 、公共教育可及性 α_4 、食物支出 α_{11} 、耕地数量 α_{14} 、住房质量 α_{15} 和人均住房面积 α_{16} 被删除掉，保留致贫因素为人均受教育程度 α_2 、教育支出 α_3 、健康状况 α_5 、医疗支出 α_6 、医疗服务可及性 α_7 、饮用水 α_8 、做饭燃料 α_9 、

通电情况 α_{10} 、生产资产 α_{12} 、辅助生活资产 α_{13} 和卫生设施 α_{17} 。

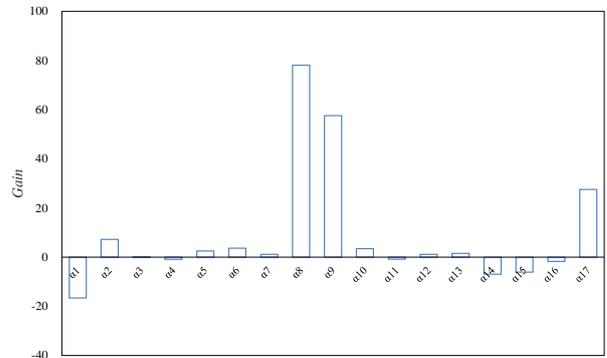


图 3 致贫因素的信息增益

(3)验证降维后基准空间。使用降维后的致贫因素重新构造基准空间，并再次计算贫困户与非贫困户的马氏距离，如图 4 所示，结果表明主要致贫因素对贫困户与非贫困户的马氏距离分布差异较大，可以有效区分贫困户与非贫困户。

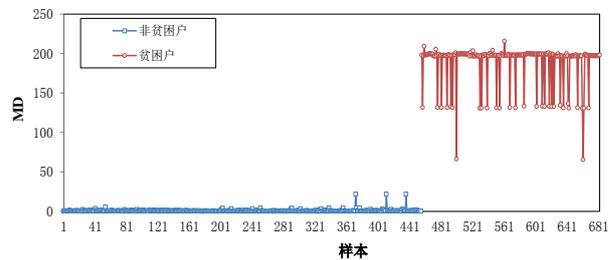


图 4 降维后贫困户与非贫困户马氏距离

可以说明：1)通过马田系统精选出的致贫因素重新构建基准空间，贫困户与非贫困户马氏距离分布差异明显，可以进行有效识别。2)在主要致贫因素集中，饮用水、做饭燃料和卫生设施的信息增益值最大，分别达到 78.097、57.594 和 27.561，表明基础设施建设的不完善是致使农户多维贫困产生的主因。3)人均收入信息增益为-16.588，在精选中被去除，表明收入贫困已经不是农户贫困的主因。

3. 基于解释结构模型的致贫深层因素分析

农村家庭致贫因素间存在着复杂的相互影响关系，本节将基于解释结构模型分析致贫因素之间的关系结构，挖掘出导致农村家庭贫困的深层因素。

(1)建立邻接矩阵。对主要致贫因素间的相关性进行计算，结果见表 4。

表 4 相关系数矩阵

	α_2	α_3	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{12}	α_{13}
α_3	0.136									
α_5	0.485	0.063								
α_6	-0.442	-0.543	-0.580							
α_7	-0.323	-0.063	-0.340	0.260						
α_8	0.647	0.089	0.733	-0.641	-0.459					
α_9	0.603	0.071	0.716	-0.612	-0.458	0.961				
α_{10}	0.243	-0.004	0.299	-0.206	-0.058	0.366	0.324			
α_{12}	0.445	0.064	0.517	-0.454	-0.349	0.696	0.674	0.261		
α_{13}	0.600	0.082	0.645	-0.529	-0.401	0.847	0.818	0.534	0.663	
α_{17}	0.622	0.069	0.666	-0.624	-0.419	0.921	0.898	0.302	0.647	0.802

根据相关系数矩阵 (表 4), 设立阈值为 0.5, 将其转化为二元矩阵, 由于该矩阵无法测度致贫因素间的影响关系, 因此邀请 3 位精准扶贫驻村干部和 2 位研究贫困方面的专家组成专家组, 对精选后的致贫因素间的影响关系进行反复讨论和沟通, 专家组对致贫因素之间的影响关系达成了一致意见。设 b_{ij} 表示致贫因素 $\alpha_i \in A'$ 和 $\alpha_j \in A'$ 的关系, 当致贫因素 α_i 对 α_j 有直接作用时且相关系数大于 0.5 时, $b_{ij}=1$; 否则, $b_{ij}=0$ 。农村家庭致贫因素的邻接矩阵 $B=[b_{ij}]_{11 \times 11}$, 见表 5。

表 5 邻接矩阵

B	α_2	α_3	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{12}	α_{13}	α_{17}
α_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
α_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α_5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
α_6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α_7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
α_8	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1
α_9	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
α_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
α_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
α_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
α_{17}	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0

(2)生成可达矩阵。邻接矩阵反映的是各致贫因素之间的直接关系, 为得到致贫因素间的间接关

系, 需要进一步计算可达矩阵 M , M 和 B 具有如下代数关系:

$$M = (B + I)^{r-1} \neq (B + I)^r = (B + I)^{r+1} \quad (5)$$

式中: I 为单位矩阵, r 为运算次数。

经过 3 次布尔运算后, 得到农村家庭致贫因素的可达矩阵, 见表 6。

表 6 可达矩阵

M	α_2	α_3	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{12}	α_{13}	α_{17}
α_2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
α_3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α_5	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
α_6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
α_7	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
α_8	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
α_9	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
α_{10}	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
α_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
α_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
α_{17}	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1

(3)致贫因素层级划分。对可达矩阵 M 按照式 (6)一式 (8)分别计算各致贫因素的可达集 $P(\alpha_i)$ 、先行集 $Q(\alpha_i)$ 和共同集 $C(\alpha_i)$, 具体计算结果见表 7。

$$P(\alpha_i) = \{ \alpha_j | b_{ij}=1 \} \quad (6)$$

$$Q(\alpha_i) = \{ \alpha_j | b_{ji}=1 \} \quad (7)$$

$$C(\alpha_i) = P(\alpha_i) \cap Q(\alpha_i) \quad (8)$$

$$L_i = \{ \alpha_j | \alpha_j \in A - L_0 - L_1 - \dots - L_{i-1}, P(\alpha_j) = C(\alpha_j) \} \quad (9)$$

表 7 可达集、先行集及共同集

致贫因素	$R(\alpha_i)$	$Q(\alpha_i)$	$C(\alpha_i)$
α_2	2、3、5、6、12、13、17	2、8、9	2
α_3	3	2、3、5、6、7、8、9、17	3
α_5	3、5、6、12、13	2、5、7、8、9、17	5
α_6	3、6	2、5、6、7、8、9、17	6
α_7	3、5、6、7、12、13	7	7
α_8	2、3、5、6、8、9、12、13、17	8、9	8、9
α_9	2、3、5、6、8、9、12、13、17	8、9	8、9
α_{10}	10、12、13	10	10
α_{12}	12、13	2、5、7、8、9、10、12、13、17	12、13
α_{13}	12、13	2、5、7、8、9、10、12、13、17	12、13
α_{17}	3、5、6、12、13、17	2、8、9、17	17

(4)建立解释结构模型。使用级间划分方法处理可达矩阵，即将不同致贫因素分配到不同层级中，公式为：

$$R(\alpha_i) = R(\alpha_i) \cap Q(\alpha_i) \tag{10}$$

运用式(10)级间划分主要致贫因素的可达矩阵，构建因素的解释结构模型，将 11 个因素划分为 3 个主要层级，分别是表层因素、中层因素和深层因素，其中，医疗服务可及性 α_7 、饮用水 α_8 、做饭燃料 α_9 、通电情况 α_{10} 是致贫的深层因素，医疗支出 α_6 、健康状况 α_5 、人均受教育程度 α_2 和卫生设施 α_{17} 是致贫的中层因素，教育支出 α_3 、生产资产 α_{12} 和辅助生活资产 α_{13} 是致贫的表层因素，致贫因素的解释结构模型如图 5 所示。

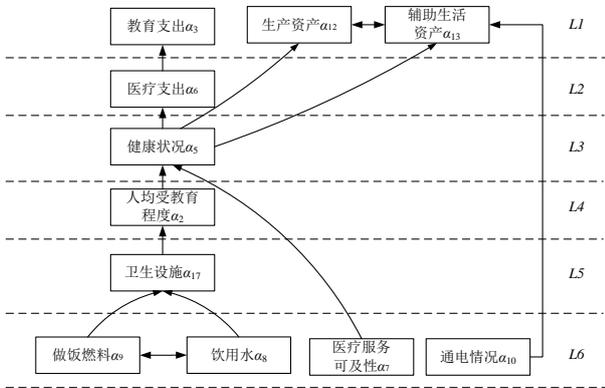


图 5 农村家庭主要致贫因素的解释结构模型

4. 基于复杂网络节点重要性分析方法的致贫因素影响力分析

上文使用解释结构模型对致贫因素进行分层，那么在相同层级中哪些因素会对其他因素产生较大的影响？本部分将农村家庭主要致贫因素的递阶有向图视为复杂网络，将致贫因素视为网络中的节点，基于胡钢^[27]提出的方法，使用复杂网络节点重要性分析方法对致贫因素的影响程度进行分析，从而找出对其他因素具有较大影响的因素。具体步骤如下：

(1)复杂网络层级赋权。通过解释结构模型可以得到分层鲜明的复杂网络结构，明确网络层级重要度关系，是实现测度致贫因素作为节点在网络中影响力的前提和基础。根据农村家庭致贫因素的理论分析可以发现，辨识深层因素对于脱贫攻坚工作具有显著的促进作用。因此，处于较低层级的节点在复杂网络中的影响力更高，即对于层次为 n 的网络来说，其致贫因素（节点）所在层级 L_i 的影响程度

关系表示为：

$$L_n f L_{n-1} f \dots, f L_1 \quad (i=1,2,\dots,n) \tag{11}$$

基于以上对各节点所在层级影响程度的排序，为了能够进一步明确表示网络中各层级的影响力，使用以下公式测度网络中各层级的权重：

$$Q_i = \frac{L_i}{\sum_1^n L_i} \tag{12}$$

基于公式，对于具有 6 个层级的致贫因素复杂网络，各层级权重分别为：

$$Q_1 = \frac{L_1}{\sum_1^6 L_i} = \frac{1}{1+2+3+4+5+6} \approx 0.048$$

同理可得其余层级权重分别为：

$$Q_2 \ 0.095, Q_3 \ 0.143, Q_4 \ 0.190, Q_5 \ 0.238, Q_6 \ 0.286$$

(2)复杂网络中致贫因素影响力测度。在对网络层级赋权的基础上，对层级中各致贫因素（节点）在复杂网络中的影响力进行测度。对于节点影响力测度不仅需要考虑所在层级的权重，还需要考虑该节点与相连接节点所表现的出度与入度的差异性，从而测度致贫因素影响力的综合值，进而全面科学地评价其在复杂网络中的影响程度，其公式为：

$$T_i = Q_i (I \sum_k Q_{k \rightarrow i} D_{k \rightarrow i} + O \sum_j Q_{i \rightarrow j} D_{i \rightarrow j}) \tag{13}$$

其中， T_i 表示致贫因素（节点）在复杂网络中的影响力综合值， Q_i 表示节点 i 所处于层级的权重， I 和 O 分别表示所有网络中致贫因素（节点）入度与出度的权重，假定 $I < O$ ，且 $I + O = 1$ ，设定 $I = 0.25$ ， $O = 0.75$ 。 $Q_{k \rightarrow i}$ 表示影响致贫因素 i 的致贫因素 k 所在网络层级的权重， $Q_{i \rightarrow j}$ 表示致贫因素 i 影响的致贫因素 j 所在网络层级的权重； $D_{k \rightarrow i}$ 表示影响致贫因素 i 的致贫因素 k 的数量， $D_{i \rightarrow j}$ 表示致贫因素 i 影响的致贫因素 j 的数量。

根据图 5，统计网络中致贫因素（节点）的度值，主要包含两个方面：一是节点的出度值与入度值大小，二是该节点影响其他入度节点和出度节点在网络中所处的层级。各致贫因素的出度值与入度值统计信息如表 8 所示。例如，对于 α_{12} 来说，入度值为 2 (1 1)，这表明影响该致贫因素的一个因素在第 1 层级，另一个因素在第 2 层级，其出度也是同样的表达方式。

表 8 致贫因素（节点）出、入度值

网络层级	序号	出度	入度	度求和
第 1 级	α_3	0	1 (1 II)	1
第 1 级	α_{12}	1 (1 I)	2 (1 I 1 II)	3
第 1 级	α_{13}	1 (1 I)	3 (1 I 1 II 1 VI)	4
第 2 级	α_6	1 (1 I)	1 (1 III)	2
第 3 级	α_5	3 (2 I 1 II)	2 (1 IV 1 VI)	5
第 4 级	α_2	1 (1 III)	1 (1 V)	2
第 5 级	α_{17}	1 (1 IV)	2 (2 VI)	3
第 6 级	α_9	2 (1 V 1 VI)	1 (1 VI)	3
第 6 级	α_8	2 (1 V 1 VI)	1 (1 VI)	3
第 6 级	α_7	1 (1 III)	0	1
第 6 级	α_{10}	1 (1 VI)	0	1

使用式(13)对致贫因素（节点）在网络中的影响力进行测算，得到影响力综合值如表 9 所示。

表 9 致贫因素影响力综合值

网络层级	序号	权重	节点综合值	排序
第 1 级	α_3	0.048	0.012	8
第 1 级	α_{12}	0.048	0.072	7
第 1 级	α_{13}	0.048	0.143	6
第 2 级	α_6	0.095	0.072	7
第 3 级	α_5	0.143	0.262	3
第 4 级	α_2	0.190	0.167	5
第 5 级	α_{17}	0.238	0.286	2
第 6 级	α_9	0.286	0.465	1
第 6 级	α_8	0.286	0.465	1
第 6 级	α_7	0.286	0.179	4
第 6 级	α_{10}	0.286	0.179	4

从表 9 中可以看出，在致贫深层因素中，做饭燃料 α_9 和饮用水 α_8 的重要性综合值均为 0.465，对其他层级的影响高于医疗服务可及性和通电情况；在中层间接因素中，卫生设施 α_5 和健康状况 α_{17} 的影响力综合值分别为 0.286 和 0.262，影响和受到其他层级因素的影响高于其他中间间接因素；在表层直接因素中，辅助生活资产 α_{13} 的影响力综合值为 0.143，影响和受到其他层级因素的影响高于其他表层直接因素，这表明应当注重基础设施建设和农村居民健康对其生活资本积累产生的重要影响。

五、主要结论与政策启示

上述研究表明：1) 农村家庭贫困有显著的多维表征，收入贫困已不再是主要贫困问题，基础设施建设的不完善是致使农户多维贫困产生的主因，利用马田系统精选后的因素可以有效区分贫困户与非贫困户，其中，饮用水、做饭燃料和卫生设施是导致多维贫困的主要原因。2) 医疗服务可及性、饮用水、做饭燃料和通电情况是造成农村家庭多维

贫困的深层因素，医疗支出、健康状况、人均受教育程度和卫生设施是中层因素，教育支出、生产资产和辅助生活资产是表层因素。3) 在致贫因素对其他因素的影响程度中，饮用水和做饭燃料是深层因素中影响力最高的，健康状况和卫生设施是中层因素中影响力最高的，生产资产和辅助生活资产是表层因素中影响力最高的，因此应当重视农村基础设施建设和人口健康在扶贫攻坚工作中的作用。

基于以上研究结果可以得到如下政策启示：

一是收入贫困已不再是安徽大别山区的主要贫困问题，采用多维视角的致贫因素集，从教育、健康、生活水平、资产状况和住房条件等方面入手，研判导致贫困户与非贫困户异质性的主要因素，研究影响精准扶贫工作的关键环节，探究阻碍减贫成效的瓶颈点，可以提升贫困山区扶贫攻坚的工作成效。

二是依据安徽省大别山区农村家庭多维贫困的深层因素，应重视山区的基础设施建设和公共服务水平，改善贫困人口的生活条件与健康水平。一方面，通过水利工程建设、新型能源供应实施、电网改造等方式保障和改善农村基础民生；另一方面，加强农村地区基层医疗服务体系建设，提升村卫生室、乡镇卫生院等基层医疗机构的人才培养水平，提升医疗服务质量，降低山区贫困人口罹患重大疾病或“因病致残”的几率。

三是扶贫方式由“输血”向“造血”转变，以扶贫工作精细化、科学化和全面化为途径，增加农户脱贫的内生动力。根据大别山区贫困农户反贫困能力的差异性和致贫因素的作用机理，依靠医保等方式增强贫困人口在抵御重大疾病风险等方面的能力，降低医疗支出减少“因病致贫”和“因病返贫”的可能性；在此基础上，提高公共教育和职业技能培训的资金扶持力度，促进人力资本积累和阻断“代际贫困”；同时，通过农业技术指导，生产资料购买补贴、农村金融帮扶等方式弥补贫困农户在生产资本等方面的缺失，提高农业生产效率和收益，提高脱贫质量和有效减少贫困人口。

注释：

① 习近平：提高脱贫质量聚焦深贫地区 扎扎实实把脱贫攻坚战推向前进。[EB/OL].人民网,2018-02-15[2019-12-21]. <http://cpc.people.com.cn/n1/2018/0215/c64094-29824822.html>

- ② “两不愁，三保障”：“两不愁”即不愁吃、不愁穿，“三保障”即义务教育、基本医疗、住房安全有保障。

参考文献:

- [1] Sen A . Poverty : An ordinal approach to measurement[J] .Econometrica, 1976 ,44(2) :219-231 .
- [2] Alkire S , Foster J . Counting and multidimensional poverty measurement[J] . Journal of Public Economics , 2011 , 95(7-8) : 476-487 .
- [3] 高艳云 . 中国城乡多维贫困的测度及比较[J] . 统计研究, 2012 , 29(11) : 61-66 .
- [4] 殷浩栋, 王瑜, 汪三贵 . 易地扶贫搬迁户的识别: 多维贫困测度及分解[J] . 中国人口·资源与环境, 2017 , 27(11) : 104-114 .
- [5] 王恒, 秦国庆, 王博, 等 . 社会资本、金融借贷与农户多维贫困——基于秦巴山区 3 省的微观调查数据[J] . 中国人口·资源与环境, 2019 , 29(11) : 167-176 .
- [6] Permana R A , Bratadiredja R R , Munandar A . Classification of village poverty's status by C4.5 algorithm as a basis of determining development policy[J] .BogorAgricultural University Institute Peranian Bogor , 2016 , 10(5) : 13-17 .
- [7] 田宇, 许建, 麻学锋 . 武陵山片区多维贫困度量及其空间表征[J] . 经济地理, 2017 , 37(1) : 162-169 .
- [8] 郝晓薇, 黄念兵, 庄颖 . 乡村振兴视角下公共服务对农村多维贫困减贫效应研究[J] . 中国软科学, 2019(1) : 72-81 .
- [9] 乌德亚·瓦格尔, 刘亚秋 . 贫困再思考: 定义和衡量[J] . 国际社会科学杂志(中文版), 2003(1) : 146-155 .
- [10] Sen A . Welfare , preference and freedom[J] . Journal of Econometrics , 1991 , 50(1-2) : 15-29 .
- [11] 李晓嘉, 蒋承, 胡涟漪 . 民生性财政支出对我国家庭多维贫困的影响研究[J] . 数量经济技术经济研究, 2019 , 36(11) : 160-177 .
- [12] O'Leary R ,McCormack L A ,Huber C ,et al .Developing the tribal resource guide and the poverty and culture training : The we RISE(raising income , supporting education) study[J] . American Indian and Alaska Native Mental Health Research (Online) ,2019 ,26(2): 134-150 .
- [13] 韩华为, 高琴, 徐月宾 . 物质剥夺视角下的农村绝对贫困及其影响因素研究[J] . 人口学刊, 2017 , 39(6) : 27-42 .
- [14] 沈扬扬, Sabina Alkire, 詹鹏 . 中国多维贫困的测度与分解[J] . 南开经济研究, 2018(5) : 3-18 .
- [15] 廖华, 唐鑫, 魏一鸣 . 能源贫困研究现状与展望[J] . 中国软科学, 2015(8) : 58-71 .
- [16] 陈彦斌, 陈伟泽, 陈军, 等 . 中国通货膨胀对财产不平等的影响[J] . 经济研究, 2013 , 48(8) : 4-15 , 130 .
- [17] 游士兵, 张颖莉 . 我国贫困家庭的识别及测度——基于耐用消费品数据的混合模型[J] . 数理统计与管理, 2018 , 37(6) : 964-976 .
- [18] 蔡进, 禹洋春, 骆东奇, 等 . 重庆市农村多维贫困空间分异及影响因素分析[J] . 农业工程学报, 2018 , 34(22) : 235-245 .
- [19] 罗楚亮, 刘晓霞 . 住房贫困的民族差异与住房反贫困的政策选择[J] . 现代财经(天津财经大学学报), 2015 , 35(12) : 3-15 .
- [20] Taguchi G, Jugulum R. The Mahalanobis-Taguchi strategy: A pattern technology system[M]. John Wiley & Sons, 2002 .
- [21] Chang Z P, Li Y W, Fatima N. A theoretical survey on Mahalanobis-Taguchi system[J]. Measurement, 2019, 136: 501-510.
- [22] Hsiao Y H, Su C T . Multiclass MTS for Saxophone Timbre Quality Inspection Using Waveform-shape-based Features[J] . IEEE transactions on systems , man , and cybernetics . Part B , Cybernetics : a publication of the IEEE Systems , Man , and Cybernetics Society , 2009 , 39(3) : 690-704 .
- [23] Shakya P , Kulkarni M S , Darpe A K . Bearing diagnosis based on Mahalanobis-Taguchi-Gram-Schmidt method[J]. Journal of Sound and Vibration , 2015 , 337 : 342-362 .
- [24] 常志朋, 程龙生, 刘家树 . 基于马田系统与 TOPSIS 的区间数多属性决策方法[J] . 系统工程理论与实践, 2014 , 34(1) : 168-175 .
- [25] Chang Z P, Chen W H, Gu Y P, et al. Mahalanobis-Taguchi System for symbolic interval data based on Kernel Mahalanobis Distance[J]. IEEE Access, 2020, 8: 20428-20438.
- [26] 王龙, 李辉, 田华伟 . 基于解释结构方程模型的公共安全政策效果第三方评估制约因素实证研究[J] . 管理评论, 2018 , 30(11) : 266-274 .
- [27] 胡钢, 徐翔, 过秀成 . 基于解释结构模型的复杂网络节点重要性计算[J] . 浙江大学学报(工学版), 2018 , 52(10) : 1989-1997 , 2022 .

责任编辑: 李东辉