

中国村域贫困地理格局及其分异机理

周 扬^{1,2,3}, 李寻欢^{1,2,3}, 童春阳^{1,2,3}, 黄 晗^{1,2,3}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101; 2. 中国科学院精准扶贫评估研究中心, 北京 100101; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 贫困与地理环境之间的关系是贫困地理学理论研究的核心。本文以贫困地域系统和区域多维贫困为理论基础, 构建了村域贫困化的理论分析框架, 以2013年底中国精准扶贫识别的12.4万个贫困村为研究对象, 运用空间自相关、核密度分析和地理探测器等方法, 刻画了新时期中国贫困村的空间地理格局, 定量探测了贫困村地域分异的主导因子, 揭示了村域贫困化与地理环境之间的相互作用机理。结果表明: ① 贫困化与地理致贫因子相互作用、相互影响, 空间上两者的作用路径和表现形式复杂多样。总体上, 可从自然和人文2类要素和环境、经济、社会3个维度来综合识别村域致贫因子。地理环境在贫困化过程中发挥着基础性作用, 经济要素是重要的致贫因子, 社会要素具有贫困放大效应。② 贫困村分布具有明显的空间集聚性特征。全国贫困村空间分布与胡焕庸线和地势三级阶梯所形成的基础地理格局具有高度一致性, 村域贫困化具有明显的垂直分异特征和坡度分异特征, 在空间上有1个一级核心区、5个二级核心区、7个三级核心区。③ 地形、资源禀赋、劳动力状况、交通条件和公共服务是中国村域贫困化空间分异的主导因子, 且省际间各因子驱动大小差异明显。交互探测结果表明, 双因子交互驱动力强于单因子作用, 交互作用类型以非线性增强为主。

关键词: 贫困村; 空间格局; 地理要素; 地理探测器; 贫困地理学; 乡村振兴

DOI: 10.11821/dlxb202104009

1 引言

贫困是人类社会发展面临的重大难题, 长期备受各界高度关注。“消除一切形式的极端贫困”是联合国2030年17个可持续发展目标中的首要任务^[1]。2013年自中国提出并实施了精准扶贫、精准脱贫重大战略以来, 减贫成效显著。中国农村贫困人口从2014年底的7017万人减少到2019年底的551万人, 贫困发生率从7.2%下降至0.6%, 贫困程度大幅降低, 2020年底如期实现了现行标准下农村贫困人口全部脱贫、贫困县全部摘帽的目标, 提前10年实现了《联合国2030年可持续发展议程》减贫目标, 为全球减贫事业作出了突出贡献^[2-3]。尽管如此, 贫困是一个相对的概念, 贫困人口规模会随社会经济发展水平的上升和贫困线的上调而不断发生变化。再者, 贫困的发生有其自然、人文、社会、经济和文化等根源。贫困不仅表现为贫困群体在资源、权利、福利、就业机会等方面可行能力的缺乏, 还表现出区域地理环境、资源禀赋、交通条件、经济水平、历史背景等

收稿日期: 2020-01-05; 修订日期: 2020-10-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871183, 41601172); 中国科学院战略性先导科技专项(XDA23070301); 中国博士后科学基金项目(2016M591105) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41871183, No.41601172; Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences, No.XDA23070301; China Postdoctoral Science Foundation, No.2016M591105]

作者简介: 周扬(1984-), 男, 贵州普安人, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事农村贫困与乡村振兴研究。

E-mail: zhouyang@igsnrr.ac.cn

方面的限制或不足^[4]。因此, 贫困问题研究不仅要关注个体层面可行能力的不足或缺失, 更应该关注区域层面贫困发生机制和演化机理。

贫困具有多维属性和空间属性。自 20 世纪初 Rowntree^[5]首次较为系统地提出贫困的概念以来, 经济学和社会学研究者相继提出了能力贫困和多维贫困理论^[6]、社会排斥理论^[7]、权利贫困和阶级理论等^[8]重要基础理论, 促进了贫困认知从单一维度的收入/消费贫困向包含医疗、教育、营养、住房等的多维贫困转变。在深入理解贫困内涵的基础上, 学界提出了贫困线^[9]、人类发展指数^[10]、多维贫困指数^[11]、脆弱性—可持续生计分析框架^[12]等贫困测量方法, 并广泛应用于世界各国的减贫实践。不同于经济学和社会学从理论到实证的研究逻辑, 地理学关注贫困问题侧重于实践应用层面。20 世纪 90 年代中期, 随着地理信息系统技术 (GIS) 的出现, GIS 技术作为一种研究工具逐渐被应用于贫困制图中, 空间贫困研究成为热点^[13]。近年来地理学者围绕贫困空间分布特征^[3, 14]、贫困地理格局及其驱动机制^[15-16]、区域贫困测度与分异规律^[17-20]等方面取得了积极进展, 有力支撑了国家和地方减贫决策。然而多数研究侧重于实证分析, 从地理学视角审视贫困发生机理和科学减贫途径的理论体系仍未建立, “理论贫困”始终是贫困地理学创新发展的主要瓶颈。

贫困与地理环境之间的相互作用关系是贫困地理学理论研究的核心内容。这种关系表现在两个层次: 一是贫困人口或贫困地区在地理空间的分布特征, 从空间上回答“贫困人口或贫困地区分布在哪里”的问题, 揭示贫困地域分异规律或贫困空间地理格局; 二是贫困与地理要素相互作用的过程, 从时间上回答“地理要素是如何影响贫困化”的问题, 侧重于理解贫困化过程、机理及其效应。已有研究表明, 贫困化与地理环境相互影响、相互作用^[21]。空间上, 贫困人口分布主要集中在地理位置偏远、自然环境恶劣以及基础设施和公共服务设施落后的地区^[22-23]。在发生机理与减贫效应方面, 贫困与生态环境退化^[24-25]、气候变化^[26]、自然灾害^[27]、社会福利等存在密切的内在联系。虽然大量研究定性地解析了贫困与地理环境之间的关系^[28-29], 但对两者交互作用的机理和表现形式仍缺少系统的认识。综合性和区域性是地理学的研究特色^[30], 从地理学视角认识和分析区域贫困问题, 更有助于系统理解贫困与地理环境相互作用机理及贫困地域系统演化规律。

中国贫困人口多、分布广, 地理环境类型多样, 贫困与地理要素相互作用机理错综复杂。绝对贫困和区域整体性贫困容易被消除, 但贫困地区在地理位置、自然环境和资源禀赋等方面的先天性劣势难以改变, 相对贫困仍将长期存在。深入认识贫困地域分异规律、理清贫困与地理要素之间的相互作用, 揭示微观层面村域贫困发生机理, 对 2020 年后相对贫困或欠发达区域以及脱贫地区乡村振兴重点帮扶县瞄准和建立解决相对贫困的长效机制具有重要的科学价值。陈烨烽等基于“十二五”期间全国“整村推进”的村庄数据, 分析了贫困村空间分布格局及贫困类型, 识别了贫困村主要致贫因子, 为新时期贫困村瞄准提供了有益借鉴^[31-32]。作为全面推进精准扶贫国家战略的前提和基础, 2013 年中国通过精准识别、建档立卡, 共认定了 12.8 万个建档立卡贫困村^[33]。现有研究中, 鲜有全国层面建档立卡贫困村空间分布格局及其分异机理的研究。因此, 本文立足于贫困地理学基础理论研究的学科发展需要以及建立相对贫困长效机制的国家战略需求, 以建档立卡贫困村 (下文简称“贫困村”) 为研究对象, 构建了村域贫困化的“贫困—环境—经济—社会” (Poverty-Environment-Economy-Society, PEES) 理论框架, 刻画了中国贫困村空间分布格局, 探测识别了村域贫困化主导因子, 揭示了村域贫困地域分异规律, 有助于深化贫困地理学基础理论认知和促进贫困地理学科学前沿问题探索。

2 理论基础

2.1 区域多维贫困与贫困地域系统

个体贫困与区域贫困是贫困研究的两大主题, 两者均具有多维属性, 但瞄准对象不同^[4]。经济学和社会学主要关注贫困个体或群体的多维特征, 将贫困定义为个人生计资本的缺乏或发展机会的剥夺^[34]。地理学则以区域为研究对象, 认为贫困是地理资本缺失带来区域劣势的综合表现, 包括经济发展落后、公共服务设施差、地理位置偏远、生态环境脆弱等经济、社会和环境维度, 研究对象聚焦于贫困地域, 包括贫困村、贫困县、贫困地区等, 关注区域多维贫困问题^[4, 35]。个体贫困是区域贫困在现实社会中的表现对象, 区域贫困则是个体贫困发展演化的空间载体, 两者相互联系、相互影响^[4]。科学减贫需要协同推进区域性贫困和个体性贫困的减轻。

地理学的研究核心是人地关系地域系统^[36]。作为地理学的分支学科, 贫困地理学的研究核心则是贫困地域系统^[37]。贫困地域系统是在特定贫困地域内, 由地理区位、生态环境、资源禀赋、经济水平、公共设施等要素相互作用构成的, 具有一定功能和结构的复杂系统, 包括3个子系统(图1): ①以“地”为核心要素的环境系统, 刻画贫困地区在地理位置、生态环境、资源禀赋等方面的劣势, 反映贫困与自然地理环境之间的关系; ②以“业”为核心要素的经济系统, 表征贫困地域在产业发展、要素流通、市场开发等方面的不足, 反映贫困与区域经济发展之间的关系; ③以“人”为核心要素的社会系统, 表征贫困地区由于社会制度与公共政策安排不足、公共服务设施建设落后, 导致个体社会福利的缺失, 反映了贫困与社会制度/福利之间的关系。区域多维贫困是贫困地域系统发展演化过程中“人”“地”“业”3个核心要素耦合失调的外在表现形式^[4]。

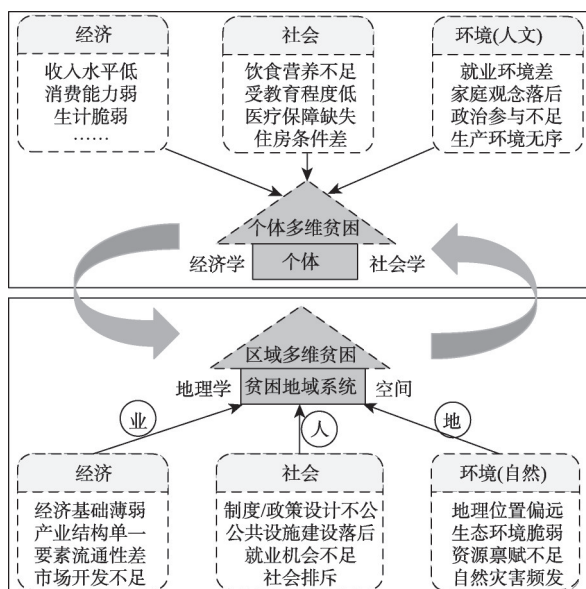


图1 区域多维贫困与个体多维贫困的相互作用关系

Fig. 1 Interaction between regional and individual multidimensional poverty

区域多维贫困是贫困地域系统发展演化过程中“人”“地”“业”3个核心要素耦合失调的外在表现形式^[4]。

2.2 区域贫困的理论框架: “贫困—环境—经济—社会”分析

贫困的多维性决定了其复杂性特征。在贫困发生发展的演化机理上, 这种复杂性表现为致贫要素的多样性、作用途径的交互性以及贫困表征的多维性。从致贫要素来看, 影响区域贫困的地理要素可分为自然地理要素和人文地理要素两大类。其中, 自然地理要素包括地形、气候、水文、生物、土壤等, 人文地理要素包括人口、区位、交通、产业、技术、资本、政策和社会福利等。从作用途径来看, 区域贫困的发生发展不是一个区域内部单个地理要素独立作用的结果, 而是多个区域之间和区域内部多个地理要素共同作用的结果。从区域贫困表征的维度来看, 包括环境、经济和社会维度(图2)。

(1) 贫困—环境。特定区域自然环境劣势是先天存在的、固有的, 且难以改变, 在贫困发生发展过程中发挥着基础性作用, 属于第一层次^[38]。环境系统要素的致贫机理主要表现在地理位置、自然条件、生态系统和资源禀赋4个方面。① 地理位置表征区域位

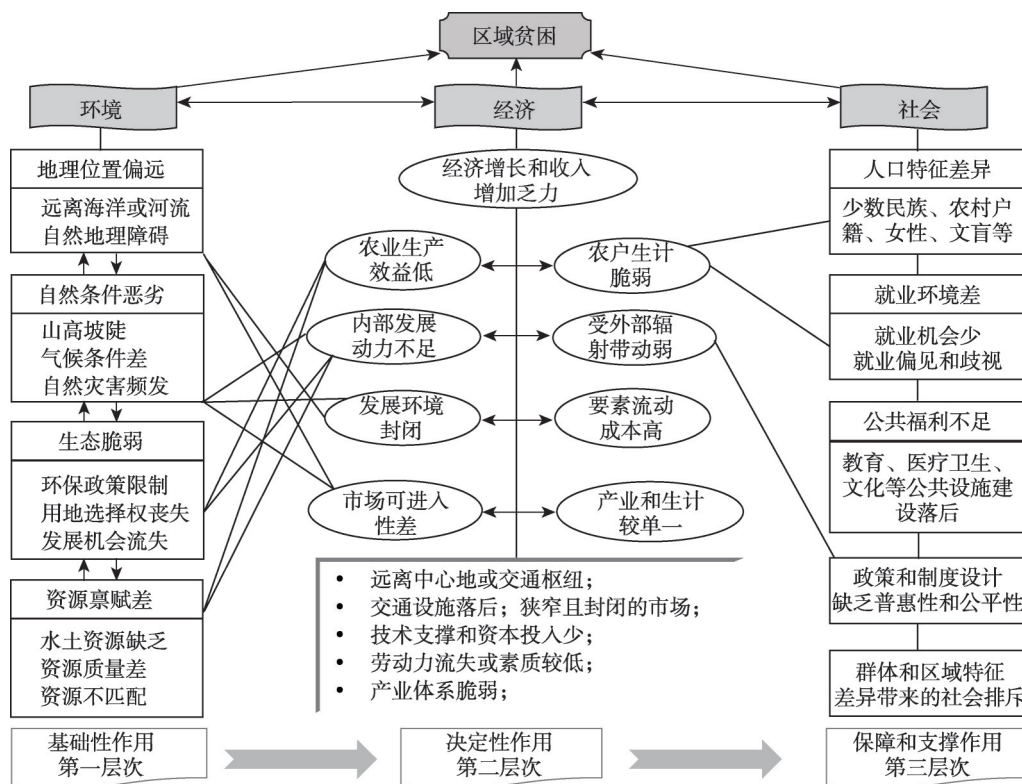


图2 地理学视角下“贫困—环境—经济—社会”分析框架

Fig. 2 Theoretical framework of "poverty-environment-economy-society (PEES)" from the perspective of geography

置的自然属性,包括绝对地理位置(经纬度)和相对地理位置(海陆位置、邻江河、入海口、支流交汇处);深处内陆、远离海洋或河流的偏远边缘地区,由于深山、峡谷、荒漠等自然地理障碍,发展环境相对封闭,资源/要素流动的成本高、难度大,自身发展能力不足且受外部的辐射带动作用有限,是先天性“区位受害者”^[38]。②自然条件对区域贫困的影响主要表现在地形和气候两方面。通常,坡度较陡的地区土壤侵蚀强、灌溉难度大,耕地生产效益低,贫困发生率更高;同时,温度、降水、生长季等农业气象条件与区域贫困密切相关^[39-40]。③生态系统表征区域内生物(植物/动物)与环境的关系,对区域贫困作用途径主要表现在生物多样性保护、生态系统服务价值(尤其是经济价值)和生态脆弱性。其中生物多样性保护对减轻贫困有利有弊^[41]。一方面,生态保护区常以未来土地使用选择权丧失和经济发展机会流失为代价,而这种成本和代价更多由当地人承担,不利于减贫;另一方面,由于生态系统可以提供粮食、医药和生产原料,具有较大的经济服务价值,贫困人口的生计可以通过适当的保护活动得到改善。在空间分布上,贫困地区与生态脆弱区高度重叠,容易陷入贫困与生态环境退化恶性循环的“贫困陷阱”^[42-43]。④资源禀赋是区域经济发展的基础性条件。一方面,贫困地区由于资源禀赋不足,内生动力不足,脱贫难度大;另一方面,部分贫困地区能源矿产或者旅游资源丰富,但由于技术落后、资金缺乏、市场较封闭,资源开发利用水平较低或开发利用过程中贫困人口受益较少,陷入“富饶的贫困”。

(2) 贫困—经济。经济子系统中各地理要素是现阶段多数地区最直接、最重要的致贫因子,在区域贫困的发展演化中发挥着决定性作用,属于第二层次。经济系统要素的

致贫机理主要表现在区位条件、交通便利度、市场条件、技术水平、资本投资、产业基础、劳动力状况等方面。① 区位条件是反映区域位置的人文属性,包括经济区位(靠近中心地/增长极)和交通区位(靠近交通枢纽)两方面。那些远离经济、政治、文化中心和交通枢纽的地区,商品、服务以及各类生产要素在区域间流动成本较高,受各级中心地的辐射带动作用较弱,往往难以分享经济增长的外部效益,成为后天性“边缘区域”^[44]。② 交通便利度反映一个地区对外联系交流的强度。交通基础设施落后的地区,劳动力、资金、技术等要素的流动性弱,市场可进入性差,不利于当地农户从事其他非农产业、生产高附加值产品,限制了农户的生计选择和消费^[45]。③ 市场条件主要包括生产和消费市场的规模及其开放程度。在狭窄且封闭的市场环境下,各类商品和服务进入市场的机会成本高,难以发挥市场在促进贫困地区经济增长和贫困人口增收中的作用。④ 技术水平对区域贫困的影响主要表现在产业的科技支撑水平和劳动力技能两方面。技术投入能够提高农户资本、劳动和土地的生产和配置效率,提高地区或农户应对灾害风险的能力,从而增加农户收入,减轻贫困。⑤ 资本投资涉及资本规模和资本流通性。相比其他方面的投资而言,农村固定资产投资减贫相应更加明显^[46]。⑥ 产业基础包括产业发展的历史、经验积累、物质资源支撑以及产业结构的多样性。贫困地区产业基础薄弱、结构单一,对农业和自然资源的依赖程度高,生产经营体系脆弱、创收能力差,难以通过产业带动就业和增收^[47]。⑦ 劳动力状况包括劳动力的数量、年龄结构、健康状况和素质(受教育程度/职业技能)。通常,贫困地区生产经营主体老弱化,劳动力尤其是青壮年劳动力流失严重,劳动技能缺乏,内生发展动力严重不足。

(3) 贫困—社会。社会子系统对区域贫困化具有放大效应,对持续减贫脱贫发挥着重要的保障和支撑作用,属于第三层次。社会子系统的致贫机理主要表现在人口条件、就业状况、公共福利、政策与制度设计和社会排斥等方面。① 人口条件包括性别、年龄、民族、户籍、数量、素质、分布和流动情况^[48]。在自然环境恶劣或者生态环境脆弱的地区,人口的迁移和流动有利于减轻贫困^[49-50]。② 就业状况表现在就业率、失业率、就业机会和就业公平等方面。就业机会的不足或就业偏见、不公平的就业环境会致使人们处于失业状态;技术进步、信息化、全球化会对贫困人口的就业和再就业产生巨大的影响^[51]。③ 公共服务表现在教育、文体、医疗卫生等方面。公共服务设施落后的地区农户获取公共服务的成本高,社会福利供给不足,难以通过自身的发展摆脱贫困^[14]。比如中国农村贫困人口中,超过四分之一的贫困家庭负担不起昂贵的医疗费用^[52]。④ 政策与制度设计表现在政策和制度设计中的公平性、优先性和普惠性。如果区域层面制度设计的包容性或普惠性不足,会加剧区域不同群体获取制度资源的不均衡性,弱势地区和弱势群体时常处于相对贫困的状态^[49]。中国政府通过“八七”扶贫攻坚计划、精准扶贫等普惠性政策,让更多贫困地区和贫困群体享受制度改革的红利,促进了地区和社会公平,有效地减轻了农村贫困程度^[46]。⑤ 社会排斥包括各种区域特征上的差异,如国籍、地方传统、文化观念等。不同地区、不同群体之间相互的排斥或歧视,会带来社会动荡和不稳定,引发各种不平等,加剧贫困。比如已有研究表明,排斥或歧视会导致部分弱势群体失业,增加了陷入贫困的风险;而贫困反过来又使人们更难以重返工作岗位,陷入“贫困—排斥”的恶性循环^[53]。

3 数据与方法

3.1 数据来源与处理

2014年精准扶贫战略实施初期,全国各地按村级贫困发生率明显高于全省贫困发生

率1倍以上、村农民人均纯收入明显低于全省平均水平60%、无村集体经济收入（“一高一低一无”）的标准，共识别出了12.8万个建档立卡贫困村。本文以贫困村为研究对象，构建了中国贫困村空间数据集，包括贫困村点位数据和地理属性数据。贫困村经纬度坐标通过百度地图API地址解析法获取，具体而言先按照“省+市+县+乡+村”五级行政区划顺序组织贫困村村名，然后根据贫困村村名以逆地理编码形式解析其经纬度坐标，并将贫困村经纬度坐标导入ArcGIS软件平台得到贫困村矢量点位。通过空间匹配、拓朴检查，最终得到124302个贫困村的有效点位数据（不包括港澳台）。此外，本研究还系统建立了村域尺度的地理空间数据集，包括地形、气候、灾害、生态、资源等12个自然环境指标，人口、劳动力、教育、医疗等5个社会指标，以及区位、农业生产、经济发展等4个经济指标（表1）。由于缺少全国村级贫困人口、贫困发生率等数据，本文以贫困村人均GDP为替代变量表征贫困村的贫困程度。参照国家对贫困村采取的“一高一低一无”的认定标准，现阶段中国贫困村的识别仍侧重于经济层面，因此用人均GDP表征其贫困程度具有一定合理性。

表1中所列举指标的原始数据，基准年份为2015年。DEM数据来源于地理空间数据云（<http://www.gscloud.cn/>），通过坡度和邻域分析，提取每个贫困村的海拔、坡度、地形起伏度。气温、降水、人口和GDP空间分布数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心（<http://www.resdc.cn/>），时间年份为2000年、2015年，空间分辨率为1 km，通过栅格运算提取出贫困村2000—2015年的气温变化量、降水变化量和人口增长速度。地质灾害点位数据包括滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降等灾害威胁的人口和财产等数据，来自中国地质调查局（<http://121.199.72.208:8080/SGHWeb/Default.aspx>）。由于缺乏贫困村的

表1 贫困村地理空间识别指标体系

Tab. 1 Index system for geospatial identification of poverty-stricken villages

系统类型	影响要素	指标	指标释义与计算方法
环境系统	地形条件	X1: 海拔(m)	提取贫困村的高程值
		X2: 坡度(°)	提取贫困村的坡度值
		X3: 地形起伏度(m)	提取贫困村的地形起伏度
	气候变化	X4: 气温变化量(℃)	2015年平均气温-2000年平均气温
		X5: 降水变化量(mm)	2015年降水量-2000年降水量
	自然灾害	X6: 地质灾害发生次数(次)	村域内发生地质灾害次数
		X7: 地质灾害造成财产威胁(元)	村域内发生地质灾害造成财产威胁的总和
	生态脆弱性	X8: 归一化植被指数	提取贫困村的NDVI值
		X9: 土壤中度侵蚀及以上的面积(km²)	土壤中度/强度/极强度/剧烈侵蚀的面积
		X10: 植被净初级生产力(gC/km²)	提取贫困村的NPP值
资源禀赋	X11: 人均耕地面积(km²/人)	贫困村所在网格内的耕地面积/人口	
	X12: 年降水量(mm)	提取贫困村的年降水量	
社会系统	人口条件	X13: 人口增长速度(%)	(2015年人口-2000年人口)/2000年人口总量
		X14: 人口外流率(%)	(农村户籍人口-农村常住人口)/农村户籍人口
		X15: 劳动力数量(人/户)	贫困村户均家庭劳动力数量
	公共服务	X16: 教育资源可达性(km)	到学校(幼儿园、大中小学)的最短距离
		X17: 医疗资源可达性(km)	到卫生室、卫生院、医院、诊所的最短距离
经济系统	区位条件	X18: 到县域交通干线的最短距离(km)	贫困村到县道/省道的最短距离
		X19: 交通通达度(min)	贫困村到县政府驻点的通行时间
	农业生产条件	X20: 农田生产潜力(kg/hm²)	贫困村内土地的粮食生产潜力
	经济发展水平	Y: 每公里栅格单元人均GDP(元/(km²·人))	2015年每公里栅格单元的GDP/人口

行政边界数据, 本文创建了大小为 $4\text{ km} \times 4\text{ km}$ 的网格, 以网格为基本单元进行分区统计, 将各贫困村所在网格的统计值赋予贫困村。通过网格统计提取贫困村地质灾害发生次数及其财产的暴露度。NDVI、土壤侵蚀强度、农田生产潜力、土地利用等数据来源于中科院资源环境科学数据中心, 植被净初级生产力 (NPP) 数据来源于 MODIS 数据产品 (http://files.nts.gov.cn/data/NTSG_Products/MOD17), 土地利用数据的空间分辨率为 100 m 。人口数据来源于《中国2010年人口普查分乡、镇、街道资料》, 由于缺乏村级尺度人口数据, 通过贫困村所在乡镇的平均值替代, 提取人口的年龄结构和户籍信息, 计算人口外流率和户均劳动力数量。POI数据通过Python网络爬虫技术获取, 得到全国范围内学校和医院共402185个POI点。全国交通路网数据通过地图矢量化获取, 提取省道和县道作为县域交通主干道; 以县政府所在地作为县域中心地, 通过百度地图API地址解析法获取全国县级人民政府的点位数据; 通过空间邻近性分析和栅格成本距离计算各贫困村到县域交通干线的距离和交通通达度。

3.2 研究方法

3.2.1 核密度分析 核密度分析是以空间中任意一点周围的规则区域作为计算范围, 通过计算该区域内观测数据的密度来分析研究对象的空间分布特征。为了更准确地表达贫困村地域分异的空间特征, 本文将每个贫困村人均GDP的倒数作为权重进行核密度计算。人均GDP越小, 贫困程度越高, 核密度计算时的权重则越大。同时, 带宽 R 的大小对核密度分析的结果有重要影响。考虑到贫困现象在村级尺度上的影响范围较小, 本文分别选择了 3 km 、 5 km 、 7.5 km 、 10 km 进行对比调试, 最终选取 5 km 作为合适带宽进行计算。贫困村 i 的核密度 P_i 的计算公式为:

$$P_i = \frac{1}{n\pi R^2} \times \sum_{j=1}^n K_j \left(1 - \frac{D_{ij}^2}{R^2} \right)^2 \quad (1)$$

式中: K_j 为贫困村 j 的人均GDP的倒数; D_{ij} 为贫困村 i 与贫困村 j 之间的距离; R 为规则区域带宽; n 为带宽 R 范围内贫困村数量。 P_i 值越大, 核密度越高, 表明贫困村 i 附近的贫困村分布密集、贫困程度深。

3.2.2 地理探测器 地理探测器是探测地理要素或地理现象的空间分异性, 揭示其因子驱动力的一组统计学方法^[54], 包括因子探测、风险探测、交互探测和生态探测4个子探测器。其核心假设是: 如果某个自变量对因变量存在重要影响, 那么该自变量与因变量在空间分布上具有相似性。地理探测器既可以探测单个影响因子的驱动力大小, 也可以比较两个影响因子交互作用时的驱动力。地理探测器对于多个自变量的共线性免疫, 因子驱动力的大小通过 q 统计量度量。 q 值的物理含义是自变量解释了 $(100 \times q)\%$ 的因变量, 计算方法为:

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

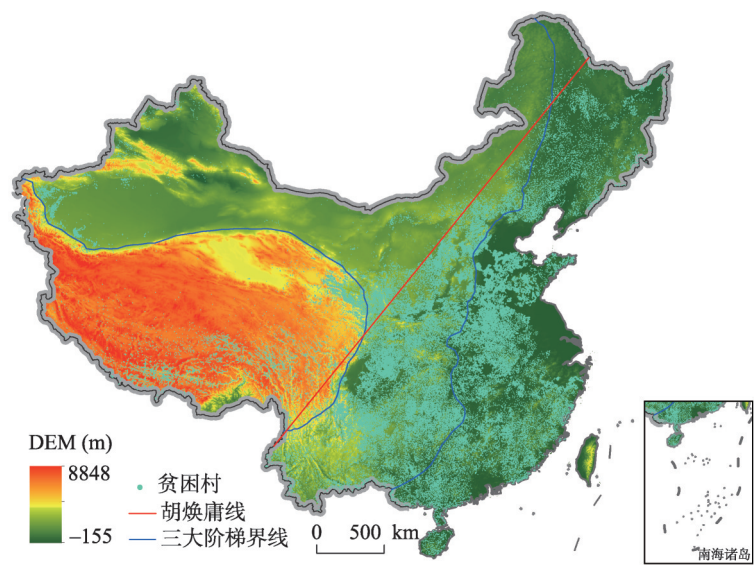
式中: L 为因变量 Y 或自变量 X 的分层, 即分类或分区; N_h 和 σ_h^2 分别为层 h 内的单元数和方差; N 和 σ^2 分别为研究区整体的单元数和方差。 q 值的取值范围为 $[0, 1]$, 数值越大说明自变量对因变量的解释力越强。

4 中国村域贫困空间分布格局

4.1 总体地理格局

胡焕庸线与地势三大阶梯分界线是基础性的人文地理界线 and 自然地理界线, 表征中国人文地理要素和自然地理要素空间分布的基本格局。本文将贫困村点位数据与两大基

基础地理界线进行空间叠加、分区统计，以表征贫困村空间地理格局特征。结果表明，中国贫困村空间分布格局与基础地理格局高度吻合。以胡焕庸线为界，东南半壁贫困村分布密集但贫困程度较低，西北半壁贫困村分布较稀疏但贫困程度较深（图3）。统计结果显示，胡焕庸线东南部的贫困村数量为105274个，占贫困村总数的84.88%；西北部贫困村数量为19028个，占15.12%。在贫困程度上，东南半壁贫困村人均GDP的平均值（每平方公里栅格单元）为2.97元/人，而西北半壁仅为1.98元/人。从地势三级阶梯来看，贫困村主要分布在中国第二级阶梯，贫困程度自西向东逐渐降低。一、二、三级阶梯贫困村的数量分别为11953、64726、47623个，分别占全国的9.62%、52.07%、38.31%，每平方公里栅格单元人均GDP的平均值分别为1.63元/人、2.61元/人、3.40元/人，自西向东逐渐增大，贫困程度不断降低。自西向东，贫困村的贫困深度与地势三级阶梯在海拔高度上的变化趋势是一致的，表明地形条件与贫困村地域分异密切相关（图4）。



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)4634号的标准地图制作,底图无修改。

图3 中国贫困村空间分布格局

Fig. 3 Spatial distribution pattern of poverty-stricken villages in China

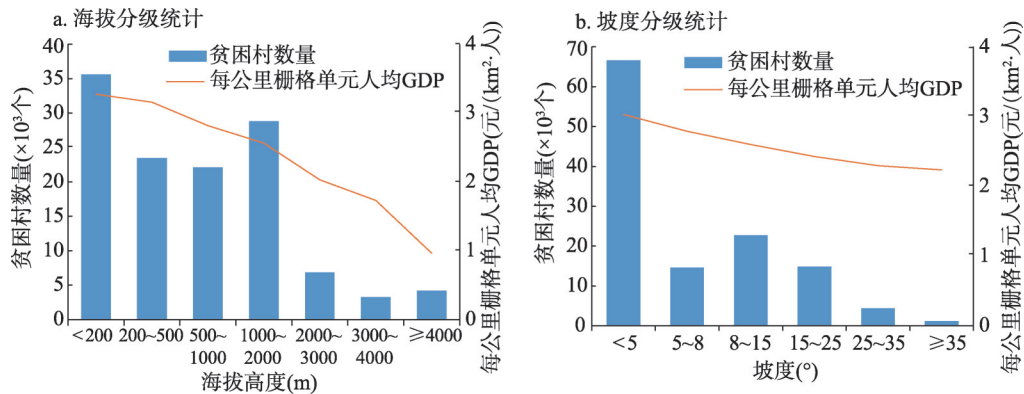


图4 中国贫困村的地形特征分级统计

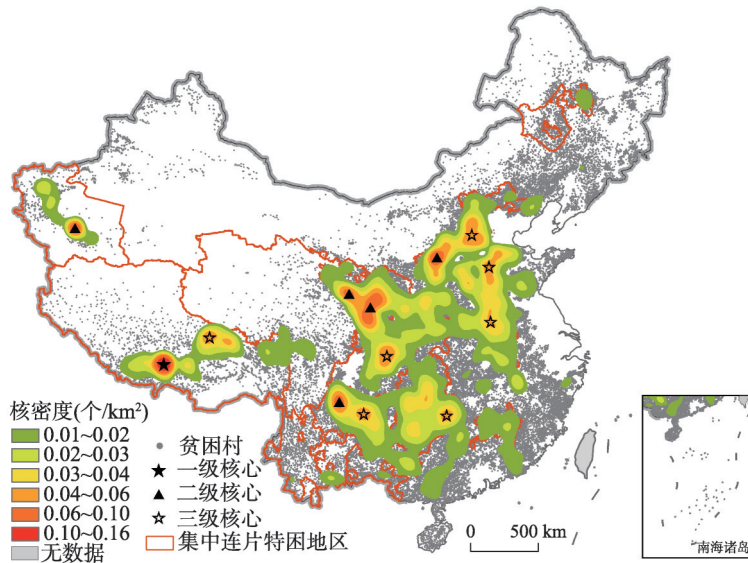
Fig. 4 Statistics on the topographic features of poverty-stricken villages in China

中国贫困村空间分布具有明显的垂直分异特征和坡度分异特征, 总体表现为海拔越高、坡度越陡, 贫困村数量越少、贫困程度越深。海拔和坡度表征贫困村所在地球表面的高度和地形起伏程度, 是描述贫困村地形特征的两个重要指标。就海拔高度而言, 总体上随着海拔高度增加, 贫困村数量不断减少, 人均GDP逐渐下降, 贫困程度逐渐加深(图4a); 对坡度而言, 随着坡度变陡, 贫困村数量和人均GDP也呈下降趋势(图4b)。其中, 海拔高于1000 m的贫困村有43099个, 占34.67%; 坡度大于15°的贫困村共20412个, 占16.42%。这类贫困村大多位于高寒深山区, 地形崎岖、水土流失严重, 生态环境脆弱, 农业生产条件差, 经济发展慢和农民收入水平低, 贫困程度较深。

4.2 空间分异格局

空间自相关结果显示, 全国贫困村的全局Moran's I 指数为0.77, p 值为0.000, 这表明中国贫困村空间分布在整体上具有明显的集聚特征, 表现出一个村庄经济发展水平的落后会影响周边村庄的发展。进一步将人均GDP倒数作为权重进行核密度分析, 以识别贫困村在空间上分布集中且贫困程度较高的核心地区, 并按照核密度值将贫困村分布的核心地区分为3级, 结果如图5所示。

全国范围内, 贫困村空间分布可划分为1个一级核心区、5个二级核心区和7个三级核心区(图5)。一级核心区位于西藏南部山区, 区内贫困村的核密度值位于0.10~0.16个/km²之间。该区以日喀则市为核心, 贫困村分布较为密集; 同时, 受高寒干旱极端自然环境的制约, 村域经济发展和基础设施建设较为落后, 村民物质生活水平较低, 村庄贫困程度较深, 贫困人口高度集聚。二级核心区核密度值的取值范围为0.06~0.10个/km², 包括新疆南部三地州、四川凉山彝族自治州、甘肃临夏回族自治州、甘肃南部六盘山区和山西吕梁山区。二级核心区主要位于深度贫困地区贫困村集中分布的中心地带, 大多是深山区、干旱区, 贫困程度高, 以深度贫困村为主。三级核心区核密度值的取值范围为0.04~0.06个/km², 包括西藏那曲地区、云贵乌蒙山区、湖南武陵山区、川北巴山地区、河北太行山区、豫皖大别山区和河北南部边境区。三级核心区大多是集中连片特困



注: 基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)4634号的标准地图制作, 底图无修改。

图5 中国贫困村核密度分布图

Fig. 5 Kernel density distribution of poverty-stricken villages in China

地区内，贫困村密集分布的高山区、省域边境区。由于自然条件较恶劣、地理位置偏远，村域发展环境封闭，贫困程度较高，贫困村分布相对集中。

5 中国村域贫困分异机理

核密度分析结果表明，中国贫困村空间布局存在显著空间分异特征，多数贫困村集中分布在偏远地区、深石山区、高寒地区等特殊地域。为了定量研究贫困村空间分异机理，本文运用地理探测器模型探测影响贫困村空间分异的主导因子及其交互作用机理。

5.1 因子探测

5.1.1 全国尺度 因子探测可定量探测自变量对因变量的因子驱动力，通过比较因子驱动力大小识别某个要素空间分异的主导因子。本文将各贫困村的人均GDP (Y) 作为因变量，20个要素指标作为自变量。在地理探测器中，因变量是数值量，自变量是类型量；当自变量是数值量时需要进行离散化处理，通过分级或分类方法将其转化成类型量^[54]。为了得到相对较优的分类方案，本文采用专家经验与自然断点法相结合的分类方法。其中，海拔 ($X1$)、坡度 ($X2$) 和年降水量 ($X12$) 通过专业知识进行分类：海拔的分类断点为200 m、500 m、1000 m、2000 m、3000 m、4000 m；坡度的分类断点为5°、8°、15°、25°、35°；年降水量的分类断点为200 mm、400 mm、800 mm、1000 mm、1600 mm、2000 mm；其余变量均采用自然断点法分为8类。

在R语言中调用地理探测器包，将全国贫困村相关变量输入模型，因子探测结果如表2所示。海拔 ($X1$)、劳动力数量 ($X15$)、交通通达度 ($X19$)、年降水量 ($X12$) 和教育资源可达性 ($X16$) 是贫困村分异的主导因子，对应的 q 值分别为0.055、0.028、0.022、0.022、0.021，且均通过了显著性检验。这表明中国贫困村空间分异主要受地形、资源禀赋、劳动力、交通条件和公共服务等因素影响。另外，生态环境脆弱与村域贫困化密切相关，但驱动力相对较小；地质灾害财产威胁 ($X7$) 和地质灾害发生次数 ($X6$) 的 q 值较小且未能通过显著性检验，表明地质灾害驱动村庄致贫的作用较弱，这可能与地质灾害发生的地域性有关。

表2 中国贫困村地域分异因子探测结果
Tab. 2 Factor detection results of regional differentiation of poverty-stricken villages in China

影响因子	q 值	影响因子	q 值	影响因子	q 值	影响因子	q 值
$X1$	0.055**	$X6$	0.000	$X11$	0.005**	$X16$	0.021**
$X2$	0.010**	$X7$	0.000	$X12$	0.022**	$X17$	0.011**
$X3$	0.012**	$X8$	0.004**	$X13$	0.016**	$X18$	0.013**
$X4$	0.016**	$X9$	0.007**	$X14$	0.012**	$X19$	0.022**
$X5$	0.014**	$X10$	0.011**	$X15$	0.028**	$X20$	0.009**

注：**表示在5%水平上显著。

5.1.2 省域尺度 贫困村空间分异的地理因子在省级层面上差异显著 (图6)。从地形因子来看，河南、湖南、新疆、西藏、重庆、四川等地贫困村因子探测结果中海拔、坡度、起伏度的 q 值较大，表明贫困村分异受地形影响较大；而浙江、福建等沿海省份以及东北三省，地形因子对贫困村分异的驱动力较弱， q 值较小。气候变化对各省贫困地域分异的解释力普遍较强，气温变化 ($X4$) 是山东、浙江、辽宁、甘肃等地贫困村空间分异的主导驱动力因子，降水变化 ($X5$) 是海南、广西、重庆等地贫困村空间分异的主要驱动因子。从资源禀赋来看，西北地区 (陕西、内蒙古、宁夏、甘肃、新疆) 贫困村

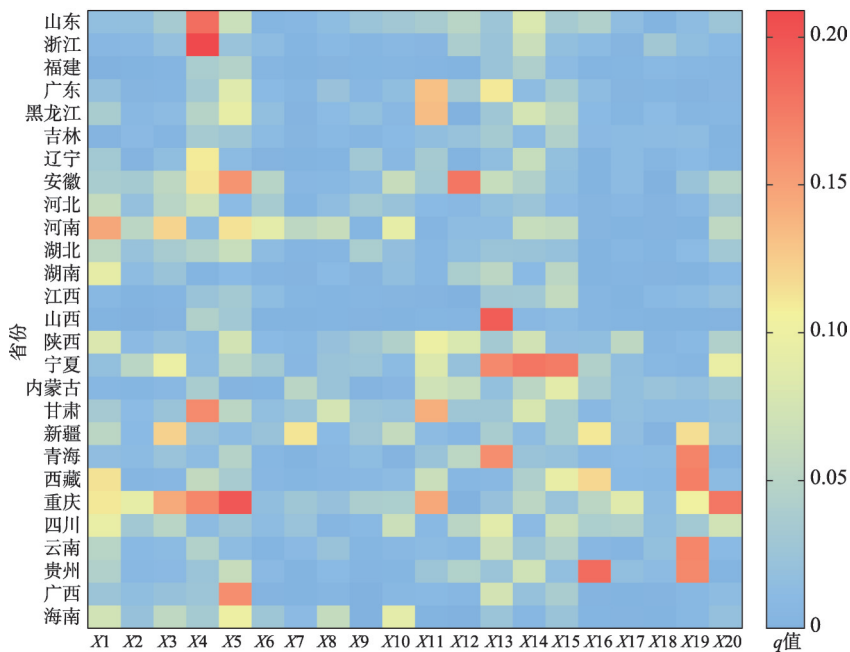


图6 中国省级层面贫困村地域分异的因子探测结果

Fig. 6 Factor detection results of regional differentiation of poverty-stricken villages at the provincial level in China

地域分异受水土资源制约较强，人均耕地面积（X11）是广东和黑龙江贫困村空间分异的主导驱动因子，年降水量（X12）是安徽省贫困村空间分异的主导驱动因子。人口条件对各省贫困村空间分异的解释力普遍较强，表现为贫困村地域分异的主导驱动因子在青海和山西两地为人口增长（X13）、宁夏为人口外流（X14）、吉林和江西为劳动力数量（X15）。公共服务中教育资源可达性（X16）对贫困村空间分异的影响更强，尤其是在贵州、新疆、西藏等地区。交通通达度（X19）对西部偏远地区，尤其是新疆、青海、西藏、云南和贵州等地影响较大。显而易见，西部地区村域贫困的驱动因子不仅表现在地形复杂，还表现在交通基础设施和公共服务设施落后；西北地区村域贫困化主要受水土资源制约。

5.2 交互探测

在因子探测的基础上，剔除未能通过显著性检验的影响因子，将其他具有显著影响的因子输入交互探测模型，得到贫困村空间分异的交互探测结果（表3）。结果表明，双因子交互作用的驱动力均比单因子作用强，交互作用类型以非线性增强为主。与单因子作用相比，每个影响因子与其他因子共同作用时的 q 值均有不同程度升高。其中，人口增长（X15）对因子交互作用的影响最强，其他因子和人口增长交互作用时的 q 值与单独作用时相比增长了数倍。海拔（X1）对因子交互作用的影响仅次于人口增长速度，与其他影响因子共同作用时的 q 值也呈倍数增长，是地理环境系统对贫困村空间分异影响最强的地理因子。从交互作用类型来看，海拔和坡度（ $X1 \cap X2$ ）、海拔和地形起伏度（ $X1 \cap X3$ ）、坡度和地形起伏度（ $X2 \cap X3$ ）均为地形因子，两两之间呈线性相关特征；教育医疗资源可达性（X16、X17）和贫困村的位置、交通条件（X18、X19）也具有较强相关关系，交互作用的驱动力相对较弱，作用类型为双因子增强。其他影响因子两两交互作用时 q 值大幅增加，对贫困村空间分异的解释力显著提高，交互作用类型均为非线性增强。

表3 中国贫困村地域分异的交互探测结果

Tab. 3 Interactive detection results of regional differentiation of poverty-stricken villages in China																
q 值	X1	X2	X3	X4	X5	X9	X10	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
X1	0.06															
X2	0.06	0.01														
X3	0.06	0.01	0.01													
X4	0.10	0.02	0.03	0.02												
X5	0.07	0.03	0.03	0.06	0.01											
X9	0.06	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01										
X10	0.07	0.03	0.04	0.05	0.04	0.02	0.01									
X12	0.08	0.04	0.04	0.07	0.05	0.03	0.04	0.02								
X13	0.08	0.14	0.14	0.10	0.09	0.13	0.09	0.15	0.02							
X14	0.09	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.05	0.09	0.01						
X15	0.07	0.04	0.04	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.15	0.06	0.03					
X16	0.07	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.02				
X17	0.06	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.06	0.04	0.04	0.02	0.01			
X18	0.07	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01		
X19	0.06	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	
X20	0.06	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.13	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01

注：灰色填充表示单因子作用，黄色填充表示交互作用类型为双因子增强，淡蓝色表示交互作用类型为非线性增强。受篇幅限制，表中删除了驱动力较弱的影响因子。

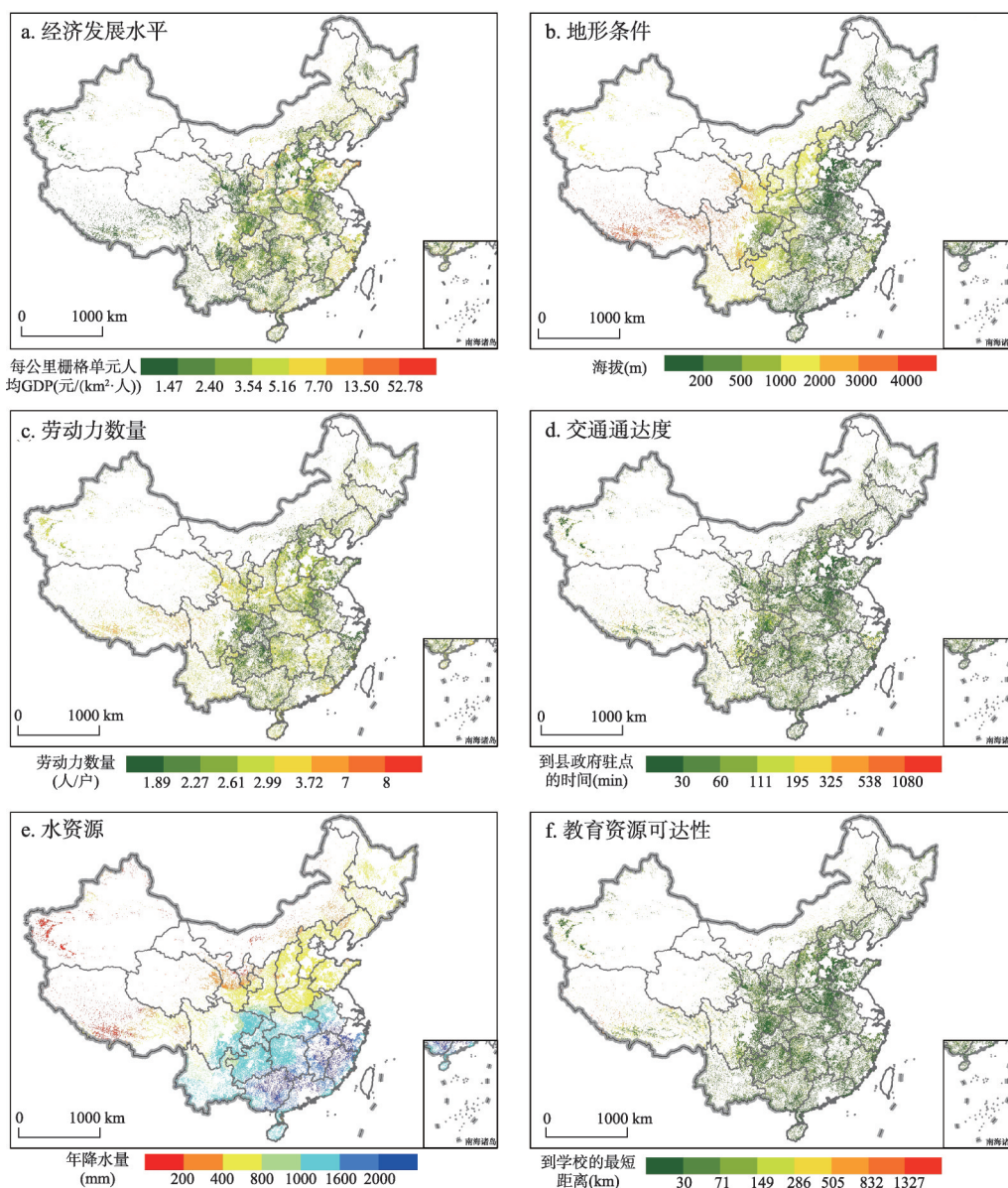
5.3 主导因子分异机理

在定量探测全国贫困村空间分异主导因子及其交互作用的基础上，结合前文区域贫困分析理论框架，进一步探讨村域贫困化主导因子交互作用的内在机理，有助于深化贫困与地理环境交互作用的理论认知。

（1）海拔（X1）。因子探测结果显示，海拔是中国贫困村地域分异的主导驱动因子，*q* 值为0.055。从贫困村的经济水平与海拔的空间分异特征看，两者具有较强的负相关性，即海拔越高的贫困村人均GDP越低（图7a、7b）。海拔作用于贫困村地域分异的途径主要表现在两方面，一是海拔较高的贫困村大多位于高寒区、深山区，自然环境恶劣，农作物生长受地形条件约束较强，生产发展自然本底差；二是高海拔地区村庄交通和公共服务基础设施建设较落后，社会经济环境较封闭，对外联系弱，在农村贫困化孤岛效应的作用下，贫困程度较高。

（2）劳动力数量（X15）。劳动力数量反映一个贫困村内农户的平均劳动人口，刻画贫困村的人力资本水平和主体发展能力。因子探测结果显示，劳动力数量是人口条件中驱动力最强的影响因子，*q* 值为0.028。贫困村经济水平与劳动力数量具有较强的正相关性，多数地区劳动力数量越高，贫困村人均GDP越高（图7a、7c）。劳动人口是农村家庭的重要支柱，是农户最重要的生计资本。劳动力数量越多，农户生产发展所依靠的人力资源及其创造的收入越多，劳动力数量增加有助于降低一个农村家庭的经济负担。但是，生态环境比较脆弱的地区，劳动人口越多，人类活动对当地的破坏作用越强，导致生态环境破坏，一定程度上会加剧本已紧张的人地关系，陷入“贫困—人口增长—生产发展扩张—生态环境退化—更加贫困”的贫困恶性循环。

（3）交通通达度（X19）。交通通达度反映贫困村到县政府驻地的交通通行时间，表征贫困村交通通达水平及县域中心地的辐射程度，是交通要素里影响最显著的致贫因子。因子探测结果显示，交通通达度的*q* 值为0.022，且通过了显著性检验。从贫困村经



注: 基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2020)4634号的标准地图制作, 底图无修改。

图7 中国贫困村主导因子空间分异格局

Fig. 7 Spatial differentiation pattern of leading factors in poverty-stricken villages in China

济发展水平与交通通达度的空间分异特征来看, 两者呈明显的正相关关系, 即交通通达度越低、贫困村人均GDP越低(图7a、7d)。县政府所在地通常是县域的政治经济中心。贫困村交通基础设施建设落后, 到县政府驻点的通行时间越长, 县政府的管理和服务职能越弱; 而较高交通通行成本会阻碍区域间人口、商品和信息的自由流动, 贫困村受外界特别是中心城区的辐射带动作用较弱, 脱贫难度大。

(4) 年降水量(X12)。年降水量反映了贫困村年平均降水量的多寡, 是表征贫困村水资源丰沛程度的重要指标。因子探测结果显示, 年降水量(X12)的 q 值为0.022, 对中国贫困村地域分异具有显著影响; 年降水量对贫困地域分异的影响主要集中在中国西

北地区。从年降水量空间分异特征来看,全国贫困村年降水量由东南沿海向西北内陆递减(图7e)。综合来看,年降水量对贫困村空间分异的驱动作用在西北内陆干旱地区最为显著,其作用途径表现于水资源是广大农村地区生产生活所必需的基础资源;年降水量较少的干旱地区,工农业生产经营活动受水资源限制作用较强,用水成本较高;同时,干旱地区生活用水紧张,加上贫困地区水利设施建设较落后,农户饮水安全面临较大压力。

(5) 教育资源可达性(X16)。教育资源可达性反映贫困村到村幼儿园和中小学等学校的距离,是表征贫困地区教育设施建设和教育公平的重要指标。因子探测结果显示,教育资源可达性亦是中国贫困村地域分异的主导因子, q 值为0.021,比医疗资源可达性的驱动力更强($q = 0.011$)。从空间格局来看,教育资源可达性与贫困村的人均GDP呈负相关关系,即贫困村的教育资源可达性越差,人均GDP就越低,尤其是在新疆、西藏、云南等省份的深度贫困地区表现最为明显(图7f)。教育是阻断贫困代际传递、促进贫困地区稳定脱贫与持续发展的重要保障。教育设施建落后的地区,农户自身素质的提高比较困难,是贫困地区智力贫困的根源所在。

6 结论与讨论

本文以贫困地域系统与区域多维贫困为理论基础,构建了村域贫困化的“贫困—环境—经济—社会”分析框架,以2013年底中国精准扶贫识别的贫困村为研究对象,建立了村域贫困地理空间数据集,并采用核密度分析和地理探测器等方法,分析了中国贫困村空间分布格局,定量地探测了村域贫困化分异的主导因子,揭示了村域贫困化作用机理,研究结果有助于深化贫困发生机制理论认知,促进贫困地理学前沿科学问题探索,对贫困地区减贫与可持续发展决策具有重要的科学价值。主要研究结论如下:

(1) 贫困地理学的研究核心是贫困地域系统,重点研究贫困与地理环境之间的作用机理。区域贫困化可以从2类要素和3大维度来解析,即自然和人文要素以及环境、经济、社会维度。其中自然环境劣势是先天存在的、固有的,且难以改变,在贫困演化过程中发挥着基础性作用;地理环境对区域贫困的影响主要表现在地理位置、自然条件、生态系统和资源禀赋等方面。经济要素在区域贫困的发展演化中发挥着决定性作用,主要表现在区位条件、交通便利度、市场条件、技术水平、资本投资、劳动力状况和产业基础等方面。社会要素在某种程度上对贫困具有放大效应,对持续减贫脱贫发挥着重要的保障和支撑作用,主要包括人口条件、就业状况、公共福利、政策与制度设计和社会排斥等。

(2) 中国贫困村空间布局具有显著的空间分异性和集聚特征。总体而言,全国贫困村空间分布以胡焕庸线为界,东南半壁贫困村密集,贫困程度较低,西北半壁贫困村分布较稀疏,贫困程度深。从地势三级阶梯来看,全国贫困村主要分布在第二级阶梯,贫困程度自西向东逐渐降低。全国贫困村空间分布与地形条件密切相关,具有明显的垂直分异特点和坡度分异特征,表现为海拔越高,坡度越陡,贫困村数量越少,贫困程度越高。贫困村分布具有明显的空间自相关性,具有1个一级核心区、5个二级核心区、7个三级核心区,呈现明显的集聚特征和地域分异规律。

(3) 村域贫困格局分异与地理要素密切相关,是多个地理因子综合作用的结果。地形特征、资源禀赋、劳动力状况、交通条件和公共服务是全国层面村域贫困空间分异的主要影响因素。海拔、劳动力数量、交通通达度、年降水量和教育资源可达性是村域贫

困分异的主导因子,且各主导因子在不同省份的驱动力大小具有显著差异。双因子交互作用驱动力强于单因子,交互作用类型以非线性增强为主。

本文以新时期精准扶贫瞄准的贫困村为研究对象,从地理学综合性和区域性视角,在村级尺度上探讨了贫困地域分异格局及其与地理环境之间的作用机理,研究结果对于深化贫困基础理论认知以及2020年后相对贫困村或欠发达村庄和乡村振兴重点帮扶村瞄准具有重要的理论意义和实践价值。村庄是乡村振兴的对象和基本单元,开展贫困村地理分布特征及其分异机理研究对于新时期全面推进乡村振兴战略落地以及贫困地区转型发展具有重要的科学价值。然而,受村级尺度资料可获得性的限制,本文存在一些不足。首先,空间数据分析中存在“可变面元”问题,在尺度效应影响下,不同大小空间单元的分析结果不同。由于缺少全国贫困村的行政区划数据,用贫困村点状数据表征一个面状村域单元,以及部分缺失数据用乡镇平均值填补,分析结果可能会存在偏差。其次,贫困与地理要素的作用是双向的,本文着重分析了地理要素的致贫机理,关于贫困对生态环境变化、区域经济发展和农户生计影响的分析不足。地理要素尤其是地形条件和资源禀赋对贫困地域分异具有显著的驱动作用。由于先天条件的劣势和贫困人口抗风险能力较弱,自然地理环境的致贫效应在短时间内是无法彻底根除的,未来较长时间内仍需持续关注区域生态环境脆弱和个体发展能力缺失带来的相对贫困问题。同时,前瞻性开展脱贫地区乡村振兴重点帮扶县识别(重点瞄准“三区三洲”深度贫困地区),深入探究贫困地区精准脱贫与乡村振兴有效衔接机制,实现贫困地区经济、社会、环境的可持续发展,是一个值得持续关注和亟待研究的重大科学前沿课题。

致谢:感谢中国科学院地理科学与资源研究所硕士研究生伍程斌在技术上提供的帮助。

参考文献(References)

- [1] United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.
- [2] Fang Xiaodan. China's rural poor population decreased by 11.09 million in 2019. http://www.stats.gov.cn/tjsj/sjjd/202001/t20200123_1724700.html, 2020-04-05. [方晓丹. 2019年全国农村贫困人口减少1109万人. http://www.stats.gov.cn/tjsj/sjjd/202001/t20200123_1724700.html, 2020-04-05.]
- [3] 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. [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.]
- [4] Li Xunhuan, Zhou Yang, Chen Yufu. Theory and measurement of regional multidimensional poverty. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(4): 753-768. [李寻欢, 周扬, 陈玉福. 区域多维贫困测量的理论与方法. *地理学报*, 2020, 75(4): 753-768.]
- [5] Rowntree B S. *Poverty: A Study of Town Life*. London: Macmillan, 1901.
- [6] Usher D, Sen A. Commodities and capabilities. *The Canadian Journal of Economics*, 1987, 20(1): 198-201.
- [7] Saunders P. Can Social Exclusion Provide A New Framework for Measuring Poverty? SPRC Discussion Paper 127, 2003.
- [8] Wang Xiaolin. *The Measurement of Poverty: Theories and Methods*. 2nd ed. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2017. [王小林. 贫困测量: 理论与方法. 2版. 北京: 社会科学文献出版社, 2017.]
- [9] Ravallion M, Datt G, van de Walle D. Quantifying absolute poverty in the developing world. *Review of Income and Wealth*, 1991, 37(4): 345-361.
- [10] UNDP. *Human Development Report 1990: Concept and Measurement of Human Development*. New York and Oxford: Oxford University Press, 1990.
- [11] Alkire S, Foster J. Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of Public Economics*, 2011, 95(7/8): 476-487.

- [12] DFID. Sustainable Livelihoods Guidance Sheets. UK: Department for International Development, 2000.
- [13] Chen Quangong, Cheng Xi. Spatial poverty and its policy implications. *Guizhou Social Sciences*, 2010(8): 87-92. [陈全功, 程蹊. 空间贫困及其政策含义. *贵州社会科学*, 2010(8): 87-92.]
- [14] Wen Qi, Shi Linna, Ma Caihong, et al. Spatial heterogeneity of multidimensional poverty at the village level: Loess Plateau. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(10): 1850-1864. [文琦, 施琳娜, 马彩虹, 等. 黄土高原村域多维贫困空间异质性研究: 以宁夏彭阳县为例. *地理学报*, 2018, 73(10): 1850-1864.]
- [15] Guo Laixi, Jiang Dehua. A study on classification and development of the poor areas in China. *Geographical Research*, 1995, 14(2): 1-7. [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.]
- [16] 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. [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. *地理科学*, 2019, 39(10): 1592-1601.]
- [17] Liu Yanhua, Xu Yong. Geographical identification and classification of multi-dimensional poverty in rural China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(6): 993-1007. [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.]
- [18] Pan Jinghu, Zhao Hongyu, Dong Leilei. Spatial identification of multi-dimensional poverty in rural China by using nighttime light and sustainable livelihoods. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(17): 6180-6193. [潘竟虎, 赵宏宇, 董磊磊. 基于DMSP-OLS数据和可持续生计的中国农村多维贫困空间识别. *生态学报*, 2018, 38(17): 6180-6193.]
- [19] Pan Jinghu, Feng Yaya. Spatial distribution of extreme poverty and mechanism of poverty differentiation in rural China based on spatial scan statistics and geographical detector. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(4): 769-788. [潘竟虎, 冯娅娅. 中国农村深度贫困的空间扫描与贫困分异机制的地理探测. *地理学报*, 2020, 75(4): 769-788.]
- [20] Zhou Yang, Guo Yuanzhi, Liu Yansui. Comprehensive measurement of county poverty and anti-poverty targeting after 2020 in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(8): 1478-1493. [周扬, 郭远智, 刘彦随. 中国县域贫困综合测度及2020年后减贫瞄准. *地理学报*, 2018, 73(8): 1478-1493.]
- [21] Bloom D E, Canning D, Sevilla J. Geography and poverty traps. *Journal of Economic Growth*, 2003, 8: 355-378.
- [22] Bird K, Shepherd A. Livelihoods and chronic poverty in semi-arid Zimbabwe. *World Development*, 2003, 31(3): 591-610.
- [23] Bird K, McKay A, Shinyekwa I. Isolation and poverty: The relationship between spatially differentiated access to goods and services and poverty. *Understanding and Addressing Spatial Poverty Traps: An International Workshop*, 2007.
- [24] Duraippah A K. Poverty and environmental degradation: A review and analysis of the Nexus. *World Development*, 1998, 26(12): 2169-2179.
- [25] Rozelle S, Huang J K, Zhang L X. Poverty, population and environmental degradation in China. *Food Policy*, 1997, 22(3): 229-251.
- [26] Hallegatte S, Bangalore M, Bonzanigo L, et al. Climate Change and Poverty: An Analytical Framework. Policy Research Working Paper 7126, Washington DC: World Bank Group, 2014.
- [27] Liu Yansui, Li Jintao. Geographic detection and optimizing decision of the differentiation mechanism of rural poverty in China. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 161-173. [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.]
- [28] Dasgupta S, Deichmann U, Meisner C, et al. Where is the poverty-environment nexus? Evidence from Cambodia, Lao PDR, and Vietnam. *World Development*, 2005, 33(4): 617-638.
- [29] Liu Y S, Liu J L, Zhou Y. Spatio-temporal patterns of rural poverty in China and targeted poverty alleviation strategies. *Journal of Rural Studies*, 2017, 52: 66-75.
- [30] Fu Bojie. The integrated studies of geography: Coupling of patterns and processes. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8): 1052-1059. [傅伯杰. 地理学综合研究的途径与方法: 格局与过程耦合. *地理学报*, 2014, 69(8): 1052-1059.]
- [31] 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. [陈烨烽, 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. *地理学报*, 2017, 72(10): 1827-1844.]
- [32] Chen Yefeng, Wang Yanhui, Wang Xiaolin. Measurement and spatial analysis of poverty-stricken villages in China. *Geographical Research*, 2016, 35(12): 2298-2308. [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.]
- [33] Zhou Y, Guo Y Z, Liu Y S, et al. Targeted poverty alleviation and land policy innovation: Some practice and policy implications from China. *Land Use Policy*, 2018, 74: 53-65.

- [34] Banerjee A, Benabou R, Mookherjee D. Understanding Poverty. New York and Oxford: Oxford University Press, 2006.
- [35] Ding Jianjun, Leng Zhiming. Regional poverty analysis in a view of geography science. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(2): 232-247. [丁建军, 冷志明. 区域贫困的地理学分析. *地理学报*, 2018, 73(2): 232-247.]
- [36] Wu Chuanjun. The core of study of geography: Man-land relationship areal system. *Economic Geography*, 1991, 11(3): 1-6. [吴传钧. 论地理学的研究核心: 人地关系地域系统. *经济地理*, 1991, 11(3): 1-6.]
- [37] Zhou Y, Liu Y S. The geography of poverty: Review and research prospects. *Journal of Rural Studies*, 2019. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2019.01.008.
- [38] UNDP, UNEP. The Poverty- Environment Accounting Framework (PEAF): The Application of the System of Environmental- Economic Accounting (SEEA 2012) for Integrated Planning, Budgeting and Monitoring for Poverty Related Sustainable Development Goals (SDG). 2016.
- [39] Okwi P O, Ndeng'E G, Kristjanson P, et al. Spatial determinants of poverty in rural Kenya. *PNAS*, 2007, 104(43): 16769-16774.
- [40] Research Centre for Sustainable Development. Climate change-induced poverty in rural areas: The global and China's perspectives. 2018. [中国社会科学院可持续发展研究中心课题组. 气候贫困: 气候变化对农村贫困的影响、认知与启示. 2018.]
- [41] Adams W M, Aveling R, Brockington D, et al. Biodiversity conservation and the eradication of poverty. *Science*, 2004, 306(5699): 1146-1149.
- [42] Zhou Y, Li Y R, Liu Y S. The nexus between regional eco-environmental degradation and rural impoverishment in China. *Habitat International*, 2020, 96: 102086. DOI: 10.1016/j.habitatint.2019.102086.
- [43] World Commission on Environment and Development. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- [44] Poverty, Global Chronic. The Chronic Poverty Report 2004-05. Manchester: The Chronic Poverty Research Centre, 2004.
- [45] Ravallion M, Jalan J. Spatial Poverty Traps? World Bank, Development Research Group, 1997.
- [46] Zhou Yang, Tong Chunyang. The impact of economic growth and public investment on poverty reduction in China. *Economic Survey*, 2019, 36(6): 32-39. [周扬, 童春阳. 中国经济增长与公共投资的减贫效应测度研究. *经济经纬*, 2019, 36(6): 32-39.]
- [47] Hoang T X, Pham C S, Ulubaşoglu M A. Non-farm activity, household expenditure, and poverty reduction in rural Vietnam: 2002-2008. *World Development*, 2014, 64: 554-568.
- [48] Liu Xiaopeng, Li Yonghong, Wang Yajuan, et al. Geographical identification of spatial poverty at county scale. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(3): 545-557. [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.]
- [49] Bird K, Hulme D, Shepherd A, et al. Chronic Poverty and Remote Rural Areas. Chronic Poverty Research Centre Working Paper No.13, 2002.
- [50] Wu Y F, Zhou Y, Liu Y S. Exploring the outflow of population from poor areas and its main influencing factors. *Habitat International*, 2020, 99: 102161. DOI: 10.1016/j.habitatint.2019.102161.
- [51] Thompson M N, Dahling J J. Employment and poverty: Why work matters in understanding poverty. *American Psychologist*, 2019, 74(6): 673-684.
- [52] Zhou Y, Guo Y Z, Liu Y S. Health, income and poverty: Evidence from China's rural household survey. *International Journal for Equity in Health*, 2020, 19(1): 1-12. DOI: 10.1186/s12939-020-1121-0.
- [53] Gallie D, Paugam S, Jacobs S. Unemployment, poverty and social isolation: Is there a vicious circle of social exclusion? *European Societies*, 2003, 5(1): 1-32. DOI: 10.1080/1461669032000057668.
- [54] Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134. [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.]

The geographical pattern and differentional mechanism of rural poverty in China

ZHOU Yang^{1,2,3}, LI Xunhuan^{1,2,3}, TONG Chunyang^{1,2,3}, HUANG Han^{1,2,3}

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. Center for Assessment and Research on Targeted Poverty Alleviation, CAS, Beijing 100101, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Poverty eradication is a worldwide concern. Regional impoverishment has been considered to be closely related to the geographical environment. Therefore, the relationship between poverty and geographical environment has become the core content of poverty geography. Based on the theoretical basis of regional multidimensional poverty and impoverished areal system, this study constructed a "poverty-environment-economy-society" analytical framework to examine the nexus between poverty and geo-environment. On this basis, taking 124000 poverty-stricken villages as the research object, this study used the methods of spatial autocorrelation, kernel density analysis and geographical detector to depict the spatial geographical pattern of China's poverty-stricken villages in the new era, quantitatively detect the leading factors of the regional differentiation of poverty-stricken villages, and reveal the interaction mechanism between the village impoverishment and the geographical environment. The main conclusions can be drawn in the following three aspects. First of all, poverty and the geo-environment interact with each other, and the paths and manifestations of the interaction between the two are complex and diverse. In general, factors leading to village poverty can be detected from the two categories of nature and humanities and the three dimensions of environment, economy, and society. Environmental factors play a fundamental role in the evolution of poverty, economic factors are the most direct and important contributor to impoverishment, and social factors have a magnifying effect on poverty. Secondly, the distribution of poor villages in China has obvious spatial agglomeration characteristics. The spatial distribution pattern of poverty-stricken villages across the country is consistent with the basic geographic pattern depicted by the Hu Huanyong Line and the three-level topography, with obvious vertical and slope differentiation characteristics. The poor villages in China are spatially distributed with one first-level core area, five second-level core areas and seven third-level core areas. Last but not least, the spatial distribution pattern of poor villages in China is the result of the interaction of multiple factors. Topography, natural resources endowment, labors, transportation and public services were identified as the main contributors to spatial differentiation of poor villages in China. Interaction detection results indicated that the driving force between two-factor interaction is stronger than that of a single factor, and the interaction types are non-linear enhancement except for topographic factors and location. Facing the 2030 UN Sustainable Development Goals, China needs to establish the long-term mechanism to effectively link up poverty reduction, rural revitalization, ecological civilization construction, territorial space optimization and urban-rural integrated development, so as to stimulate the endogenous development momentum of poverty-stricken areas and promote regional sustainable development.

Keywords: poverty-stricken village; spatial heterogeneity; geographic factor; geodetector; poverty geography; rural revitalization