

乡村振兴视角下经济社会与生态环境协调发展的 动态评价及空间格局 ——基于云南省脱贫户数据的分析

张焱¹, 胡雪枝², 唐婷³, 冯璐¹

(1. 云南农业大学 经济管理学院, 云南 昆明 650201;

2. 南京审计大学 公共管理学院, 江苏 南京 210000;

3. 云南省农业科学院 国际合作处, 云南 昆明 650205)

摘要: 从经济社会和生态环境2个子系统出发, 构建12个准则34个指标的经济社会与生态环境协调发展指标体系, 应用变异系数TOPSIS法、耦合协调度模型和Moran's I指数, 实证分析云南及16个州市脱贫户经济社会与生态环境发展水平、耦合协调度和空间格局。结果表明: (1) 2个子系统基本同等重要; (2) 2个子系统总体发展水平不高, 但随时间推移呈上升趋势, 且生态环境增速高于经济社会, 大多数州市属于生态环境滞后型; (3) 耦合度处于拮抗阶段, 耦合协调度多为中度协调; (4) 空间集聚性增强, 区域差异有缩小趋势。因此, 应通过提升医疗养老保障力度, 提高人口质量, 优化资源配置, 关注富裕州市脱贫户生计, 经济发展的同时注重生态修复和保护等, 不断推进云南经济社会与生态环境水平的提升。

关键词: 经济社会与生态环境; 变异系数TOPSIS法; 耦合协调度; 莫兰指数; 空间格局

中图分类号: X196; F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-4407(2022)10-148-10

Dynamic Evaluation and Spatial Pattern of the Coordinated Development of Economic Society and Ecological Environment from the Perspective of Rural Revitalization: An Analysis Based on the Data of Poverty-Relief Households in Yunnan Province

ZHANG Yan¹, HU Xuezh², TANG Ting³, FENG Lu¹

(1. College of Economics and Management, Yunnan Agricultural University, Kunming Yunnan 650201, China;

2. College of Public Administration, Nanjing Audit University, Nanjing Jiangsu 210000, China;

3. International Cooperation Division, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming Yunnan 650205, China)

Abstract: Based on the two subsystems of economic society and ecological environment, constructing a coordinated development index system of economic society and ecological environment with 12 criteria and 34 indicators, applying the coefficient of variation TOPSIS method, coupling coordination degree model and Moran's I index, this paper empirically analyses economic society and ecological environment development level, coupling coordination degree and spatial pattern of poverty-relief households in Yunnan province and its 16 prefectures. The results show that: (1) The two subsystems are basically equally important. (2) The development level of the subsystems is generally not high, but it shows an upward trend over time. And the growth rate of the ecological environment is higher than that of the economic society. Most prefectures belong to lagging ecological environment development type. (3) The coupling degree is in an antagonistic stage, and the coupling coordination degree is mostly in a moderately coordinated state. (4) The spatial agglomeration is increasing, and the regional differences tend to shrink. Therefore, it is necessary to enhance medical pension insurance, improve population quality, optimize resource allocation, pay attention to the livelihoods of poverty-relief households in wealthy prefectures, and development economy while focusing on ecological restoration and protection, in order to continuously promote the economic society and ecological environment level in Yunnan Province, China.

Key words: economic society and ecological environment; the coefficient of variation TOPSIS method; coupling coordination degree; Moran index; spatial pattern

基金项目: 国家自然科学基金 2021 年度地区项目“西部边疆民族地区乡村小规模学校发展的时空演化及驱动因素研究”(72164039); 教育部人文社会科学研究项目“空间异质性视角下云南边疆民族地区教育精准扶贫绩效评价研究”(20XJA880007); 云南省哲学社会科学规划项目“云南农业企业面向东南亚构建跨境农业产业链的路径研究”(YB2021017)

第一作者简介: 张焱, 博士, 副研究员, 硕士研究生导师, 研究方向为区域发展、山区农业和贫困。E-mail: 86539634@qq.com

通讯作者简介: 冯璐, 博士, 研究员, 硕士研究生导师, 研究方向为跨境农业和产业经济政策。E-mail: fenglul128@126.com

脱贫攻坚的全面胜利，标志着中国农村发展进入后脱贫时期，绝对贫困已被消除，农村发展重心由贫困治理转向乡村振兴。2017年党的十九大报告首次提出了乡村振兴战略，其后又制定了《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》，2021年中央1号文件更是以“全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化”作为主题。中国农村的乡村振兴，也就是农村的产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效和生活富裕^[1]，意味着中国的乡村振兴是经济、社会和生态的全方位振兴^[2]，需在农村经济社会发展的同时，兼顾生态环境。当前，人们已认识到资源高消耗和危害生态环境的传统经济社会发展模式是不可持续的发展方式，超越资源环境承载能力，造成雾霾、泥石流等严重生态问题，为此党中央提出促进经济社会发展的全面绿色转型，树立和践行“绿水青山就是金山银山”理念，坚持节约资源和保护环境的基本国策^[3]。可见，经济社会的生态发展是实现乡村振兴的必由之路。

位于中国西部的云南省，其在精准扶贫阶段的国家级贫困县数量位居全国第一，贫困面广且程度深，尽管2020年云南所有贫困县均已脱贫摘帽，全部贫困人口均已脱贫出列，但由于刚刚脱贫，其脱贫的稳定性和可持续性有待加强，返贫风险较高，还处于脱贫巩固向乡村振兴的过渡阶段。2021年中央1号文件也明确提出，脱贫攻坚目标任务完成后，对摆脱贫困的县，从脱贫之日起设立5年过渡期，过渡期内保持现有的主要帮扶政策总体稳定^[4]。因此，对于刚脱贫的脱贫户依然实施脱贫不脱钩的动态管理扶持方式。在这样的背景下，考察云南脱贫户的经济社会与生态环境的耦合协调发展动态演变情况及空间格局，有助于通过发现其经济社会与生态环境的协调同步发展阶段和程度，及经济社会与生态环境发展水平在空间上的变化态势和区域差异，提出针对性的对策建议以缩短过渡期，推进脱贫巩固与乡村振兴的有效衔接。

在可持续发展领域研究中，经济社会—生态环境协调发展一直是备受关注的重要议题和热点问题^[5]。早在20世纪60年代，就有学者提出生态社会协调发展理论，在该理论的指导下，以及大众生态环保意识的加强，国内外逐渐涌现出大量关于经济、社会、生态、环境协调发展的研究，也造就了经济社会与生态环境系统协调发展的全新经济发展模式^[6-7]。

当前，研究者们对经济社会与生态环境耦合协调发展理论、评价指标体系和模型等方面进行了探讨，经济发展与生态环境变化大致呈倒“U”型，经济活动通过资源投入推动产业结构演变，进而影响生态环境，当经

济行为对生态环境过度开发超过生态系统承载能力则导致生态系统的崩溃，因此，经济发展必须在生态系统的承载范围内，否则经济增长必然会受到生态系统的限制而停滞，由此要求经济环境应协调发展，以实现生态文明社会的可持续发展^[8-9]。当前，对经济社会与生态环境协调发展的评价逐渐从定性向定量和动态评价方向发展，但还未形成经济社会—生态环境系统协调发展统一评价指标系统，各研究者根据研究侧重点的差异选择不同的评价指标体系。如基于PSR模型，系统性构建包括未来协调度和当前协调度的两大类169个评价指标^[10]；从经济社会发展和生态环境两个方面构建包括经济水平、结构、效率、活力、质量和水环境、大气环境、生态环境、生态环境保护9个指标^[11]；从城市化水平、城市化效率、社会影响、产业结构、经济水平、资源利用、环境污染和环境保护构建指标体系^[12]；等等。关于研究方法方面，主要有新古典增长模型^[13]、投入产出模型^[14]、内生经济增长理论^[15]、库兹涅茨曲线模型(EKC)^[16]、系统动力学^[17]、非线性识别熵耦合模型^[18]、模糊数学法^[19]、灰色预测模型^[20]、熵权耦合协调模型^[21]等。这些方法各有其优点，但从现有研究来看用得较多且形成了较为成熟的研究范式的主要是熵权耦合协调模型和投入产出模型。

综上所述，国内外对经济社会与生态环境协调发展的研究逐渐由定性转移到定量；由静态过渡到动态；从单纯追求经济增长变换到经济发展与环境保护协调可持续发展。但纵观现有的研究，从乡村振兴视角，以脱贫户为研究对象，探讨其经济社会与生态环境协调发展的研究还较少，因此，本研究从乡村振兴角度分析2017—2019年云南省脱贫户经济社会与生态环境协调发展的时空动态演化及区域分异规律，也就是结合乡村振兴指标构建本研究的评价指标体系，根据评价结果，逐层分析云南省脱贫户经济社会与生态环境协调发展的时间变化特征，并探讨同一时间节点上经济社会与生态环境协调发展水平的空间关联性，最后根据评价结果和空间分布提出相应政策建议，由此推进云南省脱贫户的经济社会与生态环境协调发展，尽快从稳定脱贫成效过渡到乡村振兴。

1 研究方法、数据来源和指标体系

1.1 研究方法

1.1.1 变异系数TOPSIS法

变异系数法和TOPSIS法两者进行结合就得到变异系数TOPSIS法，变异系数法是一种客观赋权方法，它可以直接对指标数据进行数学处理求得指标权重。这样

就减少了主观赋权中人为的干预和影响, 增强了结果的客观性、科学性和可信性。TOPSIS 法最先用于系统工程, 在多个方案的多目标决策中选取最优方案, 它是一种逼近理想解的排序法, 通过各评价对象与最优方案和最劣方案的距离来获得各评价对象与最优方案的相对接近距离, 从而对评价对象加以排序, 具体计算过程可参看宋成舜等^[22]和张焱等^[23]的研究。最终得到的经济社会与生态环境协调发展评价指数 C (也叫贴近度) 值, $0 \leq C \leq 1$, C 值越接近 1, 表明经济社会与生态环境协调发展程度越高。参考文献以及结合云南实际, 将云南脱贫户经济社会与生态环境协调发展水平划分为 5 个等级, 分别是: $[0, 0.1]$ 为低水平; $(0.1, 0.3]$ 为中低水平; $(0.3, 0.6]$ 为中等水平; $(0.6, 0.8]$ 为中高水平; $(0.8, 1]$ 为高水平^[24-25]。

1.1.2 耦合协调度模型

参考物理学中的容量耦合概念及系数模型, 得到云南脱贫户经济社会系统与生态环境系统协调发展的耦合度模型, 由此反映经济社会与生态环境之间的相互作用和相互影响程度^[26]。计算公式为:

$$U = \left\{ \frac{C_1 C_2}{(C_1 + C_2)^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

尽管耦合度能够定量分析各个子系统之间相互影响的程度并对系统发展秩序进行预警, 但它不能反映研究系统的综合发展水平, 难以测度研究系统的整体功效^[27]。为了更好地评判经济社会与生态环境的交互耦合协调程度, 引入耦合协调度模型来评判各子系统的优劣等级, 避免出现经济社会和生态环境两系统均发展较低但耦合度高的状况^[28]。其计算公式如下:

$$Q = \sqrt{U \times R} \quad (2)$$

$$R = \lambda C_1 + \eta C_2$$

式中: Q 为耦合协调度值, U 为耦合度值, R 为经济社会和生态环境之间的综合协调指数, 反映经济社会和生态环境的整体协同效应; C_1 和 C_2 表示经济社会和生态环境的评价分值, 也就是前述的贴近度值; λ 、 η 为待定系数, 两者之和为 1, 本研究认为经济社会与生态环境同等重要, 也就是 $\lambda = \eta = \frac{1}{2}$; $Q, U \in [0, 1]$, 按照 $[0, 0.3]$ 、 $(0.3, 0.5]$ 、 $(0.5, 0.8]$ 、 $(0.8, 1]$ 分为四个等级, 分别表示低度耦合、拮抗、磨合和高度耦合, 以及低度协调、中度协调、高度协调和极度协调^[29]。根据经济社会和生态环境综合评价指数特征, 可将耦合协调类型分为三种,

当 $C_1 < C_2$, 表明处于经济社会发展滞后型; 当 $C_1 > C_2$, 表明处于生态环境发展滞后型; 当 $C_1 = C_2$, 表明处于同步发展型。

1.1.3 空间自相关分析法

空间自相关分析包含全局空间自相关和局部空间自相关分析两个方面。在本研究中, 全局空间自相关分析可以探究云南脱贫户经济社会与生态环境协调发展水平在整个区域的空间关联性和差异性; 局部空间自相关主要描述云南脱贫户经济社会与生态环境协调发展水平在各个州市上的空间关联性和差异性。由于空间自相关分析法 (Moran's I) 多位研究者已经详述, 因此本文不再累述, 具体计算方法参看蔡进等^[30]的研究。

1.2 数据来源

本研究的时间段为 2017—2019 年, 数据主要来源于云南省精准扶贫大数据工作平台、《云南省脱贫攻坚数据报告(2017—2019 年)》^①、2016—2020 年《云南统计年鉴》、2016—2020 年《中国统计年鉴》、2016—2020 年《云南省国民经济和社会发展统计公报》等, 个别缺失数据采用移动平均法进行模拟得到。研究中涉及的脱贫村、脱贫户和脱贫人口为精准扶贫阶段建档立卡贫困村、贫困户和贫困人口中脱贫出列的全样本数据。由于精准扶贫建档立卡的退出和进入多以户为单位, 因此本文以云南省范围内的脱贫户作为经济社会与生态环境协调发展水平测度的主要研究对象。

1.3 指标体系构建及说明

在进行评价前, 首先需要建立一个全面而系统的指标体系。李茜等^[31]基于环境保护和经济发展构建了 8 个子系统和 44 个指标对中国环境经济协调发展进行了研究; 任祁荣和于恩逸^[5]从自然生态环境与社会经济系统两个方面构建 7 个子系统 27 个指标对甘肃省的生态环境与社会经济耦合协调发展进行分析; 李苒等^[32]从生态环境质量和经济发展水平两个方面构建 10 个子系统 24 个指标从县域角度对陕西省榆林市的生态环境与经济协调发展进行了探析。在借鉴已有研究成果, 以及基于科学性、全面性、系统性、可操作性等原则, 并充分考虑乡村振兴对经济社会发展与生态环境的基本要求, 结合云南脱贫户的实际经济社会和生态环境发展情况的基础上, 从经济社会和生态环境两个方面构建准则层(表 1), 其中, 经济社会系统分解为经济效益、产业发展、就业状况、住房保障、医疗养老保障和人口质量

① 由于《云南省脱贫攻坚数据报告》是依据“云南省精准扶贫大数据工作平台”中数据统计整理而得, 因而该报告从 2017 年开始编写, 2020 年的数据还未发布, 前期统计口径又不一致, 因此目前只能获取 2017—2019 年 3 年的数据。

表1 评价指标体系及指标权重

系统层	子系统层	准则层	权重	指标层	单位	方向	熵权	排序
经济社会与生态环境系统	经济社会系统 (A)	经济效益 A_1	0.093	资产收益户数占比 A_{11}	%	正	0.041	7
				集体经济收入 A_{12}	万元	正	0.021	24
				人均可支配收入 A_{13}	元	正	0.031	15
		产业发展 A_2	0.037	特色产业扶持户数占比 A_{21}	%	正	0.019	26
				农民专业合作社个数 A_{22}	个	正	0.018	27
		就业状况 A_3	0.038	转移就业扶持户数占比 A_{31}	%	正	0.016	30
				务工人口数占比 A_{32}	%	正	0.022	22
		住房保障 A_4	0.081	易地扶贫搬迁户数占比 A_{41}	%	正	0.027	19
				农村危房改造户数占比 A_{42}	%	正	0.023	20
				人均住房面积 A_{43}	平方米	正	0.031	16
		医疗养老保障 A_5	0.145	大病集中救治户数占比 A_{51}	%	正	0.047	3
				医疗兜底保障户数占比 A_{52}	%	正	0.042	5
				兜底保障户数占比 A_{53}	%	正	0.036	12
				养老保险户数占比 A_{54}	%	正	0.020	25
		人口质量 A_6	0.108	高中及以上人口占比 A_{61}	%	正	0.033	14
	技能劳动力占比 A_{62}			%	正	0.040	9	
	精准资助大专以上户数占比 A_{63}			%	正	0.035	13	
	生态环境系统 (B)	自然资源供给 B_1	0.097	年均降水量 B_{11}	毫米	正	0.030	17
				年平均气温 B_{12}	℃	正	0.011	34
				人均可用水资源量 B_{13}	立方米	正	0.056	1
		地形地貌 B_2	0.038	山区村占比 B_{21}	%	逆	0.038	11
				未解决安全饮水户数占比 B_{31}	%	逆	0.015	32
		生态环境压力 B_3	0.077	无卫生厕所户数占比 B_{32}	%	逆	0.028	18
				未通生活用电户数占比 B_{33}	%	逆	0.017	28
				无垃圾集中堆放点村数占比 B_{34}	%	逆	0.017	29
				人均退耕还林面积 B_{41}	平方米	正	0.042	4
		生态环境治理 B_4	0.133	人均牧草地面积 B_{42}	平方米	正	0.041	6
				人均林地面积 B_{43}	平方米	正	0.050	2
				户均生态补偿金额 B_{51}	元	正	0.039	10
		生态扶持 B_5	0.095	生态补偿户数占比 B_{52}	%	正	0.016	31
生态岗位扶持户数占比 B_{53}				%	正	0.040	8	
生态环境效益 B_6				0.058	植被覆盖度 B_{61}	—	正	0.015
	人均绿化面积 B_{62}	平方米	正		0.020	23		
	空气质量综合指数 B_{63}	—	正		0.023	21		

6个准则17个指标；环境系统分解为自然资源供给、地形地貌、生态环境压力、生态环境治理、生态扶持和生态环境效益6个准则17个指标。

在经济社会系统的已有研究中，研究者们主要从经济发展、社会发展、城市生活、社会福利保障、生活消费水平、就业结构、生活质量等方面加以考量，其下的具体指标涉及人均GDP、农民人均纯收入、全社会劳动生产率、人均社会消费品零售额等第三产业占比、非公有制经济占GDP比重、研究与试验发展经费支出占GDP比重、第一产业从业人数占比、第三产业从业人数占比、医院个数、卫生机构个数、人均住房面积、城市人口密度、第三产业就业人口比重、高等学校在校生人数等。从这些已有的研究可以发现，大多数数据均来自省(市、县)较为宏观的统计数据，而本文的研究对象下沉到脱贫户，考察的是他们的经济社会发展与生态环境的耦合效应，因此，需更多地应用脱贫户的具体统计微观数据，且在本研究中还需要考虑精准扶贫中“收入”+“两不愁、三保障”与乡村振兴的充分衔接，基于研究主题和目的，选择了经济社会子系统的6个准则17个具体指标(具体指标测度的均是脱贫户的相应情况)。例如资产收益户数占比、人均可支配收入既是

精准扶贫的重要指标，又是乡村振兴生活富裕的重要内容。

在生态环境的已有研究中，研究者们主要从自然资源供给、自然生态条件、生态环境压力(污染)、生态环境风险、生态环境保护(治理)、生态效益等方面设置具体指标，包括年均降水量、年平均气温、植被覆盖度、人均绿地面积、单位GDP能耗、工业固体废弃物排放量、农业化肥投入量、生活垃圾无害化利用率、人均造林面积、人口密度、环保投资占GDP比例等。同样，这些指标数据采集也是基于较为宏观的统计年鉴数据。根据本文的研究对象和研究重点，脱贫户的生态环境测度指标应该既包括与已有研究相似的共性指标，也应该包括其特有的指标。例如：自然资源供给和生态环境效益应该是与已有研究共性的指标，包括年均降水量、年平均气温、空气质量综合指数等，均来自《云南统计年鉴》数据；而地形地貌、生态环境压力、生态环境治理、生态扶持则是其特有的指标，具体测度脱贫户的情况，且与乡村振兴已有研究的测度指标部分重合，如无卫生厕所户数占比、无垃圾集中堆放点村数占比等，这些数据均来自云南省精准扶贫大数据工作平台和《云南省脱贫攻坚数据报告》中脱贫户的全样本数据。

2 结果与分析

根据数据的可获得性，本研究选择了2017—2019年为研究年份，应用变异系数TOPSIS法和原始数据，对云南下辖16个州市脱贫户的经济社会与生态环境发展水平进行测度及区域比较，再应用耦合协调度模型获得脱贫户经济社会与生态环境之间的耦合度和耦合协调度，以及应用Moran's I指数探究云南各州市脱贫户经济社会与生态环境发展水平的空间格局。

2.1 经济社会与生态环境发展水平的动态评价

2.1.1 指标权重分析

从子系统来看，脱贫户经济社会系统和生态环境系统的权重分别是0.502和

0.498, 相差很小, 表明生态环境系统越来越受到人们重视, 其重要程度逐渐与经济社会系统相当。从准则层来看, 医疗养老保障、生态环境治理、人口质量这三项指标权重超过 0.1, 排在前三, 其重要性强; 其次是自然资源供给、生态扶持和经济效益, 此三项接近 0.1, 重要性其次。从各个具体指标来看, 人均可用水资源量、人均林地面积、大病集中救治户数占比、医疗兜底保障户数占比、人均牧草地面积、资产收益户数占比、生态岗位扶持户数占比、技能劳动力占比、户均生态补偿金额排在前十, 具体指标的排序进一步佐证了准则层的排序。

2.1.2 动态综合评价

根据表 2 数据, 从云南省整体考量, 其脱贫户经济社会与生态环境发展水平逐年上升, 年均增速为 8.67%, 且 2019 年增长较快, 比 2018 年增长了 26.49%, 到 2019 年已经达到中等水平。

表2 经济社会与生态环境发展水平动态综合评价结果

区域	2017 年	2018 年	2019 年	2018 年较之 2017 年的增长率/%	2019 年较之 2018 年的增长率/%	年均增长率/%
云南	0.283	0.291	0.334	5.66	26.49	8.67
昆明	0.301	0.384	0.400	27.57	4.17	15.28
曲靖	0.148	0.169	0.216	14.19	27.81	20.81
玉溪	0.262	0.286	0.319	9.16	11.54	10.34
保山	0.194	0.189	0.288	-2.58	52.38	21.84
昭通	0.501	0.503	0.500	0.40	-0.60	-0.10
丽江	0.220	0.161	0.353	-26.82	119.25	26.67
普洱	0.135	0.202	0.305	49.63	50.99	50.31
临沧	0.341	0.254	0.255	-25.51	0.39	-13.52
楚雄	0.215	0.151	0.185	-29.77	22.52	-7.24
红河	0.130	0.096	0.208	-26.15	116.67	26.49
文山	0.169	0.223	0.248	31.95	11.21	21.14
西双版纳	0.245	0.334	0.308	36.33	-7.78	12.12
大理	0.348	0.312	0.332	-10.34	6.41	-2.33
德宏	0.510	0.509	0.508	-0.20	-0.20	-0.20
怒江	0.262	0.409	0.424	56.11	3.67	27.21
迪庆	0.550	0.476	0.502	-13.45	5.46	-4.46

横向考察各个州市的综合贴适度发现, 综合贴适度最高的是德宏州、昭通市和迪庆州, 三个区域三年里的综合贴适度均在 0.5 左右, 尽管还未进入中高等之列, 但比较其他区域, 其脱贫户的经济社会与生态环境发展水平较高, 接近中高等水平。昭通市本属于云南最贫困的区域之一, 之所以其脱贫户经济社会与生态环境发展水平较高, 与近年来精准扶贫政策的大力扶持密切相关。

纵向比较, 2017—2019 年, 综合贴适度处于中等水平之列的区域分别有 6 个、7 个和 11 个, 表明总体上云南脱贫户经济社会与生态环境发展水平呈现上升趋势。2018 年相比 2017 年综合贴适度增长最快的是怒江州和普洱市, 达到 50% 左右; 不增反减, 且减速较大的是楚雄州、丽江市、红河州和临沧市, 造成这样结果的可

能原因如下: 一是脱贫户每年都在进行动态调整, 2018 年新脱贫的农户比 2017 年脱贫的农户更贫困; 二是这些州市针对 2018 年的脱贫农户, 放松了对其的扶持力度, 其相关政策措施没有及时调整和加强。2019 年相比 2018 年增长最快的是丽江市和红河州, 超过 100%, 其次是保山市和普洱市, 超过 50%; 不增反减的区域减少到 3 个, 且减少的比率不大, 表明在接近精准扶贫收官之年, 各个区域均进一步加大了对贫困的治理力度, 使脱贫户的经济社会与生态环境发展水平快速提升。比较各个区域的年均增长率, 10 个区域呈现上升态势, 6 个区域出现下降状况, 总增速最快的是普洱市, 下降最多的是临沧市。

2.1.3 子系统分指标评价

考察表 3 数据, 从云南省整体来看, 脱贫户经济社会子系统和生态环境子系统的贴适度总体呈现逐年上升趋势, 生态环境子系统的增速稍高于经济社会子系统的增速, 但经济社会子系统贴适度的基数高于生态环境子系统, 到 2019 年, 两者均处于中等水平之列。2017 年与 2019 年属于生态环境发展滞后型, 2018 年属于经济社会发展滞后型。

表3 经济社会与生态环境子系统各指标贴适度测算结果

区域	经济社会					生态环境				
	2017 年	2018 年	2019 年	三年平均	年均增长率/%	2017 年	2018 年	2019 年	三年平均	年均增长率/%
云南	0.306	0.283	0.355	0.315	7.75	0.269	0.301	0.316	0.296	8.31
昆明	0.409	0.440	0.620	0.490	23.08	0.205	0.337	0.200	0.247	-1.38
曲靖	0.205	0.232	0.258	0.231	12.20	0.104	0.120	0.183	0.136	32.61
玉溪	0.352	0.303	0.466	0.374	15.07	0.181	0.270	0.195	0.215	3.64
保山	0.255	0.213	0.324	0.264	12.70	0.144	0.169	0.255	0.189	33.11
昭通	0.501	0.501	0.502	0.501	0.10	0.501	0.512	0.498	0.504	-0.26
丽江	0.177	0.103	0.334	0.205	37.29	0.259	0.224	0.371	0.285	19.57
普洱	0.100	0.131	0.182	0.138	34.50	0.169	0.270	0.411	0.283	56.17
临沧	0.455	0.218	0.298	0.324	-19.09	0.247	0.288	0.219	0.252	-5.74
楚雄	0.234	0.164	0.175	0.191	-13.38	0.202	0.138	0.194	0.178	-1.77
红河	0.144	0.081	0.230	0.151	26.27	0.118	0.110	0.188	0.139	26.35
文山	0.271	0.371	0.342	0.328	12.48	0.082	0.103	0.166	0.117	42.73
西双版纳	0.196	0.206	0.268	0.224	17.00	0.301	0.460	0.338	0.366	5.92
大理	0.613	0.477	0.437	0.509	-15.63	0.139	0.168	0.240	0.182	31.48
德宏	0.514	0.514	0.510	0.513	-0.43	0.505	0.506	0.506	0.506	0.13
怒江	0.061	0.317	0.354	0.244	140.97	0.474	0.500	0.492	0.489	1.84
迪庆	0.406	0.259	0.382	0.349	-3.00	0.678	0.648	0.598	0.641	-6.12

考察各州市子系统的贴适度, 2017—2019 年分别有 7 个、7 个和 10 个州市经济社会子系统贴适度高于 0.3, 进入中等发展水平之列。此外, 2017 年大理市经济社会子系统贴适度高于 0.6, 进入中高等之列; 2019 年昆明市经济社会子系统贴适度高于 0.6, 达到中高等水平。总的来看, 经济社会子系统三年来均较高的有昆明市、德宏州、昭通市和大理市, 其中德宏州和昭通市三年基本一样, 非常稳定; 三年均较低的有普洱市和红

河州，怒江州 2017 年非常低，处于低水平阶段，但 2018—2019 年就直接上升至中等水平。2017—2019 年分别有 5 个、6 个和 7 个州市生态环境子系统贴适度高于 0.3，达到中等发展水平。三年里均是迪庆州生态环境子系统贴适度最高，处于 0.6 左右，达到中高等水平。总的来看，生态环境子系统三年里均较高的有迪庆州、德宏州、昭通市和怒江州，且四州市三年变化不大，较为稳定；三年均较低的是文山市、红河州和曲靖市，且文山市 2017 年处于低水平之列。

进一步考察各州市子系统贴适度的增长情况，经济社会子系统年均增长率排在前三的是怒江州、丽江市和普洱市，年均下降率排在前三的是临沧市、楚雄州和大理市。生态环境子系统年均增长率排在前三的是普洱市、文山市和保山市，年均下降率排在前三的是迪庆州、临沧市和楚雄州。总的来看，大多数州市两子系统贴适度处于上升阶段，少数处于下降状态，且上升幅度高于下降幅度。

经济社会子系统与生态环境子系统两者贴适度进行比较，考察三年平均值，昆明、曲靖、玉溪、保山、临沧、楚雄、红河、文山、大理和德宏 10 个州市的经济社会发展水平高于生态环境发展水平，属于生态环境滞后型；昭通、丽江、普洱、西双版纳、怒江、迪庆 6 个州市的生态环境发展水平高于经济社会发展水平，属于经济社会发展滞后型；但昭通市和德宏州经济社会发展水平落后于生态环境发展水平很少，几乎可以看成两者同步发展。

2.2 耦合协调度指数

根据表 4 数据，从耦合度来看，云南脱贫户经济社会与生态环境的耦合度较为稳定，三年均约为 0.5，云南及 16 个州市的耦合度值全部在 0.3 ~ 0.5 之间，也就是经济社会与生态环境耦合度处于拮抗阶段。三年平均值中，最大的昭通市与最小的怒江州仅仅相差 0.067，区域空间差异不大。由耦合度可知，在经济社会发展过程中，为增强脱贫农户的收入，生态环境遭受到一定的破坏，环境承载力下降，不和谐的经济社会与生态环境关系开始显现，脱贫农户的可持续发展遭到一定的阻碍。进一步分解耦合度指数发现，云南大多数州市的耦合度处于或接近 0.5，表明系统即将或正进入磨合期，也就是随着经济社会发展，人们越来越意识到生态环境的重要性，开始加大对环境的保护并投入更多人力、物力、财力在生态环境建设中，使得经济社会和生态环境的良性耦合成为可能。

从耦合协调度来看，2017—2019 年云南省整体呈现上升态势，云南及大多数州市的耦合协调度高于 0.3，处于中度协调阶段。观察三年平均值，德宏州和昭通市进入了高度协调的初期，红河州和曲靖市处于低度协调的后期。协调度最大的德宏州与最小的红河州相差 0.24，区域空间呈现出一

定的差距，但差距不大，大多数州市的耦合协调度围绕在 0.3 ~ 0.4 之间，较为集中。总的来看，云南及 16 个州市脱贫户的经济社会发展水平略高于生态环境发展水平，但生态环境发展增速略高于经济社会发展，也就是对于云南脱贫户来讲，前期经济社会发展过度消耗了自然资源，通过国家精准扶贫、乡村振兴等政策措施的实施，生态环境发展水平提升显著。因此，在后续发展中，应坚持生态环境修复和保护与经济社会发展并驾齐驱的策略，在加快经济社会建设的同时，始终把生态环境建设摆在重要位置上，使经济社会和生态环境的耦合协调性进一步增强，逐步进入高度耦合和极度协调阶段。

表4 经济社会与生态环境的耦合协调指数

区域	耦合度				耦合协调度			
	2017年	2018年	2019年	三年平均	2017年	2018年	2019年	三年平均
云南	0.499	0.500	0.499	0.499	0.379	0.382	0.409	0.390
昆明	0.472	0.496	0.429	0.465	0.381	0.439	0.419	0.413
曲靖	0.473	0.474	0.493	0.480	0.270	0.289	0.330	0.296
玉溪	0.474	0.499	0.456	0.476	0.355	0.378	0.388	0.374
保山	0.480	0.497	0.496	0.491	0.309	0.308	0.379	0.332
昭通	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.503	0.500	0.501
丽江	0.491	0.464	0.499	0.485	0.327	0.275	0.419	0.341
普洱	0.484	0.469	0.461	0.471	0.255	0.306	0.370	0.310
临沧	0.478	0.495	0.494	0.489	0.409	0.354	0.358	0.374
楚雄	0.499	0.498	0.499	0.499	0.329	0.274	0.304	0.303
红河	0.497	0.494	0.497	0.496	0.255	0.217	0.322	0.265
文山	0.422	0.412	0.469	0.434	0.273	0.313	0.345	0.310
西双版纳	0.489	0.462	0.497	0.483	0.349	0.393	0.388	0.376
大理	0.388	0.439	0.479	0.435	0.382	0.376	0.403	0.387
德宏	0.500	0.500	0.500	0.500	0.505	0.505	0.504	0.505
怒江	0.318	0.487	0.493	0.433	0.292	0.446	0.457	0.398
迪庆	0.484	0.452	0.488	0.475	0.512	0.453	0.489	0.485

2.3 经济社会与生态环境发展水平的空间格局

应用 Geoda 软件对云南脱贫户经济社会与生态环境发展水平 C 进行空间自相关分析，基于 2017—2019 年云南 16 个州市数据计算得到的脱贫户经济社会与生态环境发展水平的全局自相关莫兰指数(表 5)。2017—2019 年，Moran's I 指数分别为 0.046、-0.020 和 0.101，大于其期望值 $E(I)$ ，且 Z 统计量均大于 0，由于概率 P 值分别为 0.130、0.242 和 0.060，也就是仅有 2019 年通过 10% 的显著性检验，其余两年无法拒绝原假设，因此，云南 16 个州市 2017 年在空间上表现为不显著的弱集聚效应(弱正相关)，2018 年为不显著的弱负相关性，2019 年

表5 经济社会与生态环境发展水平的全局Moran's I指数

年份	Moran's I 指数	Z 统计量	$E(I)$	概率 P 值
2017年	0.046	1.179 8	-0.066 7	0.130
2018年	-0.020	0.500 1	-0.066 7	0.242
2019年	0.101	1.795 5	-0.066 7	0.060

表现为显著的正相关性,也就是云南脱贫户经济社会与生态环境发展水平在空间上逐步向集聚效应发展。此外,2019 年的 Moran's I 指数大于 2017 年和 2018 年,说明云南脱贫户经济社会和生态环境发展水平的区域差异有缩小的趋势。

为进一步揭示云南各个研究单元脱贫户经济社会与生态环境发展水平的高值与低值在空间上的分布状况,了解局部空间差异性,应用局部 Moran's I 指数得到局部空间关联格局。将云南 16 个州市的局部空间格局划分为四类:高高集聚区(H—H),表明州市自身和相邻州市脱贫户的经济社会和生态环境发展水平高且区域差异小,呈现空间正相关性;高低集聚区(H—L),表明州市脱贫户自身经济社会与生态环境发展水平高,但相邻州市较低,呈现空间负相关性;低高集聚区(L—H),表明州市脱贫户自身经济社会与生态环境发展水平低,但相邻州市高,也呈现空间负相关性;低低集聚区(L—L),表明州市脱贫户自身和相邻州市的经济社会与生态环境发展水平均较低,且空间差异性小,呈现出空间正相关性。

应用 Geoda 软件绘制得到云南脱贫户 2017—2019 年的经济社会与生态环境发展水平的 Moran's I 散点图(图 1)。位于第一和第三象限的州市对应的是空间正相关,也就是具有均质性;位于第二和第四象限的州市对应的是空间负相关,也就是具有异质性。2017 年,落在第一象限的州市共有 2 个,落在第三象限的州市共有 7 个,两者合计 9 个,占比 56.25%;2018 年,落在第一象限的州市共有 1 个,落在第三象限的州市共有 7 个,两者合计 8 个,占比 50.00%;2019 年,落在第一象限的州市共有 3 个,落在第三象限的州市共有 8 个,两者合计 11 个,占比 68.75%。这个比例的增加表明云南脱贫户经济社会与生态环境发展水平接近的州市在空间上的集聚性增强,具体表现为高高集聚区增加,低低集聚区减少。落在第二、第四象限的州市有所减少,也就是

局部非相似性不断降低,两者促使云南脱贫户经济社会与生态环境发展水平的空间差异逐渐缩小,而空间集聚效应不断增强。

具体分析各个州市的空间位置发现(表 6),落在第一、四象限,也就是经济社会与生态环境发展水平高的州市中,昭通、怒江、迪庆这类精准扶贫阶段贫困程度深的州市脱贫户的经济社会与生态环境发展水平反而高;而玉溪、曲靖等精准扶贫阶段贫困程度较低的州市脱贫户的经济社会与生态环境发展水平却低,这表明在精准扶贫阶段,越贫困的区域,国家及地方政府对其贫困户的支持越大,也意味着脱贫户受到的相关扶持政策越强(脱贫户脱贫出列后,其帮扶政策不变),由此出现地方经济社会发展水平较低的区域,其脱贫户的经济社会与生态环境发展水平却高的状况,看似矛盾,却是符合现实的。

表6 各类集聚区对应的州市

年份	第一象限 (H—H 区)	第二象限 (L—H 区)	第三象限 (L—L 区)	第四象限 (H—L 区)
2017	大理、迪庆	保山、丽江、怒江	曲靖、玉溪、普洱、楚雄、红河、文山、西双版纳	昆明、昭通、临沧、德宏
2018	怒江	保山、丽江	曲靖、玉溪、普洱、楚雄、红河、文山、临沧	西双版纳、昆明、昭通、德宏、大理、迪庆
2019	丽江、迪庆、怒江	保山、大理	曲靖、玉溪、普洱、楚雄、红河、文山、临沧、西双版纳	昆明、昭通、德宏

进一步考察 2017—2019 年云南各州市的空间 LISA 图(图 2),三年里,高一高关联区由 2 个减少到 1 个,再增加到 3 个,尽管发生了一定的转移,但这些州市主要位于西部。高一低关联区由 4 个增加到 6 个再减少到 3 个,其中,德宏州、昆明市和昭通市一直处于高一低关联区,没有变化,这些州市主要位于北部和西部。低—高关联区由 3 个减少到 2 个,这些州市主要位于西部。低—低关联区的个数最多,三年里均集聚于东南部。总

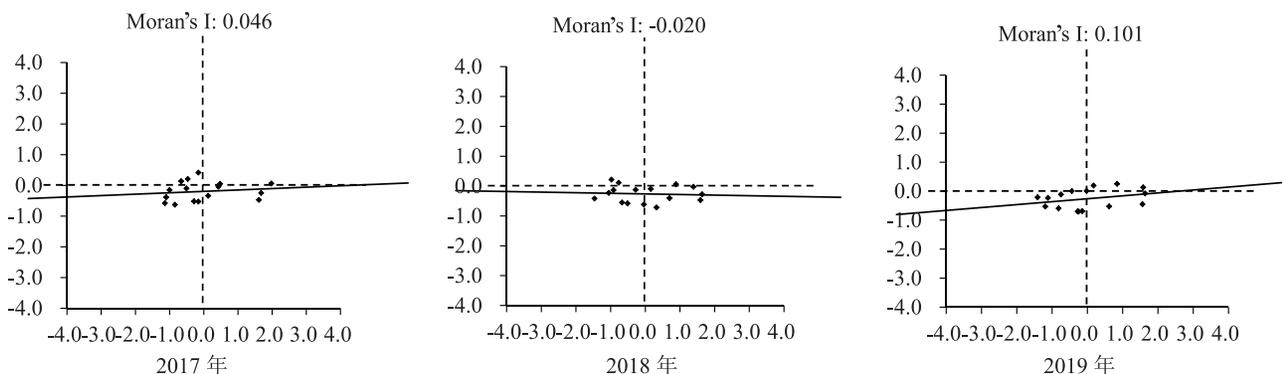


图1 2017—2019年经济社会与生态环境发展水平的Moran's I散点图

的来看，云南 16 个州市脱贫户的经济社会与生态环境发展水平局部空间格局为高一高区、低一低区和低一高区集中式分布，而高一低区离散夹杂式分布，且呈现出西高东南低的“阶梯状”^[33]。

3 结论和建议

对云南及各州市脱贫户的经济社会与生态环境发展水平进行测度，有助于掌握云南及各州市脱贫户经济社会与生态环境发展的总体发展程度和区域差异；应用耦合协调度探究经济社会子系统与生态环境子系统之间的耦合协调度，有助于掌握在精准扶贫向乡村振兴过渡阶段，脱贫户经济社会发展与生态环境保护之间的一致性和和谐性；通过莫兰指数测度云南及各州市脱贫户经济社会与生态环境发展水平的空间格局，有助于深刻认识脱贫户经济社会与生态环境发展水平在空间上的集聚性和差异性。通过实证研究，得到以下主要结论和建议。

3.1 研究结论

3.1.1 经济社会与生态环境发展水平测度方面的结论

在指标权重方面，脱贫户经济社会与生态环境子系统的权重相当，几乎认为两者同等程度重要。准则层中，医疗养老保障、生态环境治理和人口质量的权重占比较高，倾向性认为这三项最为重要；指标层中，排名前十的 10 项指标中，医疗养老保障和生态扶持各有 2 项，生态环境治理有 3 项，人口质量、经济效益和自然资源供给各占 1 项，进一步表明医疗养老保障和生态环境治理的重要性。

从动态综合评价来看，云南脱贫户经济社会与生态环境发展水平逐年上升，已处于中等水平。其中，德宏州、昭通市和迪庆州的脱贫户经济社会与生态环境发展水平已接近中高等水平；大多数州市脱贫户的经济社会与生态环境发展水平是逐年上升的，少数区域呈下降态

势，临沧市和楚雄州的年均下降幅度最大。

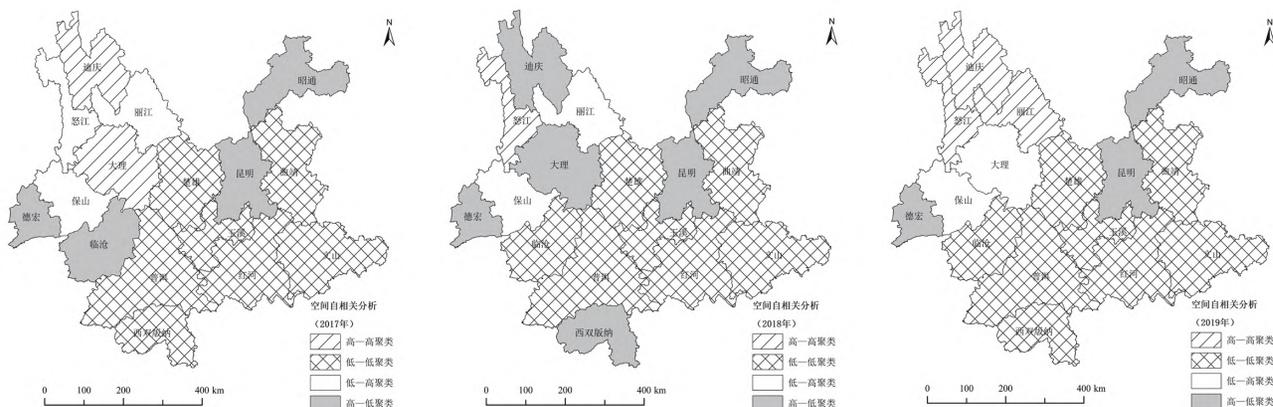
从子系统分指标评价来看。云南脱贫户的生态环境子系统增速稍高于经济社会子系统，两者均随时间的推移递增到中等水平。2017 年与 2019 年处于生态环境发展滞后型，2018 年处于经济社会发展滞后型。从各个州市来看，2017—2019 年，脱贫户经济社会发展程度较高的是德宏州、大理市和昭通市，较低的是普洱市、红河州和楚雄州；生态环境发育程度较高的是迪庆州、德宏州和昭通市，较低的是文山市、曲靖市、红河州、楚雄州、大理市和保山市。从三年均值考察，有 10 个州市属于生态环境滞后型，6 个州市属于经济社会滞后型。

3.1.2 耦合协调度方面的结论

从耦合度来看，云南及 16 个州市脱贫户经济社会与生态环境耦合度处于拮抗阶段，也就是当以牺牲生态环境为代价的经济社会发展方式发展到一定阶段后，生态环境压力加大，经济社会与生态环境的矛盾开始显现，生态环境对经济社会发展的承载能力减弱，经济社会进一步发展受到一定阻碍。进一步观察耦合度值，大多数处于或接近 0.5，系统即将进入磨合期，表明环境保护力度日益增加，经济社会与生态环境的良性耦合成为可能。从耦合协调度来看，除红河州和曲靖市处于低度协调的后期、德宏州和昭通市处于高度协调的初期以外，云南及其余州市均处于中度协调阶段。

3.1.3 空间格局方面的结论

从全局自相关分析来看，云南脱贫户经济社会与生态环境发展水平到 2019 年呈现出显著的空间集聚性，且区域差异有缩小趋势。从局部自相关分析来看，处于高一高区和低一低区的州市个数出现先减后增现象，总体集聚性大于离散性，但处于高一高区的州市过少，对周边州市的辐射带动作用不强。在空间上，除高一低关联区呈现离散夹杂式分布外，其余集中分布，主要表现



注：本图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为云 S(2017)049 号的标准地图制作，底图无修改。

图2 2017—2019年经济社会与生态环境发展水平的LISA聚集图

出东南部低西部高的“阶梯状”。

3.2 对策建议

根据上述研究结论,提出如下建议:

一是在经济社会子系统中,着重提升医疗养老保障力度和人口质量水平。对于集山区、边境和民族为一体的云南来讲,其精准扶贫阶段贫困面广程度深,刚脱贫农户的生计资本还较弱,容易出现因病、因年老体弱返贫风险,而医疗养老保险系统的保障程度是阻止其返贫的重要防范手段,有必要进一步完善。人口质量是阻碍贫困代际传播的重要途径,进一步推进乡村学校教育和教育,提升人口质量是稳定脱贫成效、实现乡村振兴的必要条件。

二是在生态环境子系统中,加大生态环境治理力度。云南农户早期刀耕火种、毁树造农地等行为严重破坏了生态环境,尽管在精准扶贫阶段,人民的生态环境保护意识逐渐加强,且各级政府均采取了相应的政策措施加以治理,如通过退耕还林、生态补偿、兴修水利等措施保护生态环境,但还存在人居环境整治不到位、工程质量不过关等问题,需要层层把关,并通过制定规范、第三方监管等措施加强生态环境治理的系统性和规范性。

三是根据各州市综合贴进度和子系统贴进度值的不同,针对性地采取不同的措施,以推进经济社会与生态环境的耦合协调发展。对于经济社会与生态环境发展水平下降的州市,要着重考察是哪些因素制约了这些区域脱贫户经济社会与生态环境的发展,并通过相应改进措施和手段加以推进。对于生态环境发展滞后的州市,在推进经济社会发展的同时,不放松生态环境保护,且生态环境子系统增速还应高于经济社会子系统增速,否则,无法实现两者同步协调发展;相反,对于经济社会发展滞后的州市,在推进经济社会和生态环境发展时,其经济社会子系统增速应高于生态环境子系统增速以实现两者同步协调发展。对于经济社会和生态环境发展程度均较低的州市,这些区域的脱贫户返贫风险高、脱贫稳定性差,与乡村振兴衔接困难,政府应着重加以关注。

四是针对云南脱贫户经济社会与生态环境总体发展水平不高的状况,应在加大相关投入的基础上进一步研究如何提升资源的利用效率和配置的优化,由此推进脱贫户经济社会与生态环境水平的提升。考虑到精准扶贫阶段,贫困面广和程度深的州市的脱贫户经济社会与生态环境发展水平反而高的现实情况,应关注经济条件较好的州市脱贫户的经济社会与生态环境发展态势,通过空间定位、网格化管理、制定帮扶措施等,发挥州市内部龙头企业、种植大户的辐射带动作用。

五是在空间上,推进高一低区向高一高区的转化,提升经济社会和生态环境发展水平高的州市对相邻州市的辐射带动效应。并根据经济社会与生态环境发展水平低的各州市的具体情况,从经济效益、产业发展、就业状况、住房保障、医疗养老保障、人口质量和自然资源供给、地形地貌、生态环境压力、生态环境治理、生态扶持、生态环境效益的实际贴进度制定针对性政策,推进其经济社会与生态环境水平的提升。■

参考文献:

- [1]张挺,李闽榕,徐艳梅.乡村振兴评价指标体系构建与实证研究[J].管理世界,2018(8):99-105.
- [2]许胜晴.论我国乡村振兴的生态化发展及其法治保障[J].西北大学学报(哲学社会科学版),2021(2):143-150.
- [3]方文,杨勇兵.习近平绿色发展思想探析[J].社会主义研究,2018(4):15-23.
- [4]佚名.中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见[N].人民日报,2021-02-22(01).
- [5]任祁荣,于恩逸.甘肃省生态环境与社会经济系统协调发展的耦合分析[J].生态学报,2021(8):2944-2953.
- [6]唐沛贤.湖南省生态—经济—社会系统耦合协调发展研究[D].长沙:中南林业科技大学,2020.
- [7]徐中民,张志强,程国栋.当代生态经济的综合研究综述[J].地球科学进展,2000(6):688-694.
- [8]Georgescu-Roegen N. The entropy law and the economic process [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1971.
- [9]李秋雨,朱麟奇,王吉玉.全域旅游背景下吉林省旅游业—经济—社会—生态环境协调性研究[J].地理科学,2020(6):948-955.
- [10]张世秋.可持续发展环境指标体系的初步探讨[J].世界环境,1996(3):8-9.
- [11]叶有华,孙芳芳,张原,等.快速城市化区域经济与环境协调发展动态评价——以深圳宝安区为例[J].生态环境学报,2014(12):1996-2002.
- [12]Yang C H, Zhang W J, Zhang F, et al. Research and analysis on coordination degree of nonlinear identification entropy coupling model based on regional economy, social environment and sports industry [J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 632(4): 042040.
- [13]Solow R M. Inter generational equity and exhaustible resources [J]. Review of Economic Studies, 1974(41): 29-45.
- [14]Chuai X W, Lu Q L, Huang X J, et al. China's construction industry-linked economy-resources-environment flow in international trade [J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 278: 123990.
- [15]黄茂兴,林寿富.污染损害、环境管理与经济可持续增长——基于五部门内生经济增长模型的分析[J].经济研究,2013(12):30-41.
- [16]沈能,张斌.农业增长能改善环境生产率吗?——有条件“环境库兹涅茨曲线”的实证检验[J].中国农村经济,2015(7):17-30.
- [17]Wang Z X, Ju Y Q. A non-linear systematic grey model for

- forecasting the industrial economy-energy-environment system [J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2021, 167: 120707
- [18]赵丽玲. 辽宁沿海经济带经济与海洋环境可持续发展研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2013.
- [19]尹昌霞, 马仁锋, 吴丹丹, 等. 宁波县际人居环境与经济发展协调度分异[J]. *世界科技研究与发展*, 2016 (2): 397-402.
- [20]韩冬. 国家中心城市高质量发展与生态环境耦合协调度及空间格局演进研究[J]. *生态经济*, 2021 (6): 158-164.
- [21]窦睿音, 张生玲, 刘学敏. 中国资源型城市“三生系统”耦合协调发展研究[J]. *统计与决策*, 2021 (2): 98-102.
- [22]宋成舜, 谈兵, 韩冰华, 等. 基于变异系数TOPSIS法的土地利用效益测度研究——以武汉城市圈为例[J]. *水土保持研究*, 2015 (1): 286-291.
- [23]张焱, 邵源春, 冯璐, 等. 云南贫困农户脱贫潜力测度及空间格局分析[J]. *世界农业*, 2020 (3): 112-121, 135.
- [24]严芝清, 杨子生. 西南边疆扶贫开发成效测度及影响因素分析——以云南省为例[J]. *中国农业资源与区划*, 2019 (12): 226-232.
- [25]张焱, 赵鸣桥, 周铝, 等. 基于改进TOPSIS法的乡村振兴评价及地区比较[J]. *中国农业资源与区划*, 2021 (2): 207-217.
- [26]刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国城市化与生态环境耦合度分析[J]. *自然资源学报*, 2005 (1): 105-112.
- [27]王明全, 王金达, 刘景双, 等. 吉林省西部生态支撑能力与社会经济发展的动态耦合[J]. *应用生态学报*, 2009 (1): 170-176.
- [28]蒋正云, 周杰文, 赵月. 乡村振兴背景下中部地区农业经济—社会—生态现代化时空耦合协调关系研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2021 (6): 99-108.
- [29]刘国锋, 琚望静, 冶建明, 等. 资源利用—生态环境—经济增长耦合协调发展分析与预测——以丝绸之路经济带沿线省份为例[J]. *生态经济*, 2021 (11): 191-200.
- [30]蔡进, 廖和平, 邱道持, 等. 重庆市农村耕地资源贫困测度及空间格局研究[J]. *农业工程学报*, 2017 (18): 251-259.
- [31]李茜, 胡昊, 李名升, 等. 中国生态文明综合评价及环境、经济与社会协调发展研究[J]. *资源科学*, 2015 (7): 1444-1454.
- [32]李苒, 曹明明, 胡胜, 等. 县域生态环境与经济协调发展的时空演替分析——以陕西省榆林市为例[J]. *人文地理*, 2014 (5): 101-108.
- [33]陈烽烽, 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 (12): 2298-2308.

(责任编辑: 陈明英)

(上接138页)

- [14]原毅军, 谢荣辉. 环境规制与工业绿色生产率增长——对“强波特假说”的再检验[J]. *中国软科学*, 2016 (7): 144-154.
- [15]李国祥, 张伟, 王亚君. 对外直接投资、环境规制与国内绿色技术创新[J]. *科技管理研究*, 2016 (13): 227-231, 236.
- [16]贾军, 魏洁云, 王悦. 环境规制对中国OFDI的绿色技术创新影响差异分析——基于异质性东道国视角[J]. *研究与发展管理*, 2017 (6): 81-90.
- [17]盛斌, 吕越. 外国直接投资对中国环境的影响——来自工业行业面板数据的实证研究[J]. *中国社会科学*, 2012 (5): 54-75, 206.
- [18]Porter M E. American's green strategy [J]. *Scientific American*, 1991, 4: 168-189.
- [19]Porter M E, van der Linde. Toward a new conception of the environment competitiveness relationship [J]. *The Journal of Economic Perspectives*, 1995a, 9(4): 97-118.
- [20]Andersen P, Petersen N C A. Procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis [J]. *Management Science*, 1993, 39(10): 1261-1264.
- [21]Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 130(3): 498-509.
- [22]Tone K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis [J]. *European Journal of Operational Research*, 2002, 143(1): 32-41.
- [23]沈能, 周晶晶. 技术异质性视角下的我国绿色创新效率及关键因素作用机制研究: 基于Hybrid DEA和结构化方程模型[J]. *管理工程学报*, 2018 (4): 46-53.
- [24]龚梦琪, 刘海云. 中国工业行业双向FDI的环境效应研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2018 (3): 128-138.
- [25]Xie R H, Yuan Y J, Huang J J. Different types of environmental regulations and heterogeneous influence on “green” productivity: Evidence from China [J]. *Ecological Economics*, 2017, 132: 104-112.
- [26]田红彬, 郝雯雯. FDI、环境规制与绿色创新效率[J]. *中国软科学*, 2020 (8): 174-183.
- [27]肖权, 赵路. 异质性环境规制、FDI与中国绿色技术创新效率[J]. *现代经济探讨*, 2020 (4): 29-40.
- [28]杨世迪, 刘亚军. 中国对外直接投资逆向绿色创新价值链外溢效应研究[J]. *大连理工大学学报(社会科学版)*, 2020 (6): 57-66.
- [29]Dunning J H. Global capitalism, FDI and competitiveness: The selected essays of John H. Dunning, volume II [M]. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2002.
- [30]尹应凯. 试论发展中国家利用外资与对外投资的互动关系[J]. *国际贸易问题*, 2002 (1): 36-39.
- [31]田红彬, 郝雯雯. FDI、环境规制与绿色创新效率[J]. *中国软科学*, 2020 (8): 174-183.
- [32]Hansen B E. Testing for structural change in conditional models [J]. *Journal of Econometrics*, 2000, 97(1): 93-115.

(责任编辑: 陈明英)