

DOI:10.11830/ISSN.1000-5013.202105064



# 乡村三生空间功能耦合协调关系 及驱动因素分析

刘洁<sup>1,2,3</sup>, 徐伟铭<sup>1,2,3</sup>, 刘文斌<sup>1,2,3</sup>, 陈霆<sup>1,2,3</sup>

- (1. 福州大学 数字中国研究院(福建), 福建 福州 350108;  
2. 福州大学 空间数据挖掘与信息共享教育部重点实验室, 福建 福州 350002;  
3. 福州大学 地理空间信息技术国家地方联合工程技术研究中心, 福建 福州 350002)

**摘要:** 选择原中央苏区核心区域的福建省龙岩市作为研究对象,在定量识别乡村三生空间功能的基础上,利用耦合协调、趋势分析和地理探测器模型,对 2012 年、2014 年、2016 年、2018 年龙岩市乡村三生空间功能耦合协调关系进行具体分析,探讨乡村三生空间功能耦合协调时空演化发展特征及耦合协调差异的驱动因素。研究结果表明:龙岩市乡村三生空间功能呈“高耦合,低协调”状态,耦合度和耦合协调度发展不均衡,空间分布较为分散;影响耦合协调关系的主要驱动因素是森林覆盖率和农作物播种比例;随着时间的演变,区域的生态因素对乡村三生空间功能耦合协调度的影响逐渐增强。

**关键词:** 乡村;三生空间;耦合协调度;地理探测器

**中图分类号:** TU 984.113; F 323.22 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5013(2022)04-0526-09

## Coupling Coordination Relationship and Driving Factor Analysis of Rural Production-Living-Ecological Space Function

LIU Jie<sup>1,2,3</sup>, XU Weiming<sup>1,2,3</sup>, LIU Wenbin<sup>1,2,3</sup>, CHEN Ting<sup>1,2,3</sup>

- (1. Academy of Digital China (Fujian), Fuzhou University, Fuzhou 350108, China;  
2. Key Laboratory of Spatial Data Mining and Information Sharing of Ministry of Education,  
Fuzhou University, Fuzhou 350002, China;  
3. National Engineering Research Center of Geospatial Information Technology, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** Selected Longyan City, Fujian Province, which was the core area of the former Central Soviet Area, as the research area, based on the quantitative identification of the spatial function of rural production-living-ecological space, the coupling coordination relationship of rural production-living-ecological space function in Longyan City in 2012, 2014, 2016 and 2018 were analyzed by using coupling coordination, trend analysis and geodetector model. The spatial and temporal evolution characteristics of rural production-living-ecological space's spatial coupling coordination and the driving factors of coupling coordination differences were discussed. The research results showed that the rural production-living-ecological space function in Longyan City was in a state of “high coupling, low coordination”, the development of coupling degree and coupling coordination degree were unbalanced, and the spatial distribution was relatively scattered. The main driving factors

**收稿日期:** 2021-05-25

**通信作者:** 徐伟铭(1986-),男,副研究员,博士,主要从事国土空间规划、智慧城市应用的研究. E-mail: xwming2@126.com.

**基金项目:** 中国科学院 A 类战略性先导科技专项子课题(XDA23100502);福建省科技厅引导性项目(2017Y0055)

affecting the coupling and coordination relationship were forest coverage and crop sowing proportion. With the evolution of time, the influence of regional ecological factors on the coupling coordination degree of rural production-living-ecological space function was gradually strengthened.

**Keywords:** rural; production-living-ecological space; coupling coordination degree; geodetector

近年来,国家深入实施新型城镇化战略,不断促进城乡要素双向流动,乡村地区国土空间格局发生重组<sup>[1]</sup>.随之带来了农村空心化、耕地破碎化、土地荒漠化等一系列问题,乡村地区发展矛盾不断加剧.政府在 2017 年提出乡村振兴战略以来,促进乡村生态、生产和生活空间(三生空间)功能协调发展成为解决乡村发展矛盾的核心内容.

虽然国外学者没有明确提出三生空间这一概念,但是针对土地多功能类型划分<sup>[2-3]</sup>、土地利用多功能间相互作用<sup>[4-5]</sup>等展开了系统研究.国内对乡村三生空间的研究主要集中于乡村空间多功能识别<sup>[6-7]</sup>、乡村三生空间格局演变<sup>[8-10]</sup>及空间重构<sup>[10-11]</sup>等.现有研究对乡村空间多功能相互作用关系进行了定性描述,但缺乏从定量角度系统、深入地分析乡村空间功能间的相互关系、演化发展规律及其驱动因素,且研究范围多以经济较发达、乡村发展取得较大成就的地区为主,如重庆<sup>[6]</sup>、广东<sup>[8]</sup>等地,忽略了部分目前乡村建设仍较为落后的地区,如为中国革命做出巨大牺牲并起到决定作用的革命根据地.目前,大多数革命老区分布在自然条件恶劣、经济发展较为落后的乡村地区,乡村三生空间矛盾较为突出.在全面建成小康社会工作深入开展的进程中,革命老区的发展成为至关重要的一个环节.推动乡村振兴战略在革命老区有效落实,促进革命老区又快又好发展是我国当前亟需解决的重点问题.学者针对发展振兴革命老区中存在的障碍及发展策略等方面<sup>[12-16]</sup>做了详细的研究.但现有研究多从宏观角度提出振兴革命老区发展的相关政策,忽略了不同革命老区所处的经济发展水平、生活习俗及生态涵养等条件的差异.

目前,针对推进革命老区乡村三生空间功能协调发展的研究较少.基于此,本文选择原中央苏区核心区域龙岩市为研究样区,以乡村多功能理论为指导,在定量识别乡村三生空间功能的基础上,构建土地利用多功能耦合协调模型,分析 2012 年、2014 年、2016 年和 2018 年龙岩市乡村三生空间功能耦合度和耦合协调度的时空演化特征,并利用地理探测器探讨耦合协调的驱动因素作用力.

# 1 研究区概况

福建省龙岩市位于福建、江西和广东三省交汇处,是全国著名的革命老区.全区总面积 190.28 km<sup>2</sup>,其中,农业用地面积和村庄建设面积共 179.03 km<sup>2</sup>,占全区总面积的 94%,是典型的农业型城市.研究区域,如图 1 所示.龙岩市辖 2 区(新罗区、永定区)和 4 县(长汀县、上杭县、武平县、连城县),代管漳平市,7 个县(市、区)均为中央苏区县.

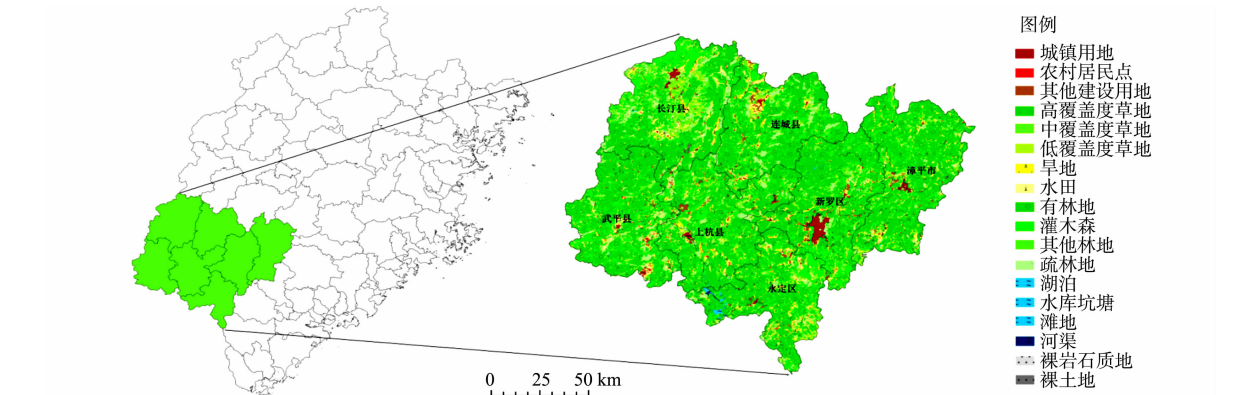


图 1 研究区域  
Fig. 1 Study area

近年来,龙岩市大力推动乡村振兴与美丽乡村建设,以产业集聚支撑乡村繁荣,按照“一镇一业”和“一村一品”的要求打造特色小镇和特色产业,乡村发展动能持续增强.到 2018 年末,龙岩市农村人口为 113.5 万人,乡村居民人均可支配收入为 17 154 元,比 2010 年增加了 10 223 元.伴随乡村建设力度的

加大,乡村生活和生态空间遭受严重挤压.因此,亟需明晰乡村三生空间功能耦合互动关系及驱动作用因素,统筹协调各类空间配置,促进龙岩市乡村和谐稳定发展.

## 2 研究方法

### 2.1 乡村三生空间功能评价指标体系的构建

乡村是一个涵盖多重要素的复杂系统<sup>[17]</sup>.因此,从区域人地关系角度出发<sup>[18-21]</sup>,通过定量计算识别乡村三生空间功能.乡村生态功能主要体现在调节乡村生态环境上<sup>[22]</sup>,通过生态净化和生态供给,保障乡村生态安全,提高乡村居民生活品质;乡村生产功能主要体现在提供农业产品生产和休闲旅游服务功能上,包括农业生产和非农生产;乡村生活功能主要体现在土地及附属建筑、空间所提供的各种承载功能,涉及文化遗产、社会保障等方面.在明晰乡村三生空间功能具体内涵后,参考已有三生空间功能评价指标体系构建的研究成果<sup>[17,23]</sup>,按照评价指标的适应性、科学性和可操作性,以及数据可获取性原则,结合龙岩市乡村发展现状及中国科学院相关专家的意见,综合考虑选取 15 项指标构建龙岩市乡村三生空间功能评价指标体系,如表 1 所示.表 1 中:“+”表示正向指标,其值越大,表明乡村三生空间功能越强;“-”表示负向指标,其值越大,表明乡村三生空间功能越弱.

根据《龙岩市城市总体规划(2010—2030)》,新罗区是龙岩中心城市所在地,龙岩市城市规划区范围涉及新罗区约 85%以上的行政范围,且新罗区城镇化水平高,达到 73.8%,远高于其他区县的平均水平(50.6%).故选取龙岩市其余 6 个区县作为研究对象,对龙岩市(新罗区除外)乡村三生空间耦合协调关系及驱动因素进行定量研究.下文涉及的龙岩市不包括新罗区.

表 1 乡村三生空间功能评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system of rural production-living-ecological space function

决策层	目标层	指标层	指标属性	驱动因子	权重
生活功能	生活保障	农村居民人均可支配收入/万元	+	$X_1$	0.045 6
		农村恩格尔系数/%	—	$X_2$	0.042 5
		城乡收入均衡指数/%	+	$X_3$	0.056 7
	福利保障	最低生活保障居民比例/%	—	$X_4$	0.039 8
		每万人拥有病床位数	+	$X_5$	0.026 9
生产功能	农业生产	农作物播种比例/%	+	$X_6$	0.029 0
		人均粮食总产量/t	+	$X_7$	0.066 4
		人均耕地面积/km <sup>2</sup>	+	$X_8$	0.143 0
	非农生产	人均农林牧渔服务业总产值/万元	+	$X_9$	0.017 4
		农村居民非农就业比例/%	+	$X_{10}$	0.037 1
生态功能	生态净化	农用化肥使用强度/t·km <sup>-2</sup>	—	$X_{11}$	0.096 0
		农药使用强度/t·km <sup>-2</sup>	—	$X_{12}$	0.060 0
	生态供给	森林覆盖率/%	+	$X_{13}$	0.105 0
		水土流失治理率/%	+	$X_{14}$	0.126 8
		农村居民人均水资源量/万 m <sup>3</sup>	+	$X_{15}$	0.107 8

### 2.2 乡村三生空间功能耦合协调度模型的构建

2.2.1 耦合度模型 生活空间的恶化会驱使人口外迁,限制生产空间发展的速度;生态空间的破坏会导致环境污染,影响生产空间发展的后劲;生产空间的扩张会加大资源需求,侵占生活和生态空间发展的空间.乡村三生空间功能间也存在相互影响的耦合效应.因此,构建耦合度模型,定量分析龙岩市乡村三生空间功能的耦合机制,其计算方法为

$$RD=3\times\left\{\frac{REC\times RPS\times RLS}{(REC+RPS+RLS)^3}\right\}. \tag{1}$$

式(1)中:RD 为三生空间功能耦合度,数值区间为[0,1.0];REC,RPS 和 RLS 分别表示生态功能、生产功能和生活功能的指标综合计算值.

结合相关学者的研究成果<sup>[17]</sup>和实际计算情况,将耦合度划分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级耦合 4 种类型,具体分类如表 2 所示.

表 2 乡村三生空间功能耦合度类型

Tab. 2 Types of coupling degree of rural production-living-ecological space function

耦合度区间	耦合度类型	特征
[0,0.3]	I 级耦合	乡村三生空间功能间相互作用较弱,处于低水平制约阶段
(0.3,0.5]	II 级耦合	乡村三生空间功能间开始联合作用,但生产空间功能阻碍生活和生态空间功能发展
(0.5,0.8]	III 级耦合	乡村三生空间功能间开始相互适应,逐渐朝协调方向发展
(0.8,1.0]	IV 级耦合	乡村三生空间功能间出现良性循环,处于高水平促进阶段

2.2.2 耦合协调度模型 耦合度模型是对乡村三生空间功能耦合程度的映射,但不能判断功能间是否呈良性发展. 因此,以已有学者的相关研究成果为基础<sup>[24-25]</sup>,构建三生空间功能耦合协调度模型,定量计算龙岩市乡村三生空间功能耦合协调发展的实际情况,其计算方法为

$$RCD=(RD\times T)^{1/2}, \tag{2}$$

$$T=\lambda\times REC+\gamma\times RPC+\eta\times RLS. \tag{3}$$

式(2),(3)中:RCD 为三生空间功能耦合协调度,数值区间为[0,1.0];T 为乡村三生空间综合发展值; $\lambda,\gamma,\eta$  为待定系数,在参考相关研究成果的基础上<sup>[17]</sup>,将待定系数确定为  $\lambda=0.25,\gamma=0.35,\eta=0.40$ .

同理,对三生空间功能耦合协调度类型进行划分,如表 3 所示.

表 3 乡村三生空间功能耦合协调度类型

Tab. 3 Types of coupling coordination degree of rural production-living-ecological space function

耦合协调度区间	耦合协调度类型	特征
[0,0.2]	II 级失调	乡村生产功能过度发展,其他空间遭到严重挤压,出现一系列生态环境问题
(0.2,0.4]	I 级失调	乡村生产功能占据主导地位,其他空间功能开始提升,但乡村问题开始凸显
(0.4,0.6]	I 级耦合协调	乡村发展方式向集约高效转型,开始注重对发展所带来的生态问题进行修复
(0.6,0.8]	II 级耦合协调	乡村生态修复取得了一定的成效,乡村整体人居环境得到了较大的改善
(0.8,1.0]	III 级耦合协调	乡村三生空间功能相互促进,互为支撑,呈现协调有序发展

2.3 地理探测器模型

地理探测器是一种通过计算子区域方差与区域总方差的关系,判断要素是否具有空间异质性的统计方法. 它最初应用于地方性疾病的危险因素研究<sup>[26]</sup>,因受到的前提制约较少,后来被广泛应用于各种地理现象的驱动因子的分析研究中<sup>[27]</sup>. 该模型主要用于识别空间分异性的影响因素及其作用机制<sup>[28]</sup>. 在王劲峰等<sup>[29]</sup>研究的基础上,引入地理探测器分析模型,运用分异及因子探测器,定量探测三生空间功能耦合协调度的形成机理,其计算公式为

$$q=1-\frac{1}{N\sigma^2}\sum_{i=1}^mN_i\sigma_i^2. \tag{4}$$

式(4)中:q 为乡村三生空间功能耦合协调度的影响因素探测力指标,取值范围为[0,1],其值越大,表示该因素对耦合协调度的影响越大;N,N<sub>i</sub> 分别为研究区域和次级区域的总样本数; $\sigma^2,\sigma_i^2$  分别为研究区域和次级区域乡村三生空间功能耦合协调度的方差.

3 实验结果与分析

3.1 乡村三生空间功能耦合协调度时空分布演变规律

3.1.1 三生空间功能耦合度时空演变规律 根据构建的耦合度模型分别测算出龙岩市 2012 年、2014 年、2016 年和 2018 年的耦合度,并通过 ArcGIS 10.2 软件进行空间连接,形成龙岩市乡村三生空间功能耦合度空间分布图,如图 2 所示.

由图 2 可知:研究期内,龙岩市乡村三生空间功能耦合度类型主要为 III 级和 IV 级耦合两大类,高值耦合区多集中于经济较为发达的漳平市和上杭县,主要得益于 2012 年中共十八大提出全面建成小康社会目标,龙岩市乡村经济发展势头强劲. 漳平市立足“一乡一业”,在新农村建设中因地制宜发展各乡镇的优势产业,释放乡村产业要素活力,农民实现增收,生活条件得到改善,乡村发展产生良性互动. 上杭县立足“互联网+农业”的发展模式,以粮食、蔬菜、茶叶、水果等特色农产品为基础,利用信息化手段带动乡村产业发展,通过三农创新实现农业产业结构调整和农民持续增收的目标. 两地乡村生产功能处于

优势地位,不断涌现新产业、新业态,第一产业生产总值迅速提升,乡村经济高质量发展.从时间演进趋势看,龙岩市乡村三生空间功能耦合度呈现出逐年下降的状态.2012 年,龙岩市各区县乡村三生空间功能耦合度整体属于Ⅳ级耦合类型,但到 2018 年,仅有漳平市、上杭县和武平市仍保持在Ⅳ级耦合,说明乡村经济快速发展的同时,龙岩市乡村三生空间功能矛盾加剧.例如,从 2012 年到 2018 年,龙岩市林地面积减少了 62.75 km<sup>2</sup>,城镇村建设用地面积增加了 36.52 km<sup>2</sup>,说明龙岩市乡村发展建设只追求单一的经济效益,忽略了随之带来的生态功能被削弱等问题,生态空间遭到严重挤压,龙岩市乡村发展进程中的三生空间功能未出现良性互动.

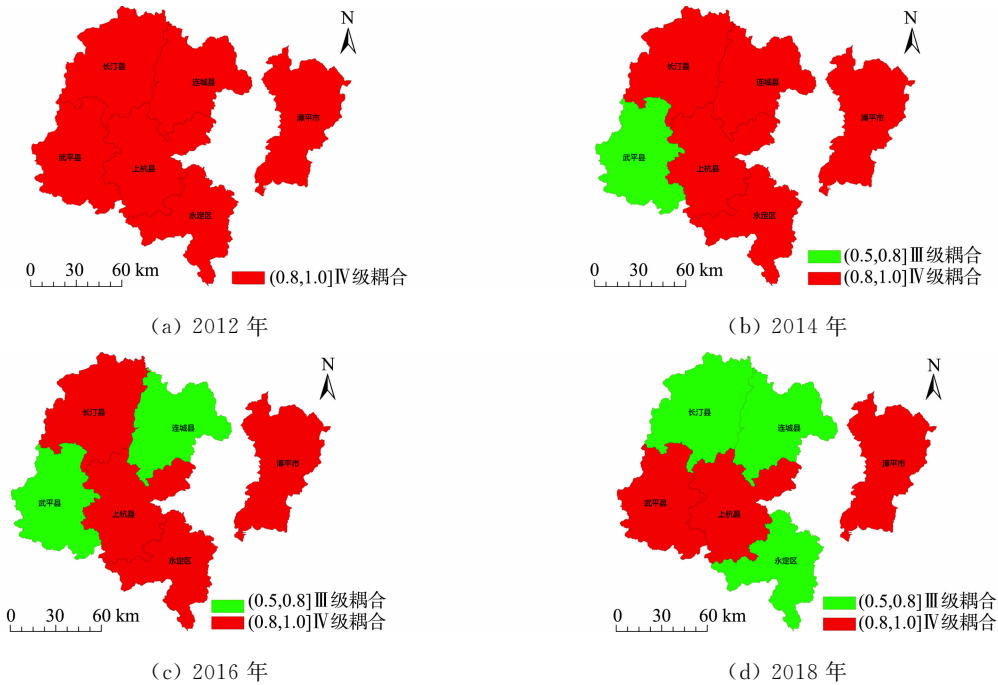


图 2 龙岩市乡村三生空间功能耦合度空间分布图

Fig. 2 Spatial distribution maps of coupling degree of rural production-living-ecological space function in Longyan City

3.1.2 三生空间功能耦合协调度时空演变规律 根据公式(2),(3)测算出 2012 年、2014 年、2016 年、2018 年龙岩市 6 个区县单元的乡村三生空间耦合协调度,结果如表 4 所示.

由表 4 可知:从整体上看,龙岩市乡村三生空间功能的耦合协调度水平不高,2012 年、2014 年、2016 年、2018 年的耦合协调度均值在 0.586~0.604,依据上述划分类型,龙岩市乡村三生空间功能处于Ⅰ级耦合协调水平;在时间维度上,龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度均值在波动中呈小幅度上升趋势,波动幅度明显,呈现出显著的“V 型”演化特征.

表 4 乡村三生空间功能耦合协调度测算结果

Tab. 4 Calculation results of coupling coordination degree of rural production-living-ecological space function									
行政区	2012 年		2014 年		2016 年		2018 年		
	RCD	耦合协调度类型	RCD	耦合协调度类型	RCD	耦合协调度类型	RCD	耦合协调度类型	
漳平市	0.789	Ⅱ级耦合协调	0.764	Ⅱ级耦合协调	0.727	Ⅱ级耦合协调	0.650	Ⅱ级耦合协调	
长汀县	0.645	Ⅱ级耦合协调	0.664	Ⅱ级耦合协调	0.648	Ⅱ级耦合协调	0.609	Ⅱ级耦合协调	
永定区	0.342	Ⅱ级耦合失调	0.462	Ⅰ级耦合协调	0.430	Ⅰ级耦合协调	0.422	Ⅰ级耦合协调	
上杭县	0.459	Ⅰ级耦合协调	0.511	Ⅰ级耦合协调	0.571	Ⅰ级耦合协调	0.723	Ⅱ级耦合协调	
武平县	0.758	Ⅱ级耦合协调	0.593	Ⅰ级耦合协调	0.573	Ⅰ级耦合协调	0.652	Ⅱ级耦合协调	
连城县	0.636	Ⅱ级耦合协调	0.606	Ⅱ级耦合协调	0.564	Ⅰ级耦合协调	0.566	Ⅰ级耦合协调	
均值	0.604	Ⅱ级耦合协调	0.600	Ⅰ级耦合协调	0.586	Ⅰ级耦合协调	0.604	Ⅱ级耦合协调	

根据划分类型,2012 年龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度类型为Ⅰ级失调、Ⅰ级耦合协调和Ⅱ级耦合协调.其中,永定区三生空间功耦合协调度最低,主要原因是永定区虽然生产功能占主导地位,但生产空间利用水平较低,人均耕地面积少,人均产值低,产业能效较低,同时也说明生产空间的利用没有



根据实际的生活空间和生态空间条件实现优化配置,三生空间功能间处于低水平抑制阶段,彼此间没有形成正反馈作用. 发展到 2018 年,龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度得到了缓慢提升,主要表现为Ⅰ级耦合协调和Ⅱ级耦合协调,其中,提升最高的为上杭县,增幅达 57.5%. 原因是近年来上杭县推动实施创新驱动、产业兴县和人才强县“三大战略”,全力打好项目落地、脱贫攻坚和生态环保“三大战役”,经济实力不断增强,社会保障不断完善,生态质量不断提高. 虽然龙岩市乡村三生空间功能整体耦合协调度呈低速上升趋势,但是仍有部分区县耦合协调度呈波动发展,如武平县呈现“Ⅱ级耦合协调-Ⅰ级耦合协调-Ⅱ级耦合协调”的“V 型”演变趋势. 在未来发展进程中,应注重发展中的不稳定性,降低乡村三生空间发展过程中可能出现的波动,注重区域内各区县同步发展,持续推动乡村和谐稳定发展.

2012 年、2014 年、2016 年、2018 年龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度的空间分布图,如图 3 所示. 在空间布局上,龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度水平整体呈现“北高南低”的空间分布规律,外围的高值区逐渐向中部转移,各区县乡村三生空间功能耦合协调度变化明显,空间分异特征显著.

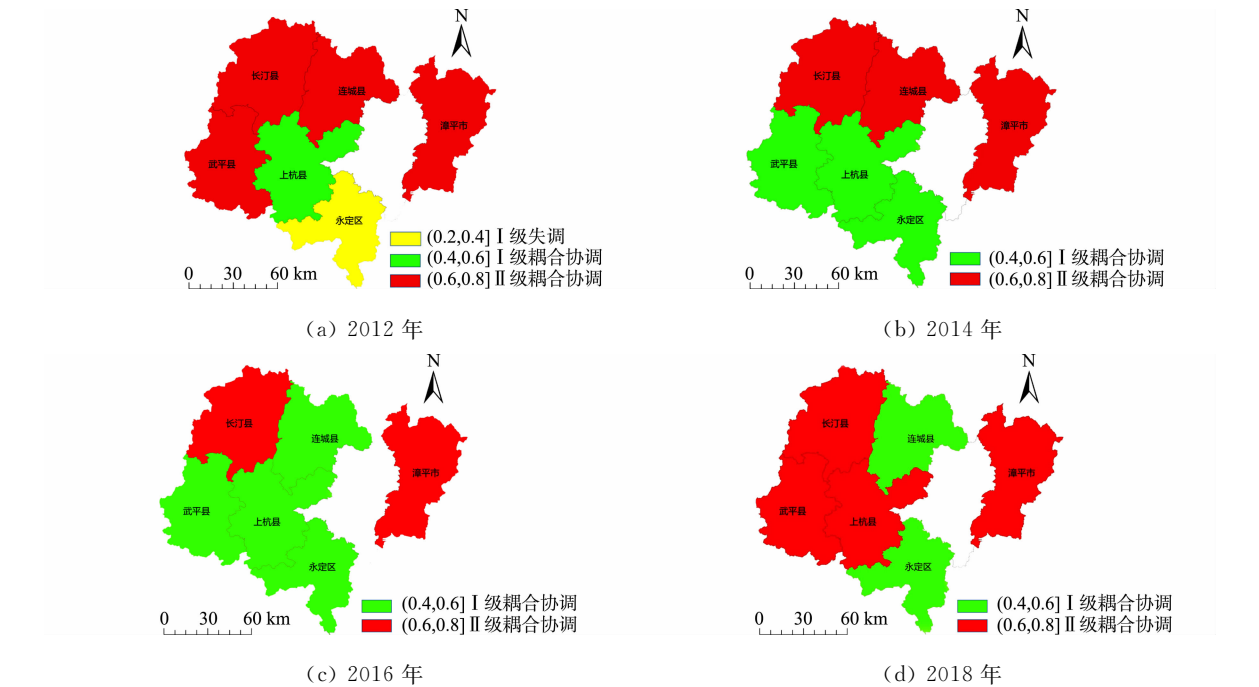


图 3 龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度空间分布图

Fig. 3 Spatial distribution maps of coupling coordination degree of rural production-living-ecological space function in Longyan City

从龙岩市各区县乡村三生空间功能耦合协调度来看,北部的长汀县和漳平市的三生空间功能耦合协调度一直保持在Ⅱ级协调的水平,说明两地采取集约高效的发展方式,注重发展所带来的生态问题. 自 2001 年习近平同志提出“再干八年,解决长汀水土流失问题”以来,长汀县全面推动生态文明建设,深入开展水土流失治理工作,生态环境得到极大的改善,实现了从浊水荒山向绿水青山再到金山银山的历史性转变. 漳平市在发展中注重三生空间功能的协调,作为福建省唯一烟煤生产基地,漳平市做到了经济发展与环境保护两手抓,人均 GDP 居龙岩市第 2,森林覆盖率达到 78.6%,在乡村建设中坚持高质量发展,建设美丽乡村,不断推进村庄绿化美化,保护和建设乡村风景林,群众幸福感不断提升.

3.1.3 三生空间功能耦合度和耦合协调度趋势分析 综合分析耦合度和耦合协调度可知,龙岩乡村三生空间功能处于“高耦合,低协调”的发展状态. 2018 年,龙岩市乡村三生空间功能耦合度均值为 0.86,属于Ⅳ级耦合时期,说明乡村三生空间功能间的相互作用显著,表明近年来“三农问题”、城乡统筹等政策都在助推乡村三生空间进一步发展. 从耦合协调度看,研究期内龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度发展缓慢,从 0.586 提升到 0.604,到 2018 年仅达到Ⅱ级耦合协调水平. 虽然各区县三生空间子系统间有明显的相互作用,但并未形成一种良好的协调,龙岩市整体实际处于较低水平的耦合协调状态,这些都与龙岩市耕地面积较少、乡村人口流动量大、水土流失面积大等方面密切相关.

为进一步分析耦合度与耦合协调度的空间关系,利用 ArcGIS 平台进行空间趋势分析,模拟 2018

年耦合度和耦合协调度在空间上的分布,探索耦合协调度在地域空间上的变化趋势.2018 年乡村三生空间功能耦合度和耦合协调度趋势,如图 4 所示.由图 4 可知:在东西方向(X 轴方向)上,龙岩市乡村三生空间功能耦合度和耦合协调度呈同向分布态势,说明分布在龙岩市东西方向的区县乡村三生空间功能相互促进发展稳定,而趋势线呈 U 型,说明东西方向乡村三生空间功能耦合互动作用强度略高于中部地区,且呈现良性互动的发展态势;在南北方向(Y 轴方向)上,耦合度呈现“两头高、中间略低”的趋势,表明龙岩市中部地区的耦合互动作用强度比南北向区县较差,而耦合协调度呈阶梯状平滑下降趋势,说明北部分布的区县乡村三生空间发展呈现高水平促进的状态,发展情况略好于其他区域.因此,从整体上看,龙岩市乡村三生空间功能耦合度和耦合协调度发展较不均衡,空间分布较为分散.

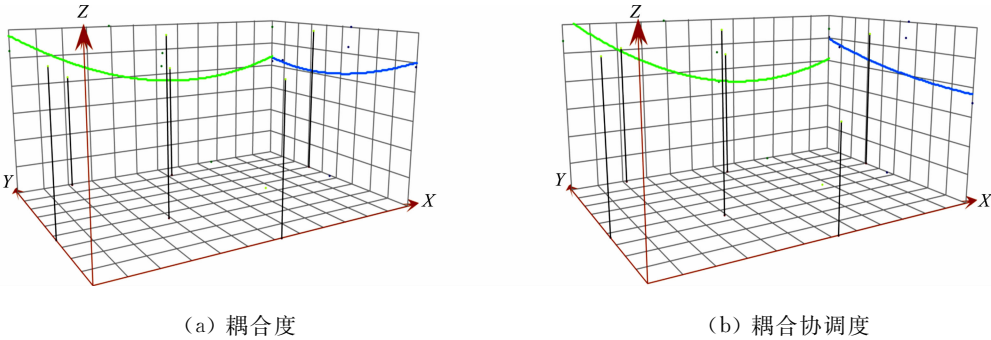


图 4 2018 年乡村三生空间功能耦合度和耦合协调度趋势

Fig. 4 Trend of coupling degree and coupling coordination degree of rural production-living-ecological space funtion in 2018

3.2 乡村三生空间功能耦合协调度的驱动因素

乡村三生空间功能耦合协调度是多种因素共同作用的结果,其主导因素的识别对于新农村政策的制定具有重要意义.以龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度为自变量,从影响耦合协调度的生活保障、福利保障、农业生产等方面,选取 15 项指标( $X_1 \sim X_{15}$ )作为驱动因子探测分析的因变量.

利用 GeoDetector 软件对 2012 年、2014 年、2016 年、2018 年龙岩市乡村三生空间功能耦合协调度进行因子探测分析,结果如表 5 所示.

表 5 2012 年、2014 年、2016 年、2018 年地理探测器因子探测结果

Tab. 5 Factor detection results of geodetector in 2012, 2014, 2016, 2018

2012 年			2014 年			2016 年			2018 年		
驱动因子	<i>q</i>	<i>p</i>	驱动因子	<i>q</i>	<i>p</i>	驱动因子	<i>q</i>	<i>p</i>	驱动因子	<i>q</i>	<i>p</i>
$X_8$	0.856	0.002 379	$X_{13}$	0.930	0.002 895	$X_6$	0.905	0.002 924	$X_{13}$	0.886	0.000 937
$X_{15}$	0.856	0.002 379	$X_2$	0.820	0.006 210	$X_4$	0.732	0.001 566	$X_{15}$	0.886	0.000 937
$X_2$	0.820	0.004 291	$X_6$	0.796	0.008 155	$X_{15}$	0.732	0.001 566	$X_{11}$	0.767	0.004 667
$X_3$	0.706	0.004 664	$X_{15}$	0.772	0.006 915	$X_{13}$	0.728	0.003 799	$X_{12}$	0.681	0.007 980
$X_1$	0.696	0.005 796	$X_1$	0.757	0.007 204	$X_{12}$	0.725	0.001 636	$X_5$	0.588	0.006 014
$X_5$	0.667	0.007 708	$X_8$	0.728	0.007 259	$X_2$	0.712	0.002 776	$X_{14}$	0.58	0.006 220
$X_9$	0.639	0.005 907	$X_{14}$	0.698	0.003 509	$X_{14}$	0.702	0.007 913	$X_9$	0.446	0.008 801
$X_{14}$	0.568	0.006 786	$X_3$	0.667	0.009 047	$X_{11}$	0.637	0.009 600	$X_{10}$	0.446	0.008 969
$X_6$	0.321	0.004 206	$X_{12}$	0.628	0.003 082	$X_8$	0.526	0.009 600	$X_6$	0.443	0.005 482
$X_4$	0.309	0.009 220	$X_9$	0.617	0.006 543	$X_3$	0.454	0.006 766	$X_8$	0.264	0.009 544
$X_{11}$	0.309	0.009 696	$X_5$	0.557	0.001 461	$X_5$	0.454	0.009 308	$X_7$	0.259	0.009 796
$X_7$	0.284	0.009 748	$X_{11}$	0.127	0.009 585	$X_9$	0.159	0.009 432	$X_2$	0.256	0.003 928
$X_{10}$	0.235	0.009 748	$X_7$	0.066	0.009 951	$X_{10}$	0.096	0.008 940	$X_4$	0.04	0.007 135
$X_{13}$	0.235	0.009 887	$X_{10}$	0.051	0.009 883	$X_7$	0.036	0.009 977	$X_1$	0.038	0.009 676
$X_{12}$	0.231	0.009 279	$X_4$	0.012	0.009 926	$X_1$	0.026	0.009 997	$X_3$	0.02	0.009 231

由表 5 可知:所有驱动因子的  $p$  值均小于 0.05,表明所选因子均通过显著性 95%检验,可作为影响因素对其分异性进行分析;研究期内,影响三生空间功能耦合协调度的指标因素的作用强度变化相对较明显,且存在时间上的波动性.2012 年,影响乡村三生空间功能耦合协调度的较大因子是人均耕地面积

(0.856)、农村居民人均水资源量(0.856)和农村恩格尔系数(0.820);2014年、2016年和2018年,对乡村三生空间功能耦合协调度影响较大的因子是森林覆盖率(0.930)、农作物播种比例(0.905)和农村居民人均水资源量(0.886).由此可以说明,三生空间功能耦合协调发展是多种要素共同作用的结果.整体上,2012年、2014年、2016年、2018年地区森林覆盖率和农作物播种比例的 $q$ 值均位于前列,说明乡村三生空间功能耦合协调度的主导因素是森林覆盖率和农作物播种比例,其次是农村居民人均水资源总量和人均耕地面积,即乡村生态功能和生产功能对乡村三生空间功能耦合协调度起着重要作用.随着时间的演变,生态功能因素的 $q$ 值总体逐渐增大,如农用化肥施用强度,说明区域的生态因素对乡村三生空间功能耦合协调度的影响逐渐增强,在未来发展中要注意协调农业生产与生态环境保护.

## 4 结论

选择位于福建省西部的革命老区龙岩市为研究对象,在定量计算三生空间功能的基础上,利用耦合协调度模型和 ArcGIS 软件对 2012 年、2014 年、2016 年、2018 年龙岩市乡村三生空间功能耦合协调关系进行分析和可视化展示,通过地理探测器模型进一步探讨三生空间功能耦合协调差异的驱动因素,得到以下 3 点结论.

1) 龙岩市乡村三生空间功能耦合度在区域形成了较为分散的局部协调耦合中心,高值区常年分布在漳平市和上杭县,产生了极化效应,导致耦合度呈现逐年下降的趋势.针对这一问题,龙岩市政府应当注重三生空间要素合理分配,缩小区县间的差距.依托耦合协调度长期保持较高水平的长汀县和漳平市打造增长极,通过促进生产、生活要素流动,产生扩散效应,带动周边发展较为缓慢的区县.通过加强交通基础设施的建设,促进区县间交流,产生连片成带的集聚效应,最后逐步实现龙岩市整体乡村三生空间功能耦合协调度提升.

2) 龙岩市乡村三生空间功能发展呈现“高耦合,低协调”的状态,耦合度和耦合协调度在空间上分布较为分散.部分区县三生空间功能间发展差异悬殊,未形成协调互动关系,导致龙岩市乡村发展整体处于初级耦合协调阶段,且波动发展.因此,未来在美丽乡村建设进程中,龙岩市政府应当科学认识乡村发展中生产、生活和生态空间三者之间的相互作用强度,注意引导功能合理发展,避免一家独大侵占其他功能的发展空间.考虑将乡村三生空间功能值、乡村三生空间耦合协调度等指标纳入日常考核指标中,通过强化政府管理机制促进乡村三生空间功能协调均衡发展.

3) 影响耦合协调度空间分异的驱动因子主要有森林覆盖率和农作物播种比例,其次是农村居民人均水资源总量和人均耕地面积等.从 2012 年到 2018 年,生态功能因素的 $q$ 值总体逐渐增大,区域的生态要素对乡村三生空间功能耦合协调度的影响逐渐增强.因此,龙岩市在狠抓农业生产的同时,也要注重生态环境保护.在农业生产中坚持绿色发展,走可持续发展道路.提倡发展现代新型绿色农业,合理利用秸秆、农膜、畜禽粪污等农业废弃物,健全化肥、农药等农业投入品减量使用制度.加强农村突出环境问题综合治理,及时修复农业生产中生态环境造成的影响,打造安居乐业的美好家园.

## 参考文献:

- [1] 龙花楼.中国乡村转型发展与土地利用[M].北京:科学出版社,2012.
- [2] PINTO-CORREIA T, GUIOMAR N, GUERRA C A, *et al.* Assessing the ability of rural areas to fulfil multiple societal demands[J]. Land Use Policy, 2016, 53: 86-96. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.01.031.
- [3] MASTRANGELO M E, WEYLAND F, VILLARINO S H, *et al.* Concepts and methods for landscape multifunctionality and a unifying framework based on ecosystem services[J]. Landscape Ecology, 2014, 29(2): 345-358. DOI: 10.1007/s10980-013-9959-9.
- [4] FLEISCHER A, TCHETCHIK A. Does rural tourism benefit from agriculture? [J]. Tourism Management, 2003, 26(4): 493-501. DOI: 10.1016/j.tourman.2003.10.003.
- [5] WILLEMEN L, HEIN L, VAN MENSVOORT M, *et al.* Space for people, plants, and livestock? Quantifying interactions among multiple landscape functions in a Dutch rural region[J]. Ecological Indicators, 2010, 10: 62-73. DOI: 10.1016/j.ecolind.2009.02.015.



[6] 洪惠坤,谢德体,郭莉滨,等. 多功能视角下的山区乡村空间功能分异特征及类型划分[J]. 生态学报,2017,37(7): 2415-2427. DOI:10. 5846/stxb201601030011.

[7] 徐凯,房艳刚. 乡村地域多功能空间分异特征及类型识别: 以辽宁省 78 个区县为例[J]. 地理研究,2019,38(3): 482-495. DOI:10. 11821/dlyj020170647.

[8] 吴清,冯嘉晓,陈刚,等. 山岳型乡村旅游地“三生”空间演变及优化: 德庆金林水乡的案例实证[J]. 生态学报,2020, 40(16):5560-5570. DOI:10. 5846/stxb201908091669.

[9] 杨浩,卢新海. 基于“三生空间”演化模拟的村庄类型识别研究: 以湖南省常宁市为例[J]. 中国土地科学,2020,34 (6):18-27. DOI:10. 11994/zgtdkx. 20200603. 090039.

[10] 梁肇宏,范建红,雷汝林. 基于空间生产的乡村“三生空间”演变及重构策略研究: 以顺德杏坛北七乡为例[J]. 现代城市研究,2020(7):17-24. DOI:10. 3969/j. issn. 1009-6000. 2020. 07. 003.

[11] 席建超,王首琨,张瑞英. 旅游乡村聚落“生产-生活-生态”空间重构与优化: 河北野三坡旅游区苟各庄村的案例实证[J]. 自然资源学报,2016,31(3):425-435. DOI:10. 11849/zrzyxb. 20150172.

[12] 田文玲. 革命老区是扶贫工作优先地带: 访国务院扶贫办主任范小建[J]. 老区建设,2010(15):8-9. DOI:10. 3969/ j. issn. 1005-7544. 2010. 15. 002.

[13] 蔡翼飞,赵新一. 中央扶持革命老区发展政策研究[J]. 经济研究导刊,2010(12):112-114. DOI:10. 3969/j. issn. 1673-291X. 2010. 12. 050.

[14] 魏后凯,蔡翼飞. 我国老区扶持政策及其调整方向[J]. 中国延安干部学院学报,2011,4(1):93-100. DOI:10. 3969/ j. issn. 1674-0351. 2011. 01. 015.

[15] 兰文武. 老区政策进行时[J]. 中国老区建设,2014(12):10.

[16] 孔柠檬,刘桂莉. 赣南苏区发展的滞后性及发展振兴政策建议[J]. 苏区研究,2016(6):114-123. DOI:10. 16623/j. cnki. 36-1341/c. 2016. 06. 012.

[17] 洪惠坤. “三生”功能协调下的重庆市乡村空间优化研究[D]. 重庆:西南大学,2016.

[18] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础[J]. 地理学报,2007,62(4):339-350. DOI:10. 3321/j. issn:0375-5444. 2007. 04. 001.

[19] 王成,唐宁. 重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化[J]. 地理研究,2018,37(6):1100-1114. DOI:10. 11821/dlyj201806004.

[20] 王传胜,朱珊珊,樊杰,等. 主体功能区规划监管与评估的指标及其数据需求[J]. 地理科学进展,2012,31(12): 1678-1684. DOI:10. 11820/dlkxjz. 2012. 12. 013.

[21] 马晓冬,李鑫,胡睿,等. 基于乡村多功能评价的城市边缘区“三生”空间划分研究[J]. 地理科学进展,2019,38(9): 1382-1392. DOI:10. 18306/dlkxjz. 2019. 09. 011.

[22] 洪惠坤,廖和平,李涛,等. 基于熵值法和 Dagum 基尼系数分解的乡村空间功能时空演变分析[J]. 农业工程学报, 2016,32(10):240-248. DOI:10. 11975/j. issn. 1002-6819. 2016. 10. 034.

[23] 刘继来,刘彦随,李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报,2017,72(7):1290-1304. DOI: 10. 11821/dlxb201707013.

[24] 胡喜生,洪伟,吴承祯. 福州市土地生态系统服务与城市化耦合度分析[J]. 地理科学,2013,33(10):1216-1223. DOI:10. 13249/j. cnki. sgs. 2013. 010. 1216.

[25] 方传棣,成金华,赵鹏大. 大保护战略下长江经济带矿产-经济-环境耦合协调度时空演化研究[J]. 中国人口·资源 与环境,2019,29(6):65-73. DOI:10. 12062/cpre. 20190525.

[26] WANG Jinfeng,LI Xihu,CHRISTAKOS G,*et al.* Geographical detectors-based health risk assessment and its ap- plication in the neural tube defects study of the Heshun region, China[J]. International Journal of Geographical In- formation Science,2010,24(1):107-127. DOI:10. 1080/13658810802443457.

[27] 夏浩,苑韶峰,杨丽霞. 浙江县域土地经济效益空间格局演变及驱动因素研究[J]. 长江流域资源与环境,2017,26 (3):341-349. DOI:10. 11870/cjlyzyyhj201703003.

[28] 李佳洛,陆大道,徐成东,等. 胡焕庸线两侧人口的空间分异性及其变化[J]. 地理学报,2017,72(1):148-160. DOI: 10. 11821/dlxb201701012.

[29] 王劲峰,徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报,2017,72(1):116-134. DOI:10. 11821/dlxb201701010.

(责任编辑: 黄晓楠      英文审校: 吴逢铁)