
综
合
研
究

2009—2018年中国农用地多功能利用与乡村发展的时空耦合关系

李文辉, 周兴, 钟锦玲

(南宁师范大学 自然资源与测绘学院, 广西 南宁 530001)

摘要: [目的] 探讨中国农用地多功能利用与乡村发展的协调水平及其时空异质性特征, 助力乡村振兴。[方法] 重构农用地多功能利用与乡村发展指标体系, 应用 TOPISIS 模型测算 2009—2018 年中国农用地多功能利用与乡村发展指数, 引入耦合协调度模型、空间自相关模型分析两者的协调水平、时空演变特征及集聚程度。[结果] ①中国农用地多功能利用指数与乡村发展水平持续上升, 二者在空间分布上呈“东部 > 中部 > 东北 > 西部”的特征且表现出均衡发展的趋势。②中国农用地多功能利用与乡村发展协调水平略有提升, 各省份已由濒临失调为主优化为初级协调类型为主, 耦合协调类型呈“东高西低, 中部以湖北省为高值”的分布特征, 西部初级协调类型呈由分散布局演变为集中排列的地理特征, 优化趋势显著。③中国各省份间耦合协调性 Moral's I 始终保持正值, 空间集聚程度较高, 中部江西、安徽、河南成为区域极化中心, 西部与东北多为“L-L”型。[结论] 中国农用地多功能利用与乡村发展耦合协调水平地域差异明显, 随着乡村振兴实施进程的加快, 有逐渐均衡的态势。统筹推进乡村土地综合整治, 开展生态治理与修复和优化产业布局是促进农用地多功能利用与乡村高质量协调发展, 缩短区域差距的重要措施。

关键词: 农用地多功能利用; 乡村发展; 耦合协调度; 空间自相关

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2021)05-0244-11

中图分类号: F320.1, F320.3

文献参数: 李文辉, 周兴, 钟锦玲. 2009—2018年中国农用地多功能利用与乡村发展的时空耦合关系[J]. 水土保持通报, 2021, 41(5): 244-254. DOI: 10.13961/j.cnki.stbetb.2021.05.033; Li Wenhui, Zhou Xing, Zhong Jinling. Spatiotemporal coupling relation between multi-functional use of agricultural land and rural development in China during 2009—2018 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2021, 41(5): 244-254.

Spatiotemporal Coupling Relation Between Multi-functional Use of Agricultural Land and Rural Development in China During 2009—2018

Li Wenhui, Zhou Xing, Zhong Jinling

(School of Natural Resources and Surveying and Mapping, Nanning Normal University, Nanning, Guangxi 530001, China)

Abstract: [Objective] The coordination level and spatiotemporal heterogeneity between multifunctional agricultural land use and rural development in China were analyzed in order to promote rural revitalization. [Methods] The multi-functional agricultural land use and rural development index system were reconstructed. The TOPISIS model was used to measure the multi-functional agricultural land use and rural development index in China from 2009 to 2018. Coupling coordination degree model and spatial autocorrelation model were introduced to analyze the coordination level, spatiotemporal evolution characteristics, and agglomeration degree of the two indexes. [Results] ① The multifunctional index of agricultural land use and the level of rural development in China continued to rise over time, and their spatial distribution showed that the distribution characteristics followed the order of “east > middle > northeast > west”, and implied a trend of balanced development. ② The coordination level of multi-functional use of agricultural land and rural development in China had improved slightly over time, and all provinces had been optimized from the near-imbalance type to

收稿日期: 2021-04-08

修回日期: 2021-06-19

资助项目: 广西壮族自治区自然科学基金项目“广西红水河流域生态环境安全综合评价及维护对策研究”(桂科自 0679026)

第一作者: 李文辉(1997—), 男(汉族), 广西壮族自治区博白县人, 硕士研究生, 研究方向为土地规划与土地利用。Email: 1510797941@qq.com.

通讯作者: 周兴(1963—), 男(汉族), 广西壮族自治区博白县人, 教授, 硕士生导师, 主要从事土地规划与土地利用等方面的研究。Email: zhous361@163.com.

the primary coordination type. Additionally, the distribution characteristics of coupling coordination types were “high in the east and low in the west with Hubei Province as the high value in the central part”. The geographical characteristics of primary coordination types in the west changed from a scattered layout to a centralized arrangement, and the optimization trend was significant. ③ Moral's *I* of coupling coordination among provinces in China had always been positive with a high degree of spatial agglomeration. Jiangxi, Anhui, and He'nan Province in Central China had become the regional polarization center, while the western and northeastern regions were mostly low-low (L-L) type. [Conclusion] The level of coupling and coordination of multi-functional agricultural land use and rural development in China has obvious regional differences. As implementation of rural revitalization accelerates, there has been a trend towards gradual equilibrium. Promoting the comprehensive improvement of rural land, carrying out ecological management and restoration, and optimizing industrial layout are the important means for promoting multi-functional use of agricultural land and high-quality coordinated development of rural areas, as well as shortening of the regional gap.

Keywords: utilization of agricultural land; rural development; coupling degree; spatial auto-correlation

中国正处于“两个一百年”奋斗目标历史交汇的关键时期,城镇化的快速发展驱使人地关系^[1]、土地多功能利用领域^[2]、乡村内在发展动力^[3]发生巨大变化,致使乡村原有状态发生分异。伴随生态文明建设与乡村振兴战略的提出,乡村外的人口和资金等要素下乡再流动、农用地传统“吃饭”功能的多维性转变^[4]、社会需求的多元性及乡村发展目标的升级更是使乡村地域空间表现出显著时空异质性特征^[5-6]。此外,乡村地域在传统视域下被看作为具有粮食生产和自然资源禀赋的单一功能空间^[6],随着中国经济进入高质量发展阶段,乡村发展存在的生态环境、经济发展方式、农地资源利用结构等一系列问题逐渐凸显,这些问题在某种程度上妨碍了中国乡村可持续发展^[7]。农用地作为乡村发展的本底资源,其多功能利用方式是解决乡村发展问题的重要路径^[3]。因此,从农用地资源利用要素、经济发展和资源环境因素出发,正确认识不同地域空间农用地多功能利用和乡村发展的协同关系,对乡村可持续发展尤为重要^[8-9]。

在当前乡村振兴的背景下,农用地多功能利用与乡村发展关系逐渐成为乡村地域研究的热点与难点^[5,10]。目前以乡村的内在潜力、制度创新、生态安全为导向,学者从农用地集约利用^[11]、使用制度^[12]、流转^[13],多功能利用^[2,10]及土壤安全^[14]方面做了大量的理论和实践研究,而乡村发展主要集中于概念与类型^[9]、乡村重构与发展转型^[15-16]、指标体系与评价模型构建^[17-18]、功能分异与格局^[5-6]、农村现代化^[19]、城乡融合^[20-21]方面,研究区域涉及宏观、中观和微观层面。总体而言,现有研究多基于对乡村或农用地单方面的利用变化、空间分布和作用机理进行探讨,且侧重时序维度分析,少有空间上的连续定量研究,在乡村振兴的背景下,对乡村土地开发利用要求更为严格,现有成果对农用地多功能利用与乡村发展耦合互

动关系鲜有提及。鉴于此,本文基于实现乡村振兴、促进城乡发展一体化的客观现实需求,深析农用地多功能利用和乡村发展耦合作用机理,开展农用地多功能利用和乡村发展水平测度,以期为农用地多功能利用与乡村发展耦合协调度的时空演变特征、农用地多功能利用结构与方式的优化及乡村发展方向与路径提供科学依据,进而为推动城乡融合发展、促进乡村振兴提供参考。

1 农用地多功能利用与乡村发展耦合作用机理

耦合(coupling)的概念原是指两个及以上的系统相互交织、彼此影响而形成一体化的物理学现象^[22],现已被广泛应用于乡村地理学、现代乡村问题等众多研究中。乡村发展是实现社会主义现代化强国的重要一环,涵盖产业、资源环境、文化等众多要素,与农用地多功能利用系统同为乡村地域的子系统,两者相互促进又彼此制约,形成了农用地多功能利用—乡村发展耦合整体(图1)。

(1) 农用地多功能是其社会及自然属性与人类生存和发展需要的结合,具体体现为社会、生产、生态安全三大功能。破解乡村空心化、城乡发展不平衡等突出问题,是乡村发展的初衷和核心,农用地作为乡村地域系统的重要空间要素,发挥其独特的功能优势,则可促进乡村人、地、财的流动,破除乡村发展的关键痛点,助力乡村振兴。①农用地在其自然禀赋下主要表现为生态安全功能,为乡村提供良好的自然条件、污染净化、资源绿色安全利用保障、生态维持作用,是乡村山清水秀与生态宜居的重要基础;②人类在其需求影响下,进一步利用农用地,形成了多种农用地利用结构,出现了多层次的农用地利用功能,其主

要表现为生产和社会功能,生产功能可以为乡村提供农产品、原料等物质基础,推进乡村产业链延伸,促进产业集聚与机械化应用;社会功能则主要体现在保障人类基本温饱,为乡村文化娱乐、公共服务等社会活动

提供空间场所,支撑乡村发展与就业,推动乡村生活系统与人口水平向优发展。此外,农用地生产和生态安全功能效应是乡村资源承载力的重要衡量标准,而资源承载力决定该地区人口与社会经济的承载限度。

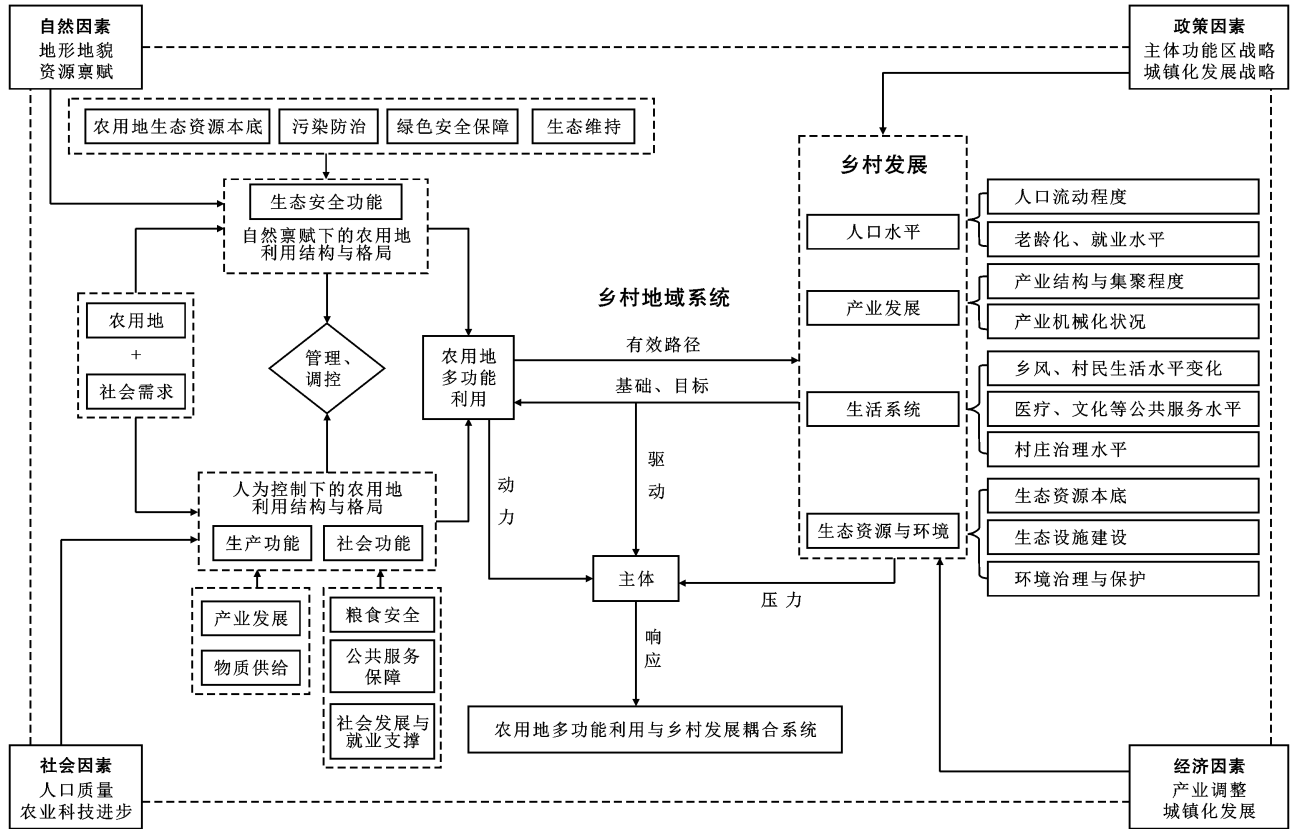


图 1 农用地多功能利用—乡村发展耦合系统形成与作用机理

(2) 提升乡村发展水平是农用地多功能利用的根本和目标,对于农用地多功能利用的全面实现起着指引和导向作用。乡村的人口质量、产业结构、机械化水平等对于农用地生产功能高效利用举足轻重。①一定劳动要素的投入是农用地生产功能得以有效发挥的重要前提,乡村人口老龄化、流动程度、就业水平将会直接或间接影响农用地生产的可投入劳动力质量;②机械化水平的提升、产业结构的调整及其集聚发展,将会持续提高农用地生产效率,增大农用地产出效益;③乡村生态资源本底、村民素质的提高、生态设施建设程度及环境治理与保护力度将直接或间接影响到农用地生态安全功能效应的有效发挥;④乡村“生活系统”中的乡风风貌、公共服务水平、村民生活质量、村庄治理水平,与农用地“社会功能”相互契合。

(3) 农用地多功能利用与乡村发展除受到两者的相互作用外,还存在外部因素的作用。如自然本底资源和地理区位条件、人口质量、新型城镇化、农业科技进步、产业调整和主体功能区划等自然、社会经济

和政策因素,对两者及其两者的相互影响均会形成一定的效应。①自然本底资源与地理区位条件良好的地区会促进农用地多功能利用,推动产业发展,而条件相对弱的地区,其乡村发展程度和城镇化水平通常较差;②乡村人口质量下降将会阻碍农业生产劳动力转移和乡村发展;③随着新型城镇化的纵深发展,城镇就业岗位增加,会加快农业劳动力向非农化转移;而随城镇化发展的农业科技进步又将有效提升农用地生产水平;④产业结构调整 and 主体功能区划对不同地域农用地多功能利用与乡村发展所形成的影响各不相同,以生态保护为核心的限制开发区或禁止开发区在一定程度上将会阻碍乡村产业的发展,而作为中国经济持续发展引擎的重点开发区将推进农业劳动力的非农转移和乡村发展的提质增效。

总而言之,乡村发展使农用地多功能利用获得了目标指向,而农用地多功能利用效应完美契合了乡村发展的内部需求,是提高乡村发展水平的重要路径。在多种因素共同作用下,经过参与主体的驱动—响应机制形成了农用地多功能利用与乡村发展耦合系统,

二者相互联系又彼此独立,推动乡村系统可持续发展。

2 研究数据与方法

2.1 数据来源

遵循数据可获得性、完整性、实证结果有效性原则,文章以中国30个省级单元(因数据缺失,港澳台地区和西藏不计入研究范围)作为研究对象。数据主要来源于2010—2019年《中国农村统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》,各省统计年鉴、统计公报作为补充,个别年份缺失的数据通过插值求取。此外,考虑到分地区探索更具实际意义,文章在分地区讨论时统一以中华人民共和国国家统计局(<http://www.stats.gov.cn>)2020年划分标准,将研究区划分为东部(福建、广东、海南、山东、浙江省、上海市、河北省、天津、北京市、江苏省)、中部(山西、安徽、河南、湖北、湖南、江西省)、西部(内蒙古自治区、广西壮族自治区、重庆市、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区)、东北(辽宁、吉林、黑龙江省)四大地区(此后全文地名用简称)。

2.2 评价方法

2.2.1 评价指标体系及权重确定 建立符合地方发展状态且具有代表性的评价指标体系,对于评价结果的优劣程度至关重要。当前,农用地多功能利用研究围绕“人的生活品质”需要,已由传统单一“吃饭”功能延伸至生产、社会保障和生态功能方面^[10],更加注重农用地功能利用的综合性与健康性;而乡村发展则从产业集聚、生活水平、社会文明与保障、生态宜居等^[18,22]角度进行研究。在乡村振兴战略背景下,乡村发展评价指标标准尚未统一,许多研究的指标确定是参照《国家乡村振兴战略规划(2018—2022年)》及国家农业现代化标准构建预选指标^[23],其中多数是采用专家打分法更新预选指标,具备一定借鉴意义但存在某种主观性。因此,本文遵循系统间的联系性及耦合作用机理,筛选有关研究使用次数较多的评价指标,综合各省份的乡村人文、区位条件、经济等因素影响,调整省际间不具可比性指标,分别从农用地多功能利用与乡村发展系统层建立评价指标体系,两个子系统共包含7个准则层和31个指标层。其中,农用地多功能利用从生产、社会、生态安全3个方面选取复合指标,生产功能层选取粮食单产水平、乡村人均肉类产量等指标,以表征农产品供给能力和产业发展,社会功能层从安全保障、水利建设、电力供给、资金投入等方面选取粮食安全指数、电气化保障水平等指标,以反映农用地社会功能的粮食安全保障程度、

公共服务水平与社会发展状况,生态安全功能层考虑到通过对害虫的防治、水资源的利用,既有利于农业生产又有利于生物健康与资源节约,故将林业病虫害防治率、农业用水使用程度纳入指标体系;乡村发展则从人口水平、产业发展、生活系统、生态资源与环境4个准则层选取复合指标,人口水平包含人口自然增长率、乡村就业水平等指标,以表示乡村人口的流动、老龄化程度与就业状况,产业发展包括农林牧渔服务业产值比重、旅游发展等指标,以表征乡村的产业结构、机械化状况及产业集聚程度,生活系统涵盖文化教育、医疗保障、村民文化娱乐支出与经济收入及现代化工具使用程度等指标,以表征乡村的文明、生活水平及社会治理与保障程度,生态资源与环境包括乡村生态设施、绿化覆盖等指标,以表示乡村生态基底状况与治理保护程度(表1)。

科学求取评价指标权重对于精确测度耦合协调水平极为重要。目前,学者在指标权重确定方面主要采用主客观赋权法,为避免人为因素干扰及单一方法的不准确性,本文应用客观赋值法求取权重,且通过统计分析发现农用地多功能利用—乡村发展耦合系统指标体系中的两个子系统指标间的相关性较低,难以应用主成分分析等多元分析统计方法进行权重确定,而熵值法的指标权重测算原理是通过信息熵的效用价值客观求取,但是该方法存在指标权重过于均衡的弊端,没有横向比较各指标对评价对象的作用程度,而变异系数法具有纵向优势,则可以弥补熵值法的不足,因此,从发挥两者的优势出发,本文首先对数据进行标准化后分别采用客观方法中的熵值法与变异系数法公式^[24],求取指标权重,最后综合确定评价指标权重(因两种方法的科学性以及对指标权重确定的作用同等重要,故取两者的平均值),指标权重结果见表1。

2.2.2 TOPSIS模型 TOPSIS模型是依据多目标的一种评价方法,在生态学、地理学、经济学等领域中被大量运用^[24]。本文应用TOPSIS模型测算中国农用地多功能利用和乡村发展指数。为消除量化单位间的差异,运用min-max进行归一化,公式如下:

正向指标:

$$Z_{ij}^+ = \frac{X_{ij} - \min\{X_j\}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}} \quad (1)$$

逆向指标:

$$Z_{ij}^- = \frac{\max\{X_j\} - X_{ij}}{\max\{X_j\} - \min\{X_j\}} \quad (2)$$

式中: Z_{ij} 是min-max化后的值,根据归一化结果,测算各指标距离正负理想解的加权距离、各省份评价得分与最优方案的贴近度。

表 1 农用地多功能利用与乡村发展评价指标体系

目标层	系统层	准则层	指标层	性质	指标权重		综合权重
					熵值法	变异系数法	
农用地多功能与乡村发展耦合协调水平	农用地多功能利用	生产功能	粮食单产水平	+	0.08	0.04	0.06
			产投水平	+	0.12	0.12	0.12
			乡村人均肉类产量	+	0.06	0.04	0.05
			复种指数	+	0.09	0.03	0.06
		社会功能	粮食安全指数	+	0.12	0.08	0.09
			农林水利事务支出保障水平	+	0.03	0.09	0.06
			电气化保障水平	+	0.30	0.22	0.26
			乡村人均固定资产投资	+	0.06	0.06	0.06
		生态安全功能	林业病虫害防治率	+	0.04	0.04	0.04
			农业用水使用程度	-	0.03	0.13	0.08
			地均化肥施用量	-	0.05	0.05	0.05
			地均农药施用量	-	0.04	0.10	0.07
		人口水平	人口自然增长率	-	0.03	0.05	0.04
			乡村人口比重	-	0.05	0.03	0.04
	乡村就业水平		+	0.08	0.10	0.09	
	农林牧渔服务业产值比重		+	0.04	0.04	0.04	
	第一产业占 GDP 的比重		-	0.02	0.04	0.03	
	旅游接待人数		+	0.12	0.16	0.14	
	乡村发展	产业发展	农业机械化水平	+	0.04	0.04	0.04
			乡村医疗保障程度	+	0.06	0.06	0.06
		生活系统	乡村居民教育文化娱乐支出费用	+	0.05	0.03	0.04
			乡村电视节目人口覆盖率	+	0.02	0	0.01
			乡村居民人均纯收入	+	0.05	0.03	0.04
			城乡收入比	-	0.03	0.01	0.02
			乡村人均消费支出	+	0.06	0.04	0.05
			乡村最低生活保障人数占比	-	0.07	0.09	0.08
	生态资源与环境	每百户家用计算机拥有量	+	0.07	0.07	0.07	
		自然保护区面积比	+	0.06	0.06	0.06	
森林覆盖率		+	0.05	0.05	0.05		
乡村卫生厕所普及率		+	0.03	0.03	0.03		
		乡村人均沼气池产气量	+	0.07	0.07	0.07	

注：“+”代表正向指标，“-”代表负向指标。

$$Y_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^m [\omega_j (Z_{ij} - Z_{ij}^+)]^2}$$

$$(i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \quad (3)$$

$$Y_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^m [\omega_j (Z_{ij} - Z_{ij}^-)]^2}$$

$$(i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \quad (4)$$

$$S_j = Y_j^- / (Y_j^+ + Y_j^-) \quad (5)$$

式中： Y_j^- 、 Y_j^+ 依次为指标 j 距离负理想解 Y_j^- 的加权距离、距离正理想解 Y_j^+ 的加权距离； ω_j 为指标权重； m, n 依次是指标数量和年份； S_j 是评价综合指数，两子系统依次用 $f(x)$ 与 $g(x)$ 表征，其中， $f(x)$ 是农用地多功能利用指数， $g(x)$ 是乡村发展综合得分。

2.2.3 耦合协调度模型 因子系统两者间互相关联又彼此独立^[25]，为有效反映两子系统出现“双低”现象但协调度高的状况，运用耦合协调度模型探讨两者间

的协调程度，公式如下：

$$C = \sqrt{[f(x)g(x)]/[f(x)+g(x)]^2} \quad (6)$$

$$T = \alpha f(x) + \beta g(x) \quad (7)$$

$$D = \sqrt{CT} \quad (8)$$

式中： C 为两子系统耦合度； T 为两子系统综合评价指数； D 为耦合协调度， $D \in [0, 1]$ ， D 值越大表明两者协调性越强； α, β 分别为农用地多功能利用、乡村发展系数， $\alpha + \beta = 1$ ，因两者对乡村建设一样重要，故 α 和 β 均取值 0.5。目前，学术界对于耦合协调度的分类存在着众多差别，尚未统一标准。本文综合现有研究^[22-23]，考虑研究区差异情况，将 D 分为濒临失调 ($0.0 \leq D < 0.5$)，初级协调 ($0.5 \leq D < 0.6$)，中度协调 ($0.6 \leq D < 0.7$)，高级协调 ($0.7 \leq D < 1$) 共 4 个类型。

2.2.4 空间自相关分析 基于耦合协调度计算结果,应用 GeoDa 莫兰指数(Moran's I)分析相邻省份间的农用地多功能利用与乡村发展耦合协调性空间集聚程度和异质性特征,公式如下:

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) / \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})^2}{(9)} \quad (9)$$

式中: I 是莫兰指数; n 是研究区样本量; w_{ij} 是空间权重矩阵; x_i 和 x_j 是空间观察量; \bar{x} 是空间观察量平均值。 $I \in [-1, 1]$, I 为负值时为负相关,空间发展失衡, I 为正值时为正相关,空间集聚程度较高,当 $I=0$ 时不相干。

3 结果与分析

3.1 综合水平分析

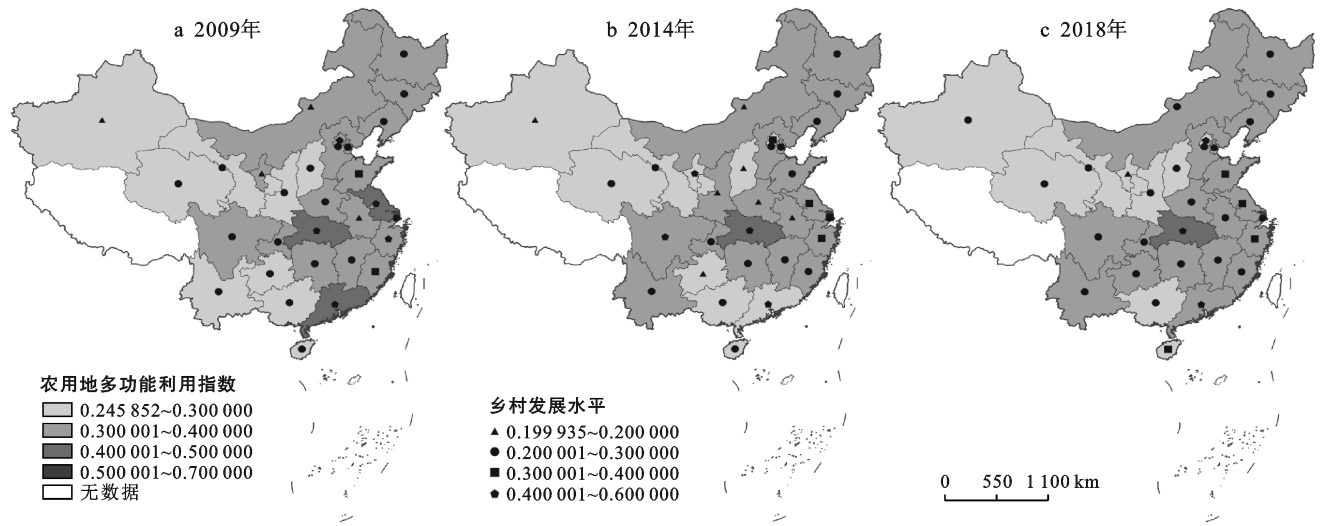
2009—2018年,中国各省份农用地多功能利用指数总体呈上升趋势,近年来,中国乡村在“三农”政策及乡村振兴战略的引领下,加快农业供给侧结构性改革,控制建设用地任意占用农用地,盘活乡村用地,优化农用地结构,提升用地效率,农用地多功能利用已初见成效。从结果上看(图2),各省份农用地多功能利用指数变化较为波动,省际差异先增大后收缩。从各省份农用地多功能利用指数来看,上海、湖北、江苏的农用地多功能利用指数较高,主要源于以上3个省(市)地理环境适宜性及农业资金投入较高,具有相对优势;新疆、甘肃是全国沙化面积较大的省份(区),广西以“八山一水一分田”为称,喀斯特地貌突出,海南农业基础设施差且存在产业转型、粮食生产、生态宝岛矛盾问题,农用地多功能利用水平较低。其次,广东、江苏、浙江农用地多功能利用指数在2014年下跌到最低值,整体呈小“U”型变化趋势,自2013年中国华东、华北出现大面积的雾霾后,各省份加快产业转型发展,带来的短期不良效应对各省份调整农用地多功能利用结构与方式的影响各不相同。此外,从各省份农用地多功能利用指数的增速来看,最快的是海南,研究期内增速达18.19%,尤其2014—2018年表现最为明显,源于该省地均固定资产投资、农林水利事务支出与产投比大幅增大,助推农用地多功能利用水平显著提升,而增速最慢的是北京,主要因粮食单产水平、粮食安全指数等个别指标值较低,该地区在2010—2014年增速一度停滞不前,甚至有倒退现象,推动非首都功能转移、促进农业高质量发展是北京当前发展的艰巨任务所在。从区域来看,东部农用地多功能利用指数均值最高(0.364),西部最低,仅为0.300,在空间上整体呈“东高西低”的分布态势,与此

同时,广西、安徽、河南等中西部省份(区)有明显的提升趋势,地区间差异在不断缩小。研究期内,中国各省份乡村发展指数上升较为波动,近年来,中国以精准扶贫与乡村振兴为着力点,增大乡村基础设施投入,开展村庄生态保护与修复,调整乡村发展与城市扩张思想,乡村发展成效明显。受前期经济刺激政策作用,各省份乡村发展指数在2009—2018年同步下降或升高。2009年,乡村发展指数较高的区域集中在上海(0.519)、湖北(0.512)和北京(0.500)等地,在中国,上海、北京社会经济发展水平素有“北上广深”之称,城市对乡村发展的经济辐射能力较强,湖北是著名的渔米之乡,有着良好的乡村资源与生态环境,乡村发展水平较高。2014年,受华东、华北雾霾天气的影响,产业转型加快,对各省份的乡村产业发展影响不一,乡村发展水平处于全国前列的上海、北京、江苏、浙江4地出现短期下跌。2018年,湖北(0.522)、广东(0.461)乡村发展指数较高,以上两个省份近些年大力投入乡村环境治理资金,提高乡村卫生厕所普及率,发展沼气等清洁能源,乡村计算机使用量、文化等娱乐休闲费用支出持续增多,乡村发展收效较大;宁夏的乡村发展水平在全国中最低(0.200),研究期内,其乡村发展水平在2014年到达峰值后开始下降,因近年宁夏在推进乡村沼气等清洁能源开发、医疗保障上与旅游等产业发展上力度不足,乡村发展停滞不前。从各省份(区、市)的乡村发展指数增速上看,天津最快,较2009年增幅达到了35.83%,源于研究期内天津大力推进医疗卫生保障,植树造林,提高绿化覆盖面积,乡村社会保障与生态环境持续向好。从区域看,中部、西部、东北省份的乡村发展指数大多处在0.15到0.30区间,与此同时,随着精准扶贫的持续推进,中西部乡村发展水平增长显著,较2009年增幅分别为7.97%,16.29%,此外,东部乡村发展指数均值最高(0.350),西部仍处在低位状态(0.228),整体呈“东部>中部>东北>西部”的地理分布特征,表明东西部乡村发展水平仍存在一定差距,未来还需加大西部政策及资金等资源倾斜,以生态修复工程为契机,持续推进东西部协调发展(图2)。

结合主成分分析法(结果显示:第一主成分的特征值为1.568且大于1,贡献率为78.406%,农用地多功能利用与乡村发展得分系数均为0.565)测度出两者的综合水平。从各省份看,2009年,上海、湖北、浙江等地的农用地多功能利用—乡村发展系统综合水平较高,而较差的是山西、新疆等地,主要因山西、新疆等地在该时期农用地多功能利用结构失衡,乡村发展后劲不足,致使农用地多功能利用指数与乡村发展

水平出现“双低”现象。2014 年,北京、浙江农用地多功能利用—乡村发展系统综合水平出现下降,北京、浙江在研究期内整体呈现“U”型变化态势,由于 2013 年后以上各省(市)乡村产业结构调整力度加大,农用地多功能利用水平徘徊不前,乡村发展出现“阵痛”,导致北京和浙江在 2014 年农用地多功能利用指数与乡村发展水平双双下跌。2018 年,农用地多功能利用—乡村发展系统综合水平较高的是上海(0.596)、湖北(0.567)、广东(0.438),以上 3 个省(市)的城市化水平高且对乡村的溢出效应明显,助推乡村产业发展与村容村貌治理;与此同时,甘肃的农用地多功能利

用—乡村发展系统综合水平增长显著,较 2009 年增幅达 23.31%,甘肃近些年大力提高农用地产出效益,不断推进供电、医疗等乡村基础设施建设,促进旅游业发展,乡村风貌焕然一新。从平均值看,最高的是上海(0.618),最低的是新疆(0.252),排名前 10 的省份东部占 7 个,而排名靠后的省份西部比重最高,由此可见,农用地多功能利用—乡村发展系统综合水平较高的主要聚集在东部,东北和中部主要属于“过渡带”区域,低值区域集中于西部,总体变化水平与经济发展分布地区较为相似,表明西部在利用农用地多功能发展助推乡村发展上仍存在较大的压力。



注:该图基于国家测绘地理信息局标准地图(审图号为 GS(2019)1825 号)绘制,底图无修改。下同。

图 2 2009—2018 年中国农用地多功能利用与乡村发展的空间格局演变

3.2 耦合协调度分析

3.2.1 时序演进分析 如图 3 所示,从时序上分析,2009—2018 年中国农用地多功能利用与乡村发展耦

合协调度小幅提升,其中,2009,2014,2018 年耦合协调度均值分别为 0.548,0.536,0.554,表明耦合协调性呈逐步优化趋势。

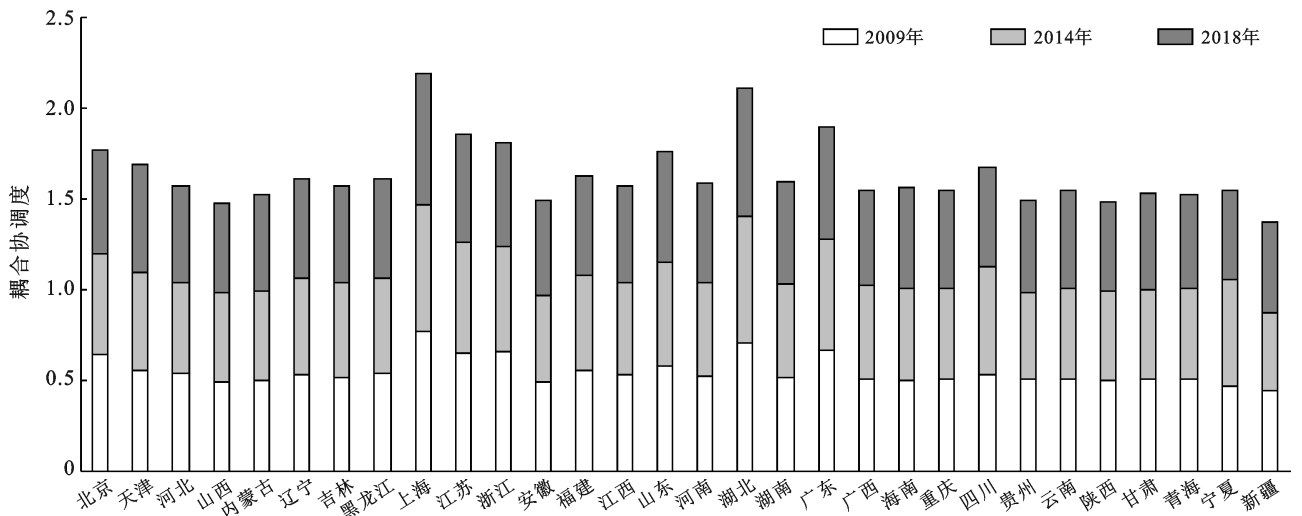


图 3 2009—2018 年中国农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调度

中国作为发展中国家,近年来始终从“城乡融合发展”理念出发,以生态文明建设与乡村振兴为契机,全面推进乡村二三产业发展,拓宽农用地发展渠道,树立农家“绿色”品牌,促进农用地多功能与乡村发展协同向前。研究期内,东部耦合协调度平均值一直位于高值区,再者是中部和东北,西部一直处在低值区;就其增速来看:西部>中部>东北>东部,研究期内,东部总体变化较为波动,以2014年为低值点(0.572),整体呈小“U”型曲线,因其2013年华东、华北受大面积的雾霾天气影响,生态环境问题凸显,产业结构转型迫在眉睫,乡村发展出现“阵痛”;中部在2009—2014年增长放缓,在2014年后,《长江经济带发展规划纲要》的实施使得处于长江中心地带的中部省份乡村发展提速;西部充分利用自然资源、旅游资源及精准扶贫政策,发展特色农业与乡村旅游,农用地多功能利用与乡村发展耦合协调度相对增长较大;东北是中国著名的农产品生产重地,具有优越的农用地多功能利用环境,且近些年乡村发展平稳,故其耦合协调度平均值均在0.531~0.541区间,变化不显著。具体来看,新疆的增速最高,其次是海南、天津和湖南,北京的

增速最小,这与政府积极开展乡村规划,利用好土地政策,盘活乡村存量建设用地,开展生态治理与修复,美化村庄环境,拓宽乡村发展道路是密切相连的(图4)。

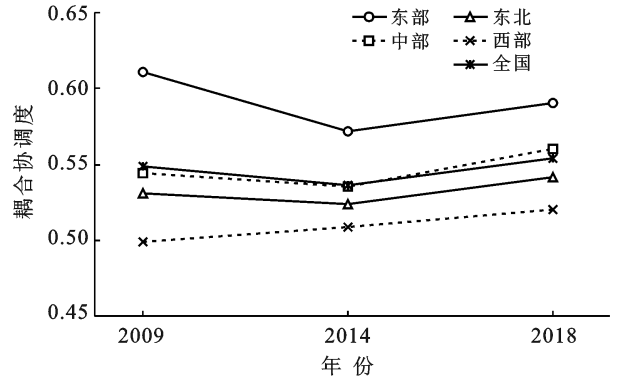


图4 2009—2018年中国农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调度区域差异

3.2.2 空间动态演变

(1) 空间格局演变与水平差异特征。运用ArcGIS自然间断点法可视化处理耦合协调度(图5)并应用变异系数来衡量其整体均衡情况(表2)。

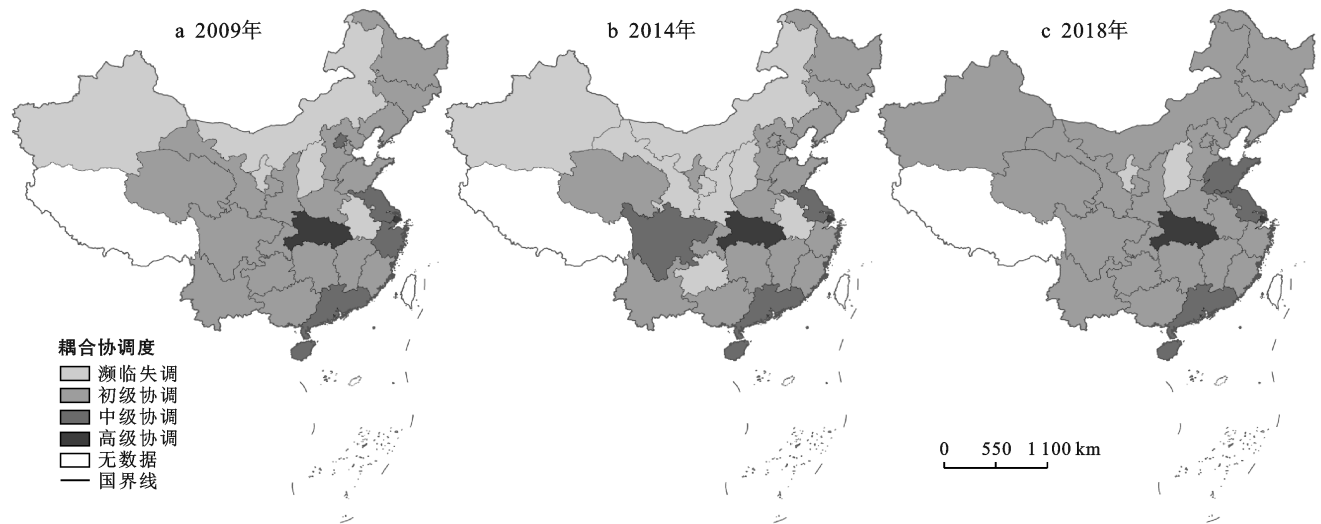


图5 2009—2018年中国农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调度空间分异格局

从结果来看,大部分省份的耦合协调度居于0.5以上,且处于或高于初级协调阶段,总体呈现“东高西低、中部以湖北为高值”的空间格局特征。研究期内,湖北、上海均处于高级协调阶段且上海的耦合协调度最高;中级协调主要分布在东部的江苏、浙江等地;濒临失调区域则主要聚集在山西、内蒙古等中西部省(区),其自然条件和产业发展基础较差。其中,2009年,山西、内蒙古、安徽、宁夏、新疆处于濒临失调阶段,源于该时期以上各省(区)农地多功能利用结构不合理,产业发展转型尚未形成,环境污染治理还未明

显见效,导致农用地多功能利用指数与乡村发展水平出现“双低”,协调水平较差;2014年,北京、浙江、贵州、陕西、甘肃的耦合协调类型变化较为波动,空间格局差异较为明显,主要因农业供给侧结构性改革及经济发展转型,淘汰乡村部分落后产业,对各省乡村发展影响各不相同,同时,生态文明建设政策落实具有一定的滞后性,短时间未见成效,导致部分省份协调程度波动较大。从空间比例来看,农用地多功能利用与乡村发展耦合协调类型以初级协调为主,该类型由2009年的60.00%上升到2018年的73.33%,濒临

失调则由 16.67% 下降到 6.67%，可见上升部分主要由濒临失调调整而来。从水平差异特征来看，2009—2018 年全国的变异系数降低了 0.039，中部的变异系数总体上在 0.134 上下波动，东北和西部虽有波动，但整体分别减少了 0.06, 0.07。耦合协调类型的空间分异格局演变源于各省份农用地多功能利用程度与乡村发展成效间的差距，和各地区开展的“三农”、环境保护与经济发展政策密切相关。

表 2 2009—2018 年中国农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调度变异系数

年份	耦合协调度变异系数				
	全国	东部	中部	东北	西部
2009	0.135	0.125	0.134	0.018	0.043
2014	0.113	0.098	0.144	0.005	0.089
2018	0.096	0.085	0.122	0.012	0.036

(2) 全局自相关分析。从表 3 可以看出，全局自相关 *Moran's I* 指数均大于 0，*Z* 值均大于 0.05，通过了 *Z* 值检验，可见农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调性的地理分布呈明显正相关，区域间具有一定的空间互动。2014 年前，*Moran's I* 指数呈下降的趋势，空间集聚特征有所缩减，2014 年后，*Moran's I* 呈上升的趋势，表明了农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调水平差异存在着一定波动，但总体上协调水平差异在不断地缩小。

表 3 2009—2018 年中国农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调度的 *Moran's I* 指数计算值

年份	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>Z</i>
2009	0.274 6	0.013	2.677
2014	0.061 8	0.172	0.948
2018	0.127 9	0.078	1.475 7

(3) 局部自相关分析。根据农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调度的局部莫兰指数，应用 GeoDa 软件绘制耦合协调度 LISA 集聚图(图 6)。

① 高高集聚区(H-H)。2009 年该类型包括上海、江苏、浙江、福建、山东 5 个省(市)。2014 年受北方雾霾天气影响，山东的溢出作用不明显。2018 年在湖南新增一个高高集聚区，主要源于早些年湖南承接广东部分产业初见成效以及近些年湖南大力发展乡村旅游的积极影响。整体上，该类型范围增长不明显，空间分布上相对集中于东部沿海，区域一体化发展程度较高；此外，随着乡村振兴战略的不断深入，农地多功能利用结构与格局优化及乡村发展新动力获

得了契机，高高集聚区自身的耦合协调性将进一步提升，且省际间的资本、技术等要素扩散流动带来的显著溢出作用，将会带动相互之间的农地多功能利用与乡村发展耦合协调度升高，呈现局部高值空间集聚状态；② 高低集聚区(H-L)。位于该区的省份从 2009 年的北京、湖北等 3 个省(市)增长至 2014 年的 8 个省(市)后缩小到 2018 年的 4 个省(市)，呈下降趋势，空间分布由东部沿海到分散在东中部再到集中于东部沿海，较为波动。该类型区的农地多功能利用与乡村发展耦合协调性较高，协调发展优于周边省份，表现出极化效应，在一定程度上抑制了该类型区农地多功能利用与乡村协同发展；③ 低低集聚区(L-L)。研究区的农用地多功能利用与乡村发展耦合协调集聚区以低低类型区为主，但该类型的省份数量由 2009 年的 17 个减少到 2018 年的 14 个，减幅 17.65%，主要分布在西部和东北。从等级上看，低低集聚区的耦合协调水平增幅较大。因自然条件和发展历史等因素的限制，西部乡村教育水平落后，农业社会化服务程度较低，基础设施不完善，致使乡村人才队伍参差不齐，社会经济发展程度普遍不高，难以适应农业与农村现代化的要求，但“西部大开发”战略及“一带一路”倡议的进一步落实驱动了西部快速发展，再者，精准扶贫以来，乡村贫困人口脱贫致富成效显著，乡村经济发展和农用地多功能利用水平增长较快；④ 低高集聚区(L-H)。2009 年处于该区域的主要有安徽、河南等 5 个省份，到 2018 年增加了 2 个省份，低高集聚区省份数量在 2009, 2014, 2018 年的比例分别是 16.67%, 16.67%, 23.33%，个数与比重均逐步上升，说明高值区域溢出效应影响不明显。空间分布上，该类型区基本分布在中西部，分布范围相对稳定，但连片范围有逐渐扩大的趋势，集聚性有所显著，该类型区是农用地多功能利用与乡村发展耦合协调度高值区与低值区的“中间”区，农用地多功能利用与乡村发展的耦合协调性较差，周边耦合协调性高的省份难以辐射到该区域，再者耦合协调性高的省份会吸纳该区域的资金、人才等资源，造成两极分化严重。

4 讨论与结论

4.1 结论

(1) 中国各省份农用地多功能利用指数与乡村发展水平整体呈波动上升态势，且省际间有均衡发展的趋势，但部分省份在推动二者发展中存在着差距，农用地多功能利用—乡村发展系统综合水平总体变化与经济发展分布地区较为相似，“东部>中部>东北>西部”的空间分布特征仍未改变。具体来看，各

省份乡村发展成效较农用地多功能利用效益差距更为明显,以北京、江苏、浙江为代表的东部省(市)和以新疆、甘肃、广西为代表的西部省(区)分别存在着产业结构转型和乡村内部发展动力不足问题;同时,

73.33%的省(区)实现了农用地多功能利用—乡村发展系统综合水平稳定增长,但北京、浙江、广东等部分省(市)仍存在农用地利用水平停滞或乡村发展“阵痛”问题,增长变化波动。

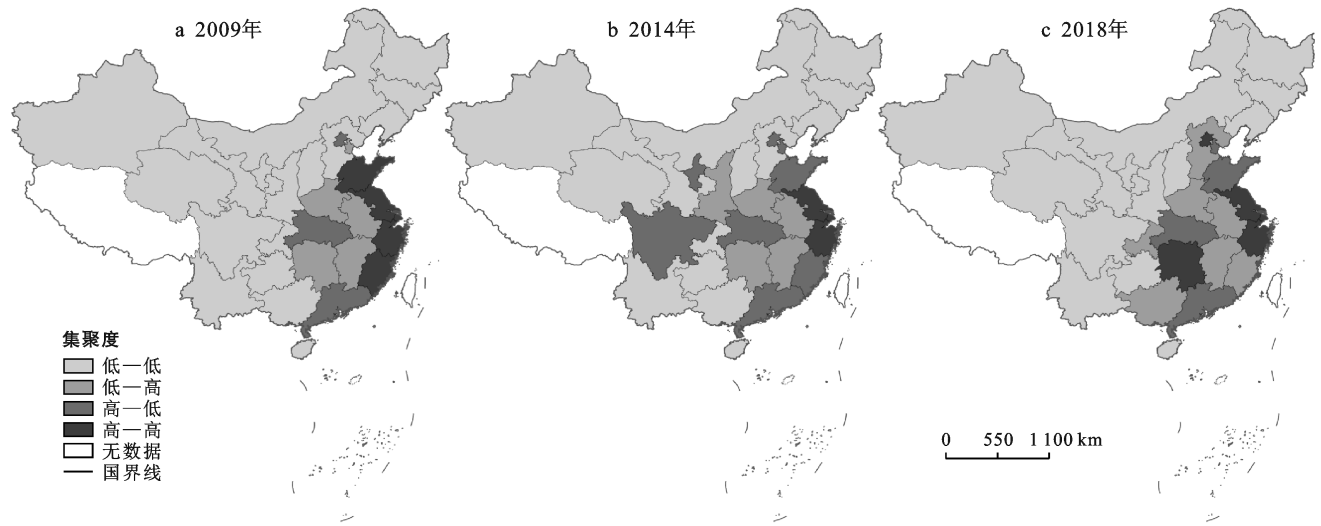


图6 2009—2018年中国农用地多功能利用—乡村发展系统耦合协调度LISA集聚特征

(2) 中国农用地多功能利用与乡村发展协调水平已由濒临失调为主优化为初级协调类型为主,中级协调型省份数量不断提高,两者耦合程度持续走升。各省份耦合协调类型在空间格局上呈“东高西低、中部以湖北为高值”分布特征,地区间差异明显,东部协调水平较高,西部协调水平较低,中部、东北协调发展相对平稳,同时,西部省份初级协调类型呈由分散布局演变为集中排列的地理特征,且随着历年变化优化趋势显著。

(3) 中国各省份农用地多功能利用与乡村发展耦合协调性 Moral's I 在研究期内始终保持正值,空间集聚程度较高,相邻省份差距逐步缩小。不同集聚区在时空变化中都显现出不同程度的扩增和缩小,其中,东部上海、江苏、浙江为“H-H”主区域;中部江西、安徽、河南是区域极化的“主战场”;大部分省份属于“L-L”型且多分布于西部与东北。

4.2 讨论

(1) 东部作为中国社会经济文化发展的龙头,应以产业转型与乡村振兴为契机,继续发挥其经济、社会文化、地理区位优势:①向其他区域提高资本、技术等要素扩散流动溢出作用,促进区域协调发展;②以壮士断腕的决心,加快产业升级更新,着力提高村庄环境保护与治理能力,推进农用地多功能利用发展,实现农用地多功能利用与乡村发展更高质量的耦合协调发展。

(2) 中部、东北等乡村发展相对稳定的区域,应

在不牺牲乡村生态环境与粮食供给能力的前提下,处理好粮食供给与经济发展之间的关系,充分应用好中部崛起战略、东北振兴战略等政策,发挥地理优势,提高科技创新能力,寻求农用地功能多样发展新路子,发展特色产业,延伸农产品供给产业链,进一步推动农用地多功能利用与乡村发展良性互动。

(3) 西部要以生态与资源为优势,把握乡村振兴与新一轮西部大开发机遇,承接东部沿海发达地区产业转移,因地制宜,挖掘乡村内部发展动力,推进村庄生态治理修复,发挥“山清水秀生态美”品牌效应,推动旅游、农业等产业全面发展,提高乡村治理水平,优化村庄风貌,实现区域农用地多功能利用与乡村发展均衡向前。

[参考文献]

- [1] 王琪,王永生,杜国明,等.基于人地关系的干旱区耕地流转空间分异特征与驱动机制的地理探测[J].农业资源与环境学报,2021,38(2):241-248.
- [2] 张路路,郑新奇,孟超,等.湖南省土地多功能耦合协调度时空分异[J].中国土地科学,2019,33(3):85-94.
- [3] 陈昕昕.农村内生发展动力与城乡融合发展[J].农业经济,2018(12):35-37.
- [4] 单玉红,王琳娜.农户分化对农地功能供给多样化的影响路径[J].资源科学,2020,42(7):1405-1415.
- [5] 李平星,陈雯,孙伟.经济发达地区乡村地域多功能空间分异及影响因素:以江苏省为例[J].地理学报,2014,69(6):797-807.

- [6] 杨忍,罗秀丽,陈燕纯.中国县域乡村地域多功能格局及影响因素识别[J].地理科学进展,2019,38(9):1316-1328.
- [7] 霍达.加快实现我国农村经济的高质量发展[J].人民论坛·学术前沿,2020(13):108-111.
- [8] 张正峰,张阿曼.中国县域乡村发展类型及时空变化[J].资源科学,2020,42(2):207-216.
- [9] 武晓雯.乡村振兴战略视角下新疆地方农业多功能性研究[J].北方园艺,2020(11):153-161.
- [10] 魏后凯,苑鹏,芦千文.中国农业农村发展研究的历史演变与理论创新[J].改革,2020(10):5-18.
- [11] 赵映慧,赵旭朦,宁静,等.基于市域尺度的东北地区农地集约利用研究[J].中国农业资源与区划,2020,41(3):169-177.
- [12] 蒲实,袁威.中国改革开放 39 年农业用地制度研究[J].中国土地科学,2017,31(7):91-96.
- [13] 黎毅,王燕,罗剑朝.农地流转、生计策略与农户收入:基于西部 6 省市调研分析[J].农村经济,2020(9):51-58.
- [14] 窦韦强,安毅,秦莉,等.农用地土壤重金属生态安全阈值确定方法的研究进展[J].生态毒理学报,2019,14(4):54-64.
- [15] 龙花楼,屠爽爽.论乡村重构[J].地理学报,2017,72(4):563-576.
- [16] 龙花楼,戈大专,王介勇.土地利用转型与乡村转型发展耦合研究进展及展望[J].地理学报,2019,74(12):2547-2559.
- [17] 毛锦凰,王林涛.乡村振兴评价指标体系的构建:基于省域层面的实证[J].统计与决策,2020,36(19):181-184.
- [18] 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,2018,34(8):99-105.
- [19] 巴哥尔拉,刘国勇,王钿.乡村振兴战略背景下新疆农业农村现代化发展水平测度[J].北方园艺,2020(17):145-152.
- [20] 李鑫,马晓冬, Khuong Manh-ha, 等.城乡融合导向下乡村发展动力机制[J].自然资源学报,2020,35(8):1926-1939.
- [21] 何杰,金晓斌,梁鑫源,等.城乡融合背景下淮海经济区乡村发展潜力:以苏北地区为例[J].自然资源学报,2020,35(8):1940-1957.
- [22] 李志龙.乡村振兴—乡村旅游系统耦合机制与协调发展研究:以湖南凤凰县为例[J].地理研究,2019,38(3):643-654.
- [23] 徐维祥,李露,周建平,等.乡村振兴与新型城镇化耦合协调的动态演进及其驱动机制[J].自然资源学报,2020,35(9):2044-2062.
- [24] 肖丽群,邓群钊,林永钦,等.基于熵权 TOPSIS 模型的江西省土地利用多功能及其障碍因素动态分析[J].水土保持通报,2020,40(1):176-183.
- [25] 唐跃文,曹巍,陈国生,等.省域农业现代化指数与乡村文化指数耦合协调发展分析[J].经济地理,2020,40(7):158.

(上接第 243 页)

[参 考 文 献]

- [1] 曹文洪,张晓明.新时期黄河流域水土保持与生态保护的战略思考[J].中国水土保持,2020(9):39-42.
- [2] 胡春宏,张晓明.黄土高原水土流失治理与黄河水沙变化[J].水利水电技术,2020,51(1):1-11.
- [3] 殷宝库,曹夏雨,张建国,等.1999—2018 年黄河源区水土流失动态变化[J].水土保持通报,2020,40(3):216-220,325.
- [4] 高云飞,张栋,赵帮元,等.1990—2019 年黄河流域水土流失动态变化分析[J].中国水土保持,2020(10):64-67.
- [5] 高健翎,殷宝库,张建国,等.黄河中游多沙粗沙区水土流失动态变化分析[J].人民黄河,2016,38(10):111-114.
- [6] 胡春宏,张治昊.论黄河河道平衡输沙量临界阈值与黄土高原水土流失治理度[J].水利学报,2020,51(9):1015-1025.
- [7] 王晓峰,肖飞艳,尹礼唱,等.黄河中游不同流域尺度土壤侵蚀评价[J].安徽农业大学学报,2017,44(6):1070-1077.
- [8] 曹巍,刘璐璐,吴丹.三江源区土壤侵蚀变化及驱动因素分析[J].草业学报,2018,27(6):10-22.
- [9] 中华人民共和国水利部. SL190-2007 土壤侵蚀分类分级标准[S].北京:中国水利水电出版社,2008.
- [10] 水利部,中国科学院,中国工程院.中国水土流失防治与生态安全(西北黄土高原区卷)[M].北京:科学出版社,2010.
- [11] 姚文艺,刘国彬.新时期黄河流域水土保持战略目标的转变与发展对策[J].水土保持通报,2020,40(5):333-340.
- [12] 杜轶,郭青霞,郭汉清,等.汾河上游不同土地利用方式对坡地水土流失的影响[J].水土保持学报,2019,33(4):44-51.