

地理科学进展
Progress in Geography
ISSN 1007-6301, CN 11-3858/P

《地理科学进展》网络首发论文

题目: 中国县域乡村地域多功能格局及影响因素识别
作者: 杨忍, 罗秀丽, 陈燕纯
收稿日期: 2019-03-21
网络首发日期: 2019-09-24
引用格式: 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/OL]. 地理科学进展.
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3858.P.20190923.1023.032.html>



网络首发: 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式 (包括网络呈现版式) 排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认: 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊 (光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊 (网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊 (网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物 (ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

中国县域乡村地域多功能格局及影响因素识别

杨 忍,罗秀丽,陈燕纯

(中山大学地理科学与规划学院/广东省城市化与地理环境空间模拟重点实验室,广州 510275)

摘 要:论文以中国大陆县域为研究单元,构建乡村地域多功能评价指标体系,利用熵权法、半变异函数和地理探测器等模型,对2000—2015年中国乡村多功能指数进行综合测评,揭示中国县域乡村地域多功能的空间分异特征,定量识别乡村地域多功能空间分异的影响因素。研究结果表明:①中国乡村地域多功能在空间上呈现出平原、东部沿海等地区高值集聚,高原、山地等地区低值集聚,各县域乡村地域多功能整体呈现出逐渐提升态势;②经济发展功能和社会保障功能对乡村地域多功能的贡献率逐渐增大,农业生产功能和生态保育功能对乡村地域多功能的贡献率逐渐减小;③2000—2015年,中国大陆范围内县域乡村地域多功能空间自相关范围和强度总体呈现减小的趋势,随机性因子成为乡村地域多功能空间分异的主要驱动力;④县域经济整体发展水平和财政收入是影响乡村地域多功能空间分异的主导因素;各影响因素之间的两两交互作用会增强乡村地域多功能的空间分异;社会环境因素对乡村地域多功能空间分异的影响程度逐渐上升,自然环境因素的影响程度逐渐下降。

关键词:地域多功能;乡村发展;半变异函数;地理探测器;中国

乡村是城市以外的一切地域(张小林, 1998),它是人类相对原生态的地域空间系统,拥有城市系统无法替代的多重价值和功能(林若琪等, 2012),包括生态景观价值、农业经济价值、社会情感价值、文化美学价值和乡土技术价值(杨忍等, 2018)。乡村地理学长期关注乡村人地关系地域系统的要素、结构和功能的演化和动力机制研究。乡村地域系统始终处于动态演变过程中(龙花楼等, 2009),其要素组合和结构状况决定了乡村的功能属性和功能强度,并制约着乡村地域多功能演化的方向与趋势(屠爽爽等, 2015)。在传统的生产主义视角下,乡村地域被视为为社会提供粮食和自然资源的单一功能空间。随着工业化、城镇化、信息化和全球化的快速推进,城乡地域系统之间相互作用的频度和强度逐渐增大,城市人口和经济等要素的集聚带动了乡村商业、服务业、旅游业等多产业的全面发展,乡村地域空间多功能的内涵逐渐丰富。乡村地域的人地

分离、土地资源利用的集约水平下降、农村空心化问题日益凸显(杨忍等, 2012),乡村可持续发展亟待全面关注。同时,新时期乡村地域面临着各种资源利用与配置、环境保护与生态修复、经济发展与社会治理等问题,使人们重新审视乡村发展的科学路径和可持续发展模式。自2004年以来,国家层面先后实施了新农村建设、新型城镇化、美丽乡村建设、乡村振兴等一系列重大乡村发展战略,提升了对乡村经济、生态、文化等多功能的重视程度,普遍意识到乡村功能的多样性及其价值(林若琪等, 2012; 屠爽爽等, 2015; 龙花楼等, 2017)。目前,乡村地域多功能分类、形成机制、演化模式等内容成为中国乡村地理学研究的核心内容之一(李智, 张小林, 2017)。

乡村地域多功能是指一定发展阶段的特定乡村地域系统在更大的地域空间内,通过发挥自身属性及与其他系统共同作用所产生的对自然界或人

收稿日期:2019-03-21;修订日期:2019-06-08。

基金项目:国家自然科学基金项目(41871177, 41801088, 41401190);广州市科技计划项目(201707010097)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41871177, 41801088 and 41401190; Science and Technology Program of Guangzhou, China, No. 201707010097.]

第一作者简介:杨忍(1984—),男,贵州毕节人,博士,副教授,博士生导师,主要研究方向为乡村地理学、城乡发展与土地利用研究。E-mail: yangren0514@163.com

引用格式:杨忍,罗秀丽,陈燕纯. 2019. 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, 38(9): 1316-1328. [Yang R, Luo X L, Chen Y C. 2019. Spatial pattern and influencing factors of rural multifunctionality at county level in China. Progress in Geography, 38(9): 1316-1328.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2019.09.005

类发展有益作用的综合特性,既包括对乡村自身需求的保障功能,也包括对城镇系统的支撑作用和其他乡村系统的协作功能,并且具有明显的空间异质性和时间变异性(刘彦随等, 2011; 刘玉等, 2013)。国内外学者基于不同尺度不同视角对乡村地域多功能开展了大量研究,国外注重对乡村多功能理论进行系统性分析,部分学者在农业多功能和后生产主义转型的理论基础上提出了乡村地域多功能的内涵(Pottera et al, 2002; Holmes, 2006; Wilson, 2008),并通过典型案例区研究乡村多功能转化的动力机制、演化过程、演化模式和功能之间的相互作用(Pinto-Correia et al, 2009; Holmes, 2010; Holmes, 2012; Holmes et al, 2016)。随着乡村发展与全球化经济关系日益密切,以 Woods 为代表的国外学者提出了“全球化乡村”的概念,关注乡村粮食生产的全球化影响等(Woods, 2007, 2018)。国内研究则起步较晚,但近年来随着乡村社会经济的变革,乡村地域多功能的研究逐渐增多(刘玉等, 2013; 李平等, 2015; 洪惠坤等, 2016; 唐林楠, 刘玉, 唐秀美, 2016; 李智, 范琳芸等, 2017; 谭雪兰等, 2017; 安悦等, 2018)。从研究尺度来看,目前研究成果大多基于县域尺度对典型区或省市地域单元进行功能分析(谭雪兰等, 2017; 安悦等, 2018),在村域和乡镇微观尺度上的研究相对较少;从研究方法来看,常用综合指标评价法对乡村地域多功能进行量化测度,部分学者辅以灰色关联法、神经网络模型、局部空间自相关、基尼系数、SOFM 程序等方法深入揭示乡村地域多功能特征(刘玉等, 2013; 李平等, 2015);从研究内容来看,从理论和实践层面对乡村功能的功能评价、主导类型划分、时间演变和空间分异特征进行了大量的探讨。纵观国内外研究,针对乡村地域多功能的研究取得了丰富的成果,但国内研究大多集中于探讨乡村地域多功能的时空分布格局,对其内在形成机理以及动态演化过程分析不足,且研究范围较小,多集中于一些典型区域或省级区域单元以下尺度。随着中国乡村社会进入转型发展新阶段,乡村地域多功能多元化不断增强(李智, 张小林, 2017; 安悦等, 2018)。但对乡村地域多功能的定位不准、价值低估和决策缺位等在一定程度上造成了“产量大县、财政穷县、民生亏县”等乡村问题(刘玉等, 2011)。在国家实施乡村振兴战略背景下,亟待进一步从全国宏观层面综合测评乡村地域多功能,揭示其地域分异规律和类型特

征,深化影响机制剖析,以对接于全国分类的乡村振兴战略。基于此,本文尝试以中国大陆为研究对象,以县域为研究基本单元,构建乡村地域多功能评价指标体系,对中国县域单元的乡村地域多功能指数及其子功能指数进行综合测评,并结合地统计分析中的半变异函数,探索 2000—2015 年乡村地域多功能在时间和空间尺度上的分异特征;借助地理探测器的研究方法,定量识别中国乡村地域多功能空间分异的影响主控因子及影响因子之间交互作用,以期为中国乡村振兴的区域发展定位、地域类型划分、机制创新和政策制定提供理论参考。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 指标体系构建

乡村的自然、经济、社会、生态等子系统构成的内外缘系统通过相互关联和作用,共同推动着乡村地域系统的演化和发展(龙花楼等, 2017)。有学者将乡村地域多功能划分为社会、经济、生态 3 大功能,并可细分为粮食生产、经济发展、社会承载、生态保育、资源供给等二级功能(刘玉等, 2011, 2013)。参考相关学者的研究,本研究将乡村地域多功能划分为经济发展、农业生产、生态保育、社会保障 4 个子功能,基于科学性、全面性、可持续性和可操作性的指标体系构建原则,选取与乡村地域空间最密切的 15 项指标对乡村地域多功能进行综合测度(表 1),用乡村地域多功能指数的大小表征乡村地域多功能的强弱。

(1) 经济发展功能选取地区生产总值、地均生产总值、财政贡献量、地均财政贡献量、产业结构 5 个指标(刘玉等, 2013; 谭雪兰等, 2017; 安悦等, 2018),其中地区生产总值是对区域综合经济实力的度量,一个区域雄厚的经济基础能够有效支撑区域内乡村经济的发展(唐林楠, 潘瑜春等, 2016)。区域财政能力能够支持乡村基础设施建设、引入外来资本、开发乡村资源,对乡村经济发展起到促进作用。产业结构以第二、三产业增加值占地区生产总值比例来反映区域非农产业结构的情况,比值越大反映该区域非农经济活力越强,以上指标均为正向指标。

(2) 农业生产功能主要指乡村地区生产粮食、肉类和非粮作物的能力。选取人均粮食占有量、人均肉类占有量、人均非粮农作物(油料和棉花)占有

表1 乡村地域多功能评价指标体系及权重

Tab.1 Evaluation index system and weights of rural multifunctionality

目标层	准则层	指标层	指标权重	指标效应	计算方法
乡村地域 多功能	经济发展功能 (0.5565)	地区生产总值	0.0932	+	来自年度统计年鉴
		地均生产总值	0.1395	+	地区生产总值/区域土地总面积
		财政贡献量	0.1336	+	地方财政收入
		地均财政贡献量	0.1869	+	地方财政收入/区域土地总面积
		产业结构	0.0033	+	第二、三产业产值/地区生产总值
	农业生产功能 (0.2707)	第一产业增加值	0.0500	+	来自年度统计年鉴
		人均第一产业增加值	0.0309	+	第一产业增加值/区域户籍总人口
		人均粮食占有量	0.0403	+	粮食总产量/区域户籍总人口
		人均肉类占有量	0.0356	+	肉类总产量/区域户籍总人口
		人均非粮农作物占有量	0.1139	+	(油料+棉花)/区域户籍总人口
	生态保育功能 (0.0172)	生态脆弱性	0.0076	-	地形坡度
		植被覆盖度	0.0096	+	NDVI 指数
	社会保障功能 (0.1556)	医疗卫生条件	0.0212	+	医院床位数/区域户籍总人口
		社会福利水平	0.0755	+	社会福利院床位数/区域户籍总人口
		人均储蓄存款	0.0589	+	城乡居民储蓄存款余额/区域户籍人口

量3个指标代表农村生产物质的能力(刘玉等, 2013; 李平星等, 2015)。另外,选取第一产业增加值和人均第一产业增加值表征农业经济发展状况(李智, 范琳芸等, 2017),以上指标均为正向指标。

(3)生态保育功能是指特定地域为人类提供生态产品、调节生态环境的能力。研究选取生态脆弱性、植被覆盖度2个指标(唐林楠, 刘玉, 潘瑜春等, 2016)。生态脆弱性以地形坡度表征,因地形坡度反映了地表面单元的陡缓程度,地形坡度越大,土壤侵蚀力度越大,水土流失越严重,越易发生山地灾害等生态问题,生态保育功能越弱,是负向指标。植被覆盖度以NDVI指数表征,NDVI指数反映区域原生状态的保持程度和植被生长状况,NDVI指数越大,表示区域植被越丰富,生态调节功能越好,属于正向指标。

(4)乡村地域空间不仅提供农产品,而且还对农民起着重要的社会保障作用,对于维持农村生活和农村社会稳定具有重要的作用(李平星等, 2015)。研究选取医疗卫生条件、社会福利水平、人均储蓄存款3个指标(刘玉等, 2011; 洪惠坤等, 2016)。医疗卫生条件以人均医院床位数表征,社会福利水平以人均社会福利院床位数表征,这2个指标越大,社会保障水平越高,乡村人居环境越好,属于正向指标。人均储蓄存款以人均城乡居民储蓄存款余额表征,该指标越高,反映居民的衣食住行条件越好,生活质量越高,属于正向指标。

1.2 熵权法

为了克服多指标变量间信息的重叠和人为确定权重的主观性,文中以客观的熵权法确定指标权重,具体参考倪九派等(2009)的研究。为了使得指标数据年际之间具有可比性,首先,以2000年为基期,采用历年GDP平减指数,对文中涉及的经济类指标进行处理,以便消除价格的影响;其次,将3个年份15个评价指标的所有数据作为一个整体进行权重运算,所得结果如表1所示;最后,运用加权平均法计算研究单元的乡村地域多功能指数。

1.3 半变异函数

乡村地域多功能指数随着县域位置的不同,其值也不同,呈现出一定的空间分布,属于区域化变量,具有随机性和结构性2个特征,半变异函数是地统计分析特有的函数,可描述区域化变量随机性和结构性,是空间统计学中用于空间相关分析的基本手段(栾福明等, 2013)。半变异函数定义为:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, N(h))$$

式中: $\gamma(h)$ 表示半变异函数; h 表示样点间隔距离,即步长; $N(h)$ 表示间隔 h 的样点对总数; $Z(x_i)$ 和 $Z(x_i + h)$ 表示区域化变量在点 x_i 和点 $x_i + h$ 的值,半变异函数曲线如图1。

该半变异函数有5个重要的参数可用于乡村地域多功能的空间变异分析(王政权, 1999): 块金值

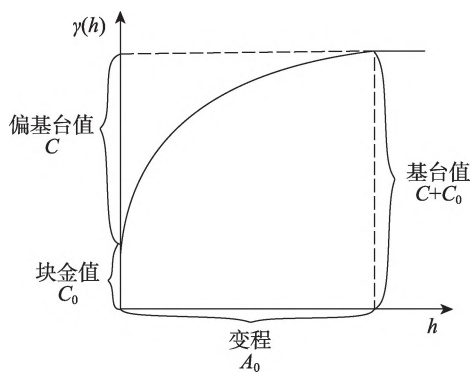


图1 半变异函数图

Fig.1 Semi-variance function model

(C_0)可理解为间距小于抽样距离的小尺度空间变异,其值大小反映乡村地域多功能随机性大小;基台值($C+C_0$)是随着间隔距离的增大而到达的一个稳定常数,可理解为乡村地域多功能系统内最大的变异程度,包括结构性变异和随机性变异;偏基台值(C)也称为结构性方差,即基台值减去块金值,可以反映乡村地域多功能由空间结构特征引起的变异程度;变程(A_0)表示乡村地域多功能自相关的空间范围,在这个范围之内,乡村地域多功能具有空间自相关性,在这个范围之外,乡村地域多功能空间自相关消失。块金系数[$C_0/(C+C_0)$]值的大小可以表示乡村地域多功能系统的空间相关性程度,它是由结构性因素和随机性因素共同决定的,该值分别小于25%、介于25%~75%和大于75%依次表示空间自相关性强烈、中等和很弱。

1.4 地理探测器

地理探测器是探测空间分异性,以及揭示其背后驱动力的一种统计学方法,最初由中国科学院地理科学与资源研究所王劲峰研究员提出,起初用于探寻地理空间分区因素对疾病风险的影响机理(Wang et al, 2010)。地理探测器模型在应用时较传统统计方法相比没有过多的假设条件,可以克服统计方法处理变量的局限性,因此被广泛应用于社会环境因素和自然环境因素的影响机理研究(刘彦随等, 2012; 杨忍等, 2016)。本文主要将地理探测器的因子探测和交互探测用于研究乡村地域多功能的影响因素识别。

地理探测器的因子探测可以识别影响因子,是研究复杂地理因素驱动作用机理的有效工具。因子探测的核心思想是比较某一环境因素和地理事物的变化在空间上是否具有显著的一致性,若环境因素和地理事物的变化具有一致性,则说明这种环

境因素对地理事物的发生和发展具有决定意义(王劲峰等, 2017)。因子探测的公式如下:

$$q_{DU} = 1 - \frac{1}{n\sigma_U^2} \sum_{i=1}^m n_{D,i} \sigma_{U_{D,i}}^2 \tag{2}$$

式中: q_{DU} 为影响因素对乡村地域多功能的影响力探测指标; n 为研究县域单元个数; $n_{D,i}$ 为次一级区域样本数; m 为次级区域个数; σ_U^2 为全国县域乡村地域多功能的方差; $\sigma_{U_{D,i}}^2$ 为次一级区域乡村地域多功能方差。假设 $\sigma_{U_{D,i}}^2 \neq 0$ 模型成立, q_{DU} 的取值区间为[0,1]。 $q_{DU}=0$ 时,表明乡村地域多功能空间分异不受影响因素的驱动; q_{DU} 值越大表明影响因素对乡村地域多功能的空间分异影响越大。

地理探测器的交互探测是通过分别计算和比较 X_1 和 X_2 单因子 q 值及两因子叠加后的 q 值,判断 X_1 和 X_2 是否存在交互作用,以及交互作用的强弱、方向、线性或非线性等。两因子叠加既包括相乘关系,也包括其他关系,只要有关系,地理探测器就能检验出来,因子交互作用的评估依据如表2所示。

1.5 数据来源

经济发展功能、农业生产功能、社会保障功能和生态保育功能指标数据主要来源于《中国县域统计年鉴》,以各省(直辖市)统计年鉴、市级统计年鉴和县域统计年鉴公报进行补充。地形坡度和NDVI指数来源于中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn>),地形坡度数据选取“SRTMSLOPE 90 m分辨率坡度数据产品”,共获得中国区域61幅坡度数据产品,缺少的黑龙江东北部区域由 srtm-62-02 SRTMDEM 90 m分辨率原始高程数据提取坡度得到,通过 ArcGIS 10.2 图像拼接和分区统计,得到各个县域的平均坡度;年均NDVI指数选取“中国500 m NDVI月合成产品”计算而得。中国高程数据、气温、降水、土壤质地等自然环境指标来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>),经 ArcGIS 10.2 分区统计,得到各个县域的平均高程、年均降水、年均

表2 双因子交互作用的关系

Tab.2 Relationship between two factors interaction	
判据	交互作用结果
$q(X_1 \cap X_2) < \min(q(X_1), q(X_2))$	非线性减弱
$\min(q(X_1), q(X_2)) < q(X_1 \cap X_2) < \max(q(X_1), q(X_2))$	单因子非线性减弱
$q(X_1 \cap X_2) > \max(q(X_1), q(X_2))$	双因子增强
$q(X_1 \cap X_2) = q(X_1) + q(X_2)$	独立
$q(X_1 \cap X_2) > q(X_1) + q(X_2)$	非线性增强

气温;利用中国土壤质地空间分布数据计算各县砂土、粉砂土、黏土的百分比,依据中国土壤质地分类(1985年)的标准(吴克宁等, 2019),将本研究的中国土壤质地数据分为极重砂土、重砂土、中砂土、轻砂土、砂粉土、砂壤土、轻黏土、中黏土和重黏土。

基于数据的可获得性和研究需要,将所获得的数据和县域单元进行相应处理(不包括港澳台):①考虑到中国各市辖区城镇化水平较高,乡村功能弱化,不将市辖区纳入研究范畴,将其作为空白数据单元处理;②对行政区划调整和名称变更的县域单元,统一以2010年中国县域行政单元为基准进行修正;③对于数据缺失的单元以空白数据单元处理。经过以上处理,最终,2000年共2045个县域研究单元,2008年和2015年各2042个县域研究单元。

2 结果与分析

2.1 中国县域乡村地域多功能时空分布特征

将乡村地域多功能指数划分为0~0.03、0.03~0.06、0.06~0.09、0.09~0.12及>0.12等5个等级,从低到高依次命名为低值区、较低值区、中值区、较高值区、高值区(图2)。2000年,中国乡村地域多功能较弱,各个县域之间差距不大,空间分布上呈现较为均衡的特征。乡村地域多功能指数均值仅为0.0302,多功能指数处于低值区和较低值区的县域单元占比达到98.00%,成片状集中分布在中国的大部分地域(图3a)。其中,1142个(55.84%)县域单元处于低值区,主要分布在中国地形的第一、二级阶梯范围内;862个(42.15%)县域单元处于较低值区,主要分布在新疆、内蒙古、东北平原、华北平原、两湖地区、成都平原等;中值区以点状集聚在长江三

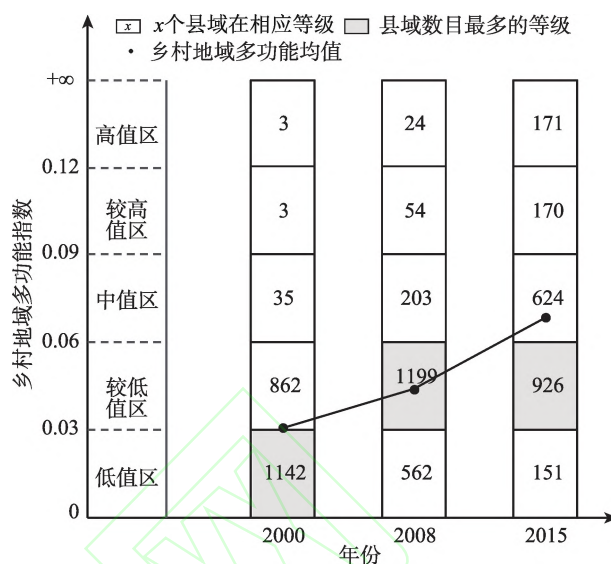
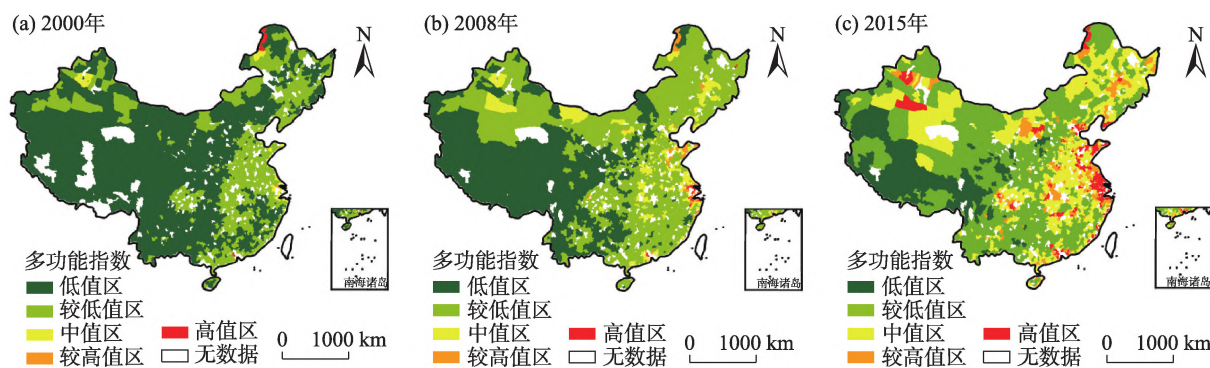


图2 2000—2015年乡村地域多功能指数等级分布与均值变化

Fig.2 Ranked distribution and mean change of rural multifunctionality, 2000-2015

角洲和山东半岛地区等小范围区域;高值区和较高值区占比0.30%,仅分布在个别县域(图3a)。

2008年,中国乡村地域多功能较2000年有所增强,但仍处于较弱水平。县域差距逐渐增大,中部和东部乡村多功能空间分异特征渐趋明显。2008年,中国乡村地域多功能指数均值为0.0434,低值区县域数量大幅减少,共计562个(27.52%)县域,主要分布在青藏地区以及云贵高原和黄土高原的部分县域;较低值区县域数量大幅增加,共计1199个(58.72%)县域,主要分布在西北地区 and 北方地区,以及除云贵高原外的南方地区;中值区分布范围扩大,占比上升至9.94%,主要以块状分布在新疆中西北部、东北平原、华中地区及沿海省份;较高



注:本图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)1552号的标准地图制作,底图无修改。下同。

图3 2000—2015年中国乡村地域多功能指数分布

Fig.3 Index distribution of rural multifunctionality, 2000-2015

值区与高值区占比依旧较低,仅为3.82%,主要分布在山东半岛、长三角和珠三角地区(图3b)。

2015年,中国乡村地域多功能与2008年相比变化大,县域间差距明显,空间分异特征显著,东部沿海和其他平原地带的乡村地域多功能处于较高水平。乡村地域多功能指数均值为0.0681,上升至中值区。低值区县域单元数量持续下降,仅151个(7.39%)县域单元,主要分布在新疆西南部、青藏高原和横断山脉地区;较低值区县域数量虽有所下降,但占比依旧较高,共计926个(45.35%)县域,主要分布在第二级阶梯以及新疆西北部 and 东南丘陵等地;中值区县域数量明显增多,共计624个(30.56%)县域,主要分布在西北盆地地区、东北三省、中部省份和四川盆地等;高值区分布范围向外扩展,以块状集聚在环渤海、长三角和珠三角地区,部分以点状分散在新疆西北部、华中地区及成都平原等;较高值区依附高值区在其周边分布(图3c)。

2.2 中国县域乡村地域多功能动态演化过程

将2000—2015年的乡村地域多功能指数进行地图代数运算,得到2000—2008、2008—2015、2000—2015年3个时段的乡村地域多功能指数变化值(图4)。2000—2015年,乡村地域多功能指数变化值为正值的县域占比99.90%,即中国县域乡村地域多功能指数普遍增强。其中,4.33%的县域乡村地域多功能指数变化值超过0.1,主要集中于环渤海地区和长三角地区,少数零星分布在洞庭湖平原、鄱阳湖平原、成都平原以及珠三角地区等。2008—2015年,乡村多功能指数变化较大,变化值大于0.05的县域比例从2000—2008年的2.04%增加到9.20%,空间上从长三角和珠三角地区扩展到其他沿海省份及中部平原地区。总体上看,2008年之前乡村地域多功能演变较为缓慢,2008年之后变化加速,且乡村地域多功能快速变化区域不断扩大。

自2000年以来,乡村的经济发展、农业生产、社会保障、生态保育4个子功能均在增强,从不同年份各功能类型占比(即贡献率)情况看,4个子功能处于动态变化和调整中(图5)。从横向看,2000年4个子功能按贡献率排序从大到小依次为生态保育功能、农业生产功能、经济发展功能、社会保障功能,各子功能之间的贡献率差距悬殊,呈非均衡性发展;2008年4个子功能贡献率从大到小排序依次为农业生产功能、经济发展功能、生态保育功能、社会保障功能,各子功能之间的贡献率差距有所减小,趋向均衡性发展;2015年4个子功能的贡献率从大到小依次为经济发展功能、农业生产功能、社会保障功能、生态保育功能,子功能间贡献率的差距较2008年有细微扩大,但与2000年相比,子功能之间的差距逐渐减小。从纵向看,各子功能的贡献率在不同的年度中差距悬殊。2000—2015年,经济发展功能对乡村地域多功能的贡献率逐渐增大,由2000年的19.49%增长到2015年的35.80%,年均增长1.09%,逐渐上升成为主导功能;农业生产功能的贡献率逐渐减小,相对于其他子功能,农业生产功能变化幅度小,2000—2015年期间下降了6.67%,2015年农业生产功能25.41%的贡献率依然处于平均水平之上;社会保障功能的贡献率逐渐增大,年均增长0.63%;生态保育功能的贡献率逐渐下降,2000年(35.67%)占据主导位置,到2015年,生态保育功能成为贡献率最小的功能(16.61%),年均下降1.27%。总体而言,2000—2015年,乡村经济发展功能和社会保障功能不断增强,生态保育功能和农业生产功能持续弱化,经济发展功能和生态保育功能变化快速,至2015年经济发展功能成为乡村地域空间的主导功能,生态保育功能最弱。

2.3 中国县域乡村地域多功能空间分异规律

将乡村地域多功能指数赋值到各个县域中心

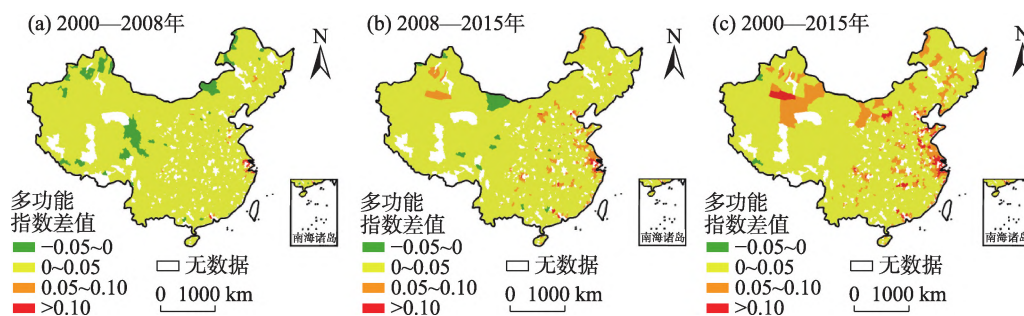


图4 2000—2015年乡村地域多功能指数变化值

Fig.4 Change of the value of rural multifunctionality, 2000—2015

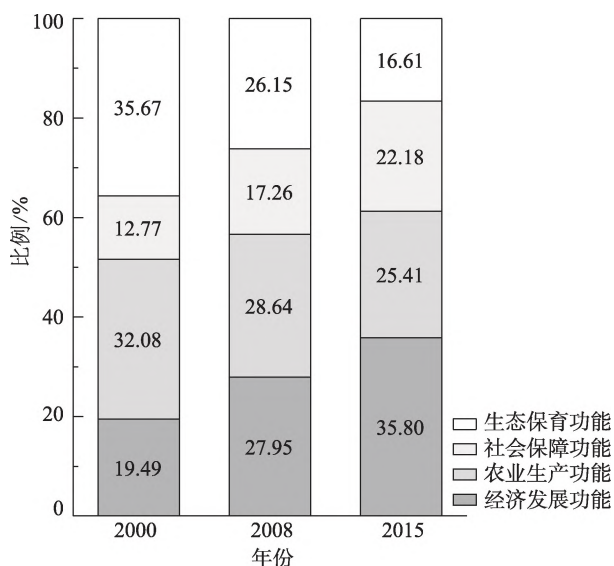


图5 2000—2015年乡村地域子功能类型比例

Fig.5 Proportion of subfunctional types in rural areas, 2000–2015

点,生成用于半变异函数分析的样本点分布图,利用GS+10.0软件进行半变异函数分析。由于变异函数的计算一般要求数据符合正态分布,否则可能存在比例效应(王政权, 1999),2000—2015年的乡村地域多功能指数皆不符合正态分布,通过log函数转化后,3个年份的数据近似于正态分布,可进行半变异函数分析。为了比较不同时间段的差异,在模拟半变异函数理论模型时,将3个年度的步长固定为162.93 km,有效滞后距离为2443.96 km(符合有效滞后距离小于最大距离的1/2标准)(靳诚等,

2009)。理论上的半变异函数是未知的,可以通过线性模型、指数模型、球状模型、高斯模型等模型来拟合,根据决定系数(R^2)越大、残差(RSS)越小、模型拟合效果越好的原则(姚丹丹等, 2015),本文认为球形模型是最适合的拟合模型,拟合结果如表3、图6所示。

半变异函数值随着变程(即滞后距离)的增加而增加,乡村地域多功能的空间自相关随距离增大而由强变弱。2000—2015年,中国乡村地域多功能指数的变程范围为2093~2395 km,呈现出先增大后减小的变化特征,但总体呈减小的趋势,即乡村地域多功能空间自相关范围总体减小。相同区域内,基台值越大,表征乡村地域多功能的空间异质性程度越高。2000—2015年,基台值逐渐增大,2015年的乡村地域多功能空间异质性程度最高。2000—2015年,块金系数先减小后增大,总体呈现增大的趋势,说明乡村地域多功能空间自相关性强度先增强后减弱,总体呈现减弱的趋势。从块金系数变化也可以看出:2000—2015年,结构性因子对乡村地域多功能的空间分异起主导作用,由其引起的空间分异占乡村地域多功能空间总分异的比例均超过60%。结构性因子可能源于地形、地貌、气候、水文、土壤、植被等地理环境要素,其对乡村聚落形态、生活方式、生产类型和产业结构等产生重要影响。在一定的区域范围内,当区位、技术和市场等影响因素相对较弱时,自然环境本底条件相似的乡村呈现出相似的发展路径和结果,且自然因素对乡

表3 2000—2015年乡村地域多功能半变异分析结果

Tab.3 Semi-variance analysis results of rural multifunctionality, 2000–2015

年份	变程/km	块金值(C_0)	基台值(C_0+C)	块金系数[$C_0/(C_0+C)$]	R^2	残差(RSS)
2000	2379	0.0558	0.2136	26.12%	0.9810	0.0007
2008	2395	0.0726	0.2822	25.73%	0.9850	0.0010
2015	2093	0.0981	0.3192	30.73%	0.9740	0.0019

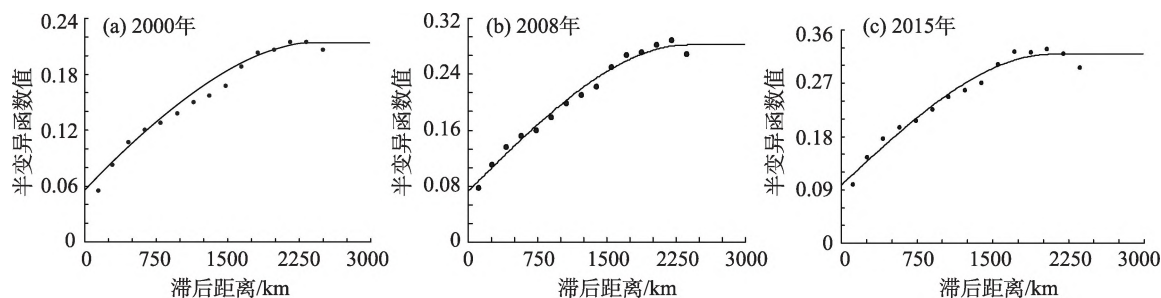


图6 2000—2015年乡村地域多功能半变异函数拟合结果

Fig.6 Fitting results of semi-variance function of rural multifunctionality, 2000–2015

村塑造的基础在短期内较难改变,因此,自然环境因素对乡村地域多功能空间分异起着基础性作用。2000—2015年,块金值逐渐增大,说明随机性因子引起的乡村地域多功能空间分异在逐渐增强,随机性因子可能源于社会环境因素,包括乡村地域由人类活动所决定的资源开发力度、生产建设强度、经济发展速度、农业技术水平、政府资金投入、国家政策优惠等。在自然环境这类结构性因子短时间内难以改变的情况下,社会环境因素对乡村地域多功能空间分异的影响逐渐显著,成为乡村地域多功能空间分异演化的主要驱动力。

2.4 乡村地域多功能影响因素定量识别与解析

地统计的分析表明中国乡村地域多功能具有明显的空间异质性特征。在固定步长下,半变异函数分析结果表明,结构性因素和随机性因素共同影响乡村地域多功能的空间分异。基于此,研究遴选了14个自然环境和社会环境因素,利用地理探测器模型定量识别乡村地域多功能空间分异的主控影响因素。其中,自然地理环境要素是乡村发展的基础,涉及地形地貌、气候、水文、植被、土壤等方面,选取年均气温(x_1)、年均降水(x_2)、年均NDVI(x_3)、土壤质地(x_4)、平均高程(x_5)和平均坡度(x_6)等6个影响因素;乡村社会环境包括区域的经济发展水平、人口环境、乡村工业发展基础等方面,选取地区生产总值(x_7)、财政预算收入(x_8)、固定资产投资额(x_9)、人

口密度(x_{10})、农业机械总动力(x_{11})、第一产业产值占GDP的比例(x_{12})、规模以上工业总产值(x_{13})和规模以上工业总数(x_{14})等8个影响因子。

地理探测器针对类型变量的算法优于连续变量。研究采用SPSS 18.0软件对每个影响因素进行K-Means聚类分析;随后利用王劲峰等(2017)开发的地理探测器对选取的因子进行因子探测和交互探测。

(1) 主要影响因素。为便于比较不同探测因子在不同年份影响程度的变化,将因子探测的 q 值进行排序(表4)。2000年,影响乡村地域多功能空间分异的较大因子($q>0.5$)是地区生产总值;2008年和2015年,对乡村地域多功能空间分异影响较大的因子($q>0.5$)是地区生产总值、财政预算收入、规模以上工业总数、规模以上工业总产值和固定资产投资额。整体上,2000—2015年地区生产总值和财政预算收入的 q 值均位于前列,说明乡村地域多功能空间分异的主导因素是地区生产总值和财政预算收入,其次是规模以上工业总数和规模以上工业总产值,即乡村工业发展基础对乡村地域多功能的空间分异起着重要作用。随着时间的演变,社会环境因素的 q 值总体逐渐增大,排序逐渐靠前,例如固定资产投资额和第一产业产值占GDP比重,说明区域的建设投资水平和农业发展水平对乡村地域多功能空间分异的影响逐渐增强;自然环境因素的 q 值总

表4 2000—2015年乡村地域多功能因子探测结果
Tab.4 Factor detection results of rural multifunctionality, 2000–2015

2000年		2008年		2015年	
因子排序	q	因子排序	q	因子排序	q
地区生产总值(x_7)	0.59**	地区生产总值(x_7)	0.72**	地区生产总值(x_7)	0.72**
财政预算收入(x_8)	0.41**	财政预算收入(x_8)	0.63**	财政预算收入(x_8)	0.70**
规模以上工业总产值(x_{13})	0.37**	规模以上工业总产值(x_{13})	0.61**	规模以上工业总产值(x_{13})	0.59**
规模以上工业总数(x_{14})	0.35**	规模以上工业总数(x_{14})	0.53**	规模以上工业总数(x_{14})	0.58**
人口密度(x_{10})	0.34**	固定资产投资额(x_9)	0.50**	固定资产投资额(x_9)	0.58**
平均高程(x_5)	0.34**	人口密度(x_{10})	0.30**	平均坡度(x_6)	0.22**
平均坡度(x_6)	0.33**	平均坡度(x_6)	0.23**	人口密度(x_{10})	0.21**
农业机械总动力(x_{11})	0.32**	平均高程(x_5)	0.23**	平均高程(x_5)	0.20**
固定资产投资额(x_9)	0.19**	农业机械总动力(x_{11})	0.14**	第一产业产值占GDP比例(x_{12})	0.15**
年均气温(x_1)	0.11**	第一产业产值占GDP比例(x_{12})	0.13**	农业机械总动力(x_{11})	0.08**
第一产业产值占GDP比例(x_{12})	0.11**	年均气温(x_1)	0.07**	年均气温(x_1)	0.07**
年均NDVI(x_3)	0.07**	年均NDVI(x_3)	0.07**	年均NDVI(x_3)	0.04**
土壤质地(x_4)	0.04**	年均降水(x_2)	0.04**	年均降水(x_2)	0.04**
年均降水(x_2)	0.02**	土壤质地(x_4)	0.02**	土壤质地(x_4)	0.03**

注:**表示 $P<0.05$ 。

体逐渐减小且排序靠后,例如2000—2015年平均高程的 q 值由0.34降低到0.20,平均坡度的 q 值由0.33降低到0.22,说明随着社会经济的发展 and 科技进步,自然环境对乡村发展和功能转型的约束性逐渐减弱。

(2) 影响因子的交互作用。以2015年为研究年份,交互探测的结果如表5所示,表中对角线数值表示单因子的 q 值,其他表示因子之间的交互。结果显示,各因子之间的交互作用均为增强关系,包括双因子增强和非线性增强,不存在独立和减弱的关系,说明任意2个因子的交互作用会增强对乡村地域多功能空间分异的解释力,即乡村地域多功能空间分异是受到多个因子共同作用的结果。6个自然环境因素及农业机械总动力与第一产业产值占GDP比例交互作用为非线性增强;年均气温、年均NDVI、土壤质地、平均坡度、固定资产投资额、人口密度、农业机械总动力、规模以上工业总产值与年均降水交互作用为非线性增强;年均NDVI、土壤质地与年均气温交互作用为非线性增强;土壤质地、平均坡度、人口密度、第一产业产值占GDP比例与年均NDVI交互作用为非线性增强;平均坡度、人口密度与土壤质地交互作用为非线性增强;固定资产投资额、人口密度与农业机械总动力交互作用为非线性增强;其他影响因子之间的交互作用均为双因子增强。其中,地区生产总值、财政预算收入与各因子交互作用的 q 值均在0.70以上;规模以上工业总数、规模以上工业总产值、固定资产投资额与各

因子交互作用的 q 值均大于0.50;财政预算收入与平均坡度交互作用最强(0.7793),地区生产总值与财政预算收入次之(0.7770)。进一步验证了地区生产总值、财政预算收入是乡村地域多功能空间分异的主导影响因子,且这两个因子与其他因子之间共同作用能较高程度地解释乡村地域多功能空间分异。

(3) 影响机制。利用地理探测器的因子探测和交互探测结果,总结归纳了影响乡村地域多功能空间分异的主导因素、重要因素和基础因素,并对乡村地域多功能空间分异的影响机理进行深入剖析,厘清各影响因素之间相互协同作用关系(图7)。

区域经济实力和地方财政收入是影响乡村地域多功能的主导因素,对乡村经济发展功能产生重要影响。区域经济发展水平是乡村发展基质性的外部环境,在乡村发展的内生动力和有利外部性共同作用下,促进乡村经济的综合发展;地方财政收入和经济发展水平越高的区域,市场环境和技术基础具有一定优势,促成城乡地域生产要素聚集,产生积极集聚规模效应和资源配置财富效应。区域经济的综合发展对乡村综合发展具有一定辐射和带动作用,同时城乡劳动力的不均衡流动,在农业生产资源禀赋较好的地区,倒逼推进农业现代化进程。充裕的财政收入是转移支付支持乡村基础设施的重要基础,伴随着农民的工资性收入增加和生

表5 2015年乡村地域多功能因子交互探测结果

Tab.5 Factor interactive detection results of rural multifunctionality, 2015

因子	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}
x_1	0.0376													
x_2	0.1167	0.0733												
x_3	0.1931	0.1934	0.0397											
x_4	0.0969	0.1061	0.1247	0.0297										
x_5	0.2253	0.2314	0.2348	0.2236	0.1967									
x_6	0.3416	0.2867	0.2809	0.2646	0.2782	0.2170								
x_7	0.7298	0.7338	0.7272	0.7393	0.7621	0.7643	0.7179							
x_8	0.7196	0.7169	0.7208	0.7143	0.7681	0.7793	0.7770	0.6977						
x_9	0.6227	0.6108	0.5941	0.5907	0.6242	0.6471	0.7503	0.7548	0.5756					
x_{10}	0.3903	0.2546	0.2765	0.2499	0.3089	0.3120	0.7427	0.7459	0.6628	0.2142				
x_{11}	0.1333	0.1562	0.1097	0.1124	0.2107	0.2391	0.7526	0.7542	0.6613	0.3324	0.0820			
x_{12}	0.2495	0.2694	0.2122	0.2197	0.3579	0.3675	0.7269	0.7063	0.5980	0.3584	0.2380	0.1482		
x_{13}	0.6366	0.6327	0.5997	0.6160	0.6523	0.6537	0.7350	0.7506	0.7018	0.6627	0.6642	0.6034	0.5884	
x_{14}	0.5964	0.6157	0.6293	0.6066	0.6406	0.6719	0.7567	0.7578	0.7014	0.6468	0.6157	0.6143	0.6839	0.5803

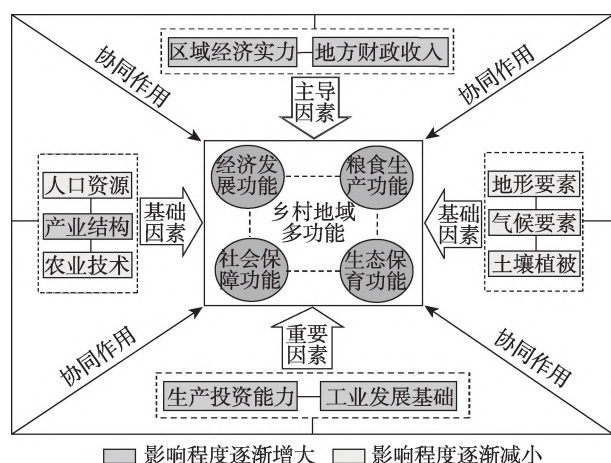


图7 中国乡村地域多功能空间分异的影响机制逻辑框图

Fig.7 Spatial differentiation influencing mechanism of rural multifunctionality in China

发展和优化升级,进而对乡村社会保障和农业生产功能有重大影响;区域经济社会发展水平高的地区,城市空间扩张和产业用地需求强烈,促使土地非农化速度和规模较大,急速改变了区域陆地表层系统的覆盖状态,蚕食了具有重要生态服务功能的用地类型,产业非农化和工业化过程的“三废”排放等给资源环境带来胁迫,从而对乡村地域的生态保育功能带来一定的制约。

生产投资能力和工业发展基础是影响乡村地域多功能的重要因素。固定资产投资增加,可以扩大乡村的生产规模,提高生产能力和效率,带动乡村经济的发展;良好的工业发展基础是乡村工业化的加速剂,给农民提供大量的就业机会,增加农民的工资性收入,乡村的社会保障功能得以提升。另一方面,区域工业化程度的持续推进,加速了农村土地资源的整合,土地非农化程度高,耕地资源减少,建设用地增多,乡村环境遭到破坏,乡村的生态保育和农业生产功能可能受到较大的制约。

人口资源、产业结构和农业技术水平是影响乡村地域多功能的基础因素。人口是乡村社会生活和生产的主体,作为生产的主体,人具有创造价值的能力,人力资源的投入能够拉动乡村地域的经济发展功能和农业生产功能的发展;作为生活的主体,人具有消费物质的能力,大量的人口集聚使得乡村生活需求大,促进乡村社会基础设施的建设和服务业的发展,推动乡村的社会保障功能完善;同时人类活动会对生态环境造成一定程度的影响。产业结构的优化,能够实现资源的优化配置,使各

个产业协调发展,促进乡村地区经济增长。农业技术水平的发展能够提升农业现代化水平,提高农业生产效率,直接增强了乡村地域的农业生产功能。

地形要素、气候要素和土壤、植被等自然环境因素作为乡村社会发展的基础,同样是影响乡村地域多功能的基础要素。自然环境基础条件影响区域的经济发展、农业生产、交通条件、工业发展、人口分布、资源环境承载力等方面,导致乡村地域多功能不尽相同。

两两交互作用的影响因子会增强对乡村地域多功能的解释力,即在乡村地域系统中,多功能的空间分异不仅受到单个因子的影响,多个因子的共同作用也导致了乡村地域多功能的空间分异。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 2000—2015年,中国乡村地域多功能发展趋势由弱到强,空间分异特征逐渐显著。中国乡村地域多功能高值聚集在以东部沿海经济发达地区和地势平坦的平原为主的地区,这些地区乡村地域多功能发展迅速;中值聚集在中部、西北盆地地区、东北地区,这些地区的乡村地域多功能发展较为迅速;低值主要分布在青藏高原及其周围地区,这些地区乡村地域多功能发展缓慢。

(2) 中国乡村地域4个子功能的内部差异逐渐减小,经济发展功能逐渐发展为最大的子功能,社会保障功能地位逐渐增强,农业生产功能地位有弱化趋势,生态保育功能逐渐发展为最小的子功能。

(3) 2000—2015年,中国乡村地域多功能的空间异质性逐渐增强,空间自相关范围总体呈现减小的趋势,空间自相关性总体呈现减弱的趋势;自然环境等结构性因子对乡村地域多功能空间分异起着基础性作用,社会环境等随机性因子成为空间分异变化的主要驱动力。

(4) 地区生产总值和财政预算收入是影响乡村地域多功能空间分异的主要因素,规模以上工业总数、规模以上工业总产值和固定资产投资额是影响乡村地域多功能空间分异的重要因素。随着时间的演变,社会环境因素对乡村地域多功能空间分异的作用强度逐渐上升,自然环境因素的作用强度逐渐下降。乡村地域多功能的空间分异是自然环境因素和社会环境因素共同作用的结果,两两因子之

间的交互作用能够增强对乡村地域多功能空间分异的解释力。

3.2 讨论

本文参考已有研究,选取2000、2008和2015年3个时间断面,在经济发展、农业生产、社会保障、生态保育4个维度上对中国乡村地域多功能进行综合测度,但由于数据资料的可获得性限制,乡村地域多功能的测度指标选取县域尺度。尽管指标选取时尽量考虑以乡村地域空间要素为主,但结果只能在宏观层面上表征乡村地域多功能,不能精确地表征村镇域尺度的多功能。另外,乡村地域多功能具有多维度性,对文化功能、旅游功能、商贸服务等方面未能涉及。因此,基于村镇尺度的典型调查和全维度指标的乡村地域多功能综合研究,未来拟首先在珠三角外围地区的典型村镇开展深入研究,以揭示经济发达外围地区乡村地域多功能演化的动力机制及传导效应。在方法层面上,研究选取地统计分析中的半变异函数,该函数具有尺度效应,不同尺度上半变异函数具有不同的结果。研究以县域为单元,只能反映县域尺度上的乡村地域多功能空间分异特征,乡村地域多功能的多尺度空间分异探测识别有待进一步探究。最后,本文研究结果试图为中国乡村振兴的科学路径提供基本判断和参考:一是,基于中国乡村地域多功能弱势区成片状分布、强势区呈“中部孤岛式、沿海条带式”分布的格局现状和乡乡间发展不平衡问题,可采用乡村集群式发展战略,加强功能强势区对周边弱势区的带动作用,实现乡乡间互补互给和联动发展,缩小区域差距;二是,针对乡村地域生态保育功能和农业生产功能持续弱化问题,乡村振兴实施方案和治理考核体系需重视乡村农业和生态建设,解决好乡村土地空废化、生产要素非农化、环境污损化等难题和危机,推动乡村可持续发展。在乡村振兴战略背景下,基于对全国层面乡村地域多功能的综合研究,可进一步梳理乡村功能地域类型和乡村地域系统的脆弱性特征,全面推进乡村地域多功能的形成机制研究,建构乡村地域多功能转型视角的乡村振兴理论框架,为中国不同地域乡村振兴的科学路径提供理论支撑。

参考文献(References)

安悦,周国华,贺艳华,等. 2018. 基于“三生”视角的乡村功能分区及调控:以长株潭地区为例[J]. 地理研究, 37(4): 695-703. [An Y, Zhou G H, He Y H, et al. 2018. Research

on the functional zoning and regulation of rural areas based on the production-life-ecological function perspective: A case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan area. *Geographical Research*, 37(4): 695-703.]

洪惠坤,廖和平,李涛,等. 2016. 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, 32(10): 240-248. [Hong H K, Liao H P, Li T, et al. 2016. Analysis of spatio-temporal patterns of rural space function based on entropy value method and Dagum Gini coefficient. *Transactions of the CSAE*, 32(10): 240-248.]

靳诚,陆玉麒. 2009. 基于县域单元的江苏省经济空间格局演化[J]. 地理学报, 64(6): 713-724. [Jin C, Lu Y Q. 2009. Evolution of spatial pattern of economy in Jiangsu Province at county level. *Acta Geographica Sinica*, 64(6): 713-724.]

李平星,陈诚,陈江龙. 2015. 乡村地域多功能时空格局演变及影响因素研究:以江苏省为例[J]. 地理科学, 35(7): 845-851. [Li P X, Chen C, Chen J L. 2015. Temporal evolution and spatial differentiation of rural territorial multifunctions and the influencing factors: The case of Jiangsu Province. *Scientia Geographica Sinica*, 35(7): 845-851.]

李智,范琳芸,张小林. 2017. 基于村域的乡村多功能类型划分及评价研究:以江苏省金坛市为例[J]. 长江流域资源与环境, 26(3): 359-367. [Li Z, Fan L Y, Zhang X L. 2017. Types division of rural multifunctions and their evaluation on village scale: A case of Jintan City, Jiangsu Province. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 26(3): 359-367.]

李智,张小林. 2017. 中国地理学对乡村发展的多元视角研究及思考[J]. 人文地理, 32(5): 1-8. [Li Z, Zhang X L. 2017. Pluralistic perspectives and thinking of Chinese rural development in geography study. *Human Geography*, 32(5): 1-8.]

林若琪,蔡运龙. 2012. 转型期乡村多功能性及景观重塑[J]. 人文地理, 27(2): 45-49. [Lin R Q, Cai Y L. 2012. Study on rural multifunction and landscape reformulation in the transitional period. *Human Geography*, 27(2): 45-49.]

刘彦随,刘玉,陈玉福. 2011. 中国地域多功能性评价及其决策机制[J]. 地理学报, 66(10): 1379-1389. [Liu Y S, Liu Y, Chen Y F. 2011. Territorial multi-functionality evaluation and decision-making mechanism at county scale in China. *Acta Geographica Sinica*, 66(10): 1379-1389.]

刘彦随,杨忍. 2012. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理[J]. 地理学报, 67(8): 1011-1020. [Liu Y S, Yang R. 2012. The spatial characteristics and formation mechanism of the county urbanization in China. *Acta Geographica Sinica*, 67(8): 1011-1020.]

刘玉,刘彦随,郭丽英. 2011. 乡村地域多功能的内涵及其政

- 策启示 [J]. 人文地理, 26(6): 103-106. [Liu Y, Liu Y S, Guo L Y. 2011. Connotations of rural regional multifunction and its policy implications in China. Human Geography, 26(6): 103-106.]
- 刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 2013. 基于SOFM的环渤海地区乡村地域功能分区 [J]. 人文地理, 28(3): 114-120. [Liu Y, Liu Y S, Guo L Y. 2013. SOFM-based functional subareas of rural area along the Bohai Rim in China. Human Geography, 28(3): 114-120.]
- 龙花楼, 刘彦随, 邹健. 2009. 中国东部沿海地区乡村发展类型及其乡村性评价 [J]. 地理学报, 64(4): 426-434. [Long H L, Liu Y S, Zou J. 2009. Assessment of rural development types and their rurality in eastern coastal China. Acta Geographica Sinica, 64(4): 426-434.]
- 龙花楼, 屠爽爽. 2017. 论乡村重构 [J]. 地理学报, 72(4): 563-576. [Long H L, Tu S S. 2017. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. Acta Geographica Sinica, 72(4): 563-576.]
- 栾福明, 张小雷, 杨兆萍, 等. 2013. 1990-2011年山东省旅游节庆的时空变异特征及机理 [J]. 地理科学进展, 32(6): 940-949. [Luan F M, Zhang X L, Yang Z P, et al. 2013. Temporal-spatial variability of tourism festivals and its mechanism in Shandong Province during 1990-2011. Progress in Geography, 32(6): 940-949.]
- 倪九派, 李萍, 魏朝富, 等. 2009. 基于AHP和熵权法赋权的区域土地开发整理潜力评价 [J]. 农业工程学报, 25(5): 202-209. [Ni J P, Li P, Wei C F, et al. 2009. Potentialities evaluation of regional land consolidation based on AHP and entropy weight method. Transactions of the CSAE, 25(5): 202-209.]
- 谭雪兰, 于思远, 陈婉铃, 等. 2017. 长株潭地区乡村功能评价及地域分异特征研究 [J]. 地理科学, 37(8): 1203-1210. [Tan X L, Yu S Y, Chen W L, et al. 2017. Evaluation of rural function and spatial division in Chang-Zhu-Tan urban agglomerations. Scientia Geographica Sinica, 37(8): 1203-1210.]
- 唐林楠, 刘玉, 潘瑜春, 等. 2016. 基于BP模型和Ward法的北京市平谷区乡村地域功能评价与分区 [J]. 地理科学, 36(10): 1514-1521. [Tang L N, Liu Y, Pan Y C, et al. 2016. Evaluation and zoning of rural regional multifunction based on BP model and Ward method: A case in the Pinggu District of Beijing City. Scientia Geographica Sinica, 36(10): 1514-1521.]
- 唐林楠, 刘玉, 唐秀美. 2016. 北京市城乡转型与乡村地域功能的时序特征及其关联性 [J]. 人文地理, 31(6): 123-129. [Tang L N, Liu Y, Tang X M. 2016. Temporal characteristics and coupling of urban-rural transformation and rural regional multifunction in Beijing: From 1978 to 2012. Human Geography, 31(6): 123-129.]
- 唐林楠, 潘瑜春, 刘玉, 等. 2016. 北京市乡村地域多功能时空分异研究 [J]. 北京大学学报(自然科学版), 52(2): 303-312. [Tang L N, Pan Y C, Liu Y, et al. 2016. Space-time differentiation of rural territorial multifunction of Beijing. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 52(2): 303-312.]
- 屠爽爽, 龙花楼, 李婷婷, 等. 2015. 中国村镇建设和农村发展的机理与模式研究 [J]. 经济地理, 35(12): 141-147. [Tu S S, Long H L, Li T T, et al. 2015. The mechanism and models of villages and towns construction and rural development in China. Economic Geography, 35(12): 141-147.]
- 王劲峰, 徐成东. 2017. 地理探测器: 原理与展望 [J]. 地理学报, 72(1): 116-134. [Wang J F, Xu C D. 2017. Geodetector: Principle and prospective. Acta Geographica Sinica, 72(1): 116-134.]
- 王政权. 1999. 地统计学及其在生态学中的应用 [M]. 北京: 科学出版社: 151-156. [Wang Z Q. 1999. The Application of geostatistics in ecology. Beijing, China: Science Press: 151-156.]
- 吴克宁, 赵瑞. 2019. 土壤质地分类及其在我国应用探讨 [J]. 土壤学报, 56(1): 227-241. [Wu K N, Zhao R. 2019. Soil texture classification and its application in China. Acta Pedologica Sinica, 56(1): 227-241.]
- 杨忍, 陈燕纯. 2018. 中国乡村地理学研究的主要热点演化及展望 [J]. 地理科学进展, 37(5): 601-616. [Yang R, Chen Y C. 2018. Change in key research area and prospect of Chinese rural geography. Progress in Geography, 37(5): 601-616.]
- 杨忍, 刘彦随, 陈秧分. 2012. 中国农村空心化综合测度与分区 [J]. 地理研究, 31(9): 1697-1706. [Yang R, Liu Y S, Chen Y F. 2012. Comprehensive measure and partition of rural hollowing in China. Geographical Research, 31(9): 1697-1706.]
- 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 2016. 中国村庄空间分布特征及空间优化重组解析 [J]. 地理科学, 36(2): 170-179. [Yang R, Liu Y S, Long H L, et al. 2016. Spatial distribution characteristics and optimized reconstructing analysis of rural settlement in China. Scientia Geographica Sinica, 36(2): 170-179.]
- 姚丹丹, 雷相东, 余黎, 等. 2015. 云冷杉针阔混交林叶面积指数的空间异质性 [J]. 生态学报, 35(1): 71-79. [Yao D D, Lei X D, Yu L, et al. 2015. Spatial heterogeneity of leaf area index of mixed spruce-fir-deciduous stands in North-east China. Acta Ecologica Sinica, 35(1): 71-79.]
- 张小林. 1998. 乡村概念辨析 [J]. 地理学报, 53(4): 365-371. [Zhang X L. 1998. On discrimination of rural definitions. Acta Geographica Sinica, 53(4): 365-371.]

- Holmes J, Argent N. 2016. Rural transitions in the Nambucca Valley: Socio-demographic change in a disadvantaged rural locale [J]. *Journal of Rural Studies*, 48: 129-142.
- Holmes J. 2006. Impulses towards a multifunctional transition in rural Australia: Gaps in the research agenda [J]. *Journal of Rural Studies*, 22: 142-160.
- Holmes J. 2010. The multifunctional transition in Australia's tropical savannas: The emergence of consumption, protection and indigenous values [J]. *Geographical Research*, 48 (3): 265-280.
- Holmes J. 2012. Cape York Peninsula, Australia: A frontier region undergoing a multifunctional transition with indigenous engagement [J]. *Journal of Rural Studies*, 28: 252-265.
- Pinto-Correia T, Breman B. 2009. New roles for farming in a differentiated countryside: The Portuguese example [J]. *Regional Environmental Change*, 9(3): 143-152.
- Potter C, Burney J. 2002. Agricultural multifunctionality in the WTO: Legitimate non-trade concern or disguised protectionism [J]. *Journal of Rural Studies*, 18: 35-47.
- Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. 2010. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(1): 107-127.
- Wilson G A. 2008. From 'weak' to 'strong' multifunctionality: Conceptualising farm-level multifunctional transitional pathways [J]. *Journal of Rural Studies*, 24: 367-383.
- Woods M. 2007. Engaging the global countryside: Globalization, hybridity and the reconstitution of rural place [J]. *Progress in Human Geography*, 31(4): 485-507.
- Woods M. 2018. Precarious rural cosmopolitanism: Negotiating globalization, migration and diversity in Irish small towns [J]. *Journal of Rural Studies*, 64: 164-176.

Spatial pattern and influencing factors of rural multifunctionality at county level in China

YANG Ren, LUO Xiuli, CHEN Yanchun

(School of Geography and Planning/Guangdong Key Laboratory for Urbanization and Geo-simulation, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: To reveal the spatial differentiation characteristics of rural multifunctionality in Chinese county areas and quantitatively identify the influencing factors of spatial differentiation of rural multifunctionality, this study comprehensively evaluated rural multifunctionality at the county level in China from 2000 to 2015 by constructing an evaluation index system, using entropy weight method, semi-variance function, and geodetector method. The main results are as follows: 1) The spatial distribution of rural multifunctionality was uneven. High-value regions of rural multifunctionality were concentrated in the plain areas and the eastern coasts of China. Low-value regions were concentrated on the plateaus and in the mountain regions. Rural multifunctionality presents a gradual upward temporal trend as a whole. 2) The contribution rate of economic development function and social security function to rural multifunctionality gradually increased, and the contribution rate of agricultural production function and ecological conservation function to rural multifunctionality gradually decreased. 3) From 2000 to 2015, the range and intensity of spatial auto-correlation of rural multifunctionality gradually decreased at the county level in China. Random factors became the driving forces of spatial differentiation of rural multifunctionality. 4) Economic development and fiscal revenue of counties were the main factors that affect the spatial differentiation of rural multifunctionality. The interaction of different influencing factors enhanced the spatial differentiation of rural multifunctionality. The degree of influence of social factors was gradually rising and the degree of influence of natural factors was gradually decreasing over time.

Keywords: territorial multifunctionality; rural development; semi-variance function; geodetector; China