

村域尺度的城郊乡村多功能演化与发展路径 ——以徐州市铜山区为例

甄雨¹, 马晓冬^{2*}, 孙昕哲¹

(1. 江苏师范大学地理测绘与城乡规划学院, 江苏 徐州 221116;

2. 江苏师范大学特色镇村建设与土地管理研究基地, 江苏 徐州 221116)

摘要:城郊地域是乡村多功能发展典型区域,文章选取典型的城郊乡村地域——徐州市铜山区的319个行政村为研究对象,构建乡村地域多功能评价指标体系,揭示2009—2019年研究区乡村经济发展、农业生产、生态保育和生活保障等4类功能的时空演化特征,利用Spearman相关系数分析功能间交互变化,总结功能演化类型,探究城郊乡村发展路径,以期为推进城乡融合发展提供科学依据。结果表明:①从村域层面看,城郊乡村地域多功能演化的数量结构分异性与空间格局的集聚性并存;②根据乡村地域功能间的相关性与交互性演化过程,功能间交互演化的总体关系与局部关系存在一致性,也存在一定差异性,可将其归纳为5种功能演化类型;③乡村地域功能演化的路径具有动态性和复杂性特征,可划分为功能融合发展、主导功能引领发展、双功能协调推进发展和多功能综合发展等4种路径。

关键词:城郊乡村;多功能演化;交互类型;调控路径;徐州市铜山区

村域是乡村振兴多体系统的最小单元,不仅满足村民基本生产生活需求,还是推动实施城乡融合和乡村振兴战略的核心载体。但长期以来在村域尺度的研究相对不足,未能充分认识到其应有的作用。城郊乡村处于城乡过渡区,受城市和乡村发展的综合影响,是城乡融合发展的首要地域^[1]。其相较于传统乡村,原有的空间形态、村落组织等乡村发展规则被打破;相较于城区,新的土地利用方式、功能产业集聚等城市发展规则尚未发育成熟,空间发展表现出复杂性和不稳定性^[2-3]。随着非农化、城镇化、产业化的快速推进,城郊乡村发展面临多样化需求,产生了空间错位和功能混杂,亟需进行科学引导和调控^[4-5]。

近年,乡村多功能理论日渐成熟,已成为发挥乡村多元价值、推动乡村变革的核心力量,同时也

为从村域尺度探究城郊乡村地域发展提供了新视角^[6]。国内外学者主要从时间和空间两方面来探究乡村多功能演化。在时间序列上,国外学者首先在农业多功能上进行探究,认为其演进大致会经历农业经济功能、农业生态功能、农业社会功能、农业多功能融合4个阶段^[7-8]。国内学者选取多时间序列数据,利用多元线性回归、综合指标评价法等方法,研究乡村地域功能演化^[9-11]。在空间视角上,国外学者的研究经历了从生产主义乡村,到后生产主义乡村,再到兼顾生产与后生产主义的乡村多功能性,通过多功能演化在空间上的映射,解释乡村发展变化过程,进一步探索乡村社区管理与政策制定的具体方案^[12-14]。而国内地理学者,结合新农村建设、乡村振兴等国家发展政策或战略,服务于社会经济发展需要^[15-17],侧重实证研究,以县域为研究单元,利

收稿日期:2023-04-02;修订日期:2023-12-29。

基金项目:国家自然科学基金项目(41971221);江苏省研究生科研创新计划项目(KYCX22-2789)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41971221; Jiangsu Graduate Research and Practice Innovation Program, No. KYCX22-2789.]

第一作者简介:甄雨(1999—),女,硕士生,主要从事城乡规划与区域发展研究。E-mail: zhenyu_0406@163.com

*通信作者简介:马晓冬(1971—),男,教授,博士,主要从事乡村地理与城乡发展的研究。E-mail: xiaodongma@163.com

引用格式:甄雨, 马晓冬, 孙昕哲. 村域尺度的城郊乡村多功能演化与发展路径: 以徐州市铜山区为例 [J]. 地理科学进展, 2024, 43(3): 446-457. [Zhen Yu, Ma Xiaodong, Sun Xinzhe. Multi-function evolution and development path of suburban villages at village scale: A case study of Tongshan District, Xuzhou City. Progress in Geography, 2024, 43(3): 446-457.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2024.03.003

用定量模型方法研究乡村功能空间分异演化及驱动因素^[18-21]。

综上所述,目前对于乡村多功能演化的研究已经取得了丰富的成果,但仍存在以下不足:①研究尺度上,县域等中宏观尺度的研究较多,而微观尺度的村域的研究较少;②尺度关联使得不同尺度上功能间的相互作用关系存在较大差异,对功能间相互作用程度的空间异质性揭示不足,对功能交互作用的动态研究更少;③对城郊乡村地域这一特殊且复杂区域的研究成果偏少。因而,本文选取典型的城郊地域——徐州市铜山区为实证,探究城郊乡村功能演化发展规律及其调控路径,以期为推进城乡融合发展提供科学依据。

1 数据来源与研究方法

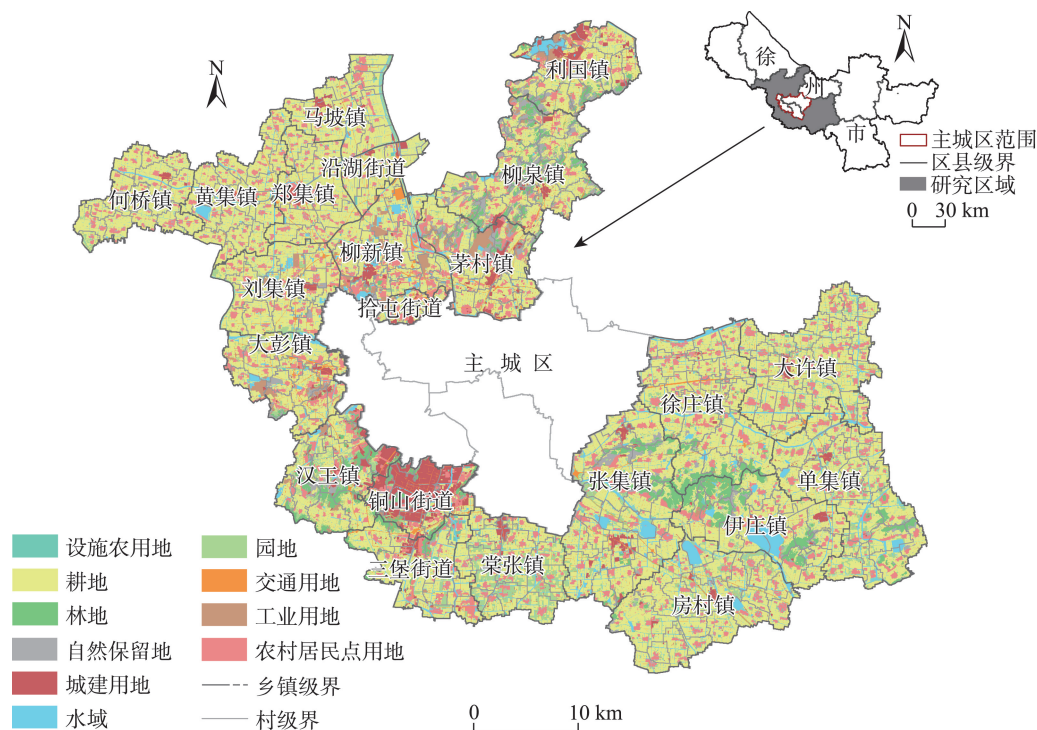
1.1 研究区概况

铜山区是徐州都市边缘区的重要组成部分,呈“C”型环绕徐州市主城区约80%的区域。近年来,随着行政建制的调整,城镇化、非农化进程加快,部分乡村的城镇化转型明显,但近99%的乡村仍旧涉

农。因此,铜山区既是市辖区,亦是涉农区,具有城乡共生特性,未来较长时间内,仍是一个具有乡村性的城乡交错地域,是城乡融合发展的第三空间(图1)。铜山区农用地1484.70 km²,占区内总面积的74.02%;城乡建设用地为425.78 km²,占区内总面积的21.23%;其中乡村居住用地占比最高(占比2.92%),其次为工业用地与公共用服务设施用地(占比1.14%),乡村用地结构呈现多样化趋势。同时社会经济快速发展,2009—2019年是铜山区发展最迅速、转型最显著的10年,三次产业比重从10%、60%、30%调整为10%、50%、40%;2019年底,人均GDP是2009年的3.6倍,粮食总产量增长67%,常住人口增加9.1万人,城乡居民收入比降至1.74:1。以铜山区为代表的城郊乡村地域成为徐州推进城乡融合发展的先行区,亟需科学剖析其乡村地域多功能演化过程,深入探究乡村功能交互协同的类型,提出推进乡村多功能发展的优化路径。

1.2 数据来源

本文以铜山区319个行政村为评价单元,研究数据包括土地利用和行政边界矢量数据、遥感影像解译数据与社会经济统计数据。其中土地利用数



注:本图基于江苏省自然资源厅标准地图服务系统网站下载的审图号为苏S(2021)024号的标准地图绘制,结合第三次全国国土调查的行政边界数据,经过 ArcGIS 10.7 软件数字化处理后得到。下同。

图1 研究区概况及区位

Fig.1 Location of the study area and land use

据来自第二、三次全国国土调查中的铜山区数据和2014年铜山区农业资源普查数据,行政边界数据来自第二次全国国土调查;乡镇经济统计数据来自2009、2014和2019年铜山区统计年鉴和徐州市统计年鉴;遥感影像解译数据来自Landsat系列遥感影像,传感器分别为Landsat 7-ETM和Landsat 8-OLI,采用2009、2014和2019年5月的3期共6景数据,云量均小于10%,此数据从地理空间数据云平台获取(<https://www.gscloud.cn>)。

1.3 研究方法

(1) 评价指标构建基础

乡村是集自然、经济和社会等子系统为一体的地域空间,各子系统交互关联共同推进乡村地域系统的演化与发展^[15,22]。乡村地域功能是乡村依托自身属性及与城市的互动,在特定社会经济发展阶段所获得的稳定存在的功能^[6,23]。伴随城镇化、工业化发展,城郊乡村地域非农生产功能开始凸显,农业生产的复合功能逐渐被重视,乡村美好生活的需求逐渐强化,乡村功能逐渐多元化。地理学者对乡村地域功能分类的研究较为丰富,从人文—经济地理角度,包含经济发展、农业生产、社会保障和生态保育等功能^[10,17];从功能空间角度可划分为生产、生活、生态三大功能^[24];从生态服务角度出发可分为供给、调节、支撑和文化服务等功能^[25]。综合参考前人研究,本文将乡村功能分为经济发展、农业生产、生态保育和生活保障4大类,遵循研究区的客观

实际、数据的易获取性和可操作性等原则,选取12项指标构建城郊乡村多功能演化评价体系(表1)。

① 经济发展功能。经济发展功能在城郊地域表现为非农化、产业化发展,可通过要素流动、产业结构演化和土地开发形态等表征,故选择交通密度、产业结构和土地开发强度对其测度。其中:交通要素的流动以路网为载体,故选择路网面积占比表征交通密度;产业结构演化本身就是经济发展的过程,城郊地域二、三产业的结构变化尤为突出;土地开发强度本质是建设用地的扩张,在城郊表现最突出,直接塑造城郊地域发展形态,故选取城乡建设用地占比测度。以上均为正向指标。

② 农业生产功能。农业是城郊地域乡村性的表现,可通过粮食生产供给的变化、农业生产多元化和经济作物的生产力等表征,故选取垦殖指数、农用地多样性和园地丰度测度。其中:粮食的生产供给以耕地为载体,采用垦殖指数表征;农业生产多元化以土地利用为基础,采用香农多样性指数(SHDI)测度乡村农用地类型的多样性;园地是经济作物生产的主要载体,其丰富度影响经济作物的类型,故采用地均园地面积表征。以上均为正向指标。

③ 生态保育功能。城郊乡村是城市重要的生态本底空间,承担城的生态拓展修复与乡的生态保育,可通过生态屏障供给、生态承载和生态服务价值等表征,选取林地保有率、河湖水面率和生态服

表1 城郊乡村多功能评价指标体系

Tab.1 Multi-function evaluation indicator system of suburban villages

功能层	指标层	指标解释	指标属性	权重
经济发展功能 (0.204) ^a	交通密度	村域道路总面积/村域总面积	+	0.066
	产业结构	镇域二三产业产值×(村域二三产业用地面积/镇域二三产业用地面积)/村域生产总值 ^b	+	0.071
	土地开发强度	村域建设用地面积/村域总面积	+	0.067
农业生产功能 (0.314)	垦殖指数	村域耕地面积/村域总面积	+	0.121
	农用地多样性	香农多样性指数(SHDI) ^c	+	0.106
	园地丰度	(村域园地总面积/村域总面积)×100%	+	0.087
生态保育功能 (0.213)	林地保有率	(村域林地总面积/村域总面积)×100%	+	0.086
	河湖水面率	(村域水域面积/村域总面积)×100%	+	0.045
	地均生态服务价值	生态服务价值总量/村域总面积	+	0.082
生活保障功能 (0.269)	人均耕地面积	村域耕地总面积/村域总人口	+	0.093
	生活可达性	各村到市、行政镇的平均距离	-	0.120
	人均住房面积	村域居住用地总面积/村域总人口	+	0.056

注:a. 功能层括号中的数据表示该功能的权重值;b. 村域生产总值是利用村域边界从中国1 km×1 km的GDP栅格数据中提取的;

c. $SHDI = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$, 式中: m 为村域农用地类型数目, p_i 是农用地类型*i*所占面积的比例, $SHDI \geq 0$ 。

务价值指标^[26]测度。其中乡村生态屏障以林地为主体,是维护生物多样性的重要支撑,采用林地保有率表征;水域承载着调节小气候、调蓄雨洪等功能,选取河湖水面率来测度;乡村生态服务价值以生态用地为载体,借鉴谢高地等^[26]的方法,通过地均生态服务价值指标测度。以上均为正向指标。

④ 生活保障功能。生活保障是城郊地域生活社区化、城乡物态与理念融合的前提,可通过城乡联系和生活空间需求进行表征,选取生活可达性、人均耕地面积和人均住房面积指标测度。城乡间联系的便捷度以路网为纽带,故而采用OD成本矩阵计算村到市中心及其他乡镇的平均距离反映生活可达性;耕地是农民不同于城市居民,独特的最低生活保障来源,选取人均耕地面积测度;住宅是乡村民生用地与生活空间的核心,用人均住房面积测度。

(2) 分析方法

① 指标处理。城郊乡村地域功能评价值的计算涉及多重指标,因指标量纲和单位的差异,故采用极值法将3个年份12项评价指标的所有数据作为一个整体进行归一化处理,同时运用Critic权重法确定指标权重,进而加权求和计算村域各功能值。公式如下:

$$S_i = \sum_j X_{ij}' W_j \quad (1)$$

式中: X_{ij}' 为第 i 个行政村第 j 项评价指标标准化数值; W_j 表示第 j 项指标权重; S_i 表第 i 个行政村的各类功能指数,数值介于0~1,数值越大,该功能越强。

② 优势度。基于研究单元各功能值与该类功能平均值的关系,确定该项功能是否为其优势功能。公式如下:

$$C_j = D_{ij} - \frac{D_j}{n} \quad (2)$$

式中: C_j 为各行政村第 j 项功能与该项功能平均值的差值。若 $C_j > 0$, 则该功能为优势功能; $C_j \leq 0$, 则该功能为非优势功能。

③ Spearman 相关分析。城郊乡村地域各功能并非独立,根据计算结果,功能指数值不满足正态分布,可以采用Spearman等级相关系数^[27]分析功能间的交互作用。

$$\rho = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

式中: ρ 为相关系数, x 和 y 分别代表各功能的优势度值, n 为样本容量(本文为319个)。 ρ 的取值范围为 $[-1, 1]$ 。 $\rho < 0$, 表示二者负相关,功能间呈冲突状态; $\rho > 0$, 表示二者正相关,功能间呈协同状态; $\rho = 0$, 表示二者不相关;考虑到研究区的现实状况,当 ρ 的绝对值介于0~0.1,功能间影响较小,呈兼容状态。

④ 地理加权回归模型。Spearman相关性分析能够揭示区域功能间相互作用关系的总体状态,但不能说明功能相互作用的空间异质性,因而需要引入地理加权回归模型(geographically weighted regression, GWR)来探究其空间异质性。GWR模型通过建立空间范围内每个点处的局部回归方程,来探索因变量和自变量之间在某个时间截面、某一尺度下的空间关系,是一种适用于“空间非平稳性”的局部线性回归方法,可用来说明功能间相互作用关系的空间异质性,同时借助其回归系数,进一步确定更小尺度功能间相互作用关系。

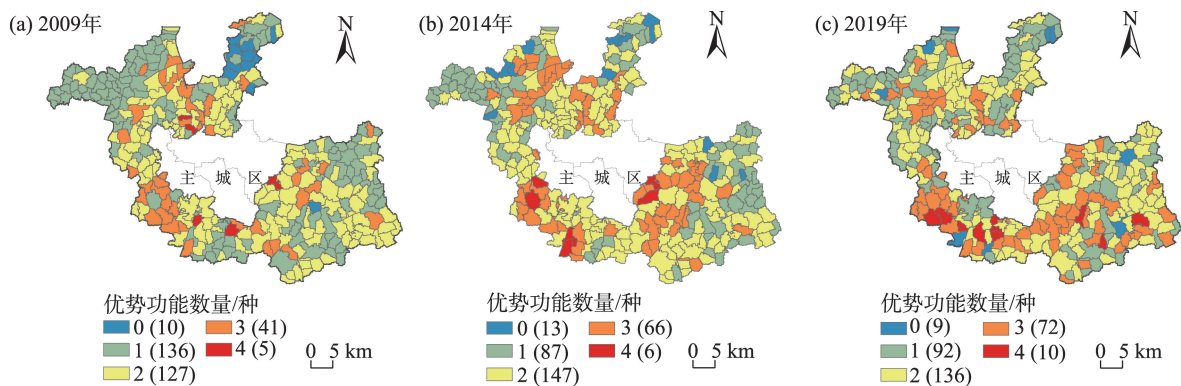
2 城郊乡村地域多功能演化过程

2.1 多功能演化的总体特征

通过功能优势度测度模型,基于ArcGIS将结果进行空间可视化,可以发现铜山区乡村多功能演化的总体特征(图2):① 2009—2019年10年间,具有多种优势功能的乡村从54.2%增加到68.3%,其中,具有2种优势功能的乡村变化不大,但稳中有升,增加2.8%,具有3种及以上优势功能的乡村从14.4%增加到25.7%;无优势功能的乡村数量先增加后减少,总体占比相对稳定。② 从空间分布上看,10年间,具有2种及以上优势功能的乡村集聚分布特征较为明显,整体呈现出“东南、西北两翼少低,中部多”的空间格局,其中具有3种优势功能的乡村空间持续扩展,呈现出以多点为核心的组团镶嵌状布局。此外,具有单一优势功能的乡村在空间上持续萎缩,主要分布在铜山区的西北部;而无优势功能的乡村零散分布在远郊地域,发展水平普遍低于铜山区平均值。

2.2 多功能格局的演化特征

城郊乡村地域不同功能的空间分布存在差异,优势功能的空间格局变化最能反映城郊混杂性地域的功能空间演化过程。因此,运用ArcGIS将研究区各优势功能的分布进行空间可视化(图3),结果表明,4类功能的空间分布存在显著差异。



注:括号中数据为具有该种优势功能的乡村个数。

图2 铜山区各村优势功能数量

Fig.2 Number of dominant functions of villages in Tongshan District

① 具有经济发展功能优势的乡村范围不断扩大,由图3a~3c可知,其空间上呈现“团簇状+多点散布”向“一带多点镶嵌式”的演化特征。2009年,高值区主要分布在铜山街道、利国镇和柳新镇等。城镇化的快速推进,中心城区地价上升,部分职能外溢至土地价格较低、交通便捷的近郊乡村,在其外围呈带状分布。同时,研究区西北和东南部也零星有高值分布。② 具有农业生产功能优势的乡村格局演化明显,由图3d~3f可知,空间上明显呈现出“南高北低”向“东南、西北两翼高,中部和北部低”的演化特征。10年间,东南部乡村农业生产功能弱化现象显著,高值区域由高密度集聚转向低密度集聚;西北部乡村农业生产功能持续强化,高值区域沿微山湖带状布局的同时,向西延伸,最终呈现团块状集聚分布的特点。③ 具有生态保育功能优势的乡村地域持续萎缩,由图3g~3i可知,呈现“东南、西北两翼高,中部和北部低”向“三大生态组团为核心+多点镶嵌”的演化特征。10年间,高值区持续位于以北部微山湖、中部云龙山、东南部吕梁山为核心的大型生态体附近,北部和中部范围不断扩展,此外,研究区西北部高值区经历了高密度集聚—低密度集聚—一点状分散布局的过程。④ 具有生活保障功能优势的乡村范围持续拓展,由图3j~3l可知,空间上“近郊—中郊—远郊梯度性递减的圈层结构”不断强化。高值区集中在近郊,紧邻中心城区,发展机遇较多,逐渐成为连接中心城区与远郊乡村的通勤地带,生活保障功能相对突出。受区位条件和产业基础等因素的影响,研究区西北和东南部乡村的公共基础设施水平较低,吸纳人口聚居的能力较弱,空间上呈现两大低值连片区。

3 城郊乡村地域功能演化的类型与发展路径

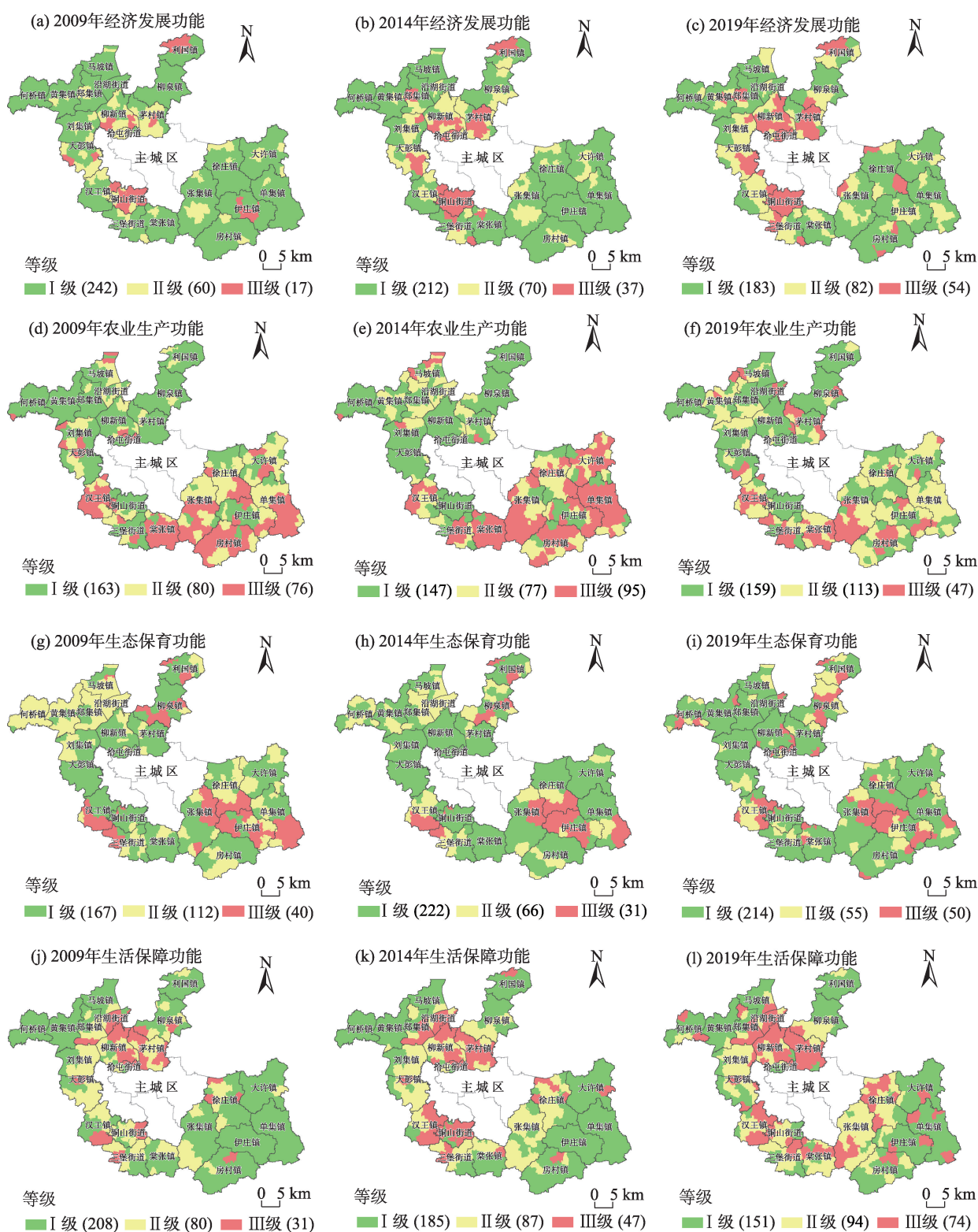
3.1 乡村功能演化的类型

(1) 功能间交互作用关系及其演化

采用Spearman计算乡村地域功能间的相关系数,借此分析城郊乡村地域功能交互水平。从表2乡村功能间相关性分析可知,经济发展与农业生产、生态保育持续存在负相关性,但相关性不断弱化,相关系数绝对值分别从0.353、0.563下降至0.317、0.182,城郊地域经济功能的发展会占用农用地,挤压农业生产空间,同时破坏生态网络,造成植被覆盖度降低,而农业和生态功能通过耕地保护红线与生态红线的划定,管束并制约了非农生产建设;因此,经济发展与二者长期存在一定的制约关系;经济发展与生活保障持续存在正相关性,但相关系数波动较大,经济发展可以为生活保障功能提供就业、收入等支撑,反过来生活保障功能为其提供适宜的居住空间和良好的公共服务与基础设施,二者长期存在协调关系;农业生产与生态保育存在正相关向负相关转换的过程,但相关性不断减弱,呈现出协调向兼容转换的态势;农业生产与生活保障间的相关性经历了负相关向正相关的转换,总体相关性不强,兼容与冲突交替出现;生活保障与生态保育之间持续存在负向关联。乡村功能间交互作用类型演化过程如图4所示。

(2) 功能演化的类型

根据功能总体关系的演化过程,可以总结出功能演化的类型有5种。① 功能协调型。经济发展与生活保障二者在功能内部具有一定的协同性,功



注: 括号中数据为该等级乡村个数。
图3 铜山区乡村地域多功能演化空间分布

Fig.3 Spatial distribution of rural multi-functions in Tongshan District

能间持续存在协调关系。这是由于人口易聚集在经济发展功能较强的地区,同时劳动力的聚集有利于形成规模经济效应。此外,经济水平的提升,将

带动公共服务、交通、基础设施等保障系统的完善与升级。② 功能冲突型。经济发展和生态保育之间长期存在一定的冲突性,但逐渐弱化,有向兼容

表2 铜山区乡村地域功能间的Spearman相关水平

Tab.2 Spearman correlation between rural regional functions in Tongshan District

年份	功能类型	指标	经济发展功能	农业生产功能	生态保育功能	生活保障功能
2009	经济发展功能	相关系数	1.000	-0.353**	-0.563**	0.183**
		Sig.(双侧)	—	<0.001	<0.001	0.001
	农业生产功能	相关系数	-0.353**	1.000	0.111*	-0.081*
		Sig.(双侧)	<0.001	—	0.048	0.049
	生态保育功能	相关系数	-0.563**	0.111*	1.000	-0.139*
		Sig.(双侧)	<0.001	0.048	—	0.013
2014	经济发展功能	相关系数	1.000	-0.379**	-0.572**	0.400**
		Sig.(双侧)	—	<0.001	<0.001	<0.001
	农业生产功能	相关系数	-0.379**	1.000	0.061	-0.110*
		Sig.(双侧)	<0.001	—	0.276	0.050
	生态保育功能	相关系数	-0.572**	0.061	1.000	-0.187**
		Sig.(双侧)	<0.001	0.276	—	0.001
2019	经济发展功能	相关系数	1.000	-0.317**	-0.182**	0.150**
		Sig.(双侧)	—	<0.001	0.001	0.007
	农业生产功能	相关系数	-0.317**	1.000	-0.001	0.079
		Sig.(双侧)	<0.001	—	0.987	0.157
	生态保育功能	相关系数	-0.182**	-0.001	1.000	-0.100*
		Sig.(双侧)	0.001	0.987	—	0.049
2019	生活保障功能	相关系数	0.150**	0.079	-0.100*	1.000
		Sig.(双侧)	0.007	0.157	0.049	—

注：*、**分别表示通过0.05、0.01显著性水平检验。

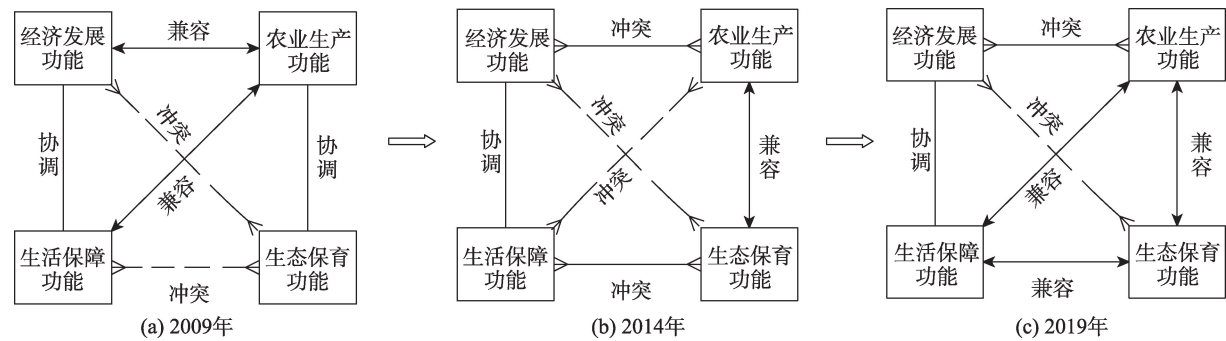


图4 铜山区乡村地域功能间交互作用类型演化

Fig.4 Evolution of interaction types of rural regional functions in Tongshan District

发展的趋势;工矿业在拉动区域经济发展的同时,会引发土地污染、生态环境破坏等问题;而经济发展受到生态红线与生态文明理念的约束,绿色成为乡村经济发展中的核心竞争力。经济发展和农业生产之间的演化过程与前者相似,但冲突性波动较小,无明显弱化的现象,未来可能继续保持冲突状态;随着城郊乡村建设用地指数上升,复合生产空间出现并不断扩展,农民兼业化现象显著,制约了农

业发展。永久基本农田保护红线制约了非农产业占用耕地,一定程度削弱非农产业发展,进而限制乡村经济的发展。③ 功能协调—兼容型。农业生产和生态保育之间经历了功能协调向功能兼容转化的过程:2009年,农用地是城郊乡村地域最大的生态系统,优质的生态环境有利于提高农产品质量;2014—2019年,退耕还林等政策有效提高了生态效能,农用地的生产效能相对降低,促使二者交

互性减弱,呈兼容状态。④ 功能兼容—冲突—兼容型。10年间,农业生产和生活保障之间经历了功能兼容→功能冲突→功能兼容的过程,兼容与冲突状态交替出现,主要是农业生产转型与生活保障水平提升,二者不断碰撞磨合导致的。⑤ 功能冲突—兼容型。生态保育和生活保障之间从功能冲突转向功能兼容;工业化改变了乡村原味的生态环境,生活空间扩大,但基础设施不完备,一定程度上影响了人口大规模聚居,二者相互冲突拮抗;美丽乡村建设推进生态修复的同时生活保障设施不断完善,二者向兼容转化。

(3) 识别村域单元功能演化类型

城郊乡村地域的复杂性、动态性和乡村发展水平的差异性、多样性,导致乡村功能间相互作用存在空间异质性,功能演化类型较为复杂。Spearman相关性分析能揭示功能两两之间的关系,是对区域整体的描述,但无法落实到更小的村域单元。而GWR模型是一种将地理位置信息纳入模型中的局部空间回归分析,可以在相关性分析的基础上进一步说明功能间相互作用的方向和强度,并揭示研究单元内功能间的交互作用关系。因而,结合地理空间数据的非线性、非正态等特点,分别将4大功能的秩(根据值越大、秩越大的原则,确定各功能和参考变量的秩)作为因变量,其他3个功能及参考变量的秩作为自变量进行地理加权回归分析,进而借助回归系数说明村域内功能间的相互作用关系演化过程,验证与总体演化类型的一致性。对模型的残差验证发现残差随机分布,关键变量无缺失,3个时相12个模型的校正 R^2 均满足要求,条件数均小于30,表明模型均通过了多重共线性诊断,模型的拟合优

度均较高,其空间回归结果可信,可知功能间相互作用关系具有时间非平稳性和空间异质性。根据模型回归系数,判断在村域单元功能间相互作用关系。若两功能间回归系数均为正,则二者存在协调关系;若系数均为负,则二者存在冲突关系;若回归系数有正有负,则二者相互关系不稳定、随机出现,呈现兼容状态。从表3可以看出,村域单元内功能间关系演化与研究区总体演化过程有一定的相似性,但功能作用的方向与强度存在空间异质性,村域单元具体演化类型如图5所示。

3.2 乡村多功能发展路径

从图5可以发现,研究区功能兼容—冲突—兼容演化类型的乡村,主要分布在南部近郊区,区位和交通的优势使其具有发展休闲农业的可能,通过改善乡村居住环境,废旧住宅民宿化,使乡村功能融合交织,形成休闲游憩为核心的乡村游。根据研究区发展的实际情况,功能冲突型主要是由于生态、农业功能与经济发展功能的发展目标不匹配,长期存在要素交织混杂、功能拮抗发展的现象,可通过剖析乡村发展的优势与不足,探寻两类功能间的平衡点,将冲突转化为协调共赢的契机点。功能协调型与功能协调—兼容型均有两类功能协同推进乡村发展,发展水平较高,可通过转方式、优结构、换动力、创主题激发新优势功能,走多功能综合发展之路。功能冲突—兼容型和无显著演化类型的乡村,自身存在一定的问题和不足,严重制约乡村发展,首要任务是明晰现状问题,明确发展方向,以主导功能引领乡村发展,以期恢复乡村活力。各演化类型乡村的特征与调控路径如表4所示。

表3 不同演化类型功能间交互作用的系数正负值的乡村数量

Tab.3 The number of villages with positive and negative interaction coefficient between functions of different evolution types

年份	功能协调型		功能冲突型			
	经济发展—生活保障	生活保障—经济发展	经济发展—农业生产	农业生产—经济发展	经济发展—生态保育	生态保育—经济发展
2009	+142、-177	+148、-171	+0、-319	+0、-319	+16、-303	+17、-302
2014	+235、-84	+235、-84	+63、-256	+57、-262	+0、-319	+0、-319
2019	+133、-186	+139、-180	+57、-262	+54、-265	+59、-260	+77、-242

年份	功能冲突—兼容型		功能兼容—冲突—兼容型		功能协调—兼容型	
	生态保育—生活保障	生活保障—生态保育	农业生产—生活保障	生活保障—农业生产	农业生产—生态保育	生态保育—农业生产
2009	+189、-130	+198、-121	+295、-24	+247、-72	+119、-200	+106、-213
2014	+213、-106	+234、-85	+245、-74	+233、-86	+100、-219	+102、-217
2019	+120、-199	+112、-207	+141、-178	+137、-182	+135、-184	+136、-183

注:“+142、-177”表示该类型中142个乡村交互作用的系数为正、177个乡村交互作用的系数为负,其余类推。

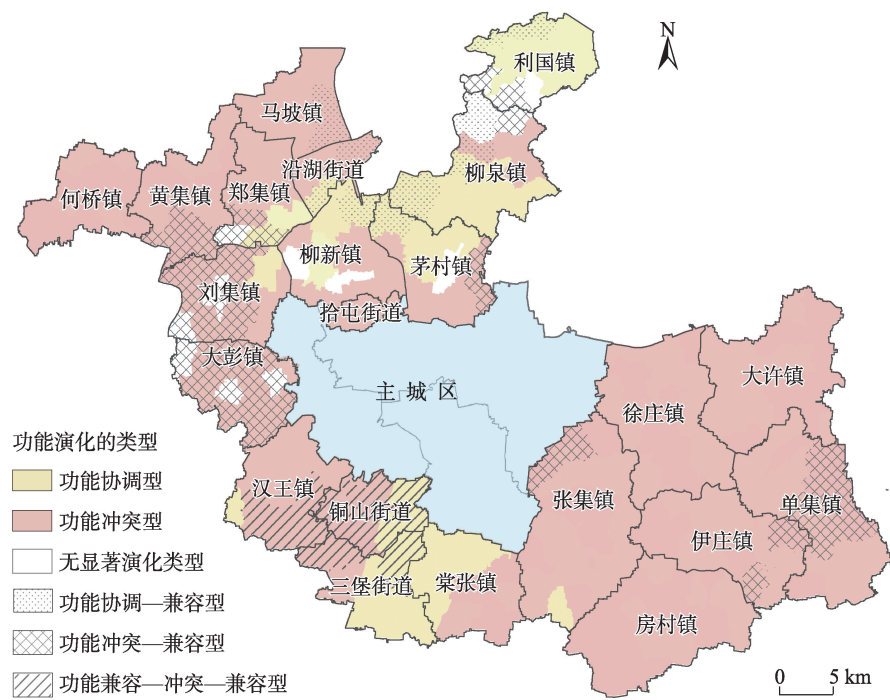


图5 城郊乡村地域功能演化的类型
Fig.5 Evolution type of suburban village functions

表4 城郊乡村多功能演化类型与调控路径

Tab.4 Evolution types and regulation paths of suburban village multi-functions

演化类型	数量/个	主要特征	调控路径	具体措施
功能兼容—冲突—兼容型	14	南部近郊区集聚分布;交通通达性好,生活保障系统较完善;城镇化水平较高;农用地较少,以观光农业为主;城乡建设与农业空间拮抗制约	功能融合发展	立足区位与交通优势,发展休闲农业;完善基础设施与公共服务配套,改善乡村居住条件;挖掘地方特色,开展乡村旅游
功能冲突型	208	空间分布呈“大分散,小集聚”特征;近郊经济发展功能优于农业生产功能;远郊是现代农业发展的重点区域,耕地保护红线限制城市无限蔓延	双功能协调推进发展	I:针对经济发展—农业生产:近郊发展家庭农场为载体的体验农业,促进经济发展;远郊发展现代农业,以绿色科技保障增产增收
	233	环三大生态体连片分布;乡村经济发展水平相对较高;工业化加速期,二产为主导产业;工业发展扰动生态体生境环境;非农生产空间挤压生态空间		II:针对经济发展—生态保育:落实生态文明理念,建设和美丽乡村;调结构,发展现代服务业;生态修复与景观重建,绿色+旅游
功能协调型	57	近郊与北部工业镇连片分布;交通便利,自身发展水平较高;城市核心区与城关镇经济产业布局的重要区域,经济发展活力较强,公共服务与配套设施体系较完善	多功能综合发展	I:提高土地利用效率,加快新旧动能转换;引进各类人才,促进产城融合;建设生态廊道和绿地斑块
功能协调—兼容型	15	环微山湖呈带状布局;农业为主导产业,滩涂广布,优质虾蟹养殖带,复合型农业经济占比高,产业等级不高,直接影响村民收入水平		II:加强生态农渔业建设,促进三产融合;坚守耕地红线;建设现代生态农业产业链,布局多元化农副产品供给区
功能冲突—兼容型	48	西多东少的空间布局;人口流动量较大且流向复杂,农民兼业化现象显著;人均居住面积较大,路网较为完整,整体上生活保障功能优于生态保育功能	主导功能引领发展	I:统筹安排各类空间用地,优化用地结构;修复生态空间,提升生活空间品质;加快推进公共服务系统化,交通网络化,生活社区化
无显著演化类型	5	空间上零散分布;演化类型不明确,各类功能发展不具优势且整体水平较弱;受城镇化和工业化冲击,功能间矛盾突出,易形成脆弱乡村;乡村“空心化”问题突出		II:明确发展方向,探寻优势主导功能;落实惠农政策,扶持返乡创业;恢复乡村活力

4 结论

基于村域尺度,从多功能演化的角度,综合社会经济、土地利用和遥感影像等多源数据,运用优势度测度模型、功能间交互作用测度模型和地理加权回归模型,以徐州市铜山区为例,分三个时相研究2009—2019年间城郊乡村地域功能演化过程,并基于演化类型提出发展调控路径,结论如下:

(1) 徐州市铜山区乡村地域不同功能的表现形式与作用强度存在明显差异,从总体来看,具有多种优势功能的乡村数量持续上升;从空间格局看,演化中存在显著的集聚分布特征和空间分异。10年间,经济发展功能空间上向“一带多点镶嵌式”布局发展;农业生产功能向“东南、西北两翼高,中部和北部低”演化;生态保育功能不断萎缩,呈现“三大生态组团为核心+多点镶嵌”的空间特征;生活保障功能持续呈近郊—中郊—远郊梯度递减的圈层结构。

(2) 在乡村功能交互作用上,总体相互关系和局部相互作用演化存在一致性,同时也具有差异性,村域单元内功能间作用的方向与强度存在空间异质性,总体上演化类型有5种:功能协调型、功能冲突型、功能协调—兼容型、功能冲突—兼容型、功能兼容—冲突—兼容型。功能间相互作用关系具有时间非平稳性,空间上存在差异。根据功能演化类型和乡村自身特性提出功能融合发展、主导功能引领发展、双功能协调推进发展和多功能综合发展等4类乡村发展调控路径,以期激发乡村发展的多元价值,推进城乡融合发展。

参考文献(References)

[1] 吴雷, 雷振东, 马琰, 等. 西安都市区城乡要素流动与城郊乡村地区空间治理路径研究 [J]. 规划师, 2022, 38(6): 57-63. [Wu Lei, Lei Zhendong, Ma Yan, et al. Factor flow in the metropolitan areas and spatial governance path in the countryside, Xi'an. Planners, 2022, 38(6): 57-63.]

[2] 李楠楠. 城郊地区高质量发展的困境与策略研究: 以焦作市上白作城郊地区为例 [C]// 中国城市规划学会. 面向高质量发展的空间治理: 2020中国城市规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021: 998-1005. [Li Nannan. Study on the dilemma and strategy of high-quality development in suburban area: A case study of Shangbaizuo suburban area in Jiaozuo City // Urban Planning Society of China. Spatial governance for high-quality development: Proceedings of China urban planning annual

conference 2020. Beijing: China Architecture and Building Press, 2021: 998-1005.]

[3] 包雪艳, 戴文远, 刘少芳, 等. 城乡融合区乡村地域多功能空间分异及影响因素: 以福州东部片区为例 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(10): 2688-2702. [Bao Xueyan, Dai Wenyuan, Liu Shaofang, et al. Spatial differentiation and influencing factors of rural territorial multi-functions in urban-rural integration area: A case study of Eastern Fuzhou. Journal of Natural Resources, 2022, 37(10): 2688-2702.]

[4] 宋志军. 我国发达地区城郊地带的多重空间错位刍议 [J]. 经济地理, 2021, 41(8): 45-53. [Song Zhijun. Suburban spatial dissymmetry in developed regions of China. Economic Geography, 2021, 41(8): 45-53.]

[5] He S J, Zhang Y S. Reconceptualising the rural through planetary thinking: A field experiment of sustainable approaches to rural revitalisation in China [J]. Journal of Rural Studies, 2022, 96: 42-52.

[6] 刘爱梅. 多功能乡村建设的法国经验及对中国的启示 [J]. 理论学刊, 2022(5): 112-122. [Liu Aimei. The French experience of multi-functional rural construction and its enlightenment to China. Theory Journal, 2022(5): 112-122.]

[7] Holmes J. The multifunctional transition in Australia's tropical savannas: The emergence of consumption, protection and indigenous values [J]. Geographical Research, 2010, 48(3): 265-280.

[8] Holmes J. Cape York Peninsula, Australia: A frontier region undergoing a multifunctional transition with indigenous engagement [J]. Journal of Rural Studies, 2012, 28(3): 252-265.

[9] 谭雪兰, 安悦, 蒋凌霄, 等. 长株潭地区乡村多功能类型分异特征及形成机制 [J]. 经济地理, 2018, 38(10): 80-88. [Tan Xuelan, An Yue, Jiang Lingxiao, et al. Spatial differentiation and formal mechanism of rural function types in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan area. Economic Geography, 2018, 38(10): 80-88.]

[10] 杨忍, 张菁, 陈燕纯. 基于功能视角的广州都市边缘区乡村发展类型分化及其动力机制 [J]. 地理科学, 2021, 41(2): 232-242. [Yang Ren, Zhang Jing, Chen Yanchun. Differentiation and dynamic mechanism of rural development in metropolitan fringe based on the functional perspective in Guangzhou City. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(2): 232-242.]

[11] 张荣天, 张小林. 长三角乡村多功能时空演化特征与驱动机制 [J]. 农业工程学报, 2022, 38(13): 264-272. [Zhang Rongtian, Zhang Xiaolin. Spatiotemporal evolution and driving mechanism of rural multi-functions in the Yangtze River Delta. Transactions of the CSAE, 2022, 38

- (13): 264-272.]
- [12] Pribadi D O, Zasada I, Müller K, et al. Multifunctional adaptation of farmers as response to urban growth in the Jabodetabek Metropolitan Area, Indonesia [J]. *Journal of Rural Studies*, 2017, 55: 100-111.
- [13] Prändl-Zika V. From subsistence farming towards a multifunctional agriculture: Sustainability in the Chinese rural reality [J]. *Journal of Environmental Management*, 2008, 87(2): 236-248.
- [14] Knickel K, Renting H. Methodological and conceptual issues in the study of multifunctionality and rural development [J]. *Sociologia Ruralis*, 2000, 40(4): 512-528.
- [15] 文琦, 张亮, 朱琳, 等. 黄土高原乡村地域多功能演化与振兴路径研究 [J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2022, 44(6): 115-126. [Wen Qi, Zhang Liang, Zhu Lin, et al. Research on the multi-function evolution and revitalization path of the rural areas in the Loess Plateau. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2022, 44(6): 115-126.]
- [16] 李伯华, 周璐, 窦银娣, 等. 基于乡村多功能理论的少数民族传统聚落景观风貌演化特征及影响机制研究: 以湖南怀化皇都村为例 [J]. *地理科学*, 2022, 42(8): 1433-1445. [Li Bohua, Zhou Lu, Dou Yindi et al. Evolution characteristics and influence mechanism of ethnic traditional settlement landscape based on rural multifunctional theory: A case study of Huangdu Village in Huaihua City, Hunan. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(8): 1433-1445.]
- [17] 张利国, 王占岐, 魏超, 等. 基于村域多功能视角的乡村振兴策略: 以鄂西鄖阳山区为例 [J]. *资源科学*, 2019, 41(9): 1703-1713. [Zhang Ligu, Wang Zhanqi, Wei Chao, et al. Rural revitalization strategy based on the perspective of rural multifunctions: A case of the mountainous areas in Yunyang District of Shiyan City, western Hubei Province. *Resources Science*, 2019, 41(9): 1703-1713.]
- [18] Liu J Z, Fang Y G, Wang R R, et al. Rural typology dynamics and drivers in peripheral areas: A case of North-east China [J]. *Land Use Policy*, 2022, 120: 106260. doi: 10.1016/j.landusepol.2022.106260.
- [19] 熊鹰, 黄利华, 邹芳, 等. 基于县域尺度乡村地域多功能空间分异特征及类型划分: 以湖南省为例 [J]. *经济地理*, 2021, 41(6): 162-170. [Xiong Ying, Huang Lihua, Zou Fang, et al. Multifunctional spatial characteristics of rural areas and their type identification based on county scale: A case of Hunan Province. *Economic Geography*, 2021, 41(6): 162-170.]
- [20] 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. [Yang Ren, Luo Xiuli, Chen Yanchun. Spatial pattern and influencing factors of rural multifunctionality at county level in China. *Progress in Geography*, 2019, 38(9): 1316-1328.]
- [21] 李意霞, 张学斌, 罗君, 等. 甘肃省县域乡村功能地域分异特征 [J]. *中国沙漠*, 2023, 43(1): 96-106. [Li Yixia, Zhang Xuebin, Luo Jun, et al. Regional differentiation characteristics of rural functions in Gansu Province at county scale. *Journal of Desert Research*, 2023, 43(1): 96-106.]
- [22] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构 [J]. *地理学报*, 2017, 72(4): 563-576. [Long Hualou, Tu Shuangshuang. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576.]
- [23] Fu C. The evaluation of rural territorial functions: A case study of Henan, China [J]. *Journal of Resources and Ecology*, 2017, 8(3): 242-250.
- [24] 徐凯, 房艳刚, 周宇航. 基于“三生”视角的镇域乡村功能空间分化研究: 以山东省为例 [J]. *地理科学进展*, 2023, 42(4): 644-656. [Xu Kai, Fang Yangang, Zhou Yuhang. Spatial differentiation of rural functions from the perspective of production-living-ecological functions at the township level: A case study of Shandong Province. *Progress in Geography*, 2023, 42(4): 644-656.]
- [25] 李平星, 陈诚, 陈江龙. 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*, 2015, 35(7): 845-851. [Li Pingxing, Chen Cheng, Chen Jianglong. Temporal evolution and spatial differentiation of rural territorial multifunctions and the influencing factors: The case of Jiangsu Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(7): 845-851.]
- [26] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进 [J]. *自然资源学报*, 2015, 30(8): 1243-1254. [Xie Gao, Zhang Caixia, Zhang Leiming, et al. Improvement of the evaluation method for ecosystem service value based on per unit area. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(8): 1243-1254.]
- [27] 刘玉, 郇允兵, 潘瑜春, 等. 基于多源数据的乡村功能空间特征及其权衡协同关系度量 [J]. *地理研究*, 2021, 40(7): 2036-2050. [Liu Yu, Xuan Yunbing, Pan Yuchun, et al. Spatial differentiation characteristics and trade-off/synergy relationships of rural multi-functions based on multi-source data. *Geographical Research*, 2021, 40(7): 2036-2050.]

Multi-function evolution and development path of suburban villages at village scale: A case study of Tongshan District, Xuzhou City

ZHEN Yu¹, MA Xiaodong^{2*}, SUN Xinzhe¹

(1. School of Geography, Geomatics & Planning, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, Jiangsu, China;

2. Construction of Characteristic Towns and Villages and Research Base of Land Management,
Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, Jiangsu, China)

Abstract: Suburban areas are a typical area for rural multi-functional development. With the rapid advancement of non-agricultural development, urbanization, and industrialization, the development of suburban villages faces diversified needs, resulting in spatial mismatch and functional confusion, which urgently needs scientific guidance and regulation. Therefore, we selected Tongshan District of Xuzhou City, a typical suburban area, as the study area, and village area as the basic spatial unit and used a total of 319 administrative villages as samples. By constructing a multi-function evaluation indicator system for the area, we examined the spatiotemporal characteristics of change of rural economic development, agricultural production, ecological conservation, and living security during 2009–2019. Spearman correlation coefficient was used to analyze the interaction among the four functions. In order to further explain the spatial heterogeneity of functional interactions, the geographically weighted regression model was introduced to explore the spatial heterogeneity of functional interaction, and regression coefficient was used to further determine the small-scale functional interactions. On this basis, the article summarized the type of functional change and the regulation path of suburban rural development. The results show that: 1) At the village level, in the 10 years between 2009 and 2019, the differentiation of quantitative structure and the agglomeration of spatial pattern of regional multi-function change coexisted. 2) According to the correlation and interaction evolution process of rural regional functions, the overall relationship and local relationship of functional interaction evolution were consistent, but there were some differences, which can be summarized into five functional evolution types. 3) The evolution path of rural regional functions showed dynamic and complex characteristics, which can be divided into four paths: functional integration development, dominant function leading development, dual function coordinated promotion development, and multi-function comprehensive development.

Keywords: suburban villages; multi-function evolution; interaction type; regulation path; Tongshan District, Xuzhou City