

基于空间界面视角的新时期乡村性空间分异机理 ——以河南省巩义市为例

韩冬, 乔家君*, 马玉玲

(河南大学 环境与规划学院/黄河文明与可持续发展研究中心/区域发展与规划研究中心, 河南 开封 475001)

摘要:新时期中国乡村正在经历新一轮剧烈的转型重构过程,而村域乡村性空间分异可视作乡村转型重构过程在地方的具体表现;由于乡村发展的多元性和外向性特征显著,其发展动力也变得更加多元,因此采用更加综合和系统的空间界面视角探索村域乡村性空间分异,可为新时期乡村发展问题的研究提供新的视角。本文以村域经济数据以及土地利用类型数据为基础,集成乡村性指数评价、游动分割窗以及地理探测器等技术手段,对巩义市村域尺度乡村性空间分异进行分析,并对其空间界面的位置和影响范围进行定量识别与判断,在此基础上探讨了村域尺度乡村性空间分异机理。结果表明:①巩义市空间界面主要分为自然界面、人文界面两大类,其中自然界面又分为地形界面和自然资源界面;人文界面主要由农业生产界面、居住界面、行政界面和交通界面组成。②乡村性空间分布呈现较强的正空间自相关性,并且呈现出边缘强、中间弱的分布格局。③空间界面具有的多重效应在一定程度上推动县域要素的空间重组,促使巩义市乡村性空间分异的形成。其中,人文界面中的交通界面、行政界面和居住界面对乡村性空间分异影响较大,而自然界面影响较小。

关键词:空间界面;乡村性;空间分异机理;村域尺度;巩义市;河南省

1 引言

乡村是具有一定的自然条件、社会、经济活动和职能的地域综合体,乡村的发展一直是世界性的重大区域问题,对于中国来说更是如此。中国是一个传统的农业大国,虽然改革开放以来中国的工业化、城市化迅猛发展,但“三农”问题仍是其所面临的最大的问题之一,乡村的发展也成为影响其经济社会发展的根本性问题(李小建等, 2010)。乡村发展是一个历史的、动态的概念(吴传钧, 2001),不同时期、不同发展阶段的乡村,其发展的主要推动力不同。建国之初,由于受国内外政治环境以及政策导向的影响,中国对于乡村的发展重视不够,乡村地区发展缓慢(樊杰等, 1996)。改革开放后,国家经济发展政策促进了农民生产的积极性,激发了农村

的经济活力。以乡镇企业为代表的农村工业化在广大农村地区快速发展,使得乡村经济结构从以农业为主逐渐转为以工业为主(龙冬平等, 2014)。新世纪以来,尤其是2011年之后,中国各地经历快速工业化发展后,逐步进入工业化后期发展阶段(齐元静等, 2013);与此同时,中国城市化率也首次突破50%,达到51.27%,中国将进入城乡融合发展新阶段(杨忍, 2016),乡村发展也由此进入新时期。这一时期,随着中国工业化、信息化、城镇化、市场化、国际化的深入发展,经济结构转型加快。受此影响,中国城乡地域结构、产业结构、就业结构与社会结构均发生了快速演化(刘彦随等, 2016),中国的乡村地域系统也正在经历剧烈的转型和重构(龙花楼等, 2017)。从地理学视角来看,乡村的转型与重构是指乡村地区在某一阶段由各种发展动力所推动

收稿日期: 2017-10-09; 修订日期: 2018-01-23。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671172, 41601178); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(14JJD790011) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41671172, No. 41601178; The MOE Project of Key Research Institute of Humanities and Social Sciences at Universities, No.14JJD790011]。

作者简介: 韩冬(1989-), 男, 河南巩义人, 博士研究生, 研究方向为乡村地理学, E-mail: hanaca@163.com。

通讯作者: 乔家君(1973-), 男, 河南睢县人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为乡村地理学, E-mail: jjqiao@henu.edu.cn。

引用格式: 韩冬, 乔家君, 马玉玲. 2018. 基于空间界面视角的新时期乡村性空间分异机理: 以河南省巩义市为例[J]. 地理科学进展, 37(5): 655-666. [Han D, Qiao J J, Ma Y L. 2018. Rurality spatial differentiation mechanism in the new era based on the perspective of spatial interface: A case study of Gongyi City, Henan Province[J]. Progress in Geography, 37(5): 655-666.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.05.009

的以经济和空间等要素为主导的一种演化过程(冯健, 2012)。而乡村性是综合反映乡村发展水平、揭示乡村内部差异、识别乡村地域空间的重要指标(李红波等, 2015), 它既是乡村发展演变的宏观折射, 也是其微观缩影, 是乡村内部各种功能的复杂交互与影响过程(李红波, 2015)。因此, 乡村性的空间分异可视作乡村转型重构过程在地方上的具体表现。而对新时期乡村性空间分异的机理进行深入剖析, 也有助于对乡村转型重构过程和机理的把握, 从而为国家和地方实施乡村振兴战略提供帮助。

不同的地区其自然环境、社会文化、经济发展条件不同, 使得各地乡村的发展处于不同阶段, 而乡村性指数(Rurality Index)则可用于测度不同乡村之间发展差异程度(龙花楼等, 2009)。Cloke(1977)首先提出了乡村性指数这一概念, 并由张小林(1998)率先将此概念引入国内地理学研究。此后, 国内外学者在不同地区进行了实践, 乡村性评价指标体系由单维逐渐向多维转变(Harrington et al, 1998; Waldorf, 2006); 研究对象由只注重物质因素的研究, 逐渐转向物质与文化因素并重(Woods, 2009, 2010); 研究内容由单纯的评价区域的乡村性, 扩展到了判别乡村类型(周玉玉等, 2013)和乡村转型发展(肖黎珊等, 2015)等领域; 研究尺度也逐渐由宏观尺度研究转向更微观尺度的研究(Johansen et al, 2012; 韩冬等, 2017)。现有的研究成果, 对于探明宏观区域乡村发展程度、揭示乡村发展差异都具有重要意义。但对乡村性测度和演化机理的分析多集中在宏观层面, 少有对微观尺度乡村性空间分异机理进行深入的分析。乡村作为一个复杂的网状空间, 想象的、物质的和实践的乡村性在本质上和发展动态上紧密交错(李红波, 2015)。在新时期, 乡村发展的多元性、外向性特征更为显著(Woods, 2005), 由此也使得乡村发展的动力机制呈现多元化(刘自强等, 2012)。因此, 需要从更为综合和系统的视角出发, 深入分析乡村性空间分异机理。从系统论的角度来看, 乡村的发展, 本质上是由乡村系统和外部系统之间协调发展所推动的。在此过程中, 两个系统不断进行物质流、能量流、信息流的交换, 这也成为乡村发展的驱动力(屠爽爽等, 2015)。空间界面作为两个系统在空间上的交界面, 是两个系统间物流、能流和信息流最为活跃的区域(乔家君, 2012), 因其活动的复杂性和物质能量等交换的频繁性, 空间界面经常表现出多重效应

(乔家君等, 2014), 对乡村系统的发展产生不同的影响。因此, 空间界面理论为新时期乡村发展问题研究带来了新的视角。

界面是指两个不同系统的交界面, 在不同的学科中有不同的定义。地理学者以不同空间系统为研究对象, 提出了空间界面理论, 旨在揭示地理空间上相邻区域物质、能量、信息的交换规律(乔家君等, 2016a)。空间界面是在一定条件下, 不同性质的资源要素相互作用而成(乔家君, 2012), 可分为自然界面和人文界面, 并可进一步加以细分(乔家君等, 2016b)。地理学者对空间界面的研究也由早期关注自然地理界面(李克煌等, 1996), 逐渐转向更为复杂的人文界面, 如城乡界面(乔家君等, 2016a)、港城界面(庄佩君等, 2010)、政区界面(张震宇等, 1997)等。研究内容也由界面识别逐步转向更深层次的应用。例如, 有学者利用时空谱分析法, 发现界面处往往富集了发展水平较高的村域经济(Qiao et al, 2008); Lockaby认为界面是一个综合性的研究视角, 并从城乡界面出发阐明社会经济驱动力、生态效应以及相关政策对城市景观的影响(Lockaby et al, 2005); 乔家君等对城乡界面的经济效应进行了分析(乔家君等, 2016b), 并构建了城乡界面动态模型(乔家君等, 2016a), 同时运用空间界面理论对乡村社区选址进行了实证研究(乔家君等, 2014), 并对县域经济空间分异进行了分析(乔家君等, 2017)。现有研究成果从不同角度论证了空间界面产生的界面效应对于区域发展有不同程度的影响, 这也为本文从空间界面视角对乡村发展问题进行研究提供了依据。但已有研究中, 对于界面位置和影响范围的判定更多是在主观分析的基础上对不同要素分布区域进行叠加而得出, 缺少客观的定量判断。

因此, 本文将引入游动分割窗技术定量判断空间界面位置, 并基于空间界面视角探索表征乡村发展程度的乡村性空间分异机理, 以一种更综合的地理学研究新视角来揭示新时期乡村发展的动力机制, 不仅是对乡村地理学研究内容的丰富, 而且也是对空间界面理论和应用的扩展。

2 研究区域与研究方法

2.1 研究区域的选择

巩义市为河南省中部的县级市, 总面积约1041 km², 处于平原与丘陵的过渡地带, 地形条件较为复杂, 区域内平原、山地、丘陵均占一定比例, 黑

色金属、有色金属、燃料、非金属等自然资源相对丰富。巩义市经济基础较好,其县域综合经济实力常年位居河南省前列,2015年全市GDP总量为640.49亿元,人均GDP为77729元,按照最新的钱纳里经济增长阶段划分标准(李敏纳等,2017),巩义市已经处于工业化后期发展阶段。巩义市的发展是由自下而上的农村工业化引导的,在此过程中,乡村地域系统内的物质流、能量流和信息流交流活跃,形成了城中村发展型、工业带动型、传统农业型等多种乡村发展模式(乔家君,2008)。由于在巩义市域范围内集中了多种地貌类型、自然资源以及多种社会经济发展类型,因此也存在多种自然和人文界面,故选取巩义市作为研究区域具有一定的典型性。此外,巩义市作为内陆城市已经率先进入工业化后期发展阶段,对于大量即将迈入工业化后期发展阶段的内陆城市具有一定的借鉴意义。

2.2 研究方法

2.2.1 游动分割窗技术

游动分割窗技术最早用于分析山地植被沿样带分布情况(Whittaker, 1960),随后为生态学家用于分析生态交错带位置以及景观界面影响域的判定。该方法已被证实是定量判断生态界面位置和影响域范围的一种简单而有效的方法(Johnston et al, 1992)。因生态界面与空间界面本质上都是两个不同系统之间相互作用形成的区域。因此,本文尝试用此方法定量判断空间界面的位置。其原理如图1所示,选择一个包含偶数个样点的窗口,计算每个半窗口之间的相异系数,随后让窗口沿着样点顺序移动,直到完成整个样带的计算为止。

因平方欧氏距离法(简称SED)计算简便,且计算结果与野外观测结果趋于一致,因此一般都用其作为计算相异系数的函数(Johnston et al, 1992)。公式如下:

$$SED_m = \sum_{c=1}^n (\overline{A_c} - \overline{B_c})^2 \tag{1}$$

式中: SED_m 为窗口为 m 时的平方欧氏距离; $\overline{A_c}$ 和 $\overline{B_c}$

分别为半窗口A和B在参数为 c 时的平均值。

2.2.2 乡村性评价

Cloke等(1986)认为,在不同的研究尺度下,由于可获取的资料不同,因而构建的乡村性评价指标体系也不尽相同。Waldorf(2006)参考HDI指数提出构建乡村性评价指标体系的原则,为在不同尺度下构建乡村性评价指标体系提供了依据。本文将据此构建适用于村域尺度的乡村性评价指标体系。为从村域这一相对微观的视角来揭示乡村发展差异的内部机理,需从乡村发展最基本的人、土地、产业这三个要素着手(李婷婷等,2014;杨忍等,2015)。因此,本文从农村经济结构、土地结构、生活水平和区位条件四个维度来构建乡村性评价指标体系(表1),采用熵权法对各个指标的权重进行测算,并采用极值法对指标进行无量纲化处理。得出巩义市各村的RI指数为:

$$RI = \sum_{i=1}^5 w_i S_i \tag{2}$$

式中: w_i 为各个指标 i 的权重值, S_i 为标准化后指标 i 的值,RI值越大说明乡村性越强。

2.2.3 地理探测器

“地理探测器”是用于探测空间分异性,以及揭示其驱动力的一组统计学方法(Wang et al, 2010)。近年来,地理探测器已经在地理、地质、水文、生态、区域经济、环境、健康、遥感等多领域使用(王劲峰等,2017)。其中的因子探测器可用来检测某一地理因素是否对某个事物的空间分布造成影响(朱鹤等,2015),交互探测又可有效识别不同因子之间的交互作用。可见,采用地理探测器可有效探测要素空间格局的成因和机理,本文将采用此方法对空间

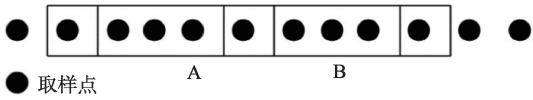


图1 游动分割窗原理图
Fig.1 Schematic diagram illustrating the principle of the moving split-window technique

表1 巩义市村域尺度乡村性评价指标体系
Tab.1 Indicators of rurality evaluation of village scale in Gongyi City

评价维度	代表性指标	计算方法	指标特性
经济结构	人均工业产值	工业产值/总人口	逆指标(越大说明乡村性越弱)
	第一产业比例	第一产业产值/村庄总产值	正指标(越大说明乡村性越强)
土地结构	人均耕地面积	耕地面积/总人口	正指标(越大说明乡村性越强)
生活水平	人均收入	按可比价格计算	逆指标(越大说明乡村性越弱)
区位条件	交通区位	GIS软件计算乡村等级以上公路的覆盖程度	逆指标(越大说明乡村性越弱)

界面对村域乡村性空间分异的影响作用进行探测识别,模型如下:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (3)$$

$$SSW = \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2, SST = N \sigma^2$$

式中: q 值为某因子 X 对属性 Y 空间分异的解释力度; h 为变量 Y 或因子 X 的分层, $h=1, 2, \dots, L$; N_h 和 N 分别为层 h 和全区的单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别是层 h 和全区的 Y 值的方差。 SSW 和 SST 分别为层内总方差和全区总方差。

2.3 数据来源

本所涉及的高程数据由黄河中下游数字地理实验室提供,地图数据来自规划部门提供的矢量地图,土地利用数据来自土地部门的农村土地二级分类表,各个村庄人均收入、村庄产值、村庄耕地面积等数据来自巩义市统计年鉴,而区位条件分析则由ArcGIS在矢量地形地图上计算每个村庄在不同年份拥有的等级以上公路密度而得。

3 结果分析

3.1 巩义市空间界面的识别与判定

3.1.1 巩义市空间界面类型

根据空间界面形成的原因,可将其划分为自然界面和人文界面两大类(乔家君, 2012)。其中,自然界面主要是由于不同的自然地理系统之间相互作用形成的界面。本文以巩义市为研究对象,其气候、水文条件差别不大,但地形地貌及自然资源分布有较大差异,因此选取地形界面和自然资源界面来表征自然界面。人文界面多由人为划定的不同系统(如行政、经济、文化、交通等)相互作用形成,其在空间上以土地利用方式和配置格局为载体(龙花楼, 2013)。乡村地域系统承载了我国大量的人口,在这一系统中的人们通过发展农业来满足自己的需要,并为城市提供资源。在此过程中,由于乡村和城市之间不断地进行物质和能源的交流,使得农村的生产功能持续增强,进而促进了农村发展。可以说,居住功能和农业生产功能是乡村地域系统的基础功能(屠爽爽等, 2015),此功能在空间上的载体就是以土地利用方式为表征的居住空间和农业生产空间。此外,行政区划和交通区位条件也会对乡村发展产生较大影响。因此,本文将从土地利用的

角度,将农业生产界面、居住界面、交通界面以及行政界面作为巩义市人文界面的研究对象(表2)。

3.1.2 空间界面的位置确定

由于行政边界和交通线在空间上可以确定其位置,因此,用行政边界和交通线经过的村庄来分别表征行政界面和交通界面。对于其他不能在空间上明确标识出来的空间界面,则将县域空间划分为适于县域单元分析的 $0.5 \text{ km} \times 0.5 \text{ km}$ 格网(刘彦随等, 2017),并采用游动分割窗技术进行定量判别。其中,游动分割窗窗口大小的确定最为关键,本文以地形界面为例,根据高程计算出在采用不同窗口时所得到的SED值如图2所示。由图可知,当窗口大小为10到14个网格单元时,SED峰值变化趋势趋于一致,表明当最小窗口大小为10个网格单元时,可最大程度降低波峰噪音,从而确定界面位置和宽度。此后分别按照此方法确定其他空间界面的位置(图3)。

3.2 巩义市乡村性空间分异

采用ArcGIS中的Jenks最佳自然断裂法,将2015年巩义市村域乡村性依次划分为弱乡村性(RI 为 $0.14 \sim 0.40$)、较弱乡村性(RI 为 $0.40 \sim 0.45$)、中等乡村性(RI 为 $0.45 \sim 0.53$)、较强乡村性(RI 为 $0.53 \sim 0.67$)和强乡村性(RI 为 $0.67 \sim 0.85$)五种类型。分析图4得出:①乡村性较强和强的村庄数量较少,主要集中于巩义市南部及西北部地区;②中等乡村性村庄主要分布于巩义市西南部、东南部及东部地区;③乡村性较弱和弱的村庄主要集中于城区周边及西部与东部两个门户城镇。通过Global Moran's I 指数可以描述巩义市村域尺度乡村性全局空间集聚特征,进而揭示巩义市村域尺度乡村性空间格局的总体分布特征。通过ArcGIS计算得,巩义市村域尺度乡村性的Global Moran's I 值为 0.4131 ,在正态分布假设下,对 I 指数检验得分 Z 值为 13.9883 ,这说明巩义村域尺度乡村性存在着显著的、正的空间自相

表2 巩义市空间界面类型及划分依据

Tab. 2 Spatial interface type and division basis of Gongyi City

一级分类	二级分类	划分依据
自然界面	地形界面	根据高程划分
	自然资源界面	根据自然资源分布划分
人文界面	居住界面	根据城镇建设用地与村庄用地比例划分
	农业生产界面	根据耕地所占土地面积划分
	行政界面	处于市域边界的村庄
	交通界面	高速公路、国道、省道经过的村庄

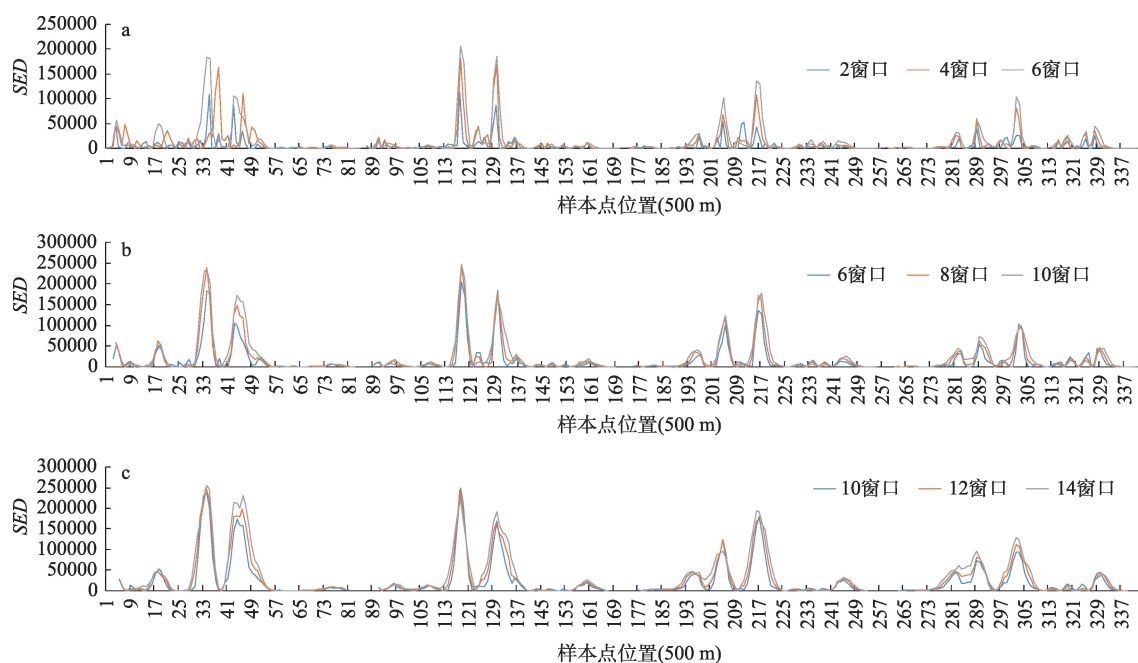


图2 基于高程SED的滑动分割窗峰值图

Fig.2 A moving-split window peak map based on the squared Euclidean distance (SED) of elevation

关,总体上趋于空间集聚,呈现边缘强,中间弱的空间分布格局。

3.3 乡村性空间分异影响因素探测

因子探测主要测度不同空间界面对乡村性空间分异的解释力大小(Power of determinant, 简称PD值)。图5为各空间界面对巩义市乡村性空间分异的解释程度,按解释力度大小排序依次为: x_6 交通界面 $>x_5$ 行政界面 $>x_4$ 居住界面 $>x_3$ 农业生产界面 $>x_1$ 地形界面 $>x_2$ 自然资源界面。可见,以地形界面和自然资源界面为代表的自然界面对巩义市乡村性空间分异影响不大,远低于各人文界面。在人文界面中,交通界面的对巩义市乡村性空间分异的影响程度最大,其次为行政界面、居住界面,农业生产界面稍弱。

交互探测用于检验两种界面共同作用时是否会增加或减弱对巩义市乡村性空间分异的解释力。从交互探测结果来看(表3),任意两个空间界面交互后因子解释力均有所加强。其中,交通界面与行政界面交互后因子解释力最大,人文界面之间两两交互后因子解释力增强最为明显,人文界面与自然资源界面交互后因子解释力度更趋近于人文界面单因子解释力。以上结论进一步印证了人文界面,特别是交通界面、行政界面和居住界面是乡村性空间分异的主导因素。

为进一步探究各主导因素与乡村性空间分异

的关系,将居住界面、行政界面和交通界面这三个主导因素与乡村性空间分异进行空间匹配(图6)。由图6可知:处于居住界面和交通界面的主要为弱乡村性和较弱乡村性村庄,而处于行政界面的主要为中等乡村性和较强乡村性村庄。可见,交通界面和居住界面与乡村性强弱呈负相关,而行政界面与乡村性强弱呈正相关。

4 乡村性空间分异机理分析

在乡村最初形成的时期,人类活动相对较少,除去因自然因素形成的地形界面、气候界面、水陆界面等自然界面外,乡村系统基本可以视为一个完整的均质系统(乔家君等,2017)。随着经济的发展,人类活动对乡村系统的影响越来越大,乡村系统与外界联系越来越多,使得乡村系统与外部系统间形成的空间界面也逐渐增多。空间界面因其构成和活动机制的独特性,常显现出尺度效应、边缘效应、集肤效应、加成效应等多重效应(乔家君,2012)。在这些效应的影响下,村庄原有的稳定状态被打破,通过不断吸取外部流入的物质流、能量流、信息流,使得乡村系统不断重组,原本相对均质的乡村系统异质性逐渐加强,其空间分异就此形成。

4.1 尺度效应对乡村性空间分异的影响

尺度效应的影响主要表现在相对宏观的层

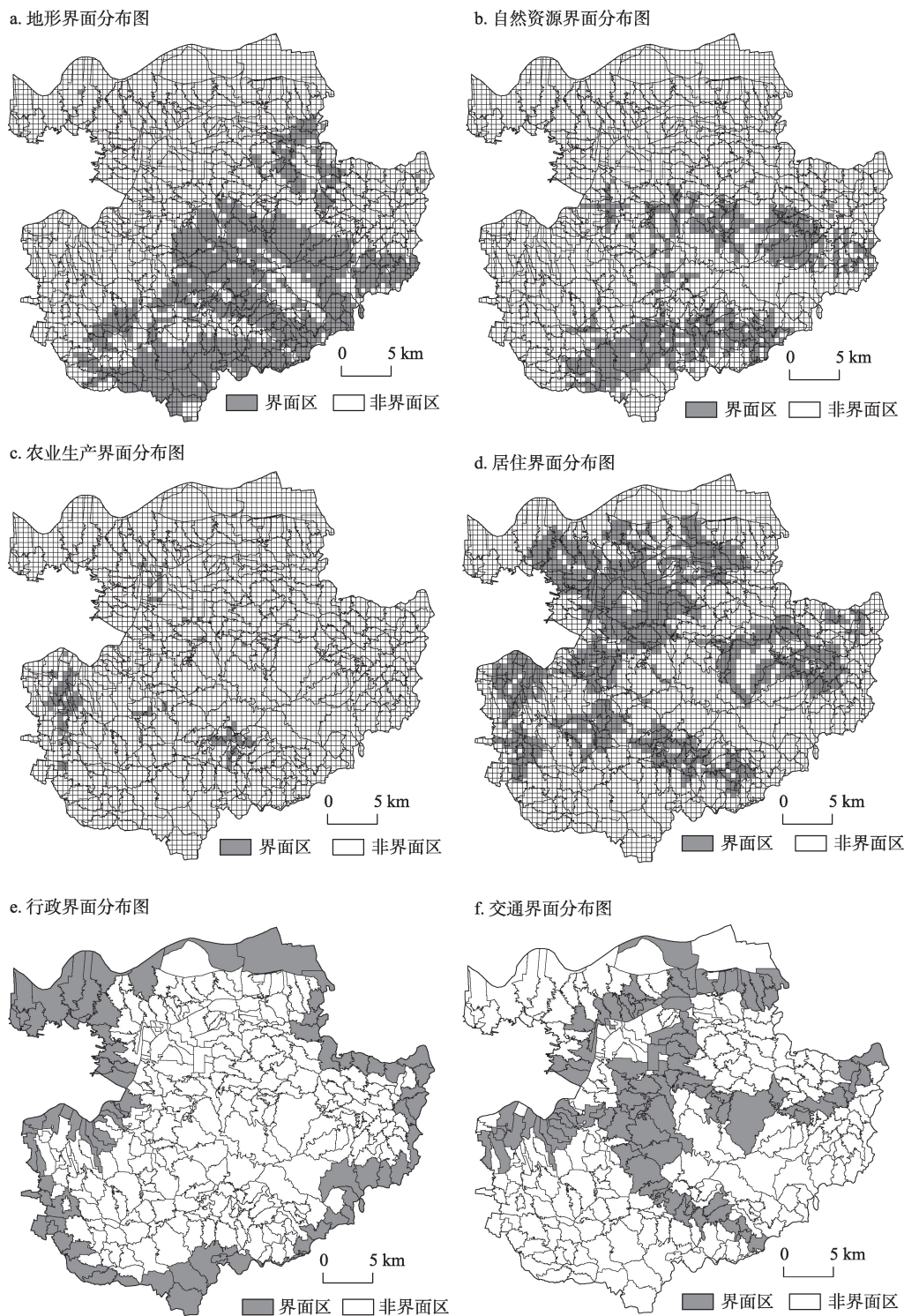
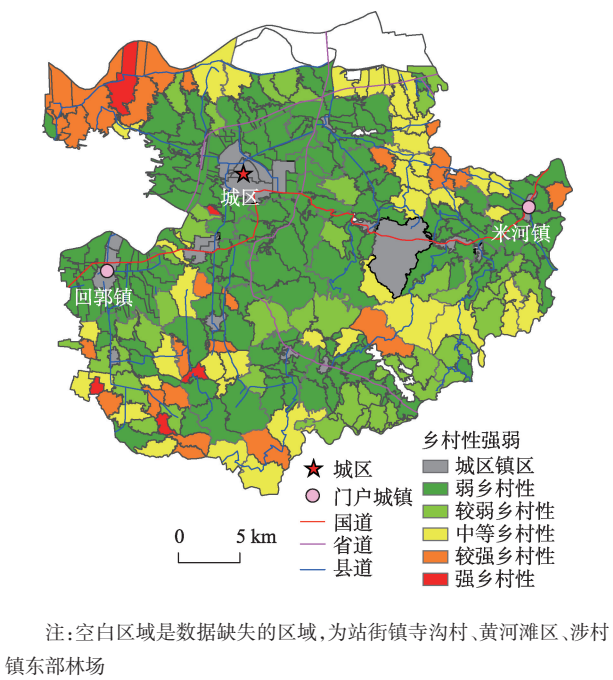


图3 巩义市空间界面分布图

Fig.3 Spatial distribution of spatial interface in Gongyi City

面。总体来看,在新时期,巩义市的自然界面对乡村性分异影响较小而人文界面影响较大,正是由于空间界面尺度效应影响所致。空间界面的尺度效应对乡村性空间分异的影响主要表现在空间尺度和时间尺度两方面。

从空间尺度上来看,在不同的空间尺度上存在的空间界面具有相对性。如若以省域为研究单位,则县域行政边界形成的行政界面区就会被忽视。而在巩义市这样一个相对微观的县域环境内,其自然本底相对较为均质,人类活动形成的其他界面则



注:空白区域是数据缺失的区域,为站街镇寺沟村、黄河滩区、涉村镇东部林场

图4 巩义市村域尺度乡村性空间分布图

Fig.4 Spatial distribution of rurality of village scale in Gongyi City

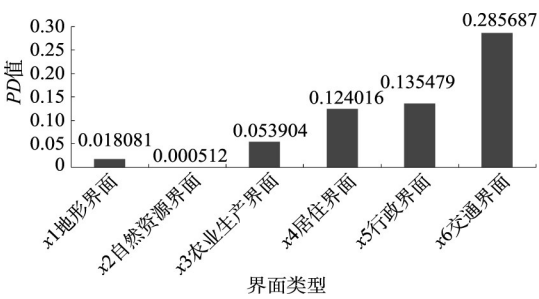


图5 空间界面对乡村性空间分异的解释力

Fig.5 Power of determinant of spatial interface to rurality spatial differentiation

差异性较大。从时间尺度上看,乡村系统与外界联系产生的空间界面在不同时期的数量和种类会有很大差别。在传统农业时代,村庄发展更多受到自然界面的影响,中国古代盛行的堪輿学也从一定程

度上反映了先人对村庄选址的空间界面取向。而随着生产力的提高,人类拥有了改造自然环境的能力,自然资源的开采、城市的扩张、交通道路的修建,使得原来相对较为均质化的县域空间内部出现了自然资源界面、居住界面以及交通界面,对乡村系统造成极大冲击,影响乡村发展的动力也发生了改变。在新时期,随着改革开放的进一步深入,类似巩义市的工业化先行区逐步进入到工业化后期发展阶段。这一时期城市作为人类活动的经济中心,逐步成为科技、文化和信息的创新基地,对农村发展的带动作用也逐步加强(刘自强等, 2012);此外,服务业在此阶段也逐渐代替工业成为经济结构和就业的主体,其对乡村发展的带动作用也逐渐超越工业和农业的带动作用(龙冬平等, 2014)。因此,正是由于空间界面的尺度效应,在新时期,空间界面中的人文界面对乡村性空间分异的影响要远大于自然界面。

4.2 边缘效应对乡村性空间分异的影响

空间界面位于两个具有异质性系统共有的边缘区,因此界面区在两个系统共同影响下产生了一定的边缘效应,此效应所产生的影响有利弊之分,故称为正负边缘效应。正是在边缘效应的影响下,居住界面和行政界面成为影响乡村性空间分异的主要因素。

居住界面多位于城乡之间的过渡地带,这一区域是城市化最先辐射到的乡村地域,城市化的带动使得这一地区的经济水平、技术水平和基础设施建设都领先于其他乡村地区(李世峰, 2005),也使得区内的服务业相对于其他乡村地区较为发达。可见,处于工业化后期发展阶段的地区,位于城乡交界处的居住界面对乡村发展具有正面的影响,产生了正向边缘效应,其影响力也逐步增强,并大幅超越了传统的农业生产界面。

行政界面一般都位于行政区划的边缘,远离城

表3 两种空间界面交互作用对乡村性空间分异的解释力

Tab.3 Power of determinant of spatial interface interaction to rurality spatial differentiation

	x_1 地形界面	x_2 自然资源界面	x_3 农业生产界面	x_4 居住界面	x_5 行政界面	x_6 交通界面
x_1 地形界面	0.018081					
x_2 自然资源界面	0.026781	0.000512				
x_3 农业生产界面	0.076808	0.060635	0.053904			
x_4 居住界面	0.12801	0.131453	0.139657	0.124016		
x_5 行政界面	0.156772	0.136137	0.160922	0.218328	0.135479	
x_6 交通界面	0.310542	0.293414	0.311446	0.349843	0.37702	0.285687

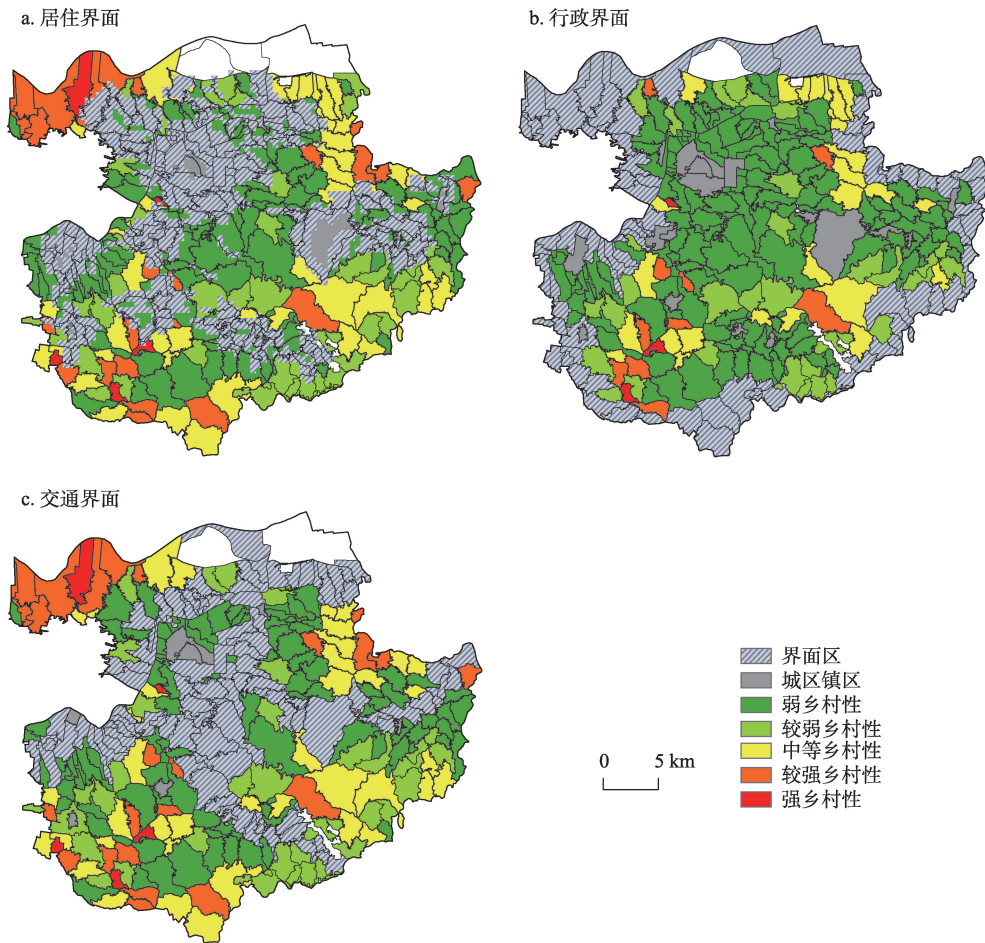


图6 主导空间界面因子与乡村性空间分异的空间匹配图

Fig. 6 Spatial matching distribution of dominant factors of rurality spatial differentiation

区。中心—边缘结构理论认为,区域经济发展水平与区域中心城市竞争力密切相关,城市功能扩散效应的强度与中心城区的距离成反比(丁志伟等, 2013),行政界面区因而受到的城市带动效应相对较弱。此外,行政区经济对行政界面产生较大影响。所谓“行政区经济”是指由于中国行政区划对区域经济的刚性限制而产生的一种特殊区域经济现象(舒庆等, 1994),其最显著的特点为:地方政府存在地方保护主义的倾向;使生产要素跨行政区的横向流动受到强烈阻滞;处于行政区边界地区的经济相对衰竭等(刘君德, 2006)。可见,处于区域边缘的行政界面,受到的区域内城市功能扩散效应最弱,同时受到行政区经济的影响,使得此区域的发展一般都相对落后于其他地区,行政界面的负边缘效应较为显著。

4.3 集肤效应对乡村性空间分异的影响

从上文中地理探测器的因子探测结果可知,交通界面对乡村性空间分异的解释力最大,这主要与

空间界面的集肤效应有关。空间界面是系统间物质流、能量流、信息流交换的必经场所,因此往往成为资源集散的重要区域,因与电学中的集肤效应类似,此效应因此被称为空间界面的集肤效应。

当前,由于经济发展更加多元,对于乡村发展的驱动因素也不仅仅限于某一产业,乡村发展的驱动力更多依靠地方行为主体通过整合客体系统内部各相关要素,促使乡村发展内核系统内部协调,并与其外缘系统之间不断进行物质流、能量流和信息流的交换,系统结构、功能逐渐优化而形成的。而在空间层面,高等级公路就成为这些物质流、能量流和信息流在空间流通的最主要廊道,也是乡村系统与外界进行物质流、能量流、信息流交换最主要的场所,集肤效应最为显著。而位于交通界面的村庄,由于接收到区域间的各种能流相对更多,因此也具有更好的发展势头。此外,连接城市和乡村的高等级公路使得沿线区域间交流成本大大降低,促使沿线地区间的联系更加紧密,各种能流以及城

市的影响力会随着高等级公路向乡村地区扩散,农民的思想意识、乡村的社会结构也会随之发生改变,因而也有利于外部资金、劳动力等优质资源的集聚,进而推动区域产业转型发展。因此,在新时期,交通界面成为对乡村性分异影响程度最大的空间界面,且位于交通界面的乡村其乡村性都相对较弱。

4.4 加成效应对乡村性空间分异的影响

从上文地理探测器的交互探测结果可知,任意两个空间界面交互后因子解释力均有所加强,主要是受到空间界面加成效应的影响。由于界面处于两系统的边缘,系统中心对其影响力相对薄弱,易于新的经济要素进入、生长和发展,进一步加剧界面处各种要素的集聚,产生超越区域组分单独功能之和的增长效应,即所谓的“一加一大于二”功效,也就是界面的加成效应。

受到界面加成效应的影响,多重空间界面的叠加产生的加成效应更为显著。巩义市乡村性弱及较弱的村庄大多集中在市区周边以及东部和西部两个门户城镇,这三个地区无一不是多重空间界面叠加的区域。使用地理探测器进行的交互探测结果也证明了这一点(表3)。巩义市范围内的任意两个空间界面交互后因子解释力均有所加强,因此,巩义市任意空间界面叠加后所形成的加成效应对其乡村发展都有显著影响。

5 结论与讨论

本文基于空间界面视角,采用量化手段,对处于工业化后期发展阶段的典型县级区域——巩义市的村域乡村性空间分异机理进行分析,主要得到以下结论:①巩义市县域空间范围内,客观上存在着多种空间界面。其中,自然界面主要包括地形界面和自然资源界面;人文界面主要包括农业生产界面、居住界面、行政界面和交通界面。②巩义市村庄整体发展较好,乡村性空间分布呈现较强的正空间自相关性。该市乡村性较强的村庄主要集中于市域南部及西北部地区;中等乡村性村庄主要分布于市域西南部、东南部及东部地区;乡村性较弱和弱的村庄主要集中于城区周边及西部与东部两个门户城镇;总体呈现出边缘强、中间弱的分布格局。③在新时期,人文界面中的交通界面、行政界面和居住界面对巩义市乡村性空间分异影响较大,而自然界面影响较小。空间界面的尺度效应、集肤

效应、边缘效应和加成效应等多重效应在一定程度上推动了县域要素的空间重组,促使巩义市乡村性空间分异的加强。

与现有宏观尺度的研究成果相比,通过对微观的村域尺度乡村性空间分异的机理进行分析,可更加深入地了解小空间尺度区域之间的相互作用关系,而空间界面视角的运用,也使得我们可更加系统、综合地掌握在新时期乡村发展的机制:首先,由于空间界面尺度效应的影响,在新时期,自然界面对于乡村性空间分异影响相对较小,而人文界面中的交通界面、行政界面和居住界面对乡村性空间分异影响较大。其次,正向的边缘效应使得作为城市与乡村之间过渡地带的居住界面对于乡村发展的影响力逐步增强,超越了农业生产界面;负向的边缘效应对乡村性空间分异也有较强影响,使得位于行政界面区内的村庄发展相对落后。再次,空间界面的集肤效应在高等级公路形成的交通界面处最为显著,也使得交通界面成为对乡村性分异影响力最大的空间界面。最后,加成效应使得处于多重界面处的巩义市区周边、东部和西部门户城镇周边的地区形成了弱乡村性村庄的集聚区。因此,在新的时期,更应重视人文要素的影响,努力提升本地区对外交流、开放的程度,引入更多外部资源要素,努力培育多种空间界面,为巩义市乡村振兴提供更充足的动力源。与此同时,也需要重视区域内部乡村发展不均衡问题,对于行政界面区内的村庄有必要施加一定的政策优惠、资金投入等外界干预措施,促使全域乡村的协调发展。

需要指出的是,由于获取较长时间跨度的村域尺度数据资料有一定的难度,本文未对基于空间界面视角的乡村性时空分异及演化过程进行分析。今后,随着乡村数据统计的不断完善,可以从时空演化过程研究入手,更好地揭示其对乡村发展的影响。

参考文献(References)

- 丁志伟, 张改素, 王发曾. 2013. 郑州都市区镇域经济差异的空间分析[J]. 经济地理, 33(7): 29-35. [Ding Z W, Zhang G S, Wang F Z. 2013. The spatial analysis on towns' economic differences in Zhengzhou metropolitan area[J]. Economic Geography, 33(7): 29-35.]
- 樊杰, 陶普曼 W. 1996. 中国农村工业化的经济分析及省际发展水平差异[J]. 地理学报, 51(5): 398-407. [Fan J, Taubmann W. 1996. An analysis of the economic features and regional difference of China's rural industrialization[J].

- Acta Geographica Sinica, 51(5): 398-407.]
- 冯健. 2012. 乡村重构: 模式与创新[M]. 北京: 商务印书馆. [Feng J. 2012. Xiangcun chonggou: Moshi yu chuangxin [M]. Beijing, China: The Commercial Press.]
- 韩冬, 乔家君, 马玉玲. 2017. 快速工业化背景下乡村性时空分异及其演化: 以河南省巩义市为例[J]. 地理研究, 36(12): 2405-2418. [Han D, Qiao J J, Ma Y L. 2017. Spatio-temporal differentiation and evolution of rurality under the background of rapid industrialization: A case study of Gongyi city, Henan province[J]. Geographical Research, 36(12): 2405-2418.]
- 李红波. 2015. 转型期乡村聚落空间重构研究: 以苏南地区为例[M]. 南京: 南京师范大学出版社. [Li H B. 2015. Zhuanxingqi xiangcun juluo kongjian chonggou yanjiu: Yi Sunan diqu weili[M]. Nanjing, China: Nanjing Normal University Press.]
- 李红波, 张小林. 2015. 乡村性研究综述与展望[J]. 人文地理, 30(1): 16-20, 142. [Li H B, Zhang X L. 2015. A review and trend on rurality[J]. Human Geography, 30(1): 16-20, 142.]
- 李克煌, 管华, 马建华, 等. 1996. 自然地理界面理论与实践[M]. 北京: 中国农业出版社. [Li K H, Guan H, Ma J H, et al. 1996. Ziran dili jiemian lilun yu shijian[M]. Beijing, China: China Agriculture Press.]
- 李敏纳, 周春山, 蔡舒, 等. 2017. 海南建省以来经济增长空间分异格局演变[J]. 经济地理, 37(2): 23-32. [Li M N, Zhou C S, Cai S, et al. 2017. The evolution of the spatial differentiation pattern of economic growth in Hainan since Hainan province was founded[J]. Economic Geography, 37(2): 23-32.]
- 李世峰. 2005. 北京城市边缘区发展的乡村要素集聚与扩散规律探索[J]. 农业现代化研究, 26(2): 105-108, 115. [Li S F. 2005. Research on objective law of agglomeration and diffusion in Beijing urban fringe[J]. Research of Agricultural Modernization, 26(2): 105-108, 115.]
- 李婷婷, 龙花楼. 2014. 山东省乡村转型发展时空格局[J]. 地理研究, 33(3): 490-500. [Li T T, Long H L. 2014. Study on the spatio-temporal pattern of rural transformation development in Shandong province[J]. Geographical Research, 33(3): 490-500.]
- 李小建, 等. 2010. 中国中部农区发展研究[M]. 北京: 科学出版社. [Li X J, et al. 2010. Rural development of central China[M]. Beijing, China: Science Press.]
- 刘君德. 2006. 中国转型期“行政区经济”现象透视: 兼论中国特色人文—经济地理学的发展[J]. 经济地理, 26(6): 897-901. [Liu J D. 2006. Perspective of the "administrative region economy" phenomenon in China's transitional period: An introduction of human-economic geography with Chinese characteristics[J]. Economic Geography, 26(6): 897-901.]
- 刘彦随, 李进涛. 2017. 中国县域农村贫困化分异机制的地理探测与优化决策[J]. 地理学报, 72(1): 161-173. [Liu Y S, Li J T. 2017. Geographic detection and optimizing decision of the differentiation mechanism of rural poverty in China[J]. Acta Geographica Sinica, 72(1): 161-173.]
- 刘彦随, 严斌, 王艳飞. 2016. 新时期中国城乡发展的主要问题与转型对策[J]. 经济地理, 36(7): 1-8. [Liu Y S, Yan B, Wang Y F. 2016. Urban-rural development problems and transformation countermeasures in the new period in China [J]. Economic Geography, 36(7): 1-8.]
- 刘自强, 周爱兰, 鲁奇. 2012. 乡村地域主导功能的转型与乡村发展阶段的划分[J]. 干旱区资源与环境, 26(4): 49-54. [Liu Z Q, Zhou A L, Lu Q. 2012. The transition of rural territorial leading function and the classification of rural development stages[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 26(4): 49-54.]
- 龙冬平, 李同昇, 苗园园, 等. 2014. 中国农村人口非农化时空演变特征及影响因素[J]. 地理科学进展, 33(4): 517-530. [Long D P, Li T S, Miao Y Y, et al. 2014. Spatio-temporal characteristics and impacting factors of non-agriculturalization of China's rural population[J]. Progress in Geography, 33(4): 517-530.]
- 龙花楼. 2013. 论土地整治与乡村空间重构[J]. 地理学报, 68(8): 1019-1028. [Long H L. 2013. Land consolidation and rural spatial restructuring[J]. Acta Geographica Sinica, 68(8): 1019-1028.]
- 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[J]. 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[J]. Acta Geographica Sinica, 72(4): 563-576.]
- 齐元静, 杨宇, 金凤君. 2013. 中国经济发展阶段及其时空格局演变特征[J]. 地理学报, 68(4): 517-531. [Qi Y J, Yang Y, Jin F J. 2013. China's economic development stage and its spatio-temporal evolution: A prefectural-level analysis [J]. Acta Geographica Sinica, 68(4): 517-531.]
- 乔家君. 2008. 中国乡村地域经济论[M]. 北京: 科学出版社. [Qiao J J. 2008. Rural territorial economy of China[M]. Beijing, China: Science Press.]
- 乔家君. 2012. 乡村社区空间界面理论研究[J]. 经济地理, 32(5): 107-112. [Qiao J J. 2012. Study on the spatial interface theory of rural community[J]. Economic Geography, 32(5): 107-112.]
- 乔家君, 马玉玲. 2016a. 城乡界面动态模型研究[J]. 地理研

- 究, 35(12): 2283-2297. [Qiao J J, Ma Y L. 2016a. Research on dynamic model of urban-rural interface[J]. *Geographical Research*, 35(12): 2283-2297.]
- 乔家君, 马玉玲. 2016b. 城乡界面的经济效应[J]. *经济地理*, 36(9): 1-9. [Qiao J J, Ma Y L. 2016b. Empirical analysis of economic effect of urban-rural interface[J]. *Economic Geography*, 36(9): 1-9.]
- 乔家君, 周洋. 2014. 基于空间界面理论乡村社区选址研究: 以河南省晴岚社区为例[J]. *人文地理*, 29(4): 72-77. [Qiao J J, Zhou Y. 2014. Geographic location of rural community based on spatial interface theory: A case of Qinglan community, Henan province, China[J]. *Human Geography*, 29(4): 72-77.]
- 乔家君, 周洋. 2017. 县域经济的空间分异及其机理研究[J]. *经济地理*, 37(7): 1-11. [Qiao J J, Zhou Y. 2017. Research on the spatial differentiation mechanism of county-level economy[J]. *Economic Geography*, 37(7): 1-11.]
- 舒庆, 刘君德. 1994. 一种奇异的区域经济现象: 行政区经济[J]. *战略与管理*, (5): 82-87. [Shu Q, Liu J D. 1994. Yizhong qiyi de quyu jingji xianxiang: Xingzhengqu jingji[J]. *Strategy and management*, (5): 82-87.]
- 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, 160. [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[J]. *Economic Geography*, 35(12): 141-147, 160.]
- 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[J]. *Acta Geographica Sinica*, 72(1): 116-134.]
- 吴传钧. 2001. 中国农业与农村经济可持续发展问题: 不同类型地区实证研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社. [Wu C J. 2001. Problems of the sustainable development of agriculture and rural economy in China[M]. Beijing, China: China Environmental Science Press.]
- 肖黎明, 余兆武, 叶红, 等. 2015. 福建省乡村发展与农村经济聚集耦合分析[J]. *地理学报*, 70(4): 615-624. [Xiao L S, Yu Z W, Ye H, et al. 2015. The research of coupling rural development and economy cluster in Fujian province[J]. *Acta Geographica Sinica*, 70(4): 615-624.]
- 杨忍. 2016. 中国城镇化进程中的乡村发展及空间优化重组[M]. 北京: 科学出版社. [Yang R. 2016. Rural development and spatial optimization during the process of rapid urbanization in China[M]. Beijing, China: Science Press.]
- 杨忍, 刘彦随, 龙花楼. 2015. 中国环渤海地区人口—土地—产业非农化转型协同演化特征[J]. *地理研究*, 34(3): 475-486. [Yang R, Liu Y S, Long H L. 2015. The study on non-agricultural transformation co-evolution characteristics of "population-land-industry": Case study of the Bohai Rim in China[J]. *Geographical Research*, 34(3): 475-486.]
- 张小林. 1998. 乡村概念辨析[J]. *地理学报*, 53(4): 79-85. [Zhang X L. 1998. On discrimination of rural definitions[J]. *Acta Geographica Sinica*, 53(4): 79-85.]
- 张震宇, 王超, 范青凤. 1997. 河南省边界地区经济发展研究[J]. *地域研究与开发*, 16(3): 61-63. [Zhang Z Y, Wang C, Fan Q F. 1997. Henansheng bianjie diqu jingji fazhan yanjiu[J]. *Areal Research and Development*, 16(3): 61-63.]
- 周玉玉, 马晓冬, 赵彤. 2013. 徐州市镇域乡村发展类型及其乡村性评价[J]. *农业现代化研究*, 34(6): 728-732. [Zhou Y Y, Ma X D, Zhao T. 2013. Assessment of rural development types and their rurality in Xuzhou City on town scale[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 34(6): 728-732.]
- 朱鹤, 刘家门, 陶慧, 等. 2015. 北京城市休闲商务区的时空分布特征与成因[J]. *地理学报*, 70(8): 1215-1228. [Zhu H, Liu J M, Tao H, et al. 2015. Temporal-spatial pattern and contributing factors of urban RBDs in Beijing[J]. *Acta Geographica Sinica*, 70(8): 1215-1228.]
- 庄佩君, 汪宇明. 2010. 港—城界面的演变及其空间机理[J]. *地理研究*, 29(6): 1105-1116. [Zhuang P J, Wang Y M. 2010. Port-city interface: Evolution and the spatial mechanism[J]. *Geographical Research*, 29(6): 1105-1116.]
- Cloke P, Edwards G. 1986. Rurality in England and Wales 1981: A replication of the 1971 index[J]. *Regional Studies*, 20(4): 289-306.
- Cloke P J. 1977. An index of rurality for England and Wales[J]. *Regional Studies*, 11(1): 31-46.
- Harrington V, O'Donoghue D. 1998. Rurality in England and Wales 1991: A replication and extension of the 1981 rurality index[J]. *Sociologia Ruralis*, 38(2): 178-203.
- Johansen P H, Nielsen N C. 2012. Bridging between the regional degree and the community approaches to rurality: A suggestion for a definition of rurality for everyday use[J]. *Land Use Policy*, 29(4): 781-788.
- Johnston C A, Pastor J, Pinay G. 1992. Quantitative methods for studying landscape boundaries[M]//Hansen A J, Di Castri F. *Landscape boundaries*. New York, USA: Springer.
- Lockaby B G, Zhang D, McDaniel J, et al. 2005. Interdisciplinary research at the urban-rural interface: The WestGa project[J]. *Urban Ecosystems*, 8(1): 7-21.
- Qiao J J, Kong Y F, Li X J. 2008. Analysis of types and changes of village-level economy in rural Gongyi city, Henan Province since 1990[J]. *Chinese Geographical Science*, 18(2): 101-108.
- Waldorf B S. 2006. A continuous multi-dimensional measure of rurality: Moving beyond threshold measures[C]//Annual Meeting of American Agricultural Economics Association. Long Island, California, USA: American Agricultural Eco-

- nomics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association): 1-28.
- 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.
- Whittaker R H. 1960. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California[J]. *Ecological Monographs*, 30(3): 279-338.
- Woods M. 2005. Rural geography: Processes, responses and experiences in rural restructuring[M]. London, UK, Britain: SAGE.
- Woods M. 2009. Rural geography: Blurring boundaries and making connections[J]. *Progress in Human Geography*, 33(6): 849-858.
- Woods M. 2010. Performing rurality and practising rural geography[J]. *Progress in Human Geography*, 34(6): 835-846.

Rurality spatial differentiation mechanism in the new era based on the perspective of spatial interface: A case study of Gongyi City, Henan Province

HAN Dong, QIAO Jiajun*, MA Yuling

(College of Environment and Planning, Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development, Research Center of Regional Development and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China)

Abstract: In the new century, the countryside of China is experiencing a new and vigorous process of transformation and reconstruction and the spatial differentiation of rurality in rural areas can be seen as the concrete manifestation of the process of rural transformation and reconstruction in local areas. Also in this period, rural development has become more pluralistic and more externally dependent and the driving factors are more pluralistic as well. Therefore, a more comprehensive and systematic spatial interface perspective was applied to explore the spatial differentiation of rurality in village areas, which provides a new perspective for the study of rural development in the new era. In this study, we used the rurality index to analyze the spatial differentiation of rurality at the village scale in Gongyi City, Henan Province, China. Next, we quantitatively determined the location of spatial interfaces in Gongyi using the moving split-window technique. Finally, we used a geographical detector technique to assess the mechanisms that influenced the spatial differentiation of rurality at the village scale in Gongyi. Our results show the following: (1) The spatial interface of Gongyi can be divided into natural and human categories. The most important natural interfaces include terrain and natural resources, and the human interfaces include agricultural production, residential, administrative division, and traffic. (2) The distribution of rurality at the village scale in Gongyi showed strong positive spatial autocorrelation. The number of the strong rurality and extremely strong rurality villages was relatively small. The strong rurality and extremely strong rurality villages were mainly distributed in the southern and northwestern regions of Gongyi City. Intermediate rurality villages were mainly distributed in the southwestern, southeastern, and eastern regions of Gongyi City. The weak rurality and extremely weak rurality villages were mainly distributed around the urban region and the two port towns in the west and east of the city. On the whole, spatial agglomeration was evident and it was strong in the periphery and weak in the middle area. (3) Under the influence of the multiple effects of the spatial interfaces, the elements in the county space of Gongyi were reorganized to promote the formation of rurality spatial differentiation. The traffic, administrative division, and residential interfaces strongly affected rurality spatial differentiation, while the natural interfaces played a less important role.

Key words: spatial interface; rurality; spatial differentiation mechanism; village scale; Gongyi City; Henan