

乡村地域多功能的空间关联网络结构特征 及其对城乡融合发展的影响 ——以河南省为例

代亚强, 张 玥, 柯新利, 陈媛媛

(华中农业大学公共管理学院, 武汉 430070)

摘要: 科学探究乡村地域多功能的空间关联关系及其城乡融合效应, 是促进区域乡村功能协同提升、城乡融合发展有序高效的重要基础。在厘清乡村地域多功能空间关联机制的基础上, 阐释乡村地域多功能空间关联网络的结构特征对城乡融合发展的影响机制, 并以河南省为案例区, 借助社会网络分析法、面板回归模型等开展实证检验。结果表明: (1) 河南省乡村地域多功能的空间关联呈现出日趋复杂的网络结构形态, 空间上表现出中部地区密集、外围逐层递减的圈层分异规律。(2) 从整体网络结构特征看, 河南省乡村地域多功能空间关联网络的网络密度不断提高, 网络稳定性逐步增强, 但是网络的关联紧密程度仍有待提升。(3) 从个体网络结构特征看, 新密市、新郑市和禹州市等处于网络的核心位置, 而南乐县、商城县和义马市等在网络中处于边缘地位。(4) 乡村地域多功能空间关联网络的结构特征对城乡融合发展存在显著的影响, 个体网络中心性的提升对城乡融合发展具有显著的促进作用。研究深度剖析了乡村地域多功能的空间交互作用, 并揭示了乡村地域多功能的城乡融合效应呈现网络非均衡性特征, 可以为乡村联动发展以及县域城乡融合提供理论参考。

关键词: 乡村地域多功能; 空间关联网络; 社会网络分析; 结构特征; 城乡融合发展

随着城镇化、工业化的不断推进, 中国乡村从注重农业生产, 发展至承担社会稳定、生态保障等多种功能^[1], 为支撑经济社会发展提供了不可替代的价值。为进一步激活乡村发展的内生动力, 《中共中央 国务院关于实施乡村振兴战略的意见》明确指出要“挖掘乡村多种功能和价值”。乡村地域多功能的拓展和提升, 既是指导乡村多元发展的理论依据, 也是促进城乡融合发展的客观基础^[2]。如何充分挖掘乡村地域多功能, 促进城乡资源要素自由交互, 进而形成高效有序的城乡融合, 成为当前社会各界关注的重要内容之一。然而, 由于边界效应以及资源要素跨区域流动的特征, 使得当前个体化的乡村功能提升思路存在一定的资源浪费和区域冲突, 也不利于区域的城乡融合水平整体提升^[3]。此外, 近年来不同乡村地域之间除了“自然生态”与“地域文化”的强烈黏性以外, 经济社会发展的相互依存程度也快速上升, 促使乡村地域多功能在空间上彼此关联^[4], 并形成较复杂的空间关联网络结构。因此, 亟需探究乡村地域多功能的空间关联网络特征, 从而有效识别各乡村地域在空间关联网络中的地位和角色, 并深入揭示网络结构特征对

收稿日期: 2022-10-31; 修订日期: 2023-03-01

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41971240); 国家社会科学基金项目 (19FGLB071)

作者简介: 代亚强 (1995-), 男, 河南安阳人, 博士研究生, 研究方向为土地利用与城乡发展。

E-mail: Yaqiang_Dai@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 柯新利 (1977-), 男, 湖北天门人, 博士, 教授, 研究方向为耕地保护与利用。

E-mail: kexl@mail.hzau.edu.cn

于城乡融合发展的影响机制,为制定跨区域协同的乡村功能提升方案和城乡融合发展机制提供决策参考。

国内外学者针对乡村地域多功能的研究主要有以下方面:(1)科学内涵及政策启示^[5]。Potter等^[6]以及Holmes^[7]探讨了乡村地域多功能的内涵,刘玉等^[8]探讨其对中国乡村发展的启示。相关启示主要以“多元化”和“差异化”为核心思想^[9],基于“多功能理论”指导乡村振兴^[10]。(2)功能评价与影响因素。国内外逐渐形成以“农业生产—非农生产—居住生活—生态保障”等为框架的评价指标体系^[11]。在功能评价基础上,杨忍等^[12]指出乡村地域多功能受到自然地理因素和经济社会因素的综合影响,并发现社会因素的影响作用逐渐上升。(3)空间分异与类型划分。国外学者较为关注后工业社会背景的乡村地域多功能空间分异特征,国内学者主要遵循“空间分异—主导类型—发展策略”的研究思路。熊鹰等^[13]指出乡村地域多功能呈现出显著的区域差异以及空间集聚特征,徐凯等^[14]将乡村地域多功能的主导类型划分为综合型、农业生产型、非农生产型等。(4)功能演化与相互关系。Holmes^[15]开展了乡村地域多功能转型研究,Wilson^[16]、Bremen^[17]剖析了乡村地域多功能的系统演化和功能关系,刘玉等^[18]指出经济发展与农产品生产等为显著协同关系,而与生态服务等为显著权衡关系。

现有研究对于促进乡村地域功能的拓展与提升具有重大意义,不过仍有局限之处:(1)从研究视角来看,以往研究主要从乡村地域多功能的“空间分异”和“系统演化”展开,较少考虑不同乡村地域之间的相互作用,对乡村地域多功能的空间关联关系探究不够,不利于乡村功能的区域协同提升。(2)从研究内容来看,以往研究较多关注乡村地域的自身功能属性,与宏观经济社会发展的联系不够。虽然已有研究表明乡村地域多功能与城乡转型能够相互促进^[19,20],但侧重考察“属性数据”的耦合协调,并未揭示乡村地域多功能空间关联的“关系数据”对城乡融合发展的影响。因此,本文在厘清乡村地域多功能空间关联机制的基础上,阐释乡村地域多功能空间关联网络的结构特征对城乡融合发展的影响机制,并以河南省为案例区,借助社会网络分析法、面板回归模型等开展实证检验,以期促进区域乡村联动发展以及城乡融合有序高效。

1 理论分析与影响机制

1.1 乡村地域多功能的空间关联机制

乡村地域多功能的空间关联是指一定区域内不同乡村地域系统,通过直接或间接的形式进行跨区域功能互动并由此产生的关联关系^[21]。刘玉等^[5]指出乡村地域多功能具有“相互作用”的属性,不同乡村地域之间相互影响、相辅相成。任何乡村地域系统都不可能局限在封闭的空间中,都会与其他乡村地域发生功能互动。乡村地域多功能的互动过程包括功能疏解与弱化以及功能集聚与强化^[22],其本质是在互补性、可达性、外界干扰等条件下,各类资源要素的跨区域联系和交换^[23]。乡村地域多功能的跨区域交互,可以有效促进区域间的优势互补和协作共享,也有利于扩大要素和产品的市场,有效改善投入和产出的环境,从而促进整体区域的增长^[24]。

乡村地域多功能空间关联网络是全球化和市场化深入乡村地域的过程中,一定区域内的乡村地域经过长期的相互影响和功能互动,其乡村地域多功能开始从散乱到有序、从同质到互补的过程中所形成的关联关系集合^[25]。这些关系集合会通过循环反馈机制,

对不同乡村地域的功能演化产生影响,进而推动区域整体的乡村功能由低水平向高水平演进^[26]。而且,网络中不同乡村地域之间的联系通道也逐渐从道路、河流等实体通道,延展至互联网等虚拟通道等,不同乡村地域间的作用方式也不再局限于中心地联系下的层级作用,也包括非层级、水平化的作用^[27]。因此,由于乡村地域多功能网络具有“形成连续性”“联系广泛性”“作用多样性”等特征^[28],使得网络表现出日益复杂的整体结构。

乡村地域多功能空间关联网的形成发展受到城乡互动的影响,同时乡村地域多功能空间关联网也会影响城乡之间的相互作用^[29]。城市与乡村是具有显著区别但密切联系的有机整体,城乡之间在要素组合和地域功能上具有明显差异,从而相互依赖、互动共生。乡村地域多功能的拓展和提升离不开城市发展的带动^[30],在城市外缘系统的多元化需求和自身的内生性动力交互作用下,乡村地域之间的竞合关系进一步加强,使得乡村地域多功能空间关联网中的节点功能差异互补、整体联系日益紧密。与之对应,由于乡村地域多功能空间关联网的存在,乡村地域可以突破地理距离限制获得协同效应、规模借用等网络外部性^[31],从而影响自身与城市的相互作用(图1)。

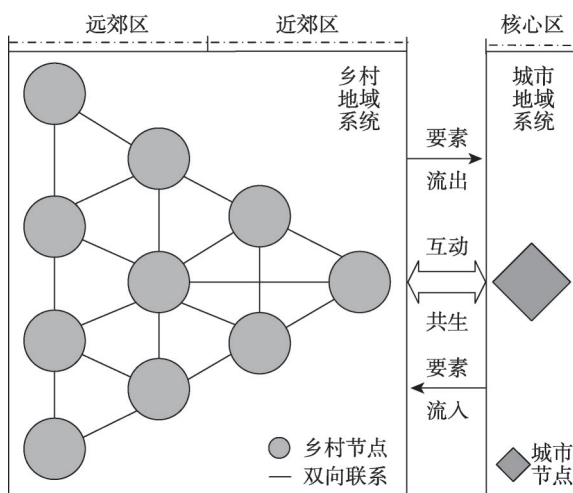


图1 乡村地域多功能的空间关联机制

Fig. 1 Spatial correlation mechanism of rural territorial multi-functions

1.2 乡村地域多功能空间关联网结构特征对城乡融合发展的影响机制

城乡融合发展的本质是在城乡要素自由流动、公平共享基础上,促进城乡经济、社会和生态的多维融合并最终实现城乡等值化发展^[32]。然而,在传统的农业农村现代化过程中,乡村往往处在注重生产性、被动服务城市的发展定位,其本身特质和多元价值一定程度上被忽视,乡村环境和社会也受到很大程度的牺牲。所以,城乡融合发展的关键在于解决乡村要素单向流出、地域功能衰退等发展受限问题。乡村地域多功能的拓展和提升能够推动乡村价值再现、城乡良性互动,并从激活乡村经济、创造就业机会、改善公共服务等方面促进城乡融合发展^[33]。同时,随着乡村地域多功能空间关联网的形成和发展,乡村地域多功能的城乡融合效应呈现网络非均衡性特征。乡村地域多功能空间关联网虽然强调非层级性,但网络中的节点仍具有等级性,使得各乡村地域获取网络正外部性的能力存在差异,具有个体地位优势的乡村地域能够获得更多的资源要素溢出^[34],从而进一步提升其城乡融合水平。因此,乡村地域多功能对于城乡融合发展具有促进作用,而且其作用效应受到乡村地域多功能空间关联网结构特征的影响(图2)。

乡村地域多功能通过激活乡村经济、创造就业机会、改善公共服务、加强空间联系和保护生态环境促进城乡融合发展^[35]。(1) 经济融合。乡村地域多功能可以激活乡村经济活力,通过发展新产业、新业态、新商业模式,吸引技术、人才等资源要素的回流,

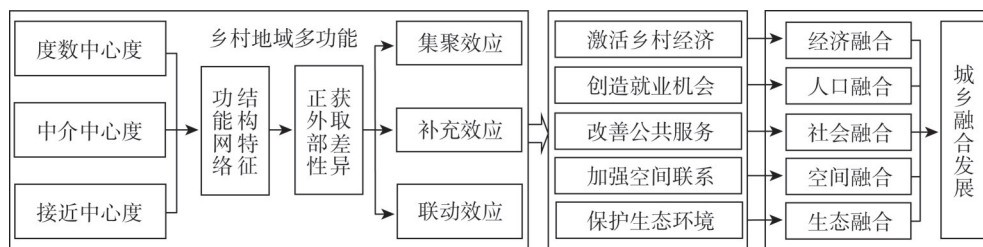


图2 乡村地域多功能空间关联网络结构特征对城乡融合发展的影响机制

Fig. 2 The influence mechanism of structural characteristics of spatial correlation network of rural territorial multi-functions on urban-rural integrated development

有利于优化城乡资源配置、促进城乡发展机会均等。(2) 人口融合。乡村地域多功能可以促进农业与第二、三产业融合发展,通过拓展产业链提升乡村价值创造和就业吸纳能力,有利于乡村人口就业和就地城镇化。(3) 社会融合。乡村地域多功能可以引导基础设施建设,为持续吸引城乡消费人口,倒逼城乡基本公共服务的共建共享,有利于改善农村居民福利。(4) 空间融合。乡村地域多功能可以加强城乡物质共享流通,通过乡村特色产品的有效供给、文化生态体验的本地服务,实现城乡实物运输和人口流动的紧密联系,有利于城乡空间合理分配、空间流通网络顺畅。(5) 生态融合。乡村地域多功能可以重塑城乡生态格局,通过发展生态农业、休闲观光等,加强污染治理、生态修复,有利于乡村生态价值的充分实现、增强区域生态稳定。

乡村地域多功能空间关联网络的个体地位优势提升,有助于乡村地域获得更多的资源要素溢出,从而进一步提升其城乡融合水平。(1) 集聚效应。乡村地域多功能网络度数中心度高的乡村节点,不仅可以通过网络联系为其他乡村节点提供资源要素溢出,也可能通过网络联系产生竞争性的资源掠夺^[36]。这些“领导者”乡村节点可以通过主导要素流动和空间分工以及资源的跨地区整合,强化自身资源要素优势,从而产生集聚性的城乡融合效应。(2) 补充效应。乡村地域多功能网络中介中心度高的乡村节点,可以通过嵌入先发区域并借用优势节点的规模效应,从而突破地理距离获得功能溢出^[37]。这些“中介者”乡村节点可以通过影响资源要素传导和辐射,获得本地集聚外部性以外的资源要素水平提升,从而产生补充性的城乡融合效应。(3) 联动效应。乡村地域多功能网络接近中心度高的乡村节点,可以发挥“直接联系”的能力与其他乡村节点进行空间交互^[38],这些“行动者”乡村节点可以通过降低资源要素传输损失和信息不对称风险,与其他乡村节点进行高效的匹配、学习^[39],从而产生联动性的城乡融合效应。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 乡村地域多功能与城乡融合发展的综合评价

(1) 乡村地域多功能的评价指标体系构建

乡村地域多功能是指乡村地域系统通过自身演化及内外交互的共同作用,在一定发展阶段内所满足人类需求的综合特征。随着城乡居民对乡村的利益需求呈现多元化,中国乡村功能已从注重农业生产转向兼顾生产、生活、生态等多种功能^[9]。参考刘玉等^[18]研究将乡村地域多功能划分为农业生产、非农生产、居住生活、生态保障四个维度(表1)。

表1 乡村地域多功能评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of rural territorial multi-functions

目标层	准则层	指标层	正逆	指标解释与计算方法
乡村地域多功能评价	农业生产功能	人均耕地面积/(hm ² /人)	+	耕地面积/乡村人口
		粮食单产/(t/hm ²)	+	粮食总产量/粮食作物播种总面积
		土地垦殖率/%	+	耕地面积/行政区域面积
		人均粮食产量/(t/人)	+	粮食总产量/乡村人口
		人均油料作物产量/(t/人)	+	油料总产量/乡村人口
		第一产业增加值/万元	+	来自年度统计年鉴
	非农生产功能	乡村从业人员非农就业率/%	+	乡村非农从业人员/乡村从业人员
		第二三产业增加值/万元	+	二三产业增加值之和
		财政收入占GDP比例/%	+	财政收入/GDP
	居住生活功能	乡村居民人均纯收入/元	+	农村居民实际收入水平
		乡村人口密度/(人/km ²)	+	乡村人口/乡村地域面积
		农村电力设施/(kW·h/人)	+	乡村用电量/乡村人口
		医疗卫生条件/(张/万人)	+	卫生机构床位数/区域人口
	生态保障功能	森林覆盖率/%	+	森林面积/行政区域面积
		地均化肥使用量/(kg/hm ²)	-	化肥施用强度
		地均农药使用量/(kg/hm ²)	-	农药施用强度
		地均地膜使用量/(kg/hm ²)	-	地膜使用水平

① 农业生产功能是乡村地域向社会提供农产品的能力。具体选用人均耕地面积、土地垦殖率、第一产业增加值反映农业发展情况，用粮食单产、人均粮食产量反映粮食生产能力，囿于蔬菜、畜产品等生产数据的可获性，用人均油料作物产量在一定程度上反映其他农产品生产。② 非农生产功能是指乡村非农经济发展能力，由于宏观统计数据难以将其直观反映，参考杨忍等^[12]研究用乡村就业结构、区域非农经济活力和区域财政能力从侧面反映。乡村非农就业的占比越高、区域非农经济活力越高、区域财政能力越强，乡村非农生产功能的发展机会就越高，具体选用乡村从业人员非农就业率、第二三产业增加值、财政收入占GDP比例来表征。③ 居住生活功能是保障居民稳定生存的能力，具体选用乡村人口密度、农村电力设施、医疗卫生条件等反映居住条件，用乡村人均纯收入反映生活水平。④ 生态保障功能是乡村维持生态稳定、提供生态调节或恢复的能力，具体选用森林覆盖率反映生态环境状况，用化肥、农药、地膜的使用情况来反映乡村生态的受损情况。

(2) 城乡融合发展的评价指标体系构建

城乡融合发展是城市系统和乡村系统在开放、平等的发展环境上，通过资源要素自由流动与优化配置，推动城乡之间的人口、经济、社会、空间和生态的多维融合，并最终形成功能互补、利益共享、协同发展的良性城乡关系^[32]。参考马志飞等^[40]研究，构建包含“经济融合”“人口融合”“社会融合”“空间融合”和“生态融合”五个方面的城乡融合发展评价指标体系（表2）。① 城乡经济融合是通过城乡要素的差异互补和高效配置，推动城市发展的同时带动农村经济增长，具体用非农产业增加值占GDP比例、城乡投资状况反映城乡总体发展水平，用农业机械水平、城乡居民人均可支配收入比反映以城带乡的成效。② 城乡人口融合是通过城乡人口自由流动，推动城乡人口在工作就业、

表2 城乡融合发展评价指标体系

Table 2 Evaluation index system of urban-rural integrated development

目标层	准则层	指标层	正逆	指标解释与计算方法
城乡融合发展	经济融合	城乡居民人均可支配收入比/%	-	城镇居民人均可支配收入/农村居民人均可支配收入
		非农产业增加值占GDP比例/%	+	第二、三产业增加值/GDP
		城乡投资状况/(亿元/万人)	+	固定资产投资/城乡人口数
		农业机械水平/(kW · h/hm ²)	+	农业机械总动力/耕地面积
	人口融合	人口城镇化水平/%	+	人口城镇化率
		非农与农业从业比例/%	+	第二、三产业从业人数/第一产业从业人数
	社会融合	城乡最低生活保障人数比/%	-	城镇居民最低生活保障人数/农村居民最低生活保障人数
		城乡养老保险参保人数比/%	-	城镇基本养老保险参保人数/农村社会养老保险参保人数
		人均教育经费总投入/(万元/人)	+	教育经费/城乡人口数
		空间融合	土地城镇化水平/%	+
	城市空间扩张/%		+	农作物播种面积/建成区面积
	公路路网密度/(km/km ²)		+	公路运营里程/土地总面积
	生态融合	污水处理率/%	+	来自年度统计年鉴
		工业固体废物综合利用率/%	+	一般工业固体废物利用量/一般工业固体废物总量
生活垃圾无害化处理率/%		+	来自年度统计年鉴	

自身发展等方面的协调提升，具体用非农与农业从业比例、人口城镇化水平来表征。③城乡社会融合是通过消除城乡在社会服务和福利保障等方面的制度差异，推动城乡居民享有均等化的公共服务，具体用城乡最低生活保障、养老保险、教育经费来反映。④城乡空间融合是城乡通过构建城乡空间联系体系，推动城乡基础设施不断完善、城乡用地日趋合理、城乡空间流通速度不断提升，具体用土地城镇化水平、城市空间扩张、公路路网密度来反映。⑤城乡生态融合是通过转变生产生活方式，保障城乡生态环境稳定，具体用污染处理率、工业固体废物综合利用率、生活垃圾无害化处理率来表征。

(3) 综合评价模型

采用综合评价模型评价乡村地域多功能与城乡融合发展水平，如下：

$$F=\sum_{j=1}^nW_jx_{ij} \tag{1}$$

式中： F 表示乡村地域多功能或城乡融合发展的综合评价得分； n 为指标体系的指标数量（个）； x_{ij} 是用极差标准化法处理后的无量纲标准化值； W_j 是熵值法确定的指标权重。

2.2 乡村地域多功能空间关联网络的构建

参考刘华军等^[37]的成果，借助修正后的引力模型确定乡村地域多功能的空间关联关系，进而构建空间关联网络：

$$Y_{ij}=k_{ij}\frac{\sqrt[3]{P_iM_iG_i}\sqrt[3]{P_jM_jG_j}}{D_{ij}},k_{ij}=\frac{M_i}{M_i+M_j} \tag{2}$$

式中： i 和 j 代表不同的乡村地域； Y_{ij} 是乡村地域 i 和乡村地域 j 之间的引力； k_{ij} 表示乡村地域 i 在乡村地域 i 、 j 之间多功能联系中的贡献率； M_i 和 M_j 分别为乡村地域 i 和

乡村地域 j 的乡村地域多功能水平; P_i 和 P_j 为乡村地域 i 和乡村地域 j 的常住人口 (万人); G_i 和 G_j 为乡村地域 i 和乡村地域 j 的 GDP (万元); D_{ij} 是不同乡村地域间的地理距离 (km)。基于式 (2) 测算结果构建空间关联矩阵, 取矩阵的各行均值为判断标准, 若某两个乡村地域之间的引力值大于所在行均值, 则确定两者存在关联关系。

2.3 空间关联网络结构特征指标

采用社会网络分析方法从整体网络特征、个体网络特征两方面对乡村地域多功能空间关联网络的结构特征进行分析。整体网络特征: 网络密度反映乡村地域多功能空间关联网络的关联紧密程度; 网络关联度则反映乡村地域多功能空间关联网络的关联充分程度; 网络等级度则反映乡村地域多功能空间关联网络是否具备等级森严的层级结构; 网络效率反映乡村地域多功能空间关联网络的空间溢出效率和网络稳定性。个体网络特征: 度数中心度可以反映各乡村地域在整体网络中的地位, 检验其能否成为网络中的“领导者”; 中介中心度是反映各乡村地域在网络中承担“中介”或“中转站”的能力; 接近中心度是反映各乡村地域在网络中与其他节点直接联系的“中心行动者”能力。以上网络结构特征的具体计算公式参见相关文献 [41]。

2.4 回归模型设定

本文利用 2010—2020 年的河南省 104 个县域的面板数据, 借鉴任会明^[42]的研究建立面板数据回归模型。具体以城乡融合发展水平 (URID) 为被解释变量, 选取公共财政支出 (EPF)、规模以上工业增加值 (IAV)、金融机构存贷款总额 (DIFI)、社会消费品零售总额 (RSCG) 作为控制变量^[43], 将度数中心度 (DC)、中介中心度 (BC)、接近中心度 (CC) 逐一加入到模型中, 分析乡村地域多功能空间关联网络的结构特征对于城乡融合的影响, 模型形式如式 (3) 所示:

$$URID = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \alpha_2 EPF_{it} + \alpha_3 IAV_{it} + \alpha_4 DIFI_{it} + \alpha_5 RSCG_{it} + \delta_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中: α_0 是常数项; α_1 是核心估计系数; X_{it} 为核心解释变量, 表示乡村地域多功能空间关联网络的结构特征指标; i 为某乡村地域; t 为时间年份; δ_i 为地区固定效应; δ_t 表示时间固定效应; ε_{it} 表示与时间和地区无关的随机误差项。

2.5 研究区概况与数据来源

2.5.1 研究区概况

河南省是中国的传统农区, 其乡村发展极具典型性和代表性。近年来, 河南省为顺应城乡居民消费升级趋势, 越发遵循乡村多元发展的理念。整体来看, 河南省的乡村规划管理有效促进了乡村地域多功能实现, 但是重点关注乡村地域的个体化发展, 较少从区域整体视角进行协同提升, 不利于解决乡村地域之间的同质化竞争、盲目性扩张等问题, 也不利于城乡融合发展的有序高效。因此, 亟待开展乡村地域多功能的空间关联网络研究, 并分析其网络结构特征的城乡融合效应, 以期服务于河南省乡村振兴战略的稳步推进。

2.5.2 数据来源及处理

考虑到核心市区的城镇化水平较高, 并非乡村功能的主要承载空间, 而且核心市区是区别于乡村地域系统的外缘系统, 不参与形成乡村地域多功能的空间关联网络。因此, 参考谭雪兰等^[11]、杨忍等^[12]研究, 将主要承担城市功能的核心市区设定为非研究区。本文以河南省 104 个县域 (不含核心市区) 为研究单元, 以 2010—2020 年为研究

期。研究涉及数据主要分为两类：(1) 地理空间数据：森林覆盖率等指标的数据基础是土地利用遥感监测数据，来源于基于 Landsat 的 2010—2020 年中国土地覆盖数据集 (CLCD)，分辨率为 30 m。(2) 经济社会类数据：乡村地域多功能和城乡融合发展的评价指标数据来源于《河南统计年鉴》和《中国县域统计年鉴》等。

3 结果分析

3.1 乡村地域多功能和城乡融合发展的水平分析

河南省乡村地域多功能的整体水平逐渐上升，且呈现日益均衡的空间特征（图3）。2010年乡村地域多功能水平较高的有新乡市的辉县、商丘市的永城市等；2015年相较于前一节点，高水平区明显增加；2020年河南省大多县域均处于较高水平区或高水平区，但平顶山市的郏县、信阳市的淮滨县等仍为低水平区。从空间上看，河南省乡村地域多功能的空间格局日益均衡。郏县、淮滨县等乡村地域多功能水平较低，主要是由于自身规模较小、资源禀赋受限，而三门峡市的卢氏县等水平较低，主要缘于地理环境和交通

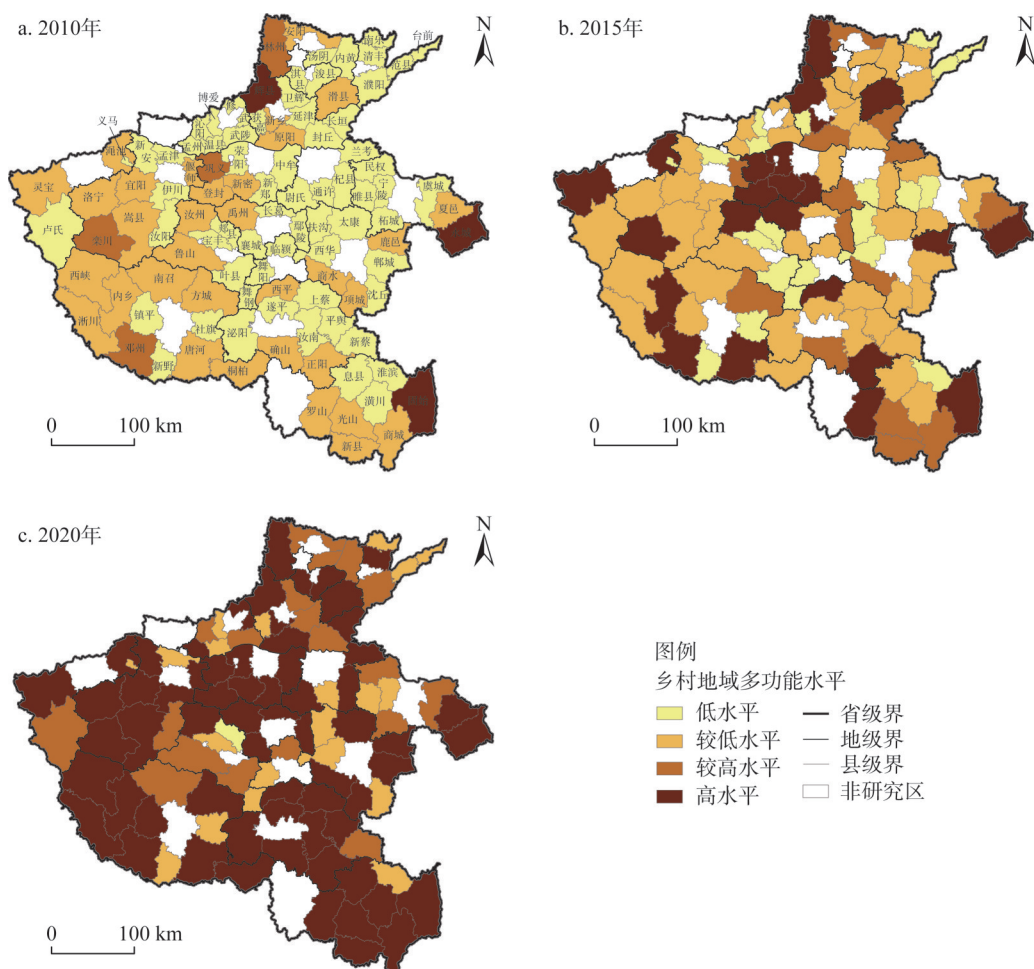


图3 乡村地域多功能空间分布格局

Fig. 3 Spatial distribution pattern of rural territorial multi-functions

条件的天然阻隔。

河南省城乡融合发展的整体水平不断上升，且呈现“西南低—东北高”的不均衡空间特征（图4）。2010年城乡融合发展水平较高的有郑州市的新密市、中牟县等；2015年相较于前一节点，高水平区略有增加，自中部地区向东部、北部地区扩张；2020年河南省大多县域均处于较高水平区或高水平区，低水平区有三门峡市的卢氏县、信阳市的商城县等。从空间上看，河南省城乡融合发展的空间格局呈现“西南低—东北高”的空间格局。河南省西南部为豫西山区，且距离省会郑州等发展中心较远，因此城乡融合发展相对滞后。

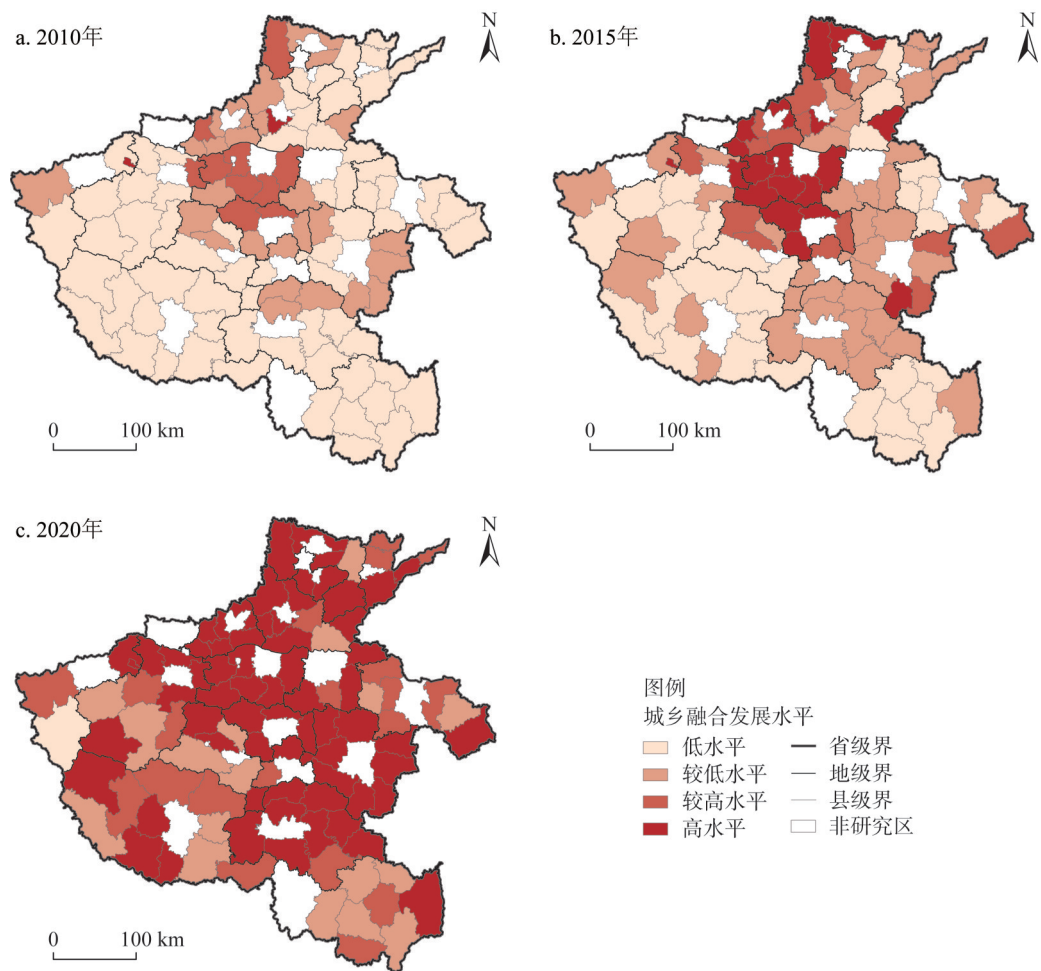


图4 城乡融合发展水平空间分布格局
Fig. 4 Spatial distribution pattern of urban-rural integrated development

3.2 乡村地域多功能空间关联网的特征分析

3.2.1 整体网络特征

基于修正的引力模型构建河南省乡村地域多功能空间关联矩阵，并选取2010年、2015年和2020年绘制空间关联网图（图5）。河南省乡村地域多功能的空间关联呈现出日趋复杂的网络结构形态，空间上表现出中部地区密集、外围逐层递减的圈层分异规

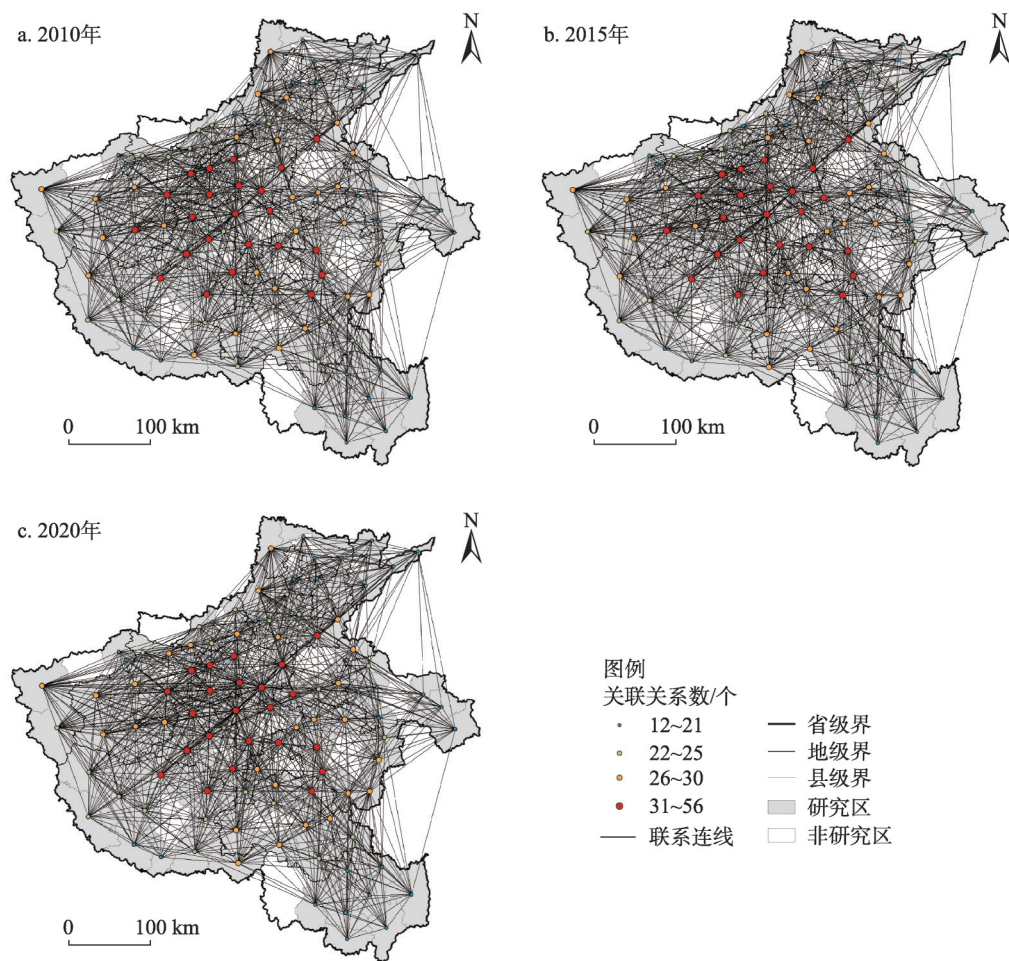


图5 乡村地域多功能的空间关联网络

Fig. 5 Spatial correlation network of rural territorial multi-functions

律。2010年河南省乡村地域多功能空间关联的关系数有2148个，中部地区的联系程度较为紧密，东南及东北部地区的联系程度相对弱化；2015年空间关联的关系数增长至2180个，其中郑州市的中牟县、新郑市以及开封市的尉氏县等，关联关系数不断上升；2020年空间关联的关系数继续上升至2197个，东南及东北部地区的空间关联仍然较弱。从空间上看，乡村地域多功能空间关联网络表现出了极核式扩散的空间非均衡特征，且中部地区的空间关联紧密程度远高于周边地区。

利用Ucinet软件计算得到2010—2020年河南省乡村地域多功能空间关联网络的网络整体特征指标（图6）：网络密度整体呈上升态势，网络效率呈下降态势，网络关联度始终为1，网络等级度始终为0。

网络密度由0.201上升至0.205，网络关系数从2148个上升至2197个，空间关联的紧密程度不断升高，但是节点之间理论上最多可能有10712条溢出关系，说明乡村地域多功能区域协同性仍有较大提升空间。网络效率由0.767下降至0.758，说明网络结构愈发稳定。网络关联度始终为1表明没有一个地区独立存在，所有乡村地域之间均可借助网

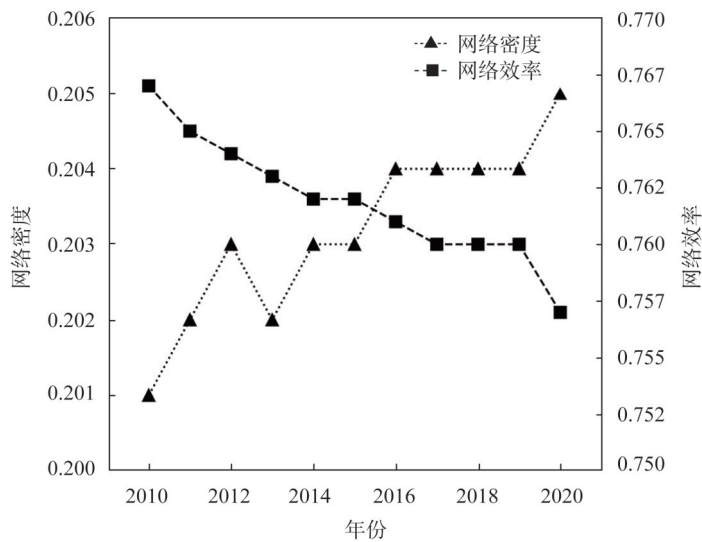


图6 乡村地域多功能空间关联网络的整体网络特征

Fig. 6 Overall network characteristics of spatial correlation network of rural territorial multi-functions

络形成空间关联关系。网络等级度始终为0说明乡村地域多功能空间关联网络的等级结构不明显，不同的乡村地域均对空间关联网络的形成和发展产生影响。

3.2.2 个体网络特征

通过探究河南省乡村地域多功能空间关联网络的个体网络特征，明晰不同地区的乡村地域在网络中的地位 and 角色（表3）。

（1）度数中心度。禹州市、新密市、新郑市、中牟县、汝州市等超过均值且位居前列，在空间关联网络中处于核心地位，这些地区的乡村地域多功能水平较高，与其他地区的空间关联较为紧密。随着时间变化，上蔡县、偃师市等地区跌出前十名，被综合实力更强的长葛市、襄城县等替代。比如，长葛市近年来受到自身工业发展带动，其乡村地域多功能水平也大幅提升，成为区域内的核心节点。

表3 乡村地域多功能空间关联网络的网络中心性分析

Table 3 Network centrality analysis of spatial correlation network of rural territorial multi-functions

排名	度数中心度			中介中心度			接近中心度		
	2010年	2015年	2020年	2010年	2015年	2020年	2010年	2015年	2020年
1	禹州市	禹州市	新郑市	禹州市	中牟县	中牟县	禹州市	禹州市	新郑市
2	新密市	新郑市	中牟县	新密市	禹州市	新郑市	新密市	新郑市	中牟县
3	新郑市	中牟县	禹州市	上蔡县	新郑市	禹州市	新郑市	中牟县	禹州市
4	汝州市	新密市	新密市	新郑市	新密市	商水县	长葛市	新密市	长葛市
5	巩义市	巩义市	汝州市	中牟县	商水县	上蔡县	临颖县	临颖县	新密市
6	偃师市	登封市	巩义市	封丘县	上蔡县	新密市	中牟县	襄城县	临颖县
7	中牟县	汝州市	长葛市	商水县	临颖县	临颖县	襄城县	长葛市	襄城县
8	荥阳市	荥阳市	襄城县	杞县	西华县	长葛市	西华县	西华县	商水县
9	登封市	叶县	商水县	临颖县	巩义市	兰考县	太康县	汝州市	叶县
10	上蔡县	鲁山县	登封市	长葛市	叶县	确山县	荥阳市	尉氏县	汝州市

注：篇幅限制，本表只展示前十名。

（2）中介中心度。禹州市、中牟县、新密市、上蔡县、新郑市等超过均值且位居前列，是空间关联网络中的关键“中介”或“桥梁”，这些地区在空间关联网络中控制其他地区间资源要素交流的能力较强。从时间变化上看，封丘县、杞县等跌出前十名，逐渐被“战略地位”更好的兰考县、确山县等替代。比如，兰考县是河南省“一极两圈三层”中“半小时交通圈”的重要组成部分，距离新郑机场仅1小时。

（3）接近中心度。禹州市、新密市、中牟县、长葛市、新郑市等超过均值且位居前列，是空间关联网络中的“中心行动者”，这些地区能够直接与网络中其他地区快速建立联系。从时间变化上看，西华县、太康县等被“行动能力”更高的汝州市、商水县等替代。比如，汝州市被誉为“中国汝瓷之都”，而且辖区内温泉镇是省级的旅游产业集聚区，能够满足城乡居民对乡村文化、生态价值的追求，能够快速与其他地区进行资源要素交流。

南乐县、商城县和义马市等地区的各项网络指标均排名靠后，在乡村地域多功能空间关联网络中处于被动地位。这些地区的自身资源禀赋相对缺乏，其乡村地域功能水平也相对落后，并处在河南省东北和东南等偏远地区，导致其与周边乡村地域的功能联系相对较弱，在网络中处于边缘地位。

3.3 乡村地域多功能空间关联网络的结构特征对城乡融合发展影响的计量分析

本文所用到的是2010—2020年河南省104个县域的面板数据。在回归模型选择上，先后通过LM检验和Hausman检验最终确定使用固定效应模型。

在控制固定效应后，将网络结构特征中的度数中心度、中介中心度、接近中心度分别对城乡融合发展影响做了回归分析。由表4中的模型（1）和模型（4）可以看出无论

表4 网络结构特征对城乡融合发展影响的估计结果

Table 4 The estimation results of the impact of network structure characteristics on urban-rural integrated development						
变量名称	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
度数中心度 <i>DC</i>	0.254*** (0.034)			0.176*** (0.033)		
中介中心度 <i>BC</i>		0.582*** (0.078)			0.458*** (0.074)	
接近中心度 <i>CC</i>			0.110*** (0.041)			0.063* (0.038)
公共财政支出 <i>EPF</i>				0.013*** (0.002)	0.013*** (0.002)	0.013*** (0.002)
规模以上工业增加值 <i>IIV</i>				0.007*** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.007*** (0.001)
金融机构存贷款总额 <i>DIFI</i>				0.008*** (0.002)	0.008*** (0.002)	0.010*** (0.002)
社会消费品零售总额 <i>RSCG</i>				0.015*** (0.004)	0.017*** (0.004)	0.017*** (0.004)
Observations	1144	1144	1144	1144	1144	1144
<i>R</i> -squared	0.970	0.969	0.970	0.974	0.973	0.974
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
地区固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注：括号内数值表示标准误；*为 $p<0.1$ ，**为 $p<0.05$ ，***为 $p<0.01$ 。

是否加入控制变量，度数中心度对城乡融合发展的影响均显著为正，表明在乡村多功能空间关联网中，“领导者”能够有效掌控网络中的多样化资源要素，并将其高效地转化为城乡融合发展的基础。在模型（2）和模型（5）中，无论是否加入控制变量，中介中心度对城乡融合发展的影响均显著为正，表明关键“桥梁”能够较好地控制资源要素的传导，分享到城乡要素流动的空间溢出效应，从而提升其城乡融合发展水平。在模型（3）和模型（6）中，虽然加入控制变量后，接近中心度的显著性有所下降，但仍然在10%的水平上显著为正，表明“中心行动者”具有较高的资源要素获取与利用能力，相较于“边缘行动者”更容易开展城乡融合活动。综上，随着乡村地域多功能空间关联网的形成和发展，乡村地域多功能的城乡融合效应呈现网络非均衡性特征，个体网络中心性的提升对城乡融合发展具有显著的促进作用。

从控制变量来看，公共财政支出（*EPF*）、规模以上工业增加值（*IIV*）、金融机构存贷款总额（*DIFI*）、社会消费品零售总额（*RSCG*）均表现出显著的积极影响。公共财政支出有助于促进实体交通、虚拟网络等基础设施建设，对于拓宽城乡要素流动通道有重要支撑；工业发展水平越高，将有利于加强城市对乡村的剩余劳动力就业、生产资料供给的能力；金融发展水平越高，则有助于利用资金要素的流动带动相关要素在城乡之间高效配置；城乡居民的社会消费需求越高，越利于倒逼城乡产业转型升级，尤其是对于乡村的生态、文化等价值挖掘，可有效促进城乡融合发展。

4 结论与讨论

本文在厘清乡村地域多功能空间关联机制的基础上，阐释乡村地域多功能空间关联网的结构特征对城乡融合发展的影响机制，并以河南省为案例区，借助社会网络分析法、面板回归模型等开展实证检验。主要研究发现如下：

（1）河南省乡村地域多功能的空间关联呈现出日趋复杂的网络结构形态，空间上表现出中部地区密集、外围逐层递减的圈层分异规律。

（2）从整体网络结构特征看，河南省乡村地域多功能空间关联网的网络密度不断提高，网络稳定性逐步增强，但是网络的关联紧密程度仍有待提升。

（3）从个体网络结构特征看，新密市、新郑市和禹州市等处于网络的核心位置，而南乐县、商城县和义马市等在网络中处于边缘地位。

（4）乡村地域多功能空间关联网的结构特征对城乡融合发展存在显著的影响，度数中心度、中介中心度、接近中心度的提升对城乡融合发展具有显著促进作用。

与已有研究重点关注乡村地域多功能的“空间分异”“系统演化”不同，本文探讨了乡村地域多功能的空间关联机制，从网络化视角揭示了乡村地域多功能的空间交互作用，推动乡村功能研究由侧重“相对位置”“地理距离”的中心地思维，向关注“非层级”“水平化”的网络化思维转变。而且，与以往网络外部性研究主要关注经济绩效不同，本文阐释了乡村地域多功能空间关联网结构特征对城乡融合发展的影响机制，有助于从“城乡关系”的视角丰富网络绩效研究，同时对理解城乡融合发展的空间异质性也有一定理论意义。

此外，本文存在一定的不足：第一，主要以“乡村”为主体视角切入，未涉及发挥城市功能的核心市区，未来将以“城乡互动”视角构建“地域功能空间关联网”，并探

究其结构特征对城乡融合发展的影响。第二,在乡村地域多功能综合评价时,囿于数据的可获取性,乡村非农生产功能等主要由相关指标进行侧面反映,有待于通过区域调查进行更加精细的评估。第三,本文参考杨忍等^[12]、唐林楠等^[20]的乡村地域多功能综合水平研究,从整体性视角构建乡村地域多功能的空间关联网络,未来将进一步探究不同类型功能的空间关联性,以增强研究的丰富程度和实践意义。

参考文献(References):

- [1] 叶兴庆. 迈向2035年的中国乡村: 愿景、挑战与策略. 管理世界, 2021, 37(4): 98-112. [YE X Q. China's rural areas toward 2035: Vision, challenges and strategies. Journal of Management World, 2021, 37(4): 98-112.]
- [2] 方创琳. 城乡融合发展机理与演进规律的理论解析. 地理学报, 2022, 77(4): 759-776. [FANG C L. Theoretical analysis on the mechanism and evolution law of urban-rural integration development. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(4): 759-776.]
- [3] 李繁荣. 中国乡村振兴与乡村功能优化转型. 地理科学, 2021, 41(12): 2158-2167. [LI F R. Rural revitalization and rural functional optimization and transformation in China. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(12): 2158-2167.]
- [4] 谭雪兰, 欧阳巧玲, 于思远, 等. 基于CiteSpace中国乡村功能研究的知识图谱分析. 经济地理, 2017, 37(10): 181-187. [TAN X L, OUYANG Q L, YU S Y, et al. Knowledge structure of rural function in China: An analysis based on CiteSpace map. Economic Geography, 2017, 37(10): 181-187.]
- [5] 刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 乡村地域多功能的内涵及其政策启示. 人文地理, 2011, 26(6): 103-106, 132. [LIU Y, LIU Y S, GUO L Y. Connotations of rural regional multifunction and its policy implications in China. Human Geography, 2011, 26(6): 103-106, 132.]
- [6] POTTER C, BURNEY J. Agricultural multifunctionality in the WTO-legitimate non-trade concern or disguised protectionism. Journal of Rural Studies, 2002, 18(1): 35-47.
- [7] HOLMES J. Impulses towards a multifunctional transition in rural Australia: Gaps in the research agenda. Journal of Rural Studies, 2006, 22(2): 142-160.
- [8] 刘玉, 刘彦随. 乡村地域多功能的研究进展与展望. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(10): 164-169. [LIU Y, LIU Y S. Progress and prospect in the study of rural region multifunctions. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(10): 164-169.]
- [9] 房艳刚, 刘继生. 基于多功能理论的中国乡村发展多元化探讨: 超越“现代化”发展范式. 地理学报, 2015, 70(2): 257-270. [FANG Y G, LIU J S. Diversified agriculture and rural development in China based on multifunction theory: Beyond modernization paradigm. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(2): 257-270.]
- [10] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650. [LIU Y S. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the New Era in China. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 637-650.]
- [11] 谭雪兰, 蒋凌霄, 安悦, 等. 湖南省传统农区乡村功能时空演变及影响因素研究. 地理科学, 2021, 41(12): 2168-2178. [TAN X L, JIANG L X, AN Y, et al. The spatial-temporal evolution and influencing factors of rural functions in traditional agricultural areas in Hunan province. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(12): 2168-2178.]
- [12] 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. 地理科学进展, 2019, 38(9): 1316-1328. [YANG R, LUO X L, CHEN Y C. Spatial pattern and influencing factors of rural multifunctionality at county level in China. Progress in Geography, 2019, 38(9): 1316-1328.]
- [13] 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. 经济地理, 2021, 41(6): 162-170. [XIONG Y, HUANG L H, ZOU F, 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.]
- [14] 徐凯, 房艳刚. 乡村地域多功能空间分异特征及类型识别: 以辽宁省78个区县为例. 地理研究, 2019, 38(3): 482-495. [XU K, FANG Y G. Spatial differentiation and type identification of rural territorial multi-functions in Liaoning province. Geographical Research, 2019, 38(3): 482-495.]
- [15] HOLMES J. The multifunctional transition in Australia's Tropical Savannas: The emergence of consumption, protection and indigenous values. Geographical Research, 2010, 48(3): 265-280.

- [16] WILSON G A. From 'weak' to 'strong' multifunctionality: Conceptualising farm-level multifunctional transitional pathways. *Journal of Rural Studies*, 2008, 24(3): 367-383.
- [17] BREMAN P C. New roles for farming in a differentiated countryside: The portuguese example. *Regional Environmental Change*, 2009, 9(3): 143-152.
- [18] 刘玉, 郜允兵, 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. *地理研究*, 2021, 40(7): 2036-2050. [LIU Y, GAO Y B, PAN Y C, 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.]
- [19] 张强, 霍露萍, 祝炜. 城乡融合发展、逆城镇化趋势与乡村功能演变: 来自大城市郊区城乡关系变化的观察. *经济纵横*, 2020, (9): 63-69. [ZHANG Q, HUO L P, ZHU W. Urban-rural integration, counter-urbanization and function evolution of countryside: Observation on changes in urban-rural relations in suburbs of metropolis. *Economic Review Journal*, 2020, (9): 63-69.]
- [20] 唐林楠, 刘玉, 唐秀美. 北京市城乡转型与乡村地域功能的时序特征及其关联性. *人文地理*, 2016, 31(6): 123-129. [TANG L N, LIU Y, TANG X M. Temporal characteristics and correlation between rural-urban transition and rural regional functions in Beijing. *Human Geography*, 2016, 31(6): 123-129.]
- [21] 张雄, 王芳, 张俊峰, 等. 长江中游城市群三生功能的空间关联性. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(11): 110-122. [ZHANG X, WANG F, ZHANG J F, et al. Spatial correlation of the productive-ecological-living function of urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River. *China Population, Resources and Environment*, 2021, 31(11): 110-122.]
- [22] 郑敏睿, 郑新奇, 李天乐, 等. 京津冀城市群城市功能互动格局与治理策略. *地理学报*, 2022, 77(6): 1374-1390. [ZHENG M R, ZHENG X Q, LI T L, et al. Big-data driven functional interaction patterns and governance strategy for Beijing-Tianjin-Hebei Region. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(6): 1374-1390.]
- [23] 丁亮, 徐志乾, 章俊岫, 等. 长三角城市网络外部性的空间异质性. *地理研究*, 2022, 41(9): 2433-2447. [DING L, XU Z Q, ZHANG J S, et al. Spatial heterogeneity of urban network externalities in the Yangtze River Delta. *Geographical Research*, 2022, 41(9): 2433-2447.]
- [24] 刘涛, 全德, 李贵才. 基于城市功能网络视角的城市联系研究: 以珠江三角洲为例. *地理科学*, 2015, 35(3): 306-313. [LIU T, TONG D, LI G C. City linkage based on city functional network: Taking Zhujiang River Delta as an example. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(3): 306-313.]
- [25] 刘涛. 基于功能网络的珠三角区域城市联系研究. *经济地理*, 2015, 35(12): 57-62. [LIU T. A city linkage study on Zhujiang River Delta Region: From a function network view. *Economic Geography*, 2015, 35(12): 57-62.]
- [26] 王小华, 杨玉琪, 罗新雨, 等. 中国经济高质量发展的空间关联网及其作用机制. *地理学报*, 2022, 77(8): 1920-1936. [WANG X H, YANG Y Q, LUO X Y, et al. The spatial correlation network and formation mechanism of China's high-quality economic development. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(8): 1920-1936.]
- [27] 刘传明, 马青山. 黄河流域高质量发展的空间关联网及驱动因素. *经济地理*, 2020, 40(10): 91-99. [LIU C M, MA Q S. Spatial association network and driving factors of high quality development in the Yellow River Basin. *Economic Geography*, 2020, 40(10): 91-99.]
- [28] 冯颖, 侯孟阳, 姚顺波. 中国粮食生产空间关联网的结构特征及其形成机制. *地理学报*, 2020, 75(11): 2380-2395. [FENG Y, HOU M Y, YAO S B. Structural characteristics and formation mechanism of spatial correlation network of grain production in China. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(11): 2380-2395.]
- [29] 杜国明, 刘美. 基于要素视角的城乡关系演化理论分析. *地理科学进展*, 2021, 40(8): 1298-1309. [DU G M, LIU M. A factor-based theoretical analysis of urban-rural relationship change. *Progress in Geography*, 2021, 40(8): 1298-1309.]
- [30] 黄祖辉, 马彦丽. 再论以城市化带动乡村振兴. *农业经济问题*, 2020, (9): 9-15. [HUANG Z H, MA Y L. Re-discussion on urbanization driving rural revitalization. *Issues in Agricultural Economy*, 2020, (9): 9-15.]
- [31] 姚常成, 吴康. 集聚外部性、网络外部性与城市创新发展. *地理研究*, 2022, 41(9): 2330-2349. [YAO C C, WU K. Agglomeration externalities, network externalities and urban innovation development. *Geographical Research*, 2022, 41(9): 2330-2349.]
- [32] 周佳宁, 邹伟, 秦富仓. 等值化理念下中国城乡融合多维审视及影响因素. *地理研究*, 2020, 39(8): 1836-1851. [ZHOU J N, ZOU W, QIN F C. Review of urban-rural multi-dimensional integration and influencing factors in China

- based on the concept of equivalence. *Geographical Research*, 2020, 39(8): 1836-1851.]
- [33] 陈坤秋, 龙花楼. 中国土地市场对城乡融合发展的影响. *自然资源学报*, 2019, 34(2): 221-235. [CHEN K Q, LONG H L. Impacts of land market on urban-rural integrated development in China. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(2): 221-235.]
- [34] 张启楠, 张凡凡, 麦强, 等. 中国粮食生产效率空间溢出网络及提升路径. *地理学报*, 2022, 77(4): 996-1008. [ZHANG Q N, ZHANG F F, MAI Q, et al. Spatial spillover networks and enhancement paths of grain production efficiency in China. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(4): 996-1008.]
- [35] 周德, 戚佳玲, 钟文钰. 城乡融合评价研究综述: 内涵辨识、理论认知与体系重构. *自然资源学报*, 2021, 36(10): 2634-2651. [ZHOU D, QI J L, ZHONG W Y. Review of urban-rural integration evaluation: Connotation identification, theoretical analysis, and system reconstruction. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(10): 2634-2651.]
- [36] 朱学红, 彭婷, 谌金宇. 战略性关键金属贸易网络特征及其对产业结构升级的影响. *资源科学*, 2020, 42(8): 1489-1503. [ZHU X H, PENG T, CHEN J Y. Impact of strategic and critical metals trade network characteristics on the upgrading of industrial structures. *Resources Science*, 2020, 42(8): 1489-1503.]
- [37] 刘华军, 刘传明, 孙亚男. 中国能源消费的空间关联网络结构特征及其效应研究. *中国工业经济*, 2015, (5): 83-95. [LIU H J, LIU C M, SUN Y N. Spatial correlation network structure of energy consumption and its effect in China. *China Industrial Economics*, 2015, (5): 83-95.]
- [38] 秦腾, 佟金章, 章恒全. 环境约束下中国省际水资源效率空间关联网络构建及演化因素. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(12): 84-94. [QIN T, TONG J P, ZHANG H Q. Construction and evolutionary factors of spatial correlation network of China's provincial water resource efficiency under environmental constraints. *China Population, Resources and Environment*, 2020, 30(12): 84-94.]
- [39] 汤舒舒. 基于数字经济企业关系的长三角城市网络结构演化及其创新效应研究. 合肥: 合肥工业大学, 2021. [TANG S S. Research on the evolution and innovation effect of urban network structure in the Yangtze River Delta from the perspective of digital economy. Hefei: Hefei University of Technology, 2021.]
- [40] 马志飞, 宋伟轩, 王捷凯, 等. 长三角地区城乡融合发展水平、演化及影响因素. *自然资源学报*, 2022, 37(6): 1467-1480. [MA Z F, SONG W X, WANG J K, et al. The development level, evolution and influencing factor of urban-rural integration in the Yangtze River Delta. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(6): 1467-1480.]
- [41] 张同斌, 高巍, 马晴晴. 中国制造业碳排放的网络特征测度及其差异化影响效应研究. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(2): 166-176. [ZHANG T B, GAO W, MA Q Q. The measurement of network characteristics of carbon emissions in China's manufacturing industry and their differential impact effects. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(2): 166-176.]
- [42] 任会明. 中国城市网络结构特征及其对城市创新的影响研究. 上海: 上海大学, 2020. [REN H M. A study on the characteristics of China's city network structure and its impact on urban innovation. Shanghai: Shanghai University, 2020.]
- [43] 舒季君, 周建平, 陈亦婷, 等. 中国省域数字经济的空间演化特征及其城乡融合效应. *经济地理*, 2022, 42(8): 103-111. [SHU J J, ZHOU J P, CHEN Y T, et al. Spatial evolution characteristics of China's provincial digital economy and its urban-rural integration effect. *Economic Geography*, 2022, 42(8): 103-111.]

Structural characteristics of spatial correlation network of rural territorial multi-functions and its impact on urban-rural integrated development: A case study of Henan province

DAI Ya-qiang, ZHANG Yue, KE Xin-li, CHEN Yuan-yuan

(College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Exploring the spatial correlation of rural territorial multi-functions and its impact on urban- rural integrated development is an important basis for realizing the coordinated improvement of rural territorial multi- functions and efficient urban- rural integrated development. This study explains the influence mechanism of structural characteristics of spatial correlation network of rural territorial multi- functions on urban- rural integrated development, and takes Henan province as a case area to carry out an empirical test with the help of social network analysis and panel regression model. The main conclusions are as follows: (1) The spatial association of rural territorial multi-functions in the study area shows an increasingly complex network structure with the annular differentiation, which presents the spatial pattern of "dense in the central region, but sparse in the marginal area". (2) The network density and network stability are gradually enhanced, while the network closeness needs to be improved. (3) Xinmi, Xinzheng and Yuzhou hold the dominant position in the network, while Nanle, Shangcheng and Yima are at the edge of the network. (4) The structural characteristics of spatial correlation network of rural territorial multi-functions have a significant impact on urban-rural integrated development, and the enhancement of the individual centrality plays a significant role in promoting urban-rural integrated development. This study deeply analyzes the spatial interaction of rural territorial multi- functions, and reveals that the urban- rural integration effect of rural territorial multi- functions presents network non- equilibrium characteristics, which can provide theoretical support for rural linkage development and urban-rural integration at county level.

Keywords: rural territorial multi- functions; spatial correlation network; social network analysis; structural characteristics; urban-rural integrated development