

城乡融合区乡村地域系统的空间结构 识别与优化路径分析 ——以湖南省长沙县为例

钟 洋¹, 李嘉奇¹, 孙铭悦¹, 李嘉明², 路 娜¹

(1. 湖南师范大学地理科学学院, 长沙 410081; 2. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023)

摘要: 科学系统地识别乡村地域系统空间结构, 进而制定相应的村庄发展战略, 对进一步落实国家乡村振兴战略和推动城乡融合发展有着重大的意义。以湖南省长沙县为研究对象, 引入乡村地域多系统理论与乡村振兴多级目标构建了乡村发展评估指标体系, 综合引力模型、K-Means 聚类、地理探测器和空间自相关等研究方法, 量化识别长沙县的“乡村振兴极—村镇空间场—乡村发展区—城乡基础网”空间结构。研究结果表明: (1) 长沙县乡村发展水平的空间分异是多种因素共同作用的结果, 呈现以城镇核心区为圆心向外围减弱的圈层式分布结构, 且空间集聚效应显著; (2) 地域间供求关系的密切程度是影响空间联系强弱的重要因素, 而立足于因素作用的空间联系强度可以较好地表现区域发展的需求和互补格局; (3) “极一场一区一网”多维分析框架能较好地应用于市区近郊区县乡村地域系统的空间结构识别与优化, 具体确定并划分了 11 个乡村振兴极、3 个村域空间场和 7 个乡村发展区, 构建了基于“极一场一区一网”互联网络的城乡基础网, 进一步为推进区域城乡融合发展与乡村振兴提供科学依据。

关键词: 乡村地域系统; 城乡融合区; 空间优化; “极一场一区一网”结构; 乡村振兴; 差异化发展路径

由于工业发展、城镇化和信息化在世界范围内的发展, 中国城乡间区域空间结构、地区产业结构、社区就业结构等都出现了显著的改变^[1]。城乡关系作为最基本的经济社会关系成为全球关注的焦点性问题。在中国农村, 农业生产要素高速非农化、农村建设用地空废化、农村行为主体老弱化、乡村生态污损化和农村多维贫困化等一系列问题, 阻碍了中国经济的可持续增长^[2]。在此背景下, 党的“十九大”报告中明确提出进一步落实社会主义农村政策, 保障农业农村优先经济发展; 2020 年 9 月, 中共中央、国务院出台《乡村振兴战略规划(2018—2022 年)》, 该规划中更加明确了要适应中国乡村建设规律和未来发展演化态势, 根据各个乡村的经济现状、资源禀赋、区位优势等特征, 差异性推动村庄的振兴工作; 2022 年 10 月, 党的“二十大”明确提出要“坚持城乡融合发展, 畅通城乡要素流动”。乡村振兴已步入全面推进时期, 亟需深入研究城乡间空间结构和地域关系。在中国政策的引导下, 乡村振兴的基础理论与实践经验的研究已成为经济学、社会学和地理学等各领域探讨的重点热门话题^[3]。

收稿日期: 2023-01-30; 修订日期: 2023-04-04

基金项目: 湖南省社会科学成果评审委员会课题一般项目(XSP22YBC426); 湖南省教育厅优秀青年项目(21B0092); 国家级全国大学生创新创业计划项目(202210542017)

作者简介: 钟洋(1990-), 男, 湖南泸溪人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为人文地理与城乡发展。

E-mail: zhongyang9093@163.com

在城乡经济与社会结构进一步变迁、新农村建设地理学的研究不断深入的基础上,乡村地理学得到了较快的发展:在研究视角上,逐渐由早期的“农业”向“乡村”方向延伸^[4-7];在研究对象上,主要从“乡村地区问题”逐渐转变为“乡村地域系统”^[5,8,9],使得乡村内涵得到多元化升华,并不断聚焦乡村转型的症结与解决。在研究内容上,关于乡村经济社会发展^[10-12]、空间格局^[13-15]、功能分异^[11,15,16]、城乡关系^[1,13,17]、发展转型^[18-20]、土地利用及景观格局重构^[21-23]等内容研究逐渐增多。另外,乡村地域系统的相关研究成果也在不断深入,乡村地域多系统理论^[16]、乡村地域内核与外缘系统^[13]、乡村地域系统韧性和脆弱性^[22]、乡村地域系统结构识别^[15,18,24]等新研究成果的涌现极大地充实了该理论的内涵与外延;在研究理论上,总体以地域分异理论^[14,19,25]、比较优势理论^[7,11,13]、人地关系理论^[26,27]为基础,还包括自组织理论^[5,13,16]、系统动力学理论^[12]和多功能理论^[11,25]等新兴理论;在研究尺度上,主要基于省域^[11,28]、县域^[20,24]、村域^[29,30]等尺度,从单一视角或多维框架^[14,15]构建乡村发展评价指标体系客观评估乡村发展的特征与现状;在研究方法上,随着计量分析和数理模型的不断更新,逐渐由层次分析法等主观定性方法向熵值法^[13,22]、主成分分析^[5,14]、聚类^[5,25,29]等客观定量聚类方法发展,地理探测器^[14,25]、地理加权回归^[24,31]、空间自相关^[14,15,25]、引力模型^[25,28]、K-Means聚类^[5,30]等数理统计和空间分析方法的引入不断促进乡村地域系统结构识别的可行性与科学性。

总体而言,基于系统科学理论,已有研究突出了大尺度、多目标的特点,特定规模的乡村地域系统趋于细化,可持续发展的研究目标不断深入,并且更加关注乡村地域系统的结构、模式、强度间的联合效应,以及资源禀赋、地理环境和社会经济发展的综合视角。不过,现有研究成果中仍存在着若干不足:首先,在研究尺度上,以县域研究居多,对村域尺度的理论探讨还比较欠缺。由于村域是中国农村经济发展的基础空间单位,承担着指导农村经济生产活动、乡村社会发展、农户生活服务的重要功能^[32],更能反映村庄的分异规律和空间特点,对村域尺度的乡村空间重构与乡村振兴工作有着更强的指导性。其二,目前的城乡发展评估指标体系较多兼顾社会、文化等要素,而较少考虑具有位置远近和疏密特征的空间要素,也缺乏对系统内外要素的综合考量,忽略了系统要素空间扩散作用的影响。第三,在乡村空间结构的层面上,大多研究仅从聚落景观格局、土地利用结构或产业经济结构的单一维度考虑,难以系统而综合地挖掘复杂乡村问题的本质特征^[15]。第四,由于乡村地域系统的复杂性,尚未形成统一的多维度和系统性的评价方法与路径^[18]。

所以,针对现有研究成果的不足,为了丰富乡村地域系统在空间结构上的多维度分析和定量识别研究,本文以湖南省长沙县的137个行政村为研究对象,尝试把乡村地域多系统理论和乡村振兴多级目标^[5,16]引入乡村发展评估指标体系的构建与发展模式的识别及划分中。并基于“极一场一区一网”逻辑构建乡村地域系统空间结构的多维度分析框架,运用引力模型、K-Means聚类算法、地理探测器和空间自相关分析等研究方法,量化识别乡村地域系统结构,探索其空间异质性特征和关联网络,服务于村域尺度下差异化发展策略的制定,以期最终为深化落实乡村振兴战略和推进城乡融合发展提供方法借鉴与理论参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

长沙县(112°56'15"~113°36'00"E, 27°54'55"~28°38'55"N)作为市辖县隶属于湖南省长沙市,行政区域面积为1756 km²,位于长沙市东部、湘江下游东岸。长沙县属长横丘陵盆地的北部,地形以低山、丘陵为主,地势由北、东、南三面向西南部倾斜(图1)。现辖13个乡镇、5个街道、137个行政村。2021年,长沙县总人口为140.01万人,其中乡村人口35.49万人,城镇人口104.52万人;国内生产总值为2003.2亿元,三大产业比值为4.4:53.3:42.3,稳居县域经济基本竞争力、中国中小城市综合实力百强排名第5位。

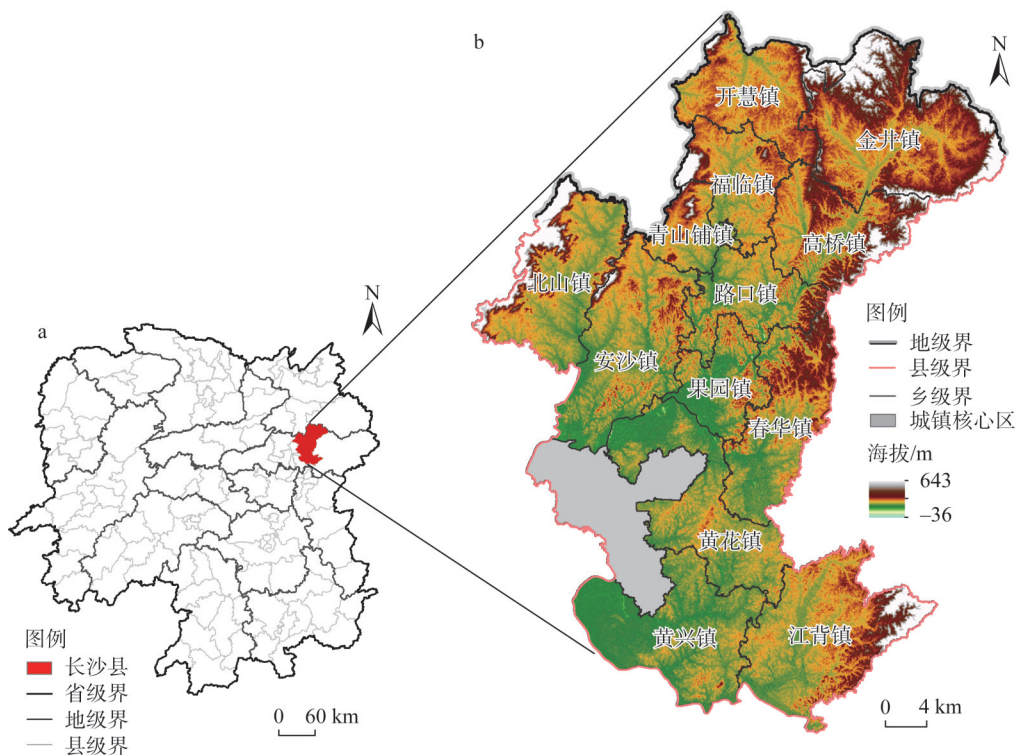


图1 研究区概况图

Fig. 1 Overview of the study area (Changsha county, Hunan province)

近年来,在湖南省“三高四新”战略引导下,作为全国强县的长沙县正在进一步破解国土空间优化与乡村极化发展战略、产业经济转型与创新发展、乡村人才汇聚创新与支持保障、民生保障与生态保护协调统一等一系列乡村发展问题,坚持以“四个融合”推动城乡融合发展,走出了一条城郊县率先以城乡融合发展建设全面现代化先行示范区的新路。但研究区地势起伏较大,内部地形复杂,区域经济发展不平衡不充分的现象较为严重;部分行政村经济产业发达、村民生活富足,“生产方式趋向非农化、生活方式趋向市民化^[8]”的生产生活特性显著;而部分行政村仍处于乡村要素短缺、能力衰弱、结构失调的“自然—经济—技术退化”过程^[1]。此外,研究区乡村还存在农村主体老弱化、生产用地空废化、水土环境污损化等发展问题^[33]。

1.2 数据来源及预处理

本文基于多源数据,数据时间为2020年,包括:(1)遥感影像:来源于美国地质调查局官网(<https://glovis.usgs.gov/>)的Landsat8 OLI。(2)气象观测数据:来自中国气象数据网(<http://data.cma.cn/>),气象站点采用半变异函数分析和克里金空间插值后得到日降雨量空间数据,分辨率采样至30 m。(3)栅格空间数据:土地利用数据来自于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn/>),分辨率为30 m。土壤数据来自于世界土壤数据库(HWSD)中国土壤数据集(v1.1),分辨率为1 km。归一化植被指数(NDVI)数据,分辨率为500 m。数字高程数据(DEM)来自于地理空间数据云(<http://www.giscloud.cn/>),分辨率为30 m。(4)矢量空间数据:数据爬取的方法获得的矢量数据往往不完整,不能真实反映实际情况,所以为了保证数据的真实性、时效性和完整性,长沙县的POI和道路通过手动或半自动方式获取。其中POI以手动打点记录坐标的方式获取自百度坐标拾取系统(<https://api.map.baidu.com/lbsapi/getpoint/index.html>),拾取了餐饮服务点、购物服务点、生活服务点、娱乐休闲服务点、医疗保健服务点、住宿服务点、科教文化服务点、公交站点、物流点、公司企业点、金融保险服务点十类基础服务设施POI,并进行了坐标转换;道路数据在获取自天地图的矢量道路基础上,对19级(比例尺为1:20 m)的长沙县道路地图进行手动矢量化,补充不完整的乡道、绘制所有缺失的村道。(5)社会经济数据来自《长沙县国民经济和社会发展统计年鉴(2020年)》和《湖南省A级旅游景区名录表》。

1.3 研究方法

1.3.1 乡村地域系统空间结构分析与优化框架

村域尺度的乡村地域系统空间结构分析与优化框架如下(图2)。在空间结构上,乡村内核系统与外缘系统共同组成了乡村地域系统^[13,34],其中内核系统包括了经济、社会、生态和资源等子系统,外缘系统包含全球化、工业化、城镇化、信息化及区域发展政策等。乡村地域系统运行过程中,内外子系统间不断进行着人员、资金、生产资料和商品的物流与信息流的相互互动^[13],共同促进了农村产业结构、劳动力资源、土地利用模式的转变,以及影响农村生产、生活、生态等多种功能的演化。本文从整个乡村地域系统角度出发,结合内核系统与外缘系统各要素的综合作用,合理选取评价指标,将乡村地域系统理论应用到乡村发展评价指标体系的构建以及乡村地域结构与功能的识别、划定中。

1.3.2 “极一场一区一网”结构

基于乡村地域系统论的乡村振兴战略,着力建立由城乡融合体、乡村综合体、村镇有机体、居业协同体构成的乡村地域多体系统,以此实现重点建设以城乡基础网、乡村发展区、村镇有机体、乡村振兴极构成的乡村振兴多级目标体系^[16]。为此,如图2所示,综合乡村地域系统及其内外系统构建评价指标体系来量化乡村发展水平,在此基础上提出一种自下而上的“极一场一区一网”方法体系来识别乡村地域系统的多体结构,为实现乡村振兴多级目标体系提供技术路径。“极一场一区一网”结构可以形成不同规模、不同层次、区域差异且动态发展的分层体系。乡村振兴极作为增长极要发挥辐射带动作用,凭借乡村优势要素和特色产业集聚的特点形成居住与就业的协同体,不断扩大村镇增长极的极化效应和扩散效应。在此影响下形成的乡镇空间场,作为乡镇内外系统中各

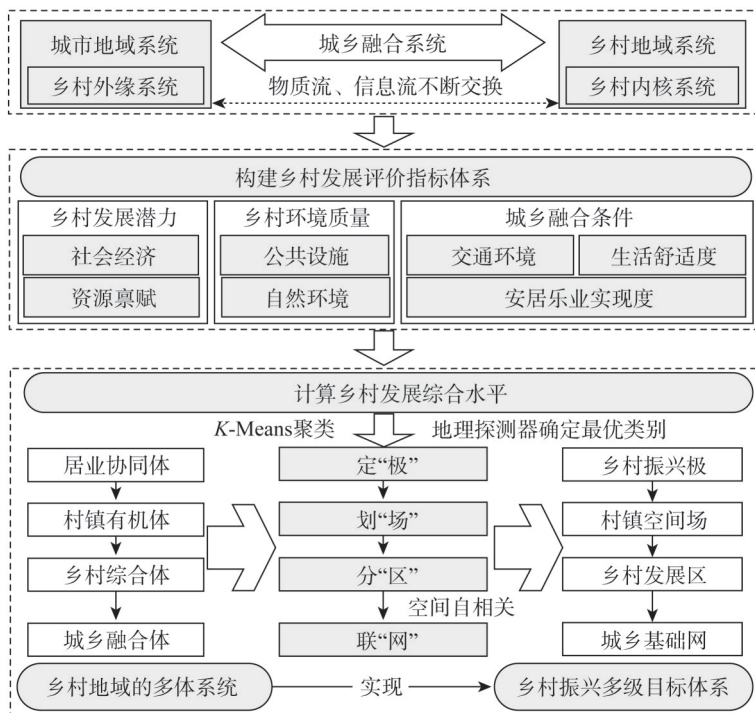


图2 乡村地域系统空间结构分析与优化框架

Fig. 2 Spatial structure analysis and optimization framework of rural regional system

要素相互作用所产生的物质、信息与能量传导界面，在乡镇发展的辐射带动效应以及行为主体活动的共同影响下而形成空间发展驱动形式。乡村发展区是在功能和管理层面上划分的结构层级，具有内部稳定性和对外差异性。这些不同区域层级通过交通、通信、市政管网等基础设施构建城乡基础网相互联系和影响。

1.3.3 构建乡村发展评价指标体系

本文立足于乡村地域系统中内核、外缘子系统，综合“目标层—准则层—指标层”三层架构要求，兼顾长沙县村域尺度数据的可得性，形成结构层次性的指标体系。提出从乡村发展潜力、乡村环境质量和城乡融合条件三方面衡量乡村发展水平。社会经济和资源禀赋条件是乡村发展的基础。公共设施环境和自然地理环境是村民幸福感的来源、人才培养的基石与吸引资源的动力。良好的交通条件是连接乡村地域系统内外子系统、实现乡村依托城市进行极化发展和可持续发展的关键纽带。生活舒适度和安居乐业实现度是衡量新型城镇化高质量建设的重量指标。遵循协调性、系统性、代表性和数据可获得性的原则选取相应准则层的具体指标（表1）。

鉴于评价指标分成正向指标与逆向指标，且指标量纲有所不同，本文通过极差标准化法对各项指标无量纲化^[8]，其计算公式为：

$$\text{正向指标: } X'_{ij} = (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1)$$

$$\text{逆向指标: } X'_{ij} = (X_{\max} - X_{ij}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (2)$$

式中： X'_{ij} 是第 j 个行政村的第 i 个指标的标准化值； X_{ij} 为第 j 个行政村的第 i 个指标值； X_{\min} 、 X_{\max} 为该指标的最小、最大值。在此基础上，为了防止传统主观赋权方法在

表1 乡村发展评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of rural development

目标层	准则层	指标层	权重	计算方法及说明	指标效应
乡村发展 潜力	社会经济	财政收入 X_1	0.030	财政收入 ^①	正
		财政支出 X_2	0.055	财政支出 ^①	正
		餐饮服务密度 X_3	0.038	餐饮服务核密度的平均值	正
		购物服务密度 X_4	0.025	购物服务核密度的平均值	正
		住宿服务密度 X_5	0.051	住宿服务核密度的平均值	正
		公司企业密度 X_6	0.027	公司企业核密度的平均值	正
	资源禀赋	旅游资源丰度 X_7	0.101	5A级旅游景点数×5+4A级旅游景点数×4+3A级旅游景点数×3+2A级旅游景点数×2+A级旅游景点数×1	正
		耕地面积占比 X_8	0.017	农村耕地面积/行政村面积	正
		劳动年龄人口数 X_9	0.014	劳动年龄（18~59岁）人口数 ^①	正
		农村居民点面积占比 X_{10}	0.063	农村居民点面积/行政村面积	正
		林地占比 X_{11}	0.017	农村耕地面积/行政村面积	正
		水域占比 X_{12}	0.061	农村水域面积/行政村面积	正
		人口迁入数 X_{13}	0.018	人口迁入数 ^①	正
		人口迁出数 X_{14}	0.017	人口迁出数 ^①	逆
	公共设施	娱乐休闲密度 X_{15}	0.014	娱乐休闲核密度的平均值	正
		生活服务密度 X_{16}	0.028	生活服务核密度的平均值	正
		科教文化服务密度 X_{17}	0.019	科教文化服务核密度的平均值	正
		医疗保健服务密度 X_{18}	0.017	医疗保健服务核密度的平均值	正
		物流点密度 X_{19}	0.055	物流点核密度的平均值	正
		公交站密度 X_{20}	0.019	公交站核密度的平均值	正
乡村环境 质量	自然环境	平均海拔 X_{21}	0.023	村内海拔的平均值	逆
		坡度大于10°占比 X_{22}	0.015	坡度大于10°的面积/行政村面积	逆
		地表粗糙度 X_{23}	0.014	详见 ②	逆
		水土流失占比 X_{24}	0.032	水土流失面积/行政村面积, 详见 ③	逆
	交通环境	平均遥感生态指数 X_{25}	0.035	详见 ④	正
		道路网密度 X_{26}	0.011	村内道路总长度/村总面积	正
		村庄可达性 X_{27}	0.039	详见 ⑤	正
		农村居民人均医疗床位 X_{28}	0.048	医疗卫生机构床位数/户籍人口 ^①	正
		人均绿地面积 X_{29}	0.017	农村水域面积/户籍人口 ^①	正
		城乡居民基本医疗保险参保比 X_{30}	0.011	城乡居民基本医疗保险参保/户籍人口 ^①	正
城乡融合 条件	生活 舒适度	农村居民最低生活保障人数占比 X_{31}	0.024	农村居民最低生活保障人数/户籍人口 ^①	正
		提供住宿的社会工作机构床位数占比 X_{32}	0.045	提供住宿的社会工作机构床位数/户籍人口 ^①	正
	安居乐业 实现度				

注：① 指标中村内的财政收入、财政支出等缺乏村级数据，具体用乡镇相应指标代替；② 地表形态的宏观指标，计算公式为 $kR=1/\cos\beta$ ， kR 代表地形粗糙度， β 代表栅格单元坡度因子；③ 采用Liu等^[35]提出的中国土壤流失模型（CSLE）进行计算，模型的基本形式为： $A=R\times K\times LS\times B\times E\times T$ ，式中： A 为土壤侵蚀模数， R 为降雨侵蚀力因子， K 为土壤可蚀性因子， LS 为坡长坡度地形因子， B 为植被覆盖度与生物措施因子， E 为工程措施因子， T 为耕作措施因子，各因子计算参照李经纬^[36]的研究；④ 选取绿度（NDVI）、湿度（Wet）、热度（LST）、干度（NDSI）四个分量指标，运用主成分分析法集成分量指标得出遥感生态指数，计算参照康帅直等^[37]的研究；⑤ 计算公式为 $A_i=a\times X_i+b\times Y_i+c\times Z_i$ ，式中： A_i 表示 i 村庄的可达性， a 、 b 、 c 分别为10 min、30 min、60 min出行圈权重系数， X_i 、 Y_i 、 Z_i 分别为 i 村庄10 min、30 min、60 min出圈出圈覆盖的村庄个数（个）。

决定指数权重上产生的缺陷,为了客观、真实地衡量乡村的发展水平,通过熵值法^[22]确定各项指标的权重(表1)。

1.3.4 定“极”和划“场”:乡村振兴极和村镇空间场划定方法

根据“极—轴”理论和极化发展战略^[1,7],在特定区域内产生控制效用的经济空间即为力场,位于力场中心的推进单位即为增长极^[38]。识别“极”和“场”需要量化区域对周边产生的影响力。因此,本文选用基于竞争力导向的引力模型测算区域间的联系,以乡村地域竞争力衡量乡村发展综合实力。模型形式如下:

$$F_{ij} = G \frac{\left(\sum_{h=0}^n W_{ih} \times Q_{ih} \right) \times \left(\sum_{h=0}^n W_{jh} \times Q_{jh} \right)}{(S_{ij})^b} \quad (i \neq j; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中: F_{ij} 为村 i 与村 j 作用间引力值; W 表示发展水平因子权重; G 为相对引力常数; b 为距离摩擦系数,表征引力随空间的衰减情况,结合本文较小的村域尺度,该值取2符合实际情况^[18]; Q 为村 i 与村 j 的竞争力值; h 为乡村发展竞争力的第 h 项指标; S 表示两地的空间距离 (km)。

1.3.5 分“区”:乡村发展区分类方法

“区”是特定地域范围内的空间格局。从区域经济发展的角度出发,经济中心总是在少数发展较好的范围内极化发展,这些地区的范围即为物质与信息流传输和交换的边界,并通过交通线进行连接。乡村发展区的内部诸要素间具有较为平衡的联系,在成长进程中维持在既定的区域中,并由于发展结构的不同与其他乡村发展区存在类型上的区分^[18]。“要素聚类+地理探测器”的区划方法能有效识别分区的空间异质性和内部稳定性^[6],方法如下:

(1) 采用 K -Means 聚类方法对主导指标进行聚类,分别计算2~15个类别的不同聚类方案。给定数集 $P \in R^{m \times n}$ 以及聚类个数 K , K -Means 可以使得聚类的类内差异尽可能小,类间差别尽可能大,各类里的点到对应类的质心的距离平方和 E 最小,计算公式^[30]为:

$$\min(E) = \min \sum_{k=1}^K \sum_{x \in Y_k} (y_k - x)^2 \quad (4)$$

式中: Y_k 是第 K 个类; y_k 是第 k 个类的质心; x 是类 Y_k 中的点。

(2) 采用地理探测器^[39]的方法判断最佳聚类数目,具体以乡村发展水平为结果变量,以不同聚类数目对应的分区结果为自变量,计算公式为:

$$q = 1 - \frac{1}{m\gamma^2} \sum_{h=1}^m n_h \gamma_h^2, q \in [0, 1] \quad (5)$$

式中: q 为各聚类数对乡村发展水平的贡献率, q 值越高说明聚类效果越好,但随着类别数的增加相关成本也会增加; n 为行政村数量 (个); γ^2 为整个研究区内结果变量的方差; m 为聚类分区数 (个); n_h 为第 h 个类型区内的村域个数 (个); γ_h^2 为第 h 个类型区内结果变量的方差。

1.3.6 联“网”:城乡基础网连接方法

“网”是指增长极、场域和区域之间的连接,是对乡村地域系统进行有机整合、协调发展的基础^[1,21]。城乡基础网是城乡融合发展的基本脉络,通过建设现代道路与网络体系,连通城市、中小城镇与农村,拉动和引入乡村地域外缘系统的生产资料,盘活和串

联乡村地域内核系统的生产要素, 促进城乡要素的高效流动和配置。因此本文考虑通过空间异质性分析, 得到乡村地域系统内要素流动的集散分布情况。其中, 全局空间自相关用于描述整个区域内地理要素的空间分布特征, 选取Moran's I 指数来表征乡村发展水平的全局自相关程度^[25]; 局域空间自相关用于评估局部空间单元相对于整体研究范围空间自相关的影响程度, 即行政村与邻近村之间乡村发展水平的相关程度, 其显著性可以用散点图可视化。计算公式^[15]如下:

$$\text{全局空间自相关: } I(d) = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (6)$$

$$\text{局部空间自相关: Local Moran's } I = \frac{n(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^m w_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, (i \neq j) \quad (7)$$

式中: x_i 和 x_j 分布为行政村的乡村发展水平; n 为空间单元个数 (个); w_{ij} 为空间权重, 采用Rook邻近标准定义; m 为与行政村 i 相邻接的行政村数量 (个)。

2 结果分析

2.1 乡村发展水平的测算结果

如图3所示, 基于自然断点法将乡村综合发展水平划分为低 (0.10~0.14)、中低 (0.14~0.17)、中等 (0.17~0.23)、中高 (0.23~0.32) 和高 (0.32~0.49) 五个级别, 各级别村落数量分别为 29 个、39 个、32 个、25 个和 12 个。由此可见, 乡村发展具有鲜明的空间分异性, 整体呈现以城镇核心区为圆心逐渐向外围减弱的圈层格局。其中, 城镇核心区以北的乡村呈现“以低、中低水平为主, 其他等级水平交错分布”的结构; 以东的乡村呈现“高一中高—中等”的圈层式分布结构, 即县域内南部乡村发展水平总体强于北部。分乡镇看, 黄兴镇、黄花镇、路口镇的发展最为突出, 乡村发展水平均达到了中上等级水准, 黄兴镇、黄花镇依托优越的区域资源优势, 受中心城区的引导影响突出, 会展经济发展迅速, 拥有优质高效的政务服务、现代会展产业集群等产业优势, 城镇化促进乡村发展效果显著; 安沙镇、江背镇、金井镇、青山铺镇、果园镇次之, 是

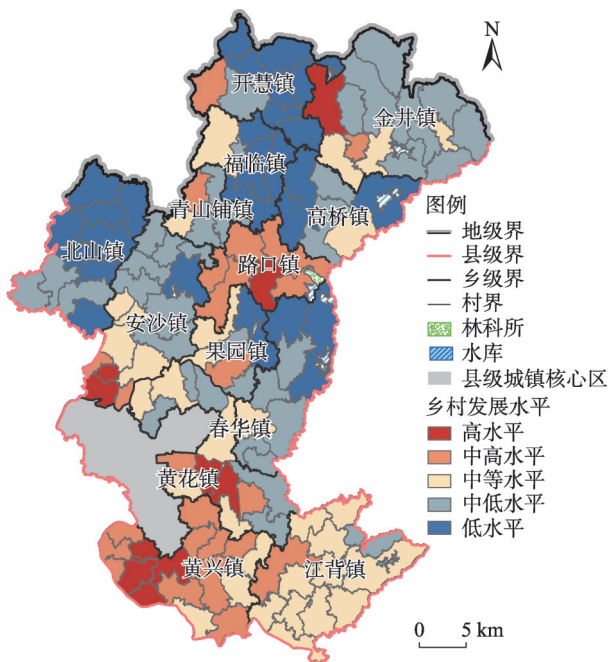


图3 长沙县乡村发展水平

Fig. 3 Rural development level of Changsha county

乡村发展水平均值均在中等水平及以上的村落，该类行政村多沿交通干道分布，部分村庄以先进制造业和现代农业为主导产业，依托优势资源具有较好的经济基础和较高的发展潜力；高桥镇和开慧镇的乡村发展水平最低，因该类村庄在外打工人数较多，老龄化比率和农村人口留守比率较高，农业主导产业单一且经济发展水平较低，部分地方由于资源环境条件落后或人居环境较恶劣，农村发展的内生动力不足。

2.2 乡村振兴极的识别结果

(1) 核心行政村确定。采用综合指标法确定行政村的乡村发展水平 P ；基于OD成本矩阵和引力模型测算了137个行政村乡村发展水平产生的空间引力值，得到引力矩阵 Y_{ij} ；获取每个行政村的最大引力值 F 后识别最大引力对应的行政村；然后计算各行政村乡村发展水平的总累积引力值 S ；通过各行政村与其对应的最大引力行政村两两连线，求得最大引力距离 L ；根据 P 、 S 和 L 综合判定行政村等级。参照前人的研究^[28]，确定核心行政村的标准为 $S>15P$ 且 L 不大于两镇中心间距。根据上述计算得到长沙县核心行政村为11个（表2）。

表2 核心行政村及振兴极类型识别

Table 2 Type identification of core administrative villages and revitalization poles

村名	P	F	S	L	第一主成分指标	振兴极类型识别
黄兴新村	0.49	94.74	308.94	1.57	X_3 、 X_4 、 X_{17} 、 X_{18} 、 X_{22}	科教资本驱动振兴极
高塘村	0.33	100.36	279.76	1.26	X_1 、 X_3 、 X_9 、 X_{22} 、 X_{26}	城镇化区域带动振兴极
打卦岭村	0.40	16.80	126.84	3.37	X_3 、 X_6 、 X_9 、 X_{16} 、 X_{18}	休闲康养振兴极
鹿芝岭村	0.33	25.88	93.31	2.50	X_1 、 X_6 、 X_4 、 X_9 、 X_{18}	产业转型振兴极
黄龙新村	0.36	18.32	89.28	2.65	X_3 、 X_4 、 X_{15} 、 X_{17} 、 X_{18}	专业化市场振兴极
蓝田新村	0.29	16.65	73.31	2.63	X_7 、 X_9 、 X_{18} 、 X_{22} 、 X_{23}	全域旅游振兴极
上杉市村	0.36	13.50	69.89	2.79	X_{18} 、 X_{21} 、 X_{22} 、 X_{23} 、 X_{27}	风景观光振兴极
长安村	0.24	12.20	70.69	2.01	X_1 、 X_2 、 X_9 、 X_{10} 、 X_{23}	农业专业化生产振兴极
麻林村	0.25	8.38	56.06	2.68	X_{15} 、 X_{17} 、 X_{21} 、 X_{23} 、 X_{27}	产业融合振兴极
回龙村	0.20	16.88	55.30	1.88	X_1 、 X_{13} 、 X_{22} 、 X_{23} 、 X_{26}	城郊生态旅游振兴极
湘丰村	0.36	7.12	46.33	2.97	X_1 、 X_5 、 X_9 、 X_{13} 、 X_{18}	红色农旅振兴极

注： P 表示行政村空间发展竞争力； F 表示行政村间最大引力值； S 表示行政村累积引力综合； L 表示最大引力间距。

(2) 乡村增长极确定。运用GeoDa软件和因子分析法对11个核心行政村的32个乡村发展水平评价指标进行降维处理，提取出第一主成分指标，根据指标的实际含义确定乡村振兴极类型（表2）。

2.3 村镇空间场的识别结果

将引力模型测算得到的湖南省长沙县137个村落互相间的引力值分乡镇进行汇总，得到13个乡镇间156条的累积引力值连线，再对乡镇间累积引力求和得到各乡镇的引力总量（图4），结果显示：（1）黄兴镇核心地位显著，区域空间场影响能力差异较大，呈现自南向北的辐射扩散格局。从引力值来看（图4），黄花镇2020年的引力总量为3214.56，明显高于其他乡镇，这表明黄花镇的空间场域影响范围最广，在该县起着带动全区城镇发展的作用，构成长沙县实现乡村振兴目标的核心乡镇；从单个乡镇间累积引力值来看（图5），长沙县引力值最大为“黄兴镇—黄花镇”的136.38，最小为“青山铺

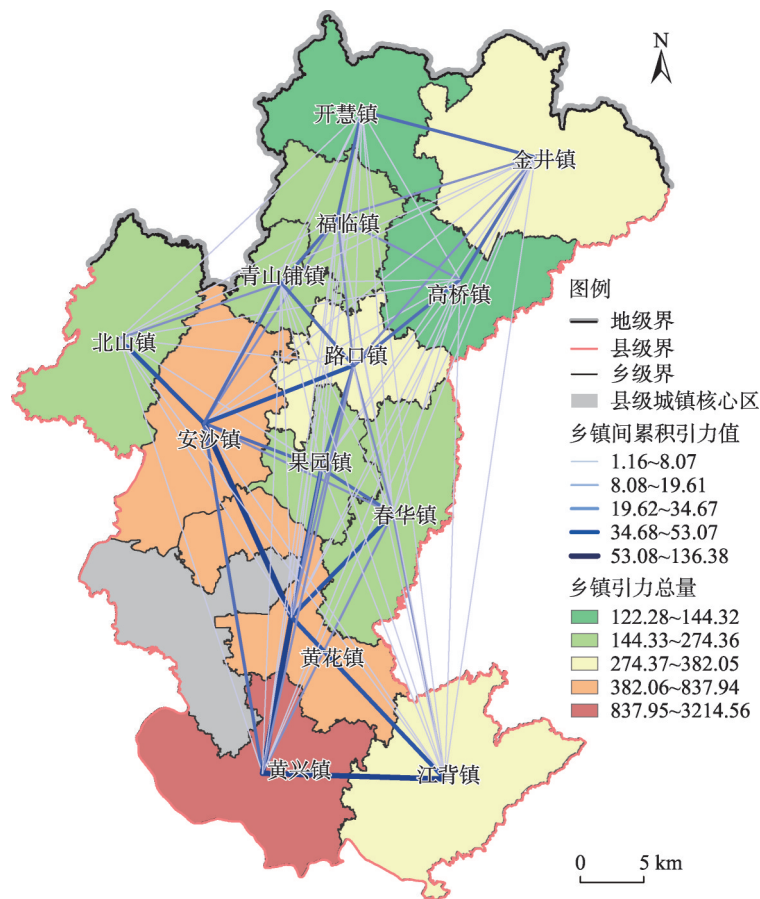


图4 乡镇间累积引力值

Fig. 4 Cumulative gravity value between towns

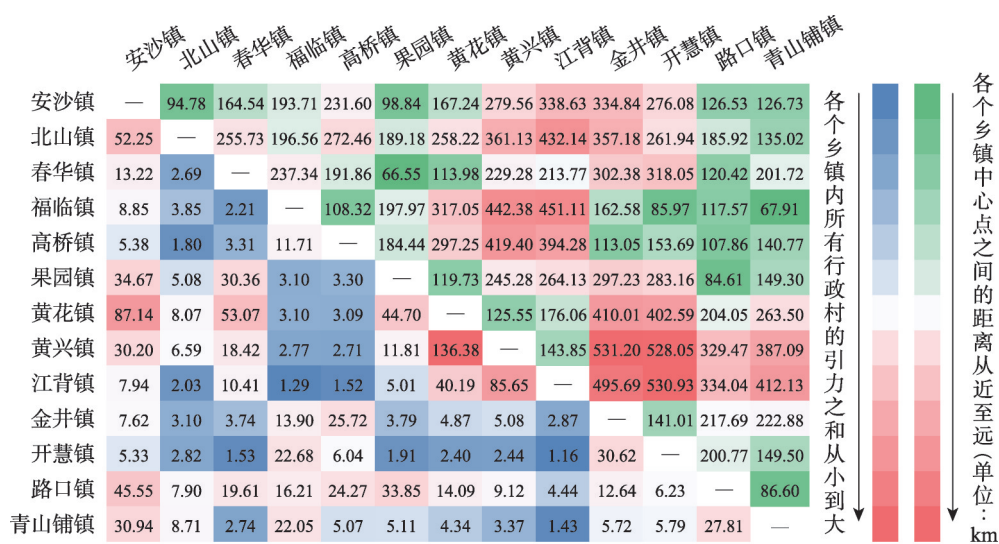


图5 乡镇间的引力与距离

Fig. 5 Gravity and distance between towns

镇—江背镇”的1.43,两者相差95倍,区域间引力值极不均衡;从区域结构看,长沙县南部的3个城市近郊乡镇(黄花镇、黄兴镇、江背镇)的总引力均值为1444.01,中部5个城乡过渡乡镇(安沙镇、春华镇、果园镇、路口镇、青山铺镇)的总引力均值为378.40,而北部5个远郊山区乡镇(金井镇、北山镇、开慧镇、福临镇、高桥镇)的总引力均值为194.39,表明该县发展空间场域的影响能力呈现明显的自南向北逐渐减少的态势。(2)区域间呈现片区融合的组团发展态势。与城镇核心区相邻的黄花镇、黄兴镇、安沙镇引力总量累加值为4787.89,平均引力为1595.96,远超其他乡镇的引力总量,形成效益显著的一体化组团发展态势。(3)空间发展节点凸显。黄花镇引力总量仅次于核心镇黄兴镇,且与核心镇间引力值也远大于其他乡镇与核心镇的引力值,承担着长沙县向西与长沙市区进行物质信息交流的门户作用;中部的安沙镇引力总量为837.94,是距离核心镇超过25 km的所有乡镇中与核心镇的乡镇间引力值最高的(30.20),承担着连接核心镇与北部乡镇的桥梁作用;最北部的金井镇引力总量为344.66,是长沙县北部地区的最高值,承担着整合北部山区乡镇资源、提供当地及周边居民基本生活保障的支柱作用。这些有双向功能的节点区域对促进长沙县空间发展格局由单核向多核模式转变,利于促进区域间资源的优化配置和整合利用,增强区域间的经济与社会联系,推动经济一体化和乡村振兴作用显著。

利用主成分分析法对长沙县13个乡镇32个评价指标进行降维处理,其步骤和原则上,从发展源动力角度识别和划分区域空间场类型,利用Geoda软件提取通过KMO检验的13个矩阵中的前5个主成分。根据因子分析的结果将13个乡镇划分为三类空间发展场^[5,27]:(1)内力驱动场。属于该类的乡镇为黄兴镇、春华镇、安沙镇、高桥镇、福临镇。该类型场域凭借空间内部各类资源丰富、基础设施齐全或是自然和经济条件良好,通过特色农业、乡镇工业和旅游服务业,推动空间结构优化,实现区域发展。(2)外力辐射场。属于该类的乡镇为黄花镇、金井镇、果园镇、开慧镇、青山铺镇。该类型场域主要以优势的区位、便利的交通、发达的市场和资金为发展驱动,以城镇化为发展导向,通过城市扩张实现资金、劳动力、技术等要素在区域间流动,推动区域空间结构重构,实现经济发展。(3)交互融合场。属于该类的乡镇为北山镇、江背镇、路口镇。该类型通过内外力交互产生影响,既依托自身优势条件又需要城镇化和工业化驱动区域发展。

2.4 乡村发展区的识别结果

本文运用“要素聚类+地理探测器”的区划方法,经K-Means聚类对乡村发展水平准则层指标依次选择2~15类进行聚类;经地理探测器量化聚类数对乡村发展水平的贡献度 q 值来确定最佳类别。绘制类别数贡献率的边际效益曲线(图6)寻找最佳类别数,当聚类数介于2~7之间时, q 值持续快速增大;当聚类数介于8~15之间时, q 值增大趋势显著放缓。考虑到区域发展建设的成本会随分区类别的增多而升高,遵循边际效益递减规律,认为聚类数为7时对应的 q 值即为分区效益最好、分区成本最合理的边际效益拐点值。基于此,将聚类结果按照社会经济、资源禀赋、设施环境、自然环境、交通环境、生活舒适度和安居乐业实现度7个维度和乡村发展水平的具体特征命名,原则上以反映空间分区的主要特征、发展水平高低情况为主,各类型区个数、内涵及其主要特征、类型识别标准详见表3。最终长沙县乡村发展类型见图7。

2.5 城乡基础网的构建结果

2.5.1 乡村地域空间异质性的测算结果

通过测算长沙县 137 个村庄乡村发展水平的空间异质性（图 8、图 9），识别出发展水平具有显著集聚链状效应的区域，根据该效应的优劣差异化构建现代交通网络和通信系统，最大效益地连接城乡地域系统内的各级区域，最终实现城乡公共资源的差异化、针对性配置，促进城乡系统化建设和乡村振兴协同发展。

（1）空间集聚效应分析。长沙县村域乡村发展水平的全局莫兰指数为 0.631（通过 5% 的显著性检验），局部自相关 Moran 散点图（图 8）显示有 80% 以上的村庄点落在“高一高”或“低—低”聚集的一三象限中，说明村域整体上呈现出较高的空间聚集。结合局部 Moran's *I* 分布图（图 9a），聚集效应较强的地区主要分布在黄兴镇、黄花镇、北山镇、福临镇、安沙镇、春华镇。

（2）集聚链状效应分析与城乡基础网构建建议。根据散点图，处于第一象限的村庄有 38 个，集中分布在黄兴镇、黄花镇、安沙镇，空间相关性为正，呈现出“高一高”空

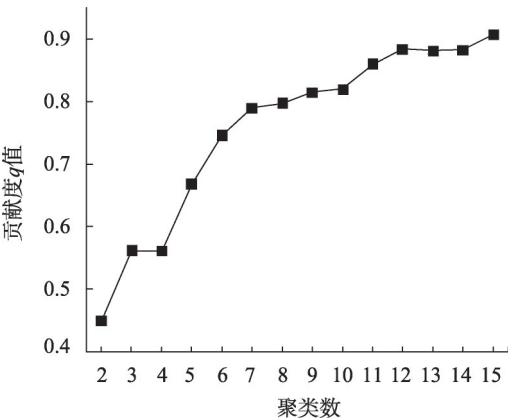


图 6 K-Means 算法下各聚类数的贡献度 *q* 值边际效益曲线

Fig. 6 Marginal benefit curve of contribution *q* value of each cluster number under K-Means algorithm

表 3 长沙县乡村发展类型区基本特征

Table 3 Basic characteristics of rural development type areas in Changsha county

类型	行政村数/个	内涵	社会经济	资源禀赋	公共设施	自然环境	交通环境	生活舒适度	安居乐业实现度	乡村发展水平
自然设备限制低水平区	18	各项条件均处于劣势，自然和设施环境是最薄弱环节，乡村发展水平最低	0.30	0.51	0.10	0.10	0.02	0.25	0.19	1.48
经济资源限制低水平区	48	自然环境好，受经济和资源条件的限制，乡村发展水平低	0.34	0.40	0.19	0.15	0.05	0.23	0.17	1.52
自然交通主导中低水平区	20	自然、交通环境优势明显，资源、设施条件差，乡村发展水平较低	0.33	0.43	0.30	0.16	0.09	0.32	0.17	1.80
经济交通主导中高水平区	21	经济发展程度高，交通便利，但其他条件相对较差，乡村发展水平较高	0.86	0.67	0.34	0.15	0.08	0.03	0.03	2.17
经济环境限制中高水平区	8	经济和自然环境最为薄弱，但生活舒适度和安居乐业实现度水平最高	0.21	0.44	0.19	0.15	0.06	0.88	0.63	2.56
资源交通主导中高水平区	8	资源条件最好，交通条件优越，乡村发展水平高	0.37	1.42	0.20	0.14	0.06	0.21	0.17	2.56
经济设施主导高水平区	14	社会经济发展水平最高，公共设施环境最好，乡村发展水平最高	1.47	0.75	1.06	0.14	0.11	0.10	0.04	3.68

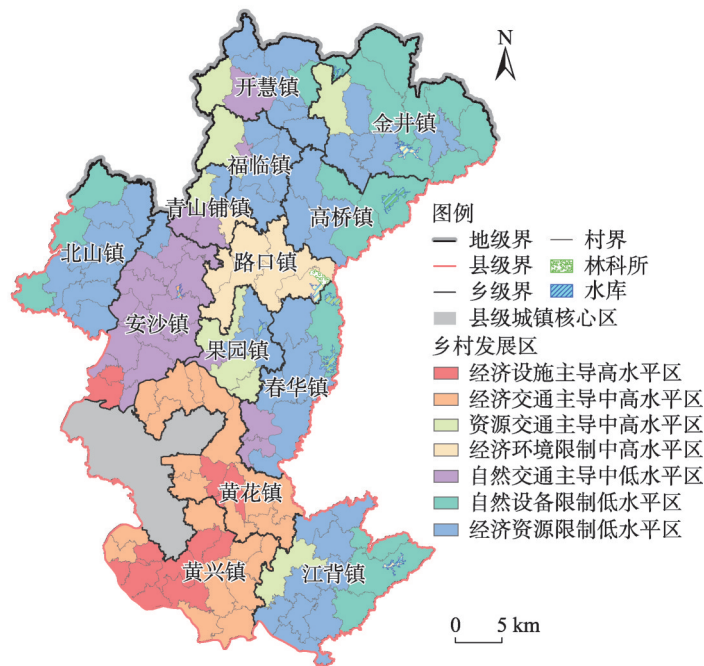


图7 长沙县各乡村发展区

Fig. 7 Each rural development area in Changsha county

间集聚特征，该类村庄的聚集产生相互促进的积极链状效应；处于第三象限的村庄有74个，主要分布在长沙县山区，空间相关性为负，呈现出“低—低”空间集聚特征，该类村庄聚集产生的消极链状效应导致发展愈加受限。散点图第二和第四象限的村庄较少，分别13个和12个，分布比较稀疏。根据乡村振兴水平的LISA聚类图（图9b、图9c）可以看出，集聚效应通过95%显著性检验的村庄中，“高一高”聚集型村庄主要分布在黄花镇和黄兴镇所在的西部城乡结合部，该地区现有基础设施完备，打造基础网应考虑从传统基建向新基建转型，由注重农业生产型基础设施向城乡生活型基础设施和生态化基础设施一体化转变；“低—低”聚集型村庄主要分布在北山镇、安沙镇、春华镇、福临镇和高桥镇，这些地区地形复杂，信息和交通基础设施较为缺乏，且分布稀疏，打造基础网应以满足村民城乡交通和通信需求为导向。

2.5.2 基于“极—场—区—网”空间结构打造城乡基础网

城市地域间空间联系网络的研究与构建已经相对完善，而对乡村地域空间联系的研究

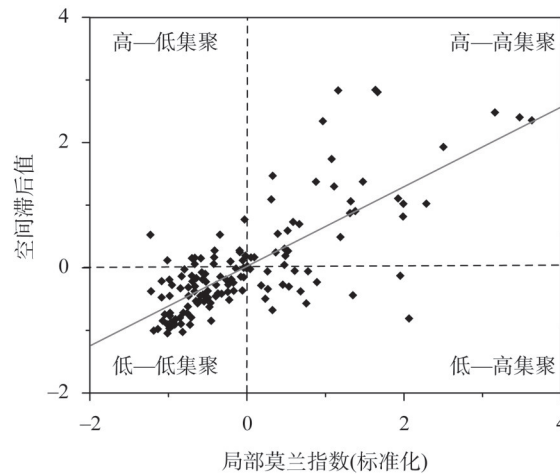


图8 长沙县乡村发展水平Moran散点图

Fig. 8 Moran scatter plot of rural development level in Changsha county

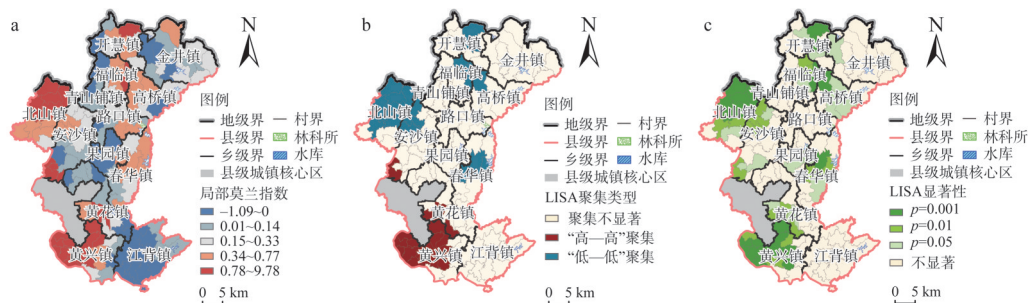


图9 长沙县村域乡村发展水平空间分布

Fig. 9 Spatial distribution of rural development level in Changsha county

究依然缺乏。本文尝试基于乡村地域多体系统和乡村振兴多级目标体系,通过引力模型测度的村庄之间联系强度组成网络连接边,村庄组成网络节点,构建“节点—网络线”空间网络结构,将乡村振兴极、村镇空间场和乡村发展区贯穿连接,形成乡村地域系统的“极—场—区—网”互连网络(图10)。根据网络节点的累积引力值大小,分为一般节点(29个)、次要节点(26个)、重要节点(20个)和极重要节点(18个),重要和极重要节点主要分布在城镇核心区周围。高引力值网络边集中在黄兴镇西部,包括敢胜村、金凤村、高塘村、黄兴新村、鹿芝岭村和打卦岭村,形成极高引力点聚集区。

将该反映引力强度的“节点—网络线”结构嵌入到城乡基础网的构建中,从整体上可以看出长沙县城乡基础网非均衡特征较为明显,空间网络组织关系有待进一步加强:一方面该区域已经形成了明显的“环城镇核心区至中部”的基础设施网络核心轴,另一方面北山、春华、高桥、福临、开慧和金井镇尚未形成紧密且连贯的关联网络,亟需有针对性地完善基础设施建设,协调乡镇的区域功能和分工,包括各组成部分的融合协作、公共资源和系统要素的合理配置、生产—生活—生态空间的重构提升,以此推动乡村地域系统结构的优化升级。

2.6 对策建议

根据本文研究结果,长沙县13个乡镇和137个行政村的发展水平和发展关联差异性明显,急需优化乡村地域系统空间格局以促进城乡协调发展、全面推进乡村振兴和新型城镇化进程,应从以下几方面入手:(1)甄别“极”单元,找准有效发展着力点。空间极化、居业协同作为乡村振兴必需的内生动力,是村镇人居业融合发展的高级形态^[1],重点培育具有发展极效应的、以乡村山水林田湖草为景观基础的村庄。其中条件较好的,按照三大产业融合发展理念,率先创新机制,立足优势条件,培育主导产业;条件一般的,以完善生产生活基础设施为前提,以整合土地资源、发展特色产业为重点,加快补全短板,培育村域中心地。(2)完善“场”格局,认识发展的主要驱动力。内力驱动场应依托本底资源优势 and 区位条件,通过乡镇企业、特色产业和农业现代化激发内生发展能力。外力辐射场根据自身发展水平高低、城镇化扩张速度以及资金、劳动力和技术等要素流动状态,选择适合的对外联系方式,并以要素流动为桥梁、产业协作为纽带,促进公共服务设施建设和产业转型,发展新型服务和绿色产业。交互融合场应“内外兼修”,综合内外优势,以整合、协调、创新为出发点,以完善专业化市场、打造流量经济平台和发展特色旅游业为着眼点,促进区域协同发展。以与城镇核心区相邻的黄花镇、

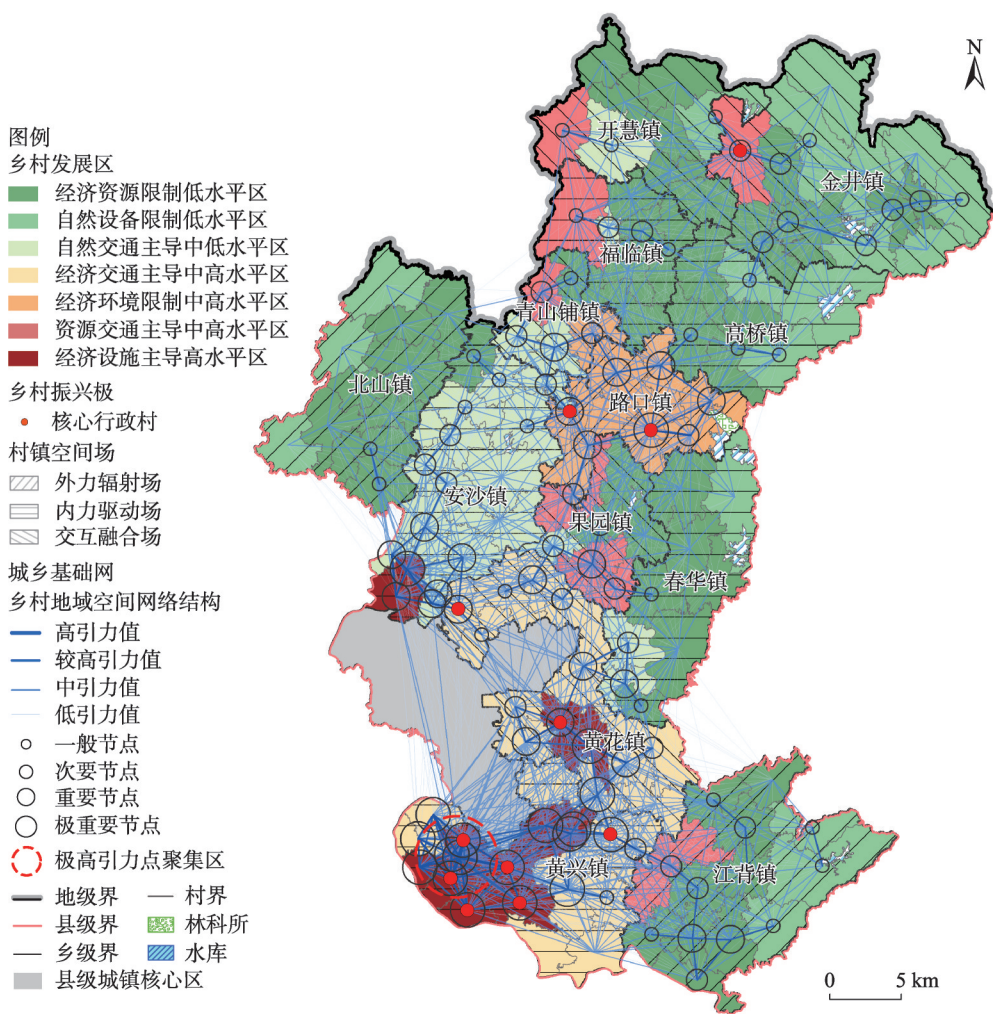


图10 乡村地域系统的“极—场—区—网”互连网络

Fig. 10 The "pole-field-zone-network" interconnection of the rural regional system

黄兴镇、安沙镇这三个镇为例，其形成的组团式发展空间应密切围绕长沙经开区、临空经济区、黄花综保区和会展经济区等重大平台，整合各类要素，依托实体经济的壮大不断加强长沙市区及周边县区的经济和社会联系。(3) 促成“区”界面，增强发展模式的认同性。乡村发展模式的划定建立在区域本底资源禀赋、城乡融合协作和对外联系程度等条件的基础上，同一模式区域内部差异较小、历史延续性强，促进了乡村主体、产业、资源等要素的不断流动，易于促成区域产业集群、协作融合发展的格局，进而形成功能特殊鲜明、差异显著的乡村发展分区，为差异化提出乡村发展振兴路径奠定科学基础(表4)。(4) 打造“网”基础，深化村域空间关联。发挥长沙县临近长沙市区的地域优势，以及县级城镇核心区设有机场与地铁站的交通优势，通过打造城乡基础网，保障连接乡村地域系统纵向结构与横向区域间要素流动的通道畅通，以“五网下乡”为重点工程，推进城乡公交一体化、加强电网供水建设、优化城乡教育资源均衡配置、搭建智慧医联体平台，进而形成信息流、资金流、物质流在全区域内的辐射。

表4 乡村发展区及乡村振兴路径

Table 4 Rural development area and rural revitalization path

乡村发展区	集中分布的乡镇	区域发展现状特征及乡村振兴路径
自然设备限制 低水平区	金井镇	包括石井村、团山村等18个行政村。该区村庄多位于海拔高、地形崎岖的山区，地质灾害易发，水土流失较严重，交通基础设施建设困难，但生态环境质量较好，是区域水源涵养功能和生物多样性的重要载体，未来在继续保持生态功能的基础上，盘活已有内外部资源适度强化经济和生产能力，同时通过“中心村提升、小村合大村”等村庄整治途径优化内部结构，协调人地关系
经济资源限制 低水平区	北山镇、福临镇、春华镇、开慧镇、江背镇	包括九木、福安村等48个行政村。生产资源匮乏、设施条件差等诸多要素使得该类村庄经济不发达，但生态环境质量较高，旅游资源丰富，文化底蕴深厚，亟需适当提高开发力度。未来应激发该区生态旅游休闲功能的发展潜力，依托交通优势，发挥已有旅游品牌效应，以完善环境建设和基础设施建筑为着力点，提高区域生态旅游的吸引力，进而推动区域经济社会发展
自然交通主导 中低水平区	安沙镇	包括沿春华山村、葛家山村等20个行政村。该区村庄虽然城镇化水平较低，距离市区较远，且地势起伏较大，但生态环境质量较高，交通条件优势明显。未来应综合区域农业资源和交通优势，重点培育蔬菜种植、配送加工等产业以提高农产品生产与供应能力，加强与城市的经济联系；加强农田水利、水土保持工程等基础设施建设，改善农业生产条件
经济交通主导 中高水平区	黄兴镇、黄花镇	包括敢胜村、车马村等21个行政村。该类型区的发展以社会经济优势和交通便利为驱动力，但经济对外依赖较大，发展内生动力相对不足；区域城镇化水平较高，但村内设施环境较差，设施以生产活动为主，功能单一，仅能满足部分生活和精神需求。未来该区应依托经济优势紧抓新型城镇化发展的机遇，加强公共服务设施建设和内部改造提升，改善乡村生活设施环境、优化配置劳动力、积极培育新型经营业态，激发乡村发展内生动力
经济环境限制 中高水平区	路口镇	包括上杉山村、明月村等8个行政村。该区村庄经济发展潜力巨大，耕地和旅游资源禀赋、交通区位、生产生活设施、生态环境质量等各项条件优势显著。未来应进一步完善和延长产业链，促进农副产品深加工，加强生态观光、农业采摘、都市休闲等农旅类旅游产业的开发力度，促进产业融合，最大化该区的辐射带动作用
资源交通主导 中高水平区	零星分布	包括浔龙河村、开慧村等8个行政村。该区村庄各项发展条件较为均衡，有着较强的经济实力、功能齐全的设施环境，但高水平的城镇化发展导致自然环境优势相对不足。未来应以促进经济和生态协调发展为导向，依托区域较强的经济实力，引导资金向资源保护、环境整治、打造美丽乡村和促进产业转型升级等方向流动，促进区域可持续性发展
经济设施主导 高水平区	黄兴镇	包括黄兴新村、蓝田新村等14个行政村。该区村庄基本处于城乡结合部，长沙市区辐射带动作用较强，具备较好的社会经济基础和对外交通条件，基础设施和公共服务设施完善，但资源禀赋和自然环境相对较差。未来应以促进区域城乡一体化发展为目标，既充分发挥该区向内作为市区与乡村信息、资金和物资的桥梁作用，又兼顾分担城市压力的功能；并坚持将生态环境规划和保护放在优先地位，加强生态资源治理和保护，控制城乡结合部“有限发展”

3 结论与讨论

3.1 结论

有效推进乡村振兴不仅要重视农村产业和经济的单维度发展，更要从合理布局和转型发展角度促进乡村空间重构，充分发挥乡村资源优势，促进城乡一体化发展。本文基于乡村地域多体系统和乡村振兴多级目标体系，从乡村发展潜力、乡村环境质量和城乡融合条件三个维度构建了涵盖资源禀赋、社会经济、自然环境、设施环境和交通环境

五个层面的乡村发展水平评价指标体系；通过引入“极一场一区一网”的多维分析思路构建了乡村地域系统空间结构的基本分析框架，采用数理统计和地理空间分析方法对长沙县137个行政村进行空间识别与优化。结论如下：

(1) 城乡融合区乡村发展水平的空间分异是多种内外驱动力因素共同作用的结果。长沙县乡村发展水平存在明显的空间差异性和集聚效应，总体呈现圈层式分布结构。城镇核心区以北的发展水平空间分布“以低、中低水平为主，其他等级水平交错分布”，主要受先进制造业和现代农业影响；以东的发展水平空间分布呈现“高一中高—中等”的圈层结构，主要受会展服务业和临空经济影响。长沙县乡村发展水平整体较高，分布上南部强于北部，空间自相关结果表明乡村发展水平存在显著的空间集聚效应。

(2) 地域间供求关系的密切程度是影响空间联系强弱的重要因素，而立足于因素作用的空间联系强度可以较好地表现区域发展的需求和互补格局。本文综合了城市辐射带动、区域本底资源禀赋、城乡统筹发展的交互作用、自然环境敏感性、基本生产生活设施等因素的高低错落，客观反映了差异化的乡村空间发展现状，探讨了不同村庄和乡镇间区域关联的分布特征差异，有利于多元化乡村发展模式和振兴优化路径选择。

(3) 基于乡村地域系统理论的“极一场一区一网”多维分析框架能较好地应用于市区近郊区县乡村地域系统的空间结构识别与优化，相较于以往单一探究乡村发展路径的模式，该框架加强了空间结构的立体性、地域范围的整体性、优化对象的综合性、发展模式的差异性以及振兴目标的针对性。本文基于该框架确定并划分了长沙县11个乡村振兴极、3个村域空间场和7个乡村发展区，构建了基于“节点—网络线”空间网络结构的城乡基础网，并差异化地提出了乡村振兴和城乡融合发展的建议。研究结果可以为中国城乡融合区的乡村地域系统的优化提升提供科学依据，有助于推进县域乡村振兴战略的决策制定。

3.2 讨论

(1) 本文综合多种方法和多源数据开展村域尺度的乡村地域系统空间结构及其优化路径研究，构建了基于“极一场一区一网”多维分析框架的乡村地域系统空间格局，并凭借半自动化收集的POI和道路数据更为细致地刻画了村域交通区位条件、各类生产生活设施等发展要素的空间分布。一方面表明精度更大的兴趣点等多源数据的引入能够为精细化和差异化反映乡村地域系统空间格局提供支撑，另一方面也说明基于乡村地域多体系统和乡村振兴多级目标的乡村发展水平评价体系适用于长沙县乡村地域结构识别及优化路径研究，能够为区域城乡基础设施网络的构建、乡村产业布局、村庄空间规划、土地利用及景观格局重构提供科学参考，也证实了乡村地域多体系统下的乡村发展研究对乡村振兴与城市辐射驱动效应、村庄内生动力和促进城乡融合发展的关系研究具有重要影响。但本指标体系是否具有普适性价值尚需后续其他地区的进一步应用和支撑。此外，由于村级统计资料和企业经营资料获取受限较大，在构建社会经济发展指标体系时，除各村城镇化率外其他村级数据缺乏，故仅考虑了财政收入、财政支出等乡镇一级数据代替，未来还需在相关指标选择及其获取方法上深入探究。

(2) 推进构建中国式城乡统筹发展新格局。城乡关系作为最基本的社会经济关系，城乡关系变化也是所有社会关系变动的基础。西方国家近代发展以来，城乡社会结构大多经过了农村经济逐步衰弱后都市再发展的过程，但西方资本主义经济社会历经的这种“科学技术革命—工业革命—现代都市—现代城乡关系”现代化发展逻辑^[40]，无法同样解

释中国城乡关系演进的内在机理^[41]。中国作为需要在短时间内迅速实现现代化和城市化的国家,其城乡关系演变表现为城市发展和乡村衰落同时存在。在快速城镇化和以城市群为主体的发展格局下,中国城乡发展不平衡、乡村发展不充分的问题受到广泛关注^[41,42]。因此中国式城镇化必须坚持以人为本、城乡融合、人地和谐、创新驱动、区域协调的高质量城镇化^[24]。

(3) 完善基于问题破解导向的乡村振兴战略体系^[43]。乡村振兴战略核心在于立足于乡村发展客观规律,推进乡村系统全面振兴^[5]。确定乡村地域空间结构本质上是顺应村庄发展规律和演变趋势,通过量化评估不同村庄的发展现状、区位优势等差异化条件及面临的差异化困境,明确区域乡村发展的核心问题,从多层面、多角度厘清问题产生之根本,从而明确因地制宜发展之方向,提出分区分类的乡村振兴战略。以长沙县为例,面对发展过程中持续存在的“南工北农、南城北乡、南富北穷”的城乡发展不平衡问题,本文以问题破解为导向构建了基于乡村地域系统论的“极一场一区一网”多维分析框架,紧密对标乡村振兴多级目标,针对乡村特征和发展阶段,提出了差异化的空间结构优化提升方案。

参考文献(References):

- [1] 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.]
- [2] 郑小玉, 刘彦随. 新时期中国“乡村病”的科学内涵、形成机制及调控策略. 人文地理, 2018, 33(2): 100-106. [ZHENG X Y, LIU Y S. Connotation, formation mechanism and regulation strategies of rural disease in the new epoch in China. *Human Geography*, 2018, 33(2): 100-106.]
- [3] 乔陆印. 乡村振兴村庄类型识别与振兴策略研究: 以山西省长子县为例. 地理科学进展, 2019, 38(9): 1340-1348. [QIAO L Y. Village type identification and rural revitalization strategy: A case study of Zhangzi county of Shanxi province. *Progress in Geography*, 2019, 38(9): 1340-1348.]
- [4] 刘彦随, 张紫雯, 王介勇. 中国农业地域分异与现代农业区划方案. 地理学报, 2018, 73(2): 637-650. [LIU Y S, ZHANG Z W, WANG J Y. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the New Era in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 637-650.]
- [5] 刘彦随, 周扬, 李玉恒. 中国乡村地域系统与乡村振兴战略. 地理学报, 2019, 74(12): 2511-2528. [LIU Y S, ZHOU Y, LI Y H. Rural regional system and rural revitalization strategy in China. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(12): 2511-2528.]
- [6] 刘玉, 唐林楠, 潘瑜春. 村域尺度的不同乡村发展类型多功能特征与振兴方略. 农业工程学报, 2019, 35(22): 9-17. [LIU Y, TANG L N, PAN Y C. Multifunctional characteristics and revitalization strategies of different types of rural development at village scale. *Transactions of the CSAE*, 2019, 35(22): 9-17.]
- [7] 李旭辉, 王经纬. 共同富裕目标下中国城乡建设绿色发展的区域差距及影响因素. 自然资源学报, 2023, 38(2): 419-441. [LI X H, WANG J W. The regional gap and its influencing factors of green development of urban and rural construction in China under the goal of common prosperity. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(2): 419-441.]
- [8] 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. 自然资源学报, 2022, 37(10): 2688-2702. [BAO X Y, DAI W Y, LIU S F, 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.]
- [9] 资明贵, 周怡, 罗静, 等. 山区乡村地域系统韧性测度及影响因素研究: 以大别山区罗田县为例. 地理科学进展, 2022, 41(10): 1819-1832. [ZI M G, ZHOU Y, LUO J, et al. Measurement and influencing factors of rural regional system resilience in mountainous areas: A case study of Luotian county in the Dabie Mountains. *Progress in Geography*, 2022, 41(10): 1819-1832.]

- [10] LI Y, WESTLUND H, LIU Y. Why some rural areas decline while some others not: An overview of rural evolution in the world. *Journal of Rural Studies*, 2019, 68: 135-143.
- [11] 李平星, 陈雯, 孙伟. 经济发达地区乡村地域多功能空间分异及影响因素: 以江苏省为例. *地理学报*, 2014, 69(6): 797-807. [LI P X, CHEN W, SUN W. Spatial differentiation and influencing factors of rural territorial multifunctions in developed regions: A case study of Jiangsu province. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(6): 797-807.]
- [12] 张富刚, 刘彦随. 中国区域农村发展动力机制及其发展模式. *地理学报*, 2008, 63(2): 115-122. [ZHANG F G, LIU Y S. Dynamic mechanism and models of regional rural development in China. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(2): 115-122.]
- [13] 裴进堂. 河南省乡村内核系统与外缘系统发展协调度及空间格局: 基于18个省辖市数据分析. *中国农业资源与区划*, 2020, 41(5): 215-222. [PEI J T. Development coordination degree and spatial pattern of rural core system and peripheral system in Henan province: Based on data analysis of 18 provincial cities. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2020, 41(5): 215-222.]
- [14] 任国平, 刘黎明, 孙锦, 等. 基于“胞—链—形”分析的都市郊区村域空间发展模式识别与划分. *地理学报*, 2017, 72(12): 2147-2165. [REN G P, LIU L M, SUN J, et al. Using the "cell-chain-shape" method to identify and classify spatial development patterns of administrative villages in the metropolitan suburbs. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(12): 2147-2165.]
- [15] WANF J Y, QU L L, LI Y R, et al. Identifying the structure of rural regional system and implications for rural revitalization: A case study of Yanchi county in Northern China. *Land Use Policy*, 2023, 124: 106436, Doi: 10.1016/J.LAN-DUSEPOL.2022.106436.
- [16] 李琳娜, 璩路路, 刘彦随. 乡村地域多体系统识别方法及应用研究. *地理研究*, 2019, 38(3): 563-577. [LI L N, QU L L, LIU Y S. Research on identification method and application of rural regional multi-body system. *Geographical Research*, 2019, 38(3): 563-577.]
- [17] QU L, LI Y, FENG W. Spatial-temporal differentiation of ecologically-sustainable land across selected settlements in China: An urban-rural perspective. *Ecological Indicators*, 2020, 112: 105783, Doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105783.
- [18] 璩路路, 李裕瑞, 李明洋, 等. 基于ML分析的乡村空间发展模式识别与振兴途径研究. *干旱区资源与环境*, 2022, 36(5): 25-32. [QU L L, LI Y R, LI M Y, et al. Identification and revitalization of rural spatial development patterns based on multi-level analysis. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2022, 36(5): 25-32.]
- [19] 吴孔森, 孔冬艳, 王银, 等. 乡村转型发展影响因素及其作用效应的空间分异: 以陕西省为例. *自然资源学报*, 2022, 37(8): 2033-2050. [WU K S, KONG D Y, WANG Y, et al. The study on influencing factors of rural transformation development and their spatial differentiation of effects: Take Shaanxi province as an example. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(8): 2033-2050.]
- [20] 冯健. 经济欠发达地区县域发展模式与战略: 以河南省兰考县为例. *地理研究*, 2005, 24(5): 811-821. [FENG J. The developmental model and strategy of less- developed counties: A case study of Lankao county, Henan province. *Geographical Research*, 2005, 24(5): 811-821.]
- [21] JWA B, YLA B, YLA B. Ecological restoration under rural restructuring: A case study of Yan'an in China's loess plateau. *Land Use Policy*, 2019, 87: 104087, Doi: 10.1016/j.landusepol.2019.104087.
- [22] 杨忍, 潘瑜鑫. 中国县域乡村脆弱性空间特征与形成机制及对策. *地理学报*, 2021, 76(6): 1438-1454. [YANG R, PAN Y X. Spatial patterns, formation mechanism and coping strategies of rural vulnerability in China at the county level. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(6): 1438-1454.]
- [23] 李伯华, 李珍, 刘沛林, 等. 湘江流域传统村落景观基因变异及其分异规律. *自然资源学报*, 2022, 37(2): 362-377. [LI B H, LI Z, LIU P L, et al. Landscape gene variation and differentiation law of traditional villages in Xiangjiang River Basin. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(2): 362-377.]
- [24] 刘彦随, 杨忍, 林元城. 中国县域城镇化格局演化与优化路径. *地理学报*, 2022, 77(12): 2937-2953. [LIU Y S, YANG R, LIN Y C. Pattern evolution and optimal paths of county urbanization in China. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(12): 2937-2953.]
- [25] 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: Be-

- yond modernization paradigm. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(2): 257-270.]
- [26] 吴传钧. 论地理学的研究核心: 人地关系地域系统. *经济地理*, 1991, 11(3): 1-6. [WU C J. The core of study of geography: Man-land relationship areal system. *Economic Geography*, 1991, 11(3): 1-6.]
- [27] 李鑫, 马晓冬, 胡曼莉. 乡村地域系统人—地—业要素互馈机制研究. *地理研究*, 2022, 41(7): 1981-1994. [LI X, MA X D, HU M L. The mutual feedback mechanism of human-land-industry factors of the rural regional system. *Geographical Research*, 2022, 41(7): 1981-1994.]
- [28] 蒋天颖, 谢敏, 刘刚. 基于引力模型的区域创新产出空间联系研究: 以浙江省为例. *地理科学*, 2014, 34(11): 1320-1326. [JIANG T Y, XIE M, LIU G. Spatial linkage of regional innovation output based on gravity model: A case study in Zhejiang province. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(11): 1320-1326.]
- [29] 王亚楠, 王数, 高阳. 基于GIS和灰色星座聚类模型的乡村发展类型识别及振兴策略: 以江西省万年县为例. *江苏农业科学*, 2021, 49(17): 19-27. [WANG Y N, WANG S, GAO Y. Rural development type identification and revitalization strategy based on GIS and grey constellation clustering model: A case study of Wannian county, Jiangxi province. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2021, 49(17): 19-27.]
- [30] 唐玉萍, 潘洪义, 张之凤, 等. 山地丘陵区乡村类型划分及乡村振兴路径研究: 以绵阳市为例. *山地学报*, 2022, 40(5): 764-777. [TANG Y P, PAN H Y, ZHANG Z F, et al. Classification of village types and the corresponding path of rural revitalization in mountainous areas: A case study of Mianyang city, Sichuan province, China. *Mountain Research*, 2022, 40(5): 764-777.]
- [31] 杨一鸣, 王健, 吴群. 中国城乡实体要素流动对城乡融合发展的影响机制研究. *地理科学进展*, 2022, 41(12): 2191-2202. [YANG Y M, WANG J, WU Q. Mechanism of influence of element flow on urban-rural integrated development in China. *Progress in Geography*, 2022, 41(12): 2191-2202.]
- [32] 李裕瑞, 刘彦随, 龙花楼, 等. 参与式村域发展综合诊断的技术方法与实证应用. *地理研究*, 2014, 33(2): 372-384. [LI Y R, LIU Y S, YONG H L, et al. Participatory appraisal of village development system: Methodology and application. *Geographical Research*, 2014, 33(2): 372-384.]
- [33] LONG H, TU S, GE D, et al. The allocation and management of critical resources in rural China under restructuring: Problems and prospects. *Journal of Rural Studies*, 2016, 47: 392-412.
- [34] 吴传钧. 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. 北京: 中国环境科学出版社, 2001. [WU C J. Sustainable Development of Agriculture and Rural Economy in China: An Empirical Study of Different Types of Regions. Beijing: China Environmental Science Press, 2001.]
- [35] LIU B, ZHANG K, YUN X. An Empirical Soil Loss Equation//Proceedings of 12th International Soil Conservation Organization Conference. Vol. III. Beijing: Tsinghua University Press, 2002: 21-25.
- [36] 李经纬. 南方红壤区土壤侵蚀时空演变特征及主要驱动力分析. 武汉: 华中农业大学, 2020. [LI J W. Temporal and spatial evolution of soil erosion and its main driving forces in southern red soil region. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2020.]
- [37] 康帅直, 穆琪, 赵永华, 等. 黄土高原神府资源开采区生态环境质量时空格局特征. *生态学报*, 2023, 43(7): 2781-2792. [KANG S Z, MU Q, ZHAO Y H, et al. Temporal and spatial pattern characteristics of ecological environmental quality in Shenfu mining area of Loess Plateau. *Acta Ecologica Sinica*, 2023, 43(7): 2781-2792.]
- [38] 薛秀青, 白明刚, 乔良, 等. 基于“点—轴”理论的京张体育文化旅游带建设研究. *地理与地理信息科学*, 2022, 38(6): 68-75. [XUE X Q, BAI M G, QIAO L, et al. Construction of the sports-culture-tourism belt in Beijing and Zhangjiakou based on the pole-axis theory. *Geography and Geo-Information Science*, 2022, 38(6): 68-75.]
- [39] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134. [WANG J F, XU C D. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134.]
- [40] 王效梅, 李繁荣, 王晓东. 城乡融合发展视野下山西乡村振兴路径探索. *人文地理*, 2022, 37(3): 131-139. [WANG X M, LI F R, WANG X D. Exploration on the path of rural revitalization in Shanxi from the perspective of urban-rural integration. *Human Geography*, 2022, 37(3): 131-139.]
- [41] 郭星华, 刘翔. 中国城乡关系七十年回望: 国家权力的下沉、回缩与再进入: 有关城乡关系变迁的社会学思考. *社会科学*, 2019, (4): 81-90. [GUO X H, LIU S. Sociological reflections on the changes of urban rural relations in China. *Journal of Social Sciences*, 2019, (4): 81-90.]

- [42] GUAN X L, WEI H K, LU S S, et al. Assessment on the urbanization strategy in China: Achievements, challenges and reflections. *Habitat International*, 2018, 71: 97-109.
- [43] 周扬, 郭远智, 刘彦随. 中国乡村地域类型及分区发展途径. *地理学报*, 2019, 38(3): 467-481. [ZHOU Y, GUO Y Z, LIU Y S. Areal types and their development paths in rural China. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 38(3): 467-481.]

Spatial structure identification and optimization path of rural regional system in urban-rural integration area: A case study of Changsha county in Hunan province

ZHONG Yang¹, LI Jia-qi¹, SUN Ming-yue¹, LI Jia-ming², LU Na¹

(1. College of Geographical Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. College of Geographical Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Identifying the spatial structure of the rural regional system scientifically and systematically is the premise of proposing differentiated rural revitalization strategies. This is of important practical significance for thoroughly implementing the rural revitalization strategy and accelerate the integrated development of urban-rural areas. This paper takes Changsha county, Hunan province as the research area, constructs a rural development evaluation index system based on the rural regional multi-body system and the multi-level goals of rural revitalization, and integrates research methods such as gravity model, *K*-Means clustering, geographic detectors and spatial autocorrelation. Quantifying and identifying the spatial structure, including poles of rural revitalization, fields of village-town space, zones of rural development and urban-rural infrastructure networks, is composed of 137 administrative villages in Changsha county. The results show that: (1) The spatial differentiation of rural development level in the study area is the result of a combination of factors, which presents a circle structure weakening from the center of the town core to the periphery, and the spatial agglomeration effect is significant. (2) The closeness of supply and demand between regions is an important factor affecting the strength of spatial linkage, and the intensity of spatial connection based on factors can better express the needs and complementary pattern of regional development. (3) The "Pole-Field-Zone-Network" multidimensional analysis framework has strong applicability for the identification and division of the spatial structure of the rural regional system in the suburbs of the urban area. Finally, 11 rural revitalization poles, 3 village space fields, and 7 rural development areas were specifically determined and divided, and an urban-rural infrastructure network based on the "pole-field-zone" network structure was constructed. According to the spatial structure, this paper puts forward differentiated suggestions for promoting rural revitalization and urban-rural integration development.

Keywords: rural regional system; urban-rural integration areas; space optimization; "Pole-Field-Zone-Network" method; rural revitalization; differentiated development path