

文章编号: 1008-2786-(2020)1-142-08  
DOI:10.16089/j.cnki.1008-2786.000498

# 基于集聚与生态价值组合特征的乡村聚落重构 ——以福州山区为例

胡航箫<sup>a,b</sup>, 戴文远<sup>a,b\*</sup>, 陈娟<sup>c</sup>, 徐乙文<sup>a,b</sup>

(福建师范大学 a. 湿润亚热带生态地理过程教育部重点实验室; b. 地理科学学院; c. 旅游学院, 福州 350007)

**摘 要:** 明确乡村聚落重构模式与方向是统筹城乡协调发展、促进区域乡村振兴的重要环节。本文基于福州山区 2015 年遥感影像解译数据, 划分“三生空间”用地类型, 提取乡村聚落斑块, 运用核密度估计、生态系统服务价值评价等方法分析其乡村聚落空间分布特征, 构建基于集聚与生态价值组合特征的乡村聚落重构方向识别方法和差异化重构思路。结果表明: (1) 福州山区乡村聚落空间分布以高生态中密度组合特征区为主, 面积 216.39 km<sup>2</sup>, 占研究区总面积的 29.53%, 多集中于乡镇中心、道路和河流沿线, 整体集聚与生态价值适中, 但西南部乡村聚落生态建设有待加强; (2) 运用成本加权距离测算中心区乡村聚落可达性等级, 以此作为边界参考, 结合集聚与生态价值组合特征, 将研究区划分为 A~J 共 10 个不同特征的重构范围区; (3) 依据各重构范围区表征出不同的集聚与生态价值组合特征, 提出了城镇集聚型、中心村建设型、内部协调型和生态保护型等 4 种乡村聚落重构模式与空间重构方向, 并探讨了差异化重构思路。研究结果为福州山区乡村聚落转型发展及城乡融合提供了科学依据和理论基础。

**关键词:** 乡村聚落; 集聚效应; 生态价值; 空间重构; 福州

**中图分类号:** F301.24

**文献标志码:** A

乡村聚落是乡村人口生产、生活功能的载体, 是乡村人口居住最基本的空间单元。我国乡村地域辽阔, 乡村聚落的发展直接关系到国家城乡发展的整体质量<sup>[1]</sup>。乡村聚落空间重构是指在城镇化进程中, 乡村聚落在多种内外因素影响下引发的形态、规模、布局等外部空间格局出现的阶段性转变, 其主要内涵是通过适当的聚落空间集聚而有效控制居民点规模, 并创建宜居的乡村生活空间, 以解决乡村布局散乱, 资源低效利用和环境污染等问题, 实现乡村地域人地协调与可持续发展<sup>[2]</sup>。因此, 开展乡村聚落空间重构研究既是乡村地理学的一个重要研究方

向, 更是新时代促进乡村振兴的一个重要战略要求。

当前关于乡村聚落重构的研究主要集中在通过空间格局探讨重构路径和模式, 或构建新模型分析重构机制等方面, 成为自然学科和人文学科交叉研究的热点<sup>[3-4]</sup>。前者主要采用不同方法分析乡村聚落差异化空间格局, 进而探讨不同尺度区域的乡村聚落重构路径。如杨忍、刘彦随等在分析了中国村庄县域和乡镇域不同空间分布特征基础上, 提出以“中心村-基层村”为体系的中国村庄空间优化重组模式<sup>[5]</sup>; 郭炎等利用 GIS 手段分析了武汉乡村聚落的空间格局, 揭示了其空间重构的特征和模

收稿日期 (Received date): 2019-09-03; 改回日期 (Accepted date): 2019-12-08

基金项目 (Foundation item): 福建省自然科学基金项目 (2018J01741); 福建省科技厅公益类重点项目 (2017R1034-2)。[Natural Science Foundation of Fujian Province (2018J01741); Key Public Welfare Project of Fujian Science and Technology Department (2017R1034-2)]

作者简介 (Biography): 胡航箫 (1996-), 男, 云南玉溪人, 硕士研究生, 主要研究方向: 城乡融合发展与乡村聚落重构。[HU Hangxiao (1996-), male, born in Yuxi, Yunnan province, M. Sc. candidate, research on development of urban-rural integration and reconstruction of rural settlements] E-mail: 397058365@qq.com

\* 通讯作者 (Corresponding author): 戴文远 (1972-), 男, 福建莆田人, 副教授, 主要研究方向: 土地利用与城乡可持续发展。[DAI Wenyuan (1972-), male, born in Putian, Fujian province, associate professor, specialized in land use and urban-rural sustainable development] E-mail: dwygeo@fjnu.edu.cn

式<sup>[6]</sup>。后者主要借鉴和综合相关学科研究思路,构建不同模型分析乡村聚落重构驱动机制和识别重构模式<sup>[7-9]</sup>。如马利邦综合结构方程模型,分析了陇中黄土丘陵区乡村聚落重构模式<sup>[10]</sup>;此外学者还引入居住场势模型<sup>[11]</sup>、质量引力模型<sup>[12]</sup>、旅游机制模型<sup>[13]</sup>等,分别对经济特区、绿洲和景区的乡村聚落空间重构进行探索。综上,学者们从不同视角,采用不同的方法探讨了不同尺度或特定地域的乡村聚落空间优化与重构问题,具有重要的理论和实践意义,但大多数研究过于强调乡村聚落在空间维度上的聚集与分散,在构建乡村重构路径模型时也多从空间视角出发,重构思路较单一,缺乏对生态环境的综合考虑,而部分涉及生态环境影响的研究却又较少考虑乡村的集聚效应<sup>[14]</sup>。从乡村振兴战略的总要求看,聚落集聚是提高土地利用效率、促进乡村聚落发展转型的关键因素;而良好的生态环境是人民日益增长的需求,也逐渐成为乡村聚落重构的重要考量,特别是拥有良好生态环境的山区乡村聚落,其重构并不能完全以空间集聚为导向,更应协调好聚落集聚与生态环境保护之间的矛盾<sup>[15-17]</sup>。

福州地貌为典型的河口盆地,城市周边被广大丘陵山地环抱,分布有较多的山区乡村聚落。本文以“生产-生活-生态”空间体系为立足点,运用核密度估计、生态系统服务价值评价模型对乡村聚落的集聚效应和人居生态环境质量进行定量分析,据此构建福州山区乡村聚落集聚与生态价值的组合特征,结合成本加权距离模型识别乡村聚落的重构范围,探讨差异化的山区乡村聚落空间重构模式与方向,为推进城乡融合发展、协调山区人地关系、实现乡村振兴提供理论依据。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

福州市位于我国东南沿海丘陵地区,是福建省省会,闽江穿城而过,市辖区内的山区主要分布于福州盆地北部晋安区的北峰山区和东部马尾区的鼓山山区(图1),具体包括了日溪乡、寿山乡、宦溪镇、新店镇、岳峰镇、鼓山镇、马尾镇、亭江镇和罗星镇等行政区域。区内地形以丘陵山地为主,海拔多在600~1000 m之间,面积达732.74 km<sup>2</sup>,占两区土地总面积的86.88%;乡村聚落面积19.89 km<sup>2</sup>,拥有国家

级旅游度假区鼓岭宜夏村、风景秀丽的九峰村、“石之瑰宝”的寿山村等众多知名村落。同时,福州山区是其城市重要的生态屏障,但其西南侧山麓地带紧邻城市建成区,乡村聚落发展转型易受到城乡融合的影响。受复杂地形影响,福州山区各乡村聚落所处的生态环境、彼此的发展水平都存在较大差异。因此,选取该区域作为山区乡村聚落重构的研究区,具有典型性与代表性,对统筹福州城乡资源合理配置、促进山区乡村聚落与生态环境和谐发展、实现乡村振兴战略具有现实意义。

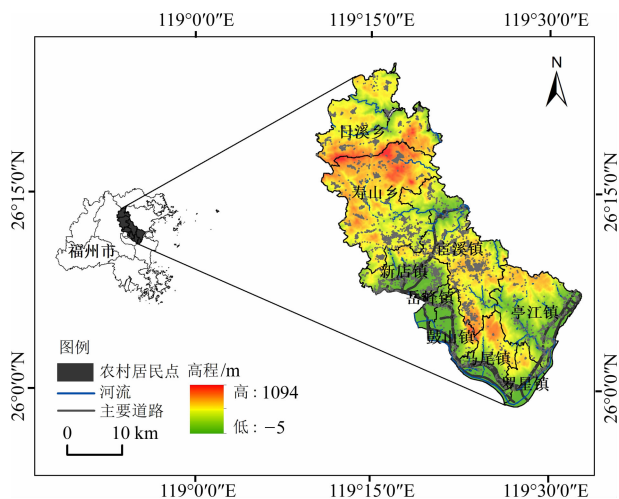


图1 研究区范围和地理位置

Fig. 1 Location map of the study area

### 1.2 数据来源与处理

本研究涉及的土地利用数据主要来源于2015年福州市Landsat8 OLI遥感影像,分辨率为30 m。采用ENVI 5.1软件对影像进行大气校正和几何校正等预处理,参照全国土地利用分类体系(GB/T 21010-2017)并结合研究区域特征,应用eCognition 9.0软件面向对象监督分类,将研究区土地利用类型分为耕地、园地、林地、草地、城镇工矿用地、村庄、水域和未利用地等8类。在此基础上,结合实地考察进行人工判读修正得到研究区土地利用数据,利用ArcGIS随机选点检验解译精度大于90%,满足本文研究需要。DEM数据源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>),分辨率为30 m。研究所需的社会经济数据主要源于各类统计年鉴和政府网站,包括2016年《福州市统计年鉴》《全国农产品成本收益资料汇编2016》,国家统计局网站(<http://www.stats.gov.cn/>)。

## 2 研究方法

### 2.1 “三生空间”分类体系构建

划分“三生空间”是本研究的重要基础。不同用地空间功能的复合性和空间用地的异质性等特征导致分类较复杂,参考刘继来等<sup>[18]</sup>和廖李红等<sup>[19]</sup>相关研究,以土地利用的主导功能为主并结合土地利用的多功能性质和研究区实际情况进行“三生空间”的分类,详见表 1。

表 1 “三生空间”分类体系

Tab. 1 Classification system of “production-living-ecological” space

一级分类	对应的土地利用类型	编码	含义
生态空间	林地	01	郁闭度 > 10% 的天然林和人工林,区内自然保护区和风景名胜
	水域(天然)	02	河流、湖泊等内陆水体和内陆滩涂
	草地	03	覆盖度 > 20% 的天然草地和荒草地
	未利用地	04	沙地、裸地
生态生产空间	水域(养殖)	05	坑塘和水库,并主要用于渔业养殖的水域
生产生态空间	耕地	06	水田、旱地
	园地	07	果园、茶园
生活生产空间	村庄	08	乡村聚落地及其配套设施
	城镇工矿用地	09	独立于乡村聚落外的城镇建设用地、风景名胜区配套设施用地和交通运输用地

### 2.2 核密度估计

核密度估计是分析点或者线要素在其周围领域中密度的一种非参数估计方法,能够有效测度乡村聚落空间分布的位置与强度关系。核密度值的高低代表乡村聚落在空间分布上的集聚程度<sup>[20-21]</sup>。公式为:

$$z(x, y) = 1/(nh^2) \sum_{k=1}^n k \frac{d_{(x_i, y_i) - (x, y)}}{h} \quad (1)$$

式中,  $z(x, y)$  为点  $(x, y)$  的密度值;  $n$  为样本量;  $d$  为点  $(x_i, y_i)$  与样本点之间的距离;  $k$  为核密度函数;  $h$  为带宽 ( $h > 0$ ), 经过多次试验, 将  $h$  值设置为 100。

### 2.3 生态系统服务价值评价模型

生态系统服务价值估算的原理和方法由 Costanza 等<sup>[22]</sup>率先提出, 谢高地等<sup>[23]</sup>结合中国实际情况进一步明确其概念内涵, 即不同土地利用类型

所蕴含的生态价值信息, 能够较好地表征乡村聚落所处生态系统及环境的优良程度。充分考虑不同地类的生态价值信息使生态系统服务价值评价成为生态环境质量和生态价值研究的通用手段, 为本研究从生态环境方面综合考虑乡村聚落重构提供方法和测度。评价模型为:

$$ESV = \sum_{i=1}^n (A_i \times VC_i) \quad (2)$$

式中,  $A_i$  为研究区第  $i$  种土地利用类型的面积 ( $i = 1, 2, \dots, n$ , 为生态类型);  $VC_i$  为第  $i$  种土地利用类型的生态系统服务价值系数;  $ESV$  为研究区年生态系统服务总价值。本文参考戴文远等相关研究<sup>[23-24]</sup>, 以 1.56 作为福州市价值当量修正系数, 得到研究区生态系统服务价值当量因子表(表 2)。借鉴王航等<sup>[25]</sup>基于全国粮食定基 CPI 数据消除物价波动影响的方法, 得到 2015 年修正后的单位当量因子价值为 1765.19 元。

表 2 生态系统服务价值当量因子表

Tab. 2 Equivalent factors of ecological service value

一级分类	对应的土地利用类型	生态系统服务价值当量因子
生态空间	林地	29.83
	水域(天然)	71.71
	草地	11.29
	未利用地	0.66
生态生产空间	水域(养殖)	29.22
生产生态空间	耕地	10.78
	园地	22.43
生活生产空间	村庄	-12.71
	城镇工矿用地	-15.83

### 2.4 乡村聚落可达性测度

研究聚落空间可达性与辐射力对于引导资源配置、优化聚落空间布局具有重要意义<sup>[26]</sup>。参考朱彬等研究<sup>[27]</sup>, 将乡村聚落的可达性定义为在特定时间内, 从处于研究中心区的乡村聚落出发, 向其周边出行所达到的出行距离的平均值。根据集聚与生态价值组合特征, 将高生态高密度类型区作为研究中心区, 该类型区的乡村聚落拥有良好的交通条件、生态环境和重构优势<sup>[28]</sup>。利用 ArcGIS 中的 Cost Weighted Distance 工具测算乡村聚落的可达性范围。首先, 选定栅格数据大小为 30 m × 30 m, 并将成本定义为通过每个土地利用栅格数据所需要的时间

间消耗程度(即时间成本)。其次,以出行 30 m 大约所需要的平均时间(min)作为时间成本数值。参考前人研究成果<sup>[27,29]</sup>,研究区内城镇工矿用地出行方式为摩托车,其余地类出行方式为步行,将水系经过的栅格设为阻隔栅格,其值设为空值;在此基础上,对不同地类赋予不同的速度,通过出行距离计算最小时间成本值(表 3)。第三,利用 ArcGIS 对各土地利用类型图层进行赋值,经转换和空间叠加后得到最小时间成本栅格,进行可达性测度。

表 3 主要用地类型最小时间成本  
Tab. 3 Minimum time cost of main land type

土地利用类型	速度/(km·h <sup>-1</sup> )	最小时间成本/min
城镇工矿用地	60	0.03
村庄	4	0.45
林地	3	0.60
草地	3	0.60
未利用地	3	0.60
耕地	3	0.60
园地	3	0.60

3 结果分析

3.1 密度分布特征

运用 ArcGIS 的 Kernel Density 工具揭示福州山区乡村聚落空间密度分布特征,结果如图 2a。乡村聚落总体密度为 8.36 个·km<sup>-2</sup>,其分布密度呈现以宦溪镇、新店镇为中心的圈层递减格局。其中,高密度区的宦溪镇位于鼓山山间盆地,地势较为平坦,195 县道穿越,交通较为便利,乡村聚落集聚程度最高;新店镇紧邻城市郊区,交通便捷,与城市经济往来频繁,居民生活水平高,不断吸引周围的乡村聚落,形成了连片的高密度区,乡村聚落密度达到 11~25 个·km<sup>-2</sup>。中密度区分布在高密度中心区的外围及寿山乡、日溪乡和亭江镇乡镇中心,乡村聚落密度多为 5~11 个·km<sup>-2</sup>。上述区域外为乡村聚落低密度区,密度不足 5 个·km<sup>-2</sup>。其原因一是传统农耕活动受山区复杂地形影响,农田分布不集中,导致区域内乡村聚落分布稀疏,越远离乡镇中心,集聚程度越弱;二是鼓山镇、马尾镇和亭江镇的大部分区域位于鼓山风景区内,受地形和景区的限制,乡村聚落分布不均匀且发展缓慢,未形成有效的

密度集聚区。总体上看,乡村聚落呈现“核心集聚,南北扩散”的空间特征,密度分析较好的呈现了乡村聚落集聚分布的空间分异特征,一定程度上反映了乡村聚落发展水平的实际差异。

3.2 生态价值分布特征

据式(2)得到“三生空间”体系下各地类的生态系统服务价值(表 4)。结果表明,2015 年研究区生态系统服务价值总量为 31.58 亿元。其中,生态空间对生态系统服务价值总量贡献最大,特别是研究区面积最大且比例高达 90.34% 的林地发挥重要作用,表明研究区内整体生态环境质量较好;其次是生产生态空间,约占 9.18%;生活生产空间对生态系统服务价值的贡献为负,为 -2.36 亿元。

表 4 “三生空间”生态系统服务价值  
Tab. 4 Ecosystem service value of “production-living-ecological” space

一级分类	土地利用类型	面积/km <sup>2</sup>	ESV/10 <sup>8</sup> 元
生态空间	林地	541.81	28.53
	水域(天然)	18.88	2.39
	草地	1.77	0.04
	未利用地	11.87	0.01
生态生产空间	水域(养殖)	1.41	0.07
生产生态空间	耕地	45.79	2.01
	园地	22.36	0.89
生活生产空间	村庄	22.14	-0.5
	城镇工矿用地	66.71	-1.86
总计		732.74	31.58

运用格网可视化方法进一步分析生态价值空间格局。参考相关研究<sup>[24]</sup>,格网可视化分析的尺度一般在 500~1000 m。为避免生态系统服务价值空间分布的破碎化,经多次尝试,利用 ArcGIS 软件以 1 km×1 km 栅格,并根据自然间断点法分为高、中、低三种生态价值等级,可视化表达福州山区生态系统服务价值的空间分布(图 2b)。结果表明,福州山区高生态价值类型区的分布范围最大,占总面积的 65.36%,且高、低生态价值区分布与乡村聚落集聚程度呈相反格局,即高生态价值区主要分布在乡村聚落集聚效应低的区域,而低生态价值区域则反之。主要是地形因素产生的影响,研究区北部的北峰山区和东南部鼓山山区地形复杂,森林覆盖率高,生态环境质量较好,其乡村聚落呈零散分布,集聚程度较弱;而低生态价值区域主要分布在研究区西南地势

平坦的山麓地带,紧邻城郊,受城市用地扩张影响,居民点过度集聚,生态环境质量较差;中生态价值区域与乡村聚落集聚区域的空间分布较为吻合,主要集中在新店镇和宦溪镇。生态系统服务价值评价揭示了福州山区整体的生态价值空间分布特征,一定程度上反映了乡村聚落未来可持续发展的潜力。

3.3 集聚和生态价值组合特征

运用 ArcGIS 对乡村聚落核密度图与生态价值空间分布图进行空间叠置,识别乡村集聚与生态价值分布的组合特征,共形成 7 种组合类型区,见表 5 和图 2c。从二者的组合效果看,高生态高密度组合类型为最理想布局模式。此布局一方面可以提升乡村土地配置效率,避免土地无序利用,另一方面又能保持区域良好生态环境保护,实现二者协调发展;从研究区组合格局看,呈现出南北差异明显的多类型组合分布格局——北部以高生态组合类型为主,南部则呈现多生态组合类型分布特征。其中,最理想布局模式的高生态高密度类型区面积为47.75 km<sup>2</sup>,仅占研究区总面积 6.52%,主要位于宦溪镇和寿山乡的乡镇中心北侧,寿山乡北部也有少量分布;高生态中密度和高生态低密度类型区是目前福州山区乡村聚落发展的主要类型,二者合计面积占 58.84%,空间上与研究区林地分布相似,主要为北部的日溪乡、寿山乡和南部的鼓山镇、亭江镇的鼓山地区。受鼓山风景区的影响,鼓山镇、马尾镇和亭江镇大部分区域生态环境良好,乡村聚落分布稀疏,呈明显的高生态低密度分布。中生态类型区主要分布在福州山区中部。其中,中生态高密度类型区位于乡镇中心,居民点高度集聚而生态环境较差;中生态中密度类型区分布在其西南侧,居民点集聚程度降低;中生态低密度类型区则与主要道路的分布相吻合。低生态类型区分布于新店镇、岳峰镇、鼓山镇等乡镇西南部及亭江镇的沿江地区,紧邻城镇用地,乡村聚落分布稀疏且生态环境较差。组合特征分析从乡村聚落的集聚格局和生态价值格局出发,较好地体现了福州山区乡村聚落的集聚与生态价值特征,能够有效识

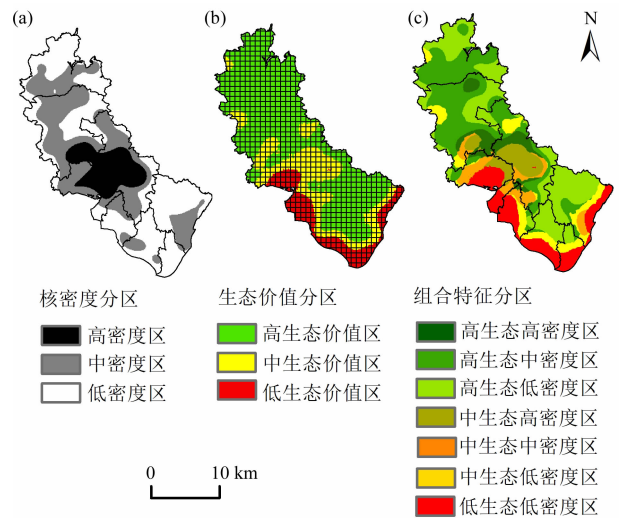


图 2 乡村聚落集聚与生态价值特征及其组合特征空间分布

Fig. 2 Space distribution of composite features of agglomeration effect and ecological effects of rural settlements

别差异化的重构模式与方向。

3.4 乡村聚落空间重构

3.4.1 可达性等级与重构分区识别

乡村聚落集聚和生态价值的组合特征反映了福州山区乡村聚落空间分布和生态环境的整体特征,揭示了乡村聚落整体的优化方向。但由于不同分布密度、人口规模和生态价值的乡村聚落所蕴含的空间信息及其影响的空间范围不同,因此本文通过可达性测度不同乡村聚落所能影响的空间范围,以此作为乡村聚落空间重构分区的边界参考<sup>[30]</sup>。运用 ArcGIS 的成本加权距离工具 (Cost Weighted Distance) 测算出高生态高密度类型区乡村聚落的可达性范围,采用自然间断点法划分不同乡村聚落的可达性等级 (图 3),其中 I 级为可达性最高,IV 级为最低,有水系经过的栅格为空值,可视化表达为空。据此结合集聚与生态价值组合特征,将研究区划分成 A~J 共 10 个乡村聚落重构区 (图 4)。结果表明,重构区的分布和大小与乡村聚落密度、人口规

表 5 乡村聚落集聚与生态价值组合特征

Tab. 5 Composite features of agglomeration effect and ecological effects of rural settlements

类型	高生态高密度区	高生态中密度区	高生态低密度区	中生态高密度区	中生态中密度区	中生态低密度区	低生态低密度区
密度/(个·km <sup>-2</sup> )	11~25	5~11	0~5	11~25	5~11	0~5	0~5
面积/km <sup>2</sup>	47.75	216.39	214.77	52.98	46.54	63.18	91.13
比例/%	6.52	29.53	29.31	7.23	6.35	8.62	12.44



模和生态价值成正相关,即乡村聚落数量多的宦溪镇和新店镇处于可达性最高的区域,其优化所能影响的空间范围最大,而乡村聚落分布稀疏的地区可达性较低,其优化范围较小。此外,重构区的分布与主要道路和河流的分布密切相关,等级高的重构区既与城市保持一定距离,又与外界有良好的接触机会,村民出行便利,一定程度上说明了结合可达性测度方法对乡村聚落重构范围边界进行识别的可行性。

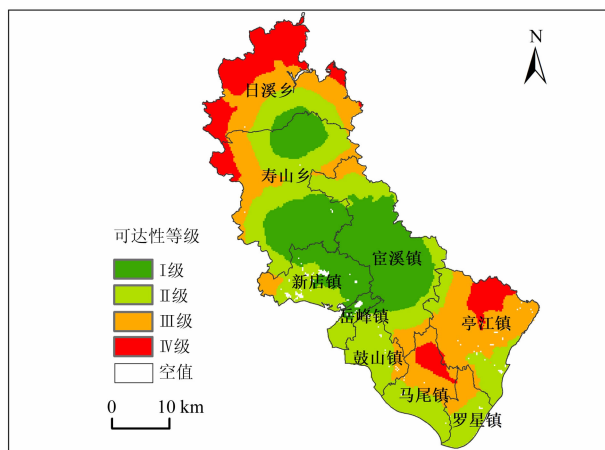


图3 乡村聚落可达性空间分级图

Fig.3 Space classification of rural settlement accessibility

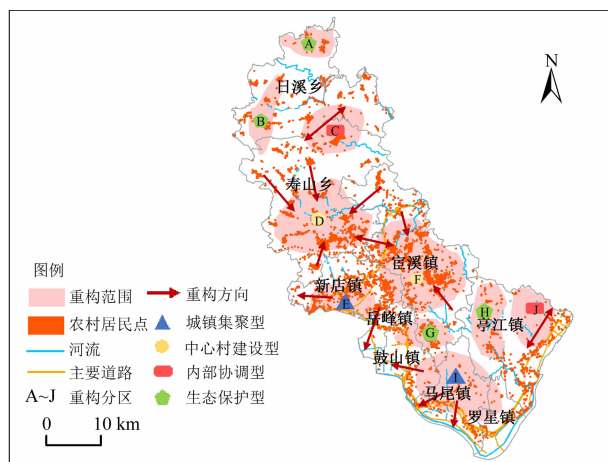


图4 乡村聚落重构分区与空间重构方向

Fig.4 Direction and partition of rural settlement space reconstruction

依据集聚与生态建设相结合的重构原则,考虑各聚落的空间联系,在集聚与生态价值组合特征基础上对重构区进行适度优化,引导乡村聚落向城镇范围区(经济发展圈)集中、向交通便捷地区统筹,保护生态价值高的村落。各中心区的重构范围作为乡村聚落集中整治区域,整体重构模式可划分为四

类:城镇集聚型(E和I)、中心村建设型(D和F)、内部协调型(C和J)以及生态保护型(A、B、G和H)。

### 3.4.2 重构思路 and 方向识别

四类乡村聚落重构模式的重构思路 and 方向分别是:①城镇集聚型,以E和I区为中心。沿主要道路搭建“一轴两片”的联动转型模式,使紧邻市区城镇用地的乡村聚落向城镇合并,促进城乡融合发展,解决主要道路沿线乡村聚落稀疏分布的现状,同时在重构后对类型区范围进行生态修复,提升城镇周边生态环境质量。②中心村建设型,以D和F区为中心。在巩固现有乡村集聚与生态保护的基础上,吸纳临近小型村落,形成福州山区的乡村聚落中心。通过完善聚落内部基础设施建设,推进农业规模化经营,提高土地利用效率,适度扩展聚落规模,促进两个中心向彼此靠拢,缓解各自内部居民点密度过高、生态价值降低、配套设施服务不完善等一系列问题。③内部协调型,以C和J区为中心。重构方向以实现区域内部各要素均衡发展为前提,不过度集中于乡镇中心,依托自身现有条件,大力发展农业技术,找寻新的主导产业,提升聚落发展水平,保障居民基本生活质量,同时保留具有特色文化的聚落和文化符号。④生态保护型,以A、B和G区为中心。其重构以建设美丽乡村为主旨,重点保护区内传统村落,积极探索和挖掘乡村传统文化和自然风光,依托鼓山国家风景名胜区和北峰风景区,发展乡村文创和绿色旅游,保留具有地方特色的古建筑和乡土风情,不盲目建设乡镇社区,在实现生态文明建设的前提下适度集聚。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

本文基于2015年福州山区遥感影像解译数据,分析了典型丘陵山区乡村聚落空间集聚与生态价值组合特征,并以此识别出具体的乡村聚落重构分区和差异化的重构模式与方向,研究表明:

(1)福州山区乡村聚落整体集聚程度与生态价值适中,以高生态中密度为主。乡村聚落分布密度整体呈现高值聚集,低值分散的现象,居民点多集中于乡镇中心、主要道路和河流沿线。研究区生态价值整体表现良好,中高生态价值区占87.30%,集聚与生态价值的空间组合特征较好地呈现了乡村聚落

表 6 乡村聚落重构区基本特征与空间重构方向

Tab. 6 Space reconstruction direction and basic features of reconstruction area of rural settlements

分区	覆盖面积 /km <sup>2</sup>	乡村聚落规模 /km <sup>2</sup>	居民点数 量/个	空间重构方向
A	13.56	0.12	76	高生态低密度发展:依托北峰风景区,引导周围村落保护生态环境和传统文化,保留传统建筑,开发乡村旅游,建设特色乡村聚落
B	16.24	0.12	104	
C	29.58	0.32	267	中生态中密度发展:凭借自身条件大力发展农业技术,保障居民基本生活质量,保留特色文化和古建筑
D	61.24	4.56	725	高生态高密度发展:吸纳临近小型村落,形成北部聚落中心,与 F 区形成多中心协同发展,为福州山区发展提供支持
E	29.86	3.15	504	低生态中、低密度发展:向城镇合并,牵头福州山区城乡融合发展,同时进行生态修复,缓解生态恶化趋势
F	81.94	8.35	1542	高生态高密度发展:吸纳临近小型村落,形成中南部聚落中心,与 D 区形成多中心协同发展,为福州山区发展提供支持
G	16.35	0.84	184	高生态低密度发展:依托鼓山风景区,发展特色乡村旅游,发扬特色乡村文化,保留古建筑和乡土风情,提升居民文化传承意识
H	24.63	0.18	107	
I	52.16	0.98	188	低生态低密度发展:向城镇合并,牵头福州山区城乡融合发展,同时进行生态修复,缓解生态恶化趋势
J	23.45	0.07	34	中生态中、低密度发展:围绕交通用地沿线布局乡村聚落,保证资源流通效率,保障居民的基本生活质量

空间布局的规模、强度和人居生态环境质量。

(2)运用成本距离测算的中心区乡村聚落可达性测度能够有效划分出不同聚落的可达性等级,揭示各乡村聚落蕴含的不同空间信息和辐射的空间范围大小,以此作为边界参考,结合集聚与生态价值组合分布特征,进而识别差异化的乡村聚落重构范围区,福州山区可划分为 10 个重构区(以编号 A~J 命名)。

(3)以乡村振兴战略和绿色发展理念为理论依据,集聚与生态价值组合特征为导向,充分考虑重构区组合特征和聚落间的空间联系,本文对 10 个重构区进行分类,提出城镇集聚型、中心村建设型、内部协调型和生态保护型 4 种重构模式,识别出集聚与生态价值特征导向下的差异化乡村聚落空间重构方向。

4.2 讨论

长期以来乡村聚落重构的惯性思维是仿照城镇化的发展思路,过于追求乡村聚落的高度集聚以提升经济效益,这与当前我国将良好生态作为乡村振兴重要支撑点的发展理念产生了较大偏差。片面追求经济效益使乡村地域独特的资源禀赋、生态环境遭受破坏,乡村特色文明日渐衰败,乡村聚落的独特

性、地域性受损,因此乡村聚落发展转型需要更全面完善的重构思路。基于此,本文在已有研究基础上,提出基于集聚与生态价值组合特征的重构路径,在重视乡村经济发展转型的同时兼顾生态环境效应,探索新时代乡村空间优化重构的新方向。但本文所选取的组合特征仅有核密度和生态服务价值两个要素,还不能全面反映乡村聚落的实际状态和生态环境,且重构方向的识别没有考虑农户的个体意见,是一种较为理想化的重构思路,还有待后续深入研究。

参考文献(References)

[1] 朱晓翔,朱纪广,乔家君. 国内乡村聚落研究进展与展望[J]. 人文地理,2016,31(1):33-41. [ZHU Xiaoxiang, ZHU Jiguang, QIAO Jiajun. Research progress and prospect on Chinese rural settlements [J]. Human Geography, 2016, 31(1):33-41]

[2] 龙花楼,屠爽爽. 乡村重构的理论认知[J]. 地理科学进展, 2018,37(5):581-590. [LONG Hualou, TU Shuangshuang. Theoretical thinking of rural restructuring [J]. Progress in Geography, 2018, 37(5):581-590]

[3] 刘彦随. 新时代乡村振兴地理学研究[J]. 地理研究,2019,38(3):461-466. [LIU Yansui. Research on the geography of rural revitalization in the new era [J]. Geographical Research, 2019, 38(3):461-466]

[4] 罗志军,赵越,李雅婷,等. 基于空间组合特征的农村居民点布

- 局优化研究[J]. 农业工程学报, 2019, **35**(4): 265–272. [LUO Zhijun, ZHAO Yue, LI Yating, et al. Research on rural residential area layout optimization based on spatial combination characteristics [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, **35**(4): 265–272]
- [5] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 中国村庄空间分布特征及空间优化重组解析[J]. 地理科学, 2016, **36**(2): 170–179. [YANG Ren, LIU Yansui, LONG Hualou, et al. Spatial distribution characteristics and optimized reconstructing analysis of rural settlement in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, **36**(2): 170–179]
- [6] 郭炎, 唐鑫磊, 陈昆仑, 等. 武汉市乡村聚落空间重构的特征与影响因素[J]. 经济地理, 2018, **38**(10): 180–189. [GUO Yan, TANG Xinlei, GUO Kunlun, et al. Characteristics and influencing factors of spatial restructuring of rural settlements in Wuhan City [J]. Economic Geography, 2018, **38**(10): 180–189]
- [7] 臧玉珠, 杨园园, 曹智. 大城市郊区乡村转型与重构的典型模式分析——以天津东丽区华明镇为例[J]. 地理研究, 2019, **38**(3): 713–724. [ZANG Yuzhu, YANG Yuanyuan, CAO Zhi. Typical model of rural transformation and restructure in suburban areas: A case study of Huaming Township in Dongli District, Tianjin City [J]. Geographical Research, 2019, **38**(3): 713–724]
- [8] 李阳兵, 刘亚香, 罗光杰. 贵州中部峰丛洼地区乡村聚落演化多元路径研究——以普定后寨河聚落为例[J]. 自然资源学报, 2018, **33**(1): 99–113. [LI Yangbing, LIU Yaxiang, LUO Guangjie. The multiple paths of the rural settlement evolution in the peakcluster-depression area of central Guizhou Province – A case study in Houzhaihe, Puding County [J]. Journal of Natural Resources, 2018, **33**(1): 99–113]
- [9] 朱鹤, 刘家明. 山岳型景区建设下乡村聚落的多维重构——基于云丘山旅游景区微观案例的实证研究[J]. 地理研究, 2018, **37**(12): 2490–2502. [ZHU He, LIU Jiaming. Rural settlement reconstructing driven by mountain scenic spot construction: An empirical study of Yunqiu Mountain Scenic Spot [J]. Geographical Research, 2018, **37**(12): 2490–2502]
- [10] 马利邦, 豆浩健, 谢作轮, 等. 基于整合驱动因素和适宜性评价的乡村聚落重构模式研究[J]. 农业工程学报, 2019, **35**(3): 246–255. [MA Libang, DOU Haojian, XIE Zuolun, et al. Research on rural settlement reconstruction model based on integration drivers and suitability evaluation [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, **35**(3): 246–255]
- [11] 梁发超, 刘诗苑, 刘黎明. 基于“居住场势”理论的乡村聚落景观空间重构——以厦门市灌口镇为例[J]. 经济地理, 2017, **37**(3): 193–200. [LIANG Fachao, LIU Shiyuan, LIU Liming. Spatial restructuring of rural settlements landscape based on residential field and power theory: A case study of Guankou Town in Xiamen [J]. Economic Geography, 2017, **37**(3): 193–200]
- [12] 马利邦, 田亚亚, 谢作轮, 等. 微观尺度绿洲乡村聚落质量评价及其空间重构[J]. 农业工程学报, 2018, **34**(5): 227–234. [MA Libang, TIAN Yaya, XIE Zuolun, et al. Evaluation of quality and spatial reconstruction of oasis rural settlements based on micro-scale [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, **34**(5): 227–234]
- [13] 席建超, 王首琨, 张瑞英. 旅游乡村聚落“生产–生活–生态”空间重构与优化——河北野三坡旅游区苟各庄村的案例实证[J]. 自然资源学报, 2016, **31**(3): 425–435. [XI Jianchao, WANG Shoukun, ZHANG Ruiying. Restructuring and optimizing production-living-ecology space in rural settlements—A case study of Gougezhuang Village at Yesanpo Tourism Attraction in Hebei Province [J]. Journal of Natural Resources, 2016, **31**(3): 425–435]
- [14] 李洁莹. 景观生态学视野下的川渝传统聚落形态研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2017: 20–25. [LI Jieying. Study on the traditional settlement morphology of Sichuan and Chongqing with the view of landscape ecology [D]. Chongqing: Chongqing University, 2017: 20–25]
- [15] 梁鹤年. 再谈“城市人”——以人为本的城镇化[J]. 城市规划, 2014, **38**(9): 64–75. [LIANG Henian. Further discussion on Homo-urbanicus: Human-Based urbanization [J]. City Planning Review, 2014, **38**(9): 64–75]
- [16] 李宇, 董锁成. 西北农村地区小城镇人口集聚与人居环境研究[J]. 自然资源学报, 2002(5): 597–603. [LI Yu, DONG Suocheng. The study on effect between population gathering and ecological environment of human settlements of small towns in northwest China rural region [J]. Journal of Natural Resources, 2002(5): 597–603]
- [17] 张捷. 转变发展方式——由工业文明迈向生态文明[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, **22**(S2): 287–290. [ZHANG Jie. Change the development mode: From the industrial civilization to the ecological civilization [J]. China Population, Resources and Environment, 2012, **22**(S2): 287–290]
- [18] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报, 2017, **72**(7): 1290–1304. [LIU Jilai, LIU Yansui, LI Yurui. Classification evaluation and spatial-temporal analysis of “production-living-ecological” spaces in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2017, **72**(7): 1290–1304]
- [19] 廖李红, 戴文远, 陈娟, 等. 平潭岛快速城市化进程中三生空间冲突分析[J]. 资源科学, 2017, **39**(10): 1823–1833. [LIAO Lihong, DAI Wenyuan, CHEN Juan, et al. Spatial conflict between ecological-production-living spaces on Pingtan Island during rapid urbanization [J]. Resources Science, 2017, **39**(10): 1823–1833]
- [20] 吴一凡, 刘彦随, 李裕瑞. 中国人口与土地城镇化时空耦合特征及驱动机制[J]. 地理学报, 2018, **73**(10): 1865–1879. [WU Yifan, LIU Yansui, LI Yurui. Spatio-temporal coupling of



- demographic-landscape urbanization and its driving forces in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2018, **73**(10):1865–1879]
- [21] 禹文豪, 艾廷华. 核密度估计法支持下的网络空间 POI 点可视化与分析[J]. 测绘学报, 2015, **44**(1):82–90. [YU Wenhao, AI Tinghua. The visualization and analysis of POI features under network space supported by kernel density estimation [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2015, **44**(1):82–90]
- [22] COSTANZA R, D'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world' ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, **387**(6630):253–260.
- [23] 谢高地, 肖玉, 甄霖, 等. 我国粮食生产的生态服务价值研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, **13**(3):10–13. [XIE Gaodi, XIAO Yu, ZHEN Lin, et al. Study on ecosystem services value of food production in China [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2005, **13**(3):10–13]
- [24] 戴文远, 江方奇, 黄万里, 等. 基于“三生空间”的土地利用功能转型及生态服务价值研究——以福州新区为例[J]. 自然资源学报, 2018, **33**(12):2098–2109. [DAI Wenyuan, JIANG Fangqi, HUANG Wanli, et al. Study on transition land use function and ecosystem service value based on the conception of production, living and ecological space: A case study of the Fuzhou new area [J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, **33**(12):2098–2109]
- [25] 王航, 秦奋, 朱筠, 等. 土地利用及景观格局演变对生态系统服务价值的影响[J]. 生态学报, 2017, **37**(4):1286–1296. [WANG Hang, QIN Fen, ZHU Jun, et al. The effects of land use structure and landscape pattern change on ecosystem service values [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, **37**(4):1286–1296]
- [26] 宿瑞, 王成. 基于网络中心点辐射导向的农村居民点体系重组与优化——以重庆市江津区燕坝村为例[J]. 资源科学, 2018, **40**(5):958–966. [SU Rui, WANG Cheng. Rural settlement spatial layout optimization using network center radiation guidance for Yanba Village in Chongqing [J]. *Resources Science*, 2018, **40**(5):958–966]
- [27] 朱彬, 尹旭, 张小林. 县域农村居民点空间格局与可达性——以江苏省射阳县为例[J]. 地理科学, 2015, **35**(12):1560–1567. [ZHU Bin, YIN Xu, ZHANG Xiaolin. Spatial pattern and accessibility of rural settlements—A case study of Sheyang County in Jiangsu Province [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, **35**(12):1560–1567]
- [28] 孙建伟, 孔雪松, 田雅丝, 等. 基于空间组合特征的农村居民点重构方向识别[J]. 地理科学, 2017, **37**(5):748–755. [SUN Jianwei, KONG Xuesong, TIAN Yasi, et al. Identifying reconstruction directions of rural settlements based on analysis of spatial combination features [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, **37**(5):748–755]
- [29] 潘竞虎, 从忆波. 基于景点空间可达性的中国旅游区划[J]. 地理科学, 2014, **34**(10):1161–1168. [PAN Jinghu, CONG Yibo. Tourism regionalization in China based on spatial accessibility of A-grade scenic spots [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, **34**(10):1161–1168]
- [30] 赵元, 胡月明, 张新长, 等. 农村居民点耕作距离空间分布特征估测分析[J]. 地理科学, 2016, **36**(5):760–765. [ZHAO Yuan, HU Yueming, ZHANG Xinchang, et al. Spatial pattern of farming distance in rural area using ESDA [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, **36**(5):760–765]

## A Physiology of Space Reconstruction of Rural Settlements Based on Composite Features of Agglomeration Effect and Ecological Effects —A Case Study of Mountainous Area of Fuzhou, China

HU Hangxiao<sup>a,b</sup>, DAI Wenyuan<sup>a,b,\*</sup>, CHEN Juan<sup>c</sup>, XU Yiwen<sup>a,b</sup>

(a. Key Laboratory of Ministry of Education of Moist Subtropical Eco-geographical Process,

b. School of Geographic Sciences, c. School of Tourism, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

**Abstract:** It is important to identify restructuring pattern and directions of rural settlements for not only the harmonious development between urban and rural areas but also the regional rural revitalization. Based on the remote sensing image interpretation data of mountain area in Fuzhou in 2015, the land use type was divided into “product-life-ecology space”; rural settlement patches were extracted; the spatial distribution features of the rural settlements were analyzed by means of kernel density estimation and eco-system service value evaluation and the

method of identifying restructuring direction for rural settlement and differentiated restructuring design were proposed on the basis of composite features of agglomeration and ecological value. The results showed: (1) The combination of high ecological value and moderate density dominated the spatial distribution of rural settlement in mountain area in Fuzhou, with an area of 216.39 km<sup>2</sup>, accounting for 29.53% of the whole study area, concentrated in the town center, along roads and rivers. The overall agglomeration and ecological value were moderate, except the ecological construction of rural settlement in southwestern area needs to be strengthened. (2) The accessibility level of rural settlement was estimated according to cost weighting distance as a reference for boundary, in order to reveal the different spatial information and radiation of the rural settlements. Based on composite features of agglomeration and ecological value, 10 restructuring areas with different characteristics were partitioned, ranging from A ~ J. (3) Four restructuring modes and directions, including urbanization agglomeration, key village construction, inner cooperation and ecological protection were proposed according to composite features of agglomeration and ecological value in different reconstruction area. Meanwhile, differentiated reconstruction path was put forwarded in the paper refer to core ideas of reconstruction, such as focusing on urban areas, improving the quality of life of residents, and retaining settlements with high ecological value. The research provides a theoretical basis for the transformation and development of rural settlement and urban-rural integration in the mountain area in Fuzhou.

**Key words:** rural settlements; agglomeration effect; ecological value; space reconstruction; Fuzhou