

大都市区周边乡村聚落空间格局研究

——以武汉市为例

吴益坤¹ 罗静^{1,2} 罗名海³ 田玲玲¹ 蒋亮¹ 陈四云¹¹

(1. 华中师范大学地理过程分析与模拟湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430079;

2. 湖北省发展和改革委员会/华中师范大学武汉城市圈研究院,

湖北 武汉 430079; 3. 武汉市测绘研究院, 湖北 武汉 430022)

【摘要】:大都市周边乡村聚落受中心城市的辐射发生着不同程度的重构与转型,分析特殊区域乡村聚落的空间格局与生产生活方式,有利于引导区域内的乡村发展,并可为特殊地域乡村振兴实践提供有益启示。以武汉市新城区 1868 个行政村为研究区,从聚落的空间分布、规模结构及形态分异 3 个方面出发,运用探索性空间数据分析和地统计分析方法,探讨大都市区乡村聚落的空间格局特征。研究表明:在空间分布上,武汉市乡村聚落集聚特征显著,但空间分异明显,具体表现为自近郊向偏远乡村地区呈“倒 U 型”结构;在规模分布上,武汉市乡村聚落规模普遍偏小,表现为近郊大,外围小的连片分布态势,并在局部上与密度分布存在正相关;在形态分布上,表现出明显的空间分异,主要为条带、团簇、散点等形态。最后,通过实地调查识别乡村聚落的生产生活方式:近郊以发展都市农业和到中心城区兼业为主,多为城乡两栖生活模式,远郊以传统农业和劳务输出为主。

【关键词】:乡村振兴 乡村聚落 规模与形态 空间格局特征 武汉市

【中图分类号】:TU982.29 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1004-8227(2022)01-0037-12

经过 40 多年的改革开放,中国经济社会发展取得了长足进步,同时也带来了乡村系统衰退和日趋严峻的“乡村病”,这一过程主要表现为土地资源浪费,乡村发展不充分,乡村空心化,乡村基本公共服务均等化推进困难等。乡村聚落作为乡村经济社会发展的空间载体,如何认识乡村聚落的最优规模、空间格局等成为目前亟需解决的问题^[1]。乡村聚落的空间格局特征研究的主要目的是对乡村聚落体系的地域空间特征及其内在规律进行分析,主要包括乡村聚落的规模(人口、用地)、空间分布、空间形态和空间结构等特征^[2]。新时代背景下,准确把握乡村聚落的空间格局特征及其驱动机制规律能为乡村聚落的保护、转型发展及合理规划布局等提供参考。

乡村是指一个非城市的广大区域,聚落是指居民的生产、生活的场所,因此,乡村聚落就是乡村居民生产、生活的场所,它是乡村地理的研究核心之一,也是人地关系地域体系研究的重要领域之一^[3]。一般认为乡村聚落为县城以下的聚落^[4]。研究内容

作者简介: 吴益坤(1989~),男,博士研究生,主要研究方向为区域发展与城乡规划、乡村地理。E-mail:2541041147@qq.com; 罗静 E-mail:luojing@mai.ccnu.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871176, 41801177);华中师范大学中央高校基本科研业务费项目(CCNU18ZDPY09);武汉市 2019 年地理国情监测项目(第二批)(WHJT-CZH-2019-1C066)

上,国内外主要为以下几个方面:乡村聚落空间分布与类型划分^[5,6,7]、规模与分布^[8,9,10,11]、乡村聚落的转型与空间重构^[12,13,14,15,16]、空间演化及其影响因素^[17,18,19]、乡村发展规划及振兴路径探索^[20,21,22,23,24]等。近年来,乡村空心化和土地荒废化引发的乡村发展问题也成为学者们关注的焦点^[25,26]。研究方法日趋多样化,常用的方法有:GIS空间分析、聚类分析、景观形状指数分析、多元线性回归分析等方法^[27,28]。研究尺度上,目前主要是从省域和县域测度为主,而微观尺度(一般以村域为单元)下的乡村聚落研究较少,这在一定程度上限制了对乡村聚落空间格局背后所包含的本质特征的认识,从村域尺度下分析乡村聚落的空间格局特征,可能更有利于挖掘不同区域环境下村庄的形成过程和分异规律。就研究区域来看,国内多集中在东部沿海地区、北方黄土丘陵地区、江南丘陵区和西部山区,研究尺度较大且缺乏精细化刻度。此外,对大都市区腹地乡村聚落空间格局的研究成果较少。大都市区乡村腹地广阔,对该地区乡村聚落空间格局特征的研究,可以丰富对于大都市区乡村聚落的认知。当前,主要是集成多个指标和方法对其进行总体发展水平评价,如朱倩琼等利用人口、社会经济和土地利用三类指标对广州市乡村聚落进行了综合评价和类型划分,并探讨了各类型乡村聚落的形成机制^[29]。Ma等分析了北京市城郊区农村居民点的演化特征,认为农村工业化促进农村地区基础设施建设,从郊区到城乡边缘区的结构趋于复杂化和多样性^[30]。罗静等认为武汉市新城区乡村发展水平存在空间分异,乡村聚落符合位序规模法则,且与中心地理论(K=3)相类似^[31]。大都市区是具有一个城镇化水平高度发展的核心区和大面积农村腹地的空间区域,非大都市区农村腹地往往偏小。与传统乡村聚落相比,位于大都市周边的乡村聚落,受都市核心区(中心城市)的辐射与带动作用的影响,空间特征表现为复杂性和多样性特点。聚居功能变得多元化,由起初单一的农业生产和居住功能发展成为集生产、加工、商贸、农耕体验、观光旅游等多元复合功能的空间载体,乡村人口不断分化,农民日益兼业化,收入来源多样化^[32]。另外,大都市周边乡村聚落转型具备与普通农村地区不同的社会经济基础。

武汉位于长江中游,国家内陆大都市,其腹地乡村聚落总体表现为城市的快速扩张和乡村地域的人口外流,区别于北京、广州等大都市的城市扩张与人口流入。武汉作为国家区域中心城市之一,正处于城镇化快速发展阶段,城镇用地扩张和人口流动不断推动着城乡聚落关系发生深刻转型,一些村庄向中心村集并,而另一些村庄空心化现象明显,造成乡村聚落生产要素面临分化和重组。乡村聚落空间格局特征是自然、社会、经济以及历史演变综合作用的结果,对乡村聚落空间格局的研究可分析人类活动与聚落格局相互关系,是研究聚落格局与人类活动相互作用的重要途径。对乡村聚落的空间格局研究,提出现有乡村聚落的发展路径,不仅有利于合理规划土地和布局居民点,还可以揭示聚落形态与环境、生产之间的关系^[33],为各地确定差异化乡村发展政策提供启示。在实施乡村振兴国家战略背景下,深入开展大都市周边乡村聚落空间分布格局特征研究,对于分区分类推进乡村振兴战略和推动城乡融合发展具有重要的理论意义和实践价值。基于此,本研究利用详实的地理国情普查数据,通过GIS空间分析并结合实地调研,挖掘武汉市新城区乡村聚落的空间格局特征及其乡村居民的生产生活方式。以期揭示中部平原地区大都市周边乡村聚落空间分布的一般性规律和特征,为优化乡村聚落空间格局提供参考。

1 区域概况与数据来源

1.1 研究区域概况

武汉市位于湖北省东部,是中国近代民族工业发祥地之一,国家历史文化名城,华中地区金融、交通、文化中心,1+8城市圈核心区。在2016年10月印发的《长江经济带发展规划纲要》中,与上海、重庆两座城市一起被定位为超大城市。全境位于113°41′~115°05′E,29°58′~31°22′N之间。本次研究区域为中心城区外围的六个新城区,即新洲区、黄陂区、东西湖区、蔡甸区、汉南区和江夏区(图1)。截止2019年,研究区内共有6个乡镇,61个街道办事处,常住人口423.71万人,户籍人口359.47万人,乡村人口238.38万人,乡村从业人员132.79万人,其中农林牧渔业从农业人员41.77万人。农林牧渔业总产值588.21亿元,其中农业总产值368.31亿元,农村常住居民人均可支配收入为19768元。该区域属于典型的亚热带季风气候区,地形主要以平原、低山丘陵为主,区域内湖泊水网交错分布,其国土面积为7614km²,占全省的4.09%。2019年末耕地面积为179.17×10³hm²,占全省的3.42%。选择武汉市新城区研究乡村聚落具有以下意义:(1)截止2019年,全市有218.75万人口还居住在农村,涉及新城区1868个行政村,乡村人口数量多、规模大且分布广,乡村聚落仍然是农村人口聚居和生活的场所。同时,国家层面提出乡村振兴战略,为乡村聚落的治理和优化提供政策保障;(2)作为大都市其腹地乡村聚落除了自身发展之外,同时受到中心城区辐射的影响。加之自然环境独特,河流、湖泊众多,其空间特征存在多样性和复杂性的特点,研究该地域乡村聚落

空间格局特征具有一定的典型性；(3)地理国情普查成果真实准确反映基本地理环境要素的空间分布，依托武汉市地理国情监测数据资料，可以更加精准刻画乡村聚落的空间格局特征。

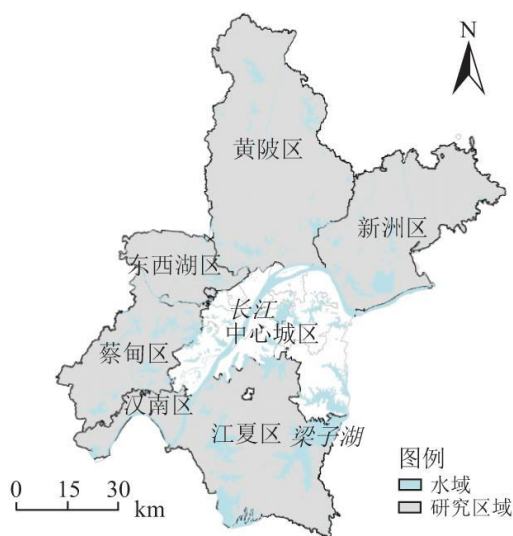


图 1 研究区位置

1.2 数据来源及处理

利用 2019 年的截面数据，分析武汉市新城区 1868 个行政村及其区域内乡村聚落的规模与形态的空间分布特征。本研究选用的数据主要包括以下 4 个方面：(1)乡村聚落斑块、行政村人口数量、武汉市 30m 分辨率高程数据和遥感影像图均来源于武汉市测绘研究院 2019 年武汉市地理国情监测数据库，运用 ArcGIS10.2 软件，按照地理国情分类代码(CC)提取六个新城区乡村聚落房屋建筑区斑块，并计算其面积和周长等属性值。(2)水域面状图层来源于国家基础地理信息中心。(3)社会经济统计数据来源于《2018 年武汉市统计年鉴》和各新城区相关年份的统计年鉴。(4)实地调查走访，调研村庄按近郊—远郊—偏远的距离梯度进行选择，访谈内容主要为乡村生产生活方式。乡村聚落规模一般指聚落用地和人口两种类型，本研究分别用常住人口数量和房屋建筑区斑块面积来进行测度。乡村聚落形态采取定性与定量相结合的方式，用房屋建筑区斑块的景观形状指数进行定量表达，用遥感影像图进行定性分析。

2 研究方法

基于 2019 年武汉市地理国情监测乡村聚落斑块数据，提取斑块中心点位置和地块面积属性。首先使用平均最近邻指数(ANN)、核密度估计(KDE)分析乡村聚落的空间分布特征，在乡村聚落规模研究中，房屋建筑区斑块面积用于 G 统计下判断乡村聚落用地规模的集聚特征和热点区分布位置，人口数量用于聚落规模结构分析。然后利用基于景观形状指数的半变异函数方法来分析乡村聚落形态在空间上的变异性和相关性，最后得出乡村聚落空间分布、规模结构和形态分异的特征。

(1) 平均最近邻指数

乡村聚落在宏观上表现为点状要素，点状要素的空间分布模式为均匀、集聚和随机 3 种，可以用最近邻指数来判别^[34]。通过测量每个乡村聚落点的中心与其最近邻聚落点之间的距离，计算所有这些近邻距离的平均距离值，与假设乡村聚落点随机分布下的平均距离值进行比较，来判断乡村聚落的分布模式，其计算公式如下：

$$ANN = \frac{\overline{D_0}}{\overline{D_e}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i / n}{\sqrt{n/A}/2} = \frac{2\sqrt{\lambda}}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

式中： $\lambda = n/A$ ； $\overline{D_0}$ 为乡村聚落点与其最近邻聚落点的观测平均值； $\overline{D_e}$ 为假设随机模式下乡村聚落点的期望平均距离； n 为乡村聚落点总数； d 为距离； A 为研究区面积。以1作为判断临界值，若 $ANN > 1$ ，则表示乡村聚落为均匀型分布；若 $ANN < 1$ ，则表示乡村聚落为集聚型分布；若 $ANN = 1$ ，则表示乡村聚落为随机型分布。

(2)核密度估计

是一种统计非参数密度估计的方法，本研究用于测度乡村聚落分布密度大小，核密度值越高，说明乡村聚落分布密度越大，反之，则越小。其计算公式如下：

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} = \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d_i}{n}\right) \quad (2)$$

式中： $f(x, y)$ 为位于 (x, y) 点处的核密度值； n 为乡村聚落点数量； h 为带宽或阈值； k 为核函数， d_i 为点 (x, y) 位置到第 i 个观察点位置的距离。由上可知，带宽对像元核密度值的影响较大，本研究经过多次实验选择搜索半径为6.5km，能较好的表达研究区乡村聚落点的空间分布。

(3)G统计量

本研究用Getis-OrdG来探测武汉市整个新城区乡村聚落用地规模在显著性水平下($Z \geq 95\%$)，区域单元内高值集聚(或低值集聚)的空间分布模式；为进一步检测局部的空间依赖性，利用Getis-OrdGi*来判断高值或低值要素在空间上发生聚类的位置，其计算公式如下：

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j} \quad (3)$$

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (4)$$

式中： x_i 为第 i 个行政村内的乡村聚落用地规模大小； x_j 为第 j 个行政村内的乡村聚落用地规模大小； n 为研究区内行政村个数； d 为各行政村几何中心点的距离； w_{ij} 表示 x_i 与 x_j 之间的距离权重。

为便于解释和比较，对 $G(d)$ 和 $G_i^*(d)$ 进行标准化处理，其计算公式如下：

$$Z(G) = [G - E(G)] / \sqrt{\text{var}(G)} \quad (5)$$

$$Z(G_i^*) = [G_i^* - E(G_i^*)] / \sqrt{\text{var}(G_i^*)} \quad (6)$$

式中： $E(G)$ 、 $E(G_i^*)$ 和 $\text{var}(G)$ 、 $\text{var}(G_i^*)$ 分别为 $G(d)$ 和 $G_i^*(d)$ 的数学期望和方差，显著的 $Z(G)$ 正值表示区域内存在高值簇，显著的 $Z(G)$ 负值表示区域内存在低值簇。显著的 $Z(G_i^*)$ 正值，表明乡村聚落用地规模大的行政村趋于空间集聚，形成热点区；反之，显著的 $Z(G_i^*)$ 负值，表明乡村聚落用地规模小的行政村趋于空间集聚，形成冷点区。

(3) 半变异函数

乡村聚落形态随着村域位置方向不同，其存在差别，并表现出一定的空间分异规律，属于区域化变量，半变异函数是描述区域化变量空间变异规律和空间结构的有效工具。本文利用基于景观形状指数 (LSI) 的半变异函数方法来探究武汉市新城区乡村聚落形态的分布特征^[35]。其计算公式如下：

$$LSI = \frac{0.25P}{\sqrt{A}} \quad (7)$$

$$r(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (8)$$

式中： A 为乡村聚落斑块面积； P 为乡村聚落的斑块周长； $r(h)$ 为半变异函数； h 为样点间的距离，即步长； $N(h)$ 表示间距为 h 时的样点对个数； $Z(x_i)$ 表示区域化变量 $Z(x)$ 在位置 x_i 处的值， $Z(x_i+h)$ 表示区域化变量 $Z(x)$ 在位置 x_i+h 处的值。

半变异函数一般用变异曲线来表示，其模型有 4 个重要的参数可用于乡村聚落形态的空间变异分析：基台值 (c_0+c)、变程 (a)、块金值 (c_0) 和块金系数 (c_0/c_0+c)，前 3 个参数可以直接从变异函数曲线图中获得 (图 2)，它们决定着变异函数的形状与结构。本文半变异函数模型及其参数的确定参照文献[36]。基台值是当间隔距离 h 不断增大，在变异函数 $r(h)$ 达到一个稳定的常数值，该值可反映了变量变化幅度或系统总变异程度，主要包括 2 个方面：一是来自地理环境要素引起的变异；二是来自人为活动引起的变异^[37]。变程表示样本变量自相关的空间范围，在该范围内样本变量存在自相关性，当观察数值点位置之间的间隔距离超出此范围时，自相关性消失。块金值表示间距小于抽样距离的小尺度空间变异，其值的大小反映区域化变量随机性的大小。块金系数可以理解为随机性因素引起的空间变异占系统总变异的比，反映系统变量的空间相关性的程度，比例值小于 25%、25%~75%、大于 75% 分别对应变量强烈、中等、很弱空间自相关状态^[38]。

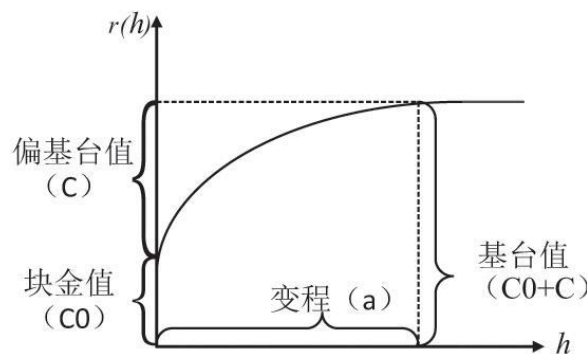


图 2 半变异函数

3 结果与分析

3.1 乡村聚落的空间分布特征

运用点模式空间分析方法中的平均最近邻指数(ANN)和核密度(Kernel)法分析武汉市新城区乡村聚落点的空间分布特征, 结果表明:

(1) 武汉市新城区乡村聚落空间布局的 ANN 为 0.4, 表明武汉市新城区乡村聚落点的空间布局为集聚型模式。校验值 Z 为-339.62, 且通过了显著性检验(Z 值小于 0.01 置信水平下的临界值-2.58), 结果可信。

(2) 图 3 为武汉市新城区乡村聚落密度分布图, 从中获知以下特征: ①武汉市新城区乡村聚落密度分布整体存在显著的空间差异, 总体上呈多核中心, 且由核心向四周呈阶梯状递减的空间分布态势, 为典型的核心—边缘结构。②武汉市新城区乡村聚落密度高值区分布在蔡甸区、黄陂区和新洲区, 密度值均在 21.67 个/km² 以上。该区域位于河流沿岸的泛滥平原或交通交汇处, 受河流和交通的影响, 在主要公路沿线和河流沿岸乡村聚落分布较为密集。密度低值区主要分布于都市核心区周边和新城区外围区域, 都市核心区周边乡村受城市的辐射, 人口就地城镇化, 乡村聚落逐渐演化成城镇聚落, 从而造成该区域的乡村聚落分布较少。新城区外围区域距都市核心区较远, 交通通达性低, 其中, 东西湖区、蔡甸区和汉南区, 地势平坦, 耕地丰富, 耕作半径较大, 这使得乡村聚落分布密度较低; 而新洲区、黄陂区、江夏区地形相对复杂, 以低山丘陵为主, 适宜耕种的土地少且较为破碎, 因此形成了数量众多的小型聚落。密度次高值区主要集中在黄陂区、东西湖区和江夏区, 密度范围在 17.42~21.67km² 之间, 乡村聚落分布表现出带状和点状集群的特征。这些区域交通便利, 乡村聚落沿交通干道两侧集中分布造成的。总体来看, 武汉市新城区乡村聚落密度的空间分异从近郊到偏远乡村地区呈现“低—高一低”的“倒 U 型”结构。

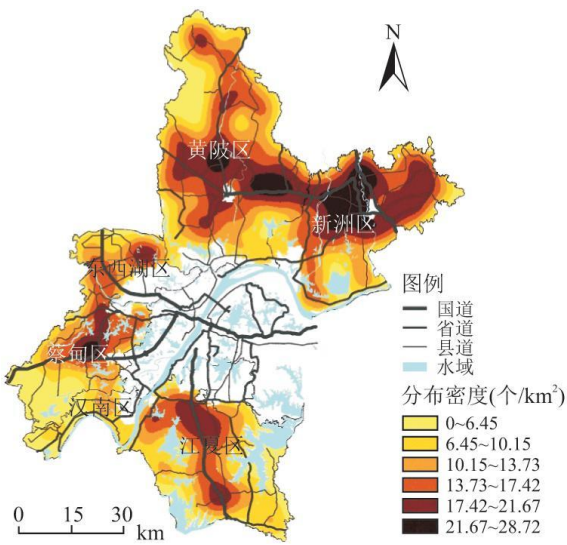


图 3 武汉市乡村聚落密度分布图

注: 研究区内空白处为城市建成区, 不作为本文研究范围。

受自然环境、区位条件、经济基础、耕地资源禀赋、政策引导等因素的影响, 不同地区乡村聚落分布特点存在差异(表 1)。

表 1 武汉市各新城区乡村聚落分布特点

地区	分布特点
新	①集聚分布: 存在 1 个居民点密度高值区

洲区	②沿河、沿交通干线：乡村聚落集中分布于倒水河、举水河沿岸和 318 国道周边，在举水河过境的邾城街道周边处形成密度高值区，并为研究区密度高值区面积最大的区域
黄陂区	①集聚分布：存在 2 个居民点密度高值区和 2 个居民点密度次级集聚区 ②沿河、沿交通干线：乡村聚落分布表现为沿 108 省道、318 国道、滠水河等主要线形状地物沿线两侧集聚分布，并呈串珠状的农村居民点集聚区
东西湖区	①集聚分布：存在 1 个居民点密度次级集聚区 ②紧邻中心城区：东部乡村聚落较集中，向西逐渐减小。东部接近中心城区，受城镇化的驱动，乡村人口、土地、基本公共服务等非农化明显，乡村经济发达，乡村聚落发展程度较高
蔡甸区	①集聚分布：存在 1 个乡村聚落密度高值区 ②紧邻乡镇：集中分布在万家镇周边。镇区作为区域中心，集中了大量物质、信息等要素，同时辐射周边乡村，带动了乡村聚落的规模发展
汉南区	①均匀分布：没有高值集聚区，整体分布相对较为均匀 ②沿江、沿交通干线：乡村聚落主要分布在长江沿岸，整体分布稀疏，与其他 5 个区相比较乡村聚落发展较为均匀
江夏区	①集聚分布：存在 3 个居民点密度次级集聚区 ②靠湖泊、沿交通干线：乡村聚落分布受周围水域和纸坊胜路影响的结果，总体上表现为南北密度大，中间小的格局形态，呈近似“哑铃”状结构。北部纸坊作为江夏区乡村聚落发展水较高的区域，交通便利、人居环境好，聚落分布最为密集。在南部的山坡街道受东北部牛山湖、东侧梁子湖、西南角斧头湖和西北方向鲁湖的影响，大量的村庄靠近湖泊周围而建，导致在该区域内形成居民点集聚区

3.2 乡村聚落的规模分布特征

3.2.1 乡村聚落用地规模的空间聚类

2019 年武汉市新城区乡村聚落房屋建筑区板块总面积为 289.10km²，占其国土面积的 3.8%。以乡村聚落房屋建筑区斑块面积作为分析变量，利用全局 Getis-OrdG 来探测武汉市新城区乡村聚落用地规模的全局集聚特征，通过计算得知，2019 年研究区乡村聚落用地规模的 G(d) 值为 0.000005，Z(d) 值为 9.536343 (P=0.000000)，Z(d) 值显著为正，表明武汉市新城区乡村聚落用地规模的空间分布高值集聚的特征显著。

运用冷热点分析工具，获得各行政村内乡村聚落用地规模的 Getis-OrdGi*统计值，并利用自然间断点法 (Jenks) 将 Gi*ZScore 得分值进行冷热点划分，制作乡村聚落用地规模的空间分布热点图 (图 4)，从中可以发现：(1) 研究区乡村聚落规模的分布存在明显的空间差异，整体呈随着与中心城区距离的增加乡村聚落规模逐渐减小，总体表现为近郊区乡村聚落规模较大，远郊适中，偏远地区乡村聚落规模较小的空间分布格局。(2) 武汉市新城区规模较大的乡村聚落集中分布在中心城区近郊区域和新洲区城关镇西北角处，占整个新城区村域单元的 22.8%。近郊区域主要是由于城市经济强大的拉力吸引着农村人口、资金、技术等生产要素向城市和近郊集聚，从而改变了近郊乡村聚落的区位特征，进而改变乡村聚落规模。同时近郊区域作为传统的城市腹地，区位、资源优势强促进了乡村聚落产生集中倾向，从而造成规模较大的乡村聚落出现；而新洲区城关镇西北角处地势平坦、河网和道路交织分布，耕地和水资源较为丰富，生产生活条件较好是传统农业生产时期乡村聚落布局的广泛适宜区域，乡村聚落规模大，乡村聚落分布密集。(3) 与之相对的，规模较小的乡村聚落主要分布在距市级和区级政治经济中心较远的区域，占整个村域单元的

77.2%。这些区域受到大都市辐射有限，区域内仍以传统农业为主，外部动力匮乏，经济发展受限，不利于聚落集聚发展，从而导致该区域乡村聚落规模较小。除受区位条件的制约外，自然环境也是影响该区域乡村聚落集聚发展的重要因素，如黄陂区域城关镇以北的广阔地区以山地和丘陵为主，石漠化严重，土层薄，适宜耕种的土地较少且土壤贫瘠，土地产出效益低，从而限制了以农业生产为主的聚落集中发展。江夏区南部以低山丘陵为主，自聚落始建以来，为了减少占用耕地，村庄主要围绕低山丘陵呈零散分布。综合上述分析，对比图 3 和图 4 可以发现，武汉市新城区乡村聚落的规模分布与密度分布存在局部上的正相关关系，表明研究区乡村聚落在局域上存在着高密度大规模集聚分布与低密度小规模分散分布的空间形态，如新洲区域城关镇西北角。

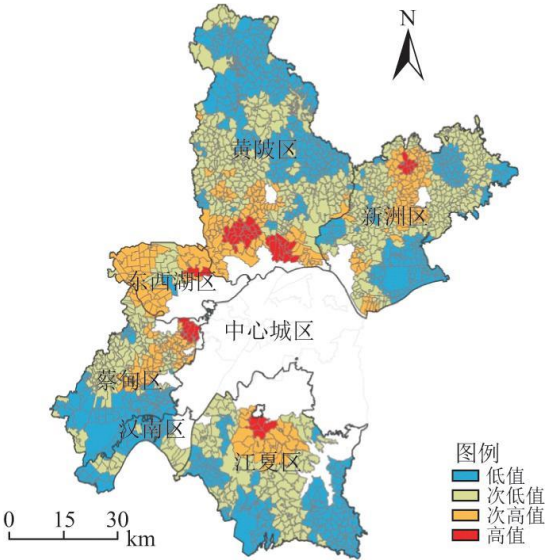


图 4 武汉市乡村聚落规模“热点”分布图

3.2.2 乡村聚落人口规模结构分析

聚落规模结构受自然环境、区位条件和社会经济等因素的影响。参考聚落规模结构划分的相关研究^[17,39]，运用 Jenks 的自然间断点分级方法，将 2019 年武汉市新城区乡村聚落人口数量划分为 5 个等级(图 5)。其中，I 级>3847 人、II 级为 2055~3847、III 级为 1259~3847、IV 级为 713~1259、V 级<713 人，而人口数量最大的为蔡甸区的新天村，其人口达到 9705 人。高等级聚落（I 级和 II 级）在各新城区内均有分布，但数量较少，仅占整个研究区的 6.53%。其中，黄陂区拥有高等级聚落的行政村最多，达到了 7 个，占具有高等级聚落行政村数量的 36.84%；低等级聚落（IV 级和 V 级）在整个新城区中较为普遍，占研究单元的 76.93%(表 1)，表明乡村聚落呈现出显著的金字塔结构。进一步分析发现乡村聚落规模等级结构为：1：5：16：36：39，与中心地理论下 K=3 的市场原则相接近，乡村聚落处于发展初级阶段，城镇化进程提升空间较大，城镇化水平还有待提高。从调研村庄来看，近郊—远郊—偏远村庄的乡村聚落在产业发展、建成基础设施和教育、医疗、社会保险等公共服务差距明显，城乡二元格局突出，偏远乡村大部分是留守老人和小孩，村庄空心化现象凸显。

从乡村聚落规模结构来看，武汉市乡村聚落规模结构差距相差较大，小规模村庄较多，人口空间分布较为分散，部分村庄的人口密度很低，加之生活条件较差，应当对这些乡村聚落进行整体搬迁。

表 2 武汉市乡村聚落等级分布统计

等级	黄陂区	新洲区	江夏区	汉南区	蔡甸区	东西湖区	合计
----	-----	-----	-----	-----	-----	------	----

I 级	7	3	4	2	1	2	19
II 级	36	37	9	1	14	6	103
III 级	109	123	20	8	32	17	309
IV 级	251	221	67	20	1116	20	695
V 级	213	210	170	16	105	28	742

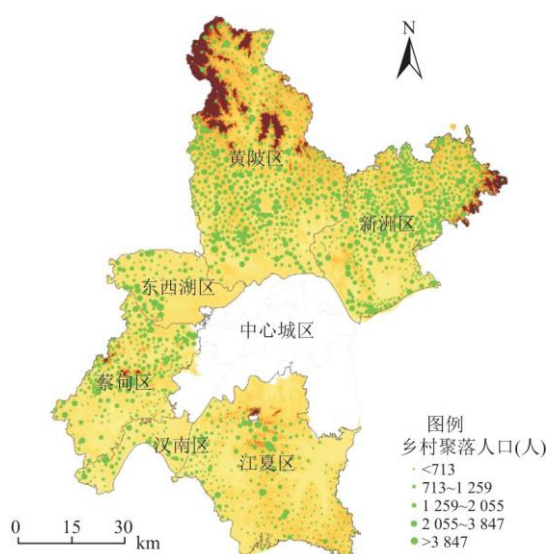


图 5 武汉市乡村聚落等级分布图

3.3 乡村聚落的形态分布特征

借鉴乡村聚落形态分布特征的相关研究^[40],本研究以行政村几何中心点坐标(x,y)作为自变量,以每个行政村乡村聚落景观形状指数(LSI)作为因变量,利用GS+9.0软件对研究区乡村聚落的景观形状指数的半变异函数进行拟合(表3)。拟合结果显示,指数模型的决定系数 R^2 最大且残差值最小。根据决定系数 R^2 最大,残差值RSS最小,并优先考虑RSS的原则^[41],研究区乡村聚落景观形状指数的空间分布的变异分析最佳拟合模型应选用指数模型(图6)。

区域化变量的空间变异主要包括结构性变异和随机性变异两种类型。从拟合模型的块金值、基台值和块金系数来看,研究区乡村聚落的形态分布存在明显的空间分异,其块金系数为0.499,在25%~75%之间,具有中等程度的空间自相关,说明结构性因子和随机性因子共同对武汉市新城区乡村聚落形态分异产生作用。结构性因子包括水系、地形、地貌等地理环境要素,对乡村聚落平面形态产生重要影响。如汉江武汉段沿岸,聚落呈狭长的弧带状且布局紧凑,而在黄陂北部地区主要以山地为主,受地形的限制,聚落呈散点式,布局较为稀疏。随机因子包括市场准入、国家政策、经济发展速度和政府资金投入等人为活动。未来,城镇化的发展以及在政府引导和规划指导的双重驱动下,随机因子对乡村聚落形态分异的影响将会占更大比例,近郊区域较为明显。研究区乡村聚落的景观形状指数的变程为8900m,表明在此范围内乡村聚落的形态存在较强的连续性。

景观形状指数(LSI)反映了聚落形态的不规则或复杂程度,前文研究从整体上探讨了乡村聚落形态的空间分异特征,而行政村内存在自然村,为更加精准的考量乡村聚落空间形态差异及其形成机制,综合武汉市新城区遥感影像的判读分析和对东风大

队、阳湾村、邬桥村等 36 个不同分布位置村庄的实地走访和调查，发现武汉市新城区乡村聚落平面组合形态和生产生活方式主要存在以下几种类型(表 4 和图 7)。

表 3 乡村聚落景观形状指数的半变异函数理论模型及参数

模型	变程(m) (a)	块金值(C ₀)	基台值(C ₀ +C)	块金系数 C ₀ /(C ₀ +C)	决定系数(R ²)	残差(RSS)
指数模型	8900	0. 3470	0. 6950	0. 4993	0. 8450	0. 0106
高斯模型	2900	0. 1120	0. 6660	0. 0180	0. 3980	0. 0290
线性模型	7343	0. 5798	0. 7275	0. 7970	0. 5970	0. 0190

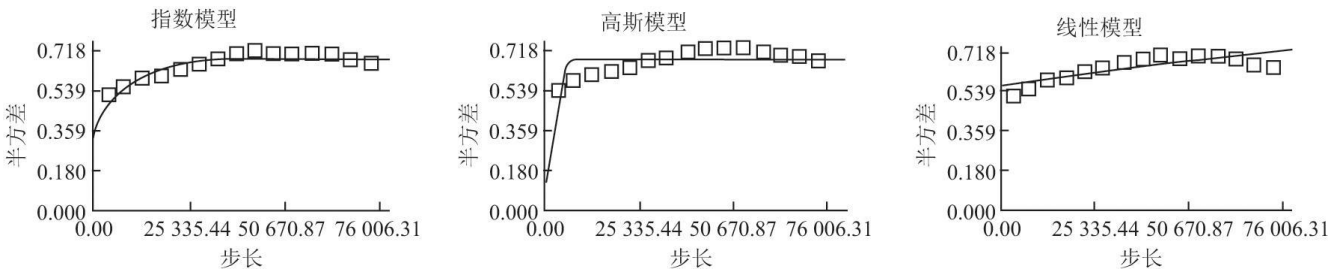


图 6 武汉市乡村聚落景观形状指数半变异函数图

表 4 武汉市乡村聚落形态类型及特征

类型	分布位置	特征	占比 (%)
团簇型	主要分布在城市近郊区域，如沙畈村、双铺村、老观村等	①聚落特点：这些区域邻近城市，区位条件优越，早期已形成一定规模的聚落，随着城镇化的不断发展，住宅沿聚落周围和交通干道扩建，聚落规模不断扩大，从而形成高密度的团簇状.耕作半径小，村庄规模大，分布密集 ②生产方式：农村居民的生产生活方式受城市影响较大，日常生产方式以发展都市农业和到中心城区兼业为主，外出务工人员多为城乡两栖生活模式	2. 47%
团块型	主要分布在东西湖区，如试验大队、红旗大队、金水二村等	①聚落特点：该区域地貌以平原为主，开发初期修建了规整的产业道路和水渠，农民为便于农业生产和管理，住宅建在道路、水渠周边，聚落形态规整，聚落之间连通性和完整性较好，主要呈不规则团块状.耕作半径大，村庄规模较大，分布稀疏 ②生产方式：农业生产以水旱轮作为主	0. 25%
条带型	主要分布在汉南区，如水二村、江上村，江下村等村庄	①聚落特点：该区域地势平坦，道路多为直线型，为方便出行，乡村住宅沿道路扩展延伸，乡村聚落形态呈狭长的条带状.耕作半径较大，村庄规模较小，但分布密集 ②生产方式：农业生产以水稻和水产养殖为主	0. 30%

弧带型	主要分布在蔡甸区、江夏区西南角的平原地区，如群主村、五一村、同心垸村等	①聚落特点：住宅沿河道而建，受河道走向的影响，乡村聚落形态呈弧带状。耕作半径较大，村庄规模较小，但布局紧凑 ②生产方式：农业生产以水旱轮作为主，兼水产养殖	0.21%
宽带型	主要分布在黄陂区，如大石桥村、上游村、八大村等	①聚落特点：这些区域地势低洼、平坦，为防止汛期积水成涝，居民点建在河流周边地势相对较高的区域，聚落形态以近似矩形为特征，呈宽带状，村庄规模大，布局较为紧凑 ②生产方式：农业生产以水旱轮作为主	0.18%
散点型	该类型在研究区内分布最为广泛，主要分布于新洲区、黄陂区和江夏区南部区域，如新生活村、夏祠村、舒祠村、谢店村、吴店村、石桥村等	①聚落特点：这些区域地貌以低山丘陵为主，区域位置偏僻，土地相对较贫瘠。住宅依山傍田而建，聚落形态呈散点状，边界不规则，耕作半径较大，聚落规模小且分散 ②生产方式：以传统农业和劳务输出为主。但在一些具有深厚传统文化底蕴且具有开发价值的村落，已开发成集观光、度假和休闲于一体的乡村旅游地，且经营较好。如黄陂区姚家集街杜塘村的葛家湾，依托木兰文化，实现了乡村的转型发展。现已出现民宿食宿服务、观光旅游、商贸服务、农产品深加工与传统农业相结合的生产形态，实现了三产融合发展	96.58%

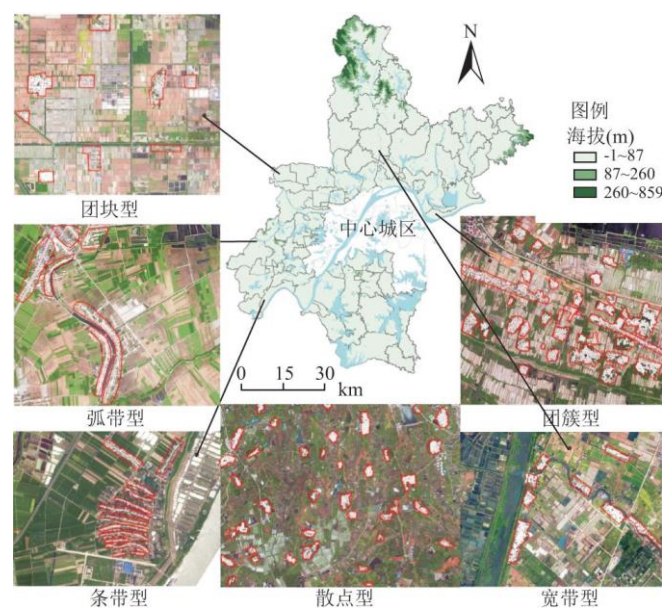


图 7 武汉市新城区乡村聚落形态的类型

4 结论与展望

本研究运用 GIS 空间分析方法，首先对武汉市新城区乡村聚落的空间分布进行可视化表达和分析，在此基础上，进一步揭示武汉市新城区乡村聚落规模和形态的分布特征，同时，尝试探究乡村聚落 3 种空间分布特征的驱动因素。不同于已有基于县域及以上尺度关于聚落空间格局的研究，在研究对象的选择上对研究尺度进行下移，基于村域尺度挖掘内在地理规律，研究视角愈微观研究结果愈具体，可以更深刻地揭示出聚落空间分布特征，进而透视聚落空间演变路径与内在机理。研究结论为深化乡村聚落研究提供理论借鉴，为政府制定乡村聚落治理与发展及乡村振兴战略落地提供科学依据。主要结论如下：

(1)在空间分布上,其空间分布为集聚型模式,从近郊到偏远乡村地区呈现“低—高一低”的“倒U型”结构。这一空间分布态势是就地城镇化、道路、河流等因素共同作用的结果;在规模分布上,高值集聚特征显著,呈现出近郊区乡村聚落规模较大,远郊适中,偏远地区乡村聚落规模较小,近郊—远郊—偏远距离梯度分异明显;在形态分布上,武汉市新城区乡村聚落的形态表现为显著的空间分异,其形态分布的均质程度不高。空间形态受河流和地形等自然环境条件影响较大,河流与地形所塑造的乡村聚落形态具体为团簇型、团块型、条带型、散点型等平面形态。(2)生产生活方式,武汉市乡村地区生产生活方式存在地域分异,受都市核心区辐射影响,近郊农户生计多元化现象突显,区域内以发展都市农业和到中心城区兼业生产为主,城乡两栖生活模式较为普遍;远郊及其以外的乡村,农户被动式流动规模大,生产方式总体上以传统农业和劳务输出(省外就业较多)为主。

乡村聚落发展是一个长时间人地相互作用的过程,本文研究结果仅能反映静态特征,不能系统地反映乡村聚落的动态演化过程与机理。在后续研究中有待深化乡村聚落长时间序列的时空演化及地理效应研究,据此,阐释乡村聚落时空分异规律与演化机理,明晰乡村聚落在演化与发展过程中,作用于新城区自然圈和人文圈的地理效应。与此同时,可以基于流空间视角开展乡村聚落网络化发展研究,识别城乡之间、乡村聚落之间的空间联系强度,从多维度揭示乡村聚落演化与发展的作用机制,为促进武汉市新城区乡村聚落向集约化、内涵式发展提供技术支撑。

参考文献:

- [1]唐承丽,贺艳华,周国华,等.基于生活质量导向的乡村聚落空间优化研究[J].地理学报,2014,69(10):1459-1472.
- [2]何仁伟,陈国阶,刘邵权,等.中国乡村聚落地理研究进展及趋向[J].地理科学进展,2012,31(8):1055-1062.
- [3]金其铭.我国农村聚落地理研究历史及近今趋向[J].地理学报,1988,43(4):311-317.
- [4]单勇兵,马晓冬,仇方道.苏中地区乡村聚落的格局特征及类型划分[J].地理科学,2012,32(11):1340-1347.
- [5]郑文升,姜玉培,罗静,等.平原水乡乡村聚落空间分布规律与格局优化——以湖北公安县为例[J].经济地理,2014,34(11):120-127.
- [6]杨忍.基于自然主控因子和道路可达性的广东省乡村聚落空间分布特征及影响因素[J].地理学报,2017,72(10):1859-1871.
- [7]郭晓东,马利邦,张启媛.陇中黄土丘陵区乡村聚落空间分布特征及其基本类型分析——以甘肃省秦安县为例[J].地理科学,2013,33(1):45-51.
- [8]李红波,张小林,吴江国,等.苏南地区乡村聚落空间格局及其驱动机制[J].地理科学,2014,34(1):438-446.
- [9]党国峰,秦文.陇南山区乡村聚落空间格局研究[J].中国农学通报,2018,34(4):154-164.
- [10]马晓冬,李全林,沈一.江苏省乡村聚落的形态分异及地域类型[J].地理学报,2012,67(4):516-525.
- [11]谭雪兰,刘卓,贺艳华,等.江南丘陵区农村居民点地域分异特征及类型划分——以长沙市为例[J].地理研究,2015,34(11):2144-2154.
- [12]MENG G, HANS G. Rural development and transformation in the Federal Republic of Germany since the 1950s[J].

Acta Geographica Sinica, 2011, 66(12):1644-1656.

[13]WOODS M. Rural geography:Processes, responses and experiences in rural restructuring[J]. Rural Geography Processes Responses & Experiences in Rural Restructuring, 2005, 7(3):494-496.

[14]TU S, LONG H, ZHANG Y, et al. Rural restructuring at village level under rapid urbanization in metropolitan suburbs of China and its implications for innovations in land use policy[J]. Habitat International, 2018, 77:143-152.

[15]CAO R, YANG C, LIU Y, et al. Restructuring strategy of rural settlement space in Hilly and Mountainous Areas based on ecological protection pattern[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2019, 35(6):689-697.

[16]龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构[J]. 地理学报, 2017, 72(4):563-576.

[17]李小建, 许家伟, 海贝贝. 县域聚落分布格局演变分析——基于 1929-2013 年河南巩义的实证研究[J]. 地理学报, 2015, 70(12):1870-1883.

[18]BA SKI J, WESOLOWSKA M. Transformations in housing construction in rural areas of Poland' s Lublin region: Influence on the spatial settlement structure and landscape aesthetics[J]. Landscape & Urban Planning, 2010, 94(2):116-126.

[19]JIAN Y, CHEN Y, XIE Y, et al. Dynamic analysis of the spatial structure and evolution model of rural settlement in Guangdong Province from 1980 to 2015[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2019, 35(6):698-709.

[20]AGUILAR F, CARVAIAL F, AGUILAR M, et al. Developing digital cartography in rural planning applications[J]. Computers & Electronics in Agriculture, 2007, 55(2):89-106.

[21]BEETZ S, HUNING S, PLININGER T. Landscapes of peripherization in north-eastern Germany' s countryside: New challenges for planning theory and practice[J]. International Planning Studies, 2008, 1313(4):295-310.

[22]CUROVIC Z, CUROVIC M, SPALEVIC V, et al. Identification and evaluation of landscape as a precondition for planning revitalization and development of mediterranean rural settlements-case study: Mrkovi Village, Bay of Kotor, Montenegro[J]. Sustainability, 2019, 11(7):1-15.

[23]LIU Y, LI Y. Revitalize the world' s countryside[J]. Nature, 2017, 548:275-277.

[24]CONRAD C, RUDLOFF M, ABDULLAEV I, et al. Measuring rural settlement expansion in Uzbekistan using remote sensing to support spatial planning[J]. Applied Geography, 2015, 62:24-43.

[25]冯健, 赵楠. 空心村背景下乡村公共空间发展特征与重构策略——以邓州市桑庄镇为例[J]. 人文地理, 2016, 31(6):19-28.

-
- [26] 宇林军, 孙大帅, 张定祥, 等. 基于农户调研的中国农村居民点空心化程度研究[J]. 地理科学, 2016, 36(7):1043-1049.
- [27] 师满江, 颜耀文, 曹琦. 干旱区绿洲农村居民点景观格局演变及机制分析[J]. 地理研究, 2016, 35(4):692-702.
- [28] 姚龙, 刘玉亭. 基于聚类分析的城郊地区乡村发展类型——以广州市从化区为例[J]. 热带地理, 2015, 35(3):427-436.
- [29] 朱倩琼, 郑行洋, 刘樱, 等. 广州市农村聚落分类及其空间特征[J]. 经济地理, 2017, 37(6):206-214, 223.
- [30] MA W Q, JIANG G H, WANG D Q, et al. Rural settlements transition (RST) in a suburban area of metropolis: Internal structure perspectives[J]. 2018, 615:672-680.
- [31] 罗静, 蒋亮, 罗名海, 等. 武汉市新城区乡村发展水平评价及规模等级结构研究[J]. 地理科学进展, 2019, 38(9):1370-1381.
- [32] 韩非, 蔡建明. 我国半城市化地区乡村聚落的形态演变与重建[J]. 地理研究, 2011, 30(7):1272-1284.
- [33] 金其铭. 农村聚落地理研究——以江苏省为例[J]. 地理研究, 1982, 1(3):11-20.
- [34] 袁少雄, 唐光良, 张虹鸥, 等. 广东传统村落空间分布格局及其民系特征[J]. 热带地理, 2017, 37(3):318-326.
- [35] 马利邦, 郭晓东, 张启媛. 陇中南黄土丘陵区乡村聚落的空间格局——以甘肃省通渭县为例[J]. 山地学报, 2012, 30(4):408-416.
- [36] 胡克林, 李保国, 林启美, 等. 农田土壤养分的空间变异性特征[J]. 农业工程学报, 1999, 15(3):33-38.
- [37] 栾福明, 张小雷, 杨兆萍, 等. 1990-2011 年山东省旅游节庆的时空变异特征及机理[J]. 地理科学进展, 2013, 32(6):940-949.
- [38] 姚荣江, 杨劲松, 刘广明. 土壤盐分和含水量的空间变异性及其 CoKriging 估值——以黄河三角洲地区典型地块为例[J]. 水土保持学报, 2006, 20(5):133-138.
- [39] 李智, 张小林, 李红波, 等. 江苏典型县域城乡聚落规模体系的演化路径及驱动机制[J]. 地理学报, 2018, 73(12):2392-2408.
- [40] 李全林, 马晓冬, 沈一. 苏北地区乡村聚落的空间格局[J]. 地理研究, 2012, 31(1):144-154.
- [41] 王政权. 地统计学及其在生态学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999:135-149.