

张荣天. 丘陵区农村居民点空间格局特征及布局优化——以江苏省句容市为例[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(5): 343–346.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.087

丘陵区农村居民点空间格局特征及布局优化 ——以江苏省句容市为例

张荣天

(扬州大学, 江苏扬州 225009)

摘要:以江苏省句容市为典型案例, 基于 GIS 分析平台, 通过 R 统计量、Kernel 核密度及空间韵律指数等方法, 探讨丘陵区农村居民点空间分布特征; 并运用加权 Voronoi 图提出丘陵区农村居民点布局优化模式及其策略。结果表明: 句容市农村居民点 R 值小于 1, 表明空间分布总体表现为集聚型; 句容市农村居民点空间分布表现出“南密北疏”, 且农村居民点形态、规模分布规则也呈“南北分异”特征; 未来丘陵区农村居民点布局以城镇转化型、重点发展型、限制发展型、异地搬迁型 4 种优化模式为主; 并针对这 4 种模式提出具体优化策略。

关键词:农村居民点; 空间分布; 布局优化; 丘陵区; 句容市; R 统计量; Kernel 核密度; 空间韵律指数

中图分类号: F291 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)05-0343-04

农村居民点是居民以农业为主要经济活动的聚落形态, 是国内外乡村地理学重要的研究对象^[1]。Kohl 首次对农村聚落展开系统化阐述及研究^[2], 随后 Demangeon 等分别实证解析了法国、德国等国农村居民点的空间分布格局特征^[3-4]。20 世纪 60 年代后, 国外关于居民点研究开始出现社会、文化转向, 例如 Cater 等以社会学视角剖析了区域农村居民点的空间格局特征^[5-6]。国内关于农村居民点的研究起步较晚, 以下重点从研究内容、方法及地域等方面展开综述: (1) 研究内容上, 早期重点关注农村居民点、农业区划及农业土地利用等^[7], 随着我国城镇化、城乡统筹发展进程加快, 关于农村聚落演化^[8]、农村空心化^[9]及农村聚落优化调控^[10]研究日益增多; (2) 研究方法上, “3S”技术^[11]、数学模型^[12]及景观格局指数^[13]等在农村居民点空间格局分布规律研究中得到充分应用, 但总体而言, 当前关于农村居民点定量研究仍相对不足; (3) 研究地域上, 目前研究既涉及到我国东部发达地区^[14-15], 也涉及到中西部欠发达地区^[16-17]; 另外, 对于我国典型丘陵区农村聚落的研究有所涉及^[18-19]。江苏省句容市土地利用类型复杂多样, 林地景观面积占市域土地总面积的 12%, 是我国东部典型丘陵地区之一。笔者基于 GIS 空间分析平台, 整合多种数学方法与空间模型, 选择句容市(图 1)作为丘陵地区典型案例, 深入分析我国丘陵区农村居民点空间分布格局特征, 并在此基础上提出丘陵区农村居民点布局优化模式, 以期为我国丘陵区农村居民点整治规划及空间重构提供参考。

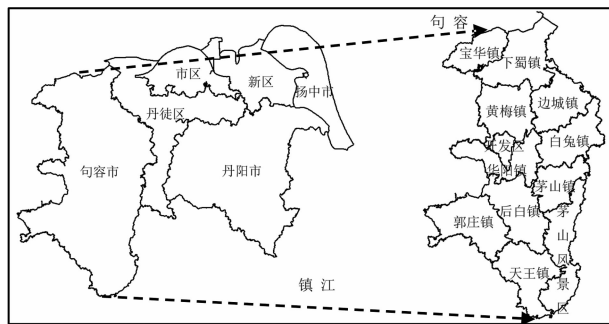


图1 江苏省句容市区位示意

1 研究方法数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 R 统计量 R 统计量最早由 Clark 提出, 1960 年 Dacey 将 R 统计量引入地理学研究中, 核心思想是将各点间最小距离与最近邻点之间的距离进行比较, 得出点空间分布特征, 可以有效揭示观测模式与随机模式的聚集或分散的基本特征^[20]。理论公式如下:

$$R = \frac{r_{\text{obs}}}{r_{\text{exp}}}; r_{\text{obs}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}; r_{\text{exp}} = 0.5 \sqrt{\frac{A}{n}} \quad (1)$$

式中: r_{obs} 为最近邻点平均距离观测值; r_{exp} 为最近邻点平均距离期望值; d_i 为 i 农村居民点最近邻点距离; n 为农村居民点总数; A 为研究区域面积。若 $R > 1$, 表明观测模式比随机模式分散; 若 $R < 1$, 表明观测模式比随机模式聚集。

1.1.2 Kernel 核密度 Kernel 核密度是非参数密度估计的一种统计法, 其基本原理: 通过对区域中要素点建立平滑圆形表面, 基于数学函数计算要素点到参考位置的距离, 并对参考位置的所有表面值进行求和, 最后建立这些点的峰值来创建平滑连续表面^[21]。理论公式如下:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K(d_i/h) \quad (2)$$

式中, $f(x, y)$ 为 (x, y) 位置的密度估计; n 为观测值; h 为平滑

收稿日期: 2016-09-28

基金项目: 中国博士后科学基金(编号: 2017M621834); 扬州大学博士后科研基金(编号: 137070213); 国家社会科学基金(编号: 14BSH036)。

作者简介: 张荣天(1987—), 男, 江苏南京人, 博士后, 助理研究员, 硕士生导师, 主要从事城乡发展与区域规划研究。E-mail: nnuzrr@163.com。

参数; K 为核函数; d_i 为 (x,y) 位置距第 i 个观测位置的距离。
1.1.3 空间韵律指数 空间韵律指数是景观生态学中重要的分析指标,可反映景观结构组成和空间配置某些特征^[10]。本研究重点选取了平均斑块面积(MPS)、斑块面积标准差

($PSSD$)、形状指数($SHAPE$)、分维指数($FRAC$)等空间韵律指数来反映丘陵区农村居民点景观空间分布及演变特征(表 1)^[22-23]。

表 1 空间韵律指数与内涵

指数	公式	内涵
平均斑块面积(MPS)	$MPS = \sum_{j=1}^n x_{ij} / n_i$	反映斑块平均规模程度, MPS 值越大表明斑块平均分布的规模越大
斑块面积标准差($PSSD$)	$PSSD = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[a_{ij} - \left(\frac{A}{N} \right) \right]^2} / N$	反映斑块规模与平均规模之间的差距, $PSSD \geq 0$, $PSSD$ 值越大,差距越大
形状指数($SHAPE$)	$SHAPE = E / \min(E_i)$	反映斑块形状,值越接近 1,表明斑块形状与方形越接近;值越大,形状越不规则
分维指数($FRAC$)	$FRAC = 2\ln(0.25E_i) / \ln A_i$	反映了斑块规则程度,值越大,说明斑块形状越不规则,破碎化程度越高

1.1.4 加权 Voronoi 图 采用 Voronoi 图变异系数 C_v 值对丘陵区农村居民点空间分布类型进行探讨,本研究将 Voronoi 图定义为给定平面上点集 $S = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$,通过如下公式进行分割^[24]:

$$T_i = x; d(x, p_i) < d(x, p_j); p_i, p_j \in S, p_i \neq p_j. \quad (3)$$

式中: d 为欧式距离; x 为集合 T_i 中的元素。Voronoi 图是对平面的一种剖分,在任意一个凸 Voronoi 多边形中,任意一个内点到该凸多边形的发生点 p_i 的距离都小于该点到其他任何发生点 p_j 的距离。其中,变异系数 C_v 值是 Voronoi 多边形面积的标准差与平均值比值,主要用来衡量空间变化程度。理论公式如下^[25]:

$$C_v = \text{标准差} / \text{平均值} \times 100\%。 \quad (4)$$

理论上, C_v 大于 64% 时,表明呈现集群空间分布; C_v 在 33% ~ 64% 时,表明呈现出随机空间分布; C_v 小于 33% 时,表明呈现出均匀空间分布。

1.2 数据来源

本研究数据来源于江苏省句容市 2014 年度土地利用变更基础数据,结合句容市研究区域土地利用实际特征,采用国家土地利用二级分类标准,将句容市土地利用现状数据划分为 9 大基本类型;并基于 ArcGIS 10.2 软件平台,将句容市农村居民点空间矢量数据单独提取出来,形成句容市农村居民点空间分布格局(图 2)。



图2 句容市农村居民点空间分布格局

2 丘陵区农村居民点空间格局特征

2.1 农村居民点 R 统计量分析

基于 ArcGIS 10.2 分析软件,首先提取出句容市面状农村居民点质心将其转为点状格式;其次,利用 GIS 中的 Near 工具分别计算出句容市各农村居民点之间的最近空间距离;最后,根据 R 统计量相应理论公式分别计算出句容市各乡镇的农村居民点的观测值、期望值、 R 统计量和标准化 Z 值等具体分析指标(表 2)。

表 2 句容市农村居民点分布的最近邻点统计量

区域	农村居民点数 (个)	R 统计量	标准误差	标准化 Z 值
宝华镇	66	0.23	5.34	-4.89
下蜀镇	85	0.27	6.57	-6.23
黄梅镇	127	0.32	7.88	-6.74
边城镇	98	0.36	3.21	-5.42
开发区	15	0.25	4.47	-8.51
华阳镇	145	0.63	8.29	-6.69
白兔镇	97	0.56	5.56	-10.46
茅山镇	134	0.55	10.25	-5.76
后白镇	212	0.61	9.04	-7.62
郭庄镇	146	0.52	6.23	-8.68
天王镇	186	0.58	7.58	-4.63
茅山风景区	147	0.42	5.87	-12.02

由表 2 可以看出:(1)总体上,句容市农村居民点的 R 统计量均小于 1,标准化 Z 值均小于 -1.96,表明句容市农村居民点空间分布聚集态势均较为显著,呈现出“集聚型”空间分布格局。(2)对比句容市各乡镇的 R 统计量,其中宝华镇、下蜀镇、茅山风景区等 R 统计量更趋近于 0,说明这几个乡镇的农村居民点空间分布聚集态势更显著,产生这种差异主要归结于句容市丘陵地貌景观主要分布在市域北部地区(下蜀镇、宝华镇等)及茅山风景区域之内,下蜀镇、宝华镇及茅山风景区的林地景观面积较大,分别占其镇域总面积的 20.45%、30.26%、44.24%,导致句容市北部地区乡镇受地形地貌条件的制约,满足农村居民点生产、生活条件的空间十分有限,其农村居民点空间布局呈相对集聚的态势。

2.2 农村居民点 Kernel 核密度分析

R 统计量指标揭示了句容市农村居民点整体属于集聚分布模式,这主要是从宏观上剖析农村居民点空间分布基本特征;但由于微自然环境不同,农村居民点空间分布存在一定差异,还需要进一步揭示更微观层面上的句容市农村居民点空

间分布格局特征。鉴于此,基于 ArcGIS 10.2 分析软件,将句容市农村居民点矢量数据转换成栅格数据,运用 Kernel 核密度分析法生成句容市农村居民点密度分布图,并通过 GIS 软件中的 Jenks 自然断裂点法将句容市农村居民点密度划分为 5 个等级区:低密度区(<0.419 个/ km^2),次低密度区($0.419 \sim 0.966$ 个/ km^2),中密度区($0.967 \sim 1.513$ 个/ km^2),次高密度区($1.514 \sim 2.205$ 个/ km^2),高密度区(>2.205 个/ km^2),并输出句容市农村居民点空间分布 Kernel 核密度图(图 3)。

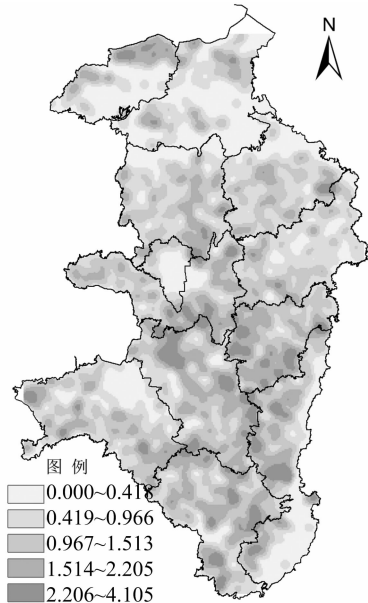


图3 句容市农村居民点分布 Kernel 核密度

通过图 3 可知:(1)总体上,句容市农村居民点空间分布的总体密度大致为 3.28 个/ km^2 ,说明整体上该市属于农村居民点空间分布密集区域,这与研究区地理特征关联密切;另外,句容市农村居民点空间密度分布呈现出显著的“南密北疏”特征。(2)句容市农村居民点空间分布低密度区主要分布在宝华镇、下蜀镇、茅山风景区;次低密度区主要分布在边城镇、白兔镇;中密度区主要分布在黄梅镇、郭庄镇;次高密度区主要分布在后白镇、天王镇;高密度区主要分布在华阳镇、茅山镇。句容市北部乡镇分布着大量林地景观,如句容林场、宝华山国家森林公园,导致其农村居民点分布相对稀疏;而南部乡镇整体上地势平坦,经济发展水平较高,农村居民均匀分布程度较高。

2.3 农村居民点空间韵律指数分析

通过平均斑块面积(MPS)、最大斑块指数(LPI)、分维指数(FRAC)、形状指数(SHAPE)等空间韵律指数来分析句容市农村居民点空间分布规律。句容市华阳镇、白兔镇及后白镇等乡镇农村居民点平均斑块面积(MPS)较大,数值在[5.18,7.02]之间变化;宝华镇、下蜀镇等乡镇农村居民点平均斑块面积较小,数值在[2.35,3.28]之间波动。另外,句容市中部及南部乡镇 LPI 值较大,数值在[0.24,0.54]之间变化;句容市北部地区的宝华镇、下蜀镇等乡镇最大斑块 LPI 值相对较小,数值在[0.06,0.14]之间变化(表 3),表明句容市中部、南部地区农村居民点规模较大,而北部地区农村居民点规模较小。

句容市农村居民点形态分布规则程度也呈现“南北分

异”特征,即句容市中部、南部乡镇农村居民点空间分布形态较规则,而北部乡镇农村居民点空间分布形态相对疏散。整体上,句容市各乡镇的农村居民点斑块分维数 FRAC 数值在[1.01,1.18]之间波动;句容市中部及南部地区华阳镇、白兔镇、后白镇及天王镇等乡镇的农村居民点斑块分维数 FRAC 值较小,数值在[1.01,1.07]之间变化;而句容北部地区下蜀镇、宝华镇等乡镇农村居民点分维数 FRAC 值则较大,数值在[1.15,1.18]之间变化,表明句容市北部乡镇农村居民点形态不规则性程度要高于中部及南部地区乡镇。另外,句容市北部地区下蜀镇、宝华镇等乡镇农村居民点形状指数 SHAPE 值则相对较大,数值在[1.67,1.78]之间变化;而句容市南部地区天王镇、郭庄镇、后天镇等乡镇农村居民点形状指数 SHAPE 值则相对较小,数值在[1.05,1.22]范围波动(表 3),通过形状指数 SHAPE 进一步论证了句容市农村居民点空间分布呈“南北分异”的基本特征。

表 3 句容市农村居民点空间韵律指数

区域	MPS	LPI	FRAC	SHAPE
宝华镇	2.35	0.06	1.18	1.78
下蜀镇	3.28	0.14	1.15	1.73
黄梅镇	3.65	0.15	1.08	1.67
边城镇	4.34	0.18	1.12	1.65
开发区	4.89	0.21	1.05	1.52
华阳镇	7.02	0.24	1.07	1.55
白兔镇	6.53	0.28	1.06	1.46
茅山镇	6.08	0.35	1.05	1.35
后白镇	5.18	0.39	1.04	1.22
郭庄镇	5.54	0.45	1.02	1.17
天王镇	5.67	0.54	1.01	1.05
茅山风景区	5.28	0.48	1.03	1.08

3 丘陵区农村居民点布局优化研究

基于 ArcGIS 10.2 软件 Weighted Voronoi Diagram 扩展分析模块,将句容市农村居民点生成无权重的普通 Voronoi,再将农村居民点区位条件分值平方根为权重值,进一步得到农村居民点的加权 Voronoi 图,以此作为丘陵区农村居民点空间布局优化调整的基本依据。另外,结合句容市丘陵区地域的实际特征,将句容市农村居民点布局优化划分为城镇转化型、重点发展型、保留发展型、优先整治型等 4 种类型。

3.1 城镇转化型

通过 ArcGIS 10.2 软件邻域分析中缓冲区分析,将位于建制镇 2.5 km 临近区范围内农村居民点划为城镇转化型,这一类型农村居民点数量为 366 个,总面积为 32.65 hm^2 ,占句容市总面积 27.21%。该类型是指分布在县城、中心镇边缘及主要交通干线附近的农村聚落。优化布局具体思路:将靠近句容市建成区或中心镇区的农村居民点纳入城镇规划体系中,积极引导农村居民点用地向城镇居民小区类型转变,加大交通等基础设施建设,强调内部用地的功能分区,形成全方位、多层次的用地格局。

3.2 重点发展型

将距离建制镇范围超过 2.5 km,影响范围超过 60 hm^2 ,且区位条件为优等级、较优等级农村居民点界定为重点发展

型,这一类型农村居民点数量为 447 个,总面积为 35.88 hm²,占句容市总面积 29.91%。该模式主要是指距离城镇中心较远、规模较大、交通区位及经济发展水平较好的农村聚落。优化布局思路:将句容市各乡镇规模较小、条件差的农村居民点就近搬迁至中心村,重点进行市域范围内的中心村建设;并完善各中心村的基础及公共服务设施,立足各中心村资源优势,发展及壮大特色产业,吸引周边小自然村向中心村集聚。

3.3 限制发展型

除城镇转化型和重点发展型以外,将其他区位条件为优、较优和一般等级且空间影响范围 < 60 hm² 的农村居民点予以保留,但控制其规模发展,不宜进行扩建,这一类型农村居民点数量为 349 个,总面积为 28.09 hm²,占句容市总面积 23.41%。优化布局具体思路:在原有农村居民点空间格局稳定的前提下,对该类型农村居民点进行复建及合理开发,通过推进农村居民点整治建设、充分挖掘村庄的内部用地潜力,并实现村庄尤其是空心村用地有效“减肥”,提升丘陵区农村居民点用地集约利用水平。

3.4 异地搬迁型

除上面 3 个优化类型外,其余均为异地搬迁型,这一类型农村居民点数量为 296 个,总面积为 23.36 hm²,占句容市总面积 19.47%。这一类型农村居民点多位于市域居民点适宜性等级较差的地区,耕地资源短缺、交通不便利及村民多外出务工。优化布局具体思路:逐步进行异地迁移,可采取城镇安置、中心村安置、小村并入大村及建设独立新村等多途径进行搬迁;另外,对置换出来的老宅基地采取复垦还林、还耕等措施,不断改善市域生态环境;同时,要注意处理好搬迁后农民的生计、就业以及社会保障等问题。

4 结论与讨论

本研究基于 GIS 空间分析平台,综合运用 *R* 统计量、Kernel 核密度、空间韵律指数及 Voronoi 图等方法,以句容市为例,对我国丘陵区农村居民点空间格局及布局优化进行了探讨。结论如下:句容市农村居民点分布的 *R* 统计量小于 1,空间分布表现为集聚分布,并且市域北部乡镇集聚程度高于南部乡镇;通过农村居民点 Kernel 核密度分析得到句容市农村居民点空间密度分布呈“南密北疏”特征;通过空间韵律指数分析得到句容市农村居民点形态、规模分布规则程度也呈“南北分异”特征,句容市南部乡镇农村居民点形态规则程度要高于北部乡镇。结合农村居民点区位分布特征,基于加权 Voronoi 图,将句容市农村居民点布局划分为 4 种模式:农村城镇化型、重点发展型、限制发展型、整体搬迁型,其中城镇转化型占 27.21%、重点发展型占 29.91%、限制发展型占 23.41%、异地搬迁型占 19.47%;并针对这 4 种模式提出具体优化策略及建议。

需要指出的是,笔者仅研究了丘陵区农村居民点现状空间格局特征,忽视了长时间尺度农村居民点空间格局演化规律分析,因此长时间尺度丘陵区农村居民点格局演化及其驱动机理需要深入研究;只初步分析了丘陵区典型地句容市的农村居民点特征,在今后研究中,可开展丘陵区不同地域农村居民点空间格局及优化调控对比性研究。

参考文献:

- [1] 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及现今趋向[J]. 地理学报, 1988, 43(4): 311–317.
- [2] 张文奎. 人文地理学概论[M]. 吉林长春: 东北师范大学出版社, 1987.
- [3] 阿·德芒戎. 人文地理学问题[M]. 北京: 商务印书馆, 1993.
- [4] 白吕纳, 任美镔, 李旭旦译. 人地学原理[M]. 江苏南京: 钟山书局, 1935.
- [5] Cater J, Jones T. Social geography: an introduction to contemporary issues[M]. London: Edward Arnold, 1989.
- [6] John L. Progress in rural geography [J]. The Professional Geographer, 1983, 36(1): 124–125.
- [7] 周心琴, 张小林. 我国乡村地理学研究回顾与展望[J]. 经济地理, 2005, 25(2): 285–288.
- [8] 王成新, 姚士谋, 陈彩虹. 中国农村聚落空心化问题实证研究[J]. 地理科学, 2005, 25(3): 257–262.
- [9] 龙花楼, 李裕瑞, 刘彦随. 中国空心化村庄演化特征及其动力机制[J]. 地理学报, 2009, 64(10): 1203–1213.
- [10] 周伟, 曹银贵. 三峡库区近 30 年农村居民点格局变化与特征分析[J]. 农业工程学报, 2011, 27(4): 294–300.
- [11] 梁会民, 赵军. 基于 GIS 的黄土塬区居民点空间分布研究[J]. 人文地理, 2001, 16(6): 81–83.
- [12] 马利邦, 郭晓东, 张启媛. 甘谷县乡村聚落时空布局特征及格局优化[J]. 农业工程学报, 2012, 28(13): 217–225, 299.
- [13] 姜广辉, 张凤荣, 秦静, 等. 北京山区农村居民点分布变化及其与环境的关系[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 85–92.
- [14] 李红波, 张小林. 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(4): 438–446.
- [15] 孙寅亮. 南京地区乡村聚落空间分类特征研究[D]. 南京: 南京工业大学, 2013.
- [16] 李玉华, 高明, 吕煌. 重庆市农村居民点分形特征及影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(12): 225–232.
- [17] 赵思敏, 刘科伟. 欠发达地区农村居民点体系重构模式研究——以咸阳市为例[J]. 经济地理, 2013, 33(8): 121–127.
- [18] 张荣天, 张小林, 李传武. 镇江市丘陵区乡村聚落空间格局特征及其影响因素分析[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(3): 272–278.
- [19] 陈永林, 谢炳庚. 江南丘陵区乡村聚落空间演化及重构——以赣南地区为例[J]. 地理研究, 2016, 35(1): 184–194.
- [20] 毛政元, 李霖. 空间模式的测度及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [21] 李胜坤, 张毅, 闫欣. 基于 GIS 的秦巴山区乡村聚落空间格局研究[J]. 农业现代化研究, 2014, 35(6): 780–785.
- [22] 张荣天, 张小林, 李传武. 镇江市土地利用景观格局分析[J]. 经济地理, 2012, 32(9): 132–137.
- [23] 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.
- [24] 刘善开, 韦素琼, 陈松林, 等. 基于 Voronoi 图的农村居民点空间分布特征及其整理潜力评价[J]. 资源科学, 2014, 36(11): 2282–2290.
- [25] 刘仙桃, 郑新奇, 李道兵. 基于 Voronoi 图的农村居民点空间分布特征及其影响因素研究——以北京市昌平区为例[J]. 生态与农村环境学报, 2009, 25(2): 30–33, 93.