

苏北地区乡村聚落的空间格局

李全林¹, 马晓冬^{2*}, 沈 一²

(1. 宿迁学院, 江苏宿迁 223800; 2. 徐州师范大学区域与城市研究中心, 徐州 221009)

摘要: 基于苏北地区 2008 年卫星遥感影像, 通过运用空间插值、空间关联指数、空间变差函数等空间测度模型, 深入分析了苏北地区乡村聚落的空间格局特征。结果表明: 在空间分布上, 苏北地区乡村聚落具有“南密北疏”的特征; 在规模分布上, 苏北地区乡村聚落表现出很强的空间自相关性, 并出现高值簇的空间集聚, 其主要集中于徐州、连云港和宿迁等地, 总体上呈现“南低北高”的空间分布特征; 在形态分布上, 苏北地区乡村聚落形态的空间分布格局具有较好的连续性和稳定性。空间分异格局中的随机成份较低, 而由空间自相关引起的结构化分异则较为显著。从不同方向来看, 苏北地区乡村聚落形态分布表现出一定的各向异性, 其中东南—西北方向的乡村聚落形态呈现出明显的阶梯状分布特征, 自东南向西北, 聚落形态具体表现为由带状、长矩形、矩形到方形或不规则团块状的渐进性演变。总体来看, 苏北地区乡村聚落的空间格局具有明显的空间依赖性。

关键词: 乡村聚落; 空间格局; 苏北地区

文章编号: 1000-0585(2012)01-0144-11

乡村聚落是指一定规模与从事农业生产密切相关的人群, 在一定地域范围内集中居住的现象、过程与形态^[1]。乡村聚落研究一直是乡村地理学研究的核心, 也是人地关系地域体系研究的重要领域之一^[2]。乡村聚落的研究不仅有利于合理规划土地和布局居民点, 还可以揭示聚落形式与环境、生产之间的关系^[3]。西方学者对乡村聚落的系统研究始于 19 世纪 20 年代, 研究内容大体经历了乡村聚落与自然环境的关系研究^[4]、乡村聚落空间体系的研究^[5,6]、乡村聚落的社会学研究^[7,8]、乡村聚落的格局演化研究^[9,10]、乡村聚落的行为学研究^[11]等阶段性演化。总体上呈现出由简单向综合、从定性描述到定量分析, 由空间分析向人文社会范式转变的发展过程。相比之下, 国内学者对乡村聚落的研究起步较晚。20 世纪 30 年代以后, 其研究热点才不断增多, 研究内容主要集中在乡村聚落的区域研究、乡村聚落地理研究、农业土地利用和区划研究等方面^[12]。改革开放以后, 经济社会转型使我国乡村地区发生巨大变化, 乡村聚落形成、乡村聚落体系、乡村聚落形态与类型的研究得到较大发展^[13]。1990 年代以来, 随着我国改革的继续深入和经济的飞速发展, 以及城乡统筹与建设社会主义新农村等政策的实施, 乡村发生着巨大的变化。学者们关注的焦点开始转向乡村城市化、乡村聚落空间结构、城乡一体化、乡村聚落景观^[12]、乡村聚落演变^[14]以及乡村聚落“空心化”^[15]等方面的研究。近年来, 乡村聚落空间格局

收稿日期: 2011-05-20; 修订日期: 2011-07-27

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41071116); 教育部人文社科项目 (09YJC790225)

作者简介: 李全林 (1981-), 男, 山东齐河县人, 讲师, 硕士, 主要从事人文地理学、GIS 应用教学与研究。

E-mail: quanlinli1113@163.com

通讯作者: 马晓冬 (1971-), 男, 江苏徐州人, 教授, 博士, 主要从事城乡规划与 GIS 应用研究。

E-mail: xiaodgma@163.com

的研究又逐渐成为学者们研究的热点, 研究方法开始注重 RS 与 GIS 的利用^[16], 但其尚处于聚落形态信息的提取与时相比较层面^[17]。另外, 研究区域也多局限于山区^[18]、城郊^[19]和少数民族地区^[20], 且研究尺度一般较小, 对大尺度空间地域的研究相对缺乏。苏北地区地处江苏省北部, 经济欠发达, 但农业生产条件好、土地开发强度高、乡村聚落密集, 区内受自然环境、历史条件等因素的影响, 形成了乡村聚落的多样化空间格局。本文利用苏北地区的卫星遥感影像, 解译获取乡村聚落的空间矢量数据, 通过 GIS 空间分析与模式发现的方法, 深入挖掘苏北地区乡村聚落的空间格局特征, 以期揭示乡村聚落空间分布的一般性规律和特征, 为社会主义新农村建设提供参考。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

苏北地区位于江苏省北部, 地处长三角与环渤海湾经济区过渡地段, 包括徐州、淮安、盐城、连云港、宿迁五个省辖市, 共 40 个县(区、市)、554 个(乡)镇, 土地总面积 5.44 万 km²。该区地处黄淮平原东南部, 地形主要以坦荡的平原为主, 除东北部沿海和西北部有海拔不高的群山丘陵外, 其余地区地势较为低洼, 且湖荡水网密布, 淮河、沂沭河和京杭运河纵横交错。截止 2009 年, 全区总人口 3015.02 万人, 其中农村人口 2492.59 万人, 共有行政村 8162 个, 自然村 76205 个, 耕地面积达 267.48 万 hm²。全区实现国内生产总值 7196.89 亿元, 粮食总产量 2184.79 万 t, 其中农业总产值 1099.95 亿元, 农民人均总收入 9069 元, 农民人均粮食产量 1155.11 kg。苏北地区虽是江苏省的经济欠发达地区, 但农业经济在全省一直占有举足轻重的地位。

1.2 数据来源

选用 2008 年的 SPOT 2/4 卫星遥感影像(全色, 10 m 空间分辨率)和 Landsat TM 卫星遥感影像(多光谱, 30m 空间分辨率)的融合影像。以 2000 年江苏省 1:5 万地形图为准, 对其影像进行几何校正、坐标配准, 并经解译、矢量化处理, 提取苏北地区乡村聚落用地边界, 作为本次研究的主要数据源。需要指出的是该用地边界是村庄内部的建设用地边界, 并非村庄的外部边界。

1.3 研究方法

1.3.1 空间关联指数 采用 Moran's I 、Getis-Ord General G 和 Getis-Ord G_i^* 来分别测度全局的和局域的空间关联特征。前两者主要用于探测整个研究区的空间关联结构模式; 后者用于识别不同空间位置上的高值簇和低值簇的空间分布特征^[21,22]。

(1) Moran's I 指数

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (1)$$

式中: X_i 为区域 i 的观测值, W_{ij} 为空间权重矩阵, 空间相邻为 1, 不相邻为 0, S^2 为

$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n$ 。对 Moran's I 结果进行统计检验, 采用 z 检验:

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \quad (2)$$

其中 $E(I)$ 为数学期望, $Var(I)$ 为变数。

在给定显著性水平时, 若 Moran's I 显著为正, 则表示观测值之间存在显著的正相关, 高值与高值集聚或者低值与低值集聚。反之, 若 Moran's I 显著为负, 则表示观测值之间存在显著的负相关, 高值与低值集聚。当 Moran's I 接近期望值 $-1/(n-1)$ 时, 表明不存在空间自相关, 观测值在空间上随机分布, 此时数据满足传统统计分析所要求的独立、随机分布假设。

(2) Getis-Ord General G

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}(d) X_i X_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j} \quad (3)$$

式中: $W_{ij}(d)$ 为以距离规则定义的空间权重, 同样空间范围相邻为 1, 不相邻为 0, X_i 和 X_j 是 i 区域和 j 区域的观测值。

在空间不集聚的假设下, $G(d)$ 的期望值 (Expected General G) 为:

$$E(G) = \frac{W}{n(n-1)} \quad (4)$$

在正态分布的条件下, $G(d)$ 的统计检验值为:

$$Z(I) = \frac{G - E(G)}{\sqrt{Var(G)}} \quad (5)$$

当 $G(d)$ 值高于 $E(d)$ 值, 且 Z 值显著时, 检测区出现高值簇; 当 $G(d)$ 值低于 $E(d)$ 值, 且 Z 值显著时, 检测区出现低值簇, 当 $G(d)$ 趋近于 $E(d)$ 时, 检测区变量呈现出随机分布的特征。

(3) Getis-Ord G_i^*

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}(d) X_j}{\sum_{j=1}^n X_j} \quad (6)$$

便于解释和比较, 对 $G_i^*(d)$ 进行标准化处理:

$$Z(G_i^*) = \frac{G_i^* - E(G_i^*)}{\sqrt{Var(G_i^*)}} \quad (7)$$

式中: $E(G_i^*)$ 和 $Var(G_i^*)$ 分别是 G_i^* 的数学期望和方差, $W_{ij}(d)$ 是空间权重, 权重的计算方法如同 Getis-Ord General G 。如果 $Z(G_i^*)$ 为正, 且显著, 表明位置 i 周围的值相对较高 (高于均值), 属高值空间集聚; 反之, 如果 $Z(G_i^*)$ 为负, 且显著, 则表明位置 i 周围的值相对较低 (低于均值), 属低值空间集聚。

1.3.2 空间变差函数 空间变差函数也称半变异函数, 是一个关于数据点的半变异值与数据点间距离的函数, 也是描述区域化变量随机性和结构性特有的基本手段^[23], 假设区域化变量 $Z(x)$ 和 $Z(x+h)$ 分别是空间域 V 上的变量 Z 在位置 x 和 $x+h$ 上的观测值。在内蕴假设下, 上述期望值 $E[Z(x) - Z(x+h)]^2$ 仅仅依赖于分割它们的向量 h (距离 $|h|$ 和方向 a), 而与所考虑的点 x 在 V 内的位置无关。因此, 半变异函数是在任一方向 a , 相距 $|h|$ 的两个区域化变量 $Z(x)$ 和 $Z(x+h)$ 的增量的方差, 它是向量 h 的函数, 其公式为:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E[Z(x) - Z(x+h)]^2 \quad (8)$$

半变异函数一般用方差图来表示, 它是一定滞后距 h 的变异函数值 $g(h)$ 与该 h 的对应图 (图 1)。距离是方差图的最重要特征; 另一特征量是方向, 即各向同性和各向异性。

变程 a 反映了数据的空间相关距离。当 $a > 0$ 时, 如果两点间的间隔 $|h| \leq a$, 两点处的个体是相互影响的。相反, 两处则互不影响。不同方向的 a 值反映不同方向的影响范围。且 a 值不受样方大小的影响, 如果相对尺度发生变化, a 的绝对大小是固定的。另外, C_0 值的大小反映了变化的幅度, $C_0 \rightarrow 0$ 反映连续变化, C_0 越大变化幅度越大, 块金系数 $C_0 / (C_0 + C)$, 反映这种变化程度。

对于观测数据 $Z(x_i)$ ($i=1, 2, 3, \dots, n$), 要得到 $g(h)$ 的表达式, 首先要计算样本方差函数值:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (9)$$

$\gamma^*(h)$ 为实验变异函数 (experimental variogram), N

(h) 是相距 h 的样本点对的个数。可用 $\gamma^*(h)$ 的值拟合 $\gamma(h)$ 模型, 常用的拟合模型有线性模型、指数模型、球状模型、高斯模型、幂函数模型、抛物线模型等。

表征变差函数的另一重要参数是分维数, 其数值由变异函数 $\gamma(h)$ 和间隔距离 h 之间的关系来确定:

$$2\lambda(h) = h^{(4-2D)} \quad (10)$$

分维数 D 是双对数直线回归方程中的斜率, 它是一个无量纲数。分维数 D 的大小, 表示变异函数的曲率, 可以作为随机变异的度量。利用分维数分析, 可以对不同变量之间空间自相关的强度进行比较, 其值越接近 2, 表明空间分布越均衡。

1.3.3 景观形状指数 景观形状指数 (Landscape Shape Index, LSI) 用于分析乡村聚落斑块的形状与相同面积的正方形相比, 其形态的复杂程度^[24]。公式如下:

$$LST = \frac{0.25P}{\sqrt{A}} \quad (11)$$

式中, A 为聚落斑块的面积; P 为聚落斑块的周长。LSI 代表斑块形状与正方形相差的程度。正方形斑块该指数的值为 1, 指数值越大, 表示斑块形状与正方形相差越大, 斑块形状越长。当数值超过 3 时, 斑块形状呈现为带状。

1.3.4 斑块面积标准差 斑块面积标准差 (Patch Size Standard Deviation, PSSD) 是指每一斑块面积与平均斑块面积之差的平方总和除以斑块总数, 然后开方, 再乘以 10^6 。斑块面积标准差越大, 说明乡村聚落斑块规模与平均规模之间的差距越大, 取值范围: $PSSD \geq 0$ 无上限^[24]。计算公式为:

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [a_{ij} - [\frac{A}{N}]]^2}{N}} \times 10^6 \quad (12)$$

式中, A 为研究区总面积; a_{ij} 为聚落斑块 ij 的面积; N 为斑块总数。

1.4 技术路线

本文基于 2008 年的苏北地区乡村聚落的遥感解译数据, 通过构建表征乡村聚落分布格局的空间变量, 分别运用空间插值、空间关联模型 Getis-Ord G 、空间变差函数 Variogram 等方法来揭示苏北地区乡村聚落的空间格局特征 (图 2)。

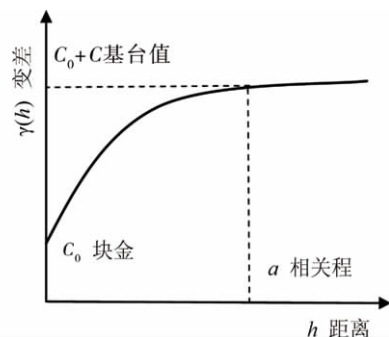


图 1 理论方差图

Fig 1 Model variogram

2 乡村聚落的空间分布特征

利用 ArcGIS 9.3 软件中的 Feature To Point 模块,提取聚落斑块的中心点,采用 Kernel 方法生成苏北地区乡村聚落分布的密度图(图 3),可以发现以下特征:(1)苏北地区乡村聚落整体分布较为稀疏,平均密度仅为 3.97 个/ km^2 ,低于江苏省的平均水平 4.98 个/ km^2 。但其又存在显著的空间差异性,总体上呈现“南密北疏”的空间分布格局。其中,在苏北中南部地区乡村聚落非常密集,然后向周边区域呈阶梯状稀疏。(2)苏北中南部的淮阴区、涟水县、阜宁县为苏北地区乡村聚落的高密度分布地区,平均密度达到 10.50 个/ km^2 。其中,在涟水县西北部、阜宁县东南部以及淮阴区与涟水县的接壤处,形成三个密度超过 12 个/ km^2 的乡村聚落密集核心区。

这是因为该区为古黄河决口冲积扇,历史上黄河经常泛滥,造成大量村庄密集于黄河故道地区。(3)苏北沿海地区的射阳县西南部和东台市中西部形成次一级的乡村聚落密集区,密度值均在 9.33~12.45 个/ km^2 之间,乡村聚落分布分别表现出带状和点状集群的特征。这主要是因为该区地形为广阔的平原,河网较为密集,乡村聚落沿河岸两侧集中分布造成的。(4)在广大徐州地区、连云港北部、宿迁市区北部和沭阳县西北部地区,由于该区地势平坦,河网稀疏,农业生产类型主要以传统旱作农业为主,耕作半径较大,这使得乡村聚落分布较为稀疏。此外,洪泽湖南部地区乡村聚落也较为稀疏,这是因为该区地形主要以低山丘陵为主,受地形和土地资源的限制,乡村聚落分布较为分散。总体来看,这些地区的乡村聚落密度均在 1.56 个/ km^2 左右,低于苏北地区平均水平近 2.5 倍,属于苏北地区乡村聚落分布较为稀疏的地区。

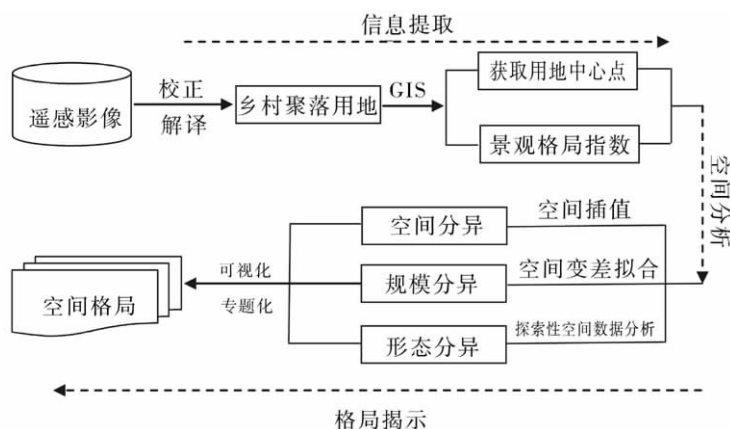


图 2 技术路线

Fig 2 The technical route in the study

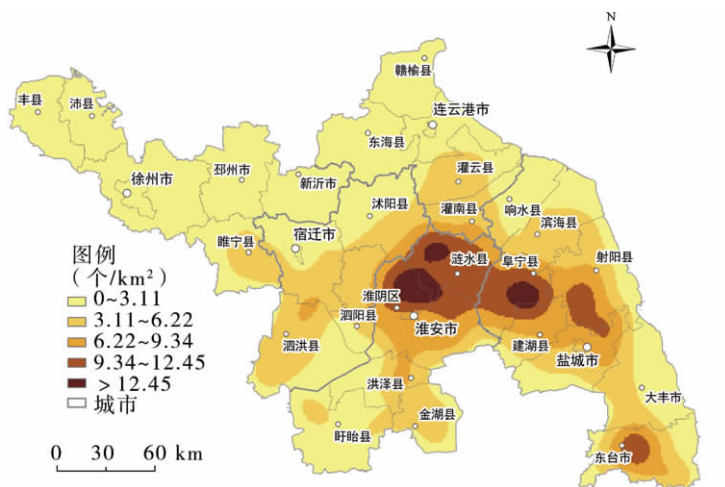


图 3 苏北地区乡村聚落分布密度图

Fig 3 The density of rural settlements in northern Jiangsu

3 乡村聚落的规模分布特征

由于景观尺度的分析结果取决于输入像元的大小^[25]，因此本文对苏北地区的乡村聚落数据统一重采样为 30m×30m 栅格单元，这既保持了景观类型的细节信息，又避免了由于输入像元过小所带来的景观噪声点过多的问题^[26]。利用该数据，分别计算各个（乡）镇的乡村聚落斑块面积标准差 PSSD，并以此为变量来计算苏北地区乡村聚落规模的全局空间关联指数 Moran's I 、Getis-Ord General G 和局域空间关联指数 Getis-Ord G_i^* ，其中将局域空间关联指数空间化，用 Jenks 最佳自然断裂法对局域 G_i^* 统计量按从高到低分成四类，生成苏北地区乡村聚落规模分布格局的热点地图，分析结果如图 4、图 5 和表 1。

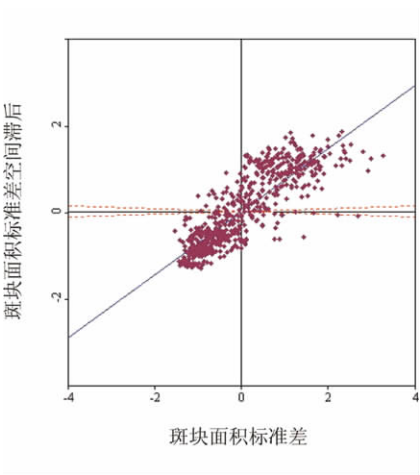


图 4 苏北地区乡村聚落斑块面积标准差 Moran 散点图

Fig 4 Moran scatter plot for PSSD of rural settlements in northern Jiangsu

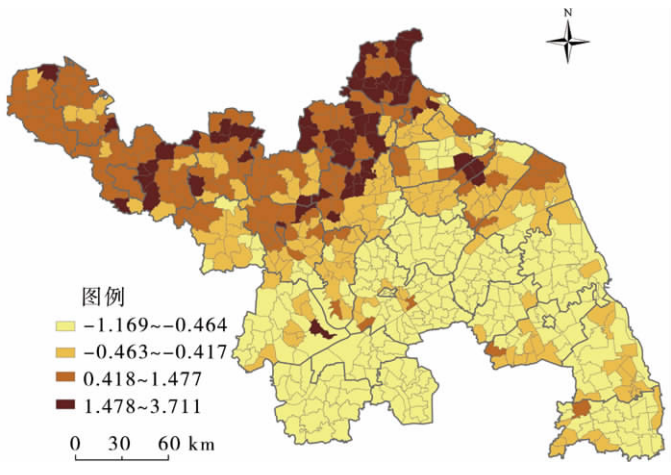


图 5 苏北地区乡村聚落斑块面积标准差的局域 Getis-Ord G_i^* 分异

Fig 5 Local Getis-Ord G_i^* for PSSD of rural settlements in northern Jiangsu

表 1 苏北地区乡村聚落斑块面积标准差的 Moran' s I 和 General G 估计值

Tah 1 Estimation of Moran' s I and General G for PSSD of rural settlement in northern Jiangsu

名称	Moran' s I	$E(I)$	$Z(I)$	$G(d)$	$E(d)$	$Z(d)$
参数值	0.7049	-0.0016	27.0892	0.0024	0.0016	24.9273

通过图表可以发现：（1）苏北地区乡村聚落斑块面积标准差的 Moran's I 指数显著为正，且检验结果也较为显著，这表明苏北地区乡村聚落的规模分布存在明显的空间集聚特征。从乡村聚落斑块面积标准差的数据点分布来看，第一、第三象限的数据点较第二、第四象限的数据点多，也就是说乡村聚落规模大的地区与规模小的地区均呈现空间集中分布，区域化分异的结构性特征明显。（2）Moran's I 指数只能用来表明属性值之间的相似程度以及在空间上的分布模式，并不能区分是高值的空间集聚还是低值的空间集聚，本文引用 General G 统计量则可以识别这两种不同情形的空间集聚^[22]。苏北地区乡村聚落斑块面积标准差的全局 G 统计指标的观测值 $G(d)$ 大于期望值 $E(d)$ ，且检验显著，说明检测区高值的集聚现象较为显著，也就是说苏北地区乡村聚落规模分布出现多个高值簇

区。(3)通过局域的空间关联测度(图5),从苏北地区乡村聚落规模的高值聚簇区和低值聚簇区的空间分布中,可以看出:苏北地区乡村聚落规模分布存在明显的空间分异,呈现“南低北高”的空间分布格局。从高值簇区的空间分布来看,绝大多数集中于徐州、连云港和宿迁等地,而广大淮安和盐城地区,大多处于低值簇区。这说明在苏北地区乡村聚落规模的分布格局中,广大徐州、连云港和宿迁等地区的乡村聚落规模较大。这是因为该区域虽然地形比较复杂,广阔平原与低山丘陵并存,但后者范围狭小,绝大多数乡村聚落分布于平原地区。该区耕地面积广阔,农业生产以耕作粗放的旱作为主,又加之河网稀疏,致使乡村聚落产生集中的倾向,造成规模较大的乡村聚落的出现。相对而言,淮安和盐城地区的乡村聚落规模较小,这主要是由于该区河网相对密集,历史上农民为防止洪涝灾害,将住宅沿河岸两侧高地建设,这极大限制了乡村聚落集聚发展,致使该区乡村聚落规模均较小。进一步分析发现,除少数几个高值区由于自身规模较大,形成非聚簇的高值“孤立点”之外,其余均呈团状集聚分布。同时,次高值簇区出现连续分布的现象,特别是在除睢宁县以外的广大徐州地区、宿迁西北部以及连云港西北部地区成片粘合。而宿迁南部、盐城和淮安绝大部分地区,出现了低值区的连片分布现象。这说明苏北地区乡村聚落规模分布具有明显的集中性和等级性特征。

4 乡村聚落的形态分布特征

变差函数拟合模型可以很好地表达地理变量的空间变异性与空间相关性^[27]。本文依然利用上一节研究数据,分别计算各个(乡)镇的形状指数 LSI ,并将其作为计算变差函数的空间变量赋予每个乡镇空间单元的几何中心点。将采样步长定为 5000m ^[27],分别计算实验变差函数,对样点数据采用球体模型、高斯模型、指数模型、线性模型等模型进行拟合。并通过比较标准差、相关程、阈值等参数,最终选择拟合度最高的模型,计算不同方向上的分维数,同时对样点数据进行Kriging插值,拟合结果如表2、表3和图6、图7。

表 2 苏北地区乡村聚落形态分布格局的变差拟合模型参数

Tab. 2 The parameters of variogram model on spatial pattern for shape of rural settlements in northern Jiangsu

名称	变程 (a)	基台值 ($C+C_0$)	块金值 (C_0)	块金系数 $C_0/(C+C_0)$	拟合模型 (Model)	决定系数 (R^2)
参数值	109700	0.526	0.200	0.380	球状模型	0.887

表 3 苏北地区乡村聚落形态分布格局的变差函数分维数

Tab. 3 The fractal of variogram on spatial pattern for shape of rural settlements in northern Jiangsu

名称	全方向		南—北		东北—西南		东—西		东南—西北	
	D	R^2	D	R^2	D	R^2	D	R^2	D	R^2
参数值	1.880	0.744	1.856	0.699	1.973	0.019	1.779	0.160	1.811	0.920

通过图表可以发现:(1)由实验变异函数测度得出的基台值、块金值和块金系数来看,苏北地区乡村聚落形态存在明显的空间差异,其基台值($C+C_0$)为0.526,而块金值 C_0 仅为0.2,块金值与基台值之比(块金系数)也只有0.38,这表明苏北地区乡村聚落形态的空间分异既受结构性因子影响又受随机因素的影响,但由空间相关引起的结构化分异机理对其影响更为显著。进一步分析空间变程 a 发现,苏北地区乡村聚落的形状指数

的空间变程高达 109700m，可见其形态分布的结构化空间梯度引起空间关联效应的作用范围较大，其形态分布又呈现出一定的集中性特征。

(2) 通过最小二乘法选择的空 间 变 差 拟 合 模 型 为 球 状 模 型，其 回 归 系 数 达 到 了 0.887，拟合效果较为理想，这说明苏北地区乡村聚落形态的空间分布格局具有较好的连续性和稳定性，且其分布的集聚性较强。

(3) 从变差函数在不同方向的变化趋势来看，苏北地区乡村聚落形态分布表现出一定的各向异性，变差图在 0°、45°、90°、135°四个方向上的形态存在明显的差异。进一步从变差函数的分维数来看，全方向的分维数为 1.88，其决定系数为 0.744，拟合程度较好，可见苏北地区乡村聚落形态分布的均质程度不高。从四个方向上的分维数来看，南—北、东北—西南方向的维数值较高，分别达到了 1.856 和 1.973，而东—西、东南—西北方向的维数值相对不高，这说明南—北、东北—西南方向乡村聚落形态分布的均质性相对较好，空间差异较小，相对而言，东—西、东南—西北方向乡村聚落形态分布的空间差异程度较大。

(4) 从 Kriging 插值 3D 拟合图上可以看出，在各个方向上的半变异函数曲线走势均具有一定的规律性，表明苏北地区乡村聚落形态

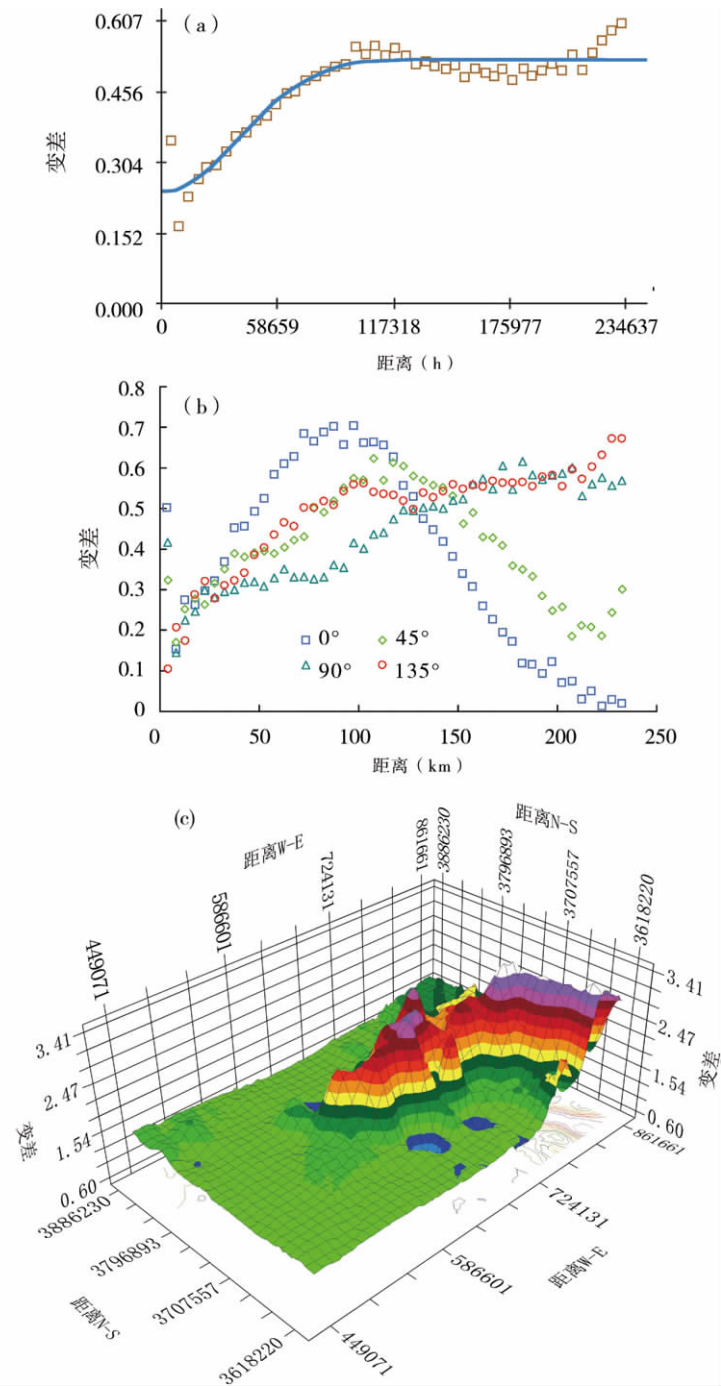


图 6 苏北地区乡村聚落形态变差函数图
(a) 同向方差图；(b) 各向异性；(c) Kriging 3D 图
Fig 6 Variogram on spatial pattern for shape
of rural settlements in northern Jiangsu
(a) variogram; (b) anisotropy; (c) Kriging 3D

分布随距离的变化在各个方向上都呈现出一定的空间自相关性。拟合图总体上呈现出以东南向为顶点向周边倾斜的坡形结构,距离东南向越远,高度越低,表明苏北地区乡村聚落形态分布的空间结构性差异明显。进一步分析发现,在拟合图中部出现了一个隆起带,这使得东南—西北方向呈现出明显的阶梯状分布,表明在该方向乡村聚落形态分布具有一定的渐变性。结合图 7 分析发现,这种渐变性具体表现为:在东南部广大盐城地区,因河网密集,致使乡村聚落沿河道伸展,加之受河堤宽度的限制,造成了乡村聚落沿河道呈带状延伸的形态。到淮安东北部、连云港东南部,历史上农民为避免洪水灾害,乡村聚落也出现沿河岸高地布局的现象,但聚落长度与盐城地区相比明显变短,聚落形态也由带状逐渐变为较长的矩形,至宿迁中部及东北部,聚落长度进一步变短,聚落形态以矩形为主。到广大徐州地区聚落形态逐渐过渡为方形或不规则团块状。这是由于该区地势平坦,乡村聚落受地形条件影响较小,乡村聚落呈集聚式布局的缘故。结合 Kriging 插值 3D 拟合图和图 7 又发现,在东北向、西南向地势较为低平,这说明在宿迁和淮安的西南部、以及连云港北部地区,聚落形态均以方形或不规则团块状为主。但它们的形成机理却各不相同,连云港北部地区的地形以平原为主,乡村聚落受其制约较小,这与徐州地区乡村聚落的形成机理相似。而在宿迁、淮安的西南部地区,地形主要以岗地和低山丘陵为主,受地形条件的制约,乡村聚落布局分散,规模较小,其形态多为不规则团块状。

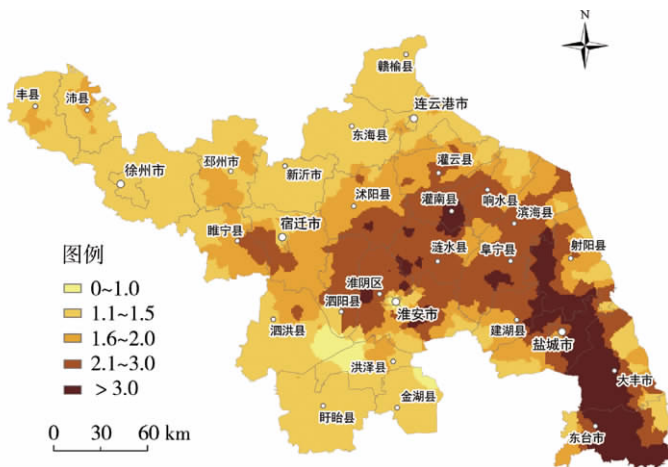


图 7 苏北地区乡村聚落形态空间分布

Fig. 7 Spatial distribution for shape of rural settlements in northern Jiangsu

5 结论与讨论

本文以苏北地区为例,通过 GIS 空间分析,运用空间插值、空间关联指数、空间变差函数等空间测度模型,深入分析了研究区乡村聚落的空间分布状况,发现苏北地区乡村聚落的空间格局存在一些典型性特征:(1)在空间分布上,苏北地区乡村聚落的空间分布具有“南密北疏”的特征。特别是苏北中南部地区的乡村聚落非常密集,然后向周边区域呈阶梯状稀疏分布。(2)在规模分布上,苏北地区乡村聚落的规模分布存在明显的空间集聚特征,出现了高值聚簇区和低值聚簇区在空间上的集中分布现象。但苏北地区乡村聚落规模分布又存在明显的空间分异性,其中高值聚簇区主要集中于徐州、连云港和宿迁等地,而广大淮安和盐城地区,大多处于低值簇区。苏北地区乡村聚落的规模分布总体上呈现出“南低北高”的空间分布特征。(3)在形态分布上,苏北地区乡村聚落形态存在显著的空间分异格局,其形态分布的均质程度不高。但其形态分布又表现出一定的各向异性,具体从不同方向来看,南—北、东北—西南方向乡村聚落形态分布的均质性相对较好,空间差异较小。相对而言,东—西、东南—西北方向乡村聚落形态分布的空间差异程度较

大。其中,在东南—西北方向乡村聚落形态又呈现出明显的阶梯状分布特征,自东南向西北,聚落形态具体表现为由带状、长矩形、矩形到方形或不规则团块状的渐进性演变。总体来看,苏北地区乡村聚落的空间格局特征具有明显的空间依赖性。

乡村聚落是在不同时代、不同生产力水平下产生的,体现了人类生活、生产与周围环境的统一^[4]。乡村聚落作为人类生产生活的重要场所,其规模和形态,既要与周边的自然环境相适应,以利于生产和方便生活,同时又受社会文化环境所影响,还要考虑生产环境。苏北地区乡村聚落的形成与发展除受传统社会文化因素影响之外,其周围的自然环境条件,如地形、河流等因素对乡村聚落的区位选择、规模大小和外部形态均产生了极为重要的影响。另外,水利、交通等基础设施条件的改善,对苏北地区乡村聚落的发展方向及其形态又产生了重要的空间引导作用。因此,苏北地区乡村聚落的空间分布格局具有明显的环境依赖性。

对于乡村聚落空间格局的分析与表达,多数研究采用属性数据空间化的方法,这往往忽略了隐藏在属性数据中的空间关联规则。本文运用空间关联测度的方法探索乡村聚落的空间格局特征,挖掘乡村聚落所隐含的特征、结构与规律,同时也弥补了传统分析方法在乡村聚落研究中过于简单的不足。需要指出的是,本文还存在一些不足之处,文章仅从乡村的自然环境因素出发,对苏北地区乡村聚落的空间格局特征进行了初步的解释分析,而对乡村规模等社会经济因素考虑则较少。然而,从多因素、多角度出发来系统阐释苏北地区乡村聚落的空间格局特征是十分必要的,因此这将成为本文进一步深化的方向。

参考文献:

- [1] 周国华,贺艳华,唐承丽,等.论新时期农村聚居模式研究.地理科学进展,2010,29(2):186~192.
- [2] 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.
- [3] 金其铭.农村聚落地理研究——以江苏省为例.地理研究,1982,1(3):11~20.
- [4] 金其铭.农村聚落地理.北京:科学出版社,1988.7~8,59.
- [5] Robert M. A model for the location of rural settlement. Regional Science Association, 1972,88~104.
- [6] Grossman D. Do we have a theory for settlement geography: The case of Iboland. The Professional Geographer, 1971, 23(3): 197~203.
- [7] Cater J, Jones T. Social Geography. An Introduction to Contemporary Issues. London: Edward Arnold, 1989. 194~221.
- [8] John L Allen. Progress in rural geography. The Professional Geographer, 1983, 36(1): 124~125.
- [9] Vesterby M, Krupa KS. Rural residential land use; Tracking its growth. Agricultural Outlook—Washington, 2002, 14~17.
- [10] Sevenant M, Antrop M. Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: Two case studies in Greece. Landscape and Urban Planning, 2007, 80(4): 362~374.
- [11] Paquette S, Domon G. Changing ruralities, changing landscapes: Exploring social recomposition using a multi-scale approach. Journal of Rural Studies, 2003, 19(4): 425~444.
- [12] 周心琴, 张小林. 我国乡村地理学研究回顾与展望. 经济地理, 2005, 25(2): 285~288.
- [13] 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及近今趋向. 地理学报, 1988, 43(4): 311~317.
- [14] 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. 地理研究, 2011, 30(7): 1271~1284.
- [15] 刘彦随, 刘玉. 中国农村空心化问题研究的进展与展望. 地理研究, 2010, 29(1): 35~42.
- [16] 徐雪仁, 万庆. 洪泛平原农村居民点空间分布特征定量研究及应用探讨. 地理研究, 1997, 16(3): 47~54.
- [17] 田光进, 刘纪远, 庄大方. 近 10 年来中国农村居民点用地时空特征. 地理学报, 2003, 58(5): 651~658.
- [18] 周婧, 杨庆媛, 信桂新, 等. 贫困山区农户兼业行为及其居民点用地形态——基于重庆市云阳县 568 户农户调查. 地理研究, 2010, 29(10): 1767~1779.
- [19] 王跃, 陈亚莉. 苏州城郊村镇分布特征. 地理学报, 2005, 60(2): 229~236.

- [20] 杨恒喜, 沈树梅, 史正涛. 独龙江流域居民点的空间分布. 地理空间信息, 2010, 8(5): 55~59.
- [21] Getis A, Ord J K. The analysis of spatial association by the use of distance statistics. *Geographical Analysis*, 1992, 24: 189~206.
- [22] Anselin L. Local indicators of spatial association: LISA. *Geographical Analysis*, 1995, 27: 93~115.
- [23] 马荣华, 蒲英霞, 马晓冬. GIS 空间关联模式发现. 北京: 科学出版社, 2007. 99~101.
- [24] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级. 北京: 高等教育出版社, 2000. 107.
- [25] Wu J. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: Scaling relations. *Landscape Ecology*, 2004, 19 (2): 125~138.
- [26] Yen Chu Weng. Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 2007, (81): 341~353.
- [27] 马晓冬, 朱传耿, 马荣华, 等. 苏州地区城镇扩展的空间格局及其演化分析. 地理学报, 2008, 63(4): 1~12.

Analysis of spatial pattern of rural settlements in northern Jiangsu

LI Quan-lin¹, MA Xiao-dong², SHEN Yi²

(1. Suqian College, Suqian 223800, Jiangsu, China; 2. Regional and Urban Research Center, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221009, Jiangsu, China)

Abstract: Based on the satellite image of northern Jiangsu in 2008, by using spatial metric models such as spatial interpolation, spatial correlation index, and semivariogram, the paper analyzed the spatial pattern characteristics of rural settlements in the northern Jiangsu region. Some conclusions are drawn as follows. (1) The number of rural settlements distributed in the southern part is larger than that of the northern part in the northern Jiangsu region in terms of spatial distribution, especially they are distributed most densely in central and southern parts of the region, then exhibits a stepwise decrease. (2) Scale distribution of rural settlements shows a strong spatial autocorrelation, and similar areas are respectively characterized by aggregation distributions in space. The high-value clusters of rural settlement scale are distributed mainly in Xuzhou, Lianyungang, and Suqian. The scale of rural settlement distributed in the north is much larger than that of the south in northern Jiangsu in spatial distribution. (3) The shape distribution of rural settlements shows good continuity and stability, the random of the spatial differential pattern is much lower than the mechanism of the structural differentiation caused by natural correlation in space. Spatial difference of rural settlement distribution is much larger, but it shows some concentration. In terms of different orientations, spatial difference of rural settlement distribution is much larger in the southeast-northwest, rural settlement distribution enveloped from ribbon, long rectangle, and rectangle to sugariness or irregular conglomeration. Above all, the formation and development of rural settlements in northern Jiangsu always has strong correlation with natural conditions such as terrain and river, which is less sensitive to social economy, so the distribution of rural settlements in northern Jiangsu shows obvious spatial dependence.

Key words: rural settlement; spatial pattern; northern Jiangsu