

基于扩展断裂点模型的农村居民点整理布局优化

冯电军, 沈陈华*

(南京师范大学地理科学学院, 南京 210046)

摘要: 农村居民点迁移合并是土地整理实施过程遇到的实际问题, 其研究结果可为土地利用总体规划及镇村布局规划的编制提供依据。该文基于中心地理论, 选择农村居民点斑块为研究对象, 分析了农村居民点斑块综合影响力的影响因素, 构建了综合影响力的评价指标体系。由层次分析法确定了指标权重, 单元总分加权法计算了单元的分值, Natural breaks 法划分了农村居民点斑块等级, 并提出了农村居民点斑块空间布局优化的策略。之后, 基于加权 Voronoi 图扩展断裂点模型, 计算了优势农村居民点斑块的空间影响范围, 研究了被迁移的农村居民点斑块的迁移方向。研究结果表明: 区位因素、居民点因素、资源因素和经济因素是朱林镇农村居民点斑块综合影响力的主要影响因素。中心村、核心村、自然村和零星村落 4 个等级的农村居民点斑块在规模和数量上等级结构明显。不同等级的农村居民点斑块其影响力不同, 应采用重点发展、限制发展、迁移合并和政策保留等策略优化农村居民点空间布局。规模小、影响力低的农村居民点斑块应迁移到附近规模大、影响力高的农村居民点斑块, 以保持农村居民点斑块结构稳定。该研究结果符合朱林镇的实际情况, 为镇村布局规划的编制提供了依据。

关键词: 土地利用; 农村地区; 优化; 农村居民点斑块; 综合影响力; 扩展断裂点模型

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.08.024

中图分类号: F301.23

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2014)-08-0201-09

冯电军, 沈陈华. 基于扩展断裂点模型的农村居民点整理布局优化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(8): 201—209.

Feng Dianjun, Shen Chenhua. Layout optimization for rural settlements consolidation based on extended break-point model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(8): 201—209. (in Chinese with English abstract)

0 引言

农村居民点空间布局优化是农村土地利用问题研究的重点^[1]。中国农村居民点存在规划滞后、管理不严、规模偏小、布局散乱无序且闲置较为严重等问题, 土地低效、粗放利用一直困扰并阻碍着农村和农业的发展^[2]; 而今后一段时期, 农村居民点仍将是农村人口聚居的主要场所^[3], 因此, 如果能通过调整和优化现有农村居民点空间布局, 使规模小、零星分布的农村居民点向规模较大村落聚集^[2], 不仅能减少宅基地用地规模, 而且还能有效增加耕地, 改善居住环境和生态环境, 提高生活质量, 缓和已经十分紧张的人地矛盾, 保持农村社会经济的可持续发展。

国内学者已对农村居民点空间布局优化进行了研究。部分学者以乡镇、行政村为研究单元, 探讨了农村居民点之间的空间相互影响^[4-6]。多数利用引力模型^[7], 计算居民点的引力值^[4], 由断裂点模型确定居民点空间影响范围^[8-9]。这种研究方法存在明显的局限性: 一是研究对象尺度过大, 将农村居民点作为一个“点”而非“面”进行研究, 导致了研究结果偏于宏观, 对微观实践指导性不强, 实践中难以操作; 二是断裂点模型仅能计算得到相邻两点间的一个点状断裂点, 结果与实际情况不吻合, 而且在多空间点体系中, 断裂点模型的空间关系描述复杂且计算困难^[9]。为此, 近年已有学者将断裂点模型与加权 Voronoi 图结合起来^[10-11], 计算农村居民点的空间影响范围, 研究结果有了改善^[12-15]。与此同时, 国内学者还从农村居民点空间布局特征^[16-17]、居民点整理模式及布局优化^[18-22]、居民点整理时序管理^[23-26]等方面进行了深入探讨, 而农村居民点的迁移合并^[5]问题研究较少^[12,27]。

农村居民点的迁移合并是农村居民点整理实施过程中遇到的实际问题, 对该问题的探讨已变得尤为重要。本文以江苏省金坛市朱林镇为例, 通过构建农村居民点斑块综合影响力指标体系, 分析农

收稿日期: 2013-10-07 修订日期: 2014-03-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271189; 40971105); 国家 863 项目(2007AA12Z207); 江苏省高校优势学科建设工程项目资助

作者简介: 冯电军(1988—), 男, 山东省枣庄人, 博士生。研究方向为土地信息系统。南京 南京师范大学地理科学学院, 210046。

Email: d.j.feng@163.com

*通信作者: 沈陈华(1966—), 男, 江苏省南通人, 博士, 研究方向为土地资源利用与管理。南京 南京师范大学地理科学学院, 210046。

Email: shenandchen01@163.com

村居民点的等级结构, 基于加权 Voronoi 图扩展断裂点模型^[10], 计算优势农村居民点的影响范围, 研究被迁移的农村居民点的迁移方向问题^[12], 以期为朱林镇农村居民点整理规划编制提供决策依据。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区概况

朱林镇隶属于江苏省金坛市, 地处江南水乡腹地(如图 1)。位置介于 $119^{\circ}23' \sim 119^{\circ}31'E$ 、 $31^{\circ}40' \sim 31^{\circ}46'N$ 之间, 地形以平原为主。全镇辖区总面积 $7\,702.0\text{ hm}^2$, 其中, 耕地总面积 $4\,300.0\text{ hm}^2$, 农村居民点总面积 646.8 hm^2 。全镇共辖 15 个行政村, 2 个居民委员会, 144 个村民小组。2011 年, 全镇总人口为 31 253 人, 地区生产总值 17.01 亿元, 财政总收入 1.59 亿元, 农民人均纯收入 13 856 元, 户均宅基地占地面积 602.2 m^2 。

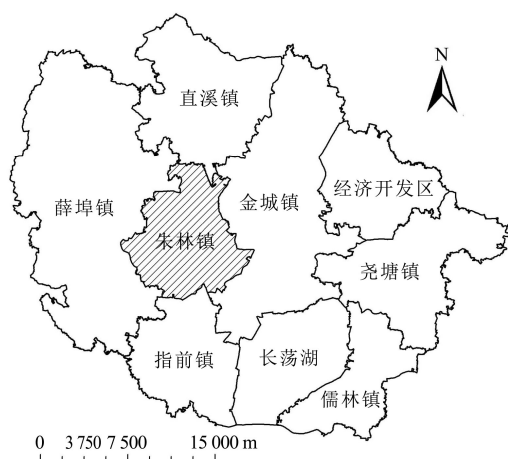


图 1 江苏省金坛市朱林镇位置示意图

Fig.1 Location of study area, Zhulin town, Jintan city, Jiangsu Province

1.2 数据来源

研究所使用的数据包括 2011 年土地利用现状数据、同期遥感影像数据、2011 年统计数据和 2011 年农用地分等数据。2011 年的土地利用现状数据和同期 QuickBirds 遥感影像数据源于金坛市国土资源局, 其分辨率为 0.6 m 。同期人口、经济、基础设施等统计数据源于朱林镇人民政府。2011 年农用地分等数据源于金坛市国土资源局。

1.3 数据预处理

1.3.1 农村居民点斑块

在提取农村居民点图斑数据后, 剔除 0.1 hm^2 以下的零星农村居民点图斑(实际为村外鱼塘看护房, 二次土地调查时调绘成农村居民点), 对照同期遥感影像, 将被道路、河流分割的农村居民点图斑合并成斑块。使用 GIS 软件提取斑块的中心点, 计算斑块中心点到小学、医院、朱林镇镇区和附近

主要交通干线最近直线距离。经过数据预处理后, 全镇共有 466 个农村居民点斑块, 平均面积 1.38 hm^2 , 最大面积 75.97 hm^2 , 最小面积 0.2 hm^2 。ArcGIS9.3 软件完成了对应的数据处理工作。

1.3.2 统计数据

生态环境的优劣影响农村居民的生活质量。邓红兵等讨论了生态用地的概念及分类, 认为生态用地按照不同生态系统服务可分为自然用地、保护区用地、休养与休闲用地和废弃与纳污用地等^[28]。因此, 根据本研究对象的实际情况, 本文生态用地主要是指自然用地中的林地和水域。

直接采集每个农村居民点斑块的各项统计数据是困难的。研究过程中, 以组为单位收集了林地、水域等生态用地面积以及耕地面积、园地面积、组内部主要干线公路长度等数据, 以村为单位收集了工农业总产值和人口规模数据。根据农村居民点斑块面积大小, 将上述指标数据按比例地分配到各农村居民点斑块中。以村为单位所收集的村人均耕地面积、村人均纯收入数据则直接赋值给各个农村居民点斑块。

2 研究思路与方法

2.1 研究思路

在农村居民点土地整理过程中, 不同规模的农村居民点斑块有着不同的影响力。本文以中心地理理论为基础, 选取农村居民点斑块为研究对象, 分析农村居民点斑块综合影响力的影响因素, 构建综合影响力的评价指标体系。由层次分析法确立评价指标的权重, 由单元总分加权法计算综合影响力的分值, 由 Natural breaks 方法划分农村居民点斑块的等级, 并提出了农村居民点斑块的布局优化策略。之后, 基于加权 Voronoi 图的扩展断裂点模型, 计算优势农村居民点斑块空间影响范围, 讨论了被迁移的农村居民点斑块的迁移方向, 给出了有关政策建议。

2.2 研究方法

2.2.1 综合影响力指标体系的建立

优势农村居民点斑块具有较高的综合影响力, 对周围居民点斑块影响也较大。一般地, 村庄的自然环境、规模水平、经济发展、设施完备、居住环境、城镇化能力和获得耕地的潜力是农村居民点斑块综合影响力的主要影响因素^[29]。除此之外, 村庄特色也影响着农村居民点斑块的综合影响力, 因此, 本文根据朱林镇的实际情况, 选取区位因素、居民点因素、资源因素及经济因素作为农村居民点斑块综合影响力的影响因素。

1) 区位因素。用离镇区、小学、医疗机构、交通干线的最近直线距离等 4 个反向指标和村民小组内部道路长度 1 个正向指标表示区位因素。反向指标的数值越大表示区位因素越差, 对应的农村居民点斑块的综合影响力也越弱; 反之亦然。因朱林镇自来水供水率较高及覆盖面较广, 河流主要用于灌溉和排涝, 已不再是农村居民生活用水的首选, 故未选择水源因素。

2) 居民点因素。用居民点面积、林地面积和水域面积等 3 个正向指标表示居民点因素。由于居民点斑块内部的林地面积、水域面积无法直接从土地利用现状数据库中获取, 因此, 按照农村居民点斑块面积与村民小组内农村居民点斑块总面积的比例, 将村民小组内的林地与水域面积进行分配, 替代农村居民点斑块内部相应的林地和水域面积。

3) 资源因素。用耕地面积、园地面积、人均耕地面积等 3 个正向指标和农用地自然等级 1 个反向指标表示资源因素。按照农村居民点斑块面积与村民小组内农村居民点斑块总面积的比例, 将村民小组内的耕地面积、园地面积分配给各农村居民点斑块。农用地自然等级、人均耕地面积指标直接赋值给各农村居民点斑块。

4) 经济因素。用村人均纯收入、村工农业总产值和村人口规模等 3 个正向指标表示经济因素。按照农村居民点斑块面积与村民小组内农村居民点斑块总面积的比例, 将村内的村工农业总产值、村人口规模指标分配给各农村居民点斑块。村人均纯收入指标则直接赋值给各农村居民点斑块。

2.2.2 指标的量化及权重确定

采用 0-1 标准化方法^[7], 进行指标标准化。正向指标标准化的计算公式如式 (1):

$$Q_1 = 100 \times \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

式中: Q_1 为正向指标经过标准化后分值; x 为某个评价指标的属性值; x_{\max} 为某个评价指标的最大属性值; x_{\min} 为某个评价指标的最小属性值。反向指标标准化的计算公式如式 (2):

$$Q_2 = 100 \times \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

式中: Q_2 为反向指标经过标准化后分值。

由于各指标对农村居民点斑块综合影响力的影响程度不同, 为避免主观因素的影响, 本文采用层次分析法 (AHP, analytic hierarchy process) 确定指标的权重, MCE 1.0 软件计算权重值^[30]。表 1 给出了朱林镇农村居民点综合影响力指标体系及权重。

表 1 朱林镇农村居民点斑块综合影响力指标体系及权重
Table 1 Indicator system for residential settlement comprehensive influence and weights in Zhulin town

目标层 A Target level	准则层 B Criterion level	指标层 C Indicator level	权重值 Weights	指标属性 Indicator attribute
朱林镇农村居民点综合影响力评价 Residential settlement comprehensive influence evaluation in Zhulin town	区位因素 B1 Location factors	距镇区最近距离 C1 Nearest distance to designated town/km	0.036	反向
		距交通干线最近距离 C2 Nearest distance to main traffic line/km	0.025	反向
		道路长度 C3 Road length/km	0.030	正向
		距小学最近距离 C4 Nearest distance to primary school/km	0.010	反向
		离医疗机构最近距离 C5 Nearest distance to hospital/km	0.010	反向
	居民点因素 B2 Residential settlement factors	居民点面积 C6 Residential settlement area/m ²	0.190	正向
		林地面积 C7 Woodland area/m ²	0.060	正向
		水域面积 C8 Waters area/m ²	0.060	正向
	资源因素 B3 Natural resource factors	耕地面积 C9 Arable land area/m ²	0.080	正向
		园地面积 C10 Garden area/m ²	0.060	正向
		农用地自然等级 C11 Natural level of agricultural land	0.009	反向
		人均耕地面积 C12 Per capita arable land/m ²	0.130	正向
	经济因素 B4 Economic factors	村人均纯收入 C13 Per capita net income of administrative village/ Yuan	0.110	正向
		村工农业总产值 C14 Agricultural and industrial output value of administrative village/ Yuan	0.100	正向
		村人口规模 C15 Population size of administrative village/ person	0.090	正向

2.2.3 综合影响力的分值计算

采用单元总分加权法计算农村居民点斑块综合影响力的分值。农村居民点斑块的综合影响力大小可表示为:

$$M = \sum_{i=1}^n w_i s_i \quad (3)$$

式中: M 为农村居民点斑块综合影响力的分值; M 越大, 则农村居民点斑块的综合影响力越大; 反之则越小; w_i 为第 i 个影响因子的权重; s_i 为第 i 个影

响因子量化后的分值; n 为因子数目。

2.2.4 农村居民点斑块等级划分及布局优化策略

根据综合影响力的分值, 将农村居民点斑块分为 4 个等级, 由高到低的次序为中心村、核心村、自然村和零星村落。通常中心村是指撤乡并镇过程中撤消建制的原乡镇政府办公所在地的村落, 核心村是指村委办公所在地的村落。

未来农村居民点发展趋向是使规模小、布局散的自然村逐渐向中心村靠拢^[22], 应选择重点发展、限制发展、迁移合并等不同策略优化空间布局^[2,5], 重点发展达到中心村等级的农村居民点斑块和核心村等级中面积较大的农村居民点斑块, 限制发展核心村等级中面积较小的农村居民点斑块和自然村等级中面积较大的农村居民点斑块, 政策保留具有民族特色、历史文化底蕴或旅游特色的农村居民点斑块, 迁移合并余下的农村居民点斑块。

2.2.5 被迁移的农村居民点的迁移方向

从重点发展的农村居民点斑块中, 选取优势斑块作为加权 Voronoi 图发生元, 以该斑块的综合影响力的平方根为权重值^[10], 生成加权 Voronoi 图^[31], 获得其空间影响范围, 将座落在该范围内被迁移合并的农村居民点斑块迁移至附近重点发展的农村居民点斑块中。

3 结果与分析

3.1 朱林镇农村居民点斑块综合影响力的计算结果

由朱林镇农村居民点斑块综合影响力的评价指标体系, 计算了农村居民点斑块的综合影响力的分值。图 2 给出了朱林镇农村居民点斑块的综合影响力分值的直方图。由图 2 可知: 朱林镇农村居民点斑块综合影响力的最大分值 82.5, 最小分值 8.5, 平均分 18.7。

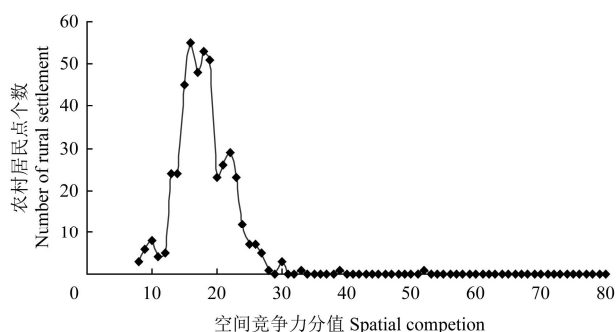


图 2 朱林镇农村居民点综合影响力分值的直方图

Fig.2 Histogram of rural settlement comprehensive influence in Zhulin town

在 466 个农村居民点斑块中, 综合影响力分值超过平均分值的农村居民点斑块数为 205 个, 占

43.9%; 小于平均分值的斑块数 261 个, 占 56.1%。图 2 直方图中存在自然拐点, 表明农村居民点斑块的个数在该拐点附近发生了剧烈变化。

3.2 基于综合影响力的农村居民点斑块等级划分及布局优化策略

3.2.1 农村居民点斑块等级结构

由 Natural breaks 方法, 将朱林镇农村居民点斑块的综合影响力分成中心村、核心村、自然村和零星村落 4 个等级, 见图 3。由图 3 可知, 4 个不同等级的农村居民点斑块的综合影响力绝对值大小分别介于 $\geq 39.79 \sim 82.56$, $\geq 20.98 \sim 39.79$, $\geq 16.05 \sim 20.98$ 和 $\geq 8.50 \sim 16.05$ 之间。

4 个不同等级的农村居民点斑块综合影响力平均值分别为 67.7、23.3、17.7 和 13.3, 相互间比例关系为 5.1:1.8:1.3:1, 表明朱林镇不同等级的农村居民点斑块, 在规模上呈现明显的等级结构。分级后, 分别属于中心村等级、核心村等级、自然村等级和零星村落等级的农村居民点斑块个数为 2、116、228 和 103。中心村等级、核心村等级、自然村及其以下等级的居民点斑块个数之比 2:116:331, 表明朱林镇不同等级的农村居民点斑块, 在数量上也近似呈现等级结构, 这个结果与中心地理论基本一致。

3.2.2 不同等级的农村居民点斑块空间分布特征

由图 3 可知: 达到了中心村等级的农村居民点斑块共 2 块, 即朱林镇镇区和原西岗镇镇政府办公所在地, 而原唐王乡乡政府所在地的农村居民点斑块则未达到中心村等级, 这表明并非所有撤销建制的乡镇政府办公所在地的农村居民点斑块都能达到中心村等级。可能的原因在于: 乡镇建制的撤销使得所在农村居民点斑块的人流、物流、资金流等都流向了朱林镇镇区, 原村落的发展速度与朱林镇镇区相比明显变慢, 甚至出现了衰退。

核心村等级的农村居民点斑块主要分布在朱林镇镇区周围, 位于巷头、咀头、长兴、红旗圩、五联、唐王、西岗、土山和李巷等行政村内, 集镇辖区外围的王家、三星、高桥等行政村则分布较少。出现这种分布的原因是: 集镇镇区附近的农村居民点斑块区位优势明显, 且受镇区的辐射影响作用较大, 即使斑块面积较小, 但其综合实力也表现为较强; 相反, 远离镇区的农村居民点斑块, 因区位优势和经济因素的优势不复存在而使得等级变低。王家村因经济因素较差未达到核心村等级, 高桥村、三星村因区位优势较差也未达到核心村等级。自然村等级和零星村落等级的农村居民点斑块则随机地分布在全镇辖区内^[16]。

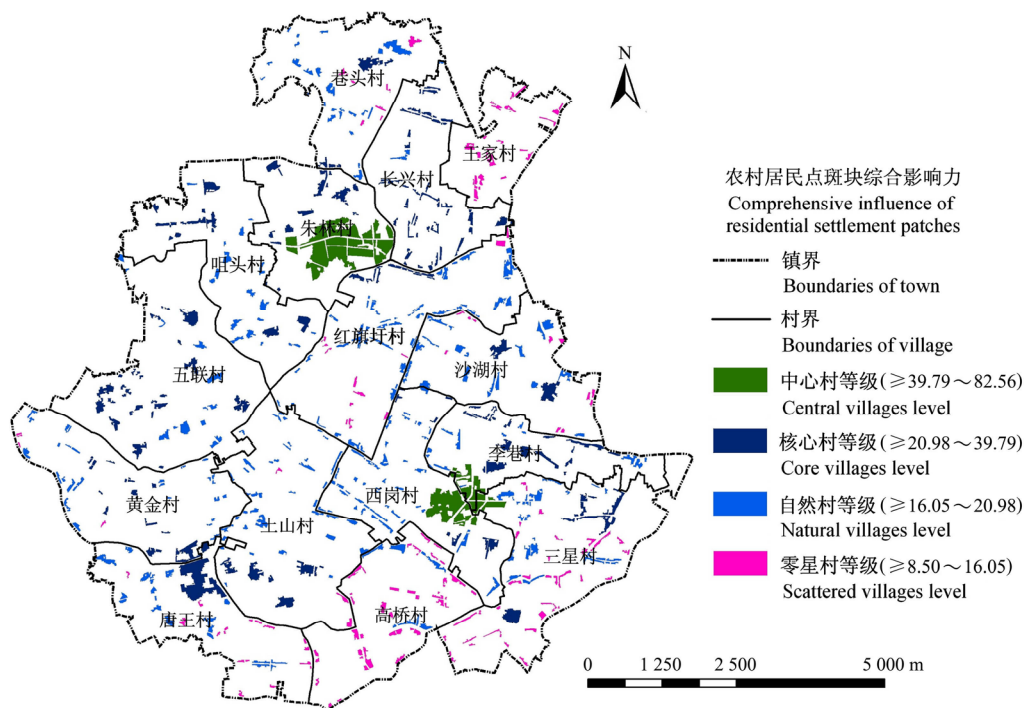


图 3 朱林镇农村居民点综合影响力的分级图

Fig.3 Grade of rural settlement comprehensive influence in Zhulin town

3.2.3 农村居民点斑块空间布局优化结果

根据朱林镇农村居民点斑块的等级分级结果和农村居民点管理的实际现状，表 2 给出了农村居民点斑块优化策略^[5]。

表 2 朱林镇农村居民点斑块的空间布局优化策略

Table 2 Spatial layout optimization strategies for residential settlement patch in Zhulin town

等级类型 Hierarchical type	斑块面积 Patch area/hm ²	优化策略 Optimization strategies
中心村等级 Central village level		重点发展 Priority to development
核心村等级 Core village level	≥3.0	重点发展 Priority to development
	<3.0	限制发展 Restrictive development
自然村等级 Natural village level	≥0.6	限制发展 Restrictive development
	<0.6	迁移合并 Combined migration
零星村落等级 Scattered village level		迁移合并 Combined migration

在全市 466 个农村居民点斑块中，28 个农村居民点斑块为重点发展对象，193 个农村居民点斑块为限制发展，1 个具有民族特色、历史文化底蕴和旅游特色的遗址(三星村)作为政策保留对象，244 个农村居民点斑块属于迁移合并对象。

3.3 基于加权 Voronoi 图扩展断裂点模型的农村居民点斑块的布局优化

朱林镇镇区、西岗村的居民点斑块属于重点发展的农村居民点斑块，若把余下 26 个重点发展斑块参与加权 Voronoi 图计算，势必造成重点发展的居民点斑块影响势力范围变小且都在争夺其他规模较小的居民点，这个与中心地理论不符。因此，本文在全镇重点发展的农村居民点斑块中，选取 14 个优势农村居民点斑块作为加权 Voronoi 图的发生元，生成加权 Voronoi 图，给出对应的影响势力范围。图 4 给出了 14 个重点发展斑块的影响势力范围、迁移合并的农村居民点斑块及相应的迁移方向。

这种农村居民点的迁移是对不同等级的农村居民点实施分类、分级管理，是对农村居民点空间布局的局部调整，而不是彻底的改变。它具有空间结构稳定的特征，划分的结果不会对现有布局造成剧烈影响。这种迁移合并的方式是一个相对温和的方案，既可以解决农村居民点空心化现象造成的土地资源、基础设施的浪费，充分挖潜中心村内部闲置的土地，减少居民点个数，消除杂乱无序的布局现状，引导农户集中居住，保证农民生活圈、社交圈、生产活动不发生根本性的改变，也不需要以强制手段对农村居民点实施无差别化的拆除，保证农村居民点规模的层次结构，为现代农业的规模化、集约化生产经营管理创造良好的条件。这种优化方案具有突出重点、层次结构明显、集聚效应显著等特点。

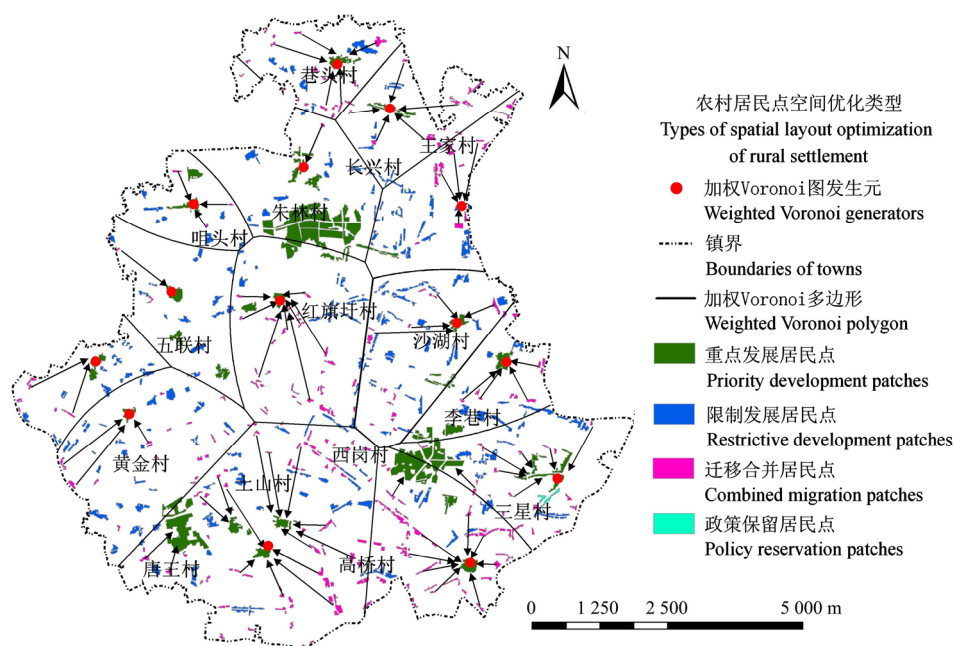


图4 朱林镇主要优势居民点斑块的空间影响势力范围划分图

Fig.4 Spatial influencing area division for rural settlement of full priority to develop in Zhulin town

4 政策建议

为了更好地实施农村居民点整理,应紧密结合当前开展的集体土地使用权登记发证和宅基地地籍调查工作,同步调查需要迁移合并的农村居民点斑块内部的房屋面积、建筑物新旧度、空农户、宅基地退出愿意及户主等情况,摸清宅基地使用权人对土地整理的愿意程度;应紧密结合城乡建设用地增减挂钩、土地征收制度改革等相关政策,制定宅基地退出优惠政策、农户安置优惠政策和土地整理后新增耕地分配办法;政府应统一牵头,组织相关部门,集中人力、物力、财力,将分散在各个职能部门的土地整理资金集中起来,分批次、分阶段、有重点地开展农村居民点整理工程,优先对户均宅基地面积大、闲置率高、经济条件、优群众基础好的农村居民点进行整理,以点带面,全面提高土地集约利用度,提升农村生产力。

5 结论与讨论

本文基于加权 Voronoi 图扩展断裂点模型,研究了朱林镇农村居民点空间布局优化。研究结果表明:

1) 区位因素、居民点因素、资源因素及经济因素是朱林镇农村居民点斑块综合影响力的主要因素。

2) 在土地整理过程中,不同等级的农村居民点斑块应采用不同的优化策略。重点发展中心村等级和核心村等级中面积较大的农村居民点斑块,限

制发展自然村等级的农村居民点斑块,保留三星村遗址,迁移合并余下的农村居民点斑块。

3) 基于加权 Voronoi 图扩展断裂点模型,研究了被迁移合并的农村居民点斑块迁移方向,解决了迁村并点农村居民点的迁移路径。这种空间布局优化的思路,既考虑朱林镇现有农村居民点空间布局,也利于规划方案的落实。

本研究过程中,因统计资料的来源问题,以村、组为单位的经济统计数据,按照农村居民点规模大小进行分配,使得大小相近、空间近邻且隶属于不同行政村的农村居民点斑块,其综合影响力的计算结果与实际有差距。此外,因居民点综合影响因素的选取与指标的构建存在一定的主观性,如何克服居民点数量众多带来的指标获取不全,如何建立一套更加符合区域实际情况的评价指标体系还需要进一步的深入探究。精准的农村居民点范围在很大程度上影响其综合影响力大小,农村居民点斑块的行政隶属关系,优势居民点的居民是否愿意接纳,被迁移的农村居民是否愿意搬去,被迁移的宅基地权利归属与调整,土地承包经营权的调整与流转等问题都影响着农村居民点的迁移,被迁移的农村居民点土地整理后是否能净增加耕地还需要进行进一步研究。因此,针对农村居民点空间优化问题,今后还需要从农民、农业、农村层面出发,从农民身份的退出与社会保障提供、土地承包经营权的调整、转让与退出、宅基地腾退与转让等角度,进行更深层地探究。

[参 考 文 献]

- [1] 曲衍波, 姜广辉, 张凤荣, 等. 基于农户意愿的农村居民点整治模式[J]. 农业工程学报, 2012, 28(23): 232—242.
Qu Yanbo, Jiang Guanghui, Zhang Fengrong, et al. Models of rural residential land consolidation based on rural households willingness[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(23): 232—242. (in Chinese with English abstract)
- [2] 陈玉福, 孙虎, 刘彦随. 中国典型农区空心村综合整治模式[J]. 地理学报, 2010, 65(6): 727—735.
Chen Yufu, Sun Hu, Liu Yansui. Reconstruction models of hollowed villages in key agricultural regions of China[J]. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(6): 727—735. (in Chinese with English abstract)
- [3] 马晓冬, 李全林, 沈一, 等. 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.
Ma Xiaodong, Li Quanlin, Shen Yi, et al. Morphological difference and regional types of rural settlements in Jiangsu Province[J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(4): 516—525. (in Chinese with English abstract)
- [4] 谢保鹏, 朱道林, 陈英, 等. 基于区位条件分析的农村居民点整理模式选择[J]. 农业工程学报, 2014, 30(1): 219—227.
Xie Baopeng, Zhu Daolin, Chen Ying, et al. Mode selection for rural residential land consolidation based on analysis of location condition[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(1): 219—227. (in Chinese with English abstract)
- [5] 杨立, 郝晋珉, 王绍磊, 等. 基于空间相互作用的农村居民点用地空间结构优化[J]. 农业工程学报, 2011, 27(10): 308—315.
Yang Li, Hao Jinmin, Wang Shaolei, et al. Spatial structure optimization of rural residential land based on spatial interaction[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(10): 308—315. (in Chinese with English abstract)
- [6] 朱雪欣, 王红梅, 袁秀杰, 等. 基于 GIS 的农村居民点区位评价与空间格局优化[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 326—333.
Zhu Xuexin, Wang Hongmei, Yuan Xiujie, et al. Evaluation and optimization of spatial distribution of rural settlements based on GIS[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(6): 326—333. (in Chinese with English abstract)
- [7] 曲衍波, 张凤荣, 姜广辉, 等. 基于生态位的农村居民点用地适宜性评价与分区调控[J]. 农业工程学报, 2010, 26(11): 290—296.
Qu Yanbo, Zhang Fengrong, Jiang Guanghui, et al. Suitability evaluation and subarea control and regulation of rural residential land based on niche[J]. Transactions of the Chinese Society of Agriculture (Transactions of the CSAE), 2010, 26(11): 290—296. (in Chinese with English abstract)
- [8] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分[J]. 地理研究, 2008, 27(1): 1—12.
Gu Chaolin, Pang Haifeng. Study on spatial relations of Chinese urban system: Gravity model approach[J]. Geographical Research, 2008, 27(1): 1—12. (in Chinese with English abstract)
- [9] 闫卫阳, 秦耀辰, 郭庆胜, 等. 城市断裂点理论的验证、扩展及应用[J]. 人文地理, 2004, 19(2): 12—16.
Yan Weiyang, Qin Yaochen, Guo Qingsheng, et al. Expanding validation and application of urban breaking-point theory[J]. Human Geography, 2004, 19(2): 12—16. (in Chinese with English abstract)
- [10] 李圣权, 胡鹏, 闫卫阳. 基于加权Voronoi图的城市影响范围划分[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2004, 37(1): 94—97.
Li Shengquan, Hu Peng, Yan Weiyang. Delimitation of central cities influenced regions based on weighted-Voronoi diagram[J]. Engineering Journal of Wuhan University, 2004, 37(1): 94—97. (in Chinese with English abstract)
- [11] 王胜男, 闫卫阳. 基于 Voronoi 图的洛阳城市绿地系统分析与设计[J]. 河南大学学报: 自然科学版, 2009, 39(1): 44—46.
Wang Shengnan, Yan Weiyang. Study on analysis and design of green space system in Luoyang based on Voronoi diagram[J]. Journal of Henan University: Natural Science, 2009, 39(1): 44—46. (in Chinese with English abstract)
- [12] 邹亚锋, 刘耀林, 孔雪松, 等. 加权 Voronoi 图在农村居民点布局优化中的应用研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2012, 37(5): 560—563.
Zou Yafeng, Liu Yaolin, Kong Xuesong, et al. Optimization of rural residential land based on weighted-Voronoi diagram[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2012, 37(5): 560—563. (in Chinese with English abstract)
- [13] 周玉. 基于加权 Voronoi 图的农村居民点布局优化及整理潜力测算研究[J]. 广东土地科学, 2013, 12(2): 43—48.
Zhou Yu. Study on optimization of rural residential land based on weighted-Voronoi diagram and calculation of consolidation potential[J]. Guangdong Land Science, 2013, 12(2): 43—48. (in Chinese with English abstract)
- [14] 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.
Liu Xiantao, Zheng Xinqi, Li Daobing. Voronoi diagram-based research on spatial distribution characteristic of rural settlement and its affecting factors: A case study of Changping district, Beijing[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2009, 25(2): 30—33, 93. (in Chinese with English abstract)
- [15] 覃瑜, 师学义. 利用 Voronoi 图的城乡居民点布局优化研究[J]. 测绘科学, 2012(1): 136—138, 150.
Qin Yu, Shi Xueyi. Optimizing spatial distribution of residential areas based on Voronoi diagram[J]. Science of Surveying and Mapping, 2012(1): 136—138, 150. (in Chinese with English abstract)

- Chinese with English abstract)
- [16] 沈陈华. 丹阳市农村居民点空间分布尺度特征及影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(22): 261—268. Shen Chenhua. Spatial distribution scale characteristics of rural settlement and analysis on influence factors[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(22): 261—268. (in Chinese with English abstract).
- [17] 陈振杰, 李满春, 刘永学. 基于 GIS 的桐庐县农村居民点空间格局研究[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(2): 180—184. Chen Zhenjie, Li Manchun, Liu Yongxue. A GIS based research on spatial distribution of rural settlements in Tonglu county[J]. Resources and Environment in the Yangtze basin, 2008, 17(2): 180—184. (in Chinese with English abstract)
- [18] 刘明皓, 戴志中, 邱道持, 等. 山区农村居民点分布的影响因素分析与布局优化——以彭水县保家镇为例[J]. 经济地理, 2011, 31(3): 476—482. Liu Minghao, Dai Zhizhong, Qiu Daochi, et al. Influencing factors analysis and rational distribution on residential settlements in mountains region[J]. Economic Geography, 2011, 31(3): 476—482. (in Chinese with English abstract).
- [19] 邹利林, 王占岐, 王建英. 山区农村居民点空间布局与优化[J]. 中国土地科学, 2012, 26(9): 71—77. Zou lilin, Wang Zhanqi, Wang Jianying. Spatial distribution and optimization of rural residential land in the mountainous area[J]. China Land Science, 2012, 26(9): 71—77. (in Chinese with English abstract).
- [20] 姜广辉, 张凤荣, 谭雪晶. 北京市平谷区农村居民点用地空间结构调整[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 69—75. Jiang Guanghui, Zhang Fengrong, Tan Xuejing. Spatial structure adjustment of rural residential land in Pinggu district Beijing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(11): 69—75. (in Chinese with English abstract).
- [21] 谭雪兰, 段建南, 包春红, 等. 基于 GIS 的麻阳县农村居民点空间布局优化研究[J]. 水土保持研究, 2010, 17(6): 177—180, 185. Tan Xuelan, Duan Jiannan, Bao Chunhong, et al. A GIS-based study on optimized spatial distribution of rural settlements in Mayang county[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2010, 17(6): 177—180, 185. (in Chinese with English abstract).
- [22] 谢炳庚, 曾晓妹, 李晓青, 等. 乡镇土地利用规划中农村居民点用地空间布局优化研究——以衡南县廖田镇为例[J]. 经济地理, 2010, 30(10): 1700—1705. Xie Binggeng, Zeng Xiaomei, Li Xiaoqing, et al. Research spatial layout optimization of rural residential land in land use planning at township: A case of Liaotian town in Hengnan county[J]. Economic Geography, 2010, 30(10): 1700—1705. (in Chinese with English abstract)
- [23] 关小克, 张凤荣, 曲衍波, 等. 北京市农村居民点整理时空配置综合评价[J]. 中国土地科学, 2010, 24(7): 30—35. Guan Xiaoke, Zhang Fengrong, Qu Yanbo, et al. Comprehensive evaluation on the effects of spatial-temporal allocation of rural residential area consolidation in Beijing city [J]. China Land Science, 2010, 24(7): 30—35. (in Chinese with English abstract).
- [24] 孙宇杰, 张宇辰, 李鹏, 等. 江苏省农村居民点土地整理时序研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(8): 958—963. Sun Yujie, Zhang Yuchen, Li Peng, et al. Study on the schedule of rural residential land rearrangement in Jiangsu Province[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2012, 21(8): 958—963. (in Chinese with English abstract)
- [25] 邸少楠, 许月明. 农村居民点整理优先度分析——以河北省辛集市为例[J]. 农业科技管理, 2010, 29(1): 44—47, 58. Di Shaonan, Xu Yueming. Analysis of the priority appraisal of rural residential land consolidation: Taking Xinji city of Hebei province as a case[J]. Management of Agricultural Science and Technology, 2010, 29(1): 44—47, 58. (in Chinese with English abstract)
- [26] 魏文佳, 陈江龙, 刘飞, 等. 经济发达地区农村居民点潜力释放空间选择——以太仓市陆渡镇、浏河镇为例[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(7): 873—878. Wei Wenjia, Chen Jianglong, Liu Fei, et al. Research on spatial selection of consolidation potentiality of rural residential land in developed regions: A case study of Ludu and Liuhe town in Taicang[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2011, 20(7): 873—878. (in Chinese with English abstract)
- [27] 陶冶, 葛幼松, 尹凌. 基于 GIS 的农村居民点撤并可行性研究[J]. 河南科学, 2006, 24(5): 771—775. Tao Ye, Ge Yousong, Yin Ling. The practicability study of amalgamation of villages based on GIS analysis[J]. Henan Science, 2006, 24(5): 771—775. (in Chinese with English abstract)
- [28] 邓红兵, 陈春娣, 刘昕, 等. 区域生态用地的概念及分类[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1519—1524. Deng Hongbing, Chen Chundi, Liu Xin, et al. Conception and function classification of regional ecological land[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1519—1524. (in Chinese with English abstract)
- [29] 孔雪松, 刘耀林, 邓宣凯, 等. 村镇农村居民点用地适宜性评价与整治分区规划[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 215—222. Kong Xuesong, Liu Yaolin, Deng Xuankai, et al. Suitability evaluation and consolidation division of rural residential areas in village and towns[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(18): 215—222. (in Chinese with English abstract).
- [30] 杨悉廉, 杨齐祺, 周兵兵, 等. 县域农村居民点整理的潜力测算与时序分区[J]. 农业工程学报, 2013, 29(12): 235—245. Yang Xilian, Yang Qiqi, Zhou Bingbing, et al. Potential calculation and time-series zoning for rural residential land consolidation at county scale[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering

(Transactions of the CSAE), 2013, 29(12): 235—245. (in Chinese with English abstract).

[31] Dong Pinliang. Generating and updating multiplicatively

weighted Voronoi diagrams for point, line and polygon features in GIS[J]. Computers & Geosciences, 2008, 34(4): 411—421

Layout optimization for rural settlements consolidation based on extended break-point model

Feng Dianjun, Shen Chenhua^{*}

(College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Abstract: The objective of the research was to optimize the combination of rural settlement along with land consolidation implementation. The result could be used for decision making associated with planning of land use and rural settlement spatial pattern.

Based on central place theory, this study analyzed external and internal influencing factors of comprehensive influence (RSPCI) for rural settlement patch to build evaluation indicator system of comprehensive influence for rural settlement patches. The indicator system weights of RSPCI was evaluated by applying AHP, and the value of RSPCI for each rural settlement patch was calculated by applying unit score weighting. Then, the rural settlement patches and identified optimization strategies were classified according to Jenks natural breaks classification method. Finally, spatial impact range of core at village level based on extended break-point model of weighted Voronoi diagram and the direction of migration of rural settlements were determined in order to optimize the spatial pattern of rural settlements.

The results showed that the indicator systems of RSPCI in Zhulin town included four factors: location, residential settlement, natural resources and economics. The weight for each of them was 0.11, 0.31, 0.28 and 0.30 respectively. The rural settlements were divided into four levels based on value of RSPCI including central village, core village, natural village and scattered village levels. The hierarchical structures for different levels of rural settlement were obvious in terms of size and the number. Four kinds of optimization strategies including priority development, restrictive development, combined migration and retention policies should be used to optimize spatial pattern and layout of rural settlement. Among 466 rural settlement patches in the town, 28 were given with full priority to develop, 193 were given with limited priority to develop, 244 were combined and migrated, and 1 was reserved. The migration direction of 244 patches was given by extended break point model of weighted Voronoi diagram. Therefore, rural settlement patches for different levels showed different influences on scope. As a result, different spatial layout optimization strategies should be employed for different rural settlement patches. In order to maintain a stable structure for residential settlement patches, rural settlement patches with low comprehensive influence should be migrated to those with high comprehensive influence during rural settlement consolidation. The results above proposed tools for officers of land management departments in government to make informed decisions for implementing new land use and planning policies.

Key words: land use; rural areas; optimization; rural settlement patch; spatial influence; extended break-point model

(责任编辑: 张俊芳)