

基于核密度的余江县农村居民点布局优化研究

黄聪 赵小敏* 郭熙 谢文 张佳佳 叶英聪

(江西农业大学 国土资源与环境学院/江西省鄱阳湖流域农业资源与生态重点实验室,南昌 330045)

摘要 为综合分析影响农村居民点布局的各项因素,以余江县农村居民点为研究对象,对农村居民点综合影响力进行评价,结合核密度分析得出农村居民点的集聚性,并提出了农村居民点的4种优化方案,最后引入加权Voronoi图,以确定农村居民点的搬迁方向。研究表明:余江县综合影响力一级、二级和三级农村居民点面积分别为2 472.54,3 173.01和977.26 hm²,面积占比依次为37.33%、47.91%和14.76%,高级别农村居民点主要分布在余江县综合条件优越的中部区域,低级别的农村居民点主要分布在北部丘陵区域;核密度分析结果直观显示了高集聚区的农村居民点主要分布在中部平原区域,可优先发展;农村居民点布局优化方案中,就近城镇化型农村居民点共1 116.99 hm²,重点发展型农村居民点共2 839.37 hm²,内部挖潜型农村居民点共2 126.93 hm²,迁移归并型农村居民点共539.52 hm²,综合条件较差的南北丘陵地带设置的迁移安置点较少。研究结果可为对低丘陵地区农村居民点的科学规划与布局优化提供参考,并可运用到土地整治规划、村镇规划和土地利用总体规划中。

关键词 农村居民点;综合影响力;核密度;布局优化;加权Voronoi图

中图分类号 F 301.23

文章编号 1007-4333(2016)11-0165-10

文献标志码 A

Study on the rural residential layout optimization of Yujiang County based on kernel density

HUANG Cong, ZHAO Xiao-min*, GUO Xi, XIE Wen, ZHANG Jia-jia, YE Ying-cong

(Key Laboratory of Poyang Lake Basin Agricultural Resources and Ecology of Jiangxi Province/Land Resource and Environment College, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract Taking rural residential settlements in Yujiang County as study object, factors affecting rural residential layout are comprehensively analyzed and evaluated. The clustering pattern of rural settlements is investigated by kernel density estimation. Four optimization schemes were proposed based on the above research. Weighted Voronoi diagram was introduced to determine the rural residential moving direction. The results show that: the comprehensive influential factors of rural residential are divided into three levels (level 1, 2 and 3); The rural residential area of three levels are 2 472.54, 3 173.01 and 977.26 hectares, accounting for 37.33%, 47.91% and 14.76%, respectively; Rural residential of high-level is mainly distributed in central area of Yujiang County, whose condition is superior, and rural residential of low-level are mainly distributed in the northern hilly region; Kernel density analysis results intuitively display that high concentration of rural residential are mainly distributed in central plains area, giving priority to development. Considering rural residential layout optimization scheme, there are 1 116.99 hectares rural residential of urbanization; 2 839.37 hectares rural residential which given priority to development; 2 126.93 hectares of rural residential has internal developing potential; 539.52 hectares of migration and merge rural residential, and in the north and south hilly terrain with poor general condition, a few migration sites were set up. The results of our research provides significant reference for the scientific planning and layout of rural residential in the low-hilly region, and can be applied to land renovation, village and general land use planning.

Keywords rural residential; comprehensive influence; kernel density; layout optimization; weighted voronoi diagram

收稿日期: 2016-01-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41361049); 江西省自然科学基金资助项目(20122BAB204012)

第一作者: 黄聪, 硕士研究生, E-mail: huangc3751@163.com

通讯作者: 赵小敏, 教授, 博士生导师, 主要从事土地利用与规划、资源环境、遥感与地理信息系统等研究, E-mail: zhaoxm889@126.com

土地是人类进行一切生产生活的基础条件,土地利用变化是自然环境和人类活动等因素综合影响的结果^[1]。农村居民点作为人类重要的活动场所,是人们进行生产生活的重要载体,是沟通人地关系的纽带^[2]。由于农村居民点用地缺乏合理规划,布局大多是在自发状态下形成的,具有分布散乱、数量多而小,且利用率低等特点^[3]。在新农村建设的步伐下,农村居民点的布局优化显得尤为重要,要引导农村居民点进行有序建设,建设美丽乡村,从而营造和谐的人居环境^[4]。在城乡一体化的进程中,学者们对农村居民点空间属性及区位因素的研究也越来越深入^[5]。借助 Arcgis 强大的空间分析功能,可以对农村居民点的空间分布特征进行量化,并在此基础上进行综合评价,以提出合理的居民点布局优化措施。如李胜坤等^[6]以湖北省竹溪县为例,利用 GIS 分析了秦巴山区农村居民点的空间布局特征;聂小清等^[7]从自然、社会和经济等方面选取影响梅岭镇农村居民点布局的相关因素,对农村居民点布局的适宜性进行了评价;郭杰等^[8]在基于农户意愿评价基础上提出了扬州市农村居民点优化模式。目前对核密度估计^[9]和加权 Voronoi 图^[10]相结合应用到农村居民点优化布局的研究报道较少。

本研究以江西省余江县为研究区域,地貌以低丘岗地为主。借助景观分析软件 Fragstats4.2 和空间分析软件 Arcgis9.3,对农村居民点综合影响力进行评价,并结合核密度分析和加权 Voronoi 图分析,提出农村居民点布局优化方案,为以低丘岗地为主地区的农村居民点的布局优化提供指导。

1 研究区概况与基础数据

1.1 研究区概况

余江县坐落于江西省东北地区,地处信江的中下游,属鹰潭市管辖,地理位置在东经 $116^{\circ}41' \sim 117^{\circ}09'$,北纬 $28^{\circ}04' \sim 28^{\circ}37'$ 间,县辖土地 $93\ 600\ \text{hm}^2$,全县呈南北向的狭长形,其中东西方向最窄的地方仅有 $17.5\ \text{km}$ 。余江县地貌类型主要是低丘岗地,南北两边有少量的丘陵,到中部则是河谷平原地带;信江流经余江县,还有黄庄河、白塔河和划船港等信江支流;境内气候为亚热带季风气候,四季分明,日照和雨水都很充足;境内浙赣铁路、206 国道和景鹰高速公路等纵横交错。全县下辖 11 个乡镇和 7 个农垦场,到 2013 年底,城镇化率为 42.45% ,人口达 38 万,其中农业人口有 30 万,农民人均纯收

入为 9 750 元,全县国土面积为 $93\ 600\ \text{hm}^2$,其中农村居民点面积 $6\ 622\ \text{hm}^2$,农村居民点用地较为粗放,耕地面积共 $32\ 000\ \text{hm}^2$,是全国粮食大县。

1.2 数据来源及预处理

本研究收集余江县农村居民点空间和属性数据,包括余江县 2013 年 1:1 万土地利用变更调查数据库、等高点 and 等高线数据、地质灾害图、水土流失图和鹰潭市 2014 年统计年鉴等资料。首先对收集的图件运用 Arcgis 软件的空间校正功能进行配准;在 Arcgis 中导入等高点 and 等高线数据,创建 Tin 模型,然后运用 Tin to raster 工具得到 Timggrid 图层,最后通过表面分析工具获取余江县高程图、坡度图和坡向图;从余江县 2013 年 1:1 万土地利用变更调查数据库中提取农村居民点图斑、城镇用地图斑、耕地图斑、林地图斑、河流和水库图斑,以及交通用地图斑,将面状交通用地转换成线状,并与线状道路合并成余江县交通路网;在 Arcgis 中将农村居民点图斑转换成点状图层,然后通过 Point distance 和 Near 工具计算点状农村居民点到水源、城镇和铁路站点等的距离,并且通过空间链接获取坡度、地质灾害和水土流失等属性数据;在 Arcgis 中将农村居民点 Shp 文件转换成栅格文件,并通过景观分析软件分析斑块的分形维数。考虑到要对农村居民点进行集聚性分析,故把每个农村居民点图斑作为评价单元,本研究包含余江县 11 个乡镇和 7 个农垦场的 4 576 个农村居民点评价对象。

2 研究方法

2.1 农村居民点综合影响力评价

2.1.1 评价指标体系的建立

本研究依据可获得性、典型性和可比性等原则,结合余江县实际情况,选取了自然条件、社会经济、生态安全、生产生活和景观条件等 5 个方面的 13 个指标构建余江县农村居民点综合评价体系,具体如下:

1)自然条件。对农村居民点的选址有一定的限制作用,人们会选择自然条件较好的优势地区定居生活,本研究从自然条件中选取了地貌类型、坡度和坡向作为评价因子。地势平坦,有利于农村居民点建设和人们的生产生活;坡度大小对农村居民点工程建设和农业生产影响较大;农村居民点坐落于坡向朝南的位置,则采光条件好。

2)社会经济。对农村居民点的发展方向和布局

规模有直接的影响,反应了农村与外界的交流,本研究从社会经济中选取了距城镇距离和距铁路站点距离作为评价因子。城镇是县域政治、经济和文化的汇集点,对县域内的农村有很强的吸引力;铁路站点是对外交通枢纽,通过铁路能方便外出务工、经商,以及促进农产品的销售。

3)生态安全。是进行新农村建设,创建美丽乡村的基础,农村居民点选址要安全稳定和绿色健康,本研究从生态安全中选取了水土流失、地质灾害和森林覆盖率作为评价因子。水土流失对地表稳定性和作物耕种都有直接影响;地质灾害威胁到了人身和财产安全,余江县北部丘陵地区属于地质灾害高发区,要加强管控;森林植被有净化空气和防止水土流失的作用,森林覆盖率高,则居住环境好。

4)生产生活。是农村居民点选址适宜性的直接表现,要保障村民出行便捷和粮食生产安全,本研究从生产生活中选取了距水源距离、路网密度和耕地保有量作为评价因子。水源是日常生活、农业种植和工业生产的重要保障;路网密度越大,该区域道路通达性越高;耕地是粮食生产的基础,耕地面积对农村人口数量有所限制。

5)景观条件。是农村居民点现状规模形态的直观表现,农村居民点的优化目标就是集中规整,本研究从景观条件中选取了分形维数和居民点用地比重作为评价因子。分形维数体现了居民点图斑的规则程度;居民点用地比重大说明该区域综合条件好,人们愿意居住于此,另一方面也有利于城乡建设用地增减挂钩的实施。

2.1.2 评价指标标准化及权重的确定

为解决各指标数据量纲上的差异性,对不同单位的指标数据进行标准化处理,本研究按百分制对数据进行标准化。指标分为概念型和数值型,对于概念型的直接采用赋值法,其中坡度、距水源距离和距城镇距离等指标划分标准参考《城市用地竖向规划规范》和其他相关研究^[11];数值型的如路网密度、分形维数和耕地保有量等指标数据采用极值标准化法。极值标准化公式如下:

正向指标

$$C_i = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \times 100 \quad (1)$$

反向指标

$$C_i = (X_{\max} - X_i) / (X_{\max} - X_{\min}) \times 100 \quad (2)$$

式中: C_i 表示指标标准化的值; X_i 表示指标的实际值; X_{\max} 和 X_{\min} 分别表示该类指标的最大和最小值。

指标权重反应了各评价指标的重要性程度,参考相关文献^[12],本研究在对评价指标权重的确定上邀请相关专家,并通过 G_1 法来实现。 G_1 法是在对指标相对重要性比较的基础上进行计算的,主要计算公式如下:

$$T_k = \prod_{i=1}^k R_i \quad (3)$$

$$W_k = T_k / \sum_{k=2}^m T_i \quad (4)$$

式中: W_k 表示指标权重系数; R_i 表示同一层次里某个指标 X_k 与 X_{k+1} 相对重要性的量化值。

本研究对余江县农村居民点综合影响力评价因子的划分、数据标准化和权重确定如表1所示。其中,对于中度水土流失和地质灾害的中易发区赋值都是50分;最后权重值是因素层和因子成权重系数的组合权重。

2.1.3 综合影响力评价等级的划分

在余江县农村居民点评价体系构建的基础上,采用加法模型对每个评价单元的综合影响力分值进行计算,并结合累积频率曲线法对评价单元进行分等定级^[13]。评价单元的综合影响力分值计算公式如下:

$$Z = \sum_{i=1}^n F_i \times W_i \quad (5)$$

式中: Z 表示农村居民点综合影响力评价分值; F_i 表示第 i 个因子指标的标准化分值; W_i 表示第 i 个因子指标的权重。

累积频率曲线法是对农村居民点综合影响力评价的分值建立累积频率直方图,于突变处划分等级,如图1。依据综合影响分值将余江县农村居民点综合影响力等级划分为3级,分别为65.07~81.35, 53.87~65.07, 30.07~53.87。

2.2 农村居民点核密度分析

余江县现状农村居民点用地粗放,不利于城乡统筹发展,要加强对农村居民点的整治,促进农村居民点集中布局。结合农村居民点集聚性分析和综合影响力评价,有利于提出科学合理的农村居民点布局优化策略。核密度估计是基于研究对象本身分布特征的空间分析方法,能直观的表现研究对象的分布概率,核密度值的高低代表研究对象在空间分布上的集聚程度^[14]。本研究结合核密度估计方法对余江县农村居民点空间分布的集聚性进行了可视化,如图2所示。核密度计算公式如下:

$$F_n(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (6)$$

式中： $F_n(x)$ 表示核密度值； $(x-x_i)$ 表示估计点到 x_i 的距离； h 表示带宽； n 表示带宽范围内的点数。

表1 农村居民点综合影响力评价指标体系及其权重

Table 1 Evaluation index system of comprehensive influence on rural residential and indexes weight

目标层 Target layer	因素层 Factor level	因子层 Factor layer	指标分级及数据标准化/百分制 Index classification and data standardization/ centesimal system					权重 Weight
			100	80	60	40	10	
综合影响力评价 The evaluation of comprehensive influence	自然条件 Natural conditions	地貌类型	平原	丘陵				0.057
		坡向	平坡、南	东南、西南	东、西	东北、西北	北	0.047
		坡度/°	<3	3~8	8~15	15~25	>25	0.080
	社会经济 The social and economic	距铁路站点距离/m	<2 000	2 000~ 4 000	4 000~ 6 000	6 000~ 8 000	>8 000	0.064
		距镇城镇距离/m	<1 000	1 000~ 2 000	2 000~ 3 000	3 000~ 4 000	>4 000	0.089
	生态安全 Ecological security	森林覆盖率	$F=100(X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$					0.071
		水土流失	无	轻度	中度	强度		0.099
		地质灾害	安全区	低易发区	中易发区	高易发区		0.139
	生产生活 Production and living	距水源距离/m	<500	500~ 1 000	1 000~ 1 500	1 500~ 2 000	>2 000	0.120
		路网密度	$F=100(X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$					0.075
		耕地保有量	$F=100(X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$					0.063
	景观条件 Landscape conditions	分形维数	$F=100(X_{max} - X_i) / (X_{max} - X_{min})$					0.040
		居民点用地比重	$F=100(X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$					0.056

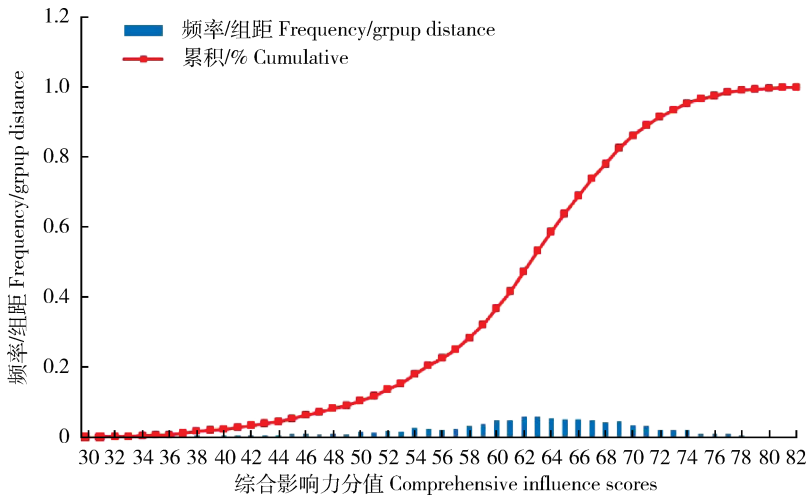


图1 综合影响力分值累积频率直方图

Fig. 1 Cumulative frequency histogram of comprehensive influence scores

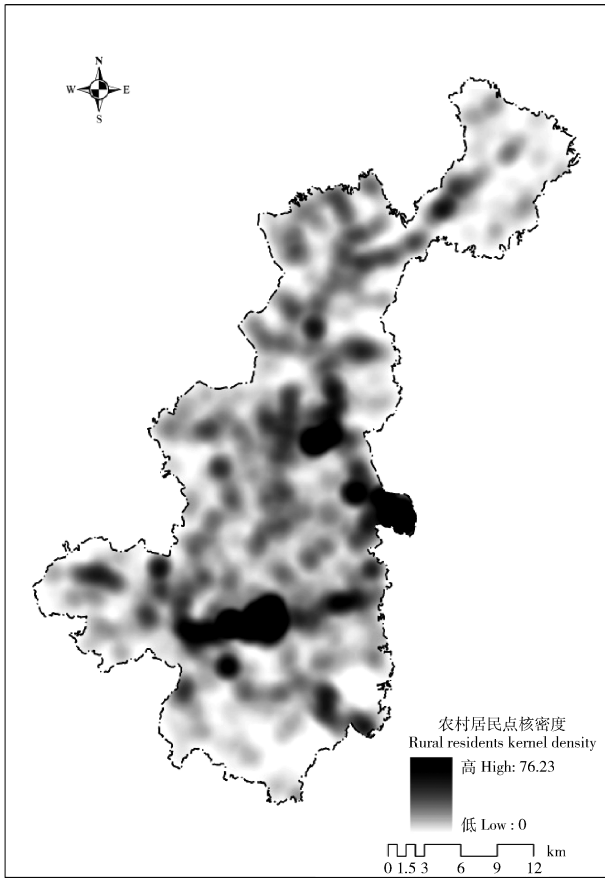


图 2 农村居民点核密度分布图

Fig. 2 Distribution of rural residents kernel density

2.3 农村居民点加权 Voronoi 分析

农村居民点现状布局是一定时期内特定因素的综合影响所呈现的状态,在新的社会经济发展形势下,部分农村居民点已不适合居住生活,需要向条件优越的地方搬迁。加权 Voronoi 图是对研究区域内每个发生元空间影响力范围的确定,每个发生元影响程度不同,会形成其影响范围势力线,依此确定该发生元的影响区域^[15]。加权 Voronoi 图在对空间影响力范围划分的研究中应用较多^[16],本研究在结合余江县农村居民点综合影响力评价和核密度分析提出初步优化策略后,据此选取发生元,并生成余江县农村居民点加权 Voronoi 图,为进一步确定农村居民点的搬迁方向提供依据。

3 结果与分析

3.1 余江县农村居民点综合影响力划分结果

余江县农村居民点评价单元共有 4 576 个,总面积 6 622. 81 hm²,综合影响力分值范围为 30.07~81.35,平均值为 61.41,标准差为 8.62。经过统计分析,有 2 563 个,共 3 791.09 hm² 农村居民点综合影响力分值超过平均值,个数和面积占比分别为 56.01%和 57.24%。依据累积频率直方图,对余江县农村居民点综合影响力划分为 3 个级别,结果如表 2 和图 3。

表 2 农村居民点综合影响力等级统计表

Table 2 Statistical table of Comprehensive influence level on rural residential

综合影响力等级 Comprehensive influence level	一级 Level 1		二级 Level 2		三级 Level 3	
	面积/hm ² Area	个数 Number	面积/hm ² Area	个数 Number	面积/hm ² Area	个数 Number
	数量 Quantity	2 472.54	1 635	3 173.01	2 125	977.26
比例/% Proportion	37.33	35.73	47.91	46.44	14.76	17.83

3.2 农村居民点综合影响力等级空间分布

余江县共有锦江镇、黄庄乡和张公桥农场等 18 个乡镇和农垦场,农村居民点综合影响力总体处于中等水平。统计结果如表 3。处于综合影响力一级的农村居民点共有 2 472.54 hm²,占比 37.33%,数量 1 635 个,占比 35.73%。它们总体分布特点为沿信江流域分布,并围绕城镇向外辐射分布,且大都分布于主干道路沿线,尤其沿 320 国道分布较多。这

些一级农村居民点集中在春涛乡、邓埠镇、潢溪镇、洪湖乡、刘家站垦殖场和中童镇等乡镇,这些乡镇大都处于余江县地势较为平坦的中部平原地区,地质灾害不易发生,并且交通水系发达,济广高速、沪昆高速、320 国道和 206 国道也在余江县中部区域交汇,另外白塔河和信江流经这些乡镇。处于综合影响力二级的农村居民点共有 3 173.01 hm²,占比 47.91%,数量 2 125 个,占比 46.44%,从数量和个

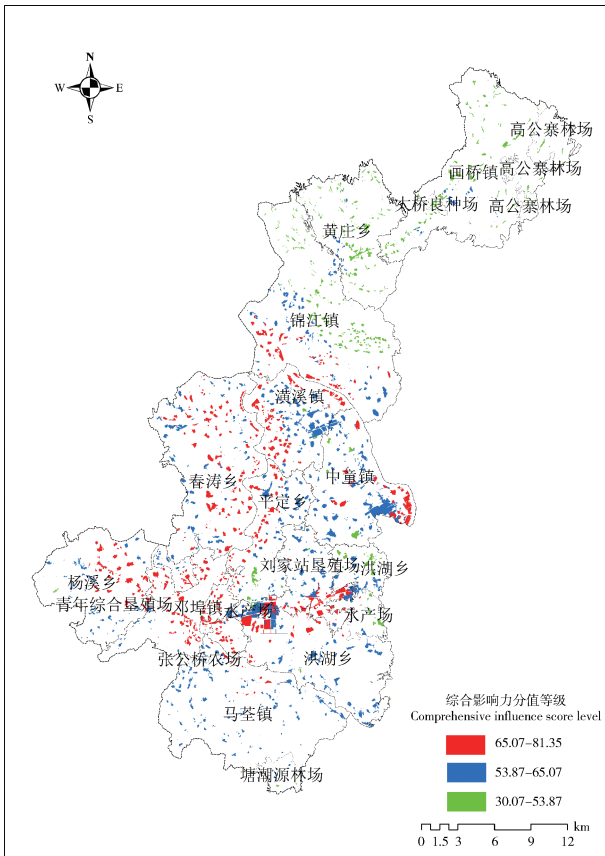


图3 农村居民点综合影响力等级分布图

Fig.3 Distribution of comprehensive influence level on rural residential

围,且大都分布于一级农村居民点的外围区域,距离城镇有一定的距离。这些二级农村居民点集中在中童镇、洪湖乡、潢溪镇、马荃镇、春涛乡和锦江镇等乡镇,其中锦江镇位于中部偏北区域,马荃镇属于最南端,综合条件较好的优势区域刚好在这两乡镇中间。处于综合影响力三级的农村居民点共有 977.26 hm²,占比 14.76%,数量 816 个,占比 17.83%。它们总体分布特点为以信江为界,基本上分布于综合条件较差的北部区域,在其他乡镇和农垦场有少量分布。这些三级农村居民点集中在锦江镇、画桥镇和黄庄乡等乡镇,锦江镇北部、画桥镇和黄庄乡都比较偏远,综合条件差,而且属于地质灾害高易发区,居民点布局需要做较大调整。

3.3 基于核密度的农村居民点空间布局优化

近年来余江县社会经济稳步发展,但城镇建设用地和农村居民点用地相互交错,布局散乱,尤其是农村居民点建设比较随意,在对余江县农村居民点现状布局分析评估的基础上进一步提出空间布局优化策略,有助于新型城镇化和美丽乡村建设等城乡统筹规划。通过核密度分析直观地反应了余江县农村居民点的集聚性,中部平原区域集聚程度高,可优先发展,南北丘陵地带的农村居民点呈现低集聚性,需要进行搬迁。本研究依据余江县农村居民点综合影响力分析结果,并结合其周围环境状况和核密度分析情况,以行政村为划分单元,提出了就近城镇化型、重点发展型、内部挖潜型和迁移归并型等 4 种农村居民点布局优化类型,统计结果如表 4。

表3 农村居民点综合影响力等级空间分布情况

Table 3 Spatial distribution of comprehensive influence level on rural residential

乡镇及农垦场 Villages and towns and state farms	一级 Level 1		二级 Level 2		三级 Level 3	
	面积/hm ²	个数	面积/hm ²	个数	面积/hm ²	个数
	Area	Number	Area	Number	Area	Number
邓埠镇	394.24	310	75.22	104	0.00	0
画桥镇	0.00	0	48.33	45	224.34	197
潢溪镇	267.38	134	387.41	255	9.60	9
锦江镇	200.32	99	258.71	148	243.43	216
马荃镇	37.64	68	317.42	219	1.66	4
中童镇	234.37	225	574.57	393	50.45	20
春涛乡	440.08	217	276.19	127	0.21	1

数上在 3 个级别中最多。它们总体分布特点为比较分散,几乎涵盖所有乡镇和农垦场,在综合条件较弱的北部也有少量分布,总体上分布于水域和道路周

表 3(续)

乡镇及农垦场 Villages and towns and state farms	一级 Level 1		二级 Level 2		三级 Level 3	
	面积/hm ²	个数	面积/hm ²	个数	面积/hm ²	个数
	Area	Number	Area	Number	Area	Number
洪湖乡	262.47	177	475.96	304	70.78	49
黄庄乡	0.00	0	30.78	28	209.91	211
平定乡	171.68	101	233.15	160	55.87	20
杨溪乡	206.64	101	128.97	85	5.35	2
水产场	10.88	27	97.12	115	36.40	12
大桥良种场	0.00	0	0.00	0	25.51	18
高公寨林场	0.00	0	0.00	0	32.25	32
塘潮源林场	0.00	0	9.87	8	6.65	11
张公桥农场	0.00	0	7.40	4	0.00	0
刘家站垦殖场	242.81	170	245.44	127	4.85	14
青年综合垦殖场	4.03	6	6.45	3	0.00	0
合计	2 472.54	1 635	3 173.01	2 125	977.26	816

表 4 农村居民点布局优化类型汇总

Table 4 The summary of layout optimization types on rural residential

优化类型 Optimization type	农村居民点总面积/hm ² Total area of rural residential	农村居民点个数 Number of rural residential	农村居民点平均面积/hm ² Mean area of rural residential
就近城镇化 Nearby urbanization	1 116.99	819	1.36
重点发展 Priority development	2 839.37	1 849	1.54
内部挖潜 Internal tapping	2 126.93	1 396	1.52
迁移归并 Migration merge	539.52	512	1.05

3.3.1 就近城镇化型

为了解决城镇建设用地与农村居民点用地的交错布局现状,实现城乡协调发展,在现有城镇建设用地基础上,对城中村以及和城镇用地接壤的农村居民点实现就近城镇化,由于受城镇综合影响力的辐射作用大,未来转变为城镇建设用地的可行性较高,这些农村居民点的城镇化可以缓解城镇用地压力和

人口压力。余江县就近城镇化型的农村居民点面积为 1 116.99 hm²,共 819 个,占总面积和个数的比例分别为 16.87%和 17.9%,分布于现有城镇建设用地周围,集中在邓埠镇、中童镇和锦江镇等建制镇,此种类型的划分考虑了与城镇建设用地接壤情况和环境要素的约束,无需考虑农村居民点综合影响力等级状况。在今后实施过程中要注意与城镇规划相

互协调,控制城镇建设开发边界;明确土地用途,提高土地的利用效率;健全管理机制,解决农村人口城镇化后的医疗、教育和就业问题。

3.3.2 重点发展型

在新型城镇化和美丽乡村建设的推进中,要对农村基础设施进行改造升级,实现城乡联动,部分农村居民点区位条件较好,对其进行重点改造,可作为城镇服务范围的延伸,是城镇和其它农村居民点联系的纽带,并且可以作为搬迁农村居民点的安置点。余江县重点发展型的农村居民点综合条件较好,平均斑块面积在4种类型的农村居民点中最大,该类型农村居民点面积为 $2\,839.37\text{ hm}^2$,共1 849个,占总面积和个数的比例分别为42.87%和40.41%,分布于几乎所有乡镇,主要集中在春涛乡、平定乡和洪湖乡等余江县中部乡镇和农垦场,此种类型的划分主要考虑了综合影响力为一级的农村居民点,包括集镇区域的农村居民点,以及考虑到区域平衡性,依据核密度集聚性而划入的部分集聚区的低等级农村居民点。在今后实施过程中要注意基础设施的逐步完善,提高吸引力;划出部分土地作为住宅储备用地,用来安置从其他地方迁入的村民;做好村庄规划,合理调整农村用地结构,发展特色工农产业。

3.3.3 内部挖潜型

部分农村居民点距离区域经济中心具有一定距离,受中心辐射作用较小,也不在主要交通道路和水源附近,区位条件较差,本身各项基础设施单薄,对周围农村居民点的吸引力较弱,故其发展潜力小,由于其范围较广,迁移难度较大,所以要控制其发展规模,实行用地的内部挖潜。余江县内部挖潜型的农村居民点面积为 $2\,126.93\text{ hm}^2$,共1 396个,占总面积和个数的比例分别为32.12%和30.51%,大部分分布于余江县县界附近,远离中心城镇,此种类型的划分主要考虑了综合影响力为二级的农村居民点,它们受周围环境条件的限制,并且处于农村居民点核密度低值区,由于余江县北部区域农村居民点综合影响力基本为三级,全部搬迁难度较大,所以主干道附近的农村居民点也划入内部挖潜型。在今后实施过程中要加大基础设施改造,注意严格控制农村居民点用地扩张,并且对废弃农村宅基地进行整治。

3.3.4 迁移归并型

农村居民点的选址过程,是人们对自然、社会和经济等变化的适应过程,新时期新环境下,不少农村居民点现状布局已经不适宜人们的生产生活,为了

改善村民的生活质量,对于条件恶劣地区的农村居民点需要就近迁移到综合条件优越区域。余江县迁移归并型农村居民点受周围环境限制,平均斑块面积在4种类型农村居民点中是最小的,该类型农村居民点面积为 539.52 hm^2 ,共512个,占总面积和个数的比例分别为8.15%和11.19%,主要分布于较为偏远及综合环境较差的北部黄庄乡、画桥镇和高寨林场等区域,此种类型的划分主要考虑了综合影响力为三级的农村居民点,受地质灾害等因素影响不适宜居住,且分布散乱。在今后实施过程中要逐步实施搬迁,就近迁移到综合条件较好的区域,并且做好情绪的安抚工作,帮助村民尽快融入新的生活环境。

3.4 基于加权 Voronoi 图的农村居民点搬迁策略

余江县农村居民点分布广泛,且较为分散,农村居民点布局的优化过程是逐步实施的系统工程,在提出4种优化类型的基础上,需要进一步分析迁移归并型农村居民点的搬迁方向。在农村居民点搬迁过程中要充分考虑到村民的切身利益,为了尽量减少搬迁阻力,安置点的选取要因地制宜,在综合条件较差的南北丘陵地带设置较少的安置点。本研究在对余江县农村居民点空间优化类型划分和核密度分析的基础上,借助加权 Voronoi 图确定迁移归并型农村居民点的搬迁方向。把余江县农村居民点核密度图和重点发展型农村居民点图斑叠加,提取核密度高值区的重点发展型农村居民点作为发生元,以其综合影响力大小的平方根作为其权重^[17],根据综合影响力大小划分发生元的影响区域,并依据行政区划完整性原则修正其影响范围,区域内的迁移归并型农村居民点向发生元搬迁,具体如图4。

4 结论与讨论

本研究以余江县农村居民点的布局优化为例,对低丘岗地区农村居民点的整理和村镇规划有一定的参考价值。研究结论如下:

1) 本研究在对余江县农村居民点综合分析的基础上,进行了综合影响力评价,对村民居住条件的优劣性进行了量化,为提出农村居民点的布局优化方案提供了基础数据。其中一级和二级农村居民点主要分布在综合条件优越的中部平原区域,可以重点发展,低级别的三级农村居民点面积占总数的14.76%,主要分布在综合条件较差的北部丘陵地带,要逐步实现搬迁。

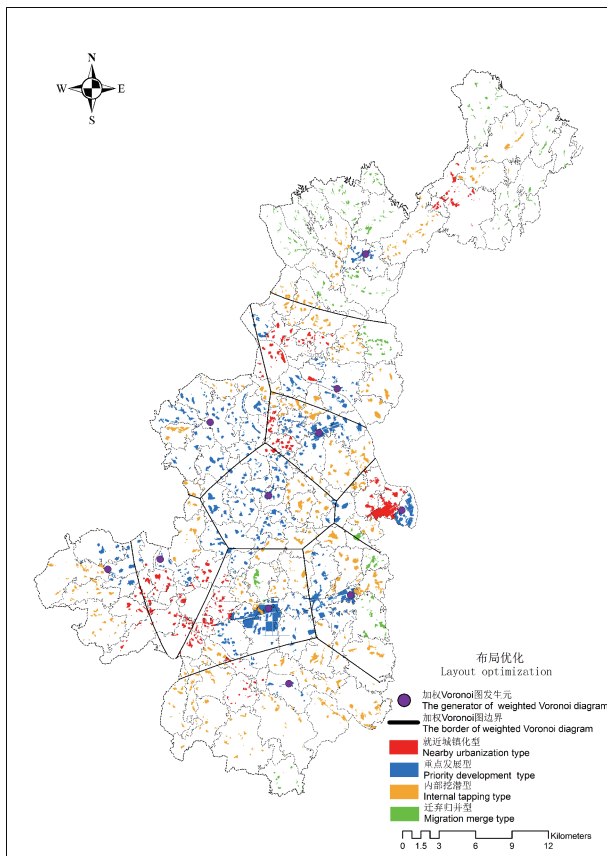


图 4 农村居民点布局优化图

Fig. 4 Optimization figure of rural residential layout

2)通过核密度分析,对余江县农村居民点的集聚性有了直观的表现,集聚区的农村居民点可优先发展。在农村居民点综合影响力评价的基础上,结合核密度估计图反应的农村居民点集聚状况,划分了4种农村居民点布局优化类型;然后依据核密度估计图和余江县各乡镇及农垦场的综合条件,在重点发展型农村居民点中选择了11个高集聚区作为农村居民点搬迁安置点,并通过加权Voronoi图确定搬迁方向。

3)在农村居民点布局优化的过程中,要对危害村民居住安全区域的农村居民点的搬迁进行重点引导,如余江县南北丘陵地带地质灾害易发生,要做好相应预警措施,实时进行检测。并且对不同区域农村居民点各自特点要进行综合分析,因地制宜地提出合理方案,如北部丘陵地带综合条件差,设置的农村居民点安置点较少。

农村居民点的空间布局优化是一个系统工程,本研究未涉及的地方有待进一步探索,讨论如下:

1)本研究运用核密度估计方法来分析余江县农

村居民点的集聚性,更加具有直观性和可比性,提高了农村居民点布局优化类型和搬迁安置点方案确定的高效性和合理性,解决了农村居民点布局无序的现状,提高了生产生活效率,为余江县农村居民的整理、美丽乡村建设和城乡统筹发展提供了科学依据。

2)农村居民点的空间布局优化不仅要考虑自然、社会和经济条件的优劣性,也要考虑村民的搬迁意愿,以及乡土文化的传承性,做到人地和谐。本研究由于受资料限制,未能对村民的人均收入和特色村庄进行研究,村民搬迁意愿也未涉及,这些都会影响到农村居民点布局优化工作的实施,需要在未来进行更加深入的探索。

3)农村居民点空间布局优化的最终目的是调整农村居民点用地模式,引导村民从综合条件差的地域向综合条件优越的地域集聚,集中投入资金对道路、水电和通讯等基础设施进行升级改造,提升村民的居住生活质量。在本研究的基础上,可以结合土地整治规划,进行空心村整治;在新型城镇化背景下,为余江县村镇规划中的基础设施规划布局提供了参考;并为土地利用总体规划提供了基础研究,通过土地利用结构的调整,适应新的经济发展模式。

参 考 文 献

- [1] 韩会然,杨成凤,宋金平.北京市土地利用空间格局演化模拟及预测[J].地理科学进展,2015,34(8):976-986
Han H R, Yang C F, Song J P. Simulation and projection of land-use change in Beijing under different scenarios [J]. *Progress in Geography*, 2015, 34(8): 976-986 (in Chinese)
- [2] 周宁,郝晋珉.基于人地关系的农村居民点整理现实潜力研究:以河北省曲周县为例[J].中国农业大学学报,2012,17(2):159-163
Zhou N, Hao J M. The realistic potential of land consolidation in rural: Residential area of Quzhou County [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2012, 17(2): 159-163 (in Chinese)
- [3] 宋伟,陈百明,张英.中国村庄宅基地空心化评价及其影响因素[J].地理研究,2013,32(1):20-28
Song W, Chen B M, Zhang Y. Typical survey and analysis on influencing factors of village-hollowing of rural housing land in China [J]. *Geographical Research*, 2013, 32(1): 20-28 (in Chinese)
- [4] 周宁,郝晋珉,孟鹏,陈丽,洪舒蔓,穆哈拜提·帕热提.黄淮海平原县域农村居民点布局优化及其整治策略[J].农业工程学报,2015,31(7):256-263
Zhou N, Hao J M, Meng P, Chen L, Hong S M, Muhabaiti ·

- Pareti. Layout optimization for county rural residents in Huang-huai-hai plain area and its remediation strategies[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(7): 256-263 (in Chinese)
- [5] 姜磊,雷国平,张健,张怡然,李佳. 农村居民点空间布局及优化分析[J]. 水土保持研究, 2013, 20(1): 224-229
Jiang L, Lei G P, Zhang J, Zhang Y R, Li J. Analysis of spatial distribution and optimization of rural settlement[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2013, 20(1): 224-229 (in Chinese)
- [6] 李胜坤,张毅,闫欣,牛利强,汪洋,曹娟. 基于GIS的秦巴山区乡村聚落空间格局研究:以湖北省竹溪县为例[J]. 农业现代化研究, 2014, 35(6): 780-785
Li S K, Zhang Y, Yan X, Niu L Q, Wang Y Y, Cao J. Using GIS techniques to assess spatial pattern of rural settlements in Qinba Mountains region: A case study in Zhuxi County, Hubei Province[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2014, 35(6): 780-785 (in Chinese)
- [7] 聂小清,郭熙,郭大千,赵小敏. 基于GIS的梅岭镇农村居民点用地适宜性评价[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(1): 204-208
Nie X Q, Guo X, Guo D Q, Zhao X M. The Assessment of rural residential suitability of Meiling Town based on GIS[J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2013, 35(1): 204-208 (in Chinese)
- [8] 郭杰,包倩,欧名豪,刘洋,赵海军. 农村居民点整理适宜性评价及其分区管制[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(4): 52-58
Guo J, Bao Q, Ou M H, Liu Y, Zhao H J. Suitability evaluation and partition research of rural settlements consolidation based on households' willingness[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2015, 25(4): 52-58 (in Chinese)
- [9] 姜婵婵,雷国平,孟凡浩. 典型工业县农村居民点空间格局变化及驱动力分析[J]. 河南农业大学学报, 2015, 49(3): 396-402
Jiang C C, Lei G P, Meng F H. Analysis on spatial patterns change and driving forces of typical industrial county's rural settlements[J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2015, 49(3): 396-402 (in Chinese)
- [10] 费智慧,王成,李丹,刘怡. 基于加权Voronoi图与农户愿景的农户搬迁去向研究:以整村推进示范村重庆市合川区大柱村为例[J]. 中国土地科学, 2013, 27(8): 19-25
Fei Z H, Wang C, Li D, Liu Y. Relocating rural household based on weighted voronoi diagram and the willingness of farmers: Taking Dazhu Village in Hechuan District of Chongqing as an example[J]. *China Land Sciences*, 2013, 27(8): 19-25 (in Chinese)
- [11] 郗瑞卿,刘富民,刘洪,王娜. 吉林省磐石市农村居民点用地空间布局优化模式研究[J]. 水土保持研究, 2013, 20(1): 197-201
Qie R Q, Liu F M, Liu H, Wang N. Study on spatial distribution optimization pattern of rural residential land in Panshi City of Jilin Province[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2013, 20(1): 197-201 (in Chinese)
- [12] 黄元生,宋河,汤新发,田丽霞,万有为. 基于G1-GRA的火电厂综合性能评价模型研究[J]. 华北电力大学学报:自然科学版, 2014, 41(2): 99-102
Huang Y S, Song H, Tang X F, Tian L X, Wan Y W. Research on G1 - GRA based comprehensive performance evaluation model for thermal power plant[J]. *Journal of North China Electric Power University: Natural Sciences Edition*, 2014, 41(2): 99-102 (in Chinese)
- [13] 杨学龙,叶秀英,赵小敏. 鄱阳县农村居民点布局适宜性评价及其布局优化对策[J]. 中国农业大学学报, 2015, 20(1): 245-255
Yang X L, Ye X Y, Zhao X M. Rural residential layout suitability evaluation and optimization countermeasures in Poyang County [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2015, 20(1): 245-255 (in Chinese)
- [14] 李胜坤,张毅,闫欣,曹娟. 竹溪县农村居民点景观格局及空间分布特征[J]. 水土保持研究, 2014, 21(4): 203-207
Li S K, Zhang Y, Yan X, Cao J. Characteristics of landscape pattern and spatial distribution of rural settlement in Zhuxi County[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2014, 21(4): 203-207 (in Chinese)
- [15] 刘超,杨海娟,龙冬平,杨小刚. 基于加权Voronoi图的农村居民点等级评价与整理方向研究[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版, 2014, 42(3): 91-96
Liu C, Yang H J, Long D P, Yang X G. Study on gradation evaluation and consolidation direction for rural residential area based on weighted Voronoi diagram[J]. *Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition*, 2014, 42(3): 91-96 (in Chinese)
- [16] Rezende F A V S, Almeida R M V, Nobre F F. Defining catchment areas for public hospitals in the Municipality of Rio de Janeiro through[J]. *Cadernos de Saúde Pública*, 2000, 16(2): 467-475
- [17] 樊天相,杨庆媛,何建,潘菲,邓永旺. 重庆丘陵地区农村居民点空间布局优化:以长寿区海棠镇为例[J]. 地理研究, 2015, 34(5): 883-894
Fan T X, Yang Q Y, He J, Pan F, Deng Y W. Spatial distribution optimization of rural residential land in hilly areas of Chongqing: A case study of Haitang Town in Changshou District[J]. *Geographical Research*, 2015, 34(5): 883-894 (in Chinese)