

基金项目：广西哲学社会科学规划项目《广西地理标志产品开发与乡村振兴研究》（18BJL001）、广西壮族自治区党委宣传部广西哲学社会科学规划项目《供给侧结构性改革背景下的广西土地管理创新研究》（17CGL003）

基于泰森多边形的那坡县农村居民点空间分布特征研究

□ 李月连 韦 严 黄 乐

[摘 要] 本文以广西那坡县为研究区域，通过构建以农村居民点为中心的泰森多边形，测算出多边形面积的变异系数 C_v 值。结果显示，那坡县 C_v 值均大于64%，农村居民点空间分布均呈集群分布状态，无均匀分布和随机分布类型。那坡县农村居民点分布在小于坡度5级的区域占比87%以上，且集中分布于道路距离500米以内，并随道路距离的增大而递减，说明地形坡度、道路交通便捷程度是影响农村居民点空间分布的重要因素。研究结果可为乡村振兴背景下村庄规划中的农村居民点布局优化提供参考。

[关键词] 泰森多边形；农村居民点；空间分布；那坡县

[文献标识码] B **[中图分类号]** F301.2 **[文章编号]** 1672-7045 (2020) 8-089-03

农村地域空间基本单元——农村居民点，是农村居民生产生活的聚居地，也是农村生态系统的重要空间载体^[1]。随着乡村振兴战略的开展实施，具有明显地域特征的农村居民点空间布局成为土地资源管理、人文地理等学科领域的研究热点。谭雪兰等借助GIS空间分析、重心迁移模型和景观生态学方法对长沙市农村居民点景观格局编号及地域分异进行研究^[2]。彭金金等引入智能体模型对武汉市黄陂区村镇农村居民点的空间优化决策行为与优化模式进行了分析研究，结果显示该模型能有效实现农村居民点自动式、智能化的优化配置^[3]。叶艳妹等利用加权集覆盖模型对江西省湖口县流泗镇农村居民点的空间布局进行优化^[4]。韦燕飞等提出云模型改进的PSO优化算法，为实现空间规划背景下农村居民点集约化过程中的定量空间布局优化提供科学依据^[5]。刘善开、许婷等运用Voronoi图分析研究农村居民点空间分布特征^[6、7]。本文以那坡县为研究对象，借助泰森多边形分析农村居民点空间分布特征及影响因素，为科学编制该县村庄规划及优化农村居民点布局提供参考。

1 研究区概况

那坡县属于国家级深度贫困山区县，位于广西壮族自治区西南边陲，东南与靖西市相连，西北面与云南省富宁县毗邻，南和西南面与越南接壤，地理位置偏远，自然条件恶劣。全县辖9个乡镇，国土面积约为2231.11平方千米。县内设有平孟口岸（国家二类口岸），另有百南、那布、坡酬等9个边境互市点和贸易市场，是中国—东盟贸易区重要前沿位置，也是云南省出海的主要通道之一。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

以农村居民点为中心创建泰森多边形，分析那坡县农村居民点的用地比例、平均面积、泰森多边形变异系数 C_v 值，确定农村居民点分布特征，并研究那坡县交通、地形坡度等条件对农村居民点分布的影响。

（1）泰森多边形。泰森多边形又叫冯洛诺伊图（Voronoi Diagram），是对空间平面进行剖分的一种

结果。泰森多边形内仅含一个居民点样点，且多边形内的任何位置离该多边形的居民点距离最近。泰森多边形可以用于分析邻接、接近度、可达性等空间分析，也可用于最近点、最小封闭圆等问题的解决^[8]。

（2）基于泰森多边形面积方法。因泰森多边形面积随居民点的分布而变化，所以可以使用变异系数Cv值衡量多边形面积的相对变化程度和居民点空间分布类型。变异系数Cv值等于泰森多边形面积的标准差与平均值之比，计算公式为：

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - S)^2}{n}} \tag{1}$$

$$Cv = \frac{R}{S} \times 100\% \tag{2}$$

式中： R 为标准差， S_i 为第*i*个多边形面积， S 为多边形面积的平均值， n 为多边形斑块个数。

（3）农村居民点用地比例 $P_R = \frac{a}{A} \times 100\%$ ，其中 α 为居民点面积， A 为研究区面积。

（4）农村居民点密度 $P_d = \frac{N}{A}$ ，其中 N 为居民点斑块数， A 为研究区面积。

（5）农村居民点平均面积 $P_v = \frac{a}{N}$ ，其中 α 为居民点面积， N 为居民点斑块数。

2.2 数据来源与处理

研究基础数据主要来源于那坡县2018年土地利用现状变更调查。将该县农村居民点图斑从变更调查的地类图斑中提取，在ArcMap中转为点状图层，生成以每个居民点为发生元的Voronoi图，以各乡镇为基本单位计算变异系数Cv值，得出那坡县农村居民点空间分布类型。

对那坡县公路做6个多环缓冲区，缓冲区半径为500m，即0m~500m、500m~1000m、1000m~1500m、1500m~2000m、2000m~2500m、>2500m。将那坡县DEM数据（马里兰大学网站下载）进行坡度分析并重分类为5个级别，分别为<2°、2°~6°、6°~15°、15°~25°、>25°。最后将农村居民点图层与公路多环缓冲区、坡度图层进行叠加分析，探讨公路距离、地形坡度对那坡县农村居民点分布的影响。

3 结果分析

3.1 那坡县农村居民点分布特征

在ArcMap计算那坡县各乡镇泰森多边形变异系数Cv值，参照Duyckaerts^[8]提出的三种分布类型，即：当Cv值=29%（包括<33%）时，农村居民点呈均匀分布；当Cv值=57%（包括33%~64%）时，农村居民点呈随

机分布；当Cv值=92%（包括>64%）时，农村居民点呈集群分布，见表1。

表1 那坡县各乡镇农村居民点空间分布类型表

名称	居民点数量（个）	用地比例（%）	密度（个/公顷）	平均面积（公顷）	CV值（%）
城厢镇	746	1.7013	0.0221	0.7696	93.9698
坡荷乡	224	1.2018	0.0168	0.7139	100.5824
龙合镇	472	1.5282	0.0171	0.8947	85.3777
德隆乡	450	1.1066	0.0183	0.6031	103.7419
百合乡	350	0.9680	0.0132	0.7331	84.6038
百南乡	197	1.1882	0.0146	0.8144	92.7073
平孟镇	352	1.2477	0.0157	0.7947	88.0740
百省乡	384	0.8643	0.0116	0.7461	93.6213
百都乡	397	1.1259	0.0144	0.7809	82.0169
那坡县	3572	1.2239	0.0161	0.7618	94.7860

从表1可以看出，那坡县共3572个居民点，用地比例1.2239%，密度为每公顷0.0161个，平均用地0.7618公顷，泰森多边形变异系数Cv值为94.7860%。根据Cv值分类标准，那坡县农村居民点属集群分布类型。从各乡镇来看，城厢镇农村居民点个数746个、用地比例1.7013%、密度0.0221个/公顷，位列第一，这与县城所在地的区位优势、交通条件较为完善相关。9个乡镇农村居民点均为集群分布，无均匀分布和随机分布，各乡镇居民点空间分布特征是地形坡度、道路交通及区位因素综合作用的结果。

3.2 地形坡度对农村居民点分布的影响

那坡县农村居民点与地形坡度叠加分析结果见表2。可以看出农村居民点用地比例和分布密度随坡度升高而减少，坡度等级为1级时，农村居民点用地比例最高为4.0373%，密度为每公顷0.1597个；坡度等级为5级时，居民点用地比例仅为0.5053%，密度则降低至每公顷0.0153个。那坡县海拔高度254m~1653m，坡度3级和坡度4级面积占全县土地面积的68%，受整体地形坡度条件影响，全县分布在坡度3级和4级的农村居民点比例高达69%，小于坡度5级的居民点分布占比87%以上。说明那坡县大部分农村居民居住的自然条件较为恶劣。

表2 那坡县不同坡度等级农村居民点空间分布情况

坡度等级	居民点个数（个）	用地比例（%）	密度（个/公顷）	平均面积（公顷）
1（小于2°）	248	4.0373	0.1597	0.2529
2（2°至6°）	1081	3.1701	0.1130	0.2806
3（6°至15°）	2454	1.8605	0.0465	0.4005
4（15°至25°）	2536	1.0932	0.0260	0.4203
5（大于25°）	919	0.5053	0.0153	0.3308

3.3 交通条件对农村居民点分布的影响

那坡县农村居民点与公路缓冲区叠加分析结果见表3。可以看出，那坡县距离道路500米内的居民点数量有1517个，用地比例为2.2717%，密度0.0271个/公顷，平均面积0.8384公顷，距离道路500米外，居民点分布的数量、密度、平均面积呈递减状态，说明随着道路距离的增大，农村居民点的空间分布特征也出现较大差异，便捷的交通条件对农村居民的出行、生产、生活提供便利，也对农村经济的发展产生重要影响。

表3 那坡县农村居民点空间分布随公路距离变化情况

公路距离（米）	居民点个数（个）	用地比例（%）	密度（个/公顷）	平均面积（公顷）
500	1517	2.2717	0.0271	0.8384
500~1000	507	0.7870	0.0122	0.6474
1000~1500	444	0.9450	0.0136	0.6957
1500~2000	339	0.9023	0.0138	0.6556
2000~2500	242	1.0950	0.0138	0.7954
2500以上	543	0.7989	0.0109	0.7317

4 结论

（1）根据泰森多边形变异系数Cv值分类标准，那坡县9个乡镇农村居民点均为集群分布，无均匀分布和随机分布类型。

（2）受整体地形坡度条件影响，那坡县分布在坡度3级和4级的农村居民点比例高达69%，小于坡度5级的居民点分布占比87%以上，说明坡度条件是影响居民点空间分布的重要因素。

（3）那坡县距离道路500米内的居民点分布较为集中，距离道路500米外，居民点分布随距离的增大而递减，说明道路交通便捷程度是影响农村居民点空间分布的重要因素。

[参考文献]

- [1]尹婧博.典型生态脆弱区农村居民点布局优化研究——以吉林省大安市为例[J].长春:吉林大学,2020.
- [2]谭雪兰,周国华,朱苏晖,等.长沙市农村居民点景观格局变化及地域分异特征研究[J].地理科学,2015,35(2):204–210.
- [3]彭金金,孔雪松,刘耀林,等.基于智能体模型的农村居民点空间优化配置[J].地理与地理信息科学,2016,32(5):52–58.
- [4]叶艳妹,张晓滨,林琼,等.基于加权集覆盖模型的农村居民点空间布局优化——以流泗镇为例[J].经济地理,2017,37(5):140–148.
- [5]韦燕飞,陈燕奎,童新华,等.基于改进PSO算法的农村居民点空间优化布局研究[J].地理与地理信息科学,2014,30(2):72–76.
- [6]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——以福建省德化县为例[J].资源科学,2014(11):2282–2290.
- [7]许婷,饶磊,赵小敏,等.基于MCR模型和加权Voronoi图的农村居民点空间布局优化[J].江苏农业科学,2018,46(6):333–337.
- [8]宋洁华,李少伟,赵志忠,等.泰森多边形在居民点空间分布特征分析中的应用研究——以海南省临高县为例[J].海南师范大学学报(自然科学版),2013,26(2):223–226.
- [9]Duyckaerts C,Godefroy G.Voronoi tessellation to study the numerical density and the spatial distribution of neurones[J].Journal of Chemical Neuroanatomy,2000(20):83–92.

[作者简介]

- 李月连**，硕士，南宁师范大学工程师，主要从事GIS、国土空间规划等研究。
- 韦 严**，硕士，广西航港投资集团有限公司工程师，主要从事国土空间规划、土地信息技术研究工作。
- 黄 乐**，硕士，南宁师范大学工程师，主要从事土地政策和房地产开发管理等研究。