

基于 GIS 技术的农村居民点空间演变与特征研究

洪步庭^{1,2}, 吴芬娜^{1,2}, 任平^{1,2}

(1. 四川师范大学 西南土地资源评价与监测教育部重点实验室,
成都 610066; 2. 四川师范大学 地理与资源科学学院, 成都 610066)

摘 要:基于 2005 年和 2010 年两期遥感影像,提取了成都市龙泉驿区农村居民点的空间分布信息,运用 GIS 技术和空间分析模型,定量分析了龙泉驿区农村居民点的时空分布特征及其演变规律。结果表明:通过 380 个面积为 2.43 km² 的方格网覆盖整个研究区域,比较各格网中农村居民点分布的数量得出,2005 年和 2010 年龙泉驿区农村居民点的分布存在显著的差异;通过计算最近邻点统计量,得出 2005 年龙泉驿区农村居民点的空间分布总体上呈现显著的分散趋势;2010 年农村居民点的空间分布则表现出聚集的态势,但却不具有统计显著性;2010 年与 2005 年相比,农村居民点的数量不断减少,分布形态也愈发地趋于集聚。该研究可为农村居民点的空间布局提供决策依据,为新农村规划建设、增减挂钩规划、农村土地综合整治等提供应用参考。

关键词:农村居民点;空间演变;样方分析法;最近邻点统计量

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)06-0284-05

Study on Spatial Pattern Evolvment and Features of Rural Settlement Based on GIS

HONG Bu-ting^{1,2}, WU Fen-na^{1,2}, REN Ping^{1,2}

(1. Key Laboratory of Land Resources Evaluation and Monitoring in

Southwest of Ministry of Education, Sichuan Normal University, Chengdu 610066, China;

2. College of Geography and Resources Science, Sichuan Normal University, Chengdu 610066, China)

Abstract: Taking the rural settlement distribution information of Chengdu Longquanyi district as a database which was set up by RS images of 2005 and 2010, GIS and spatial analysis model were used to quantitatively analyze the temporal and spatial distribution characteristics of rural settlement and its evolvement rule. The results showed that there were significant difference in rural settlement spatial distribution between 2005 and 2010 compared with the rural settlement quantity of each grid which number was 380 and scale was 2.34 km². Second, by calculating the nearest neighbor statistics, the rural settlement spatial distribution of 2005 showed significant dispersion trend in general, while the 2010 presented clumped pattern but insignificant in terms of statistics. Third, the quantity of rural settlement was decreasing and its spatial distribution morphology trended to agglomeration in 2010 compared with 2005. This research can provide decision-making basis for rural settlement arrangement and application reference for new countryside construction, increase and decrease of urban and rural construction land planning, rural land integrated consolidation and so on.

Key words: rural settlement; spatial pattern evolvement; quadrat analysis; nearest neighbor statistics

20 世纪 90 年代中期以来,我国城镇化快速推进,时至 2010 年全国的城镇化水平达到 49.68%^[1]。但是作为我国人口重要组成部分的农村人口依然数量庞大,国家统计局 2010 年发布的人口统计数据显示,2009 年末农村人口数为 7.128 8 亿人,占总人口

数的 53.41%。考虑城市化进程和人口增长,预计 2030 年仍将有大约 6 亿人口居住在广大农村地区^[2-3],可见未来较长一段时期内农村居民点仍将是农村人口聚居的主要形态和场所^[4]。随着社会经济的不断发展,农村居民点的外在特征和空间结构也在

收稿日期:2013-04-05

修回日期:2013-05-02

资助项目:国家社会科学基金(11XJY019);四川师范大学研究生优秀论文培育基金(201314-31)

作者简介:洪步庭(1989—),男,江苏昆山人,硕士研究生,主要研究方向为土地管理与房地产开发。E-mail:302506861@qq.com

通信作者:任平(1978—),男,湖北荆门人,副教授,博士,主要研究方向为国土资源管理、资源环境评价研究。E-mail:pren121680@126.com

不断地发生变迁,在反映出社会发展进步过程中人地关系演变趋势的同时,也成为影响区域经济发展的一个重要因素^[5]。在当前我国土地后备资源严重不足,要发展和无地可用这对矛盾愈来愈尖锐的大背景下,农村居民点却由于在整体布局上缺乏规划指导和控制,自然村落普遍形成了“满天星”式的散落布局现象,这种松散无序的农村居民点空间分布造成了农村土地资源的严重浪费和建设用地结构的不合理,影响了农村产业化、城镇化和现代化进程^[6-7],甚至成为了新农村建设和统筹城乡发展的一大阻力。因此,如何正确识别和判断农村居民点的空间分布模式(聚集或分散还是其他的分布形态),揭示其内在的各种状态和变化过程显得至关重要。国内的学者大多从影响农村居民点空间布局的因素入手,通过建立相关的指标体系来研究其空间分布特征及布局模式^[8-10],而根据农村居民点自身的分布形态来分析其空间布局模式与演变规律的研究还较为薄弱。

成都市作为全国统筹城乡综合配套改革试验区之一,近些年来不断通过土地制度政策方面的理论和实践创新,如拆院并院、增减挂钩、地票制度等,力求改变目前农村居民点低效、粗放的利用方式,充分挖掘农村居民点的利用潜力,最大限度地促进农村土地资源的节约集约利用。龙泉驿区作为成都东部的近郊城区,同时也是国务院批准的成都市城市向东发展的主体区域,其农村居民点现状存在用地总量偏大、村庄用地规模偏小和建新不拆旧等集约化程度低的现象^[11]。因此本文以成都市龙泉驿区为例,借助 2005 年和 2010 年两期遥感影像,运用 GIS 技术和空间数据分析法,将龙泉驿区的农村居民点分布抽象成点的分布模式,进而量化地描述其整体空间分布特征和动态演变规律,以期协调农村居民点布局建设与环境关系、制定村庄发展建设规划、推动新农村合理稳步建设提供决策参考和依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

龙泉驿区位于成都平原东部边缘,龙泉山西麓,地势东北高西北低,海拔 425~1 051 m,跨成都平原和川中丘陵区。幅员面积 556 km²,境内地貌特征主要有平坝、台地、浅丘、低山和山原等。属于四川盆地亚热带湿润气候区,四季分明,气候温和,全区年平均降雨量为 993.9 mm,年均温 16.6℃。下辖 4 个街道办事处、7 个镇和 1 个乡,总人口 59 万。农业人口占到了总人口的 59.98%,农业依然在该区国民经济中占有较大比重。由于受到自然条件、经济发展水平和

思想观念的影响,该区农村居民点的分布很不均匀。

1.2 数据来源及处理

本文所采用的数据包括龙泉驿区 2005 年 6 月 11 日与 2010 年 11 月 15 日 Quickbird 多光谱遥感数据(分辨率为 2.44~2.88 m)、龙泉驿区 1:5 万地形图数据以及相关文本资料。首先利用研究区 1:5 万地形图提取高分辨率 DEM 数据,基于 Erdas 9.1 软件对 Quickbird 遥感影像进行正射纠正,接着采用 Quickbird 432 波段进行真彩色合成,合成影像质量优良,反差适中,满足居民点解译的要求,经过拼接裁剪后的数据均采用西安 80 坐标系、高斯—克吕格(Gauss-Kruger)6°分带投影,18 带。

建立农村居民点的解译标志,在 ArcGIS 9.3 软件平台下采用人机交互判读方式解译,分别得到龙泉驿区 2005 年与 2010 年的农村居民点矢量图层,经过现场对比以及专家确认,使最终 Quickbird 影像地类判读精度达到 90% 以上,基本满足研究工作要求。同时,将其与龙泉驿区的行政界线图层一起导入数据库,作为下一步分析的数据基础。

2 研究方法

2.1 样方分析法

样方分析法(Quadrat Analysis, QA)通过用规则的样方覆盖整个研究区域,然后根据样方中点的个数来构建样方数目的频数分布;再将此观测频数分布与理论上随机模式下的频数分布进行比较,来判断点模式的空间分布特征,可以利用方差均值比(Variance-Mean Ratio, VMR)或克尔莫洛夫—斯米尔诺夫(K-S)统计检验法来检测观测频数分布与随机模式下的期望频数分布之间有无统计上的显著差异。

在使用样方分析法时,有两个问题需要认真考虑:一是样方的选择。常用的样方主要有正方形、圆形、六边形等。本文考虑到正方形已经在农村居民点的空间分布研究中得到了广泛的应用^[12-13]以及其能够完全覆盖整个研究区域的几何特性,因此采用正方形样方。另一个问题便是样方的大小。根据 Greig-Smith^[14]与随后的 Taylor^[15]及 Griffith^[16]的研究,样方的最优尺寸可用下式计算:

$$s = \frac{2A}{r} \quad (1)$$

式中: s ——样方面积; A ——研究区域的面积; r ——点的个数。该式表明,对于正方形样方来说,其边长即为 $\sqrt{2A/r}$ 。由于本文研究的是两个不同时间农村居民点的分布特征(双样本),因此采用 K-S 统计检验法。如果计算出 K-S 检验的 D 统计量大于比较基准的临

界值 $D_{0.05}$, 则可以认为两个分布之间存在统计上的显著差异。 D 统计量和 $D_{0.05}$ 可如下进行计算:

$$D = \max |Q_i - E_i| \quad (2)$$

式中: Q_i, E_i ——来自任意两个观测分布的第 i 组累计比率。

$$D_{\alpha=0.05} = 1.36 \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2}} \quad (3)$$

式中: n_1, n_2 ——两组分布中的样方数。

2.2 最近邻点统计量

最近邻点统计量(R 统计量)最早是由 Clark 和 Evans 这两位植物学家于 1954 年提出, 后由 Dacey 引入地理学中, 其核心思想是将各点之间的最小距离与某种理论模式中的最近邻点之间的距离相比较, 进而得出点空间分布的某些特征^[17]。

R 统计量是点分布中最近邻点平均距离的观测值与期望值之比, 可用下式进行计算:

$$R = \frac{r_{\text{obs}}}{r_{\text{exp}}} \quad (4)$$

式中: r_{obs} ——最近邻点平均距离的观测值; r_{exp} ——由理论模式决定的最近邻点平均距离的期望值。

为了得到所观测点模式的最近邻点平均距离, 可按式计算:

$$r_{\text{obs}} = \frac{\sum d_i}{n} \quad (5)$$

式中: d_i —— i 点的最近邻点距离; n ——点数。

对于理论上的随机模式, 可以利用下式来计算其平均最近邻点距离:

$$r_{\text{exp}} = 0.5 \sqrt{\frac{A}{n}} \quad (6)$$

式中: A ——研究区域的面积; n ——点数。

由于 R 统计量是由最近邻点距离的观测值与随机模式下的期望值相比得到的, 因此如果 $R > 1$, 则表明观测模式比随机模式分散; 如果观测模式比随机模式聚集, 则 $R < 1$ 。 R 统计量的取值从 0 (完全聚集模式) 到 1 (随机模式) 再到 2.149 (理论上最完美的分散模式) 不等。尽管可以通过考察 R 统计量得出观测模式与随机模式相比是聚集还是分散, 但是仍然无法确定两者间聚集或分散的程度。在使用最近邻点统计量时, 可以将观测值与期望值之间的差异与最近邻点平均距离的标准误差 (SE_r) 进行比较来衡量它们之间的差异程度^[18]。通过计算标准化 Z 值来检验差值与其标准误差之间的比较情况, 其公式如下:

$$SE_r = 0.26136 \sqrt{\frac{A}{n}} \quad (7)$$

$$Z = \frac{r_{\text{obs}} - r_{\text{exp}}}{SE_r} \quad (8)$$

式中各参数的含义与前面相同。如果 $Z > 1.96$ 或 $Z < -1.96$, 就可以认为在 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平下, 所计算出的观测模式与随机模式之间的差值具有统计显著性; 反之, 如果 $-1.96 < Z < 1.96$, 则可认为尽管观测模式看上去更加聚集或更加分散, 但事实上, 它与随机模式之间不存在显著差异。

3 结果与分析

3.1 样方分析法

通过对前述数据库中农村居民点的统计, 2005 年龙泉驿区的农村居民点总数为 533 个, 2010 年的农村居民点总数为 417 个。根据公式(1), 将会得出两个不同的样方面积。考虑到样方面积和样方总数的一致, 根据 2005 年和 2010 年龙泉驿区农村居民点的平均总数 475 个, 采用大小为 $1\,530\text{ m} \times 1\,530\text{ m}$ (面积为 2.34 km^2) 的样方对龙泉驿区农村居民点的分布进行分析。由于样方必须完全覆盖整个研究区域, 在 ArcGIS 9.3 中, 先提取面状农村居民点的质心将其转为点状; 然后利用 Create Fishnet 工具, 经过反复试验, 得到龙泉驿区范围内共包含 $380(19\text{ 行} \times 20\text{ 列})$ 个样方(图 1—2); 再将样方与龙泉驿区的边界进行叠置分析, 按 2005 年和 2010 年农村居民点的个数分别统计样方的观测频数并将其转化为累计比率; 最后根据公式(2)计算两者的比率绝对差(表 1)。

从表 1 可以看出, 2005 年含 1 个到 5 个农村居民点的样方数均比 2010 年的多, 这说明 2005 年较少的农村居民点落在了较多的样方中; 而 2005 年含 6 个到 8 个农村居民点的样方数都比 2010 年的少, 反映 2005 年较多的农村居民点落在了较少的样方中。由于在高度聚集的点模式中, 所有或大部分的点都会落在一个或少数几个样方中; 而在高度分散的点模式中, 各样方中点的个数会基本相同。因此可以粗略地判断, 2005 年龙泉驿区农村居民点的分布从一定程度上来说要比 2010 年更为分散。按照表 1 的计算结果, K-S 检验的 D 统计量为 0.166; 根据公式(3)计算出比较基准的临界值为 0.099。统计量大于 $D_{0.05}$, 说明在 0.05 的显著性水平下, 2005 年龙泉驿区农村居民点的分布与 2010 年存在显著差异。

3.2 最近邻点统计量

在 ArcGIS 9.3 中, 利用 Near 工具, 计算出 2005 年和 2010 年龙泉驿区各农村居民点之间的最近距离; 然后根据公式(5)分别计算这两年农村居民点的最近邻点平均距离; 再根据公式(6)和公式(4)计算出相应的 R 统计量; 最后通过公式(7)和公式(8)得到这两者各自的标准化 Z 值(表 2)。

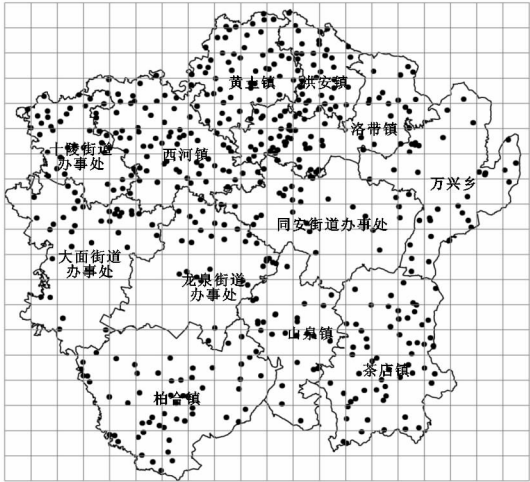


图 1 2005 年龙泉驿区农村居民点分布

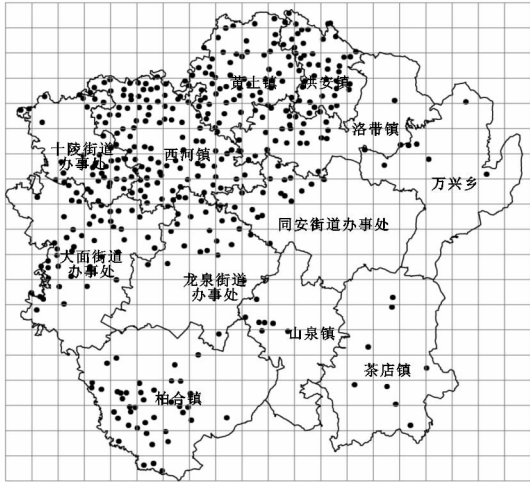


图 2 2010 年龙泉驿区农村居民点分布

表 1 2005 年和 2010 年龙泉驿区农村居民点分布的样方分析结果

各样方中的 农村居民点个数	2005 年			2010 年			比率
	观测频数	观测比率	累积观测比率	观测频数	观测比率	累积观测比率	绝对差
0	172	0.453	0.453	235	0.618	0.618	0.166
1	65	0.171	0.624	48	0.126	0.745	0.121
2	57	0.150	0.774	30	0.079	0.824	0.050
3	39	0.103	0.876	22	0.058	0.882	0.005
4	23	0.061	0.937	13	0.034	0.916	0.021
5	15	0.039	0.976	14	0.037	0.953	0.024
6	1	0.003	0.979	7	0.018	0.971	0.008
7	6	0.016	0.995	9	0.024	0.995	0.000
8	1	0.003	0.997	2	0.005	1.000	0.003
14	1	0.003	1.000	0	0.000	1.000	0.000

表 2 2005 年和 2010 年龙泉驿区农村居民点分布的最近邻点统计量分析结果

年份	农村居民 点总数	最近邻点 平均距离(观测)	最近邻点 平均距离(期望)	统计量	标准误差	标准化 Z 值
2005	533	541.71	510.67	1.06	11.5624	2.6842
2010	417	568.52	577.35	0.98	14.7788	-0.5975

从表 2 的 R 统计量来看,2005 年龙泉驿区农村居民点分布的 R 统计量大于 1,表明 2005 年农村居民点的分布模式比随机模式分散;2010 年的 R 统计量小于 1,表明该年农村居民点的分布模式比随机模式聚集;从标准化 Z 值来看,2005 年较高的 Z 值($Z=2.684\ 2>1.96$)说明该年农村居民点分布的分散趋势比较显著;而 2010 年较低的 Z 值($-1.96<Z=-0.597\ 5<1.96$)则说明尽管该年农村居民点的分布看上去更加聚集,但是它与随机模式相比,聚集的态势并不明显。对比两年的 R 统计量可以看出,2010 年龙泉驿区农村居民点的分布比 2005 年更加集聚。

4 结论与讨论

本文将 GIS 技术与空间数据分析法相结合,运用

样方分析法和最近邻点统计量来研究 2005 年和 2010 年成都市龙泉驿区农村居民点的空间分布特征及其演变规律。研究结论如下:

- (1) 2005 年和 2010 年龙泉驿区农村居民点的空间分布存在显著的差异。2005 年龙泉驿区较少的农村居民点落在了较多的样方中,而较多的农村居民点却落在了较少的样方中;2010 年农村居民点的分布情况则呈现出相反的态势。
- (2) 2005 年龙泉驿区农村居民点的空间分布整体上呈现出显著的分散趋势,而 2010 年则表现为聚集的态势,但是从统计学上来说,却并不显著。尽管如此,2010 年龙泉驿区农村居民点的聚集程度仍然高于 2005 年。
- (3) 从以上龙泉驿区农村居民点的空间分布特

征和演变趋势来看,龙泉驿区农村居民点的数量正在不断地减少,分布也愈发地集中。2010年龙泉驿区农村居民点的数量比2005年减少了约22%,涉及的乡镇主要位于龙泉驿区东部的洛带镇、万兴乡、同安街道办事处和南部的山泉镇、茶店镇,这些区域山地地貌,地形起伏较大,属于生态环境保护区,自然和农业生产条件较差;居民点更多集中于北部的黄土镇、西河镇和十陵街道办事处,这些乡镇距离成都主城区较近,交通和经济社会发展条件较好,集中居住的条件更好。

参考文献:

- [1] 张春梅,张小林,吴启焰,等.城镇化质量与城镇化规模的协调性研究:以江苏省为例[J].地理科学,2013,33(1):16-22.
- [2] 张克锋,彭晋福,张定祥,等.基于城镇化水平和GDP情景下中国未来30年土地利用变化模拟[J].中国土地科学,2007,21(2):58-64.
- [3] 简新华,黄锬.中国城镇化水平和速度的实证分析与前景预测[J].经济研究,2010,45(3):28-39.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 于森,边振兴,李建东.RS与GIS支持下的桓仁县农村居民点景观格局与空间分布特征分析[J].西南师范大学学报:自然科学版,2009,34(4):106-114.
- [7] 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].生态与农村环境研究,2009,25(2):30-33,93.
- [8] 龙英,舒晓波,李秀娟,等.江西省安福县农村居民点空间分布变化及其环境因素分析[J].水土保持研究,2012,19(5):171-175,180.
- [9] 姜磊,雷国平,张健,等.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.
- [10] 郅瑞卿,刘富民,刘洪,等.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.
- [11] 唐柳,王瑾.农村居民点整理潜力分析:以成都市龙泉驿区为例[J].农村经济,2007(1):19-22.
- [12] 闫庆武,卞正富,王桢.基于空间分析的徐州市居民点分布模式研究[J].测绘科学,2009,34(5):160-163.
- [13] 潘竟虎,杨旺明,赵锐锋.黄土丘陵沟壑区农村居民点分布模式空间统计分析:以甘谷县为例[J].西北人口,2010,31(5):77-81,87.
- [14] Greig-Smith P. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities[J]. Annals of Botany,1952,16(2):293-316.
- [15] Taylor P J. Quantitative Methods in Geography: An Introduction to Spatial Analysis[M]. Boston: Houghton Mifflin,1997:146-147.
- [16] Griffith D A, Amrhein C G, Desloges J R. Statistical Analysis for Geographers[M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall,1991:3-4.
- [17] 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.
- [18] David W S Wong, Jay Lee. ArcView GIS与ArcGIS地理信息统计分析[M].上海:中国财政经济出版社,2008:224.
- [19] 王德光,胡宝清,饶映雪,等.基于网格法与ANN的县域喀斯特土地系统功能分区研究[J].水土保持研究,2012,19(2):131-136.
- [20] 郑晓非,张志全,胡远满,等.辽宁省土地利用与生态环境协调发展研究[J].水土保持研究,2008,15(4):212-219.
- [21] 于世伟,陈贺,曾容,等.量化方法在生态分区过程中的应用及案例研究[J].水土保持研究,2010,17(4):247-251.
- [22] 陈怀录,徐艺诵,许计平,等.层次聚类分析法在甘肃省临夏回族自治州土地利用分区中的应用[J].兰州大学学报:自然科学版,2010,46(5):19-23.
- [23] 任静,陈亮.基于SRTM-DEM的河南省地貌特征分析与类型划分[J].河南科学,2011,29(9):1113-1115.
- [24] 陈睿山,蔡运龙,严祥,等.土地系统功能及其可持续性评价[J].中国土地科学,2011,25(1):8-15.

(上接第245页)

- [2] 范树平,程久苗,程美琴,等.国内外土地利用分区研究概况与展望[J].广东土地科学,2009,8(4):22-27.
- [3] 宋桂琴,王丽芝.黄土高原重点水土流失区土地利用分区[J].水土保持通报,1996,16(1):36-41.
- [4] 张景华,封志明,姜鲁光.土地利用/土地覆被分类系统研究进展[J].资源科学,2011,33(6):1195-1203.
- [5] Christopher P C. Allocation rules for land division [J]. Journal of Economic Theory,2005,121(2):236-258.
- [6] 许牧.试论土地利用区划[J].经济地理,1982(1):18-21.
- [7] 王玉波,雷国平,唐莹,等.统筹黑龙江省土地利用分区与战略对策研究[J].地理与地理信息科学,2008,24(2):61-65.
- [8] 孙伟,严长清,陈江龙,等.基于自然生态约束的滨湖城市土地利用分区:以无锡市区为例[J].资源科学,2008,30(6):925-931.