

基于房屋基面数据的安徽省金寨县 居民点空间分布特征分析

姚梦园^{1,2}, 晏实江^{1,2}, 吴艳兰^{1,2}

(1. 安徽大学 资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230601; 2. 安徽省地理信息工程中心, 安徽 合肥 230601)

摘要: [目的] 对安徽省金寨县居民点空间分布特征进行研究, 为统筹规划山区农村聚落建设、城镇化建设和居民点优化布局提供科学依据。[方法] 通过目视解译高分遥感图像建立金寨县居民点房屋基面数据, 以地形数据作为本底数据, 借助 GIS 空间分析技术提取金寨县地形属性特征, 并将水系、道路、地形等要素同房屋基面数据进行空间关联分析。[结果] 金寨县 59.8% 的房屋布局在水系附近 500 m 的范围内, 60.5% 的房屋布局在道路附近 100 m 的范围内; 居民点在海拔 400 m, 坡度 20° 和起伏度 200 m 以下的地区呈现较高的聚集特征, 东南、正东和正南 3 个坡向分布了 45.8% 的房屋, 朝南的房屋数量是所有朝向中最多的。[结论] 水系、道路、地形因子和采光条件是影响金寨县居民点布局的重要因素, 居民点在水系与道路附近、海拔低、坡度低、起伏度低和采光条件好的地区呈现明显的聚集特征。

关键词: GIS; 居民点; 房屋基面; 空间分布特征; 安徽省金寨县

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2017)01-0143-06

中图分类号: F301.24

文献参数: 姚梦园, 晏实江, 吴艳兰. 基于房屋基面数据的安徽省金寨县居民点空间分布特征分析[J]. 水土保持通报, 2017, 37(1): 143-148. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.01.026; Yao Mengyuan, Yan Shijiang, Wu Yanlan. Spatial distribution characteristics of settlements in Jinzhai County of Anhui Province based on housing base surface data[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(1): 143-148. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.01.026

Spatial Distribution Characteristics of Settlements in Jinzhai County of Anhui Province Based on Housing Base Surface Data

YAO Mengyuan^{1,2}, YAN Shijiang^{1,2}, WU Yanlan^{1,2}

(1. School of Resources and Environmental Engineering, Anhui University, Hefei, Anhui 230601, China;

2. Engineering Center for Geographic Information of Anhui Province, Hefei, Anhui 230601, China)

Abstract: [Objective] The aim of this study is to investigate the spatial characteristics of settlements in Jinzhai County of Anhui Province and provide a scientific support for the overall planning of rural settlement construction and urbanization and optimizing the layout of the settlements in mountainous region. [Methods] Combining settlements' housing base surface shapes visually interpreted from remote sensing images and terrain properties derived from DEMs, and with the help of GIS spatial techniques, we analyzed the spatial relationships of river system, roads and terrain characteristics with housings in Jinzhai County. [Results] 59.8% of the housings were located in the range of 500 m from the river system, and 60.5% of the housings were in the range of 100 m to the road. Settlements tend to aggregate in the area with altitude below 400 m, slope below 20° and relief amplitude below 200 m. 45.8% of the housings are distributed in southeast, east and south facing aspects, among three aspects the south facing aspect have the highest ratio of housings.

收稿日期: 2016-06-14

修回日期: 2016-07-13

资助项目: 国家自然科学基金项目“基于 DEM 的地形自相似性区域分异特征研究”(41301422); 安徽大学博士科研启动金项目(33190223, J10118520143); 安徽大学 2014 级研究生学术创新研究强化项目(yqh100242); 安徽大学大学生科研训练计划项目(J18520143); 安徽省国土资源科技项目(2016-K-12)

第一作者: 姚梦园(1992—), 男(汉族), 河南省遂平县人, 硕士研究生, 主要研究方向为 GIS 空间分析与景观生态学。E-mail: ymy0396@126.com。

通讯作者: 晏实江(1982—), 男(汉族), 湖北省孝昌县人, 博士, 讲师, 主要从事 GIS 空间分析、DEM 及数字地形分析研究。E-mail: anew101@163.com。

[Conclusion] There is strong relationship between river/road and settlements within limited distance. The river, road, terrain morphology and lighting conditions play very important roles in spatial patterns of settlements. The settlements showed obvious aggregation in areas with low elevation, low slope, low relief amplitude and good lighting conditions.

Keywords: GIS; settlement; spatial distribution; housing base surface data; Jinzhai County in Anhui province

居民点的形成与演变受到自然环境限制、人类活动影响和政策导向等多因素的综合作用,呈现出差异性的空间布局特征^[1-5]。山区居民点的形成与演变主要受制于地理环境条件,表现为较强环境条件的依赖性和适应性,水系、道路、地形因子和采光条件是山区居民点空间布局的主导因素^[6]。地形坡度大及通达性条件差,使得山区物质流、信息流闭塞,导致山区居民点呈现自发、分散的特点,居民点缺乏规划、整体环境较差的问题长期影响经济社会的和谐发展^[7-8]。研究山区居民点布局,揭示居民点布局与地理环境的关联性,有助于居民点合理布局、土地利用优化、生态环境保护和人居环境改善。

当前对山区居民点的研究主要集中在居民点空间布局^[5,9]、演化及驱动机制^[10-11]和布局优化策略^[12-13]等方面,这些研究多数综合使用 3S 技术和景观斑块格局等计量化方法进行分析。由于山区交通条件及遥感数据质量的限制,山区居民点格局研究长期缺乏系统性的方法。已有的借助遥感目视解译,整合 GIS(地理信息系统)的空间分析方法,通过提取聚落斑块进行空间格局分析^[14],然而将聚落斑块作为分析单元忽视了山区内部居民点的独立性和分析的尺度效应,只能概略反映聚落斑块的布局情况,而无法精确反映居民点的布局特征。房屋是居民点的主体,将房屋基面作为研究的分析单元对居民点布局分析具有重要意义。

本研究拟借助高分遥感数据,解译金寨县房屋基面数据作为分析单元,结合水文、道路和地形数据进行叠置分析,揭示金寨县居民点的空间布局特征,探索影响金寨县居民点空间布局的影响因子,以期为金寨县城乡建设、新农村规划和生态保护提供科学依据。

1 研究区概况与数据处理

1.1 研究区概况

金寨县位于东经 115°22′19″—116°11′52″与北纬 31°06′41″—31°48′51″之间,是国家级贫困县,位于安徽省西部,属六安市管辖。地处大别山腹地,相对高差达到 1 665 m,具有明显的垂直地势特征;境内水系丰富、河流纵横,拥有梅山和响洪甸两大可通航的

水库;全县总面积 5 408 km²,辖 23 个乡镇、1 个经济开发区、1 个现代产业园区,226 个行政村,总人口 68 万人,是典型的山区县、库区县、生态保护重点县区和全国精准扶贫开发重点县区。

1.2 数据来源和预处理

对 0.3 m 空间分辨率的高分遥感图像(成像于 2014 年 10 月)进行目视解译,手动提取研究区道路线状数据和所有房屋的面状数据(共 120 095 个房屋基面);研究所用的水系和行政边界数据分别来源于“安徽省 1:5 万水系图”和“安徽省 1:25 万地理背景空间数据(2000 年)(数据由国家科技基础条件平台建设项目:地球系统科学数据共享平台—长江三角洲数据共享平台提供)”;地形数据采用美国 NASA 的 LPDAAC ASTER GDEM,空间分辨率为 30 m^[15]。

2 研究方法

将水系、道路、海拔、坡度、起伏度、坡向和房屋朝向等因子与房屋基面数据进行空间关联分析,定量揭示居民点的布局特征并分析布局特征形成的原因。

2.1 缓冲区分析

以水系和道路为中心轴线,自动建立其周围一定宽度范围内的缓冲区多边形图层。得到距离水系、道路一定宽度的几个缓冲区并计算各缓冲区内的房屋数量和密度。

2.2 地形要素提取

海拔数据通过 ArcGIS 平台对 DEM 数据进行栅格数据读取,对海拔数据进行重分类,设置每 200 m 为一个海拔分区。

坡度是地表面任一点的切平面与水平地面的夹角,表示地表面在该点的倾斜程度,对坡度的计算实际为每个像元计算值在从该像元到与其相邻的像元方向上的最大变化率公式(1)。设置每 10°为一个坡度分区。

$$\theta = \arctan \sqrt{(d_z/d_x)^2 + (d_z/d_y)^2} \times 180/\pi \quad (1)$$

式中: θ ——坡度; d_z ——中心像元与邻接像元的高差; d_x ——中心像元与邻接像元在 x 轴上的距离; d_y ——中心像元与邻接像元在 y 轴上的距离。

坡向用于识别从每个像元到其相邻像元方向上

值的变化率最大的下坡方向,可以被视为坡度方向。输出栅格中各像元的值可指示出各像元位置处表面朝向的罗盘方向,按照顺时针方向进行测量,角度范围介于 0(正北)到 360(仍是正北)之间,即完整的圆,不具有下坡方向的平坦区域将赋值为-1,可分为正北、东北、正东、东南、正南、西南、正西、西北和水平 9 个坡向。

地形起伏度定义为 $\max(H) - \min(H)$,即分析窗口内的最高与最低海拔之差^[16],涂汉明等^[17]关于中国地势起伏度最佳统计单元为 21 km²,对金寨县地形起伏度的分析选择 150×150 个栅格单位(精度为 30 m×30 m 的 DEM 数据),分析窗口面积为

20.25 km²,接近最佳统计单元。对分析结果进行重分类,设置每 200 m 为一个起伏度分区。

2.3 房屋朝向分析

房屋朝向指建筑物多数采光窗的朝向,是人居环境选择的一个重要因素。当建筑主体平面基本为矩形时,其主轴方向可反映房屋的方位情况。运用 GIS 分析提取房屋基面的主轴并计算其角度,平行于纬线的主轴角度为 0°,平行于经线的南向主轴角度为 90°,北向主轴角度为-90°。将居民点朝向定义为 4 个方向,分别为正南方向、东南方向、西南方向和正东方向。各房屋朝向所对应的房屋基面主轴角度如表 1 所示。

表 1 研究区房屋朝向对应的房屋基面主轴角度

房屋朝向	正南	东南	西南	正东
房屋基面主轴角度	-90°~ -67.5°, 67.5°~90°	-67.5°~ -22.5°	22.5°~67.5°	-22.5°~22.5°

2.4 叠置分析

叠置分析将代表不同主体的各个数据层面进行叠置产生一个新的数据层面,叠置结果综合了原来多个层面要素所具有的属性,产生新的空间关系,并将属性联系产生新的属性关系。

将水系、道路以及转换的海拔、坡度、坡向、起伏度等地形因子的矢量数据与房屋基面数据进行叠置分析,统计各分区内房屋的数量和密度情况,对数据进行分析 and 制图。技术路线如图 1 所示。

缓冲半径内的房屋数量并进行统计分析(表 2)。

统计数据表明,在水系缓冲半径 500 m 以内,房屋数量最多,占全县房屋总量的 59.8%,在水系缓冲半径 500~1 000 m 的地区也有较多房屋分布,占全县房屋总量的 25.6%,在水系缓冲半径 1 000 m 以外的区域有少量房屋分布,房屋数量仅为全县的 14.6%。房屋在靠近水系的地方较集中,越远离水系,房屋数量越少,居民点规模越小。金寨县居民点具有明显的依水系分布的特征。

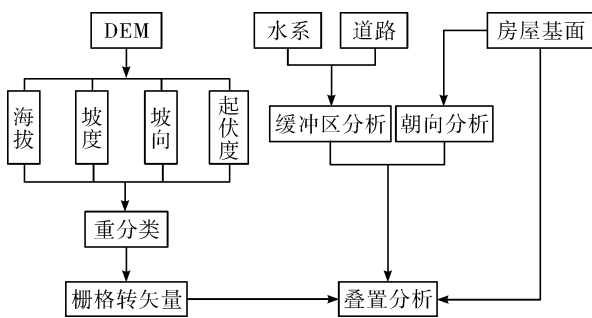


图 1 居民点布局分析方法流程

表 2 研究区水系与居民点分布的关系

缓冲区/m	房屋数量/个	房屋数量比例/%
0~500	71 803	59.8
500~1000	30 730	25.6
1 000~1500	13 687	11.4
1 500~2000	3 454	2.8
>2 000	421	0.4
总计	120 095	100.0

3 结果分析

3.1 水系、道路与居民点分布的关系

河流、湖泊等水系为居民生产生活提供了必需的水源,同时是重要的交通方式;河流的缓冲作用形成相对平缓的地形和肥沃的土壤。这些优越的生产生活条件,使河流附近成为人类活动的重要区域。对金寨县水系(包含河流和水库)进行缓冲区分析,计算 0~500,500~1 000,1 000~1 500,1 500~2 000 m 等

道路是居民对外联系的最便捷路径,道路的设计不仅要考虑地形、地质、地貌等自然条件,还要尽量穿过人流量大的居民点。对金寨县道路做缓冲区分析,得到 0~100,100~200,200~300,⋯,900~1 000 m 等缓冲区,并对房屋数量进行统计分析,结果如表 3 所示。

在道路缓冲半径 100 m 以内,房屋数量占全县房屋总量的比例高达 60.5%,在道路缓冲半径 100 m 以外的区域,房屋数量占总量的比例仅为 23.5%。在 100~200 m 的缓冲区内房屋数量呈急剧递减趋势;在 200 m 以外的缓冲区,房屋数量呈缓慢递减趋

势。距道路 200 m 以内的区域,居民点规模较大、数量较多;距道路 200 m 以外的区域,居民点规模较小、数量较少。金寨县居民点布局与道路具有非常明显的依赖性。

表 3 金寨县道路与房屋分布的关系

缓冲半径/m	房屋数量/个	房屋数量比例/%
0~100	72 653	60.5
100~200	19 078	15.9
200~300	9 751	8.1
300~400	5 868	4.9
400~500	3 605	3.0
500~600	2 328	1.9
600~700	1 579	1.3
700~800	1 135	0.9
800~900	864	0.7
900~1 000	654	0.5
>1 000	2 580	2.1
总计	120 095	100.0

3.2 地形与居民点分布的关系

地形因素是影响居民点布局的重要因素。海拔适宜、坡度低、起伏度低的地方能提供较好的耕作条件和便利的生活条件,坡度高、起伏度高的地方易发生滑坡、泥石流等地质灾害。对金寨县 DEM 数据进行栅格分析并进行矢量转换,将海拔、坡度和起伏度等地形数据与房屋基面数据进行叠置分析,统计不同地形区内的房屋数量,并将房屋数量除以相应地形区面积,得到不同地形区内房屋数量的密度情况(图 2),金寨县居民点房屋的平均密度为 22.21 个/km²。

通过对金寨县 DEM 数据分析可知(表 4),金寨县最低海拔为 29 m,最高海拔为 1 694 m。金寨县房屋主要分布在海拔 400 m 以下的丘岗区,本地区的房屋数量占全县的 77.9%;海拔在 400~800 m 的低山区也有较多房屋分布,房屋数量占全县的比例达到 21.4%;海拔在 800 m 以上的中山区仅有 0.7%的房屋分布,基本无人居住。房屋密度在海拔 200 m 以下的区域达到最大值,为 44.89 个/km²;200~400 m 海拔区域内房屋密度也较高,达到 26.11 个/km²;海拔超过 400 m 的地区房屋密度较小,均低于 15 个/km²。分析结果表明金寨县房屋数量和密度随海拔升高而明显降低,居民点在低海拔地区呈现聚集性的格局。

地形坡度在 20°以下的区域面积仅占全县的 62.1%,却分布着全县 82.3%的房屋;坡度在 20°~40°的区域分布全县 17.3%的房屋;在 40°~50°的区域分布着全县 0.4%的房屋;坡度在 50°以上的区域没有房屋分布。房屋密度随着坡度升高而逐渐下降。

房屋密度在 0°~10°的坡度区域内最大,达到 38.17 个/km²;在 10°~20°坡度区域内密度也较大,达到 23.4 个/km²;坡度超过 20°的区域,房屋密度较小,均小于 13 个/km²(表 5)。

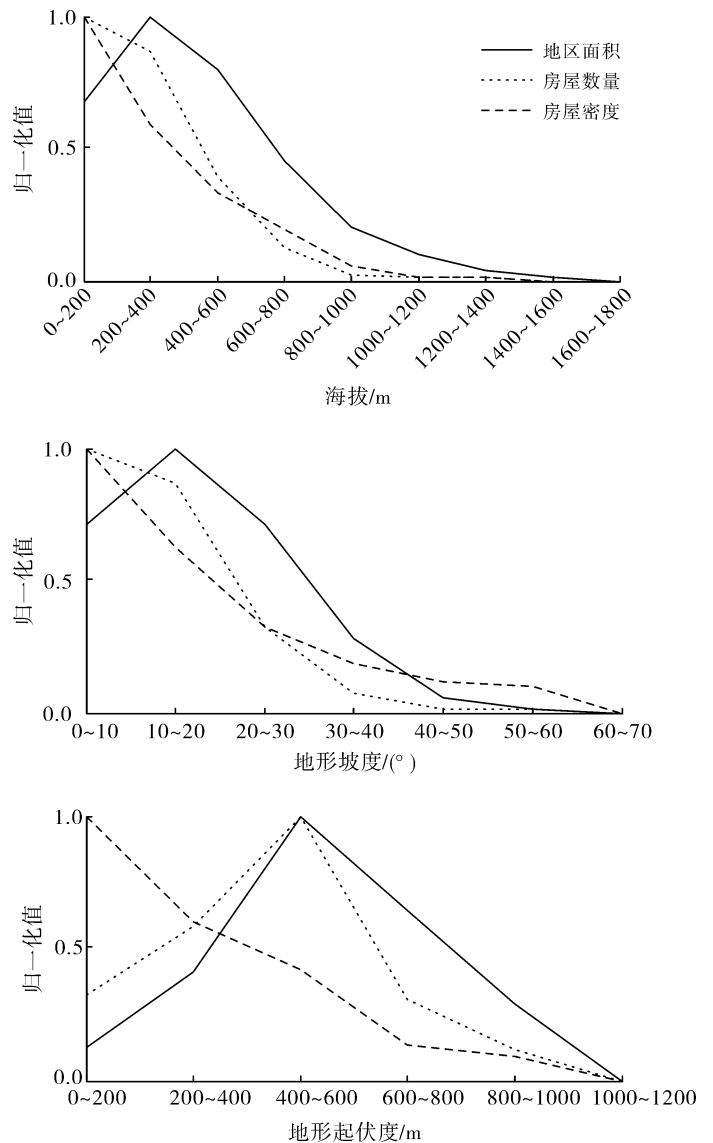


图 2 金寨县居民点分布与地形的关系

表 4 金寨县各海拔区面积、房屋数量及密度

海拔高度/m	地区面积/km ²	房屋数量/个	房屋密度/(个·km ⁻²)
0~200	1 115.97	50 101	44.89
200~400	1 662.83	43 418	26.11
400~600	1 316.04	19 417	14.75
600~800	746.11	6 342	8.50
800~1 000	334.23	788	2.36
1 000~1 200	148.37	12	0.08
1 200~1 400	64.52	8	0.12
1 400~1 600	18.93	0	0
1 600~1 800	1.34	0	0

表 5 金寨县各地形坡度区面积、房屋数量及密度

地形坡度/(°)	地区面积/ km ²	房屋数量/个	房屋密度/ (个·km ⁻²)
0~10	1 382.94	52790	38.17
10~20	1 963.78	45946	23.40
20~30	1 386.28	16936	12.22
30~40	548.09	3778	6.89
40~50	101.75	425	4.18
50~60	8.07	28	3.47
60~70	0.20	0	0

金寨县谷地、平原面积较小,起伏度在 400 ~ 600 m 的地区面积最大,占全县面积接近 38%,房屋数量在此地区达到峰值,有超过 42% 的房屋在此地区分布,远超过其它地区。其它起伏度地区的房屋数量以 400~600 m 为中心极点而上下递减。起伏度小于 400 m 的地区房屋数量占全县的比重达到 38.4%;起伏度大于 600 m 的地区房屋数量较少,仅占全县房屋数量的 18.9%。随着起伏度的升高,房屋密度逐渐下降。在地形起伏度为 0~200 m 的地区,房屋密度最高,达到 50 个/km² 以上。起伏度大于 600 m 的地区,房屋数量急剧下降,房屋密度均小于 12 个/km² (表 6)。

表 6 金寨县各地形起伏度区面积、房屋数量及密度

地形起伏度/m	地区面积/ km ²	房屋数量/ 个	房屋密度/ (个·km ⁻²)
0~200	316.53	16 400	51.81
200~400	892.60	29 717	33.29
400~600	2 099.74	51 301	24.43
600~800	1 375.30	15 841	11.52
800~1 000	649.67	6 412	9.87
1 000~1 200	74.56	409	5.49

3.3 采光条件与居民点分布的关系

采光条件是居民点房屋布局的一个重要因素。金寨县是山区县,房屋采光条件与地形坡向、房屋朝向存在密切关系。对金寨县 DEM 数据进行坡向分析、对房屋进行朝向分析,并计算每个坡向的房屋数量和密度以及各朝向的房屋数量。统计结果如表 7—8 所示。

根据地形分析将金寨县分为水平、正北、东北、正东、东南、正南、西南、正西和西北 9 个坡向。对各坡向的房屋数据进行统计,结果显示东南、正东和正南 3 个坡向有较多房屋分布,房屋数量占全县的 45.8%,这 3 个坡向的地区是光照条件最好的,房屋密度均超过 26.5 个/km²;西北、正西和正北 3 个坡

向由于光照条件较差,房屋数量密度较小,密度均小于 20 个/km²,房屋数量仅占全部的 29.3%;水平坡向的房屋数量最少,仅占全县房屋数量的 0.13%,房屋密度仅为 1.94 个/km²,原因在于此坡向的地区面积最小且大量水域面积被统计到了此地区中,导致房屋数量和密度远低于其它地区。由于金寨县山脉走向大致呈现东北—西南走向,房屋多分布在山脉的阳坡,即东南方向分布较多居民点。

表 7 金寨县各坡向区面积、房屋数量及密度

坡向	地区面积/ km ²	房屋数量/个	房屋密度/ (个·km ⁻²)
水平	79.28	154	1.94
正北	794.47	15 658	19.71
东北	711.49	17 441	24.51
正东	577.42	15 538	26.91
东南	710.91	19 913	28.01
正南	737.13	19 581	26.56
西南	592.58	12 225	20.63
正西	516.52	8 842	17.12
西北	688.38	10 726	15.58

采光、通风、地形、环境、人文等因素对房屋朝向的选择有一定影响。根据实地情况,将金寨县房屋朝向归纳为正南、东南、西南和正东 4 个方向,各朝向房屋数量大小排序为:正南>正东>东南>西南(表 8)。正南方向接收到的太阳光照最充足,是房屋朝向的最佳选择,金寨县朝南房屋的数量占全县的 29.3%,是所有朝向最多的;其次是正东方向,房屋数量占全县的比例为 26.5%;东南和西南朝向的房屋数量也超过全县的 20%。

表 8 金寨县各朝向的房屋数量统计

房屋朝向	房屋基面主轴角度/(°)	房屋数量/个	房屋数量比例/%
正南	-22.5~22.5	35 148	29.3
东南	-67.5~-22.5	26 802	22.3
西南	22.5~67.5	26 318	21.9
正东	-67.5~-90,67.5~90	31 827	26.5

从日照时常来看,各朝向的日照时长排序是:正南>东南>西南>正东。由于金寨县房屋宅基地分布和形状受东北—西南走向山脉的影响,东南朝向的房屋通风条件较差,西南朝向的房屋视野开阔性较差,因此东南和西南朝向的房屋少于正东朝向的房屋。但整体来看,各个朝向的房屋数量接近,差异较小。

4 讨论与结论

(1) 居民点空间布局受制于重要的交通廊道空间布局。其中道路为居民点提供重要的交通廊道,对居民点布局具有较强的吸引力,越靠近道路的地区,居民点的布局越密集,道路的通达性条件对山区居民点分布具有重要意义,可作为居民点扩张方向的依据。此外,水系为居民生活、农业生产提供了必要的水源,在道路缓冲半径 100 m 以内和水系缓冲半径 500 m 以内,居民点呈现聚集分布的特征。

(2) 居民点布局受控于地形要素的基础条件。居民点在海拔 400 m、坡度 20°和起伏度 200 m 以下和坡向朝阳的地区呈现较高的聚集特征。而海拔高、坡度大、起伏度高和坡向朝阴的地区不利于进行生产生活,居民点布局相对稀疏。在光照条件和东北—西南走向山脉的影响下,居民点房屋表现出差异性的朝向趋势,金寨县房屋多朝向采光和通风条件好的正南和正东方向,各个朝向的房屋数量差异不明显,朝向最多的正南方向和最少的西南方向的房屋数量差异仅为 7.4%。

本研究对金寨县居民点布局的分析考虑了水系、道路、地形因子和光照条件等重要因素,房屋基面数据使分析具有科学性和准确性。通过计算房屋基面主轴角度确定房屋朝向的方法基本准确的反映了金寨县居民点的房屋朝向。但少量房屋布局在地形复杂、平地面积小的地区,由于受到地形条件和建设空间的限制,导致房屋基面形状复杂,此类房屋提取的基面主轴无法准确反映房屋的方位情况,而高分遥感数据投影解译也难以分辨识别房屋的正面,致使在复杂地形区的房屋朝向判定的准确性有所欠缺。如何准确计算各种复杂地形情况的房屋朝向将是后续研究的重点。

[参 考 文 献]

- [1] 赵荣,王恩涌,张小林,等. 人文地理学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及现今趋向[J]. 地理学报,1988,43(4):311-317.
- [3] 陈勇,陈国阶,王益谦. 山区人口与环境互动关系的初步研究[J]. 地理科学,2002,22(3):282-287.
- [4] 何仁伟,陈国阶,刘邵权,等. 中国乡村聚落地理研究进展及趋向[J]. 地理科学进展,2012,31(8):1055-1062.
- [5] Bennett J W. Human Ecology as Human Behavior. *Environment and Culture*[M]. New York: Springer US, 1980:243-277.
- [6] 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.
- [7] Long Hualou, Li Yurui, Liu Yansui, et al. Accelerated restructuring in rural China fueled by 'Increasing vs. decreasing balance' land-use policy for dealing with hollowed villages[J]. *Land Use Policy*, 2012,29(1):11-22.
- [8] 阮荣平. 农村集中居住:发生机制、发展阶段及拆迁补偿:基于新桥镇的案例研究[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(2):112-118.
- [9] 刘晓清,毕如田,高艳. 基于 GIS 的半山丘陵区农村居民点空间布局及优化分析:以山西省襄垣县为例[J]. 经济地理,2011,31(5):822-826.
- [10] 宋晓英,李仁杰,傅学庆,等. 基于 GIS 的蔚县乡村聚落空间格局演化与驱动机制分析[J]. 人文地理,2015,30(3):79-84.
- [11] 王晨懿,税伟,苏正安,等. 基于地质灾害区划的向峨乡农村居民点空间布局、用地演化研究[J]. 中国土地科学,2013,27(3):70-78.
- [12] 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.
- [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.
- [14] 邹利林,王建英. 中国农村居民点布局优化研究综述[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(4):59-68.
- [15] Aster G V T. ASTER Global DEM Validation Summary Report[EB/OL]. (2009-06-29) [2016-05-20]. <http://lsit-miv.u-strasbg.fr/paseo/publis/gdemtagus.pdf>.
- [16] 封志明,唐焰,杨艳昭,等. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性[J]. 地理学报,2007,62(10):1073-1082.
- [17] 涂汉明,刘振东. 中国地势起伏度最佳统计单元的求证[J]. 湖北大学学报:自然科学版,1990,12(3):266-271.