

基于遥感影像的建筑数据构建研究¹

李 皓 张 合 吕国军

(河北省地震局, 石家庄 050021)

摘要 在地震灾情快速评估中, 基于空间分布的高精度房屋和人口数据是最重要的两组数据, 其直接决定着灾情快速评估结果的准确性以及现场重点救援的目标指向。然而, 高精度房屋数据的获取一直是一个难题, 由于受到诸多因素的制约, 至今缺少好的解决途径, 这也是导致当前灾情快速评估准确性不高的主要原因之一。本文基于遥感影像和实地调查相结合, 构建较高精度的房屋基础信息, 更好地反映房屋和人口的实际分布情况, 为提高地震灾害损失快速评估的精度和准确性奠定必要的基础。

关键词: 居民地 遥感 房屋 人口

引言

地震是人类面临的主要自然灾害之一。面对突发的破坏性地震, 应急救援的首要工作就是第一时间提供地震灾害的最初评估(陈文凯等, 2008), 初步判定地震灾害的规模及人员伤亡情况, 并给出地震影响范围及相应的烈度分布, 以便各级政府及时启动相应级别的应急响应, 部署救援力量。准确的数据是震后预评估的基础, 居民地数据可以准确精细地反映人口和房屋的实际分布。居民地是“天地图”特有的图层, 是按照 1: 1 万比例采集的矢量数据, 能够较直观准确地反映专题数据在区域内的空间分布特征。精确的居民地数据在很大程度上提高了数据使用时的准确性和可靠性, 可充分体现辖区专题数据的内部差异, 对地震灾害风险评估、统计分析等应用领域都具有重要意义。本文利用遥感影像提取居民地矢量数据, 结合实际调查, 构建研究区域的房屋建筑基础信息, 形成研究区居民地数据, 所得结果可为人员伤亡评估方法的改进奠定必要的基础(王永明, 2015; 聂高众等, 2002)。

1 房屋数据构建

本文选取张家口怀安县作为研究区。为保证房屋数据的完整性、可靠性, 本研究结合不同地域和乡镇经济发展水平, 对研究区每个乡镇选取不少于 3 个调研点, 共计 34 个(图 1), 并对这 34 个调研点开展了现场数据调研, 包括调研点人口、户数和房屋总面积, 并剔除其中个别离散性大的数据, 形成了 32 个样本数据(见表 1)。

¹ 基金项目 中国地震局应急救援司地震应急青年重点任务(CEA_EDEM-201603)

[收稿日期] 2017-03-10

[作者简介] 李皓, 男, 生于 1988 年。工程师。主要研究方向为地震应急、工程结构抗震。E-mail: 13703118849@163.com

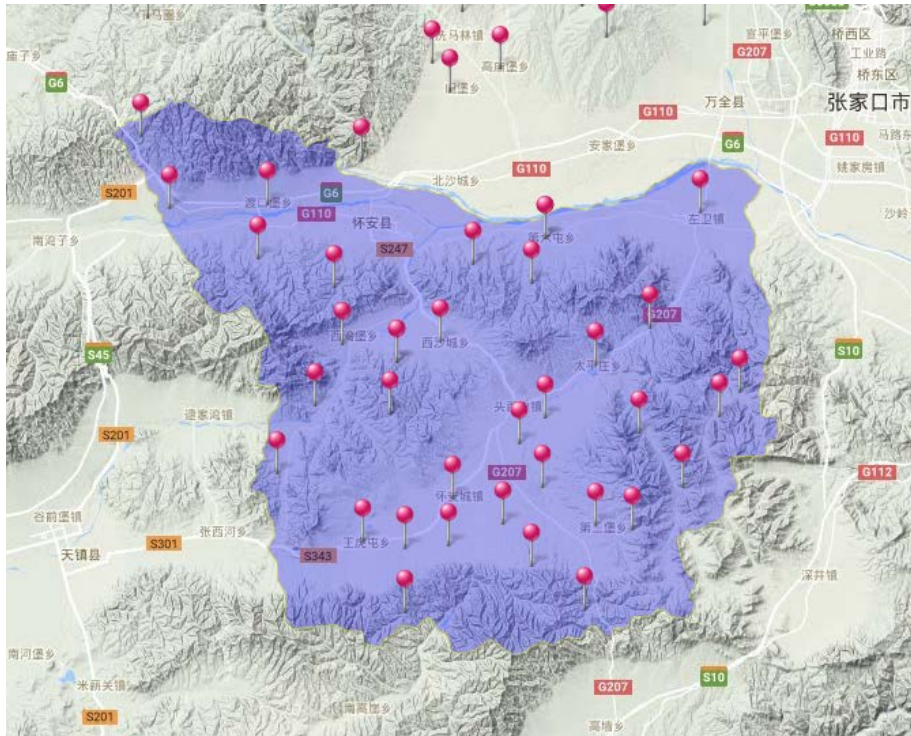


图 1 农居房屋调查点

Fig. 1 Investigation sites of rural residential

表 1 农居房屋调查点基本参数

Table 1 Basic parameters of rural residential investigation sites

序号	调查点	房屋总面积/m ²	户数	人口	序号	调查点	房屋总面积/m ²	户数	人口
1	张家屯村	18774	298	786	17	朱家窑村	5481	87	158
2	阳房村	11025	170	502	18	郑王庄村	2772	75	155
3	西洋河村	21546	298	589	19	闫龙庄	5103	78	98
4	西湾堡村	12852	198	456	20	小要子水村	7875	140	400
5	西沙城	79002	1134	2387	21	桃沟	1134	30	71
6	王虎屯乡	48195	604	1703	22	塔岩寺村	1449	23	41
7	太平庄乡	56448	756	1567	23	水濛洼村	4977	100	210
8	狮子沟村	17640	280	806	24	石坡底	6174	98	188
9	曲家房村	11718	146	432	25	僧官庄村	9135	50	170
10	乔子沟村	14868	200	589	26	马圈梁	945	15	21
11	南胡家屯村	10584	196	541	27	李家沟村	2331	30	70
12	旧怀安村	28350	450	1180	28	官庄村	3213	89	343
13	二卜子村	4347	45	160	29	缠道村	3906	62	120
14	渡口堡村	40194	643	1749	30	北李家庄	8568	200	356
15	第三堡乡	26208	400	1000	31	北高崖村	9198	200	435
16	第六屯	70560	960	2345	32	安家沟村	3465	55	115

本文对以上对 32 个调研点房屋总面积、人口、户数分别进行了拟合分析, 如图 2 所示。

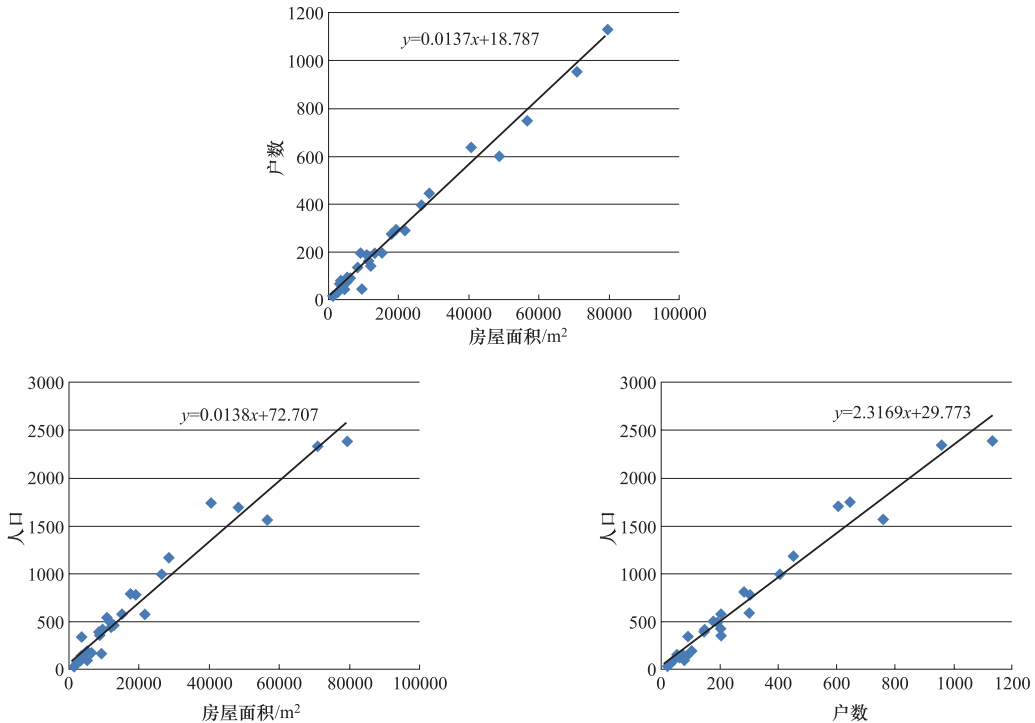


图 2 面积、人口、户数拟合曲线

Fig. 2 Fitting curve of area, population and number of households

通过对人口、户数、房屋面积的拟合分析可以看出其在研究区存在较好的线性关系, 相关性比较显著, 说明实际调研数据的可信度较高。

2 居民地识别

居民地是指是人类居住和进行各种日常活动的中心场所。在高分辨遥感影像中, 居民地通常由密集的建筑群落、内部绿地以及周边的道路交通网所构成。准确有效地获取居民地的实时信息, 对建筑物矢量提取在 GIS 上的应用具有重要的现实及经济意义(姜立新等, 2011)。本文充分利用高分辨率遥感影像(高分一号影像)上居民地特有的局部特征, 尝试对研究区居民地进行提取和分类, 以研究居民地面积与人口、户数及房屋面积之间的关系。

2.1 遥感影像选取

本文选取资源三号卫星(2米融合, 全色2米, 多光谱5.8米)、高分一号卫星(2米融合, 全色2米, 多光谱8米)的数据进行研究。其主要指标如下:

- (1) 全色和多光谱遥感影像数据须为同一探测器同步接收;
- (2) 影像 RPC 参数文件;
- (3) 影像层次丰富, 纹理细节清晰, 色调正常, 无明显噪声、斑点、坏线、接痕和变形, 且城区建筑无异常高亮。

2.2 居民地数据采集方法

研究区居民地数据采集采用综合调绘法, 即基于数字正射影像数据源提取, 依据影像特

征，参照已有的土地利用数据库等数据或资料进行内业解译（陈云浩等，2006；李莉，2012；梁艳，2012）。具体流程见图 3。

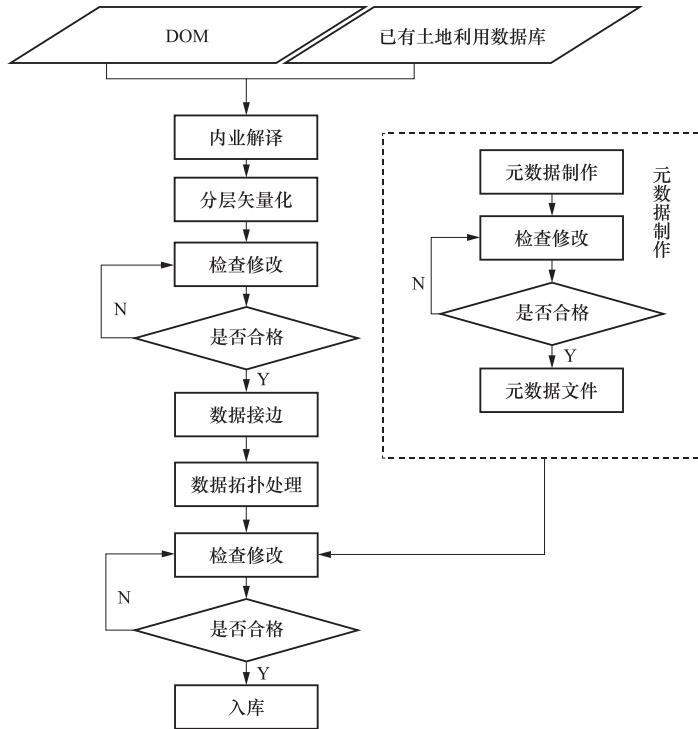


图 3 影像处理流程图

Fig. 3 Flow chart of image processing

数据采集时以村为单位，利用 eCognition 进行人工识别，内容主要包括多层及以上房屋建筑、低矮房屋建筑、废弃房屋建筑区、多层及以上独立房屋建筑、低矮房屋独立房屋建筑等城镇和农村宅基地及其附属区域，含城镇和农村内部道路（谷国梁等，2012）。

房屋建筑一般指上有屋顶，周围有墙，能防风避雨，御寒保温，供人们在其中工作、学习、生活、生产、储藏物资，并有固定基础，层高一般在 2.2 米以上的永久性居住场所（图 4）。



图 4 居民地实际与遥感图像对比图

Fig. 4 Comparison of on-site and remote sensing map of residents

房屋建筑区指城镇和乡村集中居住区域内被连片房屋建筑遮盖的地表区域，即被外部道路、耕地及河流、山川、大片树林、草地等自然分界线分割而成的区块内部，由高度相近、结构类似、排布规律、建筑密度相近的成片房屋建筑的外廓线围合而成的区域(王岩等, 2009; 李强等, 2017)。

独立房屋建筑包括城镇地区规模较大的单体建筑和分布于分散的居民点、规模较小的散落房屋建筑(图 5)。

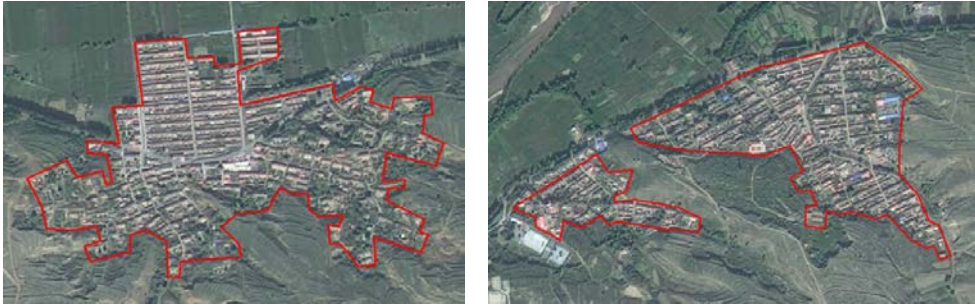


图 5 农村居民地提取轮廓线

Fig. 5 Extraction of contour lines in rural residential area

房屋建筑区的范围通过连接围合该区域的各个房屋建筑的轮廓转折点形成。勾画时，在包含相同房屋建筑数量的情况下，应可能保持范围最小(王晓青等, 2004)。无论城市还是乡村，房屋建筑区应由完全连接在一起的房屋连续覆盖，且与周边其他类型有明显分界线，范围内全部或接近全部为房屋建筑。对于乡村地区集聚程度较低、自然散乱分布、被其他类型分隔的房屋建筑，将其归类为独立房屋建筑，不予勾画(刘龙飞等, 2009; 谢军飞等, 2004)。

2.3 居民地数据采集结果

按照上述步骤对研究区进行了居民地数据采集，提取的居民地共计 306 个，共计约 50km²。见图 6。

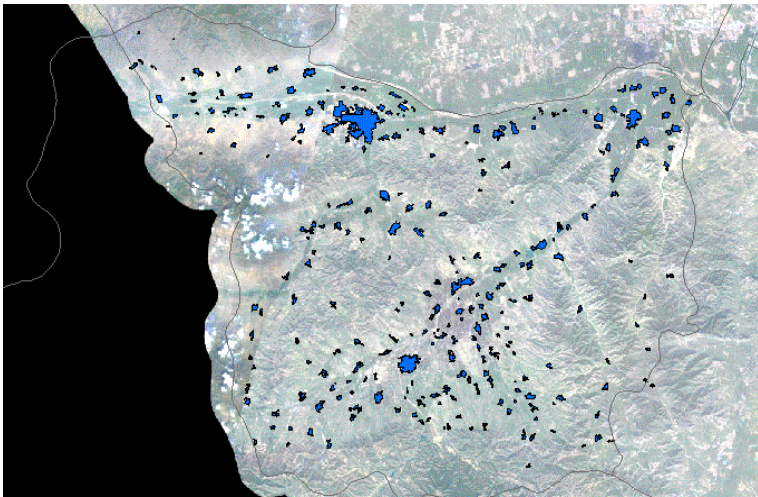


图 6 研究区居民地提取结果

Fig. 6 Extraction results of residents in the study area

对 32 个样本点居民地面积进行了统计，见表 2。

表 2 研究区居民地面积提取结果

Table 2 Results of extraction of residential area in the study area

序号	样本点	居民地面积/m ²	序号	样本点	居民地面积/m ²
1	张家屯村	193628	17	朱家窑村	107076
2	阳房村	84835	18	郑王庄村	44944
3	西洋河村	253430	19	闫龙庄	83990
4	西湾堡村	146160	20	小要子水村	132038
5	西沙城	675836	21	桃沟	19192
6	王虎屯乡	422435	22	塔岩寺村	43561
7	太平庄乡	612750	23	水濠洼村	90817
8	狮子沟村	177521	24	石坡底	103291
9	曲家房村	116837	25	僧官庄村	155202
10	乔子沟村	186839	26	马圈梁	14543
11	南胡家屯村	118283	27	李家沟村	40862
12	旧怀安村	263726	28	官庄村	49526
13	二卜子村	51526	29	缠道村	58711
14	渡口堡村	436848	30	北李家庄	145037
15	第三堡乡	299805	31	北高崖村	160207
16	第六屯	512254	32	安家沟村	68811

结合 32 个样本点人口、户数、房屋面积的数据对居民地进行了拟合分析，结果如图 7 所示。

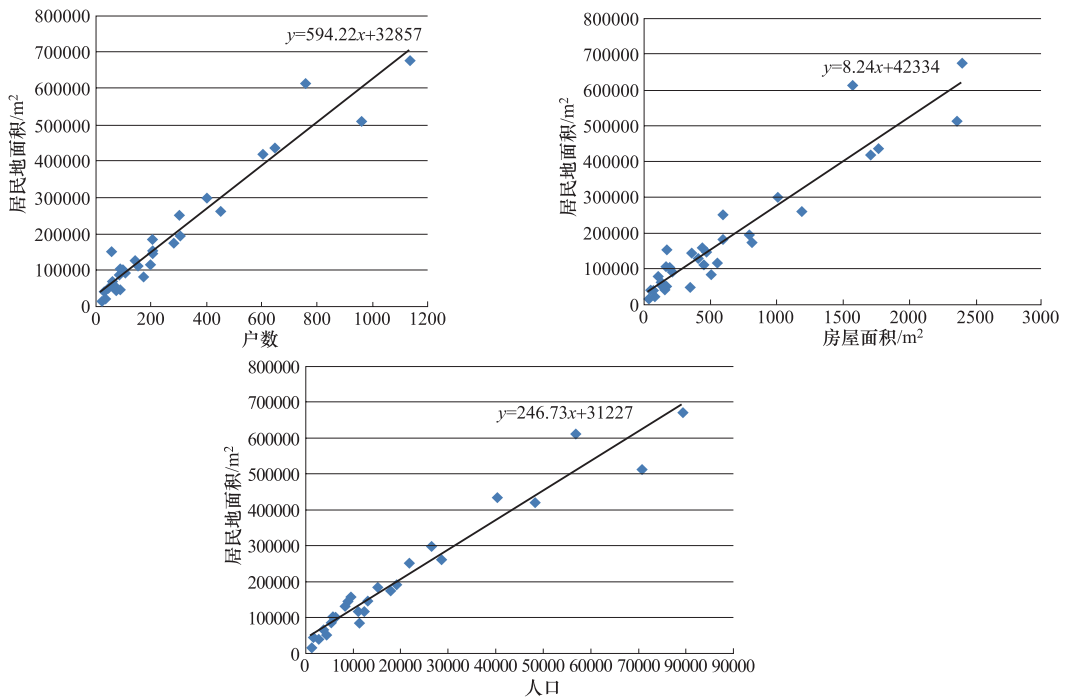


图 7 人口、户数、房屋面积对居民地面积拟合图

Fig. 7 Fitting curves of population, number of households and floor area

通过对人口、户数、房屋面积与居民地的拟合分析,样本数据值越大,离散越明显,居民地面积在 0.5km^2 以下的数据拟合程度非常好,说明面积较小的乡镇村庄样本点,人口、户数、房屋面积与居民地面积存在较好的关联性,乡镇村庄面积较大的样本点则关联性相对较差。对 307 个居民地进行了整理(见表 3),发现 0.5km^2 以上居民地共计 12 个,所占比例不到 4%,对拟合优度的影响可以忽略不计。

表 3 研究区居民地面积统计

Table 3 Statistics of residential land area in the study region

居民地面积/ 万平方千米	0—0.1	0.1—0.2	0.2—0.3	0.3—0.4	0.4—0.5	0.5 以上	总计
居民地个数	170	79	29	10	7	12	307
所占比例	0.553746	0.257329	0.094463	0.032573	0.022801	0.039088	1

由此可通过居民地数据构建农居房屋及人口数据,并合理地承载于居民地中,以形成具有较高精度的房屋空间分布数据,以便更好地满足地震灾害评估对高质量数据的要求。

3 房屋结构分布情况

研究区辖 4 个镇、7 个乡,分别是柴沟堡镇、左卫镇、头百户镇、怀安城镇、第三堡乡、渡口堡乡、第六屯乡、西湾堡乡、西沙城乡、太平庄乡、王虎屯乡。针对 34 个调研点开展了房屋建筑物抗震能力调查,内容包括不同层数的建筑物结构类型、年代、设防情况、人口、抗震薄弱环节等。

针对房屋的调研,将张家口房屋进行了分类,大体分为土结构房屋(土窑洞)、木结构(土木结构房屋、砖木结构房屋)、砌体结构房屋、框架结构房屋、石器房屋这 5 类结构。

在实际的调研中,对调研点不同结构房屋进行了数量统计及分类,得到了不同结构房屋所占比例。

从房屋结构分布图来看,研究区北西向房屋主要为砖木结构和土木结构;中部沿西沙城东西方向土窑洞比例明显增多,达 50% 以上,其它主要为砖木和土木结构;研究区房屋砌体结构增多,几乎没有土窑洞;研究区东北主要以砖木、土木、窑洞为主。经过调研,房屋结构分布不均的原因主要是受经济收入、交通情况、地形地貌的影响。经济收入高的地区,如怀安镇,年均收入可达到 2—3 万元,当地土窑洞基本已改造,新建房屋主要是砌体房屋。途经高速、国道的调研点房屋结构明显偏好,交通越是发达便捷的地方,土窑洞的数量越少。处于山区的乡村,信息闭塞,房屋就地取材,多为土窑洞和土木房屋。交通好、地势较为平坦的地区、经济收入偏高,房屋结构抗震能力相对较好,而交通偏远、地势相对偏高的山区,经济收入偏低,房屋结构抗震能力相对较差。所以我们认为房屋分布情况可以根据交通情况和地形地貌特点进行区域划分。

按照调研总结的思路,交通、地形地貌是影响房屋分类的主要原因,我们将研究区房屋结构分布情况叠加在地形图上,G207、S343、S247 公路沿线、处于山脚下房屋结构主要以砖木结构为主,占 80% 左右,其余多为土木结构,怀安城镇由于县政府的原因,存在一定数量的砌体结构。而没有途经高速、国道,交通较为不便,地处山区的调研点,房屋结构以土窑洞、土木结构为主,还有少量砖木结构,砌体结构、框架结构数量可以忽略不计。

根据调研点在地形地貌交通图分布的特点，我们对研究区房屋结构进行了区域分类，按照以下分类进行了划分：

- (1) 途经高速、国道、县连接乡道周边按照调研点比例划分。
- (2) 交通欠发达、地处山区按照调研点中房屋结构的比例划分。
- (3) 经济发达地区按照房屋类型划分。
- (4) 对于结构比例近似地区取平均值（保留个位小数，取整）。

按照上述原则，对研究区房屋类型进行了整理和划分，将其划分为 5 种不同类型，见图 8。

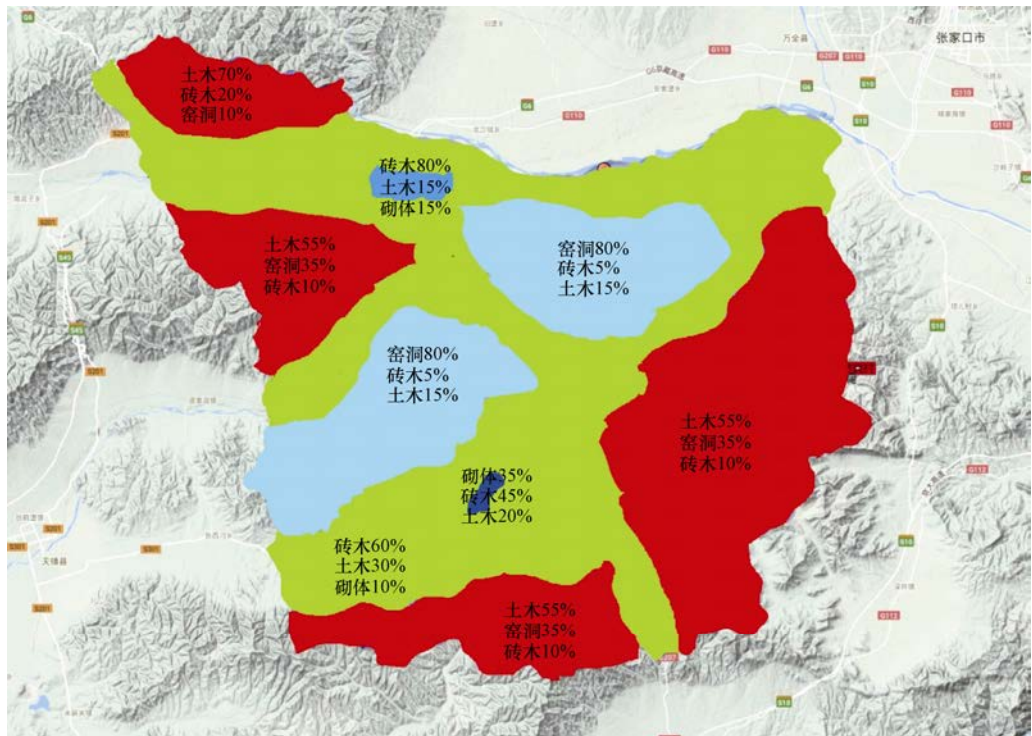


图 8 研究区各类结构分布情况

Fig. 8 Distribution of various types of structures in the study area

4 认识与建议

通过遥感影像获取的居民地图层具有较为清晰的轮廓界线，其真实地反映了房屋和人口在空间上的实际分布，具有较为精细的数据颗粒，可满足高精度空间分析的要求，为基于模型的房屋空间数据构建提供了有利条件。通过比对分析可知：农居房屋面积与人口和居民地面积之间具有明显的线性相关性，特别是在相同经济、地理和民俗条件下，其相关性更为显著。借助这种特性可通过人口和居民地数据构建农居房屋数据，以形成具有较高精度的房屋空间分布数据，更好地满足地震灾害评估的高精度空间分析。由于城镇房屋的趋同性不强，所以，城镇房屋数据与人口、居民地的相关性也就不显著。对于城镇这类大面积连片的区域，更适合采用格网化的数据构建方法。

参考文献

- 陈文凯, 何少林, 张景发等, 2008. 利用遥感技术提取震害信息方法的研究进展. 西北地震学报, **30** (1): 88—93.
- 陈云浩, 冯通, 史培军等, 2006. 基于面向对象和规则的遥感影像分类研究. 武汉大学学报·信息科学版, **31** (4): 316—320.
- 谷国梁, 姜立新, 2012. 城市建筑物震害三维模拟在 GIS 中的应用. 震灾防御技术, **7** (2): 152—163.
- 姜立新, 帅向华, 聂高众等, 2011. 地震应急联动信息服务技术平台设计探讨. 震灾防御技术, **6** (2): 156—163.
- 李莉, 2012. 面向对象的高分辨率遥感影像信息提取研究. 成都: 成都理工大学.
- 李强, 张景发, 2017. 高光谱遥感技术在建(构)筑物震害识别中的应用. 震灾防御技术, **12** (1): 96—106.
- 梁艳, 2012. 面向对象与基于像素的高分辨率遥感影像分类在土地利用分类中的应用比较. 太原: 太原理工大学.
- 刘龙飞, 王锐君, 董卫平等, 2009. 一种快速提取建筑物高度的方法研究. 遥感技术与应用, **24** (5): 631—634.
- 聂高众, 陈建英, 李志强等, 2002. 地震应急基础数据库建设. 地震, **22** (3): 105—112.
- 王晓青, 丁香, 2004. 基于 GIS 的地震现场灾害损失评估系统. 自然灾害学报, **13** (1): 118—125.
- 王岩, 王晓青, 窦爱霞, 2009. 面向对象遥感分类方法在汶川地震震害提取中的应用. 地震, **29** (3): 54—60.
- 王永明, 2015. 重大突发事件情景构建理论框架与技术路线. 中国应急管理, (8): 53—57.
- 谢军飞, 李延明, 2004. 利用 IKONOS 卫星图像阴影提取城市建筑物高度信息. 国土资源遥感, (4): 4—6.

Construction of Building Data Based on Remote Sensing Images

Li Hao, Zhang He and Lv Guojun

(Hebei Earthquake Agency, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract In earthquake disaster rapid assessments, high accuracy based on spatial distribution of housing and demographic data are the most important of two sets of data, which greatly helps the disaster fast assessment of accuracy and the key rescue targets. However, high-precision data acquisition for housing has been the problem for long time, due to the restriction by many factors, which results in the low accuracy in disaster fast assessment. Construction of building data based on remote sensing images is helpful to better reflect the actual distribution of housing and population, and will provide more valuable information for earthquake disaster evaluation and earthquake disaster surveys.

Key words: Residential area; Remote sensing; Housing; Population