

李金香, 李亚芳, 李帅, 等. 面向地震应急准备的居民地遥感提取及量化分析[J]. 地理科学, 2016, 36(11): 1743-1750. [Li Jinxiang, Li Yafang, Li Shuai et al. Remote Sensing Extraction and Quantitative Analysis of Residential Area for Earthquake Emergency Preparedness. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(11): 1743-1750.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.11.018

面向地震应急准备的居民地遥感提取及量化分析

李金香, 李亚芳, 李帅, 王伟, 陈勇

(新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:运用灰度共生矩阵、数学形态学等方法提取新疆新源地区高分一号2 m分辨率影像居民地信息,运用目视解译、影像叠加分析、缓冲区分析等方法,进行居民地量化分级,为地震应急准备提供数据支持。结果表明:研究区在地震烈度为Ⅷ度及以下区域,埋压主要集中在单层结构为主的建筑区;当地震烈度高于Ⅷ度且造成多层建筑大面积倒塌时,县城等人口密集区为首要救援区;在地震应急准备时,应对交通条件三等区和交通条件四等区重点关注,增加应急物资储备点,对山区居民地,应考虑道路毁坏情况,转换救援方式,做好应急预案。

关键词:地震应急;遥感;高分一号;居民地

中图分类号:P237

文献标识码:A

文章编号:1000-0690(2016)11-1743-08

中国是世界上地震活动最强烈和地震灾害最严重的国家之一。20世纪全球大陆35%的7级以上地震发生在中国。居民地是地震灾害的重要受灾体,准确的居民地空间分布信息是衡量地震灾情,开展地震应急准备的重要依据。

居民地是人与自然环境相互作用的产物,是人类进行各种活动的中心场所^[1]。居民地是GIS空间数据库中最典型、变化速度最快、变换范围最广的地物要素之一^[2]。居民地空间分布信息的快速准确提取具有极其重要的意义,通过遥感提取的真实居民地空间分布可为地震应急准备提供新的数据基础。同时在大的破坏性地震来临时,根据居民地量化分级快速判定埋压区及救援方式,对救援及撤离计划的精确制定具有一定的指导意义。

遥感影像覆盖面积大、成本较低,利用遥感影像可及时、准确地获取居民地信息。目前,从遥感影像中提取信息的常用方法是目视判读,但判读结果人为差别显著,效率低^[3]。很多专家学者根据居民地特有的特征表现形式,提出关于居民地提取的自动及半自动方法^[4-8]。如关丽进行了基于空间语义模型的Quick Bird影像城市房屋信息自动

提取^[9];王番进行了旋转和平移不变纹理特征的遥感影像居民地提取^[10];王雪微利用遥感影像图提取城市建设用地信息^[11];Su^[12]等把光谱特征和纹理特征结合起来,改善高分辨率遥感影像城区提取效果。Ella^[13]、Benediktsson^[14]、汪闽等^[15]采用数学形态学、纹理滤波等方法进行了居民地识别等等。

综上所述,目前居民地提取方法较多,然而采用国内高分一号(GF-1)遥感影像进行居民地信息提取的研究很少,本研究以GF-1卫星2 m分辨率影像为基础,进行面向地震应急准备的居民地遥感提取及量化分级研究,为地震应急准备提供技术支撑及数据支持。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

研究区位于新疆维吾尔自治区西北部,天山北麓,伊犁河谷最东端。在行政上隶属于伊犁哈萨克自治州新源县。研究区主要有山区、丘陵、河谷平原三个地形区。总人口32.56万人(2014年),地区生产总值789 856万元(2014年)。研究区面积约为1 740 km²,南北皆为山区,居民地主要分布

收稿日期:2016-02-23;修订日期:2016-05-10

基金项目:中国地震局地震应急青年重点任务(CEA_EDEM-201511)、新疆地震科学基金项目(201510)资助。[Foundation: Earthquake Emergency Youth Key Project of China Earthquake Administration(CEA_EDEM-201511), Earthquake Science Fund Project in Xinjiang (201510).]

作者简介:李金香(1984-),女,山东烟台人,工程师,硕士,现从事地震应急及遥感应用研究。E-mail:ljxhappy365@163.com

在中部河谷平原区,主要包括新源县城和周边4个乡镇(则克台镇、肖尔布拉克镇、塔勒德镇、别斯托别乡)。新源县城和经济较发达的乡镇中心区房屋以多层砖混及框架结构为主,房屋设计规范,按当地基本设防烈度设防,抗震性能较好。经济欠发达的乡镇及村庄房屋建筑结构主要有土木结构、砖木结构和定居兴牧/安居富民房。

1.2 数据来源

新疆遥感应用中心提供了研究区2014年8月1日GF-1卫星2 m分辨率全色、8 m分辨率多光谱影像数据,没有云、雾的影响,图像质量好。高分辨率对地观测系统工程是《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020年)》确定的16个重大专项之一^[16],GF-1卫星是高分辨率对地观测系统国家科技重大专项的首发星,2013年12月30日正式投入使用。GF-1卫星搭载了2台2 m分辨率全色/8 m分辨率多光谱相机,4台16 m分辨率多光谱相机。突破了高空间分辨率、多光谱与宽覆盖相结合的光学遥感等关键技术。

新疆地震应急基础数据库具有全疆42类基础数据,并按国家要求进行实时更新,本研究收集数据库中DEM数据、县、乡及行政村驻地数据、道路数据、重点目标数据等地震应急基础数据,进行影像正射校正、几何校正等预处理,完成各类型数据的空间匹配。

1.3 数据预处理

首先将GF-1卫星影像结合DEM数据进行区域正射校正,其次利用研究区1:5万地形图对GF-1影像各波段进行几何精校正,采用控制点-多项式拟合校正法,3次卷积内插法重采样进行图像点的精密校正。

结合新疆地理环境,新疆大部分区域为无人区,结合遥感和GIS手段,以地震应急基础数据库中行政村的点状数据为基础,2 km为半径进行缓冲区设置,叠加遥感数据裁剪研究区影像,减少数据范围及干扰信息,以提升后续数据计算精度。图1为研究区经过预处理后的遥感影像图,研究区底图采用2 m分辨率全色与8 m分辨率多光谱融合后影像,进行R(红色,band2)、G(绿色,band4)、B(蓝色,band1)彩色合成形成,其中band1、band2、band4与表1中多光谱波段影像一一对应,经过对比分析,点状要素与影像中居名地分布的空间位置吻合。图中保留了居名地信息,去除了大面积

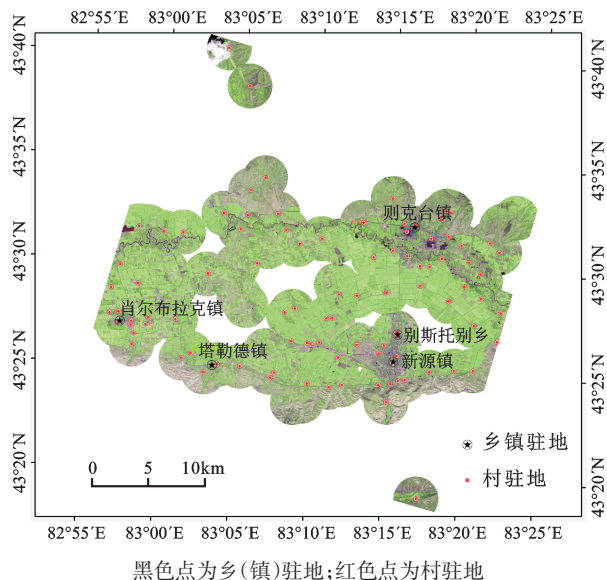


图1 预处理后研究区GF-1卫星遥感影像

Fig.1 GF-1 remote sensing image of study area after preprocessing

山地及耕地。

2 研究方法

本文采用GF-1卫星的2 m分辨率遥感影像进行研究区面向地震应急准备的居民地遥感提取及量化分析研究。运用灰度共生矩阵、二值化、聚类、小斑块去除以及数学形态学等方法进行居民地信息提取,并进行人工后处理,满足一定的精度要求;进而根据地震应急需求,考虑埋压和救援因素,进行居民地量化分级,主要采用遥感目视解译方法完成研究区同等地震烈度下埋压程度分析,采用缓冲区叠加分析方法完成研究区救援便利度分析,为研究区地震应急准备提供决策依据。

2.1 数学方法

纹理分析方法可充分利用影像信息,又可解决同物异谱现象,提高分类精度。近年来,随着高分辨率遥感影像越来越多,应用越来越广泛,目前已占主流地位。灰度共生矩阵法(GLCM: Gray Level Co-occurrence Matrix)是通过研究灰度的空间相关性来描述纹理的方法,是目前最常见、应用最广泛、效果最好的一种纹理统计分析方法。GLCM是一个统计描述影像中的一个局部区域或整个区域相邻象元或一定间距内两象元灰度呈现某种关系的矩阵。该矩阵中的元素值代表灰度级之间联合条件概率密度 $P(i,j/d,\theta)$, $P(i,j/d,\theta)$ 表示在给定空间距离 d 和方向 θ 时,灰度以 i 为始点,出现灰度级为 j

表1 GF-1 卫星相关参数

Table 1 Related parameters of GF-1 satellite

参数	2 m分辨率全色/8 m分辨率多光谱相机(μm)	参数	卫星参数
光谱范围	全色 0.45~0.90	幅宽	60 km(2台相机组合)
	多光谱 Band1: 0.45~0.52	重访周期(侧摆时)	4 d
	Band2: 0.52~0.59	覆盖周期(不侧摆)	41 d
	Band3: 0.63~0.69	轨道类型	太阳同步回归轨道
	Band4: 0.77~0.89	轨道高度	645 km(标称值)

注:表格数据来自 <http://www.cresda.com/CN/Satellite/3076.shtml>

的概率(也即频数)。Haralick 定义了 14 种纹理特征。常用于提取遥感影像中纹理信息的特征统计量主要有:均值、方差、同质性、对比度、非相似性、熵、角二阶矩、相关性等^[17]。

其次采用数学形态学方法^[18]进行居民地综合,数学形态学是由一组形态学的代数运算子组成的,它的基本运算有 4 个:膨胀、腐蚀、开运算和闭运算^[19,20]。

腐蚀: $A \ominus B = \{x: B+x \subset A\}$

膨胀: $A \oplus B = [A^c \ominus (-B)]^c$

开运算: $A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$

闭运算: $A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$

其中, \subset 表示子集关系。设 A 为输入图像, B 为结构元素, A 被 B 腐蚀($A \ominus B$)是由将 B 平移 x 但仍包含在 A 内的所有点 x 组成的。膨胀是腐蚀的对偶运算,将 B 相对原点旋转 180° 得到 $-B$, 再利用 $-B$ 对 A^c (A 的补集)进行腐蚀,腐蚀结果的补集,便是所求的结果。结构元素 B 对原始图像 A 的开运算,实际上是先

对图像 A 进行腐蚀运算,再对结果进行膨胀运算的等价运算。闭运算是开运算的对偶运算,定义为先作膨胀然后再作腐蚀。

2.2 技术路线

本文进行面向地震应急准备的居民地遥感提取及量化分析的技术路线如图 2 所示。

3 居民地遥感提取

应用上述方法对研究区 GF-1 卫星 2 m 分辨率遥感影像进行运算,采用灰度共生矩阵算法进行纹理特征提取,经对比分析可知:影响居民地提取的灰度共生矩阵相关参数主要为滑动窗口 N 、参数 (θ, d) 、特征值 $f(i, j)$, 不同的参数提取结果精度不同,本研究经过多次对比分析,最终采用灰度共生矩阵 7×7 窗口、45° 方向、步长为 1 的参数提取对比度特征值影像,以此刻画研究区居民地空间分布信息,并对提取的影像特征进行二值化、非监督分

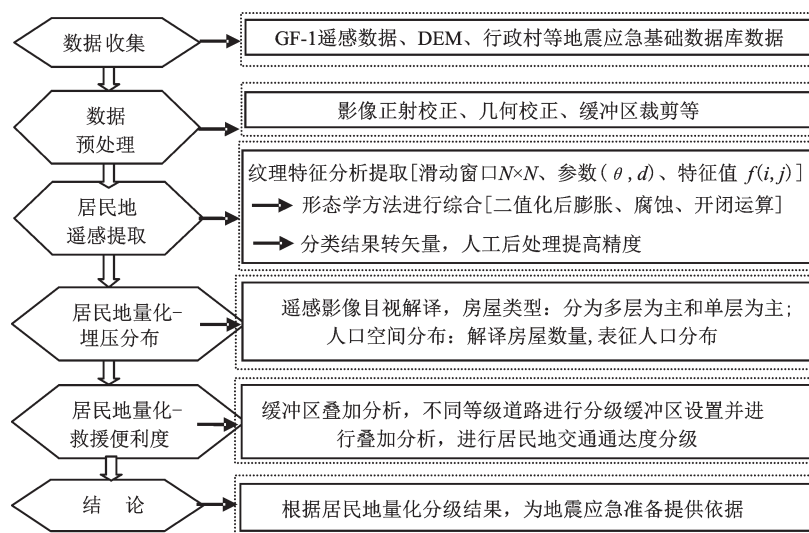


图2 技术路线

Fig.2 Technology roadmap

类、小斑点去除、聚类等处理。提取结果能较好地描述居民地空间分布,然而存在斑点状小区域及形状各异的孔洞,需采用数学形态学方法进行居民地综合。经过数学形态学算法处理后的居民地遥感提取结果,完整提取了居民地信息,满足制图综合的要求。

将提取结果叠加原始影像进行对比,对虚警率较高的区域进行人工逐一修改,保证居民地提取精度,完成居民地遥感半自动提取,生成研究区居民地空间分布图(图3)。

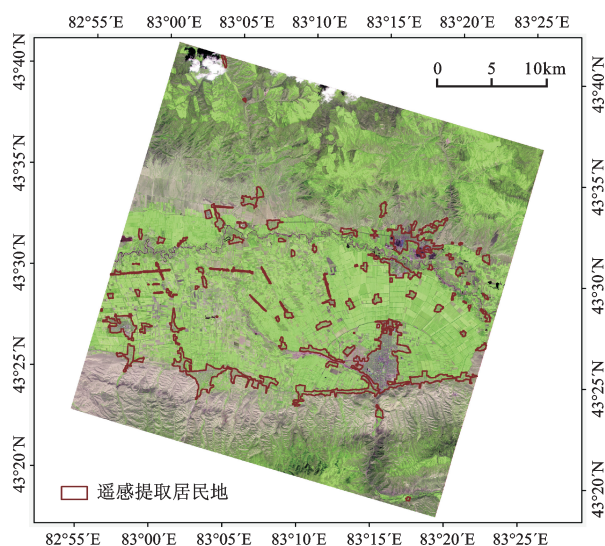


图3 研究区居民地空间分布

Fig.3 Spatial distribution map of residents in study area

由图3可知,基于灰度共生矩阵,数学形态学等方法有效的提取出了研究区居民地空间分布数据。同时本研究采用的数据源为GF-1卫星2 m分辨率遥感影像,影像分辨率较高,通过遥感影像目视解译、缓冲区叠加分析手段,可获取研究区居民地定量属性信息,为面向地震应急准备的居民地量化分级提供基础。

4 面向地震应急准备的居民地量化分析

目前,政府积极采取有效措施,减轻地震灾害。其中很重要的一项措施就是建立严密高效的地震应急体系,提高政府震时的应急指挥和救援能力,减少人民的生命财产损失。然而为了保障震时的应急指挥和救援工作,需要大力加强震前

的应急准备工作,本文面向地震应急准备进行居民地量化分析研究。

根据地震应急需求,在地震应急时主要考虑埋压和救援等因素,本文根据这两个方面进行居民地量化分级。

4.1 埋压分布分级

破坏性地震发生以后,快速有效地评估地震埋压人员的分布,可以从时间和空间上极大地发挥救援的作用和效率,最大限度地挽救生命。然而,由于人口分布、建筑结构类型等的不同,致使不同区域埋压人员数量也不同。地震灾害具有突发性,尤其在强震情况下,经常会出现通讯和交通中断的情况,救灾领导者很难及时准确地了解灾区埋压人员的分布。而且目前对于地震埋压人员分布的研究比较少,难以为地震应急救援决策提供有力的支持,严重地影响了救援的时效性。鉴于此,开展埋压人员分布评估的研究就显得十分必要和迫切。

基于2 m分辨率高分一号遥感影像进行目视解译,进行居民地分级,将居民地分为多层为主(研究区多层房屋多为砖混结构,少量公用房屋为框架结构)居民区和单层为主(研究区单层房屋多为砖木和土木结构房屋,随着富民安居工程的推进,土木结构房屋逐渐减少)居民区;同时根据影像特征,解译各居民地的房屋数量作为居民地属性数据,以房屋数量空间分布代表人口空间分布。历次地震调查经验表明^①:在同等地震烈度条件下,研究区多层为主的居民区房屋抗震性能较高,而单层土木结构房屋抗震性能低,在高烈度条件下易倒塌造成人员伤亡。而当地震烈度达到一定高度造成多层砖混房屋大面积倒塌则面临区域全面救援,此时人口聚居的城镇区为首要关注区。

基于房屋类型及数量的居民地量化分级结果如图4所示,图中暖色系居民地为多层为主居民区,冷色系居民地为单层为主居民区,在同等地震烈度条件下(Ⅷ度及以下),单层为主居民区为埋压分布重点关注区,而在研究区东北及南部单层为主建筑数量达到1 500户以上的居民地是人口多而房屋抗震性能较低的区域,需重点关注。图4叠加了重点目标数据,数据来源于新疆地震应急基础数据库;本研究中的重点目标主要包括:学校、医院、政府单位、银行等等,按国家规

① 新疆维吾尔自治区地震局.2012年6月30日新疆新源、和静交界6.6级地震灾害损失评估.新疆维吾尔自治区地震局,2012:1-87.

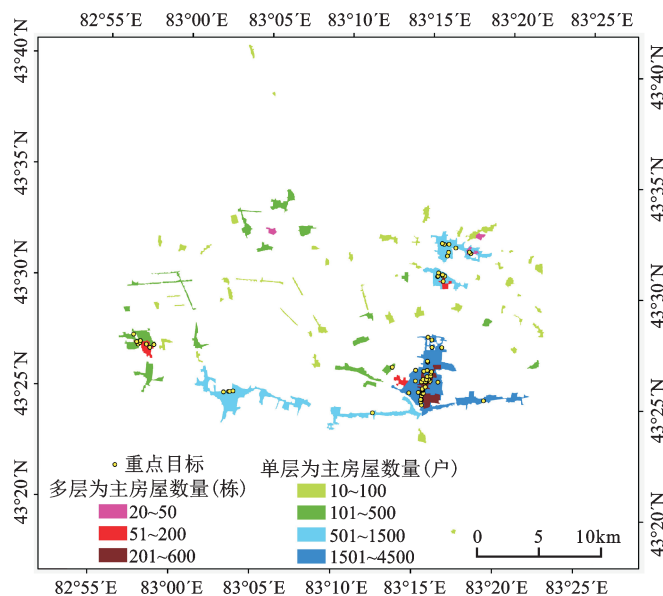


图4 基于房屋类型及数量的居民地量化分级

Fig.4 Quantitative grading of residents based on housing type and quantity

定,县以上公用房屋需按照设防标准进行抗震设防,由图可知,重点目标主要集中在县城及乡镇多层为主居民地区,房屋抗震性能较高,而位于城郊及乡镇单层为主居民地内的重点目标,是救援首要关注点。因此在地震应急准备时,应根据可能造成的埋压分布进行救援物资,如帐篷、被子、饮用水、食物、药品等的准备,以便更好地应对地震灾害。

4.2 救援便利度分级

破坏性地震发生后,最怕某地区陷入“孤岛”状态,致使灾区与外界联系的交通线完全中断,救援人员和物资不能在灾后黄金救援时间内抵达“孤岛”地区,救援工作延误导致的人员伤亡数量急剧上升。

交通道路作为影响居民日常生活的重要因素,对居民点的分布具有很大影响^[21,22]。交通系统是生命线系统的重要组成部分,地震发生后,应急救援工作依赖于交通情况。本文基于交通通达度对居民地进行量化分级,为地震应急救援提供数据支撑。

本研究以交通道路为研究对象,从居民区内交通路网密度对研究区交通优势度进行评价,将交通通达情况分为可通达和不可通达,根据道路等级不同,道路通达度影响范围不同,本研究将研究区内国道、省道、县道、乡道、专用道5级道路设

定为不同的影响区域,分别做2 km、1 km、800 m、500 m、200 m缓冲区分析,视为在该等级道路缓冲区内的居民区为可通达,赋值为1,否则为不可通达,赋值为0。将所有道路缓冲区进行叠加分析,根据区域取值不同,将居民区交通通达度等级划分为交通条件一等区、交通条件二等区、交通条件三等区和交通条件四等区。基于交通通达度的居民地量化分级结果如图5所示。

由图5可知:交通条件一等区主要集中在国道、省道通过的县城及乡镇区,此类地区交通路网密度较高,交通条件好,可由多条道路通达,在破坏性地震发生时,易于救援物资的抵达及分发,然而此区域也是人口密度较高的区域,为便于救援,需根据情况进行交通管制。交通条件二等区主要集中在国道和省道通过的乡村,此类地区多为国道、省道与县乡道路交汇区,交通条件较好,在破坏性地震发生时,只要主要道路没有损毁,救援物资较易抵达。而交通条件三等区和交通条件四等区的交通路网等级低、密度低,在高地震烈度情况下,容易受到严重破坏,尤其是位于山区内的居民地,道路除了受地震影响易发生裂缝,还易受到滑坡、泥石流等次生地质灾害影响造成道路堵塞,无法通行,因此在地震应急准备时,应对交通条件三等区和交通条件四等区进行重点关注,增加应急救援物资的储备点,便于地震灾害应急,以免出现

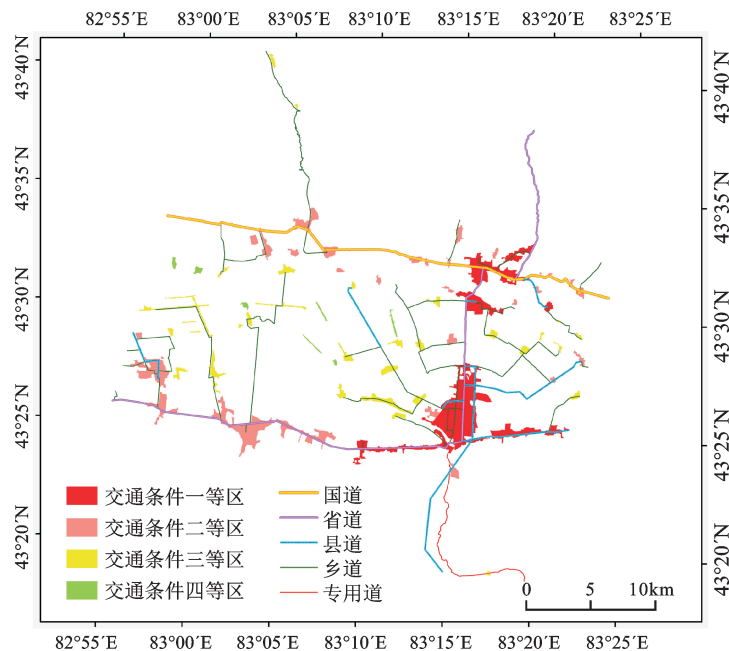


图5 基于交通通达度的居民地量化分级

Fig.5 Quantitative grading of residents based on traffic accessibility

地震“孤岛”；同时，对山区居民地，在地震应急准备时，应考虑在道路毁坏情况下，转换救援方式，做好应急预案。

5 结论

本研究基于国内高分一号高分辨率遥感影像进行居民地提取方法研究，提取了研究区居民地真实空间分布数据，并开展了面向地震应急准备的居民地量化分析，为研究区地震应急准备提供数据支持。主要结论如下：

1) 为更好的进行面向地震应急准备的居民地量化分析，需对提取结果进行人工干预，完成半自动提取，保证数据精度。

2) 面向地震应急准备的埋压分析结果表明：在同地震烈度条件下(Ⅷ度及以下)，人口聚居较多的单层结构房屋区域为埋压重点关注区，此类区域内的重点目标是救援的首要关注点；而当地震烈度达到一定高度造成多层建筑大区域倒塌时，县城等人口密集区为首要救援区，此类区域内的重点目标是救援的首要关注点。震前应依据研究区地震风险评估及埋压分布评估结果，进行地震应急物资及人员的合理配备。

3) 面向地震应急准备的救援便利度分析结果表明：在地震应急准备时，应对交通条件三等区

和交通条件四等区进行重点关注，增加应急物资的储备点，便于地震灾害应急，避免出现地震“孤岛”，无法救援的情况；同时，对山区居民地，在地震应急准备时，应考虑在道路毁坏情况下，转换救援方式，做好应急预案。

地震应急准备涉及方方面面，本研究仅考虑了两个主要影响因子，进行居民地量化分级，将来可面向更多的方面进行研究，深化应急准备技术支持力度，以最大的努力获得最小的损失。

致谢：在本文研究过程中，新疆遥感应用中心提供了研究区高分一号卫星影像数据支持，在此致谢！

参考文献(References):

- [1] 陈洁丽,刘永学,李满春,等.基于归一化指数分析的居民区遥感信息提取[J].测绘科学,2010,35(2):204-206. [Chen Jieli, Liu Yongxue, Li Manchun et al. Extracting remote sensing information of residential areas based on the analysis of normalized difference Index. Science of Surveying and Mapping, 2010, 35(2): 204-206.]
- [2] 王莉.基于IKONOS影像融合的土地覆盖分类及居民地信息提取研究[D].徐州:中国矿业大学,2009. [Wang Li. Study on land cover classification and residential areas extraction using IKONOS imagery based on data fusion. Xuzhou: China University of Mining and Technology, 2009.]
- [3] 高永光,祝民强,朱骥,等.赣中红壤区TM图像的居民地信息自

- 动提取专家模式研究[J]. 国土资源遥感,2002,(4):67-69. [Gao Yongguang, Zhu Minqiang, Zhu Ji et al. The extraction of residential area on landsat TM imagery from red earth region in central Jiangxi. Remote Sensing for Land & Resources, 2002, (4): 67-69.]
- [4] M Pesaresi, J A Benediktsson. A new approach for the morphological segmentation of high-resolution satellite imagery[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2001, 39(2): 309-320.
- [5] M Pesaresi, A Gerhardinger, F. Kayitakire. A robust built-up area presence index by anisotropic rotation-invariant textural measure[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2008, 1(3): 180-192.
- [6] P zhong, R Wang. A multiple conditional random fields ensemble model for urban area detection in remote sensing optical images[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2007, 45(12): 3978-3988.
- [7] 杨俊, 席建超, 孔凡强, 等. 基于语义优先的土地利用图斑综合的研究——以大连旅顺口区北海街道为例[J]. 地理科学, 2013, 33(8): 949-956. [Yang Jun, Xi Jianchao, Kong Fanqiang et al. Generalization of land use patch based on semantic priority—A case of beihai sub-district of Lushun port. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(8): 949-956.]
- [8] 曹建农, 王平禄, 董显威. 高分辨率遥感影像上居民地自动提取方法[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014, 39(7): 831-837. [Cao Jiannong, Wang Pinglu, Dong Yiwei. Automatic extraction technique of residential areas in high resolution remote sensing image. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2014, 39(7): 831-837.]
- [9] 关丽. 基于空间语义模型的Quick Bird影像城市房屋信息自动提取研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2006. [Guan Li. Study on urban house information extraction automatically from Quick Bird images based on space semantic model. Changchun: Northeast Normal University, 2006.]
- [10] 王番, 芮杰, 金飞, 等. 旋转和平移不变纹理特征的遥感影像居民地提取[J]. 测绘科学, 2010, 35(5): 202-204. [Wang Fan, Rui Jie, Jin Fei et al. Residential area extraction from remote sensing image based on rotation and translation invariant texture feature. Science of Surveying and Mapping, 2010, 35(5): 202-204.]
- [11] 王雪微, 王士君, 宋飏, 等. 长春市城市建设用地演进的空间识别及影响机制研究[J]. 地理科学, 2015, 35(7): 873-881. [Wang Xuewei, Wang Shijun, Song Yang et al. Space recognition and influence mechanism of urban construction land evolution of Changchun city. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(7): 873-881.]
- [12] W Su, J Li, Y H Chen et al. Textual and local spatial statistics for the object-oriented classification of urban areas using high resolution imagery[J]. International Journal of Remote Sensing, 2008, 29(11): 3105-3117.
- [13] L P A Ella, F van den Bergh, B J van Wyk et al. A Comparison of Texture Feature Algorithms for Urban Settlement Classification[C]. USA: IEEE, IGARSS 2008- 2008 IEEE International Geoscience Remote Sensing Symposium, 2008, 3: III-1308-III-1311.
- [14] J A Benediktsson, M Pesaresi, K Amason. Classification and feature extraction for remote sensing images from urban areas based on morphological transformations[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2003, 41(9): 1940-1949.
- [15] 汪闽, 蒋圣, 杨晓梅. 基于Gabor滤波方法的居民地识别分析[J]. 地球信息科学, 2008, 10(3): 308-313. [Wang Min, Jiang Sheng, Yang Xiaomei. Residential area recognizing with Gabor filtering from high spatial resolution remotely sensed imagery. Geo-information Science, 2008, 10(3): 308-313.]
- [16] 张源, 王仰麟, 彭建, 等. 基于空间概率面的山区居民地遥感信息提取[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(4): 6-9. [Zhang Yuan, Wang Yanglin, Peng Jian et al. Research on extraction of residential area in mountainous areas using spatial probability surface. Geography and Geo-Information Science, 2006, 22(4): 6-9.]
- [17] 金飞, 张占睦, 芮杰. 纹理主方向的遥感影像居民地提取[J]. 测绘科学, 2010, 35(4): 139-141. [Jin Fei, Zhang Zhanmu, Rui Jie. Residential area extraction from remote sensing image based on texture principal directions. Science of Surveying and Mapping, 2010, 35(4): 139-141.]
- [18] M Wang, L Yee, C H Zhou et al. A mathematical morphology based scales pace method for the mining of linear features in geographic data[J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 2006, 12(1): 97-118.
- [19] 张义生. 居民地的提取与边缘优化[D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2009. [Zhang Yisheng. Habitation extraction and edge optimization. Zhengzhou: PLA Information Engineering University, 2009.]
- [20] 翟辉琴, 王明孝. 小波变换和数学形态学的高分辨率图像居民地识别[J]. 地球信息科学, 2005, 7(4): 25-28. [Zhai Huiqin, Wang Mingxiao. The habitat abstraction of the high resolution remote sensing imagery based on wavelet transform and mathematics morphologic subject. Geo-information Science, 2005, 7(4): 25-28.]
- [21] 陈松林, 陈进栋, 韦素琼. 福建省综合交通可达性格局及其与制造业空间分布的关系分析[J]. 地理科学, 2012, 32(7): 807-815. [Chen Songlin, Chen Jindong, Wei Suqiong. The integrated transportation accessibility in Fujian province and its correlation with the spatial distribution of manufacturing. Science Geographica Sinica, 2012, 32(7): 807-815.]
- [22] 魏伟, 石培基, 脱敏雍, 等. 基于GIS的甘肃省道路网密度分布特征及空间依赖度分析[J]. 地理科学, 2012, 32(11): 1297-1303. [Wei Wei, Shi Peiji, Tuo Minyong et al. The road network density and its spatial dependence in Gansu province based on GIS. Scientia Geographica Sinica, 2012, 32(11): 1297-1303.]

Remote Sensing Extraction and Quantitative Analysis of Residential Area for Earthquake Emergency Preparedness

Li Jinxiang, Li Yafang, Li Shuai, Wang Wei, Chen Yong

(Earthquake Administration of Xinjiang Uyghur Autonomous Region, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: Residential area is important hazard-bearing body of earthquake disasters. Accurate grasp of the spatial distribution of residential area is an important basis for understanding the earthquake disaster and carrying out the earthquake emergency preparedness. Residential area are changing faster and faster in recent years, the development of remote sensing technology provides advanced means for acquisition spatial information of residential area. The spatial distribution of the real residential area extracted by remote sensing can provide a new data for earthquake emergency preparedness. At the same time, when large destructive earthquake happens, we can rapid determine buried areas and rescue mode according to residential area of quantitative classification result, which has a certain guiding significance on the rescue and evacuation plans. In this article, we use gray level co-occurrence matrix and mathematical morphology methods to extract the spatial distribution of residential area from the 2 m resolution GF-1 satellite remote sensing data, and use visual interpretation, image analysis, buffer analysis to carry out residential area quantitative classification, which can provide data support for the earthquake emergency preparedness. Due to the different earthquake intensity, population distribution and the different types of building structures, the number of buried person in different regions is also different. The residential areas are divided into multi-storey residential areas and bungalow residential areas using visual interpretation, the number of houses is interpreted according to the image characteristic as residential areas attribute data, then the residential areas of buried person distribution are graded through analysis. At the same time, in traffic as the research object, different grade of roads has different road accessibility. We do buffer analysis with different effects ranges for state roads, provincial roads, county roads, township roads and special roads in study area, then the residential areas of rescue convenience degree are graded according to different regional values. The residential areas are divided into four grades, such as first level traffic conditions residential areas, second level traffic conditions residential areas, third traffic conditions residential areas and fourth level traffic conditions residential areas. The results revealed that: Using gray level co-occurrence matrix and mathematical morphology methods can better extract the residential area information of the high resolution GF-1 2 m image. The algorithm of this article has high accuracy and good robustness. However, to ensure data accuracy, extraction results and images were compared and analyzed, and residential areas were extracted semi automatically by the artificial intervention. The quantitative analysis of the residential area revealed that in seismic intensity VIII and the following area, buried zone mainly concentrated in the bungalow areas; When the seismic intensity is higher than VIII degrees and caused large area multi-storey buildings collapsed, densely populated areas of the county are the main rescue areas; In the earthquake emergency preparedness, we should increase the reserve point of emergency supplies especially in the third and fourth level traffic conditions residential areas. At the same time, the mountain residential areas should be considered to converse the rescue methods and do a good job in the emergency plan in the case of road damage.

Key words: earthquake emergency; remote sensing; GF-1; residential land; quantification