

# 居民地信息遥感提取方法比较研究

薛 辉,倪绍祥

(南京师范大学地理科学学院,南京 210097)

**摘 要:**准确、客观地提取居民地信息,对于城镇规划和耕地保护等具有十分重要的意义。以河北省青县地区为研究区,基于陆地卫星 TM 图像,分别利用光谱阈值法、NDBI 指数法、监督分类法及非监督分类法提取出了研究区的居民地信息。然后,利用目视解译、屏幕数字化勾绘出的居民地面积,对以上 4 种方法在居民地信息提取上的效果进行了比较,发现光谱阈值法是提取研究区居民地信息的最好方法。

**关键词:**居民地;遥感;信息提取;光谱

**中图分类号:** TP79

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2006)05-0319-03

## Methodology of Retrieving Residential Area from Remotely Sensed Image

XUE Hui, NI Shao-xiang

(College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract:** It is extremely important for urban or township planning and farmland protection and so on to extract accurately and objectively the data of residential regions. Taking Qingxian County in Hebei Province of China as the study area, the methodology of retrieving the data of residential regions from Landsat TM image data is dealt with. Four kinds of methods are tested in this study, namely, the spectral threshold, the NDBI index, supervised image classification and non-supervised image classification. Based on the total area of the residential regions which is obtained by visual interpretation of the false-color composite of the TM image as well as by screen digitalizing and delineating the boundaries of the residential regions, these methods are compared in terms of the precision in retrieval of the residential regions. The results indicate that among them the method of spectral threshold is the best one.

**Key words:** residential area; remote sensing; data retrieval; spectrum

### 1 引 言

居民地又称聚落,是人类从事生产和生活需要而集聚定居的各种形式的居住场所<sup>[1]</sup>。它包括房屋建筑物以及与居住直接相关的其它生活设施(如道路、公共设施、园林绿化、港站等)和生产设施。近年来,随着中国城市化过程的加快,建设占用耕地的矛盾日益突出。因此,快捷、准确与客观地提取居民地信息,对于科学合理地进行城镇规划和保护耕地资源等具有十分重要的意义。

在利用遥感技术提取居民地信息方面已有一些研究。例如,房世波等通过 TM 多光谱图像与 SPOT 全色图像的融合提取城镇面积<sup>[2]</sup>;杨存建与周成虎通过 TM 图像上不同类型居民地及其背景的光谱特征分析,并引入居民地与水体、道路的空间关系知识,分别建立了城镇、集村居民地的提取模型<sup>[3,4]</sup>;高永光等利用居民地与其它地物的光谱特征差异性,建立了提取居民地信息的条件表达式<sup>[5]</sup>;赵萍等利用 SPOT 图像并结合分析居民地形状指数差异提取居民地信息<sup>[6]</sup>;查勇等提出了归一化建筑指数(NDBI 指数)并用于居民地信息提取<sup>[7]</sup>。然而,以上研究大多为单一方法的研究,而每一方法都受其本身特点的影响,其结果都可能存在一定的不确定性。本文以河北省青县地区为研究区,采用不同方法提取居民地信息,并对提取结果进行了比较,从而确定最

适合研究区居民地信息提取的方法。

### 2 研究区及数据

青县在行政上隶属河北省沧州市。地理位置为北纬 38°24′~38°45′,东经 116°34′~117°8′,总面积 968 km<sup>2</sup>,总人口 38 万。东临渤海,北依京津,是河北省进入京津的北大门,素有“津南第一县”之称。县府位于清州镇。

所使用的遥感数据为 2003 年 8 月 14 日接收的陆地卫星 TM 图像,轨道号为 122/03304。采用由差分 GPS 仪实测的 12 个控制点的坐标数据,在 ENVI 软件中对图像进行几何纠正,并截取覆盖研究区的 800×800 的子图像用于研究。发现,在 TM7、4、1、TM5、7、4 及 TM5、4、3(分别为 R、G、B)的假彩色合成图像上,居民地反映较清晰。

本区居民地有集镇和乡村,集镇主要是清州镇,乡村主要是集村。在集镇居民地,主要是楼房和水泥地面,此外为裸土地、草坪和零星树木,楼房房顶多为铺有沥青的水泥房顶,道路多为水泥路面,少数为沥青路面;乡村居民地则主要是由房屋、空地及零星树木组成,房屋多为平房,少数为楼房,房顶为青瓦或红瓦尖顶,少数为水泥平顶,道路中的大路多为砾石路面,小路多为土路。

无论集镇或乡村居民地,房屋之间空地的宽度都一般不超过 20 m,因而对于 TM 图像而言,其居民地多为由房屋和

\* 收稿日期:2005-11-09

基金项目:国家自然科学基金(40371081)

作者简介:薛 辉(1980-),男,江苏兴化人,硕士研究生,主要从事遥感与 GIS 应用研究。

其间的空地、绿地以及树木组成的混合像元,房屋和空地在光谱中占优势。应指出的是,8月份时研究区农田仍夹杂有一些盐碱荒地甚至盐碱光板地,此外还分布有一些河滩地,它们都与居民地在光谱特征上有一定类似之处,但从分布部位等不难将其与居民地分开。

3 居民地信息的提取

3.1 光谱阈值法

首先,采用目视判读方法,在未经增强处理的 TM 图像上对研究区主要地物即居民地、水域、农田、盐碱裸地进行采样,同时对云(因有干扰)也进行采样,并统计它们的亮度均值(见表 1,图 1)。

表 1 典型地物波段亮度值(DN)的均值

	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TM7	样本数
居民地	106	52	79	83	129	143	73	7299
农田	93	42	50	112	99	133	34	43368
裸地	101	47	63	83	95	137	40	2092
水体	93	40	48	42	26	133	10	651
云	110	50	63	114	102	113	37	2469

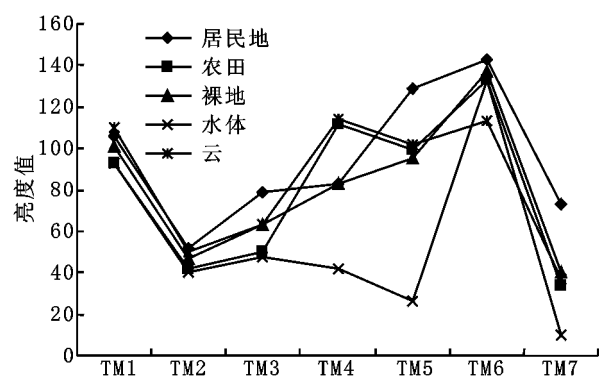


图 1 典型地物波段谱图

其次,根据表 1,对各类地物和云在 TM 各波段上的像元 DN 值进行排序:

居民地: TM6 > TM5 > TM1 > TM4 > TM3 > TM7 > TM2

水域: TM6 > TM1 > TM3 > TM4 > TM2 > TM5 > TM7

农田: TM6 > TM4 > TM5 > TM1 > TM3 > TM2 > TM7

裸地: TM6 > TM1 > TM5 > TM4 > TM3 > TM2 > TM7

云: TM6 > TM4 > TM1 > TM5 > TM3 > TM2 > TM7

通过排序发现,只有居民地和裸地的 TM5 的 DN 值大于 TM4 的 DN 值,而其它地物和云的 TM5 的 DN 值均小于 TM4 的 DN 值,据此,利用  $TM5 - TM4 > K1$  的判别式( $K1$  及下面的  $K2$  均为给定阈值),就可排除水体、农田和云。接着是区分居民地与裸地,尽管它们的像元的 DN 值排序很相似,但居民地 TM3、TM5 和 TM7 的 DN 值都比裸地大,  $TM3 + TM5 + TM7$  可加大这种差别(居民地在 281 左右,而裸地仅为 197 左右),因此采用判别式  $TM3 + TM5 + TM7 > K2$ ,可基本排除裸地。于是可通过 ENVI 3.6 中的决策树方法建立研究区居民地的遥感提取模型,即 IF (TM5 - TM4 > K1) AND (TM3 + TM5 + TM7 > K2) THEN 为居民地。只要确定合适的阈值  $K1$  和  $K2$ ,就可从 TM 图像上提取出居民地。反复采样和试验表明,当  $K1 = 25$  和  $K2 = 230$  时,提取效果最佳。

3.2 NDBI 指数法

据查勇等研究<sup>[7]</sup>,在归一化建筑指数 NDBI 即  $(TM5 - TM4) / (TM5 + TM4)$  图像上, DN 值 > 0 的像元区域一般属于城镇。据此,利用 ENVI 3.6 的 band match 命令得到 NDBI 图像,并对此图像进行二值化处理,即把 0 的像元赋值为 0, > 0 的像元赋值为 255,结果见图 4。仔细分析发现,用

这种方法提取的区域不仅包括居民地,而且还包括道路、河滩地、裸地及零星房屋等地物。然而,由前述关于研究区的地物光谱特征分析可知,居民地、道路、河滩地和裸地的 NDBI 值都大于 0,因此,在混合像元中如果这些地物所占比例较大时,像元的 NDBI 值就可能大于 0,从而导致提取的居民地面积超过其真实值。经过反复试验,将 NDBI 的阈值设置为 0.12,居民地的提取效果最好。

3.3 监督分类法

利用 TM7、4、1 (R、G、B) 假彩色合成图像和最大似然法,对居民地、水域、农田、裸地和云进行监督分类。训练区的选择重复了 10 次,每次的面积和位置都不同,因而分类结果也不同(见表 2)。通过将分类图像与假彩色合成图像叠加比较,发现第三次分类的总体效果最好。

表 2 不同训练区及其分类结果

	居民地	水域	农田	裸地	云
第一次 训练区大小/像元	7299	651	43368	2469	2092
分类结果	95.3172	8.6562	372.2841	80.4204	19.3221
第二次 训练区大小/像元	3603	979	6619	1181	2842
分类结果	62.2008	8.9757	314.6544	155.5461	34.623
第三次 训练区大小/像元	7954	874	17620	1793	1178
分类结果	80.649	9.2394	362.2311	108.306	15.5745
第四次 训练区大小/像元	8735	848	9038	1793	1781
分类结果	85.1139	9.0927	353.1204	109.5948	19.0782
第五次 训练区大小/像元	6316	936	8581	1898	1781
分类结果	81.585	9.2493	374.6709	91.3806	19.1142
第六次 训练区大小/像元	744	249	5645	274	2023
分类结果	85.8636	8.3664	383.6916	42.0696	56.0088
第七次 训练区大小/像元	1171	356	20202	697	893
分类结果	82.6191	9.6858	398.7513	67.4244	17.5194
第八次 训练区大小/像元	1171	356	8914	697	2188
分类结果	85.0707	9.4266	308.7981	115.1784	57.5262
第九次 训练区大小/像元	544	356	11815	436	2594
分类结果	80.37	9.8154	359.7417	89.2827	36.7902
第十次 训练区大小/像元	3375	438	11815	1440	2752
分类结果	73.4715	8.9811	336.5082	124.2999	32.7393

3.4 非监督分类法

TM 图像的非监督分类采用 ENVI 3.6 的 IsoData 命令进行。为便于比较,设定最大分类数为 5 类,变化阈为 0。最多迭代次数取 150 次,以避免收敛太快影响分类效果。

4 结果分析

我们对研究区 TM 假彩色合成图像 (TM7、4、1) 上的居民地进行了目视解译。然后,在 Arc GIS 8.1 中,参考 2000 年编制的研究区 1:50 000 土地利用现状图,进行屏幕数字化勾绘出居民地,并统计出研究区居民地的总面积为 75.18 km<sup>2</sup>。以此面积为依据,对上述不同方法提取居民地信息的效果进行了比较(表 3)。

根据表 3 和通过对相关图像的分析可发现:(1)光谱阈值法:在提取居民地、特别是乡村居民地上的效果较好。主要问题是提取出的县城所在地——清州镇比较破碎。特别是其新区,因房屋间隔大,植被盖度高,又有水塘,影响到居民地信息的正确提取。具体反映在,居民地内部大于两个像元以上的绿地和水塘都均被单独提取出来,造成居民地提取面积的减少(本应属于居民地)。此外,一些城郊道路因光谱特性与居民地相似,被误判为居民地,又增加了居民地的面积;(2)NDBI 指数法:采用 NDBI > 0.12 模型所提取的居民地面积,与光谱阈值法差别不是很大。但是,由于裸地常被误作为居民地,因此总体效果不如光谱阈值法;(3)监督分类法:效果也较好,尤其是能较完整地提取出清州镇。主要问题是受云层遮蔽影响,一些居民地未能提取出来。此外,公

路、铁路、宽度小于两个像元的河流及居民地周围的混合像元多误提为裸地;4)非监督分类法:提取的居民地非常离散,如清州镇只提取出了一半多一点区域。此外,云没有被分出来,而农田则被分成了两类。可见,非监督分类法不适用于提取研究区的居民地信息。

表 3 不同方法提取的居民地面积及其误差大小

	面积/ km <sup>2</sup>	绝对误差/ km <sup>2</sup>	相对误差/ %
光谱阈值法	79.25	4.07	5.41
NDBI 指数法 *	82.07	6.89	9.16
监督分类(第 3 次)	80.65	5.47	7.28
非监督分类	64.84	- 10.34	- 13.75
目视解译屏幕数字化	75.18	0	0

\*采用 NDBI>0.12 模型。  
综合以上分析可以认为,光谱阈值法是最适合本研究区居民地信息提取的方法,其模型为:IF (TM5 - TM4 > K1) AND (TM3 + TM5 + TM7 > K2) THEN 为居民地;其中, K1 = 25, K2 = 230。

参考文献:

[1] 左大康. 地理学词典[M]. 北京:科学出版社,1990.  
[2] 房世波,潘剑君,陈彩虹. 利用 TM 和 SPOT 遥感图像对南京市城镇用地扩展的监测[J]. 南京农业大学学报,2000 , 23 (3) : 49 - 52.  
[3] 杨存建,周成虎. 基于知识发现的 TM 图像居民地自动提取研究[J]. 遥感技术与应用, 2001,16(1) :1 - 6.  
[4] 杨存建,周成虎. TM 图像的居民地信息提取方法研究[J]. 遥感学报,2000,4(2) :146 - 150.  
[5] 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.  
[6] 赵 萍,冯学智,林广发. SPOT 卫星图像居民地信息自动提取的决策树方法研究[J]. 遥感学报, 2003,7(4) :309 - 315.  
[7] 查勇,倪绍祥,杨山. 一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J]. 遥感学报, 2003,7 (1) :37 - 40.

(上接第 318 页)

参考文献:

[1] 聂锐华,代华龙,雷孝章,等. 川中小流域综合治理与开发研究[J]. 水土保持学报,2003,17(2) :103 - 106.  
[2] 丁圣彦,梁国付,曹新向. 集水背景下小流域综合治理的措施和管理形式[J]. 水土保持通报,2003,23(2) :50 - 52.  
[3] 何福红,黄明斌,党廷辉. 黄土高原沟壑区小流域综合治理的生态水文效应[J]. 水土保持研究,2003,10(2) :33 - 37.  
[4] 段巧甫. 小流域综合治理开发是加快生态环境建设的有效途径[J]. 中国水土保持,2000,(6) :13 - 15.  
[5] 史立人. 长江流域的坡耕地治理[J]. 人民长江,1999,30(7) :25 - 27.  
[6] 李克炯,赵治善. 涪陵区大于 25°坡地退耕还林调查[J]. 林业经济,2000,(5) :29 - 33.  
[7] 李凤,张如良. 坡耕地实行保土耕作的效益实验分析[J]. 水土保持研究,2000,7(3) :184 - 186.  
[8] 王健,吴发启,孟秦倩. 农业耕作措施蓄水保土效益实验研究[J]. 水土保持通报,2004,24(5) :39 - 41.  
[9] 赵西宁,王万忠,吴发启. 不同耕作管理措施对坡耕地降雨入渗的影响[J]. 西北农林科技大学学报,2004,32(2) :69 - 72.  
[10] 吴发启,赵西宁,崔卫芳. 坡耕地耕作管理措施对降雨入渗的影响[J]. 水土保持学报,2003,17(3) :115 - 117.  
[11] 韩玉玲. 小流域综合治理效益分析[J]. 浙江水利科技,2001,(4) :13 - 16.  
[12] 左中昌,石生新,等. 山西省精品小流域建设的成效与做法[J]. 中国水土保持,2002,(9) :13 - 14.

(上接封四)

93	Researches of the Effects of Influence Factors on Surface Flow in Hilly and Gully Region of the Loess Plateau .....	JIN Yan-hai <sup>1,2</sup> , CHAI Jia-hua <sup>2</sup> , ZHU Zhi-hong <sup>2</sup> , et al. (292)
94	Research Development on Effect Resulted from Loss of Soil and Water in Sloping Field to Eutrophication of Water Body .....	WU Xi-yuan <sup>1</sup> , ZHANG Li-ping <sup>1,2</sup> (296)
95	Preliminary Study on Monitoring Man-made Soil Erosion Modulus of Guangdong Province Through Standard Stake Method .....	WANG Ji-zeng <sup>1</sup> , WU Zhi-feng <sup>2,3</sup> , ZHU Li-an <sup>2,3</sup> , et al. (299)
96	Analysis of Exploitation and Utilization of Resources of Cultivated Land of Qinghai Province and Study of Countermeasures .....	XIE Ai-liang <sup>1</sup> , LIU Zhong-xiu <sup>1</sup> , YANG Tai-bao <sup>2</sup> (302)
97	Study on A Computational Method of District Runoff - Algorithm Design .....	YAO Zhi-hong <sup>1,2</sup> , YANG Qing-ke <sup>1</sup> , WU Zhe <sup>3</sup> , et al. (306)
98	The Resource of Geological Remains and Sustainable Development of Jianmenguan Tourism Area .....	WEI Yue-long <sup>1</sup> , QIN Jia-xiong <sup>1</sup> , ZHANG Ling-yun <sup>2</sup> (309)
99	Design of Land Information System Based on ARC/INFO ...	ZHAO Rong-qin <sup>1</sup> , LIU Ying <sup>2</sup> , MENG Qing-xiang <sup>3</sup> (313)
100	The State of Small Watershed Comprehensive Control and the Benefit from Countermeasure in Fuling Area .....	ZHOU Jing, HE Bing-hui (316)
101	Methodology of Retrieving Residential Area from Remotely Sensed Image .....	XUE Hui, NI Shao-xiang (319)