

# 山东省土地利用动态遥感监测应用研究

王德保<sup>1</sup>, 陈宝行<sup>1</sup>, 李高岗<sup>2</sup>, 崔淑文<sup>1</sup>, 赵秀珍<sup>1</sup>, 张凡荣<sup>3</sup>

(1. 山东省第一测绘院, 山东 济南 250014 2. 安徽省地质测绘技术院, 安徽 合肥 230000 3. 山东省第二地质矿产勘查院, 山东 兖州 272100)

**摘要** 该项目采用 PCI V8.1 遥感图像处理软件, 对 SPOT, TM, ETM 卫星数据进行了校正、配准、镶嵌和多源多时相遥感数据融合, 采用 3 种方法对土地利用变化信息进行提取, 通过野外调查验证和 GPS 实地测定对变化图斑的空间数据进行精确定位, 实现了 RS 与 GPS 的有机结合, 提高了监测成果的准确性和可靠性, 获得了快速、准确、翔实的矢、栅、属一体化监测成果。

**关键词** 土地利用; RS; GPS; 变化信息; 校正; 融合; 山东省

中图分类号: P271; V443+.5 文献标识码: A

土地利用动态遥感监测是国土资源部新一轮国土资源大调查的重要组成部分, 它的实施对于加强土地资源管理, 确保山东省耕地总量动态平衡和占补平衡目标的实现有着重要意义。通过监测可及时、准确地了解土地利用变化情况, 监测土地利用变化趋势、布局及规模, 掌握建设用地和耕地的使用情况, 为城市建设提供现势的基础资料, 为土地执法检查 and 国土资源调查、规划、管理、保护与合理利用服务, 为国民经济建设和社会发展提供最有效的土地资源保障。2001 年 9 月, 国土资源部将威海市确立为省级监测区, 此为山东省首次应用航天遥感技术大面积进行土地利用动态监测; 10 月 19 日, 山东省国土资源厅正式通知山东省第一测绘院, 明确部署了监测范围、监测内容、组织实施方案和时间要求。

**技术路线** 采用多时相、多源遥感数据相结合, 提高地物的空间分辨率和光谱识别能力。

计算机自动处理与人工目视解译相结合。

(1) 基于 3 个时相、2 个时段遥感影像的变化信息提取。变化信息采用三种不同的方法提取, 以互相检核和减少变化信息的漏提、误提现象。

(2) 基于遥感影像和线划图的变化信息提取。将遥感影像和矢量线划图套合, 进行对比分析, 标注与矢量线划图有差异的变化图斑; 充分利用土地管理专业信息, 与遥感资料结合进行综合分析; 内、外业结合确定变化图斑的真伪、类型、范围, 补充监测遗漏图斑, 保证遥感监测结果的可靠性。

## 2 校正、配准与镶嵌

### 2.1 几何精校正和配准方法

(1) 数据打包和波段选择 采用 PCI V8.1 版软件按 7, 5, 4, 3, 2, 1 波段的顺序将 TM 数据和 ETM 数据打包; ETM 和 TM 影像数据选取 7, 4, 3 波段进行解译; SPOT 影像数据采用全色波段; ETM 第 8 波段也为全色波段。

(2) 几何精校正 图像几何精校正方法主要是用二次多项式法, 灰度重采样则采用三次卷积法。坐

## 1 技术路线

**监测时段** 划分为 1998.10 - 2000.10, 2000.10 - 2001.10 2 个时段。

**监测对象** 为小城镇建设与发展状况, 城市规模扩展情况与土地利用总体规划执行情况; 基本农田保护情况; 利用遥感结果复核土地变更调查的主要监测对象是建设用地的变化和耕地变化。

\*收稿日期: 2003-05-13; 修订日期: 2003-06-10; 编辑: 汪先起

作者简介: 王德保 (1966-), 男, 山东荣成人, 高级工程师, 从事 RS、GPS 方面的应用研究工作。

标空间变换是通过变换函数建立校正前后图像空间坐标间的关系。二次多项式：

$$U_i = a_0 + a_1x_i + a_2y_i + a_3x_i^2 + a_4x_iy_i + a_5y_i^2 ;$$

$$V_i = b_0 + b_1x_i + b_2y_i + b_3x_i^2 + b_4x_iy_i + b_5y_i^2$$

式中： $U_i, V_i$  为第  $i$  个控制点对应的校正前图像坐标(行列号)； $x_i, y_i$  为第  $i$  个控制点对应的校正后的图像坐标或地理坐标； $a_n, b_n (n = 1, 2, 3, 4, 5)$  为二次多项式系数； $a_0, b_0$  为二次多项式常数项。用上述控制点的坐标，按最小二乘法求出多项式的系数。根据变换函数解算每个像元的空间位置，以达到校正的目的。

经过以上坐标空间变换只确定了像元的空间位置，对应的像元值需要通过重采样来确定。重采样的方法，采用精度较高的三次卷积内插法。三次卷积内插，即从周围 16 个点进行 3 次卷积内插赋予该像素。威海监测区几何精校正为了提高精度，在 1:5 万地形图上选取大量控制点对分辨率为 10m 的 4 景 SPOT 影像分别校正。

③ 配准 图像配准实质是使同一地区的不同时相、不同类型的图像具有相同的空间坐标系和像元大小。配准方式可分为相对配准和绝对配准。相对配准是以某一图像为基准，经过坐标变换和插值，使其它图像与之配准。绝对配准是将所有图像校正到统一的坐标系，即 1954 年北京坐标系，图像间自然就相互配准了。因从地形图上选择控制点较从图像上选择控制点要复杂一些且效率低，故本次研究工作采用相对配准的方法。

## 2.2 几何精校正和配准的处理方法

(1) 几何精校正 威海监测区 SPOT 影像数据有

4 景，只有 2001 年 10 月的，故首先对高空间分辨率的全色 SPOT 图像进行几何精校正。纠正时在监测区 35 幅 1:5 万地形图上选取了大量控制点，每景影像最少选取 29 个控制点，最多的 78 个控制点，主要选在未变化的道路交叉口、细小河流交叉口、铁路交叉口等处。

② 配准 将校正后的 2001 年 10 月 4 景 SPOT 影像镶嵌，再将 2001 年 1 景 ETM 影像与之相对配准，然后将 2000 年 1 景 ETM 影像和 1998 年 1 景 TM 影像与镶嵌后的 2001 年 4 景 SPOT 影像进行精确相对配准。

③ 效果 这种校正和配准方法尽管工作量大，但精度高，整体效果很好。

④ 校正和配准精度检验 影像几何校正精度采用随机读点法进行检验，即在校正后的图像上均匀选择 45 个特征点，读出其坐标值，然后与地形图上对应点的坐标或 GPS 实测值进行比较，判断是否满足要求。影像配准采用融合检查和叠加检查来进行精度检验。

## 2.3 影像镶嵌

因 4 景 SPOT 影像才能覆盖整个威海监测区，故采用 2001 年纠正后的 SPOT 影像进行镶嵌。采用的方法是先校正，再在统一的地理坐标下镶嵌。其优点是对相邻图像的重叠度要求不高，在一定程度上可以避免山区和丘陵地区精度不高对整体精度造成的不利影响。

## 2.4 精度统计

影像配准精度统计(二次多项式法)详见表 1。

表 1 影像配准精度统计(二次多项式法)

基准影像	被配准影像	控制点数	RMS Error Mx (像元)	RMS Error My (像元)	RMS Error M (像元)	最大点位中 误差(像元)	最小点位中 误差(像元)
镶嵌后的 2001 年 4 景 SPOT 影像	2001ETM/8band	31	0.23	0.32	0.39	0.80	0.06
同上	2000ETM/8band	26	0.29	0.30	0.42	0.89	0.08
同上	2000ETM/6 个波段	32	0.28	0.21	0.35	0.72	0.06
同上	2001ETM/6 个波段	30	0.35	0.26	0.44	0.76	0.01
同上	1998TM/6 个波段	39	0.35	0.32	0.47	0.80	0.04

### 3 多源多时相遥感数据的融合 [1, 2]

数据融合是指将不同类型传感器获得同一地区的数据进行空间配准,将各数据中的优势或互补性有机结合起来产生新数据的技术过程。数据融合主要包括几何空间配准、光谱特征和几何特征的综合。

(1)融合的目的:数据融合的目的是通过将监测区内两个或多个时相的 TM 多光谱数据与 SPOT 全色波段融合,提高卫星影像数据的空间分辨率和光谱分辨率,增强影像判读的准确性。同时两个时相影像的交叉融合又会突出变异,有助于检测出变化信息。

(2)用于变化信息提取的数据融合:利用单时相全色数据和多光谱数据的特征变异融合主要应用于辅助新增建设用地的发现。利用两时相多源数据的特征融合主要是为提高变化图斑的边界精度。

(3)用于背景图制作的数据融合:背景图要求图像清晰、色彩鲜艳,尤其便于识图。

#### 3.1 融合前数据的预处理

SPOT 数据:通过灰度线性拉伸和纹理能量增强来提升局部灰度反差、突出纹理细节,加强纹理能量和通过滤波来尽可能减少噪音。

TM 和 ETM 多光谱数据:在融合影像中,多光谱数据的贡献是其光谱信息。融合前主要以色彩增强为主,调整亮度、色度、饱和度,拉开不同地类之间的色彩反差,对局部的纹理要求不高,有时为了保证光谱色彩,还允许削弱纹理信息来确保融合图的效果。

#### 3.2 融合方法

融合图像的组合:2001 年 ETM 多光谱 + 2001 年全色 SPOT 影像,2000 年 ETM 多光谱 + 2000 年全色 ETM 第 8 波段,1998 年 TM 多光谱 + 2000 年全色 ETM 第 8 波段,2001 年 SPOT 全色影像 + 2000 年 ETM 多光谱,2001 年 ETM 多光谱 + 2001 年 ETM 全色第 8 波段,2001 年 ETM 多光谱 + 2000 年 ETM 全色第 8 波段,2000 年 ETM 多光谱 + 2001 年 ETM 全色第 8 波段。

融合方法采用 IHS 变换:IHS 变换是一类广泛应用的融合变换方法。它将色彩 RGB 三原色脱离,分割为色相 H、色彩强度 I 和饱和度 S3 个分量。IHS 编码的优点是能把强度和颜色分开。

融合图像的后处理:融合图像后处理的主要目的是进一步改善图像的视觉效果,增强专题信息,特别是纹理信息。融合图像要进行直方图调整、USM 锐化、彩色平衡、色度饱和度调整、反差增强等处理。

### 4 多源多时相遥感数据变化信息提取

(1)变化信息的发现:变化信息的发现采用自动发现与人工发现相结合的方法。威海监测区采用光谱特征变异法,主成份分析法,假彩色合成法。用三种方法发现变化信息,有效防止变化信息的遗漏。

(2)变化区域提取:人机交互解译,在变化信息增强的图像中手工描绘出变化区域。

变化类型的确定:采用交互式的目视解译与计算机处理相结合。

(3)变化信息的表示:以监测区为单位,对变化图斑按自左到右、从上到下顺序统一编号,图斑编号做到监测区内的唯一性。确认已发生变化的图斑,以红色描绘图斑边界,怀疑发生变化的图斑,用黄色描绘图斑边界。

(4)光谱特征图斑的选择:光谱特征图斑大小为实地 300m × 300m,每类特征图斑均测定其均值和方差,编号以辖区为单位,按照自左到右从上而下的顺序编号。

### 5 外业调查与复核

(1)外业调查主要任务:收集基本农田保护区规划图和变更调查资料,逐个调查变化图斑,确定实际变化情况,补充监测遗漏图斑,同时实测零星地物面积,修改或补充有关界线,核实光谱特征图斑。

(2)GPS 外业调查:本次监测采用 3 台双频 WILD200GPS 接收机到现场测定线状地物(特别是新增公路和拓宽公路)的宽度和长度,威海市所辖三市一区都分别选定了 15% 的图斑实地测定其面积和位置,以验证内业解译的精度和准确度。

### 6 精度统计

土地利用类别判读的属性误差(变化图斑情况统计表详见表 2)。

表2 土地利用类别判读的属性误差——变化图斑情况统计

时段	2000.10 - 2001.10, 2000ETM, 2001 SPOT								
监测区	监测总图斑数	地类变化图斑	百分比%	地类未变图斑	百分比%	3~10亩图斑数	10~20亩图斑数	20~50亩图斑数	50亩以上图斑数
威海市	267	243	91.0	24	9.0	58	63	83	63
环翠区	89	85	95.5	4	4.5	19	20	28	22
荣成市	74	64	86.5	10	13.5	18	19	24	13
文登市	60	51	85.0	9	15.0	11	12	19	18
乳山市	44	43	97.7	1	2.3	10	12	12	10

监测到的变化图斑土地覆盖变化率为100%,可监测到的最小图斑面积为3亩

时段	1998.10 - 2000.10, 1998 TM, 2000 ETM								
监测区	监测总图斑数	地类变化图斑	百分比%	地类未变图斑	百分比%	3~10亩图斑数	10~20亩图斑数	20~50亩图斑数	50亩以上图斑数
威海市	117	100	85.5	17	14.5	—	13	36	68
环翠区	35	31	88.6	4	11.4	—	—	12	23
荣成市	30	26	86.7	4	13.3	—	7	7	16
文登市	29	21	72.4	8	27.6	—	4	10	15
乳山市	23	22	95.7	1	4.3	—	2	7	14

监测到的变化图斑土地覆盖变化率为100%,可监测到的最小图斑面积为10亩

变化图斑的属性已经过100%的核实。通过外业调查,整个监测区直接经过内业判读的属性精度在2000.10 - 2001.10时段威海监测区平均达91.0%以上,最高97.7%,最低85.0%;在1998.10 - 2000.10时段威海监测区内业判读属性精度平均达85.5%以上,最高95.7%,最低72.4%;内业误判主要是个别图斑的土地覆盖尽管发生了变化,从影像上看该图斑在前后时相的光谱和纹理也发生了变化,但土地利用类型并没有发生变化。

理论值的获取:受获取真实值的限制,本次监测利用威海市三市一区GPS外业调查成果和变更调查面积与监测面积一致的图斑面积作为真值进行精度评价。

精度评价:①单个图斑遥感监测的面积相对中

误差:用2000.10 - 2001.10遥感监测数据计算其值为8.5%;用1998.10 - 2000.10遥感监测数据计算其值为10.3%;均小于15%,符合要求。②小图斑面积遗漏误差:2000.10 - 2001.10时段占总监测面积的4.8%;1998.10 - 2000.10时段小图斑面积遗漏较多,10亩(项目规定用亩)以下的图斑基本未监测到。主要是因为1998.10只有TM多光谱数据;而2000.10只有第八波段为全色影像其分辨率为15米的ETM数据。③全部监测区遥感监测面积总和中,由遥感面积量算引起的面积的相对中误差:2000.10 - 2001.10时段为0.6%;1998.10 - 2000.10时段为1.5%。

## 7 结论及建议

(1) 采用了先进的 PCI 8.1 软件进行内业解译, 最大限度地多类型数据组合情况下发现了土地利用变化信息, 速度快、精度高; 实现了 GPS 与 RS 的有机结合。

(2) 实现了矢量数据和栅格图像的一体化显示和调用管理, 形成了基本的变化图斑信息管理系统, 建立了沿海丘陵地区各种地类光谱特征图斑影像库, 获得了集图件、图形、数据三位一体的监测成果。

(3) 采用 DPM, DEM 对山区卫星影像进行校正, 能大幅度提高精度。采用多种方法提取变化信息可在内业进行检核, 减少错漏现象。

(4) 利用分辨率为 10 m 的 SPOT 数据能监测到 3 亩以上的变化图斑, 利用分辨率为 15 m 的 ETM 数据能监测到 10 亩以上的变化图斑。

(5) 土地利用变更调查, 应按实际情况进行, 做到图数一致。变更调查的方法和步骤及提供的成果应尽量与遥感监测工作一致, 使之能相互补充、完善, 产生相得益彰的效果。

(6) 强化土地变更调查、统计标准, 建议尽快颁布《土地利用现状变更、统计规程》。重点投资开展“用高分辨率 Ikonos 率和 Quick bird 卫星数据或其它国产高分辨率卫星数据结合 GPS 直接更新土地利用现状图”的试点工作, 取代传统的变更调查方式。

## 参考文献:

- [1] 沙志刚, 齐文章. 2000 年度土地利用动态遥感监测成果汇编 [M]. 北京: 测绘出版社, 2001: 8.
- [2] 王世元, 沙志刚, 高延利. 土地利用动态遥感监测规程 [M]. 北京: 地质出版社, 1999: 540.

# Study on Dynamic Remote Sensing Monitoring Application of Land Utilization in Shandong Province

WANG De - bao<sup>1</sup>, CHEN Bao - hang<sup>1</sup>, LI Gao - gang<sup>2</sup>, CUI Shu - wen<sup>1</sup>, ZHAO Xiu - zhen<sup>1</sup>, ZHANG Fan - rong<sup>3</sup>  
(1. No. 1 Mapping Institute in Shandong Province, Shandong Jinan 250014, China; 2. Anhui Geological Mapping Institute, Anhui Hefei 230003, China; 3. No. 2 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yanzhou 272100, China)

**Abstract:** Using PCI V8.1 remote sensing image conducting software, satellite datas of SPOT, TM, ETM are corrected, mosaiced and melted with multi - source and multi - time facies remote sensing datas. By using three methods to extract land - using change information, through survey verification in field and factual measurement by using GPS, spacial datas of variable mapping are located precisely, which has finished combination of RS and GPS, promoted precision and reliability of monitoring achievements, and gained rapid, accurate, detailed monitoring achievement of the combination of vector, fence and genera.

**Key words:** Land - using; RS; GPS; variable information; correction; melting