

辽宁锦州市土地利用动态遥感监测方法应用研究

马小计¹, 杨自安¹, 刘韶峰², 周 亦¹, 胡凤伟¹

(1. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012; 2. 烟台市房产交易中心, 烟台 264000)

[摘 要] 文章以辽宁锦州市为研究区, 以 SPOT5 为主要遥感数据源, 以 1:10000 地形图 (或土地利用现状图)、野外 GPS 测量点为几何控制点, 应用全数字摄影测量法, 进行遥感影像的精确配准、纠正与融合, 制作高精度的正射影像图; 在 GIS 支持下, 叠合基期土地利用现状图等非遥感数据, 采用图像差值法、光谱特征变异法和人机交互解译法, 增强提取土地利用变化信息, 通过实地调查与核实, 取得了良好的应用效果。

[关键词] 土地利用 动态监测 SPOT5 全数字摄影测量法 精度评价

[中图分类号] P627 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 10495-5331(2008)01-0097-05

土地是人类生存、发展必不可少的基本自然资源。合理开发土地资源, 促进土地资源可持续利用是社会经济发展的物质基础。要实现土地资源的可持续利用, 就必须及时、准确地了解土地资源状况及其变化情况, 为各级政府制定国土资源规划和开发政策提供翔实可靠的科学依据^[1]。

遥感技术作为一种现代化高科技手段, 为土地资源调查、变更调查及其科学评价提供了先进的技术手段和快速有效的工作方法。利用遥感技术进行土地利用调查与监测, 成本低、客观及时, 能确保调查成果资料的实时更新与及时应用, 为各级土地管理部门制定和落实各项管理政策、为编制国民经济和社会发展规划等提供准确而重要的依据, 从而保障国民经济和社会的可持续发展。

文章以辽宁锦州市为研究区, 利用 2004 年 (时相为 2004 年 11 月 20 日) 和 2005 年 (时相为 2005 年 10 月 10 日) 二期 SPOT5 遥感数据, 以及土地利用相关的辅助数据资料, 应用全数字摄影测量法, 并结合 GPS 实测控制点, 制作研究区的高精度正射影像图, 再通过变化信息的增强提取与实地调查验证, 进行土地利用动态遥感监测, 为政府部门进行国土资源管理及时提供准确的基础信息与依据。

1 研究区概况

锦州市地处辽宁省西南部, 东接辽河平原, 与盘

锦市、沈阳市相连, 南临渤海辽东湾, 西连葫芦岛市, 北与朝阳市、阜新市毗邻。锦州市地貌结构为“三山一水三分田, 二分道路和庄园”。地势西北高、东南低, 从海拔 400m 的山区, 向南逐渐降到海拔 20m 以下的海滨平原。锦州市管辖 2 市 (凌海市、北宁市)、2 县 (义县、黑山县)、4 区 (太和区、凌河区、古塔区和锦州经济技术开发区)。其中, 市区 (即 4 区) 面积 440km², 这是此次土地利用遥感监测研究范围。

2 正射影像制作方法研究

开展土地利用现状调查、土地利用动态监测等工作, 首先需制作一幅地形地貌特征清晰、光谱信息丰富、色调均匀、色彩接近自然真彩色、能准确判别重要地类类型的遥感影像工作底图, 因此, 正射影像图的生产是整个工作的重要环节。正射影像是将中心投影的像片, 经过纠正处理, 在一定程度上限制了因地形起伏引起的投影误差和传感器等误差产生的像点位移的影像。

1) DEM 数据预处理

首先, 对收集到的不同比例尺的 DEM 数据进行误差分析检查, 对于满足规范要求的 DEM 数据, 根据具体任务的要求进行相应坐标系统的转换; 然后, 以监测区为单元进行 DEM 拼接, 并转换为遥感图像处理系统所需的数据格式。

[收稿日期] 2007-08-01; [修订日期] 2007-10-10。

[基金项目] 中国地质调查局地质大调查项目 (编号: TDDC2004-01-03) 资助。

[第一作者简介] 马小计 (1956 年—), 男, 2006 年毕业于北京林业大学, 获博士学位, 现主要从事于测绘和“3S”等研究工作。

2) 地面控制点采集

制作正射影像,首先需获得必要数量的高精度控制点。采用 GPS(全球定位系统)测量方法实测控制点坐标,其点位精度能达到厘米级。利用实测 GPS控制点进行遥感影像正射纠正,完全可以满足规范要求。

控制点选取时,以整景影像数据为单元,以均匀分布为原则,区别不同的地貌单元,每景影像均匀选取 40 个左右的特征地物点,个别重要部位根据工作需要还可以适当加强。所选特征地物点应在影像清晰、接近正交的线状地物的交点处或明显地物的拐角顶点、弧形地物及阴影等处均不得选作点位目标。

外业选点时,先采用手持 GPS对内业预选像控点进行导航定位,以便于快速找到像控点的位置。像控点的联测以已知的基础控制点作为起始点,个别点位信号弱时也可用全站仪导线法测定。根据测区面积的大小与 GPS测量规范,确定测区采用何种级别的 GPS控制网布设。GPS观测数据采用相对应的后处理软件进行解算和坐标转换,边长相对中误差、点位中误差必须满足同等级 GPS控制的规范要求。

3) 正射影像制作

制作正射影像通常使用两种纠正方法:非基于 DEM的纠正方法和基于 DEM的纠正方法。前者操作简单,速度快,但精度不高,而且只能用来做平地的正射影像图,不能满足有起伏的地区;基于 DEM的纠正方法又可分为两种方法:一是单片数字微分纠正法,二是全数字摄影测量法。但就目前来看,DEM还没有覆盖大部分区域,因此许多生产单位都使用全数字摄影测量法,使用这种方法能保证成果的质量。全数字摄影测量法即利用少量地面控制点通过自动空三加密、影像匹配和编辑、恢复三维立体模型,采集数字高程模型,进行数字影像微分纠正,从而得到数字正射影像。

VirtuoZo全数字摄影测量系统的影像配准算法具有可靠、快速和精确的优点,特别是 VirtuoZo AAT将高精度影像匹配技术 AATM与世界著名的光束法平差软件 PATB集成,大幅度提高了空三作业效率,同时还实现了对斜飞、补飞、断航线、落水等复杂情况的处理,可用于生产高精度的 DEM、DOM数据。此次正射影像纠正即采用 VirtuoZo全数字摄影测量系统来实现。

正射影像纠正时,首先以实测 GPS控制点为依据选取几何控制点,以 DEM纠正高程误差,采用物

理模型和三次卷积内插法对高分辨率影像进行正射纠正,再以纠正好的高分辨率影像作为几何参考,对多光谱影像进行纠正。然后采用 HS变换等方法,对匹配好的高分辨率影像与多光谱影像进行融合处理,以获得视觉效果最佳的影像。

3 变化信息增强提取

1) 变化信息提取方法研究

目前变化信息的发现可以通过影像自动处理技术来实现。通过不同时相遥感图像和不同分辨率遥感图像的对比与融合,利用不同的自动算法得到变化信息的图斑。变化信息的增强目前有差值法、差异主成份法、多波段主成份分析法、主成份差异法和光谱特征变异法等几种较成熟的方法^[2]。当变化信息在图像上被增强显示出来以后,就可以通过一定的方法确定变化发生的位置、大小和范围,并将其从遥感图像中分离出来。

文章通过对比研究认为,差值法和光谱特征变异法是两种简洁快速且物理意义明显的变化信息增强方法,而人机交互解译法由于加入了解译者的思维和判断,其提取增强后的变化信息时的精度相对其它方法要高,是目前一种非常重要的土地利用变化信息提取方法。



图 1 锦州市新增建设用地图斑分布图

2) 变化信息的提取

通过人机交互方式一共发现变化图斑 108 个,经过地方国土资源局确认和外业实地核查,2005 年度锦州监测区实际变化图斑共计 102 个,图斑面积 2571.6 亩,在 2010 年城市规模控制线内外及附近均有分布。规模控制线内以新建的政府办公大楼、住宅小区为主要图斑,控制线外以新修的高速公路

为主体(图 1)。经实地调查核实,2005 年度锦州实际新增建设用地图斑数为 40 个,面积为 1664.8 亩,非新增建设用地图斑主要分为以下 3 类:

农用地内部结构调整

2004 年度 44 号图斑(图 2)为耕地,而 2005 年度则变为农村养殖用地,变化前后均为农用地,不能作为新增建设用地。

2004 年度 66、68 号图斑为耕地,67、69、70 号图斑为林地,而 2005 年度这 5 个图斑变为果园临时看护房(图 3),属于农用地内部结构调整。

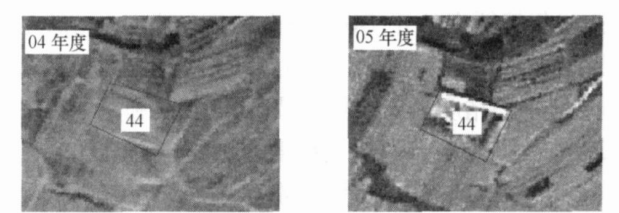


图 2 非新增建设用地图斑

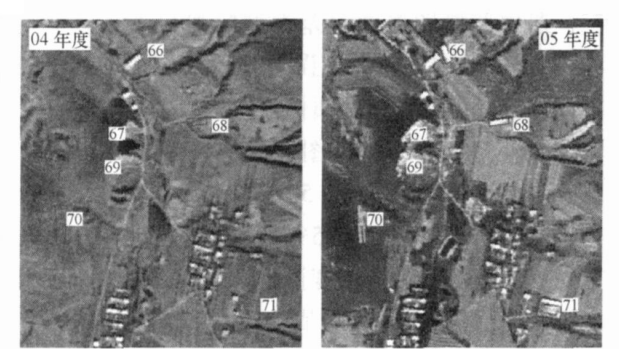


图 3 非新增建设用地图斑

建设用地内部变化

图斑 44 号、45 号在 2004 年度已经动土,2005 年度已经建成(图 4),变化前后都为建设用地。

建设临时用地

图斑 82、84 号 2004 年度为未利用地,2005 年度由于修建高速公路作为临时堆料场(图 5)。其土地利用性质不应视为改变。

4 监测情况分析

现就锦州市 2005 年度新增建设用地是否符合规划、规模控制线内外建设情况、占地地类、新增建设用地利用结构及建设情况等方面进行分析。

- 1) 2005 年度新增建设用地均符合规划。
- 2) 根据 2010 年土地利用总体规划图,由统计结果可知,城市规模控制线范围内新增建设用地面积 726 亩,占新增建设用地总面积的 43.6%;控制线外新增建设用地面积 938.8 亩,占总面积的 56.4%。

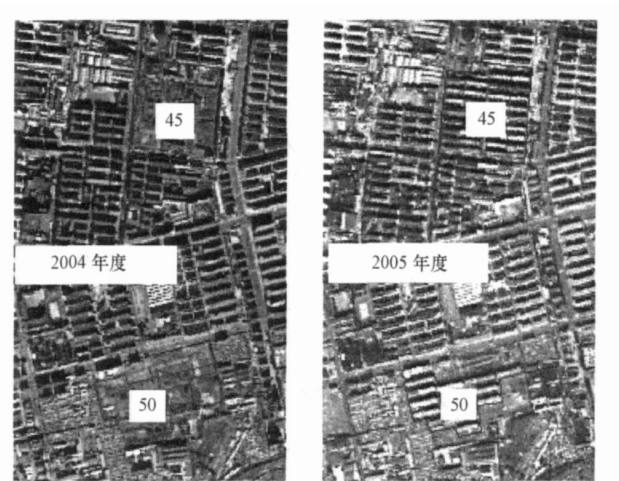


图 4 建设用地内部变化

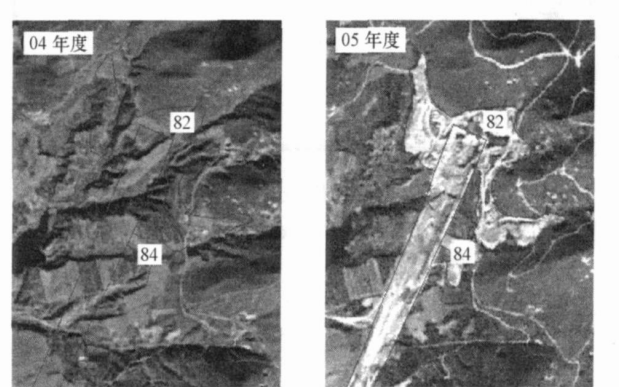


图 5 建设临时用地

3) 新增建设用地以占用耕地为主,主体为政府机关办公新址、住宅小区和高速公路;其次是未利用地和其它非耕农用地,其图斑零散分布(图 6)。

4) 新增建设用地利用结构及建设情况为:交通运输用地的面积最大,主体为新修的高速公路,其次为政府机关办公新址和住宅小区等。可见,锦州市在改善政府外在形象和基础公路建设方面投资力度在加大。

5 精度评定

主要是对正射遥感影像图制作时纠正配准方面的精度和土地利用遥感动态监测变化图斑面积精度的评价^[3]。

1) DOM 精度评定

DOM 精度评定方法为:检查点选取法。通过选取 DOM 影像与外业检查点的同名点,计算其较差的中误差。检查点总数为 35 个。精度评定公式为:

$$ms = \sqrt{\frac{(\mu_i - v_i)^2}{n - 1}}$$

辽宁锦州市 DOM 平面精度检测结果见图 7、图 8。

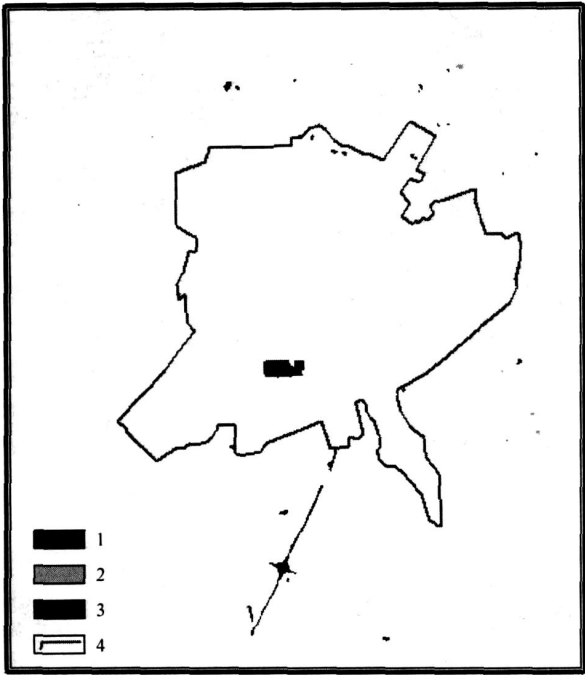


图6 新增建设用地占地类分布图

1—占用耕地;2—占用其它非耕农用地;3—占雨未利用地;4—2010年城市规模控制线

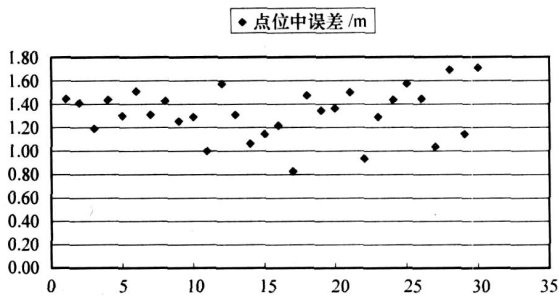


图8 实测 GPS控制点纠正 DOM 点位中误差统计图

从 DOM 平面精度检测结果可知:1/1万地形图上采集特征点纠正 DOM 平面精度较差,不能满足规程要求;而利用 GPS 控制点纠正,则可大大提高 DOM 平面精度。从检测结果还可发现:利用 9 个和 35 个 GPS 控制点的纠正精度较为相近,因此,利用 GPS 控制点纠正影像时,点数不用过多,一般掌握在 15 个左右即可。

2) 土地利用动态变化监测精度

遥感监测图斑的误差类型归纳起来有以下几种:变化图斑的几何位置误差、面积误差、小图斑遗漏误差以及内业判读的属性误差。

将参与精度评定的图斑分成 5 亩以下、5 - 10 亩、<10 亩、10 - 50 亩和 50 亩以上 5 个档次,在每一档次内,分别抽取约 25% 的图斑进行精度检验,并对整个监测区进行精度评价。精度评定指标包括中误差度量法、误差绝对值、面积总和误差估计、理论值的获取。单个图斑中误差通过对各分档的图斑相对中误差按面积加权求得(表 1),所有图斑精度采用面积总和误差度量(表 2)。从表可知,本年度土地利用变化图斑的误差不超过 2%,满足精度要求。

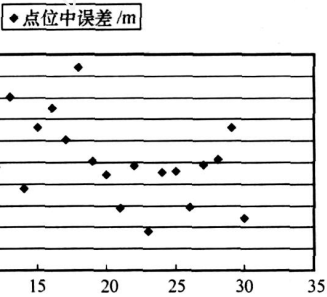


图7 地形图纠正 DOM 点位中误差分布图

表 1 单个图斑采用相对中误差度量

图斑档次 i	<5 亩	5 - 10 亩	<10 亩	10 - 50 亩	>50 亩
i 档图斑数 n_i	11	13	24	19	10
i 档样本观测值面积和 $(S_i = A_j)$	22.3	103.8	129.6	527.3	863.5
i 档相对误差均值 μ_i	0.03825	0.00084	0.015102	0.001807	0.001259
i 档相对中误差 dm_i	1.1%	0.8%	1.56765E - 09	0	0
单个图斑中误差 dm	1%				

表 2 复核图斑采用面积总和误差计算

图斑档次	<5 亩	5 - 10 亩	<10 亩	10 - 50 亩	>50 亩
样本图斑数 n_i	11	13	24	19	10
样本误差绝对值和 $ A_j - B_j $	0.4	0.6	1.0	1.1	0.3
样本真值面积和 B_j	25.4	103.7	129.1	526.6	863.4
相对误差: $\frac{ A_j - B_j }{B_j}$	1.575%	0.579%	0.775%	0.209%	0.035%

[参考文献]

[1] 中国土地勘测规划院. 全国土地利用动态遥感监测体系建设方案 [R]. 2000.

[2] 徐志红,盛乐山. 基于遥感影像的土地利用时变信息提取 [J]. 测绘信息与工程, 2004, 25 (2).

[3] 孙晓霞,张继贤. 土地利用动态遥感监测面积精度评价方法 [J]. 中国土地科学, 2004, 2.

REMOTE SENSING TECHNOLOGY FOR DYNAMIC MONITORING OF LAND USE IN JINZHOU CITY, LIAONING PROVINCE

MA Xiao - ji¹, YANG Zi - an¹, LU Shao - feng², ZHOU Yi¹, HU Feng - wei¹

(Geological Survey of Non - ferrous Metals Resource, Beijing 100012; 2 Real estate transaction center of Yantai, Yantai 264000)

Abstract: Using SPOT5 data as the main data resources, 1:10000 scale topographic map (present land use status map) and field GPS survey spots as geometric controlled spots, and full digital photogrammetry to accurately match, correct and fuse remote sensing images, high precision remote sensing orthophotomap has been finished in the Jinzhou city of Liaoning province. Standing by GIS, variation information of land use is extracted by superposing non - remote sensing data such as status map of land use. By way of fact finding and verification, application results are good.

Key words: land use, dynamic monitoring, SPOT5, full digital photogrammetry, precision assessment

亚洲太平洋国际流体包体学会及其中国分会简介

亚洲太平洋国际流体包体学会 (APIFIS) 成立于 1994 年。它是由亚洲太平洋的在地质学、矿物学、宝石学、岩石学、地球化学、石油地质学、矿床学和找矿勘探等领域, 从事流体包体研究的科学家支持和组织的一个科学机构。欢迎任何流体包体研究者或地质学家参加而不管其国籍或居住地区。APIFIS 的主要宗旨为团结亚洲太平洋地区和其他地区流体包体研究者, 促进流体包体研究在地质科学各有关领域的应用与发展, 促进科学研究与合作, 增进流体包体研究者间以及他们和地质学家之间的了解与友谊。APIFIS 是应邀参加 1996 年在北京召开的有 8000 人参加的第三十届国际地质大会的 24 个国际学术机构之一。APIFIS 现有领导: 第一主席何知礼院士 (国际矿产资源科学院与乌兹别克共和国自然科学院院士), 第二主席 V. G. Moiseyenko 院士 (俄罗斯科学院), 副主席 Kh. A. Akbarov 院士, 名誉主席朱训院士 (俄罗斯自然科学院名誉院士、原地质矿产部部长、全国政协秘书长), 前名誉主席徐大铨教授 (原冶金部副部长), 秘书长 V. Yu. Prokofiev 教授 (莫斯科大学), 副秘书长为倪文与马文荣两位教授。已故名誉主席兼首任

美国驻 APIFIS 代表 E. Roedder 与首任秘书长 F. P. Mel'nikov 等曾为 APIFIS 的创立与发展作过重要贡献。APIFIS 中国分会 (CCAPIFIS) 成立于 2006 年 9 月 28 日。它将在 APIFIS 领导下团结中国流体包体研究者, 积极开展学术活动以促进 APIFIS 宗旨的实现。经有关单位专家酝酿, APIFIS 第一主席何知礼院士 (Emakov 国际温压地球化学金质奖章获得者) 被正式推举兼任分会主席。范宏瑞 (中国科学院地质与地球物理研究所研究员)、倪培 (南京大学教授) 两人为常务副主席。徐九华 (北京科技大学)、张德会 (中国地质大学, 北京) 两位教授及欧光习 (核工业北京地质研究院研究员) 三人为副主席。谢玉玲 (北京科技大学教授) 为秘书长。王莉娟 (北京矿产地质研究院教授级高工) 与许文艺 (中国地质科学院研究员) 为理事。聘请杜家锋 (冶金地勘总局教授级高工) 为副秘书长。APIFIS 成立迄今已先后召开过三届学术讨论会, 第十三届全俄温压地球化学会议与第四届 APIFIS 学术讨论会联合会议将于 2008 年 9 月在莫斯科举行。

(APIFIS 秘书处供稿)