

应用 SPOT5 遥感数据更新土地利用 基础图件的实验研究

李小娟 尹连旺 官辉力 赵文吉 苏学杰 陆智 吴文升

(首都师范大学资源环境与 GIS 北京市重点实验室, 北京 100037)

(包头市国土资源管理局, 包头 014030)

摘要 应用 SPOT5 高分辨率卫星遥感数据更新 1:10000 比例尺土地利用基础图件, 针对实验区地形、土地利用以及 DEM 数据的特点, 从实用出发提出了采用土地利用详查图 DLG 和地形图 DRG 对 SPOT5 进行正射纠正; 通过人机交互分析方法提取土地利用变更信息, 对于不确定的变更信息在野外进行实地调查与测量, 产生正确的土地利用变更图, 并对基础图件实施更新的技术路线。在包头市九原区的应用示范表明, 基于 SPOT5 更新土地利用基础图件的精度, 基本满足土地动态遥感监测技术规程, 工作量适中, 技术方法效率较高。

关键词 SPOT5 正射影像 变更地块信息提取 图件更新

中图法分类号: TP79/P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2004)08-0997-05

Research on Landuse Map Updating by Using SPOT5 Data

LI Xiao-juan, YIN Lian-wang, GONG Hui-li, ZHAO Wen-ji

(Key Laboratory of Resources Environment and GIS of Beijing, Capital Normal University, Beijing 100037)

SU Xue-jie, LU Zhi, WU Wen-sheng

(BaoTou Territorial Resources Bureau, Baotou 014030)

Abstract It was nearly 20 years ago that the landuse map was made, which is inconsistent with the facts gradually and needs to be updated to provide accurate landuse information for the rapid development of the region. Having the advantage of the high resolution and spatial view, the SPOT5 image is taken as the suitable remote sensing data for updating the landuse map. Based the experimental study in Jiu Yuan district of Baotou city, we put forward a practical technology and method to realize the 1:10000 landuse map updating. From the view of the users, we use the landuse map (DLG) and topography (DRG) to produce orthophotoquad image, and extract the landuse changing information from the overlaid maps composed by landuse map and the SPOT5 image. The uncertain information is further investigated by field work. The experiment show that the updating technology based on the SPOT5 image is more efficiency, economical and practical than the TM image based technology which were used before.

Keywords SPOT5 orthophotoquad image, extracting the landuse changing information, landuse map updating

1 引言

我国县级土地利用现状调查(也称土地详查)于 20 世纪 80 年代中期开始, 至 1995 年基本结束, 形成了一系列精度较高、不同比例尺的土地利用基础图件。由于土地详查距今已近 20 年, 期间, 我国东部经济发达地区土地利用发生了显著的变化, 西部地

区随着大开发战略的实施, 土地利用也进入了变更活跃期。因此, 如何快速、准确地更新土地利用基础图件, 特别是 1:10000 大比例尺图件, 为土地管理和区域发展提供准确详实的土地利用信息已成为亟待解决的重要问题。

“九五”期间, 国家开展了“应用 RS、GPS 和 GIS 进行县级土地资源动态监测示范工程”研究, 采用 TM 卫星遥感影像与土地利用详查图叠合来发现变

更区域;利用 GPS 测量获取变更地块空间坐标;在 GIS 支持下更新土地利用基础图件的技术路线对示范区 1:10000 比例尺土地利用基础图件进行了更新研究^[1],在一定程度上缓解了图件与数据滞后的矛盾。但由于 TM 空间分辨率和 GPS 人工测量的限制,该技术路线一般适合平坦地区、具有中等变更规模的调查。

1999 年,我国启动了新一轮国土资源大调查,“土地资源基础图件与数据更新”被列入其中,其目的方面要为大调查提供准确的土地利用现状,另一方面要为我国土地利用基础图件的更新提供新的技术方法。2002 年,包头市九原区作为“土地资源基础图件与数据更新”示范区,开展了“应用 SPOT5 高分辨率卫星遥感数据更新土地利用基础图件与数据”的研究,本文对应用 SPOT5 进行图件更新的技术路线和关键技术进行了阐述,并与“九五”期间应用 TM 遥感数据源进行土地利用动态监测,从精度、人员、经费投入和效率等方面进行了技术经济比较。

2 总体技术路线

SPOT5 卫星于 2002 年 5 月 4 日发射成功。SPOT5 主载 2 个高分辨率几何成像装置(HRG),其中,B1、B2、B3 波段空间分辨率由 SPOT4 的 20m 提高到 10m,全色波段(PA)空间分辨率为 5m 或 2.5m。此次采用的全色波段分辨率为 2.5m。

如图 1 所示,基于 SPOT5 高分辨率遥感数据进行土地利用基础图件更新的基本思路是:首先制作 SPOT5 正射影像,将 SPOT5 正射影像与土地利用基础图件进行精确的空间叠加,通过人机交互分析方法提取土地利用变更地块的空间位置信息与专题属性信息,初步建立土地利用变更数据库;在野外调查阶段,对于室内难以定性或定位的变更地块进行实地调查和测量,获取准确的变更地块信息,形成正确的土地利用变更数据库;最后,在 GIS 支持下,应用空间叠加(overlay)分析模型对土地利用基础图件进行更新,形成土地利用现状数据库并进行变更分析与统计汇总。

2.1 SPOT5 正射影像制作

卫星姿态、高度、速度、地球曲率、地形等因素造成遥感影像相对地面目标发生几何畸变,产生了图像几何纠正或正射纠正的问题。遥感影像校正的关键在于确定原始影像和纠正后影像的几何关系并按

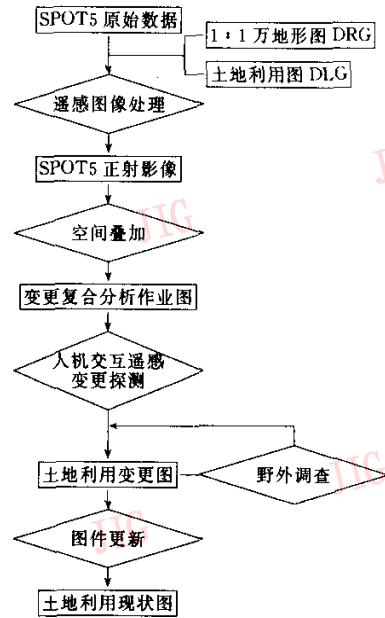


图 1 应用 SPOT5 更新 1:1 万土地利用图件的技术路线

相应几何关系对待纠正影像进行变换处理。卫星影像的校正一般采用间接法处理,即按照控制点的选择原则,选择控制点对及其所对应的坐标,建立影像坐标与实地坐标之间的函数关系^[2]。

正射纠正是一种高精度的几何纠正,是利用数字高程模型(DEM)对卫星影像进行逐点微分纠正,用以消除由于地形起伏等引起的像点位移。根据土地利用基础图件的精度要求,制作 SPOT5 卫星遥感正射影像一般需要该地区 1:10000~1:25000 比例尺的 DEM 数据,正射纠正处理在遥感图像处理系统中进行,操作相对简单。关键问题是如何快速、经济地制作大范围、高精度的 DEM,这是目前制约正射影像制作的重要因素。

2.2 变更地块信息提取

变更地块信息包括空间位置信息和用地类型信息。在遥感影像上,土地利用变更信息分为确定性和不确定性两类。所谓确定性变更信息是指通过 SPOT5 可以直接提取变更地块的用地类型和空间位置,而不确定性变更信息是由于遥感“同物异谱”或“同谱异物”等原因,不能确定是否发生变化或不能判定变更后的用地类型,或者从遥感影像上无法直接提取变更地块的空间坐标等。如新建公路,遥感影像能清晰地反映路面的边界,但实际公路用地的宽度与边界则需要实地调查和测量。

变更地块信息提取,首先将 SPOT5 正射影像

与土地利用数字矢量图(DLG)进行空间叠加,形成变更复合分析图,在 GIS 支持下,采用人机交互式逐一检查每一个详查图斑,对于确定和不确定的变更地块边界分别用兰色、红色线划勾绘,形成初步的土地利用变更图件。

2.3 野外调查与测量

野外调查与测量是对室内解译的土地利用变更图进行野外验证和必要的信息获取。具体地,对于确定性变更信息要进行野外抽样调查核实;对于不确定性变更信息,则进行实地观察测量,记录用地类型,通过 GPS 接受机等测量设备采集变更地块的空间坐标,并进行遗漏变更地块的调查和测量。最后,按照土地利用变更调查数据库建库规范,形成相对完整的土地利用变更数据库。

2.4 基础图件更新

在 GIS 中,对土地利用基年图和土地变更调查图进行空间叠加分析,并通过属性逻辑验证等分析检查手段,建立正确的基年至调查年土地利用变更数据库。

用上述变更数据库更新土地利用基年图,生成新的土地利用现状图。新生成的土地利用现状图是两个图层叠加产生的,会产生微小图斑或狭长图斑,需要在土地利用详查技术规范 and 制图综合框架下,对图件进行编辑,形成正确的土地利用现状数据库。

2.5 变更分析与统计汇总

对变更数据库和土地利用现状数据库进行统计汇总,对区域变更模式和土地利用现状进行分析与评价,并生成一系列有关的图表。

基于 SPOT5 高分辨率卫星遥感影像更新土地利用基础图件的最大特点是:变更信息主要是依靠 SPOT5 影像来获取,GPS 用于辅助获取空间位置信息;而基于 TM 或 SOPT4 的技术方法,其属性信息与空间位置信息主要是通过实地调查和 GPS 野外测量取得的。因此,前者基本实现了更快、更准的更新目标。

3 应用实例

3.1 实验区概况

包头市九原区环绕包头城区,总面积 1776km²,总人口 21.33 万人,土地利用属于城郊型用地类型。1997 年,本区开展了应用 3S 综合技术进行土地利用动态监测,将 1:10000 标准分幅共 126 幅土地利

用图件扫描矢量化,建立了土地利用详查图数据库(1991 年现状),并对图件进行了更新,形成了 1999 年土地利用现状数据库。此次图件更新以 1999 年土地利用现状图为基础图,变更调查时段是 1999 年至 2002 年 12 月。

3.2 工作技术流程

应用 SPOT5 更新包头市九原区土地利用基础图件,其工作技术流程可分为:数据准备和软硬件选型;遥感图像处理、生成彩色合成的正射影像;建立变更地类遥感影像特征库;人机交互遥感变更解译、生成初步的土地利用变更图;野外验证和疑难变更地块空间与属性信息的采集,生成正确的变更图件;对基础图件进行更新等(见图 1)。

工作数据主要包括土地利用详查数据库、SPOT5 卫星遥感数据和地形图数字栅格图(DRG)等。SPOT5 数据 2 景,成像时间,西部一景是 2002 年 11 月,东部是 2002 年 12 月。遥感与 GIS 平台分别选用国外大型商用遥感图像处理软件和国产 GIS 软件 MAPGIS6.5。野外测量工具选用美国 ASHTEC PROMAX-2 GPS 接受机,该机具有 GIS 数据采集功能,后处理差分精度在 3m 内,满足土地利用调查的精度要求。在整个工作技术流程中,SPOT5 正射影像制作和变更地块信息的提取是关键的一环。

3.3 SPOT5 正射影像制作方法

包头市九原区地形从南至北分为平原和山地。其中,平原地区占 2/3 左右。由于没有 DEM 数据,采用了应用土地利用详查图 DLG 和地形图 DRG 对 SPOT5 进行正射纠正。具体地,由于平原区土地利用详查图中的地理要素信息丰富,因此直接用其对 SPOT5 进行正射纠正;山区基本是大片连续分布的天然草场,在土地利用图中缺少地形特征和可用作控制点的地物信息,不能用于对 SPOT5 进行正射纠正,故而采用地形图 DRG 进行正射纠正。

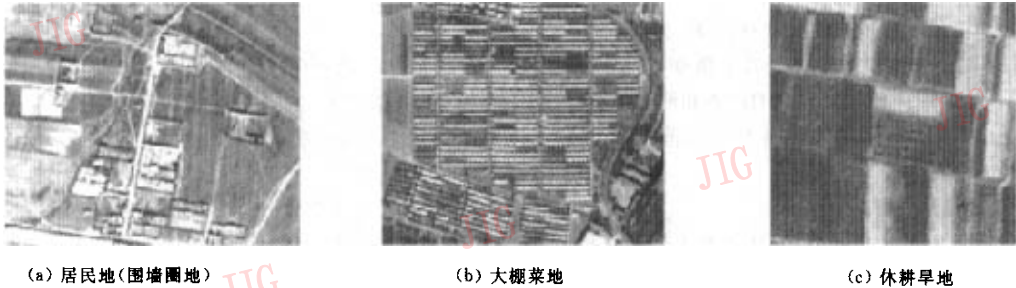
采用上述方法进行 SPOT5 正射纠正主要有以下三方面的考虑:一是土地利用详查图和地形图为正射投影,以其为基准纠正的遥感影像为正射投影;二是目前我国绝大部分县(市)都没有 DEM 数据,而制作大中比例尺的 DEM 是一项艰巨的任务,短时间内难以完成;三是制作的 SPOT5 正射影像最终是要与土地利用详查图 DLG 进行准确的配准叠加,以提取变更地块的空间信息和属性信息,而基于 DEM 或地形图 DRG 制作的正射影像,虽然绝对定

位精度较高,但与土地利用详查图叠加时可能出现配不准的问题,并由此造成变更地块与明显地物相对位置出现矛盾的现象。

3.4 SPOT5 变更地块信息的提取

九原区属于城郊型土地利用模式,用地类型复杂多样,包括八大类共计 35 个二级类型,变更涉及 10 余种。由于区内自然条件和经济水平的地区差异,同种用地类型在不同地区表现形式不同,因而具

有不同的影像特征。例如菜地,在经济条件好的地区是大棚菜地,影像特征与一般的露天菜地截然不同。为了保证变更地块信息提取的精度,需要结合野外调查,对照遥感影像光谱的表现,在调查区内选取特征图斑,建立变更地类遥感影像特征库,重点是具有多种形态或结构的用地。图 2 列举了 3 种特殊形态的用地,它们与常规的用地类型在影像特征上有显著的区别。



(a) 居民地(围墙围地)

(b) 大棚菜地

(c) 休耕旱地

图 2 特殊遥感影像特征的用地

根据九原区的情况,SPOT5 中各种用地类型在定性和定位信息的提取上难易程度是不同的。根据作业员的经验,将各类用地的信息提取难易程度进行分类(表 1)。作业中,对于难以定位的地类,需要实施 GPS 测量以获取空间坐标数据;对于较易定性和难定性的地类,进行实地调查,以确定用地类型。

表 1 SPOT5 中各种地类信息提取的难易程度

| | 定位 | | |
|----|--|------------------------------|---------------------|
| | 易 | 较易 | 难 |
| 容易 | 水浇地,旱地,菜地,果园,农村居民点,独立工矿用地,农村道路,坑塘水面,养殖水面,水库水面,苇地 | 天然草地,沼泽地,河流水面,湖泊水面,沙地,裸土地,滩涂 | 铁路用地,公路用地,民用机场,建制镇, |
| 较易 | 盐碱地 | 有林地,荒地,特殊用地,其他未利用土地 | |
| 难 | 休耕地与弃耕地 | | 田坎,晒谷场管道运输用地 |

应用上述技术路线方法,采用原土地利用分类系统以及过渡分类系统,对九原区土地利用进行了遥感变更调查和图件更新。整个工作投入的基本情况是:内业 2 人,外业 8 人(分 2 组);GPS 3 台;作业时间共 1 个月。调查结果,变更地块共有 2 930 个,变更总面积 15 650 公顷。与以往的调查方法相比,效率有较大的提高。

4 精度分析

基于 SPOT5 的土地利用基础图件更新,其误差来源主要是遥感影像正射纠正误差、变更地块的定性、定位误差,小图斑遗漏误差以及野外测量和内业数据编辑处理等环节所产生的误差。这里着重分析 SPOT5 卫星遥感数据处理和变更识别所引起的误差。

4.1 最小识别图斑

详查规程规定,农村居民点与独立工矿用地最小上图图斑为 4mm^2 ,耕地最小上图图斑为 6mm^2 。统计分析表明,在无树木遮掩的条件下,独立分布的农村居民点与工矿用地可以识别并进行定位的最小图斑不小于 4mm^2 。而对于耕地,变更图斑在 10mm^2 左右时较易发现。

详查规程规定线状地物宽度大于等于 2m 时需要上图。九原区农村道路和沟渠在 2m 左右的为数较多,而这类地物在 SPOT5 上均有较强的光谱特征,易于识别并按照中心线进行道路和沟渠的定位,但其宽度需要实地测量。可以采用线状地物“分类型、分等级抽样调查”的方法进行宽度测量。

4.2 空间定位误差

变更地块的空间定位误差由遥感几何校正误差、影像配准误差、边界勾绘误差等组成。按照土地

利用遥感动态监测规程,遥感几何校正中误差控制在 1 个像元,影像配准中误差控制在 0.5 个像元内^①。以土地利用图 DLG 为基础进行的正射纠正,平原区几何纠正的中误差为 0.6 个像元,配准中误差为 0.5 个像元,达到了正射校正技术要求。

由于九原区主要变更地类均是 SPOT5 上易于识别和定位的地类。因此,采用 SPOT5 正射影像和土地利用图 DLG 进行复合分析、提取变更地块信息并辅以野外调查测量基本能够实现快速更新 1:1 万土地利用基础图件和数据。在新城乡进行了基于 ETM 和 SPOT4 的 3S 技术与基于 SPOT5 更新图件方法的比较。前者发现的变更面积只有后者的 70%。另外,人员、GPS、车辆的投入,前者是后者的 2~4 倍;在时间上,前者需要 3 天,后者需要 1 天。由此可以看到,SPOT5 比 TM 等遥感数据源具有明显的优势,适合作为我国县级土地利用基础图件更新的主要数据源。

5 结 论

应用 SPOT5 高分辨率遥感数据进行土地利用基础图件更新,采用土地利用基础图件和地形图对 SPOT5 进行正射纠正,通过人机交互分析方法提取土地利用变更信息,并对室内难以定性或定位的变更地块进行野外调查和测量,基本满足土地详查和土地利用动态监测技术规程所要求的精度。

应用 SPOT5 可以直接提取大部分土地利用变化信息。而基于 TM 遥感数据,只能在遥感影像上提取变化地块的大致范围,需要实地对变更地块逐一进行调查测量。因此,前者在工作效率上得到了显著的提高。

SPOT5 对于变更地块的识别精度得到大幅度的提高。基于 TM 或 ETM、SPOT4 的方法由于空间分辨率相对较低,对于小面积的变更地块遗漏误差较大,特别是对于小居民地以及面积较大的“空心宅院”(如图 2(a)所示)均无法识别,而在 SPOT5 上却有明显的影像特征。

由于采用土地利用详查图 DLG 和地形图 DRG 对 SPOT5 进行正射纠正,所以 DLG 和 DRG 的精度和控制点易于选取是正射纠正工作开展的前提,而对于图件精度低,控制点少的地区则应首先进行

图件的修改。

参 考 文 献

- 1 张显峰,崔伟宏. 运用 RS、GPS 和 GIS 技术进行大比例尺土地利用动态监测的实验研究[J]. 地理科学进展,1999,18(2):137~146.
- 2 张继贤,林宗坚,张永红等. 无 DEM 支持的遥感正射影像制作[J]. 遥感学报,2000,4(3):202~207.

李小娟 1965 年生。副教授。1999 年毕业于中国科学院遥感应用研究所,获地图学与地理信息系统专业博士学位。主要研究方向为空间信息技术在资源环境动态监测中的应用与时态 GIS 的研究。

E-mail: xjli2000@sina.com

xiaojuanli@vip.sina.com



尹连旺 1966 年生。副研究员。1999 年于北京大学遥感所获地图学与地理信息系统专业博士学位。主要研究方向为数字制图与无级比例尺信息处理。



宫辉力 1956 年生。教授、博士生导师。1996 年于长春科技大学获水工系博士学位。主要研究方向为地下水数值模拟、三维信息获取与应用。



赵文吉 1967 年生。副教授。1998 年于长春科技大学地球科学学院获博士学位。主要研究方向为资源环境信息系统、三维信息获取与应用。



苏学杰 1970 年生。工程师。1990 年于包头钢铁学院计算机系获学士学位。主要从事土地管理和国土资源信息化建设。



陆 智 1963 年生。高级工程师。1986 年于武汉测绘大学摄影测量系获学士学位。主要从事土地管理和国土资源信息化建设。

吴文升 1956 年生。高级工程师。主要从事土地管理和国土资源信息化建设。

^①中国土地勘测规划院,2003 年度土地利用动态遥感监测项目实施方案,2003