第 18 卷第 2 期
1999 年 6 月

地 理 科 学 进 展
PROGRESS IN GEOGRAPHY

Vol 18, No. 2
June, 1999

文章编号: 1007-6301 (1999) 02-0137-10

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

张显峰, 崔伟宏
(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 土地利用数据的更新是土地管理工作的重要内容之一。依靠常规的手段不仅更新速度慢、难以主动发现变化区域, 而且成图周期长、误差大。依靠遥感 (RS) 手段可以主动快速地发现变化区域, 运用差分 GPS 技术可以精确获取土地利用变化的数量和性质, GIS 则是管理土地利用的图形数据和属性数据 (如土地利用类型、权属、图斑号等) 的有效工具。基于 RS、GIS 和 GPS 的集成技术建立面向工程目标的土地利用动态监测新方法是本文研究的内容。

关 键 词: 动态差分; GPS; 土地利用更新; 动态监测; 集成平台
中图分类号: P228.4 **文献标识码**: A

1 问题的提出

土地资源是人类赖以生存和发展的物质基础。我国人多地少, 从 80 年代初以来, 随着经济的快速发展, 土地利用结构发生了明显的变化, 耕地资源数量减少, 非农业用地大量增加。因此, 及时、准确地掌握土地资源的数量、质量、分布及其变化趋势, 直接关系到国民经济的持续发展与规划。国务院从 1984 年开始组织了全国范围内的、以县为基本单元的土地利用现状调查, 到 1996 年全部完成[1]。第一次基本摸清了我国土地资源的数量、质量和利用方式。但各县完成详查工作的时间有早有晚, 整个详查工作跨 10 余年之久, 其间土地利用格局又发生了不小的变化。国家为了及时掌握土地资源的利用现状, 各县 (市) 每年都要进行土地利用变更登记, 向国家土地管理局上报变更后的新数据。因此, 对各地方土地管理局来讲, 如何准确快速地发现土地利用的变化并获取变化的数据, 进行动态监测与更新是一个不能回避的问题。

由于航空摄影测量成本很高, 难以运用航片来进行每年的土地变更调查, 所以传统的方法只能是根据用地单位的上报数据, 被动地了解变化, 并依靠人工野外运用传统测量工具 (如平板仪) 进行变化信息的空间测量。虽说一些研究部门也曾运用遥感手段来进行动

收稿日期: 1998-12; **修订日期**: 1999-04
基金项目: 国家科委“九·五”攻关项目 (96-B02-01-07)
作者简介: 张显峰 (1967-), 男, 助理研究员, 在职博士生。1990 年毕业于北京师范大学地理系。1993 年从北京大学城环系获硕士学位后到中科院遥感所工作。现从事 RS、GIS 和 GPS 等方面的应用研究。已发表论文 7 篇。

态监测，但由于采用的数据的分辨率较低等因素，不能满足 1∶1 万的成图要求，因此未能实用化。同时，我国绝大多数县（市）的土地管理部门仍是以纸为介质来存贮土地利用信息，存在成图周期长，不容易修改等不足，因而不能满足以年为周期的土地资源动态监测的需要。

根据我们的理解，土地利用动态监测应该包括以下内容:

① 主动地发现土地利用的变化信息;

② 准确、快速地获取变化信息的数量和特性;

③ 将变化信息与历史信息进行空间分析，获得新的土地利用现状数据;

④ 土地数据的计算机管理与可视化;

⑤ 方便快捷地输出成果图件。

针对土地利用动态监测的要求，需要运用诸如RS、GIS 和 GPS 等高新技术，建立基于计算机系统的动态监测新方法。

2 运用 RS、GIS 和 GPS 技术进行土地利用动态监测的思路与方法

目前我国土地管理部门进行土地资源动态监测和土地利用更新的方法主要有: 在大范围的土地资源动态监测中或初始土地登记中采用航空遥感手段，通过外业调绘和内业处理获得大比例尺的土地利用详查图和统计数据。这种方法获得的成果精度高，但由于费用很高，作业时间长，因此只适合中长期的普查工作。在进行短周期 (1 年或几年) 的变更调查工作中，一般根据用地部门上报的用地数据，采取人工野外现场测量修改原图，再清绘重新印刷成图。这种方法的缺点是明显的: ① 不能主动监测变化，② 测量方法落后且人为干扰大，③ 变更数据获取速度慢，多次清绘误差累积，④ 一旦发现变化，原来的图件即失去现实性，⑤ 与城市图斑不同，农村土地利用图斑多为不规则多边形，运用平板仪等测量工具只能测量拐点，不能连续测量整个边界，而且难于精确标绘到原详查底图上。近年来遥感、地理信息系统和全球定位系统技术的发展与应用，给土地管理部门提供了土地动态监测新的思路与方法。

2.1 依靠 RS 数据发现变化“靶区”

数据快速获取与集成，是地球信息科学研究的关键技术，也是动态监测的关键。遥感技术经过几十年的发展，已趋成熟。它能快速、动态地提供地球表层的信息。MSS、TM、SPOT 是三种最常用的资源卫星数据，在宏观资源调查中发挥了巨大的作用[2]。我国的科研人员将卫星遥感数据用于土地资源宏观调查中，快速获取中小比例尺的土地利用变化信息。但是，由于目前的卫星遥感数据的分辨率还不能满足 1∶1 万的大比例尺土地利用调查的要求，所以县 (市) 土地部门并不能完全依靠RS 手段进行大比例尺土地利用数据的更新，必须综合运用更精确的数据采集手段。

2.2 运用差分 GPS 技术进行动态测量

差分 GPS 技术不仅可以提高单机定位精度，而且可以消除美国的 SA 政策所带来的误差和部分系统误差，充分提高 GPS 的测量精度。GPS 差分技术的原理就是设置一个基准站，即在一个已知大地坐标的点上放置一台 GPS 接受装置，其测量值与已知值之间的差值作为测站观测量的改正量。根据基准站传向移动站的误差改正量不同，差分 GPS (DGPS) 又可

分为距离差分、伪距差分、相位平滑伪距差分和载波相位差分。对于局域网差分 GPS，基准站与测站之间的距离在 500 km 以内是可行的[3,4]。但是，要获得较高差分精度，基准站与测站之间的距离最好在 100 km 以内，这样，对流层延迟对基准站和测站的影响可以被认为基本相同。目前基于伪距的差分技术只能提供米级定位精度，基于载波相位的实时差分技术（RTK）是一个突破，能实时提供厘米级的三维定位精度。

如果差分 GPS 的测站是一个移动目标，那么就称为动态差分 GPS。根据误差纠正量是实时或非实时（后处理）地传给测点 GPS 接收机，又可分为实时动态差分（RTD GPS）和后处理动态差分。实时差分技术要求基准站与各移动测点之间进行数据通讯，传输数据链，因此要求较高的技术条件和费用投入。后处理差分则是移动测站测量完成后，用软件对数据进行后处理来达到差分的目的，因此费用低，但耗时长，一旦数据有误，必须重新测量。鉴于土地利用动态监测中野外地形条件复杂多样，测量工作量较大，费用有限，因此采取后处理差分的方法来获取变化地块的空间位置和属性数据。

2.3　GIS 是空间数据组织、管理、分析与可视化的工具

地理信息系统（GIS）具有空间数据的输入与编辑，组织与分析，查询与管理以及制图输出等功能。因此适合用来管理土地利用数据。事实上，GIS 一产生，土地部门就是一个重要的用户。我国各级土地部门正在或即将运用 GIS 建立各自的土地利用现状数据库，城镇地籍数据库和土地变更、土地登记管理等内容的应用系统。但是，由于目前的 GIS 几乎都是静态地管理几何数据和属性数据，而土地管理工作是一个动态的、日常工程，因此，如何在现有 GIS 软件中表示土地利用变化的时间属性，或者开发基于时空数据模型的 GIS 新软件，是 GIS 发展面临的一个新问题。目前在现有的 GIS 中表示时间信息的方法大致有[5]:

① 在数据库中删除过时信息，用现状信息代替，即快照模型;

② 重新定义和建立一个新的数据层，来反映变化信息;

③ 为数据库中每一个元素存贮该元素生成的时刻 T_0 和发生变化的时刻 T_1，在表中以时间指针相连结（$T_0 \rightarrow T_1$）。

由于动态监测要求不仅能够表示 T_0 到 T_1 时刻的变化，而且要生成 T_1 时刻的现状图和报表等信息，因此，我们采用上述的第二种方法，即数据库中既存贮 T_0 时刻的数据，又保存 $T_0 \rightarrow T_1$ 时刻的变化信息，二者经过空间分析即可得到 T_1 时刻的现状数据。

2.4　基于 RS、GIS、GPS 集成技术的动态监测方法

从以上的论述中可知，由于分辨率和遥感图像分类准确率等原因，仅仅依靠遥感数据尚不能准确获取土地利用变化信息，满足不了 1∶1 万比例尺的动态监测要求。但是利用卫星遥感数据主动地发现土地利用类型的变化“靶区”，却是十分有用。在传统的土地管理中，仅靠用地申报数据来确定变化，但不能及时、准确地掌握变化的空间位置、属性和数量，存在占用土地不报或少报等现象。遥感手段的运用，不仅可主动发现变化，而且排除了人为干扰。

但是，目前常用的卫星遥感数据的分辨率尚不能满足 1∶1 万比例尺的成图要求，必须运用 DGPS 精确地获取变化的数量信息。由于遥感数据和 GPS 数据都是以数字方式存贮，因此可以十分方便地输入到 GIS 系统中，并与土地详查本底数据进行空间分析与集成。

综上所述，我们归纳出基于 RS、GIS 和 GPS 集成技术的土地利用动态监测新方法（图 1）。

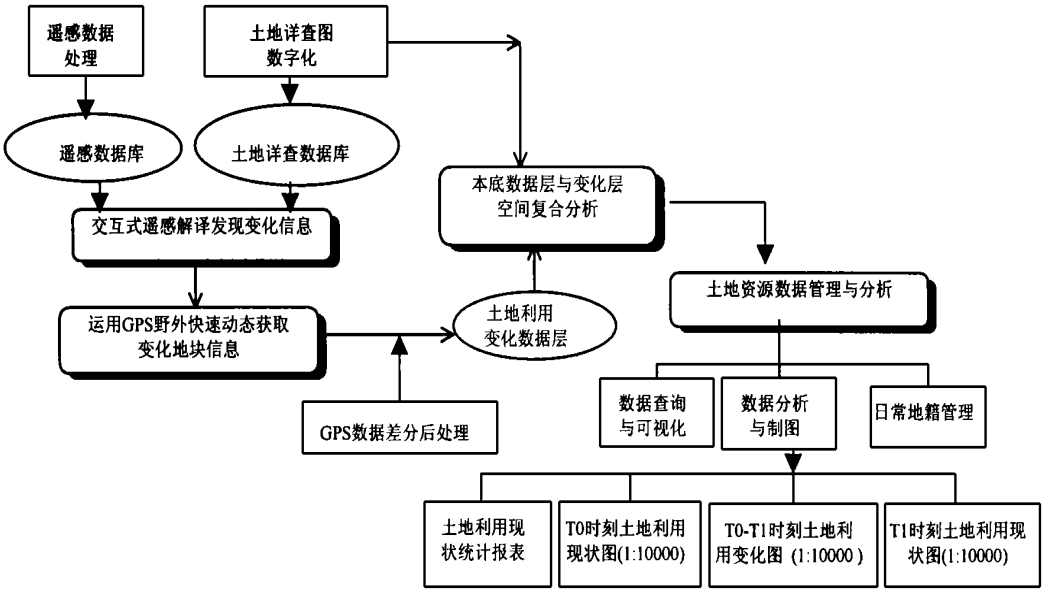

图 1 运用 RS、GIS 和 GPS 技术建立动态监测的方法

Fig. 1 New approach of landuse dynamic monitoring based on RS, GIS and GPS

3 应用实例

3.1 实验区选取

根据国家“九．五”重点科技攻关项目的部署，专门设立了一个专题来研究“县级资源与环境动态监测技术示范”，经过区划选取包头市郊区县作为城乡接合部类型的示范，重点研究 RS、GIS 和 GPS 集成技术在土地资源动态监测中的应用。

包头市郊区地处北温带内陆干旱区农牧过渡带，是包头市城区及其周边郊区的总称。由于包头市城市迅速扩展，郊区的非农业用地增加，地类比较复杂，而且变化较快。如何迅速地掌握城乡接合部土地利用的变化发展趋势，一直是包头市规划管理土地局着手解决的问题。选择该地区作为县级资源与环境动态监测技术示范区，一方面顺应了地方需求；另一方面郊区地势相对平坦，对 GPS 野外测量有利，与南方相比作物种类相对简单，用遥感手段发现变化相对容易。此外，郊区县土地详查成果质量较高。

3.2 GIS 本底数据层的建立

郊区总面积 2 205.9 km^2，土地详查工作于 1992 年完成，通过自治区验收评为优秀成果。全区调查图幅按 1∶1 万标准分幅为 126 幅。全部采用扫描输入，经过编辑，建立土地详查历史数据库。

3.3 变化图斑（地块）的识别

3.3.1 遥感数据处理及其与土地详查数据的配准

选取 1996 年 8 月 4 日包头市地区的 TM 图象，选择 3、5、4 三个波段进行影像增强，对照 1∶1 万地形图选取 21 个地物点作为影像几何纠正的控制点，进行几何纠正。采用双线性体内插法对灰度值重采样，将土地详查数据库中的 1∶1 万的 1992 年土地利用数据与

遥感影像进行配准叠加。

3.3.2 变化区域的识别

由于传统的土地管理中只能被动地由用地部门上报用地数字, 存在误报、漏报的问题, 而且对于变化地块的空间性质不清楚。采用遥感手段则可以主动发现变化区域, 空间位置一目了然。考虑到目前遥感影像的计算机自动分类的精度不高和充分利用人的经验和知识, 采用交互式屏幕数字化提取变化区域的方法。具体做法是: 将叠加后的图象显示在屏幕上, 通过人机交互判读发现地块变化, 用不同颜色的符号标注出来 (包括属性)。判读完成后将结果回放输出, 供 GPS 野外测量使用。

在郊区县前明乡的试点证明, 用 TM 遥感影像可以很好地发现土地利用的变化。该乡实际变化地块为 106 处, 通过遥感手段发现 98 处, 其中有 10 块是人工手段难于发现而借助遥感手段较易发现。对于面积太小, 遥感手段不能发现的地块, 以用地部门上报数据为准。

3.4 GPS 数据获取

3.4.1 GPS 选型

目前市场上的 GPS 接收机按用途大致可以分为导航型、测地型和授时型等几类。还没有专门为地籍测量目的生产的 GPS 接收机, 因此我们选用的 GPS 接收机属于导航型。生产 GPS 接收机的厂家有数十家, 国内市场上销售的有 Trimple、Magellan、Garmin、Novtel 等, 它们生产的 GPS 接收机各有特点。考虑到土地动态监测的需要, 应该符合以下要求: ① 定位精度较高, 差分处理后必须达到米级; ② 接收机内存必须足够大, 才能满足野外动态测量的要求; ③ 操作简便, 易于掌握; ④ 差分处理软件功能强, 除了能够进行高精度的差分处理外, 还要提供和常用 GIS 软件的数据接口。

根据以上原则, 课题组经过认真比较, 选取Magellan 公司的 ProMark X- CM 型 GPS 接收机。该机是目前比较先进的 GPS 接收机, 接收 L1 载波和 C/A 码观测量, 可通过载波相位和伪距码定位。能够进行载波相位差分测量和伪距码差分测量, 提供从厘米级到米级 (< 2m) 的差分定位精度。该机内存 4 兆, 能连续观测记录数据 30 小时 (伪距码) 和 8 小时 (载波相位), 对野外连续作业十分有利。

3.4.2 基准站的建立

在包头市郊区前明乡试点中运用 3 台 ProMark X- CM 型 GPS 接收机, 其中一台作为基准站, 另外 2 台作为移动站进行测量。基准站必须是一已知坐标点, 基准站的测量时间段必须包含移动站的测量时间段, 这样才有足够的数据供差分计算时使用。在郊区前明乡试点中, 基准站选在地势相对较高, 周围没有遮挡的烈士陵园附近的 GPS 测绘控制点。如果不能找到合适的已知准确坐标的已知点 (如测绘控制点), 可以运用 GPS 接收机进行静态定位作较长时间的观测, 求取一已知点, 然后以此点作为基准站。

3.4.3 变化地块边界坐标点的获取

在设定好基准站后即可进行移动站的动态测量, 获取变化地块的边界坐标。将 GPS 天线架设在一轻便的天线支撑竿上, 手持 GPS 接收机沿变化地块边界移动一周即可。可以是步行, 也可以以自行车、摩托车或汽车作为载体。

在实际测量中可能因为对现场不熟悉, 虽然图上发现了变化但难于在野外找到该变化地块。解决的办法一是请当地熟悉情况的人员做向导; 另一种办法是在室内发现变化后在

GIS 系统中获取变化图斑中心的地理坐标值，在野外如果难于确定变化区域，就起用 GPS 的导航功能，引导测量人员到达被测地块的大致位置。

在测量中不仅要获取变化地块的空间坐标，而且要记录下变化地块的属性变化。属性编码可直接输入 GPS 接收机，最多为 72 个字符。在测量前应该对所有待测地块进行编号以免测量中遗漏。此外，移动站测量过程中应该随时保持和基准站的联系，万一基准站出现问题，通知移动站暂停工作。

3.4.4 GPS 差分后处理

由于 GPS 单机定位精度不能满足 1∶1 万制图的要求，所以必须进行差分处理。考虑到县级土地部门的技术条件和经费能力，采用后处理差分处理技术处理移动站的测量值，以求达到 2～5 m 的精度。后处理差分技术主要依靠软件来进行差分纠正值和观测量的解算，MAGELLAN 公司随机提供 MSTAR 差分处理软件。图 2 所示为某地块边界坐标经差分处理后的结果。

图 2 某地块边界坐标经差分处理后的结果

Fig. 2 Graphical representation of GPS data by post differentially processing

3.5 系统的集成与数据的可视化

3.5.1 集成平台的选择

考虑到县（市）级用户的财政能力和易于掌握使用的要求，在软硬件选型过程中，根据以下几个原则：① 能够满足研究项目的技术要求；② 系统稳定性能好，用户易于掌握、使用和维护；③ 在经费上能够承受，便于推广；④ 易于集成现有的各种软硬件资源；⑤ 开发周期不宜太长。

根据上述 5 点要求，经过大量调查工作，初步确定如下：

软件环境。在 WINDOWS95 环境下，以 ARCVIEW 为集成平台，以 Arc/Info、图像处理软件和自行开发的软件为支撑，利用宏语言、VB、VC++ 等程序设计语言，开发和集成各功能模块，建立动态监测系统的软件环境。

硬件构成。硬件包括 GPS 接收机，微机（486 以上）和各种输入、输出设备（打印机、喷墨绘图机）。

由于目前国外商用 GIS 软件的价格比较高，因此课题组正在寻求国产自主版权的 GIS 软件为支撑平台。

3.5.2 GPS 数据的坐标转换

由于我国的土地、地形测量是以北京 54 坐标系为参照，而 GPS 测量数据是以 WGS84 地心坐标系作为参照，这两个坐标系所采用的参考椭球体不同，因此必须进行坐标转换。不同的研究目的对坐标转换的精度要求也不一样。由于差分 GPS 的工作区域相对于 GPS 控制网来说要小，一般在 50 * 50 平方公里以内。因此采用在二维平面上进行相似变换的方法。

(1) 当工作区内有足够的已知 WGS84 和北京 54 坐标的情况时，可计算坐标转换的 7 参数或 3 参数（旋转参数、尺度参数和平移参数）进行坐标转换。

(2) 当工作区内有 3 个已知 WGS84 和北京 54 坐标的控制点时，可根据下式计算 WGS84 到 54 坐标系的转换参数

$$x_{54} = \delta x + k_1 x_{84} + k_2 y_{84}$$

$$y_{54} = \delta y + k_1 y_{84} + k_2 x_{84}$$

式中　δx、δy、k_1 和 k_2 为转换参数，多余的 1 个点用作检验。

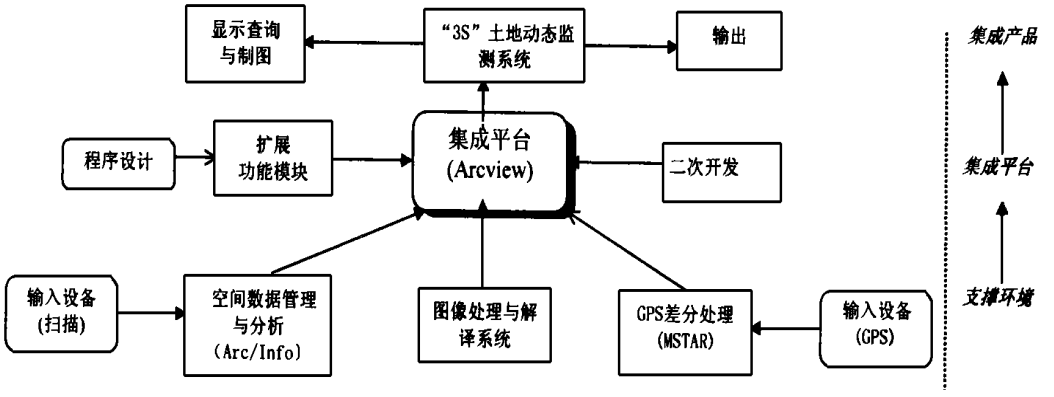

图 3　土地利用动态监测系统集成示意图

Fig. 3　Integrated platform for dynamic monitoring of land use

(3) 在只有一个已知点的情况下，可用基准站的地心坐标与该点的北京 54 坐标之差作为平移常数，但这样转换精度较低。

(4) 当控制点精确的WGS84 坐标无法获取时，可以在基站输入该点的北京 54 坐标进行差分计算，结果是WGS84 与北京 54 坐标的一个混合体，称为"伪 54"坐标，它与真 54 坐标之间存在一个误差。如果坐标转换精度要求不高而又无法获得控制点的精确地心坐标(WGS84) 时，这种方法也是可行的。在包头市郊区县 GPS 野外测量中，我们采用多个公共点计算WGS84 地心坐标到北京 54 坐标的转换 7 参数，用基准站WGS84 坐标进行差分，然后将差分结果从WGS84 坐标系转换到 54 坐标系，得到移动站测量结果的真 54 坐标值，同时运用基准站的 54 坐标直接进行差分，得到伪 54 坐标值，二者差值在 1 米以内。证明在难于获得足够的公共点时，直接用基准站的 54 坐标进行差分，其结果能够满足土地利用动态监测的精度要求。

由于我国 1∶10 000 的农村地籍图是按 3 带高斯—克吕格投影到二维平面直角坐标系下，所以 GPS 测量数据必须进行投影才能与 GIS 数据进行匹配。在本项目中我们开发一个功能模块，其主要功能是读入MSTAR 输出的差分数据，完成精确投影转换和数据格式转换，输出Arc/Info 能够接收的 GEN 格式。

3.5.3　GPS 数据与土地详查历史数据的空间复合分析

GPS 测量数据必须转换成 GIS 数据格式，比如生成Arc/Info 的Coverage 才能和土地详查数据进行空间叠加分析。

野外获取的 GPS 数据经MSTAR 软件差分处理后可输出如下格式的数据:

$$IDNO_i,\ B_i,\ L_i \qquad (i = 1, 2, \cdots, n)$$

式中　$IDNO$ 为坐标对序号，B、L 分别为经度和纬度

经过投影坐标转换将WGS84 坐标系下的GPS 数据转换到北京 54 坐标系下，再将数据写到Arc/Info 系统可以读取的格式。这样我们就得到了 1998 年的土地利用变化数据图层。

将变化图层在Arc/Info 环境下与 1991 年的土地详查数据进行空间叠加分析，得到新的土地利用现状图层。该图层的属性表中每个数据项具有时间属性，分别代表 1991 年和 1998 年的属性变化(表 4)。通过查询工具可以查询每一空间目标(地块)在不同时段的属性，如土地利用类型、权属、图斑编号等。对不同时段的相同属性进行合并就得到新时段的现状图。

3.5.3 土地利用数据的显示、查询与输出

ARCVIEW 桌面制图系统具有从空间数据（矢量和栅格）显示、查询、统计和制图输出等一系列功能。由于它是基于WINDOWS 环境，所以操作简便，可用资源丰富。经过我们初步开发，通过热键连接方式将多媒体功能加入系统中。前明乡的试点工作已经做到：

① 通过查询工具可以查询某一图斑的面积、图斑号、权属和土地利用类型等信息。例如，在 1991～1998 变更图上可以查询任何图斑 1998 年的面积、图斑号、权属和土地利用类型和 1991 年的图斑号、权属和土地利用类型。即知道了该图斑 1991 年的类型，现在变成了哪一种类型（图 4)。

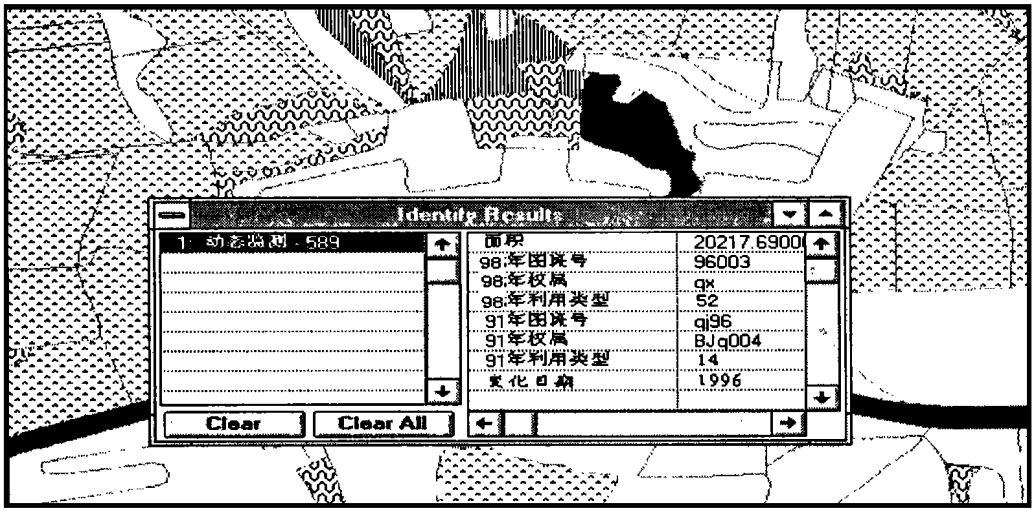

图 4 查询土地利用的动态变化信息

Fig. 4 Visulization and query of land use dynamic information

② 用热连接键查询某一图斑的声音或图像、文字信息。

③ 对属性数据库的常规管理，如字段增删、记录修改等。

④ 以统计图的方式显示 1998 年和 1991 年土地利用面积的变化。

⑤ 制作专题图版，并可以打印输出。

4 基本结论

遥感动态监测不仅是土地管理部门的重要工作内容，而且直接关系到区域国民经济的持续发展。传统的土地利用更新和管理方法不符合信息时代的要求，探索新的方法具有重要意义。从“六．五”以来遥感（RS）和地理信息系统（GIS）技术得到了长足的发展，全球定位系统（GPS）从 1993 年以来在各个领域的应用发展很快。但是如何运用RS、GIS 和

GPS 等高新技术建立大比例尺土地利用动态监测的实用技术, 是一个值得进一步研究的课题。通过在包头市郊区的实验, 基本上建立了基于 RS、GIS 和 GPS 技术的土地动态监测新方法。该方法与传统方法相比较具有以下优点。

(1) 运用遥感可以主动发现土地利用的变化信息, 提取变化地块的大致区域; 而传统方法只能被动地由用地单位或个人申报, 存在少报和漏报的情况, 增加了监测的客观性。此外, 运用 TM 数据成本低, 能够较好地发现变化区域, 尤其是非农业用地。在前明乡试点中, 全乡 1991 年到 1998 年共有变化地块 106 块, 其中通过遥感手段发现 98 块, 发现率为 91%。

(2) 以 GPS 作为测量工具不仅快速而且精度高, 可全天侯作业, 测量操作简便。拿在前明乡试点中采用的 ProMark X- CM GPS 接收机为例, 测量精度在 2～5m 以内, 这是传统方法无法比拟的。表 1 是工作效率的比较。

表 1　传统方法与“3S”方法的比较 (以前明乡为例)

Tab. 1　The Comparrision between the two monitoring methods

手　段	投入技术人员/人	有效工作时间/天	发现变化地块/块	成图精度/mm
人工变更调查	10	15	106	0.8～1.0
“3S”技术	6	< 5	98	0.2～0.5

(3) 与传统成图方式相比, GIS 的优势是公认的。最重要的一点是数字地图可以十分方便、快捷进行空间分析、综合、提取和修改。而且成图周期短、成本低。此外 GIS 可以在日常地籍管理中发挥重要的作用, 摈弃传统卡片的管理方式。

(4) GPS 测量数据和遥感数据都是以数字方式存储, 可以直接输入 GIS 系统成图, 避免了传统方法中多次转绘、清绘带来的误差。

(5) 运用 3“S”集成技术可以较好地完成县级 1∶10 000 比例尺的土地资源动态监测工作, 为土地变更调查和登记提供了一个新的手段。与传统方法相比较, 不仅提高了数据获取的精度, 而且大大地提高了工作效率。

参考文献:

[1] 查宗祥. 土地管理信息化建设中 GIS 应用现状及近期规划[J]. 地理信息世界, 1998(1).

[2] 刘纪远主编. 全国土地资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 科学出版社, 1997.

[3] Arthur Lange. Precision Agriculture System Requirements for GPS/GIS[M]. International Arc/Info Conference, 1997.

[4] 王广运, 郭秉义等. 差分 GPS 定位技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.

[5] Moshe Benhamu, Yerahmiel Doytsher. Data- Matching Aspects in a Temporal Cadastral Information System[J]. 1997 *ACSM/ASPRS Annual Convention & Exposition*, 1997(GIS/GPS).

New approach to land use dynamic monitoring using remote sensing and GPS and GIS technologies

ZHANG Xian-feng, CUI Wei-hong

(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101)

Abstract: The dynamic monitoring of land use is an important routine work of land managers. Generally speaking, it consists of five components: ① actively identify the changes of land use; ② accurately and rapidly collect the spatial and attribute data of changing areas; ③ automatically update the land use spatial database; ④ computer-based manage and organize land use information; ⑤ query, visualize and map the land data.

Unfortunately, in most areas of China, land use maps are updated in traditional manual way, in which paper and cards are main media for data representation. Obviously it lacks flexibility in data management and needs a long-term mapping period. Secondly, in traditional way land use change can't be identified actively. Furthermore, it is time-consuming and cost consuming in routine surveying ways. In order to satisfy the practical use, a new approach to dynamic monitoring of land use change is proposed based on the integration of RS, GIS and GPS technologies.

Remote sensing technology, which has made great progress in many applied fields, can provide an efficient means for active identification of land use change. Because the resolution of remotely sensed data is not enough for mapping land use map at a large scale, differential GPS is necessary for accurately collecting change data in the field. The GPS receivers Magellan ProMark X-CM are selected to organize differential GPS system, which includes one base station and several mobile surveying GPS receivers. Considering cost, those data GPS received are based on post differential processing way, not real time kinematic. The error of post-processing data is less than 2 meters, so they can satisfy mapping requirement at 1∶10 000 scale.

By integrating both RS and GPS data into GIS, change data layer can be created. By means of spatial analysis tools of GIS, the change layer can be overlaid with historical land use data, and dynamic change information will be abstracted. This approach to dynamic monitoring of land use is a fully digital operation, so it makes best use of computer and GIS to manage, display, query and map the land use data. In our pilot area of Jiaoqu County in Inner Mongolia, the procedure is established and carried out. Compared with the traditional way, our new approach saves time about 60% and labors 50%. The resultant data collected by GPS are more accurate than those collected in traditional way. The users are very satisfied with our research work and they decided to adopt this new approach to accomplish the annual land use dynamic updating of Baotou City.

Key words: DGPS; dynamic monitoring; mobile differential; integrating plateform