

我国利用遥感数据提取土地利用现状信息的技术进展

王宏志¹, 朱俊林²

(1. 湖北大学生命科学院, 武汉 430062; 2. 湖北大学旅游学院, 武汉 430062)

摘 要:结合作用所参加的研究工作,探讨了我国近年来利用遥感数据获取土地利用现状信息的技术方法的阶段性发展规律,并对其发展趋势做出了预测。

关键词:土地利用;图像解译;遥感与地理信息系统一体化技术

中图分类号:TP 79;S 127 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-070X(2000)03-0001-06

0 引言

自 1957 年原苏联人造地球卫星成功发射以来,人类开始了从卫星高度观察和研究地球的历史。随后,美国和欧洲的一些国家相继成功发射雨云卫星系列、应用技术试验卫星系列、双子座与阿波罗飞船系列、气象卫星系列、陆地卫星系列、海洋卫星系列和 SPOT 卫星等。其中,陆地卫星系列提供的多波段影像得到世界各国的广泛应用,在全球范围内的资源调查和环境监测方面起了很大作用。我国自 70 年代始引入陆地卫星图像数据产品,开始了各专业领域的卫星遥感应用。80 年代,资源与环境遥感得到了很大发展,1986 年建成了中国遥感卫星地面站,许多生产部门和教学科研单位建立了遥感应用机构,完成了一系列重大的试验应用研究。随着国际国内一系列重大的地球观测计划的实施,新仪器、新技术、新方法的不断涌现,遥感技术进入了以实用化为目标的应用研究阶段。1999 年我国资源 1 号卫星的成功发射,将会进一步促进我国遥感事业的发展。

1 土地利用信息的重要性和利用遥感信息的优越性

土地利用是人类在土地资源基础上进行的与土地直接相关的生活和生产活动,它直接反映了人类对各种土地资源利用活动的结果,包括正面的和可能存在的负面影响,是人文环境和自然环境间通过物质流和能量流交互作用的综合表现。土地利用不仅影响土壤本身的性质,而且对地表覆盖,特别是对植被具有显著的影响作用。土地利用现状图完整地反映土地资源数量、质量、分布及利用特点,不仅可以作为分析土地覆盖等相关内容的重要基础信息,也是进行土壤侵蚀类型制图和土壤侵蚀强度制图的重要指标的分析基础^[4]。现代土地利用制图是通过野外实地调查和室内遥感信息判读分析来全面掌握土地资源自然属性和利用属性及其利

用程度空间区域特点的过程。室内遥感信息判读分析是指结合遥感数据的特征转换、植被指数的分析和其他非遥感数据的辅助分析 ,对各种地表特征和覆盖类型进行识别和分类 ,并根据识别和分类的结果直接推断和绘制土地利用图的过程。直接在卫星影像上解译土地利用图 ,可以得到从 1:5 万到 1:100 万甚至更小比例尺的作者原图 ,省去了用传统方法制图的许多环节 ,无论在成图周期方面还是在经费投入方面 ,都体现出很大的优势。尤其是我国国土面积广大 ,土地利用类型多样 ,鉴于土地利用的现时性 ,利用遥感技术可以保证工作在短时间内高质量地完成。

正因为此 ,应用遥感信息提取土地利用现状信息由来已久。我国虽然起步较晚 ,但发展却很迅速 ,其发展历程可划分为 3 个阶段。

2 我国近期利用遥感数据提取土地利用信息的技术状况

2.1 第一阶段

这一时期主要开展的工作有国家重点项目“ ‘ 三北 ’ 防护林遥感综合调查(1986~1991)”、农业部全国土壤普查办公室主持的“ 第二次全国土壤普查(1979~1993)”^[2]及国家土地局主持的“ 全国土地利用现状详查(1987~)”的前期工作等^[5]。下面以“ 三北 ”防护林课题的子专题“ 典型县山西省大宁县的土地利用现状的清查 ”为例 ,说明该阶段利用遥感数据提取土地利用信息的技术特点。

(1)信息源的选择。大宁县地形破碎、沟壑纵横。为满足该县土地利用现状调查以及编绘 1:5 万专题图的需要 ,选择彩色红外航空像片为主要遥感信息源。该片由 1:5 万放大到 1:3 万 ,1981 年 5 月拍摄 ,时相适宜。作为辅助遥感信息源的有 1987 年的 1:10 万 TM 影像 ,1978 年的 1:1 万黑白航片。在土地利用现状判读过程中 ,参考资料有 1:5 万地形图、各专题图、各专题区划报告以及其他有关的社会经济方面资料。

(2)建立土地利用现状调查分类系统如表 1 所示。

(3)建立判读标志。利用彩红外航片进行土地利用现状调查 ,编绘地图 ,首先要建立土地利用类型的判读标志。土地利用现状类型的特点、分布规律及其在像片上的几何形状、面积大小、色调及其结构特征 ,是判读标志的几个主要方面。

(4)土地利用现状图的编绘。土地利用现状图的编绘过程如下 :

表 1 土地利用现状调查 3 级分类系统

一级类型	二级类型	三级类型	代 码
耕地	水浇地		12
	旱地	平旱地	131
		坡旱地	132
		塬旱地	133
园地	果园		21
	桑园		22
林地	有林地	人工林	311
		天然林	312
	灌木林		32
	疏林地		33
	未成林造林地		35
牧草地			41
城乡居民地及工矿用地	城镇		51
	农村居民点		52
交通用地	公路		62
	农村道路		63
水域	河流		71
	水库		72
	滩地		73
未利用土地	荒草地		81
	裸土地		86
	裸岩		88

①室内预判。在着手编图之前,先在航片上圈出使用面积。一般用航向重迭和旁向重迭的中央直线圈成的范围作为使用面积,相邻像片之间相互衔接。在立体镜下进行目视判读,或对比分析,或逻辑推理,将使用面积内被判读出来的图斑勾绘在聚脂薄膜上。图斑勾绘的最小面积是 4 mm^2 。在判读过程中,要认真记有疑问的地类和重要的地物现象,留待外业调绘之用。对研究区踏勘越详细,研究越深入,判读的精度就越高,速度也越快。

②外业专题调绘。重点是将室内判读标识下来的疑问之处调查清楚,对预判中定性的代表地物、现象,从定性、定位两方面进行核实校对,检查判读精度,纠正误判地物,并对土地利用类型发生变化的地方进行补测。

③转绘。针对大宁县属于黄土丘陵沟壑区,高差大,地形破碎,正式成图的比例尺较大等特点,选用单投影仪进行转绘,该设备使用方便,而且转绘精度较高。转绘的基本步骤:第一步,在使用面积 4 个顶点附近选择 4 个纠正像点,对像点及像主点进行刺孔,在转绘底图上(地形图)选刺 4 个同名纠正点,并读取高程值;第二步,确定分带转绘的带距和带数,采用公式 $Q = 2\delta_h \cdot M \cdot f/r$ 和 $N = \Delta H/(Q + 1)$ 来完成,式中 Q 为分带带距; δ_h 为允许的设影误差($\leq \pm 0.5\text{mm}$); M 为成图比例尺分母; f 为航摄影焦距; r 为像主点至最远点的距离; N 为分带转绘的带数; ΔH 为转绘图幅内高程最大值与最小值之差值;第三步,计算绝对航高,即: $H_o = h_a + f/d(D + \Delta h/f \cdot r_b)$,式中 H_o 为绝对航高; h_a 为纠正点的高程; d 为两像点距离; D 为两地实地水平距离; Δh 为两地高程差; r_b 为像主点至纠正像点的辐射距;第四步,进行投影差的改正。

(5)面积量算。面积量算是土地利用现状调查的一个重要环节,可采用精度较高的方格法进行量算,并对最小量算面积作出规定(表 2),把图幅的理论面积作为面积量算的一级控制。由于量算过程中存在着各种误差,因此各类面积量算之和与理论面积间存在着闭合差。闭合差与理论面积的比值称为相对误差,取两次量算结果的平均值计算相对误差。

表 2 土地利用类型图上最小量算面积

地类	耕地	园地	林地	居民地	水域	草地
最小量算面积/ mm^2	6	6	25	4	4	25

由本阶段的工作过程可见,工作量巨大,而且从判读转绘到清绘,工作繁杂,步骤较多,每一步都存在着误差,累计误差可能较大。

2.2 第二阶段

本时期包括“全国土地利用现状详查”的后期工作及中科院主持的“全国资源环境遥感宏观调查(C85-11-02-03)(1991~1996)”项目。

全国资源环境遥感宏观调查课题以中科院遥感卫星地面站接收的 90 年代最新陆地卫星 TM 图像作为基本信息源,在大兴安岭、秦岭、横断山脉一线以东采用 1:25 万比例尺,以西采用 1:50 万比例尺^[1]。本课题首次基于遥感和地理信息系统相结合的技术,采用了组合分类和构建多层地理单元技术,建成了具有土地资源分类和生态背景信息的第一个中国资源环境数据库,其研究特点如下:

(1)在已有大尺度资源环境调查经验的基础上,充分考虑已有遥感技术应用基础,作到实施方案与规范的统一研究,形成严格的质量控制体系,力求在我国东部开发程度高的平原丘陵区,全部采用 90 年代最新遥感信息源,实现本底调查的快速、准同步和高质量。

(2)以地理单元区划作为遥感信息源时空有效性及细小地物抽样测算中采样框架布设的依据,抽样结果在调查过程中再进一步落实到基本地理单元上去,以最终提高动态分析和细小地物测算的结果,同时使调查成果数据系统化。

(3)目视解译为主,用于解决面上的调查问题;数字图像分析为辅,用于解决专题研究和典型区调查问题。在调查制图过程中,全面推行基本图斑多重属性的一次判读完成。

(4)全数字化面积量算与严格的分幅理论面积平差控制。实行全数字化量算,直接建立信息系统所必需的图形数据库。

(5)建成全国资源环境基础数据库,使之拥有灵活的属性检索、查询、分类汇总、统计及更新功能^[13]。

2.3 第三阶段

本阶段的时间可定为 1996 年至今,随着计算机技术的大发展,人们处理海量数据的能力大大增强,利用航片或 TM 影像与 GIS、GPS 相结合的高新技术,使我国土地资源研究工作在技术上有一个新突破。遥感和地理信息系统一体化技术进行土地利用大比例尺制图的条件已经成熟。该阶段工作以国家科委、原国家土地管理局和农业部主持的“全国基本农田保护与监测”、“国家级基本资源与环境遥感动态信息服务体系的建立(96-B02-01)”为代表。本文以后者为例,总结该阶段工作的一般过程:

(1)资料准备。全区 1995~1996 年陆地卫星 TM 粗处理数据;全区 1:10 万比例尺地形图,用于控制点的选取和县界数字化,以及耕地坡度的确定;全区新版 1:25 万比例尺地形图,用于 1:10 万比例尺地形图上较陈旧的县级行政界限的订正;航摄资料,用于细小地物的扣除。

(2)土地资源分类系统。本作业区采用二级分类系统,具体见表 3。

(3)土地利用屏幕判读标志的建立。依据本地区土地资源分类系统,采用 90 年代中后期美国陆地卫星 TM2、TM3、TM4 波段组合的全数字栅格影像数据为信息源,按照拟订的土地资源数据库数据标准与操作规范,在 Coreldraw 环境下,判读人员根据屏幕遥感影像中各地类的色调、形状、阴影、纹理、位置及大小等特征,建立土地利用现状信息屏幕解译标志,直接用鼠标沿影像特征的边缘准确地勾绘出地类界线。

(4)具体工作步骤。利用一体化的遥感与地理信息系统技术,采用人机交互的作业方式,实现土地利用信息的快速准确提取,即遥感数字影像——人机交互判读——计算机量测汇总——数据库的有机结合、在线的连接、实时的处理和系统的整体性。主要分为 3 步:第一步,对 TM 信息源进行加工处理;第二步,图像判读;第 3 步,建库。在各步中,图像判读的工作量最大。该步利用 Coreldraw 软件具备的放大、缩小、修改、删除、编码、赋值及勾绘等功能,以 1:10 万比例尺地形图

表 3 华中地区土地资源类型

土 地 类 型	
一级类型	二级类型
耕地	水田
	旱地
林地	有林地
	灌木林地
	疏林地
	其它林地
草地	高覆盖度草地
	中覆盖度草地
	低覆盖度草地
水域	河渠
	湖泊
	水库坑塘
城乡居民用地	城镇用地
	农村居民用地
	工交建设用地
未利用地	沙地
	裸土地
	裸岩

要求,直接用鼠标对各种地类进行边界勾绘并赋地类编码值。它对判读人员的专业素质要求很高,除对判读区熟悉之外,还要求其具有较强的地学分析能力,同时,判读人员的精神状态对判读精度的影响也很大。

(5)外业验证工作。为对 1:10 万比例尺土地利用图进行较全面的外业验证,同时对影像解译中模糊不清的地方进行释疑,继而对土地利用数据库进行修改和完善。本课题在进行了充分的外业前的准备工作基础上,制定了技术路线和实施方案,开展了华中区 3 省(湖北、湖南、江西省)的野外工作。外业期间,以 GPS 方法为主,常规方法为辅进行样点定位,该方法需时少,精度高。选择视野开阔处定位之后,即开展土地利用图斑的野外实地验证和 TM 像片(比例尺 1:10 万)的实地调绘,从不同角度拍摄典型实地景观照片,记录主要农作物类型,逐一填写外业调查记录簿中各项。根据本区低山丘陵面积广、地形破碎、土地利用类型多样的特点,结合影像解译标志,确定样点选取的原则,即:山区样点多于平原,土地利用交错、林灌草地区多于农耕地区。经验证,本区土地利用遥感解译图的精度完全满足项目的设计要求。

3 我国利用遥感数据提取土地利用信息的技术进展评价

近年来,我国土地利用现状信息的获取在技术和方法上有着明显的阶段性提高。第一阶段的技术流程是:遥感图像—人工判读、手工编绘及面积量算—汇总统计成册。从判读到面积量算,每一步都需要人力的大量投入,所需时间很长;第二阶段采用遥感和地理信息系统结合法,技术流程为:遥感图像—人工判读—手工编绘并数字化—计算机量测汇总—数据库。这一时期虽然利用了遥感技术和地理信息系统技术,但他们仅仅是一种初步结合,尚谈不上一体化或集成利用;第三阶段采用了遥感和地理信息系统一体化信息提取技术,技术流程为:遥感数字影像—人机交互判读—计算机量测汇总—数据库。该阶段初步实现了遥感和地理信息系统的集成及与 GPS 的初步结合。

以上 3 个阶段从本质上来说是人工目视判读,要求判读人员对作业区自然条件十分熟悉,同时要具有地学分析能力。但与第一阶段相比,第二阶段在面积量算上进步较大,实现了全数字化量算,大大地减少了面积量算的工作量和误差。而在第三阶段,由于利用了 RS、GIS 一体化技术,直接利用数字化图像进行土地利用信息提取。由于图像可以放大或缩小,大大增加了可识别性,提高了判读精度,同时,因为少了成图后的数字化过程,减少了误差的一大来源,也大大减少了工作量。

4 结论和展望

迄今为止,虽然利用遥感数据提取土地利用信息技术的提高和方法的进步带来了成图精度的很大提高和工作量的巨大减少,然而,较高精度的信息提取仍然依靠人工解译。解译工作是单调和令人疲倦的,而且工作量巨大。未来技术和方法的发展方向是自动或半自动地提取土地利用信息,从而大大地解放专家劳动,使我们能致力于更具有创造性的研究工作——这将依赖于智能化图像解译系统即计算机自动识别系统的建立。遥感影像的正确选择和合理的信息提取方法,是利用计算机图像处理系统对遥感图像数据进行识别能否成功的必要条件。

不远的未来,土地利用信息获取的发展方向在于建立智能化的图像解译系统,而其关键技术在于怎样处理“同物异谱,同谱异物”的现象。

参考文献

- [1] 刘纪远.应用空间遥感技术开展国家资源环境宏观调查与动态研究[M].见:徐冠华主编.遥感在中国.北京:测绘出版社,1996,106~111.
- [2] 林培,张玮.中国农业遥感发展的回顾与展望[M].见:徐冠华主编.遥感在中国.北京:测绘出版社,1996,57~62.
- [3] 李仁东,李劲峰.湖北省土地资源的遥感宏观分析[J].资源科学,1998,20(3):48~53.
- [4] 张增祥.资源环境遥感监测与综合评价研究[M].北京:宇航出版社,1998.
- [5] 陈述彭.地学的探索——遥感应用[M].北京:科学出版社,1990.
- [6] 汪慧慧.土地利用遥感研究评价[J].国土资源遥感,1991(3).

THE DEVELOPMENT OF CAPTURING LAND USE INFORMATION FROM RMOTE SENSING IMAGE IN CHINA

WANG Hong-zhi¹, ZHU Jun-lin²

(1. Faculty of Life Science, Hubei University, Wuhan 430062, China; 2. Faculty of Tourism, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: From nineteen seventies, utilizing RS information to capture the land use information began in China and the technology of capturing land use information from RS image developed rapidly. Authors divided the developing stage of the technology of our country into three different periods. First period, every stage of the work procedure is tiring and all the work was artificial. Second stage, the calculating of areas of every land use categories achieved automatic. Third stage, we utilized the full digital image to interpret and capture the land use information in the environment of the integration of RS and GIS. The process of digitizing was abbreviated. The precision was enhanced of course. And authors think that the technology in the near future is to develop the automatic system of image interpretation.

Key words: Land use information; Image interpretation; The integration of RS and GIS

第一作者简介: 王宏志(1966—)女,讲师,现为武汉测绘科技大学制图自动化方向博士生。