

卫星遥感土地利用调查精度研究

黄 家 柱

(南京师范大学环境科学研究所 ,南京 210097)

摘要：根据江苏省土地利用卫星遥感调查的实践 ,对以陆地卫星 TM 为主要信息源进行土地利用现状和耕地资源调查的定位、定性和定量精度进行分析研究 ,对应用卫星遥感进行土地利用调查的可靠性、适用范围和提高精度的方法进行了探讨。  
关键词：卫星遥感；土地利用；精度  
中图分类号：S 127 文献标识码：A 文章编号：1001 - 070X(2002)03 - 0012 - 04

0 引言

土地资源是国民经济和社会发展的重要物质基础。我国人均土地面积约 0.9 hm<sup>2</sup> ,人均耕地面积约 0.11 hm<sup>2</sup> ,仅为世界平均水平的 1/3 左右。随着人口增长和经济发展 ,耕地面积逐年减少 ,农业用地和城市用地需求矛盾日益突出 ,长江三角洲等东部较发达地区人地矛盾更为尖锐。加强土地资源管理、实

施动态监测与信息管理的现代化已迫在眉睫。本文以陆地卫星 TM 数据为主要信息源 ,在江苏省 1∶25 万土地利用调查和 1∶10 万耕地调查的基础上 ,介绍卫星遥感土地利用调查中提高精度的方法 ,对卫星遥感土地利用调查的可靠性和精度进行分析。

1 调查方法和技术路线

江苏省 1∶25 万土地利用和 1∶10 万耕地调查以

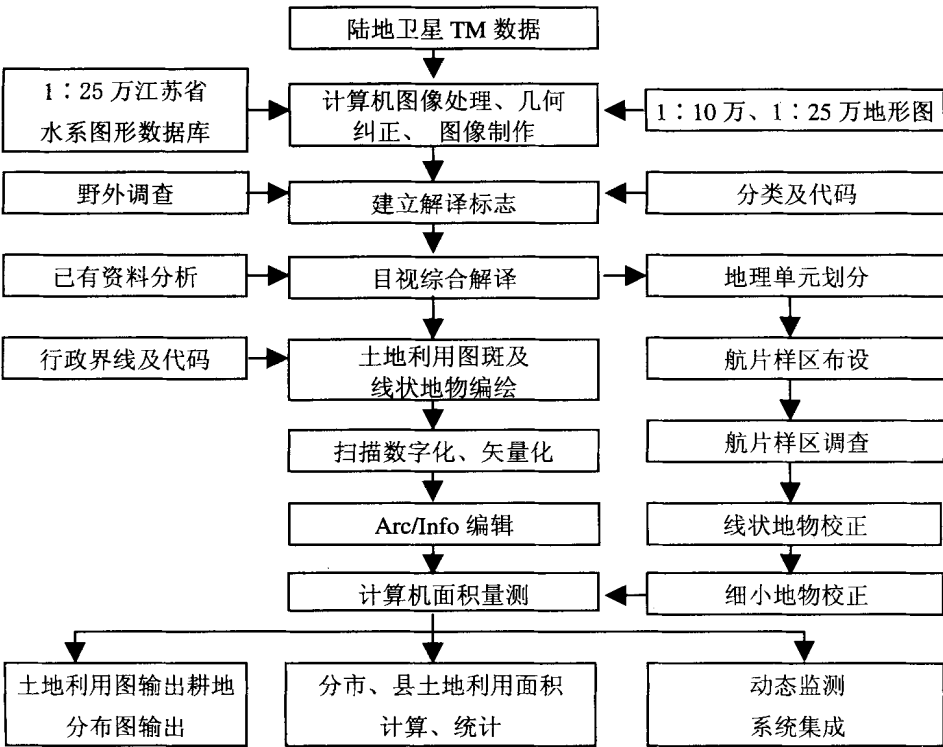


图 1 技术路线框图

陆地卫星 TM 数据为主要信息源,经计算机图像处理,获得同比例尺的假彩色合成图像,在建立解译标志后,进行目视综合解译制图,然后对解译图进行扫描数字化、矢量化,用 Arc/ Info 地理信息系统软件进行编辑,建成土地利用图形数据库。对计算机量测统计的地类面积、结合航片样区调查,进行线状地物和细小地物校正,获得计算机输出的土地利用图或耕地分布图和调查数据。技术路线见图 1。

2 定位精度

2.1 图像几何精度

用 ERDAS 图像处理软件对陆地卫星 TM 数据进行计算机图像处理,包括波段合成、增强和几何精纠正。几何精纠正采用江苏省 1◇25 万地形图和水系图形数据库进行地面控制点的选择,每幅图上的控制点在 20 个左右并尽量使其分布均匀。使用最近邻点法对图像进行重采样,重采样后像元的分辨率为 30 m,且具备了空间地理投影坐标,可与背景数据库的内容进行叠合分析。

经处理后的图像经暗室回放出彩色图像,放大时以地形图作比例尺控制。经精纠正和精确放大的图像,用 1◇25 万和 1◇10 万蓝膜地形图对图像进行纵、横及对角线方向的精度检查,结果表明配准很好,即使是 1◇10 万比例尺,其对角线方向的误差也 1 mm。

2.2 解译定位精度

目视解译中图斑、图形的勾绘采用蒙绘法,将地形图图版翻晒的蓝膜图蒙在卫星图像上进行,蓝膜地形图变形很小,且保留了原图的地形地物信息,便于解译勾绘的定位。此外,由于图像和蓝膜地形图之间仍有微小的误差,因此在勾绘中采用局部对准法,即保持要勾绘的部分图像与地形图对准,四周同

名点或线的误差 < 0.3 mm,在勾绘完这一部分后再稍作移动,对准下一部分继续进行,从而保证整幅图上所有图斑、图形的定位精度。区内以平原为主,地形起伏不大,河网纵横,为定位控制提供了良好的条件,在每幅图定位保证精度的基础上,经图幅拼接、检查,解译图的定位精度误差 < 0.5 mm。

3 地类解译及定性精度

3.1 解译方法

卫星资料给我们提供了 3 个方面的信息,即光谱信息、空间信息和时间信息。计算机分类是以光谱特征为依据的,由于存在同物异谱和同谱异物现象,这种分类方法出现误判较多,有其局限性。目视解译融入了研究人员的专业知识和智能,不仅依靠光谱信息在图像上所反映的色调和色彩,而且综合了其几何特征、图形结构、相互关系和成像季节等要素,使判识准确率大为提高。从事解译的人员多具备较丰富的地学知识和实践经验,对区域内的情况也比较熟悉,在获得高质量 TM 图像的基础上,通过资料收集、农事访问、粗判分析、踏勘建标、综合解译、野外查证、图斑修定等工作程序,采用先易后难、先区域后局部的方法,保证了分类的可靠性。

3.2 影像特征和可解译程度

为了突出土地利用、植被等信息,采用 TM4 TM3 TM2 合成方案;为达到模拟真彩色效果,对部分时相采用了 TM7 TM4 TM3 合成方案。经增强处理、扫描输出后回放出的图像清晰,层次丰富,地类反映明显。实地查验和解译结果表明,除少数存在疑难外,土地利用一级分类的 8 大类型基本上能识别,有些类型能进行二级划分。受 TM 图像分辨率的限制,以及季相和环境因素干扰,解译难易程度有较大的差异,需采用多季相卫片或参考有关资料进行综合

表 1 土地利用遥感影像特征与可解译程度分析

土地利用类型	影像特征	可解译程度
耕地	红色、浅红褐色、粉红色片状、块状、较均一	易解译,6~7 月时相可进一步区分水田和旱地,秋冬时相易于识别城镇周围菜地
园地	淡红色、斑块状、小片	较难解译,需借助多季相卫片和非遥感资料
林地	暗红色、红褐色、深青色,山区林地立体感强	山区林地及防护林地易解译,平原区小片林地较难解译,幼林地、苗圃易和园地等混淆
草地	浅红色、细密状	较难解译,区内除沿海滩涂草地外,一般地块较小
居住与工矿用地	蓝色、蓝青色,块状、条带状,有道路、河流相联	易解译,可根据地理图分出城、镇、村用地,独立工矿用地,如盐田、砖瓦厂、采石场等标志明显
交通过地	白色、浅白色,夹断续蓝色,线状明显	新建道路易解译,二级以下道路不明显,需借助地理图件,机场易解译,铁路用地借助地理图件易追索
水域	蓝色、蓝黑色,边界清晰,浅滩地粉红色(草滩)、浅灰色、白色(泥沙质)	易解译,易进行二级分类
未利用土地	白色、灰白色、灰褐色,条带状、斑块状	裸岩、沙地易解译,其它难解译,区内多为细小地块,图上难表示

判读。以常州幅 1995 年 8 月 3 日 TM4 TM3 TM2 合成图像为例进行地类影像特征和可解译程度分析(表 1)。

### 3.3 分类精度

分类精度检查采取两种方法进行。一是野外路线检查,从检查结果看,主要地类判识无误,有少量小片桑园(园地)和林地有漏判现象,由于地块较小,小于上图的面积,因此不影响制图的精度;另一种方法是采取航空像片对比法,用近期航片进行样区划定、地类解译,然后对该区卫片解译成果和航片解译成果进行对比,检查结果表明,水域判对率最高,达 98%,其次为居住用地和耕地,判对率均达 95%以上。

## 4 面积量测与定量精度

### 4.1 面积量测方法和精度保证

面积量测采用扫描数字化—计算机量测法,即将清绘好的解译图分幅扫描输入计算机,经矢量化、编辑、地类及行政代码赋值后,由计算机自动量测统计分幅、分市(县)各地类面积。面积量测采用两级精度控制,一级控制是用各图幅的理论面积与量测面积相比,要求误差  $< 0.5\%$ ,然后用理论面积对各类面积进行计算机平差。二级控制是将各市(县)土地利用详查得出的土地总面积与计算机量测的土地总面积相比,要求误差在  $2\%$  以内。从实测统计的结果来看,一级误差控制在  $-0.35\% \sim +0.28\%$  之间,总误差为  $-0.06\%$ ,精度相当高;二级误差控制在  $-1.22\% \sim +0.89\%$  之间,总误差为  $-0.27\%$ ,也达到了精度要求。

### 4.2 线状地物校正

线状地物校正采用  $1:25$  万基础地理信息数据库中的水系及道路数据进行,同时参考了 20 世纪 90 年代初土地利用详查的公路和河流、渠道的数据,并对近几年来新建或拓宽的道路、河道用卫星图像进行解译勾绘并按其长度和宽度求出其面积,进行动态变化的更新。线状地物校正分市(县)按其所占耕地和大片林地、园地等地类的比例进行。

### 4.3 细小地物校正

受 TM 图像分辨率和解译制图比例尺的限制,很多小块地类无法细分出来,参与面积量测统计,影响定量精度。如在  $1:10$  万耕地调查中,按上图的最小图斑为  $2 \times 2 \text{ mm}^2$  计算,代表实地面积  $25 \text{ hm}^2$  ( $375$  亩),这样根据卫片解译的耕地图斑中包含了许多面

积  $< 25 \text{ hm}^2$  的农村居民点、小水塘、小片林、园地、农村道路和小沟渠等非耕地类型,因此所量测出的耕地面积仅是耕地的毛面积。为了获得实际面积数据,采取了航片样区调查进行细小地物校正的方法。首先根据省域自然条件和社会经济发展状况,进行地理单元划分,然后结合  $1:5$  万图幅和行政单元,确定样区的布设,在分布上尽可能均匀,能充分代表各种地形地貌、水系和用地结构等类型。选用的航片时相新、分辨率高,可根据色调、色彩、形状、大小、影纹、结构等解译标志,比较直接地对各用地类型进行解译。在样区调查中,首先勾绘出与卫片解译图上各图斑相对应的地块,然后对这些地块中的细小地物进行解译勾绘。经面积量测后,求出不同地区各地类细小地物的比例,建立细小地物校正模型,对各市(县)各地类面积数据进行校正。在  $1:10$  万耕地调查中,量测出样区耕地图斑中非耕地类型的总面积,求出其占耕地毛面积的比例,即细小地物校正系数,然后对其所代表的地区耕地毛面积进行校正,得出实际耕地面积。

### 4.4 定量精度分析

采用航片对  $1:10$  万耕地调查精度进行抽样检查,将检查样区卫片解译的耕地图斑面积经该区细小地物校正系数校正后的面积(卫星遥感调查耕地面积)和用大比例尺航片解译量测的耕地面积相比较,进行精度检查。结果表明,调查精度在  $95\%$  以上,其中苏北地区由于地块相对完整,精度达  $97.48\%$ ;苏南水网地区精度相对较低,为  $95.16\%$ (表 2)。

表 2  $1:10$  万耕地遥感调查精度抽样检查结果

	图幅号	面积(航天)/ 亩	面积(航空)/ 亩	精度/( %)
苏 北 地 区	9 - 50 - 55	25 355	26 401	99.82
	9 - 50 - 58	35 760	36 026	99.26
	9 - 50 - 60	18 765	19 580	95.84
	9 - 50 - 67	34 170	35 959	95.02
	9 - 50 - 72	29 940	30 980	96.64
	9 - 50 - 73	31 695	33 381	94.95
	9 - 50 - 80	20 760	21 207	97.89
	9 - 50 - 84	32 640	34 144	95.59
	9 - 50 - 93	33 915	34 148	99.32
	9 - 51 - 61	33 975	33 832	99.58
	平均			97.48
苏 南 地 区	8 - 50 - 12	14 004	14 724	95.11
	8 - 50 - 13	11 255	11 905	94.54
	8 - 50 - 143	5 183	5 281	98.17
	8 - 51 - 1	11 766	12 480	94.27
	8 - 50 - 12	16 830	16 769	95.60
	8 - 50 - 133	12 542	13 222	94.86
		平均		

1 亩 =  $0.0667 \text{ hm}^2$

另一种方法是在 1∕25 万土地利用调查中,将成果数据与近期土地利用详查数据相比较,进行参考性分析。表 3 以扬州市卫星遥感调查 8 大类数据与土地详查数据相比,可以发现耕地、居住用地、水域定量精度较高,园地、林地、未利用土地精度较低,草地由于都是小面积分布且总数量很少,卫片解译和细小地物校正都漏判。另外,由于土地利用详查是 1992 年的数据,卫片是 1993 年 12 月,航片是 1994 年,这其中用地有变化,特别是市辖区变化较大。以上分析可以看出,定量精度受各方面因素影响,尤其与解译难度有关,但对耕地、水域、城镇等用地的调查还是很有效的。另外,1∕25 万比例尺太小,属概查性质,采用陆地卫星 TM 数据为主要信息

表 3 扬州市 1∕25 万卫星遥感调查与土地详查误差对比

市县	全市合计 误差 /(%)	市辖区 误差 /(%)	仪征 误差 /(%)	邗江 误差 /(%)	江都 误差 /(%)	高邮 误差 /(%)	宝应 误差 /(%)
土地总面积	0.06	2.56	0.24	- 0.07	0.77	0.06	- 0.36
耕地	0.36	- 9.62	- 3.31	- 1.24	1.80	- 1.79	2.23
园地	- 27.27	漏判	- 96.19	- 45.69	0.54	- 22.96	3.32
林地	- 34.32	46.15	99.10	114	- 2.66	6.82	- 12.71
草地	漏判	0	漏判	漏判	漏判	0	漏判
居住用地	5.08	20.93	3.02	4.14	3.36	7.21	2.80
交通用地	2.62	8.96	2.05	7.32	2.97	0.73	0.82
水域	0.43	- 0.74	- 0.78	- 5.29	- 1.27	0.78	4.64
未利用土地	- 14.14	漏判	0.13	- 0.70	1.39	- 23.20	- 32.99

源进行 1∕10 万土地利用调查,采用人机交互目视解译法,减少了图像回放、扫描数字化等程序,实现无纸化操作,提高了精度。

5 结论

- (1) 卫星遥感在土地资源调查中能发挥很大的作用,陆地卫星 TM 数据作为中—小比例尺土地资源调查的主要信息源是可靠的。
- (2) 采用图像处理、几何精纠正、目视综合解译、野外调查、计算机面积量测等技术方法,能保证在卫星遥感调查中取得较高的定位、定性精度和一定的定量精度。
- (3) 在地学分析的基础上,采用航空像片样区调查,并在基础地理信息背景数据库的支持下对卫星遥感解译成果进行细小地物和线状地物校正,能够有效的提高定量精度,从而满足国土规划和决策的需要。
- (4) 应用遥感、GIS 和制图一体化技术,使土地资源的遥感调查进入实用性阶段,不仅能达到较高的精度,而且这项技术及所建成的土地利用数据库,为土地利用变化的动态监测奠定了基础。

参考文献

[1] 傅肃性. 地学分析在遥感制图中的应用[J]. 国土资源遥感, 1994(3):41 - 47.

[2] 李树楷. 试论中国遥感发展战略[J]. 卫星遥感,1997,(3):12 - 17.

[3] 李伯衡. 论 TM 图像在土地利用和农作物布局动态监测中的定位定性精度[J]. 国土资源遥感,1991,(4):3 - 8.

[4] 蔡世红. 对深圳市土地资源调查结果的分析[J]. 卫星应用, 1996,(4):35 - 38.

A STUDY OF THE ACCURACY OF SATELLITE  
REMOTE SENSING IN LAND USE SURVEY

HUANGJia - zhu

( Institute of Environmental Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract** With the practice of land use and the investigation of cultivated land based on landsat TM data in Jiangsu Province as the main information source , this paper studies the positioning and qualitative as well as quantitative accuracy of satellite remote sensing in land use survey. The reliability , the applicability and the methods for improving the accuracy of satellite remote sensing in land use survey are also discussed.

**Key words :** Satellite remote sensing ; Land use survey ; Accuracy

作者简介: 黄家柱(1945 - ), 硕士, 研究员, 1968 年毕业于南京大学地理学系, 主要从事资源、环境遥感与地理信息系统研究。

(责任编辑: 肖继春)