

## 75-76 四川省农用土地资源卫星遥感宏观监测技术方法研究\*

周华茂 曾良修 喻歌农 刘鼎昌 张 驰  
(成都农业遥感分中心 成都 610066)F301.24  
TP7

**提 要** 通过对土地利用类型区的分层技术、卫星遥感抽样技术、样方调查方法、数据库建立、数据汇总与外推方法、数理统计分析与精度评估等6个专题的重点研究,探索出一套四川省农用土地利用现状卫星遥感抽样调查与监测的技术方法。该技术方法实用性和可操作性较强,已在四川省实施应用,完成了1:10万农用土地利用现状抽样调查。土地利用类型区分为7个层25个亚层,抽样数为118个,样方大小为10km×10km(即100km<sup>2</sup>),实际抽样率为2.0%。应用结果表明:在合理分层的基础上,采用卫星遥感抽样与地理信息系统相结合的方法,能满足土地利用现状宏观调查与监测的精度要求。

**关键词** 农用土地 宏观监测 卫星遥感 抽样技术  
**分 类** 中图法 TP7 F301.24

土地利用

农业自然资源数据,特别是耕地、林地、草地、荒地等农用土地利用现状数据,是制定农业开发总体规划,加强农业资源宏观综合管理,制定农业乃至国民经济发展计划的重要基础数据。四川是一个农业大省,其幅员辽阔,地形地貌复杂,地域差异显著,农用土地利用类型多。无论是采用常规普查方法还是采用遥感资料全覆盖处理的调查方法,都因其费用高、工作量大、资料数据更新速度慢,难以实现和维持对全省农用土地资源的大规模宏观调查与监测。针对这一问题,我们开展了卫星遥感抽样技术方法研究。

## 1 技术路线及研究方法

### 1.1 技术路线

在对调查区进行土地利用类型区分层研究的基础上,建立适合于农用土地利用现状遥感宏观调查与监测的抽样体系。通过对样方大小、抽样率、抽样数以及样方位置等抽样体系要素的重点研究,确定分层取样框图。利用卫星资料(TM影象)目视解译与实地核查的方法,完成1:10万比例尺精度的样方土地利用类型调查。在ARC/INFO地理信息系统的支持下,完成图件、数据录入和处理,建立专题图形库,完成数理统计分析和精度评估,利用外推法推算调查区及各行政单元的土地利用现状数据。

### 1.2 研究方法

见工作流程图(图1)。

\* 本研究得到国防科工委资助(93国航办技字8号)和农业部的支持,承蒙晏懋昭研究员指导,一并致谢。

收稿日期:1997-02-17;收到修改稿日期:1997-06-16。

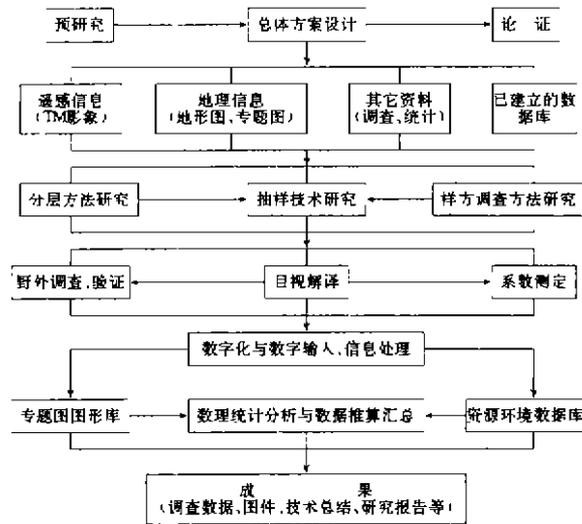


图1 工作流程图

Fig.1 The flow chart of working

## 2 主要研究成果

### 2.1 分层研究

依据卫星遥感抽样体系和地面取样框图建立的具体要求,选择确定影响土地利用构成最主要的因子作为分层依据,借助区划资料完成综合分层。

(1)采用二级分层法,建立土地利用类型区的二级分层系统(7个层,25个亚层)。

(2)选择地理位置、气候条件、总体地貌等区域地理条件和土地利用方式的主导方向等综

合农业生产状况作为层的划分因子,重

点反映出不同层之间的土地利用状况的总体区域分布差异。层的划分是抽样体系要素确定和卫星影像幅选择以及地面取样框图建立的重要依据。亚层是层的细分,以层内细地形地貌为依据来划分(共分为平原平坝、丘陵、低山、低中山、中高山、高山极高山和高原山原7个基本地貌单元)。主要体现出层内土地利用构成的地域分布规律,亚层的划分和在亚层基础上的抽样统计、汇总以及推算,有利于提高抽样调查中样方调查结果的精度和外推数据的可靠性。

(3)分层结果表明,在各亚层的土地利用构成中,耕地、林地、牧草地等各种主要地类的组合方式及其主导地类所占比重的差异很明显;不同层的主导亚层又是不相同的,层与层之间的土地利用状况差异显著。

### 2.2 抽样体系研究

#### 2.2.1 抽样体系要素的选择和确定

(1)TM 影像资料的选择 影像资料选择确定的主要原则是:①保证满足一定抽样率的需要;②能保证层内样方分布较为合理,以使样方包含尽可能多的土地利用类型;③能收集到较新时相和较好质量的影像。根据这一原则,选择抽取了区内 11 景 TM 影像作为抽样调查目视解译的基础资料。

(2)抽样率的确定 根据抽样统计要求和国内外研究的成功经验,确定本次抽样调查的总体抽样率不低于 1%。实际调查总体抽样率为 2.0%。

(3)样方大小的确定 经试验研究,确定样方大小为  $100\text{km}^2$ (即  $10\text{km} \times 10\text{km}$ )较为合适。因为:第一,在已确定抽样率的条件下,可确保每层有足够数量的样方;第二,在分层控制下,该大小已能包含较多的土地利用信息;第三,图上  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ (1:10 万比例尺)能满足 TM 影像目视解译局部套合对点的几何精度要求。

(4)样方数的确定 样方数是由各层面积、抽样率和样方大小来求算确定的。实际抽样情况是:样方总数 118 个,抽样总面积为  $118.0 \text{万} \text{hm}^2$ 。

(5)样方布设方式与样方位置的确定 样方布设是在所选择的 TM 影像范围内按 1:10 万地形图的图幅进行系统抽样;样方位置确定在包含被抽取的地形图图幅中心在内的  $10\text{km} \times 10\text{km}$  的公里网格范围。

### 2.2.2 地面取样框图的建立

以地形图接合图为基础框架,勾绘调查区界、层界、县界,套合 TM 影像分幅接合图,标绘样方点,制作出既能反映分层概况和样方点布局,又可查找 TM 影像轨道号、地形图图幅和样方具体位置的地面取样框图(图略)。

### 2.3 样方调查方法研究

样方调查采用 1:10 万 TM 影像目视解译为主,辅以典型样区野外调查、验证和有关系数(包括农村居民地系数、道路系数、沟渠系数和非耕地系数等)测算的方法来完成。其基本方法如图 2。

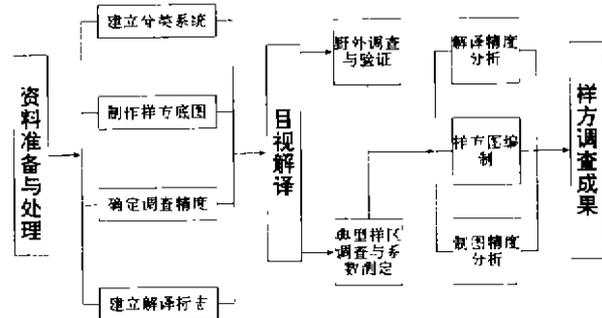


图 2 样方调查基本方法

Fig.2 The basic method of sample-square survey

### 2.4 数据库的建立

采用数字化输入的方法,完成有关图件的图形录入,在微机 ARC/INFO 地理信息系统支持下,实现对图形的编辑、核查、修改、接边,建立了以 GIS ARC/INFO 软件为支撑的四川省农用地利用现状抽样监测专题图形库(包括行政区划图形库、分层图形库、土地利用样方图形库等)。经过全数字化方式和统计汇总,建立了相应的资源环境数据库,实现了计算机控制下的图件和数据的查询、检查、更新与分析。

### 2.5 数据统计汇总与外推

主要工作包括样方数据、分层数据、行政区划数据和行政区内(即各县)分亚层数据的统计汇总,然后通过计算外推系数,按推算公式推算出县级行政单位的土地利用类型面积数据,汇总得出调查区土地利用类型面积。各亚层的不同地类的外推系数,是指在对不同土地利用样方调查数据分亚层统计的基础上,计算出的各亚层样方内不同土地利用类型面积占样方总面积的比例。县级行政单位的土地利用类型面积推算公式为:

$$S_{x,fy} = S_{x,f} R_{fy} \quad (1)$$

$$S_{xy} = \sum_{f=1}^n S_{x,fy} \quad (2)$$

式中  $S_{x,f}$  为  $x$  县  $f$  亚层面积;  $R_{fy}$  为  $f$  亚层中  $y$  地类的外推系数;  $S_{x,fy}$  为  $x$  县  $f$  亚层中  $y$  地类的面积;  $n$  为  $x$  县的亚层数;  $S_{xy}$  代表  $x$  县  $y$  地类的总面积。

### 2.6 数理统计分析与精度评估

通过编制相应的汇总统计与分析程序,按照分层抽样样本的土地类型成数抽样方法,求算样本特征值,对样本代表性作出评价。其中总体样本数为 118,总体抽样率为 2.0%(1~7 层样本数分别为 25、22、15、13、11、12 和 20)。从各土地类型的总体平均成数、总体方差、总体抽样误差、总体估计误差和总体估计精度等求算研究区总体样本特征数,采用 T 检验,在可靠性为 0.95 条件下,调查区主要农用地利用类型(如水田、旱地、林地、牧草地等)的估计精度在 91%~96%。

## 3 结 语

(1)以 TM 影像为基础资料,应用遥感抽样技术和地理信息系统手段相结合的方法,可实

现大区域农用地利用现状的宏观调查与监测。

(2)数理统计分析与精度评估结果表明,土地利用类型区的分层方法和分层结果合理,卫星遥感抽样技术较为实用,操作性强,抽样样本具有显著的代表性,样方调查方法能满足1:10万土地利用现状宏观调查与监测的精度要求。

(3)经过应用研究和应用实施,查清了四川省农用地利用现状,建立了专题图形库和资源环境数据库,为建立农用地宏观监测系统奠定了基础。

### 参考文献

- 1 曾良修,周华茂,喻歌农等.四川成渝地区耕地变化遥感调查初报.西南农业学报,1994,7(4):49~53
- 2 郭德友,吕耀昌,彭德福等编译.农业遥感.北京:科学出版社,1986 1~5
- 3 四川省土地资源调查办公室.四川省土地利用现状调查技术手册.成都:成都科技大学出版社,1989.3~45
- 4 刘淑珍,沈振兴.四川省县级农业地貌区划及耕地分布规律研究.成都:成都地图出版社,1990 22~25

### 第一作者简介

周华茂,男,1963年4月生。1988年毕业于南京农业大学土壤地理专业,获农学硕士学位。现任成都农业遥感分中心(四川省农业科学院遥感应用研究所)副主任,副研究员,农业部“长江上游土地资源利用与保护”重点实验室副主任。主要从事遥感技术在农业上的应用研究工作,先后主持和主研科研课题10项,获省、局级科技进步奖三项,发表有关学术论文10篇。

## A STUDY ON THE TECHNIC METHODS OF THE MACRO-MONITORING OF THE AGRICULTURAL LAND RESOURCES IN SICHUAN PROVINCE BY USING SATELLITE REMOTE SENSING

ZHOU Hua-mao ZENG Liang-xiu YU Ge-nong

LIU Ding-chang ZHANG Chi

(Chengdu Subcenter of Agricultural Remote Sensing, Chengdu 610066)

**Abstract** On the basis of the stratification of the regions of land use type, by using the satellite remote sensing data and sampling technique, the technic method of the macro-monitoring of the agricultural land resources in Sichuan Province has been established and the survey of the present situation of the utilization of the agricultural land on the scale of 1:100 000 has been completed. This study also has made the special theme researches on the method of the sample-square survey, the establishment of data base, the gathering together and extrapolation of data, and the statistical analysis and accuracy assessment method of data. The regions of the land use type of the studied area are divided into 7 strata and 25 substrata. The number of the sample-square sampled is 118. The size of the sample-square is 10×10km<sup>2</sup>. The actual sampling rate is 2.0%. The application results show that on the basis of rational stratification, adopting the method of combining the satellite remote sensing sampling and GIS can meet the accuracy requirements of the macro-survey and macro-monitoring of the present situation of land use. This paper emphatically introduces the technic methods which have relation to this study.

**Key words** agricultural land, macro-monitoring, satellite remote sensing, sampling techniques