

土地利用与土地覆盖遥感调查技术研究^{*}

岳彩荣

(西南林学院 资源学院, 云南 昆明 650224)

摘要:介绍了利用光谱响应特征阈值算法、有监和无监分类方法,结合人工目视解译进行土地利用与土地覆盖信息提取的技术过程和结果.研究结果表明:分层次、多种信息提取方法进行山区土地利用与土地覆盖调查具有速度快、技术操作简单、可识别类型多的特点;对林地和水域的分类识别精度可达85%以上,但对山区农村居民地的面积难以准确提取,必须借助人工解译方法,并参考其他辅助资料才能获取.

关键词:山区;土地利用;土地覆盖;遥感调查;层次分析

中图分类号:TP79:F301.24 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7179(2003)02-0044-05

土地利用与土地覆盖及其动态变化一直是环境变化研究的重要内容,它不仅是自然变化的反映也是人类活动的结果.“长防林”工程实施的结果将直接导致工程区的土地利用和土地覆盖变化,因此,研究项目区的土地覆盖及其变化将成为检验工程实施效果的一个重要内容.然而,由于土地利用与土地覆盖变化的复杂性和随机性,常规调查方法难以及时把握工程区的土地覆盖情况.随着遥感和计算机技术的发展,迫切希望能建立一套基于遥感数据(特别是卫星数据)并采用计算机自动分类为主的信息提取技术来进行土地利用和土地覆盖调查.但由于种种条件的限制,全部采用计算机自动分类识别技术获取的土地覆盖精度还不能满足用户要求^[1].为此,笔者在对国内外有关的土地利用覆盖分类研究的基础上^[1-6],针对土地覆盖类型影像的复杂性,利用计算机无监分类、有监分类、光谱响应特征阈值算法与人工解译相结合的混合解译方法,并以“长防林”第一期工程启动县昭通、大关两个市、县为试验区,进行了土地利用覆盖的信息提取研究.在信息提取过程中,根据遥感图像解译的一般原则——从简单到复杂、从明显到不明显的分级提取原则,采用层次分析方法(AHP: Analytic Hierarchy Process)针对试验区

的具体覆盖类型逐级设计分类器,直到各种类型信息提取完毕为止.

本文主要介绍基于 LANDSAT TM 数据,使用 ERMapper 6.0 遥感图像处理软件进行土地利用与土地覆盖信息提取的过程及结果.

1 试验区和使用数据

试验区位于长江上游金沙江流域的昭通、大关两市县,平均海拔 1 885 m,是 1989 年长防林工程第一批启动县.所用数据包括 1999 年 12 月 26 日接收的 TM 数据,轨道号为 129-41,另外还收集了该区 1/10 万、1/20 万地形图,1996 年成图的 1/25 万土地利用现状图和土地资料详查报告.

2 土地利用覆盖信息提取方法

试验区位于云贵高原北部,地形复杂,深度切割,地形相互立体掩映突出,加之区域内人口密度大,地类插花大,致使卫星图像数据中混合像元增多,光谱特征复杂,分异现象严重,“同物异谱,异物同谱”现象突出.如果完全依靠计算机自动分类将很难达到精度要求.

目前在计算机自动识别分类中采用的方法主要是基于单个像元的光谱特征分类如监督分类和

^{*} 收稿日期:2003-01-17

基金项目:云南省青年基金资助项目(96C068Q);云南省省级重点建设专业西南林学院林学专业资助.

作者简介:岳彩荣(1964-),男,云南建水人,副教授,主要从事遥感与地理信息系统方面的教学、研究.

非监督分类.近年来,虽有一些结合空间结构及纹理分析的分类方法出现,但还不太成熟.经过查询国内外主要的制作土地利用覆盖的资料后,针对研究区的特点最终选择了以光谱响应特征阈值算法、有监和无监分类为主,结合人工目视解译的综合信息提取方法,采用层次分析方法^[7](AHP),将土地覆盖类型分为若干层次,先进行类间光谱差异大的类别信息提取,得到第一层次的分类结果,基此再对各分类结果探索进一步的分类处理,获得第二层次的分类结果,如次进行,直至分出所有的类别为止.在分类中,对不同的土地覆盖类型使用不同的识别分类方法.林地和水域光谱特征差异大,利用光谱特征阈值算法易于将它们与背景分离开,形成第一层分类结果.在第二层次的识别分类中,利用无监督分类方法将林地进一步分为

有林地和灌木林地;利用人机交互目视解译将水域信息划分为水库、河流和湖泊;利用光谱特征阈值算法将林地和水域以外的数据分为阴影区与非阴影.在第三层分类中,由于阴影区地形陡峭,分类时未考虑居民地和农地;对非阴影区数据的进一步识别首先采用目视判读将道路和居民地识别出来,经掩模处理后将余下数据作为第四层次的数据,第四层次识别中,采用有监督分类方法进行识别分类.

3 土地利用覆盖信息提取过程

3.1 土地利用覆盖遥感分类系统的制定

结合试验区土地利用特点和遥感信息的可判性,建立土地利用分类体系,见表1.

表1 长防林工程区土地利用分类体系

一级	耕地	林地	园地	草地	居民地	水域	交通用地	未利用地
二级	旱地、水田	有林地、灌木地、疏林地	果园、其他	高覆盖、中覆盖、低覆盖	城镇、农村	水库、湖泊、河流	公路、机场	裸地

3.2 遥感数据分类预处理

该步骤的主要任务是对试验区的卫星影像进行几何校正,针对各种地物覆盖类型进行增强处理和特征提取.内容包括对光谱信息量、光谱结构、波段相关性、波段优化组合的分析和各种变换增强.

3.3 土地利用覆盖类型的逐级提取

根据以上技术方案,首先按一级土地利用类型进行信息提取.

3.3.1 林地信息提取 通过对研究区的 TM 数据分析和植被的地物光谱特征研究,结合野外踏查建立的林地判读标志,经反复试验和对比分析,利用光谱阈值算法构建了 1999 年 TM 数据无阴影区域的林地植被(不含疏林地)的分类器为:

If $TM\ 4/TM\ 3 \geq 1.2$ and $TM1 \leq 56$ Then 林地
ELSE 非林地.

经此分类器识别林地信息共 105 534.02 hm^2 ,经与野外踏查的 GPS 记录点和昭通地区 1996 年编制的土地利用现状图对比,判对率达 88.7%(表 5).根据林地二级分类系统,利用 NDVI, TM 5, TM 7, TM 2 作为分类特征因子,将以上提取的森林信息通过无监督分类进一步将森林信息分为有林地、灌木林地,见图 1.

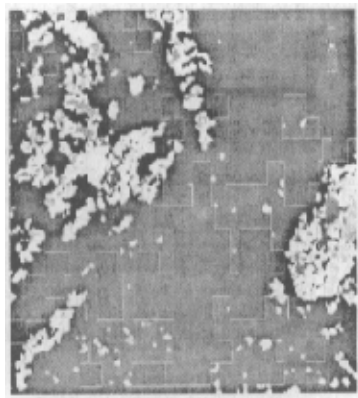


图1 经林地分类器的林地信息提取

3.3.2 水域信息提取 对于水域信息提取的算法也采用基于光谱特征而构建的阈值算法,经反复对比试验后,确定为: $(TM\ 2 - TM\ 5)/(TM\ 2 + TM\ 5) > 0.3$ and $TM\ 3 - TM\ 4 > 4$ and $TM\ 2 > 17$ and $TM\ 4 < 11$

经此提取的面积为 7 524.32 hm^2 .水域信息提取后再经人机交互进一步划分为水库、湖泊和河流.在第一层次提取林地和水域后,经过掩模处理,使余下数据不含第一层次的数据.

3.3.3 阴影区域信息提取 在提取水域和林地信息后,曾使用无监分类进行处理剩余数据,但由于阴影太大,效果不好,主要问题为阴影在分类后

几乎都被分成了一类,这显然不符合事实.为此,本次研究将阴影区单独提取出来,作为独立总体,再针对阴影区进行特征提取后,进行无监督分类,见图 2.

阴影提取的算法为: $TM\ 2 - TM\ 3 < 6$ And $TM\ 3 - TM\ 4 < 6$ And $TM\ 4 - TM\ 5 < 6$ And $TM\ 1 < 55$.

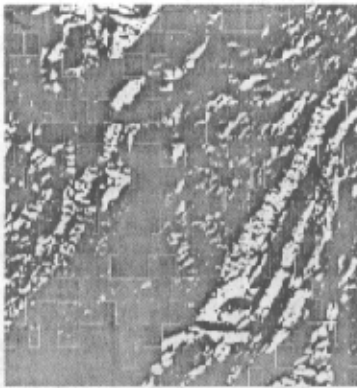


图 2 阴影区信息提取

经此提取的阴影面积为49 562.62 hm²,占整个试验区面积的 12.9%.在阴影区数据内,利用单波段数据 TM 5 及派生数据 $(TM\ 3 * TM\ 5)/TM\ 7$,ND-VI,PC 1,PC 3 参与进行无监督分类^[8](PC 1,PC 3 为 TM 1-5,6 的主成分).分类前,首先对分类波段进行线性拉伸,以免由于数值较小的比值波段的作用被掩盖,影响分类效果.经过对阴影区光谱数据的统计分析,确定了初始分类类别数为 12 类,之后再根据其他辅助资料信息加以调整归并为 5 种地类.经此处理后,较大程度减弱了山区地形阴影的影响,分类结果见表 2.

表 2 阴影区中土地利用分类结果 hm²

总面积	有林地	灌木林地	疏林地	草地	裸地
49 562.62	23 028.84	18 841.78	1 923.21	3 922.78	1 846.01

3.3.4 非阴影区的其他信息提取 对非阴影区

数据的进一步识别首先采用目视判读将道路和居民地识别出来(图 3),经掩模处理后将余下数据作为第四层次的数据,第四层次识别中,采用有监督分类方法进行识别分类.在分类前,首先进行特征提取研究.如在对果园的信息提取中,采用彩色变换增强方法,将果园分布信息从农作物



图 3 经人工解译的居民用地和机场(白色)

背景色调分离出来.在遥感图像特征提取中,曾经对各种优化组合方案进行了广泛研究,在此基础上,此次分类选取了TM 5,TM 3,TM 4,PC 1,5×7/3 参与分类^[8].分类前,对各波段数据拉伸后参与分类.

对监督分类的训练区选择数量数应至少大于波段数乘以分类类型数^[7].按此原则本研究选取了 60 个训练区.经多次调整分类参数试验后,得出了非阴影区除林地和水域后的土地覆盖分类结果(图 4),其面积统计见表 3.

3.3.5 土地利用与土地覆盖识别分类结果 将第一层次提取的林地、水域以及阴影区的土地利用分类面积表 2,非阴影区除林地水域外土地利用分类结果表 3 汇总后,按土地利用一级地类进行统计(表 4).各级分类图叠加后形成研究区土地利用图,见图 5.

表 3 非阴影区除林地水域外土地利用分类结果

hm²

居民地	疏林地	交通用地	草地	园地	水田	旱地	水浇地	未利用地
10 756.00	17 816.47	2 780.00	19 902.24	7 293.06	17 759.83	63 591.32	12 623.49	43 919.24

表 4 昭通、大关土地利用一级地类分类汇总

hm²

总面积	林地	农耕地	园地	牧草地	水域	交通	居民地	未利用地
384 134.24	167 144.32	120 891.73	7 293.60	19 902.24	7 524.32	2 780.00	10 756.00	47 842.02
%	43.51	31.47	1.89	5.18	1.96	0.72	2.80	12.45

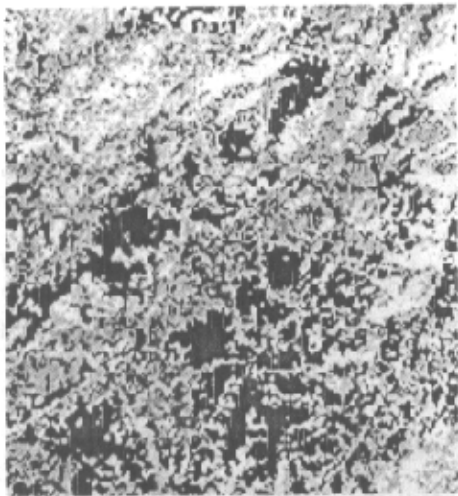


图 4 无阴影区除林地和水域外分类图

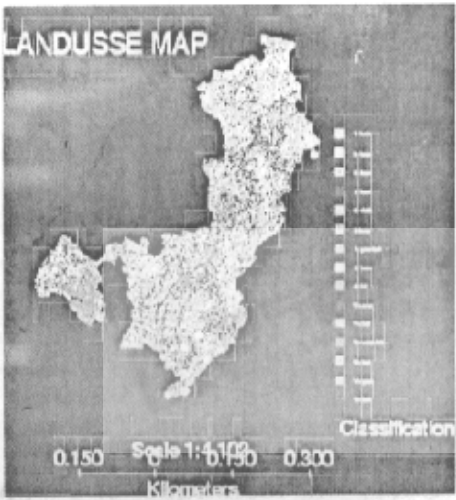


图 5 土地利用与土地覆盖图

3.3.6 精度检验与分析 精度检验使用误差矩阵构造统计评价参数的方法(表 5). 本研究中, 检验样点除了野外调查时获取的 50 个 GPS 采样点外, 还利用了 ERMapper 6.0 的地理连接(Geolink)功能, 通过对分类结果图像显示窗口与增强处理后的最优波段组合的显示图像窗口进行地理连接, 结合参照 1996 年的土地利用现状图(1:25 万)进行对照检验. 假设优化组合图像的人机交互判

对率为 100%, 然后通过直接漫游方式, 进行分类图像的抽样检验, 最后构建了误差矩阵. 应用这种方法检验, 一方面可大大节省野外工作时间、费用, 另一方面, 由于它具有实现对检验点与参考点的准确定位和匹配, 避免了其他检验方法存在的空间定位误差大的影响. 本次检验结果仅针对一级地类.

表 5 土地利用分类精度检验混淆矩阵

	林 地	农耕地	园 地	草 地	水 域	交 通	居民地	未利用地	检验总数	精度/%
林 地	121	12	4	2	0	1	3	3	136	88.7
农耕地	13	109	10	11	3	2	5	2	145	75.2
园 地	3	7	42	2	0	2	3	0	59	71.2
草 地	2	5	0	62	0	1	2	7	79	78.5
水 域	2	3	0	0	48	0	2	0	55	87.3
未利用地	4	5	1	7	0	1	2	72	92	78.3

由表 5 可知, 林业用地和水域精度最高, 分别为 88.7% 和 87.2%. 其他分别为: 农地 82.1%, 园地 71.2%, 草地 78.5%, 未利用地 78.3%, 表 5 中未对交通用地和居民用地进行检验, 因为交通用地面积和农村居民用地主要参考统计资料获得.

总体精度 = $\frac{\text{各地类判对数}}{\text{总检类型样点数}} = \frac{454}{566} = 80.2\%$

4 结果与讨论

(1) 研究结果表明: 采用层次分析法(AHP)对 TM 数据进行土地利用调查, 可最大程度识别出土地利用类型. 由于采取了由易到难、从明显到不明

显的分层提取方法使得一些光谱特征差异明显的地类如林地、水体提取后, 剩余数据可充分利用亮度空间的各变换使它们在原始数据中不易区分的地类通过分层提取后容易区分.

(2) 林地和水域识别分类精度可达 85% 以上, 其他地类的识别精度则有待提高. 要达到地面调查的二级用地类型的识别分类, 仍存在着许多困难. 如人工草地、天然草地的区别等; 未成林造林地的识别等. 另外, 由于 TM 空间分辨率的限制(TM 为 30 m), 山区农村居民点及道路交通用地难以准确提取, 山区地形相互立体掩映, 阴影面积大

增加了信息提取的难度. 解决办法除加强地面调查外, 有条件的地区应辅以航空像片, 并充分利用相关资料信息和推理知识, 在 GIS 技术支持下加以解决, 这些问题有待今后进一步研究解决.

[参 考 文 献]

- [1] 赵有松, 李京伟, 陈 军. 基于 ETM+ 制作土地利用覆盖图[J]. 测绘科学, 2001, 26(3): 39 ~ 42.
- [2] 甘 淑. 澜沧江流域山区土地覆盖遥感监测分类组织与实施技术研究[J]. 资源科学, 2000, 22(5): 78 ~ 82.
- [3] 王晓东, 崔红伟. 3 S 技术在土地利用和覆被动态监测中的应用[J]. 国土与自然资源研究, 1998, 79(3): 27 ~ 31.
- [4] 范月娇, 江晓波. 空间信息技术支持下的三峡库区土地利用时空变化分析[J]. 资源科学, 2002, 24(5): 75 ~ 80.
- [5] 任维春, 王建卫. 综合利用 3 S 技术监测土地利用变化[J]. 遥感信息, 2000, 59(3): 19 ~ 22.
- [6] GREEN K. Using remote sensing to detect and monitor land - cover and land - use change[J]. PE&RS, 1994, 60: 331 ~ 337.
- [7] 孙家柄, 舒 宁, 关泽群, 等. 遥感原理、方法和应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1997.
- [8] 赵宪文. 林业遥感定量估测[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.

A Study on Technique of Landuse / Land - Cover Investigation by Remote Sensing in Jinshajiang River Basin

YUE Cai - rong

(Faculty of Resources, Southwest Forestry College, Kunming Yunnan 650224, China)

Abstract: this paper describes the process on using the methods combined spectral threshold algorithm, supervised classification, unsupervised classification and the manual interpretation based on Landsat TM to derive landuse and landcover information. The results show that the scheme of multi - stage classification combined different information extracting techniques work well for most cover - types. The accuracies for identifying forest land and water area are more than 85%. But it's difficulty to derive some cover - types correctly, such as small resident area and small road in the mountains.

Key words: mountainous district; land - use; land - cover; remote sensing investigation; AHP