

遥感及 GIS 技术支持下林地动态变化图的编制 及林地资源动态变化研究

——以四川省盐源县为例

孙燕, 周万村, 江晓波

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘 要: 遥感和 GIS 技术的发展, 为多种土地利用图的编制和资源环境的动态变化研究提供了精确、有力的分析手段。本文以盐源县 1986 年土地利用数据和 2000 年 TM 影像资料为信息源, 阐述了利用 GIS 软件制作 1986 年至 2000 年林地资源动态变化图的方法; 并据此对盐源县林地资源动态变化进行驱动因子分析。结果表明: 盐源县林地面积总的趋势在减少, 林地结构在 15 年间发生了较大变动; 垦殖以及林火因素是引起这一系列变化的主要原因。

关键词: 遥感; GIS; 盐源; 林地; 制图; 动态研究

中图分类号: TP75

文献标识码: A

引进和开发高技术项目是我国 21 世纪林业行动计划中的重要内容, 是实现科技兴林、促进林业现代化、确保 21 世纪林业战略目标实现的重要保证。

遥感(remote sensing, RS)技术具有宏观、准确、动态等特点, 能为资源环境动态研究提供大量多平台、多时相、多波段的实时信息; 地理信息系统(GIS)具有强大的空间数据存储、管理、分析、编辑、制图等能力, 可使遥感信息源得以广泛应用。

同时, 遥感和 GIS 一体化^[1,2], 是 20 世纪 90 年代以来二者发展的共同趋势。其有机结合用于林地资源研究, 是近几年林地资源研究工作在技术上的一个新突破。

1 制图区区情和信息源

盐源县位于四川省西南部、雅砻江上中游, 幅员 8 398 km², 人口 30.2 万^[3], 居住着汉、彝、藏、蒙古、纳西、布依等民族。县境地处横断山脉东段, 为一断陷的山间盆地。该县海拔高、垂直变化大; 盆地内海拔多在 2 300 m 以上, 盆地四周山地海拔多在 3 000 m 以上。据遥感 TM 影像可以看出, 本区林地资源尤其是有林地资源较为丰富。林地总面积为 495 427 hm², 占该县总面积的 59%。然而, 该区的林地资源也遭受了不同程度的破坏。其变化情况及

原因, 在某种程度上可反映整个西南地区林地资源变化情况和原因。将该县选为研究对象, 颇具典型性和代表性。

本次研究所用的图形数据来源于西南地区土地利用时空数据库中 1986 年的盐源县 1:10 万土地利用本底数据; 图像数据为 2000 年盐源县 Landsat TM 原始数据; 其他辅助信息有盐源县 1:10 万地形图、林业统计数据及相应的植被数据库、野外调查采样数据、林相图、政区图等以备参考。

2 遥感数据处理和图像判读

2.1 遥感数据处理

2.1.1 波段选择和图像合成

Landsat TM 图像各波段的信息量为

$$H = - \sum_{i=0}^{255} P_i \log_2 P_i^{[4]}, \text{ 其中 } P_i \text{ 为第 } i \text{ 灰阶出现的频率, 是单波段影像的信息量。}$$

本文选用 TM2、3、4 三个波段, 合成标准假彩色图像。合成的 2000 年图像植被信息丰富、色彩层次清晰、反差适中。

2.1.2 图像几何精纠正

扫描并数字化盐源县 1:10 万地形图, 对合成的 2000 年 TM 影像进行深加工处理(见图 1), 完成图像精纠正。

2.1.3 图像增强

收稿日期: 2000-03-29.

基金项目: 中国科学院知识创新重大项目专题: 西南地区土地利用时空数据库与区域动态分析(编号 KZCX1-Y-02-01-07)部分成果。

作者简介: 孙燕(1977-), 女(汉族), 山东威海人, 1999 年毕业于山东师范大学人口·资源与环境学院, 现为山地所硕士研究生, 主要从事 21994-20 地图学与地理信息系统研究

合成的 TM 图像,有时亮度层次仍嫌不够显明,地物的边界不易辨认清楚。GIS 软件 Image Analyst 具有强大的图像增强处理功能,提供了诸如 Gaussian、Equalize Full 等多种图像增强方法,能方便地对图像进行所需的自动数字增强处理,从而使图像中所需地物信息的反差增强,地物影像突显。

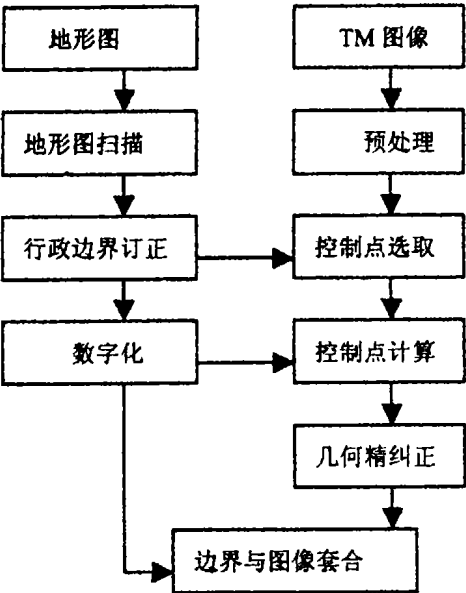


图 1 遥感信息深加工处理流程
Fig. 1 Flowchart of deep-processing
RS information

2.2 分类体系的建立与判读

本次研究,对林地进行结构分类,采用的是土地利用二级分类系统^[5]中的林地分类系统,见表 1。

表 1 土地利用分类系统(林地部分)

Table 1 Sorting system of forestry resource landuse		
编码	土地利用类型	意 义
	林地	指生长乔木、灌木、竹类以及沿海红树林地等林业用地。
21	有林地	指郁闭度> 30%的天然林和人工林,包括用材林、经济林、防护林等成片林地。
22	灌木林地	指郁闭度> 40%、高度在 2m 以下的矮林地和灌丛林地。
23	疏林地	指郁闭度为 10%~30%的稀疏林地。
24	其他林地	指未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园、茶园、热作园等)。

由于在遥感影像中存在同物异谱、同谱异物现象,诸如茂盛的草地与灌木林地影像色调上较难区分,而且盐源县海拔较高、山势崎岖,山体造成的

阴影较多,故计算机自动分类达不到实用的精度要求。为此,本文采用人机交互模式进行影像判读,即遥感影像屏幕数字化,提取林地专题信息。目视解译的最大优点是方便灵活,解译者能充分利用影像解译标志和其他辅助信息识别地物。

本次选用的是夏季到初秋的遥感影像,植物生长旺盛,林草较易区分。运用地学相关分析方法,结合已有资料和经验知识,经野外实地验证,建立盐源县各林地结构类型的判读标志如下:

- 1. 有林地: 山区有林地界线自然圆滑,一般呈较不规则的片状或带状,防护林呈较规则的格网状。针叶林为深红(偏紫)色,针阔林暗红,阔叶林浅暗红。中、幼林色调稍淡。单一树种如云南杉影像结构均匀、细腻;混交林结构细腻,但不均匀。
- 2. 灌木林地: 形状不规则。一般呈浅红色,由于覆盖度不同,其深浅有差异。低覆盖度影像纹理结构粗糙,高覆盖度纹理相对细腻,但不如生长旺盛的草地纹理光滑。
- 3. 疏林地: 受地形控制,边界较圆润,形状不规则。浅红色中常有点状鲜红、暗红色,与有林地的区别主要是色调不均一。疏林一般与草、灌共生,界限不清晰,纹理也较粗糙。
- 4. 其他林地: 形状不规则。果园呈鲜红色散布在耕地或居民点周围;迹地林为青灰色;等等。

3 动态变化图的编制和显示、输出

3.1 编辑制作

3.1.1 动态图斑的圈定

将盐源县 1986 年土地利用全要素文件 yy86.dgn 叠加于 2000 年 TM 图像上,在 Microstation 环境下解译林地的动态变化信息,在原 GIS 图的基础上勾画、增删林斑边界并加入动态变化属性码。

3.1.2 数据格式转换并导入 ARC/INFO

将包含动态变化林斑的 yy86.dgn 文件,在指定目录下转换成与 ARC/INFO 中格式兼容的文件 yydt.dxf,并导入 ARC/INFO,生成全要素 Coverage 文件 yydt。

3.1.3 用户码的生成

建立 yydt 的属性表,并生成用户码 yydt-id,依次用命令 Build Point、Joinitem、Idedit 实现。

3.1.4 编辑 Coverage

Arc 下 Nodeerrors 和 Labelerrors 命令查找 yydt 的弧段和用户码错误,启动 Arcedit 模块用相关命令

改错,并检查是否有不合逻辑的编码(如 0 码),直到 yydt 中每个图斑有且只有一个用户码为止。

3.1.5 动态图斑提取和属性库自动更新

将动态图斑从 yydt 中提取出来,生成新的 Coverage 文件 dt,再进行编辑查错。最后 Clean 命令重建拓扑关系,将动态属性信息正确添加到 GIS 属性库中。

至此即完成了 1986 到 2000 年林地结构动态变化数字地图 dt 的制作。

在 ARC/INFO 的编辑过程中,特别是在 Arcedit 模块下,逐个键入编辑命令稍显烦琐。有两种方法可显著提高编辑效率:一是使用 ARC/INFO 中的宏语言 AML 编写批处理程序,可同时自动处理数条命令;二是用 MenuEdit 生成用户所需的功能菜单,将键入命令操作变为面向对象的操作,充分显示了 GIS 软件的优越性。二者对于多个 Coverage 的编辑处理尤能显示其强大功能。以盐源县为例,一个简单的查找小于零的错误属性码程序,其 AML 代码如下:

```
&args yy86
ae
disp 9999 size 700 800 pos 0 0
```

```
intersectarcs add
ec yy86
sds 2
de arc lab ids
draw
ef lab
sel $id < 0
cal $symbol = 4
ds
```

3.2 电子地图的生成、显示和输出

在 ArcView 中,对 dt 做相关整饰,赋予各林地结构类型不同的颜色,加注标题、图例等,便生成了电子地图 dt,可将之显示或打印输出。在图上用鼠标直接点击林斑,立刻出现其属性信息,可方便地进行查询和修改。

为便于后文分析林地动态变化,本文将电子地图 dt 与 1986 年土地利用全要素 Coverage 文件 yy86 进行叠加、编辑查错,得到 2000 年全要素土地利用类型图。将耕地、草地等土地利用类型合并成其它非林地类型显示出来,可更加直观地看到 1986 年到 2000 年林地动态变化情况(见图 2)。



注:图例中林地结构类型编码的正号表示 1986~2000 年林地类型的面积增加,负号表示减少。下同。

图 2 盐源县 1986~2000 年林地结构动态变化(东北部分)

Fig. 2 The dynamic changing map of forestry structure of northeast Yanyuan county (1986~2000)

4 制图区林地动态变化特征分析

自动生成属性信息库, 是 GIS 软件编制专题地图的优势之一, 从中可提取诸多属性信息, 诸如类型编码、面积等。本文根据 1986 年和 2000 年林地结构类型图的属性库, 在 ARC 下用 Statistics 命令生成不同类型的林地统计数据并做成各种综合统计图, 分析 15 年来盐源县林地动态变化非常方便。

4.1 动态变化分析

表 3 中的数据, 表明了 1986 和 2000 年各土地利用类型的变化情况。其中, 林地总面积明显减少, 减少面积达 2 895hm²。

表 3 盐源县 1986 年和 2000 年土地利用类型及变化情况
Table 3 Landuse categories and dynamic changes of Yanyuan county between 1986 and 2000

土地利用类型	2000 年面积 (hm ²)	1986 年面积 (hm ²)	动态变化面积 (hm ²)
耕地	150199	149716	484
林地	492532	495427	- 2895
草地	207539	204236	3303
其他	8323	9214	- 891

从图 3、图 4 中可看出盐源县林地总面积和林地结构动态变化情况。

15 年中, 虽然某些林地类型的面积有所增加, 但消长相抵之后, 林地总面积呈减少趋势, 减少面积 2 895hm², 达 5.9%。绝大部分消耗掉的林地变为耕地和草地。由于林地与除草地和耕地之外的其他类型之间转换的面积较小, 故未在图 4 中列出。

2000 年林地结构与 1986 年相比的变动状况, 表现在: 有林地面积减少; 灌木林地、疏林地破坏较严重; 其他林地则大面积增加。

由于海拔较高、地势险峭等原因, 有林地虽然面积有所减少但总体而言变动相对较小。但灌木林地、疏林地、其他林地的面积变动较大, 特别是其他林地。1986 年, 其他林地面积为 347hm², 占当年林地总面积的 0.7%。2000 年其相应数据分别为 1 691hm² 和 3.4%, 增加了 1 344hm² 和 2.7%。15 年间, 灌木林地和疏林面积净减少数字分别为 782hm²、663hm², 按年度计算二者平均每年减少的面积分别为 52hm²、44hm², 数字触目惊心。

4.2 影响因素分析

林地面积动态变化和林地结构变动主要是由于垦殖以及林火造成的。

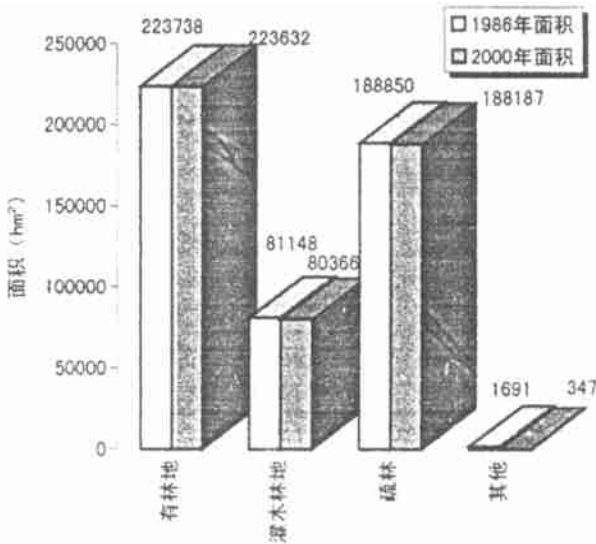


图 3 盐源县 1986 年和 2000 年林地结构

Fig. 3 The forestland structure of Yanyuan county in 1986 and 2000

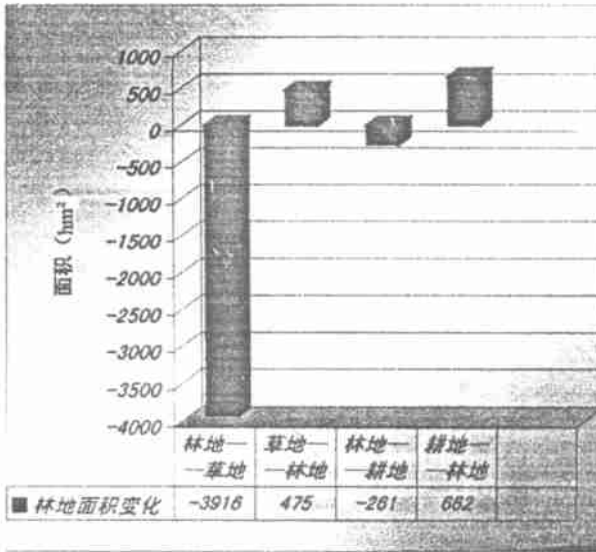


图 4 盐源县 1986~2000 年林地动态变化统计

Fig. 4 Forestland resource landuse changes of Yanyuan county between 1986 and 2000

1. 社会经济因素

借助计划经济向市场经济转轨以及从过渡阶段到基本实行市场经济的契机, 盐源县经济也得到迅速发展。1998 年全县实现国内生产总值 5.4 亿元, 人民生活水平大幅度提高。但另一方面, 经济发展的结果又造成了城镇等用地侵占耕地、耕地又侵占草地和林地等的恶性循环。1986 年到 2000 年, 林地被砍伐成为草地的面积达 3 916hm², 被砍伐的林地

类型主要是灌木林和疏林。

2. 历史遗留因素

四川省是典型的农业大省,曾经受“以粮为纲”思潮的影响^[9],毁林开荒的现象较突出。现在四川省许多以山地为主的县市,比如盐源县,仍有“向山要粮、向林要粮”的现象,造成垦殖毁林现象屡见不鲜。

四川省凉山州自古就有刀耕火种的习惯,作为凉山州区辖之一的盐源县也不例外。盐源县少数民族较多,一些地区仍沿袭较原始的耕作方式,再加上经济发展的负面影响以及利用雅砻江水运(漂水)之利砍伐、盗伐林灌用于生活燃料等原因,使林地面积锐减的同时,坡旱耕地以及撂荒而成的放牧地、草地面积相应地有所增加。

1986年到2000年,林地垦殖为耕地的面积是 261hm^2 ,这对于人口稀少、耕地面积只占总面积的17.5%(1986年)的盐源县来讲,已是不小的数字了。

3. 自然和人为林火灾害

盐源县林火发生频繁。火灾多因人为引起,如烧荒垦地、施工放炮、吸烟等,较少因自然原因如雷电等引起。从TM图像上能明显看到一些散在的青灰色调的林火迹地图斑(编码为24,属于林地结构类型中的“其他林地”)。1986年到2000年其他林地面积净增 $1\,344\text{hm}^2$,这个数字比耕地、草地转化为林地面积的总和 $1\,138\text{hm}^2$ 多出 206hm^2 ,说明增加的其他林地很大程度上是林火迹地更新林和经济林、防护林等,是林地内部结构的变动。

4. 政府宏观调控因素

1998年长江中下游发生特大洪水,中央决定在长江上游禁止砍伐天然林,并从1998年下半年起,采取果断措施停止川西地区的林木采伐,将5万名伐木工人转变为植树工人。四川省也进一步决定在西部大开发中把长江上游建设成长江中下游的天然生态屏障。这些宏观调控因素的作用,在2000年图像上表现为林地面积有所增加,说明局部砍伐现象得到改善。15年间,因制止乱砍滥伐、退耕退草还林及植树造林、林火迹地或集中砍伐迹地的自然更新等原因,林地面积增加总计 $1\,138\text{hm}^2$,林地恢复前景看好,但整体恢复并增加林地覆被,尚需时日。

4.3 措施

西部大开发战略是21世纪我国经济发展的必然取向,但脆弱的生态环境势必会制约经济开发活动的进行。林地在优化生态环境建设、实现可持续发展中起着十分重要的作用。

西南地区的林地资源被称为中国的“肺叶”^[7]。然而目前,西南地区的森林覆盖率和生态环境质量都在急剧下降。

盐源县地处长江上游的西南林区,在四川省林业区划中属于川西南山地用材林、防护林区^[8]。其林地资源是长江中下游地区良好的生态屏障,对减少下游水土流失、滑坡、泥石流等灾害作用很大。而事实上,该县现有林地资源已遭受不同程度的破坏,林地结构趋向不合理。建议采取以下措施恢复、保持林地覆被,优化林地结构:

1. 杜绝乱垦滥伐现象,逐渐改变传统的耕作方式;加强林火防范意识并付诸行动。

2. 根据现有林地资源分布情况,有针对性地采取措施加以保护并加大造林力度。

例如,雅砻江两岸地带,山高坡陡,水土流失严重,对该区的林地应加强保护、大力营造防护林;该县的有林地是以成、过熟林蓄积量为主的用材林^[9],要合理开发,同时积极开发新林区;西北地区飞播的纯云南松林,虽多年造林但成片保存较少,应加大造林力度并加强抚育管理等。

5 结 语

1. GIS技术辅助遥感图像,编制资源环境图,成图质量高速度快、中间环节误差传递小,且不需像手工制图方法那样将所有的流程从头至尾做一遍。

本次制作的动态图,还体现了“快”、“动”、“层”、“传”、“量”^[10]等优点:存取显示快速;可实现屏幕漫游、推移裁剪、查询等操作;能按要素分层进行显示;用数据传输技术可方便地将电子地图传至其他地方;能实现图上的长度、面积的自动量测等。

2. 利用RS和GIS先进的技术手段,将诸如林地利用现状及更新等信息纳入时空动态数据库,科学地获取资源多层次、跨时段变化的可用信息,为有关部门了解资源现状、合理利用和制定资源可持续发展规划提供可靠的辅助决策信息。这在资源日益衰竭、生态濒临失衡的今天,尤为重要。

本文研究结果表明,盐源县林地资源丰富,但15年来呈减少趋势,特别是灌木林地和疏林地。虽然迹地更新林和人工植被面积等有所增加,但其涵养水土功能远不如天然林地。因此,盐源县林地生态系统呈退化趋势,采取有效措施保护现有林地资源,势在必行。

参考文献:

- [1] 傅肃性. 地理信息系统及其与遥感一体化的发展[J]. 国土资源遥感. 1995, (3): 9~12.
- [2] 王晓栋, 崔伟宏. “3S”技术在土地利用和覆被动态监测中的作用[J]. 国土与自然研究. 1998, (3): 27~31.
- [3] 四川省测绘局编制. 四川省地图集[M]. 成都: 成都地图出版社. 2001. 371.
- [4] 冯仲科, 余新晓. “3S”技术及其应用[M]. 北京: 中国林业出版社. 2000. 151~152.
- [5] 国家“九五”科技攻关 96—B02—01 技术总体. 国家级基本资源遥感动态信息系统本底数据库建设技术规程[S]. 1997. 12~13.
- [6] 四川省凉山州计划委员会. 凉山州国土资源[M]. 1986. 514~516.
- [7] 李琦, 吴少岩. 数字地球——人类认识地球的第三次飞跃[M]. 北京: 北京大学出版社. 1999. 206.
- [8] 《四川省农业资源与区划》编委会. 四川省农业资源与区划. 成都: 四川省社会科学院出版社. 1986. 161~164.
- [9] 四川省国土局, 四川省自然资源研究所. 四川省攀西地区国土综合开发总体规划[M]. 四川科学技术出版社. 1987. 36~38.
- [10] 刘光运, 韩丽斌. 电子地图技术与应用[M]. 北京: 测绘出版社. 1996. 2~3.

Charting and Dynamic study of Forestland by Remote Sensing and GIS ——A Case Study in Yanyuan County of Sichuan Province

SUN Yan, ZHOU Wan-cun and JIANG Xiao-bo

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041 China)

Abstract: Technologically supported by RS and GIS, spatial analysis methods are applied to chart and research the dynamic changes of resource environment accurately and effectively.

In this article, all landuse data of 1986 and Landsat TM image of Yanyuan dated in 2000 are used. Based on the technology of GIS, we discuss the following points:

1. Making dynamic changing maps of forestland

Extraction and charting of forestland information depends on processing enormous data derived from RS images effectively. Geographic Information System (GIS) has powerful abilities of storing, managing, analyzing, processing, and charting land-related spatial data. And it makes RS information more useful. Taking Yanyuan county as an example, the paper establishes a concrete exposition of making dynamic changing maps for the application of the soft wares of IMAGE ANALYST, ARC/INFO 7.1 and ARCVIEW 3.2. The attribute database of forestland in Yanyuan county is established automatically just as maps are compiled completely.

2. Analyzing the driving factors of forestland dynamic changes and offering some countermeasures

The analysis of the study shows that significant changes in the extent of forestland have occurred over the past 15 years (1986~2000). The total area of forestland tends to decrease, with 2 895hm² forestland depleted. Meanwhile, the forestland structure have changed remarkably.

The area of the woodland was diminished to some extent. With the area of 782hm² and 663hm² disappeared, the shrub land and the sparse woodland were badly destroyed. On the other hand, the area of the other forestland boomed; in the year 2000, it covered 1 691hm² and 3.4% of the total forestland area compared with the figures of 347hm² and 0.7% in 1986. And the other forestland increased was almost relic forest and economic wood. As a result, cultivation and forest fire are pointed out to be the major causes for the changes. And we suggest that aimless and haphazard felling should be put to an end and fireproofing idea be enhanced. Furthermore, countermeasures are expected to be adopted to protect the present forestland and enlarge its coverage.

The technologies of RS and GIS are found to be an efficient tool in monitoring resource environment. They become increasingly important for spatial analysis of forest resource and its sustainable development. Based on these methods, high quality maps are made rapidly; and the available multilevel information is provided for dynamic study scientifically. Also they enable the user to manage resource data more effectively and enhance the decision-making process for planning purpose.

Key words: remote sensing; GIS; Yanyuan; forestland; charting; dynamic change