

文章编号: 1000-0690(2002)05-0599-05

基于遥感和 GIS 一体化技术的三峡库区 土地利用变化研究

范月娇

(国立华侨大学经济管理学院电子商务系, 福建 泉州 362011)

摘要: 采用遥感和 GIS 一体化技术, 即以遥感实时数据为基础, 以 GIS 技术为手段, 对三峡库区 15 年 (1986~2000 年) 的土地利用变化状况做了研究和分析, 旨在为当地政府或管理部门提供土地资源合理开发、利用和正确管理的理论依据和科学方法, 同时也为山区土地利用时空变化研究提供方法借鉴。

关 键 词: 土地利用程度变化; 遥感和 GIS; 三峡库区

中图分类号: S127 F301.24 文献标识码: A

近十几年来, 由于三峡水利枢纽工程的建设、国家宏观经济政策的调控和三峡库区经济建设迅速发展, 加剧了本地区土地利用类型和程度的变化。研究三峡库区土地利用变化, 有助于了解该区土地利用程度的发展变化趋势, 为当地政府土地利用的合理开发、规划以及制定有关政策法规提供科学依据和数据支持。

利用遥感和 GIS 一体化技术来研究土地利用变化具有投资省、周期短、精度高、可操作性强、信息更新速度快的优点, 也是未来土地利用变化信息获取、提取、分析和更新发展的主要方向, 可以为土地利用程度变化、土地利用结构变化、土地利用动态等研究提供可靠的数据支持。

1 研究区概况

三峡库区位于 $29^{\circ}16' \sim 31^{\circ}25' N$, $106^{\circ}50' \sim 110^{\circ}51' E$ 范围内, 即长江上游下段未来三峡大坝于三斗坪建起后, 受回水影响的水库淹没区和移民安置所涉及重庆和湖北的 23 个县市称为三峡库区。整个库区土地总面积约 6.3 万 km^2 , 其中山地和丘陵面积占总面积的 90% 以上, 即河谷平地占总面积的 4.3%, 丘陵占 21.7%, 山地占 74%。1998 年总人口约 2 000 万人左右, 人均耕地不足 0.09 hm^2 , 从人口发展的态势看, 人口总量增长的趋势还在继续。再加上水库淹没耕地与移民二次

占地达 2.23 万 hm^2 , 耕地数量及人均占有量的减少趋势也将持续。人口与土地的这种反向发展无疑加剧了库区人口对土地的压力, 也是造成该区土地利用程度、速度变化快的主要原因之一。因此, 深入研究三峡库区土地利用程度变化的特点和规律, 为库区土地利用的合理开发、规划、提高土地资源承载能力提供科学的反馈信息具有重要的现实意义。

2 遥感和 GIS 一体化土地利用变化信息提取方法

遥感和 GIS 一体化方法, 即通过遥感数字图像-人机交互式解译-计算机量测汇总-数据库实现土地利用现状信息提取。遥感和 GIS 一体化是这两种技术有机结合、在线连接、实时处理和系统整体性。本区域的土地利用变化信息提取是在多时段图像、各种图形及编辑处理软件有机结合的前提下使信息源的获取、信息的处理及信息应用于该区土地利用程度变化分析等各种环节互相关联而形成了有机整体^[1]。

2.1 数据的选择和信息源的处理

土地利用变化的影响因素一般包括: 土地利用类型、土壤、水分与热量等区域性参数以及社会经济活动、人口、城市化等有关人类活动因素。本文结合三峡库区环境和土地利用变化进程的特点, 选

收稿日期: 2001-01-05; 修订日期: 2002-03-02

基金项目: 国家“九五”攻关课题“国家级基本资源与环境遥感动态服务体系的建立(西南部分)”专题(编号: 96-B02-01-01)和中国科学院创新课题“三峡库区土地利用土地覆被变化”(编号: KZCX2-310-01-03)部分成果。

作者简介: 范月娇(1974-), 女, 甘肃平凉人, 硕士, 主攻方向为遥感与 GIS。E-mail: hzqfyj@hqu.edu.cn

择了库区 23 个县市的 1986 年、1995 年、2000 年三个时段时相相对一致的多波段 TM 图像作为土地利用变化信息获取的基本资料,同时也搜集了大量相关图形、统计数据共同建立了研究区的本底数据库。

对 TM 图像的处理:首先在地形图上进行行政界线的订正和修改,再利用地形图对 TM 图像进行几何精纠正、多波段合成和镶嵌处理,最后对图像进行增强处理,使图像纹理、细部、反差都表现得更加精细和丰富,便于图像的高精度解译。

2.2 三峡库区土地利用分类系统和图像解译标志

根据研究的目标、内容和遥感信息源特征等,以三峡库区土地利用特点为主要指标,将该区土地利用类型分为两级系统,一级类型有 6 类:耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地;二级类型有 16 类:水田、旱地、有林地、灌木林地、疏林地、高覆盖度草、中覆盖度草、低覆盖度草、河流、水库与坑塘、河滩地、城镇用地、工矿和交通用地、农村居民地、裸地等,本研究在图像解译时均采用二级分类系统。

依据 TM 图像上一般地物类型的光谱特征、本区土地利用类型分类系统,结合相应的地形图、地貌类型图、当地物生长特点和规律,以及已有的知识经验和图像上同名地物对比分析,找出类间差异性和类内一致性最显著的图像特征,即可建立各地类的直接或间接的解译标志。一般而言,本区的地表主要覆盖物有水体、绿色植被和土壤,且在不同波段又不同的光谱反射特征。体现在假彩色合成 TM 图像上:水体显蓝色调,混浊水体则呈浅蓝色;绿色植被,包括郁闭度较大的林草地和农作物呈红色调,且随地上部分生物量大小和下覆土壤背景显露程度的差异而表现出色调深浅的变化,如有

林地呈深红色、草地显浅红或偏黄褐色,农作物居中;城镇及其它建设用地显清灰、浅灰至白色调。

2.3 遥感和 GIS 一体化土地利用变化信息的提取

本底数据库建设系统是以 TM2、3、4 波段合成的假彩色数字遥感图像为信息源,以人机交互式的遥感、GIS 一体化信息采集作业方式为主导的集成系统。各时段土地利用现状信息的快速、高精度提取及遥感、GIS 一体化对系统配置提出了较高的要求。本研究的基本硬件配置应为 P III667 以上,内存 128 MB,硬盘 15GB 左右等;操作平台为 Windows 2000,软件主要有 MGE(Model GIS Environment)、Arc/ Info、Arcview 等。

具体提取信息时,首先利用 MGE 对库区 3 个时段图像进行解译,其次利用 Arc/ Info 作编辑处理后可得到 1986 年、1995 年和 2000 年土地利用现状信息层,再将 1986 年和 1995 年、1995 年和 2000 年信息层分别叠加,便可获得两个时期土地利用变化信息层,最后进行土地利用类型变化面积的量测、数据信息提取和数据库的进一步建设^[2,3]。

3 三峡库区土地利用程度变化研究

土地利用程度量化的基础是建立在土地利用程度的极限上,土地利用的上限,即土地资源利用达到的顶点,人类一般无法对其进行进一步的利用和开发,如废弃的矿山等常常难以利用的土地;而土地利用的下限即为人类对土地资源开发利用的起点。一般认为土地利用程度可以表达成一种不连续的函数形式。本文结合三峡库区的特点,在刘纪远先生关于土地利用程度分级的基础上稍作了修改,将土地利用程度分为 4 级,并赋予分级指数(表 1)。

表 1 土地利用分级赋值表

Table 1 The value assignment of landuse

分级	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落地级
土地利用类型	裸地	林地、草地、水域	耕地	城镇、居民点、及工矿交通用地
分级指数	1	2	3	4

3.1 土地利用程度综合指数模型

表 1 中的 4 种土地利用级,仅为理想性,在实际状态下,这四种类型都是混合存在于同一区域,各自占据不同的面积比例,并对当地土地利用按其自身权重做出自己的贡献。据此,土地利用的综合

指标必须是在此基础上进行数学综合,形成一个在 1~ 4 之间连续分布的综合指数,其值的大小则综合反映了某一地区土地利用程度,计算模型如下:

$$L_a = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i * C_i$$

式中: $L_a \in [100, 400]$, 表示土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级的土地利用程度分级指数; C_i 为第 i 级土地利用程度分级面积百分比。

由上式可知, 综合指数的大小, 反映了土地利用的高低。在此基础上, 任何地区的土地利用指数均可通过计算其综合指数得到。根据上述方法, 利用库区已建立的土地利用变化本底数据库, 可以得到该区 1986 年、1995 年和 2000 年三个时段的土地利用(图 1)。

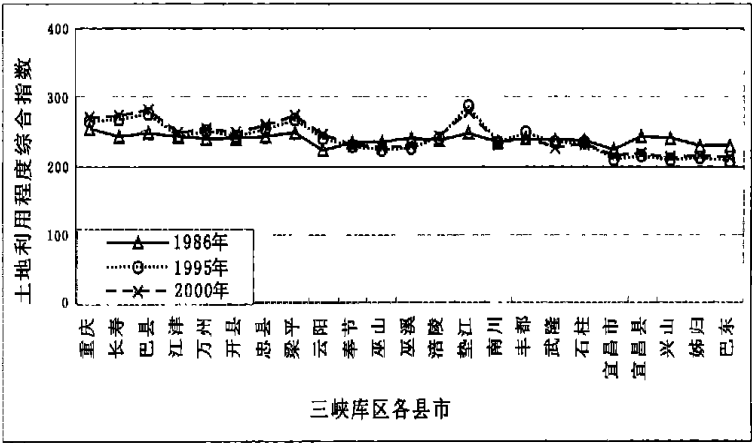


图 1 三峡库区 1986 年、1995 年和 2000 年土地利用程度比较

Fig. 1 Comparison of the landuse degrees of Three Gorges' Project Area in 1986, 1995 and 2000

式中: L_b 、 L_a 为 b 时间和 a 时间的区域土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数; C_{ib} 、 C_{ia} 为 b 时间和 a 时间第 i 级土地利用程度分级面积百分比。

在分析由时间 a 到时间 b 的土地利用变化状况时, 如果 ΔL_{b-a} 为正值, 则该区域土地利用处于发展期, 否则土地利用处于调整期或衰退期。

利用上述方法, 可以计算出三峡库区各县市两个时期(1986~ 1995 年、1995~ 2000 年)土地利用程度变化量, 再和本底属性数据库连接, 利用 Arcview 软件进行适当的处理, 即可获得本区两个时期的土地利用程度变化图(图 2、图 3) [4, 5]。

3.3 精度分析

此研究有较高的精度保证, 主要通过下列方法的实施: 为了保证精度, 本研究对遥感图像数据没有采用压缩技术。TM 图像的地面分辨率为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$, 从理论上讲, 图像解译的精度也能保证到 900 m^2 的地面精度, 特别是区分那些光谱响应较大的地物; 图像分类判读是根据解译标志进行的,

3.2 土地利用程度变化模型

特定范围内土地利用程度变化是多种土地利用类型变化的结果, 土地利用程度及其变化量可定量地表述该特定范围土地利用的综合水平和变化趋势。土地利用程度变化量计算模型为:

$$\Delta L_{b-a} = L_b - L_a = 100 \times \left(\sum_{i=1}^n A_i * C_{ib} - \sum_{i=1}^n A_i * C_{ia} \right)$$

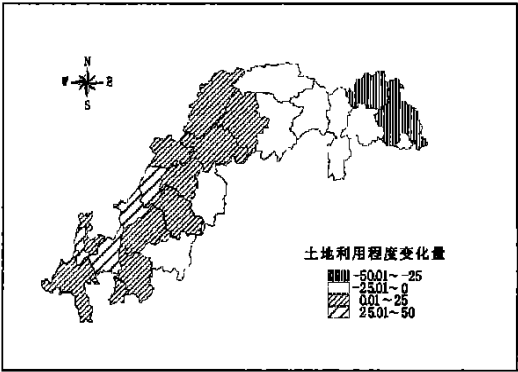


图 2 三峡库区 1986~ 1995 年土地利用程度变化

Fig. 2 The landuse degree change of Three Gorges' Project Area from 1986 to 1995

解译标志的建立经历了资料收集、初判分类、局部纠正、野外考察和验证的过程, 尽量突出类与类之间的可识别性, 具有较高的可信度。在图像解译过程中参考了大量图形及实际资料, 增强了判读的依据, 也提高了判读精度。对于遥感图像的解译, 本论文研究中采用了人机交互式解译方法, 该方法能

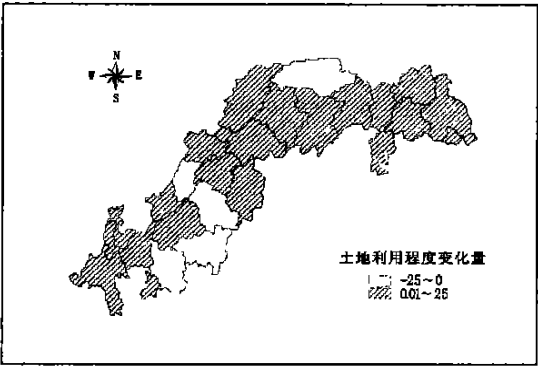


图3 三峡库区 1995~2000 年土地利用程度变化
Fig. 3 The landuse degree change of Three
Gorges Project Area from 1995 to 2000

保证较高的精度定位和地物解译精度, 利用 MGE 软件提供的图形、图像的放大、缩小、漫游等工具, 可以方便地对图形图像进行局部和整体的放、缩和移动, 图像可以放大到像元级, 以保证在图像解译时的精确定位。这样通过对遥感图像的识别, 勾绘其准确的界限, 一般界限明显的地物可控制在 1~2 个像元之内。因此, 从解译图像到最后的统计结果和图像输出, 没有图形变形和数据丢失, 从而使总体精度得以保证^[6, 7]。

由于 TM 图像数据的分辨率较低, 对各种土地利用类型的定性精度不尽相同, 以该区土地利用的几种一级类型为例, 水体的定性精度最高, 一般可到达 100%; 居民地和道路等建设用地的特征比较明显, 通常定型精度可以达到 98%; 而林地和水田的定性精度相对较低, 一般在 95% 左右; 草地和坡旱地的类型和分布比较复杂, 其光谱特性、内部结构、相关地物及作物的种类等各不相同, 一般情况下其精度在 90% 左右。总之, 在 TM 图像上, 混合像元的数量较多, 在不同的区域内, 混合像元的数量、组合各不相同, 其构成非常复杂, 不同土地利用类型无法严格区分, 在通常情况下, 某个特定单位面积中, 某种地类面积最大时, 该地类的面积精度就越高。由此可见, 有了精度较高的土地利用变化数据作基础, 在严密的数学模型的推导下, 计算出的土地利用程度变化量具有较高的可信度。

4 三峡库区土地利用程度及其变化特点

土地利用程度综合指数是根据土地利用程度

分级、赋值得到的一个量化指标, 不同大小范围的土地利用程度指数反映了不同的土地利用组合类型, 根据《中国资源环境遥感宏观调查与动态研究》一书中关于土地利用程度的分级方法, 将三峡库区土地利用程度可以分为三级(表 2)。

表 2 三峡库区土地利用程度分类表
Table 2 The classification of landuse degrees
of Three Gorges Project Area

类型名称	林、草、水未 利用地结合型	农业用地型	农、林、草、水、 建设用地型
综合指数	175~ 225	225~ 275	275~ 325

结合图 1~ 3 和表 2 及三峡库区的自然、社会环境特点进行分析, 可以总结出库区土地利用程度及其变化特点如下:

1) 三峡库区土地利用程度总体水平较高, 图 1 表明该区所有县市的土地利用程度都在 200~ 300 范围内, 但两个不同时期其土地利用程度均有差异。其中, 农业用地型占相当比例(约为 70%), 整个库区土地利用程度区域差异不很明显, 只有在库东地区(主要为湖北库区部分)土地利用程度较低, 以林、草、水用地型占主导;

2) 在 15 年来的两个时期内, 库区土地利用程度变化区域差异明显、特征各异。比较图 2 和 3 可以看出, 库区的巫山县、巫溪县、奉节县、涪陵地区和库东的湖北省 5 个县市在 1986~ 1995 年处于土地利用衰退期, 到了 20 世纪 90 年代中期以后, 前面的所提及的大部分县市开始步入调整期或发展期; 而在库区中西部大部分地县市在 1986~ 1995 年间的土地利用还处于发展期, 但 1995 年以后, 部分县市的土地利用程度衰退明显, 如长寿县、南川、丰都、梁平县等。这些土地利用程度变化的特征正是三峡库区 15 年来在两个不同时期的自然、社会经济环境因素影响下土地开发利用结果的反映, 即从 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期, 自然、人文因素占主导地位, 如人口过快增长导致人均耕地减少, 为了生计迫使农民开垦陡坡荒地等, 从而引起土地利用方式、规模、程度持续发生变化; 到了 20 世纪 90 年代以后, 社会经济因素又占主导地位, 如三峡工程的建设造成移民搬迁、城镇迁建、交通和基础设施的建设等, 进一步加剧了土地利用程度、结构变化的速度和规模等。

5 结 语

土地利用程度变化是土地利用类型变化的深层次反映, 因此土地利用类型变化的分析是土地利用程度变化研究的基础。本文主要以遥感、GIS 一体化技术为研究手段, 首先建立研究区土地利用类型变化的信息数据库, 然后基于该数据库和 GIS 技术, 运用严密的数学模型推算出该区 15 年来两个不同时期的土地利用程度变化量, 并总结了库区这两个时期土地利用程度变化的特点和规律, 最后以图形的方式展现该区域土地利用程度变化, 使研究结果更具直观性、精确性和科学性。

因此, 笔者认为现代区域土地利用的研究不能只局限于传统的数据分析比较研究上, 应该利用 GIS、遥感等技术将不同历史时段的数据落实到具体的空间上, 从多维角度展示土地利用多年的程度变化, 从而进一步准确掌握土地利用变化的特点和规律。所以, 三峡库区制定和执行各项土地利用总体规划过程中必须考虑历史和未来土地利用程度

的变化及其对环境的影响程度, 它可以为该区制定国民经济发展的规划、土地利用方式和结构的宏观调控提供重要依据, 同时也是库区有关部门制定长期和年度土地管理计划的重要参考资料。

参考文献:

- [1] 李德仁. 论 RS、GIS 和 GPS 集成的定义、理论与关键技术[J]. 遥感学报, 1997, 1(3): 83~ 87.
- [2] 香 宝. RS、GIS 一体化土地利用现状信息提取研究——以广西壮族自治区为例[J]. 地理学与国土研究, 1999, 15(3): 91~ 93.
- [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): 109~ 114.
- [4] 刘纪远(主编). 中国资源环境遥感宏观动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [5] 陈述彭, 童庆禧. 遥感信息机理研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [6] 孙晓霞, 张继贤, 等. 基于遥感影像的土地利用动态监测精度评价方法[J]. 遥感信息, 2000, (4): 62~ 64.
- [7] 孟 淑. 土地资源遥感动态监测成果精度评价[J]. 国土资源遥感, 1999, 39(2): 46~ 48.

The Changes of Landuse Degree in Three Gorges' Project Area Based on the Integrative Techniques of Remote Sensing and GIS

FAN Yue-jiao

(Department of Electronic-business, Institute of Economic Management, Huaqiao University, Quanzhou, Fujian 362011)

Abstract: This paper is based on an achievement of knowledge innovation project of CAS named the space-temporal information analysis of territorial environment by Remote Sensing and pre-research of relative theory and technique of digital earth (part of Southwest China). With the support of core database of the landuse types change, taking Three Gorges' Project Area as investigated region, the characteristics of landuse degree changes were studied and analyzed deeply from 1986 to 2000 by using the integrative techniques of Remote Sensing and GIS. The core purpose of the article is to provide the theoretic basis and scientific methods of rational development, utilization and management of land resources for the local government and administration section. At the same time, it also provided methods for reference in the space-temporal variation of landuse in mountainous area.

Key words changes of landuse degree; Remote Sensing and GIS; Three Gorges' Project Area