

# 基于 3S 技术的土地资源动态监测系统设计与建立

赫晓慧, 常庆瑞, 高亚军, 贾科利

(西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 介绍了土地资源动态监测信息系统的技术基础、系统内容、应用模块设计与建立, 并阐述了系统进一步的发展趋势。在 3S 技术支持下, 建立土地资源动态监测信息系统, 构筑土地资源评价和土壤侵蚀评价 2 个应用模块

**关键词:** 土地资源; 动态监测; 信息系统; 3S 技术

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2002)06-0052-04

中图分类号: P208; S159

## System Designing and Building of Land Resources Dynamic Monitoring Based on 3S Technology

HE Xiao-hui, CHANG Qing-ru, GAO Ya-jun, JIA Ke-li

(Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shannxi Province, China)

**Abstract** The building of the land resources dynamic monitoring information system and the constructing of the two application module of land resources evaluation and soil eroding evaluation are expounded based on the 3S technology. The technology foundation, system content, designing and building of application module are introduced, and the forther progress direction of the system are expatiated.

**Keywords** land resources; dynamic monitoring; information system; 3S technology

土地资源是人类最宝贵的自然资源之一, 保护土地资源, 合理利用土地资源是我国的一项基本国策。我国是一个土地资源相对缺乏的国家, 持续土地利用直接关系到我国的政治稳定与社会经济、资源环境的可持续发展, 我们有必要弄清土地资源的利用状况、土地质量和数量变化、土地资源潜力等重要信息。开展土地资源动态监测研究可为土地管理和其它研究工作提供现势性强、准确性高的科学资料与辅助决策依据

### 1 土地资源动态监测的 3S 技术基础

土地资源动态监测主要是对土地类型、土地利用现状、土地质量等土地资源的基本状况进行监测。通过对土地资源的动态监测, 建立起土地资源动态监测信息系统。土地资源动态监测信息系统是一种能够采集、存储、管理、分析和描述某一区域的土地资源在时间和空间上的各类数据变更的空间信息系统。为实现这一目标, 必须建立一套完整的动态监测技术系统。土地资源动态监测是一个要求有一定技术与精度的工作, 同时又有很强的现势性, 3S 技术为它提供了全新的技术平台和发展空间

遥感 (RS)、地理信息系统 (GIS) 和全球定位系统 (GPS) 及其一体化技术, 简称 3S 技术。由于土地资源动态监测的高精度性和巨大的工作量, 遥感、地理信息系统和全球定位系统的集成在研究中得到了十分广泛的应用。其中 GPS 为 GIS 的快速定位和更新提供手段, 遥感技术的多谱段、多时相、多传感器和高分辨率的特点, 为 GIS 不断提供原始信息, 反过来又可利用 GIS 支持从遥感影像数据中自动提取需要的专业信息。GIS 进行内业处理工作, 为 RS 和 GPS 的运用提供决策支持, 并对目标和环境的变化趋势进行预测和描述。

RS 技术含义是在远离目标, 与目标不直接接触的情况下, 判定、量测并分析目标的性质。通过遥感图像可以准确、快速、连续地提取植被盖度、土地利用与覆盖、土地类型、地形起伏度等的指标, 用于土地资源的动态监测。将传统的点线状、静态研究推广到面上的和动态的研究, 从而使动态监测的时空精度得到极大的提高, 遥感监测的实施是通过遥感与数据库技术实现的。

GIS 是指用于采集、模拟、处理、检索、分析和表达地理空间数据的计算机信息系统。GIS 技术主要应

收稿日期: 2002-06-14

资助项目: 国家自然科学基金项目 (49991005, 30170790)

作者简介: 赫晓慧 (1978-), 女 (汉族), 河南商丘人, 土壤学专业 2000 级资源与信息技术方向硕士研究生。电话 (029) 7092140, E-mail: xiaohui-hc@sohu.com

用于对不同来源的空间数据进行综合分析和处理,并对数据进行动态存储和管理。在土地资源动态监测中的应用主要表现为: 建立土地资源基础数据库; 建立定量评价预报模型; 建立土地资源信息系统。

GPS 技术是在子午仪卫星导航系统的基础上发展起来的最新一代卫星导航系统。GPS 具有全天候、高精度的连续定位能力和速度快、费用低、操作简便等特点, 是进行土地资源数据快速更新的一种理想工具, 可对土地资源变化区域进行定量分析和数量的精细化确定。

## 2 基于 3S 技术的土地资源动态监测系统的构建

进行土地资源动态监测所需要的软、硬件包括: TM 影像, 各种土地相关图件(土地利用现状图、土壤图、地形图、社会经济资料等), GIS 软件, 图像处理软件( IDRISI, IMAGINE 等), 构筑动态链接结构的模型开发软件( C<sup>+</sup>, VB 等), 数据库构建技术( Fox-Pro); 微机, 扫描仪, 数字化仪, 输出设备(出图仪、打印机) 土地资源动态监测的技术路线如图 1 所示。

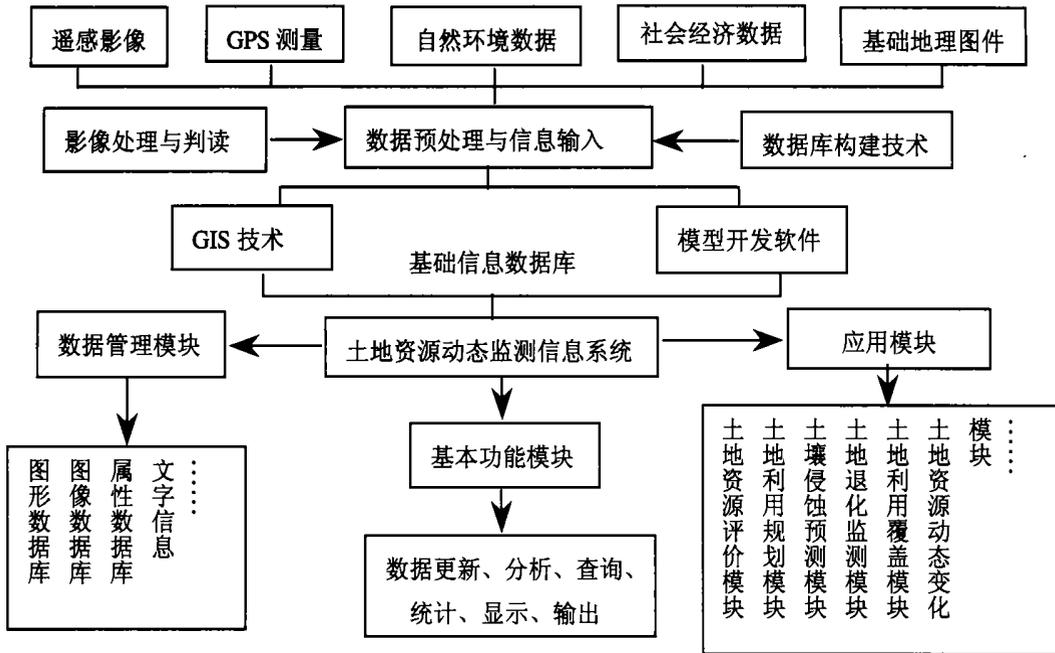


图 1 基于 3S 技术的土地资源动态监测研究技术路线

### 2.1 遥感信息的获取流程

2.1.1 遥感图像的处理 当使用多时相遥感影像研究土地资源状况时, 为了进一步提高探测精度, 必须对遥感图像进行一些处理, 即对遥感获取的原始数据进行几何纠正、辐射纠正、图像分类和图像增强处理办法等。

2.1.2 解译标志的建立与判读 在土地资源动态监测中需要建立解译标志的有: 地貌类型、土壤类型、土

地利用现状分类等。地貌在遥感影像的表现最直观、具体, 解译标志容易建立, 如湖泊、扇形地、水系等, 都较易判读; 土壤是一种特殊的解译客体, 应依据其成土因素、表土的光谱特性和地表特征进行综合判读; 对土地利用现状的解译是重点, 一些最常见地类的解译标志可见表 1 随后, 可参照 1: 10 万地形图、1: 1 万土壤图与土地利用现状图对图像按解译标志解译, 并存储在 GIS 软件中。

表 1 TM 影像的一般解译标志 (2, 3, 4 波段影像彩色合成)

地类名称	色调	纹理	形状	地理位置	地类名称	色调	纹理	形状	地理位置
水田	蓝黑	平滑	规则	低平地	城镇	灰白	粗糙	规则	交通中心
旱地	绿、深绿	平滑	规则	不限	农村居民点	灰青、灰白	粗糙	规则	不限
果园	暗红、灰	粗糙	规则	高地山坡	铁路	灰白、红		线状	连接城镇
林地	暗红、红	粗糙	不规则	山区	公路	灰白		线状	连接城镇
天然草地	暗红	平滑	不规则	缓坡地	河流水面	蓝色	平滑	线状	低洼处

## 2.2 利用 GIS和 GPS构建土地资源动态监测信息系统的技术流程

2.2.1 基础数据库的建立 数据是信息系统的基础,缺少数据的信息系统没有任何价值,所以建立信息系统的重要工作是建立数据库。用于土地资源动态监测的数据可分为空间数据和属性数据两大类,这里重点介绍空间数据的采集

首先应进行图形数字化,采用 GIS软件设计适合不同线状类型的数字化程序,将土地利用图、土壤图进行数字化,在实际工作中,可根据研究侧重点的不同,对地形图、养分图等进行数字化。一般而言,应根据程序给输入的每一个要素赋予惟一的代码值(user-id),以便多要素一次性分层输入,保证每个要素间地理关系和空间拓扑关系的正确和合理。其次,应进行图形的编辑并输入专题属性。主要是在 GIS环境下,进行图形拓扑关系的建立,检查各图层中的错误,图形的补充和修改等;运用人机交互方式,对照图形要素输入专题属性数据,然后进行坐标的变换和配准

2.2.2 土地资源时空变更数据的获取 首先,是基于 GIS的遥感专题信息的提取。以土地利用中最常见的居民地为例,先在调查地进行实地查看和探测,如平顶水泥房顶和瓦制的尖顶,其光谱特征是不同的;山区的居民点比较分散,多分布在向阳坡低海拔处,而且与背景差异不如平原区大。此时应根据遥感的一般解译标志,结合其特殊光谱特征情况进行判读,提取居民地。第二步,是与本底数据库的空间叠加,进行空间复合分析。如和土地利用图复合后,由计算机提取判读结果与土地利用图各地类的差异,即可获得土地类型的变更数据

2.2.3 土地资源动态监测信息系统的建立 土地资源动态监测信息系统是一个多学科的综合交叉系统,它不仅以 3S技术为基础,还要有土地科学、土壤学、地理学和计算机的相关知识。在获取土地资源时空变更数据之后,复合本底数据库,利用数据库构建技术建立一个综合的时空数据库。它包括以下信息:土地类型、图斑编码、图斑面积、图斑周长、植被、权属、土壤类型、养分、坡度、环境指数、气候、人口、国民经济收入等,其基本组成数据库可见图 1。再用模型开发软件构筑查询、分析和决策支持模块,进行与数据库的动态链接,构成土地资源动态监测信息系统

2.2.4 GPS技术在土地资源动态监测中的参与 GPS的参与主要表现在野外数据的快速获取。(1)在遥感影像解译之前,需要结合非遥感数据对土地利用类型、土壤类型确定其解译标志。(2)对数据库的野

外纠正,对判读不清楚的地区做定点检测和对利用 ARC/INFO的数据处理功能所得到的二次数据进行抽查,测定精度。(3)在土地资源动态监测信息系统建成后,对于一些小面积的变化,可不必再用遥感影像,直接利用 GPS测量。

## 3 土地资源动态监测信息系统主要应用功能模块的设计与建立

土地资源动态监测信息系统以其信息量大,查询、分析、操作和管理方便而被广泛应用,它可根据研究目的和应用方向的不同,采用多个基础数据库进行叠加,设计建立不同的应用模块,使土地资源动态监测信息系统具有多种功能

### 3.1 土地资源动态监测模块的建立

土地资源动态监测是利用基础年份的数据与监测年份的数据进行对比,分析监测指标的变化情况。指标通过基础数据库来获取,并根据监测需要建立监测指标库,其中每项指标以关键字与基础数据库相连,当选定某项监测指标后,系统便打开与之相关的基础年份与监测年份的数据库。变化规律明显的指标,可以通过模型库来计算,模型库包括统计模型、层次分析模型、灰色关联模型、主成分分析模型等,用户根据监测的对象自由选择模型。最后,利用监测模型对比分析监测年份与基础年份各项监测指标的变化情况,通过多年分析得到各项指标的时间序列变化情况,达到动态监测的目的。

### 3.2 土地资源评价模块的建立

土地资源评价是研究土地资源利用的适宜性及其潜力问题,一般是在土地资源类型的确立及土地资源调查的基础上,进一步进行土地质量评定问题。在土地资源动态监测信息系统中,根据土地资源评价的要求,共选定了以下基础数据库信息作为评价因子:土地类型、土壤类型、土壤养分、土壤侵蚀、坡度、地质地貌、气候资料,图形库包括土地利用图、土壤图、地形图。首先建立评价因子数据库,采用主成分分析进行降维处理,寻找具有代表性的几个综合因子并确定权重,然后确定评价单元,按照各适宜级的指标体系进行评价与分级,并根据具体研究需要制定出土地适宜性分类。

### 3.3 土壤侵蚀预测模块的建立

土壤侵蚀是一个严重的环境与灾害问题,已成为水土流失区社会经济持续、稳定发展的制约因素。在土地资源动态监测信息系统的基础上,选取有关自然要素和社会经济条件的数据,可建立实用的土壤侵蚀定量模型,进行土壤侵蚀监测预报。

土壤侵蚀预测子模块包括以下基础数据库: 气候、植被、坡度、地貌、地形部位、地面物质、土地利用、水土保持工程措施、林牧业措施、泥石流与山洪等自然灾害。各属性子库与图形库之间通过地块编码作为关键码建立联系, 进行统一管理, 随后再利用 GIS 的逻辑与数理功能进行土壤侵蚀综合评价, 把握其发展趋势。

## 4 土地资源动态监测的发展趋势

### 4.1 3S 技术与土地资源动态监测的深度结合

这种结合, 表现在 2 个方面: (1) 3S 技术在集成性上的进一步加强。目前, 3S 技术在构建土地资源动态监测信息系统的过程中, 还处于人为分割状态, 在获取数据时存在时空上的一致: 如遥感分类中经常用到 GIS 中的 DEM, DEM 往往由地形图得来, 获取地形图和获取遥感图像的时间往往不一致, 如果在二者之间地形发生了变化, 如滑坡、地震、泥石流等, 那么就会产生误差。因此, 最好是空间信息和属性信息同时得到, 尽可能的完善信息采集、信息处理、信息应用的时空一体化机制。(2) 在维护土地资源动态监测信息系统的过程中, 要求 3S 应用技术进一步的提高。如遥感图像的自动解译技术、语义和非语义信息的自动提取; GPS 的实时空间定位、数据自动更新; 基于 GIS 的集成化系统设计、可视化等, 都是在进行土地资源动态监测实际工作时所急需解决的问题。

### 4.2 Web 技术对土地资源动态监测信息系统的深入渗透

当今社会已逐渐向网络社会发展, 计算机网络技术的发展也推动着 3S 技术的快速更新和发展。土地资源动态监测信息系统建成后, 将来也应基于 Web 发布, 它具有应用面广、现势性强、使用简单等优点。现在研究的重点在于: (1) 网上数据发布。土地资源动态监测信息系统的数据库相当大, 要使网上传输不受影响, 必须找到合适的数据库压缩方法。(2) 网上数据链接。不同平台、不同土地资源信息系统之间应能进行数据的互操作。(3) 网上数据采掘。互联网的优势在于信息的高储存和利用量, 应充分发掘网上资源。(4) 网上数据管理及安全性。

### 4.3 土地资源动态监测数据精度的进一步提高

首先, 在现在的研究中, 数据获取是空间信息自动化项目经费中最昂贵的部分, 而且即使是最优秀的地理信息系统操作人员, 在数据搜集并将其输入到系

统内时, 均会产生这样那样的误差。主要误差来源包括: TM 影像的分辨率不够, 图像解译技术水平有限, 数据的年代不同, 区域误差, 由于同一研究中采用不同比例尺底图所造成的误差, 格式的转换, 原始测量的误差等。这些误差的存在, 妨碍了土地管理工作的深入进行, 也使相关研究受到限制。精度的进一步提高势在必行。其次, 3S 技术的不断进步允许了土地资源动态监测数据精度的进一步提高。在 20 世纪末, 国际市场上米级空间分辨率的商业遥感卫星潮已经到来, 而光谱分辨率的提高更有利于专题信息的提取, 传感器的专业特点也愈来愈强; GIS 软件更新换代, 使技术不断完善, 自动提取功能、模块建立功能不断加强。这些都将使研究的准确率加大, 精度提高。

### 4.4 土地资源动态监测信息系统应用向纵深发展

土地资源动态监测成果现多应用于与土地利用有直接关联的土地管理、土地规划、国民经济发展规划等。但实际上, 可应用的方面还有很多。

一些近期研究提出了比较全面的土地资源动态监测成果的应用方向。如沙晋明提出了 3 个大方向: (1) 土地退化, 包括土壤的水土流失、土地的沙漠化、土壤的盐渍化; (2) 土地利用现状; (3) 土地质量的监测与评价。傅伯杰认为土地资源信息系统的发展是在现有基础上, 选取加入有关其它自然要素和社会经济条件的数据, 进行侵蚀危险评价, 土地承载力评价和环境影响评价等。事实上, 随着当前多学科的相互交叉现象的加深, 土地资源动态监测成果的应用必将会扩展到多个方面。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 李磊, 李小娟, 崔伟宏. 基于 GIS 与 RS 的县级土地利用动态监测系统研究 [J]. 地理学与国土研究, 2001, 17 (2): 29- 32.
- [2] 焦锋, 杨勤科, 雷会珠. 土地资源动态监测信息系统——以延安安塞七乡镇为例 [J]. 水土保持研究, 2000, 7 (2): 172- 175.
- [3] 周勇, 等. 建立土地资源信息系统的若干问题与决策 [J]. 遥感学报, 1999, 3 (1): 71- 76.
- [4] 曾永年. 龙羊峡库区环境动态监测信息系统的建立与应用 [J]. 遥感学报, 2000, 4 (2): 141- 145.
- [5] 赵庚星, 遥感和 GIS 支持的土地利用动态监测研究 [J]. 应用生态学报, 2000, 11 (4): 573- 576.
- [6] 庞治国, 吕宪国, 李取生. 3S 技术支持下的盐碱化土地现状评价与发展对策研究 [J]. 国土与自然资源研究, 2000 (4): 42- 45.