

基于 WebGIS 平台的森林资源管理信息系统的开发与研制

杨肖琪<sup>1</sup>, 全斌<sup>2</sup>, 蔡立凡<sup>1</sup>, 汤成锋<sup>3</sup>, 明洁<sup>3</sup>, 郑楚飞<sup>3</sup>

(1. 集美大学理学院, 福建 厦门 361021;

2. 中国科学院水土保持与生态环境研究中心, 陕西 杨陵 712100; 3. 福州四创软件开发有限公司, 福建 福州 350001)

摘要: 森林资源是林业生产和林业可持续发展的物质基础, 掌握森林资源基本状况是实现森林资源科学有效管理的依据。述及以泉州市为例, 开发研究基于 ArcIMS 的 WebGIS 平台的森林资源信息管理系统的工作。森林资源信息管理系统的建立, 实现了在互联网环境下对区域森林资源的查询、统计以及动态更新。系统严格遵守国家数字林业规范和标准, 为系统的扩展提供接口, 并实现与“数字林业”、“数字福建”等的行业或区域信息化建设的横向与纵向对接。

关键词: WebGIS; 森林资源; 管理信息系统  
中图分类号: TP79; S713 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)03-0134-04

Development and Research of Forest Resource Management Information System Based on WebGIS

YANG Xiao-qi<sup>1</sup>, QUAN Bin<sup>2</sup>, CAI Li-fan<sup>1</sup>, TANG Cheng-feng<sup>3</sup>, MING Jie<sup>3</sup>, ZHENG Chu-fei<sup>3</sup>

(1. College of Sciences, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Research Center of Soil and Water Conservation and Ecological Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Education, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. Fuzhou Strongsoft Development Co., Ltd., Fuzhou 350001, China)

**Abstract:** The work of developing the forest resource management information system based on WebGIS is dealt with, which offers effective means and technology for forest resource management and its sustainable development. The forest resource management information system is a key part of Quanzhou forest fire fighting direct system. This systematic development divides into the management information system of forest reserves and the data base system. Setting-up of the regional forest resource information management system under the Internet environment achieved the goals of inquiry, statistics and updating wood resource information in time, dynamic monitoring and objectively appreciation. The work is an attempt for realizing the digital forestry and digital Fujian.

**Key words:** WebGIS; forest resource; management information system

1 引言

随着社会经济与科学技术突飞猛进的发展, 面对人口爆炸、粮食短缺、能源危机、资源枯竭、环境污染等一系列生态危机问题, 森林对地球上的生物界, 特别是人类的生存所具有的重要性日益体现出来。森林资源作为一种生长于地表的多年再生性资源, 具有周期长、分布地域广、结构复杂等特点, 它极易受人为因素及自然力作用的影响, 表现出较强的动态性。同时, 森林资源也是林业生产的物质基础。因此, 无论是发达国家还是发展中国家都在从不同的角度研究森林可持续经营理论, 并不断使之深化、完善。

1992 年世界环境与发展大会以后, 世界林业发达国家都开始调整和改造传统森林资源管理的理论与技术。森林资源经营管理, 正经历着从以地形林相图和二类调查数据等的

图形数据管理, 到以地理信息系统(GIS)作为工具的系统管理的发展进程。基于 Internet 的 WebGIS 更是成为近年来森林资源信息管理研究的主要热点之一, 它为数据获取、发布、共享与快速更新操作提供了新的途径。

在我国林业, GIS 技术正沿着引进试验和开发的总体方向发展, 但相对于森林资源管理应用 GIS 的巨大潜力与规模来说, 投入该项技术的人力、资金及完成内容与覆盖范围尚少。如何利用 GIS 技术, 为林业基层单位开发便捷经济的森林资源空间信息管理系统, 是一个值得研究和亟待解决的问题<sup>[1]</sup>。

2 研究区概况

泉州地跨戴云山西北部常年温暖、常绿阔叶林带和东南部常年湿热、短期干旱的亚热带雨林带。林业用地 68.3 万 hm<sup>2</sup>, 占土地面积 62.4%, 其中有林面积 36.6 万 hm<sup>2</sup>, 占

<sup>1</sup> 收稿日期: 2004-12-10  
基金项目: 福建省自然科学基金(D0210010)资助  
作者简介: 杨肖琪(1958-), 女, 上海市人, 副研究员, 硕士, 主要从事遥感与地理信息系统方面的教学与科研工作。

54%。现有林木蓄积量 1 813 万  $\text{m}^3$ , 林木材蓄积生产总量 82.36 万  $\text{m}^3$ 。森林覆盖率 43.75%, 绿化程度 58.1%, 森林资源特点是后备资源潜力较大, 现有林中幼龄林面积占 70.3%, 中龄林占 25.8%。中幼龄林蓄积量占总量 72.25%, 近成熟林蓄积量仅占 21.8%。据查, 森林植物种类有 174 科 599 属 1 127 种, 主要包括亚热带雨林、常绿阔叶林、次生植被等。

就研究区而言, 泉州市林业局森林资源站已经通过应用软件实现森林资源信息数据的计算机化管理, 但是还存在以下一些问题: 缺乏统一的标准和规范; 仍然沿用在 DOS 平台的操作系统; 数据库无法为林业信息化建设提供数据共享。

针对以上情况, 本项目在分析研究泉州市森林资源的实际资料的基础上, 设计实现基于 ArcIMS 的 WebGIS 平台的森林资源信息管理系统。

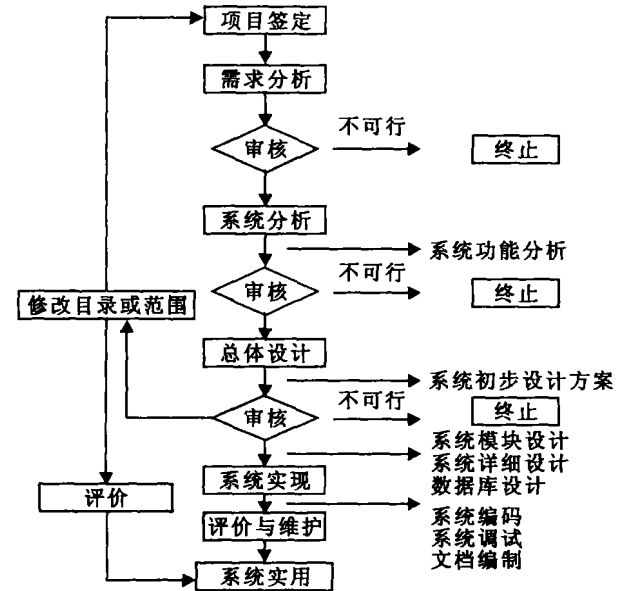


图 1 总项目流程

### 3 研制方法与技术流程

本项开发研制属于泉州市森林消防指挥系统项目, 是其子系统之一。

项目选用 Microsoft Visual Studio 6.0 的 Visual InterDEV 面向对象的可视化开发工具作为网络系统的主要开发工具, 结合 ASPedit 和 FrontPage 2000 以及数据库管理系统 SQL Server 2000。操作系统选用 Windows Advance Server 2000 和 Microsoft IIS 软件平台, 利用 ASP 脚本技术和脚本语言 Javascript、VBScript 及 HTML 技术进行开发, 并通过 ArcIMS 实现对系统的发布。

总项目流程见图 1。系统总体开发流程见图 2。

### 4 系统数据库的建立

#### 4.1 数据的采集

泉州市森林资源信息源管理系统所需的数据源, 包括森林资源的各种属性数据和图形数据, 即各种空间数据。属性数据表示实际地物或特征的非位置关系的统计数据, 它们通常以文本的形式存在, 如: 分类、数量特征、名称、代码等。图形数据是指数字化底图的图件, 它主要包括林相图和地形图:

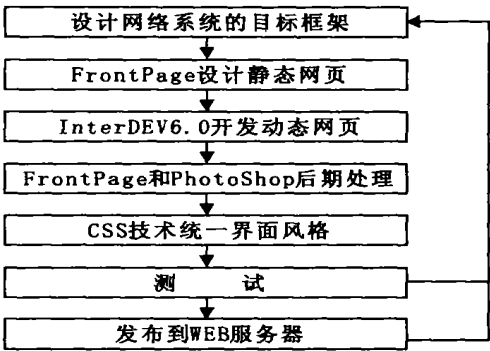


图 2 系统总体开发流程

(1) 林相图: 林相图是根据小班调查资料, 以林场为单位绘制的森林经理图。它的主要特点是按不同的地类、不同的优势树种、不同的龄组, 分别小班着绘不同的颜色。因此, 林相图能清楚地反映整个林场的地物、地类及森林按优势树种及龄组的分布特征, 也能反映出各个小班的林分和土地生产力的特征。因此, 林相图是不可或缺的基本资料。林相图比例尺 1 : 10 000。

(2) 地形图: 比例尺 1 : 50 000。属性数据包括专业数据和区域自然环境数据。专业数据是指泉州市森林资源的林班、小班的二类调查数据, 来源于 1999 年森林资源二类调查资料。区域自然环境数据是指区域内的面积、土壤及植被等要素的调查数据。

#### 4.2 数据处理

##### 4.2.1 数据分类及分类原则

将大量的分散数据组织成系统数据库, 要有一个数据的分类体系。分类体系划分是否合理, 直接影响到系统数据的组织, 系统间数据的联接、传输和共享, 以及系统的质量。因此, 这是信息系统设计和数据库建立的一项极为重要的基础工作。

数据分类的原则包括: 首先是惟一性的原则, 数据分类结果的一个类别就是一个子数据库(数据层), 该数据库必需由同一个图层(即: 图形数据库)和一个属性数据库构成, 二者要形成一一对应关系; 其次是同一专题所包含数据相对集中的原则, 每类数据库由属性相近或相关的字段组成; 第三是分类精简的原则, 分类的确定应充分考虑数据分析运算及数据库间数据连接的方便程度, 尽可能减少分类的级别和数量; 第四是数据更新的同频性原则, 将更新频率相同的数据录入同一数据库, 将更新频率不同的数据录入不同的数据库, 有利于信息管理系统的建立和使用<sup>[2]</sup>。

##### 4.2.2 数据分类体系与数据编码

根据上述数据分类的目的、范围和原则, 确定泉州市森林资源管理信息系统的数据分类体系, 如表 1 所示。

数据类型和数据库		数 据 项
1. 林班	林班面积、林班号、联系人、所辖大班数等	
2. 大班	大班面积、大班号、联系人、所辖小班数等	
3. 小班	小班面积、优势树种、林权、地貌类型等	
4. 河流	河流长度	
5. 道路	道路长度、道路性质(如: 公路、集材道等)	
6. 地形	高程	
7. 区域自然环境状况	区域面积、海拔、坡向、坡度等	

数据编码是将表示数据的某种符号体系转化为便于计算机识别和处理的另一种符号体系, 它是数据处理人员在数

数据库设计、实施、运行、维护及扩充等阶段中控制有关数据的信息工具<sup>[1,3]</sup>。空间数据的编码遵循系统性原则、惟一性原则、扩充性原则和适用性原则。

当一个图层完整的图形数据库建好以后,通过关键字来标识空间数据与属性数据的关系。在属性数据库文件中,描述一个专题所对应的属性数据库名、关键字的基本构成等有关信息。

关键字结构如图 3 所示。在林相图图形数据库中 020101010210102 代表丰泽区、江南镇、浮桥村第 12 林班、第 1 大班、第 2 小班。

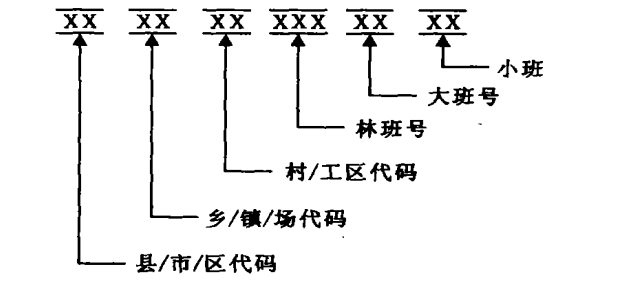


图 3 属性数据关键字结构图

#### 4.3 数据库设计

数据库设计是系统开发和建设中的核心技术之一。数据库设计是指对于一个给定的应用环境,构造最优的数据库模式,建立数据库及其应用系统,使之能够有效地存储数据,满足各种系统各种用户的应用需求(信息要求和处理要求)。在设计的过程中我们遵循数据库设计和应用系统相结合的原则,也就是说,整个设计过程中要把结构(数据)设计和行为(处理)设计密切结合起来。主要有以下步骤:

- (1) 建立数据库结构:在经过对图件的分层分块,数据编码等数据处理后,建立数据库(LYJC.mdf 和 LYJC.log),并对采集的相关数据进行数据分类,建立一系列的数据库表结构。
- (2) 属性数据的输入与编辑:即将一个实体的属性数据连接到相应的几何目标上,建立属性特征与几何图形的联系,以便于图形和属性互相查询和访问。
- (3) 图形数据的输入与编辑:将林相图和地形图通过坐标转换和数据格式转换后,利用 ArcView 3.2 软件进行矢量化。

#### 4.4 系统数据的生成与实现

森林资源数据库管理系统形成后,如何把数据动态地发布到网上,实行交互式管理,是网络数据库的一个难点。因为网络管理信息系统一般情况下不支持本地数据库缓存技术,因而其不支持脱机工作。

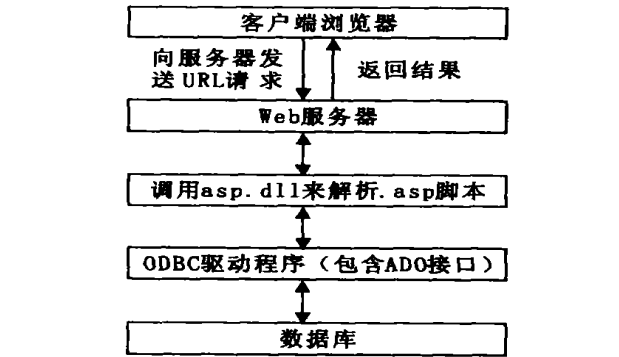


图 4 ADO 访问数据库的工作原理

WEB 数据库系统,实际上就是利用动态网页技术和数

据库技术,使两者有效地结合,从而能够向用户提供各种网上数据库服务功能。

要实现 WEB 数据库系统,就必须确保数据库与 WEB 服务器之间能够相互交换数据,保持数据信息交换路径的畅通。在 WEB 数据库系统中,数据库的连接主要有两种方式:开放数据库连接和直接数据库连接。本系统就是通过直接连接技术下的 ADO(ActiveX Data Object)数据库访问<sup>[4]</sup>。描述的是 ASP 中 ADO 访问数据库的工作原理。

#### 5 系统功能分析

本系统主要由用户管理、地图操作、综合数据查询、综合数据统计以及属性数据维护五大功能模块组成。

用户管理:为保证系统和数据库数据的安全,系统必须通过用户名和密码来登陆系统,并且根据用户等级给予不同的权限来管理数据系统。根据林业行业机构对系统的具体应用将用户等级分为普通用户、中级用户和高级用户。

地图操作与图层控制:该子模块实现了用户对地图的操作功能,注册层记录了各个图层地理实体的字段信息,结合地图引擎实现根据用户对视图的操作依比例尺显示,用户可以根据需要隐藏和显示图层,可以对图层的图例进行编辑。

综合数据查询:综合数据查询子模块主要实现图查属性、属性查图与属性查询属性三部分查询功能。

综合数据统计:该子模块主要包括行政区划的固定报表统计与空间查询的固定报表统计两大部分功能。

综合数据维护:主要包括属性数据的维护和图形数据的维护,图形数据的维护将调用专业的软件模块在系统外完成。属性数据维护,主要包括林班信息,大班信息和小班信息的维护三部分。



图 5 系统查询页面

#### 6 结 论

以 ArcIMS 为工具,通过对泉州市森林资源图形数据与属性数据的连接,建立区域专题网络数据库,研发基于 WebGIS 平台的森林资源管理信息系统是一项尝试。从理论上初步研究和探讨了森林资源信息的网络化管理、传输和维护的过程。

系统的开发研制:

- (1) 适应数字化林业和信息社会发展的要求,提早实现网络化和信息共享,使任何人都可以在任何地方,任何时间操作运用森林资源数据。
- (2) 通过 Internet 存取空间数据,降低了数据获得的难度,提高了数据的共享程度,避免各学科、各研究项目对数据

的重复采集和重复建库。

(3) 将过去多年来对森林资源调查研究的数据和成果组织起来进行网络发布, 用户得到的是一个时间序列上的长期动态研究资料; 同时, 将森林资源信息变为公众资料, 有利于扩大合作研究和相互了解。

参考文献:

[ 1 ] 黄建文. 遥感及 GIS 技术在森林资源信息更新中的应用[ J ]. 林业资源管理, 2000, ( 2 ): 59– 62.  
[ 2 ] 焦健, 曾琪明, 等. 地理属性和图形属性耦合的信息编码模型[ J ]. 遥感学报, 1998, 2( 4 ): 310– 315.  
[ 3 ] 冯仲科, 张晓晓. 发展我国的数字林业体系[ J ]. 北京林业大学学报, 2000, 22( 5 ): 102– 103.  
[ 4 ] 铁成, 陈功, 等. Visual InterDEV 6. 0 开发指南[ M ]. 北京: 清华大学出版社, 1993.

( 上接第 133 页 )

### 4 驱动力分析

从以上分析可知, 自 1982 年在该试区建点后, 耕地面积发生了很大变化, 20 年中耕地面积净减少 55. 7 hm<sup>2</sup>, 造成耕地面积变化的原因是多方面的, 对于本试区来说其原因主要有 人口增长、经济利益驱动和退耕还林还草等因子。

#### 4. 1 经济利益驱动

在市场经济条件下, 由于受比较经济利用的影响, 土地总是低产值向高值产业转移, 由低值的林业、草业向高值的农业转移, 再由农业向更高值的果园、菜地转移。

以上黄试区为例, 通过对该试区的产业调查, 园地的经济效益为 45 000 元/ hm<sup>2</sup>, 耕地为 3 000 元/ hm<sup>2</sup>, 园地的经济效益是耕地的 15 倍。土地利用受经济利益驱动主要表现耕地向园地转移, 1982 年该试区的园地面积仅有 0. 4 hm<sup>2</sup>, 到 2002 年达到 9. 2 hm<sup>2</sup>, 比治理前增长了 23 倍, 经济效益成倍增长, 逐步成为当地的支柱产业。

#### 4. 2 人口增长

人口作为一个独特的因素, 是土地利用变化中最具活力的驱动力之一, 它一方面影响农产品需求量的变化间接地影响土地利用及空间布局的变化, 另一方面还会在一定程度上对土地利用变化产生直接的影响, 如人口数量的增加会产生对居住用地及基础设施用地等需求的增长, 进而导致整个土地利用类型结构及其空间分布的变化。

以上黄试区为例, 1982 年该试区的人口为 363 人, 到 2002 年达到 512 人, 年增长率为 13. 54%, 耕地从 1982 年的 279. 7 hm<sup>2</sup> 减少到 2002 年的 224. 0 hm<sup>2</sup>, 人均耕地从 1982 年的 0. 77 hm<sup>2</sup> 减少到 2002 年的 0. 45 hm<sup>2</sup> (表 3)。

表 3 上黄试区 1982 年~ 2002 年人口、耕地变化					
年份	1982	1987	1990	1995	2002
总人口/ 人	363	431	458	487	512
耕地面积/ hm <sup>2</sup>	279. 7	218. 9	234. 3	230. 8	224. 0
人均耕地面积/( hm <sup>2</sup> · 人 <sup>- 1</sup> )	0. 77	0. 51	0. 51	0. 47	0. 45

#### 4. 3 退耕还林还草对耕地的影响

上黄试区是典型的黄土丘陵区, 存在着严重的水土流失

参考文献:

[ 1 ] 许月卿, 李秀彬. 河北省耕地数量动态变化及驱动因子分析[ J ]. 资源科学, 2001, 23( 5 ): 28– 32.  
[ 2 ] 邵晓梅, 杨勤业, 张洪业. 山东省耕地变化趋势及驱动力研究[ J ]. 地理研究, 2001, 20( 3 ): 298– 306.  
[ 3 ] 上官周平. 黄土高原坡耕地改造与粮食生产持续发展[ J ]. 国土开发与整治, 1997, 7( 3 ): 23– 26.  
[ 4 ] 王思远, 刘纪远, 张增祥, 等. 近 10 年中国土地利用格局及其演变[ J ]. 地理学报, 2002, 57( 5 ): 523– 530.

由于时间上和技术上的限制, 系统尚存在一些问题, 主要有: 空间数据质量问题、应用模型的实现问题和数据共享问题。特别是当考虑完善信息共享时, 应努力完善共享平台、共享数据库结构、信息发布与管理、网络安全与数据存取控制机制四个方面的技术问题。

现象。治理前土地利用基本上属于掠夺式经营, 部分陡坡地也成了广种薄收的农耕地, 经过近 20 a 的治理, 总结出一套适合本地的土地利用与开发治理经验。对土地进行“ 3 化”, 即: 坡耕地梯田化、宜林耕地绿化、平川耕地高效集约化。1982~ 2002 年退耕还林还草面积共计 35. 6 hm<sup>2</sup>。林草覆盖率从 1982 年的 1. 87% 达到 2002 年的 58. 18%, 为发展高效集约化农业创造了良好的生态环境。

### 5 结 论

本文运用 GIS 技术与具体位置相结合, 定量分析方法与定性分析方法相结合, 分析了上黄试区耕地的动态变化情况, 结论如下:

(1) 上黄试区自 1982 年建点后耕地面积发生了很大变化, 18 a 中净减少耕地 55. 7 hm<sup>2</sup>, 年均减少 3. 09 hm<sup>2</sup>, 人均耕地面积从 1982 年的 0. 77 hm<sup>2</sup> 降到 2002 年的 0. 45 hm<sup>2</sup>。

(2) 影响耕地动态变化的因素有多方面, 主要有 人口增长、市场比较经济利益及退耕还林还草等因素。通过对耕地动态变化进行分析, 研究导致耕地变化的驱动力的机制, 在黄土丘陵区大面积地进行农业土地利用结构调整。通过驱动力来引导当地群众发展生态、经济型高效农业。

(3) 耕地是我国的最重要的自然资源, 尤其是在西部的黄土高原地区。黄土高原因其独特的地貌特征和人类对土地的不合理利用造成该地区水土流失严重, 土地十分贫瘠, 生产力低, 经济落后。由于地力低下和人口的增长, 广种薄收, 掠夺式经营是该地区土地利用的主要特征, 坡地开荒, 陡坡地耕种十分普遍。由于当地人们追求的是基本生活条件保障, 对生态要求低, 这就导致了土地利用与生态环境的恶性循环。

(4) 耕地的结构和质量是研究黄土丘陵区耕地变化的重点, 当前该地区面临的主要问题是退耕与后继产业的培育与发展。如何保障退耕的成果将是我们科技工作者们值得注意和研究的问题。事实上, 在黄土丘陵区重新协调人地关系, 因地制宜发展生态农业是可行的。上黄试区经过近 20 年的研究与探索, 总结出的“上黄经验”是土地利用、农业结构调整和农业生态经济建设十分值得借鉴的研究成果。