

## 基于 GIS 的林业资源信息化研究 ——以四川省石棉县为例

许辉熙<sup>1</sup>,何政伟<sup>1</sup>,杨存建<sup>2</sup>,双志云<sup>3</sup>,吴明生<sup>3</sup>,陈 军<sup>4</sup>

(1. 成都理工大学数字国土与生态科学研究所,成都 610059;2. 四川师范大学软件重点实验室,成都 610066;  
3. 四川省石棉县林业局,四川 石棉 625403;4. 成都信息工程学院 环境工程系,成都 610225)

**摘 要:**“数字林业”的提出,为新世纪林业管理工作提出了更高的要求,也为 GIS 技术在林业中的应用提供了难得的机遇。研究旨在利用 GIS 技术,建立石棉县林业 GIS,以促进石棉县林业部门的信息化建设,为石棉县电子政务服务。系统数据库分为基础地理数据库和林业专题数据库以及各自的元数据库三大类。以 ArcView GIS 软件为平台,集成各类数据库成果,开发了石棉县林业 GIS。系统除了具有基本 GIS 功能外,还设计了一些高级功能。目前,已在该系统上进行了退耕还林小班作业设计、制作了石棉县 1998 - 2003 年天保工程和退耕还林工程效益评价图、评估了某水电站的淹没损失。实践证明,石棉县林业 GIS 的建立大大提高了林业管理与决策的效率,充分展示了传统方法无法比拟的技术优势。

**关键词:**林业资源管理;GIS;数字林业;石棉县

**中图分类号:**S757.2;TP79

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)03-0295-05

## Study on Forest Resources Informatization Based on GIS ——A case in Shimian County of Sichuan Province, China

XU Hui-xi<sup>1</sup>, HE Zheng-wei<sup>1</sup>, YANG Cun-jian<sup>2</sup>,  
SHUANG Zhi-yun<sup>3</sup>, WU Ming-sheng<sup>3</sup>, CHEN Jun<sup>4</sup>

(1. Institute of Digital Land & Ecological Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

2. Key Laboratory of Software, Sichuan Normal University 610066;

3. Forestry Bureau of Shimian County, Shimian 625403;

4. Dept. of Environment Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** Emergence of Digital Forestry brought forward a higher request for the forest management work in new century, and provided the rare opportunity for application of GIS technology in the forestry. This research aimed at establishing Shimian Forestry GIS (SM - FGIS), which can accelerate informatization construction of Shimian County forestry department and serve for the Shimian County E-government. The system databases were divided into the fundamental geo-information database and the forestry topic-specific database as well as respectively metadata three kinds. Taking ArcView GIS as a software platform, integrated all kinds of databases and explored SM - FGIS. SM - FMIS have not only basic GIS functions but also some senior functions. At present, we have carried out operational design for Grain - to - Green Project, mapped effect evolution map of Grain - to - Green and National Natural Forest Conservation Project in Shimian County from 1998 to 2003 and appraised submergence loss of some water power station based on SM - FGIS. The practice proved that establishment of SM - FGIS greatly enhanced the forest management and decision efficiency, and fully demonstrated superiority of GIS technology which traditional method is unable to compare with.

**Key words:** forest resources management; GIS; digital forestry; Shimian County

资源、环境及可持续发展是当今世界科学研究的三大主题,作为地表陆地最大的生态系统——森林,与这三大主题都有着密不可分的关系<sup>[1]</sup>。森林在改善环境、促进社会可持续发展中起着举足轻重的作用。因此,加强森林资源的监测管理是社会对林业提出的迫切要求,而传统的森林资源管理存在许多不足,如数据更新困难、数据缺乏空间分布信息、实时性差等。近年,随着以地理信息系统(GIS)为支撑的

空间信息新技术的飞速发展,为森林资源的管理与可持续利用提供了更为先进的技术手段。

地理信息系统(GIS)是集信息学、空间学、地球学、测量学、计算机学等学科于一体的一门交叉学科,是在计算机软、硬件技术的支持下采集、存贮、管理、检索和综合分析各种地理空间信息,以多种形式输出表格数据及图形产品的新技术。GIS具有数据采集与输入、数据编辑与更新、数据存储

\* 收稿日期:2006-05-23

基金项目:四川省青年基金项目-利用“3S”技术建立四川省生态安全保障体系决策支持系统的研究(03ZQ026-032)的基础成果

作者简介:许辉熙(1979-),男,四川德阳市人,在读博士,从事遥感与GIS应用与开发研究。

与管理、空间查询与分析、数据分析与显示等功能<sup>[2]</sup>。目前, GIS 已经广泛地应用到农业、林业、交通、国土、军事、气象、邮电通讯、疾病防治等领域。

我国林业 GIS 的建设工作起步于 20 世纪 80 年代后期。随着计算机技术的不断发展、林业数字化进程的加快,林业 GIS 的建立在全国各地迅速开展。利用 GIS 进行林业作业设计、林业资源管理、森林资源及病虫害监测、森林防火监控等工作,图文并茂、形象直观、通俗易懂、效率高,在林业生产和科研中发挥了重要作用<sup>[3]</sup>。县级林业 GIS 是国家、省、市、县四级林业 GIS 的基础<sup>[3]</sup>。建立县级林业 GIS,以此进行林业海量数据的管理、林业资源动态变化的监测、各类林业生产的设计与规划、生态环境质量的评价、森林火灾的监测预报、制订林火方案与指挥调度、珍稀动植物资源的评价与管理,各种林业专题数据的传输与转换、各类林业统计年报表出表、各类林业专题图的出图等,实现林业的信息化管理<sup>[3]</sup>。目前国内已有许多研究人员就 GIS 在林业中的应用进行了有益的探索和研究<sup>[5,6]</sup>,并建立起了一些示范性的项目<sup>[7,8]</sup>。

在 2001 年 6 月召开的“全国林业科学技术大会”上,原国家林业局局长周生贤在讲话中首次提出了“数字林业”的概念<sup>[9]</sup>。“数字林业”是“数字地球”、“数字中国”的延伸。“数字林业”的提出,为新世纪林业管理工作提出了更高的要求,为以 GIS 为支撑的 3S 技术在林业中的应用提供了难得的历史机遇。自 1998 年颁布禁伐令,实施天保工程和退耕还林工程以来,石棉县林业工作取得了巨大成就,为建设长江中上游天然生态屏障做出了积极贡献。本研究旨在利用 GIS 技术,建立石棉县林业 GIS,促进石棉县林业部门的信息化建设,为石棉县电子政务服务。

## 1 研究区概况

石棉县<sup>[10]</sup>位于四川盆地西南边缘,贡嘎山东南面,雅安市南部,大渡河中游。介于东经 101°56′~102°34′,北纬 28°51′~29°31′之间。东邻汉源县、甘洛县,南接越西县、冕宁县,西交九龙县、康定县,北连泸定县。境内东西约宽 61.4 km,南北长约 76 km,幅员面积 2 678.20 km<sup>2</sup>,辖 1 镇 15 乡(其中 10 个民族乡),县府驻新棉镇。总人口 11.6 万人(2001 年),有汉族、彝族、藏族等 14 个民族,享受少数民族县待遇。全县地处横断山脉,多呈南北纵列。地势西南部高,东部低,四周有 3 500 m 以上的高山。地形以山地为主,山高谷深,坡陡岭峻,岭谷相间。最高点为西部与九龙县、康定县交界的高峰(神山梁子)海拔 5 793 m,最低点为丰乐乡大渡河谷最东端,海拔 790 m。县内呈垂直型气候,高山、中山、河谷气候反差大,干湿季分明。年降雨量 801.3 mm,年平均气温 16.9℃。

石棉县是长江中上游退耕还林和天保工程重点区,县内森林资源丰富,全县绿化覆盖率 91%(1998 年),森林覆盖率 68.3%。

## 2 系统的可行性与需求分析

计算机技术的快速发展为林业现代化管理提供了可能性,而国家信息化建设的加快,迫切需要林业部门利用新兴的空间信息技术进行林业生产与管理。因此,在资源管理方面具有巨大优势的 GIS 技术被应用到林业部门必将是大势所趋。然而,石棉县作为西部林业大县,在信息化建设方面还比较落后,林业日常工作还停留在传统的方法上。因此,从时间、经费、人力等方面充分分析 GIS 技术应用到林业中的可行性,向石棉县林业局介绍基于现代空间信息技术进

行林业信息化、现代化建设的必要性,启发林业局的同志结合自身日常管理工作的实际情况,比较传统的工作方式与利用现代信息技术进行日常工作管理的优缺点,考虑怎样把传统的工作方式转移到以空间信息技术为支撑的现代化工作方式上来,对我们进行系统建设开发提出具体的、能够满足实际工作要求的一些需求。

## 3 基础资料收集与整理

通过多种途径,收集到以下基础资料:覆盖石棉县全境的 1:5 万地形图 15 幅;石棉县森林资源二类调查 1:5 万林相图 15 幅;石棉县 1:10 万土壤类型分布图 1 幅;石棉县 1998~2003 年 1:2.5 万天保工程作业设计图;石棉县 1998~2003 年 1:2.5 万退耕还林作业设计图;石棉县科技推广站分布示意图一幅;覆盖石棉县的 Landsat ETM+ 遥感影像一景,景号 130/040,成像时间 2002 年 4 月 21 日;石棉县森林资源二类调查小班卡片数据库;石棉县退耕还林、天保工程作业统计表;石棉县社会经济统计数据(2001 年);自然保护区、森林防火、林业科技管理图件及文本资料;其它具有参考价值的图件及文本资料。其中林相图以 1:5 万地形图为基础编绘而成,天保工程作业设计图、退耕还林作业设计图是以 1:5 万地形图为基础放大到 1:2.5 万。

## 4 系统的数据库设计

数据被喻为 GIS 的血液,是 GIS 的运做的基础,是影响 GIS 工程成功的关键因素<sup>[11]</sup>。数据库建设的耗时和费用总投入通常占 GIS 工程建设的耗时和总投入的 80%左右<sup>[12]</sup>。根据石棉县林业局的需求,分析收集到的基础资料,考虑时间、经费、人力等因素,以共享性、现势性、实用性、低成本、高效率为原则,评价资料进入 GIS 数据库的价值,将与林业有关的资源、环境、社会和经济数据数字化和编辑后建立相应的 GIS 数据库,以便为森林资源的保护和经营管理提供决策信息。石棉县林业局的日常工作都是在 1:5 万地形图基础上开展,因此所有数据建设都将基于地形图进行,这保证了所有数据具有相同的坐标系,为“数字林业”、“数字石棉”的数据共享奠定了基础。

### 4.1 数据库的设计原则

数据库的设计遵循以下原则<sup>[13,14]</sup>:

(1) 图形实体分层原则。按照相同坐标系对实体图形要素进行分层叠合,这是数据库设计的一个基本原则;否则,不同图层的地图要素无法在空间上相互配准。

(2) 矢量和栅格数据混合存储原则。两者建立在同样的地图投影和坐标系统之上,方便地理空间信息同时以两种不同的方式浏览和查询。

(3) 空间数据与属性数据既分离又连接原则。空间数据与属性数据分开存储,通过公共 ID 号连接。

(4) 实用性原则。考虑数据库的应用对象是县级林业部门,数据库文件名、字段名均采用汉字命名。

(5) 数据标准化与规范化,能够提供数据共享。

### 4.2 数据库空间参考系设计

空间参考系的内容包含平面坐标系、高程基准、地图投影等。地图投影的选择,参照国际上的普遍做法:1:5 万或更大比例尺的数据库,多采用与地形图相同的地图投影<sup>[15]</sup>。数据库空间参考系设计见表 1。

### 4.3 数据库的数据格式设计

数据库文件格式设计见表 2。

表 1 数据库空间参考系设计					
椭球体	KRASSOVSKY		基准面	KRASSOVSKY	
投影	高斯克	中央经线	105°	高程系	1956
	吕格投影	西偏移	500 km		黄海高程系
坐标系	1954 北京坐标系		单位	m	

表 2 数据库数据格式设计			
矢量数据	图形数据	*.shp	通过公共 ID 号连接
	属性数据	*.dbf	
栅格数据	DTM		grid
	数字地图		*.tif
	遥感影像		*.tif
元数据	文本信息		*.txt
	空间化信息	图形数据	*.shp
		属性数据	*.dbf

4.4 数据库设计

在充分分析收集到的各类图件与文本基础资料后,结合石棉县林业局的需求,将石棉林业 GIS 数据库分为基础地理数据库和林业专题数据库两大类以及对两大基础数据进行描述说明的元数据库。

4.4.1 基础地理数据库

基础地理数据库主要包括矢量图形(点、线、面)和栅格图像。

- 点状:地名数据库;山峰数据库;高程点数据库。
- 线状:等高线数据库;河流数据库;交通道路数据库。
- 面状:湖泊水库数据库;县界;乡镇(林场)界;村(作业区)界;乡镇统计数据数据库。

栅格图像:数字高程模型及其派生的坡度、坡向数据库;数字影像地形图。

4.4.2 林业专题数据库

林业专题数据库主要包括以下内容。  
点状:森林防火站点数据库;林业科技推广站数据库;乡

镇林业站点数据库;  
面状:森林资源二类调查小班数据库;自然保护区数据库;1998~2003 天保工程数据库;1998~2003 退耕还林工程数据库;土壤数据库;  
栅格图像:数字影像林相图;数字影像土壤图;数字遥感影像地图。

4.4.3 元数据库

元数据是关于数据的数据,是关于数据和信息资源的描述性信息<sup>[16]</sup>。本研究的元数据将详细说明石棉县林业 GIS 数据库的数据情况,包括基础资料来源、数据库软硬件环境、坐标系、文件格式、数据容量、生产过程、生产单位、生产时间、数据质量控制、属性表各字段具体含义及编码等。

5 数据库建设

5.1 数据库建设的软硬件环境

需要 PC 机、A0 幅面彩色滚筒扫描仪、A4 幅面平板扫描仪、移动硬盘等硬件;需要 Windows 操作系统,常用图像处理软件 Photoshop、PCI、ArcView GIS 3.2、ARCGIS 8.3 Desktop 及 Workstation 等 GIS 软件。

5.2 图件资料扫描

矢量数据的采集要以各种图件为底图,数据库建库的第一步是进行图件扫描,将各种图件转换为计算机能够处理的数字栅格图。根据图件的纸张大小在 A0、A4 幅面扫描仪上分别扫描。扫描过程中既要注意图像的分辨率,又要考虑图像数据量不能过大。图像以 TIF 文件格式存储,图像最佳分辨率 300DPI。

5.3 数据库建库过程

石棉基础地理数据库和石棉林业专题数据库采用相同的投影坐标系,保证了所有数据叠加一致。各类数据库具体建库过程详见图 1、2、3、4、5、6。

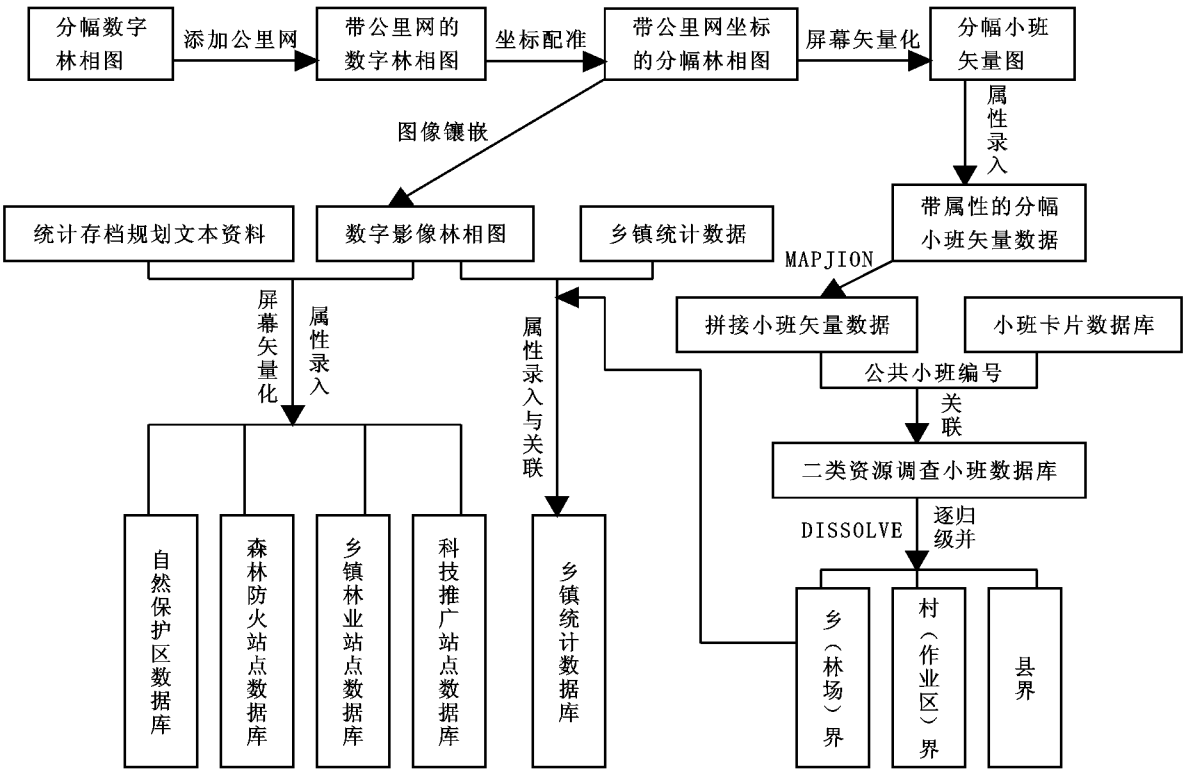


图 1 林业专题信息数据库建库流程

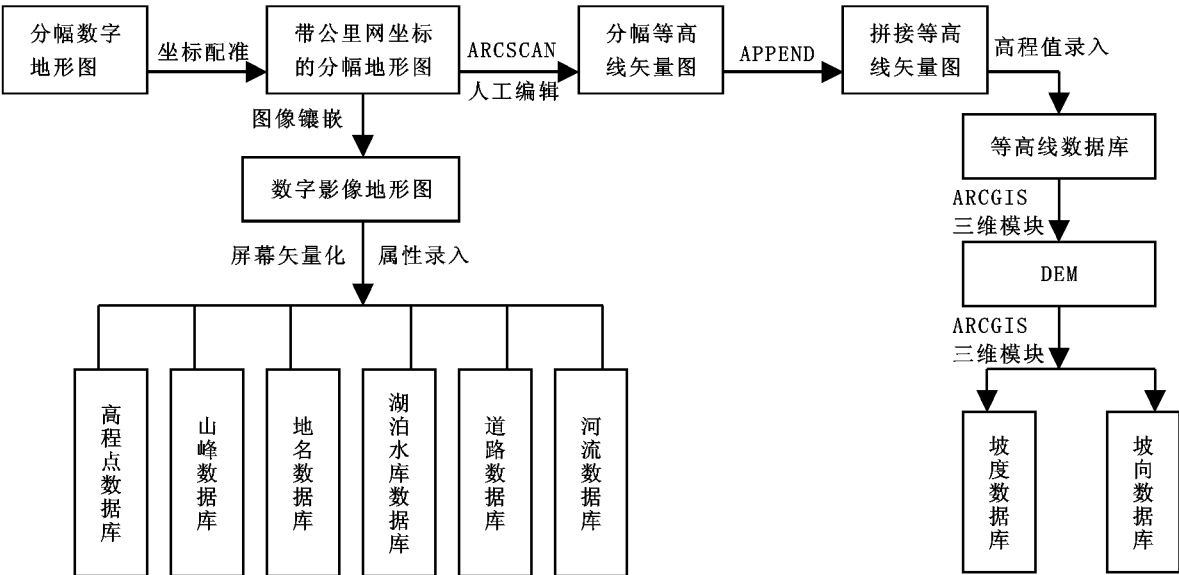


图 2 基础地理信息数据库建库流程

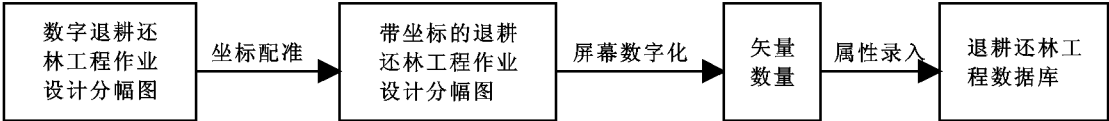


图 3 退耕还林工程数据库建库流程

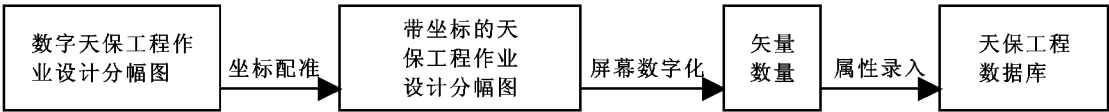


图 4 天保工程数据库建库流程

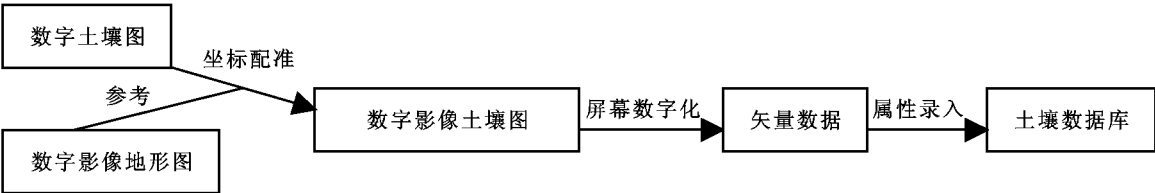


图 5 土壤数据库建库流程



图 6 遥感影像地图制作流程

5.4 元数据建设

地形图、林相图按每幅图一个文本文件存储;天保工程、退耕还林工程、土壤图等以石棉县为单位作为一个文本文件存储,不同类型数据元数据内容略有不同。为了实现数据库系统中各数据体与元数据的集成化管理,以及元数据与数据体的一体化相互查询检索,将元数据空间化<sup>[17]</sup>,具体实现方法是:分幅林相图、分幅地形图,将元数据与图幅接头表联系起来,将每一幅的区域作为一个目标对象,元数据信息作为其属性项,构成一个以图幅接头表为基础的矢量元数据集;镶嵌林相图、镶嵌地形图、土壤图、天保工程、退耕还林工程

等以石棉县为单位,作为一个目标对象,元数据作为其属性项,构成矢量元数据集。

6 系统集成与系统功能实现

在各项数据库成果整理完善以后将进行系统的集成以及系统功能实现。

6.1 系统集成

系统的建立以能满足实际生产、管理需要为原则,有针对性,做到操作简易、快捷、稳定,系统界面友好,整个系统要易于维护。由于本系统应用的对象是县级林业部门,考虑到

县级的实际情况,将各类数据库在 ArcView GIS 3.2 软件的基础上进行系统集成,开发石棉县林业 GIS,实现林业资源信息化。

## 6.2 系统功能实现

### 6.2.1 基本功能

ArcView GIS 功能强大,以它为平台的系统将会继承其基本功能,如显示功能(放大、缩小、移动),查询功能(空间对属性、属性对空间、热链接),编辑功能(空间数据编辑、属性数据修改),输出功能(制图、报表),计算功能(面积、周长等),空间分析功能(叠加分析、缓冲区分析等)。这些功能能够满足林业部门的日常办公管理需要,如实现林业档案管理计算机一体化,实现数据、图形一体化查询,实现数据、图形一体化更新和输出等等<sup>[3]</sup>。

### 6.2.2 高级功能

林业上需要的各类基础数据库已经建立起来,在 GIS 的支持下,这些数据将会发挥更加强大的作用。借助该系统,可以基于遥感和全球定位系统技术进行森林资源的动态监测、数据的更新;进行林业规划设计,如天保工程作业设计、退耕还林工程作业设计、自然保护区规划与设计;在森林防火决策支持中,进行防火了望站台规划布局、进行森林火灾损失评估系统。该系统将会大大提高石棉县林业管理部门管理与决策的效率。

## 参考文献:

- [1] 郭宏俊,郭峰,陈士银. 3S 技术及其在林地管理中的应用[J]. 农业现代化研究,2003,24(1):75-78.
- [2] 吴信才. 地理信息系统原理与方法[M]. 北京:电子工业出版社,2002.4-5.
- [3] 林中大,魏安世,刘惠明. 广东省县级林业地理信息系统(GIS)的建立和应用[J]. 广东林业科技,2003,19(1):27-31.
- [4] 王东军,彭松波. 全国森林资源管理县级地理信息系统的分析与设计[J]. 中南林业调查规划,2004,23(4):40-44.
- [5] 庄晨辉,陈铭潮,潘俊忠. 林业资源管理地理信息系统的研制与开发[J]. 福建林学院学报,2005,25(1):1-4.
- [6] 娄全胜,张慧霞,武苏里,等. 基于网络的县级林业专题地理信息系统的研建[J]. 林业资源管理,2005,(1):67-69.
- [7] 牟怀义. GIS 在南方集体林区森林经营中的应用研究[J]. 林业资源管理,1999,(3):64-69.
- [8] 肖胜. 林业地理信息系统的建立、管理及分析方法[J]. 福建林业科技,1998,25(3):46-50.
- [9] 王静,张百顺. “数字林业”建设的现状与思考[J]. 长春大学学报,2003,13(2):25-28.
- [10] 石棉县林业志编纂委员会. 石棉县林业志[M]. 成都:四川辞书出版社,2004.
- [11] 范爱民,景海涛. 地图数字化质量问题研究[J]. 测绘通报,2003,(4):1-3.
- [12] 吴信才. MAPGIS 地理信息系统[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [13] Kang-tsung Chang. 地理信息系统导论(Introduction to Geographic Information System)[M]. 陈健飞,等译. 北京:科学出版社,2003.
- [14] 郭庆胜,王晓超. 地理信息系统工程设计与实施[M]. 武汉大学出版社,2003.
- [15] 商瑶玲,王东华,李莉. 论全国 1:25000 数据库的建立与更新[J]. 地理信息世界,2003,1(2):16-21.
- [16] 胡鹏,黄杏元,华一新. 地理信息系统教程[M]. 武汉大学出版社,2002.
- [17] 王东华,吉建培,刘建军,等. 国家基础地理信息数据库 1:5 万 DEM 的设计与实现[A]. 地理空间信息技术与应用[C]. 成都:成都地图出版社,2002.334-343.

(上接第 294 页)

得多,其分析研究,特别是其运动参数的确定也困难得多,迄今的理论和经验计算都未能达到适合普遍的防治工程设计水平。目前国外开展的研究和试验较多,国内虽有工程实例,但在理论研究和试验方面还很少,作为一种泥石流防护

## 参考文献:

- [1] 阳友奎,等. 坡面地质灾害柔性防护的理论与实践[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [2] De Natale J S, et al. Response of the Geobrug cable net system to debris flow loading[R]. Report by California Polytechnic State University,1996.
- [3] Rickenmann D. Empirical relationships for debris flows[J]. Natural Hazards, 1999,19(1):47-77.

## 7 结 语

林业 GIS 是“数字林业”的基础<sup>[9]</sup>。林业 GIS 一旦建立并不断维护和更新,那么从中受益将是一个长期的过程<sup>[3]</sup>。随着社会经济快速发展和信息化要求提高,森林资源的开发、利用和保护需要随时跟上经济发展的步伐,随时掌握资源动态变化,及时做出决策就显得非常重要。常规的森林资源监测,从资源清查、数据整理成册,到最后制定经营方案,需要较长的时间,使制定的经营方案和现实情况不相符,势必出现经营管理的滞后现象,造成无法估量的损失<sup>[3]</sup>。利用 GIS 技术就可以有效地解决这些问题,及时掌握森林资源在空间、时间上的变化特征,制定合理的经营方案,提高林业管理决策的效率。

目前,已在该系统上进行了退耕还林小班作业设计、制作了石棉县 1998~2003 年天保工程、退耕还林工程效益评价图、评估了某水电站的淹没损失。实践证明,石棉县林业 GIS 的建立大大提高了石林业管理与决策的效率,充分展示了传统方法无法比拟的技术优势。

致谢:感谢邓小菲、张瑞、邓丽丽、程熙、王小燕、饶亚熙、贾月江在数据采集中所做的工作;感谢石棉县林业局的大力支持!