

基于 GIS 的火地塘林场森林资源信息管理关键技术研究

张慧霞^{1,2}, 刘悦翠³

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039;
3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要:用现代高新信息技术对森林资源信息进行科学、高效地管理,为森林资源可持续经营战略决策搭建先进的技术支撑平台,是森林资源可持续经营研究的重要内容。本研究以火地塘林场为例,对目前森林资源信息管理存在的问题和现状进行分析之后,探讨了地理信息系统、多源数据无缝集成、面向对象数据库建模和决策支持模型与方法等技术对森林资源数据获取、存储、管理、分析及可视化决策的关键作用和重要意义,在 GIS 的强大空间分析能力基础上依托森林资源相关的分析和评价模型,对森林资源实施科学管理和可持续经营。

关键词:火地塘林场;森林资源信息管理;GIS;关键技术

中图分类号:S757.9

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2006)02-0009-04

Study of Key Techniques on Forest Resource Information Management Based on GIS at Huoditang Forest Farm

ZHANG Hui-xia^{1,2}, LIU Yue-cui³

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 3. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: How to take effective measures to ensure scientific management in forest resource information and sustainable management in forest resource is very important. Based on some main problems of forest resource information management at Huoditang forest farm, a few of key techniques benefit to the forest resource information management are put forward, for example, GIS (Geographic Information System), SIMS (Seamless Integration of Multi-source Spatial-data), MOO (Modeling for Object-Oriented databases), and Decision Support Models and Methods, which aim to provide a normative solution for data acquisition, storage, analysis, design and decision in forest resource sustainable management. Relying on relative analysis models and evaluation models and integrated with the spatial analysis function of GIS, the forest resource could be managed scientifically and sustainably.

Key words: Huoditang forest farm; forest resource information management; GIS; key techniques

我国现有 4 466 个国有林场,经营总面积 0.53 亿 hm^2 ,森林面积 0.26 亿 hm^2 ,拥有森林总蓄积量 16 亿 m^3 ,分别占全国林业用地总面积和全国森林总蓄积量的 20%^[1]。对林场内的森林资源进行合理的管理和经营,对于推进全国森林资源的可持续经营具有重要意义。对森林资源实行可持续经营首先要对森林资源信息进行科学的有效管理,持续快速更新和反映森林资源随不同时间和空间产生的动态变化,并对变化的过程和结果以图形数据、属性数据或二者结合的方式适时地表现出来,为经营决策服

务。

1 研究地概况

火地塘林场地处秦岭南坡宁陕县境内,位于北纬 $33^{\circ}25' \sim 33^{\circ}29'$,东经 $108^{\circ}25' \sim 108^{\circ}30'$ 之间;海拔 1 500 ~ 2 450 m 之间。总面积 2 037 hm^2 。林业用地面积 2 017 hm^2 ,占总面积的 99.0%,非林业用地 20 hm^2 ,占总面积的 1.0%。全场活力木总蓄积为 157 698 m^3 ,森林覆盖率为 91.8%。林区植物种类丰富,森林植被主要为原生植被主伐后恢复起来的天然次

收稿日期:2005-06-08 修回日期:2005-09-28

作者简介:张慧霞(1976-),女,山西长治人,博士,主要从事森林经理、3S 应用方面的科研工作。

生林,林相较为杂乱,类型复杂多样(图 1)。

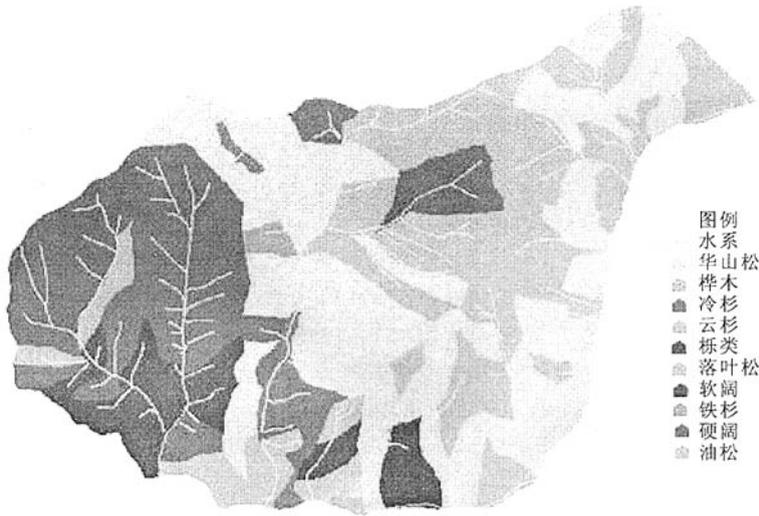


图 1 火地塘林场树种空间分布

Fig. 1 Distribution of distinct trees of the Huoditang forest farm

2 森林资源信息管理存在问题及原因

目前火地塘林场的森林资源信息缺乏科学的管理方法,表现为资料老化、数据单一、图面数据与属性数据相脱节,数据管理混乱。远远不能满足可持续经营需求。造成这种状况的原因:①数据的记载多采用传统的调查簿、小班卡片等纸质形式存在,数据容易丢失;图形数据和属性数据相脱节;不易管理和更新。②调查因子不全,以往只是对林分等因子进行了详细调查和记录,但是影响林分生长和更新的其他因子如气象因子、水文因子、土壤因子、病虫害因子等并没有详细记载或只是略为带过,不利于把森林资源及相关影响因子作为一个整体的大系统进行研究和分析。③虽然目前已在研制相关的管理信息系统^[2],例如森林资源档案管理信息系统、森林分类经营信息系统等,但是这些信息系统仅是基于数据库的信息系统,应用还主要停留在建立数据库、数据库查询、空间分析和成果输出显示上,还无法为空间复杂问题如自然资源的规划与管理等提供足够的决策支持,因为这些问题的解决过程包含大量的人为经验和专家知识,GIS 作为空间数据分析和处理的工具,缺乏知识处理和进行启发式推理的能力。④森林资源数据是“死”的。以往的森林资源数据是建立在森林资源调查规划或作业调查的基础上,2 次调查期间(一般为 5 a 以上)的资源变化数据根据各项经营活动记录加以更改。不同时期之间的数据存在断

层现象。不能随着时间和空间的变化而及时地得到更新。

3 森林资源信息管理关键技术

3.1 地理信息系统

GIS 是近年来迅速发展起来的一种计算机信息系统,具有强大的空间信息处理和分析能力。一般具有数据输入、管理、分析和输出等功能。此外,它还与统计学、遥感、数学模型、关系数据库系统、统计分析系统结合,进行各种空间分析^[3],解决各种复杂的空间问题。传统的 GIS 虽然在功能上已经比较成熟,但多属于独立封闭的系统,同时 GIS 软件变得日益庞大使用户难以掌握,且费用昂贵等缺陷阻碍了 GIS 的普及和应用^[4],COM GIS(组件式 GIS)的出现则为传统 GIS 所面临的不同规模、不同造价、不同目的功能等的多种应用问题提供了全新的解决思路^[5]。本次研究采用面向对象语言 Visual Basic 作为前端应用开发工具,SQL Server 数据库,结合组件式 GIS 软件 SuperMap Object 实现对森林资源信息管理系统的开发,集成管理图形数据和属性数据,使森林资源的变化得到更加直观、科学的表达。

3.2 多源数据无缝集成

多源数据无缝集成是一种无须数据格式转换,直接访问多种数据格式的空间数据集成技术。SIMS 技术体系是一种紧凑 3 层结构,包括数据消费者(customer)、数据代理(agency)和数据提供者

(provider)^[6]。数据提供者(直接访问数据文件或者数据库的模块)把获取到的数据通过数据代理(虚拟空间数据引擎)提供给数据消费者(拓扑处理、地图显示、空间分析、三维表现、专题图制作、数据转换、制图输出等直接使用数据的模块)使用,并且把数据消费者传回来的新数据再通过数据代理存储到文件或数据库。

森林资源信息包括空间信息和属性信息,具有区域性、多维性和动态性的特征。它们从不同的角度对研究对象进行相应的描述,这些数据来源广泛,数据格式、数据质量、研究的侧重点都各不相同。SIMS为访问多种格式的森林资源数据提供了方便,有效解决了不同格式森林资源数据的综合利用问题,避免了森林资源数据的浪费。

3.3 面向对象数据库建模

森林资源所涉及的信息是相当庞杂的,传统的数据库建模主要是考虑数据库本身的问题,对于逻辑数据构造只提供了相当原始的结构,而对于相关领域的关注较少。面向对象的数据数据库建模在数据库结构上能够扩展到外部,成为整个分析和设计过程的一个组成部分。使数据库在整体上很好地处理复杂的数据,实现数据和数据操作的统一。

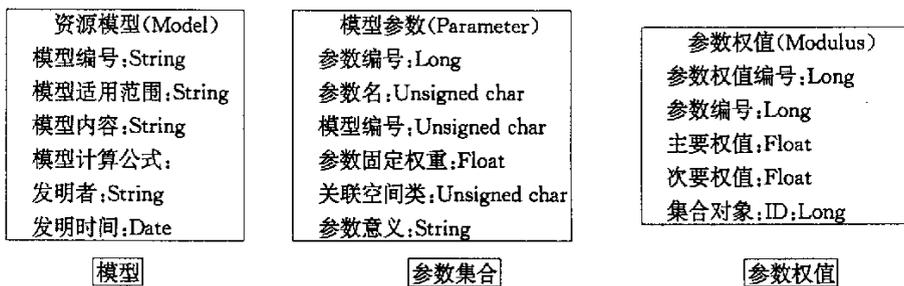


图2 模型库的静态结构

Fig.2 Static structure of the model databse

森林资源模型库存储了预先经过分析比较而建立的森林资源生长变化模型及其影响因子变化模型,主要模型有:(1)自然生长:树高生长变化模型、直径生长变化模型、断面积生长变化模型、蓄积生长变化模型、生长量变化模型、自然稀疏模型等;(2)营林活动:采伐计算模型、商品材产量预估模型、营林措施(含间伐、施肥、整地、抚育等)效应模型、营林效益评估模型;(3)火灾预警模型;(4)病虫害发生程度预测模型等。方法库中存储了资源变化模型的相应程序。模型运行的过程为事实、数据和规则的匹配过程^[8]。例如:当运用专家模型库对森林资源某一个表中的数据实现更新或预测时,首先选取模型,模型变量值直接通过空间实体到数据库中去匹配(变量值

首先在详细了解系统所涉及的各种实体(对象)和数据的基础上,弄清数据之间的关系,确定各种约束条件、处理要求和实体数据之间的操作关系,选择对象,建立对象类;其次,根据对象类之间的关系画出对象关系图;最后,把已设计的对象关系模型转化为具体的DBMS所支持的数据模型,完成数据库的逻辑设计。

3.4 决策支持模型与方法

森林资源每年都发生变化,其变化原因可分为3种:营林活动;人为破坏和自然灾害;自然生长。林分的自然生长不会引起小班边界的变化,人为活动和自然灾害经常造成小班面积和边界的变化。当小班面积变化到一定程度后,根据陕西省森林资源规划设计调查技术细则,进行小班的重新区划。在小班面积和边界保持不变的情况下,利用资源模型库对森林资源的各项数据进行更新和预测。

模型和方法是决策支持系统的核心和灵魂,是驱动系统运转和功能实现的关键组件^[7]。依照所涉及的模型分别建立资源模型库与方法库,模型库为系统判断、运算过程提供依据,通过匹配、分析和比较不同的解决方法使决策者具备分析问题的能力和获得解决问题的信息。

直接对应一个空间实体的属性,可以直接到数据库获取);然后通过相应的各种运算后把结果赋与变量,整个计算过程通过编程实现,结果直接以属性数据的形式输出存入属性库的临时表内,经过数据检验后更新属性数据库并且同时生成图面数据更新图形数据库。决策支持模型和方法可以对数据进行深入分析和预测,从而实现森林资源的快速更新,获取森林资源的未来变化,辅助森林资源的可持续经营决策。

4 系统初步应用

系统结构框架及系统应用界面见图3、图4。

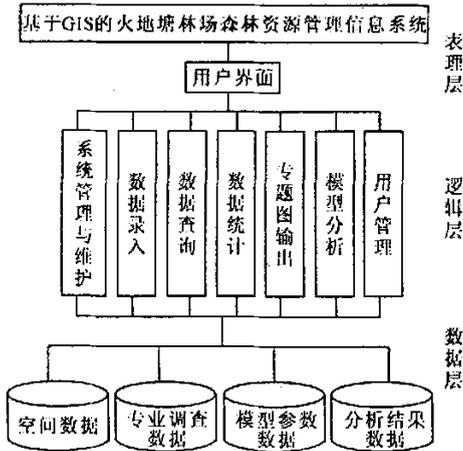


图3 系统逻辑结构

Fig. 3 Logical structure of the system



图4 系统初始界面

Fig. 4 System interface

4.1 数据输入

系统可以通过键盘手动输入数据,也可以导入各类不同存储形式的数据通过统一的标准转化为电子文档的形式进行统一的管理,形成系列数据。主要完成对火地塘林场森林资源小班测树因子、树种基本情况、标准地信息、土地利用情况、林木病虫害情况、森林火灾情况等属性数据的修改、删除、编辑等操作。利用地理信息系统对属性数据和图形数据的集成管理功能,对火地塘林场的森林资源信息进行信息化管理。

4.2 数据查询

面向管理人员、科研人员,提供火地塘林场森林资源及相关各类数据的查询、浏览和统计。系统提供对森林资源及相关信息的专题数据和图形数据的简单、复合和模糊3种查询方式,对各种数据以表格和图形多形式、全方位、多视角的显示,便于管理人员和决策人员对火地塘林场资源现状和历年变化信息的把握。

4.3 统计分析

对相关数据作基本的统计分析,把森林资源自身及相关要素的变化趋势以图形或者图表的方式显示,如:林分面积、林分蓄积、均径等随时间变化的时间曲线图,森林病虫害、森林火灾等的变化趋势。

4.4 模型专题分析

在调查、监测数据库的基础上,利用专业模型对火地塘的森林资源综合数据进行各种专题分析。如:林分蓄积生长预测、病虫害发生情况预测、土壤养分变化分析等。同时可以将相关的调查数据以专题图的形式直观地显示。辅助决策人员对森林的管理和经营。图1既是本系统以小班优势树种名为关键值

生成的单值专题图。图5为在小班面积不变的条件下以林分综合生长率为基准的蓄积生长变化模型更新的10 a后桦木林小班蓄积生长变化对比图。



图5 桦木林10年前后蓄积对比

Fig. 5 Birch plantation stock change during 10 years

4.5 图表显示与输出

本模块可以根据业务的需要输出各种专题图。如基本状况数据、水体特征数据、林道网密度、各种资源相关因素变化趋势图等。

4.6 系统维护

主要功能是数据字典的维护。为实现系统的可扩展,数据字典存放了所有调查类别和各类别调查的内容,通过对数据字典内容的添加和删除,实现对调查类别和调查内容的动态更新,实现系统的动态扩展性。

(下转第56页)

2.2 总 RNA 的提取纯度与浓度

通过检测,提取的总 RNA 的 OD_{260}/OD_{280} 比值为 1.926,浓度为 1.925 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。这表明,所提取的总 RNA 中无 DNA、蛋白质和酚类等物质的污染,其纯度和浓度都较高^[7]。

2.3 逆转录活性检验

逆转录活性是检验 RNA 提纯质量的一个重要指标,根据在雌蕊中特异表达的自交不亲和基因设计特异性引物 P1,对提取的 RNA 进行了逆转录活性检验,得到了特异扩增的 cDNA 片段(图 2)。

3 结论与讨论

还原剂 NP 40 和 DTT 可以抑制 RNase 活性,阻止酚类物质氧化,将 NP 40 和 DTT 直接加入提取液中,可以减少实验步骤。由于梨雌蕊材料的大量取样较困难,将样品量由 5 g 减少到 0.1 g 并对提取步骤进行了一些修改(1.3 括号中标记),整个实验可以在 1 d 内完成,所得总 RNA 的浓度和纯度都较高,得到了目的 RACE 扩增条带。

抽提缓冲液中的 SDS 是一种强的蛋白质变性剂,可以使蛋白质变性,提取过程中加入的蛋白酶 K

可以将 RNase 酶和其他蛋白质降解, LiCl 在沉淀 RNA 时可以将蛋白质与 RNA 分开,最终得到的总 RNA 纯度较好。

由于样品中含多糖较多,为了去除多糖的影响,本研究中使用了对 RNA 选择性较强的 LiCl 沉淀 RNA,并用 KAc 沉淀多糖,达到了较好的效果。

参考文献

- [1] Wilkins T A, Smart L B. Isolation of RNA from plant tissue. In: A laboratory guide to RNA: isolation, analysis and synthesis[M]. New York: Wiley-Liss Inc, 1996.
- [2] 裴东,谷瑞升. 几种提取木本植物中 RNA 方法的比较和改进[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(4): 362-365.
- [3] 黄凤兰,李长海,孙婷婷,等. 芍药花瓣总 RNA 的提取[J]. 生物技术通讯, 2005, 16(3): 282-283.
- [4] 王玉成,杨传平,姜静. 木本植物组织总 RNA 提取的要点与原理[J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(2): 1-4.
- [5] 卢圣栋. 现代分子生物学实验[M]. 北京:高等教育出版社, 1993.
- [6] Yang G, Tan X F, Wu Y T. The technique progress on identification of the pears S-genotypes[J]. Letters in Biotechnology, 2005, 16(3): 282-283.
- [7] 李大力. 一种从富含次生物质的植物中提取 RNA 的方法[J]. 南京理工大学学报, 2001, 25(5): 547-549.

(上接第 12 页)

5 结论与讨论

利用地理信息系统技术集成管理属性数据和图形数据,可方便、快捷地查询、分析森林资源现状。能够对所有的外业调查数据进行全面的归纳整理与科学的分析,使庞杂、分散的数据系统化、程序化,为森林资源的本底现状掌握、保护管理提供有效保障和可靠依据。

多源数据无缝集成技术为访问不同数据格式的森林资源数据提供了有利途径,解决了不同数据格式的数据综合利用问题,增加数据资源丰富度的同时避免了资源的浪费。

决策支持模型与方法技术突破了传统 GIS 在专业上的局限,依托模型库中的专业模型可以深入分析森林资源单一的表象数据中所蕴涵的深层规律,动态获取不同时段、不同空间的森林资源数据,及时了解森林资源的消长变化,实现资源信息的现代化管理,大大提高管理水平,为森林资源的可持续经营提供依据。

面向对象数据库建模技术把数据与程序之间不可分割的内在联系作为出发点,从对象的角度对系统进行分析和设计,将数据和功能紧密地结合在一

起,使开发出的系统具备更强的稳定性、可重用性和可维护性。

尽管本系统能较好地满足资源信息管理的要求,并具备一定的分析和辅助决策能力,但从长远的发展来看,建立森林资源信息管理和预测预报的智能型专家系统将是未来追求的最终目标。

参考文献:

- [1] 陈森,孙坚. 国有林场存在的问题及深化改革的思路[J]. 云南林业调查规划设计, 1999, 24(4): 37-40.
- [2] 王岩峰,杨永侠. 基于 GIS 牧草种植管理专家系统的分析与设计[J]. 草业科学, 2004, 21(1): 61-64.
- [3] 赵鹏祥,李秀信,李卫忠. 基于 MapGIS 的空间分析在林业中的应用[J]. 西北林学院学报, 2002, 17(1): 91-93.
- [4] 钟耳顺. 地理信息系统应用与社会背景分析[J]. 地理研究, 1995, 14(2): 91-97.
- [5] 宋关福,钟耳顺. 组件式地理信息系统研究与开发[J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(4): 313-317.
- [6] 宋关福,钟耳顺,刘纪远,等. 多源空间数据无缝集成研究[J]. 地理科学进展, 2000, 19(2): 110-115.
- [7] Rizzoli A E, Davis J R, Abel D J. Model and data integration and reuse in environmental decision support system[J]. Decision Support System, 1998, 24(2): 127-144.
- [8] 李德仁. 论 RS、GPS 与 GIS 集成的定义、理论与关键技术[J]. 遥感学报, 1997, 1(1): 18-21.
- [9] 洪玲霞,唐守正,杜纪山,等. 天然林区森林资源数据和图面更新方法[J]. 林业科学, 2001, 37(1): 83-89.