

基于ArcGIS和ERDAS的林业3S集成解决方案

ESRI 中国（北京）有限公司
ESRI China (Beijing) Limited

2006年10月

目录

第一章　3S 在森林资源管理中的重要性 1

一、“3S”是国家数字林业和林业六大工程的关键技术 1

二、"3S"技术在林业生产管理领域的现实意义 1

第二章　基于 Erdas 和 ArcGIS 的森林资源管理流程和优势 3

一、ERDAS 和 ArcGIS 森林资源管理系统工作流程 3

二、为什么选择 ArcGIS 和 ERDAS 4

第三章　ArcGIS 和 ERDAS 林业应用方向 10

一、　ESRI ArcGIS 软件是森林资源管理的重要工具 10

二、　ERDAS IMGINE 遥感图像处理系统在林业与生态环境建设中的应用 16

三、　建立森林资源管理信息系统 20

第四章　ArcGIS 和 Erdas 林业专业配置方案 26

一、　ArcGIS 林业专业解决方案 26

二、　ERDAS 林业专业配置方案 29

三、　基于 ArcGIS 的森林资源管理信息系统和数据中心 30

第五章　主要应用案例 33

实例一　基于 ArcGIS 的森林防火综合管理信息系统 33

实例二　湖南省林业基础地理数据库管理系统建设 40

实例三　基于 ArcGIS 技术的退耕还林规划信息系统研制 49

实例四　遥感和地理信息系统在福建省湿地资源调查中的应用研究 57

实例五　ArcGIS 和 ERDAS 应用于国家林业局多个业务领域 62

实例六　ArcGIS,ERDAS 监测世界的森林资源 65

实例七　ESRI ArcGIS 用于 Irish 森林资源管理 67

实例八　ArcGIS 是森林管理者保护树木的更有效的工具 68

附件一：ArcGIS 林业数据模型 70

附件二：合作伙伴解决方案 72

森林防火综合管理指挥系统解决方案简介——北京大陆康腾科技有限公司 72

第一章　3S 在森林资源管理中的重要性

一、“3S”是国家数字林业和林业六大工程的关键技术

3S 的成熟性。3S 技术经过 50 年的发展，已经成为影响到社会经济各个层面的有力工具。它是社会信息化的一个重要表现和组成部分。在军事、公共安全、社会经济等领域展现出了巨大的推动力。旨在讨论 3S 普及在林业领域的可能性。

林业系统普及 3S，时机非常恰当。因为，经过多年的发展，3S 已经走过了大投入的阶段，其能力已经得到巨大认可，技术上非常成熟，边际成本很低。GIS 在林业有着深厚的基础和优势，而国家林业局的数字林业和六大重点工程项目的实施，正是处在这样一个时刻，正如国家林业局赵学敏副局长在全国林业厅局长电视电话会议上的讲话的指示：

“六大重点工程稳步推进；防沙治沙工作取得了明显进展”

“资源保护得到切实加强，森林防火工作取得重大突破。”

我国的林业资源和防火工作理已经开展了几年了，现在林业的六大工程和数字林业的建设中都使用的 3S 技术，发展 3S 必须优先依托经济效益高的行业，完成 3S 需要的必要积累。现在，我国 3S 总产值已经达到，而为了达到综合的社会经济效益，农、林业等需要国家投入发展 3S 的部门，已经可以通过相对较小的投入得到非常高的效益了。

二、"3S"技术在林业生产管理领域的现实意义

林业生产领域的管理决策人员面对着各种数据，如林地使用状况、植被分布特征、立地条件、社会经济等许多因子的数据，这些数据既有空间数据又有属性数据，对这些数据进行综合分析并及时找出解决问题的合理方案，借用传统方法不是一件容易的事，而利用 GIS 方法却轻松自如。社会经济在迅速发展，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，掌握资源动态变化，及时做出决策就显得异常的重要。常规的森林资源监测，从资源清查到数据整理成册，最后制定经营方案，需要的时间长，造成经营方案和现实情况不相符。这种滞后现象势必出现管理方案的不合理，甚至无法接受。利用 GIS 就可以完全解决这一问题，及时掌握森林资源及有关因子的空间时序的变化特征，从而对症下药。在我国上万个基层林业生产单位中，森林资源清查、各种经营方案的设计（如造林规划、抚育间伐、伐区设计等）常常需要大量的人力、物力、财力。利用"3S"技术的优势可表现在：

提高工作效率

（1）提高制图速度、缩短内业时间。
（2）提高二类、伐区和其他专题调查的效率。
（3）提高制作经营决策方案的效率。

节省经费

(1) 节省二类调查经费：制作一张林相图，过去利用人工制作，大约要 7 天，而利用 GIS，不到 1 小时。整理内业工作，从勾绘草图、小班求积、清样、标注、描色、数据分析、统计等都可以实现计算机化，与人力相比 GIS 在总体上可节省 5 倍的经费。

(2) 利用已有的林相基本图和数据， GIS 可以随时制作任何林业专题图，如造林规划图、土地分布图、 经营抚育实施图、成熟林分布图等，节省专题图制作费。
(3) 节省伐区设计的内业经费。
(4) 节省外业调查经费，利用 GIS 更新后的林相图、制作立体林相图，更有利于外业调查。

使林业经营管理更趋科学化

(1) 将空间数据作为不可缺少的因素与属性数据进行综合分析，改变单一属性数据分析的缺陷。使制作的决策方案更加合理。
(2) 对林业森林资源的空间属性数据进行动态管理，一旦资源发生变更，即刻对资源数据进行更新，从而准确掌握资源的状况，做出有效的决策。
(3) 制作与生长模型，决策模型等有关的专题地图提供形象化的决策分析方案，为经营方案准确有效的 实施奠定基础。

第二章　基于 Erdas 和 ArcGIS 的森林资源管理流程和优势

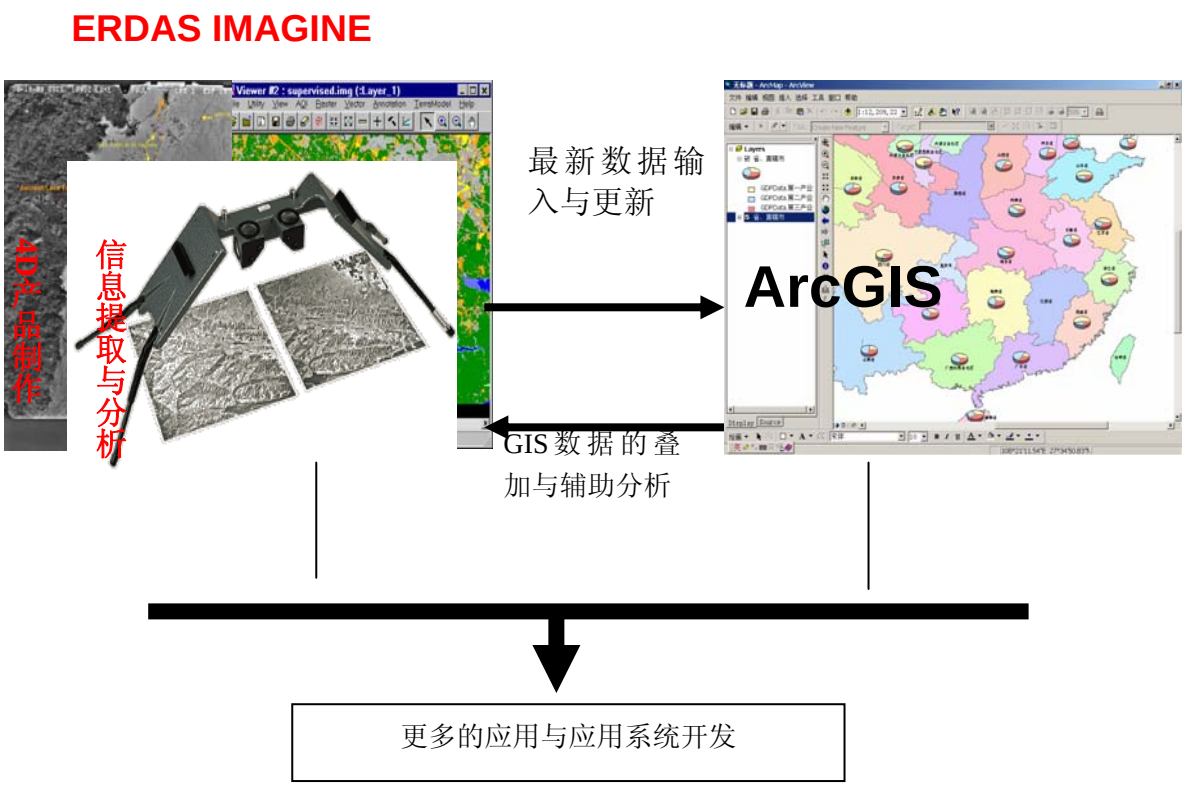
以遥感技术(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)为基础,将 RS、GIS、GPS 三种高新技术和其它计算机领域中的最新技术(如网络技术、通讯技术等)有机地构成一个整体而形成一个新的现代应用技术，其相应的软件系统可以集成为一个新的综合应用系统。这样的系统具有集信息获取/分析、信息处理/管理、信息应用于一身,能够满足各行业信息获取与处理的高速、实时与应用的高精度、可定量化分析的要求，因此，在林业行业通过这些技术的综合集成应用,可以实现林业资源信息的快速采集和处理,为林业决策提供强有力的基础信息资料和决策支持。ESRI 中国（北京）有限公司特向大家推荐 ArcGIS 系列地理信息系统和 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理系统所构成一体化集成的解决方案，该解决方案可以为林业及其生态环境建设带来最有效与最高性能价格比的工具与系统。

一、ERDAS 和 ArcGIS 森林资源管理系统工作流程

我们推荐的理念是：

各种数字工程中的地学软件基础

——最工程化与流程一体化的组合

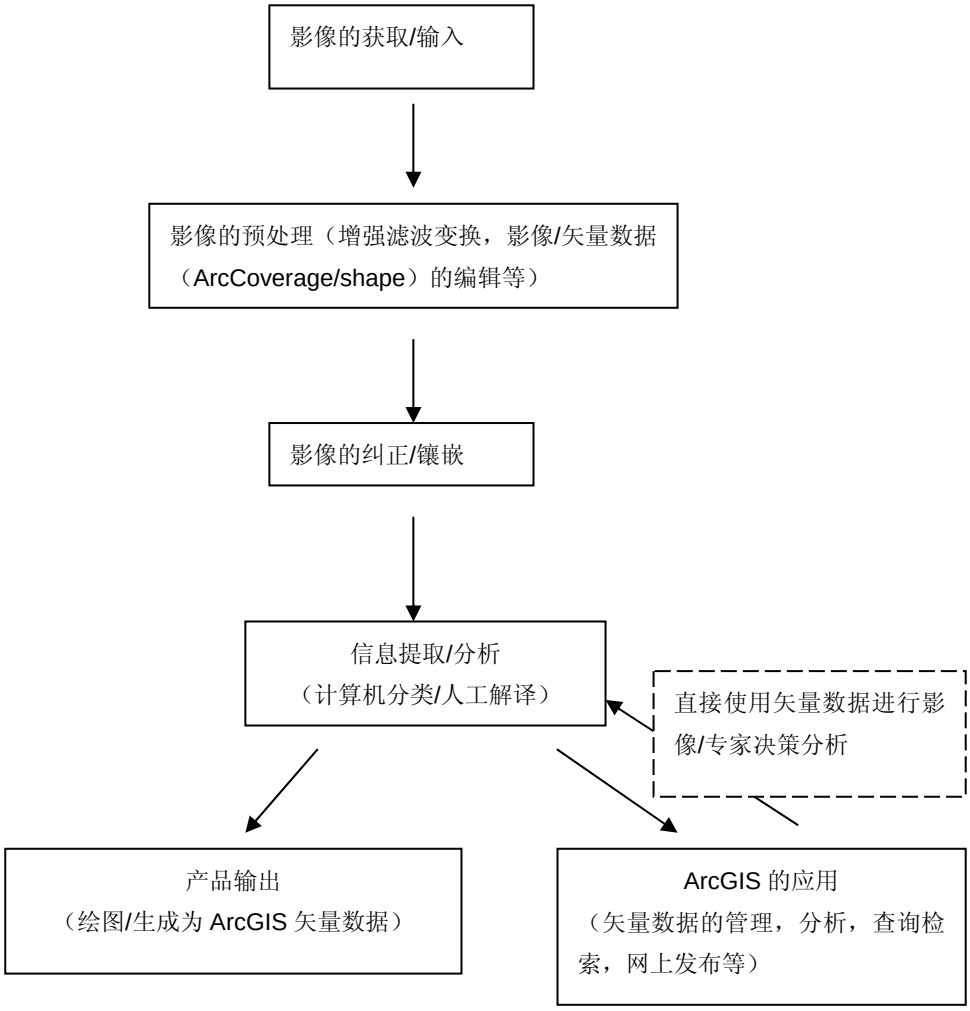


ERDAS IMAGINE 除了具有各方面高效率与全面的遥感图像处理功能，影像 GIS 分析功能外，更重要的是它能够直接读取/查询检索 ArcCoverage/shpae 矢量数据，而且还能创建这些矢量数据进行人工解译，或者直接将分好类的专题影像专程带有属性的 ArcCoverage/Shape，作为构建整体系统时，还可与 ArcSDE 管理的海量数据库构成客户服务器结构，作为客户端直接读取 ArcSDE 管理的 GIS 矢量/影像数据，在整个系统的工作流当中，形成一个没有断点的数据获取，提取/分析，制图输出，进入 GIS 库进行存储管理，

分析等完整一体化的数据流域工作流程，从而提高工作效率，为单位带来更大的效益。

ArcGIS 以其强大的功能，可以完成大量的林业矢量数据、影像数据的管理，包括建立各种林班图，森林伐区管理，同时，利用强大的空间数据库，将林业海量数据统一管理，多版本，长事务处理和各级数据资源共享。ArcGIS 强大的分析功能，也使森林资源管理的基础上，建立了多种分析决策，如森林火灾的分析预警和监控。

作为业界唯一一个 3S 集成的在世界市场占有量第一的遥感图像处理系统，ERDAS IMAGINE 满足了以上应用的要求，而且更具有以上应用和卫星影像处理的丰富而全面的功能，同时与 ArcGIS 地理信息系统在林业与生态建设中的应用是密不可分的，既分工又合作，通常的遥感影像处理与应用流程如下：



二、为什么选择 ArcGIS 和 ERDAS

1、 强大的市场竞争力

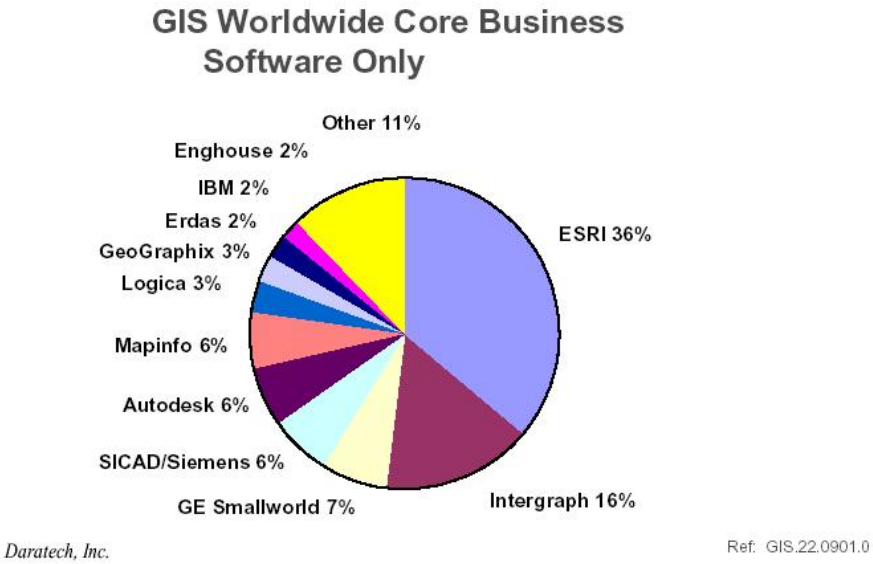
(1) 全球第一的市场地位

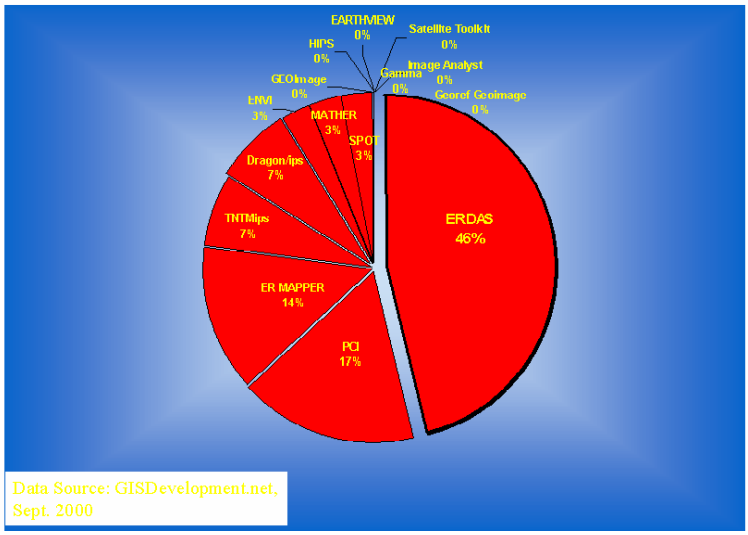
作为世界 ESRI ARCGIS 的拓荒者及当今技术的领导者，美国 ESRI 公司（Environmental System Research Institute Inc.）在 GIS 领域已有三十年的历史。

DARATECH 公布的历年 GIS 软件市场份额数据显示， ESRI 公司在世界 GIS 软件市场始终保持着其全球第一的市场占有率。ESRI 始终紧跟世界计算机及信息科学技术的最新潮流，其多层次、全系列的 ESRI ARCGIS 产品功能全面、性能稳定、技术先进，在各行各业中有很多成熟应用。

据 DARATECH 2001 年公布的统计数字，ERDAS IMAGINE 的世界市场占有量为 46%，超出其它系统近 30 个百分点，全球用户许可数达到近六万个，广大的用户群体为交流各自的经验与保证用户能尽快获得最新的遥感技术提供了强大的保证。美国影像制图局自 1998 年开始为美国政府选择采购遥感图象处理系统提供依据，这几年利用 PathFinder 项目每年针对各个方面的功能进行了初评，在 2003 年 6 月进行了 PathFinder2003 的最后综合评定，ERDAS IMAGINE 在有 40 多个软件系统参加的评审中，一举夺魁赢得第一，在 11 个应用功能与开发上的性能评比中获得 9 个第一，这为用户的各种应用提供了最全面的功能保证。

下图分别是美国的市场调查公司 DARATECH 对全球 ARCGIS 软件市场和遥感图像处理软件市场的份额的调查，ESRI 公司的 ArcGIS 在 GIS 市场始终位居第一。Erdas 在遥感图像处理软件市场也始终遥遥领先。





(2) 在中国市场的广泛应用

从 80 年代末，ESRI 和 ERDAS 软件在中国就开始发展，是国内较早引入的 ARCGIS 软件，也是国内应用最庞大、最广泛的 ARCGIS 软件。迄今为止，ArcGIS 在中国已经用户单位已达 1800 多个，40 多个各行各业成熟的合作伙伴。政府部门，广大科研院校、企事业单位应用都非常成熟。目前已广泛应用于农业、林业、国土资源、地矿、军事、交通、测绘、环保、水利、广播电视、电讯、电力、公安、社区管理、教育、能源、商业、物流等几乎所有的行业，并正在走进人们日常的工作、学习和生活中。

无论对于哪个行业来说信息化建设都是一项十分重要而又非常庞大的工程。在设计和规划系统的时候，我们不但要从宏观、全局、长远的角度来统筹考虑，同时也要考虑经费的投入以及现阶段的应用需求等问题。ESRI 公司 ArcGIS 平台体系结构可伸缩、产品多层次，充分满足系统进一步无缝地扩展和升级以及上下级之间的数据交流，实现各级系统的统一规划、分级管理。

国内政府部门级别的系统大多采用 ArcGIS 和 Erdas 作为标准平台，ArcGIS 和 Erdas 成为系统化建设的标准平台，方便各部门的数据交流。以下举几个例子：

- **国家环保总局环境信息化建设的关键平台：**环保总局实现信息化建设，统一规划，分级管理，全国 30 多个省、市、自治区和 120 多个城市的环境信息中心都将 ESRI ArcGIS 作为信息化建设的基础平台。
- **国家测绘局大专项项目：**测绘局（基础地理信息中心）是生产基础地理数据的部门，全国测绘大专项项目对国家级和 20 多个省级的测绘部门配置了 ArcGIS、Erdas Imagine 平台，ArcGIS 的数据格式成为标准的国家基础空间数据格式。
- **全国 1:50 万国土资源库：**国土资源部采用分级的数据结构和 ArcGIS 地理信息管理结构，建立全国国土资源库。
- **水利部：**和各级水利委员会建立多级的水利管理系统。
- **国家林业局：**建立国家-省-市-县多级的 ArcGIS、Erdas 森林资源管理，森林火灾管理系统。
- **国家林业局：**三北防护林工程建立国家－县的防护林工程建设。
- **农业部：**建立国家-省级-县级草原监测系统；建立国家动物卫生管理系统。

2、 ArcGIS 和 ERDAS 国内主要林业用户

- 国家林业局信息中心
- 国家林业局荒漠化监测中心
- 国家林业局防火办
- 国家林业局湿地项目办
- 国家林业局森林病虫害防治总站
- 国家林业局调查规划设计院
- 国家林业局三北防护林建设局

- 中国林科院
- 福建、云南、甘肃、湖南、内蒙、海南、河北、湖南、福建等省林业厅，森林防火办
- 哈尔滨、黄山、永康等市林业局
- 各林业勘察设计研究院和林业科学院：西北、华中、甘肃、山西、河南、湖南、河北、湖北等
- 北京林业大学、东北林业大学、西南林业，华南农大大学等科研院校

3、 ESRI ArcGIS 系统高的性能价格比

从系统的角度来看，基于 ArcGIS 技术的医疗/公共卫生信息系统运行平台具有很高的性能价格比，具体体现在以下几点：

(1) 功能强大——先进性、可靠性、稳定性、安全性、开放性

首先，从前面的讨论中可以看出，基于 ArcGIS 技术的系统平台，其先进性、稳定性、安全性和开放性都是当今 ARCGIS 世界首屈一指的。它所提供的海量数据管理、驱动、查询检索、分析统计和对外发布能力完全能够满足森林资源管理信息系统需求分析中对 ARCGIS 平台的要求，一句话，ArcGIS 是高性能的。

其次，ESRI 公司作为 ArcGIS 平台的提供商，是世界上长期排名第一的 ARCGIS 厂商，在 ARCGIS 界享有无可质疑的领导地位，其强大的科技开发实力，是对系统先进性和可靠性的有利保证，是系统能得到持续、稳定发展的保障，可以最大限度地减少医疗/公共卫生信息系统的建设风险。规避风险，也就是从整体上和长远利益上降低投入成本。

(2) 减少重复投资——可扩展性

ArcGIS 系列平台在系统构建过程中具有良好的伸缩性和开放性，从低端到高端提供了一系列的解决方案。高级的功能和应用可以选择 ArcInfo、ArcEditor 这样的高端 ARCGIS 平台，而普通的查询检索和制图等应用需求则可以配置 ArcView 或 MapObjects 这样的桌面平台或嵌入式 ARCGIS 控件，可以大大减少投资成本。对于通过浏览器来访问 ArcIMS 发布的系统数据资源的客户端则更是省掉了桌面 ARCGIS 平台的一切费用。

其次，由于 ArcGIS 系统 ARCGIS 平台的丰富性和可扩展性，构建系统时，可以根据功能需求采取统一规划，分步实施的措施，从满足最初的应用需求到逐步扩展需求，从基本业务需求节点到功能需求强大的维护节点，对于系统的功能升级和扩展可以在不改变数据，不改变开发环境，不改变操作界面，甚至不改变已有程序模块的情况下，自然而轻松地完成，避免了通常在系统升级时遇到的数据转换、应用重新开发、使用重新学习等工作在经费、人员和时间上的大量投入。

(3) 降低数据管理成本——面向对象的空间数据属性数据库管理机制

ArcGIS 体系中的 ArcSDE 空间数据库引擎，采用 Geodatabase（地理数据库）数据模型，即面向对象的空间数据模型，将空间数据（包括矢量数据、DEM 数据、栅格数据、影像数据）统一在大型属性数据库（支持现存的大型数据库 SQL Server、Oracle、DB2、Infomix）中管理，实现了数据库统一管理空间数据和属性统计数据。

与提供 Oracle Spatial 的 Oracle 公司等数据库厂商不同，ESRI ArcSDE 的定位是空间数据的管理及应用，而非简单的数据库空间化。Oracle Spatial 实现的仅仅是“点、线、面”等简单空间要素的存储和检索，而 ArcSDE 则除此之外还能管理面向对象的注记、平面拓扑、线性拓扑、栅格（影像）数据、CAD 数据等，同时提供基于版本管理的工作流和长事务处理机制。

另外，通过关系数据库系统管理空间数据，大大拓展了空间数据的容量，使海量空间数据得以存放在关系数据库中。国内用 ArcSDE 管理海量数据实例很多，如天津测绘院、国家基础地理信息中心，其数据都高达几十甚至几百个 GB。**特别适合数据量大的林业部门，包括，各种比例尺 1：1 万，1:5 万，1:10 万，1:25 万，1:100 万的数据，还有各种 DEM 模型、Spot5,spot10,TM 等影像图，这些数据如果用文件方式管理，系统会非常繁杂，ArcSDE 的海量数据管理轻松得解决了该问题。**

以上各点，都说明 ArcGIS 数据管理的优越性，使得数据维护人员减少了多文件的繁琐的数据维护工作时间和精力，大大减少成本。

(4) 节约数据维护成本——基础地理数据丰富性

森林资源管理地理信息系统的建设需要使用大量的基础空间数据，包括矢量数据、影像数据、高程数据等等，内容涵盖城市和乡村的地形、道路、桥梁、河流、建筑物、居民点等多种基础数据，这些数据，主要的生产和提供部门是国家基础测绘部门，包括国家基础地理信息中心、各省市测绘局、测绘院等等，还有其他一些相关部门和单位，生产的 1：100 万、1：50 万、1：25 万、1：10 万、1：1 万、甚至城市级 1：5000，1：1000 各种比例尺的不同范围的基础数据，通用的格式是 ArcGIS 的 E00 和 coverage 等格式，这就使用户在使用时，不必进行数据转换，直接使用，既保证了数据质量，避免转换造成的数据丢失和改变，又减少了数据维护的成本。

(5) 增加系统的应用效果——Web 服务多样、快速、超前

ArcGIS 提供了一整套基于 Web 服务的软件产品，ArcIMS 以及 ArcIMS4.0 版本以后推出的 ArcMap Server 使得基于 Internet/Intranet 的网络地图服务更加方便、丰富。

对于医疗/公共卫生信息系统，各种统计图是其中经常用到的，将统计信息在地图上直观展现出来，这是相对于其他 ARCGIS 软件，ArcIMS 独有的特性。同时，ArcIMS 还可将地图信息和大数据的影像数据叠加发布，在浏览器端快速浏览，响应时间短，结果直观、生动。

而 ArcIMS Tracking Server 将 Tracking 模块的功能放到 ArcIMS 服务器端，在网站上实现时间序列的空间数据追踪分析，如林火蔓延趋势数据。该软件将在 9.x 推出。

在即将发布的 9.0 版本中，将全面提供对 WebService 服务框架的支持。这在 ESRI 开发的 ARCGIS WEB 服务原型应用——ArcWEB USA 中充分体现，可以看到 ESRI 为数据共享和互操作提供了全新的思路，大量的 ARCGIS 提供商和应用开发上在网上提供各自的 Web 服务，用户只需享受这些服务就足够了。

(6) 减少开发运营成本——开发标准性

i. ESRI 公司在 ArcGIS 8 系列在设计和实现中，全面转向面向对象的观点，与 IT 业的主流标准相融合，这使得在 ArcGIS 8 平台上的再开发成为一项标准的软件工程，从项目的需求分析、设计到实现都得以全面贯彻软件工程的思想和方法。

ii. ArcGIS 与主流 IT 技术的充分融合，标准的 COM 组件式（ArcObjects）开发方式，ASP/Java 开发基于 Web 的应用客户端，基于 SQL 的数据库管理方式；同时，ArcGIS 提供了远远超过其他 ARCGIS 软件的客户化能力。从数据对象到菜单的整个环境在以下三级水平可完全客户化:

- 菜单驱动，拖放（对于简单客户化，无须编程）
- 内嵌 VBA（满足大多数应用编程需要）
- COM 编程（高级开发需求，支持各种标准开发语言如 VB,VC,Delphi）

iii. 同时，ArcGIS 提供了丰富的开发资源，包括：

- 丰富的开发文档及实例，如 ArcObjects Developer Helper 对其包含的约 1300 种开发接口的使用方法都作了较为详细的说明，不但说明其使用方法、使用步骤，一般都还给出 Visual Basic 的示例源代码；《Explorering ArcObjects》长达 1300 多页的变成参考书里仔细说明了 ArcObjects 的各种编程技术，还对 ArcInfo 中每个模块的编程，包括用户界面的定制都作了较为详细的阐述。

- 丰富的网上在线资源，如 ESRI 在线支持网站 support.esri.com，内有大量的技术支持实例和编码；ESRI 中国（北京）有限公司在 www.esrichina-bj.cn 网站上提供了开发者感兴趣的资料，如技术论坛、《技术讲座》、《中国通讯》等内容

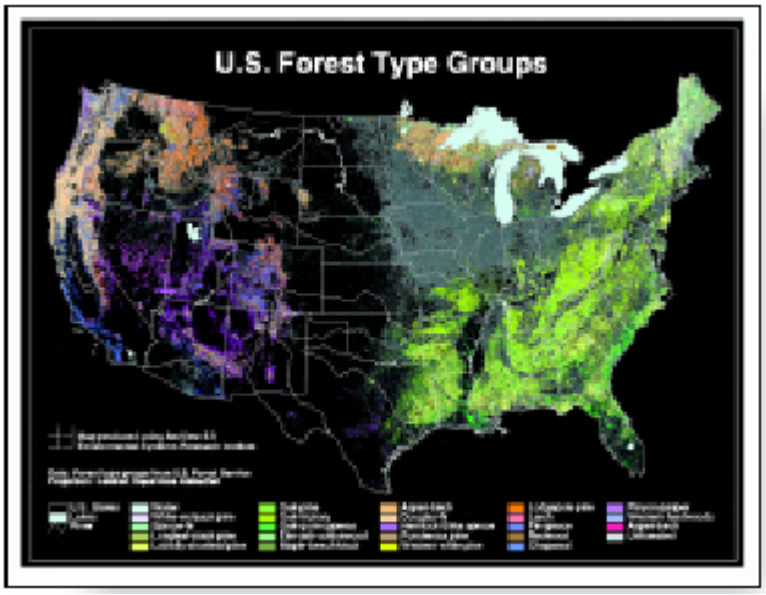
鉴于以上几点，可以看出由于 ArcGIS 与主流 IT 技术的充分融合，以及基于 ArcGIS 平台的开发工作可以直接获取和调用的技术资源十分丰富，用户单位可以省去一大笔在专业 ARCGIS 平台开发力量培养和培训上的支出。而且，那些参与 ArcGIS 应用开发建设的工程技术人员，由于他们在工程实施过程中学习和使用的是主流的 IT 技术（如：基于 VBA、VB、VC++环境的 COM 编程、Java、DBMS、C/S 等），他们在工程实施完成之后，仍然可以在其它相关系统的开发建设和本系统的升级、维护等工作中发挥作用。在人力资源的投入方面没有重复不断的投资，可谓一次投入，长期受益，这也无形中大大降低了系统的开发和运营成本。

综上所述，ArcGIS 平台将为森林资源管理信息系统的建设和运营提供高性能、低成本的保障，使系统具有十分良好的性能价格比，无疑是系统建设的最佳选择。

第三章　ArcGIS 和 ERDAS 林业应用方向

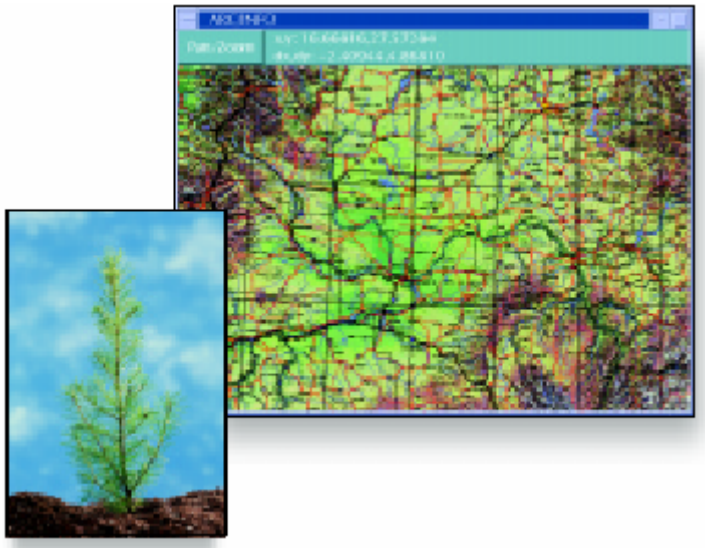
一、　ESRI ArcGIS 软件是森林资源管理的重要工具

目前，自然资源管理已经成为各级部门迫切需要解决的重要问题，规划、生产、商业运作、环境治理等等一系列问题都是管理者需要面对和决策的。



地理信息系统解决方案正是目前各级森林资源管理部门、野生动植物管理部门、自然资源管理部门和各级专家用于满足各种需要的的专业工具，将以前不能完成的各种功能通过 GIS 进行模拟和分析，从而制定长期的发展计划和策略。

ESRI 公司唯一一个提供系统的、全面的 GIS 解决方案的 GIS 厂商，从桌面系统到终端的管理系统，到大型空间数据、属性数据的无缝连接和管理，ESRI 提供了可伸缩的系统和全面的解决方案。对于自然资源管理部门来说，这无疑是他们面对复杂多变问题的先进的技术的优秀的工具。



ESRI 的 GIS 软件是自然资源管理中首选 GIS 软件之一，越来越多的得机构用 GIS 软件作为决策支持工具，很多传统的问题和任务通过 GIS 技术可以非常容易的解决和完成。

GIS 在林业管理中可以应用到下列领域：

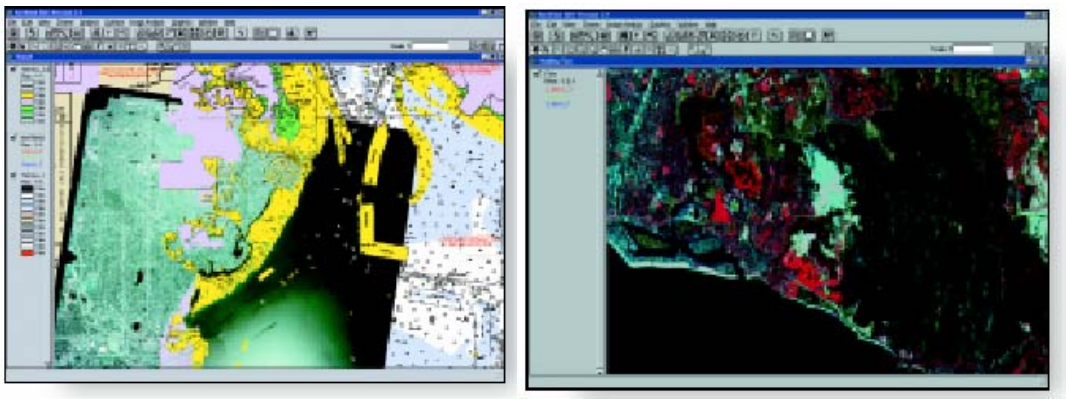
- 生态系统管理和环境一执行协调管理
- 森林资源监测和管理
- 森林火灾预测和监控
- 荒漠化监测
- 造林规划
- 森林道路规划
- 病虫害防治
- 城市森林（绿化带）管理

森林火灾预测和监控

每年，森林火灾都会破坏很多自然资源，伤害到消防队员和无辜的旁观者，威胁濒危物种，造成大量的财产损失和经济损失。因此，控制森林火灾的投资是自然资源管理不可缺少的一部分。

要想进行长期的森林火灾监测管理，采取有效的预防策略，至关重要的事情是分析清楚林火的方向、速度、强度、燃烧源以及燃烧区域，监测大火产生的烟雾方向也非常重要。浓烟易传播到环境敏感区域、发达地区，会对生命造成很大的危害，引起财产损失，降低可视度，从而造成交通事故，影响旅游行业，风景区的景观质量。

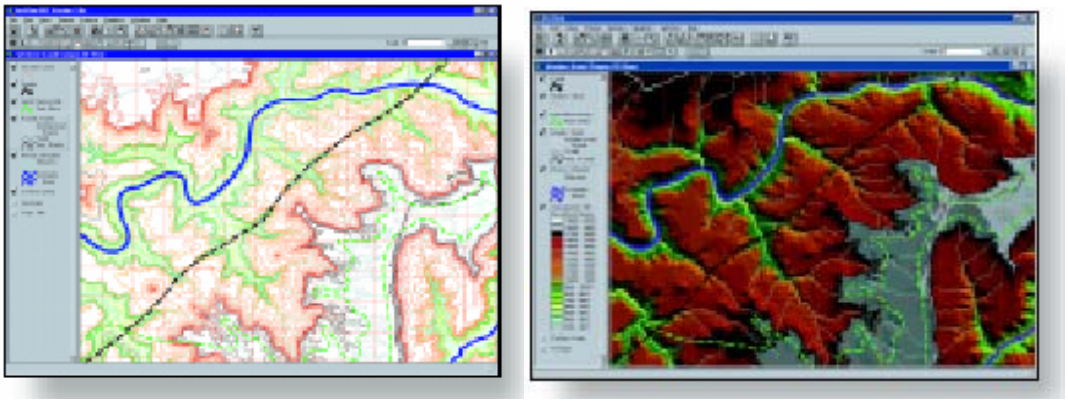
ESRI 的 GIS 技术可以帮助林业管理者、消防队有效的管理森林资源，可以通过 GIS 建立模型和地图，分析大火的分布和强度；有助于地面消防队员规划和管理；建立烟雾传播模型；更重要的是，GIS 可帮助进行火预测，以便采取及时的预防措施。ESRI 的软件通过分析资源数据、人口、建筑物模型、气象模型和大量的其他数据，确定危险区和高危区，以便采取最有效、最经济的预防措施。



近几年来，越来越多的人喜欢居住在美丽安静的郊区，临近丰富的自然资源，因此，城乡交接带对资源管理者预防火灾来说是一个重要的挑战。很多地区和县镇政府选择 GIS 技术和 ESRI 的 GIS 软件制定移民规划和城乡交接带火灾预测，确定高危险区。而且还可以通过各种地图和图片教育和提醒高危地区的人们注意潜在的危险。

生态系统管理

生态系统管理简单地说，就是将地区和区域生态和社会经济因素及其相互联系和影响通过必要的决策和分析进行自然资源管理的过程。ESRI 的 GIS 软件通过评估各种因素和建立分析模型，综合分析，使这种管理成为可能。通过各种自然资源和相关性分析，GIS 帮助管理者制定短期和长期的规划方案。



ESRI GIS 技术提供了很多必需的描述、分析工具和系统模型，模拟生态过程，完成各种功能，如叠加分析，生物多样性分析，通过强大的分析工具模拟现实情况。

GIS 可以对人口和生态等数据进行叠加分析，完成其他方法很难完成的许多分析，通过这些分析，控制生态系统的破坏，保持可持续发展，同时，也规范人类的活动，无论从经济角度还是政策角度都使人类和生态系统和谐发展，达到平衡。

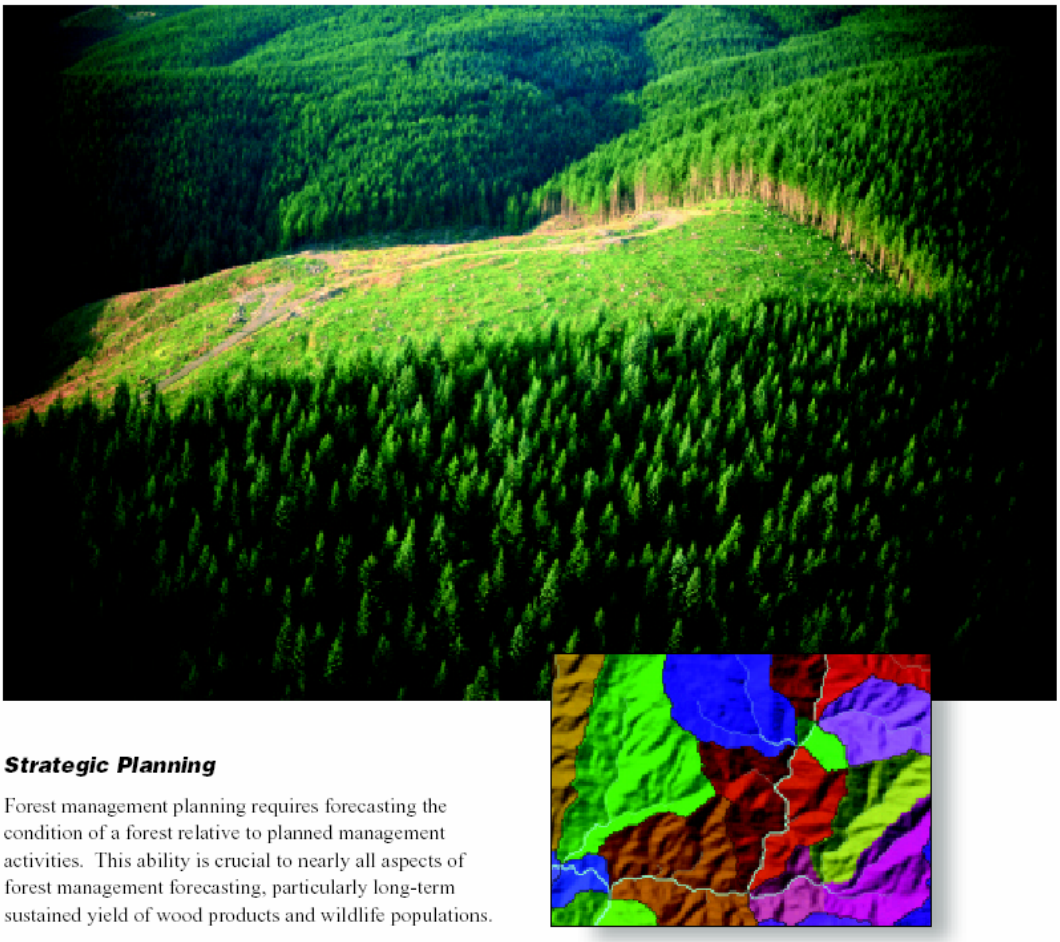


森林规划

森林规划首先需要对各种影响条件进行预测分析，这是非常重要的，尤其是对长期持续的森林产量和野生动植物的数量进行长远的分析。

GIS 可以对上述情况进行充分预测。GIS 将森林的地理空间数据和详细的属性数据（如大小、物种组成、垂直结构、体积等等）统一存储，将预测模型集成到 GIS 中，通过对各种模型和空间数据的分析，森林管理者能将时间和空间维的信息融入到规划过程中，这些模型可以得到 5，10，20 甚至 100 年的预测结果和专题图供参考。

GIS 模型也可以根据造林的需要，模拟各种自然干扰和地形模式。通过林斑的面积和分布状况，以及未被破坏的森林走廊的分析，可以建立模拟和预测模型，对未来的状况进行模拟分析。



Strategic Planning

Forest management planning requires forecasting the condition of a forest relative to planned management activities. This ability is crucial to nearly all aspects of forest management forecasting, particularly long-term sustained yield of wood products and wildlife populations.

环境一致性研究

大多数自然资源管理部门目前正在通过一系列的法律和规范来管理侵占土地的现象，在进行处理之前，必须选择有效的工具，科学地调查和分析这些活动。

GIS 技术可以帮助用户进行复杂的多层数据比较，定位和详细描述独特现象，通过专业模型预测将来的状况。通过 GIS，建立分析和模拟模型，产生一系列的其他文档所不能替代的各种地图，ESRI 还可以通过发布各种有价值的地图、数字化的数据和网络浏览加强公众的参与。



城市森林研究

树木是城市绿化的重要因素，城市绿化创造了环境、美学和经济效益。通过在居住区和贸易区种植树木可以减少加热和制冷的耗费，树木形成城市的防护林，减少汽车和人类活动的污染，降低暴风雨造成的水土流失。给城市带来巨大的效益和价值。

ESRI 软件解决方案帮助管理城市森林资源，包括建立树木健康情况和多样性的详细分类目录，树木的总量，种类，生存条件的查询和分析，只有知道这些，才可以更有效地对城市绿化带进行管理。

利用 GIS 技术，可以使城市林业管理部门实时输入、更新、维护树木信息，分析病虫害趋势、定位潜在的危险区域。将街道、行政边界、河流等 GIS 数据层和森林数据、绿化数据相叠加，可以制定今后的绿化规划，管理现有资源，加强公众对城市绿化的参与。

造林规划

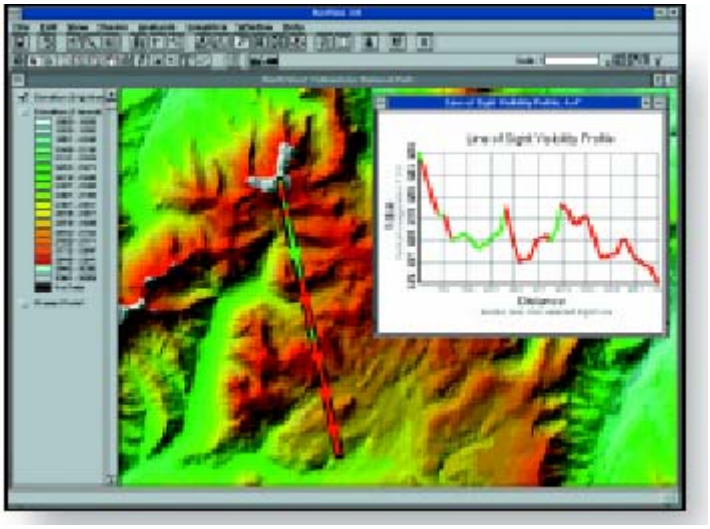
GIS 技术为造林规划提供了必要的分析工具，管理造林活动，监测造林结果。无论针对小生态环境还是大型系统，ESRI 软件平台都能帮助你完成得更好、更有效。强大的数据管理工具能帮助你追踪细节信息，丰富的分析工具能帮助你更好的分析环境过程，监测各种活动的影响。



森林道路规划

ESRI 应用平台工具帮助森林规划人员利用现存的数据库设计动态地通达时间和路径。GIS 将森林道路和诸如树种组成、交易量等综合分析，可以得到道路网涉及对树木运输费用的影像结果。其他方面的森林道路规划应用包括：

- 地形和坡度稳定性分析
- 挖填方评估
- 可视度和通视性分析
- 道路等级计算
- 通路研究
- 环境影响评估
- 测绘数据集成
- 成本流动分析



病虫害监测

GIS 技术在病虫害监测中发挥着巨大的作用，从对病虫害发作的跟踪到预防措施的建

立，GIS 技术无所不在。ESRI ArcGIS 软件可以监测诸如各种蛾、森林松树甲虫、小蛀虫等害虫，对这些情况进行跟踪监测、利用各种分析工具进行趋势分析，发作时间预测，从而得出各种预防措施。

二、 ERDAS IMGINE 遥感图像处理系统在林业与生态环境建设中的应用

森林作为陆地生态系统的主体，对环境有着重要的影响。获取准确的森林资源信息，是进行森林资源监测和提高森林经营管理水平的重要一环。遥感技术的发展，为方便、快速、准确地获取森林资源信息提供了可能。

在林业主要应用中，大家关注的主要应用与要素包括如下方面：

森林制图、树种识别、叶片生化组分含量、蓄积量、生物量、树高、胸径（只能间接估算）、林龄（只能间接估算）、郁闭度、株数密度、树冠形状、空间分布、健康状况、森林灾害（病虫害、林火等）；

森林经营活动：采伐计划与监测、森林生长估测；

森林效益评估：生态效益（生态林）、社会效益（城市林业）、经济效益（商品林的出材量、生物量、材性等）；

沙化土地的监测及沙化土地动态变化过程的监测与评估；

林业天然林保护、退耕还林、京津防沙治沙等六大工程效果的监测与评估。

而这些应用的数据/信息来源除了已有的老的数据之外，利用具有现势性强，覆盖面大的卫星或航空影像，来获取最新的信息，为管理与决策服务是最佳的方法。

对于以上这些不同的应用，针对各种人力物力的考虑，不同的影像就会有如下不同的特点：

- 对于高空间分辨率影像的应用对象是：树冠形状、空间分布、城市林业。空间分辨率为 1 米、0.5 米的遥感图象可以提供详细的林木信息。利用高空间分辨率的图像可以提取树冠形状参数、空间分布信息（聚集状态）和进行城市林业（绿化带/风景点）的调查。

- 对于高光谱分辨率影像的应用对象是：树种识别、叶片生化组分含量、健康状况、城市林业。成像光谱仪将视域中观测到的各种地物以完整的光谱曲线记录下来，这种记录的光谱数据为我们探测植被形态和活力、监测土地覆盖变化和估计生态系统的生物物理和生物化学参数提供方便。利用高光谱数据可以进行森林树种的识别、叶片生化组分含量和森林健康监测，可以进行精度要求很高的林业调查项目，如城市林业的调查。

- 对于雷达影像（SAR）的应用对象是：蓄积量、生物量、树高、树冠形状、经济效益评估。SAR 传感器可以进行全天时、全天候地遥感，不仅记录了植被的面散射信息，也记录了来自树干等体散射信息，可以进行蓄积量、生物量的遥感应用；干涉雷达可以进行树高的测算；高分辨率的 SAR 数据可以用来反演森林冠层参数，从而预测林分的木材学特性，进行林木经济效益评估。对 SAR 数据的需求一般需

要是多波段、多极化或多时相的数据，尤其是较低频率的数据。单波段、单极化、一个时相的 SAR 数据可以进行树冠形状识别。

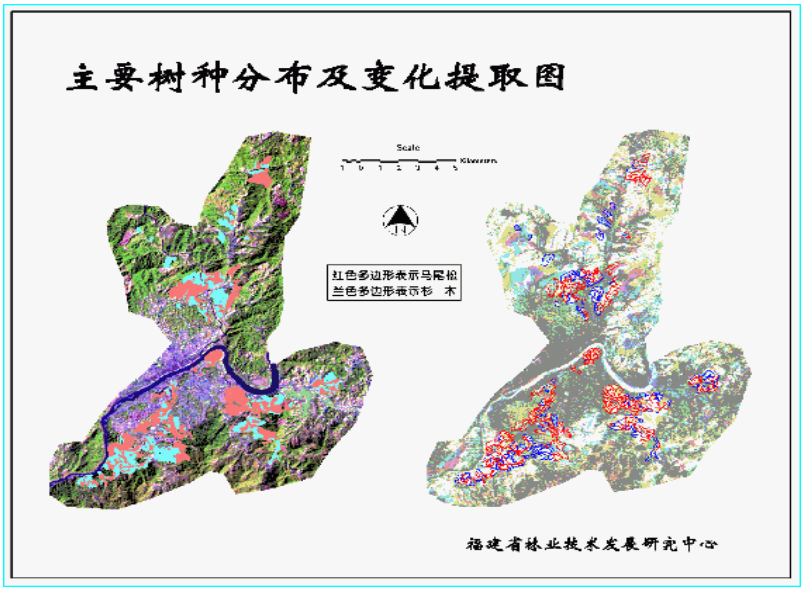
- 其它各参量使用中低分辨率（TM,SPOT,MODIS 等）即可。

综合上述遥感数据各自的优势，可以进行森林经营活动的规划，监测及森林效益评估。

ERDAS IMAGINE 遥感图像处理系统在如下主要领域得到广泛的应用：

森林资源监测

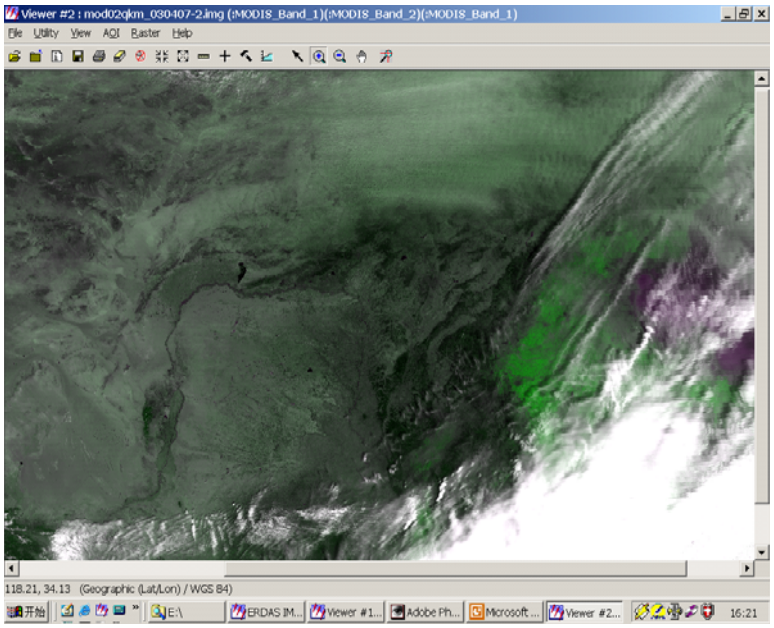
应用现代遥感技术进行监测森林资源，具有监测范围广、时间分辨率高、成本低等优点，特别是在林业资源清查当中利用 ERDAS IMAGINE 系统提供的区域帧采样工具，结合统计采样的要求，选择不同分辨率的影像，从能使得我们快速获得的结果（各种蓄积量，树种分布等）准确而且具有统计学意义。还可以利用不同时相的卫星影像（TM,SPOT 等），来比较森工企业不同时期的森林面积变化及其分布规律，从而动态掌握森林资源，及时调控管理。对于以林场为单位的高精度资源调查，更可以利用搞分辨率的卫星影像（IKONOS, QuickBird，航空影像等），利用立体相对提取林斑，树高/树冠等变量，为林场的生产，估产于管理服务。福建省林业信息中心，云南林勘院，海南林业局，林科院，林勘院，北林大，东北林大，华南农大等都做出了满意的工作。林科院还利用国外援助资金，利用 ERDAS IMAGINE/ArcGIS 研发林业局系统的森林病虫害监测与预防信息系统，这为健康植树造林生产提供了基本保证。



沙尘暴遥感监测与灾害影响评估

沙尘暴是一种形成于干旱荒漠和荒漠化地区的突发自然气象灾害，对人民生命财产和生态环境危害极大。近几年来，我国强沙沙尘暴频频发生，特别是在 2000 年春季，我国华北地区连续发生 12 场扬沙、浮沉和沙尘暴天气。波及首都北京，引起了全社会的关注。

应用中分辨率卫星影像和 ERDAS IMAGINE 的快速纠正与解译功能(GLT 空间地理光桌)能够准实时地对沙尘暴的发生发展进行监测、短期预警和灾害影响评估，从而为预防和减少沙尘暴灾害损失的提出有效措施，还能及时为救灾决策提供服务。林科院资源信息所还利用 ERDAS IMAGINE 和 MODIS 影像（250 米分辨率）完成了北京周边地区沙尘暴监测与防治的项目研究，为政府进行决策提供了科学依据。



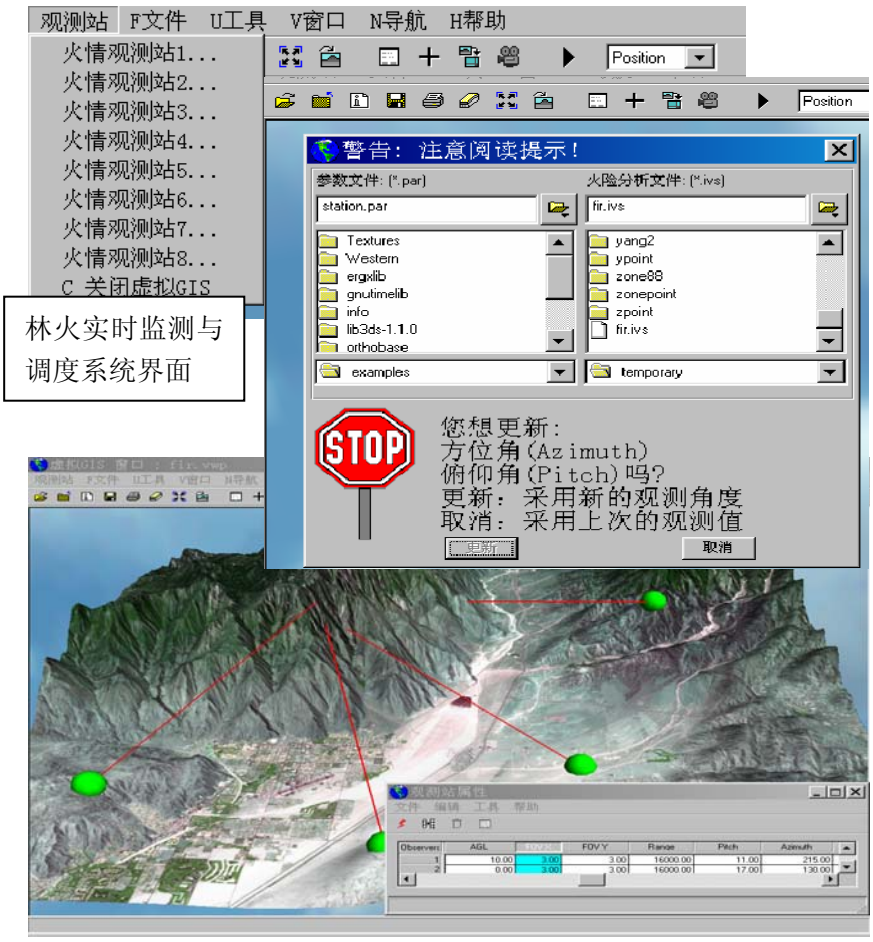
荒漠化监测

荒漠化是指包括气候变异和人为活动在内的种种因素造成的干旱地区的土地退化.根据联合国防治荒漠化公约，荒漠化监测范围为干旱、半干旱和亚湿润干旱区。

遥感技术正是完成动态监测的最佳工具，林业局调查规划院/林科院的荒漠化监测与研究中心利用 ERDAS IMAGINE 和 ArcGIS 系统于 2000 年分别完成了第一次全国荒漠化土地监测及相关研究。 采用陆地卫星 TM 数据，结合 GPS 现地定位进行地面抽样调查，获得了全国荒漠化土地类型、程度的面积分布。利用 ERDAS VirtualGIS 和数字点面模型 DEM，遥感影像，提取出来的荒漠化土地类型，在室内就可以构建一个真实的荒漠化分布的三维景观，进行各种查询检索与后续的规划治理工作。

卫星林火监测

林火监测具有动态与时效性的严格要求，通常是由低分辨率的气象卫星图像/MODIS 等接收站，辅之于 ERDSA IMAGINE/ArcGIS 系统，经过一系列的图像处理手段，可以及时、准确预报火险等级，发现火情，了解火灾的初步损失，再加上三维可视化分析（ERDAS VirtualGIS），为扑火指挥提供更加直观的辅助决策。国家林业局防火办公室利用 ERDAS VirtualGIS 和野外实时摄像监控系统，开发构建了一个重点区域实时防火监控与指挥系统，取得了很好的实际效果。



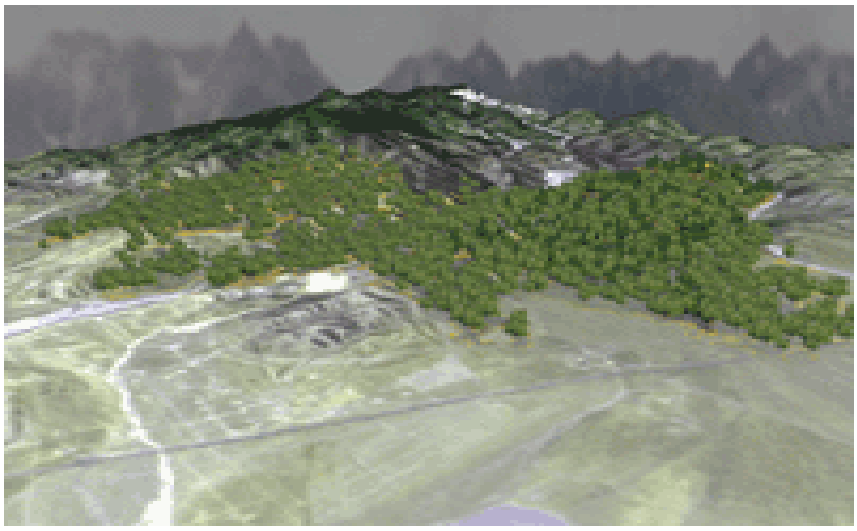
多观测站实时火灾监控系统

野生动物保护，湿地监测与生态环境保护

采用遥感影像能够大范围快速反映地球表面的植被土壤与岩性的的特点，利用 ERDAS IMAGINE 遥感图像处理技术可以对珍稀野生动植物的分布、生存环境，湿地资源调查、监测和土地利用规划进行调查和研究，从而能够为诸如大熊猫栖息地调查、全国陆生野生动物调查、湿地生物多样性保护建设及可持续利用等工作，提供了重要的基础资料以及进一步提供决策依据和技术支持。四川省林业局在大熊猫徙息地调查，林科院，林规院的湿地调查等项目中均使用了 ERDAS IMAGINE 系统，取得了很好的成果。

造林规划

传统造林规划以手工图纸为主，缺点是不直观，没有全局概念，不易保存使用。利用 ERDAS VirtualGIS 三维可视化分析模块，在 ArcGIS 管理的 DEM, 矢量数据的支持下，我们可以根据具体的每一个林斑（多边形矢量），按照规划的树种（树的形状），树的大小，间距，数量等，就可以由系统快速地完成，如不满意再重新设置，满意的按项目或地区存储起来，还可一目了然地设定相关的防火林带，这样使得领导/专家，在室内就可以看到我们将要规划设计造林的三维景观，而且效率大大提高。



三、 建立森林资源管理信息系统

1、 基础数据库的建立

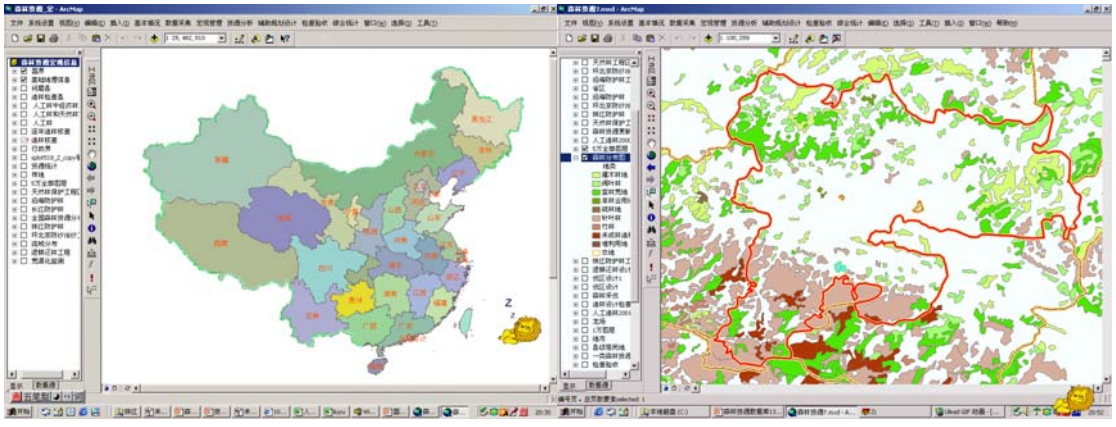
(1) 基础地图整理和空间数据库的建立：

自然资源地图、如森林分布图、林相图、土壤分布图、森林资源产量、质量崛分布图、野生动植物分布图、病虫害分布图、降水分布图(年最高、 最低、积雪等)、辐射量、日照量分布图、热量资源分布 图等。

自然地理地图：如地形图、地貌图(往往用于大范围的森林资源管理)、水系、流域分布图等。

社会经济地图：如交通分布图、人口分布图、资源消耗分布图、居民点分布图、木材加工利用分布图等。

森林经营地图：如林业区划图、造林规划图、资源预测图、森林火险等级分布图、调查样地分布图、 树木种源规划图、森林资源评价图、自然保护区规划图、森林公园规划图、环境保护规划图、土地利用图等。



森林资源管理的某些专题应用领域的信息管理往往只需要一部分图件作为其信息源。以上列出的所有地图有些是最初的原始材料，有些则可以利用地理信息系统的空间、 属性数

据分析处理功能被制作出来。 如森林经营地图中的一些图件就可以通过资源、地理、社会经济等有关地图进行综合处理而获得，资源图件也可以根据生长预测模型进行属性数据分析以及空间、 属性数据的相关分析进行设计和制作。用户可以根据具体情况确定哪些地图作为森林资源地理信息管理的信息源。

(2) 属性数据库建立：

"二类"调查数据目前在我国大都采用关系数据库，每个小班调查卡片为数据库中的一个记录，经输入、检查、修改，建成小班调查因子数据库和样地调查数据库。在数据库中：

(3) 森林资源分析和评价

- 林业土地利用变化监测:林业土地变化包括林地类型和林地面积两方面。ARCGIS 借助于地面调查或遥感图像数据，实现了地籍管理，将资源变化情况落实到山头地块，并利用强大的空间分析功能，可及时对森林资源时空序列、空间分布规律和动态变化过程作出反映，为科学地监测林地资源的变化、林地增减原因、掌握征占林地的用途和林地资源消长提供了依据。

- 地理空间分布:用 ARCGIS 的数字地形模型(DTM)，地面模型，坡位、坡面模型可表现资源的水平分布和垂直分布，利用栅格数据的融合，再分类和矢量图的叠加，区域和邻边分析等操作，产生各种地图显示和地理信息，用于分析林分、树种、林种、蓄积等因子的空间分布。使用这些技术，研究各树种在一定范围内的空间分布现状与形式，根据不同地理位置、立地条件、林种、树种、交通状况对现有资源实行全面规划，优化结构，确定空间利用能力，提高森林的商品价值。

- 森林资源动态管理:建立县级森林资源连续清查和"二类"调查数据库系统，完善了森林资源档案，并根据实际经营活动情况及生长模型及时更新数据，为及时准确地掌握森林资源状况和消长变化动态，提供了依据。空间数据与属性数据的有机联结实现了双向查询，根据图形查询相应的属性数据如可通过林班或小班图形查询其相应的调查或统计数据；也可按照属性特点查找对应的地理坐标或图形。查询结果以专题图、统计图表等方式输出。

- 林权管理:权属分国家、集体、个人三种形式，不同权属的森林实行"谁管谁有"的原则，大部分权属明确，产权清晰，界线分明，标志明显，山林权与实地、图面相符，少数地方界线难以确定，可用邻边分析暂定未定界区域。从而减少或避免各种林权纠纷。

(4) 森林经营：

- 采伐:借助于 ARCGIS，制定详细的采伐计划，确定有关采伐的目的、地点、树种、林种、面积、蓄积、采伐方式和更新措施。制定采伐计划安排，制作采伐图表和更新设计。

- 封山育林:封育区域的确定涉及一些地理地貌和社会经济及人为活动等因素。ARCGIS 的分析设计可兼顾多种要素，采用 DTM 和森林分布图及专题图叠加，区划出合理且更易实施的封育区域。

- 造林规划:ARCGIS 可通过分析提供森林立地类型图表，宜林地数据图表，适生优势树种和林种资料，运用坡位、坡面分析，按坡度、坡向划分的地貌类型结合立地类型选择造林树种和规划林种。

- 速生丰产林、基地培育：ARCGIS 的空间地理信息和林分状况数据结合，依据模型提供林分状况数据如生产力、蓄积等值区划和相关数据，据此可按林分生产力设计速丰林培育和基地建设。
- 抚育间伐:利用 ARCGIS 强大的数据库和模型库功能，检索提取符合抚育间伐的小班，制作抚育间伐图并进行合理株数模拟预测。

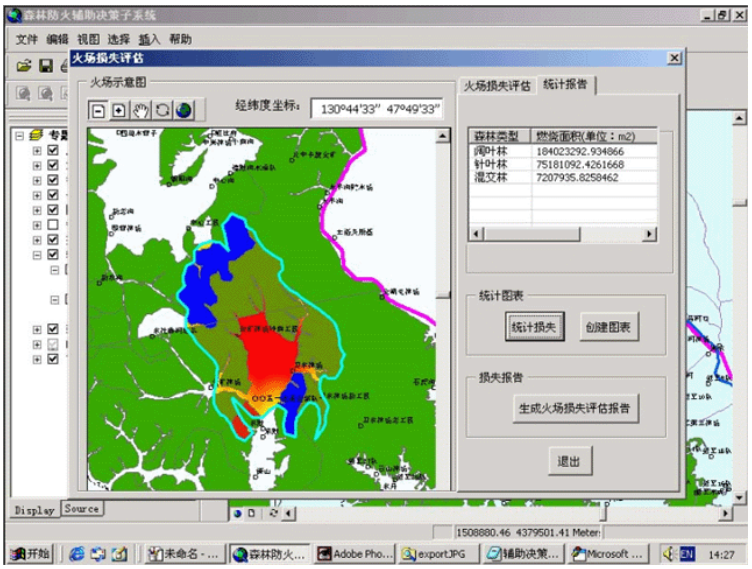
(5) 森林结构调整：

- 龄组结构调整:一方面根据森林资源可持续发展的需要利用地形地貌、立地条件分布特点林木生长各个阶段的经济和生态效益特点利用 ARCGIS 和相关的技术确定合理的龄组结构；另一方面指定相应的森林时序结构的调整方案并落实到具体的山头地块，在大力造林、绿化、消灭荒山的同时，按照龄组法调整龄组结构，加速林木成熟，使各龄组比重逐步趋向合理，充分发挥林地的生产潜力。
- 林种结构调整:用缓冲分析方法进行河岸防护林，自然保护区，林区防火隔离带等公益林的规划，确定防护林的比例和相应的分布范围。根据森林资源分布状况和自然、社会经济分布特点以及社会经济需求进行空间属性分析可以确定不同林种（如用材林、经济林、造纸林、生态防护林、风景林、水源涵养林等）的布局。

2、 建立森林防火地理信息系统

林火信息管理

林火发生是一个极其复杂的自然现象，它涉及到可燃物的类型及其分布状况、地形地貌分布状况、气象因子等等。要全面掌握如此之多的信息非人力所为。特别林火发生又带其突发性，要在很短的时间判断林火的发展趋势，并及时采取决策，同时还要随时掌握现场的状况，就需要指挥者具有丰富的经验掌握丰富的知识。作为指挥者要做到这一步就必须采用先进的科学技术来提高他的判断能力和现场指挥能力。目前用 ARCGIS 这一工具就可以达到将所有的有关信息有机管理起来并随时调整直观现象的表现出来，做到预防工做决策得力，扑救有效。



林火信息管理有以下几个方面：

（1） 数据库建立：可以通过不同的方法将森林防火有关的数据采集到计算机之中，建立相应的数据库。这些数据库有地图数据库、属性数据库和方法库。

- 地图数据库：林相图或森林分布图或可燃物类型分布图，行政区划图（根据不同的管理层次可分为乡、县、地区、省、全国等级的行政区划）地形图（包括完整的地形地貌信息）水系图（包括江河湖泊，他是重要的扑火物质，又是良好的天然屏障）居民地及扑火队伍分布图（是防火的主要力量，又是扑火决策需要考虑的重要信息源）救火设施分布图（包括了望台分布、救火设施：车辆，灭力机具等、机降点、通讯分布、气象台站等）、交通道路分布图（各种级别道路分布、以区分它对各种运载工具的运行条件）、防火隔离带分布（天然和人工的）、社会经济分布图（有厂矿、学校、各种机构分布情况）。ARCGIS 可以将这些地图进行数字化，并通过相互处理的丰富的形象的地图提供给决策者。

- 属性数据：将与地图有关的属性特征建立的数据库，其中有小班数据库（有关林相图的属性数据）、气象数据、火灾记录数据、扑火队伍数据、行政区划数据、林业区划数据、道路数据、居民地数据、防火机构数据航空扩林数据、社会经济数据等。这些数据可以是数字的，文字的，也可以是照片，声音，视频等多媒体数据 。通过建立属性数据和图形数据库的关联，就可以将地图（空间的）和属性的信息有机的结合，达到相互调用和综合分析。

- 方法或模型库：对空间和属性数据 的内在关系，以数学模型，才分生长数学模型，材积毛模型、火型为模型，有了这些模型就可以把握住客观事物的内在规律，掌握自然现象的本质。

（2） 数据检索和输出：利用 ARCGIS 可以随时制作输出各种专题图和有关表格。它可以比传统手工制作的地图和表格提高效率几倍至几千倍甚至上百倍的效率。也可以在几分钟甚至几秒钟之内查询到所要的数据并以不同方法（地图、表格、多媒体）的形式表现出来。随着以后技术投入，还可以用仿真和虚拟现实的方式将信息直观的提供给决策者。

（3） 数据库的动态管理：对地图数据的编辑更新。可利用资源状况、社会经济状况、生产经营状况的各种数据进行及时的更新。如造林、抚育、采伐、道路建设等各种经营活动对资源的变化都可以随时利用 ARCGIS 管理起来，随时都有反映现状的信息，做到决策方案的真实可靠。

林火扑救指挥和实时监测

ARCGIS 在迅速反映管理辖区的有关信息，并将信息提供给指挥者。

（1）与 GPS 的结合：GPS-全球定位系统在近几年国内外发展和应用十分迅速。它是由均匀分布的 24 颗空间卫星不断地单向传输住处到用户的 GPS 接收器，根据卫星的位置，定位精度可以达到 100 米至毫米。由于它可以在全球任何地方，任何时间，任何气候都可以接收并定位，故对我们林火管理工作的开展产生不可估量的影响。GPS 图的制作 通过 GPS 可以将地理位置转化成 ARCGIS 的数据格式并输入到 ARCGIS 中，通过 ARCGIS 来产生地图，如过火区边缘、交通道路、防火隔离带都可以用 GPS 将其采集到 ARCGIS 中。GPS 可以在野外采集到的地理位置转化成点、线或多边形数据。GPS 与扑火队伍和运载配备 GPS 和相应的通讯设施后，就可以将队伍行进的位置和路线及时传输到指挥部的 ARCGIS 系统之中，ARCGIS 就可以准确地定位到地图之中。从而就可以对行动的方向，

位置，到达的目标地及时的纠正和调整。

（2）与遥感卫星的结合：利用人造卫星搭载遥感仪器可以探察包括森林、土地、环境和其他地球资源和大气现象。他形象面积大，成象迅速、成本低廉，能随时监测林火的发生和林火的动态变化。近几年在我国森林防火管理工作中发挥了巨大作用。但由于精度相对来说很低，在某些应用中还具有很大的局限性，在具体林火的扑救方面表现出不足。如结合 ARCGIS 就可以将这一个缺陷弥补，并可产生不可估量的效果。 ARCGIS 可以将遥感图象与已有的各种专题地图进行匹配，将遥感的图象与各种专题地图叠加在一起，也可以将根据图象上火点的位置在地图上准确定位，并反映周边的资源和社会经济状况。由此可以判断造成灾害的可能性，以及造成灾害的后果 。

（3） 现场报告与林火的定位：ARCGIS 具有丰富的查询功能，对于现场报告的模糊信息可以利用 ARCGIS 模糊查询的功能，对森林火灾的发生位置进行定位，也可以直接报告经纬度的数据或大地坐标数据在 ARCGIS 中的地图上将林火定位，并将其他相关的数据显示给指挥者。

（4） ARCGIS 了望台的结合进行林火定位：根据了望台的观测情况和数据传输到 ARCGIS 系统后就可以采用交会方法将林火的位置定位在地图上。

（5） ARCGIS 与通讯网络的结合：通讯可以将 ARCGIS 系统形成具有活力的指挥中心的信息进行快速更新，决策方案能及时发递。ARCGIS 结合通讯技术，将变成 ARCGIS 为中心枢纽的信息网，从各个方面以各种途径传递各种信息，ARCGIS 可以将此统一的管理协调起来。

林火设施的布局分析

（1） 了望台布局分析：利用地形图和了望台站网的分布特点，可计算出盲区（了望台不可见的山头地块）、定位区（可以利用不同了望台定位的地块）和不可定位区（只有一个了望台可见）在需要建立或增设了望台站的地区可以利用 ARCGIS 设计观察覆盖面大，盲区小的了望 台分布方案。

（2） 交通道路布设：根据目前的林道分布的现状和林火火险等级的分布图以其森林经营的要求利用 ARCGIS 可以设计出既有利于社会经济要求，又利于林火快速扑救的林区交通道路的设计方案。

（3） 防火隔离带的布设：利用 ARCGIS 所表现的综合治理信息可以直观在地图上设计出经费节省效果佳的防火隔离带。

林火的预测预报

由于 ARCGIS 能将不同的信息源进行统一管理和综合分析，因而将更有利于进行林火发生，发展进行曲分析并且最形象，直观的形式将林火的火险分析提供给管理者。再及 ARCGIS 林火预测预报的过程是：接收气象数据选用火险等级分析模型综合资源气象和地形地貌数据进行综合分析得出火险等级数据图形显示或输出火险等级分布图发出警告信息。

火险等级区划有宏观和微观的不同层次，宏观预报是根据不同区域各气象台站观测的数据和区域植被的生长特点来预测火险等级指数，如省火险等级分布，全国火险等级分布，微观火险等级预报具体可落实到山头地块。预测的结果具体详细，但需要的数据量大。

火灾处理

（1） 火灾折算；对过火面积、蓄积损失、经济损失，以及在扑火过程中的各种经济投入能快速并准确地统计计算。

（2） 灾后处理：火烧迹地的清理，造林规划

（3） 火行为分析

（4）总体规划

第四章　ArcGIS 和 Erdas 林业专业配置方案

一、　ArcGIS 林业专业解决方案

ARCGIS 技术为林业部门和野生动物管理部门提供了强有力的辅助分析及决策工具。ESRI 公司 ArcGIS 产品提供了**一整套从桌面到高端用户的完整的解决方案**，使用户获得了对大批量数据进行连续、无缝管理的能力。为林业资源管理者实施可持续发展战略提供了有效的保障，是数字林业，实现六大工程信息化过程中不可缺少的信息技术和管理工具。

1、森林资源管理地理信息系统——ArcGIS(ArcInfo,ArcEditor,ArcView)专业级地理信息系统平台

利用地理信息系统专业平台（ArcInfo/ArcEditor/ArcView）构建各种应用系统，如森林资源监测信息系统、林火监测信息系统、荒漠化监测信息系统、野生动植物管理信息系统、生态林业管理信息系统等，完成六大工程/数字林业的信息化系统建设。系统可完成对自然保护区、自然资源、道路交通、行政区划等一系列基础地理数据和林班等林业专题数据的浏览、查询、统计（如森林面积变化）、高级空间分析、网络分析、数据转换等功能，对森林资源进行动态的监测和管理。

1） ArcGIS 地理信息系统核心模块

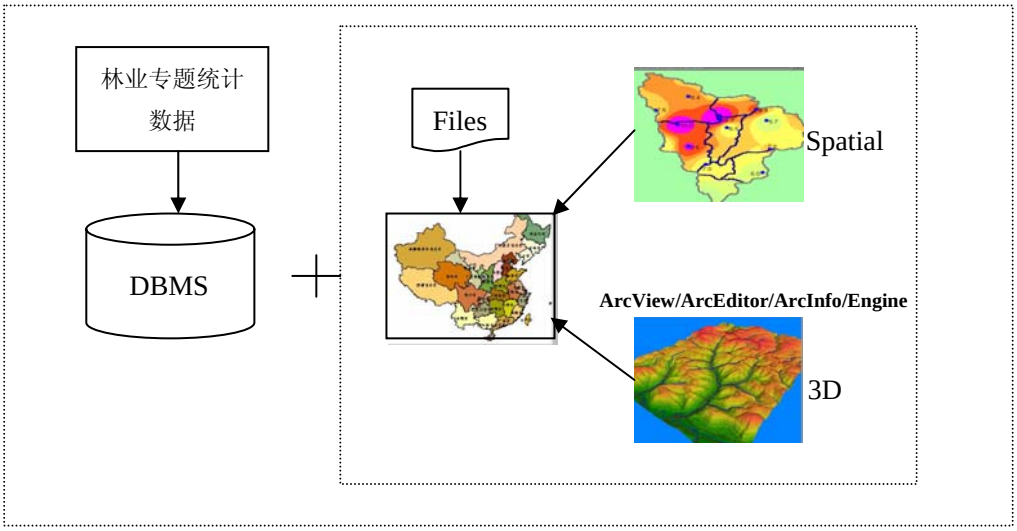
- ArcInfo: 专家级地理信息系统核心模块
- ArcEditor: 专业级地理信息系统核心模块
- ArcView: 桌面地理信息系统核心模块

2） ArcGIS8.1 Extensions（扩展模块）：包括 Spatial Analyst, 3D Analyst, Geostatistical Analyst, ArcPress, MrSID Encoder for ArcGIS；

- Spatial Analyst：空间建模和分析扩展模块
- 3D Analyst：三维可视化和分析扩展模块
- Geostatistical Analyst：地理统计分析扩展模块
- Tracking Anslyst:追踪模块（可进行动态数据、历史数据的追踪，特别推荐在森林防火业务中应用）
- ArcPress：地图打印扩展模块，可提高打印速度和质量

MrSID Encoder for ArcGIS：图像压缩扩展模块，最大至 500MB; 还可选择其他专用软件（MrSID-Publisher）进行图像压缩，图像大小不限。

ArcPAD：移动 ARCGIS



2、 林业信息网络发布系统——ArcIMS 网络发布地理信息系统

对国家，各省的森林信息在 Internet/Intranet 上进行实时发布，实现林业监测信息的网络化控制和管理。

ArcIMS 的特点

- 使用简单。

ArcIMS 首要的设计思想是使用方便。用户可以在很短的时间内安装和配置它。还可以使用向导或模版制作和发布地图，无需编程。

- 维护方便。

提供多种便捷工具对站点进行监控和维护。

- 设计优化。

ArcIMS 对在 Internet 上应答及提交结果进行了优化设计。

- 可配置、可定制。

通过诸如 JavaScript 和 VBScript 这样的编程语言用户可以定制 WEB 页。还允许用户通过 FrontPage，Visual InterDev，Cold Fusion Studio 和 HauteSite 这类产品建立客户化的用户界面。这些脚本程序可以在浏览器端执行，也可以通过标准应用服务器，如：Active Server Pages，Cold Fusion 和 NetDynamics 在服务器端执行。

- 跨平台。

ArcIMS 在 Windows NT 和 UNIX 环境下都可以运行。

- Web 服务器。

可以支持多种 Web 服务器。包括 Microsoft Internet Information Server, Netscape Enterprise Server 和 Java Server。除了 Java Server，ArcIMS 还可以运行在其他支持 servlets 的 web 服务器（如：Apache 和 O'Reilly）上。

- 不需进行数据转换。

ArcIMS 可以直接读取 ESRI shapefiles，SDE 数据集和影像数据，不需进行数据转换。

- 数据集成。

无论是本地还是网络上的数据都可以与远端的 ArcIMS 站点上的数据集成在同一浏览器的图形窗口中。

- 快速伸缩重构（scaling）。

无论是功能简单的 Intranet 还是要求很复杂的 Internet 应用，无论是一个服务器的 ARCGIS 发布应用还是跨多个服务器的分布式 ARCGIS 应用，ArcIMS 都可以支持。从而可以很容易地扩展原有的网上 ARCGIS 应用，无须重新构建。

- 安全机制。

内置的安全机制可以构建限定特定用户访问的站点。

- 丰富的客户端功能。

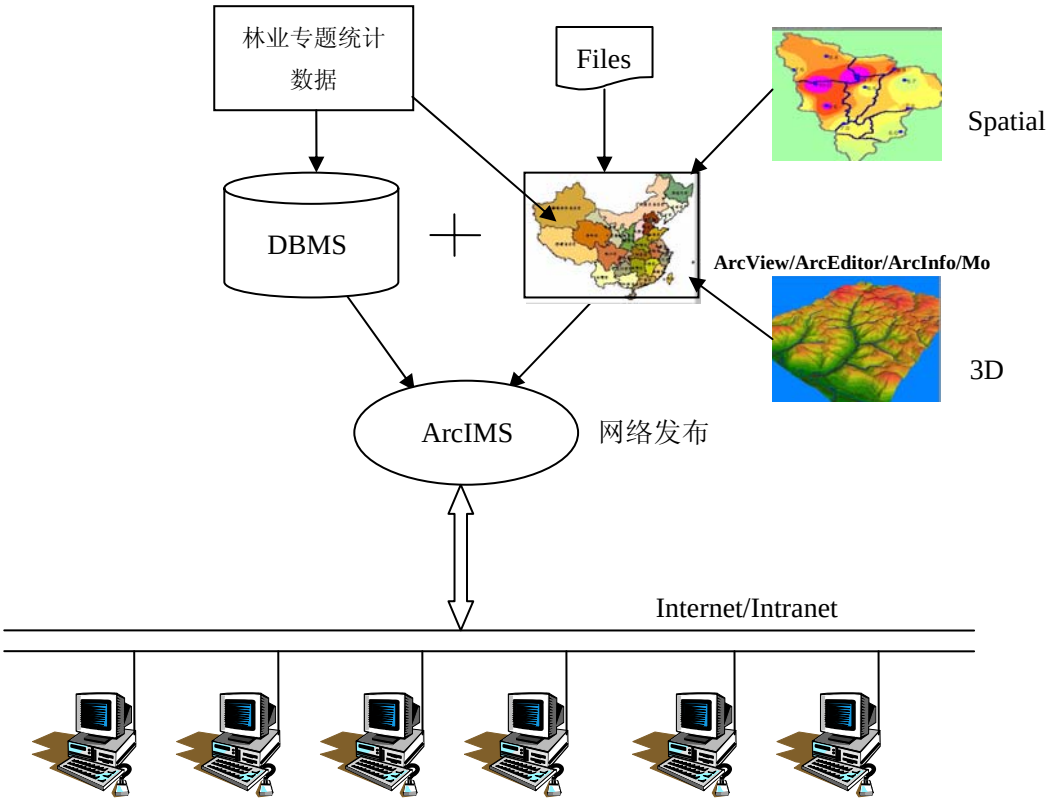
ArcIMS 支持向客户浏览器传输矢量数据流。所以客户端无须向服务器发请求就可以完成许多包括多种方式的地图显示、空间选取和查询等功能等。

- 高质量的制图功能。

由于支持矢量数据流，所以用户在客户浏览器端可以进行高质量的地图生成。栅格地图的质量由于使用了 anti-aliasing 技术（一种边界平滑的影像处理技术）也有了很大的提高。

- 向前兼容。

ArcIMS 支持 ESRI 现有的 Internet 技术。利用 ArcIMS 的中间件，用户可以继续使用 ArcView IMS 和 MapObjects IMS。



C/S 结构，各应用系统　　B/S 结构，客户端不需安装 GIS 系统

3、 森林资源地理信息数据库——ArcSDE 空间数据库引擎

对于国家级或省级的林业部门，基础数据和林业专题数据的数据量会超过 GB 以上，这样的海量数据，需要利用 ArcSDE 和大型数据库技术来共同管理。此方案能将海量的空间数据放到大型关系型数据库中，并运用 GeoDataBase 面向对象的方式来进行管理。

使用 ArcSDE 有以下诸多好处：

- 为任何支持的客户应用提供空间数据服务
- 通过 TCP/IP 横跨任何同构或异构网络
- 提供从基于文件的系统到 RDBMS 管理数据系统的平滑升迁
- 以一种连续的，无缝的数据库管理大型地理要素
- 通过标准的 API 提供查询，检索函数的开放存取
- 真正的 client/server 计算环境
- 跨越 Internet 提供公开的空间数据访问

二、 ERDAS 林业专业配置方案

ERDAS IMAGINE 的配置：

我们将配置分为两级：省地级与县市级。

(1) 省地级：

基本　ERDAS IMAGINE Professional
　　VirtualARCGIS
　　Vector

以上模块的配置，能够完成林业生产科研中，各种生态因子的提取与分析，包括对影像的输入输出，增强滤波，正射纠正/镶嵌，计算机分类（包括人工解译）/分类优化/统计报告，制作专题影像图，三维可视化分析与林业造林规划，并将分好类的专题影像转换成 ArcCoverage 或 Shape 矢量数据，为后续的 GIS 管理与分析打下基础，同时，ERDAS IMAGINE 还可直接与 ArcSDE 的客户端，构成。

如经费充裕，可配下面的扩展模块或其它模块：

OrthoBASE Pro 完成 DEM 自动提取与快速批量正射纠正
Stereo Analyst　基于立体像对的 2D/3D 地物要素提取
OrthoRadar　对雷达图象进行正射纠正
Sub-Picxel classifier　在子象元的水平上提取信息，能达到像元 20%的精度

有关各模块的功能详细介绍，请参阅《ERDAS IMAGINE 遥感图象处理系统系列产品介绍》

(2) 县市级：

可配 ArcView/ArcEditor V9.X 下的扩展模块 Image Analyst, 这样的配置主要是为 GIS 用户进行基本数据更新用的，主要具备影象的增强，滤波，纠正，镶嵌，监督分类的基本功能。

三、 基于 ArcGIS 的森林资源管理信息系统和数据中心

1、 省、地、县三级林业资源信息管理

根据各级林业管理职能的需要，将林业地理信息系统分为三个层次，它们是：省级林业地理信息系统、市级（地区）林业地理信息系统和县（市）级（其中包括林管局）林业地理信息系统。县、市级林业地理信息系统是省级、市级（地区）林业地理信息系统的基础。

1．省级林业 ARCGIS 对上与国家级林业 ARCGIS 衔接，对下连接市级（地区）林业 ARCGIS，通过它可以直接检索和管理各市级（地区）、县（市）级林业的基本信息，为省级林业主管部门提供辅助决策工具。

2．市级（地区）林业 ARCGIS 直接检索和管理县级、乡级的林业基本信息，作为市级（地区）林业主管部门的辅助决策工具。

3．县级林业 ARCGIS 落实到乡、村以及小班地块，为县级林业规划管理、资源监测等不同林业生产管理工作提供 服务。县级林业地理信息系统是整个体系的基础，它可以进行林业多种专题的应用，如二类清查内业处 理、林业地籍管理、伐区设计、造林规划、抚育间伐、资源监测等。同时确保与其它经济领域应用（如农业国土环境保护等）的接轨。县（市）级林业 ARCGIS 是市级（地区）林业 ARCGIS 和省级林业 ARCGIS 的基础，在建立县（市）级 ARCGIS 的同时考虑到与市级（地区）、省级甚至国家级林业 ARCGIS 的接轨。在整个体系中从纵向控制的角度，省控制到市级（地区），市级（地区）控制到县，县控制到乡，最后直接控制到小班地块。实现整个林业信息管理的计算机化。

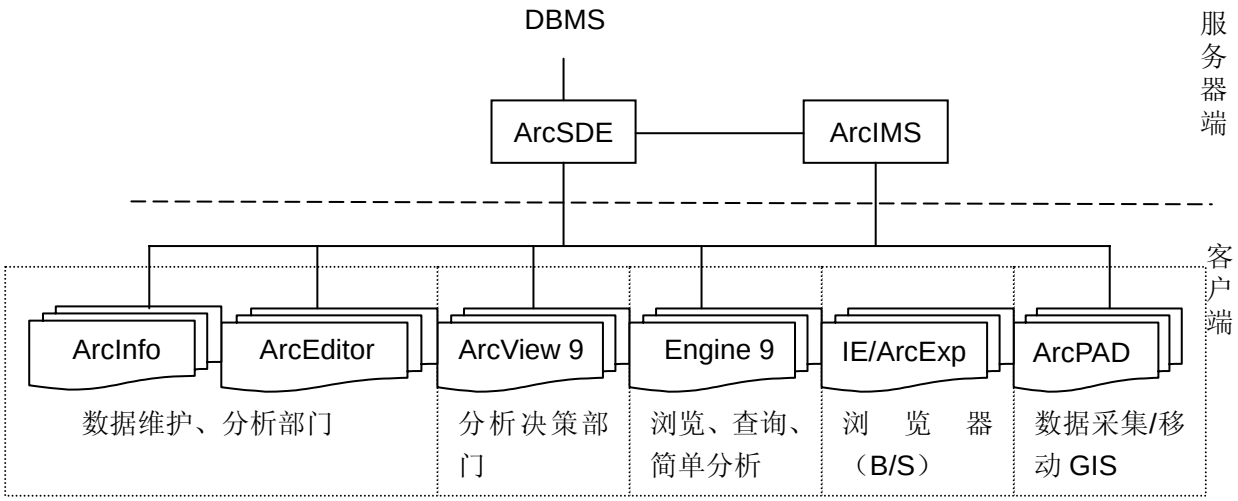
2、 系统总体配置方案

(1) 国家级系统解决方案

林业信息化建设是一个系统性的工程，不同级别、不同范围的用户有不同的需求，必须选择一个扩展性好、伸缩性强的系统平台进行建设，以便达到上下数据和信息的无缝连接和融合

由于 ESRI 公司的产品从低端到高端具有很好的扩充性，***提供的是一个可伸缩的解决方案，可统筹规划，逐步实施***，用户可以综合考虑数据量、技术需求、应用需求、资金配置等诸多因素，选择不同的配置方案，如 Server 端的软件和客户端的配置及 Licenses 个数等。

总配置图如下：



基于业务规模和庞大的数据量，可采用 Client/Server 和 Brower/Server 结合的方式，将系统建成资源共享、又可灵活延展的实用的 ARCGIS 系统。

在服务器端，将海量的数据（包括图形数据和属性数据）存放在大型数据库中，用 ArcSDE 进行管理；然后借助 ArcIMS 在 Internet/Intranet 上发布数据。

因为各部门工作分工不同，对数据的应用程度也不同，本着资源共享和合理投资的原则，建议客户端可根据不同需求，配置不同层次的软件：

对于只需简单浏览、查询的科室，客户端机器上无需安装 ARCGIS 软件，用通用的 IE 浏览器查看 ArcIMS 发布的数据即可。

对于要一定分析功能，但不需要高级的空间分析功能和对面向对象的空间数据进行交互定义修改的部门，均可考虑采用 ArcView 8 作为其应用平台。

ArcEditor 和 ArcInfo 适合安装在需要对数据做空间分析的部门和对系统进行维护、对数据进行更新的部门，因为 ArcEditor 可对 Coverage 及 Geodatabase 空间数据进行交互编辑，主要面向那些对空间数据交互编辑具有特别需求的客户端。而 ArcInfo 在 ArcEditor 基础上又增加了强大的空间分析功能、数据转换功能、投影变换等原 7.X 版本的功能，增加了对计算机辅助软件工程（CASE）工具的支持，可以方便、同时也是工程化地对空间数据模型进行定义和扩展。

ArcView 8、ArcEditor 的应用界面、开发环境、底层 COM 对象库等与高端的 ArcInfo 8 完全一致，可用内置的 VBA 或 VB、VC++等开发平台对其进行二次开发，所以能够保证系统的资源共享及资金的合理利用。

(2) 省级林业部门

省级林业部门所掌握的是全省范围内的多年的监测数据，和全省的电力、交通、水利、油田等的基础设施、全省人口分布、各地区的经济状况和江河、湖泊、山体等自然环境状况等基本信息，是全省的数据和管理中心，所有这些数据应该在 GB 数量级上，这种数据量对省级地震局来说工作的复杂程度是可想而知的。针对这种业务情况，建议参考国家级林业部门的软件配置，再根据其他客户端的具体技术需求，配置 ArcInfo、ArcEditor、ArcView 8 或 MapObjects，另外再加上相关功能扩展模块（如：空间分析、3D 分析等），并根据需要选择是否需要网上发布功能，配置 ArcIMS.

(3) 大型城市的林业部门

如果城市的管辖范围较大，数据量较多，可参考省级的配置，但可不进行网上发布，配置 ArcSDE、ArcInfo/；对于一般的城市，只需要进行数据更新和一些空间信息分析和处理，配置 ArcInfo,或 ArcEdior，ArcView 其中的一个核心模块即可，根据功能需要和经济情况进行选择，再加上相关功能扩展模块，如空间分析，3D 分析。

(4) 中小城市/县级林业部门

由于中小城市的面积和经济状况以及各种信息量要少于大型城市，所建立的森林资源监测/野生动植物监测/森林防火监测等应用系统可以采用基本的桌面地理信息系统进行管理，所用软件需配置 ArcView 及扩展模块，或者 MapObjects，甚至特殊情况，可以用浏览器对 ArcIMS 发布的信息进行浏览，不需另行配备专门软件。

移动 ARCGIS 解决方案森林防火的工作经常要到现场进行指挥，手持设备，移动 ARCGIS 就发挥了作用。ESRI 的移动 ARCGIS 解决方案 ArcPAD 提供了和 GPS 的接口，可以进行野外数据采集、数据更新和监控定位，为防火现场指挥提供了有利的帮助。

第五章　主要应用案例

实例一　基于 ArcGIS 的森林防火综合管理信息系统

邱林① 郭海涛② 李戈伟②

（国家林业局森林防火办公室①；北京大陆康腾科技有限公司②）

摘　要　GIS 技术的发展满足了森林防火指挥决策工作信息化的需要。本文结合国家林业局的森林防火项目，重点论述了如何利用 ArcGIS 平台构建中国森林防火基础地理数据库，以及森林防火综合管理信息系统的开发思路，并给出了示例，为 GIS 技术在森林防火信息化建设中积累了丰富的经验。

一、前言

森林火灾是一种破坏森林资源和自然生态环境、危及国家和人民生命财产的严重自然灾害。因此，加强森林防火是一项刻不容缓的工作。

目前地理信息系统技术与主流 IT 技术的融合和飞速发展为森林防火信息化建设创造了条件。ESRI 公司推出的 ArcSDE 空间数据引擎，依托在大型关系型数据库上对海量数据的存储和查询提供了完整的解决方案，而 ArcObjects 组件强大的二次开发功能周全考虑了行业应用推广，满足了森林防火工作的特殊要求。

本文以国家林业局森林防火综合管理信息系统为例，对基于 ArcGIS 的森林防火地理信息系统建设进行探讨。

二、系统目标

利用先进的 GIS 技术、计算机网络技术、现代通信技术，数据库管理（RDBMS）技术，无缝地融入到现有的国家林业局森林防火 MIS 系统中，使林火信息的监测、管理和查询与火场指挥有机关联，促使森林防火工作从传统的经验型的定性管理转化为标准化、规范化的定量管理。系统应该实现以下目标：

（1）在遵循数字林业数据标准和规范的前提下，建成全国森林防火空间数据库，实现多比例尺、多数据源、多时相、多分辨率、无缝的集成化数据管理，为开发森林防火地理信息系统提供了依据。

（2）切实满足森林防火日常业务工作需要，实现林火信息及森林防火业务中的各类空间属性和非空间属性的结合，丰富森林防火相关信息的获取、查询及林火扑救的手段，提高林火信息的检索查询效率，提高森林防火日常管理工作的效率。

（3）实现对森林火灾发生地点的快速定位，及时了解详实的火场及其周边信息，切实为森林火灾的扑救指挥和决策起关键性的辅助作用，从而把森林火灾造成的损失尽可能地减少到最低限度。

三、系统介绍

1. 体系结构

借助基于 ArcGIS 的客户端软件与 ArcSDE 空间数据库引擎之间建立 TCP/IP 连接，构

成了客户/服务器体系结构。这类客户端向 ArcSDE 请求空间数据，并在客户端完成空间数据的显示、分析、编辑和管理。同时网络客户端与 ArcIMS 通过 HTTP 协议又构成浏览器/服务器工作模式，用户通过标准的浏览器向 ArcIMS 提出请求，ArcIMS 获取 ArcSDE 中的空间数据并进行相应的查询分析，将结果返回到浏览器端。考虑系统一方面实现三维火场模拟、火场态势图制作、火场位置服务和火场蔓延模拟等复杂业务，另一方面实现交互性较强的简单防火业务如火情查询、显示和信息发布等，决定采用 C/S+B/S 的混合结构，充分发挥两种结构的长处和互补性。系统体系结构如图 1 所示。

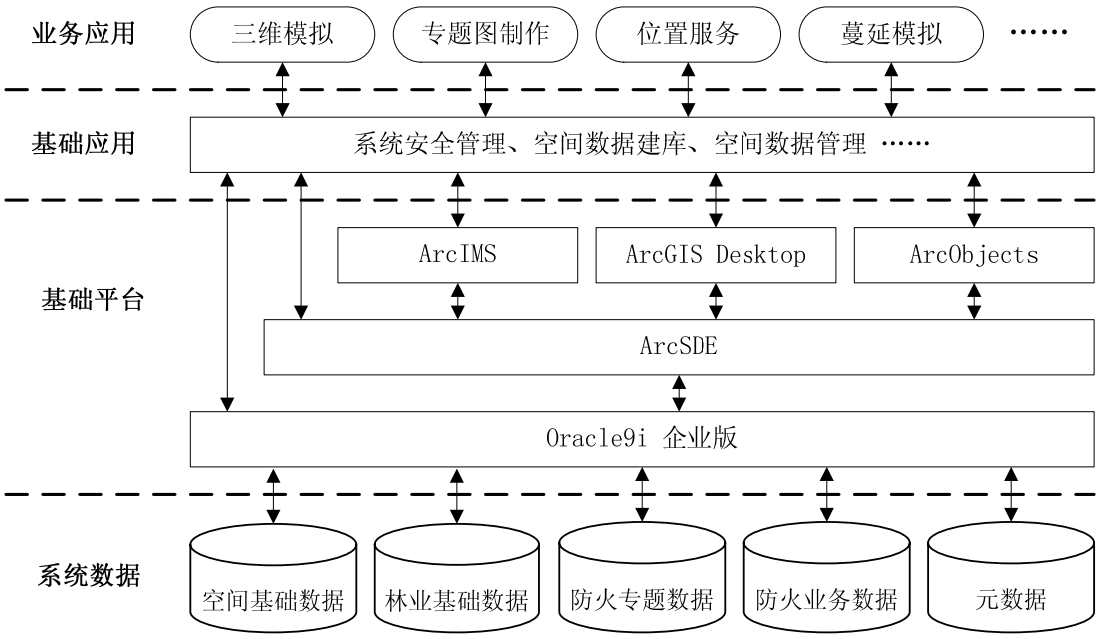


图 1 软件体系结构

2. 系统设计及开发工具

系统设计采用 Microsoft Visio 2003，对象建模采用 Rational Rose Enterprise 2002，数据建模采用 Sybase PowerDesigner 9.5，开发工具采用 Microsoft Visual Studio 6.0。

四、系统数据库建库

系统数据根据数据类型及业务不同分为五类，分别是：空间基础信息、林业基础数据、防火专题数据、防火业务数据和元数据。

1. 原始数据内容

1) 全国 1:400 万自然资源与环境数据：GCS_Krasovsky_1940 坐标系，Albers 投影；全国图层，coverage 数据格式
2) 全国 1:100 万基础地理数据：GCS_Krasovsky_1940 坐标系，地理坐标；全国图层，coverage 数据格式；其中，1:100 万土地利用数据, GCS_Krasovsky_1940 坐标系，Albers 投影，标准分幅提交
3) 全国 1:25 万基础地理数据，GCS_Krasovsky_1940 坐标系，地理坐标，coverage 数据格式，标准分幅提交
4) 全国 1:25 万 DEM：GCS_Krasovsky_1940 坐标系，地理坐标；标准分幅提交

5) 全国 1:10 万土地利用数据：GCS_Krasovsky_1940 坐标系，地理坐标；分省提交，coverage 数据格式
6) 全国 1:10 万道路交通数据：GCS_WGS_1984 坐标系，地理坐标；分省提交，coverage 数据格式
7) 全国 1:10 万水系数据：GCS_Krasovsky_1940 坐标系，地理坐标；分省提交，coverage 数据格式
8) 全国 ETM 真彩色合成影像：GCS_Krasovsky_1940 坐标系，地理坐标；按照 50 万标准图幅提交
9) 重点林区 ETM8 波段单波段影像：GCS_Krasovsky_1940 坐标系，地理坐标
10) 全国林业基础数据：GCS_Beijing_1954 坐标系，shapefile 格式，分省提交
11) 全国林业防火专题数据：GCS_Beijing_1954 坐标系，shapefile 格式，日常更新数据

由上看出，原始数据的数据格式不一，数据类型涉及矢量数据、栅格数据、DEM 数据、元数据等，比例尺从 1:400 万、1:100 万、1:50 万、1:25 万到 1：10 万，数据总量达到了 200GB 以上。实现这些多比例尺、多数据源、多时相、多分辨率、无缝的、具有林业防火先进水平的集成化数据管理，保证数据库的高效性、稳定性、安全性、实用性和可扩充性，需要完善地制定数据库建库方案。

2. 数据组织和处理

支撑整个系统高效运转的森林防火空间基础地理数据库是采用原型法设计、建库和开发的。经过方案论证¬－样区数据入库－方案完善－全国数据入库－完善方案－测试运行－逐步完善该数据库系统。入库后数据采用 ArcSDE 空间数据库（Geodatabase）数据模型。利用 ArcGIS 及其控件定制，可以将 shapefile 数据、coverage 数据、DEM 和 TM 栅格数据向基于 Oracle 的 ArcSDE Geodatabase 进行无损加载，入库数据统一采用 GCS_Beijing_1954 坐标系统，

数据处理分为矢量数据处理和栅格数据处理：

(1) 矢量数据

1) 数据库方案的设计：子类、域、拓扑规则、几何网络
2) 数据接边的自动处理：分幅要素的 Merge 和 dissolve，分幅面要素的接边处理，去除合并处产生的缝隙（gap）或者重叠（Overlap）
3) 预处理辅助要素的制作和加工
4) 注记要素方案的设计：coverage annotation 到 Geodatabase annotation 的转化，根据要素类的字段生成新的注记类的方案

(2) 栅格数据

栅格数据预处理方案，将分幅数据进行全拼接，组合成为全国的无缝数据。

3. 空间索引建立

建立每层矢量数据的空间索引是数据加载的一个步骤。ArcSDE 通过建立图层的空间索引，可以避免检索属性表的整个表，减少检索的数据记录数量，从而减少输入输出。

在数据建库过程中，通过多次试验和建库经验的累加，为每图层确定了高效的索引级数和格网大小。

4. 空间数据库基本配置

优化空间数据库基本配置应该考虑数据库的逻辑设计和物理设计。Oracle 表空间逻辑上由一个或多个数据文件组成，逻辑设计目的就是优化配置数据库，使数据库对象按照其活动性相互分离，提高数据库的运行效率，便于数据管理。因此，本系统针对入库数据的大小和类型等特点，为各层入库数据规划和设计了其存储表空间，以提高性能。

由于本系统数据库支撑数据海量，面向多用户并发访问，为优化数据库访问性能，数据库文件的物理布局必须充分考虑。在任何 Oracle 数据库中，I/O 争用往往是数据库性能的瓶颈。因此必须将不同的数据表空间安排在不同磁盘驱动器。

5. 数据示例

建成后的数据库中各比例尺基础矢量数据和栅格数据在逻辑上被拼接成连续的无缝的全国数据。图 3 所示覆盖整个全国范围的无缝拼接的 ETM 真彩色图像。

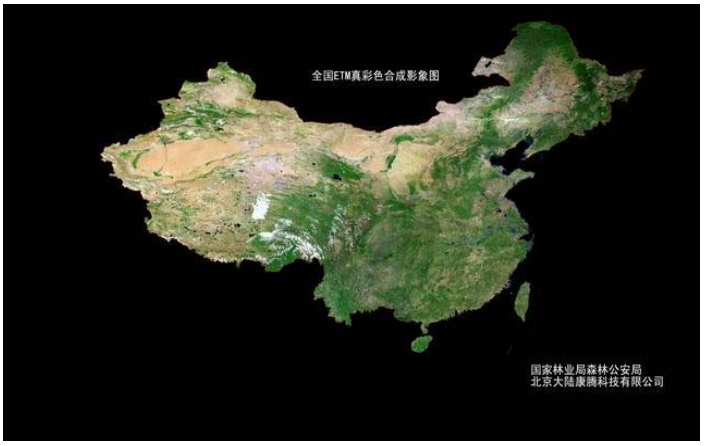


图 3　全国无缝 ETM 真彩色图像

五、防火综合管理信息系统功能实现

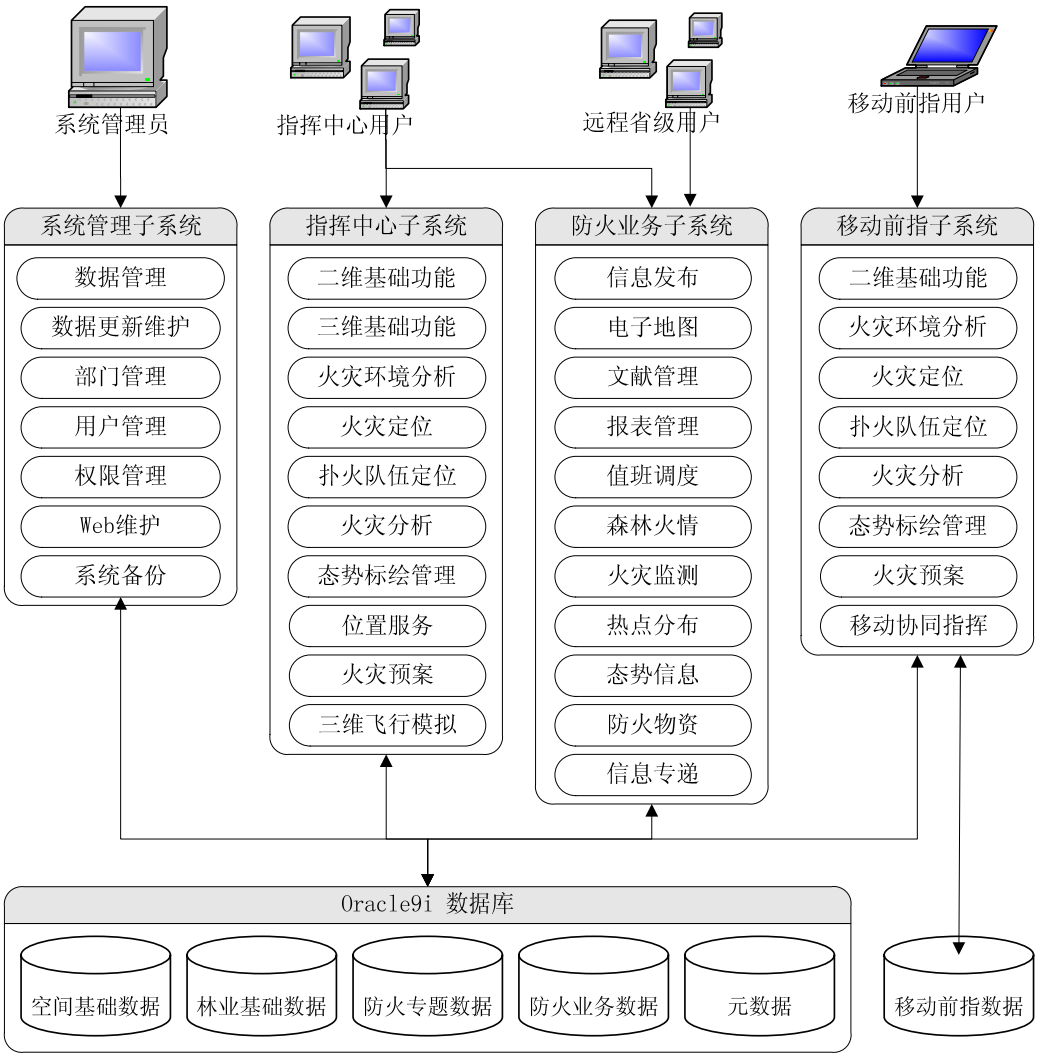


图 4 系统功能结构图

森林防火综合管理信息系统分为系统管理子系统、指挥中心子系统、防火业务子系统和移动前指子系统四大部分。系统功能结构如图 4 所示。

1. 系统管理子系统

主要完成系统数据的管理维护工作，具有数据管理、数据更新维护、部门管理、用户管理、权限管理和系统备份等功能。

2. 指挥中心子系统

采用 C/S 结构，合理配置矢量数据和影像数据，快速调用全国的空间数据和属性数据，实现海量数据的快速查询检索，并实现环境分析、火灾定位、扑火队伍定位、位置服务、火场态势专题图制作、火情跟踪监测和三维飞行模拟等业务功能。

3. 森林防火业务子系统

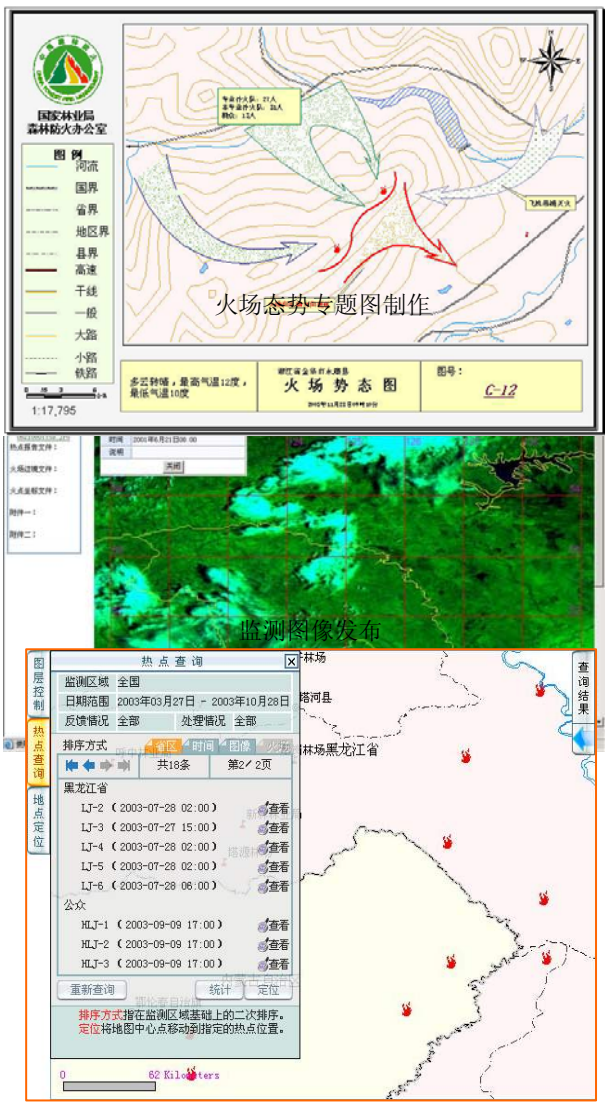
采用 B/S 结构，系统内各模块的信息均可发布到 Internet/Intranet 上，根据用户各自权限查看权限内信息。系统以防火业务办公流为主线，方便快捷地将表单、报表以及与图像/图形密切相关的防火基础设施管理、遥感卫星图像监测信息（如热点、雷击点等林业防火专

题信息）等信息一体化管理，将 WebGIS 有机地融入防火日常办公系统，实现了日常办公系统和 GIS 的无缝集成。

4. 移动前指子系统

采用 C/S 结构，所含功能与指挥中心子系统功能基本相同，旨在加强火场现场调度与指挥的业务需求。 系统数据采用 Personal Geodatabase,实现单机模式下的数据调用，业务数据可通过系统接口轻松实现与中心子系统数据同步。

六、系统部分成果演示





WebGIS 热点查询　　WebGIS 距离量算

七、总结

目前森林防火综合管理信息系统的开发工作已基本结束，并进入防火期试运行阶段。系统从建设到应用体现了如下特点：

（1）系统采用的软件平台、数据接口和开发技术符合公认的工业标准，符合国家、地方和行业标准和规范，建成的全国森林防火基础地理数据库符合现有的空间数据库标准规范

和数字林业标准规范，应用上的防火综合管理信息系统开发采取开放路线，严格遵循软件工程的标准规范和质量体系要求和规范。

（2）系统的前台应用和后台数据库有机结合，实现在 WebGIS 从小比例尺到大比例尺、由整体到局部、由低分辨率到高分辨率的全国数据(大于 200G)在响应时间不超过 10 秒的情况下快速、无缝的浏览、漫游和应用。

（3）系统以防火业务流为主线，将 WebGIS 有机地融入防火日常办公系统，实现了日常业务管理系统和 GIS 的无缝集成。

本系统开发的成功意味着森林防火信息化建设迈上了一个新的台阶。系统不仅为今后的全国森林防火信息管理提供及时全面的空间信息服务，为科学化的森林防火管理和决策提供先进的科学手段，同时海量数据面向应用的成功建库及业务管理系统和 GIS 的无缝集成为整个林业系统和其他行业提供了宝贵的经验。

实例二　湖南省林业基础地理数据库管理系统建设

朱　昕
（湖南省林业厅　长沙　410007）

摘　要：湖南省林业基础地理数据库管理系统包含了湖南基础地理空间数据、林业资源空间数据的组织建库，以及数据的维护和管理等功能。在建设过程中采用了许多新技术，成功地解决了海量数据存储管理问题，数据跨带、动态投影变换问题，数据高效调用等问题。填补了省级林业空间数据库建设的空白，为省级林业空间数据库建设提供了可借鉴的模式。

关键词：　林业 地理 数据库 建设

1、 前言

湖南林业基础地理数据库管理系统于 2004 年年底建成，经过一年多的实际运行，系统稳定，各项指标达到或高出预期目标，维护方便。湖南省林业基础地理数据库管理系统的建立，从根本上改变了林业规划设计、信息查询、资源监测、信息管理及资料保存的传统模式，实现省、市州、县、乡四级林业基础地理信息综合查询、检索、统计、输出，实现林业基础地理数据更新和图件制作的计算机一体化，实现全省林业基础地理数据库网络化，为全省林业的科学管理和决策提供了完整的解决方案，为全省林业信息化奠定了可靠的基础。在森林防火、自然保护区规划、重点公益林监测、林地保护等林业管理中发挥了巨大的社会和经济效益。在建设过程中，对系统建设模式、系统框架构建进行了研究和探讨，积累了一些经验，也采用了许多新技术，为林业各专题应用系统开发提供了可借鉴的模式和宝贵的经验。

2、 建设背景

湖南省地处东经 108 度 47 分—114 度 15 分、北纬 24 度 38 分—30 度 08 分之间。东以幕阜、武功诸山系与江西交界；西以云贵高原东缘连贵州；西北以武陵山脉毗重庆；南枕南岭与广东、广西相邻；北以滨湖平原与湖北接攘。土地总面积 21.18 万平方公里。湖南属亚热带季风性湿润气候，四季分明，年平均气温在 16℃--18℃之间，冬寒期短，无霜期长，适宜动物繁衍和农作物、林木生长。

湖南是我国南方重点集体林区省，林业用地面积占国土总面积的 60.5%，有林地面积占林业用地面积的 79.5%，森林覆盖率达 55%，森林总蓄积达 3.79 亿立方米，楠竹 19.05 亿株。全省林业每年为社会提供 2000 多万立方米活立木和 1.5 亿根楠竹。为了实现林业跨越式发展，实现林业管理细化到山头地块，落实到千家万户，综合运用“3S”、计算机、网络和数据库等现代信息科技手段，建设全省林业基础地理数据库管理系统，提升林业综合管理水平，推动林业管理的网络化、精确化和科学化。

3、 总体目标

综合运用“3S”、计算机、网络和数据库等技术，以矢量数据、数字高程模型、卫星影像数据、数字栅格数据为数据主体，建立覆盖全省的多类型、多尺度、多时态的林业基础地理信息数据库的同时，兼顾制图成果信息，并逐步建立空间数据库的更新机制、共享机制，实现全省不同比例尺间任意切换，同一比例尺间无缝漫游，无级放大，实现数据海量管理，快速查询浏览，为湖南省林业信息化服务，为各级林业生产和管理提供空间信息服务，为社会公众提供林业地理空间信息平台。

4、 基本原则

系统建设综合考虑到系统的实用性、安全性、可扩充性等各方面的因素，始终坚持技术先进、性能可靠、功能完善，节省投资的原则。

总体结构选型首先要考虑用户的实际应用环境及应用需求，其次要考虑平台产品的功能与性能，第三要考虑国际国内发展的主流趋势，最后还要考虑用户的投资能力。总的说来，体系结构的选型应遵循下列原则:

（1） 实用性

系统易于使用，更新和维护简单，用户界面友好，功能明确，执行效率高，能完成数据入库、建库、查询检索等主要功能。确保项目实施的可操作性和系统运行的可靠性。

（2） 先进性

在深入研究当今“3S”技术及相关科技发展状况的基础上，采用相对先进的和成熟的技术方案。

（3） 开放性

采用大型通用的数据库管理平台，标准的空间数据模型，能提供良好的数据交换能力，以利于数据共享和系统集成。

（4） 可扩展性

在系统建设过程中充分考虑其可扩展性，为数据库的内容扩充、数据增长、数据更新和功能增强预留足够的发展空间。

（5） 检索和管理的高效性

数据的管理与提供是系统的重点，因此检索和管理的高效性原则是进行技术设计时考虑的一个主要因素。

（6） 网络化

系统根据不同的使用需求，采用 Client/Server 和 Browser/Server 相结合的方式，实现 C/S 平台下空间数据管理与维护，B/S 平台下空间数据检索与应用。

（7） 标准化

标准化是实现数据和资源共享、二次开发、专题应用的重要前提。在系统设计和实施过程中，参照已有的标准和系统的具体情况，对系统内部各个环节提出相应的标准化原则和要求，制定并贯彻相关的标准，实现系统资源和数据资源的标准化。

（8） 现势性

提供更新机制，以保证林业地理基础信息数据库的现势性。

5、 空间参考设计

5.1 高程基准

高程基准统一采用 1985 国家高程基准。

高程基准是用于确定陆地上地面物体的海拔高程的起算基准面。同平面坐标系一样，我国目前也存在 1956 黄海高程基准、1985 国家高程基准、地方高程基准三套系统。1985 国家高程基准是我国当前的法定基准。

5.2 坐标系统

坐标系统统一采用 1980 西安坐标系，针对不同数据类型的特点采用两种坐标形式：高斯平面坐标和大地坐标。

5.2.1 矢量数据采用大地坐标

矢量数据采用大地坐标形式，全库矢量数据在数值上是连续的，避免了高斯投影带来的跨带问题，从而可以保证数据库地理对象的完整性，为数据库的查询检索、空间分析和应用提供极大的方便。同时保持了与国家基础地理数据库的统一，为数据库的集成管理、数据更新维护、数据共享提供方便。因此，矢量数据采用大地坐标。

5.2.2 栅格数据采用高斯平面坐标

目前，栅格数据产品的生产和应用大多采用高斯平面坐标，如果数据库建库采用大地坐标，则在建库和输出时需要大量的数据转换工作。如果采用高斯平面坐标，对于在一个投影带范围之内工程项目可以直接使用数据，能够节省大量的数据转换。对于跨带的工程用途，可再进行换带计算和转换。由于栅格数据进行投影变换时需要进行重采样处理，对影像质量和数据精度都有影响，所以栅格数据要尽量避免投影变换。因此栅格数据采用高斯平面坐标。

6、平台选型与系统架构

6.1 平台选型

Oracle+ArcSDE 是目前世界上最成熟、最稳定的空间数据管理技术，也是省级基础地理信息数据库工程建设的主流模式。

6.1.1 Oracle9i

（1） 支持大数据库、多用户的高性能的事务处理。

Oracle 支持最大数据库，其大小可到几百千兆，可充分利用硬件设备。支持大量用户同时在同一数据上执行各种数据应用，并使数据争用最小，保证数据一致性。系统维护具有高的性能，Oracle 每天可连续 24 小时工作，正常的系统操作（后备或个别计算机系统故障）不会中断数据库的使用。可控制数据库数据的可用性，可在数据库级或在子数据库级上控制。

（2） Oracle 遵守数据存取语言、操作系统、用户接口和网络通信协议的工业标准。

所以它是一个开放系统，保护了用户的投资。美国标准化和技术研究所（NIST）对 Oracle7 Server 进行检验，百分之百地与 ANSI/ISO SQL89 标准的二级相兼容。

（3） 实施安全性控制和完整性控制。

Oracle 为限制各监控数据存取提供系统可靠的安全性。Oracle 实施数据完整性，为可接受的数据指定标准。

（4） 支持分布式数据库和分布处理。

Oracle 为了充分利用计算机系统和网络，允许将处理分为数据库服务器和客户应用程序，所有共享的数据管理由数据库管理系统的计算机处理，而运行数据库应用的工作站集中于解释和显示数据。通过网络连接的计算机环境，Oracle 将存放在多台计算机上的数据组合成一个逻辑数据库，可被全部网络用户存取。分布式系统像集中式数据库一样具有透明性和数据一致性。

（5） 具有可移植性、可兼容性和可连接性。

由于 Oracle 软件可在许多不同的操作系统上运行，以致 Oracle 上所开发的应用可移植到任何操作系统，只需很少修改或不需修改。Oracle 软件同工业标准相兼容，包括许多工业标准的操作系统，所开发应用系统可在任何操作系统上运行。可连接性是指 ORALCE 允许不同类型的计算机和操作系统通过网络可共享信息。

6.1.2 ArcSDE 9

ArcSDE 在 GIS 和 RDBMS 间提供一个数据通路，通过该通路可以实现在数据库中对空间数据的共享与管理。由于在种类繁多的数据库环境中，ArcSDE 提供了地理信息的统一

公共模型，用户可以在充分利用现有 RDBMS 的基础上，实现对 GIS 信息的整合。

按照空间数据库的共享规模越来越巨大、范围越来越广泛的趋势，ArcSDE 体现的主要优点有以下几个方面：

① 数据库的连接

ArcSDE 允许用户在数据库服务器、客户端以及 ArcSDE 应用服务器之间实现 GIS 应用的分布式处理。对于支持服务器端应用，建立同 ArcSDE 服务器间的连接既是一种空间数据的访问机制也是利用 ArcSDE 强大处理效能的手段。同时，应用程序也可以不通过 ArcSDE 应用服务器而建立同数据库服务器间的直接连接。例如，直接连接手段的采用允许用户建立同 Oracle Spatial Database 的直接访问机制。数据库连接的灵活使用可以给用户配置最佳的软件性能的选择。

② 空间数据的表达

ArcSDE 空间数据的表达是建立在 RDBMS 的标准数据类型基础之上。RDBMS 使用扩展的空间数据类型，ArcSDE 通过访问与使用这些数据类型实现对地理要素的管理。ArcSDE 负责提供管理地理要素的机制，这些存储机制提供了空间数据快速及紧凑的表达方式。

③ 数据库的灵活性

通过使用 ArcSDE，用户可以在不同的数据库系统之间转移数据，ArcSDE 数据的导入导出能力保证了在这个过程中信息的无损传递。这个能力在大多数的空间数据库设计中都是非常重要的。

④ 应用的灵活性

在数据的物理存储模型之上，ArcSDE 定义了空间数据的逻辑模型。

⑤ 数据的完整性

ArcSDE 负责管理存储在数据库中点、线、面信息的完整性。不允许非标准的数据插入到数据库中（例如：面的边界信息必须是闭合的）。

6.1.3 ArcIMS 9

ArcIMS 是一个基于 Internet 的 GIS，它允许集中建立大范围的 GIS 地图，数据和应用并将这些结果提供给组织内部的或 Internet 上的广大用户。ArcIMS 包括了客户端和服务器端两方面的技术。它扩展了普通站点，使其能够提供 GIS 数据和应用服务。

ArcIMS 在创建、设计、管理 GIS 站点上提出了一套简便易行的解决方案。它的便捷而强大的管理构架可以帮助你完成建立 Web 服务以及优化站点的工作。从客户端到服务器再到快速地建立、组织、维护制图网站，ArcIMS 提供了我们所需要的一切。

综合各方因素，湖南省林业基础地理数据库管理系统采用当前世界上最成熟、最稳定的 Oracle+ArcSDE 空间数据管理技术，即将 Oracle 作为空间数据管理平台，ArcSDE 作为空间数据引擎，ArcIMS 作为网站地图发布，采用 ArcGIS 等软件技术进行增值开发的林业基础空间数据库建设模式。

6.2 系统架构

省、市、县三级系统采用网络方式，数据库采用集中式管理；数据维护、更新等后台管

理采用 Client/Server 模式；应用采用 Browse/Server 模式。并且与林业电子政务系统高度集成，操作界面进行了个性化设计，即在同一个系统中，不同权限使用不同的操作界面。如图 5-1 所示：

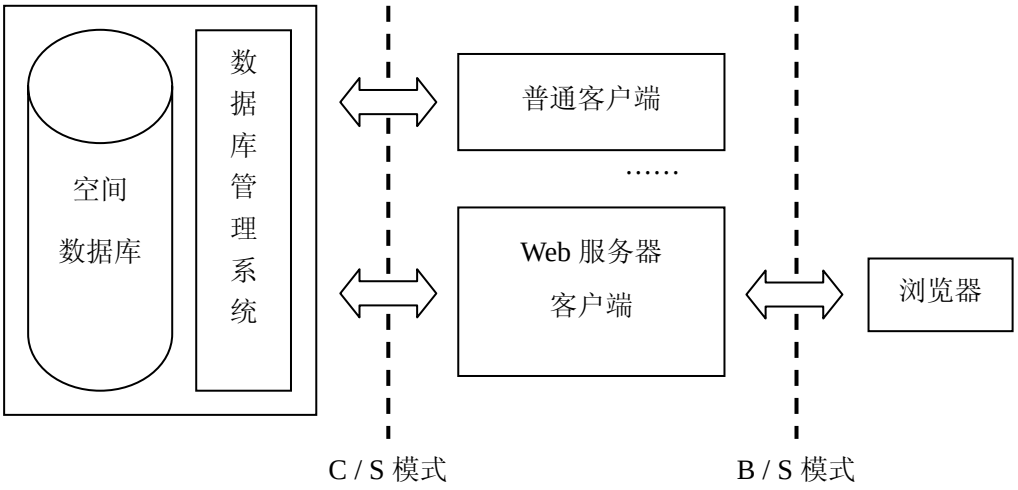


图 5-1 湖南省林业基础地理数据管理系统运行模式图

7、 系统体系结构及主要功能

7.1 系统体系结构

湖南省林业基础地理数据管理系统采用标准的三层体系结构。

（1） 数据层

采用 Oracle 关系型数据库系统和 ArcSDE 空间数据引擎实现湖南省林业基础地理信息数据的高效存储和管理。

（2） 逻辑层（中间层）

通过 ArcSDE 空间数据引擎实现对空间数据的访问，基于 ArcGIS Engine 和 ArcIMS 技术构建空间信息综合应用开发平台，实现空间数据应用的业务逻辑，如空间数据的表现和操作。

（3） 应用层

在 ArcGIS Engine 和 ArcIMS 的基础上，实现湖南省林业基础地理数据管理系统的具体应用。

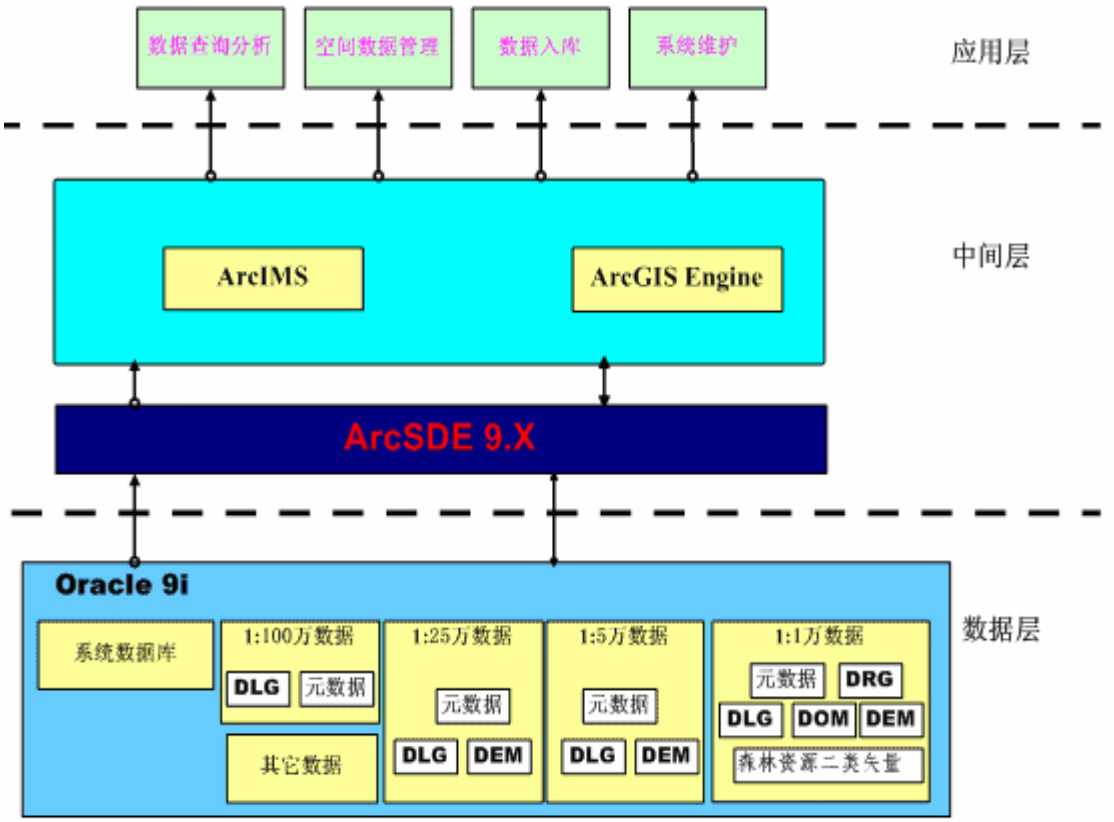


图 6-1　系统的三层体系结构图

7.2 系统主要功能

整个系统按运行模式集成 C/S 和 B/S 两个子系统，其中 C/S 子系统包括数据入库与更新、空间数据编辑、空间数据管理功能，B/S 子系统包括空间数据查询分析、用户权限管理、及日志管理与系统监控管理功能，C/S 模式下的数据备份与恢复功能单独提供。

具体的功能模块如下：

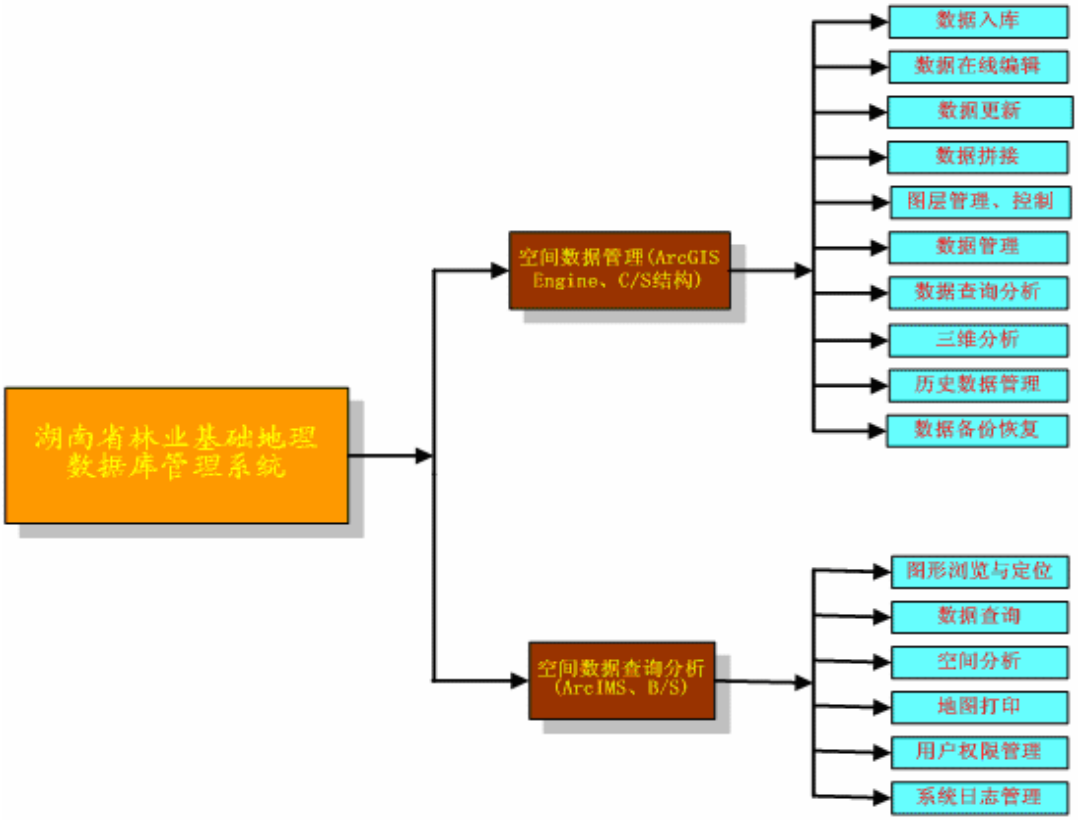


图 6-2　系统功能结构图

7.2.1 数据入库与更新

分 DLG、DEM、DOM、DRG、遥感影像和林相图等数据的入库。矢量数据入库包括数据添加和数据更新两种情况。可以实现数据的批量入库。

7.2.2 空间数据编辑

为方便数据入库，本功能模块提供了各种对象（点、线、面、注记等）的编辑以及元数据的编辑功能。如增加、删除、修改，线状对象的自动连接与打断、面交叉的处理、线状对象与面状对象之间的相互转换、符号设置、Undo/Redo 等工具，以及可以进行地图的拼接。

7.2.3 空间数据管理

能够实现对多源、多尺度、多时态基础地理数据的有效管理，包括图层显示、图层管理、图形浏览与定位、历史数据管理、三维立体分析等功能。

7.2.4 空间数据查询分析

提供图形浏览定位、数据查询、图层显示、空间分析、地图打印等功能。

7.2.5 系统管理

系统管理包括用户权限管理和日志管理两个方面。

7.2.6 数据备份与恢复

数据备份与恢复主要通过可视化的界面，可以基于 C/S 模式实现数据的备份与恢复操

作。

8、 系统的几个特点

8.1 遵循标准规范

建设数据库的目的是应用，而数据库能够被其他应用系统应用的前提是是否有一个合理、科学的数据标准，因此，数据库系统建设首先严格采用国家标准，其次是行业标准，还对未来湖南省林业的应用进行大量的需求调研，制定了一套数据库标准，供其他应用系统采用，从而最大限度的保证了数据库数据共享，确保了林业基础地理数据库管理系统与相关专题应用信息系统实现无逢连接。

8.2 与全省林业电子政务系统实现无缝整合

湖南省林业基础地理数据库管理系统与全省林业电子政务网紧密联系在一起，实现一站式登录，资源共享、使用方便、维护简单，降低了推广应用的难度。

8.3 为林业专题应用地理信息系统的开发提供了一个基础平台

建成的湖南省林业基础地理数据库管理系统，可以为专题应用地理信息系统如森林资源管理、森林防火、营造林管理、森林病虫害防治、自然保护区管理等开发提供基础数据平台，达到标准统一，数据共享，避免了重复建设，节约了投资。

8.4 数据的整理、处理、质检、入库和接边

建成的数据库包括整个湖南省 1：25 万、1：5 万、1：1 万 DLG、DEM、DRG 等基础数据，以及林相图等专题数据。其中 1：1 万 DRG 数据的处理、拼接和入库，以及 1：1 万林相图数据的整理、检查、入库和接边工作是本数据库建设的重点和核心，也是难点。在建设过程中较好地解决了这个问题。

8.5 实现了海量数据管理，实现了多数源、多尺度、多时态数据的高效存储、组织与集成化管理

建成的整个湖南省林业基础地理数据库包含矢量、影像、栅格、元数据以及林相图专业数据，数据类型非常丰富，比例尺从 1：100 万、1：25 万、1：5 万以及 1：1 万等，数据量达到 230 多 G,特别是 1：1 万林相图达 440 多万个图班、每个图班有 70 余项属性因子。如何有效存储、组织与管理这些海量的数据，是数据库建设的难题。为此，系统建库时在数据结构、数据库优化以及系统设计方面等方面着重考虑系统性能问题。目前浏览、显示、检索小班数据可以达到秒级，满足了数据库建设和应用的需求。

8.6 数据跨带自动处理，实现动态投影

湖南全省按 6 度分带，跨了 19、20 二个投影带；按 3 度分带，跨了 36、37、38 三个投影带。系统对跨带数据实现自动处理，解决了不同带数据无缝对接。系统实现投影动态变化，解决了大地坐标与高斯平面坐标任意切换问题。

9、 结论

为了确保标准统一、资源共享、避免重复建设，湖南省林业基础地理数据库管理系统将基础地理信息数据及林业资源信息数据等基础数据建库、统一管理和维护，为各专题应用系统开发提供了可借鉴模式，为各专题应用系统提供基础数据，节约了投资，加快推广应用步伐，在实际应用中取得了显著成效。经过实践证明，湖南林业基础地理数据库管理系统建设

思路是正确的，采用的模式是可行的，建设是成功的。

作者简介：朱昕，湖南省林业厅厅信息办高级工程师，从事林业资源调查、林业资源监测多年，后从事林业计算机应用，2002 年后负责湖南林业信息化建设的技术工作，从系统规划、设备选型、应用系统开发、数据生产、质量把关到系统集成都亲身经历，特别林业地理信息系统方面有多年实践经验。

实例三　基于 ArcGIS 技术的退耕还林规划信息系统研制

肖燚　李振新　欧阳志云　王效科
（中国科学院生态环境研究中心，北京，100085）

1、项目背景

汶川县是全国退耕还林规划工程中的 174 个试点县之一，也是四川省 3 个示范县之一。汶川县退耕还林规划与 ARCGIS 信息系统的开发是在国家关于长江上游、黄河上中游地区退耕还林工程的政策指导下与 WWF 资助开展的合作研究项目。在研究中，运用地理信息系统与遥感分析技术，系统分析了汶川县自然环境与社会经济发展现状与特点，研究了汶川县耕地分布的特点，探讨了退耕还林生态环境效益的综合评价方法。研究中，还根据退耕还林规划的要求，开发了汶川县退耕还林规划信息系统。该系统可以对汶川县及各乡镇的土地利用特点、耕地分布、森林资源分布现状进行动态分析，评价土地利用适宜性及退耕还林的生态环境效益与代价，信息系统还能根据管理的要求参与式地进行退耕还林的动态规划与现场规划。该项研究表明，运用生态学理论与方法以及地理信息系统与遥感技术，可以更好地分析耕地分布现状，提出社会经济与生态合理退耕还林规划方案，增强退耕还林规划的可操作性，减轻退耕还林规划产生的不利影响，为政府的决策提供可靠理论与技术支持。

2、退耕还林规划原则

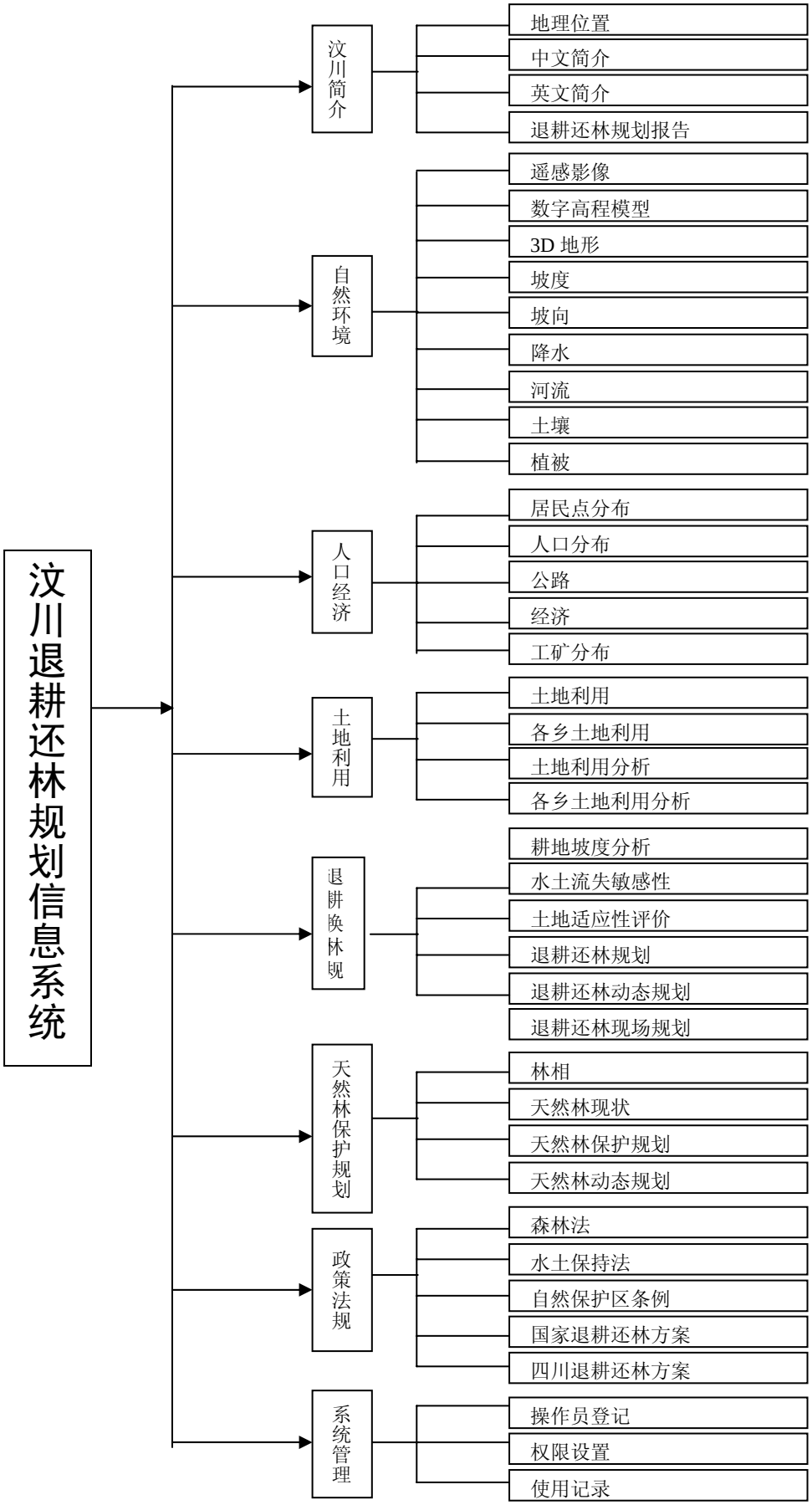
（1）　统一规划，因地制宜，突出重点，先易后难；
（2）　生态效益优先，兼顾经济效益和社会效益，实现区域的可持续发展；
（3）　多树种、多方式造林，乔、灌、草结合；
（4）　依靠群众，尊重农民意愿，推行个体承包；
（5）　推广科技成果，确保工程建设质量。

退耕还林规划的整体原则是将坡度大于 25 度的耕地停耕，并根据耕地的分布特点及当地的植被及小气候条件选择有效的手段恢复为适宜的森林、灌丛或草地，从而达到恢复生态系统的土壤保持功能及水源涵养功能的目的，并有效地对卧龙及周边地区大熊猫的潜在生境的恢复起到一定的促进作用，对生物多样性的保护起到一定的促进作用。

3、退耕还林规划信息系统结构

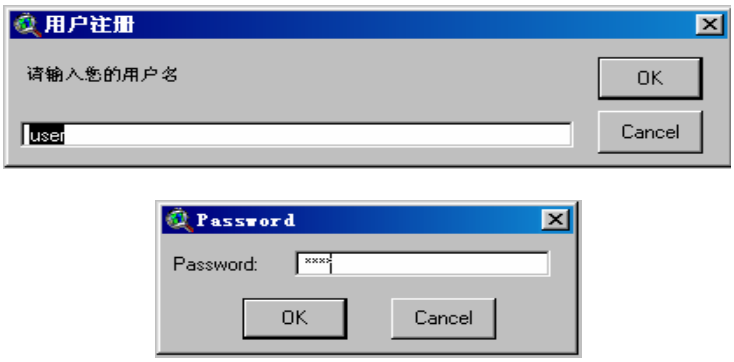
3.1 系统结构

退耕还林规划信息系统是在 ESRI 的 ArcView 平台上研制开发的，包括汶川自然环境、人口经济、土地利用数据库及相关政策与法规，地学分析模型，土地利用分析模型，土地利用适宜性与生态敏感性评价模型，退耕还林规划动态与现场规划模型。退耕还林规划信息系统框图如下。

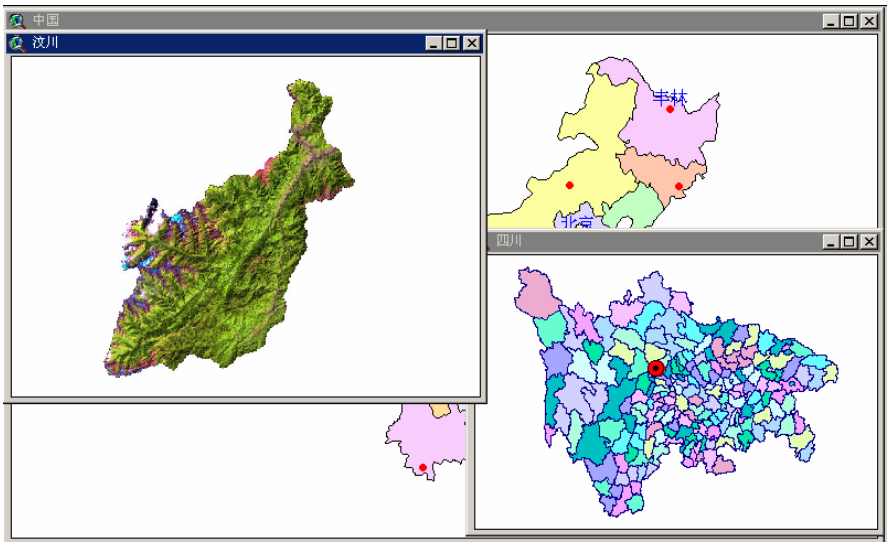

汶川退耕还林规划信息系统
汶川简介
地理位置
中文简介
英文简介
退耕还林规划报告
自然环境
遥感影像
数字高程模型
3D 地形
坡度
坡向
降水
河流
土壤
植被
人口经济
居民点分布
人口分布
公路
经济
工矿分布
土地利用
土地利用
各乡土地利用
土地利用分析
各乡土地利用分析
退耕还林规划
耕地坡度分析
水土流失敏感性
土地适应性评价
退耕还林规划
退耕还林动态规划
退耕还林现场规划
天然林保护规划
林相
天然林现状
天然林保护规划
天然林动态规划
政策法规
森林法
水土保持法
自然保护区条例
国家退耕还林方案
四川退耕还林方案
系统管理
操作员登记
权限设置
使用记录

3.2 系统的基本功能与应用

进入汶川信息系统时，必须先进行登记注册。方法如下：依次在出现的下面两个图框中输入您的用户名和口令。若口令与用户名不符，系统允许您重新输入，但若连续三次不符，则系统认为是非法注册，会自动退出！只有口令与用户名相符，方能进入系统进行其它操作。



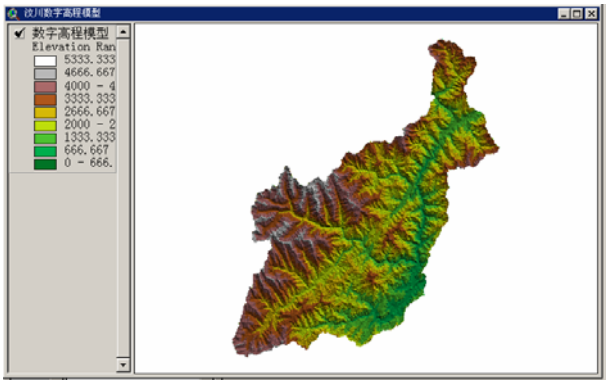
3.2.1 汶川简介

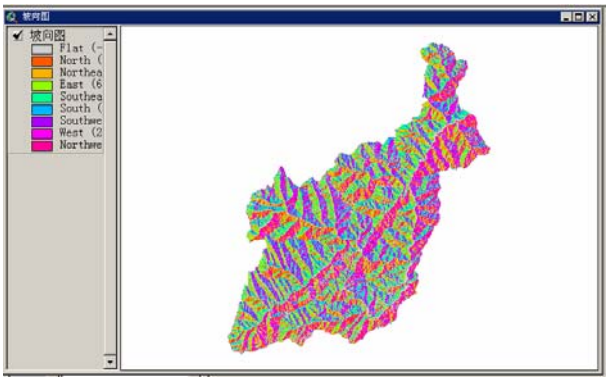


(1) 地理位置：显示汶川在中国以及四川省的具体地理位置。
(2) 中文简介：汶川的中文介绍。
(3) 英文简介：汶川的英文简单介绍。
(4) 退耕还林规划报告：汶川的退耕还林规划报告

3.2.2 自然环境

(1) 遥感影像：显示汶川的遥感影像图。
(2) 数字高程模型：显示汶川的数字高程模型。
(3) 3D 地形：显示汶川的 3D 地形图。
(4) 地形：显示汶川的地形图。
(5) 坡度：显示汶川的坡度图。



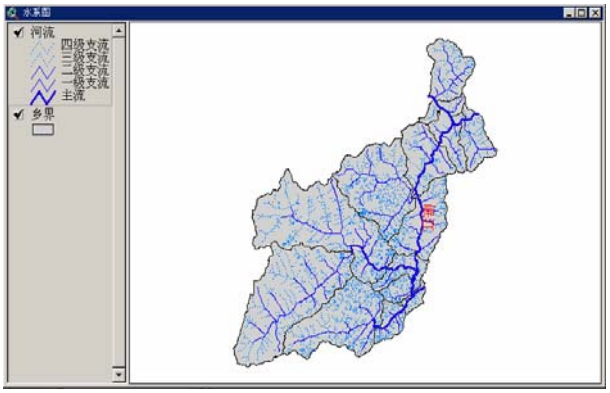


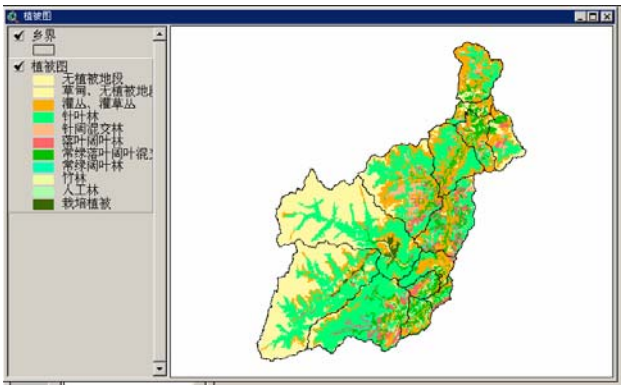
(6) 坡向：显示汶川的坡向图。

(7) 降水：显示汶川的降水图。

(8) 河流：显示汶川的河流图。

(9) 土壤：显示汶川的土壤类型图。



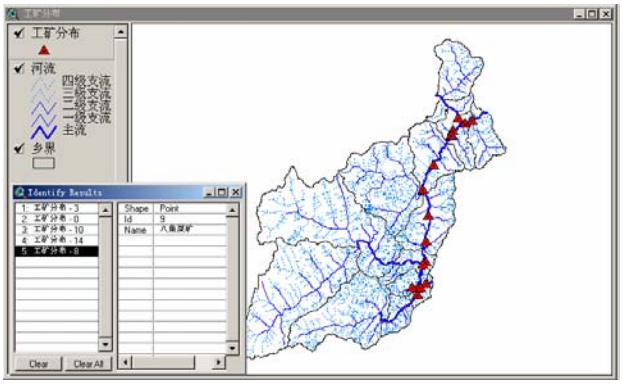


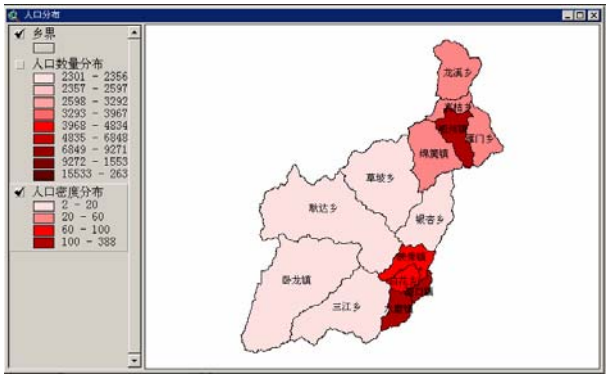
(10) 植被：显示汶川的植被类型图。

3.2.3 人口经济

(1) 人口分布：显示汶川的居民点分布图。从图中您可以根据颜色的深浅度很容易了解到汶川的人口密度分布以及人口数量分布情况。

(2) 居民点分布： 显示汶川的居民点分布图。从此图中您可以查询到每一个居民点的名称、面积、户数、男女人口、海拔高度等信息。





(3) 经济：显示汶川某一年代的经济状况表。此表记载了汶川每村每年的总产值，以及其它收入情况，如农业、渔业等收入。

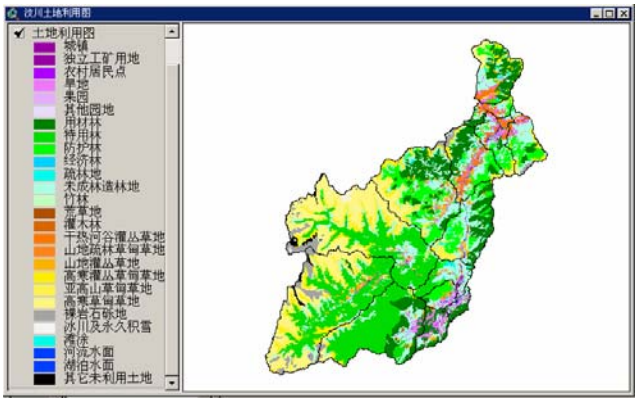
(4) 公路：显示汶川的交通通讯图。从此图中您可以查询到每条公路的名称及长度。

(5) 工矿分布：显示汶川的工矿分布图。从此图中您可以查询到汶川每个工矿的分布情况，以及他们的名称、位置等信息。

3.2.4 土地利用

(1) 土地利用： 显示汶川的土地利用分布图。

(2) 各乡土地利用： 显示汶川各乡的土地利用分布状况。点击图右方相应的乡镇名，即可显示相应乡镇的土地利用图。



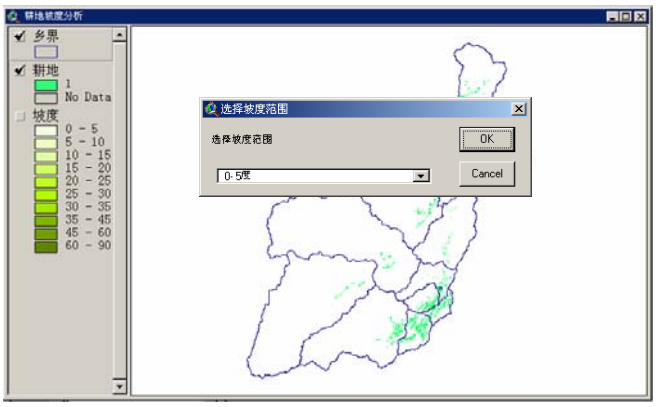


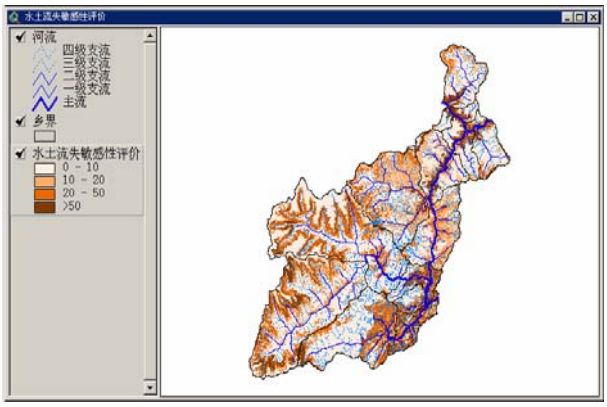
(3) 土地利用分析： 显示指定坡度范围内某些土地类型的分布状况。在对话框中选择您所需土地类型以及坡度范围，即可显示出指定情况下土地分布状况。

(4) 分乡土地利用分析：显示指定乡镇、坡度范围内某些土地类型的分布状况。在对话框中选择您所需的乡镇、土地类型以及坡度范围，即可显示出指定情况下的土地分布状况。

3.2.5 退耕还林规划

(1) 耕地坡度分析：显示汶川在指定坡度范围内耕地的分布状况。在对话框中选择您所需坡度范围，即可显示出指定坡度范围下的耕地分布状况。





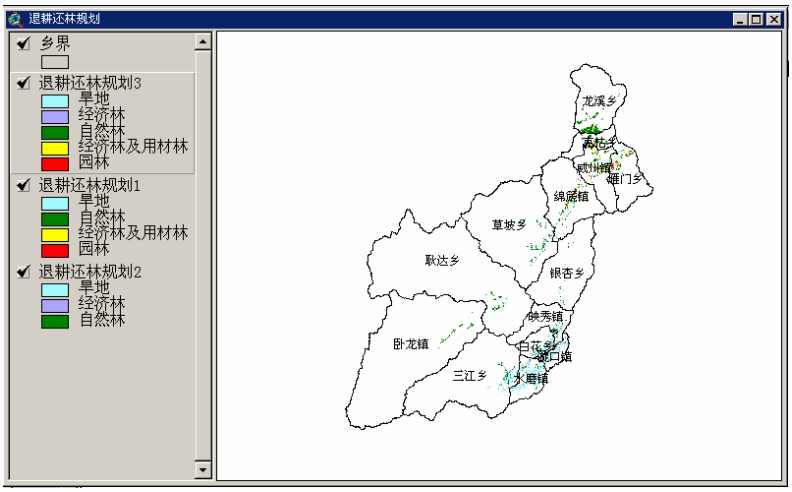
(2) 水土流失敏感性评价：汶川的水土流失敏感性评价图。

(3) 土地适应性评价：显示汶川的土地适应性评价情况。

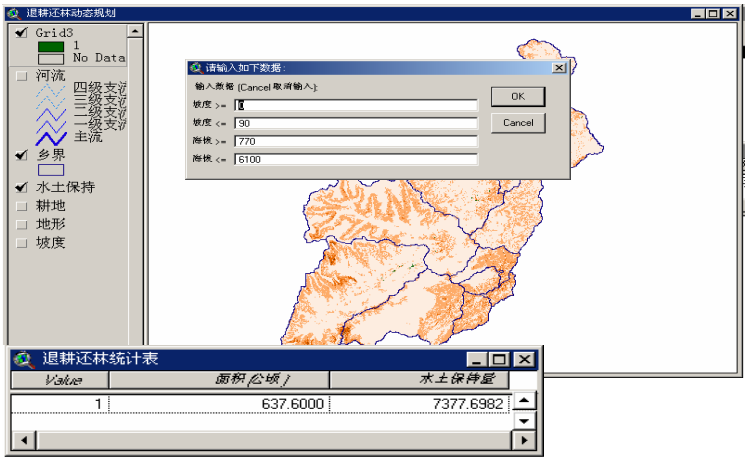


(4) 退耕还林规划：根据不同方案可以计算出的退耕还林规划图。如：

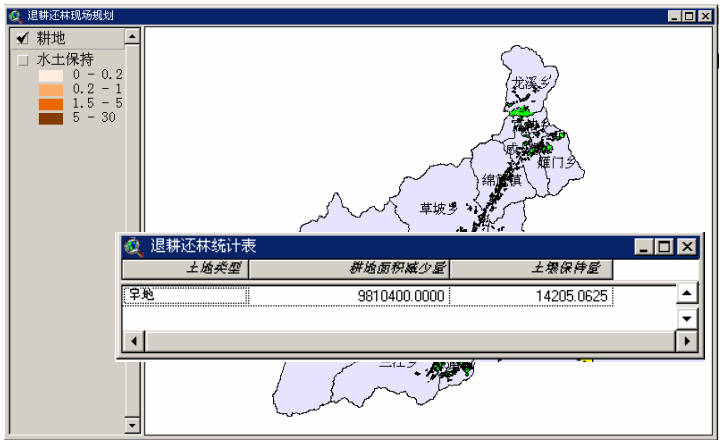
退耕还林规划 2：海拔 > 2000 米，退为自然林；海拔 < 2000 米，坡度 > 30o ，退为自然林；海拔 < 2000 米，25o < 坡度 < 30o ，退为经济林。



(5) 退耕还林动态规划：显示在指定坡度及海拔范围内退耕还林规划情况。在对话框中输入您所需的坡度范围以及海拔范围，点击 OK，即可显示出指定情况下的退耕还林规划图以及退耕还林统计表，在表中有退耕还林的面积和水土保持量。

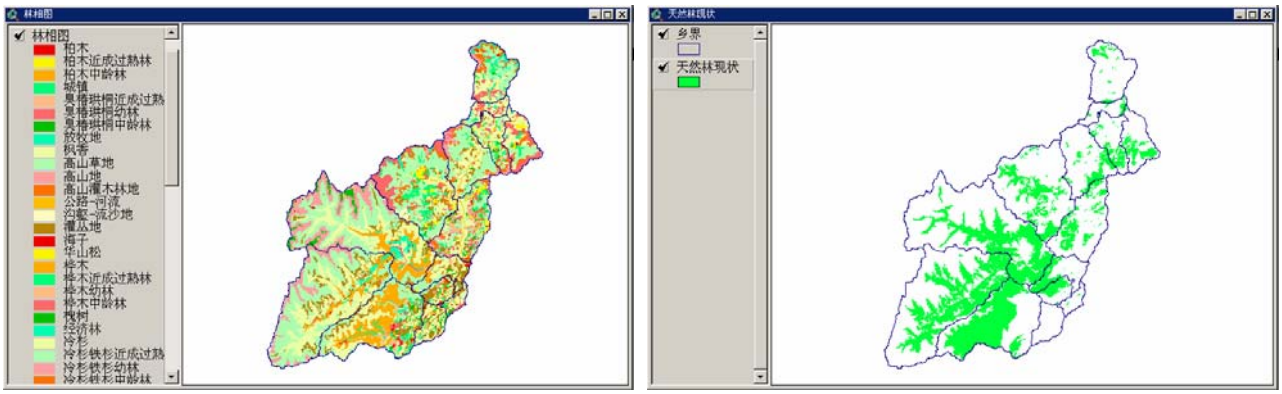


(6) 退耕还林现场规划：在耕地图中选中所要处理的一处或多处耕地，将其退耕还林，点击工具栏中的  图标，此时便可计算出相应的耕地减少面积和土壤保持量。



3.2.6 天然林保护规划

(1) 林相：显示汶川的林相图。
(2) 天然林现状：显示汶川的天然林现状图。
(4) 天然林保护规划：显示汶川的天然林保护规划图。



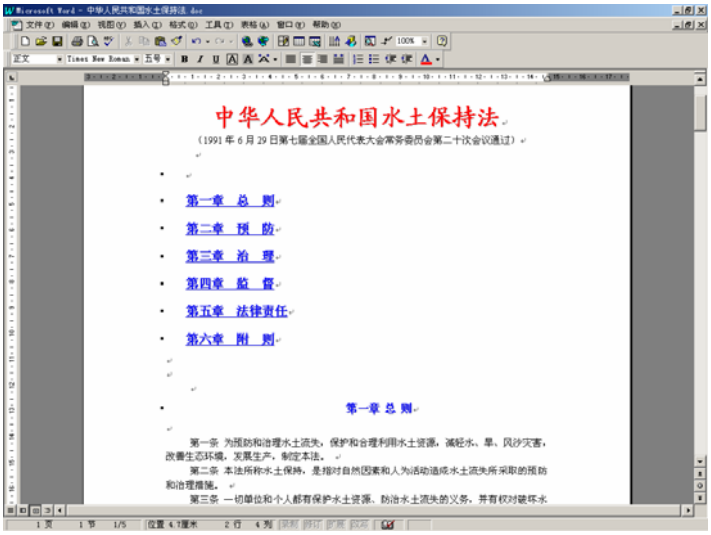
规划方案如下：2000 < 海拔 < 3500 米的所有非天然林规划为天然林，

海拔< 2000 米的退为天然林的耕地还林。

(5) 天然林保护动态规划

3.2.7 政策法规

(1) 森林法： 显示中华人民共和国森林法。
(2) 水土保持法： 显示中华人民共和国水土保持法。



(3) 自然保护区管理条例： 显示中华人民共和国自然保护区管理条例。

(4) 退耕还林(草)试点示范实施方案：显示国家林业局关于开展 2000 年长江上游、黄河上中游地区退耕还林(草)试点示范工作的通知。

(5) 四川省退耕还林试点实施方案：显示四川省退耕还林试点实施方案。

3.2.8 系统管理

(1) 操作员登记：更换操作员。每次进入此系统时必须先登记注册，以确定用户的权限；但有时可不退出系统，而直接更换操作员，重新登记注册。

(2) 权限设置：显示权限设置表格，对用户的权限进行设置。只有拥有此权限的用户才能进行此项操作。（建议：最好只有 SYSTEM 用户拥有此权限！）

只有当记录的值为‘TRUE’时，此用户才拥有此项权限。

(3) 使用记录：显示各用户的使用信息，如用户名、登记时间、退出时间等。

参考文献（略）

实例四　遥感和地理信息系统在福建省湿地资源调查中的应用研究

肖 胜

（福建省林业科学研究院，350012）

摘要：本文论述了在遥感和地理信息系统技术的支持下，运用 ArcInfo 及 ERDAS IMAGINE 平台，分析解译卫星图像，同时结合实际调查数据，建立福建省湿地资源 ARCGIS 数据库，对福建省湿地资源特征进行空间分析，对各种湿地类型进行划分，并完成系列湿地专题制图。

关键词：遥感；地理信息系统；福建省；湿地资源

湿地系指天然或人工、长久或暂时性沼泽地、湿原、泥炭地或水域地带，带有或静止或流动、或为淡水、半咸水、咸水水体者，包括低潮时水深不超过 6 米的海域。湿地是重要的自然生态系统和自然资源，它不仅在净化环境、调节气候、改善人民居住条件质量等方面有重大作用，同时是具有巨大开发潜力的自然资源，有着巨大的经济、生态和社会效益，是实现社会可持续发展的重要基础。及时准确地掌握和研究湿地资源的现状和动态对湿地的合理开发、利用、保护有着重要的意义。遥感技术是近年来正在蓬勃发展的一门综合性的探测技术，因其具有观测范围广、多波段成像、周期性重复观测、数据管理方便等优点和特长，作为一个新技术手段已被越来越多地应用在资源调查和监测上，它为获取湿地资源环境状况提供了有效的信息源；而地理信息系统是综合有效地采集、存贮、管理地理信息并能对地理信息进行空间检索查询和分析处理的系统，可以对多种来源的时空数据进行综合处理、集成管理和动态分析，它为湿地各种数据库（图形和属性）的信息管理提供了可靠基础。

福建省地处我国东南沿海，属温暖湿润的亚热带海洋性季风气候，降雨量丰富，自然条件优越，森林覆盖率高，海岸线长，因而湿地资源丰富且类型多样。根据国家林业局的相关文件精神要求，1999 年～2001 年期间福建省全面开展了湿地资源本底调查，由于此次调查工作的任务重、要求高，因此为了降低野外调查的劳动强度、节省成本，在调查中应用了卫星遥感技术和地理信息系统技术，提高了调查质量和调查成果的科学性。本文以此为背景，论述遥感和地理信息系统技术在福建省湿地资源调查中的应用，探讨它们在湿地资源调查中可实际运作的方法体系，为今后福建省湿地资源动态监测体系的建立提供有效保证和奠定坚实的基础。

1 遥感信息源和相关材料

卫星遥感信息源采用美国陆地资源卫星 Landsat － 7 号 ETM + 数据，采集时间为 1999 年～2001 年期间。其它相关材料为全省地形图、相关海图、中国海岸带和海涂资源综合调查图件和报告、各种历史文字资料等。调查过程中使用的图像处理系统和地理信息系统分别为：ERDAS IMAGINE 和 ArcInfo，使用的计算机系统为 SUN 工作站。

2 湿地调查的范围和主要任务

依据国家林业局的相关规定，湿地调查的范围是面积在 100 公顷以上的湖泊、沼泽；近海和海岸带湿地；库塘；河床（枯水河床）宽度≥10 米、面积大于 100 公顷的河流以及其它具有特殊意义的湿地。湿地资源调查的主要任务是查清福建省湿地现状，建立湿地资源数据库，综合评价福建省湿地资源及其利用现状，提供全面、准确的调查材料、图表材料和调查分析报告，在调查的基础上建立福建省湿地资源研究监测网络。

3 技术路线及相应过程

3.1 遥感卫星数据的处理

遥感卫星数据的处理过程均在 ERDAS IMAGINE 中完成。首先将获取的卫星影像数据利用 IMPORT 功能导入到系统中，成为 img 格式，并进行相应的大气纠正、几何纠正和图像增强等预处理。福建省卫星影像覆盖 PATH/ROW 有 118/041、118/042、119/040、119/041、119/042、119/043、120/041、120/042、120/043、120/044、121/041、121/042 等，将几何纠正后的、统一坐标投影系统的影像进行拼接，为了分时作业，可依据需要按调查范围拼接成几块进行处理。

为了增大处理分析精度，提高影像的分辨能力，使用 ETM 数据中的 15 米分辨率全色波段，将其与其它几个波段进行融合，并通过彩色合成，形成分辨率较高彩色遥感影像。融合方法采用主成分变换（Principal Component）融合法完成，首先对原始 TM 数据进行主成分变换，然后把 15 米分辨率的全色波段拉伸到第一主成分数值范围，但又保持其本身的直方图不变，然后代替第一主成分，并进行主成分逆变换，得到融合图像。最后融合图像的 R、G、B 合成采用 3、2、1 和 5、4、3 两种彩色合成方案，形成工作底图。

3.2 基础地理信息系统数据的建立

依据调查的需要，利用地形图，建立基础地理信息系统数据库，包括：省界、市界、县界、高速公路、国道、铁路、主要居民点等。

3.3 湿地类型的划分

根据《全国湿地资源调查与监测技术规程》的要求，将湿地划分为重点湿地和一般湿地。

重点湿地（符合以下条件之一的湿地）：①已列入《湿地公约》名录的国际重要湿地；②已列入国家级自然保护区的国家重要湿地；③已列为省级保护区的湿地；④省区特有类型的湿地；⑤具有省区特有的濒危保护物种的湿地；⑥面积≥10,000 公顷的湖泊、沼泽、水库；⑦20,000 只以上水鸟度过其生活史阶段的湿地，或者一种或一亚种水鸟总数的 1%终生或在生活史的某一阶段栖息的湿地；⑧红树林。

一般湿地：除重点湿地以外的面积≥100 公顷的湿地。

3.4 编制湿地类型解译标志

对处理后的卫星遥感影像进行特征对比分析，根据遥感影像上反映出来的形状、大小、色调、灰度、亮度、形状、纹理、结构等影像特征分析，结合地形图进行必要的野外踏勘，利用全球定位系统接收仪进行定位，同时记录定位点相应的地表地物特征，形成对应关系，建立各种湿地类型的影像解译标志（直接和间接标志），同时结合湿地调查的范围区域和分类，编制解译标志图表，利用该解译标志图表有助于在复杂多样的信息中正确识别各种类型的湿地，确定各类湿地的空间位置、几何形态和相互关系，从而充分利用遥感技术的优势和可能达到的调查精度。

3.5 湿地类型解译

对遥感图像进行分类(可视掌握材料数据的具体情况或不同地区采用监督分类或无监督分类)，依分类后图像大致确定基本类别，然后在 ArcInfo 中将融合后的彩色合成图像作为底图，在底图之上建立湿地线型或多边形（LINE、POLYGON）图层，利用解译标志对卫星影像进行判读解译，在解译过程中可同时打开多个窗口，调用分类后的遥感图像进行参照

对比，对不同的湿地类型进行一一区别，用鼠标在屏幕上跟踪湿地类型图斑或湿地类型边界，每块区域按照从上到下、从左到右的顺序进行作业。解译作业完成后还要依照不同的地带（如流域、河口、海湾等）进行统一检查，以防止错误和遗漏。解译实例见福州闽江口附近地区湿地解译图。如图 1 所示，红线表示解译的类型边界线。

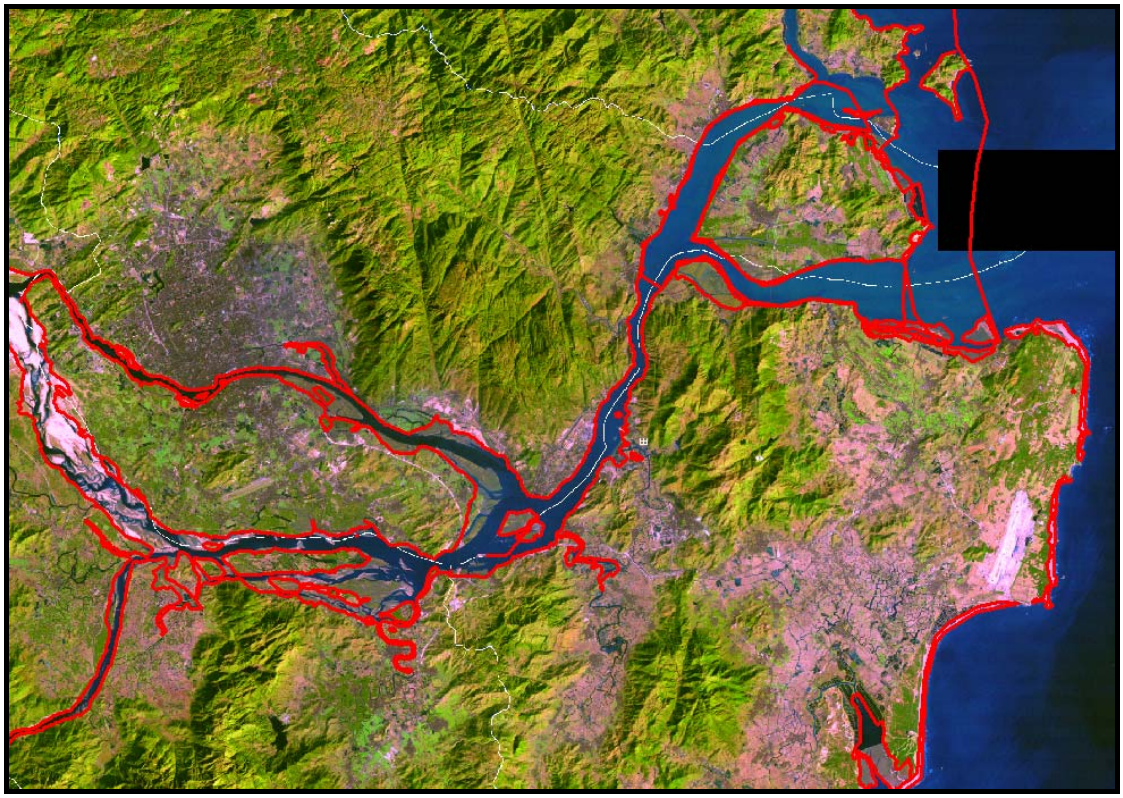


图 1　福州闽江口附近地区湿地解译图实例

3.6 遥感信息源无法解决的类型调查

用 Landsat ETM 可进行大部分的湿地类型的判读和解译，但对于近海水深不超过 6 米的海域这一类型的解译则较为困难，在卫星遥感图像上无法确定 6 米等深线的范围。因此该类型的区域调查界定则不采用卫星影像数据，而采用地形图和相关海图来进行。

将地形图或海图扫描录入计算机，以扫描图像作为底图，用 ArcInfo 系统数字化等深线，内插出 6 米的等深线，然后与福建省海岸线进行合并，形成多边形。并依据 TIC 点的坐标进行 Transform 和 Project，使之与其它图层的坐标及投影一致。

3.7 福建省湿地类型地理信息系统的建立

经过图像解译和数据汇总，建立湿地类型的地理信息系统数据库。依据《湿地公约》中关于湿地的定义，同时结合全国调查的技术规程，依照福建省具体情况，福建省湿地类型数据库分为：

I 近海和海岸湿地类（低潮时水深 6 米以浅的海域及其沿岸海水浸湿地带）

I2 浅海水区域：低潮时水深不超过 6 米的永久性浅水域，植被盖度＜30%，包括海湾、海峡。

I3 珊瑚礁：由珊瑚聚集生长而成的湿地，包括珊瑚岛及其有珊瑚生长的海域。

I4 岩石性海岸：底部基质 75%以上是岩石，少于 30%的植被覆盖的硬质海岸，包括岩石性沿海岛屿、海岩峭壁。本次调查统计指低潮流水线至高潮浪花所及地带。

I5 潮间沙石海滩：潮间植被盖度＜30%，底质以砂、砾石为主。

I6 潮间淤泥海滩：植被盖度＜30%，底质以淤泥为主。

I8 红树林沼泽：以红树植物群落为主的潮间沼泽。

I11 河口水域：从近口段的潮区界（潮差为零）至口外河滨段的淡水舌锋缘之间的永久性水域。

II 河流湿地类（本次平均宽度≥10 米，面积大于 100 公顷的全省主要水系的四级以上支流）

II1 永久性河流：仅包括河床和低河漫滩。

V 库塘类

V1 水库、池塘：为灌溉、水电、防洪等目的而建造的人工蓄水设施。

根据这些解译出来的湿地类型，在 ArcInfo 中建立表 1 所示的地理信息系统数据图层。表中湿地类型的数字是依据调查规程中的数字代码，福建省没有的图层或面积少于调查要求的则不体现。另外，还根据野外实地观测的 GPS 数据，下载到计算机中，建立了“福建省国家重点保护水禽”分布点的点状（Point）图层。

表 1　福建省湿地类型 ARCGIS 图层库

图层		湿地类型	
I	I1	近海和海岸湿地类	1、浅海水区域
	I3		3、珊瑚礁
	I4		4、岩石性海岸
	I5		5、潮间沙石海滩
	I6		6、潮间淤泥海滩
	I8		8、红树林沼泽
	I11		11、河口水域
II	II1	河流湿地类	1、永久性河流
V	V1	库塘类	1、水库、池塘

3.8 成果图绘制输出

将各种信息数据进行组合迭加，对各种线状图层数据指定不同的线型和颜色，对各种多边形图层数据指定不同的填充图案、标注和颜色，对各种点状图层数据指定不同的符号和颜色，并定义图件的比例尺，形成成果图用绘图仪输出。输出图件有：《福建省湿地分布图》、《福建省湿地自然保护区分布图》、《福建省国家重点保护水禽现状分布图》等。

4 结语

4.1 利用遥感和地理信息系统技术，进行湿地资源调查的方法可行，相对于常规方法，具有资料新、速度快、专题制图美观、可操作性强、各类信息管理方便，同时大大降低了野外调查的工作量，节省了调查成本，缩短了调查时间，提高了调查工作效率，具有十分广阔的实用价值和应用前景。

4.2 本次调查建立了福建省湿地类型的地理信息系统和遥感图像解译处理方法，对福建省湿地资源实行全方位的计算机管理，为将来建立福建省湿地资源监测体系提供了系列的技术方法手段和第一期的数据库基础。

4.3 采用高分辨率的卫星影像波段与多光谱波段进行融合，可以大大提高遥感影像的细部纹理，提高其分辨能力，既有利于人工判读正确率，又有利于计算机自动分类。

参 考 文 献

1 张柏.遥感技术在中国湿地研究中的应用.见：遥感技术与应用，1996,11(1):67～70

2 应顺东,金晓俊.卫星遥感技术在湿地资源调查研究中的应用.见：浙江林业科技，2001,21(3):83～88

3 黄慧萍.遥感技术在广东省湿地类型调查中的应用.见：国土资源遥感，1996,30(4):9～15

4 肖胜.森林资源管理的遥感技术应用研究.见：福建林业科技，1998,25(3):6～10

实例五　ArcGIS 和 ERDAS 应用于国家林业局多个业务领域

一、ArcGIS,ERDAS 应用于沙尘暴监测、荒漠化监测

国家林业局荒漠化监测中心基于 ArcGIS 和 ERDAS 平台的全国土地荒漠化、土地沙化监测信息系统和沙尘暴监测和灾害评估系统，已投入使用，对今年春季在北京和中西部的沙尘暴进行实时监测和预报，并进行灾害评估。

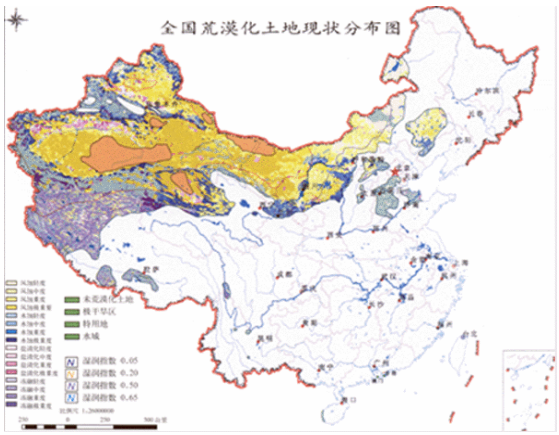
系统对 2002 年春我国发生的几次较大规模的沙尘暴进行了实时监测，根据气象卫星监测图像所得到的数据，利用 ArcInfo，ArcView 进行分析和制图，得到沙尘暴路径、影响范围，损失情况等各种分析结果，并将监测结果和灾情评估报告通过 Internet 和各种方式及时向社会公布，为防灾减灾、提高社会公众环境意识和防沙治沙工作服务。





系统还对我国土地荒漠化、沙化的情况进行了大规模的监测，对局部和总体情况进行分析比较，得出“我国土地荒漠化、沙化局部好转、整体恶化”的结果，提醒社会要密切关注和采取各种措施防治荒漠化。

沙尘暴监测和灾害评估系统是在全国土地荒漠化和土地沙化监测成果的基础上完成的，而全国土地荒漠化、土地沙化监测信息系统是在两次全国荒漠化和土地沙化监测成果基础上，利用“3S"技术，计算机和网络技术，建立全国土地沙化和土地荒漠化数据库，具有土地荒漠化和土地沙化信息的存储、查询、更新和土地沙化趋势分析等功能，为全国土地荒漠化、土地沙化和沙尘暴监测提供了基础。



二、利用 ArcGIS、Erdas 构建国家森林防火地理信息系统

国家林业局森林防火办公室经过多方考察和比较，选定 ArcGIS、Erdas Imagine 系列软件构建国家森林防火地理信息系统。

森林火灾是一种破坏森林资源和自然生态环境，危及国家和人民生命财产的严重自然灾害。地理信息技术的发展使森林防火走向了一个崭新的阶段，它能够为森林防火信息的获取、管理和查询、检索等提供方便、快捷的工具和支持。

地理信息系统不仅为森林防火的日常管理提供服务，而且一旦当森林火灾发生时，能够实现森林火灾的快速定位，及时了解详实的火场及其周围的地理和资源环境，在辅助决策系统的支持下，制定合理的扑火方案，实现扑火力量的最优配置，缩短扑火出动时间，提高扑火效率，把森林火灾造成的损失尽可能地减少到最低限度。

系统的建立和使用将使得森林防火工作从传统的经验型的定性管理转化为自动化、标准化、规范化的定量管理，极大地提高森林防火管理的效率和现代化水平，进一步提高森林防火决策的科学性、合理性。

系统选用了 ArcInfo、ArcEditor、3D Analyst、ArcSDE、ArcIMS、ArcView、MapObjects,Erdas Imagine Professional,Visual GIS 等软件，将构建三种结构结合的运行模式：

1. 技术和管理层面上的 Client/Server 体系结构
2. 应用层面上的 Browser/Server 体系结构
3. 移动用户的单机运行模式

应用系统由北京大陆康威科技有限公司开发。系统以林火信息网为依托，实现以 ARCGIS 服务器为核心，在 ARCGIS 服务器上安装基于 ArcInfo 平台的森林防火地理信息系统软件和装载 ArcSDE 空间数据库引擎，实现海量地理信息数据的数据库管理；在本地的网络客户端安装 ArcInfo、ArcEditor、ArcView 等专业地理信息系统，客户端访问存放于 ARCGIS 服务器上的地理信息资源，进行系统资源的检索、查询，编辑、制图，统计、分析等数据管理工作。

ArcSDE 实现海量的各种空间数据的管理，包括 1:5 万，1:10 万，1:100 万的地形、林业专题数据和卫星影像等，以及 1:25 万的 DEM 数据等；系统主要大数据的应用也在该模式下运行，如火险等级预报、火行为模拟、预防和扑救的辅助决策、火灾损失评估等。

ArcIMS 实现 WebARCGIS 的网络构建和发布，使得普通用户可以在客户端利用 IE 等浏览器直接访问系统资源，进行系统资源的查询、检索、统计、分析和简单的制图工作，并进行林火监测信息的复合、林火势态图的制作、管理和演示等工作。

三、GEF 湿地项目办选择 ArcGIS 进行重要湿地资源管理

国家林业局 GEF 项目办选购了 6 套 ArcView8.X 软件，应用于重要项目区的湿地资源管理。对黑龙江省三江平原、四川省和甘肃省的若尔盖沼泽、江苏省盐城沿海沼泽、湖南省洞庭湖等自然保护区进行生物多样性和系统管理规划，保护中国具有全球重要意义的湿地生物多样性。项目将消除湿地生物多样性面临的威胁，促进湿地及其周边地区的可持续发展，提高中央和地方保护和发展相结合的能力。

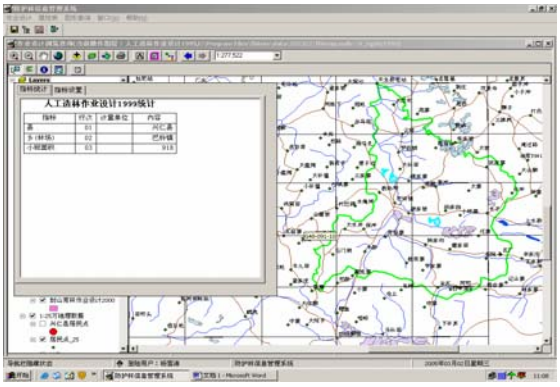


四、森林病虫害防治总站选择 ERDAS,ArcGIS 进行森林病虫害监测

国家林业局森林病虫害防治总站和中国林科院资源信息研究所森林病虫害遥感监测项目组利用 ArcInfo,Spatial Analyst,3D Analyst,ERDAS IMAGINE , OrthoBASE 等软件，进行森林病虫害的监测和预防。

五、全国 22 个省防护林体系建设工程管理信息系统建设

国家林业局防护林体系建设工程管理信息系统项目利用 ArcView 软件，在全国 22 个省建立国家、省、地和县四级工程管理信息系统，通畅防护林体系建设工程的信息渠道，及时、准确掌握工程建设现状，实现工程建设动态管理；对工程规划、计划、作业设计、进度管理、检查验收和统计上报等各环节实行全过程管理，全面提高工程管理水平,为科学决策提供依据。



指标统计示意图



辅助检查验收示意

实例六　ArcGIS,ERDAS 监测世界的森林资源



全球森林观察监测世界森林所面林的威胁，例如印尼的火灾

公众越来越清楚地注意到世界上森林受到的威胁，这应感谢遥感图像、ARCGIS、制图软件、国际互联网以及地面观测的有机结合。

世界上现存的边缘地区的森林正在被迅速地制成木材并被开发。“两年前，我们统计只有五分之一的世界遗留的森林还是边缘森林或未受影响的大片森林”，世界森林观察主任 Dirk Bryant 说，“以现在的扩展速度，我们预测在今后的 10 到 20 年另外的 40%也将失去。现在看来我们低估了一些地区的危险程度”。

例如加拿大、Gabon、Cameroon 二月末发布的图象和报告（世界资源研究院发起的全球森林观察活动）显示了在 Congo 盆地森林中大面积采伐、在加拿大森林中过度采矿以及能源和道路的建设等。

有环境组织、工商组织以及七个国家的 75 个合作者在与全球森林观察共同工作。ERDAS、ESRI 以及 IKEA 是世界森林观察的主要捐助商。

“世界森林观察无疑是世界上正在进行的最重要的森林资源监测项目”，ERDAS 副总裁 Bruce Rado 说。“这个项目跟踪森林开发的项目对已有法规的遵守情况”

今年，在加拿大、智利、俄罗斯、美国、委内瑞拉的世界森林观察的工作人员和合作者将使用 ERDAS IMAGINE 软件。本组织把 ERDAS 的产品作为项目的主要软件分析卫星图像，对森林的范围、状况精确制图，识别威胁如，采伐、开矿、建设道路以及其他的森林开发等。

“ERDAS 被列在项目的需求列表中，我们很感谢 ERDAS 公司的加盟”，Bryant 说。“本项目的主要任务就是为数字隔阂建立桥梁并将 ERDAS 这样的工具送到技术缺乏地区的合作者手中。”

ERDAS 提供了专业软件、IMAGINE OrthoBASE、IMAGINE VirtualARCGIS、立体分析模块以及培训和技术支持。全球森林观察也使用了 ESRI 产品如：ArcInfo、ArcView ARCGIS、ArcView 空间分析、ArcView 图像分析。ESRI 的互连网地图服务软件在密苏里州大学的网站上发布数据。

全球森林观察项目解决了森林信息的访问以及信息定制透明度等老问题。今后五年，这一国际网络将覆盖 21 个国家和 80%的世界遗留边缘森林。这个组织成功地确定和促进了森林的管理活动，帮助政府更好地管理森林，为森林管理的伙伴提供本地区的组信息。

“关键是有效的信息”，WRI 总裁 Jonathan Lash 说。“全球森林观察将社会、人、活动分子和木材的消费者放在一起，为他们提供森林正在发生什么变化的信息。”

全球森林观察在几年前几乎是不可能的，根据 WRI 会议主席 Bill Ruckelshaus 所说。“由

于本地组织的发展、国际互连网的扩充、其它数字技术、环境政府商业组织参加合作，这已成为现实。”

“我们已经承诺到 2000 年 9 月 1 日将不再使用从自然原始森林中采伐的木材，”IKEA 北美主席 Jan Kjellman 说。“为了达到这一目的，我们需要知道哪里是自然原始森林，哪里需要保护。”IKEA 是世界最大的家具厂商，在 28 个国家有 156 个商店。

“全球森林观察项目是怎样利用技术保护环境的很好模式，”ESRI 总裁 Jack Dangermond 说。“感谢新的技术，它使我们处于有利的位置来阻止对世界遗留原始森林的威胁。”

实例七　ESRI ArcGIS 用于 Irish 森林资源管理

如果森林里的一棵树倒下了，别处的人使无法听到的。Irish Forest 和 Coillte Teoranta 的林业管理者们同样不在此视觉范围内，但是，他们仍然可以告诉你这棵树木的种类、地点和用途，即使管理的区域只有 0.2 公顷。

早在 1986 年，Coillte Teoranta 和 Irish Forest Service 就购买了 ESRI 的 ArcInfo 软件，成为欧洲第一批 ARCGIS 商业用户之一；1989 年，Coillte 成为州立公司，负责州林业资源的管理，进一步将 ARCGIS 应用于林业管理中。

Coillte 应用 ARCGIS 的最初目标是进行林业资产清单和图形化管理，随着应用的深入，ARCGIS 成为木材资源管理的有利工具，给决策者和具体操作者提供了重要的决策和行为依据。Coillte 的核心 ARCGIS 系统是建立在 ArcInfo,ArcView 平台之上，并应用了 3D Analyst,Spatial Analyst,Network Analyst 及 ArcPress。

Coillte 正开始完成一个新的项目，充分利用其将 ARCGIS 和专业模型结合的优势，成为欧洲著名的专业化 ARCGIS 应用基地之一。新项目要利用 ArcIMS 建立多层的网络 ARCGIS 结构，ArcSDE 和 Oracle 作为数据存储和管理中心，通过 Java 客户端实现再现数据更新和编辑应用，利用 ArcPAD 实现野外收集数据，进行数据的实时传输。Coillte 的工作人员将利用专业的 ARCGIS 系统处理复杂的诸如土地评估、木材市场分析、收割路线规划和风景可视化分析等系列问题。

该项目处理应用于商业性的林业管理之外，还将通过大量的生物多样性分析，帮助 Coillte 完成持续的林业资源管理（SFM）资质，目前这是进军许多欧洲木材市场的必备资质，从这种意义上来讲，Coillte 的 ARCGIS 是重要的实现技术，给管理者提供了决策的各种充分依据，而不是象以前一样凭借着可能的预测进行决策。

实例八　ArcGIS 是森林管理者保护树木的更有效的工具

美国森林资源保护协会成立于 1875 年，致力于森林资源浪费和滥用的监察和管理，是美国最早的非赢利性民间协会，在森林保护的新技术探索和应用中一直处于领先地位，肩负着帮助大众建立树木和森林绿化，保护环境的使命，已资助了许多国际、国内的植树活动，林业政策和城市森林项目。

森林资源是令人震撼的美丽风景线，同时也具有很多切实的益处，森林资源保护对任何社会团体来说都是一项明智的投资，可以保护分水岭，减少水土流失，降低能量消耗，创造重建机会，减少空气污染，减缓全球变暖趋势和城市热岛效应，给野生动物提供良好的栖息环境。

美国森林保护协会总部位于华盛顿，已花费 20 多年时间研究城市和郊区森林，他们亲眼见到了大量城市扩张引起的森林覆盖率的降低。

美国森林资源保护协会是 ESRI 的商业合作伙伴，为了控制这种趋势，他们制定了一项意义深远的 5 年计划，采取一系列基本的方法，通过建立相应政策，以保护社区中持续的绿化覆盖。完成这项任务必须通过图象分析现存条件和数据，确定他们的经济价值，给决策者提供有效的信息和分析工具供决策使用。



美国森林资源保护协会抵制城市扩张，以获得城市绿化覆盖，创造健康、持续的城市生态系统。重视自然资源保护，可帮助建立良好的自然环境，更好地在城市和自然环境之间建立平衡，从而节约资金。

为了体现树木和绿化对城市所起的不易被人们直接发现的作用，美国森林保护协会利用 ARCGIS 技术建立了“区域生态环境分析系统”。该系统将 ESRI 的 ArcInfo,ArcView,Spatial Analyst,3D Analyst,ArcView Image Analysis 和城市绿化软件结合，对卫星影像、测绘调查数据等各种空间数据进行分析。

美国森林资源保护协会副会长 Gary Moll 是 REA 系统的设计者，他说：“我们正在研究城市生态系统，想寻找对这个重要的生态资源进行分析的最佳方式，而 ARCGIS 就是这种分析方式。”对于选择软件平台所作的努力，Moll 说:”ESRI 不光是软件平台非常优秀，我们还得到了非常优质的服务和技术支持，我们非常满意。”“我们保护这些城市森林资源时，需要对 20 多年的变化进行评估，因此，我们采用了 Landsat 图象，包含了大量的数据，ArcInfo 是这些数据最好的分析工具。”在许多城市，尤其是西部城市，Moll 看到了树木覆盖率的确是增加了，但是仍不及道路的覆盖率。通过暴风雨工程公式分析，他得出这样的结论“降低越多的暴风雨，空气质量就会随之下降，热量也会上升，为了保持环境平衡，提高生态质量，可以计算出应该种植的树木比例。城市应该给树木足够的空间发挥它的作用。”

REA 系统功能很强大，可以作很多复杂的分析，目前已应用到很多地区。可从

（http://www.americanforests.org/)网站上下载所有报告和图像。这些报告显示了树木减少导致了数十亿美元的损失。

例如，Chesapeake Bay Region 和 Baltimore-Washington Corridor 的分析数据表明，从 1973 年到 1997 年，城市森林损失增长了 19%，1997 年花费了 46.8 亿美元进行城市水土保持，如果 1973 年以来的树木流失得到预防，则流失的树木会提供价值 57 亿美元的水土保持。

Puget Sound Metropolitan 地区研究表明，绿树覆盖由 1.64 百万亩降到 1.04 百万亩，降低了 37%，损失的树木能够净化 3500 万的空气污染，价值 9500 万美元。

最近在 Garland, Texas 的分析数据显示，雨季城市绿树覆盖会减少 1900 万立方英尺的水土流失，树木吸收了 209,000 吨的二氧化碳，分解 497,000 磅的二氧化碳，安水土流失和空气质量估算，Garland 地区现存的城市森林每年价值 5300 百万美元。

社区活动家可将 REA 的分析结果提供给决策者们，一进行长期规划和生态地带一致性划分，保护城市绿化率，提醒城市居民和媒体关注自然资源。REA 提供了连续的环境分析信息，显示了显示环境和目标之间的关系和差距。

附件一：ArcGIS 林业数据模型

一、 模型简介

1、 模型建立的背景

1999 年 ESRI 的用户大会上，讨论了 ArcGIS9.0 和 Geodatabase 技术，很多用户对林业 geodatabase 模型实例感兴趣，因为在以前，大多数森林管理部门采用原来的 coverage 数据模型，发现行之有效。因为林业部门存在着大规模的投资决策，要面临很多问题，怎样构建数据结构就很重要了，此模型只是一个初步的设计，旨在提供专业人士参考，并诚恳的希望大家提出批评指正。

2、 建立模型的目的

模型由 FSIG(Forestry Spatial Interest Group)建立,目的是：

- 为森林资源管理设计一个 Geodatabase 实例；
- 以数据模型框架描述这个实例（应用设计模式）；
- 以 persinnel geodatase 创建模型原型，完成模型的物理设计；
- 以实际系统数据运行 geodatabase；
- 生成技术支持文档；

3、 面向对象的林业数据模型

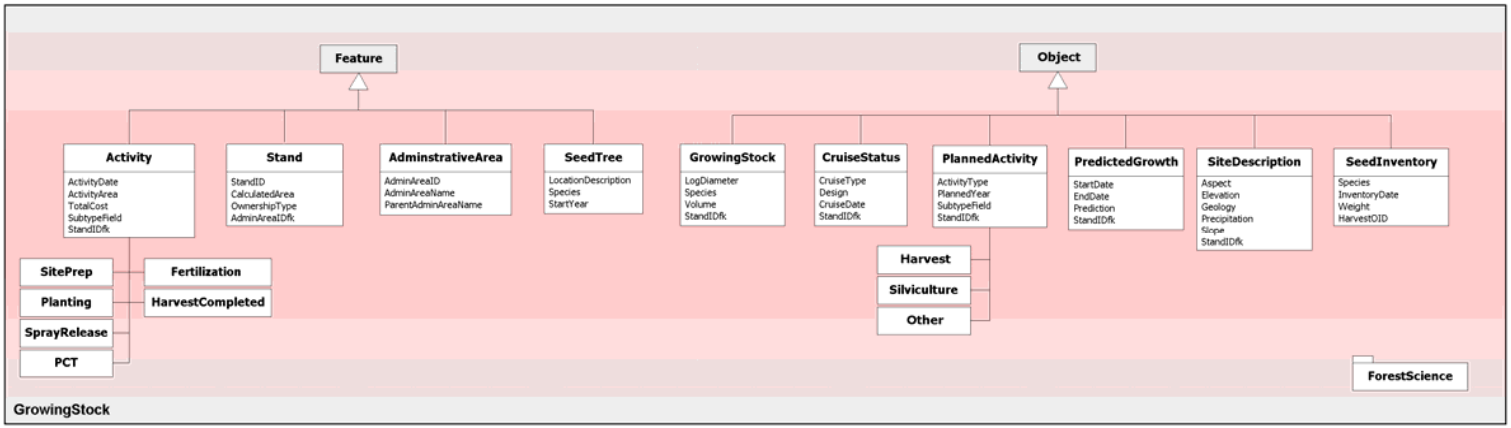
ArcGIS 9 提供了建立新的空间数据模型的面向对象的技术。ArcObjects 组件的一部分 Geodatabase Data Access Objects, 提供了建立 ArcGIS 空间数据库的框架。ESRI 的软件工程师们建立了组件模型标准完成此框架，随着 ESRI 软件技术的发展，工程师们建立了核心软件对象，管理属性和行为，对象模型图表描述了构建新的 ArcInfo 的软件工程设计模式，表现了软件的不同级别、性质、打包的功能（行为）以及不同级别的关系。操作 geodatabase, 时，将所关心的永久属性和需要保留的对象相关联，通过 ArcGIS，ArcSDE 将此结构存储到各种商业关系数据库管理系统中。

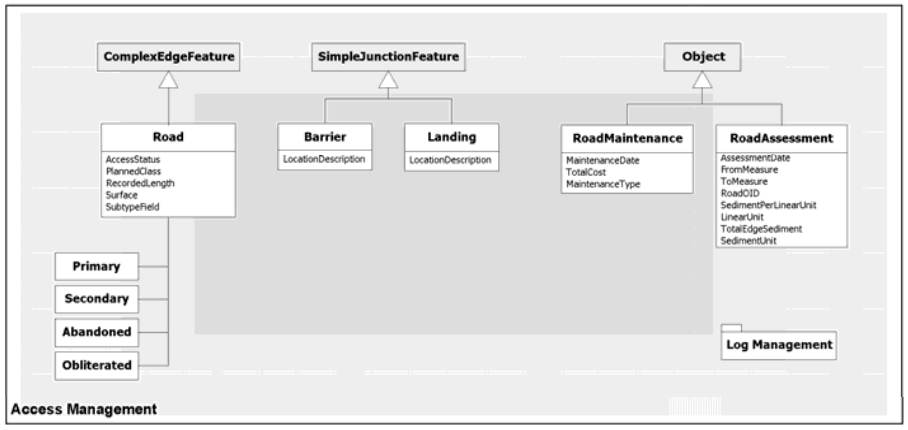
下图是此模型示意图，关于模型的详细描述文档和实例数据，请在 http://www.esri.com

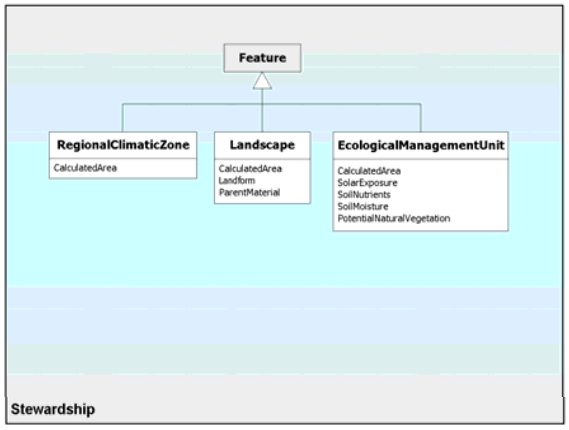
网站上下载，或者直接联系 ESRI 中国（北京）有限公司。

Forestry Data Model

April 29, 2001







Copyright © 2001 Environmental Systems Research Institute, Inc. All rights reserved. ESRI is a trademark of Environmental Systems Research Institute, Inc., registered in the United States and certain other countries; registration is pending in the European Community. ArcGIS is a trademark of Environmental Systems Research Institute, Inc.

附件二：合作伙伴解决方案

森林防火综合管理指挥系统解决方案简介——北京大陆康腾科技有限公司

前　言

森林资源是国家的重要资源财富，有着调治生态、保持水土、改善环境的重要作用，世界各国都将森林的保护提高到生存的高度认识，我国由于人口众多、耕地少，特别是近些年的大面积开发，造成一定的环境被破坏，威胁到国家的可持续发展战略，为此国家和各地政府都把森林保护和植树造林当作重要的政策贯彻执行。综观历史，尽管人为的破坏很严重，但对森林造成最大破坏的莫过于火灾，森林火灾不仅烧毁森林植被，影响林木生长和更新，破坏森林结构，危害生态平衡；它还烧毁林区设施，造成人民生命财产的重大损失。如何严格预防、尽早发现和及时扑救森林火灾，快速准确地引导灭火人员到达现场，实现“打早、打小、打了”的要求，是森林防火部门急需解决的问题。

当今的时代是信息时代，信息时代的关键是信息技术，信息处理是信息技术的关键，信息是信息处理的基础。加强信息的规范、采集、处理、共享和实时传输，各部门协同工作、提高工作效率，以适应信息时代的要求，更好地为森林防火服务是本系统设计的依据。

森林防火综合管理指挥系统以先进的计算机、网络、通讯、GPS 定位、管理信息系统、地理信息系统技术为手段，建立能满足各级森林防火指挥中心日常工作、值班管理、指挥和监控调度的完整系统，实现信息资源化、传输网络化、决策科学化、指挥快速化、调度实时化。

一、系统构成

本系统拟由三个子系统构成：森林防火管理信息子系统；森林防火地理信息子系统；火场跟踪和指挥调度子系统。

（一）．森林防火管理信息子系统

1、设计目标：使用广域网技术，将各级森林防火指挥中心信息组合在一起，采用一系列开放标准，实现各部门之间的信息交流及数据共享，进行信息查询、信息统计、信息分析，及时、准确、全面地完成信息交流与发布，充分发挥信息系统的资源优势，建立高质量、高效率的管理信息网络，为领导决策和机关办公提供服务，实现低成本高效率是本子系统的主要设计目标。

2、主要信息：本子系统的所包含的信息主要有：最新信息、文献管理、报表管理、值班调度、林火监测、火灾档案等防火工作的业务信息及针对政府部门日常工作的办公信息，同时根据当前地理信息发展及森林防火的需要，建立网络环境下的地理信息应用和发布平台，使用户特别是移动用户方便的通过网络使用和下载地理信息。根据森林防火和扑火作战的需要，可将火场信息（如火场图片、图像）通过网络传输到指挥中心，也可以建立快速的林火态势和指挥决心传输通道，以便各级指挥中心上传下达林火态势和领导决心等信息。

3、关键技术：本子系统所要实现的关键技术主要有三个方面：一是信息的标准化和规范化，将各种有关信息通过综合、分类、分级进行编码，建立规范的防火信息体系结构。二

是信息数据的管理和查询统计，建立防火信息数据库（如森林火灾档案数据库），通过网络实现信息的浏览、查询、统计以及信息的交换管理。三是 WebGIS（基于浏览器的地理信息系统）技术的实现，建立地理信息数据库和地理信息网络服务组件，设计地理信息浏览、查询、发布的数据传输模式。

（二）．森林防火地理信息子系统

1、 设计目标：地理信息是森林防火和扑火指挥的基础信息，对森林火灾的预测和火灾发生地的实际地理环境的分析，起到辅助指挥员决策的作用。地理信息、资源信息管理和防火指挥、热点信息查询、防火设施、防火队伍管理、防火预案的规划及应用，将提高森林火灾扑火指挥的科学技术水平，达到森林火灾预报预测、火灾快速定位、快速部署指挥、快速汇报、森林火灾损失评估和管理方便、准确、直观的要求。

2、 主要信息：多尺度地形信息、高分辨率影象信息、森林分类（林相）信息是地理信息的核心；防火设施、扑火队伍、防火预案是辅助防火和扑火指挥的专题信息；动态热点火情是快速发现和快速定位火情的依据。

3、 关键技术：本子系统所要实现的关键技术主要有四个方面：一是多尺度地理信息的综合管理和应用，将多种类、多比例尺、多数据源、大范围的地理信息通过空间信息系统处理技术综合管理、查询、分析和应用；二是模拟三维地形的电子沙盘的生成和表现；三是防火专题信息的管理及其与地理信息综合应用；四是指挥作业的防火标号库的建立、火情态势标绘工具的设计及火情态势的标准化和规范化。

（三）．火场跟踪和指挥调度子系统

1、 设计目标：本子系统是将 GPS 全球定位技术、地理信息技术、通讯传输技术相结合，通过电子地图显示、实时 GPS 定位接收、数字通讯手段，将当前的定位信息以图标的方式在移动计算机图形窗口内显示并标注移动轨迹，达到自主导航目的，同时将定位信息通过通讯手段和管理信息系统传输到指挥中心，指挥中心进行火场跟踪，并能传输请示和命令信息，实现实时指挥和调度。

2、 主要信息：GPS 定位信息是实现自主定位和火场跟踪的主要信息；请示、命令文字信息是实现实时指挥的信息；静态或动态现场图象是掌握火灾现场实际情况的真实反映。

3、 关键技术：子系统所要实现的关键技术主要有三个方面：一是将无线模拟信号转换成数字信号及成数字信转换为模拟信号的模块设计；二是导航模式的设计；三是监控模式的设计。

（四）．各子系统之间关系

各子系统之间既相对独立，又相互联系，他们的关系如下：

1、 森林防火管理信息子系统与森林防火地理信息子系统关系：森林防火管理信息子系统是独立运行的子系统，在指挥中心建立各类信息数据库并提供服务的基础上，各合法用户通过网络浏览器进行文献提交、报表提交并汇总、值班管理、收发邮件、日常办公以及查询、浏览或下载、上传信息（如下载一个地域的全部或部分地理信息数据），并对各种信息进行汇总、分析、生成、管理各种专题数据库（如火灾档案库等）。而森林防火地理信息子系统也是一套独立运行的子系统，在指挥中心主要用于地理信息的显示、查询、分析，热点信息的快速显示处理，三维电子沙盘的生成和实地观察，专题信息的图上定位显示，火情态势的制作以及扑火指挥的标绘、森林火灾预测预报、森林火灾损失评估等。地理信息系统运行在

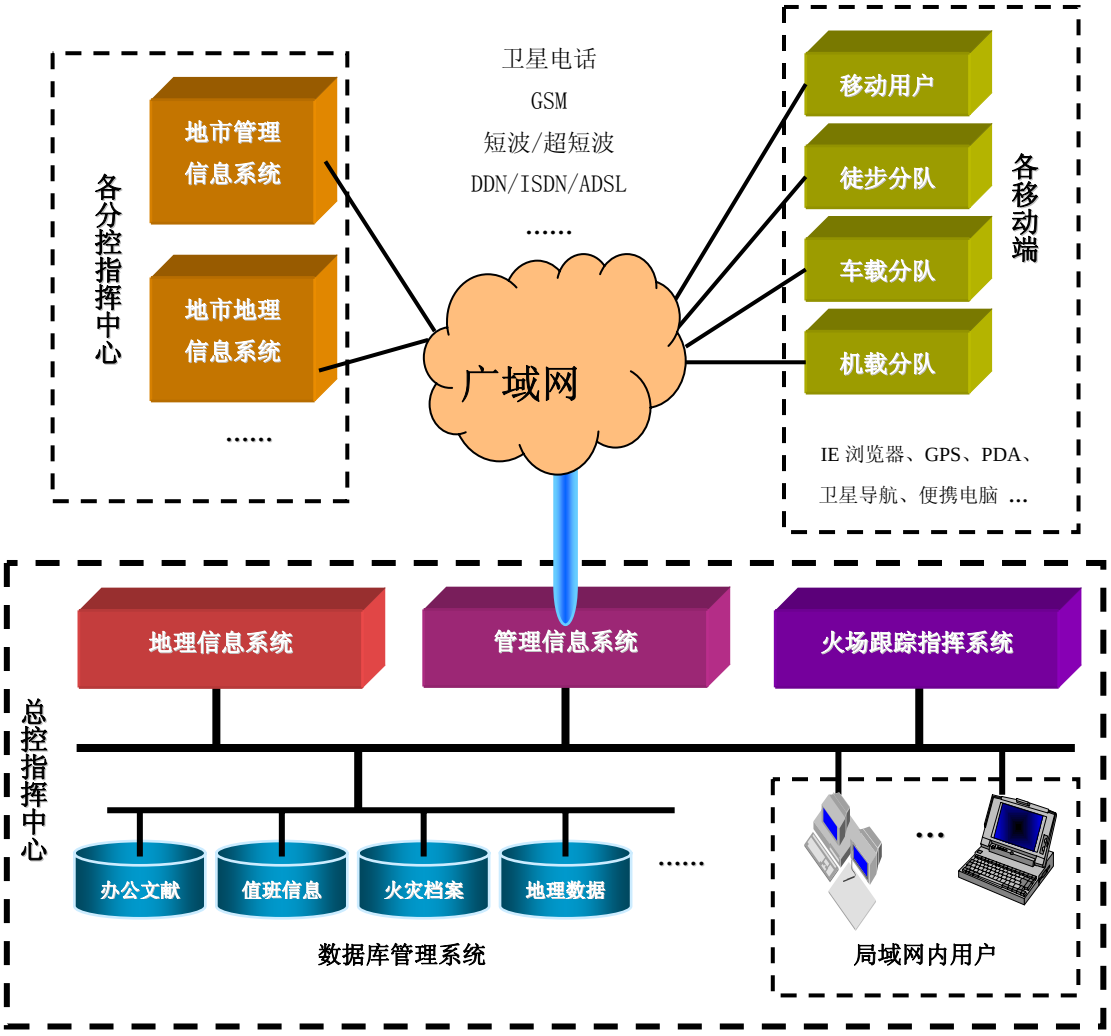
指挥控制中心，需要地理信息、防火专题信息的支持，而地理信息、防火专题信息通过数据库管理，同时服务于防火信息管理系统，即防火信息管理系统与防火地理信息系统共用数据库服务器中的信息；防火地理信息系统采用客户/服务器（C/S）体系结构，不负责信息的接收和发布，而火情态势和领导指挥决心需要快速的传输到分指挥中心并进行有效管理，必须建立快速的通讯通道，而防火管理信息系统采用浏览器/服务器（B/S）体系结构，使用广域网技术建立多个用户的网络通讯联系，在防火管理信息系统中设计地理信息的管理和发布功能，将地理信息系统中需在网络上接收和发布的信息纳入数据库，并实现信息管理系统对这些信息的管理、维护、发布、下载、上传等功能。

2、 森林防火管理信息子系统与火场跟踪和指挥调度子系统关系：森林防火管理信息子系统管理并从网上发布地理信息，而且能从浏览端下载地理信息。火场跟踪和指挥调度子系统中的自主导航模块需要地理信息的支持，自主导航系统所配置设备有四种选择，一种选择：便携式计算机加 GPS 定位设备加通讯设备，在便携式计算机上安装自主导航系统和地理数据，通过 GPS 设备接受定位信息，实现自主导航和传输。第二种选择是导航定位仪，导航定位仪实际上是加固型计算机加 GPS 定位设备加通讯设备的集成，同样需要自主导航软件和地理信息。第三种选择是可自行装载地图数据的 GPS 定位仪加通讯设备，GPS 定位仪依据地理信息和软件实现自主导航。第四种选择是不带地理信息的 GPS 定位仪和通讯设备，通过 GPS 显示定位坐标达到自主导航的目的。前三种设备都需要地理信息，而自主导航由于实际情况无固定区域，只有在发生火灾时临时装载当地的地理信息，通过浏览器向指挥控制中心地理信息数据库申请和下载地理信息，并安装使用。同时，从火场跟踪和指挥调度子系统采集的地理信息数据也要通过森林防火管理信息子系统传输到数据库中，以供森林防火地理信息子系统使用。

3、 森林防火地理信息子系统与火场跟踪和指挥调度子系统关系：地理信息系统是火场跟踪和指挥调度子系统的基础，在指挥控制中心监控移动目标并指挥调度依赖于地理信息的可视化和通讯传输，将通过森林防火管理信息子系统传输到指挥中心的移动目标的定位信息以图标的方式实时在屏幕电子地图上动态显示，并记录轨迹信息、时间信息等，以便于信息的回放和查询。通过对火情态势的分析，以文字或图形的方式传输指挥命令。在自主导航模块中，地理信息同样作为导航的基础。

二、系统体系结构

本系统从逻辑上采用三种体系结构，一种体系结构是浏览器/服务器（B/S）结构，一种是客户/服务器（C/S）体系结构，一种是单机体系结构如下图所示：



B/S 结构：主要运行森林防火管理信息系统，建立森林防火信息数据库和提供服务的 Web 服务器，通过广域网与各浏览端相连，由浏览端的浏览器查询、浏览提交各类信息。

C/S 结构：主要运行森林防火地理信息系统，建立地理信息数据库服务器，客户端运行地理信息系统软件，在局域网环境下，检索在数据库中存放的地理信息，同时根据需要，检索防火信息数据库服务器中的相关信息。

单机结构：主要运行森林防火地理信息系统和自主导航系统，将地理信息、防火专题信息及相关的其它信息与地理信息系统同时运行在一台机器上（一般为便携式或专用导航设备），便于前指和基层单位移动使用。

三、系统功能设计

（一）。森林防火管理信息子系统功能设计

森林防火管理信息子系统主要完成林业防火部门在日常管理工作中的部分相关业务管理、地理信息管理、指挥信息管理功能，本系统包括：最新信息、文献管理、报表管理、值班调度、林火监测、森林火灾档案管理、信息专递、日常办公、远程维护、系统维护、系统备份及强大的数据交换功能。

(1) 最新信息

用户可以通过最新信息模块浏览各模块的最新信息，包括今日要闻、图像信息(如火场图片资料)、文献资料等，使主要领导和相关工作人员可以及时了解当前各种重要情况和问题。

(2) 文献管理

用户可以通过浏览器直接将文献提交到 Web 服务器上，并为提交的文献设置共享级别，然后按照一定的命名规范，根据提交部门、文献类别等自动保存到指定目录和表中，供全体工作人员在日常工作中使用，可以大大提高文案工作效率。

(3) 调度管理

调度管理模块具有年度报表汇总、森林火情调度、航空护林调度和日常值班调度等功能。

(4) 林火监测

林火监测模块具有显示最新信息、卫星云图、热点反馈、气象预报、火险预报等功能。

(5) 森林火灾档案管理

森林火灾档案管理模块通过对每场火灾的记录，建立森林火灾档案库，显示历史上的火灾数量、损失分布情况、重大火灾详细资料等，实现按属性或地域进行火灾的分类统计。

(6) 信息专递

信息专递模块具有收件箱、发件箱、发邮件、垃圾箱、地址簿、通告板和发通告等功能，为系统内部的办公和日常信息交流提供服务。

(7) 日常办公

日常办公模块具有日程安排、名片管理、个人资料管理等功能。

(8) 火情态势和指挥决心态势

火情态势和指挥决心态势模块具有最新火情态势、最新指挥态势、态势提交、态势查询、单位浏览、类别浏览、态势下载等功能，为一线扑救队伍提供服务。

(9) 地理信息管理（WebGIS）

地理信息是本系统的主要信息之一，该模块具有地理信息浏览、发布主页，并根据地理信息的分类，设计地理信息浏览、查询、计算、图形控制、下载等功能，它的功能实现，将使各级工作人员通过广域网的形式得到地理信息的帮助。

(10) 远程维护

远程维护模块具有显示当前用户、查看访问日志、文献管理、报表管理、值班管理、监测管理和系统优化等功能。

(11) 系统维护

系统维护模块具有系统部门、用户的设置、文献种类的设置、系统管理员维护和系统备份等功能。

（二）。防火地理信息系统功能设计

根据森林防火的要求，本系统模块组成包括：地形图管理、显示、查询、控制模块；森林资源分布图管理、显示、查询、控制模块；三维电子沙盘生成、三维地形与 TM 正射影象图叠加、显示操作模块；防火符号库管理、火情态势标绘和推演模块；热点信息管理、图上快速定位显示、计算查询模块；防火设施和防火信息管理、定位显示、信息查询模块；航空护林模块；地形图、森林覆盖分布图绘图输出模块；森林火灾预测预报模块；森林火灾损失评估模块。

(1) 地形图管理、显示、查询、控制模块

该模块是在各比例尺矢量地形图数据安装的基础上，实现地形图的检索、符号化显示及显示控制、信息查询、图上量算等功能。

(2) 森林资源分类图管理、显示、查询、控制模块

森林资源分类图是森林资源管理的主要数据资源之一，是防火信息系统中资源信息查询和火灾损害判别的基础。该模块具有森林资源图管理、森林资源分类图检索、森林资源分类图显示、森林资源分类图操作、森林资源分类图量算、森林资源分类图查询、森林火险区划查询等功能。

(3) TM 正射影象图管理、显示、控制模块

本系统采用的 TM 正射影象图是由 5、4、3 三个波段合成的接近自然色的假彩色图象，分辨率为 30 米，并进行了定位、几何纠正、拼接、裁剪、色彩均衡等处理。I 该模块具有 TM 正射影象图管理、TM 正射影象图检索、TM 正射影象图显示、TM 正射影象图操作、TM 正射影象图量算等功能。

(4) 三维电子沙盘

依据数字高程模型数据（DEM）、矢量地形数据、TM 正射影象数据，计算生成有光影效果的正射或透视效果的三维电子沙盘，电子沙盘是常用的一种实地地形的模拟，其特点是逼真形象的实地地形的仿真，使对平面地形观察不习惯的用户更直观的观察理解地形地貌。该模块具有三维模型的生成、纹理叠加、三维电子沙盘的操作等功能。

(5) 热点信息管理、图上快速定位显示、计算查询模块

根据卫星监测中心监测到并由管理信息系统发布的的信息，快速检索显示数字地图，将热点以图标方式在电子地图上显示，并查询计算热点所在的行政区域。该模块具有热点文件读取、林火计算、热点显示、自动标注、热点信息查询等功能。

(6) 防火符号库管理、火情态势标绘和推演模块

态势标绘－－即在屏幕地图的基础上，标绘行动和过程的一种手段，其基本依托为防火符号库和屏幕地图。本系统防火符号可根据用户要求设计，符号库还可以扩充，库存量设计为两万个符号。屏幕地图可以是标准的矢量图、象素图，也可以是特种图。该模块具有标号符号设计、符号标绘、扑火过程模拟制作和扑火过程推演功能等功能。

(7) 防火专题信息管理、定位显示、信息查询、统计报表模块

该模块具有防火专题数据库查询检索、信息显示、报表输出等功能。

(8) 航空护林模块

航空护林模块是针对航空护林业务设计开发的该模块具有固定翼飞机巡护航管理、直升飞机飞行动态管理、直升机机降点管理、直升机加油站管理等功能。

(9) 打印和绘图输出模块

打印、输出是通过普通打印设备，将系统制作的各类表格打印输出，绘图输出是通过专业绘图设备将显示的地形图、资源专题图绘图输出。

(10) 森林火灾预测预报模块

森林火灾预测预报模块与数据库相结合，调用相应地区天气实况和天气预报数据库，收集林区物候、可燃物特性数据，依据预报模型进行综合分析，得出森林火灾等级数据。包括天气预报、火灾等级预报、火发生预报、火行为预报等功能。

(11) 森林火灾损失评估模块

该模块将获取的火场边界信息与包含森林资源分布的地理信息复合，快速求取当前森林火灾的过火面积和过火林地面积，进行火灾当前损失的快速评估；在火灾扑灭后，对火灾造成的森林资源、人员、环境和其他直接、间接的损失和火灾的扑救费用进行估算，为救灾和恢复生产服务。

（三）。火场跟踪和指挥调度子系统功能设计

本系统采用三级控制模式，充分考虑了扑火队伍的装备及其作战特点，可对扑火队伍单兵、单车、单机，实施动态监控，并能实现陆空一体化指挥，可极大地提高扑火队伍的快速机动能力和协同作战能力。

(1) 信息调度功能

(2) 扑火队伍跟踪定位功能

(3) 火场图象处理传输功能

四、系统配置

1、 指挥中心系统配置

指挥中心即是信息管理的中心，又是宏观指挥、监控调度中心。在指挥控制中心建立基于 TCP/IP 协议的局域网，将指挥控制中心、领导办公室、各部门办公室、值班室等设备通过局域网连接在一起。所需配置如下：

⑴、数据库服务器：可以是一台，也可以是多台，根据各指挥中心的实际情况配置，主要存储管理地理信息、林火信息、日常办公信息，通过数据库进行管理和存储，要求存储量大、内存大、性能稳定，在有条件的情况下可以设计双机工作，以保证数据库服务器的安全性。

⑵、Web 服务器：可以单独配置一台专用计算机作为 Web 服务器，也可以用数据库服务器代替，主要处理各用户的信息服务。

⑶、通讯服务器：主要负责接收通过无线或有线方式传输问题，在短波或超短波情况下，增加专用调制解调设备，将模拟信号转换为数字信号。

⑷、管理终端：主要负责日常办公信息和地理信息、态势信息等查询、浏览、维护等工

作。

⑸、指挥终端：主要运行地理信息系统，制作态势信息并提交网上发布等。

⑹、监控调度终端：主要监控火场态势、移动目标的实时动态，调度指挥兵力部署等。

⑺、可视电话：主要实现两个目的，一是指挥控制中心和分指挥中心的可视现场办公，研究情况。二是传输森林火灾现场的动态或静态图象，提供指挥控制中心随时掌握火情和扑火情况。

⑻、领导和部门终端：将领导和各智能部门的计算机通过局域网连接，共享数据库资源，随时查询、浏览、维护数据库信息，并研究防火预案。

⑼、显示控制终端：在只有一台或多台大屏幕投影的情况下，根据实际情况，设计大屏幕投影显示的控制终端，控制投影显示的内容。

2、 分控中心系统配置

分控中心一般是指一线指挥中心，直接指挥防火扑火任务。其中包括两种类型：一是固定指挥中心，一是移动指挥中心，移动指挥中心一般指指挥车，也称前线指挥中心。其基本配置如下：

固定指挥中心：基本配置同指挥控制中心，起到直接指挥并上传信息的、下达命令的智能。

移动指挥中心：移动指挥中心是根据火场情况，在火场临时成立的直接指挥调度的前线指挥部，由于受条件的限制，移动指挥中心的配置比固定指挥中心简单，所需配置如下：

数据库服务器、分控中心计算机、通讯电台、卫星电话、大屏幕投影等。

3、 移动目标系统配置

移动目标包括三种类型：一是扑火队伍，二是现场指挥车，三是扑火飞机。根据类型不同，有不同的配置方案：

⑴、扑火队伍：由于扑火队伍需要尽量的轻装，并且难于解决供电问题，所以对于扑火队伍类型的移动目标，只配置定位、通讯设备，即将 GPS 定位仪、通讯设备、数传调制解调设备集成为一体，方便使用，通讯设备一般选用无线对讲机，与移动指挥中心建立通讯联系。如条件允许，可单独配置可装载电子地图的 GPS 定位仪，通过屏幕电子地图显示，达到自主导航的目的。

⑵、现场指挥车、扑火飞机：根据现场指挥车和扑火飞机的实际需要，其配置除包括定位、通讯设备以外，需要含有自主导航功能，自主导航设备有两种配置：一种选用专用的自主导航设备(加固型计算机与 GPS 定位仪结合为一体)，第二种选择是便携式计算机加 GPS 定位仪。

4、 系统软件配置

地理信息系统软件：ESRI 公司的 ArcInfo,ArcEditor,ArcIMS,ArcSDE,ArcView,

ArcGIS Extension 3D,MapObjects

数据库软件：Oracle

操作系统：Windows 2000

五、系统建设步骤

应根据森林防火形势的发展和资金供给情况，分期分批地进行本系统各部分的建设，在统一的设计方案下，逐步完善防火综合管理指挥系统。

六、预期效果

本系统建成后，将使现有的各自分离的 MIS 系统和 GIS 系统很好地结合起来，避免了不必要的资源浪费，本系统能充分发挥每个子系统的优势，为用户提供一系列的信息服务，用户能更方便地获取所需信息，对指挥决策起到关键性的辅助作用。