

文章编号: 1000-5692(2005)01-0077-05

# 基于组件 GIS 的造林决策支持系统的构架

谭伟<sup>1,2</sup>, 冯仲科<sup>2</sup>, 胡涌<sup>2</sup>, 吴达胜<sup>3</sup>

(1. 贵州大学 林学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 北京林业大学 资源与环境学院, 北京 100083;

3. 浙江林学院 信息工程学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 提出基于组件 GIS 的造林决策支持系统 (ADSS) 框架体系。在 Windows 操作环境下, 运用基于 Visual Basic 和 Visual C 编程的组件 GIS 技术、DB 技术、ES 技术和 DSS 技术等, 以林场为单位建立森林资源的基本管理平台, 并在这个平台上通过各种查询、运算、逻辑判断及空间叠加、空间分析功能, 实现对林场小班的造林更新决策, 获得造林方案图, 并以该方案为依据, 对未来一定年龄期的林分生长进行预测预估, 作为评价和调整原来的造林规划方案的依据, 最终实现造林的优化决策。图 2 参 14

**关键词:** 森林培育; 组件 GIS; 造林决策支持系统; 造林规划

中图分类号: S725.1 文献标识码: A

决策支持系统是在计算机用于管理的过程中诞生的。在 3S (GIS, RS, GPS) 及其集成技术得到较大发展的基础上, 考虑到提高工作效率, 减轻人力负担, 降低物力消耗, 充分利用环境资源和地力潜力等, 本文提出建立造林决策支持系统 (afforestation decision support system, 简称 ADSS)。试图通过计算机辅助, 自动化、科学化、合理化地进行造林决策, 以全面提高基层林场经营管理质量。

## 1 理论依据

### 1.1 源于森林培育学的理论思考

造林是林业生产的基础工作, 是补充森林资源的主要途径, 是实现林业可持续发展的根本。以当前国内外人类对林业的认识及对地球生态环境的重视, 保护森林, 实现森林的有效经营利用及更新成为极为迫切的任务。造林工作及造林后的幼林抚育, 成林后的抚育间伐等都是这些工作的具体体现, 使人工造林朝定向培育的方向发展。

造林工作各环节中最首要也是最重要的环节是造林规划设计。不同的地区不同的立地和不同的人工林培育目标决定采用不同的造林树种或种源 (纯林) 或树种组 (混交林) 以及不同的造林密度和不同的整地技术等等。并且, 人们总是想以尽量少的投入获得尽量多的收获, 这也决定必须科学地进行造林决策, 提高工作效率, 充分利用资源环境。

造林决策需要处理大量的空间数据和非空间数据, GIS 具有这样的能力, 对于管理和分析地理空间信息和非空间信息方面具备非常强大的功能, 因此运用 GIS 解决造林规划的问题是相当有效的。

---

收稿日期: 2004-02-10; 修回日期: 2004-10-09

基金项目: 北京市自然科学基金重大项目(4041002); 贵州省农业科技攻关项目(黔科合 2004NGy051)

作者简介: 谭伟, 讲师, 博士研究生, 从事森林经理和景观生态学研究。E-mail: xiaoweitan@126.com

## 1.2 GIS技术及Com GIS

GIS技术是20世纪60年代兴起的一门多技术交叉的边缘学科，是在计算机硬件与软件支持下，运用系统工程和信息科学的理论，科学管理和综合分析具有空间内涵的地理数据，以提供规划、管理、决策和研究所需信息的空间信息系统<sup>[1,2]</sup>。GIS是图件、数据库和空间分析模块3个组成部分的有机结合，其第3个部分——空间分析模块是GIS的特色，它将GIS的其他2个部分（图件和数据库）有机地结合到一起，解决各种空间和非空间数据处理问题。

在ADSS中最关键的技术是Com GIS，即组件式地理信息系统，是指采用组件技术编制地理信息基础平台及其应用系统。其基本思想是把GIS的各大功能模块划分为若干组件，每个组件完成不同的功能，各GIS组件之间以及GIS组件与其他非GIS组件之间，通过可视化软件开发工具，将它们集成起来，形成最终的GIS基础平台及应用系统。这里的GIS组件包括图形编辑、空间查询及运算和空间分析等，非GIS组件包括数据库、模型库、知识库、专家推理机和三维图形显示等<sup>[3]</sup>。

## 1.3 国内外的研究现状

早在1987年，Reisinger等<sup>[4]</sup>利用GIS与DSS的集成解决木材收获规划问题<sup>[5]</sup>；Honea等<sup>[5]</sup>指出把GIS引入DSS将能够为人们更好地解决决策的问题；Herrington等<sup>[6]</sup>探索DSS在森林管理方面的应用，Carter等<sup>[7]</sup>研究GIS与木材收获计划模型的集成系统；Davis等<sup>[8]</sup>应用DSS与GIS的结合帮助评价短期（年度计划）的基于立地的造林规划，并且与长期的战略规划相结合，为整个林分可持续收获最大化制定10a的造林、收获和更新计划；邱荣祖等<sup>[9,10]</sup>开发基于GIS的木材运输计划决策支持系统，解决木材运输的优化问题。

在国内有不少学者尝试用GIS技术解决造林问题。赵鹏祥等<sup>[10]</sup>应用Maptitude-GIS绘制造林规划设计数字化图，建立造林规划设计属性数据库，对造林地的相关属性信息进行有效管理；梁万军等<sup>[12]</sup>利用GIS对吉林省主要造林树种进行生态区划及适地适树的研究；全志杰等<sup>[13]</sup>以航空遥感图像为主要信息源，在ARC/INFO系统支持下，建立空间信息库，训练自组织人工神经网络，对“未知”样本进行立地分类预测和容错检验；张晓丽等<sup>[14]</sup>以RS、GIS和ES为技术手段，对北京市森林进行立地类型划分和在此基础上的立地质量评价及多目标动态决策。

国内外的研究状况表明：①GIS与DSS的集成是地学领域规划决策的发展方向；②在造林方面，还缺乏一个系统完整和实用的造林决策支持系统。ADSS正是在这样的前提下提出并构建，上述前人研究成果将是ADSS良好的基础。

## 2 ADSS的基本框架

ADSS是以信息技术（GIS技术、ES技术、DSS技术和DB技术）为手段的人机交互式信息系统。它应用决策科学及森林培育学相关理论和方法，针对造林规划过程中的结构化、半结构化和非结构化的决策问题，通过提供相应背景材料，协助明确问题，修改完善模型，列举可能方案，进行分析比较等方式，为管理者做出正确决策提供帮助。按照Sprague和Watson关于决策支持系统的设计准则<sup>[14]</sup>，ADSS由对话子系统、模型库子系统、数据库子系统和造林专家知识系统4部分组成（图1）。

### 2.1 数据库子系统

数据和信息是减少决策不确定因素的根本所在，管理者的决策活动离不开数据，所以它是ADSS不可缺少的重要组成部分。依靠GIS技术建立起来的ADSS数据库子系统包括两大部件：图形和属性。具体如下：①森林资源二类清查数据。②基于林场小班级的林相图。③林场造林迹地的地形图。④林场地质分布图。⑤林场土壤分布图。⑥基于造林规划的补充调查数据（如造林迹地的土壤理化指标数据）等等。

### 2.2 造林专家知识系统

造林规划是一个人为决策过程，在决策过程中必须依赖于立地信息和以往的造林经验。在ADSS中，经验只能依靠专家系统来实现，因此，造林专家系统是ADSS的必须部件，是造林所需信息与立地相对应的各种专家知识库的组合，包括：①造林模式专家知识库（树种、种源或树种组成）；②造

林密度专家知识库; ③整地类型专家知识库; ④土壤改良专家知识库; ⑤森林定向培育专家知识库。

### 2.3 模型库子系统

现实拥有的数据表示的永远是过去已经发生了的事实, 各种数据资料和图件资料都是面向过去的, 而我们进行造林规划是面向未来的。未来的情况怎样, 谁都不知道。只能根据过去的数据、资料或经验建立相应的模型, 利用这些模型, 把面向过去的数据转换成面向现在或者未来有意义的信息。在ADSS中, 模型库子系统主要体现在对造林规划后的生长收获预估上。在这一方面, 森林经理专家和测树学家们付出艰辛建立起来的各种单木和林分生长收获模型和经营模型, 将是ADSS模型库子系统从根本来源。可以有: ①单木生长模型; ②以林分为单元的森林生长收获模型; ③大地域的森林生长动态模拟模型; ④以树种、立地条件和初植密度等指标对应龄阶的经营收获模型。

### 2.4 对话子系统

对话子系统是ADSS的核心, 包括两大部分:

一是决策的主体——人, 即系统管理者或用户。任何一项决策或方案只有通过人才能运用到实践中去。二是软件平台, 是用嵌套到编程语言中的组件GIS开发出的人机交互界面, 它具有管理数据和综合专家知识的功能。通过这一个平台, 将造林决策的数据(图形和属性)、专家知识库和模型库有机地结合起来, 并协调它们之间的通讯, 接收和检验管理者的请求, 为决策者提供造林决策所需要的各种信息(包括基础数据的简单查询和派生信息的生成), 并通过造林后生长收获预估进行问题识别(人为判别), 调整造林方案, 以便于方案优化。

## 3 系统实现的要求与过程

### 3.1 ADSS的要求

ADSS是对造林规划过程中所经历的各个环节进行信息的查询、结果的推理和方案的论证。结合广西派阳山林场、贵州龙里林场、孟关林场和北京妙峰山林场等林场的造林规划经验, 所设计的ADSS必须要满足以下几个条件: ①必须能管理林业基本用图和以小班为单元的二类清查数据, 这是造林规划的依据。可以通过GIS做到, 如MapX可以将各种MapInfo表(\*.tab)组合成一个GeoSet, 包括地形图、林相图(小班为单位)、地质分布图、土壤分布图等图件和小班蓄积等数据, 可供显示与查询。②必须能进行立地类型划分。应用组件GIS的空间叠加功能及SQL查询功能, 结合当前立地类型划分的常用方法(如岩性-地貌-海拔-土壤划分方法等)进行立地类型组和立地类型的划分, 建立马地类型专题图是非常容易的。③要能进行造林类型划分。以立地类型专题图为基础, 结合近期林业发展规划, 人为确定培育目标, 建立马地类型专题图。应该涉及以下步骤: ④选择立地类型; ⑤指定培育目标; ⑥生成造林类型专题图。⑦能进行生长模拟和生长收获预估, 作为造林规划产出效应评价和调整相应的规划方案的依据。这可以通过VB和VC等编程语言, 很容易地实现, 并且可以将演算结果与相应图件相结合, 实现林分的生长模拟与收获预估。

### 3.2 系统的实现过程

系统将按以下步骤进行(图2): ①试验区的选定。②各种数据资料和图件资料的收集, 包括二类清查数据、基于造林规划的补充样地调查数据、林场的地形图、林场地质分布图、林场土壤分布图。

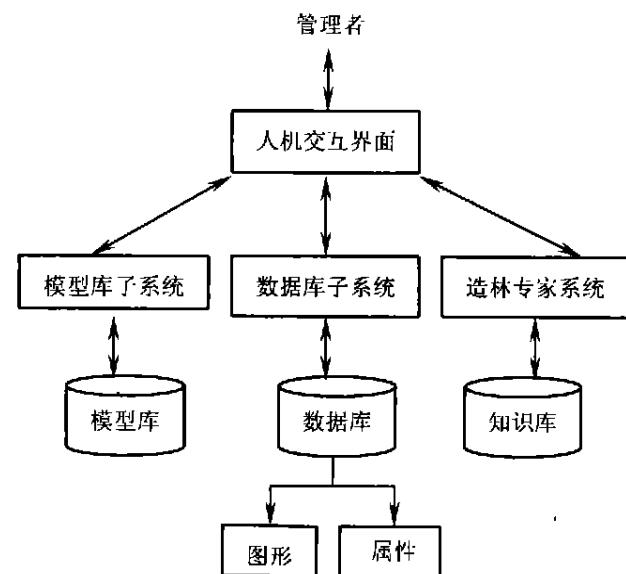


图1 ADSS的基本框架

Figure 1 The frame of ADSS

和基于小班级的林场林相图等。③建库，包括数据库、模型库和专家知识库。首先是图的矢量化，包括②中所及各种图的矢量化，建立GIS数据库，并与二类清查数据和补充调查数据相匹配建立GIS属性库；收集和建立该地区主要造林树种的生长收获模型库，用于造林后的生长收获预估；收集该地区主要造林树种（种源）及造林树种组的造林经验（包括整地模式、土壤改良方法、人工林的定向培育目标和造林密度等），建立专家知识库。④应用Com GIS技术嵌套VB和VC等计算机语言编程，建立人机交互平台。⑤试验。应用所建立的人机交互平台，以所选定林场在GIS数字化图上逐级实现造林规划，并在此基础上进行林分生长收获预估与模拟。根据预估结果进行造林规划的效益评价，以此作为调整造林规划方案的依据，实现造林规划的优化配置。⑥将ADSS所做的造林规划送与相关专家进行评审，对ADSS进行评价。

#### 4 结论与讨论

以上述理论、技术和要求作为

依据，对广西派阳山林场、贵州龙里林场、贵州孟关林场和北京妙峰山林场建立了4个决策支持系统，其系统结构图如图2。通过对ADSS的研建，得出以下几点：①随着GIS技术的发展，使原来建立在纯数据（数字）基础上的DSS发展到了一个新的阶段，即有图形要素加入，使DSS能够更加有效地与地学相关专业相结合，为这些专业服务。本文提出的造林决策支持系统就是这样的一个例子。②本文为DSS、GIS和ES的结合作了一个大胆的尝试，为这方面的应用提供了一个典型例子。然而在GIS数据与ES知识库、ES推理机、DSS的接口方面却也存在大量的问题，有待于更深入的研究。③提出构建基层林场的ADSS，为高新技术在基层林场的应用作了有益的尝试，并将推动3S技术更加有效地与基层林业相结合，全面提高基层林业的规划和决策方式，为基层林场3S技术的应用开拓了新的局面。④通过对造林决策方案的产出预估与林分生长模拟，进行产出效益的评价，对不理想的状态进行调整，并重新修订方案，作更优化的决策，达到最小费用最大产出，充分发挥现有林地潜力的目的，有效地解决中国目前人地矛盾的问题。⑤与传统造林规划不同的是，通过本系统的运行，不仅能得到造林规划的现时方案，进行经济投入的分析，还可以通过对预期生长收获的模拟，实现林分经营过程的产出预估和模拟，预测林分的经济产出，从而对林业生产过程进行指导。⑥由于ADSS中对话子系统充分重视和发挥了认识主体——人的思维能动性，所以能使管理决策质量大幅度提高，并且通过这一对话子系统，可以使用户的工作充分简单化，不需要掌握复杂的知识和技术，就能够对指定地区进行造林规划，或者为决策者提供一个优化的决策方案。⑦ADSS可以大大降低传统方式下进行造

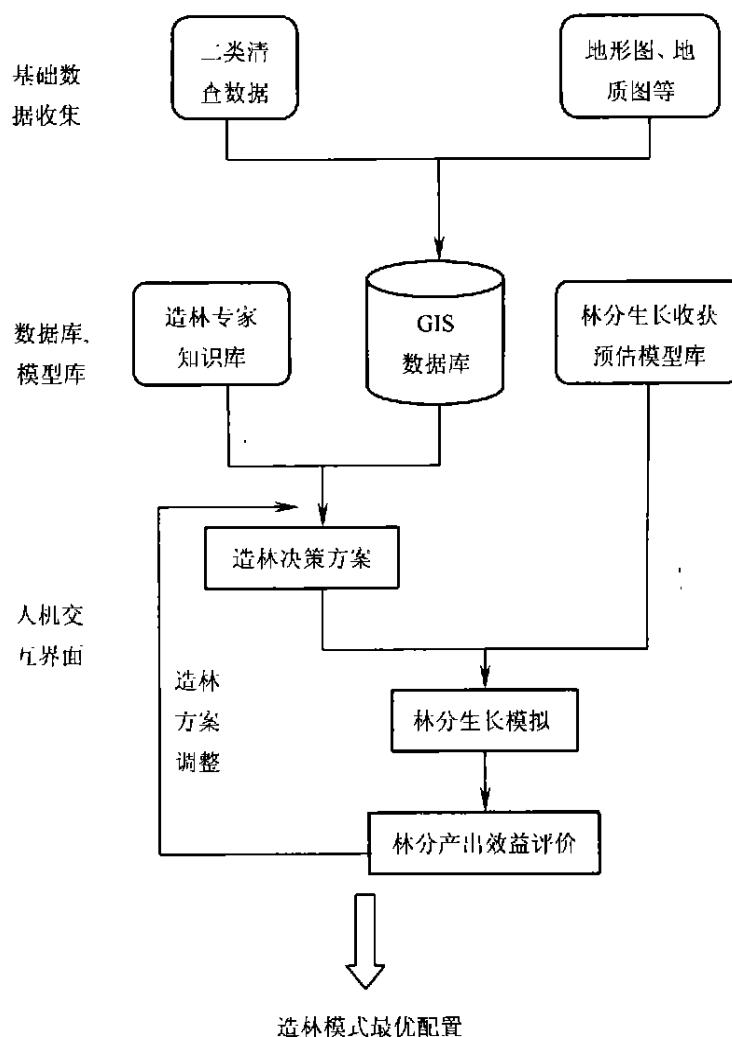


图2 ADSS的系统构架图

Figure 2 The system construction of ADSS

林规划时耗费的大量人力、物力和财力，并且可以快速标准地出图。⑧ADSS所建立起来的小班森林资源数据库及新造林地信息可以有效地转入到森林资源管理系统中，提供给林政管理部门，充分地实现数据共享，为林业现代化管理提供方便。

## 参考文献:

- [1] 陆守一, 唐小明, 王国胜. 地理信息系统实用教程[M]. 第2版. 北京: 中国林业出版社, 2000.
- [2] 徐爱俊, 李清泉, 方陆明, 等. 基于GIS的森林火灾预报预测模型的研究与探讨[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20(3): 285—288.
- [3] 贺热春. 基于组件式地理信息系统平台上的森林资源管理系统[D]. 北京: 北京林业大学, 2001.
- [4] Resinger T W, Davis C J. *Integration geographic information and decision support systems: a forest industry application* [R]. San Francisco: GIS'87. Proc. 2nd International Conference, 1987.
- [5] Honea B R, Hake K A, Durfee R C. Incorporating GISs into decision support systems: where have we come from and where do we need to go? [A]. Heit M, Shortreed A. *GIS Applications in Natural Resources* [C]. Fort Collins: GIS World Inc, 1990. 39—42.
- [6] Herrington L P, Koten D E. *A GIS based decision support system for forest management* [R]. San Antonio: GIS/LIS 88 Proc 3rd International Conference, 1988.
- [7] Carter D R, Arvanitis L G, Brackett D, et al. A decision support system for timber harvest scheduling[J]. *J For*, 1999, 97(6): 12—18.
- [8] Davis R G, Martell D L. A decision support system that links short-term silvicultural operating plans with long-term forest-level strategic plans[J]. *Can J For Res*, 1993, 23(6): 1078—1095.
- [9] 邱荣祖. 基于GIS的木材运输计划决策支持系统[J]. 林业科学, 2002, 38(1): 116—120.
- [10] 邱荣祖, 周新年. 基于GIS的优选作业伐区决策支持系统[J]. 遥感信息, 2001, (3): 37—40.
- [11] 赵鹏祥, 王得祥, 李秀信. Mapitude-GIS在造林规划设计中的应用[J]. 西北林学院学报, 1999, 14(4): 95—98.
- [12] 梁万军, 王宪成, 陶静, 等. 吉林省主要造林树种生态区划及适地适树地理信息系统的研制[J]. 吉林林业科技, 1997, (6): 7—11.
- [13] 全志杰, 黄林, 毛晓利, 等. 森林立地条件遥感分类自组织神经树模型研究[J]. 林业资源管理, 1997, (5): 68—71.
- [14] 张晓丽, 游先祥. 应用“3S”技术进行北京市森林立地分类和立地质量评价的研究[J]. 遥感学报, 1998, 2(4): 292—297.

## Framework of component GIS-based afforestation decision support system

TAN Wei<sup>1,2</sup>, FENG Zhong-ke<sup>2</sup>, HU Yong<sup>2</sup>, WU Da-sheng<sup>3</sup>

(1. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 2. Resource and Environment College, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. School of Information Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** A framework of component GIS-based afforestation decision support system (ADSS) was put forward. In the environment of Microsoft Windows, a man-machine-interface system, used as a tool for managing forest resource in a forestry center, was established with component GIS, database technique and expert system based on Visual Basic or Visual C. Through various inquiries, calculations, logic judgments and spatial analysis provided by GIS, an afforesting decision could be made and forest planning map of the working team could be obtained. In such a map the growth of a piece of forest at a certain age could be estimated and used as the foundation to evaluate and adjust the original plan, and finally an optimized decision making on afforestation could be obtained. [Ch, 2 fig. 14 ref.]

**Key words:** forest cultivation; afforestation decision support system (ADSS); component GIS; afforestation planning