



测绘科技专著出版基金资助

CEHUI KEJI ZHUANZHU CHUBAN JIJIN ZIZHU

RESEARCH ON MULTI-SCALE
FOREST COVER INFORMATION IN BEIJING

杨伯钢 著

北京市多尺度
森林覆盖
信息研究

测绘出版社

测绘科技专著出版基金资助

北京市多尺度森林覆盖信息研究

Research on Multi-scale
Forest Cover Information in Beijing

杨伯钢 著

测绘出版社

• 北京 •

内 容 简 介

多尺度提取和分析北京市林地信息对于全面贯彻《“绿色奥运”行动计划》和《北京城市总体规划 2004 年—2020 年》的总体要求,实现北京山更绿、水更清、天更蓝的目标具有重要意义。本书应用 3S 技术尤其是遥感技术和地理信息系统技术,动态跟踪了从单株树木、林分、绿化隔离地区、城区,乃至全市域的多尺度林地绿化的状况,分析了北京市近年来绿地的变化情况;可视化表达了林地的变化情况和温榆河朝阳区界段树木生长景观,展现了绿色奥运的美丽景观;研究了温榆河朝阳区界段树木的生长模型;以昌平某实验基地为例探讨了采用 LiDAR 技术进行林木蓄积量计算的方法。

本书适于测绘、林学、计算机可视化等相关领域的科研、生产、开发人员使用,也可供大学测绘工程、森林经理、计算机应用专业高年级本科生、研究生参考使用。

©杨伯钢 2008

图书在版编目(CIP)数据

北京市多尺度森林覆盖信息研究/杨伯钢著. —北京:
测绘出版社,2008.6

ISBN 978-7-5030-1796-4

I. 北... II. 杨... III. 森林覆盖率-研究-北京市
IV. S717.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 066742 号

责任编辑 徐建春

封面设计 赵培璧

出版发行 **测绘出版社**

社 址 北京西城区复外三里河 50 号

邮政编码 100045

电 话 010-68512386 68531609

网 址 www.sinomaps.com

印 刷 北京通州区次渠印刷厂

经 销 新华书店

成品规格 169mm×239mm

印 张 7.25

字 数 142 千字

版 次 2008 年 6 月第 1 版

印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数 0001—2000

定 价 22.00 元

书 号 ISBN 978-7-5030-1796-4/K·477

如有印装质量问题,请与我社发行部联系

前 言

绿化工作是“新北京、新奥运”建设的一项重要内容,要想使北京山更绿、水更清、天更蓝,就必须按照《“绿色奥运”行动规划》和《北京城市总体规划 2004 年—2020 年》的总体要求,完成各项规划指标。北京市多尺度林地信息的提取与分析应用 3S 技术尤其是遥感技术和地理信息系统技术,动态跟踪从单株树木、林分、绿化隔离地区、城区,乃至全市域的多尺度林地绿化的状况,分析北京市近年来绿地的变化情况;可视化表达林地的变化情况和温榆河朝阳区界段树木生长景观,展现绿色奥运的美丽景观;研究温榆河朝阳区界段树木的生长模型,以昌平某实验基地为例探讨 LiDAR 技术进行林木蓄积量计算的方法。

全书包括以下内容:

1. 用分形方法和开方根规律预测林木的形状、结构和树枝数,首次同时将数学方法和地图学方法引入树木生长仿真,为林木生长研究开辟了一条新思路,同时也为树木的形态发生模型和生态生理模型之间提供了一种接口方式。

2. 提出了适合北京温榆河畔杨树生长的生态生理模型,在此基础上探索 4 维景观虚拟现实技术,一定程度上实现了对林木生态景观进行时间漫游和空间漫游,为更深入开展 4 维景观虚拟现实研究提供了有益参考。

3. 采用 LiDAR 技术进行林分蓄积量计算,丰富了现有蓄积量计算方法,与已有方法相比具有效率高、成本低等优点,计算数据精度能满足林业需要。

4. 分析和统计了 2000 年到 2005 年全市绿化隔离地区的绿化面积以及各区县完成绿地面积存在的问题。

5. 统计分析城区公共绿地面积和人均公共绿地面积。

6. 根据统计结果,得出了北京市域的林木覆盖率可以实现 2007 年林木覆盖率 50% 的绿化奥运指标的结论。

7. 利用计算机建立了研究成果信息发布系统,可视化发布了本书的所有研究成果。

本书的特点是理论联系实际,每个章节均附有实例验证或应用结果。

本书的编写遵循从宏观到微观的原则,先是全市域的森林覆盖信息,既而城区公共绿地覆盖信息,再是绿化隔离地区的绿化监测,更细到林分蓄积量的计算,再

到单木的生长模型及可视化展示。最后对上述研究成果进行了发布。

本书适于测绘、林学、计算机可视化等相关领域的科研、生产、开发人员使用，也可供大学测绘工程、森林经理、计算机应用专业高年级本科生、研究生参考使用。

北京林业大学测绘与 3S 技术中心冯仲科教授对本书的选题、结构、资料收集给予了具体指导。北京市测绘设计研究院的张保钢博士、刘鹏硕士、韩光瞬硕士、董明硕士、祝晓坤硕士和任海英硕士分别参与了本书相关项目的研究实验、程序开发、实验数据采集分析，为本书的完成付出了辛勤的劳动。北京林业大学的马晓计博士、王仲峰博士、罗旭博士、胡林博士、姚山博士、张彦林博士、刘永霞博士、石丽萍硕士等为本书的出版提供了积累多年的资料和数据，北京市测绘设计研究院生产经营处王磊处长、地理信息中心刘忠卿主任、航测遥感中心马千里主任和张海涛总工为本书相关实验提供了非常好的环境。笔者对所有为完成本书提供帮助的老师、同事、同学和朋友们表示衷心地感谢！

最后特别感谢家人对我的支持和理解。

作者

2007 年

个人简介

杨伯钢,男,汉族,1960年7月生,中共党员,博士,教授级高级工程师。1983年北京建筑工程学院毕业,获学士学位,1994年至1995年在中国人民大学土地管理专业学习,获硕士同等学历结业证书,2003年至2006年12月,在北京林业大学攻读并获得工学博士学位。在北京市测绘设计研究院先后从事外业生产、技术管理、生产管理、科技管理工作。主持了北京市基础测绘项目和北京市综合地下管线信息系统建设等重大工程,以及北京市地方系列技术标准的编制。曾经多次获得省部级优秀工程奖,两次获得北京市科技进步三等奖,一次获得中国测绘学会科技进步二等奖,发表论文多篇,获得北京市优秀建议奖两次。

现任北京市测绘设计研究院副院长,北京测绘学会理事长,中国测绘学会理事,中国工程勘察设计协会理事,北京勘察设计协会常务理事,北京市科协委员。

2004年享受国务院政府特殊津贴。

目 录

第 1 章 引言	(1)
§ 1.1 研究目的与意义	(1)
§ 1.2 历史与现状	(3)
§ 1.3 所要解决的主要问题	(11)
第 2 章 市域范围森林覆盖信息的动态监测	(13)
§ 2.1 概述	(13)
§ 2.2 图像校正和遥感数据分类方法	(13)
§ 2.3 实验结果与林业资源调查成果的对比	(16)
第 3 章 城区公共绿地覆盖信息的监测	(22)
§ 3.1 概述	(22)
§ 3.2 目视判读与绿地面积计算	(23)
§ 3.3 遥感方法与人工调查的对比	(24)
第 4 章 绿化隔离地区绿化情况监测	(27)
§ 4.1 概述	(27)
§ 4.2 多边形叠加方法	(28)
§ 4.3 数据对比分析	(29)
第 5 章 应用 LiDAR 技术测量林木的蓄积量	(41)
§ 5.1 概述	(43)
§ 5.2 基于 LiDAR 技术的林木蓄积量的计算方法	(46)
§ 5.3 基于 LiDAR 技术测量林木蓄积量的实例	(48)

第 6 章 林木的生长模型及其可视化研究	(58)
§ 6.1 概述	(58)
§ 6.2 林木胸径生长模型研究	(59)
§ 6.3 胸径与树高之间关系的拟合	(69)
§ 6.4 林木生长的可视化研究	(72)
第 7 章 研究成果发布	(85)
§ 7.1 概述	(85)
§ 7.2 软硬件平台的选择	(86)
§ 7.3 系统设计与分析	(88)
§ 7.4 系统实现	(92)
第 8 章 结论	(98)
参考文献	(99)

CONTENTS

1	Introduction	(1)
§ 1.1	Objects and significance	(1)
§ 1.2	History and the present situation	(3)
§ 1.3	Main problems for the book to solve	(11)
2	Dynamic Monitoring Forest Cover in the Whole City of Beijing	(13)
§ 2.1	Introduction	(13)
§ 2.2	Methods to register and classify the remote data	(13)
§ 2.3	Comparison of the experiment results with forest resource investigation	(16)
3.	Dynamic Monitoring Urban Public Greenbelt in Beijing	(22)
§ 3.1	Introduction	(22)
§ 3.2	Visual interpretation and calculation of greenbelt area	(23)
§ 3.3	Comparison of this remote sensing method with manual investigation	(24)
4.	Dynamic Monitoring Forest Cover in Virescence Partition in Beijing	(27)
§ 4.1	Introduction	(27)
§ 4.2	Overlay method on polygons	(28)
§ 4.3	Comparison analysis of data	(29)
5.	Calculating Forest Cumulate Quantity with LiDAR Technology	(41)
§ 5.1	Introduction	(43)

§ 5.2	Methods to calculate forest cumulate quantity based on LiDAR technology	(46)
§ 5.3	An example to calculate forest cumulate quantity based on LiDAR technology	(48)
6.	Trees Growing Models and Their Visualization	(58)
§ 6.1	Introduction	(58)
§ 6.2	Growing models of the tree on chest-diameter	(59)
§ 6.3	Relation simulating between heights and chest-diametes of trees	(69)
§ 6.4	Trees growing visualization	(72)
7.	Publication of Researching Production	(85)
§ 7.1	Introduction	(85)
§ 7.2	Platform to select on software and hardware	(86)
§ 7.3	Design and analysis of the system	(88)
§ 7.4	Realization of the system	(92)
8.	Conclusion	(98)
	Reference	(99)

第1章 引言

§ 1.1 研究目的与意义

绿化工作是“新北京、新奥运”建设的一项重要内容,“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”是北京奥运会的理念。要想使北京山更绿、水更清、天更蓝,成功地举办2008年第二十八届奥运会,就必须按照《“绿色奥运”行动规划》和《北京城市总体规划2004年—2020年》(简称《总体规划》)的要求,完成各项规划指标。

北京奥运会申办报告明确指出:北京“在防治环境污染、完善城市基础设施的基础上,以造林绿化、合理利用水资源、建设生态农业为重点,加快构筑良好的首都生态基础。到2008年,实现青山、碧水、绿地、蓝天和建成生态城市的目标。建设首都绿色生态屏障。2007年全市林木覆盖率达到50%,基本完成山区、平原地区、城市绿化隔离地区三道绿色生态屏障建设。到2005年,山区绿化完成10万公顷,以‘五河十路’为重点的绿色通道建设完成2.3万公顷,城市绿化隔离地区完成1.25万公顷。推进城市绿化美化,搞好城市干道、街巷和水系的绿化,高标准完成市区255条主要大街的绿化改造,广泛进行立体绿化;增加市区水面,营造水面景观;建设好市区中心大面积公共绿地(公园),建成50块1万平方米以上以乔木为主的大型绿地;完善郊区卫星城和33个中心镇绿化体系。2007年,全市城市绿化覆盖率力争达到45%”。

为贯彻北京奥运会申办报告中“绿色奥运”理念,奥组委提出了《绿色奥运行动计划》,北京市园林局提出了《新北京新奥运城市绿化行动计划》,将“绿色奥运”的理念具体化。2000年2月29日成立了由刘淇市长任组长以及岳福红副市长任总指挥的绿化隔离地区建设领导小组和总指挥部。3月24日北京市政府专门印发了《关于加快本市绿化隔离地区建设》的通知(京政发[2000]12号)。市政府还召开了一系列专门会议动员和布置绿化隔离地区建设工程,发布了相关的政策文件,保证这项工程顺利实施。在市政府的正确领导下以及相关部门的大力支持配合下,该项工程建设取得了很大成绩,据统计,2000—2003年,全市在绿化隔离地区完成绿化面积85.17平方千米,其中栽植各种树木2900多万株,拆除各类违章建筑660万平方米,腾出绿地1300多公顷,建成了一大批不同特色的精品工程,形成了7个600公顷以上基本连接的绿色版块。

国务院批准的《总体规划》认为:“生态环境承载能力是制约北京城市发展的重

要因素,北京城市发展规划和空间布局的确定必须充分考虑环境与生态的现实状况和发展目标”。“北京若要维持相对良好的生态环境条件,平原地区应至少保证 3 500 平方千米的绿色生态空间。若要实现更高的城市与地区环境发展目标,则需更大的绿色空间加以保证”。《总体规划》提出北京城市绿化建设的远景指标是“2020 年,建成功能完备的山区、平原、城市规划隔离地区三道绿色生态屏障。全市林木覆盖率达到 55%,森林覆盖率达到 38%;城市绿地率达到 44%~48%,绿化覆盖率达到 46%~50%;人均绿地面积 40~50 平方米,人均公共绿地面积 15~18 平方米”。

综上所述,绿化工作是北京市成功举办奥运,维持良好生态环境条件的重要内容。北京市的绿化建设与生态环境保护也是政府和广大市民极为关注的一个热点话题。北京市多尺度林地信息的提取与分析就是立足于《“绿色奥运”行动规划》和《总体规划》,应用 3S 技术尤其是遥感技术和地理信息系统技术,动态跟踪北京市域(全市范围)和北京中心城区(五环以内地区)、第一道绿化隔离地区等多个尺度林地的变化情况,摸清北京市域、中心城区和第一道绿化隔离地区的林地绿化的家底,分析北京市近年来绿地的变化情况并为政府提供决策依据。可视化表达林地的变化情况和温榆河朝阳区界段树木生长景观,展现绿色奥运的美丽景观。研究温榆河朝阳区界段树木的生长模型,以昌平某实验基地为例探讨应用 LiDAR 技术进行树种识别和林木蓄积量计算的方法。

开展本项目的研究具有以下几个方面的现实意义:

- (1) 根据对近几年对北京市林地动态监测的结果分析实现“绿色奥运”目标的进度及可行性;
- (2) 评价各区县 2000 年—2005 年实施北京市第一道绿化隔离带工程的业绩;
- (3) 建立生态景区温榆河朝阳区界段树木的生长模型,预测类似树种的成材时间;
- (4) 虚拟生态景区温榆河朝阳区界段的景观,向世人展示“绿色奥运”和绿化隔离带工程建设取得的成就。

开展本项目的研究同时还具有较高的学术价值:

- (1) 采用 LiDAR 技术进行林分蓄积量计算丰富了现有林分蓄积量计算的方法;
- (2) 用分形方法和开方根规律预测林木的形状、结构和树枝数,首次将数学方法和地图学方法同时引入树木生长仿真,为林木生长研究开辟了一条新思路,并为树木的形态发生模型和生态生理模型之间提供一种新的接口方式。
- (3) 提出了适合北京温榆河畔杨树生长的生态生理模型,在此基础上探索 4 维景观虚拟现实技术,一定程度上实现了对林木生态景观进行时间漫游和空间漫游,为更深入开展 4 维景观虚拟现实研究提供了有益的参考。

§ 1.2 历史与现状

本项研究涉及的内容主要包括北京市绿化隔离地区建设、土地利用/覆盖动态监测、树木生长模型以及虚拟现实在林业上的应用三个方面,以下从三个方面论述本项研究的历史与现状。

1.2.1 北京市绿化隔离地区建设

绿化隔离地区是指在城市中心区和10个边缘集团之间,以及各边缘集团之间用成片的大绿化带进行隔离,其目的是防止城市中心地区与外围组团之间连成一片,避免城市“摊大饼式”的发展,实现城市规划“分散集团式”布局。为彻底改变绿化隔离地区城乡结合部的“脏、乱、差”状况,促进其经济发展,加快城市化进程,实现“分散集团式”布局,2000年3月24日,市政府印发了《关于加快本市绿化隔离地区建设的意见》的通知((京政发[2000]12号),以下简称《通知》),明确提出“要用三至四年的时间全面完成城市隔离地区绿化建设,实现绿化达标、环境优美、秩序良好、经济繁荣、农民致富的目标”(这里提到的绿化隔离地区后来被称为第一道绿化隔离地区)。到2002年年底,第一道绿化隔离地区新增绿地64.3平方千米,绿化总面积达到102.3平方千米,形成了10块面积在300公顷以上的大型绿色板块,其中7块达到600公顷以上。第二道绿化隔离地区位于北京市五环路和六环路之间,涉及朝阳、海淀、石景山等10个区,总用地面积1650平方千米,实现绿化要达到60%以上。按照《北京市第二道绿化隔离地区规划》的要求,2003年要以“两河一路”的永定河、温榆河和六环路以及九片楔形绿地为重点,启动第二道绿化隔离地区绿化工程2000公顷。按照市政府的要求,第二道绿化隔离地区绿化步伐要加快,力争到2008年,用6年时间使绿化面积在现有基础上再翻一番,使绿化覆盖率达到50%以上。为加强绿化隔离地区的建设,北京市政府还在2003年7月11日发布了《关于加快本市第二道绿化隔离地区绿化建设的意见》。市政府同时还在2000年和2003年召开专门会议,研究加强绿化隔离地区建设工作,为此成立了绿化隔离地区总指挥部。

与实际绿化隔离地区工程建设相对应,刘淇市长指示,要把“数字绿化带”作为“数字北京”的一个组成部分。这个项目由首都信息发展股份有限公司建设开发,网址为“<http://159.226.117.45/szlhd/>”。在北京数字绿化带信息系统界面上,具有对空间数据进行查询检索、缩放、漫游、量测等功能(张保钢,2001),系统提供的数据库包括背景、地形、影像、规划、城市发展档案5个数据库。2004年4月广州城市信息研究所有限公司开发完成了“北京市绿化隔离地区信息系统”,该系统采用多层B/S模式,利用面向对象、J2EE、RM—ODP和UML等先进技术和方法进

行开发,将数据存储在 Oracle 空间数据库中,由总体规划、绿化建设、新村建设、经济建设、成果展示、媒体报道、大事记、文件管理(发文和收文)、档案管理和系统管理 10 个模块组成。

1.2.2 土地利用/覆盖动态监测

土地利用/覆盖动态监测尤其是森林资源动态监测是随着航空相片和卫星相片的出现而逐步兴起的。土地利用是指人类有目的地开发利用土地资源的一切活动,土地覆盖是指地球陆地表层和近地面层的自然状态,是自然过程和人类活动共同作用的结果(Turner II BL, et al, 1995)。20 世纪进入 90 年代以来,全球环境变化研究领域逐渐加强了对土地利用/土地覆盖变化的研究。隶属国际科学联合会(International Science Union, ICSU)的 IGBP(国际地圈与生物圈计划)和隶属于国际社会科学联合会(International Social Science Council, ISSC)的 IHDP(全球环境变化人文计划)是在该领域研究具有世界影响的两大组织。这两个组织为推动全球环境问题的综合研究,推出了一系列代表该领域研究方向并具有指导作用的计划。1995 年共同拟定并发表了《土地利用/土地覆盖变化科学研究计划》(Turner II, et al, 1995),1999 年两大组织又发表了《土地利用/土地覆盖变化实施策略》(Lambin E F, et al, 1999)。前者提出了土地利用变化机制的案例比较研究,土地覆盖变化机制的直接观测和诊断模型研究,以及区域和全球模型研究等 3 个土地利用/土地覆盖变化研究的重点问题;后者给出了该研究应回答的 6 个问题。

(1)过去 300 年来土地覆盖变化是如何受人类活动影响的?

(2)不同的地区与不同的历史时期内土地覆盖的变化受哪些人为因素的影响?

(3)未来 50~100 年,土地利用的变化将怎样影响到土地覆盖及其变化?

(4)对于某一特定的土地类型来说,近期有哪些人为因素或者自然环境因素的变化影响到土地利用的可持续性?

(5)气候与地球物理化学圈层的变化是怎样影响到土地利用与土地覆盖及其变化的?

(6)土地利用与土地覆盖的变化又是怎样反过来影响人类行为的?土地覆盖的变化如何导致或者加剧了某些特定区域的脆弱性?

在这些计划的指导下,全球性的土地利用/土地覆盖工作得以全面展开并在信息获取、变化机制研究、对其他环境要素影响方面取得了成就(石丽萍, 2006)。例如利用卫星数据研发了具有统一分类方法、统一数据处理规范并具有统计精度评价结果的全球 1km 空间分辨率土地覆盖数据库(Vogelmann, et al, 1998),利用该数据库改进中尺度区域天气与气候模拟,以深入了解地表覆盖极其复杂的组合对中尺度大气环流的影响(Pielke, et al, 1997)。另外还可利用该数据库作为全球

环流模型的输入,检验和分析气候干湿变化及季节降水,温度和蒸发变化对于地表植被及其动态变化的依赖性和敏感性(Fennessy, et al, 2002)。该数据库也可用于研究生物地球化学过程模拟,因为许多重要的化学元素在地球—大气—海洋系统中的交换依赖于地表覆盖及土地利用,如二氧化碳、一氧化碳、甲烷、挥发性有机合成物等的迁移和转化(塔西甫拉提·特拜依等, 2006)。全球及区域性的土地覆盖数据还广泛应用于各类生态系统模拟、草原生物量估算及其与气候的关系、森林火灾危情监测预报、流域水资源及质量评估、农药使用监测、森林普查和监测、农作物面积估算以及土地资源管理等(Yang, et al, 1998)。有关土地利用与土地覆盖变化的研究成果还被用于监督有关全球环境变化国际公约的执行。例如有关地球系统碳素循环和温室气体增加导致的地气间相互作用的改变以及世界各国对此所承担义务的履行情况。

目前国际上已有很多国家开展这方面的工作,美国、日本等国制定了自己的土地利用与土地覆盖变化研究计划,加拿大、澳大利亚等疆域辽阔国家也在经济活动少的荒漠区使用卫星资料,在人口稠密地区使用航空遥感方法对土地利用和覆盖变化进行监测。法国将卫星遥感资料作为土地监测的辅助资料配合航空遥感和地面调查做样点布设,美国及西欧一些国家为泰国、墨西哥等第三世界国家制作中小比例尺的土地利用图。

20世纪80年代开始,我国也先后开展了一系列国土资源动态的监测项目。限于篇幅,本文仅介绍与林业有关的森林资源动态监测进展情况。1986年3月,林业部调查规划设计院主持完成了“六五”国家科技攻关项目遥感技术在森林资源动态监测中的应用。森林资源监测是宏观上对作为时间函数的森林数量、质量、消长趋势和生产力的评价调查。该课题利用遥感、计算、数学模型和森调技术的有机结合,解决森林资源监测工作中的各项关键技术,形成实施森林资源动态监测的初步技术方法。

1991年—1995年,林科院资源信息研究所开展了“三北”防护林体系和植被变化监测系列技术项目,该项目的重点是研究改进遥感图像计算机自动识别技术和数据库更新技术。在“三北”地区的三个县级典型区(约三万平方千米)内监测植被变化、土地利用变化和环境变迁,为在“三北”地区进行资源管理、规划和决策提供了系统技术,提交了一套可重复应用的遥感和计算机自动分类和动态监测的系统技术。它们分别是:遥感影像大气辐射与地形校正技术、彩色遥感影像标准化技术、多时相遥感影像复合应用技术、遥感影像分区分层机助分类技术、遥感影像专家辅助计算机分类技术、遥感影像计算机屏幕解译技术、数据库及图库的建立更新等一系列技术。

1993年,戴昌达等应用卫星遥感监测研究了北京市的环境变化,傅肃性等人(1994)对南京市域采用用地监测与制图方法开展了基于空间信息库的遥感动态监

测研究,分析了 1991 年和 1993 年两个时相的市域用地类型及其变化,展望了未来用地类型动态变化的趋势。

2003 年 11 月 14 日建设部发布了《关于开展城市规划动态监测工作的通知》(建规函[2003]252 号),监测的重点是国务院审批总体规划的城市的总体规划实施情况,以及国家历史文化名城的保护规划实施情况。2003 年底城市规划动态监测工作完成了 9 个城市的试点工作,基本达到了开展城市规划动态监测工作初期确立的完善城市规划动态监测的工作方法、技术路线、监督软件系统,摸清监管工作重点和难点等目标,并为今后在全国普遍开展城市规划动态监测积累了经验。根据 2003 年度选择的监测城市,并结合当前我国经济发展状况,将适当扩大选取目标城市的范围开展工作。

在监测应用方面中国科学院遥感应用研究所承担了奥运环境遥感动态监测研究项目。该项目利用多时相高分辨率遥感数据,结合全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、虚拟仿真系统等,在空间尺度上实现了对奥运主场馆区场馆工程与环境工程建设进展的动态观测;在时间尺度上,实施为期 3 年的连续观测。另外,还应用虚拟仿真技术来模拟工程环境的动态变化,展现工程环境建设进展,实现虚拟奥运网络发布与浏览,建设数字奥运空间数据综合信息平台,开发与北京市建委正在构筑的“奥运工程项目管理信息平台”之间的接口。这个项目将建成两大系统,即奥运主场馆区工程环境高分辨率遥感监测技术系统与奥运工程环境虚拟仿真信息平台系统,形成一套分析应用体系,根据奥运主场馆区工程环境建设进展,定期提交监测报告。研究成果直接服务于奥组委的工程环境建设指挥、管理,成为“奥运工程项目管理信息平台”的空间数据和虚拟仿真信息源,并作为北京奥组委向国际奥委会等国际组织提交的工程环境建设进程、状况的重要科学数据与技术资料。

2003 年 6 月 25 日中共中央、国务院发布了《中共中央、国务院关于加快林业发展的决定》,对我国的林业管理起到重要的促进作用。2004 年我国建成了国家级森林资源遥感监测业务运行系统(丁晓强等,2004),该系统将 3S 技术与国家森林资源清查技术进行集成,改进和完善国家森林资源清查的遥感应用模式,丰富监测成果信息,提高监测效率,以满足林业决策和生态建设对森林资源宏观信息的需求。其功能包括遥感数据处理、遥感信息提取、遥感监测成果统计、信息管理等功能。

全国各地贯彻《决定》精神,提出了一系列具体执行措施,如浙江省委、省政府在 2004 年 9 月 2 日提出了《关于全面推进林业现代化建设的意见》,2005 年度全面启动森林资源动态监测工作。省级宏观监测采用抽样调查的监测方法,抽取全省三分之一省级固定样地,进行复位调查,提供省级森林资源与生态状况的变化信息;建立森林资源调查成果数据库,对省级森林资源状况作出最新分析,为下一

年度的资源公报作准备。福建省以永安市境内的贡川镇和上坪乡为示范区,基于多源 RS 和 GIS 数据进行了林业资源变化监测(周小成等,2004)。他们利用高分辨率的“资源二号”影像和 TM 影像以及研究区林相图等多源数据,充分挖掘利用多源数据信息,对森林资源变化监测。这项工作提高了传统林业调查和管理的科技含量,为“数字福建”和“数字林业”打下基础,同时节省了林业资源普查费用。

1.2.3 树木生长模型与可视化的研究进展

一、树木生长模型

树木的生长发育是一个十分复杂的过程,这表现为①控制变量及影响因素众多;②各变量与生长结果之间可能具有较强的动态耦合变化过程;③生长过程呈现随机性、非线性、多变性及突变性。因此建立一个完整的树木生长模型,并全面反映出以上特征是十分困难的。因此,任何一个树木生长模型,总是建立在一定条件之下,并根据某些特定研究内容,对树木生长过程进行简化数学处理。生长模型是已知树木的初始状态及环境因素,计算出树木生长过程,可用各种参数或数据来表达。该模型可以理解为是由形态发生(morphogenetic)和生态生理(ecophysiological)两个模型组成(胡包钢等,2001)。

形态发生模型提供树木的形态信息,可以进一步分解为拓扑结构模型(topological)和几何结构模型(geometrical)。拓扑结构模型用于描述植物离散结构单元之间的连接关系,并可用抽象的数学语言反映出植物的生长阶段。几何结构模型是指林木整体或部分器官组成结构的3维信息描述。生态生理模型是指树木的各种生长机理模型,如土壤、水肥、光合作用、养分生成与分配、呼吸蒸腾作用等。形态发生模型和生态生理模型的交互作用组成树木的生长模型。

在形态发生模型的研究方面目前主要有分形方法、L 系统方法和随机过程方法。分形方法主要利用林木的枝条与整棵树间的自相似性表现林木生长的形态结构。实现分形几何建模的主要方法有:迭代函数系统(IFS)、分枝矩阵、粒子系统、正规文法方法、A 系统和 Oppenheimer 提出的特定分形方法(胡包钢等,2001)。

IFS 方法是通过若干仿射变化,将整体形态变换到局部。Barnsley 等人(1985)应用 IFS 生成了具有自相似性的蕨类植物叶片。随后 Barnsley(1989)又提出了再现迭代函数系统方法,该方法可以体现植物体局部之间的不同自相似性。Prusinkiewicz 等人(1991)提出了一种语言约束式迭代函数系统方法,它可通过加入变换顺序的约束条件,通用地概括各类不同的 IFS 方法。分枝矩阵是由 Viennor(1989)提出的,该方法用矩阵描述植物分枝结点的个数和类型,通过迭代产生植物的分形结构。粒子系统方法是 Reeves(1983)提出的一个随机模型,它采用基本粒子的集合来描述物体的形态及其变化,这些基本粒子可以是一个像素,也可以是一些简单的绘图图元,它们的集合确定了物体的形态。该方法以粒子单元