



中咨研究系列丛书



森林植被碳储量 动态仿真模型研究

Study on Dynamic Simulation Model of Carbon Storage of Forest Vegetation

吴金友 编著

中国林业出版社

China Forestry Publishing House



中咨研究系列丛书

森林植被碳储量 动态仿真模型研究

Study on Dynamic Simulation Model of Carbon Storage of Forest Vegetation

吴金友 编著

中国林业出版社

China Forestry Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

森林植被碳储量动态仿真模型研究 / 吴金友编著. —北京: 中国林业出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-5038-6789-7

I. ①森… II. ①吴… III. ①森林植被-碳-储量-仿真模型-研究-中国 IV. ①S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 240899 号

责任编辑: 于界芬

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

网址 <http://lycb.forestry.gov.cn>

发行 中国林业出版社

印刷 北京市昌平百善印刷厂

版次 2014 年 7 月第 1 版

印次 2014 年 7 月第 1 次

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 13

字数 230 千字

定价 50.00 元

中咨研究系列丛书

编委会

主 编 肖凤桐

执行主编 窦 皓

编 委 肖凤桐 裴 真 杨东民 苟护生

窦 皓 鞠英莲 王玉山 黄 峰

张永柏 王忠诚 武博祯

执行编委 李开孟 李 华 刘 洁 武 威

丛书总序

现代咨询企业怎样才能不断提高核心竞争力？我们认为，关键在于不断提高研究水平。咨询就是参谋，如果没有对事物的深入研究、深层剖析和深刻见解，就当不好参谋，做不好咨询。

我国的工程咨询业起步较晚。以1982年中国国际工程咨询公司（简称中咨公司）的成立为标志，我国的工程咨询业从无到有，已经发展成具有较大影响的行业，见证了改革开放的历史进程，通过自我学习、国际合作、兼容并蓄、博采众长，为国家的社会经济发展做出了贡献，同时也促进了自身的成长与壮大。

但应该清醒地看到，我国工程咨询业与发达国家相比还有不小差距。西方工程咨询业已经有一百多年的发展历史，其咨询理念、方法、工具和手段，以及咨询机构的管理等各方面已经成熟，特别是在研究方面有着深厚基础。而我国的工程咨询业尚处于成长期，尤其在基础研究方面显得薄弱，因而总体上国际竞争力还不强。当前，我国正处于社会经济发生深刻变革的关键时期，不断出现各种新情况、新问题，很多都是中国特定的发展阶段和转轨时期所特有的，在国外没有现成的经验可供借鉴，需要我们进行艰辛的理论探索。全面贯彻和落实科学发展观，实现中华民族伟大复兴的中国梦，对工程咨询提出了新的要求，指明了发展方向，也提供了巨大发展空间。这更需要我们研究经济建设特别是投资建

设领域的各种难点和热点问题，创新咨询理论和方法，以指导和推动咨询工作，提高咨询业整体素质，造就一批既熟悉国际规则、又了解国情的专家型人才队伍。

中咨公司重视知识资产的创造、积累，每年都投入相当的资金和人力开展研究工作，向广大客户提供具有一定的学术价值和应用价值的各类咨询研究报告。《中咨研究系列丛书》的出版，就是为了充分发挥这些宝贵的智力财富应有的效益，同时向社会展示我们的研究实力，为提高我国工程咨询业的核心竞争力做出贡献。

立言，诚如司马迁所讲“成一家之言”，“藏诸名山，传之其人”。一个人如此，一个企业也是如此。努力在社会上树立良好形象，争取为社会做出更大贡献，同时，还应当让社会倾听其声音，了解其理念，分享其思想精华。中咨公司会向着这个方向不断努力，不断将自己的研究成果献诸社会。我们更希望把《中咨研究系列丛书》这项名山事业坚持下去，让中咨的贡献持久恒长。

《中咨研究系列丛书》编委会

前 言

全球气候变化已严重影响到人类的生存环境和经济社会的可持续发展。森林与气候变化的关系十分密切,森林生态系统是陆地最大的碳储库,在应对气候变化中具有独特功能,在维持地球碳平衡中具有重要作用。

本书通过系统分析国内外学者对森林植被碳储量和系统动态学研究的最新进展,针对辽宁省森林资源结构及其特点,探讨如何估算与测量造林活动(项目)的碳储量,提出碳计量流程和方法;根据相关资料分析,提出可供辽宁省森林植被碳储存量仿真模型各林龄组碳密度变量所需要的参考值;并应用系统动态学因果关系与框架流程图方法,研建林地动态流程图,森林资源蓄积量、生长量动态流程图,木材采伐蓄积量动态流程图,森林植被碳储量动态流程图和森林经营、林地、蓄积量、森林植被碳储量等综合动态流程图。本书采用世界先进的模拟仿真软件——Vensim 软件,建立辽宁省森林植被碳储量动态仿真模型;设计 3 种不同方案情景,应用森林植被碳储量动态仿真模型,分别对辽宁省及其 14 个市的森林植被碳储量的未来变化趋势进行动态分析,模拟测算森林植被碳储量对碳密度的敏感程度。

应用 Vensim 软件创建森林资源动态流程图,建立起辽宁省森林植被碳储量动态仿真模型。设计多种经营方案对辽宁省森林植被碳储量进行模拟测算,并选出 3 种有代表性的方案情景进行分析论证。

现时经营方案。按现在经营措施和管理手段,森林植被碳储量从2005年的1.22亿吨分别增加到2010年的1.28亿吨、2035年的1.5亿吨,各提高4.92%、22.95%。

发展方案。加大森林经营力度,增加幼、中龄林人工抚育强度,提高造林成活率,改善森林质量。森林植被碳储量从2005年的1.22亿吨分别提高到2010年的1.37亿吨、2035年的1.59亿吨,各提高12.29%、30.33%。

战略方案。森林资源数量稳步增长,进一步调整和改善森林结构,加强森林抚育与管护水平。森林植被碳储量从2005年的1.22亿吨分别提高到2010年的1.44亿吨、2035年的1.71亿吨,各提高18.03%、40.16%。

研究认为,辽宁省可以采用“发展方案”制订森林植被碳储量中长期规划,经过努力,到2035年能够实现森林植被碳储量达到1.59亿吨的目标。

应用仿真模型模拟森林植被碳储量对不同情景碳密度的敏感程度。从森林植被碳储量对碳密度的敏感程度分析中发现,碳储量对碳密度具有较高的敏感性。因此在提高森林植被碳储量水平的工作中,关键是要高度重视如何提高各林分林组的碳密度。

应用辽宁省森林植被碳储量动态仿真模型,模拟出辽宁省14个市2010~2035年的森林植被碳储量,进行对比分析中发现:抚顺市、丹东市和本溪市森林植被碳储量约占全省森林植被碳储量的50%,铁岭市和朝阳市约占20%,大连市、鞍山市和葫芦岛市等9个市约占30%。森林植被碳储量若按行政区域划分,分布不均、差距较大。

如果用不同区域的森林资源数据资料初始化仿真模型相关变量,那么就可以把已建立的森林资源流程图和

森林植被碳储量动态仿真模型应用到不同区域(县、市、省、全国),模拟出在不同经营方案下的森林植被碳储量动态变化趋势,探讨挖掘森林植被碳储存潜力的方法,为科学制订森林植被碳储量的发展战略奠定理论基础。

在此,感谢中国国际工程咨询公司的领导和同事们对我工作的大力支持和帮助,感谢博士生导师、北京林业大学李俊清教授对我的精心指导和帮助,感谢中国林业出版社的领导和编辑为本书的出版所付出的辛劳。

由于本人水平有限,时间仓促,对有些知识的把握与理解还不到位,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2014年6月

Preface

The global climate change has seriously impacted the living environment and sustainable development of human-being society. Forest plays a very important role on addressing climate change. Forest ecological system is not only the largest carbon storage pool, but also plays a key function on global carbon circulation and a fundamental base on sustaining carbon balance in the world.

On the base of domestic and overseas scholars' research status and new progresses on carbon storage of forest vegetation and System Dynamics, this study explores how to calculate carbon storage of forestation activities(projects) which directly influence on carbon storage of forest vegetation, that puts forward carbon accounting programs and methods, gives some reference numerical values of forest carbon density in different age groups for Liaoning province after analyzing three papers about research on carbon storage and density of forest vegetation by the use of forest resources inventory data in China. Based on the forest resource structures and characteristics, the flowchart is established by the use of reason-effect relationship and circulation relationship of System Dynamics, which reflects overall dynamic change of carbon storage of forest vegetation. Forest land dynamic flowchart, dynamic flowchart of forest resource volume and growth, dynamic flowchart of log-

ging volume and dynamic flowchart of carbon stocks are set up on the base of forest resource structure. According to comprehensive dynamic flowchart of forest management, forest resource structure and carbon storage of forest vegetation, Dynamic Simulation Model of carbon storage of forest vegetation in Liaoning province is established by adopting modern dynamic simulation software-Vensim in the world. This thesis simulates and analyzes changeable trends of carbon storage of forest vegetation in Liaoning province and its 14 cities in the future by means of Dynamic Simulation Models. The conclusions are as follows:

At the beginning of the forestation, the increment of carbon storage of forest vegetation should be taken as a main target of forestation activities (projects). At the start of forestation activities, forest carbon accounting and surveying methods are used to appraise carbon storage ability of forestation project. In order to ensure absorption carbon potential of forestation project, increase carbon storage ability and improve forest carbon stocks, forestation tree species will be selected and implementation scheme should be set.

Theory and methods of System Dynamics are used to analyze forest resource structure and establish a forest resource dynamic simulation flowchart. The variables and auxiliary variables are used to describe forest structure and management status. The level variable and rate variable are used to reflect forest structure dynamic status. Under the different forestation plans and management measures, the model simulates many variable results of different forest resource structures and forest

carbon stocks. These results are useful for policy makers to make high efficient forest resource management schemes.

Forest resource dynamic simulation flowchart is created, forest carbon stock simulation model established and some models listed by the use of Vensim software. Based on the analysis of forest resources and investigation, some management schemes are put forward. Three typical schemes are selected. The simulation results show:

1. The carbon storage of vegetation would reach 128 million tons in 2010 and 150 million tons in 2035 from 122 million tons in 2005 under present management scheme, respectively increases 4.92% , 22.95% .

2. The carbon storage of vegetation would reach 137 million tons in 2010 and 159 million tons in 2035 from 122 million tons in 2005 under development scheme, respectively increases 12.29% , 30.33% .

3. The carbon storage of vegetation would reach 144 million tons in 2010 and 171 million tons in 2035 from 122 million tons in 2005 under strategic scheme, respectively increases 18.03% , 40.6% .

Liaoning province could realize 159 million tons of carbon storage of forest vegetation in 2035 if it adopt development scheme to make middle or long time plan by the hard work.

The model is used to simulate how degree carbon storage of forest vegetation is sensitive to carbon density. The results show that the carbon storage of forest vegetation is greatly sensitive to carbon density. In order to increase the carbon storage of forest vegetation in the future, Liaoning province should

pay more attention to how improve the carbon density in different age groups. In other words, the carbon storage of forest vegetation greatly increases though the carbon density rises a little.

This model is used to simulate carbon storages of forest vegetation in Liaoning province and its 14 cities in 2010 – 2035. The simulation results express that the carbon storage of forest vegetation in Fushun, Dandong and Benxi city is approximate 50 percent of that of Liaoning province, the carbon storage of forest vegetation in Tieling, Chaoyang city is about 20 percent of that of Liaoning province, the carbon storage of forest vegetation in Dalian, Anshan, and Hulutao and other 9 cities is approximate 30 percent of that of Liaoning province; The allocation of forest carbon stocks is various in the different city. The difference among them is huge.

The dynamic simulation models of carbon storage of forest vegetation would be widely used in different regions (such as county, city, province and country) if the input data in the simulation model be replaced by their data. In order to establish a fundamental base for stimulating efficient management programs on carbon storage of forest vegetation, dynamic changeable situations of carbon storage of forest vegetation are simulated, researched and explored.

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 研究背景	(1)
一、气候变化及其影响	(2)
二、气候变化对森林生态系统的影响	(3)
第二节 国内外森林植被碳储量研究现状	(6)
一、国外森林植被碳储量研究现状	(6)
二、国内森林植被碳储量研究进展	(9)
三、国内外森林植被碳储量研究成果	(13)
第三节 系统动态学在森林资源中的应用	(19)
第四节 研究目的和内容	(21)
一、研究目的	(21)
二、研究内容	(22)
第二章 研究地区基本情况与研究方法	(24)
第一节 研究地区基本情况	(24)
一、辽宁省经济社会情况	(24)
二、自然条件	(25)
第二节 森林资源概况	(30)
一、森林资源现状	(30)
二、森林资源动态变化	(31)
第三节 研究方法与技术路线	(34)
一、研究方法	(34)
二、技术路线	(35)

第三章 森林资源分析	(37)
第一节 森林资源结构分析	(39)
一、森林权属	(39)
二、龄组结构	(40)
三、树种结构	(40)
四、天然林与人工林	(41)
五、灌木林与经济林资源	(44)
第二节 森林资源动态分析	(46)
一、林地面积	(46)
二、森林蓄积	(46)
三、森林资源质量	(47)
四、权属变化	(48)
五、林种面积变化	(49)
六、人工林面积变化	(51)
七、天然林面积变化	(51)
第三节 森林资源分布	(52)
一、按地理区域分布	(52)
二、按行政区域分布	(54)
第四节 森林资源特征与对比分析	(55)
一、森林资源特征	(55)
二、森林资源对比分析	(62)
第四章 造林活动碳计量流程与方法	(64)
第一节 造林活动碳计量流程	(65)
一、造林活动(项目)概念阶段	(65)
二、造林活动(项目)建议书	(67)
三、造林项目审阅、评估与批准	(68)
四、项目实施监测	(68)

五、项目评价	(69)
六、造林活动(项目)碳计量工作流程	(69)
第二节 造林活动(项目)碳计量方法	(71)
一、造林项目情景描述	(71)
二、造林项目产生的碳泄漏	(71)
三、造林项目产生的额外性	(72)
四、模拟造林活动(项目)情景下的碳计量 方法	(73)
五、造林活动(项目)不同碳库的计量方法	(74)
六、造林活动(项目)碳计量方法	(76)
第五章 森林植被碳密度分析	(78)
第一节 方法使用的资料	(79)
一、方法1使用的资料	(79)
二、方法2使用的资料	(79)
三、方法3使用的资料	(79)
四、分析使用的资料	(80)
第二节 方法的理论基础	(80)
一、方法1的理论基础	(80)
二、方法2的理论基础	(81)
三、方法3的理论基础	(83)
第三节 不同方法得到的结果	(85)
一、方法1的主要结果	(85)
二、方法2的主要结果	(87)
三、方法3的主要结果	(89)
第四节 分析评价	(89)

第六章 森林资源动态流程图	(91)
第一节 系统动态学与 Vensim 软件	(91)
一、系统动态学	(91)
二、Vensim 软件	(92)
第二节 森林生态系统结构与功能	(93)
第三节 林地动态变化流程图	(94)
第四节 森林资源蓄积量、生长量动态流程图	(95)
第五节 木材采伐蓄积量动态流程图	(97)
第六节 森林植被碳储量动态流程图	(97)
第七节 森林资源综合动态流程	(101)
第七章 森林植被碳储量动态仿真模型	(102)
第一节 仿真模型的建立	(102)
一、模型说明	(102)
二、综合动态流程图的创建	(102)
三、建立系统动态学仿真模型	(105)
第二节 仿真模型的应用	(113)
一、方案 1(现时经营方案)下的模型应用	(114)
二、方案 2(发展方案)下的模型应用	(116)
三、方案 3(战略方案)下的模型应用	(117)
第三节 敏感性分析	(119)
一、不确定因素方案设计	(119)
二、敏感程度分析	(120)
第四节 结果分析	(122)