



森林生态效益评价系统

SenLin ShengTai XiaoYi
PingJia XiTong

◎ 李长胜 李海奎 毕磊 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

森林生态效益评价系统

李长胜 李海奎 毕磊 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

森林生态效益评价系统 / 李长胜, 李海奎, 毕磊著.
—北京: 经济科学出版社, 2016. 3
ISBN 978 - 7 - 5141 - 6756 - 6

I. ①森… II. ①李…②李…③毕… III. ①森林生态
系统 - 生态效应 - 效益评价 IV. ①S718. 56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 061230 号

责任编辑: 白留杰 程辛宁
责任校对: 刘 昕
责任印制: 李 鹏

森林生态效益评价系统

李长胜 李海奎 毕 磊 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

教材分社电话: 010 - 88191354 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮箱: [bailiujie518@126. com](mailto:bailiujie518@126.com)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京财经印刷厂印装

710 × 1000 16 开 14. 75 印张 260000 字

2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6756 - 6 定价: 36. 00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn)

前 言

随着社会经济的发展以及对森林资源的开发利用,森林生态环境的价值越来越大,对国民经济的影响越来越广。国内外许多学者对此进行了广泛的研究,但是计量的方法多种多样,估计的数值相差悬殊,争议较大。本书在综述了国内外学者的研究后确定了研究的技术路线,在近代统计模型的基础之上,利用林业部门的大数据,建立了森林生态效益似乎不相关模型,进行了系统的计量。

首先,对研究地区的森林资源数据进行了小班因子检索、字段变量变换、排序、编辑和生成新小班数据表,经过合并同类小班形成用于本书研究的数据文件。接着阐述了似乎不相关模型定义、性质、最小二乘估计量和广义最小二乘估计,定义了森林涵养水源、森林保持水土、森林吸收二氧化碳、森林净化大气、森林抑制风沙效益和森林减轻水旱灾等各种经典的森林生态效益概念,确定了标准化森林生态效益因变量和自变量集,建立了森林生态效益似乎不相关模型。其次,根据替代市场法和市场逼近理论,构造了森林生态效益价值的货币量模型,定义了森林改善小气候、森林游憩、森林野生生物保护和森林削减噪声等广义森林生态效益模型。再其次,建立了林冠截留量、枯落物持水量、土壤毛细管孔隙贮水量、固土量、保肥量、吸收二氧化碳、净化大气和抑制风沙的整体扩散模型,由此估计了各林业局森林生态效益物理量,根据森林生态效益价值的货币模型推算了各林业局森林生态效益经济价值。根据恩格尔系数和特征系数增长曲线模型,计算了各林业局的森林生态效益补偿量。最后,编制了从数据文件管理、视图切换、数据表文件编辑、森林生态效益物理量估计、森林生态价值估计、森林生态效益补偿、

广义森林生态效益估计、经典和广义森林生态效益估计到系统维护的一个森林生态价值评价软件系统，并使用四大生态林业工程的数据进行了生态效益物理量、森林生态效益等的估计。

本书在以下几方面进行了创新：

第一，首次明确提出了经典森林生态效益、广义森林生态效益的概念。把森林涵养水源、森林保持水土、森林吸收二氧化碳、森林净化大气、森林抑制风沙等有明确物理量的森林生态效益称为经典的森林生态效益，把没有明确的或没有物理量，或没有市场替代产品的森林改善小气候、森林游憩、森林野生生物保护和森林削减噪声等效益扩充后称为广义森林生态效益。

第二，把“整体扩散”的概念引入到森林生态效益模型建立中，把多种森林生态效益统一到一个系统中。并用市场逼近系数、有效面积系数、物理量转换系数等分别构造了第一类货币量模型和第二类货币量模型，进行了森林生态环境价值的估算，大大降低了国内外有争议学者的估计过高的数值。

第三，在国内首次建立了一套森林生态价值评价软件系统，并用非研究地区的数据进行了测算。该系统可以使用现在林业部门每年上报的森林资源的大数据，不必要有为建立森林生态效益模型单独测定的数据。数据格式可以是以前林业部门使用的 Dbase、Fox-Pro，也可以是目下使用的 Excel 等数据文件。可以使用自己的数据拟合的模型参数，也可以应用其他学者的研究成果，为以后在其他林区应用打下了基础。

由于笔者水平有限，本书肯定存在不少错误。敬请批评指正！

作者

2016年3月

Preface

Along with the socio-economic development as well as the development and utilization of forest resources, the forest ecological environment has become more and more valuable, and its impact on the national economy has also become increasingly wide. Many scholars at home and abroad have conducted extensive researches with regard to this. However, the estimated numerical values are disparate due to a variety of ways of measurement, with a large controversy. Based on the summary of the studies of scholars at home and abroad, this study determines the technological model of the study. On the basis of modern statistical models, it establishes the seemingly unrelated model of forest ecological benefit by using the big data of forest department, making a systematic measurement.

First of all, It carries out sub-compartment factor retrieval, field variable transform, sorting, edit as well as generating a new sub-compartment data sheet in terms of the data of forest resources in study area, merging the similar sub-compartments to form data file for this study. And then it describes the definition and nature of the seemingly unrelated model, the least squares estimator and the generalized least squares, and it also defines the concept of various classical forest ecological benefits, such as forest water conservation, forest soil and water conservation, forest absorption of carbon dioxide, forest purification of air, forest inhibition of sand benefits and forest mitigation of drought and floods, determining the set of dependent and independent variables of the standardized forest ecological benefits, establishing the seemingly unrelated model of forest ecological

benefits. According to alternative market method and market approximation theory, this paper builds a monetary quantity model of forest ecological benefit values, defining the generalized forest ecological benefits model including the forest improving the micro climate, forest recreation, conservation of forest wildlife, and forest reduction of noise, and so on. And then this paper establishes the overall diffusion model of canopy interception, litter water-holding capacity, soil capillary pore water-holding capacity, quantity of soil fixation, fertilizer conservation, absorption of carbon dioxide, purification of atmosphere and inhibition of sand, and then it estimates the physical quantities of forest ecological benefit of various forestry bureau, according to the monetary model of forest ecological benefits it calculates the economic values of forest ecological benefits of forestry bureaus. The effectiveness of the water conservation, forest soil conservation, and forest fertilizer conservation, absorption of carbon dioxide, purification of the atmosphere and the inhibition of sand of Yichun Forest Administrative Bureau are respectively as follows: 2593793144, 1287286743, 533238174, 508008295, 609913240, 275062285 Yuan (RMB), and the benefits of improving the micro-climate, mitigating drought and floods, recreation, wildlife protection, noise reduction are respectively as follows: 87457461, 243432779, 5359088, 115028676, 21103 Yuan (RMB). The annual total forest ecological benefit is 6.258601 billion Yuan (RMB). According to the growth curve model of Engel coefficient and characteristic coefficient, this paper calculates the compensation quantity of the forest ecological benefits of forestry bureaus. Finally, it works out an evaluation software system from data file management, view switch, edit of data-sheet document, physical quantity estimation of forest ecological benefits, value estimation of forest ecology, compensation of forest ecological benefits, estimation of generalized forest ecological benefits, estimation of classical and generalized forest ecological benefits to

systematic maintain the ecological value, as well as using the data of four ecological forestry projects to carry out some estimations such as the physical quantity of ecological benefits, the forest ecological value, and so on.

This study carries out innovations in the following aspects:

1. It clearly puts forward the concept of classic forest ecological benefits and generalized forest ecological benefits for the first time. Forest ecological benefits, that have clear physical quantity, such as forest water conservation, forest soil and water conservation, forest purification of atmosphere, forest inhibition of sand, are called as classic forest ecological benefits, while the benefits have unclear physical quantity or have no physical quantity, or without market substitute produces, such as forest improving micro-climate, forest recreation, protection of forest wildlife and forest reduction of noise, are called generalized forest ecological benefits after being expanded.

2. It introduces the concept of “the overall diffusion” into the establishment of the model of forest ecological benefits, integrating various kinds of forest ecological benefits into one system. And it also uses market approximation coefficient, effective-area coefficient, physical quantity conversion coefficient to respectively build the first type of monetary quantity model and the second type of monetary quantity model, carrying out estimation of forest ecological environment value, greatly reducing the overestimation of the value of the controversial scholars at home and abroad.

3. It establishes a set of software system of forest ecological value evaluation for the first time at home, as well as carrying out the calculation with the data of non-study area. It makes the big data of the forest resources that need to be handed over by the forestry department every year does not need to have separate determination data to establish a model of forest ecological benefits model. The data format can be Dbase or FoxPro

used by the forestry department before, which also can be Excel and other data files that are used currently. The fitting model parameter with own data can be used, and the study results of other scholars can also be applied, which lays the foundation for its application in other forest areas.

Because of authors' level and time, many mistakes might exist in the book. Criticizing and valuable comments are welcomed.

March, 2016

目 录

第一章 国内外研究概况	(1)
第一节 国外研究现状	(1)
第二节 国内研究现状	(4)
第三节 国内外文献综述简析	(6)
第二章 数据收集和处理	(9)
第一节 研究地区概况	(9)
第二节 数据收集	(14)
第三节 数据处理	(15)
第三章 森林生态效益模型	(28)
第一节 似乎不相关模型	(28)
第二节 森林生态效益	(32)
第三节 森林生态效益似乎不相关模型	(34)
第四章 森林生态效益经济价值评价模型	(43)
第一节 两个重要的理论模型	(43)
第二节 森林生态效益货币模型	(45)
第三节 广义森林生态效益模型	(50)
第五章 在国有林区的应用	(69)
第一节 整体扩散模型	(69)
第二节 森林生态效益物理总量估计	(74)
第三节 森林生态效益经济价值估算	(81)

第四节	森林生态效益补偿估算	(86)
第六章	森林生态效益评价软件系统	(91)
第一节	构成	(91)
第二节	功能	(95)
第三节	适应性检验	(108)
附录一	似乎不相关线性模型建立程序清单	(112)
附录二	森林生态效益物理量估计程序清单	(135)
附录三	森林生态效益经济价值估计程序清单	(166)
附录四	森林碳汇估计程序清单	(199)
参考文献		(214)
后记		(223)

CONTENTS

Ch. 1	Studies at home and abroad	(1)
1. 1	The domestic research status	(1)
1. 2	The international research status	(4)
1. 3	Summary and analysis of domestic and international literature	(6)
Ch. 2	Collection and processing of data	(9)
2. 1	The condition of the research region	(9)
2. 2	Data collection	(14)
2. 3	Data processing	(15)
Ch. 3	Model of forest ecological benefits	(28)
3. 1	Seemingly unrelated model	(28)
3. 2	Forest ecological benefits	(32)
3. 3	Seemingly unrelated model of forest ecological benefits	(34)
Ch. 4	The evaluation model of economic value of forest ecological benefits	(43)
4. 1	Two key theoretical models	(43)
4. 2	Monetary model of forest ecological benefits value	(45)
4. 3	Generalized model of forest ecological benefits	(50)
Ch. 5	The application of State-owned forest	(69)
5. 1	The model of overall diffusion	(69)
5. 2	The estimation of physical volume of forest ecological benefits	(74)

5.3	The estimation of economic value of forest ecological benefits ...	(81)
5.4	Estimation of compensation for forest ecological benefits	(86)
Ch. 6	The evaluation software system of forest ecological benefits ...	(91)
6.1	Composition	(91)
6.2	Function	(95)
6.3	Adaptive testing	(108)
Appendix 1	Programs of establishment of seemingly unrelated model	(112)
Appendix 2	Program of physic estimation of foreste cological benefits	(135)
Appendix 3	Program of economic value estimation of forest ecological benefits	(166)
Appendix 4	Programs of estimation of forest sinks	(199)
References		(214)
Acknowledgment		(223)

第一章 国内外研究概况

《关键环境问题的研究》(Study of Critical Environmental Problems, 1962)首次使用生态系统服务功能的“Service”一词,并列出自然生态系统对人类的环境服务功能包括害虫控制、昆虫传粉、渔业、土壤形成、水土保持、气候调节、洪水控制、物质循环与大气组成等方面(欧阳志云等,2002)。

第一节 国外研究现状

对生态系统服务功能进行一系列研究的是美国的 Costanza 研究团队。Farber 等(1987)研究了湿地系统的经济价值。Turner 等(1988)研究了 Georgia 景观的市场和非市场价值。Costanza 等(1989)对湿地生态系统的评价和管理进行了研究。Bockstael 等(1995)对生态经济模型和生态系统评价进行了研究。Fitz 等(1996)建立了一定比例尺下的生态系统通用模型。Higgins 等(1997)对山地生态系统的动态、评价和管理建立了生态经济模型。影响最大的是 Costanza 等(1997)在《自然》(Nature)上发表的论文。该论文在对全球尺度的生态系统服务功能进行了分类和评估,将生态系统服务功能分为 17 种类型,分别是大气调节、气候调节、干扰调节、水调节、供水、控制侵蚀和保持沉积物、土壤形成、养分循环、废物处理、花粉传授、生物控制、避难所、食物生产、原材料、基因资源、休闲娱乐和文化,如表 1-1 所示。

表 1-1 生态系统服务和功能

序号	生态系统服务	生态系统功能	举例
1	大气调节	大气化学成分调节	CO ₂ /O ₂ 平衡, O ₃ 防紫外线, SO _x 水平
2	气候调节	全球温度、降水及其他由生物媒介的全球及地区性气候调节	温室气体调节, 影响云形成的 DMS 产物

续表

序号	生态系统服务	生态系统功能	举例
3	干扰调节	生态系统反应对环境波动的容量、衰减和综合	风暴防止、洪水控制、干旱恢复等生境对主要受植被结构控制的环境变化的反应
4	水调节	水文流的调节	为农业（如灌溉）、工业和运输提供用水
5	供水	水的贮存和保持	向集水区、水库和含水岩层供水
6	控制侵蚀和保持沉积物	生态系统内的土壤保持	防止土壤被风、水侵蚀，把淤泥保存在湖泊和湿地中
7	土壤形成	土壤形成过程	岩石风化和有机质积累
8	养分循环	养分的贮存、内循环和获取	固氮，N、P 和其他元素及养分循环
9	废物处理	易流失养分的再获取，过多或外来养分、化合物的去除或降解	废物处理，污染控制，解除毒性
10	花粉传授	有花植物配子的运动	提供传粉者以便植物种群繁殖
11	生物控制	生物种群的营养动力学控制	关键捕食者控制猎物种群，高级捕食者使食草动物减少
12	避难所	为定居和迁徙种群提供生境	育雏地、迁徙动物栖息地、当地收获物种栖息地或越冬场所
13	食品生产	总初级生产中可用为食物的部分	通过渔、猎、采集和农耕收获的鱼、鸟兽、作物、坚果、水果等
14	原材料	总初级生产中可用为原材料的部分	木材、燃料和饲料产品
15	基因资源	独一无二的生物材料和产品的资源	医药、材料科学产品，用于农作物抗病和抗植物感染的基因，家养物种（宠物和植物栽培品种）
16	休闲娱乐	提供休闲游乐活动机会	生态旅游、钓鱼运动及其他户外游乐活动
17	文化	提供非商业性用途的机会	生态系统的美学、艺术、教育、精神及科学价值

之后，Costanza 等（1998）发表了用动态模型来看待环境问题，建立意识的论文。Costanza（1998）再次发表生态系统服务价值的论文。Costanza（2000）研究了生态足迹的动态。Campbell 等（2000）提出津巴布韦干旱热带林生态系统土地利用的建议。Sutton 等（2002）用八时段卫片来评价土地利用、生态系统服务的全球的市场和非市场价值。Boumans 利用 GUMBO 模型结

合地球系统和生态系统服务价值建立模型。Voinov 等 (2007) 发表了 4 篇水模型的论文。Porter 等 (2009) 对农业生态系统生产食品、能源和生态系统服务价值进行了研究。他们的团队还出版了生态系统健康的书籍。其中, 有 Costanza 等 (1992) 的生态系统健康: 环境管理的新目标; Rapport 等 (1998) 的生态系统健康; Jürgensen 等 (2010) 评价生态系统健康的生态指标。

Dunn 等 (1999) 对保护区的生态效益进行了研究。Hession 等 (2000) 对城市河岸水地植树造林的生态效益进行了研究。Sayer 等 (2004) 研究了森林生物多样性和生态价值。Calder (2007) 的研究表明森林和水相互影响的效益超过了水资源的价值。Felton 等 (2010) 对在北欧地区用混交林替代针叶纯林引起的森林多样性潜在效益进行了评价。Keane 等 (2010) 建立了林火和生态系统相互影响的生态效益评价的模型。Rudolf 等 (2013) 对生态系统恢复投资效益进行了分析。Barkley 等 (2013) 将森林作为生态经济系统的特殊问题进行了研究。Trifunov 等 (2013) 在西伯利亚地区 Fruška Gora 国家公园对由于人类活动引起森林的生态和经济变化进行了研究。Van Looy 等 (2013) 用大比例尺对河岸林水生态系统效益进行了评价。Adrian 等 (2013) 对粗质的木质碎片在不同密度水平的放牧植被中生态系统恢复带来的效益进行了研究。Henrik 等 (2013) 对城市景观中环境公平和生态复杂性进行了研究。Amanda 等 (2013) 对某些植物种类拦截水滴的生态效益进行了研究。Pedro 等 (2014) 对巴西大西洋人工林生态系统在生态恢复中的效益进行了研究。

朱敏等 (2012) 对国外进行生态价值评价的软件系统进行了归纳, 影响比较大的有:

(1) 生物圈全球统一模型 GUMBO 是在全球范围内, 基于长期以来的建模工作和迅速扩展的全球数据库, 为全球的社会经济和生物物理系统建立一个复杂、动态的链接, 主要集中于生态产品和生态服务以及它们为维持人类福祉所做的贡献 (Bounans et al., 2002), 该模型建立于 STELLA, 应用简单。其主要特点是能估算出生态系统的动态价值, 并为价值评估与全球生态系统的变化之间搭建了一个互相反馈的平台, 这将更好地体现出生态价值估算对于森林保护与利用的重要作用。

(2) 美国森林组织在 Arc/Info 的平台上开发了城市森林评估模块 CITY green, 该软件对生态服务进行了综合分析并得出简单易懂的报告, 通过用户提供的土地覆盖数据对指定区域林地覆盖和其他绿地区域的生态和经济效益进行分析。Dwyer 等 (1999) 运用该软件对威斯康星州斯蒂文斯波斯特市的城市

中的树冠层提供的选择性价值作了评估,得出在斯蒂文斯波斯特及附近区域居民区年节能 126859 美元。王耀萱(2014)利用 CITYgreen 模型对厦门城市森林生态效益进行了评价。经计算厦门岛内厦门岛和鼓浪屿城市森林的碳储存量为 4.73×10^5 吨,每年吸收碳量为 1342.62 吨,每年清除大气污染物中 O_3 、 SO_2 、 NO_2 、PM 10、CO 的总量为 36.95 吨,每年通过清除大气污染物所产生经济价值约为 1172.96 万元。

(3) 2008 年斯坦福大学联合 WWF \ TNC 的自然资本项目组研制开发出了 INVEST 软件。该软件通过对生态系统环境的量化计算来帮助人们对自然资源管理做出更好的决定,同时该软件多重服务标准的设计为这些生态补偿交易提供了一个有效的方法。该软件主要应用于森林和流域生态系统,对生态系统中的生物多样性、碳储存、林产品和水体净化的价值研究比较成熟。

(4) 2006 年开发的生态经济模型软件(EcoEcoMod)也能较好的应用于生物多样性价值评估上,为制定濒临绝种的动植物的保护措施提供依据,以达到用已给预算获得最大的生态输出。该模型软件已经成功运用到欧洲高濒危物种两种蝴蝶的保护中(Ulbrich et al., 2008)。

国外近年来还开展了对城市森林生态效益价值评价的研究。方法分两类:一类是树木定价法:有美国的 CTLA 法、澳大利亚的 Burnley 法、英国的 AVTW 法、新西兰的 STEM 法、西班牙的 Norma Granada 法;另一类是环境效益评价法,目的在于量化城市森林对城市气候的影响(遮蔽、土壤水分蒸发、调节空气流动等)。

第二节 国内研究现状

国内开始的研究比较晚。周晓峰(1994)用假想市场法评估了黑龙江省森林的生态价值。侯元兆等(1995)第一次对林地、林木及森林的涵养水源、保育土壤、固碳制氧的三种生态效益进行了核算,并出版了专著《中国森林资源核算研究》。郎奎建等(2000)发表了“林业生态工程 10 种森林生态效益计量理论和方法”的文章。李长胜等(2005)对我国的 31 个省市自治区的几种森林生态效益进行了计量。后来有许多学者对较小的地域范围进行了森林生态效益的计量。如宋彩平(2005)以黑龙江省林业科学研究院江山娇实验林场,刘盛(2007)以吉林省北华大学林学院实验林场,刘鸿源(2012)以甘肃兴隆山为研究地区对森林生态效益进行了评价。张彪等(2009)对森林