

Evaluation of the Ecological Service Function and Value
for Public Welfare Forest on Hainan Island, China

海南生态公益林

生态服务功能价值评估研究

李意德 杨众养 陈德祥
薛杨 骆土寿 许涵
王小燕 陈宗铸 文峰 著

中国林业出版社

海南生态公益林生态服务功能 价值评估研究

李意德 杨众养 陈德祥
薛 杨 骆土寿 许 涵 著
王小燕 陈宗铸 文 峰

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

海南生态公益林生态服务功能及价值研究/李意德等著. —北京: 中国林业出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-5038-8256-2

I. ①海… II. ①李… III. ①公益林—生态系统—服务功能—研究—海南省
IV. ①S727.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 277270 号

责任编辑: 于界芬 于晓文

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail lymb. forestry. gov. cn 电话 83143542

发行 中国林业出版社

印刷 北京中科印刷有限公司

版次 2016年3月第1版

印次 2016年3月第1次

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 12.75 彩插 24

字数 300千字

定价 68.00元

序

我们生活的地球，是由各种各样的生态系统构成的，森林是地球上最为重要的生态系统之一。全球森林面积约 40 余亿公顷，占陆地面积的 30% 左右，其中热带森林面积约为 24 亿公顷。

森林是陆地生态系统的主体，在保障国土生态安全、改善生态环境、维持人与生物圈的生态平衡、维护人类赖以生存和发展的生物多样性等方面，提供了多种多样的生态服务；同时，森林又能够提供经济社会发展所需的木质和非木质林产品，具有重要的直接利用价值和经济价值；森林还具有复杂的社会服务功能，在优化社会发展环境、改善人居环境、满足人们精神享受、促进生态文明建设等方面具有重要意义。无异议的是，世界科学界对热带林生态系统的生态服务功能给予了更多的关注，因为它是面积巨大、结构最复杂、生物多样性最高、功能最强大的森林类型。1997 年，最早提出生态系统服务和自然资本价值的科学概念、评估理论和方法的美国 Robert Constanza 等(Nature, 1997)，在对全球所有各种生态系统的评估中，专门对全球热带林做了评估，约每公顷每年 2007 美元，每年提供的总价值为 38130 亿美元。这是以气候调节、水调节、控制侵蚀、养分循环、食物生产、游憩等 15 个功能指标估算的。当然，这是非常粗放的，每公顷如何算的，也不清楚。但这一评估掀起了科学界和公众对生态系统服务和自然资本价值评估的重视和探讨热潮。到目前为止，中国对森林生态系统这个领域的努力和成果，在世界上是领先的。这是有关主管部门重视其意义，与我国林学界科学家的共同努力分不开的，成为政府与科学界结合推动科学发展的范例。

本专著是根据中华人民共和国林业行业标准《森林生态系统服务功能评估规范》的要求，以海南热带雨林为主体的生态公益林为对象，进行的一项较全面的生态系统服务价值评估的成果。我极其高兴在此书出版之际，为此专著写序，这是出于两个因素，一是科学因素，一是感情因素。

考虑的科学因素是，至今，虽然对森林的服务功能价值的评估已有不少年，也有不少探讨了，但是，国际上，还没有对一个地区或区域的热带

森林有过力求较全面的评估，只有例如对亚马孙流域热带雨林的单项功能价值的评估。在国内，对热带林（几乎重点在海南岛）的评估都是局部的、较粗线条的（基于GIS）等等，有如此以多年研制的行业标准为技术依据，以海南尖峰岭国家级森林生态系统定位研究站和霸王岭等野外研究台站多年对涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境、森林防护、生物多样性保护和森林游憩等有关八大生态服务功能的监测数据，作为参数进行的评估研究，这是从来没有过的。这是首次对海南生态公益林所产生的生态服务功能及其价值进行全面量化的，具有较高权威性的技术成果。虽然仍然可视为有待完善、充实的成果，但其成果仍总体上体现了海南生态公益林在经济社会发展中的贡献，对促进生态文明建设、正确认识林业在应对全球气候变化中的作用、促进海南生态省和国际旅游岛建设等方面具有重要意义。

感情上的因素，则是因为我曾经在海南岛热带林做过群落学及生态系统长期生态定位观测研究，而合作者正是中国林业科学研究院热带林业研究所，我们共同建立了后来升为国家级的尖峰岭生态系统定位观测研究站。当时，本成果的第一作者李意德正是风华正茂、意气风发的年轻研究人员，后来一直在热带林领域成长为优秀的森林生态学家，现在他培养带领的研究团队已成为一支优秀的研究力量。我与他们，也与所评估的对象海南岛热带天然林（热带生态公益林的主体）有着深厚的感情。能为此书写序言，是我引以为之、引为荣幸的事。

感谢本书作者为广大读者以及生态公益林管理者和经营者奉献了一本数据翔实、结论可信的森林生态系统生态服务功能评估研究的专著，希望本书的出版，能够进一步促进人们对海南热带森林生态服务功能的认识 and 了解，为海南生态公益林的建设与有效管理提供科学依据，也为后续生态公益林生态服务功能的动态评估研究提供翔实的技术本底和参考方法。

中国科学院院士
中国林业科学研究院研究员



2015年春于北京

前 言

生态系统服务(ecosystem services)功能是指生态系统与生态过程所形成以及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用,它不仅给人类提供生存必需的食物、医药及工农业生产的原料,而且更重要的是维持了人类赖以生存和发展的生命支持系统。

森林是全球陆地上最为重要的生态系统。客观和科学地评价森林生态系统服务功能,有助于提高人们对森林生态环境保护意识、促进将生态环境效益纳入诸如生态 GDP 等新型国民经济核算体系,有利于科学认识社会经济发展与生态环境保护之间的关系。生态公益林是在生态区位极为重要或生态状况极为脆弱的地段划定的、以提供森林生态服务功能产品为主要目标的特殊用途森林,在保护和改善人类生存环境、维持生态平衡、维护国土生态安全、保存物种资源、开展科学实验、发展森林生态旅游等方面具有极为重要的作用。

根据 2008~2010 年的森林资源二类清查数据,海南森林面积为 211 万 hm^2 (3165 万亩),蓄积量 1.25 亿 m^3 ,森林覆盖率 61.5%。

海南省委省政府极其重视生态环境建设。早在 1994 年海南就率先在全国停止热带天然林采伐;1999 年又率先在全国提出了“生态省”的建设思路;2004 年全省区划了 89.67 万 hm^2 生态公益林(1345 万亩,占当年全省森林面积的 43.3%)。2012 年 9 月,海南省政府常务会议审议通过了《海南省公益林保护建设规划(2010~2020)》,对生态公益林的规模和布局进行了优化调整;2013 年,海南省林业主管部门将生态公益林基本上都落实到了山头地块。这极大地促进了海南省生态公益林进入有效管理和良性发展的轨道。

海南省于 2006 年开始逐步对国家级生态公益林和地方生态公益林进行生态效益补偿。2012 年全省的生态公益林补偿额度为每 300 元/ hm^2 (即 20 元/亩),总补偿额达 2.69 亿元,相当于该年度全省 GDP(2855.26 亿元)的 0.094%。

海南省的生态公益林到底能为社会产生多少生态服务功能价值?现行的补偿政策、补偿标准和补偿方案是否合理可行?这些问题一直是各级政府和

行业管理部门需要掌握和解决的问题。为此,海南省林业厅要求海南省生态公益林管理办公室立项开展了“海南省生态公益林生态系统服务功能评估”的专项研究(执行期为2011年7月至2013年6月),由海南省林业科学研究所牵头负责,中国林业科学研究院热带林业研究所海南尖峰岭国家级森林生态定位研究站技术负责,海南省生态公益林管理办公室、海南省森林资源监测中心、海南省林业厅项目管理办公室、广州力方信息科技有限公司、海南大学等单位的相关研究人员共同参加了本项目的资料收集、数据挖掘整理和综合分析评估工作,于2013年11月共同完成了《海南省生态公益林生态服务功能评估报告》(以下简称《评估报告》)。海南省气象局气候中心研究员张京红博士提供了全省各县市2008~2012年的年平均降雨量等气象数据。

《评估报告》基于2008~2010年的全省森林资源二类清查数据、2008年SPOTS5卫星影像数据和我国森林生态系统定位研究网络监测数据(包括海南尖峰岭森林生态系统国家野外科学观测研究站、国家林业局海南东寨港红树林生态系统定位研究站、国家林业局文昌森林生态系统定位研究站和农业部海南橡胶林生态系统定位研究站),同时参考了大量相关文献资料,在中华人民共和国林业行业标准《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721—2008)框架下完成的,其评估研究结果客观体现了海南生态公益林2012年提供的年平均生态系统服务功能实物量和价值量,可作为海南生态公益林生态服务功能的首次评估本底值。

2013年11月16日,《评估报告》通过了由海南省林业厅组织的专家评审,来自国内相关科研、高教单位的9名评审专家一致认为:《评估报告》的评估方法科学,数据翔实,指标体系完整,结论可信,评估所获得的实物量 and 价值量体现了海南省生态公益林生态系统服务功能在经济社会发展中的贡献。

本研究专著是在《评估报告》的基础上编撰而成的,除本书作者外,参加本项目数据收集分析工作的人员还有:曾少山、何楚林、余雪标、丁长春、邓海荣、周璋、杨怀、林明献、谢明东、洪仁辉、林之盼、宿少峰、徐丽娜、杨丽薇、郭海燕、燕东、时雷雷、吴裕鹏、王盎、郭晓伟、李健容、张霞、吴建辉等。

本书由李意德执笔初稿并统编了全书,杨众养、陈德祥、骆土寿、薛杨、许涵和王小燕参与部分章节的编写和修改,数据的GIS处理与绘图由陈宗铸、文峰和李意德完成。在评估研究和本书编撰过程中,海南省林业厅系统的各级领导给予了大力支持,特别是总工程师周亚东博士和海南省生态公益林管理办公室李大江主任对本书提出了宝贵建议和修改意见。在此,对参加评估研究和提供帮助的各位同仁、对海南省林业厅以及各县市林业主管部门和其他相关单位给予的大力支持深表感谢!本评估研究也获得了海南尖峰岭国家级森林生态系统定位研究站所承担的科技部国家野外科学观测研究网

络运行费项目(2012~2015)和国家林业局森林生态系统定位研究网络野外台站运行费项目(2012/2013-LYPT-DW-005、2015-LYPT-DW-013)的支持。

需要说明的是,本书所列海南各县市(不含三沙市)生态公益林面积和蓄积量等基础数据截止到2013年3月,可能与后期的调整数据略有差异。另外,本书所涉及的海南岛示意图,均只列示海南本岛而不包括三沙市所属范围。

由于时间紧,数据量大,本书难免有疏漏之处,敬请各位读者批评指正!

著者
2014年冬于广州

目 录

序 前 言

第一章	森林生态系统服务功能价值评估概述	(1)
第一节	森林生态系统的概念	(2)
第二节	森林生态系统的服务功能	(4)
第三节	森林生态服务功能价值评估发展简述	(6)
第四节	森林生态服务功能价值评估方法论	(8)
第二章	海南热带森林概况	(18)
第一节	海南社会与自然条件	(19)
第二节	海南岛热带森林类型	(21)
第三节	海南生态公益林建设概况	(30)
第三章	海南生态公益林生态服务功能价值评估基础数据与 指标体系	(31)
第一节	海南生态公益林类型与资源	(32)
第二节	海南生态公益林生态服务功能价值评估指标	(36)
第三节	评估数据与来源	(38)
第四章	涵养水源和净化水质功能价值	(40)
第一节	计量方法和评估参数	(41)
第二节	涵养水源功能实物量	(44)
第三节	涵养水源和净化水质功能价值量	(47)
第五章	保育土壤功能价值	(51)
第一节	计量方法和评估参数	(52)
第二节	保育土壤功能实物量	(53)

第三节	保育土壤功能价值量	(56)
第六章	固碳释氧功能价值	(61)
第一节	计量方法和评估参数	(62)
第二节	固碳释氧功能实物量	(63)
第三节	固碳释氧功能价值量	(66)
第七章	林木营养物质积累功能价值	(71)
第一节	计量方法和评估参数	(72)
第二节	林木营养物质积累功能实物量	(73)
第三节	林木营养物质积累功能价值量	(75)
第八章	森林净化环境功能价值	(79)
第一节	计量方法和评估参数	(80)
第二节	净化环境功能实物量	(83)
第三节	净化环境功能价值量	(89)
第九章	森林防护功能价值	(96)
第一节	计量方法和评估参数	(97)
第二节	森林防护功能价值量	(98)
第十章	保育生物多样性功能价值	(102)
第一节	计量方法和评估参数	(103)
第二节	保育生物多样性功能价值量	(104)
第十一章	森林游憩功能价值	(108)
第一节	计量方法和评估参数	(109)
第二节	森林游憩功能价值量	(111)
第十二章	海南生态公益林生态服务功能价值综合分析	(115)
第一节	生态服务功能实物量综合分析	(116)
第二节	生态服务功能价值量综合分析	(118)
第三节	生态服务功能价值构成分析	(121)
第四节	不同类型公益林生态服务功能价值分析	(122)
第五节	生态服务功能价值的空间差异	(126)
第十三章	研究结论和建议	(129)
第一节	主要评估结论	(130)

第二节 存在问题	(131)
第三节 海南生态公益林建设与管理建议	(132)
参考文献	(135)
附 件 海南岛各县市生态公益林生态服务功能价值评估	(161)
一、白沙县生态公益林生态服务功能价值	(161)
二、保亭县生态公益林生态服务功能价值	(163)
三、昌江县生态公益林生态服务功能价值	(164)
四、澄迈县生态公益林生态服务功能价值	(166)
五、儋州市生态公益林生态服务功能价值	(168)
六、定安县生态公益林生态服务功能价值	(169)
七、东方市生态公益林生态服务功能价值	(171)
八、海口市生态公益林生态服务功能价值	(173)
九、乐东县生态公益林生态服务功能价值	(174)
十、临高县生态公益林生态服务功能价值	(176)
十一、陵水县生态公益林生态服务功能价值	(178)
十二、琼海市生态公益林生态服务功能价值	(179)
十三、琼中县生态公益林生态服务功能价值	(181)
十四、三亚市生态公益林生态服务功能价值	(183)
十五、屯昌县生态公益林生态服务功能价值	(184)
十六、万宁市生态公益林生态服务功能价值	(186)
十七、文昌市生态公益林生态服务功能价值	(188)
十八、五指山市生态公益林生态服务功能价值	(189)

附 图

第一章

森林生态系统服务功能价值评估概述

- 第一节 森林生态系统的概念
- 第二节 森林生态系统的服务功能
- 第三节 森林生态服务功能价值评估发展简述
- 第四节 森林生态服务功能价值评估方法论

第一节 森林生态系统的概念

森林是着生于地球陆地表面的以乔木为主体,集灌木、草本、层间植物、林中动物和微生物于一体的一种生物集合体。这是从生物因子来定义的一种狭义的森林概念。

在我国,除以乔木为主体的森林外,还包括直径大于 1.5 cm 的竹子组成且郁闭度 0.2 以上的竹林;符合经营目的的灌木组成且覆盖度 0.3 以上的灌木林、国家特别规定的其他类型的灌木林、沿海滩涂和河口红树林、农田林网以及村旁、路旁、水旁、宅旁的片状和带状乔木林。

然而,以乔木为主体的生物群落,即狭义上的森林,它不是孤立存在的,必须与环境因子关联。生物群落与环境因子具有相互作用,生物必须依赖环境因子来维持其生长和繁殖,同时也对环境因子产生反馈作用,因此,广义上的森林是以乔木为主的生物群落与环境因子的综合体。早在 1903 年,俄国林学家 G. F. 莫洛佐夫就将森林定义为:森林是林木、伴生植物、动物、微生物及其与环境的综合体,它们之间相互依存相互制约,并与环境相互影响(殷有等,2007)。这个综合体,就是森林生态系统,也可以理解为广义上的森林概念。

不同的学科,对森林的解释或称谓是有所区别的,但根本上其内涵是大同小异的,如在森林群落学、植物学、植被学上,称之为“森林植物群落”;生态学上称之为“森林生态系统”。

森林的类型很多,其分类目标不同可形成不同的分类结果。按照森林的外貌可分为针叶林、阔叶林和针阔混交林等;按照森林优势树种的生活型可分为落叶林、常绿林和常绿落叶混交林等;按照森林演替程度可分为原始林和次生林;按照森林的起源可分为天然林和人工林;按照繁殖特性可分为实生林(有性或种子繁殖)和萌芽林(无性繁殖);按照森林的地理分布,可分为寒带森林、温带森林、亚热带森林和热带森林;按照树种组成可分为纯林和混交林;按照林分年龄可分为幼林、中龄林、近成熟林、成熟林和过熟林;按森林不同树木的年龄组成可分为同龄林和异龄林;按林业经营的目的,可分为用材林、防护林、薪炭林、经济林和特种用途林等;按林业生产的作业方法,可分为乔林、中林、矮林。

在实际应用中,往往对森林植被的分类是按照其自然属性划分的,例如按照植被学的途径就是最常用的方法。在《中国植被》(1980)分类系统中,属于森林的针叶林和阔叶林就是两个大的植被型组。在针叶林植被型组中,又划分为寒温性针叶林、温性针叶林、温性针阔叶混交林、暖性针叶林、热性针叶林 5 个植被型。在阔叶林植被型组中,划分为落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、季雨林、雨林、珊瑚岛常绿阔叶林、红树林、竹林 9 个植被型。

根据《中国植被》(1980)、《广东植被》和《海南植物志》等资料(侯学煜等,1988;广东省植物研究所,1977;广东植物研究所,1976),与海南相关的天然森林植被主要是中热带和热带北缘的季雨林、湿润雨林,其天然植被类型(含灌丛、草原)的分类简列如下:

针叶林(植被型组)

热性针叶林(植被型)

热性常绿针叶林(植被亚型)

热性松林(群系组)

阔叶林(植被型组)

季雨林(植被型)

落叶季雨林(植被亚型)

半落叶/半常绿季雨林(植被亚型)

常绿季雨林(植被亚型)

龙脑香林(群系组)

石灰岩季雨林(植被亚型)

雨林(植被型)

湿润雨林(植被亚型)

沟谷雨林(植被亚型)

山地雨林(植被亚型)

低山雨林(群系组)

中山雨林(群系组)

山地常绿阔叶林(植被型)

山顶矮林(植被型)

珊瑚岛常绿林(植被型, 主要见于南海诸岛)

红树林(植被型)

灌丛(植被型组)

常绿阔叶灌丛(植被型)

典型常绿阔叶灌丛(植被亚型)

山顶常绿阔叶灌丛(群系组)

石灰岩山地常绿阔叶灌丛(群系组)

滨海常绿阔叶灌丛(群系组)

河滩常绿阔叶灌丛(群系组)

常绿落叶混交灌丛(植被亚型)

热性刺灌丛(群系组, 西部和西南部沿海)

草原(植被型组)

沿海台地草原(植被型)

稀树草原(植被亚型, 西部和西南部山前台地)

干性草原(植被亚型, 西部和西南部沿海台地)

湿性草原(植被亚型, 东北部沿海台地)

山地草甸(植被型)

因海南森林植物种类组成非常复杂, 上述分类仅列举到植被亚型或群系组, 而更小的分类单位如群丛组和群丛, 则变化很多, 特别是阔叶林中的热带季雨林和雨林类型, 因其优势种不明显, 所以在实际应用中, 很难涉及群丛这些小的分类等级。

第二节 森林生态系统的服务功能

森林不仅是陆地生态系统的主体,而且是陆地生物多样性最高的生态系统。森林与人类的关系源远流长,因为人类本身就是从森林中走出来的,森林生态系统所具有的多方面服务功能,促进了人类的进化与发展。

森林生态系统的服务功能主要体现在3个方面:一是为人类的生存提供了直接可利用的产品,即提供了直接利用价值,包括林产品和林副产品等,均可通过市场交易或市场价格进行直接计算的价值;二是为人类的生存环境和未来的发展提供了间接产品,即提供了间接利用的价值,包括生态服务功能在内的公益性价值和人类社会未来的发展所需的选择性价值;第三,人类作为地球上高级生物,与其他生物一道,具有一种伦理上的关系,也即森林能够提供伦理学方面的价值(McNeely, 1990; 薛达元等, 1997, 1999)。

一、直接价值

森林生态系统的直接价值,是指与森林生物资源消费者直接享受和满足的资源价值,它们能相对容易被观测到和被计算出来。评价方法有2个:一是没有经过市场而直接消耗掉的,但可通过市场价格予以计算的林产品和林副产品;二是通过在市场出售的林产品和林副产品,包括木材、薪柴、森林食品、藤条、药物、工业原料、野味肉品、其他动物资源等。

直接价值按照使用功能可分为2类。

第一类是消耗性利用价值,它是指自然产品不经过市场而直接消耗掉的产品价值,它们的价值是相当大的。消耗性利用价值包括了食物、建筑材料、其他工业技术的原材料、药物、薪柴等。消耗性利用价值很少在国家的收支账目上表现出来,特别是在一些经济不发达的地区,如非洲,收获的森林物种以提供乡村人民食物的形式对人类作出了相当大的贡献,特别是生活在最偏远地区的最贫困的居民,他们大多数是森林中自然产品的直接消耗者,其产品并不在市场上销售,而这种价值是可以被计算出来的。例如非洲的博茨瓦纳,有50种以上的森林野生动物为当地人民提供了动物蛋白,在一些地区每人每年的动物蛋白消耗量超过90kg,占他们饮食总量的40%,仅从一种称为跳兔的野生兔就每年获得肉食超过300万kg;在加纳,75%以上的人口的蛋白质来源主要依赖于野生动物,除野生兽类外,还包括了鱼类、昆虫、毛虫、蛆、蜗牛等;在尼日利亚,乡村地区人民每年的动物蛋白消费中的20%来自野生动物;刚果(金,即原扎伊尔)消费动物蛋白的75%也同样来自野生资源;塞内加尔的500万人口每年至少消耗超过37万t的野生哺乳动物和鸟类;这些消耗的生物资源的价值可通过市场的价格来计算。在马来西亚的沙捞越热带雨林地区,一个详尽的野外研究表明,由猎人猎获的野猪具有每年1亿美元的市场价值(薛达元, 1997)。

同样,消耗性利用的薪柴、木材等也可通过市场的价格和利用数量而得到计算。

中国是一个具有5000多年的文明古国,在对野生资源的利用方面已有很长的历史,是一部直接利用森林资源的历史,自远古时代人类的祖先就是利用林中的野果等

资源生活；人类会使用工具后，又直接利用木材；随着工具制造工艺的改进，人类对森林的开发强度也越来越大，利用的范围也越来越广，其直接利用价值也越来越被体现出来。

第二类是生产性利用价值，它是指通过商业性收获以供正规市场做交易的产品，因此通常能够反映在国家收益账目上的生物资源的价值。这类生产性的利用价值的生物资源产品包括：木材、薪柴、药物、森林溪流中的鱼类、动物皮毛和肉类(野味)、纤维、松香、藤条、装饰品(绿化植物、花卉、盆景等)、饲料、真菌(蘑菇等)、果品、染料等，其中木材产品对国民经济有重大的影响，但由于木材产品只能一个森林轮伐期内的一次性利用，所以它并不像森林中的非木材产品资源，只要利用方式合理，利用强度适宜，是可以持续得到的。

森林资源中的非木材产品资源具有相当大的市场价值。例如印度尼西亚在一年中的非木材森林产品占林业部门上缴给政府的40%，占林业产品出口量的63%。美国有一位学者 Myers (1990) 总结了一片5万 hm^2 的热带林地有效管理下的收益情况，结果表明，每年至少可生产出潜在价值达1000万美元的自我更新的野生动物收成，或每公顷每年可收获高达200万美元的非木材林产品价值，这些收益与当地商业性的伐木平均每公顷收益仅150美元形成对照。而伐木并不是年年都有收益，热带地区森林一个轮伐期至少40年或60年以上，而且，商业性的采伐在生态学上是一种破坏性的过程，或称之为森林植物群落学的逆行演替过程。非木材资源利用只要管理得当，它就是一种可持续的利用过程，可使生态系统基本不受干扰。在南美洲有一个研究实例，在1 hm^2 的热带森林中，仅林果品和乳胶产品就占该森林总市场价值的90%以上，而木材产品则仅占不足10%；在秘鲁亚马孙地区的1 hm^2 热带原始林中，如果持续收获，每年仅生产林果和乳胶产品就有6820美元的收益，木材采伐的价值是一次性的，可收益1000美元，然后将该采伐地变为牧场后，每年的收益仅为148美元(薛达元，1997)。

二、间接价值

在森林丰富的生物资源中，除具有直接利用价值的木材、薪材等野生资源产品外，更重要的是森林中所具有的间接利用价值资源(McNeely, 1990)，主要包括选择价值和非消耗性利用价值(即生态服务功能价值，或称环境价值、公益价值)。

选择价值主要是森林中物种的遗传基因资源价值，如原产森林中的主要粮食作物野生水稻、橡胶、玉米、大麦、小麦、花生等，以及著名的商品经济作物如各种木本果、橡胶、咖啡、胡椒、可可等的遗传基因资源；目前在抗癌药物研究中，已发现了不少植物所含的生物碱对各种癌症具有明显的缓解作用和疗效，如长春花属、三尖杉属等植物；森林中所有的野生生物资源都是未来育种潜在的资源，对未来的经济社会持续发展将作出以下几个方面的贡献：一是野生遗传资源用于改良那些已有驯养的生物，如利用我国的袁隆平院士利用海南野生稻培育出的杂交水稻具有高产特性；利用森林中野猪与家猪杂交生产的后代具有很强的抗病性，且生长速度很快。这类野生资源的间接利用价值无法衡量，但可能对人类社会产生重大影响。二是野生物种，特别是野生植物，是新的驯化和提升人类所需生物资源品质源泉。三是野生的传粉动物对许多物种的至关重要的，野生害虫的天敌有助于控制害虫对作物的危害，也即森林生态系统中复杂的食物网络关系，任何一个物种都有可能是生态系统中的一个关

键种。

· 非消耗性利用价值, 可以理解为森林生态系统的服务功能价值, 它是公益型的, 主要有 2 个方面。一是人类生存环境的生态服务功能方面, 主要表现为通过光合作用固定太阳能并固碳释氧、稳定水文和涵养水源、稳定和积累养分及其循环、保护土壤、调节气候、净化空气和污染物质、维持环境的自然平衡和生物种群之间与物种之内的基因交流等等; 二是为人类社会持续发展提供精神食粮方面的社会效益, 表现为自然环境的旅游、娱乐、美学、社会文化、科教和历史保存价值。

本书后续章节, 主要阐述海南生态公益林的生态环境服务功能方面的价值和一部分社会效益方面的价值。

三、伦理学价值

人类是大自然的一部分, 自然界中的所有生命形式都是独特的, 不管它对人类的显性价值如何, 都值得受到尊重, 并且来自大自然的持久利益始终取决于必需的生态学过程和生命支撑系统的维持, 也取决于生命形式的多样化。这就是生态系统中的伦理学基础(薛达元, 1997)。它包括了 8 个方面: 第一, 世界是一个相互依存的整体, 由自然和人类社会组成, 任何一方的健康和兴旺都依赖于其他方面的健康与兴旺, 即生态系统具有和谐性, 例如印度的大象由于失去了森林环境而对人类进行报复, 是人类破坏了生态系统整体性的一个例子。第二, 人类是自然的一部分, 与所有的其他生物一样, 依赖于自然生态系统不间断的能量流动和物质循环, 从维护世界社会的生存、安全、公平和尊严的角度出发, 人类必须承担起保护生态系统的责任, 人类的文化和经济活动必须构筑在对自然极度尊重的基础上, 与自然平等一致。第三, 人类所有活动必须在生物学的允许限度内, 这种限度不是对人类努力的限制, 而是如何使人类活动能够维持环境和生物多样性的稳定性。第四, 所有物种具有生存的权利。第五, 持续性是所有社会和经济发展的基本原则, 这种道德将使自然的许多利用价值——在食物、健康、科学、技术、工业和娱乐方面的价值, 能够被公平地分配并保存给子孙后代。第六, 后代的幸福是当代人的一份社会责任, 当代人应当限制其对不可更新资源的消费, 要把这种消费维持在仅仅满足社会的基本需要, 并对可更新资源进行培育, 确保持续的生产力。第七, 人类必须为自己的生活和地球上的一切生命行使责任, 因此他们必须有完整的受教育的机会、政治权利和可维持的生活。第八, 以伦理和文化的观点来看自然和人类生命, 不管在某一社会中主导的政治、经济或宗教意识形态是怎样的, 丰富的多样性可以增强生命之间的密切联系。总之, 伦理学基本要求是将人类自身看作是整个生物圈中的一分子, 应与人类周围形形色色的物种和谐共处, 人类不要把自己看作是对生物资源的统治者, 反过来要精心保护和发展包括森林在内的自然生物资源、保护生物圈。

第三节 森林生态服务功能价值评估发展简述

属于森林生态系统间接价值类别的森林生态服务功能(forest ecosystem services), 其定义是: 森林生态系统及其生态过程中所形成及所维持人类赖以生存和发展的自然