

王 兵 回 主编

张方秋 周 平 任晓旭 回 副主编

广东省森林生态系统 服务功能评估



GUANGDONGSHENG
SENLIN SHENGTAI XITONG
FUWU GONGNENG PINGGU

中国林业出版社



GUANGDONGSHENG

SENLIN SHENGTAI XITONG
FUWU GONGNENG PINGGU

广东省森林生态系统 服务功能评估

王 兵 ■ 主编

张方秋 周 平 任晓旭 ■ 副主编

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

广东省森林生态系统服务功能评估 / 王兵 主编.

— 北京: 中国林业出版社, 2011.5

ISBN 978-7-5038-6166-6

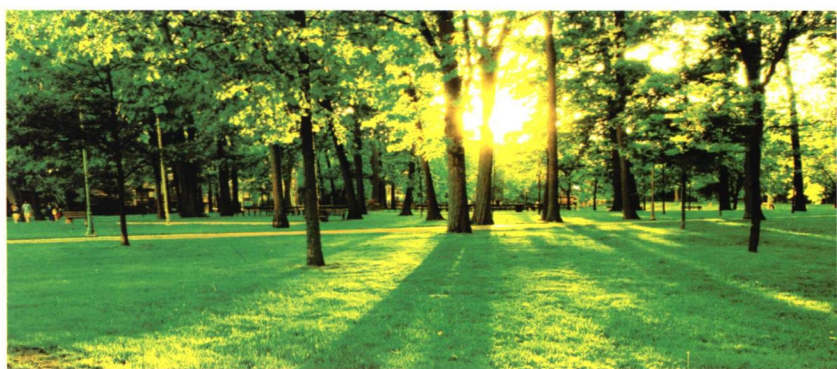
I. ①广… II. ①王… III. ①森林生态系统—服务
功能—评估—广东省 IV. ①S718.55

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第081285号

责任编辑 于界芬

广东省森林生态系统 服务功能评估

出 版	中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同7号)
网 址	lycb.forestry.gov.cn
电 话	(010) 83229512
发 行	中国林业出版社
印 刷	北京顺诚彩色印刷有限公司
版 次	2011年5月第1版
印 次	2011年5月第1次
开 本	787×1092 1/16
印 张	12.25
字 数	291千字
定 价	86.00元



广东省森林生态系统服务功能评估

主 编 王 兵

副主编 张方秋 周 平 任晓旭

编 委 (按姓氏拼音排序)

甘先华 牛 香 潘 文

王 丹 王湘龙 魏 龙

殷祚云 张卫强 周 毅



序言 **Perfece**

森林，是人类赖以生存繁衍的基础，也是人类可持续发展的保障。伴随着气候变暖、土地沙化、水土流失、干旱缺水、生物多样性减少等多种生态危机对人类的严重威胁，人们对森林生态系统的价值和作用的认识，由单纯追求木材等直接经济价值转变为更加注重追求经济、生态、社会、文化方面的综合效益，特别是涵养水源、保育土壤、固碳释氧、净化空气等生态服务价值和效益。

森林生态系统的服务价值的评估已受到国际社会广泛关注，许多国内外学者对其进行了长期深入的探索。1997年，美国学者 Costanza 等在《nature》上发表题为“*The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*”的文章，在世界上率先开展了全球生态系统服务价值及其资本的估算。2001年，世界上第一个针对全球生态系统开展的多尺度、综合性评估项目——联合国千年生态系统评估（MA）正式启动，对森林生态系统的供给服务（包括食物、淡水、木材和纤维、燃料等）、调节服务（包括调节气候、调节洪水、调控疾病、净化水质等）、文化服务（包括美学、精神、教育、消遣等方面）和支持服务（包括养分循环、大气中氧气的生产、土壤形成、初级生产等）4大功能的几十种指标进行了评估。此外，世界粮农组织（FAO）全球森林资源评估以及《联合国气候变化框架公约》、《生物多样性公约》等均定期对全球森林生态状况进行监测评价，把握世界森林生态服务功能的变化趋势。

我国高度重视森林生态系统生态服务功能的评估研究。经过几十年的探索研究，国家林业局2008年颁布了中国林业行业标准《森林生态系统服务功能评估规范》（LY/T 1721-2008），为开展全国或省级森林生态服务功能评估奠定了基础。近年来，部分地区开展了基于森林资源清查数据和森林生态系统定位研究网络的定位观测数据，科学评估森林生态系统生态服务的物质量和价值量，是我国森林生态效益评估理论和实践上的新探索和重要突破。

如何客观、动态、科学地评估森林的生态服务功能，解决好生产发展与生

态建设保护的关系，显得尤为重要。国家林业局中国森林生态系统定位研究网络管理中心与广东省林业科学研究院结合广东实际，首次构建了基于《森林生态系统服务功能评估规范》的一级指标和二级具体评估指标的广东森林生态系统服务功能评估指标体系。依据广东省森林资源二类清查数据，辅以广东省森林生态系统定位研究站的长期观测数据集，采用分布式计算方法与 NPP 实测法，分地市、优势树种林分类型、林种、起源和龄组从固碳释氧、涵养水源、保育土壤、积累营养物质、净化大气、生物多样性保护功能对广东省森林生态系统生态服务的物质量和价值量的总量和单位面积的物质价值量进行了测算和评估，获得了广东省 1994 年、1999 年、2004 年、2009 年森林生态服务功能的详细研究数据。

该书的出版，标志着广东省森林生态服务评估迈出了新的步伐，为全面认识和客观评价森林的重要地位和作用，健全效益补偿机制，推进森林资源保育，构建完善的林业生态体系、发达的林业产业体系和繁荣的生态文化体系，促进区域可持续发展，实施绿色发展战略，推进低碳经济发展，建设幸福广东、和谐广东提供参考和支持。

广东省林业局局长



2011 年 4 月

目录CONTENTS

1 绪论

2 森林生态系统服务功能评估方法

2.1 指标选取原则	13
2.1.1 代表性原则	13
2.1.2 全面性原则	13
2.1.3 简明性原则	13
2.1.4 可操作性原则	13
2.1.5 适应性原则	13
2.2 数据来源	13
2.3 指标体系	14
2.4 分布式测算方法	15
2.5 指标涵义和计算公式	16
2.5.1 涵养水源功能	16
2.5.2 保育土壤功能	18
2.5.3 固碳释氧功能	20
2.5.4 积累营养物质功能	21
2.5.5 净化大气环境功能	22
2.5.6 生物多样性保护功能	24
2.5.7 森林防护功能	25
2.5.8 森林游憩功能	25
2.5.9 森林生态系统服务功能价值评估总结果	25
2.5.10 社会公共数据来源	26

3 广东省概况及林业政策

3.1 自然概况	28
3.1.1 地理位置	28

3.1.2 地形地貌·····	28
3.1.3 气候条件·····	29
3.1.4 水资源·····	29
3.1.5 生物资源·····	29
3.1.6 海洋资源·····	30
3.1.7 旅游资源·····	30
3.2 近二十年来广东省的林业政策·····	30
4 广东省森林资源状况	
4.1 森林资源现状·····	35
4.1.1 林业用地面积·····	35
4.1.2 活立木蓄积量·····	35
4.1.3 森林资源结构·····	36
4.1.4 森林资源分布·····	37
4.2 森林资源动态变化·····	40
4.2.1 1994 ~ 2009 年广东省森林变化·····	40
4.2.2 1994 ~ 2009 年广东省各林种林地变化·····	40
4.2.3 1994 ~ 2009 年广东省各林龄组林地变化·····	43
4.2.4 1994 ~ 2009 年广东省各树种组林地变化·····	46
5 广东省森林生态系统服务功能评估	
5.1 现状评估·····	48
5.1.1 广东省森林生态系统服务物质质量评估·····	48
5.1.2 广东省森林生态系统服务功能价值量评估·····	75
5.1.3 不同龄组、不同起源森林生态服务功能评估·····	88
5.1.4 涵养水源林涵养水源功能评估·····	92
5.1.5 分市森林生态服务功能评估·····	93
5.1.6 小结·····	113
5.2 动态评估·····	116
5.2.1 1994 ~ 2009 年广东省森林生态系统服务功能物质质量动态评估·····	116
5.2.2 1994 ~ 2009 年广东省森林生态系统服务功能价值量动态评估·····	154
5.3 讨论·····	157
参考文献·····	159
附件一·····	164
附件二·····	185



绪论

目前,水土流失、土地荒漠化、湿地退化、生物多样性减少等问题依然较为严重,在这些严重的生态危机面前,人类已经开始警醒,深刻认识到森林的重要地位和关键作用,并开始采取行动,促进发展与保护的统一,追求经济、社会、生态、文化的协同发展。

林业在维护国土生态安全中的重要作用尚未充分发挥出来。客观、动态、科学地评估森林的生态服务功能对于加深人们的环境意识,促进加强林业建设在国民经济中的主导地位,提高森林经营管理水平,加快将环境纳入国民经济核算体系及正确处理社会经济发展与生态环境保护之间的关系具有重要的现实意义。

生态系统服务,指人类从生态系统获得的所有惠益。包括供给服务(如提供食物和水)、调节服务(如控制洪水和疾病)、文化服务(如精神、娱乐和文化收益)以及支持服务(如维持地球生命生存环境的养分循环)。

引自:《千年生态系统评估(MA):成就与展望》

生态系统评估是一个社会过程。它通过研究生态系统变化的原因、生态系统变化对人类福利的影响以及应对生态系统变化的管理和政策选择,进而把这些方面的科学发现提供给决策者,以满足他们制定决策的需要。

森林生态系统服务功能评估:采用森林生态系统长期连续定位观测数据、森林资源清查数据及社会公共数据对森林生态系统服务功能开展的实物量和价值量评估。

引自:《森林生态系统服务功能评估规范(LY/T 1721-2008)》

我国自20世纪80年代初开始进行森林生态系统服务功能评估工作,并对森林生态系统服务功能的价值研究做了很多有益的探索,但要科学地评估森林生态系统服务功能,指导我国生态环境建设,尚存在一些亟待解决的问题:①森林生态系统服务功能机制研究缺乏。大多数生态系统服务功能评估没有对生态系统结构、生态过程与服务功能的关系进行深入分析,生态系统服务功能及其价值评估缺乏可靠的生态学基础;②评估理论与评估方法有待完善。目前多直接利用国外的定价或方法,与我国社会经济现状脱节,评估结果可信度较低,难以取得学术界、



图1-1 国家林业局森林生态系统定位研究网络规划布局图(CFERN)

管理决策部门和公众的认同，也很难为管理与决策部门所应用；③生态学研究与经济学研究未能有机融合。一方面导致国家生态环境建设缺乏生态经济学的理论支持，同时使得生态系统服务功能评估结果难以纳入社会经济发展综合决策之中；④缺乏统一的评价方法和指标体系。各种不同的方法计算的数值差异太大、使用的指标体系不尽相同，其核算结果没有可比性。另外，关于生态系统服务功能评估应用领域和应用方法的研究等方面有待进一步深入。

本报告以广东省林业局提供广东省森林资源二类清查数据为基础，辅以国家林业局CFERN森林生态系统定位研究站长期、连续的大量观测数据，结合对不同区域、不同植被类型生态系统结构、生态过程与服务功能的科研成果，对广东省森林生态系统服务功能及其价值进行了评估。本评估有效克服了以往评估的局限性及不足，为森林生态系统服务功能及其价值评估奠定了可靠的生态学基础，因此评估结果更具有科学性和准确性。本评估对确定森林在生态环境建设中的主体地位和作用，完善森林生态环境动态评估、监测和预警体系，为广东省的生态环境建设、森林可持续利用和经济的可持续发展提供了科学依据；评估结果能够描述当前广东省森林资源的真实状况，是制定“三大体系”构建目标的基础资料。通过森林生态服务功能观测与评估，可以获得广东省森林资源生态服务功能总体状况的数据，是了解“三大体系”构建效果的最有效途径。

广东省政府高度重视生态建设和生态服务功能评估，在强化区域生态评估、生态规划、生态管理和生态工程研究等方面做出了巨大努力。把生态建设提高到了前所未有的高度，公众的生态环境保护意识逐渐提高，生态环境质量得到了全面改善，森林覆盖率有了较大提高。本报

告从涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境、生物多样性保护、森林防护、森林游憩等 8 个方面评估了广东省森林资源的生态服务功能与价值，是一项符合广东省实际和反映生态建设成果的工作，不仅是对广东省森林生态建设工作最大的促进，也是检验广东省生态建设成绩的最好方法。

森林生态系统定位研究站（以下简称森林生态站）是通过在典型森林地段，建立长期观测点与观测样地，对森林生态系统的组成、结构、生物生产力、养分循环、水循环和能量利用等在自然状态下或某些人为活动干扰下的动态变化格局与过程进行长期定位观测，阐明生态系统发生、发展、演替的内在机制和自身的动态平衡，以及参与生物地球化学循环过程的长期定位观测点。

分布于全国典型森林植被区的若干森林生态站组成中国森林生态系统定位研究网络（China Forestry Ecosystem Research Network, 英文简称 CFERN, 中文简称森林生态站网）。CFERN 目前共包括 50 个森林生态站（图 1-1）。



森林生态系统服务功能评估方法

本报告中森林资源的生态服务功能及其价值评估采用森林生态系统服务功能评估的理论和方法,以广东省林业局提供的森林资源二类清查数据为基础,辅以森林生态系统定位研究站的长期观测数据集,以《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T1721-2008)林业行业标准为依据,综合运用生态学、水土保持学、经济学等理论方法,以遥感、地理信息系统、过程机理模型等为工具,采用分布式计算方法与NPP实测法,由点上剖析推至面上分析,从物质量和价值量两个方面,对广东省森林生态服务功能进行了效益评价。

2006年以来,国家林业局开始着手森林生态系统服务功能评估标准制定工作,于2008年3月颁布出版了《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T1721-2008)。该规范明确了中国森林生态系统服务功能评估的数据源、指标体系、评估方法等工作流程,规范了当前极为混乱的森林生态系统服务功能评估工作,理论上科学、方法上可行、社会可接受。

物质量评估主要是对生态系统提供服务的物质数量进行评估,即根据不同区域、不同生态系统的结构、功能和过程,从生态系统服务功能机制出发,利用适宜的定量方法确定生态系统服务功能的质量数量。

物质量评估的特点是评价结果比较直观,能够比较客观地反映生态系统的生态过程,进而反映生态系统的可持续性。但是,由于运用物质量评价方法得出的各单项生态系统服务的量纲不同,因而无法进行加总,不能够评价某一生态系统的综合生态系统服务。

价值量评估主要是利用一些经济学方法对生态系统提供的服务进行评价。

价值量评价的特点是评价结果是货币量,既能将不同生态系统与一项生态系统服务进行比较,也能将某一生态系统的各单项服务综合起来。运用价值量评价方法得出的货币结果能引起人们对区域生态系统服务足够的重视,其评价研究能促进环境核算,将其纳入国民经济核算体系,最终实现绿色GDP,从而促进可持续发展。

2.1 指标选取原则

2.1.1 代表性原则

森林生态系统服务功能的组成因子众多,各因子之间相互作用,构成一个复杂的综合体。指标体系不可能包括所有因子,只能从中选择最具有代表性、最能反映服务功能本质特征的指标。

2.1.2 全面性原则

森林生态系统服务功能是一个自然—社会—生态因素组成的复合系统,因此选取指标要尽可能地反映服务功能各个方面的特征。

2.1.3 简明性原则

指标选取以能说明问题为目的,要选择针对性强的指标,指标繁多反而容易顾此失彼,重点不突出,掩盖了实质。因此,评估指标应尽可能控制在适度范围内,评估方法尽可能简单。

2.1.4 可操作性原则

指标的定量化数据要易于获得和更新,指标选择可以有一定的超前性,但应尽可能选择现有仪器设备可以观测到的指标。虽然有些指标对森林生态系统服务功能有极佳的表征作用,但数据缺失或不全,就无法进行计算和纳入评估指标体系。因此,选择指标必须实用可行,可操作性强。

2.1.5 适应性原则

指标选择应尽可能涵盖全国的普遍问题,易于推广应用。从空间尺度上讲,选择的指标应具有广泛的空间适用性,对不同县、不同区域而言,都能运用所选择的指标对其区域的森林生态系统服务功能做出客观的评估。

2.2 数据来源

本报告所采用数据主要有三个来源,一是国家林业局森林生态系统定位研究站长期积累依据森林生态系统定位观测指标体系(LY/T 1606-2003)开展的长期、连续、定位观测研究数据集;二是广东省林业局提供的广东省森林资源二类清查数据;三是我国权威机构公布的社会公共数据。

国家林业局于2003年8月颁布出版了《森林生态系统定位观测指标体系》(LY/T 1606-2003)。该规范规定了森林生态系统定位观测指标,即气象常规指标、森林土壤的理化指标、森林生态系统的健康与可持续发展指标、森林水文指标和森林的群落学特征指标。适用于全国范围内森林生态系统长期定位连续观测。

本报告共采用权威部门的15个类别的社会公共数据,主要来源于《中国水利年鉴》

(1993 ~ 1999 年)、农业部中国农业信息网 (<http://www.agri.gov.cn>)、卫生部网站 (<http://www.moh.gov.cn/>)、国家发展与改革委员会等四部委 2003 年第 31 号令《排污费征收标准及计算方法》等。

2.3 指标体系

中国森林生态系统服务功能评估指标体系包括涵养水源、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、森林游憩 8 项功能 17 个指标,其指标体系见图 2-1。

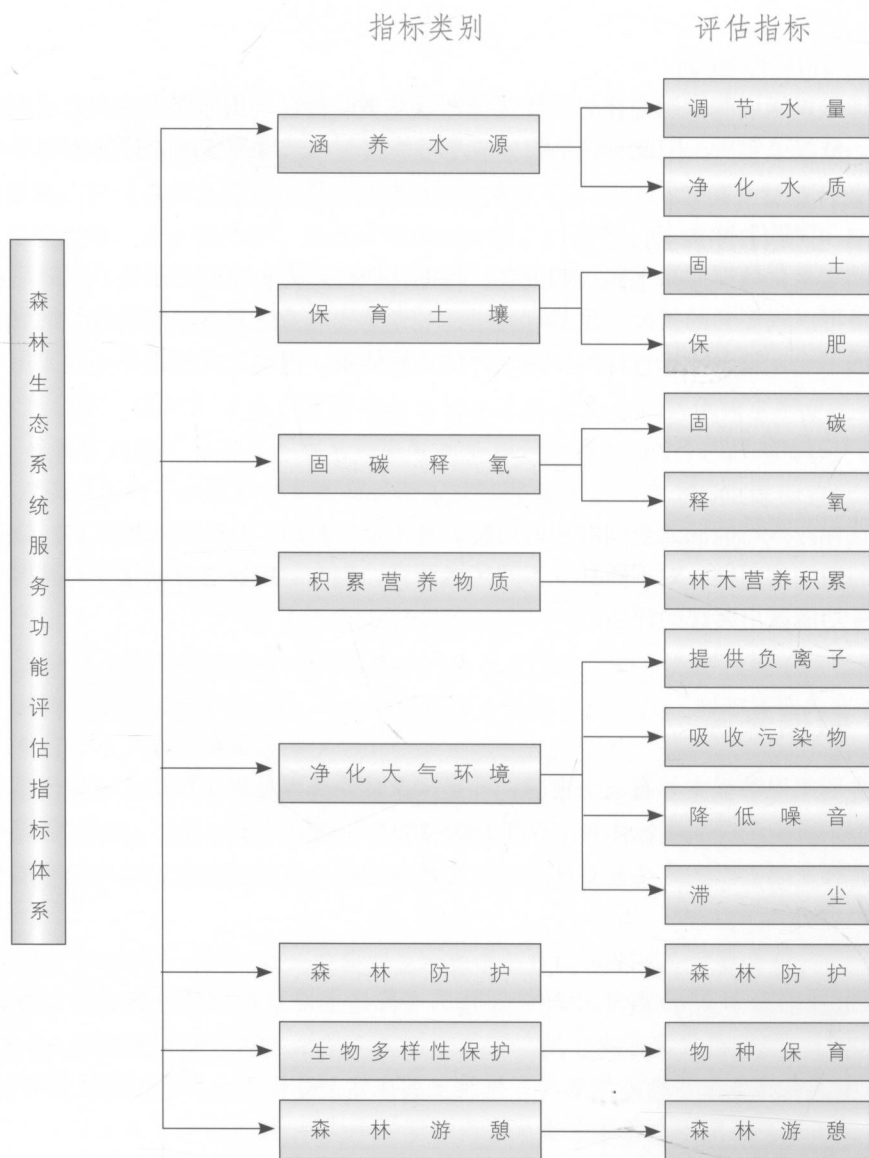


图2-1 森林生态系统服务功能评估指标体系

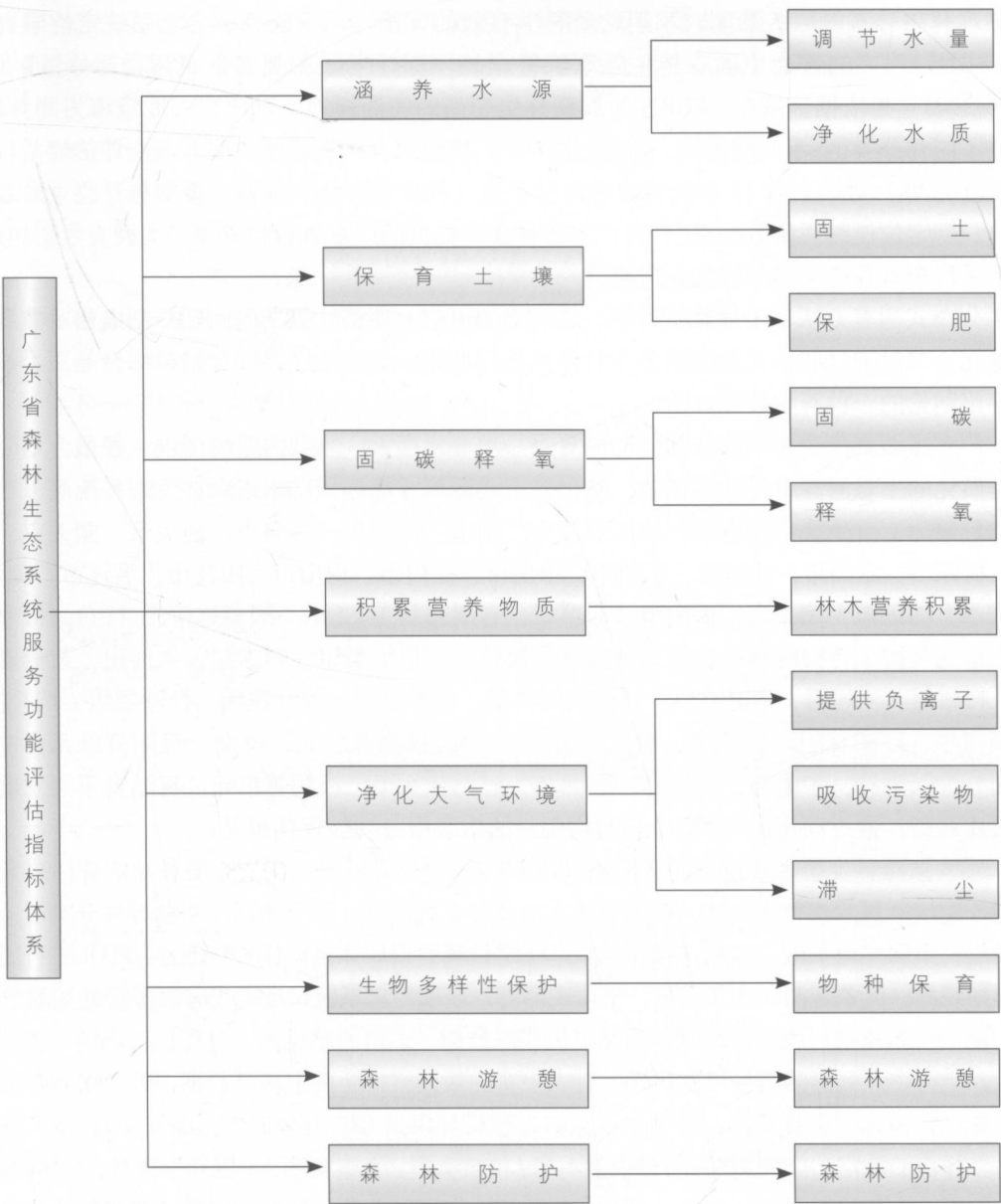


图2-2 广东省森林生态系统服务功能评估指标体系

结合广东省森林资源特点及由于降低噪音等指标计算方法不太成熟，所以本报告不涉及降低噪音的功能和价值。广东省森林生态系统服务功能指标体系包括涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境、生物多样性保护、森林防护、森林游憩 8 项功能 13 个指标，其指标体系见图 2-2。

2.4 分布式测算方法

广东省森林生态系统服务功能评估采用了分布式测算方法，分布式测算方法是目前评估

中国森林生态系统服务功能时采用的最科学有效的方法。以中国森林生态系统定位研究网络(CFERN)建立的符合中国森林生态系统特点的《森林生态系统定位观测指标体系》(LY/T 1606-2003)为依据,依托CFERN所属森林生态站的实测样地,以广东省地级市为测算单元,区分不同林分类型、不同林龄组、不同立地条件。按照《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721-2008)对广东省17个优势树种林分类型(包括经济林、竹林、灌木林)建立了森林生态站长期定位连续观测数据集。并与广东省林业局提供的广东省森林资源二类调查数据相耦合,评估了广东省森林生态系统服务功能。

分布式测算方法源于计算机科学,是研究如何把一项整体复杂的问题分割成相对独立运算的单元,然后把这些单元分配给多个计算机进行处理,最后把这些计算结果综合起来,统一合并得出结论的一种科学计算方法。

广东省森林生态系统服务功能的测算是一项非常庞大、复杂的系统工程,很适合划分成多个均质化的生态测算单元开展评估。基于分布式测算方法评估广东省森林生态系统服务功能的具体思路为:首先将广东省按行政区划分为广州市、深圳市、珠海市、汕头市、韶关市、河源市、梅州市、惠州市、汕尾市、东莞市、中山市、江门市、佛山市、阳江市、湛江市、茂名市、肇庆市、清远市、潮州市、揭阳市、云浮市、省属林场等22个一级测算单元(市),每个一级测算单元又按优势树种林分类型划分成马尾松组、其他松类组、杉木组、木荷组、其他硬阔类组、桉树组、相思组、木麻黄组、其他软阔类组、针叶混组、阔叶混组、针叶混组、阔叶混组、针阔混组、红树林组、竹林组、灌木林组等17个二级测算单元,每个二级测算单元再按林龄组划分为幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林、过熟林5个三级测算单元,再结合不同立地条件的对比观测,最终确定了1870个相对均质化的生态服务功能评估单元。

在中国森林生态系统定位研究网络(CFERN)分布格局内,将生态服务功能评估单元观测任务分配给所属的森林生态站、辅助观测点以及补充观测点,区分不同优势树种林分类型、不同林龄组、不同立地条件,按照《森林生态系统定位观测指标体系》(LY/T 1606-2003)进行固定植被样地观测、气象观测、水文观测、土壤观测等,获取生态系统尺度的生态服务功能实测数据。

基于生态系统尺度的生态服务功能定位实测数据,运用遥感反演、过程机理模型等先进技术手段,进行由点到面的数据尺度转换,将点上实测数据转换至面上测算数据,即可得到各生态服务功能评估单元的测算数据。①利用改造的过程机理模型IBIS(集成生物圈模型),输入森林生态站各样点的植物功能型类型、林分类型LAI、植被类型、土壤质地、土壤养分含量、凋落物储量,以及气温、大气相对湿度、云量、风速、各种植物生理参数等,依据中国植被图或遥感信息,推算各生态服务功能评估单元的涵养水源生态功能数据、保育土壤生态功能数据和固碳释氧生态功能数据。②结合森林生态站长期定位观测的环境数据和广东省2009年森林资源二类调查数据(蓄积量、树种组成、年龄等),通过筛选获得基于遥感数据反演的统计模型,推算各生态服务功能评估单元的林木营养积累生态功能数据和净化大气环境生态功能数据。将各生态服务功能评估单元的测算数据逐级累加,即可得到广东省森林生态系统服务功能的最终评估结果。

2.5 指标涵义和计算公式

2.5.1 涵养水源功能

森林涵养水源功能主要是指森林对降水的截留、吸收和贮存,将地表水转为地表径流或地