

《福建生态环境研究》丛书

福建省

FUJIANSHENG

SHENGTAI GONGNENG
QUHUAYANJIU

主 编 郑达贤 汤小华

副主编 曾从盛 余兴光 郑森林 郑昭团

生态功能区划研究

中国环境科学出版社

福建·福建·福建

福

建

省

FUJIANSHENG

福建省

福建省

福建省

《福建生态环境研究》丛书

福建省生态功能区划研究

主 编 郑达贤 汤小华

副主编 曾从盛 余兴光
郑森林 郑昭团

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

福建省生态功能区划研究 / 郑达贤主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2007.8

(福建生态环境研究丛书)

ISBN 978-7-80209-573-1

I. 福… II. 郑… III. 生态区-环境规划-研究-福建省 IV. X321.257

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 058773 号

责任编辑 张维平

责任校对 扣志红

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2007 年 8 月第一版
印 次 2007 年 8 月第一次印刷
开 本 787×1092 1/16 彩插 16
印 张 20.5
字 数 465 千字
定 价 65.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

在我国，人们对环境问题的认识经历了两次质的飞跃。第一次是 20 世纪 70 年代的中期，从认为社会主义国家不存在环境污染问题到认识到随着我国工业和城市的发展，同样必须密切关注和切实解决环境污染问题，把环境保护作为重大国策来实施；第二次是 20 世纪 90 年代中后期，在人口增加和社会经济快速发展的同时，人地矛盾的加剧，严重自然灾害的频繁出现，使人们进一步认识到，在我们这样的人口多、人均资源量少、国土中生态脆弱区域和荒漠、冻原面积比例很大的发展中大国，生态环境的保育是一个不亚于污染防治工作重要性的艰巨任务。其标志是 2000 年在《全国生态环境保护纲要》中提出在环境保护工作中要坚持污染防治与生态环境保护并重的原则。2003 年中共中央提出以人为本，全面、协调、可持续发展的科学发展观，强调五个统筹的协调发展理念，其中包括要求统筹人与自然和谐发展，把统筹人与自然和谐发展作为实施可持续发展战略的重要环节。2004 年 3 月，胡锦涛同志在中央人口资源环境工作座谈会上强调：“我国生态环境总体恶化的趋势尚未根本扭转，环境治理的任务依然相当艰巨”，“资源环境对经济增长制约作用越来越大，人民群众对生态环境质量的要求也越来越高”，提出要“按照树立和落实科学发展观的要求，始终把控制人口、节约资源、保护环境放在重要战略位置”。几年来，我们在福建进行的生态环境研究工作正是在对生态环境问题不断加深认识的背景下进行的。本丛书的出版既是作为这些研究工作的阶段性总结，也期望为进一步落实科学发展观，深化有关生态环境的研究，加强生态环境保育工作提供一定的科学基础和依据。

在一般意义上，环境是一个相对于主体系统的外部相关客体的概念。相对于人类社会而言，环境是指人类外部自然的或人为改造的、对人类社会产生

直接或间接影响的自然系统。这一自然系统最重要的部分，是生物及其赖以生存的环境所构成的相互联系、相互影响、相互依存并具有特定组织、结构和功能的生态系统。在人类环境意义上的生态系统，称之为生态环境。环境科学主要因人类活动造成的污染问题的严重出现而催生。因而，长期以来，环境科学关注的重点集中在污染物质、污染现象（如光、声、电磁污染等）的产生、迁移和转化规律及其监测、控制方法的研究上，环境管理的重点集中在与污染有关问题的监管和行政、经济、法律等控制措施上。因而，人们习惯地把环境问题的概念缩小到与污染物质、污染现象有关的问题上。而另一方面，由于经济发展对资源这一生产要素的迫切需要，人们把地球表面的一切、把作为人类社会环境的自然系统，除了与人类活动有关的污染问题和自然灾害外，几乎完全纳入自然资源的范畴。大部分的自然要素，均冠以资源的概念，如土地资源、土壤资源、气候资源、水资源、水能资源、森林资源、草地资源、湿地资源、滩涂资源、海洋资源、地质资源、矿产资源，甚至空间资源等。同时，单纯用资源利用率来评价人类对自然系统各要素的开发利用水平，似乎利用率越高越好，百分之百利用最好。这种资源和环境内涵和外延的理解，几乎已经成为人们观念上的定式。因而在从农业区划、国土规划到一系列区域开发规划、实验区、示范区的规划和建设的指导思想及报告编写提纲中，多把自然系统各要素纳入资源的范畴进行分析评价，而不是作为环境看待。甚至至今为止，在以生物多样性和生态系统保护为中心任务的自然保护区的考察和规划规程中，仍把保护中心对象的植被、动物群、水文环境等列为资源。对自然系统的这种片面的资源观，其结果必然导致对自然系统的超负荷利用，造成生态系统朝不利于人类社会生存发展的方向演化。客观上，作为人类社会环境的生态系统，具有资源环境二重性的特征，许多要素既以资源的功能服务于人类，也以环境的功能服务、影响或干扰人类的生存发展。而其环境功能的作用范围，则往往超出生态系统所处的区域范围，超出把它作为资源的利用主体的权属范围。正是由于生态系统的这种资源环境二重性及环境功能的地域特征，使得人们一般不能把自然系统全部投入直接的使用，而必须保留一定比例的自然要素的区域用于

维护生态系统整体的稳定性及其环境功能。一般来说,区域生态环境越脆弱越不稳定,这种保护性区域或保护性要素所占的比例越大。自然保护区的建立,重要生态功能区、生态水等概念的提出和保护的实践,正是人们对生态环境功能新的认识的结果。把生态环境纳入(或重新纳入)环境保护工作中与污染防治同等重要的位置,体现了人们对自然环境、对人地关系全面、科学认识的开始,也体现了我国环境科学研究新的发展和新的方向。本丛书的出版将能为改变传统的资源环境观起一定作用,为环境科学的新方向拓展推波助澜。

福建省是中国内地东南沿海的一个以山区为主的省份。虽然海陆兼备、气候宜人,但地域狭窄,人地矛盾与日俱增,社会经济的快速发展给生态环境带来了很大的压力。协调好人与自然的关系,创建一个人与自然和谐相处的环境,对于福建的可持续发展具有重大意义。“指挥员的正确部署来源于正确的决心,正确的决心来源于正确的判断,正确的判断来源于周到的和必要的侦察,和对于各种侦察材料联贯起来的思索”(毛泽东:中国革命战争的战略问题)。为协调好福建人与自然的关系,创建一个人与自然和谐相处的环境,支撑福建的可持续发展,首先必须对福建的生态环境进行系统的调查研究和综合分析,才能作出正确的判断和提出正确的决策意见,并下决心脚踏实地、有计划、有步骤实施。我们从20世纪90年代开始对福建省生态环境进行的系统研究正是为这一目的而开展的工作。尽管以往福建有关生态环境的研究工作相当薄弱,仅有的少量研究成果也多分散在许多部门和单位,且不同部门不同单位对同一对象所提供的数据多不一致,研究工作困难很大,但在福建省科技厅、环保局、国土厅、林业厅、海洋与渔业局、农业厅、发改委等许多厅局和各设区市,各县(市、区)相关部门的大力帮助下,完成了一系列研究任务。为此,我们对支持本研究工作的各有关部门(单位)的领导和工作人员表示衷心的感谢。研究成果已为福建省政府组织的《福建省建设总体规划纲要》的编制、为福建省第十一个五年计划的前期研究、为《福建水土保持生态恢复规划》的编制毫无保留地提供服务,并受到有关部门的重视。《福建生态省建设总体规划纲要》中体现的生态功能区划内容,被国家环保总局组织的纲要评审专家认为是该纲

要的主要创新点之一。我们把这些研究成果出版,希望能更广泛地为各部门在生态保育方面及相关领域的研究和管理工作提供实实在在的服务,也同时为福建生态环境保育的宣传教育工作提供系统的素材。生态环境作为环境科学研究的一个新领域,系统研究才刚刚开始,其内涵、外延还不是很明确,研究方法也多借用地理学、生态学和环境学既定的方法,还没有多少独立的创新。由于研究资料的基础薄弱,时间短暂加上条件有限,许多数据和资料还有待于进一步修正和更新。作为一个新的工作,许多问题和结论也有待于进一步深入探索。我们希望,这些研究成果的出版,能起到一定抛砖引玉的作用,促进生态环境研究和保育工作发展。由于时间和水平有限,书中难免有疏漏之处,敬希读者不吝指正。

郑达贤

2005年11月于福州

前言

改革开放以来,随着我国人口的增长和经济快速发展,经济活动的强度和规模持续加大,一些地区由于盲目追求经济发展的高速度,对自然资源进行掠夺式的开发利用,忽视对生态系统的保护,造成生态环境的严重破坏,以土地退化、水生态失调、植被破坏和生物多样性锐减为主要特征的生态问题日益突出,并呈加速发展的趋势。目前,我国生态环境总体上形势依然严峻,一些地区生态环境恶化的趋势还未得到有效遏制,生态环境破坏的范围在扩大、程度在加剧、危害在加重^[1]。生态环境持续恶化,将严重影响社会经济的可持续发展和国家生态环境安全,也必将对全面建设小康社会产生严重阻碍。如何从区域生态环境特征出发,制定生态环境保护与建设规划和策略,协调社会经济发展与生态环境保护的矛盾,提高社会经济发展的生态环境支撑能力,实现区域的可持续发展,已成为我国目前亟待解决的问题。

区域生态环境问题的实质,是由于对生态环境的破坏造成生态系统服务功能的损害与削弱,使生态系统向人类提供的福利减少,直接威胁到人类可持续发展的生态基础。生态系统为人类的生存和社会的发展提供了所需的资源和环境条件,它不仅为人类提供了生产生活所必需的食品、医药、木材及其他原料,还提供包括维持生物多样性、调节气候、贮存营养物质与循环、涵养水源、保持土壤、净化环境与降解有害有毒物质、减轻自然灾害等许多方面的生态服务^[2]。因此,维护和增强区域生态系统服务功能是实现区域社会经济可持续发展的保证,是区域生态环境保护的重要内容。生态环境具有明显的地域分异性,不同的地区,其地形、气候、水文、土壤和动植物群落均不相同,人类活动对环境的影响也不尽一样,因而具有不同的生态环境特征及不同的生态系统类型、结构与功能,进行生态功能区划是实施区域生态环境分区保护与管理的基础与前提。

所谓生态功能区划,就是在分析研究区域生态环境特征与生态环境问题、生态环境敏感性和生态服务功能空间分异规律的基础上,根据生态环境特征、生态环境敏感性和生态服务功能在不同地域的差异性和相似性,将区域空间划分为不同生态功能区的研究过程^[1]。它是研究和编制区域生态环境保护与建设规划的重要内容,也是制定区域经济发展和资源开发利用战略规划的重要依据。2000年11月国务院发布的《全国生态环境保护纲要》要求各地“抓紧编制生态功能区划,指导自然资源开发和产业合理布局,推动经济社会与生态环境保护协调健康发展”。为落实《纲要》精神,国家环境保护总局于2002年8月发出了《关于开展生态功能区划工作的通知》(环发[2002]117号)和《生态功能区划暂行规程》,部署全国各省区开展省域生态功能区划工作。

福建省是中国内地东南沿海一个多山的省份,虽然海陆兼备,生态环境比较优越,

^[1] 国务院西部地区开发领导小组办公室,国家环境保护总局.生态功能区划暂行规程[R].2002.

但在较优越的生态环境中隐藏着特殊的生态脆弱性,生态环境的保育对福建省的可持续发展具有重要的意义。福建省人民政府高度重视生态功能区划工作,2002年省政府在部署《福建生态省建设总体规划纲要》编制的专题研究项目中,专门设置了生态功能区划专题。该专题在省环境保护局、省发改委、省国土资源厅等多部门的协调领导下,由福建师大地理研究所和国家海洋局第三海洋研究所于2002年5月完成,主要内容被纳入《福建生态省建设总体规划纲要》中,被《纲要》评审专家组认为是该《纲要》的创新特色之一。之后,在省环境保护局的资助和领导下,编制单位根据国家环保总局的部署和《生态功能区划暂行规程》要求,通过深入研究,制定了与全国生态功能区划相衔接的福建省生态功能区划编制方案,确定了自上而下和自下而上相结合的生态功能区划编制方法,即以2002年编制的生态功能区划方案为蓝本和框架,组织县(市、区)域生态功能区划,然后在县域生态功能区划的基础上,修订省级生态功能区划,使省级生态功能区划更符合客观实际和更具可操作性。在组织指导全省88个县(市)区开展县级生态功能区划编制工作的同时,编制单位根据国家环保总局发布的《生态功能区划暂行规程》要求,进行了生态环境现状分析、生态环境敏感性评价和生态服务功能评价,根据评价结果和县级生态功能区划结果,修订全省生态功能区划方案,完成了福建省生态功能区划编制报告和福建省生态功能区划图等成果。本研究得到福建省省政府有关部门的大力支持,特别是省发展与改革委员会、国土厅、水利厅、农业厅、林业厅、海洋与渔业局、建设厅、科技厅、旅游局的大力支持,并得到各设区市和县(市、区)有关部门的大力帮助,为此表示衷心感谢!

本书是在福建省生态功能区划研究的基础上进一步修改加工而成的最终成果。全书共分10章。第1章是对生态系统和生态功能区划研究领域的相关理论和研究进展的介绍,主要是对生态系统和生态服务功能、生态区划和生态功能区划、生态功能区划的内容和程序的阐述。后9章是对福建省生态功能区划的系统研究。其中第2、3、4章的内容分别是福建省生态环境现状评价、福建省生态环境敏感性评价和福建省生态系统服务功能重要性评价;第5章深入探讨了福建省生态功能区划的原则和方法,提出福建省生态功能区划方案;第6、7、8章,分别按闽北闽西地区、闽东闽中地区和闽东南地区,阐述各生态功能区的特征和生态保育方向、措施;第9章通过对划定重要生态功能区的若干问题的探讨,在全省107个生态功能区的基础上确定了41个重要生态功能区;第10章提出了生态功能区划实施的保障措施。

由于编者水平所限,书中疏漏错误在所难免,殷切希望读者不吝指正!

福建省生态功能区划课题组

2007年6月

目 录

1 生态系统和生态功能区划	1
1.1 生态系统和生态服务功能	1
1.2 生态区划和生态功能区划	8
1.3 生态功能区划的内容和程序	13
2 福建省生态环境现状评价	17
2.1 自然环境特征	17
2.2 社会经济概况	21
2.3 主要生态系统或生态因子现状评价	25
3 福建省生态环境敏感性评价	41
3.1 基本评价方法	41
3.2 福建省陆域生态环境敏感性评价	41
3.3 福建省海域生态环境敏感性评价	56
4 福建省生态系统服务功能重要性评价	68
4.1 基本评价方法	68
4.2 各类生态服务功能重要性评价	68
5 福建省生态功能区划	77
5.1 指导思想和区划原则	77
5.2 福建省生态功能区划若干问题	79
5.3 省域生态功能区的划分	86
5.4 省域生态功能区划方案	97
6 闽北闽西地区的生态功能区	102
6.1 建溪流域	102
6.2 富屯流域	116
6.3 沙溪流域	129
6.4 韩江流域	150

7 闽东闽中地区的生态功能区	167
7.1 闽东诸河流域	167
7.2 敖江流域	179
7.3 闽江中游区域	183
7.4 龙江—木兰溪—晋江上游区域	202
7.5 九龙江上游区域	208
7.6 闽东沿海及近岸海域区域	221
8 闽东南的生态功能区	238
8.1 闽东南西部区域	238
8.2 闽东南沿海北部区域	243
8.3 闽东南沿海中部区域	251
8.4 九龙江下游与河口区域	272
8.5 闽东南沿海南部区域	280
9 福建省重要生态功能区	290
9.1 确定重要生态功能区的若干问题	290
9.2 重要生态功能区的类型	295
10 生态功能区划实施的保障措施	298
10.1 生态功能区划的定位	298
10.2 生态功能区划实施的保障措施	298
主要参考文献	300
附录: 动植物名录	306
附图	317

1 生态系统和生态功能区划

1.1 生态系统和生态服务功能

地球上的生物圈及生态系统是一个复杂的生命支持系统，是人类赖以生存和发展的物质基础。自然生态系统为人类的生存和社会的发展提供了所需的资源 and 环境条件，生态系统除了向人类提供实物型生态产品，如各种食物、工农业生产用品（木材、薪材、药材、饲料等）外，还向人类提供许多种类的非实物型生态服务。长期以来，人们认为自然生态系统是取之不尽、用之不竭的，在对自然资源开发利用过程中往往是过度地索取，甚至是掠夺式的开发利用。进入工业时代，随着技术的进步和人口的增长，人类经济活动的强度和规模持续加大，在创造了巨大物质财富的同时，人类对地球生态系统的影响达到了空前的程度。特别是 20 世纪 50 年代以来，由于人口剧增和消费水平的提高，加之技术进步带来的负面影响，生态系统遭到严重的干扰和破坏，并引发了全球气候变暖、生态系统退化、生物多样性减少、土壤侵蚀和荒漠化、环境污染等全球性的生态环境危机，使人类自身的生存与发展受到威胁。

面对全球性的生态环境危机，人们开始对经济发展与生态环境的关系、人类与自然的关系进行反思，由此孕育出了可持续发展思想。随着对可持续发展研究的深入和人类为实现自身可持续发展的需要，进而对生态系统结构与功能认识的深入，人们逐渐认识到：区域性与全球性生态环境问题的实质是由于对生态系统的破坏造成生态系统服务功能的损害与削弱，使生态系统向人类提供的福利减少，直接威胁到人类可持续发展的生态基础。现代科学技术能影响生态系统服务功能，但不能替代自然生态系统服务功能；人类社会的可持续发展必须建立在保护地球生命支持系统、维持生态系统服务功能的可持续性的基础上。

尽管对生态系统服务功能的明确表述和研究是相对较晚的事情，但是人类早就意识到生态系统对人类生存和社会发展的作用。早在古希腊，哲学家柏拉图曾经对雅典人砍伐森林导致水土流失和山泉干涸进行过描述。中国古代风水林的建立与保护，也反映了人们对森林保护村庄与居住环境作用的认识。在 19 世纪下半叶，美国人 George Marsh 首先注意到生态系统的服务并用文字做了记载。他在《Man and Nature》一书中记述了森林保土和供水服务：“从山脊到山脚的森林消失后，可生长植物的土壤被冲走，泉水干涸，河流缺水，曾经依靠灌溉而肥沃的草地因无生产能力而荒芜了。” Marsh 也意识到了自然生态系统分解动植物尸体的服务功能，他在书中写道：“动植物的尸体依靠一些微生物来分解和转化，如果没有它们，污浊的空气将严重影响人的健康。”他同时还注意到生态系统的害虫控制服务，“人类已经使得害虫数量增多，因为人类消灭了以昆虫为食的

鸟和鱼^[3]”。这是最早的对生态系统服务功能的描述。

从 1935 年英国生态学家 Tansley 提出生态系统的概念后,以生态系统为基础的生态学研究逐步形成科学的体系,并且从注重生态系统结构研究逐渐向关注生态系统功能的研究方向发展。以 E.Odum 的经典研究为发端,生态系统的物质循环、能量流动等研究成为生态系统研究的基本内容^[4]。一些生态学家开始关注和深入地思考生态系统的服务功能。Aldo Leopold 观察到狼群对牧群的自然控制作用,他指出:“赶走狼群的牛仔们没有意识到自己已经取代了狼群控制牧群规模的职责,没有想到失去狼群的群山会变成什么样子,结果导致沙尘蔽日,肥沃的土壤流失,河流把(我们的)未来冲进了大海。”Leopold 也认识到人类自己不可能替代生态系统服务功能,他指出:“土地伦理将人类从自然的统治者地位还原成为自然界的普通一员^[5]。”W.Vogt 第一个提出了自然资本的概念,他指出耗竭自然资源资本,就会降低美国偿还债务的能力^[6]。自然资本这一概念为自然资源服务功能的有价评估奠定了基础。接着,耶鲁大学植物学家 Paul Sears 注意到了生态系统的再循环服务功能,“微生物和无脊椎动物分解有机废物,将它们转化成生命可重复利用的化学形态^[7]。”从 20 世纪 40 年代至 60 年代,生态系统理论的发展为人们研究生态系统服务功能提供了科学基础,但这一时期的研究还主要集中在生态系统功能研究方面,对生态系统的服务功能仅仅是间接地有所分析。

到 20 世纪 70 年代,生态系统服务功能开始成为一个科学术语及生态学与生态经济学研究的分支。1970 年,在 SCEP 的《人类对全球环境的影响报告》中首次使用生态系统服务的“service”一词,并列出了害虫控制、昆虫传粉、自然渔业、气候调节、土壤保持、洪水减缓、土壤形成、物质分解、空气成分稳定等自然生态系统对人类的“环境服务”功能^[8]。1974 年,Holdren 和 Ehrlich 又将土壤肥力的更新和基因的保存列入生态系统服务功能的范畴^[9]。1977 年,Westman 提出“自然的服务”的概念及其价值评估问题^[10],1981 年,著名生态学家 Ehrlich 在研究生态系统对土壤肥力与基因库维持的作用以及生物多样性的丧失对生态系统的影响时,首次提出“生态系统服务功能(Ecosystem Service)”一词^[11]。此后生态系统服务功能这一术语逐渐为人们所公认和普遍使用。

自从生态系统服务功能概念提出之后,对生态系统服务功能的研究很快成为国际生态学界和生态经济学界研究的前沿和热点。1991 年国际科学联合会环境委员会组织召开的一次会议上专门讨论了如何进行生物多样性的定量研究,这次会议促进了生物多样性与生态系统服务功能关系的研究以及生态系统服务功能经济价值评估方法的发展。近几年来,关于生态系统服务功能及其价值评估理论与实践的研究得到广泛的开展,研究的重点主要集中在对自然生态系统服务功能价值进行评估上。

在生态系统服务功能研究领域,以 Daily 和 Costanza 等人的研究为代表。1997 年,由 Daily 等人主编的《Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystem》一书,比较系统地介绍了生态系统服务功能的概念和内容、研究简史、服务价值评估方法,还分析了不同生态系统的服务功能以及区域生态系统服务功能价值^[12]。Costanza 等(1997)在世界上最先开展了对全球生物圈生态系统服务价值的估算,他们将生态系统服务功能归纳为 17 种类型,并按 10 种生物群系以货币形式进行估算。计算结果表明,全球生态系统每年能够产生的服务总价值为 16 万亿~54 万亿美元,平均价值为 33 万亿美元,相当于 1997 年全世界国民生产总值(GNP)的 1.8 倍^[13]。Costanza 等研究成果的发表,不

仅在国际上引起了普遍关注和广泛讨论,而且掀起了对生态系统服务价值研究的热潮,促进了生态系统服务的研究进程。

生态系统服务的价值评估研究可分为:全球或区域生态系统服务价值的评估、单个生态系统服务价值的评估研究、生态系统单项服务价值的评估研究等方面。在全球或区域生态系统服务价值的评估方面,除了 Costanza 等人的研究外, Pimentel 等尝试估算了世界与美国生物多样性提供的服务价值,包括在废物处理、土壤形成、氮固定、化学物质的生物去除、作物和家畜育种、生物技术、害虫的生物控制、寄主植物抵抗力、多年生作物、授粉、渔业、狩猎、海产品、其他野生食物、木材生产、生态旅游、植物药物、森林固定 CO_2 等方面的经济效益,据他们测算的结果,全球范围内和美国境内所有生物及基因带来的经济和环境利益分别为 30 000 亿美元/a 和 3 000 亿美元/a^[14]。

在单个生态系统服务价值与生态系统单项服务价值的评估研究方面, Barbier 等 (1991) 对森林生态系统的价值评估研究^[15]最早引起国际上研究者的关注。国际上已开展了较多的对森林生态系统服务价值的研究,如 Peters 等 (1989) 对亚马孙热带雨林的 non-wood 林产品的价值评估^[16]; Tobias 等 (1991) 和 Maille 等 (1993) 对热带雨林的生态旅游价值的研究^[17, 18]; Hanley 等 (1993) 对森林的休闲、景观和美学价值的研究^[19]。2000 年日本林野厅对其境内的森林公益价值、分水源涵养等六大类服务功能进行了计量和评价,得出了总额约 75 兆日元 (约 500 万人民币) 的总价值金额^[20]。国际上对湿地生态系统的管理与服务价值的评估研究开展得较早,如 Turner (1991) 对湿地的总经济价值的论述^[21]、Barbier (1994) 对热带湿地环境功能价值的论述^[22]、Acharya 等 (2000) 和 Kontogianni 等 (2001) 通过案例对湿地在补给和维持地下水资源方面的作用及其间接价值的评估^[23, 24]。此外, Salati 等 (1997)、Holmund (1999)、Bjorklund 等 (1999) 从不同的角度对草原生态系统、鱼类生态系统、淡水生态系统的服务功能及其价值评估进行了研究^[25-27]。

在理论方法研究方面,日本自 20 世纪 60 年代末开始探索森林公益机能的经济价值评价方法。于 1972 年在全国开展了森林公益机能的值评价工作,使用比较多的价值评价方法是替代成本法。Tobias 等 (1991)、Peter 等 (1993) 采用不同的评价方法对雨林的生态经济价值进行研究^[28]。之后又有许多研究者相继研究了一些具体的评价方法,如不同生物资源的经济评价方法^[29]、自然保护区的经济评价方法^[30, 31]等。对于生物多样性, Pimentel (1997) 认为有许多方法可以用来评价它给人类带来的利益:一种是给出关于生态系统的最佳估算;另一种是评价人类对维持生物多样性的支付意愿 (WTP)^[14]。Costanza 等 (1997) 综合了国际上已经出版的用各种不同方法对生态系统服务价值的评估研究结果,主要采用直接或间接地对生态系统服务价值的意愿支付的估价方法,对全球生态系统服务功能进行评估^[13]。

随着国际生态系统服务功能及其价值评价研究工作的兴起,我国学者也开始涉足这一领域的研究与探索。20 世纪 90 年代末期以来,我国生态学者开始引进相关概念、评估理论与方法。欧阳志云等 (1999) 系统阐述了生态系统的概念、内涵及其价值评价方法^[2]; 孙刚等 (1999)、辛琨和肖笃宁 (2000)、张志强等 (2001)、谢高地等 (2001) 分别概述了生态系统服务功能的概念与内涵,介绍了当前国内外有关生态系统服务与自然资本价值评估研究的进展^[32-35];许多学者系统地开展了对全国、区域生态系统服务功能价值的计

算,以及对单个生态系统服务价值与生态系统单项服务价值的评价研究。

事实上,我国的生态系统服务功能价值评价工作源于 20 世纪 80 年代初开始的森林资源价值核算研究工作。1982 年,张嘉宾等人利用影子工程法和替代费用法估算云南怒江、福贡等县的森林固持土壤功能的价值为 154 元/(亩·a),森林涵养水源功能的价值为 142 元/(亩·a)^[28];中国林学会在 1983 年开展了森林综合效益评价研究;1988 年国务院发展研究中心得到美国福特基金会的资助,成立“资源核算纳入国民经济核算体系”课题组,开展包括水资源、土地资源、森林资源、草地资源、矿产资源等的价值核算工作;侯元兆等人(1995)第一次比较全面地对中国森林资源价值进行了评估,其中包括三种生态系统服务功能——涵养水源、防风固沙、净化大气的经济价值,并首次揭示了这三项功能是活立木价值的 13 倍^[36];李金昌等(1999)出版了《生态价值论》,该书以森林生态系统为例,全面总结了森林生态服务价值计量的理论和方法,并提出了用社会发展阶段系数来校正生态价值核算结果^[37]。此外,还有许多学者先后进行了一些森林资源价值核算的案例研究和理论思考。所有这些研究工作为生态系统服务功能及其价值评估研究提供了基础。

国内开展对生态系统服务价值的研究,比较早的是薛达元等(1997)对长白山自然保护区生态系统生物多样性的经济价值的评估研究^[38],他们引入环境价值核算方法,首次采用条件价值法对长白山地区生物多样性的存在价值进行了支付意愿调查;欧阳志云等(1999)对海南岛生态系统服务功能价值进行评价研究后,又从有机物质的生产、维持大气 CO₂ 和 O₂ 的平衡、营养物质的循环和储存、水土保持、涵养水源、生态系统对环境污染的净化作用 6 个方面,对中国陆地生态系统服务功能的价值进行了初步估算^[39, 40];郭中伟等(1998)以神农架地区兴山县为例,对森林生态系统调节水量的服务功能价值进行了评估^[41];周晓峰等(1999)利用生态定位观测资料对黑龙江省的森林资源生态系统公益价值进行了估算^[42];蒋延玲(1999)利用全国第三次森林资源清查资料,并沿用 Costanza 等人的 16 个生态系统的分类系统和 17 大类服务功能及其价值计算方法,估算了我国 38 种主要森林类型生态系统服务功能的总价值为 717.401×10^8 美元/a^[43];陈仲新等(2000)参照 Costanza 等(1997)的分类方法、经济参数与研究方法,对中国生态系统效益的价值进行了估算,并与世界生态系统服务功能总价值进行了对比,同时对我国各省区生态系统服务价值进行了计算、排序和对比分析^[44];宗跃光等人(2000)从不同土地利用方式产生不同价值量的角度出发,对区域生态系统服务功能价值评价体系及其估价方法进行了研究,并将 Costanza 等人单纯自然资本的测算推广到自然资本、经济资本和社会资本的综合测算,以衡量区域综合经济可持续发展状况^[45];韩维栋等(2000)等用环境经济学的方法,对中国现存自然分布的红树林生态系统的生态价值进行了评估研究^[46];谢高地等(2001)对全国自然草地生态系统服务价值进行了估算,他们将全国草地生态系统根据土地覆盖区分为温性草甸草原等 18 类生物群落,按 17 类生态系统服务功能(Costanza 等, 1997)逐项估算各类草原生态系统的服务价值,得出全国草原每年的服务价值为 1497.9×10^8 美元^[47];张志强等(2001, 2002)以黑河流域为例,对生态系统服务的价值进行估算,并采用条件价值评估法对生态系统服务恢复的价值进行评估^[48, 49];其

* 1 亩=1/15 hm², 全书同。

他案例还有：鲁春霞等（2001）对河流生态系统的休闲娱乐功能及其价值的评估研究^[50]；辛锟和肖笃宁（2002）对盘锦地区湿地生态系统服务功能价值进行估算^[51]；闵庆文等（2004）对青海草地生态系统服务功能的价值进行评估^[52]。

目前，我国生态系统服务功能及其价值评价研究工作已取得令人瞩目的进展。生态系统服务功能评价的对象和范围已经由过去单一、局部的森林资源价值核算扩展到了其他生态系统类型，如草原生态系统、河流生态系统、湿地生态系统的服务功能价值评价以及区域生态系统服务功能评价多个领域，并逐渐向可持续发展等应用研究领域拓展。关于生态系统服务功能价值理论及评价方法方面的研究也逐步深入，评价方法趋于多元化。

由于对生态系统服务功能研究的历史较短，到目前为止，还没有统一的生态系统服务功能的概念。1997年 Daily 等人对生态系统服务的概念作出了比较系统的表述，他在《自然的服务：人类社会对自然生态系统的依赖》一书中将生态系统服务定义为：“生态系统服务是指自然生态系统及其物种所提供的维持和满足人类生存需要的条件和过程”（Ecosystem services are the conditions and processes through which natural ecosystem and the species that make them up sustain and fulfill human life）^[12]。Cairns（1997年）从生态系统的特征出发，认为生态系统服务是对人类生存和生活质量有贡献的生态系统产品和生态系统功能^[53]。该定义指出生态系统服务对人类是有贡献的，生态系统服务体现的主体是产品和功能。Costanza 等（1997）将生态系统提供的商品和服务统称为生态系统服务。中国学者欧阳志云等人（1999年）在 Daily 提出的生态系统服务概念的基础上，将生态系统服务功能定义为：“生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。”董全（1999年）认为生态系统服务是自然生物过程产生和维持的环境资源方面的条件和服务^[54]。

从上述定义可以发现，尽管对生态系统服务功能的表述有所不同，但其基本实质是一致的，即生态系统服务功能是指自然生态系统及生态过程所形成的、维持人类生存和发展的自然环境条件与效用，它是人类直接或间接从生态系统的功能（生态系统中的生境和生物或生态过程）中得到的产品和服务。

目前，对生态系统服务功能的分类有不同的划分。Daily（1997）曾将生态系统服务分为15个类型。Costanza 等人（1997）将生态系统服务分为17个类型（表1-1），综合起来，主要包括：生态系统的产品生产、生物多样性的产生和维持、调节气候、调节水循环和水供给、减缓旱涝灾害、土壤的形成及土壤保持、净化环境、废弃物的解毒与分解、物质循环的保持、农作物和自然植被的授粉及其种子的传播、控制病虫害的暴发、休闲娱乐、文化等方面。生态系统服务功能总体上可分为三大类，即生活与生产物质的提供、生命支持系统的维持以及精神生活的享受。第一类是生态系统通过第一性生产与第二性生产为人类提供的直接商品或是将来有可能形成商品的部分，如食物、木材、燃料、工业原料、药品等人类所必需产品；第二类是易被人们忽视的支撑与维持人类生存环境和生命支持系统的功能，如生物多样性、气候调节、传粉与种子扩散等；第三类是生态系统为人类提供娱乐消闲与美学享受，如登山、野游、渔猎、漂流、划船、滑雪等。