

区域生态资产评估

——理论、方法与应用

高吉喜 等 ⊙ 著



科学出版社

区域生态资产评估

——理论、方法与应用

高吉喜 等 ⊙ 著



科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书在总结、借鉴国内外已有的生态资产研究成果的基础上,进一步明确生态资产的概念和内涵,探索了生态资产耗损和流转的评估方法和技术模型,建立了相对完善的生态资产评估及应用技术体系;对生态资产空间流转形式及驱动因素进行了分析,开展了区域生态资产损益与承载力影响评估研究,并在此基础上对我国典型区域生态资产损益和流转进行了评估;提出了区域生态资产优化配置与经济合作,并构建了基于生态资产流转的生态补偿机制,可为中国经济社会发展、生态环境保护、资源利用等战略的制定提供支撑。

本书可供生态学、生态经济学等相关领域的研究、教学和管理人员参考,也可供相关研究方向的大专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

区域生态资产评估:理论、方法与应用 / 高吉喜等著. —北京:科学出版社, 2013

ISBN 978-7-03-036768-6

I. 区… II. 高… III. 区域生态环境—环境生态评价—中国 IV. X826

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 035777 号

责任编辑:李 敏 张 菊 / 责任校对:钟 洋

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 4 月第一次印刷 印张:18 3/4 插页:4

字数:450 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《区域生态资产评估——理论、方法与应用》

主要编写人员

高吉喜 范小杉 陈雅林

陈艳梅 田美荣 吕世海

冯朝阳 王小亭

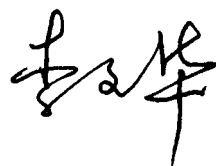
序

随着经济社会发展和生态环境保护矛盾日渐突出,如何准确评估资源环境价值成为区域可持续发展的关键。国内外众多学者开始关注这一领域,在自然资源价值核算、生态系统服务价值评估、自然资本核算等几个方面开展了大量的研究。“生态资产”是在上述研究的基础之上提出的,由于提出时间相对较短,生态资产概念并不统一,研究内容与方法全然不同。如何规范和进一步发展生态资产研究,需要我们科研人员持之以恒地对该领域作出贡献。

高吉喜同志与他的团队长期从事这方面的研究工作,有很好的专业功底,经过多年的不懈努力,终于完成了这本专著,实属不易。就我所知,高吉喜同志的这项研究依托于2007年国家环境保护公益行业科研专项,但他对生态资产的研究更早,在2011年项目验收之后,他仍继续整理完善有关内容,前后默默耕耘近七载,在系统总结多年研究的基础上,编著成这本著作,这是十分难得的。我先后几次参加了这个项目的论证和评审,并在成书后,又概要地阅读了全书主要内容,我认为该书在很多方面有创新性,这也是参加论证会专家的一致看法。该书在充分调研、总结和借鉴国内外已有的生态资产研究成果的基础上,进一步明确了“生态资产”的概念和内涵,建立了相对完善的生态资产评估技术体系与评估模型,创新性地提出了生态资产耗损与流转、区域生态资产优化配置等理念,建立了基于生态资产流转的生态补偿机制;丰富了生态资产研究理论,并对典型区域的生态资产耗损和流转开展了应用研究,揭示了中国生态资产利用现状、动态演变趋势及其经济社会动因,部分研究成果在国家和地方环境管理中得到了很好的应用。

写序之际,喜闻党的十八大成功召开,并将生态文明建设放在突出地位,提出要努力建设美丽中国、优化国土空间开发格局、增强生态产品生产能力。从中也可看出,作者在科学研究方面具有一定超前意识,该项研究成果不仅具有科学性,而且具有前瞻性。希望本书的出版能为生态产品核算和生态文明建设提供科学基础。

生态事业是一项伟大的事业,研究永无止境,愿将此书推荐给对生态资产感兴趣的社会各界人士!



中国工程院院士

2012年11月

前言

1867 年，马克思的《资本论》横空问世，由此引起了人们对资本的兴趣。按照马克思主义政治经济学的观点，资本是一种可以带来剩余价值的价值，包括生产资料、劳动工具、原料以及交换价值，体现了资本家对工人的剥削关系。从宏观经济来讲，“资本”泛指一切投入再生产过程的有形资本、无形资本、金融资本和人力资本。在早期，资产或资本并未很好地体现出“自然”的价值，因此也才有了对自然资源“取之不尽，用之不竭”的错误认识。

随着全球经济的高速增长和资源的日益短缺，自然资源在经济领域的地位和作用越来越突出，自然资本（natural capital）的概念随之。1948 年，Vogt 在讨论国家债务时提出了自然资本的概念。他指出耗竭自然资源资本，就会降低偿还债务的能力，这是国际上对自然资本重要性的萌芽认识。1999 年，Paul Hawken 等出版了第一部《自然资本论》（*natural capitalism*），明确指出环境并不是生产的一个微不足道的因素，而是“包容、供应和支持整个经济的一个外壳”，可以预言，未来经济发展的限制因素将不是传统意义上的生产资料，而是“自然资本的可用性和功能性，特别是不可取代的、目前还没有市场价值的生命-支持服务”，“只有充分利用自然资源的经济，才有发展前景”。由此，资产和资本逐渐在学界得到重视。20 世纪 80 年代以来，区域经济发展的需求与生态供给之间的非均衡性也随着区域经济发展不平衡程度的加剧而越来越明显，生态欠账不断增多。在这种情况下，国内外许多专家、学者、政府部门和国际组织开展了对自然资源及生态系统服务效益的价值评估，随后国际生态经济杂志 *Ecological Economics* 于 1998 年和 1999 年分两期以专题的形式讨论了有关生态系统服务及其价值评估的研究成果，2000 年千年生态系统评估（Millennium Ecosystem Assessment, MA）的启动更将生态系统服务功能评估的研究热潮进一步推向顶峰。

生态资产是在自然资产和生态系统服务两个概念的基础上逐渐发展起来的，但由于起步较晚，生态资产概念并不统一，在生态资产价值理论研究方面，对生态资产空间异质性、时间动态性以及生态资产的空间转移性等的研究相对薄弱；在生态资产核算方面，多年来对自然资源进行价值核算只局限于人类劳动产生的新价值，而将生态环境资源本身的价值和对环境的补偿价值排除在外，造成对资源环境价值评估过低，大量自然资源不断地耗损乃至枯竭，进而使区域经济发展不平衡程度越来越明显。为了保证人类持久地从生态系统获得生态系统服务，并适应社会主义市场经济的需求，在生态资产的研究中，不仅要研究一个国家或地区在一定时期内生态资产的总量，更要研究生态资产的动态。因此生态资产研究应与区域经济社会发展相结合，以生态资源自身价值和生态系统服务价值为理论依据，对生态资产进行损益和流转评估。一方面，可有效评估人类对生态系统服务功能的

干扰,实施生态补偿;另一方面,可分析生态资产流转与生态承载力变化的关系,以维持生态系统物质、能量和信息的输入、输出的动态平衡。

本书立足前沿,注重方法、理论与实践并重,在借鉴国内外已有生态资产研究成果的基础上,界定了生态资产概念和内涵,开展了以生态资产耗损与流转为主要研究内容的生态资产评估,首次构建了生态资产耗损和流转的评估方法和技术模型,建立了相对完善的生态资产评估及应用技术体系,并以此为基础对林地生态系统、草地生态系统、农田生态系统三大生态系统资产和化石能源资产进行了评估,并对保护地-区域生态系统服务转移模式、郊区-城市生态系统服务转移模式及生态屏障区-远距离区生态系统服务转移模式进行了分析,可为环境管理标准的制定提供可量化的参考数据。同时,本书通过对生态资产转移的环境效应、资源诅咒现象的分析,提出了区域生态资产优化配置机制,完善了区际资源环境合作机制,并探索了以生态资产流转为出发点,以资源、产品输出地为补偿客体的生态补偿机制。

1847年,《共产党宣言》提出了“全世界无产者联合起来”的口号,成为19世纪末和20世纪争取民族解放和独立运动最主要的旋律。面对21世纪全球范围内经济增长带来的资源环境压力,拥有生态资产的国家和地区的主旋律应是“全世界有产者联合起来”,争取生态资产的永续利用。这项伟大的事业需要我们前赴后继,希望本书的出版能为我国的生态资产研究“添砖加瓦”。然而,一方面囿于作者水平有限,另一方面由于生态资产理论仍然处于发展和不断完善之中,其涉及知识面广泛、学科交叉多、研究困难大,因此书中难免有不当之处,敬希有关专家和广大读者对本书提出批评意见和建议。此外,本书在长期的研究过程中引用了大量的国内外相关文献,因涉及时间长、参加的研究人员多,难免部分引用资料被疏漏,如有资料未能在参考文献中列出,敬请谅解。

本书的出版得到2007年国家环境保护公益行业科研专项“区域生态资产评估技术方法与应用研究”项目的支持,主要研究和编写人员有高吉喜、范小杉、陈雅林、陈艳梅、田美荣、吕世海、冯朝阳、王小亭,参加项目研究人员还有张彪、智静、苏德荣、吴楠、李岱青、韩永伟、郑志荣、姚野、宋婷等,在此,对所有研究人员及对本项目给予支持和帮助的所有单位的同仁和专家致以谢意!

作 者

2012年11月

目 录

序

前言

第 1 章 生态资产理论与研究进展	1
1.1 相关概念辨析	1
1.1.1 资产与资本	1
1.1.2 自然资源与自然资本	3
1.1.3 生态系统功能与生态系统服务	4
1.1.4 生态资产与生态资本	6
1.2 生态资产概念及内涵	7
1.2.1 生态资产概念	7
1.2.2 生态资产内涵	9
1.2.3 生态资产属性及特征	10
1.2.4 生态资产构成要素及价值	11
1.2.5 生态资产耗损与流转	13
1.2.6 生态资产价值	15
1.3 生态资产价值评估理论	16
1.3.1 生态资产评估价值论基础	16
1.3.2 生态资产价值评估主要方法	18
1.3.3 生态资产价值评估计量模型	20
1.4 生态资产评估研究进展	21
1.4.1 国外研究进展	21
1.4.2 国内研究进展	24
1.5 生态资产研究趋势	27
1.5.1 完善生态资产评估的理论与经济技术方法	27
1.5.2 建立生态-环境-经济综合核算体系	28
1.5.3 重视对生态资产的流转研究	28
1.5.4 实现生态资产研究与经济社会建设实践的结合	28
第 2 章 区域生态资产评估指标体系和方法	30
2.1 生态资产评估方法	30
2.1.1 实物评估法	30
2.1.2 生态足迹法	31

2.1.3	能值法	33
2.1.4	货币价值法	38
2.1.5	评估方法的归纳和总结	39
2.2	区域生态资产评估指标体系构建	40
2.2.1	评估指标构建原则	40
2.2.2	评估指标体系	42
2.2.3	评估指标含义	43
2.3	区域生态资产评估流程与评估模型	45
2.3.1	评估流程	45
2.3.2	生态系统服务价值评估模型	45
2.3.3	生态资产耗损评估模型	52
2.3.4	生态资产流转评估模型	54
第3章	区域生态资产空间流转形式及驱动分析	57
3.1	区域生态资产空间流转形式与途径	57
3.1.1	流转形式	57
3.1.2	流转途径	57
3.1.3	区域生态资产空间流转驱动要素	59
3.2	中国化石能源资产空间流转分析评估	63
3.2.1	中国化石能源现状	64
3.2.2	中国省际化石能源资产流转评估	65
3.2.3	跨国间化石能源资产流转评估	81
3.3	生态系统服务空间流转分析评估	90
3.3.1	生态系统服务核算相关生态参数测算方法	90
3.3.2	保护地-区域生态系统服务转移模式分析	93
3.3.3	郊区-城市生态系统服务转移模式分析	103
3.3.4	生态屏障区-远距离区生态系统服务转移模式分析	111
3.4	生态经济产品跨境贸易分析评估	116
3.4.1	中国农业生态经济系统生态资产转移	116
3.4.2	中国农业生态经济系统生态资产转移趋势	119
3.4.3	中国生态经济系统生态资产进出口贸易分析	121
第4章	区域生态资产损益与承载力影响评估研究	125
4.1	区域生态资产损益评估思路与方法建立	125
4.1.1	区域生态资产损益评估基本思路	125
4.1.2	区域生态资产损益评估基本模式	125
4.2	化石能源资产损益评估	126
4.2.1	中国化石能源资产动态消耗评估	126
4.2.2	中国化石能源资产保有量评估	139
4.2.3	中国化石能源资产利用价值变化评估	144

4.3	生态系统资产损益评估	148
4.3.1	生态系统资产保有量及其动态变化评估	148
4.3.2	生态系统服务价值动态变化评估	160
4.3.3	典型区生态系统资产评估	166
4.4	生态经济产品价值变化评估	172
4.4.1	生态经济产品能值评估指标体系	172
4.4.2	农业生态经济系统产品价值变化评估	173
4.4.3	生态经济产品耗损评估	182
4.4.4	中国生态经济产品价值变化原因分析	189
4.4.5	中国食品生产农用化学品生态足迹分析	190
4.5	生态资产耗损转移对生态承载力影响分析	198
4.5.1	区域承载力概念及计算方法	198
4.5.2	基于生态资产的承载力概念模型设计	200
4.5.3	生态承载力阈值模型构建	202
4.5.4	案例研究	205
第5章	区域生态资产优化配置	209
5.1	生态资产转移的环境效应分析	209
5.1.1	生态资产转移对转出区的环境效应分析	209
5.1.2	能源输入类型变化对转入区的环境影响分析	215
5.1.3	国际贸易的环境影响分析	220
5.2	资源诅咒现象分析	229
5.2.1	资源诅咒现象概述	229
5.2.2	化石能源资产转入转出区的资源诅咒现象	232
5.2.3	中国生态保护地资源诅咒现象	235
5.3	区域生态资产经济圈合作机制	241
5.3.1	生态系统服务圈合作机制	241
5.3.2	能源供给圈合作机制	244
5.4	区域生态资产优化配置机制	251
5.4.1	建立流域生态系统服务共享机制	251
5.4.2	完善经济圈合作互动机制	252
5.4.3	建立区际资源环境合作机制	254
第6章	区域生态资产流转与生态补偿	258
6.1	基于生态资产转移的生态补偿价值核算	258
6.1.1	生态补偿原则与价值核算思路	258
6.1.2	生态资产流转成本分析	259
6.1.3	生态补偿价值核算模型与标准	260
6.1.4	矿产资源转移生态补偿核算案例	263
6.2	生态补偿主客体分析	265

6.2.1 补偿客体	265
6.2.2 补偿主体	266
6.3 生态补偿途径与方式	267
6.3.1 补偿途径	267
6.3.2 补偿方式	268
6.3.3 化石能资源开发补偿途径和方式	269
6.3.4 生态经济产品转移生态补偿途径和方式	271
6.4 生态补偿对策	273
6.4.1 分析生态补偿需求，完善补偿管理体制	273
6.4.2 加强生态补偿标准时空研究，科学化生态补偿价值	274
6.4.3 合理化生态补偿模式，多渠道融资提高补偿资金	274
6.4.4 明确多元化的生态补偿方式，建立“造血型”补偿机制	275
6.4.5 建设示范性试点，促进生态补偿推广	276
参考文献	277
彩图	

第 1 章 生态资产理论与研究进展

1.1 相关概念辨析

资产、资本以及自然资源价值、生态系统服务价值、自然资本等，是目前生态经济与环境经济研究中常用的与生态资产密切相关的名词术语，在有关生态资产研究的文献中十分常见。这些术语尽管都强调了自然资源、生态系统及生态环境对人类经济社会发展的重要意义，但彼此间仍有差异。

1.1.1 资产与资本

1. 资产的概念

资产（asset）在词典中被定义为有价值的事物，这里的价值是相对于人类的生存和经济社会发展而言的。在传统经济学中，资产是指可以给人们带来预期经济收益的有形或无形的财富。通常而言，资产定义包括两个要义：①资产的经济属性，即能够为企业带来未来经济利益，这也是资产的本质所在，也就是说，不管是有形的还是无形的，要成为资产，必须具备能产生经济利益的能力；②资产的法律属性，即必须是为企业所控制，也就是说，资产所产生的经济利益能可靠地流入本企业，为本企业提供服务能力，而不论企业是否对它拥有所有权。在资产概念中，经济资源观和未来经济利益观是国内外最具有代表性和影响力的两种定义。

1957 年，美国会计学会发表的《公司财务报表所依恃的会计和报表准则》中明确指出：“资产是一个特定会计主体从事经营所需的经济资源，是可以用于或有益于未来经营的服务潜能总量。”这一定义明确地将资产与经济资源相联系，虽然它并未正面提到无形资产的内容，但这一定义至少可能将无形资产包纳其中。1962 年，穆尼茨（Moonitaz）与斯普劳斯（R. T. Sprouse）明确提出：“资产是预期的未来经济利益，这种经济利益已经由企业通过现在或过去的交易获得。”未来经济利益观认为，资产的本质在于它蕴藏着未来的经济利益。因此，对资产的确认或判断不能看它的取得是否支付了代价，而要看它是否蕴藏着未来的经济利益。在经济学中，资产是由某一特定经济主体所获得或控制的可预期的未来经济利益（胡代光和高鸿业，2000）。其表现形式有财产、现金等有形经济价值和债权及权利、证券等无形经济价值。

2. 资产的特征

(1) 资产必须是现实的资产，而不能是预期的资产。只有过去发生的交易或事项才能增加或减少企业的资产，而未来交易或事项以及未发生的交易或事项可能产生的结果，则不得作为资产确认。

(2) 资产是为企业所拥有的，或者即使不为企业所拥有但也为企业所控制。企业拥有资产就能够排他性地从资产中获取经济利益。如果企业不能拥有或控制资产所能带来的经济利益，那么就不能将其作为企业的资产。对一些特殊方式形成的资产，企业虽然不拥有其所有权，但能够实际控制的，应按照实质重于形式原则的要求，将其作为企业资产予以确认，如融资租入固定资产。

(3) 资产能够直接或间接地给企业带来经济利益。所谓经济利益是指直接或间接地流入企业的现金或现金等价物。资产导致经济利益流入企业的方式多种多样，如单独或与其他资产组合为企业带来经济利益，以资产交换其他资产，以资产偿还债务等。资产必须具有交换价值和使用价值，没有交换价值和使用价值的项目，不能给企业带来经济利益的项目，则不能确认为企业的资产。

3. 资产的分类

资产的分类体系相对复杂，按照不同的目标，资产可以分为不同的类别。其中，依据资产的属性，可分为自然资源、人造资产和社会资产三类；按照资产的实体形态，可分为有形资产和无形资产两类；按耗用期限的长短，可分为流动资产和长期资产。

按一般人类消费类别来划分的资产类型有：植物性食物资产、动物性食物资产、木材资产、非木材纤维生物资产、非食物非纤维生物资产、化工物资产、金属物资产、非金属物资产、水资产、生物基因或遗传资产、生境资产、能源资产（包括化石能、风能、潮汐能、波能、生物质能、水能、地热能、电能、太阳能资产）、大气与气候资产、水文资产、废弃物（废水、废气、固体废弃物）、噪声、残热、物质或设施辐射（如紫外等光辐射）资产、生态系统与景观资产、生态系统服务（功能）资产等（胡聃，2001）。

目前，在我国的会计核算体系中，一般将资产分为流动资产、固定资产、长期资产、无形资产、递延资产等类别。在国民经济和社会发展绿色核算体系中，主要是按照资产的基本属性，分为自然资源、生产资产和社会资产三类。

生产资产（produced assets or manufactured capital）也称人造资产，是指以工业产品、机器、厂房、道路等人造产品为主体的有价物。它是人类经济系统直接制造和生产的物品，并直接由人类生产、生活活动所使用。生产资产是作为生产过程的产出而产生的非金融性资产。它由各年未被消费的各种产出累积而成，且在被消耗或毁损后，可以由生产过程再次复制出来。生产资产主要包括固定资产、存货和珍贵物品三大类。生产资产的核算主要从三个方面着手：一是固定资产净获得，即核算期获得的固定资产价值减去处置的固定资产价值；二是存货变动，即核算期内入库的存货价值减去出库的存货价值；三是珍贵物品净获得，即核算期内获得的珍贵物品的价值减去已处置的珍贵物品价值。

社会资产（social assets）是社会中人與人之间能相互联合并对经济产生作用的各种社

会制度、人际关系机制和群体规范，它们可以决定社会中人的相互关系的数量与质量。社会资产的实质是人类社会为实现特定的经济目标而通过横向和纵向的协调、耦合、冲突、调节所形成的那些社会组织或联合机制，在表现形式上常常是社会的组织结构、社会群体关系（如社会伦理、宗教）、社会管理体制、社会制度、社会的信息交流模式。

4. 资产与资本的区别

资本（capital）是用来生产其他产品和服务的有形或无形财富的存量，尤指以货币或财产形式存在的财富。尽管资产和资本都隐含了所有者对财富或物质的所有权和支配使用权，但二者在含义上是有差异的。资本本身就是财富，资本的使用意味着财富总量将有所减少，同时财富存在的价值形式发生了转变；资产则是指具有潜在创造价值的物质或非物质形态的事物，资产概念包含了资本的概念，其概念外延比资本更为宽泛（胡聃，2004）。

在传统经济学中，通常将资产或资本定义为局限于经济社会领域内可以给人们带来预期经济收益的有形或无形的财富，其表现形式有财产、现金等有形经济价值和债权、权利、证券等无形经济价值。工业革命以来，随着全球日益严重的环境污染、资源枯竭和生态破坏问题对区域经济社会发展产生巨大影响，资产或资本的内涵和外延从经济社会领域逐步延伸到自然资源和生态、环境领域。

1.1.2 自然资产与自然资本

自然资产是指非人类活动创造的自然物品，如大气、水体、土地、矿藏等。它们常常是人类生产系统的投入品，用以生产人造资产，或直接为人类提供生命支持的产品或服务（如空气维持人的生理代谢）。自然资产表现形式丰富多样，涵盖了大气、海洋、森林、土壤等方面，并可以在现在和将来为人类提供有用产品或服务（Pearce and Atkinson, 1990）。这一概念的拓展跨越了传统经济学范畴，赋予自然和生态系统以经济学属性，其价值性、可分离性、稀缺性、可替代性、可交易性、权利性、时空性等特性已受到广泛的关注和重视（胡聃，2004）。1992年，在瑞典斯德哥尔摩召开了自然资产投资的可操作性、地球承载力、自然资产的可持续利用、生物多样性与自然资产、自然资产的价值评估等专题研讨会，并介绍了自然资产研究的生态经济方法和分析案例，使自然资产或资本如何进入经济社会记账系统成为生态经济学又一前沿探索热点。

自然资本（natural capital）是在1948年，美国学者Vogt在讨论美国国家债务的时候第一次提出的，其指出自然资本的耗竭，会降低美国偿还债务的能力（Vogt, 1948）。Vogt在这里所讲的自然资本是指自然资源的价值。因此，在早期国内外的大量文献中，自然资本常常被狭义地理解为自然资源资产的价值。我国学者姜文来认为，自然资本是具有明确的所有权、且在一定的技术经济条件下能够给所有者带来效益的稀缺自然资源，该定义强调自然资源的权利归属性和潜在利益创造性（姜文来，2004）。

20世纪70年代以来，随着全球生态恶化形势的加剧，以及人们对生态环境认识水平的不断提高，人们对自然资本或自然资产概念的理解不再局限于自然资源的价值，而是涵盖了自然环境中可以为人类所利用的、表现形式丰富多样的所有物质或非物质价值形态，

包括气候、海洋、森林、河流、土壤以及生物、生态系统产品等生态系统服务价值。这一概念的拓展，跨越了传统经济学的范畴，赋予自然环境和生态系统以经济价值的意义和属性，并在全球掀起了自然资本价值评估研究的高潮。同时，自然资产也进入经济社会记账系统，联合国和世界银行记账系统（the UN System of National Accounts, SNA）和联合国环境与经济综合记账系统（UN Integrated System of Environmental and Economic Accounts, SEEA）都将自然资产纳入其中（胡聃，2004）。此后，越来越多的国家和地区将生态资产或自然资产纳入国民经济账户，以衡量其自然环境与经济社会协调发展的程度。

1.1.3 生态系统功能与生态系统服务

1. 生态系统功能

国外两位著名的生态学家 Odum 和 Groot 分别从自然属性和经济属性的角度对生态系统功能作了界定，而且得到了国内外生态学和生态经济学专家和学者较为广泛的认同。

Odum 认为，生态系统功能是指生态系统的不同生境、生物学及其系统性质或过程（ecosystem functions refer variously to the habitat, biological or system properties or processes of ecosystems）。生态系统过程（ecosystem process）就是指构成生态系统的生物及非生物因素为达到一定的结果（物质、能量信息的传输）而产生的一系列复杂的相互作用。在此意义上，生态系统因而具有了物质循环、能量流动和信息传递三大基本功能。生态系统的物质循环功能是指地球上各个库中的生命元素（life elements）——碳（C）、氧（O）、氮（N）、磷（P）和硫（S）等的全球或区域的地球生物化学循环（biogeochemical cycles）过程；生态系统的能量流动功能是指各种能量在生态系统内部的输入、传递和散失的过程；生态系统的信息传递功能是指构成生态系统的各组分之间（包括生物与非生物）进行物理信息、化学信息、行为信息和营养信息的双向传递过程。其中，能量流动和物质循环是生态系统的基本功能，而信息传递则在能量流动和物质循环中起调节作用，能量和信息依附于一定的物质形态，推动或调节物质运动，三者不可分割。生态系统的不同功能主要通过物种外循环（extra-specie cycles）、物种内循环（intra-species cycles）和物种间循环（inter-species cycles）3 种途径来实现。

进入工业化社会以来，人类以前所未有的强度影响和改变着地球生态系统，并在其中扮演着越来越重要的角色。因此，从为人类服务的角度出发，不少学者对生态系统功能引入了新的含义。最具代表性的是 Groot 关于生态系统功能的定义，他认为生态系统功能是生态系统为人类直接或间接提供服务的能力，并将生态系统功能分为调节功能（regulation function）、生境功能（habit function）、产出功能（production function）和信息功能（information function）四大类。这与 Odum 对生态系统功能的理解形成对比。Odum 的观点着重关注的是生态系统的自然属性，而 Groot 则从满足人类的需要出发关注生态系统的经济学属性，可以说，Groot 完全是站在人类的角度来审视和定义整个世界。在某种意义上，两位学者的观点也分别代表生态学家和生态经济学家的观点。

2. 生态系统服务

生态系统服务（ecosystem service）是指生态环境系统直接或间接为人类经济社会提供的环境服务，是生态经济和环境经济研究中连接生态环境、生态系统与人类经济社会的桥梁和纽带。1970 年，“关键环境问题小组”（Study of Critical Environmental Problems, SCEP）出版的《人类对全球环境的影响》（*Man's Impact on the Global Environment*）这本著作中，首次使用了环境服务（environmental services）的概念，并列出了一系列自然系统提供的环境服务，如害虫控制、昆虫传粉、水土保持、气候调节、洪水控制、物质循环与大气组成等方面。1974 年 Holdren 和 Ehrlich 研究了生态系统在土壤肥力与基因库维持中的作用，系统分析了生物多样性的丧失将会怎样影响生态系统服务，以及能否用先进的科学技术来替代自然生态系统的服务等问题，并将环境服务的概念拓展为全球环境服务（global environmental services）。1977 年，Westman 提出应该考虑生态系统收益的社会价值，以使社会可以作出更加合理的政策和管理决定，并将这些社会收益称为自然的服务（nature's services）。1981 年，P. R. Ehrlich 和 A. H. Ehrlich 对环境服务、自然服务等概念进行了梳理和统一，正式提出生态系统服务（ecosystem services）的概念，此后被学术界接受并广泛使用。

20 世纪 90 年代以后，生态系统服务研究成为生态经济学、生态学等学科的研究热点。Daily（1997）在其发表的专著 *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* 中指出，生态系统服务是自然生态系统及其所属物种支撑和维持人类生存的条件和过程，Carims（1997）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。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，并将生态系统服务分为 17 个类型（表 1-1），未包括不可再生的矿物资源，是目前最有影响的关于生态系统服务类型的研究结果。在联合国环境规划署（UNEP）等国际组织实施的千年生态系统评估中，将生态系统服务定义为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（如维持地球生命生存环境的养分循环），并特别指出生态系统服务、生态系统服务产品在实质上都可作为生态系统服务功能的同义词 [Millennium Ecosystem Assessment（MA），2003]。

表 1-1 生态系统服务的类别（Costanza et al.，1997）

序号	生态系统服务	生态系统服务功能
1	气体调节	大气化学成分调节
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
3	干扰调节	生态系统对环境干扰的容量、抑制和整合响应
4	水调节	水文流的调节
5	供水	水的储存和保持
6	控制侵蚀与保持沉积物	生态系统类的土壤保持
7	土壤形成	土壤形成过程
8	养分循环	养分的储存、内循环和获取

续表

序号	生态系统服务	生态系统服务功能
9	废物处理	易流失养分的再获取，过多或外来养分、化合物的去除和降解
10	传粉	有花植物配子的运动
11	生物控制	生物种群的营养动力学控制
12	避难所	为定居和迁徙种群提供生境
13	食品生产	总初级生产中可用为食物部分
14	原材料	总初级生产中可用为原材料部分
15	基因资源	独一无二的生物和产品的资源
16	休闲娱乐	提供休闲娱乐活动机会
17	文化	提供非商业用途的机会

生态系统服务可分为两大方面，即生态系统提供的人类生活必需的生态经济产品和保证人类生活质量的生态功能：①有形的实物形态的生态系统产品，指为人类提供食物、工业原材料、药品等人们可以占有并可进入市场交易而实现经济价值的功能；②支撑与维持人类赖以生存的生态环境持续发展的功能，一般而言，这类功能往往具有公益性，其产品大多是隐形的、不可见的，如生态系统的气候调节、水源涵养、水土保持、营养物循环、二氧化碳的固定等难以商品化的功能，因此，这种功能多表现为间接价值。

目前生态系统服务功能的间接价值虽不表现在国家的核算体制上，但它们的价值可能大大超过直接价值。生态系统提供的商品（如食物、木材等）和服务代表着人类直接和间接从生态系统得到的利益。生态系统服务是生态系统功能的表现，但生态系统服务与生态系统功能并不一一对应，在某些情况下，一种生态系统服务是两种或多种生态系统功能所共同产生的；在另一些情况下，一种生态功能可以提供两种或多种服务（Costanza et al., 1997）。

1.1.4 生态资产与生态资本

1. 生态资产

生态资产为人类提供服务 and 福利的形式包括有形的、实物形态的资源供给，如矿产、果实、木材、水资源等；也包括隐形的或不可见的、或非实物形态的生态系统服务，如空气的净化和氧气的供给、气候调节、景观享受等。其中自然资源包括能够为人类提供服务和福利的生态系统、生物资源等可再生资源，也包括历史时期以生物形态存在、在当前仍能为人类提供服务和福利的不可再生资源，如化石能源。

2. 生态资本

生态资本是能够带来经济和社会效益的生态资源和生态环境，主要包括自然资源总量、环境质量与自净能力、生态系统的使用价值以及能为未来产出使用价值的潜力资源等。