



北京師範大學 國民核算研究院

經濟統計學 (季刊)

China Economic Statistics Quarterly

邱東主編



1

2017
总第8期

科学出版社

经济统计学（季刊）

China Economic Statistics Quarterly

2017年第1期

（总第8期）

邱东主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

《经济统计学(季刊)》是由全国经济统计学协同发展论坛主办、北京师范大学国民核算研究院承办的一份学术刊物。本刊设“综述”“论文”“评论”三方面栏目。“综述”栏目发表反映经济统计学最新学术动态的综述性文章;“论文”栏目发表本领域原创性的理论、方法与应用研究文章;“评论”栏目发表本领域学术成果的介绍和评论。本刊坚持百花齐放、百家争鸣和协同创新、开放求实的办刊方针,倡导经济统计学研究的前瞻意识和精品意识。本刊将充分展示本领域知名专家、资深学者和青年才俊的前沿成果与研究工作。

本刊适用于高校教师、研究人员、相关专业研究生以及关心经济统计学发展的各界人士。

图书在版编目(CIP)数据

经济统计学:季刊. 2017年. 第1期 / 邱东主编. — 北京: 科学出版社, 2017.12

ISBN 978-7-03-054450-6

I. ①经… II. ①邱… III. ①经济统计学-丛刊 IV. ①F222-55

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第221836号

责任编辑: 马 跃 方小丽 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 无极书装

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>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年12月第一版 开本: 787×1092 1/16

2017年12月第一次印刷 印张: 15 3/4

字数: 364 000

定价: 92.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《经济统计学(季刊)》编辑委员会

学术委员会主任:肖红叶

学术委员会委员(以汉语拼音为序):

陈相成	河南财经政法大学	丁立宏	首都经济贸易大学
杜金柱	内蒙古财经大学	傅德印	兰州商学院
顾六宝	河北大学	蒋萍	东北财经大学
李宝瑜	山西财经大学	李金昌	浙江财经大学
李腊生	天津财经大学	刘洪	中南财经政法大学
刘立新	对外经济贸易大学	罗良清	江西财经大学
彭国富	河北经贸大学	邱东	北京师范大学
史代敏	西南财经大学	宋马林	安徽财经大学
宋旭光	北京师范大学	苏为华	浙江工商大学
王艳明	山东工商大学	王振龙	陕西广播电视大学
向书坚	中南财经政法大学	肖红叶	天津财经大学
徐滇庆	加拿大西安大略大学	徐国祥	上海财经大学
许鹏	湖南大学	杨灿	厦门大学
杨仲山	东北财经大学	余华银	安徽财经大学
曾五一	厦门大学	张南	日本广岛修道大学
张小斐	山东财经大学	赵彦云	中国人民大学

主编:邱东

编辑部主任:王亚菲

执行编辑:李甜

目 录

综述	
生态系统价值核算方法：综述与展望	1
ICP 汇总方法的演进分析与启示	20
论文	
中国地方统计数据质量特殊性问题研究	34
金融存流量视角下的货币金融统计和国民经济账户协调性研究	46
通货膨胀的福利成本测度：基于幸福经济学的考察	59
基于 CD 生产函数的中国省域 GDP 数据质量评估	76
全球价值链视角下国际贸易核算的选择辨析	89
北京市消费碳排放变动的驱动因素分析	102
我国货币供应对经济增长的传导机制研究	116
资本折旧率分歧背后的逻辑	129
基于季节成分分解的统计环比指数研究	144
基于投入产出的外贸对地区经济增长贡献的测算方法探讨	157
研究型大学教师工资性收入不平等	169
国民教育账户的基本框架、主要特点及其应用前景	183
中国教育经费投入产出效益分析	191
我国公共财政教育经费管理浅析	213
GDP 测度的相关问题研究	226
评论	
大统计与大数据问题	242

生态系统价值核算方法：综述与展望*

石 薇¹ 汪劲松² 史龙梅¹

(1.浙江工商大学统计与数学学院 杭州 310018;

2.浙江工商大学杭州商学院 杭州 310012)

摘 要：生态系统对人类的重要性不言而喻，缺乏对生态系统价值的认识是导致生态系统退化的重要原因。生态系统价值核算旨在将生态系统价值量信息纳入国民经济核算体系，提升人们对生态系统重要性的认识。本文从生态系统的核算内容、核算范围及价值核算方法三个方面，综述了已有文献对生态系统价值核算的研究成果，扩展了SNA的生产范围，并从核算角度将现有对生态系统服务的认识分为四类，提出区分生态系统最终服务将有助于解决价值核算中的重复计算问题。在价值核算方法上，本文区分了基于交换价值的核算方法以及基于福利经济理论的核算方法，并指出基于交换价值的核算方法是与SNA理论基础相一致的核算方法。在此基础之上，本文还概括了当前研究存在的不足，以及对未来研究的展望。

关键词：生态系统资产；生态系统服务；生态系统核算

中图分类号：F222.33 **文献标识码：**A

Accounting for Ecosystems in Monetary Terms: Overviews and Prospect

Shi Wei¹ Wang Jinsong² Shi Longmei¹

(1. Institute of Statistics and Mathematics, Zhejiang Gongshang University Hangzhou
310018;

* 基金项目：2016 年度浙江省统计研究课题“浙江自然资源资产负债表编制方法理论研究”、浙江省一流学科（A 类）（浙江工商大学统计学）、浙江省高校人文社科重点研究基地（浙江工商大学统计学）、浙江省统计科学研究基地（浙江工商大学统计学）。

作者简介：石薇，女，1988 年生，浙江工商大学统计与数学学院博士研究生，研究方向为自然资源核算；汪劲松，男，1987 年生，经济学硕士，浙江工商大学杭州商学院讲师，研究方向为宏观经济统计分析；史龙梅，女，1994 年生，浙江工商大学统计与数学学院硕士研究生，研究方向为国民经济核算理论与实践。

2. Hangzhou College of Commercial, Zhejiang Gongshang University Hangzhou
310012)

Abstract: Ecosystems are important for human beings. The lack of monetary valuations has been identified as one of the underlying causes for the observed degradation of ecosystems. Accounting for ecosystems in monetary terms aims at integrating the value of ecosystems into standard measures of economic activity, and enhancing people's understanding of the importance of ecosystems. This paper overviews the related literatures focusing on accounting content, accounting scope and approaches to valuation for ecosystem, extent SNA production boundary, and divides the current understanding of ecosystem services into four categories, and proposes that final ecosystem service is helpful to solve the double counting problem. As for the valuation accounting method, this paper distinguishes welfare economic between exchange concepts of value, and points out that accounting methods based on the exchange value are consistent with SNA. On this basis, it summarizes deficiencies in current researches, and prospect in future study.

Key words: Ecosystem Assets; Ecosystem Services; Ecosystem Accounting

一、引言

生态系统对经济活动和人类福祉至关重要 (Costanza et al., 1997; Millennium Ecosystem Assessment^①, 2005; Bateman et al., 2011), 相比其重要性, 我们对其同经济活动和人类福祉的研究还远远不够。鉴于此, 联合国等国际机构开展了名为千年生态系统评估的国际合作项目, 以对全球生态系统状况进行评估, 并揭示生态系统与人类福祉的关系。与此同时, 环境经济综合核算体系 (System of Integrated Environmental-Economic Accounting, SEEA) 也试图将生态系统融入环境经济核算账户, 以满足对经济增长同环境可持续发展关系的综合信息需求。

在很长一段时间里, 国民核算侧重于对经济活动的核算, 对不在核算范围的生态系统关注较少。有研究认为, 生态系统货币价值的缺失是生态系统退化及生物多样性丧失的一个潜在原因 (UNEP, 2010)。因此, 从 20 世纪 90 年代起, 人们开始尝试评估生态系统的经济价值, 以及改变地球生态系统所引起的经济后果 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; UNEP, 2010; UK National Ecosystem Assessment, 2011), 来增加人们对生态系统重要性的认识。

^① 联合国千年生态系统评估 (The Millennium Ecosystem Assessment, MA) 是联合国于 2001 年 6 月 5 日, 由世界卫生组织、联合国环境规划署和世界银行等机构组织开展的, 首次对全球生态系统进行的多层次综合评估。经过 95 个国家 1300 多名科学家历时 4 年的研究, 《千年生态系统评估综合报告》于 2005 年正式发布。

生态系统核算并不是一个标准化的概念, Edens 和 Hein (2013) 认为将生态系统资产和生态系统服务融入国民账户体系 (System of National Accounts, SNA) 是生态系统核算的主要内容。European Commission (2011) 也号召其成员国到 2020 年之前将国土范围内的生态系统资产和生态系统服务价值融入各自的核算和报告体系。可以认为, 生态系统核算旨在将生态系统服务和生态系统资产的实物量和价值量信息纳入国民经济核算体系, 是一个更为综合的方法 (Obst et al., 2016)。

但是, 现有关于生态系统价值核算的研究仍然存在很多问题。例如, 价值核算中的重复计算、估价方法的混用问题以及如何更好地将生态系统服务价值融入国民账户等。基于此, 本文对国内外相关文献进行了系统的梳理和总结, 旨在厘清生态系统价值核算的核算对象和核算方法, 为解决重复计算及估价方法的混用问题提供一种思路, 并可作为后续研究的参考。

本文的其余部分安排如下: 第二部分通过对生态系统核算对象的介绍, 明确了生态系统服务的核算内容及核算范围, 并着力探讨生态系统服务的内涵, 以避免价值核算中出现重复计算问题; 第三部分通过对生态系统核算方法的介绍, 指出了生态系统核算的实物量和价值量核算方法, 着重区别了基于交换价值的核算方法及基于福利经济理论的核算方法, 同时指出基于福利经济理论的核算方法并不适用于生态系统的价值核算; 第四部分对生态系统价值核算方法的适用性及限制条件进行简单的评价; 第五部分根据上文研究结果, 提出了进一步研究的方向。

二、生态系统核算对象

(一) 生态系统核算内容

大量文献对生态系统进行了界定 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Boyd and Banzhaf, 2007; Fisher and Turner, 2008; Bateman et al., 2011)。其中, 引用最为广泛的是《生物多样性公约》(The Convention on Biological Diversity, CBD) 提出的: 生态系统是由植物、动物和微生物群落, 以及无机环境相互作用而构成的一个动态、复杂的功能单元。

与其他核算系统相类似, 生态系统核算的基本问题也是关于存量和流量的核算。其中, 生态系统存量核算是指对生态系统资产的核算, 其表现形式为某一特定的空间区域。可以将生态系统看作一种资产 (Bateman et al., 2011; Banzhaf and Boyd, 2012), 每一种生态系统资产都有其特定的生态系统特征, 如土地覆盖类型、生物多样性、土壤类型、海拔和坡度、气候等。这些特征描绘了生态系统所处位置、运行过程 (United Nations et al., 2014) 和结构 (Bateman et al., 2011) 等。生态系统资产核算内容包括生态系统资产的状况和变化, 以及生态系统退化 (Obst et al., 2016)。

与生态系统有关的流量有两种：第一种流量是生态系统资产内部和生态系统资产之间的流量，反映了持续的生态系统进程，体现了生态系统之间的相互依赖程度。第二种流量是人类活动与生态系统资产之间的流量，反映了人类活动对生态系统资产的利用程度。

图 1 反映了生态系统核算中，存量和流量之间的相互作用关系。这只是一个简化的基本模型，实际情况要远远比这个复杂。该模型既可以用物理量形式描述，也可以用价值量形式描述。在该模型中，每一个生态系统资产都代表一个特定的空间区域，在该区域内有经济活动和其他人类活动的发生。生态系统资产通过生态系统过程影响经济活动和人类活动，生态系统资产之间及生态系统资产内部的相互影响也通过生态系统过程予以实现。人类也同时影响生态系统资产，通常将人类利用的这部分生态系统流量称为生态系统服务，生态系统服务既包括生态系统对经济体的天然投入，也包括从经济体流向生态系统的残余物^①。UNEP^② (2010) 将生态系统服务总结为生态系统为人类提供的价值流，是自然资源状态和质量的结果，能够产生生态系统服务。

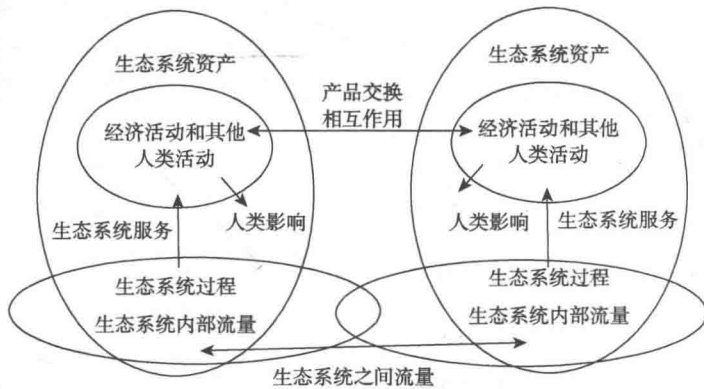


图 1 生态系统存量和流量的基本模型

资料来源: System of Environmental-Economic Accounting 2012:

Experimental Ecosystem Accounting

在生态系统核算中，对生态系统服务的核算是至关重要的。它既能够体现生态系统资产之间的关系，又能够体现生态系统和经济活动、人类活动之间的关系。生态系统核算内容主要有两个：第一是对生态系统服务流量进行核算，以增强对生态系统与经济和其他人类活动之间关系的理解；第二是对生态系统资产存量及存量的变化进行核算，以增强对生态系统变化及其未来产生生态系统服务的理解。

① 对生态系统服务有不同的看法，将在下文进行介绍。

② UNEP (United Nations Environment Programme, 即联合国环境规划署)。

（二）生态系统核算范围

1. 对生产范围的重新考虑

SNA 侧重于对经济活动的核算。2008 年版 SNA 将资产分为生产资产和非生产资产两种，对于生物资源来说，SNA 则更愿意用“培育”和“非培育”的说法来描述。非培育生物资源强调资源的“自然”属性，然而 SNA 的核心指标——国内生产总值（gross domestic product, GDP）并没有反映对这些“自然”资源的消耗。尽管环境经济综合核算 2012——中心框架（System of Environmental-Economic Accounting 2012: Central Framework, SEEA2012 CF）拓展了资产的范围，但它仍维持了 SNA 的生产范围，生产范围又反过来限制了资产范围。因而，SNA 和 SEEA2012 CF 都没有将各种生态系统服务包含在生产账户中，如调节服务及生物资产的自然生长。对于自然资源而言，它们不是生产过程的结果，它们提供的服务被认为是资源租金（Edens and Hein, 2013）。

但事实上，地球上大多数生态系统都或多或少被人类行为所影响（Millennium Ecosystem Assessment, 2005），“培育性”和“自然”之间的界限很难划分，即使是对于培育性生物资产而言，生态系统动力和自然过程也是十分重要的。考虑到自然资源的增长虽不在 SNA 的生产范围内，但要取得这些资源就属于 SNA 的生产范围（World Bank, 2011）。将生态系统融入核算体系需要对生产边界进行扩展，区分培育性生物资源和自然生物资源是没有必要的（Edens and Hein, 2013）。因此我们扩展了生产范围，将其不限于“生产活动”，也包括生态系统服务（Obst et al., 2016）。

2. 生态系统服务

生态系统服务是由生态系统资产产生的（Barbier, 2007; Bateman et al., 2011），生态系统核算的主要目的就是在保持与国民经济核算一致的前提下，核算生态系统服务（Edens and Hein, 2013）。自 Costanza 等（1997）在 *Nature* 杂志上发表了—篇估算生态系统服务价值的论文之后，大量文献对生态系统服务的内涵进行了探讨，但学者们的观点并不完全一致。争论主要围绕生态系统服务的本质，即生态系统服务是生态系统过程、生态系统过程和利益之间的传导机制、生态系统最终产品还是生态系统产生的利益。

（1）生态系统服务的过程观。基于自然科学视角，Daily（1997）认为生态系统服务是生态系统状况和生态系统过程，该过程可以维持自然生态系统及其物种，并能够满足人类需求。在 Daily 看来，生态系统的调节功能及直接从生态系统过程中获得的无形利益都是生态系统服务的组成部分。生态系统服务除了能够维持生物多样性、产生生态系统产品，还具有净化、循环和更新等维持生命的功能。当然，一些无形的利益如美学利益和文化利益也包含在生态系统服务的范围内。因此，Daily 对生态系统服务的界定既包含了生态系统在自我维持方面的影响，又包含了生态系统对人类的有利影响，其范围涉及我们之前讨论过的两种流量。de Groot 等（2002）也持有相似观点，同时认为生态系统服务是可观测到的生态系统功能，而生态系统功能则是自然过程及其组成部分直

接或间接提供满足人类需求产品和服务的能力。如果将生态系统功能看作生态系统本质,生态系统服务就是其表象。因此,生态系统功能的表现形式就是生态系统服务。

(2) 生态系统服务的利益观。相比过程观强调生态系统服务的过程,生态系统服务利益观更加强调生态系统服务的结果。持有这种观点的学者认为生态系统服务是人类从生态系统获得的各种利益,不仅包括直接利益,也包括间接利益(Costanza et al., 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2003; Wallace, 2007)。出于此,Millennium Ecosystem Assessment(2003)将生态系统服务分为供给服务、调节服务、文化服务和支持服务,同时强调,供给服务、调节服务和文化服务可以直接影响人类,而支持服务是前三种服务的基础。MA的定义得到了许多学者的认可,但却在指导生态系统核算上显得力不从心,原因在于它混淆了获得生态系统服务的途径及生态系统服务本身(Wallace, 2007),从而会导致重复计算问题(Fisher et al., 2008)。调节服务中有部分项目是获得供给服务和文化服务的途径。如果我们分别计算这三项服务的价值,就会导致重复计算的问题。其实,Costanza等(1997)曾提到过类似的看法,认为要将可能引起重复计算的产品区分开来,但遗憾的是他们没有提出解决该方法。

(3) 生态系统服务的传导机制观。Fisher等(2008)认为生态系统服务是生态系统用来增加人类福祉的,是一种生态现象。生态系统服务包括生态系统结构、生态系统过程和生态系统流量,可以被人类直接或间接地消耗或利用。因此,生态系统服务也可以被视作一种传导机制,通过该机制,可以将生态系统利益传递给人类社会。人们从生态系统中获得的利益,既来自于中间服务,也来自于最终服务(Fisher and Turner, 2008)。虽然Fisher等(2008)对生态系统服务的定义较为广泛,但他们认识到了区分直接消耗和间接消耗对生态系统核算的重要性,因此区分了生态系统的中间服务和最终服务,并指出在生态系统服务核算中只核算最终生态系统服务的思想。最终生态系统服务是生态系统功能链的最后一项,是生产产品的投入,同时也是自然环境对人类福祉最直接影响因素,被视为人类所享有的自然“收入”(Bateman et al., 2011)。除此之外,该观点还强调生态系统利益是通过生态系统服务和其他资本投入结合产生的,能够对人类福利产生直接影响。因此,生态系统服务并不等于生态系统利益。该观点下生态系统中间服务、最终服务和利益的关系如图2所示。

(4) 生态系统服务的最终服务观。最终服务观的产生主要是出于对生态系统服务核算中重复计算问题的考虑。早在2006年,Hein等(2006)就意识到了现有核算方法中存在重复计算问题,并提出了在价值核算中何时应包含调节服务的原则。Boyd和Banzhaf(2007)参照SNA总产出和增加值的概念,认为生态系统服务等同于最终生态系统服务,是指为了增加人类福祉而被直接享有、消耗或使用的自然的组成部分。生态系统功能和过程是生态系统组成部分之间生物的、物理的、化学的相互作用,不是最终产品,而是用来产生最终生态系统服务的中间消耗。

Haines-Young和Potschin(2012)、Edens和Hein(2013)、United Nations等(2014)也持有类似观点。Edens和Hein(2013)认为,在生态系统核算的背景下,生态系统服务是指生态系统对生产活动(如供应木材)或消费活动(如享受生态系统提供的娱乐机会)的贡献;在供应服务中(如木材供应),生态系统的贡献被认为是生产过程

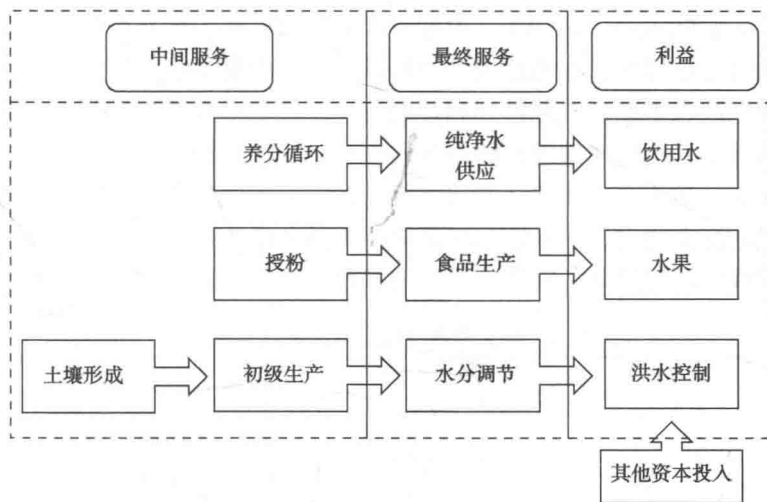


图2 生态系统服务传导机制观中间服务、最终服务和利益的关系

资料来源：Fisher 等（2008）

的投入（如伐木需要劳动力和生产资产的投入）。因此，生态系统服务是与生态系统直接联系的流量或结果，并且对于许多生态系统而言，这个流量是生态过程与人类对生态系统的改变相结合的结果。

同时，生态系统服务也不等同于利益。利益通常来自于生态系统服务与普通商品和服务的结合。生态系统服务是生态系统贡献的利益，用于经济和其他人类活动，但该利益并不是指福利或福祉，而是与国民核算中“产品”相对应的一个概念（United Nations et al., 2014）。而之所以选择“利益”这个词，一方面是承认 SEEA 拓宽了 SNA 的产品概念，另一方面也认可了“利益”同生态系统服务之间的差别。

虽然生态系统服务及其相关利益在效果上可能是相同的，但生态系统服务是投入的一种形式，该投入可以产生利益，最终生态系统服务的价值有一部分已经包含在了 SNA 利益中。人力资本、生产资本和生态系统服务都是投入，这一系列投入的组合被视作联合生产，产生 SNA 利益。出于核算目的，非 SNA 利益的测度范围仅限于那些与人类福祉有关的生态系统服务流，同时排除了支持服务和中间服务（生态系统间流量及生态系统内流量）^①，只包含生态系统产生的被称为生态系统最终服务的最终产出（United Nations et al., 2014）。同时，可以对最终服务进行分类，建立这些最终服务同标准产品和活动的关系，以识别不同资本结合对人类福祉的贡献（Haines-Young and Potschin, 2012）。

综上所述，学者们对生态系统的本质有不同的理解，并基于不同的理解阐释了生态系统的不同特征（表 1）。但毫无疑问的是，生态系统服务是以人类为中心的，它将生态系统和人类福祉联系起来（Millennium Ecosystem Assessment, 2003; Fisher et al.,

^① SEEA2012 EEA 认为，在生态系统运行过程中，生态系统之间以及生态系统内部的流量变化是很难核算清楚的。然而，这些流量变化却可以在生态系统质量指标中予以体现，生态系统质量指标可以反映这些变化对生态系统资产和生态系统服务的影响。

2008; Zhang and Stenger, 2015)。可能最大的争议在于,生态系统服务是生态系统的过程或利益本身还是得到利益的途径^①,反映在表 1 中是生态系统是否能够作为对产品的投入。若我们认为生态系统是得到利益的途径,就有可能既估计了生态系统中间服务的价值,也估计了那些生态系统最终服务的价值,从而导致对生态系统整体价值的高估 (Bateman et al., 2011)。因此, Fisher 等 (2008) 才提出在核算中只核算最终生态系统服务的思想。毫无疑问,对生态系统最终服务的考虑是一个巨大的进步,它提供了一种避免重复计算问题的思路,并简化了对生态系统服务的经济估价问题。

表 1 研究学者及相应生态系统服务观

研究学者	生态系统服务本质	是否区分中间服务和最终服务	是否作为投入	是否等同利益	流量形式	是否以人类为中心	其他特点
Daily (1997)	过程	否	否	否	两种	是	—
de Groot 等 (2002)	过程	否	否	否	两种	是	生态系统功能表象
Costanza 等 (1997)	利益	否	否	是	两种	是	—
Millennium Ecosystem Assessment (2005)	利益	否	否	是	两种	是	—
Wallace (2007)	利益	否	否	是	两种	是	—
Fisher 等 (2008)	传导机制	是	是	否	两种	是	只核算最终服务产生的利益
Bateman 等 (2011)	传导机制	是	是	否	两种	是	由生态资产产生
Boyd 和 Banzhaf (2007)	最终生态系统服务	是	是	否	第二种	是	仅包括最终服务
Haines-Young 和 Potschin (2012)	最终生态系统服务	是	是	否	第二种	是	仅包括最终服务
Edens 和 Hein (2013)	最终生态系统服务	是	是	否	第二种	是	仅包括最终服务
United Nations 等 (2014)	最终生态系统服务	是	是	否	第二种	是	仅包括最终服务

传导机制观和最终生态系统服务观都提出了区分生态系统中间服务和最终服务的思想,区别在于最终生态系统服务观认为只有最终服务才是生态系统服务。

3. 生态系统资产

生态系统资产是指生态系统在现在和将来产生生态系统服务的能力 (Edens and Hein, 2013)。生态系统资产和生态系统服务之间的关系就如同国民经济核算中资本和收入之间的关系 (Obst et al., 2016)。传导机制观和最终服务观体现的生态系统资产、生态系统服务和经济生产之间的关系如图 3 所示。

^① 在本文所列示的四种观点中,我们将生态系统的传导机制观和最终服务观归为得到利益的途径一类。

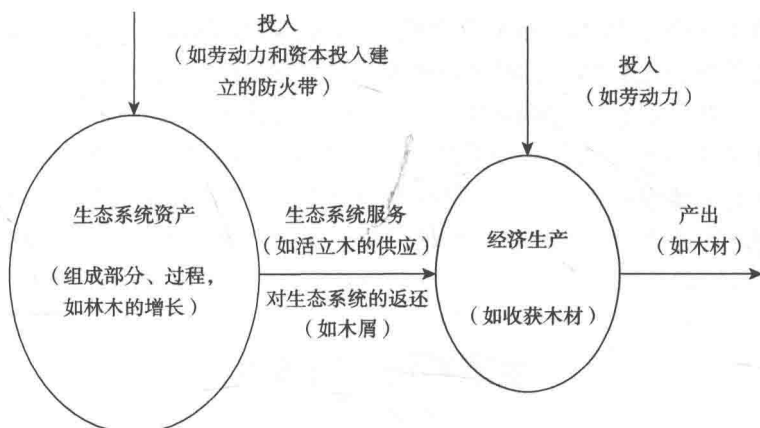


图3 生态系统资产、生态系统服务和经济生产的关系

资料来源：Edens 和 Hein (2013)

对生态系统资产和生态系统服务的关系，有两种看法：一种看法是将生态系统作为一种生产资产，与固定资产类似。作为其产出，生态系统服务是有关生态系统资产、生产资产、劳动力和投入的函数 (Edens and Hein, 2013)，可以用式 (1) 来表示：

$$X \equiv F(i, K, L, E) \quad (1)$$

其中， X 代表产出，既包含 SNA 利益，也包含非 SNA 利益； K 代表生产资本； L 代表劳动力； E 代表生态系统资本； i 代表其他投入。该模型认为生态系统资产是由机构单位控制的，由于其放宽了对市场条件的限制，因而 SNA 的生产边界得到了扩展。

另一种看法是将生态系统作为一个独立的生产部门，而生态系统服务是该部门的产出，该产出可能随后要被其他活动消耗 (Banzhaf and Boyd, 2012)。生态系统服务是关于生态系统资本的函数，可以用生态生产函数来表示，如式 (2) 所示：

$$S \equiv F(E) \quad (2)$$

其中， S 代表一系列的生态系统服务， $S = (s_1, s_2, \dots, s_m)$ ； E 代表生态系统资产，可以将其分解为一系列的生态系统组成部分，由 (E_1, E_2, \dots, E_n) 表示； F 代表生态生产函数。每个生态系统组成部分都有其特定的物理特征，包括空间位置、水文功能及生物功能等。

生态系统资产的核算中，还有一部分不容忽视的内容，就是有关生态系统退化的核算问题。生态系统退化类似于国民经济核算中的生产资产折旧，退化反映了生态系统资产由于生态状况的变化而导致的提供服务能力的减少 (United Nations et al., 2014)。因此，Edens 和 Hein (2013) 认为生态系统退化可以通过生态系统服务净现值的变化予以反映；但 Obst 等 (2016) 却认为，管理当局的一些限制，如为帮助恢复生态系统存量而限制或不允许获得自然资源，也会引起生态系统服务的减少。因此生态系统服务供应的减少并不一定意味着生态系统退化，也有可能是对生态系统服务需求的减少，而非生态系统质量的下降。他们的看法其实并不矛盾，只是因为 Edens 和 Hein (2013) 描述的是提供生态系统服务的能力，而 Obst 等 (2016) 强调的是提供生态系统服务的实际水平。

评估生态系统退化的货币价值需要先了解未来核算期间的期望生态系统服务流量价

值,但这建立在充分了解生态系统资产状况及其产生生态系统服务能力的基础上。因此,测度生态系统退化必须要了解生态系统状况的变化以及生态系统产生特定生态系统服务的能力。需要意识到,在任何时间点,从国民核算的角度来看,生态系统资产的价值是指每个生态系统资产在当前管理水平下产生的期望生态系统服务价值净现值的总和。因此,生态系统退化并不是一个可以被直接估计的变量,而是需要应用一系列的估价方法,对单个生态系统服务价值的评估只是其中的一个步骤。

三、生态系统价值核算方法

(一) 生态系统实物量核算方法

1. 生态系统服务的实物量核算方法

(1) 生态系统服务的分类。对生态系统服务的分类一直以来都是学术界的研究重点,许多学者都对其进行了有益的探讨(Pearce and Warford, 1993; Costanza et al., 1997; 李金昌, 1999; 郑四渭, 2000; Pearce D W and Pearce C G, 2001; 高云峰, 2005; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Ansink et al., 2008; Zhang and Stenger, 2015)。其中,最具代表性的是 Millennium Ecosystem Assessment (2005),它将生态系统服务分为供给服务(如食物和水)、调节服务(如调控洪涝、干旱、土地退化和疾病)、支持服务(如土壤形成和养分循环)和文化服务(如消遣、精神、宗教及其他方面的非物质收益),并认为支持服务是其他三种服务的基础(Millennium Ecosystem Assessment, 2003)。虽然这些分类方法很具有启发性,深化了我们对生态系统服务的认识,但它们既不适用于指导实施核算实践(Boyd and Banzhaf, 2007),也不适用于自然资源管理决策的制定(Wallace, 2007)。主要原因是这些分类方法混淆了“目标”和“途径”(Fisher and Turner, 2008)。

Fisher 和 Turner (2008) 建议区分生态系统服务的中间服务和最终服务,以避免在生态系统价值核算中出现重复计算问题。“最终”生态系统服务是指那些生态系统资产与从企业、政府单位、住户、个体或社会中受益的人之间的直接联系。例如,森林提供木材是提供一种最终生态系统服务,而森林中相关土壤的形成与养分循环被认为是支持服务或中间服务。如果直接估计生态系统过程(如养分循环、土壤形成)的价值,就有可能导致重复计算问题。

学者们大都认可供给服务和文化服务是最终生态系统服务的这一说法,但对调节服务是否完全属于最终生态系统服务还存在争议。相对于其他生态系统服务而言,调节服务相对复杂,它反映了持续的生态系统进程中经济和人类之间的相互作用,如防洪、空气净化、水净化,它们不仅仅对人类有利,也可能给其他生物个体带来利益。例如,空气净化可以使空气质量变得更好,降低了污染所引起的相关疾病发生率;又如,保水性

的植被能够减少农业生产用地的洪灾风险。因此调节服务不仅包括最终服务，还包括中间服务。为此，Hein等（2006）将支持服务并入调节服务，并提出了在价值评估中何时应该包括调节服务的原则；Wallace（2007）则对生态系统服务进行了重新分类。

从估价的角度来讲，最终服务可以帮助识别能够作为效益产生投入的生态系统服务。SEEA2012 EEA 和 CICES 生态系统服务的国际分类（common international classification of ecosystem services, CICES）关注测度“最终”生态系统服务，将生态系统服务分为供应服务、调节服务和文化服务，同时将生态系统服务限制于与经济和人类活动有关的流量。

（2）表式设计。对生态系统服务的核算是指根据产生这些服务的生态系统资产，以及使用这些服务的机构单位，对不同类型的生态系统服务流进行核算。不同的生态系统服务有不同的计量单位。对于供应服务而言，通常使用吨或立方米等反映其相关物理属性的计量单位；对于调节服务而言，取决于选择的反映服务流的指标；文化服务的计量单位同人们与生态系统的作用方式即人们获取的生态系统服务有关。

生态系统核算可以为我们提供许多有用的信息。例如，我们若将生态系统资产作为一个独立的生产部门，通过核算生态系统服务对其他经济单位的贡献，不仅可以明确生态系统服务的作用路径，还对测度生态系统退化有十分重要的意义。表2体现了生态系统服务对机构单位的贡献。生态系统服务主要通过两种方法作用于人类：一种是作为机构部门的直接消费，另一种是作为机构部门生产活动的中间投入。表2区分了这两种活动。我们若将生态系统资产作为机构部门所拥有的固定资产，就要先弄清楚如何将生态系统资产合理地归入所属部门。

表2 一般生态系统服务及其贡献

服务类型	生产活动（中间投入）					消费活动（最终消费）				
	企业	住户	政府	国外	总计	企业	住户	政府	国外	总计
供应服务										
调节服务										
文化服务										

资料来源：SEEA2012 EEA

（3）数据的获取。已有文献区分了20~30种不同类型的生态系统服务（Millennium Ecosystem Assessment, 2003；UNEP, 2010），每种服务都需要不同的数据来源。这些数据既要包括生态系统服务流的相关数据，也要包括产生这些服务的生态系统存量及状况数据。不同类型生态系统服务的数据可获得性差别很大，相比而言，供应服务的数据相对容易获取，而调节服务和文化服务的数据较难获取。为了帮助相关学者更好地选择便于核算的生态系统服务，United Nations等（2014）还提出了一系列准则来挑选需要优先考虑的核算对象。

2. 生态系统资产的实物量核算方法

对生态系统资产实物量的核算包括对生态系统范围、生态系统状况及期望生态系统服务流的核算。其中，生态系统范围指的是生态系统资产的数量，生态系统状况指的是生态系统资产的质量（Dickson et al., 2014）。但是，并没有必要建立一个完整的生态

系统模型来核算每一种可能的生态系统存量数据。

对生态系统范围的评估奠定了生态系统核算的空间基础,确定了生态系统所处的地理位置以及与其他生态系统之间的位置关系。通常,生态系统范围的确定主要取决于土地覆盖范围,并依赖于核算所定义的空间区域范围。

对生态系统状况的评估主要有两步:首先选取一组能够反映生态系统主要特征的指标,如水、土壤、植被、生物多样性等,确定其指标值;其次将这些指标值同基准值相匹配,来对生态系统状况进行整体评价。通常,选取的指标要能够反映持续的生态系统功能以及生态系统资产的完整性。基准指标值的选取通常与研究目的有关。基准指标值可以选择期初值,以反映核算期间生态系统状况的变化;也可以选择未经人类影响过的生态系统状况指标,以反映人类对生态系统的影响程度。

对生态系统资产的另一种测度方法是测度其预期产生的生态系统服务流,包括供应服务、调节服务和文化服务。预期产生的生态系统服务流受很多因素影响,如资源的开采和再生、对未来资源使用模式的假设。而生态系统状况和资源的使用模式与预期生态系统服务存在一定关系,在测度预期生态系统服务流时要考虑这部分因素的影响。

总体来讲,生态系统资产的实物量是生态系统范围、状况和预期生态系统服务流等非货币信息。对这些信息的核算需要应用地理信息系统(geographic information system, GIS)。United Nations 等(2014)推荐了一些对生态系统核算有益的资源账户,并希望在每个国家开展这些核算,这些核算分别是土地资源核算、碳核算、水资源核算、土壤和营养物核算、森林核算和生物多样性核算。

(二) 生态系统价值量核算方法: 基于交换价值概念

1. 使用交换价值的理论依据

作为一种分析工具, SNA 的作用主要是通过单独的核算单位, 将众多的、各种各样的经济现象联系起来。SNA 并不试图确定其核算范围内产生的存量和流量的效用, 而是测度其核算范围内各个项目的现行交换价值, 即货物、服务、劳动力、资产实际交换或可以进行交换的现金价值。交换价值是指有意愿的购买者从有意愿的出售者中获得某物所支付的货币数额(European Commission et al., 2009)。交换价值是与 SNA 相一致的价值核算方法, 该方法的主要特点是买方支付的金额等于卖方支付的金额, 且计算结果中不包含消费者剩余(Edens and Hein, 2013; Remme et al., 2015)。其优点在于能够保证核算账户的一致性, 方便与国民经济核算信息进行综合对比, 这也正是生态系统核算的主要目的之一。

在大多数情况下, 交换价值可以代表市场价值^①(European Commission et al., 2009)。一般来说, 当交易的市场价格不可观测时, 可以按照等价物的市场价格进行估价, 将其作为市场价格的一种近似估计。若既没有市场交易, 也没有等价物交易, 就要

^① 在某些特殊情况下, 交换价值不能代表市场价值, 如附属企业之间涉及转让价格的交易、与第三方的控制协议和某些非商业性的交易。