

DOI: 10.5846/stxb201901110098

高敏雪.生态系统生产总值的内涵、核算框架与实施条件——统计视角下的设计与论证.生态学报, 2020, 40(2): 402-415.

Gao M X. The connotation, accounting framework, and implementation conditions of the Gross Ecosystem Product—design and argumentation from the perspective of statistics. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(2): 402-415.

# 生态系统生产总值的内涵、核算框架与实施条件 ——统计视角下的设计与论证

高敏雪<sup>1,2,3,\*</sup>

1 中国人民大学统计学院, 北京 100872

2 中国人民大学应用统计科学研究中心, 北京 100872

3 中国人民大学国民经济核算研究所, 北京 100872

**摘要:** 基于已有研究和我国当前实践, 对 GEP 的内涵和核算框架进行理论论证, 以为 GEP 的后续应用开发提供基本规范。(1) 辨析当前 GEP 已有定义, 提出了经过优化的 GEP 定义: 特定时期内一区域生态系统为经济生产和人类其他活动提供的最终产出价值, 具体包括生态供应品、生态调节服务和生态文化服务三个组成部分。(2) 确定 GEP 在以下两个方面的应用价值: 辅助 GDP 评价区域发展业绩; 为区域生态补偿提供标准。(3) 参照国内生产总值(GDP)核算原理, 设计出一套生态系统供应品和服务供给表和使用表, 在此基础上生成了规范的 GEP 核算表和核算方法。(4) 将框架设计落实到 GEP 核算实施层面, 提出了后续需要考虑的相关分类体系、关键节点、实物和价值核算方法设计等重要问题及解决思路。

**关键词:** 生态系统生产总值(GEP); 生态系统生产总值(GEP)核算; 生态系统核算; GDP 核算

## The connotation, accounting framework, and implementation conditions of the Gross Ecosystem Product—design and argumentation from the perspective of statistics

GAO Minxue<sup>1,2,3,\*</sup>

1 School of Statistics, Renmin University of China, Beijing 100872, China

2 Center for Applied Statistics of Renmin University of China, Beijing 100872, China

3 Institute of National Accounting, Renmin University of China, Beijing 100872, China

**Abstract:** In response to the needs of ecological civilization construction, an upsurge of experimental accounting of Gross Ecosystem Product (GEP) has been set off in recent years in China. Nonetheless, the fundamental research on GEP is still lagging behind. Based on the international literature and current practices in China, this paper discusses the connotation and accounting framework of GEP in order to provide guidance for applications of GEP in the future. (1) By analyzing the existing GEP definitions, this paper proposes an improved GEP definition: the gross value of final provisions and services that are provided by ecosystems for economic production and other human activities in a specific area in a given period of time, including three components: the values of provisioning products, the value of regulating services and the value of cultural services. (2) Considering the requirements of China's ecological civilization construction, this paper clarifies two applications of GEP. One is to assist GDP to evaluate the regional development performances, and the other is to determine the regional ecological compensation standards. (3) The supply table and the use table of provisioning products, regulating

基金项目: 国家重点研发计划之子课题(2016YFC0503402)

收稿日期: 2019-01-11; 网络出版日期: 2019-11-04

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gaominxue@126.com

services and cultural services are designed according to the Gross Domestic Product (GDP) accounting principles, and a normal set of GEP accounting tables and accounting methods are formed. (4) This paper proposes some essential issues and their solutions for implementation of GEP accounting framework, including related classification systems, key nodes, and the design of accounting methods in physical and monetary terms.

**Key Words:** Gross Ecosystem Product (GEP); Gross Ecosystem Product (GEP) accounting; ecosystem accounting; GDP accounting

## 1 GEP 核算的背景与本文研究目标

最近几年国内出现了一波有关生态系统生产总值测算的研究。比较有代表性的一是欧阳志云带领的中科院团队在生态补偿前提下对生态系统生产总值的指标开发以及在省域、县域层面所开展的试点测算<sup>[1-2]</sup>,二是环境保护部规划院马国霞、於方等针对全国陆地生态系统生产总值所做的试算<sup>[3]</sup>。为什么在中国当下会出现生态系统生产总值这样一个新概念并引起管理部门的重视?它作为一个核算指标,其开发和试算的学术渊源在哪里?对此做仔细追究,本文作者认为其背景大体可以归纳为以下三个方面。

第一是中国大力倡导生态文明建设的需求引领。中国四十年经济高速发展带来了非常严峻的环境问题,对这些问题的关注,经历了从资源到环境、然后再到生态系统的视角演进过程。实际上,这些年许多大规模的资源管理、环境保护举措,必须放到生态系统这个平台上,才能给予更全面的认识。比如南水北调工程,初看起来是水资源供求问题,长远看就会牵涉生态系统改变带来的后果。类似的事件还有三峡水利工程、流域治理工程、林业六大工程、区域大气治理工程。即使是节能减碳,尽管直接对应的是气候变化议题,但许多方面也与生态系统有关。在此过程中,会涉及到生态系统的损失/损害及其补偿责任、生态系统保护的投入与负担、生态系统功能引致的区域间冲突与合作、生态脆弱地区经济发展与生态保护之间的矛盾等等重大课题,将这些问题落实到管理层面,就会转化为以下问题:谁应该为生态系统的功能退化负责,谁应该为生态系统的保护买单,生态系统对经济体系和人类福利的贡献应该如何衡量。回答这些问题必须要算账,针对生态系统算经济账,像经济算账那样为生态系统算账,为此生态系统核算的必要性就凸显出来:要依据历史和当前状况给出测算结果,并据此对未来做出预测,以便为管理和决策提供量化依据。

第二是国际相关研究动态、适时提供的方法论。国际上一直在开展针对生态系统核算的探索,最近几年有较大突破,在环境经济核算平台上形成了相对独立的生态系统核算分支架构,其标志就是联合国等国际组织在发布作为统计标准的 SEEA-2012 中心框架(简称 SEEA)<sup>[4]</sup>的同时,初步形成了《环境经济核算-实验性生态系统核算》(简称 EEA)<sup>[5]</sup>以及后续的操作性技术建议<sup>[6]</sup>,作为其卫星账户。在这部讨论稿中,以生态系统服务为中心,形成了“服务-资产”的内容框架,对生态系统核算的范围、生态系统服务与资产的定义、生态系统服务和资产的实物量核算方法、实现生态系统服务和资产价值核算可能采用的估价方法、生态系统服务与 GDP 等经济总量的合并方法等问题,均进行了讨论。尽管很多问题尚没有定论,但却为进行生态系统核算提供了丰富的思路,尤其是其中有关生态系统服务的概念定义、范围界定以及在核算中可供选择的种种方法,均可作为生态系统生产总值指标开发和核算的方法论基础。考察上面提到的两个团队当前已经取得的成果,从指标定义到试算方法思路,都可以清楚地看到这部手册的影响。

第三是此前在生态系统价值评估与国内生产总值核算两方面已经具备的核算基础。生态价值评估在生态研究领域经过多年开发,大到“千年生态价值评估”这样的全球性大动作,小到各种集中于当时当地特定主题的生态价值评估项目<sup>[7-8]</sup>,这些工作为生态系统生产总值从功能量到价值量的估算积累了方法和经验。在另一个方向上是经过长期建设、一直以来作为经济发展业绩核心评价指标的国内生产总值的核算,不仅是生态系统核算与国民经济核算的对接端口,更重要的意义在于,它可以作为生态系统生产总值核算的参照系,

为后者的指标设计和方法开发提供重要借鉴。在某种程度上或许可以认为,生态系统生产总值核算就是生态系统价值评估与国内生产总值核算从两个方向上嫁接的结果。

但是,尽管有了上述种种动力和基础,针对生态系统生产总值的基础性研究仍然比较滞后。考察已有文献可知,尽管已经开展了不同层次的试点测算,但有关什么是生态系统生产总值,其核算框架应该如何搭建,如何形成一套比较规范的方法将其核算落实到实施层面,明确其与国内生产总值的关系,这些基本问题都没有得到系统论证。

本文的研究目标就是针对这些基本问题做论证。为达此目标,必然要考虑设定这样一个生态系统生产总值的目的是什么,其现实应用场景在哪里;在此前提下,必然要讨论如何将 EEA 有关生态系统服务核算的研究成果纳入其中,并从生态系统价值评估中吸收有意义的成分。要回答这些问题,一个最重要的借鉴对象是国内生产总值(GDP)核算,要吸收其思想和方法,才能最终搭建起生态系统生产总值核算的方法论。本文作者熟悉 GDP 核算的一套方法论,一直密切追踪环境经济核算的国际研究动态,曾经长期参与中国资源环境核算开发研究和应用实践<sup>[9]</sup>,最近针对 EEA 文本及其他生态系统核算文献作过系统研究<sup>[10]</sup>,这些工作无疑可以为针对上述问题展开讨论并提出一套生态系统生产总值核算框架提供支持。

## 2 GEP 的定义、基本性质与应用价值

有关生态系统生产总值,不同文献有不同表述。早期将生态系统生产总值视为泛指,用于在不同视角下刻画说明生态系统核算甚至生态系统价值评估的功能特征<sup>[1,3]</sup>;伴随后期演进,生态系统生产总值才成为一个特指概念,有了相对明确的定义。以下从当前已有定义入手做详细讨论,进而会延伸到生态系统生产总值的基本性质和应用价值,重点是理清它与国内生产总值之间的关系。

### 2.1 GEP 的基本内涵与具体定义

依据当前相关文献给出的定义,“生态系统生产总值(gross ecosystem product, 简称 GEP)是生态系统为人类提供的最终产品和服务及其价值的总和,是生态系统为人类福祉提供的产品和服务及其经济价值总量”。所谓“生态系统最终产品和服务是指生态系统与生态过程为人类生存、生产和生活所提供的条件与物质资源”,具体包括“生态系统产品提供价值、生态调节服务价值和生态文化服务价值”,其中,“生态系统产品包括农业产品、林业产品、畜牧业产品、渔业产品、水资源、生态能源等,生态调节服务包括水源涵养、大气净化、水质净化、气候调节、病虫害控制等,生态文化服务包括自然景观游憩等”<sup>[11]</sup>。

对上述描述作仔细辨析,可以看到 GEP 概念内涵定义中包含两个渊源,一个是国民经济核算中的国内生产总值(简称 GDP),另一个是生态系统核算中的生态系统服务。

相关文献并不讳言,GEP 是“借鉴国内生产总值(GDP)概念而提出的”,是“与国内生产总值并行的核算指标”,目的是“评价与分析生态系统对人类经济社会发展的支撑作用,以及对人类福祉的贡献”<sup>[1]</sup>。具体而言,所谓“借鉴”,主要体现在“最终产品”这个概念上。GDP 是当期经济生产过程提供给人类消费使用的最终产品价值,其中不包括为其他产品生产提供支持的中间产品。将此概念移植到 GEP 上,就是将所有生态系统看作是一个统一的自然生产体系,在此范围内发生的生态系统内部和不同生态系统之间的流量应视为“中间产品”,生态系统对经济体系、人类福利提供的物品和服务则被视为“最终”产出,只有后者才纳入 GEP 核算范围。这样,GDP 是反映人类经济生产体系的最终产出指标,GEP 则是反映自然生产体系的最终产出指标,二者在功能上具有“并行”性质。

《环境经济核算-实验性生态系统核算》(以下简称 EEA)中对生态系统服务的对象范围、内容分类及其核算做了比较详细的讨论<sup>[5]</sup>。对比之下可以看到,彼处对生态系统服务的相关界定几乎原封不动被移植到了 GEP 定义中,并作为具体核算的基本依据。具体表现在:1)支持性服务作为中间性服务处理,不计入 GEP;2)生物多样性作为生态系统资产的特征但不视为生态系统服务,因此不纳入 GEP 计算范围;3)具有“最终产出”性质的生态系统服务包括供给服务、调节服务、文化服务三个类别,构成 GEP 的基本内容。



通过这两大渊源,为确定 GEP 内涵奠定了基础,上述有关 GEP 的基本定义应予肯定。但仔细考察当前有关 GEP 的具体表述,还有一些问题需要澄清。

第一是 GEP 的最终使用去向。前述定义中给出来的最终使用去向是“人类福祉”或“人类生存、生产和生活”。这只是一个笼统的说法,从后续核算和应用考虑,还需要对其作进一步明确。EEA 曾明确将相关核算的功用区分为两部分,一是“生态系统对标准经济活动指标(例如 GDP 和国民收入)的贡献”,二是“生态系统在为人类提供的一系列效益中扮演的角色”(EEA,段 1.7)。落实到 GEP 上来,其产出的最终使用去向应具体分为两个部分:一部分提供给经济体系,为经济生产提供物质原料和其他服务;另一部分则与经济生产没有关联,而是直接提供给人类,为其福利形成提供支持。

第二是 GEP 对应的最终产出内容。前述文献将其表述为生态产品与服务;如果沿用 GDP 核算的标准说法,应该称为生态货物与服务;EEA 则直接称之为生态系统服务,以此“全面覆盖人类从生态系统中获益的所有可能的方式”,其中既包含体现功能性服务的调节服务和文化服务,同时将那些具有物质形态的可收获物称为供给服务(EEA,段 2.27)。综合上述说法,本文作者认为,在实际应用上未必过分讲求统一,但从定义角度应该更多体现与 GDP 的连续性,同时应考虑自然生产与经济生产的区别,对“货物”这个提法略加改造,因此可以考虑以“生态系统供应品和服务”作为具体表述。

第三是生态系统供应品的具体表述。前述定义中将这些供应品(即文中所说的生态产品)具体表述为“农业产品、林业产品、畜牧业产品、渔业产品、水资源、生态能源等”,似有不妥。这确实是一个比较复杂的问题,牵涉到生态系统生产与经济生产之间的边界。但是,农业、林业这些都是国民经济的行业,农业产品、林业产品都是经济生产的产品,在定义环节无论如何不能引入经济行业来描述生态系统供应品产出,这样将直接混淆生态系统生产与经济生产的界限。本文作者认为,最根本的解决办法,是制定生态供应品和服务分类,将供应品的物质特性(包括水、动物、植物、动植物的纤维和组织、生物能源等)及其应用方向(包括工业用、家用、食用、能源等)组合起来,确定具体产品类别。

此外还有 GEP 作为一个价值指标的表述问题。GEP 是一个价值指标,最终要通过估价实现各类生态供应品和服务产出的加总;内涵的价值尽管仍有诸多争议,但总体而言当前生态系统核算倾向于采用能够与 GDP 对接的交换价值(具体论述可参加 EEA 第五章以及相关文献<sup>[10]</sup>的论述)。据此,应该直接将 GEP 表述为各类供应品和服务价值总和,而不是前述定义中所说的“及其经济价值”。

总结以上,本文作者尝试给出生态系统生产总值(GEP)的定义:特定时期内一区域生态系统为经济生产和人类其他活动提供的最终产出价值,具体包括生态供应品、生态调节服务和生态文化服务三个组成部分。

## 2.2 GEP 的功能定位及其与 GDP 的关系

研究 GEP,必须回答它与 GDP 是什么关系,其中一个核心问题是:要不要像此前被人们高度关注的绿色 GDP(简称 GGDP)那样,通过 GEP 核算去调整 GDP。这是一个有关 GEP 基本功能定位的重要问题,值得专门讨论。

以下借助于图 1 作具体论证。B 代表经济体系通过经济生产为人类福利提供的经济产品流量,GDP 是基于 B 作核算;生态系统作为自然生产体系,一方面为经济体系提供自然物质和服务(A),同时直接为人类福利提供服务(C),GEP 就是基于 A+C 做核算。由此可以看到,GEP 和 GDP 并不是简单并列的,二者在核算内容上不是“加”的关系。第一,如果将人类福利水平作为终点,GDP 只代表通过经济体系提供的产品,是一个不完整的福利衡量指标,GEP 中包含了为人类生存提供的各种生态系统服务(即流量 C),故而对 GDP 具有

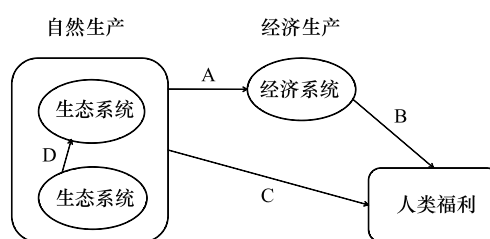


图 1 生态系统产出与经济产出之关系示意图

Fig.1 The relationship between ecosystem output and economic output

补充作用;第二,立足经济体系来看,GEP 处在 GDP 的上游,为后者提供了生物性供应品和服务支持,GDP 中包含了来自 GEP 的这些支持(流量 A)<sup>[10]</sup>。

此番解析从生态系统角度集中显示出 GDP 的两个基本缺陷:第一是未能完整衡量人类福利水平,第二是可能高估了经济体系的贡献,GEP 核算的必要性由此可以凸显出来。但由此也会出现一个问题,在 GEP 核算中要不要考虑对 GDP 这些缺陷作修正,也就是要不要依据 GEP 核算结果对 GDP 作总量调整,形成类似于绿色 GDP(以下简称 GGDP)或经济福利的调整后 GDP 指标。为此需要简要回顾 GGDP、经济福利等指标开发的基本目标和基本性质。

以 GGDP 为代表的 GDP 总量调整在最近二十余年特别引人注目,其基本思路大体可以做如下归纳<sup>[4,12]</sup>。(1)GDP 中包含了经济生产所开采的自然资源价值,同时没有考虑经济活动给环境所带来的负面影响,由此高估了经济生产的产出价值,并导致对发展的误测(即上述第二条缺陷)。(2)基于此对 GDP 作调整,主旋律是扣减,扣除 GDP 中所包含的资源环境成本,避免以资源环境转移价值作为经济产出价值,以便更好地衡量经济产出业绩。这种处理有其合理性,但其实质仍然是从经济视角看问题,背后是资源经济学、环境经济学的思想,其改进主要体现在,不能仅仅就经济生产本身衡量业绩,需要将资源环境因素纳入经济生产体系之中,通过扣除 GDP 中所包含的资源环境价值,从可持续发展角度衡量经济产出业绩。与此相比,GEP 核算的出发点已经不是经济体系而是生态系统,所依据的是生态经济学思想,要衡量的是生态系统对经济体系和人类福利的贡献,其关注重点(之一)在于对 GDP 提供了多大支持,而不是测算考虑这些支持之后的 GDP 是多少。结合图 1 来说,它仅就 A 作测算(这是生态系统本位),不应该延伸到对 B(这是经济体系本位)的评价和调整。退一步说,GEP 所涉仅限于生物性生态系统服务,却不包括那些不具有生物性质的资源环境流量(如矿物资源、太阳能风能等可再生资源)。在此前提下,即使对 GDP 予以调整,得到的结果也是一个片面的、难以给出确切定义的总量。

经济福利总量测算的起点也是 GDP,原因是 GDP 所代表的经济产出不是对经济福利的恰当度量,其中包含了一些不能形成福利的部分(比如用于保护环境的产出,只是抵消了经济对环境的影响,本身并不增加人类福利),同时还有一些与福利有关的内容没有体现在 GDP 之中(比如家务劳动所创造的价值、闲暇时间带来的福利等),故而要对这些内容作加/减调整。具体调整内容、调整方法可能依研究目的而具有不同,但其本质都是从人类福利视角看问题,衡量当期人类所获得的福利总量。沿着这一思路,借助于图 1 可以看到,生态系统为人类提供的供应品和服务确实会形成福利,从福利总量测算而言确实应该将这一部分包括在内(涉及“加”的调整),但这种调整本身仍然超出了 GEP 核算的范畴,后者是站在供应者立场上的核算,测算生态系统为人类福利直接提供了多少供应品和服务(C)以及对经济体系提供了多少生态产出(A),没有必要同时转换视角,从需求方立场去测算当期人类获得的福利总量是多少(B+C)。

总结上述讨论,可以看到,鉴于 GDP 在评价发展业绩和宏观管理决策中的广泛应用,将 GEP 核算的目标与 GDP 总量调整联系起来,这个命题具有很大的诱惑性。但本文作者认为,GEP 核算不应该延伸到对 GDP 的调整。因为,如果沿着这一思路作总量调整,就会脱离生态系统生产总值核算的最初立场:从生态系统立场转而为经济体系立场,从而背离 GEP 核算的初衷。如果说此前从 GDP 到 GGDP 体现了同方向下对经济产出业绩指标的改进,GEP 则要转换立场和视角,是要重新构建一个与 GDP 并行的核算指标,以便弥补 GDP 只显示经济产出业绩无法体现生态保护建设业绩的不足。

### 2.3 GEP 的应用价值

以上讨论明确了 GEP 的基本内涵及其与 GDP 之间存在的并行以及衔接关系,就可以确认 GEP 对 GDP 的补充作用,从而凸显 GEP 核算对于国家可持续发展战略实施和具体管理的必要性。结合中国生态文明建设进程的战略需求,未来 GEP 将在以下两个方面发挥其重大应用价值。

第一是从业绩考核而言。如果一个区域(尤其是生态脆弱区域)经济发展与生态保护之间具有明显的竞争性,可能会因为经济开发而损害其生态系统的功能,带来当地环境以及更大范围内的环境质量下降。在此

情况下,单纯用基于 GDP 的经济增长作为区域发展业绩核心指标会带来很大弊端,如果将 GEP 这样一个与 GDP 并行、在某种程度上具有替代作用的指标纳入考核体系,以 GEP 动态变动率辅助衡量区域发展业绩,就会大大改善区域发展评价的公允性,为实现整体可持续发展提供更好的激励。

第二是从区域间(以及区域内部)生态系统效益外部性度量角度考虑。一个区域生态保护可能会产生大范围的生态效应,但这些效应常常难以通过真实的市场在供应与需求之间实现交换,难以形成真实的市场价格以及真实的支付,由此就难以激励各区域主动实施生态保护活动,甚至会“以邻为壑”,为获取很小的经济收益而给更大范围的生态系统带来负面影响。在此情况下,特别需要在 GDP 之外有一个显示生态系统产出效应的指标,为在政府主导下创建区域间生态系统产品/服务“市场”进行“交易”提供标准,简单说就是为生态补偿提供度量标准,GEP 就是这样一个标准度量指标。

### 3 GEP 核算的基本框架

GDP 核算的结果并不仅是 GDP 这样一个总数,而是包含若干组数据、是一个数据体系。同样,生态系统生产总值核算也不应该只是 GEP 一个总数,而是要以能够提供一套数据为目标。但考察现状可知,总体而言 GEP 核算目前还基本停留在“算总数”的阶段,除 Crossman 等<sup>[13]</sup>简略提及之外,尚没有专门文献对核算机理做系统讨论,没有搭建起一个清晰的核算框架。

以下将参照 GDP 核算来一步步讨论 GEP 核算框架的搭建。通过这个框架,第一可以进一步深化 GEP 的内在含义,在总量基础上赋予 GEP 以不同的结构特征;第二可以使核算方法趋于规范,显示核算内容取舍背后的依据,以及不同方法选择的出发点和内在一致性;第三则可以丰富所提供数据的信息量,还会有助于与 GDP 等相关指标之间建立联系。

先看 GDP 核算框架。GDP 核算包含生产法、收入法、支出法三种算法,据此可以沿着生产、分配、使用三个方向提供三套数据。在这三种算法背后,则是为 GDP 核算提供完整基础、显示经济产品供给/需求及其平衡关系的供给表、使用表,以及在此基础上推导出来的投入产出表。其中,供给表显示各个产业(生产者)所生产的产品(生产了什么/多少);使用表则显示各种产品被谁使用、出于什么目的被使用,其中被其他生产者用于生产过程消耗,就是中间产品使用;如果被住户或政府等消费者使用,或者被投资者当作资本品积累起来,或者被国外买走,这些合起来就是最终产品使用<sup>[14-15]</sup>。

仿效 GDP 核算,本文作者认为,搭建 GEP 核算的基本框架,应该包含两个基本步骤:首先是生态系统供应品和服务供给表、使用表的设计,然后即可在此基础上生成 GEP 的核算框架和具体核算方法。在此过程中,一方面要借鉴国民经济核算体系(SNA)为供给表和使用表提供的模板,另一方面则要最大限度地吸纳 EEA 针对生态系统服务供给、使用具体识别而提供的论证。

#### 3.1 生态系统供应品与服务供给表

GDP 核算之产品供给表中包含产业和经济产品两个要素。移植到 GEP 核算,生产者应替换为不同类别的生态系统;经济产品则被替换成生态系统所提供的各种供应品和服务。生态供应品和服务主要来自本区域生态系统,也有可能从其他区域获取,作为本地供给的补充来源。

所谓生态系统,是指“一个由植物、动物、微生物群落,以及它们与非生物环境之间相互作用的功能所组成的动态复合体”(EEA,段 2.1)。有关生态系统的特性和核算范围,需要把握以下要点:(1)生态系统应作广义理解,不仅限于纯粹的自然系统,人类住区、在人类高度控制下的动植物养殖活动也属于生态系统的组成部分。(2)生态系统的基本特征在于“生物”和“系统”,因此不包括那些不具备生物特征的矿物、能源等自然资源(EEA,段 3.20-3.21)。(3)生态系统主要在空间尺度上识别,与土地覆盖类型直接相关。本文认为,生态系统代表特定时空下产生生态供应品和服务的“能力”。如果用经济体系做类比,提供不同供应品和服务的每一类生态系统,就像提供不同类别经济产品的“行业”一样。基于此,生态系统类型才作为生态系统供应品和服务的“生产者”出现在供给表中。有关生态系统的分类是需要专门讨论的问题,这里仅沿用 EEA 的说



法在表中简单列示其中的几个类别,比如森林覆盖地、农用地等。

所谓生态系统供应品和服务,笼统而言是指生态系统提供的各种产出,包括有形的物质和无形的服务。借助于 EEA 给出的定义,按照其对于人类的功用和利用方式,生态供应品和服务首先被区分为三个类别 (EEA 段 3.4): (1) 供应品,指生态系统对经济系统提供的各种物质和能量,例如水、自然植物和动物、农作物肥料、植物和动物纤维等; (2) 调节服务,指生态系统调节气候、水文和生物化学循环、地表进程和各种生物过程的能力,例如大气调节、生物降解、水流调节、生命循环维护等; (3) 文化服务,指人类从生态系统获得的各种知识以及体现愉悦感和满足感等福利,其本源是生态系统的物理环境和位置,通过人类的娱乐、知识开发、消遣与精神思考而生成,比如通过实地游览或观影、阅读等获取的娱乐、信息和知识、宗教功能、居住地意义等。除此之外,在生态系统内部以及不同生态系统之间也会发生各种流量,这些流量不直接体现为人类服务但对上述三种最终产出提供支持,相当于生态系统“生产”过程中的中间产出,故而将其称为支持性服务。生态系统供应品和服务的具体分类组成需要专门讨论,这里仅简单按照上述四个类别简单列出。

生态系统供应品和服务供给表基本表式见表 1。横行显示各种生态供应品和服务的产生总量及其来源——来自各种生态系统以及其他区域;纵列则显示由不同生态系统(以及区域外)提供的不同供应品和服务及其总量。在实物核算层面,该表行向可以加总但列向可能难以加总;在价值核算层面,则可以按照行和列分别作合计,显示各类生态供应品和服务产生总量、各类生态系统提供的供应品和服务总量。

通过此表,可以描述一区域生态系统供应品和服务产生的基本图景,并体现其结构性特征。一方面,不同生态系统可能有不同的生态产出,这可以通过纵列显示出来;另一方面,不同生态供应品和服务可能来自不同生态系统,这可以通过横行显示出来。从区域角度看,每个区域有不同的自然禀赋,导致其生态系统具有不同特征,从而会生产不同类别的生态供应品和服务,对相邻区域之间的生态供应品和服务关联程度也具有不同。针对特定区域编制生态供应品和服务供给表,即可显示该区域在生态系统及其供应品和服务生产方面的优势和劣势。

表 1 生态系统供应品和服务供给表  
Table 1 The supply table of ecosystem provisions and services

| 生态系统产品/服务类别<br>Type of ecosystem provisions<br>and services | 区域内:生态系统类型<br>Within the region: Type of ecosystem |     |     |     |       | 来自区域外<br>From outside<br>the region | 总计<br>Total |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-------|-------------------------------------|-------------|
|                                                             | 森林                                                 | 农田  | 城镇  | 湿地  | ..... |                                     |             |
| 供应品 Provisioning products                                   | xxx                                                | xxx | xxx | xxx | ..... | xxx                                 | xxx         |
| 调节服务 Regulating services                                    | xxx                                                | xxx | xxx | xxx | ..... | xxx                                 | xxx         |
| 文化服务 Cultural services                                      | xxx                                                | xxx | xxx | xxx | ..... | xxx                                 | xxx         |
| 支持服务 Supporting services                                    | xxx                                                | xxx | xxx | xxx | ..... | xxx                                 | xxx         |
| 总计 Total                                                    | xxx                                                | xxx | xxx | xxx | ..... | xxx                                 | xxx         |

这里的供应品、调节服务、文化服务、支持服务仅是统称,具体类别依据特定研究区域细分;表中“xxx”代表具体数字

3.2 生态系统供应品和服务使用表

生态系统供应品和服务使用表(如表 2 所示)的基本功能是显示生态供应品和服务的使用去向,基本结构设计借鉴了 GDP 核算之使用表。横行按照生态供应品和服务类别列示,纵列则区分中间使用和最终使用,分别显示生态供应品和服务的不同使用方式,由此将整个使用表区分为两个部分——仿效 GDP 核算之使用表,这里称其为两个象限。行向生态供应品和服务类别依然沿用前述供应品、调节服务、文化服务、支持服务,但纵列的中间使用和最终使用则需要专门定义,对应的两个象限的功能也需要专门说明。

中间使用是指在生态系统生产范围内的使用,具体按照生态系统类型列示,与横行生态供应品和服务交叉起来,就是第一象限。通过第一象限,横向反映各类生态供应品和服务被生态系统“生产”所消耗使用的情况,纵列则显示各类生态系统“生产”过程中所消耗的生态供应品和服务。由于生态供应品和服务类别划分中已经包含了中间使用和最终使用的特征定义,所以,不难理解,只有支持性服务出现在第一象限,与各生态

系统类型相交。这样,从横行可以观察各种支持性服务在不同生态系统生产中的使用分布,从纵列看不同生态系统在其生产中使用各类支持性服务的基本分布特征。

最终使用是指在生态系统生产范围之外发生的生态供应品和服务使用,与横行生态系统供应品和服务类别交叉起来,组成第二象限。具体最终使用项目包括:

(1)被经济生产使用的生态供应品和服务,是指在各类经济生产过程中所消耗使用的生态供应品和服务,可能涉及供应品、调节服务、文化服务各个类别,比如生态系统提供给经济生产所用的林木、畜禽、水,供旅游产业开发的自然文化景观。这是最终使用中数量最大的项目,也是整个使用表的核心部分,可以在经济体系之下按照产业分类作进一步细分。

(2)直接被人类其他活动所使用的生态供应品和服务,比如水、洁净的空气、自然景观等,体现生态系统在经济体系之外直接为人类福利做出的贡献。

(3)提供给其他区域使用的生态供应品和服务,主要涉及供应品和调节服务,比如对下游提供的水、为周边区域提供的洁净空气等。

以上三方面是对应特定使用者给出的生态供应品和服务最终使用。实际上,一区域生态系统当期提供的供应品和服务,有些可能有明确的使用者、可以体现为当期的使用,还有相当部分可能没有明确的使用者,或者无法被直接使用,或者是积存起来留待后续时期使用,这一部分是否应予核算,还是生态系统核算需要进一步讨论的问题。为表达这一层关系,并为后续核算开发留下空间,特设置第四个项目:

(4)当期未直接利用的生态供应品和服务,指当期无法纳入上述三个项目之中的生态供应品和服务。

表 2 生态系统供应品和服务使用表

Table 2 The use table of ecosystem provisions and services

| 生态系统产品/服务<br>类别<br>Type of ecosystem<br>provisions and services | 中间使用<br>Intermediate use |     |     |     |    | 最终使用<br>Final use |        |      | 未直接利用<br>Not<br>directly<br>utilized | 总计<br>Total |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|----|-------------------|--------|------|--------------------------------------|-------------|
|                                                                 | 森林                       | 农田  | 城镇  | 湿地  | …… | 经济生产              | 其他人类活动 | 其他区域 |                                      |             |
| 供应品<br>Provisioning products                                    | —                        | —   | —   | —   | …… | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                  | xxx         |
| 调节服务<br>Regulating services                                     | —                        | —   | —   | —   | …… | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                  | xxx         |
| 文化服务<br>Cultural services                                       | —                        | —   | —   | —   | …… | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                  | xxx         |
| 支持服务<br>Supporting services                                     | xxx                      | xxx | xxx | xxx | …… | —                 | —      | —    | —                                    | xxx         |
| 总计 Total                                                        | xxx                      | xxx | xxx | xxx | …… | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                  | xxx         |

和供给表一样,生态供应品和服务使用表同样可以在实物核算和价值核算两个层面设置。实物核算表横行可以作合计,但纵列无法合计;价值核算表则可以横行、纵列分别作合计。通过使用表,可以描述一区域生态供应品和服务使用的基本图景,并体现其结构性特征。从特定区域来看,不同生态供应品和服务可能有不同的利用强度、不同的使用分布特征(行向观察),不同使用方式下可能对各种生态供应品和服务有不同的利用强度和利用结构(纵列观察)。影响其利用程度和分布特征的因素,固然与该地区的生态系统自然特征有关,但更重要的因素则是该区域经济体系的开发程度以及所形成的经济结构。如果该地区处于生态系统链条的上游,可能会对其他区域形成较大的支持;如果相关生态供应品和服务被经济体系利用程度较低,则大体说明该地区经济发展尚处于初级阶段。

### 3.3 GEP 核算框架和核算方法

以上讨论的焦点是生态供应品和服务供给表、使用表的设计和應用潜力。进一步需要探讨的问题是:上述供给表和使用表对 GEP 核算意味着什么,如何基于供给/使用表为 GEP 核算提供框架并使其核算方法达于规范。



为达此目标,第一步是将上述供给表和使用表联立起来,联立的关键节点在于供给表和使用表的行向合计相等。就是说,对每一类生态系统产品/服务而言,其供给量与使用量相等。由此总体上有如下恒等式:

$$\text{生态供应品和服务总供给} = \text{生态供应品和服务总使用} \quad (1)$$

按照表中具体项目将式(1)展开:

$$\text{本地生态系统产生量} + \text{由其他区域流入量} = \text{生态系统中间使用量} + \text{经济生产使用量} + \text{人类其他活动使用量} + \text{对其他区域流出量} + \text{未利用量} \quad (2)$$

鉴于 GEP 核算的是立足本区域生态系统对经济生产和其他人类活动提供的供应品和服务,所以接下来要完成第二步工作:对式(2)作移项处理,结果得到式(3)以及式(4):

$$\text{本地生态系统产生量} - \text{生态系统中间使用量} = (\text{经济生产使用量} + \text{人类其他活动使用量}) + (\text{对其他区域流出量} - \text{由其他区域流入量}) + \text{未利用量} \quad (3)$$

$$\text{本地生态系统产生量} - \text{生态系统中间使用量} - \text{未利用量} = (\text{经济生产使用量} + \text{人类其他活动使用量}) + (\text{对其他区域流出量} - \text{由其他区域流入量}) \quad (4)$$

可以看到,变化之后形成的恒等式已经显示出 GEP 核算的基本架构。仿照 GDP 的不同算法,等式左边相当于生产法核算思路,等式右边则体现了最终使用法的核算思路。理论上说,两种方法都可以用于 GEP 核算,但联系实际来看,右侧的最终使用法可能更具可操作性。但即使只采用最终使用法,生态系统产生量和中间使用量两个项目的存在对于 GEP 核算而言也至关重要,它可以将不同生态系统的所有供应品和服务都纳入核算项目的识别过程,避免重复和遗漏发生,同时也有利于分别不同生态供应品和服务类别确定不同核算方法。

除此之外,还有两个问题会涉及到 GEP 核算口径的具体选择。

一个是未利用量的归属,是否包含在 GEP 核算范围之中,这就是上面式(3)和式(4)的区别。宽口径的 GEP,核算的是本地区“可供”最终使用的生态供应品和服务,代表了最大使用潜力,如式(3)所示;狭义口径的 GEP,则以实际被最终使用的生态供应品和服务为核算范围,不包括未利用部分,其核算内容如式(4)所示。

另一个是对区域间流量的处理。每个区域都可能从其他区域获取生态供应品和服务,同时向其他区域提供生态供应品和服务。仿照 GDP 支出法核算思路,在 GEP 核算中,必须将这两方面的流量包含在内,一个是加项、另一个是扣减项,最后以净流出量影响 GEP。进一步考虑,不同区域有不同的生态特征,故而与相关区域之间具有不同性质、不同强度的关系,落实到 GEP 核算上,生态供应品和服务的流出流入在具体类别、流量大小、流出流入对比关系等方面就会显示出不同的结果。需要注意的是:如何定义这些区域间生态供应品和服务流量,尤其是如何看待 GDP 核算中显示的相关区域之间经济产品/服务调出调入流量与此处基于 GEP 的区域间生态供应品和服务流量之间的区别,这是一个需要在 GEP 核算方法中专门讨论的问题。

基于上述讨论,以式(4)为基础,可以基于前述使用表给出 GEP 核算表(见表3);也可以将供给表的内容纳入其中,这样就可以将生产法 GEP 核算框架一并显示出来,具体见表4。可以看到,从最终使用角度,纳入 GEP 核算的内容仅限于供应品、调节服务和文化服务三个类别,不包括支持服务,由此可以与当前 GEP 核算的实际做法相衔接。

### 3.4 与 SEEA 供给/使用表的比较

SEEA-2012 中心框架第三章实施环境-经济实物流量核算的主要工具就是供给/使用表<sup>[4]</sup>,用于表现一段时期内自然投入、产品、残余物三类流量的产生来源和使用去向。可以说,本文基于生态供应品和服务设计的供给/使用表和 SEEA 之环境-经济实物流量供给/使用表有一个共同的渊源,即 SNA 针对经济产品的供给/使用表。但是,如果对二者作进一步比较可以发现,它们不仅在核算对象上有所区别,更重要的区别在于,以 SNA 供给/使用表为起点,二者实际上是沿着不同方向往外延伸的。

表 3 GEP 核算表:以生态系统供应品和服务使用表为基础

Table 3 The accounting table of GEP: based on the use table of ecosystem provisions and services

| 生态系统产品/<br>服务类别<br>Type of ecosystem<br>provisions and services | 中间使用<br>Intermediate use |     |     |    | 最终使用<br>Final use |        |      | 来自区域外(-)<br>From outside<br>the region | 未直接利用<br>Not directly<br>utilized | 总计<br>Total |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|-----|----|-------------------|--------|------|----------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
|                                                                 | 森林                       | 农田  | 城镇  | …… | 经济生产              | 其他人类活动 | 其他区域 |                                        |                                   |             |
| 供应品<br>Provisioning products                                    | —                        | —   | —   | …… | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                    | xxx                               | xxx         |
| 调节服务<br>Regulating services                                     | —                        | —   | —   | …… | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                    | xxx                               | xxx         |
| 文化服务<br>Cultural services                                       | —                        | —   | —   | …… | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                    | xxx                               | xxx         |
| 支持服务<br>Supporting services                                     | xxx                      | xxx | xxx | …… | —                 | —      | —    | —                                      | —                                 | xxx         |

最终使用法:GEP=各项加和

表 4 GEP 核算表:以生态系统供应品和服务供给/使用表为基础

Table 4 The accounting table of GEP: based on the supply/use table of ecosystem provisions and services

| 生态系统产品/<br>服务类别<br>Type of ecosystem<br>provisions and services | 中间使用<br>Intermediate use |     |     |     | 最终使用<br>Final use |        |      | 来自区域外(-)<br>From outside<br>the region | 未直接利用<br>Not directly<br>utilized | 总计<br>Total |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-------------------|--------|------|----------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
|                                                                 | 森林                       | 农田  | 城镇  | ……  | 经济生产              | 其他人类活动 | 其他区域 |                                        |                                   |             |
| 产生<br>Generation                                                | 供应品                      | xxx | xxx | xxx | xxx               |        |      |                                        |                                   |             |
|                                                                 | 调节服务                     | xxx | xxx | xxx | xxx               |        |      |                                        |                                   |             |
|                                                                 | 文化服务                     | xxx | xxx | xxx | xxx               |        |      |                                        |                                   |             |
|                                                                 | 支持服务                     | xxx | xxx | xxx | xxx               |        |      |                                        |                                   |             |
| 使用<br>Use                                                       | 供应品                      | —   | —   | —   | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                    |                                   |             |
|                                                                 | 调节服务                     | —   | —   | —   | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                    |                                   |             |
|                                                                 | 文化服务                     | —   | —   | —   | xxx               | xxx    | xxx  | xxx                                    |                                   |             |
|                                                                 | 支持服务                     | xxx | xxx | xxx | xxx               | —      | —    | —                                      | —                                 |             |

生产法:GEP=产生-使用      最终使用法:GEP=各项加和

SEEA 供给/使用表的一个最大特点是:尽管要表现的核心内容是环境与经济之间发生的各种流量,但却是从经济视角出发予以记录的。就是说,对应自然投入、经济产品、残余物这三类流量,何为供应,来自哪里;何为使用,用往何处,要确认这些带有“方向”的流量,SEEA 所取立场仍然是经济视角。所以,在供给表中记录的,是经济体系提供的经济产品和残余物(包括最初产生的残余物以及最终排入环境的残余物);在使用表中记录的,是被经济体系使用(接受)的自然投入、经济产品和残余物。分三种物质流量来看,经济体系不可能提供自然投入(这些来自自然环境),故而不设置自然投入供给表;残余物则相反,主要是显示经济体系的供给——产生于各个经济活动领域的残余物、最终排入环境的残余物,之所以有使用表,是因为有一部分残余物要在经济体系内作处置——提供给残余物处置部门,后者“使用”了这些残余物。之所以持这样的立场选择,原因在于,只有站在经济体系立场,才能够将自然投入、经济产品、残余物三者首尾相连,形成一个完整的循环圈,以“最小的自然投入、最小的残余物排放、最大的经济产品产出”为目标,这正是循环经济的基本思想。可以说,SEEA 所提供的一套环境-经济实物流量供给/使用表就是为循环经济管理服务的。

与 SEEA 所持立场相反,生态供应品和服务供给/使用表则是站在生态系统角度看待其与经济体系以及其他人类活动的关系。故而,(1)只有生态供应品和服务一类流量,不考虑后续经济体系中的经济产品流量,也不直接显示经济体系反过来对生态系统的排放流量;(2)各类生态系统作为此类供应品和服务的生产者,明确显示在供给表中,而经济体系、其他人类活动则作为生态供应品和服务的使用者,出现在使用表中。之所

以要设计这样一套供给/使用表,其背后的目标,是以生态经济学为基础,系统反映生态系统对经济体系和其他人类福利的支持和贡献。

将上述区别落实到基于 GDP 的后续总量指标开发上来,结果就是:SEEA 的供给/使用表是进行 GDP 总量调整、形成 GGD 的依据,而基于生态供应品和服务的供给/使用表则是要服务于单独核算 GEP,此时 GEP 与 GDP 是并列的。

#### 4 从核算框架到具体核算实施的相关问题

基于 GEP 核算的基本内涵和框架设计,进而需要落实到操作层面,考虑 GEP 核算的具体实施。在此方面,《环境经济核算-实验性生态系统核算》(EEA)曾提供了一些论证,中国 GEP 试点核算也积累了一定经验,但是,如何将 EEA 有关生态系统核算的论证聚焦于 GEP 核算,如何将中国 GEP 试点核算的经验规范化,其间还有许多空档。以下讨论首先是提出问题,继而考虑为解决这些问题提供一些思路,至于如何结合中国实际给出更具操作性的实施方案,还有待于后续研究和实践。

##### 4.1 制定 GEP 核算的相关分类

分类是统计以及核算的基础。通过分类,一方面可以进一步明确核算对象的范围边界和内部组成结构,为分类核算奠定基础,同时还可以为后续核算数据的分析应用提供支持。结合上面论证的供给表和使用表,涉及到的分类主要包括生态系统和生态供应品及服务两个方面。

第一是生态系统分类。在供给表中,生态系统类型充当着生态供应品和服务之“生产者”角色,与 GEP 核算具有直接关系,因此需要针对生态系统类型制定相关分类标准。

前面曾经提及,生态系统类型主要基于土地覆盖类型而划分。EEA 依照土地覆盖/生态系统功能单位 (LCEU) 引入了联合国粮农组织开发的土地覆盖分类体系<sup>[16]</sup>。SEEA-2012 中心框架曾经在此分类基础上进一步开发出一个土地覆盖分类,和土地利用分类一起,用于土地账户核算<sup>[4]</sup>。中国 2017 年颁布国家标准《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)<sup>[17]</sup>,但没有统一的土地覆盖标准分类。中国科学院欧阳志云领衔承担国家科技重点项目“生态资产、生态补偿及生态文明科技贡献核算理论、技术体系与应用示范”,其中针对生态资产核算形成了一套“生态资产分类”,分别自然生态系统和以自然生态过程为基础的人工生态系统两个层面给出具体类别<sup>[1]</sup>。对这些分类做简单比较发现,国际文献提供的两种分类之间具有较高相似度,土地利用分类与土地覆盖分类之间有相似性但仍然有所区别,当前项目研究中针对生态资产开发的分类着眼于生态资产存量测算,与生态系统类型的区分还不完全是一回事。鉴于以上,如何考虑生态系统核算尤其是 GEP 核算需要,结合中国实际,给出更规范的生态系统分类,还需要做进一步研究工作。

第二是生态供应品和服务分类。生态供应品和服务代表生态系统提供的产出,是 GEP 核算的基本对象,后续 GEP 核算要依据供应品和服务类别分类规范其核算方法。所以,生态供应品和服务分类是 GEP 核算的基本工作。

EEA 曾给出一套包含三层的生态系统服务分类体系,中国相关课题组在 GEP 试算过程中也包含一套生态产品供应和服务的分类<sup>[11]</sup>。对此加以比较发现,二者尽管在不同层级上详细程度有别,但如果就具体内容做比较,二者之间相似性仍然较高,只是中国相关课题组所采用分类中直接将产品供应描述为“农业产品、林业产品等”,混淆了生态生产与经济生产之间的差别,应予以更正,至少要代之以“农产品、林产品”等从产品角度描述的提法。总体而言,无论是国际文献还是国内试算所及,有关生态供应品和服务的分类开发还很不充分,大多采用例举方式予以说明,尚不具备一部比较完备的生态供应品和服务清单。

第三是尝试建立将生态系统类型与生态系统供应品和服务类别的交叉分类。

不同生态系统提供的供应品和服务是有差别的,森林用地与陆地水面所提供的生态供应品和服务肯定不同。另一方面,不同区域的生态系统肯定会因为自身的自然条件以及经济社会发展程度而具有特定的结构特征,在一些类型方面具有优势同时在另一些方面处于劣势。把上述两方面结合起来,决定了针对不同区域进



行 GEP 核算,不仅在生态供应品/服务产出总量上会有不同,而且还存在产出结构的差异。为此有必要将生态系统类型和对应的生态供应品/服务联系起来,给出交叉分类。据此,一方面可以有助于在不同区域 GEP 核算过程中发现其重点所在,更重要地,通过对区域差异的揭示,可以为认识特定区域在生态系统方面的优劣势以及与社会经济系统的关联、与周边区域的关联提供有价值的信息。

察相关文献,似乎还没有研究者专门就生态系统类型与相关服务之间的对应关系给出详细说明,中国当前 GEP 核算也仍然停留在总量规模核算上,尚没有将研究工作延伸到结构分析方面。

#### 4.2 对一些重要核算节点上的概念界限予以澄清

GEP 核算同时涉及生态系统和经济系统,既要考虑与原来 GDP 核算的关系,同时还会产生一些新的问题。从前述供给表和使用表架构出发,至少有以下问题需要做出明确的界定和说明。

第一是自然生产与经济生产之间的临界点。EEA 曾专门就此进行讨论并给出选择。对天然生态系统而言,临界点比较明确,生态系统提供供应品和服务(例如林木、植物果实或动物、天然景观),提取或收获这些服务则属于经济活动(比如天然林采伐,果实采摘或动物捕获,接近景观地获得文化服务)。但对于在人工持续参与下形成的培育性动植物生态系统(如人工林、农田、鱼类养殖场等)而言,临界点的确定则比较复杂,因为在经济核算中,这些供应品及其他服务的形成过程要作为经济生产处理,是经济活动的产出,累积形成的存量要作为培育性资产记录为生产资产。如果认可 SNA 的处理并与之衔接,生态系统(比如农田)提供的就不是收获前的动植物,而是各种土壤养分循环、土壤水提取、授粉或其他涉及植物生长的生态系统过程(EEA 段 3.23-3.30)。

对培育性生物资产是否区别对待,对于 GEP 核算很重要。一方面,这牵涉到生态系统产品/服务定义的“深度”(即在多大程度上纳入生态系统产品/服务范畴),以收获物为标志定义,会延长 GEP 核算范围所覆盖的生产链条,由此可能会影响到 GEP 最后算出来的“总量”大小;另一方面,这还会影响生态系统产品和服务的归类——如果以收获为标志,这些收获物无疑应纳入产品供给类别,否则就要归之于生态过程提供的调节服务。EEA 比较强调与 SNA 的衔接,也就是说,要区分人工系统和天然系统,分别定义生态系统产品/服务、按照不同服务类别加以核算,并要扣除在培育和收获过程中发生的人工成本(EEA 段 3.31-3.32 以及附录 A3)。但可以想象这种处理在实施层面会面临很多困难。实践中更加易于操作、但与 SNA 不甚对应的方法,则是无论这些动植物是天然的还是培育性的,全部以“收获”作为临界点,将收获物纳入生态系统产品供给类别。中国当前 GEP 核算也是采用这种收获定义方法,同时也没有扣除培育和收获过程中发生的人工成本。应该说,这仍然是一个值得进一步研究的问题。

第二是经济体系与人类其他活动之间的界定,以及经济体系的进一步划分。首先要区分经济体系和其他人类活动,二者分别代表了生态系统产品/服务的两个基本去向,一个直接服务于人类福利,另一个则要透过经济生产过程最终才能服务于人类福利,二者之间的比例对于不同区域显示 GEP 的使用结构具有重要意义。

鉴于生态系统与经济生产之间的关系是整个 GEP 核算关注的重点,故而需要对“经济体系”做进一步细分。可供参考的分类体系来自国民经济核算(SNA),但需要依据此处的核算需要做适当取舍。最突出的应用是基于行业分类,对接受生态系统供应品/服务的国民经济行业做识别和归纳,给出相应类别,比如对应森林林木的森林采伐业、对应畜牧产品的屠宰业、对应调节服务的相应产业等。这样做的结果,可以将生态供应品与服务对经济体系的支持具体化,还可以衔接 SNA 的投入产出表,透过产业链条进一步追踪生态系统供应品/服务对经济体系的间接影响。

第三是关于区域间流量的定义。从经济角度看,相当多的生态供应品和服务具有显著外部性特征。本质而言,GEP 核算的目标之一就是要将这些外部性特征做内部化处理,基于生态供应品和服务的产生和使用,来显示本区域与其他区域之间的关系。为此需要对这些区域间流量做出明确定义。比如水在上游和下游之间的流动,如何才能作为区域间的流量,显示一个区域对其他区域的输出、自其他区域的输入。EEA 曾经就此有所讨论,提到以碳封存、居民旅行等方式形成的国际生态系统服务流量,但同时也提示应避免将生态系统

间的跨国界流量简单等同于生态系统服务区域间流量 (EEA 段 3.39-3.41)。如何具体界定,还需要做进一步研究。

第四是未利用部分的定义。是否所有的生态供应品和服务都得到了利用,这取决于最初的定义。如果取比较宽泛的定义,所核算的是可资利用的生态系统供应品和服务总量,在此基础上即可以就实际利用与潜在利用做出比较,使核算内容更加丰富,核算结果更具分析价值。在这种情况下,就需要对“未利用部分”做出明确定义。EEA 曾经提及生态系统服务的“存货”问题,作为未利用的一个类别 (EEA 段 3.35),但更多讨论还有待后续。

#### 4.3 实物核算和价值核算的方法设计

进行 GEP 核算,必须结合概念定义和基础数据,将核算方法落到实处。GDP 核算与市场具有密切关联,其实物量核算可以以市场交易量为基础,其价值量核算可以借助于市场价格。相比之下,GEP 核算在方法上则面临很大难题:生态供应品和服务无论其实物量还是其估价,常常与市场相距甚远,但因为难以找到更好的核算机制,最终还要设法建立与经济体系尤其是市场之间的联系,作为核算的基本思路。这就要求 GEP 核算要对其算法做认真设计,以保证核算结果具有较高科学性、可靠性。

粗略而言,GEP 算法包括实物量(功能量)核算和价值量核算两个层次,但有些情况下生态供应品和服务可能没有单独的实物量,而是要放在价值量核算中一揽子表达。

生态系统价值评估具有较长的开发和应用历史,所提供的方法在很大程度上可以在微观层面为 GEP 核算奠定基础。如何将各种基于微观所开发的方法上升到宏观核算层面,此前环境经济核算 (SEEA) 和生态系统核算 (EEA) 都有相应的总结和开发,所给出的归纳和建议可以为 GEP 核算提供重要帮助,比如 SEEA-2012 在第三章针对环境与经济之间各类实物流量核算的讨论,EEA 专设第 5 章用很大篇幅讨论生态系统核算的估价问题,中国当前针对 GEP 也已经初步形成一套核算方法<sup>[11]</sup>。

尽管如此,要实施 GEP 核算,还需要针对 GEP 的概念定义,对已有方法按照统一的逻辑思路加以甄别,建立起具有内在一致性、相互匹配的算法体系。从中国已有经验来看,受制于各方面核算基础条件,当前实际核算最大的难题可能还不是面对多种方法如何选择,而是是否能够找到具有可操作性的某种方法,以填满 GEP 里面的不同组成部分。本文作者认为,在此前提下更应该花大力气做专门研究,进行基本算法设计。这样做的目的有二:在短期,能够保证最终核算出来的 GEP 能够成为一个有意义的总量,具有可接受的分析应用价值;在长期,能够按照设计要求,不断改进 GEP 核算的基础数据来源,不断提升具体算法的科学性和有效性。

#### 参考文献 (References):

- [1] 欧阳志云,朱春全,杨广斌,徐卫华,郑华,张琰,肖隼. 生态系统生产总值核算:概念、核算方法与案例研究. 生态学报, 2013, 33 (21): 6747-6761.
- [2] 白玛卓嘎,肖隼,欧阳志云,王莉雁. 甘孜藏族自治州生态系统生产总值核算研究. 生态学报, 2017, 37(19): 6302-6312.
- [3] 马国霞,於方,王金南,周夏飞,袁婧,牟雪华,周颖,杨威杉,彭菲. 中国 2015 年陆地生态系统生产总值核算研究. 中国环境科学, 2017, 37(4): 1474-1482.
- [4] United Nations, European Union, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, The World Bank. System of Environmental-Economic Accounting 2012: Central Framework. [2018-06-08]. [https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/seea\\_cf\\_final\\_en.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/seea_cf_final_en.pdf).
- [5] United Nations, European Union, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, The World Bank. System of Environmental-Economic Accounting 2012: Experimental Ecosystem Accounting. [2018-06-08]. [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/eea\\_final\\_en.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/eea_final_en.pdf).
- [6] United Nations. Technical Recommendations in Support of the System of Environmental-Economic Accounting 2012 Experimental Ecosystem Accounting. [2018-06-08]. [https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/technical\\_recommendations\\_in\\_support\\_of\\_the\\_seea\\_eea\\_final\\_white\\_](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/technical_recommendations_in_support_of_the_seea_eea_final_white_)

cover.pdf.

- [ 7 ] 千年生态系统评估项目工作组. 生态系统与人类福祉: 评估框架. 张永民, 译. 北京: 中国环境科学出版社, 2007: 49-71.
- [ 8 ] Costanza R, de Groot R, Braat L, Kubiszewski I, Fioramonti L, Sutton P, Farber S, Grasso M. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 2017, 28(11): 1-16.
- [ 9 ] 高敏雪, 张颖, 许健, 周景博, 高亚春. 综合环境经济核算与计量分析——从国际经验到中国实践. 北京: 经济科学出版社, 2012: 1-59.
- [ 10 ] 高敏雪, 刘茜, 黎煜坤. 在 SNA-SEEA-SEEA/EEA 链条上认识生态系统核算——《实验性生态系统核算》文本解析与延伸讨论. *统计研究*, 2018, 35(7): 3-15.
- [ 11 ] 欧阳志云, 靳乐山. 面向生态补偿的生态系统生产总值(GEP)和生态资产核算. 北京: 科学出版社, 2017: 85-104.
- [ 12 ] 高敏雪. 绿色 GDP 核算: 争议与共识. *经济理论与经济管理*, 2006, 12(12): 11-15.
- [ 13 ] Crossman N D, Burkhard B, Nedkov S, Willemen L, Petz K, Palomo I, Drakou E G, Martín-Lopez B, McPhearson T, Boyanova K, Alkemade R, Egoh B, Maes J. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services*, 2013, 4(6): 4-14.
- [ 14 ] 联合国, 欧盟委员会, 经济合作与发展组织, 国际货币基金组织, 世界银行. 国民账户体系-2008. 中国国家统计局国民经济核算司, 中国人民大学国民经济核算研究所, 译. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [ 15 ] 国家统计局国民经济核算司. 中国非经济普查年度国内生产总值核算方法. 北京: 中国统计出版社, 2008.
- [ 16 ] Jansen L J M, Di Gregorio A. Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. Rome: Food and Agriculture Organization, 1998.
- [ 17 ] 全国国土资源标准化技术委员会. GB/T 21010—2017 土地利用现状分类. 北京: 中国标准出版社, 2017.