

文章编号:1007-7588(2008)01-0093-07

生态系统服务的供给、消费和价值化

谢高地,甄霖,鲁春霞,曹淑艳,肖玉

(中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101)

摘要:生态系统服务是生态经济学最为重要的概念之一,尽管 20 世纪 90 年代中期以来,生态系统服务及其价值化的研究已经成为生态学研究的一个热点领域,开展了一系列研究并取得了重要进展,但生态系统服务的供给-消费-价值化目前还没有形成成熟的理论基础。本文根据计量经济学理论和生态服务研究积累的理论成果,试图构建一个生态服务生产-消费-价值化的理论分析基础和方法框架,提出生态服务生产函数、生态服务成本函数可以被看成是生态服务生产的主要理论基础和分析方法;生态服务消费函数和生态服务效用函数可以被看成是生态服务消费的主要理论基础和分析方法,生态服务效用价值理论、生态服务生产者和消费者剩余理论、生态服务个人偏好与支付意愿理论可以被认为基本形成了生态服务价值化的理论基础和评估方法。

关键词:生态服务生产函数;生态服务效用函数;效用价值;理论框架

1 引言

在工业体系达到极高水平,集聚和累积人工资本的成就到达颠峰之时,人类文明赖以创造经济繁荣的自然资本却正在急剧减少,它们在全世界都以一种前所未有的速度不断衰退。由于更多的人和经济体所面临生命系统更大的压力,对经济持续繁荣的制约将更多地取决于自然资本。中国是目前世界上人均自然资产最为稀缺的国家之一,与此相应地也是人均生态服务最为稀缺的国家。在经济高速发展的影响下,自然资产的储量、生态系统服务的供给能力都在急剧下降,与此相反,由于生态服务产品的无偿或低价消费,生态服务的消费总量却在急剧攀升。因此,系统研究生态服务的供给、消费和价值实现特点与规律具有重要的学术意义和实践意义。

尽管对生态服务的供给、消费和价值实现的特点和规律研究有着迫切的需求,但目前世界上还没有与此有关的相对成熟系统的理论和分析方法。1997 年 Costanza 等在《自然》杂志发表了“全球生态系统服务价值和自然资本”一文,使生态系统服务价值研究在国际范围内掀起了一个热潮^[1],此后,我国众多中国学者开始对区域、城市生态系统^[2~6],森林生态系统^[7,8]、草地生态系统^[9,10]和农田生态系统^[11]

的生态服务及其价值评估理论与方法进行积极探讨,在生态系统服务领域的多个方面都获得了一些研究成果。上述研究成果至少使政府和公众普遍重视了生态系统为人类提供的生态系统服务,促使政府和公众更加重视对自然生态系统的保护,也正在促使各种形式的生态补偿政策正在制订和即将付诸实施,但毫无疑问,上述研究成果主要集中于生态服务的功能量和价值量评估,并没有形成生态系统服务供给、消费和价值化的系统理论框架,本文试图对生态服务的供给、消费和价值化特点和规律进行总结,并着重提出有待进一步深入研究的科学问题,从而促使一个生态系统服务供给、消费和价值化的系统理论和方法尽早成型。

2 生态系统服务的生产和供给

经济学家和生态经济学家认识到自然为人类提供了广泛的但未被重视的服务,于是提出了“生态系统服务”这个术语。尽管生态系统服务目前还被排除在经济政策和决策的制定之外,在正式的资源管理结构和程序中总是被忽略,而且一些重要的生态系统服务还没有包含在传统的经济模型中,但我们认为生态系统服务是 20 世纪生态经济学界提出的一个最重要的概念,它将会对全球经济模式和政府

收稿日期:2007-08-04;修订日期:2007-09-13

基金项目:国家自然科学基金项目(批准号:30570303);中国科学院创新团队国际合作伙伴计划(CXID-Z2005-1);欧盟第六框架项目(编号:0038-74-2)。

作者简介:谢高地,男,甘肃西和人,研究员,研究方向为资源生态学与生态服务。

E-mail: xiegd@igsnrr.ac.cn

的决策产生难以预估的重大影响。

2.1 生态系统服务类型划分

生态系统服务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效用。Daily (1997年)和 Costanza 等 (1997年)都列举了各种特殊的生态系统服务^[1],尽管不同的学者在对某些特殊的服务是否应该包括在生态系统服务之内存在着不同的解释。但生态系统向人类提供各种物品和服务这一点是十分确定的。我们根据中国民众和决策者对生态服务的理解状况,将生态服务重新划分为供给服务、调节服务、支持服务和社会服务4个一级类型,初级产品提供、淡水供给等14个二级类型,食物生产、原材料生产等31个三级类型(表1)。上述分类几乎包括了目前已认识到的所有生态系统服务项目,形成了一个相对完整的分类。

2.2 生态系统服务生产和供给的特点

生态系统通过其功能和过程向人类提供各种生态服务,这种生态服务的产生、形成和供给与人类社会生产其他服务和产品有着巨大的区别和差异。其特点表现如下:

(1)生态服务供给量主要取决于生态系统本身的规模和功能。由于生态服务生产的基础是生态系统内部各种复杂的关系与化学反应的总和,所以每一种生态系统提供的生态服务是非常复杂和多方面的,有很多生态服务人们还并没有认识到或揭示出来。在生态系统中,单种生态服务并非是一种独立的存在。各种生态服务类型在不同生态系统中所占的分量不同,有的偏重于这一方面,有的偏重于另一方面,如森林生态系统提供的生态服务偏重于生物多样性维持,农田生态系统偏重于食物和原材料生产,湿地生态系统偏重于废弃物净化等等。但大多数情况下,各种生态系统都能提供多种类型的生态服务。人类要提高生态系统服务量,只有通过扩大生态系统规模和提高生态系统功能两个途径实现。

(2)生态服务生产过程主要是自然生产过程,人类活动可以调控这一过程从而能够增加和减少生态系统服务生产量或供给量:生态系统是人类控制之下为人类提供生命支持的一个最有效的利用自然资源的系统。这个系统在生态系统变化的自然过程中,通过其结构、生态过程和功能,与地形地貌、植被、土壤、生物多样性、生物生产量等要素构成一个环境整体反映出对人类有用性、景观自然协调性、环境的承载能力和自身的调节能力。生态系统通过自

表1 生态系统服务的类型

Table 1 Classification of Ecosystem Services

一级分类	二级分类	三级分类	
供给服务	初级产品提供	食物生产	
		原材料生产	
		其他初级产品	
淡水供给		供给纯净水	
调节服务	大气调节	固定 CO ₂	
		释放 O ₂	
	水文调节	拦截降水	
		涵养降水	
		削减 SO ₂	
	环境净化		吸收氟化物
			吸收氮氧化物
			杀灭细菌
			释放负氧离子
			降低噪声危害
气候调节		减少病虫害	
		滞留灰尘	
		增加降水	
		降低气温	
		废物处理	
	废物处理		多余养分的去除和分解
			有害化合物的去除和分解
	支持服务	养分蓄积	养分蓄积
			土壤培肥
		土壤保育	
减少泥沙淤积			
防风固沙			保持养分
			沙化土地增值
			维持生物多样性
			生物多样性
维持生物多样性		基因来源和进化	
社会服务	休闲旅游	休闲旅游	
	促进就业	增加就业机会	
	科研文化历史	科研文化历史	

然过程和人类活动共同作用为人类生存提供生态服务和产品,随着对生态系统研究的进一步深入,人们认识到,人类活动对生态系统服务的生产量或供给量有重要的影响,大量结果表明,自然生态系统被转化为人类管理和控制的生态系统,很大程度上改变了陆地生态系统的生物和物理组成和功能。在转化过程中自然生态系统的有些供给量被弱化或损害,与此同时其他供给量却被强化,如生物多样性可能下降,但食物和原材料生产功能被加强。

2.3 生态系统服务生产或供给的基本规律和理论框架

金融和加工资本大规模增长的过去200年,伴

随着一套对这种现象进行分析的异常的经济理论,这种理论把经济过程看成是生产和消费之间的一种脱离现实周期性的价值流动,在这种经济理论指导下的经济扩张造成沉重的生态负担,正在引起或加深多种形式的社会不幸和冲突。因此,现代社会的生产应该更多地追求一种生态服务的生产。

生态服务生产的理论框架现在仍然是个空白。构建生态服务理论框架的核心应该是分析一定社会经济条件下生态服务生产者的行为,学术上主要是回答生态服务生产者如何实现最佳的资源配置。依此,构建生态系统服务生产的基本理论框架就需要解决如下问题。

(1) 生态服务生产函数。生态服务生产是将投入转化为生态服务产出的过程。生态服务生产函数表示在一定时间内,生产生态服务中所使用的各种生产要素与所能生产的最大产量之间的关系。用 y 表示所能生产的最大可能产量,用 X_1, X_2, \dots, X_n 表示某生态服务产品生产过程中各种生产要素的投入量,生态服务生产函数可用如下一般表达式表示:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

该生产函数表示在既定的生产技术条件下,生态服务生产要素组合 (X_1, X_2, \dots, X_n) 在某一时期所能生产的最大可能产量为 Y 。在生态服务生产中,土地(生态系统)和资本是两种最重要的生产要素,如果用 N 表示土地投入量,用 K 表示资本投入量,则生产函数可用下式表示:

$$Y = f(N, K)$$

依据该生产函数,可以构建生态服务的长期生产函数(总产量、平均产量、边际产量),短期生产函数(总产量、平均产量、边际产量),确定等生态服务产量曲线和可变要素的合理投入区域,分析不同生产要素的边际技术替代率和生态服务生产的规模收益。

(2) 生态服务成本函数。生态服务的成本是对生态服务生产投入的支付,生态服务的成本函数与生产函数有密切关系,可以表达为:

$$C = f(Y) = f(f(N, K))$$

依据该成本函数,可以进行生态系统服务的短期成本分析,构建生态服务的总固定成本曲线、总可变成本曲线、短期总成本曲线、平均固定成本曲线、平均可变成本曲线、短期平均成本曲线、短期边际成本曲线;也可以进行生态系统服务的长期成本分析,构建生态服务等成本线,确定生态服务产出既定时,使成本最小的要素最佳组合,成本既定时,使生态服

务产出最大的要素最佳组合。

生态服务生产者需要通过生态服务产品的提供获得收益,基于生态服务的生产函数和成本函数,就可进一步分析得出生态服务的生产利益可能最大的条件是当边际收益等于边际成本。进而可以通过构建生态服务生产可能性曲线和等生态收益曲线,来解决生态服务生产者在生产多个生态服务产品时,如何在各个生态服务产品之间分配稀缺的资源。

上述来源于计量经济学的理论和方法基本上可以为分析生态服务生产者的行为提供理论和方法框架,但对于生态服务的不完备市场、一种投入同时连带产出多种生态服务、作为投入要素的生态系统资产还没有交易价格等特殊性问题如何考虑在上述理论和方法中,尚待做进一步的研究。

3 生态系统服务的消费

生态服务的消费是指人类生产和生活对生态服务的消耗、利用和占用。关于人们对生态服务的消费模式、消费量以及影响生态服务消费的因素,目前还很少有成果报道。与对普通消费品的消费不同,人类对生态服务的消费有如下特点。

3.1 生态服务消费的特点

生态系统服务的过度利用和滥用:在目前消费模式内可以发现,对生态系统服务的过度利用,这种消费模式超过基本需求的几倍。越来越多的证据显示,人类对生态系统服务的过度利用和滥用正在导致生态系统服务的下降。

利用不足:对生态系统服务所提供的一些自然再循环能力利用不足。

生态系统服务的无偿使用:生态系统服务之所以过度利用和滥用的原因,在于生态系统服务被现有经济模式和理论看成是无价值的,只有部分生态产品有自己的市场价格,通常这些市场价值还是非常低的。另外生态服务除一些产品服务之外,其余的生态服务对于人类社会的作用都是通过“无形”的力量而给人类社会带来某些变化,这种“无形性”是生态服务表现的一般形态,一般而言,由于人类经济价值的取向,导致的是人类为了索取有形的生态服务而同时破坏甚至毁灭一些无形的生态服务。

3.2 生态服务消费函数和生态服务效用

生态服务消费是影响和决定国民收入的重要因素,应该是生态经济学的重要问题。对于构建生态服务消费理论,应该回答2个问题:生态服务消费函数(生态服务消费与收入的关系);生态服务效

用(消费者消费生态服务的程度)。

(1)生态服务消费函数构建。现代经济学消费函数只一般地反映消费和收入的关系,根据不同含义的收入影响消费的不同方式和程度,形成了经济学宏观消费行为理论,有凯恩斯的绝对收入理论,杜森贝的相对收入理论,莫迪利安尼的生命周期理论,弗里德曼的持久收入理论。但上述这些消费行为理论都不能全部解释生态服务的消费。

生态服务消费者对生态服务的消费(C)应该区分为2部分:基本消费部分(C_0)和随收入变化的部分(bY),依此,可构建如下生态服务消费函数:

$$C = C_0 + bY$$

式中: C_0 为基本(初始)消费; Y 为收入; b 为生态服务消费倾向。

表2是我们利用回归方程分析模拟的不同年份中国乡村人均部分生态服务产品消费与人均收入的关系,可以看出根据上述理论构建生态服务消费函数是可行的。

生态服务消费的绝对收入函数:生态服务实际消费是实际收入(Y_a)的稳定函数,绝对收入指现期、绝对、实际收入,表达式为:

$$C = C_0 + bY_a$$

生态服务相对收入理论:消费以相对收入(Y_r)为函数,考虑相对别人的示范效应(向高消费看齐)和相对自己过去的习惯效应,收入水平变化后消费有滞后性,表达式为:

$$C = C_0 + bY_r$$

生态服务消费的生命周期理论:消费与生命周期有关,与财产收入有关,如下式:

$$C = C_0 + aWR + bYL$$

式中: WR 为财产收入; a 为财产收入的消费倾向; YL 为劳动收入,实为个人生命周期不同阶段或不同年龄的收入; b 为劳动收入的边际消费倾向,表明消费取决于财产收入和个人生命周期不同阶段劳动收入。

上面分析收入对生态服务消费的影响,这是主要的,但除收入外还有其他因素影响,大体有:生态服务产品价格水平,价格水平对整个消费水平具有影响,价格水平和居民可支付收入有互动关系;收入分配;消费者财产;预期收入。上述理论框架还只是一个理论上的推断,逻辑上基本可以满足对生态服务消费政策选择的分析,可以依此分析生态服务消费的扩张过程、政策对生态服务产品的消费的刺激作用和抑制作用,以及政府为什么应该绝对保障生态服务的基本消费,但具体的生态服务消费函数有待通过实证案例来确立。

(2)生态服务效用函数。现代经济学消费效用函数理论只一般地反映对不同消费品组合的偏好,从而揭示消费者对消费品组合选择的顺序和原因(行为)。其中的消费行为理论还不能全部解释生态服务的消费行为。

这里生态服务效用实际是指生态服务消费者对一个生态服务组合的偏好程度,或者也可理解为一个生态服务产品组合对消费者的有用程度或需要程度。设一个消费者从 n 种生态服务产品 X_1, X_2, \dots, X_n 的消费中获得效用(Utility),则生态服务效用函数表达为:

$$U_x = U(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

生态服务的边际效用 MU ,即其他生态服务或商品消费保持不变的情况下,一个生态服务项目消费 x_i 微小改变引起的生态服务效用改变可表达为:

表2 中国农村人均食物消费量与人均纯收入的生态服务消费函数(一次回归系数)

Table 2 Ecosystem services consumption function between food consumption per capita and net income per capita in the rural area of China (linear regression coefficient)

	1980		1990		2000	
	基本消费 (C_0)	生态服务消费倾向 (b)	基本消费 (C_0)	生态服务消费倾向 (b)	基本消费 (C_0)	生态服务消费倾向 (b)
口粮	210.66	0.1960	233.32	0.0306	222.19	0.0094
蔬菜	78.46	0.0370	100.39	0.0344	74.07	0.0137
食用植物油	1.14	0.0078	3.52	0.0021	5.08	0.0004
红肉	2.45	0.0252	1.34	0.0010	9.58	0.0021
蛋	0.28	0.0046	0.99	0.0023	2.26	0.0011
食糖	0.07	0.0054	0.65	0.0012	0.78	0.0002

说明:各年份的消费项目回归方程的回归系数与其显著性水平均满足标准。

$$\begin{aligned}
 MU_i &= \frac{u}{x_i} = \frac{u(x_1 + x_2 + \dots + x_i + x_i + \dots + x_n) - u(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{x_i} \\
 &= \frac{\partial u(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_i}
 \end{aligned}$$

生态服务效用函数用等生态效用曲线(生态服务无差异曲线)表示更为直观,例如选取两项生态服务食物生产和土壤保持,其等生态效用曲线如图1所示,不同效用偏好曲线比较,越良好的土壤保持和越多的食物效用值越高,同一效用水平下,粮食消费越多则流失土壤越多。

X2,保持的土壤

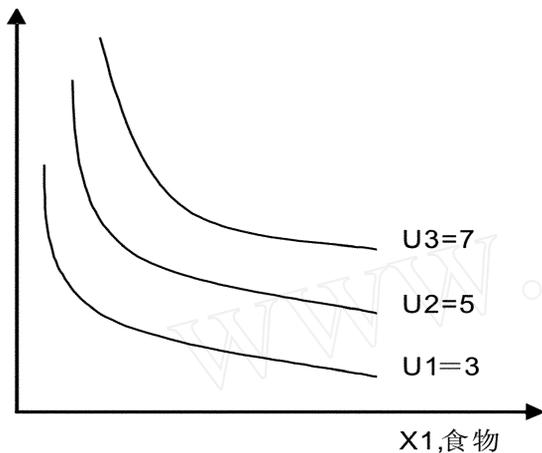


图1 等生态服务效用曲线示意

Fig. 1 Indifference curves of the ecosystem service utility function

生态服务消费函数研究基本上还没有成型结果,不同生态服务组合的效用函数到底是什么特征,一般消费品和生态服务的混合型消费函数又是什么特征,都需要进行大量的案例研究。

4 生态系统服务的价值化

在生态服务的供给、消费特征和规律都不是很明确的情况下,国内外已经采用了各种各样的方法来估计生态服务价值的市场成份和非市场成份,由于各种方法后面的假设条件和局限性,评估结果具有很大争议。因此有必要将生态服务价值的主要特征和估价基础给予厘定。

(1) 生态服务的价值是一个效用价值:在中国经济学界,马克思的劳动价值论居于主导地位,根据劳动价值论,生态系统服务中由于没有包含人类劳动时间,所以是没有价值的。要在中国说服人们生态服务具有价值,首先需要确立生态服务的“效用价值”,根据效用价值论,生态系统服务具有价值必须满足两个条件:一是生态系统服务对人类具有效用,二是生态系统服务具有稀缺性。由于人类经济发展

对生态环境的破坏,生态系统服务已经成为一种稀缺资源,同时科学研究证明了生态系统服务对人类生存的重要性,越来越多的人承认生态系统服务对人类生存发挥的重要作用,显然,生态系统服务满足了两个必要条件,生态系统服务具有效用价值。

(2) 生态系统服务的价值用消费者剩余与生产者剩余之和表达:消费者剩余和生产者剩余常常被经济学家用来作为生态环境价值的表达指标,在Costanza生态系统服务价值化方法中,消费者剩余和生产者剩余被用来作为生态服务价值的表达指标,原因在于:生态服务的价格很低,甚至为零,因此,生态服务的消费者剩余比较接近于支付意愿,从而能比较准确地表达自身的经济价值;由于生态服务的价格很低,只有在政府进行相应的补贴的时候,可能才能被供给。所以,消费者剩余和生产者剩余的本质不仅仅代表了消费者和生产者的“心理收益”,还代表了部分的“实际收益”,可以用来表达生态服务的经济价值。总之,对于生态服务来说,很多时候政府要采取补贴等政策,因此当衡量一个生态系统的经济利益时,经济学家考虑的是衡量总的经济净收益也就是消费者剩余和生产者剩余之和。

(3) 个人偏好与支付意愿:个人偏好与支付意愿是进行生态系统服务功能价值评估的又一基础。个人偏好为不同产品或服务之间进行对比和价值的衡量提供前提条件,是进行经济评估的基础,也就是说个人效用和边际效用必须从其表现出的“偏好”中获得,即从描述个人不同的经济情况下消费行为和偏好的经验资料中获得。从理论上讲,生态系统服务价值既可用支付意愿测定,也可用接受补偿意愿测定,并且两者应该相等。根据偏好的显示性理论来计算其支付意愿,进而来衡量消费者的效用,从而可以进一步衡量该物品的边际效用,得出其价格水平。

目前,国内和国外生态系统服务价值的评估都难以得出让公众和学术界普遍接受的结果,这反映了该领域研究方法还不成熟,需要继续完善。如何建立符合中国基本国情的单位价值量是核算生态系统服务功能价值的核心。由于中国缺乏完善的市场环境,如何选择一个合理的价格体系作为衡量生态系统服务的单位价值量仍然还是一个难题。目前普

遍采用的市场价格很难真实反映消费者剩余,从而导致单位价值或者说最终价值评估结果的不准确。表3是我们通过对600多位中国具有生态学知识背景的专家进行5年调查形成的一个基于专家知识的生态系统服务价值单价体系,表中的调查结果应该

为被调查对象对生态服务效用的一个个人偏好价值的表达。在没有其他更为可靠的方法的情况下,可以采用该方法对中国生态系统服务价值进行评估,可以作为适合中国生态系统状况和经济发展水平的一个生态系统服务价值评估工具。

表3 2007年中国生态系统单位面积生态服务价值

Table 3 The values of ecosystem services per unit area in China

(元/(hm²·年))

一级类型	二级类型	森林	草地	农田	湿地	河流/湖泊	荒漠
供给服务	食物生产	148.20	193.11	449.10	161.68	238.02	8.98
	原材料生产	1 338.32	161.68	175.15	107.78	157.19	17.96
调节服务	气体调节	1 940.11	673.65	323.35	1 082.33	229.04	26.95
	气候调节	1 827.84	700.60	435.63	6 085.31	925.15	58.38
	水文调节	1 836.82	682.63	345.81	6 035.90	8 429.61	31.44
	废物处理	772.45	592.81	624.25	6 467.04	6 669.14	116.77
支持服务	保持土壤	1 805.38	1 005.98	660.18	893.71	184.13	76.35
	维持生物多样性	2 025.44	839.82	458.08	1 657.18	1 540.41	179.64
文化服务	提供美学景观	934.13	390.72	76.35	2 106.28	1 994.00	107.78
	合计	12 628.69	5 241.00	3 547.89	24 597.21	20 366.69	624.25

5 讨论与展望

生态系统服务的概念和思想是生态经济学最为重要的概念之一,其主要的价值观包括:生态系统服务包容、供应和支持整个经济和人类生存;未来的限制因素是生态系统的功能性,特别是目前没有市场价值的生态系统服务;目前的商品生产-消费体系是造成生态系统损失的主要原因;未来的经济进步依赖于生态服务价值得到充分的评价;最有利的利用环境的关键是提高自然资源生产率(由追求劳动生产率转型);社会中至少有一个机制保障进行生态系统服务的生产、消费和价值实现。

20世纪90年代中期以来,生态系统服务及其价值评估的研究变成生态学研究的一个热点,广泛开展。不同研究者采用了不同的研究角度,如Daily等主要从生态学基础探讨生态系统服务及其价值,Costanza等则更多从经济学的角度研究生态系统服务的经济价值^[1],Turner的研究注重生态系统服务经济价值评估的技术与方法^[4],Naeem更关注生态系统服务功能变化的机制^[5],MA更加全面地关注生态系统服务与人类福利之间关系、变化的驱动因子、评价的尺度、评价技术与方法^[12]。但对生态系统服务的供给-消费-价值化目前还没有成熟的理论基础。

本文根据计量经济学理论,试图构建一个生态服务生产-消费-价值化的理论分析基础和方法框架,生态服务生产函数、生态服务成本函数可以被看

成是生态服务生产的主要理论基础和分析方法;生态服务消费函数和生态服务效用函数可以被看成是生态服务消费的主要理论基础和分析方法,生态服务效用价值理论、生态服务生产者和消费者剩余理论、生态服务个人偏好与支付意愿理论可以被认为基本形成了生态服务价值化的理论基础和评估方法。上述理论框架只是一个初步的思考,许多研究有待进一步补充和完善。

有关生态系统服务的生产-消费-价值化中出现的问题仍然会层出不穷。法律与经济制度必须开始更广泛地融合生态系统服务的概念和它们的框架。作为一个社会,应该或者将肯定会出现专门的部门和机制,确保合理地管理和利用生态系统服务。

参考文献 (References):

- [1] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and nature[J]. *Nature*, 1997, 387:253~260.
- [2] Xiao Y, Xie GD, Lu CX, et al. The value of gas exchange as a service in rice paddies in suburban Shanghai, P. R. China[J]. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 2005, 109, 273~283.
- [3] Xie GD, Lu CX, Leng YF, Zheng D, Li SC. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau[J]. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18, 189~196.
- [4] 谢高地,肖玉,鲁春霞. 生态系统服务研究:进展、局限和基本范式[J]. *植物生态学报*, 2006, 30(2):191~199. [XIE Gao-di, XIAO Yu, LU Chun-xia. Study on ecosystem services: progress, limitation and basic paradigm [M]. *Journal of Plant Ecology (formerly Acta Phytocologica Sinica)*, 2006, 30(2):191~199.]
- [5] Chen ZX, Zhang XS. The economic value of ecosystem services in

- China[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45, 17 ~ 22.
- [6] Ouyang ZY, Wang XK, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19: 607 ~ 613.
- [7] JIANG Yan-Ling, ZHOU Guang-Sheng. Estimation of ecosystem services of major forest in China [J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1999, 23(5), 426 ~ 432.
- [8] 赵同谦, 欧阳志云, 郑华, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. *自然资源学报*, 2004, 19(4): 480 ~ 491. [ZHAO Tong-qian, OU YANG Zhi-yun, ZHENG Hua, et al. Forest ecosystem services and their valuation in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(4): 480 ~ 491.]
- [9] 谢高地, 张钰铨, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值[J]. *自然资源学报*, 2001, 16(1): 47 ~ 53. [XIE Gao-di, ZHANG Yu-li, LU Chun-xia, ZHENG Du, CHENG Sheng-kui. Study on valuation of rangeland ecosystem services of China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2001, 16(1), 47 ~ 53.]
- [10] 肖玉, 谢高地, 安凯. 青藏高原生态系统土壤保持功能及其价值[J]. *生态学报*, 2003, 23(11): 2 367 ~ 2 378. [XIAO Yu, XIE Gao-di, AN Kai. The function and economic value of soil conservation of ecosystems in Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2 367 ~ 2 378.]
- [11] 谢高地, 肖玉, 甄霖, 等. 我国粮食生产的生态服务价值研究[J]. *中国生态农业学报*, 2005, 13(3): 10 ~ 13. [XIE Gao-di, XIAO Yu, ZHEN Lin, et al. Study on ecosystem services value of food production in China [J]. *Chinese Journal of EcoAgriculture*, 2005, 13(3): 10 ~ 13.]
- [12] Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment* [M]. 2003, Island Press, Washington, Covelo, London.

Supply, Consumption and Valuation of Ecosystem Services in China

XIE Gao-di, ZHEN Lin, LU Chun-xia, CAO Shu-yan, XIAO Yu

(*Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China*)

Abstract: The ecosystem service has been become one of most important concepts advanced by ecological economists. Being a research hotspot in field of ecological economics since 1990s, the ecosystem service and its value has been widely studied and appraised. However, the process and characteristics of the supply, consumption and valuation on ecosystem service still does not well researched and have no systemic theory to explain and analyse rationally the behaviors of producer and consumers of ecosystem services. This article, in accordance with the existed econometrics theory and new knowledge involved the ecosystem services, attempts to construct a theoretical frame to describe the process of the supply, consumption and valuation of ecosystem service. In the proposed theoretical frame the ecology service production function and the ecology service cost function are regarded as its main rationale and analysis approach for analyzing its supply process; the ecosystem service consumption function and the ecosystem service utility function regarded as its main rationale and its analysis approach for analyzing its consumption process; the utility value theory, the producer and the consumer surplus theory and the payment willingness theory are allowed to form its main rationale and the appraisal method for valuation of ecosystem services.

Key words: Ecosystem service; Valuation; Consumption; Supply