

农业生态系统服务价值评估研究进展*

杨正勇 杨怀宇 郭宗香

(上海海洋大学经济管理学院 上海 201306)

摘要 农业生态系统提供的服务对人类的可持续发展至关重要。该系统的一些服务价值因在市场上未能反映出来而往往被人类所忽略,正确评价此类系统服务价值具有重要意义。本文在系统回顾该领域研究进程的基础上,从研究方法、研究内容、研究尺度、支撑学科等方面总结了现有研究的特点,从所揭示的生态服务价值的完全程度、研究视角的广泛程度、研究方法的完善程度、研究领域的涵盖程度等方面分析了国内研究中存在的基本问题,进而指出,学术界在林地生态系统、草地生态系统以及价值评估方法的研究方面已经取得了众多成果,在农田生态系统服务价值的研究方面也取得了一定进展,但农田生态系统和渔业生态系统服务价值、非市场价值评估方法研究等方面需要重点突破,对林地生态系统、草地生态系统的研究也需要在价值构成、生态服务价值的时空变化等方面进一步探讨。

关键词 农业生态系统 生态服务 非市场价值 评估方法

中图分类号: F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2009)05-1045-06

A literature review on evaluation of agricultural ecosystem services

YANG Zheng-Yong, YANG Huai-Yu, GUO Zong-Xiang

(College of Economics and Management, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract Agricultural ecosystem services play a key role in the sustainable development of mankind. However, certain values of the services are too often neglected as they are not directly reflected in market transactions. It is therefore important to evaluate these services. The characteristics of previous studies in this field were analyzed from the points of view of research method, content, scale and supporting disciplines. The basic problems of domestic studies were probed into from the context of ecological ecosystem completeness, study perspective, and research method perfection and fullness of content. On this basis, it is pointed out that much important progress has been made in the field of forest and grassland ecosystem and evaluation method. Some breakthroughs are also made in the field of agricultural ecosystem evaluation. However, the values of crop and fishery ecosystem services and non-market evaluation methods of ecosystem services require further studies. The values of forest and grassland ecosystems also need further exploration from the perspectives of value composition and temporal and spacial variation.

Key words Agricultural ecosystem, Ecosystem service, Non-market value, Assessment method

(Received Aug. 30, 2008; accepted Dec. 20, 2008)

农业生态系统是世界上最重要的生态系统之一,仅耕地与牧区就占了地球陆地面积的24%~38%^[1]。农业生态系统在为人类提供食物供给等可通过市场予以观察的生态服务的同时,也提供了调节气候、涵养水源等一系列在市场上无法观测的其他生态服务。由于这些生态服务的价值未能被市场所表达,人类往往忽视这种价值的存在,结果导致大量挤占耕地、乱砍滥伐、酷渔滥捕等行为,严重影响了人

类发展的可持续性。因此,科学地评估农业生态系统的服务价值,正确引导人们的行为和决策已成为相关领域学者的重要任务。近30年来,学术界在生态系统服务价值研究中取得了前所未有的进展。其中,对农业生态系统服务价值的研究近十几年来也取得了一些成果。本文在回顾国内外农业生态系统服务价值研究文献的基础上,总结了现阶段研究的特征,分析了存在的问题,并指出几个需重点拓展的方向。

* 上海市哲学社会科学基金项目(2007BZH009)和中国渔业发展战略研究中心开放基金项目(66904 - 07073)部分研究内容

杨正勇(1969-),男,教授,研究方向为资源与环境经济。E-mail: zyyang@shfu.edu.cn

收稿日期:2008-08-30 接受日期:2008-12-20

在展开讨论之前需指出,此处所说的农业指广义农业,所指农业生态系统包括农田、林地、草地及有渔业生产活动的水体生态系统。尽管森林、草原、河流、海洋、湿地等自然生态系统都或多或少地与农业生态系统有交叉,但本文主要评述的是处于人类管理之下的、可归纳入农业生态系统的部分。

1 农业生态系统服务价值的国内外研究进展

1.1 国外研究进展

国外对农业生态系统服务价值的研究是在对生态服务价值研究的总体背景下进行的,而对于生态服务价值的研究又是在对自然资本及生态系统服务功能等问题的研究基础上发展起来的。1948年Vogt提出了自然资本的概念。20世纪70年代以来,Holder J.和 Ehrlich P. R.、de Groot R. S.、Costanza R.等^[2-6]对全球环境系统、自然生态服务、湿地生态系统的价值问题进行了研究。20世纪90年代以来,随着生态环境问题的日益突出、可持续发展理念的迅速传播以及 Costanza R.和 Daly H. E.^[7]关于自然资本、生态服务价值研究工作的深入进行,生态服务功能及其价值的研究得到越来越多的关注。Costanza R.等^[8]在将生态服务价值划分为17类的基础上,对包括农业生态系统在内的全球生态系统的服务价值进行了评估;Daily G. C.等^[9]则在其著作中比较系统地介绍了生态系统服务功能的概念,包括农业生态系统服务价值在内的服务价值评估、不同生态系统的服务功能以及区域生态系统服务功能。

在生态系统服务价值研究逐渐深入的同时,其中的农业生态系统服务价值研究也逐步得到了国外学者的关注。据Wade J. C.等^[10]提供的文献,对于农业生态系统服务价值早期相关研究可追溯到1964年Nicol关于水土流失的评价模型。另据English B. C.等^[11]的报道,Dyke等在20世纪80年代初曾经就土壤侵蚀对产量的影响进行了研究。此后Glimour、Betters等对农业森林生态系统的最佳规划、造林对土壤水分保持的影响等问题进行了探索^[12,13],从此关于农业生态系统服务功能与价值的研究缓慢增多。

20世纪90年以来,对农业生态系统服务价值的研究迅速发展,主要集中在农用水土保持生态价值与环境改善之间关系^[14]、农业生态服务价值评价指标^[15,16]、虫害控制的生态服务^[17]、农业生态系统土壤侵蚀的经济损失^[18]、鱼群的生态服务价值^[19]、农业的外部成本^[20]、农业可持续性及其集约生产的成本-效益^[21]、农业的多功能性^[22]、农业生态系统的正负服务^[23,24]等方面。此外在人类管理下的森林生态系统的研究方面也取得了众多成果^[12]。

20世纪70年代到90年代初期,在非市场化的生态服务价值研究方法方面也取得了一些突破,其中Davis^[25]首先正式提出的条件价值评估法(CVM)近年来得到了日益重视。为确定该方法的有效性,1992年美国国家海洋和大气管理局(NOAA)任命了以Kenneth Arrow和Robert Solow两位诺贝尔经济学奖获得者为领导的高级委员会,对CVM法的应用性进行评估。该委员会在其所提交的评估报告中肯定了该方法在自然资源价值评估方面的实用性,并在调查方法方面提出了一些指导性原则^[26]。目前学术界对CVM法还存在较多分歧^[27]。

1.2 国内研究进展

我国关于生态服务功能价值的研究起始于20世纪80年代初。1982年张嘉宾等利用影子工程法和费用替代法估算云南怒江、福贡等地的森林固持土壤功能的价值和森林涵养水源功能的价值^[28]。到20世纪90年中期,我国著名经济学家许涤新、生态学家马世骏、环境经济学者王金南、李金昌等及夏光等先后出版了相关著作,从不同学科视角为该领域的研究打下了基础^[29]。

从20世纪90年代中期开始,随着国外理论的引入,我国关于农业生态系统服务的研究得以迅速发展,除欧阳志云等^[30]、肖寒等^[31]、刘向华等^[32]对生态服务功能评价的基本理论与方法进行探讨外,在林地、草地、农田生态系统服务研究方面都取得了系列成果。

在林地生态系统研究方面,20世纪90年代中期开始研究文献缓慢增多,研究内容涉及林地生态系统的服务功能、林地生态系统生态服务价值的评估方法及其应用等方面^[33-35]。2000年以后,关于森林生态系统服务价值的研究成果大量涌现,既有关于针对人类干预相对较少的自然林生态服务价值的研究^[35],也有关于城市森林生态系统的研究^[36];既有针对全国森林生态服务系统的大尺度研究^[37],也有针对某个具体生态系统的小尺度研究^[38]。总体看,林地生态系统服务价值的研究在农业各子系统研究中相对比较全面和深入,且多数集中在自然林地生态系统服务价值的研究方面。

在草地生态系统服务价值研究方面,2004年以前的研究非常少,代表性的报道有谢高地等^[39]对中国自然草地生态系统服务价值进行的评估、许英勤等^[40]对塔里木河下游以塔里木垦区为主的人工及部分天然绿洲区生态系统服务价值进行估算以及何文清等^[41]对内蒙古阴山北麓风蚀沙化区农业生态系统服务功能价值进行的评估。2004年开始,研究报道大量增加。其中比较有代表性的有闵庆文、谢高地、

赵同谦、欧阳志云、贾良清等人^[42,43]。总体看,2004年以来,研究的范围逐渐从西北的青藏高原、内蒙、新疆草原逐步拓展到陕西、甘肃、宁夏、内蒙、以及东三省的草原生态系统。

在农田生态系统服务价值研究方面,2003年以前的研究报道并不多。其中,张壬午等^[44]在将农田生态系统水资源价值分为灌溉收益、投入资产价值、损失价值3部分基础上,讨论了农田生态系统水资源价值核算的原则与方法,并以山西省屯留县秸秆覆盖技术案例进行了实证研究;高旺盛等^[45]以典型黄土高原丘陵沟壑区安寨县为例,将农业生态系统服务价值分为产品服务价值、土壤保持价值、涵养水分价值、固定CO₂和释放O₂价值、维持营养物质循环价值、净化环境价值等项目,然后运用市场价值法、替代工程法、影子价格法、机会成本法等进行评价,发现在脆弱生态区,农业生态系统承担了重要的生态服务功能;赵荣钦等^[46]对农田生态系统服务功能进行了界定和分类,指出农田生态系统的功能可分为提供农产品和轻工业原料来源、碳汇功能、维持区域生态平衡、改良土壤、提供自然环境的美学、社会文化科学、教育、精神和文化的价值等方面,并对前述4种功能价值评估方法进行了探讨。2004年以来,关于农田生态系统方面的研究报道逐渐增加,但远少于草地生态系统方面的研究,更少于林地生态系统的研究。从内容看,2004年以来该领域的研究集中在耕地生态服务价值^[47]、农田生态功能及其服务价值^[48]、农田生态服务价值的影响因素分析^[49,50]、农田生态服务价值评估方法研究^[51]等方面。

2 现阶段国内外研究的基本特征

2.1 研究方法方面的特征

2.1.1 现有研究以静态分析为主,比较静态分析与动态分析不足

谢高地等^[50]精辟地指出,“农田生态系统为人类提供的生态服务强度随时间而呈动态变化,该动态变化一般与其生长曲线相关联,其原因是生物体本身和环境因子均随时间而变化……,故农田生态服务时间上的动态性有待进一步研究”。这种动态包括两方面,一方面是动态地比较同一生态系统在两个时段上所提供的服务价值的不同,另一方面应当考察所提供的服务价值的时间特性,即考虑资金的时间价值,在研究过程中应引入贴现率。遗憾的是,无论国内还是国际的研究,多数都以静态价值分析为主,既缺少同一农业生态系统不同时间段的生态服务价值的比较静态观察,也缺少统一农业生态系

统服务价值变动轨迹的动态研究。

2.1.2 现有研究未区分潜在生态服务价值与实际表达的生态服务价值

谢高地等^[50]的研究首先提出了区分这两种价值的观点。其理由是生态服务的提供依赖于时空条件,不同时空生态服务表达的形式不同。可以想象,离城市非常遥远的农田,可能有非常美丽的自然景色,但其服务却无法表达为旅游休闲服务;相反,若这片农田处于大城市的郊区,情况将完全不同。然而,目前的研究一般未区分潜在的生态服务价值与实际表达的生态服务价值,因而一定程度影响了结果的运用。此外,就研究方法而言,值得关注的是,国内研究以市场价值法和替代市场法为主^[48-51],而国外除这两种方法外,条件价值法也得到广泛运用^[52-54]。

2.2 研究内容方面的特征

2.2.1 对农业生态系统服务功能的具体内容尚未达成一致认识

农业生态系统的价值是由其功能决定的,尽管功能与价值之间并非一一对应,但功能决定服务价值这一点总体上是成立的。即有什么样的功能,就决定了具有什么样的价值。因此要研究农业生态系统具有何种价值,就应当先确定其功能。然而关于其功能,学术界还未有定论。赵荣钦等^[46]认为,农田生态系统的功能可分为提供农产品和轻工业原料来源、碳汇功能、维持区域生态平衡、改良土壤、提供自然环境的美学、社会文化科学、教育、精神和文化的价值等方面;而杨志新等^[49]则将农田生态系统服务分为产品服务、大气调节、环境净化、消纳废弃物、净化污水、保持土壤肥力、积累有机质、维持养分循环、保持土壤、涵养水源及其观光游憩。显然,两者虽有相同的部分,但也有较大区别。

2.2.2 正、负生态服务价值的联合评估在国外得到一定程度的关注,但国内主要关注的还是正生态服务价值

国外早期的研究或关注农业生态系统给人类带来的食物供给、碳汇、制氧等正服务,或关注其土壤侵蚀、环境污染、扰动自然的生物多样性等负服务。2007年以来,Zhang W.等、Swinton S. M.等都指出,关于农业生态系统服务价值的研究不仅应关注正的服务(Ecosystem service, ES),也应当关注其负的生态服务(Ecosystem dis-service, EDS)^[23,24]。国内除车裕斌外^[47],目前绝大多数研究与国外的前期研究相类似,都未将两者结合起来予以考察,而主要关注该系统给人类提供的正的服务。

2.3 研究尺度方面的特征

以 Costanza R. 等、Sutton P. C. & Constanza R.

为代表的农业生态系统服务价值的研究, 尺度以全球范围、全国范围的农业生态区域为主^[9,55]。但有学者指出, 农业生态系统提供的生态服务随空间尺度变化而变化, 具体景观背景不同则提供的服务也不同, 因此小尺度范围的研究也应受到关注^[25,56]。国内在重视大尺度研究的同时, 小尺度的研究也得到越来越多的关注。早期欧阳志云等^[57]研究了中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值, 谢高地等^[39]研究了中国自然草地生态系统服务价值。随后许英勤等^[40]、阎水玉等^[58]的研究虽然也借鉴了 Costanza R. (1997)的研究方法和数据, 但尺度已相对聚焦到了新疆塔里木河流域和长江三角洲。此外, 国内还出现了针对某一城市农业生态系统^[59]或某一特定农田生态系统^[60]为研究对象的报道。

2.4 支撑学科方面的特征

生态服务价值的研究是一个交叉学科的研究领域。在国外关于生态服务价值的研究中, 研究者既有来自经济学界的^[26,61], 也有来自自然科学界的。其中, 经济学家提出了评估价值的方法, 而自然科学界揭示生态系统结构、功能与价值之间的相互关系。在我国, 虽然也有经济学界的参与^[47,59], 但研究人员多是来自生态学、环境科学。由于缺乏经济学的参与, 在评估方法研究、研究结果的运用等方面都受到了一定限制, 因此学科的交叉需要加强。

3 国内研究存在的主要问题

3.1 生态服务价值的揭示不够完全

赵军、杨凯^[62]曾指出:“目前, 对生态系统价值评估集中在间接经济价值, 探讨了土壤保持、CO₂固定和 O₂释放、污染物降解、水源涵养等主要功能, 但气候调节、干扰调节、营养循环、栖息地与生物多样性维持等功能较少受到关注和评价, 而生态系统的产品生产、景观娱乐、文化教育等直接经济价值功能更少考虑, 对非使用价值则基本少有涉及”。这一观点虽然因在农业生态系统服务价值评估中气候调节、营养循环、栖息地与生物多样性维持等价值得到了一定程度的重视而稍有偏颇, 但农业生态系统价值评估中确有忽视景观娱乐、文化教育、美学价值等成分的现象, 研究所揭示的价值还不够完全。

3.2 研究视角不够广泛

正如 Dale V. H. 等指出的那样, 作为人类管理下的开放生态系统, 农业生态系统不仅为人类提供食物和原材料, 还在很大范围内影响到其他生态系统的服务价值^[63]。如影响水体生态系统的的功能、自然森林生态系统的传粉和营养物质循环、碳的吸收以及生物多样性的保持。反过来, 其他生态系统也

会向农业生态系统提供服务价值。如农田生态系统周围的森林生态系统的蜜蜂等有益昆虫的活动会增强农田生态系统的功能, 为农田生态系统提供生物多样性的支撑。因此, 在评估农业生态系统的的服务价值时, 对农田生态系统从其他生态系统中得到的输入价值和输出价值都应予以核算。然而目前国内研究还缺乏这种更大系统视角的考察, 观察点主要集中在对农业生态系统本身。

3.3 研究方法需进一步探索, 科学性需进一步提高

如上所述, 目前国内对农业生态系统服务价值的研究主要采用市场价值法、机会成本法、影子价格法等直接市场法和旅行费用法等替代市场法^[49-51]。这些方法在评估已经存在市场的生态服务的价值、或即使此类生态服务不存在市场但可以通过使用替代物品的价格来衡量其价值时是有效的, 且相对而言较客观。然而在评估生态服务的遗产价值(Bequest value)、选择价值(Option value)等非市场价值时, 这些方法就显示出局限性, 因为此时既没有市场价格, 也很难找到替代物品。由于国内研究方法上的缺陷, 一些评估结果可能因忽视生态服务所提供的遗产价值和选择价值而低估了整个生态服务价值。正因如此, 国外对 CVM 法运用很广泛^[52-54]。然而所需指出的是, CVM 法本身还存在一定的问题, 如何防止偏差、提高该方法的有效性是国内外生态服务价值研究尚需探讨的一个重要问题。

3.4 研究领域需进一步拓展

现有的研究集中于林地生态系统和草原生态系统方面, 对农田生态系统的关注度不够, 对渔业生态系统的研究尤其缺乏。然而农田生态系统和渔业生态系统也是我国重要的农业生态系统, 前者在保障粮食供给方面至关重要, 后者每年产值在我国大农业总产值中的比重也不断上升, 目前已超过 10%。尽管国内外在与渔业生态系统相关的湿地生态系统研究中取得了较大进展^[64], 但在目前的研究中, 对水产养殖生态系统通常还只采用以下几种处理方法: 一是将其等同于裸地^[65]; 二是将其等同于河流湖泊^[66]; 三是将其归入农用地(Cropland)^[58,67]。然而该系统有其自身特性, 上述 3 种处理方法的科学性值得商榷。因此, 在对林地生态系统和草地生态系统服务价值进行更深入研究的同时, 需要拓展对农田生态系统和渔业生态系统服务价值的研究。

4 结论与展望

通过上述文献回顾可以看出, 自从自然资本、生态系统服务功能的概念提出以来, 学术界在林地生态系统、草地生态系统以及价值评估方法的研究

方面已经取得了众多成果, 在农田生态系统服务价值的研究方面也取得了一定进展。但总体看, 还存在以下值得进一步研究和改进之处:

从研究内容看, 首先需要加强农业生态系统功能及其所决定的价值构成的研究。对于农业生态系统来说, 其服务价值的高低取决于所提供的服务的种类和方式, 而其服务决定于系统功能, 系统功能又决定于系统结构。因此要加强农业生态系统服务价值的研究, 首先需要剖析其结构, 探讨其功能, 进而通过指标体系的设定, 勾勒出生态系统服务价值的构成。由于对农业生态系统的服务功能认识还不够全面, 因此农业生态系统功能及服务价值指标体系的设定应是以后研究的重点之一。就价值构成而言, 在农业生态系统所提供的服务中, 有的是正服务(ES), 有的是负服务(EDS)。对此均应予以考虑。

从研究视野看, 农业生态系统是与其他生态系统之间相互依存的系统, 它一方面为人类和其他生态系统提供生态服务, 另一方面接受其他生态系统的生态服务, 因此进一步的研究需要以更广阔的视野, 不仅要评估其提供的服务价值, 也需要评估所接受的服务价值。

从研究方法看, 农业生态系统提供的生态服务在时空上是变化的, 在不同背景下提供的服务会不同。在评估其服务价值时, 一方面应重视能够体现具体背景特性的小尺度研究, 另一方面要引入比较静态分析和动态分析的观点和方法。同时, 为使基于研究结果的相关决策更具有科学性和可操作性, 研究应当区分潜在生态服务价值与实际表达的生态服务价值, 加强 CVM 等方法的研究和应用。

从研究领域看, 对农田生态系统和渔业生态系统的研究方面需进一步拓展, 对非市场价值的评估方法本身也需要进一步研究, 对林地、草地生态系统的研究需在价值构成、生态服务价值的时空变化等方面作进一步探讨。

最后需指出, 该领域的研究需要生态学者和环境学者的贡献, 也需要经济学者的介入, 以便为服务价值的评估提供经济理论基础。

参考文献

- [1] Swinton S. M., Lupi F., Philip R. G., *et al.* Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystem for diverse benefits[J]. *Ecological Economics*, 2007, 64: 245–252
- [2] Holder J., Ehrlich P. R. Human population and global environment[J]. *American Scientist*, 1974, 62: 282–297
- [3] de Groot R. S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics[J]. *Environmentalist*, 1987, 7: 105–109
- [4] Turner R. K., Brooke J. Management and valuation of an environmentally sensitive area: Norfolk Broadland, England, case study[J]. *Environmental Management*, 1988, 12(2): 193–207
- [5] Farber S., Costanza R. The economic value of wetlands systems[J]. *Journal of Environmental Management*, 1987, 24: 41–51
- [6] Costanza R., Farber S., Maxwell J. The valuation and management of wetland ecosystems[J]. *Ecological Economics*, 1989, 1: 335–362
- [7] Costanza R., Daly H. E. Natural capital and sustainable development[J]. *Conservation Biology*, 1992, 6(1): 37–46
- [8] Costanza R., d'Arge R., de Groot R., *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387: 253–260
- [9] Daily G. C. *Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystems*[M]. Washington: Island Press, 1997
- [10] Wade J. C., Heady E. O. An interregional model for evaluating the control of sediment from agriculture[C]//*Economic Models of Agricultural Land Conservation and Environmental Improvement*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1992: 139–161
- [11] English B. C., Heady E. O. Analysis of long-term agricultural resource use and productivity change for U. S. agriculture[C]//*Economic Models of Agricultural Land Conservation and Environmental Improvement*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1992: 175–203
- [12] Betters D. R. Planning optimal economic structure for agroforestry systems[J]. *Agroforestry Systems*, 1988, 7: 17–31
- [13] Glimour D. A., Bonell M., Cassells D. S. The effects of forestation on soil hydraulic properties in the Middle Hills of Nepal: A preliminary assessment[J]. *Mountain Research and Development*, 1987, 7: 239–249
- [14] Vocke G. F., Heady E. O. (Ed). *Economic Models of Agricultural Land Conservation and Environmental Improvement*[C]. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1992
- [15] Bockstael N., Costanza R., Strand I., *et al.* Ecological economic modeling and valuation of ecosystems[J]. *Ecological Economics*, 1995, 14: 143–159
- [16] Rigby D., Woodhouse P., Young T., *et al.* Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice[J]. *Ecological Economics*, 2001, 39: 463–478
- [17] Naylor R., Ehrlich P. Natural pest control services and agriculture[C]//*Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press, 1997: 151–174
- [18] Penning de Vries F. W. T., Agus F., Kerr J. *Soil Erosion at Multiple Scale*[M]. Wallingford, UK: CBAI Publishing, 1998
- [19] Holmund C., Hammer M. Ecosystem services generated by fish population[J]. *Ecological Economics*, 1999, 29: 253–268
- [20] Pretty J. N., Brett C., Gee D., *et al.* An assessment of the total external costs of UK agriculture[J]. *Agricultural Systems*, 2000, 65: 113–136
- [21] Tilman D., Cassman K., Matson P., *et al.* Agricultural sustainability and the costs and benefits of intensive production practices[J]. *Nature*, 2002, 418: 671–677
- [22] Boody G., Vondracek B., Andow D. A., *et al.* Multifunctional agriculture in the United States[J]. *Bioscience*, 2005, 55(1): 27–38
- [23] Zhang W., Richetts T. H., Kremen C., *et al.* Ecosystem ser-

- vices and dis-services to agriculture[J]. *Ecological Economics*, 2007, 64(2): 253–260
- [24] Swinton S. M., Lupi F., Philip Robertson G., *et al.* Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits[J]. *Ecological Economics*, 2007, 64: 245–252
- [25] Davis R. K. Recreation planning as all economic problem[J]. *Natural Resources Journal*, 1963, 3: 239–249
- [26] Arrow K., Solow R., Portney P. R., *et al.* Report of the NOAA panel on contingent valuation[J]. *Federal Register*, 1993, 58(10): 4601–4614
- [27] Bastian C. T., McLeod D. M., Germino M. J., *et al.* Environmental amenities and agricultural land values: A hedonic model using geographic information systems data[J]. *Ecological Economics*, 2002, 40: 337–349
- [28] 武立磊. 生态系统服务功能经济价值评价研究综述[J]. *林业经济*, 2007 (3): 42–46
- [29] 辛琨, 肖笃宁. 生态系统服务功能研究简述[J]. *中国人口·资源与环境*, 2000, 10(3): 20–22
- [30] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. *应用生态学报*, 1999, 10(5): 645–640
- [31] 肖寒, 欧阳志云. 森林生态系统服务功能及其生态价值的评估初探[J]. *应用生态学报*, 2000, 11(4): 481–484
- [32] 刘向华, 马忠玉, 刘子刚. 我国生态服务价值评估方法的述评[J]. *理论月刊*, 2005 (7): 130–132
- [33] 侯元兆. 中国森林资源核算研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995
- [34] 薛达元, 包浩生, 李文华. 长白山自然保护区生物多样性旅游价值评估研究[J]. *自然资源学报*, 1999, 14(2): 140–145
- [35] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探——以海南岛尖峰岭热带森林为例[J]. *应用生态学报*, 2000, 11(4): 481–484
- [36] 姚先铭, 康文星. 城市森林社会服务功能价值评价指标与方法探讨[J]. *世界林业研究*, 2007, 20(4): 67–71
- [37] 靳芳, 余新晓, 鲁绍伟. 中国森林生态服务功能及价值[J]. *中国林业*, 2007 (4A): 40–41
- [38] 马建伟, 张宋智, 郭小龙, 等. 小陇山森林生态系统服务功能价值评估[J]. *生态与农村环境学报*, 2007, 23(3): 27–30, 35
- [39] 谢高地, 张镜镗, 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
- [40] 许英勤, 吴世新, 刘朝霞, 等. 塔里木河下游垦区绿洲生态系统服务的价值[J]. *干旱地区地理*, 2003, 26(3): 208–216
- [41] 何文清, 陈源泉, 高旺盛, 等. 农牧交错带风蚀沙化区农业生态系统服务功能的经济价值评估[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(3): 49–53
- [42] 闵庆文, 谢高地, 胡聃, 等. 青海草地生态系统服务功能的价值评估[J]. *资源科学*, 2004, 26(3): 56–60
- [43] 赵同谦, 欧阳志云, 贾良清, 等. 中国草地生态系统服务功能间接价值评价[J]. *生态学报*, 2004, 24(6): 1101–1110
- [44] 张壬午, 计文瑛, 成为民. 农田生态系统中水资源利用价值核算方法初探[J]. *农业环境保护*, 1998, 17(2): 60–62
- [45] 高旺盛, 董孝斌. 黄土高原丘陵沟壑区脆弱农业生态系统服务评价——以安塞县为例[J]. *自然资源学报*, 2003, 18(2): 183–188
- [46] 赵荣钦, 黄爱民, 秦明, 等. 农田生态系统服务功能及其评价方法研究[J]. *农业系统科学与综合研究*, 2003, 19(4): 267–270
- [47] 车裕斌. 论耕地资源的生态价值及其实现[J]. *生态经济*, 2004 (1): 224–228
- [48] 李加林, 董亿勤, 杨晓平, 等. 杭州湾南岸农业生态系统土壤保持功能及其生态经济价值评估[J]. *水土保持研究*, 2005, 12(4): 202–205
- [49] 杨志新, 郑大玮, 文化. 北京郊区农田生态系统服务功能价值的评估研究[J]. *自然资源学报*, 2005, 20(4): 564–571
- [50] 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
- [51] 王瑞雪, 颜廷武. 条件价值评估法本土化改进及其验证——来自武汉的实证研究[J]. *自然资源学报*, 2006, 21(6): 879–887
- [52] Anthony F., Krutilla J. Determination of optimal capacity of resource—based recreation facilities[J]. *Natural Resources Journal*, 1972, 12: 417–444
- [53] Randall A., Ives B., Eastman C. Bidding games for valuation of aesthetic environmental improvements[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1974, 1: 132–149
- [54] Diamond P. A., Hausman J. A. Contingent valuation: Is some number better than no number?[J]. *Journal of Economics Perspective*, 1994, 8(4): 45–64
- [55] Sutton P. C., Constanza R. Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation[J]. *Ecological Economics*, 2002, 41: 509–527
- [56] Kramer R. A., Eisen-Hecht J. I. Estimating the economic value of water quality protection in the Catawba River basin[J]. *Water Resources Research*, 2002, 38(9): 1182–1192
- [57] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. *生态学报*, 1999, 19(5): 607–613
- [58] 阎水玉, 杨培峰, 王祥荣. 长江三角洲生态系统服务价值的测度与分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(1): 93–97
- [59] 李菲云, 吴方卫. 沪郊农田生态系统服务功能价值评估[J]. *上海农村经济*, 2006 (9): 22–25
- [60] 盛婧, 陈留根, 朱普平. 稻麦轮作农田生态系统服务功能价值评估[J]. *中国生态农业学报*, 2008, 16(6): 1541–1545
- [61] Hanemann W. M. Valuing the environment through contingent valuation[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1994, 8(4): 19–43
- [62] 赵军, 杨凯. 生态系统服务价值评估研究进展[J]. *生态学杂志*, 2007, 27(1): 346–356
- [63] Dale V. H., Polasky S. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services[J]. *Ecological Economics*, 2007, 64: 286–296
- [64] 崔丽娟. 鄱阳湖湿地生态系统功能服务价值评估[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(4): 47–51
- [65] 张玲, 朱泽生, 刘羽, 等. 大丰市滩涂生态系统服务价值评估[J]. *农村生态环境*, 2004 (3): 10–14
- [66] ZHAO B., LI B., ZHONG Y., *et al.* Estimation of ecological service values of wetlands in Shanghai, China[J]. *Chinese Geographical Science*, 2005, 15: 151–156
- [67] Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*[C]. Washington D.C.: Island Press, 2005: 745–794