

Assessment of Forest Ecosystem Service

——Theory, Method and Progress

Guanglei Gao, Guodong Ding, Lina Ren, Yintong Zang, Jiayin Zhang, Wenjun Liang, Yu He

Key Laboratory of Soil and Water Conservation & Combating Desertification, Ministry of Education; College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing

Email: gaoguanglei@bjfu.edu.cn

Received: Apr. 17th, 2011; revised: Apr. 20th, 2011; accepted: Apr. 22nd, 2011.

Abstract: Ecosystem service is a new approach for human beings to understand forest ecosystems, and an important part of forestry sustainable development. By analysis of ecosystem service concept, value source and characteristics, the study indicates that: ecosystem services value is from of large amount of human's labor to maintain the normal functions of ecosystem; ecosystem services are characterized by society and nature compound, secondary, multidimension, dynamic and commonweal. The main contents and value assessment methods of forest ecosystem services are introduced as well. Based on forest ecosystem service value assessment study progress at home and abroad, weak link and development trend of forest ecosystem services value assessment are predicted as follow: standardized indicator system, market mechanism and negative effect assessment.

Keywords: Forest Ecosystem; Ecosystem Service; Value Assessment

森林生态系统服务价值评估

——理论、方法与研究进展

高广磊, 丁国栋, 任丽娜, 臧荫桐, 张佳音, 梁文俊, 贺宇

水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室; 北京林业大学水土保持学院, 北京

Email: gaoguanglei@bjfu.edu.cn

收稿日期: 2011年4月17日; 修回日期: 2011年4月20日; 录用日期: 2011年4月22日

摘要: 生态系统服务是人类认识森林生态系统的一条新途径, 是林业可持续发展理论的重要组成部分。通过对生态系统服务概念、价值来源和特征的研究分析, 得出结论: 生态系统服务价值来源于人类维护生态系统服务各项功能正常运转投入的大量劳动, 生态系统服务功能具有社会—自然复合性、继发性、多维性、动态性和公益性特征。文章还总结介绍了森林生态系统服务的主要内容和价值评估的主要方法, 并综合森林生态系统服务价值评估国内外研究进展, 分析指出标准化指标体系、市场化机制和负效应评估研究是目前森林生态系统服务价值评估研究的薄弱环节和未来发展的重点领域。

关键词: 森林生态系统; 生态系统服务功能; 价值评估

1. 引言

长久以来, 人类强调木材、林副产品和旅游等直接经济价值, 忽略森林生态系统服务价值, 使得森林生态系统价值被严重低估, 而这种对森林生态系统价值片面、肤浅的认识, 正是森林遭到破坏的重要原因之一。森林生态系统服务价值理论将无形的森林生态

系统服务功能货币化, 以明确其生态经济价值, 这对于保护森林资源、改变传统的自然价值观念具有重要意义。本文总结国内外森林生态服务价值评估研究成果, 概述了森林生态系统服务及其价值的基本内涵与评估方法, 介绍了相关研究的国内外进展, 分析了研究存在的主要问题, 并对研究的发展趋势做了展望, 以期推动森林资源的有效保护与合理利用, 并为相关研究者提供参考。

资助信息: 国家林业局公益性行业科研项目(200804022A)。

2. 生态系统服务理论概述

2.1. 概念

生态系统服务功能又称生态系统服务,最早见于1966年美国学者King发表的《Wildlife and man》一文^[1],但目前仍没有一个统一的概念,国内外学者对于生态服务功能概念理解的差异主要源于对生态系统产品、服务及其来源的不同理解。Costanza认为生态服务功能是人类从生态系统中获得的产品和服务等直接或间接的效益^[2];Daily认为生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用^[3];De Groot则认为生态服务功能是指自然过程及其组成部分提供产品和服务从而满足人类直接或间接需求的能力^[4]。联合国千年评估报告^[5]综合以上定义认为生态系统服务是人类从生态系统获取的效益。

2.2. 价值来源

马克思主义劳动价值论认为:价值在于凝结于商品中的一般的无差别的人类劳动。因此,认清生态系统服务是否包含人类劳动,认清生态系统服务功能价值来源是生态系统服务理论的基础,也是改变传统自然价值观的关键。传统的自然价值观认为:天然性是自然资源的本质属性,生态系统并不包含人类劳动,因此生态系统服务并不具有价值。这种观点错误地割裂了人类与生态系统的密切关系。生态系统是人类生存与发展的基础,人类为了生存和发展就必须投入大量的劳动以保护生态系统,维持生态系统各项服务功能的正常运转。同时,随着人类对生态系统功能需求的日益提高,这种劳动的投入必将日益增长。因此,生态系统服务是具有价值的,其价值来源于人类劳动,这一价值的增值也是可以预见的。

2.3. 特征

正确把握生态系统服务的特征是理解生态系统服务理论的有效手段,生态系统服务的特征主要体现在以下几个方面。

2.3.1. 自然-社会复合性

现代社会,生态系统已经成为自然-社会的复合产物。生态系统服务受自然和人类活动双重因素的干扰。

一方面,生态系统服务以生态系统功能为基础;另一方面,生态系统服务与人类生存与发展利益攸关,这是一种服务于人类生存与发展的服务功能。

2.3.2. 继发性

生态系统功能是生态系统的自然属性,与生命相生相伴,但生态系统服务却不是从来就有的,而是在人类出现之后才产生的,它是人类社会产生和发展的产物。

2.3.3. 多维性

生态系统功能的多样性与人类需求的多样性决定了生态系统服务的多维属性。在不同的时空条件下,人类需要的生态系统服务可能有所侧重,但绝不是单一的。

2.3.4. 动态性

生态系统服务不是一成不变的,而是随着时间不断发展变化的。这种动态变化一方面是因为生态系统本身结构和功能的变化,如演替、干扰等等;另一方面是因为不同社会发展水平下,人类对于生态系统服务需求与认知的差异。笔者认为,随着人类的发展,生态系统服务将变得更为稀缺,人类必将投入更多的劳动来维持服务,因此其价值将会不断增加。

2.3.5. 公益性

生态系统服务具有非竞争性和非排他性的特点,生态系统服务的受益对象也是广泛的、大众的,而不是某一特定对象或群体。生态系统服务是全人类共同享有的宝贵财富,因此公益性是生态系统服务的重要属性。

3. 森林生态系统服务功能的主要内容

3.1. 林产品

林产品是森林生态系统直接提供给人类的物质资源。森林生态系统丰富的自然资源不仅是人类重要的食物来源,同时也为人类提供了大量的建材、药物等其他资源。

3.2. 涵养水源

森林是一种特殊的下垫面,林冠层、枯枝落叶层、森林土壤以及林木根系对降水具有良好的截留、吸收、

净化和贮存作用。森林涵养水源功能主要表现在增加可利用水资源、净化水质和调节径流三个方面。相关研究显示：当森林土壤根系空间达1 m深时，1 hm²森林可贮水200~2000 m³，比无林地能多蓄水300 m³^[6]；在水源涵养林保护下，森林拦截降水水质得到明显改善，达到生活饮用水标准^[7]，同时，森林可以通过截留、阻滞、蒸散等途径延长洪水历时，减少洪峰流量与洪水总量，以控制洪水灾害。

3.3. 保育土壤

森林是地表的缓冲层与保护层，当降水发生时，降水被层层截留阻滞，雨滴动能被大量消耗，其对于地表的激溅侵蚀作用被大大降低；森林植被还可以增加地表粗糙度，固持土体减轻地表径流的土壤侵蚀程度，防止土壤崩塌泻溜；同时，森林在减少水土流失的同时，也保持了土壤中的营养物质，减少了土壤肥力的损失。

3.4. 固碳释氧

森林生态系统的固碳释氧功能已经得到全世界公认，绿色植物通过光合作用，吸收大气中的CO₂放出O₂，从而降低了大气中的CO₂浓度，因此，森林对于减缓全球气候变暖进程具有重要作用。据方精云等^[8]估算，1981~2000年中国森林总碳库已由4.3 Pg C (1 Pg C = 10¹⁵ g C)增加到5.9 Pg C；平均碳密度由36.9 Mg C/ha (1 Mg C = 10⁶ g C)增加到41.0 Mg C/ha；年均碳汇量为0.075 Pg C/a。

3.5. 积累营养物质

森林通过生化反应，可以吸收自然环境中的N、P、K等营养物质并贮存于体内各器官，这是自然环境中营养物质循环的关键一环，同时森林的这种功能还可以有效降低流域下游的面源污染以及流域水体的富营养化。

3.6. 净化大气环境

森林生态系统的净化环境功能主要包括吸收大气污染物（如二氧化硫、氟化物、氮氧化物、粉尘、重金属等）、阻滞粉尘、杀灭病菌和降低噪声等。目前，通常以吸收SO₂和滞尘能力来评估森林生态系统净化大气环境的价值。据测定，阔叶林吸收SO₂的能力为88.65 kg/hm²，柏类为411.60 kg/hm²，杉类为117.60

kg/hm²，松林为117.60 kg/hm²，平均为215.60 kg/hm²；针叶林的年滞尘能力为33.20 t/hm²，阔叶林为10.11 t/hm²^[9]。

3.7. 森林防护

森林防护是指防风固沙林、农田（牧场）防护林、护岸林、护路林等防护林降低风沙、干旱、洪水、台风、盐碱、霜冻、沙压等自然灾害危害的功能。以京津风沙源工程为例，2000年，河北省发生沙尘天气22天，沙尘暴造成经济损失共计28.73亿元，而京津风沙源工程实施后，沙尘天气仅为4天，天数减少了81.8%^[10]。

3.8. 生物多样性保护

地球上多样的生物是亿万年来在环境和基因共同作用下进化的产物，生物多样性与人类的生活和福利密切相关，是人类社会可持续发展的生存支持系统^[11]。森林生态系统是生命的摇篮，地球上已被发现和命名的170万个物种多数都与森林生态系统有着直接或间接的联系，无数生物在这里繁衍生息，森林既是这些物种的栖息地，也是它们的庇护所。根据岛屿生物地理学原理，如果面积减少90%，物种的数量就会减少37.5%~55%^[12]。因此，如果森林生态系统继续遭到破坏，将会有大量物种从地球上消失。

3.9. 森林游憩

森林是人类重要的休闲娱乐场所，游山、踏春自古以来就深受社会各阶层的喜爱。森林植物所分泌释放的芬多精和空气负离子等物质都对人类身体大有裨益，其中空气负离子有“空气中的维生素和生长素”之称。因此森林不仅可以使人消除疲劳、愉悦身心，还具有抗病保健的功效。

4. 森林生态系统服务功能价值评估的主要方法

森林生态系统服务价值多种多样，根据价值的不同特点，有相应的评估方法，李文华^[13]、Matthew^[14]等人均有较为详细的介绍，本文主要介绍几种常用的评估方法，以供相关研究者参考。

4.1. 市场价格法

市场价格法是指用商品的市场价格来评估生态系

统服务价值的一种方法,木材、林副产品等森林生态系统服务的价值常用这一方法评。市场价格法是生态系统服务价值评估方法中最简单,也是最容易理解的一种,但由于市场价格受供求曲线影响,因此有时这种方法并不能真实反映服务功能的真实价值。

4.2. 影子工程法

影子工程法是以人工建造一个工程代替生态系统功能,用该工程的建造费用估算生态系统服务功能价值的评估方法。实际应用中,常用这种方法估算森林生态系统水源涵养和减沙泥沙淤积的价值。如:将森林涵养水源量转化为水库库容,以修建水库的造价替代森林水源涵养功能的价值。

4.3. 等效替代法

等效替代法原常用于物理研究领域,后被引入经济研究领域,在生态系统功能价值评估中是指通过已知成本的人工效应代替生态系统服务价值的评估方法。这种方法常用于森林生态系统温度调节、土壤肥力保持和营养物质积累价值的估算。如:以为保持土壤肥力施用化肥的价值估算森林保持土壤肥力的价值。

4.4. 机会成本法

机会成本法是指以因保护和维持生态系统服务而丧失的经济效益评估生态系统服务价值的方法。如将森林减少的土壤侵蚀量折算成相应的林地面积,以林地平均产值评估森林减少土壤侵蚀的价值。森林生态系统的生物多样性价值也常用这种方法进行评估。

4.5. 碳税法

碳税法是估算森林生态系统固碳价值的一种特殊方法,即以碳贸易关税评估森林生态系统固定大气中CO₂的价值。目前,国际通用的碳税率是瑞典碳税 150 \$·t。

4.6. 生产成本法

人类社会生产的某些商品可以代替森林生态系统功能的部分功能,以生产这些商品的成本代替森林生态系统服务价值的方法就是生产成本法。如:森林通过光合作用可以释放氧气,人类可以通过化学工艺制

造氧气,即可以通过制造等量氧气的工业成本估算森林生态系统释放氧气的价值。

4.7. 恢复费用法

假设不存在某种生态系统服务功能时,以人工达到这种生态系统服务功能的生态效果的花费的估算方法被称为恢复费用法。实际价值评估中,常用污染物(SO₂、粉尘等)排污费估算森林生态系统吸收污染物与滞尘能力的价值。

4.8. 支付意愿法

以人们为保护某种生态系统服务功能愿意支付的货币量估算这一生态系统服务功能价值的方法。这种方法以问卷调查数据为基础,问卷设计、访问者与受访访问者素质等诸多因素都将影响最终评估结果,因此容易产生偏差。

5. 森林生态系统服务价值评估研究进展

5.1. 国外研究回顾

在生态系统服务功能研究中,中外研究得最早、最多的生态系统就是森林生态系统^[13]。几千年前,古希腊著名学者柏拉图就曾论述过森林与水井之间的关联,他认为森林具有涵养水源的价值,并警告:“对森林的过度砍伐将造成水井的枯竭”。1867年,美国学者 George P. Marsh^[15]在其著名论著《Man and nature》一书中专门论述了 woods(森林)对改善自然环境和维持人类生产生活的重大价值。这些论述都蕴含了森林生态系统服务研究的萌芽,是对生态系统服务的朴素感知。

随着人类社会的发展,特别是科学水平的不断提高,人类开始以系统论的视角,理性、定量的研究森林生态服务功能。20世纪90年代初期,森林生态系统服务功能研究主要以单项服务价值评估和案例研究为主,方法主要为旅行价值法和支付意愿法^[16],比较有代表性的有 Tobias^[17]对热带雨林和 Maille^[18]对 Madagascar 群岛生态旅游价值的评估研究。1997年,美国学者 Constanza 首次评估了全球生态系统服务的价值。在评估过程中,Constanza 将森林生态系统分为热带森林和温带/北方森林两种类型,分别估算了 13 项和 9 项指标的生态系统服务的价值,两种类型森林的生态系统服务价值分别为 3813×10^9 美元/a 和 $894 \times$

10⁹ 美元/a^[2]。虽然 Constanza 的评估方法与结果引起了广泛的争论，遭到了众多生态学家和经济学家的抨击，但却为森林生态系统服务评价提供了可参考的方法，推动了大区域森林生态系统服务及其价值评估的研究与应用。日本曾采用数量化理论多变量解析方法于 1978 年^[19]和 2000 年^[20]先后两次对全国森林生态效益进行经济价值评估；喀麦隆评估得出：其热带雨林效益约为 60 亿美元（不包括未来效益和物种存在效益），其中，热带雨林的保护区和土壤等的效益就占 68%^[21]。

5.2. 国内研究进展

我国森林生态服务功能研究起步较晚，但国内学者很早就开展了基于生态经济学的资源价值核算研究。1983 年，中国林学会开展了森林综合效益研究；1984 年吉林省环保所采用日本森林生态效益核算方法计算了长白山森林 7 项生态价值中的 4 项，结果达 92 亿元人民币；1988 年，李金昌主持开展了包括森林资源在内的多种自然资源价值的核算工作；薛达元^[22]等学者也先后开展了生物多样性价值的评估研究。20 世纪 90 年代，生态系统服务的概念被引入我国，但当时研究内容主要集中在对国外研究成果的介绍以及基础理论的探讨。1999 年，欧阳志云^[23]等学者从有机物质的、维持大气 CO₂ 和 O₂ 平衡、营养物质循环和储存、水土保持、涵养水源、生态系统对环境污染的净化作用等 6 个方面率先估算了以森林和草地为主的中国陆地生态系统服务的价值。此后，以全国森林资源清查数据为基础的不同尺度森林生态系统服务价值评估陆续展开。蒋延玲^[24](1999)、赵同谦^[16](2004)和余新晓^[19](2005)估算中国森林生态系统服务价值分别为 939.12 × 10⁸ 元、14060.05 × 10⁸ 元和 30601.20 × 10⁸ 元。北京、福建、甘肃等省区市森林生态系统服务价值评估工作也先后展开^[7,25-33]（见表 1）。2010 年，中国林

科院依据第七次全国森林资源清查结果和森林生态定位监测结果重新对中国森林生态系统服务价值进行了评估，结果显示：我国森林仅固碳释氧、涵养水源、保育土壤、净化大气环境、积累营养物质及生物多样性保护等 6 项生态服务功能年价值就达 10.01 万亿元。这些研究对建立我国绿色 GDP 核算体系，实现资源环境与社会经济的可持续发展发挥了重要的推动作用。

6. 思考与展望

自 20 世纪 60 年代生态系统服务的概念被首次提出以来，生态系统服务理论体系日趋成熟与完善，特别是 1997 年 Constanza 的研究受到广泛关注后，森林生态系统服务研究步入了发展的黄金时期。纵观国内外学者森林生态系统服务的相关研究，笔者认为森林生态系统服务研究目前存在的主要问题与未来发展的重点领域主要有以下几个方面。

6.1. 标准化指标体系研究

受森林生态系统服务多维属性和研究者对森林生态系统服务认知差异的影响，不同研究者选取的评估指标、评估方法和基础数据具有较大差异，造成评估结果的巨大差异，使得评估结果之间缺乏可比性，评价结果的准确性与严谨性也无从衡量，评估结果难以让公众和学术界普遍接受，降低了评估结果的应用价值。因此建立一套科学统一完善的标准化森林生态系统服务价值评估指标体系，高效、客观、公正的衡量其生态系统服务价值已经成为森林生态系统服务研究的当务之急。这不仅有助于规范森林生态系统服务价值的评估研究，还将推动森林生态系统服务价值进入国民经济核算和决策体系，从而进一步推动森林生态系统和森林生态系统服务的保护工作。

6.2. 市场化机制研究

传统的资源消耗型森林经营模式已经落后于时代，生态效益与经济效益两手抓，偏重生态效益成为世界林业发展的趋势与主流。但国家在森林保护领域的严格政策和巨大投入也造成了国家财政的沉重负担，林业企业和林区居民面临着严峻的危机与挑战。森林生态系统服务市场化机制则是缓解国家财政负担，繁荣林区经济的重要出路。“谁受益，谁补偿”，没有付出劳动的共同受益者理应为所享受的森林生态服务付费。全球碳汇市场的建立是生态系统服务市场

Table 1. Provincial assessments of forest ecosystem service

表 1. 中国各省森林生态系统服务评价汇总表

区域	价值 (10 ⁸ RMB)	省区	价值 (10 ⁸ RMB)
安徽	727	江西	7241.02
北京	167.78	辽宁	567.42
福建	1026.78	陕西	391.12
甘肃	447.12	西藏	1738.30
湖南	5125.39	云南	12353.8

注：便于对比分析将部分评估结果进行了单位转换和数量级调整

化的成功典范,结合这一重要经验,深入剖析森林生态服务市场化的潜力与可行性,建立以市场为主导的森林生态系统服务交易平台已经成为21世纪森林生态系统服务研究的重大课题。

6.3. 负效应评估研究

目前,森林生态系统服务价值研究大都是对森林生态系统直接或潜在价值的评估,这种对森林生态系统服务正效应价值的估算模式忽视了自然环境变化、人类活动对森林生态系统服务的负面影响。研究需建立气候变化、生物入侵、工程建设项目等自然环境变化和人类活动与森林生态系统服务价值间的耦合关系,明确其对森林生态系统服务价值的负面影响,并提出相关对策。

7. 结语

在人类社会经济的快速发展条件下,人类活动对森林的影响显著增强,森林生态系统的内涵已经发生深刻变化。生态系统服务理论是人类认识森林生态系统价值的一条新途径,其将生态服务功能价值货币化,使其生态经济价值更加明确,体现途径更加直观,有助于提高森林经营管理的合理性,也有助于改变传统的自然资源价值观,增强民众保护森林的意识。

8. 致谢

本研究得到国家林业局公益性行业科研项目(200804022A)经费支持,在此表示感谢。

参考文献 (References)

- [1] R. T. King. Wildlife and man. NY Conservationist, 1966, 20(6):8-11.
- [2] R. Constanza. The value of the world's ecosystem services and nature capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
- [3] G. Daily. What are ecosystem services? [A]. Daily G. Nature's services: Social dependence on natural ecosystem[C]. Washington, DC: Island Press, 1997: 3.
- [4] R. S. De Groot, M. A. Wilson, R. Boumans. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods, services. Ecological Economics, 2002, 41(3): 393-408.
- [5] 赵士洞, 赖鹏飞. 千年生态系统评估报告集(二)[Z]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.
- [6] 李少宁, 王兵, 赵广东等. 森林生态系统服务功能研究进展——理论与方法[J]. 世界林业研究, 2004, 17(4): 14-18.
- [7] 余新晓, 秦永胜, 陈丽华等. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. 生态学报, 2002, 22(5): 627-630.
- [8] 方精云, 郭兆迪, 朴世龙等. 1981~2000 中国陆地植被碳汇的估算[J]. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2007, 17(9): 804-812.
- [9] 欧阳志云, 肖寒, 肖炎炎等. 海南岛生态系统服务功能及空间特征研究[A]. 赵景柱. 社会—经济—自然复合生态系统可持续发展研究[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999: 270-284.
- [10] 邓桂梅. 河北省京津风沙源治理工程综合效益评价研究[D]. 河北农业大学, 2007.
- [11] 李延梅, 牛栋, 张志强等. 国际生物多样性研究科学计划与热点述评[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 2115-2122.
- [12] 臧润国, 刘世荣, 蒋有绪. 森林生物多样性保护原理概述[J]. 林业科学, 1999, 35(4): 71-79.
- [13] 李文华. 生态系统服务功能价值评估的理论、方法与应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2008: 19, 128.
- [14] A. W. Matthew, R. C. Stephen. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997. Ecological Applications, 1999, 9(3):772-783.
- [15] P. M. George. Man and nature. New York: Charles Scribner & Co, 1864: 128-330.
- [16] 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): 481-491.
- [17] D. Tobias, R. Mendelsohn. Valuing ecotourism in a tropical rainforest reserve. Ambio, 1991, 20(2): 91-93.
- [18] P. Maille, R. Mendelsohn. Valuing ecotourism in Madagascar. Journal of Environmental Management. 1993, 38(3): 213-218.
- [19] 余新晓, 鲁绍伟, 靳芳等. 中国森林生态系统服务功能价值评估[J]. 生态学报, 2005, 25(8): 2096-2102.
- [20] 和爱军. 浅析日本的森林公益机能经济价值评价[J]. 中南林业调查规划, 2002, 21(2): 48-54.
- [21] 靳芳. 中国森林生态系统服务价值评估研究[D]. 北京林业大学, 2005: 2.
- [22] 薛达元. 长白山自然保护区生物多样性非使用价值评估[J]. 中国环境科学, 2000, 20(2): 141-145.
- [23] 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.
- [24] 蒋延玲, 周广胜. 中国主要森林生态系统公益的评估[J]. 植物生态学报, 1999, 23(5): 426-432.
- [25] 刘琳, 林逢春. 安徽森林生态系统服务功能经济价值评估[J]. 安徽科技, 2007, 20(2): 39-41.
- [26] 杨芳. 福建省森林生态系统基本功能价值评估[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(2): 186-190.
- [27] 张岑, 任志远, 高孟绪等. 甘肃省森林生态服务功能及价值评估[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(8): 147-151.
- [28] 韩素芸, 田大伦, 阎文德等. 湖南省主要森林类型生态服务功能价值评价[J]. 中南林业科技大学学报, 2009, 29(6): 6-13.
- [29] 王兵, 李少宁, 郭浩. 江西省森林生态系统服务功能及其价值评估研究[J]. 江西科学, 2007, 25(5): 553-559, 587.
- [30] 王雪军, 付晓. 辽宁省森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. 林业资源管理, 2007, 36(4): 79-83, 92.
- [31] 康艳, 刘康, 李团胜等. 陕西省森林生态系统服务功能价值评估[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2005, 35(3): 351-354.
- [32] 王景升, 李文华, 任青山等. 西藏森林生态系统服务价值[J]. 自然资源学报, 2007, 22(5): 831-841.
- [33] 赵元藩, 温庆忠, 艾建林. 云南森林生态系统服务功能价值评估[J]. 林业科学研究, 2010, 23(2): 184-190.