

中国生态系统服务研究的回顾与展望

李文华¹, 张 彪^{1,2}, 谢高地¹

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要: 生态系统服务研究是当前国际上科学研究的热点和前沿。近年来我国生态系统服务研究取得了较快进展。为了全面认识与介绍国内生态系统服务研究的状况与成果, 促进国际生态系统服务研究的交流与合作, 论文首先回顾了我国生态系统服务研究的 4 个时期, 并简要概括了所取得的成就和存在的问题, 最后指出, 中国生态系统服务的研究应该尽快由当前的概算式研究转向更深层次的研究, 尤其要重点关注生态系统功能的基础理论研究、评估指标与方法的标准化的生态服务价值动态评估模型研究、评估结果在决策过程中的应用研究以及生态系统服务的市场化机制研究。

关 键 词: 生态系统; 生态系统服务; 价值评估; 中国

中图分类号: F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 3037(2009)01 - 0001 - 10

生态系统是生物圈的基本组织单元, 它不仅为人类提供各种商品, 同时在维持生命的支持系统和环境的动态平衡方面起着不可取代的重要作用。但是在相当长的历史时期内, 人类错误地认为生态系统是大自然的赠与, 是取之不尽、用之不竭的。人与自然的关系被理解为利用贡献和索取的关系。然而, 随着人口的急剧增加、资源的过度消耗和环境污染的日益加剧, 自然生态系统遭到了人类活动的巨大冲击与破坏, 全球性和区域性的生态危机日益显现, 自然生态系统的服务功能迅速衰退。而生态系统服务功能的退化反过来又影响到了人类的生活和社会发展, 并促使人类从科学的角度重新审视自身与生态系统的关系以及生态系统的保育和恢复问题。在这种背景下, 全面了解并恰当估价生态系统服务成为生态学研究热点之一^[1,2]。

早在 19 世纪后期, 在国外的生态学及其分支学科中就已有关于生态系统服务功能的报道, 但是由于科学水平和技术手段的限制, 当时的认识只能停留在定性的描述阶段。20 世纪 70 年代初, 生态系统服务的科学概念得以提出^[3], 并经过 Holdren 和 Ehrlich 等人的探讨和扩展后^[4~6], 逐渐为人们所公认和普遍使用。20 世纪 90 年代以后, 国外的一些生态学家和生态经济学家对生态系统服务经济价值的综合测算进行了探索, 尤其是 Daily, Costanza 以及联合国等有关机构与国际组织做出了杰出的贡献^[7~9]。

我国虽然早在古代对生态系统的服务功能就有了感性认识与实践, 但是从科学的高度对生态系统服务的价值研究开展较晚。不过值得高兴的是, 近年来我国在这一领域研究进展较快, 不仅对生态系统服务价值评估的理论与方法进行了研究与探索, 而且开展了大规模的生态系统服务价值评估实践, 并取得了重要进展, 越来越多地受到了政府与公众的重视和

收稿日期: 2008- 10- 15; 修订日期: 2008- 12- 02。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30230090)。

第一作者简介: 李文华 (1932-), 男, 山东人, 中国工程院院士, 主要研究方向为森林生态学、农业生态工程与生态系统服务功能。

支持。2008年10月,“中美生态系统服务国际会议”的召开,以及“中美生态系统服务研究中心”的成立,为我国生态系统服务研究能力的提高以及在国际间的合作与交流建立了平台。在此背景下,为了全面认识我国生态系统服务研究的实际状况,客观评价研究的成就与不足,促进我国生态系统服务研究的系统化、规范化和科学化发展,本文在借鉴大量国内研究成果的基础上,并结合多年来在生态系统服务研究实践中的一些经验和教训,对我国生态系统服务研究的历程进行了简要回顾,归纳总结了初步成果和存在问题,并对未来研究的重点发展方向提出几点看法与建议。

1 研究回顾

1.1 感性认识实践时期

这是一段漫长的历史时期,从我们的祖先在中国这块土地上定居,大体到新中国成立。人们在长期的生产和生活实践中,逐渐积累了生态系统对人类生存和社会发展支撑作用的宝贵经验,并对这些经验给予文字的记述^[10]。早在六七千年以前,我国就已有在长江流域种植稻谷、在黄河流域种植谷子的记载;在商代,甲骨文中已零星记载生物与环境的关系;先秦时期,人们对森林保持水土的作用有了认识上的萌芽^[11],明清时期已普遍认识到了这种作用^[12]。在《国语》、《周礼》、《农政全书》、《吕氏春秋》等中国古代文献中也有诸多记载,不过现在看来,这些认识和实践只是感性上的朴素认识和自觉行为。

1.2 短期零散研究时期

新中国成立以后至20世纪80年代,是我国生态系统服务的短期零散研究阶段。尽管早在20世纪20年代,局部地区森林水文功能的研究就已开始^[13],不过直到新中国成立以后,一些科研、教学和有关部门才相继开展这方面的研究。50年代末60年代初,天然与人工生态系统结构与功能的定位观测受到重视^[10],1958年中国科学院在云南西双版纳建立了我国第一个生物地理群落定位站,一些科研单位和高等院校也结合各自需要,开展了小规模定位研究。到20世纪六七十年代,我国大规模的农田防护林建设实践积累了丰富的经验^[14],一些科研工作者对局部地区农田防护林的防风效应、热力效应、水文效应、土壤改良效应以及农作物增产效应等开展了定量研究。而在80年代初,国内“以森林的作用”为中心的大讨论^[15,16]掀起了森林水文功能研究的热潮,森林与降水、径流、蒸发、土壤水分、水源以及水量平衡的关系受到高度关注。同时国内也出现了森林资源综合效益的早期核算研究^[17~20]。不过整体来看,本阶段的研究主要侧重于森林生态系统服务物理量的分析与测定,研究内容不够全面,研究范围也限于特定的区域,属于零散、短期的研究。

1.3 长期系统观测时期

20世纪80年代以后,我国生态系统结构与功能的定位观测开始向纵深发展。1988年中国科学院在原有生态系统定位观测站的基础上,开始筹建生态系统研究网络(CERN)。截止到2005年,CERN的基础台站已达36个^[21],涵盖了全国具有代表性的农业、森林、草原、湖泊、海洋等生态系统类型。国家林业局也根据需要独立组建了已有15个站入网的森林生态系统定位研究网络(CFERN)^[22]。这些大型长期生态学研究网络的建立,为我国生态学深入、定量和过程的研究提供了平台,而且在宏观尺度上为生态系统服务的网络化研究奠定了基础。

1.4 全面价值评估时期

20世纪90年代,国内对深入认识生态系统的服务功能并量化其经济价值有了强烈的实际需求。受 Costanza 等人研究成果的启发,国内生态学者开始对生态系统服务的价值评估进行探索与实践。欧阳志云等系统阐述了生态系统的概念、内涵及其价值评价方法^[23,24],并以海南岛生态系统为例^[25],深入开展了生态系统服务价值的评价工作,后来又对中国陆地生态系统服务功能的价值进行了初步估算^[26];赵同谦等评估了我国森林、草地、地表水等生态系统类型服务功能的价值^[27~29];谢高地等对中国自然草地和青藏高原高寒草地的生态系统服务价值进行了研究与评估^[30,31],并制定了中国生态系统服务价值当量因子表^[32];余新晓等对中国森林和北京市山区森林的生态系统服务价值进行了测算^[33,34];在国家科技部、中国科学院以及国家自然科学基金重点基金支持下,李文华等对中国典型生态系统服务功能及其经济价值的评估理论与方法也开展了一些研究,并出版了生态系统服务研究的专著^[1,2];此外还有许多科学工作者也进行了卓有成效的研究实践,因篇幅有限,本文不再一一评述。

2 主要成就

20世纪末,中国的一些生态学和生态经济学者对生态系统服务功能及其评价理论、方法和实践应用等方面进行了初步探索,特别是21世纪以来,在不同地区、不同尺度和不同类型的生态系统服务方面开展了大量工作,积累了丰富的资料,取得了一些有价值的研究成果。这些工作对于正确认识生态资产、积极实施生态保护措施起到了极大的促进作用。其突出的作用表现在:

2.1 全面研究评估了我国生态系统服务的价值

近年来中国生态系统服务价值评估研究得到了全面开展,不仅国家、流域、省、市、区县以及自然保护区等不同空间尺度上生态系统的服务价值被研究,森林、草地、农田、湿地、海洋等不同生态系统类型的服务价值被测算,而且包括了水库、荒漠、绿洲、滩涂、珊瑚礁等生态系统类型,同时水源涵养、水土保持、固碳释氧、大气净化和景观游憩等单项服务功能及其价值也受到重视。如此全面系统的生态服务价值评估研究实践,不仅有力推动了国际生态系统服务研究的发展,而且为我国区域生态建设与环境保护工作提供了依据。

2.2 提高了公众生态保护意识

生态系统服务价值评估能够反映和显化生态系统为人类所提供的巨大经济价值,而这部分价值在过去常常被人们所忽视。国内开展的生态系统服务价值评估案例使人们深刻认识到:生态系统服务的维持与保育既是人类赖以生存与现代文明的基础,也是实现可持续发展的前提,现代科学技术能够影响但是不能替代自然生态系统的服务功能。在我国,生态系统对人类文明与可持续发展的作用已经得到承认,生态无价、环境无价的理念正在逐渐形成,公众的生态环境保护意识明显提高。

2.3 为我国生态系统保育政策制定与决策过程提供了理论依据

我国生态系统服务价值评估研究,不仅为我国生态资产核算提供了强有力的理论与数据支持,有助于遏制以牺牲环境为代价、片面追求GDP的经济发展模式,实现生态服务的经济效益最大化,而且已经开始应用于可持续发展评价、功能区划、生态工程建设等领域中,指导我国生态、经济和社会的协调发展;同时对全国、省区、地方以及专项生态系统服务价值的

测算,促进了我国流域上中下游生态补偿机制的建立、矿产资源开发、森林生态效益以及自然保护区生态补偿政策的制定与实施^[35]。

2.4 评估方法正逐步规范化

随着人类对生态系统服务功能及其价值认识的不断深入,研究方法也不断向深度和广度扩展。在我国生态系统服务价值研究实践中,由于所采用的评估方法不一致,经常导致不同地区的评估案例没有了可比性。2008年5月国家林业局出台了《中华人民共和国林业标准——森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T1721-2008),对森林生态系统服务功能评估的数据来源、评估指标体系和评估公式等加以规范化,为生态系统服务评估方法的规范化研究作出了有益的尝试。

3 存在的问题

3.1 生态功能测算缺乏可靠的研究基础

生态系统的服务功能与生态系统的结构与过程有关,依赖于具体的生态系统,而且受不同区域的地理、生态、气候等条件的影响。然而目前我国的生态系统服务研究大多数是建立在相对不完全的具体生态系统研究基础上,没有对生态系统的结构、生态过程与服务功能的关系进行深入分析,而且多数地区缺乏必要的生态监测数据以支持生态系统服务功能及其变化的评价,这使得我国当前的生态系统服务功能及其价值评价缺乏可靠的生态学基础。

3.2 评估指标选取的任意性

不同类型的生态系统服务之间存在相互依赖性,将其硬性分成互不联系的指标十分困难,而且生态系统服务功能与价值之间并非全部一一对应,因此在生态系统服务研究实践中对于评估指标的选择往往具有较大的主观性。表1是我国5个不同地区森林生态系统服务价值评估案例中评价指标的选择,可以看出,除涵养水源、土壤保持和空气净化外,其他服务功能评价指标的选择均有所不同。

表 1 森林生态系统服务价值评估中的评价指标

Table 1 Difference in selection of types of ecosystem service in forest evaluation

	河北 ^[36]	甘肃 ^[37]	黑龙江 ^[38]	青海 ^[39]	西藏 ^[40]
木材生产			+		+
景观旅游	+		+	+	+
固碳释氧	+	+		+	+
水源涵养	+	+	+	+	+
土壤保持	+	+	+	+	+
土壤培育			+		+
水质净化		+			
空气净化	+	+	+	+	+
养分积累				+	
保田增产	+				
物种保护				+	
促进就业	+				+

3.3 服务功能赋值标准的机械套用

由于基础研究的缺乏,计算中往往使用统一的标准机械地应用在自然和社会条件相差很大的区域,或将国外的评价指标和单位价值量直接应用于国内生态系统服务的价值评估中。在生态系统服务研究的初期阶段,这种做法可以理解。但是随着生态系统服务研究的不断深入,考虑到国内外社会经济状况的巨大差距,以及对生态系统服务功能的认识差异,国外评价标准在中国的适用性普遍引起质疑。

3.4 价值评估方法的不一致性与重复计算

尽管国内已开展大量生态系统服务价值评估研究,但是由于不同研究者对生态系统服务功能的理解不同,对于同一种生态服务功能采用不同的评价方法,导致评价结果差异很大;而且有些服务功能,比如土壤形成、初级生产、营养循环、水循环等,不能直接被人类利用,但是能够对其他服务功能产生间接影响,因此,如果评价中考虑了这些间接影响,是否会导致重复计算的问题也值得考虑。

3.5 非市场部分价值的不确定性

绝大多数生态系统服务具有公共物品的特性,难以通过市场价格反映其真实价值,从而导致以市场价格为基础的价值评估结果不能真实地反映人们的支付意愿。由于多数生态系统服务功能,比如污染净化、水土保持、洪水控制、传粉等,不能直接进行市场交易,加上市场不完备和信息不对称,非市场部分的生态服务价值如何确定亟需深入研究。

3.6 价值评估结果与现实经济政策和支付间的矛盾

由于大多数生态系统服务是公共品或准公共品,只有一小部分能够进入市场,因而生态系统服务价值评估的结果难以市场化,经常陷入无人买单的尴尬境地;而且价值评估结果一般高于其现实交易价值的几倍甚至几十倍以上,最后仅能作为用以提高公众生态意识的天文数字,而在影响政府决策、企业和公众行为等现实中的作用比较有限。

4 未来展望

4.1 加强生态系统功能的基础研究

生态系统服务研究理论和评估方法的发展与完善,有赖于人类对生态系统的结构与过程及其功能机理的深入了解,有赖于对生态系统与经济系统之间复杂和隐含关系的有效整合。因此需要重点加强我国的生态学理论基础研究,全面开展生态系统服务功能定位观测和实验,对各种生态服务功能的形成、变化以及人类影响的机理进行研究,从而为我国生态系统服务研究提供翔实可靠的生态学基础资料支撑。

4.2 指标体系与评估方法的标准化

生态系统服务功能是多样的,并随着社会的发展与科学的进步而变化,我们不可能对每种功能都一一计量,而且对各项指标的核算方法也存在不同认识。因此如果在生态系统服务分类与经济价值评估方法的标准化方面不能有所突破的话,就不可能有一个公认的评估结果。国外学者对不同生态服务功能类型价值评估所适用的评价方法进行了分析探讨(如表2),为我国生态系统服务评价指标体系与方法的标准化工作提供了参照。因此,在我国下一阶段生态系统服务研究过程中,建立一个统一的、成熟的生态系统服务价值指标体系,并制定一套完善的、规范的生态系统服务价值评估方法需要重点关注。

表 2 生态系统服务类型与经济价值评估方法^[41]

Table 2 Categories of ecosystem services and economic methods for valuation

服务功能	避免成本法	条件价值法	享乐价值法	市场价值法	替代成本法	旅行费用法	生产成本法	排序法
大气调节	+	+			+			
气候调节		+						
干扰调节	+							
生物控制	+						+	
水分调节	+	+	+	+	+		+	
土壤保持	+		+		+			
废弃物处理	+	+			+			
养分循环	+	+						
提供水源	+			+	+	+		
食物				+			+	
原材料				+			+	
遗传资源	+			+				
药物资源	+				+		+	
观赏资源	+		+		+			
娱乐		+				+		+
美学		+	+			+		+
科学教育								+
精神与历史		+						+

4.3 价值动态评估模型研究

生态系统服务功能价值评估不仅需要考虑生态系统的现状和构成,还要评价其时空变化与对外来压力的敏感性,以及运用动态模拟模型预测价值的变化,从而准确计量人类行为对生态系统服务功能影响的成本、效益和损失。然而,目前的评价研究都是基于静态模型得出的结论,对评估结果缺乏深入分析。国外研究已经意识到这一点,并开始注重研究开发生态系统服务的综合动态评估模型,比如MMES模型。因此,我国今后的研究需要通过生态系统的长期定位观测和模拟实验,深入了解生态系统服务功能的内部机制和演变规律以及影响其变化的因素,构建把生态与经济联系在一起的区域动态模型,通过情景分析和动态模型的模拟对生态系统服务功能及其价值变化做出预测与回顾评价,并将生态系统服务价值存量的计算转向其数量和质量的边际变化对人类福利损失的影响。

4.4 生态系统服务价值评估的应用研究

国内外研究实践证明,生态系统服务功能价值评估可以应用到政策、计划和规划的各个层次,同时能够对传统的观点、工作方法以及人类行为产生深远的影响。但是由于受到传统价值观和评估结果准确程度的影响,这一工作在具体实施过程中存在一定困难。如何促进生态系统服务价值评估在环境影响评价制度中的应用,逐步将评价结果科学合理地纳入到生产、生活及政府决策中的各个方面,并使之制度化和规范化;如何把生态系统服务功能价值评估结果融入核算体系,建立包含生态系统服务与自然资本价值核算在内的综合核算体系,将是生态系统服务应用研究的重要内容。

4.5 生态系统服务市场化机制研究

生态系统服务的外部性和公共物品属性,决定了生态系统服务功能存在市场失灵,没有

能够准确反映生态系统服务价值的市场价格。因而在生态系统服务与自然资本市场发育程度不良的情况下,现有的各种生态系统服务的价值评估方法都存在一定的局限性。随着全球经济一体化、市场化时代的到来,生态系统服务的市场化也是大势所趋。因此,随着环境管理经济手段的日益广泛应用,剖析生态系统服务市场化的潜力与可行性,探索适合我国国情的生态系统服务市场化机制具有重要的现实意义。

5 结语

生态系统服务研究是一项极为复杂的工作,它不仅取决于生态系统本身的自然特点,同时也取决于社会经济条件。面对这样一项艰巨的任务和长期的过程,国内外的生态学者们仍在进行着孜孜不倦的研究和探索。尽管我国生态系统服务研究取得了积极的进展和显著的成效,但是主要为针对不同生态系统类型所进行的概算式研究,而对于基于空间和其他影响因素所建立起来的生态系统服务价值综合评估模型研究较少,因此整体看来,中国的生态系统服务研究仍然处于初级阶段。不过我们相信,在我国政府的积极推动和科学学者的辛勤努力下,随着生态学理论的日益完善和计量技术的不断改进,我国生态系统服务研究必将跃向一个新台阶。

参考文献 (References):

- [1] 李文华, 欧阳志云, 赵景柱. 生态系统服务功能研究 [M]. 北京: 气象出版社, 2002. [LI Wen-hua, OUYANG Zhi-yun, ZHAO Jing-zhu. Studies on Ecosystem Services. Beijing: Meteorological Press, 2002.]
- [2] 李文华, 等. 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. [LI Wen-hua, et al. Valuation on Ecosystem Services: Theory, Method and Application. Beijing: Chinese People's University Press, 2008.]
- [3] Study of Critical Environment Problem. Man's Impact on the Global Environment [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1970.
- [4] Holdren J, Ehrlich P. Human population and global environment [J]. *American Scientist*, 1974, 62: 282 - 297.
- [5] Westman W E. How much are nature's service worth? [J] *Science*, 1977, 197: 960 - 964.
- [6] Ehrlich P R, Ehrlich A H. The value of biodiversity [J]. *AMBIO*, 1992, 21 (3): 219 - 226.
- [7] Daily G C. Natures Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washington D C: Island Press, 1997.
- [8] Costanza R, d'Arge R, de Groot R S, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, 387: 253 - 260.
- [9] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment [A]. Report of the Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington: Island Press, 2003. 245.
- [10] 李文华, 赵景柱. 生态学研究回顾与展望 [M]. 北京: 气象出版社, 2004. [LI Wen-hua, ZHAO Jing-zhu. Review and Prospect on the Study of Ecology. Beijing: Meteorological Press, 2004.]
- [11] 关传友. 论中国古代对森林保持水土作用的认识与实践 [J]. 中国水土保持科学, 2004, 2 (1): 105 ~ 110. [GUAN Chuan-you. Study on knowledge and practice on function of conserving water and soil of forests in ancient China. *Science of Soil and Water Conservation*, 2004, 2 (1): 105 - 110.]
- [12] 樊宝敏, 李智勇. 中国森林生态史引论 [M]. 北京: 科学出版社, 2008. [FAN Bao-min. Introduction to the History of Forest Ecology in China. Beijing: Science Press, 2008.]
- [13] 张增哲, 余新晓. 中国森林水文研究现状和主要成果综述 [M]. 北京: 测绘出版社, 1989. [ZHANG Zeng-zhe, YU Xin-xiao. Summary of Main Achievements and Status of Study on Forest Hydrology in China. Beijing: Surveying and Mapping Press, 1989.]
- [14] 曹新孙. 农田防护林学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1983. [CAO Xin-sun. Farmland Shelterbelt Science. Beijing: China Forestry Publishing House, 1983.]
- [15] 黄秉维. 确切地估计森林的作用 [J]. 地理知识, 1981, (1): 1 ~ 3. [HUANG Bing-wei. Proper assessment for forest

- effects *Geographical Knowledge*, 1981, (1): 1 - 3.]
- [16] 汪振儒. 确切地估计森林的作用——与黄秉维先生商榷 [J]. 地理知识, 1981, (8). [WANG Zhen-ru Proper assessment for forest effects—Discussion with Huang Bing-wei *Geographical Knowledge*, 1981, (8).]
- [17] 张嘉宾. 关于估价森林多种功能系统的基本原理和技术方法的探讨 [J]. 南京林产工业学院学报, 1982, (3): 5 ~ 18. [ZHANG Jia-bin A study of the principles and technique of evaluating the multiple function system of forest *Journal of Nanjing Technological College of Forest Products*, 1982, (3): 5 - 18.]
- [18] 翟中齐, 徐智. 评价农田防护林经济效益的方法 [J]. 农业经济问题, 1982, (8): 26 ~ 32. [ZHA I Zhong-qi, XU Zhi Evaluation methods of economic effect of farmland shelterbelts *Proble m of Agricultural Economy*, 1982, (8): 26 - 32.]
- [19] 宋宗水. 森林生态效能的计量问题 [J]. 农业经济问题, 1982, (6): 29 ~ 33. [SONG Zhong-shui Measure problems of ecological effect of forest *Proble m of Agricultural Economy*, 1982, (6): 29 - 33.]
- [20] 廖士义, 李周, 徐智. 论林价的经济实质和人工林林价计量模型 [J]. 林业科学, 1983, 19(2): 181 ~ 190. [L IAO Shi-yi, L I Zhou, XU Zhi Discussion on economic essence of forest price and the calculating model of man-made forest price *Scientia Silvae Sinicae*, 1983, 19(2): 181 - 190.]
- [21] 冯林. 中国森林生态系统定位研究新进展 [J]. 内蒙古农业大学学报, 2004, 25(4): 58 ~ 61. [FENG L in The new development of Chinese located forest ecosystem research *Journal of Inner Mongolia Agricultural University*, 2004, 25(4): 58 - 61.]
- [22] 李伟民, 甘先华. 国内外森林生态系统定位研究网络的现状与发展 [J]. 广东林业科技, 2006, 22(3): 104 ~ 108. [L I Weimin, GAN Xian-hua The status of the forest ecosystem research network and its development *Forestry Science and Technology of Guangdong Province*, 2006, 22(3): 104 - 108.]
- [23] 欧阳志云, 王如松, 等. 中国生物多样性间接价值评估初步研究 [A]. 王如松, 等. 现代生态学的热点问题研究 [C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. 409 ~ 421. [OU YANG Zhi-yun, WANG Ru-song, et al Primary study on the evaluation of biodiversity's indirect value in China In: WANG Ru-song, et al Research on the Hot Issues of Modern Ecology Beijing: China Science and Technology Press, 1996. 409 - 421.]
- [24] 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): 635 ~ 640. [OU YANG Zhi-yun, WANG Ru-song, ZHAO Jing-zhu Ecosystem services and theirs economic valuation *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(5): 635 - 640.]
- [25] 欧阳志云, 等. 海南岛生态系统服务功能及空间特征研究 [A]. 赵景柱, 等. 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. [OU YANG Zhi-yun, et al Research on ecosystem services in Hainan Island and its spatial characteristics In: ZHAO Jing-zhu, et al Study on the Sustainable Development of the Economic-society-ecology Compound System. Beijing: Chinese Environment Science Press, 1999. 270 - 284.]
- [26] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿, 等. 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. [OU YANG Zhi-yun, WANG Xiao-ke, MIAO Hong, et al A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic Values *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 607 - 613.]
- [27] 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 theirs valuation in China *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(4): 480 - 491.]
- [28] 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. [ZHAO Tong-qian, OU YANG Zhi-yun, JIA Liang-qing, et al Ecosystem services and theirs valuation of China grassland *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1101 - 1110.]
- [29] 赵同谦, 欧阳志云, 王效科, 等. 中国陆地地表水生态系统服务功能及其生态经济价值评价 [J]. 自然资源学报, 2003, 18(4): 443 ~ 452. [ZHAO Tong-qian, OU YANG Zhi-yun, WANG Xiao-ke, et al Ecosystem services and their valuation of terrestrial surface water system in China *Journal of Natural Resources*, 2003, 18(4): 443 - 452.]
- [30] 谢高地, 张懿理, 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 Yi-li, LU Chun-xia, et al Study on valuation of rangeland ecosystem services of China *Journal of Natural Resources*, 2001, 16(1): 47 - 53.]
- [31] 谢高地, 鲁春霞, 肖玉, 等. 青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估 [J]. 山地学报, 2003, 21(1): 50 ~ 55. [XIE Gao-di, LU Chun-xia, XIAO Yu, et al The economic evaluation of grassland ecosystem services in Qinghai-Tibet Plat-

- eau *Journal of Mountain Science*, 2003, 21 (1): 50 - 55.]
- [32] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资源的价值评估 [J]. 自然资源学报, 2003, 18 (2): 189 ~ 196. [XIE Gao-di, LU Chun-xia, LENG Yun-fa, *et al* Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau *Journal of Natural Resources*, 2003, 18 (2): 189 - 196.]
- [33] 余新晓, 鲁绍伟, 靳芳. 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. [YU Xin-xiao, LU Shao-wei, JIN Fang The assessment of the forest ecosystem services evaluation in China *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25 (8): 2096 - 2102.]
- [34] 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. [YU Xin-xiao, QIN Yong-sheng, CHEN Li-hua, *et al* The forest ecosystem services and their valuation of Beijing mountain areas *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22 (5): 627 - 630.]
- [35] 中国生态补偿机制与政策研究课题组. 中国生态补偿机制与政策研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2007. [Task Force on Eco-compensation Mechanisms and Policies *Eco-compensation Mechanisms and Policies in China* Beijing: Science Press, 2007.]
- [36] 毕绪岱, 杨永辉, 许振华. 河北省森林生态经济效益研究 [J]. 河北林业科技, 1998, (1): 1 ~ 5. [BI Xu-dai, YANG Yong-hui, XU Zhen-hua Study on the eco-economic benefit of Hebei Province 's forest *Hebei Forestry Science and Technology*, 1998, (1): 1 - 5.]
- [37] 张岑, 任志远, 高孟绪, 等. 甘肃省森林生态系统服务功能及价值评估 [J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21 (8): 147 ~ 151. [ZHANG Cen, REN Zhi-yuan, GAO Meng-xu, *et al* The forest ecosystem services and their valuation in Gansu Province *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2007, 21 (8): 147 - 151.]
- [38] 周晓峰, 蒋敏元. 黑龙江省森林效益计量、评价及补偿 [J]. 林业科学, 1999, 35 (3): 97 ~ 102. [ZHOU Xiao-feng, JIANG Min-yuan Qualification, evaluation, and compensation for forest benefits in Heilongjiang Province *Scientia Silvae Sinicae*, 1999, 35 (3): 97 - 102.]
- [39] 张永利, 杨伟峰, 鲁绍伟. 青海省森林生态系统服务功能价值评估 [J]. 东北林业大学学报, 2007, 35 (11): 74 ~ 88. [ZHANG Yong-li, YANG Wei-feng, LU Shao-wei Estimation on the economic values of the forest ecosystem function in Qinghai Province *Journal of Northeast Forestry University*, 2007, 35 (11): 74 - 88.]
- [40] 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. [WANG Jing-sheng, LI Wen-hua, REN Qing-shan, *et al* The value of Tibet 's forest ecosystem services *Journal of Natural Resources*, 2007, 22 (5): 831 - 841.]
- [41] Farber S, Costanza R, Childers D L, *et al* Linking Ecology and Economics for Ecosystem Management [J]. *BioScience*, 2006, 56 (2): 117 - 129.

Research on Ecosystem Services in China : Progress and Perspectives

LI Wen-hua¹, ZHANG Biao^{1,2}, XIE Gao-di¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: With the progress of science technology and the increasingly degradation of environment, the researches on the comprehensive understanding and proper valuation of ecosystem services have become a hot spot of ecology. This paper reviewed the four phases of ecosystem services studies in China, including the primitive recognition phase, the short-term ecological study phase, the long-term ecosystem observation phase, and the valuation of eco-service phase, and analyzed the major findings, debated on valuations of ecosystem services study in China. It is concluded that, there is a long way to go for the ecosystem services study in China. The future research would focus on the in-depth study on functions of ecosystem, the standardization of indicators and methods for valuation, the modeling and scaling in the ecosystem service studies, the combination of ecosystem service study and decision making process, and the market mechanism of eco-service in China.

Key words: ecosystem; eco-services; valuation; China