

自然保护区生态系统服务 评估体系及案例研究

陈艳梅 著



科学出版社

自然保护区生态系统服务 评估体系及案例研究



著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书在总结国内外生态系统服务理论和相关研究成果的基础上,结合自然保护区发展历程和自然保护理念发展变迁,对自然保护区生态系统服务及其价值进行重新认识。自然保护区在保护生物多样性的同时,也维护着自然生态系统服务和经济社会服务,便于实现其生态辐射效应。基于上述理论研究,构建了自然保护区生态系统服务评估新体系。利用野外试验数据、遥感和地理信息系统(RS/GIS)技术,评估了辉河国家级自然保护区的生态系统服务,分析了呼伦贝尔市域内自然保护区的区域效应,提出了自然保护区可持续发展对策。

本书可供从事生态学、地学、环境科学以及农林科学等专业的研究生和科研人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

自然保护区生态系统服务评估体系及案例研究 / 陈艳梅著. —北京: 科学出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-03-041873-9

I. 自… II. 陈… III. 自然保护区-生态系统-系统评价-研究
IV. S759.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 207165 号

责任编辑: 张 菊 / 责任校对: 刘小梅

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 9 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2014 年 9 月第一次印刷 印张: 10 1/4 插页: 10

字数: 235 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

生态系统服务是指生态系统以其结构过程和功能为基础，为人类生存、经济可持续发展和社会进步所提供的各种产品和服务的总称。大自然不停地为人类提供各类生态系统服务和产品，维护着我们家园的生态安全，满足人类审美和益智的需求等。然而，随着科学技术的进步和人们生活水平的提高，人类向大自然的索求越来越多，生态系统服务日渐缺失，人类正在面临威胁。

自然保护区是人类文明发展到一定阶段的产物，是人类对自然的认识进一步加深的结果，建立自然保护区是人类善待地球、珍爱自然的一种积极态度和行动。自然保护区一般拥有良好的自然生态环境和丰富的自然或人文资源，是自然环境的精华所在，受人类干扰较轻且相对独立，具有较好的生态结构和生态功能，能够为人类提供优质的生态系统服务。自然保护区建设是保障自然生态系统提供优质生态系统服务的最重要和最有效的手段之一。

在中国，自然保护区建设的地位尤为重要。一方面，中国疆域辽阔，自然地理环境复杂，生态系统类型多样，生物多样性丰富，自然保护区建设具有得天独厚的条件。另一方面，中国是世界上人口众多的发展中国家，也是世界上贫困人口最多的国家之一，伴随着经济迅速发展，自然资源和自然环境承受着巨大的压力，建设自然保护区是中国政府的一种尝试，试图从地理空间上限制不合理的经济利益盲目扩张，预防中国国土最基本的生态底线被逾越，关系着中国国家区域生态安全和社会经济可持续发展。

中国的自然保护区建设从 1956 年开始，经历了起步、停滞、稳步发展、飞速发展和理性发展等阶段。截至 2011 年底，中国（不含香港、澳门特别行政区和台湾地区）已经建立了 2640 个自然保护区，面积达 14 971 万 hm^2 ，占国土面积的 14.93%。然而由于对自然保护区生态系统服务价值认识不足，当地政府和居民保护的积极性和热情不高，进而导致或加剧各种各样的问题，制约着自然保护区生态系统服务的发挥和区域的可持续发展。通过研究自然保护区生态系统服务评估体系，可促进决策者和当地群众的思想观念转变，明晰建立自然保护区所费与所得的关系，为更好地建设和管理自然保护区提供科学依据。

本书以国内外生态系统服务理论和研究方法为基础，对自然保护区的生态系

统服务及其区域效应进行再认识，主要阐述了三个基本观点：一是自然保护理念逐渐发展成熟。在国外，自然保护理念经历了“保存与保护—保护与发展兼顾—可持续发展—公平分享”的演化。在中国，自然保护区建设经历了“抢救式”、“圈地式”的“数量扩张型”发展模式，目前进入理性发展阶段，坚持生态优先，坚守生态底线，以实现和谐保护为指导思想。二是自然保护区具有四大类型的生态系统服务：生物多样性保护、自然生态系统服务、经济社会服务和生态辐射效应。自然保护区不仅仅是野生动植物的庇护所，在保护其生物多样性和自然生态系统的同时，也维持了自然保护区涵养水源、保持土壤、防风固沙、固碳释氧、物质生产、科学教育、生态旅游以及文化多样性传承等能力。三是自然保护区建设主要效益和受益者在保护区外。自然保护区作为一种公共物品，具有典型的外部性特征，与环境污染的外部不经济性正好相反。自然保护区建设，保存了物种、维持了生物多样性的延续与发展、保护了优美的环境与景观，然后通过与保护区系统外发生物质、能量、信息、人员等的交流与往来，实现生态系统服务在空间上的流转，使其区外产生收益。由于一般自然保护区内居住人口较少，这种生态系统服务的空间传递和价值的异地实现，使得自然保护区建设的效益和受益者主要在保护区外。

基于上述理论研究，构建了自然保护区生态系统服务评估新体系，利用野外试验数据和 RS/GIS 技术，评估了辉河国家级自然保护区的生态系统服务，分析了呼伦贝尔市域内自然保护区的生态辐射效应。主要研究结果：第一，辉河自然保护区内各类生态系统服务共同为区域经济发展和社会进步提供支撑和保障，所评价的 7 种生态系统服务中，土壤保持价值最突出，其他生态系统服务按价值大小依次是生物多样性保护、固碳释氧、物质生产、涵养水源、生态旅游、科学教育。第二，2000 ~ 2010 年辉河自然保护区生态系统服务总价值呈现递减趋势，主要是气候的暖干化以及过度放牧和辉河上游修建大坝等人为干扰共同作用的结果。第三，呼伦贝尔境内自然保护区建设维持着呼伦贝尔草原和大兴安岭林区防风固沙和涵养水源的能力，保障了其生态辐射效应实现。呼伦贝尔草原区的自然保护区防风固沙的生态辐射范围远达库页岛、日本、韩国、中国的东北和华北东部地区；大兴安岭林区的自然保护区涵养水源的生态辐射范围包括海拉尔河、额尔古纳河、嫩江、松花江和黑龙江两岸的广大地区。第四，自然保护区对旅游业的健康发展具有重要的支撑作用。自然保护区内自然景观是旅游业健康发展的基础和条件，民族特色文化是呼伦贝尔旅游资源的灵魂，呼伦贝尔自然保护区蕴藏着极为丰富的旅游资源，推动了当地旅游业的健康发展，对社会进步和经济发展

产生了重要的作用和积极的影响。第五,自然保护区建设有利于文化多样性传承。呼伦贝尔拥有森林文化与草原文化两种不同的文化范式,这些特色的民族文化在保护当地自然生态环境方面有巨大贡献;同时,呼伦贝尔自然保护区的建设实质是保护这些民族文化的载体,为文化多样性传承创造了机会和条件。

本书是在作者博士论文的基础上改编而成的。在论文写作和书稿修改期间,自始至终得到我的导师高吉喜研究员的帮助和指导,多次纠正研究中存在的问题,并为下一步研究指明方向;感谢中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所的钟祥浩研究员、刘淑珍研究员、刘刚才研究员、张建辉研究员、王小丹副研究员、王玉宽研究员、梅雯老师和张宇老师等在论文写作和修改过程中给予的指导和帮助;感谢吕世海研究员、冯朝阳副研究员、刘及东教授、杜广明教授、常学礼教授、张晓明讲师、杨智明讲师、胡引翠副教授、张宝雷副教授、马建军副教授、叶生星博士、刁兆岩博士、张晨博士等在野外试验工作中给予的支持和帮助;感谢辉河自然保护区单优良局长、朝乐副局长、布和副局长以及李福震、吴志坚等多名工作人员给予的协助;在后期书稿修改完善过程中,河北师范大学研究生刘已森、潘学平、栗亚宁、庞丽华在修改图件和数据更新方面做了大量工作,在此一并表示感谢!本书的出版得到了环保公益性行业科研专项(201209027)、河北省环境演变与生态建设实验室(Hebei Key Laboratory of Environmental Change and Ecological Construction)和河北省高校重点学科建设项目联合资助。

本书在自然保护区生态系统服务评估体系和评估方法上进行了一些探索,但仍存在一些问题和不足之处,有待进一步提高和完善:①评估体系有待进一步的发展和完善。本研究所建立的自然保护区评估指标体系和方法主要考虑了自然生态类自然保护区,以辉河自然保护区为案例,测算了7种主要的生态系统服务的物质量和价值量。由于受知识背景的影响未对自然保护区文化多样性传承的服务价值进行定量评价,仅定性地分析了自然保护区与文化多样性传承之间的关系。这都使得自然保护区生态系统服务的单位面积价值和总价值远小于其实际价值,其测算体系有待进一步发展和完善。②遥感测算的精度问题。美国NASA(The National Aeronautic and Space Administration,美国国家航空航天局)陆地卫星TM(thematic mapper,专题制图仪)遥感数据分辨率虽高,但其时间连续性不能保证,因此本研究遥感数据主要基于美国NASA分辨率为 $250\text{m}\times 250\text{m}$ 的MODIS(moderate resolution imaging spectroradiometer,中分辨率成像光谱仪)数据,数据在获取及预处理、生态系统的分类精度及面积统计、植被净初级生产力(net

primary productivity, NPP) 和植被覆盖度测算的过程中均可能产生误差, 这都会使最终结果产生一定的偏差。③地面试验数据时间段较短, 主要在 2009 年夏季, 试验范围仅涉及呼伦贝尔草原, 包括典型草原、草甸草原、湿地草甸、沙地草原等, 其他森林、灌丛等生态系统类型的净初级生产力和植被覆盖度的分析主要依靠文献中成熟的改进的光能利用率模型和像元分解模型。由于作者水平有限, 书中难免存在疏漏之处, 敬请读者批评指正!

作 者

2014 年 7 月 8 日

目 录

1	绪论	1
1.1	自然保护区生态系统服务的研究背景	1
1.2	自然保护区生态系统服务研究的意义	3
1.3	生态系统服务内涵和研究进展	4
1.3.1	生态系统服务概念的提出	4
1.3.2	生态系统服务概念和内涵	5
1.3.3	生态系统服务类型	6
1.3.4	国内外生态系统服务评估实践	9
1.4	自然保护区生态系统服务研究进展及评述	10
1.4.1	自然保护区生态系统服务概念与研究进展	10
1.4.2	自然保护区生态系统服务研究方法	12
1.4.3	中国自然保护区生态系统服务研究评述	14
2	自然保护区发展及对其价值的再认识	17
2.1	自然保护区发展历程	17
2.1.1	世界自然保护区发展历程	17
2.1.2	中国自然保护区发展历程	19
2.1.3	中国自然保护区存在主要问题	22
2.2	自然保护区发展理念变迁	25
2.2.1	自然保护区内涵	25
2.2.2	自然保护区发展理念变迁	25
2.3	对自然保护区的生态系统服务与价值再认识	28
2.3.1	生物多样性保护	29
2.3.2	自然保护区自然生态系统服务	30
2.3.3	自然保护区经济社会服务	33
2.3.4	自然保护区生态辐射效应	36
3	自然保护区生态系统服务评估方法体系	39
3.1	自然保护区生态系统服务评估指标与方法	39

3.1.1	指标体系的构建原则	39
3.1.2	指标体系的构成	40
3.1.3	生物多样性保护	41
3.1.4	自然生态系统服务	42
3.1.5	经济社会服务	47
3.1.6	区域生态辐射效应	48
3.1.7	像元尺度生态系统服务动态趋势研究方法	48
3.2	资料收集及处理	49
3.2.1	气象数据	49
3.2.2	基础地理数据	49
3.2.3	社会经济统计数据	50
3.2.4	TM 遥感影像	50
3.2.5	MODIS 遥感影像	51
3.3	植被覆盖度和 NPP 的估算模型研究	52
3.3.1	试验方案及数据处理	52
3.3.2	植被覆盖度估算模型	55
3.3.3	生物量估算模型	61
4	自然保护区生态系统服务评估研究	70
4.1	辉河自然保护区概况	70
4.1.1	自然地理概况	70
4.1.2	社会经济概况	71
4.2	生物多样性保护	72
4.2.1	辉河自然保护区生物多样性评估	72
4.2.2	生物多样性价值评估	73
4.3	自然生态系统服务	76
4.3.1	涵养水源	76
4.3.2	保持土壤	80
4.3.3	固碳释氧	85
4.4	经济社会服务	92
4.4.1	物质生产	92
4.4.2	生态旅游	95
4.4.3	科学教育	97

4.4.4 文化多样性传承分析	100
4.5 自然保护区生态系统服务价值评估	101
4.5.1 辉河自然保护区生态系统服务总价值构成	101
4.5.2 辉河自然保护区各生态系统类型生态系统服务价值量及动态趋势	103
4.6 辉河自然保护区生态系统服务退化的背景分析	104
4.6.1 气候的暖干化趋势起主导作用	104
4.6.2 人文因素干扰加速了生态系统服务退化	109
5 自然保护区生态系统服务区域效应研究	111
5.1 研究区概况	111
5.1.1 研究区自然地理概况	111
5.1.2 研究区内自然保护区概况	115
5.1.3 研究区内经济社会概况	117
5.2 自然保护区防风固沙和涵养水源的区域效应	118
5.2.1 呼伦贝尔生态系统功能区位分析	118
5.2.2 呼伦贝尔防风固沙重要区和自然保护区防风固沙物质量评价	120
5.2.3 呼伦贝尔涵养水源重要区和自然保护区涵养水源物质量评价	122
5.2.4 呼伦贝尔自然保护区防风固沙的区域生态辐射效应	124
5.2.5 呼伦贝尔自然保护区涵养水源的区域生态辐射效应	126
5.3 自然保护区生态旅游和文化多样性传承的区域效应	127
5.3.1 呼伦贝尔自然保护区与旅游业可持续发展关系	128
5.3.2 呼伦贝尔自然保护区与文化多样性关系	132
6 基于生态系统服务评估的自然保护区可持续发展对策	138
6.1 转变自然保护区发展理念	138
6.2 增加自然保护区资金投入	140
6.3 创新自然保护区管理体制	141
6.4 改进自然保护区管理模式	142
参考文献	144
彩图	

1 绪 论

1.1 自然保护区生态系统服务的研究背景

近代工业革命以来,人类正以前所未有的方式破坏着自然生态系统。人类对科学技术成就的陶醉以及对经济发展的贪婪导致自然资源过度开发及自然环境严重破坏,从而使人类面临一系列生态危机,如生物多样性锐减、资源短缺、极端灾害、区域尺度的雾霾天气等,这些生态危机的实质是无序的人类活动使自然界提供生态系统服务的能力受到损害和削弱,并最终可能导致自然生态系统质量退化以及生态功能的完全丧失(许中旗,2005)。联合国“千年生态系统评估”(MA)将人类福利与生态系统服务的关系列为研究的核心内容之一,指出世界范围内逐步增强的人类活动正在强烈影响自然生态系统,并损害了人类福祉(赵士洞和张永民,2004)。

目前,现代科学技术仍无法复制自然生态系统提供给人类的最基本和最关键的生态系统服务。人类曾多次尝试依靠科学技术建立一个与自然生态系统一样能够提供同样生态系统服务的人为生物圈,如著名的“生物圈2号”,但是,迄今为止,这些尝试都以失败告终。这些尝试说明尽管人类已经掌握了复杂精深的科学技术,但依旧无法取代自然生态系统为人类提供的各类生态系统服务,自然界为我们提供生态系统服务的机制远比人类想象的复杂(杰弗里·希尔,2006)。人们对于自然环境生态系统服务的重要性以及不可替代性的认识逐渐清晰,相关研究日益受到人们的重视。

19世纪初,资本主义社会发展对自然环境造成的破坏和影响引起世界各国科学家的关注,保护自然的呼声在国际上越来越强。美国率先倡导设立自然保护地和荒野保护区,并在1872年建立了世界上第一个国家公园——黄石公园,自然保护的理念开始深入人心,兴起了建立保护区的热潮(王智等,2004)。从1962年开始,每隔10年各国举行一届世界国家公园保护区大会,就国家公园和自然保护区问题进行专题研究和讨论(魏遐和祁黄雄,2005)。目前在国际上,建立国家公园和自然保护区已成为各国保护自然生态系统和珍稀濒危野生动植物物种的主要方法和手段;自然保护区占国土面积的百分比已成为衡量一个国家自

然保护事业发展水平、科学文化水平的重要标志（范树阳，2008）。

自然保护区是人类文明发展到一定阶段的产物，是人类对自然的认识进一步加深的结果，建立自然保护区是人类善待地球、珍爱自然的一种积极态度和行动。自然保护区一般拥有良好的自然生态环境和丰富的自然或人文资源，人类社会进步和经济可持续发展离不开自然保护区生态系统服务，同时人文干扰和经济活动也影响或调控着自然保护区提供生态系统服务的能力，人类社会与自然保护区的关系不是单向的索取或无条件供应，而是相互依存、协调发展的耦合关系。人类在享用其生态系统服务的同时，应肩负保护和管理自然保护区的责任与义务。自然保护区建设是联系生态环境、自然资源与人类社会、经济体系的纽带和关键所在，也是保障自然界提供生态系统服务的重要手段之一，如图 1-1 所示。

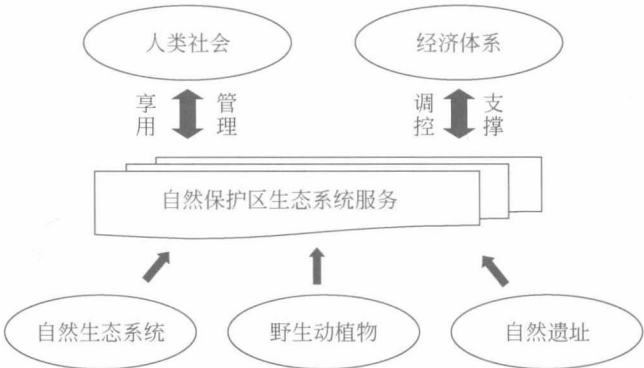


图 1-1 自然保护区生态系统服务关联模式图

在中国，自然保护区的建设地位尤为重要。一方面，中国疆域辽阔，自然地理环境复杂，生态系统类型多样，生物多样性丰富，为自然保护区建设创造了得天独厚的条件。另一方面，中国是世界上人口众多的发展中国家，也是世界上贫困人口最多的国家之一，伴随着经济迅速发展，自然资源和自然环境承受着巨大的压力，建设自然保护区是中国政府的一种尝试，试图从地理空间上限制不合理经济利益的盲目扩张，预防中国国土最基本的生态底线被逾越，关系着中国国家区域生态安全和社会经济的可持续发展。中国人民和世界人民都期望中国在自然保护方面为人类做出较大的贡献。

中国自 1956 年开始正式建立自然保护区，历经坎坷，到 2002 年末，自然保护区面积占国土面积的比例已经超过世界先进水平（蒋志刚，2005）。截至 2011 年底，中国（不含香港、澳门特别行政区和台湾地区）已经建立了 2640 个自然保护区，面积达 14 971 万 hm^2 ，占国土面积的 14.93%。各种类型的自然保护区有效地保护了中国 70% 以上的自然生态系统类型、80% 的野生动物种类和 60%

的高等植物种类以及重要自然遗迹，特别是国家重点保护野生动植物栖息地得到了有效保护，大熊猫、朱鹮、亚洲象、扬子鳄、珙桐、苏铁等一些珍稀濒危物种的种群呈现出明显的恢复与发展趋势，自然保护区提供生态系统服务的能力不断提高（国家环境保护总局自然生态司，2004，2007；环境保护部自然生态保护司，2009）。然而由于对自然保护区生态系统服务价值认识不足，当地居民和政府保护的积极性和热情不高，进而导致或加剧产生各种各样的问题，如管理体制不顺、投资不足、保护与开发不和谐、土地权属关系不清、保护区管理机构性质不明等，制约了自然保护区生态系统服务能力的发挥和区域的可持续发展。

1.2 自然保护区生态系统服务研究的意义

建立自然保护区不是为了从中谋取经济利益，也不是政府在标榜政绩，而是通过建设和管理自然保护区来保护生物多样性，维护区域健康的生态结构和生态功能，保障自然生态系统能持续提供各类优质的生态系统服务，支撑区域社会可持续发展。

本研究有两个目标：一是促进决策者和当地群众的思想观念转变，使其逐步认识到自然保护区不仅是保护生物多样性和珍稀濒危物种的生境，而且为社会进步和经济可持续发展提供了支撑条件，保护着我们人类的家园；二是明晰建立自然保护区所费与所得的关系，为更好地建设和管理自然保护区提供科学依据。

开展自然保护区的生态系统服务研究，意义主要体现在以下四个方面。

一是为生态系统服务理论提供发展平台。生态系统结构—过程—功能的研究主要是侧重于对生态系统这一客观实体的认识，生态系统服务的研究则是侧重于生态系统对人类的重要性的认识，是生态学研究的深化和必然结果（许中旗，2005）。自然保护区是自然环境的精华所在，生态环境良好，受人类干扰较轻，同时自然保护区又是一个相对独立的社会、经济、自然生态系统，是人类更好地认识自然环境与人类社会关系的关键之处。可以说自然保护区是研究生态系统服务的绝好场所，研究其生态系统服务必然促进生态系统服务理论在实践中发展和深化。

二是为实施生态补偿提供科学依据。生态补偿是一些国家和地区鉴于在经济社会发展存在着大量的资源耗竭和生态破坏问题，尝试采用经济手段予以缓解或解决的政策手段。自然保护区是禁止开发区域，仅仅在实验区可以从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化和繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。在这里不允许进行经济活动，那么研究这些被人类保护起来的自然生态系统提供的生态系统服务价值几何，在一定程度上可以为同类禁止开发区或限制开发区应

得的生态补偿额度提供参考。

三是有助于加强对自然保护区的科学管理。自然保护区不仅肩负着生物多样性保护和遗传资源保障等功能，而且在涵养水源、保持土壤、气候调节、科学研究、文化多样性传承等方面也提供重要服务。然而，由于缺乏符合实际的生态系统服务评估体系和评估方法，政府和公众无法得知自然保护区生态系统服务的真正价值，保护区的重要性没有引起政府及相关主管部门的足够重视，进而产生了各种各样的问题。本研究对自然保护区生态系统服务评估指标体系和方法体系进行了探讨，将有助于量化自然保护区生态系统服务价值，提升对自然保护区重要性的认识，结合国际自然保护区建设管理的先进经验，协助自然保护区管理部门确定工作重点，对保护区进行科学管理。

四是促进区域可持续发展。只有确切掌握自然保护区给人类提供生态系统服务的重要性，才能在时间尺度和空间尺度上合理安排资源开发和生态保护等活动，保证保护区内外及当代人的公平性和代际间的公平性，最终实现区域可持续发展。自然保护区生态系统服务定量研究能够使各级政府和群众克服认识上的局限性，正确处理社会经济发展与生态环境保护之间的关系，促进自然资源和生态环境保护，实现区域持续稳定发展。

1.3 生态系统服务内涵和研究进展

1.3.1 生态系统服务概念的提出

人类的先哲们对于生态系统服务早就有所认识。古希腊思想家柏拉图以其敏锐的洞察力，深刻地揭示出，如果生态环境受到破坏，那么今天的繁华之所到明天只将留下一些“荒芜了的古神殿”。而在古代中国，《诗经》中有“怀柔百川，及河乔岳”的说法。《管子》中有“敬山泽，林藪积草，天财之所出，以时禁发焉”，“为人君而不能谨守其山林、菹泽、草莱，不可以立为天下王”。这些观点表现出朴素的自然保护理念，其内涵和实质体现了古人保护和维持生态系统服务的美好愿望。

现代意义上的生态系统服务最早见于 1864 年 George Perkins Marsh 所著的 *Man and Nature* 一书，而生态系统服务的全面科学表达及定量研究始于 20 世纪 70 年代（李文华等，2002）。70 年代初“关键问题研究”（Study of Critical Environmental Problem）首次使用了生态系统服务的概念，并列举出自然生态系统对人类的“环境服务”，包括害虫控制、昆虫传粉、土壤形成、洪水调节以及物质循环等方面（欧阳志云等，1999；谢高地等，2001a）。此后，Holdren 和 Ehrlich

(1974) 及 Ehrlich 和 Ehrlich (1981) 在讨论生态系统对土壤肥力和基因库的维持作用时, 再次提及生态系统服务这一概念。同时期, Westman 于 1977 年也提出“自然的服务”(nature's service) 及其价值评估的概念。随后, 相关研究不断见诸文献中, 生态系统服务这一科学术语逐渐为人们所接受和认可。

1.3.2 生态系统服务概念和内涵

自从生态系统服务这一名词被提出后, 对生态系统服务的研究逐步展开并不断深入, 对生态系统服务这一概念的理解也逐步多样化。

Daily (1997) 认为生态系统服务是自然生态系统及其生态过程所形成与维持的人类赖以生存的环境条件和效用, 它是通过生态系统的功能直接或间接得到的产品或服务(谢高地等, 2001a)。Costanza 等(1997)认为生态系统服务就是生态系统为人们提供的产品和服务, 代表人类直接或间接从生态系统功能中获得的利益。Costanza (1997) 同时对生态系统功能和生态系统服务做了简单的区分: 生态系统的功能指生态系统的生物和非生物过程; 生态系统服务则指由生态系统过程所产生的对人类和环境有益的效用。de Groot 等(2002)探讨了生态系统功能和生态系统产品和服务概念之间的关系, 并将生态系统功能定义为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要的能力, 当生态系统功能被赋予人类价值内涵时便成为生态系统产品和服务。千年生态系统评估项目(赵士洞和张永民, 2004)的框架将生态系统服务定义为人类从生态系统中获得的效益。

在中国, 生态系统服务是从国外翻译过来的名词, 根据国外表述方法的不同而有不同译法, 其定义也有差异。赵景柱等(2000)将“ecosystem services”直译作“生态系统服务”, 欧阳志云等(欧阳志云等, 1999; 欧阳志云和王如松, 2000)和谢高地等(2001a)在早期多用“生态系统服务功能”, 石培礼等(2002)译为“生态服务功能”, 目前这几个名称在国内都有使用, 主要原因是在国外学者的分类系统中, 服务与功能有时很难明确界定, 功能是服务的基础和条件。本研究采用英语直译“生态系统服务”。

根据前人对生态系统服务的定义和理解, 结合社会经济发展对生态系统服务的需求, 可将“生态系统服务”定义为: 基于生态结构、过程和功能, 生态系统为人类生存、经济可持续发展和社会进步所提供的各种产品和服务的总称。

生态系统服务的概念是人类深刻理解自然生态系统与人类生存关系后提出来的, 蕴涵着丰富的科学内涵。

1) 生态系统结构、过程与功能研究是正确认识生态系统服务的基础。生态

系统结构决定其生态功能，生态结构变化决定和制约着过程和功能的变化。生态系统合理的生态结构、顺畅的生态过程和健康的生态功能是维持生态系统服务的基础。例如，大气中 CO_2 - O_2 平衡的调节服务，依赖自然生态系统和人工生态系统空间合理布局，以及它们之间正常的碳循环过程，例如，如果森林、草地等自然生态系统比例太少，工厂太多，人口密度太大，则 CO_2 - O_2 平衡的调节服务将无法较好地实现。因此，生态系统服务的研究和保护必须建立在生态系统结构、过程和功能研究基础之上。

2) 生态系统功能是生态系统服务的根本，但二者并不是一一对应的。生态系统功能侧重于反映其自然属性，即使没有人类的需求，它们同样存在；生态系统服务则是基于人类的需要、利用和偏好，反映了人类对生态系统功能的利用。如果生态系统功能消失，生态系统服务将无从谈起。但是二者不是一一对应的关系，可能一种生态系统服务由多种生态系统功能产生，也可能一种生态系统功能产生两种或多种生态系统服务。例如，土壤保持服务是由生态系统中 C、N 和 P 循环和营养过程等所提供，生态系统的水分循环功能可以提供水供应、水调节和减缓旱涝灾害等服务。

3) 生态系统的服务和产品不能截然区分，应相互依存。例如，森林中的树木，我们如果将其砍伐作为木材或燃料，我们得到的是产品；如果让它们生长并享受其净化和美化功能，我们获得了服务。很多时候，我们获得产品还是服务，取决于人类的行为和利用方式。另外，自然所提供的生态系统服务通常是我们获得产品的基础。例如，我们种植的庄稼获得了丰收，这样获取产品的事实背后，是当地土壤和气候为我们提供的优质生态系统服务（戴星翼等，2005）。

4) 生态系统服务不需要人类，而人类却离不开它们。目前，我们所享受到的生态系统服务是自然生态系统长期演进的结果，在人类出现以前，自然生态系统就早已存在，自然生态系统服务并不是上帝偏爱人类而创造的，它们的存在不需要得到人类的认可。同时，有些自然生态系统服务的性能和功益可以被人类感觉到，但大多数生态系统服务在平时我们无法感知，只是在人类对大自然干了蠢事，破坏了生态功能而引起某些生态系统服务困乏时，我们才能意识到。生态系统服务作用范围广泛，运行方式复杂，并且大部分无法为现代技术替代，但又是人类文明和社会进步所必需的，因此，我们应该珍惜大自然给予我们的馈赠。

1.3.3 生态系统服务类型

关于生态系统能提供哪些服务，各研究者有不同的看法。Daily 在书中将生态系统服务分为：有机物质的生产、生物多样性的产生和维持、调节气候、减轻

洪涝和干旱灾害、土壤的生态系统服务、传粉、有害生物的控制、种子的扩散、提供美学、文化和娱乐 10 项功能。Costanza 等 (1997) 将生态系统的各种服务功能主要分为 17 类: 气体调节、气候调节、干扰调节、水调节、水供给、控制侵蚀和保持沉积物、土壤形成、养分循环、废物处理、传粉、生物控制、庇护、食物生产、原材料、遗传资源、休闲、文化。与 Costanza 等 (1997) 的划分方式相同, 但更详细的生态系统服务分类来自 de Groot 等 (2002) 的研究。该研究将生态系统服务按功能形式分为调节 (regulation) 功能、栖息地 (habitat) 功能、生产 (production) 功能和信息 (information) 功能 4 大类 23 小类, 见表 1-1。MA 将生态系统服务分为供给功能、调节功能、文化功能以及支持功能。供给功能是指人类从生态系统获得的各种产品, 如食物、燃料、纤维、洁净水, 以及生物遗传资源等。调节功能是指人类从生态系统过程的调节作用中获得的收益, 如维持空气质量、调节气候、控制侵蚀、控制人类疾病, 以及净化水源等。文化功能是指通过丰富精神生活、发展认知、大脑思考、消遣娱乐, 以及美学欣赏等方式, 使人类从生态系统中获得的非物质收益。支持功能是指生态系统生产和支撑其他生态系统服务的基础功能, 如初级生产、制造氧气和形成土壤等。更为重要的是, MA 还构建了与生态系统服务相关的人类福祉的组成要素, 该研究明确评价生态系统服务的最终目的是如何使自然生态系统为提高人类的福利服务。

表 1-1 自然与半自然生态系统功能、产品和服务

序号	功能	生态系统过程和构成	产品和服务 (示例)
一、调节功能		生态过程和生命支持系统的维护	
1	气体调节	生态系统中的生物地化循环	O ₃ 紫外线防护; 保持良好大气环境质量
2	气候调节	生物作用过程对气候影响	保持适宜温度、降水, 有利于人类生存
3	防止干扰	生态系统结构合理, 降低环境干扰	抵御暴风; 洪水调蓄
4	水调节	地表植被调节径流和排水	排水和自然灌溉
5	水供给	蓄水层等淡水过滤、保持与储存	提供饮用、灌溉、工业等消费用水
6	土壤保持	植物根系和土壤微生物保持土壤	维持耕地, 防止土壤侵蚀淤积造成破坏
7	土壤形成	风化岩石、积累有机质	保持耕地生产力; 保持土壤自然肥力
8	养分调节	生物储存、循环养分	保持土壤肥力和生态系统生产力
9	废物处理	植物等生物消除或分解有害成分	污染控制解毒; 过滤废弃颗粒, 消除噪声
10	传粉	有花植物配子的生物传递	为野生植物传粉, 为农作物传粉
11	生物控制	动态生物营养关系控制种群	病虫害控制, 作物损失减少