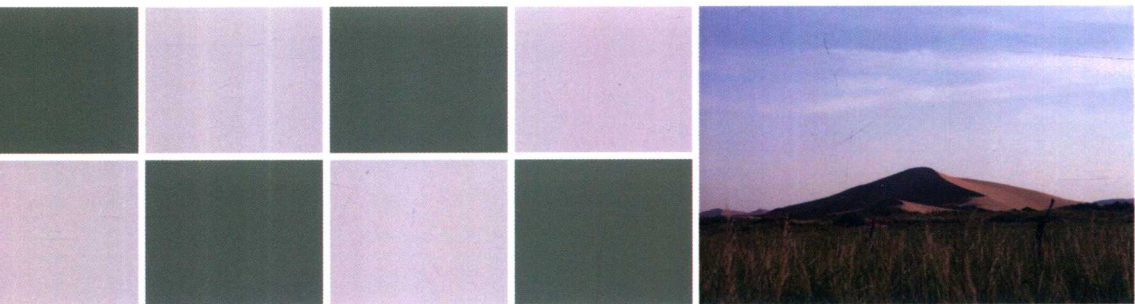


GANHAN SHAMO ZIRAN BAOHUQU
SHEHUI FUWU GONGNENG YANJIU



干旱沙漠自然保护区

社会服务功能研究

程弘毅 著

干旱沙漠自然保护区

中国环境出版社

环保公益性行业科研专项经费项目（201209034）资助

干旱沙漠自然保护区 社会服务功能研究

程弘毅 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

干旱沙漠自然保护区社会服务功能研究/程弘毅著.
—北京: 中国环境出版社, 2017.10
(环保公益性行业科研专项经费项目系统丛书)
ISBN 978-7-5111-3388-5

I. ①干… II. ①程… III. ①沙漠—自然保护
区—社会服务—服务功能—研究—沙坡头区
IV. ①S759.994.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 265032 号

出 版 人 武凯德
责任编辑 周艳萍 付江平
责任校对 尹 芳
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京建宏印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2017 年 11 月第 1 版
印 次 2017 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 8.25
字 数 150 千字
定 价 30.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

随着资源环境问题的日益突出，人们不断审视人类与自然环境之间的关系。在此背景下，对生态系统在人类经济社会发展中作用的研究应运而生，并取得了长足发展。2001 年千年生态系统评估（Millennium Ecosystem Assessment, MA）启动，将生态系统服务研究提升到了全球研究计划层面。在千年生态系统评估的基础上，2007 年德国和欧盟委员会由 G8+5 委托并启动了生态系统与生物多样性经济学（The Economic of Ecosystems and Biodiversity, TEEB）研究，根据生物多样性丧失和生态系统退化对人类福祉的负面影响，显示生物多样性和生态系统的经济重要性。2012 年 6 月在“里约+20 峰会”上国际科学界正式发起了“未来地球计划”（Future Earth, FE），生态系统功能与服务研究作为涉及保护支撑人类福祉的重要问题被列入“未来地球计划”与全球可持续发展重大挑战相关的突破性交叉科学之一。通过一系列的国际合作研究计划，生态系统服务研究在许多领域取得了重大进展，为人类正确认识自然环境、协调人类经济社会发展和自然环境之间的关系、构建面向未来的新型人与自然关系起到了重要的作用。

目前，生态系统服务研究在海岸、湿地、森林、草地、农田等生态系统类型均有大量的工作开展，但对于占陆地面积达 40% 的干旱半干旱区，特别是荒漠及沙漠地区，相关研究开展的较少，尚处于起步阶段。尽管干旱半干旱区生态系统生产力较低、生态系统结构较简单，但其仍是全球生态系统中不可缺少的重要组成部分。干旱半干旱区面积巨大，随着全球变暖，还有进一步扩大的可能，并且干旱半干旱区的扩张主要将发生在生态脆弱、人口集中的发展

中国家。因此，加强对干旱半干旱区生态系统服务研究有着重要的意义。

本书选择干旱沙漠地区中生态系统具有重要意义的自然保护区作为研究对象，系统地分析了干旱沙漠自然保护区生态系统服务功能的类型，构建了干旱沙漠自然保护区生态系统服务评价体系，并以宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区、甘肃民勤连古城国家级自然保护区和内蒙古哈腾套海国家级自然保护区作为案例区开展了评价。在此基础上，尝试开展了干旱沙漠自然保护区生态系统和生物多样性经济学的研究，并讨论了作为环保科普基地的干旱沙漠自然保护区可持续发展模式。通过研究，表明干旱沙漠自然保护区对地方及区域都有重要的意义，是当地最重要的自然资产。通过展示干旱沙漠自然保护区的服务价值，将有利于提升各级政府、社会公众及相关机构对自然保护区重要性的认识，也是明确各利益相关方在自然保护工作中所承担的成本和获取的收益，评估和改进自然保护区政策和管理，为制定补偿机制、利益分配等政策提供直观依据。

本书的主要研究工作是在国家公益性行业（环保）科研专项“干旱沙漠自然保护区生态稳定性评估与社会服务功能研究（201209034）”的支持下开展的，在研究和写作过程中的，得到了兰州大学资源环境学院王乃昂教授、高翔教授、王文瑞副教授、黄银洲副教授以及宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区管理局的大力支持，中国环境出版社的编辑对本书的出版付出了大量的心血，在此一并感谢。书中部分图件和计算工作由研究生贾鹏完成，游客调查和计算由研究生叶宜好完成，特此致谢。

目前，关于生态系统服务研究方兴未艾，新的认识和理论不断涌现，新模型和新方法不断完善，受作者水平和视野限制，书中难免存在一些不足和错误，敬请相关专家和广大读者予以批评指正并不吝赐教。

作 者

2017年8月

目 录

第 1 章	自然保护区社会服务功能	1
1.1	引 言	1
1.2	自然保护区社会服务功能与生态系统服务功能	5
1.3	生态系统服务功能的评价方法	8
1.4	生态系统和生物多样性经济学	14
1.5	未来地球计划	16
第 2 章	干旱沙漠自然保护区社会服务功能	17
2.1	干旱沙漠自然保护区	17
2.2	干旱沙漠自然保护区社会服务功能分析	28
2.3	干旱沙漠自然保护区社会服务功能评价方法	31
第 3 章	代表性干旱沙漠自然保护区的社会服务功能评价	33
3.1	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区社会服务功能评价	33
3.2	甘肃民勤连古城国家级自然保护区生态服务功能评价	50
3.3	内蒙古哈腾套海国家级自然保护区生态服务功能评价	57
3.4	代表性干旱沙漠自然保护区社会服务功能评价的结果分析	63
第 4 章	TEEB 与干旱沙漠自然保护区	68
4.1	自然保护区面临的困境	68
4.2	干旱沙漠自然保护区对地方的重要意义	70

4.3	以本土和社区为基础的保护	71
4.4	沙坡头自然保护区所在社区承担的保护成本与收益分析	75
第 5 章	干旱沙漠自然保护区社会服务功能的可持续发展	77
5.1	干旱沙漠自然保护区社会服务功能可持续发展的内涵	78
5.2	干旱沙漠自然保护区可持续发展	79
5.3	干旱沙漠自然保护区服务功能可持续发展	89
第 6 章	干旱沙漠自然保护区科普基地建设及其可持续发展	92
6.1	自然保护区科普基地建设	92
6.2	干旱沙漠自然保护区科普基地的可持续发展及模式	107
第 7 章	干旱沙漠自然保护区社会服务功能的展望和建议	111
参考文献		115

图 目 录

图 2.1	荒漠生态类型自然保护区的分布	19
图 2.2	荒漠生态类型自然保护区的分省规模	19
图 2.3	涉及荒漠生态类型自然保护区的分布	22
图 2.4	涉及荒漠生态类型自然保护区的分省规模	23
图 2.5	代表性干旱沙漠自然保护区	27
图 2.6	生态系统服务功能评价方法的选择步骤	31
图 3.1	支付意愿的累计频度分布	39
图 3.2	2013 年代表性干旱沙漠自然保护区生态服务功能价值	64
图 3.3	2013 年代表性干旱沙漠自然保护区生态服务价值的分布	65
图 3.4	2013 年代表性干旱沙漠自然保护区生态服务功能价值与所在 县区 GDP	66
图 3.5	2013 年代表性自然保护区单位面积社会服务功能价值和所在县区单位 面积 GDP	66
图 5.1	干旱沙漠自然保护区社会服务功能可持续发展的内涵	79
图 6.1	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区的生物多样性	97
图 6.2	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区生态系统多样性	99
图 6.3	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区铁路防沙带断面示意图	100
图 6.4	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区采取的工程防治措施	100
图 6.5	干旱沙漠自然保护区衍生知识体系	101
图 6.6	宁夏生态环保示范基地	103
图 6.7	宁夏生态环保示范基地规划	105
图 6.8	干旱沙漠自然保护区科普基地可持续发展的内涵	107
图 6.9	干旱沙漠自然保护区科普基地的优化设计与系统构建	110

表 目 录

表 1.1	生态系统服务和功能.....	6
表 1.2	生态系统服务.....	8
表 1.3	直接市场法.....	10
表 1.4	替代市场法.....	10
表 1.5	模拟市场法.....	12
表 1.6	TEEB 的生态系统服务类型.....	15
表 2.1	我国荒漠生态类型自然保护区名录.....	20
表 2.2	涉及荒漠生态系统的其他类型自然保护区名录.....	23
表 2.3	干旱沙漠自然保护区社会服务功能类型.....	30
表 2.4	干旱沙漠自然保护区社会服务功能评价方法.....	32
表 3.1	2013 年宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区防风固沙量.....	35
表 3.2	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区土壤有机质和肥力含量及不同 土壤类型面积.....	36
表 3.3	2013 年宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区保持土壤有机质和土壤肥力 的质量.....	36
表 3.4	2013 年土壤有机质和土壤肥力单价.....	36
表 3.5	2013 年宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区保持土壤有机质和土壤 肥力的价值.....	37
表 3.6	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区生物多样性的变化.....	38
表 3.7	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区的区内外游客支付频度分布.....	38
表 3.8	典型区域不同类型平均 NPP.....	40
表 3.9	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区不同土地类型固碳释氧量.....	41

表 3.10	宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区固碳释氧量价值	41
表 3.11	2013 年以 CNKI 数据库为基础计算宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区 科学研究价值.....	43
表 3.12	2011 年宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区国内游客旅行费用统计	45
表 3.13	国内旅游人次抽样调查及各小区旅游率	46
表 3.14	相关性分析.....	47
表 3.15	2013 年宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区社会服务功能价值比重.....	49
表 3.16	依据不同土地类型计算的宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区社会服务 功能价值.....	49
表 3.17	2013 年甘肃民勤连古城国家级自然保护区防风固沙量	51
表 3.18	甘肃民勤连古城国家级自然保护区土壤有机质和肥力含量.....	51
表 3.19	甘肃民勤连古城国家级自然保护区保持土壤有机质和土壤肥力的 质量.....	51
表 3.20	2013 年土壤有机质和土壤肥力单价	52
表 3.21	2013 年甘肃民勤连古城国家级自然保护区保持土壤肥力价值.....	52
表 3.22	典型区域不同类型平均 NPP	53
表 3.23	甘肃民勤连古城国家级自然保护区不同土地类型固碳释氧量.....	54
表 3.24	甘肃民勤连古城国家级自然保护区固碳释氧量价值	54
表 3.25	以 CNKI 数据库为基础计算 2013 年甘肃民勤连古城国家级自然保护区 科学研究价值.....	55
表 3.26	2013 年甘肃民勤连古城国家级自然保护区社会服务功能价值比重.....	56
表 3.27	2013 年内蒙古哈腾套海国家级自然保护区防风固沙量	58
表 3.28	内蒙古哈腾套海国家级自然保护区土壤有机质和肥力含量.....	58
表 3.29	2013 年内蒙古哈腾套海国家级自然保护区保持土壤有机质和土壤肥力 的质量.....	58
表 3.30	2013 年土壤有机质和土壤肥力单价	58
表 3.31	2013 年内蒙古哈腾套海国家级自然保护区保持土壤肥力价值.....	59
表 3.32	典型区域不同类型平均 NPP	60
表 3.33	内蒙古哈腾套海国家级自然保护区不同土地类型固碳释氧量.....	60

表 3.34 内蒙古哈腾套海国家级自然保护区固碳释氧量价值61

表 3.35 以 CNKI 数据库为基础计算 2013 年内蒙古哈腾套海国家级自然保护区
科学研究价值.....62

表 3.36 2013 年内蒙古哈腾套海国家级自然保护区社会服务功能价值比重.....63

表 4.1 宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区在当地、国家和全球水平上的成本
和效益.....71

表 5.1 宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区管理措施对社会服务的影响.....89

表 5.2 宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区人类活动对社会服务功能的影响.....90

第 1 章 自然保护区社会服务功能

1.1 引言

自然保护区是指对有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布、有特殊意义的自然遗迹等保护对象所在的陆地、陆地水域或海域，依法划出一定面积予以特殊保护和管理的区域（《中华人民共和国自然保护区条例》）。是人类社会发展的过程中逐步认识到环境对人类发展的重要性而兴起的保护自然的一种手段。自然保护区作为我国自然资源 and 环境保护体系中的重要环节，是构建人和自然和谐相处、协调发展，建立人与环境、人与自然良性互动，树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，建设美丽中国，实现中华民族永续发展的重要内容。

自然保护区的设立源自自然保护运动。18 世纪至 19 世纪，随着工业化的快速发展，人类对自然界的破坏达到了前所未有的程度。在英国，森林遭到了严重破坏。北威尔士 18 世纪初还树木密集，到了 19 世纪初，大多数古代森林都已绝迹（Rackham, 1997）。19 世纪末，美国原始森林的面积由原来的 8 亿 acre（英亩）^①减至不足 2 亿 acre（Morison and Commager, 1980）。康科德地区 1638 年到处都是稠密的、难以穿越的森林，到了 1700 年，已有 50 万 acre 以上的森林被开辟为农田，19 世纪后，该地区几乎没有什么原始森林了（Pisani, 1985）。随着森林的破

① 1 acre=4 047 m²≈0.4 hm²。

坏,造成水土流失,以及气候的变化。在宾西法尼亚州对森林的乱砍滥伐导致了 3 000 mi² (英里²)^①的肥沃土地被毁;据估计每年有 400 多万 t 的沉积物通过密西西比河流入墨西哥湾;科罗拉多的大片森林被毁,使水库蓄水量明显减少 (Pinchot and Nash, 1967)。野生动植物也受到严重的影响,许多动物销声匿迹,迅速灭绝。如 1914 年,最后 1 只北美旅鸽在动物园死去,而其规模一度曾达到 20 亿只 (李剑鸣, 1994)。美洲野牛最早时约有 6 000 万头,19 世纪初仍有 1 300 万头,到 1883 年,仅剩 200 余头,1903 年,则仅残存 34 头 (侯文惠, 1995)。而更严重的是自然环境的污染,伦敦成为雾都,泰晤士河水质恶化,水里的废物滋生病菌,鱼类几近灭绝 (Sauvain, 1987)。美国工业集中的东北部和西北部,空气、河流都被污染,在匹兹堡,人们“从未被可爱的太阳明亮的照耀过,空气中弥漫着恶臭的废气” (李剑鸣, 1992)。

在这种背景下,一批学者和有识之士开始反思经济发展和自然环境之间的关系,要求善待自然,倡导和呼吁停止掠夺式的开发。如乔治·帕金斯·马什在 1847 年就呼吁关注人类对自然的破坏,特别是对森林的砍伐 (Marsh, 1847);并在其著作《人与自然》中呼吁人们重视自然环境,关注森林资源 (Marsh, 1965)。伊莱亚斯·莱恩·马古恩指出大自然作为一种精神源泉对于个人的道德、精神、爱国主义精神的形成等有着重要作用 (Magoon, 1852)。约翰·鲍威尔、富兰克林·霍夫、卡尔·舒尔茨等积极倡导关注对自然资源的破坏,力主保护土地、草地、森林等资源,具有重要的影响。特别是富兰克林·霍夫作为美国第一位主管林业的官员,卡尔·舒尔茨作为内政部长,对推动环境保护和自然资源的保护颇具影响 (Powell, 1879; 顾学稼, 1987)。同时民间还成立了一些环保组织,如美国森林协会 (1875)、阿巴拉契亚山登山俱乐部 (1876)、塞拉俱乐部 (1892)、美国鸟类学者联合会 (1905) 等。通过学者和有识之士以及民间组织的宣传与倡导,推进了自然资源保护主义运动的兴起,并推动美国政府出台了政策法规,组建了一些专门机构,运用行政手段开展自然保护。1864 年,美国国会通过了《加利福尼亚州优胜美地溪谷州级公园建立法案》,成立了第一个州级公园。1872 年,美国国会通过《黄石河河源保留地公园法案》,建立了美国第一个国家公园。1894 年颁布《国家公园保护法》。

① 1 mi²≈2.590 km²。

在我国,尽管很早就有了“节用水火财物”(《史记·五帝本纪》)、“禁民斩木,所以爱草木也”(《管子·五行》)、“制天命而用之”(《荀子·天论》)等对自然保护的认识,也有一些如“山虞,掌山林之政令”(《周礼·地官》)、“春二月,毋敢伐材木山林及雍堤水”(《秦律·田律》)等制度和法令,但自然保护工作的真正开展则始于新中国成立以来。1956年我国设立第一个自然保护区——鼎湖山自然保护区,1979年颁布《环境保护法》,1983年颁布《海洋环境保护法》,1985年颁布《森林和野生动物自然保护区管理条例》,1988年颁布《野生动物保护法》。建立了基本完备的自然保护法制体系和专门机构,并成立了一系列以自然保护区为主的自然保护机构。

近年来,我国的自然保护工作取得了长足发展。截至2016年6月,我国共有自然保护区2740个,总面积147万 km^2 ,占陆地国土面积的14.83%。其中国家级446个,占总数的15.6%,总面积96.82万 km^2 ,占总面积的65.6%;地方级2312个(省级879个,市级410个,县级1023个),占总数的84.4%,面积约50.62万 km^2 (省级38万 km^2 ,市级4.7万 km^2 ,县级7.92万 km^2),占总面积的34.4%。全国超过90%的陆地自然生态系统类型,约89%的国家重点保护野生动植物种类,以及大多数重要自然遗迹都在自然保护区内得到保护,部分珍稀濒危物种种群逐步得到恢复,自然保护和生物多样性保护工作取得显著成绩。如我国国宝大熊猫已被世界自然保护联盟(IUCN)宣布从“濒危”调为“易危”。目前我国有内蒙古锡林郭勒等33处自然保护区加入联合国教科文组织“人与生物圈”保护区网络,辽宁双台河口等46处自然保护区列入国际重要湿地名录,福建武夷山等36处自然保护区成为世界自然遗产地,黑龙江五大连池等33处自然保护区加入世界地质公园网络。此外还有辽宁鸭绿江口滨海湿地等自然保护区加入了东亚—澳大利西亚鸬鹚鸟类保护网络、东北亚鹤类保护区网络、东亚雁鸭类保护区网络等相关国际保护区网络。四川唐家河等自然保护区被列入IUCN最佳管理保护地绿色名录。在世界生物多样性保护和维系全球生态安全等方面发挥了十分关键的作用。

除自然保护区外,我国还设有风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园、海洋特别保护区及海洋公园、水利风景区、沙漠公园、矿山公园、水产种质资源保护区、沙化土地封禁保护区、国家公园等11类涉及自然环境保护的保护园区。截至2016年6月,设有风景名胜区962处,其中国家级225处;森林公园3234

处,其中国家级 826 处;地质公园 485 处,其中国家级 240 处;湿地公园 979 处,其中国家级 705 处(52 处正式授予,其余为试点);国家级海洋公园 33 处;国家级水利风景区 778 处;国家级沙漠公园 55 处(9 处正式授予,其余为试点);国家级矿山公园 72 处;国家级水产种质资源保护区 492 处;沙化土地封禁保护区 61 处;国家公园试点 9 处,这些保护园区所针对的保护对象各有差异,批准设立和管理的部门也不相同。与自然保护区相比,自然保护区是法律严格保护的“禁止开发区”,保护力度最为严格。而以上保护园区的管控则相对较为宽松,但同样是我国自然环境保护体系的重要组成。

目前对自然保护区的重要意义已经在全社会基本取得共识。但也有一些如在自然保护区中兴建别墅、开荒种地乃至开采矿产等活动屡禁不止,甚至发生向自然保护区排污的现象。因此,进一步阐述自然保护区对人类社会发展的价值,厘清其社会服务功能在当前仍有着十分重要的意义。

自然保护区以其生态系统和生物多样性为人类社会提供服务。生态系统所提供的服务,有的非常直观,也十分容易理解。如生态系统能够为人类社会提供必不可少的物质资源和生存条件,如粮食、薪柴等实物产品。毫不夸张地说,离开生态系统的物质供给和服务,人类社会就会丧失存在的基础。但除了这些直观可见的服务以外,生态系统还以其功能为人类社会提供各种非实物的生态服务。而这些服务则往往被忽视。如生态系统释放氧气、提供水土的保持,以及对人类精神世界的支持等。实际上这部分服务为人类所带来的福祉,比起实物产品同样具有十分重要的价值,而且这部分价值往往远远超过人们的预期。

作为地处生态脆弱地区的自然保护区,干旱沙漠自然保护区的价值和意义常常被忽视。近年来接连发生在干旱沙漠自然保护区及附近的严重排污事件表明,社会公众对于干旱沙漠自然保护区对整个生态系统的价值认识存在严重偏差。在这种情况下,加强干旱沙漠自然保护区社会服务功能研究,展示干旱沙漠自然保护区的服务价值,有助于提高人们认识脆弱生态系统的生态、经济与社会效益,深化对生态系统和人类福祉之间的关系的理解,从而加强对于干旱沙漠自然保护区的重要性的认识。简单地以宁夏中卫沙坡头国家级自然保护区为例,仅保障包兰铁路的畅通,其经济、社会效益就非常可观。再如,甘肃民勤连古城国家级自然保护区对民勤绿洲的维护作用也是非常明显的。

1.2 自然保护区社会服务功能与生态系统服务功能

自然保护区的社会服务功能是指自然保护区满足社会需求的作用与效能。有的观点认为生态系统的社会服务功能是生态服务功能的一部分,或指提供公共服务的一部分,或指生态服务中“服务”与“文化服务”的一部分。仔细分析,其实实难界定。即使是生态系统的供给服务,如提供粮食、薪柴等,实际上也是服务于社会系统,或直接或间接,以物质、能量、信息等形式,通过交易、贸易等链条服务于社会。因此按 MA 将“产品”“服务”“文化服务”等统统视作收益的原则(MA, 2003),将社会服务功能等同于生态系统服务功能,不做区别。

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成与维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用(Daily, 1997; 张志强等, 2001)。一般来说,人类从生态系统获取的服务或者说收益主要体现在:①提供人类所需的食物、医药及其他工农业生产的原料;②维持生命物质的生物地球化学循环;③维持生物物种多样性与遗传多样性;④净化大气环境、维持大气物理化学平衡与稳定等几个方面(吴刚, 2001)。

生态系统服务这个概念在 20 世纪 60 年代被首次使用,如 King (1966)、Helliwell (1969) 等。但对人类与自然的关系以及其对人类福祉的影响方面的思考则很早就已经出现了。在罗马时代就有对人口增长和相对于现代称为的生态系统服务衰减的记载(Johnson, 2000)。Marsh (1847)、Leopold (1949)、Carson (1962)、Krutilla 和 Fisher (1975) 都较早地注意到这一问题。1977 年 Westman 在《科学》(Science) 发表《自然服务价值几何》(How much are nature's services worth?), 分析了生态系统与经济系统之间的关系。随后许多生态学家和经济学家进一步丰富了这一领域的研究,如 Ehrlich 和 Ehrlich (1981)、Hueting (1980)、Ehrlich 和 Mooney (1983)、Odum (1989)、Folke 等 (1991)、De Groot (1987, 1992) 等。与此同时,自然资本的概念也被提出(Costanza and Daly, 1992; Jansson et al., 1994; Dasgupta et al., 2000), 用于描述生态系统在为社会发展和人类经济提供生物物理基础方面的重要性(Common and Perrings, 1992; Arrow et al., 1995)。到 1997 年 Daily (1997) 主编的《自然的服务——社会对自然生态系统的

依赖》(*Nature's services: Societal dependence on Natural ecosystems*) 的出版和 Costanza 等 (1997) 在《自然》(*Nature*) 发表《世界生态系统服务于自然资本的价值》(*The value of the world's ecosystem services and natural capital*), 标志着生态系统服务的价值评估研究成为生态学和生态经济学研究的热点和前沿(张志强等, 2001)。

随着研究的深入, 对生态系统服务的内涵也在不断的更新。Daily (1997) 将生态系统服务定义为自然生态系统及其组成物种得以维持和满足人类生命的环境条件和过程。它们可以维持生物多样性和各种生态系统产品(如海产食品、草料、木材、生物燃料、天然纤维, 以及许多医药用品和工业产品及其生产原料) 的生产。Costanza 等 (1997) 将生态系统的产品与服务定义为人类直接或者间接地从生态系统的功能当中获得的各种收益。同时将全球生态系统的服务功能总结为 17 个类型 (见表 1.1)。

表 1.1 生态系统服务和功能

序号	生态系统服务	生态系统功能	例子
1	气体调节	大气化学成分调节	CO ₂ /O ₂ 平衡, O ₃ 防止 UVB 威胁, SO ₂ 浓度
2	气候调节	调节全球温度、降水及其他由生物介导的全球及地区性气候过程	温室气体的调节, 影响云形成的 DMS 产物
3	扰动调节	生态系统对环境波动的启动、衰减和整合	暴雨的防护、洪水的控制、干旱的恢复以及其他由植被结构控制的生态区对环境多样性的反应
4	水调节	调节水流动	为农业过程(如灌溉)或工业过程(如水力)或运输提供水
5	水供应	水储存和水滞留	由森林地带的水集中区、水库、地下蓄水层供水
6	土壤流失控制和保持沉积物	生态系统内的土壤保持	防止因风化、雨水冲刷或其他过程引起土壤流失; 湖泊和湿地的淤泥储存
7	土壤形成	土壤的形成过程	岩石风化和有机物的积累
8	养分循环	养分的贮存、内部循环、加工和获取	固氮作用, N、P 和其他元素及养分循环
9	废物处理	收复流动的营养物, 去除或降解多余或异类的营养物或化合物	废物处理, 污染控制, 解毒作用
10	传粉	有花植物配子的运动	为植物种群的繁殖提供传粉媒介