

生态评价原理与应用

刘康 等著



西安地图出版社

责任编辑：刘戎

封面设计：刘康

ISBN 7-80670-750-6



9 787806 707500 >

ISBN 7-80670-750-6/X·10

定价：22.00元

生态评价原理与应用

刘 康 等著

西安地图出版社

图书在版编目(CIP)数据

生态评价原理与应用/刘康等著. —西安: 西安地图出版社, 2004. 12
ISBN 7-80670-750-6

I. 生... II. 刘... III. 环境生态评价 IV. X826
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 007822 号

【内容简介】 该书在对生态评价的基本原理和方法进行介绍的基础上,结合作者多年的工作实践,对生态评价在实际中的应用进行了总结。全书分十章,第一章、第二章分别对生态评价的基本原理、内容、发展过程和评价方法作了简要介绍;第三章至第六章分别介绍了生态环境质量评价、生态影响评价、生态系统健康评价和生态系统服务功能评价的内容和方法;第七章至第十章为生态评价实际工作的总结,涉及生态示范区建设综合评价、省域生态环境综合评价、火力发电厂烟气排放生态影响、生态监测与评价、黄土高原人工林地生态条件与可持续利用评价等方面的内容。

该书理论与实践相结合,对于从事区域生态环境保护与管理的专业人员及相关科研人员具有参考价值,也可作为自然地理专业和环境科学专业研究生的教学参考用书。

生态评价原理与应用

刘康 等著

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路 334 号 邮政编码:710054)

新华书店经销 陕西省乾兴印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 12 印张 280 千字

2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—1000

ISBN 7-80670-750-6/X·10

定价:22.00 元

前 言

世纪之交，世界社会经济格局正向着全球化、多元化和生态化的方向演化。与此同时，人类社会也正面临着前所未有的严峻的人口、资源和环境问题的挑战。尤其是在经济迅速发展的中国，密集频繁的人类开发活动，快速的城市化进程与大规模的基础设施建设，强烈的现代化需求和高物耗、高污染型产业的发展，给区域生态环境造成强烈的影响。生态问题不断发生，生态系统服务功能及健康水平持续下降，对人民身心健康、国家生态安全及社会经济持续发展造成严重的威胁。

为此，以可持续发展为目标，一场社会、经济、环境和科学领域的生态革命正在悄然兴起，其目标是建立高效率、低消耗、高活力的生态文明。如何科学地认识和评价各类生态系统的组成与结构、主要的生态过程、生态系统服务功能及价值，分析预测在人类活动干预下不同生态系统管理策略对生态系统发展演化趋势及对人类社会经济可持续发展的影响，以生态学理论为基础，融合多学科知识和方法的生态评价在此方面具有广泛的应用前景。生态评价是应用复合生态系统的观点，以及生态学、环境科学、系统科学等学科的理论和技术方法，对评价对象在人类活动干预下的现状（如组成、结构、生态功能与主要生态过程、敏感性与脆弱性、稳定性与持续性等），以及系统发展演化趋势等进行综合评价分析，以认识生态系统发展的潜力与制约因素，评价不同的活动和措施可能产生的结果。进行生态评价是协调社会经济发展与环境保护关系的需要，也是制定区域发展规划和实施生态系统科学管理的基础。

自 20 世纪 80 年代后期，作者便开始从事生态评价方面的研究和教学工作。如黄土高原综合治理试验示范定位研究、山区火力发电厂生态环境影响调查评价、国家级生态示范区建设规划、省域生态功能区划等工作。在具体工作中，深感生态评价工作的重要性，但苦于有关生态评价研究报道分散在不同的学科领域，缺少一个较系统的介绍生态评价原理和方法的参考书，不便于指导研究工作和教学。同时，多年研究工作也积累了大量的实证资料，有必要将其系统总结和归纳，因而萌发了编写该书的想法。在各位编写者的通力合作下，对研究资料进行了整理分析，结合近年来国内外生态评价理论、方法和手段的发展，编写完成了本书。

全书共分十章。第一章、第二章分别对生态评价的基本原理、内容、发展

过程和评价方法作了简要介绍；第三章至第六章分别介绍了生态环境质量评价、生态影响评价、生态系统健康评价和生态系统服务功能评价的内容和方法；第七章至第十章为作者多年来进行生态评价实际工作的总结，涉及生态示范区建设综合评价、省域生态环境综合评价、火力发电厂烟气排放生态影响监测与评价、黄土高原人工林地生态条件与可持续利用评价等方面的内容。

该书第一章至第五章由刘康编写，第六章由刘康、胥彦玲编写，第七章由刘康、赵麦焕、韩贵锋、梁保平、马乃喜编写，第八章由刘康、胥彦玲编写，第九章由刘康、栗德永编写，第十章由刘康、陈一鄂编写，全书最后由刘康统稿。

需要说明的是，近年来生态评价发展十分迅速，研究领域广泛，由于作者知识水平所限，本书仅涉及其中部分内容，难免存在许多不足和缺陷，敬请有关专家和读者批评指正，以便在今后工作中进一步补充和完善。

刘 康

2004 年 12 月 6 日

目 录

上篇 生态评价原理与方法

第一章 生态评价概论	(1)
1. 生态评价的意义、特点	(1)
1.1 生态评价的意义	(1)
1.2 生态评价的特点	(1)
2. 生态评价的类型	(2)
2.1 生态系统状态的评价	(2)
2.2 生态系统综合评价	(4)
3. 生态评价指标体系建立的原则与要求	(5)
4. 生态评价的尺度	(5)
5. 生态评价的发展历史	(6)
5.1 国外发展概况	(7)
5.2 国内发展概况	(8)
6. 生态评价的发展趋势	(9)
6.1 生态评价与生态建设紧密结合	(9)
6.2 多学科、多部门的广泛参与.....	(10)
6.3 评价的方法与技术不断完善.....	(10)
第二章 生态评价的方法与技术	(11)
1. 生态评价的一般过程	(11)
1.1 生态评价的工作流程.....	(11)
1.2 生态评价的过程.....	(12)
2. 生态评价的主要方法	(13)
2.1 因子综合法.....	(13)
2.2 模糊评价法.....	(14)
2.3 层次分析法.....	(15)
2.4 主成分分析评价法 (PAC 方法)	(16)
2.5 神经网络评价方法.....	(18)
2.6 系统动力学方法.....	(19)
2.7 景观生态评价方法.....	(20)
3. 3S 技术与评价方法的集成	(21)
3.1 3S 技术概述	(21)

3.2	3S 技术的集成	(21)
3.3	GIS 与评价方法的集成	(23)
第三章	生态环境质量评价	(24)
1.	生态环境质量及其内涵	(24)
1.1	生态环境质量及其评价的内涵	(24)
1.2	生态环境质量评价研究进展	(24)
1.3	生态环境质量评价的类型	(25)
2.	生态环境质量评价的内容	(25)
2.1	污染源的调查与评价	(25)
2.2	生态环境质量现状调查与评价	(26)
2.3	生态环境效应分析	(26)
2.4	评价参数的选择及层次结构的建立	(26)
2.5	评价的标准与生态环境质量分级	(27)
3.	生态环境质量评价的方法	(27)
3.1	生态环境质量评价的理论依据	(27)
3.2	生态环境质量评价的方法	(28)
第四章	生态环境影响评价	(35)
1.	生态环境影响评价概述	(35)
1.1	生态环境影响评价概念	(35)
1.2	评价工作等级的划分	(35)
1.3	评价标准	(35)
2.	生态环境影响评价的内容与程序	(36)
2.1	工程项目的调查与分析	(36)
2.2	生态影响识别和评价因子的筛选	(37)
2.3	生态环境状况调查	(37)
2.4	生态现状评价	(38)
2.5	生态制图和现场测试	(39)
2.6	生态环境影响预测	(39)
3.	生态影响评价的主要方法	(40)
3.1	生态机理分析法	(40)
3.2	类比法	(40)
3.3	列表清单法	(41)
3.4	生态图法	(41)
3.5	指数法	(41)
3.6	景观生态学方法	(42)
3.7	系统分析法	(43)
3.8	生境评价法	(43)
第五章	生态系统健康评价	(47)
1.	生态系统健康概念的由来	(47)

1.1 生态系统健康的定义·····	(47)
1.2 生态系统健康概念的内涵·····	(49)
2. 生态系统健康评价·····	(50)
2.1 生态系统健康评价的范畴·····	(50)
2.2 生态系统健康的整体性评价·····	(50)
2.3 生态系统健康评价指标选择原则·····	(51)
2.4 生态系统健康评价指标·····	(52)
3. 生态系统健康评价应用实例·····	(55)
第六章 生态系统服务功能评价 ·····	(59)
1. 生态系统服务功能评价的意义·····	(59)
1.1 研究的背景·····	(59)
1.2 研究的意义·····	(59)
2. 生态系统服务功能评价·····	(61)
2.1 生态系统服务功能的内涵·····	(61)
2.2 生态系统服务功能研究的产生和发展·····	(61)
2.3 生态系统服务功能研究概况·····	(62)
2.4 生态系统服务功能的价值构成·····	(64)
3. 生态系统服务功能的评价方法·····	(66)
3.1 物质量评价法·····	(66)
3.2 价值量评价法·····	(67)
3.3 能值分析法·····	(72)
4. 今后研究的发展方向·····	(73)

下篇 生态评价应用

第七章 延安宝塔区生态建设综合评价 ·····	(75)
1. 延安市宝塔区基本情况·····	(75)
1.1 自然环境特征·····	(75)
1.2 社会经济现状·····	(75)
1.3 主要生态环境问题·····	(76)
2. 宝塔区生态环境质量评价·····	(78)
2.1 生态环境评价指标选取及权重·····	(78)
2.2 生态环境综合评价·····	(80)
3. 宝塔区生态环境价值评估·····	(81)
3.1 宝塔区区域环境主体生态系统识别·····	(81)
3.2 宝塔区区域环境主体生态系统的环境价值评估·····	(82)
3.3 宝塔区区域环境资源价值综合估算·····	(93)
3.4 估算结果分析·····	(95)
4. 宝塔区生态经济分区及生态建设途径·····	(97)

4.1 分区原则与方法·····	(97)
4.2 分区结果·····	(97)
4.3 分区概述·····	(98)
4.4 宝塔区生态环境规划分析·····	(99)
5. 宝塔区区域可持续发展系统评价·····	(100)
5.1 区域发展态势分析与评价·····	(100)
5.2 宝塔区可持续发展的对策措施·····	(104)
第八章 甘肃省生态环境综合评价·····	(108)
1. 甘肃省概况·····	(108)
1.1 自然条件·····	(108)
1.2 土地资源概况·····	(109)
1.3 植被概况·····	(109)
1.4 矿产资源·····	(110)
1.5 人口与社会经济发展概况·····	(110)
2. 甘肃省景观结构研究·····	(110)
2.1 景观生态学特点·····	(110)
2.2 甘肃省的景观类型的划分·····	(111)
2.3 景观格局分析·····	(114)
3. 甘肃省生态环境敏感性评价·····	(117)
3.1 研究方法·····	(118)
3.2 生态环境敏感性评价与空间分布·····	(120)
3.3 综合敏感性区域分布·····	(121)
4. 甘肃省态系统服务功能价值评价·····	(123)
4.1 甘肃省生态系统服务功能评价·····	(123)
4.2 景观格局对生态系统服务功能影响的评价·····	(125)
4.3 甘肃省可持续发展的生态系统服务功能建设对策·····	(126)
第九章 火力发电厂烟气排放生态监测与评价·····	(129)
1. 生态监测概述·····	(129)
1.1 生态监测的特点与方法·····	(129)
1.2 利用植物叶片含硫量监测评价大气 SO ₂ 污染·····	(132)
1.3 火力发电厂烟气排放生态监测与评价内容·····	(136)
2. 秦岭发电厂烟气排放的生态监测与评价·····	(136)
2.1 基本概况·····	(136)
2.2 发电厂烟气排放生态监测·····	(137)
2.3 结论与建议·····	(146)
3. 略阳发电厂烟气排放对农业生态环境影响的监测与评价·····	(147)
3.1 基本概况·····	(147)
3.2 气象条件及主要污染过程·····	(148)
3.3 电厂烟气排放生态监测与评价·····	(149)

3.4 电厂烟气排放对农作物产量影响预测	(155)
3.5 结论与建议	(156)
第十章 黄土塬区人工林生态条件及可持续利用评价	(157)
1. 研究区概况	(157)
2. 沟壑内刺槐林的生长与分布	(157)
2.1 刺槐人工林生长过程	(158)
2.2 立地条件的差异对刺槐生长量的影响	(158)
2.3 主要结论与讨论	(161)
3. 刺槐人工林生产力的研究	(161)
3.1 研究方法	(162)
3.2 刺槐人工林生物量评价	(162)
3.3 刺槐林年净生产量及分配	(163)
3.4 刺槐人工林生物生产力	(164)
4. 刺槐人工林水分生态条件评价	(164)
4.1 标准样地及研究方法	(164)
4.2 刺槐林蒸腾耗水特征	(165)
4.3 刺槐林土壤水分分布与动态	(166)
4.4 刺槐林地生产力与水分利用	(167)
4.5 主要结论	(167)
5. 刺槐人工林更新改造途径	(168)
5.1 研究区刺槐人工林生长情况	(168)
5.2 刺槐低产林分更新改造的方法与措施	(169)
5.3 刺槐低产林分更新改造效益的估算	(172)
参考文献	(174)

第一章 生态评价概论

生态评价是应用复合生态系统的观点,以及生态学、环境科学、系统科学等学科的理论和技术方法,对评价对象的组成、结构、生态功能与主要生态过程、生态环境的敏感性与稳定性、系统发展演化趋势等进行综合评价分析,以认识生态系统发展的潜力与制约因素,评价不同的活动和措施可能产生的结果。进行生态评价是协调社会经济发展与环境保护关系的需要,也是制定区域发展规划和实施生态系统科学管理的基础。

生态评价并不是一个全新的研究课题。早在 20 世纪 60 年代中期,随着人口的增长和社会工业化程度的提高,人类活动的范围和强度就被空前扩大,自然界越来越多地打上了人类的烙印,人口、资源与环境矛盾日益尖锐,生态问题更加突出。为了解决这些问题,人类需要更深入地理解生态系统结构、功能和过程,因而逐步在全球范围内开展了生态评价研究。从生态评价的对象来看,由于人们最初面临的生态问题影响范围较小,评价对象多是尺度较小的农田生态系统、森林生态系统等,评价层次涉及个体、种群、群落、生态系统等,评价方法多为传统生态学方法。以后随着生态环境问题的广泛化和全球化,评价对象尺度增大,现已形成一个从地块到区域、国家、全球的多层次评价体系。其中研究较多的是对农业、森林、城市、湿地、流域、湖泊、山区、干旱区、森林公园、自然保护区、行政区等生态系统的评价。在层次上扩大到景观和人类复合生态系统,在方法和手段上广泛应用各种数学模型、计算机技术及“3S”手段。特别是自 20 世纪 90 年代以来,生态系统评价与管理成为生态学及其相关学科研究的热点之一。生态系统综合评价(IEA)是系统分析生态系统的生产及服务能力,对生态系统进行健康诊断,作出综合的生态分析和经济分析,并要考虑到生态系统的当前状态及今后可能的发展趋势,为生态系统管理提供科学依据。通过生态系统评价,诊断存在问题,提出生态系统可持续管理的有效途径和方法。

1. 生态评价的意义、特点

1.1 生态评价的意义

生态评价贯穿于整个生态学研究工作的始终,它既要研究对象的历史和现状进行评价,辨识系统,找出差异原因,也要对研究结果进行评价,预测未来,进行对比。在综合分析的基础上,选择适合、可行的生态建设与管理途径。其意义主要表现在:

(1) 生态评价为生态学研究方案的制定提供重要依据。在开展各类生态学研究过程中,首先必须进行生态评价这一基础性工作。

(2) 通过生态评价,有助于从生态系统的角度,全面认识社会、经济、环境之间的相互关系及其发展变化规律,为科学合理开发资源,协调系统结构与功能提供依据。

1.2 生态评价的特点

生态评价实质是一个多属性决策问题,是将多维空间的信息通过一定规则压缩到一维空

间进行比较。由于不同的评判者对系统目标的理解追求不同,评判方法和角度也不相同,因而评判结果有一定的主观性,对同一系统状态可能有不同的评判结果。所以生态评价不是对系统状态的精确表述,而只是对系统发展趋势的一种相对测度。生态评价包括 3 个要素:评价者、评价对象、评价参照系。

(1) 评价过程受评价者效用原则及个人偏好影响,也受其识别能力和环境状况局限,具明显的主观性。

(2) 评价对象的信息往往是不完全的、粗糙的、模糊的及随机变化的,具一定的不确定性。

(3) 生态评价比较的是一个多属性的目标系统,生态因子空间不是全序,而是偏序。

2. 生态评价的类型

从生态评价的研究进程来看,总体上可以分为两类:一是对生态系统所处的状态进行评价,二是对生态系统功能进行评价。这两类评价之间的时间界线是模糊的,前者主要是在生态评价研究的初期,生态问题刚刚引起人类的注意,人们特别关注如森林生态系统、农业生态系统、城市生态系统所处的状态,因此开展了对生态系统的环境质量评价、安全评价、风险评价、持续性评价、退化评价、脆弱性评价、多样性评价、预警评价、工程影响评价、健康评价等反映生态系统各种状态的研究。对生态系统服务功能进行评价虽然早在 20 世纪 70 年代就已经提出,但直到近年 Daily 主编的 *Nature's Services: Societal Dependence on Nature Ecosystem* 一书的出版以及 Constanza 等的文章 “*The Value of the World's Ecosystem Services and Nature Capital*” 在 *Nature* 上的发表,这方面的评价才真正成为当前生态学研究的热点和前沿。这两类评价在评价内容和方法上有很大的不同(田永中等,2003)。

2.1 生态系统状态的评价

生态系统状态方面的评价由于研究较早,目前有相当多的研究成果,在评价的理论与技术方面都比较成熟。包括生态系统环境质量评价、生态系统健康评价、生态系统多样性评价、生态系统敏感性与脆弱性评价、生态风险评价、生态环境影响评价及生态预警评价等方面的内容。

生态环境质量评价是依据生态系统结构和功能状态的优劣对环境质量进行评价的一种方法。或者说,生态环境质量评价是根据合理的指标体系和评价标准,运用恰当的生态学方法,评价某区域生态环境质量的优劣及其影响关系。区域生态环境是区域经济社会可持续发展的核心和基础,区域生态环境质量标志着区域经济社会可持续发展的能力以及社会生产和人居环境稳定可协调的程度。充分认识和理解区域生态环境的状况,正确评价现状生态环境的质量,是区域生态环境预测或预警研究的基础,是制定和规划区域国民经济发展计划的重要依据。1992 年 UNCED 《21 世纪议程》发布以来,环境问题与经济社会发展相结合的可持续发展战略被世界所普遍接受,以往针对局部问题或某项计划进行的生态环境影响研究和评价已不能满足生态环境体系保护和重建、区域经济发展和协调的需要。随着公众环境意识的加强和区域可持续发展的需要,急需开展较大空间尺度上,包括国家范围、省级或地区等空间尺度上的生态环境评价和可持续生态系统的研究,也就是开展区域生态环境状况评价(REA)。

生态环境敏感性是景观或生态系统在特定时空尺度上相对于干扰而具有的敏感反应和恢

复状态，它是生态系统固有属性在干扰作用下的表现。生态敏感性是某些生态系统固有的特性，与外在干扰的存在与否并无直接的联系。敏感性说明一个生态系统、景观或某一区域环境对外界干扰所产生的应变及其能力，具体说是在同样的非良性人类活动强度影响或外力作用下产生环境问题的概率大小，侧重于突出生态系统偏离原生环境的程度，即生态环境受外界干扰后所表现出的不稳定特征。并用其来表征外界干扰可能造成的后果。生态环境敏感性评价主要采用建立指标体系的方法。由于生态系统极其复杂，实际上很难建立一个为大家所公认的统一的指标体系，因而有关生态敏感性的研究，概念模型和定性分析仍占很大比例。

生态风险评价是研究一种或多种压力形成或可能形成的不利生态效应的可能性的过程(USEPA, 1992)。生态风险评价的内涵包括以下几个方面：

- (1) 生态风险的描述可以是定性判别，也可以是定量概率。
- (2) 生态风险评价可以是对未来风险的预测，也可以回顾性地评价已经或正在发生的生态危害。它包括对风险的源头、压力和效应的评价。
- (3) 生态风险评价可以追溯单一压力或多重压力，特别强调人类活动对压力的形成或影响。

生态风险评价是生态管理决策的基础，其评价对决策的影响主要表现在：

- (1) 不良的生态效应是压力作用的函数，通过评价它们之间的关系，有助于决策者对备选方案的权衡和检验。
- (2) 不确定性评价给出了一个可信度范围，使决策者关注那些可以提高可信度的进一步研究。
- (3) 风险评价提供了风险的比较、排序和区分优先级，使管理者便于选取管理对策。
- (4) 风险评价强调以良好的定义和相关的终点使评价结果以管理者便于使用的方式表达。

生态系统管理往往提出多个方案和措施，对这些方案和措施实施后可能产生的生态风险进行评价与比较，有助于决策者选择合理的方案进而进行管理。

生态环境影响评价是对开发建设项目在建设和运行过程中对生态系统造成的非污染性影响进行的评价。其目的是认识区域生态环境的特点与功能，明确开发建设项目对生态环境影响的性质、程度，确定所应采取的措施以维持区域生态环境功能的正常发挥和自然资源的可持续利用。由于生态系统具有较强的地域性特点，生态影响评价应以实地调查为主，评价的范围、内容、标准、等级、方法等应根据开发建设活动的影响性质、影响程度和生态环境条件作具体的分析与确定。

生态系统是包含生命的超有机体的复杂组织，生态系统的一些特征，如波动和衰退，都可认为是生态系统健康与否的症状，因此，“健康”的概念也可用于各种生态系统。健康的生态系统不仅在生态学意义上是健康的，而且有利于社会经济的发展，并能维持健康的人类群体。但目前几乎所有学者给出的生态系统健康评价定义都只局限于生物物理学范畴而不涉及社会经济与人类健康。例如，Costanza 曾给出一个普遍认同的定义：健康的生态系统是稳定而且可持续发展的，也就是说，健康的生态系统应能够维持自身的组织结构长期稳定，并具有自我运作能力，同时对外界压力有一定的承受弹性。一般来说，健康的生态系统应该具有以下特征：(1) 不存在失调症状；(2) 具有良好的回复能力和自我维持能力；(3) 对邻近的其他生态系统没有危害；(4) 对社会经济的发展和人类的健康有支持推动作用。对生态系统健康的综合评价研究应同时包括四个方面：生物学范畴、社会经济范畴、人类健康范畴、社会公共政策范畴。这四个方面不应割裂，而应结合在一起构成一个完整的体系。对于一个

复杂的生态系统进行健康评价,既要各个范畴进行独立分析,又要对整体进行综合分析。目前,生态系统健康的整体性评价主要是一种定性的判断,如何将定性评价与定量分析有效结合,将是今后生态系统健康研究的一个重要课题。

2.2 生态系统综合评价

2.2.1 生态系统服务功能评价 生态系统的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。广义的生态系统服务包括生态系统提供的产品和服务,如食物、木材、药品等产品以及空气和水的净化、气候调节、传粉与种子扩散、休闲娱乐等服务。这些服务维持着地球的生命支持系统,是人类生存和发展的物质基础和基本条件,是人类拥有的关键自然资本。但由于这些服务中绝大部分具有纯粹的公益性质,它们的提供与接受并不通过货币经济,人们常常忽略其存在。通过对生态系统服务功能的评价,可以促进传统的国民经济核算体系走向环境与经济的综合核算体系,有助于制定合理的自然资源价格体系,作出绿色决策以及提高全民的生态意识。尽管对生态系统的某些服务功能是否具有价值以及全部用经济价值来衡量生态系统的功能是否合理还有较大的争论,但这方面的工作近年来还是在全球范围内迅速开展起来,这也正说明人类更加理解和关注生态系统服务功能对人类的重要作用。在评价的技术路线方面,根据 Constanza 等人以及其他国内外研究者的评价实践,生态服务评价的基本技术路线是先用各种适宜方法计算每个生态系统的各种类型服务功能单位面积资本,然后乘以该系统的总面积,再将所有服务和所有的生态系统累积得到区域生态系统服务总价值。生态系统服务功能的多方面性,使其具有多价值性。一般认为它有利利用价值和非利用价值两部分,前者包括直接利用价值、间接利用价值和选择价值,后者包括遗产价值和存在价值。

2.2.2 生态系统综合评价 生态系统综合评价(IEA)是分析生态系统提供的对人类发展具有重要意义的生产及服务能力。这种能力对于满足人类的需要非常重要,而且最终可能会影响到一个国家的发展。生态系统综合评价包括对生态系统的生态分析和经济分析,也要考虑生态系统的当前状态及今后可能的发展趋势(傅伯杰等,2001)。对生态系统服务功能的经济价值评估是在20世纪80年代末随着经济的发展和环境意识的增强而逐渐兴起的。目前对生态系统服务功能的研究越来越受到生态学家和经济学家的重视,很多国家已开展了这方面的研究。2000年在挪威召开的千年生态系统评价会议,是对全球生态系统评价研究的一个总结与展望。生态系统综合评价不仅仅关注如粮食产量等单个生态系统的产品和服务,而且要对整体生态系统所能提供的产品和服务进行评价。生态系统综合评价的优点是为审视各种产品与服务之间的联系与平衡提供了一个框架,因为从这些产品和服务中所获得的利益,往往会被单独隔离开来时所作的评价所遮掩。生态系统对于生产特定产品或服务时可能处于好的状态,而对于其他功能状态则不是最佳。生态系统综合评价的方法是先分别评价系统提供各种产品及服务的能力,再在这些产品和服务之间作出权衡。

生态系统综合评价具备以下两个基本的特征:(1)评价的地域性。评价的重点是生态系统本身,即在一个特定的地点下生物系统及其相关的自然环境,并考虑到影响系统的社会经济因子,这些因子或许是“本地的”(如耕作)或许是“遥远的”(如大气CO₂浓度的变化)。这些具有本地或空间特征的因子信息也可以被综合,用来分析区域或全球变化的趋势和过程。(2)评价的多维性。生态系统评价是提供一系列指示因子,评价它们如何影响生态系统,同时评价生态系统的变化如何影响整个系列的生产和服务功能。生态系统综合评价的

主要优点是它对不同产品和服务之间的平衡，从而明确从生态系统生产和服务可以获得的有利的综合发展信息。它要求对所评价的对象进行深入研究，首先必须获得可靠的生态系统的基础信息（包括各因子数量、经济价值、产品及服务的状况，长期的生态数据必须依靠长期生态监测网络获得的资料，而且必须回答所面临的生态问题，诸如环境因子变化后，不同生态系统反应有何不同？如何影响其产品及服务功能？生物多样性的变化如何影响不同生态系统产品与服务的供应及恢复能力？不同生态系统变化的极限及其敏感性如何？同时提出不同的指标体系，对所获得的信息定量化，建立包括生态、经济和科技进步在内的综合模型。为管理者提供不同管理选择的未来情景分析。在综合评价中，评价指标必须具有可查性、可比性和定量性。不同的生态系统，指标体系也应不同。在建立综合模型中必须保证在不同尺度上收集到的数据具有整合性，这样才能保证大尺度模型可以使用小尺度的局域性数据，而反过来大尺度的数据也可以用于局域分析。同时生态系统评价根据其目标不同，有许多种形式。一个区域的生态评价必须综合考虑自然环境与人类之间的相关性，并且寻找两者之间的平衡，其评价过程应该综合生态、经济、社会、文化的价值，评价的目标必须可以定量化。

3. 生态评价指标体系建立的原则与要求

生态评价所面对的是一个十分复杂的多属性、多标准和多层次的综合大系统，其指标体系的建立属于多属性评判问题，必须建立多目标的评价体系，而且评价体系要在系统中具有评价、预测和控制的功能，指标体系的基本要求应满足以下几个方面：

(1) 相对完备性 评价指标体系能在生产、生活、社会进步与环境保护方面反映大系统整体性。

(2) 反映系统时空变化特征，同时各指标应具有一定程度的独立性和稳定性。

(3) 反映系统层次性，根据评价的需要和详尽程度对指标进行分层分级，满足系统预测、结构、功能分析要求。

(4) 在计量范围、统计口径、含义解释、计算方法上协调一致。

(5) 合理性、可测、可操作、可比较、可推广，在较长时间和较大范围内都能适用。

生态评价的指标体系可按评价对象及评价目的来确定。如果是进行人类复合生态系统的评价，一般应分社会指标、经济指标、生态环境指标几个大方面，每个方面再包含若干分指标。宋永昌等提出城市生态评价的指标体系有三级：一级指标为结构、功能、协调度；二级指标为人口结构、基础设施、城市环境、城市绿化、物质还原、资源配置、生产效率、社会保障、城市交通、可持续性等 10 个方面；三级指标包括 30 个，在二级指标下选择若干因子组成整个评价指标体系。叶亚平等提出省域生态环境质量评价及其指标体系，由生态环境质量背景、人类对生态环境质量的影响程度及人类对生态环境的适宜度需求三部分组成。如果是针对自然生态系统的评价，则应选择生态学不同层次上的相关指标进行评价。

4. 生态评价的尺度

生态评价尺度包括生态系统在空间、时间、功能上的尺度。空间尺度是生态系统在地球表面所占据的面积大小。由于生态系统的地理边界并不固定，它可以根据需要来确定评价尺

度。其范围可以从斑块、景观、区域、大陆到全球。目前所进行的生态评价,一方面,空间尺度普遍偏小,多是对流域、森林、城市、县级生态系统的评价,另一方面,空间尺度单一。由于生态系统的开放性,不同尺度的生态系统之间、同一尺度地域上不相邻的生态系统之间都存在着物质、能量和信息的流动。因此在进行生态评价时必须考虑生态系统外部各种因子的影响,有时这种外部影响大于内部因子,若我们不考虑外部系统对评价系统的输入以及评价系统的输出对外部系统的影响,则必然会漏掉一些重要信息。因此仅仅依靠各种小尺度和单一尺度的生态学过程以及物理、化学和生物学的个例研究,已经不能满足更大尺度的区域生态系统管理的要求,甚至会误导我们作出不正确的决策。时间尺度同样包括两个方面:一是指评价所针对的生态系统的过去、现在、未来;二是指评价的时间间隔(或称时间分辨率)。与前者相应的有回顾性评价、现状评价和生态预测。目前研究的最多的是现状评价,对生态预测方面的研究曾做过一些工作,如生态影响评价、生态预警评价即是典型的例子,受损生态系统的恢复评价也带有生态预测评价的性质,然而对生态系统过去的研究还太薄弱,这方面的研究成果很少见。生态系统是一个不断变化的、动态的过程,对过去生态系统的变化研究有助于我们认识影响生态系统的各因素以及它们之间的相互作用联系,从而正确揭示生态系统自身的运动规律。生态系统的现状是过去各种因素作用的结果,同时又是未来生态系统的新开端。生态系统的预测是对人类的作为或不作为对生态系统在未来若干年内所产生的变化的评价,而这种评价正是生态决策者制定计划和进行生态管理的重要依据。目前的评价还谈不上有时间间隔,多是短期评价,但短期的研究不足以揭示生态变化规律,并且生态过程中驱动因子的变化对生态过程的影响都有不同程度的滞后效应,这就要求在进行生态评价时,必须基于对生态的长期的、多时间尺度的研究,在对生态过程的过去和现状有充分认识的基础上,对其未来趋势作出正确的评价,从而指导科学决策,这才是生态评价的真正意义所在。功能尺度是指生态评价所针对的生态系统的功能的多少。生态系统具有多种功能,生态评价可以针对一种或几种功能,从而反映出生态评价的多功能尺度。对生态评价的功能尺度的探讨,其重点不在于是对其单一功能或几种功能的评价,而在于考察生态系统各种功能之间的相互链接关系以及它们之间的平衡。长期以来,由于受部门利益的趋动,生态评价往往针对单一的功能尺度,如农业部门注重食物等产品功能,林业部门注重木材产量,而环保部门则注重环境质量功能等,由于生态系统各种功能之间是互相联系的,一种功能的增加有可能是以另一种或几种功能的减少或丧失为代价。例如将湿地生态系统改造为农田生态系统虽可增加农产品产量,但是它所丧失的生物多样、水质净化等功能的价值远远大于农产品的产值。因而,不管是地方政府或是一个国家,甚至全人类都需要有一个全局的、综合的观念,通过多功能的评价,对各种生态功能之间进行权衡,以确保生态系统的可持续利用。

5. 生态评价的发展历史

国内外诸多专家学者在生态评价方面做了很多工作。有针对生态问题做的生态评价,如生态系统的脆弱性、稳定度、生物多样性、水土流失、荒漠化、生物入侵等;有针对生态类型进行的生态评价,如城市生态系统、农业生态系统、森林生态系统、草原生态系统、沼泽湿地生态系统、河口及江河源生态环境、荒漠生态环境的评价;也有针对生态系统功能进行