



测绘地理信息科技出版资金资助

CEHUI DILI XINXI KEJI CHUBAN ZIJIN ZIZHU

The evaluation on ecological benefits and ecological security
of landuse in Loess Plateau based on 3S

李晶 任志远 著

基于3S的陕北黄土高原土地 生态效益与生态安全评价



测绘出版社

测绘地理信息科技出版资金资助

基于 3S 的陕北黄土高原土地 生态效益与生态安全评价

The evaluation on ecological benefits and ecological security
of landuse in Loess Plateau based on 3S

李 晶 任志远 著

测绘出版社

· 北京 ·

© 李晶 2013

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

评价土地利用生态效益成为当前研究的热点和前沿课题。本书试图寻找一种量化的生态效益表示方法,并得出定量的生态评价结果。通过生态经济学理论与生态系统服务功能价值评价方法,对研究区的不同时段土地利用结构产生的生态服务功能价值进行评价,将得到的生态效益与经济效益进行比较,分析其在研究时段内的发展情况,从而得出较为科学和全面的土地利用优化建议。

本书可供地学、测绘学、资源环境学、土地生态学、区域开发等领域的研究人员及高校师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

基于 3S 的陕北黄土高原土地生态效益与生态安全
评价/李晶,任志远著. —北京:测绘出版社,2013.12

ISBN 978-7-5030-3369-8

I. ①基… II. ①李…②任… III. ①黄土高原—土地—生态
学—效益评价②黄土高原—土地—生态安全—安全评价
IV. ①S154.1②F323.211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 319743 号

责任编辑 沈万君 封面设计 李 伟 责任校对 董玉珍 责任印制 喻 迅

出版发行	测绘出版社	电 话	010—83543956(发行部)
地 址	北京市西城区三里河路 50 号		010—68531609(门市部)
邮政编码	100045		010—68531363(编辑部)
电子信箱	smp@sinomaps.com	网 址	www.chinasmp.com
印 刷	北京京华虎彩印刷有限公司	经 销	新华书店
成品规格	169mm×239mm		
印 张	13.5	字 数	260 千字
版 次	2013 年 12 月第 1 版	印 次	2013 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—1200	定 价	42.00 元

书 号 ISBN 978-7-5030-3369-8/P·707

审 图 号 GS(2013)5059 号

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

前 言

生态安全指一个区域的可持续发展不因生存空间和生态环境遭受破坏而受到威胁的状态,即实现社会经济发展与自然环境和谐的保障,是建立和谐社会的一个重要组成部分。在诸多影响区域生态安全的因素中,土地利用(覆盖)及其格局的变化是最重要的方面。而土地利用(覆盖)变化过程对维持生态系统服务功能起着决定性的作用。因此,如何有效评价土地利用生态效益,成为当前研究的热点和前沿课题。

黄土高原是我国一个特殊的地理单元,生态环境十分脆弱,严重影响着本区社会经济的发展和人类的生存环境,频繁的危害也对黄河下游地区社会经济的发展和安全带来严重威胁。随着西部大开发的深入,本区城市化、工业化、产业化将加大步伐,如何在新形势下合理地利用水土资源,减少灾害,充分发挥现有水土资源潜力,促进区域经济健康持续发展,并确保生态安全,是西部开发的一个重要研究内容,也是实现“山川秀美”工程的关键性研究问题。为此,研究生态脆弱区土地利用的变化以及生态经济效益的时空变化,不仅有着广泛的应用价值,也有更重要的科学意义。

本书试图寻找一种定量化的生态效益表示方法,并得出定量的生态结果,通过生态经济学理论与生态系统服务功能价值评价方法,对研究区的不同时段土地利用结构产生的生态服务功能价值进行评价,将得到的生态效益与经济效益相比较,分析其在研究时段内的发展情况,从而得出较为科学和全面的土地利用优化建议;并对本区的生态效益进行定量分析,建立生态安全评价体系,划分生态安全的等级,对研究区的土地利用和生态安全状况进行优化,为本区土地利用的合理配置提供科学依据。

本书提及的区、县、乡、镇名称及统计资料均针对研究工作当时的情况,由于研究区行政区划的变动,可能与现实情况不符,特此说明。

本书由陕西师范大学李晶和任志远负责大纲制定、文稿撰写。陕西师范大学周自翔、郝慧梅、李小燕和任平等老师,西安财经学院李娜老师参加了本书提及的专题研究和资料收集与整理分析工作。

本书的出版得到了测绘地理信息科技出版资金、陕西师范大学优秀学术著作出版基金和国家自然科学基金项目(41371020)的资助,在此向多年支持本书研究项目的国家自然科学基金委员会、陕西师范大学旅游与环境学院领导和陕西师范大学社科处相关人员表示衷心感谢。

作者

2013年6月

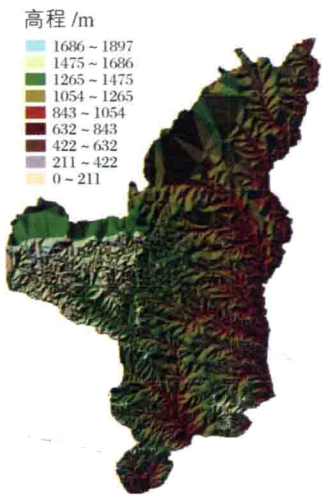


图 3-17 陕北黄土高原地势

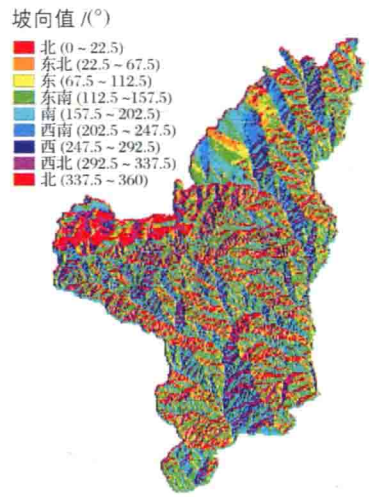


图 3-18 陕北黄土高原坡向

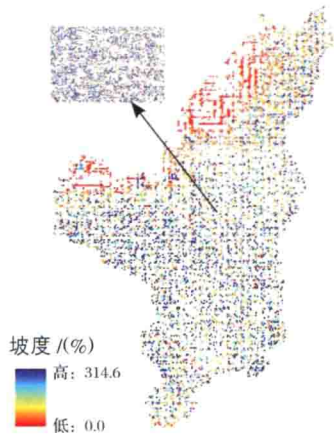


图 3-19 陕北黄土高原坡度

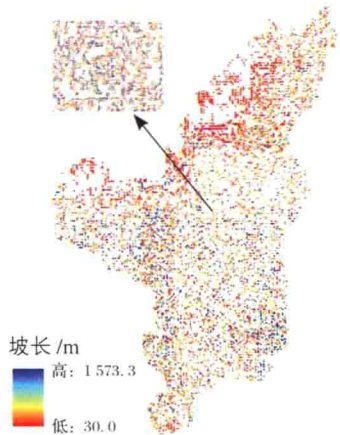


图 3-20 陕北黄土高原坡长

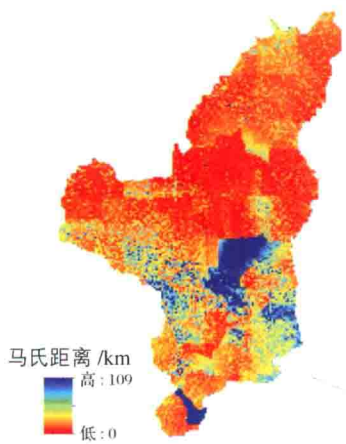


图 6-6 陕北黄土高原生态安全态势

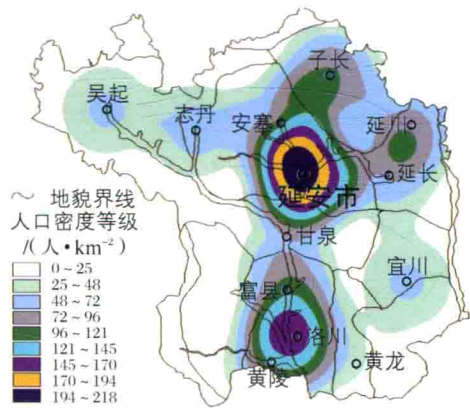


图 6-13 延安市人口密度

目 录

第 1 章 土地利用变化与生态安全评价.....	1
§ 1.1 土地利用(覆盖)变化的研究现状	1
§ 1.2 生态系统服务功能价值研究	4
§ 1.3 地理信息系统应用的研究现状	9
§ 1.4 生态安全研究现状	10
§ 1.5 陕北黄土高原的生态环境	15
第 2 章 陕北黄土高原典型区土地利用变化特征	21
§ 2.1 研究方法	21
§ 2.2 陕北黄土高原土地利用变化特征分析	28
§ 2.3 土地利用与土壤侵蚀强度相关性研究	39
§ 2.4 榆林市土地利用(覆盖)变化数据库建立与统计分析	46
第 3 章 陕北黄土高原生态服务功能价值时空变化	57
§ 3.1 净第一性生产力 NPP 定量测评	58
§ 3.2 生态系统气体调节功能价值动态变化	64
§ 3.3 水土保持价值时空变化	70
§ 3.4 涵养水分功能价值动态变化研究	83
§ 3.5 防风固沙功能价值动态变化研究	88
§ 3.6 黄土高原生态系统综合服务功能价值评估	91
第 4 章 榆林市生态系统服务功能价值时空变化	97
§ 4.1 榆林市有机物生产功能价值测评	97
§ 4.2 生态系统固定 CO ₂ 和释放 O ₂ 功能价值测评	109
§ 4.3 生态系统涵养水源功能价值测评	112
§ 4.4 生态系统土壤保持功能价值测评	115
§ 4.5 榆林市生态系统服务功能综合价值测评	129
第 5 章 生态系统服务功能价值信息系统.....	137
§ 5.1 实验研究区概况及生态系统服务功能模块设计	137

§ 5.2	构件开发与应用平台	140
§ 5.3	模块分析与设计	145
§ 5.4	生态系统服务功能价值计算模块验证	171
第 6 章	陕北黄土高原生态安全综合评价研究.....	175
§ 6.1	陕北黄土高原生态安全综合评价方法	175
§ 6.2	陕北黄土高原生态安全综合评价	183
§ 6.3	土地利用(覆盖)安全格局调整和配置	186
§ 6.4	不同地貌类型区人口压力等级研究	193
参考文献		199

Contents

Chapter 1	Land use change and ecological safety evaluation	1
§ 1.1	The present situation of land use/cover change research	1
§ 1.2	The research of ecosystem service value	4
§ 1.3	The current research status of GIS applications	9
§ 1.4	The current research status of ecological security research	10
§ 1.5	The ecological environment of northern Shaanxi Loess Plateau	15
Chapter 2	Land use change characteristics of typical district in northern Shaanxi Loess Plateau	21
§ 2.1	Research method	21
§ 2.2	Land use change characteristics in northern Shaanxi Loess Plateau	28
§ 2.3	Correlation studies between land use and soil erosion intensity	39
§ 2.4	Database established and statistical analysis of land use/cover change in Yulin	46
Chapter 3	The spatio-temporal change on the value of ecological service function in typical northern Shaanxi Loess Plateau area	57
§ 3.1	Net primary productivity(NPP) quantitative evaluation	58
§ 3.2	Air regulating function value of ecosystem dynamics	64
§ 3.3	Temporal variation of soil and water conservation value	70
§ 3.4	The dynamic change of water conservation function value	83
§ 3.5	The dynamic change of windbreak and sand-fixation function value	88
§ 3.6	Comprehensive service function value assessment of the ecosystem in Loess Plateau	91

Chapter 4	The spatio-temporal change on the value of ecological service function in Yulin	97
§ 4.1	Assessment of organic production function value in Yulin	97
§ 4.2	The assessment of function value of ecological system about fixing CO ₂ and releasing O ₂	109
§ 4.3	Ecological value assessment of improving water conservation function	112
§ 4.4	Ecological value assessment of soil conservation	115
§ 4.5	Ecosystem services value assessment in Yulin	129
Chapter 5	The value information system of ecological service function	137
§ 5.1	Study area and model design for the key technology of ecosystem service function	137
§ 5.2	Platform of component development	140
§ 5.3	Module analysis and design	145
§ 5.4	Verification for calculation model of ecosystem service function value	171
Chapter 6	Comprehensive evaluation and research of northern Shaanxi Loess Plateau ecological security	175
§ 6.1	Comprehensive evaluation method of ecological safety in northern Shaanxi Loess Plateau	175
§ 6.2	Ecological security evaluation in northern Shaanxi Loess Plateau	183
§ 6.3	Land use/cover security pattern adjustment and configuration	186
§ 6.4	Research of population pressure level in different geomorphic type	193
References		199

第1章 土地利用变化与生态安全评价

§ 1.1 土地利用(覆盖)变化的研究现状

近年来,全球土地利用和覆盖研究已经成为国际地圈生物圈计划(IGBP)、人与环境计划(HDP)和世界气候研究计划(WCRP)三个国际组织的核心计划(李秀彬,1996)。土地利用指人类根据一定的社会经济目的,采取一定的生物、技术手段,对土地资源进行长期性和周期性的开发利用、改造和保护,也就是把土地的自然生态系统改变为人工生态系统的过程,是一个自然、社会、经济、技术诸要素综合作用的复杂过程,它受诸多方面条件的影响和制约(李秀彬,1996;庄大方等,1997)。土地覆盖一般指地球表面当前所具有的自然和人为影响所形成的覆盖物,包括地表植被、土壤、冰川、湖泊、沼泽湿地及道路等。土地利用及覆盖作为土地自然和社会属性的组成部分,前者主要反映土地本身的社会属性,后者主要反映土地的自然属性(陈百明,1997)。由于土地利用及覆盖与人类的生产生活相关,长期以来,对土地利用及覆盖的研究一直是地球表面科学研究领域中的一个重要分支(摆万奇等,2001)。全球变化研究国际组织对土地利用及覆盖变化(land-use/land-cover change,LUCC)问题特别关注的主要原因在于:首先,土地利用及覆盖变化在全球环境变化和可持续发展中占有重要的地位(李秀彬,1996)。人类通过对与土地有关的自然资源的利用活动,改变地球陆地表面的覆盖状况,其环境影响不只局限于当地,而会波及全球。土地覆盖变化对区域水循环、环境质量、生物多样性及陆地生态系统的生产力和适应能力的影响则更为深刻。其次,地球系统科学、全球环境变化及可持续发展涉及自然和人文多方面的问题,土地利用及覆盖变化可以说是自然和人文过程交叉最为密切的问题,因此,IGBP和HDP在1995年联合提出了“土地利用和土地覆盖变化”研究计划(Turner et al,1994),使LUCC研究成为目前全球变化研究的前沿和热点课题(Turner et al,1994;史培军等,2003)。

自20世纪60年代起,人类开始有能力获取对地观测的遥感数据,特别是80年代以来,美国、日本和欧洲航天局相继提出了对地观测计划(EOS),使人类对地球表层理解推进到一个崭新的阶段。在遥感技术的支持下,全球变化研究中的陆地表层空间特征和地表演化现代过程的研究,由于得到时空序列完整的数据支持而进入参数化、定量化的研究阶段(史培军等,2003)。变化监测是遥感数据

的一个主要应用,遥感图像被广泛地应用于土地利用及覆盖的制图与动态变化监测。过去 20 多年来,利用卫星多波段影像数据进行动态信息的提取和监测成为遥感研究和应用的一个主题。大量实现变化信息提取的技术被创建、应用并且被评价,已经出现了不少动态监测技术的综述性描述。大多数这种技术可以分为两类(史培军等,2000b;史培军等,2003):一类基于输入数据的波谱分组(分类),另一类基于不同获取时间的地表辐射特性变化。第一类方法包括不同时期分类结果的比较以及对两个时期的遥感影像数据直接进行分类。基于波谱变化的变化信息提取方法包括(Turner et al,1994):波段相减、变换的波段相减法(如植被指数)、回归法和主成分分析法及变化矢量分析数据(CVA)方法、多变量变化监测(MAD)和最大自相关因子分析法(MAF)。通过遥感影像记录的地物波谱特性的变化来提取土地利用及覆盖的信息,具有几个特点:响应时间比较短,可以在获取不同时间遥感影像并经过预处理后,能够快速提取动态信息;费用低,能够在大面积范围内实施;在动态信息提取过程中,可以减少或消除人为判断所造成的影响。主要问题表现在:为了更好地进行对比,应用遥感影像进行变化信息提取之前,需要进行大量的图像预处理工作(Turner et al,1994),这主要包括几何精纠正、辐射校正等;动态信息提取后,需要进行识别与检验工作,包括异常信息的剔除以及对真实动态信息做必要的类型划分;受遥感影像质量和遥感数据源的限制较多。

与直接利用遥感波谱特征对比的方法相比,利用事先分类,然后对类型图进行动态信息提取的方法有如下几个方面的优势。

(1)对不同时期遥感影像数据源的一致性要求不高,只要能够进行分类就能够达到要求,不需要严格的辐射纠正和配准。

(2)直接来源于第一个方面,即可以充分发挥多源数据的优势,以弥补单一类型遥感平台、单一传感器的地面覆盖和时相覆盖不全的缺陷。

(3)具有较高的动态信息获取精度。从实用意义上来讲,在土地利用及覆盖变化应用和研究中,特别是在重建历史时期土地利用及覆盖数据库和进行长期变化分析时,不仅仅利用遥感数据,更重要的还需要利用历史时期的文字、图表和地图数据,广义上这一方法属于事先分类的动态信息提取研究范畴。因此使这一方法有了优势。

(4)是构建地表演化现代过程的具有时间、空间特征的数据平台(史培军等,2003)和获取历史时期土地利用及覆盖变化的基础。

主要缺陷是:动态信息获取精度(包括位置和属性精度)直接受分类精度本身的限制,特别是在利用不同时期的地图或者来自于遥感影像的人工解译时,分类系统、分类标准和比例尺的差异会带来对比时的误差;动态变化的类型受限于分类系统,或者是主要面向于确定性的动态监测服务,不能反映地表细微的状态变化。

土地利用及覆盖变化监测的内容主要有两个:一是关注于历史时期的变化,二

是对未来和现实的动态监测和数据库更新。如前所述,对历史时期的变化研究主要依赖于文献、统计资料和地图,对近期的变化主要依靠遥感技术,特别是全球观测计划所建设的遥感平台,动态监测需要对变化的热点进行跟踪,并且需要在搭建空间数据库本底基础上,建立动态监测采样框架,以实现大面积的动态监测运行性服务(庄大方等,1997)。

IGBP 和 HDP 制订的“土地利用、土地覆盖变化科学研究计划”中提出了如下三个研究重点(Turner et al,1994)。

(1)土地利用的变化机制。通过区域性个例的比较研究,分析影响土地使用者或管理者改变土地利用和管理方式的自然和社会经济方面的主要驱动因子,建立区域性的土地利用、土地覆盖变化经验模型。

(2)土地覆盖的变化机制。

(3)区域和全球模型。

土地利用和土地覆盖的相互影响也是一个重要的研究内容,土地利用是土地覆盖变化最重要的影响因素,土地覆盖的变化反过来又作用于土地利用。通过遥感方法得到的变化图,直接表现的是土地覆盖的变化,为了得到土地利用方式的改变状况以分析内部变化机制,需要依赖于地面调查和对社会经济背景的了解。

对于近期的历史变化,如前所述,是基于对过去的直接观测,对于长远的过去和未来的变化,是基于模型模拟。区域尺度土地覆盖变化研究有如下几个过程。

在监测变化之前,需要定义土地覆盖变化的参照系统,可以通过两种方法:一种是根据生物气候建立的潜在植被分布图(生物气候法),另一种是一定时期内的土地覆盖现状。这两种方法有着根本的不同。研究土地覆盖对地球气候的影响主要依赖于对长期变化的不断逼近,需要选取人类干扰之前的状态作为参照系统。这种方式只有在充分考虑所有控制植被状况的环境变量——不仅包括温度和降水,还包括土壤特征、自然干扰(如火灾)下进行反演才有效。另外,生物气候法不能得到土地覆盖变化的准确时间特性,时间变化、循环或可逆性是未知的。

相比之下,应用直接的观测作为参照系统可以明确定义变化的时间维。本底数据为过去状况的真实再现。然而,由于历史时期详尽的土地覆盖数据的稀少,这种方法只能用于比较短的时期。过去几十年来,遥感技术在大尺度范围内的土地覆盖制图方面有了一些成功的例子(史培军等,2000a)。

土地覆盖变化热点指土地覆盖变化速率最高的地方或将来可能发生土地覆盖变化的地区。

随着对地球系统科学研究的关注,大尺度的土地利用、土地覆盖变化监测成为目前发展的一个主要趋势,应用的数据源主要来自具有 1 km 分辨率的 NOAA-AVHRR 归一化植被指数数据(the normalized difference vegetation index, NDVI)。NDVI 量化陆地表面的生物物理过程,不能直接提供土地覆盖类型。

但是时间序列的 NDVI 可以揭示植被的物候季节变化,从而可以作出分类,根据 AVHRR NDVI 反映出的物候进行分类工作。

1 km 土地覆盖变化的主要监测技术为变化矢量分析。遥感中首先应用变化矢量技术的学者是 Malila、Colwell 和 Weber。最初采用的是多波段而不是多时相矢量。Michalek 等人利用多时相变化矢量监测沿海环境的变化。另外还有主成分分析方法(史培军等,1999b)以及神经网络技术,Gopal 应用模糊 ARTMAP 网基于 AVHRR NDVI 数据在全球尺度范围进行了土地覆盖分类和动态监测工作。

§ 1.2 生态系统服务功能价值研究

1.2.1 生态系统服务功能价值研究的国内外现状

对生态系统服务功能的研究起步较晚,1997 年 Daily 等人在标志性著作《自然服务:人类社会对自然生态系统的依赖》中对生态系统服务的功能作了如下定义:生态系统服务是支持和满足人类生存的自然系统及其组成物种的状况和过程(任志远,2003a)。书中指出地球的生命保障系统对人类的文明至关重要,对人类社会有巨大的非市场体现的经济价值;人类不合理的活动在多种尺度上削弱了生态系统的服务,而人类技术只能在很小的尺度上对此作出替代,如果不进行有效的保护,未来几十年人类影响将改变自然生态系统而导致不可估量的整个人类文明的挫折。此后,生态系统服务的研究受到了世界各领域的普遍关注,该方面研究的进展为可持续发展提供了科学依据。近年来生态系统服务功能的研究已引起国际社会的广泛重视,成为生态经济学的前沿课题。1997 年,Costanza Robert 等 13 位科学家在《自然》杂志上发表了《全球生态系统服务功能价值与自然资本》一文,文中 Costanza Robert 等人在将生态系统服务功能分为 17 类的基础上(任志远,2003a),对全球生态系统服务价值进行了估算,并且得出了每种服务功能在不同生态系统中的单价,由此掀开了生态系统服务量化的新的一页。2000 年国际性《生态经济》杂志出版了生态系统服务功能价值的专集,按照不同生态系统和不同服务功能分别讨论了生态系统服务价值计算的问题。最近对于生态系统服务功能价值的研究主要是在 Costanza Robert 对生态系统服务分类的基础上,对区域生态系统服务价值进行评价并且继续讨论生态价值评估的方法,Sutton Paul 和 Costanza Robert 基于卫星影像、土地覆被对全球生态服务的市场和非市场价值进行了估算(任志远,2003b)。

我国学者对生态系统服务功能做了很多研究,谢高地等人以 Costanza Robert 等人对生态系统服务价值分类为基础,对青藏高原的生态资产价值进行了评估(谢高地等,2003);高旺盛等综合了肖寒等人与 Costanza Robert 等人的研究,对陕西

省安塞县的生态系统价值进行了评估;余新晓等人对北京山地森林生态系统的生态价值利用一系列环境经济学方法进行了评估;徐中民等利用条件价值法(CVM)对额济纳旗的生态恢复成本进行了评估;肖寒等人结合地理信息系统(GIS)系统地分析和计算了海南岛生态系统服务功能;吴钢、肖寒、赵景柱等人采用物质量与价值量相结合的方法计算了长白山地区森林生态系统的服务功能(任志远, 2003a);郑红波等人定性地分析和描述了大瑶山地区森林生态系统的服务功能(任志远, 2003a);张志强等人引用 Costanza Robert 等人的研究成果估算了黑河流域的生态系统服务的价值(张志强等, 2001);陈仲新、张新时用同样的方法估算了中国生态系统的服务价值, 计算得出中国生态系统服务的价值为 GDP 的 1.73 倍;谢高地等人计算了中国草地生态系统的服务价值(谢高地等, 2001b);赵传燕等以森林碳固定功能为重点, 探讨了祁连山区森林生态系统服务功能的价值;孙刚集中探讨了生态系统服务功能核算的方法;欧阳志云在多篇文章中探讨了陆地生态系统服务与其生态经济价值理论(欧阳志云等, 1999);徐高龄对生态资源破坏导致的经济损失计量进行了概念和方法上的探讨;欧阳志云等人对中国陆地生态系统有机物质生产的间接价值进行了计算研究。这些研究对于我国生态系统服务的发展和运用起到了极大的推动作用, 为我国制定正确的发展方向具有显著意义(欧阳志云等, 1999)。

土地利用作为人类改造环境的一种主要方式, 在近几年与生态经济学联系得越来越紧密。1996 年, Jan Boj 发表了《非洲部分撒哈拉大沙漠土地退化的代价》, S.C. Walpole 和 J.A. Sinden 等人发表了《经济和环境因子的合成对土地管理工作的帮助》, 从土地利用的角度分析了生态与经济的关系, 这表明生态经济学理论已被运用到土地利用中来了。Jane Silberstern 和 Chris Mase 提出土地利用的生态效率指标, 希望通过对它的分析, 可以将传统的生产—制造—浪费的土地利用过程转变成一个集合经济、环境和道德观念的土地利用系统(任志远, 2003a)。以往土地利用结构调整以单纯经济利益为目的, 对土地利用类型的影响导致各类自然生态系统的面积大量减少, 生态系统提供的服务功能也大幅减少, 经济效果的增长实际上建立在消耗自然资源的基础上, 其净增长并不一定为正。通过对生态系统服务功能和价值的核算, 可得出土地利用对生态环境影响的定量化表示。这为土地利用生态效益的定量化计算提供了理论基础, 为土地利用的生态效益定量评价找到了一条新途径。在以往的土地利用评价中, 生态效益只是被定性地描述或根本忽略不计, 评价的着重点往往集中于土地利用的经济效益上, 这种评价是不全面的。生态系统服务功能的核算可以较好地修正土地利用的效益, 使土地利用的效果更加直观和更具科学性。对维持生态平衡, 采取合理的土地利用方式, 建立可持续的土地利用模式都有重要意义。

1.2.2 生态系统服务功能价值研究的意义

生态系统服务功能价值研究是在资源、生态、环境问题日益严重的背景下提出来的,其重要意义主要表现在以下几个方面。

(1)有助于提高人们的环境意识。环境意识的高低,除了与经济、科技、社会发展水平和人们的生活水平有关外,还与人们对生态系统服务功能价值的认识程度密切相关。认识程度越高,人们的环保意识就越强烈;反之,认识程度不足,在社会经济活动中,往往就会只顾眼前、局部经济利益,忽视长期、全局的整体利益,结果造成资源耗竭、生态破坏和环境恶化,进而限制社会经济的持续发展。生态系统服务功能价值研究能最终以货币的形式显示自然生态系统为人类提供的服务的价值量,可以很有效地帮助人们定量地了解生态系统服务功能的价值,从而提高人们对生态系统服务的认识程度,进而提高人们的环境意识。

(2)将促使人们对商品观念的转变。传统的商品观念认为商品是用来交换的劳动产品,它过分强调了劳动在商品生产价值形成过程中的作用,而忽视了生态环境在商品生产过程中对人类劳动的数量和质量的影响作用。随着生态环境问题日益突出,传统的商品观念受到了冲击,广义的商品观念受到了青睐。所谓广义的商品,指“能够被人直接或间接利用的、参与市场交换的资源和产品”。因此,商品的价值除了原有的价值意义之外,还应包括生态系统服务功能中所有生态产品和生命系统支持功能的价值(即自然资源的价值和生态服务的价值)。这样,生态系统服务功能价值研究就打破了传统的商品价值观念,为自然资源 and 生态环境的保护找到了合理的资金来源,这具有重要的现实意义。

(3)有利于制定合理的生态资源价格。生态资源不仅具有物质性的产品价值,还具有功能性的服务价值。生态系统服务功能价值研究可以为生态资源的合理定价、有效补偿提供科学的理论依据。如果忽视生态资源的价值或者为其定价过低,就会刺激生态资源的过度消耗,破坏生态平衡。在社会化大生产中,生态资源被消耗,其物质部分参与经济圈的活动转移到产品中去,其生态功能也随之减少甚至完全丧失。为了维护生态平衡和持续发展,必须对生态资源的消耗进行适当的补偿,补偿额度应不少于所造成的损失。如何计算这种损失,就是生态系统服务功能价值研究所面临的任务。

(4)可促进将环境损益纳入国民经济核算体系。现行的国民经济核算体系以国民生产总值(GNP)或国内生产总值(GDP)作为主要指标,它只重视经济产值及其增长速度的核算,而忽视国民经济赖以发展的生态资源基础和环境条件的核算。现行的国民经济核算体系只体现生态系统为人类提供的直接产品的价值,而未能体现其作为生命保障系统的间接价值,但生态系统的直接价值远远低于其间接价值。因此,现行的国民经济核算体系必然会对经济社会发展产生错误的导向作用,

其结果,一是使现行国民经济产值的增长带有一定的虚假性,夸大了经济效益;二是忽视了作为未来生产潜力的自然资本的耗损贬值和环境退化所造成的损失(负效益);三是损毁了经济社会赖以发展的资源基础和生态环境条件,使经济社会的持续健康发展难以为继。为了纠正这种偏向,国际社会已研究多年,联合国专家组也制定了建议性的综合环境与经济核算体系(SEEA)框架。联合国环境规划署(UNEP)在其1972—1992年环境状况报告《拯救我们的地球》中明确要求,到2000年“所有各国采用环境和自然资源核算,并将其作为国民核算体系的一部分”。1992年联合国环境与发展大会(UNCED)通过的《21世纪议程》更具体地规定了实施环境核算及其纳入国民经济核算体系的任务(李金昌,1999)。我国随后制定的《中国21世纪议程》和《中国环境保护21世纪议程》都将研究和实施环境核算并将其纳入国民经济核算体系的任务列为优先项目。

将生态系统服务功能价值纳入国民经济核算体系的渠道主要有三条:一是产值核算,二是资产核算,三是产业投入产出核算。无论哪条纳入渠道,都需要计算生态系统服务功能价值。目前,研究和实施环境核算的主要困难就是生态系统服务功能价值(包括有形的物质性产品价值和无形的生命保障系统服务功能价值)的计量问题没有完全解决。因此,生态系统服务功能价值研究将为促进环境核算及其纳入国民经济核算体系而最终实现绿色GDP做出积极的贡献。

(5)促进区域可持续发展。在1987年联合国世界环境与发展委员会的报告《我们共同的未来》中,把可持续发展定义为“既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”。这一定义在1992年联合国环境与发展大会上取得了共识。美国世界观察研究所所长莱斯特·布朗教授则认为:“持续发展是一种具有经济含义的生态概念。一个持续社会的经济和社会体制的结构,应是自然资源和生命系统能够持续的结构。”可持续发展的内涵主要包括公平性、持续性和共同性。只有在确切知道生态系统给人类提供的服务功能价值的基础上,才能科学合理地在时间尺度和空间尺度上实现资源的合理分配,保证区域内和区域间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。

1.2.3 生态系统服务功能价值评价的类型与方法

归纳目前生态系统服务的价值评估研究,大致可分如下几类:全球或区域生态系统服务功能的价值评估、单个生态系统服务功能价值的评估研究、生态系统单项服务价值的评估研究等。

生态系统服务功能价值的定量评价方法主要有三类:能值分析法、物质量评价法和价值量评价法。能值分析法指用太阳能值计量生态系统为人类提供的服务或产品,也就是用生态系统的产品或服务在形成过程中直接或间接消耗的太阳能焦耳总量来表示;物质量评价法指从物质量的角度对生态系统提供的各项服务进行

定量评价;价值量评价法指从货币价值量的角度对生态系统提供的服务进行定量评价。

价值量评价法的基本方法主要有四类:分析综合法、租金或预期收益资本化法、边际机会成本法和替代方法。

(1)分析综合法。环境价值计量是一个复杂的问题,在大多数情况下,难以整体计算环境价值。这时,可以根据环境的功能和作用,将环境价值分解为有形的资源价值和无形的生态价值,然后把无形的生态价值再分解为不同种具体的生态功能价值,分别计算分解后每种生态功能价值和资源价值,最后把各项结果求和就得到环境的整体价值。如计算森林的环境价值,可以分解成资源价值和生态价值。资源价值包括提供各种用材、林产品的价值;生态价值又可分为涵养水源价值、保持土壤价值、吸收二氧化碳和制造氧气的价值、游憩价值等。

(2)租金或预期收益资本化法。在知道待核算环境系统的租金或预期收益和利息率的情况下,利用公式

$$\text{资本} = \text{租金(或预期收益)} / \text{利息率}$$

求得其环境价值的基本值,再用供求关系和贴现率做稀缺性和时间价值的调整,就可得到它的整个环境价值。

(3)边际机会成本法。该方法过去主要用于环境资源产品即原料的定价。按照新的边际机会成本定价法,环境资源产品即原料的价格 P ,应该等于它的边际机会成本 MOC,而边际机会成本又等于它的边际生产成本 MPC、边际耗竭成本 MUC(或称边际使用成本)和边际环境成本 MEC 三者之和。后两部分合起来相当于环境资源价值,其中边际耗竭成本相当于有形的资源价值部分,边际环境成本相当于无形的生态价值部分。计算环境资源价值时通常要与国际市场价格 P_w 相联系,并认为国际市场价格是包含了环境资源价值在内的合理价格。

(4)替代法。所谓替代法,就是在无法直接求得某项环境价值时,先针对其功能,用工程费用法、市场价值法、人力资本法、调查评价法等比较适宜的方法,计算出该功能价值代替其环境价值的方法。例如,要计算森林资源涵养水源的环境价值,就可以先算出其涵养的水源量,再用修建一个相同容量的水库的费用代替。由于人们对环境价值特别是无形生态价值的认识是随着社会经济发展水平和人们生活水平的不断提高而逐步显现并增加起来的,所以所计算的替代费用不一定是当时人们愿意支付的,应该再乘以一个指示人们支付意愿的相对水平的发展阶段系数,即用替代法算出的价值再乘以发展阶段系数才是比较合理的环境价值。

以上的各种环境价值计量方法各有不同的使用对象,在实际应用中,往往又需要不同的方法结合起来使用才能解决问题。同时由于影响环境价值的因素众多,尤其是在计算环境生态价值时,相当一部分因素不易量化,所以环境价值计量方法仍需在不断实践中完善(陈云明等,1994)。