

土地利用变化与生态安全评价

任志远 张艳芳 等著

教育部科学技术重大项目(2000ZDM770013)

教育部科学技术重点项目(01158)

陕西师范大学优秀著作出版基金资助出版

科学出版社

北京

内 容 简 介

区域土地利用变化与生态安全是近年来全球变化研究的重要领域和热点问题。本书是作者在近几年对我国典型区域土地利用变化与驱动力研究、土地系统农业景观生态环境评价研究、区域生态系统服务功能价值测评与生态安全研究的基础上撰写而成。全书共分三篇,根据区域特征从不同时空尺度对土地利用变化规律过程、生态服务价值及生态安全状况进行了理论研究和实践分析。

本书可供从事地学、生态学、资源环境学、农学和林学等领域研究人员及高校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

土地利用变化与生态安全评价/任志远,张艳芳等著.—北京:科学出版社,2003

ISBN 7-03-011537-6

I. 土… II. ①任… ②张… III. 土地利用—关系—区域环境;生态环境—研究 IV. X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 045520 号

策划编辑:朱海燕 杨 红/文案编辑:李久进/责任校对:陈丽珠
责任印制:刘秀平/封面设计:王 浩

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>

印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 8 月 第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003 年 8 月 第一次印刷 印张:11 1/2

印数:1—1 500 字数:252 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

序 一

土地利用变化和生态环境安全是当前国际地学研究热点之一。作者抓住了这个主题,进行了大量实地调查研究,通过科学总结,全面论述了土地利用变化与生态环境评价的理论和方法,选择典型区,深入分析研究了不同类型土地利用变化与土地持续利用实践,并对山区农业景观生态设计等专题进行了案例分析,有理论、有实践,内容丰富,观点新颖,是一本有重要学术意义和参用价值的科学专著。

该书以可持续发展的理论为指导,运用动态与静态分析相结合,定性和定量分析相结合的方法,深入研究了土地利用变化与生态环境的相互关系,探讨了土地持续利用评价的理论与方法,提出了不同类型地区土地持续利用生态模式,具有较高的科学性和现实性。

该书运用生态学与景观学理论,以山区、高原地区为背景,进行了农业景观生态设计和生态环境安全的研究,探讨了区域生态服务功能经济价值和生态承载力的理论与测算方法,不仅具有创新性,而且对秦巴山区、黄土高原和农牧交错地区生态环境建设和生态经济发展具有重要的意义。

总之,该书是我国首次比较好地论述土地利用变化与生态环境安全的科学专著,实践基础好,内容有特色,学术性和参用性强,可为我国有关科研、生产、教育等部门提供重要参考和依据。

中国地理学会中国持续农业发展专业委员会主任



2003年2月27日

序 二

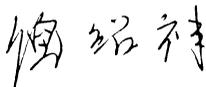
区域土地利用变化与生态环境安全,是当前资源与生态环境研究的热点问题。这方面的研究,不仅可直接服务于区域资源、环境与人口、经济的协调发展,而且对推动相关学科的发展也有重要作用。

由陕西师范大学旅游与环境学院任志远、张艳芳等著的《土地利用变化与生态安全评价》一书,全面、深入地探讨了土地利用变化与生态安全的理论和方法。在此基础上,分别选择有典型意义的不同类型区域,即内蒙古准格尔旗、陕北黄土高原、秦巴山区等地区,进行了土地利用变化及其驱动力的分析。最后,还选择了秦巴山地和黄土高原地区,进行了农业景观生态评价分析、生态服务功能经济价值测评,以及区域生态承载力和生态安全分析。

本书的主要特点是:理论、方法研究与实例分析紧密结合,体系结构完整,脉络清晰、内容丰富且新颖。全书贯穿了土地生态学、景观生态学及生态经济学和可持续发展的思想,不仅对典型区域的土地利用驱动力及其效应进行了全面、深入的分析,而且还对绿色经济账户、资源环境与社会经济整合账户等新概念结合实例进行了有益的探讨。此外,由于本书是著者多年来承担有关科研项目的系统总结,因此所用资料和数据翔实,基础十分扎实。

总之,这是一部关于区域土地利用变化与生态安全研究的优秀著作,很有出版价值。

中国自然资源学会中国土地资源研究专业委员会主任



2003年2月20日

前 言

土地利用/土地覆盖变化与生态环境安全研究是目前人们十分关注的热点问题。由于自然因素与人文社会经济的影响,土地利用结构以及土地资源的质量不断发生变化,从而影响区域生态环境和全球环境的变化。因此,区域土地利用变化过程、规律以及驱动因素的分析研究,是生态环境变化研究的重要基础,也是调控人类行为的科学决策依据。人类社会经济的持续发展是建立在资源,尤其是土地资源的可持续利用、土地利用结构的优化组合和生态环境的良性循环基础上的,否则人类社会经济是不可能持续发展的。土地资源的持续利用是以土地生态学研究为基础的。区域土地利用研究不仅要考虑其经济效益,而且更要重视土地生态系统的平衡与良性循环的建立,从而促使生态环境的健康发展和土地资源的持续利用,促进区域社会经济的持续发展。

地表不同区域的生态系统是人类赖以生存和发展的物质基础,它不仅可为人类提供物质产品和材料,是人类社会经济与环境可持续发展的基本要素,而且也是区域和全球变化的主要反馈和调节系统,具有十分重要的生态服务价值。然而在人们对自然利用和改造过程中,往往只重视自然资源的直接消费价值,而忽略了生态系统的生态功能服务价值。人类或一个国家及地区能否真正实现可持续发展,最终在很大程度上取决于人们对生态价值的正确认识和有效管理。社会经济系统是生态系统中一个子系统,生态系统决定了一个社会发展的最大限度,生态系统为社会经济提供的服务功能可视为一种资源,是一种基本的生产要素。人类社会需要一个社会经济与生态系统结构和功能紧密结合的一种发展模式。生态经济学是重点探索人类社会经济行为与所引起的生态环境变化的关系。生态经济学的发展对传统的经济福利测算指标 GDP 提出质疑,认为它存在严重的缺陷,其中未包括环境价值,不能真正反映社会经济发展和福利状况,人们从而力求探讨新的反映经济发展的指标,如绿色经济账户、资源环境与社会经济整合账户等。在新的经济账户建立中,一个核心问题是环境的成本与效益价值的估算和生态损失及环境退化价值的折算。因此,生态服务价值将是 21 世纪社会经济体系中一个极为重要的组成部分。这将促使对经济体系产生重大的改造。对生态系统经济价值的评价研究,可为利用经济杠杆协调人与环境的关系提供重要的依据,为绿色经济账户的建立提供基本方法和基础数据。尽管资源、环境的费用和效益价值评估十分复杂,目前仍存在许多问题和困难,但这是研究人类社会经济的一种新思路,需要不断地探索和实践。

一个国家或区域的生态环境是否安全,决定着社会经济是否安全,所以它是人们十分关心的问题。人类消费自然环境提供的产品和服务均对区域和全球生态系统产生影响,但只要这种利用对生态系统产生的压力处在区域或全球生态系统的承载力范围之内,其生态系统就是安全的,社会经济发展就处在可持续范围之内。而如何判定人类是否生存

在区域或地球生态系统承载力范围之内呢? 则又是一个需要探索和论证的问题。

基于上述问题, 笔者在近几年选定我国生态环境脆弱区与人类活动影响强烈之地带和典型区域, 从不同尺度对土地利用变化过程与驱动力、景观生态设计、生态系统服务价值及区域生态安全问题, 在教育部科学技术重点项目“西北黄土高原城郊水土资源动态过程与生态安全机制研究”(项目号: 01158)、教育部科学技术重大项目“黄土高原历史时期生态环境变迁及其规律研究”(项目号: 2000ZDM770013)和陕西师范大学重点项目“区域植被生态系统调节功能与生态服务价值测评”等项目资助下, 进行了系列研究和实践。本书是在以上研究基础上撰写而成的, 希望能为我国土地生态与生态经济研究的发展和深化产生一定的推动作用。

全书共分三篇(八章)。第一篇主要论述了土地利用变化与生态安全评价的理论与方法; 第二篇论述了不同地域和时空尺度土地利用变化与土地持续利用的研究和实践; 第三篇对农业景观生态与区域生态系统服务功能经济价值、区域生态承载力与生态安全进行了研究和案例分析。

本书由任志远教授制定编写大纲, 分工执笔撰写。全书由任志远教授负责整编统稿、定稿, 张艳芳负责文稿编排, 郭彩玲负责文稿校核。各章撰写人员如下: 前言由任志远撰写; 第一章由任志远、焦彩霞撰写; 第二章由任志远、张艳芳、李晶撰写; 第三章由任志远、张艳芳、李忠峰、王晓峰、焦彩霞撰写; 第四章由任志远、肖兴媛、张艳芳撰写; 第五章由张艳芳、任志远撰写; 第六章由张艳芳、任志远撰写; 第七章由任志远、李晶撰写; 第八章由任志远、黄青撰写。在项目研究中, 孙虎、孙根年、张红、郭彩玲、王秋贤、马新辉、张春玲等参加了资料收集整理和专题研究工作。

本书在研究和撰写过程中得到有关省份相关部门的积极协助及陕西师范大学领导和科研处的大力支持, 在此一并表示诚恳的感谢。

著 者

2003年1月

目 录

序一
序二
前 言

第一篇 土地利用变化与生态安全评价的理论与方法

第一章 土地利用变化研究的理论与意义	3
一、土地利用变化研究的理论和方法	3
(一) 土地利用变化研究的内容	3
(二) 土地利用变化研究的方法	4
二、土地利用变化研究的现状与发展趋势	6
(一) 土地利用变化研究的现状	6
(二) 土地利用变化研究的发展趋势	7
(三) 土地利用变化研究的意义	8
第二章 生态环境评价与生态安全研究的理论与方法	9
一、农业景观生态评价与设计	9
(一) 农业景观生态评价的内容	9
(二) 农业景观生态规划与设计的特点与内容	11
二、生态系统经济评价与生态安全分析方法	14
(一) 生态经济评价的理论与方法	14
(二) 生态系统经济评价内容与体系	17
(三) 生态环境承载力与生态安全分析方法	18

第二篇 土地利用变化与土地持续利用研究

第三章 农牧交错区土地利用变化研究	23
一、准格尔旗自然与社会经济概况	23
(一) 自然条件特征	23
(二) 社会经济特征	25
二、准格尔旗土地利用变化与驱动因素分析	26
(一) 准格尔旗历史时期的土地利用变化	26
(二) 准格尔旗土地利用变化分析	27

(三) 准格尔旗土地利用变化的驱动因素分析	34
三、准格尔旗土地持续利用发展模式	36
(一) 土地持续利用的特点	36
(二) 土地持续利用的生态模式	37
(三) 土地利用分区模式	38
(四) 土地开布局局和重点	39
第四章 陕北高原土地利用时空动态分析	42
一、研究内容与技术路线	42
(一) 研究区域资源环境特征	42
(二) 研究内容与技术路线	42
二、研究分析方法	44
(一) 分析方法与数据处理	44
(二) 土地利用变化分析信息系统	44
三、陕北高原土地利用时空动态分析	46
(一) 土地利用类型的数量变化	46
(二) 土地利用结构的时空变化	48
(三) 土地利用程度变化	50
(四) 土地利用变化的区域差异	53
四、陕北高原土地利用变化驱动力分析	59
(一) 驱动因素与驱动力指数计算	59
(二) 土地利用变化驱动力空间差异	63
五、陕北高原土地利用变化趋势分析	64
(一) 分析方法	64
(二) 土地利用动态预测模型	65
第五章 秦巴山区土地持续利用评价研究	67
一、山区土地持续利用评价原则和方法	67
(一) 山区土地持续利用的特点	67
(二) 山区土地持续利用评价原则	68
(三) 山区土地持续利用评价指标体系	69
(四) 山区土地持续利用评价方法与过程	71
二、山区土地持续利用规划的内容与特点	71
(一) 山区土地持续利用规划的内容	71
(二) 山区土地持续利用规划的层次体系	72
(三) 山区土地持续利用规划的原则	72
(四) 山区土地利用规划分区研究	73
三、山区土地持续利用评价研究案例	74
(一) 研究地区自然概况与社会经济特征	74

(二) 土地利用的生态评价	75
(三) 土地利用的社会经济评价	78
(四) 土地利用特征与问题分析	79
(五) 土地利用的适宜性分析	81
(六) 土地持续利用规划研究	86
(七) 山区土地持续利用决策支持系统	87

第三篇 农业景观生态设计与生态安全研究

第六章 山地农业景观生态研究	95
一、秦巴山地农业景观生态环境分析与评价	95
(一) 景观生态环境因子分析与评价	95
(二) 景观生态类型与功能区的划分	98
(三) 农业景观生态空间格局分析	101
(四) 农业景观生态评价	105
二、农业景观生态建设	107
(一) 秦巴山地农业景观生态系统的特点	108
(二) 秦巴山地农业景观生态建设原则	108
(三) 秦巴山地农业景观生态建设目标	109
(四) 秦巴山地农业景观生态系统功能区	110
(五) 秦巴山地农业景观生态建设模式	111
三、秦巴山区农业景观生态动态分析案例	114
(一) 研究区概况	114
(二) 农业景观空间格局生态分析	116
(三) 农业景观生态管理与生态建设模式	121
第七章 秦巴山区生态服务功能经济价值测评	124
一、生态服务功能经济评价现状及问题	124
(一) 研究目的及意义	124
(二) 国内外研究进展	125
(三) 研究现状及问题	127
二、秦巴山区生态环境概况与研究技术路线	128
(一) 秦巴山区生态环境概况	128
(二) 主要评价方法与技术路线	130
三、陕南秦巴山区植被生产有机物价值测评	132
(一) 植被生产有机物物质质量测评模型	132
(二) 植被生产有机物价值量测评模型	133
(三) 测评结果分析	133
四、陕南秦巴山区植被涵养水源的价值测评	136

(一) 测评方法与模型	137
(二) 测评结果分析	138
五、秦巴山区植被保持土壤经济价值测评	141
(一) 测评方法与模型	141
(二) 测评结果分析	144
六、秦巴山区植被固定二氧化碳和释放氧经济价值测评	147
(一) 测评方法与模型	147
(二) 测评结果分析	148
七、区域生态经济账户与生态经济管理	149
(一) 秦巴山区植被综合调节功能价值	149
(二) 秦巴山区陆地植被绿色生态账户	151
第八章 区域生态承载力与生态安全研究	153
一、生态承载力与生态安全	153
(一) 生态承载力	153
(二) 生态安全	155
二、黄土高原地区生态承载力与生态安全分析	158
(一) 黄土高原地区生态环境概况	158
(二) 黄土高原地区生态承载力测算	161
(三) 测评结果分析	163
参考文献	164

第一篇

土地利用变化与生态安全评价的 理论与方法

第一章 土地利用变化研究的理论与意义

一、土地利用变化研究的理论和方法

20 世纪 80 年代以来,在国际科学联合会(ICSU)和国际社会科学联合会(ISSU)等国际组织的大力推动下,全球环境变化研究蓬勃兴起,并成为近年来国际上最为活跃的研究领域之一。进入 90 年代,全球环境变化研究加强了对土地利用/土地覆盖变化(LUCC)的研究。这主要是因为土地利用/土地覆盖变化不仅是引起其他全球变化问题的主要原因,而且也是自然与人文过程交叉最为密切的问题。因而隶属于 ICSU 的“国际地圈与生物圈计划”(IGBP)和隶属于 ISSU 的“全球环境变化人文计划”(HDP),希望以此为突破口,推动全球问题的综合研究,并于 1995 年共同拟定发表了《土地利用/土地覆盖变化科学研究计划》。自此,土地利用/土地覆盖变化成为全球环境变化研究的核心领域和前沿课题(李秀彬 1996)。在 LUCC 研究中,土地利用与土地覆盖互为因果,共同构成了土地资源经济社会和自然的双重属性。

(一) 土地利用变化研究的内容

土地利用是人类根据土地的特点,按一定的经济与社会目的,采取一系列技术手段,对土地进行长期性的经营活动。它是一个把土地的自然生态系统变为人工生态系统的过程。土地利用反映了土地的使用状况和土地的社会经济属性。土地利用的研究内容主要包含以下几个方面。

1. 五个框架问题

一是过去的 300 年中人类的活动是如何改变土地覆盖的;二是在不同历史阶段、不同地理单元,土地利用变化的主要人文因素是什么;三是在今后 50~100 年中土地利用变化将如何影响土地覆盖;四是直接的人文和生物物理过程是如何影响特定土地利用类型的承载力的;五是气候和全球生物地球化学作用怎样影响土地利用和土地覆盖,反之又如何(王秀兰等 1999)。

2. 两个研究重点

重点之一:土地利用的动力机制——典型对比分析研究。土地利用动力机制是一种案例比较研究方法,目的在于提高对土地管理中的自然—社会驱动力变化的认识,从而帮助建立区域和全球模型。其主要内容包括土地利用行为与决策、土地利用变化的动态模拟、从局部的案例研究到区域与全球的过程模拟以及土地利用变化的可持续性研究。

重点之二:区域与全球模型——综合评价的框架。区域与全球模型采用综合分析与评价的方法,其主要内容包括对已有区域模型的回顾总结与对比、区域土地利用变化模型建立过程中的关键性技术与问题、土地利用变化及其相关系统的动力机制、发展规划与关键性的环境问题及其影响评价的研究(陈佑启等 2001)。

3. 研究的关键性领域

一是土地利用变化的过程与动力机制研究,主要是对城乡作用机制、区域土地利用变化过程中的水资源约束机制以及全球粮食生产与粮食安全的研究;二是土地利用类型与区域问题的研究,特别是对热点地区、脆弱区和典型地区的研究;三是区域或全球性空间统计模型研究,以便能更准确地模拟土地利用变化的速率、空间类型、过程、未来的发展趋势和变化的主要动因;四是遥感技术和地理信息系统等先进技术在土地利用变化研究中的应用;五是土地利用变化的可持续性研究,主要包括土地利用类型与结构的持续性、土地利用方式与方法的可持续性、土地利用变化过程的可持续性以及实现可持续土地利用的对策与途径(陈佑启等 2001)。

4. 研究焦点

土地利用/土地覆盖变化的机制对解释土地覆盖的时空变化和建立土地覆盖变化的预测模型起关键作用,是整个全球环境变化研究计划对土地利用/土地覆盖变化项目的要求,也是 LUCC 研究的焦点。进行土地利用/土地覆盖变化机制研究,现在主要是通过遥感图像分析和监测资料,通过区域性案例的研究,了解过去不同时段城市土地覆盖的空间变化过程,并将其与改变土地利用方式的自然和经济主要驱动因子联系起来,建立解释土地覆盖时空变化的经验模型。再结合土地利用的地面调查,建立区域性的驱动因子—土地利用—土地覆盖变化的诊断模型(史培军 2000)。

综上所述,土地利用变化的人文驱动力、土地利用动态变化过程、发展趋势及环境影响评价研究在 LUCC 研究中占有重要地位,同时也构成了土地利用变化研究的主要内容。

(二) 土地利用变化研究的方法

目前在土地利用变化研究过程中,已经成熟的地学研究方法主要包括数理统计方法、遥感方法、地理信息系统方法和模型方法等。

1. 遥感技术和方法

利用卫星遥感技术在土地资源调查中的应用始于 20 世纪 70 年代,它是获取土地利用/土地覆盖变化信息的主要手段。目前,高空间分辨率的卫星遥感技术的发展为在大范围内进行高空间精度(100m 或更小)的土地利用/土地覆盖变化的测量与制图、在区域规模尺度上进行准确的土地利用/土地覆盖变化的追踪研究提供了方便。在土地利用变化研究中,遥感技术主要完成两方面的工作。其一,土地利用及其变化的遥感分类。由于遥感图像自动分类识别方法并不完善,它必须与常规的案例研究和社会经济方法相结合才

能完全解决分类问题。目前,遥感分类方法已在大多数 LUC 研究中得到广泛应用。其二,土地利用变化的动态监测,这包括对影响土地利用变化的各种自然、社会与经济条件的变化和土地利用本身变化的监测。在这一方面,目前较为经典的方法是通过在同一地区不同时段的时间或者是土地利用的遥感分类进行比较,来发现该地区在不同时间的差异(陈佑启等 2001)。

2. 地理信息系统技术和方法

作为地理学的第三代语言,地理信息系统(GIS)因其具有强大的图像分析、空间叠加分析、空间统计分析制图等功能,被广泛的应用于土地利用变化研究中。早在 1993 年 Kienast 总结的土地利用变化探测方法中,就包括地理信息系统的空间叠加分析和空间统计方法。此外,Iverson(1998)运用 GIS 对美国伊利诺斯州土地利用现状和此前 160 年的土地利用进行了比较,分析该区土地利用变化的类型。Boerner 等(1996)对美国俄亥俄州中部地区 46 年间土地利用/土地覆盖变化的研究、Skinner(1995)对流域林地空间变化的研究,以及刘盛和对北京市城市土地利用变化的研究等都应用了 GIS 的技术方法。蔡运龙还将地理信息系统的空间分析功能与 Markov 随机过程分析方法相结合,分析台湾林县沿海地区土地利用变化状况。近年来,地理信息系统更成为土地利用变化研究的必备手段。目前已出现土地利用变化模型与 GIS 集成的发展趋势,用于土地利用变化分析的软件系统也开始出现,如 Michael W. Berry 等建立的土地利用变化分析系统(LUCAS)。

3. 模型方法

构建土地利用变化模型是深入了解土地利用变化成因、过程,预测未来发展变化趋势及环境影响的重要途径,也是土地利用变化研究的主要方法。根据土地利用变化的涵义和研究内容,土地利用变化研究中的模型大致概括为以下三种。

(1) 系统诊断模型

系统诊断模型是深入了解土地利用变化机制的主要手段,可分为基于经验的概念化逻辑诊断模型和统计诊断模型两种。前者是一种定性分析模型,是建立定量分析模型的基础,如土地利用变化驱动力概念诊断模型;后者通过综合的方法来认识土地利用变化,为地理相关性预测、土地利用环境影响评价以及政策的制定提供了依据,如土地利用变化机制统计诊断模型。

(2) 土地利用动态变化模型

土地利用动态变化模型的建立是研究土地利用变化过程、土地利用变化程度及未来发展变化趋势的主要手段。土地利用动态变化包括土地资源的数量变化、质量变化、空间变化、土地利用类型组合方式的变化以及未来土地资源需求量的变化。因此,土地利用动态变化模型包括土地资源数量变化模型、土地资源生态背景质量变化模型、土地利用空间变化模型、土地利用变化区域差异模型、土地利用程度变化模型、土地需求量预测模型和土地利用变化驱动力模型。

(3) 土地利用变化综合评价模型

土地利用变化综合评价模型是综合评价土地利用变化环境效应的主要手段。这类模型主要包括土地利用变化对环境影响评价模型,如温室效应综合评价模型、对区域特征发

二、土地利用变化研究的现状与发展趋势

(一) 土地利用变化研究的现状

1. 国外土地利用变化的研究现状

随着全球变化研究的不断深入,尤其是1993年ICSU与ISSU联合成立了LUCC核心项目计划以来,各国际组织和国家纷纷跟进,开展相应的研究项目,如国际应用系统研究所(IIASA)于1995年启动了“欧洲和北亚土地利用/土地覆盖变化模拟”的3年期项目,旨在分析1900~1990年欧洲和北亚地区土地利用/土地覆盖变化的空间特征、时间动态和环境效应,并预测在全球环境、人口、经济、技术、社会及政治等因素变化的背景下,该区域未来50年土地利用/覆盖的变化趋势,为制定相关对策服务。此外,国际地理联合会(IGU)也开展了土地利用与土地覆盖变化研究项目。美国的LUCC研究主要集中在对全球与区域性土地覆盖变化的监测、土地覆盖(主要是森林)变化与温室气体释放及减少温室气体的研究。日本在日本环境署支持下开展了“为全球环境保护的土地利用研究”(LU/GEC)项目,主要研究亚太地区土地资源的可持续利用,日本还与亚太网络组织(Asia Pacific Network)合作开展了亚洲温带地区的土地利用与土地覆盖变化的研究计划。此外,在欧洲、南美等地都有着各自的区域性研究计划(李秀彬 1996)。

2. 国内土地利用变化的研究现状

我国有关土地利用内容的研究由来已久。最初的研究主要集中于分类、分区以及开发、管理等方面,如《1:100万中国土地利用图集》和《中国土地利用》的相继出版。近年来随着国际上LUCC研究大量开展以及各种研究计划的出台,我国才将土地利用变化与全球变化联系起来,进行综合研究。该研究主要包括:利用遥感影像对土地利用变化的监测分析、土地利用变化研究数据库的构建、土地利用变化对农业生态系统及全球变化的影响、土地利用变化驱动力研究以及土地利用变化建模等方面。目前,国内从事土地利用变化研究的单位不多,研究开展的时间也不长,但在借鉴国外相关研究的基础上,提出了许多能反映我国实际情况的研究方法与模型,取得了多项研究成果。

我国进行土地利用变化研究的主要单位及工作主要有:中国科学院系统承担的国家自然科学基金重大项目“中国陆地生态系统对全球变化响应的模式研究”和中国科学院重大项目“东亚季风变迁和全球变化研究”等相关项目,李秀彬研究员、赵士洞研究员、傅伯杰研究员、刘纪远研究员、严晓东副研究员等人利用不同方法也进行了相关的研究。北京师范大学资源科学研究所承担了“土地利用/土地覆盖变化及其对农业生态系统影响机理的研究”与“NTEC样带土地利用/土地覆盖变化研究”两项国家重大基础研究项目。北京大学蔡运龙教授通过全球气候变化对农业生产影响的研究,对土地利用与土地覆盖变化所引起的社会经济领域问题以及如何实现土地利用可持续发展问题进行了探讨。南京大学顾朝林教授结合对城市地理的研究,探讨城市边缘土地利用变化的动力学机制。此外,

中国科学院生态环境研究中心、遥感应用研究所和土地管理部门也越来越重视土地利用/土地覆盖变化研究(史培军等 2000)。

(二) 土地利用变化研究的发展趋势

自 LUCC 项目开展以来,国内外学术界对土地利用变化的认识已经有了显著发展。由于土地利用变化的表现极其复杂,其动因与广泛的人类活动及其自然变化相关,其结果将影响全部人类的生存和发展,其研究涉及从自然科学到社会科学的众多学科,因此我们不能简单沿袭传统土地利用研究的思路和方法,必须寻求新的综合研究途径,不断提出新的研究论题。可以说,综合研究将是土地利用变化研究的发展趋势。

1. 驱动力的综合

土地利用变化受自然条件和人类活动的影响,且人类活动在短期内起着决定性的作用。同时,土地利用变化的各种驱动力在不同时间和空间尺度上都不大一样。如从较大空间和较长时段来看,土地利用变化与人口增长、人均消费提高、经济结构变化乃至政治结构的变化都具有显著的联系;但在较小(时间和空间)尺度上的土地转换并不一定能显示同样的联系。因此,对土地利用变化驱动力必须有一种普遍的、综合的认识。

2. 尺度的综合

土地利用变化具有很强的规模相关性,即在不同的规模层次上往往会发现土地利用不同的类型与结构,土地利用与其自然生态、社会经济等因子之间不同的相互作用关系,以及不同的土地利用演变过程。因此,我们需要将多个案例研究连接为一个可代表区域空间异质性的网络,作多空间尺度的研究(尤其是对典型区、热点地区、脆弱区的研究),从而将地方尺度和区域尺度的土地利用动态联系起来。所以,土地利用变化研究必须重视不同尺度的综合研究。

3. 方法的综合

在方法论方面,地理学苦于无过硬的独特性,长期以来用数学模型研究土地利用变化成为了一种时尚。LUCC 模型是深入了解土地利用变化复杂性的重要手段,其作用和目的是对土地利用变化情况进行描述、解释、预测和制定对策。在 LUCC 模型中,植被模型和引入社会驱动力的 LUCC 模型比较成熟,但是仍难以满足对全球变化中土地利用问题研究的需要。同时,由于土地利用变化的原因—驱动力逻辑联系有着显著的区域差异和时间差异,要生成土地利用变化的“普适”模型以及控制其变化的“普适”对策都还是不现实的。现在复杂系统的机理探讨正成为方法综合的突破点,国际上已见端倪的复杂科学也显示了这种前景。其创新之处在于,以不同于现有学科的全新思路,不仅建立贴切“物理”(事物之原理)模型,而且找出相应的算法,借助计算机求解,它不仅在形态和过程研究中不断深入,而且重视机理研究。因此,土地利用变化研究需要发展新的研究方法,如建立更完善的数学模型和借鉴复杂科学的方法。

4. 理论的综合

在认识和预测人类对整个地球生态系统影响的过程中,目前最为关键性的障碍是:缺乏全面和综合的人地关系相互作用理论。理论的作用在于对已有试验结果的解释和对新的结果的预测。土地利用变化研究必须根植于人地关系中,而此类关系难以以抽象理论框架来加以概念化。特定类型的关系及其中涉及的过程已经得到充分重视,关于特定土地利用系统中某些组分的理论已经建立起来,例如家庭经营学、小业主和农民行为理论、土地配置理论、技术创新理论、关于人口再生产变化的理论、与土地资源管理有关的体制理论、国内市场和国际市场理论。但这些分散的理论缺乏系统的归纳与总结,尚未形成综合的人地关系相互作用理论体系。因此,对土地利用变化的研究发展来说,最为重要的是形成综合的人地关系理论体系(蔡运龙 2001)。

(三) 土地利用变化研究的意义

1. 增强对人类活动在全球变化中作用机制的认识

全球变化包括气候、土地生产力、海洋及其他水资源、大气化学以及包括生态系统在内的支撑生命能力的全球环境变化。全球变化研究的难点在于区分全球环境变化中的自然因素和人类活动的作用,以及二者又是如何相互作用的。人类只有对自然界和人类自身的作用有了清醒的认识,才能比较自由地驾驭人类赖以生存的环境朝着有益于人类的方向发展。而土地利用直接反映了引起全球变化的主导因子——人类活动。因此,洞察土地利用变化对从总体上综合模拟和评价环境,认识人类活动在全球变化中的作用机制,减少预测的不确定性显得非常重要。

2. 推动跨学科综合研究的深入开展

土地利用在自然因素和社会人文因素的共同作用下发生变化,是自然与人文过程交叉最为密切的问题。因此,开展土地利用变化研究必将推动自然与社会科学的综合研究,为当前的全球变化研究注入新的活力。此外,土地利用变化研究还有利于地学与资源环境科学的综合研究,从而揭示地球系统过程中,人类活动在其中的作用机制和强度(史培军等 2002)。

第二章 生态环境评价与生态安全研究的理论与方法

一、农业景观生态评价与设计

(一) 农业景观生态评价的内容

1. 农业景观生态系统的基本功能类型

区域中景观生态系统可划分为城镇居住与工矿景观、农业景观及自然与自然保护景观三大类。各自的功能特征可以概括为:文化支持功能、生物生产功能及环境服务功能。城镇、居民点及工矿用地等人工建筑物,是为消费型景观生态系统。生物生产功能主要体现在各种农业景观中,如农田、经济林地、牧草地、养殖水面等,是人类生物产品的源地,主要依靠自然生态系统的气候、水、矿物质等的供应,具有一定的自维持能力,是受人类调节的半自然半人文生态系统。自然和自然保护的景观生态系统,体现着环境服务功能,包括环境调节和环境资源供应两个方面,是地球表层生态圈和区域生态系统整体协调稳定不可缺少的组成部分,表现为不直接受人类控制调节的自维持系统。

从农业生产角度出发,可以把区域内景观的功能类型划分为生产性、保护性及消费性三种,进而提出生产型、保护型、消费型及调和型四种景观(土地)生态系统类型。人类对景观生态系统的基本要求是有尽可能多的产品输出,生物生产功能被认为是最重要的功能类型。一定生产性功能的维持,是景观生态系统自组织调节及其与环境平衡调节的结果,这种调节作用即为景观生态系统的保护性功能。生产性功能与保护性功能相互制约又相互作用,往往表现出“此长彼消”的特点。生产性、保护性及消费性功能在区域生态系统的整体特征中所起作用是不同的,但在系统整体平衡中却是同等重要和不可替代的。就农业景观生态系统而言,生产性功能是主导,保护性功能是基础,消费性功能则具有对前两种功能的调节强化作用。农田生态系统、人工管理的具有经济开发意义的林地与草地系统,是具有生产性功能的景观生态系统。自然林地、草地及其他原始自然景观,是典型的保护型景观生态系统。

2. 农业景观生态评价

包括从景观与景观生态系统两个层次进行评价。

从景观层次上进行的生态评价包括六个方面:

(1) 景观的独特性评价

景观的独特性是指景观保持和发展的特有性。对之进行的评价包括:①稀有性和独特性级别,世界级、国家级、地方级;②被破坏以后可能恢复的时间尺度,世纪、十年、年;

③综合价值:最高、高、中、低。

(2) 景观的多样性评价

景观多样性是指景观要素在结构与功能方面的多样性,反映了景观的复杂程度。景观多样性包括斑块多样性、组分多样性与格局多样性,景观多样性对于物质迁移、能量交换、生产力水平、物种分布、扩散和觅食有重要影响,景观组分类型多样性与物种多样性关系呈正态分布,景观多样性的评定对于生物多样性研究具有直接和重要意义。

(3) 景观的功效率评价

景观的功效率指的是其作为一个特定系统所能完成的能量、物质、信息和价值等的转换功能。它主要有以下参数:①景观的生物生产;②能值分析指标体系,能值分析指标体系包括能值投入率、净能值产出率、能值密度转换率等;③景观的水分、养分等物质循环;④经济密度,即单位面积的经济产出;⑤景观的信息流。景观内各个组分之间及组分内部存在着的信息交流与传递。

(4) 景观的宜人性评价

评价适于人类生存,走向生态文明的人居环境,因子包括:①景观的通达性:位置、区位、有廊道沟通、连通性、交通条件易于到达;②建筑的经济性;③生态稳定性;④环境的清洁度;⑤空间拥挤度;⑥景色优美度等。

(5) 景观的美学价值

美学评价包括:①合适的空间尺度;②景观结构的适量有序化,有序化是对景观要素组合关系和人类认知的一种表达,适量有序化而不要太规整,可使得景观生动,即具有少量的无序因素反而是有益的;③多样性和变化性,景观类型的多样性和空间变化性;④清洁性;⑤安静性;⑥运动性;⑦持续性和自然性。景观的开发利用体现可持续思想,保持其自然特色。

(6) 景观的稳定性评价

在自然与人为干扰条件下,景观系统受其恢复与抗性两种特征的影响,会产生变化。对农业景观的稳定性评价主要是对在不同干扰条件下,景观的恢复与抗性特征以及景观变化的方向等的生态特征的评价。由于景观整体的稳定性是由组成其各要素的稳定性所决定,景观各要素的稳定性千差万别,因此在对景观稳定性作总体评价时,需考虑各要素在景观稳定性中的作用及其相互联系。

在生态系统层次上的评价包括三个方面:

(1) 农业景观生态系统的服务功能评价

生态系统服务功能主要表现为提供保存生物进化所需要的丰富的物种与遗传资源,太阳能,二氧化碳的固定,有机质的合成,区域气候调节,维持水及营养物质的循环,土壤的形成与保护,污染物的吸收与降解及创造物种赖以生存与繁育的条件,维持整个大气化学组分的平衡与稳定,以及由于丰富的生物多样性所形成的自然景观及其具有的美学、文化、科学、教育的价值。生态系统的这些功能虽不表现为直接的生产与消费价值,但它们是生物资源直接价值产生与形成的基础。可以说,正是生态系统的服务功能,才使人类的生态环境条件得以维持和稳定,这也是生态系统服务的内涵所在。

对于农业景观生态系统的服务功能分为四个层次:①生态系统的生产;②生态系统的基本功能;③生态系统的环境效益;④生态系统的娱乐价值。

(2) 农业景观生态系统的健康评价

生态系统健康是生态系统的综合特征,它具有活力、稳定和自调节的能力。换言之,一个生态系统的生物群落在结构、功能上与理论上所描述的相近,那么它们就是健康的,否则就是不健康的。一个不健康的生态系统往往是处于衰退、逐渐趋向于不可逆的崩溃过程。健康的生态系统具有弹性,保持着内稳定性。系统发生变化就可能意味着健康的下降。如果系统中任何一种指示物的变化超出正常幅度,系统的健康就受到了损害。当然,并不是说所有变化都是有害的,它与系统多样性相联系,多样性是易于度量的。事实上,生态系统健康可能更多地表现于系统创造性地利用胁迫的能力,而不是完全抵制胁迫的能力。健康的生态系统对干扰具有弹性,有能力抵制疾病,面对干扰有保持其结构和功能的能力。弹性能力越大,系统越健康。弹性强调了系统的适应属性,而不是摆脱它。

由于农业景观生态系统是多变量的,因此,其生态系统的健康评价标准也是多尺度、动态的,对其的评价主要从其组织、活力和弹性三个方面综合进行。

(3) 农业景观生态系统的综合评价

生态系统综合评价是分析生态系统提供对人类发展具有重要性的生产及服务能力,这种能力对于满足人类的需要非常重要,而且最终可以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,而且也考虑到生态系统的当前状态及日后可能的发展趋势。

农业景观生态系统的综合评价并不仅仅是对粮食产量等单个产品和服务的评价,而是对其整个生态系统所能提供的系列产品和服务的评价。

(二) 农业景观生态规划与设计的特点与内容

日益加剧的全球环境问题及其生态后果已迫使人们达成共识,并为维护与改善人类赖以生存的生态环境进行有目的的规划、设计和管理,有研究表明,景观在持续发展规划与设计中最适宜的尺度。

景观生态规划与设计是指运用景观生态学、生态经济学及其他相关学科的知识与方法,从景观生态功能的完整性、自然资源的内在特征以及实际的社会经济条件出发,通过对原有景观要素的优化组合或引入新的成分,调整或构建合理的景观格局,使景观整体功能最优,达到人的经济活动与自然过程的协同进化。因此,景观生态规划与设计是实现景观可持续发展的有效工具。

1. 景观生态规划与设计的发展趋势

景观生态规划与设计发展趋势表现为以下几个方面。

(1) 将可持续发展融于景观生态规划与设计

景观生态规划与设计的特点就是利用景观生态学、生态经济学和地理学等学科的知识,把景观作为一个整体考虑,协调人与环境、社会经济发展与资源环境、生物与非生物环境、生物与生物及生态系统之间的关系,使景观空间格局和生态特性及其内部的社会文化生活在时间和空间上协调,达到景观优化利用。因此,持续发展是景观生态规划与设计的内在追求目标,如何使景观生态系统具有较高的可持续发展能力将是景观生态规划与设

计的努力方向。

(2) 预测预报功能加强

景观稳定性是相对的,景观始终处于动态过程中,这就要求景观生态规划与设计具有动态特性,把景观状态作为时间的函数,预测预报规划后景观变化的结果,并提出相应的管理对策,为未来决策者提供调整景观结构与功能的必要信息,以保证变化的景观生态系统结构合理,增强其自调节和自修复能力。景观生态规划与设计在预测预报能力方面有待进一步发展与完善。

(3) 生态合理性与实效性更强

生态合理性是一个合理规范人类生态行为的科学实践概念。在规划中,深入分析区域及景观生态系统的结构、能流与物流特征以及规划实施后的生态风险等,维护与改善景观的生态完整性(结构与功能完整),达到生态合理性。实效性指研究成果能直接或间接取得的经济效益、社会效益和生态效益。景观生态规划与设计是对人与景观的一种“约束”,人类往往更注重实效性,景观所“追求”的是生态合理性。

(4) 定性向定量模拟发展,方法与技术更新

随着景观生态学和其他学科的发展,人们对景观的自然过程及其与人类活动的关系认识的加深,以及遥感技术、地理信息系统和计算机技术在景观规划与设计中的广泛应用和新的数学方法(模型)的引用,使得多属性、大范围的景观空间分析和规划、设计的景观变化模拟成为可能,其模拟结果与在野外对景观各种要素或生态系统的变化和利用模式长期观测结果比较,以验证规划设计的科学性、合理性,确定景观结构和利用的最优模式,从而推动定量分析与模拟在景观规划与设计中的应用与发展。

2. 农业景观生态规划

(1) 景观生态规划的概念

景观规划是多学科的,由于政治、经济、文化和地理的多样性,导致景观规划的结构和内容多样,实际应用的模型也多样化。概括众多学者对景观生态规划的理解,其内涵包括以下几点:①涉及景观生态学、生态经济学、人类生态学、地理学、社会政策法律等相关学科的知识,具有高度的综合性;②建立在充分理解景观与自然环境特性、生态过程及其与人类活动的关系基础之上;③其目的是协调景观内部结构和生态过程及人与自然的关系,正确处理生产与生态、资源开发与保护、经济发展与环境质量的关系,进而改善景观生态系统的整体功能,达到人与自然的和谐;④规划强调立足于当地自然资源与社会经济条件的潜力,形成区域生态环境功能及社会经济功能的互补与协调,同时考虑区域乃至全球的环境,而不是建立封闭的景观生态系统;⑤侧重于土地利用的空间配置;⑥包括协调自然过程、协调文化和社会经济过程两个方面。

(2) 农业景观生态规划的原则

农业景观包括农田、人工林地、农场、牧场和村庄等,以农业生产特征为主,是人类在自然景观的基础上建立起来的自然生态结构与人为特征的镶嵌分布。因此,理想的农业景观生态规划应反映农业的第一性生产、保护和维持生态环境平衡及作为一种特殊的旅游观光资源等三方面的功能。其生态规划的目标体现为:建立高效的人工生态系统,实现土地集约经营,保护集中的农田斑块;控制建筑斑块的盲目扩展,建设宜人景观的居住环

境;重建植被斑块,因地制宜增加绿色廊道和分散自然斑块,补偿和恢复景观的生态功能;在工程建设区要节约工程用地,重造环境优美与自然系统相协调的景观。因此,农业景观生态规划的原则包括以下几个方面。

1) 优先原则。保护自然景观资源和维持自然景观生态过程及功能,是保护生物多样性及合理开发利用资源的前提,是农业景观持续性的基础。农业景观中的自然景观资源包括原始自然保留地、历史文化遗迹、森林、湖泊以及大的植被斑块等,它们对保持区域基本的生态过程和生命维持系统及保存生物多样性具有重要的意义,因此在规划时应优先考虑。

2) 持续性原则。农业景观的可持续性可认为是人一景观关系的协调性在时间上的扩展,这种协调性应建立在满足人类的基本需要和维持农业景观生态整合性之上,人类的基本需要包括粮食、水、健康、房屋和能源,农业景观生态整合性包括生产力、生物多样性、土壤和水源。因此,农业景观生态规划的持续性应立足于景观资源的持续利用和生态环境的改善,保证社会经济的持续发展,谋求生态、社会、经济三大效益的协调统一与同步发展,以达到景观的整体优化利用。

3) 针对性原则。不同地区的农业景观有不同的结构、格局和生态过程,规划的目的也不尽相同,如为使农业结构合理的农业布局调整与为保护生物多样性的自然保护区设计在具体景观规划时,从收集资料到选取分析指标与规划方法均有不同。

4) 多样性原则。多样性指一个特定系统中环境资源的变异性和复杂性。景观多样性是指景观单元在结构和功能方面的多样性,它反映了景观的复杂程度,包括斑块多样性、类型多样性和格局多样性。农业景观生态系统具有的自然与人工两重属性,使其生态规划中的多样性要求更为突出。

3. 农业景观生态设计

景观生态设计与景观生态规划既有密切的联系,又有一定的区别。如果说景观生态规划是从较大尺度上对原有景观要素的优化组合以及重新配置或引入新的成分,调整或构建新的景观格局及功能区域,那么景观生态设计就是在小尺度上对景观生态规划中划分的功能区域特定功能的实现过程,一般都与具体的工程相联系,以具体的生态技术应用为特征。它与景观生态规划一起构成景观生态学应用领域不可缺少的一部分。景观生态设计是以生态学原理为基础,建立在生物工艺、物理工艺及其他工艺基础上,使人类投入系统内较少的能量与物质,通过系统内部物质循环和能量转换获得较大的生产量、生态效益和社会效益,具有人工特征的景观来改造、治理以及协调生态环境。

农业景观生态系统实际为自然景观以及叠加了人类利用之后的半自然和人文景观系统的总称,表现为地球地表各种土地利用地域系统。景观的开发和利用,兼具自然生态和社会经济两方面属性。一方面,作为社会经济活动主体的人类,需要使景观为自己服务,希望景观具有尽可能高的生产力,以便索取更多更好的各种所需品;另一方面,景观是自调节、自组织的复杂有机体,方向是趋于整体的稳定有序和协调平衡,是依靠内部组成要素之间、系统与环境之间负反馈机制的维持,目标是最大可能的稳定性保护。

因此,在理论上,农业景观生态设计要求以生态学原理为指导,以谋求区域生态系统的整体优化功能为目标。

在方法上,景观生态设计是一个综合性的方法体系。以各种模拟、规划方法为手段,在景观生态分析、综合及评价基础上,建立区域景观优化利用的空间结构和功能的生态地域规划方法,并提出相应的方案、对策及建议。

在内容上,大致可分为四个相互关联的部分,即区域农业景观生态系统的基础研究、农业景观生态评价、农业景观生态设计及农业生态管理建议。农业景观生态系统的基础研究主要指区域自然要素分析和现状研究。农业景观生态评价主要指区域景观的空间组成单元的多样性和功效性评价及其动态演替评价。农业景观生态设计是景观生态设计的核心,其目标和任务就在于谋求人与农业景观协调稳定关系及发展的一种新途径,是通过不同等级高效和谐区域农业景观生态系统的建立,达到人与景观互利共生协调关系的持续发展。农业景观生态管理建议主要指对区域农业景观生态系统的开发利用的具体方法和措施。

理想农业景观生态系统的设计在很大程度上即表现为合理土地利用方式及结构的建立。理想农业景观生态系统的建立,首先是其功能的完善和协调。景观生态系统的基本功能包括环境服务、生物生产及文化支持功能三类,景观生态设计即要保证这三大功能的实现。结构是功能的基础,功能的实现是以景观生态系统协调有序的空间结构为基础,不同的空间结构形式,具有不同的功能特点和类型。构建合理的景观生态系统空间结构是景观生态规划与设计的另一内容。根据自身特征,选择或调控个体地段的利用方式方向,则形成景观生态系统的不同个体单元,这是空间结构的元素基础,属于景观生态设计的内容组成部分。景观生态设计就是这样由基本目标到功能、到结构、到具体单元逐级进行的,每一步都是上一步内容的具体化,并共同组成了景观生态设计的基本步骤。

在景观生态设计方法步骤中,基本思想和目标的确定是在景观生态调查分析基础上,对区域综合体理想目标的规划,具有高度抽象的特点。功能的规划与设计具有确定区域整体服务方向的性质,在生产领域则表现为产业结构的规划。结构的规划设计是功能的空间落实,具有区划研究的性质,主要是通过结构型的区别,构建不同的功能区域。单元的具体设计具有类型研究性质,是由单元的生态性质入手,选择其理想的利用方式和方向。景观生态设计的基本步骤实际即是景观生态规划与设计全部内容的逻辑序化和实现过程。

具体农业景观生态设计分四个层次进行:①设计的基本思想和目标;②对区域生态功能的规划;③对区域景观生态系统空间结构的规划设计;④对景观生态的具体设计。

二、生态系统经济评价与生态安全分析方法

(一) 生态经济评价的理论与方法

陆地生态系统是人类赖以生存的物质基础,它是人类社会经济与环境可持续发展的基本要素,然而在人类对自然利用和改造过程中,往往仅重视自然资源的直接消费价值,而忽略了生态系统的生态功能服务效益价值。人类和一个国家及地区能否真正实现可持续发展,最终在很大程度上取决于人们对生态价值的正确认识和有效的管理。社会经济系统是生态系统中的一个子系统,生态系统决定了一个社会发展的最大限度。生态系统

为社会经济提供的服务功能被视为一种资源,是一种基本的生产要素。

一个国家和地区的生态系统决定了社会发展的最大限度。若距这个限度越近,经济发展的余地就越小。人类需要一种社会经济与生态结构和功能紧密结合的发展模式,因此生态系统提供的生态效益服务被视为一种资源,是一种基本的生产要素。不合理的利用与开发自然资源对一个社会和民族来说甚至会遭致毁灭性的灾难。这些问题的解决在很大程度上取决于人类对生态系统服务价值的正确认识和有效管理与合理的经营利用。因此,从区域可持续发展目标出发,生态服务功能的价值将是 21 世纪社会经济体系中一个极为重要的组成部分,这将促使对经济体系产生重大的改造。对生态系统服务功能价值的研究和评价,可为利用经济杠杆协调人与环境的关系提供重要的依据。因之,它是目前研究的热点问题。

1. 生态经济评价的理论基础

生态经济学的研究对象是一个复杂的生态经济系统,是研究人类社会经济活动与生态环境关系及其规律,其研究不仅是社会经济与生态环境的互相依存关系,更重要的是人类社会子系统的存在和发展依赖于生态经济大系统的平衡与调节机制。生态经济学理论基础包括了生态学和经济学固有的理论,也包括了当今自然和社会领域中众多学科的理论。因之,生态经济学可以说是目前研究领域内涵养十分广泛的交叉学科之一。生态经济学目前研究的具体内容为生态系统结构功能和特点、生态平衡与经济平衡的关系、生态效益与经济效益关系,生态供给与经济需求的矛盾等。

2. 生态系统服务功能的概念及其内涵

生态系统服务功能的研究是近几年才发展起来的生态学研究领域。目前被普遍认可的概念是 1997 年 Daliy 等人提出的,“生态系统服务是指自然生态系统及其物种所提供的能够满足和维持人类生活需要的条件和过程”。我国的欧阳志云、王如松等对生态系统服务功能的概念作了如下的概括:生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。随着研究的逐步深入,人们已认识到,生态服务功能是人类生存与现代文明发展的基础,科学技术能影响生态服务功能,但不能替代自然生态系统服务功能。

3. 生态系统服务功能价值的评估方法

生态系统服务功能中,能够在传统经济学真正获得规范和恰当的价值计量的仅占少数,它们主要集中于承载功能和生产功能的一些内容。生态系统服务功能的绝大部分功能,尤其是调节功能和信息功能的价值均未进行考虑。在进行生态资源的价值计量中,必须考虑各种功能产生的服务价值。

根据生态经济学、环境经济学和资源经济学的研究成果,生态系统服务功能的经济价值评估方法可分为两类:①替代市场技术。它以“影子价格”和消费者剩余来表达生态服务功能的经济价值,评价方法多种多样,其中有费用支出法、市场价值法、机会成本法、旅行费用法和享乐价格法。②模拟市场技术(又称假设市场技术)。它以支付意愿和净支付意愿来表达生态服务功能的经济价值,其评价方法只有一种,即条件价值法。

(1) 费用支出法

这是从消费者的角度来评价生态服务功能的价值,是一种古老而又简单的方法,它以人们对某种生态服务功能的支出费用来表示其经济价值。如生态游憩价值,以游憩者支出的费用总和作为生态游憩的经济价值。费用支出法通常有三种形式:总支出法,以游客的费用总支出作为游憩价值;区内支出法,仅以游客在游憩区内支出的费用作为游憩价值;部分费用法,以游客支出的部分费用如以交通费、门票费、餐饮费和住宿费四项作为游憩价值。

(2) 市场价值法

市场价值法与费用支出法类似,但它可适合于没有费用支出的但有市场价格的生态服务功能的价值评估。例如没有市场交换而在当地直接消耗的生态系统产品,这些自然产品虽没有市场交换,但它们有市场价格,因而可按市场价格来确定它们的经济价值。市场价值法先定量地评价某种生态服务功能的效果,再根据这些效果的市场价格来评估其经济价值。根据生态效益的正负划分,市场价值法可分为两类:①环境效益评价法。它可分为三个步骤,即:先计算某种生态系统服务功能的定量值,如涵养水源的量、CO₂固定量、农作物增产量;再研究生态服务功能的“影子价格”,如涵养水源的定价可根据水库工程的蓄水成本,固定 CO₂ 的定价可以根据 CO₂ 的市场技术价格;最后计算其总经济价值。②环境损失评价法。它是与环境效果评价法类似的一种生态经济评价方法。例如,评价保护土壤的经济价值时,用生态系统破坏所造成的土壤侵蚀量及土地退化、生产力下降的损失来估计。环境效益评价法与环境损失评价法是一个问题的两个方面,一是从公益效益的效果上考虑,一是从失去公益效益的损失上考虑,但生态破坏的公益损失比较明显和容易定量时,则可用环境损失评价法。理论上,市场价值法是一种合理方法,也是目前应用最广泛的生态系统服务功能价值的评价方法。

(3) 边际机会成本法

边际机会成本是由边际生产成本、边际使用成本和边际外部成本组成的。机会成本是指在其他条件相同时,把一定的资源用于生产某种产品时所放弃的生产另一种产品的价值,或利用一定的资源获得某种收入时所放弃的另一种收入。对于具有稀缺性的自然资源和生态资源而言,其价格不是由其平均机会成本决定的,而是由边际机会成本决定,它在理论上反映了收获或使用一单位自然和生态资源时全社会付出的代价。边际机会成本法主要针对自然资源,在核算时既考虑使用者本人开发资源所付出的代价,又考虑资源开发对他人的影响以及后代人由于不能使用该种资源所需付出的代价,比较客观全面地体现了某种资源系统的生态价值。

(4) 旅行费用法

旅行费用法属于间接性经济评价法,是利用游憩的费用资料求出“游憩商品”的消费者剩余,并以其作为生态游憩的价值。游憩是一种“公共商品”,不能确定市场价格并进行市场交换,因而其市场价格资料和需求信息很难获得。其次,像游憩这样的“公共商品”给人们提供的并不是物质,而是一种心理满足或精神享受。因此,游憩效益是一种无形效益,必须采用一些特殊的计量指标或特殊方法进行评价。旅行费用法的最大贡献是对消费者剩余的创造性应用,其主要原因有:人们常用市场价格表示商品的经济价值,但像游憩这样的“公共商品”不仅没有市场交换,而且也没有市场价格;消费者剩余是根据商品市

场价格资料计算出来的,但由于游憩没有市场交换和市场价格,因而其消费者剩余也无法直接计算。因此,旅行费用法的优点就在于不仅首次提出“游憩商品”可以用消费者剩余作为其价值的评价指标,而且首次计算出“游憩商品”的消费者剩余。游憩价值可分为使用价值和非使用价值,游憩的使用价值是指供人们现时现地的游憩使用价值,它有与私有商品类似市场交换的“替代市场”和“影子价格”,并能够以此来评价其价值;游憩的非使用价值是指供以后游憩使用的价值,或者供子孙后代游憩使用的价值,或者客观存在本身的价值,没有交换市场和“替代市场”,只有通过特殊的方法计算其价值。

(5) 享乐价格法

享乐价格与很多因素有关,如可提供使用的房产本身数量与质量,距中心商业区、公路、公园和森林的远近,当地公共设施的水平,周围环境的特点等。享乐价格理论认为:如果人们是理性的,那么他们在选择时必须考虑上述因素。西方国家的享乐价格法研究表明,树木可以使房地产的价格增加 5%~10%;环境污染物(如硫化物、氮氧化物和尘埃)每增加一个百分点,房地产价格将下降 0.05%~1%。

(6) 条件价值法

条件价值法也称调查法和假设评价法,它是生态系统服务功能价值评估中应用最广泛的评估方法之一。条件价值法适用于缺乏实际市场和替代市场交换商品的价值评估,是“公共商品”价值评估的一种特有的重要方法,它能评价各种生态系统服务功能的经济价值,包括直接利用价值、间接利用价值、存在价值和选择价值。支付意愿可以表示一切商品价值,也是商品价值的惟一合理表达方法。西方经济学认为:价值反映了人们对事物的态度、观念、信仰和偏好,是人的主观思想对客观事物认识的结果;支付意愿是“人们一切行为价值表达的自动指示器”。因此,商品的价值可表示为:商品的价值=人们对该商品的支付意愿,支付意愿又由实际支出和消费者剩余两部分组成。对于商品,由于商品有市场交换和市场价格,其支付意愿的两个部分都可以求出。实际支出的本质是商品的价格,消费者剩余可以根据商品的价格资料用公式求出。因此,商品的价值可以根据其市场价格资料来计算。理论和实践都证明,对于有类似替代品的商品,其消费者剩余很小,可以直接以其价格表示商品的价值。对于公共商品而言,因公共商品没有市场交换和市场价格,因此支付意愿的两个部分(实际支出和消费者剩余)都不能求出,公共商品的价值也因此无法通过市场交换和市场价格估计。目前,西方经济学发展了假设市场方法,即直接询问人们对某种公共商品的支付意愿,以获得公共商品的价值,这就是条件价值法。条件价值法属于模拟市场技术方法,它的核心是直接调查咨询人们对生态服务功能的支付意愿,并以支付意愿和净支付意愿来表达生态服务功能的经济价值。在实际研究中,从消费者的角度出发,在一系列假设问题下,通过调查、问卷、投标等方式来获得消费者的支付意愿和净支付意愿,综合所有消费者的支付意愿和净支付意愿来估计生态系统服务功能的经济价值。

(二) 生态系统经济评价内容与体系

生态系统服务功能的多价值性源于它的多功能性。学者徐嵩龄从生态系统服务功能与市场联系的角度,将生态系统服务功能的价值分为三类:①能够以商品形式出现于市场

的功能;②虽不能以商品形式出现于市场,但有着与某些商品相似的性能或能对市场行为(商品数量、价格等)有明显影响的功能,如大部分调节功能;③既不能形成商品,又不能明显地影响市场行为的功能,如大部分信息功能,它们的机制与现行市场有关,只能通过特殊途径加以计量。欧阳志云等人将生态系统服务功能的价值总结为四类:①直接利用价值。主要指生态系统产品所产生的价值,它包括食品、医药及其他工农业生产原料、景观娱乐等带来的直接价值。②间接利用价值。主要指无法商品化的生态系统服务功能,如维持生命物质的生物地化循环与水文循环、维持生物物种与遗传多样性、保护土壤肥力、净化环境、维持大气化学的平衡与稳定等支撑与维持地球生命支持系统的功能。③选择价值。它是人们为了将来能直接利用与间接利用某种生态系统服务功能的支付意愿,例如人们为将来能利用生态系统的涵养水源、净化大气以及游憩娱乐等功能的支付意愿,人们常把选择价值喻为保险公司,即人们为自己确保将来能利用某种资源或效益而愿意支付的一笔保险金。而选择价值又可分为三类:自己将来利用;子孙后代利用,又称之为遗产价值;别人将来利用,也称之为替代消费。④存在价值。它是人们为确保生态系统服务功能继续存在的支付意愿,是生态系统本身具有的价值。

对于直接利用价值和间接利用价值,认识基本上是一致的。只是选择价值被确定为与资源的未来利用价值有关,存在价值被确定为非利用价值类型。直接利用价值能以市场的商品价格表达;间接利用价值能借助市场价格表达;选择价值即存在价值由于与现行市场无关而必须通过特别途径,即通过模拟市场方法调查人们的支付意愿来计量。选择价值和存在价值是生态系统服务功能价值计量中最困难、最需认真研究的内容。

(三) 生态环境承载力与生态安全分析方法

1. 生态安全的概念

生态安全是近年来新提出的概念,有广义和狭义两种理解。前者以国际应用系统分析研究所(IASA 1989)提出的定义为代表:生态安全是指在人的生活、健康、安乐、基本权利、生活保障来源、必要资源、社会秩序和人类适应环境变化的能力等方面不受威胁的状态,包括自然生态安全、经济生态安全和社会生态安全,组成一个复合人工生态安全系统。狭义的生态安全是指自然和半自然生态系统的安全,即生态系统完整性和健康的整体水平反映。

生态系统健康是环境管理的一个新方面和新目标,通常认为,功能正常的生态系统可称为健康系统。它是稳定的和可持续的,在时间上能够维持它的组织结构和自治,以及保持对胁迫的恢复力。反之是功能不完全或不正常的生态系统,即不健康的生态系统,其安全状况则处于受威胁之中。

如果说生态系统健康诊断是对所研究的特定生态系统质量与活力的客观分析,那么生态安全研究则是从人类对自然资源的利用与人类生存环境辨识的角度来分析与评价自然和半自然的生态系统,因而它带有某种先验性。首先,所研究的对象具有特定性和针对性,主要发生在生态脆弱区;其次,生态安全的评价标准具有相对性和发展性,不同国家和地区或者不同的时代(发展阶段),其标准会有不同。此外,生态安全的研究要体现人类活

动的能动性,在分析、评价的基础上,还要研究如何建立生态安全保障体系。

一般认为,安全与风险互为反函数;风险(risk)是指评价对象偏离期望值的受胁迫程度,或事件发生的不确定性,其计算值为概率与可能损失结果的乘积。而安全是指评价对象在期望值状态的保障程度,或防止不确定事件发生的可靠性。生态风险是指特定生态系统中所发生的非期望事件的概率和后果;如干扰或灾害对生态系统结构和功能造成的损害,其特点是具有不确定性、危害性与客观性。虽然安全概念与风险有紧密联系,但为了更好地体现人类对安全管理和安全预警等方面的主动设计与能动性,可将生态安全与保障程度相联系,把生态安全定义为人类在生产、生活和健康等方面不受生态破坏与环境污染等影响的保障程度,包括饮用水与食物安全、空气质量与绿色环境等基本要素。

对生态安全的研究可包括不同的尺度,如自然生态方面从个体、种群到生态系统,人类生态方面从个人、社区、地方到国家。当前人们最为关切的生态安全问题如洪涝灾害、沙尘暴等大多数属于区域尺度,可按地理区(流域)、生态区或行政区进行研究。

对区域生态安全的分析主要包括:关键生态系统的完整性和稳定性,生态系统健康与服务功能的可持续性,主要生态过程的连续性等。其分析步骤一般为:①生态系统功能分析,生态承载力分析;②生态系统演化状况的监测;③主要胁迫因子分析;④生态平衡期望值的设定;⑤重要阈值的判定(变化的允许范围);⑥对系统演化的预测和预警;⑦调控对策。

2. 生态安全研究的基本内容

(1) 生态系统健康诊断

本研究热点有初级生产力、C 库储量、水质净化、生物多样性和生境完整性等,其中生态成熟度与生态价位的提出引起了许多研究者的兴趣。生态成熟(ecomaturity)是指某生态系统处于潜在生态价位即最高生态价值时的状态,生态价位(ecovaluellevel)是指某生态系统的生态服务价值的大小程度,生态成熟度即生态系统距离生态系统成熟状态的程度。生态成熟时,系统的结构最优,生物量也最大,并且在这一水平上保持着动态平衡;而系统的现实生态价位往往低于潜在生态价位,因而可以根据系统的生物量大小来刻画生态系统成熟的程度,可将生态成熟度划分为 10 级,第 1 级对应的生物量为 0%~10%,第 10 级为生物量的 90%~100%;生态成熟度 1~3 相当于现实生态价位级 I,生态成熟度 4~6 相当于现实生态价位级 II,生态成熟度 7~9 相当于现实生态价位级 III,生态成熟度 10 相当于现实生态价位级 IV。

(2) 生态损失折算

将生态系统的各种功能及其环境效益(正面的或负面的)价值化或“生态资产”化,需要精确测量各种生态功能流(物质、能量)的输入和输出量值及其时空变化,按照一定的科学规划对其各项功能和效益进行定量的货币折算,从而为生态资产的耗损,生态环境建设成绩的评定提供客观的科学依据。

(3) 区域生态安全分析

首先关注区域内生物物种的安全程度和丧失状况,如濒危物种数量、胁迫因子的变化,尤其应该重视生境破碎化对生物多样性的影响。其研究重点是关键生态系统的完整性和稳定性,包括自然生态系统(森林、草地、湿地、水域)和半自然生态系统(农田)的损

失、景观斑块动态、生态演替、系统对干扰的阻抗与恢复能力等。此外,重要生态过程的连续性(有无间断和改变)也是生态安全的分析内容,包括对过程的方向、强度和速率的测定。

(4) 生态安全预警

对研究区域内的社会、经济、环境的协调发展具有重要意义。与生态风险评价不同之处是生态安全预警强调人的积极主导作用,从分析研究区域的系统要素和功能(过程)出发,探求维护系统生态安全的关键性要素和过程,通过对安全诊断指标的对比分析,划分生态安全等级,制定不同安全等级的预警标准。生态安全设计是指在预警结果安全等级较低的研究区域内,应用景观生态建设的原理和方法,通过对原有系统要素的优化组合或引入新的要素,调整或构建新的安全格局;从而使关键性生态过程不受阻碍,系统所受胁迫控制在安全等级允许的范围内。目前,有关生态安全设计的研究主要集中在生物保护方面,而其他方面如针对流域水文过程的生态安全设计等较为少见。

(5) 生态安全维护和管理

包括生态资产管理、生态服务功能管理、生态代谢过程管理、生态健康状态管理以及复合生态关系的综合管理,要求充分利用生态学和管理学知识,从自然、经济、社会等各个层面对现有安全保障系统进行全面整合。安全管理应以减少风险为目标,按照预防和回避风险的目的,设置安全标准,制定、修改法律和法规,同时建立社会公众对于公共安全监控和评估的体制。风险评价应区分最大允许水平和可忽略水平,安全管理则应设定风险规避的优先顺序,制定应急响应和恢复措施。

第二篇

土地利用变化与土地持续 利用研究