

退耕还林生态效应 及土地生态安全评价

高凤杰 雷国平 著



国家自然科学基金项目（40901267）

东北农业大学寒地黑土资源保护利用创新团队项目（CXT003）
东北农业大学博士论坛

联合资助

退耕还林生态效应 及土地生态安全评价

高凤杰 雷国平 著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是关于退耕还林生态效应及土地生态安全评价的专著,阐述了土地生态安全的概念、理论基础及相关研究进展,对研究区生态环境特点及主要生态环境问题进行了剖析,并借助3S技术及相关数学模型对退耕还林的生态效应进行了论述,同时,著者在土地生态安全评价方法论的基础上定量揭示了退耕还林前后研究区土地生态安全的时空演变规律,并提出了研究区生态环境保护对策。本书可供环境科学、管理科学、生态学、安全科学等领域的科研、管理和决策人员阅读参考,也可以作为相关专业的研究生教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

退耕还林生态效应及土地生态安全评价/高凤杰,
雷国平著. —北京:化学工业出版社, 2011.9
ISBN 978-7-122-12281-0

I. 退… II. ①高…②雷… III. 退耕还林-生
态环境-生态安全-研究 IV. ①S725.7②X171.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第184399号

责任编辑:满悦芝
责任校对:洪雅姝

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张6½ 字数120千字 2011年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00元

版权所有 违者必究

前 言

近几十年来,由于生态环境等剧变引起全球变化的强度和速度是人类历史上少见的。全球变化给人类的生存和发展带来了很大的压力,威胁着人类的安全。人类如何适应全球变化、调控自身的行为以维护自身的安全成为人们关注的焦点,生态安全的研究也因此成为近年来国内外研究的热点。生态安全是由资源安全、生物安全、环境安全等多方面组成的安全体系,环境安全是区域生态安全的起点,而土地是人类生存和发展的基础,健康的土地生态功能是保障经济安全和社会稳定的决定性因素,与国家的经济安全、政治安全、国防安全和人民的生存安全密切相关。随着人口增长以及工业化、城市化进程的推进,人类对土地开发利用的广度和深度不断拓展,土地生态恶化问题制约着人类的发展乃至生存,土地生态安全成为当前的研究前沿和热点。

在我国,人类不合理的方式所导致的生态灾害和环境污染每年造成的经济损失占当年 GDP 的 8.5%~10%,最高可占到 14%。1997 年黄河大规模断流、1998 年长江全流域、松花江及嫩江流域特大洪水以及近年来多次发生的泥石流灾害,给当地人民的生命和财产安全造成了严重损害。洪水等灾害的发生是流域上游森林砍伐造成的水土流失、中下游河道淤积以及围湖造田的直接后果,为此,1999 年 8 月,国务院制定了“退耕还林、封山绿化、个体承包、以粮代赈”的方针,并在四川、陕西、甘肃三省率先启动了退耕还林试点工作。退耕还林工程是当前中国最为宏大的生态修复与重建工程之一,其终极目标是为区域乃至全国的社会经济可持续发展提供优良的生态环境基础和优良的生物资源库。

据新华网报道,1999~2008 年,中国累计退耕还林 4.03 亿亩,科学客观评价退耕还林对区域生态环境的影响具有重要的理论与现实意义,而现代空间信息技术的蓬勃发展为揭示退耕还林对区域生态环境的影响提供了强有力的技术支撑。为此,本书以黑龙江省退耕还林典型地区——牡丹江地区为研究区,其生态环境特点是以农林复合景观为主的山区半山区,通过“3S”现代空间信息技术获取研究区退耕还林前后 2000 年和 2008 年 TM 影像及 MODIS 数据产品,借助一定数学模型分析了退耕还林的土地利用景观格局变化、植被覆盖度变化及土壤侵蚀效应,并在此基础上揭示了退耕还林前后研究区土地生态安全的时空演变规律,进而提出了研究区可持续发展的生态环境调控对策与建议。

本书共分 4 章:第一章阐述了土地生态安全的概念、理论基础及相关研究进展;第二章对研究区生态环境特点及主要生态环境问题进行了剖析;第三章则借助“3S”技术及相关数学模型对退耕还林的生态效应进行了详尽论述;第四章

在土地生态安全评价方法论的基础上，定量揭示了退耕还林前后研究区土地生态安全的时空演变规律，进而提出了研究区生态环境保护对策。

本书由东北农业大学资源与环境学院高凤杰和雷国平合著完成，其中，第一、三、四章由高凤杰撰写，第二章由雷国平撰写。该书的创作与面世得到了中国科学院知识创新工程重要方向项目（KZCX2-YW-341）、国家自然科学基金项目（40901267）、国家科技支撑计划课题项目（2007BAD87B03-1）以及东北农业大学“寒地黑土保护及黑土资源可持续利用技术”创新团队项目资助，在此表示特别感谢。在此对所有以各种方式对本书的问世作出过贡献的人致以崇高的敬意，并敬请原谅未能一一列举。

由于时间仓促、作者水平有限，许多问题还有待深入研究，书中不免会有欠妥之处，希望有关专家和读者不吝赐教并提出批评意见。

作者

2011年7月于哈尔滨

目 录

第一章 绪论	1
第一节 土地生态安全概述	1
一、土地生态安全问题的提出	1
二、土地生态安全理论基础	2
三、土地生态安全相关研究	3
第二节 我国退耕还林概况	6
一、退耕还林工程实施背景	6
二、退耕还林生态效应	7
第三节 退耕还林对区域土地生态安全的影响	8
一、研究区选择	8
二、研究方法与技术路线	10
参考文献	10
第二章 研究区生态环境特征分析	14
第一节 研究区概况	14
一、地理位置	14
二、自然地理环境	15
三、社会经济概况	18
第二节 主要生态环境问题	20
一、主要生态环境问题	20
二、牡丹江地区退耕还林工程概况	20
参考文献	21
第三章 退耕还林生态效应分析	22
第一节 遥感数据源与信息提取技术流程	22
一、遥感数据源	22
二、遥感信息提取技术流程	23
第二节 土地利用景观格局变化	23
一、土地利用信息提取	24
二、土地利用动态变化	28
三、土地利用景观格局变化	30
四、土地利用生态风险分析	34
第三节 植被覆盖度变化	40

一、数据处理	40
二、植被覆盖度计算方法	41
三、植被覆盖度动态变化	42
四、NDVI 年际间变化	43
五、NDVI 与气候因素的耦合关系	43
第四节 土壤侵蚀变化	46
一、USLE 模型因子的提取	46
二、土壤侵蚀敏感性分析	50
三、土壤侵蚀强度分析	55
参考文献	59
第四章 牡丹江地区退耕还林土地生态安全评价	64
第一节 评价指标体系研究	64
一、指标选取原则	64
二、指标体系构建	65
三、指标权重	67
四、指标的空间化处理	71
五、指标标准化处理	83
第二节 评价标准	84
一、评价标准建立原则	84
二、评价标准的来源	84
三、评价标准的应用	85
第三节 评价方法	85
一、常用方法述评	85
二、本书采用的方法	89
三、土地生态安全评价模型实现	90
第四节 评价单元的确定	90
一、矢量面状评价单元	90
二、点状栅格评价单元	91
第五节 土地生态安全评价	92
一、土地生态安全评价	92
二、生态环境调控对策与建议	94
参考文献	95

第一章 绪 论

第一节 土地生态安全概述

一、土地生态安全问题的提出

当今世界，环境问题、资源问题、粮食问题、人口问题，已成为人类社会经济及农业生产可持续发展进程中全球共同面临的重大障碍性问题，生态环境问题是这些重大障碍性问题的影响因素之一（左伟等，2003）。近几十年来，由于生态环境等剧变引起全球变化的强度和速度是人类历史上少见的。全球变化给人类的生存和发展带来了很大的压力，威胁着人类的安全。人类如何适应全球变化、调控自身的行为以维护自身的安全成为人们关注的焦点，生态安全的研究也因此成为近年来国内外研究的热点（刘彦随，2006；王耕、吴伟，2007）。生态安全是由资源安全、生物安全、环境安全等多方面组成的安全体系（杨京平，2002），环境安全是区域生态安全的起点（陈星、周成虎，2005），而土地是人类生存和发展的基础，健康的土地生态功能是保障经济安全和社会稳定的决定性因素，与国家的经济安全、政治安全、国防安全和人民的生存安全密切相关（王根绪等，2003；崔胜辉等，2005）。随着人口增长以及工业化、城市化进程的推进，人类对土地开发利用的广度和深度不断拓展，土地生态恶化问题制约着人类的发展乃至生存，土地生态安全成为当前的研究前沿和热点。

土地生态安全是一个全新的概念，它源于近年来兴起的“生态安全”研究（梁留科等，2005）。围绕土地的“安全”问题研究，其概念也相继出现多种，包括土地生态安全、土地资源安全、区域土地生态环境安全、区域土地生态安全、土地资源生态安全、土地健康等。归纳众多学者的观点，从概念内涵看，土地生态安全定义基本可分为下列3种情况。一类强调土地生态自身的健康与可持续性，如刘勇（2004）、郭凤芝（2004）等学者认为土地生态安全是指土地生态系统处于不受或少受污染威胁的可持续的健康状态，内容包括土地自然生态安全、土地经济生态安全和土地社会生态安全；李小玲（2006）认为土地生态安全是指土地生态系统的结构和功能在其弹性限度内处于不受或少受威胁的动态平衡状态，强调土地生态安全随时间和驱动力变化的动态性。另一类则强调土地生态系统为人类提供稳定的生态服务的能力，认为土地生态安全是指一个地区的全部土地资源对实现其可持续发展具有稳定的供给状态和良好的保障能力（孟旭光，2002；谷树忠等，2002），从而使土地资源的数量、质量和结构始终处于一种有

效供给状态,满足当代人和未来世代人发展的动态需要(谢俊奇、吴次芳,2004)。第三类是上述两者的综合,将土地生态安全定义为:一定时空范围内,在确保土地资源合理开发利用和生态环境良性循环的条件下,土地生态系统既能保障其结构与功能的状态与变化态势不被损害,又能保障人类社会经济可持续发展的态势(赵凤琴等,2005;毛良祥,2006;王楠君等,2006)。尽管不同学者对土地生态安全的概念给予了不同的表述,但在土地生态安全定义上却形成了以下共识:土地生态安全的多系统和多尺度性;土地生态安全与土地生态风险互为反函数;土地生态安全是一个相对的概念;土地生态安全是一个动态的概念;土地生态安全的威胁往往具有区域性、局部性;土地生态安全在一定范围内可以调控(高长坡等,2006)。

二、土地生态安全理论基础

土地生态安全研究的理论依据有:人地关系理论、可持续发展理论、生态系统服务理论、生态承载力理论、突变论、系统工程论、景观生态学理论、生态伦理学理论等。

人地关系理论经历了自然控制论、环境决定论、人类中心论,发展为现今的可持续发展论。人与地之间的关系其实质是围绕“人类社会-土地综合体”这一主轴关系而展开的,在人地关系的多层次结构体系中,人与土地的关系是人地关系的基本层次(王爱民等,2002)。因此,人地关系地域系统研究的核心领域正是变化问题,结构与变化是人地关系地域系统的平面投影(樊杰,2002)。

可持续发展是当今世界的主题,其实质是人地关系理论的延续和拓展。可持续发展道路的本质是基于生态文明的发展观和实践观,而这一切要求社会发展建立在国土资源安全的基础之上(都沁军,2006),它要求人类的生存和发展不能超越土地承载力,保持土地生态系统的健康和平衡。可持续性包括3个基本方面,即生态可持续性、经济可持续性和社会可持续性。其中,生态可持续性意味着生态的安全性(杨子生等,2003)。

景观生态学作为土地生态安全研究的一个基础科学的依据,在于景观生态学从一开始就以土地作为主要研究对象,注重如何影响物质流和能量流,注重结构和过程的相互关系分析(傅伯杰,1995)。从景观生态学的研究对象和景观生态学的学科发展两方面来看,景观生态学与土地研究联系密切,是实施可持续的重要理论基础之一。景观生态学的景观结构与功能理论、生态整体性与空间异质性理论、等级尺度理论、景观变化与稳定性理论等基本理论,有助于进一步加深对土地可持续利用内涵的理解(彭建等,2004)。目前,景观生态学原理和方法已广泛用于土地生态规划与设计(杨子生等,2003;尹君等,2004)、土地可持续利用评价(傅伯杰等,1997)等方面。

生态伦理是关于人与环境之间关系的道德原则、道德标准和行为规范,是人

与自然协调发展的道德规范。生态安全建设强调人类必须学会尊重生态、保护生态。从生态伦理道德的角度来认识自然资源,把生态伦理观纳入人类对自然资源的保护、开发和可持续利用的实践中,无疑有着十分重要的理论和现实意义(王庆礼、邓红兵,2002)。部分学者已提出土地生态伦理的思想,其目的是把人的行为准则和道德规范的研究,从人与人关系的领域扩大到人与土地生态系统关系的领域,研究人与大自然之间的利益关系(盛乐山等,2004;杨国清、祝国瑞,2005)。

三、土地生态安全相关研究

综合现有成果来看,当前土地生态安全的研究主要集中于以下几个方面。

(一) 土地生态安全与土地覆盖变化关系研究

随着 IGBP II 工作的展开,变化的环境效应与生态安全的响应机制研究得到了更大程度的关注(Ojima D, et al., 2002; Moran E F, 2003; 臧淑英等, 2004; 杨凤亭等, 2004), 土地覆盖变化通过改变植被、水文、土壤等因素而改变土地生态系统的生态安全状态。

土地覆盖变化对土壤侵蚀强度以及土壤有机质的变化有着重要影响(Trimble & Crosson, 2000; Solomon, et al., 2000), 开垦农田、耕作制度以及农田管理和经营方式现代化, 可以导致土壤中自然有机质含量降低; 化肥使用量不断增加, 不仅改变了生态系统的物质循环特征, 而且常常导致土地退化(Rusmusen & Goulding, 1999)。另外, 有研究表明, 在一流域内部的各种土地覆被类型的比例变化可以导致河流水质发生变化(Murray & Rogers, 1999), 如太湖流域随着经济的快速发展和方式的变化, 以肥料流失为主的农业面临污染对水环境的恶化, 产生了巨大的影响: 太湖的 TN 的 59% 和 TP 的 30% 是由农业面源贡献的(谢红彬等, 2001)。我国学者紧跟国际研究动态, 对 LUCC 引起的土地生态系统变化也进行了广泛而较为深入的研究。傅伯杰等(1998)通过对陕北黄土丘陵区持续 15 年的 4 种典型结构对土壤养分的影响研究, 发现坡耕地-草地-林地结构具有较好的土壤养分保持能力。赵文武等(2004)通过黄土丘陵沟壑区集水区尺度格局变化的水土流失效应分析, 发现格局变化明显改变了降雨量-径流量、降雨侵蚀力-输沙率的关系。

可见, 土地覆盖变化不仅改变了自然景观面貌, 而且影响了物质循环和能量分配, 它对区域土壤、水文的影响是极其深刻的。自然界与社会的相互作用, 正如土地覆被与格局的变化, 二者之间是反馈作用的关系, 二者有机协调, 有利于生态安全, 二者不协调, 则导致生态恶化(史培军, 2002)。正因如此, 恢复退化的土地生态系统, 实现区域土地资源可持续利用, 必须在 LUCC 对生态安全影响机理的研究基础上, 构建生态安全条件下的格局和模式。

(二) 土地生态安全评价

土地生态环境安全评价是土地生态环境安全研究的基础和核心, 是进行土地

生态环境安全分析、土地资源规划和建设、土地生态环境安全预测和预警的重要依据(汤洁等, 2006)。其目的是对土地生态环境系统服务功能的状态及其变化态势对人类社会经济、农业生产可持续发展的安全性程度进行定量评价(赵凤琴等, 2005)。

1. 概念辨析

与土地生态安全评价相联系的两个重要概念是土地生态评价和土地持续利用评价。土地生态安全评价是指对土地生态系统健康危害或危险状况所作的评价(吴次芳、鲍海君, 2004), 而土地生态评价是指对土地生态系统的结构、功能、价值及其生态环境质量所进行的评价。广义的土地持续利用评价包括土地质量评价、土地生产潜力评价、土地资产评估和效果评价、土地使用制度评价、土地投入产出评价、土地管理效益评价等多方面(彭建等, 2003)。谢俊奇(1999)认为, 在《持续土地评价纲要》基础上, 应从生产力指标、基础功能性指标、安全性指标、保护性指标、经济活力指标、社会可接受指标6个目标指标组来分析每种方式所组成的系统的可持续性, 而生态安全是可持续发展的核心和基础。因此, 土地生态安全评价是土地持续利用评价的核心内容。

2. 土地生态安全评价指标体系

目前土地生态安全评价指标体系的研究尚属起步阶段, 国内外尚无统一标准, 但与此相关的土地质量评价指标体系的研究已取得了一些成果, 为土地生态安全评价指标体系的构建提供了基础和借鉴。目前, 土地生态安全评价指标体系主要采用系统分解法, 将土地生态系统分解为若干子系统, 主要分解方案有: “生态(自然)-经济-社会”子系统(杨子生、刘彦随, 2007; 李玉平、蔡运龙, 2007)、“压力-状态-响应”指标体系(联合国经济合作开发署, OECD)(张建新等, 2002; 曹新向等, 2004)、“驱动力-状态-响应”(DSR)框架(联合国可持续发展委员会, UNCSD)、“驱动力(driving force)-压力(pressure)-状态(state)-暴露(exposure)-影响(impact)-响应措施(action)”指标体系(欧洲环境署)、“生态价位-生态成熟度”指标体系(付在毅等, 2001; 肖笃宁等, 2002)、“资源依赖性-生态环境状态-生态系统服务功能”指标体系(肖荣波, 2004)、“耕地安全-草地安全-林地安全”指标体系(杜巧玲等, 2004)等。这些研究为区域土地生态安全评价指标体系的建立提供了一些思路和尝试。值得注意的是, 不同区域土地资源的自然条件和社会经济条件有所不同, 其面临的生态威胁也不尽相同。例如, 山地丘陵地区土地资源最主要的生态威胁是水土流失, 滨湖低洼地区土地资源最大的生态威胁则是洪涝及土壤次生潜育化问题, 而平原粮区土地资源最主要的生态安全问题是土壤污染等, 不同的生态安全问题对应的影响因素也不同, 因此在建立区域土地资源生态安全评价指标体系时, 应该针对区域特点, 建立能够反映区域主要土地生态问题的指标体系。

3. 土地生态安全评价方法

国外的土地生态安全评价主要是从土地生态健康入手。1999年8月,在美国召开的国际生态系统健康大会所提出的“生态系统健康评价方法及指标体系”成为21世纪生态系统健康研究的主要内容。国外土地生态系统健康评价的对象涉及农业、森林、草原、城市等,评价内容有生态系统的功能过程、持续能力、总产量、抑制性、恢复性等方面。D. Waltner-Toews (1996) 特别重视评价干扰后的恢复能力,包括完整性、适应性和效率; W. G. Whitford 和 D. J. Rapport (1995) 则以抑制性、恢复性作为生态系统健康状态的评价指标; Rapport 等 (1985) 提出“生态系统危险症状”评价生态系统的非健康状态; Costanza (1998) 提出表述系统可持续能力状态的活力、组织和恢复力及其综合评价; Jorgensen 等 (1995) 使用活化能、结构活化能、生态缓冲量作为生态系统健康的评价标准; Westman 等 (1997) 认为生态健康程度由弹性、可塑性、振幅和滞后性4个方面构成。

目前,我国的土地生态安全评价方法研究还处在实践和探索阶段,比较常用的方法有以下几种。

(1) 综合指数评价法 综合指数评价法是目前应用较多的一种方法,首先筛选因子构建多指标的评价指标体系;指标体系建立以后,应用层次分析法(AHP)、专家打分法(Delphi)等方法确定指标权重;然后确定评价指标的标准值,即判定安全阈值,设定评价等级准则;通过数学计算得到区域土地生态安全的综合指数及安全等级。常用的数学方法有系统聚类法(罗贞礼,2002)、Q型系统聚类和主成分分析法(杨永生、田宝珍,2006)、层次分析模糊评价法(田克明、王国强,2005)、FDA方法、模糊综合法(钱金平,2001)、空间关联法(吴开亚等,2003)、灰色关联法(陈浩等,2003)、层次分析-变权-模糊-灰色关联复合模型(左伟等,2005)、趋势分析模型(施晓清等,2005)、物元评判法(门宝辉、梁川,2002)、熵值法(耿海波等,2008)、熵权-模糊综合评价法(高长波等,2006)、主成分投影法(杨永生、田宝珍,2006)、生态风险指数法(韦仕川,2008)、BP网络法(Wu Kaiya, et al., 2008)等。其中指标安全阈值的确定是土地生态安全评价的一个关键问题,也是一个难点。安全阈值的确定不仅影响着评价结果,还能起到预警控制的作用,一旦某些指标接近安全阈值的警戒线,即应及时采取相应的土地资源管理制度、法律、经济等措施改善这些指标的状态。由于土地生态安全的评价标准具有相对性和发展性,不同时期或者不同国家和地区,其评价标准也会不同,这给土地生态安全评价指标安全阈值的确定带来困难。

(2) 土地承载力分析法 目前常用的是传统的土地资源承载力分析方法和近年来兴起的生态足迹法。传统的土地资源承载力分析方法是将区域土地资源所能持续供养的人口数量,即土地资源人口承载量,与现实人口数量相比较,如果承载量大于现实人口数量,则判定土地资源处于安全状态,反之则不安全。而近年

来兴起的生态足迹分析法是把一定区域内的人口所消耗的所有资源和能源及吸收这些人口所生产的所有废弃物的量都相应地转化为一定的生物生产土地面积, 比较土地生态系统所能提供的生态足迹即土地生态承载力和人类对生态足迹的需求, 如果土地生态承载力大于人类对生态足迹的需求, 则出现生态盈余, 判定系统是安全的; 如果土地生态承载力小于人类对生态足迹的需求, 则出现生态赤字, 判定系统是不安全的。生态足迹的方法从一个新的角度阐释了人类及其发展与资源环境的关系, 其定量化程度高, 可用较少的因素定量测算生态承载力状况, 但因无法考虑生态承载力复杂因素间的作用, 同时单纯从人类对自然资源的占有与利用角度分析系统的承载力水平, 因而难免有些缺憾 (王根绪等, 2003)。

(3) 景观生态学方法 景观生态学强调空间格局与生态过程以及生态功能之间的联系, 景观结构、功能和变化是景观生态学关注的最基本的 3 个特征, 景观生态学中的景观生态指数可以定量化描述这 3 方面特征, 景观结构、功能与变化与土地资源利用的关系相当密切, 土地资源的退化也必然会导致区域景观结构和功能的失调或退化, 斑块-廊道-基质是景观的基本结构单元, 其结构、功能、稳定性及抗干扰能力等直接影响到土地生态安全状态。因此, 运用景观生态学中定量化的景观生态指数对土地生态安全状况进行评价也是一种值得探索的方法。

第二节 我国退耕还林概况

一、退耕还林工程实施背景

在我国, 人类不合理的方式所导致的生态灾害和环境污染每年造成的经济损失占当年 GDP (gross domestic product, 国内生产总值) 的 8.5%~10%, 最高可占到 14% (杨红, 2001)。在长江上游、黄河中上游地区 2.8 亿亩耕地中, 坡耕地占 70%, 其中坡度在 25°以上的占 30%, 这些坡耕地是我国江河泥沙的主要来源。据统计, 5°~10°的坡耕地每平方公里每年流失水土 1358 万吨, 10°~15°流失 2670 万吨, 25°以上高达 5542 万吨 (马俊飞, 2009)。注入长江、黄河的泥沙中 2/3 来自坡耕地, 严重的水土流失导致中下游江河和湖库泥沙不断淤积抬高, 加重了长江、黄河中下游地区的水患风险。1997 年黄河大规模断流给下游诸省造成了严重的经济损失; 1998 年, 长江全流域爆发大洪水, 且具有洪水量级大、涉及范围广、持续时间长、灾害损失严重的特点, 加上东北的松花江、嫩江洪水, 使全国上亿人受灾, 2000 多万公顷土地被淹, 经济损失高达 2600 亿元, 占当年国内生产总值的 3.27%。洪水的发生是流域上游森林砍伐造成的水土流失、中下游河道淤积以及围湖造田的直接后果。从这次洪水中, 国内有识之士认识到了生态安全的重要性。生态安全已关系到一个流域生态系统、区域生态系统的安全, 关系到一个国家的安全 (徐海根, 2000)。为此, 1999 年 8 月, 国务院制定了“退耕还林、封山绿化、个体承包、以粮代赈”的方针, 并颁布《关

于开展 2000 年长江上游、黄河上中游地区退耕还林试点工作的通知》，在四川、陕西、甘肃 3 省率先启动了退耕还林试点工作；2001 年 3 月该工程被正式列入《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》，2002 年退耕还林工程全面启动。该项工程对全面整治水土流失、优化农村产业结构、增加农民收入、改善生态环境、增强广大农民生态环境意识、保护生态环境资源等产生了巨大推动作用。退耕还林工程是当前中国较为宏大的生态修复与重建工程，其终极目标是为区域乃至全国的社会经济可持续发展提供优良的生态环境基础和优良的生物资源库。

二、退耕还林生态效应

生态效应 (ecological effect) 是近年来出现的新概念，指人类活动引发的生态系统的变化和响应，按照性质可分为正效应和负效应 (刘杰等, 2005)。在退化生态系统恢复过程中，植被群落结构逐渐优化，生物多样性增多，土壤理化性质得到改善，系统的生产力、水土保持和水源涵养功能提高。尽管美国和欧洲一些国家先后实施了退耕还林 (实质上为“转换”) 工程，但基本上没有专门针对退耕还林进行过效益评价 (李世东, 2002)。我国退耕还林工程实施后，许多学者在其生态效益方面作了积极的探索，取得了一定成果。

(一) 单项效应研究

综观现有的研究成果，对退耕还林单项生态效益的研究主要集中在水土保持效益和土壤改良效益方面，另外，还有部分学者对退耕还林的水源涵养效益、净化大气和植被恢复等效益进行了研究。水土保持效应方面：罗海波等 (2003) 通过定位、半定位观测方法，对贵州山区退耕还林 (草) 地进行地表径流研究，结果表明，退耕还林 (草) 能够降低坡地地表径流中泥沙含量，减少土壤养分流失；梅再美 (2003) 对工程区水土流失监测表明，退耕还林后土壤侵蚀模数明显减小，土壤侵蚀量也大幅度减小。土壤改良响应方面：罗龙海等 (2006) 通过对退耕后林地土壤理化性质的年际动态变化研究表明，退耕后不同类型林分林地土壤的理化性质都得到了很大程度的改善；梁伟 (2006) 以农耕地为对照，研究了退耕后林地土壤在自然含水率、持水量等性状方面的改良作用；杨光 (2006) 以农耕地为对照，对比研究了退耕还林后林地土壤在物理性质和团粒结构以及导水率等特性方面的变化。潘磊 (2006) 在生态监测和野外调查的基础上，通过生态效益计量模型对研究区退耕还林工程水源涵养效应进行计量评价；李晓屏、张伟 (2000) 从提高城区绿化面积角度叙述退耕还林对改善西宁市城区空气质量的作用；杨光等 (2005) 定量研究表明，退耕还林、封山禁牧，植被完全可以得到恢复，达到控制水土流失的目的。

(二) 综合效应评价研究

古丽努尔·沙布尔哈孜等 (2004) 以新疆建设兵团为例，根据恢复生态学原

理,采用层次分析法,首次较为系统地对退耕还林综合生态效益评价体系进行研究;杨建波(2003)用环境效益层析法,以退耕后林地的生态环境与退耕前坡耕地的生态环境发生的变迁为出发点,对河南省退耕还林生态功能进行分析,最后以价值形式表示出来。刘黎明等(2005)参考国内外生态系统服务功能的评价方法,采用市场价值法、机会成本法、影子工程法等对固原市原州区退耕还林(草)工程土壤保持经济价值进行了估算。杨旭东(2005)以三峡库区秭归县中坝村为例,通过生态监测、野外试验等手段,运用森林生态效益评价的原理和方法,对研究区退耕还林生态效益进行评价研究。国润才等(2005)通过野外调查、定位监测等手段,采用退耕林地与农耕地相比较的方法对卓资县退耕还林的土壤改良效益、削减径流与泥沙等生态效益进行了分析研究。满明俊等(2006)运用生态经济学、环境经济学原理,以效益费用分析法为基础,给出相关效益计量模型,对陕西省退耕还林所产生的包括防洪效益、增加枯水期径流效益、降解 SO_2 等11种生态效益进行了估算。此外,还有许多学者先后进行了退耕还林效益核算的案例研究(李春香,2004;邓德明等,2005;李世荣等,2006;赖亚飞等,2006)。

第三节 退耕还林对区域土地生态安全的影响

一、研究区选择

俄罗斯和西方国家关于生态环境安全的理论与实践在我国产生反响(曲格平,2002),生态安全的研究受到越来越多科研工作者的重视。对于农业生态安全、三峡地区生态安全、西部干旱区生态安全等特定类型或特定区域的研究逐渐增多,理论与实践逐渐结合,并且将生态安全研究、生态安全评价、生态安全预警与区域生态建设、环境保护等结合起来,这使得生态安全研究有了极大的现实意义。土地生态系统是地球陆地表面上相互作用、相互依存的地貌、水文、植被、土壤等自然要素之间以及与人类活动之间相互作用形成的统一整体(傅伯杰,1985;吴次芳、陈美球,2002)。就土地生态系统的自然状态而言,土地生态系统处于一种相对稳定的平衡态,其服务功能能够满足人类需要;而人类对土地生态系统进行的调整逐渐改变了土地系统的平衡,并导致土地生态安全状况的不断变化。在没有极端限制条件下,土地生态安全受多因素综合作用影响,在不同的区域应着重体现土地生态系统的区域特征(曲衍波等,2008)。为此,本书选择学术界目前关注较少的黑龙江省牡丹江地区为研究区。

牡丹江地区地处张广才岭、老爷岭山脉,总面积 $4.06 \times 10^4 \text{ km}^2$,山地丘陵占总面积的90%(解培君等,2001),以中部牡丹江河谷盆地农业生态系统以及四周环绕的森林景观组成,区域内人均耕地面积少,坡耕地比例大,是典型的以农林复合景观为主的山区半山区。在山区,森林的类型、空间分布和斑块的数量

及形状对区域的生态环境安全与稳定具有较大的影响。然而近几十年,随着社会发展以及人口的持续增加,在长期形成的以木材为中心的经营思想指导下,为追求短期经济利益,人们盲目采取毁林开荒、挖矿取石、只种不养等不合理方式,致使区域森林资源急剧减少,森林覆盖率、森林质量不断下降,加之地形复杂,降雨集中,区域水土流失问题十分严重。山地是人类的“水塔”,是旅游的胜地,也是生物多样性和文化多样性的庇护所。同时山区还是贫困地区、脆弱地区和环境变化敏感区的代名词,对区域和全球生态安全及可持续发展具有重要的战略意义(Brown & Mitchelln, 2000; Jodhins, 2000; Jodhans, 2001)。开展山区退耕还林生态效应及土地生态安全评价研究,对揭示山区土地变化生态安全效应机理、把握区域生态环境重建问题的关键,合理调整产业结构,保持生态环境服务功能的可持续性,促进环境、经济与社会的协调发展提供理论方法与技术借鉴,因此具有重要的理论和实践意义。

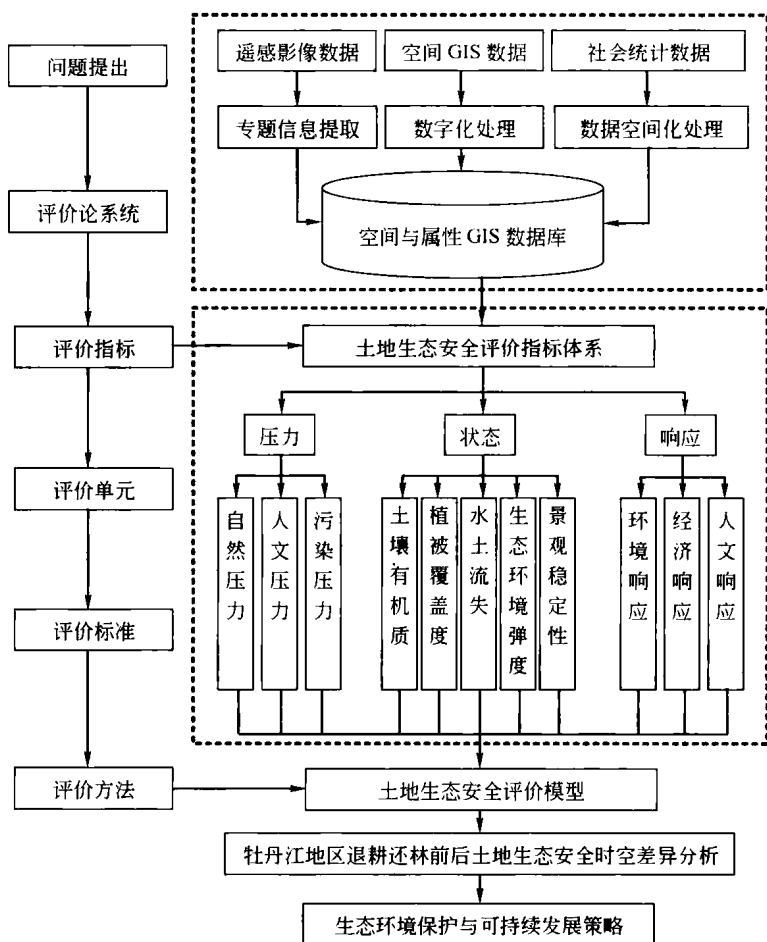


图 1-1 研究方法与技术路线

二、研究方法与技术路线

首先,以 TM 影像、地貌数据、土壤数据、植被数据、气象资料和 1:10 万地形等生态环境基础数据以及研究区的统计年鉴和地方志等社会统计数据构建空间与属性 GIS 数据库;在此基础上,从土地利用景观变化、植被覆盖度以及水土流失 3 个方面阐述退耕还林工程生态效应。其次,从土地生态安全内涵出发,基于压力-状态-响应(PSR)模型,结合研究区生态环境特点构建适用于研究区的土地生态安全评价指标体系;借鉴一定的数学模型实现指标体系中社会统计数据空间化处理;利用土地生态安全综合指数模型,对比牡丹江地区退耕还林前后土地生态安全的时空演变差异,并据此提出生态环境保护与可持续发展的对策与建议。本书研究技术路线如图 1-1 所示。

参 考 文 献

- [1] 陈星,周成虎.生态安全国内外研究综述[J].地理科学进展,2005,24(6):8-20.
- [2] 曹新向,郭志永,雒海潮.区域土地资源持续利用的生态安全研究[J].水土保持学报,2004,18(2):192-195.
- [3] 陈浩,周金星,陆中臣等.荒漠化地区生态安全评价——以首都圈怀柔县为例[J].水土保持学报,2003,17(1):58-62.
- [4] 崔胜辉,洪华生,黄云凤等.生态安全研究进展[J].生态学报,2005,25(4):861-868.
- [5] 邓德明,李书明,李锡泉.退耕还林工程建设成本与效益分析[J].湖南林业科技,2005,32(3):43-44.
- [6] 都沁军.国土资源安全的系统学研究[J].科技进步与对策,2006(3):81-83.
- [7] 杜巧玲,许学工,刘文政等.黑河中下游绿洲生态安全评价[J].生态学报,2004,24(9):1916-1923.
- [8] 樊杰,吕昕.简论人地关系地域系统研究的核心领域——土地利用变化[J].地学前缘,2002,9(4):35-36.
- [9] 傅伯杰.土地生态系统的特征及其研究的主要方面[J].生态学杂志,1985,4(1):35-38.
- [10] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响——以延安市羊圈沟流域为例[J].地理学报,1999,54(3):241-246.
- [11] 傅伯杰,陈利顶,马诚.土地可持续利用评价的指标体系与方法[J].自然资源学报,1997,12(2):113-118.
- [12] 傅伯杰,马克明等.黄土丘陵区土地利用结构对土壤养分分布的影响[J].科学通报,1998,43(11):2444-2448.
- [13] 付在毅,许学工.区域生态风险评价[J].地球科学进展,2001,16(2):267-271.
- [14] 高长波,韦朝海,陈新庚.区域生态安全评价时间序列动态分析——以广东为例[J].地理与地理信息科学,2005,21(6):105-111.
- [15] 高长波,陈新庚,韦朝海等.区域生态安全:概念及评价理论基础[J].生态环境,2006,15(1):169-174.
- [16] 耿海波,孙虎,李根明.陕西省农业生态安全定量评价及其发展趋势分析[J].农业系统工程与综合研究,2008,24(1):36-40.
- [17] 郭凤芝.土地资源安全评价的几个理论问题[J].山西财经大学学报,2004,26(3):61-65.
- [18] 古丽努尔·沙布尔哈孜,尹林克,热合木都拉·阿地拉等.塔里木河中下游退耕还林还草综合生态效益评价研究——以新疆生产建设兵团农二师33团为例[J].干旱区研究,2004,21(2):161-165.
- [19] 谷树忠,姚子龙,沈镭等.资源安全及其基本属性与研究框架[J].自然资源学报,2002,17