

生态脆弱区宏观土地利用功能 变化的微观驱动机制研究

梁小英 陈 海 刘 康 著

梁小英



科学出版社



生态脆弱区宏观土地利用功能变化的 微观驱动机制研究

梁小英 陈 海 刘 康 著

国家自然科学基金项目 (41671086)

西北大学学术著作出版基金

资助出版

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是在作者主持国家自然科学基金项目成果的基础上,综合最新的研究成果撰写而成。本书以典型生态脆弱区——陕西省米脂县为例,首先,通过构建土地利用功能指标体系,分析研究区土地利用功能的时空分异;其次,采用分类树法和差异权重法定量分析农户群体土地利用决策,构建农户有限理性 CA-BDI 模型;再次,探讨村庄土地利用决策到乡镇土地利用决策转化,构建 CA-BDI+CLUE-S 耦合模型;最后,探讨不同政策情景下农户土地利用行为变化对土地利用功能的影响。本书可引导和规范农户土地利用行为,有效调整区域土地利用功能,对实现生态脆弱区可持续发展具有重要的理论和现实意义。

本书内容翔实,案例丰富,可供地理学、生态学、资源环境、农学等领域的人员及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

生态脆弱区宏观土地利用功能变化的微观驱动机制研究 / 梁小英, 陈海, 刘康著. —北京: 科学出版社, 2019.8

ISBN 978-7-03-060031-8

I. ①生… II. ①梁… ②陈… ③刘… III. ①土地利用-研究-陕西 IV. ①F321.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 294379 号

责任编辑: 祝 洁 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 陈 敬

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>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 8 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2019 年 8 月第一次印刷 印张: 10 1/2

字数: 212 000

定价: 95.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

在全球土地计划的推动及土地利用功能优化调整下,农户行为受到很大影响,生态脆弱区的农户更是如此。能否合理引导和规范农户土地利用行为将关系到生态脆弱区域土地利用功能调整的成败和区域的长治久安。为防范土地利用功能调整对区域的不利影响,通过农户土地利用变化对土地利用功能影响进行研究,认识和理解生态脆弱区土地利用功能变化的微观驱动机制,分析政策实施对区域土地利用功能变化的影响,研究对引导农户土地利用行为和有效调整土地利用功能,对实现该区域可持续发展具有重要的理论和现实意义。

本书是在西北大学学术著作出版基金、国家自然科学基金项目“生态脆弱区土地利用功能变化及农户响应研究”(项目编号:41671086)等项目的资助下,以典型生态脆弱区——陕西省米脂县为例,探讨生态脆弱区宏观土地利用功能变化的微观驱动机制。

全书共7章。第1章主要介绍研究背景和研究进展,给出本书的研究内容和整体框架。第2章主要介绍研究区及数据处理流程。第3章在构建土地利用多功能评价指标体系的基础上,探讨研究区单项和综合土地利用功能的变化。第4章基于ODD框架构建CA-BDI农户有限理性决策模型,基于NetLogo模拟平台将影响展示在空间上。第5章通过探讨土地利用决策从村庄尺度向乡镇尺度的决策转化法,揭示土地利用决策的转化机制;借鉴土地利用变化研究中多模型耦合的方式与方法,探讨CA-BDI与CLUE-S模型的耦合机理,确定模型耦合的方法,对比分析典型村庄法、村庄类型法、CA-BDI+CLUE-S耦合模型三种方法的模拟结果,揭示农户土地利用行为变化对乡镇土地利用变化的影响机制。第6章以陕西省米脂县高渠乡和杜家石沟镇为典型乡镇,基于优选模型,依据设置的不同政策情景探讨农户土地利用行为变化对典型乡镇土地利用功能的影响。第7章为研究结论与展望,在总结本书主要研究结论的基础上,对今后需要进一步完善的方面进行分析。

本书由梁小英制订编写大纲,撰写分工如下:前言由梁小英撰写;第1章由梁小英、刘康、陈海撰写;第2~4章由梁小英、陈海撰写;第5章由梁小英撰写;第6章由梁小英、陈海撰写;第7章由梁小英、刘康撰写。

西北大学城市与环境学院王宁练研究员、李同昇教授、张世强教授、杨勤科教授、杨新军教授、白红英教授、赵良菊教授、曹明明教授、宋进喜教授、赵良

菊教授、王旭红教授、权东计教授、李书恒教授等在本书的写作过程中给予大力的支持和协助，尤其是与白红英教授、张世强教授、杨新军教授、王俊教授的讨论与交流，使作者受益匪浅。在此，向他们表示衷心的感谢！感谢西北大学城市与环境学院遥感与地理信息科学系全体老师的支持与帮助！感谢博士研究生张行、史琴琴、耿甜伟，硕士研究生毛南赵、马胜、段宁等在本书文字整理、图表制作方面所做的工作！

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，诚请各位同行和读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 国内外研究进展	2
1.2.1 土地利用功能的概念、分类与表征	2
1.2.2 土地利用功能变化研究	4
1.2.3 土地利用功能变化的微观驱动机制研究	5
1.2.4 农户土地利用行为变化对土地利用的影响研究	7
1.2.5 主体行为模拟平台的研究	8
1.3 研究取得的共识与存在的不足	9
1.4 概念分析框架	10
1.5 整体框架与主要内容	11
1.5.1 整体框架	11
1.5.2 主要内容	13
参考文献	14
第 2 章 研究区简介与数据处理流程	18
2.1 研究区简介	19
2.1.1 自然条件	19
2.1.2 农业生产条件	21
2.1.3 文化旅游资源	23
2.1.4 农户行为的多样性	23
2.2 数据来源与处理	24
2.2.1 数据来源	24
2.2.2 数据处理流程	26
参考文献	27
第 3 章 研究区土地利用功能时空分异研究	28
3.1 研究方法	28
3.1.1 土地利用功能评价指标体系的构建	28
3.1.2 土地利用功能评价指标权重的确定	30

3.1.3	单项土地利用功能和综合土地利用功能的确定	32
3.1.4	典型乡镇的确定	32
3.1.5	研究区土地利用功能权衡与协同分析	34
3.2	结果分析	34
3.2.1	研究区土地利用功能指标权重的确定	34
3.2.2	研究区土地利用各单项功能的计算及其空间分异分析	35
3.2.3	典型乡镇的确定	38
3.2.4	研究区土地利用功能权衡与协同分析	43
3.3	本章小结	44
	参考文献	45
第4章	农户有限理性决策 CA-BDI 模型的构建与模拟	47
4.1	模拟平台简介及其构建	48
4.2	研究数据与典型村庄的确定	50
4.2.1	研究数据	50
4.2.2	典型村庄的确定及其简介	50
4.3	研究方法	52
4.3.1	CA-BDI 模型的 ODD 框架	52
4.3.2	子模块的构成与设计	55
4.3.3	农户个体决策到农户群体决策的转化模块	58
4.4	结果分析	59
4.4.1	典型村庄 CA-BDI 模型信念模块分析	59
4.4.2	典型村庄 CA-BDI 模型愿望模块分析	65
4.4.3	典型村庄 CA-BDI 模型意图模块分析	67
4.4.4	典型村庄 CA-BDI 模型模拟结果分析	79
4.5	本章小结	88
	参考文献	89
第5章	CA-BDI+CLUE-S 耦合模型的构建与模拟	91
5.1	村庄尺度向乡镇尺度的转化方法与数据准备	91
5.1.1	村庄类型划分法与决策转化方法	91
5.1.2	多模型耦合法	94
5.1.3	数据准备	95
5.2	村庄类型的划分及特征分析	96
5.2.1	典型乡镇耕地自然条件分析	96
5.2.2	村庄类型的划分	98

5.2.3 村庄类型的特征分析	99
5.3 村庄类型与乡镇土地利用转化规则的确定	100
5.3.1 村庄类型土地利用转化规则的确定	100
5.3.2 村庄类型到乡镇尺度土地利用转化规则的确定	102
5.4 CA-BDI+CLUE-S 耦合模型的构建	102
5.5 三种模拟方法的对比分析	108
5.5.1 CA-BDI+CLUE-S 耦合模型的模拟及其检验	108
5.5.2 典型村庄法的模拟及其检验	109
5.5.3 村庄类型法的模拟及其检验	112
5.5.4 三种模拟结果对比	114
5.6 本章小结	114
参考文献	115
第 6 章 农户土地利用行为变化对土地利用功能的影响	117
6.1 村庄及乡镇土地利用功能计算方法	118
6.1.1 村庄尺度土地利用功能的计算方法	118
6.1.2 乡镇尺度土地利用功能的计算方法	119
6.2 情景设置	120
6.2.1 相关政策说明	120
6.2.2 情景 I: 不执行扶贫政策情景	121
6.2.3 情景 II: 执行扶贫政策的情景	122
6.3 情景 I 下农户行为变化对土地利用功能的影响	123
6.3.1 农户及其群体土地利用行为的变化	123
6.3.2 不同村庄类型的土地利用变化	126
6.3.3 高渠乡土地利用变化分析	129
6.3.4 高渠乡土地利用功能变化分析	131
6.4 情景 II 下农户行为变化对土地利用功能的影响	136
6.4.1 农户群体土地利用行为的变化	136
6.4.2 杜家石沟镇土地利用变化分析	136
6.4.3 杜家石沟镇土地利用功能变化分析	138
6.4.4 重点关注村庄的确定	139
6.5 本章小结	144
参考文献	144
第 7 章 结论与展望	146
7.1 结论	146

7.2 创新点	148
7.3 展望	148
附录	150
附录 I 调查表	150
附录 II 研究区土地利用功能指标体系相关性分析表	152
附录 III 官道山村基于 NetLogo 平台模拟的部分实现	153

第1章 绪论

1.1 研究背景

在全球土地计划（Global Land Project, GLP）的推动下，土地系统的概念进一步深化，由于其固有的系统性、复杂性和耦合性特点，单纯依靠土地利用/土地覆盖变化（land use and cover change, LUCC）已不能完整理解土地系统的变化，而通过对土地利用功能（land use function, LUF）变化的研究加深对土地系统的认识已成为国内外学者的共识（唐华俊等，2015；Reenberg, 2014；Verburg et al., 2009）。当前，通过调整土地利用功能来优化土地系统所提供的产品、服务和功能，已成为我国各级政府实现区域可持续发展的常用手段之一（《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》）。但土地利用功能变化不可避免对农户的土地利用行为产生较大影响，在生态脆弱区尤为显著（高永年等，2010；李芬等，2009）。农户作为重要参与者，能否合理引导和规范其土地利用行为将关系到该区域土地利用功能调整的成败和区域的长治久安（李芬等，2009；汪祖民，2005）。因此，为了防范土地利用功能调整对生态脆弱区的不利影响，通过农户土地利用行为变化及其对土地利用功能的影响研究，认识和理解该区域土地利用功能变化的微观驱动机制，模拟农户土地利用行为及其变化，进而规范农户土地利用行为，对实现该区域可持续发展无疑具有十分重要的理论和现实意义。

目前，土地系统科学研究中的土地利用功能研究正在逐渐加强，通过模拟模型揭示自然与人为活动之间的动态反馈机制，认识微观主体土地利用行为变化对宏观土地利用功能的影响，阐明行为人为影响机制已经成为土地系统科学的重要研究方向（甄霖等，2010；Verburg et al., 2009；唐华俊等，2009）。但由于土地利用功能变化受不同时空尺度自然与人文因素的制约，其主体功能的形成和驱动机制十分复杂，为了更好地反映社会经济和自然因素之间的动态反馈关系，从不同视角和尺度分析土地利用功能变化的复杂性，已得到国内外学者的认可（Erb et al., 2012；李德一等，2011b；樊杰，2007）。因此，如何构建既能反映土地利用功能变化，又能揭示其微观主体土地利用行为驱动机理的模拟模型，成为当前土地利用功能变化研究急需解决的问题（Rounsevell et al., 2012；Verburg et al., 2009；Soliva et al., 2008）。

基于此，为了阐明农户土地利用行为变化对土地利用功能的影响机理，本章

从土地利用功能的概念出发,系统梳理土地利用功能的不同表征方式,对比不同表达方式的优劣;通过农户土地利用行为变化对土地利用功能影响的相关研究进展进行阐述,进一步展望研究的发展趋势,以期深化土地利用功能类型的表达方法、土地利用功能变化微观驱动机制的模拟,以及微观主体行为变化对宏观土地利用功能定量影响等方面的研究。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 土地利用功能的概念、分类与表征

1. 土地利用功能的概念与分类

土地利用功能也称土地功能或土地系统功能,为行文的方便和统一,本书统一用土地利用功能替代土地系统功能或土地功能(Verburg et al., 2009; GLP, 2005)。土地利用功能概念与农业多功能(agricultural multifunctionality)、生态系统服务、景观功能颇具渊源,关系密切。农业多功能的概念最早出现在《乌拉圭回合农业协定》(Uruguay Round Agreement on Agriculture)第二十条中,随后1996年在荷兰发起的可持续发展技术计划、1997年欧盟的“欧洲农业模式”和1998年农业部长委员会宣言中对农业多功能概念进行了延伸和阐述,并于2001年由经济合作与发展组织首次定义了农业多功能性:农业除了基本的提供食物和纤维的功能外,还具有环境保护、景观保持、提供乡村就业和保证食物安全等功能(Barthélemy et al., 2007; Wiggering et al., 2006)。但具有多功能性的行业不止农业一个,且生态系统服务及景观功能更注重环境维度(Hediger, 2006)。因此,能综合考虑经济、社会和环境三个维度,体现可满足人类多种需求的程度和能力的土地利用功能概念应运而生,并逐渐成为可持续性研究的前沿(Paracchini et al., 2011; Pérez-Soba et al., 2008)。

我国系统开展土地利用功能研究较晚,王超(1984)探讨了土地利用结构与功能的区别与联系,认为土地利用功能是土地在内外联系及其与人类活动相互作用过程中表现出来的某些性状和能力;刘沛等(2010)、张洁瑕等(2008)认为土地利用功能是人类通过利用土地形成合理的利用结构,以获取经济、社会和生态环境等效益与价值;刘超等(2016)、陈睿山等(2011)对土地利用功能及其多功能概念的内涵进行了精辟的论述,认为土地利用功能是土地提供产品和服务的能力,土地利用多功能性产生的本质是从传统的土地功能性状解析转向人类社会福祉的增益,根本目的在于实现土地可持续利用。

在确定了土地利用功能概念的基础上,国内外学者进一步对土地利用功能类型进行划分,比较有代表性的研究见表1.1。从表中可以看出,学者们由于自身研

究背景和研究目的的差异,加之各国的国情和价值取向不同,对土地利用功能的分类存在一定差异。学者们或侧重于社会、经济、生态等某一方面,或对同一土地利用功能采用不同的表达形式,又或在描述土地利用功能的具体性、深入性上有所不同;但采用生产功能、生态功能和社会功能的三类分法,并依据研究目的进一步对上述三大功能进行的细化研究,得到诸多国内外学者的认同(刘超等, 2016; Pérez-Soba et al., 2008)。

表 1.1 代表性的土地利用功能类型划分表

划分方法	划分类型	代表性研究
三类	生产功能(或经济功能)、社会功能(或生活功能)、生态功能(或环境功能)	梁小英等(2014); 易秋圆(2013); 刘沛等(2010); 甄霖等(2009); Helming 等(2008); Pérez-Soba 等(2008); 陈婧等(2005)
四类	调节功能、栖息地功能、生产功能和信息功能; 资源功能(或生产功能)、生态功能、经济功能、社会功能	张晓平等(2014); 李德一等(2011a); Groot 等(2002)
≥五类	生态功能、经济功能、社会功能、生产功能、负向功能、社会稳定功能等	吕耀(2008); 尹成杰(2007); 周宝同(2004)

2. 土地利用功能类型的表征

土地利用功能类型表征是研究农户土地利用行为变化对土地利用功能影响的前提和基础。国外学者利用生态系统价值、农场系统、人为生物群落等替代指标间接表达不同类型的土地利用功能(Ellis et al., 2008; Staal, 2005; Costanza et al., 1997)。Costanza 等(1997)以生态系统服务价值参数法对 16 种生态系统的 17 种生态服务进行定量评估,以此来表达土地利用功能的大小。但由于没有考虑景观类型的空间异质性及其相互作用,尤其是忽略了社会经济因素的综合影响,还不能有效地与人类活动相关联。Staal(2005)通过对农户资源利用、作物格局及其生计特征的调研,利用多元回归方法,分析 6 种不同农场类型在空间出现的可能性,以此在农场类型与土地利用功能间建立有机联系。但农场类型是个整体,由于缺少微观主体行为的分析,还不能对不同类型的土地利用功能进行表征,也不能有效探讨农场类型及其功能的演变。

我国学者主要采用两种方式直接表达不同土地利用功能类型:①通过分析土地利用类型与土地利用功能类型的对应关系来表达,比较有代表性的如李德一等(2011a)和刘沛等(2010)的研究,两位学者均以多种土地利用类型的组合表征不同的土地利用功能类型。例如,刘沛等(2010)的土地生产功能是多种不同土地利用类型的组合,包含有生产用地(耕地、林地、草地)、工矿仓储用地(工业用地、采矿用地、仓储用地)、商服用地(商场、市场及附属设施等商业服务业用地)。但

由于土地利用多功能性的存在,在后续土地利用功能评价中可能存在扩大或减少特定土地利用功能的风险(梁小英等,2014)。^②利用构建的指标体系反映不同类型土地利用功能(彭建等,2014;甄霖等,2010;易湘生等,2008)。通过构建指标体系表征土地利用功能及其变化已成为当前土地利用功能评价的主要方法,比较代表性的如甄霖等(2010)的研究,该作者选择代表我国社会、经济、环境土地利用功能的28个指标构建评价指标体系,表征我国10种不同的土地利用功能。

综上所述,国内外学者对土地利用功能类型表征研究的差异主要表现在两个方面:^①数据来源不同。国外学者主要利用实地调研数据进行土地利用功能类型的表征,而我国学者则主要采用土地利用数据及社会经济统计数据进行分析。相对于国外研究,我国研究所需的时间少、费用低,且易于表达土地利用功能宏观时空分异规律。^②反映微观主体土地利用行为的难易程度不同。我国研究多集中在宏观层面,还鲜有探讨土地功能变化微观响应机制的研究(刘超等,2016;陈睿山等,2011);与我国研究相比,国外学者的研究更易于通过微观主体土地利用行为变化来分析不同土地利用功能的变化。

如何充分利用已有的土地利用功能类型表达方式,使其在表达宏观土地利用功能分异的同时也能很好地表达微观主体土地利用行为的信息,成为今后土地利用功能研究的重要方向(刘沛等,2010;Verburg et al., 2009)。

1.2.2 土地利用功能变化研究

目前,国内外学者通过土地利用变化研究土地利用功能变化取得了较大进展,主要表现在三个方面。

1. 通过土地利用类型探索生态系统的生态服务功能

通过不同土地利用类型与生态系统类型的对应,探索不同时期生态系统的生态服务功能,并对生态功能价值进行评估研究(Willemen et al., 2012; 彭建等, 2004)。两位学者均将土地利用类型与生态功能相联系,如 Willemen 等(2012)将居住功能与建设用地对应,耕地生产功能与主要耕地类型对应,文化遗产服务与政府公布的有历史价值的区域相对应,通过不同年份土地利用类型的数量变化、空间变化探讨这些功能的变化。

2. 利用不同土地利用类型探讨土地利用功能的时空变化

有学者则在土地利用功能类型与不同土地利用类型组合间建立对应关系,探讨土地利用功能的时空变化(梁小英等,2014;李德一等,2011a)。梁小英等(2014)依据土地提供主要服务的差异在土地利用功能类型与土地利用类型间建立直接联系,探讨研究区不同年份土地利用功能的变化。

3. 通过构建土地利用功能指标体系表征土地利用功能及其变化

有诸多学者通过构建土地利用功能指标体系,利用综合功能指数表征土地利用的多功能及其变化(Paracchini et al., 2011; 甄霖等, 2010)。例如,甄霖等(2010)通过构建区域可持续发展的重要性矩阵和确定区域土地利用指标功能专用矩阵,综合评价土地利用的多功能性,探讨和分析我国土地利用总功能与多功能的空间异质及其时间变化。

相比较而言,前两种方法可较为直观地表达土地利用功能的空间分异规律,但由于土地利用类型与土地利用功能类型间并非简单的一一对应关系,而是一对多或多对多关系,简单对应无法满足土地利用的功能优化和可持续发展需要(刘超等, 2016);土地利用多功能综合指数虽能够在一定程度上反映其多功能性,但由于不同功能指标间高低值的相互补偿,加之指标权重的影响,评价结果往往会造成重要功能的信息损失(彭建等, 2014)。

对土地利用功能变化的研究,内在机理探讨较少,土地利用功能空间定量分析及其多尺度推演依然是目前研究的短板,尤其是将微观主体信息与宏观土地利用功能关联的研究还不多见(刘超等, 2016)。这主要是因为土地利用功能的大小及其变化不仅与土地利用类型相关,还与特定区域的社会经济条件、自然条件及土地利用主体——农户的管理方式相关(Willemsen et al., 2012; Benjamin et al., 2007)。因此,综合考虑自然与社会经济因素以及主体管理方式来分析土地利用功能及其变化,成为有效揭示土地利用功能空间分异规律的前提。

1.2.3 土地利用功能变化的微观驱动机制研究

国内外学者在农户土地利用行为变化对土地利用功能的影响方面进行了积极探索,主要体现在以下两个方面。

1. 研究由单一功能向多功能转变

目前,研究多集中在单一功能的微观驱动方面。例如,张红姣(2010)从理论上定性说明土地社会保障功能对农户土地流转行为的影响;张雪靓等(2013)通过对典型区域的调研,给出了土地保障功能的区域分异,间接地表明土地保障功能受农户行为变化的影响。农户对单一土地利用功能影响的研究加深了对农户部分土地利用行为变化的理解,但还缺乏对农户行为变化的完整理解,无法完全揭示其行为变化的机制。目前,已有学者关注到多种土地利用功能变化及其对区域社会经济的影响,如施圆圆等(2015)探讨了北京市耕地多功能空间分异特征及其与社会经济的空间相关性,给出其经济发展水平与耕地多功能组合模式类型的关联,但未涉及农户行为变化对土地利用的多功能的影响。有些学者已经认识到探讨和分析土地

利用多功能性的微观主体影响的重要性,如 Hannes 等(2014)通过对比相关研究,认为只有在深入剖析土地利用功能类型及其变化的微观驱动机制的基础上,才能制定行之有效的区域可持续发展政策与措施。还有学者进行相应的案例研究,如李芬等(2009)通过对鄱阳湖农户的实际调研,以土地利用变化为中介,探讨该区多种土地利用功能变化与农户行为的关联性。虽然指出该区域土地功能变化与农户经济收入结构有关系,但没有进一步分析两者间的定量关系。

整体而言,土地利用多功能变化的微观驱动机制研究理论探讨多,实际案例少;定性分析多,定量评价少。因此,土地利用多功能变化在微观主体行为变化的影响机制方面还有待深入研究(刘超等,2016)。

2. 农户土地行为变化对土地利用功能影响的研究

探讨土地利用功能变化与农户间的有机联系成为揭示土地利用功能变化内在机制的前提,但目前进行该方面研究的学者较少。例如,Callo-Concha 等(2014)构建了一个农业多功能性的分析框架,该框架包括四个层次:目标层、准则层、次准则层、指标层,涉及生态、农业生产及其管理等三个方面,利用多准则和多元分析方法,整体评价巴西帕拉州热带农林复合生态系统的多功能性。Callo-Concha 等(2014)通过参与式调研,采用自上而下与自下而上相结合的方法,获取不同层级利益主体(政府、合作社、农户)的决策信息,确定不同层次所包含的具体内容。例如,Callo-Concha 等(2014)在探讨和分析不同利益主体对土地利用功能的影响时,选取农户食物生产的再投资水平、农户进入市场的程度及其售卖商品的多样性等指标表征土地利用的社会经济功能,以此来阐明研究区土地社会经济功能的变迁规律。苗建青等(2012)采用实地测量和问卷调查相结合的方法收集环境—农户组合式样本,获得农户家庭禀赋、农户经济行为和外部环境等微观层面的数据,基于 STIRPAT 模型构建一个农户—生态经济模型;通过该模型,定量探讨和分析重庆市南川区微观层面农户主体的特征和行为与土地利用功能变化程度的关联,揭示该区石漠化形成的微观机制;在探讨农户经济行为与土地利用功能变化之间的联系时,通过分析择业、土地利用、消费、流动和固定资产投资等行为与石漠化程度的定量关系,揭示研究区土地利用功能变化的微观驱动机制。上述研究均注重对微观层面数据的收集和定量分析,虽然涉及到对不同利益主体行为的研究,但没有深入对利益主体的决策及其变化机制进行研究,也没有将决策及其变化的结果通过空间直观地表达出来。

因此,强调多种土地利用功能的“回归”,利用行为科学理论,在土地利用功能类型完整表达的基础上,通过模型模拟的方式进行多种土地利用功能的变化对农户土地利用行为的综合分析,成为当前研究急需解决的问题(唐华俊等,2015; Rounsevella et al., 2012; 刘勤, 2010)。

1.2.4 农户土地利用行为变化对土地利用的影响研究

相对农户土地利用行为变化对土地利用功能影响的研究,土地利用变化方面的研究积累较为丰富,主要集中在农户土地利用决策和土地利用变化多模型整合等方面。

1. 农户土地利用决策研究

农户土地利用决策研究在智能体模型(agent based model, ABM)的构建、理性与有限理性决策分析、个体间相互作用定量表达等方面积累丰富(黎夏等, 2007; Purnomo et al., 2005; Verburg et al., 1999; Costanza et al., 1998)。上述研究大多依据行为理论构建决策模型,对微观主体行为及其变化的内在机制进行了有效探讨。比较有代表性的如 Ligtenberg 等(2004)基于信念-愿望-意图(belief-desire-intention, BDI)行为理论,构建微观主体效益最大化决策框架,探讨和分析微观主体决策的形成机制。鉴于效益最大化模型对现实微观主体决策有限的解释力,目前已有研究展开基于 BDI 理论的有限理性决策研究。例如,王艳妮等(2016)通过增加能力与资源修正指数构建 CR-BDI 模型;宋世雄等(2016)在探讨不同类型农户间相互作用基础上构建 CBDI 模型,分别对原有效益最大化 BDI 模型进行修正,探讨微观主体的有限理性 BDI 决策及其变化。上述研究为探索土地利用功能的微观驱动机制奠定坚实的基础。

2. 多尺度、多模型整合研究

多尺度、多模型整合研究主要集中在不同尺度主体决策转化及多模型整合等方面,主要研究方法有两种:一是从转化机理上进行分析,二是采用单一模型或多模型耦合方法。前者比较典型的如陈海等(2010)利用镶嵌空间选择法,通过土地利用决策影响系数,以陕西省米脂县孟岔村为例,探讨农户个体、农户群体及农户整体等不同组织层面的决策转化机理的研究。

多尺度研究采用单一模型的研究,典型研究如余强毅(2013)基于构建的 CroPaDy 模型,模拟农作物空间格局及其动态变化过程。通过建构 Agent 决策模块和 Agent 分类模型对农户个体、农户群体的决策及其转化进行分析和探讨。多尺度研究采用多模型耦合方法可分为两类,一种是多种行为模型的耦合,如 Feola 等(2010a)耦合易于表达微观主体有限理性决策的人际关系行为理论及能够展现微观和宏观相互作用的结构行为理论,分析个体农药使用行为与区域整体农药使用方式间的关联,揭示不同尺度间决策的转化机理;另一种是决策模型与土地利用模型的耦合,主要探索宏观土地利用变化与微观主体行为间的相互作用机理(Washington-Ottombre et al., 2010; Castella et al., 2007; 何春阳等,

2005)。目前,已发展有多种耦合模型,比较有代表性的如 Castella 等(2007)的 CLUE+SAMBA+LUPAS 模型及 Washington-Ottombre 等(2010)的 LTM+MCE+RPG 耦合模型。Castella 等(2007)通过 SAMBA 模型收集不同利益主体(农户个体、农户群体、政府官员)决策及多尺度转化的信息,利用土地利用规划分析系统(land use planning and analysis system, LUPAS)模型分析研究区资源管理主要的自然限制因子和不同方案的权衡曲线,再将上述信息与土地利用变化及效应模型(conversion of land use and its effect, CLUE)进行整合,通过空间显现直观表达主体决策与宏观土地利用变化之间的关系。Washington-Ottombre 等(2010)利用角色扮演游戏(role playing game, RPG)模型收集微观主体的决策信息,利用多指标评价(multi-criteria evaluation, MCE)模型将定性的决策信息转化为土地转化模型(land transformation model, LTM)可以识别的定量驱动力指标,以此将微观主体的决策与宏观土地利用变化结合起来,揭示两者间的互动机制。这些整合模型都充分利用单一模型的优势,通过多尺度转化认识微观主体行为与宏观土地利用变化间的动态反馈关系(Stephen et al., 2013)。

上述研究中微观主体决策及其变化信息的收集方式、不同尺度间土地利用决策转化机理、多模型整合的方式与方法,为探索宏观土地利用功能变化的微观驱动机制研究提供有益的借鉴。

1.2.5 主体行为模拟平台的研究

目前,微观主体行为的模拟平台主要有 Swarm、Repast、Cormas、NetLogo 和 Ascape 等软件,下面分别对各模拟平台的优缺点进行说明。

Swarm 是最早用于主体行为模拟的平台,它是美国圣塔菲研究所 1994 年开发的支持“自下而上”多智能体仿真软件工具(王雪霞,2001)。该平台在经济学、管理学、环境资源保护和生物生态地理学领域应用较广,但由于该平台对使用者的开发语言和编程技巧要求较高,在一定程度上降低了该平台的普及和使用(刘荣添等,2005)。Repast 是由芝加哥大学社会科学计算实验室开发研制的多智能体仿真软件工具,该平台仿真建模功能丰富,扩展性良好。Repast Symphony 在人机交互建模及动态可视化仿真能力方面有较大提高(张广骏等,2010),在社会科学领域应用较广,但还鲜有在地理学领域的模拟研究。Cormas 基于 Smalltalk 开发,可与 ArcGIS 对接,软件有大量例程,且有二次开发的接口,在经济学和生态模拟方面有较多应用,其对使用者的开发语言和编程技巧要求较高(田光进等,2008)。Ascape 是由华盛顿特区布鲁金研究所(Washington D. C. Brooking Institute)开发的相关多智能体软件,该平台交互界面使用方便,易于初学者使用,其 Ascape 中给出多主体交互作用和单个主体的行为规则的控制参数,且可以修改,并内置有多个例序。目前,Ascape 主要应用在社会学领域,但软件执行不是事件驱动的,