

土地利用/覆被动态模拟与 景观评价研究

陈学渊 著

中国农业科学技术出版社

土地利用/覆被动态模拟与 景观评价研究

陈学渊 著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土地利用/覆被动态模拟与景观评价研究 / 陈学渊著. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2015. 12
ISBN 978 - 7 - 5116 - 2352 - 2

I. ①土… II. ①陈… III. ①土地利用调查 - 遥感地面调查 -
安吉县 IV. ①F301. 24 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 263723 号

责任编辑 贺可香
责任校对 马广洋

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 82106638 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)
传 真 (010) 82106650
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 全国各地新华书店
印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司
开 本 710mm × 1 000mm 1/16
印 张 8. 25
字 数 190 千字
版 次 2015 年 12 月第 1 版 2017 年 1 月第 2 次印刷
定 价 46. 00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

序

土地利用/覆被变化 (LUCC) 是全球环境变化的重要原因,反映了人类与自然界相互影响与交互作用最直接和最密切的关系。人类在利用土地资源发展社会经济的同时,引起了土地覆被最直接和最深刻的变化,并对生态环境产生了巨大的影响。20 世纪 90 年代,国际地圈生物圈计划 (IGBP) 与全球环境变化人文计划 (IHDP) 联合推出了土地利用/覆被变化 (LUCC) 研究计划,并于 21 世纪初继续联合推出全球土地计划 (GLP),土地利用/土地覆盖 (LUCC) 变化所引起的环境影响及其环境安全已成为全球环境变化研究的重要组成部分。

县域作为我国社会经济的基本单元,具有典型的地域特色和区域功能,在幅员辽阔的中国,县域被赋予了特定的历史地位和深刻内涵。在工业化和城镇化快速发展的过程中,“自上而下”与“自下而上”的土地利用制度与政策的变更,社会经济发展措施的优化调控以及人类生产活动方式与意愿的转变等,都在加速土地利用/覆被在空间分布和类型转变的深刻变化,同时也带来一系列的生态环境问题。该书选择我国社会经济的基本单元—县域尺度作为土地利用/覆被变化的研究对象,综合应用地理科学、土地科学和系统科学,沿着土地利用/覆被“动态变化过程与结构分异—驱动机制—多情景预测模拟—景观格局评价”的研究思路对县域土地利用/覆被的演变进行理论、方法与实证研究,取得了较好效果,不但丰富了土地利用/覆被在典型区域研究的案例,同时有利于提高该区域预判土地利用和土地覆被变化的能力,促进土地集约利用和科学决策,实现区域土地资源可持续促进社会经济和谐有序发展。该书是作者多年土地利用/覆被变化研究的总结,具有以下两个方面特点:

一是将县域作为一个完整系统进行研究,基于系统科学的方法,科学揭示土地利用/覆被动态变化过程与结构分异特征、土地利用格局驱动机制及其相

关性，对县域土地利用/覆被动态变化的系统性研究具有一定的指导意义。

二是综合运用经济学、地理学、系统动力学、景观生态学与模型模拟等研究手段，构建县域土地利用/覆被动态变化时空演变的理论方法与模型架构，是跨学科研究的重要实践，同时也是 Clue-S 模型针对县域尺度的典型研究与案例补充。

总之，该书作者利用跨学科对县域土地利用/覆被变化进行交叉和综合研究，是该领域研究工作的重要探索和实践。



2015 年 11 月 15 日于北京

目 录

第一章 研究背景与研究思路	(1)
第一节 研究背景	(1)
一、建设生态文明是关系人民福祉、民族未来的长远大计	(1)
二、土地利用/覆被变化研究成为全球变化研究的热点问题	(1)
三、土地利用/覆被变化与驱动机制的关系在县域案例研究中的 探索	(2)
第二节 相关领域研究现状	(3)
一、生态文明建设内涵	(3)
二、土地利用/土地覆被内涵	(3)
三、土地利用/土地覆被空间尺度研究进展	(4)
四、土地利用/土地覆被驱动机制研究进展	(5)
五、土地利用/土地覆被模拟模型研究进展	(7)
六、土地利用/土地覆被景观格局变化研究进展	(9)
第三节 研究内容及研究方法	(10)
一、研究目标与主要内容	(10)
二、研究方法与技术路线	(11)
第二章 研究区背景及其数据处理和分析	(13)
第一节 研究区的位置和范围	(13)
第二节 自然环境概况	(15)
一、气象条件	(15)
二、地形条件	(16)
三、水系条件	(17)
四、土壤条件	(18)
五、植被条件	(19)
第三节 社会经济概况	(20)
一、经济水平	(20)
二、人口水平	(22)

三、城镇化水平	(24)
四、生态建设水平	(24)
第三章 研究区土地利用变化过程与特征分析	(26)
第一节 数据来源与处理	(26)
第二节 土地利用分类与解译	(27)
一、土地利用分类	(27)
二、土地利用解译	(28)
第三节 土地利用/覆被变化过程分析	(30)
一、分析方法	(30)
二、第一阶段: 1998—2003 年	(32)
三、第二阶段: 2003—2009 年	(39)
四、土地利用变化主要类型分析	(45)
第四节 土地利用/覆被时空结构分异分析	(45)
一、分析方法	(45)
二、第一阶段: 1998—2003 年	(46)
三、第二阶段: 2003—2009 年	(48)
第四章 研究区土地利用变化驱动机制分析	(50)
第一节 驱动因子选取与分类	(50)
一、选取原则	(50)
二、驱动因子分类	(51)
第二节 外在驱动因子定量诊断分析	(53)
一、数据与方法	(53)
二、因子诊断	(55)
三、结果分析	(58)
第五章 研究区多情景下土地利用空间格局动态变化模拟	(60)
第一节 模拟模型	(60)
一、模型介绍	(60)
二、模型结构	(61)
三、空间分析	(61)
四、转换规则	(62)
五、动态模拟	(63)
六、多尺度特征	(64)
七、需求模块	(64)
八、模型检验	(64)

第二节 模拟步骤	(66)
一、回归系数计算	(66)
二、土地需求数据计算	(67)
三、限制区域文件设定	(67)
四、驱动影响因子文件设定	(67)
五、变化矩阵设定	(68)
六、主要参数设定	(69)
七、CLUE-S 模型运行	(69)
八、地图可视化	(69)
第三节 空间分析	(70)
一、土地利用类型分布	(70)
二、驱动影响因子分布	(71)
三、逻辑斯蒂模型回归分析	(75)
四、回归结果分析	(79)
第四节 土地需求	(80)
一、精度验证土地需求	(81)
二、情景模拟土地需求	(81)
第五节 模型模拟设置	(82)
一、初年土地分布	(82)
二、转换矩阵设置	(83)
三、稳定规则设置	(83)
四、区域约束设置	(83)
五、主要参数设置	(84)
第六节 精度验证模拟结果	(86)
第七节 不同情景模拟结果	(86)
一、生态安全情景模拟结果	(86)
二、粮食安全情景模拟结果	(87)
三、自然发展情景模拟结果	(88)
四、土地规划情景模拟结果	(89)
第六章 研究区土地利用与土地覆被景观格局评价	(91)
第一节 景观空间格局指数选取	(91)
第二节 景观空间格局样带设置与数据处理	(94)
一、样带设置	(94)
二、数据处理	(95)

第三节 不同情景模拟斑块类景观梯度分析	(96)
一、东西样带斑块类层次上景观梯度分析	(96)
二、南北样带斑块类层次上景观梯度分析	(101)
第四节 不同情景模拟整体景观梯度分析	(105)
一、东西样带整体景观层次上景观梯度分析	(105)
二、南北样带整体景观层次上景观梯度分析	(107)
第七章 结论与讨论	(109)
第一节 主要结论	(109)
第二节 进展分析	(111)
第三节 问题讨论	(111)
参考文献	(113)

图 目 录

图 1-1	研究技术路线	(12)
图 2-1	浙江省安吉县区位	(13)
图 2-2	1996—2004 年用地单位投资与产出曲线	(20)
图 2-3	1990—2011 年 GDP 与农业总产值趋势	(21)
图 2-4	2003 年湖州市各区县单位工业用地面积产出对比	(21)
图 2-5	1998—2009 年安吉工农业产值百分比对照	(22)
图 2-6	浙江省与安吉县总人口增长率曲线	(22)
图 2-7	浙江省与安吉县农业人口增长率曲线	(23)
图 2-8	浙江省安吉县农业人口与总人口增长曲线	(23)
图 3-1	浙江安吉遥感解译标志野外调查记录点分布	(27)
图 3-2	浙江安吉土地利用/覆被遥感数据解译流程	(29)
图 3-3	1998 年、2003 年与 2009 年浙江安吉土地利用/覆被空间格局	(29)
图 3-4	1998—2003 年浙江安吉水田与旱地转出空间分布	(36)
图 3-5	1998—2003 年浙江安吉建设用地转出空间分布	(36)
图 3-6	1998—2003 年浙江安吉林地转出空间分布	(37)
图 3-7	1998—2003 年浙江安吉水域转出空间分布	(38)
图 3-8	1998—2003 年浙江安吉园地转出空间分布	(38)
图 3-9	1998—2003 年浙江安吉旱地和水田转出空间分布	(43)
图 3-10	1998—2003 年浙江安吉建设用地转出空间分布	(43)
图 3-11	2003—2009 年浙江安吉林地转出空间分布	(44)
图 3-12	2003—2009 年浙江安吉园地转出空间分布	(44)
图 4-1	典型相关分析 (据郭志刚, 1999)	(54)
图 4-2	浙江安吉 1998—2009 年典型相关系数	(56)
图 4-3	浙江安吉 1998—2009 年典型相关冗余度统计	(58)
图 4-4	典型变量 1 典型荷载雷达	(59)
图 4-5	典型变量 3 典型荷载雷达	(59)

图 5-1	CLUE-S 模型结构	(61)
图 5-2	土地利用动态分配迭代过程	(63)
图 5-3	回归系数计算流程	(66)
图 5-4	研究区 1998 年不同地类分布	(71)
图 5-5	研究区坡度	(72)
图 5-6	研究区高程	(73)
图 5-7	距最近城市中心距离	(73)
图 5-8	距最近道路距离	(73)
图 5-9	距最近河流距离	(74)
图 5-10	距最近湖泊距离	(74)
图 5-11	距最近乡镇中心距离	(74)
图 5-12	1998 年农业总产值	(75)
图 5-13	1998 年人均工业总产值	(75)
图 5-14	耕地模拟 ROC 曲线 ($ROC = 0.873$)	(77)
图 5-15	建设用地模拟 ROC 曲线 ($ROC = 0.671$)	(77)
图 5-16	林地模拟 ROC 曲线 ($ROC = 0.911$)	(78)
图 5-17	内陆水域模拟 ROC 曲线 ($ROC = 0.792$)	(78)
图 5-18	园地模拟 ROC 曲线 ($ROC = 0.680$)	(79)
图 5-19	1998 年土地利用分类	(82)
图 5-20	方案一限制区域	(84)
图 5-21	方案二限制区域	(84)
图 5-22	方案三限制区域	(85)
图 5-23	浙江安吉 2009 年土地利用模拟分类	(86)
图 5-24	浙江安吉 2025 年生态安全情景下土地利用模拟分类	(87)
图 5-25	浙江安吉 2025 年粮食安全情景下土地利用模拟分类	(88)
图 5-26	浙江安吉 2025 年自然发展情景下土地利用模拟分类	(89)
图 5-27	浙江安吉 2025 年土地规划情景下土地利用模拟分类	(90)
图 6-1	研究区域由东向西和由北向南样带分布	(94)
图 6-2	1998 年、2009 年和 2025 年不同情景下样带分布	(95)
图 6-3	东西样带耕地景观变化	(96)
图 6-4	东西样带林地景观变化	(98)
图 6-5	东西样带园地景观变化	(99)
图 6-6	东西样带建设用地景观变化	(100)
图 6-7	东南北样带耕地景观变化	(101)

图 6-8	南北样带林地景观变化	(102)
图 6-9	南北样带园地景观变化	(104)
图 6-10	南北样带建设用地景观变化	(105)
图 6-11	东西样带整体景观层次上景观指数变化	(106)
图 6-12	南北样带整体景观层次上景观指数变化	(107)

表 目 录

表 1-1	主要土地利用/覆被模型	(8)
表 2-1	1996—2011 年浙江省安吉县行政区划调整	(14)
表 2-2	浙江安吉气温垂直分布统计	(15)
表 2-3	浙江安吉地貌与结构类型分类	(16)
表 2-4	浙江安吉水利划分	(18)
表 2-5	浙江安吉不同海拔高度主要植被类型	(19)
表 2-6	安吉县自然生态保护区	(25)
表 3-1	主要数据来源	(26)
表 3-2	浙江安吉土地利用/覆被现状分类	(27)
表 3-3	1998—2009 年浙江安吉土地利用/覆被结构	(30)
表 3-4	土地利用转移矩阵	(31)
表 3-5	1998—2003 年浙江安吉土地利用类型转移矩阵 (单位: $\text{hm}^2, \%$)	(33)
表 3-6	2003—2009 年浙江安吉土地利用类型转移矩阵 (单位: $\text{hm}^2, \%$)	(40)
表 3-7	1998—2009 年浙江安吉土地利用转移的主要类型、 面积及比重统计 (单位: $\text{hm}^2, \%$)	(45)
表 3-8	1998—2003 年浙江安吉土地利用时空分异指数 (单位: $\text{hm}^2, \%$)	(47)
表 3-9	2003—2009 年浙江安吉土地利用时空分异指数 (单位: $\text{hm}^2, \%$)	(48)
表 4-1	内在驱动因子的名称及其简要描述	(52)
表 4-2	外在驱动因子的名称及其简要描述	(53)
表 4-3	浙江安吉 1998—2009 年土地利用/覆被变化外在驱动因子 典型相关分析	(57)
表 5-1	CLUE 与 CLUE-S 共同性与差异性比较	(60)
表 5-2	土地利用类型变化发生可能性诊断结果	(65)

表 5-3	CLUE-S 模型中可能需要的相关数据及其用途	(67)
表 5-4	CLUE-S 模型中的主要参数设定	(69)
表 5-5	CLUE-S 模型中土地利用类型代码	(70)
表 5-6	内在驱动因子分级标准与 CLUE-S 模型中代码	(72)
表 5-7	外在驱动因子在 CLUE-S 模型中代码	(75)
表 5-8	不同土地利用类型二元逻辑回归的 Beta 系数	(76)
表 5-9	各土地利用类型二元逻辑回归的 Exp (B) 系数	(76)
表 5-10	不同土地利用目标情景下的用地需求 (单位: hm^2)	(80)
表 5-11	研究区内不同土地利用类型之间的转换规则	(83)
表 5-12	研究区内不同土地利用类型之间的稳定参数	(83)
表 5-13	Main 主参数设置	(85)

第一章 研究背景与研究思路

第一节 研究背景

一、建设生态文明是关系人民福祉、民族未来的长远大计

生态文明是指人类遵循人、自然、社会和谐发展这一客观规律而取得的物质与精神成果的总和；是指人与自然、人与人、人与社会和谐共生、良性循环、全面发展、持续繁荣为基本宗旨的文化伦理形态。党的十七大报告明确提出建设生态文明的新要求，并将到 2020 年成为生态环境良好的国家作为全面建设小康社会的重要要求之一（十七大报告，2007）。党的十八大报告首次全面论述生态文明，首次把“美丽中国”作为未来生态文明建设的宏伟目标，把生态文明建设摆在总体布局的高度来论述（十八大报告，2012），体现了我国加快建设资源节约型、环境友好型社会的决心。

浙江安吉是长江三角洲经济区迅速崛起的一个对外开放景区，是全国首批生态文明建设试点地区，研究其生态安全状况对全国其他地区保持社会经济发展可持续性和生态环境安全性具有重要参考意义。安吉县的地形地貌特征为“七山两水一分田”，是整个浙江省的缩影。其中低丘缓坡土地面积约 60.04 万亩，占全县土地总面积的 21.22%（张咏梅，2013）。随着城镇化快速发展，其中土地利用类型的结构也在发生变化，对保持生态环境造成了潜在的威胁。土地利用变化对其生态环境的影响对于了解区域生态环境和全球环境变化具有重要的意义（傅伯杰，1999），从土地利用/覆被变化的视角开展相关研究，能更好地为资源节约型和环境友好型的生态文明建设提供科学依据。

二、土地利用/覆被变化研究成为全球变化研究的热点问题

土地利用/覆被变化（LUCC）是全球环境变化的重要原因（唐华俊，2009）。土地是人类赖以生存与发展的重要资源和物质保障，在“人口—资源—环境—发展”复合系统中，土地资源处于基础地位（刘彦随，2002），同

时土地利用反映了人类与自然界相互影响与交互作用最直接和最密切的关系(蔡运龙, 2001)。1995年, IGBP与IHDP联合推出了LUCC研究计划, 主要研究目标是增进对LUCC机制的理解及其与全球环境变化的关系。2005年IGBP和IHDP又联合推出全球土地计划(Global Land Project, GLP), 是全球变化与陆地生态系统研究计划和LUCC研究计划的综合, 其目标是量测、模拟和理解人类—环境耦合的陆地生态系统。人类在利用土地促进社会经济发展的同时, 也引起了土地覆被的变化, 并对生态环境产生了巨大的影响。

土地利用/土地覆被变化对生态、社会和经济影响明显。近些年有研究开始关注土地利用对经济发展的影响(李馨, 2011)。同时认识到经济发展对土地利用的推动或制约作用, 将经济要素作为土地利用过程重要的驱动力来考量, 这一类研究相对较为成熟(Pratt A C, 2009; 杜怀玉, 2007)。研究表明, LUCC对气候变化、陆地生态系统地球物流和地球化学循环过程、全球陆地—海洋相互作用等有重要影响(Wu Wenbin, 2007), 土地利用方式的变化影响了全球水文及碳循环和能量平衡, 破坏了全球很多海岸带区域的生态环境(Kalnay E, 2003)。

三、土地利用/覆被变化与驱动机制的关系在县域案例研究中的探索

土地利用/土地覆盖驱动力及驱动机制的研究主要为了揭示LUCC的影响因子, 相互作用过程及其机理, 使人们充分了解土地利用及覆被变化的原因, 进而对土地利用现状进行改善, 对未来的变化趋势进行预测并进行人为调控(赵云霞, 2013)。近十年的研究显示, 在LUCC驱动力的提取和模型构建等方面取得了很大进步, 能够引起土地利用/土地覆被变化的可能因素主要分为六大类: 人口、富裕程度、技术、经济结构、政治结构以及观念和价值取向。然而在这类研究中, 模型涉及的空间尺度多样, 但多数以国家或者较大区域尺度为主(Verburg P H, 2000; Lambin E F, 2003; Rounsevell M D A, 2003), 以县域为案例研究的人不多见, 地方微观尺度、局部中观尺度的模型处于发展阶段(唐华俊, 2009)。因此以县域土地利用变化为研究对象, 探索其驱动机制, 在研究尺度上具有一定的新意。

第二节 相关领域研究现状

一、生态文明建设内涵

生态文明是当前在世界范围内倡导的一种文明理念与建设的一种新的文明形式。马克思和恩格斯关于生态文明思想指出：它主要体现在两个方面，即人与自然之间的物质变换或说新陈代谢思想，以及人与自然、社会的共同进化理念，也即可持续发展理念（戴圣鹏，2013）。随着社会生产力的不断提高，人们对于认识生态文明的概念也在发生变化，尤其是在环境问题凸显的今天，人们日益发现要真正解决环境问题须要把整个自然环境和整个人类社会（包含经济）作为一个整体来考察，并在此基础上建立新的学科（甘晖，2013）。所以，从新中国建立开始的1949—2012年期间，生态文明的内涵随着认识和时代的变迁，结合社会主义实践，主要体现为4个时期的论述（胡建，2011；胡洪彬，2009；胡洪彬，2010；甘晖，2008；宋波，2004）：

- （1）毛泽东提出的“对马克思的生产的自然条件理论之探讨”；
- （2）邓小平提出的“对生态文明与工业文明的矛盾之认知”；
- （3）江泽民提出的“正确处理人与自然对立统一关系的可持续发展战略”；
- （4）胡锦涛提出的“全面协调发展的科学发展观”。

2012年，中共十八大报告提出把生态文明建设放在突出地位，融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程，努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展。因此，当前对生态文明建设赋予了更多的现实意义和内涵。

二、土地利用/土地覆被内涵

辨析土地利用与土地覆被的内涵，有助于更加清楚理解土地利用/土地覆被变化。

1. 土地是人类赖以生存和发展的基础。当前，对于土地利用的涵义，不同的学者对应不同的研究目的有着不同的认识和定义。其中国内官方和国际机构，1993年国家土地管理局颁布的《土地利用规划》指出土地利用是人类通过一定的行动，以土地为劳动对象，利用土地的特性，满足自我需求的过程；1985年联合国粮农组织（FAO）指出土地利用是由自然条件和人的干预所决定的土地的功能，是一种非决断性的结果。另外一些学者也进行了相应的定