

土地系统计量模型

Integrated Modelling of Land System

Land Use Conversions

土地用途转换分析

Analysis of Land Use Conversions

邓祥征 著

LUC



中国大地出版社

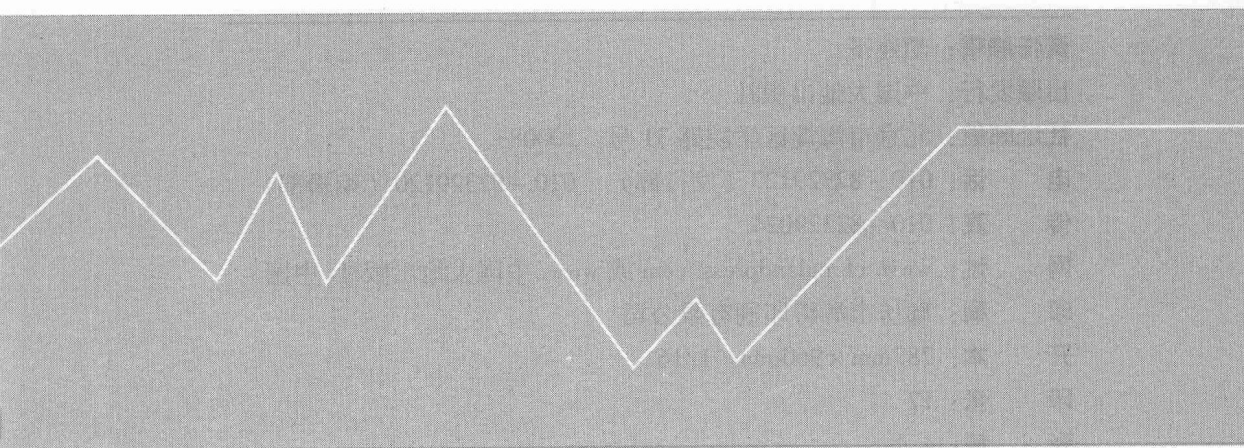
土地系统计量模型

Integrated Modelling of Land System

土地用途转换分析

Analysis of Land Use Conversions

邓祥征 著



中国大地出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

土地用途转换分析 / 邓祥征著. —北京: 中国大地出版社, 2008. 11

ISBN 978 - 7 - 80246 - 158 - 1

I. 土… II. 邓… III. 土地利用—管理信息系统—研究
IV. F301.24 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 184915 号

责任编辑: 胡建平

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010 - 82329127 (发行部) 010 - 82329120 (编辑部)

传 真: 010 - 82329024

网 址: www.chinalandpress.com 或 www.中国大地出版社.中国

印 刷: 廊坊市海涛印刷有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 17

彩 插: 4 页

字 数: 280 千字

版 次: 2008 年 11 月第 1 版

印 次: 2008 年 11 月第 1 次印刷

印 数: 1 - 1300 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 80246 - 158 - 1/F · 306

定 价: 36.00 元

版权所有 · 侵权必究

序

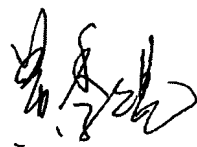
土地用途转换既是区域问题,也是全球问题。在全球环境变化、经济全球化的大背景下,土地用途转换分析作为全球环境变化与区域可持续发展问题的重要切入点已经成为国际学术界最为活跃的研究领域之一,引起了不同专业背景的专家、学者的关注与研究兴趣。

从全球发展历程来看,经济的快速增长常常伴随着土地用途的快速转换,突出表现为农业用地向工业、基础设施和住宅等用途的转移。例如,在过去的30年里,日本的耕地一直呈减少态势,在20世纪70~80年代,其耕地以年均超过1%的速度减少,到90年代还仍然以接近每年1%的速度减少;自20世纪70年代以来,韩国的耕地也呈现出类似的减少趋势;美国的农用地每年也在以0.1%到0.3%的速度转为开发用地和保护地;欧洲的大多数国家,在1975~1995年间,耕地也呈减少态势,不过不同国家的下降幅度不同,英国下降了12%,而卢森堡仅仅下降了1.5%。

鉴于当前全球环境变化导致的区域干暖化日趋加剧与经济全球化带来区域生产布局变化的事实,开展我国土地用途转换的系统研究,对新时期我国土地用途转换管理、土地利用规划乃至环境规划与建设的决策具有重要的参考价值。本书作者全面、系统地介绍了当前土地用途转换分析的模型与方法,结合案例辨识区域土地用途转换的驱动因素,揭示土地用途转换驱动机理,发掘土地用途转换动态演化规律,模拟土地用途转换时空过程,测度土地用途转换的生态环境效应并预测其未来发展变化的方向与趋势。在案例区上得出的研究结论对指导当地土地利用的相关决策具有重

要的参考价值。从更广的尺度上看,土地用途转换产生的生态环境效应毋庸置疑将影响到全球食物保障和世界农林生产支持系统的可持续性。正是从这个意义上看,开展区域乃至全球土地用途转换分析、研究,对人类把握土地系统动态演化规律、提高土地利用效率,改善土地利用的区域管理具有指导价值。

当然,从科学认识上来看,人们对于土地用途转换过程的认识还有待于进一步深化。本书提出的土地用途转换探测、辨识、表征等模型为人们提供了认识土地用途转换机理及其效应的模型工具与手段,而对土地用途转换过程和主要驱动因素的真正把握还需要发挥多学科交叉的优势来开展联合研究。我支持该书的出版,一方面希望作者多年的研究成果能得到梳理与提炼,能为我国区域土地用途转换分析、研究提供一些可用的模型工具与手段;另一方面也希望不同专业背景的专家与学者共同参与到土地用途转换相关专题的研究,通过深入、系统地实证研究与分析,逐步推出一系列服务于国家土地管理决策的研究成果。



中国科学院农业政策研究中心主任
中国科学院地理科学与资源研究所研究员

前 言

土地是人类赖以生存和发展的物质基础,是国家最重要的自然资源之一。随着我国人口增长以及城市化、工业化的推进,人们对土地利用的广度和深度不断加强,由此带来的一系列资源环境与社会经济问题也日益凸现,并逐渐成为制约我国社会、经济、生态可持续发展的主要原因。因此,开展土地用途转换研究,掌握我国土地用途转换的自然、社会、经济条件与背景,探究土地用途转换的驱动机理及其生态、环境效应,并在此基础上提出有效防治措施,对缓解人地矛盾和实现可持续发展具有重要意义。

土地用途转换既是区域问题,也是全球问题。尤其是在当今全球气候变暖的大背景下,土地用途转换作为全球环境变化的主要原因和可持续发展问题的重要切入点而成为国际上最为活跃的研究领域之一,备受不同领域专家、学者的关注。

土地用途转换既是地球表层多种影响因素相互作用的结果,也是地球表层系统最为明显的景观变化标志。它不仅对全球辐射平衡和能量流的改变有着巨大而深远的影响,而且与地表生物地球化学循环、水循环的改变及生物多样性息息相关。此外,土地用途转换产生的生态环境效应还将进一步影响到全球食物保障和世界农林生产支持系统的可持续性。由此可见,开展土地用途转换分析,对把握区域土地系统动态变化规律,并提炼土地利用规划与管理决策信息具有重要意义。

当今全球环境变化形势下,开展土地用途转换分析必须全面、深入地辨识土地用途转换驱动因素、揭示土地用途转换驱动机理、发掘土地用途转换动态规律、模拟土地用途转换时空过程、测度土

地用途转换的生态环境效应并预测其未来的发展方向与趋势。有鉴于此,本书将详细地阐述如何针对土地用途转换分析的各项要求构建精准的模型,定量分析区域土地用途转换的时空过程及其导致的生态、环境效应。

本书共6章,主要讨论以下几个方面的问题:① 土地系统的辨识与相关的研究计划、成果及发展方向;② 土地用途转换探测、表征、驱动机制、过程模拟及效应评价模型的构建方法及步骤;③ 以农牧交错带作为典型区开展土地用途转换时空格局和驱动机理研究;④ 区域土地用途转换对农田碳汇的影响;⑤ 土地用途转换研究未来的发展方向。

本书力图涵盖土地用途转换研究的各个方面,在编写过程中参阅了大量国内外学者的文献资料,大部分引述均已经在书中列出,疏漏之处,在此谨致歉意。作者认识、水平、时间和条件所限,本书在分析、论证方面还缺乏系统性与深度,书中存在的不妥表述之处,还望广大读者批评指正。

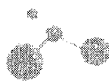
作 者

2008 年 11 月

目 录

1 土地系统辨识与研究计划	1
1.1 土地系统	2
1.1.1 土地系统的概念与组成	2
1.1.2 土地系统研究理论与方法	4
1.1.3 土地系统研究程序与步骤	7
1.1.4 土地系统研究模型体系	7
1.1.5 土地系统研究技术集成	9
1.2 土地利用系统	11
1.2.1 土地利用系统的组成	11
1.2.2 土地利用系统的属性	15
1.2.3 土地利用系统的特征	17
1.2.4 土地利用系统研究动向	19
1.3 土地利用/覆被变化研究计划与成果	19
1.3.1 土地利用变化研究	20
1.3.2 土地利用研究进展	26
1.3.3 LUCC 计划研究成果	35
1.4 全球土地计划	39
1.4.1 GLP 发起背景	39
1.4.2 GLP 形成与发展	40
1.4.3 GLP 科学计划	41
2 土地用途转换分析模型	47
2.1 土地用途转换探测模型	48
2.1.1 土地用途转换调查方法	48

2.1.2	土地用途转换信息提取	50
2.1.3	土地利用信息定位观测	52
2.2	土地用途转换表征模型	54
2.2.1	栅格成分数据模型	54
2.2.2	土地用途转换速率表征	56
2.2.3	土地用途转换景观指标表征	58
2.3	土地用途转换驱动机理模型	59
2.3.1	经验统计模型	60
2.3.2	尺度效应分析	66
2.4	土地用途转换过程模拟模型	70
2.4.1	马尔科夫过程模型	70
2.4.2	Agent-based 模型	73
2.4.3	元胞自动机模型	74
2.4.4	CLUE-S 模型	75
2.4.5	DLS	75
2.5	土地用途转换效应评价模型	77
2.5.1	遥感反演模型	77
2.5.2	地面调查分析	80
2.5.3	生物地球化学循环模型	81
3	农牧交错带土地用途转换时空格局	84
3.1	农牧交错带土地用途转换背景	84
3.1.1	农牧交错带范围辨识	85
3.1.2	华北、黄土高原农牧交错带范围	87
3.2	农牧交错带土地用途转换动态特征	97
3.2.1	土地用途转换编码表达	97
3.2.2	农牧交错带用地格局	98
3.2.3	土地用途转换总体特征	100
3.2.4	土地用途转换动态特征	102



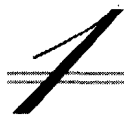
3.3 农牧交错带土地用途转换空间分异特征	105
3.3.1 土地用途转换空间分异特征	105
3.3.2 土地利用净变化空间分异特征	108
4 农牧交错带土地用途转换驱动机理	112
4.1 自然控制因素对土地用途转换的影响	112
4.1.1 海拔高度对土地用途转换的影响	113
4.1.2 地形坡度对土地用途转换的影响	117
4.1.3 坡向对土地用途转换的影响	120
4.1.4 地貌条件对土地用途转换的影响	123
4.1.5 土壤对土地用途转换的影响	126
4.2 气候因素对土地用途转换的影响	129
4.2.1 气候数据插值	129
4.2.2 气温对土地用途转换的影响	132
4.2.3 积温水平对土地用途转换的影响	132
4.2.4 降水条件对土地用途转换的影响	135
4.2.5 湿润条件对土地用途转换的影响	137
4.2.6 光照条件对土地用途转换的影响	138
4.2.7 气温、降水变化对土地用途转换的影响	140
4.3 社会经济因素对土地用途转换的影响	143
4.3.1 影响土地用途转换的社会经济因素	143
4.3.2 人口和载畜量变化对土地用途转换的影响	144
4.3.3 经济因素变化对土地用途转换的影响	150
4.3.4 国家政策与制度变化对土地用途转换的影响	152
4.4 栅格尺度土地用途转换驱动机理	154
4.4.1 土地用途转换多尺度栅格模型	154
4.4.2 自变量因子的遴选	168
4.4.3 驱动机理模型及其尺度效应	172
4.5 驱动机理模型精度验证与结果解释	173
4.5.1 类确定系数	174

4.5.2	ROC 曲线	175
4.5.3	拟合优度诊断	176
4.5.4	结果解释	177
5	土地用途转换对农田碳汇的影响	184
5.1	农田碳汇估算模型与应用	184
5.1.1	土壤有机碳动态模型	185
5.1.2	CENTURY 模型	188
5.1.3	RothC 模型	192
5.1.4	DNDC 模型	194
5.2	中国农田碳汇估算结果与分析	199
5.2.1	中国农田碳汇估算结果	200
5.2.2	估算结果的不确定性	206
5.3	农田碳汇管理策略	207
5.3.1	土地用途转换管理	209
5.3.2	推广免耕	210
5.3.3	调整轮作	210
5.3.4	提高复种指数	211
5.3.5	合理施肥	211
5.3.6	改善土壤水分条件	212
5.3.7	完善残茬管理	212
5.3.8	其他措施	214
5.4	政策影响评价	214
5.4.1	分析模型	215
5.4.2	案例分析	218
5.5	土地用途转换对农田碳汇的影响	223
5.5.1	模型与方法	224
5.5.2	退耕还林还草模拟	227
5.5.3	退耕还林还草对土壤有机碳贮量的影响	227



6 结论与展望.....	230
6.1 主要结论.....	230
6.2 研究计划.....	233
参考文献	235
附 录	255
致 谢	259





土地系统辨识与研究计划

土地是地球表层的陆地部分及其以上、以下一定幅度范围内的全部环境要素,以及人类社会生产、生活活动作用于空间的某些结果所组成的自然—经济综合体,是人类赖以生存和发展的重要物质基础(陈百明、石玉林,1991;陈百明等,2003;封志明等,2006)。土地利用是指人类根据土地的特点,按一定的社会、经济目的,采取一系列生物、技术手段,对土地进行的长期性或周期性经营管理和治理改造活动。土地用途转换是通过改变土地利用方式而使土地的产出发生变化,是土地在人类活动干预下进行自然再生产和经济再生产的复杂过程,主要由耕地、林地、草地、水域、建设用地与未利用地之间的相互转换构成。

土地用途转换大致源于三个方面的原因:其一,在社会经济发展的不同时期,人们对土地产出(或服务)的种类或数量的需求发生改变,由此导致的土地用途转换可称之为内生性转换或主动性转换;其二,由自然或人为原因导致土地属性的变化可称为外生性转换或被动性转换,例如社会群体目标发生变化,迫使人们不得不改变土地的用途;其三,由于技术进步导致的土地用途转换可称之为技术性转换。

土地用途转换研究作为土地利用/覆被变化研究中的一个关键环节,随着全球环境变化研究的推进而日趋深入(Turner、Meyer,1991;陈宜瑜,1999;GLP,2005;史培军、叶涛,2006)。继2005年国际地圈—生物圈计划(IGBP)和全球环境变化人文领域计划(IHDP)的核心计划“土地利用/土地覆盖变化(LUCC)”完成既定研究任务、取得丰硕成果之后,全球土地科学计划(GLP)成为新一轮IGBP与IHDP研究计划的核心(GLP,2005)。GLP研究计划强调土地用途转换研究,并提出了土地用途转换研究需要从系统的角度识别各种影响因素及其作用、选择合适的模型作为工具、将土地利用结构变化反映到一定尺度的空间单元上等一系列观点。尽管当前对土地用途转



换模拟已经获得了巨大进展,相关研究在趋向于区域化和微观化方面也取得了一系列成果(刘纪远、布和敖斯尔,2000;邓祥征等,2002),但仍有很多环节有待提高。实际上,土地用途转换是一个动态过程,要获得一个有决策价值的模拟结果,需要综合考虑来自区域社会经济、文化传统、自然条件以及土地利用历史状况等多方面的影响,构建区域用地结构变化的不同情景,增加预测结果的科学性与合理性。

在引起土地用途转换的众多因素中,人类社会经济活动的影响举足轻重(Turner 等,1990a;FAO,1993;张惠远、赵昕奕,1999;邓祥征等,2002;刘纪远等,2003;刘卫东,2005)。而从较长时间尺度来看,土地用途转换主要体现为自然环境条件变化的结果(邓祥征等,2002;刘纪远等,2003)。因此,我们需要从系统的角度出发,综合社会经济和自然环境两方面的因素,通过揭示土地用途转换的机理来刻画土地用途转换的途径与方向。

1.1 土地系统

1.1.1 土地系统的概念与组成

土地系统是一定范围内的地形、地貌、土壤、基础地质、水文、气候和植被等所有自然因素及过去和目前人类在这一地域范围内土地利用活动及其影响结果的综合体,由生物因素、非生物因素及其相互作用关系组成(Turner 等,1990a;蔡运龙,2001;刘纪远等,2002c;邓祥征等,2002)。土地系统处于一个动态演化的过程之中,根据人类对土地系统的作用程度,国内学者将土地系统划分为原始土地系统、半原始土地系统、亚人工土地系统和人工土地系统,对其研究则大多集中在土地类型、土地利用、土地评价、土地规划与管理与土地承载力等方面(于栓平、孟昭杰,1992;杨宝亮、刘卫东,1992;史华,1996)。

1.1.1.1 土地类型

土地类型是根据土地各种性状的地域差异规律,按照一定的标准和原则对土地进行人为划分的结果。土地类型研究涵盖了对土地个体形态单元的识别和土地的分级与分类(倪绍祥,1999;梁学庆,2006;陈百明,2008)。土地个体形态单元的识别建立在全面了解区域自然地理环境各个要素特征、地域分布、地域差异与区域共扼性的基础之上。每个土地个体形态单元



经济属性作为评价依据,按照土地利用的可能效果,从生态、经济、社会的适宜性和限制性两个方面探讨实现土地合理利用和改造的方法与途径。

1.1.1.4 土地规划与管理

土地规划与管理要求正视土地开发利用的客观条件,合理分配土地,调整土地关系,力求生态、经济和社会效益的极大化,是土地系统研究的出发点与落脚点,主要包括土地规划和土地管理两个方面(中华人民共和国国土资源部,2003)。土地规划通常是在土地规划模型计算结果的基础上制定的未来土地利用策略;土地管理则是国家在一定环境条件下,以地籍管理为核心,综合运用行政、法律、经济、技术手段,围绕土地利用开展的计划、组织、控制和协调活动(刘卫东,2005)。土地规划直接用于指导土地利用改造过程,而土地管理则是监测及调控土地系统的状态、结构与功能的有效手段(左玉辉等,2008)。

1.1.1.5 土地承载力

土地承载力,或称土地人口承载量,即一定地区的土地所能持续供养的人口数,是土地—人口系统研究的核心内容(Skole、Tucher,1993;高志强等,1999;梁学庆,2006)。土地承载力可以从人均资源占有量、人均产品消费量、人均污染物质生产量等多方面建立度量标准开展研究(刘黎明,2002)。通过土地粮食生产能力和人们在一定生活水平条件下的粮食消费标准来评价土地承载力是一种简便易行的方法,并在实践中得到了广泛应用(张凤荣等,1998;高志强等,1999)。

土地系统研究与土地类型和自然区划、土地利用和区域经济、土地评价和区位分析、土地规划与管理 and 区域政策、土地人口承载力和区域发展相对应,同区域研究相联通,是区域科学研究的核心领域。

1.1.2 土地系统研究理论与方法

土地系统研究以土地优化利用为目标,在土地认识、利用和改造的实践过程中,研究土地的构成、发展及其地域分异规律,阐明土地的自然特征与开发利用适宜性,评估土地的生产潜力及效益,指导土地的开发、利用与改造活动(于栓平、孟昭杰,1992;杨宝亮、刘卫东,1992;史华,1996)。土地与人类的生存、发展密切相关,围绕土地进行的一切人类活动均受自然规律与经济规律的双重制约。土地系统研究正是充分考虑自然环境与社会经济的双重影响,将土地生产能力与人类消费需求紧密结合,研究两者之间的动态



平衡,强调突出人—地关系,为区域经济繁荣与发展、土地—人口系统优化提供科学指导(陈百明,1991)。

土地系统研究的理论与方法是当代科学发展走向综合与交叉的产物,是在各学科整体化的过程中产生和成长起来的,长期以来受到各自然科学和社会科学部门的广泛关注(史华,1996)。自然地理环境的地域分异规律、地域综合体理论、区位论、级差地租与肥力衰减理论、生物进化论、群落学理论、生态平衡理论、价值规律与计划经济理论、系统科学熵理论、耗散结构理论、自然资源开发利用的因地制宜论等,都不同程度地促进了土地系统研究理论的形成(杨宝亮、刘卫东,1992;Riebsame 等,1996)。地图学、地理信息系统、遥感技术的发展、计算机及其他数量化技术与方法在土地系统中的应用,则促进了土地系统研究方法的完善(Skole、Tucher,1993;布和敖斯尔等,1997;刘纪远等,2001;徐新良等,2004)。

以往的土地系统研究继承和发展了不同学科的土地研究理论与方法,按照系统科学的思维,从研究土地个体或某一方面上升到研究不同个体之间的关系甚至全方位研究的水平,形成了土地综合研究科学体系和土地系统研究理论体系(于栓平、孟昭杰,1992;杨宝亮、刘卫东,1992;史华,1996;陈百明等,2003)。从土地系统研究的实践看,以下理论可以作为土地系统科学的核心。

1.1.2.1 结构—功能理论

土地系统结构决定土地系统功能的原理是土地系统研究中应用最为广泛的理论之一(邓祥征等,2008)。土地系统结构分析是揭示土地系统功能的有效途径(石玉林、李立贤,1989;张正峰、陈百明,2003)。土地系统研究通过分析土地系统的结构(包括土地类型景观对比结构、时间演替结构和空间组合结构),揭示土地类型的均质程度、相对差异、地域分异及其形成、发展规律,探讨土地的自然特征与利用改造方向,为因地制宜地开发利用土地、提高土地生产力提供科学依据(甘红等,2004)。对土地系统结构和土地系统功能的宏观把握是土地系统研究从土地个体、方面研究上升到区域综合研究的转折点和衔接处,有着承上启下的作用(于栓平、孟昭杰,1992;杨宝亮、刘卫东,1992;史华,1996)。区域土地系统结构分析主要包括三个方面:①土地功能与空间关系,即由功能作用关系联结的区位关系;②功能的叠合关系,即土地用途多样化;③毗邻效应。区域土地系统结构分析为土地系统状态的诊断与土地评价提供依据,而土地评价的质量等级结构则直接