

文章编号: 1000-5692(2007)05-0633-05

土地利用变化研究现状

曹银贵^{1,2}, 周伟¹, 程焯^{1,2}, 许宁^{1,2}, 郝银³

(1. 中国地质大学 土地科学技术学院, 北京 100083; 2. 国土资源部 土地利用重点实验室, 北京 100035;
3. 湖北省荆州市土地整理中心, 湖北 荆州 434100)

摘要: 采用文献研究的方法, 综合叙述土地利用/覆被变化研究 20 多年来的研究进展, 总结土地变化科学研究的新理论与新方法, 并展望了未来土地变化科学研究的方向, 进一步加强中国的土地变化科学研究。土地变化科学在土地利用数量变化研究、驱动力研究、土地利用变化模拟研究方面取得了丰硕的成果。一方面是驱动力因子的多样性; 另一方面是土地利用变化模拟方法的交叉性, 已从数量模拟研究转向空间模拟研究, 从单方法模拟研究转向多种方法结合的模拟研究, 从生物物理驱动力的建模方式转向生物物理驱动力与社会经济驱动力相结合的建模方式。未来的土地变化研究要加强精度的要求, 促进土地变化科学的发展, 同时其研究成果能真正引导土地利用规划。参 46

关键词: 土地规划; 土地利用; 驱动力; 土地利用变化模拟; 综述

中图分类号: F301; S7-932 **文献标志码:** A

土地利用/覆被变化研究始终是全球变化研究的热点之一, 并取得了丰硕的研究成果^[1]。这一方面是因为土地利用/覆被变化是引起其他全球变化问题的主要原因; 另一方面是因为在全球环境变化问题中, 土地利用/覆被变化可以说是自然和人文过程交叉最为密切的问题^[2]。土地利用/覆被变化的研究起初是从全球变化研究入手, 发展到现在, 开始重视典型区的研究; 从简单的数量研究发展到空间变化上的研究; 从简单的土地利用转换的研究发展到生态足迹、能量流与物质流的转换研究。总的来看, 土地利用/覆被变化的研究是越来越微观。土地覆被是指存在于地表的植被(自然的或者是种植的)以及人工建筑^[3]。土地利用则定义为同时包括改变土地生物物理属性的利用方式和产生这种利用方式的目的^[4]。土地利用的形式是多种多样的。从土地覆被与土地利用两者的含意来看: 土地覆被主要是指自然的地表形态, 而土地利用重在突出人类的社会经济活动对土地资源的作用, 体现出了土地的使用状况或土地的社会和经济属性。因此土地利用和土地覆被构成了土地的 2 种属性^[4]。通常情况下, 土地覆被的变化会影响土地利用决策, 土地利用变化则会导致土地覆被变化, 再影响到土地利用决策, 从而产生新一轮的土地利用变化^[4-6]。由于当代的土地覆被变化主要是人类对土地利用造成的, 所以认识土地利用变化, 是了解土地覆被变化的首要条件。

1 土地利用数量变化研究

区域土地利用变化包括土地利用类型的面积变化、空间变化和质量变化^[7]。面积变化首先反映在不同类型的总量变化上, 通过分析土地利用类型的总量变化, 可了解土地利用变化总的态势和土地利

收稿日期: 2006-10-17; 修回日期: 2006-12-12

基金项目: 科学技术部资助项目(2004DIB3J107)

作者简介: 曹银贵, 硕士研究生, 从事土地利用与规划研究。E-mail: caoyingui1982@sohu.com。通信作者: 周伟, 讲师, 博士, 从事资源环境遥感和土地信息技术等研究。E-mail: zhouw@cugb.edu.cn

用结构的变化^[8]。目前,土地利用的数量变化的指标有:土地利用变化的幅度、土地利用变化的速度和土地变化的区域差异。通过各地类之间的转化,得出土地利用的转化矩阵。

2 驱动力研究

有关土地利用/覆被变化驱动力的研究是探索土地利用/覆被变化驱动机制的核心问题^[9]。Riebsame 等^[10]认为土地利用变化的预测研究是很艰难的,因为它需要了解土地利用变化的根本性的驱动力,而土地利用预测模拟研究的先决条件是要确认最重要的驱动力^[11]。纵观国际上土地利用/覆被变化的驱动机制研究,目前主要是通过大量的案例与比较,探讨土地利用/覆被变化的动力学机制^[12]。Fu 等^[13]认为土地利用/覆被变化的驱动力是气候变化和人类活动,由此可见驱动力研究是指标的选取一方面,与自然状况有关,另一方面与人类活动有关。因此,驱动力通常分为生物物理和社会经济两大类。生物物理驱动力包括自然环境的特征和过程^[14],而社会经济驱动力则包括人口变化、贫富状况、技术进步、经济增长、政治经济结构以及价值观念等^[15-16]。有的时候驱动力与被观察的土地利用变化在空间或时间上相差甚远,经常涉及到宏观经济政策的转变和变化,很难预测^[17]。Veldkamp 等^[11]认为土地利用变化的驱动力因子随着比例尺的不同而发生变化。

2.1 生物物理驱动力

对于区域性土地利用/覆被变化,生物物理方面的驱动力对土地变化的影响在一个比较短的时间段内是比较小的,通常也是不显著的。石瑞香等^[18]的研究表明,自然(气候)因素并未构成样带上近年来土地利用(尤其是耕地)变化的主要驱动力,但是并不是没有影响。邹亚荣等^[19]在中国农牧交错区土地利用变化的研究中表明,青藏高原的上升是晚新生代北半球气候变化的重要驱动力,这样引起了我国北方气候的干旱,对我国农牧交错区的形成,特别是对东部草地变化产生了影响。叶宝莹等^[20]在嫩江中上游地区的土地利用变化研究中选取了高程和坡度作为土地利用变化驱动力的指标,结果表明两者与土地利用变化的线性关系明显。地貌类型也会影响土地利用的变化,草地受地貌条件的影响与控制作用较耕地小^[21]。城市边缘区的土地利用会受到地形影响,北京城乡过渡区土地利用变化的发展趋向,在地域上深受西北部山地的阻力,可能会形成不对称发展^[22-23]。赵庚星等^[24]认为50 a前黄河三角洲地区的土地利用变化主要是受气候因素、风暴潮和黄河改道等自然因素驱动。

2.2 社会经济驱动力

土地利用是社会的一面镜子^[25]。土地利用变化能很好地反映社会经济发展的历程。土地资源条件是土地利用结构形成的决定性因素(基础因素),但是对于人类活动而言,这种变化是缓慢的。Elena 等^[6]认为人类活动是引起土地利用变化的主要成分,因此,分析社会经济因素对土地利用变化的作用摆在首要的位置^[26]。陈百明^[27]认为在社会经济驱动力方面,土地利用变化与人口增长之间有明显的联系,但同时这一变化与技术进步、富裕程度、经济状况,以至文化、宗教和军事等也能找到一定的相关关系。龙花楼等^[28]研究表明,几年或几十年的土地利用变化主要是由人类的社会经济活动影响所导致。袁俊^[23]认为城镇人口的迅速增长,第二产业的发展,对土地产品的需求变化和交通条件及政府政策等社会经济驱动力导致了湖北省的土地利用变化。周青等^[29]在农地利用变化驱动机制的理论分析的基础上,构建了农地利用变化强度的指标体系,在指标体系中特别引入了邻近城市的辐射和耕地保护政策对土地利用变化的影响。陈百明等^[30]和王秀兰^[31]为深入分析和认识耕地占用与GDP增长的关系,运用了脱钩理论,开展我国耕地占用与GDP增长的脱钩研究,揭示了我国各类区域耕地占用与GDP增长的相互关系的典型模式。对于城市土地利用而言,交通条件对土地利用类型的转变起到了内因作用,转化为城镇用地的土地利用类型与距交通干线的距离有一定关系^[13]。

3 土地利用变化驱动力模拟

土地利用系统的复杂性需要多学科的分析^[32]。Veldkamp 等^[11]认为土地利用模型应该代表土地利用系统部分的复杂性,能够检验社会和生态系统结合的稳定性。土地利用变化模拟是为了更加明确土地利用变化的原因,定量地证明多个因素对某一个因素的关系和影响。不同的模拟方法已经在土地利用变化中得到广泛应用。起初,土地利用变化模拟的研究重在生物物理因子方面的模拟研究,例如海

拔、坡度和土壤类型等。后来根据研究的需要, 土地利用变化社会经济驱动力方面的数据整合到模型中^[33]。但是社会经济指标缺少空间上的简化数据, 这样将很难将社会和自然数据结合起来。Veldkamp等^[11]认为生物物理过程的空间单元和行为组织者决策的空间单元是不一样的。

在土地利用变化模拟研究的开始阶段, 基本上都是从数量上进行研究, 后来由于遥感技术和空间地理信息系统技术的发展, 从空间上实现了土地利用变化的模拟。同时, 研究的方法也有很大的提升, 从单一方法的模拟研究发展到多种方法的结合。

3.1 土地利用变化的数量模拟

土地利用变化的数量模拟是从数量的角度来分析模拟土地利用变化的过程。彭文甫等^[34]首先利用因子分析方法, 确定了影响土地利用变化的相关因子, 然后采用多元线性回归分析方法, 预测土地利用变化。王波等^[35]利用多元相关分析的方法对经济管理体制对土地利用变化进行了模拟, 用具体的产值代替了无法量化的经济管理体制。张海龙等^[36]利用马尔可夫模型, 确定了渭河盆地各土地利用类型之间相互转化的初始转移概率矩阵, 从数量上预测了该区土地利用变化。虽然马尔可夫模型在土地利用变化数量研究上表现出较好的应用性, 但是由于这种预测是以末期和基期的时间间隔为预测单位, 所以只能预测时间间隔整数倍的特定时期的情况, 其灵活性和适用性受到限制^[37]。灰色预报模型克服了统计回归分析方法需要大样本序列的弊端。吴普特等^[38]采用BP神经网络方法对耕地减少进行了预测, 将影响耕地变化的各驱动因子作为神经网络的输入层神经元, 将耕地面积作为输出层神经元, 经过反复的训练模拟, 表明这种方法在耕地资源减少量进行预测时精度较高, 可靠性较好。

3.2 土地利用变化的空间模拟

土地利用变化的空间模拟主要是从土地利用/覆被变化在时间序列上的变化过程进行模拟预测, 另外还包括从主要的驱动力入手进行空间上的模拟预测。土地利用变化的空间模拟主要是在一些列空间变量间建立关系函数, 并模拟预测土地利用变化。众多学者在高度集聚尺度下进行土地利用变化的空间简化模型研究, 例如单个的景观元胞。同时利用遥感影像获得空间研究数据, 使与土地利用变化相关的基本地理单元和环境过程概念化^[6]。Kasper等^[39]提出了土地利用转换及效应(CLUE)模型框架, 这是一个合理的少见的空间简化土地利用模型, 该模型用来分析复合比例尺条件下的土地利用变化问题。摆万奇等^[9]利用Logistic逐步回归模型, 从空间上确定了主要的驱动因素及其定量关系。叶宝莹等^[20]在地理信息系统(GIS)的支持下, 利用空间相关分析筛选出影响土地利用变化的主要因子, 并利用空间多元线性回归函数求得研究区土地利用程度变化模型。目前应用较多的是将多种研究方法综合起来运用。Bryan等将GIS和神经网络结合起来研究土地利用转换模型(LTM), 从空间上来模拟土地利用变化的复杂过程, 这一模型把社会经济、政策和环境等变量作为输入, 并建立起了土地利用变化与公路、高速公路、居民点道路、河流、湖岸线之间的空间函数关系。现阶段土地利用变化的模拟主要是针对单一的土地利用类型的变化模拟, 例如国际上许多学者利用元胞自动机(cellular automata)开展城市增长的模拟研究^[40-42]。有研究者利用神经网络的元胞自动机来模拟复杂的土地利用, 整个模型的结构十分简单, 用户不用自己定义转换规则及参数, 该模型是在ARC/INFO GRID环境下利用AML宏语言写成^[43]。侯西勇等^[44]运用马尔可夫的元胞自动机模型模拟研究区2010年土地利用的数量和空间分布, 结果比较可信。

4 土地利用模型的精度分析

土地利用模型的精度分析又叫模型的不确定性评价, 反映数据输入及模型本身存在的不确定性和产生的结果^[45]。模型的不确定性包含输入数据的不确定性和模型结构的不确定。遥感数据的获取会存在不确定性, 例如在其和纠正时采用的地面控制点的误差是不可能消除的, 纠正过的遥感数据或图像产品也始终不能与地面实况完全一致, 不同程度上存在着残余误差^[46]。同时在影像解译的过程中也会出现适当的误差而产生不确定性。另外, 在数据转换的过程中, 比如矢量到栅格的转换, 就会产生新的不确定性。由于模型的结构是基于数学方法, 用简化的数学模型来模拟复杂的行为, 这也是一种非常重要的不确定性。为了减小不确定性, 应该避开矢量一栅格数据的转换过程, 同时使用高分辨率的土地利用数据, 在模拟分析的过程中, 分类型单独预测模拟, 然后再综合分析^[44]。

5 研究展望

为了加强土地利用变化科学的研究, 必须从3个方面入手。首先是数据方面的准确性, 其次是方法的先进性, 第三是理论的新颖性。这3个方面是相互联系的。在土地利用变化研究的过程中, 要重点突出决策层思想, 在空间上体现人类活动对土地利用变化的影响。要发展更好的土地利用变化经济模型, 这需要比较成熟的空间经济理论作为支撑, 这样便能更好地解释移民、雇用增长、政府行为的时空类型。利用相关模型分析土地利用的环境影响评价、政府决策和政策形成。同时, 在土地利用变化研究中, 应该注重多种方法的结合, 选择精度最优的方法来提高研究成果的可信度与参考性。

参考文献:

- [1] 路云阁, 蔡运龙, 许月卿. 走向土地变化科学——土地利用/覆被变化研究的新进展[J]. 中国土地科学, 2006, **20** (1): 55—61.
- [2] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1998, **10** (5): 51—54.
- [3] FAO. *Draft report of the UN Secretary-General on the Implementation of Chapter 10 of Agenda 21 to the Commission on Sustainable Development* [R]. Roma: FAO, 1994.
- [4] 于兴修, 杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究[J]. 地理科学进展, 2002, **21** (1): 51—57.
- [5] TURNER I B L, MEYER W B, SKOLE D L. Global land use/ land cover change: towards an integrated program of study [J]. *Ambio*, 1994, **23** (1): 91—95.
- [6] ELENA G I, JANQUELINE G. Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change [J]. *Agric Ecos Environ*, 2001, **85**: 7—23.
- [7] 李长荣, 邢玉芬, 朱健康, 等. 高吸水性树脂与肥料相互作用研究[J]. 北京农业大学学报, 1989, **15** (2): 187—192.
- [8] 李忠锋, 王一谋, 王建华, 等. 基于RS与GIS的榆林地区土地利用变化分析[J]. 水土保持学报, 2003, **17** (2): 97—99.
- [9] 摆万奇, 阎建忠, 张镜铨. 大渡河上游地区土地利用/土地覆被变化与驱动力分析[J]. 地理科学进展, 2004, **23** (1): 71—78.
- [10] RIEBSAME W E, MEYER W B. Modelling land use and cover as part of global environment change [J]. *Clim Change*, **28**: 45—64.
- [11] VELDKAMP A, LAMBIN E F. Predicting land-use change [J]. *Agric Ecos Environ*, 2001, **85**: 1—6.
- [12] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, **55** (1): 151—160.
- [13] FU C B, YE D Z. Recent progress on global change research in China [J]. *Adv Earth Sci*, 1995, **10** (1): 62.
- [14] BRIASSOULIS H. *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches* [EB/OL]. [2006-12-10]. <http://www.wvu.edu/WebBook/>.
- [15] STERN P C, YOUNG O R. *Global Environment Change: Understanding the Human Dimension* [R]. Washington D C: National Research Council Report, 1992.
- [16] 摆万奇, 赵士洞. 土地利用变化驱动力系统研究[J]. 资源科学, 2001, **22** (5): 21—25.
- [17] SUZANNE S, ERIC F. Proximate causes of land use in Narok District, Kenya: a spatial statistical model [J]. *Agric Ecos Environ*, 2001, **85**: 65—81.
- [18] 石瑞香, 康慕谊. NECT上农牧交错区耕地变化及其驱动力分析[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2000, **36** (5): 700—705.
- [19] 邹亚荣, 张增祥, 周全斌. 中国农牧交错区土地利用变化空间格局与驱动力分析[J]. 自然资源学报, 2003, **18** (2): 222—227.
- [20] 叶宝莹, 黄方, 刘湘南, 等. 土地利用/覆被变化的驱动力模型研究——以嫩江中上游地区为例[J]. 东北师大学报: 自然科学版, 2002, **34** (1): 100—104.
- [21] 邓祥征, 战金艳. 中国北方农牧交错带土地利用变化驱动力的尺度效应分析[J]. 地理与地理科学信息, 2004, **20** (3): 64—68.
- [22] 王静爱, 何春阳. 北京城乡过渡区土地利用变化驱动力分析[J]. 地球科学进展, 2002, **17** (2): 201—208.
- [23] 袁俊. 湖北省土地利用变化及其驱动力分析[J]. 国土与自然资源研究, 2003 (4): 33—35.
- [24] 赵庚星, 李静, 范瑞彬. 黄河三角洲土地利用及土地覆盖变化驱动力分析[J]. 西北农林科技大学学报, 2003, **31** (3): 117—122.
- [25] TUAN Y F. Geography, phenomenology and the study of human nature [J]. *Can Geogr*, 1971, **15**: 181—192.
- [26] 张惠远, 赵昕奕. 喀斯特山区土地利用变化的人类驱动机制研究[J]. 地理研究, 1999, **18** (2): 136—146.

- [27] 陈百明. 试论中国土地利用和土地覆被变化及其人类驱动力研究[J]. 自然资源, 1997 (2): 31—36.
- [28] 龙花楼, 王文杰, 翟刚 等. 安徽省土地利用变化及其驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11 (6): 526—530.
- [29] 周青, 黄贤金, 濮励杰. 区域农地利用强度及其驱动机制研究[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12 (6): 535—540.
- [30] 陈百明, 杜红亮. 耕地占用与 GDP 增长的 Decoupling 研究 [M] // 刘彦随. 中国土地资源战略与区域协调发展研究. 北京: 气象出版社, 2006: 7—13.
- [31] 王秀兰. 土地利用/土地覆盖变化中的人口因素分析[J]. 资源科学, 2000, 22 (3): 39—42.
- [32] CLAYTON A M H, RADCLIFFE N J. *Sustainability: A Systems Approach* [M]. London: Earthscan, 1996.
- [33] TURNER I I B L, MEYER W B. *Land Use and Land Cover Change. Science/ Research Plan* [M]. Stockholm and Geneva: IGBP Report No. 35, 1995.
- [34] 彭文甫, 周介铭. 近 50 年四川省耕地变化分析[J]. 资源科学, 2005, 27 (3): 79—85.
- [35] 王波, 唐志刚, 濮励杰, 等. 区域土地利用动态变化及人为驱动力初步研究[J]. 土壤, 2001 (2): 86—91.
- [36] 张海龙, 蒋建军, 解修平, 等. 基于 GIS 与马尔可夫模型的渭河盆地景观动态变化研究[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19 (7): 119—124.
- [37] 陈浮, 濮励杰, 彭补拙, 等. 新疆库尔勒市土地利用变化对土壤性状的影响研究[J]. 生态学报, 2001, 21 (8): 1 290—1 295.
- [38] 吴普特, 员学锋, 汪有科. BP 神经网络在耕地减少预测中的应用研究[J]. 中国农业资源与区划, 2005, 26 (4): 39—41.
- [39] KASPER K, FALLOWA, VELDKAMPVA, *et al.* A method and application of multi-scale validation in spatial land use models [J]. *Agric Ecos Environ*, 2001, 85: 223—238.
- [40] BATTY M, XIE Y. From cells to cities[J]. *Environ and Plan*, 1994, 21: 531—548.
- [41] WHITE R, ENGELEN G, UIJEE I. The use of constrained cellular automata for high-resolution modeling of urban land use dynamics[J]. *Environ and Plan*, 1998, 25: 323—343.
- [42] WU F, WEBSTER C J. Simulation of land development through the integration of cellular automata and multi-criteria evaluation [J]. *Environ and Plan*, 1998, 25: 103—126.
- [43] 黎夏, 叶嘉安. 基于神经网络的元胞自动机及模拟复杂土地利用系统[J]. 地理研究, 2005, 24 (1): 19—27.
- [44] 侯西勇, 常斌, 于信芳. 基于 CA-Markov 的河西走廊土地利用变化研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20 (5): 286—291.
- [45] LUIJTEN J C. *A Tool for Community-based Water Resources Management in Hillside Watersheds* [R]. Gainesville : University of Florida, 1999.
- [46] 毕继成, 郭华东, 史文中, 等. 遥感数据的不确定性问题[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

A review of land use and land cover changes in China

CAO Yin-gui^{1, 2}, ZHOU Wei¹, CHENG Ye^{1, 2}, XU Ning^{1, 2}, HAO Yin³

(1. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Key Laboratory of Land Use, China Academy of Land Exploration and Planning, Beijing 100035, China; 3. Jingzhou Land Arrangement Center, Jingzhou 434100, Hubei, China)

Abstract: To improve research on land use and land cover changes (LUCC) in China, the literature on LUCC research over the past two decades was reviewed, new theories and research methods were summarized, and further development was predicted. Results indicated that the science of LUCC has made great achievements in its quantitative study, study of the driving forces, and land use simulation. Two important accomplishments were noted. One was the diversity of the driving factors. The other was the interdisciplinary work with LUCC along with new modifications for land use change simulation, including from quantitative to spatial simulations, from single-method to a multiple-method simulations, and from models of biological and physical to models with socio-economic driving forces. However, to promote research development and ensure applicability of the research results, further LUCC research should have higher precision requirements. [Ch. 46 ref.]

Key words: land plan; land use; driving forces; simulation of land use changes; land use and land cover changes
 ?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>