

# 景观格局变化驱动力研究进展

吴健生,王 政,张理卿,宋 静

(北京大学深圳研究生院城市规划与设计学院城市人居环境科学与技术重点实验室,深圳 518055)

**摘 要:**景观格局变化驱动力研究是理解人类活动与景观格局演化关系的基础。本文概述了驱动因子的分类,分析了主导驱动因子的时间尺度效应、空间尺度效应和主题尺度效应,并介绍了驱动因子的相互作用、驱动机制识别、驱动系统自适应等的研究进展。驱动力识别方法正经历从简单定性分析向定量、半定量分析转变的过程,数据获取手段也随着遥感技术等进步得到快速发展,多学科手段综合是景观格局驱动力研究的必然趋势。但由于驱动力研究的问题导向型特征,目前尚缺乏对某一类景观格局变化驱动力的归纳及跨时空、多尺度对比。对景观格局变化的跨界研究,可以加深对制度、文化等驱动力的驱动机制的理解。

**关 键 词:**景观格局变化;土地利用变化;尺度效应;驱动力

## 1 引言

地表景观格局一直处于变化之中,这是景观内部外部各种因素在不同时空尺度上作用的结果<sup>[1]</sup>。工业革命以来,随着人类活动的增强、工业化和城市化的加快,自然景观与人文景观格局的变化都日趋剧烈:全球耕地、人工牧场和城镇面积迅速扩张,原始森林大幅减少<sup>[2]</sup>。这加速了生物多样性的丧失和人类生存环境的恶化。因此,20世纪末,伴随着景观生态学的兴起,景观格局变化案例研究迅速展开。近年来,遥感、地理信息系统等多样化的手段和大量表征景观几何特征的指数,被广泛应用到景观格局变化的案例研究中。然而,对现象的描述不足以阐释景观格局变化机理。如果试图深入理解地表景观格局的变化,提高景观格局演变模型的模拟精度,实现对景观格局变化过程的控制,就必须识别造成这些变化的驱动力因子并探究其驱动机制。因此,景观格局变化驱动力研究成为热点<sup>[3-4]</sup>。

## 2 驱动因子识别的尺度效应

### 2.1 驱动因子概述

景观格局变化驱动因子指导致景观格局发生

变化的要素,它们影响着景观格局的发展轨迹<sup>[5]</sup>,一方面,可能导致景观格局变化的驱动因子异常复杂,如气候变化、种群迁徙、城市化、经济发展、政策变化等;另一方面,这些驱动因子的内涵可能互相重叠、包含,无法在同一个层面进行比较,如土壤污染与国家环境保护制度等。因此,需要对驱动因子进行系统归类研究。

国内研究通常将驱动因子分为两大类:自然因子和人文因子<sup>[6]</sup>。自然因子包括气候变化、水文变化、土壤环境变化等;人文因子包括人口变化、技术进步、政治经济体制变革、文化观念改变等。

国外研究将驱动因子分为5大类<sup>[5,7-8]</sup>,即社会经济因子、政策因子、科技因子、文化因子与自然因子(表1),并且更多强调人文因子的重要性。其中,自然因子包括:①场地因子(气候变化、地形地貌、土壤环境等);②自然干扰因子(泥石流、雪崩、生物入侵等)。政策因子对土地利用变化有重要影响,尤其在政府相对强势的国家表现尤为明显。例如我国开发北大荒、退耕还林等政策显著地改变了宏观景观格局<sup>[9-14]</sup>,很多国际案例研究也证明了政策和立法的重要意义<sup>[15]</sup>。科技因子对景观格局变化的影响更为深远,如斧、犁、现代机械等的发明,污染治理技术的进步。在科技因子中,信息技术越来越成为主导<sup>[16-18]</sup>。文化因子被公认为是最复杂的驱动

收稿日期:2012-02; 修订日期:2012-07.

基金项目:国家自然科学基金项目(41130534,41001112)。

作者简介:吴健生(1965-),男,副教授,主要从事土地利用与景观生态学研究。E-mail: wujjs@szpku.edu.cn

通讯作者:王政(1988-),主要从事景观生态与环境遥感研究。E-mail: wangzheng.pku@hotmail.com

因子,主要包括态度、信仰、规范和知识等<sup>[19]</sup>。同一地区文化演替较为缓慢,较难发现文化因子的作用,但在不同区域景观格局变化的比较研究中,研究者大多意识到文化的影响。有研究认为,近期对于全球变暖和碳排放的关注导致了人工森林面积的增长<sup>[20]</sup>。

从驱动因子与景观关系的维度,人文因子可分为内生因子与外生因子<sup>[21]</sup>。前者指由于景观生态服务功能下降引起的社会—生态系统的负反馈,后者指独立于生态系统的社会—经济系统变化,如城市化、经济增长、全球化等。也有文献从驱动机制的维度将人文因子分为直接因子与间接因子<sup>[22]</sup>,前者如森林砍伐或道路建设等,后者则指深层次的原因,如人口增加等。

驱动因子对景观格局变化的驱动,不是简单的一对一关系,而是存在一对多、多对一以及多对多等形式<sup>[23]</sup>的关系。但对于特定的研究客体,引起景观格局变化的众多驱动因子中,一定有一些是主导,而另一些则可以忽略<sup>[1]</sup>。在不同的时间、空间和主题效应尺度上,引起景观格局变化的主导驱动力各异,亦即主导驱动因子存在尺度效应。某一尺度上所揭示出来的作用关系并不能简单地推广到尺度升降规模层次上<sup>[24]</sup>。

2.2 时间尺度效应

在景观格局演变的过程中,各类驱动因子往往在不同时间尺度上显示出不同的重要性<sup>[1]</sup>。在较短的时间尺度上,自然因子相对稳定,具有累积性效应,而人文因子则相对活跃<sup>[25]</sup>。自然因子中,场地因素在短时间尺度上稳定而在长时间尺度上变化;干扰因素则无论在短时间尺度还是长时间尺度,都可能会引起景观格局的变化。其中,引起景观格局缓慢变化的最主要自然干扰因子是全球气候变化,而引起景观格局快速变化的自然干扰因子有崩塌、泥石流、飓风等<sup>[5]</sup>。

国内研究多以 10~30 年作为研究期<sup>[26-32]</sup>,虽然研究区域迥异,但主要驱动力因子都集中在人口增长、经济发展、土地制度、旅游开发等方面。也有对较长时期景观格局变化的研究,如吉林大安<sup>[33]</sup>、扎龙自然保护区<sup>[34]</sup>等,在 50 年的时间尺度上,气候变化成为主导因素之一。

国外的研究期略长。Hersperger 等对瑞士 5 个相邻行政区 3 个 20 年的景观格局变化作了研究,结果显示,政策因子和经济因子都很重要,但几十年来土壤等自然因子变化不大<sup>[23]</sup>。Martinuzzi 等对 Puerto Rican 地区 200 年来红树林斑块变化的研究认为,长期红树林的减少是农业活动和城市化带来的,而其短期面积增加的原因是政府和非政府组织的积极作用和法律修订、保护区设立等政治因子带来的地表植被恢复<sup>[35]</sup>。Matthias 等通过对百年来农业地区景观格局变化的研究发现,地形和人们对资源的需求是非常重要的驱动因子,并且技术因子起着决定作用<sup>[36]</sup>。

可能由于数据可获得性的原因,目前尚没有见到更长时间尺度的景观格局变化驱动力研究。如果进行百年以上时间尺度的研究,或许可以通过对史料的挖掘和考古成果来弥补资料的不足。

2.3 空间尺度效应

空间尺度问题根源于地表景观的等级组织和复杂性<sup>[37]</sup>。

就自然因子而言,在区域尺度上,热量、降水、洋流分配等决定了与其相适应的景观格局,因此,气候的改变将不可避免地引起区域景观格局的整体改变,如沙漠化、冰川消融等。在微观尺度上,土壤环境、树间竞争等则成为更主要的因素<sup>[38]</sup>。

人文因子在任何尺度上都极为重要。在区域尺度上,每一次历史文化过程,如马铃薯、红薯等作物的引入等,由于其比传统作物更适宜于贫瘠的土地,导致了中原地区通过大量的毁林、填湖,使耕地

表1 国外驱动因子分类  
Tab.1 Classification for Driving Factors in Foreign Studies

类型	具体因子举例
社会经济	市场经济、经济全球化、世贸组织协议、消费者需求、市场结构与结构调整、政府补贴和奖励制度
政策	农业政策、林业政策、自然保护政策、区域发展政策、环境保护政策、基础设施建设政策、经济政策、交通政策
科技	技术现代化、土地管理技术、交通技术、通讯技术、信息技术
自然	气候变化、空间布局、地形地貌、土壤特点、自然干扰、自然灾害
文化	生活方式、人口、对休闲旅游文化设施的需求、生态意识、社会发展历史

大面积增加,显著改变了宏观景观格局。在小尺度上,工业区的建设、水利设施的修建,都直接和间接影响着景观格局的变化。

全球尺度的分析结果会与局地尺度有很大不同<sup>[39]</sup>。Schneeberger<sup>[40]</sup>等分别从国际、国家、城市、地方等4个空间尺度甄别了瑞士阿尔卑斯山北部边缘地区景观格局变化的驱动力因子。结果显示,在国际尺度起主导作用的是技术因子,在城市尺度是政策因子和自然因子,而地方尺度是经济因子<sup>[40]</sup>。

不同空间尺度景观格局的变化过程不是截然分离的,也不是孤立封闭的,小尺度过程受大尺度过程制约,大尺度过程是小尺度景观格局变化及其相互作用累积的结果<sup>[41]</sup>。

此外,空间尺度问题不仅包含不同尺度的驱动因子识别问题,也包含相同驱动因子在不同空间尺度的效应问题<sup>[42]</sup>。在地方尺度,城镇化不可避免地破坏了城镇周围的自然景观格局,而在更大尺度上,城镇化导致人口集聚,可能反而减少了人类活动对乡村自然景观的破坏。忽视驱动因子的尺度效应会导致错误的模型和结论,因此,驱动因子的多尺度综合研究开始受到关注<sup>[43-44]</sup>。

2.4 主题尺度效应

主题尺度效应指在景观的不同分类标准下,主导驱动力不同。如海洋、陆地景观分界的改变主要由地质作用驱动,而陆地上林草地、沙漠景观分界的改变主要由气候因子驱动。一般认为,人文景观与自然景观边界、不同人文景观边界的改变主要由

人类活动所致,不同自然景观边界的改变则更多地由自然因子驱动。景观斑块分类越细致,主导驱动因子就越微观越复杂,反之亦然。目前,对驱动因子主题尺度效应的研究尚未得到关注。

3 驱动机制

对于给定驱动因子的研究,必须考虑其在特定情境条件下的作用机制。

3.1 驱动因子的相互作用

在同一个地区,各驱动因子的驱动作用并不是独立的,而是通过相互作用来共同影响景观格局的变化<sup>[15]</sup>。这不仅表现在类际因子之间,也表现在同类因子之间。对于前者,如社会经济因子表现为政治程序、法律、政策等形式,因此与政治因子具有很强的内在相关性;城市化不仅直接导致土地覆被变化,而且会通过城市热岛效应带来区域气候变化,引起景观格局改变。对于后者,如气候的长期变化可能造成土壤理化性质的变化,农业政策与生态保护政策的相互影响等。因此,在识别出特定景观过程的主导驱动因子之后,需要进一步探究它们与景观格局演变之间的复杂关系,即驱动机制。

3.2 驱动机制识别

景观演变驱动力系统是由若干驱动力因素组成的具有一定新功能的有机整体,它具有各独立驱动力不具有的性质和功能<sup>[45-46]</sup>。因此,需要应用系统论的观点和方法综合考察其整体与部分和结构与功能的关系。景观格局演变驱动机制的研究刚刚起步,尚没有成形理论框架与较系统方法体系,目前主要通过大量案例比较来进行<sup>[1,39]</sup>分析。

以全球化为例,全球化造成了地方土地利用多样性的降低,已经成为景观格局变化的主要驱动因素<sup>[39]</sup>,但这种驱动作用在不同地区的机制差异很大。Kull等识别出了全球化对土地覆被影响的4种主要机制:国际贸易机制、劳动力迁移机制、环境保护理念的地方化机制和旅游业发展机制等<sup>[47]</sup>。有学者总结了森林景观格局变化的5种驱动机制<sup>[48]</sup>,即:森林稀缺机制(由于森林减少及其继发的洪水、水土流失等引起政府或个人的重视,进而制订政策或改变行为的驱动机制)、森林政策机制(为发展经济或少数民族融合、发展旅游、吸引外资、绿化、控制边疆等制订政策的驱动机制)、经济发展机制(生产率提高、城市化加剧的驱动机制)、全球机制、小

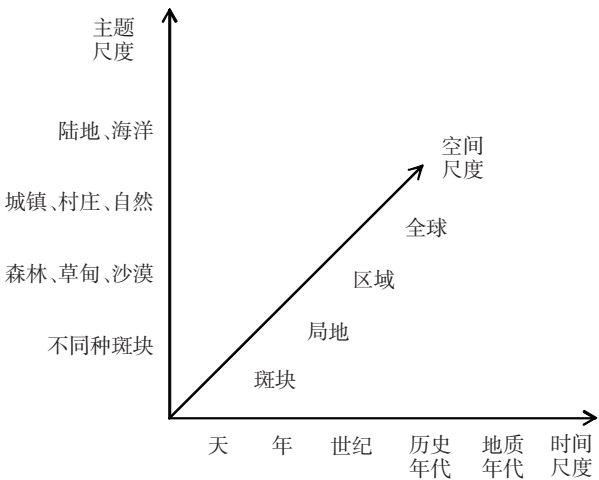


图1 景观演变驱动力尺度效应示意

Fig.1 Scale Effects about Driving Factors for Landscape Change



农土地利用集约化机制等。Lambin 等在此基础上提出了解释景观格局变化驱动机制的一般框架:社会—生态系统负反馈机制和社会—经济系统变化机制,并据此框架分析了 1992-1999 年越南景观格局的改变<sup>[15]</sup>。由于具有较强的现实意义,理清社会经济等因子对土地利用和景观过程的影响机制相对迫切,包括:体制变革如何影响具体的土地利用行为;经济发展如何影响土地覆被变化过程;国际性协定、国家环境与国土政策怎样在宏观尺度上影响景观格局等<sup>[49]</sup>。

3.3 驱动系统自适应性

多数景观格局具有自适应性,因此相应的景观过程是有路径依赖的<sup>[19]</sup>。其目前状态和变化轨迹不仅依赖于当前的驱动力,还依赖于它的发展历史。正是由于这种路径依赖,景观过程对于引起其演变的驱动因子的反应存在时滞现象<sup>[21]</sup>,并且景观格局本身会产生自适应现象和对驱动因子的反馈作用。值得注意的是,景观格局的持续稳定并不意味着没有驱动力存在,而很可能是各个驱动力互相制约抵消,或者景观格局自适应的结果,如牧草地的合理放牧对维持其景观格局的稳定意义重大。

4 驱动力研究方法

4.1 数据获取

由于景观变化本身及自然驱动力因子通常具

有地理参考信息,并且随着遥感技术、勘测技术和 GIS 技术的发展,对其进行相对准确地获取已非难事。而人文因子通常很难与某一地理位置相匹配。因此社会经济数据,甚至制度文化数据的空间化成为研究者面临的难题<sup>[19]</sup>。人口是数据空间化研究较多的因子之一,但各类研究运用的空间化方法大多需要大量的先验知识来建立人口与其影响因子之间的数学关系<sup>[50-51]</sup>。GDP 空间化方面,Elvidge 等<sup>[52]</sup>研究了灯光区域面积与 GDP 之间的关系,证明了通过夜间灯光数据估算 GDP 的可能性;2010 年, Ghosh 等<sup>[53]</sup>利用 OLS 探测到的夜间灯光成功估计出美国、墨西哥各州的 GDP,并根据夜间灯光数据和 LandScan 人口栅格做出了 1 km 分辨率的全球经济图。中国科学院资源环境科学数据中心也推出了中国 1995 年、2000 年 2 期 1 km×1 km 栅格的人口与 GDP 数据<sup>[54-55]</sup>。

人口与 GDP 尚存在可以检验的客观标准,相对较易实现空间化;其他人文因素,如文化等的空间化则更加难以实现。

4.2 研究模式

景观格局变化驱动力研究为问题导向型,没有固定的研究方法<sup>[5]</sup>,但有一个通用模式。Bürgi 等<sup>[36]</sup>归纳出了一个标准的程序(图 2),包括 3 大步骤:系统定义、系统分析、综合分析。在第一步系统定义中,确定研究区范围、研究时段及时间分辨率,确定景观格局要素;在第二步系统分析中,按照选定的

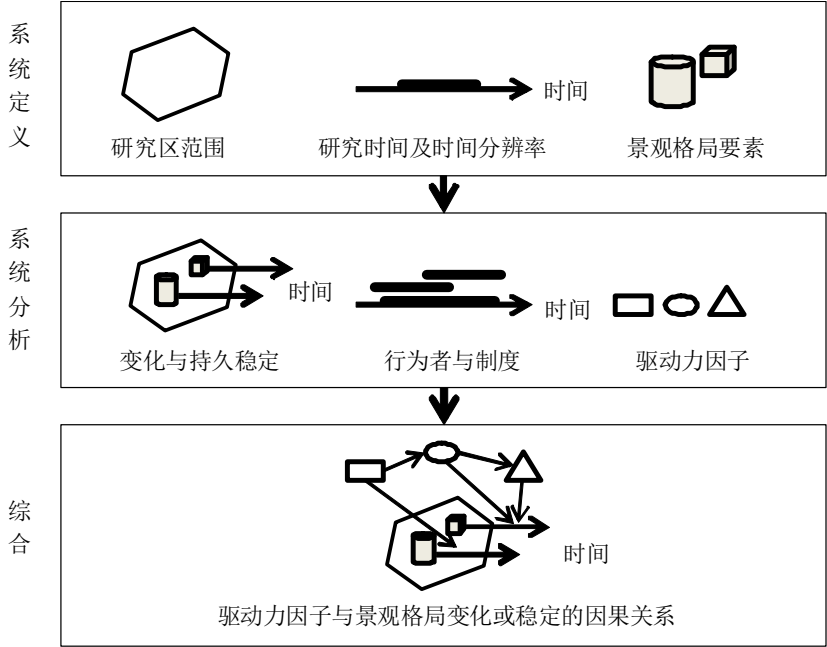


图2 景观格局演变驱动力研究模式

Fig.2 Research Paradigm of Driving Forces for Landscape Change

空间和时间尺度对景观格局要素进行分析,找出所有存在的驱动因子;第三步进行综合分析,找出驱动因子之间的相互作用关系以及驱动因子与景观格局变化之间相对应地因果关系<sup>[5]</sup>。可能的驱动因素一般用专家访谈形式得出<sup>[56-57]</sup>;很多研究案例也通过选择几个有相同环境条件的地理区位来排除干扰因素,再利用历史地图、相关法律文件、政策条文等资料来确定驱动力;利用驱动力—压力—状态—影响—响应模型(DPSIR模型)分析景观格局变化的驱动力及景观格局的反馈作用在欧洲得到广泛应用<sup>[5]</sup>。

国内对景观格局变化驱动力的研究,是在对单个研究区域景观格局变化描述的基础上,进行定性的或者简单的定量分析,因此缺乏不同区域及不同区域尺度、不同时间段及不同时间尺度的比较。驱动机制分析也多以叙述为主,缺乏因子相互作用机理的探讨。

国外文献多致力于比较分析、系统分析及半定量尝试,倾向于用图表表达驱动因子与驱动机制。例如,将农村地区、城市地区对比,将保护区、非保护区对比,将不同政府下的相邻地区对比,将同一地区不同时间段的变化对比<sup>[38,57,58]</sup>;不仅将驱动力分类,而且分国际、国家、行政区、地方等层面,并分析哪一类哪一个层面的因子更为重要<sup>[5,57,58]</sup>。

#### 4.3 驱动因子识别方法

景观格局变化驱动因子的识别方法大致可归纳为定性研究、定量研究和半定量研究3类。

定性方法以对驱动因子的罗列、排序或描述等为特征,在国内运用非常广泛<sup>[28-32]</sup>,但近年来,有向定量分析发展的趋势。

量化研究驱动因子在国外起步较早。Pan等采用典型相关分析法分析了加拿大魁北克Haut-Saint-Laurent地区1958-1993年间景观格局演变同土壤类型间的相关关系<sup>[58]</sup>。Rudel利用国家加权的OLS回归对1990-2005年间全球森林景观变化的影响因子进行了甄别<sup>[20]</sup>。地理加权回归法(GWR)对空间分异性较大的区域和因素有较好的解释力,Jaimes等利用地理加权回归的方法探索了1993-2000年墨西哥森林景观变化的驱动力<sup>[59]</sup>。在国内,刘明等应用灰色关联分析法和主成分分析法甄别了洞庭湖流域景观格局变化的驱动因子<sup>[27]</sup>,邵洪伟应用主成分分析、聚类分析方法对深圳景观格局演变的驱动因子进行了多层次动态分析<sup>[3]</sup>。

综合来看,定性分析方法虽然对机理的探讨较为深入,但过于主观,难于精确,缺乏说服力;定量分析方法则由于景观格局变化过程的非线性、环境的异质性和驱动力因子出现的随机性<sup>[27]</sup>导致可信度不高,解释力不强。更重要的是,通常定量分析中的相关关系并不能相应地表征因果关系,更不能反映出驱动因子的作用机制。因此,在“因素选取—定量分析—驱动因子确定”的模式下得出的驱动因子可能失真<sup>[60]</sup>。

半定量的方法近年来受到了广泛关注,有学者将模糊认知图引入景观格局变化的驱动力分析中,取得了较好的效果<sup>[45-46]</sup>。模糊认知图是一种半定量工具,可提供关键反馈的结构化评价。Kasper在巴西亚马孙的区域案例研究中,基于此发展了一种识别和量化景观格局变化驱动力间关系的方法<sup>[56]</sup>,该方法用空间数据集作为认知图的输入,输出的结果比具体空间模型的结果更加稳健、可重现性强<sup>[25]</sup>。

## 5 结论

(1) 自20世纪末景观格局演变驱动因子研究成为热点以来,已经积累了大量的案例研究素材。但由于其问题导向型的特征,学者在研究时大多拘泥于个案本身,既缺乏对某一类相似景观格局变化驱动力的归纳,也较少进行跨时空对比,对于主导驱动力的时间尺度和空间尺度效应,尤其是主题尺度效应的关注不足。

(2) 对于驱动因子识别和驱动机制的研究,尚没有形成相对成熟的研究范式。驱动因子的识别多以定性描述为主,定量分析相对缺乏,且主要以相关关系分析为手段。相关关系并不等同于因果关系,单纯定量研究的可信度仍然受到质疑。因此,定量分析一定要配合定性推理<sup>[5]</sup>,或者可以尝试引入因果检验的计量统计方法。

(3) 对于驱动机制的研究更加缺乏。研究中较少考虑各驱动因子间的相互作用关系,也忽视景观格局本身对于驱动因子的自适应和反馈作用。驱动因子更像一个含有正负号的标量而非矢量。因此,基于模糊认知图的驱动机制研究核心的定量、半定量方法值得深入探索。

(4) 多学科综合是景观格局驱动力研究的必然趋势。景观格局演变是自然、人文因子综合作用的

结果,需要多学科研究成果和研究方法的支持。数据来源上,遥感影像、各类统计数据已经不可或缺,包括文化、制度等在内的人文驱动因子的栅格化方兴未艾。分析手段上,吸取了统计学、系统论等的思想和方法,引进了模糊认知图等模型。

(5) 不同地区的制度比较将是研究的热点。跨越边界对景观格局变化进行对比研究,可以深入理解特定驱动因子对景观变化的作用。特别地,对比相邻的行政单元,尤其是制度等差异较大的行政单元(如香港等),有助于发现规章制度、政治系统对景观变化的显著作用<sup>[19]</sup>。

## 参考文献

- [1] 张秋菊, 傅伯杰, 陈利顶. 关于景观格局演变研究的几个问题. 地理科学, 2003, 23(3): 264-270.
- [2] Matson P A, Patton W J, Power A G, et al. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 1997, 277: 504-509.
- [3] 邵洪伟. 深圳市景观格局演变及驱动力研究[D]. 天津: 天津师范大学, 2008.
- [4] Fox J, Krummel J, Yarnasarn S, et al. 陈百明, 译. 泰国北部的土地利用与景观动态: 三个高地流域变化的评价. *AMBIO: 人类环境杂志*, 1995, 24(6): 328-334.
- [5] Bürgi M, Anna M H, Schneeberger N. Driving forces of landscape change: Current and new directions. *Landscape Ecology*, 2004, 19(8): 857-868.
- [6] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2001.
- [7] Brandt J, Primdahl J, Reenberg A. Rural land-use and dynamic forces analysis of driving forces in space and time //Koomen E, Bakeman A, Still-well J, et al. *Land-use Changes and Their Environmental Impact in Rural Areas in Europe*. Paris: UNESCO, 1999: 81-102.
- [8] Hersperger A M, Bürgi M. Driving forces of landscape change in the urbanizing Limmat Valley Switzerland //Koomen E, Bakeman A, Still-well J, et al. *Modelling Land-use Change*. Dordrecht: Springer, 2007: 45-60.
- [9] Hersperger A M, Bürgi M. How do policies shape landscapes: Landscape change and its political driving forces in the limmat valley, Switzerland 1930-2000. *Landscape Research*, 2010, 35(3): 259-279.
- [10] Platt R H. *Land Use and Society*. Washington, D C: Island Press, 2004.
- [11] Thapa G B, Rasul G. Implications of changing national policies on land use in the Chittagong Hill Tracts of Bangladesh. *Journal of Environmental Management*, 2006, 81(4): 441-453.
- [12] Bi k I, Jelecek L, Setepanek V. Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*, 2001, 18(1): 65-73.
- [13] Seabrook L, McAlpine C, Fensham R. Cattle, crops and clearing: regional drivers of landscape change in the Brigalow Belt, Queensland, Australia, 1840-2004. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 78(4): 373-385.
- [14] Geist H J, McConnell W J, Lambin E F, et al. Causes and trajectories of land-use/cover change //Lambin E F, Geist H J. *Land-use and Land Cover Change*. Berlin: Springer, 2006: 41-70.
- [15] Lambin E F, Meyfroidt P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 108-118.
- [16] Rohde S, Kienast F, Bürgi M. Assessing the restoration success of river widenings: a landscape approach. *Environmental Management*, 2004, 34(4): 574-589.
- [17] Meyer W B, Turner B L. *Changes In Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994: 287-328.
- [18] Kienast F, Bürgi M, Wildi O. Landscape research in Switzerland: exploring space and place of a multi-ethnic society. *Revue Belge de Géographie*, 2004, (2-3): 369-383.
- [19] 徐中民, 钟方雷, 焦文献. 水—生态—经济系统中人文因素作用研究进展. *地球科学进展*, 2008, 23(7): 723-731.
- [20] Rudel T K. Tree farms: Driving forces and regional patterns in the global expansion of forest plantations. *Land Use Policy*, 2009, 26(4): 545-550.
- [21] Magnuson J J. Long-term ecological research and the invisible present. *BioScience*, 1990, 40(7): 495-501.
- [22] Lambin E F. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*, 1997, 21(3): 375-393.
- [23] Hersperger A M, Bürgi M. Going beyond landscape change description: Quantifying the importance of driving forces of landscape change in a Central Europe case study. *Land Use Policy*, 2009, 26(3): 640-648.
- [24] 邵景安, 陈兰, 李阳兵, 等. 未来区域土地利用驱动力研究的重要命题: 尺度依赖. *资源科学*, 2008, 30(1): 116-127.
- [25] 尹锴, 赵千钧, 崔胜辉, 等. 城市森林景观格局与过程研究进展. *生态学报*, 2009, 29(1): 389-398.
- [26] 陈浮, 陈刚, 包浩生, 等. 城市边缘区土地利用变化及人文驱动力机制研究. *自然资源学报*, 2001, 16(3): 204-210.



- [27] 刘明, 王克林. 洞庭湖流域中上游地区景观格局变化及其驱动力. 应用生态学报, 2008, 19(6): 1317-1324.
- [28] 李传哲, 于福亮, 刘佳. 分水后黑河干流中游地区景观动态变化及驱动力. 生态学报, 2009, 29(11): 5832-5842.
- [29] 王千, 金晓斌, 周寅康. 江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制. 生态学报, 2011, 31(20): 5903-5909.
- [30] 刘世薇, 周华荣, 黄世光, 等. 喀什地区景观格局时空演变及驱动力分析. 干旱地区农业研究, 2011, 29(1): 210-218.
- [31] 郝凤明, 贺红士, 胡远满, 等. 辽宁中部城市群城市增长时空格局及其驱动力. 应用生态学报, 2010, 21(3): 707-713.
- [32] 赵占轻, 黄玲玲, 张旭东, 等. 张家界女儿寨小流域植被变化驱动力. 生态学报, 2010, 30(5): 1238-1246.
- [33] Wang Z, Zhang Y, Zhang B, et al. Landscape dynamics and driving factors in Da'an county of Jilin province in Northeast China during 1956-2000. Chinese Geographical Science, 2008, 18(2): 137-145.
- [34] 刘敏, 厉悦, 杨晓杰, 等. 扎龙自然保护区景观格局变化及其驱动机制. 西北林学院学报, 2010, 25(5): 157-162.
- [35] Martinuzzi S, Gould W A, Lugo A E, et al. Conversion and recovery of Puerto Rican mangroves: 200 years of change. Forest Ecology and Management, 2009, 257(1): 75-84.
- [36] Bürgi M, Straub A, Gimmi U, et al. The recent landscape history of Limpach valley, Switzerland: Considering three empirical hypotheses on driving forces of landscape change. Landscape Ecology, 2010, 25(2): 287-297.
- [37] 赵金, 陈曦, 包安明, 等. 土地利用监测适宜尺度选择方法研究: 以塔里木河流域为例. 地理学报, 2007, 62(6): 659-668.
- [38] Berger U, Rivera-Monroy V H, Doyle T W, et al. Advances and limitations of individual-based models to analysis and predict dynamics of mangrove forests: A review. Aquatic Botany, 2008, 89(2): 260-274.
- [39] Lambin E F, Turner B L, Geist H J, et al. The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. Global Environmental Change, 2001, 11(4): 261-269.
- [40] Schneeberger N, Bürgi M, HersPerger A M, et al. Driving forces and rates of landscape change as a promising combination for landscape change research: An application on the northern fringe of the Swiss AIPs. Land Use Policy, 2007, 24(2): 349-361.
- [41] 陈佑启. 中国土地利用/土地覆盖的多尺度空间分布特征分析. 地理科学, 2000, 20(3): 197-202.
- [42] 邵景安, 李阳兵, 魏朝富, 等. 区域土地利用变化驱动力研究前景展望. 地球科学进展, 2007, 22(8): 798-809.
- [43] Pan W K Y, Bilsborrow R E. The use of a multilevel statistical model to analyze factors influencing land use: A study of the Ecuadorian Amazon. Global and Planetary Change, 2005, 47(2-4): 232-252.
- [44] Overmars K P, Verburg P H. Multilevel modelling of land use from field to village level in the Philippines, Agricultural Systems, 2006, 89(2-3): 435-456.
- [45] 魏宏森, 曾国屏. 系统论: 系统科学哲学. 北京: 清华大学出版社, 1995: 201-220.
- [46] 黄继辉, 张绍良, 侯湖平. 城市土地利用驱动力系统分析. 广东土地科学, 2007, 2(1): 21-24.
- [47] Kull C A, Ibrahim C K, Meredith T C. Tropical forest transitions and globalization: Neo-liberalism, migration, tourism, and international conservation agendas. Society & Natural Resources, 2007, 20(8): 723-737.
- [48] Rudel T K, Coomes O T, Moran E. Forest transitions: Towards a global understanding of land use change. Global Environmental Change, 2005, 15(1): 23-31.
- [49] Fisher G, Heiling G K. Population momentum and the demand on land and water resource. Philosophical transactions of the royal society of London, 1997, 352(1356): 869-888.
- [50] 董春, 刘纪平, 赵荣, 等. 地理因子与空间人口分布的相关性研究. 遥感信息, 2002, 4(1): 61-64.
- [51] 江东, 杨小唤, 刘红辉, 等. 基于遥感GIS的人口空间分布研究. 地球科学进展, 2002, 17(5): 734-738.
- [52] Elvidge C D, Baugh K E, Kihn E A, et al. Relation between satellite observed visible-near infrared emissions, population, economic activity and electric power consumption. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18(6): 1373-1379.
- [53] Ghosh T R, Powell C D, Elvidge K E, et al. Shedding light on the global distribution of economic activity. The Open Geography Journal, 2010, 3(1): 148-161.
- [54] 廖顺宝, 孙九林. 基于GIS的青藏高原人口统计数据空间化. 地理学报, 2003, 58(1): 25-33.
- [55] 刘红辉, 江东, 杨小唤, 等. 基于遥感的全国GDP1km格网的空间化表达. 地球信息科学, 2005, 7(2): 120-123.
- [56] Kasper K. The potential of fuzzy cognitive maps for semi-quantitative scenario development, with an example from Brazil. Global Environmental Change, 2009, 19(1): 122-133.
- [57] Hasselmann F, Csaplovics E, Falconer I, et al. Technological driving forces of LUCC: Conceptualization, quantifi-

- cation, and the example of urban power distribution networks. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 628-637.
- [58] Pana D, Domon G, Blois S, et al. Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut- Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape Ecology*, 1999, 14(1): 35-52.
- [59] Jaimes N B P, Sendra J B, Delgado M G, et al. Exploring the driving forces behind deforestation in the state of Mexico using geographically weighted regression. *Applied Geography*, 2010, 30(4): 576-591.
- [60] 黄淑玲, 周洪建, 王静爱, 等. 中国退耕还林(草)驱动力的多尺度分析. *干旱区资源与环境*, 2010, 24(4): 112-116.

## Research Progresses on Driving Forces of the Changes of Landscape Pattern

WU Jiansheng, WANG Zheng, ZHANG Liqing, SONG Jing

(Key Laboratory for Environmental and Urban Sciences, School of Urban Planning and Design,  
Shenzhen Graduate School, Peking University, Shenzhen 518055, China)

**Abstract:** Research on driving forces of the changes of landscape pattern is a basis for understanding the relationship between human activities and evolution of landscape pattern. In recent years, a large number of case studies at home and abroad have done qualitative or quantitative analysis on the driving forces. This paper provides an overview of the categorization of driving factors, analyzes the effects of dominant driving factors in terms of time scale, spatial scale and landscape themes, and discusses research progresses (or lack thereof) on interactions of the driving factors, identification of the driving mechanisms, and adaptation and feedback of landscape systems to the driving factors. The methods of driving force identification have been going through the change from qualitative analysis to quantitative and semi-quantitative analysis, and sample collection methods are in fast-paced improvement, thanks to the progress on remote sensing technology. Multidisciplinary integration has become an inevitable trend in the research on driving forces of landscape patterns. With the characteristics of a problem-oriented landscape research, this field lacks cross-time, cross-space, multi-factor comparisons for a specific type of driving force. Thus, cross-board studies on the changes of landscape pattern would help with a better understanding of the mechanisms of the types of driving forces such as political systems and culture.

**Key words:** change of landscape pattern; change of land cover; scale effect; driving forces

本文引用格式:

吴健生, 王政, 张理卿, 等. 景观格局变化驱动力研究进展. *地理科学进展*, 2012, 31(12): 1739-1746.