

中国城市土地利用结构研究进展及展望

鲁春阳^{1,2}, 杨庆媛³, 靳东晓⁴, 李新阳⁴, 文 枫³

(1. 西南大学资源环境学院, 重庆 400715; 2. 河南城建学院测绘与城空间信息系, 河南 平顶山 467001;
3. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 4. 中国城市规划设计研究院, 北京 100044)

摘 要:城市土地利用结构一直是城市规划学和城市地理学研究的核心内容之一。合理的城市土地利用结构能促进城市功能发挥及用地效益提升, 促进区域经济与环境的和谐发展。本文在总结中国城市土地利用结构演变、驱动机制、结构优化及动态模拟等方面研究进展的基础上, 发现在研究方法与研究内容方面仍存在不足, 有待深化。本文认为, 未来中国城市土地利用结构研究应从城市功能结构合理配置的角度, 探究不同产业阶段城市土地利用结构特征; 不仅关注城市数量结构研究, 更注重城市土地利用空间布局的研究; 研究方法从以静态为主向动态化转变, 建立科学的土地利用决策支持系统; 构建不同类型城市发展必须的功能性用地及用地比例的理论框架, 为城市规划编制和优化用地空间布局提供依据。

关 键 词:城市土地利用结构; 研究进展; 展望

城市土地利用结构是城市内部各种功能的用地比例和空间结构及其相互影响、相互作用的关系。随着城市化进程加快, 城市的社会结构、经济结构和生态结构等也在变化, 这些变化必定会通过相应的土地利用结构得到反映。一直以来, 地理学、城市规划学等学科都将城市土地利用结构作为研究的核心内容之一, 并取得了丰硕的成果。国外较系统的城市土地利用理论研究始于20世纪20年代的生态学派, 其后, 随着社会科学理论的发展和分析手段的多样化, 相继形成了经济区位学派、社会行为学派、政治经济学派等理论派系^[1], 如经济区位学派提出的一些经典城市土地利用结构模式: 同心圆模式、扇形模式、多核心模式等^[2]。研究的视角从生态向人文和政治经济领域转变, 并逐渐转向城市功能空间的研究; 研究方法由传统的统计分析向信息化和多智能体模型转变。

与国外相比, 中国城市土地利用结构的研究起步较晚。20世纪50年代以前, 主要是基于对国外理论进行翻译介绍。解放后随着中国城市建设的快速发展, 经济学界、地理学界、城市规划学界及土地经济学界等对城市土地利用结构的研究逐步深入。尤

其是近年来, 随着地理信息系统和遥感等空间信息技术在土地利用中的广泛应用, 为城市土地利用研究提供了准确的数据信息, 丰富了城市土地利用研究的广度和深度。根据“结构—功能”理论, 城市土地利用结构决定城市功能的发挥及用地效益的提升。开展城市土地利用结构研究, 探寻土地利用结构演变的一般规律及影响因素, 预测城市土地利用结构未来的变化趋势, 有助于从城市土地利用结构演变的根源上分析土地利用中存在的各种问题, 为城市土地利用结构优化和城市规划的科学编制寻求根本途径。本文通过对中国城市土地利用结构研究的归纳总结, 发现目前研究中存在的不足, 对未来城市土地利用结构研究趋势进行展望, 以促进城市土地利用结构研究的创新和深化, 为进一步开展本领域的相关研究提供借鉴, 使城市土地利用结构的研究成果能更好为城市发展提供理论依据。

1 城市土地利用结构演变研究

城市用地结构演变的实质是人类为满足社会经济发展需要, 不断调整、配置各类土地利用的过

收稿日期: 2010-01; 修订日期: 2010-05.

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAJ14B04-02).

作者简介: 鲁春阳(1979-), 女, 河南平顶山人, 博士研究生, 讲师, 主要从事土地资源管理与区域规划的研究。

E-mail: luchunyang1223@163.com.

通讯作者: 杨庆媛(1966-), 女, 教授, 博士生导师, 主要从事人文地理、区域经济及土地规划的教学与研究工作。

E-mail: yizyang@swu.edu.cn.

程。近年来众多学者从不同角度对城市或区域土地利用结构和形态在时空变化上进行了大量富有成效的研究,揭示了城市土地利用在平面上、立体上和结构上的空间特征。尺度上,分为宏观、中观和微观;视角上,分为不同经济体制下城市土地利用数量结构及形态特征研究。

1.1 城市土地利用数量结构

随着中国城市土地置换和产业结构调整,工业用地、仓储用地和对外交通用途比例呈下降趋势,而道路广场用地、市政公用设施用地和绿地比例呈增加趋势。但由于受规划和历史遗留因素制约,中国城市用地结构依然存在工业用地比例偏大,道路广场用地和绿地不足,商业服务业及市政环境用地比例偏小等问题^[9]。孙元军对中国 658 个城市建设用地结构实证研究表明:中国建设用地结构基尼系数整体较小;县级小城市的绿地率偏低;对外交通用地比例偏低的城市大多是小城市;市政公用设施用地比重在 2.1%~4.1%之间是比较合理的;旅游城市和经济发达、基础设施条件好的城市公共设施用地比例偏高;位于中国地形第二阶梯的城市,多为山地丘陵城市,绿地比例较高,居住用地比例低^[4]。

计划经济时期,城市土地利用中,工业用地比重偏高,居住用地及绿地比例偏低,市区居住、工业、商业和行政用地高度混合,土地利用结构呈现居住、行政用地围绕工业用地,商业用地穿插其中的格局,城市土地利用空间结构的最大特点是相似性大于差异性,整体上,带有一定的同质性色彩^[9]。20 世纪 80 年代以来,市场经济体制逐步确立,土地有偿使用促使地产市场不断发育,推动城市内部产业结构的合理化调整,形成了以重工业为主的工业区向远郊分散,行政用地、学校等非经营性用地自动搬出市区中心繁华地段,并让位于支付地租能力较高的商业用地,居住用地成片开发的局面^[6],城市土地利用空间结构变得复杂多样,差异性大于相似性,整体上表现出明显的异质性特征。特别是东部沿海大城市,居住用地布局和空间分异逐步完善,城市中心处布置高级公寓,中间地带为 20 世纪 50 年代以来建设的居住区,为城市中层收入的居住地,城市边缘区和郊区为花园别墅与低档住宅区^[7]。

1.2 城市土地利用空间形态

城市土地利用结构演变不仅是时间序列上的演绎,还是空间概念上的表达。随着城市快速发展,中国土地利用结构趋于均衡状态^[8],且随城市规模

增大,其均衡度越高;综合性城市土地利用结构均衡度高于专业化城市,说明综合性城市土地构成种类齐全,城市功能完善,各类土地面积相差较小^[9]。

城市土地利用结构演化的形态特征体现在具有明确的自相似性规律,即城市土地利用结构的分形形态逐渐变好,城市各职能类土地空间分布维数小于城市整体的分维数^[10]。王新生等对中国 31 个特大城市土地利用空间形态研究显示,城市空间分维呈减少趋势且南方城市大于北方城市,形态指数减少,城市空间形态有紧凑化趋势^[11]。

一些学者采用 GIS 技术对城市土地利用结构空间特征进行深入分析,表明城市土地利用结构演变呈圈层结构特征^[12-13]。匡文慧等建立了一种“面向对象分割”的信息提取方法重建长春不同时期城市土地利用空间分类信息,利用空间圈层结构模型分析城市土地利用结果演变特征,结果表明长春城市土地利用结构由 1932 年前的不规则形状向 1990 年的同心圆发展,2004 年城市向着多核心的方向发展,商业用地在内部圈层向心集聚,工业不断向外扩散同时在外圈层形成一定的集聚,城市土地利用随时间推移不断向外部圈层扩张^[14]。罗江华等利用 GIS 空间分析技术研究柳州市城市土地利用组合类型,城市内部圈层用地类型为居住—公共设施—绿地;中间圈层为居住—公共设施—工业—绿地;外圈层为工业—居住—绿地—公共设施,城市圈层由外向内土地利用多样性降低,土地利用功能集聚趋势加强、城市逐渐由工业导向型向居住、公共设施导向型转化^[15]。

2 城市土地利用结构演变动力机制研究

城市土地利用结构演变动力机制的研究一直是城市规划和城市地理学关注的核心之一。城市土地利用结构变化受自然地理环境、社会经济发展、政策推动和技术创新等多方面的影响,是城市按照复杂巨系统运动规律发展在一定时期内呈现出的结构图形。

不同学派研究的侧重点不同。城市经济学派认为,城市经济发展和产业结构演进是城市土地利用结构演变的内在动力。人类生态学派认为,虽然城市经济发展是城市土地空间结构演变的最大推动力,但决定城市各种活动的主体是人类,因而城市

不仅仅是一个简单的巨型经济系统,更是一个人类生态系统,后者可更准确地涵盖城市的特征。如石崧认为城市空间结构演变的动力主体主要由政府、企业与居民 3 者构成^[16]。城市地理学派侧重从区域性和综合性角度进行研究,认为城市土地利用系统是在特定的自然地理环境中,受政治、经济、历史、文化等各种因素的综合作用。耿慧志认为城市中心区的更新是政策力、经济力和社会力 3 者综合作用的结果^[17]。总之,城市土地利用结构的演变是城市空间内部自组织和外部被组织相互作用的复杂过程,两者相互作用,相互影响。根据这一原理,影响城市土地利用结构变化的因素可分为外在动力因素变量和内在动力因素。

2.1 外在动力因素

外生变量影响城市土地利用结构变化规模和方向,可在一定程度上加快或延缓城市发展的进程。外生变量包括经济发展、城市规划、技术进步、制度变革等。其中,经济发展是城市土地利用结构演变的主导因素和根本动力,产业结构调整是城市土地利用结构演变的直接动力^[18];城市规划起导向和预测作用^[19];技术进步起推动作用;制度是影响城市土地利用布局的一个重要长期性决定因素^[20]。陈志对武汉市建成区的研究显示,城市产业结构提升以及城市建设与改造的压力对城市用地结构变化的关系明显,其中产业结构变动的影响最大^[21]。张新长等认为城市建设固定资产投资的增加、人均收入水平提高引致的房地产业和交通业发展、产业结构变化等因素是广州市海珠区城市土地利用结构变化的主要驱动力^[22]。

2.2 内在动力因素

内生变量是城市土地利用结构形成的基础和约束性条件。内生变量主要有城市自组织力、自然地理环境等。其中,城市自组织力是城市土地利用空间结构变化的源动力。城市空间结构增长的自组织机制实质是对系统平衡与恒定的否定,并能在一个新的层次上达到相对稳定有序的结构,以实现土地空间的发展进化。地理位置、地质、地貌、气候、水文资源等自然地理要素结合在一起构成了城市存在和发展的特质基础,形成城市区域地理环境,它影响城市土地利用规模和空间发展方向,改变城市土地利用空间结构,在有些城市,甚至成为城市空间结构调整的“门槛”。如武汉市受地形地貌因素的影响,城市建设扩张主要沿横贯主城区东西向山体、

纵穿南北的长江构成“十”字形不断向外扩张^[23]。

3 城市土地利用结构优化研究

城市土地利用结构优化是城市土地资源优化配置的核心,也是城市规划和土地利用研究中的重要内容。合理的土地利用结构能充分发挥土地利用潜力、提高土地利用集聚效应、保持土地生态系统平衡,实现土地的可持续利用,促进区域经济发展和环境的逐步和谐^[24]。城市土地利用结构优化是为了达到一定的生态经济最优目标,依靠一定的技术手段,对区域内城市土地资源的各种利用类型进行合理的数量安排和空间布局,以实现城市土地系统生态经济效益的最大化。

3.1 土地利用结构优化理论

由于城市土地利用与城市规划学、经济学、地理学和生态学等学科紧密相关,因此,学者们从不同的学科角度进行城市土地利用结构优化研究。城市规划学界按照城市规划和建设的要求,从城市空间布局及工程建设的角度入手,同时注重多因素分析。毛蒋兴等利用 GIS 的空间分析技术,分析了城市规划对深圳市土地空间结构的调控效能,认为城市规划对深圳城市土地利用空间结构的控制与引导十分有效。1982 年城市规划确定的“多中心组团式带形城市”在 1995 年基本形成,1996 年总体规划提出的“以特区为中心,以西、中、东 3 条放射发展轴为骨架,梯度推进的组团集合布局城市”也初步形成^[25]。

经济学界发挥经济数学基础的优势,擅长从土地利用的经济效益角度分析城市土地利用结构优化问题。有学者认为用地结构的变化将会影响经济效益的变化,城市土地利用的结构效益可以衡量城市土地优化配置的综合水平,并采用 DEA 方法对江苏省土地利用结构效应进行实证^[26]。有学者提出以地租导向模式优化城市土地利用空间结构,通过城市土地的管理来实现城市土地利用空间结构的优化^[27]。也有学者从城市产业结构变化供给因素的视角,认为产业结构的变化,将会带动城市土地利用形态、结构与性质的变化;城市土地合理利用与产业结构优化是一个问题的 2 个方面^[28],土地利用结构随产业结构的调整而变化^[29],因而结合城市产业结构调整的机会,进行城市土地利用的配置^[30],并对一些大城市如武汉、广州等进行实证研究。

地理学界将自然、经济与社会紧密结构起来,重视地域差异与分工,采用经济地理学与 GIS 等技术进行城市土地利用结构优化。有学者认为城市空间结构在地域上的投影,即是土地利用结构,通过城市空间结构与形态的优化实现区域土地利用结构的优化^[31-33]。有学者认为在中国城市土地利用开发模式始终滞后于城市交通发展的背景下,以整体居民公共交通出行效率为依据,建立以公交为导向的城市土地利用方式,能有效的提高城市用地效益,调整城市用地结构^[34]。有学者认为应根据城市性质及各类用地的社会需求量,实行分区集约布局,同时盘活城市存量土地,控制城市用地供给时序,优化城市用地结构^[35]。任奎等以精明增长理念为指导,以江苏宜兴市为例,构建了土地利用精明增长测度体系,对精明增长指导下区域土地利用结构优化配置进行了有益的尝试^[36]。

生态学界将城市作为典型的社会—经济—自然复合生态系统,从物质能量流、生态协调系数等方面为城市土地利用结构优化研究开辟新的视角。有学者借助生态位理论,通过土地利用的生态位模型,探讨了土地利用结构优化的生态标准^[37-38]。

3.2 土地利用结构优化方法

城市土地利用结构优化需要借助现代数量经济学的基本分析手段。目前,学术界常用的优化方法主要有线性规划法、多目标线性规划法、灰色规划法、系统动力学法、神经网络法及结合 GIS 的优化方法等。线性规划法比较适合于人地复合系统中用地类型结构的优化决策,作为一种有效解决最优配置问题的数学工具被广泛用于土地利用优化配置的实践中。严金明采用线性规划法,求出了南京市 2010 年土地利用的最佳结构模式^[39]。谭淑豪将经济效益、生态效益和社会效益作为目标函数,将多目标线性规划法应用在土地利用结构优化中^[40]。

由于线性规划是静态规划,不能反映和处理土地利用系统中约束条件的动态变化。而灰色规划法可在参数变化和发展的情况下进行,是一种动态的线性规划,可以弥补一般线性规划的不足。因此,承龙等应用灰色规划模型和层次分析法,对启东市土地利用结构优化和方案决策进行探讨^[41];耿红等以广西田阳县为例,验证了灰色规划法优化土地利用结构的合理性、科学性^[42]。

由于土地利用需求受到经济、社会和政策等众多因素的影响,因此要求规划目标和规划方案也要

不断随之调整。系统动力学模型能够建立规划目标与规划因素之间因果关系的信息反馈机制,具有动态性、仿真性和模拟性,不少学者将其用于土地利用结构优化研究。如赵涛等以济南市为例,通过构建系统动力学模型,对城市土地利用利用数量结构进行预测,并利用 ArcGIS 软件进行二次开发,实现了土地利用的空间优化配置^[43]。

还有学者基于算法优化和 GIS 技术对城市土地利用空间结构优化进行研究。如何鑫等将模拟退火方法引入遗传算法中,对所参数问题进行优化设计,并将其应用于土地资源优化分配问题中^[44]。董品杰等应用多目标规划问题的 Pareto 多目标遗传算法,构建了城市土地利用结构优化模型^[45]。鉴于 GIS 的强大空间分析功能,有学者将 GIS 与数学模型结合进行城市土地利用结构优化研究。如傅伟利用 GIS 技术,探讨区域土地利用结构配置问题^[46]。徐宝昔将 GIS 与 CA 模型结合,对兰州市城市土地利用结构优化进行研究^[47]。总体上,土地利用结构优化的方法从静态向动态、从定性向定量与定量相结合转变,有助于规划中不确定因素的预测及空间布局的优化,增强规划的灵活性。

4 城市土地利用结构动态模拟研究

城市土地利用结构的预测和动态模拟有助于说明土地利用变化的趋势和过程,从而为城市规划和土地利用提供决策依据。由于城市土地利用结构时空变化的复杂性和不确定性,使得现有的数学模型很难完全准确预测土地利用结构变化的态势,这也是中国城市土地利用结构与城市功能结构不协调的原因之一。

现阶段,中国学者用于城市土地利用动态变化模拟的方法主要有元胞自动机法(CA),土地利用变化与效应法(CLUE)和 MARKOV 法等。由于城市土地利用系统是复杂的非线性系统,CA 模型在模拟复杂系统时具有一定的优势,因此被广泛应用于城市增长、扩张和土地利用演化模拟方面的研究^[48-49]。黎夏、叶嘉安利用约束性 CA 模型,基于神经网络的 CA 模型以及数据挖掘技术对广东东莞的土地利用变化进行了成功的模拟^[50]。CLUE 模型属于一种动态的、多尺度的土地利用变化空间分布模拟模型,主要用于大尺度的宏观研究,研究区域主要有中美洲^[51]、厄瓜多尔^[52]、中国^[53]以及印度尼西亚的爪

哇^[54]等。CLUE-S 是在 CLUE 的基础上发展起来的,主要用于小尺度的土地利用变化及其空间效应模拟^[55],不仅能发现土地利用变化的热点地区,还可模拟近期土地利用变化的情景。谭永忠等利用 CLUE-S 模型对浙江省海盐县 1995 年和 2000 年土地利用空间变化格局进行模拟,模拟结果与实际基本吻合^[56]。说明 CLUE-S 模型对小尺度区域土地利用变化模拟比较可靠。MARKOV 法是利用某一变量的现状和动向去预测未来的状态及动向的一种分析手段。这种方法在国外广泛用于社会科学和自然科学领域,国内主要用于水文、气象和植被等生态学方面的预测研究以及经济和管理科学领域。有学者对市级尺度和乡镇级尺度土地利用结构演变进行模拟,结果显示 MARKOV 能较好地预测未来的土地利用结构^[57-58]。

土地利用结构预测的方法虽多,但每种方法都存在缺点。CA 模型模拟的核心是定义转换规则,但定义土地利用转换规则的方法,在反映复杂关系时有一定的局限性。而且标准的 CA 模型虽然可揭示地理系统的某些演化机制,但仅限于比较单纯的地理系统,对复合的地理系统特别是人地关系问题难以奏效。CLUE-S 模型在选择驱动因子时将动态变化的社会经济类驱动因子排除在外,虽然简化了模型预测过程的复杂性,但在一定程度上影响了模拟的真实性。考虑到短期或近期内土地利用变化的因子主要与人类的社会经济活动有关,而社会经济因子的空间化尚存在一定难度。因此,突破这一瓶颈是 CLUE-S 模型发展和应用的关键。MARKOV 法是根据土地利用类型之间的平均转移速率所确定的转移矩阵,这就要求宏观经济发展比较平稳,土地政策没有突然变化的情况,但实际上,中国土地利用变化经常受土地利用和管理政策的影响而存在突变点。因此,用单一的平均速率进行土地利用结构预测,很难与实际相符。

鉴于此,学者们更多的倾向于采用多种模型集成的综合方法对土地利用变化进行模拟。CA 模型和 GIS 的集成,不仅增强了 GIS 的空间模型运算及分析能力,同时 GIS 提供的强大空间数据处理能力有助于 CA 模型准备数据和定义有效的元胞转换规则及对模拟结果进行可视化,方便 CA 模型的校验和决策支持^[59]。刘继生等以 GIS 为技术依据,建立以 CA 为核心的综合集成模型,模拟人地关系的复杂性^[60]。徐昔保等将 CA、GIS 与神经网络结合,对

兰州城市土地利用变化情景模拟,模型中增加了随机扰动后,结果更接近实际变化趋势^[61]。曹银贵等将 CA 模型与 ArcGIS 下的 AO 模型相结合,对三峡库区土地利用结构变化进行预测,为库区生态环境保护提供参考^[62]。黎夏等将 CA 模型与神经网络模型结合,对土地利用系统进行模拟研究^[63]。基于多智能体的模型能反映城市在宏观层次析和微观层次以及宏观与微观之间相互反馈的作用关系。因此将 CA 与多智能体模型结合,体现土地利用变化过程中的人文因素和不确定性特点,是未来土地利用变化模拟的趋势。张金牡等利用多智能体模型对北京市土地利用变化动态模拟研究,不仅提供了研究现有城市和区域空间结构及其用地演化问题的解决方案,而且改变了对城市和区域空间动态演变过程的理解^[64]。杨青生等将多智能体与 CA 结合模拟城市用地扩张,取得了良好的模拟结果^[65]。

5 结论与展望

综上所述,中国城市土地利用结构研究呈现以下特点:①研究内容上,从最初的介绍国外城市土地利用理论转向对不同尺度的城市土地利用结构实证研究,并集中在土地利用结构的时空演变、驱动机制、土地利用结构优化及动态模拟等方面;②研究方法上,从定性描述向量化转变,特别是随着 GIS、RS 等技术在土地利用中的应用,为城市土地研究提供了准确的数据信息,为构建土地利用结构动态和多智能体模型提供基础;③研究视角上,学者们从经济学、规划学、地理学及生态学等角度开展土地利用结构优化及驱动机理判断。总体上,中国城市土地利用结构研究取得了丰硕的成果,为城市规划及土地利用提供了理论基础。

但是现有的研究还存在以下不足:

(1)目前学术界已意识到城市产业结构调整是实现区域城市土地利用结构调整的重要战略之一,城市土地利用结构的合理与否影响城市功能结构的配置及城市功能的发挥。但鲜有学者研究不同产业发展阶段城市土地利用结构演变的一般规律;从城市功能结构合理配置的角度,进行城市土地利用结构评价体系及评价方法的研究;对城市功能结构与城市土地利用结构关联的作用因子、作用强度与相应机制研究还不成熟,没有形成系统的理论体系。随着城市产业转型及城市功能的演变,需要城

市土地利用结构做出相应调整。学者学者们开展城市功能结构与土地利用结构关联的系统研究,以指导城市土地利用。

(2)长期以来,我国城市土地利用结构优化及模拟研究主要关注数量结构,对土地空间布局的研究不足,限制了土地利用的效率和土地产出率的提高。从优化和模拟的研究方法看,目前定量化的数理参数模型较多,空间优化和模拟的模型较少,并且以静态的模型为主,对城市土地利用结构的动态性特征把握不足。随着 GIS、RS 及多智能体数理模型的发展,应加快信息系统与数据模型的有机结合,建立现代土地空间信息查询系统和决策支持系统,形成科学、高效的土地利用研究方法体系,为城市土地利用结构优化及动态模拟提供基础。

(3)我国幅员广大,不同职能、不同规模及不同地域城市土地利用的差异性明显。随着城市间地域分工的细化和城市主导功能的演变,城市功能必须的基本用地类型和用地结构呈现不同的特点。而现行的城市土地利用结构标准《城市用地分类与规划建设用地标准》(GBJ137-90)对不同功能类型城市用地结构的指导性不强。如旅游城市对道路广场用地、绿地、公共设施用地的需求较大,而工业城市对工业用地、仓储用地的需求量较大。因此,应深入研究不同类型城市必须的功能性用地及用地比例,为城市土地优化配置及城市规划提供参考。

参考文献

- [1] 河海兵. 西方城市空间结构的主要卢纶及其演进趋势. 上海行政学院学报, 2005, 6(5): 96-104.
- [2] 许学强, 周一星, 宁越敏, 等. 城市地理学. 北京: 高等教育出版社, 2004: 219-227.
- [3] 边学芳, 吴群, 刘玮娜. 城市化与中国城市土地利用结构的相关分析. 资源科学, 2005, 27(3): 73-78.
- [4] 孙元军, 郑新奇, 常伟倩. 基于 Weka 的城市建设用地结构特征挖掘研究. 计算机工程与应用, 2008, 44(27): 231-235.
- [5] 冯 健, 刘玉. 转型期中国城市内部空间重构:特征、模式与机制. 地理科学进展, 2007, 26(4): 93-106.
- [6] 蒋贵国, 张静. 不同经济体制下城市土地利用结构的时空变化. 成都理工学院学报, 2000, 27(S): 86-88.
- [7] 张 颖. 经济增长中土地利用结构研究. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 2005.
- [8] 陈彦光, 刘继生. 城市土地利用结构和形态的定量描述:从信息熵到分维数. 地理研究, 2001, 20(2): 146-152.
- [9] 许学强, 朱剑. 现代城市地理学. 北京: 中国建筑工业出版社, 1988.
- [10] 冯 健. 杭州城市形态和土地利用结构的时空演化. 地理学报, 2003, 58(3): 343-353.
- [11] 王新生, 刘纪远, 庄大方, 等. 中国特大城市空间形态变化的时空特征. 地理学报, 2005, 60(3): 392-400.
- [12] 姜鲁光, 聂晓红, 刘恩峰. 基于 GIS 的济南市城市土地利用空间结构分析. 经济地理, 2003, 23(1): 70-73.
- [13] 赵晶, 徐建华, 梅安新. 城市土地利用结构与形态的分形研究:以上海市中心城区为例. 华东师范大学学报:自然科学版, 2005(1):78-84.
- [14] 匡文慧, 张树文, 张养贞, 等. 长春百年城市土地利用空间结构演变特征研究. 哈尔滨工业大学学报, 2009, 41(7): 176-179.
- [15] 罗江华, 梅昀, 陈银蓉. 柳州市城市土地利用空间格局演化特征分析. 中国人口资源与环境, 2008, 18 (1):145-148.
- [16] 石崧. 城市空间结构演变的动力机制分析. 城市规划汇刊, 2004(1):50-52.
- [17] 耿慧志. 论我国城市中心区更新的动力机制. 城市规划汇刊, 1999(3):27-33.
- [18] 王新涛. 城市空间结构演变动力系统分析. 北方经济, 2009(6):33-35.
- [19] 王开泳, 肖玲. 城市空间结构演变的动力机制分析. 华南师范大学学报:自然科学版, 2005, 1:116-122.
- [20] 袁丽丽. 城市化进程中城市用地结构演变及其驱动机制分析. 地理与地理信息科学, 2005, 21(3): 51-55.
- [21] 陈志. 武汉市土地利用结构信息熵演变及动力分析. 湖北大学学报:自然科学版, 2006, 28(3): 317-340.
- [22] 张新长, 张文江. 城市土地利用时空结构演变的驱动力研究. 中山大学学报:自然科学版, 2005, 44(1):117-120.
- [23] 曾忠平, 卢新海. 武汉城市用地结构演变模式研究. 中国土地科学, 2009, 23(3): 44-48.
- [24] 罗鼎, 许月卿, 邵晓梅, 等. 土地利用空间优化配置研究进展及展望. 地理科学进展, 2009, 28(5): 791-797.
- [25] 毛蒋兴, 闫小培, 李志刚, 等. 深圳城市规划对土地利用的调控效能. 地理学报, 2008, 63(3): 311-320.
- [26] 刘坚, 黄贤金, 赵彩艳, 等. 基于 DEA 模型的城市土地利用结构效应分析:以江苏省为例. 江西农业大学学报, 2005, 27(3): 330-224.
- [27] 刘少波. 试论城市土地的利用结构及其空间优化. 暨南学报:哲学社会科学版, 1987, 4:11-21.
- [28] 张洁. 东京城市土地利用结构分析及其对中国大城市的启示. 经济地理, 2004, 24(6): 812-815.
- [29] 丁瑜. 论我国城市土地利用结构存在的问题与优化对策. 法制与社会, 2009(8):280-281.
- [30] 徐士珺, 郑循刚. 我国城市土地利用结构优化研究. 经济纵横, 2006(8):31-32.
- [31] 张志斌, 李雪梅. 城市产业结构调整与空间结构优化的研究:以兰州市为例. 干旱区资源与环境, 2007, 21(12):

- 1-5.
- [32] 刘艳军, 李诚固, 徐一伟. 城市产业结构升级与空间结构形态演变研究: 以长春市为例. 人文地理, 2007, 22(4): 41-45.
- [33] 朱玉明. 城市产业结构调整与空间结构演变关联研究: 以济南市为例. 人文地理, 2001, 16(1): 84-87.
- [34] 王会彬, 宋瑞, 陈强. 以公交为导向的城市土地利用优化模型研究. 交通标准化, 2009(9): 23-26.
- [35] 孙钰, 姚晓东. 中国城市土地利用的空间结构优化探讨. 城市, 2001(2): 17-20.
- [36] 任奎, 周生路, 张红富, 等. 基于精明增长理念的区域土地利用结构优化配置: 以江苏宜兴市为例. 资源科学, 2008, 30(6): 912-918.
- [37] 倪琳, 周勇, 刘义, 等. 基于生态绿当量的土地利用结构优化研究: 以湖北省潜江市为例. 资源与产业, 2008, 10(4): 50-53.
- [38] 杨春玲, 秦明周, 闫艳. 基于生态位理论的土地利用结构优化研究: 以巩义市为例. 生态经济, 2008 (10): 24-29.
- [39] 严金明. 中国土地利用规划: 理论·方法·战略. 北京: 经济管理出版社, 2001.
- [40] 谭淑豪. 说目标规划法逐步法在土地利用结构优化中的应用[D]. 北京: 北京大学, 2001.
- [41] 但承龙, 雍新琴, 厉伟. 土地利用结构优化模型及决策方法: 江苏启东市的实证研究. 华南热带农业大学学报, 2001, 7(3): 38-41.
- [42] 耿红, 王泽民. 基于灰色线性规划的土地利用结构优化研究. 武汉测绘科技大学学报, 2000, 25(2): 167-171.
- [43] 赵涛, 郑新奇, 邓祥征. 城市土地利用优化配置分析应用: 以济南市为例. 地球信息科学, 2004, 6(2): 53-57.
- [44] 何鑫, 王昌全, 李琼芳. 基于模拟退火遗传算法的土地利用结构优化模型. 农业系统科学与综合研究, 2004, 20(3): 215-217.
- [45] 董品杰, 赖红松. 基于多目标遗传算法的土地利用空间结构优化配置. 地理与地理信息科学, 2003, 19 (6): 52-55.
- [46] 傅伟. 基于 GIS 土地合理利用规划决策专家系统研究. 中国土地科学, 2001, 9(5): 5156.
- [47] 徐昔保. 基于 GIS 与元胞自动机的城市土地利用动态演化模拟与优化研究: 以兰州市为例. 兰州大学硕士学位论文, 2007.
- [48] 武晓波, 赵健, 魏成阶, 等. 元胞自动机用于城市发展模拟的方法初探: 以海口市为例. 城市规划, 2002, 26(8): 69-73.
- [49] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析. 地理学报, 2000, 55(2): 152-160.
- [50] 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. 地理研究, 2005, 24(1): 19-27.
- [51] Kok K. M Winograd. Modelling Land-use change for Central America, with special reference to the impact of hurricane Mith. Ecological Modelling, 2002, 149(1/2): 53-69.
- [52] De Koning G H J, Verburg P H, Veldkamp A, et al. Multi-scale modelling of Land-use change dynamics for Ecuador. Agricultural Systems, 1999, 61(2): 77-93.
- [53] Verburg P H, Chen Y Q, Veldkamp A. Spatial explorations of Land-use change and grain production in China. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2000, 82 (1/2/3): 333-354.
- [54] Verburg P H, Veldkamp T A, Bouma J. Land use change under conditions of high population pressure: The case of Java. Global Environmental Change, 1999, 9(4): 303-312.
- [55] 蔡玉梅, 刘彦随, 宇振容, 等. 土地利用变化空间模拟的进展: CLUE-S 模型及应用. 地理科学进展, 2004, 23(4): 63-72.
- [56] 谭永忠, 吴次芳, 牟永铭, 等. 经济快速发展地区县级尺度土地利用空间格局变化模拟. 农业工程学报, 2006, 22(12): 72-77.
- [57] 刘琼, 欧明豪, 彭晓英. 基于马尔柯夫过程的区域土地利用结构预测研究: 以江苏省昆山市为例. 南京农业大学学报, 2005, 28(3): 107-112.
- [58] 殷少美, 周寅康, 濮励杰, 等. 马尔柯夫链在预测土地利用结构中的应用: 以湖南娄底万宝镇为例. 经济地理, 2006, 26(S): 120-124.
- [59] 郭月婷, 廖和平, 彭征. 中国城市空间拓展研究动态. 地理科学进展, 2009, 28(3): 370-375.
- [60] 刘继生, 陈彦光. 基于 GIS 的细胞自动机模型与人地关系的复杂性探讨. 地理研究, 2002, 21(2): 155-162.
- [61] 徐昔保, 杨桂山, 张建明. 基于神经网络 CA 的兰州城市土地利用变化情景模拟. 地理与地理信息科学, 2008, 24(6): 80-84.
- [62] 曹银贵, 王静, 陶佳, 等. 基于 CA 与 AO 的区域土地利用变化模拟研究: 以三峡库区为例. 地理科学进展, 2007, 26(3): 80-88.
- [63] 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. 地理研究, 2005, 24(1): 19-27.
- [64] 张金牡, 吴波, 沈体雁. 基于 Agent 模型的北京市土地利用变化动态模拟研究. 东华理工学院学报, 2004, 27(1): 80-83.
- [65] 杨青生, 黎夏. 多智能体与元胞自动机结合及城市用地扩张模拟. 地理科学, 2007, 27(4): 542-548.

Research Progress and Prospects of the Researches on Urban Land Use Structure in China

LU Chunyang^{1,2}, YANG Qingyuan³, JIN Dongxiao⁴, LI Xinyang⁴, WEN Feng³

(1. College of Resources and Environments, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Department of survey and urban spatial information, Henan University of Urban Construction,
Pingdingshan 467001, Henan, China;

3. School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China;

4. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100044, China)

Abstract: Urban land use structure is always one of research cores both in urban plan and urban geography. Reasonable land use structure has been one of the ways to ptomote urban function and land use benefits. This paper reviews the research results of urban land use structure according to urban land use evolution feature, driving mechanism of urban land use evolution, urban land use structure optimization and urban land use structure dynamic simulation. The conclusions show the present reasearch has its own limits in methods and contents. In the future, following works should be conducted. (1) From the view of rational arrangement of urban functional struc- ture, the relations between urban functional structure and urban land use structure should be studied and the general rule of urban land use structure evolution in different industrial phases should be explored; (2) Static models should be changed to dynamic-quantitative models, and a supporting system for decision-making should be established; (3) A theoretical framework for regulating urban land use types and land use structures should be established to provide a theoretical support for urban planning and land use spatial distribution optimization.

Key words: urban land use structure; research progress; prospects

本文引用格式:

鲁春阳, 杨庆媛, 靳东晓, 等. 中国城市土地利用结构研究进展及展望. 地理科学进展, 2010, 29(7): 861-868.