

土地利用空间优化配置研究进展与展望

罗 鼎¹, 许月卿¹, 邵晓梅², 王 静²

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; 2. 中国土地勘测规划院国土资源部土地利用重点实验室, 北京 100035)

摘 要: 土地利用优化配置是实现土地可持续利用, 促进区域经济快速发展和环境逐步和谐的重要途径。科学的土地利用优化配置能充分发挥土地利用潜力、提高土地聚集效应、保持土地生态系统平衡。以往的土地利用优化配置研究主要侧重土地利用数量结构的优化, 却忽视了土地利用空间布局的优化。尽管土地利用数量结构是土地利用合理配置的基础, 但是在地域空间上分布不当, 就会限制土地利用效率的提高, 影响土地资源配置的科学性和精确性。因此如何将各土地利用类型数量在地域空间上进行合理的落位, 开展土地利用空间优化配置问题研究显得尤为重要。本文全面地解释了土地利用空间优化配置的概念, 系统介绍了国内外土地利用空间布局的相关理论和方法, 并从地理学、景观生态学、系统工程和管理学、地理信息系统及遥感和数学模型应用、社会学和政策学等理论角度, 对土地利用空间优化配置的发展方向 and 趋势进行了展望, 以期促进土地利用空间优化配置研究的创新和深化。
关 键 词: 土地利用优化配置; 空间布局; 研究进展; 展望

目前, 我国土地供需矛盾日益突出, 土地利用效率低, 各项建设占用大量优质耕地, 土地利用结构失衡, 已对国家资源安全构成严重威胁。科学合理预测区域土地利用供需, 有效解决土地利用冲突, 优化配置土地资源, 节约集约用地, 是保障国民经济发展的需要。为此, 国家先后颁布了一系列土地可持续利用的政策法规, 如《国务院关于促进节约集约用地的通知》(国发[2008]3号)等, 同时启动了系列科研项目, 如“十一五”国家科技支撑计划重大项目“村镇空间规划与土地利用关键技术研究”和“区域土地资源安全保障与调控关键技术研究”等。

土地利用优化配置是实现土地资源合理利用和区域可持续发展的重要途径和手段。科学的土地利用优化配置能充分发挥土地利用潜力、提高土地聚集效应、保持土地生态系统平衡, 实现土地的可持续利用, 促进区域经济快速发展和环境逐步和谐。长期以来, 传统的土地优化配置研究主要关注土地利用数量结构的优化, 而忽略了土地利用空间布局优化, 限制了土地利用的效率和土地产出率的提高, 影响了土地生态系统的平衡和土地资源的可持续利用。近年来, 随着 GIS、RS 等空间分析技术的

应用, 土地利用空间格局分析的研究逐渐增多, 不少学者在土地利用数量结构优化配置研究的基础上, 进行了土地利用空间优化布局的研究^[1-3]。土地利用优化配置研究成为土地科学领域前沿的重要课题。有鉴于此, 本文对当前土地利用空间配置研究的相关概念、理论和方法进行了梳理和回顾, 对未来土地利用空间优化配置研究的发展趋势进行了展望, 以期促进人们对土地利用空间优化配置研究的创新和深化。

1 土地利用空间优化配置概念

土地资源优化配置是针对土地资源经济供给的稀缺性以及土地利用过程中的不合理性而提出来的, 是从合理保护土地资源和科学利用土地的角度来进行研究的。“配置”是一种过程和手段, 目的在于把一定的土地利用方式与土地的适宜性、社会经济性进行适合比配等。“优化”是在分析不合理的土地利用现状的基础上提出的改良目标和规划期望, 主要有目标优化、结构优化和效益优化等^[4]。

土地资源优化配置 (Optimization allocation of land resource) 是指在全面认识区域土地资源现状构

收稿日期: 2008-1; 修订日期: 2009-05.

基金项目: “十一五”科技支撑课题(2006BAB15B04); 中国农业大学科研启动基金项目; 2007 年度国土资源部百名优秀科技人才计划项目。

作者简介: 罗鼎(1984-), 男, 汉, 四川人, 硕士研究生, 主要从事土地资源管理方向研究。E-mail: lordainy@yahoo.com.cn

通讯作者: 许月卿(1972-), 女, 汉, 河北人, 副教授, 主要从事土地资源利用与评价等方面研究。E-mail: xmoonq@sina.com

成及存在问题的前提下,为了达到一定的社会、经济和生态目标的最优化,根据土地的特性,利用一定的管理手段和科学技术,对指定区域的土地资源进行利用方式、数量结构、空间布局 and 综合效益等的优化,保持人地系统的协调运行和可持续发展,不断提高土地生态经济系统功能^[5]。

土地利用空间优化配置 (Spatial Optimization Allocation of Land-use)也可称为土地利用空间优化布局,即根据特定的规划目标,依靠一定的技术手段,对区域内土地的利用结构、方向,在时空尺度上,系统地进行安排、设计、组合和布局,并得到由点、线、面、网组成的多目标、多层次、多类别的土地利用空间配置方案,综合比较土地空间配置方案的经济、社会和生态效益,最终确定目标效益最优的方案的过程。其主要内容为:①进行区域土地利用现状分析,重点把握其空间结构、动态变化的驱动机制与规律,提出土地利用空间优化配置的目标;②预测区域土地利用需求状况,重点分析区域内产业布局的用地需求;③开展区域土地适宜性评价,对比分析土地利用现状与土地利用适宜性因素的空间匹配关系,寻找土地利用空间转化对象,研究各土地利用类型在地域空间上用地平衡方案;④对用地平衡方案逐层落实,直到具体地块的定性、定量和定位^[4]。可见,土地利用空间优化配置是将一定的土地利用方式与土地利用的生态适宜性、社会经济适宜性进行适当组合,从而形成良好的城乡用地数量结构和协调的城乡用地空间布局,实现土地的持续利用的过程。

2 土地利用空间优化配置研究进展

2.1 国外研究进展

最早的土地利用空间布局理论研究主要集中在城市空间布局理论研究方面,城市的扩展是以土地利用扩张为基础的,城市的不同功能分区会产生不同的土地利用类型分区。伴随着城市空间布局研究的不断深入,土地利用空间配置的理论和方法的研究也取得了长足的进步。

2.1.1 理论研究进展

土地利用空间优化配置的理论源于城市空间均衡布局理论,城市的空间均衡布局研究历史较久远且取得了大量的研究成果。城市空间布局包括宏观布局和微观布局两方面,城市宏观空间结构理论

主要包括:区位理论、增长极理论、田园城市理论等;城市微观空间结构理论主要包括:“点—轴”理论、同心圆理论、扇形理论、“核心—边缘”理论以及多核心理论等^[6]。

在城市与土地空间布局理论研究中,最早并影响最大的是区位理论。1826年,德国经济学家杜能发表《孤立国》一书中,从级差地租出发提出“杜能孤立国同心圆”(农作物品类围绕市场,呈环形带状分布理想模式),从而为区位理论两个重要规律——距离衰减法则和空间相互作用原理奠定了基础。随着区域经济学、空间几何学和景观生态学的相互渗透,关于地域空间布局理论的研究逐步完善。主要表现在以下方面:

(1) 区域经济方面:首先,增长极核理论又称极核理论,最初是由法国经济学家佩鲁(E. Perroux)于20世纪50年代提出的。增长极理论已成为培育和发展城市的理论依据,该理论对于研究城市规划、城市空间扩展边界与土地利用规划和城镇建设用地空间布局具有重要指导意义。其次,空间经济学理论。90年代,随着新贸易理论的发展,克鲁格曼(Krugman)等经济学家以规模报酬递增和垄断竞争为理论基础,在生产要素的收益递增及市场的非完全竞争结构的假定下研究空间,建立了空间聚集和离散的向心力和离心力分析框架,提出城市化水平较高的地方自发地向周边城市化水平较低的地方扩散,从而带动周边区域的发展,也就是大城市向周边边缘地区的扩散,这种分散不仅不会消除集中趋势,相反,还会逐渐形成新的集中,从而城市的空间规模不断扩大^[7-8]。该理论体系对我国城乡土地一体化空间均衡规划研究具有重要借鉴意义。

(2) 空间几何学:主要是分形理论(Fractal Theory)。Mandelbrot在《分形:形态,机遇和维数》一书中提出了几何分形理论。分形是指其组成部分以某种方式与整体相似的几何形态,或者是指在很宽的尺度范围内,无特征尺度却有自相似性和自仿射性的一种现象。分形理论主要用于解决和解释非线性世界里一些具有随机性和复杂性特征的现象和问题^[9]。从土地利用类型的自相似性和分维数等角度,分形理论为我们量化研究土地利用空间结构提供了有力工具。

(3) 景观生态学:土地是景观生态的自然载体,越来越多的生态学家把生态平衡的思想导入到土地景观格局的研究中来,其中美国景观生态学家

Forman 提出将景观生态学格局优化理论融入土地利用空间格局过程中;德国生态学家 Haber 提出适宜于高密度人口地区的土地利用分异理论,主要利用环境诊断指标和格局分析对景观进行整体研究和规划,并分析了每一种新的土地类型的出现,不可避免地引起它对周围环境的异化影响与周围环境对它同化作用均等的影响,土地利用空间的分割会在同一时候分割环境的影响,从而减缓周围环境对其影响。基于景观单元的土地利用分异理论很好地维持了景观的空间异质性,促进了生物的多样性,有利于土地及生态系统的整体平衡和稳定。土地利用分异理论有助于推进我国土地利用地类斑块地域差异的空间分析和建模,为进一步完善区域土地优化配置与景观生态规划相衔接提供依据^[10]。

2.1.2 方法研究进展

20 世纪后半叶尤其是进入 70 年代以后,随着人口、资源、环境和发展问题的日益凸现,土地利用规划逐渐从传统的建设性或蓝图规划发展到以控制土地利用变化和可持续发展为目的、具有广泛民众基础的公共决策。以现代控制论为理念的规划(Cybernetic Planning)开始被接受,Lenz 等分析了土地利用规划和环境保护及生态平衡密切结合,大大地促进土地资源的合理利用与保护^[11]。这些土地利用规划理论不断进步为土地利用空间优化配置研究方法的创新提供了前进的思路。

20 世纪 70 年代中期,随着非线性规划和线性规划等控制理论的逐渐渗透,土地利用空间研究增加了强有力的分析工具。Charnes 等最早将线性规划技术应用于土地利用规划研究,Dokmeci 等首次提出土地利用规划是多目标的,并将线性规划应用于土地利用的空间配置进行了研究,Barber 等提出运用多目标规划法来解决居住可达性最大和能源消耗最小两个目标土地利用规划问题^[12-14]。80 年代以后,Gilbert 等提出了用于场地选址的多目标土地空间配置模型,Diamond 等提出了基于不规则单元的土地获得的开发费用最小和配置区域内土地适宜性指数最大的空间配置模型^[15-17]。1994 年荷兰瓦赫兰根大学在哥斯达黎加开展的“持续土地利用开发”(USTED)研究项目,提出了一套将 GIS、土地生产定量模拟、专家知识和线性规划模型融于一体的定量化土地利用系统分析方法模型 CLUE(Conversion of Land Use and its Effects),2002 年 Verburg 等对 CLUE 模型进行了改进,提出了适用于区域尺

度土地利用/覆被变化研究的 CLUE-S 模型,该模型兼顾了土地利用系统中的社会经济和生物物理驱动因子,并在空间上反映土地利用变化的过程和结果,具有很高空间模拟的可信度^[18]。Chuvieco 曾就土地利用中线性规划模型与 GIS 结合的理论和方法进行了探讨,在土地适宜性分析的基础上,实现土地资源的空间优化配置^[19]。Dokmeci 等提出了一个城市用地土地利用空间配置模型^[20];Huizing 等将混合多目标整数规划应用于土地利用规划^[21];Eastman 等针对数学规划法难以处理庞大数据量的土地利用空间配置问题,提出了基于栅格的土地利用空间配置算法^[22]。Faris 等以环境保护模型为核心和 GIS 工具结合构建了土地利用规划的决策支持系统,U-LAM(Urban Land-use Allocation Modeling)模型是将土地资源配置模型与运输模型结合起来,主要用于城市土地利用的规划,目的是实现随着人口和经济增长城市土地利用的自动化配置过程^[23]。Zhu 提出一种基于知识的土地空间决策支持系统 KBS-DSS,并进行了以“土地开发潜力空间推理图”为例的空间推理机制和推理过程研究,开发了针对苏格兰西南岸的 Islay 岛的土地使用决策支持系统,在战略规划研究阶段协助确定该岛的土地空间开发策略^[24]。

由于城市土地的高价值,城市土地空间优化配置问题一直都受到规划学者们的青睐。随着城市化日益加剧,区域范围内的土地利用供需矛盾日益严重;农村土地由于其特殊的生产和生活特性,其土地利用空间优化布局问题得到众多学者的重视。Kim 等在土地适宜性评价的基础上运用元胞自动机理论(CA)构建了新增农村居民点的空间分布模型,并比较了基于农田保护区变化、新修道路影响和调整中心村布局三种情景下农村居民点空间分布差异^[25]。Sante 等研究了基于 GIS 的农村土地利用探索系统 RULES (Rural Land-use Exploration System),并模拟比较了西班牙西北部 Terra Cha 地区农村土地在经济、社会和环境 3 种目标条件下的空间布局状况^[26]。

2.2 国内研究进展

2.2.1 理论研究进展

国内土地空间优化配置研究的理论框架体系主要是借用国外空间结构研究理论,并结合我国具体情况和特点,加以综合和应用。有关土地利用空间布局理论的研究多体现在区域土地利用优化配

置的实践案例中。

关于土地利用优化配置空间尺度定义,刘彦随对其层次模式和程序流程作了比较详尽的研究,区域土地利用优化配置空间尺度大致可分为宏观、中观和微观 3 个层次^[27]。宏观的国土规划是基于国家社会、经济和环境安全等大尺度进行的土地利用数量和空间均衡,土地利用空间布局更多地依据国家产业及城市空间布局使土地在各部门(农业、林业、工业等)间分配。基于宏观的国土空间布局研究,陆大道等在深入研究“增长极”理论和“点—轴”理论的基础上,把点轴开发模式提到新的高度,构造了中国沿海与长江流域相交的“T”字型空间框架。“点轴战略开发”成了《全国国土规划纲要》(1987 年)空间发展战略的主体思想。刘卫东把“集聚区”比作“点”,把“发展轴”看作“轴”,认为“点—轴”仍是未来国土空间配置的基本构架^[28];基于中观、微观的土地利用空间布局研究,对于不同尺度的土地空间,区域大致可以分为:流域、省、市、县、乡级,许多学者进行了相对区域性的土地利用空间布局研究。如陈雯从空间均衡的经济学角度来分析江苏各地区土地供需矛盾的差异,并对省级土地管理部门土地空间指标配置效率进行了初步分析^[7]。陈文言等根据流域可持续发展的运行机理,构建了以流域整体开发为指导思想、以流域土地利用空间重组为手段的流域可持续发展实现途径^[29]。付海英以山东省泰安市泰城区为研究对象,打破传统城乡用地规划中严格的分区规则,从促进城乡互动角度讨论了城乡用地空间布局方法^[30]。石英等以北京市平谷区王辛庄镇为研究对象,建立乡级土地利用规划空间布局的数学模型^[31]。

还有学者运用景观生态学等相关理论改进了土地利用空间优化配置的研究。如邢忠借助景观生态学中的边缘思想提出土地资源的优化配置及其环境保护的作用,根据城市边缘地带的现状建设与自然地貌及地域分布来编制城市未来地域空间布局方案,强调城市建设用地与绿地的可相容性,增加更多的互补集约经营效益的土地利用组合,并以重庆为实例进行了山地城市特殊环境条件下土地利用的边缘途径分析^[32]。

2.2.2 方法研究进展

目前,国内学者主要是从理论原则、模型构建、算法优化和 GIS 应用等方面,结合系统动力学、景观生态学和 GIS 地学分析等相关学科的渗透,对土

地利用空间优化配置进行了探索性研究。

(1) 基于理论原则的土地利用空间优化配置研究。许多学者从不同土地利用控制目标出发,进行了土地利用空间布局的相关理论研究。主要有基本农田优先、城乡用地统筹安排、生态涵养优先等控制目标。如吴克宁等在研究河南驻马店地区城区扩展用地空间布局时,借助农用地分等成果,尽量避开高质量耕地,优先考虑等别低、质量差的一般耕地作为城区扩展用地^[33]。陈燕莉进行了基于生态优先的市域空间发展战略研究,强调在进行城市空间布局时,优先选择自然演进的关键区域和敏感地带加以保护,城市的空间发展尽量避开生态敏感区域,选择符合生态学原则的城市空间发展战略^[34]。

(2) 基于空间尺度的土地利用空间优化配置研究。在区域土地利用空间配置的研究过程中,区域的规模尺度是一关键要素。小尺度上土地利用空间分布图的非线性关系在大尺度上则可能表现出较为明显的线性关系。陈佑启等在研究我国土地利用影响因素及其空间规模相关性分析时,采用平均值法将 1 km×1 km 网格转换为 32 km×32 km 的网格,从规模尺度角度出发把全国划分几个典型的大区域,很好地解释了全国的土地利用的空间分布及其变化^[35]。吴桂平在使用 CLUE-S 模型的改进与区域土地利用变化模拟研究时,分别用 100 m×100 m、200 m×200 m、400 m×400 m、600 m×600 m、800 m×800 m、1000 m×1000 m 等 6 个模拟尺度,构建张家界市永定区的耕地和林地格局模拟模型,比较了不同模拟尺度上模型的拟合优度^[36]。

(3) 基于模型构建的土地利用空间优化配置研究。线性规划方作为一种有效解决最优配置问题的数学工具被很多学者应用到土地空间配置的实践中。如张耀光应用线性规划法建立了辽河三角洲土地资源合理利用结构优化模型,利用计算机优选计算出辽河三角洲现状、近期和远期土地利用优化构成及不同时期土地利用优化结构目标函数值^[37]。此外,不少学者将线性规划和其他数学方法相结合进行土地利用空间布局研究。如龚健等分别研究建立了耕地需求量预测的灰色马尔可夫链预测模型和基于 SD & MOP 的土地利用结构优化模型^[38]。陈习森在 CA 模型的基础上,借助软件开发了基于地理特征的城市土地利用演化模型(GFCA—Urban),从交通因素出发,以深圳特区作为实例模拟了城市各类土地在空间上的变化^[39]。张鸿辉等以长沙市土

地扩张为例构建了以多智能体系统(MAS)为基础的城市土地资源时空配置模型,描述了多智能体 Agent(政府、居民和农民)在城市土地空间扩展模型中的互动关系^[40]。王汉花等运用生态位模型对土地资源数量结构进行优化进而将数量优化结果作为 CA 模拟的约束条件对空间布局进行优化,实现了土地资源数量结构优化与空间布局优化的统一^[41]。

(4) 基于算法优化的土地利用空间优化配置研究。元胞自动机(CA)具有强大的空间建模能力和运算能力,能模拟具有时空特征的复杂动态系统,不少学者对耦合了 GIS 的元胞自动机在城市土地空间扩展应用方面进行了研究。何春阳等^[42]、黎夏等^[43]分别利用 CA 模型对北京、东莞的城市土地扩张现象进行了研究;赵晶将元胞自动机与人工神经网络相结合,对上海中心城区边缘带进行了模拟预测^[44]。鉴于土地空间布局优化的非线性和高维性等特征,常规的优化算法往往不能得到问题的最优解,不少学者采用现代非线性数学模型进行土地空间配置研究。如席一凡等提出遗传算法在城市土地功能配置规划中应用,以遗传算法结合层次分析法和模糊综合评价法,以定量分析为主,辅以定性分析来解决城市土地合理配置问题^[45]。王新生等发展了一种模拟退火算法辅助产生城市土地空间布局方案,建立了城市土地空间配置问题的数学模型^[1]。

(5) 基于 GIS 的土地利用空间优化配置研究。目前,许多学者借助 GIS 的空间分析功能,结合数学模型进行土地空间布局研究。如牛振国等借助 GIS 技术在对主要生态水文过程模拟的基础上建立土地利用最小耗费表面模型,探讨土地利用时空格局优化模式研究的技术途径^[46]。Wang 等运用多目标规划法与 GIS 相结合建立了 GIS/ IFMOP 综合模型,研究流域尺度上土地资源的优化配置问题^[47]。Ren 构建了 GIWIN-LRA 模型,将 GIS 的空间分析功能与决策过程结合起来,使空间数据可以通过 GIS 的技术功能直接服务于土地资源的管理者^[48]。

3 土地利用空间优化配置研究展望

国外的土地利用优化配置研究多是在发达国家城乡关系问题并不明显的条件下进行的,导致西方学者主要是以城市土地为中心研究城乡规划、发展、布局等,没有将城乡关系纳入明确的分析框架。中国存在明显的城乡二元特征,对于城市和农村的

土地利用优化配置存在很大的特殊性。总结目前土地利用空间优化配置研究的理论与方法,今后土地利用空间优化配置应在综合性、科学性和协调性方面有待加强。

3.1 综合性

(1) 从地理学理论角度出发,利用土地利用变化及效应模型研究区域土地利用变化的动力机制和演变规律,预测土地利用结构优化配置趋势;以土地质量为基础,发展土地利用地质学,加强地质条件在土地利用空间优化配置中的应用研究。

(2) 从景观生态学的理论角度出发,研究景观生态要素之间的相互作用及各种景观生态系统的适应性特征。空间格局的生态优化是以往土地利用优化配置中的薄弱环节,合理地规划土地景观空间结构,使廊道、嵌块体及基质等景观要素的数量及其空间分布合理,使信息流、物质流与能量流畅通,使景观不仅符合生态学原理,而且具有一定的美学价值,而适于人居聚^[49]。

(3) 从系统工程和管理学的理论角度出发,运用系统工程理论分析多目标函数下的土地利用空间结构,寻求土地利用系统在地域间、产业间的结构效应,最大化不同功能地块间的空间协调性。土地利用系统是一个开放的、多层次的关联系统,土地利用优化配置的目标函数应是最小化土地开发费用与最大化土地利用综合效益的统一。

3.2 科学性

从地理信息系统、遥感和数学模型等自然科学技术的应用角度出发,加强建设具有更快捷地土地数据获取、存贮、更新、查询等功能的土地空间数据库,利用 RS、GIS 等技术科学地进行土地数据的空间分析、模拟、布局以及决策判断;加强现代数学模型与计算机空间模拟等方法在土地利用空间布局中的应用研究,形成客观、准确、科学的土地利用空间优化配置方法体系。

3.3 协调性

从区域经济学理论出发,按照科学发展观的“统筹兼顾,协调发展”思想,加强国家与区域层次的土地利用空间配置研究,构建基于国家粮食安全、大城市圈经济发展、生态环境脆弱区环境保护等战略需求不同而目标相一致的土地资源空间配置模型。加强城乡土地一体化配置,并结合当前新农村建设的需要,合理配置农村土地利用结构,解决好城市边缘区土地供需矛盾,打破现有的城市与

乡村土地空间配置相分离的二元结构,逐步形成“以城带乡,城乡结合”的土地利用优化配置格局。

从社会学和政策学的理论角度出发,加强公众参与的土地利用优化配置研究。土地利用空间优化配置的结果关系到社会各方团体的利益,传统的土地利用优化配置方法忽略了基层土地用户的愿望,限制了土地资源优势的发挥^[50]。公众参与的土地利用优化配置的出发点是协调个体和群体的利益冲突,从而保障了人地关系的良好和谐。

参考文献

- [1] 王新生,姜友华.模拟退火算法用于产生城市土地空间布局方案.地理研究,2004,23(6):727-734.
- [2] 宋如华,齐实,孙保平等.区域土地资源的适宜性评价和空间布局.土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3(3):23-30.
- [3] 刘彦随.土地利用优化配置中系列模型的应用:以乐清市为例.地理科学进展,1999,18(1):26-31.
- [4] 倪绍祥,刘彦随.区域土地资源优化配置及其可持续利用.农村生态环境,1999,15(2):8-11.
- [5] 严金明.土地利用结构的系统分析与优化设计.南京农业大学学报,1996,19(2):88-95.
- [6] 郑新奇.城市土地优化配置与集约利用评价.科学出版社,2004,12.
- [7] 陈雯.空间均衡的经济学分析.北京:商务印书馆,2008:21-27.
- [8] 许宗生.济南市土地利用战略研究.山东大学硕士学位论文,2007.
- [9] Mandelbrot B B. The Fractal Geometry of Nature. New York:W H Freeman,1982.
- [10] 赵羿,胡远满,曹宇,等.土地与景观.北京:科学出版社,2005.
- [11] 赖红松.智能优化算法在土地利用结构优化中的应用研究.武汉大学学位论文,2003.
- [12] Charnes A, Hornes K E, Hazleton J E, et al. A hierarchical goal programming approach to environmental land-use management. Geographical Analysis, 1975, (7): 121-130.
- [13] Dokmeci V. Multiobjective model for regional planning of health facilities. Envir. and Plang. A, 1974, 11 (5): 517-525.
- [14] Barber G M. Land-use planning via interactive multi-objective programming. Envir. and Plang. A, 1976 (8): 625-636.
- [15] Gilbert K C, Holmes D D, Rosenthal R E. A multiobjective discrete optimization model for land allocation. Mgmt Sci., 1985, 31(12): 1509-1522.
- [16] Forman R T T, Godron M. Landscape Ecology. New York: John Wiley & Sons, 1986: 1-40.
- [17] Diamond J T, Wright J R. Efficient land allocation. Journal of Urban Planning and Development, 1989, 151 (2): 81-96.
- [18] Verburg P.H, Soepboer W, Veldkamp A, Limpiada R, et al. Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. Environmental Management, 2002,30(3): 391-405.
- [19] Chuvieco E. Intergration of linear programming and GIS for land-use modeling. International Journal on Geographical Information System, 1993,7:71-83.
- [20] Dokmeci V F, Cagdas G and Tokcan S. Multi-objective Land-Use Planning Model. Journal of Urban Planning and Development, 1993,119(1):15-22.
- [21] Huizing H, Bronsveld K. Interactive Multiple-goal Analysis for Land Use Planning. ITC Journal, 1994(4):366-373.
- [22] Eastman J R, Jin W, Kyem PAK and Toledano J. Raster Procedures for Multi-Criteria/ Multi-Objective Decisions. Photogram metric Engineering & Remote Sensing, 1995, 61 (5):539-547.
- [23] Faris J M, Beever L B, Brown M. Geography Information System (GIS) and Urban Land-use Allocation Model (U-LAM) Techniques for Existing and Projected Land-use Data. Washington: Transportation Research Board, 2000.
- [24] Zhu X. An integrated environment for developing knowledge-based spatial decision systems. Transactins in GIS, 1997b,1(4):285-299.
- [25] Kim D S, Chung H W. Spatial diffusion modeling of new residential area for land-use planning of rural villages. Journal of Urban planning and Development, 2005,131(3): 181-194.
- [26] Sante R I, Crecente M R, Miranda B D. Gis-based planning support system for rural land-use allocation. Computers and Electronics in agriculture, 2008,63:257-273.
- [27] 刘彦随.区域土地利用优化配置.北京学苑出版社,1999.
- [28] 刘东峰.中国构思国土新格局.北京:科技日报.2007-8-27(1).
- [29] 陈文言,张雷,等.流域可持续发展及其实现途径:土地利用空间重组.区域经济,2004(2):125-129.
- [30] 付海英.基于精明增长理论的城乡用地规划研究.北京:中国农业大学硕士学位论文,2007.
- [31] 石英,程峰.基于遗传算法的乡级土地利用规划空间布局方案研究.江西大学学报,2008,30(2):381-384.
- [32] 邢忠.边缘区与边缘效应——以广阔的城乡生态规划视域.北京:科学出版社,2007.
- [33] 吴克宁,史原轲,冯新伟,等.基于农用地分等的城区扩展用地空间布局优化研究.中国土地科学,2007,21(06):16-22.
- [34] 陈燕莉.基于生态优先的潍坊市域空间发展战略研究.北京:中国农业大学硕士学位论文,2008.
- [35] 陈佑启, Peter H Verbrug. 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.
- [36] 吴桂平. CLUE-S模型的改进与区域土地利用变化模拟.长沙:中南大学硕士学位论文,2008.
- [37] 张耀光. 辽河三角洲土地资源利用结构优化与持续利用对策. 自然资源学报, 2001, 16(2): 115-120.
- [38] 龚健, 刘耀林. 基于 SD&MOP 整合模型的土地利用总体规划研究. 武汉大学学报, 2005, 30(4): 322-325.

- [39] 陈习森. 基于 GFCA—Urban 扩展模型的城市土地利用演变研究. 长沙:中南大学, 2007.
- [40] 张鸿辉, 曾永年, 金晓斌, 等. 多智能体城市土地扩张模型及其应用. 地理学报, 2008, 63(8): 869–881.
- [41] 王汉花, 刘艳芳. 基于生态位与约束 CA 的土地资源优化配置模型研究. 中国人口·资源与环境, 2008, 18 (2):97–102.
- [42] 何春阳, 陈晋, 史培军, 等. 大都市城市扩展模型: 以北京城市扩展模型为例. 中国土地科学, 2007, 21 (6): 16–22.
- [43] 黎夏, 叶嘉安, 刘小平, 等. 地理模拟系统:元胞自动机与多智能体. 北京: 科学出版社, 2008.
- [44] 赵磊. 基于 CA 的城市土地利用演变人工神经网络模拟. 兰州大学学报(自然科学版), 2006, 42(5): 27–31.
- [45] 席一凡, 杨茂盛. 遗传算法在城市土地功能配置规划中的应用. 西北建筑工程学院学报, 2001, 18(4): 190–194.
- [46] 牛振国, 李保国. 基于区域土壤水分供给量的土地利用优化模式. 农业工程学报, 2002, 18(3): 173–177.
- [47] Wang Xinhao, Yu Sheng, Huang G H. Land allocation based on integrated GIS—optimization modeling at a watershed level. Landscape and Urban Planning, 2004, (66) : 61–74.
- [48] Ren Fuhu. A training model for GIS application in land resource allocation, ISPRS. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1997, (52): 261–265.
- [49] 肖笃宁. 景观生态学. 北京: 科学出版社, 2003.
- [50] 王正兴. 试论交互式土地利用规划. 资源科学, 1998, 20 (5): 78–80.

Advances and Prospects of Spatial Optimal Allocation of Land Use

LUO Ding¹, XU Yueqing¹, SHAO Xiaomei², WANG Jing²

(1. College of Resources and Environments, China Agriculture University, Beijing 100193, China; 2. Key Laboratory of Land Use, Ministry of Land and Resources, China Land Surveying & Planning Institute; Beijing 100035, China)

Abstract: The optimal allocation of land use has been one of the important ways to achieve sustainable land use, to promote regional economic development and harmonious environment. More people and less land is the basic situation in China, and more and more farmland conversion to construction land will be a reality in the present phase as China is speeding up industrialization and urbanization process. It is a significant problem which needs to be studied immanently that how to achieve sustainable land use in the process of speedy development of economy. A scientific optimization allocation of land resource can unleash capability of land use, improve concentration effect of land resource and also can maintain a balance of land ecosystems. The traditional optimization allocation of land use study focuses on the optimal structure of the amount of land use, but the study on the spatial optimization of land use is ignored. Obviously, the structure of the amount of land use is the basis for a rational allocation of land use, if we have designed an improper distribution of land use in geographical space, which would restrict the improvement efficiency of land use and affect the scientificness and precision of optimization allocation of land resource, finally we can not achieve the ultimate goal of the optimization allocation of land resources. We must think that how to locate the predictable amount of land use for all types, so the study on spatial optimization allocation of land use is especially important. This paper explained the comprehensive concept of spatial optimization allocation of land use, systemically introduced the related theories and methods of the structure of land use and spatial allocation at home and abroad. From the point of views such as the principle of geography, landscape ecology, system engineering and management, technology such as GIS or RS and application of mathematical model, and sociology and policy, some prospects on land use spatial allocation were made, which aimed to innovate and intensify the study on spatial optimization allocation of land use.

Key words: optimal allocation of land use; spatial distribution; advances; prospects