

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2017.07.017

基于建设用地适宜性评价的城市增长边界划定^①

李 灿^{1,2,3}, 汤惠君¹, 张凤荣⁴

1. 华南农业大学 公共管理学院, 广州 510642; 2. 国土资源部建设用地再开发重点实验室, 广州 510642;
3. 广东省土地利用与整治重点实验室, 广州 510642; 4. 中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100193

摘要: 城市增长边界作为一种控制城市蔓延的技术手段和政策工具, 成为管控城市空间扩展的首选措施。本文首先基于建设用地适宜性评价确定土地开发建设的空间格局, 然后叠加土地利用总体规划确定的允许建设区范围, 利用基于 CA-Markov 土地利用变化模拟预测的建设用地扩展区域, 最终确定城市增长边界。研究表明: 建设用地适宜性高值区位于西南部区域, 多集中在新城建设区内, 低值区分布在生态、水源敏感性较强的湿地保护区、河流沿岸和东北部山区; 根据建设用地适宜性初步划定城市增长刚性边界和弹性边界, 其中弹性增长边界与研究区土地开发建设实际情况相符; 在弹性边界基础上确定的城市增长边界表现为城镇开发建设范围局限于中部、西南部区域。未来可以依据城市增长边界所确定的空间范围指导顺义区城市建设, 促使城镇建设在合理的掌控范围内。

关键词: 城市增长边界; 适宜性评价; 土地利用变化模拟; 顺义区

中图分类号: TU984.11

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)07-0105-07

在经济社会快速发展的推动下, 我国许多城市出现了土地开发失控、空间蔓延加快的趋势, 如不能及时有效地遏制此态势, 势必严重阻碍中国的现代化进程^[1]。当前, 以控制城市蔓延和保护开发空间为基本目标的城市发展政策受到重视^[2]。其中, 城市增长边界(UGB)是目前学术界讨论最为广泛的一种工具。它通过划定城市区域和农村区域之间的界限, 利用区划、开发许可证的控制和其他土地使用调控手段, 将合法的城市开发控制在边界之内, 从而达到控制城市地区增长规模、时序和形态的作用^[3]。在土地资源供需趋紧、耕地保护压力加大、城市外延拓展突出等问题凸显的背景下, 给城市边界划定“红线”的需求越来越强烈, 已经成为我国推进空间治理体系和治理能力现代化建设的重点任务。

城市增长边界源于美国出现的精明增长、新城市主义等思潮, 已被诸多欧美发达国家运用于城市管理实践当中^[1,4-5]。我国在国土空间管理的规划手段上, 建设主管部门的“三区”、“四线”技术措施, 国土部门的基本农田保护区和“三界四区”土地空间管控界限已经部分起到了城市增长边界的作用, 并且积累了丰富的实践经验。近年来, 一些学者也从 CA 模拟^[2,6-7]、城市承载力^[7]、生态安全格局^[8]、空间结构导向^[9]、水文效应^[10]、土地生态适宜性^[11-12]等方面对城市增长边界划定进行了探索, 为推动城市边界划定应用于实践提供了研究指导。随着我国城市管理对城市增长边界的重视, 多方位多角度探索城市增长边界划定仍是亟需深入的研究议题。本文以城市发展新区为例, 整合 CA-Markov 模型模拟预测, 基于生态格局和规划导向构建城市增长边界多准则评判指标体系, 探索建设用地空间适宜性评价作为城市增长边界划定的限制条件, 以此为城市合理开发建设提供研究参考。

① 收稿日期: 2017-01-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(41401626); 广东省哲学社会科学“十二五”规划学科共建项目(GD14XGL22); 广东省教育厅科研项目(2014WQNCX017)。

作者简介: 李 灿(1982-), 男, 湖南益阳人, 博士, 副教授, 主要从事土地利用规划与 3S 技术应用。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

顺义区位于北京市东北郊,地理位置处于 $40^{\circ}01' - 40^{\circ}18'N$ 和 $116^{\circ}28' - 116^{\circ}59'E$,全境土地面积 $1\ 019.37\ km^2$,约占北京市土地总面积的 6.22% ,辖 12 个建制镇 7 个办事处.境内地势平坦,水土资源优越,是北京东部发展带的重要节点和重点发展的新城,也是北京面向国际的首都枢纽空港和带动区域发展的临空产业中心和先进制造业基地.2013 年实现地区生产总值 $1\ 232.20$ 亿元,居北京市所有区县第 5 位,3 次产业结构为 $2.0 : 45.9 : 52.1$,人均 GDP 接近 $20\ 000$ 美元,社会经济发展进入后工业化阶段和新型城镇化阶段.

1.2 研究思路

城市建设用地增长是城市发展的必然需要,也是城市发展的直观表象.由于保护自然生态环境是划定城市增长边界的目的所在,而城镇建设用地的规划布局是左右城市空间增长的最直接因素;与此同时,基于 CA 模拟的城市增长结果可以作为 UGB 划定的基础.因为从城市系统空间演化的角度而言,城市发展是一种以已有城市为中心的向外扩散的过程,城市土地利用变化的实质是一种人为干预下的城市生态景观的自组织机制作用过程^[13],CA 模型能够有效地模拟城市发展趋势,已广泛应用于土地利用变化和城市发展的模拟中^[14-16].因此,本研究对城市增长边界的划定,首先考虑研究区域生态环境和规划导向的影响,确定建设用地扩展的适宜性情况.然后顾及到城镇建设用地空间发展的现实,参考研究区土地利用总体规划确定的允许建设区,因为该允许建设区在现阶段起到了土地建设报批管理上的管控作用;最后,再利用研究区基于 CA-Markov 的土地利用变化模拟确定的建设用地扩展区域的研究成果,修正和确定城市增长边界(图 1).

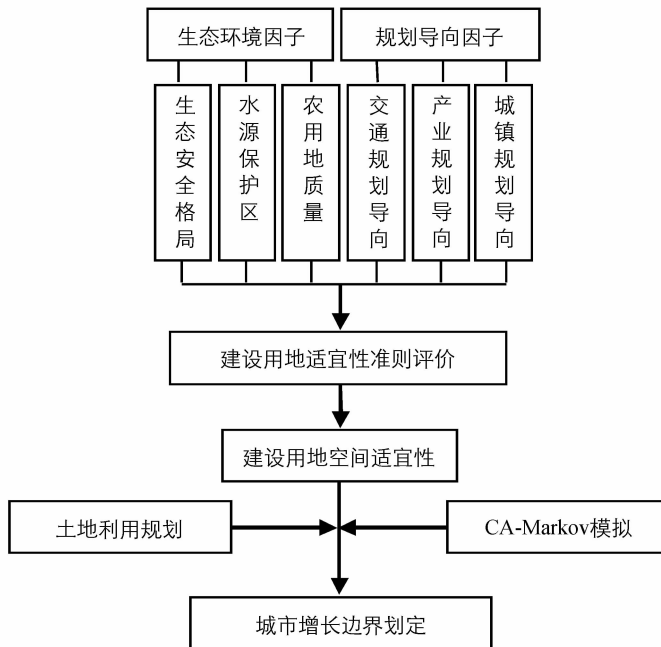


图 1 城市增长边界划定方法流程图

1.3 数据准备与研究方法

1.3.1 基于 CA-Markov 的土地利用变化模拟

在对顺义区历史土地利用变化时空特征分析的基础上,利用 IDRISI Andes 15.0 软件中的 LCM 模块进行土地利用变化分析.IDRISI 是遥感技术与地理信息系统结合应用的系统,由美国 Clark 大学 Clark 实验室开发和维护(<http://www.clarklabs.org>).LCM 模块在土地利用变化趋势分析方面具有独特优势,可进行表面趋势分析,并且通过对土地利用类型转化驱动变量的解释,进行基于静态或动态变量的土地利

用变化潜在趋势探索^[17]。本研究采用 LCM 模块内嵌的 Markov Chain 方法, 基于 1992, 1999, 2009 年顺义区土地利用现状, 通过构建土地利用变化动态变量, 选取 DEM、Slope、土地类型转换潜力、建设用地扩展潜力和一系列空间距离变量如市中心可达性、区中心可达性、镇中心可达性、公路可达性、已有建设用地可达性等驱动因子, 预测各地类转化的变化量, 得到转化概率矩阵, 并通过神经网络方法进行预测训练运算, 得到输出转化潜力图像, 前后 2 个时期(1992—1999 年和 1999—2009 年)土地转化潜力准确率分别达到 76.47% 和 78.82%, 土地转化潜力预测准确率符合模拟测算 75% 的要求, 在此基础上运用硬预测模型预测出顺义区 2020 年的土地利用格局(图 2)。

由于区域土地利用变化是基于土地利用所处环境条件和所受驱动因素所发生的土地资源配在空间上的体现, 基于 CA-Markov 的土地利用变化模拟, 考虑了不同土地利用方式之间的竞争关系、邻域关系以及相关政策的影响, 是值得应用的经验模型预测方法, 在确定城市空间增长边界时, 利用土地利用变化模拟的建设用地扩展区域作为划定增长边界的参考(图 2b)。

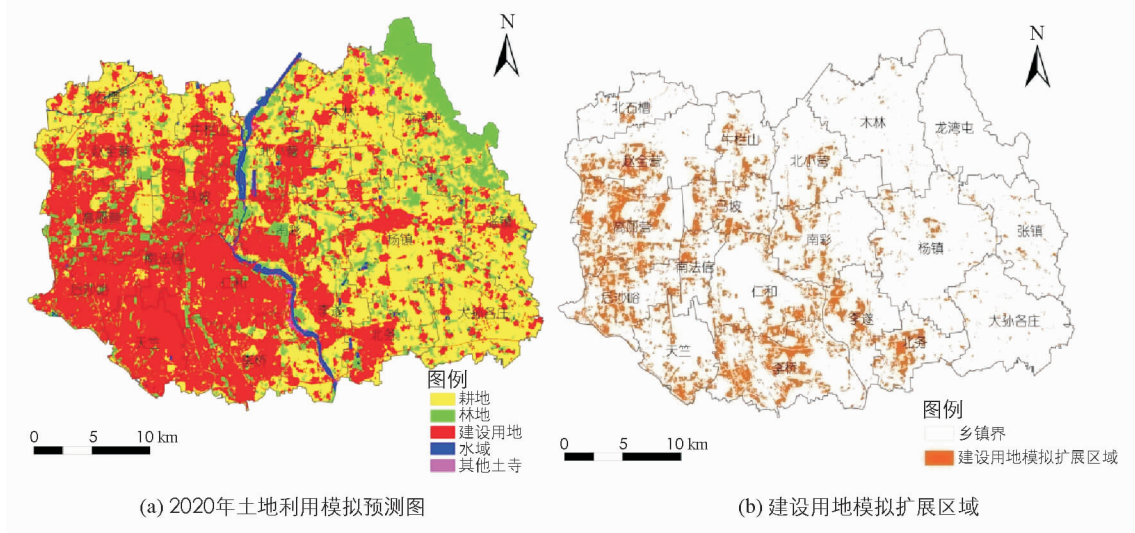


图 2 顺义区 2020 年土地模拟预测图及建设用地扩展区域

1.3.2 建设用地空间适宜性评价

建设用地空间适宜性评价从生态环境和规划导向 2 个方面选取 6 项指标构建一个多准则建设用地适宜性评价框架, 借助 GIS 空间分析确定城镇建设用地扩展的适宜性等级。在生态环境影响上, 顺义区处于潮白河冲积平原, 水土资源条件优越, 自然因素对该区的发展限制性不明显, 在此主要选取对城镇建设发展影响比较突出的生态安全格局、水源影响度、农用地质量指标来构建城乡建设用地扩展的生态环境因素分析, 其中农用地质量因子主要针对未来建设占用对优质农用地资源的影响, 本着建设用地应尽量避免或减少占用优质农用地资源的原则, 考察对基本农田保护区建设的影响。在规划导向影响上, 基于顺义区作为京郊重点建设新城的城市发展战略地位, 以及作为首都现代化过程中新功能聚集区和城市新增人口主要聚集地的功能定位, 主要从交通、产业、城镇发展基础等 3 个方面构建规划导向因素分析。考虑到各指标对城乡建设用地的影响程度不同, 对各单因子采用 I—V 五级量化标准, 在借鉴相关评价研究^[18—20]的基础上确定水源影响度、到城区中心距离、到主镇区距离、到道路距离、到机场距离、到产业中心距离的量化临界值。其中, 到道路、机场、主镇区距离等因素的选取根据《顺义新城规划(2005—2020 年)》所确定的构建“一港、两河、三区、四镇”的区域空间总体布局, 形成“新城—重点镇—一般镇”的城镇空间结构的发展目标, 其中“一港”指首都国际机场, “四镇”指作为顺义区城乡统筹发展纽带的杨镇、高丽营、李遂、赵全营 4 个重点发展城镇; 同时, 到道路距离除了参照现有交通路网外, 还要考虑规划交通网络对建设用地空间布局的影响; 农用地质量采用基于农用地分等中测算土地自然质量分值的思路, 所获取的土地资源利用的本底情况, 计算分值采用几何间断法进行分级; 生态安全格局依据《北京市生态安全格局战略研究》成果^[21], 由于中生态安全格局内严格限制土地建设和开发, 低生态安全格局内禁止土地建设和开发, 因此确定在距离生态安全中、低水平格局 100 m 以外开始进行分级划定影响程度(表 1)。

表 1 建设用地空间扩展的因素及限制等级划分

影响因素	1(或 I)	3(或 II)	5(或 III)	7(或 IV)	9(或 V)	
生态环境因素	生态安全格局/m	≤300	301~600	601~1 200	1 201~2 000	>2 000
	水源影响度/m	≤200	201~400	401~800	801~1 500	>1 500
	农用地质量	>92.91	91.62~92.91	88.13~91.61	88.12~78.74	≤78.74
规划导向因素	到道路距离/m	>2 000	1 201~2 000	601~1 200	301~600	≤300
	到机场距离/m	>3 000	2 501~3 000	1 801~2 500	1 001~1 800	≤1 000
	到产业中心距离/m	>2 500	1 601~2 500	901~1 600	401~900	≤400
	到城区中心距离/m	>3 000	1 501~3 000	801~1 500	501~800	≤500
	到镇中心距离/m	>2 000	1 001~2 000	501~1 000	201~500	≤200

1.3.3 多因素综合评价法

区域多因素综合评价法主要有加权计算和指数计算两种方法,在实际应用中,由于各评价因子的贡献率相对难以确定,一般采用指数计算法来进行计算.具体计算公式为:

$$S = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n U_i}$$

式中: S 为综合评价指数; U_i 为因素 i 的影响等级值; n 为因子个数. 计算在 ArcGIS10.0 软件平台下的空间分析模块中进行.

2 结果与分析

2.1 建设用地空间适宜性

利用指数评价模型评价综合适宜性并定量表征其空间分异,得到研究区建设用地空间扩展适宜评价结果(图 3),适宜性评价得分越高,建设用地空间扩展敏感度越低,土地越适宜城市建设.结果表明,研究区城乡建设用地扩展用地空间适宜性指数在 1.14~6.42 之间,高值区位于以顺义城区为中心的西南部区域,多集中在新城建设区内的南法信、天竺、李桥、高丽营等镇区,其中又以机场周围区域最为集中;低值区分布在生态、水源敏感性较强的汉石桥湿地保护区、潮白河、箭杆河、金鸡河沿岸,以及具有明显生态优势的东北部山区.在此基础上,按照建设用地空间扩展适宜指数频率直方图的自然突变点划分为 7 个等级(表 2, 图 3).

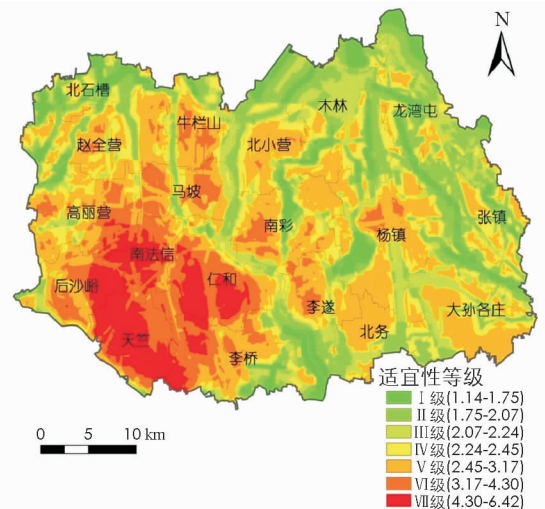


图 3 建设用地空间适宜性

表 2 建设用地空间适宜性及分类

适宜等级	指标评分值范围	面积/hm ²	占土地总面积的比例/%
I 级	1.14~1.75	7 723.36	7.58
II 级	1.76~2.07	17 982.62	17.64
III 级	2.08~2.24	12 866.28	12.62
IV 级	2.25~2.45	13 937.86	13.67
V 级	2.46~3.17	29 692.89	29.13
VI 级	3.18~4.30	12 596.54	12.36
VII 级	4.31~6.42	7 138.00	7.00

2.2 适宜性评价导向下的城市增长边界

建设用地空间扩展适宜性评价结果展示了城镇建设的空间导向,本研究基于城镇空间结构与生态格局,确定了顺义区城镇未来发展的生态安全底线.由此,根据评价结果,将城市空间增长边界采取刚性边

界和弹性边界 2 种划分(图 4). 刚性边界是针对生态影响敏感区域, 包含评价分值在 $[2.24, 6.42]$ 的区域, 该边界是城市扩展的“生态安全底线”, 也是城市最大发展的土地容量, 是城市发展不能超越的范围, 边界以外实施严格的生态保护措施. 弹性边界是针对城市建设用地提出的, 适宜建设的区域, 包含评价峰值在 $[2.45, 6.42]$ 的区域, 弹性边界以内的区域原则上是允许进行建设的, 但不等于可以任意开发或全部开发, 仍需根据资源环境限制因素和生态承载力, 确定城市的开发模式、规模与强度^[12]. 空间上, 不适宜建设的区域, 主要分布在龙湾屯、木林、张镇、北务等顺义区东北部区域, 适宜建设的区域主要集中在顺义区西南、中部地区.

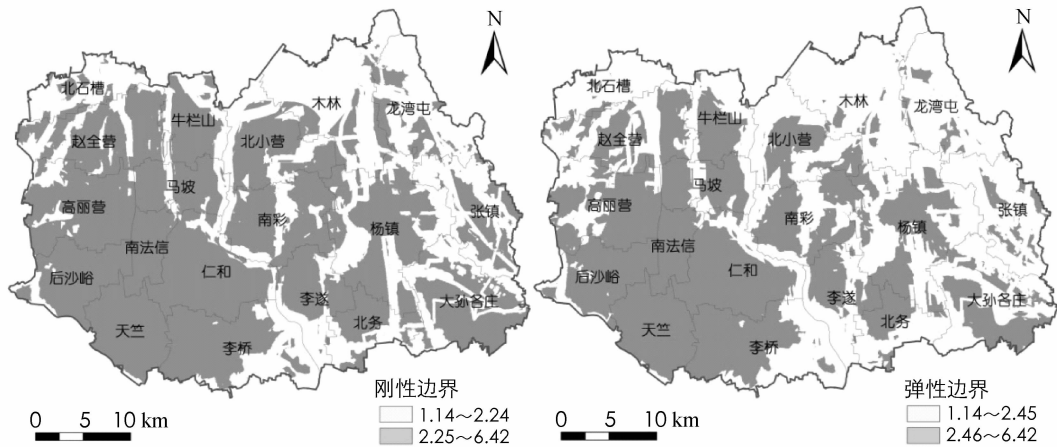


图 4 城市空间增长的刚性边界和弹性边界

2.3 增长边界与规划允许建设区的比较

以上分析只是从建设用地空间适宜性评价对城市增长边界的探索, 所划定的城市增长刚性边界和弹性边界为城镇建设空间扩展提供了空间导向, 但是与顺义区城镇实际发展情况还存在一定的差别. 目前在实际当中, 以土地利用总体规划确定的允许建设区实际上起着土地建设报批管理上的管控作用, 通过对比弹性增长边界可知, 顺义区土地利用总体规划(2020年)中规划城镇建设用地(不含交通水利用地)与弹性增长边界区域的空间重合度达 82.50%(图 5), 表明本研究所划定的弹性增长边界的空间导向性较强. 而两者空间上不一致区域主要为木林、张镇、龙湾屯、大孙各庄等镇区的城镇规划建设区域, 这部分区域因临近山区等生态敏感区域所致.

2.4 城市增长边界修订

为使城市增长边界划定更具可操作性、规划导向作用和切合实际, 在此综合考虑建设用地空间扩展适宜性评价、土地利用总体规划布局以及土地空间演变模拟 3 项成果, 以此确定顺义区城市增长边界. 首先, 由于建设用地空间扩展适宜性评价的理论指导最终需要结合实际的土地规划管理的指导, 因此, 把弹性增长边界与土地利用规划所确定规划城镇建设用地区域进行叠加, 得到弹性增长边界的修订区域. 其次, 利用基于 CA-Markov 模拟的建设用地空间演变格局成果再次修订城市增长边界, 进一步叠加顺义区 2020 年建设用地空间扩展区域(图 2b), 由于建设用地空间扩展区域地块比较零碎, 为符合实际扩展情形, 需要剔除面积较小的零碎地块, 在此设定面积大于 10.0 hm^2 作为筛选门槛. 经过 2 次修订后, 最终确定顺义区城市增长边界(图 6).

2.5 城市增长边界特征

修订后的顺义区城市增长边界分析显示(图 6), 未来城市发展的重点主要位于顺义区中部、西南部区域, 该区域受生态环境限制因素的影响较小, 区位条件优越, 基础设施完备, 在临空经济发展的强烈带动作用, 该区域也是未来顺义大力发展现代制造业和服务业的首选区域; 除了已发展成形的仁和、后沙峪、天竺、南法信等镇区, 与之相邻的高丽营、李桥和马坡等镇区, 由于紧邻空港物流基地和林河经济开发区, 工业发展基础设施完备, 未来发展成为城镇的可能性非常大. 而在东北部、东部等区域, 城市增长边界布局较少, 从土地利用实际情况来看, 该区域仍是未来北京地区重点规划的农业发展区, 在发展现代规模农业方面潜力巨大. 因此, 在未来顺义城镇发展过程中, 可以依据城市增长边界所确定的空间范围, 指导顺

义城市建设,推进城市组团式发展,促进土地高效集约利用.

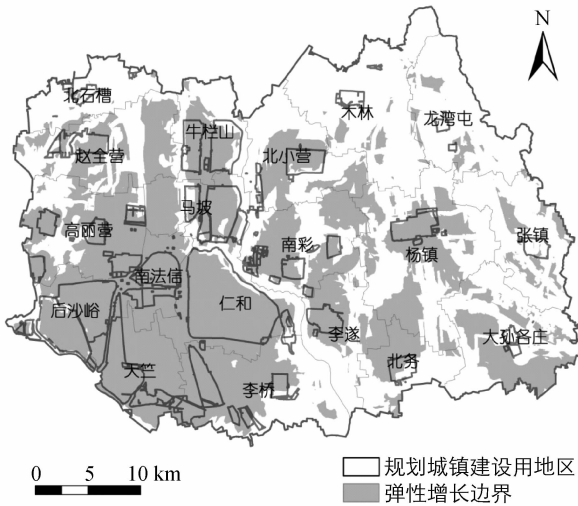


图 5 规划城镇建设用地区

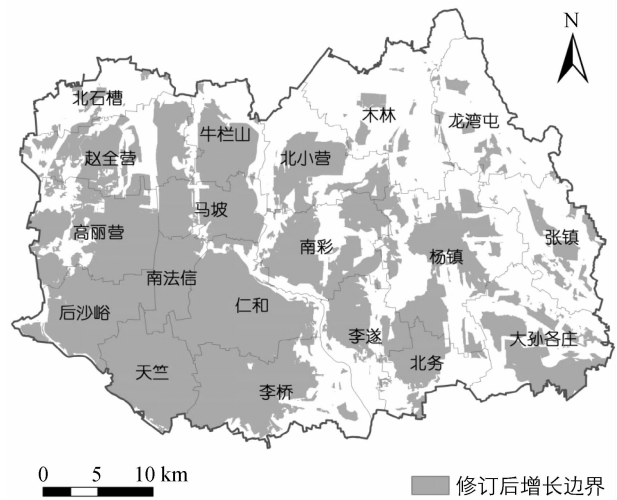


图 6 城市增长边界

由于区位优势,地势平坦,各项基础设施完备,顺义区是北京市产业发展的重点区域和理想投资区域,也是未来首都城镇建设的备用发展地,城镇建设空间潜在发展的趋势十分明显,因而合理划定城市空间增长边界,有助于提高规划的空间控制,促使城镇建设在规划的掌控范围内.

3 结论与讨论

1) 通过分析建设用地扩展的生态环境影响和规划导向的带动作用,本研究构建了建设用地空间适宜性多准则评价,研究区建设用地扩展适宜性表现为,高值区位于研究区西南部区域,多集中在新城建设区内,低值区分布在生态、水源敏感性较强的湿地保护区、河流沿岸和东北部山区,该格局奠定了城市增长边界的空间发展基础.

2) 根据建设用地空间适宜性初步划定城市增长刚性边界和弹性边界,其中弹性增长边界与研究区土地开发建设实际情况相符.在弹性边界的基础上,结合土地利用总体规划确定的允许建设区范围、基于 CA-Markov 模拟土地利用变化空间格局,最终确定顺义区城市增长边界,城镇开发建设范围局限于中部、西南部区域.未来顺义城镇发展过程中,可以依据城市增长边界所确定的空间范围,指导顺义区城市建设,推进城市组团式发展,促使城镇建设在合理的掌控范围内.

3) 本研究基于建设用地空间适宜性评价作为划定城市增长边界的主要依据,综合了土地利用总体规划布局和基于 CA-Markov 模拟的土地利用变化格局,所划定的城市增长边界较好地兼顾了土地利用实际、规划管控要求以及建设用地空间演化格局特征,整个研究不仅对区域土地开发建设适宜性进行了探索,确定了城镇发展的空间基础,而且把未来发展趋势和现实发展实际考虑进来,使最终确定的城市增长边界更具实践指导价值,为探索城市增长边界方法提供了研究参考.

参考文献:

- [1] 韩昊英,冯科,吴次芳. 容纳式城市发展政策:国际视野和经验 [J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2009, 39(2): 162-171.
- [2] 龙瀛,韩昊英,毛其智. 利用约束性 CA 制定城市增长边界 [J]. 地理学报, 2009, 64(8): 999-1008.
- [3] 李效顺,曲福田,张绍良,等. 基于国际比较与策略选择的中国城市蔓延治理 [J]. 农业工程学报, 2011, 27(10): 1-10.
- [4] HEPINSTALL-CYMERMAN J, COE S, HUTYRA L R. Urban Growth Patterns and Growth Management Boundaries in the Central Puget Sound, Washington, 1986-2007 [J]. Urban Ecosyst, 2013, 16(1): 109-129.
- [5] 王颖,顾朝林,李晓江. 中外城市增长边界研究进展 [J]. 国际城市规划, 2014, 29(4): 1-11.
- [6] 李咏华. 生态视角下的城市增长边界划定方法——以杭州市为例 [J]. 城市规划, 2011, 35(12): 83-90.
- [7] 苏伟忠,杨桂山,陈爽,等. 城市增长边界分析方法研究——以长江三角洲常州市为例 [J]. 自然资源学报, 2012, 27(2): 322-331.

- [8] 周 锐,王新军,苏海龙,等. 基于生态安全格局的城市增长边界划定——以平顶山新区为例 [J]. 城市规划学刊, 2014(4): 57—63.
- [9] 张振广,张尚武. 空间结构导向下城市增长边界划定理念与方法探索——基于杭州市的案例研究 [J]. 城市规划学刊, 2013(4): 33—41.
- [10] 徐 康,吴绍华,陈东湘,等. 基于水文效应的城市增长边界的确定——以镇江新民洲为例 [J]. 地理科学, 2013, 33(8): 979—985.
- [11] 王玉国,尹小玲,李贵才. 基于土地生态适宜性评价的城市空间增长边界划定——以深汕特别合作区为例 [J]. 城市发展研究, 2012, 19(1): 76—82.
- [12] 祝仲文,莫 滨,谢芙蓉. 基于土地生态适宜性评价的城市空间增长边界划定——以防城港市为例 [J]. 规划师, 2009, 25(11): 40—44.
- [13] 罗 平,杜清运,雷元新,等. 城市土地利用演化 CA 模型的扩展研究 [J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(4): 48—51.
- [14] 黎 夏,叶嘉安. 基于神经网络的单元自动机 CA 及真实和优化的城市模拟 [J]. 地理学报, 2002, 57(2): 159—166.
- [15] HAN J, HAYASHI Y, CAO X, et al. Application of an Integrated System Dynamics and Cellular Automata Model for Urban Growth Assessment: A Case Study of Shanghai, China [J]. Landscape and Urban Planning, 2009, 91(3): 133—141.
- [16] MITSOVA D, SHUSTER W, WANG X H. A Cellular Automata Model of Land Cover Change to Integrate Urban Growth With Open Space Conservation [J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 99(2): 141—153.
- [17] ONATE-VALDIVIESO F, SENDRA J B. Application of GIS and Remote Sensing Techniques in Generation of Land Use Scenarios for Hydrological Modeling [J]. Journal of Hydrology, 2010, 395(3): 256—263.
- [18] 曲衍波,张凤荣,杜素芹,等. 平谷区城镇建设用地生态经济适宜性评价方法 [J]. 中国土地科学, 2010, 24(12): 21—27.
- [19] 李 乐,张凤荣,关小克,等. 基于规划导向度的农村居民点整治分区及模式 [J]. 农业工程学报, 2011, 27(11): 337—343.
- [20] 宗跃光,王 蓉,汪成刚,等. 城市建设用地生态适宜性评价的潜力—限制性分析——以大连城市化区为例 [J]. 地理研究, 2007, 26(6): 1117—1126.
- [21] 俞孔坚,王思思,李迪华,等. 北京市生态安全格局及城市增长远景 [J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1189—1204.

On Delimitation of Urban Growth Boundary Based on Construction Land Suitability Evaluation

LI Can^{1,2,3}, TANG Hui-jun¹, ZHANG Feng-rong⁴

1. College of Public Management, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2. Key Laboratory of the Ministry of Land and Resources for Construction Land Transformation, Guangzhou 510642, China;

3. Guangdong Province Key Laboratory of Land Use and Consolidation, Guangzhou 510642, China;

4. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China

Abstract: Urban growth boundary (UGB) is an important policy tool and technique on urban spatial growth management. Many countries have adopted the method of UGB to control urban sprawl. And how to identify scientifically the urban growth boundary for a city has still been in the exploration. This paper tries to build a comprehensive method for delineate urban growth boundary. First, it is based on the construction land suitability evaluation which determined the spatial pattern of land development and construction of study area. Second, determination urban growth elasticity boundary preliminary by construction land suitability evaluation results, and superimposed the construction zone determined by land use overall planning. Then, with reference to the land use change simulation map on the basis of CA-Markov model to modify urban growth boundary. The results show that (1) the high construction land suitability zone is located in the southwest of study area, which is concentrated in the construction zone of new town, and the low value zone is distributed in the area of ecological and water sensitivity of study area; (2) the urban growth boundary shows that the urban development and construction is limited to the central and southwestern regions. It can effectively restrain urban sprawl and guide urban growth toward a more compact pattern.

Key words: urban growth boundary; suitability evaluation; land use change simulation; Shunyi district

责任编辑 包 颖