

权衡城市扩张与永久基本农田保护的城市增长边界划定 ——以武汉市为例

胡飞¹,柯新利^{2*},柴明¹,余亦奇¹,谢新朋¹,马艳春²

(1. 武汉市规划研究院,湖北 武汉 430070;2. 华中农业大学公共管理学院,湖北 武汉 430070)

摘要:城市增长边界划定是优化城市空间结构和管理格局、增强城市综合承载力的有力手段。然而,由于城市周边的耕地质量较高,城市增长边界与永久基本农田保护在空间上存在显著的冲突。已有的城市增长边界划定研究大多忽略了城市扩张与永久基本农田保护的冲突,不利于城市周边优质耕地的保护。针对这一问题,该文利用土地系统模拟与优化模型(LANDSCAPE),以武汉市为例,开展了权衡城市扩张与永久基本农田保护的城市增长边界划定研究。结果表明:LANDSCAPE模型在城市增长边界划定过程中能够权衡城市扩张与永久基本农田保护,既能满足城市增长的需求,又有效避免了城市周边的优质耕地和重要生态用地,实现了城市扩张与永久基本农田保护的空间协调;该文提出的城市增长边界划定方法可以为快速城市化地区合理划定城市增长边界、实现区域土地资源的合理有效利用提供方法支撑。建议相关部门应同步划定城市增长边界与永久基本农田边界;同时,在城市扩张与耕地保护冲突激烈区域设置耕地保护弹性区,并在该弹性区权衡城市扩张与优质耕地保护。

关键词:城市扩张;耕地保护;城市增长边界;LANDSCAPE模型

中图分类号:F301.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-0504(2019)03-0072-06

0 引言

中国目前仍处于快速城镇化过程中,大量耕地,特别是城镇周边的高质量耕地不断被建设用地占用,这给国家粮食安全带来巨大的挑战。与此同时,无序的城市扩张也会导致环境污染以及交通拥堵、住房紧张、人口拥挤、土地利用效率低下等问题^[1]。2016年12月27日中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《省级空间规划试点方案》,要求科学划定城镇、农业、生态空间及生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界。城镇增长边界,作为一种已在许多国家成功实践的控制城市无序蔓延的有效技术手段和政策工具^[2],对遏制城市无序扩张、优化城市空间布局、盘活城市存量土地、提高城镇土地利用效率具有重要意义。

目前关于城市增长边界的研究主要集中在城市增长边界的定义与内涵、划定方法、实践探索三方面。由于中国城市增长边界试点工作的开展,如何通过合理的方法划定城市增长边界受到越来越多学者的关注。城市增长边界的划定方法大致可分为定性方法(弗雷^[3]和波特兰法^[4])和定量方法(增长法、

排除法、综合法^[5])。其中增长法由于依托模拟城市扩张的模型划定城市增长边界,具有智能、多情景分析等优点,已被广泛运用,尤其是依托元胞自动机(CA)模型和多智能体(MAS)等模型模拟城市增长边界。例如:李咏华结合冰川均衡调整模型(GIA)与CA模型模拟了杭州市的城市增长边界^[6];谢中凯通过构建多智能体的城市空间增长模型模拟了南京市的城市增长边界^[7];朱寿红等运用FLUS模型划定徐州市贾汪区城市增长边界^[8];任君等运用MCE-CA模型模拟了嘉峪关市的城市开发边界^[2];陈伟强等运用约束性CA模型模拟城市增长边界^[9-11]。排除法和综合法一般与城市增长边界划定的实践探索结合较多,如在武汉^[12]、青岛^[13]等城市尝试了采用排除法划定城市增长边界,在杭州^[14]、南京^[13]等城市采用综合法划定城市增长边界。

目前运用模型模拟城市增长边界的研究虽然考虑了避让重要生态用地和基本农田,也意识到城市增长边界的划定要与土地利用规划的约束条件相结合,但在划定城市增长边界的同时,并未权衡或缓解城市扩张与永久基本农田保护的冲突。本文引入土地系统模拟与优化模型LANDSCAPE(Land System

收稿日期:2018-07-11; 修回日期:2018-09-11

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项经费资助项目(201511009)

作者简介:胡飞(1967-),男,硕士,研究方向为城市规划、土地规划。*通讯作者 E-mail: kexl@mail.hzau.edu.cn

Cellular Automata model for Potential Efforts)^[15],在模拟武汉市土地利用变化的过程中,运用分层分配策略和阻抗权衡城市扩张与永久基本农田保护的冲突,在此基础上划定城市增长边界,以期快速城镇化地区城市增长边界的合理划定提供方法支撑,为区域土地资源的可持续利用提供决策参考。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域

武汉地处江汉平原东部、长江中游,地势东高西低、南高北低,中间被长江、汉江呈 Y 形切割成三块,是全国重要的水陆交通枢纽。2016 年末,武汉市常住人口 1 076.62 万人,人口城镇化率 79.77%^[16]。武汉市全境面积 84.94 万 hm^2 ,2016 年建设用地面积为 48 122 hm^2 ,比 2015 年增加了 1 845 hm^2 ,增速为 3.99%,远远高于全国建设用地的增幅(1.57%),城市扩张速度较快^[17]。武汉属亚热带季风性湿润气候区,雨量充沛、日照充足、四季分明,耕地质量较高。2016 年耕地面积为 19 万 hm^2 ,人均耕地面积为 0.017 hm^2 ^[16],远远低于全国人均耕地面积 0.098 hm^2 ^[18],耕地保护压力较大。同时,武汉市又有较多质量较高的生态用地需要保护,如何协调城市发展、耕地保护和生态保护的关系,是武汉市面临的一大难题。

1.2 数据来源

(1)地形数据主要包括高程和坡度,高程的栅格数据来源于美国航空航天局的 SRTM^[19],分辨率为 90 m,坡度的栅格数据由高程数据运用 ArcGIS10.2 空间分析工具 SLOPE 生成。最后将高程和坡度栅格数据重采样到本文所需的 100 m 分辨率。

(2)交通数据包括辖区内的国道、省道、县道、高速公路、铁路、市区道路、市区杂道、其他道路等矢量数据,是运用应用程序编程接口(API)^[20]从百度地图获得;然后运用 ArcGIS10.2 中“欧氏距离”工具对不同等级的道路网矢量数据进行栅格距离运算,得到不同区域距离不同等级道路网远近的栅格图。

(3)土壤数据包括土壤有机质含量、土壤磷含量,来源于中国土壤数据集^[21],初始的土壤数据是 1:10 万的矢量数据,需转化为 100 m 分辨率的栅格数据;气象数据包括降雨量和积温等站点数据,来源于湖北省气象观测站^[22],同样需要运用 ArcGIS10.2 空间分析模块中的克里金插值工具将气象站点数据生成 100 m 分辨率的栅格数据。

(4)土地利用数据包括武汉市 2000 年和 2010 年的土地利用数据,均来源于中国科学院资源环境

数据中心(CAS)^[21]。CAS 将土地利用分为 6 大类、25 小类^[23]。初始数据的空间分辨率为 30 m,需将其重采样至 100 m 分辨率。

(5)土地生产潜力数据是运用由联合国粮农组织(FAO)和国际应用合作组织(IIASA)共同研发的大尺度作物生长模拟模型 GAZE(Global Agro-Ecological Zones)^[24]计算所得,得到的土地生产潜力数据的分辨率为 1 000 m,需重采样到 100 m 分辨率。土地生产潜力计算所需的土壤和气象数据来源同上。

2 研究方法

本文在武汉市 2000 年和 2010 年土地利用数据基础上,运用 LANDSCAPE 模型,模拟权衡城市扩张与永久基本农田保护的武汉市 2030 年土地利用,并在此基础上划定武汉市 2030 年城市增长边界。

2.1 LANDSCAPE 模型

LANDSCAPE 模型是一种基于元胞自动机模型的土地系统模拟和优化模型,可以表达多种土地利用类型之间的相互转换,通常用于土地利用变化情景模拟和优化配置方面的研究。相比其他 CA 模型,LANDSCAPE 模型是基于分层分配策略和阻抗模拟土地利用变化的模型,能够在探寻土地系统潜在影响的基础上进行土地利用的模拟与优化,并解释和模拟各个地类之间的相互转换和交互联动^[15],在土地利用模拟过程中,可以权衡城市扩张与永久基本农田保护的冲突。

在 LANDSCAPE 模型中,所有土地利用类型被分为主动型和被动型两大类,其中,主动型地类的变化由人类对居住、食物和娱乐的需求驱动,而被动地类的变化则是由主动型地类的变化引致的。在 LANDSCAPE 模型中,主动型地类按照其活跃程度的高低顺序进行空间分配,活跃程度最高的地类最先享有空间位置的分配权,然后是活跃程度次高的地类,以此类推。一般在快速城市化地区,城镇建设用地活跃程度最高,其次是农村建设用地和耕地。因而在 LANDSCAPE 模型中,首先根据城镇建设用地的转换概率进行城镇建设用地的空间布局,然后进行农村建设用地和耕地的空间布局;而诸如湿地、草地、林地等被动型地类则在主动型地类空间布局的过程中被动完成布局。本文依据土地利用类型的活跃程度,首先完成城镇和农村建设用地空间布局,随后完成优质耕地和重要生态用地的空间布局。

在 LANDSCAPE 模型中,单个主动地类的分配取决于两个因素:适宜性和阻抗。适宜性表示某一

位置成为目标地类的适宜程度,而阻抗表示一个元胞从当前地类转变为其他地类的困难程度。通常,高资本投入的土地被转换成其他地类的阻抗很大^[25],因此 LANDSCAPE 模型中单个主动地类的分配可以用某一位置转变为目标地类的总潜力来表示,该总潜力可由适宜性和阻抗两个指标计算得到:

$$TTP_{i,tu} = \frac{P_{i,tu}}{R_{i,cu}} \quad (1)$$

$$P_{i,tu} = (1 + (-\ln r)^\alpha) \times PG_{i,tu} \times Con(C_{i,tu}) \times \Omega_{i,tu} \quad (2)$$

式中: $TTP_{i,tu}$ 、 $P_{i,tu}$ 分别为位置 i 的地类转变为目标地类 tu 的总潜力和适宜性,元胞的总潜力 $TTP_{i,tu}$ 越大,则该元胞转变为目标地类的可能性越大; $R_{i,cu}$ 为位置 i 的地类 cu 转变为目标地类 tu 的阻抗。 r 是 $(0,1)$ 范围内的随机数; α 为控制随机数影响大小的参数,是 $1\sim 10$ 之间的整数; $PG_{i,tu}$ 表示物理、社会经济特征对一个位置的影响,本文采用支持向量机 (SVM) 方法计算得到; $\Omega_{i,tu}$ 为邻域转化概率^[26]; $Con(C_{i,tu})$ 为每个栅格单元的约束值,值为 0 表示该栅格不发生转换,值为 1 表示该栅格发生转换。

2.2 模型参数设定

(1) 土地利用类型划分。本文的土地利用数据来自中国科学院资源环境数据中心,分为耕地,林地,草地,水域,城乡、工矿、居民用地和未利用土地六大类。先从耕地中按土地生产潜力从大到小选取与现状永久基本农田数量相近的耕地,然后从剩余耕地中选出与之前所选耕地生产潜力最小值接近的耕地,把这两部分耕地划分为优质耕地(等同于永久基本农田);优质耕地之外的耕地则为一般耕地。将生态价值较高的林地、草地、水域和未利用土地划分为重要生态用地;将重要生态用地、河流之外的生态用地划分为一般生态用地。保留河流、城镇建设用地区和农村建设用地类型。

(2) 2030 年各土地利用类型需求量。每种土地利用类型的需求量是由社会经济需求或土地利用规划约束决定的。根据《武汉市人民政府关于编制武汉市城市总体规划土地利用总体规划和综合交通规划的指导意见》,武汉市 2030 年建设用地总需求量为 16 万 hm^2 。根据武汉市土地利用总体规划(2006—2020),2020 年武汉市城镇和农村建设用地需求量分别为 91 000 hm^2 和 44 300 hm^2 ^[26],考虑到国家的乡村振兴战略,未来一段时期国家会增加农村建设用地指标的供给,武汉市未来农村建设用地的增长速度会和城镇建设用地增长速度接近,因此,按 2020 年城镇和农村建设用地需求量的比例把 2030 年建

设用地的需求量分配到城镇和农村建设用地需求量,则武汉市 2030 年的城镇建设用地需求量为 107 612 hm^2 ,农村建设用地需求量为 52 387 hm^2 。重要生态用地的需求量设为 2010 年武汉市重要生态用地的面积,为 140 096 hm^2 。2016 年武汉市完成周边 47 500 hm^2 永久基本农田的划定工作,因此,优质耕地的需求量设为 47 500 hm^2 ^[27]。

(3) 阻抗设定。参考已有的 LANDSCAPE 模型应用研究^[28,29],结合本文所划分的土地利用类型转变为目标土地利用类型的难易程度,本文将城镇建设用地、重要生态用地和河流的阻抗设为 1.5,农村建设用地和优质耕地的阻抗设为 1.4,以体现对重要生态用地和优质耕地的保护;将一般生态用地的阻抗设为 1.1,一般耕地的阻抗设为 1。

2.3 城市增长边界划定方法

目前将土地利用模拟结果转化为城市增长边界的方法主要有三类:第一类是直接将栅格数据转化为矢量数据,将模拟的城镇建设用地的矢量边界作为城市增长边界;第二类是在第一类的基础上,删除城镇建设用地的矢量边界中面积较小、图斑较为零碎的部分,将剩余的城镇建设用地的矢量边界作为城市增长边界;第三类是运用刘小平团队开发的 UGB delineation 工具^[30],运用膨胀侵蚀原理划定城市增长边界。第三类方法虽然相对便捷,但与前两类方法相比,划定的城市增长边界内会出现部分非建设用地,因此本文选择第二类方法划定城市增长边界。

3 研究结果

3.1 模型精度检验

本文采用荷兰环境评价局(PBL)研发的 The Map Comparison Kit 软件^[31]计算 LANDSCAPE 模型模拟结果的 Kappa simulation 分值,以检验模型的精度。所有土地利用类型中,河流相对稳定,且本文在采用 LANDSCAPE 模型开展武汉市土地利用变化模拟时,设定河流在整个模拟过程中保持不变,因此,河流的 Kappa simulation 分值是 1。剩余土地利用类型中 Kappa simulation 分值最高的是城镇建设用地(0.448),最低的是一般生态用地(0.064);农村建设用地和优质耕地的 Kappa simulation 分值均为 0.069;一般耕地和重要生态用地的 Kappa simulation 分值分别为 0.228 和 0.075。所有土地利用类型的 Kappa simulation 分值都大于 0,说明 LANDSCAPE 模型在武汉市土地利用变化模拟中具有较高的精度^[21],可用于武汉市城市增长边界的划定。

3.2 武汉市未来土地利用变化趋势

由图 1 和图 2(彩图见附录 1)可知:1)2010—2030 年武汉市城镇建设用地以连续扩展为主要扩张模式,扩张的方向主要是西部和南部,在集中建设区北部和东部部分城镇建设用地呈组团跳跃式扩张。在集中建设区西部和南部重要的生态用地较少,一般耕地较多,城市扩张的阻力较小,因此该方向为城镇建设用地扩张的主要方向;集中建设区北部受到河流等因素的影响,限制了城镇建设用地的扩张,东部因有较多重要的生态用地,也限制了城镇建设用

地的扩张,因此在该方向城镇建设用地呈组团跳跃式扩张。2)本文模拟的武汉市 2030 年城市扩张以占用一般耕地和一般生态用地为主,同时占用集中建设区周边少部分的重要生态用地、优质耕地和农村建设用地。由表 1 可以看出,2010—2030 年,在权衡城市扩张与永久基本农田保护的约束下,武汉市城市扩张中除一般耕地和一般生态用地外,其他土地利用类型都达到或超过了预设的 2030 年需求量。这也说明模拟的武汉市 2030 年城市扩张是以占用一般耕地和一般生态用地为主。

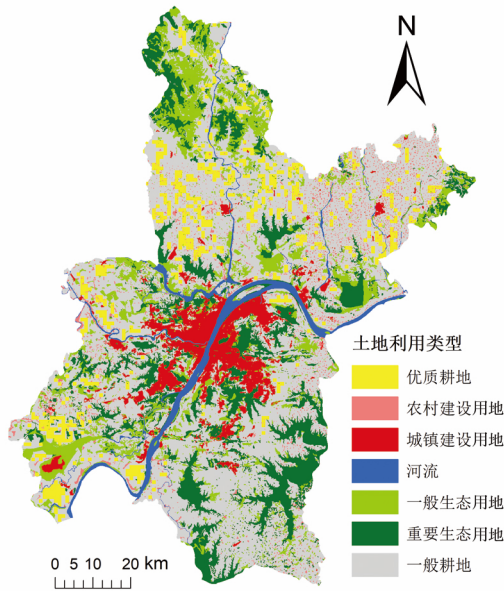


图 1 武汉市 2010 年土地利用
Fig. 1 Land use map of Wuhan in 2010

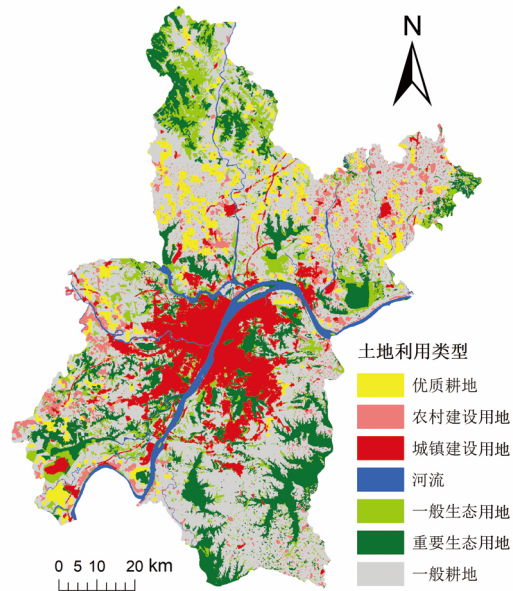


图 2 武汉市 2030 年土地利用
Fig. 2 Land use map of Wuhan in 2030

表 1 武汉市 2030 年土地利用
Table 1 Land use of Wuhan in 2030 hm²

| 土地利用类型 | 2030 年需求量 | 2030 年模拟量 |
|----------|-----------|-----------|
| 1 一般耕地 | — | 378 635 |
| 2 重要生态用地 | 140 096 | 140 096 |
| 3 一般生态用地 | — | 91 190 |
| 4 河流 | 30 009 | 30 009 |
| 5 城镇建设用地 | 107 612 | 107 612 |
| 6 农村建设用地 | 52 387 | 52 387 |
| 7 优质耕地 | 47 500 | 57 039 |

3.3 城市增长边界划定

模拟得到的 2030 年武汉市城镇建设用地呈“一个中心区、多个组团”分布特征:一个中心区指城市中心的集中连片城镇建设用地区,多个组团指中心城区周边的独立工矿用地、城镇建设用地等。武汉市优质耕地主要以组团形式分布在距城市集中建设区较远的北部及西南部,少部分分布在城市集中建设区周边。

本文将模拟的武汉市 2030 年土地利用栅格图转化为矢量图,然后去除矢量图中面积较小、图斑较零碎的城镇建设用地矢量边界,将剩余的城镇建设

用地矢量边界作为武汉市 2030 年城市增长边界(图 3,彩图见附录 1)。从图 3 可以看出,本文划定的武汉

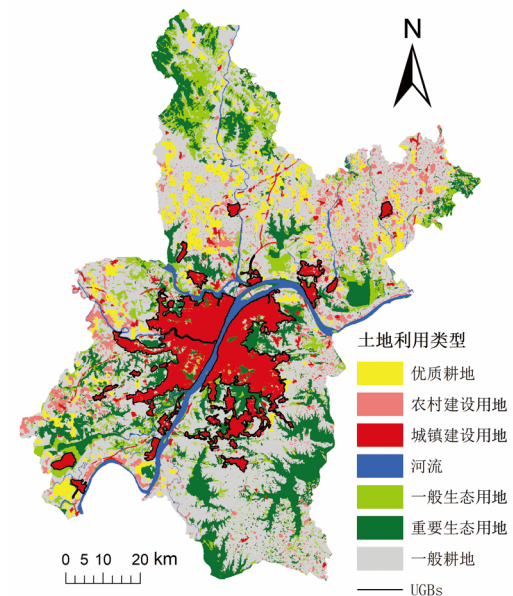


图 3 武汉市 2030 年城市增长边界
Fig. 3 UGBs of Wuhan in 2030

市城市增长边界呈现“中心城区范围较大且相对连续,其他区域范围较小且呈相对分散的组团状”的特征。在武汉市中心城区,城市增长边界被河流分为 3 个周长较长且连续的增长边界;在武汉市非中心城区,城市增长边界零散分布在中心城区周边,周长相对较短。

4 讨论与结论

本文提供了一种权衡城市扩张与永久基本农田保护的城增长边界划定方法。LANDSCAPE 模型具有分层分配策略和阻抗等优点,可以通过不同的分层分配策略及阻抗来设定不同地类被其他地类侵占的难度,在模拟土地利用变化过程中,可以权衡城市扩张和永久基本农田保护的冲突,从而达到既满足城市扩张需求,又确保有足够数量永久基本农田的目的。

从数量上看,划定城市增长边界后,城镇建设用地面积达到社会经济发展所需的 $107\ 612\ \text{hm}^2$,永久基本农田面积为 $57\ 039\ \text{hm}^2$,比武汉市 2016 年划定的永久基本农田面积($47\ 500\ \text{hm}^2$)多 $9\ 539\ \text{hm}^2$,既满足了社会经济发展对武汉市城镇建设用地的需求,也实现了保护适宜数量的永久基本农田。从质量上看,本文模拟的土地利用变化过程中,城镇建设用地侵占的主要是一般耕地和一般生态用地,尽可能避免了侵占永久基本农田和重要生态用地,实现了城市扩张与永久基本农田和重要生态用地保护的空间协调。

本文划定武汉市 2030 年城市增长边界的方法具有一定的弹性。首先,本文方法可以根据城市不同年份对建设用地需求量的不同来划定不同的城市增长边界,具有时间和规模的弹性;其次,本文划定的城市增长边界在保护足够数量永久基本农田的同时,允许城市扩张占用城市周边的部分高质量耕地,减缓了由于城市周边永久基本农田限制导致的城市扩张与永久基本农田保护冲突,具有一定的弹性,更加有利于城镇建设用地与永久基本农田空间布局的优化协调。

根据研究结果,本文提出以下政策建议:1)新一轮规划中相关部门应同步划定城市增长边界和永久基本农田边界,避免二者单独划定产生的冲突;2)永久基本农田划定时要考虑未来城市发展,提前预留相应空间,以满足城市发展对建设用地的需求;3)相关部门应在城市扩张与耕地保护冲突激烈的区域设置耕地保护弹性区,在此区域内减弱城市扩张与优

质耕地保护之间的冲突,避免造成土地利用图斑破碎度增加、城市空间形态不紧凑,促进土地利用空间布局的协调性。

参考文献:

- [1] 陈哲,刘学敏.“城市病”研究进展和评述[J].首都经济贸易大学学报,2012(1):101-108.
- [2] 任君,刘学录,岳健鹰,等.基于 MCE-CA 模型的嘉峪关市城市开发边界划定研究[J].干旱区地理,2016,39(5):1111-1119.
- [3] FREY M. Urban growth boundary[DB/OL]. <http://conservationtools.org/guides/show/48>. S. 2009-12-30.
- [4] METRO. The nature of 2040: The region's 50-year plan for managing growth [DB/OL]. <http://www.oregonmetro.gov/index.cfm/go/by.web/id=29882>. 2000-12-30.
- [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.基于 GIA 设定城市增长边界的模型研究[D].杭州:浙江大学,2011.
- [7] 谢中凯.基于多智能体的城市空间增长模型研究[D].南京:南京大学,2015.
- [8] 朱寿红,舒帮荣,马晓冬,等.基于“反规划”理念及 FLUS 模型的城镇用地增长边界划定研究——以徐州市贾汪区为例[J].地理与地理信息科学,2017,33(5):80-86.
- [9] 陈伟强,潘元庆,马月红,等.基于约束性 CA 模型的城市开发边界划定方法[J].农业工程学报,2017,33(4):278-284.
- [10] 汪贝,张金亭.基于约束性 CA 的“三规”空间管制整合引导下的城市增长模拟[J].地理与地理信息科学,2017,33(5):69-74.
- [11] 吴长江,裴凤松,周义,等.“反规划”视角下城市增长边界划定研究——以徐州市中心城区为例[J].地理与地理信息科学,2017,33(5):92-98.
- [12] 胡飞,何灵聪,杨昔.规土合一、三线统筹、划管结合——武汉城市开发边界划定实践[J].规划师,2016,32(6):31-37.
- [13] 张焱,徐蔚奕,王波,等.基于“多规合一”的城镇开发边界划定方法探析——以常熟市辛庄镇为例[J].国土资源科技管理,2017,34(5):96-103.
- [14] 张勤,华芳,王沈玉.杭州城市开发边界划定与实施研究[J].城市规划学刊,2016(1):28-36.
- [15] KE X L, ZHENG W W, ZHOU T, et al. A CA-based land system change model: LANDSCAPE[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2017, 31(9): 1798-1817.
- [16] 湖北省统计局. 2017 年湖北省统计年鉴[DB/OL]. <http://www.stats-hb.gov.cn/>. 2018-12-30.
- [17] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 2016 年中国城市建设统计年鉴[DB/OL]. <http://www.mohurd.gov.cn/xytj/index.html>. 2017-12-30.
- [18] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴—2017[DB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexch.htm>. 2018-12-30.
- [19] BERRY P A M, GARLICK J D, SMITH R G. Near-global validation of the SRTM DEM using satellite radar altimetry[J]. Toxicol, 2007, 106 (1): 17-27.

- [20] 贾振,韩印. 基于百度地图 API 的智能交通信息展示[J]. 物流工程与管理, 2016, 38(7): 211—213.
- [21] LIU X P, LI X, SHI X, et al. Simulating land-use dynamics under planning policies by integrating artificial immune systems with cellular automata[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(5): 783—802.
- [22] KE X L, VLIET J V, ZHOU T, et al. Direct and indirect loss of natural habitat due to built-up area expansion: A model-based analysis for the city of Wuhan, China[J]. Land Use Policy, 2018, 74: 231—239.
- [23] SONG W, DENG X Z. Land-use/land-cover change and ecosystem service provision in China[J]. Science of the Total Environment, 2017, 576: 705—719.
- [24] FISCHER G, SHAH M, VAN VELTHUIZEN H, et al. Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21st century: Methodology and results[J]. Journal of Henan Vocational Teachers College, 2002, 11(8): 371—374.
- [25] VERBURG P H, OVERMERS K P, MILNE E, et al. Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: Exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dynamic CLUE model[J]. Landscape Ecology, 2009, 24(9): 1167.
- [26] 武汉市国土资源与规划局. 武汉市土地利用总体规划(2006—2020)[DB/OL]. <http://www.wpl.gov.cn/pc-871-78165.html>. 2015—12—30.
- [27] 湖北省人民政府. 武汉市城市周边永久基本农田划定工作圆满完成 [DB/OL]. http://www.gtzyb.com/difanglianbo/20160812_99078.shtml. 2016—12—30.
- [28] 柯新利, 郑伟伟, 杨柏寒. 权衡城市扩张、耕地保护与生态保育的土地利用布局优化——以武汉市为例[J]. 地理与地理信息科学, 2016, 32(5): 9—13.
- [29] KE X L, QI L Y, ZENG C. A partitioned and asynchronous cellular automata model for urban growth simulation[J]. International Journal of Geographical Information Systems, 2015, 30(4): 637—659.
- [30] LIANG X, LIU X P, LI X, et al. Delineating multi-scenario urban growth boundaries with a CA-based FLUS model and morphological method [J]. Landscape & Urban Planning, 2018, 177: 47—63.
- [31] VISSER H, NIJS T D. The map comparison kit[J]. Environmental Modelling & Software, 2006, 21(3): 346—358.

Determining the Urban Growth Boundary by Balancing Urban Expansion and Permanent Basic Farmland Protection: A Case Study of Wuhan

HU Fei¹, KE Xin-li², CHAI Ming¹, YU Yi-qi¹, XIE Xin-peng¹, MA Yan-chun²

(1. Wuhan Planning and Research Institute, Wuhan 430070;

2. School of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Demarcation of urban growth boundary (UGB) is a powerful means to optimize urban spatial structure and management pattern and enhance the urban comprehensive carrying capacity. However, due to the high quality of cultivated land around the city, there is a significant spatial conflict between the urban growth boundary and permanent basic farmland reserve. The existing delineation of the urban growth boundary mostly neglects the conflict between urban expansion and permanent basic farmland protection, which is not conducive to the protection of high-quality cultivated land around the city. In order to solve this problem, this paper uses land system cellular automata model for potential effects (LANDSCAPE) to study the demarcation of urban growth boundary, which weighs the urban expansion and permanent basic farmland protection in Wuhan. The results show that: 1) The LANDSCAPE model can realize the weigh between urban expansion and permanent basic farmland protection in the process of UGB delineation; 2) The UGBs demarcated by balancing urban expansion and permanent basic farmland protection can not only meet the demand of urban growth but also effectively avoid the high-quality farmland and important ecological land around the city, and realize the space coordination between urban expansion and permanent basic farmland protection. 3) The method of delimiting the urban growth boundary which is proposed in this paper can provide methodological support for rationally delimiting urban growth boundary and realizing the rational and effective use of regional land resources in rapid urbanization areas. According to the result, several suggestions were put forward: First, the planning department should demarcate UGBs and permanent basic farmland boundary simultaneously. Besides, the farmland protection elastic zone should be set up inside these areas, where urban expansion and farmland protection conflicts. And the urban expansion and high-quality farmland protection should be weighed in the elastic zone.

Key words: urban expansion; farmland protection; urban growth boundary; LANDSCAPE model