

基于建设用地变化的城市边缘区 提取方法与扩张模式研究 以哈尔滨市为例

王媛¹, 姜博^{*1}, 初楠臣¹, 代路伟², 李晓庆¹, 马玉媛¹, 张雪松¹

(1. 东北农业大学 资源与环境学院, 中国黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 东华大学 理学院, 中国 上海 201620)

摘要: 利用 Landsat TM 数据获取 2000 和 2015 年哈尔滨市建设用地矢量数据, 构建了一种更为简单可行的城市边缘区空间提取模型, 界定了城市核心区、内缘区和外缘区的边界, 探讨了城市边缘区的空间变化过程和扩张模式。结果表明: 基于建设用地变化构建的城市边缘区提取方法——“滑动切割”模型, 通过设定提取阈值, 获取城市核心区、内缘区和外缘区的边界是可行的; 近 15 年来, 哈尔滨城市边缘区已从二环和四环之间延伸到哈尔滨绕城高速公路外围, 城市边缘区建设用地集中化与破碎化并存; 根据边缘区建设用地破碎化程度, 城市边缘区扩张模式包括“外延式、跳跃式和稳定式”三种, 基本形成了“东张西建”, 多种扩张模式并存的的城市扩张格局; 在交通设施、政策导向和社会经济等因素的共同推动下, 基本形成了“南工北农”的城市区域空间特征。

关键词: 建设用地变化; 城市边缘区; 提取方法; 扩张模式; 哈尔滨

中图分类号: TU984 文献标志码: A 文章编号: 1000-8462(2016)05-0026-07

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2016.05.004

Extraction Method and Expansion Patterns of the Urban Fringe Based on Construction Land Change: A Case in Harbin City

WANG Yuan¹, JIANG Bo¹, CHU Nan - chen¹, DAI Lu - wei²,
LI Xiao - qing¹, MA Yu - yuan¹, ZHANG Xue - song¹

(1. College of Resource and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, Heilongjiang, China;

2. College of Science, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The study of extraction method, formation mechanism, development patterns of the urban fringe is the core problem of urban geography and land science studies. Researching formation mechanism and development patterns of the urban fringe can help us to directly understand the evolution process of the formation and development about the urban spatial structure, and effectively control the spreading of urban space. At first, using Landsat TM data in 2000 and 2015, We obtain the vector data of construction land about Harbin City. Then, we try to construct a space extraction model of urban fringe, which is more simple and feasible. At the same time, we use this model to extract the boundaries of the core area, the inner fringe, the outer fringe, and to analysis the spatial changes of urban fringe, and then to explore the formation mechanism and the development patterns of the urban fringe. The results showed that: 1)The extraction model of urban fringe, which is based on construction land change, is practicable. 2) In past 15 years, the urban fringe has been extended to the outside of Harbin Belt Freeway. 3)Based on the degree of the construction land fragmentation in urban fringe, the expansion patterns of urban fringe can be divided into three types: extension type, jumping type and stability type. The expansion patterns of urban fringe in Harbin city tend to become complex. Although the “expansion in east, construction in west” expansion pattern is taken shape, multiple expansion patterns are coexistence. 4) In the urban fringe, where coexist centralization and fragmentation of construction land. The extension of urban fringe is limited by the natural and geographical conditions, but then is promoted by traffic facilities, policy orientation and social economic. The “industry in south, agriculture in north” urban fringe spacial pattern is basically formed.

Key words: construction land change; urban fringe; extraction method; expansion mode; Harbin City

收稿时间 2015-10-21; 修回时间 2016-01-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(41101153); 黑龙江省自然科学基金项目(G201134); 东北农业大学土地资源管理学科团队资助项目

作者简介: 王媛(1989—), 女, 河北邯郸人, 硕士。主要研究方向为土地利用与区域发展。E-mail: qingxi_zuike@163.com。

※通讯作者: 姜博(1979—), 男, 吉林四平人, 博士, 副教授, 硕士生导师。主要研究方向为城市与区域发展。E-mail: jiangbo_1979@163.com。

城市边缘区不仅是城市与乡村功能交接区域,而且是城市空间和功能向外扩张最为活跃的区域^[1-2],城市边缘区的界线会随着城市规模、城乡关系、政策和人口的选择倾向等的变化而变化,从而为其确定带来一定的难度^[3]。不同学者从不同的角度对城市边缘区空间划分进行研究,其中,顾朝林等^[4-7]从社会经济发展视角,选取人口密度、土地权属特征、基础设施结构水平等社会经济指标,构建城市边缘区划分模型。随着GIS技术和RS技术的发展,城乡用地类型和空间分布越来越容易获得,因此越来越多的学者从城市用地比例角度进行研究,代表学者有章文波^[8]、钱紫华^[9]、张宁^[3]等。另外,还有学者从自然地形角度对城市边缘区范围进行划定^[10]。然而,引起其变化的根本原因是人对空间利益的竞争^[11],土地利用变化是人类改造自然的重要手段^[12],尤其是建设用地的变化将深刻地影响城市空间结构。因此,从建设用地变化的视角划分和剖析城市边缘区的形成和扩张模式有助于深入理解城乡一体化发展中人地矛盾问题,同时对于划设城市增长边界具有实质的指导意义。

诸多学者采用定量模型对城市边缘区划分、城市蔓延及空间扩展进行了大量的实证研究^[13-15],打破行政界线更为精确地确定城市边缘区范围已成为研究趋势^[3]。其中,突变检测法作为城市边缘区提取的最主要方法,不但可以通过提取土地利用类型划分中“断裂点”进行划分^[3,16-17],而且可以计算交通可达性和社会经济指标的衰减区间来界定城市边缘区^[7,9-10,18-20]。然而,断裂点的选取需要经验判断,对于城市外缘建设用地分散的区域并不适用,且影像处理滑动窗口的大小也会导致断裂点的位置不同^[17]。同时,由于研究区域通常是单个城市,城市内部交通和社会经济指标的选取和统计较为困难。尽管有学者基于TM遥感图像进行土地利用分类,利用信息熵原理和景观紊乱度的临界点划分城市边缘区界线^[16,21],然而其忽视了城乡建设用地比例在城市边缘区划分中的重要作用;也有部分学者将“断裂点”分析法和信息熵原理相结合进行研究,以弥补信息熵原理的不足^[16];此外,还有学者应用地理信息处理技术,在遥感分类提取城市用地信息的基础上,把通常用于时间序列分析的均值突变检测方法引入遥感影像的空间分析,根据突变点的空间分布划分出城乡过渡带内、外边界的位置,

但对于非遥感专业的学者而言可操作性太差^[16]。

因此,本文试图从建设用地变化的角度,利用ArcGIS二次开发平台,构建一种更为简单可行的城市边缘区提取方法,并通过分析城市边缘区的时空变化,归纳不同的城市边缘区扩张模式,以期在城市空间规划和管理提供一定的理论依据。

1 研究区概况

哈尔滨市位于东北平原腹地,松花江中游两岸,地处东北亚中心位置,是黑龙江省省会,中国东北地区北部政治、经济、文化中心,同时是中国省辖市中陆地管辖面积最大、管辖总人口居第二位的特大城市。本文选取哈尔滨市的南岗区、道里区、道外区、香坊区、松北区、平房区作为研究区,地理坐标 $45^{\circ}31'35''N\sim 46^{\circ}5'38''N$, $126^{\circ}8'36''E\sim 126^{\circ}59'38''E$,土地总面积 $2\,451.73\text{km}^2$,2013年研究区总人口403.93万人,GDP为2 620.31亿元,实际利用外资总额129 657.98万美元^①。



图1 研究区示意图

Fig.1 The study area map

2 数据来源和研究方法

2.1 数据来源

研究设计的城市边缘区划分方法主要通过建设用地的时空变化确定,因此根据《城市用地分类与规划建设用地标准(GB 50137-2011)》,建设用地

① 数据来源于2014年《哈尔滨年鉴》。

分为农村居民点和城市建设用地,其中城市内部的公园、绿地、森林公园等都属于城市建设用地。为了便于区分裸地和建设用地,同时考虑哈尔滨市的气候特点,选取2000年和2015年两期TM影像为源数据(表1)。进而,采用监督分类和人机交互目视解译相结合的方式获取建设用地数据,其中解译工作坚持一个基本的原则,即假设建设用地的转换是不可逆的。那么,可以采用不同时期、不同合成方式(7、4、3和4、3、2波段分别合成模拟真彩色和标准假彩色图像)对比进行解译判读,减少同物异谱、同谱异物对影像判读带来的影响。随机抽取样本点,利用GPS定位系统进行实地地类验证,解译数据的准确性在94%以上。

2.2 研究方法

城市边缘区是建设用地比率不断减少的区域,为了获取建设用地面积比例,可以将面积比这个二维的问题进行降维处理,即以市区集中连片部分的质点为中心,向周围以 1° 的距离划出360条断面线,同时利用“以短量长”的思想,在各个方向上设定首尾相连的滑动切割线段,步长 L 分别为500m、100m、50m,线段与建设用地面状要素类的交集长度为 x_i ,在该方向上第 i 个序列特征值为 $R_i = x_i/L \times 100\%$ ($0 \leq R_i \leq 100\%$),同时考虑距离衰减的存在,将第 i 个序列的平均序列特征值 $D_i = \sum_{j=1}^i R_j / i$,用于表示在该方向上建设用地的比率。由于该方法用的是滑动切线,我们称之为“滑动切割”模型。

3 城市边缘区提取过程分析

3.1 城市边缘区内外边界确定

确定城市边缘区的内外边界,首先需要对建设用地变化进行分析。选取2000年500m尺度 0° 、 90° 、 180° 和 270° 四个方向的截取返回值,那么随着和中心点的距离变化,建设用地序列特征值、平均序列特征值和边际序列特征值变化曲线如图2所示。建设用地序列特征值可以直观地反映建设用地的空间分布特征。平均序列特征值表示随着与中心点距离的增大,建设用地在该方向上比率的变

化。进一步,边际序列特征值表示每增加单位步长的距离,平均序列特征值增加或减少的量,边际序列特征值大于0表示在该方向上建设用地比率增加,反之则反。

根据洛斯乌姆区域城市结构模型,从城市建成区向外分为城市核心区、边缘区、影响区和乡村腹地^[22]。城市的核心区是建设用地集中连续的区域,因此以平均序列特征值100%的坐标点为边界划分城市核心区。城市边缘区是城市核心区与外围几乎没有城市居民住宅及非农土地利用的纯农业腹地之间区域^[22],即城市核心区与城市建设用地比率减少到一定阈值的区域。在以往的研究中“断裂点”分析法最核心思想等同于寻找边际序列特征值的极大值点,然而,图2中 270° 方向边际序列特征值的变化,可以看出这个方法所确定的城市边缘区外边界很可能不是城市外围建设用地增加最快的区域的边界,加之,哈尔滨市城乡建设用地布局分散,虽然也可以用该方法提取城市边缘区,但断裂点的位置却很难判断。综合考虑建设用地变化规律、方法的可操作性、边缘区界限的易读性,以距离中心点最远的平均序列特征值100%的坐标点为边缘区的内边界,平均序列值50%为边缘区的外边界,鉴于阈值的确定具有主观性,进一步以平均序列值60%为界线将边缘区分为内缘区和外缘区,其中内缘区是建设用地变化最活跃的区域,而外缘区作为缓冲区域便于研究比照。对比边际序列特征值的变化规律,内缘区建设用地变化的幅度较大,而外缘区建设用地变化幅度较小,随机抽取2000年和2015年500m、100m、50m的360个方向上的断面返回值中3个指标的变化均满足以上特征。

3.2 提取尺度的确定

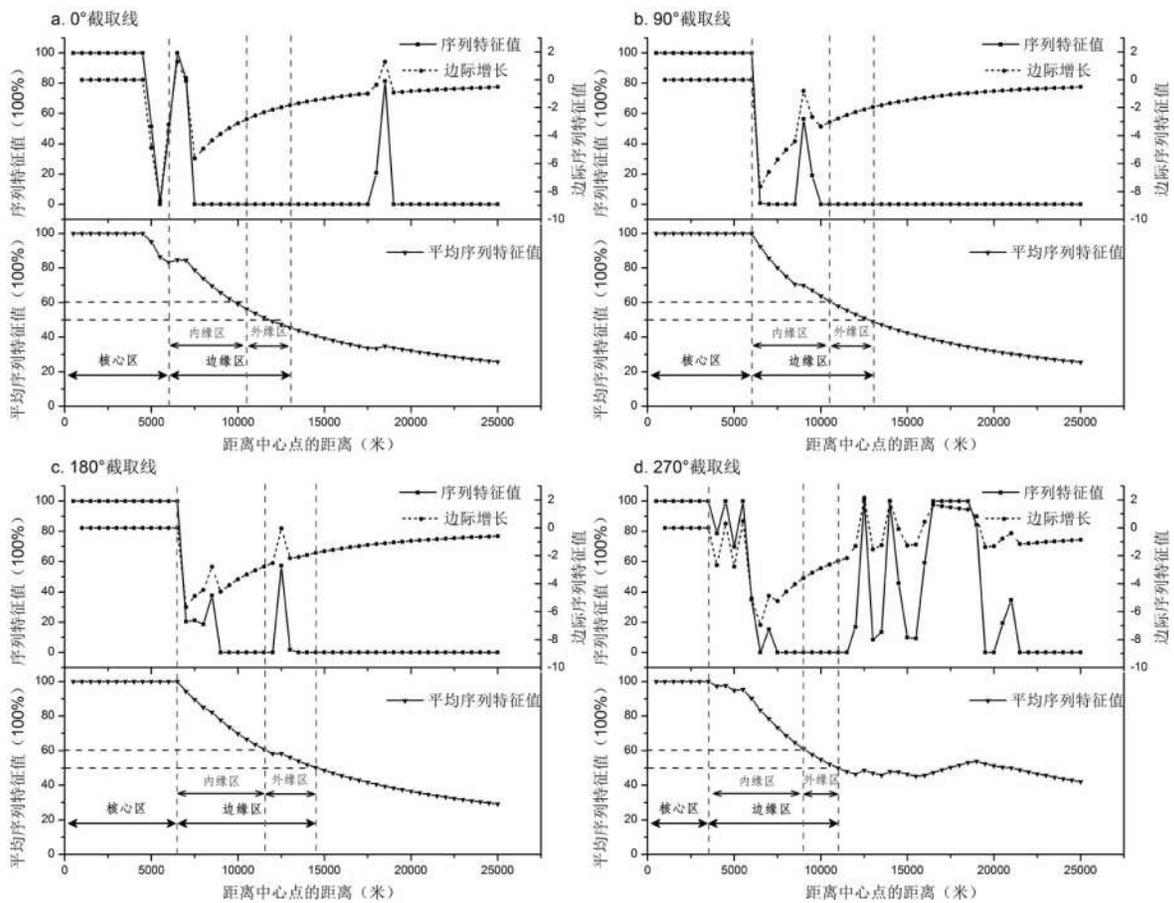
城市边缘区可以有效地表示城市建设扩张方向和未来发展格局。对比2000年500m、100m和50m的提取结果(图3),边缘区的形状大致相同,提取尺度越小边缘区界线与实际建设用地的边缘越吻合。因此,在下面的研究中选取50m作为提取的尺度。

3.3 提取的结果

以50m尺度提取2000年和2015年城市边缘

表1 Landsat影像数据信息
Tab.1 Data information of Landsat image

年份	数据标识	获取日期	产品类型	空间分辨率
2000	LT51180282000158HAJ03	2000-06-06	Landsat4-5 TM	30m
2015	LC81180282015167LGN00	2015-06-16	Landsat8 OLI/TIRS	15m



注:选取2000年以500m步长截取的建设用地序列特征值变化图,图a、b、c、d分别表示0°、90°、180°、270°不同方向。

图2 建设用地序列特征
Fig.2 Sequence features of construction land

区,结果如图4。2000年城市核心区主要在二环以内,即前进路—河鼓街—友谊路—大新街—东北新街—南直路—公滨路—三大动力路—和兴路围绕成的多边形,内缘区基本分布在哈尔滨绕城高速公路(四环)以内;2015年由于哈尔滨西站、长途汽车客运站、哈尔滨东站等交通枢纽的拉动作用,城市核心区向外不规则地扩展,城市边缘区已经延伸到哈尔滨绕城高速公路外缘,且外缘区已明显超越行政外边界,其中松北区与呼兰区交界区域建设用地增加显著,虽然研究区并没有包括呼兰区,但从边缘区大幅度变化已表现出该区域建设用地变化的活跃程度。同时,图中的中心点为城市市区集中连片部分的质点,从几何空间的角度表示城市发展的中心,2000—2015年期间城市中心向西南方向移动。

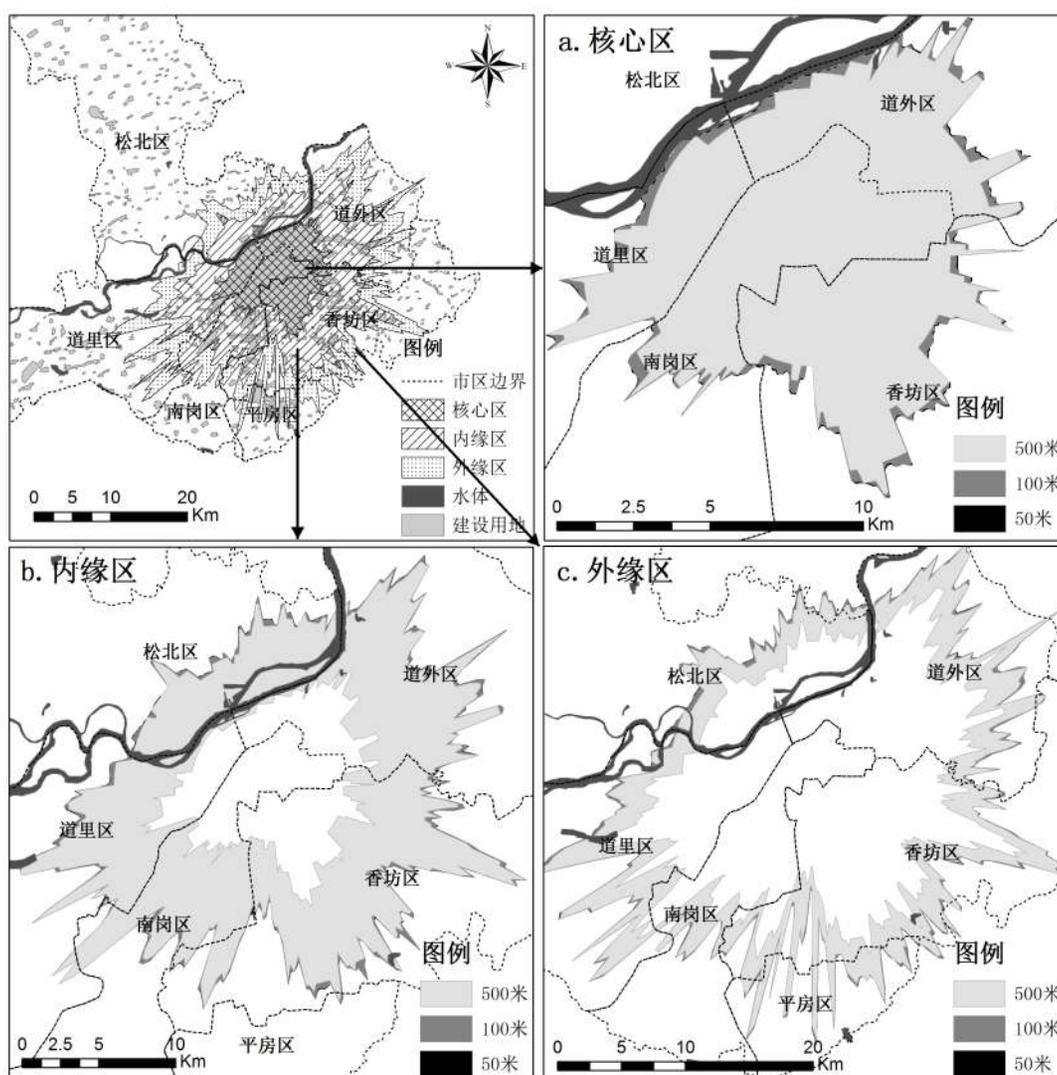
4 城市边缘区的扩张模式

将城市边缘区沿各个方向展开,边缘区序列个数的离散程度表示建设用地变化的活跃度和破碎

化程度,内缘区和外缘区的离散程度分别表示在近城区域或是较远区域投入建设的情况。根据边缘区序列个数的离散程度和形成机制将边缘区的扩张模式分为:“外延式”、“跳跃式”和“稳定式”(图5)。

4.1 外延式 扩张模式

2000年“外延式”扩张模式主要出现在南岗区、香坊区和道外区的部分区域。2015年“外延式”扩张模式逐渐趋于复杂,部分区域伴随着“跳跃式”扩张模式。南岗区依靠秋林商圈、会展商圈和哈西商圈“三大商圈”功能和设施的不断提升,并且凭借学府产业经济带建设和哈南工业新城建设,不断将科研成果转换为经济产出,在学府路和京哈高速两边也是建设用地变化活跃区域。香坊区和道外区具有哈尔滨市重要的蔬菜、肉食产业园区,平房区和松北区经济发展相对较缓,但华美太古家世界广场和凯利广场等商贸圈建设对松北区发展具有拉动作用,建设用地呈现明显的向外蚕食特征,并且道外区建设用地在哈同高速北缘显著增加,此时建设



注:左上为2000年建设用地现状图,右上为2000年城市核心区,左下为2000年城市内缘区,右下为2000年城市外缘区。

图3 不同尺度提取结果对比
Fig.3 Comparison of different scale extraction results

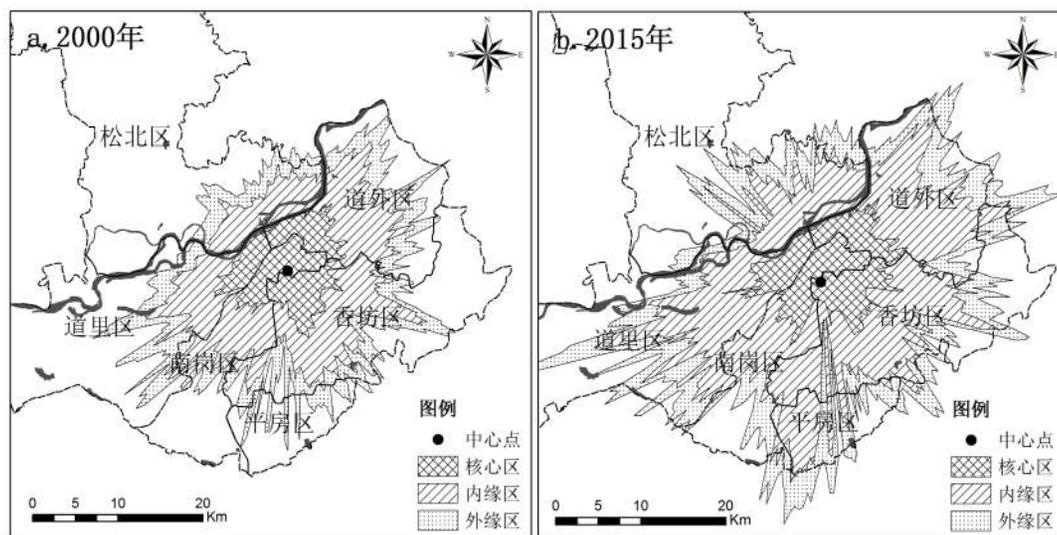


图4 城市边缘区提取结果
Fig.4 Extraction results of urban fringe

格局集聚与分散并存,形成外延式和跳跃式并存的扩张模式。

4.2 跳跃式扩张模式

2000年“跳跃式”扩张模式主要出现在平房区、道里区和香坊区部分区域,建设用地跳跃式离散扩张,2015年松北区部分区域“稳定式”逐步转为“跳跃式”扩张模式。由于“北跃”战略的实施,哈尔滨市为实现“一江居中,两岸繁荣”的目标,2004年设立松北区,2009年开始实施“北跃”战略,大力投入松花江大桥西桥、松浦大桥、阳明滩大桥、滨江桥等桥梁建设,形成东、中、西三条跨江通道飞架南北两岸,促进松北新城发展,沿松花江北岸建设用地明显增加。同时,道里区依托全国文明的步行街—中央大街、防洪纪念塔、圣·索菲亚教堂等标志性建筑,是商贸、旅游、金融等功能于一体的综合性经济发展区,建设用地沿城乡路—机场路、机场高速两边连续向外扩张,以哈平路为轴线,经南岗区、香坊区和平房区建设用地向两边蔓延,已经形成跳跃式扩张模式。

4.3 稳定式扩张模式

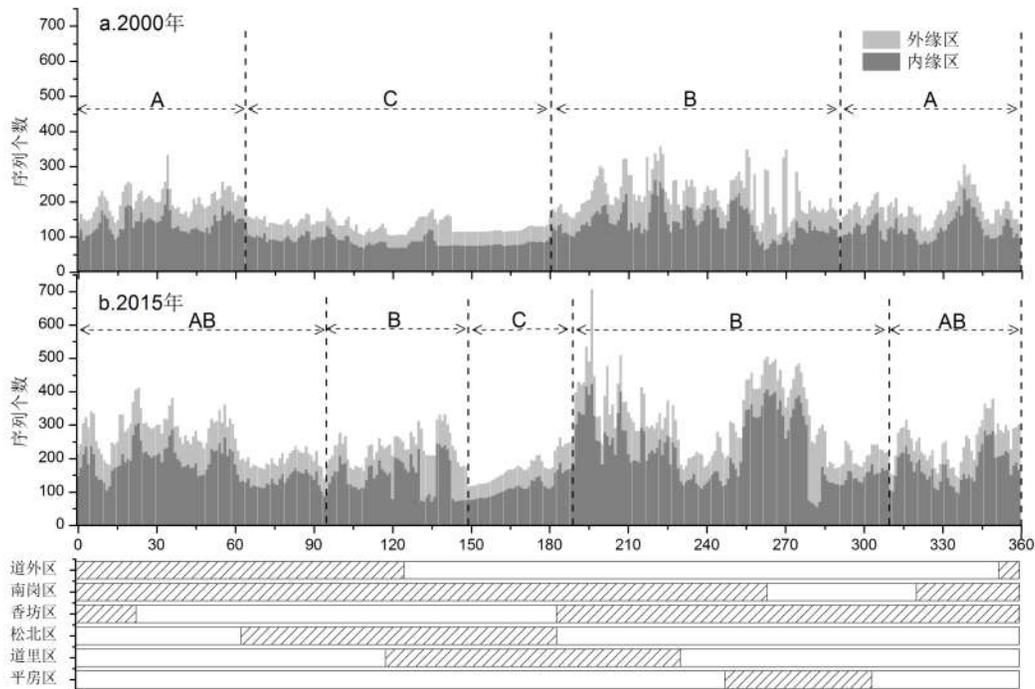
2000年由于松花江和阿什河,以及它们周边滩涂地的天然阻隔,松北区和道外区部分区域处于稳定式发展,城市边缘区建设用地变化缓慢。然而,哈尔滨市东部和东北部随着2009年哈尔滨绕城高

速公路的竣工,城市边缘区也大范围向外扩展,只有松北区的部分区域处于稳定式发展。

总体来看,哈尔滨市稳定式发展的区域逐渐被跳跃式发展替代,城市边缘区建设用地破碎化趋势增强,东南、东北和东部呈现外延式、跳跃式并存的扩张模式,西北、西南和南部出现离散型建设,形成“东张西建”的发展格局。同时,哈尔滨市的区域格局特色基本形成“南工北农”的空间格局,即南部和西南工业、商贸、金融、旅游较为集中,东部和东北部农业产业园区集聚,具有较强的农业特色。

5 讨论和结论

第一,城市边缘区提取方法研究一直是城市空间结构研究的核心问题,基于建设用地变化构建的哈尔滨市城市边缘区提取方法——“滑动切割法”的结果不仅与哈尔滨市实际建设发展相吻合,并且适用于城市边缘区扩张模式的分析和研究。该方法可以根据建设用地的空间布局快速划分出城市边缘区的空间范围,尽管提取阈值的确定存在一定主观性,但对于建设用地布局分散的城市具有很强的实用性,因此在实际应用中可以根据研究区域各个方向平均序列特征值和边际序列特征值的曲线特征来确定阈值。同时,该方法利用建设用地要素矢量数据,不但比栅格数据更利于空间切割,而且



注:A为外延式,B为跳跃式,C为稳定式,AB为外延式和跳跃式并存。

图5 城市边缘区扩张模式
Fig.5 Expansion modes of urban fringe

土地调查数据库多以矢量数据存储,便于应用。然而,该方法提取的边缘区边界呈现放射状,无法直接用于城市规划管理,因此需要进一步根据建设用地在各个方向的序列值进行修正和检验,降低数据的离散度,从而可以更好地应用于实际生产。总体而言,基于建设用地变化的城市边缘区提取方法是可信的和可行的。

第二,近15年来,随着中国城市化进程的不断加快,东北振兴战略的实施,哈尔滨市边缘区从二环与哈尔滨绕城高速公路之间已延伸到哈尔滨绕城高速公路外围。城市边缘区建设用地集中化和破碎化并存,建设用地变化既有沿机场高速、京哈高速、哈平路等交通运输拉动的轴带式扩张,又有以政策导向的哈南工业新城和“北跃”战略发展的松北新城,还有商贸、金融、旅游等建设功能辐射影响,同时存在松花江和大片滩地的自然地貌阻隔。多种驱动机制促使城市边缘区的功能不断重组与优化,基本形成南部和西南以工业、商贸、金融、旅游为主,东部和东北部农业产业园区集聚的“南工北农”的格局。

第三,同时,在不同驱动机制的作用下,城市边缘区也形成了不同的扩张模式。根据城市边缘区建设用地的离散程度扩张模式可以分为:外延式、跳跃式和稳定式。总体而言,哈尔滨市边缘区的扩张模式趋于复杂,稳定式发展的区域越来越少,城市边缘区建设用地破碎化趋势增强,已经形成“东张西建”的发展格局,即东部外延式扩张为主,西部跳跃式建设领先,多种扩张模式并存。虽然研究区没有包括呼兰区、阿城区和双城市,但是从研究结果来看,哈尔滨市的边缘区有向三个区(市)发展的趋势,同时,从另一个角度证明了“哈双”同城化是符合实际发展规律的。

第四,建设用地变化不仅单一地包括空间数量的变化,并且涵盖建设用地内在功能、权属和集约度的变化。本文主要从建设用地空间数量和区域功能角度研究城市边缘区的空间变化、扩张模式和影响因素,而随着城市道路网络的完善,国土空间监控力度的不断增强,城市边缘区空间蔓延速度放缓,其功能辐射作用增强,因此,在以后的研究中应当加强建设用地功能辐射作用对城市边缘区空间变化、驱动机制和发展模式的研究。

参考文献:

- [1] 吴铮争,宋金平,王晓霞,等.北京城市边缘区城市化过程与空间扩展——以大兴区为例[J].地理研究,2008,27(2):285-293,483.
- [2] 陈晓军,张宏业,任国柱.北京城市边缘区建设用地空间格局与区域生态环境效应——以房山区平原地区为例[J].城市环境与城市生态,2003,16(6):292-294.
- [3] 张宁,方琳娜,周杰,等.北京城市边缘区空间扩展特征及驱动机制[J].地理研究,2010,29(3):471-480.
- [4] 陈晓军,张洪业,刘盛和.北京城市边缘区土地用途转换宏观驱动机制研究[J].地理科学进展,2003,22(2):149-157.
- [5] 李世峰,白人朴.基于模糊综合评价的大城市边缘区地域特征属性的界定[J].中国农业大学学报,2005,10(3):99-104.
- [6] 林坚,汤晓旭,黄斐玫,等.城乡结合部的地域识别与土地利用研究[J].城市规划,2007,31(6):36-44.
- [7] 曹广忠,缪杨兵,刘涛.基于产业活动的城市边缘区空间划分方法[J].地理研究,2009,28(3):771-780.
- [8] 章文波,方修琦,张兰生.利用遥感影像划分城乡过渡带方法的研究[J].遥感学报,1999,3(3):199-203.
- [9] 钱紫华,陈晓健.西安城市边缘区空间扩展研究[J].人文地理,2005,20(3):54-58.
- [10] 王海鹰,张新长,赵元.基于逻辑回归模型的城市边缘区界定方法研究[J].测绘通报,2010(10):7-10.
- [11] 梁进社.地理学的十四大原理[J].地理科学,2009,29(3):307-315.
- [12] 朱会议.土地利用变化的内在动力——新疆地区农业生产要素产出效率的变动趋势分析[J].地理学报,2013,68(8):1029-1037.
- [13] 于伟,宋金平,毛小岗.城市边缘区内涵与范围界定述评[J].地域研究与开发,2011,30(5):55-59.
- [14] 刘和涛,田玲玲,田野,等.武汉市城市蔓延的空间特征与管治[J].经济地理,2015,35(4):47-53.
- [15] 姚玉龙,刘善幸,陈丽丽,等.近30年来合肥市城市扩展遥感分析[J].经济地理,2013,33(9):65-72.
- [16] 穆晓东,刘慧平,薛晓娟.基于区域城市结构的城市边缘区遥感监测方法[J].北京师范大学学报:自然科学版,2012,48(4):411-415.
- [17] 姚月.城市边缘区空间发展探讨——以北京市海淀区为例[J].地球信息科学学报,2014,16(2):214-224.
- [18] 陈佑启.试论城乡交错带及其特征与功能[J].经济地理,1996,16(3):27-31.
- [19] 方晓.浅议上海城市边缘区的界定[J].地域研究与开发,1999,18(4):65-67.
- [20] 林坚,汤晓旭,黄斐玫,等.城乡结合部的地域识别与土地利用研究[J].城市规划,2007,31(6):36-44.
- [21] 钱建平,周勇,杨信廷.基于遥感和信息熵的城乡结合部范围界定[J].长江流域资源与环境,2007,16(4):451-455.
- [22] 顾朝林.中国大城市边缘区研究[M].北京:科学出版社,1995:1-39.