

哈尔滨市城市边缘区建设用地图空扩展过程分析

周利军¹, 张淑花^{1,2}, 张雪萍²

(1. 绥化学院 旅游与资源管理系, 黑龙江 绥化 152061; 2. 哈尔滨师范大学 地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要: 基于1976, 1989, 2001和2007年遥感影像资料, 利用人机交互解译方法提取了哈尔滨市城市边缘区建设用地分布信息, 借助地理信息系统技术的统计分析功能和空间分析功能, 分析了哈尔滨市城市边缘区建设用地扩展的数量特征和空间变异特征。结果表明, 1976—2007年的31年间, 哈尔滨市城市边缘区建设用地面积持续增加, 其中2001—2007年间的城市扩展规模和速度最大; 从建设用地的景观格局特征来看, 1976—2001年以斑块数增加, 紧凑度减小的分散扩展为主, 2001年后以斑块数减少, 紧凑度增大的扩展模式为主; 哈尔滨市城市边缘区建设用地扩展具有明显的空间分异特征, 这种特征表现在不同时段城市建设用地扩展的方向不同。

关键词: 城市边缘; 建设用地; 图空扩展; 哈尔滨市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)03-0168-04

中图分类号: F293.2

Analysis on Spatiotemporal Expansion Process of Construction Land in Urban Fringe of Harbin City

ZHOU Li-jun¹, ZHANG Shu-hua^{1,2}, ZHANG Xue-ping²

(1. Department of Tourist and Resource Management, Suihua College, Suihua, Heilongjiang 152061, China;

2. College of Geography Science, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150025, China)

Abstract: Based on the remote sensing images of 1976, 1989, 2001, and 2007, the land use information of urban fringe in Harbin City was extracted with the method of human-computer interaction. This paper focused on the quantitative characteristic and space variation characteristic about the urban fringe of Harbin City. Results showed that during the 31 years from 1976 to 2007, the urban area of the city increased persistently, especially between 2001 and 2007. From the landscape pattern of construction land, the number of patches increased and the compactness index decreased from 1976 to 2001, while it was opposite after the year of 2001. The expansion of construction land had the obvious space differentiation characteristic and the expansion of urban construction land can be reflected in various directions at different times.

Keywords: urban fringe; construction land; spatiotemporal expansion; Harbin City

城市边缘区是城市化最活跃, 土地利用结构变化速度最快, 郊区农业景观向城郊结合景观和城市景观演替最为显著的城市外缘地带, 因而也被称为快速城市化地带^[1]。城市边缘区作为城市地域结构的一个重要组成部分, 在城市郊区化和乡村城镇化的双重作用下, 城市边缘的经济发展迅速, 成为土地利用/土地覆被变化最为激烈的地区之一。因此, 对城市扩张空间特征及影响因素的研究已经成为城市地理、土地利用等研究领域的热点问题^[2,3]。

目前我国学者利用GIS和RS技术已经对北京^[4]、长春^[5]和西安^[6]等城市开展了城市扩展的图空

特征研究, 并结合各城市的发展现状对其驱动力进行分析; 还有的学者从景观生态学的角度分析了城市边缘区景观结构及其演化情况^[7-8]。哈尔滨作为东北老工业基地的典型重工业城市, 近年来城市扩张的速度明显加快, 但目前关于哈尔滨市边缘区建设用地空间扩展的相关研究却不多见。为此, 本文基于多时相的遥感影像数据, 利用地理信息系统的空间分析功能, 对1976—2007年哈尔滨市边缘区城市建设用地扩展的图空特征进行了研究, 旨在为哈尔滨市城市发展提供科学依据, 以期为建设与发展政策的制定提供参考。

收稿日期: 2009-06-30

修回日期: 2010-01-19

资助项目: 黑龙江省教育厅项目“哈尔滨市郊农业土壤重金属污染的生态毒性研究”(11531224); 绥化学院科研创新团队资助项目 (cx 2008003)

作者简介: 周利军(1977—), 男(汉族), 黑龙江齐齐哈尔市人, 讲师, 硕士, 主要从事资源环境与信息系统研究, E-mail: zhlij_2003@126.com。
通信作者: 张雪萍(1962—), 女(汉族), 黑龙江省哈尔滨市人, 教授, 博士, 研究方向为土壤动物与环境生态学, E-mail: hellozxp@163.com。

1 研究区范围

关于哈尔滨市城市边缘区的确定,本研究在借鉴前人理论的基础上,采用定性的方法,参照行政边界,对哈尔滨市边缘区的范围进行界定和划分。根据不同时段(1976, 1989, 2001和2007年)遥感影像解译的结果进行对比分析,以1976年哈尔滨主城区为基础,以1989—2007年哈尔滨周边地区建设用地发展变化最快的区域为最大范围,划分出大致的边界,即南至平房区,北至利民开发区,东西分别以绕城高速公路两侧各2 km的范围,在此基础上根据以下原则进一步调整边缘区的范围:首先在空间上与建成区紧密相邻的,其次分布于集中连片的城市建筑景观(建成区)外侧,第三农田面积比平均小于60%的区域,最后要考虑行政边界的完整性,获得了哈尔滨市城市边缘区的大致范围(图1)。研究区东西宽31 km,南北长42 km,地理坐标为东经 $126^{\circ}25'$ — $126^{\circ}52'$,北纬 $45^{\circ}32'$ — $45^{\circ}57'$ 。

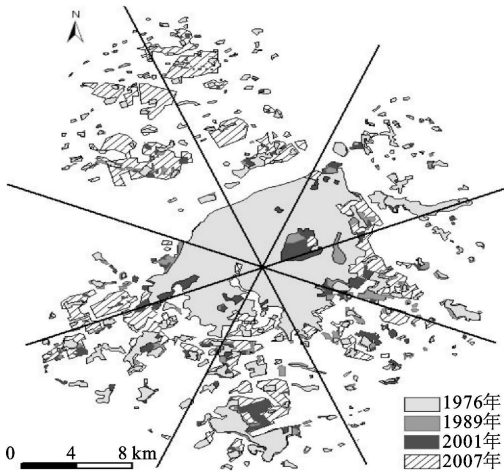


图1 1976—2007年哈尔滨市城市边缘区建设用地扩展过程

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文主要以1976年8月,1989年9月,2001年9月美国Landsat-MSS, TM影像和2007年6月的CBERS(中巴资源卫星)为数据源, MSS/TM影像选用TM4, 3, 2波段进行假彩色合成, CBERS最高空间分辨率为19.5 m, CCD(电荷耦合相机)光谱段的设计与美国Landsat TM影像相似,因此也选择4, 3, 2波段组合。所有遥感图像经过增强、纠正、镶嵌等处理后,根据影像特征,在参考其它相关资料的基础上,建立居民工矿用地的判读标志并进行人机交互解译。人工解译完成后,利用GPS的定位功能进行实

地效验,修改后建立哈尔滨市边缘区不同时期居住建设用地数据库,以此数据作为研究基础。

2.2 研究方法

为全面反映哈尔滨市边缘地区城市用地扩展的时空特征,本文选择城市扩展强度指数和景观指数来反映不同时段城市建设用地的扩展进度及其斑块结构特征;同时利用地理信息系统的缓冲区分析和叠加分析功能分析4个时段城市扩张数量与城市中心距离的关系;最后利用象限方位分析法^[9]分析不同时期城市扩展的主导方向。

2.2.1 城市扩展强度指数 城市扩展强度指数表示单位时间内土地面积变化的幅度,是反映城市扩张空间变化的一个重要指标,通过分析城市扩展强度指数可定量地比较城市扩张的程度及速度,其表达式为:

$$M = \frac{U}{A \Delta t} \times 100\% \quad (1)$$

式中: M ——城市扩展强度指数; U ——城市用地增加的数量; A ——研究时段内初期城市用地的数量; Δt ——变化的时间(a)。

2.2.2 景观指数 景观生态学方法可以很好地描述城市建设用地的大小、形状及分布状况,特别是景观指数,作为景观空间分析的方法,能够高度浓缩景观格局信息,并定量地反映城镇的空间配置和结构组成等方面的特征,为此,本文选择斑块个数(NP)、平均斑块面积(MPS)、最大城镇斑块指数(LPI)和修正的紧凑度指数(CI)4个景观指数来表达城镇斑块结构特征及其动态变化,以揭示哈尔滨市边缘区建设用地景观变化过程。其中最大城镇斑块指数(LPI)主要反映城镇景观中最大斑块面积占城镇景观总面积的比例,指数越大说明城镇建设用地的规模越大;修正的紧凑度指数(CI)反映城镇景观格局的紧凑程度,其具体计算公式可参考相关参考文献^[10-11]。

2.2.3 扩展方位比重指数 该指数反映了城市建设用地在某段时间某一方位上发展的概率,即城市建设用地在某一方位上增长的可能性大小,公式为:

$$OP = (dis_{i2} - dis_{i1}) / (s_{i2} - s_{i1}) \times 100\% \quad (2)$$

式中: OP —— $t_2 - t_1$ 时段的方位比重; dis_{i1} , dis_{i2} —— d_i 方位上 t_1 时刻和 t_2 时刻的建设用地面积; s_{i2} , s_{i1} —— t_2 时刻和 t_1 时刻的区域内建设用地的总面积。

3 哈尔滨市边缘区城市用地扩展的时空特征

3.1 城市扩展的数量特征

利用地理信息系统的空间统计功能,将遥感图像

解译的结果进行分类统计,获得哈尔滨市边缘区不同时间建设用地的数量特征。统计结果表明,1976年研究区域内共有建设用地237块,总面积195.82km²,占研究区域的18.92%;到2001年建设用地增加到296块,总面积增加到246.43km²,占研究区域的23.81%;到2007年建设用地减少到228块,总面积却增加到333.65km²,占研究区域的32.24%。总体上哈尔滨市边缘区建设用地的面积在持续增加,而斑块数量则是呈现先增加后减少的趋势。利用公式(1)计算哈尔滨市边缘区城市扩展强度指数,计算结果见表1。从表1可以看出,1976—2007年31a间哈尔滨市边缘区城市建设用地共扩展了137.83km²,其中2001—2007年6a扩展的面积占总扩展面积的63.28%,其扩展速度是1976—1989年的10.5倍,是1989—2001年的5.3倍,是3个时段中增长最快的。从扩展强度指数来看,1976—1989年的城市扩展强度指数为0.71%,属于非常缓慢扩展阶段,而1989—2001年的城市扩展强度指数为1.27%,属于缓慢扩展阶段,到2001年以后,其扩展强度指数则达到5.90%,属于快速扩展阶段。

表1 1976—2007年哈尔滨市城市用地扩展情况

时段	扩展面积/ km ²	扩展贡 献率/%	扩展速度/ (km ² ·a ⁻¹)	扩展强度 指数/%
1976—1989	18.0	13.06	1.38	0.71
1989—2001	32.6	23.66	2.72	1.27
2001—2007	87.2	63.28	14.54	5.90
1976—2007	137.8	100.00	4.45	2.27

3.2 城市建设用地的景观格局特征

为了分析哈尔滨市边缘区建设用地的扩展过程,将4期城市建设用地矢量图转化为栅格地图(grid),运用景观分析软件FRAGSTATS计算出各景观分析指数,具体见表2。从斑块数量和斑块平均面积来看,二者的变化趋势正好相反,1976—2001年,斑块数量在持续增加,而平均斑块面积在逐渐减小,这主要是因为主城区的周边增加一些面积较小的居住建设用地;到2007年斑块数迅速减小,而斑块平均面积却在增大,这主要是因为松北区、利民开发区和平房区原来小面积的居住建设用地逐渐扩大合并为面积较大的居住建设用地所致。从最大斑块指数来看,整个研究时段呈现逐渐减小的趋势,这主要是由于整个区域建设用地都在扩大,但主城区向外扩展的速度没有边缘地区新增建设用地的速度快,导致最大城镇建设用地斑块面积在总面积中的比重逐渐减小。从修正的紧凑度指数来看,前3个时段在逐渐减小,说

明哈尔滨市城市边缘区建设用地在2001年以前是逐渐趋于分散的,而从2001年开始该指数逐渐增大,到2007年达到3.314,表明哈尔滨市城市边缘区建设用地紧凑度在增大,这与斑块数量和平均斑块面积的变化趋势是一致的。

表2 哈尔滨市城市边缘区建设用地景观格局指数动态变化

景观指数	斑块 个数	平均斑块 面积/km ²	最大斑块 指数/%	紧凑度指 数/(×10 ⁻³) ^①
1976	237	0.873	61.71	3.257
1989	252	0.862	60.30	3.035
2001	296	0.838	58.84	2.594
2007	228	1.466	51.10	3.314

注:①为修正的紧凑度指数。

3.3 城市扩展的空间特征

城市扩展的空间特征也是衡量城市化的一个重要指标。为了分析哈尔滨市边缘区建设用地的空间扩展特征,本文以1976年研究区域的建设用地为基础,利用地理信息系统的空间分析功能计算出1976年建设用地的重心,以该重心为原点,建立距离为1km的缓冲区,共生成25个缓冲区,将该缓冲区与研究区域的建设用地分布图相叠加,分别统计不同缓冲区内建设用地的数量,进而分析不同时段城市扩张和城市中心距离之间的关系(图2)。

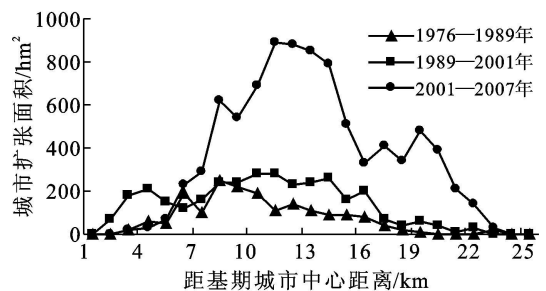


图2 1976—2007年哈尔滨市城市用地扩展和距离的关系

从图2可以看出,在1976—1989年间,城市用地扩展速度较为缓慢,只是在距原点6km和8~10km处有2个峰值,峰值并不高,在200hm²左右。在1989—2001年间,城市建设用地增长的速度明显高于前一个时段。在距原点4km和7~16km也出现了2个峰值,其最大值达到300hm²左右,说明在1989—2001年间,哈尔滨市主城区在扩展的同时,其边缘区的城市建设用地也在扩展,扩展的范围都明显大于前一时段。在2001—2007年间,距离原点5km的范围内,城市建设用地扩展缓慢,而过5km的范围内,城市建设用地扩展速度非常快,最高值可以到达900

hm²,同时扩展的范围也明显变大,达到距原点23 km的范围,在此范围内的平均扩展面积为537.2 hm²。

为了分析哈尔滨市边缘区建设用地扩展在不同方位的情况,以1976年哈尔滨市边缘区建设用地的重心为原点,将研究区域平均分为8个象限,与不同时期城市边缘区建设用地分布图叠加,利用公式(2)分别计算不同象限内城市建设用地的扩展方位比重指数(图3)。从图3中可以看出,1976—1989年间正东方向扩展方位比重指数最大,其次为正南方向,再次为东北和东南方向,且扩展比例相当,而其它方位扩展比重指数较小。1989—2001年间扩展比重指数与前一时段相比较,除正东、东南和西北减小外,其它方位均比上个时段有所增加,其中增加最大的为西南和正北方向。2001—2007年间,正北和西北方向的扩展指数突然增大,而其它方向上的扩展比重指数都比上个时段减小。总体上看,在1976—1989年间哈尔滨市城市用地的扩展以正东、正南方向为主,1989—2001年间则以东北、西南和正南方向为主,2001—2007年间则以西北和正北方向为主。

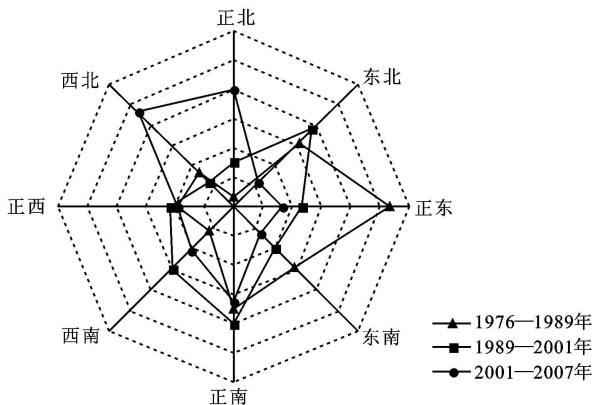


图3 1976—2007年哈尔滨市城市用地扩展演变变量图

注:中心为原点,每个刻度为5%,最大值为30%

4 结论

由于遥感具有多源性、周期性、综合性等特点,因此与地理信息系统技术相结合探讨城镇扩展,可以准确、快速地掌握城市扩展变化的规律。本文利用1976,1989,2001和2007年的遥感影像分析了哈尔滨市城市边缘区建设用地时空扩展过程,结果表明:

(1) 1976—2007年31 a间哈尔滨市边缘区建设用地的扩展了137.83 km²,从扩展面积来看,1976—1989年间建设用地扩展速度最慢,而2001—2007年

扩展速度最快,6 a扩展的面积占总面积的63.28%;从扩展强度指数来看,2001—2007年6 a的扩展强度指数为5.90%,是3个时段中最大的,说明2001年以来,哈尔滨城市化进入加速期。

(2) 建设用地的景观格局特征具体表现为:1976—2001年以斑块数增加,紧凑度减小的分散扩展为主,2001年后以斑块数减少,紧凑度增大的扩展模式为主;从整个研究时段来看,哈尔滨市主城区所占研究区域城镇建设用地的比重在逐渐减小。

(3) 1976—2007年31 a间哈尔滨市边缘区建设用地空间扩展明显,其中在2001—2007年则表现的最明显,主要为距市中心5~22 km的距离范围内扩展规模明显扩大,在不同的时段,还表现出不同的空间分异特征,其中在1976—1989年间主要以向正东和正南为主,在1989—2001年以东北、西南和正南方向为主,在2001—2007年间则以西北和正北方向为主。

[参 考 文 献]

- [1] 顾朝林,陈天. 中国大城市边缘区特性研究[J]. 地理学报, 1993, 48(4): 317-318.
- [2] Linu Yhohei Sato, Zhu Haihong. Simulating spatial urban expansion based on a physical process[J]. Landscape and Urban Planning, 2003, 64(1): 67-76.
- [3] 于伯华,吕昌. 河城市边缘区耕地面积变化时空特征及其驱动机制:以北京市顺义区为例[J]. 地理科学, 2008(3): 48-53.
- [4] 牟凤云,张增祥,迟耀斌,等. 基于多源遥感数据的北京市1973—2005年间城市建成区的动态监测与驱动力分析[J]. 遥感学报, 2007, 11(2): 257-268.
- [5] 黄晓军,李诚固,黄馨. 长春城市蔓延机理与调控路径研究[J]. 地理科学进展, 2009, 28(1): 76-84.
- [6] 钱紫华,陈晓键. 西安城市边缘区空间扩展研究[J]. 人文地理, 2005, 20(3): 54-58.
- [7] 李团胜,肖笃宁. 沈阳市城市景观结构分析[J]. 地理科学, 2002, 22(6): 717-723.
- [8] 郝润梅,杨力. 呼和浩特市城市边缘区景观格局动态变化研究[J]. 地域研究与开发, 2004, 23(5): 43-46.
- [9] 马荣华,陈雯,陈小卉,等. 常熟市城镇用地扩展分析[J]. 地理学报, 2004, 59(3): 418-426.
- [10] 吴晓青,胡远满,贺红土,等. 沈阳市城镇扩展时空格局及其驱动力[J]. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2282-2288.
- [11] 邓南荣,张金前,冯秋扬,等. 东南沿海经济发达地区农村居民点景观格局变化研究[J]. 生态环境学报, 2009, 18(3): 984-989.