

基于土地利用程度的北京城市扩展特征 *

李雪瑞^{1,2}, 王秀兰^{1,2}, 冯仲科^{1,2}

(1. 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 北京林业大学测绘与 3S 技术中心, 北京 100083)

摘 要: 准确判别城市扩展规律, 剖析演化过程, 对于预测城市未来演化趋势, 制定合理的调控政策具有重要的意义。遥感对地观测技术可以提供丰富的城市扩展变化数据, 成为城市扩展监测的主要手段。本文以 1988、1996、2004 年 TM 遥感影像为依据, 应用遥感、地理信息系统技术, 并首次采用土地利用程度综合指数模型提取了北京市城市实体边界, 分析了北京市 1988–2004 年间城市扩展的面积、方向、扩展类型以及城市扩展的导向规律。研究结果表明, 北京市近 20 年一直处于城市扩展的快速发展阶段, 并受地形、环境、卫星城、交通干线及政府等方面导向影响。

关 键 词: 城市实体; 城市扩展; 遥感; 土地利用程度综合指数模型; 北京

1 引言

城市化, 或称城镇化(Urbanization), 指的是人口向城市集中的过程, 这一过程包含了社会、人口、空间和经济转换等多方面的内容。城市化是社会经济发展的必然结果, 也是社会经济发展的有机组成部分和有力的推动器。城市化除了表现在城市人口增长, 城市非农业人口比重增加以外, 城市空间区域的扩展也是一个重要的衡量指标^[1]。城市土地作为人类活动最频繁的区域, 其不断演化的动态特征深刻反映了城市化进程及城市空间结构的变化规律及矛盾^[2]。目前, 城市用地的空间扩展日益成为土地利用变化的主要特征及衡量城市化水平的重要测度指标^[3]。因此, 准确判别城市扩展规律, 剖析演化过程, 对于预测城市未来演化趋势, 制定合理的调控政策具有重要的意义。

研究城市扩展, 必然要涉及到关于城乡结合部地域范围确定及城乡结合部范围变化的研究。城镇边界的准确提取是进行扩展研究的前提^[4]。迄今为止, 国内对城市土地利用格局变换研究中涉及到的“城乡结合部”尚未形成很完整的理论体系^[5–7], 因而对城乡结合部地域范围进行量化难度较大。由于城乡结合部反映出城市与乡村的双重特点, 随着城乡交互作用日益激烈, 城乡结合部的地域范围也处于不断变动中, 依靠原始统计方法已经难以收集到适

时、准确的城乡结合部信息和数据, 因而也无法准确地表达城市土地利用格局的变化^[8–9]。遥感技术动态、快速、适时获取数据的特点, 使得它在城市土地利用格局变化研究中能够发挥积极的作用; 土地利用程度综合指数模型为城乡结合部范围的界定提供了理论依据; 而地理信息系统强大的空间分析功能也为城市土地利用格局变换研究提供了技术保障。

因此, 本文选择城市扩展规模较大的首都北京作为研究对象, 利用遥感技术作为信息获取的手段, 利用地理信息系统技术作为信息处理的手段, 同时引入土地利用程度综合指数模型作为理论依据, 研究 1988–2004 年北京市城市扩展规模最快的近 20 年的土地利用格局的时空变化, 确定各个时期北京市城乡结合部的范围, 进一步研究北京市城市扩展的导向规律。

2 数据源及数据处理

本研究所采用的数据源包括北京市 1988、1996、2004 年的 TM 影像, 1:5 万北京市地形图, 北京市行政区划图以及相关统计资料。本研究对遥感图像的处理包括遥感影像的预处理、遥感影像分类和裁剪等方面。

收稿日期: 2009–01; 修订日期: 2009–02.

基金项目: 北京地区三维绿量测定及其数字模型与虚拟现实表达项目(09D0297); 基于知识发现的林火模型研究(30872038);

中国大学生环境教育基地科研项目。

作者简介: 李雪瑞, 硕士生。主要研究方向为 3S 技术应用。E-mail: lixuerui1984@163.com

通讯作者: 王秀兰, 副教授, 硕士生导师。主要研究方向: 土地利用动态变化。E-mail: wangxiulan2000@sina.com

* 本文获得了第四届京区地理学研究生学术论坛优秀论文三等奖。

2.1 TM 遥感影像预处理

对遥感数据的预处理包括地形图的配准、遥感影像纠正、遥感影像增强处理等工作^[10]。本研究所使用的 TM 影像均已经过辐射校正和几何粗校正,所以只需进行以地面控制点为依据的几何精校正。分别以 1:5 万北京市地形图作为参考底图,利用 ERDAS IMAGINE 9.0 软件对图像进行校正。采用二次多项式变换模型、键盘输入控制点坐标模式,均匀选取 50 个控制点 (GCP),控制点配准精度小于 0.4 个象元,利用最小邻近值算法对影像进行重采样。因为本研究主要进行土地利用类型的提取,所以采用经典的 5、4、3 波段进行假彩色合成,以利于目视解译。利用 ERDAS IMAGINE 9.0 系统模块对遥感影像进行增强处理,经试验比较选取线性拉伸的方法。经过预处理后的遥感影像如图 1 所示。

2.2 TM 遥感影像分类

遥感图像解译分为两种:一种是目视解译,是指专业人员通过直接观察或借助判读仪器在遥感影像上获取特定目标地物信息的过程;另一种是遥感影像的计算机解译,其基本工作是遥感影像的计算机自动分类^[11]。为保证数据的准确性,采用人机交互判读的方法进行遥感影像的解译工作。本研究采用的土地利用分类系统,参照国家土地利用分类方法,结合本次研究的实际要求,将土地利用类型归结为 6 个一级类,即耕地、林地、草地、建设用地、水域及未利用地^[12],并对 6 类进行编码。

2.3 TM 遥感影像的裁剪

根据分类结果图和北京地区的实际城乡分布结构分别初步确定出 3 个年份的包含城市边缘带的部分(确保城乡结合部范围处在该区域范围内)。应用 ERDAS Imagine 图像处理软件的裁剪功能分别对分类结果图按照坐标进行裁剪。为了研究问题的需要,将裁剪后的区域按坐标进一步进行裁剪,从而得到大小为 2km*2km 栅格影像,并分别按行列号进行编号存储。

3 研究方法

土地利用状况综合反映一个地区的城市和乡村景观,故可以将其作为界定城乡结合部范围的主要依据^[13]。由于城乡结合部最大的特点就是土地利用程度的不同,因此,本文将从土地利用程度方面,引入土地利用程度综合指数模型,探讨北京城乡结合部范围界定的方法,进一步界定城市实体边界。

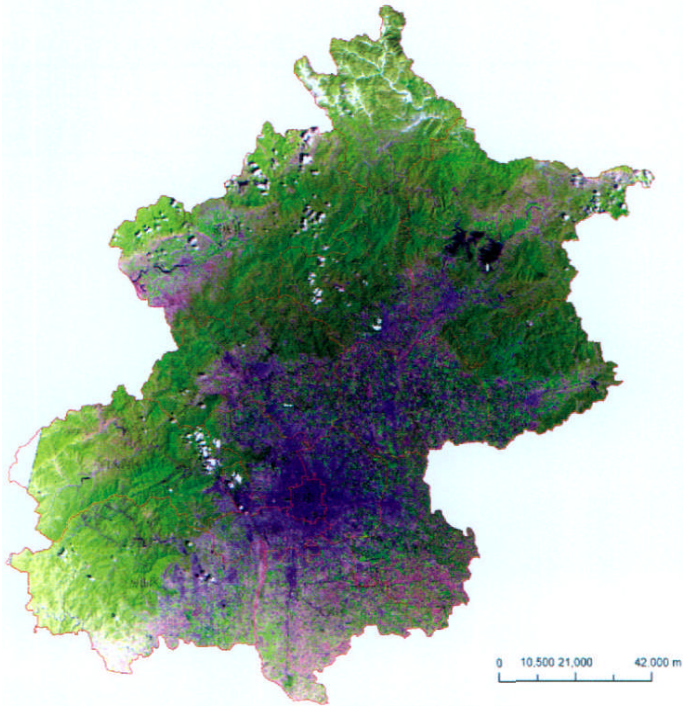


图 1 2004 年北京市遥感影像图
Fig.1 Image of Beijing in 2004

3.1 土地利用程度综合指数模型

土地利用程度主要反映土地利用的广度和深度,它不仅反映了土地利用中土地本身的自然属性,同时也反映了人类因素与自然环境因素的综合效应^[14]。本文采用刘纪远先生等提出的土地利用程度综合指数模型^[15],作为界定北京城乡结合部范围的定量指标。该方法根据土地的不同利用方式,将土地利用类型分为 4 级,分别赋予不同分级指数^[16](表 1)。土地利用程度综合指数模型的表达式为:

$$Ld=100\times \sum_i^n A_i\times C_i \tag{1}$$

式中: Ld 为土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 类土地利用程度分级指数; C_i 为第 i 类土地利用程度分级面积百分比; n 为区域土地利用程度分级指数。

土地利用程度综合指数的数值大小决定了土地利用程度的高低。而在实际中,土地利用程度的不同,反映了该地区的景观特点和社会经济活动的差异。土地利用程度越高,该地区社会经济活动越复杂、越接近城市;土地利用程度越低,社会经济活动越简单,越接近乡村,因此,可将土地利用程度作为界定北京城乡结合部的依据。

3.2 城市实体边界

城市实体边界的准确提取是进行城市扩展研究的前提。城市边界,通常是指城市的行政界限;在这里,为了表达分类结果,引入城市实体边界这一概念。对城市实体^[17],我们作如下界定:具有城市(聚

表 1 土地利用类型及分级表
Tab.1 Land use type and land use grades

项目	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落用地级
土地利用类型	未利用地或难利用地	林地、草地、水域	耕地、园地、人工草地	城镇居民点、工矿用地、交通用地
分级指数	1	2	3	4

落)景观特点的空间上连续分布的地域实体。具体地说:城市实体包括城市建成区及与城市建成区相连的城市边缘带(即城乡结合部)。城市内部的水体及城市绿地,也是城市实体的组成部分。因此,城市实体的外边缘,就是城市实体的边界。

3.3 城市实体边界的提取

本研究应用土地利用程度综合指数来界定北京城市实体边界,具体方法和步骤如下: 确定各职能土地类型在每个判别单元(2km*2km)内所占面

积比重; 利用土地利用程度综合指数模型,计算出各判别单元的土地利用综合指数; 参照北京遥感图像的解译结果,同时结合外业调查数据,确定土地利用程度综合指数大于 330 的判别单元为符合城市实体范围的单元,从而进一步得到城市实体边界。

本研究利用 ARCGIS 软件的屏幕数字化功能建立面状矢量图层,将通过土地利用程度综合指数模型提取的城市建城区和城市边缘地带进行数字

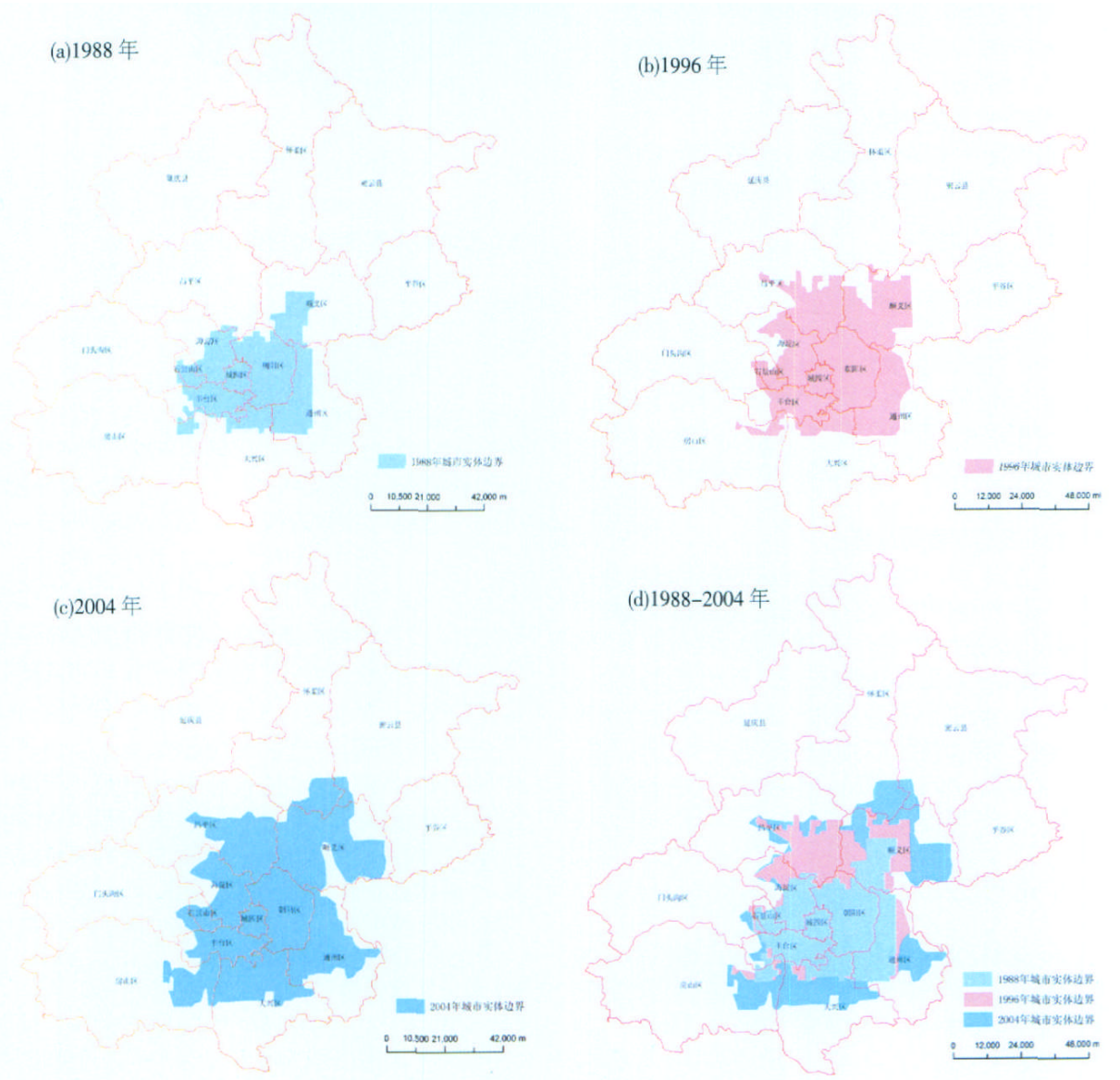


图 2 1988-2004 年三个时相北京市城市扩展图
Fig.2 Three temporal urban expansion maps of 1988, 1996 and 2004 in Beijing city

化,勾画出城市边界,最终得到 1988、1996、2004 年的城市专题信息。

3.4 空间叠加分析

空间分析是研究城镇土地利用变化的重要方面,叠加分析是其中的一个重要手段,包括栅格数据—矢量数据的叠加分析、栅格数据—栅格数据的叠加分析等。叠加分析应用于城市扩展研究中可以定性、定量地分析城市扩展情况。本研究主要利用 GIS 软件将各种数据源融合在一起,通过对遥感数据源矢量化后的矢量数据的叠加处理和统计分析,实现空间数据和属性数据的互相查询功能^[18];利用定时更新的遥感数据的对比,获得北京市 1988—2004 年近 20 年城市扩展的走势,以对其进行动态监测(图 2)。

研究结果显示:城市扩展区域主要处在海淀区西北部、昌平区中南部、顺义区中西部、通州区西北部和中部、大兴区北部、房山区东北部、丰台区西部、石景山区西部及门头沟区东部一小部分。

4 城市扩展的空间变化分析

4.1 城市实体扩展的面积及速率

利用三个时相的遥感图像对城市实体的面积进行统计,结果见表 2。从中可以看出,城市实体的面积在近 20 年中扩大了 2100km²。

4.2 城市实体扩展的形状系数分析

表 2 1988—2004 年北京城区面积及扩展百分比(单位 km²)
Tab.2 Urban area and expanded percentage in 1988—2004 (unit: km²)

项目	1988年	1996年	2004年
城市实体面积	1677.36	2539.71	3778.12
比上一基准年扩展面积		862.35	1238.42
比上一基准年扩展百分比		51. 41%	32. 78%

城市实体的扩展取决于不断增长的城市体量与有限实体间的矛盾,但受离心力、向心力、地形阻力等多方面的综合作用,必然形成各种形状^[13]。对于多边形边界的描述,最常用的指标包括多边形长、短轴之比,周长面积比,面积长度比等。其中绝大多数指标是基于面积和周长的。通常认为圆形地物既非紧凑型也非膨胀型,则可定义其形状系数 r

为:

$$r=\frac{P}{2\sqrt{\pi}\cdot\sqrt{A}} \tag{2}$$

式中: P 为地物周长, A 为面积。如果 $r<1$ 为紧凑型; $r=1$ 为标准圆; $r>1$ 为膨胀型。

1988、1996、2004 年城市实体形状系数如表 3

表 3 1988—2004 年北京城区实体形状系数
Tab.3 Shape factor of urban entity in 1988—2004

年份	面积/km ²	周长/km	形状系数
1988	1677.36	273.61	1.88
1996	2539.71	404.89	2.27
2004	3778.12	173.02	2.17

所示。通过对城市实体扩展面积及其形状指数的分析,可得出从 1988—2004 年近 20 年北京城市实体一直处于快速扩展阶段,城市实体均为膨胀型。

4.3 城市实体空间扩展的方向性

研究城市扩展时,通常是针对城市扩展的面积、速度,而没有注意城市扩展的方向性。事实上,城市扩展的方向性对于研究城市的发展是十分重要的,对城市管理更有应用价值。通过图 1 的三个时相城市实体边界图的叠加分析,可以看出近 20 年北京城市扩展的方向性是十分明显的,城市实体扩展的地方都很集中、连片,且呈轴向扩展的趋势。

4.4 城市实体扩展的导向规律

4.4.1 地形导向 平原地区利于城市地域发展,城市实体的扩展幅度大;山地、丘陵地区限制城市地域发展,城市实体扩展速度放缓。根据图 1 所示,北京市西部、北部靠山,相对于东部、南部来说城市扩展速度较慢,北京地区城市扩展呈现出向西北—东南方向轴向发展的特征。

4.4.2 环境导向 城市实体扩展趋向于污染轻、生态环境优美的地方。西北部是污染轻的大学和科技园区,又接近颐和园、香山等风景区,城市实体向西北部发展较快,东南郊有制药厂、化工厂等污染较重企业的分布,城市实体扩展速度相对较慢。

4.4.3 卫星城导向 城市与其卫星城之间存在频繁的物质能量输入输出联系。因此城市边缘的扩展除受建成区推力作用以外,还受与它有密切联系的卫星城的拉力的影响,与它们间的引力呈正相关。通州、昌平、顺义等卫星城逐年增强的竞争力使得北京市扩展出现向西北—东南方向轴向发展的特征。

4.4.4 交通干线导向 城市土地价值一定程度上取决于它的区位通达性。所以景观城市趋于成熟的边缘带类型明显分布于中心城区至通州、顺义、石景山、昌平等交通干线沿线。

4.4.5 政府调控导向 政府的调控在城市扩展中起着至关重要的作用。如卫星城的建立、交通干线的修建都是政府调控的重要措施。1991 年亚运会的举办及 2008 年奥运会的成功申办,使北京市朝阳区得到快速的发展,城市实体向东北方向扩展的趋势十分明显。

5 结 论

(1) 为了对城市的行政边界与实体边界进行分类表达,本文引入城市实体的概念。城市实体包括城市建成区,与城市建成区在空同上紧密连接的、城市景观突出的郊区,以及与城市建成区相连的城市边缘带,城市实体边界是指城市实体的外边缘。

(2)本文根据 1988、1996 及 2004 年的遥感影像利用土地利用程度综合指数模型提取北京市三个时相的城市实体边界,得到各年份城市面积及扩展百分比;并利用城市实体的形状系数模型得到北京市的城市实体类型。通过计算可以看出北京市近 20 年城市一直处于快速扩展阶段。

(3)通过对北京市近 20 年城市扩展速度及扩展方向的分析,可以看出城市扩展受地形、环境、卫星城、交通干线及政府调控等方面的影响,城市扩展具有一定的导向规律。

参考文献

[1] 陈本清,徐涵秋. 城市扩展及其驱动力遥感分析:以厦门市为例. 经济地理,2005,25(1):79-83.

[2] 王慧. 区域城市化发展水平的综合分析:以陕西省为例. 地理学与国土研究, 1997,13(4): 14-20.

[3] 曾 磊, 宗勇, 鲁奇. 保定市城市用地扩展的时空演变分析. 资源科学, 2004,26(4):96-100.

[4] 陈本清. 利用多时相卫星遥感影像对厦门市城市化进程及环境变化进行动态监测与分析. 福州大学硕士学位

论文,2002.

[5] 周学义. 关于我国城乡结合部的土地利用研究. 经济纵横,2003(9):23-27.

[6] 严重敏,刘君德. 关于城乡结合部若干问题的初探. 城市经济研究,1989.

[7] 春阳,史培军,陈晋,等. 北京地区城市化过程与机制研究. 地理学报,2002,57(3):363-370.

[8] 王思远,张增祥,周全斌,等.中国土地利用格局及其影响因素分析. 生态学报,2003,23(4):649-656.

[9] 刘盛和,吴传钧,沈洪泉. 基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式. 地理学报,2000,55(4):407-416.

[10] 王佳,熊妮娜,董斌,等. 基于 RS 的近 20 年北京市土地利用景观格局变化分析. 北京林业大学学报,2008,30 (增刊 1):83-88.

[11] 丰茂森. 遥感图象数字处理. 北京:地质出版社,1992: 4.

[12] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京:中国科学技术出版社,1996:9-10.

[13] 程连生,赵红英. 北京城市边缘带探讨. 北京师范大学学报(自然科学版),1995,31(1):127-133.

[14] 王秀兰,包玉海. 土地利用动态变化研究方法. 地理科学进展,1999,18(1):81-87.

[15] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京:中国科学技术出版社,1996: 276-281.

[16] 王秀兰. 土地利用/土地覆盖变化中人口因素分析. 资源科学,2000,22(3):38-42.

[17] 范作江,承继成,李琦. 遥感与地理信息系统相结合的城市扩展研究. 遥感信息,1997(3):12-16.

[18] 乔玉良,郭明权,王栋. 基于 GIS 的煤炭资源遥感动态分析:以山西省乡宁县为例. 地球信息科学,2008,10(3): 321-325.

Research on Urban Expansion Based on Land Use Degree

LI Xuerui^{1,2}, WANG Xiulan^{1,2}, FENG Zhongke^{1,2}

(1. The Key Laboratory for Silviculture and Conservation, Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Institute of GIS, RS & GPS, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: For the purpose of predicting the future urban evolution trends and elaborating rational policies for regulation and control, it’s significant to distinguish correctly the rules of urban expansion and to analyze the evolution process. Offering rich variable data of urban expansion, the earth observation technology of remote sensing becomes the main approach to monitor urban expansion. Based on the TM images in 1988, 1996 and 2004, the article applies RS, GIS and land use degree comprehensive index to extract the boundary of urban entity of Beijing, and analyzes the area, direction, type and rules of Beijing urban expansion between 1988 and 2004. It’s indicated that urban expansion of Beijing developed rapidly in 16 years, and greatly influenced by terrain, environment, satellite cities, traffic circulation and the government.

Key words: urban entity; urban expansion; RS; land use degree comprehensive index; Beijing