

# 长沙市区建设用地扩张的时空特征

林目轩<sup>1</sup>, 师迎春<sup>2</sup>, 陈秧分<sup>2</sup>, 余德清<sup>3</sup>, 何琼峰<sup>2</sup>, 王良健<sup>2</sup>

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093; 2. 湖南大学经济与贸易学院, 长沙 410079;

3. 湖南省遥感中心, 长沙 410007)

**摘要:** 以不同时段的遥感影像资料为数据源, 借助 GIS 技术对空间数据的统计及分析功能, 提取出 6 个时期长沙市建成区变化的相关数据信息。在此基础上, 利用扩张速度、扩张弹性、分维数、玫瑰图等方法分析长沙市区 1986~2004 年建设用地扩张的时空特征。结果表明, 近 20 年来, 长沙城市建设用地扩张了将近 1 倍, 尤其是 2002~2004 年, 建设用地扩张趋势最为明显。现阶段城市的扩张主要表现为低密度填充式的蔓延, 城区扩张方向的主要方位是 NW270°~295° 和 SE165°~180°。建设用地扩张的驱动因素除经济发展及人口增长因素之外, 政策也是重要的影响因素, 尤其是近年来政策因素的作用更为突出。未来长沙城市的空间发展将是多中心组团式的扩张, 城市扩张方向日趋合理化。

**关键词:** 建设用地扩张; 时空特征; 长沙市区

文章编号: 1000-0585(2007)02-0265-11

城市建设用地的扩张是城市化的显著特征之一<sup>[1-3]</sup>, 城市化过程除人口与经济的集中外, 特别强调城市化是一个地域空间过程。对于城市建设用地扩张的时空特征研究可以加深对城市化本质的理解, 并为城市可持续发展提供有效的空间决策依据。因此近年来此领域的研究越来越引起国内外学术界的重视。目前, 国外对不同地区城市扩张的模式及动力机制等问题作了大量的研究<sup>[4-9]</sup>, 不少学者采用 RS 与 GIS 及数据库管理系统等综合集成技术来进行城市扩张特征的量化分析、动态监测及模拟和预测<sup>[5, 10-14]</sup>。伴随着我国城市化进程的加快, 国内关于城市扩张的研究体系也逐步形成, 朱会义、谈明洪、王玉华、闫小培等从区域发展的角度分析了城市土地利用变化的驱动因素<sup>[15-18]</sup>; 朱英明、刘纪远、王新生等利用相关的方法对城市扩张的模式及形态作了划分, 从空间的维度总结了我国区域城市扩张的规律<sup>[19-21]</sup>; 在研究方法上 RS 与 GIS 技术的应用, 极大地丰富和发展了城市扩张研究的范围和深度, 我国学者利用此技术已相继在东莞<sup>[22]</sup>、无锡<sup>[23]</sup>、石家庄<sup>[24]</sup>、常熟<sup>[25]</sup>、长春<sup>[26]</sup>、上海<sup>[27]</sup>等东部城市开展了城市扩张时空特征方面的研究, 并结合各城市发展状况对其驱动机制作了分析。从我国目前城市扩张的研究来看, 主要从时空特征及驱动力两个层面进行分析; 在案例的选取上, 对城市扩张的研究主要集中于东部发达地区的城市, 而对中西部地区的城市研究相对较少<sup>[28-31]</sup>。长沙市作为中部地区重要城市之一, 近年来城市扩张的速度明显加快, 周国华等<sup>[32]</sup>利用 1986 年以来五个年份的土地利用基础数据及统计数据对长沙市土地扩张特征及影响因素作了较为深入的总结, 揭示了城市扩张

收稿日期: 2006-11-14; 修订日期: 2007-01-30

基金项目: 湖南省国土资源厅 2005 年软科学课题“城市建设用地扩张及其调控机制”(2005-13)及湖南省教育厅课题“转型时期长沙城市郊区化研究”(05C451)。

作者简介: 林目轩(1966), 男, 湖南洞口人, 副教授, 在读博士, 湖南大学经贸学院兼职硕士生导师。主要从事土地资源管理研究。E-mail: gtlmumuxuan@163.com

过程中的某些规律<sup>[29]</sup>，然而，在数据的实时性、可靠性方面，政府部门统计数据明显要低于卫星遥感结合 GIS 技术获取的扩张信息。本文以长沙市区为例，基于遥感影像资料，利用 GIS 空间分析功能，对长沙市区近 20 年来建设用地扩张时空特征进行分析。在中部崛起的背景下研究长沙市区建设用地扩张机理，不仅可为该市实现可持续发展及制定相关政策提供决策参考，而且可为揭示我国城市扩张规律积累研究案例。

## 1 材料与方法

### 1.1 遥感信息源

采用长沙 1986 年航片、1991 和 1996 年 TM、1999 年 ETM+、SPOT-2、2002 年 Quick Bird 和 2004 年 SPOT-5 影像等遥感数据源（如图版 2 图 1）。

### 1.2 遥感图像处理

遥感图像处理包括影像配准、影像融合、几何精校正等环节。

### 1.3 数据提取

**1.3.1 工作流程** 首先，对不同时期遥感数据进行图像处理，包括图像的镶嵌、融合以及图像增强处理。然后利用长沙市地形图（1:5 万）对影像进行几何配准。再在 6 个时期遥感影像上进行人工目视解译，解译出 6 个时期建成区边界线。同时将 1986 年与 2004 年建城区边界线之间的那部分进行地物分类，共分为 4 大类（耕地、林地、农村居民用地及其他、水域），并利用 MAPGIS 软件将 6 个时期的建成区边界线分别叠加到 1986 年的遥感影像上，最后使用 MAPGIS 软件进行空间属性统计（如面积、周长等）。

**1.3.2 变化信息的发现** 研究中主要采用主成分分析法包括差异主成分法与多波段主成分变换进行变化信息提取。这 2 种方法的核心都是基于 PC 变换的变化信息识别，由此来发现建设用地变化并产生变化模板，用此模板来指导变化信息提取。对于变化形态完整的大图斑，或整齐的直线边界（包括线状地物），用最小二乘法拟合的自动方法；对于边界破碎或由零星散列类别组合的图斑，采用色彩与纹理自动化分类方法提取。另外，在模板指出的变化区域内的影像可以进一步作监督分类处理，分类的样本可以由未变化的区域或从光谱特征样本库中取得。将分类结果进行比较，变化区域内两时相地类的属性类型决定了最终的变化情况，而将其他未变的作为一类处理。

**1.3.3 变化信息的提取** 研究中采用最大似然监督分类。监督分类是根据已知训练场地提供的样本，通过选择特征参数，建立判别函数并针对分类点进行分类的方法。即通过求出每个样本对于各类别的归属概率，将该像素分到归属概率最大的类别中去的方法。设类别  $k$  中观测到  $x$  的条件概率为  $P(x/k)$ ，则归属概率  $L_k$  可表示为如下形式的判别函数：

$$L_k = P(k/x) = \frac{P(k) \times P(x/k)}{\sum_i P(i) \times P(x/i)}$$

式中， $x$  为待分样本； $P(k)$  为类别  $k$  的先验概率，可通过训练区来决定。

最大似然分类必须知道总体的概率密度函数  $P(x/k)$ 。由于假定训练区属性数据近似服从正态分布，通过训练区，可求出其平均值、方差、协方差矩阵等特征参数，从而可求出总体的先验概率密度函数。此时，像素  $x$  归为类别  $k$  的归属概率  $L_k$  表示如下：

$$L_k(x) = \left\{ 2\pi^n (\det \sum_k) \right\}^{-1} \exp \left\{ (-1/2)(x - \mu_k)^t = \sum_i^{-1} (x - \mu_k) \right\}$$

式中： $n$  为特征空间的维数； $L_k(x)$  为像素  $x$  归并到类别  $k$  的归属概率； $x$  为像素向

量 ( $n$  维列矢量);  $\mu_k$  为类别  $k$  的平均向量 ( $n$  维列矢量);  $\det$  为矩阵  $A$  的行列式;  $\Sigma_k$  为类别  $k$  的方差、协方差 ( $n \times n$  矩阵)。

**1.3.4 图件制作与数据统计** 利用遥感图像专业处理软件 ENVI4.5 结合 MAPGIS6.5, 开展图件制作与数据统计工作。研究中, 首先将遥感分类图像分别与对应的城市扩展分类图进行叠加分析, 获得城市扩展侵占用地的类型和结构; 然后利用 GIS 的计算功能获得具体的面积。

## 2 建设用地扩张的时空过程分析

为了全面反映长沙市区建设用地扩张的时空特征, 本文采用建设用地扩张速度、建设用地扩张弹性以及城市扩张分维度等指数, 从时间和空间的角度, 对长沙市区 1986~2004 年建设用地扩张进行综合分析, 进而揭示城市扩张的时空演进规律。

### 2.1 建设用地扩张时间过程分析

**2.1.1 建设用地扩张速度分析** 建设用地扩张速度表示单位时间内土地面积变化的幅度, 其计算公式为<sup>[33]</sup>:

$$R_s = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $U_a$ 、 $U_b$  分别表示各时段开始和结束时建设用地的面积,  $T$  为研究时段的长度, 本文中时间设定为年, 即  $R_s$  为年均变化率, 计算结果见表 1。

表 1 1986~2004 年长沙市区建成区边缘周长与面积 (单位: km, km<sup>2</sup>)

Tab 1 The area and brink girth of construction land in Changsha urban area from 1996 to 2004 (unit: km, km<sup>2</sup>)

年份	1986	1991	1996	1999	2002	2004
周长	186 314	160 388	170 140	186 637	204 094	173 840
面积	87.878	93.438	109.662	119.461	132.852	173.245

由表 1 可知, 1986 年以来, 长沙市区建成区面积飞速增长, 建成区面积由 1986 年的 8787.8hm<sup>2</sup>, 增加到 2004 年的 17324.5hm<sup>2</sup>, 在近 20 年的时间里, 扩张了 1 倍左右。

为了更清楚地对 1986~2004 年这一时期内建设用地扩张的过程进行分析, 依据遥感图像获取的数据资料, 将研究的时间范围划分为 5 个时段, 对其扩张速度分别测度, 以此来比较各时段建成区扩张的差异水平, 从而探明城市大幅扩展的时间段及该时间段内建设用地扩张的驱动因素。根据式 (1), 可测算出各时段建设用地年均扩张速度 (图 2)。

由图 2 可知, 长沙市区各时段建设用地扩张速度并不一致:

1986~1991 年城市建设处于低水平发展阶段, 建设用地年均扩张速度仅为 1.27%; 1991~2002 年城市稳步发展, 建设用地扩张相应较快, 三个时段年均扩张速度分别为: 3.47%、2.98% 和 3.74%; 2002 年以来城市建设用地扩张速度明显快于前面时期, 其速度由 1999~2002 年的 3.47% 猛增至 15.20%, 2 年时间内建设用地净增约 40km<sup>2</sup>, 相当

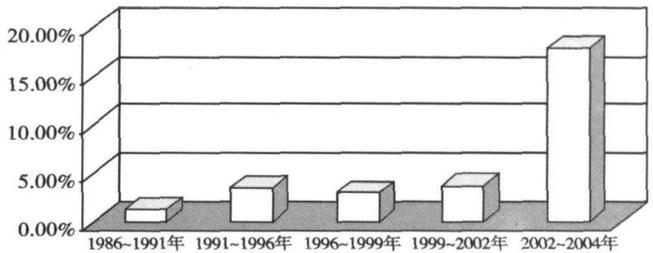


图 2 1986~2004 年各时段建设用地扩张速度

Fig 2 Expansion speed of construction land during different periods from 1986 to 2004

于 1986~2002 年 16 年间扩张的总量, 与这段时期《长株潭产业一体化规划》的实施以及“兴工强市”战略的全面部署和安排有关, 到 2004 年, 长沙市“两区六园”聚集企业 740 多家, 规模以上企业 284 家, 产值过亿的企业达 52 家, 工业化进程的加快大大助推了长沙市区建设用地的扩张。

**2.1.2 城市建设用地扩张弹性分析** 为了进一步表征建设用地扩张速度与城市人口增长速度之间的关系, 本文采用建设用地扩张弹性系数来测度不同时期长沙市区建设用地扩张特征, 其数学表达式为<sup>[34]</sup>:

$$R(i) = \frac{A(i)}{Pop(i)} \quad (2)$$

式中:  $R(i)$  为第  $i$  时段建设用地扩张弹性系数,  $A(i)$  为第  $i$  时段建设用地面积年均增长率,  $Pop(i)$  为第  $i$  时段市区人口年均增长率。根据中国城市规划设计院对历年城市化进程的分析,  $R(i)$  为 1.12 时较为合适<sup>[35]</sup>。以 1986~2004 年各时段为基本单元, 根据 (2) 式可计算出各时段建设用地扩张弹性系数 (表 2)。

表 2 1986~2004 年各时段长沙市区建设用地扩张弹性系数 (%)

Tab 2 Elasticity of construction land expansion during different periods from 1986 to 2004 in Changsha urban area (%)

时段	1986~1991	1991~1996	1996~1999	1999~2002	2002~2004
建设用地年均增长率	1.3	3.5	3.0	3.7	15.2
市区人口年均增长率	2.6	3.8	2.3	3.4	3.6
$R(i)$	0.48	0.92	1.29	1.10	4.26

由表 2 可知, 长沙市区建设用地扩张大致可划分为三个阶段: 1986~1996 年这一时期内为低速发展阶段, 建设用地扩张弹性系数尽管逐年增加, 但离 1.12 的合理标准还有一定的差距, 表现为城市建设用地扩张的速度赶不上人口增长对建设用地的需求量。1996~2002 年为合理发展阶段, 从弹性系数的值可看出这一时期内城市扩展的规模在合理的范围内上下波动, 城市扩展速度与人口增长速度之间的配比关系达到了较为合理的状态。第三阶段即 2002 年之后的两年为快速发展阶段, 弹性系数从 1.10 猛增至 4.26, 较前一时段的弹性系数增加了将近 3 倍, 表明该时期长沙市区建设用地扩张速度过快, 远远高于城市人口增长速度。人口增长与建设用地扩张数量不相协调的土地开发模式在某种程度上会增加有限土地资源的承载压力, 尤其是不可避免地侵占大量的耕地, 造成农用地的大量流失 (表 3)。2002~2004 年建设用地新增面积达 4039hm<sup>2</sup>, 占 1986 年以来建设用地扩张总量的 47.31%, 其中建设用地增加占耕地的比重达 50% 左右, 表明近 20 年来, 建设用

表 3 不同时间段长沙市区建设用地扩张占用土地面积统计表 (单位: 公顷)

Tab 3 The statistical data of the area occupied by construction land expansion at different stages in Changsha urban area (unit: hm<sup>2</sup>)

时间段	耕地	林地	水域	农村居民地及其他	建成区扩张总面积
1986~1991	284	88	115	69	556
1991~1996	941	306	214	161	1623
1996~1999	560	181	93	146	980
1999~2002	654	351	109	226	1339
2002~2004	1964	934	327	814	4039
1986~2004	4403	1860	858	1417	8538

地的扩张是以侵占耕地为主要方式。长沙市区各时段土地扩展进程见图 3。

### 2.2 建设用地扩张的空间特征分析

2.2.1 城市扩张分形特征分析 城市扩张边界分形维数主要用来反映城市土地斑块边界的曲折性和复杂性。一般说来,若城市以填充式开发模式为主要方式,则城市扩张过程中的空隙会逐渐被填充,城市边缘的不规则边界也会同时趋向规则;而当城市受到经济建设和发展的非理性影响时,城市土地的开发会处于一种相对分散、随机的状态,外围轮廓又会变得凸凹不规则<sup>[36]</sup>。该模型假设城市是一个封闭的单元,其面积为 A,边界长度为 P,边界维数 D 用来表征城市形状的复杂程度。面积一周长的分形维数计算公式<sup>[37]</sup>:

$$\ln A = \frac{2}{D} \ln P + c \quad (3)$$

式中 D 值越大,城市边界越不规则,城市的总体形态特征也就愈加复杂;而当 D 值趋小时,城市边界线的线性关系也就越强,城市发展的趋势与形态愈加明显。利用式(3)分别计算不同年份的分维数(见图 4),结果表明 1986~1991 年城市边界趋于规则,此阶段城市的发展是以填充式的发展为主要方式;1991~2002 年分维值增加缓慢,城市土地变化在空间上呈现出 irregular 的状态,这一时期新开发的土地大多较为散碎;2002 年后的分维数急剧下降,这主要是由于 2002~2004 年由于市政府西迁、省政府南迁两项工程的拉动作用促使岳麓区、天心区基础设施建设的快速发展,一定程度上改善了两区的交通条件,刺激了两区的开发与投资,此时城市的扩展表现为低密度填充式的蔓延,城市边界特征清晰化、明朗化是这一时期城市扩展的一个显著特点。

2.2.2 城市扩张方位分析 根据 1986 年长沙市区范围,通过该时点政治、经济、社会等诸多因素的综合考察来确定城市中心,以此作为城市扩张玫瑰图的原点,并选择 2004 年末城区范围的最远距离作为半径画圆,过城区中心画两条互相垂直的线,其与圆相交的 4 个点分别定为 0°、90°、180°、270°,其中 0°~

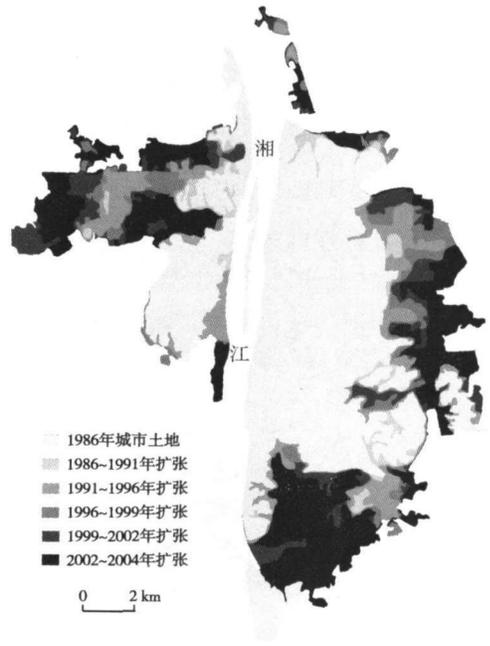


图 3 1986~2004 年长沙市区建设用地扩张进程图  
Fig 3 The process of construction land expansion from 1986 to 2004 in Changsha urban area

计算不同年份的分维数(见图 4),结果表

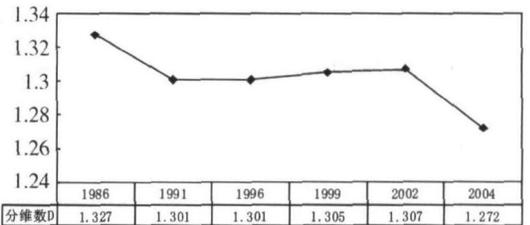


图 4 1986~2004 年长沙市不同时期分维数变化  
Fig 4 Change of fractal dimension in Changsha city during different periods from 1986 to 2004

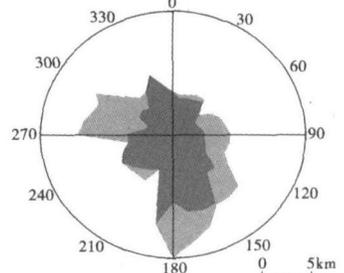


图 5 长沙市建设用地扩张玫瑰图  
Fig 5 Rose map of Changsha construction land expansion

180°为纵坐标轴线, 90°~ 270°为横坐标轴线, 并将圆周按 10°的等差序列进行弧段分割, 最后利用 GIS 技术测出各弧段与城市中心的最远距离及相邻时期距离差值, 将各点以直线连接生成玫瑰图(图 5)。结果表明, 长沙市扩展的主要方位是 NW270°~ 295°和 SE165°~ 180°。

### 3 建设用地扩张机制分析

#### 3.1 自然地理环境

自然地理环境是城市空间扩展的基本限制条件。长沙市区处于湘江和浏阳河交汇的河谷平台, 周围为地势较高的山丘, 可谓“环城皆山”。由于长沙市区处于从丘陵向平原的过渡地带, 使得这一范围的地貌呈现多样化。市区西侧为低山区, 东北侧为花岗岩低山丘陵地段, 北部河网密布水系发达, 浏阳河、捞刀河成为城市向北扩张的自然门槛; 南部为低山丘陵区, 只有中部沿江地带地势平坦, 从城市建设的成本角度来考虑, 基础设施在平原区的投入要明显低于山丘地区, 也易于安排工业项目和居住小区, 这就决定了长沙市区城市建设以湘江为中轴, 呈南北向拓展的城市开发格局。由于受山体阻隔和水系分割的限制, 城市在扩展过程中并不能像平原城市那样自然地“摊大饼”式连续扩张, 形成了目前“一主、两次、四组团”的城市空间扩张形态。

#### 3.2 经济发展及人口增长

经济发展是建设用地扩张最根本、最直接的原因: 经济发展水平越高, 一方面, 城市完善基础设施的能力越强, 就越能够吸引更多的企业和人口, 从而加快土地利用结构转化速度; 另一方面, 城市居民的生活水平相应较高, 对舒适居住环境更有偏好, 促使住宅用地向城市边缘区扩张。从近 20 年来(经济快速发展时期)长沙市区建设用地扩张了近 1 倍, 就足以证明经济发展对城市建设用地扩张的助推作用。由表 4 数据可进一步证实, 经济发展与建设用地扩张速度相关, 1986~ 1991 年 GDP 年均增长率较低, 建设用地年均增长率相应也较低, 年均增长率仅 1.3%, 而 1991~ 2002 年长沙市区 GDP 年均增长率保持较高的增长速度, 同期建设用地扩张速度也远高于 1986~ 1991 年扩张速度。值得注意的是, 2002~ 2004 年建设用地增长尤其迅速, 与该时期建设用地扩张主要受政策等其他因素的影响有关。

表 4 历年长沙建设用地与 GDP 增长率

Tab 4 The growth rate of construction land and economic development in Changsha urban area

时段	1986~ 1991	1991~ 1996	1996~ 1999	1999~ 2002	2002~ 2004
建设用地年均增长率	1.3%	3.5%	3.0%	3.7%	15.2%
GDP 年均增长率	8.07%	14.6%	12.5%	12%	14.5%

人口增长是城市建设用地扩张重要的驱动力, 人口数量在增加的同时, 推动了城市住宅、商业、工业与交通运输等产业的建设, 从而加快了城市建设用地的扩张。长沙市区人口由 1986 年的 119.27 万人, 增加为 2004 年的 202.46 万人, 而建设用地面积由 8787.8  $\text{hm}^2$  扩张到 17324.5  $\text{hm}^2$ , 两者之间相关系数达 0.935。如图 6 所示, 1986~ 2002 年, 长沙市区人口增长与城市建设用地扩张之间基本保持同步发展态势, 2002 年以来则受其他因素的影响, 人口增长对城市建设用地扩张的作用逐渐削弱。

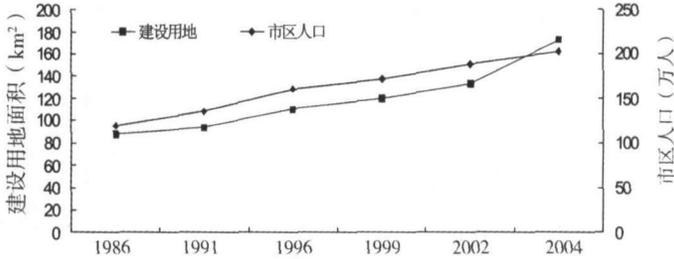


图6 长沙市区人口与建设用地变化

Fig. 6 Change of population and construction land in Changsha urban area

### 3.3 交通基础设施建设

城市是一个与外界不断进行物资交换的开放式体系,而交通基础设施的建设可以为加快物资交换速度、提高资源配置效率提供良好的硬件环境,因此,城市主要交通干线对于城市的建设起着重要的导向作用。长沙市交通建设经历了一个快速发展的过程,京广铁路贯穿南北、长石铁路连接东西,319国道、107国道、京珠高速等重要对外交通线路及凝露港、坪塘港、黄花机场的建设拓宽了城市外部扩展的空间,构建了城市便捷的水、陆、空三位一体的交通运输网络体系,打破了原有以湘江为轴线南北向开发的模式,城市土地在东西向交通干线的牵引带动作用,也迅速得到开发,城市形态由带状逐渐向椭圆形演化。另外,由岳麓大道—丽臣路、枫林路—五一大道—八一路—远大路、劳动路、金星路、潇湘路、湘江路、金霞路—芙蓉路—长沙大道、火星路所形成的“三横五纵”的市内交通网络,缩小了城市内部交易的时间距离,加速了人流、物流、信息流在整座城市流通的速度。在城市内部及外部交通网络的推拉作用下,距交通干线较近的城市边缘区土地成为城市扩张的重要目标。

### 3.4 政策与规划

政府的相关行为,作为一种激励机制或约束机制,通常会助长或制约城市土地利用变化,决定城市土地利用空间演化的方向及规模。从建设用地扩张速度来看,受1980年全国城市规划工作会议所确定的“控制大城市规模,合理发展中等城市,积极发展小城市”的发展总方针制约,长沙市区1996年以前建设用地扩张缓慢,以内部填充式为主;1996年随着改革开放的进一步深入以及市场机制的逐步完善,对形成于计划经济时期的“控制大城市规模”的城市发展方针在20世纪90年代作了相应调整,在此背景下,长沙市政府充分利用长株潭经济一体化机遇,建设用地扩张速度不断加快,尤其是在2002年《长株潭产业一体化规划》正式实施后的2年间,长沙市区建设用地年均扩张速度达到了15.20%,较前面各时段扩张速度显著提高,短短的2年时间内建设用地净增约4000hm<sup>2</sup>,相当于1986~2002年16年间城市扩张的总和。近年来,城市“退二进三”方略的实施及沿江风光带的全面建设,使得一批污染严重的工业企业由城市沿江地带转向城市郊区,城市高效的土地在政府规划的作用下得到有效的置换,推动了城市工业开发区在城市主体的基础上不断向外延伸。

从建设用地扩张方位来看,城市规划引导了长沙城市扩张的空间方向:河西新城抓住市政府西迁的契机,充分利用高校与高新技术企业集聚的优势,吸引了不少企业在此投资开发,该区的土地开发规模在原有的基础上不断向西延伸;城南新区则以复合型的城市商务副中心为定位,利用省政府向南迁移以及长株潭经济一体化的极佳机遇,加快基础设施建设,促使城市建设用地不断向长株潭融城方向扩张。《长沙市城市总体规划(2003~2020)》将长

沙市未来城市空间布局定位为“一主、两次、四组团”，基本反映了过去 20 年城市建设侧重于西北及东南部城区建设的现实状况，表明未来很长一段时间内城市的发展方向将不会发生较大的改变。

## 4 结论

(1) 在 GIS 技术的支持下，通过集成 TM/ETM、SPOT 等遥感影像资料，提取出不同时段城市扩张的边界信息。结果表明，1986 年长沙市建成区面积  $8787.8 \text{ hm}^2$ ，2004 年建成区面积为  $17324.5 \text{ hm}^2$ ，近 20 年来，建设用地扩张了将近 1 倍。尤其是 2002~2004 年，城市建设用地的扩张趋势最为明显。同我国东部地区大多数城市一样，经济快速发展时期，城市建设用地扩张速度明显加快。与 1986 年以前长沙市城市建设用地扩张主要沿湘江东侧及京广铁路呈南北带状延伸不同，近 20 年以来，长沙市边缘区的扩展速度明显加快，这与边缘区各类园区的建设关系密切。

(2) 从城市建设用地与人口的相互关系来看，近期建设用地扩张的速度已远远超过人口增长的速度。这一方面说明人们的居住生活空间与以往相比有了较大的改善，另一方面也表明长期以来粗放式的土地利用方式依然没有彻底改变。与我国东部地区大多数城市扩张相似，建设用地的扩张以占用耕地最为突出。

(3) 近 20 年来，长沙市区建设用地的扩张不同于东部地区北京的同心圆式全方位扩张、上海的沿交通干线、非均衡同心圆式扩张以及广州受复杂地形和自然条件影响而沿江发展、沿山麓延伸及沿谷地快速扩张的特征<sup>[38]</sup>；也不同于南京的沿交通线向外迅速扩张、深圳的与交通干线、距城市中心区的成本距离、坡度、距城镇用地的最近距离密切相关的城市扩张、石家庄的圈层式向外扩张<sup>[24]</sup>，更不同于西部干旱地区城市“以水为魂，量水扩张”的模式<sup>[39]</sup>，而是沿城市周边呈飞地式扩张以及近期低密度填充式的蔓延，这与发展政策及城市的区位条件关系密切，如市政府西迁、省政府南迁两项工程的拉动作用促使岳麓区、天心区基础设施建设的快速发展，另外，长株潭的加速融城也是城市向南扩张的一个重要原因。

(4) 城区扩张方向的主要方位是  $\text{NW}270^\circ \sim 295^\circ$  和  $\text{SE}165^\circ \sim 180^\circ$ 。反映了城市行政中心的转移及长株潭区域规划的实施对城市扩展方向的牵引作用。随着《长株潭城市群区域规划 2003~2020》的实施，未来长沙城市的空间发展将是多中心组团式（即星马新城、河西新城、高塘岭组团、星城组团、含埔组团、坪塘组团、丁字组团、捞霞组团、城南组团）的扩展，城市空间扩展方向将日趋合理化。

对于长沙市区建设用地扩张驱动机制的量化研究以及如何合理调控建设用地扩张，结合元胞自动机动态模拟城市建设用地演变趋势，建设用地扩张的生态环境效应等问题有待今后作进一步的深入研究。

## 参考文献:

- [1] Weber C, Puissant A. Urbanization pressure and modeling of urban growth: example of the Tunis Metropolitan Area. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 86(3): 341~352
- [2] Murakamia A, *et al.* Trends in urbanization and patterns of land use in the Asian mega cities Jakarta, Bangkok, and Metro Manila. *Landscape and Urban Planning*, 2005, 70(3): 251~259
- [3] Shoshany M, Goldshleger N. Land-use and population density changes in Israel—1950 to 1990: an analysis of regional and local trends. *Land Use Policy*, 2002, 19(2): 123~133
- [4] Batty M, Xie Y, Sun Z. The dynamics of urban sprawl. Working Paper Series, Paper 15, 1999 Centre for Ad-

- vanced Spatial Analysis, University College, London. ([http://www.casa.ac.uk/working\\_papers/](http://www.casa.ac.uk/working_papers/)).
- [ 5 ] Torrens P M, Alberti M. Measuring sprawl. Working paper no. 27, 2000. Centre for Advanced Spatial Analysis, University College, London ([http://www.casa.ac.uk/working\\_papers/](http://www.casa.ac.uk/working_papers/)).
- [ 6 ] Epstein J, Payne K, Kramer E. Techniques for mapping suburban sprawl. *Photogrammetr. Eng. Remote Sens.* 2002, 63 (9): 913~ 918.
- [ 7 ] Yeh A G O, Li X. Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy. *Photogrammetr. Eng. Remote Sens.*, 2001, 67 (1): 83.
- [ 8 ] Jothimani P. Operational urban sprawl monitoring using satellite remote sensing: excerpts from the studies of Ahmedabad, Vadodara and Surat, India. Paper presented at 18th Asian Conference on Remote Sensing held during October 20-24, 1997, Malaysia.
- [ 9 ] Sudhira H S, Ramachandra T V, Jagadish K S. Urban sprawl pattern recognition and modelling using GIS. Paper presented at Map India, 2003, New Delhi. January 28~ 31, 2003.
- [ 10 ] Barnes K B, Morgan III J M, Roberge M C, Lowe S. Sprawl Development: Its Patterns, Consequences, and Measurement. Towson University, Towson. ([http://www.chesapeake-towson.edu/landscape/urbansprawl/download/Sprawl\\_white\\_paper.pdf](http://www.chesapeake-towson.edu/landscape/urbansprawl/download/Sprawl_white_paper.pdf). 2001.)
- [ 11 ] ICIMOD. Integration of GIS, remote sensing and ecological methods for biodiversity inventory and assessment. In *Issues in Mountain Development*. ([http://www.icimod.org/net/web/publications/Issues\\_Mountain\\_6.pdf](http://www.icimod.org/net/web/publications/Issues_Mountain_6.pdf) 1999).
- [ 12 ] Civco D L, Hurd, J D, Wilson E H, *et al.* Quantifying and describing urbanizing landscapes in the Northeast United States. *Photogrammetr. Eng. Remote Sens.*, 2002, 68 (10): 1083~ 1090.
- [ 13 ] Clarke K C, Hoppen S, Gaydos L. Methods and techniques for rigorous calibration of a cellular automaton model of urban growth. In: *Proceedings of the Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modelling*, Santa Fe, New Mexico, January 21~ 25, 1996.
- [ 14 ] Foody G M. Thematic mapping from remotely sensed data with neural networks: MLP, RBF, PNN based approaches. *J. Geograph. Syst.*, 2001 (3), 217~ 232.
- [ 15 ] 朱会义, 何书金, 张明. 环渤海地区土地利用变化的驱动力分析. *地理研究*, 2001, 20(6): 669~ 678.
- [ 16 ] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 我国城市用地扩张的驱动力分析. *经济地理*, 2003, 23(5): 635~ 639.
- [ 17 ] 王玉华, 刘彦随, 周应华. 沿海发达地区土地利用转换的人文驱动机制研究——以温州市为例. *地理科学进展*, 2004, 23(2): 43~ 50.
- [ 18 ] 闫小培, 毛蒋兴, 普军. 巨型城市区域土地利用变化的人文因素分析——以珠江三角洲地区为例. *地理学报*, 2006, 61(6): 613~ 623.
- [ 19 ] 朱英明, 姚士谋, 李玉见. 我国城市化进程中的城市空间演化研究. *地理学与国土研究*, 2000, 16(2): 12~ 16.
- [ 20 ] 刘纪远, 王新生, 庄大方, 等. 凸壳原理用于城市用地空间扩展类型识别. *地理学报*, 2003, 59(6): 885~ 892.
- [ 21 ] 王新生, 刘纪远, 庄大方, 等. 中国特大城市空间形态变化的时空特征. *地理学报*, 2005, 60(3): 392~ 400.
- [ 22 ] 黎夏, 叶嘉安. 利用遥感监测和分析珠江三角洲的城市扩张过程——以东莞市为例. *地理研究*, 1997, 16(4): 56~ 62.
- [ 23 ] 薛东前, 王传胜. 无锡城市用地扩展的时空特征与趋势分析. *资源科学*, 2003, 25(1): 9~ 11.
- [ 24 ] 肖捷颖, 葛京凤, 沈彦俊, 等. 基于 GIS 的石家庄市城市土地利用扩展研究. *地理研究*, 2003, 22(6): 789~ 798.
- [ 25 ] 马荣华, 陈雯, 陈小卉, 段学军. 常熟市城镇用地扩展分析. *地理学报*, 2004, 59(3): 418~ 426.
- [ 26 ] 匡文慧, 张树文, 张养贞, 等. 1990 年以来长春市土地利用空间扩张机理分析. *地理学报*, 2005, 60(5): 841~ 850.
- [ 27 ] 张心怡, 刘敏, 孟飞. 基于 RS 和 GIS 的上海城市建设用地扩展研究. *长江流域资源与环境*, 2006, 15(1): 29~ 33.
- [ 28 ] 曾辉, 蒋峰, 李书娟. 南昌地区城市建成区景观结构特征对建设用地扩张的影响. *生态学报*, 2004, 24(9): 1931~ 1937.
- [ 29 ] 吴宏安, 蒋建军, 周杰, 等. 西安城市扩张及其动机分析. *地理学报*, 2005, 60(1): 143~ 150.
- [ 30 ] 张新焕, 杨德刚, 陈曦. 乌鲁木齐近 50 年城市用地动态扩张及其机制研究. *干旱区地理*, 2005, 28(2): 263~ 269.
- [ 31 ] 除多, 张锦锂, 郑度. 拉萨地区土地利用变化情景分析. *地理研究*, 2005, 24(6): 869~ 876.
- [ 32 ] 周国华, 贺艳华. 长沙城市土地扩张特征及影响因素. *地理学报*, 2006, 61(11): 1171~ 1180.
- [ 33 ] 朱会义, 李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论. *地理学报*, 2003, 58(5): 643~ 649.
- [ 34 ] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 20 世纪 90 年代中国大中城市建设用地扩张及其对耕地的占用. *中国科学(D 辑)*, 2004,

34(12): 1157~ 1165

- [35] 萧笃宁. 城市化进程与土地资源的可持续利用. 云南地理环境研究, 1997, 9(1): 32~ 39
- [36] 尹奇, 吴次芳. 理性增长——美国城市增长的新理念. 中国矿业大学学报, 2005(3): 73~ 76
- [37] Batty M, Longley P A. Fractal-based description of urban form. Environment and Planning and Design, 1987, 14(2): 123~ 134
- [38] 梁书民, 金陶陶. 中国大城市建成区扩张与城郊耕地保护研究. 环境保护, 2005, (11): 59~ 63.
- [39] 方创琳, 步伟娜. 水资源约束下河西走廊的城市竞争能力与扩张幅度研究. 地理科学, 2004, 24(5): 513~ 521.

## A study on spatial-temporal features of construction land expansion in Changsha urban area

LIN Mu-xuan<sup>1</sup>, SHI Ying-chun<sup>2</sup>, CHEN Yang-fen<sup>2</sup>, YU De-qing<sup>3</sup>,  
He Qiong-feng<sup>2</sup>, WANG Liang-jian<sup>2</sup>

(1 School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2 College of Economics and Trade, Hunan University, Changsha 410079, China;

3 Remote Sensing Center of Hunan, Changsha 410007, China )

**Abstract:** Construction land expansion is one of the notable features of urbanization. Analyzing the spatial-temporal features of construction land expansion can enhance the understanding of the nature of urbanization and provide with the grounds of decision-making for urban sustainable development. Based on the review of related research on construction land expansion at home and abroad, this paper takes Changsha urban area as an example, which is one of the most important cities in Central China. First, data on the variation of construction land in Changsha are obtained by employing the statistic and analytic function of GIS on the spatial data from remote sensing image data in different periods. Then the characteristics of construction land expansion are identified by using several methods in analyzing the spatial-temporal features of Changsha urban area from 1986 to 2004, which include expansion speed, expansion elasticity, fractal dimension, and rose map. The results obtained show that, during the last 20 years, the area of construction land has almost doubled, which is more obvious during the 2002-2004 period. Considering the relationship between the construction land area and population, the expansion speed of the construction land is far beyond that of the population, of which the erosion of arable land is most prominent. At present, the city sprawls by the way of low-density fill and the main direction of city expansion is NW270°-295° and SE165°-280°. Besides economic development and population growth, policy is also one of the important driving forces in construction land expansion. Especially in recent years, policy factor turns out to be the most determinant factor. In the future, the expansion mode of Changsha city will be that of mono-centric groups, and the direction of expansion will be more rational.

**Key words:** construction land expansion; spatial-temporal features; Changsha urban area

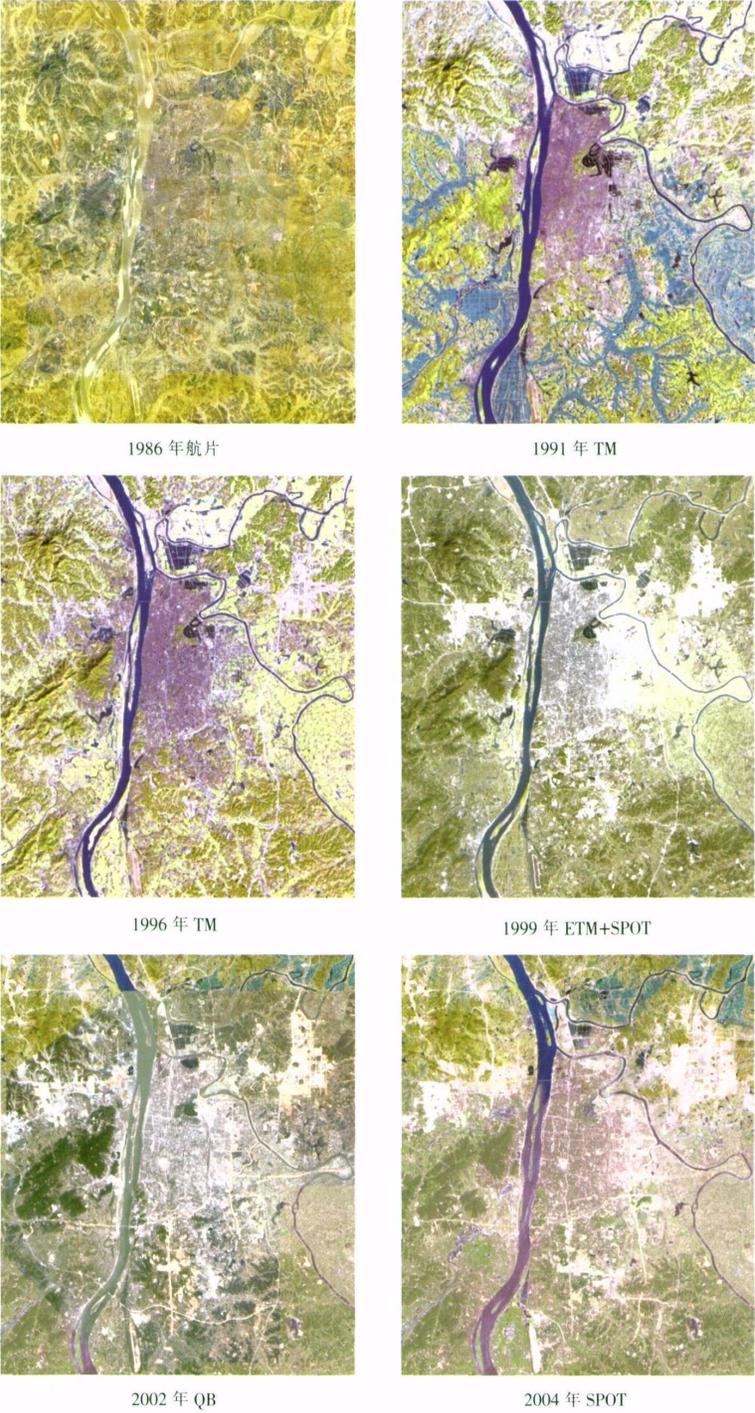


图 1 长沙市区不同平台、不同时相的遥感数据源

Fig.1 Remote sensing data sources of different platforms and stages in Changsha urban area