

# 快速城市化地区建设用地沿城市化梯度的扩张特征 ——以南昌地区为例

李书娟, 曾 辉\*

(北京大学城市与环境学系, 北京 100871)

**摘要:** 在利用遥感资料进行了多时段建设用地制图的基础上, 对江西省南昌地区自 1988 年以来, 在城市化梯度上的建设用地增长过程和行为特征进行了研究。结果显示, 研究时段内工作区内的建设用地在不同城市化指数区间的分布差异逐步增加, 并形成了城市核心区和农村地区两个绝对量分布中心。建设用地斑块的扩张过程可以明显地分成外围增长、合并增长和独立增长 3 种模式, 其峰值分布区间分别位于城市化指数为 0.6~0.7、0.3~0.4 和 <0.2 的区间, 即上述 3 种增长模式分别是城市核心区、城乡过渡带地区和农村地区的代表性建设用地增长过程。比较不同增长模式的贡献率和影响范围发现, 外围增长模式和合并增长模式是工作区内两种主要的建设用地增长过程, 并且对城市化指数较低的农村地区建设用地增长的贡献率亦高于该区域代表性的独立增长过程。

**关键词:** 建设用地; 扩展模式; 城市化; 南昌市

## The expanding characteristics study of built-up land use along the urbanization gradient in quickly urbanized area: a case study of Nanchang area

LI Shu-Juan, ZENG Hui (Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(1): 55~62.

**Abstract:** Urbanization is mostly represented by the increasing of built-up area. In a region where rapid urbanization is dominated by major cities, the expansion of built-up area is a complex process including patch expanding and amalgamating, and continuous new patch emerging. The process is constrained from the development needs of a city as well as the carrying capacity of disposable land resources. It is predicted that built-up patches have significant difference in expanding among the regions with different urbanization levels. The variation, on one hand, will determine the general characteristics of urban expansion; and on the other hand, it will significantly affect the dynamic changes of the peripheral landscape elements of a city.

The former urban landscape studies have made quite a deep analysis on the quantitative characteristics of built-up area expansion; however, there is a shortage in study on the spatial change characteristics, especially on the expansion and modes of built-up area in regions with different urbanization levels. The shortage now poses a significant barrier for integrated analysis of the laws of urbanization and clear identification of the ecological effects. Taking Nanchang City as well as its peripheral area as a case, this paper uses 4 temporal remotely sensed data collected from 1988 to 2000, to analyze the general expansion characteristics of the built-up area and the expansion modes of built-up patches along the urbanization gradient. It also dissects the spatial variation characteristics of the urban development of Nanchang City; and meanwhile, discusses some new ideas in urbanization study.

In the study periods, the absolute quantitative distribution of the built-up area in the working area has evolved from slight difference in the domains of various urbanization indices at the beginning to the pattern with ever increasing divergence later

**基金项目:** 国家基础发展规划资助项目(G2000046807); 国家自然科学基金资助项目(40171091)

**收稿日期:** 2002-10-30; **修订日期:** 2003-04-15

**作者简介:** 李书娟(1978~), 女, 江苏淮安人, 硕士生, 主要从事景观生态学研究。

\* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: hzeng@urban.pku.edu.cn

**Foundation item:** National Basic Development Planning Project (No. G200046807), and National Natural Science Foundation (No. 40171091)

**Received date:** 2002-10-30; **Accepted date:** 2003-04-15

**Biography:** LI Shu-Juan, Master candidate, Major research field: landscape ecology.

on. By the end of 2000, two areas with concentrated distribution of built-up land have been formed, an urban core area with its urbanization index above 0.8 and a rural area with its urbanization index below 0.2. The divergence indicates that the ever expanding of the core area and the gradual outspreading of the dottedly distributed residents in rural area are two main processes that lead to the rapid increase of the built-up area during the studied periods.

All the yearly average peak values of new built-up area in the compared stages occurred in the urban-rural ecotone area, where there is the mostly increasing of new built-up area promoted by the local urbanization requirements. By comparing the yearly average new built-up area curves, it is found that the urbanization development in 1988~1991 and 1998~2000 exceeds far that in 1991~1998 in pace. The phasic difference indicates the increase speed of new built-up area in the studied area is not even.

Upon the expansion characteristics of patches, the increases of built-up area in the studied area can be categorized into three modes, peripheral increase, amalgamated increase and isolated increase. Peak value of the peripheral increase mode occurs in areas with urbanization index ranging from 0.6 to 0.7, and this mode is the dominant form for the built-up area increase in urban core areas. Peak value of the amalgamated increase mode occurs in areas with urbanization index ranging from 0.3 to 0.4, and this mode is the main form for the built-up area increase in urban-rural ecotone areas. Peak value of the isolated increase mode occurs in rural areas with urbanization index below 0.2.

By analyzing the contribution rates of the increase modes in increase of built-up area in the studied area, it is found that the contribution rates of the peripheral and amalgamated increase modes exceed far that of the isolated increase mode. Thus the former two are main modes of built-up area increase. Not only are the peripheral and amalgamated increase modes the main forms of built-up area increase in urban core areas and urban-rural ecotone areas, but they have higher contribution rates of built-up area increase in rural areas with low urbanization index.

**Key words:** built-up area; expanding mode; urbanization; Nanchang City

文章编号: 1000-0933(2004)01-0055-08 中图分类号: Q14, Q149, X171.4 文献标识码: A

建设用地不断增加是快速城市化地区景观结构变化的最显著标志<sup>[1~4]</sup>,这一动态过程不但迅速改变了城市地区的景观整体格局,还对城市周边的自然和农业景观格局变化产生显著的影响<sup>[5~7]</sup>。建设用地增长是由斑块的扩展、合并和新斑块不断出现共同构成的一个复杂过程,该过程不但受制于城市自身的发展需求,还受到地形、区位、交通和后备土地资源禀赋等诸多内外部条件的约束<sup>[8~10]</sup>。几乎所有有大城市存在的地区,城市化发展水平的空间分异都会形成由城市核心区、郊区(城乡过渡带地区)和农村地区组成的三元地域结构,并构成显著的城市化梯度<sup>[11~14]</sup>。这种城市化梯度可以综合地反映后备土地资源供给能力、交通条件、城市管理水平、基础设施支持能力以及土地开发效益的差异,因而是对建设用地增长具有重要影响的综合性因子。在进行城市景观格局空间格局分析过程中,这种城市化梯度差异可以利用景观组分的空间差异进行表达<sup>[15]</sup>。其中,最能代表城市化水平地域差异的景观组分无疑是城市建设用地密度,本文也将基于这一点来构建城市化梯度。

现有城市景观生态研究对于城市化地区建设用地扩张的数量特征进行了比较深入的分析<sup>[16~20]</sup>,但是其空间行为分异特征,特别是沿着城市化梯度上建设用地斑块扩张行为与模式研究还比较少见。填补这一研究空白不仅有助于综合分析城市化过程特点及合理揭示其生态效应,还可以为基于斑块动力学的城市景观动态模型建设提供科学依据。本文以南昌市及周围地区为例,在1988~2000年4个时段景观遥感制图资料的支持下,研究城市建设用地在城市化梯度上的总体扩张行为和不同建设用地斑块扩张模式的时间和空间分异特点,并对工作区城市建设用地扩张行为的内、外部影响因素进行分析。需要说明的是,本文主要是在多时段城市建设用地制图的基础上,从其增长的总量、空间分布和行为上进行空间分异分析,没有专门分析各种城市化要素(如人口、基础设施等)对建设用地的扩张影响细节。

## 1 工作区及方法论简介

### 1.1 工作区简介及基础数据预处理

本文研究区为垂直于赣江南昌市段的一条斜长的带状区域,其西北和东南边界分别为南昌市西部边界和南昌县东部边界,东北和西南边界为沿着南昌市区的外边缘点设置的两条平行线。该区域包括南昌市区全部、新建县城区在内的部分地区和南昌县城区在内的部分地区,总面积为1512 km<sup>2</sup>。选择该区域作为研究区的理由如下:(1)该区域包括梅岭低山丘陵区、昌北山前丘陵地区和赣江东部平原地区,基本上涵盖了南昌市周围地区的所有地貌类型;(2)该工作区长轴方向与南昌市城市化发展的轴线方向相同,这种工作区选择可以更准确地了解南昌市中心区带动下城市化过程对建设用地扩张行为的影响;(3)新建县城区和南昌县城区是南昌市周围两个最大的次级城市化发展单元,将他们包含在工作区内有助于更全面反映南昌市周边地区的

城市化发展特征。

本研究的基础数据来源于 1988、1991、1998 和 2000 年的 4 景 TM 卫星影像数据。在经过地面调查了解不同类型建设用地的基本影像特征后,利用 Erdas8.4 系统将所有建设用地类型提取出来后合并完成了用于分析的四景建设用地分布图。为充分反映该地区城市化过程引起的建设用地扩张行为特征,避免一些农村地区数量众多的小型分散居民点对分析结果产生噪声干扰,生成的建设用地分布图进行了  $3 \times 3$  四方向的滤波处理。在影像数据分析过程中,因只提取建设用地斑块且建设用地影像特征与其他用地类型之间差异较大,基本上不存在“同谱异物”和“同物异谱”方面的干扰。经检验,野外调查中记录到的约 100 处有建设用地分布的地点,与分类结果完全吻合,建设用地分布图件的制图精度可以满足分析要求。

## 1.2 方法论简介

**城市化梯度模板的生成** 城市化发育水平的差异主要体现在单位面积内建设用地面积比重的差异<sup>[21~23]</sup>,本研究就是根据这一理论构建城市化梯度模板。首先,利用  $10 \times 10$  个像元的样地对四景建设用地分布图进行覆盖全区的系统采样,分别计算每个样地的建设用地指数,计算公式如下:

$$C_i = (C_a/T_a) \times 100\%$$

式中, $C_i$  为样地的建设用地指数, $C_a$  为样地中的建设用地面积(像元), $T_a$  为样地总面积(像元)。从公式中不难看出,建设用地指数为单位面积内的建设用地面积密度值。下文中城市化梯度分异制图的横坐标均为该指数值。

其次,将样地建设用地指数计算结果赋给样地中心点,然后利用插值方法生成四幅建设用地指数等值线图(工作区内南昌附近 1988 和 2000 年城市建设用地分布图及插值分析结果参见图 1)。最后,将四景插值图中不同城市建设用地指数区域单独提出并存档成模式文件,作为下一步统计和分析各时段不同城市化梯度区域内建设用地的扩张行为的图形切割模板。将插值结果与实地调查结果对照分析后确定,等值线值在 0.6~1.0 区间的区域为城市中心区;0.2~0.6 区间相当于郊区(城乡过渡带地区);低于 0.2 的地区为典型的农村地区。工作区内的快速城市化过程导致不同时段各建设用地指数区间的面积发生剧烈变化(表 1),除建设用地指数为 0 的区域显著减少外,其它指数区间的面积比重均大幅度增加。

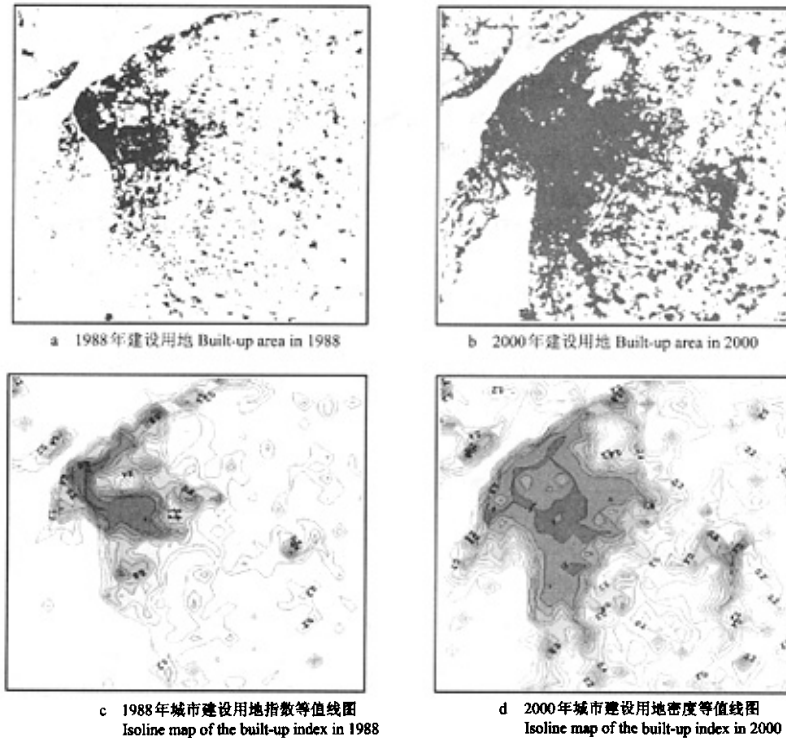


图 1 南昌周围地区 1988、2000 年建设用地及其密度等值线图

Fig. 1 Built-up patches and its area density isoline maps in 1988 and 2000 around Nanchang City

新增城市建设用地在城市化梯度上的分异分析 利用各年份城市化梯度模板对各自对应的四景建设用地分布图进行切割,分别统计不同建设用地指数区域内,建设用地的实际面积;再利用叠图方法确定 1988~1991、1991~1998 和 1998~2000 年 3 个时段新增建设用地分布图。然后利用各比较时段前一年度的城市化梯度模板切割新增建设用地分布图,统计不同建设用地指数区间内新增建设用地的面积,并计算新增建设用地扩展指数,公式如下:

$$Ni = (Na/Mi) \times 100\%$$

式中,  $Ni$  为新增建设用地扩展指数,  $Na$  为某一建设用地指数区域内新增建设用地面积(像元),  $Mi$  为建设用地指数区域面积(像元)。

表 1 1988、2000 年不同城市化指数区域的面积分布 (km<sup>2</sup>)

Table 1 Area proportions of different urbanization index region in 1988 and 2000

年份 Year	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1988	1377.9	63.3	20.6	12.3	9.6	8.3	6.4	4.2	3.6	5.8	0.2
2000	1124.7	172.3	73.5	36.6	22.3	16.1	11.5	10.5	11.9	25.3	7.6

不同扩张模式新增建设用地在城市化梯度上的时空分异特征研究方法是,使用自行编制的图形分析模块,将新增建设用地分成独立增长型、外围扩展型和合并扩展型 3 种模式类型,并分别制作成分布图。在技术实现上,扫描新增建设用地斑块,若不与原有建设用地斑块连接,则为独立增长型;若只与一个原有的建设用地斑块连接,则为外围扩展型;若与两个或两个以上原有建设用地斑块连接,则为合并扩展型。用不同比较时段前一年度的城市化梯度模板分别切割上述 3 种分布图,然后统计每种增长模式产生的新增建设用地在城市化梯度上的分布情况,计算各种增长模式的新增建设用地扩展指数(计算公式同上),并通过同一模式不同阶段的比较和同一阶段不同模式的比较,研究各增长模式沿着城市化梯度的时空分异特征行为特征。由于所比较的各阶段时间差异较大,为确保新增建设用地扩展指数具有可比性,所有指数计算结果均使用比较时段的时间间隔换算成为年增长率。

3 建设用地的总体扩张行为分析

工作区自 1980s 年代末期以来经历了一个快速城市化过程,在短短 12a 的时间里,建设用地面积比重增加了近 300%,总面积达到 236km<sup>2</sup>。与此同时,斑块数量增加了 60%,平均斑块面积增加了 150%(表 2)。值得注意的是,从实地调查结合卫星影像制图结果分析发现,工作区建设用地快速增加除了由于南昌市中心城区以及新建县和南昌县中心区面积不断扩张外,农村地区小城镇的高速发展对建设用地膨胀具有重要的促进作用,特别是 1990's 年代后期,这一途径使得广大农村地区的建设用地面积大幅度增加。

从建设用地沿城市化梯度的分布特征看(图 2),研究起始阶段的 1988 年不同城市化指数区域内建设用地面积的绝对值没有较大的差别,即没有向某个指数分布区间集中的倾向性。2000 年与 1988 年相比,出现了明显的差异,除了因建设用地面积整体规模扩大导致各个指数区间面积总量均高于 1988 年外,在城市化梯度分布上还显示出两个显著集中分布区域,即建设用地指数高于 0.8 的城市核心区和低于 0.2 的农村地区。也就是说研究时段内,中心城市建设用地面积快速膨胀的同时,广大农村地区成为建设用地规模增速最快的地区。

过去 10a 来,农村地区一大批小城镇的崛起,是建设用地规模扩大的最主要原因。比较 1988 年和 2000 年的景观解译图发现,这种小城镇斑块(单一斑块面积在 0.5km<sup>2</sup> 以上)的数量由 1988 年 55 个上升到 2000 年 525 个,面积占农村地区建设用地总面积由 1988 年 22.8% 上升到 2000 年的 60.5% 以上。农村地区建设用地规模扩大的另一个主要原因是 1988 年一些村庄由于规模较小,在滤波处理过程中被过滤掉,到 2000 年很多村庄规模显著增加,面积超过了滤波处理设定的滤出标准,导致建设用地面积显著增加。实地调查中了解到农村地区村庄规模显著增加的原因有两个方面:(1)当地农民在收入

表 2 建设用地的基本格局指数

Table 2 Pattern indices of built-up patches

格局指数 Pattern indices	1988	1991	1998	2000
总面积 Total area(km <sup>2</sup> )	59.71	87.14	157.55	236.42
面积比重 Area percentage(%)	3.95	5.76	10.42	15.63
斑块数量 Patch number(个)	2666	2411	3461	4311
平均斑块面积 Average patch area(km <sup>2</sup> )	0.02	0.04	0.05	0.05

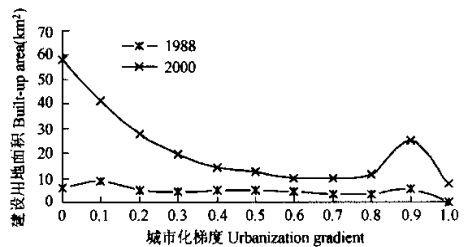


图 2 建设用地在城市化梯度上的面积分布频率

Fig. 2 Distribution proportion of built-up area along the urbanization gradient

水平不断提高之后,一些小村庄建设用地规模不断扩大以适应当地农民对住房的需求;(2)在一些水毁村庄重建和为缓解农业用地紧张矛盾而进行的撤村并镇工作中,不断涌现一些规模较大的农村居民点。

新增建设用地在城市化梯度上的分布特征可以揭示出城市化发展速度最快的区域所在以及不同建设用地指数区间内,建设用地增长的差异特征。图 3(a)为工作区 3 个比较时段内年均新增建设用地在不同建设用地指数区间内的分布情况,从中可以发现以下几个方面的基本特征:(1)3 个比较时段内建设用地增长速率最快的区域为建设用地指数为 0.4 的区间,这一区间是城乡过渡带的核心区域,各个比较时段内城乡过渡带所有建设用地指数区间的建设用地增长速率均高于其他地区,显示出这一区间为整个工作区内城市化发展速度最快的地区<sup>[24-26]</sup>;(2)从城市发展的驱动机理分析,原有建设用地规模对新建设用地的增长具有重要的促进作用,但一些低城市化发展区域(如建设用地直属小于 0.1 的区域)的建设用地增长速率显著大于高度城市化区间(如建设用地指数大于 0.9 的区域),这无疑在不同区域内可利用土地资源约束影响的结果;(3)1988~1991 年和 1998~2000 年是工作区内两个城市化发展速度较快的时段,具体表现为其年均新增建设用地的总量和不同建设用地指数区间的增量均高于 1991~1998 年期间,特别是城乡过渡带地区,这种增量差距更加显著。这一结果说明,工作区研究时段内的城市化发展进程是不均匀的。

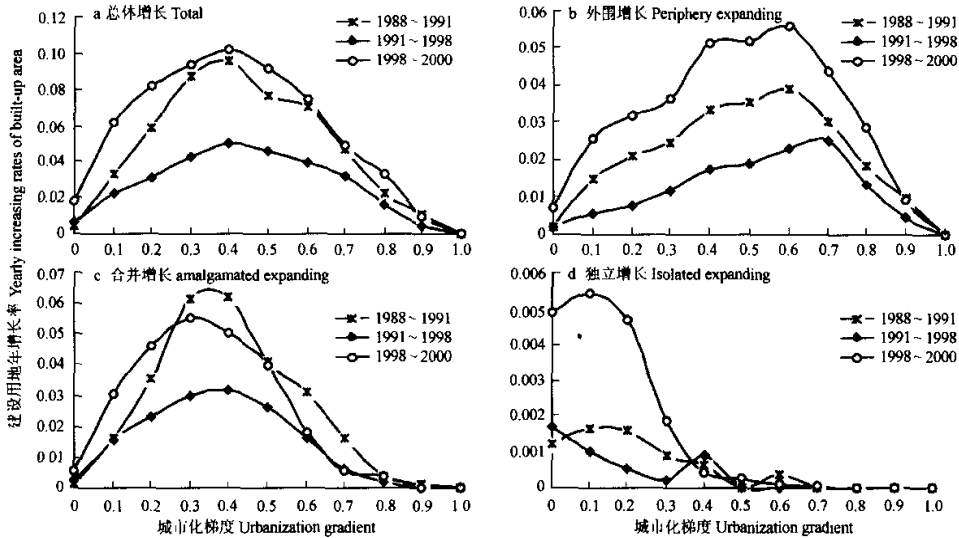


图 3 年均新增建设用地在城市化指数梯度上的分布特征

Fig. 3 Distribution proportions of the increased built-up area per year along the urbanization gradient

#### 4 城市建设用地的基本扩张模式分析

对于快速城市化地区而言,建设用地的持续扩张是一种在城市和社会经济发展需求驱动下的整体区域性过程。但是,在不同城市化发展水平的区域内,特定的建设用地斑块扩张行为差别非常明显。大型的城市核心区斑块不断向外扩张;一些城市边缘地区的孤立斑块逐步合并成大斑块,成为新的建设用地增长核;那些原来无建设用地斑块分布的地区,因资源限制性程度低和各种内外条件不断成熟而不断被开辟成为新的建设用地斑块。根据上述建设用地的扩展特点,本文将新增建设用地增长形式分为独立增长模式、外围增长模式和合并增长模式。工作区研究时段内 3 种增长模式的基本特征参数如表 3 所示。

表 3 的结果显示外围增长的斑块数量最多,独立增长次之,合并增长的斑块数量最少。从新增建设用地面积占全部建设用地增长面积比重的比重看,外围增长和合并增长面积占总增长面积的比重平均(3 个时段平均)都在 40% 左右,而独立增长面积比重平均只有 15% 左右。上述结果显示工作区研究时段内建设用地增长的以下几个特点:(1)外围增长模式是全区一种普遍的建设用地增长方式,在各个比较时段内,都有半数以上的建设用地斑块采用这种增长模式;(2)合并增长尽管涉及的斑块数量较小,但其绝对增长数量平均是 3 种增长模式中最高,即采用这种增长模式的斑块,其每个个体的增长效率要显著高于其他两种增长模式的斑块;(3)独立增长模式虽然涉及的斑块数量比较多,但其绝对增长面积比重相对较低,属于辅助型建设用地增长方式;(4)由于研究时段内工作区高速的城市化过程,大量的建设用地斑块不断向外围扩张;城市核心区扩张导致城郊范围不断扩张,原有的分散型城镇斑块不断合并,最后与城市核心区融合;加上一些居住、旅游等建设项目不断向城市远郊区扩散,导致

研究时段内所有增长模式的斑块数量均有大幅度增加。

表 3 不同增长模式的基本特征参数

Table 3 Characteristics parameters for different expanding models		1988~1991	1991~1998	1998~2000
增长模式 Models	特征参数 Characteristics parameters			
外围增长 Periphery expanding	斑块数量 Patch number(个)	2044	2689	4369
	新增总面积 Total new increased area(km <sup>2</sup> )	13.42	23.18	36.55
	占新增总面积比率 Rate of total increased area(%)	43.23	33.32	43.94
合并增长 Amalgamated expanding	斑块数量 Patch number(个)	300	409	611
	新增总面积 Total new increased area(km <sup>2</sup> )	13.02	35.19	34.20
	占新增总面积比率 Rate of total increased area(%)	41.95	49.03	41.12
独立增长 Isolated expanding	斑块数量 Patch number(个)	968	2019	2124
	新增总面积 Total new increased area(km <sup>2</sup> )	4.60	12.77	12.43
	占新增总面积比率 Rate of total increased area(%)	14.82	17.79	14.94

不同时段各增长模式年均新增建设用地面积比率在城市化梯度上的分布特征如图 3(b)、(c)、(d)所示。其中,外围增长模式年均建设用地增长率的峰值区在城市化指数为 0.6~0.7 之间,合并增长模式的峰值区在 0.3~0.4 之间,而独立增长模式的峰值区均小于 0.2。这种频率分布特征充分反映了不同城市梯度区间的建设用地斑块增长行为差异特点,即外围增长模式是城市核心区建设用地斑块的一种主要增长方式,而合并增长方式为城乡过渡带地区一种优势的建设用地增长模式,孤立增长方式则主要出现在农村地区。

造成这种模式差异的主要原因无疑是土地资源供给和城市自身发展行为双重约束的结果。城市核心区由于土地资源供给紧张,大型核心区建设用地斑块只能采取向外部扩张的方式来不断增加建设用地规模以满足城市发展需要;城乡过渡带地区由于建设用地密度低,土地资源供给的约束性影响比较弱,但这一地区城市化发展的主要趋势不是单纯的铺摊子,而是将原有的分散性质的建设用地斑块进行整合,以满足城市相对集中发展和管理的需要;广大的农村地区由于建设用地密度低,除原有的建设用地斑块因村镇建设需要而不断扩张或进行合并外,大量新的建设用地斑块也因为当地的发展需求而大量涌现,成为建设用地增长的重要来源之一。此外,一些旅游、休闲项目和独立的城市居住区开发项目逐步向农村地区扩散,也促进了新建设用地斑块数量的增长。

从同一时段不同增长模式在城市化梯度上的分布范围看(图 4),孤立增长模式主要出现农村地区,在城市化指数大于 0.3 城乡过渡带和城市核心区,该模式对新增建设用地的贡献率很低;合并增长模式则主要对城乡过渡带地区和农村地区建设用地的增长贡献比较显著;在城市核心区该模式的影响显著小于外围增长模式;外围增长模式作为城市核心区的一种优势建设用地增长模式,对城市化指数较低区域建设用地增长的贡献率亦保持较高水平,甚至高于城市核心区某些高城市化指数地区。也就是说,建设用地斑块不断向外部扩张是一种覆盖全区的普遍过程。

从单一时段 3 种模式的对比分析中可以明显反映出不同增长模式的影响覆盖范围,从图 4 可以看出,不同增长模式的显效区域具有显著差别,特别是合并增长模式及外围扩张模式对于低城市化指数区域建设用地增长的贡献率甚至高于主要出现在这一区域的孤立增长模式。因其它时段的情形与 1998~2000 时段基本相同,这里就不再赘附相关图件了。由此看来,外围增长方式及合并增长模式是工作区两种主流的建设用地扩张方式,在所有城市化指数区间内,这两种模式对建设用地数量增长的合并贡献率均占据绝对优势地位。

## 5 结论

研究时段内,工作区的建设用地分布逐步从开始阶段各个城市化指数区间差异不显著逐步向后期分异不断增加分布格局演化。到 2000 年全区形成了两个建设用地集中分布区域,即城市化指数大于 0.8 的城市核心区和小于 0.2 的农村地区。这种分化趋势意味着核心区面积的不断扩大和农村地区小城镇建设的迅速发展是导致工作区研究时段内建设用地面积迅速增加的两个主要过程。

所有比较时段年均建设用地增长率峰值区均位于城乡过渡带地区,即这一地区是工作区内建设用地增长速率最快的地区。比较不同时段年均新增建设用地面积变化曲线发现,1988~1991 年和 1998~2000 年期间建设用地扩张速度远远大于 1991~

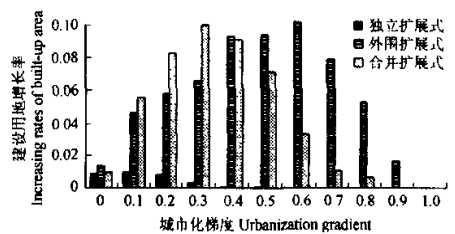


图 4 1998~2000 年期间 3 种增长模式对不同城市化指数区间建设用地增长的贡献率

Fig. 4 Contribution rates of the three expanding models to new increased built-up area for different urbanization region during 1998~2000 period

1998 年期间,这一阶段性差异证实工作区内建设用地的增长速度是不均匀的。

根据斑块的扩张行为特征可以将工作区内建设用地增长划分为外围增长、合并增长和独立增长 3 种模式。其中,外围增长模式的峰值区出现在城市化指数为 0.6~0.7 区域内,是城市核心区建设用地增长的优势模式;合并增长模式的峰值区位于城市化指数为 0.3~0.4 之间,是城乡过渡带地区建设用地的主要增长方式;孤立增长模式的峰值区位于城市化指数小于 0.2 的农村地区。

结合各增长模式对工作区内建设用地增长的贡献率分析结果可以发现,外围增长模式和合并增长模式的贡献率要远远大于独立增长模式,是两种最主要的建设用地增长方式。其中外围增长模式和合并增长模式除分别在城市核心区和城乡过渡带地区为优势建设用地增长方式外,在低城市化指数的农村地区,这两种模式对于建设用地增长的合并贡献率也显著大于孤立增长模式。

#### References:

- [ 1 ] Carlson TN, Arthur ST. The impact of landuse-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. *Global and Planetary Change*, 2000, **25**: 49~65.
- [ 2 ] Sui, Daniel Z, Zeng H. Modeling the dynamics of landscape structure in Asia's emerging desakota regions: a case study in Shenzhen. *Landscape and Urban Planning*, 2001, **53**(1-4): 37~52.
- [ 3 ] Xiao D N, et al. Study on the variation of landscape pattern in the west suburbs of Shengyang. *Chinese Journal of Applied ecology*, 1990, **1**(1): 75~84.
- [ 4 ] Zeng H, Jiang Ziyang. Landscape Structure of Longhua area in Shenzhen City during fast urbanization process-Structure and heterogeneity analysis of urban construction area. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2000, **10**(4): 567~572.
- [ 5 ] Maurer U, Peschel T, Schmitz S. The flora of selected urban land-use types in Berlin and Potsdam with regard to nature conservation in cities. *Landscape and Urban Planning*, 2000, **46** (4): 209~215.
- [ 6 ] Antrop M. Changing patterns in the urbanized countryside of Western Europe. *Landscape Ecology*, 2000, **15** (3): 257~270.
- [ 7 ] Meeus J. How the Dutch city of Tilburg gets to the roots of the agricultural 'Kampen' landscape. *Landscape and Urban Planning*, 2000, **48** (3 4): 177~189.
- [ 8 ] Kline JD, Mosses A, Alig RJ. Integrating urbanization into landscape-level ecological assessments. *Ecosystems*, 2001, **4** (1): 3~18.
- [ 9 ] Lopez E, Barco G, Mendoza M, et al. Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe — A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 2001, **55** (4): 271~285.
- [ 10 ] Zeng H, Yu H, Guo Q H. Dynamic model construction and simulation study of town landuse for Longhua area, Shenzhen City. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, **20**(3): 243~249.
- [ 11 ] Cilliers SS, Bredenkamp GJ. Vegetation of road verges on an urbanization gradient in Potchefstroom, South Africa. *Landscape and Urban Planning*, 2000, **46**: 217~239.
- [ 12 ] Li Z, Liu J Y. Ecoevolutionary analysis of Guangzhou suburban landscape. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1997, **8**(6): 633~638.
- [ 13 ] Medley KE, Pickett STA, McDonell MJ. Forest landscape structure along an urban to rural gradient. *Professional Geographer*, 1995, **47** (2): 159~168.
- [ 14 ] Wang YQ, Moskovits DK. Tracking fragmentation of natural communities and changes in land cover: Applications of landsat data for conservation in an urban landscape (Chicago wilderness). *Conservation Biology*, 2001, **15** (4): 835~843.
- [ 15 ] Matthew Luck, Wu J G. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecology*, 2002, **17**: 327~339.
- [ 16 ] Zmyslony J, Gagnon D. Path analysis of spatial predictors of front-yard landscape in an anthropogenic environment. *Landscape Ecology*, 2000, **15** (4): 357~371.
- [ 17 ] Liu S H, Wu C J, Shen H Q. A GIS based Model of Urban Land Use Growth in Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2000, **55**(4): 407~416.
- [ 18 ] Chen L D, Fu B J. Analysis of impact of human activity on landscape structure in Yellow Revier Delta-a case study of Dongying region. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, **16**(4): 337~344.
- [ 19 ] Shi P J, Pan Y Z, Chen J, et al. Land use/cover change and environmental security in Shenzhen region. *Journal of Natural Resources*, 1999, **14**(4): 293~299.
- [ 20 ] Yang R N, Zhang X L. A study on the impetus mechanism and models of urban spatial expansion. *Areal Research and Development*, 1997, **16**(2): 1~4.

- [21] Thomlinson JR, Rivera LY. Suburban growth in Luquillo, Puerto Rico: some consequences of development on natural and semi-natural systems. *Landscape and Urban Planning*, 2000, **49** (1-2): 15~23.
- [22] Wang YQ, Zhang XS. A dynamic modelling approach to simulating socioeconomic effects on landscape changes. *Ecological Modelling*, 2001, **140**: 141~162.
- [23] Yrb AGO, Li X. Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 2001, **67** (1): 83~90.
- [24] Detenbeck NE, Galatowitsch SM, Atkinson J, Ball H. Evaluating perturbations and developing restoration strategies for inland wetlands in the Great Lakes Basin. *Wetlands*, 1999, **19** (4): 789~820.
- [25] LaGro JA. Landscape context of rural residential development in southeastern Wisconsin (USA). *Landscape Ecology*, 1998, **13**: 65~77.
- [26] Sorensen A. Land readjustment and metropolitan growth: an examination of suburb land development and urban sprawl in the Tokyo metropolitan area. *Progress in Planning*, 2000, **53**: 217~330.

#### 参考文献:

- [3] 肖笃宁,等. 沈阳西郊景观格局变化的研究. *应用生态学报*, 1990, **1**(1): 75~84.
- [4] 曾辉, 江子瀛. 深圳市龙华地区快速城市化过程中的景观结构研究— I 城镇建设用地的结构及异质性分析. *应用生态学报*, 2000, **10**(4): 567~572.
- [10] 曾辉, 喻红, 郭庆华. 深圳市龙华地区城镇用地动态模型建设及模拟研究. *生态学报*, 2000, **20**(3): 243~249.
- [12] 李贞, 刘静艳. 广州市城郊景观的生态演化分析. *应用生态学报*, 1997, **8**(6): 633~638.
- [17] 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.
- [18] 陈利顶, 傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析——以山东省东营市为例. *生态学报*, 1996, **16**(4): 337~344.
- [19] 史培军, 潘耀忠, 陈晋, 等. 深圳市土地利用/覆盖变化与生态环境安全分析. *自然资源学报*, 1999, **14**(4): 293~299.
- [20] 杨荣南, 张雪莲. 城市空间扩展的动力机制与模式研究. *地域研究与开发*, 1997, **16**(2): 1~4.