

1979 年以来南京都市区空间增长模式分析

张振龙¹, 顾朝林², 李少星¹

(1. 南京大学城市与区域规划系, 南京 210093; 2. 清华大学建筑学院城市规划系, 北京 100084)

摘要: 利用遥感和 GIS 技术分析 1978 年以来南京都市发展区的空间增长模式, 并从行政区、环形圈层和方位 3 个视角进行分析。研究发现: 1979~1988 年间南京主城以填充式增长为主, 周围城区以外延式发展为主; 1988~2000 年间南京主城的空间增长很慢, 外围城区以外延增长、线状增长和聚集式增长为主, 2000 年以后外延式和聚集式增长较其他增长方式更为明显。影响城市空间增长的因素非常复杂, 除了社会和经济因素外, 城市规划的引导作用以及城市空间结构影响最为显著, 其次旧城改造和新区开发的城市发展策略、城市基础设施和开发区建设是推动城市空间增长的重要力量。

关键词: 城市空间增长; 模式; 影响因素; 南京

文章编号: 1000-0585(2009)03-0817-12

1 引言

二战以后, 美国出现了州际高速公路的建设热潮, 城市开发也出现了以大量土地消耗为特征的开发模式——城市蔓延^[1]。城市蔓延还没有统一的定义, 但它的负面影响已被各界所认识。它不仅造成环境、资源的浪费, 也出现了一系列的经济和社会问题, 如中心社区的衰落、郊区居民生活质量的下降、增大通勤量和交通拥挤等^[2]。在此背景下出现了城市空间增长模式的研究。

从 1978 年的改革开放开始, 中国不断推进向社会主义市场经济转轨。1987 年的土地制度改革为城市空间的重组提供了契机, 1990 年后随着城市空间的扩展和重组, 出现了城市无序蔓延, 耕地流失等现象。2000 年全国城市化水平发展到 36.1%, 至 2005 年底, 中国城市化水平为 43.0%, 我国正进入城市快速发展的第四波^[3]。快速城市化背景下, 中国城市面临的一个重大问题是大量土地转变为城市用地, 城市扩展出现一定的蔓延性。1990~2004 年, 中国城镇建设用地由 1.3 万 km² 扩大到近 3.4 万 km², 城市用地规模弹性系数 (城市用地增长率/城市人口增长率) 从 1986~1991 年的 2.13 增加为 2.28, 已大大高于 1.12 的合理水平^[4]。虽然中国出现了城市空间的快速扩张, 却并没有出台类似国外“城市增长管理”的政策, 相反在房地产开发热潮的推动下, 城市的空间扩展还在加剧。由于土地资源的稀缺性和城市扩张的不可逆性, 研究城市空间增长模式意义重大。

国内外学者已有相关研究探讨城市的生长模式。Leorey 提出城市用地增长的 3 种类型: 紧凑、边缘或多节点、廊道^[5]。Camagni 等指出城市空间扩展的类型有 5 类: 填充、外延、沿交通线开发、蔓延和卫星城式^[6]。新城市主义将城市的发展总结为 3 种: 填充式

收稿日期: 2008-03-02; 修订日期: 2008-08-26

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (40435013) 资助

作者简介: 张振龙 (1980-), 男, 河北平山人, 博士研究生。研究方向为城市与区域规划。

开发、再开发、以及新的生长区和卫星城^[7]。顾朝林等认为中国城市的空间扩展主要有轴向扩展和外向扩展两种形式,可分为圈层式、“飞地”式、轴间填充式和带状扩展式几个阶段^[8]。赵燕青把城市空间增长分为“外溢-回波式”和“跨越式”^[9]。宗跃光提出5种城市扩展模式:同心圆式蔓延、局部扇形式扩展、廊道式辐射、“飞地”式增长和粘合式填充,且五种扩展模式可能同时存在^[10]。刘纪远等总结出城市用地空间扩展主要有填充型、外延型、廊道型和卫星城型^[11]。汤君友等认为城市用地扩展主要有圈层式、辐射式和跳跃式3种^[12]。赵和生指出城市物质形态的扩展是以城市结构扩展为基础,可以概括为单中心的同心圆扩展模式、轴向生长的带状扩展模式、多核生长的延连扩展模式和多核心生长的结构重组模式^[13]。以上对城市空间增长的研究极少使用遥感技术。快速发展的遥感技术为城市的生长研究提供了丰富的数据保证。李晓文等利用监督分类的方法提取多期上海市及周边主要城镇用地信息^[14],马荣华等利用人机交互的方式从 Landsat TM/ETM 数据提取常熟市多期城镇用地分类信息^[15],李加林等利用决策树分类器的方法提取了多期长江三角洲地区城市用地信息^[16],杨存建等利用遥感数据和建筑覆盖指数分析了成都市及周边城镇的扩展强度和特征^[17]。以上研究使用遥感技术在城市增长方面的应用主要集中在城市用地的分类^[18],不同用地类型的变化,以及不同时间、不同方向的扩展强度和特征,而很少使用遥感技术进行城市空间增长模式的判别和分析,没有深入挖掘遥感数据在城市空间增长研究的应用潜能。本文利用遥感数据和 GIS 分析方法,在城市用地分类的基础上,使用领域分析和移动窗口算法对南京市不同的空间增长模式进一步定量划分,为南京市城市规划和其它区域的城市空间增长提供参考和借鉴。

2 数据来源与研究方法

2.1 研究区概述

南京市位于长江下游,是长江三角洲重要的中心城市,市域现辖11区2县^①。《南京市城市总体规划(1991-2010)》将规划范围分为“市域-都市圈-主城”三个层次,由于《江苏省城镇体系规划(2001-2020)》把以南京为核心的宁镇扬地区称为“南京都市圈”,2001年南京城市总体规划调整把1991年总体规划中的“南京都市圈”改称“都市发展区”。2001年的都市发展区范围根据乡镇行政区划撤并,以乡镇为完整单元作了局部调整。本文研究为调整后的南京都市发展区。

2.2 数据处理

遥感数据是城市土地利用长时段监测的理想数据源。根据中国城市化的发展阶段,本文选择1979、1988、2000和2007年进行研究,选取了1979年MSS数据(空间分辨率约80m)、1988年TM数据(分辨率28.5m)、2000年ETM数据(多光谱波段空间分辨率28.5m)以及2007年中巴资源卫星多光谱数据(分辨率19.5m)。利用1:50000地形图对遥感数据添加地理参考。遥感图像的处理使用ERDAS IMAGINE 8.7软件包。

从地形图上获取大约30个均匀分布的控制点对2000年ETM图像进行几何校正,校正算法选用二次多项式模型,采用WGS84坐标系UTM North50投影,使用近邻像元算法对校正结果重采样,最终结果RMS小于0.5个像元。然后使用校正好的2000年图像分别校正1979、1988和2007年图像,对各图像校正的总误差都控制在0.5个像元之内,

① 行政区划调整 2001 年将江宁县改为江宁区, 2002 年六合县、大厂区合并为六合区, 江浦县并入浦口区。

最后将 1979 年的 MSS 图像和 2007 年的中巴资源卫星图像以 28.5m 分辨率进行重采样。为了提高分类的准确度先将各时段重采样图像进行非监督分类，选用 ISODATA 算法。在非监督分类的结果上选取训练区，进行监督分类，监督分类采用最大似然法。然后用目视解译的方法对错误的分类结果进行纠正。图像分成 4 类，城市建设用地、林地、耕地和水域。这样，就得到研究区 4 个时相的土地利用图，进而可以识别用地类型发生变化的地区（图 1）。

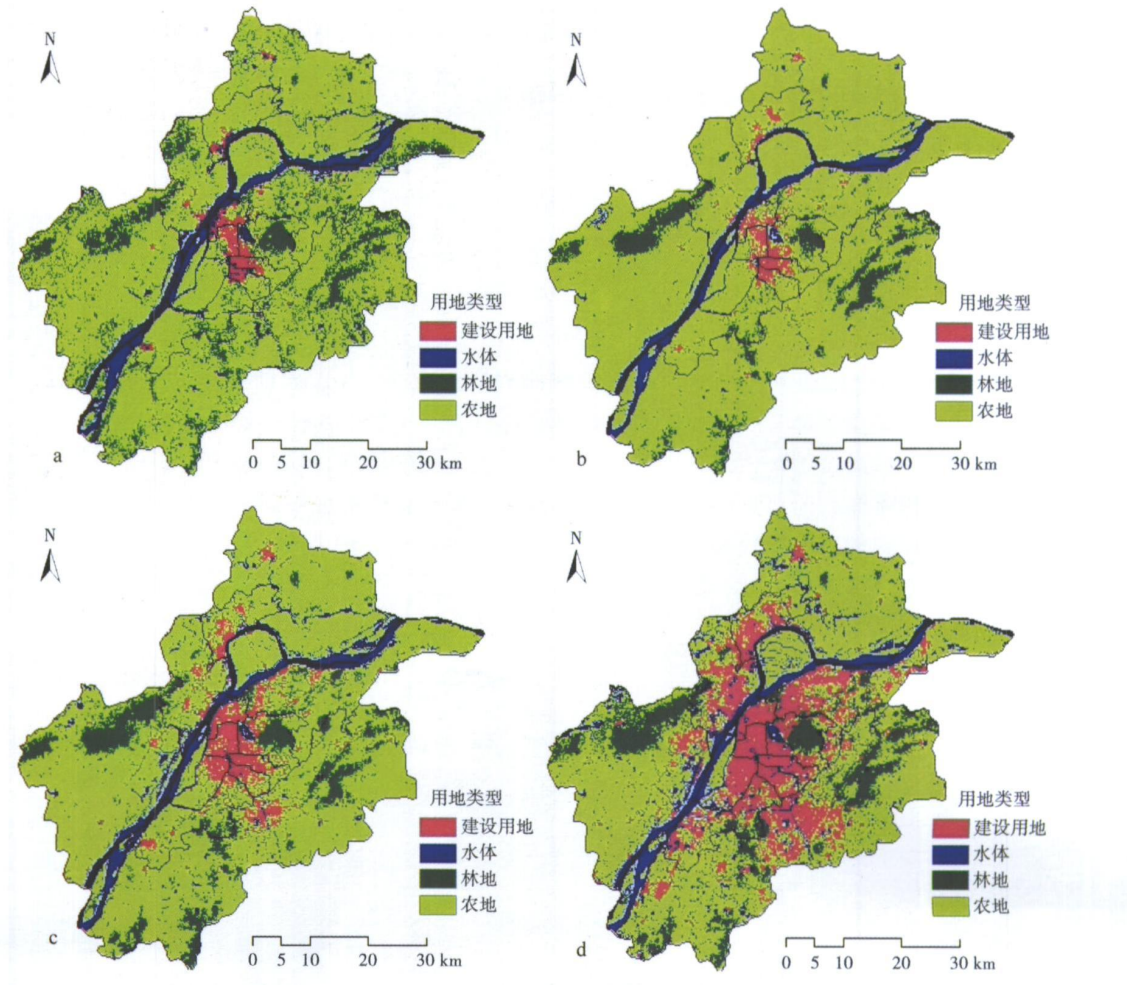


图 1 南京都市区各时相的用地类型 (a 1979 年, b 1988 年, c 2000 年, d 2007 年)

Fig. 1 Land use types of different time periods in Nanjing

2 3 城市增长类型判别

本文将城市的空间增长划分为填充式、外延式、独立式、线状和远离城区的聚集式，使用邻域分析方法对城市增长模式的进行判别^[13]。在移动窗体产生的领域中计算非城市像元所占除水体之外所有像元的比例（Proportion of non-urban, PNU）。使用两个时相的土地覆盖图，每个土地覆盖图只需要分为水体、城市区以及非城市区。由于所需类别较少，遥感图像分类的结果精度相对较高。使用移动窗口运算，每幅图像要求分辨率要一

致。模型根据邻域 PNU 值将非城市区域分为 3 类：内部未开发类型（邻域内所有的像元都为非城市像元）、孔状未开发类型（ $PNU \geq 60\%$ ）和斑块未开发类型（ $PNU < 60\%$ ）。计算每幅图像非城市像元所在邻域内的比例并按照上述标准分类，然后计算两景图像的变化类型（表 1）。首先确定填充式增长、外延式增长和飞地式增长。

其中飞地式增长可分为独立式增长、线状式增长和聚集式增长，其判别过程如下：第一步是建立两个时相的二值图，第一幅只包括内部未开发变为孔状未开发的像元，第二幅只包括内部未开发变为城市区域的像元；第二步，通过移动窗口统计邻域内中心像元（内部未开发变为孔状未开发或者内部未开发变为城市区域的像元）出现的次数，然后指定阈值；第三步，通过阈值将每个像元值变为“0”，“1”；第四步，将两个时间的二值图像结合起来划分所需子类型。本研究中，选取 5×5 移动窗口，内部未开发变为孔状未开发像元的阈值选取 4，内部未开发变为城市区域的阈值选取 5。判别的结果会出现很多碎斑，可能造成同一斑块一部分属于线状增长，另一部分属于聚集式增长。解决办法是统计一个地块各增长类型的比例，该地块的增长类型为最大比例的类型。最终得到增长模式图（图 2）。如果选择不同的窗口大小，划分阈值也需相应调整。需要说明的是，不同的窗口对城市空间增长模式的影响比较大，不同的窗口影响模型第一步中 PNU 的计算。比如较大的窗口会导致较少的内部为开发像元，较多的孔状为开发和斑块未开发像元，这些变量会进一步影响变化图像和城市增长模式的判别，但是城市增长的总量不发生变化。

表 1 用地变化与城市增长类型的对应关系

Tab 1 The relationship between land use change and urban growth types

变化过程		增长类型
数据时相 1	数据时相 2	
内部未开发	孔状未开发	未增长
内部未开发	斑块未开发	未增长
斑块未开发	城市区域	填充式增长
孔状未开发	城市区域	外延式增长
内部未开发	城市区域	飞地式增长

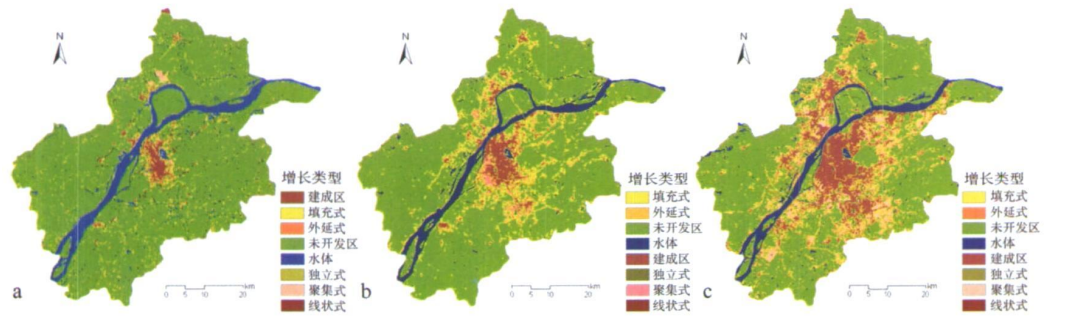


图 2 各时段城市空间增长模式 (a 1979~ 1988 年, b 1988~ 2000 年, c 2000~ 2007 年)

Fig. 2 The patterns of urban spatial growth in Nanjing from 1979 to 2007

2 4 空间增长模式分析方法

本文从 3 个方面对南京都市区城市增长模式进行分析：行政区增长模式分析、圈层（缓冲区）增长分析和空间增长异向性分析。南京市行政区进行过两次大的调整：一是 1995 年将郊区一部分地域划为城区；二是 2000 年和 2002 年的撤县设区。为了研究时段的连续性，采用 1995~ 2001 年之间的行政区划数据。圈层增长分析是以新街口为中心做

以 1km 为间隔的环状缓冲带，统计每个带内各增长模式的数量；异向性分析是以新街口为中心以东北向 22° 为起始点将研究区等角度分为八个扇形，统计每个扇面的增长量。以上三类分析都使用 ArcGIS9.0 空间分析模块的 Zonal Statistics 工具。

3 空间增长模式分析

3.1 城市空间增长的时空分析

城市空间的总体增长从上述 3 个方面分析。从行政区统计来看(图3a)，1979~ 1988 年各区空间增长量都比较小，且主城区大于郊区；1988~ 2000 年城市增长幅度明显增大，且郊区大于主城区，增长量江宁超过 4000 hm²，栖霞达到 3000hm²，浦口达到 2000 hm²。2000~ 2007 年主城区的可增长空间较小，增长量明显减少，郊区出现了急剧增长，其中江宁超过 13000 hm²，栖霞达到 7000hm²，浦口接近 5000 hm²，雨花区达到 4000 hm²。

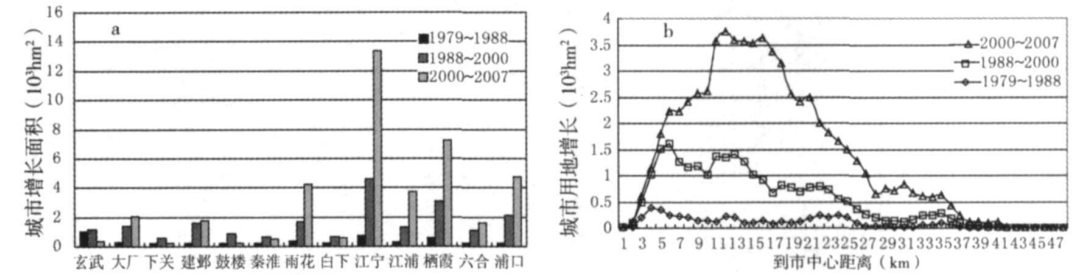


图3 南京市城市空间增长 (1979~ 2007) (a 各城区的增长, b 各圈层的增长)
Fig. 3 Urban spatial growth in Nanjing (1979~ 2007)

从圈层增长分析来看(图3b)，1979~ 1988 年增长峰值出现在距市中心 5km 附近，圈层最大增长量接近 500 hm²，1988~ 2000 年增长峰值出现在距市中心 6km 附近，6~ 13km 之间增长量都较大，圈层最大增长量接近 1500 hm²，2000~ 2007 年增长峰值出现在距市中心 15~ 17km 的环带内，圈层最大增长量达到 3500 hm²。由此可以得出，1988 年、2000 年、2007 年城市建成区的半径约为 5km、10km 和 15km。

从空间增长的异向性来看 (表 2)，1979~ 1988 年北向增长的绝对量和增长强度 (某

表2 南京都市区城市空间各方向增长的面积和强度 (1979~ 2007 年) (单位: hm²)
Tab 2 The area and intension of urban spatial growth in different directions in Nanjing during 1979~ 2007

空间增长	1979~ 1988		1988~ 2000		2000~ 2007	
	增长面积	增长强度	增长面积	增长强度	增长面积	增长强度
北	1494.38	0.03	3536.86	0.08	15141.87	0.21
东北	848.07	0.02	3500.31	0.06	7331.37	0.13
东	508.06	0.02	1774.52	0.06	3140.97	0.10
东南	485.24	0.02	2528.94	0.12	5473.10	0.26
南	313.37	0.01	2457.06	0.09	6009.76	0.21
西南	660.28	0.01	3008.09	0.05	8178.06	0.15
西	313.77	0.01	1741.95	0.04	2765.39	0.06
西北	287.70	0.02	2237.99	0.11	3543.68	0.15

空间单元在研究时期内的城市土地利用扩展面积占其土地总面积的百分比)^[16]都较大,主要是由于1980年大厂区的设立。1988~2000年增长最大值还是北向,南京高新技术产业开发区的建设;而开发强度最大值已转为东南,江宁开发区建设。除东西方向外,其它方向增长量均较大。2000~2007年只有西面增长量和强度均较小,原因是长江的阻挡,其他方向都有较大的增长量,城市各方向出现了不同程度的蔓延。其中东南的增长强度最大,南北向次之,城市的南北向发展趋势比较明显。北向(浦口新城区)、东北向(仙西新城区)、东南(东山新城区)和西南(河西新区)绝对增长幅度比较大。

3.2 不同模式下的城市空间增长

不同模式的城巿空间增长从圈层和行政区两个角度分析。

从空间增长的圈层分析来看(图4),1979~1988年各种增长方式比较均衡,只是在距市中心25km处聚集增长出现异常高值,相对应的是大厂区的开发建设。1988~2000年聚集模式增长的较高,独立式增

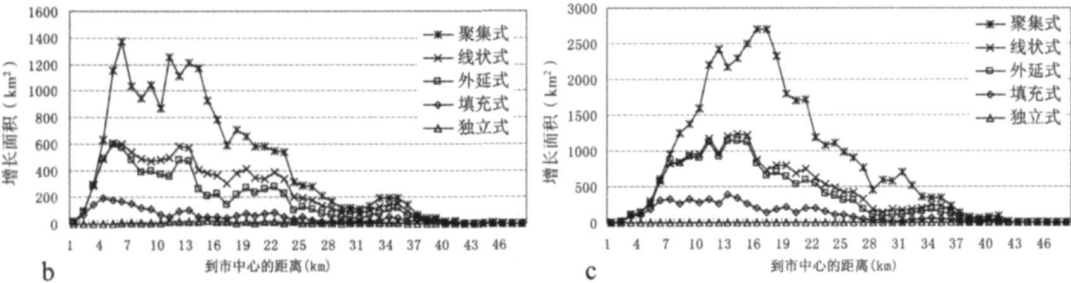
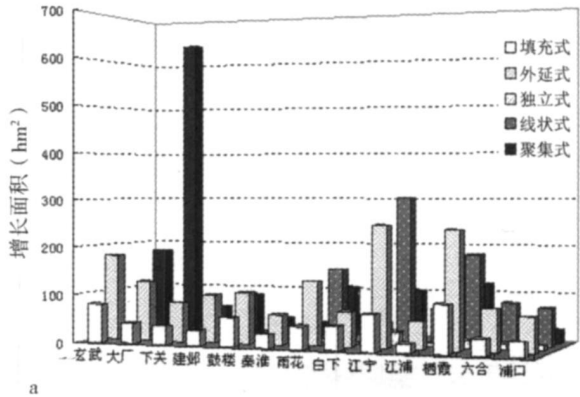


图4 各时期不同模式的城巿空间增长圈层分析(a. 1979~1988年, b. 1988~2000年, c. 2000~2007年)
Fig. 4 Urban spatial growth in different buffers

长最少,各模式增长的峰值均出现在距市中心约6km附近,随后逐渐递减,聚集增长出现了几个起伏。2000~2007年空间增长的模式大体上不变,聚集增长的峰值出现在距市中心约16km附近,线状增长和外延增长峰值出现在23km附近,填充式增长比较均匀,独立式增长量最小。

从各区增长分析来看(图5),1979~1988年除新区大厂外,其余各区的增长差异较小。且主城区(绕城公路以内的城区)是以填充式和外延式为主,外围城区以外延式和线状增长为主。其中鼓楼、白下、下关、玄武的填充式开发分别占27.4%、29%、19.8%、14.8%,外延式开发分别占49.7%、43.5%、42%、33.5%;大厂的聚集式开发占73.7%。



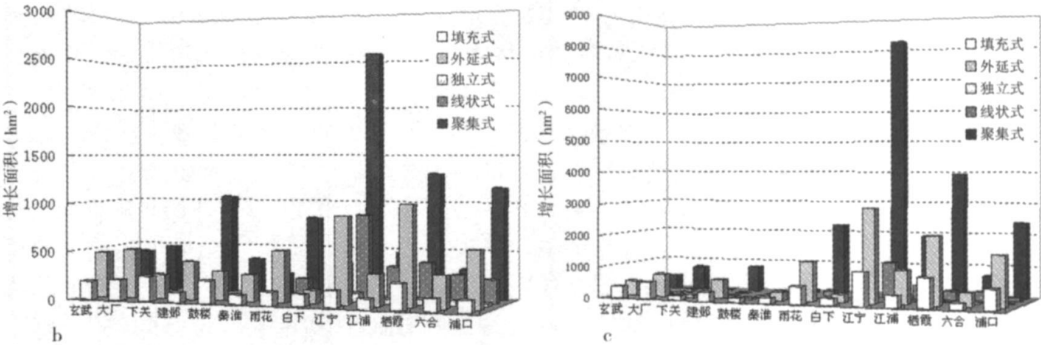


图 5 不同时期各区的城市空间增长模式分析 (a 1979~ 1988 年, b 1988~ 2000 年, c 2000~ 2007 年)
Fig 5 Urban spatial growth in each district

1988~ 2000 年, 由于市区面积的扩容, 市区总体增长量较大。填充式增长出现发生在主城各区, 鼓楼、白下、下关的填充式开发分别占 25.7%、19.2%、42.9%; 外围城区的增长主要为聚集式, 其中江宁、雨花台、栖霞、浦口、白下分别占 56.1%、48.2%、43%、54.1%、51.6%、63.5%; 各区的外延式增长比例较大, 最小的江宁占到 19.2%, 最大的秦淮占 43.8%。而聚集式增长主要出现在新开发的区域, 如江宁开发区、栖霞的仙西新城区、江北新城区和白下和建邺区的河西新区。

2000~ 2007 年, 主城区外延扩展的空间已经不多, 主要是填充式增长; 各区的外延式增长仍然比较均匀, 增长最小的六合区为 26.3%, 增长最大的秦淮区为 52.6%; 增长贡献率最大的模式依然是聚集式增长, 其中江宁、栖霞、浦口的增长较大, 主要动力还是新城区的开发建设。

4 城市空间增长的影响因素分析

4.1 人口驱动与经济增长

改革开放以来南京市人口从 1979 年的 195 万人增长到 2005 年的 513 万人, 全市 GDP 从 1978 年的 34.4 亿元上升到 1988 年的 130.3 亿元, 2000 年的 1021.3 亿元, 2005 年的 2411.1 亿元。经济的迅猛发展不仅对城市土地的需求量不断上升, 也为旧城改造和新区开发提供了强大的资金保证, 经济总量的发展对土地有更大的需求。随着经济量的发展, 根据配第- 克拉克定理: 在经济发展过程中第一产业的人口比重将不断下降, 第二、三产业的就业人口比重将不断上升。与之相对应的便是产业结构的高级化。南京市三次产业的结构比由 1988 的 1.2 : 5.8 : 3.0, 变为 2000 的 0.1 : 4.8 : 5.1 和 2007 的 0.2 : 4.9 : 4.9^①。1988 年南京市第二产业占绝对优势, 随后第一产业的比重下降, 二、三产业均衡发展, 这种产业结构的转变也显示出南京城市的功能的转化。正是这种功能的演变推动了城市空间用地结构的调整和增长。

4.2 行政区划调整与城市规划引导

政府进行行政区划调整一般是为了更能适应城市空间发展的需要。南京市行政区进行

^① 南京市统计局. 南京市统计年鉴 (1988, 2000, 2007). 北京: 中国统计出版社.

过两次大的调整。一是 1995 年将部分郊区划为城区,使城区面积扩大;二是 2001 年和 2002 年的区县撤并。1995 年的政区调整使调整区域开发建设迅速展开;第二次区划调整将周围郊县划到城市规划区范围内,为城市空间的快速增长打下了基础。

城市规划对城市空间增长的影响更为明显。1981 年南京市总体规划在“严格控制大城市规模”的方针指导下,为了达到“城市要控制,事业要发展”的目的,提出以利用现有城镇基础为前提,有所控制,有所发展,互相配合,以圈层式城镇群体的布局构架进行规划建设^①。1988 年之前,南京的空间发展比较缓慢。1991 年总体规划提出“城市规划区—都市圈(即本文中的都市发展区)—主城”三个层次的框架,使“城市建设的重点有计划地逐步向外围城镇转移”^②,在此规划思想的推动下,城市空间快速增长。2001 年总体规划修编提出建设“东山、仙西、浦口—珠江”3 个新市区^③,随即进行了大规模的行政区调整,这些区域空间实现跳跃式增长。3 个新城区的建设是 2000 年以后南京城市空间增长的主要推动力。

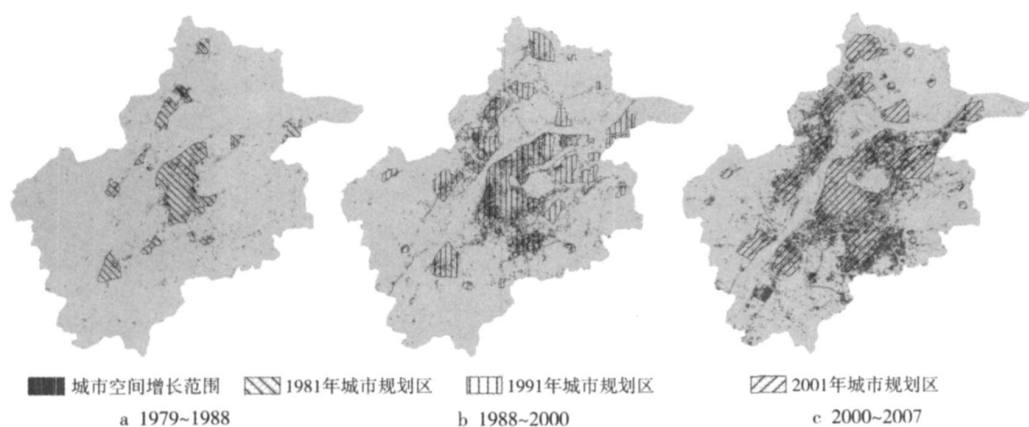


图 6 1979~2007 年城市空间增长与城市规划范围的关系

Fig 6 The association of urban spatial growth and the urban planning zones during 1979~2007

1979~1988 年城市空间增长的 85% 以上出现在 1981 年的城市规划控制区,1988~2000 年城市空间增长的 82% 以上出现在 1991 年的城市规划控制区,2000~2007 年的城市空间增长 75% 以上发生在 2001 年的城市规划控制区(图 6)。城市规划对城市空间增长的引导和控制作用明显。

4.3 旧城改造与新区开发策略

城市的空间增长很大程度上取决于居住用地的增长。居住用地布局的变化,是伴随着旧城改造、新区开发的过程。城市内城用地更新与改造的真正推动力来源于城市经济发展和社会发展需要^[19]。1997 年以来,由于城市土地有偿制度的实施,城市地价分布以中央商务区为最高点依次向外递减的规律开始起作用,南京市出现了明显的有计划地进行旧城

① 南京市规划局. 南京市城市总体规划(1981—2000), 1983 4~6.

② 南京市规划局. 南京市城市总体规划(1991—2010), 1992 5~8.

③ 南京市规划局. 南京市城市总体规划修编说明书(1991—2010), 2001 5~6.

改造的倾向。

南京市旧城改造的过程经历了住房置换和货币补偿。80 年代初，实行住房置换，提高城区内的高容积率，造成内城开发密度过高，基础设施不能满足需要的状况；1993 年开始跨越城墙的“新区开发政策”减缓了旧城再开发的脚步，使城市向外扩张。为了改善新区的基础设施，实行“以路还地”政策，极大提高了开发商的积极性。为了吸引居民迁到新区，实施了“面积奖励”^[20]。从 1995 年开始推行住房商品化改革，1997 年后所有的旧城改造的居民都搬迁到新区。在政府政策的主导以及房地产市场的升温背景下，市民观念由生活在内城逐渐转向新区。这些因素导致了新区的蔓延式和聚集式开发。

4 4 巨型工程与开发区建设

在西方城市开发过程中，城市基础设施等重大工程贯穿始终，成为城市或区域发展的引擎和新增长点。重大项基础设施工程建设等公共服务型项目的开发通常会改善周边地区的投资环境，其所产生的功效会扩散到相邻周围土地或更远的土地。重大工程建设日益成为城市政府进行城市改造和再开发的重要手段，成为城市空间增长的助推器^[21]。

交通设施对城市空间增长有很重要的影响，笔者通过研究 1988~ 2007 年主要道路对南京市空间增长的影响^[22]，发现随着到主要交通距离的增加，城市空间增长的面积占建成区面积的比例呈幂函数递减（图 7）。

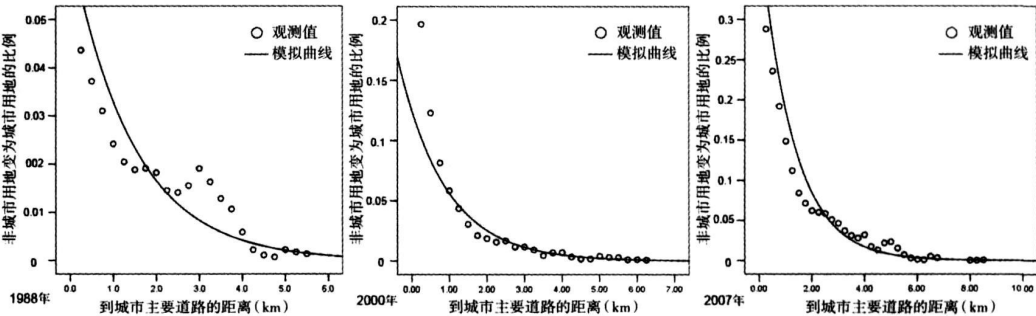


图 7 城市空间增长随到道路的距离增大而衰减

Fig 7 The attenuation map of urban spatial growth with the increase of distance to the main roads

改革开放以后，南京的工程投资建设主要围绕港口而展开，出现了金陵、扬子等大型石化企业；油港码头、新生圩外贸港区和国际集装箱码头相继完成，南京港逐渐发展成为现代化的、多功能的江海型港口。1979~ 1988 年期间，南京城市空间增长强度最大出现在石化企业集中的北部和港口所在的东北方向（图 8）。

20 世纪 90 年代以后，南京巨型工程以开发区的建设为主，1992 年南京经济技术开发区、浦口经济技术开发区和江宁经济技术开发区先后获批，围绕开发区建设的一系列巨型工程开始逐渐增多。开发区的建设显示出了强大的集聚能量，成为影响南京城市空间结构演化的新空间生长点。

随着 1995 年南京禄口机场和 1997 年 10 月南京长江二桥的开工建设进一步加速了这一时期巨型工程在开发区建设的集中趋势，在空间上，集中在城市外围的开发区中，多点分散。对应时段的城市空间增长在城市周围比较均衡，除机场所在的东南方向强度最大和

西、西南方向强度较小之外,其余方向比较均衡。

进入 21 世纪以来,南京相继建成了奥体中心、南京新火车站、长江三桥、地铁一号线等一批具有标志性和功能性的巨型工程。巨型工程在空间地域分布上呈现出多点扩散的格局,江南江北并重,“一城三区”同步进行。这一时段,城市空间增长的强度较前一时段增长很大,东南、南和北向增长强度最大,西南、西北、东北次之,东西方向最小,城市空间增长受到三个新城区建设和配套重点工程的影响更加明显。



图 8 大型工程和开发区的分布与方位

Fig 8 Distribution and direction of mega-projects and development zones

5 结论与讨论

综合本研究得出一下主要结论:

(1) 使用遥感分类技术、移动窗口算法和 GIS 分析方法,能极大地开拓遥感数据在城市空间增长研究领域的应用。

(2) 南京都市发展区的空间增长模式出现一定的阶段性:1979~1988 年主城以填充式增长为主,周围城区以外延式发展为主;1988~2000 年主城的空间增长很慢,外围城区以外延增长、线状增长和聚集式增长为主,2000 年以后外延式和聚集式增长比较明显。

(3) 南京城市空间增长的时空特征:从行政区统计来看,1979~1988 年各区的空间增长量都较小,且主城区大于郊区;1988~2000 年城市增长幅度明显增大,且郊区大于主城区;2000~2007 年主城区的可增长空间较小,增长量明显减少,郊区出现了急剧增长。从圈层增长分析来看,1979~1988 年增长峰值出现在距市中心 5km 附近,1988~2000 年增长峰值出现在距市中心 6km 附近,6~13km 之间增长量也较大,2000~2007 年增长峰值出现在距市中心 5~17km 的环带内。由此可以得出,1988 年、2000 年、2007 年城市建成区的半径约为 5km、10km 和 15km。从空间增长的异向性来看,1979~1988 年北向的绝对量和增长强度都较大,1988~2000 年增长最大值还是北向,而开发强度最大值转为东南,除东西方向为,其他方向增长量均较大。2000~2007 年西面增长量和强度均较小,其他方向都有较大的增长量,城市各方向出现了不同程度的蔓延。其中东南的增长强度最大,南北向次之,城市的南北向发展趋势比较明显。

(4) 影响城市空间增长的因素非常复杂。除了社会和经济因素外,城市规划的引导作用以及城市空间结构影响最为显著,其次旧城改造和新区开发的城市发展策略、城市基础设施和开发区建设是推动城市空间增长的重要力量。1979~2007 年城市空间增长的 80% 以上出现在城市规划控制区;通过各时段的城市空间增长强度分析,不同时段、不同方向的城市空间增长受重大基础设施工程、新区开发、开发区建设等影响非常显著。

本研究在以下方面还需要进一步完善:

(1) 邻域分析中窗口大小的选取会对增长模式的分类有一定的影响,本文在目视判

读下认为 5×5 像元比较合适, 但没有做定量分析, 接下来应该分析不同窗口下的不同结果。

(2) 城市空间增长的新影响因素需要进一步探讨, 例如城市创新系统的影响等。

参考文献:

- [1] Knox P L. Urbanization: An Introduction to Urban Geography (2nd Edition). New Jersey: Prentice Hall, 2005 150~ 157.
- [2] 丁成日. 城市“摊大饼”式城市扩张的经济学动力机制. 城市规划, 2005, 29(4): 56~ 60.
- [3] 叶嘉安, 徐江, 易虹. 中国城市化的第四波. 城市规划, 2006, 30(S1): 13~ 18.
- [4] 刘文甲. 我国城乡建设占地的粗放模式亟待调整. 城市规划通讯, 2006, (6): 11.
- [5] Leorey P A, Mesev V. Measurement of density gradients and space filling in urban system. Regional science, 2002, 81(1): 1~ 28.
- [6] Camagni R, Gibelli M C, Rigmonti P. Urban mobility and urban form: The social and environmental costs of different of urban expiation. Ecological Economics, 2002, 40(2): 199~ 216.
- [7] 唐相龙. 新城市主义及精明增长之解读. 城市问题, 2008, (1): 87~ 90.
- [8] 顾朝林, 陈耀光. 中国大都市空间增长形态. 城市规划, 1994, (6): 45~ 50.
- [9] 赵燕青. 高速发展与空间演进——深圳城市结构的选择及其评价. 城市规划, 2004, 28(6): 32~ 42.
- [10] 宗跃光. 大都市区空间扩展的廊道效应与景观结构优化——以北京市区为例. 地理研究, 1998, 17(2): 119~ 124.
- [11] 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, 58(6): 885~ 892.
- [12] 汤君友, 杨桂山. 基于 RS 与 GIS 的无锡市城镇建设用地扩展时空特征分析. 长江流域资源与环境, 2004, 13(5): 423~ 428.
- [13] 赵和生. 城市规划与城市发展. 南京: 东南大学出版社, 1999. 24~ 26.
- [14] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 上海及周边主要城镇城市用地扩展空间特征及其比较. 地理研究, 2003, 22(6): 769~ 779.
- [15] 马荣华, 陈雯, 陈小卉, 等. 常熟市城镇用地扩展分析. 地理学报, 2004, 59(3): 418~ 426.
- [16] 李加林, 许继琴, 李伟芳, 等. 长江三角洲地区城市用地增长的时空特征分析. 地理学报, 2006, 62(4): 437~ 447.
- [17] 杨存建, 张果, 陈军, 等. 基于遥感的成都市及其周边城镇的扩展. 地理研究, 2008, 27(1): 100~ 108.
- [18] 张振龙, 曾志远, 胡子付. 遥感变化检测综述. 遥感信息, 2005, (5): 64~ 67.
- [19] 顾朝林. 北京土地利用/覆盖变化机制研究. 自然资源学报, 1999, 14(4): 307~ 312.
- [20] Po Lan-chih. Strategies of urban development in China's reforms, Nanjing, 1984-2000. University of California, Berkeley, 2001. 120~ 125.
- [21] 赵玉宗. 全球化、城市化与巨型工程. 城市规划, 2006, 30(3): 57~ 62.
- [22] 张振龙, 李少星, 张敏. 南京市 1998-2007 年城市空间扩展的空间要素分析. 城市问题, 2007, (9): 25~ 31.

The pattern of urban spatial growth in Nanjing since 1979

ZHANG Zhen-long¹, GU Chao-lin², LI Shao-xing¹

(1 Department of Urban and Regional Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Department of Urban Planning, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Urban spatial growth pattern has become a hot topic of geographic science and urban research. After the land reform initiated in 1987, cities in China are facing a new development wave. With the rapid growth of urban space, urban sprawl emerges. Modeling

an urban growth pattern is the prerequisite to understanding the urbanization process of China. This paper presents a spatial analysis method of using remote sensing and GIS, and models major patterns of urban spatial growth in the period of 1979~ 2007 by a case study of Nanjing City. Firstly, the remote images are registered to the GIS data. Secondly, five land cover classes are identified from the images. Then, the different urban spatial growth patterns are established by mobile window calculation technology. It is found that the main spatial growth pattern of inner city is filling and the main spatial growth pattern of outer city expands during 1979~ 1988; the main spatial growth of inner city is slow and the main spatial growth pattern of outer city expands with linear and clustered features during 1988~ 2000; expansion and cluster patterns have been relatively obvious since 2000. This paper discusses the features of urban spatial growth of Nanjing. During 1979~ 1988, urban spatial growth of each district is slow, and the inner growth is in excess of suburban growth, with the peak value of urban growth appearing 5km away from the city center. During the period of 1988~ 2000, urban growth of suburban areas is in excess of inner city, with the peak value of urban growth appearing 6~ 13km away from the city center. The most insensitive growth appears in the southeast part of the city, and the growth of each aspect is relatively insensitive except the east and west. During the period of 2000~ 2007, urban growth of suburban areas is at high speed, and the peak value of urban growth appears 5~ 17km away from the city center. The most insensitive growth appears in the southeast, and the urban growth of each direction is insensitive except the west, and the development trend of urban areas is towards the north and south. The influencing factors of urban spatial growth are very complex, the main ones of which are social and economic development. Besides, the guideline of urban planning and impact of urban spatial structure are quite obvious. Other driving forces are also important, such as the rebuilding of inner city, new towns development, construction of infrastructure and development zones, population incensement and economic development. The results show that 80% of urban spatial growth emerges in the urban planning districts during 1979~ 2007, and that each period and direction of urban growth are affected by new towns development, as well as construction of infrastructure and development zones.

Key words: urban spatial growth; driving forces; pattern; Nanjing