

# 1997-2007年中国城市用地扩张特征 及其影响因素分析

张 利<sup>1,2</sup>, 雷 军<sup>1</sup>, 李雪梅<sup>1,2</sup>, 高 超<sup>1,2</sup>, 曾玮瑶<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘 要:** 本文选取中国 222 个地级及地级以上城市为样本, 以市辖区建成区面积表征城市用地规模, 利用位序-规模法则和分形理论分析 1997-2007 年中国城市用地扩张整体趋势, 并通过计算城市用地扩张幅度指数 (*UEI*), 分析中国不同用地规模、不同区域和不同省份之间的城市用地扩张差异。结果表明: ①中国城市用地规模总量不断增加, 城市之间的用地规模差距在拉大, 整体均衡度在下降; ②城市用地规模越大, 扩张的速度越快, 整体扩张速度呈现特大城市>大城市>中等城市>小城市的态势; ③从区域层面看, 东部城市的整体扩张速度最快, 西部次之, 中部最慢, 城市用地扩张有着明显的区域差异性; ④从省域层面看, 城市用地扩张速度较快的主要为直辖市和广东、江苏、浙江、福建等东部沿海省份的城市。最后, 本文从自然条件、行政区划调整、经济发展和人口增长等方面探讨了各影响因素对城市用地扩张的作用机制。

**关 键 词:** 城市用地扩张; 位序-规模法则; 分形理论; 影响因素; 中国

## 1 引言

当前中国正在迈入快速城市化的发展阶段, 城市建成区的急剧扩张成为城市化和社会经济快速发展的重要特征<sup>[1]</sup>。截止 2008 年底, 中国城镇人口已经超过 6 亿, 每年还有大约 1800 万农村人口进入城镇, 城市化进程中对城市用地的需求将越来越大, 然而由于土地资源供给的稀缺性, 不可能无限制的满足中国快速城市化过程中对土地的需求; 在国家确定 18 亿亩耕地下限阈值不能再减少的情况下, 城市用地扩张的难度将越来越大, 未来快速城市化进程将受到城市建设用地短缺的极大限制<sup>[2]</sup>。中国快速城市化进程中的城市用地扩张与土地资源稀缺的矛盾越来越突出, 对城市用地扩张进程和城市扩张规律的研究已成为当前学术界研究热点。

学术界对城市用地扩张时空特征和驱动力的研究较多, 也取得了许多值得借鉴的成果。研究对象的选择涵盖了从微观到宏观各个层面, 例如对城市边缘区城市用地扩张及影响因素的定量研究<sup>[3]</sup>, 对单个城市用地规模扩张规律的研究<sup>[4-12]</sup>以及以城市群为研究对象<sup>[13-16]</sup>和以省为单元<sup>[17-18]</sup>的中观尺度

的研究, 也有部分研究在全国宏观层面上分析中国城市用地扩张规律及其动力因素, 例如应用 GIS 手段提取中国大中城市建设用地信息, 对中国大中城市的扩张特点及对耕地的占用和驱动力分析<sup>[19-20]</sup>; 通过构建指标体系计算不同省份的驱动力指数, 并探讨不同地区驱动力的差异<sup>[21]</sup>; 从位序-规模理论出发, 证明城市用地规模和人口数量之间存在异速增长关系<sup>[22]</sup>; 通过相关分析和偏相关分析方法证实人口和人均 GDP 是中国特大城市共同驱动力<sup>[23]</sup>。从研究对象上看, 对单个城市、省份用地扩张的研究较多, 而以全国范围内城市为对象的系统性研究较少, 缺乏对全国城市土地扩张形势的总体认识和宏观层面上对城市土地扩张时空特征的深入了解和规律总结<sup>[1]</sup>。本文以地级及以上城市作为研究样本, 首先, 应用位序-规模法则和分形理论来刻画中国城市用地规模的整体变化趋势, 然后, 通过计算城市土地扩张幅度指数分别探讨中国不同用地规模、不同区域和不同省份城市用地扩张特征, 并分析了自然条件、行政区划调整、人口和经济等因素对城市用地规模扩张的作用机制, 以期能为相关国土规划和区域发展提供一定的参考和借鉴。

收稿日期: 2010-07; 修订日期: 2011-01.

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071113)。

作者简介: 张利(1988-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为城市与区域规划。E-mail: toby.zl@163.com

通讯作者: 雷军, E-mail: leijun@ms.xjb.ac.cn

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

定量分析城市用地规模扩张的方法很多,如计算城市扩张比例指数、城市扩张幅度指数、城市扩张速度指数等,也有学者通过位序-规模法则和分形理论来揭示土地利用格局的变化规律<sup>[24-25]</sup>,这些方法为本文理论模型的构建提供了有力的借鉴。在前人研究的基础上,本文利用位序-规模法则和分形理论,利用1997、2002和2007年3个年份的数据计算模型中相应参数,并通过参数变化来分析中国城市用地扩张的整体规律;同时通过计算城市用地扩张幅度指数来进行不同用地规模、不同区域、不同省份之间城市扩张的具体比较。

2.1.1 位序-规模法则

位序-规模法则最早由奥尔巴赫提出,后来由Lotka和Singer等对该理论进行进一步的发展。一般认为位序-规模法则在发达国家和城市历史悠久的国家比较典型,中国作为一个具有悠久城市发展历史的国家,位序-规模法则能够较好的刻画城市人口的规模分布<sup>[26]</sup>。也有学者通过实证研究表明以城市建成区面积表征的中国城市规模也同样符合位序-规模法则<sup>[27]</sup>。用城市用地面积刻画的位序-规模法则公式如下:

$$S_r = S_1 r^{-q}$$

式中:  $S_r$  为按城市用地面积从大到小排序后第  $r$  位城市的规模;  $S_1$  为首位城市用地面积理论值;  $r$  为城市用地规模位序号;  $q$  为参数。对式(1)两边取对数,将其转化为

$$\ln S_r = \ln S_1 + q \ln r$$

2.1.2 分形理论

虽然位序-规模法则能够较好的描述城市规模的分布规律,但是对城市等级规模分布模型的参数进行解释存在困难,在城市结构、城市体系等诸多领域的研究中往往将位序-规模法则和分形理论相结合,从而可以深入揭示中国城市用地规模分布特点<sup>[28]</sup>。分形的核心就是自相似性,描述分形的特征量是分形维数,简称分维。在确定分维的多种方法中Hausdorff分维类比是最基本和最常用的<sup>[28]</sup>,其模型如下:

$$N(r) \propto r^{-D}$$

式中:  $N(r)$  为大于某城市用地规模的城市数目;  $r$

为城市用地规模;  $D$  指城市规模分布的分维值,用于表征城市规模分布特征。对式(2)两边取对数,将其转化为

$$\ln N(r) = A - D \ln r$$

式中:  $A$  为常数。

在本模型中,  $D$  值的大小可以反映城镇体系等级规模结构,  $D$  值越大表明城市规模分布越均衡,城市规模分布越集中;相反,  $D$  值越小表明中国城市等级规模结构越松散,不同规模城市差距越大。 $A$  代表结构容量,  $A$  值越大表明城市体系越复杂,城市总体规模越大;相反,  $A$  值越小表明城市体系越简单,总体规模越小。

2.1.3 城市用地扩张幅度指数

城市土地扩张幅度指数能够直观反映在研究时段内城市用地  $UEI_i$  扩张的幅度与速度<sup>[29]</sup>,其公式如下:

$$UEI_i = (U_{i,t} - U_{i,0}) / U_{i,0} \times 100\%$$

式中:  $UEI_i$  指城市研究基期到末期的城市土地扩张幅度指数;  $U_{i,0}$  和  $U_{i,t}$  分别代表研究基期和研究末期  $i$  城市建成区面积( $\text{km}^2$ )。

2.2 数据来源

本文数据主要来源于《中国城市统计年鉴》(1998、2003、2008年),所选样本为按1997年行政区划方案的222个地级和地级以上城市(1997年中国除香港、澳门、台湾省外总共有223个地级和地级以上城市,由于云南省东川市于1998年合并到昆明市,因此本文选取除东川市以外的222个城市作为研究样本),为便于不同时段的比较,2002年和2007年的研究样本仍然为这222个城市。本文中城市用地规模用市辖区的建成区面积表示。

3 城市用地扩张特征分析

3.1 城市用地扩张整体趋势

利用收集的222个地级及以上城市的建成区面积数据按照公式(2)和公式(4)进行回归,从回归

表 1 中国城市用地位序-规模分析表  
Tab.1 Rank-size analysis results of urban built-up areas in China

年份	$\ln S_i$	$q$	判定系数 $R^2$	结构容量 $A$	分维值 $D$	判定系数 $R^2$
1997	6.972	-0.713	0.923	9.442	1.319	0.913
2002	7.415	-0.756	0.939	9.591	1.274	0.926
2007	7.919	-0.801	0.951	9.714	1.214	0.942

结果(表1)可以看出,回归效果较理想(判定系数均在0.9以上), $q$ 的绝对值从1997年的0.713增加到2007年的0.801, $D$ 值相应的从1.319减少到1.214,说明中国城市之间的用地规模差距在拉大,整体均衡度在下降。而首位城市理论值 $S_1$ 和结构容量 $A$ 值均在增加,说明中国城市用地规模总量不断增加,城市体系趋于复杂。

3.2 不同规模城市用地扩张特征比较

在参考其他研究的基础上<sup>[27]</sup>,本文将城市用地规模分类如下:建成区面积小于50 km<sup>2</sup>的为小城市,50~100 km<sup>2</sup>为中等城市,100~200 km<sup>2</sup>为大城市,大于200 km<sup>2</sup>的为特大城市(以2007年各城市建成区面积为准)。

利用公式(5)计算中国222个地级及以上城市1997-2007年土地扩张幅度指数,结果(表2)表明:整体扩张幅度指数( $UEI$ )呈现特“大城市>大城市>中等城市>小城市”的态势;高于全国平均增长速度的城市个数比例也表现出“特大城市>大城市>中等城市>小城市”的规律;规模越大的城市用地扩张速度越快,城市规模体系趋于不平衡。

3.3 城市用地扩张的区域比较

将全国分为东、中、西3个板块,东部包括北京、天津、上海、河北、辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东、海南等11个省份,中部包括湖北、湖南、江西、河南、安徽、山西、黑龙江、吉林等8个省份,西部包括广西、陕西、内蒙古、云南、四川、重庆、贵州、青海、甘肃、宁夏、新疆、西藏等12个省份。

东部城市整体扩张幅度最大,地级及以上城市建成区总面积由1997年的6685 km<sup>2</sup>增加到2007年的14677 km<sup>2</sup>,整体扩张幅度指数达到119.5%,96座城市中有50座城市用地扩张速度高于全国平均扩张速度,占东部所有城市的52.1%;其次是西部,整体扩张幅度指数为74.2%,1/3的城市扩张速度高于全国平均增速;整体扩张幅度最小的是中部城市,10年间城市用地整体扩张幅度指数仅为62.1%,高于全国平均增速的城市比例也最小(表3)。由此可见,中国城市用地扩张有着明显的区域差异性。

3.4 城市用地扩张的省区比较

1997-2007年10年间地级及以上城市用地扩张较快的主要为直辖市和东部沿海省份,包括北京、上海、重庆、广东、浙江、江苏、海南、福建、山东等,城市用地整体扩张幅度指数均超过100%(图1)。在这些省份的城市中,城市用地规模扩张幅度较大

表2 不同规模城市用地扩张情况统计表  
Tab.2 Statistics of urban land expansion at different scales

城市规模	建成区面积 /km <sup>2</sup>	城市数 /座	UEI /%	高于平均增速	
				城市数 /座	百分比/%
小城市	S<50	66	39.2	13	19.7
中等城市	50≤S<100	88	64.4	32	36.4
大城市	100≤S<200	40	79.5	19	47.5
特大城市	S≥200	28	143.1	19	67.9

注:表中UEI指该规模所有城市建成区面积总和1997-2002年城市扩张幅度指数。

表3 不同区域城市用地扩张情况统计表  
Tab.3 Statistics of urban land expansion of different regions

区域	城市数 /座	UEI /%	高于平均增速		低于平均增速	
			城市数/ 座	百分比 /%	城市数 /座	百分比/%
东部	96	119.5	50	52.1	46	47.8
中部	78	62.1	17	21.8	61	78.2
西部	48	74.2	16	33.3	32	66.7
全国	222	92.8	83	37.4	139	62.6

注:表中UEI指区域内所有城市建成区面积总和1997-2002年的城市扩张幅度指数。

表4 城市用地扩张幅度较快的城市一览表  
Tab.4 Schedule of the cities with high speed expansion

省份	扩张幅度超过150%的城市
广东	广州(216)、深圳(516)、佛山(326)、江门(304)、惠州(339)、肇庆(183)、中山(231)、东莞(514)、河源(333)
浙江	杭州(229)、宁波(245)、绍兴(246)、金华(187)
江苏	南京(226)、徐州(158)、苏州(196)、淮安(189)、宿迁(285)
福建	厦门(173)、泉州(372)、漳州(292)
山东	济南(174)、威海(153)、莱芜(200)、临沂(240)
海南	海口(168)

注:括弧内数字表示城市1997-2007年用地扩张幅度指数(%)。

的有:重庆、南京、宿迁、杭州、宁波、泉州、漳州、广州、深圳、佛山、江门、惠州、东莞、河源等,城市用地扩张幅度指数均超过150%(表4)。城市用地扩张较慢的包括青海、甘肃、山西、内蒙古、黑龙江和辽宁等省份,土地扩张幅度指数均小于50%。由此可见,中国城市用地扩张幅度的省区差异明显。

4 城市用地规模扩张影响因素分析

城市用地的扩张会受到多种因素的影响,每一种因素都对城市用地扩张产生一定的影响,但它们的影响不是独立发生的,而是受到其他各因素制约的,这些影响因素共同作用形成的合力造成了城市用地的扩张(图2)。

4.1 自然条件

随着社会经济和技术的发展,人类克服自然条件约束的能力越来越强,但是人类活动受自然条件的限制仍然不能忽视,在越大的尺度上自然条件对人类活动的约束作用越强。自然诸因素中,地形条

图 1 城市用地扩张分省区统计图

Fig.1 Statistics of urban land expansion of different provinces

注:圆形左上角数字代表该省地级及以上城市数目,右上角数字代表土地扩张幅度指数高于全国平均值的城市数,下半部分数字代表全省所有地级及以上城市建成区面积总和和1997-2002年的城市扩张幅度指数(%)。

件是影响城市用地扩张最重要的因素之一,它影响着城市用地扩张方向与强度。城市在形成和发展过程中将受到作为下垫面的地表形态的影响与制约,因此城市所处的地貌部位和地貌类型对城市形态和空间结构等都产生深远的影响<sup>[30]</sup>。中国陆地地貌可分为三大阶梯,三大阶梯城市用地扩张强度存在差异(表5)。

①第一级阶梯为青藏高原区,平均海拔在4000 m以上,高原上分布着一系列东西走向,平均海拔在6000 m左右的山脉,青藏高原区地势突兀,自然条件恶劣,城市数量少,城市用地扩张速度最慢。

②第二级阶梯为西北内陆高原盆地,地貌基本形态以高原为主,高原为众多山脉围割,形成独立的高原与盆地。主要山脉包括阿尔泰山、天山、祁连山、秦岭等,这一阶梯主要是由内蒙古高原、鄂尔多斯高原、黄土高原、阿拉善高原和柴达木

表 5 中国三大阶梯城市用地扩张统计表  
Tab.5 Comparison of land expansion among China's three topographic steps

地貌阶梯	地级以上城市数/座	97年建成区总面积 / km <sup>2</sup>	07年建成区总面积/km <sup>2</sup>	建成区面积增长量/ km <sup>2</sup>	UEI /%
第一阶梯	1	60	65	5	8.3
第二阶梯	44	2575	4487	1912	74.3
第三阶梯	177	10919	21586	10667	97.7

注:地级及以上城市数为1997年确立为地级城市的数量,表中UEI指区域内所有城市建成区面积总和和1997-2002年的城市扩张幅度指数。

盆地、塔里木盆地、准噶尔盆地等组成的内陆干燥区<sup>[31]</sup>。整体来看,山地所占比例大,城市扩张成本较高,速度较慢。城市扩张受地形限制比较典型的如兰州,由于地处黄河上游的陇中高原区,其独特的“两山夹一谷沿河带状的地形特征”对城市用地的向外扩张起了很大的限制作用。1997年其建成区面积为163 km<sup>2</sup>,到了2007年其建成区面积为



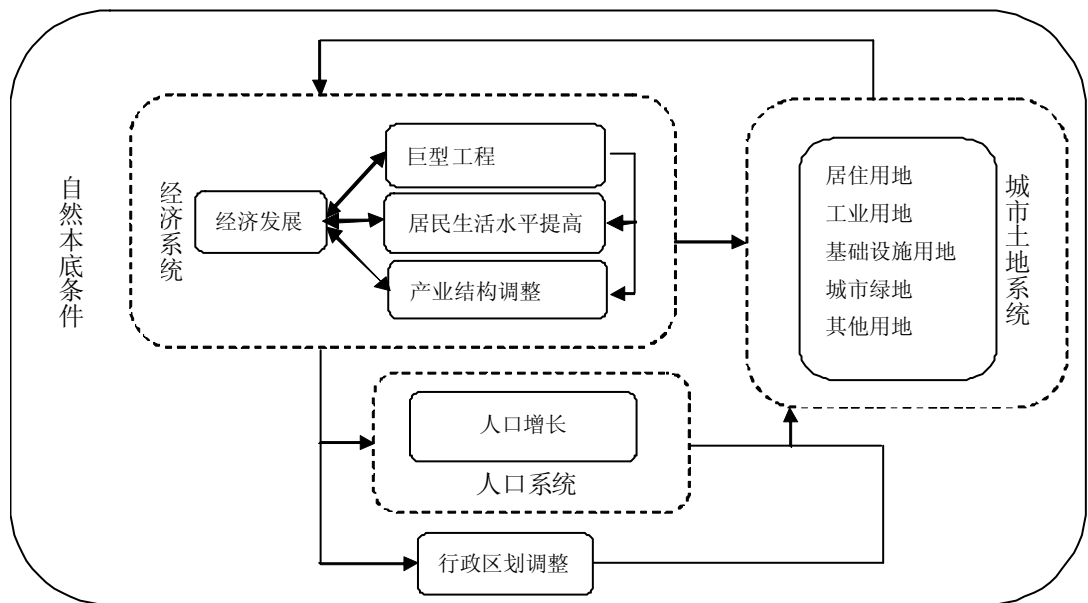


图2 自然、人口和经济等因素对城市用地扩张影响机制

Fig.2 The affecting mechanism of physical conditions, population growth and economic factors on urban land expansion

176 km<sup>2</sup>, 10年间仅扩大13 km<sup>2</sup>, 城市用地扩张幅度指数为8%, 不足全国整体用地扩张幅度指数的10%, 地形条件的约束是兰州城市难以对外扩张的主要因素。但是部分城市处于较大的盆地当中, 城市扩张速度快, 比较典型的如处于四川盆地的重庆市和成都市, 10年间城市扩张幅度指数分别为251%、183%, 平坦的地形为其城市用地的快速扩张提供了有力的前提条件。第二阶梯有地级及以上城市44座, 10年间城市用地扩张幅度为74.3%。③第三极阶梯为东部平原和丘陵区, 以平原和丘陵为主体, 地势起伏和缓, 是中国城市最稠密的一个阶梯。该阶梯又可以分为4个小区: 松辽平原(主要城市有哈尔滨、长春、沈阳、大连等)、黄淮海平原(主要城市有北京、天津、石家庄、济南、青岛、唐山等)、长江中下游平原(主要城市有上海、武汉、南京、杭州、苏州、无锡、常州、南昌等)、珠江及其支流冲击平原(主要城市有广州、深圳、东莞、珠海等)。由于绝大部分城市分布于平原地区, 第三阶梯城市扩张速度是3个阶梯中最快的。

4.2 行政区划调整

由于行政区划调整而造成城市建成区面积在统计上突变式的增长是部分城市用地规模扩张的重要因素。通过县改区, 将原有周边县(市)纳入市辖区范围, 如北京在近10年里先后将顺义县、昌平县、大兴县、怀柔县、平谷县等并入其市辖区范围,

表6 部分行政区划调整幅度较大的城市情况表

Tab.6 Schedule of the cities with frequent administrative division adjustments

城市	纳入市辖区管辖的县级行政单元
北京	顺义县(1998) 昌平县(1999) 大兴县(2001) 怀柔县(2001) 平谷县(2001)
上海	松江县(1998) 青浦县(1999) 奉贤县(2001) 南汇县(2001)
佛山	南海市(2002) 顺德市(2002) 三水区(2002) 高明市(2002)
广州	番禺市(2000) 花都市(2000)
汕头	潮阳市(2003) 澄海市(2003)
天津	武清县(2000) 宝坻县(2001)
杭州	萧山市(2001) 余杭市(2001)
武汉	新洲县(1998) 黄陂县(1998)
成都	新都县(2001) 温江县(2002)
南京	江浦县(2002) 六合县(2002)

注: 表中括弧内数字表示行政区划调整的时间(年)。

使北京市辖区面积和建成区面积大幅度增加。上海、佛山等城市由于行政区划调整造成建成区面积扩张的幅度也很明显(表6)。行政区划调整较为频繁的城市主要为大城市特别是直辖市和省会城市, 这与这些城市所拥有的特殊权利和经济优势密切相关。

4.3 人口增长

城市人口规模增长是城市用地扩张最直接的影响因素。城市人口的增长导致其对住房、交通、城市绿地及相关服务设施的需求相应增加。当前中国正处于城市化快速发展阶段, 越来越多的农村人口涌向城市, 城市则需要不断的扩展其城市区域来容纳和满足新增人口对生存空间的需求<sup>[32]</sup>。城市人口增长率同样呈现“特大城市>大城市>中等城

市>小城市”的基本态势,利用1997-2007年的人口增长量和城市建成区面积进行相关性分析,其Pearson相关系数为0.670(两变量不相关概率为0)。显然人口的增长也是城市用地扩张的重要影响因素。

#### 4.4 经济增长

城市用地扩张是城市经济发展需求与体现<sup>[18]</sup>,经济发展的速度很大程度上影响城市用地扩张的速度。城市经济发展对城市用地扩张驱动作用体现在以下几个方面:

(1) 产业结构调整。城市经济的发展伴随着产业结构的调整升级(如“退二进三”政策)。市中心地价由于城市经济的发展而升高,一些附加值相对较低的产业部门为降低成本不得不从市中心搬迁到地租相对便宜的郊区,相应的工厂职工和一系列配套服务设施也会向郊区转移,从而使得城市用地逐渐向郊区蔓延。

(2) 居民生活水平提高。随着城市经济发展,居民收入水平的提高,社会意识形态在改变,人们对更舒适的城市生产、生活水平和居住环境提出了更高的要求<sup>[32]</sup>,从而导致更多的居住、生态和康体娱乐设施用地的需求。职工平均工资能够很大程度上反映居民生活水平。因此,本文应用222个城市2007年的职工平均工资和城市建成区面积进行相关分析,两者相关系数为0.61(两变量不相关的概率为0),相关性较强,可见居民生活水平与城市建成区面积的扩张有着密切的关系。

(3) 巨型工程建设。巨型工程是指在一定的地域范围内,投资规模巨大,由政府、私人开发商等推动、投资和建设,对整个区域经济、社会和环境等能够产生重大深远影响,具有决定性意义的大型工程项目。包括机场、快速道路、轨道交通等基础设施、各类开发区、大学城、科技园以及大型居住项目、旧城改造等<sup>[33]</sup>。巨型工程对城市用地的影响可以概括为直接影响和间接影响。巨型工程建设自身需要占用大量用地,直接导致城市用地的对外扩张。间接影响包括以下3个方面:①航空港、信息港、高速铁路,轨道交通等巨型工程建设,造成区域可达性的改变,对城市扩张起着引导的作用。②巨型工程建设可以吸引直接关联产业在管理、市场等方面存在相似性的经济活动的聚集,推动新产业空间的形成,从而为城市产业结构调整和转变提供重要机遇<sup>[33]</sup>。③根据凯恩斯主义宏观经济学的观点,巨型工程建设会对基础设施投资、商业贸易等需求产生

显著影响,通过乘数效应影响城市经济和就业情况,而城市经济的增长和就业人数的增加会通过一系列连锁反应带动了基础设施建设、房地产业、商业、餐饮、娱乐等服务业快速发展,从而进一步增加城市用地的需求量。

以上海世博会为例,上海世博会园区规划用地范围5.28 km<sup>2</sup>,其中浦东部分为3.93 km<sup>2</sup>,浦西部分为1.35 km<sup>2</sup>。浦东、虹桥两大机场的扩建、地铁和高速铁路网的急剧拓展以及数个国际邮轮码头的快速兴建都需要占用大量的城市用地。目前投入运营的轨道交通线已有12条,总计长度达420 km。大部分城市外围与市中心区域已实现便捷通达,这也爆发式地带动了城市周边地区房地产业和商业服务业的发展,进一步促进城市用地的对外扩张。上海世博会的总投资额为286亿元,其中,建设投入约180亿元,包括世博会永久场馆、基础设施、世博村以及交通、电力等方面的改造;运营投入约106亿元。会展前期大量政府资金的投入,会展期间大量游客的门票、餐饮、住宿、购物、娱乐消费以及会展后期由于投资环境改善吸引的大量投资,进一步刺激上海市产业结构调整升级并带动经济的发展,对城市用地的需求量也会进一步增加。

国内生产总值(GDP)是反映国民经济发展综合水平的综合指标<sup>[20]</sup>,本文利用222个地级及以上城市1997-2007年的GDP增长量(换算成1997年不变价)和同一时期各城市建成区的增长面积进行相关性分析。结果表明,GDP增长量和城市建成区面积增长量之间存在较强线性关系,Pearson相关系数达到0.847(两变量不相关的概率为0)。其回归方程可以表示为:

$$\Delta S = 4.193 \times 10^{-5} \times \Delta G + 22.33 \quad (R^2 = 0.718) \quad (6)$$

式中: $\Delta S$ 为城市建成区面积增长量; $\Delta G$ 为市辖区地区生产总值增长量。

城市经济增长量和人口增长量与城市建成区面积增长量之间Pearson相关系数均较高,但通过偏相关分析发现,在控制经济变量的情况下人口增长量和建成区面积增长量之间的相关系数仅为0.272,相关性并不显著,而在控制人口变量的情况下,经济增长量和建成区面积增长量之间的相关系数为0.724(两变量不相关的概率为0)。可见,经济增长才是引起城市用地扩张的根本原因,而人口增长则是经济增长结果并对城市用地产生直接需求。

## 5 结论

选取中国222个地级及以上城市为样本,利用位序-规模法则和分形理论分析近10年中国城市用地规模扩张整体趋势,并通过计算城市用地扩张幅度指数具体分析中国城市用地扩张的特征,最后从自然条件、行政区划调整、经济发展和人口增长等方面探讨了各影响因素对城市用地扩张的作用机制,最终得到以下4点认识:

(1) 应用位序-规模法则和分形理论的数学模型对222个样本数据的回归效果较理想(判定系数均在0.9以上),1997-2007年 $q$ 的绝对值在增加,分维值 $D$ 则在减少,就所选取的222个样本城市而言,中国城市之间的规模差距在拉大,整体均衡度在下降;而首位城市理论值 $S_1$ 和结构容量值 $A$ 均在增加,说明中国城市用地规模总量不断增加。

(2) 1997-2007年,中国城市整体扩张幅度呈现特大城市>大城市>中等城市>小城市的态势;高于全国平均增长速度的城市个数比例也呈现特大城市>大城市>中等城市>小城市的规律;规模越大的城市其用地扩张速度越快,城市规模体系趋于不平衡。

(3) 通过城市用地扩张幅度的区域和省际比较可以发现:1997-2007年中国城市扩张幅度东部最大,西部次之,中部城市用地扩张幅度最小;从省域层面看,城市扩张幅度最大的主要为直辖市和东部沿海省份的城市。

(4) 自然条件的约束、行政区划调整、经济 and 人口的发展与建成区面积的扩张有着密切的关系,而且各影响因素之间相互作用、相互制约,城市用地扩张是各影响因素综合作用的结果(图2)。

对中国城市用地扩张合理调控机制的研究和影响因素的进一步定量分析,通过系统动力学等方法模拟未来中国城市用地扩张趋势将是本文进一步研究的方向。

致谢: 本文写作过程中,张晓平副教授多次提出宝贵意见,在此深表谢意!

## 参考文献

[1] 徐梦洁, 於海美, 梅艳, 等. 近年我国城市土地扩张研究进展. 国土资源科技管理, 2008, 25(1): 47-52.

- [2] 方创琳. 中国城市化进程及资源环境保障报告. 北京: 科学出版社, 2009: 215-268.
- [3] 吴铮争, 宋金平, 王晓霞, 等. 北京城市边缘区城市化过程与空间扩展: 以大兴区为例. 地理研究, 2008, 27(2): 285-294.
- [4] 王伟武, 金建伟, 肖作鹏, 等. 近18年来杭州城市用地扩张特征及其驱动机制. 地理研究, 2009, 28(3): 685-695.
- [5] 刘瑞, 朱道林, 朱战强, 等. 基于Logistic回归模型的德州市城市建设用地扩张驱动力分析. 资源科学, 2009, 31(11): 1919-1926.
- [6] 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): 769-781.
- [7] 吴宏安, 蒋建军, 周杰, 等. 西安城市扩张及其驱动力分析. 地理学报, 2005, 60(1): 143-150.
- [8] 李加林, 朱晓华, 张殿发. 群组型港口城市用地时空扩展特征及外部形态演变: 以宁波为例. 地理研究, 2008, 27(2): 275-285.
- [9] 高迎春, 佟连军, 尹君. 石家庄城市土地利用增长研究. 地理科学进展, 2008, 27(6): 18-24.
- [10] Jun Luo, Dennis Wei YH. Modeling spatial variations of urban growth patterns in Chinese cities: The case of Nanjing. Landscape and Urban Planning. 2009, 91: 51-64.
- [11] 杨立国, 周国华. 怀化城市形态演变特征及影响因素. 地理科学进展, 2010, 29(5): 627-632.
- [12] 姚士谋, 朱振国, 陈爽, 等. 香港城市空间扩展的新模式. 现代城市研究, 2002(2): 61-64.
- [13] 唐菊华, 吕昌河, 杨续超. 苏锡常地区1995年至2005年城市用地扩展的驱动力分析. 资源科学, 2009, 31(5): 801-806.
- [14] 邓世文, 阎小培, 朱锦成. 珠江三角洲城镇建设用地增长分析. 经济地理, 1999, 19(4): 80-84.
- [15] 张落成, 吴楚材, 姚士谋. 苏南地区近20年城市用地扩展的特点与问题. 地理科学进展, 2003, 22(6): 639-646.
- [16] 张豫芳, 杨德刚, 张小雷. 天山北坡绿洲城市空间形态时空特征分析. 地理科学进展, 2006, 25(6): 138-147.
- [17] 刘军会, 韩芳, 王卫. 河北省近十年省辖市城区扩展及驱动力研究. 国土资源科技管理, 2004, 21(5): 5-9.
- [18] 贾鹏, 杨钢桥. 城市用地扩张驱动力分析: 以湖北省为例. 水土保持研究, 2006, 13(2): 182-185.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析. 地理研究, 2001, 20(2): 129-138.



- [22] 梁进社, 王昊. 城市用地与人口的异速增长和相关经验研究. 地理科学, 2002, 22(6): 649-654.
- [23] 许婧婧, 刁承泰, 何丹. 我国特大城市建设用地的驱动力研究. 国土资源科技管理, 2005, 22(5): 22-26.
- [24] Damian H Z, Susanna C M. Role of intermittency in urban development: A model of large-scale city formation. *Physical Review Letters*, 1988, 79(3): 523-526.
- [25] 贾文臣, 贾香云, 李福印, 等. 威海市土地利用分形特征动态变化. 地理科学进展, 2009, 28(2): 193-198.
- [26] 周一星. 城市地理学. 北京: 商务印书馆, 1995: 255-275.
- [27] 谈明洪, 吕昌河. 以建成区面积表征的中国城市规模分布. 地理学报, 2003, 58(2): 285-293.
- [28] 李传武, 张小林, 吴威. 基于分形理论的江苏沿江城镇体系研究. 长江流域资源与环境, 2010, 19(1): 1-6.
- [29] 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): 643-650.
- [30] 丁锡祉, 刘淑珍. 影响中国城市分布和建设的地貌因素. 西南师范大学学报, 1990, 15(4): 453-461.
- [31] 朱红, 明庆忠. 中国城市地貌特点与利用. 华中师范大学学报: 自然科学版, 1994, 28(3): 413-418.
- [32] 鲁奇, 战金艳, 任国柱. 北京近百年城市用地变化与相关社会人文因素简论. 地理研究, 2001, 20(6): 688-697.
- [33] 顾朝林, 于涛方, 李玉鸣, 等. 中国城市化格局·过程·机理. 北京: 科学出版社, 2009: 543-550.

## The Features and Influencing Factors of Urban Expansion in China during 1997–2007

ZHANG Li<sup>1,2</sup>, LEI Jun<sup>1</sup>, LI Xuemei<sup>1,2</sup>, GAO Chao<sup>1,2</sup>, ZENG Weiyao<sup>1,2</sup>

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** China is stepping into the developmental stage of fast urbanization. The important characteristic of urbanization and rapid development of economy is the sharp expansion of urban build-up area. The demand of urban land is getting larger and larger, however, it is impossible to meet the great demand unlimitedly due to the scarcity of land resources. The difficulty of urban land expansion is getting bigger and bigger, so the process of rapid urbanization is restricted by the shortage of land. The conflict between them becomes more and more serious; as a result, the research on the process of rapid urbanization and the regularity of urban expansion is popular in the academic world at present.

This paper selects 222 municipal cities as samples, examines the general trend of urban land expansion from 1997 to 2007 based on rank-size law and fractal theory, and analyzes its diversity at different land scales and in different regions and provinces by calculating UEI (Urban Expansion Index). The results are shown as follows. (1) The total amount of urban lands is keeping increasing in China, and in the case of 222 cities, the scale difference among cities is getting larger, and the general balance is keeping decreasing. (2) The larger the city scale is, the faster the expansion will be. (3) The expansion speed of eastern cities is greater than that of western cities. (4) The eastern coastal cities are developing faster, such as the municipalities directly under the Central Government, and those in Guangdong, Jiangsu, Zhejiang and Fujian. Finally, discussions are made on the mechanism of influencing factors from the viewpoint of physical conditions, administrative division adjustment, economic development and population growth.

**Key words:** urban land expansion; rank-size law; fractal theory; Influencing Factors; China

本文引用格式:

张利, 雷军, 李雪梅, 等. 1997-2007年中国城市用地扩张特征及其影响因素分析. 地理科学进展, 2011, 30(5): 607-614.