

# 城市规划实施的时空动态评价

龙瀛<sup>1,2</sup>, 韩昊英<sup>3</sup>, 谷一桢<sup>4</sup>, 沈振江<sup>5</sup>, 毛其智<sup>1</sup>

(1. 清华大学建筑学院, 北京 100084; 2. 北京市城市规划设计研究院, 北京 100045;  
3. 浙江大学公共管理学院, 杭州 310029; 4. 加州大学伯克利分校城市与区域规划系, 美国伯克利 94720;  
5. 日本金泽大学环境设计学院, 日本金泽 920-1192)

**摘要:** 规划实施评价是近年来中国城市规划领域的研究热点。已有研究主要侧重于以整个规划范围为研究对象,在一定时间范围内对比规划实施结果和发展现状的一致性,属于时空静态的针对规划实施结果的评价方法。但城市规划的实施效果在时间维度和空间维度都具有异质性,而且城市扩展同时受到市场力量和政府因素的影响,城市规划作为一种政府主导的制度性因素,并不是制约城市扩展的唯一因素。本文提出了基于 Logistic 回归和 GIS 的时空动态的规划实施评价方法,其在考虑实施结果的同时更侧重对规划实施过程的评估,考虑了城市扩展的框架下城市规划对空间控制的实施效果,并以北京市域 1958、1973、1982、1992 和 2004 年编制的五版城市总体规划为例进行实证分析。根据规划执行的时间跨度,将 1947 年至 2008 年分为 5 个时间阶段,分析各个阶段城市扩展的驱动因素,识别各版城市规划在不同阶段所起到的城市扩展促进作用。并以 2004-2008 年为例,以各个区(县)为子区域,探讨 2004 版总规在中心城市、近郊区和远郊区实施效果的空间变化,识别总规在城市扩展中的空间异质性,并给出相应的政策含义。结果显示,随着时间的推移,建国后北京市城市规划的控制作用呈现出逐渐增强的趋势。远郊区县规划作用效果明显高于近郊和中心地区。

**关键词:** 城市扩展; 规划实施评价; 城市规划; 一致性; 时空动态; 北京

## 1 引言

城市规划是政府引导和控制城市发展的重要工具。为了保证规划的实施效果,规划实施评价往往被引入到城市规划的制度之中,成为规划不可或缺的环节。英国的区域规划指南以及美国一些州的规划文本,都规定了规划实施评价的相关内容<sup>[1]</sup>。在中国,规划实施评价工作也在规划制度化和法制化的进程中不断得到强化。2008 年 1 月 1 日开始实施的《中华人民共和国城乡规划法》第四十六条规定:“省域城镇体系规划、城市总体规划、镇总体规划的组织编制机关,应当组织有关部门和专家定期对规划实施情况进行评估,并采取论证会、听证会或者其他方式征求公众意见……经评估确需修改规划的,组织编制机关可按照规定的权限和程序修改省域城镇体系规划、城市总体规划、镇总体规划”。可见,规划实施评价已经被法律确立为规划修改的一个基本依据,因而成为中国各级政府

所倡导的规划工作的重点。

根据 Talen 对规划评价的综述研究<sup>[2]</sup>,规划评价包括规划实施预评价(evaluation prior to plan implementation)、规划实践评估(evaluation of planning practice)、政策实施分析(policy implementation analysis)以及规划实施评价(evaluation of the implementation of plans),本文属于其中最后一点(规划实施评价)的范畴。在中国,规划实施评价也可以根据规划内容或不同专业构成进行分类,如空间控制、交通规划、市政基础设施规划等部分的实施评价。本文主要侧重于从空间控制角度进行探讨。规划实施评价方面的研究虽然历时已久,然而普及程度并不理想,其中根本性的原因主要在于:①规划的实施受到诸多因素的影响,很难将规划因素与其他因素明确分离;②规划实施效果的影响因素较为广泛,很难对复杂规划效果进行综合评价;③规划评价的价值观具有多样性,很难找出统一的价值观<sup>[3]</sup>。相应地,规划实施评价主要包括了两部分的

收稿日期:2010-11; 修订日期:2011-03.

基金项目:国家自然科学基金项目(50908200, 51078213)。

作者简介:龙瀛(1980-),男,博士研究生,高级工程师,主要研究方向为规划支持系统和城市系统微观模拟。

E-mail: longying1980@gmail.com

通讯作者:韩昊英,男,副教授。E-mail: hanhaoying@zju.edu.cn

内容:①实证方面,规划实施究竟产生了什么样的影响;②规范方面,基于特定的价值观评价这一影响是好是坏。我们会在今后的研究中对此进行深入分析。

尽管如此,通过应用一些特定的方法,仍然可以在一定程度上反映规划实施的成效。根据 Alexander 和 Faludi 所提出的 PPIP(policy-plan/programme-implementation-process)规划评估模型,规划的实施可以通过一致性(conformity)、合理的操作过程(rational process)、关于最优的事前分析(optimal ex ante)、关于最优的事后评价(optimal ex post),以及有用性(utilization)等5个准则来进行评价<sup>[4]</sup>。其中,一致性准则是目前国际上应用最普遍的一项指标<sup>[5-10]</sup>。一致性准则认为,如果忽略或排除对不确定因素的考虑,规划实施的最终结果与最初规划设计方案的一致性越高,则方案的实施就越成功。这种以规划的一致性(或契合度)为评价标准的方法,确实可以在很大程度上反映传统的蓝图式的规划的实施成效。事实上,中国现有的很多评价方式也都沿用了这一思路。如广州<sup>[11]</sup>、北京<sup>[12]</sup>的城市规划方案的实施评价结果显示,在中国大都市圈的中心城市中,相当大一部分的城市扩展都超出了规划的总量或形态控制范畴。这反映了中国城市中规划的总量和形态常常被突破的普遍情况。

在空间控制评价方面,一致性评价的局限在于其只描述了规划实施效果的情况,并没有涉及对包括城市规划在内的空间扩展影响因素(驱动力)的分析,也不涉及对城市规划空间控制成效的时间尺度和空间尺度的对比分析。因此,本文提出了通过识别城市规划在城市扩展中的作用,并进行时间维度和空间维度的对比,进而给出更为详细、客观的规划实施评价结果的方法。下文分别就城市扩展的驱动力分析、城市规划在已有研究中的引入情况、如何识别驱动力的空间维度和时间维度的异质性等3个方面对已有文献进行分析评述。

(1) 关于城市扩展的驱动力分析 经典的城市土地利用模型显示,土地开发受区位和地理条件影响,Alonso 在其单中心城市区位理论中指出,距离城市中心的距离是影响城市土地利用主要因素<sup>[13]</sup>; Doxiadis 创建的人类聚居学指出,人类聚居的区位主要受到三种力的吸引,即现有城市中心、交通干道和自然景观<sup>[14]</sup>; Hedonic 模型认为商品由很多不

同的属性构成,其价格由所有属性带来的效用决定,由于各个属性的数量和组合方式的不同,商品价格产生差异,例如 Butler 认为影响住宅价格的因素有3类:区位(location)、建筑结构(structure)和邻里环境(neighborhood),住宅价格反映的是消费者对住宅属性的偏好之和<sup>[15]</sup>,而城市的开发同样如此,土地价格也是开发商对地块相关属性的偏好之和,该框架也可以作为城市扩展驱动力选取的参考。

(2) 城市规划在已有研究中的引入情况 侧重于城市经济学的城市扩展研究和侧重于地理学的土地利用覆盖变化(land-use change and cover change, LUCC)研究都承认作为制度性因素的城市规划是影响城市扩展过程的驱动力之一。在城市经济学领域,大部分实证研究都侧重于采用回归的方法,应用跨城市(inter-city)的数据分析人口、收入、通勤成本和农业地租等市场因素对城市面积的影响<sup>[16-17]</sup>。或许是由于数据的限制,只有少数研究分析了制度性因素在城市扩展中的作用<sup>[18]</sup>。在LUCC研究中,已经有了较为成熟的方法来分析土地使用变化的驱动力或各种因素对土地利用变化影响的定量识别,如马尔科夫链(markov-chain analysis)<sup>[19]</sup>、人工神经网络(artificial neural networks, ANN)<sup>[20-21]</sup>、Logistic 回归<sup>[22-24]</sup>、元胞自动机(cellular automata, CA)<sup>[25-29]</sup>和多主体系统(multi-agent systems, MAS)<sup>[30-31]</sup>等。需要强调的是,在元胞自动机和多主体系统的研究中,多将邻域影响作为城市扩展的驱动力之一。

(3) 驱动力的空间维度和时间维度的异质性识别 在城市扩展的相关研究中,对驱动力的空间异质性(spatial heterogeneity)和时间异质性(temporal heterogeneity)都有了探索性研究。空间异质性方面,如CA城市模型中考虑状态转换规则的空间分异,即模拟范围内不同子区域的元胞状态转换规则的参数设置存在差异<sup>[32]</sup>,在土地利用变化模型中考虑驱动力的空间异质性<sup>[33]</sup>。关于空间异质性,城市经济学中对分市场(submarkets)的研究与其比较类似。这类研究侧重于验证住房分市场效应(housing submarkets)的存在(即在研究区域的不同子区域,各种市场力的作用存在显著差异)<sup>[34-37]</sup>,以及识别分市场的边界<sup>[38]</sup>。时间异质性方面的研究则更为成熟,最为典型的方式是根据多个时间点的遥感影像,识别各个历史时间点的城市形态,进而分析

各个时间阶段的城市扩展驱动力。然而在规划实施评价方面,少有研究考虑规划实施效果的空间异质性和时间异质性。城市扩展方面已有的研究方法可以用于时空动态(即时间异质性和空间异质性)的规划实施评价,可以给出相应的政策含义,如不同区域规划实施情况的差异,以及不同阶段城市规划所起到的作用差异。

本文将利用 Logistic 方法对城市扩展过程进行分析,识别城市规划因素在其中的影响,同时针对不同版本的总体规划实施周期进行时间动态评价,并将研究区域分为多个子区域,进行空间动态评价。我们将以北京为例,对 1949 年建国以来北京的历次总体规划进行实施评估,探讨其在城市扩展中所起到的作用。本文的第二部分阐述在城市扩展框架下所提出的时空动态的规划实施评价方法,第三部分介绍研究区域和所使用的数据,其中重点给出历次总规数据及一致性评价结果(用于与本文方法进行对比),第四部分进行总体规划的时间维度和空间维度的实施成效评价,最后进行总结和相应讨论。

## 2 方法

规划实施评价主要用于评估城市规划对城市各个发展指标(本文将其定义为城市的状态)的影响,其中每项指标对应于城市状态。总体上供评价的状态除了常规的是否为城市建设用地以外,还可以是土地使用类型、容积率、建筑密度、城市规模等。城市规划对城市状态的改变具有一定作用,但城市状态的改变同样还受到市场因素和其他制度性因素的影响。城市状态的变化与影响因素之间的关系可以表示为:

$$Y = F(A, X) \quad (1)$$

式中:  $Y$  为城市状态的变化程度,  $X$  为影响因素,  $A$  为影响因素的作用程度,  $F$  为影响函数。在规划评价中,  $Y$  为可以观测的变量,  $X$  为影响因素的空间分布(如制度性因素的作用范围、作为市场力量的可达性因素的空间分布等),一般也可以观测,因此可以求取各个因素的影响程度  $A$ 。假设需要评价的城市状态  $S$  有  $n$  个,相应的城市状态的变化为  $y$ , 影响因素  $X$  有  $m$  个,其中每项影响因素为  $x$ , 城市规划因素为  $x_p$ , 每项影响因素的影响程度为  $a$ ,

城市规划因素的影响程度为  $a_p$  (该变量为规划实施评价中需要关注的变量),则公式 1 可以更具具体地表示为公式(2):

$$y_n = f_n(a_1, a_2, \dots, a_p, \dots, a_m, x_1, x_2, \dots, x_p, \dots, x_m) \quad (2)$$

如果考虑空间维度和时间维度,则这一关系可以表示为公式(3):

$$Y_k^t = F(A_k^t, X_k^t) \quad (3)$$

式中:  $k$  为区域的 ID,  $t$  为时间阶段。区域  $k$  在时间段  $t$  (从  $t_s$  到  $t_e$ ) 起始时刻的城市状态  $s_k^{t_s}$ , 结束时刻的状态  $s_k^{t_e}$ , 则区域  $k$  在时间段  $t$  的城市状态变化  $y_k^t = s_k^{t_e} - s_k^{t_s}$ 。

利用公式(3)可以识别不同时间阶段、不同区域的城市规划因素的影响程度  $a_{p,k}^t$ 。城市规划变量的

影响程度可以进行时间维度 ( $r_t = \frac{a_{p,k}^{t_2}}{a_{p,k}^{t_1}}$ )、空间维度 ( $r_s = \frac{a_{p,k_2}^t}{a_{p,k_1}^t}$ ) 和因素维度 ( $r_f = \frac{a_{m,k}^t}{a_{p,k}^t}$ ) 3 个维度的对

比。对比规划变量的系数与其他因素的系数,可以横向对比城市规划与其他因素在城市发展中的作用,同时纵向对比各个时间阶段或空间的规划的系数,可以进行时间维度和空间维度的对比,进而更为直接地了解规划效用。

本文主要探讨城市规划在城市扩展过程中所起到的作用,因此将城市状态变量确定为城市的空间扩展(二维),具体到一个研究单元或网格,则为该网格在指定时间段内是否由非城镇建设用地状态(未开发)转变为城镇建设用地状态(已开发),如果是,则记为 1,表示发生了城市扩展,否则记为 0,表示没有发生城市扩展。要识别城市扩展过程中各个影响因素(包括城市规划)的影响程度(公式 3 中的  $A$ ),进而评价城市规划因素对城市扩展的影响。可以采用统计回归的方法,其中因变量是是否发生城市扩展(公式 3 中的  $Y$ ),自变量是各个空间变量(公式 3 中的  $X$ )。对于因变量是二项分类常量("1"或"0")的情况,采用 Logistic 回归分析方法获取  $A$  的方法如公式(4)所示<sup>[22]</sup>:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad z = a_0 + \sum_k a_k \times x_k \quad (4)$$

式中:  $a_0$  为常数项,  $a_k$  为回归系数,  $x_k$  为空间变量,  $P$  为转变概率。回归系数  $a$  反映了变量的敏感性,即变量变化 1 个单位对整体概率的影响,其绝对值越大,则其对应变量越敏感。

### 3 研究区域及数据

#### 3.1 研究区域

本文的研究范围为北京市域,总面积为16410 km<sup>2</sup>(图1),位于华北大平原的北端,西以西山与山西高原相接,北以燕山与内蒙古高原相接,东南面向平原,距渤海西岸约150 km。北京的平原区为高程在100 m以下的平原及台地,总面积6338 km<sup>2</sup>(不含延庆盆地),占全市面积的39%。城镇建设用地主要分布于平原区。北京近年来经历了快速的社会经济发展,城镇建设用地的扩张速度较快(图1),并将在未来继续保持快速增长,因此城市规划对土地的空间控制伴随着较大的挑战。

#### 3.2 数据说明

以城市建设用地的空间分布作为待评价的城市状态,考虑到研究范围为区域尺度而非中心城区对应的城市尺度,参考“引言”部分对城市扩展影响因素的分析,同时考虑数据的可获得性,选择4类影响城市发展状态的要素,即①区位变量,如各级城镇中心、河流、道路等的吸引力;②邻域变量,即邻域内的城镇开发强度,一般用邻域内的城镇建设用地所占邻域面积的比例表征;③制度变量,对应政府主导的驱动力,主要包括禁止建设区、农业用地适宜性和规划城镇建设用地3项;④自身变

量,是指是否为农村建设用地。通过相关性分析,剔除了相关性较大的变量。除了制度变量外的其他3类要素,均属于市场因素。

数据的描述如表1所示(最小值、最大值、均值和标准差为利用SPSS统计的结果),各个历史阶段的城镇形态数据的空间分布如图1所示,主要空间变量的空间分布如图2所示。因为要进行时间动态的评价,所以对于道路、城市规划、邻域和城市形

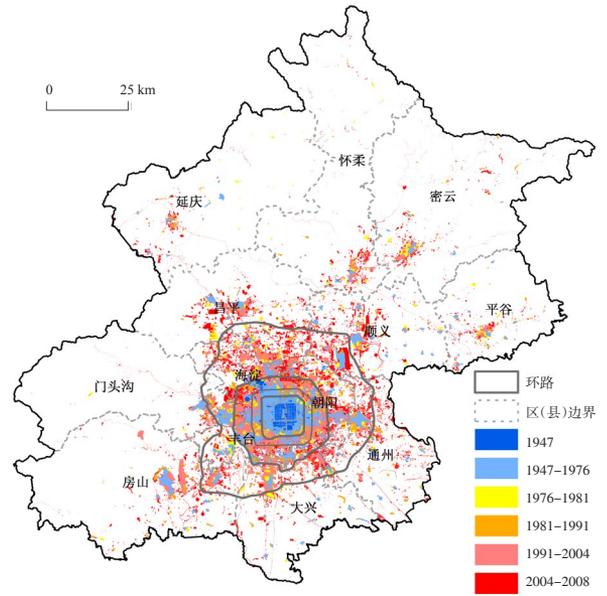


图1 研究区域及城市扩展图

Fig.1 The study area and the expansion of the city

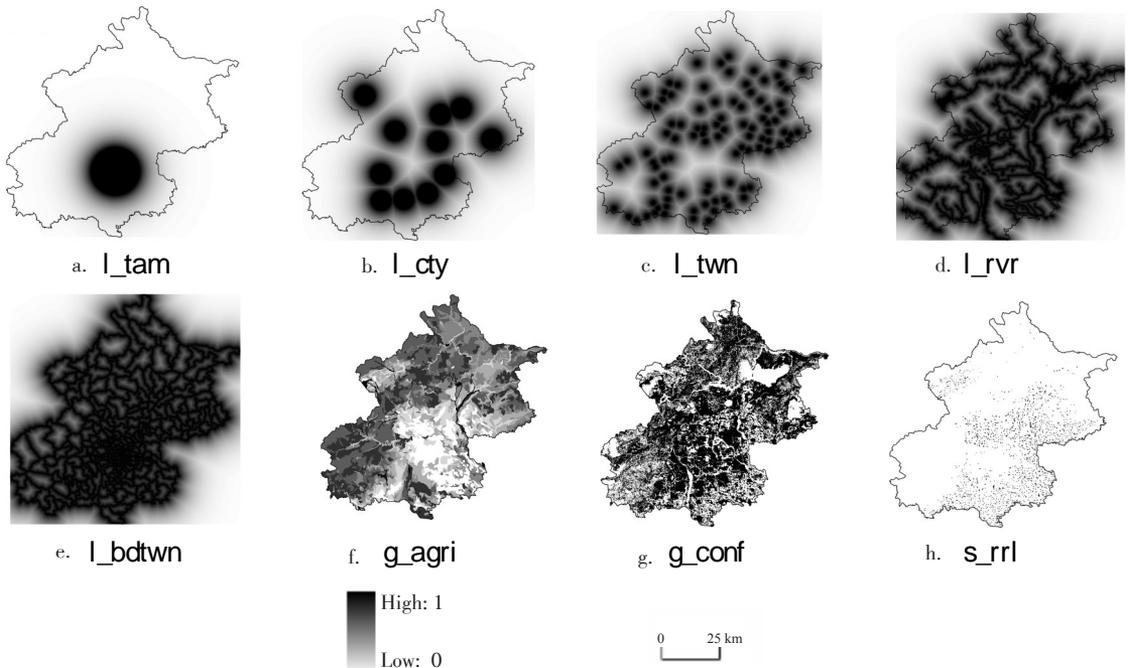


图2 主要空间变量分布图(篇幅有限,各个时间段的道路数据I<sub>r</sub>和邻域数据nei的空间分布本文不一一列出。)

表1 变量一览表

Tab.1 Table of the variables

类别	名称	最小值	最大值	均值	标准差	说明	数据来源	
区位变量	<i>l_tam</i>	0.000	1	0.037	0.091	天安门(城市主中心)吸引力		
	<i>l_cty</i>	0.000	1	0.214	0.198	新城中心吸引力 <sup>①</sup>		
	<i>l_twn</i>	0.026	1	0.531	0.198	镇中心吸引力	根据[39]数字化	
	<i>l_rvr</i>	0.238	1	0.789	0.162	河流吸引力		
	<i>l_bdtwn</i>	0.450	1	0.884	0.097	镇行政边界的吸引力 <sup>②</sup>		
	<i>l_r01</i>	0.091	1	0.841	0.163	2001年道路吸引力		
	<i>l_r91</i>	0.050	1	0.819	0.187	1991年道路吸引力	解译自同 <i>fm</i> 的影像	
	<i>l_r81</i>	0.050	1	0.797	0.202	1981年道路吸引力		
	<i>l_r76</i>	0.050	1	0.785	0.203	1976年道路吸引力		
	<i>l_r58p</i>	0.077	1	0.797	0.184	1958版规划道路	根据[39]数字化	
制度变量	<i>g_conf</i>	0	1	0.593	0.491	禁止建设区	来自[40]	
	<i>g_agri</i>	0	1	0.418	0.237	农业用地适宜性	来自[41]	
	<i>g_pln04</i>	0	1	0.146	0.353			
	<i>g_pln92</i>	0	1	0.066	0.248			
	<i>g_pln</i>	<i>g_pln82</i>	0	1	0.028	0.164	是否为规划城镇建设用地	根据[39]数字化
		<i>g_pln73</i>	0	1	0.050	0.218		
<i>g_pln58</i>		0	1	0.043	0.203			
<i>nei04</i>		0	1	0.077	0.231			
邻域变量	<i>nei</i>	<i>nei91</i>	0	1	0.049	0.175		
		<i>nei81</i>	0	1	0.038	0.160	邻域内的开发强度	同 <i>fm</i> 变量
		<i>nei76</i>	0	1	0.030	0.144		
		<i>nei47</i>	0	1	0.003	0.041		
自身变量	<i>s_rri</i>	<i>fm08</i>	0	1	0.082	0.274	是否为农村建设用地 <sup>③</sup>	同 <i>fm76</i> 变量
		<i>fm04</i>	0	1	0.077	0.266	2008年城镇建设用地	TM 2008-06-12
		<i>fm01</i>	0	1	0.049	0.216	2004年城镇建设用地	TM 2004-04-01
		<i>fm81</i>	0	1	0.038	0.192	1991年城镇建设用地	TM 1991-05-16
城市形态	<i>fm</i>	<i>fm81</i>	0	1	0.038	0.192	1981年城镇建设用地	MSS 1981-06-23 MSS 1981-04-21
		<i>fm76</i>	0	1	0.030	0.170	1976年城镇建设用地	MSS 1976-06-05 MSS 1976-09-20
		<i>fm47</i>	0	1	0.003	0.057	1947年城镇建设用地,此图不能覆盖北京全市域 <sup>④</sup>	来自[42]

①这里选取规模最大的城镇建设用地斑块的几何中心作为新城和镇的中心。

②该变量主要用于评估行政管理界线是否对城市开发具有负面影响,即行政区的分界线处的开发概率更低。

③该变量用于评估农村建设用地是否具有更大的概率向城镇建设用地转变,通过多个时间段的对比,分析这一转变在转型经济背景下的动态变化。

④对于没有数据的区域,考虑到1947年中心城区之外的城镇建设用地数量较少,因此假设均为非城镇建设用地。

态等变量,考虑了多个时间点的数据。鉴于没有1947年和2004年的道路数据,分别以1958版规划道路和2001年的现状数据替代;同时因数据限制,1958年的城市形态数据,以1947年的数据替代。空间变量来源各异(具体见表1“数据来源”一列),主要是通过历史图集手工数字化或采用监督分类的方式解译遥感影像获得矢量GIS图层,并统一坐标系和投影方式,之后统一将矢量GIS图层利用ESRI ArcGIS转为栅格数据(GRID)格式,栅格大小为100 m×100 m,研究范围内共1640496个栅格。

为了便于对回归系数进行对比,需要对各空间变量进行标准化处理,将其数值范围统一为0~1(部分变量的数值为0或1),数值越大表示假设被开发的概率越大,反之则概率越小(除了用于表征行政边界对城镇开发的影响*l\_bdtwn*)。对于区位变量,其原始数据为空间要素空间分布的矢量GIS图层,采用ESRI ArcGIS的Spatial Analyst模块,可以获取相应的直线距离数据  $dist_k$ , 通过公式  $f_k = e^{-\beta \times dist_k}$  可以计算吸引力  $f_k$ , 其中  $\beta$  根据经验取值

0.0001。对于制度变量,禁止建设区 *g\_conf* 中数值为0表示禁止一切城乡建设,反之为1;农业用地适宜性 *g\_agri* 表示对耕作的适宜条件,数值越大表示适宜性越低(其已经用于指导农业用地的选址,以及作为确定城市开发中选择被占用农田的优先序);城市规划 *g\_pln* 表示规划布局,数值为1表示规划城镇建设用地,反之为0(将在3.4“一致性评价”部分进行重点介绍)。对于邻域变量,考虑的为圆形邻域类型,半径为5个网格,共81个网格,其数值等于邻域内不包括自身的城市建设用地面积(即网格数)与邻域内不包括自身的土地面积(80个网格)之商。

### 3.3 历次总体规划

自北京1958年行政区划调整形成目前的市域范围以来,北京市域范围内编制的总体规划主要有5版:1958、1973、1982、1992和2004年<sup>[39]</sup>。历次总规的核心内容为:

(1) 1958版总规,将北京的城市性质确定为“我国的政治中心和文化教育中心,我们还要迅速把它

建设成一个现代化的工业基地和科学技术的中心,使它站在我国技术革命和文化革命的最前列”。规划总人口1000万人,其中市区350万人,形成“分散集团式”的布局模式。1957年的现状常住人口规模为415万人,房屋建筑规模为2230万m<sup>2</sup>。

(2) 1973版总规,确定的发展目标是“多快好省地把北京建成一个具有现代工业、现代农业、现代科学文化和现代城市设施的清洁的社会主义首都”。规划市区人口规模370~380万人。

(3) 1982版总规将北京定位为“伟大社会主义中国的首都,是全国的政治中心和文化中心”。规划全市人口1000万人,市区400万人。1980年常住人口规模为904万人,房屋建设规模9500万m<sup>2</sup>。总体上该版总规的开发规模与现状差别不大。

(4) 1992版总规将北京定位为“伟大社会主义中国的首都,是全国的政治中心和文化中心,是世界著名的古都和现代国际城市”。规划全市常住人口1250万人,市区650万人。1989年常住人口规模为1086万人,城镇建设用地规模904km<sup>2</sup>,房屋建筑规模17900万m<sup>2</sup>。

(5) 2004版总规将北京定位为“中华人民共和国的首都,是全国的政治中心、文化中心,是世界著名的古都和现代国际城市”。规划全市人口1800万人,中心城850万人,形成“两轴一两带一多中心”的布局形态。2003年全市常住人口规模为1456万人,城镇建设用地规模1150km<sup>2</sup>,房屋建筑

规模43000万m<sup>2</sup>。

规划的土地利用类型总体上可分为城市建设用地(还可细分为居住、公建、工业用地等)和非城市建设用地,基本情况如表2所示。我们基于GIS对各版规划的规划建设用地范围进行了量算。总体上规划建设用地的面积随时间持续增长,目前已达到2389km<sup>2</sup>,用地布局也不断从集中走向分散。

### 3.4 一致性评价

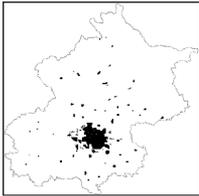
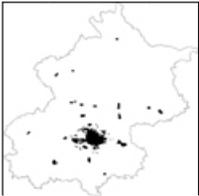
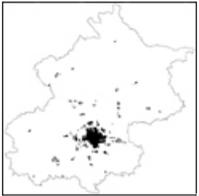
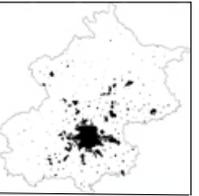
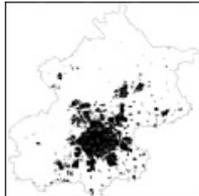
参考一致性评价的方法,将城市规划布局与规划期末的城市形态两类数据对比,可以得到四类区域,其中 $a_{00}$ 区域表示规划(g\_pln)和实际(fm)均为非城镇建设用地, $a_{11}$ 区域表示规划和实际均为城镇建设用地, $a_{01}$ 区域表示规划为非城镇建设用地而实际为城镇建设用地, $a_{10}$ 区域表示规划为城镇建设用地而实际为非城镇建设用地。根据规划布局与城市形态的对比,选取下面的3个指标用于评价二者的一致性程度,这3个指标可以对空间分布和总体开发规模的一致性程度进行较好的表征。

$$(1) \text{ 规划实现率: } r_P = \frac{a_{11}}{a_{10} + a_{11}} \times 100\%, \text{ 表示规划范围内已开发的用地所占的比例,即为城市规划实现的比例;}$$

(2) 开发合法率:  $r_D = \frac{a_{11}}{a_{01} + a_{11}} \times 100\%$ ,表示已开发用地范围内位于规划区域的比例,即为合法开发的比,位于规划区域外则认为是非法开发;

表 2 北京历次总体规划基本情况表

Tab.2 Basic descriptions of all the previous master plans

指标	g_pln58	g_pln73	g_pln82	g_pln92	g_pln04
规划时间范围	1958-2000	1973-2000	1982-2000	1991-2010	2004-2020
执行期限/年	15	9	10	12	至2008年为4年
空间布局					
规划总面积/km <sup>2</sup>	611	465	454	1079	2389
规划期末对应的城市形态	fm76	fm81	fm91	fm04	fm08
规划实现率/%	38.5	45.6	60.9	69.2	42.9
开发合法率/%	55.3	59.4	34.4	59.1	76.3
总精度/%	96.0	95.7	95.7	94.8	89.8

(3)总精度:  $r_T = \frac{a_{00} + a_{11}}{a_{00} + a_{01} + a_{10} + a_{11}} \times 100\%$ , 表示

规划与开发一致的范围占整个研究范围的比例。

历次总体规划的规划实现率、开发合法率和总精度3项指标的计算结果见表3。

(1) 对于规划实现率指标, 鉴于北京的总规并不是在上版总规的规划期末修编, 造成部分规划区域没有得到开发, 因此该指标数值普遍不高, 其中1992版总规最高, 该总规的规划期末是2010年, 而实际的规划有效执行时间仅为2004年。2004版总规的规划期末为2020年, 而评价时间为2008年, 因此规划实现率指标数值较低。

(2) 对于开发合法率指标, 以2004版总规最高, 达到了76.3%, 说明2004年以来的城市开发受城市规划的约束作用较强。而其他版本的总规, 其对城市开发的引导作用明显弱于2004版总规。但更多可能是因为2004版总规目前仅执行4年, 而其他版本的总规最短的执行期限都是8年, 即规划与发展的一致性程度随执行期限的增加而衰减。

(3) 对于总精度指标, 鉴于规划建设用地占市

域面积的比例偏低, 因此该指标的数值普遍较为理想, 但也说明该指标对位于面积较大区域中的真实城市开发的反映并不敏感, 对于类似区域可以不引入该指标用以评估规划与实际开发的一致性程度。

## 4 规划动态评价

### 4.1 时间动态评价

为了评价五版总体规划在城市扩展过程中的作用, 考虑到各版总规实施的时间阶段, 采用第2部分提出的方法对历史数据进行分析(FORWARD: LR方法), 可以获得不同历史阶段的相应参数。根据数据的可获得情况, 可以分析的历史阶段主要有5个: 1947-1976年、1976-1981年、1981-1991年、1991-2004年以及2004-2008年, 分别用于评价五版总体规划。在各个历史阶段的回归中, 假设 $l_{tam}$ 、 $l_{cty}$ 、 $l_{twn}$ 、 $l_{rvr}$ 、 $l_{bdtwn}$ 、 $g_{agri}$ 、 $g_{conf}$ 和 $s_{rrl}$ 等变量值均相同, 不随时间变化, 而 $l_r$ 、 $g_{pln}$ 、 $nei$ 和因变量在各个阶段不同。不同阶段所采用的因变量和自变量如表3所示。表中同时列出了不同历

表3 各时间阶段的Logistic回归设置表

Tab.1 Logistic regressions for different periods

时间阶段(时间跨度/年)	1947-1976(29)	1976-1981(5)	1981-1991(10)	1991-2004(13)	2004-2008(4)	
因变量(括号内为年平均增长速度, km <sup>2</sup> /a)	fm76-fm47(15)	fm81-fm76(28)	fm91-fm81(17)	fm04-fm91(35)	fm08-fm04(21)	
部分自变量	$l_r$ $g_{pln}$ $nei$	$l_{r58p}$ $g_{pln58}$ $nei47$	$l_{r76}$ $g_{pln73}$ $nei76$	$l_{r81}$ $g_{pln82}$ $nei81$	$l_{r91}$ $g_{pln92}$ $nei91$	$l_{r01}$ $g_{pln04}$ $nei04$

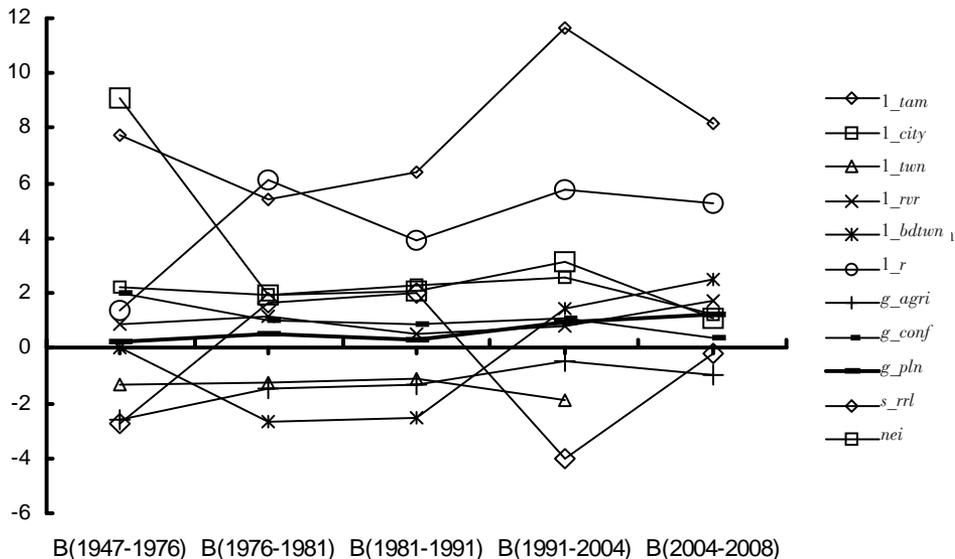


图3 不同时期各Logistic回归系数的变化

史阶段的的城市扩展速度,可以作为宏观参数,用于对比不同阶段的宏观经济条件。

各个历史阶段的回归系数如图 3 所示,纵向分析各个历史阶段,可以看出城市扩展的驱动力差异较大,市场和政府在其中所起到的作用也存在差异(改革开放的背景可以由此得到印证)。各个历史阶段城市扩展的共同点是城市主中心、新城中心和道路的影响显著,对禁建区的保护显著,而对农业用地的保护则明显不足,主要原因是对于农业用地的适宜性较好的区域,一般也比较适宜进行城镇开发。纵向对比不同时期的城市规划与其他影响因素的作用,可以看出相比沿城市主中心扩展、沿道路发展,以及邻近开发的趋势等市场驱动力,城市规划这一制度性因素对城市开发的影响偏弱,即市场因素在解释城市扩展的影响因素中占主要地位。

横向对比不同阶段城市规划的作用,其在各个阶段均保持正值,表明城市规划对城市扩展都起到了促进的作用。此外,其数值除了在 1981-1991 年间略有下降之外,总体呈逐渐上升的趋势。1981-1991 年间的下降可能是由于改革开放初期,城市总体规划所制定的用地指标远远不能满足经济蓬勃发展所带来的超预期的用地需求,因而大大减弱了城市规划因素的影响。同时,规划控制因素的总体上升趋势表明,随着时间的推移,城市规划的实施力度在不断增强,对城镇开发的引导作用得到了提高。

#### 4.2 空间动态评价

城市规划所产生的作用存在空间异质性,即在不同的区域间存在差异。为了识别不同区域的城市规划在城市扩展过程中的作用,开展了城市规划实施的空间动态评价。以 2004-2008 年这一时间阶段为例,将市域空间按照区(县)行政区划分为 18 个子区域(鉴于城八区的开发相对成熟,同时面积较小,将其合并为一个区域进行分析),采用与 4.1“时间动态评价”部分相同的方法分别识别不同子区域的城市扩展驱动因素。图 4 示意性地对各个区县的城市规划在城市扩展中的作用进行了横向对比,可以看出各个子区域的城市规划影响程度存在较大的差异(0.464~1.612),其中以顺义区的规划影响程度最低,而延庆最高。远郊区县的规划作用效果明显高于近郊和中心地区。不过,这可能也反映出,与中心城和近年来快速发展的近郊区县相比,

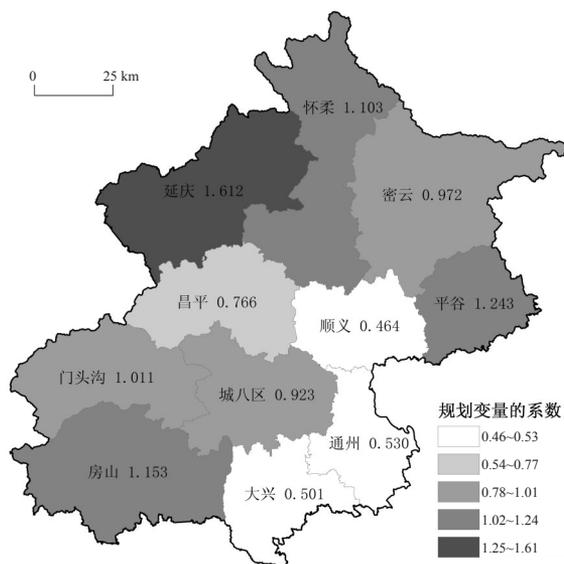


图 4 各区(县)的城市规划实施评价结果图

Fig 4 Map of the evaluation results of the implementations of the master plans for various counties or districts

由于远郊区县的建设活动较少,规划对建设的管制力度相对要高一些,使得城市规划在远郊区县的发展中表现出了更好的一致性。

## 5 结论与讨论

本研究提出了基于 Logistic 回归和 GIS 的规划实施评价方法,该方法是在城市扩展的框架下,通过分析影响城市扩展的包括城市规划在内的制度性和市场性驱动力,识别城市规划对空间扩展成效的时空异质性。作为一种时空动态的评价方法,它可以反映城市规划的控制作用的整体特征,侧重于城市规划实施过程的评价,可以在很大程度上弥补目前应用较多的侧重于实施结果的一致性评价方法的不足。将静态评价方法和动态评价方法相结合,可以增强对于城市规划实施状况的综合把握。

本文重点将所提出的时空动态的规划实施评价方法在北京市针对五版总体规划开展了实证分析。结果显示:一方面,建国后北京市城市规划的控制作用呈现出逐渐增强的趋势,可能的原因是随着城市规划法律法规的逐步完善以及技术手段的改进,城市规划的实施力度在不断增强,对城镇开发的引导作用得到了提高。这表明,在市场经济的转型过程中,虽然中国现有的规划体系仍显示出种种不适应性,它对于城市发展的引导和控制作用

用已经有了一定程度的改善。另一方面,在北京市域的不同区域中,城市规划对于城市发展的影响程度存在显著差异,主要体现在,远郊区县的规划作用效果明显高于近郊和中心地区。可能的原因是,随着大量外来人口的涌入,主城区周边区县的开发压力较大,突破规划控制的推动力也较大,因而规划实施的效果较差;而远郊区县的开发压力则相对较小,突破规划控制的推动力也较小,因而规划实施的效果则较好。

为了对比本文所提出的方法和常用的一致性评价方法,本文也对北京市的五次总体规划利用遥感影像比对的方法进行了一致性评价。一致性评价方法针对整个规划范围在一个时间点进行评价,所评价的是规划的实施结果而非过程。由于该方法通常采用了多个指标来进行综合评价,面对不同指标的差异性结果,往往很难得出一致的评价结果。例如,Han等<sup>[12]</sup>以北京六环路作为研究范围,引入了边界容纳率(Boundary Containment Ratio, BCR)、开发实现率(Boundary Sufficiency Ratio, BSR)和边界邻近开发率(Boundary Adjacent Development Ratio, BADA)3个指标,分别对1982版和1992版总规实施情况进行了一致性评价。虽然两个时期的结果能够共同反映规划的部分失效的程度,但很难将不同时期的结果加以比较,以判定规划实施成效的优劣。本文中利用规划实现率、开发合法率和总精度3个一致性指标开展的规划实施评价也存在这一问题,虽然能够揭示规划实施成效的部分特征,但仍然难以对规划实施的时空特征进行综合描述。

本研究的评价对象为总体规划,评价的城市状态为规划城市形态,以后可以采用类似的方法针对控制性详细规划所确定的其他城市状态进行评价,如容积率、建筑高度、绿地率等。同时,在识别城市规划在城市扩展中的时空动态效应后,则可以模拟如果规划缺失、弱化实施或强化实施的状况下,城市发展的可能的状态,进而有望对规划实施的效果进行“可视”的了解。

## 参考文献

- [1] 吕晓蓓,伍炜.城市规划实施评价机制初探.城市规划,2006,30(11):41-45.
- [2] Talen E. Do plans get implemented? A review of evaluation in planning. *Journal of Planning Literature*, 1996, 10(3): 248-259.
- [3] 孙施文,周宇.城市规划实施评价的理论与方法.城市规划汇刊,2003(2):15-20.
- [4] Alexander E R, Faludi A. Planning and plan implementation - notes on evaluation criteria. *Environment and Planning B: Planning & Design*, 1989, 16(2): 127-140.
- [5] Talen E. After the plans: Methods to evaluate the implementation success of plans. *Journal of Planning Education and Research*, 1996, 16(2): 79-91.
- [6] Talen E. Success, failure, and conformance: An alternative approach to planning evaluation. *Environment and Planning B: Planning & Design*, 1997, 24(4): 573-587.
- [7] Laurian L, Day M, Berke P, et al. Evaluating plan implementation: A conformance-based methodology. *Journal of the American Planning Association*, 2004, 70(4): 471-480.
- [8] Brody S D, Highfield W E. Does planning work? Testing the implementation of local environmental planning in Florida. *Journal of the American Planning Association*, 2005, 71(2): 159-175.
- [9] Berke P, Backhurst M, Day M, et al. What makes plan implementation successful? An evaluation of local plans and implementation practices in New Zealand. *Environment and Planning B*, 2006, 33(4): 581-600.
- [10] Brody S D, Highfield W E, Thornton S. Planning at the urban fringe: An examination of the factors influencing nonconforming development patterns in southern Florida. *Environment and Planning B*, 2006, 33(1): 75-96.
- [11] 田莉,吕传廷,沈体雁.城市总体规划实施评价的理论与实证研究:以广州市总体规划(2001-2010年)为例.城市规划学刊,2008,(5)90-96.
- [12] Han H, Lai S, Dang A, et al. Effectiveness of urban construction boundaries in Beijing: An assessment. *Journal of Zhejiang University: Science A*, 2009, 10(9): 1285-1295.
- [13] Alonso W. *Location and Land Use: Towards a General Theory of Land Rent*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1964.
- [14] 吴良镛. *人居环境科学导论*.北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [15] Butler R W H. A structural analysis of the Moine Thrust zone between Loch Eriboll and Foinaven NW Scotland. *Journal of Structural Geology*, 1982, 4(1): 19-29.
- [16] Brueckner J K, Fansler D A. The economics of urban sprawl: Theory and evidence on the spatial sizes of cities. *The Review of Economics and Statistics*, 1983, 65(3): 419-431.

- 479-482.
- [17] McGrath D T. More evidence on the spatial scale of cities. *Journal of Urban Economics*, 2005, 58(1): 1-10.
- [18] Ke S Z, He M, Song Y. Economic determinants of urban spatial scale: Chinese cities in transition. Working paper, 2006.
- [19] Muller M R, Middleton J. A markov model of land-use change dynamics in the Niagara region, Ontario, Canada. *Landscape Ecology*, 1994, 9(2): 151-157.
- [20] Li X, Yeh A G O. Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 2002, 16(4): 323-343.
- [21] Pajanoski B C, Brown D G, Shellito B A, et al. Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2002, 26(6): 553-575.
- [22] Wu F. Calibration of stochastic cellular automata: The application to rural-urban land conversions. *International journal of Geographical Information Science*, 2002, 16(8): 795-818.
- [23] Cheng J, Masser I. Urban growth modeling: A case study of Wuhan City, PR China. *Landscape and Urban Planning*, 2003, 62(4): 199-217.
- [24] Hu Z, Lo C P. Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2007, 31(6): 667-688.
- [25] Batty M, Couclelis H, Eichen M. Urban systems as cellular automata. *Environment and Planning B*, 1997, 24(2): 159-164.
- [26] Yeh A G O, Li X. A constrained CA model for the simulation and planning of sustainable urban forms by using GIS. *Environment and Planning B*, 2001, 28(5): 733-753.
- [27] Dietzel C, Clarke K. The effect of disaggregating land use categories in cellular automata during model calibration and forecasting. *Computers Environment and Urban Systems*, 2006, 30(1): 78-101.
- [28] 龙瀛, 韩昊英, 毛其智. 利用约束性CA制定城市增长边界. *地理学报*, 2009, 64(8): 999-1008.
- [29] 龙瀛, 沈振江, 毛其智, 等. 基于约束性CA方法的北京城市形态情景分析. *地理学报*, 2010, 65(6): 643-655.
- [30] Brown D G, Page S, Riolo R, et al. Path dependence and the validation of agent-based spatial models of land use. *International Journal of Geographical Information Science*, 2005, 19(2): 153-174.
- [31] Sanders L, Pumain D, Mathian H, et al. SIMPOP: A multi-agent system for the study of urbanism. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 1997, 24(2): 287-305.
- [32] Li X, Yang Q S, Liu X P. Discovering and evaluating urban signatures for simulating compact development using cellular automata. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 86(2): 177-186.
- [33] Liu X H, Wang J F, Liu M L, et al. Spatial heterogeneity of the driving forces of cropland change in China. *Science in China: Series D*, 2005, 48(12): 2231-2240.
- [34] Watkins C A. The definition and identification of housing submarkets. *Environment and Planning A*, 2001, 33(12): 2235-2253.
- [35] Jones C, Leishman C, Watkins C. Intra-urban migration and housing submarkets: Theory and evidence. *Housing Studies*, 2004, 19(2): 269-283.
- [36] Stevenson S. New empirical evidence on heteroscedasticity in hedonic housing models. *Journal of Housing Economics*, 2004, 13(2): 136-153.
- [37] Bourassa S C, Cantoni E, Hoesh M. Spatial dependence, housing submarkets, and house price prediction. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 2007, 35(2): 143-160.
- [38] Goodman A C, Thibodeau T G. Housing market segmentation. *Journal of Housing economics*, 1998, 7(2): 121-143.
- [39] 北京市规划委员会, 北京市城市规划设计研究院, 北京城市规划学会. 北京城市规划图志(1949-2005). 内部报告, 2006.
- [40] 龙瀛, 何永, 刘欣, 等. 北京市限建区规划: 制订城市扩展的边界. *城市规划*, 2006, 30(12): 20-26.
- [41] 北京市计划委员会国土环保处. 北京国土资源. 北京: 北京科学技术出版社, 1988.
- [42] 北平市政府工程局. 北京市城郊地图. 北京: 中国地图出版社, 2007.

## Spatio-temporal Evaluation of Urban Planning Implementation

LONG Ying<sup>1,2</sup>, HAN Haoying<sup>3</sup>, GU Yizhen<sup>4</sup>, SHEN Zhengjiang<sup>5</sup>, MAO Qizhi<sup>1</sup>

(1. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. Beijing Institute of Architectural Design, Beijing 100045, China;

3. College of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

4. Department of Urban and Regional Planning, University of California at Berkeley, Berkeley, CA 94720, USA;

5. School of Environment Design, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan)

**Abstract:** Urban planning implementation evaluation (UPIE) has attracted great attention from the urban planning profession as well as local governments in recent years. The existing literature mainly focuses on the conformity approach and does not take careful account into the spatial and temporal heterogeneity of the urban planning implementation effectiveness. Moreover, previous studies fail to distinguish the effects of the urban planning from other institutional forces as well as the market forces on urban expansion. Therefore, we introduce a spatio-temporal dynamic approach for UPIE using logistic regression to evaluate the effectiveness of the urban planning on urban expansion. The empirical research is conducted in the Beijing Metropolitan Area (BMA) by the analysis of five versions of the city master plans issued in 1958, 1973, 1982, 1992 and 2004 respectively. According to the temporal phases of implementing the plans, five phases are divided from 1947 to 2008 to evaluate the temporal dynamics of urban plans and the effectiveness of other factors. In addition, the effectiveness of the 2004 City Master Plan of the 16 districts of the BMA is estimated respectively to identify the spatial variations of the planning implementation. The results show that the effectiveness of urban planning increases over time, and is significantly stronger in remote areas than in the central city and sub-urban areas.

**Key words:** urban expansion; planning implementation evaluation; urban planning; conformity; spatiotemporal heterogeneity; Beijing

本文引用格式:

龙瀛, 韩昊英, 谷一桢, 等. 城市规划实施的时空动态评价. 地理科学进展, 2011, 30(8): 967-977.