

城市空间增长与土地开发时空格局^{*}

张新生 何建邦

中国科学院地理研究所 北京 100101
国家计划委员会

摘要 从研究城市空间增长机制入手,分析了城市居住空间选择行为和房地产开发的空间行为,并在地理信息系统、空间分析和可视的空间表达技术支持下,建立用于城市空间增长调控的动态模拟系统,为合理调控城市空间增长和格局变化提供有力的支持,并以北海为例,进行了系统的实验研究。

关键词 空间增长, 潜在时空增长, 效用函数, 地理信息系统, 调控, 空间行为

1 前言

城市的空间增长遵循着其自身的规律,城市增长的驱动力是产业的聚集,尤其对外服务的基本产业的建立,必然产生全局性的乘数效应,带动城市增长。从而导致城市要素空间增长和格局变化^[1]。城市空间增长和格局变化取决于城市各要素空间的相互作用。城市土地开发时空格局必须与城市空间增长过程相适应,才能持续地发展。该文从模拟城市空间增长的研究入手,讨论如何确定城市土地开发的时空格局,同时建立了动态模型系统,以模拟不同的经济增长和城市要素不同的空间格局对城市土地开发时空格局的影响,为城市政府调控土地开发提供决策依据。

地理信息系统的出现为预测城市空间增长提供了极大的支持,使城市空间增长的预测真正进入实用化阶段,当前用地理信息系统预测城市空间增长有3种方法,S. K. Pathan等1989年在孟买利用GIS和遥感配合人口统计资料及土地适宜性资料,基于时间序列分析和空间相关分析预测了孟买的城市空间增长^[2]。John R. Jenson等1991年利用统计分析配合一组居住和商业区位选择规则,利用GIS和遥感技术为Bellsoth电信公司进行了一项投资预测研究^[3]。但这些研究都没有从城市增长的动力机制和要素空间相互作用机理上预测城市的空间增长。

R. Parrott研究基于就业配置建立了城市空间增长的预测模型^[4],这一模型原理是,城市经济增长,促进就业机会的增加,从而带动了服务和居

住等活动的增加,这些活动发生的区位与许多因素有关,如就业政策、基本就业区位置和土地适宜性。将企业增长所带动的人口、居住、服务活动,按各因素配置到各个子区,从而预测城市空间增长。但R. Parrott的研究忽视了城市要素在空间选择上的作用,忽视了个体空间选择行为对空间增长的影响,夸大了政策对空间选择的影响。

地理信息系统、空间分析和可视的空间表达为有效的模拟城市空间增长过程提供了契机,在其支持下,从城市空间增长动力机制和空间相互作用机理研究,建立城市空间增长的动态模拟模型,为政府制订合理的调控方案提供决策依据。

2 城市空间增长机理

2.1 城市空间增长的动力机制

城市空间增长的基本驱动力是经济增长。城市的经济增长是由两个方面相互作用决定的,需求市场刺激了城市经济的最初增长,而供给基础则决定了城市经济增长的速度和持续时间。

城市经济增长还必须考虑主导产业的选择,对一个新兴的发展城市,必须选择产业关联度高,产业拉动效应大,就业容量高的基础产业做为主导产业,才能带动全局性的经济增长。

城市基本就业项目的增加,必然提供新的就业岗位,吸引城市域外人口,带动首轮的居住增长,城市人口的增多,必然带动商业活动的增加,又提供新一轮的就业岗位,从而带动新的人口增长。

制约城市经济增长的社会、经济、政策因素相

当复杂。制约城市经济增长的因素来源于3个方面：(1)城市域外市场约束，(2)城市供给基础，(3)城市主导产业。

城市域外市场的大小将直接决定了城市产品输出的多少。如果由于经济、政策、社会等因素导致域外市场的萎缩，则城市经济增长速度将会减慢。而城市域外市场除受整个地区、国家宏观的经济形势和政策影响外，也取决于城市本身的基础产业对城市域外市场的应变能力。

城市供给基础取决于城市产业的物质技术基础，城市投资聚集程度（尤其城市工业的专业化协作）、城市的投资环境。制约城市经济增长的因素包括城市经济基础、产业结构、城市的基础设施状况、城市的税收/产业政策和城市的区位特征。

一个城市，必须选择适当的主导产业，若主导产业选择不当，将会制约城市经济增长。

以上分析表明，制约城市经济增长的因素有宏观政策、区域经济形势等城市本身难以控制的因素，又包括诸如城市投资环境建设，产业结构、发展政策等城市本身的可控因素，必须综合考虑。

2.2 城市空间增长的机理

城市空间增长的动力是经济增长，而城市增长的空间表现却是城市要素相互作用和相互影响的结果。城市空间相互作用包括居民对服务设施的使用、工作出行、企业间的物流和商务流^[5]。如果将城市要素离散化为个体，那么城市个体位置选择受城市其它要素空间分布的影响^[6]，也就是说个体的空间位置选择是该个体与城市其它要素相互作用和相互影响的结果。从数学上描述，个体空间位置是城市其它要素空间分布的函数。所以，模拟城市空间增长必须全面考察城市地域非均质性对城市居住、工业等要素空间选择的影响。城市空间增长的最最终结果是由政府通过改变城市要素空间分布，协调房地产开发者和购买者利益而决定的。图1描述了城市空间增长过程。

用、工作出行、企业间的物流和商务流^[5]。如果将城市要素离散化为个体，那么城市个体位置选择受城市其它要素空间分布的影响^[6]，也就是说个体的空间位置选择是该个体与城市其它要素相互作用和相互影响的结果。从数学上描述，个体空间位置是城市其它要素空间分布的函数。所以，模拟城市空间增长必须全面考察城市地域非均质性对城市居住、工业等要素空间选择的影响。城市空间增长的最最终结果是由政府通过改变城市要素空间分布，协调房地产开发者和购买者利益而决定的。图1描述了城市空间增长过程。

2.2.1 工业项目及就业空间增长

工业项目的新增就业增长可以分为两部分，新增企业和原企业规模的扩大。

原企业规模的扩大所带来的就业增长 工业的增长不仅与本地的工业基础有关，而且也与每年新增工业固定资产投资有关，同时还受到能源、原材料消耗的制约，所以工业增长的预测必须综合考虑以上诸因素。在此以工业总产值做为内生变量，以工业固定资产投资、能源和钢材作为外生变量，采用受控的自回归模型，预测未来年的工业总产值。该模型为：

$$Y(i) = a_1y(i-1) + a_2y(i-2) + \dots + a_p y(i-p) + b_0u(i) + b_1u(i-1) + b_2u(i-2) + \dots + b_p u(i-p) + c_0r(i) + c_1r(i-1) + c_2r(i-2) + \dots + c_p r(i-p) + \dots \quad (1)$$

其中： $Y(i)$ 为预测年*i*的工业总产值； $Y(i-1)$ 为*i-1*的工业总产值； $Y(i-p)$ 为*i-p*年工业总产值； a_1, a_2, \dots, a_p 为待定系数； $u(i), r(i)$ ，为预测年外生变量值； $u(i-1), r(i-1)$ 为*i-1*年外生变量值； $u(i-p), r(i-p)$ 为*i-p*年外生变量值。

根据未来年的工业总产值即可利用现有总产值与职工比例来推算未来的新增就业人口，然后按照现有各工业区的产值所占总产值的比例将就业人口配置在各工业区。

新增工业项目的空间选择 工业企业理想点位置做如下假设 (1) 企业生产是为了追求最大的利润；(2) 企业无论在那里定址；其产品都将在城市中心出售，也就是说，离城市中心的距离是影响交通费用的唯一因素；(3) 距城市中心越近，土地租金越高，而且离城市中心的距离是土地租金唯一的空间变量。

根据以上假设考察一下企业的空间位置选择，一个企业希望接近城市中心以求得运费的减少，但

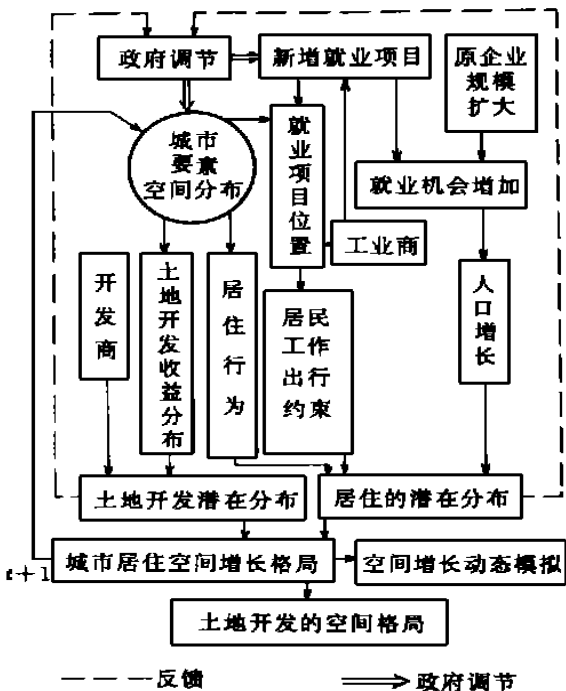


图1 城市空间增长与调控过程

Fig.1 Process of urban spatial growth and control

此时也增加了土地租金，所以企业的空间选择其实是在两者之间进行权衡，在土地使用面积和产量一定的情况下，企业的理想位置其实就是使土地租金和运费低的位置。 $S \cdot p(u) + Q \cdot T(u)$ 取最小，其中： S 为企业占地面积； $P(u)$ 为离市中心 u 处的地价； Q 为企业产量； $T(u)$ 为单位产品运至市中心的运费。

很显然，以上的假设并非现实，一方面企业的产品不可能只在市中心出售，而且其原料的来源地也不同，另一方面市区土地价格不可能仅仅与 u 有关，而且运距不能用欧氏距离来度量。

假设某一工业企业的产品需在市区内通过几个点销售或转运，分别为 $\{(x_{ci}, y_{ci}), i=1, \dots, n\}$ 原料的转运点有 p 个，表示为 $\{(x_{rj}, y_{rj}), j=1, \dots, p\}$ 。单位产品的运费为 T_c ，单位原料的运费为 T_r ，市区单位面积的年租金是位置的函数 $P_L(x, y)$ ，该企业所需面积为 S_A ，则企业理想的位置应满足：

$$U_{\min} = S_A \cdot P_L(x, y) + T_c \cdot Q_c \cdot \sum_{i=1}^n S[(x, y), (x_{ci}, y_{ci})] + T_r \cdot Q_r(x, y) \cdot \sum_{j=1}^p S[(x, y), (x_{rj}, y_{rj})] \quad (2)$$

式中： Q_c 为年产量； Q_r 原料年消耗量。

企业的空间选择决策：设 (2) 式中求出的理想的位置为 (x_0, y_0) ，必须认识到这个位置是企业的理想位置，但并非可以得到的位置，若由于某种原因无法得到，那么企业会选择另一个位置 (x, y) ，满足以下条件：

$$\Delta U_{\min} = | S_A \cdot P_L(x, y) + T_c \cdot Q_c \cdot \sum_{i=1}^n S[(x, y), (x_{ci}, y_{ci})] + T_r \cdot Q_r(x, y) \cdot \sum_{j=1}^p S[(x, y), (x_{rj}, y_{rj})] - U(x_0, y_0) | \quad (3)$$

ΔU 定义为空间选择判别函数。

用地规模、环境保护等因素将对企业空间选择形成约束，这些约束可以用逻辑模型和规则模型来描述。

城市工业企业的空间增长模拟过程：企业的区位选择受到两方面的影响，城市政策和投资商。城市政府为了城市健康发展，为城市制订了产业政策；而投资商将会从自身利益来确定企业的位置。政府将会利用各种经济和法律政策来约束和规范城市工业企业空间增长。如图 2 为新增工业的空

间增长过程。

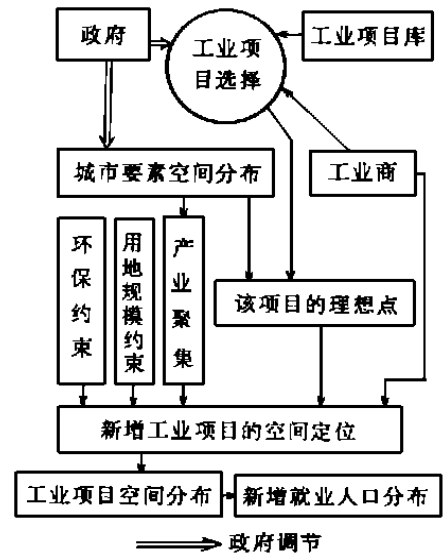


图 2 新增企业空间增长过程

Fig.2 Spatial growth process of new enterprise

在城市的发展规划中，为城市的发展确定了可选的工业项目，建立了项目库，但不同的发展时期，政府有不同的产业政策，按照新增固定资产的投入计划，可以从工业项目库中选择工业项目，确定项目类型、规模、占地面积、产量、原料等，即可按照公式(2)确定企业的最理想点位置。在这个公式中， $P_L(x, y)$ 表明地价随 (x, y) 变化，但这是一个无法用连续函数描述的非连续曲面， $S[(x, y), (x_{ci}, y_{ci})]$ 及 $S[(x, y), (x_{ri}, y_{ri})]$ 是表示点间的最短路径，这显然不是希尔伯特空间上的问题，不可能用解析法求出它的最优解。在此必须利地理信息系统和空间分析技术来解决。然后根据模型(3)并考虑各种空间选择约束即可求得新增工业项目潜在分布和就业分布。

2.2.2 城市居住潜在动态空间增长模拟

居住个体的理想点位置 假设将城市区域划分为有限的空间单元，描述空间单元特征的属性集为 $\{k_i, i=1, 2, \dots, n\}$ ，显然任一属性都是空间位置的函数，即 $k_i=f(x, y)$ 或 $k_i(x, y)$ 。个体对空间位置的选择其实是在特征属性不同组合所形成的集合中，尽可能选择最佳的一组属性。

选择空间单元，可以理解为对空间单元特征属性的选择，在此效用可以理解为选择某一属性值时所得到的满意程度，若 $\{k_i, i=1, \dots, n\}$ 为某一空间单元的特征属性集，则该空间单元的效用函数为：

$$U = f\{k_1(x, y), k_2(x, y), \dots, k_n(x, y)\} \quad (4)$$

其效用函数的特性为:

(1) 根据边际效用的定义, 第 i 种要素的边际效用表示为:

$$U(k_i) = \frac{\partial U}{\partial k_i}$$

一般情况下: $\frac{\partial U}{\partial k_i} > 0$, 当 $\frac{\partial U}{\partial k_i} = 0$ 时, 说明 k_i 要素分值的增加量已经达到饱和。

(2) 要使边际效用递减律成立: $\frac{\partial^2 U(k_i)}{\partial^2 k_i} \leq 0$, 即总效用函数为凹形曲线。

假设 I 为某类个体的总收入, W 为扣除交通和房费的其它消费, P_i 为单位路程交通费用, 若某一类个体平均出行目的地和次数已知, 并假定某一个体至各目的地的加权路程为 $\{S_i[(x, y), (x_{ai}, y_{ai})], i = 1, \dots, t\}$, 出行次数为 $\{n_i, i = 1, \dots, t\}$, 该类个体的平均需求面积为 R_a , 单位面积租金为 $P_L(x, y)$, 则该类个体理想的空间居住位置由下列模型确定。

$$\begin{cases} U_{\max} = f[k_1(x, y), k_2(x, y), \dots, k_n(x, y)] & (5) \\ P_i \sum_{i=1}^t n_i S_i[(x, y), (x_{ai}, y_{ai})] + R_a P_L(x, y) + W = I & (6) \end{cases}$$

居住个体的空间选择决策 假定(5), (6)组成的模型所求出的理想点为 (x_0, y_0) , 理想点是该类个体最理想的位置, 但由于种种原因 (如该位置已经被其它个体占有), 该个体往往并不能得到此位置。那么在这种情况下, 个体该如何做出决策。此时个体的决策原则有许多^[6], 但是最为合理的决策原则是理想点规则, 即个体会选择如下模型确定的位置:

$$U_{\min} = f[k(x, y) - k_1(x_0, y_0), k_2(x, y) - k_2(x_0, y_0), \dots, k_n(x, y) - k_n(x_0, y_0)] \quad (7)$$

还需指出的是, 由于出行及土地适宜性等因素的限制, 必然对居住个体的空间选择形成约束, 这类约束可用逻辑模型来描述。

以上所建立的城市要素空间行为模拟模型, 因为地价、设施便利度等要素和空间位置 (x, y) 的函数不可能用一个连续的曲面来描述, 地理信息系统和空间分析可以提供上述模型的求解方法。

效用函数的构造 构造效用函数必须做如下假设, 现状居住分布遵循构造的效用函数, 也就是说效用函数与现状人口分布成正比。若已知某类家庭的人口分布和各影响要素的因子分布, 就可以根据效用函数的特征来构造该效用函数。

设人口密度分布为 $P(x, y)$, 某类的效用函数为 U , 则:

$$P(x, y) = C \cdot U(k_1, k_2, \dots, k_n)$$

k_i 为居住选择的影响因素, C 为常数。

若将居住环境、房租金、城市污染、交通可达度和设放便利度作为衡量空间单元特性的因子, 并将居住环境、房租金、城市污染、交通可达度相同分值的所有栅格组成一个子集, 可以认为这些栅格单元人口密度变化仅仅由设施便利度 k_1 引起, 则:

$$M_U(k_{1i}) = \frac{1}{C} \cdot \frac{\Delta P_i}{\Delta k_{1i}}$$

$M_U(k_{1i})$ 为设施便利度第 i 处的边际效用; Δk_{1i} 为设施便利度第 i 处的变化量; ΔP_{1i} 为设施便利度第 i 处的变化量对应的人口密度变化量。

对于设施便利度分值与人口密度变化率之间的二元关系可以用某一函数拟合。设 $M_U(k_i)$ 为拟合的曲线, 则 k_i 的总效用为:

$$U(k_1) = \int_0^{k_1} M_U(k_1) dk_1$$

利用同样的方法可以求出所有其它要素的效用函数: $U(k_2), U(k_3), U(k_4), U(k_5)$ 。则中等收入家庭空间选择的总效用函数为:

$$U(k_1, k_2, k_3, k_4, k_5) = \sum_{i=1}^5 U(k_i)$$

$i = 1, 2, \dots, 5$; 由于 k_i 是位置 (x, y) 的函数, 则:

$$\begin{aligned} &U[k_1(x, y), k_2(x, y), k_3(x, y), k_4(x, y), k_5(x, y)] \\ &= \sum_{i=1}^5 U[k_i(x, y)] \end{aligned}$$

居住潜在空间增长的模拟过程 图 3 描述了居住潜在空间增长的模拟过程, 新增就业项目提供了新的就业机会, 必然吸引域外人流, 从而带动人口的增长, 对任一类个体可以根据公式(5), (6)求出其理想点, 然后根据公式(7)求各单元判别值, 并考虑各种约束即可求出该类家庭潜在居住空间分布。城市要素及要素的空间分布构成城市某一特定时间的状态, 这一状态随着时间推移在不断变化之中, 在城市空间增长预测过程中必须考虑这样一个问题, 当每一个体在空间选择之后, 城市的状态将发生变化, 从而影响下一轮要素空间选择的决策行为, 因而城市空间增长模拟必须考虑这种变化, 并及时改变城市状态变量, 提高模拟的可靠性。

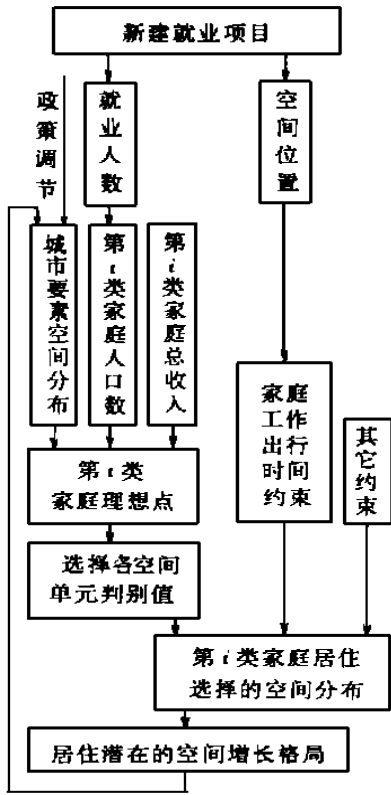


图 3 潜在居住空间增长过程

Fig. 3 Process of potential resident spatial growth

2.2.3 土地开发的潜在分布

个体居住的空间选择还要考虑开发商方面的因素，居住个体所选择的位置，必须是开发商愿意开发的地段，居住个体是从居住环境、房价、交通可达度、设施便利度等要素来衡量空间单元的效用，而开发商所追逐的是最大利润，它将首先选择单位面积房地产开发收益高的地段。单位土地面积房地产开发收益是通过以下公式计算：

$$P_i = R - \sum E$$

P_i 为单位土地的房地产开发收益； R 为单位土地建筑物售价； $\sum E$ 为单位土地建筑物的费用，包括地价、建筑费、设施费和税收等费用总和，由于这些参数都是位置的函数，则：

$$P_i(x, y) = R(x, y) - \sum E(x, y) \quad (8)$$

由式(8)即可求出城市区域内开发居住用地的潜在收益分布。房地产开发商会首先开发土地开发收益高的空间单元。

这是一个供需平衡的问题，城市居住最愿意选择的单元如果不能为开发商带来利润，则开发商不会去开发，如果开发商能获得最高潜在收益的单元是居住不愿选择的单元，则必然会给开发商带来

损失，那么这就需要政府来从中平衡，改变税收、基础设施、土地价格等因素的空间分布，尽可能引导开发商按居住空间选择的时空格局来进行土地开发。也就是说，尽可能调整城市要素的空间分布，使得房地产开发的土地收益时空分布与居住空间选择时空分布一致，如图 1。

3 研究实例

3.1 北海市土地开发的现状和问题

1992—1994 年，北海市经历了一个超常规发展期，各路房地产公司云集北海，仅两年多，北海就批租土地 66.75km²，若按北海市 1992—1994 年房地产开发最热时年平均投资能力估算，每年仅能完成 2—3km² 土地开发，所批租的土地需 20 年左右时间才能开发完毕，也就是，该市在 2 年时间内出让了 20 年才能开发完的土地。与此同时土地利用结构也严重失调，据 1993 年底至 1994 年报建的项目中，约 96% 为商住，大约合 3.87×10⁶ m²，若按平均容积率为 1，按北海市现有人均居住面积 10m²，一年内报建的项目能供 38.7 万人居住，是 1994 年市区总人口的 1.6 倍。对北海这样发展中的新兴城市，经济的增长才是带动房地产增长的趋势动力，房地产的增长必须与经济增长同步，产业的聚集，尤其是对外服务的主导产业，才能产生全局性的乘数效应，带动商业、服务业的增长，从而产生大量的就业机会，促进人口的增长和经济的发展，对房地产产生最终需求。相反，没有最终需求的房地产繁荣只能是虚假的繁荣，最终必然导致大的衰退。

然而，几年来，北海市曾一度选择房地产业、旅游业做为主导产业，这在一定程度上起到了启动产业、积累资金的作用。但是，由于房地产没有经济增长做后盾，加之盲目的过度开发，造成了房地产的大量空置。而旅游业由于产业关联度低，产业拉动效应差，也不足以担负主导产业的重任。象北海这样的新兴城市，必须选择具有产业关联度高、产业拉动大、就业容量高的对外服务的基本产业做为主导产业，才能带动全局的经济增产，促进房地产的快速增长。

造成北海市房地产大量空置的另一个原因是土地开发的区位不合理，从 1992—1994 年远离市中心的大片土地都被批租，这远远偏离了城市的时空增长趋势。

3.2 城市空间增长模拟

城市空间增长的动力是经济增长,尤其是基本产业的增长,而城市空间增长的分布取决于各要素空间相互作用。城市经济增长是社会、经济、政策因素综合影响的结果,这些因素既有可控的,又有不可控的;既有可预测的,又有不可预测的。选择研究区不同的经济增长速度,对研究区空间增长进行多方案模拟,为不同经济增长方案下选择不同的城市土地开发时空格局提供决策依据。产业增长包括两个方面,原企业的扩大和新增企业项目。在此工业增长速度选择高、中、低3档,将北海“九五”规划的工业增长速度26%做为最高档,将10%定为中档,最低档仅考虑北海“九五”新增工业项目所带动的空间增长。

3.2.1 新增就业空间增长

根据高、中档工业增长速度及北海1992—1994年统计年鉴,求得每位职工创造的工业总产值,从而求得新增职工人数,根据北海城市规划报告求得基本就业人口与总人口之比。据此利用模拟系统求得按高、中档增长速度所带来的就业空间增长如图版I图4(a)、4(b)。按“九五”新增工业项目利用模拟系统求得的就业空间增长如图版I图4(c)。

3.2.2 居住时空增长模拟

根据北海近4年的城市外围空间扩展人口密度分布,最后求得的中等收入人口居住空间选择的功效函数¹⁾为:

$$U(x,y) = 35 - 13.5e^{-0.06k_1(x,y)} - 10.3e^{-0.07k_2(x,y)} - 5.4e^{-0.025k_3(x,y)} - 3.5e^{-0.09k_4(x,y)} - 2.17e^{-0.001k_5(x,y)}$$

k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 分别表示设施便利度、房租、可达度、居住环境和污染。

如表1为北海市中等收入收支情况表。居住理想的位置随家庭类型、就业位置变化而变化。

表1 中等收入收支情况表(据北海1995年统计年鉴)

Table 1 Situation of income and expenditure of medium-income families

年现金收入(元)	7114	娱乐文教(元)	360
基本生活费(元)	3760	总支出(元)	5282
医疗与通讯(元)	180	剩余(交通和房租)(元)	1832

在实际运行时,考虑了3种对居住选择的时空约束。(1)为工作出行约束,在可以承担的最快捷交通工具下,不同家庭必须居住在可以容忍的家—工作出行时间里交通工具所能覆盖的范围之内,如表2。(2)为空间单元的饱和度,根据居住适宜性分布,现状人口和容积率分布,计算出各个单元最大的新增容积人口数,当人口增加到每个单元饱和时,将不再增加。(3)为土地开发的潜在时空分布,这要由单位土地房地产开发收益分布来决定,由政府通过税收、土地费等因素来调节,如果政府进行调节,使土地开发收益潜力分布与城市居住空间增长潜在分布一致,则模拟出的城市空间增长如图版I图4(a),4(b),4(c)。根据城市空间增长的时空格局,政府可以通过控制土地批租总量和调整地价、税收等因素的空间分布来协调城市空间增长。

表2 研究区居民出行情况(据北海交通规划)

Table 2 Situation of residentis travel(Source Beihai traffic planning)

		交通工具	行驶速度(km/h)	45min*行驶路程(km)
高收入		自备车	40	30
中等收入	30%	自备车	40	30
	70%	自行车	12	9
低收入		自行车	12	9

*45min 做为家—工作地出行约束

4 结论

城市空间增长是一个社会、经济、自然要素相互作用下的复杂空间过程,只有从城市空间增长机理上定量、可视、动态地模拟这一过程,才能使城市空间增长调控方案的模拟、优选成为可能。模拟这一过程必须借助地理信息系统,空间分析和可视的空间表达来完成。

城市地理信息系统更深层次的发展需要与城市科学融为一体,利用其强大的空间分析理论和技术,为城市系统空间模拟及城市发展策略制订和优化提供强有力的支持。这是城市地理信息系统今后的发展方向。

1) 因缺乏高收入和低收入人口的空间分布、实际模拟中,用中等收入居住功效函数来代替。

参 考 文 献

- [1] 张新生, 何建邦. 城市空间增长及格局变化的预测. 地理学与国土研究, 1996, (3).
- [2] S. K. Pathan. Urban Growth Trend Analysis Using GIS Techniques—a Case Study of the Bombay Metropolitan Region. *Int. J. Remote Sensing*. 1993, **14** (17): 3169—3179.
- [3] John R. Jenson *et al.*. Improved Urban Infrastructure Mapping and Forecasting for Bellsouth Using Remote Sensing and GIS Technology. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 1994, **60** (3): 339—346.
- [4] R. Parrott *et al.*. Urban GIS application. In: Maguire D. Jetc (eds). *Geographical Information Systems: Principles and Applications* Longman. London, 1991, 247—260.
- [5] Mark Birkin, *et al.*. Elements of a Model — based Geographical Information System for Evaluation of Urban Policy, 1990.
- [6] Gerhard Bahrenberg *et al.*. Recent Development in Spatial Data Analysis. *Gower House*, U. S. A., 1984.

作 者 简 介

张新生, 1965年1月生, 中国科学院博士研究生, 主要从事地理信息系统理论、技术与应用研究, 曾参加“八五”国家重大科技攻关课题“重大自然灾害遥感监测与评价集成系统”和“八五”国家科技攻关专题“城市地理信息系统的标准化指南”, 近几年在国内外公开刊物发表有关论文20多篇, 参与2部著作的撰写。

Urban Spatial Growth and Spatio—Temperal Pattern of Land Development

Zhang Xinsheng He Jianbang

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101*)

Abstract Based on the studies of mechanism of urban spatial growth, the paper analyse the spatial behavior of resident slection and land development, and under the support of GIS, spatial analysis and visual spatial representation, control and reajstment simulation system of urban spatial growth is built, and the system will support modelling and selection of optimal strategies of urban spatial growth Control.

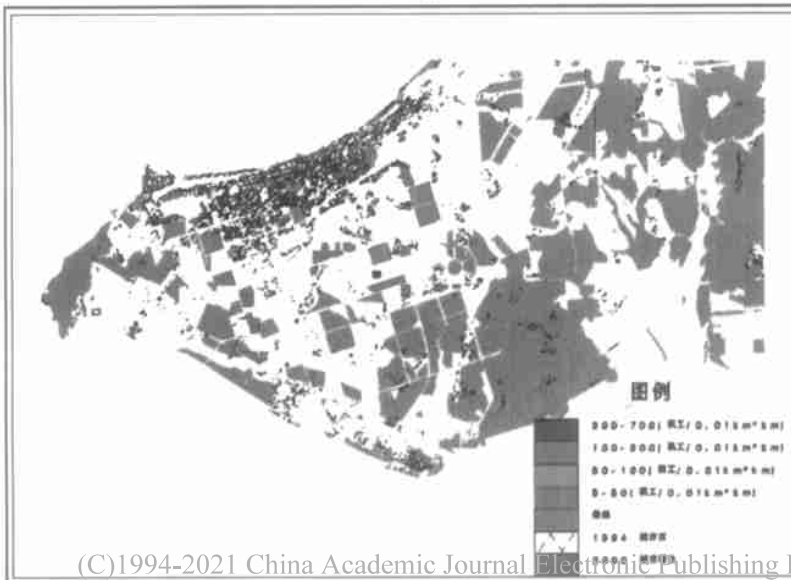
Key words Spatial growth, Potential spatio—temporal growth, Utility function, GIS, Control and reajstment, Spatial behavior



(a) 高增长方案



(b) 中等增长方案



(c) 低增长方案