

# GIS在城镇发展用地适宜性评价中的应用

## ——以广东五华县华城镇为例

黄瑞红

(中山大学地理系, 广州 510275)

**摘要** 广东五华县华城镇规划到2000年需要将约5 km<sup>2</sup>农业土地转变为城镇土地, 为了确定城镇发展用地的范围, 用地理信息系统 (GIS) 和多指标评价 (multi-criteria evaluation, MCE) 方法计算土地利用转变的适宜性. 对各种农业土地利用类型向包括居住、商业和工业等主要城镇土地利用类型转变的适宜性采用多种模型进行模拟计算, 并将各评价模型得出的综合评价指标制图, 最后通过对各模型进行敏感度分析, 确定评价结果.

**关键词** 地理信息系统 (GIS), 城镇发展, 土地适宜性, 多指标评价, 敏感度分析

**分类号** K 909

近年来, 我国城镇发展用地和耕地保护成为区域发展与规划中越来越显著的矛盾. 在经济增长较快、城镇发展迅速的沿海地区, 耕地资源快速递减, 与一些城镇的规划忽视耕地保护, 造成城镇大面积向耕地推进是分不开的. 对城镇发展用地适宜性进行评价, 有利于促进土地的合理利用. 本文研究影响城镇发展土地利用的地形、区位、土地利用现状等因素, 根据城镇发展用地的主要类型, 用多指标评价的方法对发展用地进行了评价. 分析和计算工作在 UNIX 工作站 ARC/INFO 和 PC MS-excel 中完成.

### 1 基本情况

华城镇是粤东北五华县北部的一个镇, 其东部、北部为花岗岩低丘陵, 西部、南部为变质岩低丘和台地, 丘陵河谷交错. 五华河自西北向东南贯穿全镇, 歧岭河、潭下河在城镇汇入五华河. 20国道和水华线地方公路在此相交, 广梅汕、京九铁路在这里设立县级客货站.

1983年以来, 华城镇曾进行了两次规划, 随着区域条件的变化, 特别是广梅汕和京九铁路的建成通车, 这里成为五华县开放的门户, 华城镇的发展条件发生了根本的变化. 根据1993年规划的近期建设用地平衡预算, 到2000年城镇用地面积6.2846 km<sup>2</sup>. 为了确定城镇发展用地范围, 本研究重点考虑了耕地的保护, 加上当地政府对规划的指导思想, 城镇2000年建设规划用地平衡预算, 发展用地的目标和原则确定为: 城镇面积由目前的1.085 km<sup>2</sup>扩大到2000年的6.2846 km<sup>2</sup>; 尽可能占用较少的耕地; 城镇新区的发展以现有镇为基

础。

基于以上目标和原则,具体评价方法为:① 发展区距现有镇中心距离不超过 3 km;② 将现状土地利用按照其对农业生产及向城镇土地转变的价值进行分级,使得耕地在转变的分级中处于较低的位置;③ 建立多种函数,对现有镇及交通线对周围区域不同的城镇发展用地类型的吸引力分别进行模拟计算;④ 根据研究区的情况,地形指标确定为:高程 < 175 m,坡度 > 30°。土地利用数据来源于五华县国土局和广东惠州 756地质测绘工程公司编绘的华城镇土地利用现状图(1:10 000),其它数据来源于五华县及华城镇政府提供的规划与统计资料。

## 2 分析步骤与计算因子的量化

评价依据的因子包括地形、土地利用现状以及城镇中心和交通线对发展用地的吸引力。首先对各因子进行量化,并在 ARC/INFO 中分别建立数据层,然后将各数据层叠加进行综合分析,分析过程流程图见图 1。

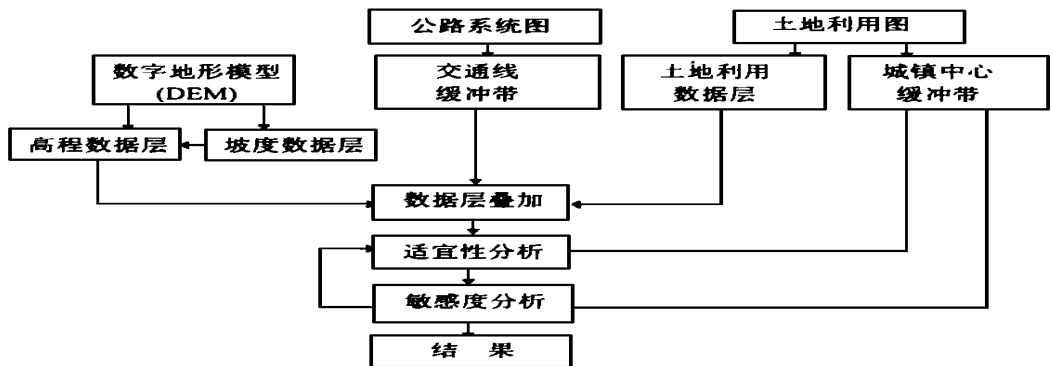


图 1 分析过程流程图

Fig. 1 Flow chart of land suitability evaluation

在地形分析过程中发现,坡度大于 30°的区域几乎全部落于高程大于 175 m 的区内,因而评价时只需使用高程数据层。对土地利用现状的定量评价,根据各种土地利用类型对农业生产,特别是粮食生产的重要性,将 1 种土地利用类型归纳成 6 类,依次为居民点(包括城镇、农村居民点和特殊用地)分级位置最高,列为第 6 类;第 5 类为荒草坡、幼林地;第 4 类为旱地(丘陵山坡旱地、台地平原旱地);第 3 类为果园、茶园、苗圃、成林;第 2 类为梯田、坑田、菜地;垌田位置最低,为第 1 类。镶嵌在其它各种土地利用类型之中的水体(河道、水库、坑塘、河滩地)全部归为 0 级,不参与评价计算,只在最后决策的时候进行考虑。

城镇中心和交通线对城镇发展用地的吸引力,通过对吸引中心外围建立缓冲带的方法来模拟。以现有城镇中心为圆心,500 m 为间距建立 6 个同心圆缓冲带,并从中心向外围对各缓冲带分别赋值 1~6,缓冲带以外区赋值 7。交通线的缓冲带是以交通线为轴,分别对 205 国道和地方公路以 250 m 和 200 m 为间距建立 4 个缓冲带,分别赋值 1~4,外围区赋值 5。由于坡度层和高程层重叠,故只用 4 个数据层进行叠加分析。

评价模型和权重的选择是一个不断反复的过程。敏感度分析的结果一方面对各种评价

模型进行比较,对模型中的参数进行不断修正,另一方面它使评价的循环过程返回到对因子的量化阶段,如城镇中心吸引力缓冲带的建立.

### 3 模型的建立

城镇发展土地利用适宜性,对于地面高程大于 175 m或坡度大于 30°或地表为水面的区域取值为 0,对其余条件采用评价因子加权的形式来表达,即

$$S = 0 \quad (\text{高程} > 175 \text{ m或坡度} > 30^\circ \text{或} L_u = 0) \quad (1)$$

$$S = W_1 L_u + W_2 C + W_3 R \quad (2)$$

式中,  $L_u$ 为土地利用现状因子,  $C$ 为城镇中心吸引力,  $R$ 为交通线对发展用地的吸引力.  $W_1$ ,  $W_2$ 和  $W_3$ 分别代表各因子的权重.其中,土地利用现状因子在各评价模型中一律用直线模型计算.

城镇中心和交通线对发展用地的吸引力可以用多种模型来计算,包括重力模型、线性模型和指数模型.因为重力模型和线性模型的最大吸引力位置都在吸引中心,难以区别吸引中心对不同城镇发展用地类型作用的差别.事实上,城市中心和交通线对商业、居住及工业用地的吸引作用是不相同的,最大吸引力位置也不一定都在吸引中心,因此对不同的城镇发展用地类型最好采取不同的方法分别模拟.指数模型较好地解决了这个问题,如城镇中心的吸引力表示为

$$C = w_r \exp[-((d - p_r) / q_r)^2] + w_i \exp[-((d - p_i) / q)^2] + w_b \exp[-((d - p_b) / q_b)^2] \quad (3)$$

式中的 3项依次代表对居住用地、工业用地及商业用地的吸引力度因子,  $w_r$ ,  $w_i$ 和  $w_b$ 分别代表各次因子的权重,它们可以根据近期建设规划用地平衡预算中计算得出:  $w_r = 0.4405$ ,  $w_i = 0.3069$ ,  $w_b = 0.2526$ .  $d$ 为距中心的距离,用缓冲带赋值表示,  $p_r$ ,  $q_r$ ,  $p_i$ ,  $q$ ,  $p_b$ ,  $q_b$ 分别为各个次因子有关的常数,  $p$ 值决定曲线峰值位置,  $q$ 值决定曲线的形态.在模拟计算过程中,通过对参数进行调整变换峰值位置和吸引力分布曲线的形态,产生 5个指数模型 I ~ V.模型 I ~ III的中心缓冲带采用 500 m间距,模型 IV和 V采用 300 m间距.对交通线吸引力的模拟,模型 I ~ III逐步调整了吸引力曲线形式和峰值的位置,模型 IV和 V采用与模型 III一致的分布.图 2表示指数模型 IV各种吸引力的分布.

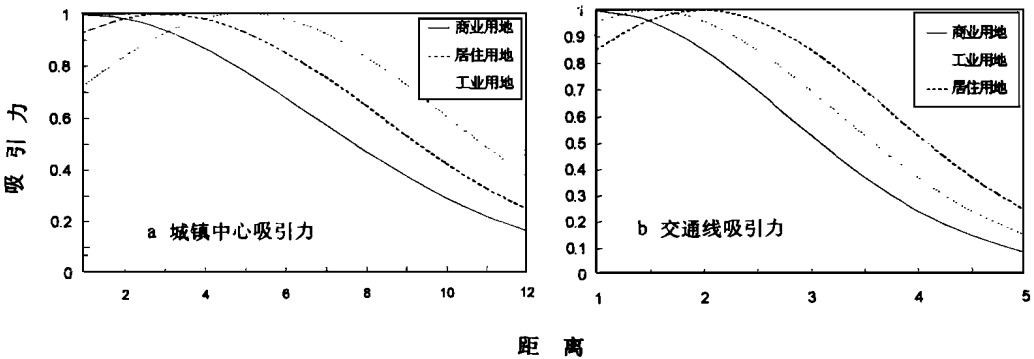


图 2 指数模型 IV 城镇中心和交通线吸引力分布

Fig. 2 Distribution of attractions of town center (a) and roads (b) in exponential model IV

本文为土地利用现状、城镇中心吸引力和交通线吸引力 3 个因子设计了 3 组权重, 第 1 组为等权重, 第 2 组为:  $W_1=0.35, W_2=0.35, W_3=0.3$ ; 第 3 组为:  $W_1=0.40, W_2=0.35, W_3=0.25$ . 每一组权重对每一个评价模型形成一个评价方案. 研究对每一个评价模型在 ARC/INFO 中建立一个评价数据层, 每个评价数据层中都包含了对应于 3 组因子权重的 3 个方案, 即方案 I ~ III. 模型建立过程中参数的选择注意了使各因子的取值范围具有可比性.

## 4 敏感度分析与评价结果

敏感度分析常用来检验模型对于参数变化的稳定性, 有时也用来检验不同模型对同一事件预测结果的一致性. 本研究敏感度分析用记分簿方法在 ARC/INFO 的 GRID 模块中进行. 各方案计算结果的矢量数据都转换成  $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  单元的栅格数据, 表 1 揭示了从重力模型经线性模型至指数模型 V 高级别单元数目逐渐增加. 显然, 重力模型中高级别区过度地集中于城市和交通线吸引中心, 然而指数模型中各级的分布相对均匀, 且模拟结果趋向一致.

表 1 各模型栅格单元数目统计表

Tab. 1 Number of cells in each class of different models

适宜度分级	重力模型	线性模型	指数模型 III	指数模型 IV	指数模型 V
1 (1~0.9)	151	408	934	1046	1071
2 (0.9~0.8)	3591	669	845	1067	1072
3 (0.8~0.7)	919	1312	2032	3061	3180
4 (0.7~0.6)	1474	2720	2742	2102	2115
5 (0.6~0.5)	4193	2552	2172	3359	3251
6 (0.5~0.4)	4893	4682	4410	3085	3104
7 (0.4~0.3)	2341	1428	966	974	901
8 (<0.3)	1015	1617	1283	688	688
0	10219	10212	19216	10218	10218

为了详细揭示模型之间和方案之间各适宜性分级范围的变化, 采用将评价结果栅格数据层相减的方法确定从一个模型过渡到另一个模型, 或从一个方案过渡到另一个方案时各适宜度等级升降的范围. 如为了显示权重的作用, 由同一模型中的不同方案所得出的各栅格数据层用来检验这种变化. 在 ARC/INFO 的 GRID 模块下, 以一个栅格数据层各适宜度分级范围为掩膜 (MASK), 用地图代数方法从一个栅格减去另一个栅格, 这样就可以得出被减栅格中 8 个适宜度分级变动的情况. 结果显示方案 I 和 II 之间的变动比方案 II 和 III 之间的变动为小, 表明方案 I 和方案 II 结果趋向一致 (图 3).

对各模型的和敏感度分析得出, 指数模型 IV 和 V 趋向稳定, 而且其中方案 II 较为理想. 作为最终评价结果, 将指数模型 IV 方案 II 的第 2 级适宜度以上区域分离出来作为单独层, 经过简单的图面编辑, 得出适合城镇发展用地图 (图 4), 城镇土地利用面积为  $6.29 \text{ km}^2$ , 其中各类土地利用面积及占规划总面积的比例分别为第 1 类  $1.645 \text{ km}^2$ , 26.15%; 第 2 类  $2.557 \text{ km}^2$ , 40.56%; 第 3 类  $0.034 \text{ km}^2$ , 0.54%; 第 4 类  $0.555 \text{ km}^2$ , 8.82%; 第 5 类  $1.032 \text{ km}^2$ , 16.40%; 第 6 类  $0.098 \text{ km}^2$ , 1.56%. 平均综合评价指标为 0.82.

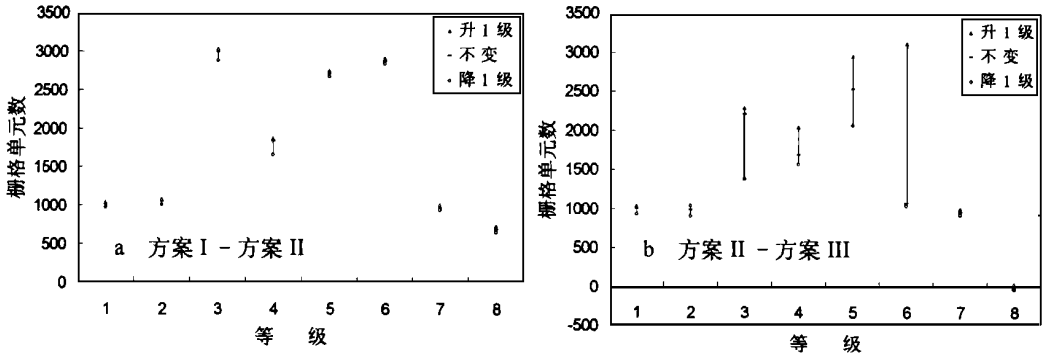


图 3 指数模型 IV 各方案之间栅格单元级别的变动

Fig. 3 Variation in cell classes between schemes

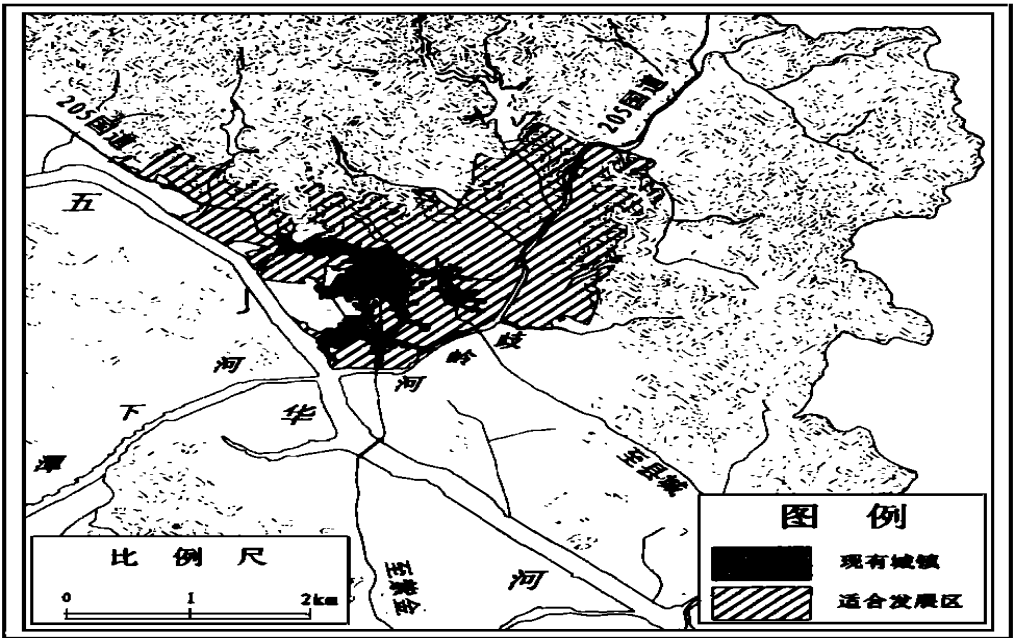


图 4 适合城镇发展用地图

Fig. 4 Lands suitable for developing

## 5 结 语

本文基于地理信息系统与多指标评价方法, 在因子定量的过程中, 对土地利用因子的定量较为主观, 其中第一步对现状土地利用类型的分级根据经验进行, 对这类问题常用的方法有层次分析法 (AHP) 模糊综合评价法等, 二者都涉及问卷调查。

在用各模型进行综合评价指标计算过程中, 土地利用因子的计算均采用线性方法。除了线性模型, 在城市中心和交通线吸引力的计算过程中, 对各主要的城镇发展用地均采用了重力模型及一系列参数的指数模型。由于重力模型和线性模型对不同土地利用的吸引力

不加区别,评价结果图表现出高级别评价指标区过度集中于城市中心.指数模型较好解决了这个问题,更能反映客观实际,而且结果对于参数的变化表现出相对稳定的特征.

敏感度分析表明权重变化对较高的 3 个评价级所在的中心区影响不大,而对级别较低的周围区域有较明显的作用.

### 参 考 文 献

- 1 Heywood I, Oliver J, Tomlinson S. Building an exploratory multi-criteria modelling environment for spatial decision support. In: Fisher P, eds. Innovations in GIS. London: Francis & Taylor, 1995. 127~ 136
- 2 Nijkamp P, Scholten H J. Spatial information systems: design, modelling, and use in planning. INT J Geographical Information Systems, 1993, 7 (1), 85~ 96
- 3 Janssen R, Rietveld P. Multicriteria analysis and geographical information system: an application to agricultural land use in the Netherlands. In: Scholten H J, eds. Geographical information systems for urban and regional planning. London: Kluwer Academic Publish, 1990. 129~ 139
- 4 Goodchild M F. Geographical data modeling. Computers & Geosciences, 1992, 18 (4), 401~ 408

## A Land Suitability Study for Town Development by Means of GIS — Case Study of Huacheng, China

*Huang Ruihong\**

**Abstract** Huacheng town of Wuhua County, Guangdong Province, is to be expanded, and about 5 km<sup>2</sup> of land has to be converted from rural to urban land. GIS and multi-criteria evaluation techniques are employed to determine the suitability for land use change so as to meet objectives of the government. Different models are used to compute the suitability of land use conversion to major urban land use types including residential, business and industry. Integrated suitability index is mapped for each model. Sensitivity analysis is used to examine agreement between models and varying parameters.

**Keywords** GIS, urban development, land suitability, multi-criteria evaluation, sensitivity analysis

\* Department of Geography, Zhongshan University, Guangzhou 510275