

文章编号: 0494-0911(2010)10-0007-04

中图分类号: P208

文献标识码: B

# 基于逻辑回归模型的城市边缘区界定方法研究

王海鹰,张新长,赵 元

(中山大学 地理科学与规划学院, 广东 广州 510275)

## On Determination Methods for Urban Edge Regions Based on Logistic Regression Model

WANG Haiying ZHANG Xinchang ZHAO Yuan

**摘要:** 以广州市为例,在总结和分析前人研究的基础上提出基于栅格的城市化特征属性概念及其评价指标体系,构建了基于多准则判读的城市边缘区界定方法,利用 K<sub>Means</sub>空间聚类法对广州市城市边缘区进行划分,得到城市特征属性回归模型。试验结果表明,城市边缘区主要分布于主城区和若干中心镇周围,并随城市交通轴线发散分布,与广州城市总体规划发展布局相一致。城市特征属性受到城市开发强度的重要影响,两者具有显著相关性。

**关键词:** 城市边缘区; 逻辑回归模型; 城市化特征属性; K<sub>Means</sub>空间聚类

### 一、引言

城市边缘区是位于城市和乡村之间,以土地的城乡混合利用方式为典型特征,人口和社会特征具有城乡过渡性质的一个独特地域。城市的发展使得城乡的界限逐渐变得模糊,在城乡之间出现了兼具城市和农村特征两重特征的区域,即城市边缘区。我国自 20 世纪 80 年代改革开放以来,城市化进程明显加快,已经进入城市化快速推进时期,在这个城市向外迅速推进扩张的过程中,土地资源短缺、城乡管理混乱、生态环境破坏严重等问题日益凸显,严重阻碍了城市的可持续发展,而这些问题发生的区域恰恰是在城市边缘区。以顾朝林、陈佑启等为代表的学者提出对“城市边缘区”<sup>[1-3]</sup>进行研究,其研究成果已经对我国城市化发展、优化城市功能分区布局和城乡一体化管理起到了积极的理论指导意义。

但是由于城市边缘区具有的过渡性(位于城市与乡村的区域空间范围)、模糊性(兼具城市与农村的特征)、动态性(城市的向外扩张与农村的城市化是不断变化的过程)、复杂性(受人为、自然因素的干扰,是一个非线性复杂系统)<sup>[2-4]</sup>等特性,使得城市边缘区的空间界定出现了困难。GIS方法的应用为这一问题的解决带来了曙光,许多学者提出了城市边缘区的划分指标与界定方法,其中具有代表性的有:顾朝林的人口密度法、陈佑启的断裂点法、程连生的景观紊乱度法、章文波的突变检测分析法、李世峰的城市地域属性界定法等<sup>[1-3,8]</sup>。这些方法具有划分原理简单和计算方便等优点,但也存在指标过于单

一,不能体现城市的综合特征,权重与结果分类的主观,界定结果不能很好地空间化表示等问题。

针对以上问题,本文提出利用城市化特征属性的概念来表征城市元胞的城市化程度,通过城市化特征属性程度不同,将城市划分为城市核心区、城市边缘区及农村腹地。将城市化特征属性定义为空间距离变量、地形影响因子和城市用地状态的函数,建立基于逻辑回归空间分布模型,利用 K<sub>Means</sub>空间聚类方法对城市边缘区进行划分。通过回归分析得到城市特征属性的多项式拟合模型。

### 二、城市边缘区界定方法

#### 1. 影响因子的选取

如前面所述,土地单元的城市化特征属性是由一系列空间距离变量、地形影响因子、城市用地分布因子所决定的<sup>[9]</sup>。涉及的影响因子及含义如表 1 所示。

表 1 城市化特征属性的影响因子

影响因子	影响因子的含义	数据获取方法
空间距离变量	离商业、金融设施距离 离公共管理机构距离 离教育、文化设施距离 离卫生、医疗机构距离 离一般公路距离 离高速公路距离 离铁路距离	欧氏距离
地形影响因子	城市高程数据	等高线生成
城市用地分布	目标因变量,城市与非城市用地的空间分布	土地利用分类、栅格计算

收稿日期: 2010-07-13

作者简介: 王海鹰(1980—),男,河南洛阳人,博士生,主要从事三维虚拟城市、土地利用时空变化模拟等方面的研究。

### 2 城市化特征属性的逻辑 (LOGistic)回归模型

城市化特征属性是由一系列因子变量来度量的,可以采用多准则 (MCE)方法来获得城市化特征概率<sup>[9]</sup>,其函数形式为

$$z = a + \sum_k \beta_k \alpha_k = a + \beta_1 \alpha_{commerce} + \beta_2 \alpha_{public} + \beta_3 \alpha_{edu} + \beta_4 \alpha_{health} + \beta_5 \alpha_{railway} + \beta_6 \alpha_{road} + \beta_7 \alpha_{freeway} + \beta_8 \alpha_{dem} \quad (1)$$

式中,  $A_{urban}^t$  表示城市化特征属性;  $a$  表示常量;  $\beta_1, \dots, \beta_8$  是待定的自变量的回归系数;  $\alpha_{commerce}, \alpha_{public}, \alpha_{edu}, \alpha_{health}, \alpha_{railway}, \alpha_{road}, \alpha_{freeway}, \alpha_{dem}$  分别是离商业与金融设施距离、离公共管理机构距离、离教育及文化设施距离、离卫生及医疗机构距离、离铁路距离、离一般公路距离、离高速公路距离和城市高程。由于  $z$  值范围一般不在  $0 \sim 1$  之间,需要利用 LOGit 函数变换,即  $LOGit(P) = \ln(\frac{p}{1-p}) = z$  通过逻辑回归模型<sup>[9]</sup>,城市化特征属性可由以下公式表达

$$A_{urban}^t = \frac{e^z}{1 + e^z} = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (2)$$

式中,  $A_{urban}^t$  是  $T$  时刻城市化特征属性;  $z = a + \sum_k \beta_k \alpha_k$

### 3 计算城市开发强度

土地单元的城市化特征属性受到局部的城市开发密度的直接影响,可以利用城市开发密度直接获得城市化特征属性。定义城市开发强度函数如下

$$\Omega_{intensity}^t = \frac{\sum_{5 \times 5-1} con(s_{ij}=1)}{5 \times 5 - 1} \quad (3)$$

式中,  $\Omega_{intensity}^t$  为城市开发强度函数,表示在中心土地

单元  $5 \times 5$  邻域范围内的开发强度;  $con(s_{ij}=urban)$  是一个条件函数,表示如果土地单元为建筑用地,则返回 1 否则返回 0  $\sum_{5 \times 5-1} con(s_{ij}=1)$  用于计算中心土地单元  $5 \times 5$  邻域范围的建筑用地数量的总和。

从理论上讲,城市土地单元的开发强度越大,城市化特征就会越明显,两者具有一定相关性。

## 三、应用案例与分析

### 1 研究区概况

研究区广州市 ( $22^{\circ}26' \sim 23^{\circ}56'N$   $112^{\circ}57' \sim 114^{\circ}3'E$ ) 位于珠江三角洲的中心腹地,包括海珠、黄埔、荔湾、越秀、天河、番禺、白云、萝岗、花都、南沙,总面积  $3\,617.35 \text{ km}^2$ 。地势东北高,西南低,北部和东北部为山区,中部为丘陵和盆地,南部是珠江三角洲沿海冲积平原。地处亚欧大陆热带,属南亚热带季风海洋性气候。

### 2 数据准备与处理

研究所采用的数据:广州市 2005 年土地利用图、1:25 万广州市地形图、点状矢量数据 (广州市商业、金融、政府、教育、文化、医疗卫生等数据)、线状矢量数据 (一般公路、高速公路、铁路)。所有数据均转化成栅格数据格式,采用 Xian\_1980\_3\_Degree\_GK\_CM\_14E 投影坐标系,栅格大小为  $100 \text{ m}$ 。

按照表 1 的数据获取方法对以上数据分别进行处理,得到城市化特征属性影响因子,如图 1 所示。

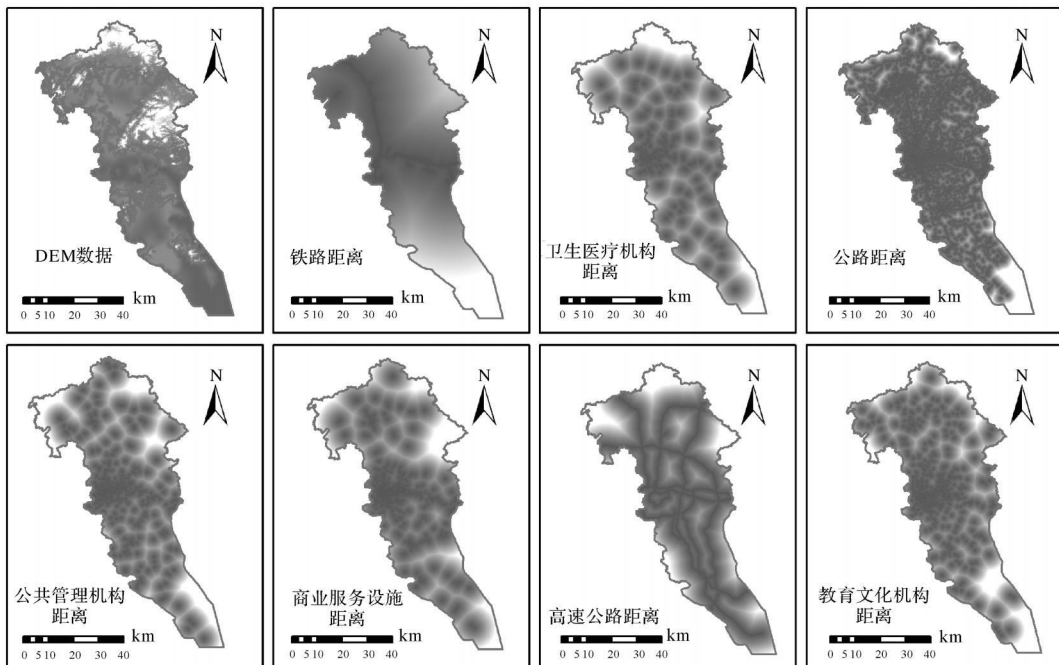


图 1 城市化特征属性影响因子

### 3 模型应用与结果分析

#### (1) 模型计算及结果

首先,对影响因子图层进行归一化处理,然后再将其进行随机采样<sup>[9]</sup>,生成样本数据。利用 SPSS 进行逻辑回归分析,得到函数式如下

$$Z = 1.458 - 6.091 \times \text{GZd}^{\text{em}} - 0.095 \times \text{DisFreeway} - 10.056 \times \text{DisRoad} - 1.320 \times \text{DisRailway} + 0.263 \times \text{DisHospital} + 1.837 \times \text{DisEducation} - 1.489 \times \text{DisPubAdmin} - 3.020 \times \text{DisCommerce} \quad (4)$$

将函数 Z 代入式 (2), 得到 2005 年的广州市城市化特征属性  $P_{\text{urban}}$ , 最后利用 K-means 方法对城市化特征属性进行划分, 如图 2 所示。

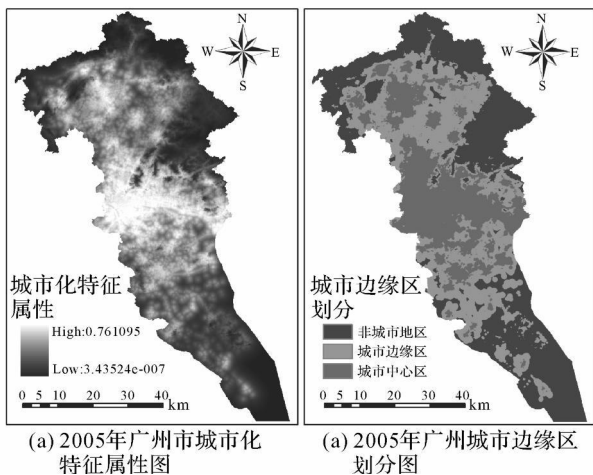


图 2 城市化特征属性及城市边缘区划分结果

根据式 (3) 计算城市开发强度, 得到如图 3 所示的结果。



图 3 利用城市开发强度计算结果

#### (2) 结果分析

从划分结果的空间格局来看, 城市边缘区围绕着城市核心区分布, 在北部花都、南部番禺、东部萝岗 (面积分别为 12 623.8 km<sup>2</sup>、47. 436.4 km<sup>2</sup>、10 042.6 km<sup>2</sup>)

形成了若干个中心镇核心区构成的“卫星城”发展布局。卫星城市周边的城市边缘区随交通轴线发散分布, 发挥了城市廊道的功能, 将分散的卫星城市与广州市主城区连接起来。这种空间分布格局进一步验证了《广州市总体规划 (2010—2012 年)》“南拓、北优、东进、西联”, 扩大中心主城区范围, 重点向东南部地区转移, 适度向北部地区城市发展策略的科学合理性。由于城市核心区在不断扩张, 致使城市边缘区急剧发散扩张, 因而产生了许多破碎的城市边缘区斑块, 增大了城市边缘区的破碎度。然而对于破碎的城市边缘区土地斑块较难进行管理, 紧凑型的边缘区形态对于城乡一体化的管理较为有利, 有必要再对形态破碎的城市边缘区进行空间上的优化配置, 使其形态趋于紧凑。

对城市化特征属性和城市开发强度进行回归分析, 通过样本数据计算得到的回归结果如图 4 所示。

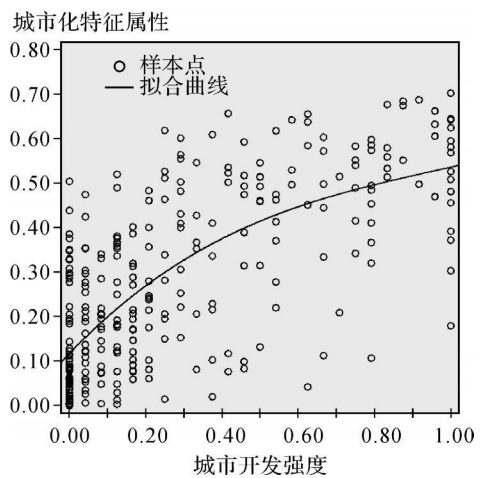


图 4 回归分析结果

设城市化特征属性为 Y 邻域开发强度为 X 对两者进行三次多项式回归, 得到的拟合模型如下

$$Y = 0.117 + 0.250X^3 - 0.727X^2 + 0.897X \quad (4)$$

其中, 相关系数  $r^2$  为 0.513 为 0.716  $F = 103.898$   $s^2 = 0.000 < 0.05$  拒绝虚无假设, 回归方程的非线性关系显著。

该模型说明在城市的发展过程中, 宏观的城市边缘区空间分布形态不仅是由地形、城市的设施等空间变量决定着, 还受到局部的城市开发强度影响。两者具有较强的相关性 (Pearson correlation 为 0.698)。

### 四、结束语

本文针对城市边缘区具有过渡性、动态性、模糊性、复杂性的特点, 提出城市化特征属性的概念,

用于表征城市与乡村之间的模糊空间状态和反映城市边缘区的模糊特征。通过基于逻辑回归模型的方法计算城市特征属性进而划分城市边缘区,最后以广州市为例进行验证。试验结果表明,城市边缘区主要分布于主城区和若干中心镇周围,并随城市交通轴线发散分布,与广州城市总体规划发展布局相一致。城市特征属性的多次回归模型说明城市特征属性受到城市开发强度的重要影响,两者具有显著相关性。由于城市核心区不断增长,导致了城市边缘区急剧发散,产生许多破碎的边缘区斑块,不利于城乡统筹和一体化管理。必须对城市边缘区在形态上进行空间优化,才能对城乡一体化管理实践具有较强的理论指导意义。

### 参考文献:

[1] 顾朝林,丁金宏,陈田等.中国大城市边缘区研究[M].

北京:科学出版社,1995

- [2] 张建明,许学强.城市边缘带研究的回顾与展望[J].人文地理,1997,12(3):5-8
- [3] 陈佑启.北京城乡交错带土地利用研究[D].北京:中国科学院地理研究所,1995
- [4] 李世峰.大城市边缘区的形成演变机理与发展策略研究[M].北京:中国农业大学,2005:121
- [5] 陈佑启.试论城乡交错带及其特征与功能[J].经济地理,1996,16(3):27-31
- [6] 程连生,赵红英.北京城市边缘带探讨[J].北京师范大学学报,1995,31(1):127-133
- [7] 章文波,方修琦,张兰生.利用遥感影像划分城乡过渡带方法的研究[J].遥感学报,1999,3(3):199-202
- [8] 李世峰.大城市边缘区地域特征属性界定方法[J].经济地理,2006,26(3):478-481
- [9] 黎夏,叶嘉安,刘小平,等.地理模拟系统:元胞自动机与多智能体[M].北京:科学出版社,2007

(上接第6页)

心的,利用高分辨率卫星遥感影像进行大比例测图将很有可能从理论走向现实,但是,在试验的过程中也发现有的地物无法识别或模糊不清,例如:电线杆、铁路、部分房角等。另外,从定向点和检查点的数据来看,区域网平差阶段似乎已经消除了系统误差,但是从外业精度检测数据的初步分析结果来看,还是存在较小的、比较明显的系统误差,在以后的研究工作中,还需更多考虑系统误差的影响,进一步改善区域网平差方法,从而尽可能地消除系统误差对定向和测图的影响。

### 四、结束语

IKONOS QuickBird WorldView<sub>1</sub>、GeoEye<sub>1</sub>等高分辨率影像进入世界遥感影像数据市场,大大缩小了卫星影像与航空像片空间分辨能力的差距,使得利用高分辨率卫星遥感立体影像实现地面目标的高精度定位与大比例尺测图成为可能,从而打破了大比例尺地形图测绘只能依赖航空遥感的局面。理论上,空间分辨率达到亚米级的立体遥感影像,已经具备替代传统的用于1:1万比例尺地形图测绘的航空摄影的能力。从某种角度来看,航天测图也是航空测图的一种有益的补充,弥补了航空测图的某些不足之处,比如飞机禁飞区、边界测图、沙漠无人区测图等情况。从本文的试验可以看出,利用基于有理函数和像方仿射变换组合模型的GeoEye<sub>1</sub>卫星影像区域网平差方法时,所需要的定向点个数

在15个左右即可。由此得到的定向点精度和检查点精度可以满足国家1:5000地形图的要求。

### 参考文献:

- [1] 张永生,丹超,刘军,等.高分辨率遥感卫星应用:成像模型、处理算法及应用技术[M].北京:科学出版社,2007
- [2] 张力,张继贤,陈向阳,等.基于有理多项式模型RFM的稀少控制SPOT-5卫星影像区域网平差[J].测绘学报,2009,38(4):302-310
- [3] 岳庆兴,邱振戈,张春玲,等.基于SPOT5辅助数据的有理函数模型建立及系统误差改正[J].遥感应用,2008(3):55-58
- [4] 李德仁,张过,江万寿,等.缺少控制点的SPOT-5 HRS影像RPC模型区域网平差[J].武汉大学学报:信息科学版,2006,31(5):377-381
- [5] 谢青,陆宇红,魏富恒. IKONOS卫星影像立体测图中有理函数模型的研究[J].测绘与空间地理信息,2009,32(1):187-190
- [6] 李兵,朱继东,陈艳.采用IKONOS卫星影像进行立体测图技术的应用研究[J].地理信息世界,2006,14(4):62-66
- [7] 钱曾波,刘静宇,肖国超.航天摄影测量[M].北京:解放军出版社,1990
- [8] TAO C V, YONG H. A Comprehensive Study of the Rational Function Model for Photogrammetric Processing[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2001, 67(12): 1347-1357