

# 基于空间聚类分析法的土地利用主体功能分区 ——以重庆市渝北区为例

尹珂<sup>1</sup>, 肖轶<sup>2</sup>

(1. 重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 沙坪坝 400047; 2. 西南大学资源环境学院, 重庆 400716)

**摘要:** 根据空间—属性一体化的概念模型, 将影响主体功能分区空间坐标、空间关系和属性特征纳入到统一的空间计算模型, 综合运用 K—平均算法和神经网络方法对城市功能分区进行了空间聚类计算, 将重庆市渝北区 19 个乡镇划入了 4 个土地利用主体功能区: (1) 北部新区、双凤桥街道和回兴街道属于优先开发区域; (2) 龙山街道、龙溪街道、龙塔街道、悦来街道和双龙湖街道属于重点开发区域; (3) 兴隆镇、古路镇、大湾镇、龙兴镇、玉峰山镇和统景镇属于适度开发区域; (4) 碓碓镇、石船镇、木耳镇、大盛镇、茨竹镇属于控制开发区域。运用空间聚类分析法进行主体功能分区可同时反映空间位置和属性特征, 体现了空间邻近性, 使聚类结果更具客观性。

**关键词:** 土地利用; 主体功能分区; 重庆市渝北区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)06-0181-05

中图分类号: F293.2

## Urban Function Zoning Based on Multivariate Spatial Analysis —Taking Yubei District of Chongqing City as Example

YIN Ke<sup>1</sup>, XIAO Yi<sup>2</sup>

(1. College of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;

2. College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** The purpose of the paper is to set up a system of land use main function zoning, to provide basis for the regulation and to control the regional land use. Based on the conception model of combination of coordinate and attribute, this paper bring spatial coordinate, spatial relationship and attribute features into the unitive model of spatial computation. A system of main function zoning of regional land use is established and the 19 townships of Yubei District in Chongqing City are divided into 4 land use main functional zones. (1) Northern New District, Shuangfengqiao Street and Huixing Street belong to optimized development zone; (2) Longshan Street, Longxi Street, Longta Street, Yuelai Street and Shuanglonghu Street belong to important development zones; (3) Xinglong Town, Gulu Town, Dawan Town, Longxing Town, Yufengshan Town and Tongjing Town belong to moderate development zones; (4) Luoqi Town, Shichuan Town, Muer Town, Dasheng Town, Cizhu Town belong to control development zones. The result of spatial cluster analysis simultaneously reflected the characteristics of spatial location and attributes, meanwhile spatial cluster analysis could reflect the spatial proximity which can make the clustering results more objective.

**Keywords:** land use; main function zoning; Yubei District of Chongqing City

土地利用主体功能分区是主要从生态环境和经济效益两方面考虑, 从整体上寻求最佳的土地空间利用方式和类型数量结构<sup>[1]</sup>。近年来随着社会经济的迅速发展, 对各类用地的需求量日益加大, 特别是建设用地, 再加上产业结构进一步优化调整, 对我国土地利用结构优化提出了新的要求<sup>[2]</sup>。但目前我国现有规划对土地利用功能划分的方法, 多以经验为主,

往往凭主观的判断和定性分析, 缺少定量的分析。通过定量分析可以客观、准确地确定各功能区在空间上的布局, 借助 GIS 进一步达到对城市的动态管理与监测<sup>[3]</sup>。

近年来对土地利用功能分区的方法多采用聚类分析方法为主, 其它数学模型为辅的技术手段, 对研究区域进行指标体系定量分析, 科学合理制定土地

利用功能分区规划<sup>[4-5]</sup>。然而基于统计数学模型方法的定量研究,虽然能以点及面的概括研究区状况,但其在刻画区域间及其内部差异等方面,存在一定的局限性。目前,空间数据挖掘领域研究最多的是空间聚类的方法和技术,Eklund 等<sup>[6]</sup>研究人员基于聚类和神经网络方法,研究了土地分类问题,研究中并非单独使用了统计数学模型从而弥补了上述的不足之处,并且在很多研究中得以付诸实施<sup>[7-9]</sup>,也为本研究的实证分析提供了有益借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

渝北区位于重庆市区东北部,长江北岸与嘉陵江东岸的三角地带,地跨北纬 29°34′45″—30°07′22″,东经 106°27′30″—106°57′58″之间,幅员 1 452 km<sup>2</sup>。渝北区属重庆“都市发达经济圈”,国家西部大开发战略的实施,给渝北区的发展带来了机遇。同时,渝北区拥有丰富的生态旅游资源。作为“中国优秀旅游城区”,“重庆市山水园林城区”的渝北,对主城区来说,其生态地位也至关重要。因此,对渝北区进行主体功能分区的研究具有代表性。

### 1.2 样本数据来源

样本中的社会经济数据源自权威部门的统计资料,包括 2007 年《重庆市统计年鉴》,2007 年《渝北年鉴》,2007 年《重庆市国土资源统计年鉴》,这些都确保了数据的准确性和真实性。而样本中的土地利用数据则以重庆市渝北区 1989,2000 和 2004 年这 3 个时段的 TM 卫星遥感影像数据为基础,结合 3 个年份对应期间的土地利用现状图,相关土地台帐等,运用遥感图像处理软件 ERDAS 8.4 和地理信息系统软件 ArcGIS 9.2,通过非监督分类与目视解译相结合的方法,对 3 个时段的卫星遥感影像进行土地利用解译,得到各土地利用类型的面积和面积百分比。

### 1.3 空间聚类方法

本研究并未直接在重庆市尺度下进行分析,而是尝试在区级尺度下应用定量统计分析探索主体功能分区规划。以渝北区各乡镇作为功能分区的基本区域单元,以区域自然生态、社会、经济发展以及土地资源现状和特点为基础,建立统筹区域的土地利用主体功能分区。空间聚类是功能分区中的关键性步骤,而其中聚类分析方法应用最为广泛,它具有算法简单且收敛速度快的特点,但目前大多数研究多根据属性特征集进行聚类,忽视了对对象的空间邻近性。因此本研究基于空间—属性一体化的思想,首先运用 K—平均聚类算法确定较为理想的分类数,然后运用神经网络

模型进行空间聚类计算,充分挖掘空间坐标和空间关系数据中隐含的空间聚集信息。

1.3.1 K—平均聚类算法 K—平均算法在空间聚类各算法中一直处于核心地位。K—平均聚类算法接受输入量  $k$ ;然后将  $n$  个数据对象划分为  $k$  个聚类以便使所获得的聚类满足同一聚类中的对象相似度较高;而不同聚类中的对象相似度较小。聚类相似度是利用各聚类中对象的均值所获得一个“中心对象”(引力中心)来进行计算的。

K—平均聚类算法的工作过程为:首先从  $n$  个数据对象任意选择  $k$  个对象作为初始聚类中心;而对于所剩下的其它对象,则根据它们与这些聚类中心的相似度(距离),分别将它们分配给与其最相似的(聚类中心所代表的)聚类;然后再计算每个所获新聚类的聚类中心(该聚类中所有对象的均值);不断重复这一过程直到标准测度函数开始收敛为止。一般都采用均方差作为标准测度函数。 $k$  个聚类具有各聚类本身尽可能的紧凑,而各聚类之间尽可能分开的特点。

1.3.2 神经网络模型 人工神经网络模型(ANN)是通过模仿生物神经网络的功能或结构发展起来的一种新型信息处理技术,具有很强的适应与复杂环境和多目标控制要求的自学习能力,并具有以任意精度逼近任意非线性连续函数的特性,可用于解决识别和感知、评判和决策等复杂问题。主体功能分区属于一种分类问题,因此,用神经网络可以较好的解决这类问题。本研究主要采用 BP 神经网络模型。

BP 神经网络是一种具有 3 层或 3 层以上的单向传播的多层前馈网络,由输入层、隐含层和输出层组成。上下层之间各神经元实现全联接,即下层的每个神经元与上层的每个单元都实现权联接,而各层神经元之间无联接。隐层可以有一个或多个。

标准 BP 算法的主要缺点为:学习速度慢,局部极值,难以确定隐层数和隐层的节点个数。在实际应用中,标准 BP 算法很难胜任,因此,出现了许多改进算法。本研究用多种算法进行了尝试,最终选择了效果较好的 Levenberg—Marquardt 算法。

## 2 渝北区主体功能分区

### 2.1 构建指标体系

在划分土地利用主体功能区时,应遵循的基本原则<sup>[10-11]</sup>如下。(1)优化结构。按照生活、生态、生产的顺序安排空间结构,扩大城市居民空间和绿色生态空间。(2)保护自然。开发必须以保护自然生态为前提,以环境容量和水土资源为基础。(3)有限开发。根据国土空间的不同特点,有度有序地开发,缓



BP 神经网络结构的确定,主要是确定输入层、隐含层和输出层的结点数,根据训练样本的参评因子,选定 9 个输入层因子,BP 神经网络隐含层的神经元个数一般根据问题的复杂程度、训练样本容量和实际要求,根据建模者的经验和实验工作确定。输入训练样本后经过大量的仿真实验,构建了  $9 \times 35 \times 5$  的网络,即 9 个输入神经元,27 个隐层神经元,4 个输出神经元。将在 MapInfo 中赋值后的待分类样本转入到所构建的 BP 网络中,在迭代训练 3 次后就达到了训练精度,即最小误差平方和 0.01。根据 BP 网络给出的函数值将 19 个评价单元划分为 4 类,并在 MapInfo 中创建专题地图(附图 4)。

### 2.3 主体功能分区结果

通过以上方法的综合计算,结合各乡(镇)的空间布局,同时考虑到规模效应和扩散效应,以及渝北区的未来发展趋势,将渝北区划分为以下 4 个功能区(附图 4)。

(1) 优先开发区域。该区为域国土开发密度较高,资源环境承载能力开始减弱的区域。该区域城镇化和工业化水平较高,已具相当规模,区位优势明显,交通便利,人口密集,国土开发密度大,对地区经济发展具有较强的辐射和带动作用,资源环境制约程度也相对较高,是区内发展基础最牢、继续开发前景最好的区域。这样的区域一般有很高的工业开发需求,而且开发后产生的经济效益也比较可观。

由于其生态保护价值不高,所以比较适宜进行较大范围的工业开发,与之相适应的可以大力发展现代服务业,因为工业的开发必然会聚集一定数量的城市人口。该区域内的原有农地可随建设的开展逐步退出,在退出的过程中必须有所规划,不能无序地破坏土地,规划为永久性绿地或基本农田的禁止任何形式的占用。工业开发应尽量以园区的形式,其中污染严重的工矿企业应尽早搬离中心城区。本研究中优先开发区域主要包括北部新区、双凤桥街道和回兴街道。

(2) 重点开发区域。该区域资源环境承载能力较强、集聚经济和人口条件较好的区域。这类区域经济发展基础较好,资源环境承载力较强,具有一定的城镇化和工业化基础,是今后该区经济新的增长点,也是承接适度开发区域和控制开发区域的人口转移,支撑全区人口集聚的重要空间载体。密集的经济活动使得该区域具有较高的商业开发需求和开发效益。对于该区域的土地使用关键就在于提高利用效率,禁止闲置土地或者囤地待建,从源头上控制建设用地无序蔓延等现象,对开发强度、开发时序要严格把关,避免出现土地过度开发的情况。本研究中重点开发区

域主要包括龙山街道,龙溪街道,龙塔街道,悦来街道和双龙湖街道。

(3) 适度开发区域。该区域是指资源环境承载能力较弱、大规模集聚经济和人口条件不够好并关系到全区或较大区域范围生态安全的区域。从维护区域生态功能需要出发,对适度开发区域要进行保护性开发,对开发的内容、方式和强度进行约束。该区域容易受自然灾害影响,所以在该区域工业开发的潜力十分有限。由于其本身的生态保护价值较高,所以可以大力发展旅游休闲等产业,一方面可以增加该区域的经济开发效益,另一方面可以兼顾自然生态的保护。区内土地利用要严格执行保护区总体规划及文物保护的有关法律、法规,任何单位和个人不得侵占和破坏,强化统一规划管理。禁止破坏景观资源的行为,如果进行采矿必须尽快复垦破坏的土地。本研究中适度开发区域主要集中于兴隆镇,古路镇,大湾镇,龙兴镇,玉峰山镇和统景镇。

(4) 控制开发区域。该区域指市级以上的自然保护区,风景名胜区,森林公园,世界自然与文化遗产地等。此外,从土地开发、利用、保护和整治的角度考虑,该区还包括了基本农田保护区。区内禁止荒芜农用地,应该大力开展农田基本建设,不断培肥土地以促进地力提升。除此之外,应该倡导该区内其它用地形式逐渐转为农业生产及直接为农业生产服务;对于建筑物可按规划保留,但是禁止擅自扩大用地面积或者改扩建,最后是搬迁后将原有土地复垦为耕地。要严格控制该区内农田用途的转变,国家重点建设项目需要占用基本农田的必须经法定程序修改,并加以严格审批。未列入国家计划的建设项目用地,一律不得占用基本农田。必须进一步强化对区域内基本农田的各项保护措施,同时加大财政转移支付力度,给予一定的优惠政策。本研究中控制开发区域主要集中于碚碚镇,石船镇,木耳镇,大盛镇和茨竹镇。

## 3 结论

用空间聚类方法进行主体功能分区是一种有益的尝试,它不仅能为准确地划分功能区提供依据,而且也可以减少主观性,具有较强的客观性。而且基于空间—属性一体化的空间聚类方法,反映了空间位置和属性特征,体现了空间邻近性,使聚类结果更具客观性。K—平均聚类算法缺乏自学习的能力,而且很难摆脱分类过程中的随机性和参与分类人员主观上的不确定性及其认识上的模糊性。用神经网络的自学习和自适应能力可以解决这些复杂问题,其分类结果更具有客观性。主体功能分区是一项综合规划,要

综合考虑自然资源状况、社会经济发展以及人口分布等多个方面,所以在主体功能区划分时还存在一些技术难点有待解决。

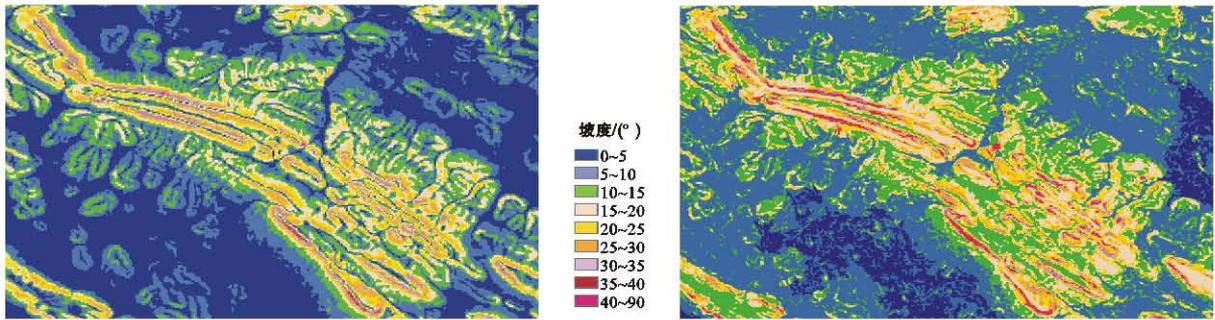
(1) 主体功能分区的定位问题。主体功能区划分必然带有引导性,在实施中不可避免的会涉及规划的操作性问题,如何妥善地安排或者从技术上和制度上给予足够的支持,是需要优先解决的环节。

(2) 主体功能分区的理论方法问题。主体功能分区是综合规划,目前的研究方法还多为统计分析,但是这样的统计分析方法对于指标的依赖性非常强,如果指标选取准确合理,可以突出体现该区域的社会、经济、环境、人口等领域的现状,运用统计分析方法研究所得的主体功能区划就具有较强的代表性,但是目前指标体系的建立还没有一套成熟的模式,对于主体功能区划的原则、程序、方法等还处于研究探索阶段。

(3) 主体功能区划分边界与行政界限的协调问题。编制主体功能区规划,需要打破行政区界限,改变完全按行政区制定区域政策和绩效评价的方法,同时,主体功能区规划的实施,也需要依托一定层级的行政区。但是改变传统的以行政区为基础的发展体系,并非一朝一夕可以完成。如何在保证主体功能区实施中的可操作性的基础上协调和统一行政界限和主体功能区界限,是将来重要研究课题。

#### [ 参 考 文 献 ]

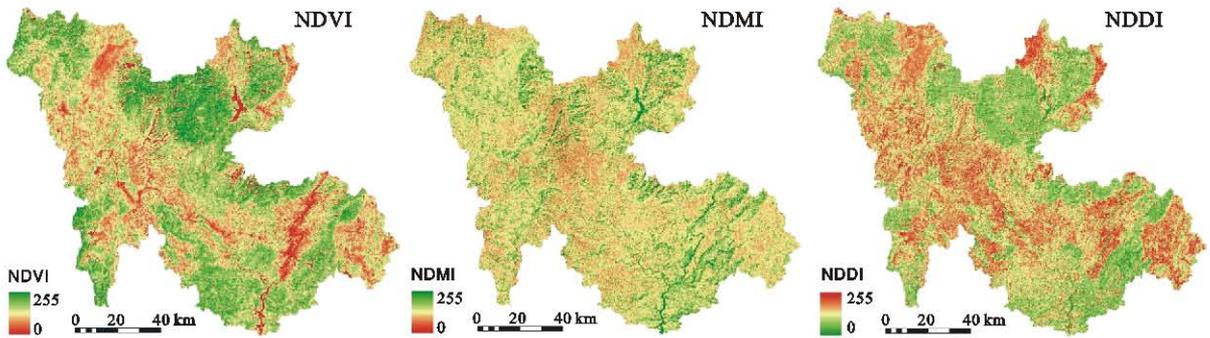
- [1] 王万茂,韩桐魁.土地利用规划学[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [2] 余德贵,吴群,赵亚莉.土地利用主体功能分区方法与应用[J].农业系统科学与综合研究,2008,24(2):196-200.
- [3] 朴庆日,吕斌,赵鹏军.城市功能区划的数量化方法研究及其应用:以深圳市南山区物流中心选址为例[J].地域研究与开发,2003,22(1):5-9.
- [4] 赵丽,付梅臣,严学仕,等.河北永清县土地利用功能分区研究[J].安徽农业科学,2008,36(4):1562-1565.
- [5] 张广海,刘佳,万荣.青岛市海岛旅游主体功能分区[J].资源科学,2008,30(8):1155-1161.
- [6] Eklund P W, Kirkby S D, Salim A. Data mining and soil salinity analysis[J]. International Journal of Geographical Information Science,1998,12(3):247-268.
- [7] Liu X H, Li J H. Scientific solutions for the functional zoning of nature reserves in China[J]. Ecological Modelling,2008,215(3):237-246.
- [8] 张洁瑕,陈佑启,姚艳敏,等.基于土地利用功能的土地利用分区研究:以吉林省为例[J].中国农业大学学报,2008,13(3):29-35.
- [9] Shao H B, Chu L Y. Resource evaluation of typical energy plants and possible functional zone planning in China[J]. Biomass and Bioenergy,2008,32(4):283-288.
- [10] 杜红亮,陈百明,刘盛和.山区土地利用统筹的途径研究:以北京山区为例[J].资源科学,2007,29(2):117-123.
- [11] 牛乐德,周宝同,谭勇.四川省犍为县统筹区域土地利用研究[J].安徽农业科学,2006,34(15):3782-3784.
- [12] 刘小平,黎夏. Fisher 判别及自动获取元胞自动机的转换规则[J].测绘学报,2007,36(1):112-118.
- [1] 王万茂,韩桐魁.土地利用规划学[M].北京:中国农业



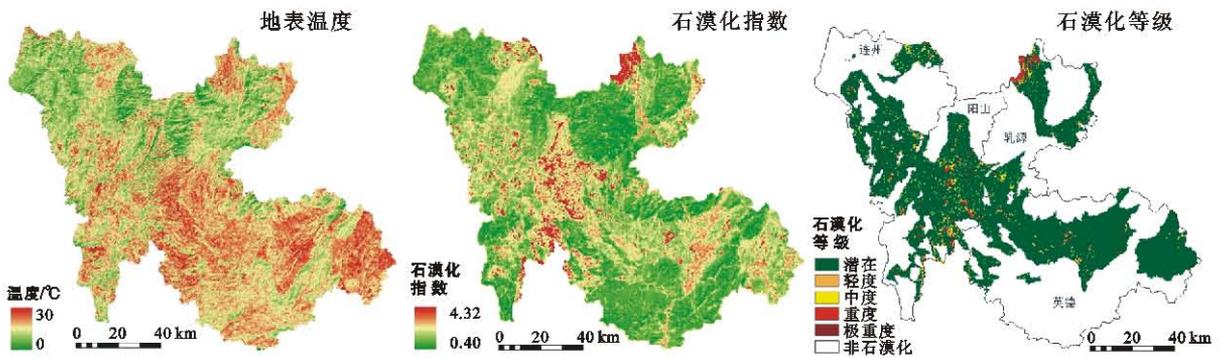
航天飞机雷达地形测绘(SRTM)

先进星载热和反辐射仪全球数字高程模型(GDEM)

附图1 藏北地区SRTM和GDEM局部坡度图



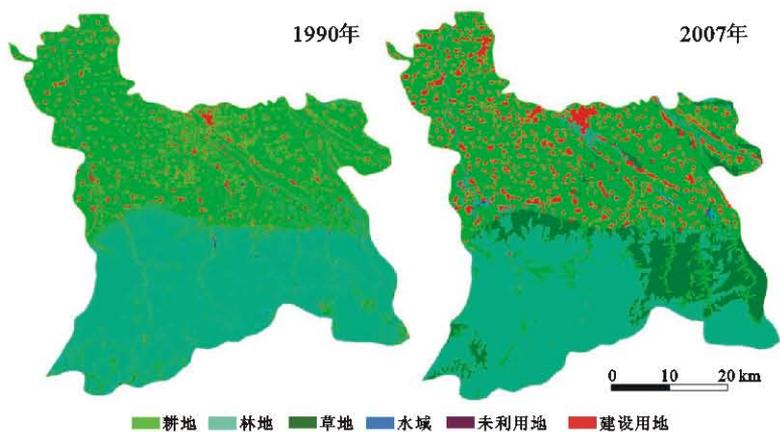
附图2 粤北典型岩溶区归一化植被指数(NDVI)、归一化湿度指数(NDMI)和归一化退化指数(NDDI)空间分布



附图3 粤北典型岩溶区地表温度、石漠化指数与石漠化等级空间分布



附图4 基于BP的重庆市渝北区主体功能分区



附图5 西安市长安区1990和2007年土地利用/覆被遥感解译图