

基于模糊综合评价的大城市边缘区地域特征属性的界定

李世峰 白人朴

(中国农业大学 工学院, 北京 100083)

摘要 为科学制定加快大城市边缘区有序协调发展的途径和策略,提出了大城市边缘区地域特征属性的概念,从人口、用地、经济和社会等方面构建了地域特征属性界定的指标体系,利用模糊综合评价法构建了地域特征属性的界定模型。对北京城市边缘区内的小汤山镇、潭柘寺镇、温泉镇和万柳地区的地域特征属性进行了界定,结果表明:小汤山镇的地域特征属性值为 0.421 0,具有城市外边缘区的特征;潭柘寺镇的为 0.075 8,具有乡村腹地的特征;温泉镇为 0.492 2,具有城市内边缘区的特征;万柳地区为 0.711 6,具有城市内边缘区的特征,界定结果与实际情况相符。所提出的基于模糊综合评价的大城市边缘区地域特征属性的界定方法是可行、有效的。

关键词 大城市边缘区; 地域特征属性; 模糊综合评价

中图分类号 F 297; TU 984

文章编号 1007-4333(2005)03-0099-06

文献标识码 A

Determination of zone feature in fringe of a big city based on fuzzy overall evaluation

Li Shifeng, Bai Renpu

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract In this paper, a conception of zone feature was put forward. A set of index system about how to appraise the attribute of a geographical unit in the urban fringe was formed comprehensively and systematically and it was composed of fifteen indexes in four aspects, namely, population, economy, society and earth utilization. An appraisal model was built up through the hierarchy analytical method and the fuzzy appraisal method. Taking Beijing urban fringe as example of this study, the attribute of the four geographical units was appraised, they are the towns of Xiaotangshan, Wenquan, Tanzhesi and Wanliu. The featured attribute values of Xiaotangshan, Wenquan, Tanzhesi and Wanliu are 0.421 0, 0.492 2, 0.075 8 and 0.711 6 respectively. The above estimations indicate that Xiaotangshan and Wenquan have the attributes of an outer-fringe of a big city, Wanliu district has the attribute of an inner-fringe of a big city, Tanzhesi the attribute of a rural hinterland, which all are coincident to their real actualities of the geographical units in Beijing. The result shows that this method is feasible and effective.

Key words urban fringe; zone featured attribute; fuzzy overall evaluation

准确界定大城市边缘区地域特征属性,是科学制定加快大城市边缘区全面、协调、可持续发展策略的客观要求。20世纪90年代中期以来,国内关于大城市边缘区地域范围划分的研究陆续出现,较具代表性的研究有:顾朝林等利用“人口密度梯度率”分析方法对上海城市边缘区范围进行了界定^[1],陈佑启根据“断裂点”分析法对北京市城乡边缘区范围进行了划分^[2],程连生等应用遥感技术与信息熵原

理,探讨了北京城市边缘带的界限与范围^[3],章文波等从TM影像中提取城市用地信息,应用“突变检测方法”对北京市城市边缘区进行了划分^[4]。这些研究极大地推动了大城市边缘区地域范围划分的逐步深入,但普遍存在的问题是:划分依据单一、数据获取成本高、计算工作量大;划分结果对制定大城市边缘区科学发展策略指导性不强。

大城市边缘区是城市郊区化和乡村城市化的产

收稿日期: 2004-12-15

作者简介: 李世峰,博士研究生;白人朴,教授,博士生导师,主要从事农村发展与农业机械化、农业现代化发展战略研究。

物,是城市要素自内向外扩散与乡村要素自外向内集聚的结果,人口、用地、经济、社会等因素具有城市和乡村的双重性,发展进程具有变性加速性、母城依附性、初期无序性和生态环境双刃性等显著特征^[5]。为此,笔者提出了大城市边缘区地域特征属性的概念,即大城市边缘区内特定地域单元的综合特征隶属于城市的程度,并针对已有研究的不足,提出了基于模糊综合评价的大城市边缘区地域特征属性界定方法。

1 大城市边缘区地域特征属性评价指标体系的构建

1.1 评价指标选取的依据及原则

大城市边缘区地域特征属性评价指标选取的依据主要有2方面:一是大城市边缘区的地域特征,表

现为人口、用地、经济、社会等因素的过渡性、动态性、交错性和模糊性;二是前人研究成果的借鉴,对文献[2]中关于城乡交错带界定的指标体系进行了完善和改进。

评价指标体系应能够多层次、多角度、全方位地反映大城市边缘区的地域特征。为此,在选取大城市边缘区地域特征属性评价指标时遵循如下原则:科学性和完备性、层次性和关联性、独立性和互补性、可比性和可量化性、简明性和可得性原则。

1.2 评价指标体系的构建

基于评价指标选取的依据和原则,构建了大城市边缘区地域特征属性模糊界定指标体系(图1),包括目标层、准则层和指标层等3个层次,人口、用地景观、经济和社会等4个分类指标,人口密度、城市化水平、外来人口占总人口的比率等15个关键指标。

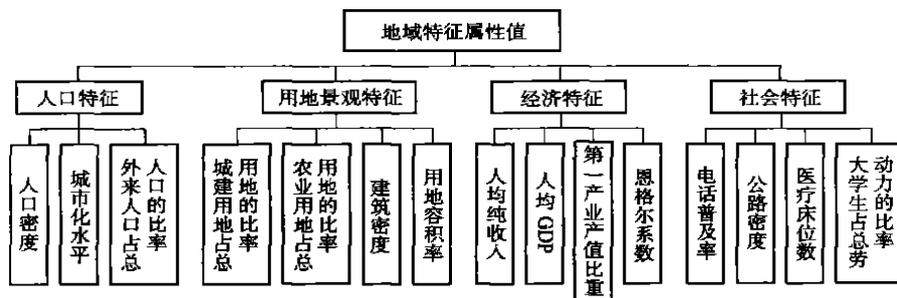


图1 大城市边缘区地域特征属性评价指标体系

Fig. 1 Appraisive index of zone featured attribute in urban fringe

2 大城市边缘区地域特征属性的模糊综合评价模型

2.1 指标测度值的获取与计算

本研究选取的15个指标的测度值直接由统计资料经简单计算得到。为消除指标测度值的波动性,同时考虑到指标测度值包含的信息由近及远逐渐减少的事实,将近3年的统计数据加权平均后作为指标测度值,方法如下:

$$X = 0.5 X_t + 0.3 X_{t-1} + 0.2 X_{t-2} \quad (1)$$

式中: X 为处理后的指标测度值; X_t 、 X_{t-1} 和 X_{t-2} 分别为近3年内由近及远的指标统计值;加权系数是在咨询有关专家的基础上确定的。

2.2 评价标准的确定

本研究旨在较准确地界定出特定地域单元总体特征隶属于城区的程度,这是特定地域单元的特征

指标值与城区和农村同一指标值比较的过程,因此,评价标准的2个端点值可分别采用城区和农村的同一指标值。对各指标的城区端点值和农村端点值的处理方法同其测度值。

2.3 隶属函数的确定

根据指标测度值大小所反映的特征,将15个指标分为3类:第1类是测度值越大城区特征越明显的指标,称为城区指向性指标,包括人口密度、城市化水平、城建用地占总用地的比率、建筑密度、用地容积率、人均纯收入、人均GDP、电话普及率、公路密度、医疗床位数、大学生占总劳动力的比率等11个指标;第2类是测度值越大农村特征越明显的指标,称为农村指向性指标,包括农业用地占总用地的比率、第一产业产值比重和恩格尔系数等3个指标;第3类是测度值越大城区特征和农村特征均不明显,值越小城区特征和乡村特征均越明显的指标,称为混合指向性指标,只有外来人口占总人口的比率

这 1 个指标。

1) 城区指向性指标隶属函数的确定。

康维斯“断裂点”理论和国内学者的相关研究^[2]表明：总体上看，从城区到农村的空间分布上，城区指向性指标测度值表现出强烈的距离衰减规律，在农村附近变化不明显，越靠近中心城区变化越快。其隶属函数曲线可表示为图 2 所示的指数曲线，对应的隶属函数为

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq m \\ \frac{\exp x - \exp m}{\exp M - \exp m} & m < x < M \\ 1 & x \geq M \end{cases} \quad (2)$$

其中：M 和 m 分别为城区和乡村的指标端点值。

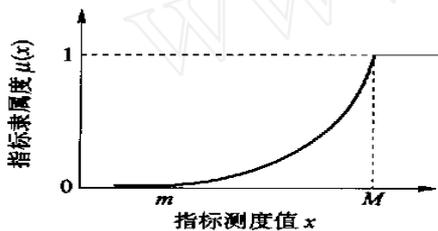


图 2 城区指向性指标隶属函数曲线

Fig. 2 Subordinative function curve of city index

2) 农村指向性指标隶属函数的确定。

农村指向性指标测度值的变化规律是，从中心城区向外，先缓慢增加，接近农村时快速增加。其隶属函数曲线可表示为图 3 所示的抛物线形式，对应的隶属函数为

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \leq M \\ \frac{(m-x)(m+x-2M)}{(m-M)^2} & M < x < m \\ 0 & x \geq m \end{cases} \quad (3)$$

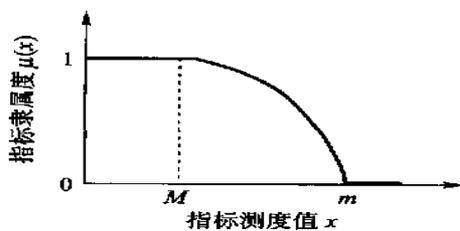


图 3 农村指向性指标隶属函数曲线

Fig. 3 Subordinative function curve of rural index

3) 混合指向性指标隶属函数的确定。

大城市边缘区是外来人口的主要集聚地。统计

资料表明：从城区到农村的空间分布上，外来人口比率在近郊区以内呈现出快速增加的趋势，而在近郊区以外发生了由缓慢减少到快速减少的趋势。因此这一指标隶属函数的构建既要考虑指标测度值又要考虑指标的地域位置。根据指标测度值的变化趋势，以近郊区为分界线，分别建立隶属函数。

大城市近郊区的人口特征更趋向于城区，而远郊区特征更趋向于城市影响区，结合对有关专家的访谈结果，将城市内边缘区外边缘外来人口比率的隶属度定为 0.60，城市外边缘区外边缘外来人口隶属度定为 0.20。在城区到近郊区的地域范围内，外来人口比率的隶属函数曲线见图 4。从城区到近郊区范围内外来人口比率的隶属函数为

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \leq s_1 \\ 1 - \frac{0.4(x-s_1)}{s_2-s_1} & s_1 < x < s_2 \\ 0.6 & x > s_2 \end{cases} \quad (4)$$

其中：s₁ 和 s₂ 分别为城区和近郊区的外来人口比率。

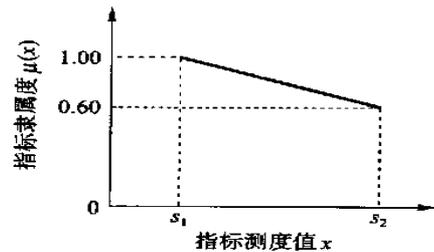


图 4 近郊以外外来人口比率隶属函数曲线

Fig. 4 Subordinative function curve of mixed index within outskirts

在近郊区以外的地域范围内，外来人口比率的隶属函数曲线见图 5，由此得到近郊区以外外来人口比率的隶属函数

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq s_4 \\ \frac{0.2(x-s_4)}{s_3-s_4} & s_4 < x < s_3 \\ 0.2 + \frac{0.4(x-s_3)}{s_2-s_3} & s_3 < x < s_2 \end{cases} \quad (5)$$

其中：s₂、s₃ 和 s₄ 分别表示近郊区、远郊区和农村的外来人口比率。

2.4 指标权值的确定

1) 单项指标权值的确定。大城市边缘区内特定地域单元的某一指标测度值越接近于城区指标值，该地域单元就越具有城区特征，那么，该指标的重要

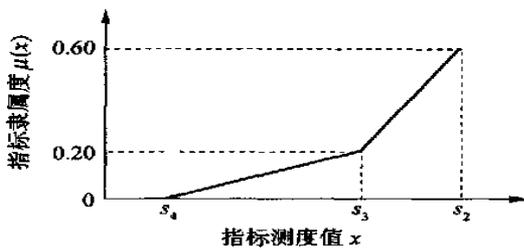


图5 近郊以外外来人口比率隶属函数曲线

Fig. 5 Subordinative function curve of mixed index outside

程度就越大。本研究借鉴潘峰^[6]和徐福留^[7]等学者的研究结果,将影响程度法和相对值法结合起来确定单项指标的权值。方法如下:

第1步,计算各指标的影响程度。对城区指向性指标

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{M_{ij}} \quad (6)$$

其中 r_{ij} 、 X_{ij} 和 M_{ij} 分别为第 i 类特征第 j 个指标的影响程度、测度值和城区端点值。对农村指向性指标

$$r_{ij} = \frac{M_{ij}}{X_{ij}} \quad (7)$$

对混合指向性指标,即外来人口比率,在近郊区以内离中心城区的距离越远值越大,具有农村指向性指标的特征,因此, $r_{13} = s_1 / X_{13}$;在近郊区以外离中心城区的距离越远值越小,具有城区指向性指标的特征,因此, $r_{13} = X_{13} / s_2$,其中, r_{13} 、 X_{13} 分别为外来人口的影响程度和测度值。

第2步,计算各指标影响程度的相对值,即权值。

$$w_{ij} = r_{ij} / \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad i=1,2,\dots,4 \quad (8)$$

其中: w_{ij} 和 r_{ij} 分别为第 i 类特征第 j 个指标的权值和影响程度; n 为第 i 类指标的个数。

2) 特征指标权值的确定。城市边缘区是一个复杂的地带,人口、用地景观、经济、社会等特征重要程度的判断涉及诸多相关知识,单凭个人或数理统计方法难以做到。采用专家判断法可以集这一领域众多专家的智慧,对特征的重要程度进行较客观的判断。本研究采用目前应用最广泛的判断矩阵分析法确定4类特征的权值。

2.5 综合评价模型

大城市边缘区模糊界定综合评价指标体系中的每一单项指标,都从不同侧面反映了特定地域单元的特征属性。为考虑各指标的综合作用,得到特定地域单元的特征属性全貌,在单项指标模糊评价的基础上,采用多目标线性加权函数法确定综合评价结果,其函数表达式为

$$U = \sum_{i=1}^4 w_i \sum_{j=1}^n \mu_{ij} w_{ij} \quad (9)$$

式中: U 为特定地域单元的综合特征属性值; w_i 为准则层第 i 个特征的权值; μ_{ij} 为指标层第 i 类特征第 j 个指标的隶属度。

2.6 目标层评判集标准

根据式(9)计算出的综合特征属性值,参考国内已有的研究成果^[3~4]和笔者对有关专家的访谈结果,确定的目标层判别准则见表1。

表1 大城市边缘区地域单元特征属性判别准则

Table 1 Distinguish standard of featured attribute for urban fringe

综合特征值	$0.90 < U$	$0.60 < U$	0.90	$0.20 < U$	0.60	$U < 0.20$
地域特征属性	城区	城市内边缘区		城市外边缘区		乡村腹地

3 大城市边缘区地域特征属性界定实证

遵循类型代表性、地域分布性、资料可得性和结论普适性等原则,选择北京城郊的小汤山镇、潭柘寺镇、温泉镇和万柳地区等4个地域单元作为特征属性界定对象。

3.1 地域特征属性界定

1) 单项指标评价价值。利用2000—2002年的统

计资料,根据式(1)计算得到各评价指标的测度值。利用式(2)计算得到人口密度等11个城区指向性指标的隶属度;利用式(3)计算农业用地比率等3个农村指向性指标的隶属度;利用式(4)或式(5)计算混合指向性指标(外来人口比率)的隶属度。

2) 分类指标评价价值。利用式(6)、(7)和(8)计算城区指向性指标、农村指向性指标和混合指向性指标的权重。利用加权平均法得到分类指标的评价价值

(表2)。

3) 地域特征综合评价。选取3类10位专家, 其中业务专家5位(占50%)、管理专家3位(占30%)、逻辑专家2位(占20%), 得到10个关于人口、用地景观、经济和社会等四大特征指标重要性比较判断矩阵。对判断矩阵进行分类算术平均的基础上, 将各类进行加权平均得到特征重要性判断矩阵

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3.03 & 4.13 & 3.44 \\ 0.33 & 1 & 1.67 & 2.05 \\ 0.24 & 0.6 & 1 & 1.72 \\ 0.29 & 0.49 & 0.58 & 1 \end{bmatrix}$$

利用SPSS10.0软件, 得到A的最大特征根 $\lambda_{\max} = 4.063$, 对应的特征向量 $W^T = (2.5615, 1.0309,$

$0.7055, 0.5358)$ 归一化处理后得到特征指标权值(表2)。经查表后计算得到 $C \cdot R = 0.0233 < 0.1$, ($C \cdot R$ 为随机一致性系数), 因此判断矩阵符合一致性要求, 特征指标权值有效。

利用式(9)计算得到各地域单元的综合地域特征值(表2)。

3.2 结果分析

从人口特征看, 万柳地区的人口特征值最高, 达到0.6917, 其主要原因是万柳地区在空间分布上属于近郊区, 近3年来外来人口的加权平均比例只有13.5%, 低于中心城区端点1.52个百分点, 但城市化水平相对较低; 隶属度最低的潭柘寺镇为0, 原因是潭柘寺镇在空间分布上属于远郊区, 其城市化水

表2 北京城市边缘区内4个地域单元特征属性的综合评价结果

Table 2 Result of synthesis appraisalment for zone featured attribute in Beijing urban fringe

特征指标(权值)	小汤山镇	潭柘寺镇	温泉镇	万柳地区
人口特征(0.5297)	0.3021	0	0.3621	0.6913
用地景观特征(0.2134)	0.7366	0.2723	0.4979	0.5314
经济特征(0.1460)	0.0423	0.1215	0.8926	0.9843
社会特征(0.1109)	0.8802	0	0.5757	0.7966
综合地域特征值	0.4210	0.0758	0.4922	0.7116
地域特征属性判断	外边缘区	乡村腹地	外边缘区	内边缘区
地域空间属性	外边缘区	外边缘区	内边缘区	内边缘区
地域特征与地域空间一致性	一致	不一致	不一致	一致

平和外来人口比例均低于农村端点的数值。

从用地景观特征看, 小汤山镇的用地景观特征值最高, 达0.7633, 其主要原因是近3年来小汤山镇居住区内各类建筑的基底总面积与居住区用地的比率到达0.35, 与城市中心区持平, 且由于城镇建设、文化娱乐、办公场所等方面的发展, 减少了农业用地, 其用地比例为37.5%, 只有农村端点值的一半多一些; 隶属度最低的潭柘寺镇只有0.2723, 主要原因是城建用地比例低、农业用地比例高, 分别低于和高于农村端点值, 隶属于中心城区的程度为0。

从经济特征看, 经济特征值最高的万柳地区高达0.9841, 主要原因是近3年来该地区的人均纯收入和人均GDP都超过了城区端点值, 第一产业产值比例只有2.17%, 恩格尔系数也接近于城区端点值; 隶属度最低的小汤山镇只有0.0423, 几乎为0, 主要原因是该乡镇的人均纯收入、人均GDP和第一

产业产值比重都很接近于农村端点值, 且恩格尔系数超过农村端点值。

从社会特征看, 社会特征值最高的小汤山镇达到0.8802, 主要原因是2003年春天“非典期间”北京市投资建设的小汤山医院极大地增加了该镇的人均医疗床位数, 且该镇的电话普及率达到97.25%, 接近于城区端点值。

从综合地域特征看, 4个地域单元的地域特征属性隶属于城区的程度从大到小依次是: 万柳地区 温泉镇 小汤山镇 潭柘寺镇。

4 结束语

对于大城市边缘区内的特定地域单元, 其地域特征属性与地域空间位置不完全一致, 这既反映了大城市边缘区地域边界的不规则性和交错性, 又能分析不一致的原因及未来发展方向。通过北京城市

边缘区内4个地域单元的地域特征属性界定实践,初步印证了本研究提出的大城市边缘区地域特征属性界定方法的科学性和有效性。实际应用过程中,应针对当地的实际情况确定各指标的端点值,根据外来人口的分别规律确定外来人口的隶属函数,还应当增加生态环境方面的评价指标。

参 考 文 献

[1] 顾朝林. 中国大城市边缘区研究[M]. 北京:科学出版社,1995. 163

- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] 潘峰,付强,梁川. 模糊综合评价在水环境质量评价中的应用[J]. 环境工程,2002,20(2):58-61
- [6] 徐福留,周家贵,李本纲. 城市环境质量多级模糊综合评价[J]. 城市环境与城市生态,2001,14(2):13-15

科研简讯

“TSC系列智能化土壤水分速测仪中试与示范”通过验收

该项目由我校王一鸣教授主持,2005年4月11日通过农业部科技教育司组织的验收,项目全面完成了合同指标,其中部分指标超额完成。项目组共计推广应用TSC型系列智能化土壤水分快速测试仪605台,SWR-2型土壤水分传感器1025台,在全国12个省市建设了26个国家级土壤墒情监测站;TSC系列智能化土壤水分速测仪的生产已实现系列化、标准化;获得国家制造计量器具许可证和重点新产品证书;项目经济效益明显,仅产品销售金额就达429.48万元;已为我国墒情(旱情)监测和节水灌溉新技术奠定基础,对提高农业产业化水平和增加农民收入产生了积极影响。

“华北型连栋塑料温室工程关键技术中试”项目通过验收

该项目由我校滕光辉教授主持,2005年4月13日通过农业部科技教育司验收,项目完成了合同规定的指标,部分指标超额完成。该项目组在华北型连栋温室的通风降温系统、智能环境控制系统以及内外遮阳拉幕系统等多项温室工程关键技术方面进行了深入的研究及较大面积的示范推广和应用,获得了多项实用新型专利,建立了1个中试基地和2栋示范温室;同时,与企业结合,在京、冀地区累计示范和推广3.15hm²,销售收入998.75万元,上缴税金33.97万元,实现净利润199.75万元。

(科学技术处供稿)