

基于缓冲带的区域土地利用格局梯度分析^{*}

吕志强^{1,2}, 吴志峰², 程 兰¹, 陈红顺¹, 杜 伟³

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广州 510630; 2. 广东省生态环境与土壤研究所, 广州 510650; 3. 云南省地质工程勘察设计院, 昆明 650041)

摘 要:以广州为中心的研究区域是珠江三角洲乃至全国经济发展最为活跃的区域之一, 土地资源分布和利用的区域性比较明显。该研究区土地资源面临自然环境的改变、城乡建设和农业生产等多方面的需求压力, 对区域的土地利用状况进行格局分析, 可以为区域土地资源的可持续利用提供空间决策支持依据。以遥感和 GIS 作为主要的研究手段, 通过遥感解译获取 6 种土地类型的区域分布; 在 GIS 的支持下, 以广州主城区为中心作 900 m 的 35 个缓冲区, 形成 35 个圈层和幅度带; 用梯度分析的方法, 利用 FRAGSTATS 和 GIS 的扩展模块, 在空间组成和空间构型两方面进行类型水平和景观水平的指数运算。研究结果显示: 研究区域土地利用的破碎化程度、形态特征都有较为明显的梯度性; 圈层土地利用格局的梯度性变化强度比幅度带的格局变化程度要更为剧烈。

关键词:区域土地利用; 格局; 梯度; 广州市

中图分类号: S301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0072-06

Regional Gradient Analysis of Land Use Pattern Based on the Buffer Zones

L ÜZhi-qiang^{1,2}, WU Zhi-feng², CHEN GLan¹, CHEN Hong-shun¹, DU Wei³

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510630 China;

2. Guangdong Institute of Ecovironment and Soil Sciences, Guangzhou, 510650 China; 3. Yunnan Geological Engineering Institute of Survey and Design, Kunming 650041, China)

Abstract Land spatial pattern is one of the core research objects in geography and ecology. Pearl River Delta is one of the most dramatic development regions in China. The land use of district around Guangzhou is typically located as a whole. The land use under pressure comes from the changing of environment construction and the farm producing. It can be useful for the sustainable development by analysis of the land use pattern. Under the support of GIS and RS, the classification systems used in the district land is divided into 6 types including arable land, woodland, grassplot, building land, water area and wasteland according to the different ecological effects of each type of land. 35 buffers are generated with a distance of 900 meters using GIS. The buffers lead to 35 land use rings and scale gradients. The pattern indices in class level and landscape level are calculated under the help of FRAGSTATS and ArcView software. It is considered that the fragment and the configuration of the region have an evident gradient pattern.

Key words regional land use; pattern; gradient; Guangzhou city

格局是景观生态学的主要研究内容之一, 它包括景观组成单元的类型、数目以及空间分布与配置^[1-5]。土地利用景观格局的研究结果对区域土地资源的保护与可持续利用具有现实意义^[6]。格局和过程之间多涉及到几个相互联系的行政区域, 因此土地利用格局的分析应突破人为界定行政范围的约束, 从结构和功能有相互影响的一个有机整体的角度来进行。

梯度分析起源于植被科学研究, 曾用以研究土壤湿度、海拔、盐分等自然梯度, 揭示生态系统的结构和功能与环境之间的关系^[7]。梯度模式已成为研究城市化所产生的生态

学效应的有效手段^[8-9]。“城-郊-乡”梯度概念已被广泛地用来研究世界各地城市化区域的多种生态学问题^[10-11], 用梯度分析的方法对广州市主城区、边缘区、外围区的土地利用格局定量分析, 可为认识自然和社会之间的内在联系、优化景观生态格局、保护生态环境、协调区域发展、统筹城乡发展提供科学依据。

1 研究区概况及数据来源

几个重点城市带动周边发展的“多中心、组团式发展模式”在中国区域经济发展中较为普遍。核心城市的辐射作用

^{*} 收稿日期: 2008-07-17

基金项目: 国家自然科学基金(40571164); 广东省自然科学基金(06105518, 5006700)

作者简介: 吕志强(1978-), 男(汉族), 山东莱芜人, 博士生, 从事遥感 GIS 应用、土地利用、景观生态学的学习研究。E-mail: luzhiqiang05@mails.gucas.ac.cn

通信作者: 吴志峰(1969-), 男, 研究员, 博士, 主要从事景观生态与遥感、GIS 应用研究。E-mail: zfwu@soil.gd.cn

在区域发展中十分明显,核心区域的发展直接或者间接影响到周边区域的土地利用。20世纪80年代以来,珠江三角洲的土地利用/覆被发生了深刻的变化,这种变化对生态环境的影响也从几个核心城市逐渐向周边地区推进。广州市地理位置优越,是发展最早的沿海城市之一,也是华南地区的文化、经济、工业中心。广州的发展对周边经济、社会的发展和土地资源的分布与利用也有深刻的影响。分析当前以广州为核心的区域土地利用格局,可为分析地区差异、因地制宜地“开发-利用-保护”土地资源提供依据。研究区以广州主城区为中心,涉及到周边的10个区市,研究区域示意图见图1。

文中以2000年1月2日轨道为122-44的TM遥感影像为基础数据源,通过ERDAS对卫星图像数据综合处理,结合GPS野外实地调查数据,进行土地利用类型的监督分类。参照国土资源部2001年颁布的《全国土地分类(试行)》并根据研究内容,土地利用类型分为耕地、林地、草地、建设用地、水域和未利用地6个大类。

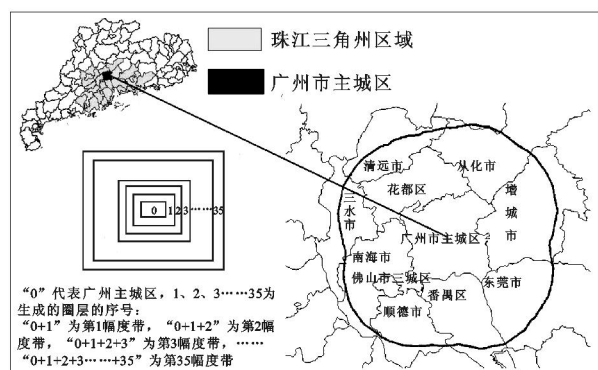


图1 研究区域范围及圈层、幅度带生成示意图

2 研究方法

GIS的空间分析功能和景观格局分析方法为区域土地资源多样性格局研究提供了一种可行的途径,本文选取的数据资料经ArcMap处理后,选择合适的格局指数,在ArcView的Patch Analysis扩展模块以及景观指数分析软件FRAGSTATS中进行景观格局的指数运算,根据指数运算结果,对研究区域景观格局进行描述和分析。

以广州市主城区边界为基础,向外围方向作缓冲带。为了尽可能保留完整的信息(TM卫星影像分辨率为30 m×30 m)并参照研究区域的范围大小,缓冲带之间的间隔设置为900 m(30 m的倍数)。为使研究区域限定在珠江三角洲区域范围内,设置的缓冲带数目为35。在ArcMap中进行缓冲带的叠加和裁切处理,形成35个900 m宽的圈层和以主城区为起始区域并以900 m递加的35个幅度带^[12](缓冲带的表示方法见图1),圈层和幅度带的标号从内到外依次为1,2,3,……,35。通过对圈层和幅度带梯度指数的研究,对区域格局进行定量与定性的分析表达。

格局的分析可以在斑块水平(patch level)、类型水平(class level)和景观水平(landscape level)三个水平上进行^[13],主要在类型水平和景观水平两个层次上对缓冲圈层和幅度带进行格局分析。

3 研究结果

LEITAO综合前人的研究并结合自己的研究成果,提出

了景观核心度量指数^[14]这一概念。结合区域的数据资料,参照核心度量指数,选取空间组成和空间构型两个部分的指数。在景观水平上,空间组成选择的分析指数为:平均斑块面积(AREA_MN, hm^2)、斑块密度(PD, $\text{个}/\text{hm}^2$);空间构型选择的分析指数为:边界密度(ED, m/hm^2)、平均分维数(MPFD)、沙农均匀度指数(SHEI)。在类型水平上,空间组成选择的分析指数为:类型比例(PLAND, %)、斑块密度(PD);空间构型选择的分析指数为:边界密度(ED)、平均形状指数(MSI)。指数意义及其计算公式参考相关文献^[15-17]。

总体来看,圈层的面积相对较小且圈层之间没有重叠,格局受自然、社会的影响较大,故梯度图表现出起伏变化较大;而递推的幅度带的范围变化相对较小,格局指数变化也较为平缓。

3.1 圈层

3.1.1 景观水平

如图2所示,景观水平上格局的变化梯度性较为明显,随圈层的延伸,A1递减,A2,A3呈现出递增的趋势,因为距离主城区较近的区域,土地利用类型主要为林地,单个斑块面积较大,随距离的外扩,其他用地类型面积比例上升,各地类斑块面积变小、单位面积斑块数目增多。A4反映出景观形状的复杂程度,随圈层由内及外递增,耕地、草地和水域的斑块增多,各种地类错综复杂,交叉分布,形状不规则化程度增加。A5表示的是景观的均匀程度,总体呈上升趋势,其中在起始位置复杂程度较低,第28个圈层出现峰值,对照图3(圈层类型水平格局梯度指数图),在第28个圈层,林地面积减少的程度较大,同时耕地、草地、水域面积的增加程度也较大,各地类的相对均匀程度增加,因此会出现峰值。

3.1.2 类型水平

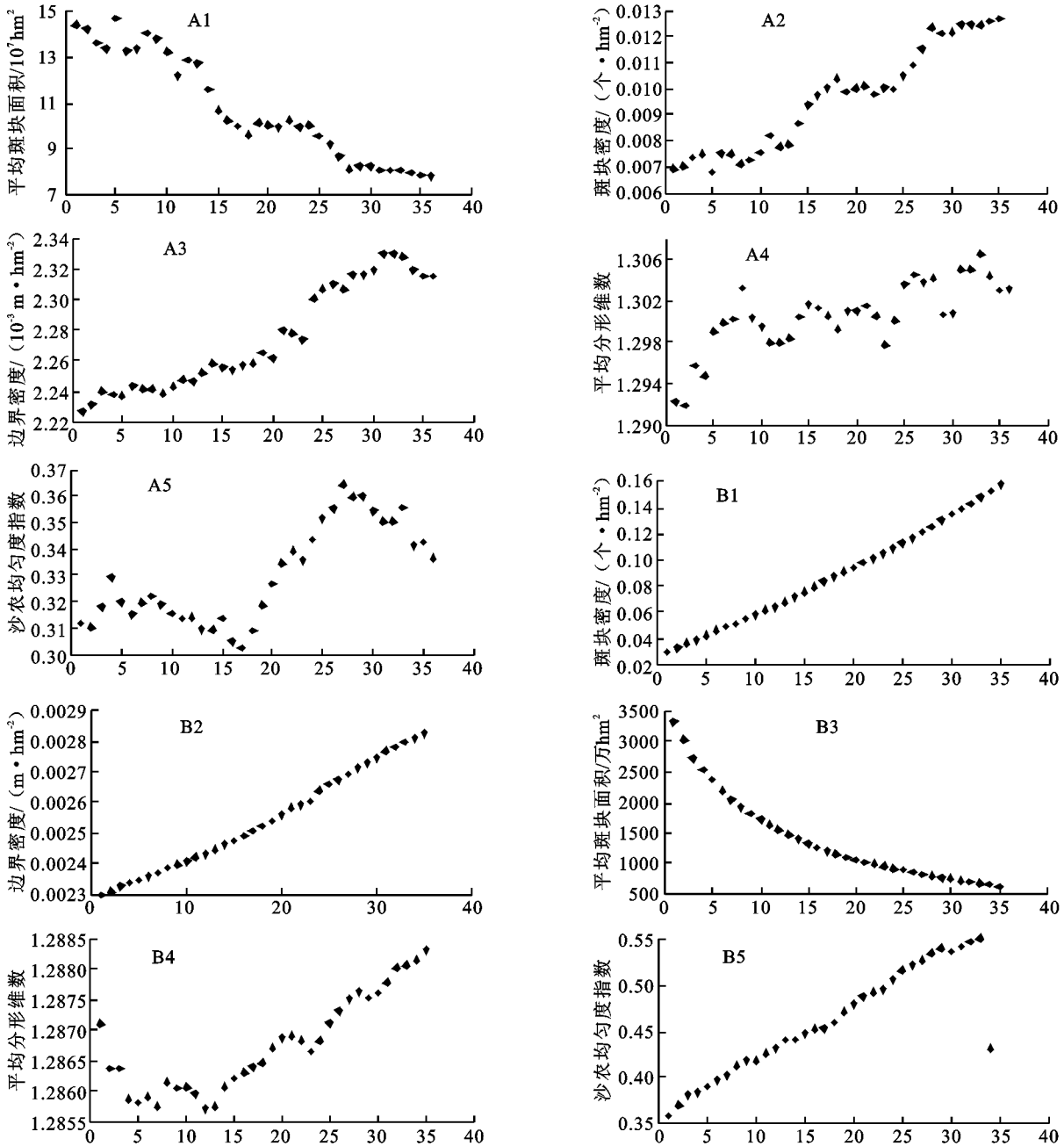
圈层类型水平的指数梯度图详见图3。类型比例是单位面积上各种土地利用类型所占的百分比,形状指数反映的是各用地类型斑块形状的复杂程度,斑块密度、边界密度反映土地的破碎化程度,其中边界密度是由斑块密度和形状指数共同决定的。

从类型比例来看,各个圈层林地面积比例最大,耕地、水域、建设用地次之,草地和未利用地比例最小。该地区的优势景观为林地;农业优势不明显,耕地面积比例在各个圈层内都低于10%;水域面积较大,都在3.5%以上;未利用地面积比例在1%以下,可以转换为其他土地类型的后备土地利用资源不足。在第18个圈层之前的各个圈层土地利用类型面积比例变化不明显;在第18圈层之后和第30个圈层之前,林地和建设用地的比例开始迅速下降,耕地、草地、水域等土地利用类型比例开始增加;第30个圈层之后各种土地类型的变化趋势反向变化。未利用地比例在第18圈层出现一个峰值,之前和之后都维持一个较小的比例水平。

从斑块密度来看,耕地、草地、水域和未利用地的变化趋势与相应类型比例的变化一致,而林地和建设用地的曲线变化规律和类型比例的规律相反。可以认为,离城市中心区域距离增大,除林地和建设用地以外的其他4种土地利用类型所占面积比例增大,致使其斑块数目增多、密度增大。林地的类型比例虽然降低,但其斑块密度却增大,这是因为在内圈层的广州主城区范围,林地作为重要的生态功能区,有较

为严格的保护措施,受人为的破坏较小,呈现集中连片的大面积分布;随圈层的外推,生态功能和经济价值之间的矛盾凸显,出现了林地转移为其他地类情况,致使林地破碎化程度加剧,因此出现林地类型比例减少斑块密度总体上升的趋势。随圈层外推,建设用地的种类也表现出从集中连片的

大型商服用地、公共建筑设施用地到以住宅、工矿和交通运输为主要利用目的转移,特别是分散的农村居民点的增多,以至于在建设用地比例降低的情况下,斑块密度仍增大。耕地斑块密度转折点发生在第 7 个圈层、第 20 个圈层,破碎化程度先减小后增加,然后达到相对平稳。



A1 - A5 是圈层对应的指数图, B1 - B5 是幅度带对应的指数图

图 2 圈层和幅度带景观水平格局梯度图

从形状指数来看,形状复杂程度变化规律明显的是林地,并且变化幅度较大,其他地类形状复杂程度的梯度性不是很明显。

从边界密度来看,由于受斑块密度和形状指数的综合影响,该指数既表现出景观的破碎化,同时又表现出景观的形状复杂程度。梯度格局呈现增加趋势的是耕地、草地、水域,这主要是由于这 3 种地类的斑块密度增大造成的,说明随着圈层外推,这 3 种地类的破碎化程度加剧;梯度格局呈现减

小趋势的是林地、建设用地两种地类;未利用地除了在个别圈层出现突变以外,维持了一个较为稳定的状态。耕地和草地的边界密度变化较为规则,基本呈直线增加的趋势,说明随圈层的延伸,两者的破碎化程度增加,且形状更复杂;耕地、草地和水域梯度规律类似,体现出研究区域的农业种植和草地的分布都受水源条件的制约,水域的复杂程度和地理分布也决定了耕地和草地的形状及破碎程度。林地和建设用地的曲线形状相似。

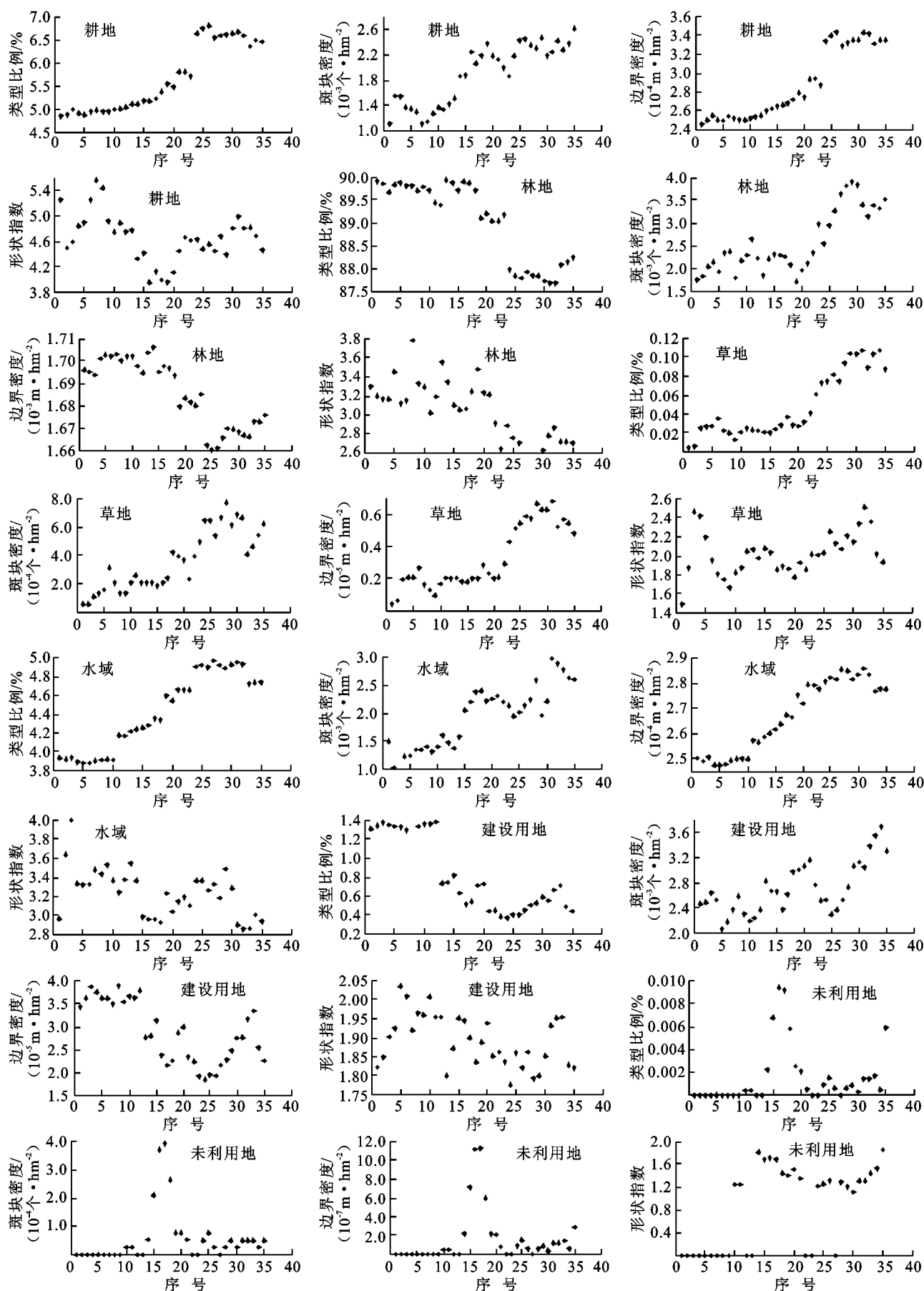


图3 圈层类型水平格局梯度指数图

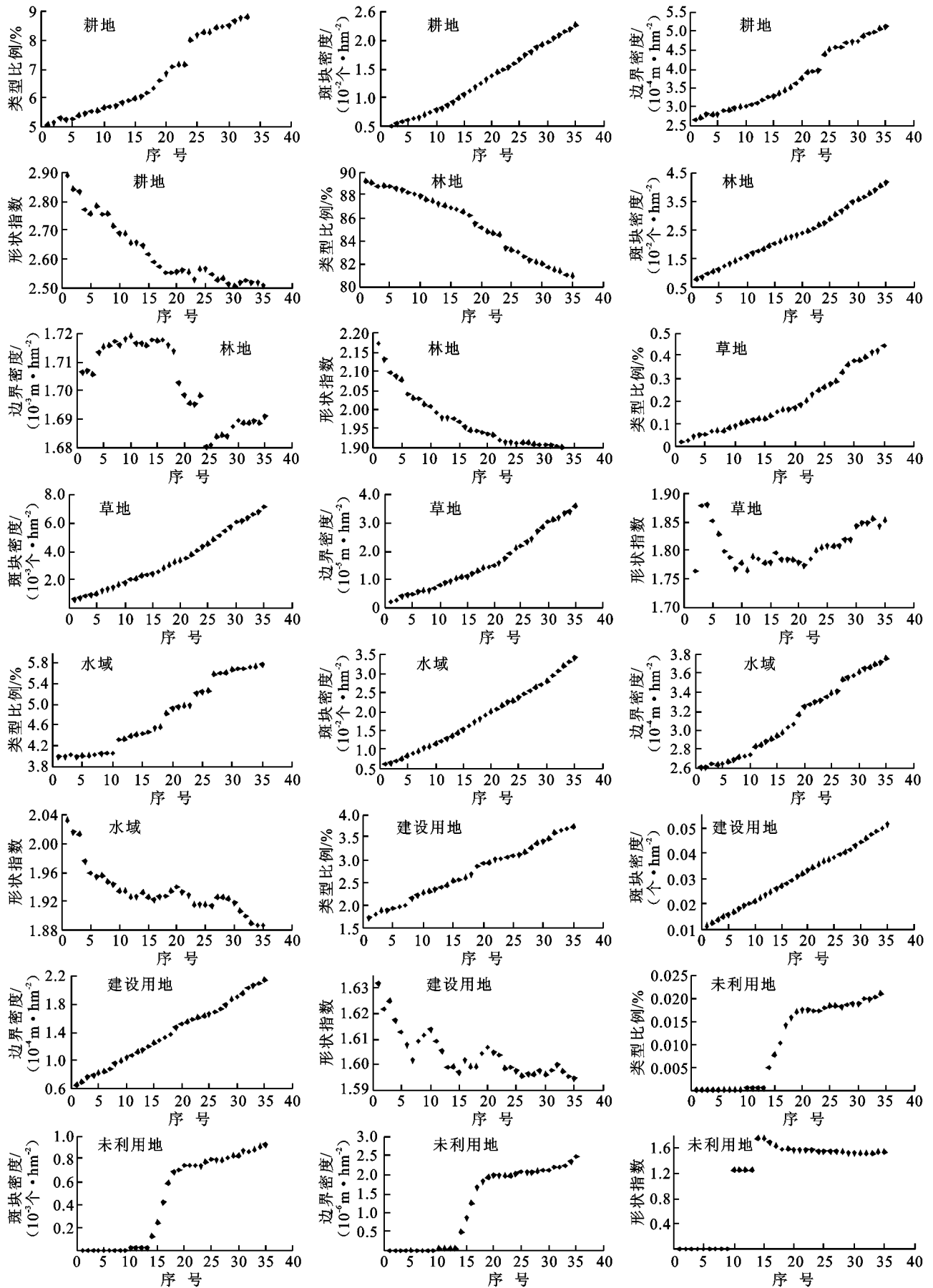


图 4 幅度带类型水平格局梯度指数图

3.2 幅度带

3.2.1 景观水平

如图2中的B1-B5,幅度带的景观水平指数变化都较为规律。其中除B3呈下降趋势以外,B1、B2、B4、B5都呈上升趋势。对照图4,随圈层的外推,斑块面积较大的林地的比例开始减小;其他土地利用类型比例增多,虽增加的绝对数量不多,但因为这些土地类型易受人为因素的影响,导致单位面积上的斑块数较多、单个斑块面积相对较小,因此反映出沿幅度带方向,B3减小、B1增加的趋势。受B1的影响,单位面积上斑块数目增多,总体边界增长,因此B2也出现上升的趋势,且曲线的形状和B1基本相同。虽同为均匀度指数,与A5不同,B5幅度带面积的变化率较低,反映景观格局均匀性规律的曲线平滑增加。

3.2.2 类型水平

由图4可知,从类型比例来看,随幅度带由内及外,林地面积则呈下降趋势,耕地、草地、水域和建设用地比例都有所增加。与幅度带的景观水平格局对应,幅度带类型水平上各地类的斑块密度也都呈现一致的递增规律,表明随着幅度增大,各景观类型破碎程度增加。在边界密度梯度图中,林地的规律较为曲折,其他的规律也都呈递增的趋势。除草地的形状指数先递减后递增外,其他地类的形状指数也是有规律地递减,表明幅度带上的各土地利用类型的形状复杂程度降低。

4 结语

本文选取数据为2000年遥感数据,不同的数据资料可能影响最终的分析结果,但并不影响分析的方法和过程。

土地资源的分布与利用有明显的区域性,脱离行政区划限制进行区域土地利用的研究更加符合土地资源的自然属性以及分析多因素导致的土地利用变化情况,有利于分析区域资源分布的合理性及开展区域土地利用的优化配置研究。

以主城区为中心区域以900 m为一个度量,作缓冲带和区域叠加。通过圈层和幅度带的研究发现,核心城市发展的辐射作用在区域发展的过程中也影响到了周边区域土地利用,区域范围的土地利用格局有较为明显的梯度变化。

选择的指数能反映土地利用格局变化的规律,圈层的格局指数变化波动较大,而幅度带的变化波动较小。

在景观格局分析时,因为指数众多,所采用的指数只能是选取相关性不是很大但有代表性的一些指数,这些指数有些对格局的梯度变化较为敏感,表现为明显的梯度性,一些表现出较为平滑的梯度性。

参考文献:

- [1] Turner M G. Landscape ecology: the effect of pattern on process[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1989, 20: 171-197.
- [2] Gustafson E J. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art? [J]. Ecosystems, 1998, 1: 143-156.
- [3] Zonneveld I S, Forman R T. Changing Landscape: An

Ecological Perspective [M]. New York: Springer-Verlag, 1990.

- [4] Wiens J A, Stenseth N C, et al. Ecological mechanisms and landscape ecology[J]. Oikos, 1993, 66: 369-380.
- [5] Qi Y, Wu J. Effects of changing spatial resolution on the results of landscape pattern analysis using spatial autocorrelation indices[J]. Landscape Ecology, 1996, 11: 39-49.
- [6] 吴志峰, 匡耀求, 黄宁生. 基于GIS的广州市耕地资源多样性与破碎度分析[J]. 农业系统科学与综合研究, 2004, 20(4): 258-260.
- [7] McDonnell M J, Pickett S T A. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology [J]. Ecology, 1990, 71(4): 1232-1237.
- [8] 张金屯, Pickett S T A. “城-郊-乡”生态样带植被变化梯度分析[J]. 植物生态学报, 1998, 22(5): 392-397.
- [9] 张峰. 北京市郊区可持续景观生态规划及优化生态生产范式研究: 以昌平区为例[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2004.
- [10] 张金屯, Pouyat R V. 以纽约为案例的城市化对落叶阔叶林死地被层重金属含量的影响[J]. 林业科学, 2000, 36(4): 42-45.
- [11] 张金屯, Pouyat R V. “城-郊-乡”生态样带森林土壤重金属变化格局[J]. 中国环境科学, 1997, 1(5): 410-413.
- [12] 申卫军, 邬建国, 仁海, 等. 空间幅度变化对景观格局分析的影响[J]. 生态学报, 2003, 23(11): 2219-2231.
- [13] McGarigal K, Marks B J. Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure [R]. Report No. PNW-GTR-351, USDA-Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, 1995.
- [14] Leitao A B, Ahern J. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning[J]. Landscape and Urban Planning, 2002, 59: 65-93.
- [15] Matthew Luck, WU Jianguo. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA [J]. Landscape Ecology, 2004, 17(4): 327-339.
- [16] Nagendra H, Munroe D K, Southworth J. From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change [J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2004, 101(2/3): 111-116.
- [17] Wu J, Jelinski D E, Luck M, et al. Multiscale analysis of Landscape heterogeneity: Scale variance and pattern metrics[J]. Geographic Information Sciences, 2000, 6(1): 6-19.