

# 基于 GIS 的临沂市土地利用景观格局梯度分析

范庆亚<sup>1</sup>, 吴国平<sup>1</sup>, 马庆申<sup>1</sup>, 陈功勋<sup>2</sup>, 崔敬涛<sup>1</sup>

(1. 南京大学 地理与海洋科学学院, 南京 210093; 2. 江苏省基础地理信息中心, 南京 210013)

**摘 要:**以临沂市 2010 年土地利用数据为基础, 利用景观格局梯度法和 GIS 空间分析法初步分析了研究区土地利用总体景观格局特征和空间分异特征。结果表明: 临沂市的景观结构中, 耕地为优势景观, 约占整个景观比例的 50%, 其次是建设用地和林地。类型水平上的景观格局指数分析表明, 各种景观类型沿着缓冲区梯度方向表现出独特的空间特征; 景观水平的格局分析表明, 从市区到郊区, 斑块破碎化程度逐渐升高, 斑块的形状也趋于复杂, 景观多样性增强。同时, 研究结果也表明, 景观格局指数结合梯度分析, 是检测城市形态的有力工具。

**关键词:**景观格局; 梯度分析; GIS; 临沂市

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)06-0230-05

## GIS-Based Gradient Analysis on Landscape Pattern of Land Use in Linyi City

FAN Qing-ya<sup>1</sup>, WU Guo-ping<sup>1</sup>, MA Qing-shen<sup>1</sup>, CHEN Gong-xun<sup>2</sup>, CUI Jing-tao<sup>1</sup>

(1. School of Geography and Ocean Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Fundamental Geography Information Center of Jiangsu, Nanjing 210013, China)

**Abstract:** Taking the present land use data of Linyi city in 2010 as the main information source, based on the landscape index and GIS spatial analysis method, the general pattern of land use landscape characteristics and spatial distribution rules in Linyi city were analyzed and discussed. The results showed that the dominant pattern of the landscape in Linyi city was farmland, the proportion of its total area nearly accounts for 50 percent of all sub-areas, followed by construction land and forestland. Different landscape types exhibited distinctive spatial signatures along the gradient buffer zones with class-level landscape indices. Analysis of landscape level pattern showed that patch fragmentation gradually increased from the city to suburb, the shapes of landscape became more complicated, landscape tended to be more diverse. The results suggest that combination of landscape metrics and gradient analysis is a robust tool to study the spatial pattern of urbanization.

**Key words:** landscape pattern; gradient analysis; GIS; Linyi City

土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是目前地理学研究的前沿问题之一<sup>[1]</sup>, 土地利用变化是人类活动与自然环境相互作用的集中体现<sup>[2-3]</sup>。近年来, 利用 3S 技术和景观生态学的方法进行土地利用景观的研究日益成为热点, 探讨土地利用与景观生态过程的相互关系, 是了解人类社会和自然环境相互作用关系的重要途径之一<sup>[4]</sup>。景观格局是指景观组成单元的类型、数目以及空间分布与配置, 是景观异质性的具体表现, 同时又包括各种生态过程在不同尺度上作用的结果<sup>[5-6]</sup>。所以景观格局的变化是一定区域的生态环境体系在自然以及人为多种因素的相互作用下产生的

综合反映。空间梯度是指沿某一方向景观特征有规律地逐渐变化的空间特征, 最早应用于植被群落演化和不同环境条件下植被群落的差异研究<sup>[7]</sup>, 目前也逐渐应用于景观格局的研究中<sup>[8-9]</sup>。本文对研究区梯度的定义是以市中心为起点的等距梯度, 主要考虑的影响因子是离城市中心的距离, 即采用“城—郊—乡”的梯度概念, 这是决定受城市辐射影响强弱的因子, 在此基础上分析景观格局的空间变化。因此这种梯度分析能反映出城市的空间结构以及在城市化过程中景观空间格局的变化特点, 为今后实现研究区土地资源的可持续利用以及土地利用规划、管理和决策提供参考依据。

收稿日期: 2013-04-01

修回日期: 2013-04-24

作者简介: 范庆亚(1990—), 女, 江苏南通人, 硕士研究生, 主要从事地理信息系统在土地规划中的应用研究。E-mail: fqy805790509@126.com

通信作者: 吴国平(1964—), 男, 江苏宜兴人, 博士, 副教授, 主要从事 GIS 与遥感、国土资源学、数字地球和地理建模等方面的研究。E-mail: wood2258@qq.com

1 研究区概况

临沂市位于山东省东南部,东接日照,地近黄海,西接枣庄、济宁、泰安,北靠淄博、潍坊,地处鲁中南低山丘陵区东南部和鲁东丘陵南部,地势西北高东南低。地理位置为东经 117° 24"—119° 11",北纬 34° 22"—36° 22",总面积 17 184 km<sup>2</sup>,2010 年总人口 1 003.94 万,是山东省面积最大和人口最多的地级市。气候为暖温带大陆性季风气候。四季分明,夏秋季节雨量充沛,气候温和。本文以所辖 3 区(兰山区、罗庄区和河东区)为研究区域。

2 研究方法

2.1 数据源与处理方法

本文以山东省临沂市 2010 年土地利用现状图作为数据源,数据格式为 shp 矢量文件(临沂市国土资源局提供)。结合研究区域的具体特征及实际研究需要,参照国内外学者提出的众多景观格局指标<sup>[10-12]</sup>,运用目前国际上较流行的景观分析软件 Fragstat 3.3 和 ArcGIS 软件,对各类景观指数进行分析研究,从而分析土地利用变化的基本格局特征及空间分异规律。

2.2 景观类型的划分

景观类型的划分是景观格局分析的基础。为更好地反映土地利用景观在空间上的变化,本文采用的景观分类体系以土地利用状况为主,并参考国土资源部 2001 年颁布的《全国土地分类(试行)》和建设部 1991 年颁布的国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》(GBJ137-90)<sup>[13]</sup>,将原有的土地利用类型归并为 8 类:耕地,园地,林地,草地,建设用地,水体,交通用地,其他土地。

根据以上划分的景观类型,利用 ArcGIS 软件对研究区设立缓冲区。以临沂市的市政府所在地为圆心,向城市的外缘方向设立半径 2.5 km 的环形缓冲区,根据市区大小,共设立 12 个缓冲区(附图 11)。本文默认最核心的区为第 0 缓冲区,向周边依次是第 1 区、第 2 区、…、第 11 区。对这些环形缓冲区进行分析,能体现出城市景观类型的圈层梯度变化特征。

在 ArcGIS 9.3 空间分析模块中,采用 convert 命令,输出适当分辨率的 arcgrid 文件,将景观分类数据转化成栅格数据(格网单位为 10 m),以便于在 Fragstats 3.3 软件中进行景观格局指数计算。在临沂市总体景观格局特征描述中,选择斑块类型总面积(CA)、景观面积比例(PLAND)、斑块数目(NP)、斑块密度(PD)、平均斑块面积(MPS)进行计算。从两个角度来分析缓冲区的景观梯度,一是类型水平的梯度分析,选择景观面积比例(PLAND)、斑块密度(PD)、平均斑块面积(MPS)、最大斑块指数(LPI)、边界密度(ED)、以及景观形状指数(LSI);二是景观水平的梯度分析,选择斑块密度(PD)、边界密度(ED)、平均斑块面积(MPS)、蔓延度指数(CONTAG)、面积一周长分维数(PAFRAC)、香农多样性指数(SHDI)和均匀性指数(SHEI)<sup>[14-15]</sup>。以上指数的计算公式和生态学意义参考文献<sup>[16]</sup>。

3 结果与分析

3.1 景观格局总体特征

基于 GIS 软件,同时运用 Fragstat 3.3 景观格局分析软件对临沂市 2010 年的土地利用现状数据中的各类土地利用类型的相关景观格局指数进行计算,结果如表 1 所示。

表 1 临沂市土地利用景观总体特征

土地类型	斑块类型总面积 (CA)/hm <sup>2</sup>	景观面积比例 (PLAND)/%	斑块数目 (NP)/个	斑块密度(PD)/ (个·hm <sup>-2</sup> )	平均斑块面积 (MPS)/hm <sup>2</sup>
耕地	111343.01	48.53	7796	3.40	14.28
园地	7610.49	3.32	3028	1.32	2.51
林地	17848.78	7.78	10741	4.68	1.66
草地	1325.37	0.58	1315	0.57	1.01
建设用地	67104.05	29.25	11917	5.19	5.63
水体	15517.54	6.76	9892	4.31	1.57
交通用地	7625.17	3.32	3190	1.39	2.39
其他土地	1046.27	0.46	366	0.16	2.86

一个景观类型占整个景观面积的比例,在相对意义上给出了每个景观类型对整个景观的贡献率<sup>[17]</sup>。由表 1 可知,临沂市耕地面积达到 111 343 hm<sup>2</sup>,占总面积的近一半,说明耕地是临沂市土地利用的基底景观。其次是建设用地,面积比例达 29.25%,依次是

林地、水体、交通用地和园地。而草地和包括滩涂和裸地在内的其他土地占比不足 1%。

从斑块数目上来看,表现为:建设用地>林地>水体>耕地>交通用地>园地>草地。斑块的密度能反映景观的破碎程度,建设用地、林地、水体、耕地

的斑块密度处于较高水平,其中耕地和建设用地占临沂市总面积的大部,说明临沂市的景观破碎指数整体上较高,而林地面积占比不大,斑块数目却很大,说明其破碎化程度较高,这是由自然条件和人为干扰共同决定的。至于水体,临沂市河流众多,水系呈脉状分布,坑塘水面面积也较广泛,使得水域景观整体表现得破碎。草地的斑块密度最小,主要是因为其面积占比小。从平均斑块面积来看,由于主体性,耕地和建设用地的此项指标明显高于其他地类,而交通用地相对其他地类较高,说明临沂市的交通比较发达。

临沂市地处平原区,耕地是其主要的土地利用类型,城市建设项目开展造成城市用地急剧增长,造成耕地被占用。兰山区和河东区处于沂河两岸,城市向

沂河扩展,使得沂河两岸的大批林地以及郊区的一些园地都表现出不同幅度的减少。建设用地多分布于主城区兰山区,耕地多分布于河东区,而林地、草地等生态用地分布于西北部中低山区和东部丘陵地带,中南部平原区的生态用地面积较少,绿化覆盖率比较低,但该区人类活动较频繁,造成土地产出率低、城市环境污染,增加了土地承载压力。此外,农村居民点建设用地比较散乱,内部交通以及绿地用地配置较少,不能较好实现人口、经济和产业集聚,土地配置和利用效率均较低。

3.2 类型水平的缓冲区梯度分析

研究区景观类型的缓冲区梯度变化特征情况见图 1。

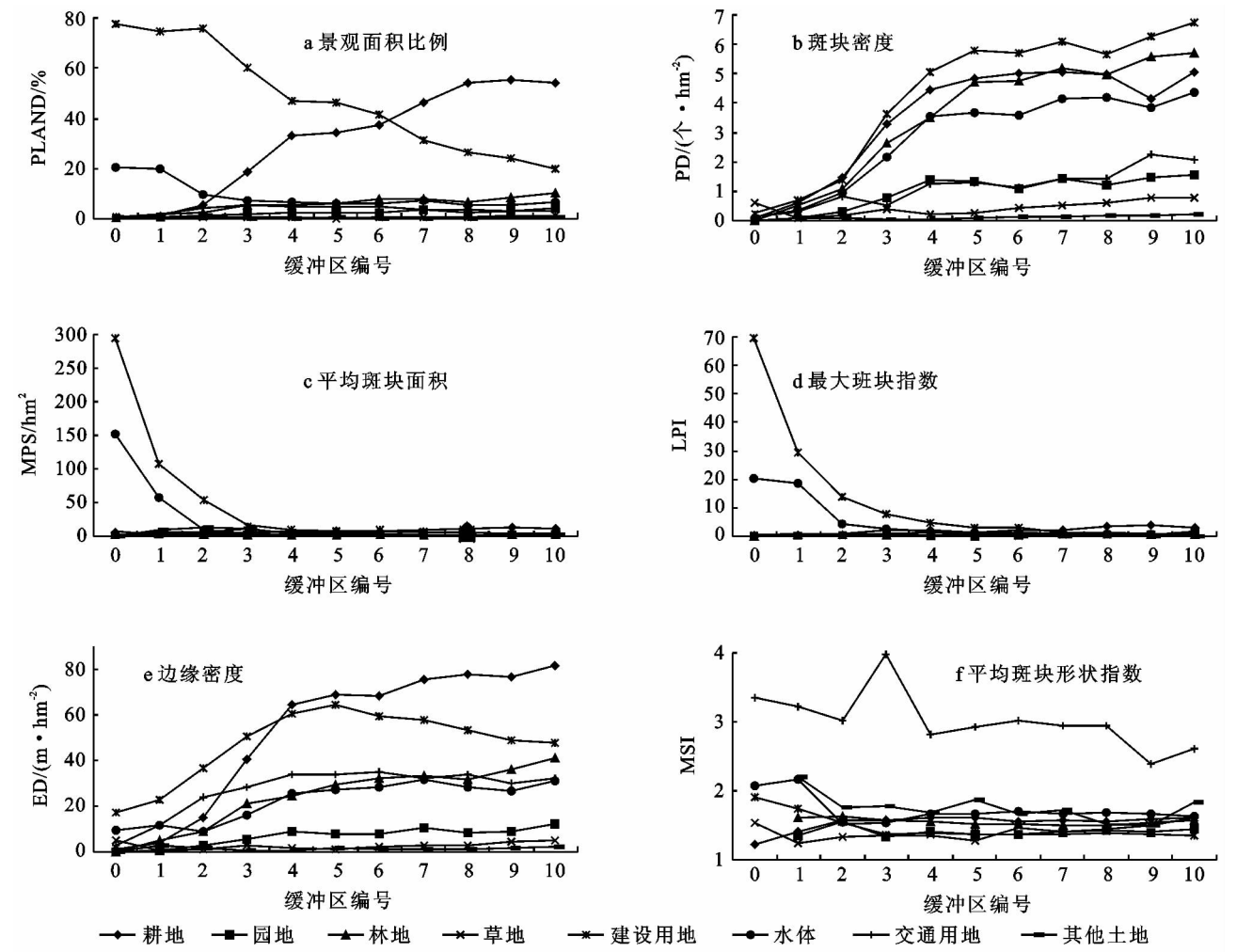


图 1 类型水平的缓冲区梯度变化特征

图 1a 中,很明显能看到耕地和建设用地两条走势相反的线。从临沂市区到城郊,建设用地面积所占比例逐渐下降,而耕地面积占比在上升。这是由于城镇化进程的加快,使得市区的大量耕地资源不断被占用成建设用地。交通用地比例的走势为先上升再下降,在缓冲区 3 的位置达到最大值,再随着离市中心

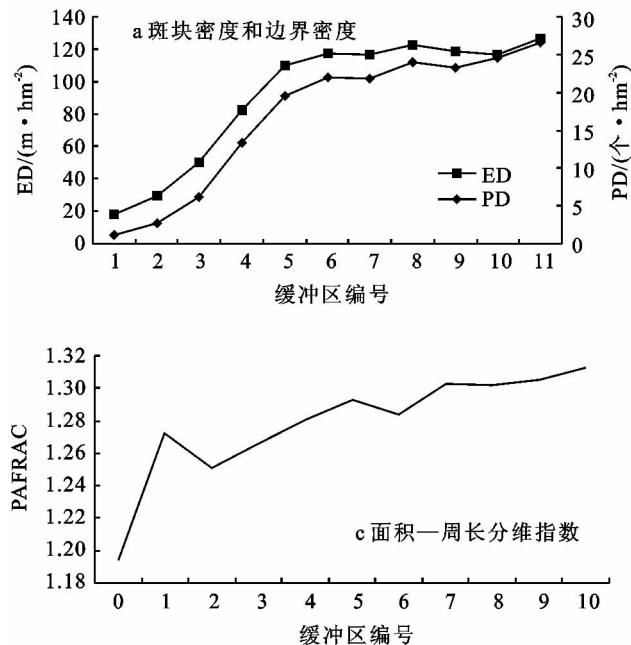
距离的增加而缓慢降低。而水体在中心区域比例很高,接下来就维持在一个稳定水平。这是由于沂河正好穿越在市区附近,这也是临沂市区景观有别于其他城市的特点之一。

从斑块密度图 1b 来看,8 种地类都呈现出一致的递增规律。区别在于建设用地、耕地、林地、水体的

斑块密度要明显高于园地、交用地和草地。除建设用地外的地类斑块密度随着面积占比的增大,斑块数目增加,密度增大。对建设用地来说,离城市中心区域距离越远,其面积占比越小,斑块密度却越大,这是因为建设用地在市中心是较集中的大型商业用地和公共建筑设施用地,随着圈层的外移变成工矿用地、住宅用地,到郊区就是分散的农村居民点。而林地从市区到郊区呈现出较明显的破碎化,其重要原因就是林地在市区有较严格的保护措施,而在郊区受到的人为破坏较大,致使林地破碎化程度加剧。

平均斑块面积和最大斑块指数的走势比较类似。建设用地和水体是斑块面积最大的景观类型,这也能反映出临沂是一个以农业景观为主的地区;境内沂河是其主要的廊道景观。建设用地呈指数式下降,缓冲区 3 再向外趋于稳定。其他地类都比较稳定,趋于一个低值。

边缘密度受斑块密度以及形状的综合影响,既能反映破碎化,同时可以表现出景观形状的复杂程度。区域景观类型的边缘密度大小依次为:耕地>建设用地>交用地>林地>水体>园地>草地>其他土地。耕地的边缘密度上升受其斑块密度增加影响。



而建设用地梯度趋势是先上升再下降,这可能是由于随着圈层的外推,建设用地转移到农村居民点,其形状又趋于规则。园地和草地一直维持在稳定的低水平上,说明其景观的保存度较好。

形状指数反映的是各土地利用类型斑块形状复杂程度,一般而言,受人为影响后的斑块趋于简单。斑块形状在一定程度上会影响景观的功能,通常不规则的斑块比规则的斑块具有更异质的生态过程<sup>[18]</sup>。图 1f 表明,交通用地的形状指数是最高的,说明其形状最偏离正方形,其次是水体,在地图上呈现的都是狭长形,这也说明了上述提及的水域是临沂市景观中的廊道景观。其余地类的形状指数到缓冲区 2 向外就基本处于稳定状态。

总体来看,景观格局指数沿缓冲区的外推表现为:建设用地占比降低,耕地景观占比上升。各景观斑块密度和边缘密度都不同幅度地升高。平均斑块面积和最大斑块指数除了建设用地和水体指数下降外,其余各地类的这两项指标都较稳定。

### 3.3 景观水平的缓冲区梯度分析

从景观层次上(即综合了所有 8 种土地利用类型)进行缓冲区梯度分析,结果如图 2 所示。

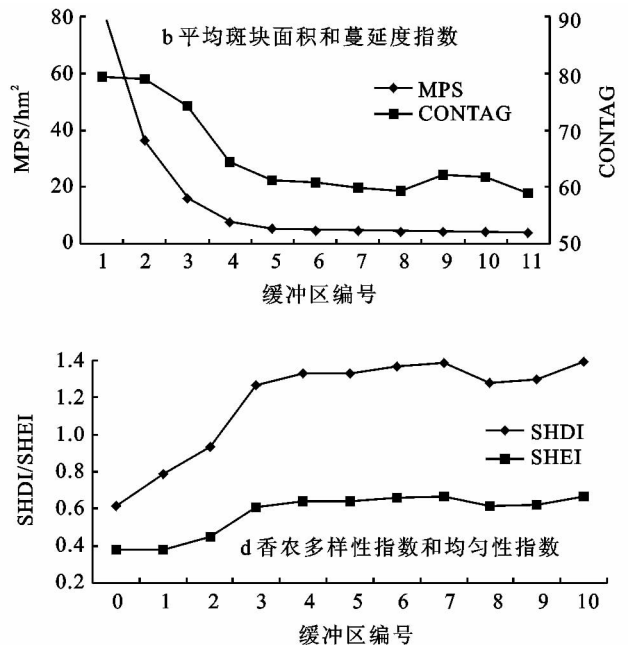


图 2 景观水平的缓冲区梯度变化特征

图 2a 表明,斑块密度和边缘密度趋势先指数式上升,到达缓冲区 4 后开始缓慢上升。即越远离市中心,斑块分布越密集,斑块边缘也更多。在市区核心区域的景观受人类干扰性很强,一些斑块被人类有目的地合并成面积较大的相对同质的斑块,而且在人工管理下,这些斑块的形状也趋于规则。这是导致在缓冲区 0、1 区域斑块密度和边界密度很低的原因。到

了缓冲区 5 以后,斑块密度和边缘密度稳定在一个高值,这是由于一些乡镇居民点或者乡村道路形状不规则,不同类型的斑块相交的边界也比较长,边缘密度因此变大。

平均斑块面积和蔓延度指数趋势则相反,并且在缓冲区 1~3 区域(离市中心 2.5~7.5 km)表现出明显的下降。蔓延度最高值小于 60,说明区域内各用

地景观集聚程度较低,而且随着城市开发向外围的扩展,导致城市外围的斑块破碎化,各景观空间分散度也变高。

周长面积分维指数是反映景观形状复杂程度的指标,其值越接近于1,表示景观斑块形状越简单。由图2c可以看出,由市区到郊区,该值总体趋势是上升的,即景观斑块形状越复杂。这如上述边界密度中分析的,核心区域的斑块在城市化过程中会被人类有目的地改造,受干扰很大,越往郊区,景观类型越接近自然状态。

香农多样性指数和均匀度指数能反映景观的异质性,其变化一致,都是先由一个低值升高后逐渐稳定,再有所下降。这是因为缓冲区0到缓冲区2处于一个城市化辐射方向最前沿的区域,城市建设用地取代了一些异质景观,景观类型减少,各地类所占的面积差异也大。由缓冲区3开始进入一个过渡地带,景观类型趋于多样化,各景观类型在景观中呈均衡化分布,并稳定下来。

总体来看,由第0区向第11区过渡,斑块密度增加,斑块破碎化程度逐渐升高,斑块的形状也趋于复杂,景观多样性增强。当过渡到自然景观后,这些指数都趋于稳定。

## 4 讨论与结论

本文以2010年临沂市土地利用现状数据为数据源,运用景观生态学的分析方法选取指标对景观格局进行梯度分析。斑块类型水平和景观水平上的景观指数均能反映临沂市城乡梯度上的空间分异规律。

临沂市的景观结构中,耕地为优势景观,其次是建设用地。其土地利用空间格局异质性特征比较明显,呈现出“中心—外围”城乡梯度。从市区到郊区,耕地面积占比下降,建设用地则与之相反。城市中心的斑块密度、边缘密度和平均斑块面积所表现出的破碎化程度低于郊区。但郊区的多样性指数和均匀度指数高于市区。由以上研究可以看出,目前临沂市正处于城市化进程加速的阶段,土地利用结构不合理,市区开垦的土地过多,导致景观多样性和异质性较差,而郊区的破碎化程度较严重,从而会造成临沂市的生态环境恶化。因此需要对土地利用结构进行合理科学地调整,提出以下建议:

临沂市的耕地利用较粗放,今后可以加快发展农业专业化,可以规模化开发农业基地,调整农业结构以提高耕地质量。针对临沂市的生态用地存在的问题,如林地破碎化比较严重,草地覆盖率低等,一方面对零散破碎的小块草地和林地进行开发治理,使其尽

量集中,增加连通程度,从而增加物种多样性;另一方面可以因地制宜,开展生态园林城建设,如沿河东区的沭河两岸建设环城生态林,以沂河为主线,建设河流廊道,在市区居民区增加绿地建设,改善生态环境。

针对城郊过渡区的工矿用地布局分散,规模较小,造成的土地浪费和规模效益小等问题,应该进行适当合并和集中,并协调布局,提高土地利用效率。对于农村居民点比较分散,土地利用率不高的情况,当地政府国土部门可以采取村内合建、村镇/村城合建、村区合建模式,对农村土地进行集约节约利用。

应该指出的是,研究城市景观格局对城市生态系统的影响,需要不同时期的景观格局变化数据,并结合对应时期的社会经济因素和人类活动的影响因素,从而进一步分析其成因和演化趋势。

### 参考文献:

- [1] Turner II B L, Skole D, Sanderson S, et al. Land use and land cover change[R]. Science/Research Land IGBP Report No. 35 and HDP Report No7. Stockholm:IGBP,1995.
- [2] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:LUCC的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-558.
- [3] 贾文臣,王卷乐,杜佳. 胶东地区主要土地利用变化类型与影响因子的关系[J]. 地理科学进展,2009,28(4):591-596.
- [4] 张侃,张建英,陈英旭,等. 基于土地利用变化的杭州市绿地生态服务价值 CITY green 模型评价[J]. 应用生态学报,2006,17(10):1918-1922.
- [5] 陈文波,肖笃宁,李秀珍,等. 景观空间分析的特征和主要内容[J]. 生态学报,2002,22(7):1135-1142.
- [6] 胡巍巍,王根绪,邓伟,等. 景观格局与生态过程相互关系研究进展[J]. 地理科学进展,2008,27(1):18-24.
- [7] Turner M G. Landscape ecology: The effect of pattern on process[J]. Annual Review of Ecology and Systematics,1989,20(1):171-197.
- [8] 吕志强,吴志峰,程兰,等. 基于缓冲带的区域土地利用格局梯度分析[J]. 水土保持研究,2008,15(6):72-77.
- [9] 武文一,刘瑛,杨晓晖,等. 基于GIS和RS的煤矿区土地利用景观格局梯度变化研究[J]. 水土保持研究,2011,18(6):177-179.
- [10] 郑新奇,付梅臣. 景观格局空间分析技术及其应用[M]. 北京:科学出版社,2010:34-38.
- [11] 李谢辉,王磊. 河南省土地利用/覆盖景观格局变化分析[J]. 水土保持研究,2012,19(5):83-89.
- [12] 王婷婷,侯淑涛,唐军利,等. 七台河市土地利用景观格局动态变化分析[J]. 水土保持研究,2012,19(3):90-93.

地,因此,协调经济发展与农用地,尤其是耕地保护间的矛盾,是醴陵市经济发展中必须重视和解决的问题。按照山水醴陵、生态醴陵的建设要求,实现土地经济效益、社会效益、生态效益的最佳配置,应该在丘岗区有计划地提高耕地复种指数,同时加强林地的培育和保护,合理利用水土资源,科学规划各类建设用地,保留合理的绿化用地,提高城镇绿地率的比重,将醴陵市北部山地区和西南低山丘陵区作为主要的生态林建设区,进一步加强生态建设和生态保护,为长株潭城市群发展提供可持续的区域性生态保障。

参考文献:

[1] 史培军,陈晋,潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报,2000,55(2):151-160.

[2] 张静,马彩虹,王启名,等. 汉中市土地利用变化的动态变化研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):112-116.

[3] 周子英. 土地利用及其功能变化研究:以湖南省醴陵市为例[D]. 长沙:湖南农业大学,2012:6.

[4] 王成,魏朝富,袁敏,等. 不同地貌类型下景观格局对土地利用方式的响应[J]. 农业工程学报,2007,23(9):64-71.

[5] 宋金平,赵西君,王倩. 北京市丰台区土地利用变化及社会经济驱动力分析[J]. 中国人口·资源与环境,2008,18(2):171-175.

[6] 柯新利,韩冰华,刘蓉霞,等. 1990 年以来武汉城市圈土地利用变化时空特征研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):76-81.

[7] 吴艳芳,许月卿,田媛,等. 大都市边缘区土地利用动态变化研究:以北京市平谷区为例[J]. 资源科学,2011,33(12):2285-2292.

[8] 崔卫国. 基于 RS/GIS 的中南低山丘陵区土地利用格局与变化机制及其适宜性评价[D]. 广州:中国科学院广州地球化学研究所,2008,6.

[9] 李鹏杰,何政伟,李璇琼. 基于 RS 和 GIS 的土地利用/覆被动态变化监测[J]. 水土保持研究,2012,19(2):38-42.

[10] 胡玉福,邓良基,张世熔,等. 基于 RS 和 GIS 的西昌市土地利用及景观格局变化[J]. 农业工程学报,2011,27(10):322-327.

[11] 郭红,龚文峰,董隽,等. 基于 RS 和 GIS 的嫩江下游土地沙漠化景观格局变化特征分析[J]. 生态与农村环境学报,2009,25(3):99-103.

[12] 冯异星,罗格平,周德成,等. 近 50a 土地利用变化对干旱区典型流域景观格局的影响:以新疆玛纳斯河流域为例[J]. 生态学报,2010,30(16):4295-4305.

[13] 李谢辉,王磊. 河南省土地利用/覆盖景观格局变化分析[J]. 水土保持研究,2012,19(5):83-89.

[14] 郭冠华,陈颖彪,龚建周,等. 广州市城乡交错带土地覆被景观格局时空分异[J]. 2010,30(6):609-614.

(上接第 234 页)

[13] 建设部. GBJ137-90 城市用地分类与规划建设用地标准[S]. 北京,1992.

[14] 朱明,徐建刚,李建龙,等. 上海市景观格局梯度分析的空间幅度效应[J]. 生态学杂志,2006,25(10):1214-1217.

[15] 张景华,吴志峰,吕志强,等. 城乡样带景观梯度分析的幅度效应[J]. 生态学杂志,2008,27(6):978-984.

[16] 邬建国. 景观生态学—格局、过程、尺度和等级[M]. 北京:高等教育出版社,2001:202-207.

[17] Burrough P A. Fractal dimensions of landscapes and other environmental data[J]. Nature, 1981, 297: 240-242.

[18] 何丙辉,徐霞,辜世贤,等. 潼南县土地利用景观格局特征分析[J]. 水土保持研究,2005,12(5):130-133.