

城乡结合部土地利用景观格局及生态保护度评价 ——以常州市新北区为例

汤富平

(浙江省第二测绘院, 杭州 310012)

摘 要:以常州市新北区为研究对象,解译研究区遥感影像,编制土地利用景观类型图,选取斑块数、面积变异系数、形状指数、分维数、Shannon 多样性指数、Shannon 均匀度指数 6 项指标,在综合分析土地利用景观格局的基础上,从景观稳定性、景观生产力与景观受胁迫度三方面构建评价指标体系,评价研究区土地利用景观生态保护度。结果表明:研究区内景观异质性差异明显,春江镇的土地利用景观异质性最为显著,而河海街道的景观比较单一。从土地景观生态保护的角度出发,将全区划分为严格保护、中度保护、适度保护和轻度保护 4 个生态保护度级别,以期调控区内土地利用与保护的关系,优化土地利用景观格局。

关键词:RS/GIS; 景观格局; 生态保护度评价; 常州

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)04-0268-05

Landscape Pattern and Ecological Protection Evaluation in Urban Fringe —A Case Study on Xinbei District of Changzhou

TANG Fu-ping

(The Second Surveying and Mapping Institute of Zhejiang Province, Hangzhou 310012, China)

Abstract: The landscape in Xinbei district of Changzhou was mapped based on remote sensing images. Patch numbers, variation coefficient, shape index, fractal dimension index, Shannon's diversity index and Shannon's evenness index were selected to analyze the diversity of the landscape. Based on landscape heterogeneity, landscape ecological evaluation indicators were selected from the aspects of land productivity, landscape threat, and landscape stability. Landscape ecological protection of study area was evaluated. The result showed that diversity of the study area was obvious. Chunjiang town had the most significant landscape diversity; however, Hehai Street had the least. Study area was classified into 4 categories for land use ecological protection evaluation: strict, middle, moderate and mild, in order to control the relationship between land use and protection, and optimize the land use landscape pattern.

Key words: RS/GIS; landscape pattern; ecological protection evaluation; Changzhou

土地利用既受自然因素的制约和作用,又受经济、技术、人类活动等社会条件的重大影响。土地利用斑块是人类与自然共同作用的结果,具有显著的类型、数量、大小、形状等自然特征,且随着人地关系相互作用的强度与方向的变化而改变^[1-2],景观格局包括景观组成单元的多样性与空间配置,是景观生态学研究的基础内容,是土地利用空间异质性的具体表现^[3],是土地利用景观演变过程中的瞬间表现,因而成为景观生态研究的热点之一^[4-8]。

分析景观格局是进行区域景观生态评价应用的

基础,利用景观生态学对土地持续利用进行景观生态评价,有助于综合评价时空尺度上土地利用的持续性,已有部分学者在这方面开展了初步研究^[9-11]。土地利用总体规划担负着协调城乡建设、资源利用与生态保护的社会责任^[12],需要以景观生态学为理论基础,以支持规划的编制^[13],然而这方面的研究还比较少见,值得深入探讨。新北区是在常州市国家高新技术产业开发区的基础上于 1995 年正式成立的,2002 年常州市调整了部分行政区划,形成了目前的常州市新北区,具有典型的城乡结合部特征。本文的目的是

服务于土地利用总体规划,以常州市新北区为研究区,选择遥感影像、土地利用、基础地理信息以及专题信息等为数据源,解译该区域的土地利用现状,运用景观格局指数分析该区域的土地利用景观格局,参考已有景观生态评价方法,在分析景观格局异质性与稳定性的基础上,将土地利用景观格局纳入研究区土地利用生态保护评价指标体系中,综合评价研究区景观生态保护度,以期优化土地利用空间格局、保障土地的可持续利用提供科学依据。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

常州市新北区位于常州市北部,介于北纬 31°48′—32°03′,东经 119°46′—120°01′,北濒长江,与泰州市隔江相望,东与江阴市相邻,西与扬中市、丹阳市接壤,南接常州市老城区。常州市新北区属于长江三角洲冲积平原,地势平坦,区域内水网密布,河流纵横。全区下辖 3 个街道(河海街道、三井街道、龙虎塘街道)和 6 个乡镇(新桥镇、春江镇、薛家镇、罗溪镇、西夏墅镇、孟河镇)。

区内的常州国家高新技术产业开发区是 1992 年 11 月经国务院批准最早成立的全国 52 个国家级开发区之一,经济发达,2007 年,全区实现地区生产总值 258 亿元,二三产业增加值占 GDP 的比重达 97.5%。

1.2 数据来源与处理

(1) 数据源。研究数据按照类型可分为遥感影像数据、土地利用数据、基础地理数据、专题数据等。遥感影像数据包括 2007 年的 SPOT 2/4 卫星遥感影像(全色,10 m 空间分辨率)和 Landsat TM 卫星遥感影像(多光谱,30 m 分辨率),土地利用数据为 2006 年土地利用更新调查数据,用于评价遥感影像解译的精度;基础地理数据来自测绘部门,主要有数字高程模型(DEM);专题数据主要来自各专题数据对口管理部门,包括建成区、水网、植被类型分布、自然灾害、土壤等数据。

(2) 土地利用景观类型。依据遥感影像空间分辨率对景观类型提取的情况,结合土地利用总体规划任务与常州市新北区实际土地利用情况,将土地利用景观划分为 7 种类型:耕地、非耕农用地、水面、荒地、城镇用地、村庄用地及基础设施用地。

(3) 遥感影像的预处理与土地利用信息提取。以 1:5 万地形图为准,对遥感影像进行几何校正。分析待解译遥感图像的光谱、图像特征及空间分布,参考常州市新北区现状资料,确定各类用地的解译标

志,包括用地的色调、纹理、形状、空间分布,建立完整的解译标志体系,通过目视判译遥感影像,建立常州市新北区土地利用景观数据,借助 ArcGIS 9.2 将土地利用矢量数据转换成 Grid 栅格数据。

1.3 景观格局指数

土地利用/土地覆被图的景观格局指数是土地利用景观空间格局分析的重要方法^[14-15],它能够高度浓缩景观格局信息,反映土地资源结构组成和空间配置等方面的特征,被广泛应用于景观格局研究。本文根据研究区特点以及研究的实际情况和需要,选取了斑块数、面积变异系数、形状指数、分维数、Shannon 多样性指数(SHDI)、Shannon 均匀度指数(SHEI)6 个指标^[16-17],在 Fragstats 3.3 软件中计算各项景观格局指数。

1.4 生态保护度评价

本文采用综合指数法,综合评价景观生态保护度。即在确定一套合理评价指标体系的基础上,对各项评价指标个体指数加权平均,计算出评价指标综合值。

$$E_i = \sum_j^n X_{ij} W_j \tag{1}$$

式中: E_i ——第 i 个评价单元的景观生态综合指数; X_{ij} ——第 i 个单元第 j 个专题指标要素的标准量化值; W_j ——权重值。

2 结果与分析

2.1 景观格局特征

(1) 景观结构特征。斑块面积变异系数这一指标可以表示区域内各景观斑块面积大小的差异程度或离散程度,综合反映景观斑块面积大小的变动程度以及各景观斑块在平均水平下面积大小的离散程度。研究区中面积变异系数最大的为水面,说明区内水面斑块的面积最不均匀,这与研究区内既有密布的江南水网,又有大面积的长江水面这样的实际情况相符。而城镇用地、非耕农用地与村庄用地等景观面积变异系数最小,说明这三类景观的斑块面积大小比较均匀(表 1)。

(2) 景观形状特征。斑块的几何形状是景观空间结构度量中另一个很重要的特征。在分析景观形状特征时,选择了分维数、形状指数两个指数,探索斑块的形状特征。分维数取值介于 1~2 之间,其值愈接近于 1,则斑块形状就愈简单,斑块的自我相似性愈强,表明受人类干扰的程度愈小;其值愈接近于 2,则斑块形状愈复杂,受人类活动干扰程度愈大。形状指数常用来表示斑块形状的不规则程度、斑块边界的

复杂程度,形状指数值愈大,说明斑块愈不规则,形状指数值愈接近于 1,说明斑块形状愈规则。

表 1 常州市新北区土地利用景观指数

| 类型 | 斑块数目 | 面积变异系数 |
|--------|------|---------|
| 耕地 | 1213 | 560.71 |
| 非耕农用地 | 1639 | 222.71 |
| 水面 | 569 | 1929.93 |
| 荒地 | 29 | 196.09 |
| 城镇用地 | 1001 | 228.80 |
| 村庄用地 | 1767 | 117.55 |
| 基础设施用地 | 986 | 1363.18 |
| 全区 | 7204 | 889.18 |

通过计算,新北区平均斑块分维数为 1.10,从图 1 可知,各类型景观斑块的分维值基本相当,保持在 1.10 左右,相差较小,与全区分维值基本一致,表明它们受人类活动的干扰程度较为相似。常州市新北区总体平均形状指数为 1.77,各类景观指数差异明显,水面与荒地的形状指数最高,分别为 2.52 与 2.48,这是由于当地水网密布,多数水面呈线状分布,形状指数很大。区内其他土地利用类型的形状指数相差不大,均分布在 1.50~2.00 之间,城镇用地的形状指数最小,为 1.50,说明区内城镇用地斑块形状比较紧凑,斑块本身较为规整。

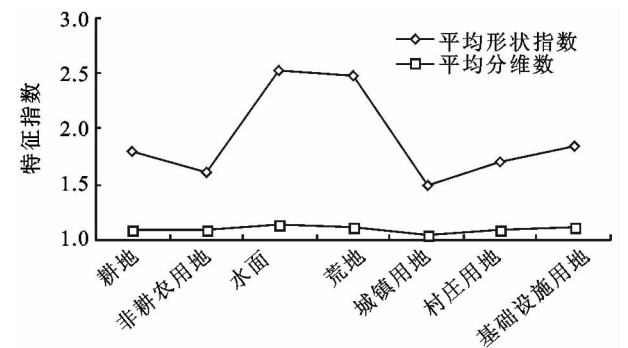


图 1 土地利用形状特征指数

(3) 景观异质性。景观异质性是形成不同景观结构和功能的基础,景观异质性的存在决定了景观格局的多样性和斑块的多样性。通过景观多样性指数、优势度指数、景观均匀度指数等,可以从景观镶嵌体层次上揭示土地利用景观异质性。

本文以镇(街道)为单位,计算 SHDI 与 SHEI,定量分析常州市新北区土地利用景观的异质性特征。景观多样性指数是景观中各类斑块复杂性和变异性的度量,其大小反映了景观要素的多少和各景观要素所占比例的变化;景观均匀度指数反映景观由少数几个主要景观类型控制的程度。经计算,研究区景观多样性指数为 1.48,与新桥镇的多样性指数 1.51 最为接近;9 个镇(街道)中多样性指数以春江镇最大,为

1.53,说明其景观组分相差比较大,类型多样,河海街道最低,为 0.60,景观组分比较单一,以城镇用地为主(图 2)。从均匀度来看,各镇(街道)景观组分分布不均匀,研究区总体均匀度为 0.76,以春江镇与新桥镇为最大,均达到了 0.78,其次为薛家镇,多样性指数接近于 0.78,最小的是河海街道,这与河海街道内城镇建设用地多,而其它类型用地少有关,因此均匀度指数仅为 0.37。

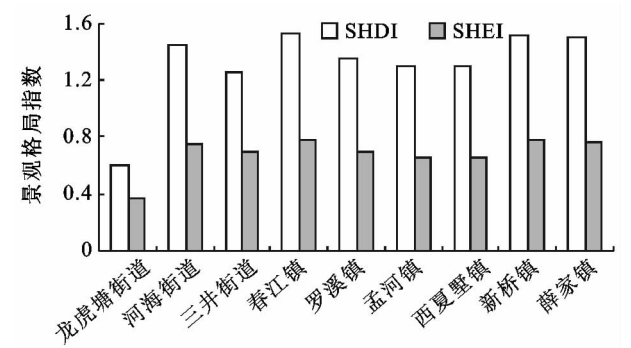


图 2 常州市新北区土地利用景观格局指数

景观多样性分析表明,研究区景观多样性层次明显。河海街道与三井街道景观多样性比较低,主要由于这两个街道基本已经城镇化,土地利用类型以城镇用地为主。而孟河镇、罗溪镇河西夏墅等镇以耕地景观为主,景观多样性也不是很高。新桥镇、龙虎塘街道、春江镇河薛家镇等镇多样性较高,其原因在于区内各类景观面积分布相对均匀,处于城市与农村的交错地带。总体来说,新北区南部是常州市主城区的一部分,城市特征明显,北部主要以农业生产为主,土地利用的城乡梯度特征显著,具有非常明显的城乡结合部特征。

2.2 生态保护度评价

空间异质性是自然界最普遍的特征,是景观生态学的核心所在^[17]。景观格局功能稳定性是以景观格局的空间异质性为基础的,是土地生态可持续利用的重要影响因素^[10]。一般来说,空间异质性不明显的区域,景观稳定性较差,需要加强生态保护。对于土地利用总体规划来说,还需要考虑景观的受胁度与生产力,综合评价区域土地利用需要保护的程度,以科学、合理调控土地利用与保护的关系。

(1) 指标体系构建。土地利用生态保护度评价是对一定范围内的土地资源进行评价,为优化调控土地提供决策依据,对生态环境脆弱,敏感性极高的地方进行重点保护,对生态敏感性较弱、自我修复能力较强的地方可以优先开发。

应用景观生态学原理,考虑土地利用持续性的动态性特征、常州市新北区土地利用的一般特点与人类

活动特征,以及土地持续利用的景观生态内涵,从景观稳定性、景观生产力与景观受胁迫三方面构建常州市新北区土地利用生态保护度评价指标体系。采用层次分析法(AHP)确定常州市新北区土地利用生态保护度影响因子的权重(表 2)。

| 表 2 常州市新北区土地利用生态保护度影响因子权重 | | | |
|---------------------------|------|--------|------|
| 因素 | 权重/% | 因子 | 权重/% |
| 景观稳定性 | 30 | 多样性指数 | 10 |
| | | 均匀度指数 | 5 |
| | | 景观破碎度 | 10 |
| | | 景观分维数 | 5 |
| 景观生产力 | 30 | 土地利用程度 | 10 |
| | | 植被覆盖度 | 10 |
| | | 水网密度 | 10 |
| 景观受胁迫度 | 40 | 坡度 | 10 |
| | | 土壤侵蚀强度 | 5 |
| | | 洪灾 | 10 |
| | | 建成区距离 | 15 |

景观稳定性包括景观功能的稳定性与空间结构的稳定性,功能稳定性是以景观格局的空间异质性为基础。选择景观多样性、景观均匀度、景观分维数与景观破碎度 4 个因子。

景观生产力反映景观生态系统的生产能力。选择水网密度、土地利用程度与植被覆盖度等 3 个因子。反映土地利用的生物物质生产力目标,景观生产力越高,土地为人类提供生物物质产品的能力越强。

景观受胁迫度指景观受人类活动的胁迫程度,主要反映人类与景观之间的相互作用关系。选择坡度、土壤侵蚀、洪害与建成区距离等个因子。

(2) 数据量化与标准化。定量因子,如坡度、多样性指数等,采用数值量化方法,从相关资料直接获取进行数值量化;对于定性因子,如洪灾、土壤侵蚀强度等,在因子强度分级图定性分析的基础上,通过分级量化。

指标体系中有正作用和负作用两种类型的指标,为了突出景观的地域差异性,采取不同极差标准化进行处理。① 对土地利用生态保护度起正作用的指标(坡度、土壤侵蚀、洪灾、土地利用程度),采用 $A_i = (X_i - X_{i,min}) / (X_{i,max} - X_{i,min})$ 进行标准化;② 对土地利用生态保护度起负作用的指标(建成区距离、植被覆盖度、水网密度、分维数、多样性指数、破碎度指数与均匀度指数),则采用 $A_i = (X_{i,max} - X_i) / (X_{i,max} - X_{i,min})$ 进行标准化。通过标准化使所有因子值统一在 $(-1,1)$ 间。

(3) 评价结果。评价单元是分值计算和评价的基本空间单位,考虑到研究所收集的资料情况和常州

市新北区评价因素的特性,以及 GIS 空间叠置分析的有效性,本研究采用 100 m×100 m 的栅格单元(即 1 km²)进行土地利用生态保护度评价分级。在对除建成区(90.09 km²)以外的区域进行影响因素因子作用分值计算的基础上,采用加权叠加方法分别求取各单元的综合作用分值。采用自然断裂(natural break)分级法,对综合作用分值进行空间聚类分析,最终将常州市新北区土地利用生态保护度划分为 4 个等级:严格保护、中度保护、适度保护和轻度保护。① 严格保护面积为 38.47 km²,占全区土地总面积的 8.50%,主要分布在常州市新北区的西北部,孟河镇内小黄山周围,该范围是新北区内唯一地形起伏较大的区域,地质条件差,有灾害发生的可能,需要进行重点保护。② 中度保护面积为 115.22 km²,占全区土地总面积的 25.45%,主要分布在常州市新北区西北部的孟河镇。③ 适度保护区面积为 192.06 km²,占全区土地总面积的 42.43%,面积最大,主要分布在新北区南部的城区周围与镇区周围;④ 轻度保护区面积为 16.83 km²,占全区土地总面积的 3.72%,主要分布在新闸镇,该区域靠近常州主城区,是未来城市扩展的主要区域,交通等基础设施条件较好,开发的重要性高于保护性(图 3)。

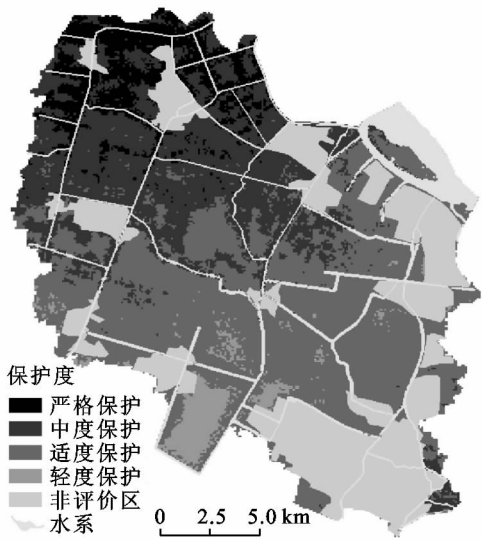


图 3 常州市新北区土地利用生态保护度分级

3 结论与讨论

选取 6 项景观格局指数,分别从总体格局、斑块形状与景观多样性 3 个方面定性定量地分析了常州市新北区土地利用景观格局,从总体上说,耕地是该研究区的景观基质,研究区内水面与荒地的形状最为复杂,而城镇用地的形状最为简单,区内景观异质性差异明显,春江镇的土地利用景观异质性最为显著,

而河海街道的景观比较单一,由西北向东南景观稳定性逐步降低。

以景观生态学理论为基础,以景观格局指数为主要评价指标,同时考虑土地利用景观受胁迫度与景观生产力,筛选了多项评价指标、确定权重,建立评价模型。从土地利用景观生态保护的角度出发,将全区划分为严格保护、中度保护、适度保护和轻度保护4个土地生态保护度级别,以优化调控区内土地利用景观格局,协调土地利用与保护的关系,服务于土地利用总体规划的编制与实施。

参考文献:

- [1] 刘纪远,刘明亮,庄大方,等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学:D辑,2002,32(12):1031-1041.
- [2] 吕一河,陈利顶,傅伯杰. 县域人类活动与景观格局分析[J]. 生态学报,2004,24(9):1833-1838.
- [3] 岳德鹏,王计平,刘永兵,等. GIS与RS技术支持下的北京西北地区景观格局优化[J]. 地理学报,2007,62(11):1223-1231.
- [4] 傅伯杰,吕一河,陈利顶,等. 国际景观生态学研究新进展[J]. 生态学报,2008,28(2):798-804.
- [5] 胡建忠. 砒砂岩区种植沙棘后景观生态格局综合评价[J]. 水土保持研究,2011,18(5):247-252.
- [6] 梁发超,刘黎明. 景观格局的人类干扰强度定量分析与生态功能区优化初探:以福建省闽清县为例[J]. 资源科学,2011,33(6):1138-1144.
- [7] 刘延国,王青,王军. 官司河流域土地覆被景观稳定性及

其环境效应[J]. 水土保持研究,2012,19(3):166-169.

- [8] Solon J. Spatial context of urbanization: Landscape pattern and changes between 1950 and 1990 in the Warsaw metropolitan area, Poland[J]. Landscape and Urban Planning,2009,93(3/4):250-261.
- [9] 卢远,华璿,邓兴礼. 丘陵地区土地可持续利用的景观生态评价[J]. 山地学报,2004,22(5):533-538.
- [10] 孙华,李云梅,王秀珍,等. 典型小流域土地利用景观生态评价方法及其应用研究:以浙江仙居县永安溪为例[J]. 武汉大学学报:信息科学,2003,28(2):177-181.
- [11] Gulínck H, Múgica M. de Lucio J V, et al. framework for comparative landscape analysis and evaluation based on land cover data, with an application in the Madrid region (Spain) [J]. Landscape and Urban Planning,2001,55(4):257-270.
- [12] 俞孔坚,乔青,袁弘,等. 科学发展观下的土地利用规划方法:北京市东三乡之“反规划”案例[J]. 中国土地科学,2009,23(3):24-31.
- [13] 胡存智. 新一轮土地利用总体规划修编重点及创新[J]. 中国国土资源经济,2010,23(3):4-6.
- [14] 周秋文,苏维词,陈书卿. 基于景观指数和马尔科夫模型的铜梁县土地利用分析[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(7):770-775.
- [15] LI H, WU J. Use and misuse of landscape indices[J]. Landscape Ecology,2004,19(4):389-399.
- [16] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [17] 邬建国. 景观生态学:格局过程尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社,2007.

欢迎订阅 2014 年《中国水土保持》杂志

《中国水土保持》是水利部主管,黄河水利委员会主办的全国性水土保持业务与技术综合性期刊,中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊,《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊,全国水利系统优秀科技期刊,河南省第一届自然科学二十佳期刊。本刊紧密围绕全国水土保持中心工作,贯彻水土保持方针政策,报道水土保持科技成果,推广生态建设经验,剖析监督执法案例,介绍开发建设项目生态恢复技术,探讨水土保持监测方法,普及水土保持基础知识,提供水土保持动态信息。创刊以来,本刊形成了融政策性、技术性、新闻性和实用性为一体的独特风格,开设了20多个栏目,深受读者欢迎。读者对象为从事水土保持管理、规划、设计、施工与科研的业务人员,有关农、林、水、牧、地理、生态行业的管理者与科研、教学人员,以及关心我国水土保持生态建设的社会各界人士。

本刊为大16开,每月5日在郑州出版,每册定价9.00元,全年定价108.00元。本刊为杂志社自办发行(请直接汇款到杂志社),订阅款可信汇也可邮汇。

信汇开户行:郑州交行政二街支行;

账号:411060200010149028852;

收款人:《中国水土保持》杂志社;

联系电话:0371-66022619(传真)

E-mail:swcc2000@sina.com;

银行户名:黄河水利委员会新闻宣传出版中心

邮汇地址:郑州市金水路11号

邮编:450003

投稿网址: <http://zgbs.cbpt.cnki.net>