

土地利用景观格局的稳定性研究 ——以常德市为例

彭保发, 陈端吕, 李文军, 王亚力

(湖南文理学院资源环境与旅游学院, 湖南 常德 415000)

摘要:从景观类型组成、斑块特征和景观异质性3个方面分析景观格局特征的基础上,运用主成份分析,根据格局指标对保持结构与功能的能力,建立景观稳定性综合评价模型,对土地利用景观稳定性评价。结果表明,①对于土地利用景观格局,林地和耕地是常德市主要的景观类型,构成了区域的景观优势,是调控土地利用格局稳定性的主要组成部分。土地利用景观整体格局中耕地占优势,斑块相对均匀,对景观总体空间格局影响较大,其他农用地、牧草地、未利用地、居民点工矿用地居次。从总体来看,景观多样性复杂,优势度和均匀度明显,具有较高异质性;②通过区域土地利用稳定性的分析评价,常德市土地利用景观稳定性整体上具有明显差异。桃源县有最高的景观稳定性,然后依次为石门、澧县、鼎城、临澧、汉寿5县(区)。武陵区土地利用景观稳定性最低,主要是景观结构方面的斑块多样性低,景观类型单一。

关键词:土地利用;景观格局;稳定性;常德市

中图分类号:K909 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2013)12-1484-05

土地利用/覆被作为一种重要的人类活动对景观及其生态效应的影响,越来越受到相关专家学者的关注。土地利用变化不仅体现了土地资源的数量、质量,还反映了在土地利用格局动态。土地利用方式是土地利用空间格局的决定因素,反映了土地利用生态过程的稳定特性。从景观生态学上看,稳定性是土地利用格局特征及生态过程的持续性,反映了区域土地利用方式与环境条件实现协调^[1]。利用景观生态学方法进行土地利用格局研究,通过空间格局可以对土地利用进行量化描述、分析和研究,包括土地利用景观类型的数量、各类型所占比例以及土地利用景观多样性等指标^[2-5]。到目前为止,针对于土地利用对景观稳定性的影响研究尚不多见,且大多都从生态系统的稳定性方面表达景观的稳定性^[6]。本文针对常德市土地利用现状,分析土地利用景观格局指数,根据格局指数对保持结构与功能的能力,探讨景观格局的景观稳定性的影响,为土地利用节约利

用与区域可持续发展提供参考。

1 研究区概况

常德市大部处西洞庭湖区属亚热带季风气候区,四季分明,全年平均气温在16℃~17℃之间,年较差为23.6℃~24.5℃,无霜期为264~283 d。降水时空分布不均,有明显的地域性和过度性,年内降水主要集中在4~6月份。动植物资源丰富,已查明的高等植物有2 703种,占湖南省已知高等植物的62.5%。该区域地处亚热带常绿阔叶林区域,区划属于亚热带北部常绿阔叶林地带。

研究区总面积为1 818 982.48 hm²,占湖南省的8.63%。全市9县(市、区)中,面积最大的是桃源县,占全市土地总面积的24.51%,为445 832.54 hm²;其次为石门县,面积是全市的21.83%;面积最小的武陵区,仅占全市的1.64%。各类用地中,林地面积最大,占全市总面积的36.96%;其次是耕地,为全市的25.96%,远高于湖南省平均水平;最小的是牧草地,

收稿日期:2012-12-16; **修订日期:**2013-03-20

基金项目:国家自然科学基金项目(41201297)、国家社会科学基金项目(13BJY025)、教育部人文社科一般项目(12YJAZH146)、湖南省科技厅计划项目(2011NK3047)、湖南省社科基金项目(12JD53)、湖南省洞庭湖区域发展研究基地、湖南省重点建设学科(产业经济学)、湖南省大学生科研项目(区域土地资源利用优化配置的立地适宜性研究)资助。

作者简介:彭保发(1962-),男,湖南桃源人,教授,主要研究方向为资源生态利用。E-mail: pengbaofa@163.com

仅有 303.15 hm², 仅占全市土地总面积的 0.02%。

2 研究方法

2.1 数据来源与预处理

本文采用的数据源是 2009 年常德市土地利用现状图作为工作底, 根据所获取的资料及《全国土地利用现状分类标准》, 结合常德市土地利用景观类型结构特点, 将土地利用类型划分为: 耕地、园地、林地、牧草地、其他农用地、居民点及工矿用地、交通运输用地、水利设施用地与未利用地等。运用 GIS(ArcGIS9.0) 软件建立常德市土地利用类型分布数据库。

2.2 景观格局指数的确定与计算

由于景观指数表征的生态意义各有侧重且又存在的相关性, 从反映土地利用景观格局特征的景观结构、斑块特征及景观异质性 3 个方面选取所有景观指数, 对土地利用景观指数两两计算相关系数, 在给定置信度 0.05 条件下进行相关性检验, 对相关性显著的可删除其中的 1 个评价指标, 相关性不显著的则同时保留 2 个评价指标, 这样保证了筛选出的指标反映信息不重复^[9]。分别选用了景观类型面积、斑块密度、斑块数、斑块数比、斑块平均面积、斑块变动系数、斑块形状指数、多样性指数、景观优势度、景观均匀度、分维度等 15 个指标。采用 FRAGSTATS3.3 计算景观格局指数^[10~12]。

2.3 土地利用格局稳定性评价模型构建

对于选取土地利用格局指标, 需要从景观指数是有利于还是不利格局稳定性作为标准, 进行无量纲化, 计算公式为:

$$\begin{aligned} \text{正指标} \quad X_i' &= \frac{(x_i - x_{i\min})}{(x_{i\max} - x_{i\min})} \\ \text{负指标} \quad X_i' &= \frac{(x_{i\max} - x_i)}{(x_{i\max} - x_{i\min})} \end{aligned} \quad (2)$$

式中, X_i' 为无量纲化指标, x_i 为原指标, $x_{i\min}$ 为指标最小值, $x_{i\max}$ 为最大值。当 X_i 为越大越好型, 即所谓正指标时, 对系统的功效贡献为正; 当 X_i 为越小越好型, 即所谓逆指标时, 对系统的功效贡献为负。

根据标准化的景观指数, 利用主成份分析构建土地利用景观格局的稳定性评价指标体系^[13, 14], 进行土地利用景观稳定性评价。根据式(3)确定各主成份权重(w_j)。

$$w_j = \frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^m \lambda_j} \quad (3)$$

式中, λ_j 为第 j 主成分的贡献率, m 为提取的主成分个数。由各主成份的方差贡献率确定权重, 并建立景观稳定性评价模型如式(4)。

$$F_i = \sum_{j=1}^m Z_j w_j \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

式中, F_i 为 i 单位的土地利用景观稳定性指数, Z_j 为主成份 j 的得分。 F_i 值与土地利用景观分布和景观稳定性成正相关。

3 结果与分析

3.1 土地利用景观格局特征

3.1.1 土地利用类型组成结构特征

景观类型组成结构包括组成单元的类型、多样性等数量特征。表 1 可见, 林地和耕地是常德市的主要景观类型, 构成研究区域的优势景观, 未利用地、其他农用地、居民点及工矿用地次之, 最小的是牧草地。从斑块数和斑块比来看, 斑块数最多的为林地, 斑块密度最大的为牧草地, 耕地斑块密度最小。

3.1.2 土地利用景观的斑块特征

土地利用类型的斑块特征主要通过斑块规模、形状系数、分维度等指数来反映(表 2)。

由表 2 可见, 常德市斑块平均面积最大的为耕地, 但变动系数居中, 体现了斑块大小相对较均匀。变动系数取小的为交通运输用地、牧草地、其他农用地, 体现了斑块大小均匀, 破碎化程度低。从形状复杂性来看, 交通运输用地的斑块边缘密度、形状系数和分维度最大, 林地与水利设施用地居次, 主要由于形状成带状分布所致。

3.1.3 土地利用景观异质性

景观异质性反映土地利用程度的不均匀性和复杂程度。表 3 可见, 林地优势度和多样性最大, 其次为均匀度, 体现了常德市林地类型丰富, 同时呈相对均匀的空间分布, 但分离度居第 6, 说明了林地呈集中分布。耕地有最大的均匀度, 分布均匀, 对景观总体格局具有较大的影响。综合分析表明, 区域表现出较大程度的异质性和多样性, 主要体现了林地、耕地、居民点及工矿用地对总体景观有较高的控制程度。分离度最小的为交通运输用地和水利设施用地, 其多样性差但均匀度居中。从研究区域来看, 景观总体空间格局表现了较高的异质性。

3.2 土地利用格局的景观稳定性

3.2.1 景观格局稳定性评价模型参数

土地景观稳定性是景观结构的体现。本文结

表1 常德市景观组成结构(2009)

Table 1 Landscape composition in Changde City (2009)

土地利用类型	面积(hm ²)	面积比(%)	斑块数(块)	斑块数比(%)	斑块密度(块/hm ²)
耕地	472190.82	25.96	45974	12.67	0.0974
园地	40886.06	2.25	24601	6.78	0.6017
林地	672364.60	36.96	133740	36.85	0.1989
牧草地	303.15	0.02	6904	1.90	22.7742
其他农用地	206742.77	11.37	28712	7.91	0.1389
居民点及工矿用地	126898.38	6.98	83796	23.09	0.6603
交通运输用地	10478.83	0.58	3031	0.84	0.2892
水利设施用地	31033.91	1.71	3332	0.92	0.1074
未利用地	258083.96	14.19	32829	9.05	0.1272

表2 常德市土地利用类型斑块特征(2009)

Table 2 Patch characteristics of the land use type in Changde City(2009)

景观类型	平均值(hm ²)	标准差(hm ²)	变动系数	斑块边缘(m/hm ²)	形状指数	分维度
耕地	10.2708	56.6278	5.51	33.0875	10.1029	1.3213
园地	1.6620	10.0480	6.05	12.0943	5.3047	1.2167
林地	5.0274	45.5523	9.06	44.5576	25.3458	1.4339
牧草地	0.0439	0.0776	1.77	9.0432	3.5563	1.2154
其他农用地	7.2006	8.9400	1.24	8.1048	2.8979	1.2019
居民点及工矿用地	1.5144	90.1275	59.51	21.9753	8.0243	1.2898
交通运输用地	3.4572	8.0963	2.34	60.0334	52.8954	1.3874
水利设施用地	9.3139	83.0080	8.91	57.1265	48.6798	1.3662
未利用地	7.8615	11.7684	1.50	3.5456	6.3791	1.2020

表3 常德市景观异质性特征(2009)

Table 3 Heterogeneity of landscape types in Changde City (2009)

景观类型	分离度	优势度	多样性指数	均匀度
耕地	80.4221	35.6807	18.2214	0.8945
园地	166.3079	12.4744	16.4287	0.6015
林地	85.62	37.0978	18.6231	0.8864
牧草地	174.456	9.6623	16.5576	0.6224
其他农用地	121.7815	21.6211	16.9120	0.7153
居民点及工矿用地	97.8276	29.5467	17.4434	0.8703
交通运输用地	5.3463	16.7620	10.0023	0.8681
水利设施用地	30.2381	15.7432	13.4519	0.8639
未利用地	143.558	20.1247	16.9952	0.6672

合区域现状与景观结构的特征,选取 12 个主要的指标,即斑块数 X_{01} 、平均值 X_{02} 、斑块密度 X_{03} 、标准差 X_{04} 、变动系数 X_{05} 、形状指数 X_{06} 、斑块边缘密度 X_{07} 、多样性指数 X_{08} 、优势度 X_{09} 、均匀度 X_{10} 、分离度 X_{11} 、分维度 X_{12} 等作为稳定性功能的评价。通过主成份分析取前 4 个主成份,累计方差的贡献率达

93.967%,得出该 4 个主成份主成分的贡献率 λ_j 与载荷表 Z_j (表 4、表 5)。4 个主成份权重能够反映格局指数对保持结构与功能的能力。

由表 5 看出:第一主成份 Z_1 在斑块密度 X_{03} 、斑块边缘密度 X_{07} 、多样性指数 X_{08} 、优势度 X_{09} 、分离度 X_{11} 因子上的载荷分别为+0.963、+0.959、+0.861、+0.839 与+0.970,都超过了 85%以上,综合了 5 个变量的变异信息,反映了土地类型之景观异质性特征。第二主成份 Z_2 于标准差 X_{04} 、变动系数 X_{05} 、均匀度 X_{10} 3 个因子上的载荷系数分别是+0.838、+0.783 和-0.675,体现了土地类型之斑块规模特征。第三主成份 Z_3 于斑块数 X_{01} 、形状指数 X_{06} 、均匀度 X_{10} 等 3 个因子上的载荷系数分别是+0.720、+0.493、+0.610,反映了土地类型多样性及分布均匀。第四主成份 Z_4 于标准差 X_{04} 、分维度 X_{12} 上的因子载荷分别是+0.283 8 和+0.560 3,体现了土地类型之斑块破碎化程度。

3.2.2 景观格局稳定性评价

从各区域的景观稳定性指数分析(图 1)可知,土地利用类型的景观稳定性在总体上差异明显。

表4 特征值与主成分贡献率

Table 4 Total variance explained

主成分	初始特征值			因子提取结果		
	特征值	贡献率	累计贡献率	特征值	贡献率	累计贡献率
1	6.524	54.367	54.367	6.524	54.367	54.367
2	2.450	20.415	74.782	2.450	20.415	74.782
3	1.714	14.279	89.061	1.714	14.279	89.061
4	0.589	4.906	93.967	0.589	4.906	93.967
5	0.428	3.571	97.538			
6	0.146	1.213	98.751			
7	0.091	0.762	99.513			
8	0.037	0.309	99.822			
9	0.016	0.134	99.956			
10	0.003	0.023	99.979			
11	0.002	0.018	99.998			
12	0.000	0.002	100.000			

表5 主成分载荷矩阵

Table 5 Load matrix of the principle components

	X_{01}	X_{02}	X_{03}	X_{04}	X_{05}	X_{06}
Z_1	0.544	-0.813	0.963	0.035	0.513	0.707
Z_2	-0.293	-0.282	-0.160	0.838	0.783	0.447
Z_3	0.720	0.163	-0.081	0.412	0.167	0.493
Z_4	0.216	-0.143	-0.135	0.284	-0.221	-0.115
	X_{078}	X_{08}	X_{09}	X_{10}	X_{11}	X_{12}
Z_1	0.959	0.861	0.839	0.362	0.970	0.666
Z_2	-0.193	-0.387	0.290	-0.675	-0.054	-0.134
Z_3	-0.161	0.005	-0.427	0.610	-0.098	-0.369
Z_4	-0.066	-0.190	-0.003	0.037	-0.081	0.560

由于斑块特征明显,景观类型多、异质性强及景观组成结构合理,桃源县景观稳定性为最高,稳定性指数是3.972。然后依次为石门、澧县、鼎城、临澧、汉寿5县(区),景观稳定性指数均大于2.300,石门县景观多样性、均匀度与分离度高,景观稳定性指数为2.861。鼎城区虽然生态用地类型丰富,地形地貌复杂,斑块数多,但由于城市化进程中人类干扰加快了景观的破碎度,导致景观稳定性降低。临澧县、汉寿县由于湖区面积大,水系复杂,景观异质性强,景观稳定性居中。景观稳定性较低的有津市市、安乡县、景观稳定性指数小于2。武陵区景观稳定性最低,主要原因是斑块数小,斑块多样性低,景观格局相对简单。

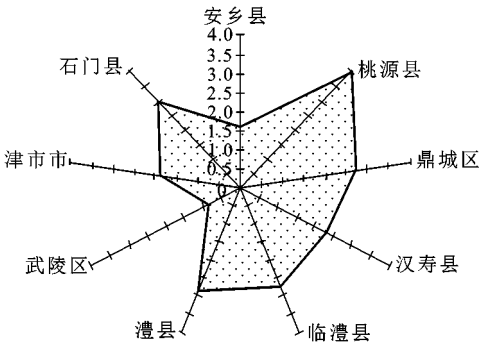


图1 常德市景观稳定性指数雷达图(2009)

Fig. 1 The index of integrated evaluation of the land use patterns in Changde City in 2009

4 结论与讨论

稳定性作为土地利用的重要特性之一,不仅要关注土地利用变化状态,更要注重土地利用景观的稳定结构,土地类型的景观稳定性研究具有重要现实意义和科学价值。

1) 对于土地利用景观格局,林地和耕地是常德市主要的景观类型,是调控土地利用景观稳定性的主要组分,构成研究区域优势景观。土地利用景观整体格局中耕地占据优势,斑块相对较均匀,对景观总体空间格局的影响较大,交通运输用地斑块形状最复杂。从总体来看,常德市的土地景观格局具有较高的异质性。

2) 通过区域土地利用稳定性的分析评价,常德市土地利用景观稳定性整体上具明显差异。其中桃源县景观稳定性最高,武陵区景观稳定性最低,石门、鼎城、澧县、汉寿、临澧5县(区)居中。

3) 本文是基于结构决定功能,从单一尺度上对土地利用的稳定性功能进行研究,但存在一定的局限性,对其结构驱动生态过程的机制与效应及其与社会经济发展的耦合机理的研究和认识,有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 吕建树,吴泉源,张祖陆,等.基于RS和GIS的济宁市土地利用变化及生态安全研究[J].地理科学,2012,32(8):928-935.
[2] 马克明,傅伯杰,周华锋.北京东灵山地区森林的物种多样性和景观格局多样性研究[J].生态学报,1999,19(1):1-7.
[3] 李晓文,胡远满,肖笃宁.景观生态学与生物多样性保护[J].生态学报,1999,19(3):399-407.

- [4] 马克明,傅伯杰.北京东灵山地区景观格局及破碎化评价[J].植物生态学报,2000,24(3):320~326.
- [5] 陈利顶,刘雪华,傅伯杰.卧龙自然保护区大熊猫生境破碎化研究[J].生态学报,1999,19(3):291~297.
- [6] 傅伯杰,陈利顶,马克明.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [7] 董杏元,马劲松.地理信息系统概论(第三版)[M].北京:高等教育出版社,2008.
- [8] 常燕卿,刘纪平.GIS中实用化矢量栅格——体化技术实现[J].中国图像图形学,1998,3(6):490~493.
- [9] 迟国泰,曹婷婷,张昆.基于相关——主成分分析的人的全面发展评价指标体系构建[J].系统工程理论与实践,2012,32(1):111~119.
- [10] 郭建国.景观生态学——概念与理论[J].生态学杂志,2000,19(1):42~52.
- [11] 肖笃宁,李秀珍,高峻,等.景观生态学[M].北京:科学出版社,2003.
- [12] Turner M G, R H Gardner. Quantitative Methods in Landscape Ecology[M]. New York: Springer-verlag, 1991.
- [13] 刘惠明,林伟强,张璐.景观动态研究概述[J].广东林业科技,2004,20(1):67.
- [14] Forman R T T, Moore P N. Toward a theory of boundaries in landscape mosaics[M]//Landscape boundaries: consequences for biotic diversity and ecological flows. New York: Springer-Verlag, 1990.

Stability of Landscape Pattern of Land Use: A Case Study of Changde

PENG Bao-fa, CHEN Duan-lu, LI Wen-jun, WANG Ya-li

(College of Resource Environment and Tourism, Hunan University of Arts and Science, Changde, Hunan 415000, China)

Abstract: Land use reflects stability of the ecological process in land use pattern. Stability is the characteristic of land use and durative of ecological process, reflecting the coordinate between regional land use patterns and environmental condition. This article selects such elements as landscape pattern acreage, landscape number, patch number rate, patch density, patch average, average patch area, patch change coefficient, patch shape index, diversity index, landscape dominance index, landscape evenness, fractal dimension, etc., to analyse landscape pattern from landscape pattern structure, landscape pattern patch characteristics and landscape pattern heterogeneity. Based on the characteristic of landscape pattern through principal components analysis, it established landscape stability synthetic evaluation system for evaluation of land use landscape stability. Results show that, 1) cultivated land and woodland are the main part of landscape pattern in Changde City. They are important in controlling land use landscape stability. In the whole of landscape pattern, the cultivated land is in a dominant position, has a great significance on landscape overall spatial framework.. At the same time, not exploited land, agricultural land, land for urban and rural housing and public facilities, land for mining use and livestock farming are in minor status. Farmland patches are evenly disposed, transportation land patches form are complicated. On the whole, the landscape diversity is rich, the advantages and evenness are obvious, and the overall spatial framework is different. 2) Through the research of land use stability in Changde City, we know that, the difference of stability in land use landscape is obvious. Taoyuan County is most stable, and the order of the stability is Shimen, Lixian, Dingcheng district, Linli, Hanshou. Wuling district is most unstable, and the diversity of landscape patches is poor, landscape pattern is single. 3) Structure is able to determine function, this article researched land use stability function with that principle. The relation with structure driving ecosystem mechanism and effect, coupling mechanism of social and economic development are awaiting further study.

Key words: land use; landscape pattern; stability; Changde City