

# 蒙阴县土地利用景观格局动态分析

李欢<sup>1</sup>, 刘霞<sup>1</sup>, 姚孝友<sup>2</sup>, 张光灿<sup>1</sup>, 王友胜<sup>1</sup>

(1. 山东农业大学 林学院 水土保持系, 山东农业大学 农业生态与环境重点实验室, 山东 泰安 271018;

2. 水利部淮河水利委员会水土保持处, 安徽 蚌埠 233001)

**摘要:** 为了解蒙阴县土地利用景观格局的动态变化特征, 基于 1987 年和 2007 年两个典型时期的遥感影像, 运用 RegionManager 5.5、Arc GIS 等地理信息系统, 在 Fragstats 3.3 软件支持下提取了部分景观指数, 对研究区景观格局动态进行了分析。结果表明: (1) 2007 年蒙阴县的景观类型以耕地、林地、草地为主, 植被覆盖率高, 各景观类型间所占比例差异较小, 结构较均匀。 (2) 1987—2007 年的 20 a 间该区土地利用景观结构发生了明显变化, 林地、城镇村及工矿交通用地面积增加, 耕地等其他用地面积减少; 斑块形状逐渐趋向复杂化, 破碎化程度加剧。 (3) 由于人为活动的加剧, 研究区的生态环境尤其难以维持其稳定态。因此, 加大景观格局的动态监测可以进一步指导区域的土地利用规划, 为其生态环境保护提供参考。

**关键词:** 蒙阴县; 景观格局; 景观指数; 土地利用

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)05-0043-05

## Dynamic Analysis of Landuse Landscape Pattern in Mengyin County, Shandong Province

LI Huan<sup>1</sup>, LIU Xia<sup>1</sup>, YAO Xiao-you<sup>2</sup>, ZHANG Guang-can<sup>1</sup>, WANG You-sheng<sup>1</sup>

(1. Soil and Water Conservation Department of Forestry College, Key Laboratory of Agricultural Ecology and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; 2. Soil and Water Conservation Division of Huaihe River Commission of Water Resources Ministry, Bengbu, Anhui, 233001, China)

**Abstract:** In order to understand the dynamic changes of landscape pattern characteristics, based on the 1987 and 2007 the typical period of two remote sensing images, we used the RegionManager 5.5, Arc GIS and other geographic information systems software in support of Fragstats 3.3 extracting part of the landscape index of the study area to analyze the dynamics of landscape pattern. The results showed that: (1) The main landscape types are arable land, woodland, grassland-based, with high vegetation coverage, the difference of the proportion of landscape types is smaller and the structure is more uniform in Mengyin County in 2007; (2) From 1987 to 2007 landuse structure of the landscape had changed markedly: woodland, town and village and industrial traffic area increased, as well as farmland and other land area reduced; plaque gradually complicated shape and the degree of fragmentation increased; (3) Because of human activities, the ecological environment of the study area is particularly difficult to maintain its steady-state. To increase the dynamic monitoring of landscape pattern can be further guidance to the regional landuse planning, which can provide a reference for its ecological and environmental protection.

**Key words:** Mengyin County; landscape pattern; landscape index; landuse

景观格局是景观异质性的具体表现, 同时又是包括干扰在内的各种生态过程在不同尺度上作用的结果<sup>[1-2]</sup>。景观格局的形成及其变化是自然、社会和生物等多种要素相互作用的结果。景观要素在空间分布的数量、位置、类型、形状、大小和方向构成了景观

空间格局分析的主要内容。景观结构和功能、格局与过程之间的联系与反馈是景观生态学的基本命题。用景观指数描述景观格局及变化, 建立格局与景观过程之间的联系, 是景观生态学最常用的定量研究方法<sup>[3-7]</sup>。本文采用 1987 年、2007 年两个典型时期 4—

收稿日期: 2011-04-16

修回日期: 2011-05-07

资助项目: 水利部淮河水利委员会“淮河流域水土保持生态修复机理和评价指标研究”

作者简介: 李欢(1987—), 女, 陕西商洛人, 在读研究生, 主要研究方向: 流域治理与信息技术。E-mail: lihuana0228@163.com

通信简介: 刘霞(1971—), 女, 教授, 博士, 主要研究方向: 水土保持生态修复和水土保持信息技术。E-mail: shuibao@sdau.edu.cn

5 月的 TM 影像为数据源,在 RegionManager 5.5、Arc GIS 和 Fragstats 3.3 软件的支持下研究 1987—2007 年 20 a 间蒙阴县土地利用景观格局的特点及其动态变化趋势,分析各景观要素类型之间的空间转化关系,反映景观要素之间相互作用的性质、强度和方式,进而阐明景观要素动态演替的方向、过程,为实现流域可持续发展提供科学依据与决策支持。

## 1 研究区概况

蒙阴县位于山东省中南部,117°45′—118°15′E, 35°27′—36°02′N,地处蒙山北麓,东汶河上游,是沂蒙山区的腹地。东邻沂水县、沂南县,西靠新泰市,南依蒙山与费县、平邑县交界,北与沂源县接壤,总面积 1 610.85 km<sup>2</sup>,为典型的北方土石山区,海拔一般为 200~600 m,基岩主要由石灰岩和页岩组成,土壤类型主要为棕壤类。属暖温带季风型大陆气候,年均日照时间 2 257 h,年均气温 12.8℃,无霜期 200 d。年均降水量 820 mm,降水分布不均,有 70% 主要集中在 5—9 月。地带性植被类型为暖温带落叶阔叶林,主要乔木树种有侧柏(*Platycladus orientalis* Linn. Franco)、刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.)、油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)、黄栌(*Cotinus coggyria* Scop.)、辽东栎(*Quercus liaotungensis* Koidz.)、山楂(*Crataegus pinnatifida* Bge.)、柿树(*Diospyros kaki* Linn F.)等;自然灌木与草本植物主要有黄荆(*Vitex negundo* L.)、胡枝子(*Lespedeza bicolors*)

## 2 研究方法

### 2.1 数据源

遥感数据源采用 1987 年、2007 年两个典型时期 4—5 月的 TM 影像,空间分辨率为 30 m×30 m。蒙阴县 1996 年土地利用图,蒙阴县 1:10 万地形图作为影像匹配基准。

### 2.2 数据处理

(1)图像处理。为消除遥感数据中存在的误差,提高可判读性,借助 ERDAS 软件进行配准、镶嵌、匀色及增强处理。利用地形图选择 25~35 个同名地面控制点(GCP),对影像进行校正,误差控制在 0.5 个像元以内。校正中,采用北京 1954 坐标系,高斯克吕格投影。

(2)解译标志的建立与图像解译。进行野外考察并结合已有资料建立解译标志。本研究采用自动分类和人工判读相结合的方法对研究区 TM 图像进行解译,获取景观要素类型等数据,运用 ArcGIS 软件建立数据库。

(3)景观指数的提取。利用 ArcGIS 9.2 的空间分析功能及 Fragstats 3.3 软件提取部分景观格局指数,对蒙阴县近 20 a 来的景观格局动态变化情况进行分析,并分析造成其变化的原因。

### 2.3 景观要素类型划分

本文主要依据全国土地利用现状分类系统,并结合研究目的和区域特征,将蒙阴县整个区域内的景观类型划分为耕地、林地、草地、城镇村及工矿交用地、水域及水利设施用地和未利用土地 6 类<sup>[8-10]</sup>。

### 2.4 景观要素格局指数选择与提取

通过景观指数描述景观格局,使数据获得一定的统计性质,可以比较、分析不同尺度上的格局,长期以来一直倍受景观生态学研究者的关注。对于景观空间格局及其变化的考察,一套合理的指标体系的选择主要从景观水平上和类型水平上分析,尽可能地选择相互独立的景观指数,且能较全面地描述土地利用景观格局的数量和空间特征<sup>[11-13]</sup>。

Fragstats 是一个功能强大的景观指数计算软件,可以计算出上百种景观指数<sup>[14-16]</sup>。本文运用 ArcGIS 的空间分析功能将文件转化为 grid 格式的文件,然后利用 Fragstats 软件提取景观、类型水平上的部分景观指数,从而对研究区的景观格局动态进行分析,本文选取的指标及其计算公式与生态含义见表 1。

## 3 结果与分析

### 3.1 景观要素类型面积的变化

研究区的总面积 1 610.85 km<sup>2</sup>,1987 年和 2007 年两期蒙阴县的景观类型均以耕地、林地、草地为主,三种土地利用类型占总面积的 90%;其次是水域及水利设施用地,占 4%左右;未利用土地较少,仅占 1%左右。由此可知该区域植被覆盖率高。1987 年耕地面积几乎占据整个蒙阴县面积的一半,可见研究区农业发展较快;2007 年耕地、林地面积均为研究区的 30%以上,水资源缺乏,制约着蒙阴县的经济的发展。

蒙阴县在 1987—2007 年 20 a 间,随着对各种土地资源的开发,各类景观要素的面积发生了很大变化(表 2)。林地、城镇村及工矿交用地,水域及水利设施用地面积增加,耕地等其他用地面积减少。从变化数量看,最为显著的是林地的增加和草地、耕地的减少。20 a 来林地面积净增加 133.35 km<sup>2</sup>,平均每年增加 6.67 km<sup>2</sup>,林地面积的大量增加是大面积开垦草地与未利用土地的结果,尤其是开发条件较差的未利用土地与草地,随着农业机械化程度与交通条件的便利,使许多开发初期不便开发的宜林荒地得到了进一步开发。草地净减少 43.64 km<sup>2</sup>,平均每年减少

2.18 km<sup>2</sup>,草地不断减少主要是由于大面积林地种植,尤其是自然条件良好、交通相对方便、人口密度较大的区域,大量适宜开垦的草地被开发为林地。耕地净减少 107.49 km<sup>2</sup>,平均每年减少 5.37 km<sup>2</sup>。为提高土地生产力,保证农业的稳定发展,蒙阴县采取了一系列措施,使农业技术装备水平显著提高,由传统农业逐步向现代化农业转变。使人们开始寻找提高收入的新的土地经营方式,农业的集约化程度越来越高,使得不需要大面积的耕地即可供养更多的人

口,所需要的耕地面积减少。从土地利用景观类型年变化率来看,未利用土地的年变化率最大,平均每年减少 2.83%,其次是城镇村及工矿交通用地,平均每年增加 2.52%,其面积膨胀较大,是以耕地的减少为依托的。林地年平均增加 1.47%,草地年平均减少 0.75%。水域及水利设施用地年平均增加 0.74%,变化相对较小。耕地年平均减少 0.74%,虽然耕地的年变化率低于城镇村及工矿交通用地,但由于其面积比重大,因此变化的总面积仅低于林地。

表 1 景观格局指数

景观指数	计算公式	生态意义
斑块数量	NP=n 式中:n——景观类型的斑块数量	反映景观的空间格局,其值的大小与景观的破碎度也有很好的正相关性
斑块密度	$PD=\frac{NP}{A}$ 式中:NP——斑块数量;A——景观面积	用来描述单位景观面积上的异质性
最大斑块指数	$LPI=\frac{\max(a_{ij})}{A}\times 100$ 式中:a <sub>ij</sub> ——景观中最大斑块的面积;A——景观总面积	其值的大小决定着景观中的优势种、内部种的丰度等生态特征
分维数	$PAFRAC=2lgP/4lgA$ 式中:P——景观类型斑块的周长;A——景观类型斑块的面积	在一定程度上反映出人类活对景观格局的影响,分维数高,景观的几何形状复杂
结合度	$COHESION=(1-\frac{\sum_{j=1}^m P_{ij}}{\sum_{j=1}^m P_{ij}g\sqrt{a_{ij}}})(1-\frac{1}{\sqrt{A}})^{-1}g\times 100$ 式中:P <sub>ij</sub> ——景观类型 i 中斑块 j 的周长上的像元数;g——各类型斑块像元毗邻的数量;a <sub>ij</sub> ——景观类型 i 中斑块 j 的像元数;A——景观中像元的总数量	用来衡量相应景观类型自然连接性程度,其取值范围为 0~100
香农多样性指数	$SHDI=-\sum_{i=1}^m P_i \ln P_i$ 式中:P <sub>i</sub> ——景观类型 i 所占面积的比例;m——景观类型的数目	反映景观异质性,特别对景观中各斑块类型非均衡分布状况较为敏感
香农均匀度指数	$SHEI=-\sum_{i=1}^m [\frac{P_i(\ln P_i)}{\ln m}]$ 式中:P <sub>i</sub> ——景观类型 i 所占面积的比例;m——景观类型的数目	SHEI 趋近 1 时优势度低,说明景观中没有明显的优势类型且各斑块类型在景观中均匀分布
破碎度	$C=\frac{m}{A}$ 式中:m——景观类型的斑块数量;A——景观类型的面积	景观破碎度在一定程度上反映了人类对景观的干扰程度,与自然资源的保护密切相关
蔓延度	$CONTAG=[1+\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m [p_i(\frac{g_{iK}}{\sum_{K=1}^m g_{iK}})] \cdot [\ln p_i(\frac{g_{iK}}{\sum_{K=1}^m g_{iK}})]}{2\ln m}]\times 100$ 式中:p <sub>i</sub> ——各斑块类型所占景观面积;g <sub>iK</sub> ——各斑块类型之间相邻的格网单元数目;m——斑块类型总数	景观里不同斑块类型的团聚程度或延展趋势

表 2 1987—2007 年期间不同时期蒙阴县不同景观类型的变化

景观类型 及编号	1987 年		2007 年		1987—2007 年		
	面积/km <sup>2</sup>	百分比/%	面积/km <sup>2</sup>	百分比/%	变化面积/km <sup>2</sup>	年变化面积/km <sup>2</sup>	年变化/%
耕地 1	726.86	45.12	619.38	38.45	—107.49	—5.37	—0.74
林地 2	454.03	28.19	587.39	36.46	133.35	6.67	1.47
草地 3	291.88	18.12	248.23	15.41	—43.64	—2.18	—0.75
城镇村及工矿交通用地 4	48.62	3.02	73.11	4.54	24.49	1.22	2.52
水域及水利设施用地 5	61.52	3.82	70.61	4.38	9.09	0.45	0.74
未利用土地 6	27.93	1.73	12.12	0.75	—15.81	—0.79	—2.83
总计	1610.85	100.00	1610.85	100.00	0.00	0.00	0.00

### 3.2 景观格局动态分析

3.2.1 景观水平上格局动态分析 从对研究区总体景观格局来看(表 3),1987 年斑块总量为 792 块,2007 年为 3 318 块,斑块数量呈现显著增加。斑块密度 PD 大幅度增加,最大斑块面积百分比 LPI 明显减小,说明 1987—2007 年研究区景观破碎化程度逐渐加大。研究区破碎化程度的加大,表明在经济发展和城市化水平快速推进的背景下,人类干扰活动日益增多和深入,代表自然生态系统的土地覆被类型大幅度减少,景观的异质化程度呈上升趋势,从而使自然生态环境的净化和维系能力下降,适于生物生存的环境减少,直接影响到物种的繁殖、扩散、迁移和保护。研究区域 1987 年分维数为 1.289 3,2007 年为 1.473 8,增长了 0.184 5。分维数越大,表明斑块形状越复杂。研究时间段内,分维数变大,说明从总体而言,斑块形

状趋于复杂和不规则,这主要是由于景观要素类型受到人类活动的影响较大,耕地、林地、草地等景观类型,受到建设用地的侵入和分割,使景观的整体形状变得较为复杂。1987—2007 年蔓延度指数呈下降趋势,表明 1987 年以来,耕地由优势景观、连接性好的景观逐渐向连接性较差的人工景观格局演变,非农化和人工化情况严重,充分说明耕地景观类型的不完整性,呈现出区域占优势的耕地在空间上的距离加大,影响到耕地地块之间物质、能量和信息的流通不畅,进而影响到区域的整个生态系统。香农多样性指数和香农均匀度指数在研究时间段内分别增长了 0.011 5 和 0.006 4,说明区域景观类型的丰富程度和均匀程度在上升,优势景观在下降,破碎度增加,说明对区域生态起调节作用的主要景观类型对区域的生态调节作用减弱。

表 3 研究区域景观格局动态变化

年份	NP	PD	LPI	PAFRAC	CONTAG	SHDI	SHEI
1987	792	0.4917	9.8849	1.2893	57.4551	1.3262	0.7402
2007	3318	2.0598	4.6756	1.4738	51.8534	1.3377	0.7466

### 3.2.2 类型水平上格局动态分析

(1)景观分维数分析。分维数值界于 1~2 之间,趋于 1,斑块形状越有规律,表明受干扰的程度越大。由图 1 可以看出,城镇村及工矿交通用地、水域及水利设施用地的平均分维数较高,在 1.5 以上,表明这两类斑块形状较为复杂。其中,水域及水利设施用地的平均分维数最大(1.715 9),反映其形状最复杂、最不规则,表明它是受人类活动影响最小的地类。耕地、林地、草地平均分维数分别为 1.317 6,1.398 1,1.368 9,形状相对规则,表明受人类活动影响较大。分维数变化最大的景观类型是人为影响林地,从

1987 年的 1.271 9 增加到 2007 年的 1.524 3,由此可以看出人为影响林地斑块形状逐渐趋向复杂化,受人为活动的影响较多,存在一定的环境问题,景观类型不稳定,并且比较容易造成水土流失。耕地、草地的斑块分维数也有较大范围的变化,但是都没有人为影响林地变化的幅度大,表明耕地、草地的平均斑块形状也在逐渐发生变化。城镇村及工矿交通用地是人类活动的集中地,受人类活动干扰最强,其形状趋于规则的矩形,大致沿交通线两侧平行于交通线延伸,其平均分维数较大。

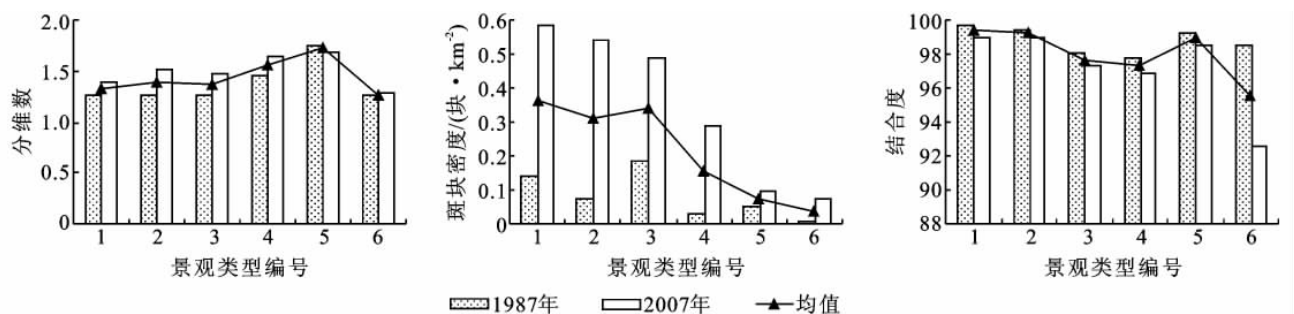


图 1 不同时期各景观要素类型格局指数动态

(2)景观破碎化指数分析。由图 1 可以看出,耕地、林地、草地的平均斑块密度较高,在 0.3 以上,表明这几类景观破碎化程度较大。研究时间段内,各景观类型斑块密度指数均呈上升趋势,研究区景观破碎化程度加剧,表明了总体景观组织活力较差,景观与生物多样性低,景观格局简单。1987 年耕地斑块总

量为 225 块,2007 年为 935 块,斑块数量呈现总体增加的趋势,耕地、草地斑块密度增加速度较快,最大斑块指数大幅度下降,表明耕地和草地在向建设用地转化过程中,原有斑块被分割,破碎度增大。林地斑块数量增加 745,斑块密度增大幅度最大,最大斑块指数显著下降,这主要是因为人类毁林开荒等活动的影

响,导致斑块破碎化程度加大。随着城市化和工业化的推进,城镇村及工矿交通用地的斑块密度呈上升趋势。水域、未利用土地占流域面积小,且研究时段内变化小,均为单一的斑块数目。所以水域、未利用土地斑块密度发生变化较小,破碎化程度变化也较小。

(3)景观结合度指数分析。从景观整体来看,斑块结合度指数均比较高,而且差异不是很大,斑块结合度指数以耕地、林地、草地较高,接近99%,说明它们的连通性较好,并且在景观中占有较大比重,类型间的物质和能量迁移比较通畅。但是居民点的斑块结合度相对较小,说明居民点由于人类活动的阻塞,使得斑块之间相对分散,连通性明显低于其它景观要素类型。在研究时间段内,各景观类型斑块结合度指数不断下降,说明景观斑块边缘复杂程度持续加大,斑块分布分散且各景观之间的相互变化更加频繁,影响到各类地块之间物质、能量和信息的流通不畅,进而影响到区域的整个生态系统。1987年、2007年蒙阴县未利用土地斑块平均结合度指数最小,说明该类型相对分散,空间连接性相对较小,且发生较大变化。在大型建成区特别是城镇斑块不断膨胀和交通道路扩展过程中,吸收和合并的斑块数量远远大于新增独立小斑块的数量,从而导致城镇、农村居民点及工矿建设用地斑块的破碎度下降,平均斑块面积大幅度增长。

## 4 结论

(1)在时间序列上,20 a间研究区景观结构发生了明显变化,林地、城镇村及工矿交通用地面积增加,耕地等其他用地面积减少;从变化数量看,最为显著的是林地的增加和草地、耕地的减少,从土地利用年变化率来看,未利用土地的年变化率最大,其次是城镇村及工矿交通用地。在空间序列上,各类土地利用变化在空间上呈现明显的区域分异。这种变化以林地、城镇村及工矿交通用地的大面积增加和耕地等其他用地面积的减少为特征,但各种地类之间有着复杂的相互转换关系。

(2)通过景观多样性指数、结合度指数等评价指标表明该区景观类型相对来说稳定,为该地区生物类型的稳定性创造了良好条件;景观的分维数在1.5左右,且呈上升趋势,表明斑块形状逐渐趋向复杂化,破碎化程度加剧。研究区耕地、林地和草地这几种主要的景观类型之间的破碎化程度增大,结合度降低,在区域景观要素中的优势不明显,对区域整个生态系统的调节作用较差,说明区域的生态环境在区域整体尺度上不利于生态系统效益的发挥,区域的生态系统脆弱性在加大,并且向恶性方向发展。

(3)从整体变化的趋势来看,研究区景观类型的变化趋势不利于区域的生态环境平衡。由于蒙阴县所在的区域本身就属于生态环境的脆弱地区,环境容量小,加上人为活动的加剧,研究区的生态环境尤其难以维持其稳定态。加大景观格局的动态监测可以进一步指导区域的土地利用规划,为其生态环境保护提供参考,同时也是城市可持续发展的重要技术支撑。在发展经济的同时,管理和决策部门应该引起高度重视并制定科学、合理的发展规划,注意保护生态环境,走人地和谐、可持续发展的道路。

### 参考文献:

- [1] 王继夏. 南水北调中线工程水源地板凳河流域景观格局特征变化研究[D]. 西安:陕西师范大学,2007.
- [2] 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.
- [3] 申怀飞. 基于3S的豫西黄河流域景观格局变化研究[D]. 河南开封:河南大学,2007.
- [4] 展鹏飞. 基于3S的伏牛山自然保护区景观格局变化研究[D]. 河南开封:河南大学,2007.
- [5] 赵东娟. 县域土地利用景观空间格局动态分析及生态分区优化调控研究[D]. 山东泰安:山东农业大学,2007.
- [6] 郭建国. 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.
- [7] 何原荣,周青山. 基于SPOT影像与Fragstats软件的区域景观指数提取与分析[J]. 海洋测绘,2008,28(1):86-97.
- [8] 肖鹏峰,刘顺喜,冯学智,等. 基于中分辨率遥感图像的土地利用与覆被分类系统构建[J]. 中国土地科学,2006,20(2):33-38.
- [9] 李伟,贾宝全,王成,等. 北京市景观格局动态变化[J]. 东北林业大学学报,2010,38(4):37-41.
- [10] 郑毅,任友理,魏翔. 剑川县土地利用现状多因子分析[J]. 中国西部科技,2010,9(2):6-7.
- [11] 郑建蕊,蒋卫国,周廷刚,等. 洞庭湖区湿地景观指数选取与格局分析[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(3):305-310.
- [12] 冯湘兰,李际平,陈端吕. 景观空间格局指数的相关性研究[J]. 中南林业调查规划,2010,29(2):52-55.
- [13] 张林艳,夏既胜,叶万辉. 景观格局分析指数选取刍论[J]. 云南地理环境研究,2008,20(5):38-43.
- [14] 高义,苏奋振,孙晓宇,等. 珠江口滨海湿地景观格局变化分析[J]. 热带地理,2010,30(3):215-220.
- [15] 吕亚军,鲁建伟. 基于Fragstats的徐州市景观格局变化分析[J]. 北京工业职业技术学院学报,2009,8(2):1-4.
- [16] 陈文波,肖笃宁,李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报,2002,13(1):121-125.