

# Analysis of Land Coverage and Landscape Pattern Change in Gaogesitai-Hanwula National Nature Reserve, Inner Mongolia

Libo Zhang<sup>1</sup>, Yongchao Jin<sup>2</sup>, Weiping Li<sup>1</sup>, Heng Bao<sup>1</sup>, Erhu Gao<sup>3</sup>, Minghai Zhang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Feline Research Center of Chinese State Forestry Administration, College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

<sup>2</sup>World Wildlife Fund for Nature, Changchun Jilin

<sup>3</sup>Academy of Forest Inventory and Planning, State Forestry Administration, Beijing  
Email: \*zhangminghai2004@126.com

Received: Jul. 15<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jul. 30<sup>th</sup>, 2017; published: Aug. 7<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Land coverage and landscape pattern changes are the important basis of the study in the change of ecological environment and wildlife habitat pattern. In our study, we got the three phases dataset of lands at TM at summer in July 1995, 2004 and 2014 in Gaogesitai-Hanwula national nature reserve, Inner Mongolia, and used techniques of remote sensing (RS), geographic information systems (GIS) and landscape pattern analysis method to systematically analyze the land coverage and landscape pattern change from 1995 to 2014, and quantitatively analyze land cover types change degrees, patch area index, patch shape index, edge density index and diversity index. Our results showed the grassland, woodland, brush and half shrubs were the main land coverage type. They occupied 80% - 90% of the total area. From 1995 to 2014, grassland decreased by 245.74 km<sup>2</sup>, forest land increased by 99.73 km<sup>2</sup> and brush and half shrubs decreased by 4.38 km<sup>2</sup>. From 1995 to 2014 by the landscape pattern, patch number, patch density and mean shape index showed great fluctuations (increased firstly and then decreased quickly); the degree of aggregation firstly decreased and then increased; Shannon's diversity indices gradually increased; and the largest patch index gradually decreased. It showed the landscape tended to be more abundant and complex from 1995 to 2004, and the degree of fragmentation was decreasing and tending to be stable. Our results also showed as the promotion of the level and the improvement of protection for the nature reserve, the environment of nature reserve was improved. However, it still faced the enormous challenge due to the land degradation.

## Keywords

Land Coverage, Landscape Pattern, Gaogesitai, Protection Management, Nature Reserve

---

\*通讯作者。

# 内蒙古高格斯台罕乌拉自然保护区土地覆盖与景观格局变化分析

张立博<sup>1</sup>, 靳勇超<sup>2</sup>, 李维平<sup>1</sup>, 包 衡<sup>1</sup>, 郜二虎<sup>3</sup>, 张明海<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>东北林业大学野生动物资源学院, 国家林业局猫科动物研究中心, 黑龙江 哈尔滨

<sup>2</sup>世界自然基金会, 吉林 长春

<sup>3</sup>国家林业局调查规划设计院, 北京

Email: zhangminghai2004@126.com

收稿日期: 2017年7月15日; 录用日期: 2017年7月30日; 发布日期: 2017年8月7日

## 摘 要

土地覆盖变化和景观格局变化是研究生态环境变化及野生动物生境格局变化的重要基础。本研究基于内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区1995、2004和2014年7月份3期landsat TM系列数据, 运用RS、GIS技术及景观生态学的方法, 系统分析了该区1995~2014年土地覆盖与景观格局变化, 定量分析了土地覆盖类型变化度、斑块面积指数、斑块形状指数、边缘密度指数以及多样性指数等指标。研究结果表明: 土地覆盖类型主要为草地、林地和灌丛半灌丛, 约占保护区总面积的80%~90%; 其中1995~2014年草地面积减少245.74 km<sup>2</sup>, 林地增加99.73 km<sup>2</sup>, 灌丛半灌木从减少4.38 km<sup>2</sup>; 从景观格局来看, 1995~2014年间, 斑块数量、斑块密度、平均形状指数均有较大波动, 均为先增加后减少; 而聚集度先变小后又增大; Shannon's多样性指数逐渐递增, 最大斑块指数逐渐减小。说明1995~2004年, 景观趋于丰富和复杂化, 2004年以后, 破碎化程度减小并趋于稳定。该研究结果表明随保护区级别晋升, 管护力度加大, 保护区环境得到改善, 但仍然面临土地退化的严重挑战。

## 关键词

土地覆盖, 景观格局, 高格斯台, 保护管理, 自然保护区

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

随着全球人口、资源与环境问题的日益突出, 土地覆盖与景观格局变化研究已经成为国际上全球变化研究的前沿与热点[1] [2] [3]。20世纪90年代以来, 土地覆盖与景观格局变化研究进入了空前繁荣阶段, 同时也为区域自然生态环境变化的研究带来了机遇。因此, 研究土地覆盖和景观格局变化对区域生物多样性保护具有重要意义[4] [5] [6]。目前, 自然保护区的建立, 成为了保护生物多样性和濒危物种的最有效手段之一。通过研究自然保护区土地覆盖和景观格局变化为提高保护区管护效果和加强生态环境保护等提供科学依据。

内蒙古高格斯台罕乌拉自然保护区地处大兴安岭南麓, 位于内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗北部, 保护

区对保护我国重要的生物资源基因库,同时对阻挡蒙古高原风沙向南侵袭具有重要的生态屏障作用。保护区主要保护对象的典型性、稀有性、濒危性和代表性较强,在保护生物多样性资源、维持生态系统良性循环等方面具有重要作用。目前对内蒙古高格斯台罕乌拉自然保护区的研究涉及到野生观花资源[7]、药用植物资源[8]、食用植物资源[9]和野菜资源[10]的调查评价,鸟类群落多样性和保护管理研究[11],珍稀濒危鸟类分布特征研究[12],野生动物多样性及保护[13],森林植被现状和分类[14]等方面,对其土地覆盖和景观格局变化的研究则几乎没有。本研究以高格斯台罕乌拉自然保护区 1995、2004、2014 年 Landsat 系列数据为基础,利用 ENVI 软件遥感解译技术、GIS 分析技术和景观格局分析技术对保护区土地覆盖和景观格局特征近 20 年的变化进行了探讨研究,以期为保护区的保护和管理尤其是重要保护物种的栖息地变化研究提供科学依据。

## 2. 研究区域概况

研究地点为内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区(见图 1)。高格斯台罕乌拉自然保护区成立于 1997 年,成立时为旗(县)级自然保护区,1999 年晋升为市级保护区,2001 年晋升为自治区级自然保护区,2011 年晋升为国家级自然保护区。该保护区地处大兴安岭南麓,位于内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗北部,以罕山林场为主体,地跨该旗罕苏木苏木部分地域。北与该旗的巴彦包勒格苏木、巴彦温都尔苏木毗邻;南与赤峰市的巴林左旗和该旗的巴彦温都尔苏木接壤,东与通辽市扎鲁特旗相连,西接锡林郭勒盟的西乌珠穆沁旗。地理坐标为 119°03'30"~119°39'08"E, 44°41'03"~45°08'44"N。保护区总面积 106,284 公顷。属于中纬度温带半干旱大陆性季风气候区。保护区平均温度为 3.8℃,年日照时数平均为 3119 h,年降水量为 437.3 mm。

## 3. 研究方法

### 3.1. 数据来源与处理

本研究选择了 1995 年 7 月份、2004 年 7 月份、2014 年 7 月份 landsat TM 系列数据(数据来源于中国科学院计算机网络信息中心国际科学数据镜像网站(<http://www.gscloud.cn>)三期影像(卫星轨道条带

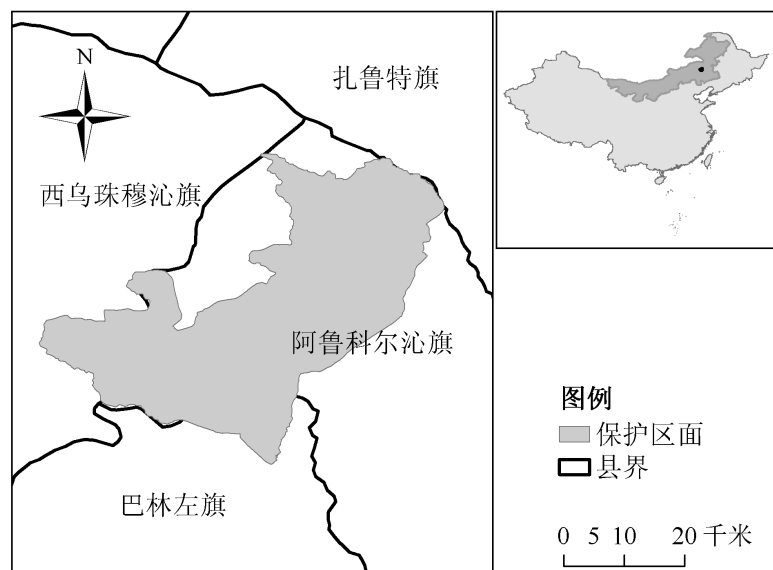


Figure 1. Location of Gaogesitai Hanwula national nature reserve

图 1. 高格斯台罕乌拉国家级自然保护区位置图

号 122 行编号为 29, 云量小于 0.1%)。利用 ENVI 5.1 软件对 3 期遥感影像数据进行了基本的数据处理, 包括研究区域的图像裁剪、辐射定标、大气校正及图像融合等操作。参照全国土地利用类型分类系统和保护区的地形图, 通过实地调查获取土地覆盖数据, 利用 ENVI 5.1 监督分类工具和人工目视解译纠正, 结合保护区特有的景观类型, 将保护区的土地覆盖类型划分为林地、灌丛和半灌木丛、草地、裸地、水体、建筑用地共 6 大类。

### 3.2. 土地覆盖变化分析方法

区域土地覆盖类型面积变化反映了不同土地覆盖类型在总量上的变化。通过分析土地覆盖类型的总量变化, 可以了解其变化总的态势和结构的变化以及该时段内人类对土地资源利用变化的强弱程度。土地覆盖类型动态度[4]指研究区一定时间范围内某种土地覆盖类型的数量变化情况, 其表达式如下:

$$K = \frac{Ua - Ub}{Ub} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中,  $K$  为研究时段内某土地覆盖类型的动态度;  $Ua$  和  $Ub$  分别为研究期前和后某种土地覆盖类型的面积;  $T$  为研究时段的间隔年数。

### 3.3. 景观格局变化分析

本研究选取平均斑块面积、最大斑块指数、斑块数量、平均形状指数、聚集度指数和 Shannon's 多样性指数, 并利用 Fragstats 4.2 软件计算保护区整体景观水平(1995~2014 年)变化。各景观指标计算公式见表 1。

## 4. 结果与分析

### 4.1. 保护区土地覆盖变化分析

土地覆盖变化分析, 表明高格斯台罕乌拉自然保护区的土地覆盖类型主要为草地、林地和灌丛半灌木丛, 约占保护区总面积的 80%~90%。结果显示 1995~2014 年间, 动态度最大的为裸地, 且仅裸地与林地面积有所增加, 其中裸地面积增加了 159 km<sup>2</sup>, 林地面积增加了 99.73 km<sup>2</sup>。相对来说, 草地、灌丛半灌木丛、水体和建筑用地面积均有所减少, 水体动态度最大, 减少了 8.07 km<sup>2</sup>, 见图 2 及表 2。

从土地覆盖变化矩阵转移分析的结果来看, 1995~2014 年间高格斯台罕乌拉自然保护区内草地发生转换的面积最多, 为 364.33 km<sup>2</sup>, 主要转变为林地 129.27 km<sup>2</sup>, 其次是向裸地转化了 119.84 km<sup>2</sup>, 向灌丛半灌木丛转化了 112.57 km<sup>2</sup>。林地主要转变为灌丛半灌木丛和草地, 面积分别为 70.14 km<sup>2</sup> 和 44.54 km<sup>2</sup>。灌丛和半灌木丛主要转变为林地、草地和裸地, 面积分别为 100.02 km<sup>2</sup>、60.65 km<sup>2</sup> 和 26.94 km<sup>2</sup>。此外, 裸地主要由草地和灌丛半灌木丛转变而来, 面积分别为 119.85 km<sup>2</sup> 和 26.95 km<sup>2</sup>, 见表 3。

### 4.2. 景观格局变化分析

通过对高格斯台罕乌拉自然保护区景观指数的分析结果表明, 1995~2014 年间, 斑块数量、斑块密度、平均形状指数均有较大波动, 均为先增加后减少; 而聚集度先变小后又增大; Shannon's 多样性指数逐渐递增, 最大斑块指数逐渐减小, 见表 4。

从景观类型来看, 1995~2014 年草地和裸地各项景观指数均有较大幅度降低, 其中草地和裸地平均斑块面积分别减少了 77.79% 和 66.49%; 林地和建筑用地的景观指数均表现为增加, 其中平均斑块面积分别增加了 212% 和 261%; 水体的平均斑块面积增加了 336%, 变化最大, 见表 5。

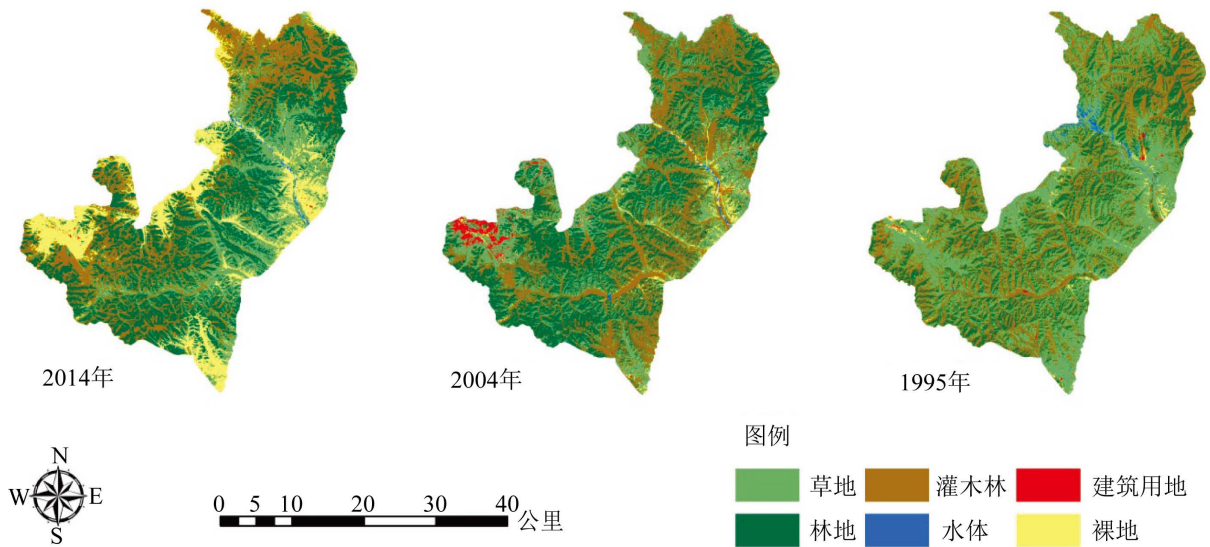


Figure 2. The land-cover maps of Gaogesitai Hanwula nature reserve from 1995-2014

图 2. 高格斯台罕乌拉自然保护区 1995~2014 年土地覆盖图

Table 1. The index of landscape pattern (according to McGarigal and Marks [15])

表 1. 景观格局相关指标(根据 McGarigal 和 Marks [15])

景观指数	计算公式	描述
斑块数量 NP	$NP = N$	NP 越大, 景观的异质性越大, 一定程度景观的破碎度也越大。N 为斑块数量(个)
斑块密度 PD	$PD = N/A$	每平方千米的斑块数 $PD > 0$ , 无上限。N 为斑块数量(个), A 为景观面积( $km^2$ )。
平均斑块面积 MPS	$MPS = \frac{A}{N} \times 10^6$	MPS 是反映景观异质性的关键指标, 其值的大小在一定程度上与景观破碎度呈反向关系。N 为斑块数量(个), A 为景观面积( $km^2$ )。
最大斑块指数 LPI	$LPI = \frac{\max(a_1, a_2, \dots, a_n)}{A} \times 100$	LPI 值的大小可决定该景观的优势度和内部丰度等生态特征, 且一定程度上反映人类活动的程度。 $a_1 \dots a_n$ 为每个斑块的面积, A 为景观面积( $km^2$ )。
平均形状指数 MSI	$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( \frac{0.25 P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right)}{N}$	MSI 值越大, 斑块的形状越复杂或越扁长, 即斑块的不规则性越大。m 为景观类型个数(个); n 为景观斑块个数(个), $P_{ij}$ 为斑块的周长(km), $a_{ij}$ 为斑块的面积( $km^2$ ), 0.25 为正方形校正系数。
聚集度 CONT	$CONT = \left( 1 - \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}}{\sum_{j=1}^n P_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right) \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right) \times 100$	CONT 值越大, 说明斑块间的连通性越高, 趋于景观破碎化的趋势就越低。m 为景观类型个数(个); n 为景观斑块个数(个), $P_{ij}$ 是随机选择两个相邻栅格属于类型 i 与 j 的概率, $a_{ij}$ 为斑块的面积( $km^2$ )。
Shannon's 多样性指数 SHDI	$SHDI = -\sum_{i=1}^n [P_i \ln(P_i)]$	SHDI 越大, 表明各斑块类型分布的均衡化趋势越大, $P_i$ 为各景观类型在总景观中所占的比例(%)。

**Table 2.** The change of land-cover in Gaogesitai Hanwula nature reserve from 1995 to 2014  
**表 2.** 高格斯台罕乌拉自然保护区 1995~2014 年土地覆盖动态变化

土地覆盖类型	面积 Area/km <sup>2</sup>			动态度 Chang rate/%		
	1995 年	2004 年	2014 年	1995~2004	2004~2014	1995~2014
草地	502.04	300.55	256.30	-4.46	-1.47	-2.58
林地	242.73	343.76	342.46	4.63	-0.04	2.16
灌丛半灌木丛	264.28	339.61	259.90	3.17	-2.35	-0.09
水体	10.82	3.21	2.75	-7.82	-1.41	-3.92
建筑用地	2.30	17.80	1.17	74.80	-9.34	-2.59
裸地	11.16	28.39	170.76	17.17	50.14	75.29

**Table 3.** The change of land-cover in Gaogesitai Hanwula nature reserve from 1995 to 2014  
**表 3.** 高格斯台罕乌拉自然保护区 1995~2014 年间土地覆盖转移特征

转出类型	转入类型					
	草地	林地	灌丛半灌木丛	水体	建筑用地	裸地
草地	142.07	44.54	60.65	4.20	0.94	3.32
林地	129.27	110.41	100.02	2.35	0.09	0.73
灌丛半灌木丛	112.57	70.14	75.29	1.28	0.13	0.42
水体	1.94	0.27	0.25	0.12	0.01	0.15
建筑用地	0.71	0.06	0.14	0.01	0.06	0.13
裸地	119.84	14.53	26.94	2.22	1.00	5.84

**Table 4.** The change of landscape indices in Gaogesitai Hanwula nature reserve from 1995-2014  
**表 4.** 高格斯台罕乌拉自然保护区 1995~2014 年景观指数变化

年份	斑块数量 NP (个)	斑块密度 PD (个/km <sup>2</sup> )	平均斑块面积 MPS (公顷)	最大斑块指数 LPI (%)	平均形状指数 MSI (%)	聚集度 COHESION (%)	Shannon's 多样性指数 SHDI (%)
1995	37850	36.63	2.73	21.36	126.73	99.13	1.15
2004	59350	57.44	1.74	8.71	160.21	98.66	1.28
2014	41595	40.25	2.48	7.64	114.5	99.38	1.38

**Table 5.** The change of the landscape indices of land-cover styles in Gaogesitai Hanwula nature reserve from 1995-2014  
**表 5.** 高格斯台罕乌拉自然保护区 1995~2014 年各土地覆盖类型景观指数变化

土地覆盖类型	年份	平均斑块面积 MPS (公顷)	最大斑块指数 LPI (%)	平均形状指数 MSI (%)	聚集度 COHESION (%)
草地	1995	6.40	21.36	1.31	99.64
	2014	1.42	5.01	1.30	99.44
灌丛半灌木丛	1995	2.57	3.58	1.31	98.37
	2014	2.92	7.64	1.27	99.54
林地	1995	1.59	0.65	1.26	94.05
	2014	4.96	2.96	1.34	98.98
水体	1995	0.43	0.09	1.14	76.74
	2014	1.86	0.06	1.41	96.68
建筑用地	1995	0.68	0.12	1.17	85.65
	2014	2.38	3.54	1.25	99.36
裸地	1995	0.80	0.03	1.17	83.59
	2014	0.27	0.01	1.13	84.62



## 5. 结语

对内蒙古高格斯台罕乌拉自然保护区 1995~2014 年近 20 年景观格局变化分析比较表明: 1995~2004 年保护区主要土地覆盖类型和景观指数减少的主要时段, 变化较大, 而 2004~2014 年相对稳定。保护区地处大兴安岭南麓, 无原生针叶林, 通过保护区人工林(兴安落叶松)的种植, 在草地大面积退化的情况下, 林地面积基本维持在 1995 年的水平。这说明随着保护区级别的晋升以及保护管理工作的加强, 有效减缓了占保护区主体的林地、灌丛半灌木丛的退化。

## 参考文献 (References)

- [1] 何英彬, 姚艳敏, 唐华俊, 等. 土地利用/覆盖变化驱动力机制研究新进展[J]. 中国农学通报, 2013(2): 190-195.
- [2] 李月臣. 土地利用/覆盖变化驱动力研究[J]. 水土保持研究, 2008(3): 116-120.
- [3] 塔西甫拉提·特依拜, 丁建丽. 土地利用/土地覆盖变化研究进展综述[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2006(1): 5-15.
- [4] 靳勇超, 王伟, 辛利娟, 等. 辉河国家级自然保护区土地覆盖与景观格局变化分析[J]. 草业科学, 2014(10): 1859-1866.
- [5] 刘铁冬. 四川省杂谷脑河流域景观格局与生态脆弱性评价研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.
- [6] 王建英. 基于生物多样性保护的土地利用结构优化[D]: [博士学位论文]. 武汉: 中国地质大学, 2013.
- [7] 蔚林格格. 内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区野生观花植物资源的调查评价[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2014.
- [8] 刘蕊. 内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区野生药用植物资源的调查与评价[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2013.
- [9] 苏雅拉. 内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区野生食用植物资源的调查与评价[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2013.
- [10] 唐立红, 张书理, 其其格, 张帆. 高格斯台罕乌拉自然保护区野菜资源调查[J]. 北方园艺, 2013(6): 29-30.
- [11] 苏日娜. 内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区鸟类群落多样性及保护管理研究[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2015.
- [12] 赵格日乐图, 苏日娜, 崔国发. 内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区珍稀濒危鸟类分布特征[J]. 林业资源管理, 2015(6): 98-103.
- [13] 赵格日乐图, 苏日娜, 萨仁朝格图, 钱宏远, 王志伟, 斯琴毕力格. 内蒙古高格斯台罕乌拉国家级自然保护区野生动物多样性及保护[J]. 内蒙古林业调查设计, 2015(3): 78-80.
- [14] 邓芳. 内蒙古高格斯台罕乌拉自然保护区森林植被现状及分类[J]. 内蒙古林业调查设计, 2005(4): 30-36.
- [15] Mcgarigal, K. and Marks, B.J. (1995) Fragstats: Spatial Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. USDA Forest Service-General Technical Report PNW, 351. <https://doi.org/10.2737/pnw-gtr-351>

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ije@hanspub.org](mailto:ije@hanspub.org)