

# Evaluation of Landscape Pattern and Ecological Environment Effect of Ecological Land in Mianyang City

Xuema Zhang, Tingxu Dong\*, Shuang Yan, Hao Qiu

School of Resource and Environmental Engineering, Mianyang Teachers' College, Mianyang Sichuan  
Email: \*1505006095@qq.com

Received: Apr. 30<sup>th</sup>, 2019; accepted: May 16<sup>th</sup>, 2019; published: May 23<sup>rd</sup>, 2019

---

## Abstract

Based on the survey results of Mianyang geographical situation, this paper identifies the landscape types of regional ecological land according to the idea of "production-ecology-life", which uses the spatial analysis method of GIS, and adopts the diversity, centralization, location entropy, crushing degree and landscape indices such as dominance and uniformity to analyze the landscape structure and pattern characteristics of their ecological land, and uses the Land Use ecological quality index method to measure its ecological environment effect. The results show that: 1) The landscape structure of ecological land presents the simple and complex urban-rural difference between "town-suburb-countryside". 2) The landscape pattern of ecological land presents "Pingba-hilly-mountain" terrain gradient differentiation. 3) The level of ecological environment effect is not high (0.5785); the difference between counties and regions is obvious; and the quality of ecological environment is gradually enhanced from hilly area to mountainous area.

## Keywords

Ecological Land, Landscape Structure Index, Landscape Pattern Index, Ecological Environment Effect, GIS, Mianyang City

---

# 绵阳市生态用地景观格局及生态环境效应评价

张雪茂, 董廷旭\*, 严霜, 邱豪

绵阳师范学院, 资源环境工程学院, 四川 绵阳  
Email: \*1505006095@qq.com

收稿日期: 2019年4月30日; 录用日期: 2019年5月16日; 发布日期: 2019年5月23日

\*通讯作者。

## 摘要

以绵阳市地理国情调查成果为基础,按照“生产-生态-生活”土地利用主导功能分类思想识别区域生态用地景观类型,利用GIS空间分析方法,采用多样化、集中性、区位熵、破碎度、优势度和均匀度等景观指数对其生态用地景观结构与格局特征进行分析,并运用土地利用生态质量指数法对其生态环境效应测算。结果表明:1)生态用地景观结构呈现“城镇-郊区-乡村”简单与复杂的城乡差异;2)生态用地景观格局呈现“平坝-丘陵-山地”地形梯度分异;3)生态环境效应水平不高(0.5785),县区差异明显,呈现从丘区到山区生态环境质量逐渐增强的趋势。

## 关键词

生态用地,景观结构指数,景观格局指数,生态环境效应, GIS, 绵阳市

Copyright © 2019 by author(s) 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. 引言

随着区域发展战略、城乡、产业以及生态建设的转型,其对区域土地利用产生了巨大的影响,土地利用动态变化越来越激烈,因此,土地利用/覆被变化(LUCC)是当今地理学、生态学、资源科学领域的主要问题,其中生态用地更是成为当前生态文明建设关注的热词之一。国内外 LUCC 研究者们试图通过对生态用地“类型识别-空间格局-时空变化-环境效应”及其相互作用机制的认识,深入理解地表过程与人为干扰活动对生态用地的影响,从而更多地从自然-人文维度预测生态用地景观演变,进而评估土地生态环境变化并寻求积极的人为干预[1] [2] [3] [4] [5]。生态用地作为地球的“肾”和“肺”,具有多种生态功能,具有重要的生态系统服务功能(供给服务、调节服务、支持服务和文化服务),是衡量一个地区国土生态环境质量好坏的“晴雨表” [6],其概念内涵在区域尺度上主要形成3种观点:生态要素决定论[7]、生态功能决定论[8]和主体功能决定论[9]。

本文结合地理国情普查技术规范,采纳“凡是具有生态服务功能(提供生态产品、环境调节)、对生态系统和生物生境保护保育具有重要作用的土地单元视为生态用地,包括种植用地(耕地、园地)、林草覆盖地(林地、草地)、水域(河渠、库塘)、荒漠与裸地(沙地、泥质裸地、石质裸地)”的涵义。选取川西北丘陵山地区——绵阳市作为研究对象,以全国地理国情调查成果为基础,基于景观生态学原理和 GIS 的空间分析方法,从“平坝-丘陵-山地”、“城市-郊区-乡村”地理纬向和经向等多个角度综合研究生态用地的空间梯度差异及其生态环境效应,以剖析其空间格局的差异性,对绵阳市生态文明及大熊猫国家公园建设具有重要的实践意义,并为新一轮的区域国土空间总体规划的编制提供依据。

## 2. 研究区概况与数据源

### 2.1. 研究区概况

绵阳市位于四川省东北部,介于东经 103°45'~105°43',北纬 30°42'~33°03'之间。东邻广元市的青川县、剑阁县和南充市的南部县、西充县;南接遂宁市的射洪县、大英县;西邻绵阳市的罗江县、中江县、绵

竹县；西北与阿坝藏族羌族自治州九寨沟县、松潘县、茂县和甘肃省文县接壤。该市位于四川盆地西北部，涪江中上游地带，地势北高南低，山地区占 68.15%，丘陵区占 22.71%，平原区占 9.14%。气候属中亚热带湿润季风气候，四季分明，终年湿润，南北差异明显。绵阳区位优势明显，交通枢纽地位突出，属长江上游生态屏障与大熊猫国家公园重点建设区域之一。

## 2.2. 数据源及预处理

本文使用主要数据源为四川省第一次全国地理国情普查成果数据库和地图集，基础底图来源于天地图·四川省基础地理信息共享平台(<http://www.scgis.net/index.aspx>)，社会经济数据来源于绵阳市 2016 年统计年检。

利用 MAPGIS 平台，以地理国情普查成果数据集为基础，按种植土地、林草覆盖、房屋建筑区、道路、构筑物、人工堆掘地、荒漠与裸地和水域 8 个一级地表覆盖景观图层，提取生态用地一级分类面积及结构数据(表 1)，并缩编 1/30 万地理国情 - 地表覆盖现状图，生态用地包括种植用地、林草覆盖、水域、荒漠与裸地 4 个一级生态用地景观。

**Table 1.** The surface cover type structure of Mianyang city in 2015

**表 1.** 绵阳市 2015 年各县区地表覆盖类型结构情况(单位: %)

行政区域	种植土地	林草覆盖	房屋建筑	道路	建筑物	人工堆掘地	荒漠与裸地	水域
全市	25.68	66.38	2.55	0.93	0.50	0.25	1.77	1.93
涪城	42.64	29.68	10.58	4.67	4.01	2.30	0.14	5.99
游仙	49.12	36.31	5.56	2.05	1.03	0.63	0.02	5.27
三台	51.96	38.50	4.55	1.21	0.56	0.13	0.12	2.97
盐亭	42.67	50.68	2.91	1.08	0.34	0.25	0.15	1.91
安州	35.35	53.38	4.64	1.26	0.91	0.36	1.71	2.39
梓潼	40.15	50.59	3.13	1.30	0.69	0.29	0.34	3.51
北川	7.33	89.96	0.70	0.48	0.15	0.13	0.90	0.37
平武	5.81	88.38	0.31	0.20	0.08	0.01	4.86	0.34
江油	29.79	61.10	3.42	1.13	0.66	0.42	0.39	3.08

利用 MAPGIS 平台，以“国情普查”行政区划图为地理基础，对 1:30 万地貌类型图和地势图进行几何校正，通过图层叠加分析，形成绵阳市地貌类型与地形因子图。

## 3. 研究方法

### 3.1. 生态用地景观结构指数

生态用地景观结构指数分析是对研究区域内各种生态用地景观的数量组合关系的分析。其景观生态学量化指标有多样化指数、集中性指数和区位熵[10]，其指标含义与表达式详见表 2 指标 1~3。计算方法通常是通过 GIS 软件将区域生态用地景观图图形图转为 Grid 栅格数据，运用 Fragstats3.3 景观指数分析软件完成。

### 3.2. 生态用地景观格局指数

生态用地景观格局指数的景观生态学量化指标有破碎度指数、优势度指数和均匀度指数等[11] [12]，

其指标含义与表达式详见表 2 指标 4~7。计算方法同样采用 Fragstats3.3 景观指数分析软件实现。

**Table 2.** Evaluation index of land use landscape structure and pattern

**表 2.** 土地利用景观结构与格局评价指标

序号	指标名称	表达式	参数含义	指标说明
1	多样化指数 GM	$GM = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^m f_i\right)^2}$	$f_i$ 为第 $i$ 种景观类型的面积。	用此模型衡量景观类型的齐全程度或多样化状况。
2	集中性指数	$I_i = (A_i - R)/(M - R)$	$A_i$ 第 $i$ 单元各种土地景观类型累计百分比之和; $M$ 土地景观类型完全集中为一种类型时累计百分比之和。	揭示研究区各类土地利用所处的区位优势状况
3	区位熵	$Q_{ij} = (f_{ij}/F_j) \times \left( \frac{\sum_{j=1}^m F_j}{\sum_{j=1}^m f_{ij}} \right)$	$f_{ij}$ 为第 $i$ 个单元第 $j$ 项土地景观类型的面积; $F_j$ 为研究区第 $j$ 项土地景观类型的面积	反映某一区域土地景观类型相对于高层次区域空间的集聚程度的测度指标
4	破碎度指数	$C_i = N_i/A_i$	$N_i$ 为 $i$ 乡镇斑块数, $A_i$ 为 $i$ 乡镇总面积	反映景观空间格局的复杂程度
5	优势度指数	$D_i = H_{\max} + \sum_{j=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}$ $H_{\max} = \ln(m)$	$P_{ij}$ 为第 $i$ 个单元第 $j$ 项土地景观类型面积占全部 $m$ 项土地景观类型面积之和的比例; $m$ 为给定区域的最大土地景观类型数	测度土地利用结构中一种或几种类型支配全部土地利用的程度
6	均匀度指数	$E_i = H_i/H_{\max}$ $H_i = -\ln\left(\sum_{j=1}^m (P_{ij})^2\right)$	$P_{ij}$ 为第 $i$ 个单元第 $j$ 项土地景观类型面积占全部 $m$ 项土地景观类型面积之和的比例; $m$ 为给定区域的最大土地景观类型数	表征土地景观类型的分配均匀程度

### 3.3. GIS 空间叠加分析法

生态用地景观空间分异特征是生态用地景观数量结构及空间格局在土地利用的自然环境与人类活动共同作用下的时空异质性,一般采用地理信息系统空间数据叠加分析的方法,得出其异质性程度[13]。本文及县级行政单位为基本研究单元,用西安坐标系和 1:30 万比例尺图幅为研究的空間基础,在 MAPGIS 平台的支持下实现土地利用结构空间格局异质性综合指数的叠加分析,其  $f$  函数为:

$$f = 100 * \sum A_j * C_i \quad [13] \quad (1)$$

式中  $A_j$  为土地景观结构与格局指数,  $C_i$  为评价单元面积百分比。

### 3.4. 景观格局梯度变化模型

景观格局梯度变化模型法可以理解为以生态用地景观为研究对象,对某一梯度方向(高程梯度、地貌类型梯度、坡度分级梯度、经纬度梯度等)上景观格局指数空间变化特征的模型化表达。本文采用半方差函数分析与克里金空间插值相结合的方法,从高程梯度、地貌类型梯度和经纬度梯度方向,以准确地将土地利用的空间相关性和异质性在二维平面上直观地表现出来[14]。涉及的数学模型表达式如下:

$$P = (S_i e / S_i) \times (S / S_i) \quad (2)$$

式中  $P$  代表分布指数,  $e$  代表地形因子,  $S_i e$  代表  $e$  地形因子特定等级下的  $i$  地类的面积。  $S_i$  是  $i$  地类的面积,  $S_e$  是整个区域地形因子特定等级下的总面积,  $S$  是整个区域面积。

### 3.5. 景观生态环境效应模型

针对区域生态环境指数(EV),借鉴戈嘉璐与谢清雅[15][16][17][18]等研究成果制定的不同二级地类的生态环境质量值,利用面积加权法对“三生”用地分类的生态环境质量进行赋值(表 3),基于研究区土

地覆被现状二级分类系统中各类景观面积的大小,以  $EV$  定量表征某一区域内生态环境质量的总体状况,  $EV$  值越大,表示生态环境质量越高。其计算公式为:

$$EV_t = \sum_{i=1}^n \left( \frac{LU_i C_i}{A} \right) \quad (3)$$

式中  $LU_i$  为区域内  $t$  时期第  $i$  种景观类型的面积,  $C_i$  为生态环境指数赋值,  $A$  为区域总景观面积。

**Table 3.** Landscape classification of eco-land and evaluation of eco-environmental quality  
**表 3.** 生态用地景观分类及其生态环境质量赋值

一级分类	二级分类	生态环境质量赋值
种植用地	水田	0.30
	旱地	0.25
	果园	0.40
	茶园	0.45
	其他园地	0.35
林草覆盖用地	乔木林	0.95
	灌木林	0.65
	天然草地	0.75
	人工草地	0.55
水域	河流与沟渠	0.61
	湖泊	0.75
	水库与坑塘	0.65
荒漠与裸地	沙质裸地	0.10
	泥质裸地	0.05
	石质裸地	0.01

## 4. 生态用地景观结构与格局特征分析

### 4.1. 生态用地景观结构特征

运用景观结构指数模型对研究区生态用地景观数量结构的多样化指数、集中化指数、组合类型和区位熵进行测算,其测算结果表明:绵阳市所辖的9个县(市、区)的生态用地在景观数量结构方面存在着较为明显的空间分异特征。具体表现如下:

1) 多样化特征明显。全市多样化指数平均值为 0.4909, 偏离理论最大值 0.875, 这说明全市生态用地类型多样化程度总体较高, 而各县区的多样化指数介于 0.200~0.700 之间, 涪城区最大, 为 0.6801, 游仙次之, 为 0.6155; 北川最小, 为 0.1851, 相差三倍, 其中, 江油多样化指数为 0.5338, 接近全市平均水平。因此, 绵阳市生态用地景观类型数量结构多样化特征明显, 西北山地地区指数低、中部丘陵山地地区指数中等高、东南丘陵地区指数中等(图 1(a))。

2) 集中化程度总体不高, 但空间差异明显。在生态用地数量结构集中化指数方面, 各个区域的生态用地集中化指数都较低且相差不大, 值介于 -0.40~0.25 之间(图 1(b))。

通过洛伦兹曲线分析(图 2)进一步明确, 北川、平武前 1 个地类后明显地发生转折, 因为林草覆盖地

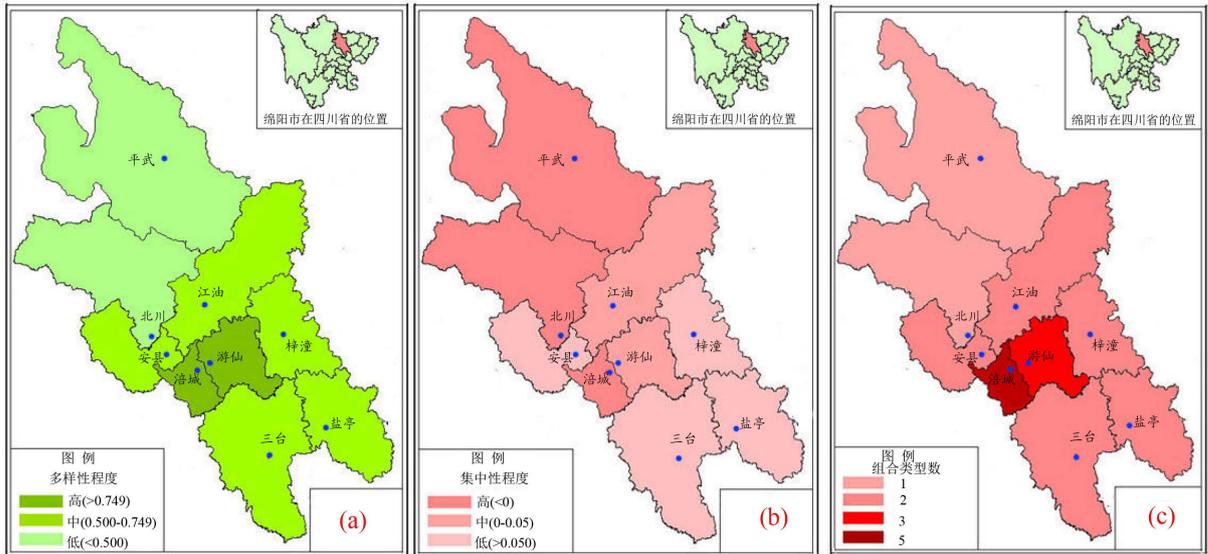


Figure 1. Diversification, centralization and combination type distribution map

图 1. 多样化、集中化及组合类型分布图

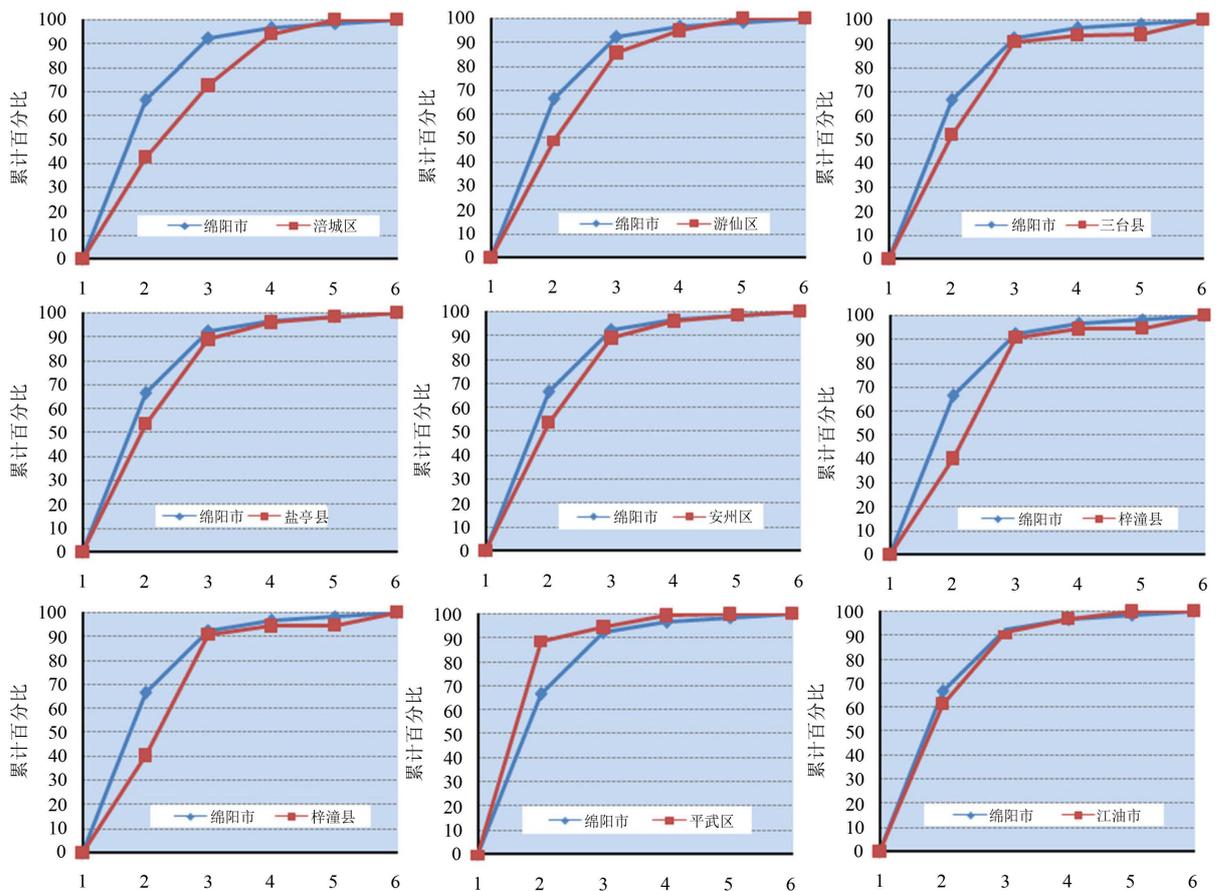


Figure 2. The Lorenz curve of ecological land in each county area in Mianyang

图 2. 绵阳市各县区生态用地洛伦兹曲线

景观面积百分比接近 90%；涪城区、游仙区前 3 个地类后才发生明显转折，因为种植用地、林草用地、

水域 3 地类累计面积百分比达 90%；而安州、江油、三台、梓潼、盐亭洛伦兹曲线增长速率几乎相同，在前 2 个地类后明显发生了转折，且与全市趋势一致，因为种植用地、林草覆盖地 2 个地类累计面积百分比达到 90%，这充分体现出地处川西北山地和丘陵区生态用地特点，山地区林地比例最高，集中化程度较高，丘陵区种植用地、城和林草地覆盖面积比例较大，集中化程度较低，土地利用类型受地形和城市化水平制约明显。

对多样化指数与集中化指数进一步相关分析表明，两者呈高度负相关，相关系数为 $-0.8769$ ，表明土地利用多样化程度高的县区，集中化程度较低。反之，亦然。

3) 丘陵区到山地区生态用地组合类型简单各异。研究区区域生态用地组合类型为 2 种，北川、平武 2 个县为林草覆盖组合类型；安州、江油、梓潼、盐亭、三台 4 县区组合类型构成中以林草覆盖地、种植用地为主体；涪城区和游仙区组合类型为种植用地 - 林草覆盖组合类型。因此，组合类型数进一步表明，丘陵区到山地区生态用地一级分类构成呈现由复杂变简单的分异规律，且绵阳市辖区最复杂(图 1(c))。

4) 区位熵空间分异较为显著。从图 3 可知，研究区域生态用地的区位熵空间分异有明显的不同，其中种植用地的区位熵大于 1 的县(市、区)是三台、游仙、盐亭、梓潼、涪城、安州、江油，与全区的平均水平相比较而言较高，种植用地聚集度较高，属农田生态系统布局主要的区域。而林草用地区位熵大于 1 的有平武、北川 2 个县，对规划林业发展用地具有实际的指导作用。水域用地区位熵除平武、北川、盐亭 3 县小于 1 外，其余 6 个县(市、区)均大于 1，农业水利条件较好。而裸地区位熵就只有平武一个县大于 1，具有进一步开发利用的潜力，用以补充平武县耕地与园地的不足。

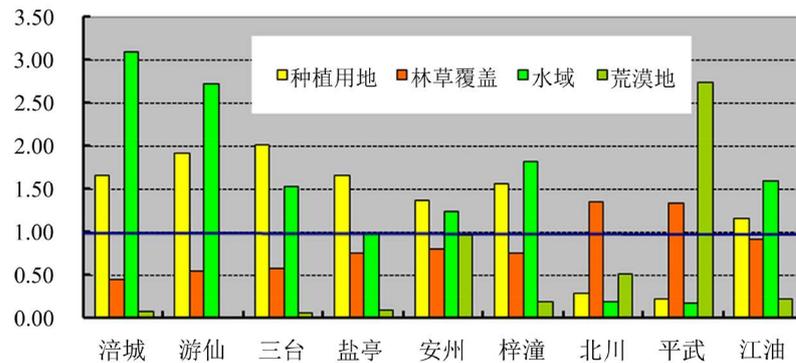


Figure 3. Ecological area entropy distribution map of Mianyang county area  
图 3. 绵阳市区生态用地区位熵分布图

#### 4.2. 生态用地景观格局特征

运用景观格局指数模型对绵阳市生态空间格局的破碎度指数、多样性指数、优势度指数、均匀度指数进行测算，其结果见表 4。对比分析空间格局指数测算结果，研究区土地利用空间格局区域分异明显。具体表现为：

- 1) 破碎度从丘陵区到山地区由强变弱。平均水平为 0.54，北部平武、北川山地地区远低于平均水平，景观格局简单，而中南部涪城区、游仙区、三台县远高于平均水平，景观格局复杂。
- 2) 多样性从城市到郊区是由简单到复杂。平均水平为 1.29，则表明研究区大多数区域的多样性水平较高，空间格局受地形、水系及人类活动的影响而变得复杂多变。这与土地利用景观数量结构多样化指数表现趋势基本一致。
- 3) 优势度整体不明显，但是地区差异较为显著。从优势度指数看，全市平均水平为 0.79，表明整体优势度不明显；平武、北川优势度指数远高于平均水平，表明土地利用类型集中化程度高；城市辖区涪

城、游仙优势度指数远低于平均水平，表明生态用地类型集中化程度很低；而其他区域优势度指数与平均水平相差不大，表明生态用地景观类型集中性较低。

**Table 4.** Spatial pattern index of land use in Mianyang City and its regions

**表 4.** 绵阳市及各区域土地利用空间格局指数值

区域	破碎度指数	多样性指数	优势度指数	均匀度指数
全市	0.54	1.29	0.79	0.45
涪城	1.15	1.70	0.38	0.73
游仙	1.25	1.64	0.44	0.68
三台	1.18	1.47	0.61	0.58
盐亭	0.69	1.33	0.75	0.53
安州	0.78	1.46	0.62	0.58
梓潼	0.94	1.41	0.67	0.56
北川	0.22	0.75	1.33	0.18
平武	0.07	0.74	1.34	0.19
江油	0.51	1.30	0.78	0.47

4) 均匀度整体水平较低，地区差异明显。从生态用地结构均匀度指数看，全市平均水平为 0.45，城市辖区浅丘区为高水平、中丘及深丘区为中等水平、山地区为低水平，呈现从丘陵区到山地区，土地利用类型均匀度逐渐减弱，区域空间分异特征与多样性指数基本一致。

### 4.3. 生态用地景观格局地形梯度分异

1) 地貌类型梯度分异明显。从表 5 可知，研究区生态用地景观的地貌类型梯度分异特征为：种植用地、水域随高程的增加而减少，地貌类型变化主要从平坝 - 台地 - 低丘 - 高丘过渡，耕地和水域用地在平坝比例最大。园地的地貌类型变化主要从台地 - 低丘 - 高丘 - 低山 - 地中山过渡，其中在台地的面积比例最大。平坝区域种植用地是该市主要的生态用地。林地，在平坝 - 台地 - 低丘 - 高丘 - 低山 - 地中山 - 高山过渡，其中在中山的比例最大。草地在各地貌类型中均有分布，从平坝 - 台地 - 低丘 - 高丘 - 低山 - 低中山 - 高山 - 极高山 - 山原 - 高山原过渡，在中山的比例达到最大。

2) 坡度级梯度分异显著。根据国情普查技术规范 and 绵阳地形特征将地形坡度划分为五级：平地( $\leq 2^\circ$ )，平缓坡( $2^\circ \sim 6^\circ$ )，缓坡( $6^\circ \sim 15^\circ$ )、斜坡( $15^\circ \sim 25^\circ$ )、陡坡( $> 25^\circ$ )，各地类的坡度分级面积比例状况如表 6 所示。种植用地中，坡度为  $6^\circ \sim 15^\circ$  的耕地面积分布最广，占比 38.84%；其次为  $2^\circ \sim 6^\circ$  的坡耕地，占比 22.21%；坡度为  $15^\circ \sim 25^\circ$  的耕地占比 20.12%； $> 25^\circ$  的陡坡耕地面积相对最少，仅占 6.16%。

3) 高程带梯度分异突出。依据地形地貌的分类标准并结合研究区的地势图等高线分布范围，把高程分为 6 级样带(高程带)，统计不同高程样带的土地利用景观斑块面积与构成(表 7)。其高程带分异特征如下：耕地、园地、水域随高程的增加而减少；这几种生态用地景观类型在  $< 800$  m 的高程上占该级土地面积比例均超过了 80%，耕地，园地的分布和水域有关，其分布范围大体相同，该区 800 m 是适合人类生产生活的条件。林地主要分布在主要分布 2500 m 以下，其中林地在低中山带(1000~2500 m)之间比例较重，占该级土地面积比例 49.60%，说明海拔 2500 m 是林地分布的上线；草地和其他土地主要分布在主要分布 4000 m 以下，在中山带(2500~4000 m)之间比例较重，分别占该级土地面积比例为 56.30%和 62.46%。说明海拔 4000 m 是草地和其他土地分布的上线。由此可见绵阳生态用地的立体分布明显，生态用地景观

随高程变化呈条带状分布特征。

**Table 5.** Table of landscape area structure of ecological land area in different geomorphological types

**表 5.** 不同地貌类型区域生态用地景观面积结构表(单位: %)

地貌类型	种植用地	林草覆盖	水域	荒漠与裸地	非生态用地
平坝	24.98	8.4	22.42	3.48	23.19
台地	19.83	10.13	20.85	6.6	30.2
低丘	22.85	9.76	21.76	0.47	21.79
高丘	15.56	6.48	18.44	5.42	13.59
低山	7.02	7.69	7.99	2.35	6.63
低中山	9.07	42.65	6.96	5.7	4.04
中山	0.22	14.64	1.35	53.48	0.24
高山	0.45	0.16	0.23	18.79	0.32
极高山	——	——	0	3.69	——
山原	0.02	0.09	0	0	0.01
高山原	——	0	0	0	——

**Table 6.** Area structure table of landscape types of ecological land at different gradients

**表 6.** 不同坡度分级生态用地景观类型面积结构表(单位: %)

坡度等级	种植用地		林草覆盖		水域	荒漠与裸地
	耕地	园地	林地	草地		
1. 平地( $\leq 2^\circ$ )	12.67	4.96	0.1	0.78	29.72	0.6
2. 缓平地( $2^\circ \sim 6^\circ$ )	22.21	17.05	0.48	1.18	36.49	0.8
3. 缓地( $6^\circ \sim 15^\circ$ )	38.84	53.51	9.05	5.92	25.47	1.55
4. 斜坡( $15^\circ \sim 25^\circ$ )	20.12	15.35	17.56	9.18	3.84	9.95
5. 缓陡坡与陡坡( $> 25^\circ$ )	6.16	9.13	72.81	82.93	4.48	87.11

**Table 7.** Composition of landscape types of ecological land at different elevation levels

**表 7.** 不同高程分级生态用地景观类型面积构成状况(单位: %)

高程带分级	种植用地		林草覆盖		水域	荒漠与裸地
	耕地	园地	林地	草地		
浅丘平坝带(<600 m)	69.41	62.53	19.64	7.63	64.36	1.89
深丘带(600~800 m)	19.14	24.32	9.45	3.77	23.66	3.14
低山带(800~1000 m)	2.78	3.92	8.21	1.98	4.34	5.38
低中山带(1000~2500 m)	8.65	8.94	49.6	22.19	6.58	10.68
中山带(2500~4000 m)	0.02	0.29	12.96	56.3	1.06	62.46
高山极高山带(>4000 m)			0.14	8.13		16.45

## 5. 生态用地生态环境效应分析

运用前述方法对研究区生态用地生态环境效应指数测算, 其结果见表 8。其空间分异特征为: 全市平均水平为 0.5785, 表明整体生态用地生态环境效应不高; 区域差异明显, 城市辖区浅丘区为低水平、中丘及深丘区为中等水平、山地区为高水平, 呈现从丘陵区到山地区, 生态用地生态环境质量逐渐增强。

**Table 8.** Eco-environmental quality index of ecological land in Mianyang city and its regions

**表 8.** 绵阳市及各区域生态用地生态环境质量指数值

行政区域	种植用地		林草覆盖		水域	荒漠地	合计
	耕地	园地	林地	草地			
全市	0.0602	0.0079	0.4732	0.0105	0.0218	0.0049	0.5785
涪城	0.0917	0.0452	0.0971	0.0009	0.0608	0.0037	0.2994
游仙	0.1084	0.0343	0.1876	0.0006	0.0484	0.0047	0.3841
三台	0.1207	0.0068	0.2361	0.0021	0.0328	0.0066	0.4051
盐亭	0.0987	0.0027	0.3581	0.0030	0.0188	0.0065	0.4878
安州	0.0878	0.0258	0.3459	0.0008	0.0290	0.0032	0.4925
梓潼	0.0975	0.0067	0.3404	0.0016	0.0389	0.0049	0.4900
北川	0.0156	0.0067	0.6727	0.0102	0.0088	0.0038	0.7177
平武	0.0147	0.0004	0.6629	0.0262	0.0064	0.0055	0.7161
江油	0.0716	0.0053	0.4427	0.0035	0.0314	0.0034	0.5579

## 6. 结论

1) 以全国地理国情普查数据为基础, 运用 GIS 技术和景观格局指数结合的方法进行绵阳市生态用地空间格局及其生态环境效应分析, 直观的得出绵阳市及各县区生态用地景观格局分异特征。能够很好地揭示区域生态用地景观的空间分异特征, 且该空间分异特征是研究区地貌格局、水系特征和人类活动等共同作用的结果。

2) 研究区生态用地景观数量结构县区差异明显: 生态用地多样化和组合类型整体水平较高, 且平坝区、丘陵区、山地区差异明显; 生态用地景观的集中程度则刚好相反, 与多样化呈显著负相关; 种植用地(耕地、园地)区位熵优势在丘陵平坝区, 而林草用地区位熵优势位于山地区。

3) 研究区生态用地景观格局县区分异显著: 空间格局分异总体水平较高, 但从城市近郊丘陵区到远郊山地差异明显, 生态用地景观格局破碎度从山地区到丘陵区表现为由弱变强; 生态用地景观多样性从山地区到丘陵区表现为由简单到复杂; 生态用地景观优势度从山地区到丘陵区表现为由高降低; 生态用地景观均匀度从山地区到丘陵区表现为由低变高。

4) 研究区生态用地景观格局的梯度分异明显: 在浅丘平坝带、深丘带、低山带、低中山带上, 生态用地的景观多样化由复杂到简单; 生态用地景观的区位熵集聚程度明显, 种植用地景观区位熵优势体现平坝丘陵带上; 生态用地景观类型破碎度在浅丘平坝带、深丘带上变化特征明显, 破碎程度由强变弱。

5) 研究区生态用地生态环境效应水平不高, 县区差异明显: 平坝浅丘区为低水平、中丘及深丘区为中等水平、山地区为高水平, 呈现从丘陵区到山地区, 生态用地生态环境质量逐渐增强。

## 基金项目

校级自然科学基金项目(MYSY2018T003); 绵阳市国土资源局应用研究项目(MY201803)。

## 参考文献

- [1] 喻锋, 李晓波, 等. 中国生态用地研究: 内涵、分类与时空格局[J]. 生态学报, 2015, 35(14): 4931-4943.
- [2] 杨清可, 段学军, 等. 基于“三生空间”的土地利用转型与生态环境效应——以长江三角洲核心区为例[J]. 地理科学, 2018, 38(1): 97-106.
- [3] 朱战强, 杨帆, 等. 北京生态用地的空间格局及复杂性[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 168-175.
- [4] 朱敏, 谢跟踪, 等. 海口市生态用地变化与安全格局构建[J]. 生态学报, 2018, 38(9): 3281-3290.
- [5] 张骞, 高明, 等. 1988-2013 年重庆市主城九区生态用地空间结构及其生态系统服务价值变化[J]. 生态学报, 2017, 37(2): 566-575.
- [6] 戴云哲, 李江风. 洞庭湖区生态用地生态服务价值时空演化的地形梯度效应[J]. 水土保持研究, 2018, 25(3): 197-204.
- [7] 李颖, 冯玉, 等. 基于地理探测器的天津市生态用地格局演变[J]. 经济地理, 2017, 37(12): 180-190.
- [8] 俞孔坚, 乔青, 等. 基于景观安全格局分析的生态用地研究[J]. 应用生态学报, 2009, 20(8): 1932-1939.
- [9] 王晓晴, 牛志君, 等. 基于土地生态要素分区的坝上生态用地生态服务价值分析[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(6): 903-915.
- [10] 董廷旭, 陈朝镇, 等. 绵阳涪城区土地利用结构及空间分异特征[J]. 绵阳师范学院学报, 2012, 31(5): 96-103.
- [11] 李时雨, 刘艳芳, 等. 武汉市生态用地景观格局的时空演化特征分析[J]. 测绘地理信息, 2016, 41(3): 68-73.
- [12] 吕凤涛, 程迎轩, 等. 县域生态用地景观格局与空间邻接特征分析[J]. 地理空间信息, 2015, 13(5): 20-25.
- [13] 张新长, 辛秦川, 等. 地理信息系统概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2017.
- [14] 陈楠, 杨武年, 等. 巴中市丘陵山区土地利用在地形梯度上的分布特征[J]. 水土保持, 2012, 32(1): 185-189.
- [15] 戈嘉璐, 谢清雅. 大连市土地利用景观格局及其生态环境效应分析[J]. 国土与自然资源研究, 2016(3): 53-55.
- [16] 王国力, 苏健. 葫芦岛市土地利用景观格局和生态环境效应分析[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2016, 39(4): 548-552.
- [17] 余艳艳. 基于遥感的齐齐哈尔市土地利用生态环境效应评价[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016.
- [18] 侯蕾, 彭文启. 永定河上游流域土地利用变化及生态环境效应研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2016, 15(6): 430-438.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

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

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