

基于 GIS 的陕北景观结构

黄广生<sup>1</sup>, 吴 方<sup>2</sup>

(1. 武汉市城市规划咨询服务中心, 湖北 武汉 430014; 2. 长安大学 地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054)

[摘要] 以陕西土地利用现状图作为数据基础, 应用 Arc/Info 和 Arc/view 等 GIS 专业软件, 对陕北地区的景观进行了分类, 并形成了景观分类图。利用景观格局分析软件 FRAGSTATS, 在斑块类型和景观两个水平上计算了相应的参数和景观指数, 定量揭示了整个区域的景观格局与类型特征。为进行深入研究和揭示生态过渡地带生态过程奠定了基础。

[关键词] 景观生态; 景观格局; 景观指数; GIS; 陕北

[中图分类号] P208; Q149 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2006)03-0106-05

Landscape Pattern of Northern Shaanxi Based on GIS

HUANG Guang sheng<sup>1</sup>, WU Fang<sup>2</sup>

(1. Wuhan Urban Planning Consultant Service Center, Wuhan 430014, Hubei, China; 2. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

**Abstract** Taking the landuse actual map as the data base, this paper classifies the landscape of northern Shaanxi and makes into the landscape classification map using ARC/INFO, ARCVIEW and other Geographic Information System professional software. Using the landscape pattern analysis software FRAGSTATS, this paper calculates relevant parameters and landscape indices on patch category and landscape level, and reveals the landscape pattern and type character of the whole region quantitatively. This paper establishes the foundation for the deeper researching and the revealing of ecological process in transition regions. It has some reference value on the interrelation between the rebuilding of region landscape and function process, forecasting landscape dynamic changing and so on.

**Key words:** landscape ecology; landscape pattern; landscape indexes; GIS; northern Shaanxi

0 引言

“景观生态学”一词由德国著名植物地理学家 Troll C 于 1939 年首次提出来的, 其目的是为了协调统一生态学和地理学这两个领域中科学家的研究工作<sup>[1]</sup>。景观生态学的产生与发展, 给传统生态学与地理学带来了活力, 其研究方法与成果为资源开发和环境生态保护提供了新的科学方法和决策依据。景观格局分析是景观生态学研究任务之一,

它定量研究斑块在景观中的分布规律。如何定量分析景观格局是景观生态学一个重要而且具有挑战的研究课题, 是生态学家研究最多的课题之一。陕北地区是一个典型的多层次的生态过渡带, 无论在地质、地貌、气候、土壤和生物等自然条件方面, 还是在社会经济条件方面, 都表现出强烈的过渡性和波动性, 该区一直是中国荒漠化研究重点地区之一。对其进行景观空间格局分析, 在建立景观结构和功能过程的相互关系以及预测景观变化等方面具有重大意义。

[收稿日期] 2005-10-05  
[基金项目] 教育部科学技术研究重点项目(104175)  
[作者简介] 黄广生(1981-), 男, 四川广安人, 从事城市规划咨询、地理信息系统应用研究。

# 1 研究区概况和研究方法

## 1.1 研究区概况

陕北地区是黄土高原的一部分,东以黄河为界,西北两面以省界为线,南以北山与关中平原相接<sup>[2]</sup>,行政上包括延安、榆林两市,土地面积  $8.01 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,占陕西省总面积的 38.92%,人口为  $526 \times 10^4$ 。陕北地区是一个典型的多层次生态过渡带。

(1)在地质地貌上,是沙区向黄土区过渡,以风沙地貌类型为主。出露于地表的岩性为中生代杂色砂页岩和新生代的松散沉积物,结构疏松,极易风化吹蚀,是沙地的物质基础。

(2)在气候上,处于温带季风区的边缘,是干旱、半干旱区向亚湿润区的过渡。受东南季风影响较弱,春季干旱多风,夏季炎热短促,秋季多暴雨且集中,冬季干冷漫长。

(3)在植被地带性分布上,处于暖温性草原带,是荒漠、荒漠草原向森林草原的过渡。

(4)研究区土壤以淡栗钙土和沙性淡栗钙土为主,处于棕钙土向栗钙土和黑垆土过渡带。

(5)人类经济活动方面,它处于中国北方农牧业交错地带。为“晋蒙陕”三省区接壤地区。

近年来,随着“乌金三角”能源基地的建设和矿区开发,这里又成为地处农牧工矿的过渡带。生态过渡性正说明了其环境的脆弱性、多样性和复杂性。随着人口的持续增长和人类不合理经济活动的不断加剧,人为负效应进一步加速了自然环境的演化,导致多种环境要素发生退化性演替,以土地沙漠化为显著特征的土地退化严重。该区是国家重要能源基地和典型的“老、少、边、穷”地区,因此,土地退化不仅是一个环境问题,还是一个经济和社会问题。所以,强调人类活动对景观结构与生态过程的影响,对该区土地利用进行景观格局分析,对于退化性土地的有效整治和生态重建以及指导土地优化配置,均具有重要的示范作用和实践意义。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 景观分类

景观分类是景观格局分析的基础,景观分类有多种体系。笔者以 1998 年 1:50 万陕西省土地利用现状图为基础资料,根据地质地貌、植被及土地利用等特征,利用 ARC/INFO、ARCVIEW 等地理信息系统专业软件进行图形矢量化,形成景观图。

在此基础上将研究区域进行景观分类,共分出草地、耕地、独立工矿企业、城镇和农村居民点、林地、沙地、水域、盐碱地、园地 9 类景观(图 1)。

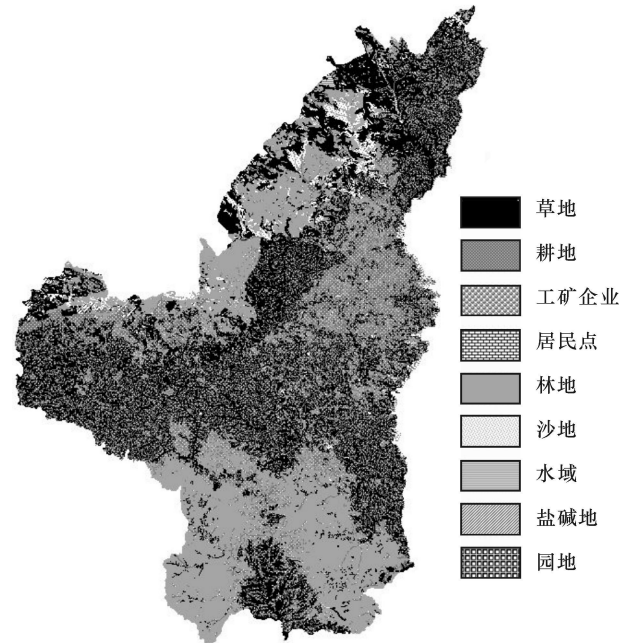


图 1 陕北地区景观图

Fig.1 Landscape of the North Shaanxi

### 1.2.2 景观空间格局分析

景观空间格局分析是指用来研究景观结构组成特征和空间配置关系的分析方法,是景观生态学研究的基本内容<sup>[3-4]</sup>。笔者通过 ARC/INFO、ARCVIEW 等 GIS 软件对景观图进行处理后,采用景观分析软件 FRAGSTATS 从斑块类型和景观 2 个水平上计算了景观格局指数,以便揭示研究区内的景观格局特征<sup>[5]</sup>。

FRAGSTATS 是由美国俄勒冈州立大学森林科学系开发的一个景观指标计算软件,它有 2 种版本:矢量版本运行在 ARC/INFO 环境中,接受 ARC/INFO 格式的矢量图层;栅格版本可以接受 ARC/INFO、IDRISI、ERDAS 等多种格式的栅格数据。2 个版本的区别在于:栅格版本可以计算最近距离、邻近指数和蔓延度,而矢量版本不能。对边缘的处理,由于栅格化的地图中,斑块边缘总是大于实际的边缘,因此,栅格版本在计算边缘参数时会产生误差,这种误差依赖于网格的分辨率<sup>[3-4]</sup>。在计算陕北地区景观指标时,选用 FRAGSTATS 的栅格版本,以确保各景观指标计算的精确度。FRAGSTATS 可以计算 50 多种景观指标,许多指标之间都是高度相关的。在斑块类型水平上分析

景观指标时, 选用斑块数目、斑块所占景观面积的比例、最大斑块指数、景观形状指数 4 个指标。在景观水平上分析景观指标时, 选用 10 个指标:

(1) 斑块数目/块, Number of Patches(简称 NP), 表示景观的破碎化程度。

$$NP=n\times i$$

式中:  $i=1, \cdots n$  为斑块类型序号;  $n$  为景观中斑块总数。

(2) 景观比例, Proportion of Landscape(简称 PLAND), 表示斑块所占景观面积的比例。

$$PLAND=(A_i/A)\times 100\%$$

式中:  $i=1, \cdots, n$  为斑块类型序号;  $A$  为景观总面积。

(3) 最大斑块指数, Largest Patch Index(简称 LPI), 反映最大斑块对整个类型和景观的影响程度。

$$LPI=[\max(a_{ij})/A]\times 100$$

式中:  $i=1, \cdots, n$  为斑块类型序号;  $j=1, \cdots, a$  为斑块序号;  $a_{ij}$  为斑块  $ij$  的面积;  $A$  为景观总面积。

(4) 景观形状指数, Landscape Shape Index(简称 LSI), 反映最大斑块对整个类型和景观的影响程度。

$$LSI=(\sum_{k=1}^n e_{ik})/2\sqrt{\pi A}$$

式中:  $e_{ik}$  为景观中斑块类型  $i$  和  $k$  之间的边缘总长度;  $n$  为景观中斑块总数;  $A$  为景观总面积。

(5) 斑块密度/(块 $\cdot$ 100 h/m<sup>2</sup>, Patch Density(简称 PD), 表征景观的破碎化程度。

$$PD=(n_i/A)\times 10^6$$

式中:  $n_i$  为景观中类型  $i$  的斑块数;  $A$  为景观总面积。

(6) 平均斑块大小/hm<sup>2</sup>, Mean Patch Size(简称 MPS), 表征景观的破碎化程度。

$$MPS=(\sum_{j=1}^n a_{ij}/n_i)\times 10^{-4}$$

式中:  $a_{ij}$  为斑块  $ij$  的面积;  $n_i$  为景观中类型  $i$  的斑块数。

(7) 平均形状指数, Mean Shape Index(简称 MSI), 表征景观的发育程度。

$$MSI=(\sum_{i=1}^n PLAND_i/4\sqrt{A_i})/N$$

式中:  $PLAND_i$  为第  $i$  类景观所占总面积的比。

(8) 斑块丰富度/类, Patch Richness(简称 PR), 反映斑块类型的多少。

$$PR=n$$

(9) Shannon 多样性指数, Shannon's Diversity Index(简称 SHDI), 反映景观类型的丰富程度和景观异质性的高低。

$$SHDI=-\sum_{i=1}^n(PLAND_i\times\lg PLAND_i)$$

式中:  $PLAND_i$  为第  $i$  类景观所占总面积的比。

(10) Shannon 均匀度指数, Shannon's Evenness Index(简称 SHEI), 表征景观里不同景观类型分配的均匀程度。

$$SHEI=\{[-\lg(\sum_{i=1}^n PLAND_i^2)]/\lg n\}\times 100\%$$

式中:  $i=1, \cdots, n$  为斑块类型序号;  $n$  为景观中斑块总数;  $PLAND_i$  为第  $i$  类景观所占总面积的比。

## 2 结果与分析

### 2.1 景观类型水平

在景观类型水平上, 计算了 4 个景观类型的斑块数目、斑块所占景观面积的比例、最大斑块指数、景观形状指数(表 1), 这些指数对研究景观类型的动态变化很有用。

表 1 类型水平上计算的景观指数  
Tab. 1 Landscape Indexes Based on Sort

编号	景观类型	斑块数目/块	景观比例/%	最大斑块指数/%	景观形状指数
1	草地	1 114	48.03	36.496	0.018
2	耕地	3 382	30.25	1.571	0.022
3	工矿企业	4	0.00	0.003	0.002
4	居民点	113	0.90	0.004	0.002
5	林地	1 178	11.70	0.034	0.007
6	沙地	281	2.60	0.091	0.012
7	水域	54	2.41	0.378	0.018
8	盐碱地	21	0.72	0.738	0.003
9	园地	171	3.39	0.945	0.002

#### 2.1.1 景观构成

景观构成包括景观类型数目、斑块总数、斑块所占景观面积的比例。研究区共有景观类型 9 类, 斑块总数 6 318 个。斑块数最多的是耕地, 林地、草地分别排在第二三位。斑块数最少的是独立工矿企业。面积最大的是草地, 占总面积的 48.03%, 其次是耕地, 占 30.25%, 林地占 11.70%, 位列第 3。独立工矿企业数目为 4 个, 但由于面积较小, 相对总面积来说可忽略不计(图 2)。

景观构成可以反映出研究区内的人类活动对景观的干扰方式和程度, 即人类的生活方式以及目

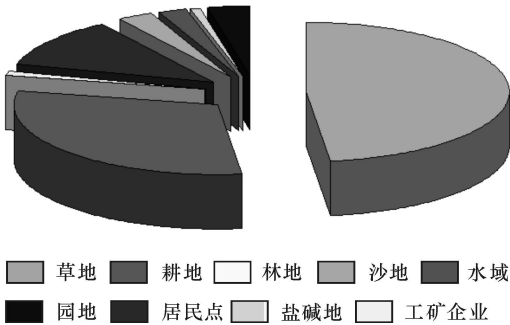


图 2 不同景观类型面积的比较  
Fig. 2 Area Comparison of Different Landscape in the North Shaanxi

前的生态环境状况。草地、耕地和林地的面积总和占全区面积的 89.98%，其优势度较大，表明这 3 类用地在景观格局的构成中居主导地位，与该区土地利用规划和实际的分布现状一致。耕地、园地以及城镇、农村居民点之和大于 1/3，说明该区人为活动比较强烈。区内虽然草地和林地约占 60%，表现出良好的植被覆盖，但同时也应看到，仍有 3.32% 的地方为沙地和盐碱地，土地退化的程度相当严重。因此，在继续发展农牧业的同时应该加大生态环境建设的力度，改造原有的景观格局，改善或恢复受危害或受损生态系统的功能，提高景观生态系统的总体生产力和稳定性<sup>[9]</sup>。

2.1.2 景观特征

分布面积占研究区域总面积 48.03% 的草地景观的最大斑块指数、景观形状指数都显著大于其他景观类型，反映出该景观在研究区域内占绝对优势，其连接性、完整性比其他景观类型好，是研究区内的基质，但斑块和景观的空间形状较为复杂，表现出受到强烈的干扰特征。耕地的斑块数量最多，面积也较大，为 30.25%，仅次于草地景观的面积，因而斑块密度和景观形状指数都最大，表明耕地在研究区有较高的连通性和大块聚集分布的特征，且景观的空间形状复杂，表现出人为活动强烈影响特征。沙地面积占整个景观面积的 2.60%，居第 5，斑块数占总斑块数的 4.45%，居第 4，林地面积占整个景观面积的 11.70%，居第 3，斑块数占总斑块数的 18.65%，其最大斑块指数、景观形状指数较小，表现出萎缩特征(图 3)。

在各类景观要素中，工矿企业用地、居民点、水域和园地的斑块面积较小，其景观形状指数也较小，说明这几类景观要素形状较为简单和规则。一方面是因为这些景观要素基本上都分布于地形平

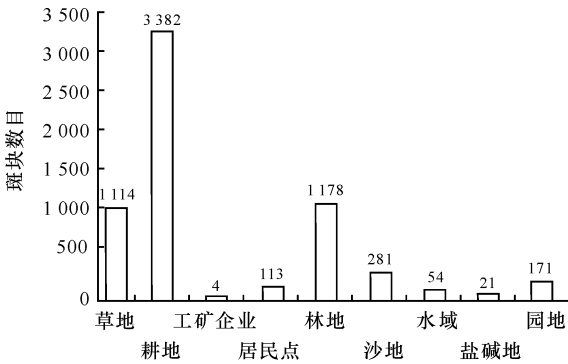


图 3 陕北不同景观类型斑块数的比较  
Fig. 3 NP Comparison of Different Landscape in the North Shaanxi

缓的塬区或沙区，另一方面它们均为受人类社会经济活动影响深刻的人工景观，规划平整，故形状趋向于简单化。

居民点斑块数为 113，景观比例为 0.90%，最大斑块指数 0.004%，表现上极为分散。这是因为黄土丘陵地区的群众依川而居，因地形不同而呈不规则图形；风沙滩地区群众择避风有水源、土地肥沃处定居。总体来看村庄内各户以地形选择不同位置居住，无整体布局，所以表现得极为分散。而城镇绝大多数分布在地势平坦、水资源充足、物产丰富、交通较为便利、经济基础较好的地区，人口相对稠密，但总体面积较小，加上林地面积大，说明陕北地区生态环境脆弱、经济发展滞后等特点。

2.2 景观水平

在景观水平上计算了整个陕北的景观格局指数，如斑块密度、最大斑块指数、平均斑块大小、平均形状指数、Shannon 多样性指数、Shannon 均匀度指数、景观形状指数等 9 个指标(表 2)。其中，斑块密度指数属于景观破碎化指数的范围，景观破碎化指数表现景观里某一景观类型在给定时间里和给定性质上破碎化的程度，景观破碎化是景观异质性的一个重要组成。斑块密度指数越大，即单位面积上斑块数越多，破碎化程度越高。在自然景

表 2 陕北整个景观的景观指数

Tab. 2 Landscape Indexes of All the North Shaanxi			
景观指数名称	数值	景观指数名称	数值
斑块数目/块	6 318	斑块丰富度/类	9
斑块密度/(块·100 hm <sup>-2</sup> )	0.185	Shannon 多样性指数	1.314
最大斑块指数	17.210	Shannon 均匀度指数	0.548
平均斑块大小/hm <sup>2</sup>	560.113	景观形状指数	0.051
平均形状指数	2.231		

观中,破碎化反映了人为干扰的程度。一般说来,景观越破碎,表明人为干扰程度越大。陕北景观中斑块数目为 6 318,斑块密度为 0.185 块 $\times$ 100hm<sup>-2</sup>。

景观 Shannon 多样性指数反映了景观类型的丰富程度和景观异质性的高低。多样性指数越大,表示景观多样性越高。景观多样性由景观类型的丰富度和均匀性两方面所组成,当景观由单一要素组成时,其多样性为零;有两个以上景观要素组成的景观,当景观类型所占比例相等时,其景观多样性最高。各景观类型所占比例差异较大时,则景观多样性下降<sup>[7]</sup>。陕北景观 Shannon 多样性指数为 1.314。

景观 Shannon 均匀性指数是表征景观里不同景观类型分配的均匀程度,景观均匀性指数大说明各景观类型所占比例大小比较均匀,相差不是很悬殊。反之,景观均匀性指数小,表明景观中以一种或少数几种景观类型占优势。若景观均匀性指数为零,这表明景观中各景观类型所占比例完全相等,则景观完全均质<sup>[7]</sup>。陕北景观 Shannon 均匀性指数为 0.548。

其他几个指数中,最大斑块指数为 17.210,平均斑块大小指数为 560.113 hm<sup>2</sup>,平均形状指数为 2.231,景观形状指数为 0.051。

利用景观水平指数适合于进行不同时相或不同区域景观格局和变化特征的比较分析,为进一步研究整个地区的生态过程变化提供了必要的条件。由于研究只有一期数据,因而对景观水平上计算的指数只是表明研究区总的景观格局特征。

3 结论

(1)利用 Arc/Info 和 Arc/view 等 GIS 专业软件,从景观生态学的角度,对陕北生态过渡带的景观进行分类,并形成了景观分类图。利用景观指数对景观格局进行定量分析的方法,为今后对同一地区进行深入研究和揭示生态过渡地带生态过程奠定了基础,对该区域景观结构的重建和功能过程之间的相互关系以及预测景观动态变化等方面,具有一定参考价值。

(2)通过对研究区的各类景观指数的计算,全面刻画了该区景观格局和类型特征。从景观构成

来看,该区以耕地、林地、草地 3 类景观为主,充分体现了陕北地区以农、林、牧为主的生产方式的特点。研究表明,草地、耕地景观有较高的连通性和大块聚集分布的特征,且景观的空间形状复杂,表现出人为活动强烈影响特征,而沙地、林地景观表现出萎缩特征。

(3)针对陕北景观格局提出了相应的措施,建议在继续发展农牧业的同时应该加大生态环境建设的力度,以改善生态环境、实现可持续发展为总目标,以退田还林(草)为突破口,以科技为先导,坚持“封山退耕、植树种草、舍饲养羊、林牧主导、强农富民”的逆向开发战略,把生态环境建设与经济发展紧密结合起来,建立起比较完善的以“集约自给型农业、保护效益型林业、商品致富型畜牧业”为结构特征的生态型特色农业体系<sup>[8-9]</sup>。

(4)基于 GIS 技术的陕北景观分类及景观格局的定量分析,仅仅是研究该区域景观格局的初步结果,它是进行深入研究和揭示生态过渡地带生态过程的基础。由于只有 1998 年 1 年的土地利用数据,如能与不同时期的土地利用数据或其他数据相结合,则可研究该区域景观格局及生态过程的动态变化,对该区域实现动态监测和分析。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 何东进,洪伟,胡海清. 景观生态学的基本理论及中国景观生态学的研究进展[ J ]. 江西农业大学学报, 2003, 25( 2 ): 276 - 282.

[ 2 ] 范高功. 陕北地区生态环境建设与水资源合理开发利用问题研究[ J ]. 西安工程学院学报, 2001, 23( 2 ): 22 - 25.

[ 3 ] 肖笃宁. 景观生态学理论、方法和原理[ M ]. 北京: 林业出版社, 1991.

[ 4 ] 肖笃宁. 景观生态学研究进展[ M ]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1999.

[ 5 ] 李团胜. 基于遥感数据的晋陕蒙交汇区景观格局定量分析——以榆林幅 1/25 万 TM 影像分析为例[ J ]. 应用生态学报, 2004, 15( 3 ): 540 - 542.

[ 6 ] 陈遐林, 汤腾方. 景观生态学应用与研究进展[ J ]. 经济林研究, 2003, 21( 2 ): 54 - 57.

[ 7 ] 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.

[ 8 ] 李秉成. 黄土高原古植被与再造山川秀美[ J ]. 地球科学与环境学报, 2004, 26( 1 ): 85 - 88.

[ 9 ] 卢宗凡, 谢永生, 王继军. 陕北生态环境建设特点与典型模式分析[ J ]. 水土保持研究, 2003, 10( 4 ): 51 - 53.