

晋西黄土丘陵县域景观格局分析

张树华, 王百田

(水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

**摘要:**以景观生态学为研究方法, 以 GIS 为技术支撑, 选取景观多样性、优势度、均匀度、破碎度、分离度、分维度等指数, 对黄土高原丘陵区方山县景观空间分布和结构特征进行了分析研究。结果表明: 方山县斑块面积较大, 斑块结构复杂; 景观整体多样性较低, 林地景观占较大优势, 景观生态系统较不稳定。根据研究结果, 对方山县现状及今后的发展提出建议。

**关键词:**景观格局; 退耕还林; 土地利用; 方山县

中图分类号: X171.1      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409(2007)02-0249-03

Analysis of the County's Landscape Pattern in Loess Hilly Region

ZHANG Shu-hua, WANG Bai-tian

(Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Combating Desertification, Ministry of Education, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Using the landscape methods, under the supporting of GIS techniques, the indices related to landscape diversity, dominance, evenness, fragmentation, isolation and fractal dimension are chosen. Then the structure and spatial distribution of landscape types are analyzed using these indices for Fangshan County. The results show that the average patch area is biggish, the patch shape is complex; the total variety of landscape in Fangshan is low and the forest land take high landscape proportion, and landscape ecosystem is very unstable. According to the research results, some sustainable developmental countermeasures are put forward.

**Key words:** landscape pattern; converting cropland to forestland; land use; Fangshan

景观格局分析是景观生态学研究的基本内容, 是进一步研究景观功能与动态的基础。景观格局既是景观异质性的具体体现, 同时又是人类活动结果与各种生态过程在不同尺度上作用的最终结果。景观格局分析的目的就是在似乎无序的景观中, 发现潜在的、有意义的规律性。通过景观格局分析, 可以确定格局形成的影响因子及其形成的内在机制, 进而揭示景观格局和景观功能的关系, 最后找出目前景观格局中存在的问题。最终在此基础上, 根据景观生态学中的结构-功能原理, 进行景观生态规划与设计, 从而调整景观格局, 优化景观功能。

方山县地处晋西黄土丘陵沟壑区, 有其特殊的自然环境和土地利用方式, 对方山县景观格局及其驱动力的分析研究, 对于方山县土地资源合理利用、景观生态设计、土地利用规划和控制水土流失有重要意义。

1 研究区自然概况

方山县地处山西省西部, 吕梁山中段西侧, 位于东经 111°03' ~ 111°35', 北纬 37°34' ~ 38°11', 属暖温带半干旱大陆性区, 全县年平均 7.3℃, 年平均降水量 440 ~ 650 mm, 无霜期由南到北逐步递减, 最南端的大武镇达 150 d 以上, 最

北端的开府乡只有 90 d 左右。全县地势北高南低, 地形分为山地、丘陵和谷地。最高点为孝文山主峰, 海拔 2 831 m, 最低点为大武镇武回庄河滩, 海拔 986.7 m。北川河纵贯南北, 七条支沟横卧东西, 南北长 62 km, 东西宽 46 km, 总面积 1 434.1 km<sup>2</sup>。主要土壤类型有亚高山草甸土, 棕色森林土、淋溶褐土、草灌褐土和粗骨性褐土。植被属于温带暖温带落叶阔叶林带, 主要树种有华北落叶松 (*Larix principis-rupprechtii*), 云杉 (*Picea aspoerata*), 油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr), 白桦 (*Betula platyphlla*), 山杨 (*Pobulus davidiana*), 刺槐 (*Robinia pseudoacacia*)。

方山县属于晋西黄土丘陵沟壑区, 县辖 5 镇 2 乡, 全县总人口 13.53 万人, 其中农业人口 11.57 万人。经济以农业为主, 工业基础薄弱, 经济总量偏小, 发展水平比较低。

2 研究方法

2.1 数据来源

本文以方山县 2005 年土地利用现状图作为基本分析资料, 在 ARCGIS9.0 和 ARCVIEW3.3 软件的支持下进行矢量化, 最终建立属性数据与空间数据对应的土地利用类型矢量数据库。统计各景观类型的斑块数、周长、面积等基本信

\* 收稿日期: 2006-10-16  
基金项目: 国家自然科学基金项目 (3007063); “十五”国家科技攻关项目“退耕还林工程区干旱阳坡防护林营造技术研究” (2001BA510B0304)  
作者简介: 张树华 (1978-), 男, 山西省介休市人, 硕士, 主要研究方向: 生态环境工程; 责任作者: 王百田 (1958-), 男, 教授, 博导。

息以及制作方山县景观斑块分布图(图 2)。在 ArcView 软件的空间分析模块(spatial analyst)支持下,将土地利用矢量数据转换为栅格数据,用 Fragstats(raster version 3.3)软件计算景观格局指数。

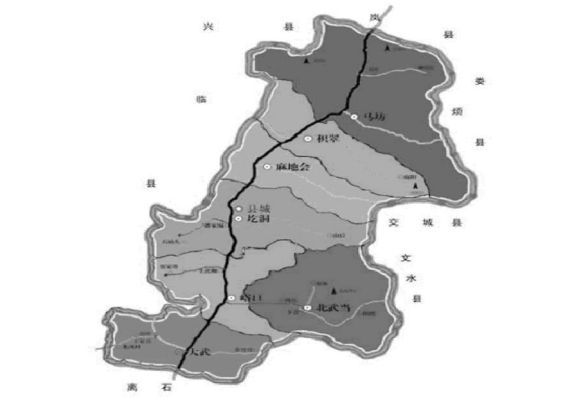


图 1 方山县行政图

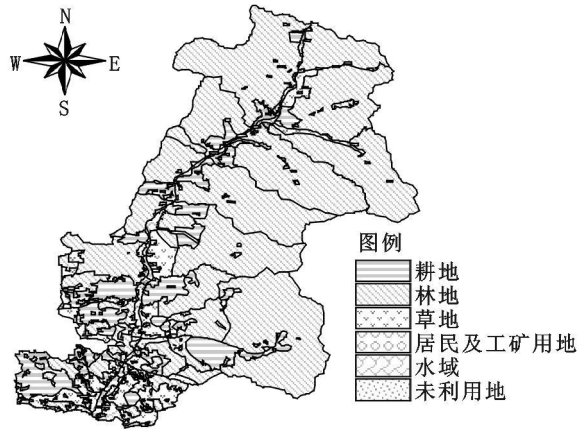


图 2 方山县土地利用斑块分布图

2.2 景观类型的划分

根据现有的土地利用现状分类的一级系统并结合当地实际情况,划分为耕地、林地、草地、水域、居民点和未利用地等 6 个景观类型,这 6 个景观类型及其分类说明如下:

- (1) 耕地: 指种植农作物的土地,包括水田、水浇地、旱地、园地等。
- (2) 林地: 包括有林地、灌木林、疏林、及人工林地及苗圃等。
- (3) 草地: 指以生长草本植物为主和以牧为主的疏林、灌木草地,包括天然草地、人工草地等。
- (4) 居民点: 包括城乡居民用地、工矿地、交通用地等。
- (5) 水域: 包括河流、湖泊、水库、沟渠、水工建筑物等。
- (6) 未利用地: 包括荒草地、滩涂、盐碱地、裸地、沙地等。

2.3 景观格局指数

目前关于景观格局指数有许多计算方法<sup>[1,2]</sup>。由于方山县处于黄土丘陵沟壑区,考虑到其地形、地貌和社会经济发展状况,以及生态学和美学效应,为了描述景观的连续性,借助景观生态学中景观多样性指数、均匀度、优势度、破碎度、分离度以及分维数等来分析方山县整体景观结构特征。

2.3.1 多样性指数

(1) 景观多样性指数( $H$ )。景观多样性指数的大小反映景观要素的多少和各景观要素所占比例的变化。由两个以上的要素构成的景观,当各景观类型所占比例相等时,其景

观的多样性为最高;各景观类型所占比例差距增大,则景观的多样性指数下降,其计算是基于 Shannon - Weaner 指数,公式如下:

$$H = - \sum_{i=1}^m (P_i) \log_2(P_i)$$

式中:  $P_i$  ——第  $i$  类景观类型占景观总面积的比例,  $m$  ——景观类型的数目。  $H$  ——多样性指数。

(2) 均匀度指数( $E$ )。描述景观中不同景观类型的分配均匀程度。对于 SHANNON - WEINER 多样性指数,可进一步计算均匀度:

$$E = (H/H_{\max}) \times 100\%$$

式中:  $H_{\max}$  ——景观的最大多样性指数,  $H_{\max} = \log_2(m)$ 。

(3) 优势度指数( $D$ )。优势度指数用于测定景观多样性对最大多样性的偏离程度,或描述景观由少数几个主要景观类型控制的程度。优势度指数越大,则表明偏离程度越大,或者说某一种或少数景观类型占优势;该值越小,则表明景观中各景观类型所占比例大致相当。景观优势度指数为:

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (P_i) \log_2(P_i)$$

式中:  $D$  ——景观优势度,  $P_i$  ——第  $i$  类景观类型所占的面积比例,  $m$  ——景观类型数目。

2.3.2 景观破碎化指数

(1) 景观破碎度( $C$ )。描述景观里某一景观类型在给定时间里和给定性质上的破碎化程度。它在一定程度上反映人为景观的干扰强度。该值越大,表明景观破碎化程度越高。这里采用单位面积范围内各类斑块数目来表示,该指数的计算公式为:

$$C = n_i/A_i$$

(2) 分离度指数( $F_i$ )。景观的分离度是指某一景观类型中不同斑块个体分布的分离程度。其计算公式为:

$$F_i = D_i/S_i$$

式中:  $F_i$  ——景观类型  $i$  的分离度;  $D_i$  ——景观类型  $i$  的距离指数,  $D_i = 1/2 \sqrt{n/A}$ ,  $n$  ——景观类型  $i$  的斑块总个数;  $S_i$  ——景观类型  $i$  的面积指数,  $S_i = A_i/A$ , 其中,  $A_i$  ——景观类型的面积,  $A$  ——景观的总面积。

2.3.3 斑块形状指数

(1) 分维数( $D$ )。分维数用来测定斑块形状的复杂程度。在分维几何中,斑块的分维数可以由下式求得:

$$D = 2\log_2(P_i/4)/\log_2(A)$$

式中:  $D$  ——分维数,  $P_i$  ——斑块  $i$  的周长,  $A$  为斑块  $i$  的面积。通常  $D$  值的理论范围为 1.0~ 2.0。  $D$  值越接近于 1,则表明斑块的自我相似性越强,斑块体形状越有规律,同时也表明,斑块体人为干扰的程度越大;  $D$  值越接近于 2,则表明斑块具有越为复杂的形状。

3 结果与分析

3.1 方山县景观格局总体特征分析

方山县土地利用结构总体特征见表 1 及图 2,由表 1 及图 2 可以看出,方山县景观斑块总数为 311,总面积为 1 433.49 km<sup>2</sup>,平均斑块面积为 4.61 km<sup>2</sup>,平均斑块周长为 8.80 km,说明全县斑块面积较大,斑块结构较为复杂。研究区内景观多样性指数为 0.841 5,与最大多样性指数 1.79 偏差较大,说明该区的景观多样性程度不高,景观类型所占比例差别较大。研究区景观优势度较大,均匀度较低,分别为 0.95 和 0.469 6,景观类型以林地和耕地为主,分别占全县

土地总面积的 75.22% 和 13.65%。林地是该区的主导景观类型。

表 1 方山县景观格局总体特征

特征参数	特征值
斑块数	311
总面积/ km <sup>2</sup>	1433.49
平均斑块面积/ km <sup>2</sup>	4.61
总周长/ km	2737.76
平均斑块周长/ km	8.80
多样性指数	0.8415
最大多样性指数	1.79
均匀度指数	0.4696
优势度	0.95

3.2 方山县景观要素特征分析

由表 2 可知, 方山县各景观要素特征详见表。整个景观中林地面积最大, 周长最长, 斑块数 81 个, 其景观比例为 75.22%; 其次为耕地, 占全县土地总面积的 13.65%, 斑块数为 43 个; 居民点及工矿用地的斑块数最多, 为 111 个。由于长期的人类活动, 该区现以林地、耕地和草地为主要景观类型, 三者面积之和达 1 382.45 km<sup>2</sup>, 占全区的 96.44%。

表 2 方山县景观格局指数

景观类型	耕地	林地	草地	水域	工矿居民用地	未利用土地	总计
斑块数	43	81	44	6	111	26	311
面积/ km <sup>2</sup>	195.75	1078.28	108.42	2.4	35.28	13.36	1433.49
周长/ km	592.24	1247.27	479.61	16.82	313.87	87.95	2737.76
面积比例/ %	13.65	75.22	7.56	0.18	2.46	0.93	100
斑块密度	0.0166	0.0235	0.018	0.0048	0.0685	0.0159	0.1474
分离度	0.9983	0.5465	0.999	1.0000	1.0000	1.0000	-
分维数	1.5241	1.3487	1.4265	-	1.4289	1.4193	-

3.2.1 景观分离度

研究区分离度最小的景观类型是林地, 为 0.5465, 表明林地斑块之间分布较为紧密, 分散程度较低, 这与林地主要集中分布在方山东部和西北部的特征相一致。而其他景观类型的分离度较大, 一方面这些景观类型的面积不大, 另一方面这些不同类型的斑块在整个地域空间上呈现孤立的散点状分布, 同一类型嵌块体之间联系不紧密甚至没有联系。

3.2.2 景观破碎度

某一类型在景观上的斑块密度揭示出景观基质被类型斑块分割的程度, 对生物保护、物质和能量分布具有重要影响; 而各个景观组分的斑块密度更直接地反映了景观组分的破碎化程度。整个研究区的景观斑块密度为 0.1474, 景观整体比较完整, 无明显破碎化现象。方山县斑块密度最大的参考文献:

是居民点及工矿用地分布最为分散, 破碎度最大。而水域、未利用地(包括荒草地、沙地、裸岩地等)因其基本上处于自然半自然状态, 受人为干扰的影响较小, 故其斑块密度值低, 景观破碎度较小。

3.2.3 景观分维数

从计算结果来看, 各景观类型分维度指数均比较大, 说明各类型斑块形状都不规则, 景观处于不稳定状态, 这源于方山县异常脆弱的生态环境以及复杂的地貌类型。研究区分维数最小的是林地, 这与近年来方山县在实施退耕还林以及生态环境建设的过程中对林业用地合理而有效的规划有关。因为水域的斑块数少, 没有实际意义, 故未作计算。

4 结论与讨论

方山县地处晋西黄土区, 是黄土高原重点产沙区的重要组成部分。该区具有悠久的开发历史, 这里拥有光热、生物、能源及矿产等丰富资源。然而由于其特有的自然环境以及长时期的人类活动, 最终导致生态环境十分脆弱, 水土流失严重<sup>[5]</sup>。

研究区景观格局的研究表明, 方山县景观优势度大, 林地面积比例大, 达到 75.22%, 造林成果显著, 维持了北川河常年稳定的清水流量, 对维护整个三川河流域的生态环境, 特别是流域河谷农业区耕作业的稳产高产具有重要意义。同时, 应采取立体结构的布局模式, 农、林、牧、渔各业协调发展, 走可持续发展的道路。

针对方山县实行国家退耕还林以来耕地面积减少的情况, 必须采取多种措施切实保护耕地, 进一步改善耕地环境, 提高耕地质量, 严格控制非法占有耕地。同时必须加强农田基本建设, 合理规划农田保护区, 建成田成方、树成行、渠相通、路相连、旱能浇、涝能排的高效生态农业园区。

方山县境内矿产资源丰富, 交通便利。近年来, 着眼于工业强县的目标, 大力实施企业改制, 开发潜力产品, 扶持优势企业, 构建起了以煤焦、冶炼、建材、木业、酿造多种行业共同发展的工业格局。随着人口的增加, 经济和交通的发展, 全区工矿、居民用地还有不断扩大的趋势, 其分布更加分散, 破碎度加大。因此合理规划居民工矿用地布局是目前方山县重点解决的问题。

方山县各景观类型分维数较大, 斑块形状复杂, 景观处于不稳定状态。同时, 由于山地地势起伏, 高差悬殊, 水蚀能力强, 生态的自我调节、自我修复的能力弱, 生态系统比较脆弱。因此, 有计划有步骤的退耕还林(草), 加强小流域综合治理, 实行山、水、田综合治理, 采取乔灌木相结合、工程与生物相结合的配置方式, 充分发挥生态经济系统的整体功能。其次, 要建立适应当地的土地资源合理利用模式, 提高土地生产力, 实现土地的可持续利用, 最终使该县形成南部生态工业区、中部生态旅游区、北部生态畜牧区三大分区的合理的土地利用空间结构。

[ 1 ] 刘茂松, 张明娟. 景观生态学原理与方法[ M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.  
[ 2 ] 贾宝全, 慈龙骏. 绿洲景观生态研究[ M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.  
[ 3 ] 方山县概况[ EB/OL]. <http://www.sxfangshan.gov.cn>.  
[ 4 ] 焦峰, 温仲明, 王飞, 等. 黄土丘陵区域整体景观格局分析[ J]. 水土保持学报, 2005, 19( 2): 167– 170.  
[ 5 ] 刘正魁, 秦旭峰. 方山县生态环境建设的主要经验[ J]. 山西水土保持科技, 2003, ( 3): 37– 38.  
[ 6 ] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析[ J]. 生态学报, 1995, 15(2): 113– 120.