

青海都兰县察汗乌苏绿洲景观格局特征分析<sup>\*</sup>

刘小丹, 张克斌, 李 瑞, 沈 彦, 边 振

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

**摘 要:**借助遥感(RS)及地理信息系统(GIS)等手段,运用景观生态学原理,同时结合外业调查结果,对青海都兰县察汗乌苏绿洲进行景观格局分析。结果表明:察汗乌苏绿洲景观多样性指数和均匀度指数分别为 1.248 和 0.775 4,均处于中等水平。研究区景观优势度不高,但耕地、荒草地、河床及水利设施用地占有较高的景观比例,尤其耕地,不但景观比例大而且随着城镇化的发展,外来人口的不断涌入还有增长趋势;研究区景观分离度最大的是林地,最小的是耕地,表明耕地分散程度最小,林地分散程度最大。区域景观破碎度最大的是林地,最小的是荒草地和河床与水利设施用地,说明林地被分割程度最大,荒草地和河床与水利设施用地最小。分维数指数最大的是河床与水利设施用地,最小的是耕地,即河床与水利设施用地形状最不规则,受人为干扰最小,相对耕地形状最为规则,受人为干扰最大。

**关键词:**察汗乌苏; 绿洲; 景观格局; 指数

中图分类号: P901                      文献标识码: A                      文章编号: 1005-3409(2008)04-0130-04

Characteristics of Landscape Patterns in Tsagan Us Oasis in Dulan County of Qinghai Province

LIU Xiaodan, ZHANG Kebin, LI Rui, SHEN Yan, BIAN Zhen

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

**Abstract:** The characteristics of landscape patterns in Tsagan Us oasis in Dulan county are analyzed by means of remote sensing (RS), geographical information system (GIS) and theories of landscape ecology etc. The results show that the indexes of diversity and evenness are 1.248 and 0.775 4, both locate in the middle position. The dominance index in research area is not very high, but the farmland, waste grassland and riverbed and water conservancy facilities land still take high landscape proportion, especially the farmland not only great landscape proportion but also with the development of urbanization, the emigration coming into the oasis, it appearing increased trend; the biggest landscape separation index in the research area is the forest land and the smallest is farmland, which shows that the scattered degree of farmland is the least and the land use of farmland is the biggest. The biggest regional landscape fragmentation is forest land, the smallest are waste grassland and riverbed and water conservancy facilities land, which shows that the dividing degree of forest land is the biggest and the land use of waste-grassland and riverbed and water conservancy facilities land are the least. The biggest index of fractal dimensions is riverbed and water conservancy facilities land, the least is farmland. It means that the shape of riverbed and water conservancy facilities land is irregular, the human disturbance is the least, otherwise the shape of farm land is regular and human disturbance is the biggest.

**Key words:** Tsagan Us; oasis; landscape patterns; index

绿洲是指荒漠中稳定水源可供植物良好生长或人类聚集繁衍的生态地理区域。因此可认为绿洲是一种干旱区独有的地理景观(可以是自然景观或人文景观)<sup>[1]</sup>。景观格局是指景观组成单元的类型、数目以及空间分布与配置<sup>[2]</sup>。在对景观结构组成特征和空间配置关系的分析中,景观格局指数能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某些方面特征<sup>[3]</sup>。通过对景观格局的分析,有助于分析景观组成单元的形状、大小、数量和空间组合;有助于对宏观区域生态环境状况评价及发展趋势分析;同时也有助于探索自然因素与人类活动对景观格局及动态过程的影响<sup>[4-5]</sup>。格局分析是当前景观生态学的研究重点之一,大量定量指标的建立,促进了景观格局分析方法的广泛应用<sup>[6-8]</sup>。将地理信息

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2007-12-04  
基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目: 青海高寒沙地退化植被恢复技术与试验示范(都兰)(2006BAD26B1001)  
作者简介: 刘小丹(1983-),男,硕士在读,主要从事荒漠化防治,干旱区生态建设等方面的研究。E-mail: liuxiaodan831121@163.com  
通信作者: 张克斌(1957-),男,副教授,主要研究方向: 荒漠化防治及干旱区环境管理。

系统( GIS) 与景观格局分析软件相结合, 以定量研究景观格局是当前的新趋势<sup>[9-10]</sup>。

1 研究区概况

都兰县察汗乌苏绿洲位于青海省中部、柴达木盆地东南部, 109 国道贯穿其间, 距西宁 450 km。坐标东经 97°52′ - 98°10′, 北纬 36°13′ - 36°26′ 之间, 全区东西长约 27 km, 南北宽约 23 km, 土地总面积 223.1 km<sup>2</sup>, 总人口 1.79 万。海拔 3 075~ 3 090 m, 光照充足, 年日照时数 2 954~ 3 109 h, 太阳辐射强, 年太阳总辐射量 677.88~ 706.94 kJ/cm<sup>2</sup>, 年光合有效辐射量 280~ 318 kJ/cm<sup>2</sup>, 热量足, 时空变化较大; 年平均温度 2.1~ 3.7℃, ≥0℃积温 1 724~ 1 919℃, 年较差 25.3~ 26.5℃, 降水较少, 降水量 163.9~ 240.8 mm, 降水均集中在 5~ 9 月, 表现出雨热同季, 有利于农作物和牧草生长, 区内农作物生长期 176~ 198 d。该区属干旱地区, 湿润系数 0.21~ 0.35 之间, 蒸发量 583~ 698 mm, 大风日数 21~ 32 d, 加剧了气候的干燥程度。区内年平均风沙日数 7.9~ 12 d, 大风日数 21~ 32 d, 风速最大时可达 25.9 m/s, 风沙危害频率 38.4%。根据都兰县农村牧区经济区划土壤资源普查材料, 该区土质呈碱性, 主要以棕钙土、风沙土为主, 土层浅, 土质粗, 黏粒含量低, 土壤有效成分含量不高, 土壤有机质在 0.948%~ 1.143%, 缺氮少磷钾富足。其为柴达木盆地平原地貌类型, 区内有察汗乌苏河流过绿洲。因此该区属高原干旱大陆性气候, 具有典型高寒大陆性荒漠气候特征。

2 研究方法

2.1 材料及处理方法

运用最新国土资源卫星的遥感数据(2007 年), 在遥感数据处理软件 ERDAS IMAGINE 8.7 支持下, 进行波段合成、滤波、图像增强等预处理, 以 1: 5 万的察汗乌苏绿洲现状图作为参照, 进行几何精校正; 在 ArcGIS 等地理信息系统软件支持下, 结合实际调查数据及察汗乌苏绿洲现状图进行人机交互目视解译及矢量化工作, 统计各景观类型的斑块数、周长、面积等基本信息以及制作察汗乌苏绿洲斑块分布图(图 1); 通过景观统计软件 Fragstats 3.3 及 Excel 2003 进行景观空间分析和统计。

2.2 景观类型的选取

景观分类标准根据中国《土地利用现状调查技术规程》中的土地用途、利用方式、覆盖特征等因素作为土地利用的分类依据。结合察汗乌苏绿洲的特点, 并考虑到该区域景观类型相对简单, 故景观斑块类型划分为耕地、林地、居民及工矿用地、荒草地、河床及水利设施用地 5 个大类, 如图 1。

2.3 景观格局指数

随着景观生态学的发展, 描述和分析景观的指标体系也越来越完善, 尽管这些指标比较繁多, 个人的侧重点也有所不同, 但是总的来讲还是比较通用的。根据研究区特点和需要, 选出以下景观指数及其计算方法<sup>[11-13]</sup>。

(1) 景观多样性( Diversity) 指数。景观多样性指数  $H$  值的大小反映景观的多少和各景观要素所占比例的变化。其计算公式为

$$H = - \sum_{k=1}^m p_k \cdot \ln(p_k)$$

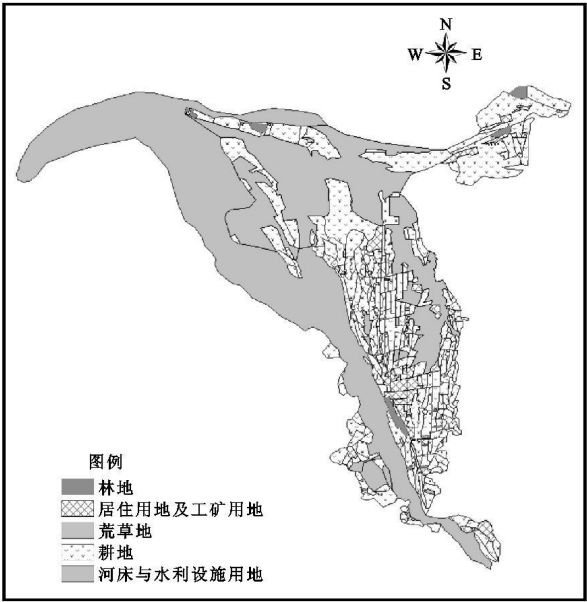


图 1 都兰察汗乌苏绿洲土地利用斑块分布图

(2) 优势度( Dominance)。表示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的景观要素控制的程度。优势度指数越大, 则表明偏离程度越大, 即组成景观格局的各景观类型或组成景观的各要素所占比例差异大, 或说某一种或少数景观类型占优势; 优势度小则表明偏离程度小, 即组成景观的各种景观要素所占比例大体相当; 优势度为 0, 表示景观各种要素所占比例相等, 景观完全匀质, 即由一种景观类型组成。优势度指数  $D_o$  的计算公式为

$$D_o = H_{\max} + \sum_{k=1}^m P_k \cdot \ln(P_k), H_{\max} = - \ln(1/m)$$

(3) 均匀度( Evenness degree)。均匀度  $E$  是景观实际多样性指数与最大多样性指数( $H_{\max}$ ) 的相对比值。即

$$E = H/H_{\max}$$

(4) 破碎度( Fragmentation)。表示景观的破碎化程度, 反映景观空间结构的复杂性。这里采用单位面积上各种斑块数目来表示, 其计算公式为

$$C = n_i/A_i$$

(5) 分离度( Separation)。某景观类型中不同斑块个体类型的分离程度。分离度指数  $S_k$  的计算公式为

$$S_k = P_k/B_k, \text{ 其中: } P_k = 1/2 \sqrt{n_k/A_k}, B_k = A_k/A$$

式中:  $P_k$  —— $k$  类景观地物所占的面积比;  $m$  ——景观地物类型数目;  $n_k$  —— $k$  类景观斑块数目;  $A_k, A$  —— $k$  类景观面积和研究区域总面积。

(6) 分维数( Fractal dimensions)。分维采用分形几何方法表达斑块的复杂程度。分维方法不仅用于形状指数的计算, 而已广泛应用于生态学空间格局分析中<sup>[14-15]</sup>。分维的定义与计算方法有很多, 在景观生态学研究, 采用比较多的方法是基于周长- 面积关系的方法。其公式如下<sup>[16]</sup>:

$$MPFD = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( \frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \right)}{N}$$

式中:  $a_{ij}$  ——表示  $i$  类  $j$  个斑块的面积,  $P_{ij}$  ——表示  $i$  类  $j$  个斑块的周长,  $N$  ——表示景观中所有斑块的数量。1.0  $\leq$  MPFD  $\leq$  2.0, MPFDD 愈靠近 1.0, 斑块形状愈简单, 其中 1.0 代表形状最简单的正方形斑块; 相反, MPFD 愈靠近 2.0, 斑块形状愈复杂, 其中 2.0 表示等面积下形状最复杂的斑块体。

3 结果分析

3.1 察汗乌苏绿洲景观格局总体特征分析

察汗乌苏绿洲总体景观格局特征见表 1 及图 1, 从表 1 和图 1 可以看出, 察汗乌苏绿洲斑块总数为 393, 总面积为 223.1 km<sup>2</sup>, 平均斑块面积为 0.568 km<sup>2</sup>, 斑块总周长为 1 118.95 km, 平均斑块周长为 2.847 km。研究区内景观多样性指数和均匀度指数分别为 1.248 和 0.775 4。对照其它地区的计量结果<sup>[5,17-18]</sup>, 察汗乌苏绿洲景观多样性和均匀度指数均处于中等水平。人造景观和自然景观最大的不同就在于人造景观的形成完全受人类干扰, 而自然景观格局的形成则主要受自然营力的影响。察汗乌苏绿洲作为人造景观, 在人类干扰下其景观多样性和均匀度指数均未像其周围自然景观一样出现极端状态, 即以荒漠为基质的多样性和均匀性极低的荒漠景观; 优势度指数反映了一种或几种景观斑块支配景观格局的程度, 表示景观多样性对最大多样性之间的偏差。优势度大, 表明各景观类型所占比例差别大, 其中某一种或某几种景观类型占优势; 优势度小, 表明各类型所占比例相当。优势度为 0 时, 表明各景观类型所占比例相等, 没有一种景观占据优势。研究区景观优势度为 0.361, 表明该区景观优势度不高。但是耕地、荒草地、河床及水利设施用地仍占有较高的景观比例, 分别为 37.67%, 21.59% 和 35.43%。尤其耕地, 不但景观比例高, 同时随着城镇化的发展, 外来人口的不断涌入, 耕地需求增加, 还有增长趋势。

表 1 察汗乌苏绿洲景观格局总体特征	
指 标	特征值
斑块数	393
总面积/ km <sup>2</sup>	223.1
平均斑块面积/ km <sup>2</sup>	0.568
斑块总周长/ km	1118.95
平均斑块周长/ km	2.847
多样性指数	1.248
均匀度指数	0.7754
优势度指数	0.361

3.2 察汗乌苏绿洲各景观要素特征分析

察汗乌苏绿洲各景观要素特征详见表 2, 从表 2 可知, 察汗乌苏绿洲各景观类型中耕地所占面积最大为 37.67%, 斑块最多, 为 296 个; 其次是河床与水利设施用地, 其景观比例为 35.43%, 斑块为 2 个; 荒草地其景观比例是 21.59%, 斑块 12 个。耕地、河床与水利设施用地、荒草地 3 种景观类型占研究区的 94.69%。林地和居民及工矿用地景观类型占 5.31%。

表 2 察汗乌苏绿洲各景观要素特征表					
特征值	耕地	林地	荒草地	河床与水利设施用地	居民及工矿用地
斑块数	296	27	12	2	56
总面积/ km <sup>2</sup>	84.038	2.280	48.172	79.040	9.580
平均斑块面积/ km <sup>2</sup>	0.284	0.084	4.014	39.52	0.171
斑块总周长/ km	710.36	34.24	152.35	112.52	109.48
平均斑块周长/ km	2.399	1.268	12.696	56.26	1.955
景观比例/ %	37.67	1.02	21.59	35.43	4.29
分离度	1.152	140.909	9.986	14.905	23.263
破碎度	0.0352	0.1184	0.0025	0.0003	0.0585
分维数	1.098	1.099	1.298	1.567	1.207

景观破碎度: 景观破碎度的大小反映景观类型斑块被分割程度, 其值域为[0~1], 0 表示景观要素完全没被破坏, 1 表示完全被破坏。察汗乌苏绿洲破碎度最大的是林地, 其值为 0.118 4, 其次是居民及工矿用地为 0.058 5。破碎度最小的是河床和水利设施用地, 其破碎度值为 0.000 3。

景观分离度: 景观分离度按照耕地、林地、荒草地、河床与水利设施用地、居民及工矿用地的顺序分别是: 1.152, 140.909, 9.986, 14.905, 23.263, 从景观分离度的定义知, 察汗乌苏绿洲各景观要素在区域分布最为分散的是林地, 其景观分离度为 140.909, 其次是居民及工矿用地, 分离度为 23.263, 分离度最小的是耕地为 1.152, 表明耕地斑块之间分布较为密集, 分散程度较低。

景观分维数: 景观分维数描述景观中斑块形状复杂程度, 一般而言, 其理论值域为 1.0~2.0, 分维数越接近 1.0, 表明景观要素斑块的自我相似性越强, 斑块形状越有规律, 斑块的集合形状趋向简单, 表明受干扰程度越大; 相反, 分维数越接近 2.0, 表明景观要素斑块的形状越无规律, 形状越复杂, 受干扰程度越小。察汗乌苏绿洲分维数最小的是耕地, 为 1.098, 表明耕地的形状简单、有规律, 受人为干扰最大, 从图 1 可以看出, 察汗乌苏绿洲耕地斑块的形状多数呈规则的长方形, 这主要是受人为干扰的影响。研究区分维数最大的是河床及水利设施用地, 其值为 1.567, 相对于其他景观类型, 此值比较接近于 2, 表明该类型形状很不规则, 规律性不强, 这跟实际比较相符, 从图 1 也可以看出这一点。耕地和居民点及工矿用地同是人为景观, 分维数相差很大, 导致这个结果的主要原因是察汗乌苏绿洲在建设初期没有进行比较合理而有效的规划, 使居民点与工矿用地和自然景观之间整体上杂乱而无规律; 相对来说, 耕地是农业绿洲的主体, 在绿洲建设初期就受到高度重视, 得到合理而有效的规划, 使其多呈规则的几何状分布。

4 结 论

景观空间格局的研究仍是景观研究的主要内容。用于刻画景观格局的数量化指标很多, 但因一些指标具有基本相同的功用、故在实际应用中只用少量指标即可完全满足格局分析的需要<sup>[3]</sup>。所以本文在研究中仅用多样性指数、均匀

度、优势度、破碎度、分离度、分维数 6 个指数来分析出察汗乌苏绿洲景观的格局特征。

绿洲景观具有径流依赖性、景观隐域性、演替双向性等特征<sup>[19]</sup>, 同时作为人工绿洲景观还具有景观斑块规则、生物多样性低等基本特征。在对人工绿洲景观进行研究时, 既要考虑作为绿洲所具有的一般特征, 又要考虑作为人工绿洲景观所特有的特征。对绿洲景观格局分析的目的是全面、准确地掌握绿洲景观结构, 为绿洲建设规划提供基础研究数据。

在遥感影像为主要信息源的情况下, 决定绿洲景观格局的重要成分: 灌溉渠系、防护林网和交通道路等线状要素很难准确地显示, 因此, 使用更高分辨率的数据将为绿洲格局与过程研究提供更好的条件; 另外, 如何在众多景观指数中选择恰当的指标来反映绿洲景观的格局特征, 并为绿洲持续发展提供指导, 是当前景观指数研究的重要任务之一<sup>[3]</sup>。

察汗乌苏绿洲特有的水土条件决定了其适宜于农牧业生产和人类居住, 经过 50 多年的发展过程, 察汗乌苏绿洲逐渐形成人工绿洲的同时, 人类对该区域水土资源的开发利用不断向外扩展。察汗乌苏绿洲景观格局的研究表明: 虽然研究区域的土地利用趋于均匀化, 景观优势度不高, 但在开发利用程度较高的绿洲区内部, 耕地和荒草地仍占了较大的比例。此外因西部大开发的深入, 城镇化速度加快, 外来人口正不断涌入察汗乌苏绿洲, 耕地的面积还有不断扩大的趋势。如何协调人地关系以及如何合理规划绿洲景观要素的比例问题正是目前察汗乌苏绿洲急需解决和攻关的难题; 在荒草地景观中因自然因素和人为活动造成的退化景观类型如裸土地、沙化土地、砍伐迹地占据相当比重。因此景观格局反映了高度发展的人工景观成为主要景观类型, 但与耕地镶嵌分布的荒草地景观也反映了该区域生态退化趋势较为严重。各类斑块几何形状规则(尤其林地、耕地), 随着人类活动的干扰, 绿洲景观的多样性会逐步增强, 景观更趋破碎, 这也是人类改造与利用自然景观的趋势所在。

参考文献:

[ 1 ] 韩德麟. 关于绿洲若干问题的认识[ J ]. 干旱区资源与环境, 1995, 9( 3 ): 13-31.

[ 2 ] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观空间分析的特征和主要内容[ J ]. 生态学报, 2002, 22( 7 ): 1135-1142.

[ 3 ] 李瑞, 张克斌, 杨晓晖, 等. 基于 RS 和 GIS 的青海香日德绿洲景观格局特征分析[ J ]. 水土保持研究, 2006, 13

( 3 ): 129-131.

[ 4 ] 肖笃宁. 景观生态学理论方法与应用[ M ]. 北京: 中国林业出版社, 1991: 92-98.

[ 5 ] 欧立业, 马海州, 等. 柴达木盆地荒漠绿洲景观格局定量分析[ J ]. 盐湖研究, 2003, 11( 4 ): 28-32.

[ 6 ] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性[ J ]. 生态学报, 1997, 17( 5 ): 453-461.

[ 7 ] 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.

[ 8 ] 常学礼, 邬建国. 科尔沁沙地景观格局的特征分析[ J ]. 生态学报, 1998, 18( 3 ): 225-233.

[ 9 ] Li X, Lu L, Cheng G, et al. Quantifying landscape structure of the Heihe River Basin, North West China using FRAGSTATS[ J ]. Journal of Arid Environments, 2002, 48( 4 ): 521-535.

[ 10 ] 角媛梅, 马明国, 等. 黑河流域中游张掖绿洲景观格局研究[ J ]. 冰川冻土, 2003, 25( 1 ): 94-99.

[ 11 ] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[ M ]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 99-105.

[ 12 ] 李哈滨, 伍业刚. 景观生态学的数量研究方法[ C ] // 当代生态学博论. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 209-234.

[ 13 ] 陈利顶, 傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构影响的分析[ J ]. 生态学报, 1996, 16( 4 ): 337-344.

[ 14 ] 常学礼, 张德干, 杨持. 科尔沁沙地农牧交错景观的分形结构特征[ J ]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 1999, 30( 4 ): 513-517.

[ 15 ] 辛晓平, 徐斌, 单宝庆, 等. 恢复演替中草地斑块动态及其尺度转换分析[ J ]. 生态学报, 2000, 20( 4 ): 587-593.

[ 16 ] 丁彦彦, 张明亮. 1988-2002 年开封市景观动态变化[ J ]. 地理研究, 2005, 24( 1 ): 28-37.

[ 17 ] 贡璐, 师庆东, 等. 阿克苏绿洲景观格局特征分析[ J ]. 新疆大学学报: 自然科学版, 2004, 21( 1 ): 34-37.

[ 18 ] 黄俊芳, 王让会, 等. 基于 RS 与 GIS 的三工河流域生态景观格局分析[ J ]. 干旱区研究, 2004, 21( 1 ): 34-37.

[ 19 ] 贾宝全, 慈龙骏. 绿洲景观生态研究[ M ]. 北京: 科学出版社, 2003: 15-19.