

柴达木盆地荒漠绿洲景观格局定量分析

欧立业¹, 马海州^{1,2}, 沙占江^{1,2}, 曹广超^{1,2}, 薛 亮¹, 杨海镇²

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008;

2. 青海师范大学青藏高原资源与环境研究中心, 青海 西宁 810008)

摘 要:以柴达木盆地土地利用现状图为基本图件,在GIS支持下编制了柴达木盆地土地利用景观图。在此基础上选取多种景观指数,即选取斑块大小、斑块数、聚集度、相似邻接百分比、景观优势度指数、面积加权的平均斑块分形指数、散布与并列指数、香农多样性指数和香农均度指数等主要景观格局指数,定量地分析柴达木盆地荒漠绿洲景观格局特征。结果表明:柴达木盆地景观的主要斑块类型为未利用土地和草地,二者面积之和占全区的95%左右;绿洲景观以耕地、园地、林地以及城镇工矿用地等形式镶嵌在景观中,它们由于受到绿洲内人类活动的强烈影响,分形指数大,破碎度高;园地、水域与沼泽、林地和耕地的分布均比较分散,与其它类型相互混杂分布,说明绿洲内部缺乏高度连接的景观,生态系统脆弱;总体上看,柴达木盆地的景观比较单调,多样性指数较小,破碎化程度较低,景观异质性不高。

关键词:柴达木盆地;荒漠绿洲;景观格局;GIS;景观指数

中图分类号:P941.75 文献标识码:A 文章编号:1008—858X(2003)04—0028—05

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^[1]。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。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^[2]。

柴达木盆地受其自然条件及人类活动的影响,形成了典型的荒漠绿洲景观。它同我国其他地区相比,柴达木盆地是一个相对年青的开发区,受人类活动影响比其他地区小,这使得从较大尺度的宏观对其指导显得尤为重要。作者在GIS支持下,编制了土地利用现状图,在此基础上,分别从斑块大小、斑块数、聚集度、相似邻

接百分比、景观优势度指数、面积加权的平均斑块分形指数、散布与并列指数、香农景观多样性指数和香农均度指数等方面对该地区景观格局特征进行分析,以期揭示目前各景观组分在该典型荒漠绿洲景观中的地位与作用,为该地区的生态环境建设与管理提供基础数据与决策支持依据。

1 研究区概况

柴达木盆地位于青藏高原北部,地跨北纬35°00′~39°20′,东经90°16′~99°16′,海拔2 675~3 350米,是我国著名的内陆山间盆地^[3]。由于盆地受独特的地理位置、大气环流和海拔、地形的影响,形成了典型的大陆性荒漠气候特性。在干旱极干旱气候条件下,其基带植被和土壤呈现出荒漠化的显著特征,构成了荒漠景观。

收稿日期:2003—06—03;修回日期:2003—07—28

基金项目:中国科学院“百人计划”项目和教育部骨干教师项目(199902004)资助

作者简介:欧立业(1978—),男,江西会昌人,硕士研究生,主要研究方向为遥感与地理信息系统应用。

同时光温、水分、土壤、植被以及人类生产活动在盆地得到高度协调, 形成了干旱荒漠背景下具有生机盎然的绿洲景观^[4]。盆地内有格尔木、都兰、乌兰、德令哈、诺木洪、香日德、希里沟、察汉乌苏、夏日哈、塞什克、宗加、巴隆等十多个绿洲^[5]。绿洲是沙漠和戈壁中利用价值最高的土地资源, 它是人类生存发展的主要空间, 也是经济活动的重要基地, 所以绿洲是沙漠和戈壁中的宝地。尤其是高寒、干旱的柴达木盆地的绿洲, 更应珍惜和保护, 促使其向良性发展^[6]。

2 研究方法

2.1 景观制图

本研究以海西州 1995 年土地详查后绘制的 1:500,000 土地利用现状图作为景观格局的分析底图, 应用 Arc/Info 8.0 对其进行数字化, 生成矢量数据文件, 并建立属性数据库。考虑到所研究的区域尺度较大, 景观类型的划分采用了土地利用现状一级分类系统, 结合本区的特点, 将柴达木盆地土地利用景观构成要素分为以下几类:

- 耕地 包括水田、旱耕地与水浇地。
- 园地 包括果园、菜地等。
- 林地 指乔木、灌木以及疏林地等, 包括天然林与人工林。

草地 指用于放牧割草等为主的天然草场和人工和改良草场。

水域与沼泽 包括湖泊、沼泽、水库、河流、沟渠等。

城镇工矿用地 包括城乡居民用地、工矿企业用地、交通用地和特殊用地。

未利用土地 包括盐碱地、裸地、沙地、裸岩、石砾地。

2.2 景观格局指数

目前用于描述景观格局的景观指数很多, 但许多景观指数之间不满足相互独立的统计性质, 也就是说有些景观指数之间具有高度的相

关性^[7]。本文根据柴达木盆地荒漠绿洲景观的特征, 选取斑块大小、斑块数、聚集度、相似邻接百分比、景观优势度指数、面积加权的平均斑块分形指数、散布与并列指数、香农景观多样性指数和香农均度指数等主要景观格局指数, 定量地分析柴达木盆地荒漠绿洲景观格局特征, 以研究景观格局与人类活动的关系, 其中后 5 个景观指数公式及其意义描述如下^[8]:

2.2.1 景观优势度指数 (Landscape dominance index, PLAND)

$$PLAND = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{A} \times 100 \tag{1}$$

式中 i 为斑块类型; j 为斑块的数目; a_{ij} 是第 i 类斑块中第 j 个的面积; A 是总的景观面积。

PLAND 主要用于描述景观由少数几个主要的景观类型控制的程度。PLAND 越大, 则表明组成景观的各类型所占比例差值越大, 或者说明某一种或少数景观类型占优势; PLAND 小则表明组成景观的各种景观类型所占比例大致相当。

2.2.2 面积加权的平均斑块分形指数 (AWMPFD)

$$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{2 \ln 0.25 p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right) \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \right] \tag{2}$$

式中 i, j, a_{ij}, A 的意义同上; p_{ij} 为斑块 ij 的周长; m 是研究区景观斑块体的类型总数。

AWMPFD 是反映景观格局总体特征的重要指标, 它在一定程度上也反映了人类活动对景观格局的影响。一般来说, 受人类活动干扰小的自然景观的分数维值高, 而受人类活动影响大的人为景观的分数维值低。

2.2.3 散布与并列指数 (IJI), 单位: 百分比, 范围: $0 < IJI \leq 100$

$$IJI_i = \frac{-\sum_{k=1}^m \left[\left(\frac{e_{ik}}{m} \right) \ln \left(\frac{e_{ik}}{m} \right) \right]}{\sum_{k=1}^m e_{ik}} \times 100 \tag{3}$$

式中 i, m 的意义同上; $k=1, \dots, m$: 表示斑块类型; e_{ik} : 表示与类型为 k 的斑块相邻的斑

块 ij 的边长。

LIJ 是描述景观空间格局最重要的指标之一。LIJ 对那些受到某种自然条件严重制约的生态系统的分布特征反映显著,如山区的各种生态系统严重受到垂直地带性的作用,其分布多呈环状,LIJ 值一般较低;而干旱区中的许多过渡植被类型受制于水的分布与多寡,彼此邻近,LIJ 值一般较高。

2.2.4 香农多样性指数(SHDI)

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m [p_i \times \ln p_i]$$

(4)

式中 p_i 是第 i 类斑块体占景观总面积的比例; m 是研究区景观斑块体的类型总数。

SHDI 是一种基于信息理论的测量指数,它能反映景观异质性。SHDI 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。当景观为均质时,其多样性指数为 0,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异增大,则景观的多样性下降。在一个景观系统中,土地利用越丰富,破碎化程度越高,其不定性的信息含量也越大,计算出的 SHDI 值也就越高。

2.2.5 香农均度指数(SHEI)

$$SHEI = \frac{- \sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i)}{\ln m}$$

(5)

式中 $i、m、p_i$ 同上。

SHEI 值较小时优势度一般较高,可以反映出景观受到一种或少数几种优势拼块类型所支配;SHEI=0 表明景观仅由一种拼块组成,无多样性;SHEI 趋近 1 时优势度低,说明景观中没

有明显的优势类型且各拼块类型在景观中均匀分布,有最大多样性。

3 结果与分析

在 ArcViewGIS 3.2 的 Spatial Analyst 模块的支持下,将土地利用现状图(矢量)转换景观分类栅格图(格网分辨率为 100m)。通过 FRAG-STATS Version 3 计算所选取的景观指数,并对结果进行如下分析。

3.1 景观面积和景观优势度分析

景观总面积为 25.39 万 km^2 ,共有 851 个斑块,分布于 7 个类型之中(表 1.)。在各景观类型中,园地的斑块数最少,共 5 个,占总斑块数的 0.59%;未利用土地斑块数最多,共 378 个,占总数的 44.42%,其次是林地、水域与沼泽,分别占总数的 19.39%和 14.34%。草地主要是由于斑块的面积大,故草地斑块数很少。

在景观面积结构特征上,耕地、园地、林地、草地、水域与沼泽、城镇工矿用地以及未利用土地所占总面积的比例分别为:0.16%、0.009%、2.854%、44.469%、3.41%、0.083%、49.015%。说明未利用土地和草地景观的面积最大,远远超过其它景观类型;其中,未利用土地占总面积的 49.015%,这说明该区域的景观基质为荒漠景观;草地景观在研究区同样占较大的比例,比例数为 44.469%,主要还是由大部分的天然荒漠草场加部分的人工草场组成,因此在景观上主要是以荒漠景观为主。

表 1 柴达木盆地景观的面积和优势度
Table 1 Landscape area and dominance of Qaidam Basin

特征参数	耕地	园地	林地	草地	水域与沼泽	城镇工矿用地	未利用土地
斑块数/个	32	5	165	93	122	56	378
斑块总面积/ km^2	406.52	23.08	7 248.64	112 923.96	8 659.68	211	124 468.08
PLAND/%	0.160	0.009	2.854	44.469	3.410	0.083	49.015

3.2 斑块的分形分析

分形分析主要分析斑块类型及整个景观的

破碎度,本文选用的是面积加权的平均斑块分形指数(AWMPFD)。盆地景观的面积加权的平均斑块分形指数为 1.199,说明景观的形状不

太复杂。各个斑块类型中,草地的 AWMPFD 值最大(1.255),其后依次为未利用土地(1.158)、水域与沼泽(1.125)、林地(1.122)、园地(1.070)、城镇工矿用地(1.061)、耕地(1.0412),说明以天然草场为主草地和包含的大部分都是盐碱地、裸地和沙地未利用土地的斑块形状最复杂,受人类活动影响较小。而耕地则由于受到人类活动的强烈影响,所以其 AWMPFD 最小。

3.3 聚集度与分离度

度量斑块类型聚集度与分离度的指数常用的有散布与并列指数(IJI)、聚集度(AI)、相似邻接百分比(PLADJ)。柴达木盆地景观各类型中

园地的 IJI 最大(63.946),水域与沼泽(56.636)、林地(55.437)和耕地(53.984)也比较大,说明这四种类型的分布均比较分散,与其它类型相互混杂分布,而未利用土地的值最小(25.534),说明该类型仅与少数类型邻接。PLADJ 表示斑块类型分散程度,PLADJ 小,表明分散程度高。各类型中最小为耕地(87.608),而未利用土地(98.394)、草地(98.394)的值较大,说明耕地比较分散,未利用土地和草地分布比较集中。AI 的值大,说明斑块类型的聚集度较高。各类型中,未利用土地(98.450)、草地(98.187)很集中,基本为连片分布,城镇工矿用地(90.484)则比较分散(如表 2 所示)。

表 2 柴达木盆地景观的聚集度和分离度
Table 2 Landscape aggregation and division indices of Qaidam Basin

景观指数	耕地	园地	林地	草地	水域与沼泽	城镇工矿用地	未利用土地
散布与并列指数	53.984	63.946	55.436	37.669	56.636	50.892	25.534
聚集度	91.493	92.735	95.523	98.187	96.737	90.484	98.450
相似邻接百分比	87.608	91.813	95.298	98.394	96.531	89.232	98.394

3.4 景观多样性分析

景观多样性指数能反映一个景观中不同景观类型分布的均匀化和复杂化程度。柴达木盆地景观中香农多样性指数(SHDI)为 0.944,说明该区域土地利用类型较单调,破碎化程度较低,景观异质性不高。香农均度指数(SIIEI)为 0.485,说明景观优势度较高,这主要受到未利用土地和草地等优势斑块类型的支配,同时也反映了景观的多样性相对较低。

4 结论与讨论

(1)柴达木盆地景观的主要斑块类型为未利用土地、草地,这二者的面积之和占全区的 95%左右。其中,未利用土地占总面积的 49.015%,这说明该区域的景观基质为荒漠景观;草地景观在研究区同样占较大的比例,比例为 44.469%,主要还是由大部分的天然荒漠草场加部分的人工草场组成,因此在景观上还是呈现出荒漠景观。绿洲景观以耕地、园地、林

地以及城镇工矿用地等形式镶嵌在景观中,它们由于受到绿洲内人类活动的强烈影响,分形指数大,破碎度高。

(2)通过对聚集度与分离度的分析表明,盆地景观各类型中,园地、水域与沼泽、林地和耕地的分布均比较分散,与其它类型相互混杂分布,说明绿洲内部缺乏高度连接的景观,生态系统脆弱。而未利用土地和草地的分布很集中,基本为连片分布,呈聚集状。

(3)从总体上看,柴达木盆地的景观还是比较单调,多样性指数较小,破碎化程度较低,景观异质性不高。这也反映出该区域主要受到未利用土地和草地等优势斑块类型的支配,景观优势度较高。随着人类活动在这一区域的不断加强,草地的不断退化,导致了景观多样性的增加,但由于其恢复能力弱,所以将给环境的保护带来严重的困难。

参考文献:

[1] 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.
[2] 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.

[3] 伍光和, 胡双熙, 张志良, 等. 柴达木盆地[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1985.

[4] 申元村, 汪久文, 伍光和, 等. 中国绿洲[M]. 河南大学出版社, 2001.

[5] 张永涛, 申元村. 柴达木盆地绿洲区划及农业利用评价[J]. 地理科学, 2000, 20(4): 314—319.

[6] 赵广明, 赵明. 柴达木盆地绿洲的形成、演替和对策[J]. 中南林业调查规划, 2000, 19(4): 48—54.

[7] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121—125.

[8] McGarigal K and Marks B. Fragstata. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure, Reference manual [M]. Corvallis Oregon: Forest Science Department, Oregon State University, 1994. 89—134.

Quantitative Analysis of the Desert—oasis Landscape
Pattern of Qaidam Basin

OU Li-ye¹, MA Hai-zhou^{1,2}, SHA Zhan-jiang^{1,2}, CAO Guang-cao^{1,2}, XUE Liang¹, YANG Hai-zhen²
(1. Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Science, Xining 810008, China;
2. The Research Center for Resources and Environment of Qinghai—
Tibetan Plateau, Qinghai Normal University, Xining 810008, China)

Abstract: The Qaidam Basin, as a famous inland basin in China, is composed of different ecosystems such as mountain, oasis and desert. Its landscape structure is mainly manifested by the desert—oasis pattern. In this paper, area of patches, number of patches, aggregation index, percentage of like adjacencies, landscape dominance index, fractal dimension of patches, interspersion and juxtaposition index, Shannon's diversity index, and Shannon's evenness index are calculated by GIS and FRAGSTATS to analyze the spatial distribution and spatial structure of the landscape types in Qaidam Basin. The results indicate that: ① The main patch types are grassplot and unavailable land in Qaidam Basin landscape, and their total area percent is about 95; ② Plantations, garden plots, woodlands, cities and diggings are mosaic in the oasis landscape. Due to intensive human activities in oasis landscape, their fragmentation index and fractal dimension indice are high. Garden plot, water and swamp, woodland and plantation distribute dispersedly and disorderly with other patch types, which presented that the landscape lacks highly conjunction in oasis and the ecosystem of oasis is frangible; ③ As a whole, Qaidam Basin has a simpler landscape, with lower diversity index, lower degree of fragmentation and lower heterogeneity.

Key words: Qaidam Basin; Desert—oasis; Landscape pattern; GIS; Landscape index