

基于遥感数据的塔南策勒荒漠-绿洲景观格局定量分析

王兮之¹, Helge Bruelheide², Michael Runge², 王 刚^{1*}

(1. 兰州大学干旱农业生态国家重点实验室, 甘肃兰州 730000; 2. Albrecht-von-Haller-Institute for Plant Sciences, Dep. Of Ecology and Ecosystem Research, University of Goettingen, Untere Karspuele 2, D-37073 Goettingen, Germany)

摘要:以新疆塔克拉玛干沙漠南缘中部的策勒绿洲为例,利用 SPOT 4 卫星遥感数据,借助 ERDAS image 和 Arc/View 软件,对其荒漠-绿洲景观类型进行分类并形成研究区栅格景观分类图,一共分为 14 类景观类型。在栅格分类图的基础上生成矢量化分类图,进而使用 ARC/INFO 与 FRAGSTATS 景观格局分析软件计算 9 种类型的景观参数,并从斑块、类型和景观 3 个水平上详细列出近 70 几种相应的参数和景观指数,定量化地揭示了策勒绿洲的景观分布格局与类型特征。

关键词:遥感数据;策勒绿洲;景观分类;景观格局分析;景观指数

A Quantitative Analysis of the Landscape Pattern Around Qira Oasis Based on Remote Sensing Data

WANG Xi-Zhi¹, Helge Bruelheide², Michael Runge², WANG Gang¹ (1. State Key Laboratory of Arid Agroecology, Lanzhou University, Lanzhou 73000, China; 2. Albrecht-von-Haller-Institute for Plant Sciences, Dept. of Ecology and Ecosystem Research, University of Goettingen, Untere Karspuele 2, D-37073 Goettingen, Germany). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(9): 1491~1499.

Abstract: Qira oasis is located in the middle of the TaNan region and represents a typical desert-oasis ecosystem of the southern Xingjiang Province in northwest China. Several oases occur in this region that are totally dependent on rivers that originate from the Kunlun Mountains. The study area was selected as a SPOT 4 scene covering Qira oasis and its surroundings. This study pursues two goals: (1) to produce a landscape classification map, and (2) to evaluate the applicability of landscape pattern indices to a quantitative description of the spatial pattern around Qira oasis. Landscape classification results, raster and vector format classification maps, and landscape indices from different levels that were calculated on base of remote sensing (RS) data and by using global position system (GPS) and geographic information system (GIS) techniques as well as FRAGSTATS program integration are presented.

We produced a map that corresponds to human optical perception as far as possible and that allows recognizing bridges, rivers, roads and channel crossings for georeferencing with GPS coordinates. The image was rectified and projected into the UTM grid (44 S). Subsequently, 14 patch types were identified as structural elements of the landscape by supervised classification techniques (ERDAS). The raster classification map was transformed into a vector map by using ARC/INFO. Applying the spatial pattern

基金项目:欧盟基金资助项目(IC 18 CT 98-0275)

* **通讯作者** Author for correspondence, E-mail: wangg@lzu.edu.cn

收稿日期:2001-09-07; **修订日期:**2002-04-05

作者简介:王兮之,女,甘肃兰州人,博士。主要从事 GIS 与景观生态学应用研究。E-mail: wangxizhi71@sina.com.cn

analysis program FRAGSTAT of the vector version resulted in a set of landscape indices. 70 landscape pattern indices, referring to the three scale levels of patches, classes and landscape, are presented.

The selected scene comprises three main ecosystem types: mountain (13.6% of area), desert (73.4%) and oasis (12.8%). The desert forms the matrix, the oasis is the main patch and the Qira River is a key corridor. An accuracy test of the classification was conducted on basis of the error matrix of the supervised classification. Accuracy of our classification is higher than 90% for farmland, alluvial piedmont, alluvial fan, riverbed, gravel Gobi, desert and reservoir. The exactness is between 80%~90% for loamy Gobi, hillside, greenbelt and semidesert dune, and the lower than 80% for semidesert, shifting dune area and mountain. The average accuracy is 85.4%.

At patch level, the greenbelt (PATCH-ID 11) shows the largest shape index (8.02) indicating the most noncircular (i. e., most complex) shape whereas the reservoir (PATCH-ID 82) has the smallest shape index (1.46) indicating a simple (closest to circular) shape in this case. The landscape similarity index ($LSIM = 0.18$) and the fractal dimension ($FD = 1.25$) reveal also the simple shape of the latter patch type, whereas core area and core area index reflect its smallest size.

At class level, the reservoir shows again the smallest area, but its interspersion and juxtaposition index ($IJI = 70.47$) is third highest among 14 class patches and is higher than the IJI of farmland (51.76) although the patch numbers are equal. These results show that reservoirs are well interspersed in the landscape. The patch core area coefficient of variation ($PCACV$) of reservoir (102.491%), loamy Gobi (226.939%) and gravel Gobi (230.694%), is also well indicating the degree of patch size evenness and fragmentation in the study area. As mountain and semistablized dune occur only as one patch each, their $PCACV$ is 0. At landscape level, about 30 landscape pattern and feature indices were calculated. As the absolute magnitude of landscape level indices is not really meaningful; they are used as relative figures for comparing different landscapes or the same landscape at different time.

In conclusion, our results show that landscape pattern indices can be successfully used in characterizing the spatial pattern of the studied area. This area a typical example of the oases in the "TaNaN" region. However, this study should be extended to other oases in order to test the general applicability of remote sensing in combination with the subsequently performed data processing for a quantitative description of oasis landscapes. The derivation of patch types and the calculation of landscape pattern indices as has been done in this study could be an effective instrument for comparing different areas, for detecting spatial as well as temporal landscape pattern changes, and for investigating the effects of human impact on landscape patterns in arid regions.

Key words: RS and GIS; Qira oasis; landscape classification; landscape pattern analysis; landscape indices
文章编号:1000-0933(2002)09-1491-09 **中图分类号:**Q149 **文献标识码:**A

景观生态学是研究景观的结构、功能及其空间格局分布动态过程的生态学分支。景观格局分析主要是定量研究斑块在景观中的分布规律;分析空间格局的目的在于在表观上无序的景观上发现潜在的有意义的有序或规律。只有认识了空间结构是什么样的和为什么是那样的,才有可能进一步设想和规划更合理的景观格局^[1]。近十几年来景观分类和格局分析的数量计测被广泛地应用于景观生态学的研究中,同时各种景观生态学指数已用于量化分析空间格局和与之相关的生态学过程^[2~5]。然而直接应用遥感数据去检测和计算景观指数的较少,大多数论述和分析景观指数的文章主要描述了相应指数在其发展和改进方面的许多概念性问题^[6~7]。本文利用 SPOT 4 遥感数据通过一系列相关计算机软件的处理和分析,对研究区进行景观分类,并在此基础上用景观指数定量地揭示策勒绿洲的景观格局分布特征。

1 研究区概况和方法

1.1 研究区概况

绿洲是干旱区独特的景观类型,也是最具生命力的组成部分。在新疆有大小绿洲 800 多块,占全疆土地总面积的 4.27%,却承载着全疆 95% 以上的人口,而沙漠、戈壁等荒漠面积占土地总面积的 47.7%。绿洲被沙漠、戈壁等分隔包围;绿洲具有不稳定性^[8]。新疆塔克拉玛干沙漠南缘的各个绿洲是广大南疆各族人民生存和发展的主要依托。以塔克拉玛干沙漠南缘中部的策勒绿洲为研究对象,对塔南东西长 600km,南北宽 18km,面积为 10800km² 的荒漠-绿洲脆弱带的景观分类和格局分布特征研究具有重要的现实意义。

策勒绿洲位于塔南中部,塔南是指塔克拉玛干沙漠南面与昆仑山北麓之间的地区。策勒位于东经 80°03'24"~82°10'34",北纬 35°17'55"~39°30'00",是一个典型的荒漠-绿洲生态系统,它的形成和发展完全依赖于发源于昆仑山北麓的策勒河。多年来由于人口的增加、开垦活动的加强、使水源南退、地下水位下降,加速了下游地区植被的退化和沙漠化的发展^[9](图 1)。

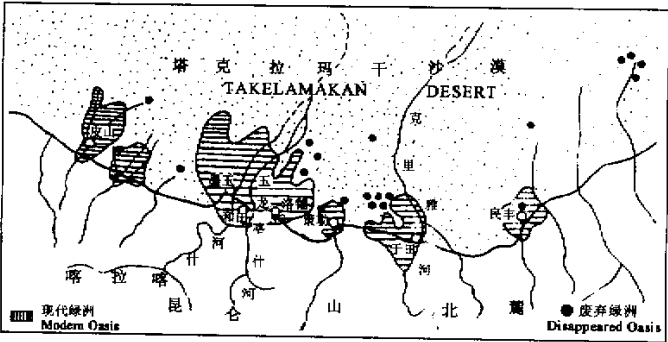


图 1 塔南地区现代绿洲与有史以来废弃绿洲的分布位置示意图^[9]

Fig.1 Distribution map of modern oasis and discard oasis at the southern fringe of TAKLAMAKAN Desert^[9]

1.2 研究方法

1.2.1 景观分类 景观格局的定量分析必需在景观分类的基础上进行。景观分类存在不同的分类体系:按人类影响强度的景观分类、以土地利用方式为主的景观分类、据自然度不同的景观分类、以及植被类型或地貌特征为主的景观分类等分类方式^[10]。本文主要根据自然地貌和地表的植被特征对 SPOT 4 遥感图像数据进行分类处理,所用的 SPOT4 多光谱资料(4-209~275 Scene)是 1998 年 9 月 26 日的数据,通过不同波段的组合(band 4, 3,1)形成接近自然地貌的自然景观图(图版 I),并利用此图进行野外实地数据的调查和地面控制点的选取测定。选择可以识别或借助实地勘察研究区地面信息可判定其类型的像元建立模板,然后基于该模板用监督分类使计算机系统自动识别具有相同特征的像元^[11~13],在此基础上最终形成栅格景观分类图(图版 II)。

1.2.2 景观格局分析 格局分析是景观生态学的基础研究内容,景观空间格局分析方法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。其格局分析方法主要由以下几个步骤组成:收集和处理景观数据,选用适当的格局研究方法进行分析,最后对结果加以解释和综合分析^[14]。本文主要利用 FRAGSTATS 从斑块、斑块类型和景观 3 个水平上列出了 70 几种参数与景观格局指数,详细揭示了策勒绿洲的景观格局分布特征。

本文研究方法的具体实施过程见图 2

2 结果与分析

2.1 策勒绿洲景观分类

策勒荒漠-绿洲景观主要包括山地、荒漠和绿洲 3 种生态系统:①山地系统中有山体与山坡地;②荒漠

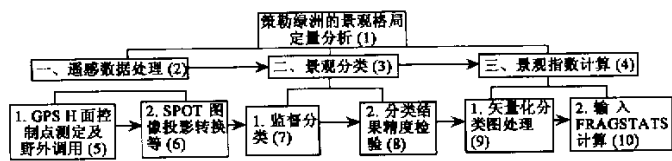


图 2 研究方法主要过程流程图

Fig. 2 Flow chart of main study process

(1) Analyzing quantitatively the landscape pattern of Qira oasis, (2) Processing RS data, (3) Landscape classification, (4) Calculating landscape indices, (5) GPS measure and field data investigation, (6) SPOT image project and transform, (7) Supervised classification, (8) Accuracy test of classification result, (9) Processing vector classified map, (10) Input FRAGSTATS program to calculate landscape indices

系统包括戈壁、沙漠、冲积地和半荒漠等；③绿洲系统是由耕地、居民地与绿洲边缘组成,再加上水体(水库和河流)构成了策勒的景观分布格局。从图版 I 以看出,策勒景观具有如下特点:荒漠-绿洲景观是以戈壁荒漠为基质,绿洲为较大斑块,河流为主要廊道的景观构型。绿洲斑块是人类生存和进行农业生产的地区;河流是绿洲存在和发展的必不可少的基本条件;绿洲的植被类型单调、结构简单。表 1 为分类图的详细景观类型说明。

表 1 策勒荒漠-绿洲景观分类图说明(类型与特征)

Table 1 Illustration of landscape classified map of the Qira oasis(type and feature)

类名 Class	颜色 Color	特征 Feature
山体 Mountain	灰色 Grey	昆仑山北麓山地,极稀疏植被 Slope at the northern KULUN little vegetation。
山坡地 Hillside	浅黄 Light yellow	砾石、粘土混合,稀疏植被 Gravelly and clayey soil, a little vegetation。
壤质戈壁 Loamy gobi	赭色 Sienna	砾质荒漠、无植被、地势平坦 Chomoeremion, topographic even。
水体 Reservoir	蓝色 Blue	灌溉用水库与较宽河道 Irrigation reservoir and river。
砾质戈壁 Gravel gobi	棕褐色 Tan	粘质荒漠,分布极少量植被 Loamy desert and sparse vegetation。
河床 Riverbed	蓝绿色 Aquamarine	季节性河流的河床,以鹅卵石为主 Seasonal river bed and cobblestone plain。
冲积地 Alluvial bottomland	蓝青色 Cyan	季节性河流冲击的滩地,有少量植被分布 Seasonal river shores with sparse。
冲击扇 Alluvial sector	灰绿色 Grey green	洪水冲击扇,分布较多植被 Flood alluvial gravel and sparse vegetation。
流动沙丘 Shifting dune	金黄色 Gold	流动风沙土,无植被 Shifting sand without any vegetation。
耕地 Farmland	深绿色 Dark green	灌淤土为主,主要作物有棉花、玉米等 Arable land with cotton, maize and wheat plantation。
沙漠 Desert	黄色 Yellow	塔干沙漠南缘,基本无植被 Open TAKLAMAKAN desert。
半荒漠 Semidesert	淡绿 Light green	分布少量荒漠植被如骆驼刺等 Sparse vegetation with Alhagi, Sparsifolia, etc。
半固定沙丘 Semistabilized dune	橘黄色 Orange	半固定风沙土,有少量怪柳、骆驼刺等 Semistabilized sand areas with a little vegetation。
绿洲边缘 Greenbelt	新绿色 Chartreuse	绿洲边缘地带大量的芦苇、胡杨、怪柳等植被 Oasis edge and much vegetation。

策勒景观分类误差精度的检验是根据监督分类误差矩阵表的计算结果得出的。当运用计算机辅助解译遥感卫星数据时,对于较大范围的遥感数据的分类结果进行精度检验,总的分类精度为 75%左右其结果便可以接受^[15~17]。检验结果显示的分类精度达到 90%以上有:耕地、冲击地、冲击扇、河床、砾质戈壁、沙

漠、水体,分类精度达到 80% 以上的有壤质戈壁、山坡地、绿洲边缘、半固定沙丘,分类精度低于 80% 的有半荒漠、移动沙丘、半固定沙丘、山体,精度较低的原因是它们的光谱特征与其它类型的十分相似,因此造成了它们的分类精度低。分类结果总的平均精度达到 85.386%。

对分类后栅格图在 ERDAS image 软件转换为矢量化分类图(图版Ⅱ),输入 ARC/INFO 和 ArcView 软件中对矢量图进行编辑、处理与相关的精度验证和制图。由于研究区的范围为 60km × 60km 即 3600km²,而矢量图的统计面积为 3592.72km²,面积误差是由于原始图像数据在投影、转换以及矢量化过程中造成的。另外使用 ArcView 中对矢量分类图重新制图,形成可查询每个斑块简单信息的景观分类图(图版Ⅳ)。

2.2 策勒绿洲景观格局分析

景观指数是指能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间分布特征的定量指标。FRAGSTATS 景观格局分析软件主要分析:一般性参数,面积指数,斑块密度、大小和变异指数,边缘指数,形状指数,核心面积指数,最邻近指数,多样性指数,蔓延度和散置指数 9 种类型的指数。对于策勒绿洲的景观格局分析从斑块、斑块类型和景观 3 个水平上分别计算了相应的指数,其结果如表 2、3、4 所示。

表 2 策勒绿洲每个斑块相应的景观指数
Table 2 Each patch landscape metric of Qira oasis

类型 Type	类型号 Cele-id	斑块号 Patchid	周长 Perimeter	面积 Area	景观相似性指数 Lsim	形状指数 SHAPEI	分维数 FRACT	核心面积 Core	核心面积指数 Cai
荒漠 Desert	12	3	316520.800	273970100.00	7.26	5.39	1.30	27107.94	98.94
半荒漠 Semidesert	21	4	11686.540	2341946.00	5.43	2.15	1.28	223.50	95.43
耕地 Farmland	18	10	45157.800	18073610.00	4.19	3.00	1.28	1765.45	97.68
绿洲边缘 Greenbelt	22	11	351363.400	152625000.00	4.40	8.02	1.36	14938.62	97.88
半固定沙丘 Semistabilized dune	23	22	133125.200	140727900.00	2.64	3.17	1.26	13951.52	99.14
壤质戈壁 Loamy gobi	10	23	21291.700	6003734.00	8.64	2.45	1.28	580.74	96.73
水体 Reservoir	19	82	3233.655	392813.80	0.18	1.46	1.25	36.35	92.54
冲积地 Alluvial bottomland	20	30	116879.500	56403410.00	3.32	4.39	1.31	5533.82	98.11
移动沙丘 Shifting dune	15	31	92960.000	73117600.00	1.75	3.07	1.26	7226.99	98.84
冲击扇 Alluvial sector	14	32	138651.800	129788400.00	2.53	3.43	1.27	12852.67	99.03
砾质戈壁 Gravel gobi	11	39	522059.000	541092100.00	14.56	6.33	1.31	53631.25	99.12
河床 Riverbed	17	57	241612.100	150668600.00	3.33	5.55	1.32	14847.21	98.54
山坡地 Hillside	16	66	11480.000	968800.00	8.30	3.29	1.36	86.39	89.18
山体 Mountain	13	74	88389.270	44915660.00	0.84	3.72	1.29	4411.31	98.21

在斑块水平上计算了策勒绿洲研究区内 81 个斑块的详细特征参数和相应的景观指数,如面积、周长、景观相似性指数、分维数等,这些参数对研究某些物种的扩散存活率和种群动态有重要意义。表 2 从只是显示了每种类型中的一个斑块特征,其中斑块面积与周长最大的为砾质戈壁(斑块号为 39),最小的为水体(斑块号为 82)。

表 3 从类型水平上表明了研究区内 14 种斑块类型的景观指数,如斑块密度、平均斑块分维数、景观形状指数等近 30 种指数,这些对了解和研究绿洲景观类型的动态变化十分重要。例如,混布与并列指数(LJI)表示的是一类斑块在整个景观中的分布状况,LJI 值较高时说明该种类型的斑块分布比较适宜。斑块面积变异系数(PSCV)反映研究区内斑块大小的均匀程度及连通性。其它指数也都从不同角度反应了各类斑块在景观中的一定特征。

表 4 从景观水平上计算了整个策勒绿洲的景观格局分布特征指数,如多样性指数、均匀度、斑块丰富度等 30 几种指数,为进一步研究整个地区的生态过程的变化及其相互之间的作用提供了必要的条件。利用景观水平的指数进行不同时间相或不同区域景观格局和变化特征的比较分析,由于本项研究只有一景遥感数据,该表所反映的只是研究区总的景观格局特征。

表 3 策勒绿洲每种类型的景观指数

Table 3 Each class landscape metric of Qira oasis

景观参数与指数 Landscape indices	缩写 AB.	背景 Background	冲积地 Alluvial bottomland	冲击扇 Alluvial sector	荒漠 Desert	耕地 Farmland	壤质戈壁 Loamy Gobi	砾质戈壁 Gravel Gobi
类型面积	CA	173885.600	17692.358	13469.040	38708.684	22354.190	46085.615	77621.962
斑块数	NP	1	10	2	8	6	7	11
景观比例	PLAND	32.614	3.318	2.526	7.260	4.193	8.644	14.559
最大斑块指数	LPI	32.614	1.058	2.434	5.139	2.151	7.546	10.149
斑块密度	PD	0.000	0.002	0.000	0.002	0.001	0.001	0.002
平均斑块大小	MPS	173885.600	1769.236	6734.520	4838.586	3725.698	6583.659	7056.542
混布与并列指数	IJI	88.00	66.48	41.46	59.63	51.76	52.86	75.93
平均形状指数	MSI	4.500	4.275	3.860	3.226	3.193	2.864	3.537
面积加权平均形状指数	AWMSI	4.500	5.175	3.461	5.134	3.350	3.586	5.956
平均斑块分维数	MPFD	1.260	1.334	1.310	1.296	1.302	1.284	1.310
面积加权平均斑块分维数	AWMPFD	1.260	1.338	1.273	1.300	1.270	1.266	1.313
总核心面积	TCA	173361.620	17126.030	13312.140	38169.800	22048.490	45686.840	76664.970
核心面积数	NCA	58	15	4	18	7	10	29
核心面积密度	CAD	0.011	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.005
景观核心面积比例	CPLAND	32.516	3.212	2.497	7.159	4.135	8.569	14.379
斑块平均核心面积	MCA1	173361.620	1712.603	6656.070	4771.225	3674.748	6526.691	6969.543
离散核心平均面积	MCA2	2988.993	1141.735	3328.035	2120.544	3149.784	4568.684	2643.620
总核心面积指数	TCAI	99.699	96.799	98.835	98.608	98.632	99.135	98.767
平均核心面积指数	MCAI	99.700	95.005	96.380	95.959	95.833	96.480	95.391
斑块核心面积标准差	CASD1	0.000	1895.688	8763.316	9519.185	4893.939	14811.633	16078.294
斑块核心面积变异系数	CACV1	0.000	110.690	131.659	199.512	133.178	226.939	230.694
斑块面积标准差	PSSD	0.000	1937.906	8830.802	9620.317	4941.883	14889.671	16220.284
斑块面积变异系数	PSCV	0.000	109.533	131.127	198.825	132.643	226.161	229.862
斑块类型数	LI-TYPE	1	2	3	4	5	6	7
总边缘长	TE	373285.099	621578.175	172331.843	589257.365	331908.638	437500.392	1050215.573
边缘密度	ED	0.700	1.166	0.323	1.105	0.623	0.821	1.970
景观形状指数	LSI	2.525	13.183	4.189	8.449	6.262	5.749	10.634
离散核心面积标准差	CASD2	0.000	1733.764	6352.884	6576.744	4678.452	12497.735	10206.110
离散核心面积变异系数	CACV2	0.000	151.853	190.890	310.144	148.533	273.552	386.066

类型 Type	绿洲边缘 Greenbelt	山坡地 Hillside	山体 Mountain	水体 Reservoir	河床 Riverbed	半荒漠 Semidesert	半固定沙丘 Semistabilized dune	移动沙丘 Shifting dune
类型面积	23465.478	44270.561	4491.566	974.000	17768.085	28970.578	14072.790	9326.981
斑块数	7	3	1	6	4	11	1	4
景观比例	4.401	8.303	0.842	0.183	3.333	5.434	2.640	1.749
最大斑块指数	2.863	7.230	0.842	0.073	2.826	3.157	2.640	1.371
斑块密度	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001
平均斑块大小	3352.211	14756.854	4491.566	162.333	4442.021	2633.689	14072.790	2331.745
混布与并列指数	63.36	71.86	26.01	70.47	52.96	46.21	71.53	59.69
平均形状指数	4.089	3.670	3.720	2.300	3.745	3.445	3.170	2.407
面积加权平均形状指数	6.841	3.479	3.720	3.172	5.175	5.676	3.170	2.929
平均斑块分维数	1.319	1.307	1.290	1.285	1.305	1.310	1.260	1.263
面积加权平均斑块分维数	1.347	1.257	1.290	1.309	1.316	1.330	1.260	1.262
总核心面积	22898.740	43941.460	4411.310	913.000	17458.430	28343.980	13951.520	9188.710
核心面积数	14	5	2	6	7	20	1	5
核心面积密度	0.003	0.001	0.000	0.001	0.001	0.004	0.000	0.001
景观核心面积比例	4.295	8.242	0.827	0.171	3.275	5.316	2.617	1.723
斑块平均核心面积	3271.249	14647.153	4411.310	152.167	4364.608	2576.725	13951.520	2297.177
离散核心平均面积	1635.624	8788.292	2205.655	152.167	2494.061	1417.199	13951.520	1837.742
总核心面积指数	97.585	99.257	98.213	93.737	98.257	97.837	99.138	98.518
平均核心面积指数	95.644	95.580	98.210	93.055	97.063	95.509	99.140	97.190
斑块核心面积标准差	5421.333	20694.636	0.000	155.957	6989.450	4847.071	0.000	3331.225
斑块核心面积变异系数	155.727	141.288	0.000	102.491	160.139	188.110	0.000	145.014

续表 3

类型	绿洲边缘	山坡地	山体	水体	河床	半荒漠	半固定沙丘	移动沙丘
Type	Greenbelt	Hillside	Mountain	Reservoir	Riverbed	Semidesert	Semistabilized Dune	Shifting Dune
斑块面积标准差	5536.161	20789.215	0.000	165.652	7084.207	4929.725	0.000	3365.878
斑块面积变异系数	165.150	140.878	0.000	102.045	159.482	187.179	0.000	144.350
斑块类型数	8	9	10	11	12	13	14	15
总边缘长	615991.989	360718.001	88389.268	66919.118	340691.463	683540.866	133125.182	151401.751
边缘密度	1.155	0.677	0.166	0.126	0.639	1.282	0.250	0.284
景观形状指数	11.344	4.836	3.720	6.049	7.210	11.329	3.166	4.422
离散核心面积标准差	4053.899	16688.181	3116.947	155.956	5465.076	3753.957	0.000	3062.359
离散核心面积变异系数	247.850	189.891	141.316	102.491	219.124	264.886	0.000	166.637

表 4 策勒绿洲整个景观的景观指数
Table 4 Landscape metrics of Qira oasis

景观指数	缩写	值	景观指数	缩写	值
Landscape indices	AB.	Value	Landscape indices	AB.	Value
总景观面积英亩数	TA	359271.888	斑块数	NP	81
景观比例	PLAND	100.000	最大斑块指数	LPI	15.061
斑块密度	PD	0.023	平均斑块大小	MPS	4435.456
混布与并列指数	IJI	74.62	平均形状指数	MSI	3.422
面积加权平均形状指数	AWMSI	4.733	平均斑块分维数	MPFD	1.304
面积加权平均斑块分维数	AWMPFD	1.297	总核心面积	TCA	354113.28
核心面积数	NCA	142.000	核心面积密度	CAD	0.0340
斑块平均核心面积	MCA1	4371.769	每个离散核心平均面积	MCA2	2493.755
总核心面积指数	TCAI	98.564	平均核心面积指数	MCAI	95.673
斑块核心面积标准差	CASD1	9341.434	斑块核心面积变异系数	CACV1	213.676
斑块大小标准差	PSSD	9418.356	斑块大小变异系数	PSCV	212.342
斑块丰富度	PR	14	斑块丰富度密度	PRD	0.004
Shannon 多样性指数	SHDI	2.359	Simpson 多样性指数	SIDI	0.887
修正 Simpson 多样性指数	MSIDI	2.178	Shannon 均匀度	SHEI	0.894
Simpson 均匀度	SIEI	0.955	修正 Simpson 均匀度	MSIEI	0.825
总边缘长度	TE	2482330.42	边缘密度	ED	6.909
景观形状指数	LSI	11.683	离散核心面积标准差	CASD2	7363.597
离散核心面积变异系数	CACV2	295.281	景观核心面积比例	CPLAND	98.564

3 讨论

绿洲的变化长期以来一直是为人们所关注的问题。许多关于绿洲变化的量化记录是通过地图、照片和历史记载来描述的,缺乏在较大的区域范围上研究景观格局的量化信息。景观格局指数计测是一种比较理想的记录绿洲格局分布及其变化的方式。分维数(Fractal Dimension)可以理解为表示斑块边界的不规则性和反映斑块形状的复杂程度^[18,19]。在斑块、类型和景观水平上平均分维数分别为 1.32、1.98 和 1.304,从各自的水平上指示了斑块形状的复杂程度。

在类型水平上,水体(Reservoir)具有最小的类型面积,但它的混布与并列指数(*IJI*)为 70.47,是 14 种斑块类型中较高的(第 3 位)。同时,与斑块数相同的耕地(Farmland)比较,水体的 *IJI* 值也高于耕地(图 3)。这些结果都表明了水体在景观中的分布较理想。还有斑块面积变异指数(*PSCV*),尤其是水体(102.045%)、壤质戈壁(226.161%)和砾质戈壁(229.862)很好地指示了研究区斑块大小的均匀度和破碎度。水体的 *PSCV* 值低表明了它在景观中的分布均匀(或破碎度高),而壤质与砾质戈壁的 *PSCV* 值高反映了它们在研究区具有较高的连通性和大块聚集分布的特征(图 4),其中山体(mountain)和半固定沙丘(semistabilized dune)在研究区分别只有一个斑块,因此它们的斑块面积变异系数都为 0 值。这些指数都很

好地揭示了 14 种斑块类型在策勒荒漠-绿洲景观中的分布格局特征。

策勒绿洲的景观分类图以及对绿洲景观特征的定量化格局分布的计算,仅仅是研究策勒绿洲景观格局分布的初步性结果,它是进行深入研究和揭示塔南绿洲带生态过程的基础。景观生态学的目的不是描述景观,而是要解释和理解其中出现的过程。对于景观格局的几何特征的分析 and 描述以及景观指数的计算只是格局分析的基础,更重要的是对景观格局和过程意义或含义的理解。如能获取不同时相的 SPOT 4 数据或其它类型的遥感数据,则可以利用类似的数据处理方法,然后建立基于 RS 和 GIS 系统的塔南地区的整个景观结构、功能以及动态变化的过程中的景观特征参数与景观指数数据库,则可以对塔南绿洲带的变化过程进行有效的分析和动态监测。本文实际上是利用 3S(GIS, GPS, RS)技术的各自优势和 FRAGSTATS 景观格局分析的组合,对策勒绿洲的一景 SPOT 4 遥感数据进行分类和格局分析,形成策勒的栅格景观分类图与矢量化景观分类图,并且详细而全面地计算了策勒绿洲的景观格局与分布的数量特征。

4 结论

- 4.1 利用 3S 技术对策勒绿洲的分类研究,从空间尺度上定量划分了其景观类型,为以后在同一地区使用遥感数据研究类型变化奠定了基础。策勒绿洲景观分类与格局指数分析对塔南各绿洲的进一步研究有重要的指导意义。
- 4.2 基于景观类型划分的结果从不同层次上一共计算列出了 70 几种参数和景观指数,较全面地反映了策勒绿洲的景观格局分布的定量特征。
- 4.3 通过策勒绿洲遥感数据的解译、分类和格局分析,以及景观格局指数的定量计算分析,形成了可供今后进一步景观生态学研究与可持续管理之用的基础数据库和一套较完整的研究方法体系。

参考文献

[1] Xu H (许慧), Wang J J (王家骥). *Theory and Application of the Landscape Ecology* (in Chinese). Beijing: Environment and Science Press, 1993. 148~176.

[2] O'Neill R V, Krummel J R, et al. Indices of landscape pattern, *Landscape Ecology*, 1988, **1**:153~162.

[3] Krummel J R, Gardner R H, et al. Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos*, 1987, **48**:321~324.

[4] Turner M G and Gardner R, Eds. *Quantitative Methods in Landscape Ecology*, Springer-Verlag, New York, 1991.

[5] Riitters K H, O'Neill R V, et al. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics *Landscape Ecology*, 1995, **10**:23~39.

[6] Wickham J D, Riitters K H, et al. Landscape "Contagion" in raster and vector environments. *International Journal of Remote Sensing*, 1996, **10**:891~899.

[7] Frohn R C. *Remote sensing for landscape ecology: new metric indicators for monitoring, and assessment of*

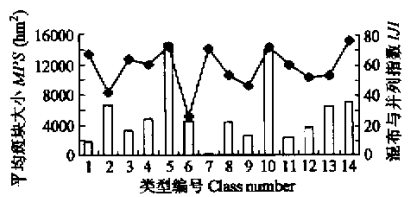


图 3 平均斑块大小与混布与并列指数之间的关系
Fig. 3 The relation of mean patch size and interspersion and Juxtapositions Index

- 1. 冲积地 Alluvial bottomland; 2. 冲击扇 Alluvial sector; 3. 绿洲边缘 Greenbelt; 4. 沙漠 Desert; 5. 山坡地 Hillside; 6. 山体 Mountain; 7. 水体 Reservoir; 8. 河床 Riverbed; 9. 半荒漠 Semidesert; 10. 半固定沙丘 Semistabilized dune; 11. 移动沙丘 Shifting dune; 12. 耕地 Farmland; 13. 壤质戈壁 Loamy gobi; 14. 砾质戈壁 Gravel gobi

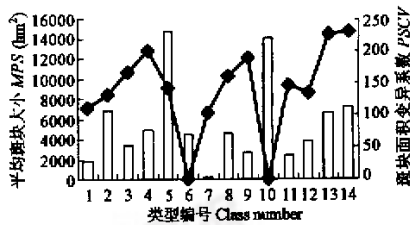


图 4 平均斑块大小与斑块面积变异系数之间的关系
Fig. 4 The relation of mean patch size and patch core coefficient of variation

类型编号同表 3 Class number is same as fig. 3

ecosystems, LEWIS PUBLISHERS,1998.

[8] Tian CH Y(田长彦), Song Y D(宋郁东), Hu M F(胡明芳). Status, Causes and Countermeasures of Desertification in Xinjiang. *Journal of Desert Research*(in Chinese) (中国沙漠), 1999, **19**(3):214~218.

[9] Li X M(李小明), Zhang X M(张希明). Oasis ecosystem in southern margin of Taklamakan Desert. *Arid Zone Research*(in Chinese) (干旱区研究), 1995, **12**(4):10~16.

[10] Xiao D N(肖笃宁), Zhong L SH(钟林生). Ecological principles of landscape classification and assessment. *Chin. J. Appl. Ecol.* (in Chinese)(应用生态学报), 1998, **9**(2):217~22.

[11] *ERDAS Field Guide*. Fourth Edition, USA, 1997. 213~258.

[12] Dang A R(党安荣), Wang X D(王晓栋), Chen X F(程晓峰), *et al.* *RS Image Processing Method*(in Chinese). Beijing: Qinghua University Press, 2000. 189~238.

[13] Almo Farina. *Principles and methods in landscape ecology*. Chapman & Hall, an imprint of Thomson Science, UK; 1998. 153~213.

[14] Wu J G(邬建国), *Landscape Ecology-pattern, Process, Scale and Hierarchy* (in Chinese), Beijing: Higher Edcation Press, 2000. 96~154.

[15] Homer C G, Ramsey R D, Edwards T C and Falconer. Landscape cover-type modeling using a multi-scene Thematic Mapper mosaic. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1997, **63**:59~67.

[16] Kroh G C, Pinder J E III and White J D, Forest mapping in Lassen Volcanic National Park, California using Landsat TM data and a geographic information system. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1995, **61**:299~305.

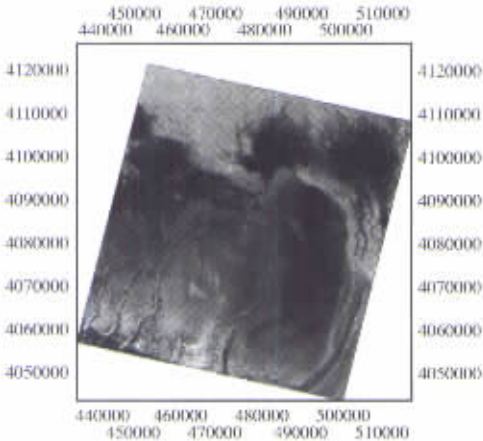
[17] Vogelmann J E, Sohl T and Howard S M. Regional characterization of land cover using multiple sources of data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1998, **64**:45~57.

[18] Xiao H(肖寒), Ou Y ZH Y(欧阳志云), Zhao J ZH(赵景柱), *et al.* Analysis of landscape spatial structure in Hainan Island. *Acta Ecologica Sinica*(in Chinese)(生态学报), 2001, **21**(1):20~27.

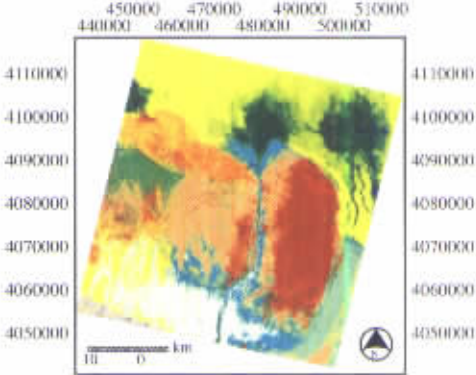
[19] Turner M C. Spatial simulation of landscape change in Georgia: A comparison of 3 transition models. *Landscape Ecology*, 1987, **20**: 29~36.

王兮之, 等: 基于遥感数据的塔南策勒荒漠-绿洲景观格局定量分析

WANG Xi-Zhi, et al. A Quantitative Analysis of the Landscape Pattern Around Qira Oasis Based on Remote Sensing Data

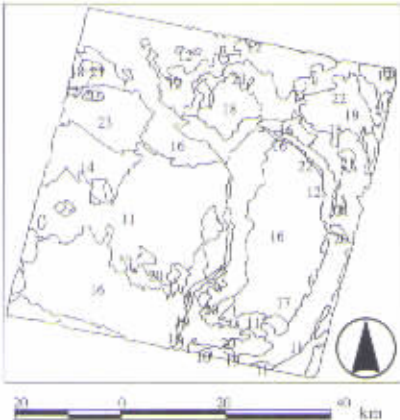


图版 I 策勒绿洲SPOT图像的自然景观图
Plate I Nature landscape map of SPOT image in Qira oasis



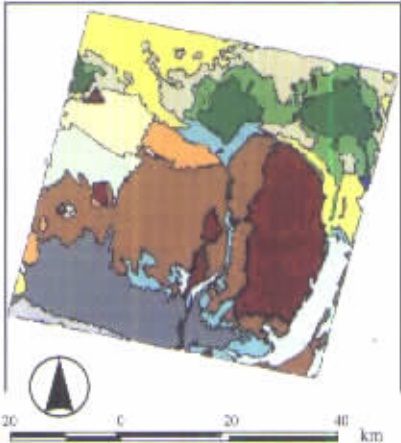
图例 Legend
山体 Mountain
山坡地 Hillside
壤质戈壁 Loamy Gobi
砾质戈壁 Gravel Gobi
河床 River Bed
冲积地 Alluvial bottomland
冲积扇 Alluvial Sector
移动沙丘 Shifting Dune
半固定沙丘 Semistabilized Dune
耕地 Farmland
沙漠 Desert
半荒漠 Semidesert
绿洲边缘 Greenbelt
水体 Reservoir

图版 II 策勒绿洲景观分类图
Plate II Landscape classified map of Qira oasis



图例 Legend
10- 壤质戈壁 Loamy Gobi
11- 砾质戈壁 Gravel Gobi
12- 沙漠 Desert
13- 山体 Mountain
14- 冲积扇 Alluvial Sector
15- 移动沙丘 Shifting Dune
16- 山坡地 Hillside
17- 河床 River Bed
18- 耕地 Farmland
19- 水体 Reservoir
20- 冲积地 Alluvial bottomland
21- 半荒漠 Semidesert
22- 绿洲边缘 Greenbelt
23- 半固定沙丘 Semistabilized Dune

图版 III 策勒绿洲矢量分类图
Plate III Vector classification map of Qira oasis



图例 Legend
山体 Mountain
山坡地 Hillside
壤质戈壁 Loamy Gobi
砾质戈壁 Gravel Gobi
河床 River Bed
冲积地 Alluvial bottomland
冲积扇 Alluvial Sector
移动沙丘 Shifting Dune
半固定沙丘 Semistabilized Dune
耕地 Farmland
沙漠 Desert
半荒漠 Semidesert
绿洲边缘 Greenbelt
水体 Reservoir

图版 IV 策勒绿洲矢量分类图
Plate IV Vector color classification map of Qira oasis