

RS 和 GIS 支持下的盐池县 生态景观格局动态变化研究

张学俭, 海云瑞

(宁夏农林科学院科技信息研究所, 银川 750002)

摘要: 基于遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术,以 Landsat TM/ETM 图像为基本数据源,综合运用景观生态学理论和方法,对我国典型农牧交错生态脆弱区宁夏盐池县 1991~2000 年生态景观格局动态变化进行了研究。结果表明:盐池县各景观类型都发生了很大程度的消长变化,景观格局处于快速调整和不稳定发展阶段,但生态景观基质还是草地,景观格局始终呈农牧交错结构。

关键词: 景观格局; 动态分析; 遥感; 地理信息

中图分类号: TP 79: X 171.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2006)04-0055-05

0 引言

景观空间格局与动态演变分析是景观生态学研究的核心之一^[1]。研究景观格局的动态变化有助于从无序的景观中发现潜在的有序规律,揭示景观格局与生态过程相互作用的机理,进而对景观变化的方向、过程和效应进行模拟、预测和调控,为资源和环境的合理有效利用提供重要的参考^[2]。

遥感(RS)和地理信息系统(GIS)技术是景观生态学研究的重要技术工具^[2],它们在研究景观现象在不同尺度上的分布特征、演变规律、空间镶嵌关系以及在景观空间格局的模拟方面发挥着巨大作用^[3]。

宁夏盐池县是我国典型农牧交错生态脆弱地带^[4],研究其生态景观格局变化不仅对该区域生态环境建设、土地治理、资源开发和农业产业结构调整具有重要的现实意义,而且对我国农牧交错区生态、环境、资源和人口的可持续发展也具有重要的参考价值。

1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,介于北纬 37°04'~38°10',东经 106°30'~107°47'之间,北部与毛乌素沙漠相连,南部与黄土高原相靠,在地理位置上是从黄土高原向鄂尔多斯台地的过渡地带,在资源

利用上是从农区向牧区的过渡地带^[5]。盐池县总面积为 6 743 km²,其中,南部黄土丘陵区占 20.7%,盐池县干旱少雨,风多沙大,年平均气温 9.2℃,年日照 3 124 h,无霜期 148 d,年平均降水量 296.4 mm,蒸发量 2 897 mm,属典型的大陆性季风气候,为从半干旱向干旱区过渡地带。全县植被低矮、稀少,没有天然森林,以多年生草本植物为主,间有半灌木、灌木,属于从干草原向荒漠草原的过渡地带。土壤主要有黑垆土、灰钙土和风沙土 3 大类。水资源十分缺乏,没有过境地表径流和地下径流补给,全县 99% 以上的土地没有就地进行灌溉的条件。2004 年底,盐池县总人口为 160 936 人,其中,农业人口 112 964 人。

2 研究方法

2.1 数据源

本研究以 1991 年 Landsat TM、2000 年 Landsat ETM 图像和 28 幅盐池县 1:5 万标准地形图为基础数据。2 期图像云雾覆盖度均小于 5%。

2.2 研究方法

首先,在遥感影像处理软件 Erdas Imagine 8.5 支持下,对 2 期遥感图像进行几何精校正、波段优化组合^[6]、增强以及裁剪等处理,形成遥感解译基础图件;然后,建立景观分类系统和遥感解译标志,通过人机交互式屏幕目视解译方式,绘制出生态景观

类型专题图；再将解译结果导入地理信息系统软件 ArcGIS 8.3 下进行拓扑分析、属性赋值和统计计算；最后，采用景观分析软件对选择的景观指数进行计算，并对计算结果进行对比分析。研究方法步骤如图 1 所示。

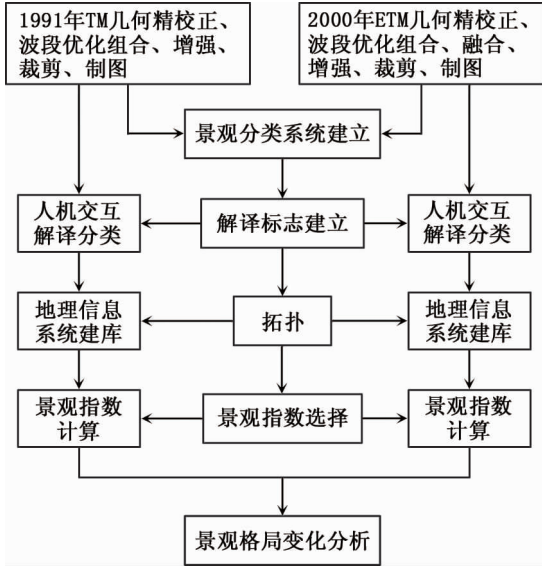


图 1 研究方法步骤

2.3 景观类型划分

根据研究区土地利用和覆盖特点，结合 TM/ETM 卫星遥感影像光谱特征，将研究区划分为耕地、林地、中高盖度草地、低盖度草地、极低盖度草地、居民工矿建设用地和沙荒地 7 种景观类型。

2.4 景观格局评价指标选择

对于景观空间格局及其变化的考察，需要一套合理的指标体系，以反映景观的个体形态特征及整体多样性特征^[7]。本研究选取以下指标来研究区域景观格局的动态变化。

(1) 斑块破碎度 (Fragmentation)。描述景观被分割的破碎程度，公式为

$$C_i = N_i/A_i \tag{1}$$

(2) 斑块分形维数 (Fractal Dimension)。描述

景观斑块几何形状复杂程度，公式为

$$F_i = 2\ln(L_i/4)/\ln(A_i) \tag{2}$$

(3) 分离度 (Isolation) 指数。指某一景观类型中不同元素个体分布的离散程度，公式为

$$I_i = (N_i/A)^{0.5}/[2(A_i/A)] \tag{3}$$

(4) 多样性 (Diversity) 指数 (Shannon - Weaver)。反映景观类型的多少和各景观类型所占比例的变化，公式为

$$H = - \sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i) \tag{4}$$

(5) 优势度 (Dominance) 指数。表示景观多样性对最大多样性的偏离程度，或景观由少数几个主要景观类型控制的程度，公式为

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i) \tag{5}$$

$$H_{\max} = \ln m \tag{6}$$

(6) 均匀度 (Evenness) 指数。描述景观里不同景观类型的分配均匀度，公式为

$$E = H/H_{\max} \times 100\% \tag{7}$$

在式(1) ~ (7)中， m 为景观类型数目； N_i 为景观类型 i 的斑块数量； A_i 为景观类型 i 的面积； A 为研究区总面积； L_i 为景观类型 i 的周长； P_i 为第 i 类景观面积在总景观面积中的比例。

3 结果与分析

3.1 景观格局总体变化特点

(1) 各生态景观类型的面积发生了不同程度的增减变化。表 1 表明，1991 年，各类景观面积由大到小的排序是：中高盖度草地 > 耕地 > 极低盖度草地 > 林地 > 沙荒地 > 低盖度草地 > 居民工矿建设用地；2000 年，各类景观面积由大到小的排序则是：低盖度草地 > 耕地 > 中高盖度草地 > 极低盖度草地 > 林地 > 沙荒地 > 居民工矿建设用地。

表 1 不同时期各景观类型斑块特征

年份	景观类型	斑块数/个	斑块面积/km ²	面积百分比/%	斑块周长/km	斑块破碎度	斑块分离度	斑块分形维数
1991	耕地	918	1 624.25	24.09	6 501.65	0.565	0.766	2.000
	林地	118	369.37	5.48	1 196.31	0.319	1.207	1.929
	中高盖度草地	51	3 450.7	51.18	6 701.12	0.015	0.085	1.823
	低盖度草地	114	273.97	4.06	1 141.54	0.416	1.600	2.015
	极低盖度草地	172	633.83	9.40	3 091.93	0.271	0.850	2.062
	居民工矿建设用地	280	75.46	1.12	664.92	3.711	9.104	2.365
	沙荒地	547	315.18	4.67	2 106.10	1.736	3.047	2.178
	合计	2 200	6 742.76	100.00	21 403.58			

续表

年份	景观类型	斑块数/个	斑块面积/km ²	面积百分比/%	斑块周长/km	斑块破碎度	斑块分离度	斑块分形维数
2000	耕地	1 042	1 225.78	18.18	6 245.02	0.850	1.081	2.068
	林地	263	639.91	9.49	2 521.94	0.411	1.041	1.995
	中高盖度草地	91	1 170.68	17.36	4 297.44	0.078	0.335	1.976
	低盖度草地	274	2 449.34	36.33	5 630.84	0.112	0.277	1.858
	极低盖度草地	133	870.98	12.92	3 533.03	0.153	0.544	2.004
	居民工矿建设地	381	117.48	1.74	972.89	3.243	6.822	2.305
	沙荒地	552	268.59	3.98	2 168.46	2.055	3.591	2.251
	合计	2 736	6 742.76	100.00	25 369.62			

可见,1991~2000年,盐池县各类景观面积都发生了不同程度的消长变化(图2)。其中耕地、中高盖度草地和沙荒地面积减少,低盖度草地、极低盖度草地、林地和居民工矿建设用地面积增加。面积变化最大的是中高盖度草地,最小的是居民工矿建设地。各景观类型面积变化量由大到小的排序是:中高盖度草地>低盖度草地>耕地>林地>极低盖度草地>沙荒地>居民工矿建设地。

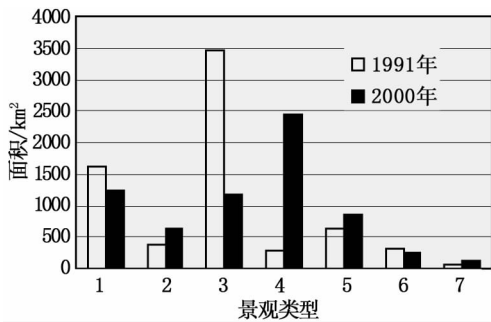


图2 不同景观类型斑块面积增减变化
1-耕地; 2-林地; 3-中高盖度草地; 4-低盖度草地;
5-极低盖度草地; 6-沙荒地; 7-居民工矿建设地

(2)生态景观的基质是草地,景观格局始终呈农牧交错结构。1991年和2000年盐池县草地面积在景观中所占比例分别为64.6%和66.6%,均高于50%,草地景观属绝对优势景观。除草地外,耕地始终是景观中最大景观类型。1991年和2000年耕地面积在景观中所占比例分别为24.09%和18.18%,明显高于同期林地的5.48%和9.49%,更高于沙荒地的4.67%和3.98%与居民工矿建设用地的1.12%和1.74%。草地和耕地是优势景观,二者彼此犬牙交错,常共同享有一个边界,与其它景观类型相比,其景观分离度最小。1991年草地和耕地斑块分离度指数分别为0.173和0.766,而同期居民工矿建设地、林地和沙荒斑块分离度指数分别为9.104、1.207和3.047。由此可见,尽管各类生态景观在1991~2000年都发生了不同程度的增减变化,但草地仍然是其景观基质,景观格局始终呈农牧交错结构。

(3)景观多样性和异质性有所改善,但幅度小。表2表明,盐池县2000年景观多样性、破碎度和均匀度与1991年相比分别增加了0.0795、0.2779和0.1428,这说明盐池县生态景观的异质性有所改进,但改进幅度还很小,这显然不利于物质、能量以及信息的传输和交流,不利于生态系统的自身调节,以及对自然风险灾害的抗御,对生态系统稳定性的支持力度不够。所以,今后要加大生态景观建设步伐,尽快改善生态景观格局。

表2 不同时期景观异质性指数比较

年份	破碎度指数(C)	多样性指数(H)	优势度指数(D)	均匀度指数(E)
1991	0.3263	1.3907	0.5552	0.7147
2000	0.4058	1.6686	0.2773	0.8575

3.2 各生态景观类型的变化

(1)耕地变化。1991~2000年,耕地的面积由162431hm²减少到122578hm²,占土地总面积比重由24.09%降到18.18%;斑块数由918个增加到1042个;斑块破碎度、分离度和分形维数分别由0.565、0.766和2.000增加到0.850、1.081和2.068。这表明,随着各项林草工程的实施,由于高度的人工管理,耕地斑块的平均粒径在迅速减少,耕地的破碎、分离程度以及几何形状的复杂程度也在逐步增加。

(2)林地变化。林地由1991年的36936hm²增加到2000年的63991hm²,占土地总面积比重由5.48%上升到9.49%;林地斑块数由118个增加到263个;斑块破碎度、分离度分别由0.565和1.207降低到了0.411和1.041,而分形维数则由1.929增加到1.995。这表明,随着三北防护林工程、天然林保护工程、日援治沙等重点林业工程的实施,林地面积在显著增加,但林地斑块的连通性增加缓慢,防护林廊道尚未形成。

(3)草地变化。草地面积由1991年435844hm²增加到2000年的449095hm²,占土地总面积比重由

64.64% 上升到 66.60%。其中,中高盖度草地大幅减少 228 749 hm^2 ,低盖度草地大幅增加 217 880 hm^2 ,极低盖度草地面积增加 24 120 hm^2 。中高盖度草地占土地总面积比重由 51.21% 下降到 17.29%,低盖度草地和极低盖度草地的比重分别由 4.09% 和 9.34% 上升到 36.40% 和 12.91%。这表明由于滥牧、滥垦等不合理的人为活动和草地使用“责、权、利”不明晰等政策因素的共同作用,盐池草地资源退化严重、草地生产力急剧下降。盐池是我国“滩羊之乡”和“甘草之乡”,草地资源是当地农村经济的命根子和生态环境的根本,草地退化这一问题必须引起宁夏各级领导和当地群众的高度重视。

(4)沙荒地变化。1991 年沙荒地面积为 31 518 hm^2 ,占土地总面积 4.67%,2000 年为 26 859 hm^2 ,占 3.98%,面积减少 4 659 hm^2 ,比重下降了 0.69%。但斑块数量由 547 个增加到 552 个,斑块破碎度、分离度和分形维数分别由 1.736、3.047 和 2.178 增加到 2.055、3.591 和 2.251。这表明,由于资金等因素的限制,以往盐池沙漠治理注重更多的是点上的治理,而没有注重在面上大规模的开展。今后,要加大资金投入力度,做好整体规划布局,点面结合、以面为主,注重防护林连通性的建设,逐步建成防护林走廊。只有这样,生态防护功能才能得到全面的发挥,才能彻底遏制住北部风沙的南侵与危害。

(5)居民工矿建设用地变化。1991 年居民工矿建设用地为 7 546 hm^2 ,占土地总面积 1.12%,2000 年为 11 747 hm^2 ,占 1.74%,期间面积增加 4,201 hm^2 ,比重上升 0.62%。斑块破碎度、分离度和分形维数也有不同程度的下降。这表明盐池县的城镇建设和工矿交通事业在这期间的得到了一定的发展,但发展速度很慢,还远不能适应经济发展和生态环境建设的要求。

4 结 论

1991~2000 年,盐池县各类生态景观斑块的数

量、面积及空间位置都发生了不同程度的变化,但草地始终是其景观基质,农牧交错结构始终在景观格局中占主导地位。耕地斑块面积减少,但分离度和破碎度增加了;草地斑块面积增加,但中高盖度草地面积大幅度减少,低盖度草地面积大幅度增加,草地质量退化严重;林地斑块面积增加,但连通性改进不够明显,防护林廊道尚未形成;沙荒地斑块面积有所减少,但破碎度、分离度和分形维数显著增加;居民工矿建设用地略有增加;景观多样性和均匀性有所改进,但改进幅度不大。耕地和沙荒地面积减少及林地和草地面积增加是三北防护林工程、全国生态重点县工程、盐池县中北部防沙治沙工程等各项生态环境治理项目实施的结果,而草地资源退化主要是滥牧、滥垦等不合理的人为活动和草地使用“责、权、利”不明晰等政策因素共同作用的结果。为了从根本上改变盐池县生态景观异质性差和生态系统脆弱这一突出问题,增加生态景观的多样性和自然灾害的抗御能力,实现资源的可持续利用和环境的友好发展,今后应重点从完善政策、增加投入和科学规划 3 个方面来加强本地区的生态景观建设。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 刘惠明,尹爱国,苏志尧,等.3S 技术及其在生态学中的应用[J].生态科学,2002,21(1):82-85.
- [3] 普利荣,李明明.GIS 分析方法在森林景观格局变化中的应用[J].西南林学院学报,2003,22(1):86-89.
- [4] 申元村,张国荣.盐池县半荒漠风沙区资源环境的基本特点与区域发展研究[J].干旱区资源与环境,1995,9(2):1-17.
- [5] 张克斌,王锦林.我国农牧交错区土地退化研究——以宁夏盐池县为例[J].中国水土保持科学,2003,1(1):85-90.
- [6] 郭秉轩,甄坚伟.基于 TM 的城市生态绿地格局分析与评价[J].国土资源遥感,2003,(3):34-36.
- [7] 薛丽霞,王佐成,李永树.基于遥感的区域景观特征及其动态变化研究——以重庆市北部新区为例[J].国土资源遥感,2005,(2):64-68.

THE LANDSCAPE PATTERN DYNAMIC CHANGES OF YANCHI COUNTY IN NINGXIA

ZHANG Xue-jian, HAI Yun-rui

(Information Institute of Ningxia Agriculture and Forestry Academy, Yinchuan 750002, China)

Abstract: Based on the GIS and RS techniques and the Landsat TM/ETM data and applying the principle of Land-

scape Ecology and the technique of GIS, the authors studied the dynamic change of the landscape pattern from 1991 to 2000 in Yanchi County of Ningxia, one of the typical farming - pasture ecotonal areas in China. It is concluded that the areas of all types of landscapes in Yanchi increased or decreased to some extent, that the landscape pattern was at the unstable stage, with the pasture remaining the eco - landscape matrix, and that the principal landscape pattern was still characterized by the farming - pasture ecotone.

Key words: Landscape pattern; Dynamic change; RS; GIS

第一作者简介: 张学俭(1965 -),男,硕士研究生,主要研究方向:3S 技术及其应用。

(责任编辑:肖继春)

(上接第 35 页)

进行了一次系统的宏观分析,编制了三星堆一带的古城遗址、古河道的分布图和影像图,所取得的成果对三星堆古文化遗存的深入研究将起到促进作用。

(2)遥感调查古遗址是对古遗址的一种无损探测,它不仅提供了古遗址的具体位置、形状以及面积和规模,还为文物部门保护文物,制定挖掘计划提供了科学依据。

参考文献

[1] 李维明. 试析三星堆遗址[J]. 四川文物,2003,(5):21-26.
 [2] 郭发明. 谈三星堆古城的兴废和水的关系[J]. 四川水利,1994,15(6):48-50.
 [3] 陈德安. 三星堆遗址的发现与研究[J]. 中华文化论坛,1998,(2):57-63.

[4] 吴爱琴,赵红杰,杨瑞露,等. 开封市古城址和古河道遥感考古试验研究[J]. 地域研究与开发,2002,21(3):85-88.
 [5] 陈德起,刘树人,陈中厚,等. 上海地区古遗址遥感初步研究[J]. 华东师范大学学报,2002,(3):83-87.
 [6] 王向东,邵秀英. 遥感——现代考古研究的第三只“眼睛”[J]. 太原师范学院学报,2004,3(4):67-71.
 [7] 王永江,姜晓玮. 卫星遥感探讨杭州湾跨湖桥古文化消失原因[J]. 国土资源遥感,2005,(1):66-69.
 [8] 刘树人. 我国遥感考古回顾及展望[J]. 国土资源遥感,1998,(2):18-23.
 [9] 杨瑞霞,郭仰山,等. 遥感技术在河南省考古中的应用[J]. 国土资源遥感,2001,(2):19-24.
 [10] 吴生. 航空红外遥感及物探技术与周城的新发现[J]. 陕西地质,1994,12(2):77-85.

MULTISOURCE REMOTE SENSING RESEARCHS ON THE SANXINGDUI SITE IN SICHUAN PROVINCE

HONG You - tang¹, TIAN Shu - fang², CHEN Jian - ping², JIANG Ming¹

(1. Department of Land Sciences and Technologies, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Using the remote sensing technology in archaeology, the authors carried out general researches on the old river courses and old cities in the Sanxingdui site by processing and interpreting Landsat ETM⁺ data and aviation data. The results were compared with each other, and some formerly undetected old cities and old river courses were discovered from south of the Mamu River northward. It is thought that old Sanxingdui city had two layers, one was outside the city whereas the other was inside the city. The authors provide a scientific basis for sustainable establishment of cultural relic protection and make some suggestions to help the department of cultural relics in planning and programming old cities.

Key words: Old river course; Old city; Sanxingdui site; Remote sensing; Digital image processing

第一作者简介: 洪友堂(1965 -),男,副教授,主要从事摄影测量与遥感研究工作。

(责任编辑:刁淑娟)