

# 宁夏中部干旱带农业景观格局变化研究

王亚娟, 米文宝, 李建华, 郭占军

(宁夏大学 资源环境学院, 银川 750021)

**摘 要:**选择宁夏中部干旱带为研究区域,基于 RS 和 GIS 技术,运用人机交互目视解译方法对 1987 年、1996 年、2005 年和 2011 年的遥感影像进行解译分类,获得宁夏中部干旱带 1987—2011 年的农业景观解译分类专题图,采用 Fragstats 软件栅格版进行研究区农业景观格局指数的计算,在此基础上分析了研究区农业景观格局的变化特征。结果表明:研究区各类农业景观变化较明显,1987—1996 年间,各景观类型斑块数增加,平均斑块面积减小,斑块密度变大,破碎化明显,而在 2005 年之后,朝着改善的方向发展。景观聚集度整体持续下降,表明景观中各种类型的斑块在空间的分布出现了均衡化,多样性和均匀性指数整体平稳增加,反映出研究区不同类型的农业景观的分配相对均匀,景观的异质性增加。

**关键词:**农业景观; 格局; 变化; 宁夏中部干旱带

中图分类号: P901

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)04-0203-04

## Agricultural Landscape Pattern Change in Arid Region of Middle Ningxia

WANG Ya-juan, MI Wen-bao, LI Jian-hua, GUO Zhan-jun

(School of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** Taking the arid region of middle Ningxia as the study area, the remote images of 1987, 1996, 2005 and 2011 were sensed and classified based on RS and GIS technology by using the method of Man-computer interaction visual sensing. The thematic map of agriculture landscape classification was obtained. The agriculture landscape pattern index was calculated and the change characteristics were analyzed by adopting the grid Fragstats software. The results show that agricultural landscape pattern changes greatly, the NP of various landscape increased, MPS decreased, PD increased, the degree of fragmentation is obviously from 1987—1996, the study areas are improving after 2005. CONTAG gradual declined, indicating the equalization trend of the various types of plaques, SHDI and SHEI showed an increasing trend which suggested that patch types became more and more balanced, and the heterogeneity of landscape increased.

**Key words:** agricultural landscape; pattern; change; arid region of middle Ningxia

农业景观是由相互作用的斑块以一定的规律组成的,具有高度空间异质性的、世界上分布最为广泛的景观类型<sup>[1-5]</sup>。由于干扰作用机制的综合性、复杂性和区域性,农业景观较自然景观更具变异性,直接影响和制约着不同尺度地理单元的生态过程<sup>[1-6]</sup>。作为我国西北干旱区重要的景观类型,由于对区域土地的集约、粗放、或混合模式的经营和管理,农业景观的破碎化在不断加剧,其空间组合及其格局也发生了变化。本文以宁夏中部干旱带为例,分析该区域近 30 a 来农业景观格局的变化,探讨导致景观格局变化的主要因素,为动态调整农业结构、生产方式,优化农业景观格局等提供决策参考和依据。

## 1 研究区概况

宁夏中部干旱带地处干旱风沙区向黄土高原的过渡带,北靠中卫市的沙坡头区和中宁县、吴忠市的利通区和银川市的灵武市;东部与内蒙古的鄂托克前旗、陕西省的定边县、甘肃省的环县为邻;南接固原市的原州区和西吉县;西与甘肃省的平川区和靖远县接壤。行政区划上包括盐池县、红寺堡区、同心县和海原县 4 个县(区),遥感计算面积为 1.85 万 km<sup>2</sup>。该区域属中温带半干旱区,为典型的大陆性气候特征,干旱少雨,年平均降水量为 277.8 mm;蒸发强烈,年均蒸发量为 2 168.75 mm,年均干燥度为 2.95,水文

环境较差,水资源短缺。沙尘天气比较频繁,且主要集中在 3 月。无论是浮尘还是扬沙都表现为北部和南部较多,且沙尘天气以扬沙为主。沙尘暴时有发生,其他灾害性天气,如冰雹、霜冻等亦频繁发生。

## 2 数据处理与研究方法

### 2.1 数据获取与处理

本研究以 TM/ETM 影像作为基本数据源,根据影像的可获得性以及研究区动态变化的连续性,共筛选出 1987—2011 年共 4 期遥感影像,每期 4 景 TM 影像资料,影像的接收时间在 6—10 月间,因为这个时间段是研究区一年中植被生长最旺盛、植被覆盖最好的季节,可代表植被的年度状况,所选择的遥感影像成像质量较好,基本上无云覆盖或云量<5%,保证了数据获取的可靠性及定量研究的需要<sup>[7]</sup>。

本研究区所有 TM/ETM 影像在卫星地面接收站都进行过系统校正,投影系统为 WGS-84,但相对较粗略,需要进行进一步的精确校正,以满足研究需

要。本研究根据盐池县、同心县、海原县、红寺堡区 1:500 00 地形图,运用 ENVI 软件中的几何精校正模块进行校正<sup>[7-9]</sup>。因为研究区范围较大,不同时期都用到了 4 景遥感影像图,因此首先通过 ENVI 软件中的 Mosaik 模块进行遥感影像的镶嵌<sup>[9]</sup>。在 TM4,3,2 波段下打开,利用宁夏中部干旱带边界矢量文件(shape 格式),在 ENVI 下,通过掩膜实现遥感影像的不规则剪裁。

### 2.2 农业景观分类系统

综合比较国家和学术研究分类系统和成果,参考遥感影像的实际情况,根据研究区域自然地理状况、农业特征及其土地利用现状,确定采用两级分类法对研究区农业景观类型进行划分<sup>[6-8,10]</sup>。其中,一级分类包括耕地、林地、草地、城乡工矿居民用地、水域以及未利用地。在一级分类的基础上,耕地又分为水浇地和旱地两类;林地又分为有林地、灌木林、疏林和未成林 3 类;草地分为高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地 3 类;未利用地分为沙地和其他未利用土地(表 1)。

表 1 宁夏中部干旱带农业景观分类系统

一级分类(分类号)	二级分类(分类号)	含义
耕地(1)	水浇地(11)	有水源保证和灌溉设施的耕地
	旱耕地(12)	无灌溉设施,仅靠天然降水生长作物的耕地
林地(2)	有林地(21)	郁闭度≥0.2 的乔木林地
	灌木林地(22)	覆盖度≥30%的灌木林地
	疏林地及未成林地(23)	郁闭度<0.2 的乔木林和覆盖度<30%的灌木林地,以及未成林地
草地(3)	高盖度草地(31)	覆盖度≥30%的各类草地
	中盖度草地(32)	覆盖度≥10%,且<30%的各类草地
	低盖度草地(33)	覆盖度≥5%,且<10%的各类草地
水域(4)	水域(41)	包括河流、湖泊、水库、池塘等各类天然和人工水体
城乡工矿居民用地(5)	城乡工矿居民用地(51)	城乡居民地、工矿用地、交通用地等
未利用地(6)	沙地(61)	植被覆盖度<5%的沙漠和流动沙地
	其他未利用地(62)	包括盐碱地、裸土地、裸岩石砾地以及其它未利用地

### 2.3 遥感图像解译分类

映出的大小、形状、色彩、亮度和纹理结构为主要指标,建立目视解译标志<sup>[7,9]</sup>(表 2)。

经过 GPS 定位和野外实地考察,以卫星图像反

表 2 宁夏中部干旱带农业景观 TM/ETM 影像解译标志

分类	遥感影像解译标志(标准假彩色合成)
水浇地	与周围其它地形形成强烈反差的均匀红或深红色调,条块分割,地块边缘整齐
旱地	多呈红、浅红或暗灰色斑块,色调均匀,有规则外形,呈面状、片状或带状分布
有林地	呈暗红、深红至黑红色,色泽鲜艳,色调较均匀
灌木林地	红色、暗红色,质地均匀,形状不规则,影像纹理粗糙
疏林地及未成林地	淡红色中点状鲜红色,色泽发暗,色调不均匀,纹理粗糙
高盖度草地	红色,暗红色或黄绿色,大斑块,形状不规则,纹理较细
中盖度草地	淡红或灰褐色,大斑块,形状不规则,纹理较细
低盖度草地	淡青色、灰绿色或淡黑灰色,大斑块,形状不规则,纹理较细
水域	浅蓝色、深蓝色至黑蓝色、黑色,色调均匀,边缘清晰
城乡工矿居民用地	青灰或灰蓝色,形状规则,边缘清晰
沙地	淡灰绿、淡灰或灰白色,呈波状或蠕虫状,边缘清楚
其他未利用地	淡灰色,亮灰色,亮白色

基于以上解译标志,参照其他辅助信息,在遥感处理软件 EVNI 中,在人机交互式目视解译判读的基础上,利用监督分类法中的最大似然法对遥感影像进行计算机解译分类,得到 1987 年、1996 年、2005 年和 2011 年宁夏中部干旱带农业景观分类专题图(附图 5—6)。对解译结果采用随机抽样调查的方式进行野外调查验证和 GPS 定位,验证的结果表明,分类精度可以满足研究需要。

## 2.4 景观格局指数选取与计算

根据本研究的目的和各景观指数的意义和实用性,选用生态学意义相对明确的斑块类型指数和景观水平指数,探析宁夏中部干旱带各种农业景观要素和总体景观结构的动态特征,反映研究区近 30 a 来农业景观动态变化的生态学规律<sup>[11-14]</sup>。

本研究选择的斑块类型指数有斑块所占景观

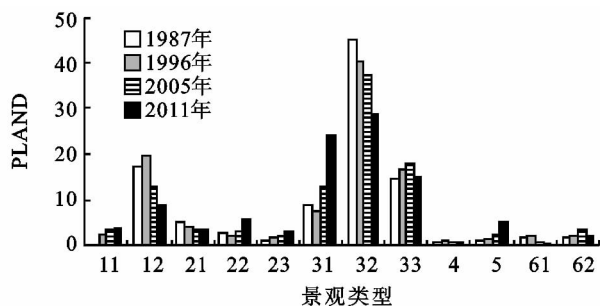


图 1 不同时期各农业景观 PLAND 变化

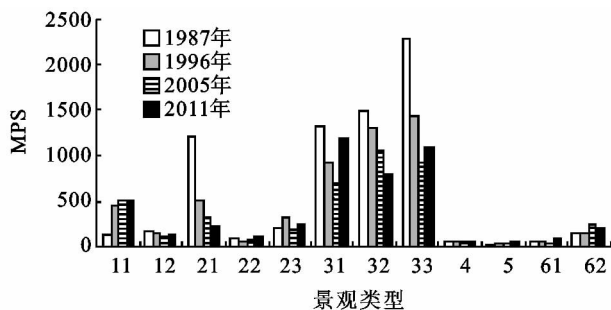


图 3 不同时期各农业景观 MPS 变化

上述各斑块类型指数中,PLAND、MPS 反映了斑块的大小特征及变化情况,PD 反映了景观的破碎化程度,LSI 反映了不同斑块的形状特征及其变化情况。总体而言,1987—1996 年,研究区各景观类型斑块数增加,平均斑块面积减小,斑块密度大,破碎化明显,反映出研究区受人为干扰明显,而在 2005 年之后,朝着改善的方向发展。研究区的草地面积虽然较大,但斑块数却不多,因为在整个研究区草地面积占有绝对性优势,呈现集中连片的分布,虽然面积较大,但斑块数反而相对较少;水浇地整体比旱耕地的斑块面积大,MPS 早期较小,后期逐渐增大并且较稳定,变化幅度较小,斑块大小也比较均匀;城乡工矿居民用地的斑块密度非常高,说明 1 km<sup>2</sup> 的斑块数很多,城乡工矿居民用地虽然总面积不大,但是相比之下斑

面积的比例(PLAND)、斑块密度(PD)、平均斑块面积(MPS)、景观形状指数(LSI);景观水平指数有斑块数(NP)、最大斑块指数(LPI)、Shannon 多样性指数(SHDI)、Shannon 均匀度指数(SHEI)、景观聚集度(CONTAG)。

根据宁夏中部干旱带 1987 年、1996 年、2005 年和 2011 年解译分类图,采用 Fragstats 软件栅格版,进行景观格局指数的计算,基于此,分析区域生态状况及空间变异特征。

## 3 结果与分析

### 3.1 斑块类型指数

对 FRAGSTATS 软件的计算结果进行统计,得到研究区斑块类型指数 PLAND、PD、MPS、LSI 的值(图 1—4)。

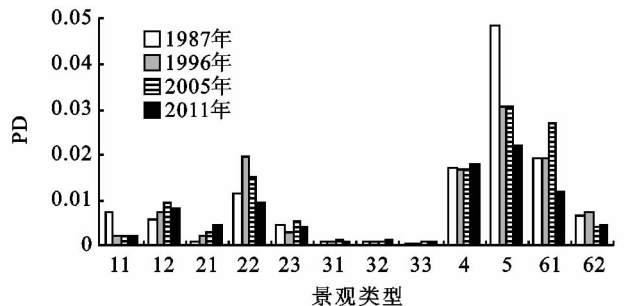


图 2 不同时期各农业景观 PD 变化

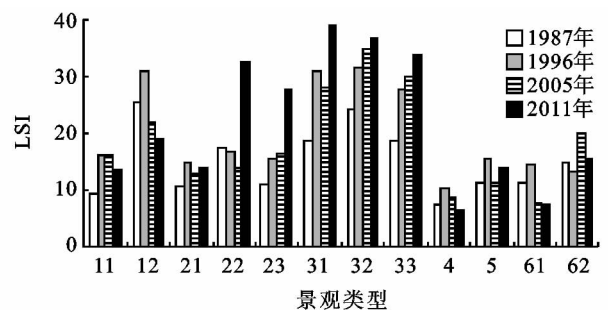


图 4 不同时期各农业景观 LSI 变化

块数很多,反映出建设用地的扩张。其次是旱耕地的斑块密度较大,再次表明旱耕地的斑块数较多;水域的斑块密度也较大,说明水域一方面本身面积比较小,另一方面数量较多,单个斑块的面积较小。未利用地的斑块密度呈明显下降趋势。斑块密度和大,受人为干扰程度大,草地斑块的形状最复杂,人类活动的干扰程度相对较低,而城乡工矿居民用地、水域、耕地的较小,变化也不太明显,也反映出人为景观和自然景观相比,更趋于规则,差异不显著。

### 3.2 景观水平指数

研究区景观水平指数见表 3,反映出研究区的整体景观格局变化特征,斑块数呈现先增后减的趋势,而最大斑块指数却下降,说明研究区景观的破碎化程度加剧,人类干扰力度在增加。SHDI 从 1987 到

1996 年增加较多,增加了 13.58%,之后呈微小增加,表明在研究初期斑块类型为非均衡分布,即各斑块所占面积比例差别较大,之后逐渐趋于均衡分布,各类型斑块所占面积比例分配相对均匀。SHEI 呈持续增加趋势,说明研究区的优势斑块面积逐渐减少,所

以各斑块类型在景观中趋于均匀分布。CONTAG 值明显降低,而且在研究时段内,聚集度逐步下降,反映出斑块类型增加,各种类型斑块的优势度降低且连通性变差,也进一步说明了研究区各类型斑块在空间分布上的均衡化趋势。

表 3 景观水平的景观指数

年份	斑块数 (NP)	最大斑块指数 (LPI)	Shannon 多样性 指数(SHDI)	Shannon 均匀度 指数(SHEI)	景观聚集度 (CONTAG)
1987	5242	54.66	1.48	0.69	47.38
1996	6762	31.38	1.79	0.72	32.72
2005	6916	8.70	1.83	0.74	33.11
2011	5918	7.97	1.88	0.77	28.16

4 结论

(1) 从整体来看,研究区农业景观类型中草地占绝对优势,其次为林地、旱地先增加后减少,水浇地逐渐增加;草地整体逐渐减少,其中高草在增加,而中、低草逐渐减少;林地整体先减少后增加,其中有林地、灌木林先减少后增加,疏林及未成林持续增加;水域整体变化不显著,呈微弱起伏;城乡工矿居民用地大幅增加;未利用地逐渐减少。

(2) 从景观指数来看,研究区 1987—1996 年间,各景观类型斑块数增加,平均斑块面积减小,斑块密度大,破碎化明显,反映出研究区受人为干扰明显,而在 2005 年之后,朝着改善的方向发展。CONTAG 指数整体持续下降,表明景观中各种类型的斑块在空间分布出现了均衡化,SHDI 指数和 SHEI 指数表现出波动性变化,整体平稳增加,反映出研究区不同类型的农业景观分配相对均匀,景观的异质性增加。

(3) 研究区农业景观格局变化的首要原因在于人口的持续增加,受当地经济发展水平的限制,对耕地需求增加,而草地、林地、滩涂成为开垦的首选对象,以及为了从土地获取更多的产出,大量修建水利设施等<sup>[15]</sup>。其次,国家政策也起着十分重要的作用,上世纪 80 年代初通过实施家庭联产承包制度后,由原来国家统一安排转向农民自发的多元经营模式转变。一方面农民急功近利,过度开发,扩大种植面积;另一方面,种植的多元化加剧了景观的破碎化<sup>[16]</sup>。后来由于国家退耕还林还草政策影响和西部大开发战略的实施,宁夏中部干旱带进行了大规模的退耕还林还草工程,天然林资源保护工程,绿化荒山荒地等,对坡耕地有计划有步骤地退耕还林还草等,林草地面积大幅度增加,耕地面积大幅度减少,未利用地面积减少。基础设施建设加快,水利基础设施建设加强,促使建设用地规模急剧扩大,水浇地面积持续增长。

参考文献:

[1] 傅伯杰,陈利顶,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001.

[2] 赵志刚,王凯荣,向开成,等.冀东平原农业景观格局与生态服务价值研究:以滦县为例[J].水土保持研究,2012,19(3):221-226.

[3] 王仰麟,韩荡.农业景观的生态规划与设计[J].应用生态学报,2000,11(2):265-269.

[4] 张保华,谷艳芳,丁圣彦,等.农业景观格局演变及其生态效应研究进展[J].地理科学进展,2007,26(1):114-122.

[5] 傅伯杰,吕一河,陈利顶,等.国际景观生态学研究新进展[J].生态学报,2008,28(2):798-804.

[6] 赵华甫,张凤荣.北京市农业景观格局变化及功能区划[J].农业工程学报,2008,24(增刊1):78-84.

[7] 庞吉林,张克斌,乔娜,等.基于 RS 的盐池县近 10 年植被覆盖度动态变化研究[J].水土保持研究,2012,19(4):112-115.

[8] 梁国付,田莉,丁圣彦.城市化过程中开封市郊区农业景观变化过程分析[J].地理科学进展,2010,29(1):117-122.

[9] 沈焕锋,曹丽琴. ENVI 遥感影像处理方法[M]. 武汉:武汉大学出版社,2009.

[10] 王锐,王仰麟,李卫锋.半干旱地区农业景观演变研究:以河北坝上康保县为例[J].中国农业资源与区划,2002,23(3):38-42.

[11] 叶其炎,夏幽泉,杨树华.云南高原山区农业景观空间格局分析[J].水土保持研究,2006,13(2):27-31.

[12] 张大威,范楠楠.资源枯竭型城市生态农业景观研究:以大冶市为例[J].农业与技术,2010,30(1):10-13.

[13] 田莉,丁圣彦.豫东平原 1980—2000 年农业景观生态系统格局动态[J].河南大学学报:自然科学版,2009,39(1):57-62.

[14] 叶宝莹,祝艳,季玮.基于遥感和 GIS 的三江平原农业景观空间格局与土地利用变化研究[J].国土资源遥感,2007(3):78-81.

[15] 张华,汪文浩.宁夏中部干旱带干旱成因及评定方法研究[J].水资源与水工程学报,2008,19(1):96-99.

[16] 杨梅,张广录,侯永平.区域土地利用变化驱动力研究进展与展望[J].地理与地理信息科学,2011,27(1):95-100.