

DOI:10.11937/bfyy.201701021

# 基于 GF-1 数据的西部小城镇绿地景观格局研究

朱玉果<sup>1,2</sup>, 杜灵通<sup>1,2</sup>, 谢应忠<sup>1,2,3</sup>, 刘可<sup>1,2</sup>, 胡悦<sup>1,2</sup>, 候静<sup>1,2</sup>

(1. 宁夏大学 西北土地退化与生态系统恢复省部共建国家重点实验室培育基地, 宁夏 银川 750021;

2. 宁夏大学 西北退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室, 宁夏 银川 750021; 3. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘要:**以 2013 年 9 月的高分一号(GF-1)遥感影像为数据源,以宁夏盐池县为例,采用面向对象的分类方法对城镇绿地进行专题信息提取,并从景观面积与优势度、景观多样性和景观分维数等方面对盐池城镇绿地景观格局进行分析。结果表明:GF-1 遥感影像在盐池城镇绿地分类中具有较高的精度,分类效果好,其总体分类精度为 90.80%,Kappa 系数为 0.796 1,完全可满足西部小城镇绿地景观信息的提取需求。盐池县的城镇绿地景观格局表现出 3 方面的特征:城镇绿地景观合理性欠佳,景观类型单一,不同类型的绿地面积差异大;绿地景观整体较破碎,最为突出的是附属绿地,斑块密度达到 53.92 个·hm<sup>-2</sup>;城区绿地分维数较低,缺乏自然绿地斑块,人为修造严重。

**关键词:**GF-1 PMS;面向对象分类;景观格局;西部小城镇

**中图分类号:**S 731.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0088-07

随着生态文明建设目标的提出,城市绿地系统作为构建生态文明城市的核心生态源<sup>[1]</sup>,在城市生态建设中日渐重视起来。通过分析其空间结构及功能组合能够为城市景观的合理规划提供依据,达到

建成生态文明城市的目标。随着我国西部城市化进程的不断加快,小城镇作为城乡统筹发展的结合点,其建设规模在不断地扩展,在生态城市的建设、提高居民生活质量等方面发挥着其特有的物质功能、生态功能和社会功能<sup>[2]</sup>。目前,我国西部小城镇的绿地规划不仅存在着与城市规划脱节的问题,也缺乏小城镇绿地景观格局分析和定量评价的理论研究,这些问题在近些年来愈加明显<sup>[3]</sup>。在我国,城市绿地在城市景观建设中注重了美化环境的作用,而忽视了更为重要的生态作用<sup>[4]</sup>。另外,利用传统测绘方法获取城镇绿地布局、结构和规模等基础数据存在极大的时滞性,导致地方决策部门在城市绿地规

**第一作者简介:**朱玉果(1994-),女,硕士研究生,研究方向为生态遥感。E-mail:1770190625@qq.com.

**责任作者:**杜灵通(1980-),男,博士,副研究员,现主要从事资源环境遥感等研究工作。E-mail:dult80@qq.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(41661003,41201438);宁夏自然科学基金资助项目(NZ16010);宁夏高等学校科学研究重点资助项目(NGY2014001)。

**收稿日期:**2016-09-27

**Abstract:**Four green spaces of the Xiong'er River were chosen as the experimental objects, using the method of field survey, the species and main configuration of four selected green spaces landscape plants were studied, in order to provide some references for the landscape planning to planting design. The results showed that Zhengdong New District had the most numerous plant species, the least ratio of deciduous-evergreen. In plant configuration, Zhengdong New District had better plant landscape, which achieved the reasonable matching of tree, shrub and grass basically. Also this area used lots of native trees and introduced some exotic plant species at the same time. After this investigation, four suggestions were proposed to improve the riverfront landscape, 1) selected the suitable plant, with more native tree species and appropriately introduced exotic plants. 2) considered of regional culture. 3) strengthened the maintenance and management. 4) focused on the transition of the new and old urban areas.

**Keywords:** Xiong'er River; riverfront green space; plant arrangement; survey of tree species

划时,缺少及时的城镇绿地景观格局信息,进而造成一些小城镇绿地规划的景观格局不甚合理,特别是缺乏城市生态学的科学依据<sup>[5]</sup>。

随着 Landsat、IKONOS、SPOT 和 Quickbird 等国外商业卫星的发展,凭借空间分辨率高、信息丰富、重访周期短、实时性强等特点,这些中、高分辨率遥感影像在城市绿地景观格局研究与规划应用中得到了广泛应用<sup>[6]</sup>。杨威等<sup>[7]</sup>在 Quickbird 影像数据的支持下采用人工目视解译的方法提取城市绿地信息并进行景观格局的相关分析;孙恺等<sup>[8]</sup>利用 TM 影像及 ZY-3 影像数据,采用监督分类方法提取出城市绿地信息;谭丽等<sup>[9]</sup>利用 Quickbird 卫星影像对沈阳城市绿地景观格局进行了相关分析。这些研究均采用传统遥感解译方法提取绿地特征,但在城市绿地信息分类提取当中存在严重的同谱异物现象,不仅分类精度低,而且会引发一系列景观格局分析上的问题。面向对象分类方法综合利用光谱信息与空间纹理信息进行地物特征提取,在城市绿地信息提取中能有效提高分类精度。韩玲玲等<sup>[10]</sup>采用面向对象分类法对泰安市的城市附属绿地进行分类,其总体分类精度达到 84.15%;熊轶群等<sup>[11]</sup>对比了面向对象分类与监督分类法在城市绿地信息提取中的差异,发现面向对象分类可将分类精度提高 24.4%;严海英<sup>[12]</sup>指出基于对象的分类方法在城市绿地信息的提取技术研究中不仅具有较高的分类精度,而且分类速度较快。随着我国高分辨率对地观测卫星技术的发展,高分一号(GF-1)遥感影像开始在国土资源监测中大范围推广应用,其主要特点是具有较高的空间分辨率以及清晰的纹理信息。同时,作为我国

高分辨率对地观测重大专项的首发卫星,其数据拥有完全自主权,数据成本更为低廉,因此,可在小城镇规划和绿地信息提取中替代国外高分辨率遥感数据。而采用面向对象的分类方法能够使 GF-1 遥感数据的优点最大化的运用于城市绿地信息提取,减少分类信息丢失,提高绿地分类精度<sup>[13]</sup>。现以宁夏盐池县城区为研究区,以 2013 年 9 月的 GF-1 遥感影像为数据源,运用基于规则的面向对象的分类方法提取盐池县城镇绿地景观的空间格局分布信息,并利用景观生态学的方法,对盐池县城镇绿地景观格局进行分析与评价,旨在为建设结构合理、布局严谨、生态效益突出的西部城镇绿地景观系统提供科学依据,并推进 GF-1 遥感影像在城市绿地景观规划中的应用。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

盐池县地处宁夏回族自治区东部,位于北纬  $37^{\circ}04' \sim 38^{\circ}10'$ ,东经  $106^{\circ}30' \sim 107^{\circ}41'$ ,总面积约 8 661.3 km<sup>2</sup>,与陕西省、内蒙古自治区、甘肃省接壤,位于 4 省的交界边缘,属典型的过渡地带。盐池县位于半旱与干旱气候过渡区,属典型的大陆性季风气候,气温冬冷夏热,昼夜温差大,最显著时温差可达 20℃,年均无霜期为 165 d,多年平均年降水量 250~350 mm,从南到北呈递减的趋势。研究区覆盖盐池县大部分城区,东至北塘,西抵花马池镇,南部止于东顺路与盐惠线交汇处,北到 G307 国道,总面积约 16 km<sup>2</sup>(图 1)。盐池作为宁夏的东大门,经济落后,在发展新型城镇化的浪潮之下,自 2011 年开始实施“大县城”建设,至 2015 年,县城建成区面积比原

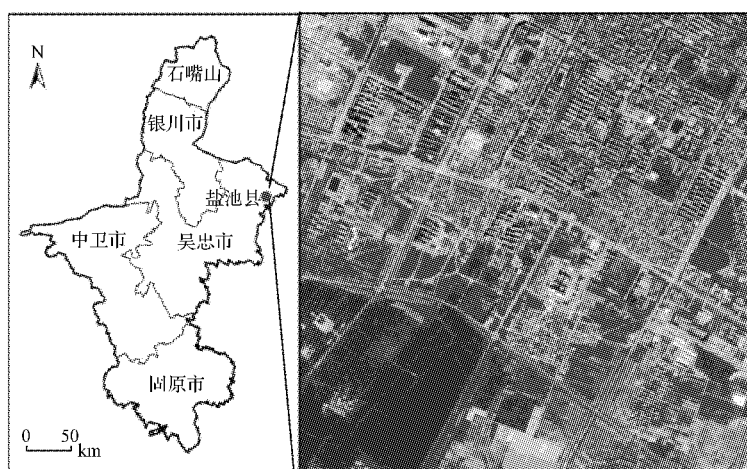


图 1 研究区位置

Fig. 1 The location of study area and

来扩大了 9.3 km<sup>2</sup>,是我国西部地区统筹城乡发展的典型成功案例<sup>[14]</sup>。因此,该研究选择我国西部小城镇中具有一定的代表性的盐池县为例,开展基于 GF-1 数据的城镇绿地景观格局研究。

## 1.2 数据及预处理

根据研究区的位置及研究范围,采用 2013 年 9 月 25 日的 GF-1 PMS 全色和多光谱影像。GF-1 卫星为太阳同步的近极地轨道,轨道高度约为 645 km,搭载 2 种类型的传感器,其中包括 2 台 PMS 相机和 4 台 WFMV 多光谱相机,GF-1 PMS 载荷参数如表 1 所示。

表 1 GF-1 PMS 影像参数

Table 1 Parameters of GF-1 PMS image						
载荷 Load	波段号 Band number	波段 Band	波谱范围 Spectrum range/ $\mu\text{m}$	空间分辨率 Spatial resolution/m	幅宽 Swath width/km	覆盖周期 Coverage cycle/d
PMS		全色	0.49~0.90	2	60	41
	b1	蓝	0.45~0.52	8	60	41
	b2	绿	0.52~0.59			
	b3	红	0.63~0.69			
	b4	近红外	0.77~0.89			

在 ENVI 5.1 环境下利用 GF-1 PMS 影像裁剪出 4 km $\times$ 4 km 的区域作为研究区,此研究区包含了盐池县城大部分的区域,采用定标系数进行辐射定标,其定标参数均来自于中国资源卫星中心;大气校正利用 FLAASH 模块,此算法采用的是目前精度最高的大气校正模型 MODTRAN 4,属于像素级的校正,系统自动读取头文件中的基本信息,大气模型选择中纬度夏季,气溶胶模型选择 Rural(乡村),能见度为 40 km。

由于选择的研究区尺度较小,为了提高分类精度,采用 30 m 分辨率的盐池 DEM 数据进行正射校正,在此基础上对全色波段与多光谱波段进行融合。经研究 Gram Schmidt 融合法能够保持 GF-1 影像融合前后的影像波谱信息的一致性,最大程度上保持多光谱波段的光谱信息和全色波段的空间纹理信息,融合后得到空间分辨率为 2 m 的高分辨率多光谱数据,用 431 波段假彩色合成显示,在此基础上裁剪出涵盖盐池县大部分城区的影像进行城区绿地分布格局的分析。

## 1.3 研究方法

面向对象分类法是近年来由 BAATZ、SCHAPE 提出,这种方法将图像分割、边缘检测、特征提取以及分类等原理方法重组并生成一套新的解译方法,得到了广泛的应用。区别与传统的基于像元的监督分类与非监督分类法,面向对象的分类方法通过分

析对象与对象、对象与环境之间的拓扑关系来提取不同类型地物特征,使地物在影像上表现出的几何信息与结构信息特征参与到分类运算中去<sup>[15]</sup>。高分辨率遥感影像的几何纹理信息量比中低分辨率遥感影像丰富的多,传统的基于像元的监督与非监督分类法不能全面挖掘高分辨率遥感影像的空间纹理信息,因此在高分辨率遥感影像分类中常常使用面向对象的分类方法<sup>[16]</sup>。城市生态系统组成复杂,景观多样,高分辨率影像能够清晰的还原城市面貌,但在城市绿地特征提取中其它地物的干扰较强,面向对象分类法综合光谱与纹理信息能够避免同谱异物现象的发生,提高分类精度。

城镇绿地的光谱信息通过定量的归一化植被指数(NDVI)反映出来,归一化植被指数由传感器接受的地物光谱信息加以计算得出。盐池县城区 NDVI 均值为 0.193 2,这也符合干旱与半干旱气候区的典型过渡地带降雨量少植被欠发育的特点。另外,在纹理特征分析中通过建立灰度共生矩阵(GLCM)来提取相关特征,建立分类规则;依据分类规则进行城市地物特征提取和分类并进行精度评价。

## 1.4 城市绿地景观指数

城市景观斑块的空间格局及其异质性的定量描述是城市景观研究的基础<sup>[17]</sup>。通过分析城市绿地类型的数量、空间结构及不同绿地之间的组合关系,不仅能够定量评估城市绿地景观布局的合理性,而且可为城市绿地景观重组优化提供科学依据<sup>[18]</sup>。目前,景观生态学中的优势度指数、均匀度指数、镶嵌性指数和分维数等景观指数的描述方法已运用到城市绿地系统的景观格局分析中。许多景观指标的计算都是以斑块的周长和面积为基础进行统计处理,这样各个景观指数之间携带的信息便存在冗余。因此,为了保证所选取指数之间的相互独立,避免信息重叠,该研究选取斑块个数(NP)、斑块面积(CA)、斑块类型面积(CA)、香农多样性指数(SHDI)以及平均斑块分维数(MPFD)等指数进行分析进行景观格局分析,主要的景观指数表达式及含义见表 2。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐池城镇绿地信息提取

利用 ENVI 软件中的面向对象空间特征提取模块(Feature Extraction)进行图像分割,经对比研究发现,边缘检测分割度为 35、合并度为 80 时的图像分割效果最好。在这一分割尺度之下,建立分类规则(表 3),进行城市绿地的信息提取,利用 NDVI 指数区分绿地与非绿地,当选择 NDVI 值 $>0.2$  时,大部

表 2 城镇绿地景观指数及其意义

Table 2 Urban green landscape indexes and their meaning

景观指数 Landscape index	公式 Formula	参数意义 Significance of parameter	生态学意义 Ecological significance
斑块数量 (NP)	$NP=n$	n: 斑块数量	反映了某类型斑块在研究区分布状况, 能够反映景观类型影响生物、养分储量以及物种组成的能力 <sup>[19]</sup>
类型面积 (CA)	$CA=\sum_{j=1}^n a_{ij}$	$a_{ij}$ : 斑块 $ij$ 的面积( $hm^2$ )	某一斑块类型中所有的斑块面积之和, 表示景观斑块大小的构成特征
斑块密度 (PD)	$PD=\frac{N}{A}$	N: 景观中的斑块总数 A: 总景观面积	与景观破碎化程度密切相关, 景观的破碎程度与空间异质性、PD 值呈正相关, 在一定程度上代表了景观空间结构的复杂性
类型比例 (PLAND)	$PLAND=\sum_{j=1}^n a_{ij} \times 100$	同上 $0 < PLAND \leq 100$	表示斑块类型面积占总景观面积的比例, 常用来分析景观中的某类型斑块的优劣势度
香农多样性指数 (SHDI)	$SHDI=\sum_{i=1}^n P_i \ln(P_i)$	$P_i$ : 景观 $i$ 所占面积的比例, n: 景观种类的数量	反映景观中各种景观类型分布的均匀化和复杂化的程度, 值越大表示斑块类型越多或者在景观中的分布均匀性高
香农均匀度指数 (SHEI)	$SHEI=\frac{-\sum_{i=1}^n P_i \ln(P_i)}{\ln(n)}$	同上 $0 \leq SHEI \leq 1$	SHEI 指数为 1 时表示各个类型的斑块均匀分布, 没有明显的优势斑块类型, 可反映城市绿地景观的主导支配类型
分离度指数 (SPLIT)	$SPLIT=\frac{1}{2} \sqrt{\frac{n}{A}}$	$m$ : 斑块类型数量	表示某一景观类型中各个斑块空间分布之间的分离程度
平均斑块分维数 (MPFD)	$MPFD=\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})}}{N}$	$P_{ij}$ : 斑块 $ij$ 的周长(m)	描述斑块形状在内部斑块的生态过程中的作用与影响, 反映斑块形状的复杂程度

表 3 盐池县城镇绿地分类规则

Table 3 Knowledge-based classification rules of Yanchi's urban green land

分割尺度 Scale level	类别 Type	规则 Rule
35	绿地	$Band(B) < 800; NDVI > 0.2; Band(B) - Band(G) > 17$
	生产绿地	$NDVI > 0.2; 20\ 000 < Area < 9\ 565\ 736; Band(B) < 10.5$
80	防护绿地	$NDVI > 0.2; Area < 10\ 000; Elongation > 3$
	附属绿地	$NDVI > 0.2; Area < 20\ 000; Elongation < 3$

分的绿地能被提取, 但部分蓝色及紫色屋顶并没有被分离出去, 这将大大降低分类的精度。但研究发现, 蓝色屋顶在蓝波段的反射率远远高于其它地物, 计算蓝波段与绿波段的差值发现紫色屋顶的差值远小于其它地物, 综合以上的研究将城市绿地提取出

来。对提取出的城市绿地进行再次分割, 分割尺度为 80, 合并尺度 80, 进行城市绿地的分类。此时, 建立灰度共生矩阵进行纹理分析, 经研究以  $3 \times 3$  的移动窗口,  $0^\circ$  方向, 移动步长为 4 时获取纹理图像能够将不同类型的绿地分离出来, 具体的分类规则见表 3。参照城市绿地分类标准, 结合盐池县的城区绿地实情, 将盐池县城的绿地分为生产绿地、附属绿地、防护绿地 3 种类型<sup>[20]</sup>。进行混淆矩阵精度评价(表 4), 结果表明研究区的城市绿地信息提取总体精度达到 90.80%, Kappa 系数为 0.796 1 符合分类应用精度要求。提取结果显示, 盐池县的城市绿地总面积达 535.96  $hm^2$ , 占城区总面积的 33.5%。城市绿地类型及空间分布如图 2 所示。

表 4 盐池县城镇绿地分类精度评价

Table 4 Accuracy assessment of Yanchi's urban green land classification

城市绿地类型 Type of urban green land	附属绿地 Attached green land	生产绿地 Productive plantation area	防护绿地 Green buffer	制图精度 Mapping accuracy/%
附属绿地 Attached green land	50.00	5.10	0.25	50.00
生产绿地 Productive plantation area	0	89.38	0	89.38
防护绿地 Green buffer	0	0.42	99.50	99.50
用户精度 User accuracy/%	23.71	100.00	78.06	

总体精度 Overall accuracy=90.80%, Kappa 系数 Kappa coefficient=0.796 1

## 2.2 城市绿地景观等级结构分析

不同面积的绿地在城市生态系统中会产生不同的作用, 大型的绿地在城市生态建设以及城市环境的改善优化中发挥重要的作用, 小斑块的绿地既可作为大型绿地的组合部分, 也可作为独立的绿地景

观来改善城市景观的视觉效果<sup>[21]</sup>, 因此, 在城市绿地景观格局研究中, 常常将绿地斑块面积作为一个重要参数进行分析。该研究对盐池县的城市绿地斑块面积进行等级划分, 考虑到盐池县的实情, 研究将绿地分为 4 个等级: 面积小于 0.01  $hm^2$  的绿地为小型

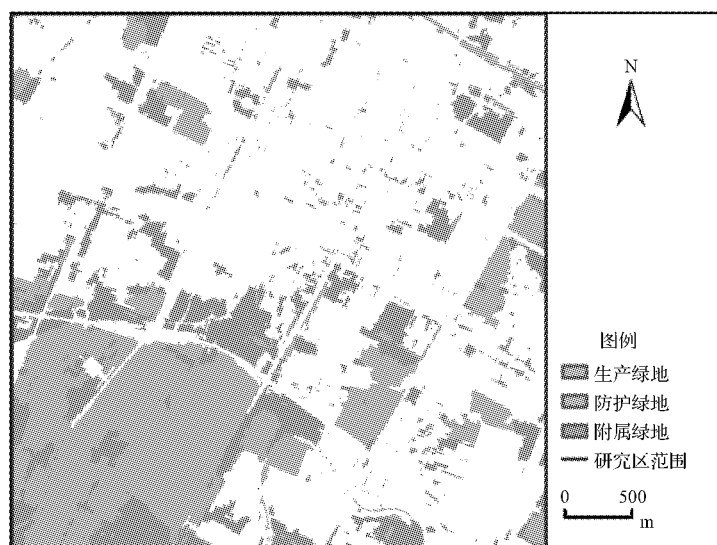


图2 城市绿地景观分类

Fig. 2 The green landscape classification

斑块,面积在  $0.01 \sim 0.05 \text{ hm}^2$  的绿地为中型斑块,面积在  $0.05 \sim 0.10 \text{ hm}^2$  的绿地为较大型斑块,面积大于  $0.1 \text{ hm}^2$  的绿地为大型斑块。

由表5可知,盐池县小型绿地斑块虽然只占绿地总面积的  $0.28\%$ ,但斑块数却占总斑块数的  $31.71\%$ ;中型绿地斑块数量最多,达387个,占总斑块数的  $33.08\%$ ,但面积仅  $9.40 \text{ hm}^2$ ,占总绿地面积  $1.75\%$ ;由此可见,盐池中小型绿地斑块的分布最广,其数量达到绿地斑块总量的一半以上,主要分布在居民区与道路两侧,主要作用是绿化居民生活环

境,隔离城市景观单元。较大型斑块面积与数量都最少,主要为分布在公园与企事业单位的附属绿地。面积大于  $0.1 \text{ hm}^2$  的大型绿地斑块虽数量不多,仅占  $24.62\%$ ,但是其面积却占了全部绿地面积的  $96.35\%$ 。从不同绿地斑块的分布格局来看,小型、中型及较大型斑块绿地主要为附属绿地和防护绿地,分布较广但零碎,镶嵌在城市建筑的间隙中,改善城市的绿化环境;大型绿地成块状集中分布在城市边缘,为生产绿地,主要发展郊区农业,为城区提供蔬菜等基本生活物资。

表5

城市绿地斑块等级组成

Table 5

Types of the urban green space patches

绿地斑块类型 Type	斑块总面积 Total patch area/ $\text{hm}^2$	面积比例 Percentage of area/%	斑块数量 Patch number/个	数量比例 Quantity proportion/%
小型斑块 Small patches(area< $0.01 \text{ hm}^2$ )	1.48	0.28	371	31.71
中型斑块 Medium patches( $0.01 \sim 0.05 \text{ hm}^2$ )	9.40	1.75	387	33.08
较大型斑块 Relatively large patches( $0.05 \sim 0.10 \text{ hm}^2$ )	8.70	1.62	124	10.60
大型斑块 Large patches(area> $0.10 \text{ hm}^2$ )	516.40	96.35	288	24.62
总计 Total	535.98	100.00	1 170	100.00

### 2.3 城市绿地景观面积与优势度分析

盐池县城各绿地斑块类型面积(CA)和类型比例(PLAND)指数分析结果如表6所示。可以看出,盐池县的生产绿地面积最大,其PLAND指数为  $50.00\%$ ;其次是附属绿地,总面积为  $227.17 \text{ hm}^2$ ,PLAND指数为  $42.39\%$ ;防护绿地面积最小,PLAND指数仅为  $7.61\%$ 。在平均斑块类型面积的统计中出现了与前2个指数相同的大小趋势。因

此,从结构组成上来看,盐池县的城市绿地中优势度最高的是生产绿地,其次是附属绿地。由此可知,盐池县依然处在城市化的初级阶段,存在明显的由农业生产绿地向完全城市生态功能绿地过渡的迹象。

### 2.4 城市绿地景观多样性分析

景观多样性指数是各种景观类型的复杂性和变异性的度量,多样性指数值越大,表示景观类型越丰富,各类型景观所占比例越均匀<sup>[22]</sup>。基于景观生态

学的思想与方法,对盐池县城市绿的景观多样性进行了研究。结果表明,盐池城市绿地的香农多样性指数 SHDI 为 0.955 9,而香农均匀度指数 SHEI 也仅为 0.593 9,说明盐池县的城市绿地景观类型多样性差,类型不够齐全,面积所占比例差异大。造成绿地多样性指数小的原因有 2 个方面:一是各类型的城市绿地面积不均匀,二是城市绿地在城市空间区

域内分布不均匀。从图 2 也可以看出,生产绿地所占比例占绝对优势,且集中分布在城市边缘地带,大部分分布在城市的西南部。在城市发展过程中过度开发致绿地在城市规划中被忽略,加之研究区属于典型的干旱半干旱过渡地带,气候干旱增加了城市绿地的培养与维护的难度,从而影响城市绿地的多样性。

表 6 城市绿地景观指数分析

Table 6 Analysis in landscape indexes of urban green land

绿地类型	斑块类型面积	斑块所占景观面积比例	平均斑块类型面积	斑块密度	分离度指数	平均斑块分维数
Type of green land	CA/hm <sup>2</sup>	PLAND/%	ACA/hm <sup>2</sup>	PD/(个·hm <sup>-2</sup> )	SPLIT/%	MPFD
附属绿地 Attached green land	227.17	42.39	0.26	53.92	3.57	1.11
生产绿地 Productive plantation area	268.09	50.00	13.40	1.25	1.43	1.14
防护绿地 Green buffer	40.70	7.61	0.14	18.04	2.01	1.20
总计 Total	535.96	100.00				

## 2.5 城市绿地景观破碎度分析

绿地景观的破碎程度在一定程度上揭示了人类生产活动对绿地景观的干扰与改造程度<sup>[23]</sup>,因此,在城市绿地景观格局分析中,绿地景观的破碎程度常作为重要的统计指标之一。城市绿地景观的破碎程度主要通过斑块密度与斑块分离度指数来分析,斑块密度是斑块个数与景观总面积的比值,分离度指数是指不同斑块类型个体在空间上的离散程度,是分析景观要素空间分布特征的常用指标之一。从盐池县绿地斑块密度的分析结果可以看出,附属绿地的斑块密度最大,为 53.92 个·hm<sup>-2</sup>,其次是防护绿地与生产绿地,且附属绿地的斑块密度是防护绿地的斑块密度的近 3 倍,远远大于生产绿地的斑块密度(表 6);斑块分离指数也表现出附属绿地值最大,继而是防护绿地与生产绿地。以上结果说明,附属绿地在盐池县分布广泛,斑块较小,破碎度与分离度高,在空间布局上比较零散。这一结果与盐池县附属绿地的自身特点有关,附属绿地主要分布在居民区、企事业单位及公园的周围,建筑物的隔断使得其景观比较破碎,连续性差。生产绿地的斑块密度为 1.25 个·hm<sup>-2</sup>,其斑块分离度指数也最小,这表明生产绿地斑块较大,分布集中,破碎度低。生产绿地的集中分布保持了其生态功能的完整性,在城市生态系统的生产循环中发挥了积极作用。

## 2.6 绿地斑块分维数分析

平均斑块分维数是描述景观斑块的核心面积的大小及边界线曲折性的一个定量指标,斑块的几何形状越简明,斑块形状的规律性越显著,斑块之间的相似性也较强,平均斑块分维数接近 1。研究对盐池县不同类型绿地景观斑块的分维数进行了计算,结

果显示,附属绿地的平均斑块分维数为 1.11,生产绿地的平均斑块分维数为 1.14,而防护绿地为 1.20,为其中的最大值,说明该区域的各类绿地斑块形状简单,斑块间的相似性相对较低。从生态系统的层面来说,这既不能创造丰富多样的景观空间,也不利于提高和保护生物的多样性;从城市发展的层面来说,这揭示出盐池县的城市化还有进一步优化发展空间。

## 3 结论

该研究借助 GF-1 遥感影像丰富的光谱与空间纹理信息,采用面向对象的分类方法对宁夏盐池县的城市绿地进行专题信息提取,利用景观生态学的理论与方法,对盐池县城市绿地的附属绿地、防护绿地和生产绿地的景观格局进行研究,从城市绿地斑块等级结构、景观面积与优势度、景观多样性、景观破碎度、景观分维数等方面对盐池县的城市绿地景观格局进行了分析。结果表明,采用面向对象分类法,从 GF-1 影像中提取城市绿地信息能够充分利用 GF-1 数据的空间和纹理特征,提高分类精度。以盐池县为例,在绿地信息分类提取中,虽附属绿地的分类精度较生产绿地及防护绿地低,但总体分类精度较高,这一分类精度完全能够满足西部中小城市景观格局分析的景观解译需求。盐池县城市绿地景观结构的合理性欠佳,景观类型单一,各种类型的绿地面积差异较大。生产绿地为优势绿地类型,相对来说,防护绿地面积较少;城镇绿地的多样性指数为 0.955 9,绿地类型较少;绿地景观整体较破碎,斑块密度在各种斑块类型中分布不均匀;绿地的分维数总体偏低。在今后的城市规划发展中应加强绿地景观的合理设计与配置。

## 参考文献

- [1] 陈天,臧鑫宇,王娇.生态城绿色街区城市设计策略研究[J].城市规划,2015,39(7):63-69.
- [2] ATTWELL K. Urban land resources and urban planting: case studies from Denmark[J]. Landscape and Urban Planning, 2000, 52(2-3):145-163.
- [3] 刘滨谊,姜允芳.论中国城市绿地系统规划的误区与对策[J].城市规划,2002,26(2):76-80.
- [4] 李佳璇,伏玉玲,象伟宁,等.生态智慧与当代城市绿地建设[J].北方园艺,2015(16):87-93.
- [5] 况平.城市园林绿地系统规划中的适宜度分析[J].土木建筑与环境工程,1996,18(3):8-14.
- [6] 吴浩,花向红,王佩军,等.基于RS和GIS的城市绿地评估系统的一种模式[J].地理空间信息,2005,3(1):18-20.
- [7] 杨威,陈秋晓.基于Quickbird影像的中小城市绿地景观格局分析:以乐清市为例[J].浙江大学学报(理学版),2011,38(6):716-721.
- [8] 孙恺,杨延征,赵鹏祥,等.基于遥感技术的西安城市景观格局时空演变及分析[J].西北林学院学报,2015,30(2):180-185.
- [9] 谭丽,何兴元,陈玮,等.基于QuickBird卫星影像的沈阳城市绿地景观格局梯度分析[J].生态杂志,2008,27(7):1141-1148.
- [10] 韩玲玲,费鲜芸,田牧歌.面向对象的泰安市城市附属绿地信息提取[J].淮海工学院学报(自然科学版),2012,21(3):43-47.
- [11] 熊铁群,吴健平.面向对象的城市绿地信息提取方法研究[J].华东师范大学学报(自然科学版),2006(4):84-90.
- [12] 严海英.基于对象的城市绿地信息提取技术的研究[J].地理空间信息,2008,6(2):9-11.
- [13] 曾小冀.面向对象的高分一号影像信息提取技术研究[D].乌鲁木齐:新疆大学,2014.
- [14] 冀呈莹.新型城镇化路径选择之盐池大县城实践探究[D].北京:北京信息科技大学,2015.
- [15] 杜凤兰,田庆久,夏学齐,等.面向对象的地物分类法分析与评价[J].遥感技术与应用,2004,19(1):20-23.
- [16] 常虹,詹福雷,杨国东,等.面向对象的高分遥感影像信息提取技术研究[J].测绘通报,2015(1):99-101.
- [17] 张秀英,冯学智,丁晓东,等.基于面向对象方法的IKONOS影像城市植被信息提取[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2007,33(5):568-573.
- [18] 高峻,杨名静.上海城市绿地景观格局的分析研究[J].中国园林,2000,16(1):53-56.
- [19] 王捍卫.基于RS和GIS的武汉城市绿地景观格局分析[D].武汉:华中师范大学,2009.
- [20] CJJ/T 85-2002.城市绿地分类标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [21] 姜雪娇.基于遥感与GIS的城市绿地信息提取与空间格局研究[D].成都:成都理工大学,2015.
- [22] 李秀珍,布仁仓,常禹,等.景观格局指标对不同景观格局的反应[J].生态学报,2004,24(1):123-134.
- [23] 孙娟,蓝崇钰,夏汉平,等.基于QuickBird卫星影像的贵港市城市景观格局分析[J].生态杂志,2006,25(1):50-54.

## Study on Landscape Pattern of Urban Green Space of Small Cities in Western China Based on GF-1 Imagery

ZHU Yuguo<sup>1,2</sup>, DU Lingtong<sup>1,2</sup>, XIE Yingzhong<sup>1,2,3</sup>, LIU Ke<sup>1,2</sup>, HU Yue<sup>1,2</sup>, HOU Jing<sup>1,2</sup>

(1. Breeding Base for State Key Laboratory of Land Degradation and Ecological Restoration in Northwest China, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Key Laboratory for Restoration and Reconstruction of Degraded Ecosystem in Northwest China of Ministry of Education, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Based on the GF-1 PMS image in September, 2013, the green space information of Yanchi county, Ningxia Province, a small town of western China, was extracted by using the object-oriented classification. According to the principle and method of landscape ecology, the landscape pattern of the urban green land in Yanchi county was analyzed with the support of the Fragstats software from the aspects of landscape area, dominance, diversity, and fractal dimension. The distribution analysis results showed that GF-1 PMS image had a higher classification accuracy in extract of urban green land, which overall accuracy was 90.80% and the Kappa coefficient was 0.796 1, and this accuracy was satisfied with the demand of the urban landscape extracting. The landscape analyzing results showed that the urban green land in Yanchi county had three types of characteristics. Firstly, the structure of green system did not reasonable especially in the diversity of green land, and the area of three different kinds of green land did not matched scientifically. Secondly, green landscape was more fragmented as a whole and the ancillary green, whose patch density reached 53.92, was more prominent. Besides, the FRAC index was low, which mean that the green land lacked green patch from nature, as well as artificial modification was more serious.

**Keywords:** GF-1 PMS; object-oriented classification; landscape pattern; western town