

# 农牧交错地带土地利用分层分类方法研究 ——以靖边县为例

李晓明<sup>1</sup>, 常庆瑞<sup>1</sup>, 张仁慧<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北大学城市与环境学院, 陕西 西安 710127)

**摘要:** 为更准确提取农牧交错地带的土地利用信息, 本文以靖边县为例, 利用分层分类法对该区土地利用类型进行分类。在 TM 图像光谱特征分析的基础上, 提出分层分类的分类步骤, 并利用 ERDAS 建模, 逐层提取土地利用类型, 将该区的土地利用类型分为 9 类。结果表明, 与传统的监督分类法比较, 分层分类法的分类精度有了显著的提高, 对农牧交错地带的土地利用分类结果较为理想, 总分类精度达到 87.41%, Kappa 系数也达到了 85.53%。为今后该地区的土地利用信息的提取提供了有效的方法。

**关键词:** 分层分类; 土地利用; 光谱特征; 靖边县

**中图分类号:** S159 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)05-0237-04

遥感影像分类是影像分析的一项重要内容。常规的多光谱遥感图像分类方法主要有监督分类法与非监督分类法两种。由于遥感影像的复杂性, 分类效果往往不是很理想, 无法满足实际应用需要。目前, 对传统的分类方法已出现很多改进, 其中就包括分层分类方法<sup>[1]</sup>。分层分类法是利用遥感影像中各个波段光谱信息和谱间结构, 通过设置阈值逐层逐类地提取土地利用类型, 并掩膜掉已提取的类型, 消除它对其他地物提取的影响, 使得分类过程越来越容易的一种分类方法。

在以往的研究中, 分层分类方法的应用多是以我国东、南部地区作为研究区域<sup>[2-7]</sup>, 对西北地区的土地利用分层分类的研究较少, 特别是对农牧交错地带这个土地利用类型复杂、自然环境比较脆弱地区的研究几乎还处于空白状态。

因此, 为能准确的掌握农牧交错地带的土地利用状况, 本文采用分层分类法对该区进行土地利用分类, 以期获得更准确的土地利用数据, 为同类地区土地利用分类提供一个较为合理的方法, 为该区域土地管理决策、生态环境保护以及进一步深入研究奠定基础, 对于区域土地可持续利用具有重要意义。

## 1 研究区及数据预处理

### 1.1 研究区概况

研究区位于陕西省榆林市的靖边县, 该区地处毛乌素沙漠南缘、陕北黄土高原北端。全县总面积

5 088 km<sup>2</sup>, 按地形地貌分为北部风沙滩区、中部梁峁涧区和南部丘陵沟壑区, 分别约占总面积的三分之一。地势南高北低, 海拔介于 1 123 ~ 1 823 m 之间, 年平均气温 7.8℃, 年平均降水量为 395 mm。靖边县土地利用方式以干旱农业和畜牧业为主, 是典型的农牧交错地带。由于自然条件的恶劣, 特别是不合理利用土地、滥垦滥伐, 大量植被和草原遭到破坏, 全区风蚀沙化十分严重, 生态环境变化较大。

### 1.2 数据源及预处理

遥感数据源为: Landsat TM 图像两景, 过境时间 2003 年 8 月 17 日, 轨道号 127/34、128/34。在 ERDAS IMAGINE9.1 环境下, 先对两景影像进行镶嵌, 然后以经过几何精校正的 1992 年榆林地区的 TM 影像为地理参考, 对其进行几何精校正, 误差控制在一个像元以内。校正后的影像为横轴莫卡托投影, 椭球体为克拉索夫斯基椭球体, 像元大小为 30 m × 30 m。利用矢量化的陕西省行政区划图通过掩膜运算提取出研究区的遥感影像。

## 2 信息提取与分类

### 2.1 土地类型的确定

参考中科院国家资源环境遥感宏观调查与动态研究中制定的土地资源分类系统<sup>[8]</sup>, 并根据 TM 图像的空间分辨率(30 m × 30 m)的特点, 结合靖边县的土地特征, 本研究把该区土地利用/覆盖类型分为 6 个一级类、9 个二级类(见表 1)。

收稿日期: 2009-12-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(30872073)

作者简介: 李晓明(1982—), 女, 内蒙古赤峰人, 硕士研究生, 主要研究方向为地理信息系统与遥感信息处理。E-mail: grow\_in\_fall@yahoo.com.cn.

通讯作者: 常庆瑞(1959—), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为资源环境与 3S 技术应用研究。

表 1 靖边县土地覆被分类类型

Table 1 Land cover type of Jingbian

一级类 First type	耕地 Cultivated land		林地 Woodland		草地 Grass land	水体 Water	建筑用地 Building land	未利用土地 Unused land	
二级类 Second type	水浇地 Irrigated land	旱地 Dry land	灌木林地 Shrub land	有林地 Forest land	草地 Grass land	水体 Water	建筑用地 Building land	沙地 Sandy land	裸土 Bare land

2.2 TM 图像光谱特征分析

在进行土地分类之前,需要对不同土地类型的 TM 图像的光谱曲线进行分析,找出地物的特有光谱特征才能利用正确光谱值进行土地信息提取,因此在靖边县的 TM 图像中,对地类的纯像元进行采样,根据样点的平均光谱值绘出地类的光谱值曲线。

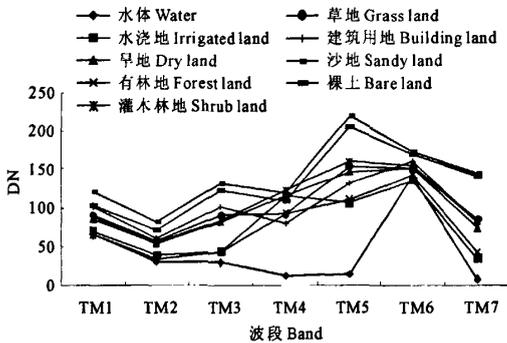


图 1 TM 地类的光谱值曲线

Fig.1 Spectral characteristic curves of different land cover type by TM image

分析图 1 得如下结论:(1) 不同土地利用类型在 3、4、5、7 波段的光谱值体现出较大的差异,但第 7 波段一般应用在地质学的研究中,因此该研究主要利用这 3、4、5 三个波段的差异及组合波段光谱信息来提取土地利用类型。(2) 耕地、林地、草地都是植被地表,它们第 4 波段的光谱值都大于第 3 波段,而非植被地表的第 4 波段的光谱值都小于第 3 波段,因此可利用归一化植被指数来区分植被区与非植被区。(3) 水体在第 4、5 波段的光谱值明显低于其他地类的光谱值,可以利用这几个波段来提取水体。(4) 未利用土地(沙地和裸土)在第 5 波段的光谱值远大于其他土地利用类型,可利用该波段区分未利用土地与其它地类。

2.3 不同地物 NDVI 值分析

NDVI(归一化植被指数)<sup>[9]</sup>是分层分类法中的一个重要分层控制指标,它是反映植被状况的一个有效参数,在遥感中广泛用于植被信息的提取,通过

设置阈值可以准确地提取出植被覆盖地类。在 ER-DAS IMAGINE9.1 软件 indices 命令下对 TM 影像进行 NDVI 计算,得到研究区的 NDVI 图(图 2)。

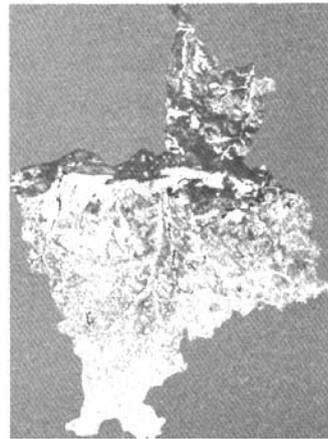


图 2 NDVI 图

Fig.2 NDVI image

NDVI 值在[-1,1]范围内,无植被覆盖的区域,NDVI 值近于 0,在图中的颜色就越暗;而植被密度越高的区域,NDVI 值就越大,显示在图中就越亮。从图中可以看到,在毛乌素沙漠地区的植被覆盖度最低,显示的颜色最暗;靖边县的中部地区植被生长旺盛,颜色较亮;南部地区属中度植被覆盖区。

2.4 分层分类方案设计

根据以上对遥感影像的分析,现设计分类过程如图 3 所示。

2.4.1 第一层 植被区与非植被区的分离:利用 NDVI 值提取植被信息,。设置 NDVI 值 0.05 为植被区与非植被区的临界值,其中大于 0.05 为植被区,便可将植被区与非植被区分开。

2.4.2 第二层

(1) 植被区地物的提取:NDVI 是植物生长状况和植被空间分布密度的最佳指标因子,利用 NDVI 值来提取植被区的土地覆被类型。NDVI 值大于 0.60 为水浇地与有林地、0.20~0.60 为旱地与灌木林地、小于 0.20 为草地。

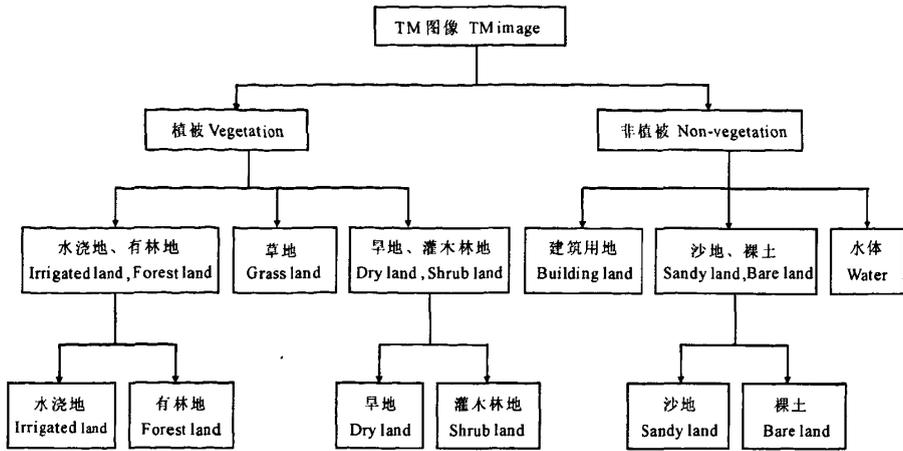


图 3 靖边县土地覆被分层分类过程图

Fig.3 Land cover classification process map of Jingbian

(2) 非植被区地物的提取:水体的分离提取是利用 Landsat TM 影像上水体的  $TM2 + TM3 > TM4 + TM5$  的谱间关系特征,再用  $TM5 < 20$  去除误提的部分山体阴影。建筑用地利用归一化建筑指数<sup>[10]</sup>  $ND-BI < 0.19$  和  $TM5 < 175$  来提取,掩膜去除,剩余部分为沙地、裸土地类。

2.4.3 第三层

(1) 有林地与水浇地的分离提取:有林地的光谱值  $TM4 < TM5$  而水浇地的  $TM4 > TM5$ ,因此利用  $TM5 - TM4 < 10$  提取出水浇地,并掩膜计算得到有林地。

(2) 灌木林地与旱地的分离提取:灌木林地与旱地在  $TM2, TM3, TM4$  波段存在差异,确定  $45 < TM2 < 65, 68 < TM3 < 100, 90 < TM4 < 130$  分离提取出旱地,剩余部分为灌木林地。

(3) 沙地与裸土的分离提取:沙地的光谱值在各波段均稍高于裸土地,为增大差异,取第 1~5 波段之和来区分二者  $TM1 + TM2 + TM3 + TM4 + TM5 > 570$ ,提取出沙地,掩膜可得裸土地类。

3 分类结果及精度评价

3.1 分类结果

应用上述分层分类方案对靖边县土地利用状况进行分类,分类结果如图 4 所示。

3.2 分类精度评价

本研究还用最大似然法进行了监督分类,并得到分类误差混淆矩阵,如表 2。

由该混淆矩阵可以发现在该监督分类中水浇地、有林地、旱地和灌木林地之间存在明显的错分现象,沙地与裸土的区分存在的误差也很明显,各土地

利用类型之间存在着较多的错分现象,分类精度较低。分层分类与监督分类的精度评价结果对比如表 3 所示。

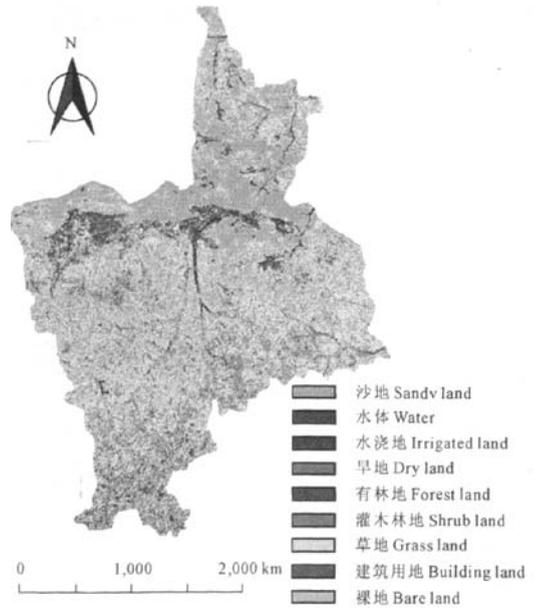


图 4 靖边县土地利用分层分类结果图

Fig.4 The land cover classification image of Jingbian

从表 3 来看,分层分类精度明显高于监督分类。分层分类中沙地的用户精度高达 96.67%,相对较低的建筑用地的用户精度也达到了 80%,总分类精度为 87.41%,Kappa 系数达到 85.53%。而监督分类中各地类的用户精度明显低于分层分类法的用户精度,总分类精度仅为 76.94%,Kappa 系数只有 71.80%。

表 2 最大似然法分类误差矩阵  
Table 2 Maximum likelihood error matrix

	水体 Water	水浇地 Irrigated land	有林地 Forest land	沙地 Sandy land	旱地 Dry land	灌木林地 Shrub land	草地 Grass land	裸土 Bare land	建筑用地 Building land	合计 Total
水体 Water	1309	0	0	0	0	0	4	0	0	1313
水浇地 Irrigated land	0	2103	119	0	2	2	0	0	0	2226
有林地 Forest land	0	23	1037	0	1	8	16	0	0	1085
沙地 Sandy land	0	0	0	13203	0	0	2	95	0	13300
旱地 Dry land	0	22	0	0	558	80	0	0	0	660
灌木林地 Shrub land	0	22	9	1	59	611	30	11	11	754
草地 Grass land	4	0	2	5	0	1	1954	16	36	2018
裸土 Bare land	0	0	0	583	0	1	21	779	61	1445
建筑用地 Building land	7	0	0	0	0	0	6	25	1980	2018
合计 Total	1320	2170	1167	13792	620	703	2033	926	2088	24819

表 3 分层分类与监督分类的精度评价  
Table 3 Accuracy evaluation of cover classification

类别 Type	分层分类 Hierarchical classification		监督分类 Supervised classification	
	正确分类点数 (各取 60 个点) Number of correct points	用户精度 Accuracy	正确分类点数 (各取 60 个点) Number of correct points	用户精度 Accuracy
水浇地 Irrigated land	52	86.67%	44	73.33%
旱地 Dry land	52	86.67%	46	76.67%
有林地 Forest land	50	83.33%	40	66.67%
灌木林地 Shrub land	54	90.00%	44	73.33%
草地 Grass land	52	86.67%	38	63.33%
水体 Water	56	93.33%	48	80.00%
建筑用地 Building land	48	80.00%	50	83.33%
沙地 Sandy land	58	96.67%	46	76.66%
裸地 Bare land	54	90.00%	44	73.33%
总分类精度 Overall accuracy rate 87.41%, Kappa = 85.53%		总分类精度 Overall accuracy rate 76.94%, Kappa = 71.80%		

## 4 结论与讨论

与以往的监督分类法比较,用分层分类法对农牧交错地带的土地利用分类是一种比较理想的方法。本次研究采用的分层分类法显著地提高了分类结果的精度,特别是对农牧交错地带这个特别复杂的研究区域,通过逐层提取,逐渐消除个地类之间的影响,使得分类越来越容易,分类效果理想。为该区域土地利用状况的进一步研究提供了依据和有效的方法。但该方法受阈值取值随机影响较大,稳定性差。因此利用该方法对其他区域进行土地覆被信息提取时,必须针对不同区域的遥感影像及土地覆被状况,对阈值进行修订调整。

### 参考文献:

- [1] 向天梁,汪小钦,周小成,等.基于分层分析的 ASTER 影像土地利用/覆盖遥感监测研究[J].遥感技术与应用,2006,21(6):527—531.
- [2] 李四海,恽才兴.土地覆盖遥感专题信息的分层提取方法及其应用[J].遥感技术与应用,1999,14(4):23—28.
- [3] 胡德水.用于土地利用分类的计算机复合分层分类法[J].环境遥感,1989,4(4):273—280.
- [4] 张丽亦,吴嘉平.分层分区分景相结合的区域土地利用/覆盖分类方法[J].国土资源遥感,2007,73(3):74—77.
- [5] 牛明香,赵庚星,李尊英.南四湖湿地遥感信息分区提取研究[J].地理与地理信息科学,2004,20(2):45—48.
- [6] 曹文志.利用分层分类法进行厦门岛城市地表分类研究[J].太原师范大学学报,2008,4(7):105—109.
- [7] 李爽,丁圣彦,许叔明.遥感图像分类方法的研究[J].河南大学学报,2002,32(2):72—74.
- [8] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996:7—10.
- [9] 王正兴,刘闾,Huete Alfredo.植被指数研究进展:从 AVHRR-ND-VI 到 MODIS-EVI[J].生态学报,2003,23(5):979—987.
- [10] 秦鹏,陈健飞.K-L 变换与 NDBI 指数法提取 ASTER 影像城市用地信息的比较[J].测绘与空间地理信息,2008,10(5):65—68.

(英文摘要下转第 246 页)

## Application of wavelet transformation in detection of organic matter content based on visible/near infrared reflectance spectroscopy

LIU Wei<sup>1</sup>, CHANG Qing-rui<sup>1</sup>, GUO Man<sup>1</sup>, XING Dong-xing<sup>1,2</sup>, YUAN Yong-sheng<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100;

2. Department of Resources and Environment, Xianyang Normal College, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

**Abstract:** The hyper-spectral reflectance of soil was measured by a ASD FieldSpec within 400 ~ 1 000 nm, and processed by logarithmic transformation for getting A value of soil spectra. Next, first order derivative operation was conducted for the original soil spectra and A value. Then, the two types of first derivative spectra of soil above were denoised by the threshold denoising method based on wavelet transformation. In the two kinds of denoised spectra, spectrum response feature due to different soil organic matter content was discussed; and the sensitive bands for organic matter content estimation were initially determined by applying correlation. Results showed that: (1) Because of much noise, it is difficulty to identify contour and response feature in the two types of first derivative spectra resulting from different organic contents. (2) By the threshold denoising method based on wavelet transformation, noise in the two types of first derivative spectra is removed effectively, and the spectra contour and response feature can be identified easily. (3) Within 567 ~ 598 nm, there are high and stable negative correlation coefficients between soil organic matter contents and denoised first derivative spectra of soil. (4) Within 524 ~ 535 nm, there are high and stable positive correlation coefficients between soil organic matter contents and denoised first derivative A value of soil.

**Keywords:** visible/near infrared spectra; organic matter content; first derivative spectra of soil; wavelet transformation; quantitative analysis

(上接第 240 页)

## Study on hierarchical classification method of land use in the agriculture and pasturage interlaced region

—Taking Jingbian County as an example

LI Xiao-ming<sup>1</sup>, CHANG Qing-rui<sup>1</sup>, ZHANG Ren-hui<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Urban and Resources, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710127, China)

**Abstract:** Taking agriculture and pasturage interlaced region of Jingbian County in Shaanxi Province as a study area, the region was classified into nine categories using the hierarchical classification method. Based on the analysis of spectral characteristics of TM images, landuse categories were obtained layer by layer using model maker of ERDAS software. The results showed that, contrasted with the traditional supervised classification method, the accuracy of hierarchical classification method was significantly improved, and the overall classification accuracy was 87.41%, while Kappa coefficient reached 85.53%.

**Keywords:** hierarchical classification; land use; spectral characteristics; Jingbian County