

荒漠化地区土地覆被光谱特征与遥感 信息提取方法研究

刘文娟¹,常庆瑞¹,贾科利^{1,2},刘京¹,刘梦云¹

(1 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 宁夏大学 资源环境学院, 宁夏 银川 750021)

[摘要] 为了提高地物识别的正确性,探讨荒漠化土地类型自动分类的有效途径,克服异物同谱和同物异谱现象。以陕西省榆林市榆阳区为例,利用 Landsat 5 卫星的 TM 数据,探讨了荒漠化土地覆盖信息的提取方法。在对不同土地覆被类型光谱特征进行系统分析的基础上,根据归一化指数(NDVI)和差值指数(TM5 - TM4)及 TM3、TM5、TM7 波段的光谱值,提出了分层信息提取方案,利用该方案分步提取地表覆被信息。结果表明,此方法简单、实用,是地物遥感信息提取的有效途径。

[关键词] TM 数据;分层信息提取;光谱曲线;波段指数;荒漠化

[中图分类号] TP79

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)09-0205-05

Study on land cover spectral character and remote sensing information extraction of desertification land

LIU Wen-juan¹, CHANG Qing-rui¹, JIA Ke-li^{1,2}, LIU Jing¹, LIU Meng-yun¹

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

2 College of Resource and Environment, Ningxia university, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: In order to enhance the thing recognition accuracy, discusses the effective automatic sorting way of desertification land type, and overcome the different thing with same spectrum and the same thing with different spectrum phenomenon. Based on the desertification land, this article probes into the extraction method of land cover information in Yuyang district of Yulin city in Shannxi Province by using TM data information of Landsat 5. In the light of multi-band data of TM, the normalized index (NDVI) and the difference index (TM5 - TM4) are adopted. This article has also put forward the suggestion of multi-layer information extraction strategy based on TM3, TM5 and TM7 spectrum. The results show this method is simple and practical which provides an effective way for the things remote sensing information extraction.

Key words: TM data; multi-layer information extraction; spectral curve; band index; desertification

土地荒漠化已经成为当今全球最严重的环境与社会经济问题之一^[1],是全球变化研究中的一个重要内容。它不仅威胁到整个人类的生存环境,而且是制约全球经济发展及影响社会稳定的重要因素^[2]。

随着社会经济发展,人口、土地、资源和环境问题日益突出,对地理信息的需求量也与日俱增,而遥感是现势性极好的地理信息源。从遥感影像中提取的地理信息大致可以分为 2 类:一是利用地物光谱特征直接得到的信息;二是必须结合外在知识才能

1 收稿日期] 2006-08-28

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30571527);教育部科技重点项目(03157)

[作者简介] 刘文娟(1982-),女,陕西榆林人,在读硕士,主要从事土地资源与空间信息技术研究。

[通讯作者] 常庆瑞(1959-),男,陕西子洲人,教授,博士生导师,主要从事资源环境与 3S 技术应用研究。

得到的信息。土地荒漠化遥感专题信息提取,是研究较多的课题之一。对于第 2 种地理信息的提取,人们在方法上已进行了各种改进,如借助 GIS 信息的分类方法、利用专家知识和人工智能的分类方法、以及利用各种神经网络技术的分类方法^[3-5]和模糊分类技术等^[6]。这些研究方法代表了当今遥感专题信息提取的前沿技术,但均很不成熟。它们的实现都有一定难度,从经济角度看,由于成本较高,难以在生产中推广应用。

为了满足生产应用的要求,需要找到一种易于提取遥感专题信息的方法。本研究以陕西省榆林市榆阳区为例,通过分析 TM 影像的波谱特征,构造波段运算指数,研究分层地表覆被信息提取方法,以期对荒漠化土地类型的分类提供参考依据。

1 研究区概况与数据来源

信息提取研究区为陕西榆林市榆阳区。榆阳区地处毛乌素沙漠与陕北黄土高原丘陵沟壑区连接地带,严酷的自然条件、落后的社会经济状况,使这一地区成为对全球气候变化响应的敏感地带。受自然因素和人为过度利用的影响,在过去的半个世纪中,该地区的沙地生态环境遭到了较大破坏,草地生态危机加剧,沙地植被退化,草场风蚀沙化以及沙尘暴肆虐,是我国典型的风沙过渡区、农牧交错区和生态脆弱区^[7]。该地区地物类型比较丰富,适合进行地表土地覆被分层信息提取研究。

本研究选择 Landsat 5 获取的 TM 影像数据,成像日期为 1986-08-02。TM 卫星遥感数据波谱分辨率较高,对水体以及植被有很好地反映,30 m 空间分辨率也能满足本研究的要求。TM 卫星遥感数据经过几何校正和增强处理后,投影类别为阿尔勃斯等积圆锥投影(Albers Conical Equal Area),椭球体为克拉索夫斯基椭球体(Krasovsky)。

2 不同土地覆被类型的光谱特征分析

不同土地覆被类型的波谱特性,是遥感影像分析解译的理论基础,TM 影像计算机自动分类识别,必须建立在全面了解掌握分类对象不同波段光谱特性的基础上。

2.1 不同土地覆被类型典型样点的光谱特征曲线分析

根据不同土地覆被类型的特点及其在 TM 影像上的反映,将研究区的土地覆被分为水体、水浇地、旱地、有林地、荒草地、城镇、轻度荒漠化沙地和

严重荒漠化沙地 8 种类型,每种类型各选取 5 个样点,测定不同波段的光谱值(DN),绘制的光谱特征曲线如图 1 所示。图 1 中 5 条曲线分别代表 5 个采样点数据绘制的曲线。从图 1 可以得出以下结论:

(1) 对于所有土地覆被类型, TM1、TM2 和 TM3 3 个波段光谱值的变化趋势均大致相同,相关性较强,不利于土地覆被专题信息的提取与分离。

(2) 在 TM3、TM4 2 个波段,不同覆被类型光谱值的变化趋势有差异。其中水浇地、旱地和有林地的光谱值在 TM3 波段很低,而在 TM4 波段明显升高;水体、城镇和荒漠化沙地在 TM3 波段的光谱值均大于 TM4 波段。所以可以利用 TM3、TM4 波段光谱值的差值或比值提取土地覆被类型信息。

(3) 荒漠化沙地 TM3、TM5 波段的光谱值均很高。其中严重荒漠化沙地的光谱值: TM3 波段为 150 左右, TM5 波段大于 215;轻度荒漠化沙地的光谱值: TM3 波段为 100 ~ 150, TM5 波段为 170 ~ 200;其他土地覆被类型的光谱值基本表现为: TM3 波段小于 100, TM5 波段基本在 150 以下。

(4) 在 TM7 波段,水体和水浇地的光谱值均很低,小于 40,与其他土地覆被类型的光谱值有明显差异;荒漠化沙地和旱地的光谱值均在 100 以上;有林地、荒草地、城镇的光谱值为 50 ~ 100。

2.2 不同土地覆被类型特征指数的计算

在以上波谱特征曲线分析的基础上,计算不同土地覆被类型的特征指数,以扩大各土地覆被类型之间的差异,突出地物的遥感信息特征,有利于土地覆被信息的分类提取与自动识别。

(1) 归一化指数(NDVI)。利用红外波段和近红外波段的归一化波段计算 NDVI, $NDVI = (TM4 \text{ 波段光谱值} - TM3 \text{ 波段光谱值}) / (TM4 \text{ 波段光谱值} + TM3 \text{ 波段光谱值})$,采用 NDVI 可以有效地提取植被信息,不同土地覆被类型的 NDVI 变化见图 2。由图 2 可知,水浇地 NDVI 在 0.3 以上,有林地 NDVI 为 0.15 ~ 0.25,旱地 NDVI 在 0 ~ 0.1,荒草地、城镇、严重荒漠化沙地、轻度荒漠化沙地 NDVI 均在 0 以下。由此可知,采用归一化指数,水浇地、有林地和旱地表现为较强的可分离性。

(2) 差值指数。鉴于荒草地、城镇、严重荒漠化沙地和轻度荒漠化沙地的 NDVI 值均在 0 以下,分离性较差,故对其采用差值指数进行分离。差值指数 = $TM5 \text{ 波段光谱值} - TM4 \text{ 波段光谱值}$,简称 $TM5 - TM4$ 。由图 3 知,城镇的 $TM5 - TM4$ 小于 40,明显低于其他土地覆被类型;严重荒漠化沙地的

TM5 - TM4 大于 100。由此可知,采用差值指数, 城镇和严重荒漠化沙地与其他土地覆被类型可完全

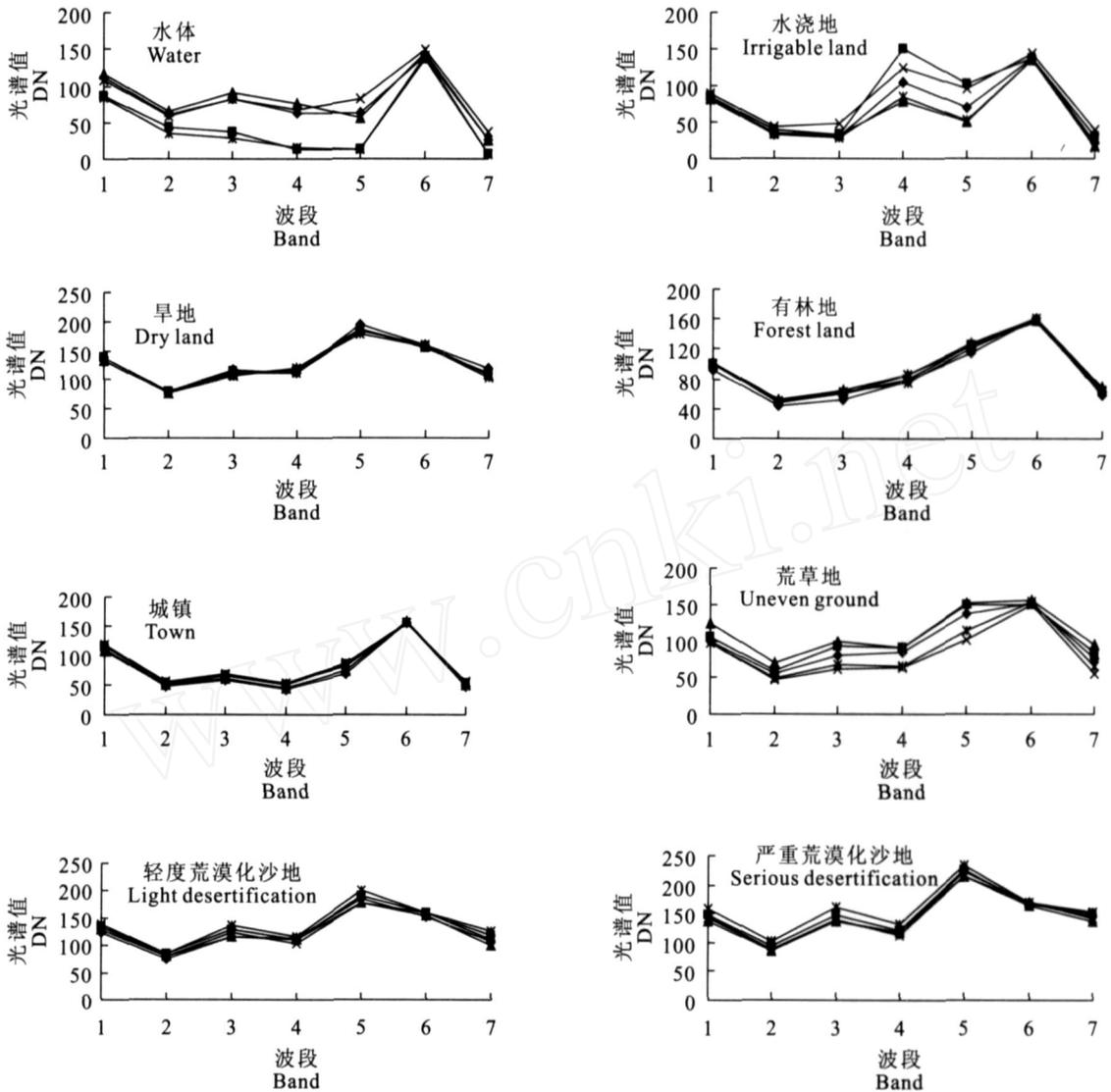


图1 不同土地覆被类型典型样点的波谱特征曲线

Fig.1 Spectral character of sampling sites

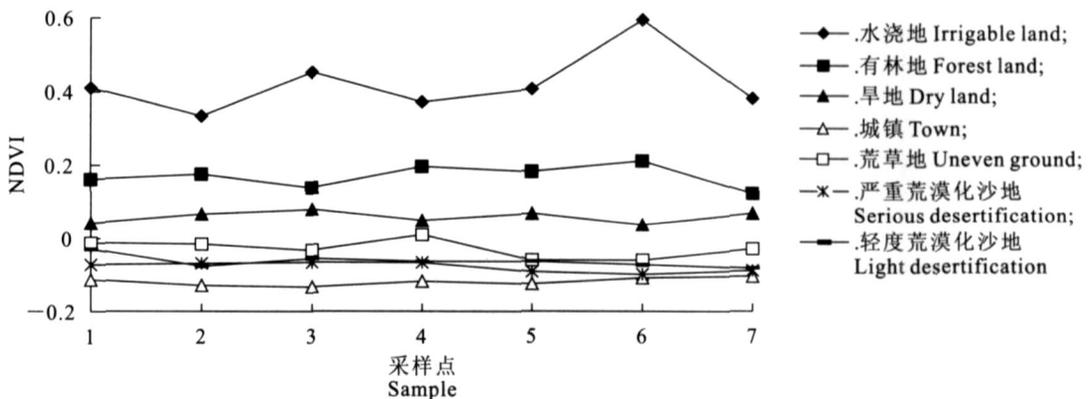


图2 不同土地覆被类型 NDVI 的比较

Fig.2 Different land cover type of NDVI

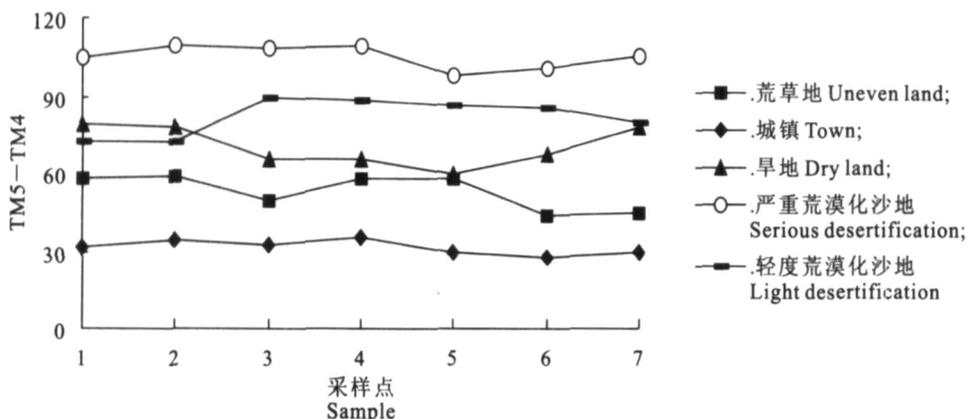


图 3 不同土地覆被类型 TM5 - TM4 的比较

Fig. 3 Different land cover type of TM5 - TM4

3 分层信息提取方案设计

根据不同土地覆被类型的典型样点波谱特征曲

线和特征指数,抽象出若干特征提取信息,确定研究区土地覆被和土地利用分层信息,具体的提取方案如图 4 所示。

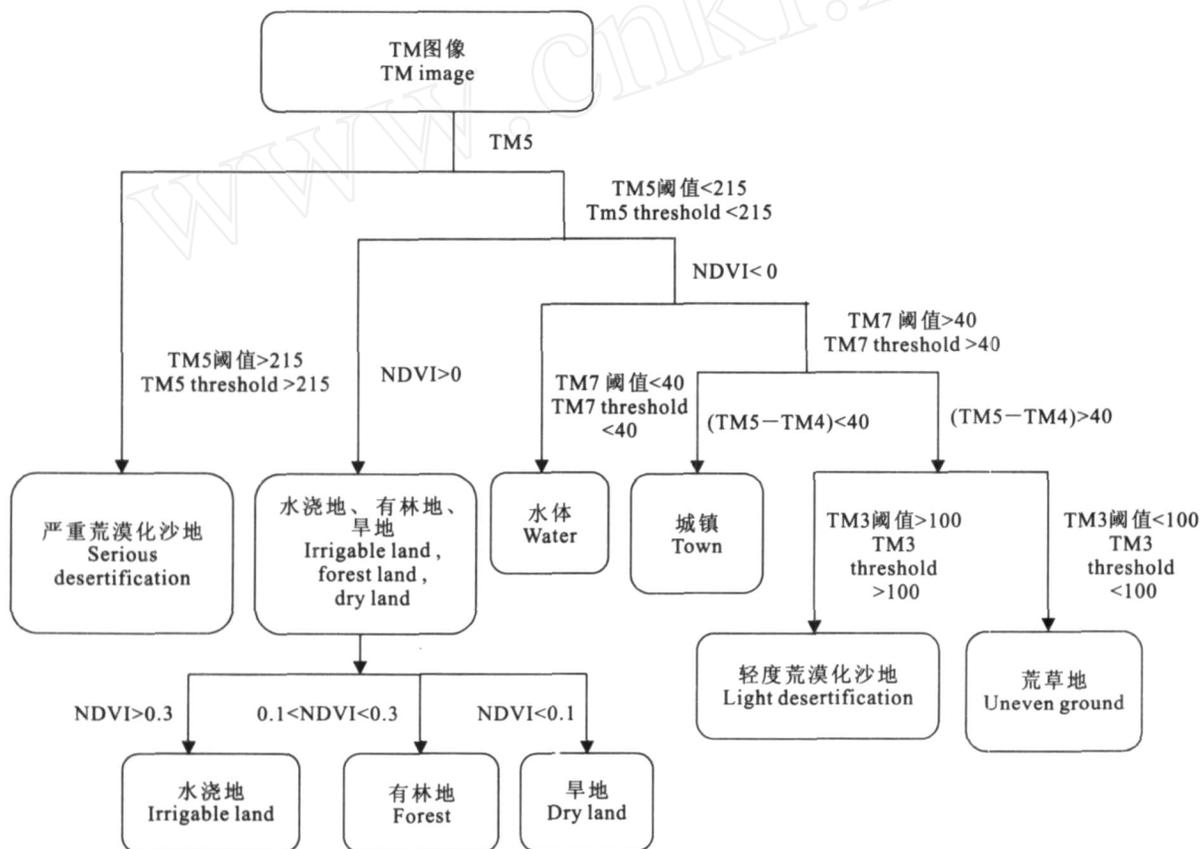


图 4 不同土地覆被类型分层提取的方案

Fig. 4 Multi-layer information extraction land cover type

由图 4 可知,首先根据 TM5 波段光谱值大于 215 区分出严重荒漠化沙地;然后根据 NDVI 对其其他 7 种土地覆被类型继续进行划分,NDVI 大于 0 的归为一类,NDVI 小于 0 的归为另一类。其中在 NDVI 大于 0 的类群中,NDVI 大于 0.3 是水浇地,

0.1 < NDVI < 0.3 是有林地,NDVI < 0.1 是旱地;在 NDVI 小于 0 的类群中,首先用 TM7 波段的光谱值划分出水体(水体 TM7 波段光谱值小于 40),其余的土地覆被类型用 TM5 - TM4 进行区分, TM5 - TM4 小于 40 是城镇;最后对剩下的土地覆

被类型用 TM3 波段光谱值划分, TM3 波段光谱值大于 100 时为轻度荒漠化沙地, TM3 波段光谱值小于 100 时为荒漠地。

4 小 结

本研究提出的分层地表信息提取方法,充分利用了不同土地覆被类型的波谱特征^[8],挖掘波段间蕴含的内在联系,放大敏感信息,提取地表覆被信息。与 K-means 和 ISODATA 等常规分类方法相比,本研究提出的分层地表信息提取方法,避免了将各个波段光谱值作为同等重要的量来参与信息提取而引起异物同谱和同物异谱现象^[9-10],理论上可以提高遥感图像分类精度。有关该法的实际应用效果,还有待今后进一步对比分析确定。

[参考文献]

- [1] 郝成元,吴少红,杨勤业.毛乌素地区沙漠化与土地利用研究[J].中国沙漠,2006(1):33-39.
- [2] 王礼先.全球荒漠化防治现状及发展趋势[J].世界林业研究,1994,7(1):10-17.
- [3] 李 强,王正志.遥感图像分类与后处理综合技术研究——基于约束满足神经网络方法[J].遥感学报,1999,3(3):193-198.
- [4] 熊 桢,郑兰芬,童庆禧.分层神经网络分类算法[J].测绘学报,2000,29(3):229-234.
- [5] 潘东晓,虞勤国,赵元洪.遥感图像的神经网络分类法[J].国土资源遥感,1996,29(3):49-55.
- [6] 尤淑撑,张 玮,严泰来.模糊分类技术在作物类型识别中的应用[J].国土资源遥感,2000,43(1):39-43.
- [7] 莫宏伟.榆阳区土地利用和生态效应评价分析[J].陕西师范大学学报,2005,33(1):110-114.
- [8] 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):4-2.
- [9] 李四海.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):23-29.
- [10] 王 建,董光荣,李文君,等.利用遥感信息决策树方法提取荒漠化土地类型的研究探讨[J].中国沙漠,2000,20(3):243-247.
- [3] Assouline S. Modeling soil compaction under uniaxial compression[J]. Soil Sci Soc Am J, 2002, 66:1784-1787.
- [4] Souch C A, Martin P J, Stephens W, et al. Effects of soil compaction and mechanical damage at harvest on growth and biomass production of short rotation coppice willow[J]. Plant and Soil, 2004, 263:173-182.
- [5] Hakansson I, Reeder R C. Subsoil compaction by vehicles with high axle load—extent, persistence and crop response[J]. Soil Till Research, 1994, 29:277-304.
- [6] 贾树海,王春枝,孙振海,等.放牧强度和时期对内蒙古草原土壤压实效应的研究[J].草地学报,1999,7(3):217-222.
- [7] 李小昱,雷廷武,王 为.农田土壤特性的空间变异性及分形特征[J].干旱地区农业研究,2000,18(4):61-65.
- [8] 辛 平,黄高宝,张国盛,等.耕作方式对表层土壤饱和导水率及紧实度的影响[J].甘肃农业大学学报,2005,40(2):203-207.
- [9] 李东海,杨小波,邓运武,等.桉树人工林林下植被、地面覆盖物与土壤物理性质的关系[J].生态学杂志,2006,25(6):607-611.
- [10] 刘孝义.土壤物理及土壤改良研究法[M].上海:上海科学技术出版社,1982:9-32.
- [11] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002:38-40.
- [12] 希勒尔 D.土壤物理学概论[M].西安:陕西人民出版社,1988:27-34.

(上接第 204 页)