

# 甘肃民勤县荒漠化区未利用地的遥感分类研究

姚爱冬<sup>1</sup>, 车腾腾<sup>2</sup>, 姜丽娜<sup>1</sup>, 冯益明<sup>1\*</sup>

(1. 中国林业科学研究院荒漠化研究所, 北京 100091; 2. 江西省水土保持科学研究院, 江西 南昌 330029)

**摘要:**以荒漠化土地典型分布区甘肃省民勤县为研究对象,以 30 m 的 Landsat TM5 与 TM7 遥感影像为主要数据源,在分析不同典型地物光谱特征的基础上,建立基于专家知识的决策树分类模型,利用该模型对荒漠化区的戈壁、沙地、沙漠、风蚀劣地等未利用土地进行细分,总体分类精度达到 87.06%。决策树分类法总体效果较好,为荒漠化区土地管理以及再利用提供了技术支撑。

**关键词:**决策树;荒漠化区;土地利用;分类;遥感

中图分类号:S771.8

文献标识码:A

## Unused Land RS Classification Study of Desertification Region in Minqin County, Gansu Province

YAO Ai-dong<sup>1</sup>, CHE Teng-teng<sup>2</sup>, JIANG Li-na<sup>1</sup>, FENG Yi-ming<sup>1</sup>

(1. Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Jiangxi Institute of Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, Jiangxi, China)

**Abstract:** Take Minqin County, a typical desertified land distribution area in China, as the research object, the decision tree model based on expert knowledge and the analysis of typical features of different spectral features was established by using 30 m Landsat TM5 and TM7 remote sensing image as the main data source. The unused lands such as gobi, sandy land, desert, and aeolian barren land were subdivided by using this model, and the overall classification accuracy reached 87.06%. The results of the study show that the decision tree classification method is more effective, and can provide technical support for managing and reusing the land in desertification regions.

**Key words:** decision tree; desert area; land use; classification; remote sensing

荒漠化是指包括气候变异和人为活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱区的土地退化,这些地区的退化土地即为荒漠化土地<sup>[1]</sup>。截至 2009 年底,全国荒漠化土地面积 262.37 万 km<sup>2</sup>, 约占国土面积的 27.33%。土地荒漠化严重威胁国家生态安全,严重制约社会经济可持续发展,拉大地区间经济发展的差距,是重大的民生问题;而土地荒漠化的发生发展与土地利用有着直接的关系,人类不合理的土地利用方式和程度是导致我国北方荒漠化土地蔓延的主导因素<sup>[2]</sup>。反之,合理充分利用荒

漠化区土地,对于改善荒漠化区生态以及调控社会经济发展,促进民族团结有重要意义。遥感信息以其信息量大、观测范围广、精度高、速度快等优势,在土地荒漠化研究中得到了广泛的应用<sup>[3]</sup>。刘韵凤等<sup>[4]</sup>通过人机交互判读提取土地荒漠化信息,建立土地荒漠化空间数据库,分析鄂尔多斯高原西部土地荒漠化动态变化;曾永年等<sup>[5]</sup>以青藏高原与黄土高原过渡地带的青海高原东部农业区为例,应用遥感技术,研究大范围复杂地区土地利用遥感自动、快速提取方法;Valle<sup>[6]</sup>通过监督与非监督分类

收稿日期:2012-12-21

基金项目:中国干旱区生态系统碳储量估算技术合作研究(2011-4-78);中国黑戈壁区生态本底调查(CAFYBB2011002)

作者简介:姚爱冬,男,山东潍坊人,硕士研究生,主要从事遥感技术应用研究. Email:aidongyao@163.com

\* 通讯作者:Fengym@caf.ac.cn

相结合研究了土地荒漠化程度;Alfredo<sup>[7]</sup>等应用光谱混合分析进行沙漠化土地监测研究;Friedl<sup>[8]</sup>等采用单变量决策树、多变量决策树和混合决策树分别进行土地覆盖信息提取研究。现有研究主要关注于土地利用分类,没有细分未利用地,而荒漠化区土地主要土地利用类型是未利用地,实际上,未利用地在荒漠化区包含:戈壁、沙地、沙漠、风蚀劣地等,而且每种类型均有其独特的特点,因此,对于荒漠化区的未利用土地进一步分类意义重大。

由于光谱反射中存在的同物异谱和异物同谱现象,单纯地利用光谱反射特性或图像亮度值提取地物,尤其针对两类反射特性相似的地物,势必造成分类的混淆和错误<sup>[9]</sup>。因此,寻求一种仅凭借研究区影像自身信息即可对荒漠化区土地利用快速分类的普遍适宜的方法成为迫切需要解决的问题。决策树分类法是一种利用逐层逻辑判别方式,使人的知识及判别思维能力与图像处理有机结合的图像分析处理方法,经分析比较,其在荒漠化区土地利用分类研究中精度最高。以荒漠化区土地的典型分布区甘肃省民勤县为例,以 Landsat TM 遥感影像为基本数据源,在野外样地调查和分析沙漠化土地及常见地物光谱特征的基础上,通过波段间的相互运算,确定荒漠化区土地利用的特征变量,进而建立决策树分类模型,研究荒漠化区土地利用自动分类方法。

## 1 研究区概况

甘肃民勤县位于河西走廊东北部、石羊河流域下游,西接巴丹吉林沙漠,东邻腾格里沙漠,土地总面积约 3.2 万 km<sup>2</sup>,其中,沙漠、戈壁面积约占 85%。该区属典型的温带大陆性极干旱气候区,年平均气

温 7.6 ℃,最热月 7 月平均气温 22.8 ℃,最冷月 1 月平均气温为 -9.9 ℃,极端最高气温达 41 ℃,极端最低气温 -30.8 ℃;年均风沙日 139 d,8 级以上大风日 29 d,沙暴日 37 d。平均年降水量 113.2 mm,而年蒸发量却高达 2 640 mm,风大沙多,干旱缺水。民勤现已成为全国乃至全球最干旱、荒漠化危害最严重的地区之一,是中国北方地区沙尘暴四大发源地之一。

## 2 材料与方法

### 2.1 数据源

本文选用民勤 2006 年处于植物生长季节的卫星 Landsat TM 5 与 TM 7 遥感影像为基本数据源(该数据源为网上免费下载,包含 P131R33、P132R33、P131R34 三幅原始影像,采用 UTM-84 坐标系统,卫星过境时间为北京时间 2006 年 8 月 22 日),以研究区行政区划图、土地利用现状图、野外调查数据以及自然、社会经济方面的文字资料为辅助资料,在 ArcGIS 9.3 和 ENVI 4.8 等图形图像处理软件的支持下,首先对 TM 影像进行图像定标、几何校正、大气校正,然后进行多波段融合,再将遥感影像进行镶嵌,匹配重叠部分并均衡化处理,最后叠加民勤行政区划图,裁剪出研究区域 TM 影像。

### 2.2 荒漠化区土地利用分类体系

根据国家林业局发布的中国荒漠化和沙化状况公报文稿<sup>[10]</sup>,结合研究区土地利用现状以及实地调查,把民勤县土地利用主要划分为:耕地、林地、草地、水体、建筑用地和未利用地 6 个 1 级类。本文的研究重点在于未利用地的土地利用分类,因此,又将未利用地分为:残丘、沼泽地、风蚀劣地、流动沙地、干沟和戈壁 6 个 2 级类(表 1)。

表 1 基于 TM 影像的荒漠化土地类型分类系统

序号	1 级类	2 级类	土地特征
1	未利用地	残丘	位于夷平面或剥蚀面上的侵蚀残余山丘。蚀余山的一种,高度不大,一般由坚硬的岩层组成。
		干沟	干旱地区较大的、经常无水的沟谷。大多为河沟的支流。
		流动沙地	植被盖度小于 10%,地表沙物质常处于流动状态的沙地或沙丘。
		风蚀劣地	地势高亢的干旱地。地面布满深沟、峻壑,没有植被覆盖。
		沼泽地	地表过湿或有薄层常年或季节性积水,土壤水分接近饱和,生长有喜湿性和喜水性沼生植物的地段。
		戈壁	干旱地区地表为砾石覆盖,植被稀少的广袤而平坦的土地。
2	耕地		
3	林地		
4	草地		
5	水体		
6	建筑用地		

### 2.3 决策树分类法

本文采用决策树分类方法,该方法是以每个像元的特征值为设定的基准位,分层逐次进行比较,最终从影像中分离出目标地物的一种分类方法,其基本思想是逐步从原始影像中分离并掩膜每种目标作为一个图层或树枝,避免对其他目标提取时造成干扰及影响,最终复合所有的图层以实现图像的自动分类<sup>[3]</sup>。这种方法不仅不需要像监督分类的最大似然法一样依赖任何先验的统计假设条件,而且可以方便地利用除波段亮度值以外的其他专家知识,具有直观、高效等特点,所以在遥感影像分类和专题信息提取中已有广泛的应用<sup>[11-12]</sup>,比传统的监督分类和非监督分类方法更能满足实际需要。

### 2.4 荒漠化区土地利用提取

考虑到建筑用地在影像上形状规则,容易分辨,可以方便地采用目视手工勾绘方法剔除。在影像上分别对 1 级类其它地物及 2 级类的各种地物类型进行光谱采样,进行光谱特征分析,找出适合该区域提取土地利用的特征变量,通过人机交互选择最佳经验性阈值,再建立决策树模型实现土地利用信息准确提取。

## 3 结果与分析

### 3.1 常见地物光谱特征分析

在影像上进行光谱采样,选取的耕地、林地、草地、水体和未利用地的研究样本数分别是 46、27、18、17、122,选取样本分布大体均匀,测定各种地物类型在各波段上的光谱统计值,绘制光谱曲线(图 1)。

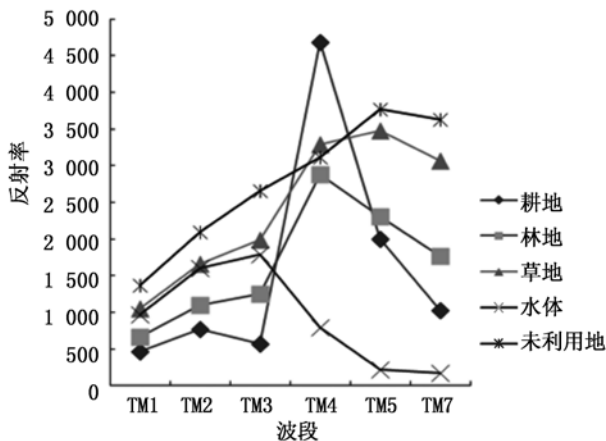


图 1 1 级类不同地物光谱曲线

从图 1 可以看到:在 TM1、TM2、TM3、TM5、TM7

波段上,未利用地的波段亮度值高于其他地物,这是因为未利用地的植被覆盖较低,对入射光吸收较少,反射能量较高。水体在近红外—短波红外波段的入射能量吸收率高,很少有反射, TM4、TM5 和 TM7 波段的反射亮度值明显低于其他地物。从地物光谱曲线趋势上看,耕地、林地从 TM4 波段到 TM5 波段呈下降趋势,而草地从 TM4 波段到 TM5 波段呈上升趋势,耕地在 TM4 波段显著高于 TM5 波段。耕地、林地、草地三者不易区分,这里借助归一化植被指数提高提取精度。通过在研究区归一化植被指数 (NDVI) 图中采样,选取耕地、林地、草地研究样本分析得知,研究区平均 NDVI 值:耕地 > 林地 > 草地。

### 3.2 未利用地的光谱特征分析

2 级类的各种地物中,选取的残丘、沼泽地、干沟、风蚀劣地、流动沙地和戈壁的研究样本数分别是 21、18、20、21、19、23,样本分布大体均匀,绘制光谱曲线(图 2)。

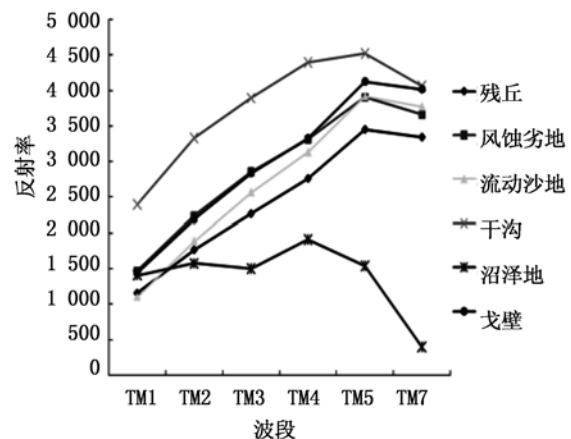


图 2 2 级类不同地物光谱曲线

从图 2 可以看出:2 级类的各种地物光谱特征有所差异。干沟在影像上呈浅白色调,各波段的光谱反射率明显高于其他地物。沼泽地光谱反射率随着波段值的增大呈下降趋势,在 TM3、TM4、TM5、TM7 波段上的反射亮度值明显小于其他地类。在光谱曲线图中,残丘、风蚀劣地、流动沙地以及戈壁在各波段的反射亮度值变化规律一致,而且反射亮度值差异不大,因此,需要借助其他参考标准进行分类。本文借助 K-T 变换来实现。

### 3.3 K-T 变换(缨帽变换)

K-T 变换最早由 Kauth 等<sup>[14]</sup>提出,该变换是一种坐标空间发生旋转的线性变换,新分量中的前 3 个分量与地面景物的关系密切<sup>[15]</sup>;第一分量为亮度

分量(*SBI*),反映出图像总体的反射值;第二分量为绿度分量(*GVI*),反映生物量的特征;第三分量为湿度分量(*WVI*),反映温度特征;其它分量与景物没有明确的对应关系。对TM影像1、2、3、4、5和7波段图像进行K-T变换处理,选取残丘、风蚀劣地、流动沙地以及戈壁的研究样本,样本数分别为21、21、19、23,样本分布大体均匀,求出其亮度值、绿度值和湿度值(表2),并作出4种地物的K-T变化曲线(图3)。

从图3中可以看出:残丘的*SBI*值明显小于其他3种地物,而*WVI*值却大于其他3种地物,这样可以把残丘与其他地物分开;戈壁的*SBI*值大于其他3种地物,而*WVI*值却小于其他3种地物,根据*SBI*值和*WVI*值可以将戈壁提取出来;流动沙地的*SBI*值

小于风蚀劣地,而*GVI*值大于风蚀劣地,依靠*SBI*值和*GVI*值将流动沙地和风蚀劣地加以区分。

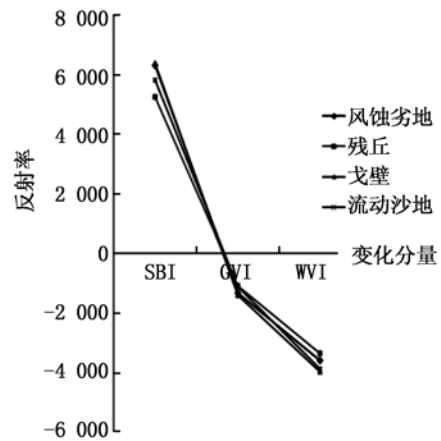


图3 不同土地类型的K-T变换曲线

表2 不同地物类型的K-T变换特征统计量

地物类型	亮度分量( <i>SBI</i> )			绿度分量( <i>GVI</i> )			湿度分量( <i>WVI</i> )		
	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
风蚀劣地	6 308.36	4 953.55	8 454.01	-1 336.66	-1 838.37	-958.82	-3 602.37	-4 319.99	-2 853.70
残丘	5 251.86	2 819.26	7 614.51	-1 088.32	-1 844.38	-35.69	-3 360.37	-4 715.01	-1 918.17
戈壁	6 386.08	4 531.80	8 680.18	-1 392.62	-2 002.05	-676.20	-3 981.26	-4 644.37	-2 543.43
流动沙地	5 823.19	7 448.03	4 659.34	-1 115.85	-1 569.13	-435.03	-3 884.26	-4 690.05	-3 115.07

### 3.4 信息提取

#### 3.4.1 第1级分类

(1)水体与其它地物相比,TM4、TM5和TM7波段上的光谱反射率均明显小于其他地物,因此,可以根据水体和其他地物,在TM4、TM5以及TM7波段上反射率的总和阈值T1来将水体区分出来,在arcgis软件中进行手工试验阈值,经过试验,T1为4 227时,分类效果最好。

(2)在第1次分类时,未利用地与其他地物相比,反射率整体上高于其他地物,尤其在TM1、TM2、TM3、TM5以及TM7波段上亮度值明显高于其他地物。这样可以根据TM1、TM2、TM3、TM5以及TM7波段上亮度值的总和阈值T2来区分未利用地,经过不断试验,T2取11 723时,分类效果最好。

(3)耕地与林地、草地的光谱曲线相比,在TM4、TM5波段处有明显差异,可以通过阈值(T3)进行区分出耕地;但耕地与林地光谱反射值又有所重叠,不易区分,借助归一化差异植被指数(*NDVI*)来进一步区分。经过试验,T3取1 100,*NDVI*取0.46时,能很好地提取出耕地来。

(4)林地与草地进行区分,这里在考虑光谱曲线差异的同时,同样还借助*NDVI*来加强精度。草

地整体光谱反射率高于林地,通过阈值(T4)来区分出草地。通过不断试验,T4取10 491,*NDVI*取0.25时,分类效果最好。

#### 3.4.2 第2级分类

(1)沼泽地与其他地物相比,在TM4、TM5、TM7波段上的反射率明显小于其他地物,因此可以根据3个波段上反射率之和阈值T5来分出沼泽地。通过试验,当T5取6 706时,最合适。

(2)干沟与其他地物相比,在TM1、TM2、TM3、TM4以及TM5波段上的反射率明显大于其他地物,可以用 $TM1 + TM2 + TM3 + TM4 + TM5 > T6$ 区分出干沟。根据试验结果,当T6取17 413时,干沟谷的分类效果最好。

(3)根据K-T变换后的光谱曲线发现,残丘的*SBI*值小于其他地物,而其*WVI*值大于其他地物,用 $SBI - WVI < T7$ 来将残丘分出来。当T7取8 817时,效果最好。

(4)戈壁的*SBI*值大于其他地物,而其*WVI*值小于其他地物,用 $SBI - WVI > T8$ 来将戈壁分出来。当T8取10 490时,效果最好。

(5)影像K-T变换后的光谱分析发现,风蚀劣地的*SBI*值大于流动沙地,*GVI*值却小于流动沙地,

因此根据  $SBI-GVI < T9$  将流动沙地区分出来。当  $T9$  取 7 027 时,最合适。

借助 ENVI4.8 遥感影像处理软件的 Decision tree 模块建立提取荒漠化区土地利用信息决策树模型(图4)。由决策树模型得到研究区分类结果,经聚类和过滤处理,对错误分类在 arcgis 中手工修改,以提高分类精度,得到荒漠化区土地利用图(图5)。

### 3.5 精度验证

将利用上述方法提取的结果与原始影像进行叠加,先用定性的方法,采用目视判读观察其提取效果,认为该方法的总体提取效果较好。在定量统计方面,为了评价其精度,随机选取了 311 个验证样本,建立混淆矩阵。通过借助野外 GPS 采样和实地调查数据以及 TM5-4-3 假彩色合成遥感影像的对比分析,计算的分类精度见表3。

借助 ENVI4.8 遥感图像处理软件的 Class Statistics 模块对各类型面积进行统计得出,民勤县土地面积大约 31 717.41 km<sup>2</sup>,未利用土地面积约 13 587.74 km<sup>2</sup>,约占总荒漠化区土地面积的 42.84%,其中,残丘面积为 538.47 km<sup>2</sup>,约占 1.70%,沼泽地面积为 6.37 km<sup>2</sup>,约占 0.02%,干沟面积 131.69 km<sup>2</sup>,约占 0.42%,风蚀劣地面积为 4 470.39 km<sup>2</sup>,约占 14.09%,戈壁面积为 3 565.36 km<sup>2</sup>,约占 11.24%,流动沙地面积为 4 875.46 km<sup>2</sup>,

约占 15.37%。

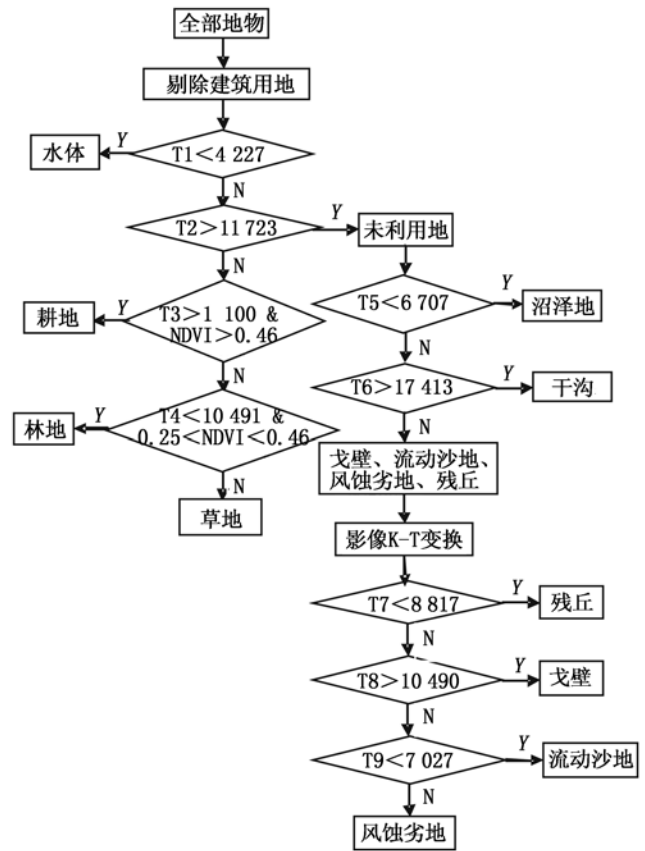


图4 民勤县荒漠化区分类决策树模型

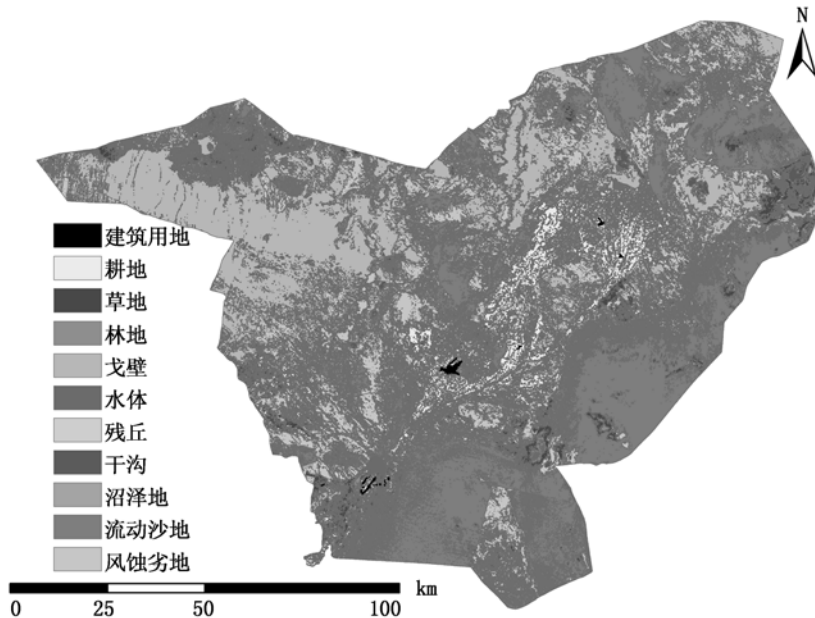


图5 民勤县土地利用遥感分类图

表3 民勤县荒漠化区土地分类信息提取精度验证

项目	耕地	林地	草地	水体	风蚀劣地	残丘	沼泽地	戈壁	干沟	流动沙地
验证样本数/个	41	33	36	29	28	31	28	31	28	26
制图精度/%	96.88	86.14	92.32	87.17	95.50	65.38	72.87	91.19	72.18	89.69
用户精度/%	99.34	87.35	75.73	85.04	79.18	97.11	93.26	83.36	99.55	88.98
Kappa 系数	0.847									
总体精度 /%	87.06									

## 4 结论与讨论

(1)荒漠区主要土地利用类型是未利用地,未利用地在荒漠化区又包含戈壁、风蚀劣地等多种类型,而现有基于遥感影像进行土地利用/土地覆盖类型分类时,对未利用地类型没有细分。本文采用基于专家知识的决策树法对荒漠化土地典型分布区甘肃民勤县进行土地利用分类,较为准确地将未利用地与其它土地类型分开,并将未利用地细分,分类精度较高。研究为使用遥感信息快速划分荒漠化区土地利用类型提供了技术支持,为进一步开展荒漠化区土地监测治理与利用奠定了基础。

(2)决策树分类法划分荒漠化区土地利用关键是特征变量的选取,而特征变量的选取数量与分类精度是否有着直接的关系需要进一步的验证。

(3)决策树分类法虽然在本研究中取得了较好的分类结果,但应用于遥感影像分类尚处于探索阶段,对于选取特征变量的意义、分级标准等也有待于进一步研究完善,以使判别规则和分类结果更符合实际。因此,对荒漠化区土地利用分类研究还有待深入。

### 参考文献:

- [1] 国家林业局. 中国荒漠化和沙化状况公报[R]. 2005:1-20
- [2] 于程. 我国荒漠化和沙土化防治对策[J]. 农业工程, 2012, 2(2):69-71
- [3] 贾树海, 韩志根, 吕默楠, 等. 基于决策树的辽宁省北部沙漠化信息提取研究[J]. 生态环境学报, 2011, 20(1):13-18
- [4] 刘韵凤, 李金霞, 包玉海. 鄂尔多斯高原西部土地荒漠化动态

分析-以鄂托克旗为例[J]. 内蒙古农业大学学报, 2011, 32(4):80-87

- [5] 曾永年, 靳文甦, 何丽丽, 等. 青海高原东部农业区土地利用遥感分类制图[J]. 农业工程学报, 2012, 28(16):225-231
- [6] Valle H F, Elissaldeno, Gagliardinid A, et al. Status of desertification in the patagonian region: assessment and mapping from satellite imagery[J]. Arid Soil Research and Rehabilitation, 1998, 12(2):95-122
- [7] Alfredo D C, Emilio C. Satellite remote sensing analysis to monitor desertification processes in the crop-rangeland boundary of Argentina [J]. Journal of Arid Environments, 2002, 52:121-133
- [8] Friedl M A, Strahler A H. Maximizing land cover classification accuracies produced by decision trees at continental to global scales[J]. IEEE Transactions on geoscience Remote Sensing, 1997, 37(2):969-977
- [9] 李彤, 吴骅. 采用决策树分类技术对北京市土地覆盖现状进行研究[J]. 遥感技术与应用, 2004, 19(6):485-487
- [10] 国家林业局. 中国荒漠化和沙化状况公报[R]. 2011:1-20
- [11] 周淑玲, 徐涵秋. 基于决策树的泉州湾沿海防护林动态变化研究[J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(5):619-626
- [12] 谭国强, 王周龙, 王霞, 等. 基于知识的遥感影像居民地信息提取—以山东省蓬莱市为例[J]. 山东国土资源, 2011, 27(4):50-53
- [13] 安培浚, 刘树林, 颀耀文, 等. 植被指数遥感定量研究—以民勤绿洲为例[J]. 遥感技术与应用, 2005, 20(6):574-581
- [14] Kauth R J, Thomas G S. The tasseled cap—a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by landsat proceedings, symposium on machine processing of remotely sensed data, West Lafayette [R]. Laboratory for Applications of Remote Sensing, 1976
- [15] 梅安新, 彭望球, 秦其明. 遥感概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001:1-82