

毛乌素沙地典型地段沙漠化土地格局分析

何月 邢立新 许军强

(吉林大学地球探测科学与技术学院, 长春 130026)

摘要:土地沙漠化是我国一个严重的环境经济问题,利用遥感技术对其进行动态监测是了解其发展过程、状态和趋势的有效方法。由于沙地的零星分布,给目视解译带来困难,手工较难精确其边界,本文采用波谱角分类方法对毛乌素沙地典型地段1993年,1998年TM数据和2002年ETM数据实现沙地信息的自动提取,操作简单,快捷且总体精度均达65%以上。对三期沙地信息专题图,在Arcgis系统的支持下,建立空间信息库,选取边界密度、分维数、破碎度指数等指标,分析研究区沙漠化土地空间分布及动态演变。对沙漠化土地的格局分析揭示出研究区沙漠化土地时空分布及其变化规律,为环境监测研究提供科学依据。

关键词:毛乌素沙地;格局;波谱角分类;遥感;沙漠化

0 引言

土地沙漠化指在干旱、半干旱和部分半湿润地区的沙质地表条件下,由于自然因素或人为活动的影响,破坏了自然生态系统平衡,出现以风沙活动为主要标志,并逐步形成风蚀、风积地貌景观的土地退化过程。其危害已成为当今全球范围内重大的经济与生态环境问题。

我国北方地区沙漠化土地处在不利的自然条件和不合理的人类经济活动的压力下,分布范围广,发展速度快,使防治工作遇到很多的困难。因此,对其进行空间分布研究和实时动态监测具有较大的现实意义。遥感技术定量分析沙漠化具有速度快、成本低、监测范围广等优点,而其很强的实时性及动态性又是传统的资源环境监测和预报方法所难以比拟的。由于沙地的零星分布,给目视解译带来困难,手工较难精确其边界,目前对其进行自动分类常用的方法有,有监督分类,植被指数^[2,5]等。本文在银川——榆林高压输电选线研究中,对研究区沙地变化信息研究选用波谱角分类实现沙地信息的自动提取。

1 研究区概况

研究区分布范围为 $37^{\circ}54' \sim 38^{\circ}14' N$ 、 $107^{\circ}25' \sim 110^{\circ}3' E$,覆盖面积约为 10164km^2 ,横跨内蒙古、陕西、宁夏三省,位于毛乌素沙地的核心地段。毛乌素沙地是我国沙漠化的一个严重地区,也是沙漠化研究的一个重点^[1]。它位于鄂尔多斯高原向陕北黄土高原的过渡地带,处于干旱、半干旱过渡地带,海拔 $1100 \sim 1500$ 米,自西北向东南倾斜。年平均温度 $6.0 \sim 9.0$,年平均降水量东南部为 440mm ,向西递减至 250mm ,年平均蒸发量 $1770 \sim 2500\text{mm}$,是降水量的 $4 \sim 9$ 倍,湿润指数 $0.5 \sim 0.65$ 。年平均风速 $2.1 \sim 3.3\text{m/s}$,年平均大风日数 $10 \sim 40\text{d}$,最长达 95d ^[7]。本研究区自然条件较优越,但由于干旱多风的气候和广泛分布的疏松沙质地表,一旦过度开垦和放牧,流沙面积将不断扩大,并使固定和半固定沙丘向流动沙丘方向发展。

2 沙地信息提取

2.1 数据源及其准备

本文选用我国遥感地面站1993年、1998年的TM数据和2002年的ETM数据,分别进行几何精校正、图像拼接、波段组合、增强处理等常规预处理。

解译标志的建立是信息提取的首要步骤。在土壤中，粘土颗粒、粉砂颗粒、砂颗粒所占的相对比例，决定土壤的质地。不同质地的土壤光谱特征不同。含有机质成分越多的土壤其反射率越低，在影像上色调越深。在沙质土地中，由于有机质成分的流失，其光谱反射率会增加。另外植被覆盖度不同，色调亦不同。所以，土壤中含砂质成分越高，有机质含量越少，在图像上色调越浅，这是土地沙化解译的最基本标志。

2.2 波谱角分类

波谱角分类方法是一种光谱匹配技术，以物理学为基础，通过运算影像像元光谱与样本参考光谱之间的夹角来区分类别。波谱角分类方法的原理是：把光谱作为向量投影到 N 维空间上，其 N 维数为试验时选取的所有波段数。N 维空间中，各光谱曲线被看作有方向有长度的向量，而各光谱之间形成的夹角叫作波谱角^[8]。波谱角的数学表达式为：

$$a = \cos^{-1} \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum (X)^2 \sum (Y)^2}}$$

其中： a 为影像像元光谱与参考光谱之间的夹角(波谱角)； x 为影像像元光谱曲线向量； y 为参考光谱曲线向量。 $\cos a$ 的值接近1的时候有最好的估计光谱值和类别分类结果。

波谱角分类步骤：首先，在 GRB(7,5,2)彩色合成图像上，目视勾绘沙地训练样本，训练样本要在全区范围内选择最有代表性的典型像元，把具有不同影像特征的沙地包括进去；

然后进行像元提纯：ENVI 软件提供一个 n 维可视化分析器，通过它可对训练样本进行提纯。当某些像元始终聚集在一起运动时，这些就是所需的最纯像元：若在运动时，像元分成了两部分，则说明选择了两类地物的训练区，需重新选择训练；

阈值的确定：合理选取阈值是波谱角分类成功的关键。输入由上步提纯得到的像元数据，选择适宜的阈值，反复试验。不同时相选取不同阈值。分类完毕后，得到研究区三期沙地信息专题图。

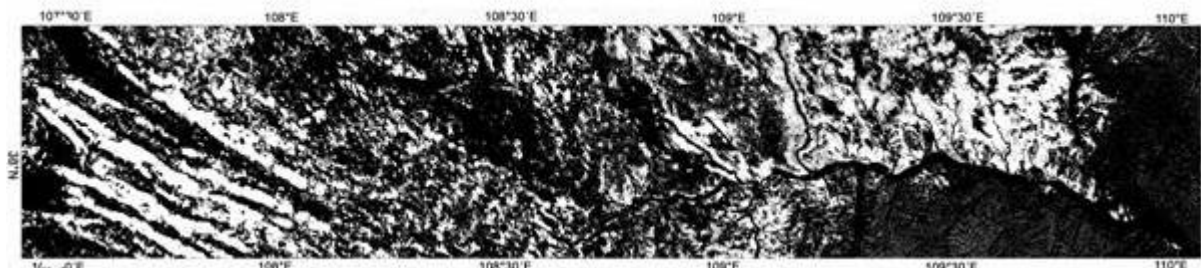


图1 毛乌素沙地典型地段1993年沙地信息专题图

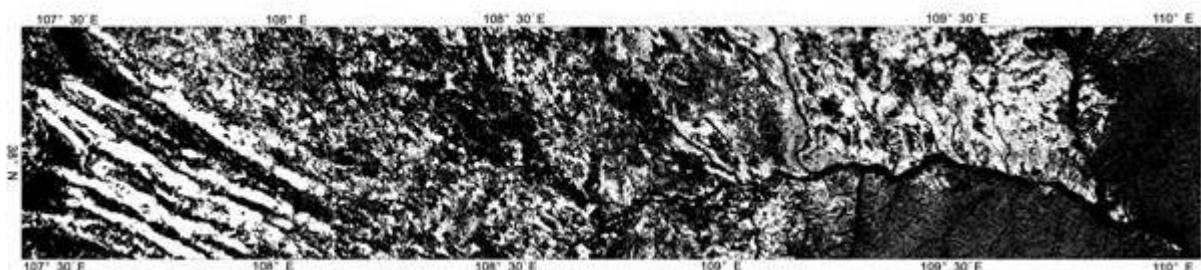


图2 毛乌素沙地典型地段1998年沙地信息专题图

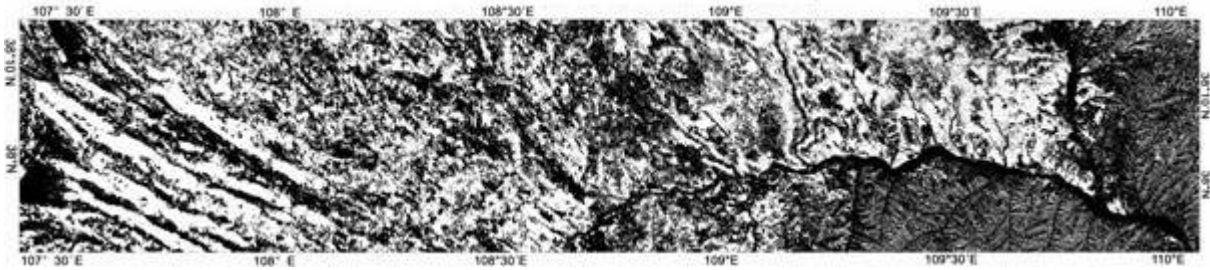


图3 毛乌素沙地典型地段2002年沙地信息专题图

2.3 分类精度评价

为了进行分类精度评价,采用随机抽样的方法选取 1000 个样本,建立混淆误差矩阵,计算其生产者精度、用户精度以及 Kappa 系数。经检验,1993 年分类总误差 67.6172%,Kappa 系数为 0.6368;1998 年分类总误差为 70.2348%,Kappa 系数为 0.7102;2002 年分类总误差为 65.3210%,Kappa 系数为 0.5986。认为分类精度满足后续工作需要。

3 沙漠化土地空间格局与动态分析

3.1 沙漠化土地空间格局分析

应用景观生态学的原理和方法进行空间格局的定量分析,选取具有高度浓缩性的景观格局指数,反映其结构组成和空间配置特征^[6]。本文选用边界密度、分维数、破碎度指数等指标。

表 1 三期沙地信息的各类景观指数计算结果

	斑块数	斑块总 周长(km)	斑块总面 积(km ²)	斑块平均面积	边界 密度	斑块 破碎度	分维数
1993 年	63118	52947.13	3396.52	0.054	0.064	18.583	1.3703
1998 年	73760	63985.92	3560.54	0.048	0.056	21.720	1.3888
2002 年	49897	75512.75	4913.32	0.098	0.065	10.156	1.3974

由各指数可见:1993 年研究区沙地总面积 3396.52km²,而 2002 年达 4913.32km²,增加 15%,平均年增长率为 1%。斑块平均面积明显增大,由原来的 0.054 km²增加到 0.098 km²,沙漠化现象严重。边界密度变化不明显,它反映斑块边缘效应,边界密度值越大,斑块与外界物质与能量的交换程度越高,斑块内部越稳定。2002 年的边界密度最大,说明其内部最稳定。由于沙地面积的增加使得沙地的破碎程度减少,1998 年破碎度最大,2002 年破碎度最小。分维数描述景观斑块镶嵌体的几何形状复杂性。

3.2 沙漠化土地动态分析

土地沙漠化的演变是复杂多向的,在一定空间尺度上表现出集聚、扩散、移动的趋势。沙地的空间格局是由沙地斑块的数量、形状、空间分布、空间组合来共同决定的。由沙地格局发现,鄂托克前旗附近单个沙丘呈新月型,多个沙丘组成沙丘链,并呈现链状影纹特征。北西-东南方向条带状延伸的复合纵向沙垄主要分布在鄂托克前旗的东南方阿拉庙一带,与该区域主风向平行展布,宽度可达1-5km,长度沿主风向延伸可达30-50km。格状沙丘主要分布在榆林西部,与主风向关系不明显,沙化地呈亮色调,零星分布在沙尔利格西南部和鄂托克前旗东部。榆林东南部黄土堆积地区,格状、树枝状水系发育,冲沟侵蚀严重。

从三期沙地信息专题图中可见,沙丘整体移动缓慢,纵向沙垄大部分移动不明显,局部区域沿北西-南东风向有所移动,移动约为60~100m。由于每年该区域内风向相对,所以可以推断沙垄内星月形沙丘移动缓慢。沙化地的空间分布范围增加明显,尤其是沙尔利格地区,主要是人类不合理的利用,开发土地造成的。沙漠化逆转较为突出的是榆林市,由于该市为

了根治沙漠化的危害，坚持不懈地开展治理工作。1993~2002的10年间，沙漠化现象呈增长趋势，1993年研究区沙地总面积为3396.52km²，1998年3560.54km²，2002年达4913.32km²。沙地占全区总面积的比例由1993年的33.42%增加到2002年的48.34%，其动态度为4.96%。

4 结论与讨论

利用遥感技术对沙漠化土地进行动态监测是了解其发展过程、状态和趋势的有效方法。本次土地沙漠化的变化研究，目的是在研究过程中发现沙地的变化特点和变化趋势，分析总结其变化规律，为高压输变电选线提供依据。通过对毛乌素沙地典型地段土地沙漠化的研究发现，近些年由于过度的开发、干旱，造成沙地的大面积增加，沙漠化现象严重。但也有些地区出现逆转，如榆林市由于长期的治理，使沙漠化现象得到很好的控制，沙地面积有所减少。应用多时相遥感信息，在GIS支持下，建立空间信息库，可简捷、准确、快速地进行景观空间格局指标、参数特征的定量分析、模拟计算研究和图像图形显示等，这一研究方法及其结果对资源管理开发具有科学价值和重要意义。

参考文献

- [1] 吴薇. 近50年来毛乌素沙地的沙漠化过程研究[J]. 中国沙漠. 2001, 21(2): 164~169.
- [2] 牛宝茹. 基于遥感信息的沙漠化灾害程度定量提取研究[J]. 灾害学. 2005, 20(1): 18~21.
- [3] 吴薇, 王熙章, 姚发芬. 毛乌素沙地沙漠化的遥感监测[J]. 中国沙漠. 1997, 17(4): 415~420.
- [4] 高会军, 姜琦刚. 陕北长城沿线沙质荒漠化遥感研究[J]. 世界地质. 2005, 20(3): 471-475.
- [5] 李宝林, 周成虎. 东北平原西部沙地沙质荒漠化的遥感监测研究[J]. 遥感学报. 2002, 6(2): 117~122.
- [6] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社. 2000.
- [7] 吴薇, 王熙章, 姚发芬. 毛乌素沙地沙漠化的遥感监测[J]. 中国沙漠. 1997, 17(4): 415~420.
- [8] 梁继, 王建. 基于光谱角分类器遥感影像的自动分类和精度分析研究[J]. 遥感技术与应用. 2002, 17(6): 299~304.