

# 毛乌素沙地南缘植被覆盖度动态监测

## ——以陕西省靖边县为例

周淑琴<sup>2</sup>, 吴发启<sup>\*</sup>, 荆耀栋<sup>1</sup> (1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西杨凌 712100; 2. 山西农业大学资源环境学院, 山西太谷 030801; 3. 新疆师范大学生命与环境科学学院, 新疆乌鲁木齐 830054)

**摘要** 监测毛乌素沙地边缘的植被覆盖状况, 为治理沙地提供科学的数据。以1986和2000年的TM影像为基础, 利用RS、GIS技术和植被指数, 动态监测毛乌素沙地南缘的植被覆盖度, 揭示陕西省靖边县植被覆盖格局的变化趋势, 并且利用ERDAS IMAGI 8.6软件实现了植被覆盖度模型的建立及该模型输出图像的分类。1986~2000年间靖边县的植被覆盖度总体呈现上升的趋势, 低度和中度覆盖度的区域分别减少了57 155.31和27 997.92 hm<sup>2</sup>, 高度覆盖度的区域增多了85 153.23 hm<sup>2</sup>, 这与靖边县加大水土流失治理力度有重要关系。1986和2000年的植被覆盖度比较表明, 靖边县的生态恢复呈现了良好的态势。

**关键词** 遥感; 植被覆盖度; 动态监测; 归一化植被指数

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)27-08550-02

### Dynamic Monitoring of Vegetation Coverage in Southern Edge of Maowusu Sandland

ZHOU Shu qin et al (College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract** The research aimed to monitor the vegetation coverage status in the edge of Maowusu sandland so as to provide scientific data for controlling sandland. On basis of TM Images in 1986 and 2000, with RS and GIS technologies and vegetation index, the vegetation coverage in southern edge of Maowusu sandy land was monitored dynamically to reveal change trend of vegetation covering pattern in Jingbian County of Shaanxi province. ERDAS IMAGI 8.6 software was used to realize the establishment of vegetation coverage model and the classification of output image in this model. Vegetation coverage of Jingbian county in 1986~2000 showed a trend of increasing as a whole, the areas with low and middle coverage decreased 57 155.31 hm<sup>2</sup> and 27 997.92 hm<sup>2</sup> respectively and the areas with high coverage increased 85 153.23 hm<sup>2</sup>, which had important relationship with strengthening harnessing force of soil and water loss in Jingbian county. The comparison on vegetation coverage in 1986 and 2000 indicated that ecological restoration in Jingbian county presented a good situation.

**Key words** Remote sensing; Vegetation coverage; Dynamic Monitoring; Normalized vegetation index

毛乌素沙地是我国四大沙地之一, 对其边缘扩展进行控制和治理, 可以有效控制沙地向绿地侵蚀。植被是影响生态环境的敏感因素, 监测沙地边缘的植被覆盖状况, 能为治理沙地提供科学有效的数据, 也为政府相关职能部门提供决策依据。植被覆盖状况可以通过估算植被覆盖度进行定量分析。在遥感应用领域, 植被指数作为反映地表植被信息的最重要信息源, 已广泛用来定性和定量评价植被覆盖及其生长活力。<sup>[1]</sup> 植被指数经过模型可以转化为植被覆盖度。植被覆盖度指单位面积内植被的垂直投影面积所占百分比, 是衡量生态环境状况的重要指标<sup>[2]</sup>。通过监测区域内植被覆盖度的变化, 可以获得沙地和非沙地过渡地带的发展趋势。遥感和地理信息系统为植被覆盖度监测提供了有力的技术支持, 可以进行实时准确的监测, 更能有效处理获取的海量数据。

### 1 区域概况

靖边县位于陕西省北部偏西, 榆林市西南部, 无定河上游, 介于东经108°17′~109°20′, 北纬36°58′~38°03′。长城横贯东西, 北部与内蒙古自治区乌审旗、鄂托克旗相邻, 南与延安市子长、安塞、志丹、吴旗四县接壤, 东西分别与横山县、定边县毗连。全县按地形地貌分为北部风沙滩地区, 中部梁峁涧地区和南部丘陵沟壑区, 地势南高北低, 海拔介于1 123~1 823 m。全县属半干旱内陆性季风气候, 年平均降水量395.4 mm, 四季变化明显, 年平均气温7.8℃, 无霜期125~179 d, 昼夜温差大。土壤类型主要是黄棕壤和黄褐土, 植被属温带干旱草原型。农业主产玉米、稻谷、荞麦、糜子等。矿产丰富, 有天然气、石油、石灰石、高岭土、煤炭等。北部风沙滩属

于毛乌素沙地南缘, 是黄土高原向沙地过渡的敏感区域。

### 2 数据与研究方法

**2.1 数据源** 研究中选取1986和2000年的TM卫星影像以及靖边县1:1×10<sup>5</sup>地形图作为监测数据, 卫星影像分别拍摄于1986年8月和2000年8月。美国陆地卫星的TM影像是一种多光谱数据, 地面分辨率为30 m, 一幅图像可覆盖地面(180×180) km<sup>2</sup>。TM图像的波段划分和应用范围见表1<sup>[3]</sup>。植被覆盖变化动态监测, 主要运用ERDAS IMAGI 8.6作为数据处理平台, 完成数据的处理、植被覆盖度专题图的制作及分析。

表1 TM图像的波段划分及应用范围

| 波段 | 波长          | μm | IFOV | m | 主要作用                      |
|----|-------------|----|------|---|---------------------------|
| 1  | 0.45~0.52   |    | 30   |   | 沿岸水域制图, 区别地表植被, 区别落叶树、针叶树 |
| 2  | 0.52~0.60   |    | 30   |   | 测量水质和正常植被的绿反射率            |
| 3  | 0.63~0.69   |    | 30   |   | 鉴别植被种类、人工建筑物和水质           |
| 4  | 0.76~0.90   |    | 30   |   | 调查生物量、绘制水体边界              |
| 5  | 1.55~1.75   |    | 30   |   | 测量植物含水量, 鉴别云和雪            |
| 6  | 10.40~12.50 |    | 120  |   | 测量作物热特性, 绘制其他热分布图         |
| 7  | 2.08~2.35   |    | 30   |   | 绘制液热图, 识别岩性、土壤类型和人工建筑     |

### 2.2 数据处理

**2.2.1 几何校正。**对影像进行几何校正, 可以使两期影像在地理空间上一致, 方便实现各种基于地理位置的统计和分析。校正时采用多项式变换方式, 控制点的计算公式是 $f(t+1) \times (t+2) / 2$ 。在两幅影像上选择了21个同名地物点作为控制点, 这些控制点分布均匀, 配准后误差能够保证在1~2个像元之间。

**2.2.2 影像裁剪。**为了提高计算机对影像的处理速度, 需

作者简介 周淑琴(1973-), 女, 山西孝义人, 硕士, 讲师, 从事信息管理和地理信息系统的教学和研究工作。\* 通讯作者, 博士生导师, 教授, E-mail: Wufaqi@263.net。

收稿日期 2007-05-15

要对两期影像进行裁剪。影像的裁剪可以分为规则和不规则分幅裁剪,按照不同的需求,选择不同的裁剪方式。该研究利用靖边县行政区划图中该县的县界矢量制作掩膜,并对校正后的两期影像进行掩膜裁剪,即不规则分幅裁剪,得到靖边县影像图。

### 2.3 植被覆盖度的监测

**2.3.1 模型的选取。**经过近20年的研究,人们已经提出了20多种植被指数,主要包括两种类型:一类以斜率为基础,如垂直植被指数( $PMI$ );另一类以距离为基础,最常用的为归一化差值植被指数( $NDM$ )<sup>[4]</sup>。该研究利用了Gutman提出的一种归一化植被指数( $NDM$ )来计算植被覆盖度的方法,基本原理是假定像元  $NDM$  值  $V$  由植被部分的  $NDM$  值  $V_{max}$  与非植被覆盖部分的  $NDM$  值  $V_{min}$  的加权平均和构成<sup>[5]</sup>,即

$$V = AV_{max} + (1 - A)V_{min} \quad (1)$$

进而可以导出公式(2):

$$A = (V - V_{min}) / (V_{max} - V_{min}) \quad (2)$$

其中,  $V_{min}$  为最小植被指数,即裸土条件下的  $NDM$  值;  $V_{max}$  为最大植被指数,即全植被覆盖条件下的  $NDM$  值;  $A$  为植被覆盖度。该公式物理意义比较清楚,但在实际使用中,其中的  $V_{max}$  和  $V_{min}$ ,尤其是  $V_{max}$  的确定十分困难。由于  $NDM$  本身无法完全分离植被和土壤的影响,不管是裸土还是部分植被覆盖的像元,其  $NDM$  值都可能是一个较小的正数,这一点从  $NDM$  的定义和裸土与植被的光谱特点就可以分析出来,因此  $V_{min}$  的确定往往只能根据经验,这必然影响计算结果的精度和可信性<sup>[6]</sup>。乔锋等根据像元二分模型的原理进行数学推导得出<sup>[7]</sup>:

$$fc = (NDM - NDM_{soil}) / (NDM_{veg} - NDM_{soil}) \quad (3)$$

式中,  $fc$  为植被覆盖度;  $NDM_{soil}$  为完全裸土或无植被覆盖区域的  $NDM$  值;  $NDM_{veg}$  则代表完全被植被覆盖的像元的  $NDM$  值,即纯植被覆盖像元的  $NDM$  值。

野外实地调查利用便携式GPS记录了沙地和植被纯像元的地理坐标,由于TM的分辨率是30m,为此必须保证沙地和植被覆盖区的面积在(30×30) m<sup>2</sup>以上。室内利用光标查询工具获取1986和2000年卫星影像的4、3波段的像元值,利用公式  $NDM = (tm_4 - tm_3) / (tm_4 + tm_3)$  得出:1986年:  $NDM_{soil} = -0.0935$ ,  $NDM_{veg} = 0.5233$ ; 2000年,  $NDM_{soil} = -0.0195$ ,  $NDM_{veg} = 0.5517$ 。

**2.3.2 实施监测。**利用ERDAS IMAGI 8.6软件中Model Maker实现  $NDM$  的计算和公式(2)的计算模型。具体模型的结构如图1。在该计算模型中虚线部分主要实现  $NDM$  指数的提取,实线部分主要实现公式(1),点画线部分主要实现植被覆盖度的分类。实线部分利用公式  $(tm_4 - tm_3) / (tm_4 + tm_3)$  实现  $NDM$  指数的提取,虚线部分主要实现公式(3),其中式中  $V_{soil}$ 、 $V_{veg}$  用实地野外调查所得到的沙地和植被纯像元的  $NDM$  值代替,计算出影像中各个像元的植被覆盖度。点划线部分主要实现求得覆盖度图像的分类。

根据野外实地调查的结果,将靖边县的植被覆盖度分为低植被覆盖度(0 植被覆盖度 < 15%)、中等植被覆盖度(15% 植被覆盖度 < 40%)和高植被覆盖度(植被覆盖度 > 40%) 3类。将低植被覆盖度像元赋值为128,中等植被覆盖

度像元赋值为180,高植被覆盖度像元赋值为255。最后该模型输出一幅像元值只有128、180、255的灰度图像,见图2。

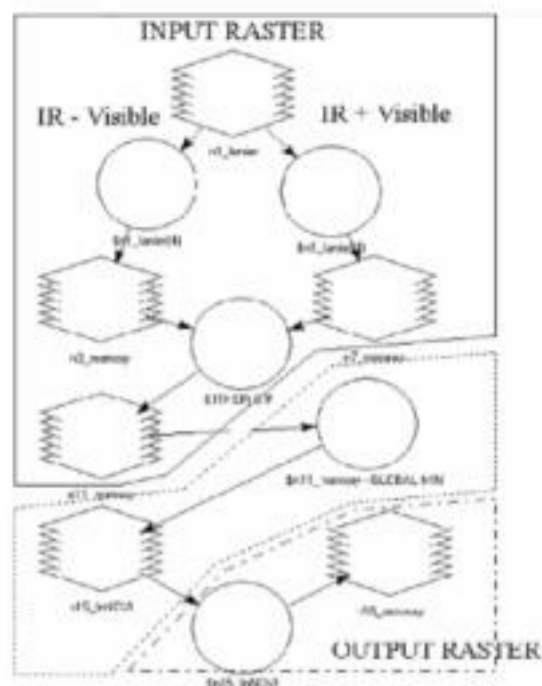


图1 植被覆盖度监测模型

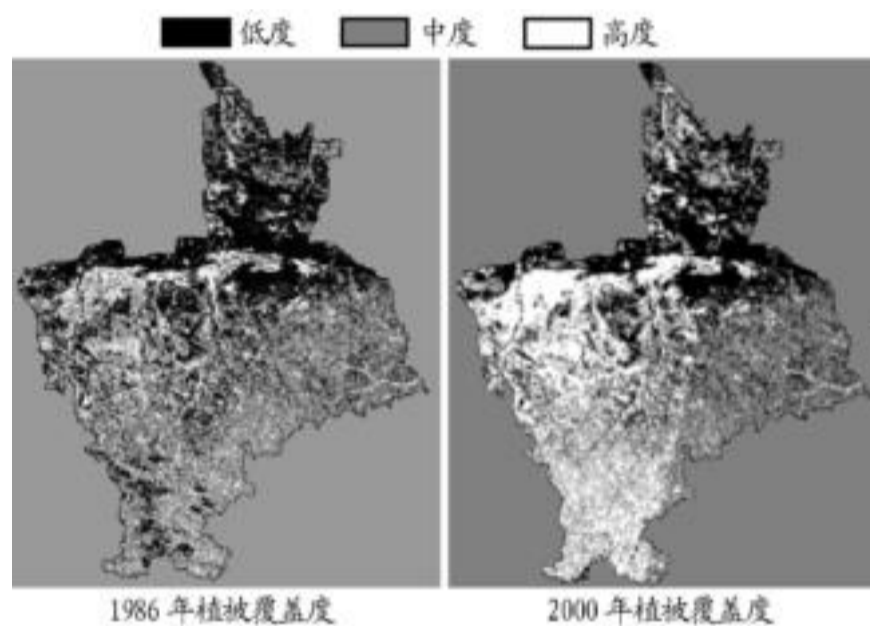


图2 植被覆盖度分类结果

### 3 统计分析

统计方法是将植被覆盖度计算模型运算后输出的栅格图像,经过栅矢转化后用靖边县县界作为范围做裁剪运算,再将该矢量的属性表导出成为.dat文件,把.dat文件导入visual foxpro 6.0中,应用total on命令现实分类汇总。统计结果见表2。

表2 靖边县不同覆盖等级植被的面积变化

| 覆盖等级 | 1986年                 |          | 2000年                 |          | 面积变化<br>hm <sup>2</sup> | 百分比<br>变化<br>% |
|------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-------------------------|----------------|
|      | 面积<br>hm <sup>2</sup> | 百分比<br>% | 面积<br>hm <sup>2</sup> | 百分比<br>% |                         |                |
| 低    | 193 752.45            | 39.04    | 136 597.14            | 27.53    | - 57 155.31             | - 11.51        |
| 中    | 249 692.74            | 50.32    | 221 694.82            | 44.67    | - 27 997.92             | - 5.65         |
| 高    | 52 794.27             | 10.64    | 137 947.50            | 27.80    | 85 153.23               | 17.16          |

图2是植被覆盖度分类结果,分别是1986和2000年的植被覆盖度分类图。植被覆盖度根据实际调查分为3类:黑色为低度覆盖,灰色为中度覆盖,白色为高度覆盖。从图2可以看出,低植被覆盖区域主要集中于靖边县的北部,靠近毛乌素沙地的边缘地带。中等植被覆盖区域主要集中在靖边县的中北部,高植被覆盖区域零碎分散于县的中部和南部,尤其集中在西北位置,靠近低植被覆盖区域。

动态监测表明,1986~2000年,研究区高植被覆盖面积

(下转第8573页)

(上接第8551页)

增加了 $150.47 \text{ km}^2$ ,占国土面积的比例提高了4.9个百分点,据调查这与近年来靖边县加大水土流失治理力度有着重要关系。比较两个时期的覆盖度专题图,可以看出靖边县内的斑块在2000年出现了不同程度的碎花。这也说明了研究区域的植被覆盖度有了一定的提高,这个结果和动态监测的数据是一致的。

从1986和2000年两期监测数据中发现,碎化的斑块,部分转化为中度和高度覆盖。转化的区域主要集中在毛乌素沙地的边缘地带,所以出现了局部毛乌素沙地不但没有扩展而且还有所退缩。横向比较也说明靖边县的生态恢复呈现了良好的态势。

#### 4 结论

靖边县的植被覆盖度从整体来看是上升的趋势,这和该地区长期以来进行的水土流失治理是分不开的。从植被覆盖度的空间分布情况来看,高度植被覆盖区域在2000年的时候,主要集中于靠近毛乌素沙地南缘的北部区域,这说明国家的政策对于生态环境的改善起到了一定的作用。

通过对研究区域在1986和2000年的植被覆盖度比较,

可以说明合理的措施可以提高植被覆盖度,改善生态环境。因此,在开发利用生态资源的同时,采取科学的方法才可以持续发展,形成资源利用的良性循环。

笔者利用植被指数对靖边县植被覆盖度进行了监测,并且利用ERDAS IMAGI 8.6实现了植被覆盖度模型及该模型输出图像的分类。该方法原理简单、操作方便,有利于大范围的应用。进行大范围植被覆盖度监测时,利用科学合理的模型能够取得快速、准确的效果。

#### 参考文献

- [1] 田静,阎雨,陈圣波.植被覆盖率的遥感研究进展[J].国土资源遥感,2004(1):1-15.
- [2] 江洪,王钦敏,汪小钦.福建省长汀县植被覆盖度遥感动态监测研究[J].自然资源学报,2006(1):126-132.
- [3] 邓良基.遥感基础与应用[M].北京:中国农业出版社,2000:75.
- [4] JACKSON R D, HULTE A R. Interpreting vegetation indices[J]. J Preventive Vet Med, 1991(11):185-200.
- [5] GUTMAN G, IGNATOV A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(8):1533-1543.
- [6] 唐世浩,朱启疆,周宇宇,等.一种简单的估算植被覆盖度和恢复背景信息的方法[J].中国图象图形学报,2003(11):1304-1308.
- [7] 乔锋,张克斌,张生英,等.农牧交错区植被覆盖度动态变化遥感监测[J].干旱区研究,2006(2):283-288.