

文章编号:1672-3031(2010)04-0266-05

基于MODIS植被指数的民勤绿洲演变分析

王锦¹, 路京选¹, 王志强², 潘世兵¹

(1. 中国水利水电科学研究院 遥感技术应用开发中心, 北京 100044; 2. 甘肃省水利水电勘测设计研究院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 植被指数作为反映地表植被状况的一个重要指示因子, 在遥感监测大范围土地利用和土地覆盖变化及生态演变方面具有重要作用。本文基于中分辨率成像光谱仪的植被指数产品, 采用变化矢量分析法, 对比分析了甘肃省民勤绿洲2000年与2009年的植被覆盖时空变化规律。结果表明, 植被覆盖程度在正向提高, CVA变差最大达到1.9, 绿洲生态环境有所改善。

关键字: 植被指数; MODIS; 生态演变; 民勤盆地

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

现今由于气候变化及人类活动所造成的生态环境问题日趋严峻。特别是在干旱绿洲地区, 在气候变化和人类不合理的经济活动等因素的影响下, 其土地荒漠化现象日趋严重^[1]。Mark B. Bush^[2]认为, 沙漠化的形成是自然原因和人为原因的结合。随着人类活动的日趋频繁, 绿洲会发生巨大变化, 其演变从受控于自然条件向受控于人类活动的方向转变^[3]。有效监测干旱绿洲演变规律及受影响程度可以为人类活动提供指向标, 使人类活动能够转变为促进干旱绿洲生态可持续地、稳定地、良性地发展。近年来, 遥感技术在水资源分析评价及生态监测中已得到广泛应用^[4-5]。本文基于MODIS的植被指数数据, 通过分析2000年至2009年民勤绿洲的植被覆盖时空变化规律, 研究民勤绿洲的生态演变情况。

1 研究区概况

民勤县位于甘肃省河西走廊东部武威市辖内。而构成的民勤县地域主体的民勤绿洲, 范围在38°25' ~ 39°17' N, 102°45' ~ 104°15' E之间(见图1)。从气候角度来看, 民勤县地处内陆干旱区, 降水稀少, 县域年平均降水量115mm, 蒸发量2 644mm。从地理位置来看, 民勤盆地西面紧邻巴丹吉林沙漠, 东与腾格里沙漠相接, 南部为河西走廊弧山带, 在雅布赖山南侧形成独特的绿洲生态带^[6]。植被分析研究以绿洲覆盖范围为主。

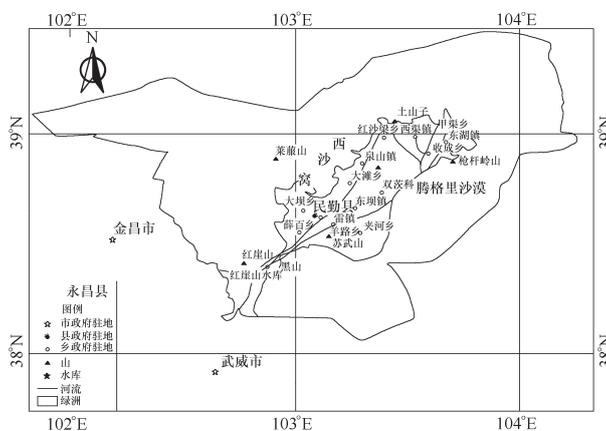


图1 民勤县及民勤绿洲示意

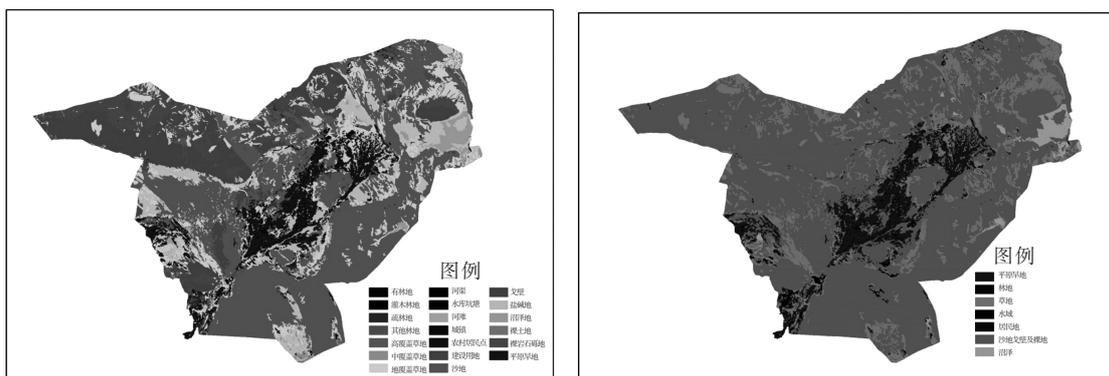
收稿日期: 2010-09-16

作者简介: 王锦(1985-), 女, 陕西人, 硕士生, 主要从事遥感生态监测技术研究。E-mail: wang.jin.marvel@163.com

2 数据源及研究内容

2.1 数据源 本研究主要数据来源于美国航空航天局的中分辨率成像光谱仪(MODIS/Terra)的归一化植被指数(NDVI)产品:时间分辨率为16d,空间分辨率为250m;采集时间段为2000年、2005年、2007年、2009年。辅助分析数据来源于美国和日本合作开展的热带降雨测量计划的TRMM数据3B-43产品:时间分辨率为逐月,空间分辨率为0.25°。

2.2 数据预处理 影像数据预处理包括:格式转换、影像镶嵌以及影像拉伸,分析工具包括MRT等。本文中的民勤县土地利用图来源于国家自然科学基金委员“中国西部环境与生态科学数据中心”。重新分类后的土地类型主要包括耕地、林地、草地、沙漠戈壁等(图2)。



(a)原始1:10万土地利用分类图

(b)重分类之后的土地利用分类图

图2 2000年民勤县土地利用图

2.3 植被指数 归一化植被指数(NDVI)被定义为近红外波段与可见光波段数值之差和这两个波段数值之和的比值^[7]。即

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (1)$$

式中: NIR 为近红外波段反射率, R 为红光波段反射率。

$NDVI$ 的取值限定在 $[-1, 1]$ 范围之内。在大尺度 $NDVI$ 图像上, 植被得到有效的突出, 因此 $NDVI$ 适用于大尺度植被动态监测^[7]。

3 民勤盆地植被覆盖时空变化分析

3.1 年内平均NDVI曲线及不同地类NDVI曲线图绘制 对2000年、2005年、2007年、2009年的NDVI时间序列进行统计分析, 绘制民勤绿洲逐月平均NDVI序列曲线图(如图3)。

由图3中四年逐月平均NDVI序列曲线图可以看出, 2009年比2000年地表植被状况明显好转; 而2007年有4个月份(6月至10月)却比2009年略好; 2005年6月至7月比2009年略好, 其余与之持平。分析原因, 地表植被的这种变化主要受降水因子影响。

为了考察降水因子对植被指数的影响程度, 基于TRMM 3B-43逐月降水数据, 对研究区1998—2009年的降水情况进行分析(如图4)。

图4(a)年降水量分析结果显示: 2007年>2005年>2009年>2000年。这与图3中逐月NDVI值2007年>2005年>2009年>2000年的变化规律一致。可见降水因子在地表植被变化影响上还是起了主导作用, 年降水量越大则当年植被状况越好。

图4(b)的经验分布曲线从水文概率上描述了降水的年际变化, 以35%、65%为界将频率划分为3个区间, 每个区间包含4个采样点。其中2000年和2009年都处于第二区间(35%, 65%), 可以认为它们属于均平水年。2005年则靠近丰水年(0, 35%); 2008年则靠近枯水年(65%, 1)。因此以2000

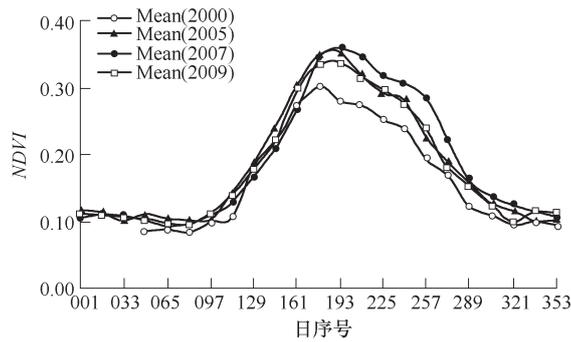


图3 2000年、2005年、2007年及2009年逐月平均NDVI序列曲线图

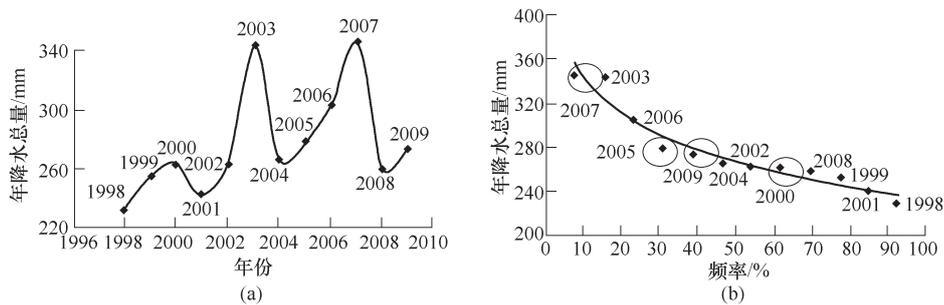


图4 年降水量过程线与经验分布曲线

年、2009年对植被指数进行研究。

利用ARCGIS的区域统计分析功能，统计代表年内不同地类的NDVI值，绘制曲线图(如图5)。图中，耕地在DOY=177时，NDVI指数最大，2000年NDVImax约等于0.46，2009年NDVImax约为0.5；林地在DOY=193左右时，NDVI指数最大，2000年NDVImax在0.2左右，2009年NDVImax接近于0.3；草地在DOY=193左右时，NDVI指数最大，2000年NDVImax在0.2左右，2009年在0.26左右；沙漠戈壁的NDVI值总体比较小，考虑到精度问题在此不予以比较。总体上，2009年曲线组统一高于2000年曲线组，说明2009年的植被覆盖状况总体比2000年要好，这一现象在夏秋季节更明显。

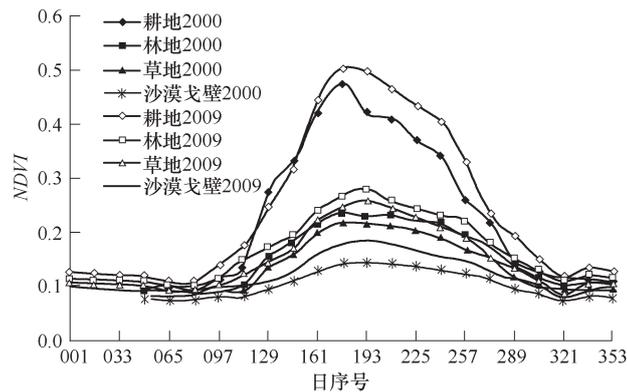


图5 不同地类NDVI曲线图

3.2 变化适量分析法计算植被覆盖年际变化 变化矢量分析(CVA)可以用来分析基于多时相数据的年际植被覆盖变化监测^[8]。首先，选择几组NDVI时间序列， x 年的NDVI时间序列矢量用 P 表示， $P=[x_1, x_2, \dots, x_n]$ ，其中 x_i 为像元在 i 时相获得的NDVI值， n 表示时间维数。矢量的模 $\|P\|$ 代表了全年植被NDVI的累积。那么，变化矢量的模可以表示为：

$$\|P\| = \sqrt{\sum(x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

式中： x_i 为第 x 年 i 时相的NDVI值， y_i 为第 y 年 i 时相的NDVI值。 $\|P\|$ 取值在 $[0, 2]$ 之间。本研究每年20个时相的数据对应20维的矢量空间， x 选取2000年， y 选取2009年^[9]。

运用ENVI的波段运算功能和ARCGIS的区域统计功能，计算2000年与2009年之间的NDVI变化矢量的模，绘制CVA分析结果图(如图6)，并对不同地类的NDVI变化矢量的模进行统计(如表1)。

表1 民勤绿洲2000年与2009年NDVI变化矢量的模统计表

地类	面积/m ²	MIN	MAX	MEAN	STD
水域	137 884.39	0.04	0.78	0.44	0.18
耕地	20 777.67	0.04	1.70	0.37	0.14
居民地	219 225.24	0.03	1.03	0.34	0.13
林地	1 348.88	0.02	1.90	0.22	0.18
草地	7 439.69	0.02	1.21	0.13	0.13
沼泽地	1 217 519.67	0.03	0.78	0.09	0.07
沙地戈壁	26 028.13	0.01	1.89	0.09	0.09
总计	1 630 223.68	0.19	9.29	1.68	0.92

图6中2个代表年的NDVI指数变化矢量的模取值范围为 $[0.01, 1.90]$ ，这与理论相符。由图中可以看到，以民勤县为界，2000年与2009年比较变化最大的区域为绿洲带，相对的沙漠地带变化程度较小。

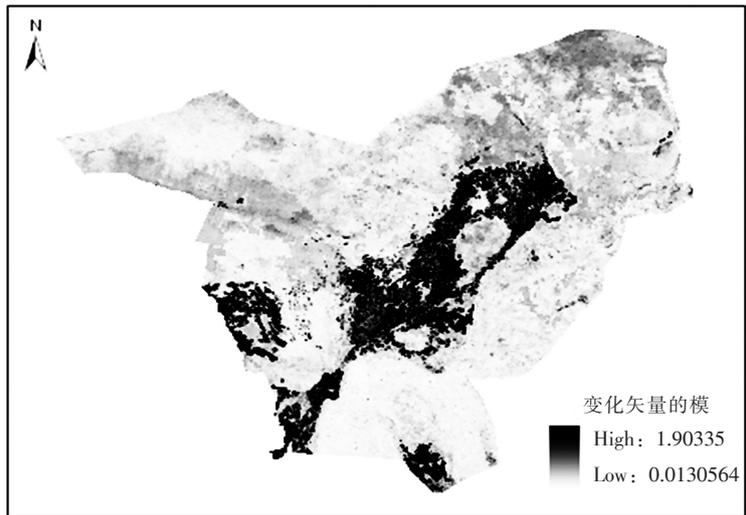


图6 民勤县2000年与2009年NDVI指数CVA分析图

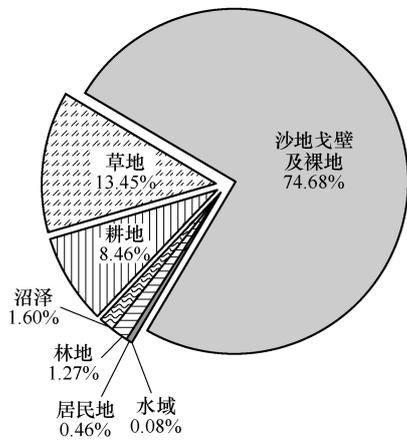


图7 2000年各地类占民勤县面积比例图

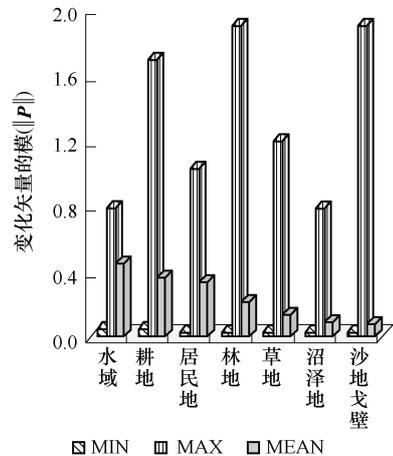


图8 民勤县各地类变化矢量模统计图

图7反映了民勤县的土地覆盖情况，占全县比例最大的土地类型为沙漠戈壁，最小的是水域(主要是红崖山水库)。从图8中可以看出，平均变化矢量的模显示水域变化最大，其次是耕地、居民

地, 沙漠变化最小; 最大变化矢量的模反映了局部变化程度, 局部变化最大的地类为草地, 作为自然生长的地类, 草地的变化最能反映研究区的自然生态变化情况。

由以上分析可以看出, 2000年与2009年比较, 民勤绿洲的植被覆盖有所提高, 绿洲生态得到了一定程度的改善。因为代表年降水量基本处于同一水平, 因此上述植被变化不只与降雨量有关, 还与2006年开始的压缩地下水开采量和西营河调水工程等措施有关。根据统计资料, 民勤2007、2008和2009年(1—10月)地下水开采量削减量分别达到13 685 m³、8 413 m³和10 600 m³。自2006年以来, 红崖山水库蔡旗来水逐年增加, 其中西营河调水由2006年的2 654 m³, 增加到2009年的9 135 m³。通过地下水水位恢复生态的过程是漫长的, 需要进一步跟踪监测分析绿洲演化规律。

4 结语

本文对民勤绿洲的植被覆盖状况进行研究。通过对MODIS NDVI的变化矢量分析, 定量的得出2000年与2009年研究区植被覆盖变化情况, CVA值变化最大达到1.90, 结合2009年NDVI时间序列曲线均高于2000年这一成果, 说明10年间植被覆盖程度在正向提高而且提高幅度比较大。研究中植被变化受到降水因子与调水因子的共同作用, 其中降水因子起主导作用, 调水因子的影响需要经过长时间才能得到充分体现。总之, 从2000年与2009年植被变化来看, 研究区生态环境有所改善。

参 考 文 献:

- [1] 王桥, 杨一鹏, 黄家柱, 等. 环境遥感[M]. 北京: 科学出版社, 2006. 338-339.
- [2] Mark B Bush. 生态学: 关于变化中的地球[M]. 刘雪华译. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [3] 亢庆, 张增祥, 赵晓丽. 基于遥感技术的干旱区土壤分类研究[J]. 遥感学报, 2008(1): 159-167.
- [4] 潘世兵, 李纪人. 遥感技术在水利领域应用[J]. 中国水利, 2008(21): 63-65.
- [5] 李景刚, 等. 近10年来洞庭湖区水面面积变化遥感监测分析[J]. 中国水利水电科学院学报, 2010(3): 201-207.
- [6] 李洋, 魏晓妹, 孙艳伟. 石羊河流域水文要素变化特征分析[J]. 水文, 2007, 27(3): 85-88.
- [7] 赵英时, 等. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2006. 374-375.
- [8] 陈云浩, 李晓兵, 陈晋, 等. 1983-1992中国陆地植被NDVI演变特征的变化矢量分析[J]. 遥感学报, 2002, 6(1): 12-19.
- [9] 王红说, 黄敬峰. 基于MODIS NDVI时间序列的植被覆盖变化特征研究[J]. 浙江大学学报, 2009, 35(1): 105-110.

Analysis on the vegetation index and the evolution of Minqin oasis

WANG Jin¹, LU Jing-xuan¹, WANG Zhi-qiang², PANG Shi-bing¹

(1. Remote Sensing Technology Application Research Center, IWHR, Beijing 100044, Chian;
2. Gansu Institute of Water Resources and Hydropower survey and design, Gansu 730000, Chian)

Abstract: Vegetation index is an important parameter of monitoring dynamic variations in land use cover and ecological evolution in a large scale. Based on the normalized difference vegetation Index data, the change of the vegetation conditions in Minqin oasis between 2000 and 2009, is discussed in this paper. As a result, the maximum CVA 1.9 indicates the effects of the hydraulic engineering and the ecological engineering carried on the district.

Key words: vegetation index; MODIS; ecological evolution; Minqin oasis

(责任编辑: 韩 昆)