

用 MODIS 数据监测京津风沙源工程区 植被指数的选择及合成

韩 爱 惠

(国家林业局调查规划设计院 北京 100714)

摘要: 通过对比分析 MODIS 数据的标准归一化差分植被指数、土壤调节植被指数及增强型植被指数的特点, 最终选择标准归一化差分植被指数 (NDVI) 对工程区进行监测。并阐述了最大合成法合成 MODIS 植被指数是一种行之有效的方法。

关键词: 遥感; MODIS; 植被指数; 植被指数的合成

中图分类号: TP 751 : S 288 文献标识码: A 文章编号: 1001-070X(2004)03-0054-03

0 引言

我国是世界上受荒漠化危害最严重的国家之一, 涉及全国 30 个省(自治区、市)。因此 2000 年, 国家开展了京津风沙源治理工程。为及时掌握京津风沙源治理工程区的动态变化, 本文选择中分辨率 MODIS 遥感数据进行监测。由于植被指数比波段组合图像对植被信息灵敏性更高, 因此本文对 MODIS 数据进行了几种植被指数的对比分析, 最后选择一种植被指数对工程区的主要因素——植被做动态监测, 并且论述了植被指数的合成方法。

1 MODIS 数据概述

MODIS 是 EOS-AM1 系列卫星的主要探测仪器, 共有 36 个光谱通道, 分布在 0.4~14 μm 波谱范围内。地面分辨率为 250 m、500 m 及 1 000 m 的波段分别有 2 个、5 个和 29 个, 扫描宽度为 2 330 km。在对地观测过程中, 每秒可同时获得 6.1 Mbit 来自大气、海洋和陆地表面信息, 每日或每两日可获取一次全球观测数据。MODIS 数据对于开展生态环境监测、荒漠化监测等非常有意义。

2 MODIS 数据波段选择及合成

分辨率为 250 m 的第 1 波段 (0.62~0.67 μm)、第 2 波段 (0.841~0.876 μm) 对植被比较敏感, 因此

是首选波段。由于植被指数备选方案中有增强型植被指数, 其中用到蓝色波段, 所以分辨率为 500 m 的第 3 波段 (0.459~0.479 μm) 也是可选波段。

首先, 对 500 m 分辨率的第 3 波段进行像元重采样, 将像元大小转换为 250 m; 然后, 对 2、1、3 波段进行假彩色合成。在合成图像上, 衡量荒漠化程度的重要因子——植被反映敏感。

3 植被指数选择

植被种类和多少是衡量土地荒漠化程度的一个重要指标, 因此在应用遥感进行荒漠化监测时总是依赖于植被的分布状况。

在遥感应应用领域, 植被指数广泛用来定性和定量评价植被覆盖及其生长活力。常用的是归一化差分植被指数 (NDVI)。另外, 由于京津风沙源地区沙化和荒漠化土地大量分布, 使得土壤背景、叶冠背景对遥感数据反射值有干扰, 而土壤调节植被指数 (SAVI) 与增强型植被指数 (EVI) 分别具有调整土壤背景和叶冠背景影响的作用, 因此本文重点对比分析这 3 种植被指数。

(1) 归一化差分植被指数 (NDVI)。该指数是近红外与红色通道反射率比值的一种变换形式, 即

$$NDVI = (R_{nir} - R_{red}) / (R_{nir} + R_{red}) \quad (1)$$

式中 R_{nir} 、 R_{red} 分别为近红外波段和红色波段的反射率。NDVI 可以使某些与波段正相关的噪声及直射辐射或漫射辐射发生变化, 使云、云阴影、太阳角和视角、地形、大气等的影响最小化, 还可以在一

定程度上消除定标和仪器误差的影响。

(2) 土壤调节植被指数(SAVI)。土壤调节植被指数是在植被指数计算上引入土壤调节因子 L 在土壤与植被光谱值的相互作用中,使土壤背景的影响最小化,计算公式为

$$SAVI = \frac{R_{nir} - R_{red}}{R_{nir} + R_{red} + L} (1 + L) \quad (2)$$

这里取 $L = 0.5^{[1]}$ 。

(3) 增强型植被指数(EVI)。将背景与大气修正综合到植被指数的方程中,得到改进的植被指数方程,称为增强型植被指数,即

$$EVI = \frac{R_{nir} - R_{red}}{R_{nir} + C_1 R_{red} - C_2 R_{blue} + L} \times G \quad (3)$$

式中, EVI 是用背景调整系数 L 、 G 、拟合系数 C_1 、 C_2 对 $NDVI$ 进行修正的植被指数。 C_1 、 C_2 描述了蓝色通道和红色通道进行大气汽溶胶散射修正。这里 C_1 、 C_2 、 L 、 G 分别取 6.0、7.5、1.0 和 $2.5^{[1,2]}$ 。

增强型植被指数通过减少大气的影晌修正叶冠的背景信息,如此获得的植被指数对于生物量高的植被区域具有很高的敏感性,并且能够提高植被的可识别性。由于 MODIS 数据蓝色通道的分辨率为 500 m,因此与红色波段和近红外波段配准计算时,分辨率达不到 250 m。

插页彩片 3~6 分别是 2002 年 8 月 22 日的 MODIS 影像图及各植被指数图像,通过计算和分析,土壤调节植被指数 $SAVI$ 与归一化差分植被指数 $NDVI$ 差别不大, $SAVI$ 仅域值范围比 $NDVI$ 大,通过线性拉伸可以呈现同样的效果。增强型植被指数的域值分布很广,大大超出 $-1 \sim 1$ 的范围,在低植被和云等高亮度区会有很大的数值溢出,甚至达到 \pm 几千。通过线性拉伸后,效果仍不理想,这对于分类和分析非常不利。

参考文献 [1] 认为,在 EVI 值溢出时,用 $SAVI$ 代替,可有效地减少云雪等影响。为尽量不影响 EVI 值的分布规律,本研究在 EVI 值超出 $(-2 \sim +2)$ 范围时,用 $SAVI$ 值代替。插页彩片 7 是与插页彩片 3 同一位置的 EVI 与 $SAVI$ 合成图像,效果不理想,在 EVI 值较高或较低时,用 $SAVI$ 替代后植被指数值的分布规律被打破,出现了原来很好的森林植被指数降低的情况,而植被指数很低的非植被区则提升为有植被的区域。尝试用 $SAVI$ 值替代不同的 EVI 域值区间,其结果都不理想。所以放弃增强型植被指数 EVI 。针对 $SAVI$ 与 $NDVI$ 的特点,最终选用传统的归一化差分植被指数 $NDVI$ 进行计算。

4 植被指数合成

由于 MODIS 数据覆盖范围比较大,一个时相的数据很难排除云及其它噪声的影响,因此要考虑用某一时间段内的植被指数合成一个反映这一时间段内植被状况的植被指数图像。目前人们所能接受的 AVHRR 植被指数合成产品的处理方法是最大值合成方法(MVC)。该方法通过云检测、质量检测等,逐像元地比较几张 $NDVI$ 图像并选取最大的 $NDVI$ 值为合成后的 $NDVI$ 值。针对 MODIS 数据及本研究的需要,每个月合成一个 $NDVI$ 数据,称之为 $NDVI - Mon$ (插页彩片 8)。这样一年共生成 12 个 $NDVI - Mon$ 图像。

最大合成 MVC 法由于其简单而受人青睐,但缺点是地表的双向反射影响没有被充分考虑, $NDVI$ 值并没有消除地表各向异性的影响。

5 一年内植被指数时间序列分析

由于 MODIS 数据空间分辨率的局限,无法甄别到具体植物。这里以 Landsat TM 图像做为 MODIS 图像的训练区,选择常绿针叶林、阔叶林、灌木林、水浇农地、草地(覆盖度 0.8)、草地(覆盖度 0.3)(不同覆盖度的草地结合地面调查资料选取)、居民点等 7 个主要地类,选择各地类比较典型的地块,求出各地类所在地块的 $NDVI - Mon$ 平均值,并作时间序列的植被指数曲线如图 1。

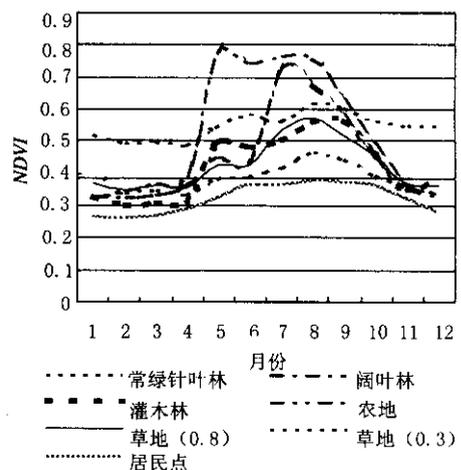


图 1 几类主要植被的 $NDVI$ 曲线

从图 1 中可以看出,各类植被的 $NDVI$ 值不同,主要反应在 5~9 月的生长季节,阔叶林的 $NDVI$ 值最大,针叶林次之,灌木林与生长密度大(0.8)的草

地 *NDVI* 值差别不大,这是由于研究区内灌木林密度一般不大且分布区域内草本植被比重较大,生长状况良好所造成的。

通过一年内植被指数时间序列的分析,可以得出植被区域的共同特点是,在生长季节具有一年内最高的植被指数值,在这期间关注荒漠化沙化及其敏感区域,监测防沙治沙工程区植被分布状况及植被恢复状况,比较直观和容易。因此可以通过取得每个年份的最高植被指数,并对不同年份的最高植被指数做时间序列分析,有效地获取植被生长及变化信息。

6 结 论

(1) MODIS 数据以覆盖范围广,周期短,快速获取数据等特点,成为本项目区域性研究的数据源,为快速地对地面进行监测,并及时发现荒漠化及荒漠化敏感区域的动态变化。

(2) 根据荒漠化和沙化地区的特点,对比分析 MODIS 数据的 3 种主要植被指数,最终选择标准归

一化差分植被指数 *NDVI*,对京津风沙源的防沙治沙工程区域进行监测。

(3) 用最大合成法(MVC)合成植被指数,能有效地减少云雾等的影响。

(4) 应用年度植被指数时间序列分析的方法,监测京津风沙源治理工程区的植被分布状况和生长状况,是行之有效的方法。

(5) 本项目的下步工作,将用不同年份的最高植被指数做时间序列分析,可以监测不同年份间的植被动态变化和植被恢复情况,从而实现对工程实施效果的监测。

参 考 文 献

[1] Terrestrial Biographics & Remote Sensing Lab , MODIS Vegetation Index Algorithm[EB/OL]. http://tbrs.arizona.edu/forest/projects/modis/vi_quality.htm ,2003 -01 -16.

[2] 刘玉洁 杨忠东,郭 炜,等. MODIS 遥感信息处理原理与算法 [M]. 北京 科学出版社 2001.

[3] Maria Margarita Gonzalez Loyarte , Detecting Spatial and Temporal Patterns in *NDVI* Time Series Using Histograms[J]. *Can. J. Remote Sensing* ,2002 28(2) 275 - 290.

THE SELECTION AND COMPOSING OF THE VEGETATION INDEX IN THE INVESTIGATION INTO THE SOURCE AREA OF SANDSTORM AROUND BEIJING AND TIANJIN

HAN Ai - hui

(Academy of Forest Inventory and Planning , State Forestry Administration , Beijing 100714 , China)

Abstract : For the purpose of investigating the effects of sandification prevention and control , the MODIS remote sensing data were chosen to investigate the dynamic change of the source area of sandstorm around Beijing and Tianjin. Based on analyzing the characteristics of three main vegetation indexes , namely *NDVI* , *SAVI* and *EVI* , the author finally selected *NDVI*. The MVC method is also argued to be an effective means to compose the MODIS vegetation index.

Key words : Remote sensing ; MODIS ; Vegetation index ; Vegetation index composing

作者简介:韩爱惠(1971 -)女,工程师,从事林业遥感应用工作。

(责任编辑:周树英)

敬 告 订 户

《 国土资源遥感 》 2004 年起可通过邮局订阅,邮发代号:82 - 344, 错过邮局订阅时间者,仍可通过本刊编辑部订阅。

