

# 基于 MODIS 和 NOAA/AVHRR 的荒漠化遥感监测方法

刘爱霞<sup>1</sup>, 王长耀<sup>2</sup>, 王 静<sup>1</sup>, 邵晓梅<sup>1</sup>

(1. 国土资源部土地利用重点实验室 中国土地勘测规划院, 北京 100035; 2. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

**摘要:** 土地荒漠化是中国西部最严重的生态环境问题, 荒漠化遥感监测技术是掌握荒漠化发展趋势的重要手段。基于空间分辨率为 1 km 的 NOAA/AVHRR 和 MODIS 遥感数据, 首先依据湿润指数法确定了荒漠化范围和气候分区。然后选取出了可以反映不同荒漠化特征, 并且能够通过中低分辨率的 NOAA/AVHRR 和 MODIS 遥感影像反演出来的 5 个荒漠化遥感监测指标, 通过精度评价分析, 确定了最佳指标组合。由于 MODIS 和 NOAA/AVHRR 数据的影像特征存在较大差异, 针对每一气候分区, 建立了分别适用于 MODIS 和 NOAA/AVHRR 数据的两套遥感指标分类体系。通过不同分类方法的比较, 确定了最佳分类方法—决策树分类法。通过对中国 1995 年和 2001 年的荒漠化动态变化状况进行了分析, 结果表明, 本文提出的荒漠化遥感监测方法, 不仅能够成功地进行大尺度的荒漠化遥感监测, 而且能够取得较好的监测效果。

**关键词:** MODIS 数据; NOAA/AVHRR 数据; 荒漠化; 遥感监测

中图分类号: S127, TP79

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2007)10-0145-06

刘爱霞, 王长耀, 王 静, 等. 基于 MODIS 和 NOAA/AVHRR 的荒漠化遥感监测方法 [J]. 农业工程学报, 2007, 23(10): 145-150.

Liu Aixia, Wang Changyao, Wang Jing, et al. Method for remote sensing monitoring of desertification based on MODIS and NOAA/AVHRR data [J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(10): 145-150. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

土地荒漠化是中国西部最严重的生态环境问题, 它使土地生产力逐渐降低甚至丧失, 生态环境恶化, 导致农业生产力持续下降, 进而威胁到国家的粮食安全和生态安全, 是制约经济发展和影响社会稳定的重要因素。荒漠化遥感监测对荒漠化防治对策的制定具有重要意义, 为国家解除西部生态危机和解决国家的粮食安全问题提供了科学理论依据。

荒漠化监测是通过荒漠化监测指标体系来实现的。20 世纪 80 年代, 国内外利用遥感对土地荒漠化的监测与评价主要处于目视解译阶段, 由于荒漠化程度确定以目视解译为主, 荒漠化程度的确定受人的主观因素影响很大。20 世纪 90 年代, 随着遥感技术的日益发展, 荒漠化监测开始向量化遥感方向发展, 由于国际上没有形成一套通用的荒漠化监测指标体系, 因此, 荒漠化遥感监测指标的使用迥然不同。在基于较高空间分辨率遥感数据的荒漠化监测中<sup>[1-3]</sup>, 指标对荒漠化程度较低地区

的荒漠化程度升级监测的灵敏性相对较差, 而且不适合用于大尺度的荒漠化监测。并且在评价过程中, 以目视解译为主, 与定量遥感的结合较差。在基于较低分辨率的大范围荒漠化监测中, 所用监测指标单一, 由于荒漠化成因和荒漠化土地表现形态的复杂多样, 所以不能对荒漠化现状作出全面评价<sup>[4-5]</sup>。

具有多分辨率、多光谱、多极化的遥感技术为开展全球性和区域性的荒漠化研究提供了新的手段。随着全球 NOAA/AVHRR 8 km 和 1 km 数据集相继出现, 以及目前 MODIS 数据和数据产品的成功应用, 都为全球或区域性荒漠化研究提供了新的数据源。与此同时, 世界许多科学家利用这些数据对环境特征因子进行大尺度遥感计算和反演上, 取得了丰硕成果<sup>[6-9]</sup>。MODIS 影像作为一种新型数据源, 用于大尺度荒漠化监测的报道尚不多见。

本文在综合分析荒漠化的研究现状和趋势的基础上, 尝试利用较低空间分辨率的 NOAA/AVHRR 和 MODIS 遥感数据, 选取既能反映不同荒漠化特征, 又能通过遥感影像反演出来的荒漠化遥感监测指标组合, 建立不同气候分区的荒漠化指标体系, 然后确定最佳分类方法, 建立一套适合于空间大尺度的荒漠化遥感监测方法, 以实现荒漠化动态变化的快速实时监测。

## 1 数据来源

MODIS 数据包括可见光和近红外波段的表面反

收稿日期: 2006-09-14 修订日期: 2007-08-25

基金项目: 科技部科研院所社会公益研究专项 (2004DIB3J107) 资助; 数字制图与国土应用工程国家测绘局重点实验室开放研究基金项目 (GCWD200705) 资助

作者简介: 刘爱霞 (1976-), 女, 博士, 高级工程师, 主要从事土地资源调查监测、全球变化遥感及遥感技术方法应用等方面的研究。北京市西城区冠英园西区 37 号 国土资源部土地利用重点实验室, 100035 Email: lax76@sina.com

射率 16天合成数据产品;反照率 16天合成数据产品;陆面温度 8日合成数据产品;NDVI 16天合成数据产品;MODIS土地覆盖分类图,采用 IGBP的分类系统,共分 17种土地覆盖类型。所有数据的空间分辨率是 1 km,时间是 2001年。

美国 NOAA/AVHRR陆地数据集的空间分辨率是 1 km,时间是 1995年的 10日合成数据。所用数据包括 NDVI 10日合成数据,以及 CH1(可见光 0.58~0.68 mm)、CH2(近红外 0.73~1.10 mm)、Ch4(10.50~11.30 mm)和 Ch5(11.50~12.50 mm)的数据,其中,CH1和 CH2是用百分比表示的地面反射率,CH4和 CH5是开氏温度表示的大气上界的亮度温度。NOAA/AVHRR土地覆盖分类图,采用分类系统是 IGBP的标准,包括 17种土地覆盖类型。

## 2 荒漠化遥感监测方法

### 2.1 荒漠化范围确定及气候分区

本文根据联合国防治荒漠化公约中的荒漠化定义,来确定荒漠化的潜在发生范围,即湿润指数大于等于 0.05且小于 0.65的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区,但不包括极区和副极区<sup>[10]</sup>。其中的湿润指数由国际荒漠化公约政府间谈判委员会(INCD)推荐的 Thornthwaite 计算可能蒸散量的方法计算后得出的<sup>[11]</sup>。

本文考虑到荒漠化遥感监测指标的地带性原则和高山地区气候的特殊性,把属于高山地区的亚湿润干旱区、半干旱区和干旱区,单独划分为一类,称为高寒区,然后把中国荒漠化潜在发生区域按照亚湿润干旱区、半干旱区、干旱区和高寒区四个地带进行荒漠化的监测。

### 2.2 荒漠化遥感监测指标选取

荒漠化监测指标选取遵循指标相关性、可反演性、可靠性、实用性和不可替代性的原则。通过综合分析前人对荒漠化监测指标体系的研究,结合进行空间大尺度荒漠化遥感监测的目的,需要选取出不仅可以反映不同荒漠化特征,并且能够通过中低分辨率的 NOAA/AVHRR和 MODIS遥感影像反演出来的荒漠化遥感监测指标,以便快速地进行荒漠化的宏观和实时监测。

本文选取的荒漠化遥感监测指标分别是反映荒漠化土地自然属性和生态状况的植被覆盖度(FVC)和改进型土壤调整植被指数(MSAVI),反映荒漠化土地物理属性的反照率(Albedo)、陆地表面温度(LST)和土壤湿度(TVDI)共 5个指标。然后采用适合于进行大尺度反演的方法进行指标反演<sup>[12-18]</sup>。

#### 2.2.1 荒漠化遥感监测指标提取

基于 NOAA/AVHRR和 MODIS数据,采用适合于空间大尺度进行指标提取或反演的方法,对 5个荒漠

化遥感监测指标进行计算,分别得到 1995年每旬和 2001年每 16天的各个监测指标数据序列值。

#### 1) MSAVI(改进型土壤调节植被指数)

计算公式如式(1)

$$MSAVI = \frac{(2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - R)})}{2} \quad (1)$$

式中  $R$ ——可见光波段;  $NIR$ ——近红外波段。计算出每月的 MSAVI值后,对生长季(4~10月)的 MSAVI值累加,得到生长季的 MSAVI的累积值。

#### 2) 反照率

地表反照率(Surface Albedo)是地表能量平衡的重要参数,是描述地球辐射季节性变化的特征参数,是指在地球向上半球的可见光和近红外波段的反射能量之和。

基于 NOAA/AVHRR的反照率采用 1990年 Saunders宽波段地表反照率的计算方法,计算公式见式(2)

$$r = 0.5Rch1 + 0.5Rch2 \quad (2)$$

式中  $r$ ——地表反照率;  $Rch1$ 和  $Rch2$ ——用百分比表示的可见光通道和近红外通道的地面反射率。

基于 MODIS的反照率直接采用美国的 MODIS陆地数据集中的双向反射分布函数(BRDF)反照率 2G产品。

在指标体系的确定过程中,本指标采用的是植被生长季(4~10月)的平均反照率。

#### 3) 陆面温度

卫星陆地表面温度探测的是陆地表层水、植被、土壤、岩石等的表面(通常只有几微米穿透深度)温度。本文采用 Becker and Li(1990)的分裂窗算法计算基于 NOAA/AVHRR数据的陆地表面温度。基于 MODIS数据的陆面温度采用美国的 MODIS陆地数据集中的陆地表面温度(LST) 2G产品。

计算中,首先求得每旬的陆面温度,然后用每月三旬的陆面温度求平均得出月均值,最后计算生长季(4~10月)7个月的平均陆面温度作为荒漠化的指标。

#### 4) 植被覆盖度

植被覆盖度是衡量地表植被状况的一个最重要的指标,同时,也是影响土壤侵蚀与水土流失的主要因子。本文估算植被覆盖度的公式如下

$$c_v = \frac{N_{p,max} - N_s}{N_{c,v} - N_s} \quad (3)$$

式中  $N_{p,max}$ ——该像元的年最大 NDVI值;  $N_{c,v}$ ——每类土地覆盖类型的植被覆盖度为 100% 时相对应的像元 NDVI值;  $N_s$ ——每类土地覆盖类型的 NDVI最小值。

植被覆盖度指标采用年最大 *NDVI* 值所对应的植被覆盖度

5) 土壤湿度

土壤湿度是与地面气象学、水文学和生态学相关的重要环境变量之一,同样对全球变化、荒漠化的研究也具有重要的意义。本文用温度植被旱情指数 (*TVDI*) 作为土壤湿度的一个衡量指标,来进行荒漠化监测。*TVDI* 计算公式如下

$$TVDI = \frac{[T_s - (a_1 + b_1 \times NDVI)]}{[(a_2 + b_2 \times NDVI) - (a_1 + b_1 \times NDVI)]} \quad (4)$$

式中  $a_1, b_1, a_2$  和  $b_2$  分别是旱边和湿边拟合方程的系数。

采用生长季 (4~10月) 的 *TVDI* 平均值作为荒漠化遥感监测的土壤水分指标

2.2.2 指标组合选取

为确保所用指标监测的准确性和不可替代性,对所选指标的监测精度进行了评价。以科尔沁沙地为试验对象,在选择 5 个指标中,使用相同的训练样本,分别用 1995 年的 1 公里分辨率的 NOAA/AVHRR 数据反演得到的单个指标和多个指标的组合,来进行科尔沁沙地荒漠化监测精度的检验,选取最合适的指标或指标组合。结果表明,当 5 个监测指标全部参与分类时,分类精度最高 (图 1 (彩图见附页), 表 1)

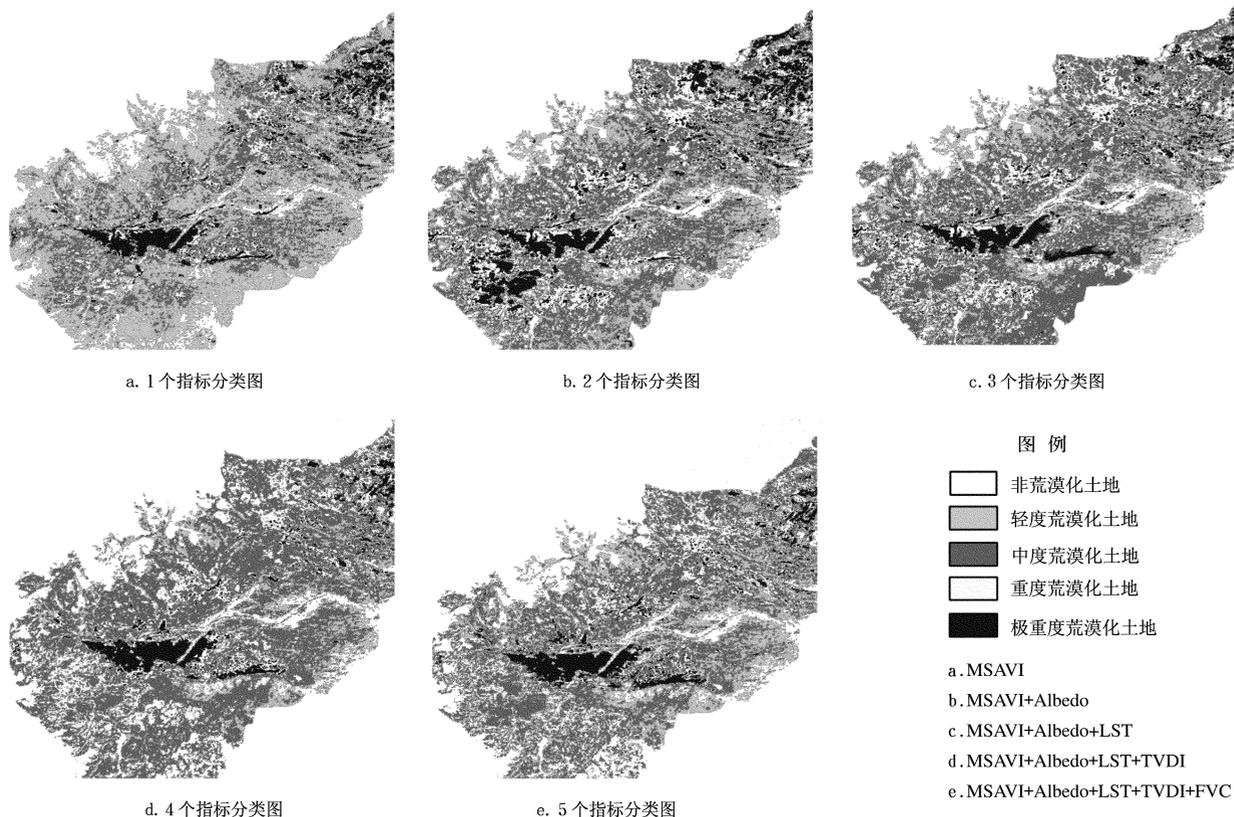


图 1 5 个指标组合分类图

Fig. 1 Classification results in Kerqin desert based on different combinations of desertification monitoring indexes

表 1 不同监测指标组合的荒漠化程度监测的总体分类精度表

Table 1 Classification precision of different combinations of desertification monitoring indexes

一个指标	MSAVI	Albedo	LST	FVC	TVDI
分类精度	68.91%	56.24%	43.56%	66.84%	30.57%
两个指标	MSAVI+Albedo		MSAVI+LST		MSAVI+TVDI
分类精度	86.59%		84.63%		77.65%
三个指标	MSAVI+Albedo+LST			MSAVI+LST+TVDI	
分类精度	90.23%			86.84%	
四个指标	MSAVI+Albedo+LST+TVDI				FVC
分类精度	93.83%				88.52%
五个指标	MSAVI+Albedo+LST+TVDI+FVC				
分类精度	95.21%				

### 2.3 指标分类体系的确定

首先将选取的荒漠化程度数字化样本图与遥感数据计算出的各个荒漠化遥感监测指标的栅格图进行GIS叠加分析,统计不同荒漠化程度类型的各个指标值,然后根据统计的不同荒漠化类型大部分像元的数值,确定荒漠化监测指标体系

由于MODIS和NOAA/AVHRR数据的影像特征存在较大差异,而且各个荒漠化监测指标在计算过程

中,所用方法不同,因此两者使用相同的荒漠化监测指标体系,是不合理的。本文对MODIS和NOAA/AVHRR在同一空间位置的同一指标进行回归分析,结果得出1995年的NOAA/AVHRR和2001年的MODIS数据具有较强的相关关系(表2)。因此,利用这种相关关系可以依据NOAA/AVHRR建立起的荒漠化监测指标体系计算出MODIS所对应的荒漠化指标体系

表2 NOAA/AVHRR与MODIS荒漠化监测指标的相关关系

Table 2 Correlation of desertification monitoring indexes based on NOAA/AVHRR and MODIS data

监测指标	亚湿润干旱区		半干旱区		干旱区		高寒区	
	关系式	相关系数	关系式	相关系数	关系式	相关系数	关系式	相关系数
MSAVI	$Y = 0.46^* X + 1.06$	0.94	$Y = 0.66^* X - 0.12$	0.94	$Y = 0.83^* X - 0.003$	0.96	$Y = 0.59^* X + 0.02$	0.93
FVC	$Y = 0.77^* X + 0.06$	0.93	$Y = 0.84^* X - 0.004$	0.92	$Y = 0.24^* X + 1.02$	0.96	$Y = 0.92^* X + 0.05$	0.85
Albedo	$Y = 1.03^* X - 19.01$	0.93	$Y = 1.03^* X - 23.89$	0.91	$Y = 0.51^* X + 83.78$	0.87	$Y = 0.81^* X + 2.63$	0.87
LST	$Y = 0.35^* X + 16.19$	0.77	$Y = 0.54^* X + 9.52$	0.83	$Y = 0.32^* X + 17.87$	0.78	$Y = 0.91^* X - 12.91$	0.85
TVDI	$Y = 0.65^* X + 0.48$	0.78	$Y = 0.77^* X + 0.25$	0.82	$Y = 0.56^* X + 0.23$	0.80	$Y = 1.19^* X - 0.15$	0.93

### 2.4 荒漠化遥感监测分类算法的确定

为选取分类精度最好的分类器,分别采用了非监督分类,最大似然法(MLC)和决策树3种分类方法,以科尔沁沙地为例,使用2001年的MODIS数据反演的五个荒漠化遥感监测指标,在选取相同的荒漠化程度训练样本情况下,进行了荒漠化程度分类

分类完成后,随机选取500个样点,结合基于TM图像的科尔沁沙地20世纪90年代末的荒漠化监测图,对3种分类结果进行精度评价,分类精度结果见表(3)。从表3的总体分类精度和Kappa系数中可以看出,决策树分类结果最高,分类精度为94.63%,比最大似然和非监督分类的分类精度分别高出6.04%和13.75%。因此,本文将采用决策树分类器进行荒漠化程度的分类。

表3 不同分类器的荒漠化程度分类精度表

Table 3 Classification precision of desertification strength monitoring using different classifiers

荒漠化程度	非监督分类	最大似然分类	决策树分类
非荒漠化	81.03%	87.64%	96.15%
轻度	80.67%	89.75%	91.47%
中度	75.01%	71.63%	89.30%
重度	69.41%	85.72%	93.69%
极重度	85.56%	90.63%	98.03%
总体分类精度	80.88%	88.59%	94.63%
Kappa系数	0.735	0.802	0.885

### 2.5 荒漠化动态变化监测

荒漠化的动态变化监测是在两期不同的荒漠化现状监测基础上进行的,通过分析相同区域在不同时期的

荒漠化土地面积和荒漠化程度的变化,得出荒漠化时空分布和变化的规律。本文根据荒漠化程度级别变化的大小,将荒漠化程度变化分为5个类型:强烈发展、发展、稳定、逆转和明显逆转。

### 3 结果与讨论

首先利用本文方法分别得出中国1995年和2001年的荒漠化程度分布情况,然后在此基础上,得到中国荒漠化的动态变化情况。通过对荒漠化动态变化的统计分析,可以得出不同荒漠化类型土地面积的变化以及荒漠化变化强度分配情况(表4)。分析得出,中国荒漠化的发展速度大于逆转速度,呈现整体扩展,局部改善的趋势。

表4 中国土地荒漠化动态变化强度比例分配表

Table 4 Dynamics of land desertification strength and percentage for different types of climate areas in China %

分区	强烈发展	发展	稳定	逆转	明显逆转
亚湿润干旱区	1.5	28.4	43.4	24.7	2.0
半干旱区	4.8	31.3	47.0	14.4	2.5
干旱区	3.3	33.1	58.2	4.9	0.5
高寒区	3.9	33.5	55.0	6.7	0.9
合计	3.38	31.58	50.90	12.68	1.48

根据国家林业部对1994至1999年进行的全国性荒漠化土地普查和监测工作,按可比口径的荒漠化土地变化分析,将本文的研究成果与其进行了比较(表5)。从表5中可以看出,本文与国家林业部的荒漠化土地监测结果基本相近,说明该方法具有较好的监测效果,可以为国家治理荒漠化,解除西部生态危机和解决国家的粮食

安全问题提供科学支撑。但是本文的荒漠化土地的年均增长速度小于国家林业部的监测结果, 其中原因之一是两者研究范围的差异, 本文的研究范围没有包括亚湿润干旱区的岛状区域, 面积相对减小。除此之外, 进行荒漠化监测时所用遥感数据源的不同, 遥感数据获取时间的不同等也是产生差异的原因。

表 5 中国荒漠化土地监测结果比较

Table 5 Comparison of desertification land monitoring results in China

研究时段	国家林业局		本文方法
	1994-1999(5年)	1995-2001(6年)	1995-2001(6年)
荒漠化土地增长面积 万 km <sup>2</sup>	5.2		5.68
荒漠化土地年均增长 万 km <sup>2</sup>	1.04		0.95
轻度荒漠化土地 %	20		18
中度荒漠化土地 %	33		31
重度荒漠化土地 %	21		21
极重度荒漠化土地 %	26		30

注: \* 数据以 2001 年为准。

由于荒漠化成因和表现形态的复杂多样性, 对于荒漠化遥感监测指标有待于进一步深入探讨, 选取更能体现荒漠化现状和可以预测发展趋势的指标。在荒漠化现状评价过程中, 对各个指标进行综合分析的分类方法, 直接影响着荒漠化评价的精度, 因此, 分类方法的选择和分类精度提高对荒漠化遥感监测也有重要的意义。

## 4 结 论

1) 本文首先依据湿润指数法确定了荒漠化范围, 对中国进行了气候分区。然后选取出了不仅可以反映不同荒漠化特征, 并且能够通过中低分辨率的 NOAA/AV HRR 和 MODIS 遥感影像反演出来的 5 个荒漠化遥感监测指标, 并用适当方法进行了计算。通过精度评价分析, 确定了最佳指标组合。

2) 由于 MODIS 和 NOAA/AV HRR 数据的影像特征存在较大差异, 针对每一气候分区, 建立了分别适用于 MODIS 和 NOAA/AV HRR 数据的两套遥感指标分类体系。通过不同分类方法的比较, 确定了最佳分类方法—决策树分类法。

3) 通过对中国 1995 年和 2001 年的荒漠化动态变化状况进行了分析, 结果表明, 本文提出的荒漠化遥感监测方法, 不仅能够成功地进行大尺度的荒漠化监测, 而且能够取得较好的效果。根据荒漠化的监测结果, 可以为国家治理荒漠化, 解除西部生态危机和解决国家的粮食安全问题提供科学理论依据。

出版社, 1994: 35-36.

- [2] 高尚武, 等. 中国沙质荒漠化土地监测评价指标体系 [J]. 林业科学, 1998, 34(2): 1-10.
- [3] 孙丹峰, 李红. 民勤绿洲荒漠化遥感评价研究 [J]. 农业工程学报, 2002, 18(6): 176-181.
- [4] 李宝林, 周成虎. 东北平原西部沙地近 10 年的沙质荒漠化 [J]. 地理学报, 2001, 56(3): 307-315.
- [5] 龙晶. AV HRR 数据在中国荒漠化宏观监测中的应用研究 [C]. 98 遥感进展, 1998.
- [6] Otterman J. Monitoring surface albedo change with Landsat [J]. Geophysical Research Letters, 1977, (4): 441-444.
- [7] Robinove C J, Chavez P S, Gehrung D, et al. Arid land monitoring using Landsat albedo difference images [J]. Remote Sensing Environment, 1981, (11): 133-156.
- [8] 刘勇洪, 牛铮, 徐永明, 等. 基于 MODIS 数据设计的中国土地覆盖分类系统与应用研究 [J]. 农业工程学报, 2006, (5): 99-104.
- [9] 张霞, 孙睿, 张兵, 等. 基于 MODIS 植被指数时间谱的华北平原土地覆盖分类 [J]. 农业工程学报, 2006, 22(12): 128-132.
- [10] UN Secretariat of the Conference on Desertification, Elaboration of International Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and or Desertification Particularly in Africa (Revised Negotiation Text of the Convention) [Z]. 1994.
- [11] Thornthwaite C W. An approach toward a rational classification of climate [J]. Geographical Review, 1948, 38: 57-94.
- [12] Becker F, Li Z L. Towards a local split window method over land surface [J]. International Journal of Remote Sensing, 1990, 11: 369-393.
- [13] Josef C, Hung Ly, Li Z L, et al. Multi-temporal, Multi-channel AV HRR data sets for land biosphere studies—artifacts and corrections [J]. Remote Sensing of Environment, 1997, 60: 35-57.
- [14] Qi J, Chehouni A, Huete A R. A modified soil adjusted vegetation index [J]. Remote Sensing of Environment, 1994, 48: 119-126.
- [15] Sandholt L, Rasmussen K, Andersen J. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status [J]. International Journal of Remote Sensing, 2002, 23(2): 213-224.
- [16] Saunders R W. The determination of broad band surface albedo from AV HRR visible and near-infrared radiances [J]. International Journal of Remote Sensing, 1990, 11(1): 49-67.
- [17] Zeng Xuebin, Robert E, Dickinson Alison Walker, et al.

## [参 考 文 献]

[1] 朱震达, 陈广庭, 等. 中国土地沙质荒漠化 [M]. 北京: 科学

Derivation and evaluation of global 1-km fractional vegetation cover data for land modeling [J]. *Journal of Applied Meteorology*, 2000, 39(6): 826–839.

[18] 齐述华,王长耀,牛 铮.利用温度植被旱情指数(TV DI)进行全国旱情监测研究[J].*遥感学报*, 2003, 7(5): 420–427.

## Method for remote sensing monitoring of desertification based on MODIS and NOAA/AVHRR data

Liu Aixia<sup>1</sup>, Wang Changyao<sup>2</sup>, Wang Jing<sup>1</sup>, Shao Xiaomei<sup>1</sup>

(1. *Key Laboratory of Land Use, China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China;*

2. *Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

**Abstract** Desertification is one of the most serious ecological and environmental problems in the west of China. Understanding the distribution and development trend of desertification provides researchers important scientific basis for desertification control and rehabilitation. In this paper the authors proposed a method suitable for large-scale desertification monitoring using remote sensing techniques. First, five desertification indexes (M SAVI, FVC, Albedo, LST and TV DI) suitable for large-scale desertification monitoring using remote sensing technique were selected. In terms of the desertification climate types, the potential extent of desertification in China was respectively divided into four categories: dry sub-humid areas, semi-arid areas, arid areas, high and cold areas. Second, different desertification index systems were built for each area. Then based on analysis and comparison of current retrieval algorithms, the authors utilized a suitable algorithm on large scale to retrieve five desertification indexes with ten-day NOAA/AVHRR data set in 1995 and 16-day MODIS data set in 2001 in China. By assessing the classification accuracies of three types of classifiers, the authors selected decision tree classifier for desertification monitoring. Supported by desertification index system and the database of desertification indexes, the desertification status in China in 1995 and 2001 was classified by decision tree classifier, and analysis of desertification changes from 1995 to 2001 was also completed. Statistical result showed that the speed of desertification development was faster than that of rehabilitation, there was a trend of development as a whole and improvement locally in desertified areas in China. The desertification monitoring results confirmed the practicability of the method founded in this paper for desertification monitoring.

**Key words** MODIS data; NOAA/AVHRR data; desertification; remote sensing monitoring

刘爱霞, 等. 基于MODIS和NOAA/AVHRR的荒漠化遥感监测方法 (图 1)  
 Liu Aixia, et al. Method for remote sensing monitoring of desertification based on MODIS and NOAA/AVHRR data (Figure 1)

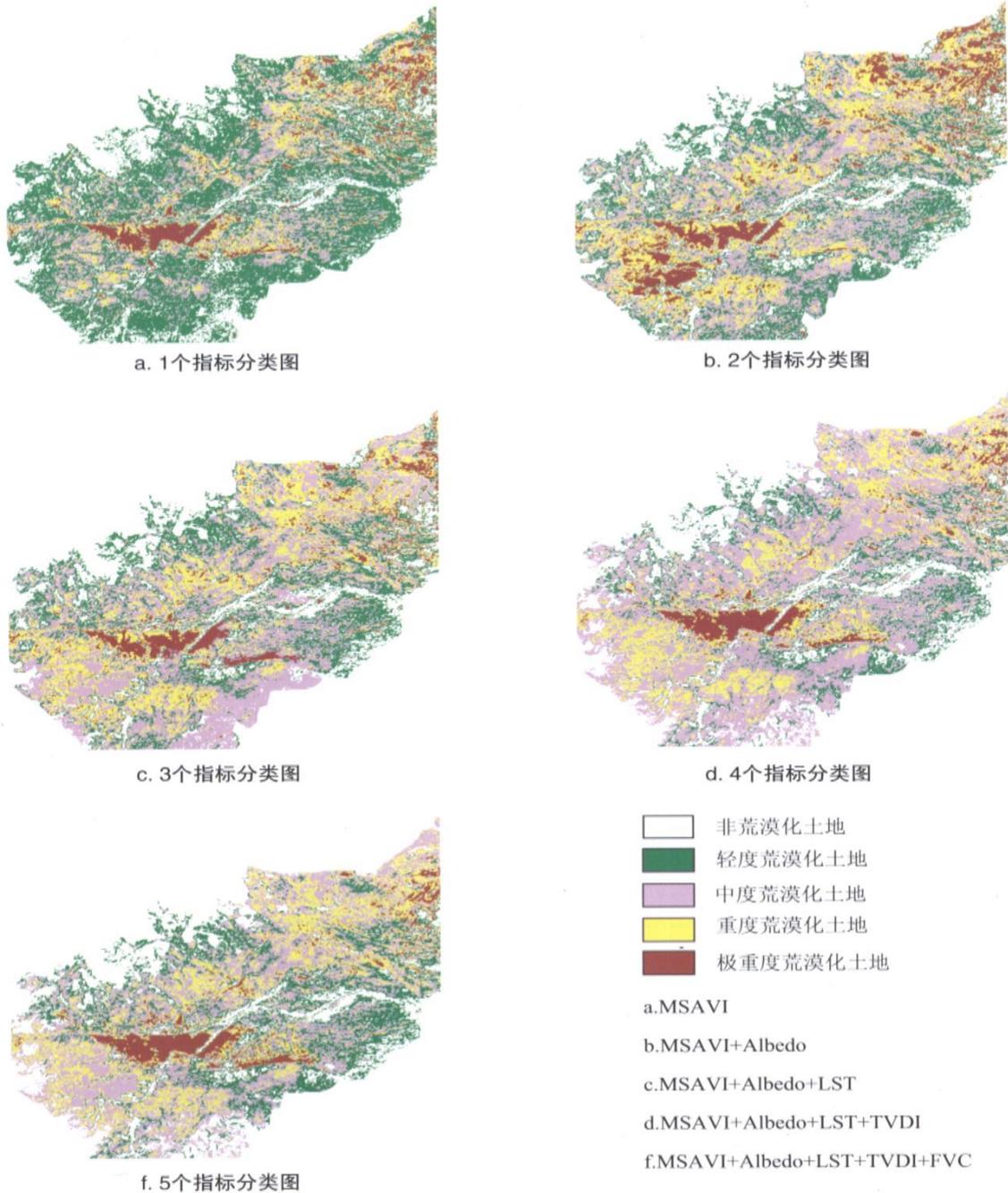


图1 不同荒漠化监测指标组合分类图

Fig.1 Classification results in Kerqin desert based on different combinations of desertification monitoring indexes