

基于表观反射率的渭一库绿洲植被动态变化分析^{*}

罗江燕¹, 塔西甫拉提·特依拜¹, 陈金奎²

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 济南市市政工程设计研究院新疆分院, 乌鲁木齐 830046)

摘 要: 使用 TM、ETM+ 图像为基础资料, 在求得两者表观反射率的基础上, 计算归一化植被指数 (NDVI), 结合当地情况对所求得 NDVI 分成不同量级, 分析各不同量级的变化情况从而反映当地的植被动态变化。结果表明: 在 0.2~0.3, 0.3~0.4 和 0.5~0.8 三个灰度级区间两期图像的植被变化情况比较明显。通过对比两期图像灰度级变化, 为该区域生态环境综合治理提供新的研究方法。

关键词: 渭干河; 表观反射率; NDVI; 盖度级

中图分类号: X171.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)05-0065-03

Analysis on Dynamic Change of Wei-ku Oasis Vegetation Based on Surface Reflectance

LUO Jiang-yan¹, Tashpolat·Tiyip¹, Chen Jin-kui²

(1. College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 2. Ji'nan Municipal Engineering Design & Research Institute, Urumqi 830046, China)

Abstract: According to Landsat TM image of 1989 and Landsat ETM+ image of 2001 in the Delta Oasis of Weigan rivers and kuche rivers, which is located in the north of Taklamakan Desert, this paper calculated the surface reflectance, then worked out the NDVI on the basic of it, and integrated the local situation classified the NDVI into five ranks. Analyzing these changes of the different ranks, from this can reflect local vegetable dynamic change. This paper pointed out that these changes of Wei-ku oasis is controlled by two important reasons which are severe influences of nature and humanity. Therefore, local government should pay attention to these phenomena, and adapt new and good methods to develop social economy.

Key words: Weigan Rivers; surface reflectance; NDVI; cover grade

渭库绿洲是阿克苏地区开垦较早的一个绿洲, 是库车、沙雅和新和三县经济发展的核心地带, 随着近现代绿洲人口的扩张, 土地压力加重, 过度开垦、土壤退化和土地盐渍化对当地及全疆绿洲经济的可持续发展带来了严重的影响。

随着遥感对地观测技术的发展, 国内外应用遥感技术进行了大量的植被覆盖动态变化研究^[1-3], 国内学者丁建丽等、乔锋等、孙久虎等利用遥感图像, 基于 NDVI 和植被覆盖度的关系, 建立两者之间的关系或模型, 从而分析研究区的植被动态变化。Liang^[4]指出植被指数可以建立在源于从遥感影像获得的灰度值 (DN)、TOA 辐射/反射值, 或者地表辐射/反射值上。但理想上, 进行大气校正后, 地表辐射/反射值是最好的计算植被指数方法。

基于此, 该文尝试利用两期遥感图像计算表观反射率, 以表观反射率为依据进行植被指数 (NDVI) 的提取, 依据当地的植被类型情况, 划分不同的等级, 对这些等级的变化进行分析, 掌握当地的植被覆盖动态变化情况。

1 研究区自然概况

渭干河-库车河三角洲绿洲 (简称渭-库绿洲) 位于天山南麓, 塔里木盆地的北部, 范围包括库车县、新和县、沙雅县三个县, 是一个典型而完整的扇形平原绿洲。该区域年均降水量 46.4~64.5 mm, 其中, 沙雅县最低, 库车县最高, 年均蒸发量为 1 992~2 863.4 mm, 干燥度系数为 44.37, 年平均气温为 10.5~14.4℃, 极端最高温度为 40.1~41.5℃, 极端最低温度 -26.8~-28.7℃, 属于干旱与极端干旱地区^[5]。地形由三部分组成: 北部是高峻的天山山脉, 海拔 3 000~5 000 m, 是渭库绿洲重要的水源地; 中部是以秋里塔格山为主的长期剥蚀的低山和残丘, 呈东西向断续分布, 海拔 1 500~2 000 m; 南部是山前平原区, 主要是绿洲、沙漠和戈壁景观, 渭干河使本地区形成和发育了较大的绿洲, 主要种植棉花、玉米等, 该地区是库车、沙雅和新和三县经济发展的核心地带^[6]。本文主要研究区域为平原区域。

^{*} 收稿日期: 2007-11-13

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40261006)

作者简介: 罗江燕 (1985-), 女, 新疆自治区额敏县人, 硕士, 主要从事干旱区资源环境及遥感应用研究。E-mail: 125403556@163.com

通信作者: 塔西甫拉提·特依拜 (1958-), 男 (维吾尔族), 教授, 博士, 主要从事干旱区资源环境及遥感应用研究。E-mail: tash@xju.edu.cn

2 研究方法

2.1 研究资料

主要包括 1989 年 9 月 TM 图像及 2001 年同季相的 ETM+ 全波段图像,另有用于几何精校正及配准的 1:100 000 地形图及其矢量化数据,统计资料(气候、水文、人口、土壤、社会经济等)。

2.2 图像数据预处理

采用 ENVI 及 ARC/INFO 软件对图像进行预处理,包括大气辐射校正、几何精校正及边界裁定、配准处理等工作。

2.3 求算表观反射率

用户得到的遥感数据(MSS, TM)是整数的 DN 值(Digital Number Value)。用户可以直接用这些原始遥感数据对各种地物进行识别和分类。由于来自水体、植被、土壤和城市等地物的信号很强,传感器和大气的影 响不足以妨碍到这些地物之间差异的探测和识别。使用 DN 值数据不仅不影响结果,而且处理速度较快。因此,在相当长一段时间内,辐射校正被忽视。然而,光学传感器的性能随时间变化,引起输出信号值的漂移,这样遥感数据之间的长时间比较,精度也将受到影响,原始遥感数据的 DN 值已不适宜直接用来监测这种类型的变化^[7]。

表观反射率有多个不同的提法。例如:场景的大气层等价反射率(The VOA equivalent reflectance of scene)、表观星上反射率(Apparent at-satellite reflectance)、星上光谱行星反照率(At-satellite spectral planetary albedos)和等价光谱反照率(Equivalent spectral albedo)等等。计算分为两个步骤。首先计算光谱辐射亮度 L , 然后求取表观反射率 i 。

2.3.1 计算光谱辐射亮度 L 值

$$L = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{QCAL_{\max} - QCAL_{\min}} \times (QCAL - QCAL_{\min}) + L_{\min} \quad (1)$$

式中: $QCAL$ ——某一像元的 DN 值,即 $QCAL = DN$; $QCAL_{\max}$ ——像元可以取的最大值 255; $QCAL_{\min}$ ——像元可以取的最小值。如果卫星数据来自 LPGS(The level 1 product generation system),则 $QCAL = 1$ (Landsat-7 的 ETM+ 数据属于此类型)。如果卫星数据来自美国的 NLAPS(National Landsat Archive Production System),则 $QCAL_{\min} = 0$ (Landsat-5 的 TM 数据属于此类型)。各波段 L_{\max} 和 L_{\min} 可在遥感图像附属的“.met”文件中找到。

2.3.2 计算表观反射率

$$i = \frac{L \cdot D^2}{ESUN \cdot \cos} \quad (2)$$

式中: i ——大气层顶(TOA)表观反射率(无量纲);——常量(球面度 str); L ——大气层顶进入卫星传感器的光谱辐射亮度($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$); D ——日地之间距离(天文单位),此处 1989 年图像取 1.044 9,2001 年的图像取 1.002 7; $ESUN$ (表 1)——大气层顶的平均太阳光谱辐照度($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$);——太阳的天顶角($=90^\circ$, 为太阳高度角)。

2.4 求算植被指数

基于多光谱遥感数据的不同植被指数已经被提出,并被广泛应用。它的最基本假设是:遥感光谱波段可以告诉我们关于植被结构的一些有用的信息和植被覆盖的水平。例如:

叶片密度和分布,叶片中的含水量、年龄,矿物质的缺乏和虫害的侵袭。一个好的植被指数必须对这些因素非常敏感^[4]。

表 1 Landsat-5 和 Landsat-7 的大气层顶平均太阳光

谱辐照度 ESUN		$(W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1})$					
波段	1	2	3	4	5	7	
Landsat-5 ESUN	1957	1826	1554	1036	215	80.67	
Landsat-7 ESUN	1969	1840	1551	1044	225.7	82.07	

常用的植被指数有很多种,如 RVI, GVI, DVI, PVI 及 NDVI 等。近年又有人提出干旱植被指数(LDVI)和综合植被指数的概念(IVD)^[8]。为了更好地比较本地地形区植被盖度稀疏、盖度差异悬殊的区域景观特点,采用 NDVI 来计算。

NDVI 求算公式如下:

$$NDVI = \frac{B_{Nir} - B_{Red}}{B_{Nir} + B_{Red}} \quad (3)$$

2.5 植被指数的灰度等级划分

将植被指数应用于资源环境的监测和评价,必须赋予 NDVI 值以相应的植被覆盖度含义,由于植被指数既反映了特定景观中群落面积同景观总面积的比例关系,也反映了植被群落层片结构的特点,既反映了植被的盖度分布,同时也反映了植物的生物量高低^[9-10]。所以把植被指数转化为植被盖度等级,也可以研究植被的变化信息。

结合当地的实地情况,以及 2007 年 8 月对当地的考察资料,划分 5 个等级,各等级面积如下,图示情况见附图 9。

灰度值 0~0.2 区间在实地表现为戈壁、沙漠及非植被区域(包括水体、建筑物、道路等),这些地方植被极其稀少或没有植被覆盖;灰度值在 0.2~0.3 区间的植被主要分布在沙漠与绿洲的交错带区域,多为荒漠、盐生植被,表现在实地则为超旱生的小半灌和灌木构成,植被覆盖较低,植物类型为琵琶柴、盐穗木、红柳、骆驼刺等;灰度值在 0.3~0.4 区间的植被在绿洲边缘和交错带区域都有分布,在绿洲边缘因为灌溉的关系,地表的覆盖率较高,各种干旱区植被都有,而在交错带区域边缘因为有塔里木河流经,并且在河两岸有许多胡杨林,所以该处的地表植被覆盖率也挺高的;灰度值在 0.4~0.5 之间,植被以灌木林地、中低产草地为主,该级分布于农田边缘,水资源较为丰富的地区,但面积不是很大;灰度值在 0.5~0.8 区间基本上集中在绿洲内部,植被覆盖率很高,表现为单一化农用植物。

3 结果与分析

3.1 植被变化的空间特点

植被盖度的等级分配总体上(表 2,图 1),2001 年的植被覆盖总面积比 1989 年减少了 1 257.5 km²。尤其在 0.2~0.3 区间,植被面积减少了 1 486.9 km²,集中在右下角处的交错带区域,其原因主要在于该地区由于人口和耕地的急剧增长,兼之极不合理的利用水资源,给本已有限的水资源带来了巨大的压力。绿洲地区地下水过量开采,导致沙漠边缘植被用水无法保证,出现植被生长衰退的现象,生态环境也进一步恶化。在 0.3~0.4 区间,2001 年植被覆盖变化也是很大的,相对 1989 年减少了 925.8 km²,造成这种情况的原因主要有两种:一种是向 0.2~0.3 覆盖等级转化,实地则为

草场的退化;另一种是被当地农民开垦作为新的耕地。这种变化也是当地生态环境恶化的一种表现。在 0.5~0.8 区间,植被覆盖面积增长了 1 021.1 km²,这种现象的产生主要是在 1989 - 2000 年间,由于实施了“一黑一白”的发展战略,对产业结构进行调整,大力发展多种经营和商品生产,棉花价格上扬,农民生产积极性大大提高,以扩大耕地面积的方式来提高棉花产量,随即开始了大垦荒。变化表现为:人们开垦或者利用了其他较低覆盖率地区,种植农作物,使得这一类型的面积增加不少。另外,在塔里木河边缘,由于水量充足,人们利用这一便利,大力垦荒发展农业,因此在 2001 年的图像上这一状况表现得较为明显。

表 2 各植被指数灰度级及其面积 km ²					
年份	0~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.8
1989 年	11902	3488.7	2167.6	798	639.9
2001 年	10908	2001.8	1241.8	932.1	1661

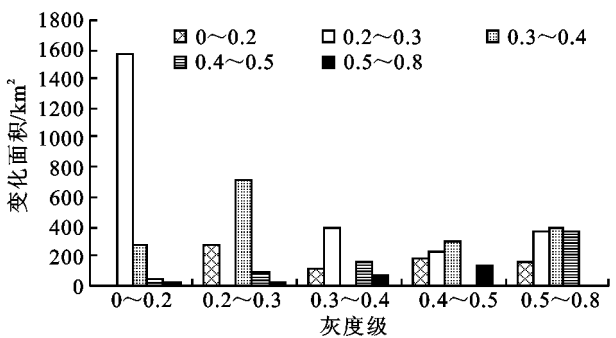


图 1 1989 年至 2001 年不同灰度级变化图

3.2 影响植被变化的主要因素

植被作为干旱区的重要指标,是人类生存和发展的基础,其动态变化受到自然和人为两因素的影响。

(1) 自然因素。渭 - 库绿洲位于中纬地区,远离海洋,属典型的大陆性暖温带干旱气候,具有气候干燥,风沙频繁,降水稀少,蒸发量大,昼夜温差大,夏季干热,冬季干冷等特征。由于这些原因,植被分散而且稀疏,地表覆盖率很低。受水的限制作用很大,流经该地区的渭干河和库车河是该地的主要灌溉来源。

(2) 人为因素。虽然该地区严酷的自然生态条件在一定程度上制约了植被覆盖的空间分布,但人类作为绿洲的一分子,更多的时候是植被覆盖变化的主要因素。

水资源的不合理利用,人们为了提高耕地单位面积的产量,过度引用渭干河河水,随着上游土地开发规模的扩大,农田排水增加,河水的矿化度也不断升高,从而导致土壤次生盐渍化。再加上过度开采地下水,使不少地方的地下水位下降,植被减少。水源的不足,已被开垦的大片草地因无水灌溉而成为低产田,甚至被弃耕,造成大面积的次生裸地和严重的水土流失,导致塔里木河流域风沙肆虐,沙尘暴频频发生^[11]。

人口增长引起过度垦荒,导致耕地面积增加。截至 2000 年该地区有人口 71.42 万人,与 1949 年相比增加了 185.68%,人口密度达 13.64 人/km²,已超出联合国教科文组织所提出的干旱区人口临界指标(7 人/km²),超出了当地环境资源承载能力近一倍^[12]。

4 结 论

在遥感和地理信息系统的支持下,通过对 1989 年和 2001 年的图像求得表观反射率的基础上,得出渭 - 库的归一化植被指数图,并按照特殊的情况进行分级。对比植被指数的变化来分析产生这些变化的地方以及原因,这在一定程度上可以反映当地的植被动态变化。

(1) 渭 - 库绿洲在 2001 年的植被覆盖总面积总体上比 1989 年减少,减少量为 2 251.5 km²。并且,低覆盖率的植被面积也在减少。如灰度级在 0~0.2 减少了 994 km²,在 0.2~0.3 减少了 1 486.9 km²。这样减少的情况从侧面也是当地土地退化或者荒化的表现。

(2) 另一方面,在灰度级 0.4~0.5,2001 年的植被覆盖面积比 1989 年增加了 134.1 km²,而在 0.5~0.8,2001 年相比 1989 年增加了 1 021.1 km²。

因此,上述结果表明:该地区在大面积提高土地利用率的的同时,绿洲外围的荒化程度也在不断加大。

参考文献:

[1] 丁建丽,塔西甫拉提·特依拜,刘传胜.策勒绿洲植被覆盖动态变化遥感研究[J].中国沙漠,2003,23(1):79-83.

[2] 乔锋,张生英,张克斌,等.宁夏盐池植被覆盖动态变化遥感监测[J].水土保持研究,2006,13(3):181-184.

[3] 孙久虎,刘晓萌,李佑钢,等.北运河地区植被覆盖的遥感估算及变化分析[J].水土保持研究,2006,13(6):97-99.

[4] Liang Shunlin. Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces [M]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2002: 246-261.

[5] 张飞,塔西甫拉提·特依拜,孔祥德,等.干旱区绿洲土地利用景观空间格局动态变化研究:以渭干河-库车河三角洲绿洲为例[J].资源科学,2006,28(6):167-174.

[6] 满苏尔·沙比提,楚新正.新疆渭干河-库车河三角洲绿洲土地利用时空变化特征分析[J].干旱地区农业研究,2007,25(4):12-18.

[7] 池宏康,周广胜,许振柱,等.表观反射率及其在植被遥感中的应用[J].植物生态学报,2005,29(1):74-80.

[8] 龙晶.植被遥感研究的新思路:走出传统光谱理论应用的误区[J].林业资源管理,2006(1):31-37.

[9] 陈正宜.晋陕蒙接壤地区脆弱生态系统遥感监测与管理研究[M].北京:宇航出版社,1994:24-36.

[10] 刘卫国,吕光辉,高伟,等.阜康绿洲生态系统生物量空间格局分析[J].中国沙漠,2006,26(5):809-813.

[11] 满苏尔·沙比提,陈冬花.渭干河-库车河三角洲绿洲形成演变和可持续发展研究[J].资源科学,2005,27(6):118-124.

[12] 满苏尔·沙比提,海鹰,阿布拉江·苏来曼.近 50 年来渭干河-库车河三角洲绿洲耕地变化及其成因[J].地理研究,2004,23(4):487-494.