

基于 RS 的盐池县近 10 年植被覆盖度动态变化研究

庞吉林¹, 张克斌¹, 乔娜², 孟力猛¹, 王海星¹

(北京林业大学 水土保持学院, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室,

北京 100083; 2. 北京林业大学 经济管理学院, 北京 100083)

摘要:为研究农牧交错区植被覆盖度的变化,从盐池县 1999 年、2004 年和 2010 年 3 期 TM/ETM⁺ 影像图入手,利用归一化植被指数(NDVI)反演了盐池县的植被盖度,结果表明:1999 年、2004 年、2010 年平均植被盖度分别为 24.08%, 26.97% 和 23.92%, 总体呈现出现先增加后减少的趋势。对这 3 a 的植被覆盖度进一步进行分级,发现 1999 年、2004 年、2010 年 3 个时期,低植被盖度所占的比例分别为 59.61%, 50.75%, 62.6%, 呈现先减少后增加的趋势;中等植被盖度所占比例分别为 34.54%, 34.58%, 29.20%, 呈现先增加后减小的趋势,增加的趋势不明显;高植被盖度所占比例分别为 5.85%, 14.68%, 8.2%, 先增加后减小。影响植被覆盖度变化的因素主要有有人为及政策因素、气候因素(主要是降水)。

关键词:荒漠化; 植被覆盖度; 归一化植被指数

中图分类号: Q948.15

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)04-0112-04

RS-based Study on Dynamics of the Vegetation Coverage in Recent 10 Years in Yanchi County

PANG Ji-lin¹, ZHANG Ke-bin¹, QIAO Na², MENG Li-meng¹, WANG Hai-xing¹

(1. College of Soil and Water Conservation, Key Lab of Soil and Water

Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. College of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to understand the change of vegetation fraction in agro-pastoral transition area, based on TM/ETM⁺ images in 1999, 2004 and 2010, this study deduced vegetation coverage by using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in Yanchi County. It was revealed that the average vegetation coverage in 1999, 2004, 2010 were 24.08%, 26.96%, and 23.92%, respectively, the general trend was decreasing following an increase. The coverage vegetation coverage of these years was further classified. The results showed that the low proportion of vegetation coverage were 59.61%, 50.75%, 62.6% for 1999, 2004, 2010, respectively, showing decrease and then increase; the moderate proportion of vegetation coverage were 34.54%, 34.58%, 29.20%, showing decrease after an increase, and increasing trend was not obvious; the high proportion of vegetation coverage accounted for 5.85%, 14.68%, 8.2%, respectively, showing decrease after an increase. Major factors influencing local vegetation coverage in this area were human activity, policies and climate (precipitation).

Key words: desertification; vegetation coverage; NDVI

农牧交错区, 又称半农半牧区, 是我国荒漠化最为严重的区域之一^[1]。在荒漠化过程中, 植被因子如植被覆盖度、生物量等的动态变化是植被生产力变化的重要反映, 也是荒漠化过程发展或逆转的重要指示因子, 对其的准确测度是建立荒漠化指标、评价与监测荒漠化的重要基础^[2]。国内外有各种不同的评估

荒漠化程度的标准, 植被覆盖是一种较流行的标准, 尤其在采用遥感技术来评估荒漠化程度时, 植被覆盖是较为常用的标准, 植被状态可以较为敏感地反映出由荒漠化造成的环境改变^[3]。目前, 利用遥感测量植被覆盖度的方法有许多, 且日渐成熟, 应用最广的方法是植被覆盖度与光谱指数的相关分析法^[4-5]以及回归

收稿日期: 2011-01-14

修回日期: 2012-01-11

资助项目: 国家自然科学基金项目(30771764); 国家林业局项目(盐池荒漠化定位监测 660550)

作者简介: 庞吉林(1987—), 男, 河南周口人, 硕士研究生, 主要研究方向为荒漠化防治与监测。E-mail: pangjilinbjfu@126.com

通信作者: 张克斌(1957—), 男, 陕西咸阳人, 教授, 主要研究方向为荒漠化防治与监测。E-mail: ctccd@bjfu.edu.cn

模型法^[6],而直接利用植被指数近似估算植被覆盖度是一种比较好的方法,经校正后的模型可以推广到大范围地区,形成通用的植被覆盖度计算方法^[7]。

为了研究近10 a干旱半干旱地区荒漠化植被变化,本文从植被盖度入手,利用RS和GIS,以全国荒漠化定位监测站、退耕还林示范县、我国北方农牧交错带沙质荒漠化强烈发展的地区——宁夏盐池县为例,通过TM/ETM⁺影像,在推导像元二分模型的两个重要参数的基础上^[8],建立NDVI估算盐池地区植被覆盖模型,定量分析该地区近10 a植被覆盖变化,为该地区荒漠化的定量研究奠定基础。

1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,37°04′—38°10′N,106°30′—107°41′E,面积约6 740 km²,北与毛乌素沙漠相连,南靠黄土高原,在地理位置上属于一个典型的过渡地带。地形以剥蚀的准平原地形为主,全县地势南高北低,海拔1 295~1 951 m,南北明显地分为黄土丘陵和鄂尔多斯缓坡丘陵两大地貌单元。该县属于典型中温带大陆性气候,年均气温为8.1℃,年均无霜期为165 d;多年平均降水250~350 mm,从南向北、从东南向西北递减。土壤类型以灰钙土为主,其次是黑垆土和风沙土,此外还有黄土,以及少量的盐土、白浆土等。

盐池县植被在区系上属于亚欧草原区亚洲中部亚区,中国中部草原区的过渡带。植被类型以草原为主,间有半灌木、灌木。草原以地带性可划分为干草原植被、荒漠草原植被、沙生植被和隐域性(盐生植被和草甸植被)植被4种植被类型。干草原草场主要分布在该县南部黄土高原丘陵区以及中部的部分地区,一般海拔在1 600 m以上;荒漠草原植被分布在盐池县北部大多数地势平缓的地区,海拔一般在1 400~1 600 m以下;沙生植被草场分布在北部鄂尔多斯缓坡丘陵的平铺沙地,固定、半固定及流动沙丘外围;隐域性植被主要分布在盐池中北部,盐碱湖、低洼地周围和沟谷两边。

2 研究方法

2.1 数据获取与处理

本研究选取1999年8月12日、2004年8月17日、2010年07月17日3期Landsat卫星遥感影像(轨道号为129/034)进行分析。这3期影像云量覆盖少,质量比较好,可以满足分析需要。3期影像中1999年的为Landsat 7 ETM⁺数据,包含了Pan波段,Pan波段因为其宽波谱范围,达到了15 m的空间

分辨率,可用来做分辨率融合以增加其它波段的分辨率,以便更清晰的分辨地物,因此本研究所用方法都是以这期影像为基础进行。采用ERDAS、ENVI和ArcGIS等软件对影像进行了几何校正、辐射定标(传感器定标)、大气校正及图像波段选取、波段叠加、影像融合、影像裁剪,像元的大小为30 m×30 m,其校正的精度控制在1个像元以内。

实地于2010年7月25—27日在盐池县四儿滩、柳杨堡、哈巴湖、沙堆子4个典型样地(典型样地涵盖了盐池县所有的植被类型)进行了30 m×30 m的大样方植被调查以对应卫星影像的地面分辨率,并用“遥感”的方法进行植被盖度的计算。具体调查方法为:沿着样方的对角线,用相机垂直向下对地面进行拍照,然后对照片进行类似遥感图像的处理,用类似植被指数的方法确定绿色植被的盖度(普通相机没有植被反射率最高的近红外波段,而只有可见光波段。一般植被波谱曲线表明,植被在绿光波段有一个反射的小高峰,即是植被呈现绿色的原因,所以用这点来提取绿色植被。本研究即是采用类似NDVI的方法计算出绿光波段和蓝光波段的差与和的比值,然后确定一个阈值来区分绿色植被,并计算出植被盖度)。这样就能更好的与从遥感卫星影像中计算出的实际NDVI值进行对比来反演植被盖度。

2.2 NDVI的计算和盖度模型的建立

归一化植被指数NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)是一种由遥感传感器所接收的地物光谱信息经推算而得的反映地表植被状况的定量值,是众多植被指数之一,又称标准化植被指数,定义为近红外波段NIR(0.7~1.1 μm)与可见光红波段R(0.4~0.7 μm)数值之差和这两个波段数值之和的比值^[9],即

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

式中:NIR,R——地物在近红外和红光波段的反射值,一般反射值可以是经过量化后的DN值,本研究采用大气校正过的反射值,以尽可能消除大气对卫星成像的影响。

本文结合了一元线性回归分析与像元分解模型法里的像元二分模型进行植被覆盖度的计算。像元二分模型采用的是:

$$V_c = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}} \quad (2)$$

式中: V_c ——植被盖度; $NDVI_{soil}$, $NDVI_{veg}$ ——无植被像元的NDVI值和纯植被象元的NDVI值。

$NDVI_{soil}$ 对于大多数类型的裸地表面,理论上应

该接近于 0,但由于受众多因素影响,NDVI_{soil} 的变化范围通常在 -0.1~0.2 之间^[10]。

由式(2)分子可以发现 NDVI_{soil} 应为无植被与有植被覆盖间的临界值,因为当 NDVI 值大于此值时,计算出来的值即为正值,本研究根据卫星影像以及实地调查的结果,确定此临界值为 0.1。

结合实地调查数据,运用 matlab 软件进行拟合(图 1),得到取值为 0.747,标准差(RMSE)和确定系数(R-square)分别为 0.051 和 0.613。因此最后得到的植被覆盖度反演模型为:

$$V_c = \frac{NDVI - 0.1}{0.747 - 0.1}$$

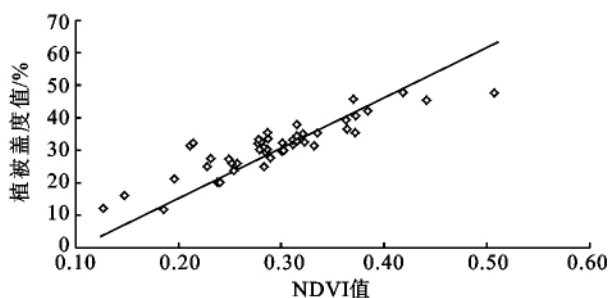


图 1 NDVI 与植被覆盖度拟合关系

3 结果与分析

本文对不同等级植被覆盖度在不同时期所占的比例以及近 10 a 的变化情况进行了分析,这些有助于了解植被覆盖度和植被长势的变化及其驱动力,对盐池县荒漠化进一步研究也有着特殊的意义。

3.1 不同时期植被覆盖度分析

用 NDVI 反演出来的植被覆盖栅格图计算 3 个时期的植被覆盖发现:1999 年、2004 年、2010 年平均覆盖度分别为 24.08%、26.97%和 23.92%。为分析不同覆盖度的植被分布,结合影像特征和实地监测数据,将植被覆盖度分为 5 个等级:I(0~10%),II(10%~25%),

III(25%~40%),IV(40%~60%)和 V(60%~100%),并对每一等级所占的比例进行统计(表 1)。

表 1 盐池县植被覆盖度分级统计 %

年份	植被覆盖度分级				
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
1999	4.14	55.47	34.54	5.07	0.78
2004	8.05	42.70	34.58	11.54	3.14
2010	8.76	53.84	29.20	5.84	2.36
平均	6.98	50.67	32.77	7.48	2.09

盐池县 80% 以上的土地植被覆盖度为 10%~40%,其中又有一半左右的土地植被覆盖度为 10%~25%,总体植被覆盖度偏低。1999 年,这个比例尤为高,植被覆盖度在 10%~40%的土地占全县面积的比例达到 90%(表 1)。结合已有研究^[11-12],将植被覆盖度等级划分为低植被覆盖度(0~10%和 10%~25%),中等植被覆盖度(25%~40%),高植被覆盖度(40%~60%和 60%~100%)。

1999 年、2004 年、2010 年 3 个时期相比:低植被覆盖度所占的比例分别为 59.61%、50.75%、62.6%,呈现先减少后增加的趋势;中等植被覆盖度所占比例分别为:34.54%、34.58%、29.20%,平稳中有所下降,且增加的趋势不明显;高植被覆盖度所占比例分别为:5.85%、14.68%、8.2%,呈现出先增加后减小的趋势。对比表明,1999 至 2004 年,盐池县低植被覆盖度的土地向中植被覆盖度土地和高植被覆盖度土地发生了转变,转变面积占全县面积的 9%左右,植被覆盖状况明显好转,2004—2010 年,低植被覆盖度的土地面积进一步加大,中植被覆盖度和高植被覆盖度土地向低植被覆盖度土地发生了转变,转变面积占全县面积的 12%,植被覆盖状况进一步恶化。整体来看,2004 年植被覆盖情况最好,覆盖度为 26.97%,其次是 1999 年,植被覆盖度为 24.08%,2010 年植被覆盖度最差,为 23.92%(图 2)。

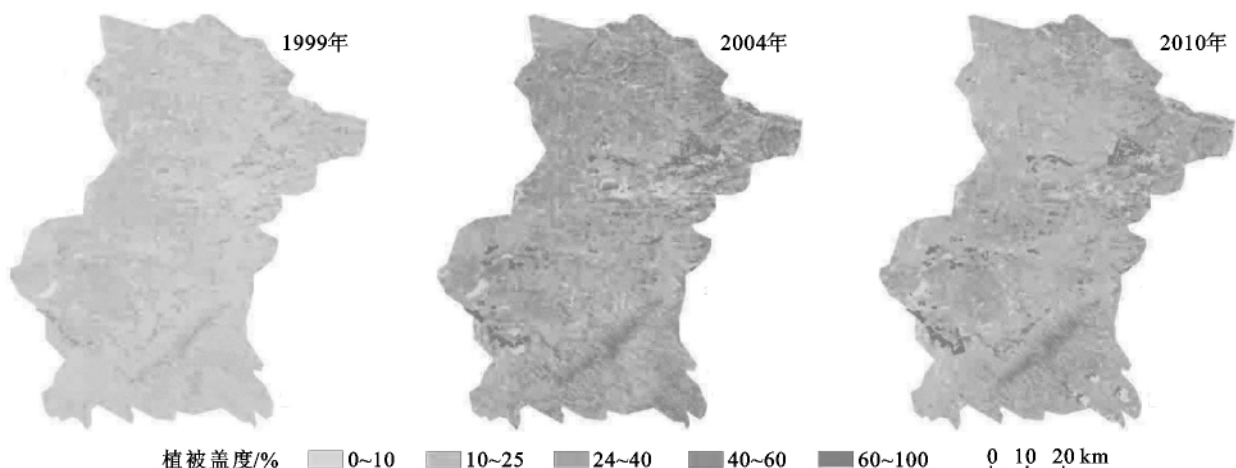


图 2 不同年份盐池县植被覆盖度分级

3.2 植被覆盖度变化原因分析

影响植被覆盖度的因素有人为因素、自然因素^[13-14]和遥感影像误差。以往的研究显示^[15],盐池县1981—2002年、1981—2006年人类活动对土地沙漠化的贡献率分别为72.22%和57.82%,表明人类活动对土地沙漠化的发生起着主导作用。自然因素对土地荒漠化的贡献率次于人类活动分别为16.57%和32.40%。土地荒漠化的过程和植被覆盖度变化有着密切的联系,因此在研究植被覆盖变化时,上述人类活动和自然因素的贡献也是适用的。

3.2.1 人为因素 人为因素是造成盐池县植被覆盖变化的主要原因。3期影像显示,1999年、2004年、2010年3a植被覆盖度先增加后降低。随着人口的快速增长,盐池县农牧民过度放牧、垦殖,使得当地草场和乔灌木遭到了严重的破坏^[16],在1999年影像中显现的低植被覆盖度到了2004年,有了明显的好转,其原因是自2002年11月1日开始,盐池县实行全县禁牧。据统计,2004年羊只存栏(45.2万只)明显少于1999年羊只存栏(50.5万只),人为因素对荒漠化的贡献率减弱了14.4%^[14],这对于植被恢复起到巨大的作用,全县范围内基本上杜绝了放牧现象,这极大地促进了草原建设,有效地遏制了土地荒漠化。

3.2.2 气候因素 降水是制约干旱区植被生长的主要因素。降水量影响土壤水分变化,土壤水分影响植物的生长状况。5—7月的降水量与灌木密度和植物总盖度之间存在正相关关系,因此5—7月的降水量和土壤水分是限制当地荒漠植被密度、盖度的关键因子^[17]。

1999年、2004年、2010年盐池县的降水量分别为294.7、282.2、243.7 mm,如图3所示。5—9月份降雨占据多年平均年降雨量的80%以上。1999年降水量多于2004年,但植被盖度低于2004年,究其原因自然因素对植被覆盖度的影响低于人为因素。2010年植被覆盖状况受降雨影响比较显著,同2004年一样,均是在全县封育以后,但降雨量少,尤其是7月份(仅为3.3 mm),明显低于2004年,这是造成2010年植被盖度低于2004年的主要原因。

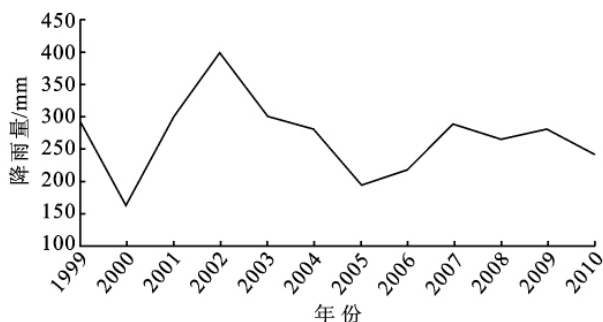


图3 盐池县1999—2010年降水量变化

4 结论

(1) 从3期遥感影像分析可以得出,盐池县1999年、2004年、2010年平均植被盖度分别为24.08%、26.97%、23.92%,呈现出先增加后减少的趋势;进一步分析,3个时期低植被盖度所占的比例分别为59.61%、50.75%、62.6%,呈现先减少后增加的趋势;中等植被盖度所占比例分别为34.54%、34.58%、29.20%,呈现先增加后减小的趋势,且增加的趋势不明显;高植被盖度所占比例分别为5.85%、14.68%、8.2%,先增加后减小。

(2) 分析盐池县近年来植被覆盖变化的原因,人为因素是影像植被覆盖度变化的主导因素,2002年的封育使得盐池县2004年的植被覆盖状况比1999年有所好转,降雨等因素是盐池县植被变化的主要原因,在同样采取封育措施的情况下,2010年植被盖度比2004年低;进一步分析得出封育禁牧对植被恢复起到了很大作用,使得低植被盖度向中、高植被盖度转变,但同时自然降水又导致植被状况在相同封育条件下变差,植被状况出现退化,使植被盖度降低。

(3) 盐池县2010年植被盖度比2004年低,不仅仅是因为降雨原因,更主要的可能还是人为因素,有研究^[18]表明,草场封育一定年限后,如果不进行合理的利用,植被状况反而会有所变差,因此封育超过一定年限也可能造成植被盖度的降低。如果封育到一定程度,对植被加以合理的开发利用,能使植被状况维持在良好的循环之中。另外,自从2002年盐池全县封育以来,对植被的人为管理尚存在着漏洞,随着封育年限的延长,管理力度也可能随之减弱。人为因素对植被覆盖变化影响的定量化研究、草场被人们利用的最佳封育年限以及管理等几个方面还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 宝音,陶格涛,刘丹. 农牧交错带多伦县耕地变化及问题分析[J]. 内蒙古大学学报:自然科学版,2001,32(6): 657-660.
- [2] 陈宝瑞,辛晓平,朱玉霞,等. 内蒙古荒漠化年际动态变化与气候因子分析[J]. 遥感信息,2007(6): 39-44.
- [3] 王莉雯,牛铮,卫亚星. 基于MODISNDVI的新疆潜在荒漠化区域探测[J]. 红外与毫米波学报,2007,26(6): 456-460.
- [4] Sellers P J, Tucker C J, Collatz G J, et al. A global by NDVI data set for climate studies: the generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from the NDVI[J]. International Journal of Remote Sensing, 1994,15(17): 519-3545.

(下转第121页)

密度较小,产业结构所造成的综合影响不大。但是值得注意的是,该地区属生态环境脆弱区,几乎包含了土壤防水蚀和防水蚀的全部极重要区域。应当注意控制上述地区的人口增长、积极实施产业转型,在保障生态移民政策顺利实施的同时,加强对上述地区的恢复治理。

4 结语

本研究在区域水土保持生态系统服务功能研究的基础上考虑了产业结构的影响,对水土保持的分区治理有一定的借鉴意义。需要指出的是,由于数据获取手段的局限性,在评价过程中认为人类活动的影响在行政上最小空间单元分布是均质的,不利于在更小尺度评价对象的推广,这也是以后研究需要改进之处。

参考文献:

- [1] 水利部水土保持司. 水土保持科普知识读本[M]. 河南: 黄河水利出版社, 2003.
- [2] 王辉, 莫多闻, 苏成. 土壤侵蚀研究中有关的人地关系问题探讨[J]. 水土保持研究, 2001, 8(2): 56-58, 99.
- [3] 孙家国, 谷艳玲, 母成波. 黑龙江垦区水土保持分区模式研究[J]. 中国西部科技, 2010, 9(34): 4-5, 25.
- [4] 张信宝, 周杰, 安芷生. 对黄土高原水土保持分区的修改意见[J]. 人民黄河, 1999, 21(8): 33-35, 39.
- [5] 汤进华, 钟儒刚. 武汉市产业结构变动的生态环境效应研究[J]. 水土保持研究, 2010, 17(2): 259-263.
- [6] 王立明, 张宁. 宁夏水土保持现状与发展对策[J]. 中国水土保持, 2010(8): 13-15.
- [7] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.
- [8] 王令超, 刘荷芬, 王国强. 基于 GIS 工作平台的农用地定级方法研究[J]. 地域研究与开发, 1999, 18(4): 20-22.
- [9] 周伏建, 陈明华, 林福兴, 等. 福建省降雨侵蚀力指标 R 值[J]. 水土保持学报, 1995, 9(1): 8-12.
- [10] 刘新华, 杨勤科, 汤国安. 中国地形起伏度的提取及在水土流失定量评价中的应用[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 57-62.
- [11] 龚建周, 夏北成. 基于遥感影像的广州市植被覆盖度内部结构与时空变化[J]. 植物资源与环境学报, 2006, 15(4): 25-29.
- [12] 乌敦, 李百岁. 鄂尔多斯市产业结构变化及其生态环境效应[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(5): 6-10.
- [13] 彭建, 王仰麟, 叶敏婷, 等. 区域产业结构变化及其生态环境效应: 以云南省丽江市为例[J]. 地理学报, 2005, 60(5): 798-806.
- [14] 丁琳霞, 穆兴民. 水土保持对小流域地表径流时间特征变化的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(3): 103-106.
- [15] 魏晓, 孙峰华. 宁夏水土保持及区划研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 119-121.
- [16] 研究[J]. 遥感技术与应用, 2002(6): 293-298.
- [17] 贾宝全, 马玉峰, 仇宽彪. 伊金霍洛旗近 15 年来植被覆盖度的动态变化[J]. 干旱区地理, 2009(7): 481-487.
- [18] 刘云芳, 李瑞, 张克斌, 等. 基于 NDVI 的农牧交错带草地植被数量动态研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(10): 137-143.
- [19] 成军锋, 贾宝全, 赵秀海, 等. 干旱半干旱地区植被覆盖度的动态变化分析: 以毛乌素沙漠南部为例[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(12): 172-176.
- [20] 马永欢, 周立华, 朱艳玲, 等. 近 50 年来盐池县土地沙漠化驱动因素的时间变化[J]. 干旱区研究, 2009, 26(2): 249-254.
- [21] 毋兆鹏, 陈学刚, 卢燕. 新疆典型沙尘暴源区绿洲土地荒漠化的动态变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(11): 23-28.
- [22] 张应昌, 常兆丰. 民勤荒漠区植被退化动态定位研究[J]. 干旱区研究, 2008, 25(1): 16-21.
- [23] 沈彦, 张克斌, 杜林峰, 等. 封育措施在宁夏盐池草地植被恢复中的作用[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(3): 90-93.

(上接第 115 页)

- [5] Los S O, Collatz G J, Sellers P J, et al. A global 9—years biophysical land—surface data set from NOAA AVHRR data[J]. Journal of Hydrometeorology, 2000, 1(2): 183-199.
- [6] Peter R J. North Estimation of FAPAR, LAI, and vegetation fractional cover from ATSR—2 imagery[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 80(1): 114-121.
- [7] 杨胜天, 刘昌明, 杨志峰, 等. 南水北调西线调水工程区的自然生态环境评价[J]. 地理学报, 2002, 57(1): 11-18.
- [8] Lepeieur C, Verstraete M M, Pinty B. Evaluation of the performance of various vegetation indices to retrieve vegetation cover from AVHRR data[J]. Remote Sensing Review, 1994, 10(4): 265-284.
- [9] 李苗苗, 吴炳方. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J]. 资源科学, 2004, 26(4): 153-159.
- [10] Bradley C R. The influence of canopy green vegetation fraction on spectral measurements over native tall grass prairie[J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 81(1): 129-135.
- [11] 高志海, 魏怀东, 丁峰. TM 影像荒漠化解译与成图技术