

基于 NDVI 的黄土丘陵沟壑区退耕还林还草监测及效果评价 ——以定西市安定区为例

陈芳, 魏怀东, 丁峰, 周兰萍, 胡小柯

(甘肃省荒漠化防治重点实验室 甘肃省治沙研究所, 甘肃, 武威, 733000)

摘要: 植被盖度是评估生态环境的一个重要参数, 为了对黄土丘陵地区退耕还林还草效果进行监测与评价, 研究通过归一化植被指数(NDVI)遥感估算安定区 2001 年和 2004 年植被盖度变化。通过分析得出: 2001~2004 年安定区整体植被盖度有所增加, 尤其是退耕还林还草的区域, 低盖度植被类型面积大大减少, 植被盖度 < 60% 的类型面积共减小了 967.5 hm², 而高植被盖度面积增加。通过坡度与植被指数空间叠加分析发现, 坡度对植被盖度较高区域的影响较小, 对于植被盖度较低的区域影响较大。对于低植被盖度区域来说, 坡度小则植被恢复快, 坡度大则恢复较慢。

关键词: NDVI; 退耕还林还草; 效果评价; 坡度; 黄土丘陵沟壑区

中图分类号: S718.557 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7461(2008)01-0050-04

Monitoring and Effects Evaluation of Converting Farmland to Forest and Grass
Land by NDVI in Loess Hilly and Gully Areas
—A Case Study of Anding Region, Dingxi City

CHEN Fang, WEI Huai-dong, DING Feng, ZHOU Lan-ping, HU Xiao-ke

(Gansu Key Lab of Desertification Combating, Gansu Desert Control Research Institute, Wuwei, Gansu 733000, China)

Abstract: Vegetation covers is an important ecological and environmental parameter. In this paper, vegetation dynamic changes in Anding region, Dingxi city were analyzed to evaluate the effects of convert farmland to forest or grass land based on NDVI estimate. The results showed that during 2001-2004, the overall vegetation coverage had increased, especially in the project areas and areas with low vegetation coverage area had reduced greatly. By spatial overlay analysis of slope gradient and vegetation index, it was found that slope gradient affected vegetation restoration significantly in regions with the low vegetation coverage the smaller of slope gradient, the faster vegetation restoration.

Key words: NDVI; conversion of farmland to forest or grass land project; effects evaluation; slope gradient; loess hill and gully area

黄土丘陵沟壑区是黄土高原水土流失最严重的地区, 每年入黄泥沙达到 9 亿 t^[1]。严重的水土流失不仅破坏了黄土丘陵沟壑区的水土资源, 也严重制约社会经济的可持续发展。为此, 国家于 1999 年开始试点实施退耕还林还草工程, 前后已历时 7、8 年时间。为了监督退耕还林政策落实情况, 及时准确地发现退耕中存在的问题, 必须及时对退耕还林还草效果进行监测和评价, 为退耕还林还草政策的进一步实施提供科学依据^[2]。

本研究以甘肃省退耕还林还草的重点地区之一

安定区为例, 通过 NDVI 植被指数模型对该区的退耕还林还草进行监测和评价, 从而为整个黄土丘陵沟壑区退耕还林还草工程监测和评价提供科学有效的途径。

1 研究区概况

定西市安定区(原定西县)位于甘肃省中部(北纬 35°17'~36°02', 东经 104°12'~105°01'), 西连榆中县, 北部与会宁、通渭相邻, 属陇中黄土高原丘陵沟壑区。全区总流域面积 36 万 hm², 地势南高北低,

收稿日期: 2007-03-06 修回日期: 2007-03-28

基金项目: 甘肃省科技攻关项目(QS031-31-02); 甘肃省沙漠综合治理技术研究创新团队。

作者简介: 陈芳(1980-), 女, 甘肃兰州人, 从事荒漠化监测与景观生态等方面工作, Email: chenfang2ff3@163.com。

海拔在1 750~2 580 m之间,相对高差150~300 m。境内年降水量350~500 mm,其中56%集中在7~9月份,年蒸发量1 526 mm,平均气温6℃,年温差较大,无霜期100~160 d,日照充分,冬春季多西北风,夏秋季多东南风,是典型的大陆性气候。根据高程差和植被状况等因子,可以把安定区分为北部高丘陵区、中部低丘陵沟壑区、南部低山、平山区和河谷区4种地貌单元。区内土壤主要以结构松散的黄绵土为主,地表植被覆盖率低,侵蚀模数达5 400 t/km²,生态环境极为脆弱,是全国水土流失最严重的地区之一^[3]。

2 研究方法

2.1 数据来源

研究数据源于2001年和2004年两期经辐射校正、系统几何校正的中巴资源卫星一号(CBERS-1)二级影像产品,时相分别为2001年7月23日和2004年6月15日,空间分辨率为19.5 m。其他资料还包括安定区坡度数据、安定区1:5万地形图,参考资料为甘肃省国土资源规划研究院2003年出版的1:30万的土地利用现状图,甘肃省土地规划研究室2001年出版的1:30万的水土流失现状图。

2.2 数据预处理

研究中采用4、3、2波段假彩色图像。两期影像均为二级产品,为了进行动态比较,以及动态变化面积大小的量算,需要对遥感影像进行几何校正。分别对两期CBERS遥感影像以安定区1:5万地形图作为参考,通过ERDAS软件进行几何精校正,每期分别选取20多个控制点,选用二次多项式模型进行几何校正。像元重采样采用最小临近法进行,最终误差控制在一个像元以内。校正后的遥感影像再经裁剪、卷积和去条带等增强处理^[4,5],最终完成影像的前期处理工作。

2.3 植被指数选择及植被盖度估算

植被盖度是评估生态环境的一个重要参数。由于它不仅是描述生态系统的一个重要基础数据,同时又是水文、气象、生态模式的基本参数^[6]。因此,植被盖度反映了区域生态环境的变化,对区域水土保持效果具有决定性的影响,是进行退耕还林还草效果评价的关键指标。植被盖度的计算方法可分为地表实测和遥感监测2类^[7],由于植被盖度具有显著的时空分异特性,地表实测的方法费时费力,而且对于较大时间和空间尺度的研究无能为力。因此,用遥感手段监测估算植被盖度已成为中、大尺度植被变化研究的主要手段。遥感估算植被盖度的方法大致可归纳为经验模型法和植被指数转换法^[8];其万方数据

中,经验模型法主要是通过建立实测植被盖度数据与植被指数的经验模型来求取大面积植被盖度。而植被指数转换法是在对光谱信号进行分析的基础上,通过建立植被指数与植被盖度的转换关系来直接估算植被盖度。由于植被指数转换法不依赖于实测的植被盖度数据,因而在实际工作中得到广泛应用。本文所采用的是目前比较广泛使用的由Gutman提出的一种根据归一化差值植被指数(NDVI)来计算植被盖度的方法。

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

$$F = (NDVI - NDVI_{\min}) / (NDVI_{\max} - NDVI_{\min}) \quad (2)$$

其中, F 为植被盖度, $NDVI_{\min}$ 为最小植被指数,即裸土条件下的 $NDVI$ 值; $NDVI_{\max}$ 为最大植被指数,即全植被覆盖条件下的 $NDVI$ 值;植被盖度的模型设计与计算均利用ERDAS IMAGINE的Modeler maker模块来完成^[9,10]。

2.4 不同坡度退耕还林还草面积提取

坡度是影响退耕还林还草植被恢复效果的重要影响因子,为了具体分析不同坡度下退耕还林(草)地区退耕还林还草前后的植被盖度变化情况,参照甘肃省国土资源规划研究院2003年出版的1:30万的土地利用现状图,通过图形数字化勾绘出退耕还林还草区域并对植被盖度分布图进行裁剪,然后与研究区坡度数据进行数据叠加。从而进一步对退耕地区的植被盖度变化进行讨论。

3 结果与分析

3.1 2001~2004年植被盖度时空变化

根据水利部1996年颁布的《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-16),安定区水土流失现状及不同覆盖度的土地利用类型和分布状况在影像上的色调、形状、分布特性等方面的不同,对该地区植被盖度分为5个盖度级(表1),然后在Arcgis 9.0中,利用空间分析模块的再分类(reclassfy)工具,按照分类标准把两期安定区植被盖度图像进行分类^[8]。

表1 安定区植被盖度分级

Table 1 The vegetation covers classification in Anding region

盖度级	5级	4级	3级	2级	1级
植被盖度	<20	20~40	40~60	60~80	>80
盖度等级	劣	差	中	良	优

分类统计2001~2004年不同植被盖度等级土地面积,由统计结果(图1)可看出,在人为环境改良和自然两种因素的影响下,安定区2001~2004年间植被盖度具有较大变化。盖度>60%的类型所占

面积大幅度增加,植被盖度范围为 40%~60%, 20%~40% 的类型面积分别减少了 23 404.7 hm² 和 4 610.3 hm², 植被盖度 <20% 的类型面积有所增加。

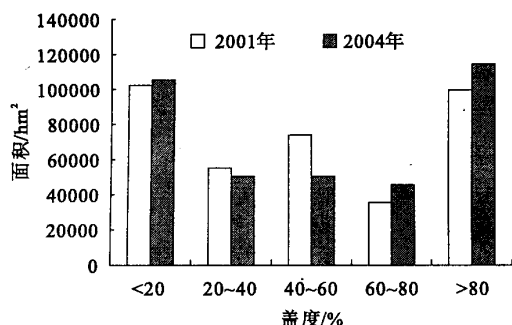


图1 安定区 2001~2004 年植被盖度动态变化

Fig 1 Dynamic changes of vegetation covers in Anding region

为了进一步对植被盖度的空间变化和植被盖度变化的驱动因素进行监测和分析,在 ARCGIS 软件支持下,对 2001 年和 2004 年植被盖度图像进行空间叠加运算,进行变化监测及成因分析。结果发现植被盖度增加的区域主要分布在南部低山和平山区,这些地区由于退耕还林还草、雨水截流和坡改梯等大量生态工程的实施,局部生态环境得到很好的保护与修复。大量的坡耕地退耕使得坡面水土流失得到了有效的控制,植被盖度增加。而在北部高丘陵区和中部低丘陵沟壑区,由于生态工程实施区域较小,

自然因素与人为破坏共同作用,坡面径流冲刷,因而导致区域水土流失加剧,植被盖度大大减小,从而导致整个区域的劣等盖度土地面积略有增加。

3.2 退耕还林还草区 2001~2004 年不同坡度植被盖度变化

3.2.1 2003 年退耕还林还草区分布及退耕区植被盖度变化 通过图形数字化勾绘出退耕还林还草区域,并对植被盖度分布图进行裁剪(图 2),以便于进一步说明退耕区退耕前后的植被覆盖度变化情况。由退耕还林还草区分布图可以看出,安定区自 2003 年为止,退耕还林还草区域主要集中于九华沟流域、西巩河流域和东河流域的部分地区。通过对退耕还林还草区植被盖度的对比分析发现,退耕还林还草效果显著,退耕区低盖度植被类型区面积减少而高盖度植被区(>60%)面积大大增加,植被盖度 >80% 的类型面积共增加 670 hm²。植被盖度为 40%~60% 的类型减小的面积最多,为 829.35 hm²。但是从各类型面积所占比例来看,由于区域退耕时间较短,而植被(尤其是乔木)生长与恢复是一个较为缓慢的过程,因此退耕地中低盖度的劣等,差等盖度土地仍占有较大比例。

通过研究也可看出,对于退耕还林还草来说,植被盖度也是影响退耕还林还草的重要因子之一,植被盖度较低(<40%)的区域植被恢复较慢,而植被状况较好的区域植被则能快速得到恢复。

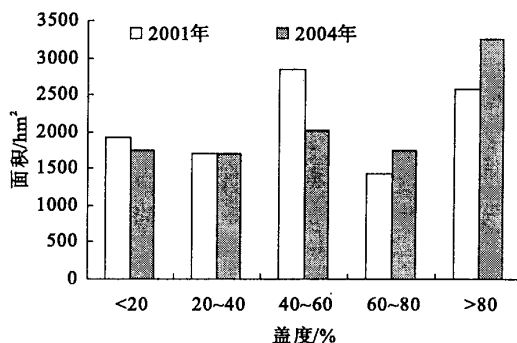
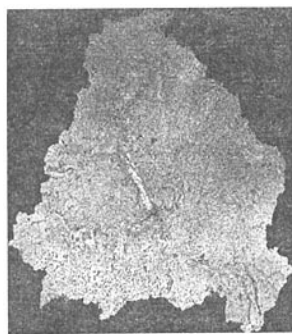


图2 安定区 2003 年退耕还林还草区分布及退耕区 2001~2004 年植被盖度变化

Fig. 2 The covering farmland to forest and grass land distribution in 2003 and dynamic change of vegetation covers from 2001 to 2004

3.2.2 不同坡度植被盖度变化 坡度是影响退耕还林还草效果的主要贡献因子之一,因此,通过退耕区植被指数与坡度(坡度分级:0~3°, 3°~6°, 6°~15°, 15°~25°, 25°~90°)的叠加分析对退耕效果进行进一步的分析。

退耕地区坡度主要在 6°~15°、15°~25° 区间范围内,由图 3 可看出,所有坡度范围退耕地退耕后植被盖度在 40%~60% 之间的面积均有所减少,而植

被盖度为 60%~80%、>80% 的区域面积增加,坡度对植被盖度较高区域的影响较小。但是对于植被盖度较低(0~20%, 20%~40%)的区域来说,坡度对植被盖度变化的影响较大,坡度小则植被恢复快,坡度大则恢复较慢。坡度在 6°~15°、15°~25°、25°~90° 范围内,2001~2004 年植被盖度 0~20% 区域面积均有所减小,而对于坡度 0~3°、3°~6° 的区域,植被盖度有明显增加。

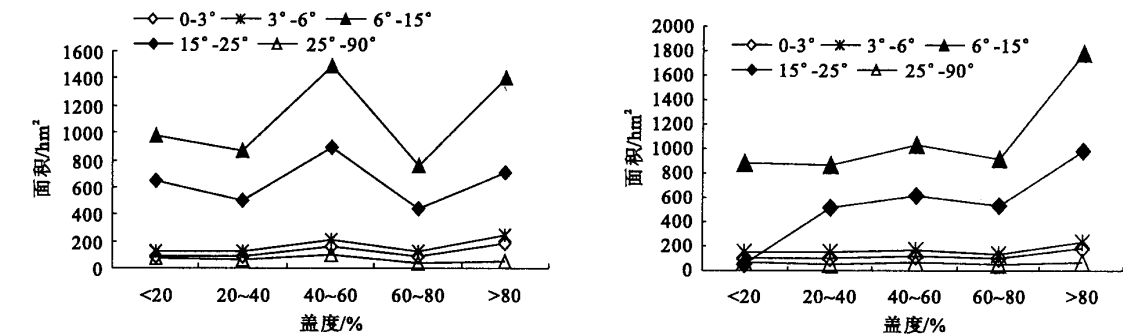


图 3 2001~2004 年不同坡度植被指数变化分析

Fig. 3 The changes of vegetation indices in different slope gradients during 2001~2004

4 结论

本文通过 NDVI 植被指数估算植被盖度,对定西市安定区退耕还林还草的实施的效果进行了监测与评价,结果表明:从 2001 年到 2004 年全区植被盖度>80% 的类型面积共增加了 14 760.1 hm²,研究区整体植被盖度有所增加。尤其在退耕区,低盖度植被类型区面积减少而高盖度植被区面积大大增加,退耕还林还草极为显著。由植被盖度变化的空间分布而言,南部低山和平山区植被盖度增加,而在北部高丘陵区和中部低丘陵沟壑区植被盖度降低,植被盖度变化的空间分布差异较为明显。通过坡度与植被指数的叠加分析发现,坡度对植被盖度较高区域的影响较小,对于植被盖度较低的区域影响较大,坡度小则植被恢复快,坡度大则恢复较慢。

参考文献:

[1] 蒋定生,黄国俊,范兴科. 黄土高原坡耕地水土保持措施效益评价试验研究[J]. 水土保持学报,1990 (4):8-13.

[2] 魏怀东,丁峰,高志海. 甘肃省退耕还林还草存在的问题及避免途径[J]. 干旱区研究,2004,22(3):290-239.

[3] 陈家琪,周波,张峰,等. 基于遥感和 GIS 技术的定西县土地利用变化研究[J]. 遥感技术与应用,2002,17(6):390-393.

[4] 李洪星. “3S”技术在水土流失动态监测上的应用 [J]. 水土保持研究,2004,11(2),16-18.

[5] 丁峰,高志海,魏怀东. CBERS-1 数据在荒漠化地区生态环境中的应用—以甘肃省古浪县为例[J]. 水土保持学报,2003,17 (1):63-66.

[6] 唐世浩,朱启疆,周宇宇,等. 一种简单的估算植被覆盖度和恢复背景信息的方法[J]. 中国图像图形学报,2003,8(11):1304-1308.

[7] 陈晋,陈云浩,何春阳,等. 基于土地盖度分类的植被覆盖率估算亚像元模型与应用[J]. 遥感学报,2001,5(6):416-423.

[8] 朱云燕,朱翔,李卓卿. 归一化植被指数在土地覆盖遥感动态调查中的应用[J]. 云南环境科学,2003,22(4):9-10.

[9] 李蕾,刘黎明,张虹波,等. 关于退耕还林还草监测评价体系的构想[J]. 中国水土保持,2004(4):24-25.

[10] 王建华,郭跃,刘金萍. 重庆沙区植被覆盖动态变化研究[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版),2006,24(3):348-352.