

基于遥感的土地利用与退耕还林时空变化研究 ——以延河流域下游地区为例

卫建军¹, 李新平¹, 杨勤科^{1,2}, 梁伟^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 随着退耕还林政策的实施, 我国的退耕还林工程取得了很大的成效。利用中巴卫星数据 CBERS 对陕北延河流域下游近 10 a 的土地利用变化进行动态监测, 并对其空间结构的变化进行了量化。研究表明, 延河下河地区林地面积增加了 8%, 草地增加了 20%, 耕地减少了 38%, 并且有 1.03% 的耕地变为林地, 57.49% 的耕地变为草地。实现了对区域生态环境变化的动态监测, 为黄土丘陵地区退耕还林还草、生态环境调查及动态监测提供了可行的方法。

关键词: 遥感; CBERS; 土地利用变化; 退耕还林草; 时空变化

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2007)02—0087—04

中图分类号: F301.24, S725

Landuse Changes Based on CBERS Data in Lower Reaches of Yanhe River in the Loess Plateau of China

WEI Jian-jun¹, LI Xin-ping¹, YANG Qin-ke^{1,2}, LIANG Wei^{1,2}

(1. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: With the implementation of the policy of converting slope farmland into forest and grassland, the project has achieved great successes in China. Satellite data of CBERS are used to monitor landuse change for nearly 10 years in the lower reaches of Yanhe River in northern Shaanxi Province, and the change in the spatial structure are quantified as well. Results show that forest was increased by 8%, grassland was increased by 20%, and farmland was decreased by 38%. 1.03% of farmland was converted into woodland, and 57.49% of farmland, into grassland. Dynamic monitoring of changes in the region's ecological environment has been achieved, and a viable way to monitor and survey ecological environment and converting slope farmland into forest and grassland in the loess hilly and gully area has been provided.

Key words: remote sensing; CBERS; landuse change; converting slope farmland into forest and grassland; spatial and temporal variation

目前区域土地利用变化研究已经成为全球变化研究的热点问题^[1-4], 自 20 世纪 90 年代末实施退耕还林工程以来, 对黄土高原的土地利用和土地覆盖产生了巨大的影响。客观准确提取和分析退耕还林草工程中土地利用变化及其原因, 对于评价水土保持生态建设工程进展, 促进黄土高原生态建设工程持续发展, 具有重要意义。本文分析了 1997 和 2005 年的陕北丘陵沟壑区土地利用的时空变化特征和退耕还林的量化特征, 探讨退耕还林工程对当地土地利用变化的影响程度。虽然在这个方面国内外已经有不少的报道和研究, 用中巴卫星数据的也有如胡娟等在贵州

省都匀市的喀斯特地貌土地利用研究^[5], 陈雪清在西藏森林调查中的应用^[6], 刘玉机等在辽东地区的环境监测研究^[7], 但是用中巴卫星数据在黄土高原的应用和研究目前还鲜见报道。本文就是用国产卫星进行试探性研究, 希望能运用它的优点和发现其不足, 促进国产卫星的发展。

1 研究区域与数据基础

1.1 研究区域

延河流域地处陕北黄土高原中部, 地理位置为 36°21'—37°19' N, 108°38'—110°29' E 之间。该流域

收稿日期: 2007-02-09

资助项目: 黄河水利委员会治黄专项项目(2004SZ01—04); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3—SW—421)

作者简介: 卫建军(1981—), 男(汉族), 陕西省韩城人, 在读硕士, 主要从事 GIS 与遥感应用研究。E-mail: jianjunwei@tom.com。

通讯作者: 杨勤科(1962—), 男(汉族), 陕西省陇县人, 研究员, 主要从事基于遥感和 GIS 技术的区域水土流失评价研究。E-mail: qkyang@ms.iswc.ac.cn。

属暖温带大陆性半干旱季风气候,年平均气温 8.8~10.2,年均降雨量为 520 mm,其中 7—9 月份降雨量占全年降雨量的 60%以上,是典型的黄土丘陵沟壑区,其流域面积大约为 7 725 km²,全流域内 7 000 多条支、主沟纵横切割,地表形态破碎,水土流失严重,流失面积占流域面积的 88.9%,是我国水土保持的重点地区,以该区为研究区域可以有效地测试研究方法。

1.2 数据基础

在本研究中所用到的遥感数据包括 2005 年 7 月的中巴卫星数据,1997 年延河流域土地利用图和 25 m 分辨率延河流域 DEM。

1.2.1 中巴卫星数据 中巴卫星属于第一代传输型地球资源卫星,圆形太阳同步轨道,起轨道平均高度 778 km,轨道重复周期 26 d,01 星 1999 年发射成功,寿命大于 2 a。02 星 2002 年发射成功,携有不同空间分辨率的 3 种传感器:CCD 高分辨率相机、红外多光谱扫描仪、宽视场成像仪等。遥感器技术指标与主要特点见表 1,数据处理流程如图 1 所示。

表 1 中巴卫星遥感器技术指标

波段序列	波长/ μm	波段名称	地面分辨率/m
1	0.45~0.52	蓝绿色	19.5
2	0.52~0.59	绿色	19.5
3	0.63~0.69	红色	19.5
4	0.77~0.89	近红外	19.5
全色	0.51~0.73	全色	19.5

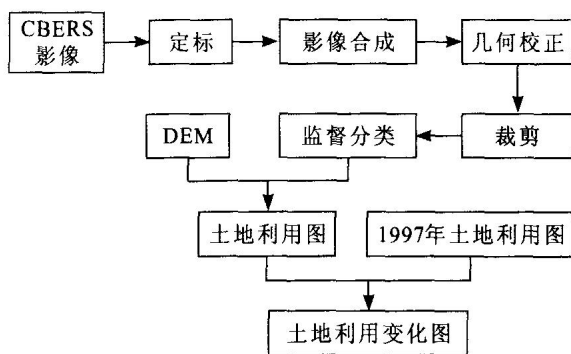


图 1 数据处理流程图

CCD 相机的主要特点: B1、B2、B3、B4 和美国陆地卫星 4 号、5 号的主题绘图仪(TM)和 7 号增强型主题绘图(ETM)的 1、2、3、4 波段基本相同,地面分辨率为 19.5 m,优于陆地卫星的 TM 和 ETM 有关波段。B5 和法国资源卫星(spot)全色波段相同,也具有侧视能力,可以获得立体图像数据。与美国发

射的 landsat-7 的 ETM 全色波段相近,地面分辨率 19.5 m,低于 SPOT 和美国 ETM 分辨率。

我国卫星地面站提供给用户的数据基本上已做了几何粗校正,在本研究中还做了几何精校正,校正结果使 RMS 小于 1 个像元(图 1),数据处理过程如图 1 所示。

1.2.2 土地利用图和 DEM 1997 年土地利用图为 1997 年延河流域土地利用图,是用 30m TM 影像经过监督分类而得来,做为参考影像对 2005 年的数据校正和分类,同时与 2005 年的土地利用图进行矩阵转移统计出土地利用变化情况。

DEM 利用 25 m 分辨率 DEM 辅助进行分类。在本研究中主要是解决同物异谱(同谱异物)现象对分类结果的影响,通过 DEM 提取出来坡度图和水系网络图参与分类。为了使非遥感数据与遥感数据的精确配准,必须将 25 m 格子大小的 DEM 转换为 20 m 格子大小的 DEM,然后对 DEM 和土地利用图进行投影坐标转换,使其与遥感影像的投影坐标系统一致,最后利用 DEM 生成坡度图和水系网络图^[8],用来辅助分类。

2 土地利用信息的提取

2.1 监督分类及其精度评价

监督分类实质上是依据所建立的分类模板、在一定的分类决策规则条件下,对图像像元进行聚类判断的过程。目前常用的方法有最大似然判别法、最小距离法、BP 神经网络分类法等。本文根据需要采用了最大似然判别法进行监督分类。

利用 ERDAS 软件的精度评价功能运用随机抽样的方法选取 256 个地面检查点。参考同期地面资料利用目视判读的方法对影像的分类结果进行精度检验,得到精度混淆矩阵、总精确度、Kappa 指数等判别指标数据。对影像分类结果进行精度检验得到的结果为:总精确度为 89.84%,Kappa 指数为 0.84。Kappa 指数均达到最低允判精度 0.7 的要求^[9]。

2.2 分类结果的后处理

分类结果的后处理主要包括聚类统计、去除分析和分类重编码。首先利用 ERDAS 软件的聚类功能对影像分类结果进行聚类统计,然后运用去除功能去除聚类图像中面积小于 16 个像元的小图斑,把它们合并到相邻的最大分类中。利用 ERDAS 软件的重编码对经过聚类统计和去除分析处理的分类结果进行相应的合并处理,即将众多的小类合并为耕地、林地、草地、水体、果园等 6 大类,最终得到土地利用图。

2.3 土地利用转移矩阵

利用 Arc/ Info 软件的空间叠加分析功能对研究区域 2 个时期(1997 年, 2005 年)土地利用现状数据进行叠加, 然后用 Frequency 功能统计出土地利用各类型的面积以及各种土地利用变化面积, 将统计结果转成不同土地利用类型在研究期内的转移矩阵^[10]。

3 结果与分析

3.1 土地利用情况

附图 6 和附图 7 分别为 1997 和 2005 年延河流域的土地利用图。经过统计我们可以得到不同土地利用类型的面积和所占的比例(表 2)。

表 2 研究区土地利用类型的面积统计和净变化

类型	1997		2005		1997—2005	
	面积/ km ²	比例/ %	面积/ km ²	比例/ %	净变面 积/ km ²	净变幅 度/ %
耕地	290.08	32.46	174.83	19.57	-109.33	-37.69
林地	74.72	8.36	80.43	9.00	5.71	7.64
草地	521.48	58.36	623.80	69.81	102.32	19.62
居民地	0.17	0.02	0.18	0.02	0.01	5.88
果园			5.92	0.66		
水体	7.07	0.79	8.36	0.94	1.29	18.25
总计	893.52	100	893.52	100		

注: 将果园合并到耕地里。

根据表 2 可以看出, 在研究区主要的土地利用类型是草地和耕地, 其次是林地, 而水体和居民地所占的比例很小。1997 年耕地面积为 290.08 km², 占总面积的 32.46%; 2005 年耕地面积为 174.83 km², 占总面积的 19.57%。林地面积 1997 年为 74.72 km², 占总面积的 8.36%; 而 2005 年林地面积为 80.43 km², 占总面积的 9%。1997 年草地面积为 521.48 km², 占总面积的 58.36%; 2005 年草地面积为 623.80 km², 占总面积的 69.81%。1997 年水体面积为 7.07 km², 占总面积的 0.79%, 居民地面积为 0.17 km², 占总面积的 0.02%; 到了 2005 年水体面积为 8.36 km², 占总面积的 0.94%, 居民地面积为 0.18 km², 占总面积的 0.02%, 果园面积为 5.92 km², 占总面积的 0.66%。

3.2 土地利用的变化

利用分类结果图, 对研究区 1997, 2005 年各类土地利用类型的面积进行了统计(表 2)。并根据结果计算出了研究区土地利用变化幅度, 其表达式为:

$$K = (S_2 - S_1) / S_1 \times 100\%$$

式中: S_1, S_2 ——分别表示研究初期和末期某一类土地利用类型的面积。

土地利用变化主要反映在土地类型的面积、空间分布和质量上的变化。要研究土地利用变化总的态势和结构上的变化, 必须要分析土地利用类型面积的变化。通过对研究区两期土地利用图形数据分别进行统计分析, 再将统计结果进行对比就可以得到各类土地利用面积变化情况(表 2, 附图 8)。结果表明, 自从退耕还林草政策实施以来, 土地利用结构发生了很大的变化, 变化最大的是耕地, 其次是林地。从 1997—2005 年, 耕地面积减少了 109.33 km², 净变幅度为 -37.69%; 草地 2005 年比 1997 年增加了 102.32 km², 净变幅度为 19.62%。林地 2005 年比 1997 年增加了 5.71 km², 净变幅度为 7.64%。总结其变化的重要原因是当地政府大力实施国家提出退耕还林草政策, 将大部分坡耕地退耕还草。

3.3 土地利用类型的相互转化

土地利用类型的相互转化分析有助于了解各土地利用类型的结构变化, 在 Arc/ Info 环境下分析得到 1997—2005 年土地利用类型的转移矩阵, 表 3 为 3 种主要的土地利用类型之间转化的情况。在 1997—2005 年间, 耕地转出了 169.06 km², 转入了 56.79 km²; 转出远远大于转入; 转出主要流向为草地, 为 166.76 km², 主要转入源草地为 54.98 km²。林地转出了 25.09 km², 转入了 30.50 km², 转入稍大于转出; 转出主要流向为草地, 为 23.28 km², 主要转入源草地为 28.20 km²。草地转出了 65.52 km², 转入了 190.04 km², 转入远远大于转出; 主要流向耕地为 54.98 km², 主要转入源也是耕地为 166.76 km²。

表 3 1997—2005 年研究区域土地利用类型变化矩阵

类型	耕地		林地		草地	
	变化面 积/ km ²	变幅/ %	变化面 积/ km ²	变幅/ %	变化面 积/ km ²	变幅/ %
耕地	116.87	40.29	2.30	1.03	166.76	57.49
林地	1.81	2.42	49.24	65.89	23.28	31.16
草地	54.98	10.54	28.20	5.41	433.48	83.12

4 结论

(1) 自 1999 年开展大规模退耕还林工程以来, 研究区的土地利用发生了巨大的变化。1997—2005 年耕地面积减少了 109.33 km², 草地面积增加了 102.32 km², 造林面积增加了 5.71 km², 水体稍有变化, 居民地几乎没有变化。

(2) 耕地面积减少迅速, 草地面积增加较快而林地增加相对较慢。主要是因为实施了退耕还林政策。在退耕还林过程中, 将 25° 以上的坡耕地退耕。经过

统计,在本研究区坡度大于 25° 以上的耕地占的面积比较大,所以耕地面积迅速减少。退耕的坡耕地大部分都转化成草地,还有部分转化为林地。封禁保护后,一些小灌木和草本植物迅速长起来,高大的乔木没有及时长起来;并且在遥感影像中,受空间分辨率的影响,只能反映大面积的林地,而斑块比较小的林地不能反映出来,所以林地的变化比较缓慢,草地增长快。但是,随着时间的推移林地面积会增加。

(3) 在退耕还林过程中,虽然将部分耕地退下来变为草地或者林地,但是也有将以前的林地草地破坏变成庄稼地。所以我们应该提醒有关部门,在栽种新的林草时也要注意保护已有的林草。

(4) 本文以 CBERS 为遥感数据源对陕北丘陵沟壑区作土地分类,从得到的结果来看,CBERS 的图像完全能满足本次研究的精度要求,基本具有同 TM 解译与制图同样的效果。实验证明 CBERS 图像不但可以运用于丘陵沟壑区的土地利用调查中,而且可以得到比较理想的结果,较好地实现丘陵沟壑区土地资源的分类,完全可以替代价格昂贵的国外遥感影像 TM。但是,它也存在着一一些问题,除了在单波段上存在的斑点和条带噪音外,它的第 4 波段光谱反射率偏小和第 3 波段的光谱反射率偏大导致了据其计算的 NDVI 值偏小,所以在以后用的过程中需谨慎。

(5) 众所周知,在遥感分类过程中辅助数据的应用可以提高分类精度。在本研究中 DEM 的应用,通过地形因子对分类结果进行判断,减少同谱异物现象,大大提高了分类精度。

[参 考 文 献]

- [1] 朱会义,李秀彬,何书金,等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报,2001,56(3):253—260.
- [2] 张晓萍,李谭宝,杨勤科,等. RS 和 GIS 的陕北丘陵沟壑区土地利用格局特征研究[J]. 水土保持学报,2002,16(1):39—43.
- [3] Lambin E F, B N, et al. Land-use and land-cover change (LUCC)-implementation strategy [R]. IGBP Report 47 & HDP Report, 1999. 25—36.
- [4] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553—558.
- [5] 胡娟,安裕伦,周旭. 基于 CBERS 的喀斯特山区土地利用专题信息提取方法研究[J]. 中国岩溶,2006,25(4):313—319.
- [6] 陈雪清. 中巴资源 1 号卫星数据在西藏森林资源调查中的应用初探[J]. 中南林业调查规划,2002,21(4):28—31.
- [7] 刘玉机,胡远满,布仁仓,等. 中巴地球资源卫星在辽东区域环境监测中的应用评价研究[J]. 测绘科学,2000,25(2):30—33.
- [8] 梁伟,杨勤科. 坡度图在黄土高原土地利用遥感信息提取中的应用[J]. 干旱地区农业研究,2004,22(4):184—187,197.
- [9] Lucas I F J, F J M, et al. Accuracy assessment of satellite derived land cover data: A Review[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1994,60(4):410—430.
- [10] 朱会义,何书金,张明. 土地利用变化研究中的 GIS 空间分析方法及应用[J]. 地理科学进展,2001,20(2):104—110.