

两当县水土保持生态修复遥感监测技术初探

张峰¹, 李珍存²

(1. 甘肃省水土保持科学研究所, 甘肃 兰州 730021; 2. 甘肃农业大学林学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 水土保持生态修复是一项注重依靠大自然的自我修复能力, 在较短的时间内实现大面积水土流失初步治理, 区域生态环境逐步恢复, 人与自然和谐共处的水土保持措施。通过采用 TM+SPOT 融合卫星影像对两当县水土保持生态修复项目区进行本底监测, 结果显示经过近 3 a 的水土保持生态修复, 项目区内植被状况发生了很大变化, 植被覆盖率提高, 植物群落向着正向演替的方向发展, 水土流失面积和程度有所降低, 各项生态因子明显改善。

关键词: 生态修复; TM+SPOT 影像融合; 遥感监测; 结果分析

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2006)06-0072-02

中图分类号: S157.3, P237

Ecosystem Recovery Monitoring by Remote Sensing for Soil and Water Conservation in Liangdang County

ZHANG Feng¹, LI Zhen-cun²

(1. Gansu Institute of Soil and Water Conservation, Lanzhou, Gansu 730021, China;

2. Gansu Agriculture University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Ecosystem recovery is a soil and water conservation measure which relies on the ability of natural recovery. It greatly helps to control soil and water loss, resume environment, and make human and nature harmonious in a short time. The fusion of TM and SPOT images was applied in the ecosystem recovery monitoring of soil and water loss in Liangdang County. In the past three years, vegetation coverage was increased, plant community in the project area was changed towards a developing direction, soil erosion area and its degree were reduced, and ecological factors were distinctly improved.

Keywords: ecosystem recovery; fusion of TM and SPOT images; remote sensing monitoring; result analysis

水土保持生态修复是一项旨在注重依靠大自然的自我修复能力, 在加强预防保护和开展人工辅助治理的前提下, 在较短的时间内实现大面积水土流失初步治理, 区域生态环境逐步恢复, 最终实现人与自然和谐共处的水土保持措施^[1]。长江上游是我国长江流域的生态屏障, 事关下游生态安全及生物多样性等问题^[2]。根据《全国生态环境建设规划》和《水利部长江流域“水土保持生态修复工程”实施方案》的要求, 结合甘肃省生态环境规划(1999—2050年), 为进一步做好新时期水土保持生态环境建设工作, 调整工作思路, 遵循自然规律, 依靠生态的自我修复能力, 恢复植被, 加快水土流失治理, 实现人与自然和谐相处, 实现“再造一个山川秀美的西北地区”的伟大目标。选择甘肃省两当县为生态修复项目试点, 利用遥感(RS)技术客观、快速、现时性强的特点, 客观评价区域水土保持生态修复的效果, 为区域农业结构调整、生态环境建设等提供科学依据。

1 研究区概况

两当县水土保持生态修复工程项目研究区地处长江上游嘉陵江水系, 以国道 316 线以北的左家、太阳及城关、金洞、杨店的部分区域为主, 涉及 5 个乡镇, 28 个村民小组, 土地总面积 327.27 km², 区内有 2 800 户, 12 749 人, 3 514 个劳动力, 人口密度 42 人/km², 农业人口达 10 844 人, 耕地总面积 3 327 hm², 人均耕地 0.307 hm²。项目区 2002 年农业总产值 1.11 × 10⁷ 元, 其中农业 6.50 × 10⁶ 元, 林业 2.10 × 10⁶ 元, 牧业 2.18 × 10⁶ 元, 其它 3.10 × 10⁵ 元, 人均纯收入 643 元。

研究区属暖温带大陆性季风气候, 年均气温 11.4℃, 最低气温 -15℃, 最高气候 36.5℃, 一般风力 1~3 级, 最大风力 9 级, 平均风速 0.8 m/s, 年降水量 665 mm, 其中 7—9 月降水量占年总量的 55.4%, 年平均日照时数 1 969.2 h, 年蒸发量 1 239 mm。

2 遥感数据处理

2.1 遥感数据选择

本研究采用的遥感数据有 LANDSAT 5 ETM, 15 m 分辨率, SPOT 4 和 SPOT 5 数据。遥感数据源包括 2001 年 8 月 2 号的 LANDSAT 5 数据一景, 15 m 分辨率, 景号为 128/036; 2001 年 8 月 21 号的 SPOT 4 全色数据一景, 景号为 264/282, 数据分辨率为 10 m; 2003 年由于项目区连绵阴雨, 造成 SPOT 卫星影像时相滞后, 最后采用 2003 年 11 月 15 日的 SPOT 5 多光谱数据, 数据分辨率为 10 m。

2.2 遥感数据的精纠正和融合

采用 PCI 软件, 以 1:50 000 地形图为基准, 选取控制点, 对 SPOT 4 和 ETM 卫星影像进行了多项式几何纠正, ETM+ SPOT 5 全色单波段光谱域融合、镶嵌, 并在此基础上, 以突出区域的地貌特征为重点, 对融合后的图像进行了拉伸增强等处理。具体工作程序和方法如下。

(1) 采用等角圆锥投影方式, 对 ETM 卫星影像和 SPOT 4 卫星影像进行几何精纠正。

(2) 考虑到项目区地质、地貌现状, 利用 ENVI 软件, 经波段组合比较, 选用了 4, 3, 2 波段对 ETM 进行假彩色合成。

(3) 利用 PCI 和 ENVI 等遥感处理软件对 ETM 卫星影像与 SPOT 4 全色单波段影像配准。

(4) 对 ETM 卫星影像进行色彩坐标变换, 使图像从原始假彩色信息到彩色空间信息。

(5) 对 SPOT 4 数据进行对比度拉伸, 使其均值、方差接近于 HIS 空间中的亮度分量。

融合后的卫星影像同时保持了 ETM 的多光谱信息和 SPOT 4 的图像纹理, 提高了图像的总分辨率。项目区 2001 年 SPOT+ ETM 融合卫星影像详见附图 3。2003 年遥感数据直接采用 SPOT 5 多光谱资料, 不进行融合(见附图 4)。

3 影像的解译与结果校验

3.1 图像解译

通过对项目区 ETM+ SPOT 融合影像从色、形、位、纹理、结构、相关体等特点的正确感知, 并辅以各种参考资料, 结合地学、生物学知识, 排除同物异谱、异物同谱的干扰, 深入理解研究区生态环境状况及土地利用和土地覆盖规律, 并根据不同地物类型的空间分布特征以及在假彩色合成卫星影像上的特征, 结合野外实地调查及遥感解译经验, 建立解译标志库。通过人机交互, 运用多重判据, 从形状、色调、模式、位

置、分辨率、大小、阴影、纹理和相互关系等方面对 ETM+ SPOT 融合影像做出解译, 正确判别影像的范围和属性。

3.2 解译结果校验

通过对解译结果进行随机选点, GPS 实地校验, 并采用实地照片和录像资料对照, 认为此次 ETM+ SPOT 融合影像遥感调查准确率可达 90% 以上, 达到预期的目标。

4 生态修复遥感监测结果及分析

4.1 生态修复遥感监测结果

遥感监测结果主要表现为两期的生态环境类型数据及空间变化, 利用项目区 2001 年和 2003 年的 TM 和 SPOT 卫星影像, 结合野外实地调查及经验, 依据解译标志库, 通过人机交互解译, 获取项目区 2001 年生态修复前的生态环境类型图, 采取同样的方法, 获取 2003 年项目区生态环境类型图, 即得到各个生态环境类型斑块在空间上的变化, 同时, 对两期生态环境类型图的属性数据进行了统计, 得到了各个类型的面积变化数据(详见表 1)。

4.2 生态修复遥感监测结果初步分析

经对项目区 2001 和 2003 年同一时相的 TM 和 SPOT 卫星影像解译结果进行综合分析后可知, 梯田净增 257.68 hm², 增长了 95.56%。通过影像信息提取发现它主要来源于坡耕地, 但图斑数基本没变只增加了 2 个, 这说明主要通过对耕作区原梯田周边的坡耕地进行坡改梯而形成。草地净增 237.44 hm², 增长了 6.06%, 但图斑数基本没变, 减少了 2 个, 且在遥感数据解译过程中发现其主要分布于 > 25° 的坡面, 说明草地的增加主要是人工封育, 自然修复的结果, 扩大了原有草地的规模; 果园净增 144.97 hm², 增长了 532.92%, 图斑数增加了 43 个, 可见生态修复工程及退耕还林工程中经果林的建设占有相当大的比重; 灌木林增加了 61.78 hm², 增长了 0.87%, 变化不大; 乔木林基本上没有变化, 但图斑数增加了 55 个, 依影像而言工程印记明显, 其变化主要分布于原来的坡面以及河谷(两当河)阶地人为活动较为频繁地段, 可能是因人造林等其它待进一步查明的原因造成。减少幅度最大的是坡耕地, 减少了 670.82 hm², 降幅 17.77%。坡耕地减少的主要原因是实施生态修复整治工程及退耕还林还草工程后, 大量的坡耕地转变为梯田、果园、草地及灌木林等, 同时, 坡耕地图斑数增加了 29 个, 也说明原有的以连片坡耕地为主的耕作区有向土地利用多样化发展的趋势。

(下转第 78 页)

[参 考 文 献]

- [1] 张运涛, 苗泽伟. 多标准决策法 (MCDM) 在农业系统管理上的应用[J]. 农业系统科学与综合研究, 1995, 2(3): 185—188.
- [2] Bernard R, Daniel V. An overview on “The European school of MCDA: Emergence, Basic features and current works” [J]. European Journal of Operational Research, 1997, 99: 26—27.
- [3] Guitouni A, Martel J M. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method [J]. European Journal of Operational Research, 1998, 109: 501—521.
- [4] Ute S, Rainer B, Stefan P. Aspects of decision support in water management—example Berlin and Potsdam (Germany) I—spatially differentiated evaluation [J]. Water Research, 2004, 38: 1809—1816.
- [5] Nijs J D, Frank M. Assessment of technologies for disposing explosive waste [J]. Journal of Hazardous Materials, 2002, 90: 137—153.
- [6] Raju K S, Kumar D N. Multicriterion decision making in irrigation planning [J]. Agricultural System, 1999, 62: 117—129.
- [7] 孙见荆, 王应明. 经济效益综合评价中的简单方法——序时多属性决策方法 [J]. 中国管理科学, 1996(1): 52—58.
- [8] 廖显春, 张新华, 杨祖达, 等. 多属性决策法在小流域防护林体系效益评价中的应用 [J]. 华中农业大学学报, 1998(17): 404—408.
- [9] 王宏兴, 王晓, 杨秀英, 等. 多目标决策灰色关联投影法在小流域水土保持生态工程综合效益评价中的应用 [J]. 水土保持研究, 2003(10): 43—45.
- [10] 袁希平, 雷廷武. 水土保持措施及其减水减沙效益分析 [J]. 农业工程学报, 2004(20): 296—300.
- [11] 赵合理, 蒋定生, 范兴科. 不同水土保持措施对坡面降水再分配的影响 [J]. 水土保持研究, 1996(3): 75—83.
- [12] 黄河水利委员会黄河上中游管理局. 黄土高原水土保持实践与研究 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1995. 261—277.
- [13] 黄河水利委员会黄河上中游管理局. 黄土高原水土保持实践与研究 (二) [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1998. 287—292, 314—323.

(上接第 73 页)

表 1 生态修复项目区 2001—2003 年遥感监测结果及变化

土地类型	2001 年		2003 年		图斑变化	面积变化/ hm ²	变化率/ %
	图斑数	面积/hm ²	图斑数	面积/hm ²			
居民地	54	126.88	57	130.13	3	3.25	2.56
梯田	13	269.66	15	527.34	2	257.68	95.56
坡耕地	450	3775.89	479	3105.07	29	-670.82	-17.77
菜地	13	291.41	14	289.40	1	-2.02	-0.69
果园	9	27.67	52	172.64	43	144.97	523.92
乔木林	136	16843.15	191	16810.14	55	-33.01	-0.20
灌木林	832	7125.89	835	7187.67	3	61.78	0.87
草地	771	3920.43	769	4158.52	-2	237.44	6.06
水域	6	226.23	6	226.30	0	0.07	0.03
难利用地	30	119.27	30	119.26	0	-0.01	-0.01
总面积	2134	32726.48	2448	32726.48	134	0.00	0.00

5 结 论

经过在研究区近 3 a 的水土保持生态修复, 区内植被状况发生了很大变化, 植被覆盖率提高, 植物群落向着正向(进展)演替的方向发展, 水土流失面积和程度有所降低, 各项生态因子明显改善。

(1) 生态修复遥感监测技术是一个新的研究领域, 还有许多问题诸如高分辨率遥感影像处理方法、判读精度分析、土地利用结构分析、景观格局变化分析、驱动力分析等需要进一步的研究和讨论。

(2) 在生态修复监测工作中, 地面常规监测数据(点数据)和遥感监测数据(面数据)进行耦合的方法和方式, 水土流失模型及相关参数的确定及在生态修复区域适合性等问题值得进一步的研究和探讨。

[参 考 文 献]

- [1] 刀红英. 对云南生态修复监测的思考 [J]. 中国水利, 2004.
- [2] 蒲勇平. 长江流域生态修复工程的意义及对策 [J]. 水土保持通报, 2002.