

中巴资源卫星(CBERS - 02) 遥感图像在生态环境动态监测中的应用研究

李玉霞, 杨武年, 郑泽忠

(成都理工大学国土资源信息技术与应用国土资源部重点实验室遥感与 GIS 研究所,成都 610059)

摘要:在实践的基础上,探讨利用 CBERS - 02 星遥感图像,结合 GIS 技术实施快速、准确、经济的大范围生态环境调查,尤其是土地利用/覆盖状况调查。通过对遥感图像处理和信息提取,查明了研究区 2000 ~ 2004 年期间土地利用/覆盖状况及其动态变化,建立了研究区生态环境本底数据库。在综合分析研究区生态环境状况及其动态变化基础上,探讨了林地、耕地、草地等土地利用/覆盖发生变化的原因。论文认为,应用 3S 技术,尤其是应用多时相遥感技术进行生态环境本底调查,可达到快速、高精度动态监测的目的,为四川省生态环境建设提供科学的依据,同时也证实 CBERS - 02 图像在生态遥感动态监测与评价中的实用性。

关键词: CBERS - 02 图像;生态环境;遥感技术;地理信息系统;动态监测

中图分类号: TP79;X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0198-03

The Application of CBERS - 02 Remote Sensing Image in the Environment Dynamic Monitoring

LI Yu-xia, YANG Wu-nian, ZHENG Ze-zhong

(Ministerial Key Lab of Land and Resources Information Technology & Application/ Institute of
RS & GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract Based on the practice, the authors discuss using CBERS - 02 image data to acquire some information such as ecological environment status by means of remote sensing and GIS, and the ecological change situation from 2000 to 2004 in Sichuan province, especially land use / coverage survey. By the image process and interpretation, the dynamic change information is picked up and the background database of the ecological environment is founded. The authors analyze and discuss the Sichuan ecological environment status and dynamic change monitoring, and explain the change reason of forest, plow land and lawn. Due to the combination of advance techniques and expert's experience, especially the application of different time RS technology to survey ecological environment status, so the result is reliable and reasonable. Meanwhile, the result also confirmed the practicability of CBERS - 02 image in the dynamic monitoring of ecological environment.

Key words :CBERS - 02 image;ecological environment;remote sensing technology;geographical information system;dynamic monitoring

随着遥感应用技术、地理信息系统、全球定位系统和“3S”技术一体化的发展,资源生态环境遥感研究工作正向快速、精确、实用、经济的方向发展。遥感信息是地表各种地物要素的真实反映,能清晰地显示各种生态环境类型的特征与分布,遥感图像多时相的特性又可为生态环境动态监测提供丰富的可供定性定量分析的信息^[1]。

基于 GIS 和遥感的生态环境动态监测已有较多的研究,但是大部分遥感数据采用目前常用的 LANDSAT TM 等多光谱影像,由于其空间分辨率较低,难以满足资源调查的应用需求。中巴资源二号卫星是我国第一代传输型遥感卫星,于 2003 年 10 月 21 日发射的 CBERS - 01 星的备份地球资源卫星。它携带的 CCD 多光谱相机可获取 B1 (0.45 ~ 0.52 μm), B2 (0.52 ~ 0.59 μm), B3 (0.63 ~ 0.69 μm), B4 (0.77 ~ 0.89 μm), B5 (0.51 ~ 0.73 μm) 图像数据。其像元的空间分辨率平均为 19.5 m,与 TM 数据相比,具有空间分辨率较高,价格低

廉等优势,适用于从事大中比例尺的资源和环境调查评价。本次研究采用中巴地球资源卫星 02 星 (CBERS - 02) 图像资料对四川省生态环境本底进行遥感综合调查与评价。通过对 CBERS - 02 遥感数据进行图像处理、解译等工作,建立了生态环境本底数据库,重点对研究区的土地资源利用、生态环境的现状和生态环境变化趋势进行动态监测和分析,为制定四川省生态环境保护和恢复的对策提供良好依据。

1 数据源的选取

遥感生态环境动态调查研究的主要对象是土地利用情况,尤其是森林、草地、土地等植被分布的情况,要求遥感影像波谱信息丰富,同时,根据波谱特征,判定物种类型。因此,对于遥感资料要求必须有较好的光谱分辨率。其次,地物覆盖情况和季节有很大关系,四川省大部分地区落叶林、常绿林和混交林较发育,如果采用夏季的图像,很难进行判

* 收稿日期:2006-03-28

基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金项目(20040616009)

作者简介:李玉霞(1979-),女,河南商丘人,博士研究生,研究方向:“3S”信息技术及其应用。

别,因此,工作区选用的遥感影像多为冬季和早春两季。考虑到研究区已有的数据情况、费用情况等方面的因素,以及中巴地球资源卫星 02 星成功发射后获取了大量的数据,目前迫切需要对其数据的质量和在各个领域的应用效果做出客观分析,以利于数据的广泛应用及后续星的改进提高。决定选用 CBERS - 02 卫星影像作为遥感信息源,对于部分有云雾覆盖的地区,采用 TM 和 Aster 图像进行补充。

2 遥感数据处理

2.1 主要技术流程

中巴资源卫星影像数据均为二级产品,只经过辐射校正和几何粗校正处理,所以对 CBERS - 02 卫星影像进行消除条带噪声、几何精校正与配准、增强处理、多波段影像合成、影像镶嵌及裁剪等处理。生态遥感监测数据库建设要求利用 2004 年遥感卫星影像进行土地利用/覆盖解析,在 2000 年解译成果的基础上完成 2000 年解译盲点以及 2000 ~ 2004 年间动态变化的解译工作,最后完成全省、各地市和县为单位的土地利用/覆盖现状及动态数据库。

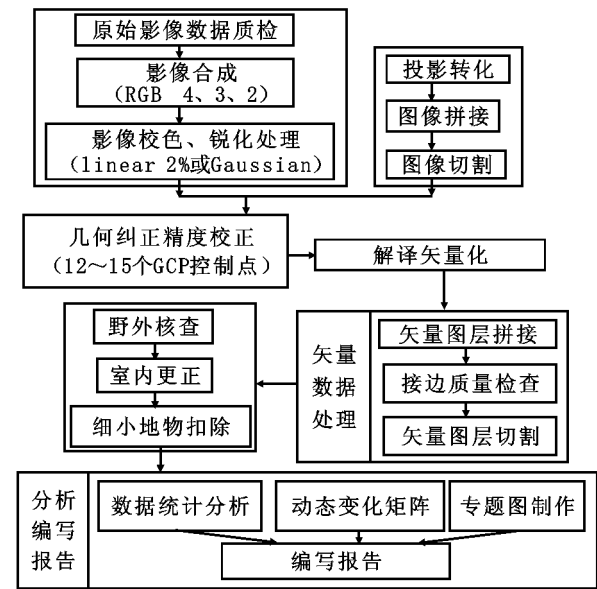


图 1 主要技术流程图

2.2 基本作业平台

根据项目要求和监测地区的基础数据情况,主要选择 ERDAS 8.7、PCI、ARC GIS 9.0、MGE (Modular GIS Environment) 等商业遥感图像处理 and GIS 软件为基本工作平台。

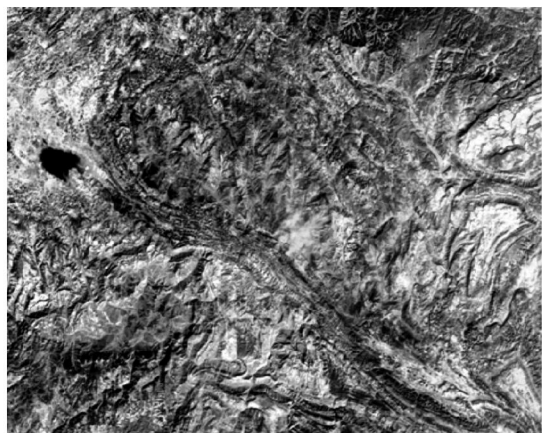


图 2 CBERS - 02 星 432 (RGB) 假彩色合成图像

2.3 遥感数据波段最佳组合

通过分析遥感数据的光谱信息结构,比较各波段信息量,计算各波段信息的相关性,利用 Sheffield 提出得雪氏熵值法,进行最佳波段的选择,是一种全面、简便、效果好的方法^[2]。其计算公式为:

$$S = - \sum_{i=1}^M P_i(x) \ln P_i(x) \tag{1}$$

式中: S ——熵值, $P_i(x)$ ——变量概率密度函数。在正态分布条件下:

$$P_i = 1 / K_s \exp [- (x - \bar{x})^T M_s^{-1} (x - \bar{x}) / 2] \tag{2}$$

式中: $K_s = (2\pi)^{N/2} |M_s|^{-1/2}$; M_s ——样区协方差矩阵; x ——图像变量,即像元亮度值; \bar{x} ——图像均值变量,即像元平均亮度值; N ——波段数; M ——样区像元总数。

遥感图像变量近似正态分布,故可使用(2)式。将(2)式代入(1)式得:

$$S = \ln(K_s) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M x^T \cdot M_s^{-1} x \cdot P_i(x) \tag{3}$$

对于无偏估计,由(3)式得

$$S = N/2 + \ln(K_s) = N/2 + N/2 \ln(2\pi) + 1/2 \ln |M_s| \tag{4}$$

由(4)式可以看出,熵值 S 随变量协方差矩阵行列式值 $|M_s|$ 的变化而变化。因此只需计算 3 个波段组合的协方差矩阵行列式,其数值大小就可表征该组合的信息量多寡^[3]。

根据雪氏熵值法统计分析和地物波谱特征,决定对遥感数据选取 CBERS - 02 卫星 CCD 传感器的 4,3,2 波段为植被解译用最佳 RGB 彩色合成图像组合。在 ERDAS 软件下将 4,3,2 波段进行了假彩色合成,得到某研究区的假彩色合成图像如图 2。

3 GIS 支持下的生态环境遥感动态监测分析

3.1 空间数据库的建立

基于 2000、2004 年不同年份、季节的多时相遥感图像基础上,在 GIS 支持下四川省生态环境动态监测数据库得以建立。数据库由空间数据库和属性数据库组成,包括各县(157 个)、各地市州(21 个)和全省数据库。

表 1 数据库文件属性结构表

字段名称	类型	长度	说明
FID	Object - ID	4	系统默认生成
SHAPE	Polygon	\	系统默认生成
AREA	Float	4	多边形面积
PERIMETER	Float	4	多边形周长
DT510421 #	Long	4	多边形编号
DT510421 - ID	Long	4	记录土地利用覆盖类型值

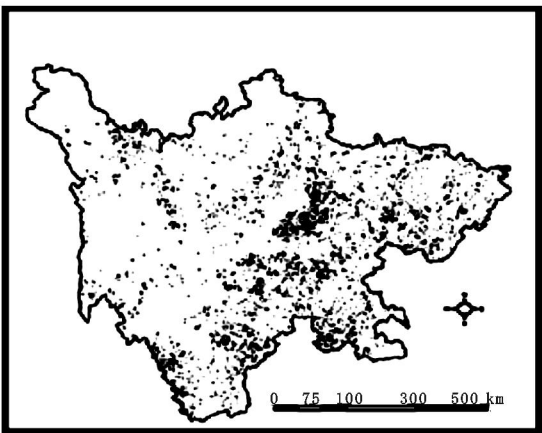


图 3 2000 ~ 2004 年土地利用/覆盖动态变化图斑

3.2 生态环境变化结果分析

生态环境的变化主要是受人类活动与脆弱生态环境相互作用的影响^[4]。利用 GIS 的空间分析功能,针对土地利用/覆盖中林地、耕地、草地、建设用地(居民点工矿和交通用地)、未利用土地和水体 6 大类,对工作区进行了用地面积统计分析。并通过对 2000~2004 年土地利用/覆盖动态变化图(图 3)以及 2000 年与 2004 年两个时相的土地利用/覆盖图比较,主要对林地、耕地、草地、建设用地等类型的土地利用变化进行分析。根据 GIS 分析量算功能,同时参考有关部门技术资料,得出四川省生态环境遥感动态变化的结果:林地在各种土地利用类型中占的比例最大,2004 年达 35.632%,且呈逐年递增趋势,2000~2004 年期间共增加 43 223.38 hm²,但年变化率很小,只有 0.29%。草地面积占 34.345%,草地面积逐年减少,5 年间草地面积减少了 16 028.37 hm²。耕地面积在各种土地利用类型中占 24.998%,由于退耕还林还草工程、区域城镇化进程的加快、部分坡耕地改种果树和花椒等经济作物等原因,5 年间耕地面积减少了 62 707.82 hm²,其中旱地减少占耕地减少总面积的 69.42%。建设用地面积在各种土地利用类型中占 0.67%,呈逐年递增趋势,5 年间增加 35 748.10 hm²,建设用地的年变化率最大高达 10.99%。水域稍有增加,未利用土地相对减少,但变化率都较小。在土地利用变化中,主要是耕地转化成建设用地(居民点工矿和交通用地)和林地,草地转化成林地、建设用地和耕地,未利用土地转化成草地和林地。

由上述数据可以得出,土地利用的总体趋势是耕地、草地和未利用土地的减少,建设用地、水域、林地明显增加;土地利用

参考文献:

- [1] 陈涛,杨武年. 3S 技术在生态环境动态监测中的应用研究[J]. 中国环境监测, 2003, 19(3): 19-22.
- [2] 孙静,赵伟,赵鲁全. 土地利用遥感动态监测技术方法介绍[J]. 山东国土资源, 2005, 21(4): 38-41.
- [3] 刘玉机,胡远满,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): 30-32.
- [4] 杨武年,濮国梁,袁配新,等. 岷江中上游流域生态环境的遥感动态监测分析[J]. 遥感信息, 2003, 26(1): 19-21.
- [5] 罗扬,朱军,等. 中巴资源卫星数据在贵州森林资源调查中的应用[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005, 29(2): 92-95.

(上接第 197 页)

后新的边界条件和应力环境,符合新奥法的设计施工原理。围岩位移量测是量化分析围岩围岩稳定的最主要手段和方法。锚杆支护、喷混凝土支护和现场量测被喻为新奥法施工的三大支柱,而锚杆支护、喷混凝土支护参数的确定是靠现场量测结果的分析、判断、修改、反馈来实现的。

(5) 不同的施工方法,会对围岩产生不同程度的破坏,不同的支护形式,将不同程度地控制围岩的变形。控制爆破比普通爆破的松弛变形量要小;加锚、加网可减小松弛变形量;尽早支护比延迟支护的松弛变形量要小;预支护可减小松弛变形量。

(6) 围岩某处的松弛变形,随着开挖面的向前推进,其变位速度有一个从逐渐增加到渐渐减缓的变化过程。当开挖面至监测点 3~5 m 内,围岩松弛变形还有发展趋势,个别测点变化速度还较大;掌子面距监测点 5 m 后继续向前推进,

参考文献:

- [1] 钟长平,许汉才. 围岩松弛变形影响因素初探[J]. 西安公路学院学报, 1994, 14(1): 14-18.
- [2] 张倬元,王士天,王兰生. 工程地质分析原理[M]. 北京:地质出版社, 1994.
- [3] 王忠勋. 隧道围岩变形监控量测的实践[J]. 铁道建筑, 2000, (2): 7-10.
- [4] 陈炳祥. 隧道施工围岩稳定与适时支护[J]. 铁道标准设计, 2000, 20(11): 25-28.
- [5] 胡时友,姜昭群. 围岩监控量测技术在浅埋大断面公路隧道中的应用[J]. 探矿工程, 1994, (2): 16-18.
- [6] 吉随旺. 铁路隧道的施工工程地质及围岩量测数据处理系统[J]. 地质灾害与环境保护, 1998, 9(1): 61-64.
- [7] 靳晓光,王兰生,卫宏. 公路隧道围岩变形监测及其应用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2000, 11(1): 19-23.

变化是以土地开发复垦、生态退耕、农业结构调整以及建设用地占用等为主导的变化过程,同时伴随着土地退化和森林砍伐的环境恶化过程;土地利用总体趋势较好,生态环境不断改善,但是局部地区土地利用仍然存在如乱占耕地等极不合理的现象。土地利用/覆被的变化除了受地形条件和自然灾害的影响外,更重要的是受人口增长、城市化进程以及政府决策等社会经济因素的驱动^[5]。如果继续天然林保护工程、退耕还林还草工程和生态环境建设治理工程的实施,同时有效进行人类合理开发利用自然资源,四川省生态环境的恢复与重建将会得以实现。

4 结 论

本文结合 2000 年土地利用现状的 GIS 本底矢量数据库,利用中巴资源卫星(CBERS-02)资料为主要数据源进行 2004 年的生态环境遥感动态更新。研究结果表明,CBERS-02 遥感数据的引入,能充分利用地物的纹理和结构特征,有助于目标地物的识别,减少了同物异谱、异物同谱的现象,基本满足大中比例尺的生态环境遥感动态更新要求。同时证明 CBERS-02 数据影像清晰,信息量丰富,图像质量好,适用于生态环境动态监测、国土资源详查等大中比例尺调查中,成为遥感数据更新的主体。但 CBERS-02 影像的象元灰度对比度偏低,影像较为模糊,噪声大,需要进行颜色均衡和去噪声处理,后继星应改进 CCD 相机质量。由于本次研究所用图像时相限制,加之研究时间有限,所以 CBERS-02 卫星数据在生态资源动态监测中许多潜在的应用,还有待在今后的应用中进一步开发。

围岩内部相对位移还在继续增加,但速度逐渐降低;当掌子面距监测点 1.5~2.0 倍洞径时,位移速率趋近于零,围岩基本上达到稳定。

(7) 岩体坚硬完整的 I 类围岩,应力重分布在岩体弹性极限内围岩只有弹性变形而无塑性,支护多是为了制止风化应力进入岩体内部; II~III 类围岩支护施工宜在围岩应力重分布没有完成以前,支护结构承受变形的山岩压力; IV~V 类隧道开挖后,围岩自稳时间短,地质情况复杂地段宜采取预加固措施,支护结构承受的力多为松动山岩压力。

总之,深部围岩位移监测能反映围岩的物理力学状态,表明围岩位移随时间和开挖面的推进而变化的规律,能反馈外界因素对围岩的扰动程度并确定其松动范围;量测结果可作为判断隧道稳定性的重要指标,且量测方法简便经济,稳定可靠,量测结果可直接用来指导施工。