

中巴地球资源卫星在土壤侵蚀监测中的应用研究

蔡 哲,殷剑敏,辜晓青

(江西省气象科学研究所,南昌 330046)

摘 要:土壤侵蚀造成一系列的灾害,已成为威胁生态安全的头号问题。采用中巴地球资源卫星 02 星的遥感资料,选取适合的波段,结合实地考察收集的信息,采用了第二次全国土壤侵蚀遥感调查中的多因素综合法,提取了对土壤侵蚀起主导作用的植被覆盖度、土地利用类型,借助数字高程模型提取地形坡度,依据《土壤侵蚀分类分级标准》建立了土壤侵蚀分析模型,将上述几个因子进行交叉分析,得到了研究区不同土壤侵蚀强度的分布、面积情况,为中巴地球资源卫星在生态环境监测中的应用提供了经验。

关键词:中巴地球资源卫星;土壤侵蚀监测;遥感;地理信息系统;空间模型

中图分类号:S157;TP79

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)06-0058-03

Study on the Application of CBERS in Soil Erosion Monitoring

CAI Zhe ,YIN Jian-min ,GU Xiao-qing

(Meteorological Science Research Institute of Jiangxi Province ,Nanchang 330046 ,China)

Abstract :A series of hazards have been caused by soil erosion ,which has become the most serious environment problem in China . In this research ,two main factors in erosion ,vegetation cover and land-use type were obtained from CBERS data . Land slope was obtained from digital elevation model . Soil erosion analysis model was established according to the Classification and Gradation Criterion of Soil Erosion ,soil erosion intensity and distribution were gained from this model . Enlarge the application area of CBERS on ecological environment monitoring .

Key words :CBERS ;soil erosion monitoring ;remote sensing ;geography information system ;spatial model

土壤侵蚀作为对生态环境影响最大的问题之一,随着国内对三农问题重视程度的提高,成为关注的热点。对土壤侵蚀的评价与宏观监测,直接关系到政府部门环保政策和行动方案的制定,始终是国家和地区生态环境优化的重点工作之一<sup>[1-4]</sup>。利用空间遥感技术进行土壤侵蚀监测、评价和预测,调查速度快,成果质量好,不仅可以从宏观上掌握研究区域内土壤侵蚀的现状、变化过程和发展趋势,而且可以为土壤侵蚀的防治提供科学依据,有着无可比拟的优越性和广阔的发展与应用空间<sup>[5-7]</sup>。

随着近十几年来国内民用卫星事业的发展,数据产品的质量能够达到或接近国外卫星的技术水平<sup>[8]</sup>,但售价却比国外卫星同等性能的数据产品便宜,这使得土壤侵蚀遥感监测,特别是在大空间的动态连续监测中的经济可行性,得到了大幅度提高。

以江西省南丰县为研究区域,以中巴地球资源卫星 02 星(CBERS-02)的卫星影像和数字化地图等为基本资料,以遥感和地理信息系统为主要技术手段,结合必要的实地考察记录,研究土壤侵蚀监测问题,对于南丰县的土壤侵蚀现状和水土保持效果进行监测,监测结果为生态环境气象评价提供了可参考的本底数据。

1 研究区域概况

南丰县位于江西省的东部,抚州市南部,属抚河流域,盱江中上游。地跨东经 116°09' - 116°45',北纬 26°51' - 27°21'

之间,南北长 55 km,东西宽 60 km,国土面积为 1 924. 16 km<sup>2</sup>,占全省土地总面积的 11. 4 %。是一个以山地、丘陵和岗地为主的县,总人口达 27. 79 万人。

2 研究方法

2.1 研究信息的选用及资料收集

本研究选用了 CBERS-02 卫星 2004 年 10 月 16 日获取的遥感数据。CBERS 卫星资料的像素大小为 19. 5 m ×19. 5 m,高于 TM 图像。实际的应用中发现,图像的平均亮度较高,图像纹理的二次统计量的特性较好,能够与 TM 图像一样提供地物目标的形状特征和地面信息。经过波段比较<sup>[9]</sup>,采用 R4 G3B2 伪彩色合成,经辐射校正、几何校正和灰度拉伸后,再利用研究区的边界线图层对影像进行裁剪,从而得到南丰县遥感影像。其他资料包括 1 : 50 000 比例尺的 DEM(数字高程模型)资料,2000 年 1 : 100 000 比例尺的土地利用现状图。

2.2 遥感图像处理

水力侵蚀是本研究区域的主要侵蚀类型,其影响因子包括地形、地表组成、植被和人为活动等。根据对已有成果的分析,将土壤侵蚀主导因子定为植被覆盖度和坡度等级。

植被覆盖度是衡量生态环境状况的重要指标,也是预警生态安全状况的重要指示灯,还是定量判断水土流失强度的

收稿日期:2007-02-08

基金项目:科技部农业科技成果转化资金项目“基于 3S 技术的农业气候区划示范”(04ENF217400412)

作者简介:蔡哲(1979-),男,江西南昌人,助理工程师,主要从事 3S 技术应用研究。

主要因子之一。根据研究结果,植被覆盖度与植被指数呈近似线性相关<sup>[10]</sup>,植被指数是一种利用卫星探测数据的线性或非线性组合来反映绿色植物生长状况和分布的特征指数,通过科学的定标可实现植被信息变化的自动化提取。利用这一结果,采用 CBERS 的近红外波段(NIR)和红波段(R)进行相应的比值和差值来计算归一化植被指数(NDVI)。通过植被指数的提取获得相应的植被覆盖度。

NDVI 增强了对植被的响应能力,是目前应用最广的植被指数。它被定义为近红波段 NIR 和红波段 R 图像中亮度值的差与和的比值,即公式(1):

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

(1)

式中:CCD3——红波段;CCD4——近红外波段,于是 NDVI 计算式为:

$$NDVI = \frac{CCD4 - CCD3}{CCD4 + CCD3}$$

(2)

坡度对土壤侵蚀的影响关系比较复杂,但多数情况下可认为其影响为正相关。通过建立数字高程模型(DEM),然后由数字高程模型很容易计算出坡度。坡度功能可以表示出坡度或者每个单元网格到临近单元网格的最大变化率。利用 ARCGIS 的坡度计算功能,对研究区域的 DEM 资料进行处理得到坡度资料。

2.3 土壤侵蚀分类与强度分级

由于南丰县当地的水土保持部门没有侵蚀模数实测资料和相关资料,为提高监测数据的可用性与规范化,本研究中采用了第二次全国土壤侵蚀遥感调查中的多因素综合法,依据中华人民共和国水利部部颁标准《土壤侵蚀分类分级标准》<sup>[11]</sup>(SL190-96)的总体要求进行。对不同的土地类型依据不同的侵蚀因子做强度判别标准。对林地、灌木林地、草地套用该表中的判别指标,对坡耕地采用坡度因子直接判别土壤侵蚀强度等级,对于坝、水域、居民地、交通用地的侵蚀强度确定为无明显侵蚀区域。

2.4 实地考察数据

光凭借遥感图像获取地面信息,不仅随意性大,精度难以保证,而且“同谱异物,同物异谱”,地形阴影影响等问题的存在,使得单一的遥感资料难于获取正确的地学信息。必须结合实地的考察才能对当地实际情况有了解,在图像解译中才能获得正确的信息。

在 2005 年 4 月,本文作者等人赴南丰县进行了实地考察。在当地气象部门、水土保持部门的技术人员带领下,利用手持 GPS 和数码相机对典型地物进行定位和取样。将考察的 GPS 定位信息与实地拍摄的照片、记录的信息输入计算机,利用 ArcGIS 软件和南丰地区矢量图合成为野外考察点的分布图。整个考察中共采用 302 个考察点。利用野外考察点分布图,结合 CBERS 遥感数据,将野外考察建立的地面信息与遥感影像特征联系起来,作为图像解译参考。

2.5 土壤侵蚀因子的判读

按照上述土壤侵蚀分级分类指标,从 CBERS-02 遥感图像中,由地面实地调查的 GPS 定位数据,结合相关资料,建立了不同植被覆盖度的判读标志,通过 CBERS-02 遥感图片加工成的 NDVI 图像判读地面植被覆盖度。植被覆盖度分级为 5 个等级,如表 1 所示。按照植被覆盖分级后存为植被

覆盖空间信息层。在 ARC/INFO 支持下,完成由 DEM 生成坡度图,并完成坐标转换和属性数据的修改,构成土壤侵蚀基础数据库。

表 1 植被覆盖度分级

覆盖程度	覆盖百分率/ %
极高覆盖	> 75
高覆盖	60 ~ 75
中覆盖	45 ~ 60
低覆盖	30 ~ 45
极低覆盖	< 30

2.6 利用空间建模进行土壤侵蚀等级自动划分

根据每一个地块上的土地利用、植被覆盖和地形坡度等空间信息,利用土壤侵蚀强度分类分级指标,可确定每一个地块的土壤侵蚀等级。根据土壤侵蚀遥感调查的实际需求,借助 ERDAS IMA GINE 软件的空间建模工具 Model Builder 建立模型。将坡度、植被、土地利用 3 个因素作为模型输入因子,根据部颁土壤侵蚀分级分类标准,建立交叉表模型,三因子等权叠加分析,模型流程如图 1 所示。

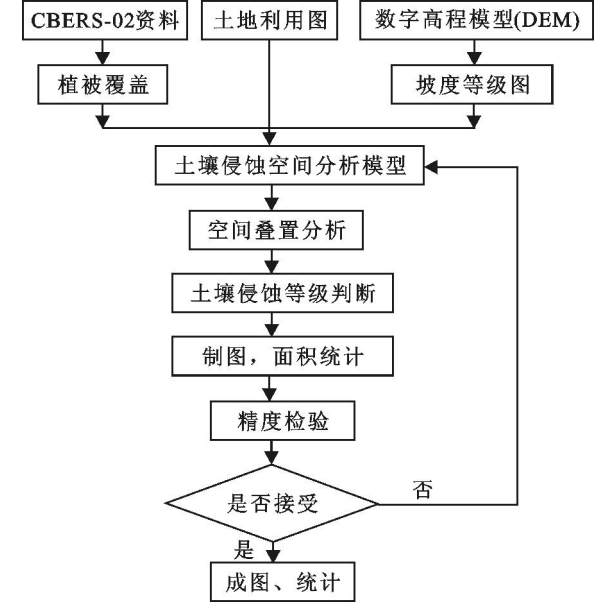


图 1 土壤侵蚀强度分级分类模型流程

将植被覆盖、DEM 数据、土地利用图层读入 ERDAS I-MAGINE 的空间模型中进行分析。各个图层中每个图斑上的属性按照不同的分类原则进行归纳统计,得到土壤侵蚀分级分类结果。模型运行后,所有图斑完成归类,再统计各种类型侵蚀等级的面积统计。插入各项地图标识,包括图例、指针等内容,制成土壤侵蚀遥感调查结果图,见图 2。

3 结果与讨论

本次研究采用 CBERS-02 卫星,完成了南丰县土壤侵蚀调查和制图,调查面积 1 924.16 km<sup>2</sup>。与 2001 年全国第三次水土流失遥感调查结果相比,2004 年南丰县土壤侵蚀总面积明显增加,如表 3。总侵蚀面积由 2001 年的 300.86 km<sup>2</sup> 增加到 2004 年的 422.19 km<sup>2</sup>,其中微度侵蚀面积减少 121.33 km<sup>2</sup>,轻度侵蚀面积减少 1.4 km<sup>2</sup>,中度侵蚀面积增加 74.26 km<sup>2</sup>,强度侵蚀面积增加 21.86 km<sup>2</sup>,极强度侵蚀面积增加 8.94 km<sup>2</sup>,剧烈侵蚀增加了 17.66 km<sup>2</sup>。从侵蚀强度上来看,仍以中、轻度侵蚀占主导地位,但区域内侵蚀级别的加强势头

也是很明显的,侵蚀区域占研究区总面积的 21.94 %。

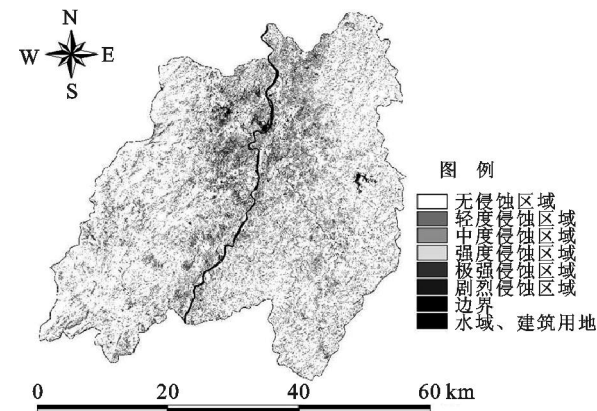


图 2 南丰县土壤侵蚀遥感调查结果

在实地考察中发现,由于南丰县的农业品种单一,部分地区山头的植被被当地农民砍伐、焚烧,甚至采用推土机平整山头作为桔树的种植地,造成当地植被的大量破坏,这种现象可谓触目惊心。在实地调查和图像解译中发现还有一个特征,就是有很多由于种植蜜桔造成的土壤侵蚀区域,一般都是靠近公路,这是当地农民为方便果业运输和加工,往往将靠近公路的山头开发成为蜜桔种植区造成的。在西北方的军峰山山区内,由于地形坡度较大,也有一定面积的土壤侵蚀区域,但总体上由于林区植被覆盖比较好,表现在图上也是零星的小面积面状侵蚀。从遥感调查结果来看,流失区空间分布的位置主要集中在人类活动频繁的南丰县城周边,另外就是南丰县西的大部分土地、东南部与福建省交界处,由于常年种植蜜桔产业,土壤侵蚀程度严重。遥感解译的结果与实地调查的结果是相符的。

表 2 土壤侵蚀面积统计

侵蚀强度	2004 年		2001 年	
	侵蚀面积 / km <sup>2</sup>	占研究区总面积 / %	占侵蚀面积 / %	土壤侵蚀面积变化 / km <sup>2</sup>
微度侵蚀区 (无明显侵蚀)	1501.97	78.06	-	1623.30 - 121.33
轻度侵蚀区	89.01	4.63	21.08	90.40 - 1.40
中度侵蚀区	127.31	6.62	30.15	53.05 + 74.26
强度侵蚀区	60.93	3.17	14.43	39.07 + 21.86
极强侵蚀区	105.14	5.46	24.90	96.20 + 8.94
剧烈侵蚀区	39.80	2.07	9.43	22.14 + 17.66
合计	422.19	21.94	100.00	300.86 + 121.33

注:表中的“+”表示增加,“-”表示减少。

通过对野外 GPS 调查点收集的信息及相关资料的分析表明,本研究所得出的土壤侵蚀等级和分布结果基本反映了该地区的土壤侵蚀面积及空间位置,达到了预期的目的和效果。

CBERS 的波段设置与 Landsat-TM 的光谱分辨率相近,空间分辨率略高于 Landsat-TM,地物易于分辨,便于多光谱分析,可在遥感调查中一定程度上替代 Landsat-TM 等资源卫星资料。通过建立相关的分析方法和模型, CBERS-02 星 CCD 数据初级产品能够较好地实现对土壤侵蚀监测工作,而且 CBERS 资料具有很低的价格,可在遥感调查中广泛使用,长期监测也成为了可能,能够作为遥感数据更新的主体。

参考文献:

[1] 王礼先. 土壤侵蚀[M]. 北京:中国水利电力出版社, 1987.

[2] 程冬兵,蔡崇法,左长清. 土壤侵蚀退化研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(5): 252 - 254.

[3] 王关禄,等. 土壤知识与土壤普查技术[M]. 北京:水利电力出版社, 1983.

[4] 史德明,史学正,梁音,等. 我国不同空间尺度土壤侵蚀的动态变化[J]. 水土保持通报, 2005, 25(5): 85 - 89.

[5] Sujatha G, Dwivedi R S, Sreenivas K, et al. Mapping and monitoring of degraded lands in part of Jaunpur district of Uttar Pradesh using temporal spaceborne multispectral data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21(3): 519 - 531.

[6] Shu Kuang Ning, Ni Bin Chang, Kai Yu Jeng et al. Soil erosion and nonpoint source pollution impacts assessment with the aid of multi-temporal remote sensing images[J]. Journal of Environmental Management, 2006, (79): 88 - 101.

[7] 罗洁,孟广涛,周跃,等. GIS-RS 一体化技术在土壤侵蚀研究中的应用[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6): 171 - 174.

[8] Leila M G, Paulo R M, Jose C N, et al. 中巴资源卫星 CBERS-1 数据在巴西的应用[J]. 地球信息科学, 2003, (3): 71 - 73.

[9] 李玉霞,杨武年,郑泽忠. 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[J]. 水土保持研究, 2006, 13(12): 198 - 200.

[10] 吴钦孝,赵鸿雁. 植被保持水土的基本规律和总结[J]. 水土保持学报, 2001, 15(4): 13 - 14.

[11] 中华人民共和国水利部水土保持司. SL190-96 土壤侵蚀分类分级标准[S]. 北京:中国水利水电出版社, 1997.