

福建省水蚀区土壤侵蚀遥感监测技术探讨

吴清泉¹, 陈明华¹, 陈文祥¹, 岳辉²

(1. 福建省水土保持监测站, 福建 福州 350003; 2. 福建省长汀县水土保持监测站, 福建 福州 366300)

摘要:以长汀县为研究区域,应用 SPO T 卫星数据对长汀县的水土流失进行动态遥感监测研究,掌握了 2000—2003 年长汀县的水土流失变化情况和治理成效。在此基础上,探讨了福建省水蚀区土壤侵蚀遥感监测的新方法,以便为实施《水土保持法》的定期监测公告服务。

关键词:水蚀区; 土壤侵蚀; 遥感; 监测技术

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X(2007)04—0049—04

中图分类号: S157, X830.2

Remote Sensing Monitoring Technology for Soil Erosion in Water Erosion Area of Fujian Province

WU Qing-quan¹, CHEN Ming-hua¹, CHEN Wen-xiang¹, YUE Hui²

(1. Fujian Monitoring Station of Soil and Water Conservation, Fuzhou, Fujian 350003, China;

2. Changting Monitoring Station of Soil and Water Conservation, Changting, Fujian 366300, China)

Abstract: By taking Changting County for an example, soil and water loss in Changting County was dynamically monitored using SPO T data from 2000 to 2003. The situation of soil and water loss and its control effects in Changting County in the 3 years were then understood. Accordingly, a new method for soil erosion remote sensing monitoring in the water erosion area of Fujian Province was discussed for the regular monitor announcement required by the Law of Soil and Water Conservation.

Keywords: water erosion area; soil erosion; remote sensing; monitoring technology

据调查,福建省土壤侵蚀类型有水蚀、风蚀、重力侵蚀,主要以水蚀为主。由于风蚀、重力侵蚀的面积较小且呈零星分布,本文重点探讨水蚀区的土壤侵蚀遥感监测技术。

1 研究区域遥感监测工作背景介绍

长汀县地处闽西,是福建省水土流失历史最久、面积最大、程度最严重的区域。为掌握长汀县 2000—2003 年这 3 a 来的水土流失变化情况和治理成效,同时也为水土流失现状公告提供科学数据^[1]。本文对长汀县 2000—2003 年的水土流失进行了动态监测研究。并以此为契机,探讨一种能满足我省水蚀区土壤侵蚀调查要求且行之有效的遥感监测新方法,它比以往监测方法精度更高,省时省力。

2 遥感监测数据说明

本次长汀县遥感监测所需的影像数据采用 2003

年法国 SPO T5 卫星影像(多光谱 10 m 分辨率),经过几何纠正后,统一采用 IMG 格式,矢量数据采用 Coverage 格式。空间数据的坐标系和投影统一采用北京 54 坐标系及高斯—克吕格投影,单位为米,中央经线为 117°。

3 遥感监测详细步骤

本次长汀县水土流失动态遥感监测遵照水利部颁发的《水土保持监测技术规程》SL277—2002,根据《土壤侵蚀分类分级标准》SL190—96 中水土流失强度的判别标准^[1],利用 ERDAS IMAGINE 软件中功能强大的空间建模工具(Spatial Modeler),生成一个基于像元的水土流失强度计算机自动评判模型,通过参照长汀县 SPO T5 卫星影像,以及对土壤侵蚀影响最为显著的植被覆盖度、坡度和土地利用类型三大因子进行叠加运算处理,自动评判出各个像元点的水土流失强度,再经人机交互修改得到 2003 年长汀县水

收稿日期:2007-05-20

基金项目:国家自然科学基金项目(40571096)

作者简介:吴清泉(1980—),男(汉族),福建省东山县人,助理工程师,主要从事水土保持监测方面的研究。E-mail: wuqq1227@126.com。

土流失现状数据,并将最后获取的 2003 年水土流失数据(作业比例尺 1 : 50 000)和之前的 2000 年水土流失数据进行动态分析,总结出长汀县 2000—2003 年水土流失动态变化规律。

3.1 水土流失强度自动评判模型的生成

Erda Imagine 软件的空间建模工具是一个面向目标的模型语言环境,在这个环境中,我们可以应用直观的图形语言在一个页面上绘制流程图,并定义图形分别代表输入数据、操作函数、运算规则和输出数据,最后生成一个空间模型。空间建模工具由空间建模语言、模型生成器(Model Maker)和空间模型库组成,其中模型生成器是空间建模语言核心的图形界面。本文正是通过它提供的 23 类共 200 多个函数和操作算式,以及便于使用的面板工具来生成空间图形模型,以操作水土流失强度自动评判中用到的栅格数据、矢量数据、矩阵、表格及分级数据^[2]。

本次水土流失强度自动评判图形模型的基本结构为:输入—函数—输出。在模型生成器中把各种输入、函数(操作)和输出都定义成图形语言,不同的图形代表不同的操作对象和函数操作,这其中代表函数操作的对象图形是空间图形模型的关键,模型中各种输入和输出对象都必须以函数及操作图形为纽带有机地组织在一起^[2]。

3.1.1 数据预处理

(1) 在建立图形模型之前,首先需要调用 ERDAS IMAGE 软件的指数计算工具(Indices),具体步骤为:ERDAS 图标面板菜单条:Main-Image Interpreter(图像解译器)-Spectral Enhancement(光谱增强)-Indices(指数计算),应用一定的数学方法,将 SPO T5 卫星遥感影像中不同波段的灰度值进行组合运算,计算指数函数选择 NDVI,公式如下:

$$NDVI = (SPO T2 - SPO T1) / (SPO T2 + SPO T1)$$

通过上述公式得到的数值就是我们所需要的植被指数 NDVI。

(2) 调用 ERDAS IMAGE 软件的坡度分析工具(Slope),ERDAS 图标面板菜单条:Main-Image Interpreter-Topographic Analysis(地形分析)-Slope(坡度分析),通过应用该工具对长汀县 1 : 50 000 的 DEM 栅格数据进行地形坡度分析,计算生成分辨率为 10 m * 10 m 的坡度栅格数据。

3.1.2 建立图形模型 下面所要建立的水土流失强度自动评判图形模型将包含 3 个输入栅格图形、4 个条件函数图形和 4 个输出栅格图形。

(1) 放置对象图形。启动模型生成器,ERDAS 图标面板菜单条:Main-Spatial Modeler(空间模型)-Model Maker(模型生成器),根据图 1 所示的图形模型框架,放置需要用到的对象图形。

(2) 定义对象图形。根据图形模型的组成,在 Model Maker 视窗图形窗口中,依次双击每一个对象图形,定义参数与功能。

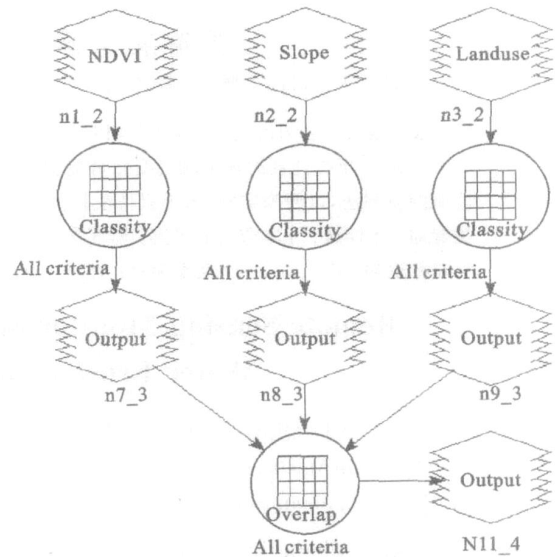


图 1 水土流失强度自动评判模型

首先分别定义 3 个输入栅格图形:NDVI,Slope , Landuse 专题数据。其次分别定义 4 个条件函数图形。在 NDVI Classify 函数图形中,利用 GPS 采集野外标准样地的实际植被覆盖度,寻找并建立标准样区的植被覆盖度和植被指数二者之间的关系(参见表 1)。根据表 1 数据,将植被指数 NDVI 属性加入到 Criteria Table 中,并输入 5 个分类判断条件,输出 5 个专题类(见图 2)。在 Slope Classify 函数图形中,按水利部颁发的坡度分级标准,即 5°,5~8°,8~15°,15~25°,25~35°和 >35°,将坡度属性加入到 Criteria Table 中,并输入 6 个分类判断条件,输出 6 个专题类(见图 3)。

Row	Output	\$n11 ndvi	\$n11 ndvi
1	21	>=0	<76
2	22	>=76	<114
3	23	>=114	<152
4	24	>=152	<190
5	25	>=190	<255

图 2 NDVI 分类判断条件

Row	Output	\$n8 03slope	\$n8 03slope
1	11	>=0	<5
2	12	>=5	<8
3	13	>=8	<15
4	14	>=15	<25
5	15	>=25	<35
6	16	>=35	<90

图 3 坡度分类判断条件

在 Landuse Classify 函数图形中,将长汀县 2000 年土地利用类型 8 大类分类数据(1:10 万比例尺),根据在不同土地利用方式和特点上所形成的水土流失差异性再进行归类划分,例如,可将水田、城市居民用地、水域等没有明显水土流失特征的地类归为一类,而将工矿用地、荒草地、裸土地等具有明显水土流失特征的地类归为一类,这样归类划分的目的是为了后面图形模型水土流失强度自动评判的准确度,也可为最后人机交互修改提供参考。将土地利用类型属性加入到 Criteria Table 中,并输入 13 个分类判断条件,输出 13 个专题类(见图 4)。

表 1 植被覆盖度和 NDVI 二者关系

植被盖度/ %	< 30	30 ~ 45	45 ~ 60	60 ~ 75	75
植被指数	< 76	76 ~ 114	114 ~ 152	152 ~ 190	190

在 Overlap Classify 函数图形中,将分别通过以上 3 个条件函数计算后得到的专题类栅格数据结果,即植被指数 NDVI 分级专题、坡度 Slope 分级专题、土地利用 Landuse 分类专题,分别加入到 Criteria Table 中,并输入 27 个分类判断条件,输出 27 个专题类(见图 5),进行叠加运算处理。

Row	Output	\$n1 02land	\$n1 02land
1	100	>=11	<=13
2	100	>=51	<=59
3	100	>=71	<=79
4	100	>=64	<=65
5	100	==84	==84
6	100	==86	==86
7	125	>=14	<=15
8	150	>=21	<=29
9	150	>=31	<=39
10	150	>=41	<=49
11	150	>=61	<=63
12	150	==81	==81
13	150	==85	==85

图 4 土地利用分类判断条件

接着分别定义 4 个输出栅格图形:分别是经以上 4 个条件函数计算后输出保存的栅格数据结果。

(3) 保存图形模型。Model Maker 视窗菜单条: File-Save As-打开 Save Model 对话框,将上述建立的图形模型保存为后缀格式是 .gmd 的模型文件,方便今后启动运行。

Row	Output	\$n3 memory	\$n10 memory	\$n10 memory	\$n13 memory	\$n13 memory
1	1	==100	>=11	<=16	>=21	<=25
2	1	==125	==11	==11	>=21	<=25
3	2	==125	==12	==12	>=21	<=25
4	3	==125	==13	==13	>=21	<=25
5	4	==125	==14	==14	>=21	<=25
6	5	==125	==15	==15	>=21	<=25
7	6	==125	==16	==16	>=21	<=25
8	1	==150	==11	==11	>=21	<=25
9	3	==150	==12	==12	==21	==21
10	2	==150	==12	==12	>=22	<=24
11	1	==150	==12	==12	==25	==25
12	3	==150	==13	==13	>=21	<=22
13	2	==150	==13	==13	>=23	<=24
14	1	==150	==13	==13	==25	==25
15	4	==150	==14	==14	==21	==21
16	3	==150	==14	==14	>=22	<=23
17	2	==150	==14	==14	==24	==24
18	1	==150	==14	==14	==25	==25
19	5	==150	==15	==15	==21	==21
20	4	==150	==15	==15	==22	==22
21	3	==150	==15	==15	>=23	<=24
22	1	==150	==15	==15	==25	==25
23	6	==150	==16	==16	==21	==21
24	5	==150	==16	==16	==22	==22
25	4	==150	==16	==16	==23	==23
26	3	==150	==16	==16	==24	==24
27	1	==150	==16	==16	==25	==25

图 5 叠加运算分类判断条件

3.2 人机交互修改

运行上述建立的水土流失强度自动评判图形模型,初步获取 2003 年长汀县水土流失栅格数据,再应用 ERDAS 软件中的矢量功能和地理信息系统分析功能对该水土流失栅格数据进行矢量化和分类后处理,得到不同水土流失强度级别的矢量数据。接着将 2003 年 SPOT5 卫星影像和以上获得的水土流失矢量结果分别导入 ArcMap 中,进行水土流失类型及强度变化部分的人机交互判读,并对水土流失矢量数据中与实际有出入的地方,通过人工目视解译的方法进行校正,保障图斑定性的判对率 > 90%。最后将判读校正完成后的数据导入到 Arcinfo Workstation 中,建立拓扑关系,进行图形编辑,最后生成 Coverage 格式的水土流失现状图。

3.3 野外精度验证

野外实地调查是建立水土流失类型和强度的遥感解译标志的基础,同时也是验证室内水土流失强度判读正确与否的有效手段。通过采用 GPS 进行野外样点的准确定位,分别选取一定数量的不同水土流失程度级别的流失斑进行实地验证,以保证水土流失强度室内解译的精度要求。

本次野外精度验证采用 GPS 野外路线随机抽样的验证方法,验证路线包括不同的地形地貌、不同母岩和不同的水土流失类型,具有代表性。由于水土流失主要是人为活动造成的,而公路两侧的人为活动又最频繁,因此,本次调查的路线能较准确地验证人机交互判读的结果精度。本次调查验证共抽取样地 84

个,其中:判对样地为 69 个,判错样地 15 个,判对率 82.14%,符合水利部颁发的标准要求。

4 结论

长期以来,我省水蚀区土壤侵蚀遥感调查主要采用人机交互判读法,该常规方法需要大量野外工作,耗财耗时耗力且难以动态监测。加上受卫星影像阴坡,因子图时效性及精度影响,准确度较低。本文通过对长汀 2000—2003 年水土流失的动态监测研究,探讨一种能满足我省水蚀区土壤侵蚀调查要求且行之有效、高精度的遥感监测方法。该方法主要通过高精度的 SPOT 卫星影像,利用 Erdas 软件中功能丰富的空间建模工具,生成一个基于像元的水土流失强度计算机自动评判模型,实现调查区域各个像元点的水土流失强度计算机自动评判,该方法较常规方法能够大大降低野外工作及人工判读工作量,实现土壤侵蚀的遥感高精度快速调查,在实际工作中具有较强的可操作性,且便于进行动态监测分析,可为今后快速实现省内某个水蚀区域的水土流失现状调查提供有力的技术保障,同时为实施《水土保持法》定期监测公告服务。

[参 考 文 献]

- [1] 王维明,陈明华,林敬兰,等. 长汀县水土流失动态变化及防治对策研究[J]. 水土保持通报, 2005, 25 (4): 73—77.
- [2] 党安荣,张建宝,王晓栋,等. Erdas Imagine 遥感图像处理方法[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [3] 方天纵. 水土保持监测与管理信息系统中的数据采集处理——以蓟县山丘区的研究为例[C]. 全国第二届水土保持监测学术研讨会论文集. 2005. 157—161.
- [4] 黄健. 丹江口水库水源区水土流失遥感监测 GIS 数据库的设计开发[J]. 中国水土保持, 2006 (3): 42—43.
- [5] 罗志东,史明昌,李智广,等. RS 和 GIS 技术在水保方案编制中的应用[J]. 中国水土保持, 2006 (5): 49—51.
- [6] 赵永军,巫明强,张瑞珍,等. GPS 应用于水土保持监测的精度测试[J]. 中国水土保持, 2001 (3): 30—31.
- [7] 史明昌,田玉柱. 水土保持监测框架的讨论[C]. 全国第一届水土保持监测学术研讨会论文集. 2001. 11—15.
- [8] 杨胜天,王冰,王玉娟. 喀斯特地区水土流失遥感监测现状及发展趋势[C]. 全国第二届水土保持监测学术研讨会论文集. 2005. 84—96.
- [9] 田雷,杨胜天,王冰. 水土保持监测方法与技术现状初探[C]. 全国第二届水土保持监测学术研讨会论文集. 2005. 150—156.

(上接第 40 页)