

“3S”技术在水土流失动态监测上的应用

李洪星

(吉林省水土保持工作总站, 长春 130023)

摘 要: “3S”技术是集遥感、全球定位与地理信息系统于一体的高新技术手段, 它可以快速、准确地获得地面各种信息。就“3S”技术在水土流失动态监测应用中的原则依据、程序方法等几方面进行了探讨, 对今后水土流失动态监测工作的开展起到一定的指导作用。

关键词: “3S”技术; 水土流失; 动态监测

中图分类号: S157; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)02-0016-02

Application of 3S Technology to Dynamic Monitoring of Soil and Water Loss

LI Hong-xing

(General Station of Soil and Water Conservation in Jilin Province, Changchun 130023, China)

Abstract: The 3S technology, an integrated technology of remote sensing, GPS and GIS, is a high-tech means. By 3S technology, the information on the ground can be obtained quickly and precisely. It discusses the principle and procedure of its application in soil and water loss monitoring, which plays an important role in implementing soil and water loss monitoring in the future.

Key words: 3S technology; soil and water loss; dynamic monitoring

1 “3S”技术

“3S”技术是指 RS(遥感)、GIS(地理信息系统)和 GPS(全球定位系统)三者的集成技术, 是 20 世纪 90 年代兴起的、集众多现代科学于一体的新兴技术。

RS(遥感)是 20 世纪 60 年代发展起来的一门综合性的现代化探测技术。它是应用不同的传感器, 记录物体的电磁波信息, 达到识别物体及其各种性质。遥感技术包括航天遥感、航空遥感、地面遥感, 其中航天遥感应用最广。

GIS(地理信息系统)就是在计算机软硬件支持下, 将各种数据按地理坐标或空间位置输入计算机, 实现存贮、更新、查询、运算、处理、显示制图制表, 对各种具有空间特征的事物、过程进行描述、分析与模拟。

GPS(全球定位系统)是美国开发研制的现代定位技术, 它由空间星座、地面控制站和用户系统组成, 卫星不间断地发送自身的星历参数和时间信息, 用户接收到 GPS 卫星发射的信息后, 经数据处理求出接收机的三维位置、三维方向以及运动速度和时间信息, 完成导航和定位工作。

在“3S”技术中, GIS 是核心, RS 和 GPS 为 GIS 提供快速高效的数据源。只有将“3S”技术紧密结合, 才能充分发挥各自的先进性能, 完成空间分析与数据处理任务。

我国“3S”技术发展较晚, 进入 80 年代遥感技术广泛应用于农业、林业、土地、矿产、水利等行业的资源调查和各种灾害的预测预报。水土流失动态监测就是采用某种技术手段对一定范围内的水土流失类型、面积、强度、分布等情况实施监控, 比较不同时期动态变化状况及其发展趋势, 包括遥感监测、地

面观测和调查三种监测方法。

80 年代中期以来我国先后开展了 3 次水土流失遥感监测工作, 第一次是应用 RS(遥感), 1994~1996 年采用 MSS 卫星遥感影像信息, 放大到 1:50 万比例尺的像纸, 经过人工目视解译、判读、野外验证、综合分析等阶段开展水土流失调查; 第二次是应用 RS、GIS 技术, 采用 1995 年的 TM 卫星遥感数字化影像信息, 应用计算机和 GIS 软件进行人机对话解译; 第三次是应用“3S”技术, 采用 2000 年的 TM 卫星遥感数字化影像信息, 进行水土流失动态监测工作。本文就应用 TM 数字化卫星遥感影像信息开展水土流失动态监测的原则、方法、程序等方面进行探讨。

2 监测的原则依据

应用“3S”技术开展水土流失动态监测, 以《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-96)和《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)为技术依据, 以地理信息系统软硬件为工具, 以 TM 假彩色合成数字化影像为基本信息源, 结合有关的图件和文字资料, 以人机交互目视解译为主要判读方式, 以县为单位进行室内预判作业, 将水土流失主要因素图层叠加套合, 在专家思想的支持下, 采用多因素综合分析的方法, 判定水土流失类型和强度级别, 经过建立拓扑关系形成水土流失数字化图, 以野外验证为依据修改补充预判结果。对不同时期水土流失变化状况进行分析, 达到动态监测的目的。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》划分水土流失类型, 确定允许土壤侵蚀量, 但在具体划分时要根据当地实际状况进行。例如在我国东北, 这片黑土区是世界上仅存的三块黑土带之

一, 虽然坡缓, 但坡长, 水土流失严重, 部分地方已出现了破皮黄, 有的地方沟蚀发育, 蚕食耕地, 山区土层薄、侵蚀危险程度重, 确定允许土壤侵蚀量为 $200\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

在水力侵蚀区, 面蚀、沟蚀同时发生, 因此在沟蚀严重区域, 除参考面蚀分级指标外, 还应参照沟蚀分级指标。

3 监测的程序与方法

3.1 前期准备

3.1.1 系统软硬件设备

硬件设备配置要求绘图工作站或高性能计算机, 处理器奔腾 III 以上, 内存大于 128 MB, 硬盘大于 20 GB, 显示器 17 英寸以上。解译判读使用 Arcview 软件, 拓扑和集成使用 Arc/info 软

件, 操作系统使用 Windows NT 4.0 或 Windows 2000 软件。
3.1.2 信息资料收集
利用最新 TM 卫星合成数字影像信息, 同时收集与之相同比例尺的地形图和各种比例尺的水土保持图、土地利用现状图、林业图、地质图、地貌图、气候图等以及其它有关的文字资料, 尽可能搜集有关行业的数字化图形、图像资料。

3.1.3 专业技术人员

这项工作专业性、技术性很强, 不仅应具备水土保持专业知识, 还要掌握遥感、地质、地形地貌、土壤、地理信息系统、计算机等知识和较高的英语水平, 同时应有较强的工作事业心和责任心。

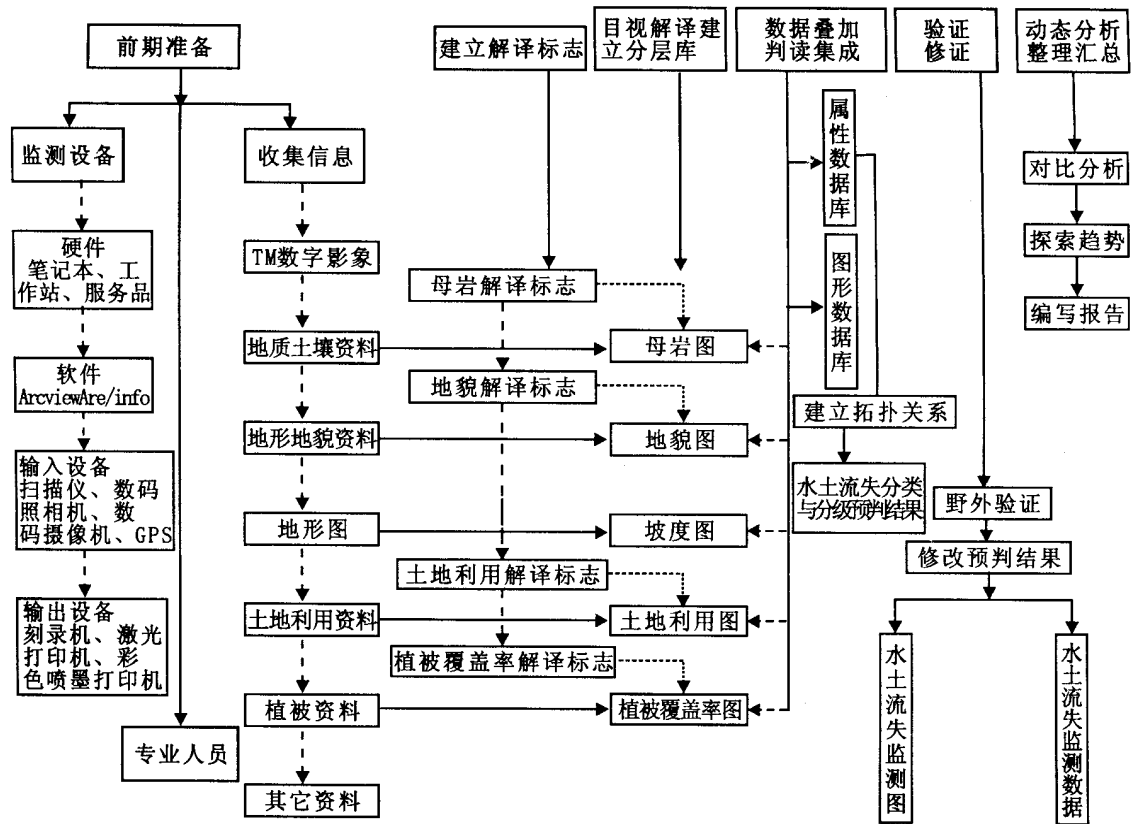


表 1 水土流失遥感监测程序

3.2 建立解译标志

地表质地、地貌、土地利用、植被覆盖率等影响土壤侵蚀的各要素都有自己的光谱特性, 因而在影像上也显示出各种不同的景观信息、色调信息、图形信息等特征。

依据技术规程和 TM 影像所显示出来特征, 加上地质资料和实际工作经验, 建立起水土流失主要因素与影像特征之间的解译标志。

3.2.1 地表质地解译标志

石质类型在影像上呈灰绿色, 纹理杂乱; 沙质在春秋季节呈白色或浅黄色, 形状不规则。

3.2.2 地貌解译标志

山地地貌在影像上纹理明显, 边界轮廓清晰, 山脊与山谷线条及阴影容易辨别, 色调均匀; 漫川漫岗地与台地处于山地与平原区过渡地带, 易于分别, 影像上为不规则图形, 呈黄色与黄白过渡色, 切割纹理较多; 平原地貌开阔、面广, 纹理平缓。

3.2.3 土地利用解译标志

林地在影像上基本色调为红色, 但因树种和覆盖率的不

同而不同, 形状不一, 针叶林暗红色, 阔叶林鲜红色; 草地在影像上色泽一致, 春秋季节呈灰色, 夏季呈红色; 荒地影像上呈黄色或黄白色并夹杂少量红色斑点, 图形破碎, 可见细枝状切割纹理; 旱田春秋季节呈灰色、青色、黄色, 夏季呈红色或粉红色, 面状、片状或条带状分布, 边界明显, 纹理均匀; 水田春秋季节呈深灰色, 夏季红色, 块状、片状或条带状分布, 可见网格状纹理, 色泽均匀; 居民地呈浅蓝色, 边缘线不整齐, 水域中有边缘整齐深蓝色的水库、泡塘, 浅蓝色弯曲状河流。

3.2.4 植被覆盖率解译标志

植被的颜色在影像上随着覆盖度的降低而变浅, 以夏季 TM 影像为例, 植被覆盖率 $> 75\%$ 时颜色呈较深的暗红色、鲜红色、青色, 色调均匀; 植被覆盖率 $60\% \sim 75\%$ 时颜色呈中深程度的暗红色、鲜红色、青色; $45\% \sim 60\%$ 时影像上呈条状、片状、块状鳞斑, 浅红至棕红色, 并夹杂黄色斑点, 颜色不均匀, 可见少量切割纹理。 $30\% \sim 45\%$ 时影像上为不规则图形, 色调均匀, 呈黄色与黄白过渡色, 切割纹理较多; $< 30\%$ 时影像上呈黄色或黄白色并夹杂少量红色斑点, 不规则图形

且破碎,可见细枝状切割纹理。

3.3 目视解译、建立分层数据库

建立分层数据库就是充分利用已收集到的资料,将各水土流失主要因素信息提取出来,分别录入到 GIS 软件内,在 TM 数字化影像下,参照已建立的解译标志,人机目视解译判读确认,经过进一步编辑、拓扑、集成生成 GIS 数据库,包括母岩、地貌、坡度、土地利用、植被覆盖率数据库。

3.3.1 地表质地数据库

地表质地分类主要依据地表物质的组成成分及特征来划分,结合 TM 影像图、地质图、土壤图等资料,划分为石质、土石质、土质、沙质四种类型。地表基岩裸露、石块面积 > 50%,或岩石风化碎块层 < 30 cm 为石质质地;土石兼有,不易区分,岩石风化碎块层 > 30 cm 为土石质质地;地表物质以黏土、壤土为主, > 60 cm 现代松散沉积物为土质质地;地表物质以沙土为主,其下有深厚的现代风、水成沙质堆积物为沙质质地(代码与分类详见附表)。

3.3.2 地貌数据库

地貌的划分主要依据绝对高程和相对高程来进行,结合 TM 影像图、地貌图等资料,将地貌划分为中山(绝对高程 > 1 000 m, 相对高程 > 500 m)、低山(500~ 1 000 m, 200~ 500 m)、丘陵(< 500 m, < 200 m)、漫川漫岗与台地(< 300 m, < 50 m)、平原(< 200 m, < 30 m)5 种类型(代码与分类详见附表)。

3.3.2 坡度数据库

收集已有的 1:10 万或 1:5 万比例尺数字化地形图,利用 GIS 软件,输入坡度分级取值范围,生成坡度分级图。地表坡度分为平地(< 3°)、平缓坡地(3~ 5°)、缓坡地(5~ 8°)、坡地(8~ 15°)、较陡坡地(15~ 25°)、陡坡地(> 25°)6 级(代码与分类详见附表)。

3.3.3 土地利用数据库

土地利用类型的划分主要依据已经搜集到的数字化土地利用图重新归类后进行,将其划分为林地、草地、荒地、旱田、水田、其它 6 种类型(代码与分类详见附表)。

3.3.4 植被覆盖率数据库

植被覆盖率类型的划分主要依据 TM 影像图和有关的林业图件,植被覆盖率不同在 TM 影像所显示出来特征也不一样,通过对 TM 影像图的目视解译来完成植被覆盖率类型的划分,将植被覆盖率类型划分为高覆被(> 75%)、中高覆被(60%~ 75%)、中覆被(45%~ 60%)、中低覆被(30%~ 45%)、低覆被(< 30%)等 5 种类型(代码与分类详见附表)。

表 1 水土流失主要因素数据库分类表

地表质地	地 貌	坡 度	土地利用	植被覆盖率
代码 分类	代码 类型	代码 分级/°	代码 类型	代码 %
1 石质	1 中山	1 < 3	1 林地	1 > 75
2 土石质	2 低山	2 3~ 5	2 草地	2 60~ 75
3 土质	3 丘陵	3 5~ 8	3 荒地	3 45~ 60
4 沙质	4 漫川漫岗 与台地	4 8~ 15	4 旱地	4 30~ 45
	5 平原	5 15~ 25	5 水田	5 < 30
	6 > 25	6 其它		

3.4 分层数据叠加判读、拓扑集成

对已经建立起来的母岩、地貌、坡度、土地利用、植被覆盖率分层数据库作为主要判读参考层,各分层数据叠加套

合,组成若干个图斑,在专家思想的支持下,经综合分析后再判定水土流失类型和强度级别,最终生成水土流失图,各图层之间相互印证,互相补充,使水土流失类型和强度级别的判读建立在更为科学严谨的基础上。

图斑属性编码:各水土流失主要因素图用 1 位代码表示;水土流失图图斑属性用 7 位代码表示,第 1 位代码表示水土流失类型,第 2 位代码表示水土流失强度等级,第 3 位代码表示母质,第 4 位代码表示地貌,第 5 位代码表示土地利用与植被类型,第 6 位代码表示植被覆盖度,第 7 位代码表示坡度。

经过人机目视解译判读形成图型(线层)和属性(点层)两个数据库,各县解译判读完成后,在 Arc/Info 下,逐县对图型数据库和属性数据库建立拓扑关系,检查是否出现重码、漏码等逻辑错误,修改完错误后再进行拓扑,形成一个县级矢量图,得到了分县的预判结果。

3.5 野外验证、修改预判结果

根据室内判读过程中出现的疑点、难点和实际工作需要,在不同侵蚀类型、不同强度级别内,选择样点进行重点验证,采取路线验证与样方调查相结合、笔录与摄影记录相结合、直接验证与间接验证相结合,并做详细记录。在野外利用 GPS 进行定点、定位,将野外验证的记录、拍摄的照片进行分析整理,根据野外验证的实际情况对预判结果进行认真修改和补充,逐步集成为县、市(州)、省、国家级数字化成果图。

3.6 动态分析、整理汇总

水土流失动态变化分析是以最新水土流失遥感监测成果为基础,与以往水土流失遥感监测成果相比较,对水土流失面积、类型、强度分级与分布等变化情况进行对比分析,找出水土流失动态变化的规律和发展趋势,详细分析水土流失发生动态变化是哪一个水土流失主要因素的变化还是人为因素的变化所引起的,提出相应的水土流失的防治对策,编写水土流失动态监测报告。

4 结 论

应用“3S”技术开展水土流失动态监测,可以发挥其快速、准确、客观、经济等优势,及时掌握监测区的水土流失现状、人为水土流失、水土流失治理、水土流失动态变化等有关信息,为建立水土流失动态监测数据库、水土流失动态监测系统奠定了基础。推动了各项水土保持工作,为各级政府编制中长期水土保持生态建设规划、改善生态环境、发展生态环保型效益经济、建设生态省提供了科学依据。

建立水土流失主要因素分层数据库是水土流失动态监测的基础,叠加套合综合分析后,判读水土流失类型和强度级别,使水土流失动态监测工作更趋于合理、科学,避免了从 TM 数字影像上直接判读的随意性、盲目性。

与第一次应用 MSS 航天遥感影像目视解译遥感监测调查比较,影像精度、上图精度有了明显提高,所需时间短;与传统调查方法相比,在资金、人力和时间上有显著优势,而且质量高,具有明显的生态效益、经济效益、社会效益,应用前景非常广阔。

但是“3S”技术刚刚兴起,在 RS 自动判读、分层数据图层叠加套合、建立不同类型区的水土流失动态模型、GIS 二次应用开发及国产化、“3S”人才培养、“3S”软件集成等问题有待于进一步研究解决。