

# GIS 和 RS 在水土保持规划中的应用\*

张艳军, 郭跃, 赵纯勇  
(重庆师范大学地理科学学院, 重庆 400047)

**摘要** 本文在传统水土保持治理研究的基础上, 探索应用 GIS 和 RS 技术对现有地图和卫星影像图的图像解译分析, 提取影响水土流失的各类因子基础信息, 建立图形和空间属性数据库, 模拟研究区的水土流失地质模型, 用数值定量反映土壤侵蚀强度及其空间分布, 并利用其强大的空间分析功能, 重新整合规划研究区的土地资源, 为政府决策提供科学的理论依据。

**关键词** :GIS ;RS ;水土保持 ;规划

中图分类号 :X43 ;P285.2<sup>+</sup>39

文献标识码 :A

文章编号 :1672-6693(2005)02-0061-03

## The Application of Soil and Water Conservation Planning Based on GIS and RS

ZHANG Yan-jun , GUO Yue , ZHAO Chun-Yong

( College of Geography , Chongqing Normal University , Chongqing 400047 , China )

**Abstract** Based on the traditional research of soil and water conservation , this paper explores the interpretation and analysis of the present map and Landsat TM on the basis of GIS and RS. It analyzes all the possible factors which might affect soil and water conservation by establishing the region of figure and spatial database and making a numerical of the strength of soil erosion and its spatial distribution with the method of data analysis according to the simulated soil and water conservation. It also reforms and reprograms the soil resource utilization by means of the powerful spatial analysis of GIS and RS. This way provides the scientific theoretical basis for the government determination and policy.

**Key words** :GIS ;RS ;soil and water conservation ;planning

GIS 和 RS 技术是一种全新的区域研究支持系统, 适合于区域的地理特点, 在思维上也有质的改进。GIS 不仅具有地理意义明确的空间数据管理能力, 最重要的是可以通过地理空间分析产生常规方法难以得到的分析决策信息, 并可在系统支持下, 高效率、高精度、定量地实现真正地理意义上区域空间分析研究和过程模拟预测。RS 可满足研究区域时空结构的需求, 在水土保持规划中的土壤侵蚀和土地利用现状调查中发挥着重要的作用<sup>[1]</sup>。本文在传统水土保持治理研究的基础上, 探索应用 GIS 和 RS 的强大空间数据处理能力和多源数据综合分析能力, 在土壤侵蚀调查和水土保持治理规划过程中所需的信息的获取、分析、管理、决策综合应用研究, 成为研究区域的水土保持规划先进手段。

## 1 研究区的概况和资料来源

### 1.1 研究区的水土流失概况

重庆市南岸区位于东经 106°31'4" ~ 106°47'2", 北纬 29°27'2" ~ 29°37'2" 之间, 幅员面积 260.76 km<sup>2</sup>, 是重庆市主城区的行政区之一。地处亚热带季风气候区, 年降雨量约为 1 079.4 mm, 年平均气温 18.3℃, 充沛的降雨和频繁的暴雨以及陡峭的地形、抗风化和抗蚀性差的紫色砂岩及其发育的紫色土和极易产流的石灰岩山地, 是土壤侵蚀的形成和发展的外动力条件和物质基础。加之城市发展速度快, 植被破坏严重, 农村地区的陡坡种植, 致使水土流失面积逐年扩大, 水土流失问题较严重。

### 1.2 资料来源

\* 收稿日期 2004-12-28 修回日期 2005-04-04

资助项目: 重庆师范大学人文地理学科 GIS 市级重点实验室项目。

作者简介: 张艳军(1980-)男, 山西大同人, 硕士研究生, 主要研究方向为资源与环境地理信息系统。

本规划研究采用重庆市测绘局 2003 年测量的 1:10000 的大比例尺地图和 2001 年的 TM 影像图分析解译,结合重庆市南岸区统计年鉴、南岸区农林局统计年鉴和实地考察。项目区各项建设措施,其总体布局和设计均参照《水土保持综合治理规划通则》GB/T15772、《长江流域水土保持规划教材》,并充分体现和运用了长江治理成功经验及先进技术。

## 2 基于 GIS 和 RS 的土壤侵蚀方法应用

根据已有调查成果和对研究区土壤侵蚀的各种因子作了较系统、较全面的分析,得出影响因子可概括气候、土壤、地质、地形、植被和人为等 6 大因素的综合,其中主导因子为植被盖度和坡度等级。植被在自然界中对拦截雨量和控制地表径流起着举足轻重的作用,是制约土壤侵蚀最有效的因子,也是卫星影像中表现敏感的因素。坡度对土壤侵蚀影响关系比较复杂,但多数情况将其影响简单化为正相关,耕地土壤侵蚀主要来自坡耕地,侵蚀强度随着坡度的增大而逐渐增大。土壤侵蚀的强度用年均土壤侵蚀量指标来定量反映,计算方法随具体区域而不同。本次研究选取土壤流失通用方程,系美国普渡大学根据 30 余个观测站的数以万计的资料,用电子计算机加以分析而得出<sup>[2]</sup>,见下式:

$$A = 0.224 \times R \times K \times L \times S \times C \times P$$

式中:  $A$  为土壤流失量( $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ )  $K$  为降雨可蚀性因子  $L$  为坡长因子  $S$  为坡度因子  $C$  为植被覆盖因子  $P$  为土壤侵蚀控制措施因子。

### 2.1 信息的提取

基于 GIS 和 RS 的技术提取影响水土流失的各类因子数据,并以图形和空间属性数据库的形式存储,便捷编辑修改和更新,模型运行时的直接调用和空间分析应用。选用 AutoCAD2004 软件从大比例尺基础地图上提取等高线、各乡镇的区域界线、土地利用类型图层,并编辑修改等高线、土地利用类型图,并给图层要素属性赋值。通过一定的图形格式数据转换,导入地理信息系统专业软件如 Arc/info,统一基础地图的投影,纠正地理坐标,拼接图形生成统一的底图。在 ArcMap 平台上利用表面分析功能生成的 DEM 图,并导出坡度图及其空间数据,将栅格图形转换成矢量图。本次规划所用的 DEM 图是在大比例尺等高线(5 m)上生成的,信息量很大,现有的 PC 机处理能力有限,有必要先将位置上相邻和属性相近的图斑合并重分类,整理入库。在土地

利用现状图层的地块单元赋土地利用属性。为得到更为详细、最新的土地利用和植被覆盖信息,引入基于遥感(RS)的解译信息。

在 Erdas Image 软件平台上,对获取的 TM 卫星影像图进行粗纠正,并利用标准的地图进行遥感图像几何精纠正,产生统一的影像底图,同时,融合其他图件和社会信息的属性数据,开展综合应用分析,结合有关的统计资料和实地调查,确定解译标志,然后选取训练样区进行人机交互分析解译<sup>[3-5]</sup>,得出土地利用现状和植被覆盖的详细资料及其空间属性数据库。

### 2.2 水土流失的地质模型模拟

传统的土壤侵蚀人工调查,是由经过培训的技术人员,拿着地形图,到野外进行土壤侵蚀图斑的现场勾绘后,再经过室内的图斑面积的量算和统计汇总而得到土壤侵蚀数据。这种方法不但需要投入大量的人力、物力和财力,而且花费的时间长,受人为主观影响大。地形模型模拟是应用计算机、数字模拟技术及综合分析的方法来模拟许多地理过程或现象。例如气候变迁、沙漠化过程、土地退化过程以及土壤侵蚀,使得受几个因素共同影响,要经过若干年才能完成的地理过程,采用计算机模型模拟,只需几分钟就能得到类似的结果,为资源开发、国土整治、水土保持等提供依据。

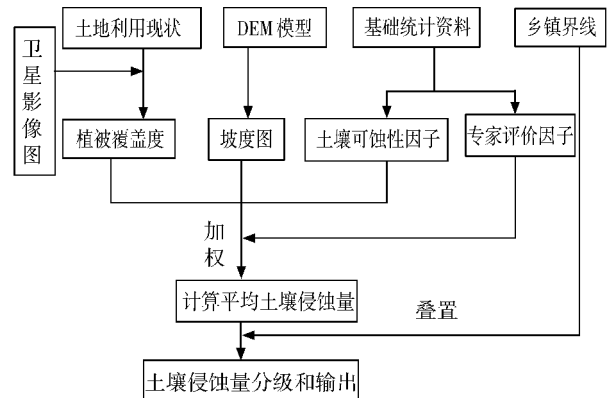


图 1 水土流失的地质模型流程图

水土流失地质模型(图 1)的建立是基于土壤侵蚀量的通用方程,在系统模型调入研究区内各种数据库资料的评价因子,按其对影响水土流失贡献量大小,通过专家打分的方法确定各个因子的权重,运行模型生成研究区土壤侵蚀现状图及土壤侵蚀量的数值,根据计算土壤侵蚀贡献的公式,对水土流失强度数值分析,将各地块单元的土壤侵蚀量换算为土壤侵蚀贡献量。以该图件为基础,参照水利部颁布的

《土壤侵蚀强度分级参考指标》体系,进行土壤侵蚀强度的重分类,以图形和相对应的空间属性数据库形式存储在计算机,这样就能用定量指标反映该区域的空间位置上不同地块的土壤侵蚀强度。该成果图与坡度图、土地利用图及行政区图进行叠加分析,得到研究区不同政区的不同坡度、不同地类、不同侵蚀级别的土壤侵蚀现状数据和土壤侵蚀强度图(见图 2)。这种基于 GIS 和 RS 技术的地学模型还随各类因子数值变化,就可以分析各个地块单元在不同时期的土壤侵蚀强度动态变化情况及发展趋势。

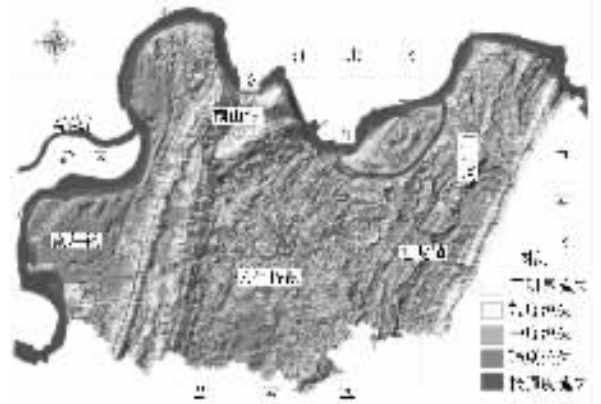


图 2 南岸区土壤侵蚀强度图(2003 年)

表 1 南岸区水土流失面积统计表

类型区 强度	侵蚀模数/ (t/km <sup>2</sup> ·a)	km <sup>2</sup>			
		涂山—南坪城市 丘陵轻度侵蚀区 I	南山低山 轻度侵蚀区 II	长生桥—广阳丘陵 中度侵蚀区 III	东部长生林低山 中度侵蚀区 IV
无明显侵蚀	0 - 500	39.27	16.21	69.71	2.63
轻度侵蚀	500 - 2 500	49.93	16.72	21.61	7.23
中度侵蚀	2 500 - 5 000	32.08	3.44	23.83	0.46
强度侵蚀	5 000 - 8 000	24.29	3.36	17.13	0.69
极强度侵蚀	8 000 - 15 000	28.48	3.50	19.70	1.80
总计		54.56	43.41	151.81	12.82

经分析得知,研究区的水土流失面积(见表 1) 134.17 km<sup>2</sup>,年土壤侵蚀总量 72.59 万 t,平均土壤侵蚀模数 2 793 t/(km<sup>2</sup>·a)<sup>[6]</sup>,根据全国第二次水土流失遥感调查,《重庆市水土流失公告》20 世纪 90 年代末重庆市南岸区的水土流失面积是 122.39 km<sup>2</sup>,平均土壤侵蚀模数 2 041.28 t/(km<sup>2</sup>·a),二者在数量上较为接近。

的每一块图斑在专题地图上都能实现空间定位和属性数据查询。

表 2 南岸区的土地利用变化

土地利用 类型	km <sup>2</sup>						
	耕地	有林地	水域	草地	交通 用地	城镇及 工矿用地	其他
规划前	119.98	54.25	22.63	0.69	5.73	58.79	0.45
规划后	18.09	85.49	23.69	28.04	7.26	99.89	0.04

### 3 GIS 在水土保持规划中的应用

分析土壤侵蚀强度及其分布,水土保持规划的措施常常采用人为改变下垫面的因子,即主要是通过改变地形坡度和植被覆盖率。选用 Arc/info 提供强大的表面分析和空间分析功能,以土地利用类型现状图,土壤侵蚀量分级图进行空间叠合分析,以图形和空间数据库为工具,按照城市发展的规划,综合各种经济、自然环境、社会效益评价分析,对已造成和潜在的侵蚀强度大的治理区采取相应的植物措施、工程措施和耕作措施。比如坡度大于 25°的坡耕地退耕还林还果,坡度在 15 ~ 25°的耕地坡改梯(农田基本建设),并根据实际情况对城市近郊培育一些经济价值高的经果林、苗圃花卉。另外,配套修建塘堰、蓄水池和排水沟渠,以更好地保土保沙、涵养水源。这种基于 GIS 的水土保持规划对采取措施

规划期内,根据经济、生态综合效益和实施的难易程度,规划建设重点项目示范区。利用空间分析中的叠置(Overlay)、缓冲(Buffer)分析功能,在图上提取“四沿”区域(2004 ~ 2010 年),即迎龙湖水库(中型)域内和水库大坝以下 500m 以内的集雨区,南坪城镇周边 3km 所涉及的区域,长江 500m 以内的范围内和沿渝黔高速公路两侧 50m 内的区域共计 82.50 km<sup>2</sup>,将图形和空间数据整理入库,作为优先发展的重点项目示范区,并用自编程序在图斑上生成规划的具体的项目所分布的区域及实施时间。(表 2)南岸区作为重庆市发展潜力较大的主城区之一,未来城市化发展速度加快,规划期内土地利用将做较大的调整,以此为契机,加强水土保持工作应以改善生态环境,提高经济效益为目的,加大城市的林

(下转 76 页)

(上接 63 页)

草覆盖度,因地制宜,发展高效经济的果木花卉生态农业,建设山水田园林路的秀美山川。

#### 4 结语

由 GIS 和 RS 获取、处理分析空间信息,已成为研究资源环境和区域地理的先进手段。本文在传统的水土保持方法研究的基础上,探索应用 GIS 和 RS 技术及其辅助工具提取图形和空间属性数据,模拟水土流失的地学模型,分析土壤侵蚀强度及其空间分布,并利用 GIS 的空间分析功能,按照研究区的城市发展规划思路,综合各种经济、环境、社会效益评价分析,采取相应的治理措施,建立水土保持图形及其空间属性数据库,为政府和专业人员管理决策提供理论依据。但在具体的操作中还有不足或者需继续研究的问题,比如影响水土流失的降雨因子资料不足,采用其相邻的沙坪坝测站的 10 年数据的均值,但实际的高强度、大雨量的降雨造成的崩塌、滑坡等自然灾害造成的水土流失并没有列在其中,在实际应用中不能定量表达一个地区土壤侵蚀量,很难用其作为一种评价体系。另外,水土保持是一个复杂的系统,影响水土流失的因子实时变化,分析过

程中有待开发一个专门处理海量数据,分析功能强大,将各种影响水土流失主要因子的数据输入,实时更新信息的动态数据库集成的水土保持信息管理系统软件,满足水土保持的现代化管理和区域综合治理。

#### 参考文献:

- [1] 张培宏,罗万勤.黄河一级支流水土流失“3s”应用研究[J].地球信息科学,2003,5(1):113-115.
- [2] 赵景柱.生态系统服务的物质量与价值量评价方法的比较方法[J].应用生态学报,2002,11(2):290-292.
- [3] 陈述彭,鲁学军,周成虎,等.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,1999.
- [4] 林敬兰,杨学震.“3S”技术及其在福建省水土保持中的应用[J].福建水土保持,2003,15(1):53-56.
- [5] 邬伦,刘瑜,张晶,等.地理信息系统——原理,方法和应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [6] 魏兴萍,赵纯勇,陈晔,等.南岸区水土保持规划的效益预测分析[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2005,22(1):57-61.

(责任编辑 李若溪)