

# 基于 GIS 技术的重庆市水土保持监测分区研究

黄建辉<sup>1</sup>, 闵婕<sup>2</sup>, 聂卓娜<sup>3</sup>

(1. 重庆市水土保持生态环境监测总站, 重庆 401147;

2. 重庆师范大学, 重庆 400047; 3. 中煤国际工程集团重庆设计研究院, 重庆 400016)

**摘要:** 在传统水土流失分区研究基础上, 探索应用 GIS 技术对现有地图和卫星影像解译分析, 提取影响水土流失主要因子的基础信息, 建立图形和空间属性数据库。利用 1:5 万 GRID 数据提取研究区的水土流失地学模型, 利用 ArcGIS 强大的空间分析功能, 对重庆市进行了水土保持监测区的划分。针对不同监测分区特点, 提出了重庆市水土保持监测站点总体布局方案, 为今后监测站网建设提供了理论依据。

**关键词:** 水土保持; GIS; 监测分区; 重庆市

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2009)02-0028-04

中图分类号: X830, S157

## Subdivisions of Soil and Water Conservation Monitoring of Chongqing City Based on GIS Technology

HUANG Jian-hui<sup>1</sup>, MIN Jie<sup>2</sup>, NIE Zhuo-na<sup>3</sup>

(1. Chongqing General Station of Water and Soil Conservation and the Ecological

Environment Monitoring, Chongqing 401147, China; 2. Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;

3. Coal International Engineering Group, Design and Research Institute of Chongqing, Chongqing 400016, China)

**Abstract:** Based on the traditional regional studies of soil erosion, the paper explored using GIS technology to analysis the existing maps and satellite imagery, to extracte the basic information of main factors affecting on soil erosion, and established a database of graphics and space property. The 1:5 000 GRID was used to extract data of soil erosion model and subdivide the monitoring area of soil and water conservation with the powerful ArcGIS spatial analysis function. The paper put forward the general layout scheme of Chongqing soil and water conservation monitoring sites base on different monitoring subdivision characteristics, which may provide some theoretical basis for the construction of monitoring networks in the future.

**Keywords:** soil and water conservation; GIS; monitoring subdivision; Chongqing City

重庆地处长江上游, 地理位置为东经 105°17'—110°11', 北纬 28°10'—32°13' 之间的青藏高原与长江中下游平原的过渡地带, 是举世瞩目的三峡工程主要库区所在地。全市幅员面积  $8.24 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 属亚热带季风性湿润气候, 年平均气温在 18℃ 左右, 多年平均降雨量 1 150 mm。

### 1 重庆市水土流失概况

据 2005 年遥感调查显示, 全市水土流失面积  $4.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 占土地总面积的 48.5%, 高于全国平均水平 and 周边省市流失比例, 与全国第二次水土流失遥感调查(20 世纪 90 年代中期)结果比较, 全市水土流失面积由 1995 年的  $5.2 \times 10^4 \text{ km}^2$  减少到 2004 年的  $4.00 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 减少了 23.08%, 水土流失比例由

63.15% 减少到 48.55%, 重庆市水土流失程度、面积变化情况见图 1。

充沛的降雨, 起伏变化的地形、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, 都构成了土壤侵蚀的形成和发展的外动力条件和物质基础, 加之开发建设项目逐年增多, 地表扰动和植被破坏严重, 广大农村地区的陡坡种植, 致使该区水土流失严重, 生态环境恶化的趋势尚未得到有效遏制<sup>[1]</sup>, 水土保持生态建设的任务还相当繁重。

水土保持监测是治理水土流失, 建设生态环境的一个重要环节和基础, 通过科学划分监测区域, 合理布设监测站点, 有针对性地开展水土流失动态监测, 及时掌握全市水土流失变化情况, 可以更好地为政府决策提供依据。

收稿日期: 2008-08-22

修回日期: 2008-12-23

资助项目: 重庆市水土保持重点项目“重庆市水土保持监测体系建设规划(200706)”

作者简介: 黄建辉(1977—), 男(汉族), 四川省仪陇县人, 工程硕士, 主要从事水土保持监测技术工作。E-mail: nnhh99@163.com.

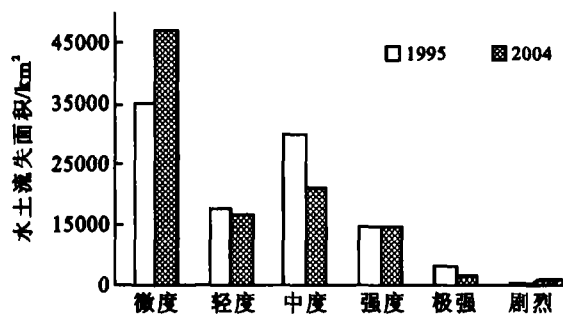


图1 重庆市水土流失强度、面积动态变化

## 2 研究方法和技术路线确定

### 2.1 监测分区原则

水土保持监测分区是指导监测工作的基础,它将自然概况、社会经济以及水土流失特征相似的区域划为一片,并针对不同分区提出监测工作的重点。根据重庆市实际,结合多年来水土流失类型区划经验,本文在水土保持监测分区研究时遵循以下原则。(1)在水土保持“三区”划分基础上<sup>[2]</sup>,以影响水土流失的地形地貌、降雨、地形坡度等主要因子进行一级分区,在此基础上以土地利用、水土流失、植被覆盖等因子进行二级分区;(2)结合水土流失与用地现状,做到分区功能明确,区内相似和区间相异;(3)以自然界限为主并尽量保持行政区划的完整和地域的连续性<sup>[3]</sup>。

各分区采取三段式命名,即地理位置+地形地貌+水土流失强度。

### 2.2 分区指标

本研究采用2004年TM影像图、国家测绘总局基础地理信息中心提供的标准地形图分幅的1:5万GRID数据,重庆市“三区”划分图以及水系、土壤、地质地貌等图件,同时还收集了2000年重庆市水土保持生态建设规划,2006年重庆三峡库区水土保持生态建设规划,2002年重庆市水土保持监测网络建设实施方案,水利部关于划分全国水土流失重点防治区的公告以及水土保持监测方面的技术资料等。主要分区指标包括:重庆市自然地貌、降雨、植被覆盖、地形坡度(DEM)、土地利用、土壤侵蚀以及社会经济状况等。通过对信息源分析,本研究对信息采用以下几种采集方式。(1)对影像信息,采用遥感技术和人工调查相结合;(2)对于图形信息采用矢量化输入方式如“三区”划分、行政区划;(3)对于图像信息采用扫描录入方式如河流水系等图像信息的采集<sup>[4]</sup>。

### 2.3 技术路线

按照监测分区所需要的信息进行收集、编辑、处理:首先运用Erdas Image软件对遥感影像解译判读获取2004年研究区土地利用现状和植被覆盖数据,以1:5万数字高程模型为基础提取研究区地形坡度

信息;综合土地利用现状、植被覆盖、坡度、降雨等信息提取研究区水土流失强度数据<sup>[5-8]</sup>。

按照自然区划的一般原则和对水土流失的综合调查资料进行分析和界定,应用GIS技术,以地形地貌、“三区”划分为一级分区主导因素,利用GIS的空间分析,进行水土保持监测一级分区;在此基础上,考虑到土壤侵蚀的过程特征,依据自然地理特征尤其是植被覆盖、水土流失形式、水土流失重点防治区、土地利用类型、开发建设项目、自然保护区和农业人口密度等特点,同时考虑行政单元的完整性,将这些因素进行空间叠加分析,进行二级监测区即亚区划分,然后在各监测分区内统筹布局监测站点,其技术路线见图2。

## 3 重庆市水土保持监测分区及应用

### 3.1 监测区划分结果

根据上述划分原则和技术方法,重庆市共划分为3个监测一级区(附图1),7个监测亚区。各监测区基本情况见表1。

### 3.2 监测区与地形地貌的关系

重庆市从区域地貌上划分,主要包括渝西方山丘陵区、渝中平行岭谷丘陵低山区和盆周低、中山区。水土保持监测区正是按照这种主要地形地貌,并根据各主要地貌内平行岭谷分布,主要山系如武陵山、大娄山等的走向来进行一级及二级监测区划分的。从划分结果看,同一分区内地貌相近,各分区之间地貌特征则存在一定差异,分区结果跟重庆市实际地貌特征相吻合(见表2)。

### 3.3 监测区与土地利用的关系

土地利用作为监测分区主导因子之一,主要是从土地利用类型出发,以区域内某种主要土地利用现状作为分区依据,尽量做到监测分区不同,各土地利用类型比例也不同(见表3)。如I监测区以占该区土地总面积59.7%的林地为主,而农用地主要以陡坡耕地为主;II监测区则以占该区60.2%的农用地为主,而农用地中又以缓坡耕地和坡耕地为主。同一级分区下的各亚区土地利用比例也有所不同,如II<sub>1</sub>监测亚区农用地比例高出其它用地比例近一半,II<sub>2</sub>监测亚区内农用地与林地比例则相差较小。

### 3.4 各监测区水土流失状况

重庆市水土流失主要以水力侵蚀为主,局部兼有滑坡、崩塌等重力侵蚀,但不同区域土壤侵蚀强度不同,水土流失面积比例也有所差异。从表4可以看出,I监测区以中度侵蚀为主,II监测区以轻度和中度侵蚀为主,III监测区则以轻度侵蚀为主,各监测亚区之间不同侵蚀强度也各有侧重。分区结果充分体现了同一监测分区内水土流失形式和强度相近,不同分区之间水土流失比例和强度有所差异的特点。

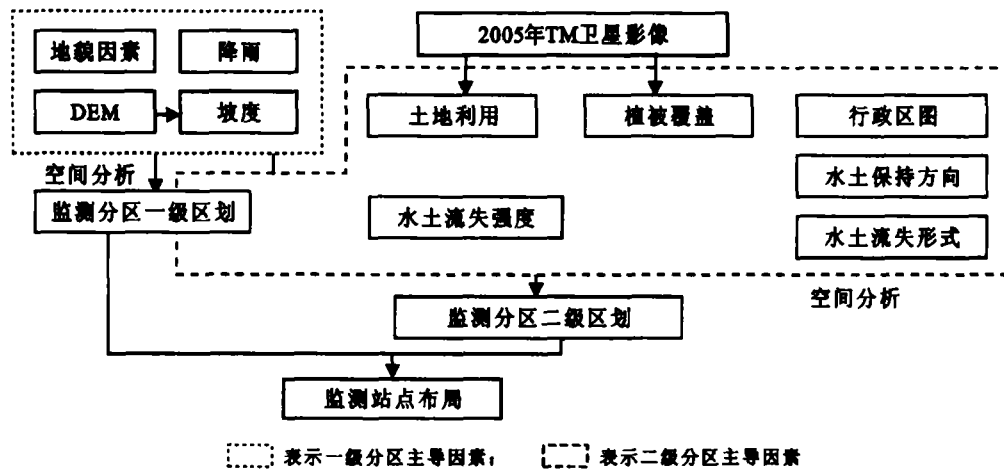


图 2 水土保持监测分区技术路线图

表 1 重庆市水土保持监测分区特征

一级分区名称	I 盆周低、中山中度侵蚀监测区			II 渝中平行岭谷丘陵低山中度侵蚀监测区			III 渝西方山丘陵轻度侵蚀监测区
二级分区名称	I <sub>1</sub> 武陵山以东低山中度侵蚀监测亚区	I <sub>2</sub> 大娄山中度侵蚀监测亚区	I <sub>3</sub> 渝东南武陵山中度侵蚀监测亚区	II <sub>1</sub> 三峡库区东段平行岭谷丘陵中度侵蚀监测亚区	II <sub>2</sub> 三峡库区中段平行岭谷丘陵中度侵蚀监测亚区	II <sub>3</sub> 三峡库区西段平行岭谷丘陵轻度侵蚀监测亚区	II <sub>4</sub> 渝西南平行岭谷轻度侵蚀监测亚区
面积/km <sup>2</sup>	10 671.02	12 797.71	14 230.83	10 438.86	7 387.28	9 869.28	9 243.07
区域范围	巫山、巫溪、城口全境、开县、云阳北部	奉节、云阳、万州的部分、石柱、丰都、武隆、兼江、南川、万盛的东南部	武隆、彭水、黔江、酉阳、秀山全境	开县南部、万州、忠县、云阳、奉节部分地区	垫江、梁平、忠县、丰都部分地区	长寿、涪陵、主城区	永川、江津、璧山全境、兼江、南川、万盛等部分地区

3.5 监测分区下的站点布局

根据划分的水土保持监测分区和重庆市土壤植被、气象水文等自然条件,结合全国监测点总体布设原则和重庆已建成站点情况,按监测的范围和规模,将全市监测站点分为两个层次:市级水土保持监测试验中心作为全市监测预报工作控制中心为第一层次;第二层次由小流域综合观测站,控制站(小流域、水文站),坡面径流场,滑坡预警监测点和其它监测点(以专项内容监测为主)构成(见图 4)。

全市共布设 38 个监测站点,其中 2 个小流域综合观测站和 6 个小流域控制站分布在 8 个监测亚区内,其它监测站点分散布设在 23 个区县内。各监测分区中 II<sub>1</sub> 监测亚区内监测点布置最多,其次是 II<sub>2</sub> 监测亚区,这与该区域地处三峡库区腹心且土壤侵蚀

严重有关。总体上看,站点布局充分依照各分区特点,可用于指导重庆水土保持监测站点建设。

表 2 各监测分区不同地形地貌面积统计 km<sup>2</sup>

一级分区	二级分区	地貌		
		丘陵缓坡、平坝	低山	中山
I 监测区	I <sub>1</sub> 亚区	693.02	2 481.08	7 496.93
	I <sub>2</sub> 亚区	955.81	4 928.58	6 913.33
	I <sub>3</sub> 亚区	2 484.65	8 765.37	2 980.8
II 监测区	II <sub>1</sub> 亚区	4 008.57	5 279.21	1 151.08
	II <sub>2</sub> 亚区	4 934.77	2 404.66	47.85
	II <sub>3</sub> 亚区	6 845.71	2 957.08	66.49
	II <sub>4</sub> 亚区	5 385.97	3 442.31	414.79
III 监测区		7 491.11	294.54	3.96

表3 不同监测分区土地利用现状面积统计

km<sup>2</sup>

项目	I 监测区			II 监测区				III
	I <sub>1</sub> 亚区	I <sub>2</sub> 亚区	I <sub>3</sub> 亚区	I <sub>1</sub> 亚区	I <sub>2</sub> 亚区	I <sub>3</sub> 亚区	II <sub>4</sub> 监测亚区	监测区
农用地	4 115.20	4 299.80	5 969.04	6 670.04	3 987.93	5 318.60	6 277.31	6 748.37
土地 林地	6 847.94	7 895.86	7 769.39	3 380.37	2 976.12	3 460.98	2 647.30	739.59
利用 草地	204.57	210.81	50.62	6.02	167.38	85.93	11.20	8.79
类型 水域	67.01	61.99	90.35	245.54	197.42	380.91	174.09	186.04
建设用地	34.15	42.68	40.16	146.35	56.41	626.83	121.77	106.82

表4 不同监测分区水土流失状况

项目	I 监测区			II 监测区				III
	I <sub>1</sub> 亚区	I <sub>2</sub> 亚区	I <sub>3</sub> 亚区	I <sub>1</sub> 亚区	I <sub>2</sub> 亚区	I <sub>3</sub> 亚区	II <sub>4</sub> 监测亚区	监测区
土壤 面积/km <sup>2</sup>	4 926.60	4 297.62	6 922.51	9 116.08	2 863.57	3 186.81	1 319.18	1 152.53
侵蚀 占总面积%	46.17	33.58	48.64	87.33	38.76	32.29	14.27	14.80
轻度/km <sup>2</sup>	2 347.02	2 011.88	2 419.82	4 125.70	1 678.04	2 087.35	846.55	900.59
侵蚀 中度/km <sup>2</sup>	1 857.02	1 864.24	4 103.24	4 108.74	1 114.97	984.15	425.70	249.31
强度 强度/km <sup>2</sup>	557.64	408.35	394.04	764.86	68.62	114.20	46.93	2.63
极强度/km <sup>2</sup>	164.93	13.15	5.41	116.79	1.95	1.11	0	0

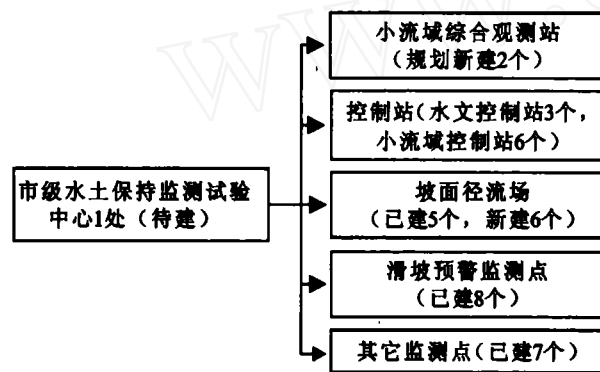


图4 监测站点布局层次图

## 4 结语

由GIS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。本文在传统水土保持技术方法基础上,探索应用GIS技术及其辅助工具提取图形和空间属性数据,分析研究区内地形地貌、土地利用、水土流失和植被覆盖等因子及其空间分布,利用GIS的空间分析功能,对重庆市进行水土保持监测区划分,为水行政主管部门和专业人员科学开展水土保持监测工作提供理论依据。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和开发建设活动水土流失资料不足,因

降雨造成的崩塌、滑坡等自然灾害造成的水土流失无法列在其中,提取的土壤侵蚀不能在实际应用中定量表达。

### [ 参 考 文 献 ]

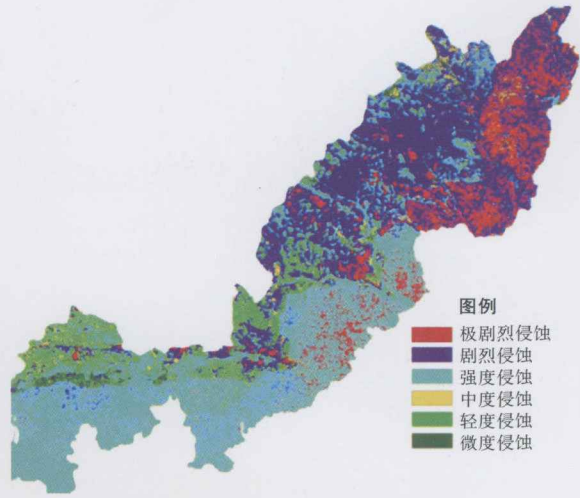
- [1] 吴佩林,鲁奇,甘红. 重庆市水土流失的影响因素及防治对策[J]. 长江科学院院报, 2005, 22(1): 21-24.
- [2] 郝捷,武现治. “3S”技术在水土保持“三区”划分中的应用[J]. 中国水土保持, 2002(11): 36-37.
- [3] 张青峰,邢丽芳. “3S”技术在水土保持与荒漠化防治中的应用[J]. 山西水土保持科技, 2004(4): 61-63, 76.
- [4] 张艳军,郭跃,赵纯勇. GIS和RS在水土保持规划中的应用[J]. 重庆师范大学学报, 2005, 22(2): 12-15.
- [5] 杨德生,陈伟豪,吕能辉,等. 基于3S技术的深圳市水土保持管理信息系统研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 118-121.
- [6] 周宝书,胡贝贝,乔仕荣. 基于GIS信息技术在水土保持规划系统中的应用[J]. 水土保持研究, 2006, 13(1): 176-177.
- [7] 倪九派,何清,何振辉,等. 基于GIS的丰都三合水土保持生态区土壤侵蚀危险性评价[J]. 水土保持学报, 2002, 6(1): 62-66.
- [8] 周乐群,孙长安,胡甲均. 长江三峡工程库区水土保持遥感动态监测及GIS系统开发[J]. 水土保持通报, 2004, 24(5): 49-53.

水土保持监测分区

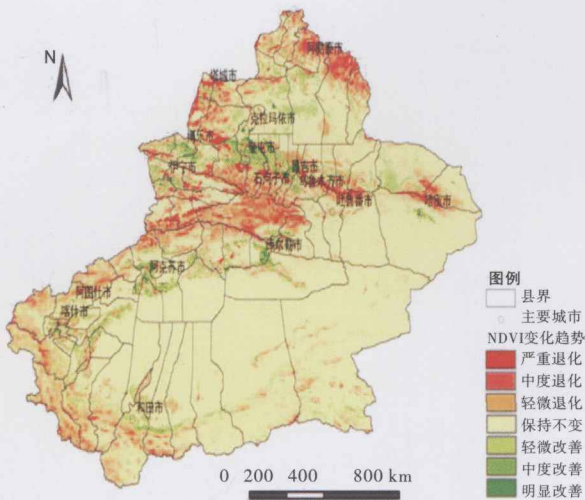
- I 1 武陵山以东低中山中度侵蚀重点治理兼保持监测区
- I 2 大娄山—武陵山中山中度侵蚀重点治理监测区
- I 3 武陵山以东低中山中度侵蚀重点治理兼保护监测区
- II 1 三峡库区中段平行岭谷低山丘陵中度侵蚀重点治理监测区
- II 2 三峡库区中段平行岭谷低山丘陵中度侵蚀重点治理监测区
- II 3 平行岭谷低山丘陵轻度侵蚀城市建设重点治理监测区
- II 4 平行岭谷低山丘陵轻度侵蚀重点治理监测区
- III 渝西方山丘陵轻度侵蚀重点治理监测区



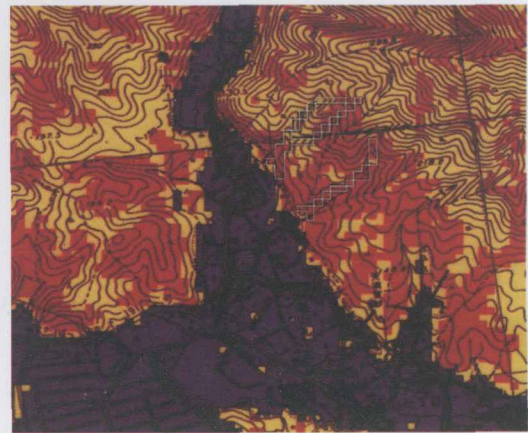
附图1 重庆市水土保持监测分区



附图2 榆林市北6县水土流失状况

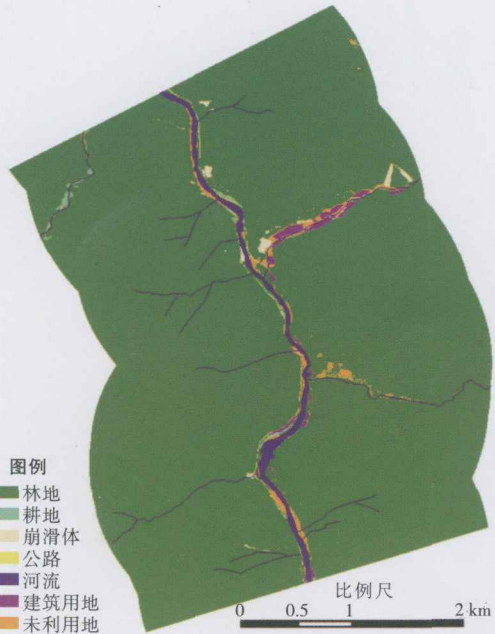


附图3 新疆地区近10 a 最大化NDVI变化趋势



危险度等级	像素数	占有率	颜色
危险度高	1798	27.4%	红色
危险度中	2499	38.1%	黄色
危险度低	2264	34.5%	棕色

附图4 日本广岛地区滑坡危险度评价图



附图5 汶川县桃关地区景观分布信息提取成果（左图为震前，右图为震后）