

“3S”技术在土壤侵蚀动态监测中应用初探

刘永能<sup>1</sup>, 穆如发<sup>1</sup>, 高之栋<sup>2</sup>

( 1. 连云港市水利局, 连云港 222004; 2 夹山水土保持试验站, 222004)

**摘 要:** 土壤侵蚀动态监测, 在国内外都是一项新的研究课题。为了能尽快改变水土流失动态监测工作滞后局面, 近几年我们在江苏省水土流失最严重的徐连地区, 运用“3S”技术进行了水土流失动态监测, 收到了良好的效果。为该地区进行合理的水土保持规划, 探讨土壤侵蚀动态变化规律及其成因, 为开发项目的水土保持方案编制, 提供了科学决策依据。

**关键词:** “3S”技术; 土壤侵蚀; 动态监测

**中图分类号:** S 157      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-3409( 2004) 03-0048-02

Discussion on the Application of 3S Technique to  
Soil Erosion Dynamic Monitoring

LIU Yong-neng<sup>1</sup>, MU Ru-fa<sup>1</sup>, GAO Zhi-dong<sup>2</sup>

(1. Water Conservancy Bureau of Lianyungang City, Lianyungang 222004, Jiangsu, China;

2. Jiashan Soil and Water Conservation Experimental Station, Jiashan 222004, Jiangsu, China)

**Abstract:** Soil erosion dynamic monitoring is a new research subject at home and abroad. In order to change the backward situation of soil erosion dynamic monitoring, 3S technique was used to monitor soil and water loss in Xulian area in Jiangsu Province, good effect was obtained. It provided scientific base for soil and water conservation planning, probing soil erosion dynamic change and its cause, as well as the making of soil and water conservation scheme of exploiting project in this area.

**Key words:** 3S technique; soil erosion; dynamic monitoring

1 项目区自然概况

徐州、连云港市属于江苏省北部, 沂沭泗河流域的下游。位于北纬 33°43′~35°07′, 东经 116°22′~120°16′, 西、北与山东、安徽两省接壤, 东临黄海。总面积 18 626 km<sup>2</sup>, 人口 1 065 万, 农业人口 827 万。山丘区面积 3 279. 76 km<sup>2</sup>, 水土流失面积 2 747. 9 km<sup>2</sup> 占山丘区面积的 83. 3%。该区属山东沂蒙山南延余脉。山丘岗地大多由古老变质岩系组成, 海拔高度一般在 200~300 m, 都具有自成流域分流入海的水系单元。岗地内河床比降大, 汛期水流急, 侵蚀冲刷较剧烈。

本区气候属于温带湿润大陆海洋过渡区, 光照充足, 四季分明。年平均降水量 890 mm, 约 70% 的降雨量集中在 6~9 月份, 且多大雨、暴雨。

2 研究运用基本原理

土壤侵蚀的发生受气候、土壤、地质、地貌、植被和土地利用状况 6 大因素综合影响, 这 6 大因素可再分诸多次级影响因子, 其中植被覆盖度、坡度和土地利用状况的作用尤为

显著, 不同植被盖度、坡度和土地利用组合, 在同一地区就会导致不同流失强度的发生。应用“3S”技术可以方便快捷的获取这 3 个基本因子, 按照一定的土壤强度判断指标, 可以掌握一定区域内的土壤侵蚀分布, 不同侵蚀强度及面积。通过对不同时期取得的结果进行分析处理后, 就实现了该区土壤侵蚀的动态监测。

3 研究主要内容及工作步骤

3. 1 研究主要内容

应用“3S”技术对徐连地区进行水土流失监测, 力求达到及时、高效、准确、周期性的动态监测, 其主要研究内容可分为地形图数字化及 DEM 生成, 两期遥感影像解释, 水土流失 GIS 系统建立三个部分。

3. 2 工作步骤

- (1) 收集徐连地 1: 10 万地形图, 1986 年与 2000 年两期 1: 10 万 TM 夏季时相的标准彩色合成数字卫片等资料进行融合, 参考 1984 年该区的解译资料。
- (2) 1: 10 万地形图数字化, 包括等高线、高程点、水系、

① 收稿日期: 2004-04-19

作者简介: 刘永能( 1965- ), 男, 工程师, 连云港市水利局分管基建、设计、科技、施工等工作, 副局长, 组织和参与多项课题研究, 成果获专家好评, 并发表论文数篇。

道路、乡镇以上居民点等内容。

(3) 建立分县数字高程模型( DEM ), 生成坡度图。

(4) 遥感影像处理( 轨道校正), 几何校正与镶嵌。采集控制点, 采取多项式拟合法, 作基于 1 : 10 万地图的几何校正, 投影系统采用高斯投影, 并按 1 : 10 万地形图分割图象, 必要时进行镶嵌处理, 生成完整的 1 : 10 万幅大小的作业图象文件。

(5) 建立两期遥感解释标志, 第一期以 1984 年解释资料为参考标准, 第二期利用 GPS 开展样区准确定位野外实地调查, 并参考地图。

(6) 人机交互, 依据已建立的解释标志, 解译提取与土壤侵蚀有关的各种信息, 开展两期的土地利用、植被覆盖度, 开发建设项目工程侵蚀、水土保持措施等。在计算机上直接生成各种专题矢量图层。

(7) 徐连地区水土流失 GIS 系统的建立, 包括地形图、DEM、坡度图、原始图象、融合影像、两期土地利用、植被覆盖度、项目建设工程侵蚀、土壤侵蚀等土层入库, 并生成动态变化土层。

(8) 数据库集成, 上述数据层均为基于地理坐标完成, 因而他们进入 Arc/Info 后同一层相邻图幅间能方便进行空间关联, 借助 MAPLIBRARIAN 能快速方便地查询、检索、分析, 显示徐连地区任意区域的任何数据层。

(9) 专题图制作, 包括 AO 幅彩色 1 : 10 万徐连地区“植被覆盖图”、“土地利用图”、“土壤侵蚀图”、“水土保持措施图”、“土壤侵蚀动态变化图”等。

(10) 统计分析显示, 可在 Arcview 或用户界面中设计调用 Arc/Info 中数据, 根据属性对各层进行表格、直方图、曲线图等形式统计、分析分区、分县进行统计。

## 4 监测结果动态分析

### 4.1 土壤侵蚀空间分布特点

根据 1986 年、2000 年两个时期水土流失分级数据分析, 可以得出: 1986 年徐连地区土壤侵蚀总面积为 2 747. 89 km<sup>2</sup>, 占该山丘区总面积 3 299. 78 km<sup>2</sup> 的 83. 27%, 2000 年该区土壤侵蚀总面积 1 056. 78 km<sup>2</sup>, 占该区总面积的 32. 0%, 比 1986 年下降 51. 27% (表 1)。该区土壤侵蚀空间分布特点: 徐州市土壤侵蚀, 主要集中在徐州市的铜山县、新沂县等地区。连云港市主要集中在东海县、赣榆县、连云港市郊、

灌云县有少量分布。从土壤侵蚀等级图上可以看出, 两市周围的低山、丘陵, 包括连云港市的云台山、徐州市的云龙山、九里山等风景旅游区内植被较好, 属于微度、轻度流失区。东海县的马陵山, 赣榆县西北部的丘陵地区, 徐州市北部山体、植被覆盖度较低, 属于中度流失区。由于采石、开矿、修路等开发建设项目造成的强度或极强度流失主要分布在各山体边缘。

表 1 不同时期土壤侵蚀地区分布状况表

地名	境内山丘总面积/ km <sup>2</sup>	1986 年侵蚀面积		2000 年侵蚀面积	
		绝对面积	相对面积	绝对面积	相对面积
		/ km <sup>2</sup>	/ %	/ km <sup>2</sup>	/ %
徐州市	1515. 02	1285. 47	84. 84	494. 16	32. 62
市郊区	62. 87	53. 44	85. 00	20. 56	32. 70
铜山县	837. 12	711. 88	85. 04	288. 58	34. 47
邳州市	152. 00	104. 70	68. 89	40. 64	26. 74
睢宁县	57. 90	35. 13	60. 67	13. 59	23. 47
新沂市	468. 00	340. 32	72. 72	130. 79	27. 95
连云港市	1784. 76	1462. 42	81. 94	561. 99	31. 49
市郊区	240. 03	204. 51	85. 20	75. 53	35. 13
东海县	917. 48	775. 63	84. 54	328. 84	31. 04
赣榆县	98. 25	68. 00	69. 21	27. 13	22. 56
灌云县	529. 0	414. 10	84. 38	130. 49	33. 45
合计	3299. 78	2747. 89		1056. 15	

### 4.2 土壤侵蚀时间变化

1986 年徐连地区土壤侵蚀总面积为 2 747. 89 km<sup>2</sup>。2000 年该地区的土壤侵蚀总面积为 1 056. 15 km<sup>2</sup>。15 年土壤侵蚀面积共减少 1 691. 7 km<sup>2</sup>。从土壤侵蚀等级图上分析可知, 徐连地区土壤侵蚀强度等级在下降, 无论从侵蚀强度、绝对面积, 还是从相对面积, 都是如此。1986 年到 2000 年土壤侵蚀强度绝对面积从轻度、中度到强度分别下降了 949. 63 km<sup>2</sup>, 515. 44 km<sup>2</sup>, 227. 67 km<sup>2</sup>。

相对面积下降 51. 27%, 其中强度下降了 28. 77%, 中度下降了 15. 62%, 强度以上下降了 6. 9%。到 2000 年强度以上侵蚀面积仅剩 60. 47 km<sup>2</sup> (见表 2), 从表 2 中分析, 该地区轻度、中度流失区减少幅度较大, 而治理难度较大的强度以上的流失区下降幅度较小, 其主要原因是该等级的流失区大多是治理难度较大的光山丘陵, 生态环境较差, 治理投入较高, 见效慢。这是该区水土流失综合治理进度慢的主要原因。

表 2 徐连地区土壤侵蚀强度变化情况表

年份/ a	侵蚀面积		轻度侵蚀		中度侵蚀		强度以上侵蚀	
	绝对面积/ km <sup>2</sup>	相对面积/ %	绝对面积/ km <sup>2</sup>	相对面积/ %	绝对面积/ km <sup>2</sup>	相对面积/ %	绝对面积/ km <sup>2</sup>	相对面积/ %
1986	2747. 89	83. 27	1613. 45	48. 89	846. 30	25. 65	288. 14	8. 73
2000	1056. 15	32. 00	663. 82	20. 12	330. 86	10. 03	60. 47	1. 83
降幅	1691. 73	51. 27	949. 63	28. 77	515. 44	15. 62	227. 67	6. 90

## 5 结 论

土壤侵蚀动态监测, 在国内外都是一项新的研究课题。实践证明, 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。掌握监测区水土流失动态

变化, 为进一步研究探讨该区域水土流失变化规律及其成因, 为开发项目水土保持方案编制, 提供了科学决策的依据。

“3S” 技术目前在水保行业还是初步应用, 有些问题还须进一步深入探讨、研究二次开发, 使 “3S” 技术更好地服务于水土保持监测工作。