

基于 RS 和 GIS 的漾濞江流域土壤侵蚀动态变化分析

王剑¹, 徐美¹, 曾和平², 刘伟¹, 叶霞¹

(1. 沧州师范学院, 河北 沧州 061001; 2. 昆明理工大学, 昆明 650093)

摘 要:在遥感和地理信息系统技术的支持下, 分析了漾濞江流域土壤侵蚀动态变化情况。结果表明: 1990–2001 年, 土壤侵蚀面积从 275 867.24 hm^2 减小到 247 282.09 hm^2 , 总侵蚀模数由 1 830.37 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 降低到 1 729.04 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 总侵蚀量由 7 967 560.11 t 减少到 7 526 463.32 t, 均呈现出减小的趋势, 土壤侵蚀治理状况明显好转; 1990 年轻度侵蚀和中度侵蚀所产生的侵蚀量占到总侵蚀量的 75.46%, 2001 年轻度侵蚀和中度侵蚀所产生的侵蚀量占到研究区总侵蚀量的 73.13%, 轻度侵蚀和中度侵蚀以及耕地侵蚀控制是整个研究区治理工作的重点。

关键词:遥感; 土壤侵蚀; 漾濞江流域; 地理信息系统

中图分类号: S157.1; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)05-0134-04

Dynamic Change Analysis on Soil Erosion in Yangbiji River Basin Based on RS and GIS

WANG Jian¹, XU Mei¹, ZENG He-ping², LIU Wei¹, YE Xia¹

(1. Cangzhou Teachers' College, Cangzhou, Hebei 061001, China; 2. Kunming University of Science and Technology, Kunming, 650093, China)

Abstract: Analyzing the condition of soil erosion dynamic changes was conducted in Yangbiji River basin by means of RS and GIS. The results show that soil erosion has been alleviated with erosion area dropping from 275 867.24 hm^2 to 247 282.09 hm^2 , total erosion modulus decreasing from 1 830.37 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ to 1 729.04 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ and total erosion amount reducing from 7 967 560.11 t to 7 526 463.32 t. The amount of mild erosion and moderate erosion respectively accounts for 75.46% and 75.46% of the total amount in 1990 and 2001. The mild erosion, moderate erosion and grassland erosion control is the core of the handing operation.

Key words: remote sensing; soil erosion; Yangbiji River basin; GIS

土壤侵蚀是指土壤及其母质在水力、风力、冻融、重力等外营力的作用下, 被破坏、剥蚀、搬运和沉积的过程^[1]。土壤侵蚀作为全球几大环境问题之一, 已成为全球性的公害, 严重威胁着人类的生存与发展, 成为各国普遍关注的热点问题之一。早期的土壤侵蚀监测是通过人工进行的土壤侵蚀调查。近年来, 遥感技术以其高效、准确、覆盖范围大的优势, GIS 以其强大的空间处理能力和分析能力, 为土壤侵蚀的研究提供了强大的技术支撑。贾俊姝等^[2]利用 GIS 和遥感技术, 以辽宁省为例, 提出土壤侵蚀强度危险指数, 对不同土地利用类型和市县土壤侵蚀强度空间分布进行了定量分析, 实现了对辽宁省土壤侵蚀程度分级。张有全等^[3]以北京密云水库周边区域为例, 利用遥感、GIS 技术提取土壤侵蚀敏感性因子信息, 在 GIS

系统支持下, 运用主成分分析方法, 进行土壤侵蚀强度分级。可见, 遥感和 GIS 作为两大技术工具, 在土壤侵蚀的调查和监测中, 结合已日益普遍。

本研究在遥感和 GIS 技术支持下, 以研究区遥感影像为主要信息源, 调查研究漾濞江流域土壤侵蚀总体状况, 以期对整个研究区土壤侵蚀防治、合理规划和利用土地资源及生态建设提供依据。

1 研究区概况

漾濞江流域属于澜沧江水系, 其流域面积达到 4 353 km^2 , 主要包括漾濞县、洱源县、剑川县三县部分地区。研究区兼有滇西高原河谷和滇西北高山峡谷的地貌特征, 其中漾濞县地处点苍山西侧, 属褶皱构造地质, 地势北高南低, 地貌属于横断山系切割山

收稿日期: 2010-05-12

资助项目: 国家“973”项目专题(2003CB415105-6)

作者简介: 王剑(1980-), 男, 河北邯郸人, 讲师, 硕士研究生, 主要从事环境监测和评价工作。E-mail: wangjian0902@163.com

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

地峡谷区; 洱源县地处“红河大断裂带”的西侧, 大地形是新生代喜马拉雅山运动形成的褶皱带, 地貌类型较复杂; 剑川县地处横断山脉云岭南段延伸部, 多为崇山峻岭, 地势西北高东南低, 地貌类型复杂多样, 其中在石宝山有奇特的丹霞地貌。由于地处低纬高原, 在低纬度高海拔地理条件综合影响下, 形成了低纬高原季风气候, 具有四季温差小、干湿季分明、光照充足、垂直差异显著的气候特点。植被和土壤的垂直分带比较明显, 土壤主要以棕壤、红壤、紫色土等土壤类型为主; 植被类型主要包括常绿阔叶林、落叶阔叶林、云南松林、华山松林等。近年来, 农业生产条件逐步完善, 工业经济得到了很快发展, 土地利用状况发生了明显的变化, 同时随着国家相关政策的实施, 水土保持生态建设步伐明显加快, 水土流失恶化趋势得到初步控制, 土壤侵蚀状况发生了明显变化。

2 研究方法

2.1 资料收集

遥感影像选用 1990 年的 TM 影像和 2001 年的 ETM 影像, 分辨率为 30 m。常规资料主要包括: 研究区 1: 10 万地形图、1: 5 万 DEM 图、来源于地方政府的行政区划图、部分县原有的土地利用现状图、土壤侵蚀图等图件资料以及野外土地利用调查所获得的 GPS 点数据(以备解译和检验精度使用)。

2.2 数据预处理

以遥感处理软件(ERDAS IMAGINE)为处理平台, 采用视窗采点模式, 校正方程采用 2 次多项式, 重采样采用最邻近内插法, 对遥感影像进行几何校正, 误差控

制在 1.5 个像元以内, 然后进行镶嵌、融合、增强、裁剪等处理, 确定遥感解译影像, 采用多步骤分类法, 通过影像分层、监督分类和图层合并等步骤, 进而生成研究区 1990 年和 2001 年 1: 10 万土地利用现状图^[4-6]。

利用 ARCVIEW 软件将 DEM 图转为等高线图, 转为 SHAPEFILE 格式, 再利用 ARCINFO 软件将其转为 COVERAGE 格式, 并建立拓扑, 然后通过 ARCTIN、TINLATTICE、LATTICEPOLY 等相关命令, 参照中华人民共和国行业标准 SL190- 2007, 将坡度分为六级, 按 $\leq 5^\circ$ 、 $5^\circ \sim 8^\circ$ 、 $8^\circ \sim 15^\circ$ 、 $15^\circ \sim 25^\circ$ 、 $25^\circ \sim 35^\circ$ 、 $> 35^\circ$ 分级, 生成研究区坡度图。

利用 ERDAS 软件, 对两期影像进行 NDVI 提取, 通过 Modeler 模块生成植被盖度栅格数据, 参照中华人民共和国行业标准 SL190- 2007, 将植被盖度分为五级, 按 $\leq 30\%$ 、 $30\% \sim 45\%$ 、 $45\% \sim 60\%$ 、 $60\% \sim 75\%$ 、 $> 75\%$ 分级, 生成研究区的 1990 年、2001 年植被盖度图。

2.3 土壤侵蚀强度等级确定

本研究参照中华人民共和国水利行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190- 2007) 规定的水力侵蚀强度分级判别模型, 并在此基础上增加了微度侵蚀类型, 确定了土壤侵蚀强度分级指标, 将土壤侵蚀强度分为 6 级: 微度、轻度、中度、强烈、极强烈、剧烈。在 ArcGIS 软件中, 将土地利用图、植被覆盖度图、坡度图进行空间叠加, 打开其属性表, 通过查询功能确定各斑块的土壤侵蚀强度等级, 最后进行斑块间的同类合并, 获得研究区 1990 年和 2001 年土壤侵蚀强度等级分布图(图 1)。

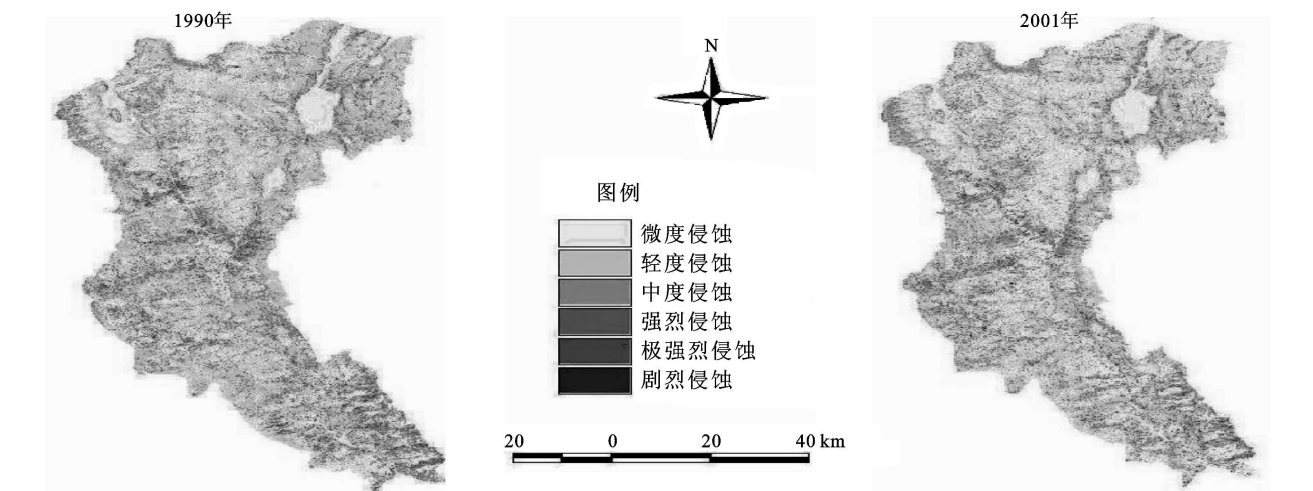


图 1 漾濞江流域 1990 年、2001 年土壤侵蚀强度等级分布图

2.4 土壤侵蚀量估算

土壤侵蚀量是指某一地区年流失土壤总量。杨子生等^[7-8]在对金沙江流域的土壤侵蚀变化研究结合我国水利部制定的《土壤侵蚀分类分级标准》, 制定出

适合于该流域的土壤侵蚀强度分级标准, 本研究参考其土壤侵蚀研究的计算方法, 制定了本研究区的土壤侵蚀强度分级标准(表 1)。

表 1 土壤侵蚀强度分级标准

侵蚀强度等级	微度	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
平均侵蚀模数/($t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$)	< 500	500~ 2500	2500~ 5000	5000~ 8000	8000~ 15000	> 15000
平均流失厚度/($mm \cdot a^{-1}$)	< 0.4	0.4~ 2.0	2.0~ 4.0	4.0~ 6.4	6.4~ 12.0	> 12.0
侵蚀模数值/($t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$)	300	1800	3800	6500	11500	22000

3 结果与分析

3.1 土壤侵蚀面积变化

对 1990 年和 2001 年的土壤侵蚀强度等级分布图(图 1)进行统计得到表 2,从中可看出:1990– 2001 年,轻度以上的土壤侵蚀面积从 275 867.24 hm^2 减少到

247 282.09 hm^2 ;轻度以上的各土壤侵蚀强度面积随着土壤侵蚀强度等级的增加,侵蚀面积依次递减:轻度侵蚀> 中度侵蚀> 强烈侵蚀> 极强烈侵蚀> 剧烈侵蚀;从所占的面积比例来看,微度侵蚀、轻度侵蚀和中度侵蚀构成研究区主要的侵蚀强度类型,1999 年、2001 年其面积分别占到整个研究区的 95.285%、95.364%。

表 2 漾濞江流域 1990 年、2001 年土壤侵蚀强度面积变化

侵蚀强度等级	1990 年		2001 年		1990– 2001 年	
	面积/ hm^2	所占比例/%	面积/ hm^2	所占比例/%	变化面积/ hm^2	所占比例/%
微度侵蚀	159429.59	36.625	188014.73	43.192	28585.14	17.930
轻度侵蚀	184542.45	42.395	156295.10	35.905	– 28247.35	– 15.307
中度侵蚀	70801.41	16.265	70809.24	16.267	7.83	0.011
强烈侵蚀	17858.22	4.103	17459.62	4.011	– 398.60	– 2.232
极强烈侵蚀	2572.03	0.591	2614.35	0.601	42.32	1.645
剧烈侵蚀	93.12	0.021	103.77	0.024	10.66	11.447
轻度以上侵蚀	275867.24	63.375	247282.09	56.808	– 28585.14	– 10.362

3.2 土壤侵蚀强度变化

(1)土壤侵蚀强度总体变化。对照表 2,从土壤侵蚀面积变化绝对量来说,微度侵蚀和轻度侵蚀变化最明显,微度侵蚀面积增加 28 585.14 hm^2 ,轻度侵蚀面积减少了 28 247.35 hm^2 ,中度侵蚀、极强烈侵蚀和剧烈侵蚀呈现不同程度的净增加;从土壤侵蚀面积变化比例绝对值来看,微度侵蚀> 轻度侵蚀> 剧烈侵蚀> 强烈侵蚀> 极强烈侵蚀> 中度侵蚀,其中微度侵蚀、轻度侵蚀和剧烈侵蚀变化比例较大;尽管剧烈侵

蚀变化比例较大,但变化的绝对量较小,只有 10.66 hm^2 ,1990 年和 2001 年占有量分别只有 93.12 hm^2 和 103.77 hm^2 ,只占到整个研究区的 0.021% 和 0.024%。

(2)不同等级土壤侵蚀强度间转化。在 ARC/INFO 中将 1990 年和 2001 年土壤侵蚀现状图层进行叠加,得到土壤侵蚀强度间的转化情况,对不同转化类型所对应的面积进行排序,如表 3 所示,确定整个研究区主导土壤侵蚀强度转化类型。

表 3 漾濞江流域 1990– 2001 年土壤侵蚀强度转化类型与面积

等级变化类型	变化面/ hm^2	占总面积比例/%	等级变化类型	变化面积/ hm^2	占总面积比例/%
未发生变化	282049.06	64.795	3 \rightarrow 4	2637.78	0.606
发生变化	153247.77	35.205	4 \rightarrow 3	2477.54	0.569
2 \rightarrow 1	55391.98	12.725	4 \rightarrow 1	1757.94	0.404
1 \rightarrow 2	28994.71	6.661	1 \rightarrow 4	1207.94	0.277
2 \rightarrow 3	13954.01	3.206	3 \rightarrow 5	1132.73	0.260
3 \rightarrow 2	12244.82	2.813	5 \rightarrow 3	1093.68	0.251
3 \rightarrow 1	10808.01	2.483	5 \rightarrow 1	422.03	0.097
1 \rightarrow 3	9316.66	2.140	4 \rightarrow 5	341.24	0.078
2 \rightarrow 4	5479.16	1.259	1 \rightarrow 5	284.53	0.065
4 \rightarrow 2	5339.81	1.227	5 \rightarrow 4	196.16	0.045

注:1,2,3,4,5,6 依次分别代表微度、轻度、中度、强烈、极强烈、剧烈侵蚀。表中只列出变化面积> 100 hm^2 的情况。

从表 3 看出,发生转化的面积达到 153 247.77 hm^2 ,占整个研究区总面积的 35.205%;从各个类型间的转化情况来看,主要是微度侵蚀、轻度侵蚀和中

度侵蚀间的转化,共占到研究区总面积的 30.028%,构成了整个研究区侵蚀强度转化的主要类型,其中轻度侵蚀转化为微度侵蚀的面积占到了 12.725%。

3.3 土壤侵蚀量变化

依据表 1, 对 1990 年和 2001 年研究区土壤侵蚀量进行了估算(表 4)。

表 4 漾濞江流域 1990 年、2001 年土壤侵蚀强度的土壤侵蚀量和侵蚀模数

侵蚀强度等级	1990 年		2001 年		1990- 2001 年	
	年侵蚀量/t	所占比例/%	年侵蚀量/t	所占比例/%	侵蚀变化量/t	所占比例/%
微度侵蚀	478288. 78	6. 00	564044. 20	7. 49	85755. 42	17. 93
轻度侵蚀	3321764. 15	41. 69	2813311. 87	37. 38	- 508452. 28	- 15. 31
中度侵蚀	2690453. 62	33. 77	2690751. 31	35. 75	297. 69	0. 01
强烈侵蚀	1160784. 56	14. 57	1134875. 49	15. 08	- 25909. 07	- 2. 23
极强烈侵蚀	295783. 67	3. 71	300650. 17	3. 99	4866. 50	1. 65
剧烈侵蚀	20485. 33	0. 26	22830. 29	0. 30	2344. 96	11. 45
合计	7967560. 11	100. 00	7526463. 32	100. 00	- 441096. 79	- 5. 54

从总体水平来看: 整个研究区侵蚀量和侵蚀模数都在减小, 侵蚀量由 1990 年的 7 967 560. 11 t 减少到 2001 年的 7 526 463. 32 t, 侵蚀模数由 1 830. 37 t/(km²· a) 降低到 1 729. 04 t/(km²· a); 对照表 1, 可以看出整个研究区 1990 年和 2001 年土壤侵蚀强度等级均为轻度侵蚀, 年平均侵蚀模数均介于 500~ 2 500 t/(km²· a), 总体上并不严重; 从单个的侵蚀强度等级来看: 无论 1990 年还是 2001 年, 除微度侵蚀外, 各等级土壤侵蚀量均随着侵蚀强度等级的增加而减少; 轻度侵蚀、中度侵蚀和强烈侵蚀构成了整个研究区侵蚀量的主要来源, 其中 1990 年占到总侵蚀量的 90. 028%, 2001 年占到总侵蚀量的 88. 208%。

利用 GIS 软件, 将研究区两期土地利用图和土壤侵蚀图叠加, 分别统计 1990 年、2001 年耕地、林地、草地土壤侵蚀强度等级面积分布情况, 并依据表 1 计算耕地、林地、草地的土壤侵蚀模数, 发现林地、草地侵蚀模数均介于 500~ 2 500 t/(km²· a), 侵蚀模数在减小, 属于轻度侵蚀; 耕地的侵蚀模数介于 2 500~ 5 000 t/(km²· a), 侵蚀模数在增加, 分别为 3 247. 42, 3 288. 11 t/(km²· a), 属于中度侵蚀, 鉴于此, 必须将耕地侵蚀治理放在首位, 积极实施“坡改梯”工程, 尤其在经济效益低下的坡耕地区实施退耕还林(草)工程显得非常重要。

4 结论

(1) 1990- 2001 年, 整个研究区轻度以上的土壤侵蚀面积、总侵蚀模数、总侵蚀量, 均呈现出减小的趋势, 这表明整个研究区土壤侵蚀状况总体上朝着良性方向发展, 水土保持措施和生态建设的水保效益已初见成效, 土壤侵蚀的治理工作已经取得了一定的进展。

(2) 从 1990 年和 2001 年单年的年变化来看, 轻度以上的各土壤侵蚀强度等级的面积和各自所产生

的侵蚀量均随着侵蚀强度的增加而逐渐减小, 呈现出: 轻度侵蚀> 中度侵蚀> 强度侵蚀> 极强度侵蚀> 剧烈侵蚀的关系; 从各土壤侵蚀强度类型所占的面积比例来看, 微度侵蚀、轻度侵蚀和中度侵蚀是研究区主要的侵蚀强度类型; 从各等级侵蚀强度所产生侵蚀量来看, 轻度侵蚀、中度侵蚀和强度侵蚀是研究区主要的侵蚀强度类型。

(3) 整个研究区的土壤侵蚀并不是十分严重, 年平均侵蚀模数为轻度侵蚀。整个研究区 1990 年轻度侵蚀和中度侵蚀所产生的侵蚀量占到总侵蚀量的 75. 46%, 2001 年轻度侵蚀和中度侵蚀所产生的侵蚀量占到研究区总侵蚀量的 73. 13%, 从水土保持的角度出发, 目前要加快轻度侵蚀和中度侵蚀的治理工作, 尤其耕地侵蚀的控制工作。

参考文献:

[1] 王礼先. 水土保持学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.

[2] 贾俊妹, 计文琦, 周心澄, 等. 基于 GIS 和 RS 技术的辽宁省土壤侵蚀强度空间分析[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(4): 46-49.

[3] 张有全, 宫辉力, 赵文吉. 基于遥感与 GIS 的土壤侵蚀强度快速估测方法[J]生态学报, 2007, 16(1): 102-107.

[4] 樊红, 詹小国. ARC/INFO 应用与开发技术[M]. 武昌: 武汉大学出版社, 1995.

[5] 樊红, 翟建军. ARCVIEW GIS 应用与开发技术[M]. 武昌: 武汉大学出版社, 2003.

[6] 党安荣, 王晓栋, 陈晓峰, 等. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理办法[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.

[7] 杨子生, 贺一梅, 李云辉, 等. 近 40 年来金沙江南岸干热河谷区的土地利用变化及其土壤侵蚀治理研究: 以云南宾川县为例[J]. 地理科学进展, 2004, 23(2): 16-26.

[8] 杨子生, 刘彦随, Liang Luohui, 等. 金沙江下游近 40 年来土壤侵蚀变化: 以云南彝良为例[J]. 山地学报, 2005, 23(2): 144-152.