

# 长江上游老君山片区土壤侵蚀变化研究

李卓卿<sup>1,2</sup>, 木伟军<sup>3</sup>, 王 赞<sup>2</sup>

(1. 云南省环境科学研究院, 云南 昆明 650034 2. 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650024 3. 丽江市林业局, 云南 丽江 674100)

**摘要:** 采用遥感手段研究了长江上游老君山项目区 1990年、2000年和 2007年土壤侵蚀类型, 分析了土壤侵蚀变化趋势和变化原因。结果表明: 项目区从 1990~2000年间, 土壤侵蚀呈现出加重的趋势; 2000~2007年, 土壤侵蚀又表现出减缓的趋势。主要原因是自 1998年以来, 国家实施了天然林保护工程和退耕还林工程以及小流域治理工程, 使得项目区范围内的土壤侵蚀状况得到改善。

**关键词:** 土壤侵蚀; 遥感; 变化; 老君山; 长江上游

**中图分类号:** X17 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9655 (2008) 03-0021-03

1998年的特大洪水, 给长江中下游地区造成了巨大的生态和经济损失, 人民生活生活受到了严重的威胁。长江上游地区的生态退化是加剧 1998年洪灾的重要原因。加强长江上游的水源涵养和土壤保持功能建设, 对于减轻洪水对长江中下游地区的威胁具有重大作用。针对长江流域的洪水灾害, 中国政府在采取了一系列紧急治理措施的同时, 制定了一整套包括“禁止乱砍滥伐、退耕还林还草、恢复湿地、加固河堤、疏通河道”等改善生态环境、防治洪水灾害的方针政策。

目前, 长江洪水已经过去了近 10a, 上游地区的土壤侵蚀状况是否有所改善, 今后水土流失治理的重点区域和有效途径成为目前急需回答的问题。本文拟通过遥感手段制作 1990年、2000年和 2007年老君山项目区土壤侵蚀类型图, 并结合 GIS的手段开展项目区土壤侵蚀的变化和变化原因分析, 为项目区土壤侵蚀治理提供初步设想。

## 1 项目区简介

老君山项目区位于金沙江右侧, 临金沙江长度约 37km, 地理坐标位于北纬 26°34'30"~27°54'40", 东经 99°32'57"~100°10'51"。项目区选取玉龙县 5个乡镇, 石鼓镇、石头乡、九河乡、拉市和太安乡作为研究对象, 总面积达 1980km<sup>2</sup>。2005年

区内人口 81415人, 包括纳西、白、汉、傈僳、普米、彝、藏等民族, 人口密度为 40人/km<sup>2</sup>, 人均耕地 0.125hm<sup>2</sup>, 农民人均粮食产量 476kg 人均纯收入 1255元。

## 2 资料来源与研究方法

### 2.1 资料来源

#### 2.1.1 卫星影像数据

主要使用 1990年 1月 Landsat-TM, 2000年 1月 Landsat-ETM 和 2007年 3月 CBERS-02作为遥感影像数据来源。由于 CBERS 光谱分辨率与 Landsat TM/ETM 相近, 空间分辨率略高于 Landsat TM/ETM 影像, 两者在设计上具有可比性和可替代性。在研究过程中, 采用红、绿、蓝波段作为工作波段。

#### 2.1.2 数字高程模型 (DEM) 及坡度图

采用测绘局 1:50000地形图, 在 ERDAS 软件进行校正和坐标转换, 用 GeoW ay3.0 软件进行数字化工作, 完成等高线、山顶等图层。并在 ArcView 3.3 和 ArcGIS8.3 下完成 DEM 和坡度图的制作。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 植被覆盖度提取方法

根据研究结果, 植被覆盖度与植被指数 (NDVI) 呈近似线性相关, 植被指数 (NDVI) 可通过遥感影像近红外波段和红外波段获得, 参见公式 (1)。

$$NDVI = \frac{NR - R}{NR + R} \quad (1)$$

植被覆盖度 (VC) 可通过归一化计算得到,

收稿日期: 2008-03-04

基金项目: 联合国环境规划署 (UNEP) 全球环境基金 (GEF), 长江流域自然保护与洪水控制——老君山示范区综合生态系统管理分项目资助, 项目编号: MIS GFL-2328-2740-4822 FMS GF/3030-05-01-058

参见公式 (2)。

$$VCI = \frac{NDVI_V - NDVI_{min}}{NDVI_{max} + NDVI_{min}} \quad (2)$$

### 2.2.2 耕地信息的提取

由于项目区没有对应年份的土地利用类型图, 根据遥感影像、DEM、坡度特征以及区域环境特征, 并用 1997 年土地利用图进行修正, 最终得到项目区耕地分布图 (主要包括水田和旱地)。

### 2.2.3 土壤侵蚀分类标准

根据中华人民共和国行业标准, 即水利部《土壤侵蚀分类分级标准》SL190-96 (1997.05.01 实施) 进行土壤侵蚀分类和土壤侵蚀强度分级。项目区主要以水力侵蚀为主, 遥感调查的各项指标将以水力侵蚀指标为主, 参见表 1。

表 1 水力侵蚀强度分级指标

地表覆盖	地形坡度 (°)					
	< 5	5~8	8~15	15~25	25~35	> 35
非耕地	> 75	微度	微度	微度	微度	微度
林草覆	60~75	微度	轻度	轻度	轻度	中度
盖度	45~60	微度	轻度	轻度	中度	强度
(%)	30~45	微度	轻度	中度	中度	强度
	< 30	微度	中度	中度	强度	极强度
耕地		微度	轻度	中度	强度	极强度

## 3 老君山片区土壤侵蚀变化

在 ERDAS9.0 软件的支持下, 对老君山项目区土壤侵蚀状况进行了统计分析, 结果如下: 1990 年, 项目区土壤侵蚀总面积为 259.97km<sup>2</sup>, 占土地总面积的 13.13%, 土壤侵蚀总量为 66.60 万 t; 项目区平均轻度侵蚀模数取 1350t/km<sup>2</sup>·a, 平均中度侵蚀模数取 3700t/km<sup>2</sup>·a, 平均强度侵蚀模

表 2 项目区 1990~2007 年土壤侵蚀面积统计表

时间	侵蚀面积 (km <sup>2</sup> )	轻度侵蚀		中度侵蚀		强度侵蚀		极强度侵蚀	
		面积 (km <sup>2</sup> )	比例 (%)						
1990年	259.97	173.63	66.79	53.43	20.55	31.16	11.99	1.75	0.67
2000年	398.65	292.39	73.35	68.05	17.07	34.68	8.70	3.53	0.89
2007年	303.22	217.44	71.71	60.01	19.79	23.14	7.63	2.63	0.87

## 4 土壤侵蚀变化影响因子分析

根据通用土壤流失方程, 影响土壤侵蚀量的主要因子有降雨因子、土壤可蚀性因子、地形因子、地表植被覆盖管理因子和水土保持措施因子。在土壤流失的影响因素中, 人类主观活动可影响地表覆盖管理因子和水土保持措施因子。因此, 人类活动可成为改善生态环境, 减少水土流失的主要手段, 同时也可能是造成区域水土流失加重的主要原因。

### 4.1 国家政策对土壤侵蚀的影响

从 1990~2007 年, 国家林业政策发生了很大的调整变化。总的变化情况是 1988~1998 年, 由

数取 7000t/km<sup>2</sup>·a, 平均极强度侵蚀模数取 9000t/km<sup>2</sup>·a, 2000 年, 项目区土壤侵蚀总面积为 398.66km<sup>2</sup>, 占土地总面积的 20.13%, 土壤侵蚀总量为 92.11 万 t; 2007 年, 项目区土壤侵蚀总面积为 303.22km<sup>2</sup>, 占土地总面积的 15.31%, 土壤侵蚀总量为 70.12 万 t; 总体上看, 过去 17a 中, 项目区水土流失面积所占国土面积比例最大时为 20.13%, 土壤侵蚀总面积不大, 较金沙江流域 (云南段) 平均 39.25% 的土壤侵蚀面积稍好。

从土壤侵蚀总面积上看, 1990~2000 年间, 侵蚀总面积增加了 138.68km<sup>2</sup>, 说明在这段时间内, 全区的生态环境恶化, 水土流失量加重。从 2000~2007 年间, 侵蚀总面积减少了 95.43km<sup>2</sup>, 说明在水土保持管理措施的帮助下, 区域生态环境有所改善, 水土流失逐步减缓。但 2007 年侵蚀总面积大于 1990 年的水平, 水土流失现状仍比 1990 年要严重。

从土壤侵蚀的类型和结构上看, 侵蚀类型的变化主要集中在轻度侵蚀, 轻度侵蚀是比重最大的土壤侵蚀类型。从土壤流失的贡献率上分析, 1990 年轻度、中度、强度侵蚀贡献率相对平均, 分别为 33.43%、28.19% 和 31.11%。2000 年轻度侵蚀贡献率上升, 达 42.86%, 其余二者分别为 27.34%、26.36%。2007 年又有所变化, 三者贡献率分别为 41.86%、31.66% 和 23.10%。从 1990~2000 年, 轻度侵蚀始终是主要的侵蚀类型, 但强度侵蚀贡献率逐步下降, 中度侵蚀贡献率逐步上升。说明现有水土保持管理措施对轻度侵蚀影响较大。

于进行木材商业化采伐及农民毁林开荒种地, 森林蓄积量、森林面积减少, 这是造成 1990~2000 年土壤侵蚀加重的主要原因。

1998 年以后, 实施了天然林保护和退耕还林工程, 森林蓄积量、森林面积逐渐增加。项目区范围内主要开展了以下两项有利于水土保持的工程措施, 使得 2000~2007 年土壤侵蚀得到了有效控制, 并逐步改善, 虽然仍未达到 1990 年的水平, 但前景是比较乐观的。

#### (1) 天然林保护工程

1998~2006 老君山示范区各乡镇共完成森林

管护 11.625万  $\text{hm}^2$ ，其中石鼓 4.397万  $\text{hm}^2$ 、石头 5.269万  $\text{hm}^2$ 、拉市 0.989万  $\text{hm}^2$ 、太安 0.97万  $\text{hm}^2$ 、九河 0.337万  $\text{hm}^2$ 。此外，项目区范围内老君山示范区 5个乡镇共完成公益林建设任务 2.130万  $\text{hm}^2$ ，其中人工造林完成 0.054万  $\text{hm}^2$ 、封山育林完成 0.955万  $\text{hm}^2$ 、森林抚育完成 0.756万  $\text{hm}^2$ 、人工促进天然更新完成 0.365万  $\text{hm}^2$ 。工程的实施，使得项目区内天然林得到有效保护，森林覆盖率大大提高，对于抵抗因降水而造成的水力侵蚀发挥了重要作用。

## (2) 退耕还林工程的实施

2000~2006年，项目区范围内累计完成了国家安排的退耕还林工程建设任务 1756.62 $\text{hm}^2$ ，其中退耕地还林 1019.96 $\text{hm}^2$ 、荒山造林 236.67 $\text{hm}^2$ 、封山育林 500 $\text{hm}^2$ 。工程涉及 3717户，收益群众达到 14874人。25°以上区域的陡坡耕作是造成水土流失的重要原因之一，退耕还林工程的实施，不但从生态补偿角度使项目区范围贫困群众受益，还极大地缓解了水土流失的产生。

## 4.2 小流域治理工程对土壤侵蚀的影响

2000年以来，项目区在水土流失重点区域开展了 4项小流域治理工程，工程治理面积达 26.5 $\text{km}^2$ ，工程内容包括实施坡改梯 178.47 $\text{hm}^2$ ，保土耕作 7.49 $\text{hm}^2$ ，种植经济林果 100.73 $\text{hm}^2$ ，种植水土保持林 761.67 $\text{hm}^2$ ，封禁治理 1412.6 $\text{hm}^2$ ，水利水保建设工程 69件。通过小流域治理项目的实施，改善了土地利用现状，提高了林木覆盖率，减小了水土流失量，并因地制宜充分利用当地水、土、光、热资源，发展经济林果，为流域内群众脱贫致富创造有利条件。

## 5 结论

本次研究采用遥感手段完成了项目区土壤侵蚀快速评估，采用同样方法和手段分析了项目区 1990年、2000年和 2007年的状况，使评价结果具有连续性和可比性，避免了由于土壤侵蚀数据来源不同而造成的可比性差的问题。本研究所采用的方法可有效地推广应用到其他区域。

在老君山项目区过去的 17a中，土壤侵蚀发生了一系列的变化。从统计数据上分析，土壤侵蚀先呈现出加重的趋势，后又表现为减缓的趋势。从时间上分析，该变化趋势与国家重大生态环境保护政策相吻合，从而证明国家天然林保护工程和退耕还林工程是治理区域土壤侵蚀的有效手段，项目区应继续贯彻实施这两项重大工程。其次，小流域综合治理在减缓土壤侵蚀方面也发挥了重大作用，该措施可在较短的时间内对较难治理的区域进行工程治理，从而控制难以治理的土壤侵蚀，在本项目区，应该在重点治理区域加大小流域综合治理的投入，以达到减轻水土流失的目的。

分析土壤侵蚀现状空间布局图，本项目区土壤侵蚀治理的重点区域应当集中在金沙江右岸坡耕地区域；冲江河支流大左沟河两岸；冲江河支流右冲江河上游；冲江河流域下段两岸；九河平坝周围面山；海西村周围面山以及拉市海坝区周围面山。

### 参考文献:

- [1] 吴钦孝, 赵鸿雁. 植被保持水土的基本规律和总结 [J]. 水土保持学报, 2001, 15 (4).
- [2] 魏显虎, 杜耘, 蔡述明, 等. 清江流域 1995~2000年土壤侵蚀时空变化 [J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15 (增 1).
- [3] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.

## Research on Changes of Soil Erosion of Laojun Mountain Areas in the Upper Reaches of Changjiang River

LI Zhuo-qing<sup>1,2</sup>, MU Wei-jun<sup>2</sup>, WANG Yun<sup>3</sup>

(1. Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming Yunnan 650034 China)

**Abstract** The soil erosion types of Laojun Mountain in the year of 1990 and 2000 and 2007 are studied by remote sense maps. The changing trend and reasons are analyzed. The results indicate that the soil erosion has become more and more serious from 1990 to 2000, but from 2000 to 2007, the soil erosion was descending. The main reasons were natural forest conservation projects and conversion of cropland to forest project and small watershed comprehensive management projects implemented in the region since 1998. The soil erosion has been controlled in the area.

**Key words** soil erosion; remote sense; change; Laojun Mountain; upper reaches of Changjiang River