

# IKONOS & LANDSAT 卫星影像在剑川县 水土流失调查中的应用研究\*

王建雄<sup>1,2</sup>, 张辅霞<sup>2</sup>

(1. 长安大学 地质工程与测绘学院, 陕西 西安 710054; 2. 云南农业大学 水利水电与建筑学院, 云南 昆明 650201)

**摘要:** 利用剑川县 2007 年 IKONOS 卫星数据资料, 对流域的水土流失现状进行普查, 并与 1999 年进行综合治理初的水土流失资料进行对比分析, 评价了水土流失治理的成果, 为“3S”新技术在水土保持成果调查工作中的应用做了进一步探索。

**关键词:** IKONOS; LANDSAT; 水土流失; 调查

**中图分类号:** S 157.1    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1004-390X (2010) 02-0264-04

## Investigation of Soil Erosion in Jianchuan Based on Ikonos and Landsat Images

WANG Jian-xiong<sup>1,2</sup>, ZHANG Fu-xia<sup>2</sup>

(1. College of Geology Engineering and Geomatics, Chang'an University, Xi'an 710054, China;

2. College of Water Resources, Hydraulic and Architecture, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** According to the IKONOS satellite data resources of Jianchuan country, the present situation of soil erosion in this area was investigated. Moreover, compared with the comprehensive managements data of 1999, the result of soil erosion managements was evaluated, and the application of “3S” new technology in the investigation of soil and water conservation was furthermore explored.

**Key words:** IKONOS; LANDSAT; soil erosion; investigation

水土流失及其导致的土地退化是生态环境恶化的重要原因之一<sup>[1]</sup>。小流域是水土流失发生和发展的最基本单元, 对小流域土壤侵蚀量的定量预测、评价是制定水土保持规划, 确定治理方案、方法和措施的基础<sup>[2,3]</sup>。随着西部大开发各项措施的逐步落实, 地区经济得到迅速发展, 土地利用呈现动态变化过程, 利用遥感技术进行土地利用和土地覆盖调查具有客观、快速、现时性强等特点, 与传统的调查方法相比较具有费用低、速度快、精度高、周期短等优势<sup>[4]</sup>。GIS 与遥感相结合的分布式方法由于运用栅格数据分析功能, 可计算出每个栅格的土壤侵蚀量, 便于管理者找

出较为严重的土壤侵蚀区, 从而有针对性地提出最佳管理措施; 利用 GIS 能够对土壤侵蚀的各个因子进行有效的管理和综合计算。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 研究区概况

剑川县位于云南省西部, 县内山原起伏, 河川纵横, 地势西北高东南低, 国土总面积 2 250 km<sup>2</sup>, 其中坝区占 579.42 km<sup>2</sup>, 山原面积 1 670.58 km<sup>2</sup>。剑川县属热带草原型季风气候, 纬度接近北回归线, 年平均日照时数 1 500 ~ 2 700 h, 成年温差小, 日温差大, 干湿分明, 低纬度高

收稿日期: 2008-10-20    修回日期: 2009-06-26

\* 基金项目: 云南省自然科学基金项目 (2008ZC059M); 云南省教育厅基金项目 (03Y417D)。

作者简介: 王建雄 (1975-), 男, 云南易门人, 在读博士研究生, 主要从事地理信息系统与遥感应用研究。

E-mail: jianxiogw@126.com

原季风气候。气温东南暖,西北凉,年平均气温 $15^{\circ}\text{C}$ 左右。由于受印度洋和太平洋暖湿气流和西部寒流的影响,形成降雨量集中,干湿季明显,雨热同季的特点。

受剑川县水利局委托,本次研究采用1999年 Landsat 卫星影像,2007年 IKONOS 卫星影像对剑川县水土流失进行调查,并对比分析剑川县水土流失发展趋势。

## 1.2 辐射校正

采用的 Landsat 卫星影像为1999年5月11日,多光谱分辨率 $30\text{m}$ ; IKONOS 卫星影像接收日期为2007年5月14日,图像由全色 $1\text{m}$ 分辨率和彩色 $4\text{m}$ 分辨率的图像融合而成。

遥感数据能否得到广泛有效的应用不仅取决于卫星传感器的设计与性能,也取决于其观测数据的定量化水平,即由原始数据产品反演地球物理参数的水平,因为正确地解读遥感数据需要在卫星载荷所获得的观测量和真实观测的地球物理量之间建立对应关系<sup>[5,6]</sup>。

辐射校正指的是建立卫星载荷的输出值与相应已知的、用国际单位制(SI)表示的入射光辐射之间定量关系的一系列操作。进行辐射校正的目的就是建立传感器每个探测元输出的数字信号与该探测器输入的辐射亮度值之间的数量关系。辐射校正模型采用:

$$\alpha_0 \exp[-\alpha(t - 1984.2)] + \alpha_2 + \alpha_3(t - 1984.2) \quad (1)$$

## 1.3 像方坐标与 WGS-84 坐标系统的变换

Ikonos 图像的坐标基准是 WGS-84,其提供的有理多项式变换为<sup>[7]</sup>:

$$\left. \begin{aligned} F_x = x &= \frac{\sum_{i=1}^{20} \text{LINE-NUM-COEF}_i \cdot \rho_i(B,L,H)}{\sum_{i=1}^{20} \text{LINE-DEN-COEF}_i \cdot \rho_i(B,L,H)} \\ F_y = y &= \frac{\sum_{i=1}^{20} \text{SAMP-NUM-COEF}_i \cdot \rho_i(B,L,H)}{\sum_{i=1}^{20} \text{SAMP-DEN-COEF}_i \cdot \rho_i(B,L,H)} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

由于式(2)为非线性函数,为求解 $(B,L,H)$ ,式(2)分别对 $B,L,H$ 取偏微分得:

$$\left. \begin{aligned} x + v_x &= \frac{\partial x}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial x}{\partial L} \Delta L + \frac{\partial x}{\partial H} \Delta H + x_0 \\ y + v_y &= \frac{\partial y}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial y}{\partial L} \Delta L + \frac{\partial y}{\partial H} \Delta H + y_0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式(3)可写成:

$$V = BX - L, P = 1 \quad (4)$$

将式(4)组成法方程,迭代求解改正数 $AB, \Delta L, \Delta H$ ,直至小于一微小量。求解 $(B, L, H)$ 至少需要量测两景 Ikonos 卫星图像的同名像点坐标。

## 1.4 WGS-84 坐标系统与地方坐标系统的转换

卫星测量的基准是 WGS-84,而不同的国家和地区通常用到自己的大地测量基准。在中国,1954北京坐标系采用克拉索夫斯基椭球,1980国家坐标系采用1975年国际大地测量与地球物理联合会推荐的椭球。为了满足实用要求,WGS-84坐标必须转换到地区坐标系统。

坐标系统间的转换采用布莎尔公式进行换算:

$$\begin{bmatrix} dL \\ dB \\ dH \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + B \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{bmatrix} + CK + D \begin{bmatrix} da \\ d\alpha \end{bmatrix} \quad (5)$$

在转换到对应的坐标系统后,可按一定的投影,如高斯-克吕格投影,变换到平面坐标上。在海拔高的地区,为满足工程设计与施工的需要,还需进一步变换到测区抵偿工程面上。

## 1.5 技术路线

根据《全国土壤侵蚀遥感调查技术规程》<sup>[8]</sup>,严格按照规程的要求,选择 ETM 和 IKONOS 影像作为遥感信息源,结合土地利用现状图、地形图,并参考其他与土壤侵蚀相关的资料及图件,分析土壤侵蚀类型、地面坡度、植被覆盖度、地表组成物质的状况,利用软件,采取人机交互的判读方法,在微机屏幕上直接勾绘土壤侵蚀图斑,经过综合分析判定土壤侵蚀强度。

## 1.6 解译标志

在进行遥感影像解译之前,首先根据反映土壤侵蚀信息的影像信息特征——色调、纹理、图形。地貌部位、相关性等影像进行分析,把所掌握的跟土壤侵蚀有关的诸因素与影像对照比较,在不同色调、纹理和图型的区域各定若干点,记下其坐标。在此基础上,以笔记本电脑、GPS、数码相机和罗盘作为工具,用 GPS 定位,数码相机拍照,现场确定土地利用现状和土壤侵蚀强度等级,开展外业调查。若所选取的点在外业调查过程中受客观原因实地无法到达,则在笔记本电脑内对照影像就近重新选点,以建立遥感调查解译标志。

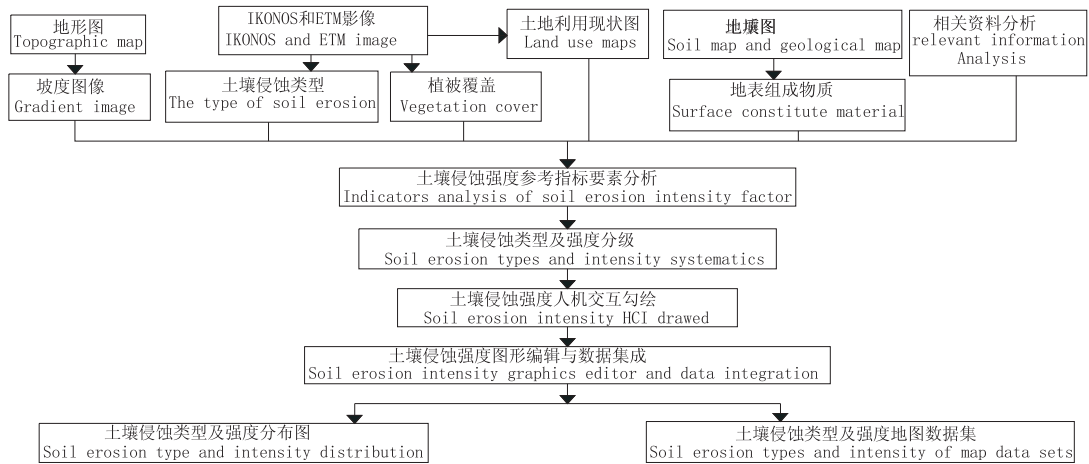


图 1 土壤侵蚀调查技术路线图  
Fig. 1 Technology Roadmap of soil erosion investigation

2 结果与分析

剑川县土壤侵蚀面积 624.97 km<sup>2</sup>，占土地面积的 27.82%。其中轻度侵蚀面积为 328.16 km<sup>2</sup>，占土地面积的 14.61%，占侵蚀面积 52.51%；中度侵蚀面积 187.74 km<sup>2</sup>，占土地面积的 8.95%，占侵蚀面积的 30.04%；强度侵蚀面积 96.17 km<sup>2</sup>，占土地面积的 4.28%，占侵蚀面积的 15.39%；极强度侵蚀面积 12.72 km<sup>2</sup>，占土地面积的 0.57% 占侵蚀面积的 2.04%；剧烈侵蚀面积 0.18 km<sup>2</sup>（图 2，3）。

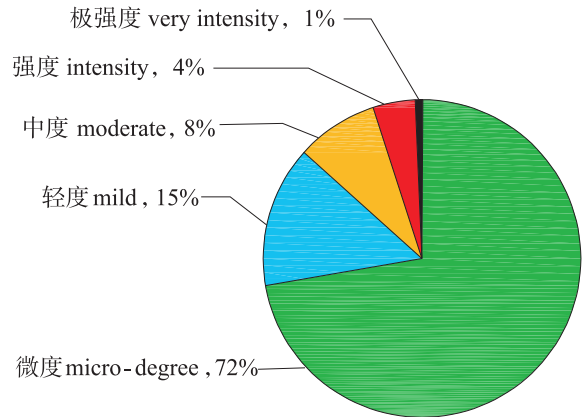


图 2 全县不同侵蚀强度面积比例图  
Fig. 2 Ratio of different erosion intensities

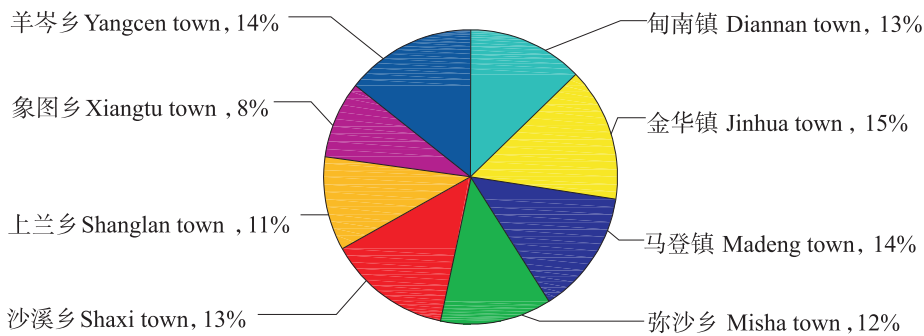


图 3 各乡镇侵蚀面积比例图  
Fig. 3 The erosion area percentages of the different townships

侵蚀面积的变化 2004 年与 1999 年比较，全县土壤侵蚀总面积增加 9.6 km<sup>2</sup>，增加 1.7%，按侵蚀强度等级排序，呈现出中度减少，强度、轻

度增加的趋势。具体各侵蚀等级变化为：轻度侵蚀面积增加 15.04 km<sup>2</sup>；中度侵蚀面积减少 33.16 km<sup>2</sup>；强度侵蚀面积增加 40.40 km<sup>2</sup>；极强度侵蚀

