

# DEM 地形分析在山区地质灾害研究中的应用 ——以云南省漾濞县为例

郑著彬<sup>1</sup>, 任静丽<sup>2</sup>

(1. 赣南师范学院 历史文化与旅游学院, 江西 赣州 341000; 2. 赣南师范学院 教育科学学院, 江西 赣州 341000)

**摘要:** 云南省漾濞县具有典型的山地特点, 每年其境内发生的地质灾害都给人民生命和财产造成了极大的损失。在漾濞县的地质灾害调查中, 通过“3S”技术的应用, 建立了漾濞县的数字高程模型, 进行了基于 ArcGIS 的地形分析, 提取出了坡度和坡向等重要地形因子。通过研究发现: 坡度是漾濞县地质灾害频发的最主要控制因素, 漾濞江及其支流上游的滑坡和崩塌为泥石流的发生提供了物源基础; 同时阳坡是地质灾害发生的主要坡向, 滑坡和崩塌等灾害发生频繁。最后, 制作了漾濞县坡度、坡向分析图, 指出了漾濞县较易发生地质灾害的地区, 为其他山地地区地质灾害研究提供了一种借鉴模式。

**关键词:** DEM; 地形分析; 地质灾害; 漾濞县

**中图分类号:** X87      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001 - 7852(2010)02 - 0019 - 04

## 0 引言

漾濞彝族自治县位于云南省西部、大理白族自治州中部、点苍山之西。辖地主体为漾濞江右岸的层峦山区。地势北高南低, 地形高差大, 最高点海拔 4 122 m, 最低点海拔 1 174 m<sup>[1]</sup>。全县总面积 1 957 km<sup>2</sup>, 其中山区面积占 98.4%, 是典型的山地特点。漾濞县境内地质灾害频发, 具有种类多、分布广、频率高、强度大、损失重等特点, 尤其是滑坡、崩塌、泥石流等典型的山地地质灾害十分严重<sup>[2]</sup>。因此, 对于该县的山地地质灾害的普查和防治是一项非常紧迫的工作。

## 1 遥感图像处理与 DEM 的建立

### 1.1 数据来源

在研究中主要使用以下两种数据:

(1) 云南省漾濞县县域范围的 1:50 000 地形图;

(2) 遥感数据采用 ETM+影像, 时相为 2005 年 2 月 15 日。

### 1.2 波段组合

为提高图像的空间分辨率, 需经过相关性分析后选择合适的波段进行融合, 更有益于图像的识别。在计算了本景遥感图像的相关性之后<sup>[3]</sup>, 发现在 7 个波段中 ETM5、ETM4、ETM7、ETM1 的标准偏差最大, 包含的信息最为丰富, 而 ETM5、ETM7 和 ETM3 的相关系数都较大, 都在 0.90 以上, 所以 ETM7、ETM5 和 ETM3 不宜同时选取。而 ETM1 和 ETM2 相关系数大, 高达 0.98573, 且 ETM1 与其它波段的相关系数小于 ETM2, 因此选取 ETM1。最终确定 ETM7(R) + ETM4(G) + ETM1(B) 组合, 作为解译地质灾害最佳的 RGB 假彩色合成图像组合。

### 1.3 DEM 的建立

在 ArcGIS 软件中, 导入已生成的地形矢量化

收稿日期: 2010 - 03 - 14; 修订日期: 2010 - 04 - 06

基金项目: 赣南师范学院校级教学改革与研究项目 (08JG23)。

作者简介: 郑著彬 (1982 - ), 男, 江西省赣州市人, 助教, 硕士, 主要研究方向为遥感地质与地理信息系统。

文件,采用 TN 模型的非线性 (non - linear) 五次多项式插值计算,生成没有棱角的 TN 模型,然后经过一个连续的栅格化过程,即可生成高质量 DEM 文件<sup>[4]</sup>。最后对各幅 DEM 文件进行镶嵌,必须确保每幅地形图都具有相同的大地坐标,便可在 GbbaMap 中生成漾濞县范围的 DEM 晕渲图。

## 2 基于 ArcGIS 的 DEM 地形分析

地形分析的内容有地形因子提取、地表类型分类以及剖面图的绘制等。地形因子作为地形信息的载体和最重要体现形式,是最基本的自然地理要素之一,也是对人类的生产和生活影响最大的自然因素。地形因子包括坡度、坡向、平均高程、地面形态等信息<sup>[5]</sup>,如图 1 所示。这些信息已成为分析和生产应用中的重要基础数据和遥感数据分析中重要的辅助信息。本文中对坡度、坡向这两个最主要的地形因子做了分析。

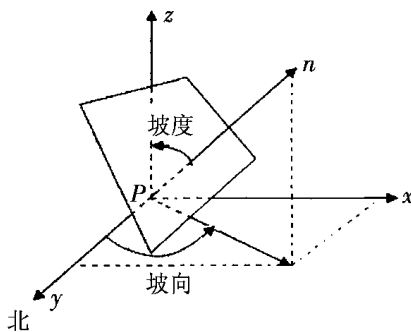


图 1 坡度、坡向示意图

Fig. 1 Schematic diagram of slope and aspect

### 2.1 坡度分析及 ArcGIS 提取原理

坡度是地质灾害发生的一个重要内在因素。在不同坡度上,发生滑坡和崩塌的类型、规模、危害程度均有不同。因此,我们对坡度的研究是十分有必要的。

坡度 (Slope) 可以表述为:地面某点的坡度是过该点的切平面与水平地面的夹角,是高度变化的最大值比率,表示了地表面在该点的倾斜程度,其数学表达式为:

$$P = 1/D^m \quad (\text{shary, 1991}) \quad (1)$$

式中:  $m$  为任意常数 (一般取 1 或 2);  $D$  为到中心点的距离;  $P$  是坡面某一点的高程变化率。

实际应用中,人们总是将坡度值当作坡度使

用,在给予地形的地质灾害研究中,坡度值即为地表曲面函数在该点的切平面与水平面的夹角值。由式坡度计算公式知,求解坡面某一点的坡度,关键是求解  $P$ 。栅格 DEM 是以离散形式表示地形曲面,且曲面函数一般也不知道,因此在栅格 DEM 上对  $P$  的求解,一般是用拟合曲面算法进行。

在 ArcGIS 中采用的是拟合曲面算法,即 Burrough, P.A. (1986) 提出的窗口微分分析法。拟合曲面算法一般采用二次曲面,在  $3 \times 3$  的 DEM 栅格窗口中进行计算,对  $3 \times 3$  栅格的高程值采用一个几何平面来拟合,中心栅格的坡向即此平面的方向,其坡度值采用平均最大值方法来计算。

一般来说,坡度对滑坡崩塌的发育具有重要的控制作用,滑坡崩塌的形成是坡体的临空面逐步积累为有效临空面的结果,而坡体的临空面是否能成为有效临空面与坡体的坡度关系极大,因此坡度成为漾濞县滑坡崩塌发生的最主要控制因素。运用 ArcGIS 软件进行坡度分析的结果如图 2 所示,把漾濞县境内的坡度分成 6 个等级<sup>[6]</sup>。

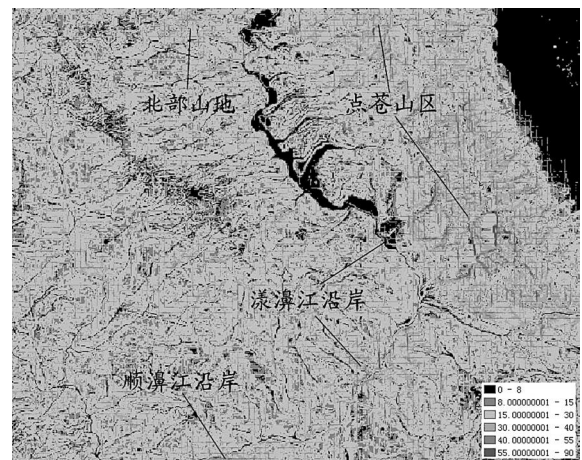


图 2 漾濞县坡度分析图

Fig. 2 Slope analysis diagram of Yangbi County

### 2.2 坡向分析及 ArcGIS 提取原理

坡向 (Aspect) 是指临空面的朝向。许多区域调查资料表明,不同坡向坡体上的滑坡发育状况有很大的差异。近些年来的研究资料也表明,坡向对滑坡发育的影响作用是内、外营力的反映。坡向影响到水热条件的差异,使自然地理诸要素有规律性分异,从而导致滑坡发育存在坡向性<sup>[7]</sup>。在 ArcGIS 中提取坡向的公式为:

$$\text{Aspect} = \text{slope}_x / \text{slope}_y \quad (2)$$

式中: Aspect为坡度;  $\text{slope}_x$  为 x 方向上的坡度;  $\text{slope}_y$  为 y 方向上的坡度。

坡向有南坡、北坡、东坡和西坡之分, 相应的也有西南坡、西北坡、东北坡和东南坡之分。通常在中国将南坡作为标准的阳坡, 它与东南坡和西南坡统称为阳坡。而将北坡作为标准的阴坡, 它与东北坡和西北坡统称为阴坡。运用 ArcGIS 软件进行坡向分析的结果如图 3 所示。按坡向方位角的不等可将坡向划分为: 东、南、西、北、东北、东南、西北、西南及无坡向 9 个坡向。

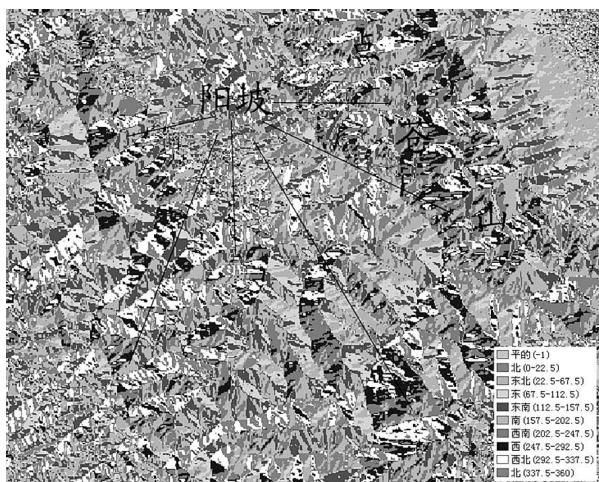


图 3 漾濞县坡向分析图

Fig. 3 Aspect analysis diagram of Yangbi County

### 3 讨论与结论

通过坡度分析, 将漾濞县滑坡崩塌灾害点叠加

在图 2 上, 可以得出: (1) 在漾濞县大部分的滑坡发生在坡度大于 30° 小于 40° 的斜坡地段, 尤其是“鼓肚型”斜坡更易发生滑坡; (2) 而当坡度大于 45°; 坡高大于 5 m 的陡崖就有可能发生崩塌, 崩塌的规模虽然不像滑坡那样宏大, 但其往往造成惨重的人员伤亡和财产损失。另外, 从图 2 上可以清晰的看出, 漾濞县点苍山一侧的河流上游一般坡度都十分的陡峭, 发生滑坡崩塌的可能型非常大, 也为泥石流的形成提供了丰富的物源基础。

通过坡向分析, 图 3 中显示漾濞县阳坡密度要明显大于阴坡密度, 从野外实地调查数据也发现阳坡发生滑坡的规模也往往较大, 阳坡是滑坡发生的主要坡向, 例如地形陡峭的点苍山漾濞县一侧就是阳坡, 滑坡和崩塌灾害发生频繁。分析其原因, 是因为在地质地理条件类似的情况下, 阳坡比阴坡的日照时间长, 太阳辐射强, 气温高, 日较差大, 蒸发强烈, 湿度低。这种水热条件的坡向差异导致植被、水文、土壤、地形等自然地理要素的规律性分异, 从而使滑坡和崩塌的分布呈现出坡向差异规律。在自然状态下, 阴坡水热条件变化比阳坡小, 天然植被生长状况较好, 土坡的风化崩解速度缓慢, 地表径流对坡面物质的冲刷侵蚀作用较弱, 土壤发育较为充分, 因而滑坡形成的过程较慢<sup>[8]</sup>。

综上所述, 漾濞县的地质灾害发生发育情况受到多种因素的影响。通过对 DEM 进行地形分析提取了坡度和坡向等因子, 已成为实际应用中的重要基础数据和遥感数据分析中重要的辅助信息, 可以为该县的地质灾害普查和预防工作提供一定的参考。

### 参考文献:

- [1] 中国云南省人民政府网站 [EB/OL]. <http://www.yn.gov.cn>. 2009.
- [2] 漾濞彝族自治县地方志编纂委员会. 漾濞彝族自治县志 [M]. 昆明: 云南人民出版社, 2000.
- [3] 杨燕, 田庆久. 森林覆盖区山地遥感地形校正的方法研究 [J]. 遥感信息, 2008 (1): 22 - 26.
- [4] 郑著彬, 李俊. 遥感影像三维地形建模技术探讨——以昆明市为例 [J]. 云南地理环境研究, 2007, 19 (1): 63 - 66.
- [5] 汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [6] 戴立乾, 魏也纳. 遥感图像三维地形景观可视化的实现——以连霍高速郑州至三门峡段周边地区为例 [J]. 河南科学, 2009 (8): 995 - 998.
- [7] 李天文, 刘学军, 汤国安, 等. 地形复杂度对坡度坡向的影响 [J]. 山地学报, 2004, 22 (3): 272 - 277.
- [8] 白世彪, 闫国年, 盛业华, 等. 基于 GIS 的长江三峡库区滑坡影响因子分析 [J]. 山地学报, 2007 (1): 63 - 69.

## APPLICATION OF DEM TERRAIN ANALYSIS IN THE YANGBI COUNTY'S GEOLOGICAL HAZARDS

ZHENG Zhu-bin<sup>1</sup>, REN Jing-li<sup>2</sup>

(1. School of History-culture and Tourism, Gannan Normal University, Ganzhou 341000, Jiangxi, China;

2. School of Educational Science, Gannan Normal University, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

**Abstract:** Yangbi County, Yunnan Province, has a typical mountain features. Each of years, geological disasters have given people's lives and property caused great losses. Yangbi County in geological hazard survey, by "3S" technology, established Yangbi County digital elevation model for terrain analysis based on Arcgis, extract the slope and aspect of terrain and other important factors. The study found: slope is the most important controlling factors of in Yangbi's geological hazards, Yangbi Jiang and its tributaries upstream of the landslide and collapse for the occurrence of debris flow source to provide a foundation; while sunny slope is the main aspect of geological disaster, disasters such as landslides and collapses occur frequently. Finally, produced Yangbi county's analysis map of slope and aspect, pointed out the prone areas for Yangbi County's geological disaster, at the same time for other mountain regions to provide a reference model.

**Key words:** Digital elevation model; terrain analysis; geological disasters; Yangbi County

---

(上接第 4 页)

## THE BUILD OF AERIAL FOREST PROTECTION AND FIRE CONTROL SYSTEM BASED ON 3D-GIS AND THE ANALYSIS OF OPERATION BENEFIT

PU Tong-sheng<sup>1</sup>, LIAO Sheng-xi<sup>2</sup>, LI Kun<sup>2</sup>

(1. Lijiang Section of Southwest General Administration of Aviation Forest Protection, Lijiang 674100, Yunnan, China;

2. Research Institute of Resources insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China)

**Abstract:** This article considered the reality of Lijiang aviation forest research station, I develop 3D-GIS system by using some base data, such as remote sensing images, DEM, etc. This system realizes the data management systems, fire forecasting system, fire command system, disaster assessment system to prevent forest fires, monitor and provide decision making services, so we can provide the technical pledge for protecting forest resource in Lijiang area. Finally, this article discusses: In the model of the model of the practical application it analyzes and evaluates the time efficiency, which locate the fire area using 3D-GIS system; it analyzes and evaluates the local fire district collected plotting accuracy; it evaluates the efficiency of integrating the fire data and importing the 3D-GIS system; as well as the data plotting of the 3D-GIS aerial forest fire protection system compares to the manual paper plotting. So it confirms the advantage at the technical level, but also at the role of in-use of the Forest Protection and Fire Control.

**Key words:** 3D - GIS; Aerial forest fire protection; manage system