

文章编号: 1001—1749(2011)02—0217—05

# 基于RS和GIS的丹巴县植被盖度与地质灾害关系研究

倪忠云<sup>1,2</sup>, 何政伟<sup>1,2,3</sup>, 赵银兵<sup>1,2</sup>, 赵勇<sup>1</sup>, 南希<sup>1,2</sup>

(1. 成都理工大学 地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 成都 610059;

2. 成都理工大学 地球科学学院, 成都 610059;

3. 首都师范大学 资源环境与地理信息系统北京市重点实验室, 北京 100037)

**摘要:** 植被盖度作为地表特征指数之一,其发育和分布特征受控于生态地质环境,而地质灾害又是生态地质环境不良作用的表现方式之一,二者存在一定联系。以地质灾害发育且危害严重的丹巴县为例,采用1999年和2006年二期卫星遥感数据,提取这二个时相的植被盖度图,以及1999年~2006年植被盖度变化图,采用地理信息系统技术,将地质灾害与二期的植被覆盖图进行叠加和统计分析。其结果表明,地质灾害主要分布在海拔较低,人类工程活动强烈的低植被覆盖和较低植被覆盖区域,且地质灾害在植被盖度减少的区域较之植被盖度不变和增加的区域,更加容易突发,研究结果与区内其它地质灾害工作成果吻合。

**关键词:** 归一化植被指数; 密度分割; 生态地质环境; 叠加分析; 丹巴县

**中图分类号:** TP 79 **文献标识码:** A

## 0 前言

地质灾害是指在地质营力作用下,因地壳物质运动或地质自然环境变化,造成人类生命财产损失或导致人类赖以生存与发展的资源、环境发生严重破坏的现象或过程<sup>[1]</sup>。地质灾害按破坏形式、动力作用、物质组成和破坏速率,可以划分为十大类三十一一种,其中崩塌、滑坡、泥石流的影响较为严重。

影响地质灾害发育的因素很多,有内部的,也有外部的因素,而植被是重要的外部因素之一。植被盖度是某个区域内,植被垂直投影面积占地表面积的百分比<sup>[2,3]</sup>。植被盖度是地表环境的刻度指标之一,它可以反映地质灾害的孕育背景、发生过程和破坏结果<sup>[4~6]</sup>。通过研究地质灾害与植被盖度之间的关系,发现植被盖度减少的区域,是地质

灾害集中分布的区域,在一定程度上,可为地质灾害发育规律研究提供一种参考<sup>[7,8]</sup>。

## 1 丹巴县概况

丹巴县位于四川西部,地跨东经101°17′26″~102°12′33″、北纬30°23′56″~31°29′12″。因地处川滇南北向,构造与小金~金汤弧形构造和复合部位,紧邻鲜水河地震带,地震活动频繁,工程地质条件和区域稳定性较差。丹巴县出露地层主要有震旦系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系和三叠系及沿河谷分布的第四系等,岩性复杂,以变质岩为主,局部出露侵入岩。县内地形复杂,地势西高东低,北高南低,自西北向南东倾斜,地势多变,相对高差悬殊,峡谷深切。区内最低海拔约1 700 m,最高海拔5 521 m,平均海拔4 477 m。地貌上处于盆地到高原过渡地带,分为极高山、高山和中高

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40972225); 国家科技支撑“十一五”计划项目(2008BAK49B02); 国家863重点项目(2007AA120306)

收稿日期: 2010-08-18

山。气候属于高原型季风气候,复杂多样,地域差异显著,气温随着纬度自南向北逐渐降低。丹巴县内多年平均降雨量为 609.8 mm,平均蒸发量为 1 314 mm;平均气温 14.6℃,最冷月为 1 月,平均温度 3℃~6℃,最热月为 8 月,平均温度 20℃~23℃,极端最高气温为 39.70℃,极端最低气温为 -5.40℃。在研究区内,崩塌、滑坡、泥石流等外动力地质作用十分发育。综合四川省环境监测总站 2004 年“四川省丹巴县地质灾害调查与区划”,以及成都地质矿产研究所 2005 年“四川省丹巴县地质灾害详细调查”成果,在丹巴县内对人民群众生命财产造成危害的地质灾害有 270 多处,其中泥石流 109 处,滑坡 90 处,崩塌 45 处,不稳定斜坡(潜在崩塌和滑坡) 28 处。地质灾害具有点多面广,分布不均,相对集中,突发性强,以及危害大的特点<sup>[9]</sup>。

2 植被盖度提取及分析

2.1 数据选取

作者在研究区选取覆盖范围较广,空间分辨率较高的 Landsat TM/ETM+ 卫星遥感影像数据,以获取工作区不同时期、不同时相的植被盖度。同时收集研究区内的基础地质、地理和地质灾害数据,作为植被盖度与地质灾害相关性研究的数据集成基础。因地质灾害调查成果主要集中在 2006 年夏季及以前,考虑到遥感数据与地质灾害时间的对应,作者选取 1999 年和 2006 年二个时相,覆盖工作区域需 131~38 和 131~39 南北相邻的二景数据,避开植被覆盖最为茂盛的 7 月~8 月,数据获取时间均为 10 月中旬,使用对植被信息敏感的 ETM(TM) 4(NIR)、3(R)、2(G) 波段成图及计算,三个波段的空间分辨率均为 30 m。

2.2 植被盖度提取

应用辐射校正理论,将 1999 年和 2006 年二个时相的遥感影像 DN 值转换为表观反射率,进而计算植被指数(NDVI), $-1 \leq NDVI \leq 1$ <sup>[10,11]</sup>。因云、水、雪等在红光波段(R)比在近红外波段(NIR)有较大的反射率,故这些地物的 NDVI 表现为负值;岩石或裸土等在 NIR 和 R 波段近似相等,故 NDVI 值近于 0;而植被在 NIR 波段具有较大的反射率,正值表示有植被覆盖且随覆盖度的增大而增大。对比二期影像的 NDVI,采用密度分割方法,对植被覆盖(盖度)进行分级<sup>[12,13]</sup>。参照水利部颁布的《土壤侵蚀分类分级标准》,以及《水土保持技术规

范》植被盖度分级的要求,结合研究区情况,将植被盖度定为五级(见表 1),使用 ARCGIS 编辑,获得研究区 1999 年(见下页图 1)和 2006 年(见下页图 2)二个时相的植被盖度信息。

表 1 植被覆盖度分级  
Tab. 1 Vegetation cover classification

| 编号 | 植被盖度等级 | 植被覆盖度   | 对应地类               |
|----|--------|---------|--------------------|
| 1  | 高植被覆盖  | >75%    | 灌木林地、有林地等          |
| 2  | 中高植被覆盖 | 60%~75% | 灌木林、有林地等           |
| 3  | 中植被覆盖  | 40%~60% | 草地、林地、其它林地及耕地等     |
| 4  | 较低植被覆盖 | 15%~40% | 草地、林地、耕地、稀疏林地等     |
| 5  | 低植被覆盖  | <15%    | 居民点、水域、裸地、交通用地、草地等 |

3 植被盖度与地质灾害相关性

3.1 植被盖度总体特征

根据 1999 年和 2006 年二个时相的植被盖度分布信息统计,发现在二个时相均具有如下特征:

- (1) 中植被及以下程度覆盖面积占到 90% 以上,控制了县域面积的绝大部分,而高植被覆盖和较高植被覆盖所占比例极小(见表 2)。
- (2) 结合区内 DEM 信息,发现从河谷向山地过渡,植被盖度由低到高渐增,从山地中部向顶部过渡,植被盖度又由高到低渐变。
- (3) 受地形地貌和人类活动影响,研究区内图斑破碎,斑块密度和斑块平均值较大,尤其是中覆盖和较低覆盖区域。

表 2 丹巴县 1999 年~2006 年植被盖度分级统计表  
Tab. 2 Vegetation cover classification table from 1999 to 2006 in Danba county

| 植被盖度分级 | 1999 年植被盖度           |      | 2006 年植被盖度           |      |
|--------|----------------------|------|----------------------|------|
|        | 面积(km <sup>2</sup> ) | 所占比例 | 面积(km <sup>2</sup> ) | 所占比例 |
| 高覆盖    | 67.637               | 1%   | 59.943               | 1%   |
| 中高覆盖   | 123.351              | 3%   | 44.735               | 1%   |
| 中覆盖    | 1500.422             | 32%  | 1215.148             | 26%  |
| 较低覆盖   | 1577.687             | 34%  | 1468.374             | 32%  |
| 低覆盖    | 1389.994             | 30%  | 1870.892             | 40%  |



图1 1999 年丹巴县植被盖度图

Fig. 1 The vegetation cover map of Danba county in 1999



图2 2006 年丹巴县植被盖度图

Fig. 2 The vegetation cover map of Danba county in 2006

3.2 地质灾害与单时相植被盖度关系

地质灾害是一种持续的动力作用,具有周期性,而由遥感数据获取的植被盖度却是某一时间点的植被衡量指数。因地质灾害的作用周期未准确界定,暂不考虑 1999 年和 2006 年的地质灾害数量

和分布区别,结合数理统计思想,应用空间叠加及空间统计模型研究地质灾害与植被盖度在统计学层次的关联性。

分析评价模型为:应用遥感技术制作植被盖度图→应用地理信息系统技术制作地质灾害点分布

图→统一专题图件地理基准(包括坐标体系及比例尺精度)→集成遥感和地理信息系统技术优势将分级植被盖度图与地质灾害分类进行空间叠加→单时相植被分级区内地质灾害数量和密度空间统计→统计信息分析。

经研究 1999 年植被盖度与地质灾害关联性后发现:

(1) 高植被覆盖区域呈零星斑块状分布,地质灾害一处,为不稳定斜坡,地质灾害密度为  $0.015 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(2) 中高覆盖区域呈条带状分布,具有一定的延续性,研究区内地质灾害有七处,不稳定斜坡二处,崩塌二处,泥石流二处,滑坡一处,地质灾害密度为  $0.057 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(3) 中覆盖区域呈团状及带状分布,地质灾害有三十处,滑坡十三处,泥石流九处,崩塌六处,不稳定斜坡二处,地质灾害密度为  $0.020 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(4) 较低覆盖区域呈连通性较好树枝状分布,占据河谷低处,切割剧烈,人类活动频繁,地质灾害分布数量最大,共计一百三十四处,泥石流六十一处,滑坡四十一处,崩塌二十一处,不稳定斜坡十一处,地质灾害密度最高,达到  $0.085 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(5) 低覆盖区域,紧邻较低覆盖区域,呈较为宽大的树枝状分布,地质灾害数量和密度位列第二,有一百处,泥石流三十七处,滑坡三十五处,崩塌十六处,不稳定斜坡十二处,地质灾害密度为  $0.072 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

经分析研究 2006 年植被盖度与地质灾害关联性后发现,植被盖度在不同区域和不同程度上均有转变:

(1) 高植被覆盖区域地质灾害一处,为不稳定斜坡,因分布面积减小,地质灾害密度变化为  $0.017 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(2) 中高覆盖区域,地质灾害二处,崩塌一处,滑坡一处,地质灾害密度为  $0.045 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(3) 中覆盖区域,地质灾害十五处,泥石流七处,滑坡四处,崩塌二处,不稳定斜坡二处,地质灾害密度为  $0.012 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(4) 较低覆盖区域,地质灾害数量列第二位,共计六十七处,泥石流二十九处,滑坡二十四处,崩塌十二处,不稳定斜坡二处,地质灾害密度较高,达到  $0.046 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

(5) 低覆盖区域面积增加较大,区内地质灾害数量和密度位列第一,共计一百八十七处,泥石流七十三处,滑坡六十一处,崩塌三十处,不稳定斜坡

二十三处,地质灾害密度为  $0.072 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

综合 1999 年和 2006 年二期的植被盖度与地质灾害的叠加分析信息,低植被覆盖和较低植被覆盖是地质灾害分布的主体区域,地质灾害的分布数量占到总数的 90% 左右,地质灾害的分布密度达到  $0.070 \text{ 处}/\text{km}^2$ ,均高于全县的地质灾害分布密度  $0.058 \text{ 处}/\text{km}^2$ ,而其它级别的植被覆盖区地质灾害数量和密度相对较小。

### 3.3 地质灾害与植被盖度变化关系

在地质灾害与单时相植被盖度关系研究的基础上,求取植被盖度变化,用不同变化程度的分区与地质灾害做空间叠加及空间统计。分析评价模型为:

(1) 先将 1999 年和 2006 年的植被盖度图进行处理,在 ARCGIS 中,将高植被覆盖区赋值为“5”,中高植被覆盖区赋值为“4”,中植被覆盖区赋值为“3”,较低植被覆盖区赋值为“2”,低植被覆盖区赋值为“1”。

(2) 然后,用 2006 年植被盖度图减去 1999 年植被盖度图,得到植被盖度变化图,赋值范围为  $-4 \sim 4$ ,其中“ $-4 \sim -1$ ”表示区域内植被盖度降低,“0”表示区域内植被盖度没有改变,“ $1 \sim 4$ ”表示区域内植被盖度增加。将  $-4 \sim 4$  的值域范围分为五级:Ⅰ级( $3 \sim 4$ )、Ⅱ级( $1 \sim 2$ )、Ⅲ级(0)、Ⅳ级( $-2 \sim -1$ )、Ⅴ级( $-4 \sim -3$ ) (见下页图 3)。

将地质灾害点与图 3 叠加运算,统计五个级别内的地质灾害数量。通过计算表明,Ⅰ级区面积为  $16.59 \text{ km}^2$ ,Ⅱ级区面积为  $322.60 \text{ km}^2$ ,Ⅲ级区面积为  $3826.34 \text{ km}^2$ ,Ⅳ级区面积为  $1465.26 \text{ km}^2$ ,Ⅴ级区面积为  $18.22 \text{ km}^2$ 。地质灾害主要分布在Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级区内。在 272 处地质灾害点中,Ⅱ级区内分布有七处地质灾害点,包括崩塌一处,滑坡五处,泥石流一处,地质灾害密度为  $0.022 \text{ 处}/\text{km}^2$ ;Ⅲ级区内地质灾害共计一百五十三处,其中不稳定斜坡十四处,崩塌二十三处,滑坡四十八处,泥石流六十八处,地质灾害密度为  $0.040 \text{ 处}/\text{km}^2$ ;Ⅳ级区内分布有地质灾害共计一百一十二处,其中不稳定斜坡十四处,崩塌二十一处,滑坡三十七处,泥石流四十处,地质灾害密度为  $0.076 \text{ 处}/\text{km}^2$ 。

综合来看,在 1999 年至 2007 年间,植被盖度在区内不同区域,除部份区域保持稳定外,另在不少区域内的不同植被覆盖有一定的增加或减少。其中植被覆盖减少的区域是地质灾害集中分布的区域,尤其是崩塌和滑坡的发育与之相匹配。由此

可见,发育时间短并且规模小的地质灾害,与植被盖度的变化有较强的耦合关系。结合区域内地质灾害调查与区划,及地质灾害详查的成果<sup>[9,14]</sup>,植被覆盖减少Ⅳ级区、Ⅴ级区正是地质灾害的易发区和风险集中分布的区域。



图3 地质灾害与植被盖度变化叠加图

Fig.3 The overlay map of geo - hazards and vegetation cover change

4 结论与讨论

植被盖度作为地表的指数之一,其发育和分布特征受控于生态地质环境,而地质灾害又是生态地质环境不良作用的表现方式之一,因此植被盖度与地质灾害二者之间存在一定的联系。作者选用丹巴县 1999 年和 2006 年秋季二个时相的卫星遥感影像,提取植被盖度信息,并将之与区内的地质灾害调查和区划,以及详细调查成果进行空间叠加分析。结果表明,在植被覆盖低的区域和植被盖度呈减少的变化区域,地质灾害一般容易发生。因此在一定程度上,可以由植被盖度及植被盖度变化,来间接推及地质灾害的危险性区划和风险区划。

讨论:

- (1) 选择适当的遥感数据时相,避开植被生长茂盛的季节,最大程度地揭示地表的覆盖程度。
- (2) 正确地界定植被盖度的级别,合理结合地

形地貌、土壤、人类工程活动和土地利用等情况,避免由于级别界定偏差导致的植被盖度信息偏差。

(3) 掌握区内准确的地质灾害信息,在区域层次作叠加分析,从统计学的角度查清植被盖度与地质灾害的耦合关系。

(4) 植被盖度及其变化与地质灾害的关联性强弱因差异而定,需要采用精度更高的数据和更为有效的模型及方法,获取区域层次、灾害链层次和单体灾害层次的信息,空间信息技术与灾害地质等结合是发展的一种趋势。

参考文献:

[1] 李维新. 地质灾害分类与防治 [J]. 西部探矿工程, 2009,12(4): 42.

[2] 顾祝军,曾志远. 遥感植被盖度研究 [J]. 水土保持研究,2005,12(2): 18.

[3] 章文波,符素华. 目估法测量植被覆盖度的精度分析 [J]. 北京师范大学学报: 自然科学版,2001,37(3): 402.

[4] 王贤敏,牛瑞卿. 三峡库区岩性植被关联规则挖掘 [J]. 计算机工程与应用, 2008,44(31): 8.

[5] 黄金廷,侯光才,陶正平. 鄂尔多斯高原植被生态分区及其水文地质意义 [J]. 地质通报, 2008,27(8): 1330.

[6] 周毅,刘治彦,赵景柱. 中国区域环境资源及其相关性分析 [J]. 北京理工大学学报,2007,27(5): 455.

[7] 李志勇,陈虹,卢汉民. 遥感技术在地质灾害调查中的应用 [J]. 测绘技术装备,2010,1(12): 30.

[8] 计会凤,蒋涛,张军. 基于 GIS 的滑坡地质灾害损失评估建库方法研究 [J]. 遥感信息,2005(1): 50.

[9] 尹江涛. RS 和 GIS 支持下的大渡河上游地质灾害风险评价及预警 - 以丹巴县为例 [D]. 成都: 成都理工大学,2009.

[10] 王静. 土地资源遥感监测与评价方法 [M]. 北京: 科学出版社,2006.

[11] 池宏康,周广胜,许振柱,等. 表观反射率及其在植被遥感中的应用 [J]. 植物生态学报,2005, 29(1): 74.

[12] 倪忠云,何政伟,赵银兵,等. 汶川地震前后都江堰植被盖度变化的遥感研究 [J]. 水土保持研究,2009,16(4): 45.

[13] 倪忠云,何政伟,赵银兵,等. 都江堰震后土地利用/覆被变化信息提取方法研究 [J]. 国土资源遥感, 2010,21(1): 45.

[14] 赵银兵. 面向矿产资源开发的地质生态环境研究 [D]. 成都: 成都理工大学,2009.

作者简介: 倪忠云(1982-),女,河南驻马店人,博士,主要从事生态遥感及 GIS 应用研究。

and the location of massive fractures are found out and the range of fractures distribution are predicated. Practical results have showed that this method is effective and applicable for predication of fracture – solution crack reservoirs and favorable fracture reservoir zones.

**Key words:** fracture predication; P wave anisotropy; maokou fomation; qingxichang structure; northeastern Sichuan basin

#### STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN VEGETATION COVER AND GEO-HAZARDS IN DANBA COUNTY BASED ON RS AND GIS

NI Zhong-yun<sup>1,2</sup>, HE Zheng-wei<sup>1,2,3</sup>, ZHAO Yin-bing<sup>1,2</sup>, et al. (1. State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu 610059, China; 2. Geosciences College, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 3. Key Laboratory of Resource Environment and GIS in Beijing, Capital Normal University, Beijing 100037, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 217

Vegetation cover is one of Earth's surface characteristics, and its development and distribution is controlled by eco-geological environment. Geo-hazard is one of adverse effects of eco-geological environment, thus there is a certain link between vegetation cover and geo-hazards. Taking Danba County as an example where there are serious geo-hazards, by collecting satellite remote sensing data in 1999 and 2006, extracting vegetation cover information and vegetation cover map between 1999 and 2006, and using Geographic Information System technology, the geo-hazards activities are overlaid with two periods of vegetation cover maps, and the statistics are analyzed. The research shows that geo-hazards mainly distribute in the low vegetation cover and relatively low vegetation coverage, where low altitude and strong human engineering activities are. More geo-hazards occurred in vegetation cover region than in increased vegetation cover or stable vegetation cover region. This result is consistent with other results in this region.

**Key words:** normalized difference vegetation index; density segmentation; eco-geological environment; overlay analysis; danba county

#### ECOLOGICAL ENVIRONMENT ASSESSMENT OF CHANGSHAN SALT MINE IN THE CITY OF ZIGONG BASED ON GIS AND RS

LI Zhe<sup>1,2</sup>, WU Min-ning<sup>2</sup>, HE Zheng-wei<sup>1</sup>, et al. (1. Digital territory and ecological science institute, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Chengdu capitastrum affairs center, land and resources bureau of Chengdu city, Chengdu

610074, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 222

According to Ecological environment characteristics in area of research and the principle of evaluation index selection, this paper selects soil moisture, the land usage/cover, topography, soil salinization, land pressure and destruction index as influencing factors, and puts each main details of ecological environment evaluation index system as the index layer. Furthermore, this establishes the ecological environment evaluation index system of Changshan salt mine and determines the weight of each evaluation index by using AHP. At the same time, this paper extracts evaluation index information with a combination of visual interpretation and computer automatic extraction, in order to divide area of research into five grades such as excellent, fine, medium, bad and worse, through the use of quantitative grading and standardization of each evaluation index coupled with comprehensive evaluation model.

**Key words:** changshan salt mine; the remote sensing and the geographic information system technique; ecology environment evaluation

#### A PROGRAM FOR INTERPRETING $\gamma$ - RAY LOGGING AND ITS APPLICATION

YANG Li-rong<sup>1</sup>, HUANG Yuan-qing<sup>2</sup>, WANG Qi<sup>3</sup> (1. Sichuan Nuclear Geology Institute, Chengdu 610061, China; 2. Sichuan bureau of Nuclear Geology, Chengdu 610021; 3. Sichuan bureau Institute of Nuclear Geology, Chengdu 610061, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 227

Based on Windows developing platform, we design the data processing software system for interpreting  $\gamma$ -Ray Logging by using object – oriented language visual C++, we can quickly process  $\gamma$ -Ray Logging data using this program. The paper realize natural gamma curve of the logging data, which can be drawn in graphical – data operation to realize automatic calculation of geological characteristic parameters. We can also realize the well logging in natural gamma uranium content stratified explain by using deconvolution method in natural gamma logging data. Through the application of this procedure for logging data processing, that model using graphical feature parameters can be calculated, and greatly reduce the difficulty in acquiring parameters characteristics. By comparison, the calculation procedure in the actual content of unit layer content shows within the appropriate length, the calculation error is not beyond 2% and distinguishing very well logging 10cm model of interlining. Finally, we can see the feature parameters are suitable from this program.

**Key words:**  $\gamma$ -ray Logging; deconvolution; visual C++