维普资讯 http://www.cqvip.com

云南某县地质灾害与土地利用类型相关性分析

曹 慧①，何政伟①②，陈 亮③
（①成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家专业实验室，成都 610059；②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；③中国地质环境监测院，北京 100081）

【摘 要】应用法国SOPT-5图像，以ERDAS IMAGE软件为平台对研究区土地利用进行监督分类，分析研究区土地利用各个类型与地质灾害的相关性，利用层次分析法确定影响灾害指标及权重。得出居住用地区是地质灾害高易发区，对应了地质灾害易发分区图。

【关键词】地质灾害；RS；土地利用分类。
【中图分类号】TP79 【文献标识码】A 【文章编号】1009-2307(2007)02-0114-03

1 引言

目前，对地质灾害影响因素研究，特别是山区，主要针对地质地貌因素，气候水文等因素来分析地质灾害的成因。根据影响因素随时间变化的频率，划分为缓变因素、频变因素和介于两者之间频数变化不定的因素即第三类因素。

缓变因素：包括海拔高程、地形坡度、岩土体工程地质类型、斜坡结构形态、活动断裂、现代构造应力场、地壳垂直变形、气候带类型等8项因素；

频变因素：包括降雨、地震、人类经济活动3项因素；

第三类因素：包括水文地质条件、河流侵蚀、植被条件等3项因素。

伴随人口的增加和土地资源开发速度的加快，土地利用因素也成为一个不可忽视的因素，本文以云南某县为例，主要针对土地利用各个类型因素，来分析对地质灾害的影响程度。目前对土地利用分类的研究甚多，传统的分类方法是利用现有土地利用资料，结合实地踏勘来确定；但随着空间信息技术的飞速发展，遥感技术在土地利用分类中的应用也越来越广泛，本文采用法国SPOT-5遥感影像对土地利用分类，在结合现有地质灾害点情况，分析该县土地利用类型与地质灾害的相关性。

2 研究区基本情况

该县位于云南省中部偏西南，地处哀牢山脉中断东麓，北纬23°38′15″～24°26′05″，东经101°16′30″～102°16′50″，东与峨山彝族自治县毗邻，东南接石屏县元江哈尼族彝族，西南连墨江哈尼族自治县，西越哀牢山主峰大磨岩山与镇沅县接壤，北隔绿汁江和双柏县相望（见图1），县内最高海拔3165.9m，最低海拔422m，年平均气温17.4°，年平均降雨量946mm。研究区国土面积4275km^2，其中山区占98%，坝区占2%，境内有大小河流32条，水资源极为丰富。

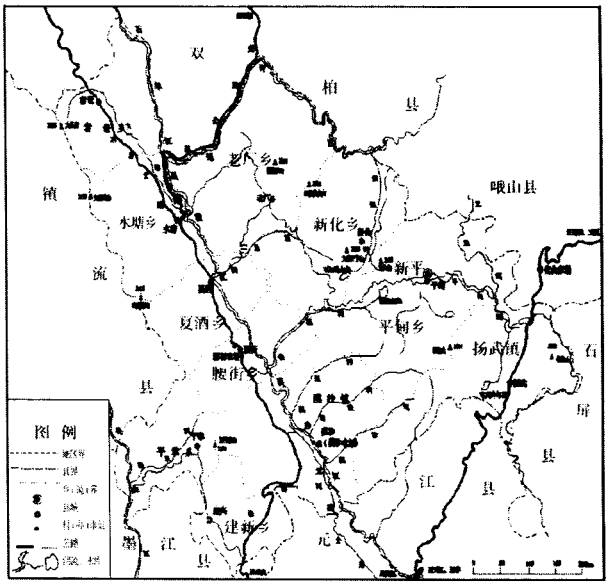


图1 研究区行政区划图

研究区地质灾害灾种主要有崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝4种（见表1），共有313个灾害点。其中，有崩塌4个，滑坡285个，泥石流沟23条，地裂缝1条。地质灾害易发分区图见图4。

表1 研究区主要地质灾害分类

突发性灾害	滑坡	泥石流	崩塌
缓变性灾害	地裂缝	地面沉降	水土流失

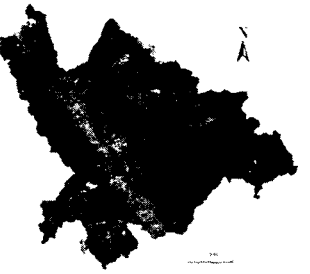


图2 2004年研究区SPOT影像图

3 数据来源及土地利用分类

3.1 数据来源

数据是空间信息技术应用的基础，在土地利用遥感调查研究中，主要的数据源有遥感图像数据、各种统计数据和调查数据等。本次研究中利用的主要资料包括：法国SPOT-5影像（见图2）、研究区1:1万土地利用现状图、行政区划图、1:5万的地形图、县市地质灾害调查表和地质灾害易发分区图。

SPOT-5卫星搭载的主要仪器有：两台高分辨率几何（HRG）成像仪和一台高分辨率立体（HRS）成像仪。SPOT5卫星给各个应用领域提供了2.5m的全色和1m的多光谱数



作者简介：曹慧（1983-），女，河南新乡人，在读研究生，研究方向为生态地理信息系统。
E-mail：caohui8324@163.com

收稿日期：2006-03-31
基金项目：云南新平地质灾害详细调查试点项目

维普资讯 http://www.cqvip.com

据。表2为其主要参数。

表2　SPOT—5卫星影像主要参数

传感器	光谱波段	地面分辨率	波段光谱范围
SPOT5	Panchromatic	2.5～5m	0.49～0.69μm
	B0：green	10m	0.43～0.47μm
	B1：red	10m	0.49～0.61μm
	B2：near-infrared	10m	0.61～0.68μm
	B3：short-wave	10m	0.78～0.89μm
	infrared(SWIR)	20m	1.58～1.75μm

3.2　土地利用分类

根据SPOT5图像的实际可解能力和研究区土地覆盖的实际情况，不同土地利用类型在遥感影像上的特征(颜色、形状、结构、纹理)具有明显的差异，解译标志明显(见表3)。

表3　土地利用遥感解译标志

土地利用类型	解译标志
林地	墨绿色彩，明显的斑点状结构，影纹清晰，分布于主要分布于山区、半山区
灌丛	深绿—绿色色彩，句斑点状结构，不规则小块状
草地	浅绿色色彩，片状结构，呈片状分布于山坡和河谷
农田地	浅橘红色、白色、小块状，形态不规则，耕地主要分布于坝子区和低热河谷区
滩地	亮白色—浅红色
裸岩	深褐—灰白色，主要分布于中高山地带

土地利用分类是在ERDAS-image软件里进行的，首先对卫星影像进行几何校正并针对各种地物覆盖类型进行增强处理。然后对影像进行监督分类，并结合土地利用现状图和野外GPS调查情况，得出研究区土地利用分类覆盖图(见图3)，以及土地利用分类面积(见表4)。

表4　土地利用评价因子对地质灾害的敏感性指数

评价因子	指标面积(亩)	地质灾害敏感性数值
林地	4410388.10	0.048
居住用地	62283.90	0.351
坡田地	751089.60	0.302
水体	112185.4	0.299

4　评价指标

4.1　评价因子的选取

评价指标的选择必须能够反映地质灾害易发程度分区评价的目标和要求，研究区整个县域林地面积分布最广，其次是耕地，城镇用地，交通用地，草地，裸岩地。本文通过两两比较法和条件广义方差极小法对指标体系进行优化筛选，选择林地、坡田地、居住用地、水体作为评价指标，然后，对指标进行量化，并通过层次分析法确定指标的权重，实现了从定性到定量评价的转换。

4.2　评价因子处理

1）因子分段：评价因子各区间段对灾害的敏感性是不一样的，在评价之前需要以已发生灾害的因子数据为依据对各因子敏感性进行统计分析。传统方法主要是通过分别统计各个因子在不同区段内发生的灾害数目，得到各区段对灾害发生的敏感性，这种思路忽略了各因子区段对应的区域面积的大小，而这和灾害数目是相互关联的。解决的办法是将各因子区段对应的面积也作为一个因素加入到统计之中，用公式(1)计算得到的灾害点面密度值代替灾害点数目进行分析。

$$T_{ij} = N_{ij}/M_{ij} \tag{1}$$

式(1)中，T_{ij}代表i因子j区段下发生灾害点的面密度；N_{ij}代表i因子j区段下发生灾害点个数(发生灾害的网格数)；M_{ij}代表i因子j区段出现的面积(网格数)。

2）分段赋值：由于量纲不同，评价因子的数值不能直接用于评价分析，部分定性数据也需要进行变换才能用于定量计算，这些都需要在分段统计的基础上对因子各区段进行统一赋值。传统方法是按照敏感性从弱到强，分别给定1、2、3，递增整数值，但是因子的敏感性并不是按整数递增的。解决的方法是采用如公式(2)所示统计学方法精确确定敏感性数值[5]。

$$I_{ij} = \frac{T_{ij}}{\sum_{j=0}^{n} T_{ij}} \tag{2}$$

式(2)中，I_{ij}为i因子j区段影响灾害发生的敏感性数值，n为i因子划分区段总数。

5　评价结果及结果分析

对地质灾害点的野外调查所得资料综合分析研究后，经过筛选优化，选取林地、坡田地、居住用地、水体作为主要评价因子，通过层次分析法计算评价因子的权重(见表4)。层次分析法的基本思想就是将组成复杂问题的多个元素权重的整体判断转变为对这些元素进行“两两比较”，然后再转为对这些元素的整体权重进行排序判别。其公式(3)如下。

$$N = k \sum_{i=1}^{n} a_i x_i \tag{3}$$

其中k为判别系数，此处取1，a_i为权值，x_i为量化指标。

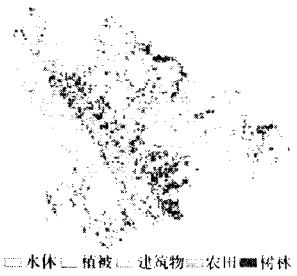


图3　研究区土地利用分类覆盖图

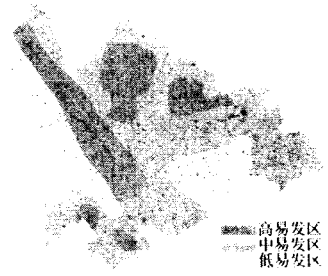


图4　研究区地质灾害易发分区图

结果表明，在研究区主要土地类型中，居住用地对于地质灾害发生的敏感系数最大，而坡田地次之，林地对灾害发生的敏感系数最小。比较图3和图4可以发现地质灾害的高易发区主要分布在居住用地区，而低易发区主要分布在林地，与评价结果一致。据笔者调查，整个研究区县域内，居住用地均为自然分布，未经过合理的规划和发展，所以在居民挖坡建房、乡间道路建设中极易破坏边坡稳定性，许多村寨为了解决农民温饱问题总是过度开垦陡坡地。沿元江西岸水塘到漠沙一带，地形坡度多为20°至40°的陡坡，上覆土层较薄，地表植被砍伐殆尽，现已大面积种植甘蔗，土壤极易流失，为滑坡、泥石流的产生起了促进作用。另外，研究区水资源丰富，在水电工程建设中，过量补给地下水，破坏了地表植被。

6　结束语

研究区是云南省滑坡、崩塌、泥石流灾害发生频率较高、灾害损失最严重的地区之一，而土地（下转第140页）

维普资讯 http://www.cqvip.com

对量化统计结果进行分析表明：平均坡度与沟壑密度具有较强的正相关关系，相关系数为0.762；平均坡长和起伏度之间的正相关性较强，相关系数为0.624；平均坡长与沟壑密度呈现较强的负相关关系，相关系数为-0.706；起伏度与沟壑密度、平均坡度与地形起伏度的相关关系较弱，相关系数的绝对值不超过0.55。综合这些的相关特征，任意两个单个因子间的相关性都不是很强；而沟壑密度作为黄土地貌区的典型地形信息因子，它与平均坡度、平均坡长相关系数绝对值较大，与地形起伏度相关系数较小，可以进行多变量的综合分析，以发现相关性很强(相关系数绝对值>0.9）的量化模型。

4.2 多因子相关关系分析

以沟壑密度作为因变量，以平均坡度、平均坡长和起伏度为三个自变量，进行线性统计回归的量化关系模拟，证明沟壑密度与坡度、相对高差和坡长之间呈现一种很强的线性关系。具体量化指标见表3和表4。

表3 回归统计指标统计表

Multiple R	0.979765
R Square	0.959939
Adjusted R Square	0.944916
标准误差	0.322845
观测值	44

表4 方差分析表

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	3	19.98023	6.660078	63.89845	6.24E-06
残差	8	0.833833	0.104229		
总计	11	20.81407			

沟壑密度(Y)作为因变量，小流域内的平均坡度($X1$)、平均坡长($X2$)和相对高差值($X3$)为变量，进行线性的多元回归拟合，其方程为：

$$Y = 2.95228 + 0.127906X_1 - 0.014X_2 - 0.00273X_3$$

通过拟合发现：三种变量对沟壑密度的影响程度为94.5%(为回归统计表中的Adjusted R Square值)，实际值与回归估计值之间的误差(标准误差值)为0.322845，F统计量的P值约等于6.24E-06，小于显著水平的0.05，说明方程的回归效果显著。

4.3 结果分析

通过对提取的基本地形信息因子进行统计量化关系模拟，沟壑密度与其他因子之间的线性关系不明显，只是存在一般或稍强一些的幂函数或指数相关关系，而与起伏度之间基本不存在任何的相关关系，这也从另一个角度证明了沟壑密度应该是和多个信息因子具有比较强的相关关系；通过对沟壑密度与平均坡度、平均坡长以及与区域内的起伏度等地形因子进行回归分析，三种变量对沟壑密度的影响程度为94.5%，证明沟壑密度与坡度、相对高差和坡长之间呈现一种很强的多元线性相关关系，其贡献率分别为0.127906、-0.014和-0.00273。

5 结论与讨论

1）利用高精度DEM数据来进行地形信息因子的提取，与传统的地形图提取相比较具有方便快捷、精度高的优点，应用于多因子间量化关系的模拟节省时间，效率高。

2）通过对陕北黄土高原地区各地貌类型区进行小流域选样，提取地形信息因子并利用统计学原理进行相关性和综合回归分析，验证了沟壑密度作为表征黄土高原地区地表特征最具代表性的地形因子，它与平均坡度、平均坡长以及与区域内的起伏度等地形因子，无论从成因机理、还是从形态特征上，都具有很强的综合相关关系。

3）模拟方程是地域适应性还需要经过更多实验样区的验证。如果能够制定出模拟参数反映地形复杂度规律的数学模型，对系统研究黄土地貌将具有十分重要的意义。

参考文献

[1] 汤国安，赵牡丹．地理信息系统［M］．北京:科学出版社，2000.

[2] 齐矗华，甘枝茂，惠振德，等．黄土高原侵蚀地貌与水土流失关系研究［M］．西安:陕西人民教育出版社，1991.

[3] 李志林，朱庆．数字高程模型［M］．武汉:武汉测绘科技大学出版社，2000.

[4] 闾国年，钱亚东，陈钟明．黄土丘陵沟壑区沟谷网络自动制图技术研究［J］．测绘学报,1998，27(2)：131-137.

[5] 朱红春，陈楠，刘海英，等．1:10000比例尺DEM提取地形起伏度［J］．测绘科学,2005，30(4)：86-89.

[6] De Vantier B A，Feldman A D. Review of GIS applications in hydrologic modeling，Journal of Water Resources Planning and Management［J］.1993，119：246-261.

[7] Shreve R L. Infinite Topologically Random Channel Networks［J］. Journal of Geology，1967，75：178-186.

(上接第115页) 利用状况是诱发地质灾害的一个不可忽视的因素。在土地利用分类中的居住用地又是地质灾害高易发区，特别是随着城镇人口发展规模不断增加，人类活动对周围环境的破坏程度也越来越大，所以，既要保护好现有林地，同时又要种植更多的树木，林地的水土流失是裸地的1%左右，只要地表有1cm厚的枯枝落叶层，就可以把地表径流减少到裸地的1/4以下，泥沙量减少到裸地的7%以下，防止山坡水土流失；“坡地改梯地”工程，不仅可以增加土地的利用率，还可以“三保”，即保土、保肥、保水。这种工程应该在海拔较高的地方进行实施。这种土地的利用就可以防治水土流失，防治地质灾害的发生。

参考文献

[1] 张红兵．影响云南省滑坡泥石流活动的几个自然因素［J］．水文地质工程地质,2004：38-41.

[2] 云南省地质环境监测总站．云南省新平县地质灾害调查报告［R］．2003.

[3] 卢中正，吴君丽，张峰．SPOT-5图像在西藏亚东县康布曲流域综合治理中的应用［J］．地质灾害与环境保护[J]，2005，16(2)：186-187.

[4] 年波，杨土剑，王金亮．植被遥感信息提取的最佳波段选择［J］．云南地理环境研究,2004，16(2)：18-21.

[5] 唐川，朱静．云南滑坡泥石流研究［M］．北京:商务印书馆，2003：47-89.

[6] 齐清文等．云南省沿边境地带生态环境监测与管理信息系统的设计和建设［J］．测绘科学,2005，30(3)．