

doi:10.6046/gtzyyg.2012.02.27

基于三维的地质灾害遥感解译标志管理系统设计与实现

乌云其其格^{1,2}, 马维峰², 张时忠², 唐湘丹³, 刘文婷³

(1. 中国地质大学研究生院, 武汉 430074; 2. 中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074;
3. 武汉地大信息工程有限公司, 武汉 430074)

摘要: 总结了滑坡、泥石流地质灾害解译标志的内容和特点, 建立了解译标志的数据模型和数据库, 并对地质灾害的解译标志信息进行编码, 研制了基于 Virtual Globe 三维环境的地质灾害解译标志管理系统。该系统对有效存储管理地质灾害解译标志, 提高地质灾害遥感解译的工作效率具有重要价值。

关键词: Virtual Globe; 地质灾害; 遥感; 解译标志

中图分类号: P 208 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2012)02-0148-04

0 引言

地质灾害日益严重及防灾减灾工作的重要性, 使利用遥感技术开展区域地质灾害的调查工作成为遥感技术发展的必然趋势^[1]。利用遥感技术调查地质灾害能很大程度地排除人为因素干扰, 节省人力、物力、财力和时间, 具有很高的社会和经济效益。

近年来, 遥感技术广泛应用于地质灾害调查工作中, 但发展还不完全成熟, 还存在两方面的主要问题: 首先, 大多数地质灾害的解译还是以目视解译或人机交互式解译为主, 视觉效果的好坏将直接影响应用的效率和重现性; 其次, 目前还没有建立规范的、完整的解译标志数据库, 降低了解译工作的精度。如何能更有效地提高解译结果的精度, 增强理解效果, 在得到大量数据后将解译信息有效利用是当前遥感地质解译工作的主要问题。

针对上述问题, 本文结合目前三维可视化、虚拟现实技术的发展, 总结了几种典型地质灾害的解译标志, 建立了解译标志数据模型和数据库, 研制了基于三维 GIS 的地质灾害解译标志管理系统, 在三维可视化虚拟地球中对各种地质灾害的遥感解译标志进行有效的存储和管理。这些研究提升了对遥感图像数据信息的深度挖掘与利用, 突破了基于二维图像解译的表现形式, 改变了传统遥感地质解译的思维模式, 能够有效提高地质灾害遥感解译的工作效率。

1 基于三维的地质灾害遥感解译标志

基于三维的地质灾害解译标志内容包括地形、地貌、剖面形态等。

1.1 滑坡解译标志

滑坡一般具有明显的遥感影像特征, 在图像上, 新滑坡的滑坡体通常呈较均匀的灰白色, 老滑坡体则呈较均匀的深绿色调等特征。表 1 中总结了滑坡的解译标志特征。三维技术的应用对识别地形地貌、活动构造、滑坡壁、滑坡台阶、坡度及剖面形态具有重要价值。

表 1 滑坡解译标志

Tab. 1 The interpretation marks of landslide		
类型	内容	描述
直接标志	纵向总坡度	滑坡的总体坡度较周围山体平缓
	主滑方向	滑坡体表面有向主滑方向的“滑动、拖拽”趋势, 与周围的山体特征明显不同
	整体色调	在图像上呈现明显的浅色调
	平面形态 ^[5]	滑坡体和周围不动体的平面分界线明显, 呈弧形、椅形等各种形态
	剖面形态	横断面呈凹形、凸形、直线、阶梯状等
	滑坡壁	滑坡后壁有坎, 出现“双沟同源”现象
	滑坡台阶	由于各区段的滑动速度不同和土体挤压, 滑坡体表面形成不均匀落差平台
	滑坡裂缝	滑坡体在滑移前及滑移过程中, 会产生裂隙
	滑坡舌	影像上表现为较自然地面临略高的舌状纹理

收稿日期: 2011-07-14; 修订日期: 2011-09-23

基金项目: 高分辨率对地观测系统重大专项(项目编号: E0202/1112/DK03)及中国地调局三维虚拟环境下的地质灾害遥感解译平台研究项目(项目编号: 1212011120218)联合资助。

(续表)

类型	内容	描述
间接标志	地形	陡峻的河谷、上下陡中部缓的折线山坡、受水流冲刷等易发滑坡地形
	地貌	滑坡发生的地方,可能会出现河流断流或改道,道路阻塞或断裂、山体位移等
	地层岩性	土石体成塑性抗剪强比较低,容易变形和发生滑坡
	地质构造	岩层层面的倾向与斜坡的倾向相同、大型节理发育

1.2 泥石流解译标志

在遥感图像上,泥石流沟的形成区、流通区和堆积区一般都能取得较好的解译效果。但由于泥石流沟的形成多受地层岩性、断裂构造控制和人类活动改造等因素的影响,并不完全具备理论上的分区特征,因此解译时应结合泥石流发育的背景和影像特征综合解译泥石流。泥石流解译标志特征如表2所示。

表2 泥石流解译标志

Tab.2 The interpretation marks of debris

类型	内容	描述
直接标志	总高差	物源区最高点与堆积区最低点高差,反映泥石流的规模和迅猛程度
	纵向总坡降	泥石流多发育在纵向坡降较大的沟谷
	整体色调	植被覆盖度低或无植被覆盖,在图像上呈现明显的浅色调
	平面形态	锥形、扇形、蝌蚪型等
	物源区	一般呈瓢形或漏斗形围谷,山坡陡峻,坡度在20°以上,谷坡两侧阴影色调反差明显
间接标志	流通区	沟床较直,沟槽宽窄不一,断面呈“V”形或“U”形
	堆积区	主要位于沟谷出口处,呈扇形,浅色调
	地形	具备山高沟深,沟床比降大,流域形状利于水流汇集
间接标志	物质源	物源山坡面有丰富的松散固体物质
	水源	流域中上游有强大的暴雨,急骤的融雪、融冰的溃决等提供水源

2 解译标志数据模型建设

2.1 解译标志数据模型建设

地质灾害解译标志数据模型的研究是地质灾害解译标志数据库研究的基础。本文在分析地质灾害解译标志的内容和数据特征的基础上,应用关系数据理论建立了地质灾害解译标志数据模型。解译标志的所有数据被存放在一系列具有唯一标识码、相互关联的关系数据表中。

如图1所示,在表格“InterpretingMarks”中存储了单个解译标志的记录,其中“DisasterTypeID”字段是记录灾害类型的代码。由于在界面中人们输入的总是灾害类型而不是灾害类型的代码,我们又加了个表格叫“DisasterType”,“InterpretingMarks”表格的

“DisasterTypeID”字段和“DisasterType”表格关联起来。“Landslide”表格是记录滑坡灾害要素的。由于在解译标志表格中只存储了灾害要素的ID,根据灾害要素的ID号的最高位数字来决定跟哪个表格发生关联,如灾害要素的ID号为101,则表示跟“Landslide”表格关联(如图1)。

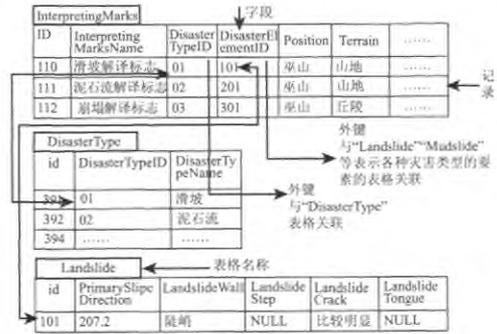


图1 地质灾害解译标志数据模型

Fig.1 Data model of geological disaster marks

2.2 解译标志数据库建设

解译标志的数据库主要保存系统相关的空间、属性和文件数据,以及相关的解译成果、系统运行生产的结果数据。解译标志数据库的建设主要是依据三维遥感解译数据模型,应用关系数据模型的理论进行数据库模式设计(图2)。数据库主要包括灾害类型、单个解译标志、地貌分类单元、地形、地质构造和灾害要素等信息。这些信息在数据库中分别存储在具有唯一命名的数据表中,包含了相关内容的解译标志数据属性和元数据记录。



图2 数据库模式设计

Fig.2 The design of database schema

解译标志数据库主要包括“单个解译标志”、“灾害类型”、“地质构造”、“地形”、“地貌单元”等表格,每个表格中包含的具体内容见图2,“滑坡”、“泥石流”、“崩塌”、“地面沉降”、“地面塌陷”等表格中分别存储各类地质灾害的灾害要素信息。

2.3 解译标志的编码

根据地质灾害的位置、灾害类型等特征,对地质灾害的解译标志进行编码。在数据库中存储的解译标志编号由16位数字组成,其中前9位是地质灾害所在地方的行政编号,接下来5位数由3位数灾害点编号和2位数的灾害体编号组成,最后2位是灾害类型的代码,如“01”表示滑坡、“02”表示泥石流等。例如,编号“5401000010010001”表示地理位置在西藏自治区拉萨市萨哈的滑坡。

3 系统实现

结合以上数据模型和数据库模型的建设,选用三维地理信息系统平台 iTelluro^[6],建立了地质灾害解译标志管理系统。

在三维环境中,可以清楚地看到地质灾害的解译标志特征(图3)。在图3(左)上可以看出滑坡影像的整体纹理比较杂乱,整体色调比较浅,房屋植被排列不规则,有面积不等的裸露面分布、滑坡舌的轮廓明显(图像西北角)、坡度体较周围山体平缓等特征。在图3(右)中可以看到泥石流的解译标志特征,如植被覆盖比较差、冲积扇的形状明显、下游水系的颜色由于污染色调比其他地方深、冲沟下面已

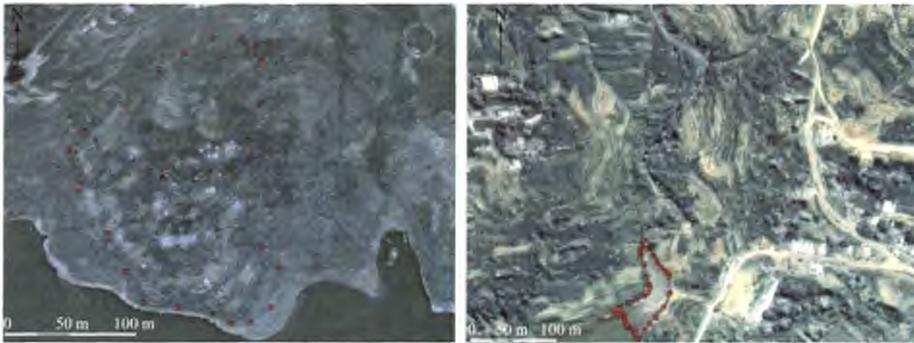


图3 滑坡(左)、泥石流(右)解译标志特征

Fig.3 Marks feature of landslide (left) and debris (right)

经有了小规模的冲积物(如图中红色虚线围限部分)、流通区长而崎岖的沟谷呈线状分布等。

地质灾害解译标志管理系统通过三维环境下不同空间、属性数据交互可视化,建立解译标志,交互标绘解译目标,包括点、线、面的基本编辑功能,可对地质灾害解译标志进行查询、编辑、定位、输出、统计报表、检索与管理。该系统还具有解译标志增删改、浏览等功能。

图4为滑坡解译标志的管理系统界面。在这个界面上可以新增一个解译标志记录,可以删除原有记录,也可以修改原有的记录;在界面上经纬度对应的textbox中如果存在有效的经纬度值,当某个解译标志的对象被选中的时候会自动定位到相应的经纬度上;点击“W”按钮能将解译标志内容导出到自己命名的word文件中,以便相应的工作人员能够随身携带及查阅,导出的word中包含了对应解译标志



图4 基于Virtual Globe的解译标志管理系统界面
Fig.4 Interpreting marks management system for geological disasters based on Virtual Globe

的图像信息;同时在这个界面上可以对所有解译标志根据关键字进行模糊查询。

4 结论

1)总结了滑坡和泥石流解译标志,根据其解译标志的内容和特征,应用关系数据模型建立了地质灾害解译标志数据模型。依据三维遥感解译数据模型,应用关系数据模型理论和 SQL Server 2008,设计建设了地质灾害解译标志数据库数据库。开发了地质灾害解译标志管理系统。

2)基于 Virtual Globe 的地质灾害遥感解译标志管理系统的实现,为解决基于三维遥感的地质灾害遥感解译标志的有效存储、规范管理和信息共享具有重要意义,从而为提高地质灾害调查、监测及防治中遥感解译工作的效率提供有力支持。

参考文献:

- [1] 张景华,张建龙,欧阳渊. 遥感技术在石棉县地质灾害调查中的应用[J]. 地质灾害与环境保护,2011,22(1):92-96.
- [2] 王治华. 滑坡、泥石流遥感回顾与新技术展望[J]. 国土资源遥感,1999(3):10-15,39.
- [3] 江涛. 遥感影像解译标志库的建立和应用[J]. 地理空间信息,2010,8(5):31-33.
- [4] 程飞. 遥感在区域构造分析中的应用研究[D]. 北京:中国地质大学,2003.
- [5] 武丽娟. 金沙江上游区域地质灾害遥感解译与GIS分析[D]. 北京:中国地质大学(北京),2007.
- [6] 马维峰. 面向 Virtual Globe 的异构多源空间信息系统体系结构与关键技术[D]. 北京:中国地质大学,2008.
- [7] 苏航. 谈遥感像片用于地质解译及地质制图的方法[J]. 西部探矿工程,2002(S1):514-515.

The Design and Development of the Interpreting Marks Management System for Geological Disasters Based on 3D

Wuyunqiqige^{1,2}, MA Wei-feng², ZHANG Shi-zhong², TANG Xiang-dan³, LIU Wen-ting³

(1. Graduate School of China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 3. Wuhan Infoearth Information Co, Ltd, Wuhan 430074, China)

Abstract: Remote sensing has become an important technical means and method in the survey of geological disasters. This paper summarized the interpretation mark features of landslide and debris flow, built the data model of geological disaster marks and database, coded the geological disaster marks, and finally developed the management system of interpretation marks on geological disaster based on Virtual Globe. This system is valuable in effective storage and management of geological disaster interpretation marks and in improvement of the efficiency of remote sensing interpreting task.

Key words: Virtual Globe; geological disaster; remote sensing; interpretation marks

第一作者简介: 乌云其其格(1987-),女,中国地质大学(武汉)在读硕士研究生,主要研究方向为地理信息系统。

通讯作者: 马维峰(1976-),男,博士,讲师,主要研究方向为地理信息系统,Email: ma.weifeng@qq.com。

(责任编辑: 李瑜)