

文章编号: 1007-4619(2005)04-0509-04

苏门答腊岛 DMC 多光谱数据地质应用初步分析

李志忠, 党福星, 熊盛青, 方洪宾, 赵长英

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘 要: 利用灾后苏门答腊岛 DMC32 米多光谱遥感图像, 经过几何精校正、主要地名标注、波段 B²(R)、B¹(G)、B³(B)组合和直方图正态增强处理制作了影像图, 图像总体纹理信息较弱, 但对海啸受灾区有突出作用。为了突出不同区域植被的色差和纹理信息, 对影像图进行比值增强组合处理实验, 比值增强处理后的图像对空间纹理有增强效果。依据 DMC 增强图像显示的纹理影像特征, 通过人机交互方式对图像中有较明显规律的线状和环状纹理信息进行提取和制图, 作为进一步分析该地区构造活动及与之相关地质灾害的基础依据。通过对图像的纹理信息综合分析, 发现该地区存在着大量的线形纹理信息和一些环形和火山机构影像信息, 这些影像特征可能与该地区的一些地质活动有关, 如新构造运动、活动断裂和火山活动中心、火山机构等。结合已知的地质、遥感三维立体图像和早期的 TM 图像资料, 根据遥感图像上显示的特殊的地形和水系、线性纹理分布特征和典型地质体与断裂构造的遥感解译标志, 对部分线性影像和环状影像的地质意义进行了解译, 认为北西断裂为岛内的主干断裂, 其次是与其相垂直配套的北东向断裂。初步分析了可能控制或诱发该地区地质灾害的断裂分布特征, 推断出三处泥石流、崩塌、滑坡等地质灾害易发区和两处火山活动可能区域。所推断的地质灾害易发区具备了泥石流、崩塌、滑坡等灾害形成、流通、堆积等先决条件, 如果植被遭到破坏, 一旦遇到强降雨影响, 极有可能诱发上述地质灾害。火山活动区均处于北东向断裂带与北西向断裂带的交汇部位, 根据地质构造和遥感影像特征分析推断, 区内地震及火山活动有可能受板块活动地震影响而再次激活, 形成新的地质灾害。以上遥感地质信息, 在进一步经过相关资料和实地调查证实后, 对岛内灾后重建及减灾、抗灾等活动具有积极指导意义。

关键词: DMC 小卫星图像; 线性信息提取; 断裂; 火山活动; 地质灾害

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A

1 引 言

东南亚地震及海啸的发生, 有可能打破岛内地质结构的原有稳定性格局, 由此而伴生的各种类型的地质灾害在今后会有不同程度的发生。对交通水利、电力及各种工、农业重要设施和人民的生命财产安全造成一定威胁。DMC 小卫星图像数据具有获取灵活、重返周期短和大区域覆盖等优势, 在地质灾害的调查、监测和预警工作中具有巨大的应用潜力^[1]。

本次研究所使用的遥感信息包括于 2005-01-07 获取的 DMC 苏门答腊岛西北部 32m 多光谱图像数据及其三维立体影像图, 早期 TM 数据; 专题图件为 1:500 万区域地质简图, 结合印度洋海啸灾后评估研

究工作, 开展 DMC 数据的地质应用处理研究工作, 通过利用 DMC 小卫星所获取的图像资料对苏门答腊岛部分地段进行解译分析, 提取岛内遥感地质信息, 认识和了解岛内地质灾害发展趋势和特点, 其目的是为岛内灾后重建及减灾、抗灾服务, 提出小卫星遥感数据今后和长远的实用化需求和应用建议。

2 数据处理方法

2.1 影像图制作

覆盖印度尼西亚苏门答腊岛西北部的 DMC 数据级别为 1R(辐射校正)和 1G(辐射校正和几何校正)两种。在 1G 的基础上, 利用该区域的地形图资料对小卫星图像进行了几何精校正, 利用 PCI 软件进行影

收稿日期: 2005-03-02; 修订日期: 2005-05-12

基金项目: “十五”国家科技攻关重大专项“高性能对地观测微小卫星技术与应用研究”。

作者简介: 李志忠(1963-), 男, 教授级高工, 中国地理学会环境遥感分会常务理事, 1987 年毕业于中国地质大学力学专业, 硕士。目前主要从事科技部微小卫星对地观测计划、科技部重点国际科技合作项目中德煤火遥感监测新技术方法研究、城市生态共享信息平台建设等研究工作, 发表论文 40 多篇。

像图边框、线划比例尺自动生成制作,参照公开出版的世界地图集进行主要地名和图例的标注,波段组合为 $B^2(R)$ 、 $B^1(G)$ 、 $B^3(B)$,经过直方图正态增强处理输出工作区影像图,作为遥感地质解译基本图件。

2.2 图像增强处理

由于该地区植被覆盖稠密,原始波段合成的岛

礁影像图总体色调偏绿,纹理信息较弱。为了突出不同区域植被的色差和纹理信息,对影像图进行比值增强组合处理实验,比值方案为 $B^2/B^1(R)$ 、 $B^3/B^1(G)$,与 $B^1(B)$ 组合进行彩色合成和线性拉伸。通过图像对比,发现原始彩色图像对海啸受灾区有突出作用,而比值增强处理后的图像对空间纹理有增强效果。如图 1 所示。

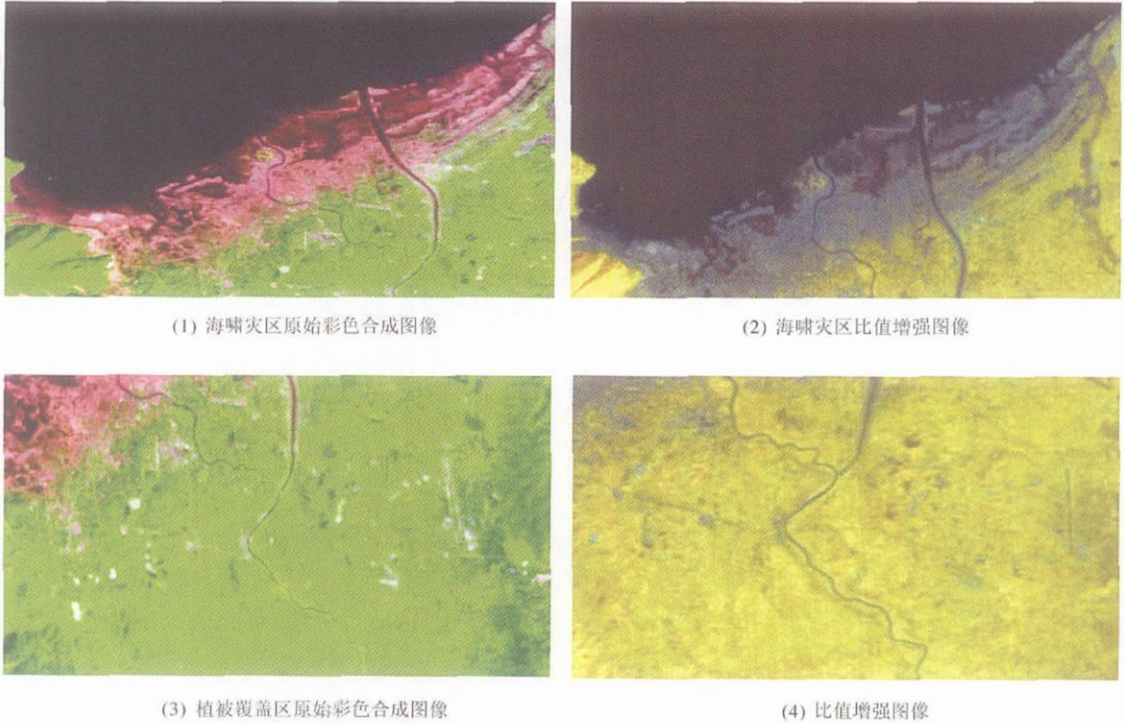


图 1 数据增强处理实验对比图

Fig 1 The comparison of visual effect between original images and ratio combination image

3 遥感地质解译与分析

3.1 线性纹理信息提取

基于比值空间纹理增强图像所反映的线性要素信息,参照三维立体影像图,通过人机交互解译对图像中的色调、岩性地层、地貌、水系、土壤植被等线性异常进行提取,尤其重点对第四系中的线性形迹进行了重点解译,作为分析和推断断裂构造和火山机构的解译标志信息。图 2 是整个岛屿的线性影像纹理信息提取图像。通过对图像的纹理信息综合分析,发现该地区存在着大量的色调异常线、带和界面,主要表现为线状和环状分布特点,有的线状标志表现为忽宽忽窄,时隐时现,断续延伸很远;还发现了一些水系异常点及特殊线状地段,部分岛屿呈直线状排列和植被带状异常现象等。这些信息为进一

步分析该地区的构造特征以及推断与之相关的地质灾害提供依据。

3.2 断裂构造分析

从图像中可以看出,苏门答腊岛呈半“弓”型北西向展布,显示的影像结构错综复杂。从断裂构造角度分析,其中北西断裂为岛内的主干断裂,其次是与其相垂直配套的北东向断裂。其它方向的断裂在岛内虽出现很多,但规模相对较小。

(1) 北西向断裂

该方向断裂在岛内主要出现两组。岛中部由多巴湖向北西延展,过班达亚齐贯穿全岛直达海里;另外一组在岛的西部,基本上控制了西部海岸线。

该方向断裂规模宏大,除了延伸较远外其宽度从几十米直达数百米以上。从大的方面看,其主体均不同程度的控制了岛屿的方向、岛屿的形成及海



(编制说明:本图以 2005 年 1 月 7 日的印度尼西亚苏门答腊特别自治区 DMC 小卫星真彩色图像为底图,利用增强图像的空间纹理信息,结合该区域的地质资料,通过人机交互方式对图像中有较明显规律可能具有地质意义的线型和环型纹理信息进行提取,经过信息叠加和编辑而成。编制单位:中国国土资源航空物探遥感中心。编制时间:2005 年 2 月 2 日)

图 2 线性色调异常线图像

Fig 2 The graph of linear tone anomaly based on DMC image

岸线。从小的方面看,它们控制了岛内主干水系的分布状态及山脉与平原的边界。通过解译分析,认为该方向断裂应为大型挤压逆动型断裂,是印度板块与亚洲板块相互作用的结果,认为岛内火山运动、地震应与该方向的断裂构造密切相关。

(2) 北东向断裂

该方向断裂在岛内出现有多条,规模稍次于北西向断裂,且与其相互垂直。其表现形式主要以连续断面山、连续沟谷及“弓”字形水系状态出现。分析认为,该方向断裂应是和北西向大型挤压断裂力学上相互配套的拉张性环境形成的产物,并认为有可能控制区内的火山运动。

3.3 地质灾害分析

(1) 滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害易发区

通过解译,在岛内共圈定了 3 个范围为该种灾害的易发区。一处是位于萨马朗阿南部山区地段;一个是位于布朗皮迪埃至特鲁蒙北部山区地段;另一个是位于布朗克杰伦至库塔扎内以南山区地段。

易发区内灾害形成区的汇水面积大,固体及松散物质丰厚。另外,沟体直而陡峭,坡度多数处于 20°以

上。在沟谷出口处为北西断裂所垂直切割陡坎。

通过解译分析认为,所圈划的易发区内具备了泥石流、滑坡、崩塌等地质灾害形成、流通、堆积等先决条件,如果植被遭到破坏,一旦遇到强降雨影响,极有可能成为上述地质灾害的活动场所。

(2) 火山活动区的解译推测

通过遥感解译后,分析推测区内应存在有两处火山可能活动区,一个区分布在班达亚齐东南盆地的边缘处;另一个区域分布在塔肯贡北部地带。

火山活动区均处于北东向断裂带与北西向断裂带的交汇部位,其出露环境在应力场应属拉张环境,且均分布在沉积盆地中或边缘。在卫星图像上具有火山机构相似的影像特征,根据地质构造及遥感影像特征分析推断,区内地震及火山活动有可能受板块活动和地震的影响而再次激活,且应为是岩浆侵位式地震。

4 结论与建议

(1) 本次工作通过对 DMC 小卫星图像分析解译,初步发现了一些可能与地质活动断裂有关的线性影像标志依据,这些信息对认识该地区的一些地

质活动有一定的作用。结合已有的地质资料,对该地区的断裂构造特征进行了分析,对可能的地质灾害易发区和火山活动区进行了解译推测,但因旁证资料不足,未能作出进一步解释和证实,还有待于相关部门开展进一步地调查和证实。

(2)由于本次工作没有提供这个地区的多时相小卫星数据,高时间分辨率的优点未能发挥,因而未能实现对这个地区可能由地震诱发的地质灾害进行数据应用评估。

(3)建议科技部以推动小卫星数据的应用为契机,与海啸受灾国家进行国际合作,通过开展遥感解译和地质调查等工作,为受灾国家灾后重建提供技术援助。

(4)建议国土资源有关部门根据本行业应用特点,开展小卫星数据在国土资源调查的评估研究,探

讨小卫星在地质灾害监测中的作用和效果,为推广小卫星遥感应用积累经验。

参 考 文 献 (References)

- [1] Yu Jinpei Yang Genqing Liang Xuwen. Modern small satellite technology and its application[M]. Shanghai Shanghai popular science Press 2004 [余金培,杨根庆,梁旭文. 现代小卫星技术与应用 [M]. 上海:上海科学普及出版社, 2004.]
- [2] Chen Huahui. Fundamental of Geological Remote Sensing[M]. Beijing: Geological Press 1991 [陈华慧. 遥感地质学 [M]. 北京:地质出版社, 1991.]
- [3] David A. Landgrebe. Signal Theory Methods in Multispectral Remote Sensing[M]. USA: A John Wiley & Sons Publication. 2003.
- [4] Janea B. Cambell. Introduction to Remote sensing[M]. New York: The Guilford Press 2002.

The Analysis of DMC Multi-spectral Data for Sumatra Geological Application

LI Zhi-zhong DANG Fu-xing XIONG Sheng-qing FANG Hong-bin ZHAO Chang-ying

(China Aero Geophysical Survey & Remote Sensing Center for Land and Resources Beijing 100083, China)

Abstract In this paper tsunami hazard monitoring system with Small Satellite applied on geological hazard is introduced. The DMC 32 meter multi-spectral remote sensing image acquired on 7 January 2005 for hazard areas in Sumatra Island, Indonesia was processed with image geometric correction, place name annotation, band combination with $B^2(R)$, $B^1(G)$, $B^3(B)$ and histogram enhancement. The produced image shows that although the overall texture which show collectively information is weak due to dense vegetation, it is useful to tsunami hazard areas. In order to enhance tone difference of the different plant cover areas and textural information at the different regions, the data processing experiment based on ratio transform and combination has been done to enhance the image texture character, this is in effect benefit to enhance spatial texture information. Based on the DMC enhanced image map, by man-computer interactive interpretative way, the obvious disciplinary linear and ring texture information are extracted and then mapped, regarding it as basic information for further analysis to this area structure activity and geological hazard caused by active tectonics. By means of synthetic analysis for image texture information, a lot of linear information and some ring information, as well as some image sign of volcanic apparatus are found in this area. These image characteristics are possibly related local geological activities, such as neo-tectonic active fault and volcanic active center and volcanic apparatus etc. Considering the known geologic information, the DMC 3-D image and the early TM images, and focusing on the special relief feature and drainage, the character of linear feature distribution shown on remote sensing image and remote sensing explanation signs for typical geologic body and fault structure, a part of linear and ring image features are explained in term of geological content. The north to west strike fault is considered as dominant fault, ranking second is the north-east strike fault which is the matched uprightiness to former one. The fault distribution character with potential controlling or inducing geological hazard in this area is initially analyzed, furthermore, three regions of easily broken geological hazard of mud-rock flow, collapse and landslide and two potential burst districts of volcanic activity are predicted. These deduced target places have the precondition and condition of the form, pass and accumulation for mud-rock flow, collapse and landslide, and if the plant cover are suffered from being destroyed and heavy rain, then it is possible to produce those geologic disasters. The volcanic activity areas are almost located into the junction parts along north-east fault zone with north west fault zone. Considering the geological structure and remote sensing image character, the earthquake and volcanic activity could be activated and revived after undergone plate movement, and possibly form next new geological hazard. Generally speaking, the above mentioned remote sensing geologic information which ought to further be investigated and confirmed from related materials and practice, will benefit for reducing disaster and fighting natural disaster on the island. For fundamental establishment and reconstruction after this great earthquake and tsunami hazard, this has an important significance.

Key words DMC Small Satellite; linear information extraction; fault; volcanic; geologic disaster