

TM 资料在断裂构造及山地灾害调查中的应用

俞建强, 周 斌, 王深法

(浙江大学资源科学系 杭州 310029)

摘要: TM 资料经过定向滤波、主成分分析、线性增强和假彩色合成处理后, 采用目视综合解译, 获得线性影像综合解译图, 经野外校核后编制完成庆元县 15 万断裂构造分布图。文章最后讨论了断裂分布与山地灾害空间分布的相关性, 得出了在受深(大)断裂强烈影响的区域, 山地灾害的空间分布与断裂交叉度和断裂密度具有一定的正相关, 但不显著; 火山构造作用引起的山地灾害斑块状分布较为明显。

关键词: TM 图像; 图像处理; 断裂构造; 山地灾害

中图分类号: TP 79 : X 43 文献标识码: A 文章编号: 1001-070X(2002)04-0040-04

1 研究区概况

庆元县行政归属于浙江省丽水市, 地理坐标为 $E118^{\circ}49'50'' \sim 119^{\circ}29'49''$, $N27^{\circ}25'23'' \sim 27^{\circ}51'45''$ 。总面积 $1\ 871.20\ km^2$ 。

庆元县是典型的中山区, 是浙江省以抬升运动为主的新构造运动强烈活动区, 全县平均海拔 $900\ m$ 左右, 相对高差 $> 400\ m$, 其中海拔在 $1\ 500\ m$ 以上的山峰有 23 座。该县大地构造, 处于绍兴—江山深断裂带东南侧, 余姚—政和—大浦深断裂带以西。境内地质构造除受华夏系(NE)和新华夏系(NNE)构造控制外, 还受泰顺“山字形”构造西翼(NW)断裂的影响, 同时又处在一个面积约为 $400\ km^2$ 的“松源火山穹窿构造”之中。县域西部主要为中元古代龙泉群变质岩出露区, 亦是华夏构造主要发育地段, 构造线约呈 $N45^{\circ}E$; 南部断裂和岩体分布约 $N30^{\circ}E$ 走向; 东北区的新华夏系构造与喜马拉雅构造(山字形构造的西翼)相互交叉切割, 地质体呈块状出现。因而, 境内断裂发育、沟谷纵横、岩层破碎, 且多矿物蚀变、土层发育深厚, 属明显的地质环境脆弱区。据调查, 由滑坡、崩塌、泥石流引发的山地灾害几乎遍及全县乡村。在 1980-1999 年 20a 中, 全县共发生山地灾害(隐患)点 109 处。而且这仅是“以人为本”的灾害调查数, 那些远离人居点的山体崩塌、滑坡和数量很大的小规模坡面型泥石流等均未统计在内。

2 研究资料及方法

2.1 研究资料

主要资料为 TM4 TM3 TM2 假彩色合成图像; 辅助资料为 ① 1981 年 6 月编制的 120 万区域地质图。② 由庆元县 15 万地形图数字化得到的水系分布图。③ 以庆元县地形图为工作底图, 在 ERDAS 软件支持下生成的庆元县数字高程模型(DEM)。④ 庆元县地质灾害分布图及其相应的数据资料和文字报告。

2.2 研究方法

(1) TM 图像的线性增强处理。为提高影像的分辨率, 突出线性断裂, 运用定向滤波、主成分分析和假彩色合成等技术对 TM 图像进行专题信息增强。

分别对 TM4 TM3 TM2 3 个波段影像作 $3\ 像元 \times 3\ 像元$ 的 $NE45^{\circ}$ 和 $NW45^{\circ}$ 向的定向滤波, 共获得 6 幅 15 万滤波图像。为突出原 TM 图像在北西向线性影像, 对数字高程模型(DEM)作 $NW45^{\circ}$ 的定向滤波, 得到一幅 15 万地形滤波图像, 然后将其与 $NE45^{\circ}$ 和 $NW45^{\circ}$ 向增强效果最好的 2 幅 15 万滤波图像进行假彩色合成。同时, 选择线性影像增强效果最好的 15 万定向滤波图像($NE45^{\circ}$ 一幅和 $NW45^{\circ}$ 两幅), 进行假彩色合成。

(2) 专题信息提取。在信息增强处理获得假彩色合成图像的基础上, 采用人机交互模式, 进行目视

综合解译。为剔除线性影像综合解译图上非断裂线部分,对该图进行了野外校核,最后编制完成庆元县断裂构造分布图(图1)。在 Arc/Info 软件支持下,将

庆元县岩性图与地形图进行空间叠置,得到庆元县地貌类型图。将此图与庆元县断裂构造分布图进行空间叠置,并作分析统计。

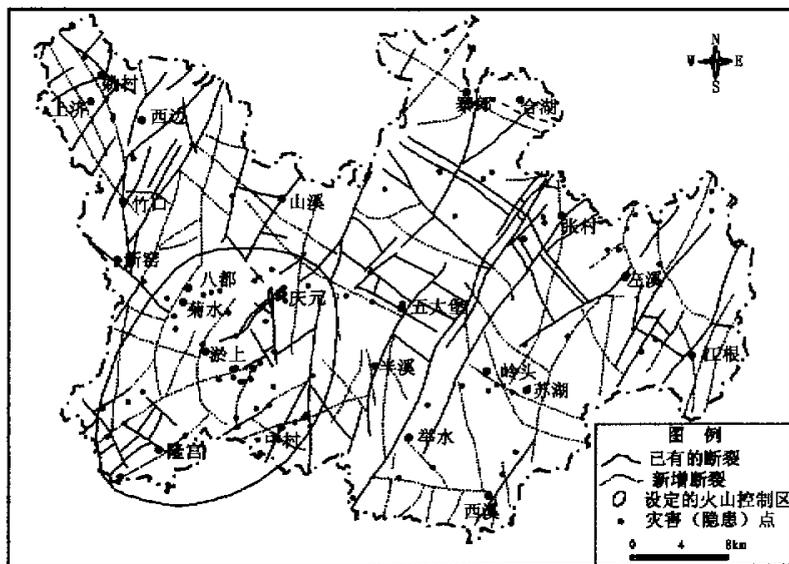


图1 庆元县断裂构造分布图

3 工作成果

(1) 完成庆元县 15 万综合假彩色定向滤波图像,解译后获得庆元县 15 万断裂构造图。将 2 幅 15 万 NW45°和 1 幅 NE45°滤波图像作假彩色合成,得到 1 幅 15 万综合假彩色定向滤波图像。为弥补原 TM 资料北西向线性影像特征不明显的问题,又将 DEM 定向滤波图(NW45°)与 TM 定向滤波图(1 幅 NW45°,1 幅 NE45°)进行假彩色合成,得到另 1 幅 15 万综合假彩色定向滤波图像。将 2 图像进行比较后发现,后者北西向线性影像增强效果比前者更好,线性影像更清晰,因此本次解译选用其作为解译底图。经综合解译得到庆元县断裂构造图与原 120 万区域地质构造图空间叠置分析表明,实现了 2 级次级断裂的解译,新增断裂线 65 条,其中 NW 向增加 25 条,占新增断裂线的 38.46%,填补了县级 15 万地质构造图的空白。在野外抽样校核中,所选的 26 条线段(占新增总数的 40%)均被验证为断裂构造,应用效果较好。

(2) 综合图件分析并结合实地验证,获得了原区域地质资料中未提及的 3 点新认识:

①空间叠置分析表明,县域范围内的断裂构造与山地灾害(隐患)点分布仍然有一定的相关性,但因其他环境因子和人为影响,其相关性不如深(大)断裂与灾害点分布之间宏观的(全省)的相关性那样明显。

“断裂交叉度”是指单位面积中断裂交叉点的个数,单位为个/100 km²。对同一地貌类型的“断裂交叉度”与灾害密度的比较分析发现,研究区 10 类地貌类型中,除凝灰岩高丘、花岗岩低山和中山外,其余 7 类地貌的“有灾图斑”其“断裂交叉度”均超过“无灾图斑”(见表 1)。其中,花岗岩低丘“有灾图斑”的“断裂交叉度”达到了 11.74 个/100 km²,而“无灾图斑”则为 0;花岗岩高丘“有灾图斑”的“断裂交叉度”是“无灾图斑”的 2.90 倍;凝灰岩低丘“有灾图斑”的“断裂交叉度”是“无灾图斑”的 2.41 倍。

至于没有上述规律的 3 类图斑,其原因可能是多方面的。如凝灰岩高丘“无灾图斑”的面积只是该地貌类型总面积的 6.68%,由于其他因素的影响,可能会在局部断裂交叉点密度较高的区域不发生山地灾害。花岗岩低山“有灾图斑”的“断裂交叉度”为 0,灾害密度却高达 74.97 个/100km²,而且是所有

表 1 同一地貌类型中“有灾图斑”和“无灾图斑”之间的比较分析

地貌类型	项目	面积/ km ²	灾害点密度 个/100 km ²	断裂交叉点数	断裂交叉度 个/100 km ²	断裂密度 km/100 km ²
变质岩高丘	无灾图斑	20.55	0	2	9.73	88.71
	有灾图斑	29.72	20.19	4	13.46	82.30
变质岩低山	无灾图斑	24.97	0	6	24.03	89.75
	有灾图斑	35.35	11.32	10	28.29	101.98
凝灰岩低丘	无灾图斑	7.77	0	2	25.74	48.39
	有灾图斑	16.11	18.62	10	62.07	141.84
凝灰岩高丘	无灾图斑	12.54	0	3	23.92	76.32
	有灾图斑	175.20	13.13	29	16.55	67.67
凝灰岩低山	无灾图斑	153.43	0	21	13.69	58.75
	有灾图斑	688.33	5.52	136	19.76	71.43
凝灰岩中山	无灾图斑	178.95	0	8	4.47	31.44
	有灾图斑	480.29	3.12	25	5.21	45.04
花岗岩低丘	无灾图斑	4.30	0	0	0	20.93
	有灾图斑	8.52	35.21	1	11.74	16.31
花岗岩高丘	无灾图斑	13.44	0	1	7.44	81.10
	有灾图斑	4.63	64.79	1	21.60	47.30
花岗岩低山	无灾图斑	49.00	0	6	12.24	59.82
	有灾图斑	10.67	74.98	0	0	111.62
花岗岩中山	无灾图斑	9.63	0	1	10.38	41.95
	有灾图斑	59.01	10.17	1	1.69	30.38

“有灾图斑”中最高的。结合断裂分布图,发现这些图斑中的断裂线密集,并且断裂密度在所有地貌类型的“有灾图斑”居第 2 位,但这些断裂线都近乎平行。在花岗岩中山“有灾图斑”和“无灾图斑”区域各分布了 1 个断裂交叉点,但后者的面积只是前者的 16.32%,断裂交叉点密度高出前者许多。

②灾害密度与断裂交叉度、断裂密度呈现一定的正相关性,但不明显。由于地貌类型的图斑多达 292 个,不可避免地有相当一部分图斑上没有灾害发生,所以只选择了凝灰岩高丘、凝灰岩低山和花岗岩低山中有灾害发生的图斑,进行了灾害密度与断裂交叉度、断裂密度的统计分析。从图 2 可分析出凝灰岩高丘的灾害密度与断裂交叉度、断裂密度,花岗岩低山(图 4)的灾害密度与断裂密度(断裂交叉度都为 0)的走势一致,呈现一定的正相关。但同时不可忽略的是,在图 2 中断裂交叉度、断裂密度曲线有一定的起伏,在凝灰岩低山中(图 3),灾害密度单调递减而断裂交叉度和断裂密度曲线则单调递增,出现了截然相反的走势。可见灾害密度与断裂交叉度、断裂密度有一定的正相关性,但不明显。因此可以推测,县级区域山地灾害在空间分布上没有灾害点沿断裂展布的带状分布规律。

③火山构造形成的环状断裂对县级山地灾害发生影响深刻。在 TM 图像上,庆元县西南部有一椭圆形突起平台,结合相关资料,认为这就是“松源火
万方数据

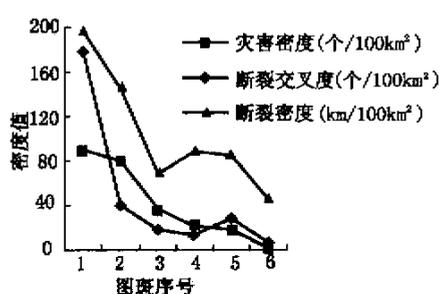


图 2 凝灰岩高丘 3 项密度的走势曲线

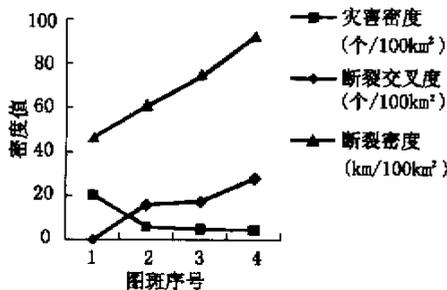


图 3 凝灰岩低山 3 项密度的走势曲线

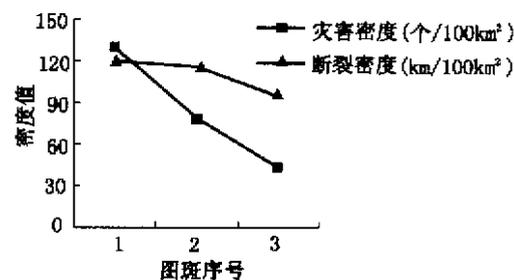


图 4 花岗岩低山 3 项密度的走势曲线

山穹隆构造(图1)。火山构造长轴走向大致为 $N40^{\circ}E$,长约27 km,短轴长度约为20 km,整个构造区域面积约为 407 km^2 。只占全县面积的18.15%,而灾害点却占总数的44.04%;火山构造内灾害密度达13.34个/ 100 km^2 ,而火山构造外灾害的密度仅为4.04个/ 100 km^2 ,前者是后者的3.3倍。同一地貌类型的同一图斑在火山控制区内和火山控制区外灾害密度有显著差异。例如其中凝灰岩低山的一个图斑,火山控制区内灾害密度达15.16个/ 100 km^2 ,而火山控制区外密度只有0.77个/ 100 km^2 ,前者几乎是后者的20倍。又如凝灰岩高丘的图斑,火山控制区内灾害密度为18.91个/ 100 km^2 ,而在控制区外灾害(隐患)点的密度为17.60个/ 100 km^2 ,也超过了1.31个

百分点。

庆元县应将火山穹隆构造区作为重点防灾区。在地质背景极其脆弱的情况下,采取主动避让、环境保护、生态重建是防止山地灾害的唯一有效途径。

参考文献

- [1] 张大顺,夏炎,王文侠,等.京西地区多种遥感影像地质解译效果评价[J].国土资源遥感,1993(2):34-38.
- [2] 郭德方,谢青云,李小孟,等.线性体场分析[J].国土资源遥感,1993(4):8-16.
- [3] 钟晓清,梁广星.长坑-南蓬山一带的线性构造[J].广东地质,2000(1):31-35.
- [4] 俞建强,王深法,王帅.浙江突发性山地灾害与区域地质构造的相关性研究[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2001(6):606-610.

APPLICATION OF TM IMAGE IN THE SURVEY OF GEOLOGICAL FRACTURE AND MOUNTAIN HAZARDS

YU Jian-qiang, ZHOU bin, WANG Shen-fa

(Department of Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: In order to enhance the linear image, the authors conducted directional filtering of the TM image and digital elevation model (DEM), and then used false color composite technique to produce a base map. Through interpretation of the base map and field verification, the distribution of fractures in Qingyuan County was mapped. The spatial correlation between fractures and mountain hazards was also investigated. The results show that if a region is affected intensely by deep faults, the positive correlation between mountain hazards and intersection density of fractures or density of fractures are existent but not notable. By contrast, the porphyritic distribution of mountain hazards caused by volcano-tectonic activity is quite obvious.

Key words: TM image; Image processing; Fracture; Mountain hazards

第一作者简介:俞建强(1977-),男,2000年毕业于浙江大学土地资源管理专业,现为浙江大学硕士研究生,主要从事土地资源及地质环境方面的研究,已发表论文4篇。

(责任编辑:肖继春)

加快开发西部地区优势国土资源
促进西部大发展