

文章编号:1007-3701(2003)02-0068-04

TM 图像上断裂构造的识别及其地质应用

——以安徽南部东西向断裂构造为例

齐跃明, 梁 杏, 万军伟

(中国地质大学工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:在系统总结 TM 图像上反映断裂构造“个性”的几何、运动、动力和性质特征的遥感解译方法的基础上,运用合适的遥感图像处理方法,对遥感图像构造线性体的信息进行了增强处理和提取。通过安徽南部东西向断裂构造的解译实例,发现这里的東西向断裂具有分布广和对地震、第四纪沉积及新生代盆地有重要控制作用的特点,认为它们是影响长江断裂带发育及长江形成鹅头型河流的重要原因。

关键词:TM 图像;断裂构造;长江断裂带;鹅头型河流

中图分类号:P631.22

文献标识码:A

构造线性体是由一系列线状影像构成的形态各异的构造地质体单元^[1],它真实地记录了构造演化过程中地壳变形形成的构造形迹。TM 遥感信息是航天遥感的一种,具有视域广、分辨率高和信息量丰富等特点。利用这项技术对构造线性体的影像信息进行提取和分析,有助于提高认识区域地质构造分布特征及其对环境影响的能力。我们在安徽省南部开展地质构造调查中,通过提取反映构造线性体个性特征的影像信息,总结出一套行之有效的关于断裂构造的 TM 遥感解译标志识别方法,并确定和建立了区域 EW 向断裂构造系统。

研究区位于东经 116°00′—119°00′、北纬 29°20′—32°20′之间,面积约 7.1 万 km²,构造上隶属扬子准地台的下扬子台褶带。该区构造极其复杂,但由于覆盖较严重,区内除一些大型断裂构造如庐断裂、青阳—广德断裂和金寨断裂等已经确定外,很多中小型断裂构造的分布特征迄今仍不清楚。本研究重点对区内 EW 向断裂构造进行了解译。为了提高解译的可信度,在 1:25 万和 1:10 万

TM 遥感片进行目视解译的基础上,特选用 2000 年 2 月 29 日的 1:50 万 TM 卫片,其分辨率为 30 m×30 m,并采用 ERDAS imagine8.5 软件对 7、4、3 波段进行合成,以更好地区分岩性、植被和地质边界。通过解译,在区内新发现和推测存在无为一芜湖、繁昌和铜山等 9 条 EW 向断裂。本文对主要断裂构造的遥感影像加以介绍,就安徽南部 EW 向断裂构造特征及其中的长江沿线断裂构造与鹅头型河流的形成原因等有关问题进行探讨。

1 断裂构造的影像机理及信息提取

在遥感影像上,断裂构造主要是通过它所具有的个性特征加以识别和确定。物体的个性包括这个物体所显示的特性和所占据的位置^[2],断裂构造除确切地存在于某个确定地点外,本身也具有与其他人为线性现象如铁路、公路及自然地质现象如山脊线、山谷线、河流等不同的特征。由于受构造断裂活动的影响,断裂带本身及其旁侧在含水性、岩石成分以及结构特征方面与其外围均存在较明显的差异(有时甚至影响到植被的发育),这些差异通过地物波谱的异常反映出来,并在图像上显示出不同的色调、纹理结构和水系格局。这些个性特征便成为

收稿日期:2003-01-27

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(199916000111)。

作者简介:齐跃明(1977—),男(汉族),硕士生,从事水文学水资源、水资源遥感等研究。

解译断裂构造的标志。

断裂构造的解译标志包括断裂构造几何学、运动学和动力学特征^[3]以及断裂性质的解译标志。如具有同一光谱特征的地质体(地层、岩体、山脊等)被线性错断,显示出断裂两侧地物的不对称或位移现象;由色调差异非常明显的两类地貌单元(如大别山区与北部冲洪积平原)的接触地带;线性负地形(如狭长的沟谷)的延伸地带;地貌上,平直的坡麓线(有时还保留有完整的断层三角面的影像)、山脊脊部的同步位移、多个山鞍或小盆地分布在一直线上;水系上,河流急转弯及“S”型或反“S”型河流。一条河流的整个河段呈一直线,甚至几条河流的直线段能连成一直线等,或者主流直角拐弯、支流呈钝角注入,以至于因断裂影响而发生河流袭夺使河系失去常态^[4];张性和张扭性断裂有时在平面形状上呈折线或犬牙交错的锯齿状^[5]等等。另外,地层、岩体、松散沉积物,串珠状水体或盆、洼地呈线性延伸或接触,也是线性断裂存在的标志,特别对解译第四纪中隐伏线性断裂效果较好。还有,线性的阴影也是明显的标志,适合山区线性断裂及小型构造的解译,由此常追踪出更大规模的线性构造。

然而,要准确地识别这些解译标志,还需要对遥感图像进行信息提取和增强处理工作^[1]。目前采用的主要方法有:(1)光谱信息增强,如彩色合成、基于小波变换的遥感信息融合、主成分分析等;(2)空域处理,如方位滤波、霍夫变换、高氏滤波等;(3)影像纹理分析,如基于共生矩阵的纹理参量分析、基于边缘信息的纹理特征提取算法^[6]; (4)分形几何学处理,如基于分形几何的影像纹理分析、多重分形分析等。在实际应用中,根据项目需要、研究区地质地貌条件及遥感图像统计特征,选择合适的处理方法和数学模板,来增强构造线性体的影像信息标志。当然增强某一方向的特征是以压缩、损失其他方向性特征为代价,可能产生假构造,需经过非线性体像元的检测剔除。然后,再反复通过分析其解译标志,采用所谓的“证据会聚”的调查研究技术,即可识别地物的构造线索。

2 断裂构造解译及有关问题分析

2.1 安徽南部 E-W 向断裂构造解译

通过 TM 波段 7、4、3 的多波段合成,运用了

拉伸变换、柱状图匹配、光谱增强及 EW 向卷积增强(通过 3×3 , 5×5 , 7×7 的 16 种模板调试处理,最后选择 3×3 模板 $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ 的成果)等图像处理方法来增强 EW 向构造线性体影像。然后,依据上述建立的断裂构造的遥感解译标志,解译出安徽省南部存在的 EW 向断裂构造(图 1),其中新解译出的 9 条断裂是:巢湖—东关镇断裂(F3)、无为—芜湖断裂(F4)、姚家镇断裂(F6)、繁昌断裂(F7)、枞阳杨桥镇断裂(F9)、马衙镇断裂(F11)、安庆断裂(F12)、铜山断裂(F13)、新丰—灌口北断裂(F14)。

(1) 无为—芜湖断裂

无为—芜湖断裂西起无为县的北侧,东至芜湖。自西向东,沿断裂通过的部位,长江左岸裕溪河(A1)呈肘状拐弯,接着穿过另两条小河(A2)的直线段,一级阶地中古河道含水线呈线性延伸,线性形迹分布处与邻近区相比,呈明显的深蓝色调,反映含水状况比邻近区好。向东与长江右岸水阳江芜湖—乌溪直线段呈线性相接,可能为一规模较大的基底断裂。

(2) 安庆断裂

该断裂西起黄龙镇,通过安庆,直抵半里铺。自西向东,断裂形迹线首先经过潜水肘状拐弯,往东穿过皖水,接着,明显切割了 E 向山体,然后,通过湖泊及第四纪堆积区,切割了山口镇的山体边缘,再往东,以隐伏方式经过两侧植被差异分布的第四纪堆积区,依次穿过安庆市、新洲洲滩,切割铜山褶皱山体 and 秋浦河到达半里铺,线型较平直,延伸达 70 km,由秋浦河的“S”拐弯形态及山体的微弱变形,可看出该断裂为压扭性左旋平移断层。

(3) 枞阳杨桥镇断裂

该断裂切割大龙山山体,线型成波状,微向北凸,与一条 NE 向断裂成 X 型,为一压性断裂。东端穿过枞阳罗塘湖泊,直指官洲。此处,长江枞阳段河型为鹅头型。

(4) 铜山断裂与新丰—灌口北断裂

两条断裂形迹线影像清晰,明显切割了 NE 向一系列的褶皱山脊线、山谷线,均呈一富含水的深蓝色调线,线型平直,西端直指长江铜山拐角,东端终止于秋浦河附近,新丰—灌口北断裂还经过秋浦河的灌口附近肘状拐弯的直线段,延伸线相对较长。

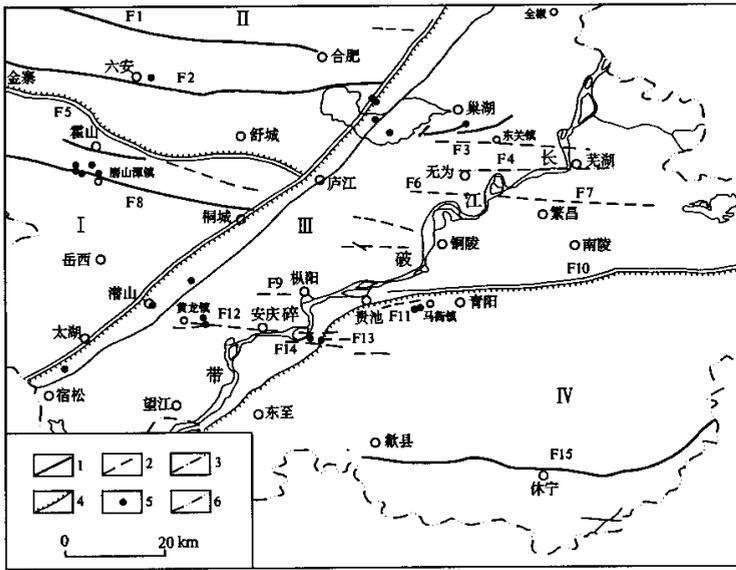


图 1 安徽南部 EW 向断裂构造解译图

Fig. 1 Analysis image of EW liner tectonics in the southern area of Anhui Province

I. 皖西(大别)山地; II. 江淮波状平原; III. 沿江丘陵平原; IV. 皖南山地

1. 地质证实断裂; 2. 遥感影像明显线性断裂; 3. 遥感影像不明显断裂或推测断裂; 4. 地貌分区界线; 5. 地震中心; 6. 省界; F1—合肥断裂; F2—六安断裂; F3—巢湖-东关镇断裂; F4—无为—芜湖断裂; F5—金寨断裂; F6—姚家镇断裂; F7—繁昌断裂; F8—磨子潭断裂; F9—枞阳杨桥镇断裂; F10—青阳—广德断裂; F11—马衙镇断裂; F12—安庆断裂; F13—铜山断裂; F14—新丰—灌口北断裂; F15—休宁断裂(地貌分区据文献[7], 地震中心分布据文献[8])

铜山及殷汇镇小于五级地震显然与这两条断裂有关。

2.2 断裂构造特征及有关问题探讨

EW 向断裂是安徽省南部广泛发育的线性构造, 一般是皖南运动时期的产物^[9]。其遥感影像上的空间分布有如下特点: 西部比东部密集; 区域性断裂附近分布着地震中心, 或者形成地貌分界线, 往往为盆地的边界; 长江沿线的 EW 向断裂往往发育在长江矶头附近且切割两岸 NE 向山系, 进一步通过对比地质图、地震、地球物理资料及区域地质地貌调查, 可以得出如下结论:

(1) 在空间分布上, 西部的构造密度比东部大, 大别山碰撞造山带北部 EW 向线性构造最为发育, 次为扬子板块, 皖南山地中除青阳—广德断裂和休宁断裂外, EW 向断裂不甚发育, 强度也从西到东逐渐减弱。

(2) 控制着新生代火山地震活动, 如磨子潭断裂沿线周围就分布着磨子潭等 5 个地震中心, 铜山断裂控制了附近的铜山地震中心。

(3) 控制两侧差异地貌的形成及第四纪沉积分

布, 如金寨断裂, 北面是六安平原第四纪沉积地区, 南面是大别山区前白垩纪地层剥蚀区; 在霍山县石门山及舒城县晓天镇一带可见线型断层崖和断层三角面。

(4) 与新生代陆相断陷盆地的形成关系密切, 如休宁盆地的形成与休宁线性构造有关, 青阳—广德断裂(周王断裂)则构成了宣广盆地的边界^[9]。

(5) 成为影响长江断裂带的发育及长江形成鹅头型河流的重要原因。以往, 各界都只认为矶头是形成鹅头型河流的主要原因, 而不知道矶头形成的构造机制。长江断裂带是一系列 NNE 向断裂与 EW 向断裂联合影响^[10]的结果。

从图 1 可看出, 无为—芜湖断裂、繁昌断裂、枞阳杨桥镇断裂、安庆断裂、新丰—灌口北断裂等恰好都位于长江矶头或拐角附近, 望江至马鞍山江段自上而下分布有官洲、铜板洲、铜陵沙洲、黑沙洲、陈家洲及新州大拐、芜湖大拐。这就说明, 虽然 NNE 向左旋走滑断裂带控制着长江主河道的发展, 但 EW 向断裂却可以破碎两岸的岩土体, 加速河流对岸线的侵蚀作用, 从而扩宽河道, 为河道向

鹅头型弯道转变准备条件。而在构造影响微弱的地点,则保留了岩性硬、结构面少、抗河流侵蚀强的矾头,这样,使岸线形成凹凸相间的锯齿状。在上游一定的来水来沙条件下,结合科氏力及自北向南的掀斜构造作用,矾头的挑流冲击着附近受 EW 向构造影响的河道,导致长江河道形成鹅头形。因此,EW 向断裂始终是影响长江两岸堤防安全的重要因素。

3 结论

(1)运用 TM 图像上的几何学、运动学、动力学、断裂性质的遥感影像解译方法,可以识别构造线性体的地质特征,有助于提高认识区域地质构造分布特征及其对环境影响的能力。

(2)通过选择合适的处理方法和数学模板,增强了构造线性体影像的信息标志,新解译了巢湖—东关镇、无为—芜湖等 9 条断裂。

(3)安徽南部 EW 向线性构造分布广,对地震、第四纪沉积及新生代盆地有控制作用,也是影响长江断裂带发育及长江形成鹅头型河流的重要原因。

参考文献:

- [1]薛重生,王京名,刘敏,等. 遥感图像构造线性体模式及结构构造分析[J]. 地质科技情报,1997,16(68):57—63.
- [2]裴普利斯(R. W. Peplies). “区域分析与遥感:方法论探讨”[A]. J. E. 埃·斯特斯,等编. 刘心务,等译. 遥感—环境分析技术[M],北京:人民教育出版社,1981. 163—172.
- [3]杜国云,王竹华,李晓燕. 构造地貌分析体系及相关的构造地貌标志[J]. 烟台师范学院学报(自然科学版),2002,18(2):105—112.
- [4]谢广林. 中国活动断裂遥感信息分析[M]. 北京:地震出版社,2000. 5.
- [5]刘以宣. 华南沿海区域断裂构造分析[M]. 北京:地震出版社,1981.
- [6]朱述龙,张占睦. 遥感图像获取与分析[M]. 北京:科学出版社,2000. 4.
- [7]程言新,张福生,王婉娟,等. 安徽省地貌分区和分类[J]. 安徽地质,1996,6(1):63—69.
- [8]安徽省地震局. 安徽地震目录[M]. 北京:中国展望出版社,1990. 8.
- [9]安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987. 496—512.
- [10]姜松. 长江剪切带对安徽沿江煤田的煤变质影响初探[J]. 安徽地质,1994,4(4):9—14.

Discrimination of faults on TM images and its geological application: An example from Anhui Province

QI Yue-ming, LIANG Xing, WAN Jun-wei

(Faculty of Engineering of China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: On the basis of synthetically summarizing the geometrical, kinematical and dynamical characteristics of faults on TM images, a appropriate way for image processing has been applied to enhance and extract the information of the structural linement. The interpreting of faults in South Anhui province shows that the EW-striking faults, as a part of the structural belt along the Yangtze River, not only distribute widely, but also control the present-day earthquakes and deposition of Cenozoic basin, influencing the development of the goose-head-like rivers.

Key words: TM image; fault structure; structural belt of the Yangtze River; goose-head-like river