

武都—文县地区遥感影像线性构造解译

韩 玲, 王润平

(长安大学 地质工程与测绘学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 在系统研究遥感信息在地学应用发展概况基础上, 总结和分析了在遥感影像上提取线性构造的原理和方法, 重点研究线性构造在遥感影像上的表现特征, 结合遥感影像数字处理特点来研究各种线性构造影像增强的算法, 并通过解译武都—文县地区断裂的具体位置和活动性质, 进一步对各算法进行验证, 为遥感信息在地学应用方面的研究作了一定的铺垫。

关键词: 线性构造; 遥感影像; 断裂; 解译

中图分类号: TP79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2008)04-0434-04

Remote Sensing Image Interpretation of Linear Tectonics in Wudu-Wenxian Area

HAN Ling, WANG Run-ping

(School of Geological Engineering and Surveying, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: Based on the systematical application study of general situation of the remote sensing image information in the earth science, this paper emphasizes on the study of phenomena and characteristics reflected by linear tectonics in the remote sensing images. It also embodies the study of all kinds of calculating ways in strengthening the image to interpret linear tectonics and in testing all these ways by interpreting the precise location and the nature of fault in the area of Wudu-Wenxian area. At last, it summarises the principles and methods for recognizing linear tectonics from remote sensing images, which to some extent provide a foundation for the study of application of remote sensing images in the earth science.

Key words: linear tectonics; remote sensing image; fault; decipher

0 引言

计算机的快速发展促进了遥感技术的飞速发展, 使得遥感影像处理从模拟图像向数字图像转变, 遥感影像处理和解译技术得到了迅速提高。目前遥感技术已经在林业勘察、国土资源、矿产资源调查等诸多领域得到了广泛应用。遥感技术在地学科学的应用主要有两方面: 一是进行构造的识别, 二是进行矿产资源调查。国际上从20世纪70年代初就开始了遥感地学应用的研究^[1], 中国大多是从20世纪80年代开始, 虽然有一些专著^[2-5], 但

综述类比较多, 并且大多是从地质学的角度来著述, 定性地分析了各种地学信息在遥感影像上的识别技术, 对目前遥感影像计算机处理模型的建立有一定促进作用。目前, 遥感影像大多为数字处理, 这就要求遥感分析人员具有遥感基础理论、计算机图像图形处理、地学信息在遥感影像上的表示等多种理论和技术。对于遥感信息在地学应用的研究, 目前中国开展的比较多, 但大多都是根据具体的区域性项目进行研究^[6], 而且遥感也只是起一个初步勘探的作用, 并没有系统地进行遥感信息处理、地学信息在遥感影像上的识别等多种信息综合处理

收稿日期: 2008-01-11

基金项目: 陕西省自然科学基金项目(2006D10); 交通部西部交通建设重点科技项目(200416000001)

作者简介: 韩 玲(1964-), 女, 山东济南人, 教授, 从事遥感技术及其应用研究。E-mail: keji_2@chd.edu.cn.

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的总结。随着中国经济的发展,对地球资源勘察力度也在加大,遥感在地学中的应用也需要进一步扩大,目前,中国在这方面开展了系统研究。

遥感影像上的大量呈规律性、宏观性变化的线性体得到充分地研究和探讨,地质学家从这些线形体中划分出与地质构造的生成、发展以及矿产的形成等有密切关系的线性构造和环性构造,从而为地质资源勘察提供依据^[7]。遥感技术在地质学及其相关领域的研究能够很好地促进地学的发展。笔者在总结前人对遥感地学信息研究的基础上,通过数字处理武都—文县的遥感影像,提取该地区的线性构造,总结和分析在遥感影像上提取线性构造的原理和方法,为遥感信息在地学中的应用研究作一定的铺垫。

1 遥感影像上的线性构造

1.1 线性构造类型

线性体是遥感影像上任何天然的、沿某一方向有规律性展布的呈直线状或曲线状分布的线性排列,它多半是以其本身的色调或其两侧地区在影像色调上和图形结构上的差异显示出来。线性体的形成是多种多样的,一类是与人类活动有关的地物,如铁路、公路、水渠、输油管道、运河、城墙等;一类是天然地物和水系,如直线状的山脊、平直的湖岸、海岸线、平直的地貌单元的分界线等。还有一类是某些地质体和地质构造所形成的线性影像,这些在成因上与地质作用有直接或间接关系的线性影像称之为线性构造。

线性构造包括的范围很广,主要有各种呈直线状的地质界线(如一些岩性界线、不整合界线等)、各种断裂构造形成的影像(如各种断裂、隐伏断裂、地壳断裂以及各种断层等)。由于在实际工作中,各种地质界线一般都直呼其名称,故“线性构造”一词主要指各种断裂构造的影像。断裂构造的解译可根据断裂解译标志加以确定。

1.2 线性构造特点

通过对影像上线性构造的综合分析研究,可以得出线性构造的特点:在一般情况下,线性构造的方位多具有近于正交的特点,并多具有优选方位,因此它反映着一个地区的基本构造格局;但在特殊情况下,线性体的方位出现方位偏差,它反映局部构造和其他异常。巨大线性体(或带)往往是地壳深部线性构造在地表的直接反映,尽管两

者在空间分布的对应部位和构造表现的形式上可能有所不同。

1.3 线性构造的波谱与空间频谱特征

在波谱特征(亮度值或灰阶)方面,多表现为两侧地块间具有波谱差异或表现为线性体本身具有的波谱异常。在影像结构特征方面,有时表现为两侧地块间具有结构差异;线性构造本身则表现为边缘或线条,这些线条可以是连续的,也可以是不连续的。在空间频谱特征方面,两侧块体可视为中、低频组分;线性体可视为高频组分。而线性体本身以其主次又可分为低频组分和高频组分。

2 线性构造遥感解译原理

线性构造的遥感解译,分目视解译和计算机自动识别。由于在获得遥感影像时受到时相、天气等多种因素的影响,遥感影像的不确定性对遥感在各个领域的应用有很大影响,使得遥感影像的定量分析和准确定位研究受到限制。但遥感影像的宏观性特点,可以从宏观上了解线性构造的特点和性质,并通过进一步实地调查,判明断裂的性质和活动,大大提高工作效率。

2.1 遥感影像处理

遥感影像解译程度主要取决于遥感影像的处理情况。遥感影像的处理分为影像的预处理、影像的增强处理和影像分类等。影像处理的目的是便于人们从影像上提取实际需要的信息和便于计算机的识别,有助于进行信息的自动提取。在地质应用方面,影像处理的方法主要是增强波谱特征的差别,以识别不同的岩石、地质体及地质异常(如蚀变带、热异常等)以及某些区域性大型构造、隐伏构造和增强地质构造及地貌形态特征,主要是进行边缘增强、线性特征及结构特征的增强处理及结构信息提取^[8]。

2.2 线性构造的增强处理

线性构造的增强处理原理是能够扩展线性构造两侧地块间波谱反差或增强线性体本身与两侧地块间的波谱反差(如线性或非线性反差增强)。能够突出边缘显示者。能够进行空间频谱变换以分离并突出各种频率成分者,如傅立叶变换和空间滤波等。处理时考虑的其他条件是当线性构造本身具有特征性波谱异常(如褐铁矿化、硅化、富水或冲积层覆盖等引起)和较大宽度(如10 m以上),摄取其信息的图像具有较高空间分辨率时,

可以增强线性构造本身与其两侧之间的亮度或灰阶反差。当线性构造两侧具有波谱差异或线性体本身宽度在图像上不足最小空间分辨率时,线性构造往往作为边缘显示,可以主要增强线性构造两侧的图像反差或增强边缘显示。基岩裸露区和松散沉积覆盖区的线性构造其影像显示有较大区别,图像处理方法的选择应当有所不同。假彩色合成、比值彩色合成图像等由于其多半能够综合增强岩性组合和构造要素的图像显示,所以可作为基本的图像处理方法^[9]。

3 研究区的线性构造解译

3.1 研究区概况

武都位于甘肃省东南部,地处秦岭山系,介于青藏高原、黄土高原和四川盆地 3 大地貌单元间,武都在大的构造单元上处于西秦岭纬向构造带和武都“山”字型构造体系的复合部位,纬向构造带由北向南主要有成县—徽县谈家庄断裂带和康县—略阳断裂带。各断裂带都由 4~5 条压性断裂组成,切割了第三系、泥盆系、石炭系、侏罗系等地层。断层间夹持着一系列轴向近东西的褶皱。

武都“山”字型构造的前弧部分正好位于池坝—桔柑之间,由一系列向南凸起的弧形断裂和复合式向斜组成,断裂带由大致平行的压性、压扭性弧形断裂组成,切割了志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、侏罗系及第三系地层。沿断裂岩石被挤压破碎,形成 30~100 m 不等的压性破碎带^[10]。

3.2 断裂构造解译方法及结果

断裂构造解译工作流程为收集资料(地质资料和遥感影像资料)—遥感图像处理和断裂信息提取—地质资料验证结果和实地调查—成果应用和分析。对于大的区域性断裂,通过对遥感影像的假彩色合成或比值处理,一般都能比较清晰地显示出来。但是,由于研究区位于西南秦岭地区,元古代到古生代曾发生几次拉张裂陷,并伴有火山喷发等^[11]。1879 年武都 8 级地震对该区域的构造也产生影响,故武都—文县之间断裂较多,但由于受多方面影响,其断裂的线性并不明显,需要进行断裂的弱信息提取,经多次试验,采用以下方法来提取断裂的线性信息。

3.2.1 主成分分析法

主成分分析的目的是通过对具有强相关性多光谱波段的影像进行正交变换,使变换后的影像两

两相正交,而且波谱信息大多集中在变换后的前面几个波段里。通过对 ETM+1、2、3、4、5、7 共 6 个波段的主成分分析,提取主成分分析后的前 3 个波段进行假彩色合成作为结果影像(图 1)。同时,由于人眼对绿色最敏感,红色次之,蓝色最差,而且目前计算机对图像的显色系统采用三通道赋色,为了最大程度显示信息的缘故,将主成分分析后的前 3 个波段的标准差最大波段赋绿色,最小波段赋蓝色,居中波段赋红色。对结果影像分析发现,雄黄山—东峪口断裂, F_1 线性影像明显,两边色调差异较大,与 4、5、3 波段合成后的彩色影像对比分析,可解译出 F_1 断裂,部分山脊错动明显,有明显的堰塞塘出现。

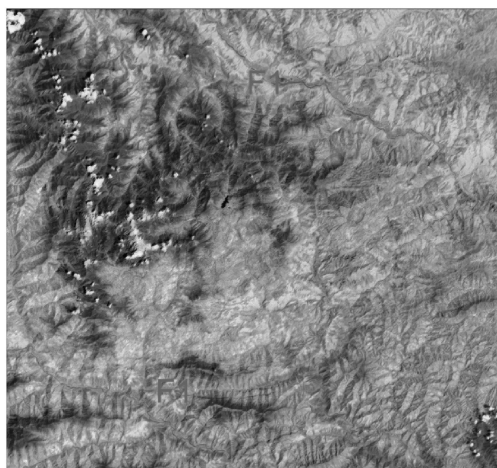


图 1 主成分分析后的 F_1 断裂影像

Fig. 1 Image of F_1 Fault After Principal Component Analysis

3.2.2 灰度等值线法

灰度等值线法的目的是对相同灰度范围的像素赋相同的颜色,提取影像上的线性构造。对包含信息比较丰富的 5 波段进行灰度等值线分析,可解译出石鸡坝—梨坪(F_2)、石鸡坝—观音坝(F_3)。经与 8354 融合影像比较分析发现(图 2),断裂 F_2 、 F_3 东段线性清晰, F_2 、 F_3 间夹一地堑;断裂 F_2 、 F_3 西段切割山脊,部分山脊错断平移明显。 F_2 、 F_3 也可用主成分分析法进行判读。

对于其他弱信息的提取,可以针对具体的应用目的选取相应的阈值,采用线性拉伸、K-L 变换、K-T 变换、比值处理、方向滤波等增强方法,达到信息提取的目的。同时,由于研究区的构造活动强烈,其现有的地貌、地质特征是多期构造的结果,在解译断裂过程中,对 ETM+ 数据的波谱特

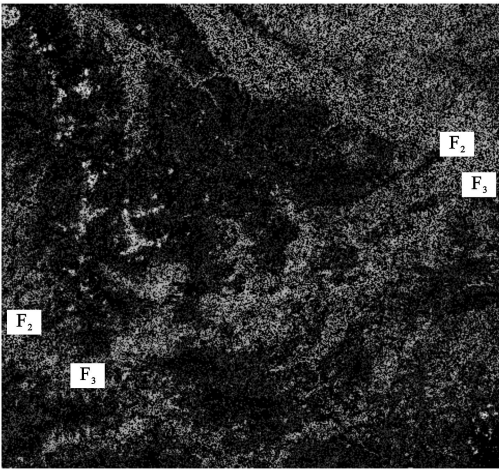


图 2 ETM+ 5 波段影像的灰度等值线

Fig. 2 Raster Contour Image of ETM+ 5

性、空间分辨率、统计特性等进行深入分析,选择合适的波段进行融合,查阅相关资料,建立遥感影像的断裂解译标志,根据解译标志进行分析,通过不同遥感图像处理方法的对比分析,解译出武都—文县间的断裂构造,并根据现有的地质资料及实地调查进行解译结果验证,解译正确率为 100%。

4 结语

由于地球演变和遥感成像的复杂性,目前对遥感图像的分析大多集中在定性分析上,同时,也没

有形成一门成熟的理论体系。经过对研究区的综合分析,建立断裂构造的遥感解译标志,通过遥感图像的多种处理技术,探讨线性构造遥感解译的理论和方法,对于公路规划和勘察、电力选线、区域性地质调查等方面具有积极的意义。

参考文献:

[1] Lillesand K. 遥感与图象判读[M]. 黎勇奇译. 北京: 高等教育出版社, 1986.

[2] 王润生. 地质勘查图像分析与综合[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

[3] 陈述彭, 赵英时. 遥感地质学[M]. 北京: 测绘出版社, 1990.

[4] 国家地震局地震研究所, 国家地震局地质研究所. 中国活动构造典型卫星影像集[M]. 北京: 地震出版社, 1982.

[5] 李永颐. 遥感地质学[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1990.

[6] 韩 玲. 多源遥感信息融合技术及多源遥感信息在地学中的应用[D]. 西安: 西北大学, 2005.

[7] 韩 玲, 吴汉宁, 杜子涛. 多源遥感影像数据融合方法在地学中的应用[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(3): 78-81.

[8] 张景发, 王四龙, 侯孝强. 活动断裂带中遥感数字图像处理技术——以鲜水河活动断裂带为例[J]. 地震地质, 1996, 18(1): 1-10.

[9] 张景发, 陶夏新, 田云锋, 等. 城市周边活断层探测中遥感技术的应用[J]. 自然灾害学报, 2005, 13(1): 137-145.

[10] 卢海峰, 马保起, 刘光勋. 甘肃文县北部北东东向断裂带新构造活动特征[J]. 地震研究, 2006, 29(2): 143-146.

[11] 侯康明, 雷中生, 万夫岭, 等. 1879 年武都南 8 级大地震及其同震破裂研究[J]. 中国地震, 2005, 21(3): 295-297.

(上接第 415 页)

参考文献:

[1] JTG D30—2004, 公路路基设计规范[S].

[2] JTJ 014—97, 公路路基施工技术规范[S].

[3] 张小平, 施 斌. 石灰改性膨胀土团聚体的试验研究[J]. 工程勘察, 2006(5): 1-5.

[4] 蔡 奕, 施 斌, 刘志彬, 等. 团聚体大小对填筑土强度影响的试验研究[J]. 岩土工程学报, 2005, 27(12): 1482-1486.

[5] 朱志铎, 郝建新, 黄立平. CBR 试验影响因素及在工程中应注

意的几个问题[J]. 岩土力学, 2006, 27(9): 1593-1600.

[6] 陈柏年, 朱凤艳, 韩 勤. CBR 试验内在机理研究及影响因素的分析[J]. 标准化工作, 2001(1): 28-30.

[7] JTJ 051—93, 公路土工试验规程[S].

[8] JTJ 059—95, 公路路基路面现场测试规程[S].

[9] D 193—93, CBR 标准试验方法[R]. 华盛顿: 美国材料试验协会(ASTM), 1995.

[10] 郭军辉, 阎长虹, 夏良斌, 等. 某一级公路路基填土膨胀性试验[J]. 地球科学与环境学报, 2007, 29(1): 85-89.