

遥感图像数字处理技术在断裂带 信息提取中的应用 ——以扬子地台西南缘冕宁—西昌一带为例

刘汉湖, 杨武年, 李佑国

(成都理工大学 国土资源部重点实验室, 成都 610059)

摘 要: 研究工作选择扬子地台西南缘冕宁—西昌一带为目标区, 以高分辨率的 TM 遥感数据为基础资料, 统计了波段之间的相关系数和图像信息量, 根据一定的指标确定了图像的最佳波段组合, 通过各种图像增强与融合方法, 提高了图像清晰度。在图像处理的基础上, 根据各种判读标志解译出冕宁—西昌一带断裂, 发现该区 EW 向断裂发育时间最早, 断裂主为 SN 向和 NNE 向。

关键词: 韧性剪切带; 遥感图像处理; 扬子地台; 数据融合

中图分类号: P627; P542.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)02-0133-04

0 引言

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, 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 遥感信息技术是航天遥感的一种, 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成矿能力的影响^[1]。

1 研究区地质特征

研究区居于锦屏—小金河断裂带与金河—箐河断裂带之间, 大致呈 SN 向展布, 至盐源地区变宽, 且表现为向南东方向凸出的弧形构造。本构造带处于槽、台接合部位, 构造变形强烈, 构造带中有叠瓦状韧性、脆-韧性、韧-脆性剪切带等构成构造单元。

2 遥感图像数字处理

2.1 遥感图像资料来源及特征分析

鉴于遥感图像的特点, 为了充分发挥遥感技术具有宏观性、不同空间(波谱)分辨率和时相分辨率等的优势, 本课题组选取了美国陆地卫星 Landsat-7 ETM+和 Landsat-5 TM 图像作为主要原始图像数据。

1999-11 接收的 Landsat-7 ETM+卫星遥感数据包括了冕宁部分地区, 图像的总体影像清晰, 不同地物的层次感较强, 色调对比度好, 纹理细节均有很好的显示。

2000-01-02 接收的 Landsat-5 TM 图像(包括九龙县—盐源—西昌市), 遥感影像灰度特征效果较好, 层次感强, 影像中纹理细节都有清晰的显示。实验区影像基本没有积云。

2.2 遥感图像波段选择

一般来说, 选择最佳波段的原则有二: 所选择的波段的信息量应最大; 所选择的波段能使某些类别地物界限之间识别最容易区分。

目前应用比较广泛的选取方法有各波段信息量的比较、各波段间信息的相关性比较、各波段数据的联合熵等。对一幅图像的信息量最简单的量度是其亮度值的范围或灰阶的数目。

但更准确的量度是方差或标准差。一般来说, 对于量化等级相同的原始图像数据来说, 方差或标准

收稿日期: 2005-04-12; 改回日期: 2005-07-05

基金项目: 中国地质调查局重要成矿区(带)综合研究项目(项目编号: 200110200046)资助。

作者简介: 刘汉湖(1978-), 男, 山东招远人, 助教, 博士研究生, 研究方向为遥感与地理信息系统。

差较大的, 包含的信息较多^[2]。如表 1 所见, 波段 1 的信息量最丰富, 其次是波段 5 和波段 4。

但是, 由于景物各波段的辐射特性之间的相关性, 在进行 RGB 最佳波段组合时不仅要考虑方差最大, 而且要做到相关性最小。如表 1 为 130~040 各波段的相关性分析。从表中可以看出:

(1) 3 个可见光波段(即第 1, 2, 3 波段)之间的相关性都很高, 表明 3 个可见光通道取得的信息彼此重叠很多。因此在选择波段时, 3 个可见光波段中只选择 1 个。

表 1 130~040 各波段相关系数及光谱信息量统计表

Table 1 The correlative coefficient about each band between 130- 040 and statistics of the spectral information

	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TM7
TM1	1.00						
TM2	0.96	1.00					
TM3	0.93	0.98	1.00				
TM4	0.67	0.77	0.81	1.00			
TM5	0.35	0.44	0.56	0.77	1.00		
TM6	0.18	0.20	0.28	0.53	0.73	1.00	
TM7	0.38	0.47	0.59	0.72	0.98	0.70	1.00
标准差	32.52	18.35	24.42	27.73	32.76	16.89	18.49

(2) 2 个中红外波段(即第 5, 7 波段)之间的相关性也很高。可见 5, 7 波段的信息也有极大相似性。因此, 这两个波段中也只选择一个。

(3) 第 4, 6 波段相当特殊, 与其他各波段相关系数都不高。但第 6 波段为远红外波段, 主要应用于探测热异常, 而且分辨率过低, 不适合于进行构造的解译。

(4) 综上所述, 综合各波段的标准差、亮度差、波段间的相关系数以及所要提取的遥感地质信息, 对于 Landsat TM 图像, 提取第 7, 4, 1 波段是最佳的选择方案。

2.3 图像预处理

无论是原始单波段图像还是 RGB 彩色图像, 其色调对比度不大, 灰度级较集中, 遥感影像层次较少, 色彩不丰富, 明度和饱和度较低, 影像分辨率和解译力均很差, 不适宜直接用于遥感地质解译。因此需对原始图像进行辐射增强, 灰度级线性拉伸等增强处理。

2.3.1 几何精校正

为了使遥感数据服务于资源环境

管理者和应用研究人员, 这些数据必须经过几何精校正(几何编码), 转换地图投影到标准的投影系中, 然后根据研究需要, 确定其比例尺。只有这样, 遥感数据方能很好地与其他的非遥感数据信息相复合和匹配, 便于工作人员很好地对各种信息进行比较分析。

2.3.2 研究区几何校正精度评定

根据地面控制点(GCP)选取的方法和特点及选取原则, 本课题组采用了图像到矢量图的方法分别对原始遥感图像(ETM 和 TM 图像)等进行了地面控制点的选取(表 2), 其精度均在 0.5 个像元内。

表 2 待校正图像的有关参数

Table.2 Index of image to be corrected in the study area

待校正图像	控制点个数	中误差	
		x	y
130040冕宁幅(TM741)	17	0.35	0.49
130041盐源幅(ETM)	28	0.41	0.36

在选取控制点之后, 根据研究区的地形、地貌及遥感图像本身的特点等, 加之二元多项式拟合是一种最基本而又极有效的几何校正方法。本次在进行几何校正时, 采用了二元多项式拟合的控制点校正法。校正后水系与遥感图像叠加的程度相当好。

2.3.2 光谱信息增强

波谱特征增强是为了突出不同地物间波谱特征的差异, 以利岩性、构造等地质信息的反映, 而对图像中包含有用信息的灰度组分进行选择性的增强处理。本次工作在反差扩展(图 1)和彩色增强时, 进行了各波段增强后彩色合成, 多波段的比值、差值后各组分增强^[3]。

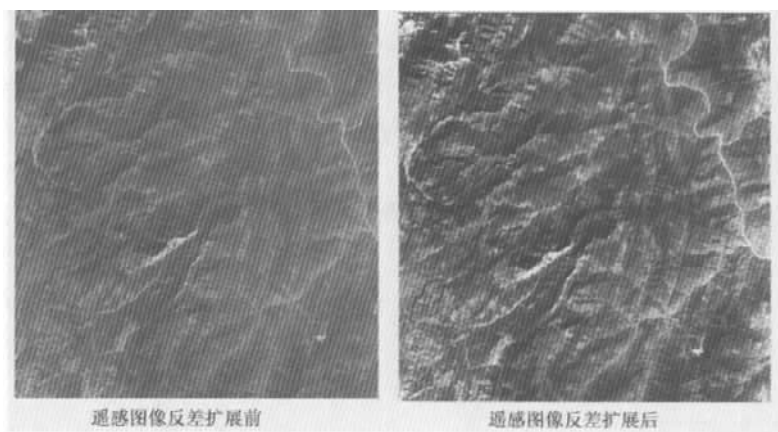


图 1 遥感图像反差扩展前后对比分析图

Fig 1 Comparison between pre-extend and the extended image

2.4 遥感图像融合

2.4.1 影像融合基本原理及方法

遥感影像数据融合是一种通过高级影像处理技术来复合多源遥感影像数据的技术,其目的是将单一传感器的多波段信息或不同类型传感器所提供的信息加以综合,以增强影像中信息透明度,改善解译精度、可靠性以及使用率以形成对目标完整一致的信息描述。不同类型遥感影像之间的融合处理必须具备 4 个条件,即:融合影像数据应包括不同空间和光谱分辨率;融合影像数据应是同一区域;影像应精确配准;不同时间获取的影像在内容方面没有大的变化。

数字融合图像的优点:融合影像的地物细节和影纹结构丰富;与原来的多光谱图像(TM 图像)相比,复合图像有更强的立体感和空间分辨力;

与原来的全色图像相比,复合图像有更强的光谱分辨力,图像的层次感更强;融合处理后的图像各分量间的空间信息冗余度降低,同时在原图像上增加了全色图像的空间信息。

2.4.2 不同融合方法比较

课题组在本次遥感影像数据融合过程中选取了 1999 年 ETM 图像作为遥感数据源。利用这些数据分别基于主成分的变换融合、基于乘积的变换融合方法和基于比值的变换融合方法进行图像增强处理。图 2- 是融合变换前的 ETM+741 遥感图像,不同地物之间的分界线比较模糊;图 2- 是基于比值

变换(Brovey Transform)的融合结果,图像的光谱分辨率和空间分辨率得到明显提高;图 2- 是基于乘积变换(Multiplicative)的融合结果,乘积变换是由 Crippen 的 4 种分析技术演变而来的,Crippen(1989)研究表明,将一定亮度的图像进行变换处理时,只有乘积变换可以使其色彩保持不变;图 2- 是基于主成分的变换融合(Principle Component)结果^[4]。

通过对研究区遥感影像不同融合方法的对比分析,最终确定了在遥感地质解译中采用主成分变换的融合方法,明显地增强了空间分辨率和光谱分辨率,取得了较好的效果。

3 断裂带的遥感信息提取

线性构造是指遥感图像上由各种地质作用引起的由色调(色彩)、微地貌、水系等标志沿一定方向展布所显示的线性(或带状)影像特征,故线性构造的地质含义包括各种性质的断层、大型节理(一般称为遥感大节理)或裂隙密集带,以及未出露地表的隐伏断裂等。

本次解译根据线性构造影像特征的规模大小和连续性,线性构造对区内岩浆活动、沉积作用的控制程度,并参考前人构造研究成果,将区内线性构造分为 3 级:

(1) 区域性线性构造:规模宏大,延伸远,连续性

好。它往往是一大断裂带,主干断裂为切割极深的深大断裂,明显控制两侧岩浆活动、沉积作用以及构造变动的发展,为区内最高级别构造单位的分界。如本区的安宁河大断裂、绿汁江区域性大断裂,小江断裂等。

(2) 次要断裂:规模较小的一般性断裂,图像上表现为断续的线性影像体,解译标志较清楚。

(3) 遥感大节理:为一些较小规模的线形影像且位移特征不明显的岩石破裂。区内遥感大节理较丰富。对遥感大节理的解译对于研究本区的构造应力场具有十分重要的作用。

根据以上原则,本次共解译出 4 条区域性断裂和大量的次要断

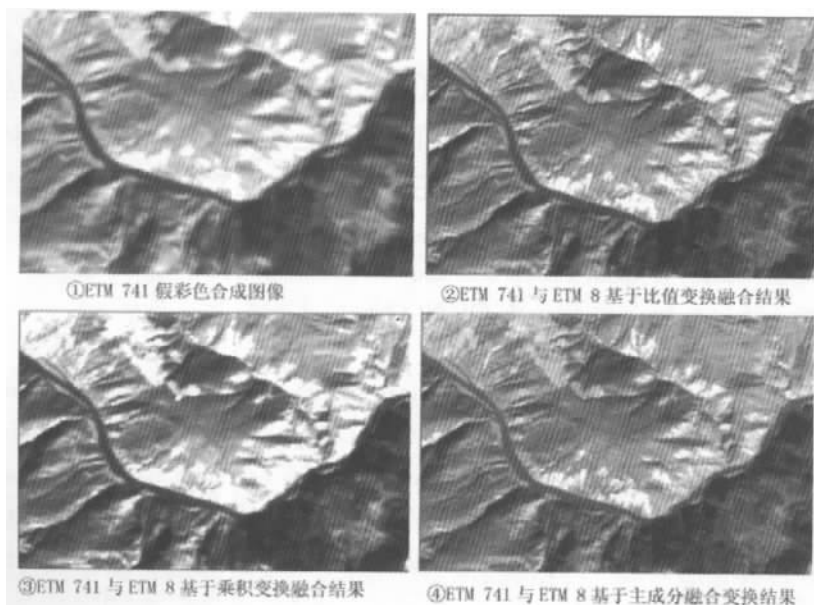


图 2 不同融合方法处理的遥感图像比较

Fig.2 Comparison of RS images processed with different fusion methods

裂、遥感大节理(表 3)。

表 3 线性体走向统计表

Table.3 The trend statistics of lineaments

走向 (°)	350~0 0~10	10~30	30~60	60~80	80~90 270~280	280~300	300~330	330~350
数量 (条)	37	63	273	25	26	30	163	47

区内主要的区域性断裂遥感地质特征简介如下:

(1) 安宁河大断裂: 位于研究区的中部, 呈近 SN 向分布, 为长期活动、性质复杂的复活断裂带。在遥感图像中, 断裂北端有明显的山脊错断现象, 断裂两盘呈不同的地貌特征。断裂南段显示为明显的负地形。主干断裂带的水平错动迹象明显, 两盘岩石挤压破碎极为强烈, 次生断裂、遥感大节理发育, 断层三角面较多, 低等级的叠瓦式冲断层常见, 此断裂带对两侧地层的出露具明显的控制作用。

(2) 绿汁江断裂带: 位于研究区的中部偏东, 走向为 NNE 转为 NNW。断裂结构复杂, 由若干平行且不连续的断裂组成, 在地貌上表现为断陷谷、盆。图像上以负地形、明显的山脊错断、系列陡坎为界线。断裂带具有强烈的挤压特征, 东西两侧均有大量分支断裂及褶皱发育, 这些分支断裂与主干断裂相交, 但不越过主干断裂, 它们的走向大多为 NE 向, 与主干断裂之间所夹的锐角在东面朝南, 在西面朝北。

研究工作选择扬子地台西南缘冕宁—西昌一带为目标区, 以高分辨率的 TM 遥感数据为基础资料, 统计了波段之间的相关系数和图像信息量, 根据一定的指标确定了图像的最佳波段组合, 通过各种图像增强与融合方法, 提高了图像清晰度。在图像处理的基础上, 根据各种判读标志解译出冕宁—西昌一带断裂, 发现该区 EW 向断裂发育时间最早, 断裂主为 SN 向和 NNE 向。本次研究所采用的遥感图像处理方法及所取得的成果对大地构造演化研究、地质灾害防治和大型工程设计施工等具有现实意义。

参考文献:

- [1] 齐跃明, 梁杏, 万军伟. 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 [J]. 华南地质与矿产, 2003, (2): 68-71.
- [2] 罗音, 舒宁. 基于信息量确定遥感图像主要波段的方法 [J]. 城市勘测, 2002, (4): 28-33.
- [3] 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): 1-16.
- [4] 单新建, 叶洪, 陈国光, 等. 数字遥感图像的多源数据融合方法在地质学中的一些应用 [J]. 地震地质, 1999, 21(4): 465-472.

4 结语

THE APPLICATION OF REMOTE SENSING IMAGE DIGITAL PROCESSION TO THE EXTRACTION OF FAULT ZONE INFORMATION ——BASED ON MIANNING- XICHANG AREA, SOUTHWEST OF YANGTZE PLATFORM

LIU Han-hu, YANG Wu-nian, LI You-guo

(Key Lab of Information Technology & Application of Land and Resources, MLR., CN,
Chengdu university of technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The Mianning- Xichang area in the southwest margin of Yangtze platform was chosen as the study area with TM image data as the basic information. Correlative coefficient for each band and their information volume statistics were carried out. According to a certain criteria is determined the optimum band- combined image. The image definition is improved by various enhancements and fusions. The image interpretation locates faults in Mianning- Xichang area and reveals the EW- trending faults are the first developed and SN and NNE- trending ones are the dominant.

Key Words: ductile shear zone; procession of remote sensing image; Yangtze platform; data fusion