

# 活动断裂的遥感影像研究

邹谨敞 邵顺妹

(国家地震局兰州地震研究所 兰州 730000)

**摘要** 本文以遥感信息作为研究活动断裂的依据,探讨了利用不同种类、不同比例尺遥感图像分析活动断裂的方法、程序和效果。

**关键词** 活动断裂,遥感,判读

## 1 引言

众所周知,构造地震一般是指由构造断裂(断层)活动所引起的地震,发生在我国境内的强烈地震绝大多数为浅源构造地震。7级或7级以上的地震,80%都与大断裂有关<sup>[1]</sup>。强烈的浅源构造地震,对地面影响范围广,破坏强度高,对人民生命财产危害极大。对与浅源构造地震关系密切的活动断裂的研究是地震地质调查研究的主要内容之一,也是研究地震构造环境、进行工程地质评价及地震预测的基础性工作。在活动断裂的调查研究中,遥感信息的应用已愈来愈成为一种必不可少的基本手段。遥感图像视域广阔,客观地记录了地面的形态特征,宏观地反映了断裂的规模和构造地貌特征及其活动特点。

在航天和航空遥感影像上,由于活动断裂是地壳运动所留下的最新的线性痕迹,在地貌形态上比老断裂有更清晰的反映。断裂活动时代愈新,在地貌形态上的证据愈完整。特别在气候干旱、植被稀疏的我国西北地区,更容易保存由活动断裂控制的地貌形态。如受断裂控制的水系、冲沟的分布格局和形态等因素。利用遥感图像研究活动断裂重要的方法之一就是使用断裂地貌形态和水系格局等,分析断裂活动的规模、性质、断错特点和位移量,以及断裂之间的相互关系。在高寒的祁连山地区,山高谷深,地形切割强烈,长年积雪覆盖,使用遥感信息研究活动断裂甚至成为唯一的手段。

## 2 活动断裂的遥感判读

近年来,笔者在祁连山—河西走廊地区参加中法合作进行活断层对比研究,对区内活动断裂带进行了航天和航空图像的判读。

### 2.1 卫星影像判读活动断裂

使用祁连山—河西走廊地区的陆地卫星影像判读活动断裂的结果表明,活动断裂的地貌特征影像清晰,主要显示为平直的沟谷、脊线,山体位错和河流同步弯曲,影纹和色调界面清晰。活动时代较新、规模较大的断裂或断裂带均有较好的显示。数量较多,走向不

收稿日期: 1994年5月5日,收到修改稿日期: 1994年7月29日

同的活动断裂或呈直线状延伸,或呈舒缓波状,显示了不同的活动特点。在研究区内,特别对 9 条长度在 70 公里以上的活动断裂的影像特征进行过详细分析<sup>[2]</sup>。

需要说明的是,不同比例尺或不同的卫星影像判读活动断裂的效果不同,例如位于祁连山西北端,昌马河出口处的大坝附近,为祁连山北缘断裂带与阿尔金断裂带的复合处。在 1:50 万的 MSS 陆地卫星影像上难以判读两条断裂带的新老关系(图 1),而在 SPOT 卫星影像上,北东东走向以左旋走滑为主的阿尔金断裂带不仅明显截接了北西西走向的祁连山北缘断裂带,而且切错第四纪地层中发育的水系、冲沟。最新活动一目了然(图 2,封四图 3)。

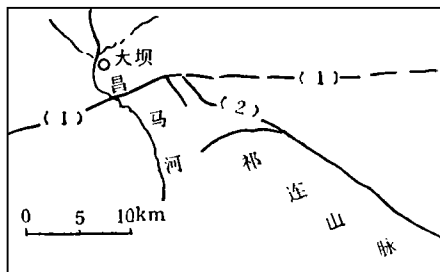


图 1 大坝附近 MSS 卫星影像构造判读图  
图中(1)为阿尔金断裂,(2)为祁连山北缘断裂  
Fig. 1 Map of tectonic interpretation by  
MSS images in the Daba Region

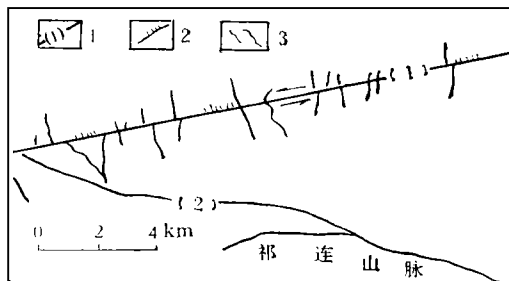


图 2 大坝东 SPOT 卫星影像构造判读图  
1.断裂及编号; 2.断层陡坎或断层三角面; 3.水系或冲沟  
图中(1)为阿尔金断裂,(2)为祁连山北缘断裂  
Fig. 2 Map of tectonic interpretation by  
SPOT images in the Daba Region

## 2.2 航空像片的活动断裂判读

航空影像不仅可以判读断裂活动的性质和规模,而且可以判读断裂的断错特点,甚至可以通过断层构造地貌形态求得位移量。

### 2.2.1 榆木山东麓断裂带的航空像片判读

榆木山位于河西走廊中部。榆木山东麓断裂带是一条走向北西  $30^\circ$  的活动断裂,具右旋走滑压性特征,是榆木山隆起与张掖-民乐盆地的分界线。在航空像片上显示的构造地貌特征为:① 断裂带上多处断层崖;② 断层坡中谷与断层垭口,断层谷在第四系高阶地中通过;③ 断裂东北侧下降,西南侧上升,受断裂活动控制的冲、洪积扇沿断裂东北侧线状排列,而且叠加了面积比较小,坡角更大的冲积扇,组成“扇中扇”构造地貌,显示了断裂垂向差异活动的多期性特点;④ 断裂在平面上断错水系、冲沟和山脊,使它们同步折拐,多呈“Z”形弯曲,弯曲的水平位错量达数十米到近百米,可以在航片上直接用视差杆量测(图 4,图 5)。

该断裂带在黑河口附近已见清晰的断面,前人在有关报告中有所报道<sup>[3]</sup>,但是对于它的最新活动特征,断裂的水平和垂直滑动量的量测,则是这次在航空像片判读的基础上完成的。断裂活动的水平错位测量结果,使该断裂带晚第四纪活动特征,特别是断裂的滑动速率取得了重要进展<sup>[4]</sup>。

### 2.2.2 古浪地震震中区地震断层的彩红外航空像片判读



地区航空像片图 5 榆木山地区

the Pigmāsh Airphotos in

日若尔盖藏族自治州

地理学报



新发现,是迄今为止在古浪 8 级地震区发现的地面形变破裂带与断层面走向相吻合的典型例证。

### 3 活动断裂遥感影像研究

活动断裂遥感影像研究的方法、程序及活动断裂的主要影像标志:

#### 3.1 遥感图像的分辨力与活动断裂的规模

小比例尺航天遥感图像判读活动断裂或断裂带的区域性展布格局和规模,大比例尺航空或航天遥感图像研究断裂活动性质、断层最新活动特征、断层水平和垂直位移分量及不同走向断裂的交切关系。不同比例尺遥感图像互为补充,使对不同规模活动断裂的展布格局和活动特点与断裂不同地段的活动性质和幅度的调查研究紧密结合。活动断裂的遥感影像研究,要根据图像的分辨力来确定研究的对象和可能取得的效果。遥感影像研究可以提高活动断裂调查的效率和预见性,甚至可能取得常规调查难以获得的新成果。

#### 3.2 活动断裂判读的影像标志

受活动断裂控制的构造地貌及其形变,在不同比例尺的遥感图像上往往有清晰的反映,在大比例尺遥感图像上则更为突出。以航空像片为信息源的活动断裂判读标志归纳为以下几点。

(1) 活动断裂线性影像清晰,多为断层槽或断层堙口,断裂的最新活动则可从切割的最新地层或被切割冲沟的变形规模加以识别。

(2) 根据断层线上断层三角面和断层崖的规模及断错阶地,断层线一侧出现的冲、洪积扇的排列形态和规模,“扇中扇”的现象等判读测量断裂活动的垂直位移分量大小。

(3) 水系、沟谷、山脊线通过断裂带时发生同步折拐,则是判读断裂活动的力学性质和断错位移量的重要标志,根据被断错沟谷、水系的长度和位移量的不同,可以分析活动断裂的不同时期的活动规模,并结合有关地质体的年龄资料求出滑动速率。

(4) 根据判读标志进行野外验证、采集测年资料样品研究断裂的活动规模、位移量和滑动速率,是对断裂进行分段研究和进行工程地质、地震危险性评价的依据。

#### 3.3 研究的方法和程序

综上所述,活动断裂的遥感影像研究可概括为:先使用小比例尺图像判读区域性断裂的规模、力学性质、分布格局;后使用大比例尺图像判读断裂的地貌形态、活动特点、产状和断裂的运动学和动力学特征以及不同段落的活动差异性。在强震震中区则结合地震形变破裂现象确定是否为地震断层。最后进行实地量测调查和采集样品,根据航空像片判读数据和实地验证结果,确定断裂活动的规模、位移量和滑动速率,对活动断裂进行评价。

### 4 结语

由于遥感图像视域宽广和客观真实的特点,在活动断裂研究中已成为一种不可缺少的手段。在以往的研究中,有的侧重于航天图像的判读,有的侧重于航空像片的判读。作者通过在祁连山—河西走廊的中法合作活断层对比研究中认为,航天和航空遥感不同片

种、不同比例尺图像的判读,是利用遥感资料研究活动断裂最有效的手段。实践证明这一研究方法已获得了常规地面地质调查未能取得的新发现。因此广泛收集和重视遥感资料的应用,提高活动断裂调查研究人员的判读水平,使遥感技术在活动断裂研究中发挥更大的作用,更好地为国民经济建设服务,仍然是遥感技术应用研究中的重要环节。

### 参 考 文 献

- [1] 陆仲家,黄培华. 地震地质学简明教程. 北京: 地震出版社,1991,235—236.
- [2] 国家地震局国际合作司. 中法合作活断层对比研究,北京: 地震出版社,1993,234—240.
- [3] 李玉龙,邢成起. 河西走廊地质构造基本特征以及榆木山北麓与黑河口上龙王活断层研究. 西北地震学报, 1988,10(2): 35—43.
- [4] 邹谨敞,魏顺民,陈志泰,代华光. 榆木山东麓断裂带晚第四纪活动特征的初步研究. 高原地震, 1993, 5(2): 30—35.
- [5] 郭增建,马宗晋. 中国特大地震研究. 北京: 地震出版社, 1988.

## Study of Remote Sensing Images on Active Fault

Zou Jinchang    Shao Shunmei

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou SSB*)

**Abstract** This paper researches geomorphic feature of active fault on the remote sensing images, discussed analysing method, procedure and result of the active fault on remote sensing images of different kinds and scales.

**Key words** Active fault, Remote sensing, Interpretation