

中华人民共和国地震行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

活动断层探索 遥感调查

Active fault survey Remote sensing investigation

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2016 年 10 月 25 日）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国地震局

发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、缩略语 1

4 工作流程 3

5 数据获取 4

6 数据预处理 5

7 数据处理 7

8 活动断层遥感解译 12

9 质量检查 15

10 成果编制 16

附录 A（资料性附录） InSAR 提取 DEM 的方法与流程 20

附录 B（资料性附录） 典型活动断层与构造微地貌遥感影像判别标志 22

附录 C（资料性附录） 活动断层遥感解译制图示例 36

参考文献 38

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》规定的规则起草。

本标准是《活动断层探索》系列标准中的一项，该系列标准预计结构如下：

- 活动断层探索 填图数据库；
- 活动断层探索 遥感调查；
- 活动断层探索 槽探；
- 活动断层探索 钻探；
- 活动断层探索 断错地貌测量；
- 活动断层探索 年代测试；
- 活动断层探索 地震勘探；
- 1:50000 活动断层填图（DB/T 53-2013）；
-。

本标准由中国地震局提出。

本标准由全国地震标准化技术委员会（SAC/TC 225）归口。

本标准起草单位：中国地震局地壳应力研究所、中国地震局地质研究所、中国地震局地震预测研究所、北京大学。

本标准主要起草人：

引 言

活动断层探索是地震灾害预防的基础性工作，目前正在全国地震重点监测防御区、地震多发区和大陆主要活动断层沿线有序推进活动断层探索工作。遥感解译是活动断层探索前期工作的重要环节。为规范活断层探索中的遥感调查工作，亟需结合遥感技术发展应用现状与活动断层调查工作，建立一套技术标准，指导遥感技术在活动断层探索中的应用。

本标准结合我国遥感活动断层探测的实际需要，并汲取了数十个城市活动断层探测项目中的遥感活动断层解译工作经验，确定了技术内容的范围及其指标要求。

活动断层探索 遥感调查

1 范围

本标准规定了活动断层探索工作中遥感影像获取、处理和活动断层解译及其成果产出等方面的工作流程与技术要求。

本标准适用于活动断层探索工作中的遥感调查工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12341-2008	1:25000 1:50000 1:100000地形图航空摄影测量外业规范
GB/T 13977-2012	1:5000 1:10000地形图航空摄影测量外业规范
GB/T 13989-2012	国家基本比例尺地形图分幅和编号
GB/T 13990-2012	1:5000 1:10000地形图航空摄影测量内业规范
GB/T 15967-2008	1:500 1:1000 1:2000地形图航空摄影测量数字化测图规范
GB/T 17157-2012	1:25000 1:50000 1:100000 地形图航空摄影测量解析测图规范
GB/T 7930-2008	1:500 1:1000 1:2 000地形图航空摄影测量内业规范
GB/T 7931-2008	1:500 1:1000 1:2 000地形图航空摄影测量外业规范
CH/T 1026-2012	数字高程模型质量检验技术规程
CH/T 8023-2011	机载激光雷达数据处理技术规范
CH/T 8024-2011	机载激光雷达数据获取技术规范
DB/T 15	活动断层探测
DB/T 53-2013	1:50000活动断层填图
DB/T XX-20XX	活动断层探索 填图数据库

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

遥感 remote sensing

不接触物体本身，用传感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物、揭示其几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。

[GB/T 14950-2009，定义3.1]

3.1.2

立体像对 stereo images

从不同摄站获取的具有重叠影像的一对相片。

[GB/T 14950-2009, 定义5.89]

3.1.3

正射投影技术 orthophotography; orthophoto technique

采用航摄像片或其他遥感影像的微小面积为纠正单元，逐单元进行纠正，以获得地面正射投影影像的技术。

[GB/T 14950-2009, 定义5.35]

3.1.4

活动构造 active tectonics

指晚第四纪以来有活动的构造。

注1：活动构造包括活动断层、活动褶皱、活动盆地、活动隆起等。

注2：改写 GB17741，定义 3.2。

3.1.5

活动断层 active fault

晚第四纪以来有活动的断层。

[GB17741-2005, 定义3.5]

3.1.6

地貌 landform

地球表面各种形态的总称。

[DB/T 53-2013, 定义3.2]

3.1.7

构造地貌 tectonic geomorphology

由构造作用形成的各种地貌形态。

3.1.8

微地貌 micro-geomorphology

微地貌是规模在米级至亚米级或3~6倍像元大小的地貌单元构成的地貌形态（如断塞塘、地震鼓包等）。

3.1.9

遥感解译 remote sensing interpretation

指从遥感影像中识别和提取某种特征影像，赋予特定的属性内涵，并加以专业语言化的过程。

[DZ/T 0151-1995, 定义3.8]

3.1.10

构造地貌遥感精细结构 detailed structure of tectonic geomorphology in remote sensing image

高分辨率遥感影像中，非常小尺度（任意方向尺度3~6倍像元大小）的地貌及其组合表现出的具体的几何与形态特征。

3.1.11

断错地貌遥感恢复 displaced geomorphic reconstruction on remote sensing image

利用高分辨率遥感影像，对因断层活动错断的地貌形态进行分析，将其恢复到断层断错之前的原始地貌状态。

3.1.12

线状影像 linear feature in image

遥感影像上呈连续或断续的线状（直线、折线、弧线）或带状展布的影像。

3.1.13

面状影像 surfacial feature in image

遥感影像中具有相似结构或纹理特征的地貌、地质体、植被或其他地物所表现出来的带有特定轮廓界限的连续或断续面状影像，包括山地、盆地、台地、洼地等面状体。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DEM: 数字高程模型 (digital elevation model)

InSAR: 合成孔径干涉雷达 (Synthetic Aperture Radar Interferometry)

GNSS: 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

LiDAR: 激光雷达 (light detection and range)

4 工作流程

活动断层遥感解译工作流程见图1。遥感调查工作流程共分以下六个阶段如下：

- a) 第一阶段：数据获取。
收集遥感影像、用于遥感影像配准及断层活动性核查的辅助资料。
- b) 第二阶段：数据预处理。
对遥感影像进行坐标与投影设置、校正与配准、融合与镶嵌、分幅剪裁等数据预处理。
- c) 第三阶段：数据处理。
 - 1) 对光学影像进行假彩色合成、波谱增强、空间增强等数据处理；
 - 2) 对雷达影像进行滤波、纹理分析、边缘提取、融合、多极化分解等数据处理；
 - 3) 对光学影像和雷达影像进行融合处理；
 - 4) DEM提取：利用立体像对、LiDAR、InSAR数据生成DEM。
- d) 第四阶段：遥感解译。
 - 1) 确定解译范围、指标、解译方法；
 - 2) 解译地层要素、地貌要素、构造地貌要素；
 - 3) 测量构造变形参数。

- e) 第五阶段：质量检查。
 - 1) 检查数据质量、数据处理精度；
 - 2) 进行野外踏勘，检查要素解译正确性；
 - 3) 进行野外测量，检查构造变形参数量测精度。
- f) 第六阶段：成果编制。
 - 对解译成果进行图件编制、报告编写与资料入库。

图1给出了工作流程示意。

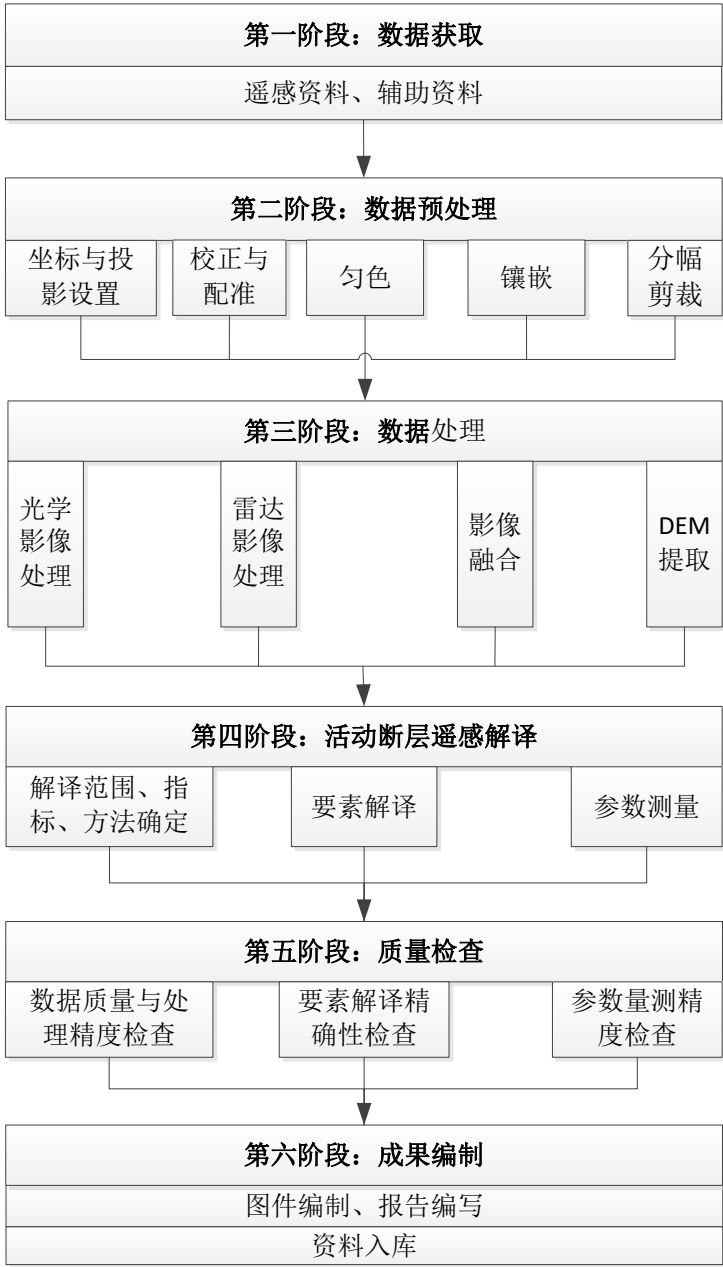


图1 活动断层遥感解译工作流程示意图

5 数据获取

5.1 遥感影像

5.1.1 影像内容

获取的遥感影像内容要求如下：

- a) 应收集高、中、低不同分辨率影像，可收集超高分辨率数据以获得更精确的构造、地貌参数；
- b) 光学数据云覆盖率应不超过 10%；
- c) 影像时相宜选择春、秋季节；
- d) 城市及周边地区等人工改造较大的地区宜收集早期遥感影像；
- e) 平原区、盆地内部等断层隐伏地区宜收集雷达遥感影像。

5.1.2 数据格式

获取的遥感影像格式要求如下：

- a) 遥感影像宜收集一级以上级别的遥感影像；
- b) 卫星数据经过解压缩和编码处理，应具有星历数据和影像正射纠正所需的 RPC 文件、轨道参数、传感器参数等元数据。

5.1.3 精度

遥感影像精度应满足下列要求：

- a) 低分辨率影像（空间分辨率低于 20m）用于活动断层宏观线性特征解译；
- b) 中等分辨率影像（空间分辨率介于 20m~2m）用于地质地貌单元遥感解译；
- c) 高分辨率影像（空间分辨率优于 2m）用于断层错断地貌、构造精细结构、微地貌遥感解译；
- d) 超高分辨率影像（空间分辨率优于 0.3m）用于典型断层错断地貌、构造精细结构、微地貌参数量测。

5.2 辅助数据

5.2.1 数据内容

获取的辅助数据内容如下：

- a) DEM 可通过商业等途径、矢量地形转换等途径获取，用于影像的正射校正；
- b) 1:50 000 地形图用于影像精确配准；
- c) 地理数据用于图件地理信息标注。

5.2.2 数据格式

获取辅助数据的格式应符合：

- a) DEM 数据宜为含有高程信息的栅格文件或者等值线矢量文件；
- b) 地形图与地理数据应为通用矢量格式。

5.2.3 精度

获取的辅助数据精度应符合：

- a) DEM 空间分辨率优于 30m；
- b) 地理数据比例尺不低于出图比例尺。

6 数据预处理

6.1 影像预处理步骤选取

影像预处理步骤应按下列要求选取：

- a) 2 级数据应进行正射校正、配准、匀色、镶嵌等处理；
- b) 3 级数据应进行配准、匀色、镶嵌等处理。

6.2 坐标与投影

坐标与投影应满足以下要求：

- a) 空间参考系应采用 WGS1984 坐标系统，或采用 CGC2000 中国大地坐标系统；
- b) 高程基准应采用 1985 国家高程基准，当采用独立高程系统时，应与 1985 国家高程基准进行联测；
- c) 地图投影宜应采用高斯—克里格投影。

6.3 校正与配准

6.3.1 几何校正

几何校正应满足以下要求：

- a) 以大比例尺数字地形图或地理编码后的影像作为参照；
- b) 采用自动校正或手动选取控制点方式进行校正，控制点均匀分布，每景影像控制点不少于九个，根据地形复杂程度适当加密。
- c) 平坦地区校正误差优于一个像素，丘陵地区校正误差优于二个像素，山区校正误差优于四个像素。

6.3.2 正射校正

地形起伏区域，应采用数字高程模型或精密控制点文件，对高分辨率影像进行正射校正。

6.3.3 影像配准

影像配准对两幅图像中的同名像素进行配准，用于进行融合处理的遥感影像，影像配准要求如下：

- a) 同时相、同传感器的全色与多光谱之间配准误差应在一个像素以内；
- b) 不同时相、同传感器的全色与多光谱之间配准误差应在一至二个像素以内；
- c) 不同传感器、不同影像之间的配准误差应控制在三个像素以内。

6.4 影像匀色

影像匀色用于待镶嵌的相邻两景影像同一通道灰度反差较大的情况，应采用直方图匹配处理方式进行匀色处理。

6.5 影像镶嵌

6.5.1 方式

宜采用基于同名点或基于地理坐标方式进行相邻影像的镶嵌。

6.5.2 要求

镶嵌效果要求如下：

- a) 相邻两景影像应有 10 个～50 个像素的重叠；

- b) 镶嵌拼接线宜为曲线；
- c) 镶嵌影像应色调均匀、反差适中，接边重叠带不允许出现明显的模糊或重影；
- d) 不允许出现特征地物错位，如发生错位，应重新进行几何校正和拼接纠正处理。

6.6 分幅和裁剪

分幅与剪裁要求如下：

- a) 遥感影像的标准分幅及图幅命名应符合 GB/T 13989-2012 相应部分的规定。
- b) 可基于解译目标的规模与几何形态，对遥感影像进行裁剪。

7 数据处理

7.1 光学影像处理

7.1.1 波段优势

应根据调查目标选取不同的波段数据，要求如下：

- a) 裸露断层宜选择 3、4 波段；
- b) 隐伏断层宜选择 5 波段；
- c) 植被覆盖区宜选择 4、2 波段；
- d) 水体覆盖区宜选择 1、2、4 波段；
- e) 地层宜选择 6 波段。

详见表1。

表1 活动断层遥感解译波段探测特征

编号	波段范围 μm	波段名称	波段优势
1	0.45~0.52	蓝绿色波段	对水体有一定透视能力，研究浅水水下地形、构造。
2	0.52~0.60	绿色波段	位于植物的反射峰附近，探测植被绿色反射率，可反映水下地形、构造特征。
3	0.63~0.69	红波段	位于叶绿素的主要吸收带，可提供丰富的裸露地表、岩性、地层、构造、地貌等特征。
4	0.76~0.90	近红外波段	植物的高反射区，反映植被信息，水体的强吸收区，识别含水的地质构造、地貌等。
5	1.55~1.75	短波红外波段	短波红外波段：对植物和土壤水分含量敏感，可用于隐伏构造识别。
6	10.4~12.5	热红外波段	热红外波段：对地物热辐射敏感，根据辐射热差异进行热分布制图，岩石识别与地质探矿。
7	2.08~2.35	短波红外波段	可用于地质调查，对岩石、矿物反应敏感，用于区分岩石类型、岩石蚀变带。

7.1.2 波谱增强

7.1.2.1 彩色变换

色彩变换包括：

- a) 真彩色合成：
 - 1) 直接用多光谱影像的红、绿、蓝通道合成，用于高分辨率影像；

- 2) 利用其它波段加权处理,重新生成红、绿、蓝波段,用于增强某种地物颜色层次,如植被、水体等;
 - 3) 利用其它波段信息重新生成某一波段,用于缺少波段的传感器。
- b) 假彩色变换:
选取不同波段进行假彩色合成。

7.1.2.2 波段运算

波段运算包括:

- a) 差值运算:
同一时相不同波段的两幅影像,对应像元的亮度值相减,以反映同一地物光谱反射率之间的差异;为了突出边缘信息,可将两幅图像的行、列各移一位,再与原图像相减,可起到几何增强的作用。
- b) 比值运算:
同一时相不同波段的两幅影像,对应像元的亮度值相除,可检测波段的斜率信息并加以扩展,以突出不同波段间地物光谱的差异,提高对比度,突出影像中植被特征、土壤富水性差异、微地貌变化,对于隐伏活动断层信息相关的线性特征有不同程度的增强效果。被除图像不宜出现0值。

7.1.2.3 多光谱增强

针对多光谱与高光谱数据,可选取的方式有主成分变换与缨帽变换,突出不同岩性、不同植被造成的光谱差异,间接解译活动断层。

7.1.2.4 对比度增强

可选用线性变换、分段线性拉伸、非线性变换(指数变换、对数变换、直方图拉伸、直方图均衡化,改变图像亮度与对比度,突出线状、面状结构信息。

7.1.3 空间增强

可选用的空间增强方法应包括以下三种:

- a) 平滑:
可采用中值滤波、均值滤波方式,去除图像噪声,保留图像的宏观线状、面状结构特征。
- b) 锐化:
可采用定向检测等算法,突出图像边缘、线性目标或某些亮度变化率大的部分,识别断层陡坎、沟谷等线性构造特征。
- c) 滤波:
可采用低通滤波、高通滤波与定向滤波等。低通滤波抑制图像细节,突出宏观结构特征;高通滤波突出图像细节,增强微地貌细节特征;定向滤波突出某一方向地貌或构造信息。

7.2 雷达影像处理

7.2.1 滤波

7.2.1.1 方法

可采用的滤波方法包括:

- a) 斑点滤波:

宜对雷达图像采用平滑处理，去除斑点噪声，改善视觉效果，提高解译效率。

b) 定向滤波：

根据构造主体延伸方向，确定滤波方向角，可增强该方向的信息，压抑其他方向的信息。

7.2.1.2 要求

雷达影像滤波应满足下列要求：

- a) 滤波窗口宜选择 5×5 ，可根据雷达图像大小进行调整，不宜过大或过小；
- b) 滤波处理后的图像应保留雷达图像的轮廓及边缘等重要信息，图像清晰视觉效果好，滤波后图像整体模糊度与分辨率明显下降。

7.2.2 纹理分析

7.2.2.1 方法

宜采用以下纹理分析方法：

a) 共生特征：

统计雷达影像的以下信息量：二阶阵、反差、逆差矩、自相关、差异性、最大可能性、均值、方差、丛生荫、丛生突，从不同的角度反映了影像的灰度分布、信息量及纹理粗细度，突出纹理特征信息，可进行假彩色合成。

b) 变异系数：

对标准差和平均数做除法运算计算其比率值得到标准差系数，用来刻画某一地物分辨信息的能力，变异系数大信息分辨能力强，代表了某一地物在整幅影像中分布的变异性大，变异系数小分辨信息能力弱，代表了某一地物在整幅影像中分布的变异性小，可以简化成果，有效的突出纹理信息，增强视觉效果。

7.2.2.2 要求

纹理分析应满足下列要求：

- a) 纹理分析窗口大小的选择应根据雷达图像大小调整，不宜过大或过小；
- b) 进行纹理分析的图像应为单波段雷达图像或多波段雷达图像的指定单个波段；
- c) 纹理分析后的结果应在一定程度上减小雷达图像的相干斑噪声，纹理特征更加明显。

7.2.3 边缘提取

7.2.3.1 方法

宜采用以下边缘提取方法：

a) RoA 边缘提取：

即均值比率边缘提取，考虑到雷达影像局部统计特性，利用滑动窗口有效抑制相干斑噪声并进行边缘检测，可实现较高检测概率的的雷达影像构造边缘信息提取。

b) Sobel 边缘提取：

将方向差分运算与局部加权平均相结合，查找图像灰度跃变位置，突出构造线性特征，识别断层陡坎、沟谷等线性构造。

c) Canny 边缘提取：

基于 Canny 算子，采用二维高斯函数的一阶导数对图像进行低通滤波，从而实现信噪比高的边缘检测，用于面状构造信息边缘提取。

7.2.3.2 要求

边缘提取应满足下列要求：

- a) 图像清晰，斑点噪声少；
- b) 边缘提取窗口大小宜采用 5×5 像元；
- c) 提取结果边缘及细节信息保持完好，伪边缘信息少。

7.2.4 假彩色合成

不同波段的雷达影像假彩色合成，突出植被、岩性以及含水性差异等弱异常信息，用于假彩色合成的雷达图像要求需精确配准，配准精度不低于一个像元，图像应完全重合。

7.2.5 多极化分解

7.2.5.1 方法

宜采用以下多极化分解方法：

- a) Pauli 分解：一种多极化雷达影像相干目标分解模型，选择 Pauli 基作为基本散射矩阵实现多极化数据的分解，利用分解系数合成另一种彩色图像，通过散射机制的不同突出不同构造信息。
- b) Cameron 分解：将任意目标散射矩阵分解为非互易分量、最大对称散射分量以及最小对称散射分量三部分的相干和，从而实现多极化雷达影像分解，主要用于检测自然构造目标与人工目标。

7.2.5.2 要求

多极化分解应满足下列要求：

- a) 多极化分解处理的数据至少有两种极化方式，二到四个波段；
- b) 极化分解处理得到的结果应在保持雷达图像原有特征的基础上，突出不同地物的特征。

7.3 影像融合

7.3.1 方式

宜采用三种融合方式：

- a) 光学影像与光学影像融合；
- b) 光学影像与雷达影像融合；
- c) 雷达影像与雷达影像融合。

7.3.2 方法

宜采用以下融合方法：

- a) HSV（H：色度；S：饱和度；V：亮度）变换，能改善纹理，空间保持较好，但光谱信息损失较大，受波段限制。
- b) 超分辨率贝叶斯法（Pansharpening），适合于高空间分辨率影像，能较好保持影像的纹理和光谱信息。
- c) 色彩标准化变换（Brovey），光谱信息保持较好，受波段限制。
- d) 主成分融合（PC Spectral Sharpening），无波段限制，光谱保持好。第一主成分信息高度集中，色调发生较大变化。
- e) 标准化彩色变换融合（Color Normalized Spectral Sharpening），对大尺度地貌类型效果好，同时可用于多光谱与高光谱的融合。

- f) GS 光谱锐化融合 (Gram-Schmidt Spectral Sharpening)，无波段限制，保持原有影像的光谱信息，图像保真效果较高，边缘信息清晰，图像对比度高。

7.3.3 要求

影像融合应满足下列要求：

- a) 光学影像之间融合：
 - 1) 用来融合的影像之间时相不宜相差太大，成像时期不宜相差太大；
 - 2) 融合后影像应色彩丰富、色调柔和，地貌纹理细节突出，不允许出现地物重影，不降低空间分辨率。
- b) 雷达影像之间或雷达影像与光学影像之间融合：
 - 1) 应保证图像配准精度在一个像素之内；
 - 2) 用于融合的雷达数据波点噪声少，融合后的图像无重影，纹理信息丰富。

7.4 DEM 提取

7.4.1 立体像对提取 DEM

7.4.1.1 方法

通过卫星/航天立体像对、航空摄影图像获取DEM宜采用数字测图法。

7.4.1.2 流程

通过卫星/航天立体像对、航空摄影图像获取DEM宜采用以下处理流程：

- a) 所使用的航空摄影图像数据采集应符合 GB/T 13977-2012、GB/T 12341-2008、GB/T 7931-2008 的作业要求；
- b) 根据 DEM 成图比例尺，应按照 GB/T 7930-2008、GB/T 15967-2008、GB/T 13990-2012、GB/T 17157-2012 中的作业流程的相关规定；
- c) 对输出 DEM 宜采样至规则格网，可采用地形图或 RTK 测量结果评价 DEM 精度，可采用剖面检查法。

7.4.1.3 精度要求

通过卫星/航天立体像对、航空摄影图像获取的DEM应满足的精度要求如下：

- a) 用于典型断层错断地貌、构造地貌与微地貌遥感解译的 DEM，空间分辨率优于 2m，像对分辨率应优于 1m；
- b) 用于 1:50000 比例尺的构造精细结构、微地貌遥感解译的 DEM，空间分辨率应优于 5m，像对分辨率应优于 2m；
- c) 用于 1:100000 比例尺的活动断层与地貌单元遥感解译的 DEM；空间分辨率 DEM 不低于 10m，像对分辨率应优于 5m。

7.4.2 LiDAR 数据提取 DEM

7.4.2.1 地面 LiDAR 数据提取 DEM

通过地面LiDAR点云数据获取DEM的流程如下：

- a) 数据概算：

根据测站、地形地貌等已知信息，对原始观测值进行概算，将测量数据分离为地形数据和地物数据；

b) 数据滤波：

对地物数据进行滤波去除测量噪声。可采取多种处理方法，如根据激光扫描回波信号强度辨别，回波信号强度低于阈值时，距离信号值无效；利用中值滤波，剔除奇异点；利用曲面拟合去除前端遮挡物；

c) LiDAR 数据配准：

基于最小二乘的迭代最邻近点法将两个或两个以上坐标系中的大容量三维空间数据点集转换到统一坐标系完成数据配准；

d) 地形建模：

根据地形地表采样点详细程度对原始测量数据进行重采样，可得到反映地形表面几何特征的相对三维扫描坐标。如有地面控制点数据，应将三维数据校准为绝对坐标系。对重采样后的三维数据点通过不规则三角网建模得到数字高程模型（DEM），并通过纹理映射方法赋予点云真彩色信息，实现点云三维模型可视化。

7.4.2.2 机载 LiDAR 数据提取 DEM

机载LiDAR数据提取应符合CH/T 8023-2011 中相关规定。

7.4.2.3 点云密度要求

点云密度应满足下列要求：

- a) 基于地面 LiDAR 的活动断层调查制图，点云密度在 LiDAR 测量的最远端宜不低于十点每平方米；
- b) 基于机载 LiDAR 的活动断层调查制图，点云密度应符合 CH/T 8024-2011 的规定。

7.4.3 InSAR 提取 DEM

7.4.3.1 提取方法

利用InSAR提取DEM的方法与流程参见附录A。

7.4.3.2 提取精度要求

利用InSAR提取DEM的提取精度要求如下：

- a) 用于 1:50000 比例尺的构造精细结构、微地貌遥感解译的 DEM，空间分辨率应优于 5m，SAR 数据分辨率应优于 3m；
- b) 用于 1:100000 比例尺的活动断层与地貌单元遥感解译的 DEM；空间分辨率 DEM 不低于 10m，SAR 数据分辨率应优于 6m。

8 活动断层遥感解译

8.1 解译范围

活动断层遥感解译范围应符合：

- a) 活动断层填图遥感调查范围应符合 DB/T 53-2013 中 4.2.1 对范围的规定；
- b) 活动断层探测遥感调查范围应符合 DB/T 15 中 4.2.1 对范围的规定。

8.2 精度要求

遥感影像、解译对象和范围等指标，详见表2。

表2 遥感影像、解译对象、范围指标及其说明

影像分辨率	解译目标尺度	遥感解译要素	工作要求
低分辨率影像 (空间分辨率低于 20m)	单体尺度约 10 倍像元大小	单体尺度在大于或等于 500m 的地貌单元，连续或断续状线性特征、大尺度面状构造地貌要素。	初察阶段 宏观掌握活动断层及地貌发育信息
中等分辨率影像 (空间分辨率介于 20m～2m)	单体尺度约 5 倍～10 倍像元大小	单体尺度大于或等于 200m 的地质、地貌、断层迹线与线性构造，位移值大于等于 50m 的断错地貌单元。	中间阶段 控制地质地貌边界、把握活动断层基本信息
高分辨率影像 (空间分辨率优于 2m)	单体尺度约 5～10 倍像元大小	单体尺度大于或等于 30m 的地质、地貌、断层迹线或线性构造，位移值大于等于 5m 的断错地貌单元。	详察阶段 图件产品编制 报告编写

8.3 解译方法

8.3.1 直接判定法

对遥感影像中活动断层与地貌的直接解译判定，如线性陡坎、拉分盆地、冲（洪）积扇等大尺度构造与地貌现象等。

8.3.2 延伸追踪法

根据遥感影像特征的联系，由宏观信息向局部信息追踪，从外围特征向中心目标延伸，由清晰特征向模糊信息推断。

8.3.3 相关分析法

利用遥感影像的色调、色彩、纹理与结构特征异常，推断活动断层等信息。

8.4 解译要素

8.4.1 低分辨率影像解译要素

初察阶段，使用低分辨率影像宏观掌握活动断层及地貌发育信息。具体识别信息要素包括：初步识别影像中宏观的线状影像、面状影像特征，提取断层三角面、拉分盆地、断陷盆地、断块山地、冲（洪）积扇、褶皱等大尺度的构造地貌要素，提取连续或断续状线性构造特征，如地震地表破裂带、断层陡坎、断错河流、地震破碎带等现象，推测断层迹线。

8.4.2 中分辨率影像解译要素

详察开展之前，使用中分辨率影像，控制地质地貌边界、把握活动断层基本信息。具体可以识别的信息要素包括：

- a) 地层要素：
解译地层单元，宜区分松散沉积层和基岩；
- b) 地貌要素：
识别中等尺度的地貌，宜解译河流阶地、冲（洪）积扇、夷平面、基岩残山、岗地、古滑坡等地貌要素；

c) 构造地貌要素:

提取地震地表破裂带、断层崖、断层陡坎、断错冲（洪）积扇、断错阶地、断错冲沟等构造要素。

8.4.3 高分辨率影像解译要素

详察阶段，使用高分辨率影像，详细解译地质地貌与构造地貌要素，用于编制图件产品和报告。具体识别信息要素包括：

a) 地层要素:

解译松散沉积层和基岩，宜详细解译第四纪地层及其类型，基岩区宜解译岩浆岩，划分方式见 DB/T 53-2013。

b) 地貌要素:

阶地识别与分级，冲（洪）积扇的识别与分期；水系、冲沟、裂点提取，夷平面、基岩残山、古滑坡体、岗地等。

c) 构造地貌要素:

1) 正断层构造要素:

断层陡坎、断错阶地、断层崖、断错洪积扇、断塞塘等；

2) 逆断层构造要素:

断层陡坎、断错阶地、反向陡坎、挤压脊、鼓包、褶皱等；

3) 走滑断层构造要素:

地表破裂带、断塞塘、断层槽地、断错阶地、断错洪积扇、断头沟、断尾沟、挤压脊、闸门脊、鼓包、褶皱、雁行斜列式地表破裂、拉分盆地等线性标志的走滑位错。

活动断层及构造微地貌遥感解译标志见附录B。

8.4.4 影像特征

活动断层及构造微地貌解译要素的遥感影像表现特征包括：

- a) 影像中连续状或断续状延伸的线性纹理特征、具有相似属性的面状纹理特征，如线性陡坎、地震地表破裂带等；
- b) 影像中地貌纹理特征的错断或中断现象，如地层、地貌要素的突然断错及不连续，以及断错山脊、断错阶地、断错冲沟；
- c) 影像中存在线性排列的鼓包、挤压脊、断塞塘、拉分盆地、三角面或断层陡坎等微地貌；
- d) 水系异常标志：水系、冲沟的突然中断、直角弯曲、同步扭动及拐弯，线性水体边界，如断头沟、断尾沟、冲沟同步位错等；
- e) 河流、冲沟一侧或两侧具有一定宽度的近平行延伸的阶梯状连续或断续状台阶平面，如河流阶地；
- f) 河流、冲沟出山口处形成的扇形、弧形面状结构特征，如冲洪积扇；
- g) 影像中的汇水区域，如盆地、坳陷或洼地；冲沟、河流向四周发散的源头区域，如隆起、凸起；
- h) 有规则排列的峡谷、湖盆、沼泽等负地形和地下水溢出点；
- i) 影像中呈雁行斜列式或羽状分布的带状地表裂隙；
- j) DEM 所揭示的地形异常标志，如地形坡度的陡变及不连续带，线性平直分界，如断层陡坎、断层崖、断层三角面；
- k) 影像中色调异常标志，如植被、岩性地物波谱异常差异造成的线性分界。

活动断层及构造微地貌解译要素的遥感影像表现特征见附录B。

8.5 参数测量

8.5.1 测量内容

应基于影像与DEM测量以下参数：

- a) 地震地表破裂带长度与走向，断层陡坎等断错地貌体的长度与走向，构造地貌面轴长、轴向与面积，线状地貌体的水平位错量，活动断层累计位错量，可分辨的单次地震事件位错量等。
- b) 断层产状，地层产状，陡坎高度，断层倾滑位移量，地貌面高度，地貌面垂向位错量，冲沟垂向位错量，跌水高度等。
- c) 宜提取水系、冲沟，制作河床纵剖面，计算流域面积-高程积分、河床纵比降、凹凸度、倾斜度等参数。

8.5.2 要求

参数测量应满足下列要求，突出地形起伏和地貌细节信息：

- a) 应进行高分辨率影像与DEM的三维叠加处理分析；
- b) 针对高分辨率影像应选择适当的彩色渲染，突出地貌细节信息；
- c) 针对DEM应选择适当的高程夸张因子，突出地形起伏。

9 质量检查

9.1 数据质量与处理精度

数据质量与处理精度检查的内容包括：

- a) 同时具有高、中、低多分辨率遥感影像资料，辅助资料比例尺符合出图要求；
- b) 提取的DEM精度评定结果满足CH/T 1026-2012中的相关要求；
- c) 遥感影像信息处理方法的有效性，能够突出活动断层及构造地貌信息；
- d) 数据精度应不低于相应制图比例尺制图要求。

9.2 要素解译精确性

9.2.1 验证内容

要素解译正确性检查的方法应采取野外踏勘的方式，验证内容包括：

- a) 对宏观线性或面状纹理结构的验证与鉴定；
- b) 地层与地貌单元的遥感识别准确度验证；
- c) 不同沉积地层详细边界与地貌单元边界的位置精度验证；
- d) 构造微地貌的类型及其分期或分级的准确度与可靠性；
- e) 遥感解译结果位置精度验证；
- f) 断层活动地貌证据补充。

9.2.2 验证要求

解译要素正确性检查应满足下列要求：

- a) 验证的点、线应布置合理；
- b) 各种原始记录（路线布置图、记录表、实地照片等）齐全；
- c) 验证比例应达到20%。

9.3 参数测量精度

9.3.1 验证内容

参数测量精度的检查方法应采取野外量测方式，验证内容包括：

- a) 遥感解译典型地段构造地貌要素测量精度检查；
- b) 遥感解译断错地貌特征测量精度检查。

9.3.2 验证要求

参数测量精度的验证应满足下列要求：

- a) 野外测量应配备便携式 GNSS、相机、罗盘及其他必要测量设备；
- b) 对验证点进行定位、照相、测量、描述等记录工作。

9.4 室内补充工作

室内补充工作应包含以下三个内容：

- a) 修订遥感活动断层与地貌解译成果；
- b) 新增活动断层与地貌单元解译成果；
- c) 补充野外测量参数。

10 成果编制

10.1 图件编制

10.1.1 图件类型

活动断层探索遥感解译图件编制应产出以下两种：

- a) 条带状活动断层遥感解译图，比例尺不低于 1:50000；
- b) 活动断层典型错断地貌，比例尺不低于 1:5000。

10.1.2 制图表达要素

活动断层探索遥感解译图件制图要素符合下列要求：

- a) 活动断层遥感解译图表达要素应包括：
 - 1) 连续或断续状断层迹线、线性构造要素，如：线性地震地表破裂带、线性陡坎等；
 - 2) 面状构造单元和构造地貌要素，如：断层崖、断层三角面、构造盆地、冲（洪）积扇、第四纪地层、基岩区等；
 - 3) 构造微地貌，如断错冲沟、断错阶地、冲沟水系等。
- b) 活动断层典型错断地貌图表达要素应包括：
 - 1) 单体尺度不小于 30m 的地质、地貌、断层迹线或线性构造要素，如：地震地表破裂、断层陡坎、冲沟水系、冲洪积扇划分、第四系地层与基岩区划分等；
 - 2) 位移值不小于 5m 的断错地貌单元，如：断错冲沟、断错阶地、断塞塘、地震鼓包、挤压脊、闸门脊、地震沟槽等。

10.1.3 图件样式

图件样式应满足下列要求：

- a) 对不同活动断层及微地貌类型使用特殊的符号加以区分和标注，图例符号应符合 DB/T 53-2013 中的相关规定；
- b) 图名、图例、比例尺，内外图廓线、经纬度、公里网、地名注记、图式图例、符号等制作标准应符合 DB/T 53-2013 中的相关规定。

10.1.4 活动断层遥感解译制图实例。

活动断层遥感解译制图实例见附录C。

10.2 成果报告

10.2.1 报告内容

成果报告应包括以下章节：

- a) 绪言；
- b) 区域地质地貌概况；
- c) 资料与技术方法；
- d) 区域活动断层几何学特征遥感调查；
- e) 重要活动断层与构造微地貌运动特征遥感调查；
- f) 调查结论；
- g) 参考文献；
- h) 附图。

10.2.2 绪言

应叙述任务来源、工作方法、工作部署、人员组成、调查区地理位置、工作量统计、任务完成情况等。

10.2.3 区域地质地貌概况

应简要描述区域地质构造背景、地层、岩浆岩的出露情况、第四纪地层、地貌特征等。

10.2.4 资料与技术方法

资料与技术方法介绍应包括下列内容：

- a) 资料收集：应详细叙述收集到的遥感资料，包括光学影像、雷达影像、航片、老卫片等，介绍每种数据源的传感器类型、波段、分辨率与时相信息，以及每种数据的用途及预期使用效果；
- b) 技术方法：
 - 1) 介绍主要数据源的前期预处理过程，并对预处理结果做出评价；
 - 2) 介绍研究中主要使用的遥感信息增强提取方法，以及每种方法的预期使用效果，并给出处理后的解译标志影像。

10.2.5 区域活动断层几何学特征遥感调查

区域活动断层几何学特征遥感调查章节内容应包括：

- a) 活动断层几何学遥感特征：应详细描述遥感资料解译出的活动断层的平面分布特征与产状要素、几何学分段特征、构造组合样式，分析不同活动断层之间的交切关系，并结合地质与地球物理资料，叙述断层的形成及演化特征；
- b) 野外查验：对典型的、地层、地貌与构造单元进行的野外选点验证结果。

10.2.6 重要活动断层与构造微地貌运动特征遥感调查

重要活动断层与构造微地貌运动特征遥感调查章节内容应包括：

- a) 活动断层的运动学遥感特征：应详细描述断层的活动性质与遥感判断依据，利用高分辨率影像与DEM资料获取断层垂直位移和水平位移；
- b) 地震地表破裂带遥感特征：应详细描述地震地表破裂带的长度、宽度、破裂类型、破裂性质及组合特征，位移和位移分布，给出遥感判别依据等；
- c) 野外查验：对主要断层存在的证据与断层活动性地貌证据的野外现场验证结果，对典型地貌特征参数的野外量测结果。

10.2.7 调查结论

应叙述活动断层遥感调查工作取得的主要成果与结论、存在问题、今后工作展望等，次级章节应包括：

- a) 取得的主要成果；
- b) 问题讨论。

10.2.8 参考文献

应列出正文中引用的全部文献。

10.2.9 附图

按照本标准10.1条中的相关规定提供成果图件。

10.3 资料入库

10.3.1 活动断层遥感资料入库格式

10.3.1.1 影像入库格式

影像入库格式要求如下：

- a) 影像数据宜为通用的带有坐标信息的栅格文件。
- b) 影像数据空间参考系应采用WGS1984坐标系统，或采用CGC2000中国大地坐标系统，投影方式采用高斯-克吕格投影。

10.3.1.2 矢量入库格式

矢量入库格式要求如下：

- a) 入库矢量数据需为通用的矢量格式；
- b) 入库矢量数据属性字段应符合DB/T XX-20XX（1:50000活动断层填图数据库规范）要求；
- c) 入库矢量数据应采用WGS1984坐标系统，或采用CGC2000中国大地坐标系统。

10.3.2 资料汇交

活动断层遥感解释过程中使用的遥感资料，野外记录表等关键性的和重要的中间成果均应编录建档，作为原始资料保存。移交资料应包括以下内容：

- a) 各级数据产品；
- b) 工作报告；
- c) 检查记录；

d) 移交清单。

附 录 A
(资料性附录)
InSAR 提取 DEM 的方法与流程

A.1 InSAR提取DEM流程包括以下几步：

A.1.1 原始数据解析

解析不同雷达卫星类型数据格式，并转换到通用影像格式。

A.1.2 基线估算

通过时间基线，空间基线和多普勒基线对干涉对进行初步估计以评估干涉对质量。一般情况下，选择时间基线短，空间基线较长的干涉对。

A.1.3 影像配准

干涉配准过程包含基于轨道的初配准，基于像元的粗配准，基于亚像元的精配准。主从影像配准精度需要达到亚像元级。常用的方法包括：相干系数法、最大干涉频谱法、基于相位的最小二乘法相关系数法和基于强度的最小二乘方法等。

A.1.4 干涉图生成和相干图计算

计算出精确配准参数后，对从图像的复数值进行重采样。主、从图像相应像元的复数值进行共扼相乘，计算干涉图。为了评价干涉质量，并为干涉图滤波及相位解缠提供参考依据，需要计算相干图。

A.1.5 干涉图去平

对于平行轨道或双天线情况，平坦地区的干涉相位随距离和方位的变化而有规律地表现为一系列竖直的平行条纹，称之为平地效应。为了降低干涉图的条纹频率，减小干涉图滤波和相位解缠的难度，进行平地效应去除工作。

A.1.6 干涉图滤波

为减少干涉图中的相位噪声，降低相位解缠的难度，对干涉图进行有效的滤波处理。常用的滤波方法有空间域滤波、频率域滤波和时频分析滤波等。空间域滤波方法主要有条纹方向自适应滤波方法、多视滤波方法和矢量滤波方法等。

A.1.7 相位解缠

为了利用干涉图获取地面的高程信息，需对其进行相位解缠处理，确定各像元之间的真实干涉相位差。相位解缠主要方法有枝切法，最小不连续法、共扼梯度法、网络规划法、遗传算法等。

A.1.8 轨道重估计

由于高程精度受基线参数影响较大，基线参数估计误差将引起中明显的“斜坡”效应，因此需要采用较合适的基线估计方法来精确估计基线参数。

A.1.9 高程信息获取

解缠相位信息转换到高程信息。

A. 1. 10 地理编码

获得地面点的高程信息之后,可根据主辅图像中的像点坐标及定向参数,由图像构像模型进行地理编码。

A. 1. 11 DEM结果验证和比对

利用外部DEM数据或者精密控制点数据对构建的DEM数据进行对比验证。

附录 B
(资料性附录)
典型活动断层与构造微地貌遥感影像判别标志

B.1 高分辨率影像活动断层遥感识别标志

高分辨率影像活动断层遥感识别构造要素有冲沟位错、断错阶地、反向陡坎、地震裂缝、断塞塘、拉分盆地、挤压脊、地震鼓包等，表B.1中给出了这些构造要素解译标志的实例说明。

表B.1 高分辨率影像活动断层遥感识别标志

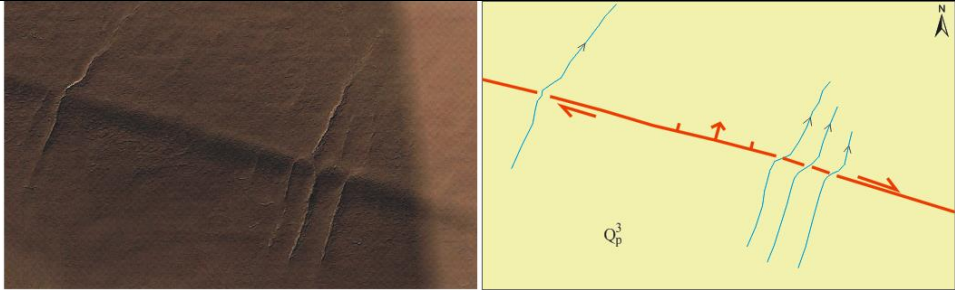
编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
1	冲沟位错		格林错断裂带	沿断裂带，四条冲沟发生同步右旋位错，冲沟规模相当，位错量相同，平均右旋位错量 14m，为最新一次地震活动造成。	冲沟同步弯曲

表 B.1 （续）

编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
2	冲沟位错		冷龙岭断裂带	地面 LiDAR 测量冲沟同步左旋位错	冲沟同步弯曲

表 B.1 （续）

编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
4	断错阶地与冲沟	<div></div>	当雄断裂带	沿断裂带，冲沟与阶地发生左旋断错。冲沟与阶地位错量级相当，为同一次地震事件所造成。	线性地表破裂与阶地位错

表 B.1 （续）

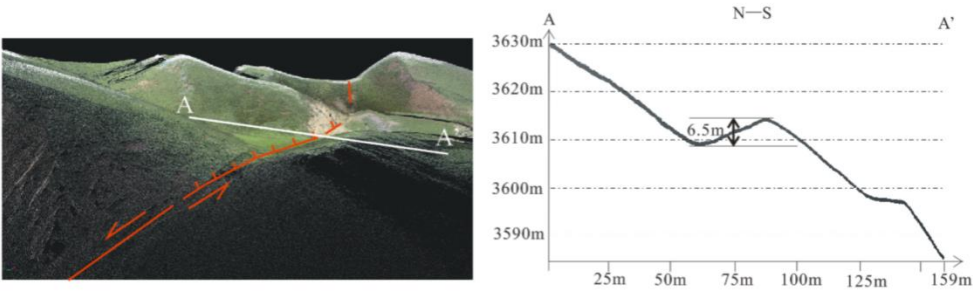
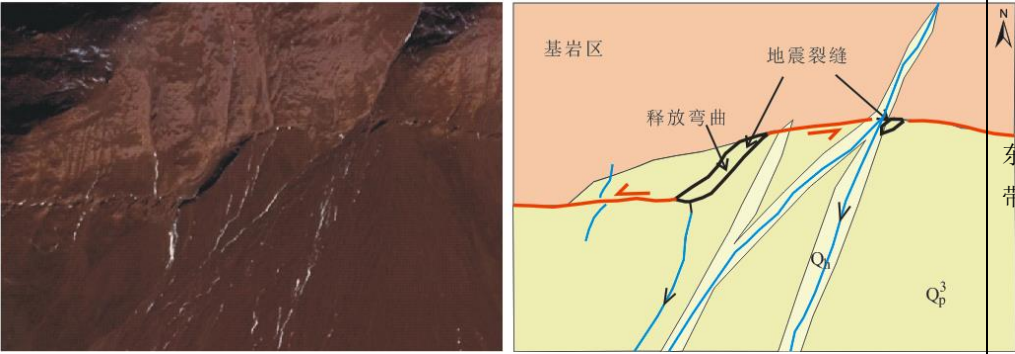
编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
5	反向陡坎		冷龙岭断裂带	地面 LiDAR 测量断裂活动形成的反向陡坎，陡坎高度约 6.5m。	顺坡发育的反向陡坎
6	地震裂缝		东昆仑断裂带	断层左行走滑运动，于断层释放弯曲部位形成小型地表裂缝，在遥感影像中表现出阴影。	地表沟槽与线性破裂

表 B.1 （续）

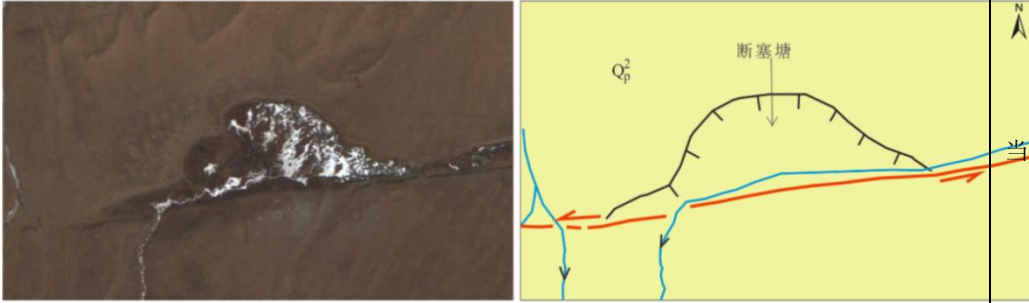
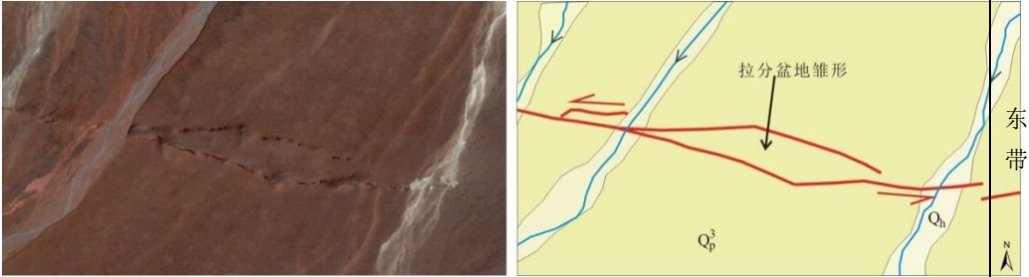
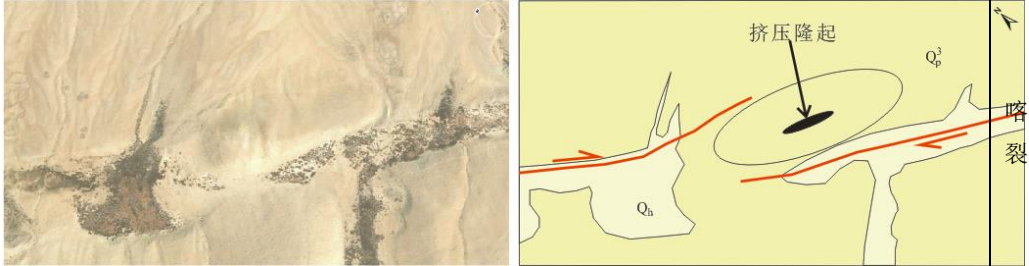
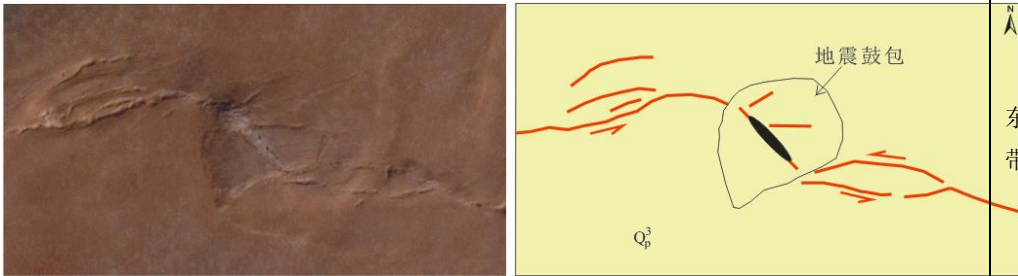
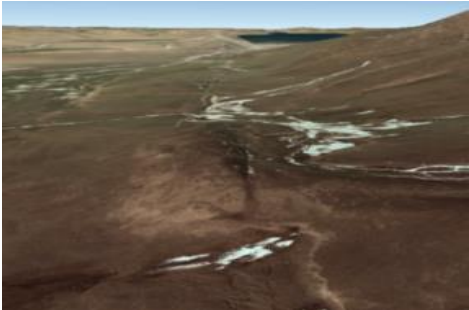
编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
7	断塞塘		当雄断裂带	断层活动阻塞冲沟水系，沿断层形成小型湖泊	
8	拉分盆地		东昆仑断裂带	左行剪切走滑断裂，于断层释放弯曲部位形成拉分盆地的雏形，遥感影像中表现为菱形地表破裂围限的形态。	菱形地表破裂围限的形态。
9	挤压脊		喀喇昆仑断裂带	右行剪切走滑断层，在剪切挤压隆起区形成的隆起地貌	地表褶曲隆起地貌

表 B.1 （续）

编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
10	地震鼓包		东昆仑断裂带	断层右行走滑作用，在抑制弯曲部位形成的挤压隆起地貌	地表褶曲隆升
11	地震鼓包		崩错断裂	断层左行走滑作用，在抑制弯曲部位形成小型隆起，在高分辨率三维景观图中，可发现凸起地形。	地表褶曲隆升

B.2 中分辨率影像活动构造遥感识别标志

中分辨率影像活动构造遥感识别构造地貌包括地震地表破裂带、闸门脊、拉分盆地、断错阶地、构造湖、雁行斜列式地表破裂、断层陡坎、断层三角面等，表B.2中给出了这些构造地貌的解译标志实例说明。

表B.2 中分辨率影像活动构造遥感识别标志


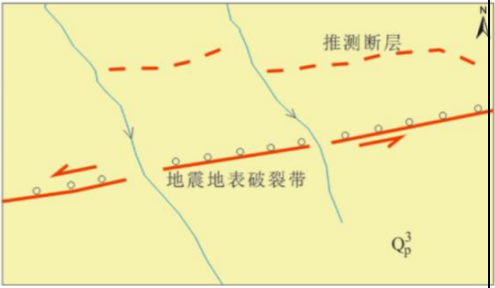

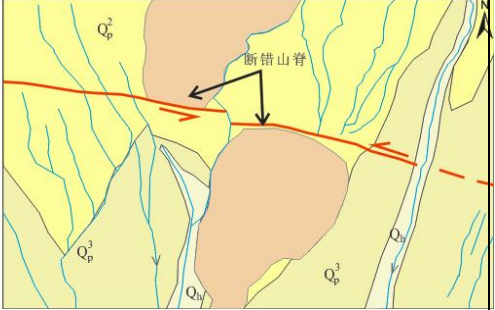

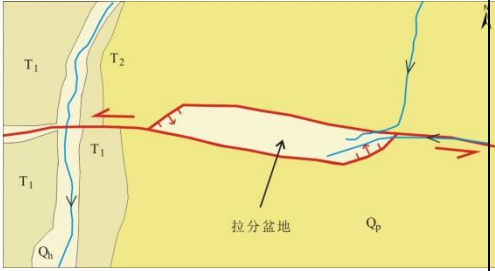
编号	构造要素	遥感影像实例		断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
1	地震地表破裂带			当雄断裂带	断层活动错断至地表，形成线性地表破裂特征，在中等尺度的遥感影像中可以追溯线性影像特征。	线性地表破裂特征
2	闸门脊			康西瓦断裂带	断层左行运动，断错山脊阻塞冲沟形成闸门脊，在中等分辨率的遥感影像中可以看到山体的不连续现象。	山脊错断脊部连续
3	拉分盆地与断错阶地			康西瓦断裂带	左行剪切走滑断层，于释放弯曲部位形成菱形状的拉分盆地，随着断层的不断活动，盆地规模逐渐扩大。	菱形地表破裂

表 B. 2（续）


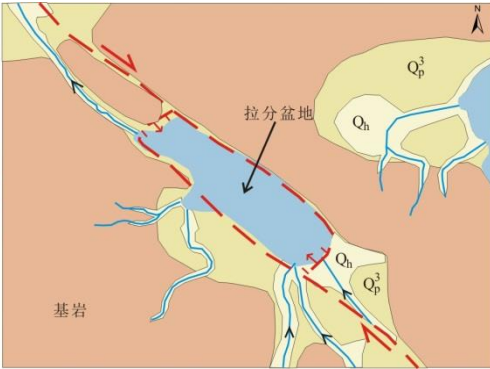
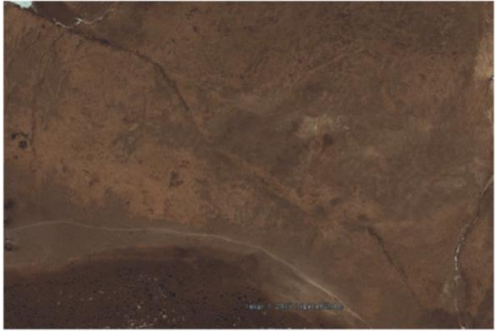
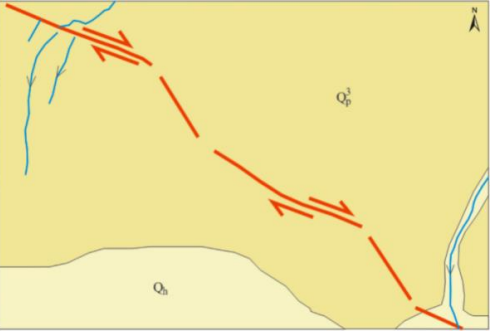
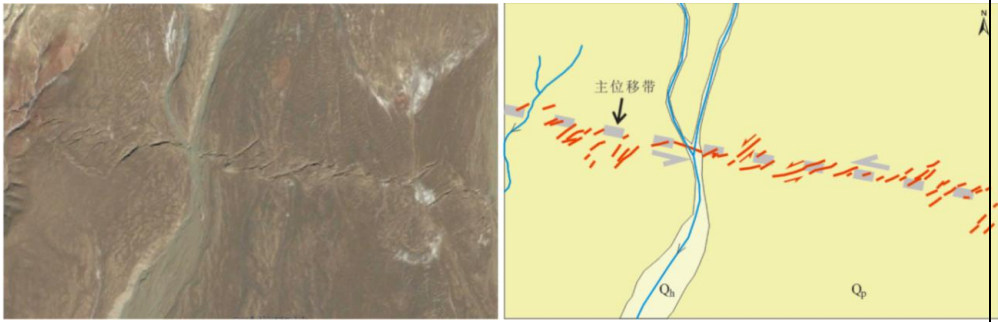
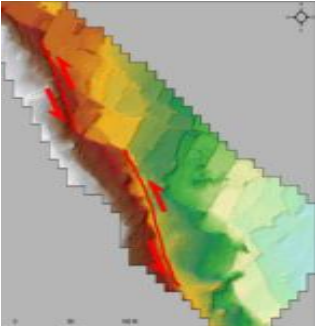

编号	构造要素	遥感影像实例		断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
4	构造湖			崩错断裂	右行剪切走滑断层，于释放弯曲部位形成拉分盆地，盆地规模逐渐扩大，形成构造湖。	菱形破裂形态
5	雁行斜列式地表破裂			崩错断裂	右行剪切走滑断层，形成的右行右阶排列的雁行斜列式地表破裂，在中分辨率遥感影像上，可以追踪断裂带形成的线性影像特征。	弯曲状地表破裂

表 B. 2（续）

编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
6	雁行斜列式地表破裂		东昆仑断裂带	左行剪切走滑断层, 形成的沿主位移带分布的里德尔破裂带, 在中分辨率遥感影像上, 可以追踪断裂带形成的线性影像特征。	地表裂隙平行分布
7	断层陡坎		小鱼洞断裂	LiDAR 数据中的断层线性陡坎	
8	断层三角面		东昆仑断裂带	断层正断活动错断山脊, 在冲沟下切侵蚀作用下, 形成完整的三角面形态	三角形错断山脊

B.3 低分辨率影像活动构造遥感识别标志

低分辨率影像活动构造遥感识别构造地貌包括线性陡坎、断层控制湖泊等水体、断层崖、断层控地物光谱差异、断层控制火山口、断陷盆地、隆起地貌等，表B.3中给出了这些构造地貌要素的解译标志实例说明。

表B.3 低分辨率影像活动构造遥感识别标志


编号	构造要素	遥感影像实例		断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
1	线性陡坎			郟庐断裂带 麦坡段	断层错断至地表，形成刀切状线性平直的陡坎地貌，断错地层两侧岩性差异，在遥感影像中，连续线性特征明显。	大规模线性连续地表破裂

表 B. 3（续）


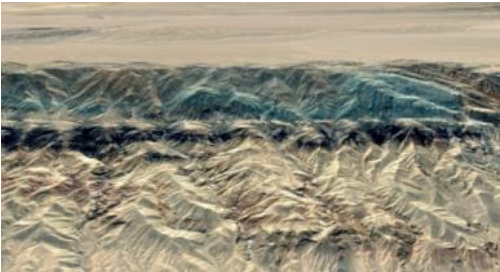
编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
2	断层控制湖泊		郯庐断裂带	断层活动控制的水体线性边界，在低分辨率影像中，线性分界特征明显。	平直湖体边界
3	断层崖		东昆仑断裂带	断层错断山脊形成陡峭断层崖，影像特征平直。	大规模线性陡崖

表 B. 3（续）

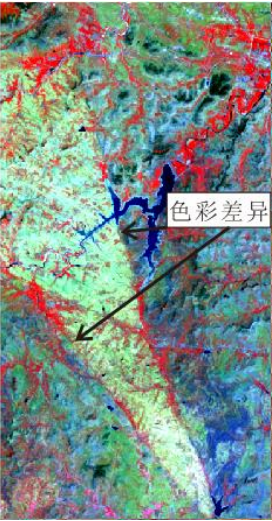

编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
4	断层控地物 光谱差异		苍尼断裂	断层活动造成植被与岩性差异形成的线性分界，在低分辨率影像中，线性色调差异明显。	植被异常分解
5	断层控制火山口		石山断裂	断层控制火山口的分布，在中低分辨率影像中特征明显。	圆形火山口与火山堆

表 B. 3（续）



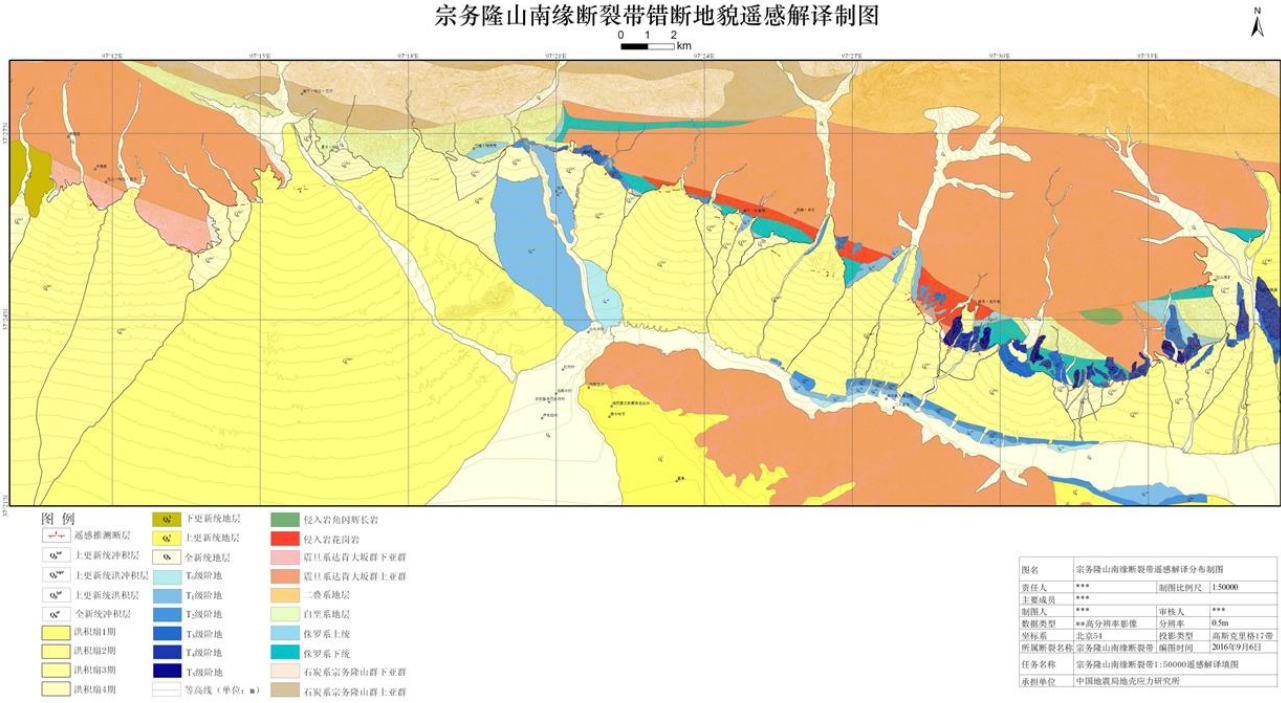
编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
6	断层控制水体		喀喇昆仑断裂带	断层控制水体或含水性的差异	水体线性集中
7	断陷盆地		山西地堑系	拉张正断作用形成的大型断陷裂谷盆地，在低分辨率影像中，盆地面状特征明显。	地形反差

表 B. 3（续）

编号	构造要素	遥感影像实例	断层名称	遥感影像实例特征描述	标志识别要点
8	隆起地貌		龙泉山断裂	逆冲断层作用造成地层的隆起弯曲	地形隆起

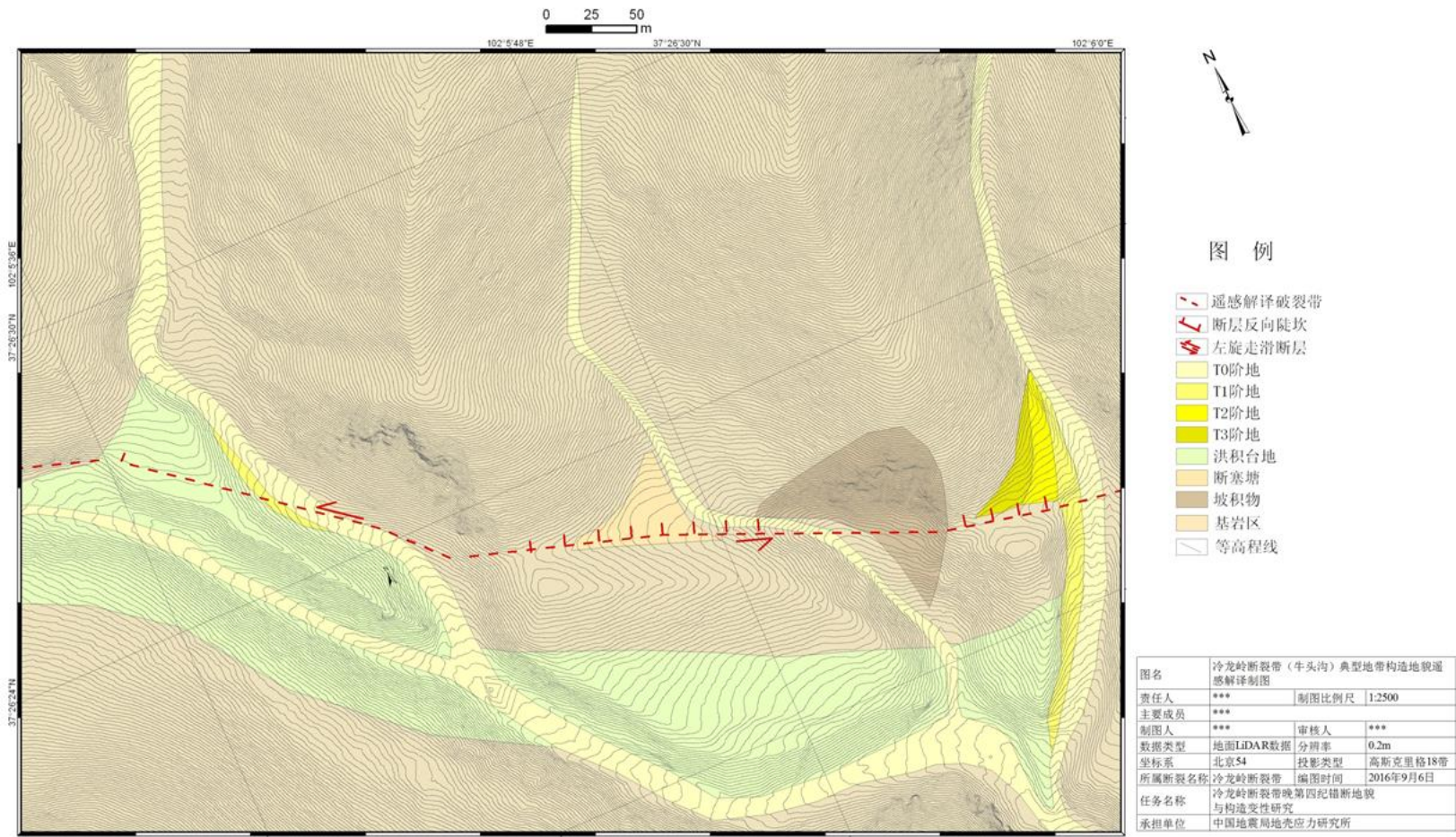
附录 C
(资料性附录)
活动断层遥感解译制图示例

图C. 1给出了一个活动断层遥感解译分布图示例。
图C. 2给出了一个典型地带断层错断地貌遥感解译制图示例。



图C. 1 活动断层遥感解译制图示例

冷龙岭断裂带典型地带构造地貌遥感解译制图



图C.2 典型地段断层错断地貌遥感解译制图示例

参 考 文 献

- [1] DD 2001-01 1:250000遥感地质调查技术规定
 - [2] GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语
 - [3] GB/T 18207.2-2005 防震减灾术语 第2部分：专业术语
 - [4] GB/T 23236-2009数字航空摄影测量 空中三角测量规范
 - [5] 江娃利. 1991. 航空像片在活断层研究中的应用. 地震地质, 13(4): 323-331。
 - [6] 曹伯勋. 1995. 地貌学与第四纪地质学. 武汉: 中国地质大学出版社。
 - [7] 梅安新, 彭望琚, 秦其明等. 2001. 遥感导论. 北京: 高等教育出版社。
 - [8] 王佩军, 徐亚明. 2005. 摄影测量学. 武汉: 武汉大学出版社。
 - [9] 田明中, 程捷等. 2009. 第四纪地质学与地貌学. 北京: 地质出版社。
 - [10] 王春祥, 李晓, 盛庆伟. 2011. 航空摄影测量学. 郑州: 黄河水利出版社。
 - [11] 何宏林. 2011. 活动断层填图中的航片解译问题. 地震地质, 33(4): 939-949。
-