

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 36072—2018

---

## 活动断层探测

Surveying and prospecting of active fault

2018-03-15 发布

2018-10-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会



## 目 次

前言 .....	Ⅲ
引言 .....	Ⅳ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本规定 .....	3
5 工作流程、工作内容与技术要求 .....	4
6 探测方法 .....	9
附录 A (规范性附录) 1 : 50 000~1 : 10 000 活动断层填图图例 .....	21
附录 B (规范性附录) 数据分层组织 .....	25
参考文献 .....	28



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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:中国地震局地质研究所、中国地震局地球物理勘探中心、中国地震局地震预测研究所、中国地震局地壳应力研究所、北京师范大学、中国地震局地球物理研究所、宁夏回族自治区地震局、山西省地震局、江苏省地震局、陕西省地震局、中国地震灾害防御中心、中煤科工集团西安研究院有限公司。

本标准主要起草人:徐锡伟、刘保金、杨晓平、于贵华、冉勇康、田勤俭、张景发、杜克平、丁志峰、柴炽章、李自红、刘建达、冯希杰、何宏林、李峰、谭锡斌、程建远、吴熙彦。

## 引 言

国内外大量震例研究表明,活动断层是地震的根源,也是地震灾害的元凶。活动断层地震地表破裂和错动对地面建(构)筑物造成严重的直接毁坏,叠加在地震振动破坏之上,加重了活动断层沿线的地面破坏和灾害程度,表现出活动断层对严重地震灾害带分布具有明显的控制作用。国内外震灾预防的实践经验表明,探明活动断层的空间位置和构造属性,科学评价其地震危险性,在此基础上合理避让或者采取有效的工程措施,是减轻地震灾害风险和减少灾害损失的有效途径。

我国地处多板块相互作用的交接部位,地质构造复杂,活动断层广泛分布,许多经济发达区、重大工程场址区、重要生命线工程沿线、位于地震基本烈度Ⅶ度及以上城镇可能存在活动断层,历史上北京、天津、西安、唐山等许多人口稠密的大中城市曾遭遇过强烈地震袭击。由于过去对活动断层的危害性缺乏足够的认识,并受各种条件限制,迄今为止对我国大陆地区活动断层的展布及其地震危害性的调查研究程度很低,给国土利用规划和建设发展留下了严重的安全隐患。随着我国经济建设和城镇化进程加快,城乡地震安全越来越受关注,应用地质与地球物理等探测技术,探明活动断层分布及其属性,为城镇规划、国土利用、工程建设等提供科学依据,是坚持“以防为主、防抗救相结合”原则,实现“从注重灾后救助向注重灾前预防转变”和“从减少灾害损失向减轻灾害风险转变”的重要举措。《中华人民共和国防震减灾法》对开展活动断层探测和建设工程避让活动断层做出了规定,以技术标准 as 支撑,更好地规范活动断层探测工作及其成果产出,是当前和今后一段时间震灾预防的重要任务之一。

我国自“九五”期间开始尝试开展活动断层探测工作,逐步形成了一套行之有效的活动断层探测技术体系和工作方法,积累了一定的研究成果和工作经验,并先后制定了相关地震行业标准和技术规范,为推进相关工作开展和成果应用发挥了应有的作用。为充分利用社会资源,保质保量地完成我国地震多发区或地震基本烈度在Ⅶ及以上地区活动断层鉴定和准确定位,落实“以防为主”的原则,为有效减轻地震灾害风险提供基础和技术保障,需要制定国家层面的技术标准,指导、规范、约束各行各业活动断层探测行为。本标准是在总结我国近 20 年活动断层探测工作的成果,特别是梳理分析近 10 年来地震系统相关技术规范 and 行业标准实施过程中得与失的基础上,同时借鉴美国等国家相关工作的先进经验,对活动断层探测的方法技术体系、工作流程、主要内容、数据管理和产出成果等环节进行规范,是开展活动断层探测的基本遵循。

已有实践证明,浅层地震勘探是隐伏活动断层探测和定位行之有效的主要地球物理勘探方法,跨断层钻孔联排探测是隐伏活动断层鉴定的主要技术手段,活动断层探测实施方案编制和探测过程中要保证必要的工作量,同时鼓励探索和发展其他新的地球物理勘探技术,为活动断层的精确定位和相关减灾提供更好的技术支撑。

# 活 动 断 层 探 测

## 1 范围

本标准规定了活动断层探测的基本规定、工作流程、工作内容与技术要求以及探测方法。

本标准适用于活动断层调查、鉴定与探测,以及活动断层地震危险性评价和数据库建设工作。

## 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 958—2015 区域地质图图例

GB 6722—2014 爆破安全规程

GB 12950 地震勘探爆炸安全规程

GB/T 13923—2006 基础地理信息要素分类与代码

GB/T 13989—2012 国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB/T 15968—2008 遥感影像平面图制作规范

GB/T 18207.1—2008 防震减灾术语 第1部分:基本术语

GB/T 18207.2—2005 防震减灾术语 第2部分:专业术语

GB/T 18208.3—2011 地震现场工作 第3部分:调查规范

GB/T 18314—2009 全球定位系统(GPS)测量规范

GB/T 20257.2—2006 国家基本比例尺地图图式 第2部分:1:5 000 1:10 000 地形图图式

GB/T 20257.4—2007 国家基本比例尺地图图式 第4部分:1:250 000 1:500 000 1:1 000 000 地形图图式

GB/T 20258.2—2006 基础地理信息要素数据字典 第2部分:1:5 000 1:10 000 基础地理信息要素数据字典

GB/T 20258.4—2007 基础地理信息要素数据字典 第4部分:1:250 000 1:500 000 1:1 000 000 基础地理信息要素数据字典

CH/T 1007—2001 基础地理信息数字产品元数据

CH/T 1010—2001 基础地理信息数字产品 1:10 000、1:50 000 数字栅格地图

CH/T 1015.4—2007 基础地理信息数字产品 1:10 000 1:50 000 生产技术规程 第4部分:数字栅格地图(DRG)

DB/T 53—2013 1:50 000 活动断层填图

DB/T 65—2016 1:50 000 活动断层填图数据库规范

DZ/T 0170 浅层地震勘查技术规范

DZ/T 0180 石油、天然气地震勘查技术规范

## 3 术语和定义

GB/T 18207.1—2008、GB/T 18207.2—2005 和 GB/T 18208.3—2011 界定的以及下列术语和定义

适用于本文件。

3.1

**活动断层 active fault**

距今 12 万年以来有过活动的断层,包括晚更新世断层和全新世断层。

3.2

**隐伏活动断层 buried active fault**

被第四系覆盖的,地表没有迹线的活动断层。

3.3

**推测活动断层 inferred active fault**

距今 12 万年以来活动证据不确切,但根据构造类比、地震活动性或构造应力场推测可能活动的断层。

3.4

**全新世断层 Holocene fault**

全新世期间或距今 12 000 年以来发生过位移的断层。

3.5

**晚更新世断层 late Pleistocene fault**

晚更新世期间发生过位移,但无全新世活动证据的断层。

3.6

**早中更新世断层 early and middle Pleistocene fault**

早中更新世期间发生过位移,但无晚更新世以来活动证据的断层。

3.7

**前第四纪断层 pre-Quaternary fault**

第四纪以来不活动的断层。

3.8

**地震活动断层 seismo-active fault**

曾经发生和可能发生地表破裂型地震的活动断层。

3.9

**地震地表破裂带 earthquake surface rupture zone**

震源断层错动在地表产生的破裂和变形的总称。

注:地震地表破裂带由地震断层、地震陡坎、地震鼓包、地震裂缝、地震凹陷、地震沟槽等组成。

3.10

**断层上断点 uppermost point of a fault**

断错最新地层的断层顶点位置。

3.11

**活动断层变形带宽度 deformation width of active fault**

活动断层错动引起的地表破裂和变形范围。

注:由多条平行或近平行的分支断层组成的活动断层带,其变形带包含所有分支断层的变形范围。

3.12

**地震破裂段 earthquake rupturing segment**

活动断层上单个地震发生破裂的部分。

3.13

**同震位移 co-seismic slip**

地震破裂过程中活动断层产生的滑动量。



## 3.14

**最大可能地震 maximum probable earthquake**

特定活动断层段未来给定时段内可能发生的、震级最大的地震。

## 3.15

**历史地震 historical earthquake**

发生在有地震仪器记录之前,依据历史文献记载确定的地震事件。

## 3.16

**古地震 paleo-earthquake**

没有文字记载、采用地质学方法发现的地震事件。

## 3.17

**特征地震 characteristic earthquake**

某一特定断层地震破裂段上重复发生的、震级大小相近的地震。

## 3.18

**地震构造环境 seismotectonic setting**

与区域地震活动及其空间分布关系密切的地壳动力学与地质构造背景总称。

## 3.19

**活动断层探测 surveying and prospecting of active fault**

利用地质与地球物理方法综合确定活动断层位置和产状,获取晚第四纪活动性质、幅度、时代、滑动速率及大地震复发间隔等参数的技术过程。

注:活动断层探测包括活动断层探查、鉴定、定位、地震危险性评价和数据库建设等内容。

## 3.20

**活动断层地震危险性评价 earthquake risk assessment on active fault**

判定活动断层未来一定时段内发生中强以上地震的段落(位置)、最大可能地震和发震危险性的过程。

## 4 基本规定

## 4.1 探测对象与分类

探测对象包括地表出露迹线或隐伏地下的活动断层,可分为单条活动断层探测和目标区活动断层探测两类。

## 4.2 探测范围

4.2.1 单条活动断层的探测范围应为目标断层两侧各 2 km~4 km。

4.2.2 活动断层探测目标区是指开展活动断层调查与勘探的地域,其边长应不小于 25 km;探测区指用于评价所在区域地震活动水平和地震构造环境的工作范围,应以目标区为中心,边长应不小于 150 km。

## 4.3 资料收集与整理

4.3.1 应收集探测区符合 GB/T 13989—2012、CH/T 1010—2001、CH/T 1015.4—2007 和 DB/T 65—2016 规定的数字地形图、遥感影像、地震、地貌、地质、地球物理、科学钻探、工程地质勘察、大地形变测量等方面的资料和成果。

4.3.2 应对探测区和目标区主要断层进行高分辨率卫星影像或航空影像的判读,初步编制 1:250 000 探测区地震构造解译图和比例尺应不小于 1:50 000 目标区活动断层解译图或单条活动断层地质-地貌解译图。

4.3.3 应在探测区获取三个以上大地测量控制点的北京 54、西安 80、CGC2000、WGS84 或地方坐标系下的坐标;基础地理数据和探测数据应采用统一的经、纬度坐标,定位参考系应采用 WGS84 坐标系或 CGC2000 国家大地坐标;高程基准宜为 1985 国家高程基准。

#### 4.4 活动断层数据库

4.4.1 活动断层数据库建设应贯穿活动断层探测工作的全过程:在编制活动断层探测技术方案的同时,完成基础地理数据入库;在活动断层探测不同阶段工作的同时,开展相应专业数据入库、元数据库建设和活动断层探测数据库集成,并对数据进行质量检测。

4.4.2 入库数据应包括活动断层探测各阶段的原始数据、重要的阶段性成果、专业成果图及其说明文档和最终成果。

4.4.3 应建立基于统一地理信息系统(GIS)数据模型结构基础上的活动断层探测成果数据管理系统,将空间数据分层存储,同时兼顾数据可视化效果。

#### 4.5 主要产出成果

4.5.1 产出成果应包括成果图件、技术报告和数据库。其中,成果图件的数据应从符合 5.8 要求的数据库中提取和组织,图件图例应符合附录 A 的规定。

4.5.2 活动断层成果图件宜包括下列 5 种:

- a) 探测区地震构造图,比例尺为 1:250 000;
- b) 目标区活动断层分布图或探测范围活动断层地质-地貌图,比例尺为 1:50 000;
- c) 目标区标绘在 1:25 000~1:10 000 地形图上的单条活动断层分布图;
- d) 垂直活动断层走向的地质剖面图,比例尺 1:25 000~1:10 000;
- e) 相应比例尺的实际材料图。

4.5.3 活动断层探测技术报告应包括下列内容:

- a) 前言;
- b) 区域地震构造环境分析;
- c) 第四纪地层与地貌分析;
- d) 活动断层鉴定与定位;
- e) 活动断层地震危险性评价;
- f) 活动断层变形带宽度评价;
- g) 活动断层数据库与管理系统的说明;
- h) 主要结论;
- i) 参考文献。

4.5.4 活动断层数据库应包括下列内容:

- a) 基础地理数据;
- b) 调查、探测和鉴定等专业数据;
- c) 非空间数据属性表;
- d) 专业成果图及其说明文档。

### 5 工作流程、工作内容与技术要求

#### 5.1 工作流程

5.1.1 工作流程包括下列六个阶段:

- a) 探测技术方案编制与修正;

- b) 控制性探测与断层活动性初步鉴定；
- c) 活动断层详细探测、活动性鉴定和定位；
- d) 深部地震构造环境分析；
- e) 活动断层地震危险性评价；
- f) 活动断层变形带宽度确定。

5.1.2 工作流程示意图见图 1,在工作的每一个阶段应按 5.8 和附录 B 的要求进行相关数据入库。

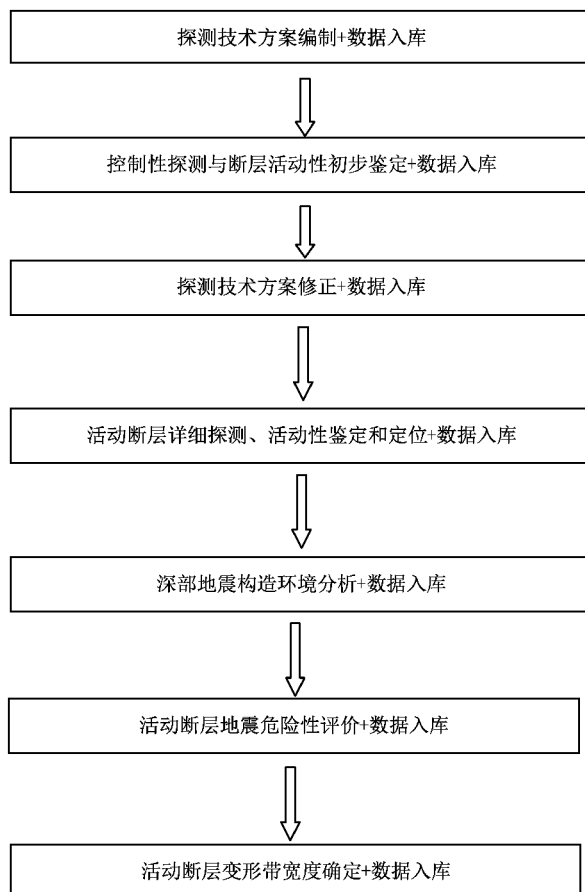


图 1 活动断层探测工作流程示意图

## 5.2 探测技术方案编制

5.2.1 应在广泛收集、整理和分析地震、地质、测绘、矿山、石油天然气、水文地质、城建等部门或单位研究成果基础上,确定探测区和目标区范围;基于探测区和目标区活动断层高分辨率遥感影像解译初步结果和实地踏勘,编制单条活动断层或目标区活动断层探测技术方案。

5.2.2 探测技术方案应包括探测区和目标区范围、探测区区域地震地质环境、探测方案编制依据、工作目标、工作内容与工作量、探测方法与技术途径、数据库建设、技术指标、预期成果、进度安排和经费预算等内容。

5.2.3 在控制性探测与断层活动性初步鉴定后,应对探测技术方案作必要的修正:鉴定为早中更新世断层或前第四纪断层,可终止详细探测与定位工作;对新发现的活动断层,应视数量、规模、位置、重要性、勘探难易程度和经费情况等,合理选择需详细探测的活动断层,明确开展地震危险性和变形带宽度评价的活动断层。

5.2.4 探测技术方案经专家论证后方可施工,并作为验收的依据。

### 5.3 控制性探测与断层活动性初步鉴定

5.3.1 采用高分辨率遥感解译、地质地貌调查、浅层地震勘探、钻探或槽探等方法,开展控制性探测确定断层的位置,对断层活动性进行初步鉴定,编制 1:250 000 探测区地震构造图,确定需要进一步探测的活动断层。

5.3.2 对地表出露迹线的断层,应选择高分辨率遥感影像解译、地质-地貌填图、槽探、年代样品采集与测试等技术方法进行探测,确定断层的几何结构和展布,初步判断断层的活动性。

5.3.3 对隐伏地下的断层,宜选择长波段雷达影像解译、浅层地震勘探、钻探、槽探、年代样品采集与测试等技术方法进行控制性探测,确定断层的空间展布和上断点埋深,结合第四纪地层划分方案和样品测年数据初步判断断层的活动性。

5.3.4 跨断层控制性探测剖面或钻孔联合地质剖面间距不宜大于 5 km。

### 5.4 活动断层详细探测、活动性鉴定和定位

#### 5.4.1 详细探测

通过浅层地震勘探、钻探、槽探、地质-地貌填图、断错地貌测量、地层和地貌面年代测定等工作,对活动断层的最新活动时代进行鉴定,确定断层的活动性参数和平面展布,编制 1:50 000 目标区活动断层分布图和 1:25 000~1:10 000 单条活动断层展布图,确定需要进行地震危险性评价的活动断层。

#### 5.4.2 活动性鉴定

5.4.2.1 根据断层露头或探槽或钻孔联合地质剖面中揭露的断层与第四纪地层的切错、覆盖关系,判定断层的活动时代,将断层分为前第四纪断层、早中更新世断层、晚更新世断层和全新世断层等四类。

5.4.2.2 活动断层的判定应有两个或以上可靠的观测点或钻孔联合地质剖面资料为依据,每个观测点或地质剖面的有效年龄数据应不少于两个。

5.4.2.3 应根据断层两盘块体的运动特征,将断层分为倾滑断层、走滑断层和斜滑断层等类型,其中倾滑断层包括正断层和逆断层;宜给出活动断层的几何结构、不同时期位移量、同震位移量、滑动速率、近地表变形带宽度等参数。

5.4.2.4 满足下列条件之一的活动断层应鉴定为地震活动断层:

- a) 历史及近代发生过震级等于 6.5 级或以上破坏性地震的活动断层;
- b) 有古地震地质证据的活动断层;
- c) 与已知地震活动断层有类似构造变形与地貌特征的活动断层。

#### 5.4.3 活动断层定位

5.4.3.1 活动断层定位满足下列要求:

- a) 地表有迹线出露的活动断层定位观测点间距应小于 500 m;隐伏活动断层的探测测线间距宜小于 2.5 km;
- b) 地表有迹线出露的活动断层定位误差应小于或等于 5 m;在有地球物理勘探剖面或钻孔联合地质剖面控制地段,隐伏活动断层的水平定位误差应小于或等于 15 m;
- c) 探测出的单条活动断层分布图应标绘在比例尺为 1:25 000~1:10 000 的数字地形图上;
- d) 活动断层地质-地貌填图和目标区活动断层分布图应标绘在比例尺为 1:50 000 的数字地形图上;
- e) 探测区地震构造图应标绘在比例尺为 1:250 000 的数字地形图上;
- f) 各种图件的制图应采用 GB/T 958—2015、DB/T 53—2013 和附录 A 规定的图例。

#### 5.4.3.2 活动断层定位有下列两种技术途径可选择：

- a) 对地表出露迹线的活动断层应选择条带状地质-地貌填图方法，配合观测点仪器定位和 1 : 50 000、1 : 25 000、1 : 10 000 地形底图，标绘活动断层地表迹线；
- b) 对隐伏活动断层应优先选择浅层地震勘探方法，以及必要的跨断层多钻孔联合勘探或槽探分析，配合观测点仪器定位和 1 : 50 000、1 : 25 000、1 : 10 000 地形底图，用断层上断点在地表的垂直投影标绘隐伏活动断层展布。

#### 5.4.4 成果

##### 5.4.4.1 活动断层鉴定和定位的成果应包括下列内容：

- a) 单条活动断层分布图；
- b) 活动断层地质-地貌图；
- c) 目标区活动断层分布图；
- d) 探测区地震构造图。

##### 5.4.4.2 单条活动断层分布图制图满足下列要求：

- a) 应综合各种探测结果绘制单条活动断层分布图，条带宽度 2 km~4 km。
- b) 标注内容应包括：
  - 1) 断层类型与产状；
  - 2) 全新世断层、晚更新世断层、早中更新世断层和前第四纪断层；
  - 3) 活动断层地表迹线或上断点在地表的垂直投影及其埋深，单位为米(m)；
  - 4) 活动断层地表迹线或上断点在地表的垂直投影及其埋深，单位为米(m)；
  - 5) 规模较大的阶区、弯曲及其他几何结构；
  - 6) 活动断层变形带宽度。
- c) 图件比例尺宜为 1 : 25 000~1 : 10 000。
- d) 附图和附件应包括下列内容：
  - 1) 实际材料图；
  - 2) 不少于两个典型活动断层探测解释剖面图或地质剖面图；
  - 3) 活动断层说明书。

##### 5.4.4.3 活动断层地质-地貌填图与目标区活动断层分布图综合制图应满足下列要求：

- a) 填图和编图范围包含目标区范围。
- b) 标注内容包括：
  - 1) 断层类型与产状；
  - 2) 全新世断层、晚更新世断层、早中更新世断层和前第四纪断层；
  - 3) 活动断层地表迹线或上断点在地表的垂直投影及其埋深，单位为米(m)；
  - 4) 实测位移值，单位为米(m)；
  - 5) 新生代不同时期地层界线、产状和岩浆岩界线；
  - 6) 前新生代基岩；
  - 7) 第四纪盆地边界、第四系等厚线，单位为米(m)；
  - 8) 不同类型断错地貌或地质体；
  - 9) 地震震中、震级和发震时间。
- c) 图件比例尺为 1 : 50 000。
- d) 附图和附件包括下列内容：
  - 1) 实际材料图；
  - 2) 比例尺为 1 : 50 000 的地质剖面图；

- 3) 第四纪地层综合柱状图；
- 4) 活动断层说明书。

#### 5.4.4.4 探测区地震构造图编制满足下列要求：

- a) 编图范围应为探测区。
- b) 标注内容应包括：
  - 1) 断层类型与产状；
  - 2) 全新世断层、晚更新世断层、早中更新世断层、前第四纪断层；
  - 3) 活动断层地表迹线或上断点在地表的垂直投影；
  - 4) 新生代或第四纪沉积盆地边界；
  - 5) 第四系分布范围和第四系等厚线，单位为米(m)；
  - 6) 破坏性地震震级和震中位置；
  - 7) 第四系、新近系、古近系、前新生代基岩和岩浆岩等地层单元。
- c) 比例尺宜为 1 : 250 000。
- d) 附图和附件应包括下列内容：
  - 1) 实际材料图；
  - 2) 探测区新构造分区图，比例尺宜为 1 : 1 000 000~1 : 250 000；
  - 3) 探测区地质剖面图，比例尺宜为 1 : 250 000；
  - 4) 探测区重磁异常图，比例尺宜为 1 : 1 000 000~1 : 250 000；
  - 5) 探测区地壳等厚线图，比例尺宜为 1 : 1 000 000~1 : 250 000；
  - 6) 探测区第四纪地层综合柱状图；
  - 7) 探测区地震构造图说明书。

### 5.5 深部地震构造环境分析

5.5.1 应收集、整理历史地震目录、重新定位的中小地震目录和地震震源机制解、应力测量数据、水平和垂直形变等资料，分析探测区现今构造应力-应变环境和不同走向活动断层的力学稳定性，评价探测区整体的地震活动水平。

5.5.2 应收集、整理已有地震层析成像、深部地球物理探测、重磁电等研究成果，必要时可采用地震深反射探测、大地电磁测深、地震台阵观测、主动源探测等技术方法开展二维或三维深部结构探测研究，分析地壳上地幔结构和构造、介质特性、活动断层的深浅构造关系，判定探测区或目标区是否存在发生 6.5 级以上地震的深部构造条件。

### 5.6 地震危险性评价

#### 5.6.1 地表出露迹线的活动断层

5.6.1.1 应综合断层的几何结构、活动时代、古地震序列等因素对活动断层进行地震破裂分段，判定地震复发符合特征地震模型、随机复发模型或其他复发模型。

5.6.1.2 应根据活动断层地震破裂段的长度、同震位移等参数与震级的经验统计关系，给出各地震破裂段潜在最大可能地震或特征地震的震级。

5.6.1.3 宜由古地震序列、重复间隔  $T_{ave}$ 、离逝时间  $T_e$  等参数给出离逝率  $V$  或未来时间区间  $T_e$  至  $T_e + \Delta T$  的发震条件概率  $P_e$ 。

#### 5.6.2 隐伏活动断层

5.6.2.1 根据活动断层几何结构、历史地震破坏区展布、现今地震震中分布、地球物理场、深浅构造关系



等,划分出有发生中等以上地震危险的断层破裂段,综合评估最大可能地震的震级。

5.6.2.2 应根据区域地震时空迁移、震级-时间图像、活跃与平静阶段等资料,评估各断层活动段发震危险程度。

## 5.7 活动断层变形带宽度评价

5.7.1 活动断层变形带宽度应包括所有分支断层及其附近肉眼可识别的地层变形范围,是活动断层同震错动引起地面建(构)筑物直接毁坏的主体地段。

5.7.2 应通过跨断层地质剖面或跨断层探槽地质剖面,确定活动断层变形带宽度。

5.7.3 应利用浅层地震勘探、钻探或槽探等地质剖面结果确定隐伏活动断层变形带宽度。

## 5.8 活动断层数据库建设

### 5.8.1 数据分类

5.8.1.1 应将数据按数据特征分为空间数据、属性数据、文档数据。

5.8.1.2 应将数据按数据内容分为基础地理数据、专业数据、元数据。

### 5.8.2 数据内容

5.8.2.1 基础地理数据应包括 1:250 000、1:50 000 和 1:10 000 三种比例尺的数据。

5.8.2.2 专业数据宜包括区域构造与地球物理场数据、工作范围数据、地球物理探测数据、地质调查数据、样品测年数据、地震危险性评价数据、活动断层变形带宽度数据、文献资料等。

5.8.2.3 基础地理数据的元数据应包括信息资源的格式、质量、处理方法和获取方法,技术要求应符合 CH/T 1007—2001 中第 4 章的规定;专业数据的元数据应包括探测数据类型、数据特征、数据总貌介绍和数据提供单位等信息。

### 5.8.3 数据组织

5.8.3.1 基础地理数据分层和编码应符合 GB/T 13923—2006 中第 5 章的规定。

5.8.3.2 1:250 000 及 1:50 000 的基础地理信息应采用国家基础地理信息数据库数据。

5.8.3.3 1:10 000 基础地理信息应按照 GB/T 13923—2006、GB/T 20257.2—2006、GB/T 20257.4—2007、GB/T 20258.2—2006、GB/T 20258.4—2007、CH/T 1015.4—2007 的要求整理,按附录 B 的规定进行数据的分层。

5.8.3.4 专业数据按数据应用需求分层组织,其要求见附录 B。

### 5.8.4 数据库集成

5.8.4.1 基础地理数据、专业数据、元数据应按 5.8 和附录 B 要求入库和进行数据质量检查。

5.8.4.2 应完成基于数据库的成果图件组织。

5.8.4.3 应完成活动断层探测成果数据管理系统。

## 6 探测方法

### 6.1 遥感调查

#### 6.1.1 适用对象

适用于已知或未知活动断层的普查和控制性定位工作。

## 6.1.2 调查范围

目标断层两侧 2 km~4 km。

## 6.1.3 影像数据收集

6.1.3.1 应选用分辨率优于 10 m 的影像数据编制比例尺大于或等于 1:50 000 的地质-地貌解译图, 选用分辨率优于 1 m 的影像数据编制比例尺大于或等于 1:5 000 的地质-地貌解译图。

6.1.3.2 影像数据应无云层覆盖、影像清晰, 无显著偏光、偏色、坏行现象, 积雪覆盖率应小于 10%。

6.1.3.3 在第四系覆盖地区, 宜选用长波段雷达影像。

## 6.1.4 影像数据处理

6.1.4.1 应对影像数据进行地理编码、镶嵌与裁剪分幅等预处理, 并按照 GB/T 15968—2008 的规定进行几何校正。

6.1.4.2 宜选择不同波段的遥感数据进行增强处理, 突出活动断层的线性影像特征。

## 6.1.5 遥感解译

6.1.5.1 应根据活动断层特有的线性影像、纹理结构特征或色调变化, 结合地形、地貌和地质资料, 初步确定地表出露迹线的活动断层平面展布、性质、位移及其附近断错地质体或地貌单元。

6.1.5.2 宜采用雷达卫星影像和各类多光谱影像, 根据影像色调变化特征, 识别可能存在的隐伏活动断层位置和展布。

## 6.1.6 遥感制图

6.1.6.1 遥感影像和解译成果的制图应满足下列要求:

- a) 空间参考系采用 WGS84 坐标系统或 CGC2000 国家大地坐标系;
- b) 高程基准采用 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) 投影方式采用高斯-克吕格投影格式, 附带完备投影参数说明。

6.1.6.2 解译图件应具有空间坐标信息, 采用带解译属性表的主流地理信息系统(GIS)软件提供的通用格式存储, 并满足 5.8 数据管理要求。

6.1.6.3 应根据活动断层遥感影像特征, 编绘比例尺 1:50 000 活动断层解译图和 1:5 000 活动断层断错地质-地貌解译图, 图件应满足下列要求:

- a) 标注基本地理要素, 连续或断续延伸的断层迹线和线状构造, 第四系和前第四系地层单元, 地貌面(线)和断错地貌单元、位移等内容;
- b) 比例尺 1:50 000 活动断层解译图上标识尺度大于或等于 500 m 的地质、地貌单元和断层迹线或线性构造, 以及累积位移值大于或等于 100 m 的断错地质或地貌单元;
- c) 比例尺 1:5 000 活动断层断错地质-地貌解译图上标识尺度大于或等于 50 m 的地质、地貌单元和断层迹线或线性构造, 以及累积位移值大于或等于 5 m 的断错地质或地貌单元。

## 6.2 条带状地质-地貌填图

### 6.2.1 适用对象

适用于地表出露迹线的活动断层探测。



## 6.2.2 填图内容

### 6.2.2.1 应包括下列填图要素：

- a) 断层类型：应区分倾滑断层（正断层、逆断层）、走滑断层和斜滑断层，给出断层产状；
- b) 构造要素：活动断层迹线，几何分叉、拐弯、尖灭和错列阶区等结构，褶皱、挤压隆起、拉分盆地等各种次级构造；
- c) 地貌要素：断层谷地、断层陡坎、断塞塘、闸门脊、阶地、冲洪积扇、河流、冲沟、断头沟、弃沟等；
- d) 地层要素：岩类、岩性、厚度、产状、时代符号、接触关系等；
- e) 岩浆岩要素：岩类、时代符号、侵入或喷发期次；
- f) 位移：活动断层两侧对应地质体、地貌面或地貌线之间的距离。

### 6.2.2.2 应包括下列填图单元：

- a) 沉积地层单元：第四系划分到统或组，区分沉积物的成因类型，必要时宜实测第四纪地层剖面，建立第四纪沉积物的相对层序，前第四系宜划分到系或统；
- b) 地貌单元：利用测年数据或微地貌结构对晚第四纪以来形成的各种地貌面（线），特别是活动断层两侧均存在且被错断的各种地貌单元进行划分；
- c) 岩浆岩单元：岩浆岩应按形成年代、侵入或喷发期次和岩类划分。

## 6.2.3 年代样品选取与测年

6.2.3.1 宜取堆积物中的碳粒、含碳物质，用放射性同位素碳十四（ $^{14}\text{C}$ ）测定其年龄值，对距今 1 万年以来的碳十四（ $^{14}\text{C}$ ）年龄值应作树轮年龄校正。

6.2.3.2 对没有含碳物质的堆积物，宜采集风成黄土、粉砂、细砂、烘烤层、古陶器等物质样品，用光释光（OSL）、热释光（TL）、自旋共振（ESR）等方法测定其堆积年龄，用宇宙核素（TCN）测定地貌面形成年龄。

6.2.3.3 年龄样品应由相应资质的实验室测定；古文化层和古生物化石应由专业人员鉴定。

## 6.2.4 填图要求

### 6.2.4.1 填图应满足下列要求：

- a) 标绘活动断层迹线、地质体、地貌面（线）及古文化层等；
- b) 标绘被断错的地质体、构造线或地貌面（线）的位移值；
- c) 区分并标绘活动断层沿线的测年样品位置；
- d) 测量并绘制典型断错地质-地貌图；
- e) 至少有一条比例尺不小于 1 : 2 000 的实测第四纪地层剖面。

6.2.4.2 位移发生的起始时间应以被断错地质体或地貌面最终形成的年龄为准，有效年龄数据应不少于 2 个。

## 6.2.5 制图要求

6.2.5.1 活动断层条带状地质-地貌图比例尺应根据具体工作需要确定，宜为 1 : 10 000、1 : 25 000 或 1 : 50 000；填图范围应为活动断层迹线两侧各 0.5 km ~ 2.0 km。实测断错地貌图和实测第四纪地层剖面图比例尺宜为 1 : 2 000 ~ 1 : 500。

6.2.5.2 图例应采用附录 A 规定的图例，未在附录 A 列出的宜选用 GB/T 958—2015 附录 A 和 DB/T 53—2013 附录 A 规定的图例。

6.2.5.3 应编制与活动断层条带状地质-地貌图比例尺一致的实际材料图。标注内容包括：观测点、观测路线、采样点位置及编号、探槽位置及编号、实测剖面位置及编号，各类探测测线位置及编号。

6.2.5.4 活动断层条带状地质-地貌图 and 实际材料图,应基于满足 5.8 数据管理要求的地理信息系统 (GIS)空间数据库编制;剖面图宜为满足 5.8 数据管理要求的矢量格式文件。

### 6.3 槽探

#### 6.3.1 适用对象

适用于地表出露迹线的活动断层或上断点浅于 8 m 的隐伏活动断层探测及古地震鉴定。

#### 6.3.2 地点选择

6.3.2.1 活动断层鉴定探槽宜选择在断层通过且有晚第四纪以来地层连续堆积的地点,应仔细调查所选地点不受滑坡、泥石流及人工改造的影响。

6.3.2.2 古地震探槽宜选择在利于保存多次地震形变证据且含有可定年样品的部位,不宜选择厚层黄土、次生黄土或亚砂土等堆积为主以及剥蚀和堆积过于频繁的部位。走滑断层和倾滑断层可选择的有利部位如下:

- a) 走滑断层宜选择构造洼地、拉分盆地、断层槽谷、断塞塘、被断错的冲沟床等部位;
- b) 倾滑断层宜选在陡坎单一、坎前有连续堆积且累积高度数倍于同震位移的部位。

#### 6.3.3 探槽布设与数量

6.3.3.1 活动断层鉴定探槽应横跨整个断层带。

6.3.3.2 按照断层类型,古地震探槽布设满足下列要求:

- a) 倾滑断层宜垂直断层走向布设多个探槽;
- b) 走滑断层宜布设垂直和平行断层走向的组合探槽。

6.3.3.3 一个地震破裂段上应至少有 2 个可对比或相互验证的探槽。

#### 6.3.4 古地震探槽规模

6.3.4.1 走滑断层:探槽深度应大于 2 m,长度宜大于 15 m。

6.3.4.2 倾滑断层:探槽深度宜大于 4 m,长度宜大于 20 m,上盘和下盘长度比宜为 3:1。

6.3.4.3 宜采用台阶状开挖方式,台阶宽度宜在 1 m 左右,台阶之间高差宜为 1.5 m~2 m。

#### 6.3.5 野外工作要求

6.3.5.1 探槽剖面应采用素描、照片、文字描述等方式记录。

6.3.5.2 野外工作流程包括下列内容:

- a) 应使用刮刀、毛刷等清理探槽壁浮土,保证探槽壁平整;
- b) 应建立探槽壁 1 m×1 m 基准网格,重点部位加密至 0.5 m×0.5 m;
- c) 宜以网格为单位拍照、拼图和打印;
- d) 应直接在打印的探槽壁图纸上标记地层单元、断层线和变形结构、古地震事件层位、样品位置及编号。

#### 6.3.6 野外记录内容

6.3.6.1 宜采用图片和文字方式描述断层形迹、地层岩性、沉积结构、沉积界面或间断面等信息。

6.3.6.2 野外记录宜包括下列内容:

- a) 沉积物颜色;
- b) 沉积物粒度等级(砾石、砂、粉砂、黏土);

- c) 碎屑成分、形态、磨圆度、粒径；
- d) 细粒物质的结构、硬度与胶结程度；
- e) 分层厚度和沉积界面特征；
- f) 堆积结构(沉积层理和分选性)；
- g) 化石、矿物结核；
- h) 古土壤层及其发育程度；
- i) 变形构造(显性断层、隐性断层、裂缝、褶皱、崩积楔、充填楔、液化体或砂脉等)。

6.3.6.3 探槽剖面比例尺宜为 1 : 20；视需要可在 1 : 50~1 : 10 范围内变动。

### 6.3.7 年代样品采集要求

6.3.7.1 活动断层鉴定探槽样品采集应符合下列要求：

- a) 同一层位至少采集 1 件用于测年的样品；
- b) 上断点附近采集被断层错断地层顶部和上覆地层底部样品至少各 1 件，保证获得断层的最新活动年代数据。

6.3.7.2 古地震识别探槽应采集地震事件层下伏地层顶部和上覆地层底部可用于测年的样品，确定古地震发生年代的上下限年龄，样品采集应符合下列要求：

- a) 优先采集碳十四测年样品；
- b) 若采集不到碳十四测年样品，可考虑光释光、热释光和宇宙核素样品；
- c) 保证每次古地震事件的有效年龄数据不少于 2 个。

6.3.7.3 野外采集用于碳十四、释光或宇宙核素等样品应按有资质实验室的相关规定执行。

### 6.3.8 测年数据应用

6.3.8.1 在确认方法可靠、样品无污染的情况下，同一地层单元中多个样品年龄不一致时，应采用最年轻样品年龄值作为该地层的堆积年龄值。

6.3.8.2 测年数据宜进行可信度评价，可信度评价包括年龄误差与偏差分析。

### 6.3.9 古地震识别

6.3.9.1 构造地貌标志包括：

- a) 断层陡坎及陡坎的明显坡折、鼓包、地裂缝等；
- b) 不同类型、不同级别地貌面(线)错动及其位移值成倍差异。

6.3.9.2 构造地层标志包括：

- a) 错断不同地层层位的断层；
- b) 构造楔、崩积楔、充填楔、断塞塘堆积等快速堆积体；
- c) 未固结堆积物中的褶皱和挠曲及其他变形；
- d) 不同地层单元沿断层走向或倾向位移值的突然增加或减少。

6.3.9.3 其他标志包括：砂土液化、地层的揉皱或破碎、滑坡与崩塌、地裂缝与塌陷、异常隆起与沉降。

6.3.9.4 应注意下列事项：

- a) 古地震识别应有多方面证据相互佐证，确认古地震事件时应至少观察到错断地层的断层、地层的褶皱变形、生长地层或构造楔等主要识别证据；
- b) 古地震识别存在较大的不确定性时，重新选择地点再次开挖。

### 6.3.10 古地震年代限制条件

6.3.10.1 同一地点探槽古地震年代限制宜采用序列年代矫正对比。

6.3.10.2 沿断裂走向不同地点多个探槽识别的古地震宜采用逐次限定法约束单个古地震的发生年代,视情况可计算相关古地震年代之间的离散程度或重叠概率,计算方法包括:Z 统计法、年龄分布曲线重叠法、事件窗法、年龄分布曲线权重重叠法。

#### 6.3.11 探槽成果说明

每个探槽应提供完整的地质剖面图及说明书,说明书内容包括地层单元和事件层划分、古地震事件识别标志、单个古地震发生年代与复发间隔、最新一次古地震的离逝时间等参数。

### 6.4 钻孔探测

#### 6.4.1 适用对象

适用于第四纪沉积物覆盖区隐伏活动断层位置、上断点埋深探测及其活动性鉴定。

#### 6.4.2 钻孔布设

6.4.2.1 钻孔位置满足下列要求:

- a) 钻孔应布设在地球物理勘探显示清楚、有明显垂直位移的活动断层两侧;
- b) 钻孔连线应与断层走向垂直或大角度相交。

6.4.2.2 钻孔数量与间距满足下列要求:

- a) 断层两盘应至少各有 3 个钻孔,间距为 5 m~45 m;
- b) 断层上断点两侧的 2 个相邻钻孔间距宜小于 10 m。

6.4.2.3 断层两侧至少应各有 1 个钻孔穿透上更新统底界,其余钻孔的终孔深度应在地球物理勘探给出的上断点埋深之下 10 m。

6.4.2.4 岩芯采集满足下列要求:

- a) 黏土及粉砂芯采取率应不小于 90%,中-细砂应达到 80%,松散粗砂应不小于 40%,钻进回次应不大于 2 m;
- b) 厚层砾石可采取定深取芯,取芯间隔宜为 1 m~2 m。

#### 6.4.3 岩芯编录

6.4.3.1 岩芯编录应满足下列要求:

- a) 不遗漏厚度大于或等于 0.2 m 的地层单元;
- b) 典型的标志地层,如古土壤层、钙板层或细颗粒层序中夹的粗颗粒薄层等,不受层厚约束,作重点编录。

6.4.3.2 应对岩芯柱完整拍照,并根据钻孔岩芯反映的岩性、颜色、物质组成、沉积结构和接触界面形态等确定基本编录单元,进行要素图文描述,编录内容应包括:

- a) 分层层序、厚度、深度;
- b) 地层颜色;
- c) 粒度及不同粒度成分含量的百分比;
- d) 碎屑成分、形态与磨圆度;
- e) 地层胶结程度;
- f) 层理结构特征;
- g) 矿物结核和动植物化石;
- h) 分层接触关系;
- i) 构造变形现象;

- j) 快速异常堆积层；
- k) 年龄样品采集的位置、类型及编号。

#### 6.4.4 样品采集

6.4.4.1 测年样品应按地层单元系统采集,每层至少应有 1 个样品,标志地层顶部和底部应分别取样。

6.4.4.2 用于跨断层联合地质剖面的钻孔应采集碳十四、热释光、光释光、电子自旋共振等测试用的样品;用于第四纪地层划分的钻孔还应系统采集古地磁、微体古生物和孢粉等测试和鉴定用的样品。

#### 6.4.5 综合分析

6.4.5.1 钻孔柱状图编制应满足下列要求:

- a) 在厘定地层层序基础上编制钻孔柱状图,标出具有标志意义的化石位置、孢粉图谱、古地磁磁性曲线、年龄数据和各种测井曲线;
- b) 钻孔柱状图标明孔口坐标、高程和终孔深度、采芯率,以及施工单位、人员和钻探日期。

6.4.5.2 应结合具有标志意义的化石、孢粉和古地磁曲线、地层测年数据、特殊的岩性和岩相以及颜色等,确定相邻钻孔间地层的对比标志。

6.4.5.3 按照下列要求进行联合地质剖面图编制:

- a) 应在钻探过程中,每一回次取芯后同步编制联合地质剖面草图,跟踪钻探作业逐次修正;
- b) 联合地质剖面应包括标志地层以及断层位置、视倾向、上断点埋深等要素;
- c) 绘图比例尺宜为 1:200~1:100;
- d) 联合地质剖面图应采用矢量格式文件存储,在数据入库时注明软件名称及版本,并满足 5.8 数据管理要求。

6.4.5.4 应按照下列原则和方法进行活动性鉴定:

- a) 根据断层错断的地层顶部和上覆地层底部样品的测年结果,确定断层的最新活动时代;
- b) 当上断点上覆地层存在构造变形时,断层的最新活动时代为出现构造变形的地层沉积之后至上部未变形地层沉积之前。

#### 6.4.6 活动断层识别标志

6.4.6.1 活动断层识别的直接标志有下列 2 种:

- a) 同层位地层或等时面在 2 个以上钻孔间的落差,相邻 2 个钻孔之间地层层序、分层厚度、埋藏深度、沉积结构、岩性特征与颜色等差异;
- b) 钻遇断层面或断层破碎带。

6.4.6.2 活动断层识别的间接标志包括:

- a) 下降盘细粒沉积层增厚、增多与上升盘同层位地层减薄或缺失;
- b) 相邻 2 个钻孔间古土壤层不等同发育。

### 6.5 浅层地震勘探

#### 6.5.1 适用对象

适用于上断点埋深数米至数百米的隐伏活动断层勘探。

#### 6.5.2 勘探方法选择

6.5.2.1 当探测埋深数米至数十米的隐伏断层时,宜采用横波(SH 波)反射勘探方法。

6.5.2.2 当探测埋深数十米至数百米的隐伏断层时,宜采用纵波反射勘探方法。



6.5.2.3 当地震地质条件复杂时,宜采用折射和反射波联合勘探方法。

### 6.5.3 仪器设备选用

6.5.3.1 地震波激发源按下列分类选择:

- a) 在外界干扰较严重的情况下,应采用可控震源或随机编码震源;
- b) 外界干扰较小时,可采用炸药包震源、锤击震源、机械冲击震源、电火花震源等;
- c) 水域勘探可采用电火花震源、空气枪震源、机械声波震源等。

6.5.3.2 检波器应按下列分类选择:

- a) 纵波反射勘探选用固有频率 40 Hz~100 Hz 的检波器或采用数字检波器;
- b) 折射波勘探选用固有频率 10 Hz~40 Hz 的检波器;
- c) 横波(SH 波)反射勘探采用固有频率 28 Hz~40 Hz 的水平检波器;
- d) 水域勘探应使用频带宽的压电检波器。

### 6.5.4 数据采集

6.5.4.1 勘探测线布设满足下列要求:

- a) 应尽可能垂直目标断层走向;
- b) 宜选择在地形起伏较小的地段;
- c) 纵、横波联合勘探或折射和反射波联合勘探时,测线应尽可能重合布设;
- d) 地震测线宜布设成直线;因场地条件限制无法成直线时,可允许测线转折,但转折角不应超过 8°,转折点应位于激发点或检波点上;若转折角大于 8°,应采用弯线叠加法;
- e) 测线编号和桩号宜按照由西向东、由南向北增大的原则顺序编排;
- f) 激发点和检波点位置应有明显可靠标志,必要时测线起、始点可设置永久性标志;
- g) 沿测线的地形变化较大时,应实测激发点和检波点的位置坐标及高程,并测绘沿测线的地形地物剖面草图;
- h) 测线的端点、拐点以及激发点和检波点应采用仪器定位,定位平面误差小于 3 m,高程误差小于 1 m;水域勘探时,应采用实时差分全球定位系统(GPS)进行测线定位,并符合 GB/T 18314—2009 的要求。

6.5.4.2 勘探前应开展现场试验和采集参数论证,确定最佳地震波激发、接收方式和条件、最佳观测系统参数。

6.5.4.3 浅层反射波勘探和折射波勘探的野外观测系统应分别满足下列要求:

- a) 浅层反射波勘探采用多次覆盖观测系统,道间距满足空间采样定理;对断层进行精确定位时,采用不大于 2 m 道间距的二维或三维观测方法,覆盖次数应根据现场试验结果确定;
- b) 浅层折射波勘探采用多重相遇追逐观测系统,在相遇段内有不少于 4 个检波点接收来自被追踪界面的折射波;最小炮检距为 0 m,道间距可为 5 m~10 m。

6.5.4.4 地震波激发应满足下列要求:

- a) 采用纵波或横波可控震源时,对扫描方式、扫描频率、扫描长度、振动次数、震源出力等参数进行充分试验;扫描频率试验前,应对试验的扫描频率一致性进行检查,扫描起始频率和终止频率之比大于或等于 2.5 个倍频程;
- b) 采用叩板震源激发 SH 波时,使木板长轴垂直测线,且长轴的中点位于测线或测线的延长线上,并使木板与地面紧密耦合;为提高激发能量,可在木板上堆置适当重物;
- c) 使用炸药包震源时,激发药量、激发孔深应通过试验选定;井中激发深度一般应在潜水面以下或井中填满有关介质,尽可能选择在黏土或砂质黏土等激发条件好的层位中;爆炸工作符合 GB 12950 和 GB 6722—2014 的有关规定;

- d) 使用锤击震源、落锤震源、机械撞击震源时,在激震点敷设专用垫板,防止反跳造成的二次触发。

#### 6.5.4.5 地震波接收应满足下列要求:

- a) 检波器应与地面保持良好的耦合,安置条件力求一致;
- b) 检波器的位置准确,当检波器不能安置在原设计点位时,沿线偏移不大于道间距的  $1/10$ ,垂线偏移不大于道间距的  $1/5$ ;
- c) 接收 SH 波的横波检波器保证水平安置,最大灵敏度方向应垂直测线方向,且取向一致。

#### 6.5.4.6 记录质量应满足下列要求:

- a) 按 DZ/T 0170 的有关规定将记录质量评价为“优良”“合格”和“不合格”三个等级;
- b) 反射波法原始记录上的目标层反射应有较高的信噪比,记录合格率不小于 95%;折射波法原始记录上的初至波清晰,记录信噪比大于 3。

### 6.5.5 数据处理

#### 6.5.5.1 反射波勘探方法的数据处理应满足下列要求:

- a) 根据测区地质构造特点、探测任务要求和原始数据特征,通过试验确定处理参数和处理流程。
- b) 资料处理过程中应进行质量控制,并重点按下列要求做好处理:
  - 1) 做好地震记录的编辑、弱反射信号提取、干扰波压制以及动校正、静校正等处理,确保处理剖面有较高的信噪比,且无影响构造识别的干扰波;
  - 2) 速度求取应有足够的动校正速度分析段,提高反射波的叠加效果和时深转换精度;
  - 3) 地层倾角较大或绕射波发育时,应进行反射波的偏移归位处理,必要时可进行叠前深度或时间偏移处理,提高叠加剖面的成像效果。
- c) 提交资料处理说明、主要处理模块的效果对比图件、处理参数和处理的时间剖面、偏移剖面、深度剖面等成果。
- d) 对于测线转折角大于  $8^\circ$  的地震数据,按弯线进行处理。

#### 6.5.5.2 折射波法的数据处理应满足下列要求:

- a) 依据下列特征进行折射波的对比:
  - 1) 各记录道的波形、振幅和振动延续度的相似性;
  - 2) 波的相位一致性和同相轴的延伸长度;
  - 3) 追逐炮记录同相轴的平行性;
  - 4) 可采用单相位对比或多相位对比,构造复杂区宜采用多相位对比。
- b) 依据下列特征确定折射波的置换位置:
  - 1) 视速度变化;
  - 2) 波形和振幅变化;
  - 3) 两组波相交波形重叠特征。
- c) 按下列规定绘制时距曲线:
  - 1) 横向比例尺宜为  $1:10\,000 \sim 1:2\,000$ ,纵向坐标宜用 10 mm 表示 5 ms~20 ms;
  - 2) 沿横轴应标明测线桩号、激发点位置和炮序号;
  - 3) 不同方向的时距曲线宜采用不同颜色或符号来区分,两相邻点之间宜用直线段连接。
- d) 时距曲线绘制后,可根据时间互换相等性、追逐时距曲线平行性、截距时间相等性原则进行检查;时距曲线中个别道出现走时突变时,应对照地震记录的初至读取情况以及相同地段的相遇或追逐时距曲线,进行必要的修正。

### 6.5.6 资料解释

#### 6.5.6.1 反射波勘探方法资料解释满足下列要求:

- a) 宜采用叠加剖面 and 偏移剖面相结合的方式进行;依据地震剖面上的反射波组特征,结合地质和钻孔资料通过合成地震记录,进行反射波对比分析,确定反射波组和地质层位的对应关系,分析目标层反射波组变化情况。
- b) 反射剖面解释应包括下列主要内容:
  - 1) 在反射剖面上确定标志反射层;
  - 2) 根据钻井资料建立标志反射层与地质层位关系;
  - 3) 确定地层起伏、厚度变化及其接触关系;
  - 4) 编制地震测线与断层平面展布图。
- c) 可依据下列特征识别或推测隐伏断层及其位置:
  - 1) 反射波组或同相轴的明显错断;
  - 2) 反射波同相轴数目的明显增加或减少;
  - 3) 反射波同相轴产状突变,反射零乱或出现空白区域;
  - 4) 反射波同相轴的强相位反转、地震相突变;
  - 5) 剖面上出现异常波,如断面波、绕射波等。
- d) 解释剖面图应符合下列要求:
  - 1) 标明测线桩号、测线方向、地震标志反射层符号、地质层位符号和断层或构造(线);
  - 2) 当测线上有钻孔时,应标注界面的地质属性,给出相应的钻孔柱状图、钻孔位置及编号;当测线附近存在钻孔时,将钻孔位置垂直投影在解释剖面上,标注投影距离;
  - 3) 成图横向比例尺宜为 1 : 5 000 ~ 1 : 500,纵向比例尺宜为 1 : 10 000 ~ 1 : 1 000;
  - 4) 地质解释剖面图宜为满足数据管理要求的矢量格式文件,并标明软件名称及版本。

#### 6.5.6.2 折射波法资料解释满足下列要求:

- a) 一般情况下可采用时间项法、哈莱斯法或时间场法求取地层速度和界面深度;对多层不均匀介质或具有特殊结构的地层,宜采用折射波波前成像或有限差分正反演拟合方法综合求解。
- b) 用折射波资料推断、解释断层或破碎带时,应根据剖面速度变化、折射波走时和波组振幅变化等特征,并结合有无绕射/折射等现象进行综合分析解释。
- c) 解释剖面图应符合下列要求:
  - 1) 标明测线桩号、测线方向、界面深度、界面速度和解释的构造线;
  - 2) 当测线上有钻孔时,应给出相应的钻孔柱状图、钻孔位置及编号;
  - 3) 成图横向比例尺宜为 1 : 10 000 ~ 1 : 2 000,纵向比例尺宜为 1 : 10 000 ~ 1 : 1 000;
  - 4) 地质解释剖面图宜为满足数据管理要求的矢量格式文件,并标明软件名称及版本。

#### 6.5.7 探测精度要求

6.5.7.1 反射波勘探方法的断层水平定位误差应小于或等于 15 m,探测深度误差应小于目标层埋深的 8%。

6.5.7.2 折射波法测定的地层速度误差应小于 10%。

### 6.6 深地震反射探测

#### 6.6.1 适用对象

适用于地壳尺度的精细结构和深、浅构造关系探测与研究。

#### 6.6.2 探测方法

宜采用多次覆盖纵波反射方法。



### 6.6.3 仪器设备

6.6.3.1 应采用动态范围大于或等于 120 dB、带道能力不少于 1 200 道,且具有实时噪音监控和信号相关处理等功能的数字地震仪。

6.6.3.2 宜选用固有频率不大于 10 Hz 的检波器或数字检波器。

6.6.3.3 地震波激发宜采用爆破震源,在无法使用爆破震源时,应采用多台大功率的可控震源组合激发。

### 6.6.4 数据采集

6.6.4.1 测线布设应满足下列要求:

- a) 测线尽可能垂直构造走向;
- b) 深地震反射测线尽可能按直线布置。

6.6.4.2 物理点测量应满足下列要求:

- a) 实测测线上所有物理点坐标和高程;
- b) 测线上的接收点和激发点设立标志;
- c) 绘制地形地物平面草图。

6.6.4.3 观测系统的设置满足下列要求:

- a) 宜采用多次覆盖观测系统;
- b) 道间距应在 20 m~50 m 间选择;
- c) 覆盖次数应不少于 48 次;
- d) 应通过理论分析或现场试验确定最小和最大偏移距。

6.6.4.4 地震波激发满足下列要求:

- a) 使用炸药包震源时,激发药量、激发井深应通过试验选定;井中激发深度应在潜水面以下,并采用砂石闷井。
- b) 不同类型炸药激发震源的布设应满足下列要求:
  - 1) 炸药激发点或组合中心位置应靠近标桩,其垂线偏离误差应小于 3 倍的道间距;
  - 2) 组合井井底高差小于 1.0 m;
  - 3) 采用无延迟组合爆炸时,各井药包应同时起爆;
  - 4) 爆炸工作符合 GB 12950 和 GB 6722—2014 的有关规定。
- c) 使用多台大功率可控震源组合激发时,应满足下列要求:
  - 1) 多台可控震源具有较好的一致性;
  - 2) 可控震源的扫描频率、振动次数、震源台数、震源出力等参数根据试验结果选择;
  - 3) 震源组合中心对准设计桩号,并保持组合设计图形,扫描起始频率和终了频率之比大于或等于 2.5 个倍频程。

6.6.4.5 地震波接收满足下列要求:

- a) 检波器应与地面保持良好的耦合,达到平、稳、正、直、紧的要求;
- b) 检波器不能安置在原设计点位时,沿线偏移应不大于道间距的 1/10,垂线偏移应不大于道间距的 1/5;
- c) 检波器组合方式可采用点组合或线性组合;线性组合时的组合基距应通过试验选定,且组内高差不大于组内距;
- d) 因地表障碍不能安置检波器时,应核对准确桩号,并在仪器班报上注明空道及原因。

6.6.4.6 记录质量评价应满足下列要求:

- a) 按照 DZ/T 0180 的规定,按“优良”“合格”和“不合格”三个等级进行记录质量评价;

- b) 深地震反射原始记录合格率不小于 90%；
- c) 原始记录上的有效波应能辨认,目标层反射波组应清晰；
- d) 干扰波较强时,经过初步处理后的单炮记录能识别目标层反射波组。

#### 6.6.5 数据处理

6.6.5.1 应根据探测区的地质构造特点、任务要求和原始单炮记录特征,通过试验确定数据处理流程和参数。数据处理流程应包含格式转换、观测系统定义、记录(道)编辑、干扰波压制(去噪)、增益控制、静校正、反褶积、道集分类、速度分析和动校正、剩余静校正、叠加、偏移等处理过程。

6.6.5.2 资料处理过程中应进行质量控制,并重点做好如下处理:

- a) 应做好地震记录的编辑、弱反射信号提取、干扰波压制和动、静校正处理；
- b) 速度求取应有动校正速度分析段；
- c) 地层倾角较大、地下构造复杂或绕射波发育时,应进行反射波的偏移归位处理。

6.6.5.3 应提交资料处理说明、主要处理模块的效果对比图件、处理参数和处理的时间剖面、偏移剖面等成果。

#### 6.6.6 资料解释

6.6.6.1 应依据剖面上反射波组特征,确定反射波组标准层,结合地质资料和以往探测区其他地球物理资料进行反射波对比分析,确定地震波组与壳内地质层位或构造的关系、分布范围和变化规律。

6.6.6.2 解释成果应包括下列内容:

- a) 主要地质构造展布和断裂的深、浅构造特征；
- b) 地壳与上地幔分层结构及其特征；
- c) 综合解释剖面图,成图横向比例尺为 1 : 200 000 ~ 1 : 50 000,纵向比例尺为 1 : 100 000 ~ 1 : 10 000。

附 录 A  
(规范性附录)

1 : 50 000~1 : 10 000 活动断层填图图例

1 : 50 000~1 : 10 000 活动断层填图图例见表 A.1。

表 A.1 1 : 50 000~1 : 10 000 活动断层填图图例

编号	图例	含义	说明
1		全新统	第四纪地层单元。色标:R=255;G=255;B=230
2		上更新统	第四纪地层单元。色标:R=255;G=255;B=166
3		中更新统	第四纪地层单元。色标:R=230;G=210;B=94
4		下更新统	第四纪地层单元。色标:R=200;G=190;B=61
5		更新统	第四纪地层单元。色标:R=255;G=255;B=120
6		第四系	第四纪地层单元。色标:R=255;G=255;B=80
7		新近系	新近纪地层单元。色标:R=255;G=227;B=115
8		古近系	古近纪地层单元。色标:R=255;G=201;B=102
9		前新生界	前新生代基岩。色标:R=178;G=178;B=178
10		中生界	中生代地层单元。色标:R=194;G=247;B=237
11		古生界	古生代地层单元。色标:R=145;G=161;B=161
12		前寒武系	前寒武纪地层单元。色标:R=230;G=200;B=255
13		酸性岩类	岩浆岩类。色标:R=254;G=113;B=148
14		中性岩类	岩浆岩类。色标:R=245;G=222;B=224


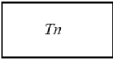
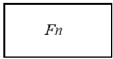
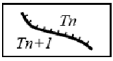
表 A.1 (续)

编号	图例	含义	说明
15		基性岩类	岩浆岩类。色标:R=137;G=176;B=111
16		超基性岩类	岩浆岩类。色标:R=212;G=155;B=189
17		火山碎屑岩类	岩浆岩类。色标: R=150,G=150,B=255
18		地质界线	地质界线。黑色,线粗 0.176 35 mm(0.5 pt)
19		角度不整合界线	地质界线。黑色,线粗 0.176 35 mm(0.5 pt)
20		第四系等厚线及厚度,单位为米(m)	沉积厚度。黑色,线粗 0.176 35 mm(0.5 pt)
21		平行不整合界线	地质界线。黑色,线粗 0.176 35 mm(0.5 pt)
22		地层产状	地层特征,齿向地层倾向。黑色,线粗 0.352 70 mm(1.0 pt)
23		实测地形或地质剖面线	剖面位置。黑色,线粗 0.352 70 mm(1.0 pt)
24		探槽及编号	探槽位置及其编号。黑色矩形框,长 10 mm,宽 3 mm
25		钻孔及编号	钻孔位置及编号。黑色圆圈,直径 4 mm,内含黑色实心点
26		碳十四采样点及编号	测年样品地点及其编号
27		释光采样点及编号	测年样品地点及其编号
28		ESR 采样点及编号	测年样品地点及其编号
29		铍 10 采样点及编号	测年样品地点及其编号
30		正断层及倾角	断层类型。齿线位于下降盘一侧
31		逆断层及倾角	断层类型。齿线位于抬升盘一侧

表 A.1 (续)

编号	图例	含义	说明
32		走滑断层	断层类型
33		隐伏断层	断层类型
34		推测断层	断层类型
35		全新世断层	断层活动时代。细线位于断层下盘,线粗 1.058 1 mm (3.0 pt)/ 0.352 70 mm(1.0 pt),色标:R=255;G=0;B=0
36		晚更新世断层	断层活动时代。线粗 0.881 75 mm (2.5pt),色标:R=255;G=0;B=0
37		活动断层	断层活动时代。线粗 0.705 4 mm (2.0pt),色标:R=255;G=0;B=0
38		早中更新世断层	断层活动时代。线粗 0.529 05 mm(1.5pt),色标:R=197;G=0;B=255
39		前第四纪断层	断层活动时代。线粗 0.352 70 mm(1.0 pt),色标:R=197;G=0;B=255
40		地震地表破裂带	历史及现代地震破裂。圆点位于断层下盘,线粗 1.058 1 mm (3.0 pt)/ 0.352 70 mm(1.0 pt),色标:R=255;G=0;B=0
41		断层陡坎	地震破裂特征。齿线位于下降盘,线粗 0.705 4 mm (2.0pt),色标:R=255;G=0;B=0
42		断层谷地	地震破裂特征。齿线位于下降盘,线粗 0.352 70 mm (1.0 pt),色标:R=255;G=0;B=0
43		地震鼓包或垄脊	地震破裂特征。中间粗两端细,色标:R=0;G=0;B=0
44		地震裂缝	地震破裂特征。线粗 0.176 35 mm(0.5 pt),色标:R=0;G=0;B=0
45		断塞塘	地震破裂特征。线粗 0.176 35 mm(0.5 pt),色标:R=0;G=0;B=0
46		地震陷坑	地震破裂特征。线粗 0.176 35 mm(0.5 pt),色标:R=0;G=0;B=0
47		闸门脊	断错地貌。断层线粗 1.058 1 mm (3.0 pt),色标:R=255;G=0;B=0;蓝色带箭头线粗 0.352 70 mm(1.0 pt),色标:R=0;G=255;B=255

表 A.1 (续)

编号	图例	含义	说明
48		断头沟或弃沟	断错地貌。断层线粗 1.0581 mm (3.0 pt), 色标: R=255; G=0; B=0; 蓝色线带箭头线粗 0.352 70 mm(1.0 pt), 色标: R=0; G=255; B=255; 黑色带齿线粗 0.352 70 mm(1.0 pt), 色标: R=0; G=0; B=0
49		阶地编号	地貌现象。斜体
50		冲洪积扇编号	地貌现象。斜体
51		$T_{n+1}/T_n$ 阶地分界陡坎	地貌现象。黑色线粗 0.352 70 mm(1.0 pt), 色标: R=0; G=0; B=0

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**数据分层组织**

**B.1 1 : 10 000 基础地理数据的分层组织**

1 : 10 000 基础地形数据共分为 9 个数据集 34 个数据类,见表 B.1。数据分层的命名采用 4 个字符,第 1 个字符代表数据分类,第 2、3 个字符是数据内容的缩写,第 4 个字符代表几何类型。

**表 B.1 1 : 10 000 基础地理数据的分层组织表**

要素分类	数据分层		几何类型	主要要素内容
定位基础(C)	测量控制点	CPTP	点	测量控制点
	坐标网	CPTL	线	图廓线、坐标网
水系(H)	水系(面)	HYDA	面	湖泊、水库、双线的河流和沟渠等
	水系(线)	HYDL	线	单线的河流、沟渠等要素,面状水体范围线,河口等名称 注记线
	水系(点)	HYDP	点	泉、井等
	水系附属设施(面)	HFCA	面	干出滩、滩涂、危险区、礁石等
	水系附属设施(线)	HFCL	线	干出线、潮水沟、高水界、流向、堤、闸、坝等
	水系附属设施(点)	HFCP	点	地下河段出入口、涵洞、礁石、闸、坝等
居民地及设施(R)	居民地(面)	RESA	面	街区、高层建筑区、空地等
	居民地(线)	RESL	线	房屋、窑洞等,面状居民地范围线
	居民地(点)	RESP	点	房屋、棚房、窑洞、蒙古包、放牧点等,居民地标识点
	设施(面)	RFCA	面	工矿、农业、公共服务等
	设施(线)	RFCL	线	工矿、城墙、垣栅等
	设施(点)	RFCP	点	工矿、农业、公共服务、名胜古迹、宗教设施、科学观测站 等,单位名称标识点
交通(L)	铁路	LRRL	线	标准轨铁路、窄轨铁路、地铁、轻轨等
	公路	LRDL	线	国道、省道、县道、乡道、专用公路、其他公路、街道、乡村 道路等,依比例尺道路边线
	交通附属设施(线)	LFCL	线	车行桥、人行桥、隧道、码头、渡口等
	交通附属设施(点)	LFCP	点	车站、公路标志、助航标志、机场等
管线(P)	管线(线)	PIPL	线	输电线、通信线、油气水输送主管道等
	管线(点)	PIPP	点	变电站等

表 B.1 (续)

要素分类	数据分层		几何类型	主要要素内容
境界与政区 (B)	行政境界(面)	BOUA	面	各级行政区
	行政境界(线)	BOUL	线	各级境界线
	行政境界(点)	BOUP	点	界桩、碑
	区域界线(面)	BRGA	面	自然文化区、特殊地区、开发区、保税区
	区域界线(线)	BRGL	线	自然文化区、特殊地区、开发区、保税区的区界
	区域界线(点)	BRGP	点	自然文化区、特殊地区、开发区、保税区标识点
地貌与土质 (T)	地貌与土质(面)	TERA	面	沙地、冰雪地、地质灾害地貌等
	地貌(线)	TERL	线	等高线、沟壑、垄等,山脉、盆地等地理名称标注线
	地貌(点)	TERP	点	高程注记点、峰、柱、漏斗等
植被(V)	植被(面)	VEGA	面	耕地、园地、林地、草地、城市绿地等
	植被(线)	VEGL	线	防火带、行树等
	植被(点)	VEGP	点	零星树木、独立树等
注记(A)	注记(点)	AALP	点	除等高线、等深线注记外的所有图面注记
	注记(线)	AALL	线	注记辅助线

B.2 专业数据要素分类

具有空间特征的专业数据按专业应用习惯共分为 7 个要素集,见表 B.2。不具有空间特征的数据以属性表组织,见表 B.3。

表 B.2 专业数据要素集分类与命名

要素集	名称	几何类型	主要内容
工作范围数据	InvestigationRegion	面	活动断层探测的目标区、探测区及区域范围
地质数据	Geology	点、线、面	地层、断层、褶皱、盆地、隆起、地貌面、地质构造单元、遥感解译断层资料等
地球物理场	GeophysicalField	点、线	地壳等厚线、重力、航磁、垂直形变、水平形变等
地球物理探测	GeophysicalSurvey	点、线	地球物理炮点、测点、测线
地质填图调查	GeologicalSurveyMapping	点、线	断层段位置及产状、槽探、测年采样点位置、钻孔、钻孔剖面位置
地震	Seismic	点、线、面	小震、强震目录,断层地震危险性,潜在震源区等
辅助制图	Cartography	点、线、面	注记点、线、面,地质剖面线、面



表 B.3 非空间数据属性表的组织

属性表	名称	主要内容
文献资料库	LiteratureDocumentTable	文献资料:包括杂志、报告、专著、期刊、其他
地质调查填图工程	GeologySvyProjectTable	工程编号、地质调查填图设计书、变更情况、成果报告文档
浅层地震探测工程	SSSvyProjectTable	工程编号、浅层地震探测设计书、变更情况、成果报告文档
深部地震探测工程	DSSvyProjectTable	工程编号、深部地震探测设计书、变更情况、成果报告文档
电磁法探测工程	EMSvyProjectTable	工程编号、电磁法探测设计书、变更情况、成果报告文档
探地雷达探测工程	GPRSvyProjectTable	工程编号、探地雷达探测设计书、变更情况、成果报告文档
地球物理测井	GeophysicalWellSvyTable	工程编号、地球物理测井设计书、变更情况、成果报告文档
活动断层钻探工程	DrillProjectTable	工程编号、钻探设计书、变更情况、成果报告文档
槽探工程	TrenchProjectTable	工程编号、槽探设计书、变更情况、成果报告文档
测年工程	DatingProjectTable	工程编号、送样报表、采样点图件、测试报告与报表
原始数据	InternalDataTable	原始数据存储
报告档案	ArchiveReportTable	报告编号、报告文档、名称、类型、版本信息
图像档案	ArchiveImageTable	图像编号、图像数据存储、图像名称、描述信息
图件档案	ArchiveRawDataTable	图件编号、名称、数据类型、处理软件信息、图件数据存储
图表档案	ArchiveChartTable	图表编号、图表数据存储、图表名称、描述信息
剖面图档案	ProfileColumnTable	图件编号、名称、比例尺、剖面图数据存储
钻孔分层数据	DrillHoleStratifyTable	分层顺序号、岩层名称、用于保存分层数据,维护层号的顺序,在对齐处理时候进行查询
钻孔层位数据	DrillHoleStratumTable	分层编号、钻孔编号、岩层埋深、接确关系、岩性描述、年代样采集信息等
古地震事件	PaleoEQEvent	古地震编号、发生时间及误差,同震位移及误差,错动标志

参 考 文 献

- [1] GB 17741—2005 工程场地地震安全性评价
-



中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

活 动 断 层 探 测

GB/T 36072—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

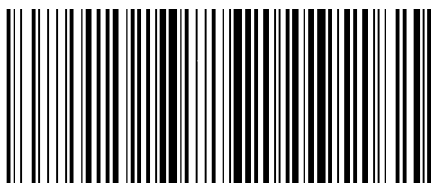
服务热线: 400-168-0010

2018年3月第一版

\*

书号: 155066 · 1-59741

版权专有 侵权必究



GB/T 36072—2018

中国标准出版社授权北京万方数据股份有限公司在中国境内(不含港澳台地区)推广使用