



中华人民共和国地震行业标准

DB/T —202

活动断层探查 地震勘探 第1部分：浅层反射/折射法

Active fault survery—Determination of age—Part 1: Luminescence dating

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中国地震局 发布

目 次

前言	3
引言	4
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	2
5 概述	3
6 仪器设备	3
7 工作流程	4
8 实施方案设计	5
9 现场试验	11
10 数据采集	12
11 数据处理	19
12 资料解释	23
13 成果产出与数据入库	26
附录A(规范性) 测线描述表	28
附录B(规范性) GNSS测量班报	29
附录C(规范性) 仪器班报	30
附录D(规范性) 地震反射层位命名	33
参考文献	34

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 DB/T XXXX《活动断层探查 地震勘探》的第 1 部分。DB/T XXXX 已经发布了下列部分：

- 第 1 部分：浅层反射/折射法；
- 第 2 部分：深反射法；
- 第 3 部分：宽角反射/折射法；
- 第 4 部分：短周期密集台阵探测法；
- 第 5 部分：宽频带台阵探测法。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国地震局提出。

本文件由地震灾害预防标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中国地震灾害防御中心、中国地震局地球物理勘探中心、中国海洋大学、中国地质科学院、中国地震局地球物理研究所、中石化地球物理公司华北分公司。

本文件主要起草人：周青春、张玉洁、易佳、王秀、卢海燕、刘怀山、吴庆举、于常青、酆少英、王帅军、邢磊、王林飞、吴长江、高战武、童思友、张郁山、罗浩、李光涛、徐伟、程理、刘巧霞、姬计法、段永红。

引 言

国内外众多的大地震现场考察及其灾害现象分析研究表明,活动断层上发生地震存在诱发灾害的潜在危险。查明活动断层的准确位置并对其属性和地震危害性作出科学评价,是地震灾害风险评估和震害防御的重要基础性工作。我国自“九五”期间开始逐步推进活动断层探测工作,多年来在理论和工程技术上都取得了长足的进展,积累了一定的实践经验,其成果在国土空间规划、工程场址勘选以及建(构)筑物断层避让、地震灾害风险评估和地震预测等领域发挥着越来越重要的作用。

为了规范工作过程和技术方法的使用,保证活动断层探测工作科学有序地开展,提升产出成果的质量和实用性,近年来地震部门开展了活动断层探测技术梳理,理清了工作流程、工作内容和工作成果的基本框架,在此基础上构建了系列标准的框架,先后制定了 GB/T 36072—2018《活动断层探测》及一系列配套的行业标准。

DB/T XXXX《活动断层探查 地震勘探》属于这系列标准框架的组成标准,DB/T XXXX 拟由 5 部分构成。

—— 第 1 部分:浅层反射/折射法。目的在于规定适用于高效、高质量地查明断层位置及其几何结构参数的浅层反射法地震勘探、浅层折射法地震勘探的工作流程、工作内容和方法要求。

—— 第 2 部分:深反射法。目的在于规定适用于准确探明深部构造位置及其形态的深层反射法地震勘探的工作流程、工作内容和方法要求。

—— 第 3 部分:宽角反射/折射法。目的在于规定适用于宽角反射/折射法探测深部壳幔速度结构的差异、壳内界面起伏形态变化的地震勘探的工作流程、工作内容和方法要求。

—— 第 4 部分:短周期密集台阵探测法。目的在于规定适用于获得壳内速度结构和构造界面形态的短周期密集地震台阵探测法地震勘探的工作流程、工作内容和方法要求。

—— 第 5 部分:宽频带台阵探测法。目的在于规定适用于获得断层深部构造背景和孕震环境的宽频带台阵探测法地震勘探的工作流程、工作内容和方法要求。

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。但现行 GB/T 33583—2017《陆上石油地震勘探资料采集技术规程》、GB/T 33685—2023《地震勘探数据处理技术规程》、GB/T 33684—2017《地震勘探资料解释技术规程》和 DZ/T 0170—2020《浅层地震勘查技术规范》等标准不能满足活动断层探测工作对地震勘探的要求,主要原因是:前三项标准的勘探目标为含油气地质体,勘探埋深往往介于地下 2 km ~ 10 km 范围,并不太关注浅部地层及构造,甚至在地震数据处理时直接切除部分浅部同相轴;第四项标准包括四种浅层地震勘探方法,主要是针对水文、工程、环境地质调查等,利用短排列开展浅表层调查;而活动断层探测中的浅层地震勘探特色鲜明,往往以埋深小于 1 km ~ 2 km 的第四纪地层及其中的断层为探测目标,通过小道间距、高密度排列、宽频带、小采样间隔、高精度测量与施工等技术手段,实现探测目标的高分辨率、高精度成像。无论是仪器设备要求、采集参数、数据处理和资料解释要求,还是勘探精度,上述地震勘探标准都无法满足活动断层探测工作的要求。

DB/T XXXX 的本部分是在 GB/T 36072—2018《活动断层探测》基本要求的基础上,根据我国活动断层探测工作需要和当前地震勘探技术水平,以有效满足探明隐伏地震构造为目标,参考国内外有关标准和我国活动断层浅层地震勘探实践编制而成。

活动断层探查 地震勘探 第1部分:浅层反射/折射法

1 范围

本文件规定了地震勘探浅层反射/折射法的仪器设备、工作流程、实施方案设计、现场试验、数据采集、数据处理、资料解释、成果产出与数据入库等技术要求。

本文件适用于活动断层探测、地震小区划、地震安全性评价等以探明隐伏断层的浅层精细结构和空间展布特征为目的而开展的二维地震勘探。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 6722 爆破安全规程

GB 8031 工业电雷管

GB 12950 地震勘探爆炸安全规程

GB/T 33583—2017 陆上石油地震勘探资料采集技术规程

CH/T 2009—2010 全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范

DB/T 65—2016 1:50 000 活动断层填图数据库规范

DB/T 72 活动断层探查 图形符号

DB/T 83 活动断层探查 数据库检测

NB/T 51025 煤炭资源勘查工程测量规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

反射法地震勘探 reflection seismic exploration

人工震源激发的地震波向地下传播到具有波阻抗差异的界面时,产生返回地面的反射波被地震仪器接收并记录下来,经过数据处理、资料解释,获得不同地质体反射界面的形态、埋藏深度、倾角和各层速度等数据的地震勘探方法。

[来源:DZ/T 0170—2020,3.1.1,有修改]

3.2

折射法地震勘探 refraction seismic exploration

人工震源激发的地震波向地下传播到速度分界面时,产生返回地面的折射波被地震仪器接收并记录下来,经过分析折射波到达时间与距离的关系,获得地质体的速度和界面埋深等数据的地震勘探方法。

[来源:DZ/T 0170—2020,3.1.2,有修改]

3.3

节点地震仪 node seismograph

陆上节点地震数据采集系统中的采集站。

注：节点地震仪集地震仪和检波器功能于一体，其特点是按照约定的方式自主完成性能测试、卫星授时、数据采集和存储。

3.4

观测系统 **spread geometry**

地震波激发点(震源)与接收点(检波器)排列的相对空间位置关系。

3.5

共炮点道集 **common shot gather**

同一激发点激发、不同接收点同时接收的地震道记录集合。

3.6

炮间距 **shot interval**

两个相邻激发点之间的距离。

3.7

道间距 **group interval**

两个相邻接收点之间的距离。

3.8

炮检距 **offset**

共炮点道集中,激发点和接收点之间的距离。

注 1: 激发点和相距最远的接收点之间的距离,称为最大炮检距。

注 2: 激发点和相距最近的接收点之间的距离,称为最小炮检距。

3.9

静校正 **static correction**

对因近地表地层因素变化引起的地震波传播时间延迟进行校正的过程。

3.10

地震地质层位 **seismic geologic stratum**

地震剖面上的反射波同相轴或折射速度界面代表的相应地质层位。

注：地震地质层位是地震反射或折射地质层位的简称。

3.11

同相轴 **event**

地震记录上各道振动相位相同的极值(俗称波峰或波谷)的连线。

4 符号和缩略语

4.1 下列符号适用于本文件。

d : 距离,单位为米(m)。

n_j : 第 j 个桩号。

n_i : 第 i 个桩号。

X_{max} : 最大炮检距,单位为米(m)。

X_{min} : 最小炮检距,单位为米(m)。

Δx : 道间距,单位为米(m)。

4.2 下列缩略语适用于本文件。

CDP: 共深度点 (common depth point)

CMP: 共中心点 (common middle point)

CGCS2000:2000 国家大地坐标系(China geodetic coordinate system 2000)

GNSS:全球卫星导航系统(global navigation satellite system)

SH 波:水平剪切横波(shear horizontal wave)

5 概述

地震勘探是利用地下介质弹性差异,通过记录和分析主动源或被动源激发的振动或环境噪声,推断地下岩石的性质和形态的地球物理勘探方法。浅层地震勘探以探测浅部(通常埋深小于 1 km ~ 2 km)地质构造、测定部分岩土物理力学参数等为目标,反射法和折射法是其中最重要的两种方法。活动断层探测中的浅层反射法和折射法是以第四纪地层及其中的断层为探测目标,通过小道间距、高密度排列、宽频带、小采样间隔、高精度测量与施工等技术手段,实现断层等探测目标的高分辨率、高精度成像。浅层反射法地震勘探对复杂构造成像有明显优势,其中纵波反射法地震勘探的探测深度相对较深、SH 波反射法分辨率较高;而浅层折射法地震勘探常用于测定覆盖层厚度及其速度、基岩速度及基岩界面起伏形态,推测断层或构造破碎带,也可为反射法提供用于静校正的表层速度和低降速带变化资料。

6 仪器设备

6.1 仪器设备构成

主要包括测量设备、震源、检波器和地震仪等。

6.2 测量设备

包括 GNSS 接收机、中继电台等,测量精度应在亚米级以上。

6.3 震源

6.3.1 震源类型

6.3.1.1 可采用炸药震源,也可采用非炸药震源。

6.3.1.2 非炸药震源可选择可控震源、电火花震源、气枪震源、水枪震源、机械冲击震源、叩板震源等。

6.3.2 震源选择

6.3.2.1 应根据探测目标所在区域的工作环境、地震地质条件和探测目的层深度选择震源类型。

6.3.2.2 陆域地震勘探震源应按照下列要求进行选择:

- a) 在城市市区或道路附近等存在较强环境干扰的区域,采用可控震源;
- b) 具备施工条件或不便采用可控震源的环境,采用炸药震源;
- c) 当施工场地不适合使用炸药震源和可控震源进行采集时(如城区窄道、田间小路等),使用机械冲击震源,或在具备条件的情况下选择电火花等震源;
- d) 当测区不适合使用可控震源等进行横波勘探时(如城区窄道等),使用叩板震源。

6.3.2.3 水域地震勘探应采用电火花震源、气枪震源、水枪震源等。

6.4 检波器

应根据探测环境、探测目标、测区地质条件和现场试验效果等因素,选用数字地震检波器或宽频带的模拟地震检波器。

6.5 地震仪

6.5.1 地震仪应满足下列技术指标：

- a) 动态范围不低于120 dB；
- b) 道畸变不大于0.005‰；
- c) 模数转换精度不低于24 bit；
- d) 最小采样间隔不大于0.5 ms,并且有多档可选；
- e) 具备内触发和外触发功能,触发灵敏度可调节；
- f) 地震记录时间长度不低于2 s,并具有足够的存储空间；
- g) 有线地震仪具有实时噪声监视、单炮监视、信号处理(如滤波)等功能；
- h) 符合现场试验的一致性要求。

6.5.2 节点地震仪除了符合 6.5.1 的要求外,还应满足下列性能指标：

- a) GNSS时钟同步计时误差绝对值不大于10 μ s；
- b) 卫星信号丢失后继续采集数据的时间不少于6 h。

7 工作流程

工作流程包括下列6个环节：

- a) 实施方案设计,包括设计步骤、工作任务确定、资料收集、现场踏勘、测线设计、采集参数设计、采集试验方案设计、数据处理方案设计、资料解释方案设计、成果产出及数据入库方案设计、实施方案设计书编写；
- b) 现场试验,包括基本要求、工作内容、数据分析和试验总结；
- c) 数据采集,包括工作内容、测线实测、地震波激发、地震波接收、数据记录、现场质量监控、现场数据处理和数据质量检查和评价；
- d) 数据处理,包括反射法数据处理和折射法数据处理；
- e) 资料解释,包括反射法资料解释和折射法资料解释；
- f) 成果产出与数据入库,包括产出成果、成果提交形式和数据入库。

图1给出了浅层反射/折射法地震勘探工作流程示意图。

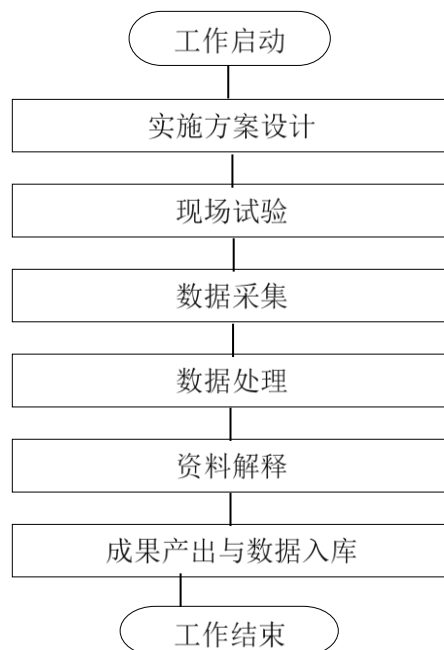


图1 浅层反射/折射法地震勘探工作流程示意图

8 实施方案设计

8.1 设计步骤

应按下列步骤进行实施方案设计：

- a) 工作任务确定；
- b) 资料收集；
- c) 现场踏勘；
- d) 测线设计；
- e) 采集参数设计；
- f) 采集试验方案设计；
- g) 数据处理方案设计；
- h) 资料解释方案设计；
- i) 成果产出与数据入库方案设计；
- j) 实施方案设计书编写。

8.2 工作任务确定

应确定地震勘探部署、技术要求、测区位置及范围、施工工作量和工期、数据采集要求、数据处理要求、资料解释要求、以及成果产出和数据入库等工作任务。

8.3 资料收集

8.3.1 资料收集类型

应收集地质、地球物理、测绘资料，宜收集其他相关资料。

8.3.2 地质资料

8.3.2.1 应收集地质构造图、第四系等厚线图、活动断层分布图、地震构造图等资料。

8.3.2.2 宜收集大地构造区划分、地层、岩性、构造特征、钻探等资料。

8.3.2.3 宜收集近地表地层厚度、速度、潜水面及其他工程地质和水文地质等资料。

8.3.3 地球物理资料

8.3.3.1 应收集以往地震勘探资料,包括地震测线位置图、采集参数、叠加和偏移剖面、地震波速度和干扰波调查资料等。

8.3.3.2 应收集地震活动情况等地震资料。

8.3.3.3 宜收集重力勘探、磁法勘探、电法勘探等资料。

8.3.4 测绘资料

应收集电子地图、数字地形图或地形图、遥感影像等资料。

8.3.5 其他资料

宜收集下列内容:

- a) 自然地理资料,对于陆域测区,包括地貌、河流、湖泊、地表覆盖物成因类型及分布范围等资料;对于水域测区,包括潮汐、水深、水下和水面设施分布、渔业养殖等情况;
- b) 人文地理资料,包括行政区划图,交通、工业地面和地下设施、油水气管线、水利设施、通讯电缆、文物古迹、农业生产、民风民俗等资料;
- c) 气象资料,包括降雨量、雷电活动、温湿度变化、日照时间等。

8.4 现场踏勘

8.4.1 踏勘准备

8.4.1.1 应在资料收集的基础上,结合工作任务进行分析,提出踏勘的线路和踏勘工作计划。

8.4.1.2 应采用有地理坐标的图件以及电子地图平台。

8.4.1.3 应根据探测目标的需要,按照 8.5.1 的规定在图件上初步设计测线和备选测线,并对主要目标进行有效控制。

8.4.2 实地踏勘

按下列要求进行实地踏勘:

- a) 应对测区及周边区域的地形、地貌、交通和施工条件等进行全面实地踏勘,调查了解地震波激发和接收条件、环境干扰状况、施工难点和应对措施,核实已收集的地震地质、地球物理和测绘等资料;地面复杂测区,还应参照遥感影像、实地拍摄的照片,详细描述测线的调查情况;
- b) 沿初步设计测线的踏勘长度宜长于测线两端各 500 m,当场地较小或可踏勘长度不满足要求时,踏勘长度宜为初步设计测线两端可踏勘的最大长度。

8.4.3 报告编写

应编写现场踏勘报告;如果现场踏勘时发现了浅层地震勘探有较大影响的障碍或事件,应在报告中予以警示,并提出调整初设或补救措施建议。

8.5 测线设计

8.5.1 测线布设

按照下列要求布设测线。

- a) 应基于资料收集和分析结果,并结合现场踏勘的结论进行测线设计。
- b) 应根据工作任务要求,分别对控制性勘探阶段和详细勘探阶段进行测线设计。
- c) 可采取测线整体规划,然后逐步加密和精确定位设计;也可边设计、边施工、边处理,再根据处理结果确定后续测线布设。
- d) 测线应布设在地形起伏较小的地段。
- e) 测线应优先布设在潜水位浅的原始密实土质地面,其次为沥青路面、水泥路面,宜避开巨厚卵砾石层、山前冲洪积扇和松散厚黄土区等。
- f) 测线应选择背景噪声小的区域布设;城市道路施工的测线应考虑避开管网、地铁、防空洞等地下构筑物和河道、桥梁等对数据采集有影响的设施;无法避开时,应采取措施降低影响效果。
- g) 测线宜与地质勘探线重合或通过已有地质钻孔时,可布设联络测线,以利于地震勘探资料的层位对比和分析解释。
- h) 主测线方向应垂直目标断层的走向;如果条件不允许,主测线与目标断层的夹角应尽可能大;
- i) 测线应按直线布设;如果因场地条件限制,无法按直线布设时,允许测线转折,转折角不应超过8°,转折点应位于激发点或检波点上;如果测线无法按直线或折线布设时,也可采用弯线设计。
- j) 测线长度应能够控制目标断层的位置,使主要目标断层位于测线的中部。
- k) 在山区、黄土塬等低信噪比地区,可采用宽线观测系统。
- l) 当需要开展纵波、横波联合地震勘探或反射波和折射波联合地震勘探时,测线应重合布设。

8.5.2测线编码

8.5.2.1 应对每一条测线进行编码。

8.5.2.2 测线代码采用字母和数字混合编码,其代码结构为“XXXX####-###”。其中“XXXX”为表示工程项目的4位大写字母,由工程项目名称的汉语拼音首字母组成;“####”为施工年份,由4位阿拉伯数字组成;“-”为半角连字符;“###”为测线顺序号,由1开始编号,不足三位的用0补齐。图2给出了测线代码结构图。

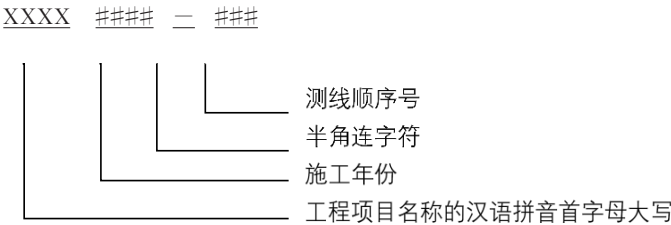


图2 测线代码结构图

8.5.2.3 测线顺序号应按照由西向东、由南向北的顺序递增。

8.5.3 桩号编排

8.5.3.1 应对测线上的每一个测点(接收点、激发点)进行桩号编排,测点与桩号一一对应。

8.5.3.2 桩号应采用自然数顺序编号,从 1001 开始。激发点和接收点桩号应能够明显区分开。

8.5.3.3 距离和桩号应按公式(1)的关系进行换算。

$$d=(n_j-n_i)\times\Delta x \quad \dots\dots\dots(1)$$

8.6 采集参数设计

8.6.1 一般要求

8.6.1.1 应在测线设计的基础上,根据探测目标和不同的施工方法,进行采集参数设计。

8.6.1.2 应设计观测系统、道间距、炮间距、激发方式、覆盖次数、最小炮检距和最大炮检距等参数。

8.6.1.3 在复杂地区针对特定探测目标,可使用照明度分析方法优化观测系统和采集参数。

8.6.2 反射法采集参数

8.6.2.1 当施工场景位于陆域时,反射法采集参数的要求如下。

a) 采用多次覆盖观测系统。

b) 道间距和炮间距满足空间采样定理,避免在频率—波数域中出现空间假频;对断层进行控制性勘探时采用的道间距不大于 5 m,详细勘探时采用的道间距不大于 3 m,对计划有地质排钻的断点位置进行精确定位时采用的道间距不大于 2 m。

c) 根据探测目标的深度、构造复杂程度、地震资料处理的技术需求、观测方式对采集效果的影响等综合分析结果,从单边激发、排列内部激发、双边激发中选择合适的激发方式。

d) 根据主要探测目标、定位精度、资料品质要求、震源类型、经济效益和现场试验结果等因素综合确定覆盖次数。

e) 最小炮检距不大于 2 个道间距。

f) 最大炮检距一般为最深目的层深度的 0.8 倍~1.5 倍,且能够:

- 1) 有效压制多次波;
- 2) 有足够的速度分析精度;
- 3) 在接收排列内使反射系数相对稳定;
- 4) 使主要目的层的反射避开初至波干涉。

g) 使激发位于地层下倾方向,接收位于上倾方向。

h) 当测线遇到障碍物不能正常激发或接收时,应调整观测系统以弥补损失的采集数据。

i) 当采用弯线设计时,使各面元中的覆盖次数、炮检距分布达到最优化,同一面元中反射波时差小于其视周期的四分之一,最小覆盖次数不小于设计要求的三分之二。

j) 观测系统表述反映出道间距(Δx)、最小炮检距($X_{\min}$)、最大炮检距($X_{\max}$)等观测系统参数和激发点、接收点的相对位置,表述为:

- 1) 单边激发:大号激发 $X_{\max}-X_{\min}-\Delta x$ 或小号激发 $\Delta x-X_{\min}-X_{\max}$;
- 2) 排列内部激发: $X_{\max}-X_{\min}-\Delta x-X_{\min}-X_{\max}$ 。

8.6.2.2 施工场景位于水域时,反射法采集参数除了符合 8.6.2.1 的要求 [8.6.2.1 b)除外],还应符合下列要求:

a) 固定排列观测的接收船和激发船抛锚定位后的电缆尾部摆动不超过 10°;

b) 在海域使用走航式拖缆法施工时,如航向与水流方向有夹角,电缆偏离航线不大于 10°,船沿测

线偏航不超过 20 m；

- c) 道间距和炮间距满足空间采样定理,避免在频率—波数域中出现空间假频;对断层进行精确定位时采用的道间距不大于 3.125 m,控制性勘探采用的道间距不大于 6.25 m。

8.6.3 折射法采集参数

折射法采集参数的要求如下。

- a) 应采用多重相遇追逐观测系统,排列宜布设在地形平坦地段。
- b) 排列长度和道间距的选择,应以保证低降速带的直达波及高速层折射波都能记录到为原则,排列长度宜不小于最深目的层深度的 6 倍~8 倍;在选择道间距时,各速度层至少应有 4 道控制,初至应清晰,并实测偏移距,且道间距不应大于 10m。
- c) 最小炮检距宜不大于 2 个最小道间距。

8.7 采集试验方案设计

8.7.1 应根据试验的任务、目的、测区地震地质条件,基于收集的历史资料,分析测区存在的地质和地球物理问题,在采集参数设计的基础上设计激发因素、接收因素、观测系统、干扰波和环境噪声调查等采集试验的内容。

8.7.2 应编写采集试验方案文本,内容包括:试验任务、试验目的、测区地震地质条件、地震工作程度及存在问题的分析,方法技术论证结果、试验方案及参数、试验要求及工作量,试验数据的处理分析及要求。

8.8 数据处理方案设计

8.8.1 应根据工作任务、测线设计结果、采集参数设计结果、采集试验方案,设计数据处理方案。

8.8.2 应编写数据处理方案文本,内容包括:处理要求、处理重点与难点分析、处理技术方案(包括处理步骤和主要处理参数)、质量控制方案。

8.9 资料解释方案设计

8.9.1 应根据工作任务和数据处理方案,设计资料解释方案。

8.9.2 应编写资料解释方案文本,内容包括:剖面解释、断层解释和解释图件的编制要求。

8.10 成果产出及数据入库方案设计

应按照工作任务要求设计成果产出及数据入库方案并给出方案文本,内容包括产出成果的类型、格式及数据入库要求等。

8.11 实施方案设计书编写

8.11.1 编写准备

应根据委托单位下达的任务书或有关合同(协议)要求,综合资料收集、现场踏勘、测线设计、采集参数设计、采集试验方案、数据处理方案、资料解释方案等编写实施方案设计书。

8.11.2 文本要求

实施方案设计书文本应包括但不限于下列内容:

- a) 前言:项目来源、项目概况、测区位置、工作任务、技术要求、自然地理与交通概况等;
- b) 测区地震地质概况:地质概况(地层、构造等)、地震地质条件、地球物理特征和地震环境条件初步分析及结论;

- c) 测区研究情况评价:以往的地质、地震勘探工作程度和主要成果及存在的问题,本次地震勘探的主要困难和对策等;
- d) 地震勘探的工作内容和技术要求,采用的技术路线;
- e) 野外测量和地震勘探实施的仪器设备(震源、地震仪、检波器等)及其性能指标;
- f) 现场踏勘、采集试验的方案;
- g) 测线设计和采集参数设计的依据,设计的工作量和技术指标;
- h) 数据采集、数据处理、资料解释及其质量检查控制的方案;
- i) 成果产出与数据入库方案;
- j) 进度安排和质量保障措施;
- k) 项目组织管理和综合保障措施:项目组人员组成和分工,安全、环保和健康保障措施等。

8.11.3 附图要求

实施方案设计书应包括地震勘探工作部署图,地震勘探工作部署图应符合下列要求:

- a) 以卫星图片或地形、地质构造图为背景;
- b) 图中标示测线位置、测线号、测线长度;
- c) 比例尺大于1:50 000;
- d) 有图例、编图说明和编图日期等信息。

8.11.4 简化设计

短期或工作量不大的任务,可简化实施方案设计书内容,但实施方案设计书文本应包括下列内容:

- a) 项目的目的任务;
- b) 项目的测区范围;
- c) 项目的测区概况;
- d) 设计的工作量和技术指标;
- e) 数据采集、数据处理、资料解释及其质量检查控制的方案;
- f) 进度安排。

9 现场试验

9.1 基本要求

9.1.1 野外施工前应按照下列要求进行现场试验:

- a) 根据施工方案设计书确定具体的、单一因素的现场试验参数,关键参数重复试验直到符合统计性要求;
- b) 选择在测线上具有典型代表性的地段开展,或通过已知钻孔;
- c) 现场试验点分布均匀;
- d) 实地测量现场试验点(段)的坐标和高程;
- e) 客观全面地整理现场试验和分析资料,并记录备案。

9.1.2 在数据采集实施过程中,当局部地段记录变坏时,应增做现场试验,找出原因,并据此调整采集参数。

9.2 工作内容

9.2.1 现场试验应开展激发因素、接收因素、观测系统参数、干扰波和环境噪声调查等方面的试验,还可

根据需要开展仪器工作参数试验。

9.2.2 应按照下列要求进行现场试验：

- a) 采用可控震源激发时,试验扫描频率、扫描长度、电平荷载、振动次数、台次和组合等；
- b) 采用爆炸震源激发时,试验激发井深和激发药量等；
- c) 采用气枪震源激发时,试验气枪沉放深度、不同枪阵、不同枪数等；
- d) 每次野外施工前,对所有野外观测仪器进行一致性测定,包括极性、起跳时钟、振幅的一致性；
- e) 观测系统参数试验包括激发和接收方向、接收道数、最大炮检距和最小炮检距等；
- f) 采用扩展排列法开展干扰波和环境噪声调查试验,扩展排列长度不小于接收排列长度的1.5倍,道间距不大于实际工作道间距；
- g) 地震仪工作参数采用全通频带。

9.3 数据分析

应按照下列要求进行现场试验数据分析：

- a) 汇集现场试验数据后立即处理,并进行定性或定量分析；
- b) 对所有现场试验单炮进行干扰波和环境噪声分析,分析其性质、类型、在地震记录上的出现时间和影响范围,分析计算其各项参数(视速度、视频率等,统计其发育规律)；
- c) 分析不同采集因素情况下,各有效波的频率范围、现场试验单炮记录上有效波可见范围和能量变化等；
- d) 分析不同采集因素下浅、中、深层相应部位有效波与干扰波能量变化规律,做信噪比分析。

9.4 试验总结

9.4.1 应对试验目的、试验内容(参数)、试验效果进行分析、总结,确定最佳采集方法、激发方式、接收方式、抗干扰方法及措施、观测系统参数和仪器工作参数等,用于正式数据采集。

9.4.2 未经现场试验或现场试验结论不明确时,不应转入正式数据采集。

10 数据采集

10.1 工作内容

数据采集包括测线实测、地震波激发、地震波接收、数据记录、现场质量监控、现场数据处理、数据质量检查和评价等。

10.2 测线实测

10.2.1 测点坐标应采用 CGCS2000,高程应采用 1985 国家高程基准。

10.2.2 陆域测线实测应按照下列要求施工。

- a) 对测线上的激发点和接收点设立明显标志并标注桩号。
- b) 激发点和接收点布设时,测量并记录附近对地震勘探施工有影响的地形地物信息(如居民房屋、工矿设施、道路桥涵、河流水渠、地下管线等),并填写附录 A 的表 A.1。
- c) 布设激发点和接收点遇障碍时,就近偏移并实测偏移后的点位坐标。
- d) 在施工过程中遇到需要变更测线位置时,报技术主管人员并取得书面认可后方可继续施工。
- e) 按照 NB/T 51025 的规定,采用仪器对测线的端点、拐点、激发点和接收点的坐标和高程进行实测定位。
- f) 在平地或均等倾斜地区,通过相邻实测点内插求得坐标和高程的点数不超过 50 个,其结果不影

响最终成果的精度,并在最终测量成果中做出标注。

g) 两条测线相交时,对相交点附近测点的坐标和高程进行联测;如果相交点附近无测点,则采用室内内插相交点的坐标和高程的方式进行检查,或采用坐标放样的方式进行高程对比检查;高程闭合差符合 CH/T 2009—2010 的规定。

h) 每日测量结束后,立即进行数据处理,核对无误后,按附录 B 的要求填写表 B.1。

10.2.3 陆域测线实测时,测线上的激发点和接收点标志和桩号应符合下列要求:

- a) 根据不同地表类型,灵活选择喷漆、标志旗、木桩、土堆、浮漂等标志形式;
- b) 标志设置准确、明显、牢固、易于分辨;
- c) 桩号采用打印或手工书写;
- d) 根据需要,在测线端点设置永久性标志,并注明线号和桩号。

10.2.4 水域测线实测按照下列要求施工。

- a) 采用 GNSS 对测线的端点、拐点、激发点和接收点进行定位。
- b) 对于水陆交互带中的滩涂和不受潮汐、水流影响的水网(如水库、河流、湖泊、沼泽等)区域的激发点和接收点,其实测点与设计点的水平位置偏差小于 1 个道间距;实际出现大于 1 个道间距的情况时,大于 1 个道间距的测点数不超过单条测线总测点数的 10%。
- c) 静止水域标志设置位置与所提供的实测坐标位置偏差不大于 1 m;在流动水域,根据潮汐变化和水深变化设置标志,并且不超过水深。
- d) 流动水域的激发点和接收点,实测点与设计点的水平位置偏差不大于 2 个道间距。
- e) 流动水域的所有测点当日测量、当日施工。
- f) 静止水域在测量抛标后,如果未及时施工,施工时重新测量。
- g) 海上或大面积水域施工时,同步测量水深,设置潮位观测站。

10.2.5 水域测线实测时,同步测量水深应符合下列要求:

- a) 沿每条接收线至少每 10 个点提供一个水深数据和测量时间,每个激发点均提供激发时的位置、水深和测量时间;
- b) 水深变化剧烈水域(相邻激发点、接收点水深误差大于 1 m),提供每个激发点和接收点的位置、水深及测量时间;
- c) 每隔 15 min 观测并记录一次水位变化;
- d) 水深不大于 30 m 时,水深测量误差应不大于 0.3 m;水深大于 30 m 时,水深测量误差小于实际水深的 1%。

10.2.6 水域测线实测时,设置潮位观测站应符合下列要求:

- a) 观测站能控制全测区的潮汐变化;
- b) 观测站高程与已知控制点联测。

10.3 地震波激发

10.3.1 基本要求

应按下列要求进行地震波激发。

- a) 根据设计核对激发点、激发因素和接收排列等。
- b) 做好激发点、接收排列周围警戒。
- c) 激发点或组合中心位置对准桩号,如果激发点或组合中心位置无法对准测线桩号,则根据激发情况采取垂直测线偏离或平行测线偏离措施,其垂直测线偏离小于 2 倍道间距,平行测线偏离小于 1/2 设计炮间距。
- d) 当激发点连续空点较多(致使总覆盖次数低于设计覆盖次数 3/4)时,进行补炮或变观。

- e) 在外界干扰较强的地区施工时,选择避开干扰、背景相对平静的时段开展地震数据采集;
- f) 在同一测区采用不同类型震源联合施工时,先进行震源激发的对比;不同类型的震源系统参数通过试验进行调整,使触发计时误差小于 1 ms。
- g) 当使用可控震源等非炸药震源的组合时,确保震源组合内有严格的时间同步。

10.3.2 陆域震源激发

10.3.2.1 使用可控震源进行地震波激发时,应符合下列要求:

- a) 根据试验结果选择可控震源的扫描方式、扫描频率、扫描长度、振动次数、震源出力等参数;
- b) 扫描终了频率和起始频率之比不小于 2.5 个倍频程;
- c) 可控震源的标准信号与扫描信号之间的相位差小于 2° ;
- d) 可控震源振动器平板与地面耦合良好;
- e) 采用多台可控震源工作时,保持试验确定的组合图形,组合中心与地面测量桩号一致,组内各激发点相对高差不超过 1 m,符合一致性要求;
- f) 每天施工前,对可控震源进行日检;
- g) 采集过程中对每台可控震源进行质量监控,按照 GB/T 33583—2017 中表 1 的规定控制其相位、畸变、出力。

10.3.2.2 使用炸药震源进行地震波激发时,应符合下列要求:

- a) 爆炸物品的使用、存放、运输以及爆炸工作应符合 GB 12950 和 GB 6722 的安全规定;
- b) 炸药的引爆应使用符合 GB 8031 中规定的专用数码电子雷管;
- c) 激发药量、激发孔深应按现场试验结论的要求执行,并在班报中准确记录;
- d) 激发位置选择胶泥或其他激发效果好的岩性中并尽可能设在高速层以下,激发深度以药包顶面深度为准;
- e) 药包沉放填塞严密以减小对周围生态环境的破坏并确保激发深度准确;
- f) 采用闷井激发,避免冲井现象;
- g) 多台爆炸机的爆炸信号最大时差不大于 1 ms;
- h) 震源药柱或炸药的爆速与地层波速匹配;
- i) 起爆点远离铁路干线、通航河流、高压输电线路、工矿企业和房屋建筑。

10.3.2.3 采用叩板震源激发 SH 波时,应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,可在木板上堆置重物。

10.3.2.4 使用机械冲击震源时,应在激震点敷设专用垫板,防止反跳造成的二次触发。

10.3.3 水域震源激发

10.3.3.1 水域震源激发应符合下列要求:

- a) 避开渔网、网箱等养殖区水域作业;
- b) 由定位系统控制激发时,采用定距激发;
- c) 水深小于 1.5 m 的各类水域,采用井中激发方式、电火花或插入式气枪激发方式,激发参数通过现场试验确定;
- d) 水深大于 1.5 m 的各类水域,采用电火花或气枪激发方式,激发参数通过现场试验确定;
- e) 气枪震源安置在船尾适当距离,沉放深度不小于 1 m,漂浮电缆沉放深度通过试验确定,航行过程中采取水鸟等措施,保持电缆沉放深度一致;
- f) 综合震源充气(充电)时间、记录长度、仪器记录存储数据时间、航速等因素确定震源激发时间间隔;

- g) 气枪阵列的同步时差不超过 1 ms,连续激发 50 次以上,合格率达到 98% 以上,激发记录上不出重复冲击现象。

10.3.3.2 改变震源类型或参数时,应有现场试验对比资料证明所采用的各项参数能满足地质任务的要求。

10.4 地震波接收

10.4.1 接收设备

接收设备包括地震仪、电缆和检波器。

10.4.2 地震仪使用

10.4.2.1 地震仪的使用符合下列基本要求:

- a) 应根据干扰背景强度确定仪器增益;
- b) 应根据勘探深度、地层产状、地层速度合理选择记录长度,记录时长不小于 1 s,采用高采样率接收,采样间隔不大于 0.5 ms;
- c) 采集数据时,应采用宽频带接收;
- d) 应根据实际条件选择内触发或外触发,设置触发灵敏度参数以避免随意产生触发、有触发信号而不触发的情况发生;
- e) 在外界干扰较强时,应提高垂直叠加和水平叠加次数,确保满覆盖次数叠加后有效波的信噪比不小于 3;
- f) 在同一测区开展同一方法工作时,应保持各地震仪采集参数一致。

10.4.2.2 有线地震仪的使用除了满足 10.4.2.1 的要求外,还应符合下列要求:

- a) 正式投入生产前完成地震仪年检;每日施工前,完成地震仪的日检,检查合格后方可投入生产;
- b) 激发前,检查电缆和检波器的通导情况,检查合格后方可进行激发。

10.4.2.3 节点地震仪的使用除了满足 10.4.2.1 的要求外,还应符合下列要求:

- a) 施工前,完成节点地震仪的自检与充电工作;
- b) 节点地震仪的电池包和主体密封良好;
- c) 按桩号布设节点地震仪,记录好桩号和节点地震仪编号;
- d) 启动节点地震仪后,确保其进入数据采集状态后,方可布设节点地震仪;
- e) 按照 10.4.4 中关于安置检波器的要求安置节点地震仪;
- f) 数据采集完成后,及时回收节点地震仪内的数据,对无法回收数据的节点地震仪,在仪器班报上对其进行记录,并标注其所对应桩号;
- g) 对节点地震仪回收后的数据,按照要求的记录时间进行编辑截取,形成共炮点道集或共接收点道集,并对记录按照激发顺序进行编号命名。

10.4.3 电缆铺设

10.4.3.1 陆域施工时,电缆铺设采集应符合下列要求:

- a) 不应拖、拉、踩、压电缆,跨越道路时采取防压保护措施;
- b) 回收电缆时及时盖好插头防护盖;
- c) 电缆插头和检波器接头接触良好,连接极性正确,不沾水和泥污;
- d) 电缆保持干燥,防止漏电、短路或接触不良等故障;
- e) 不得悬挂在非静止的支架上。

10.4.3.2 水域施工时,电缆铺设采集应符合下列要求:

- a) 到达测线起点前将电缆拉直,到达测线终点后,船只继续沿航向前进,延续距离大于半个排列长度,进入测线或测线结束以及每一炮都有合格的 GNSS 定位点;
- b) 漂浮电缆多道接收时,不正常工作道不超过接收道总数的 1/10,整条测线的空、废炮率小于 6%。

10.4.4 检波器安置

10.4.4.1 陆域施工时,检波器安置符合下列要求。

a) 安置的位置应准确,不能安置在原设计点位时,沿测线偏移不应大于道间距的 1/5,垂直测线偏移不应大于道间距的 1/2。

b) 与地面耦合良好,安置条件力求一致,达到平、稳、正、直、紧的要求:

- 1) 锥形检波器应垂直没入土中;
- 2) 检波点位于松散地表(如干沙、砂石、虚土层)时,应挖坑安置检波器并压实;
- 3) 检波器安置在湿地(如稻田、沼泽、浅滩等)时,应防止漏电;
- 4) 水陆交互区,防水检波器应加长尾椎以穿透淤泥层;
- 5) 检波器在水泥或沥青路面安置时,应将检波器牢固粘于地面或采用铁靴类装置安置,应保证检波器与大地耦合良好。

c) 接收 SH 波的横波检波器应水平安置,最大灵敏度方向应垂直测线方向,且取向一致。

d) 需要使用检波器组合提高地震记录质量时,检波器组合方式符合下列要求:

- 1) 有利于压制规则干扰和环境噪声干扰;
- 2) 检波器组合中心对准桩号,按实施方案设计或试验确定的组合图形安置检波器;
- 3) 采用点组合方式,每个检波点由 3 个~4 个检波器组成;
- 4) 如有特殊要求,采用线性组合或面积组合时,通过试验确定组合方向和组合基距,组内高差不大于组内距;
- 5) 不宜采用长组合基距组合接收地震波;
- 6) 如遇特殊地形,应将组合图形等比例缩小或沿地形等高线摆放。

e) 因地表障碍不能安置检波器时,应核准确桩号;连续空道达到 3 道以上时,应采取整道间距横向偏移的方法;如无法横向偏移,应沿测线在缺道范围两端增加激发点,补充覆盖次数。

f) 检波器应有专人保管;轻拿轻放,不得撞击、摔碰;保持干燥,不沾水和泥污;收工装车存放时应加防护措施。

10.4.4.2 水域施工时,检波器布设要求如下:

- a) 在水深小于 1.5 m 的各类水域,不应使用压电式检波器;
- b) 在水深大于 3 m 的各类水域,宜使用水下测量定位系统,同时测定检波器的实际位置;
- c) 水下检波器实际位置偏移超限时,应进行二次测量或重新定位。

10.5 数据记录

10.5.1 记录的数据应包括地震记录、仪器班报和辅助数据,其中辅助数据包括 SPS(陆域)、P1/90 或 UKOOA(水域)文件,或观测系统与测量成果文件。

10.5.2 地震记录应符合下列要求:

- a) 同一测线内地震记录的野外文件号统一编制,不重复;
- b) 对补充的地震记录重编野外文件号。

10.5.3 数据采集期间,应按照附录 C 中的表 C.1 或表 C.2 或表 C.3 规定的内容和格式填写仪器班报。

10.5.4 仪器班报填写应符合下列要求:

- a) 由操作员填写;
- b) 内容齐全,数字准确,备注清楚;
- c) 遇变观、空道、空炮、干扰异常记录等情况在仪器班报备注栏中做出详细记录和说明。

10.5.5 仪器班报应按测区测线和施工顺序整理,纸质的应装订成册,班报封面格式应符合 GB/T 33583—2017 中图 B.1 的规定。

10.5.6 辅助数据应按 SPS(陆域)、P1/90 或 UKOOA(水域)文件格式记录,未按上述格式记录的辅助数据应符合下列要求:

- a) 在观测系统文件中,记录每条测线激发点、接收点桩号和每个激发点所在位置的野外文件号;
- b) 当激发点偏离原设计位置时,在观测系统文件中记录清楚新激发点的准确位置;
- c) 在测量成果文件中,记录激发点和接收点的桩号、X坐标、Y坐标、地表高程(陆域)或水深(水域)信息;
- d) 在水域施工时,根据设计要求整理并提供二次定位测量的电子资料,并记入测量成果文件中;
- e) 计入测量成果文件的水深数据,需经过潮汐校正。

10.6 现场质量监控

10.6.1 数据采集期间,应按照 GB/T 33583—2017 中 6.6 和 6.7 的规定,做好数据采集过程的质量控制,编制仪器检查记录、地震监视记录等。

10.6.2 如遇数据变坏(连续 10 炮数据),应及时上报,待确定解决方案后,方可继续采集数据。

10.7 现场数据处理

10.7.1 施工过程中,应配备数据处理人员和处理设备,采用现场同步处理方式,监控数据采集质量,评价是否达到探测目的。

10.7.2 现场处理人员应及时处理当天采集的地震数据,采用有线地震仪进行采集时,每条测线施工完成后,应在当天完成初步叠加处理;采用节点地震仪进行采集时,每条测线施工完成后,应在当天或次日完成初步叠加处理;并将叠加剖面提交施工组和现场质量监督,监控野外采集质量。

10.7.3 现场数据处理应按下列要求进行:

- a) 观测系统定义正确,检查单炮记录信息与仪器班报符合情况,对出现的异常现象,应在仪器班报相应位置标注,并及时反馈至仪器组进行核对,如有问题应及时纠正;
- b) 通过参数试验确定噪声压制、振幅补偿、滤波、静校正等主要处理环节的参数;
- c) 切除适当,速度分析合理;
- d) 初步叠加剖面显示清晰、能量均衡、信噪比和分辨率较高。

10.7.4 采用节点地震仪进行采集时,应将其布设信息和采集数据及时上传主机,并对信息进行核对、检查。

10.7.5 应对每条测线的施工效果进行初步评价,评估是否能完成地质任务、存在的主要问题,给出下步工作建议,并分别向项目组和现场指挥部口头报告。

10.8 数据质量检查和评价

10.8.1 数据质量检查

10.8.1.1 应对地震记录、仪器班报、辅助数据、仪器检查记录、地震监视记录和有关图件等数据进行质量检查。

10.8.1.2 施工过程中,施工单位应坚持自检,及时整改或返工符合 10.8.2.3 规定的不合格地震记录,达到规定要求后才能转入下一步工作。

10.8.1.3 每天或每条测线地震数据采集工作结束后,施工单位应及时对采集的数据进行检查,并做出地震记录质量评价。

10.8.2 反射法地震记录质量评价

10.8.2.1 反射法地震记录质量评价分为“优良”“合格”和“不合格”三个等级。

10.8.2.2 同时满足下列条件者为优良地震记录:

- a) 仪器检查记录齐全;
- b) 观测系统正确,符合设计要求;
- c) 仪器班报填写正确、齐全、整洁;
- d) 同一单炮地震记录上,除因地面障碍物引起的正常空道外,人为因素导致的不正常道数不超过总道数的1/48;
- e) 初至波清晰,干扰背景弱,满足质量要求;
- f) 高信噪比条件下,地震记录中反射波层次突出,信噪比高,有效反射深度涵盖最深目的层位,相邻道地震记录能量无明显差异;
- g) 低信噪比条件下,对地震记录的评价可参考叠加剖面,即在叠加剖面上反射波层次突出,信噪比较高,目的层反射波组清晰。

10.8.2.3 有下列缺陷之一者为不合格地震记录:

- a) 无仪器检查记录或仪器带有故障进行工作;
- b) 观测系统不符合设计要求、仪器参数选择不正确;
- c) 仪器班报、测线号、地震记录野外文件号混乱无法查对;
- d) 激发点或接收点位置不准确;
- e) 爆炸信号不准;
- f) 可控震源、气枪不同步造成了二次初至或多次初至;
- g) 同一单炮地震记录上,除因地面障碍物引起的正常空道外,人为因素导致的不正常道数超过总道数的1/24;
- h) 信噪比低、干扰背景强、初至波无法分辨;
- i) 分辨率低、反射波信息无法识别;
- j) 物性条件具备,但未能反映主要目的层。

10.8.2.4 优良地震记录和不合格地震记录之外的,为合格地震记录。

10.8.3 折射法地震记录质量评价

10.8.3.1 折射法地震记录质量评价分为“合格”和“不合格”两个等级。

10.8.3.2 有下列缺陷之一者为不合格地震记录:

- a) 无仪器检查记录或仪器带有故障进行工作;
- b) 观测系统不符合设计要求、仪器参数选择不正确;
- c) 仪器班报、测线号、地震记录野外文件号混乱无法查对;
- d) 激发点或接收点位置不准确;
- e) 爆炸信号不准;
- f) 可控震源、气枪不同步造成了二次初至或多次初至;
- g) 互换道或连接道工作不正常;
- h) 地震记录初至不清,无法准确读出数据的道数超过总道数的1/6(不包括只为了取得近排列资料而使用雷管和小药量激发的地震记录);

- i) 在时距曲线上低速层和高速层少于4个控制点。
- 10.8.3.3 不属于不合格地震记录的为合格地震记录。

11 数据处理

11.1 反射法数据处理

11.1.1 处理步骤

反射法数据处理应包括下列步骤：

- a) 数据解编或格式转换；
- b) 观测系统定义；
- c) 道炮编辑；
- d) 子波一致性处理；
- e) 静校正；
- f) 叠前噪声压制；
- g) 振幅补偿；
- h) 反褶积；
- i) 速度分析；
- j) 叠加；
- k) 叠后时间偏移；
- l) 叠前时间偏移；
- m) 叠后数据处理；
- n) 滤波和增益。

11.1.2 数据解编或格式转换

将原始地震数据解编或格式转换为地震数据处理系统使用的内部数据格式,并检查数据解编或格式转换的正确性,解编炮数与地震记录长度要应和原始地震数据一致。

11.1.3 观测系统定义

11.1.3.1 对激发点和接收点位置进行定义,并使其与野外施工记录的实际情况相符合。

11.1.3.2 对弯曲测线观测系统进行定义时,应以 CMP 面元覆盖次数和炮检距分布均匀为条件选择拐点和 CMP 面元中心点的位置、条带数和纵横向跨度。对测线转折角大于 8° 的地震数据,应按弯曲测线进行处理。

11.1.3.3 应采用线性动校正或其他方法检查观测系统定义的正确性。

11.1.4 道炮编辑

11.1.4.1 删除不正常的炮、道记录和异常振幅值。

11.1.4.2 使用正常极性(负起跳)的记录道,校正反正常极性的记录道。

11.1.5 子波一致性处理

11.1.5.1 采用不同震源或相同震源不同激发参数采集的地震数据,当地震子波存在差异时,应对地震数据进行子波一致性处理。

11.1.5.2 采用不同类型检波器或相同类型检波器不同检波器参数采集的地震数据,当地震子波存在差

异时,应对地震数据进行相位校正或子波一致性处理。

11.1.5.3 选择地震数据信噪比较高的层位段求取子波一致性处理整形因子,该项处理应使不同震源、不同类型检波器的地震数据在频率和相位等特征上基本一致。

11.1.6 静校正

11.1.6.1 根据低降速带资料、潜水面资料、激发点和接收点高程等,选择静校正方法,计算得到的近地表速度模型合理。

11.1.6.2 基准面选用起伏地表平滑面。

11.1.6.3 对比静校正前后的单炮数据和叠加剖面,确保校正后基本消除地形及低降速带的影响。

11.1.6.4 剩余静校正和速度分析迭代进行。

11.1.6.5 剩余静校正的计算时窗应选在反射品质较好、构造相对简单的地震层位上。

11.1.6.6 在地震数据满覆盖区内,做最后一次剩余静校正时,90%以上的炮点和检波点所使用的剩余静校正量不大于一个时间采样间隔。

11.1.6.7 剩余静校正后的剖面质量不低于剩余静校正前的剖面质量。

11.1.6.8 最终剩余静校正后的剖面上应无明显的长波长静校正问题和串轴现象。

11.1.6.9 如果多条地震测线存在交点,应确保交点处主要目的层反射波时间闭合差不超过地震子波的1/4周期。

11.1.6.10 水域数据应做潮汐校正处理。

11.1.7 叠前噪声压制

11.1.7.1 通过试验选择噪声压制方法和处理参数,应采用多域组合去噪技术。

11.1.7.2 由强至弱逐步压制噪声。

11.1.7.3 噪声压制过程中应保护有效信号频宽,保持有效信号振幅能量和频率特征的相对关系。

11.1.7.4 显示有代表性的地震记录和叠加剖面,对比检查噪声压制效果。

11.1.7.5 噪声压制后的地震记录,信噪比有提高,波组特征清楚,去掉的噪声数据中无明显有效信号。

11.1.8 振幅补偿

11.1.8.1 采用球面扩散补偿和地表一致性补偿等相对保幅处理方法。

11.1.8.2 显示有代表性的共炮点道集、CMP道集、叠加剖面,检查振幅补偿效果。

11.1.8.3 地震记录经振幅补偿后,浅层、中层、深层的能量基本均衡,并消除道间、炮间因非地下地质因素引起的明显能量差异。

11.1.9 反褶积

11.1.9.1 通过试验选择反褶积方法及处理参数。

11.1.9.2 显示反褶积处理前后有代表性的共炮点道集或CMP道集、叠加剖面、自相关函数和频谱,检查反褶积方法和处理参数的合理性。

11.1.9.3 地震记录经反褶积后应达到调整相位、压缩地震子波、提高分辨率、突出地震反射层波组特征的目的。

11.1.10 速度分析

11.1.10.1 应根据地质构造情况和地质任务,合理调整速度分析点的间隔,速度分析点间隔宜不大于50个CDP。

11.1.10.2 根据地震数据的信噪比、地层倾角,选取生成速度谱的 CDP 道集求和个数和频带;生成速度谱的 CDP 道集应包含各种炮检距数据,并切除初至;应有足够的动校正速度分析段;速度扫描范围大于实际地震数据可能存在的速度范围。

11.1.10.3 解释速度谱时,应在强能量团上拾取速度值,且速度的时间和空间变化规律应与地质构造趋势基本相符;拾取速度值时应注意分辨异常高速、低速和多次波速度等。

11.1.10.4 当速度谱质量较差,应采用速度扫描的方法确定速度。

11.1.11 叠加

11.1.11.1 根据接收点排列长度和地震数据信噪比等特征,选择动校正和叠加方法。

11.1.11.2 合理切除 CDP 道集上因动校正产生的拉伸畸变;最小炮检距处的浅部信息保留应以切除直达波同相轴时间为准。

11.1.11.3 最终叠加剖面的质量应优于中间过程叠加剖面的质量。

11.1.12 叠后时间偏移

11.1.12.1 根据地震数据特征和试验分析结果,确定偏移方法和偏移速度场。

11.1.12.2 当地层倾角较大、偏移可能产生假频时,应在偏移前做地震道插值处理。

11.1.12.3 偏移后成果剖面的反射波和断面波应归位合理、绕射波收敛、断点清晰,并无空间假频及影响地震资料解释的画弧现象。

11.1.13 叠前时间偏移

11.1.13.1 用于叠前时间偏移的道集数据应无明显的噪声干扰。

11.1.13.2 用于叠前时间偏移的道集数据,在满覆盖区域的各个面元内,应具有相对均匀的覆盖次数和炮检距分布;不满足上述条件时,应根据具体缺失情况和地质需求,做数据规则化处理。

11.1.13.3 根据构造特征、地层各向异性特征、探测目标和试验分析结果,确定偏移方法和偏移参数;偏移孔径和偏移倾角参数的选择应保证最陡倾角地层的归位;选择去假频参数应避免出现反射同相轴相干过度的现象。

11.1.13.4 综合利用叠加速度场和相关地震地质信息,建立与构造特征相符的初始速度模型;各向异性问题严重的地区,应建立各向异性参数初始模型。

11.1.13.5 偏移后成果剖面的反射波和断面波应归位合理、绕射波收敛、断点清晰,并无空间假频及影响地震资料解释的画弧现象。

11.1.14 叠后数据处理

11.1.14.1 对叠加和偏移后的地震数据,可适当提高信噪比和分辨率。

11.1.14.2 地震剖面在提高信噪比处理后,不破坏原有断点清晰程度,不产生构造假象。

11.1.14.3 地震剖面在提高分辨率处理后,波组特征应清楚,同时应保持必要的信噪比。

11.1.15 滤波和增益

11.1.15.1 根据地震数据的有效频带范围选择滤波方法和参数进行滤波处理,宜多保留地震数据的有效频宽。

11.1.15.2 根据地震数据反射信号特征选择增益方法和参数,增益处理后的地震剖面的有效反射波组特征应清楚,便于地震资料解释。

11.2 折射法数据处理

11.2.1 处理步骤

折射法数据处理应包括下列步骤：

- a) 数据解编或格式转换；
- b) 预处理；
- c) 波的对比；
- d) 波的置换位置确定；
- e) 初至拾取；
- f) 时距曲线图绘制或层析反演。

11.2.2 数据解编或格式转换

将原始地震数据格式转换为地震数据处理系统使用的内部数据格式,解编炮数与地震记录长度应和原始地震数据一致。

11.2.3 预处理

对数据进行均衡、切除和滤波等预处理工作。

11.2.4 波的对比

采用单相位对比或多相位对比进行波的对比,对比的特征应包括：

- a) 各地震记录道的波形、振幅及振动延续度的相似性特征；
- b) 相位一致性和同相轴延伸长度特征；
- c) 追逐炮记录同相轴的平行性特征。

11.2.5 波的置换位置确定

按视速度发生变化、波形和振幅变化和两组波相交波形叠加特征确定波的置换位置。

11.2.6 初至拾取

11.2.6.1 在波的干扰或置换位置分析波的叠加情况后拾取初至。

11.2.6.2 当无法直接拾取初至时,可拾取初至波的极值时间,并求取相位校正量进行初至校正。

11.2.7 时距曲线图绘制

11.2.7.1 采用横轴比例尺 1:10

000 ~ 1:2 000、纵轴比例尺 5 ms/10 mm ~ 20 ms/10 mm 绘制时距曲线图。

11.2.7.2 沿横轴标明距离,并在对应检波点位置标注桩号,在对应激发点位置标注炮序号。

11.2.7.3 用不同符号(或不同颜色)绘制不同方向的时距曲线,两相邻点用直线段连接。

11.2.8 综合时距曲线图绘制

应根据解释方法要求进行必要的校正,包括地形高程校正、激发点深度校正、相位校正、测点和激发点偏离校正、表层低速带校正等;折射界面倾角大于 20°、地形突起、激发点和接收点位于突起两侧时应进行穿透波校正;校正后的综合时距曲线的互换时间差不应超过 5 ms。

11.2.9 时距曲线图质量控制

11.2.9.1 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;可对照地震记录中有关初至拾取情况,进行必要的修改。

11.2.9.2 时距曲线中个别道出现走时突变时,应对照相同地段的相遇或追逐时距曲线走时情况、仪器班报中有关说明,查明突变原因,必要时进行修正。

11.2.10 层析反演

11.2.10.1 激发点和接收点高程、深度测量信息应准确。

11.2.10.2 模型空间离散化时,应合理设置网格大小,既能分辨最小目标地质体,又能保证获得充足的射线,增加成像的可信度。

11.2.10.3 应根据本测线区域已知的地质和地球物理信息定义初始速度模型,初始速度模型应当保证从炮点到检波点有层析反演所需的射线。

11.2.10.4 应根据偏移距范围、初至时间范围,通过试验确定射线追踪参数。

11.2.10.5 应根据该区域已知的地质和地球物理信息给出合适的速度范围,修正速度更新过程中可能出现的异常高或异常低的速度,速度曲线应无尖刺。

11.3 处理成果质量评价

11.3.1 处理成果质量评价分为“合格”和“不合格”两个等级。

11.3.2 同时满足下列条件者为合格处理成果:

- a) 处理流程合理,参数选择符合测区的地震地质特点;
- b) 观测系统定义正确;
- c) 静校正数据应用正确,地震剖面无明显静校正问题;
- d) 速度解释正确,符合地质构造特征;
- e) 成果剖面上主要勘探目的层波组特征清楚,偏移剖面上地震有效波归位合理,无明显空间假频及影响解释的画弧现象,信噪比和分辨率基本达到地震解释需要(由于地下地质原因或原始资料品质造成的无法成像情况除外)。

11.3.3 达不到 11.3.2 所规定的条件者为不合格处理成果。

12 资料解释

12.1 反射法资料解释

12.1.1 主要内容

包括反射剖面解释、断层解释、解释图件的编制和资料解释合理性确认。

12.1.2 反射剖面解释

12.1.2.1 宜采用叠加剖面 and 偏移剖面相结合的方式,依据地震剖面上的反射波相位、波组和波系特征(如分叉、合并、中断、尖灭等),进行波组划分和界面追踪,确定标志反射层、地层起伏、厚度变化及其接触关系。

12.1.2.2 相邻测线上目的层追踪的相位应保持一致,特别是相交测线上的同一层位的解释相位应一致。

12.1.2.3 结合钻孔或地质等资料,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;当测区内无已知地质和钻孔资料时,利用区域反射波组特征进行地震反射层地质层位标定。

12.1.2.4 地质层位的命名应符合附录 D 的规定。

12.1.3 断层解释

12.1.3.1 应依据下列特征识别或推测隐伏断层及其位置：

- a) 反射波同相轴或波组、波系的明显错断；
- b) 反射波同相轴数目的突然增加或减少；
- c) 反射波同相轴形状和产状突变,反射零乱或出现空白区域；
- d) 反射波同相轴发生分叉、合并、扭曲或强相位转换等；
- e) 剖面上出现异常波,如断面波、绕射波等。

12.1.3.2 根据地震剖面上反射层的断层识别特征判断断层或断层带,断层属性,并识别出断层的上断点位置和下延深度。

12.1.3.3 当覆盖层薄时,应开展表浅层速度层析反演,作为断层解释的重要辅助依据。

12.1.3.4 综合分析地震剖面 and 区域构造特征,确定断层的级别和空间组合关系,以及对构造的控制作用等,解释方案符合地质规律。

12.1.4 解释图件的编制

12.1.4.1 应编制解释剖面图(时间剖面图、深度剖面图)和断层平面展布图。

12.1.4.2 按下列要求编制解释剖面图：

- a) 剖面图方向应采用左西右东或左南右北；
- b) 剖面图上应标明测线号、测线方向、CDP 号(或桩号、距离)、时间(或深度)、地震标志反射层符号、断层和主要的地形地物标志；
- c) 断层编号应按次序编排,如: F_1 、 F_2 等；
- d) 如果测线上有钻孔,应标注钻孔位置和编号、界面的地质属性,给出相应的钻孔柱状图,当测线附近有钻孔时,应将钻孔位置垂直投影到解释剖面上,标注投影距离；
- e) 成图横轴比例尺应为 1:5 000 ~ 1:500,纵轴比例尺应为 1:10 000 ~ 1:1 000,横轴、纵轴比例尺尽可能一致；
- f) 解释剖面图宜为满足数据入库管理要求的矢量格式文件。

12.1.4.3 应按下列要求编制断层平面展布图。

- a) 编制范围与测区范围一致。
- b) 标注内容包括：
 - 1) 地震测线位置及名称标识、桩号；
 - 2) 断点的位置、断层性质、断层产状；
 - 3) 活动断层(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；
 - 4) 活动断层地表迹线或上断点在地表的垂直投影；
 - 5) 地震地表破裂带；
 - 6) 钻探、排钻位置及编号。

c) 成图比例尺符合工作任务要求,如工作任务中无明确要求,成图比例尺不小于 1:50 000,若为单条断层平面展布图,比例尺为 1:25 000 ~ 1:10 000。

12.1.5 资料解释合理性确认

12.1.5.1 地震地质层位解释应符合下列要求：

- a) 地震地质层位标识正确；

- b) 同一层位的解释相位一致;
- c) 不整合面解释合理;
- d) 地质异常体界面解释合理。

12.1.5.2 断层性质、断层在平面及剖面上的展布特征合理性应符合下列要求:

- a) 断层性质解释合理;
- b) 断层的断开层位、落差解释合理;
- c) 断层的相交、切割关系合理;
- d) 断层对构造的控制作用解释合理;
- e) 断层的空间展布特征合理。

12.1.5.3 反射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%。

12.2 折射法资料解释

12.2.1 主要内容

包括速度资料分析、资料计算解释、断层解释、解释图件的编制和资料解释合理性确认等。

12.2.2 速度资料分析

12.2.2.1 地层平均速度(或有效速度)变化时,应先进行地表速度校正。

12.2.2.2 用折射波时距曲线交点法求取的有效速度参与解释时,应分析所测速度的精度。

12.2.2.3 如果测区内存在反射法测定的速度资料,应与折射法测定的速度进行综合分析。

12.2.3 资料计算解释

12.2.3.1 根据地震地质条件、时距曲线特征和精度要求,合理选择解释方法:

- a) 在近似水平层状介质,地表与界面起伏较小,界面视倾角不大于 5° 、速度横向无明显变化、或由于条件困难无法获得相遇时距曲线时,宜采用截距时间法或交点法;
- b) 在地表起伏的测区,地表起伏视倾角大于 5° ,宜使用表层剥去法等受约束条件较少的方法;
- c) 地表较平坦,折射界面起伏较大,界面速度又有明显不均匀性时,宜采用哈莱斯法、延迟时法或时间场法;
- d) 当折射界面不是平面且界面曲率半径远大于其埋深,界面倾角小于 15° ,互换时误差在 $3\text{ ms} \sim 5\text{ ms}$,且滑行界面没有穿透现象时,宜采用 t_0 法;
- e) 在地震地质条件较复杂的地区,宜采用折射波层析成像方法或多种方法综合求解。

12.2.3.2 折射波资料经计算解释后,应针对任务所提出的地质问题,并在分析测区内有关地质、钻探及其他地球物理资料的基础上,开展地质解释工作。

12.2.4 断层解释

用折射波资料解释断层或断层带时,应根据剖面速度变化、折射波走时变化和波组振幅变化等特征,对比波的同相性、相似性和振幅变化规律,并结合有无绕射/折射、折射波初至杂乱等现象进行综合分析解释。

12.2.5 解释图件的编制

12.2.5.1 应基于地震剖面图编制解释剖面图和断层平面展布图。

12.2.5.2 地震剖面图和解释剖面图应符合 DB/T 72 的规定,并符合下列要求:

- a) 地震剖面图应包括时距曲线图,解释辅助线图(如 t_0 -差数时距曲线法的 $t_0(x)$ 线和 $\theta(x)$ 线,哈

莱斯法的哈莱斯线,时间场法的时间场图),深度剖面图等;

- b) 解释剖面图可有界面速度结构图、基岩面等高程图、覆盖层厚度图和目的层厚度图等,根据任务要求,可绘制其中部分图件作为成果的最终图件;
- c) 解释剖面图上等值线距应大于 2.5 倍观测误差,速度分区的速度差值应大于速度测量精度的 2.5 倍;
- d) 解释剖面图上应标明测线编号、测线方向、距离(或桩号)、界面深度、界面速度、解释的断层和构造线;
- e) 测线上如果有钻孔,解释剖面图上应有相应的钻孔位置及其编号、钻孔柱状图;
- f) 图件的横轴比例尺应为 1:10 000 ~ 1:2 000,纵轴比例尺应为 1:10 000 ~ 1:1 000,横轴、纵轴比例尺尽可能一致。

12.2.5.3 断层平面展布图编制应符合 12.1.4.3 的规定。

12.2.6 资料解释合理性确认

12.2.6.1 地震地质层位解释成果应符合下列要求:

- a) 同一层位的速度具有相近性;
- b) 地质异常体界面解释合理;
- c) 地震地质层位标识正确。

12.2.6.2 断层性质、断层在平面和剖面上展布特征的合理性应符合 12.1.5.2 的规定。

12.2.6.3 折射法测定的地层速度误差应小于 10%。

13 成果产出与数据入库

13.1 产出成果

13.1.1 产出成果包括地震数据成果、资料成果、图件成果及成果报告。

13.1.2 地震数据成果应包括下列内容:

- a) 原始地震记录数据;
- b) 叠加剖面数据体;
- c) 偏移剖面数据体。

13.1.3 资料成果应包括下列内容:

- a) 项目实施方案;
- b) 仪器班报;
- c) 辅助数据或 GNSS 测量班报、测线描述表;
- d) 影像资料和成果验收材料。

13.1.4 图件成果应包括下列内容:

- a) 叠加和偏移剖面图(反射法);
- b) 速度剖面图;
- c) 综合解释剖面图;
- d) 断层平面展布图;
- e) 工作任务要求提供的其他成果图件。

13.1.5 成果报告应包括但不限于下列内容:

- a) 前言:简述项目来源、项目概况、测区位置、工作任务、技术要求、工作日期及完成工作量等;
- b) 测区地震地质概况:简述与地震勘探工作有关的地形、地貌、地层、构造、地震地质条件、地球物

理特征和地震环境等情况；

- c) 数据采集:采用的探测技术方法、测线布置、主要探测难点和技术措施、观测系统、仪器性能及参数选择、地震波激发方式、地震波接收方式、工作质量指标完成情况及质保措施等；
- d) 数据处理:简述数据处理流程、主要数据处理方法和参数,提供典型的单炮记录、主要处理过程的效果对比图件、最终速度剖面图、最终叠加和偏移剖面图(反射法)；
- e) 资料解释:简述资料解释方法,分析剖面波组特征,重点阐述剖面断层特征和第四纪地层特征,评价探测成果精度和地质解释的可靠程度;提供综合解释剖面图、断层平面展布图、断点一览表(断层要素表)；
- f) 结论:阐明主要工作成果,进行不确定性分析,给出结论与认识；
- g) 参考文献；
- h) 附录:测线描述表、野外现场工作量表、工作任务要求提供的其他图件和表格等。

13.2 成果提交形式

包括电子版和纸质版两种。凡是有电子版的原始或成果资料均应提交归档;同时,根据有关规定、设计和合同,对纸质资料进行归档。

13.3 数据入库

13.3.1 应在项目技术验收前开展数据入库工作,进行质量检测。

13.3.2 应在项目技术验收后对数据成果修改完善,更新汇交。

13.3.3 数据入库符合下列要求：

- a) 入库内容应符合 13.1 的规定；
- b) 成果图件应按 DB/T 65—2016 中表 A.76 规定的要求入库；
- c) 成果报告应按 DB/T 65—2016 中表 A.77 规定的要求入库；
- d) 成果数据及其他资料应按照 DB/T 65—2016 规定的要求进行自检并入库；
- e) 入库数据的质量应符合 DB/T 83 的规定。

附 录 A
(规范性)
测线描述表

B 测线描述表及沿线地形地物示意图内容

表 A.1 规定了测线描述表的内容和格式,其填写要求如下:

- a) 应准确填写测线起点和终点的位置坐标,经纬度以度(°)表示,表示到小数点后 4 位,注明坐标系,描述其周边环境及方位;
- b) 当测线上有拐点时,应在表中给出拐点的桩号及转向;
- c) 测线经过标志物时,应在表中给出标志物名称及其对应的桩号或桩号范围;
- d) 当测线地表环境有变化时,应在表中给出地表环境变化及其对应的桩号或桩号范围;
- e) 地形地物示意图中应准确标出测线起点和终点的位置坐标、拐点桩号及转向、标志物名称及其对应的桩号或桩号范围、地表环境变化及其对应的桩号或桩号范围。

表 A.1 测线描述表

项目名称			测线名称	
测线方向			记录员	
日期				
起点位置	经度		纬度	
	描述			
终点位置	经度		纬度	
	描述			
测线拐点 记录				
测线标志物记录				
测线地表环境变化				
地形地物示意图				
备注				

附 录 B

(规范性)

GNSS 测量班报

表 B.1 规定了 GNSS 测量班报的内容。

GNSS 测量班报中应如实、准确、完整填写激发点和接收点等测点的桩号、坐标和高程等内容,对于异常测点及其原因(如遇障碍物而无法进行测量等),应在备注栏中注明。

表 B.1 GNSS 测量班报

项目名称		测线名称		测线方向	
测线长度 m		测量仪器		测量员	
日期		激发点/接收点			
测点编号	桩号	经度 (°)	纬度 (°)	高程 m	备注

附录 C
(规范性)
仪器班报

表 C.1 规定了炸药震源仪器班报。表 C.2 规定了可控震源仪器班报。表 C.3 规定了气枪震源仪器班报。

表 C.1 炸药震源仪器班报

[illegible]

表 C.2 可控震源仪器班报

项目名称		测线名称		测线方向	
震源型号		震源台数		电平荷载	
激发次数		扫描方式		扫描长度 s	

表 C.3 仪器班报（气枪震源）（续）

项目名称				测线名称				
震源放长 m			拖缆深度 m		拖缆放长 m			
接收道数			道间距 m		覆盖次数			
操作员			日期					
时间	定位点号	炮号	航向 (°)	航速 n mile/h	水深 m	经度 (°)	纬度 (°)	备 注

附 录 D
(规范性)
地震反射层位命名

D.1 地震反射层位的界定

系、统、组、段的地震反射层应是相应地质层段底界面的反射。

D.2 地震反射层地震地质层位代号确定

D.2.1 地震反射层地震地质层位代号标志方法

地震反射层地震地质层位代号标志应采用 T_{ab}^c , 其中 T 代表各地层底界面的地震反射波时间, a 表示系或统的地层代号, b 表示组名汉语拼音第一个字母(小写), c 表示段序号或上、中、下英文单词的第一个字母(小写)或段名汉语拼音第一个字母(小写)。

D.2.2 系、统的地震地质层位代号

系、统的地震地质层位代号应采用: 在 T 的下标位置加相应的系或统的地层代号。系、统的地层代号参见 GB/T 33684—2017 的附录 A。

示例 1: 第四系底界面地震地质层位代号为 T_Q 。

示例 2: 上更新统底界面地震地质层位代号为 T_{Q3} 。

D.2.3 组的地震地质层位代号

组的地震地质层位代号应采用: 在 T 下标位置所属系(统)的地层代号后加组名汉语拼音的第一个字母(小写)。

示例: 上更新统三间房组底界面地震地质层位代号为 T_{Q3s} 。

D.2.4 段的地震地质层位代号

段的地震地质层位代号应采用: 在 T 的上标位置, 加所示段的序号或上、中、下英文单词的第一个字母(小写)或段名汉语拼音第一个字母(小写)。

示例: 上更新统三间房组一段底界面地震地质层位代号为 T_{Q3s}^1 。

D.2.5 基底面的地震地质层位代号

基底面的地震地质层位代号应采用 T_g 。

D.2.6 特殊地质界面的地震反射层地震地质层位代号

用上述界面无法表示的其他地质界面的层位代号, 可按上述原则自行确定。

D.3 解释成果图件符号

解释成果图件符号应按照 DB/T 72 的规定执行。

参 考 文 献

- [1] GB/T 33684—2017 地震勘探资料解释技术规程
 - [2] GB/T 33685—2023 地震勘探数据处理技术规程
 - [3] GB/T 36072—2018 活动断层探测
 - [4] DZ/T 0170—2020 浅层地震勘查技术规范
 - [5] SY/T 7071—2016 陆上节点地震数据采集系统检验项目及技术指标
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
活动断层探查 地震勘探 第 1 部分:浅层反射/折射法

*

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.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 00 字数 00 千字
2021 年 12 月第一版 2021 年 12 月第一次印刷

*

书号:155066 • X-XXXXX 定价 00.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权所有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CNFIA 157-2022