

ICS 75.180.10  
E 11  
备案号: 43225—2014

**SY**

# 中华人民共和国石油天然气行业标准

**SY/T 6643—2013**  
代替 SY/T 6643—2006

---

## 陆上多波多分量地震资料采集技术规程

Technical specification of multiwave and multicomponent  
seismic data acquisition on land

2013—11—28 发布

2014—04—01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 地震资料采集技术设计 .....	2
4.1 任务确定 .....	2
4.2 测线(束)命名及编排 .....	2
4.3 资料收集 .....	2
4.4 工区调查 .....	2
4.5 采集参数设计 .....	3
4.6 表层结构调查和野外静校正 .....	7
4.7 试验方案 .....	7
4.8 技术设计编写 .....	7
5 地震资料采集施工要求 .....	8
5.1 基本要求 .....	8
5.2 试验工作要求 .....	8
5.3 表层调查及野外静校正要求 .....	8
5.4 激发工作要求 .....	9
5.5 接收工作要求 .....	9
6 原始资料质量检验与评价 .....	9
6.1 质量检验的规定 .....	9
6.2 地震资料现场处理 .....	10
6.3 原始记录质量评价 .....	10
7 资料交付及采集工作验收 .....	11
附录 A (资料性附录) P-SV 转换波最大偏移距计算公式 .....	12
附录 B (资料性附录) 小折射、三分量微测井仪器班报格式 .....	13

## 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》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 6643—2006《陆上多波多分量地震资料采集技术规程》，与 SY/T 6643—2006 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 修改了部分术语的定义（见 3.1~3.4, 3.6, 2006 年版的 3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.8）；
- 删除了 SH 横波、SV 横波的定义（见 2006 年版 3.3, 3.4）；
- 增加了磁偏角的定义（见 3.7）；
- 修改了任务及可行性论证（见 4.1, 2006 年版的第 4 章）；
- 修改了地震资料采集设计前资料收集内容的表述（见 4.3, 2006 年版的 5.1）；
- 修改了地震资料采集设计前工区调查的要求（见 4.4, 2006 年版的 5.2）；
- 增加了多波多分量地震资料采集参数设计的原则（见 4.5.1）；
- 修改了最大炮检距论证公式（见附录 A, 2006 年版的 5.3.2.3.5）；
- 增加了偏移孔径计算公式（见 4.5.3.2）；
- 修改了地震采集施工要求的表述（见第 5 章, 2006 年版的第 6 章）；
- 增加了三分量检波器方向校准仪的检测、检波器摆放倾斜度和磁偏角影响校正的要求（见 5.5.1）；
- 修改了原始资料质量检验与评价的表述（见 6.1, 6.3, 2006 年版的 7.1~7.6, 7.8）；
- 修改了现场处理流程（见 6.2.3, 2006 年版的 7.7.3）；
- 删除了一盘磁带只能记录一条二维线资料的要求（见 2006 年版 6.8.10）；
- 删除了地震剖面记录卡的要求（见 2006 年版 7.9）；
- 增加了转换波资料整理与交付的要求（见 7.2）；
- 删除了地震仪器班报格式（见 2006 年版附录 B）。

本标准由石油物探专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司国际勘探事业部、中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司华北物探处。

本标准主要起草人：邓志文、白旭明、王瑞贞、邹雪峰、唐传章、刘旺、叶秋焱、袁胜辉、孙毅。

# 陆上多波多分量地震资料采集技术规程

## 1 范围

本标准规定了陆上多波多分量二维和三维地震资料采集的设计编写、野外施工、质量检验与评价、资料交付及验收等工序的技术要求。

本标准适用于陆上使用纵波震源或横波震源激发、三分量检波器接收的二维和三维地震资料采集的全过程。

## 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。

SY/T 5171 陆上石油物探测量规范

SY/T 5314 陆上石油地震勘探资料采集技术规范

SY/T 6290 地震勘探辅助数据 SPS 格式

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**纵波 P-wave, primary wave, compressional wave**

质点的振动方向与波的传播方向一致的波。

### 3.2

**横波 S-wave, shear wave, transverse wave**

质点的振动方向与传播方向垂直的波。

注：偏振方向垂直于射线平面的横波叫 SH 横波（SH-wave, the horizontal component of s-wave）。偏振方向位于射线平面内的横波叫 SV 横波（SV-wave, the vertical component of s-wave）。

### 3.3

**P-SV 转换波 P-SV converted wave**

由下行纵波（P 波）及其在地层界面上反射或透射产生的偏振方向在射线平面内的横波组合。

### 3.4

**P-SH 转换波 P-SH converted wave**

由下行纵波（P 波）及其在地层界面上反射或透射产生的偏振方向垂直于射线平面的横波组合。

### 3.5

**三分量检波器接收 three-component geophones receiving**

用三分量检波器（通常为一个垂直分量和两个相互垂直的水平分量）接收纵波（P 波）、横波（SV 波、SH 波）。

### 3.6

#### 多波多分量地震勘探 multi-wave multi-component seismic exploration

由纵波或横波震源激发、三分量检波器接收的地震勘探方法。

### 3.7

#### 磁偏角 magnetic declination

磁子午线与地理子午线之间的夹角，磁偏角的大小因地理位置不同而异。

## 4 地震资料采集技术设计

### 4.1 任务确定

根据地质目标，通过分析纵波地震勘探的效果与存在的问题、应用多波多分量地震勘探应满足的条件、解决地质目标的能力、预期的效果及可能存在的风险等，论证多波多分量地震勘探的技术经济可行性。

根据地质任务，明确地震勘探部署、技术要求、地理位置、勘探面积、工作量、施工期限、资料采集要求、资料处理要求、资料解释综合研究目的。

### 4.2 测线（束）命名及编排

#### 4.2.1 二维地震测线的命名与编排

二维地震测线的命名应由测线所在工区、三分量标识“3C”、施工年份和测线编号四部分组成。如“QY3C2005-356.5”，其中“QY”为某工区名汉语拼音的首写字母组合，由2个至4个大写字母组成；“2005”为施工年份，由4个阿拉伯数字组成；“356.5”为测线编号，由2个至7个字符组成；测线编号由西向东、由南向北递增，在规则测网情况下，测线编号以千米为单位。

#### 4.2.2 三维地震接收和激发点、线的命名与编排

接收点、线和激发点、线以及CMP（或CCP）点线按由西向东、由南向北递增的原则编排。线号、点号的编排按SY/T 6290的规定执行。线束编号用“3C/3D-SW×××”表示，其中“3C”为三分量地震勘探，“3D”为三维地震勘探，“SW×××”为线束编号。如3C/3D-SW123表示三分量三维地震勘探的第123线束。

### 4.3 资料收集

地震采集设计前除按SY/T 5314中资料收集规定的内容收集相关资料外，还应收集以下资料：

- a) 地质资料：主要目的层及油气藏特征参数、钻井资料、油气井网分布情况，以往多波多分量地震勘探、开发成果和综合报告等。
- b) 横波表层资料：横波微测井、近地表结构及其横波参数等。
- c) 多波地球物理资料：以往多波多分量地震勘探资料以及目的层的转换波和横波层速度、主频及最高频率等参数。
- d) 测井资料：横波测井在内的矿场地球物理测井和VSP测井资料等。

### 4.4 工区调查

设计前对工区进行全面踏勘，实地调查和利用地理信息系统了解工区情况；对不同近地表岩性、纵波和横波速度、厚度等参数进行调查，绘制踏勘草图，并编写工区调查报告。地面复杂工区，应参照航空照片或卫星影像，详细描述所有测线（束）的调查情况。有条件时可建立每条测线（束）工区

地理信息库。用钻井和矿场地球物理资料对纵波和横波的速度变化规律及其接收条件进行分区预测与评估，对激发方式分区。

#### 4.5 采集参数设计

##### 4.5.1 地震资料采集参数设计的原则

多波多分量地震资料采集参数设计时，应遵循以下原则：

- 采集参数论证应考虑纵波、横波（特别是转换波）的特点，在分别分析论证纵波、转换波或横波参数的基础上，综合考虑，明确重点，确定纵波和转换波或横波共同采集时的采集参数。
- 观测系统论证时，应对纵、横波共反射点面元（CMP）和转换波共转换点面元（CCP）属性进行分析，确保面元的炮检距、覆盖次数等属性均匀分布。
- 采集参数的确定应在分析以往资料的基础上，以模型正演、理论计算等方法论证结果为依据，并通过试验加以验证。

##### 4.5.2 地质模型建立及分析

###### 4.5.2.1 地质模型建立

根据地震、地质、钻井、测井等资料建立工区典型的地质模型，其参数应包括：

- 地层深度、厚度、最大倾角、纵波和横波速度、密度。
- 储层厚度及其纵波和横波速度。
- 油气藏含油气水饱和度、孔隙度等。

###### 4.5.2.2 模型正演分析

依据地质模型参数，应用 Zoeppritz 方程等正演手段分析目的层纵波、转换波或横波的反射系数随入射角变化关系，模拟共炮点集记录和自激自剖剖面等，确定多波多分量地震资料采集观测系统参数。

##### 4.5.3 观测系统

###### 4.5.3.1 二维地震勘探观测系统设计

二维地震勘探观测系统设计主要参数包括道间距、覆盖次数、最小炮检距、最大炮检距、延长附加段长度。

- 道间距应小于反射波中最小视波长的一半，即公式（1）。

$$\Delta x \leq \frac{\lambda'}{2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\Delta x$  —— 道间距，单位为米（m）；

$\lambda'$  —— 反射波最小视波长，单位为米（m）。

反射波的视波长  $\lambda'$ ，可用公式（2）计算：

$$\lambda' = \frac{v_{\text{rms}} \sqrt{x^2 + 4h^2} \pm 4hx \sin \theta}{f_{\text{max}} (x \pm 2hx \sin \theta)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$x$ ——炮检距,单位为米(m);

$\theta$ ——目的层地层倾角,单位为度( $^{\circ}$ );

$v_{rms}$ ——覆盖于反射层之上的地层的均方根速度(分别对应纵波、横波和P-SV转换波的速度),单位为米每秒(m/s);

$h$ ——反射界面的铅直埋深,单位为米(m);

$f_{max}$ ——反射波最高频率(分别对应于纵波、横波和P-SV转换波的频率),单位为赫兹(Hz);

$\pm$ ——“+”表示上倾激发,下倾接收;“-”表示下倾激发,上倾接收。

计算纵波、横波和P-SV转换波的道间距时,公式中的均方根速度和反射波最高频率应为同一类型波参数。

- b) 覆盖次数应根据地质任务、以往纵波地震资料品质、多波多分量地震勘探的特点和经济效益等因素综合确定。
- c) 最小炮检距的选择应考虑最浅目的层的埋深和有效覆盖次数。
- d) 最大炮检距( $X_{max}$ )的选择应满足最深目的层深度的要求;有效压制多次波;保证有足够的叠加精度;使动校正拉伸产生的畸变较小;还应考虑在接收排列内使反射系数相对稳定、满足AVO分析的要求;主要目的层反射应尽量避免直达波、初至折射波的干涉;应小于最深目的层临界折射炮检距。最大炮检距的选择:
  - 1) 宜满足动校正拉伸畸变小于12%和速度分析精度误差小于6%的要求,纵波和横波的计算公式参见SY/T 5314中的规定,P-SV转换波的计算公式参见附录A。
  - 2) 依据地质模型参数,应用Zoeppritz方程等,分析目的层纵波、横波和P-SV转换波的反射系数随入射角变化的关系,选择合理的最大炮检距使反射系数相对稳定。
  - 3) 根据最大炮检距的试验资料,包括炮集记录、共深度点记录及不同偏移距叠加剖面等资料,综合选取最大炮检距。
- e) 设计测线长度指满覆盖的剖面长度。为了满足偏移需要,施工测线需要附加段。P-SV转换波的附加段长度可以依据模型正演结果来确定,纵波和SH横波的附加段长度可以按以下两种方式之一处理:
  - 1) 覆盖次数渐减带长度不小于最深目的层埋深的1/5。
  - 2) 以公式方法计算其长度。

当附加段长度加在发炮端时[见公式(3)]:

$$L_s = (N-1)d + X_{max} - \frac{N_f \Delta x}{2(N-1)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

当附加段长度加在测线两端时[见公式(4)]:

$$L_m = \frac{(N-1)d}{2} - X_{max} - \frac{N_f \Delta x}{2(N-1)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$L_s$ ——单边放炮附加段长度,单位为米(m);

$L_m$ ——中间放炮附加段长度,单位为米(m);

$X_{max}$ ——最大炮检距,单位为米(m);

$N_f$ ——接收总道数,单位为道;

$N$ ——覆盖次数,单位为次;

- $\Delta x$ ——道间距，单位为米 (m)；  
 $d$ ——炮点距，单位为米 (m)。

#### 4.5.3.2 三维地震观测系统设计

三维地震观测系统原则上采用规则观测系统，其主要参数为面元边长、覆盖次数、最大的最小炮检距、最大炮检距、偏移孔径、纵横比等。

- a) 面元边长 ( $b$ )：应满足横向分辨率及最高无混叠频率的要求；正常情况下，道间距是接收线方向面元边长的 2 倍；在多波多分量地震勘探中，面元大小以满足纵波地震资料采集要求为准则，原则上采用正方形面元；面元边长的计算可用下面公式求取：
- 1) 满足横向分辨率的要求，每个主频的波长至少保证 2 个采样点，才能得到良好横向分辨率，面元边长计算公式见公式 (5)。

$$b \leq \frac{v_{\text{int}}}{2f_{\text{dom}}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $b$ ——面元边长，单位为米 (m)；  
 $f_{\text{dom}}$ ——目的层的主频（分别对应于纵波、横波的频率），单位为赫兹 (Hz)；  
 $v_{\text{int}}$ ——目的层上一层的层速度（分别对应于纵波、横波的层速度），单位为米每秒 (m/s)。

- 2) 满足最高无混叠频率的要求，面元边长计算公式见公式 (6)。

$$b \leq \frac{v_{\text{int}}}{4f_{\text{max}} \sin \theta} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $f_{\text{max}}$ ——最高无混叠频率（分别对应于纵波、横波的频率），单位为赫兹 (Hz)；  
 $v_{\text{int}}$ ——目的层上一层的层速度（分别对应于纵波、横波的层速度），单位为米每秒 (m/s)；  
 $\theta$ ——目的层地层倾角，单位为度 (°)。

- b) 覆盖次数：应根据研究的主要地质目标、地质任务要求、以往纵波地震资料品质和多波多分量地震勘探的特点等因素综合确定，特别应保证横向有足够的覆盖次数，并保证下面元覆盖次数分布相对均匀。
- c) 最大的最小炮检距 ( $X_{\text{min}}$ )：应使最浅目的层的覆盖次数达到能完成地质任务的要求。纵波和 SH 横波的  $X_{\text{min}}$  的计算见公式 (7)。

$$X_{\text{min}} = \sqrt{RLI^2 + SLI^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $X_{\text{min}}$ ——最大的最小炮检距，单位为米 (m)；  
 $RLI$ ——接收线距，单位为米 (m)；  
 $SLI$ ——激发线距 (Inline 方向)，单位为米 (m)。  
 P-SV 转换波  $X_{\text{min}}$  可以根据地质模型及观测系统参数正演模拟初步确定。

- d) 最大炮检距 ( $X_{\text{max}}$ )：应满足 4.5.3.1 中 d) 的要求。
- e) 偏移孔径：主要考虑如下两个方面因素：
- 1) 某个角度（一般为 30°）范围内的绕射能量归位所需要的距离 [计算见公式 (8)]，应大于第一菲涅耳带半径 [计算见公式 (9)]。



$$d = z \operatorname{tg} \theta \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$d$ ——绕射能量归位的距离, 单位为米 (m);

$z$ ——绕射点的深度, 单位为米 (m);

$\theta$ ——绕射能量归位的角度, 单位为度 ( $^{\circ}$ )。

$$r \approx \sqrt{\frac{v_p v_s z}{f_{\text{dom}} (v_p + v_s)}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$r$ ——菲涅耳带半径, 单位为米 (m);

$z$ ——目的层深度, 单位为米 (m);

$v_p$ ——目的层处的纵波平均速度, 单位为米每秒 (m/s);

$v_s$ ——目的层处的横波平均速度, 单位为米每秒 (m/s);

$f_{\text{dom}}$ ——转换波的主频, 单位为赫兹 (Hz)。

- 2) 使倾斜层归位所需要的偏移距离, 计算见公式 (10)。

$$d = z \operatorname{ctg} \theta \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$d$ ——倾斜目的层归位所需要的距离, 单位为米 (m);

$z$ ——目的层深度, 单位为米 (m);

$\theta$ ——目的层倾角, 单位为度 ( $^{\circ}$ )。

偏移孔径选取满足 1) 和 2) 中的较大者。

- f) 纵横比: 应根据地质任务的要求、勘探环境、采集仪器设备和资料处理能力来选择, 原则上应采用宽方位观测。

#### 4.5.4 激发因素

激发因素设计应遵循 SY/T 5314 中的规定, 同时还应考虑以下因素:

- a) 井中激发深度一般应在潜水面以下, 选择合适的岩性, 减少面波和声波干扰, 考虑表层的虚反射, 使原始记录有较高的信噪比。
- b) 药量的选择, 应使激发的频带较宽、高频成分有足够能量、目的层反射有较高的信噪比。
- c) 采用可控震源激发时, 扫描频带宽度宜根据井炮资料的频谱分析确定, 扫描起始频率尽可能低, 扫描长度、震动台次要有利于改善纵波、P-SV 转换波和横波的子波频带宽度和提高纵波、P-SV 转换波和横波信噪比。

#### 4.5.5 接收因素

使用单个三分量数字检波器接收。

#### 4.5.6 仪器因素

记录长度应根据最深目的层的 P-SV 转换波和横波反射时间确定, 其他仪器因素应按 SY/T 5314 中的规定执行。

## 4.6 表层结构调查和野外静校正

### 4.6.1 表层结构调查

4.6.1.1 多波多分量表层调查采用井中或地面三分量微地震测井方法，调查表层的纵波、横波速度及厚度；在微测井工作难度大的地区，可以在全区进行适量的三分量微测井调查，同时以小折射辅助调查表层纵波传播参数。纵波表层调查采用小折射或微测井等方法。

4.6.1.2 多波多分量表层调查点的密度以能全面了解工区低、降速带的变化为原则，表层结构变化剧烈地段适当加密调查点，施工范围的边界应布设表层调查控制点。

4.6.1.3 多波多分量地震资料采集中纵波表层调查设计，按 SY/T 5314 中的规定执行。

### 4.6.2 野外静校正

#### 4.6.2.1 基准面的确定

一般情况下，静校正基准面选择水平基准面，根据实际情况也可以斜面或浮动的圆滑面过渡，最终校正到水平基准面；其选取可以参考以往该工区的纵波静校正基准面。

#### 4.6.2.2 静校正量计算

根据表层调查数据，建立近地表结构模型，计算炮、检点的纵、横波静校正量。静校正量计算时，纵波的替换速度可以与工区以往纵波的替换速度一致，横波的替换速度应根据表层资料和试验确定。遇表层调查的模型静校正效果不好时，可通过基于初至波或反射波的静校正方法试验，选取合理静校正方法。

## 4.7 试验方案

### 4.7.1 试验工作目的和内容

4.7.1.1 野外试验的目的是通过调查了解工区地质、纵波和转换波地球物理特征，为正确选择合理的工作方法和采集参数提供依据；试验目的应明确、针对性强、因素单一。应对室内分析无法确定的施工参数和对采集质量有重要影响的施工参数进行重点试验。

4.7.1.2 试验内容应根据试验目的、地质目标、工区地震地质条件及以往存在的问题拟定；基本内容包括表层纵波和横波参数调查、干扰波和环境噪声调查、激发因素、接收因素、观测系统参数等；施工方法成熟地区，可有针对性地选择部分项目试验。

### 4.7.2 试验设计编制

4.7.2.1 试验设计编写前应收集、消化以往资料，充分分析工区存在的地质和地球物理问题。

4.7.2.2 系统试验点位置应选择表层或深层有典型代表性的地段；考核试验点是对系统试验点结果的考核和补充，其位置选择也应具有代表性；试验线（束）位置应选择能确定全区采集参数的典型测线（束）上。

4.7.2.3 试验设计编写的内容包括试验任务、目的、试验方案及工作量、试验资料分析项目及要

## 4.8 技术设计编写

技术设计的编写按 SY/T 5314 的规定执行。

## 5 地震资料采集施工要求

### 5.1 基本要求

测量施工应按照设计要求和 SY/T 5171 的规定执行。施工前的验收工作、测线（束）实测、偏移和变观按 SY/T 5314 的规定执行。

### 5.2 试验工作要求

#### 5.2.1 试验方案实施

试验工作应根据地震资料采集技术设计的要求编制试验任务书，试验任务书每天下达一次，其内容包括：试验项目和内容、试验点、线（束）位置、要求及工作量。下一个试验项目可根据上一个试验结果确定。

#### 5.2.2 试验资料分析

5.2.2.1 试验点、线（束）分别开展资料分析工作，分析时因素应单一。

5.2.2.2 根据多波微测井等近地表资料，分析低降速带的厚度、速度、潜水面（或高速层）深度等纵波和横波参数，分析表层对纵波和横波的吸收与衰减、虚反射情况、纵波和横波静校正情况等。

5.2.2.3 分析干扰波的各种特征参数，包括干扰波类型、视速度、视波长、频率、出现时间、方向及影响范围、干扰波能量随炮检距及时间的衰减情况等。

5.2.2.4 有效波分析包括：

- a) 通过频谱分析，了解各目的层纵波、P-SV 转换波或横波反射波的频率特征。
- b) 利用分频扫描，了解各目的层纵波、P-SV 转换波或横波反射波的优势频带。
- c) 利用统计方法，了解各目的层纵波、P-SV 转换波或横波反射波的能量变化情况。
- d) 通过信噪比分析，了解不同采集因素对浅、中、深层信噪比的影响情况。
- e) 通过纵横波速度分析，了解工区内纵横波速度变化情况。

#### 5.2.3 试验总结及采集参数的确定

根据试验点、试验线（束）结果，进行试验分析和总结，编写试验总结报告。内容主要包括：试验目的、项目内容（参数）、工作量、试验点（线或线束）的位置、试验效果和结论、主要参数分析数据及图件、问题与建议。同时结合技术设计，进行二次方法论证，确定获得最佳纵波和横波反射资料的工作方法和采集参数。

### 5.3 表层调查及野外静校正要求

#### 5.3.1 表层调查

5.3.1.1 采用炸药激发时，表层调查工作应在钻井工序前完成。

5.3.1.2 如实填写小折射、三分量微测井仪器班报（参见附录 B）。

5.3.1.3 多波多分量地震施工中，纵波表层调查按 SY/T 5314 中的规定执行。

5.3.1.4 转换波表层调查可采用井中或地面三分量微地震测井两种方式；三分量微地震测井井中激发或接收点距一般遵循浅层小、深层大的原则。

5.3.1.5 采用井中三分量微地震测井时，还应满足以下要求：

- a) 井口应埋置一个三分量检波器或配备三分量检波器的井口滑轮提升装置。
- b) 配备重锤或专用激发器等，保证与仪器同步。

- c) 施工前,应对仪器、重锤等激发系统进行延迟测试,有随机延迟的仪器不得用于生产。
- d) 确保钻井质量,准确进行岩性录井,编绘岩性柱状图。
- e) 电缆下井前,应检查深度标记有无错动,确保每次检波器的沉放深度准确。
- f) 确保检波器推靠装置工作正常,使检波器与井壁耦合良好。

### 5.3.2 野外静校正

5.3.2.1 利用三分量微测井和纵波小折射资料建立纵波和横波表层结构模型,并计算纵波和横波静校正量。

5.3.2.2 绘制工区内的地表高程、浮动基准面平面(剖面)图,分别绘制纵波和P-SV转换波的低降速带厚度、低降速带平均速度、高速层速度、高速层顶面高程平面(剖面)图。

5.3.2.3 同一工区或相邻工区应采用统一的基准面和替换速度计算和提供静校正量。

5.3.2.4 静校正量符号约定为向下剥去为负,向上填充为正。

### 5.4 激发工作要求

激发工作按SY/T 5314中的规定执行。

### 5.5 接收工作要求

#### 5.5.1 放线及检波器埋置

5.5.1.1 数字检波器检测执行相应地震仪器检测标准。生产过程中,仪器操作员应对检波器各分量工作状态进行监控,及时更换工作不正常的三分量检波器。

5.5.1.2 方向校准仪应在开工前进行检测,合格后方可使用,生产过程中应每月校准一次。

5.5.1.3 三分量检波器的X方向应与排列大号方向一致。放置三分量检波器后,应用校准仪重新定位X方向的方位角,同时应作磁偏角校正,X分量方向与测线方向角度误差控制在 $\pm 3^\circ$ 范围内;检波器的埋置应做到“平、稳、正、直、紧、准(方位、点位准确)”,并与地表耦合良好,对仪器系统检测出的埋置异常道应及时进行调整;确因地表条件导致检波器倾斜度不能满足技术要求时,应在地震仪器班报及SPS文件中标注清楚;并充分利用记录系统的功能,对埋置倾斜的检波器进行自动倾斜校正。

#### 5.5.2 地震数据采集系统及仪器辅助系统

记录道头应准确标注X、Y、Z分量,其他要求按SY/T 5314中的规定执行。

#### 5.5.3 磁带(磁盘)及班报填写要求

地震仪器班报中应记录X、Y、Z分量的通道位置。采用井炮激发时,地震仪器班报应注明井口信号的辅助道;采用可控震源激发时,地震仪器班报应注明扫描信号的辅助道号。其他要求按SY/T 5314中的规定执行。

## 6 原始资料质量检验与评价

### 6.1 质量检验的规定

质量检验的基本规定、表层调查质量检查、记录质量现场控制和室内质量检查内容按SY/T 5314中的规定执行。仪器系统(包括反射仪和折射仪)、可控震源的检测执行相应的技术标准。测量基础资料检查与评价按SY/T 5171的规定执行。

## 6.2 地震资料现场处理

### 6.2.1 现场处理的准备

现场处理员在开工前应了解工区的地质情况和地质任务，收集构造部位以往主要地震测线的叠加剖面 and 偏移剖面，了解主要目的层的波组特征、地质现象、处理流程及主要处理参数。

### 6.2.2 现场处理项目

**6.2.2.1 试验资料：**三分量波场旋转、静校正、滤波、反褶积（可选）、增益、去噪（可选）、信噪比估算（可选）、叠加剖面，针对目的层反射波的频谱分析、分频扫描、能量分析等。

**6.2.2.2 生产资料：**

- a) 适量进行单炮 X、Y、Z 分量显示。
- b) 线性动校正后 Z 分量初至显示。
- c) 每束（条）线施工完成后，对纵波、P-SV 转换波或横波进行叠加处理。

### 6.2.3 P-SV 转换波资料基本处理流程

P-SV 转换波资料基本处理流程为：

- a) 解编或格式转换。
- b) 定义观测系统。
- c) 显示单炮或部分道组成的单次剖面。
- d) 每炮抽部分道作线性动校正显示和分析，监视炮点和检波点位置是否准确。
- e) 剔除坏炮、坏道。
- f) 三分量波场旋转。
- g) 滤波、增益。
- h) 应用野外静校正。
- i) 反褶积（可选）。
- j) 速度分析。
- k) 剩余静校正。
- l) 抽 CCP 道集。
- m) 动校正、初至切除和叠加。
- n) 偏移处理（可选）。
- o) 滤波。
- p) 增益。
- q) 显示。

注：对于资料信噪比低的复杂地区，可针对性增加部分处理模块。

### 6.2.4 现场处理质量控制和要求

现场处理进度根据用户要求确定，P-SV 分量的现场处理剖面应能见到主要目的层反射能量。其他按 SY/T 5314 的规定执行。

## 6.3 原始记录质量评价

### 6.3.1 小折射、微测井资料

按 SY/T 5314 中的规定执行。

### 6.3.2 生产监视记录

6.3.2.1 监视记录质量按合格、不合格二级评价；监视记录要求用宽挡回放，回放因素固定，回放记录清晰。

6.3.2.2 三个分量中任一个分量出现下列缺陷之一的记录，评为不合格记录：

- a) 未按设计要求施工或测量成果精度不合格所生产的全部记录。
- b) 验证 TB 与钟 TB 之差大于采样间隔。
- c) 连续无验证爆炸信号超过 5 炮，则从第 6 炮开始评为不合格记录；山地连续无验证爆炸信号超过 10 炮，则从第 11 炮开始评为不合格记录。
- d) 有二次初至或多次初至。
- e) 工作不正常道数超过总道数的 1/24（单条接收线工作不正常道数超过单线道数的 1/12），或相邻不正常道数超过允许不正常道数的 1/4 [不包括测线（束）穿越工厂、城镇等无法规避的干扰严重区域，且采取有效措施仍无法控制的干扰所引起的不正常工作道数]。
- f) 在现场处理时，发现磁带丢码严重或损坏，或测线号、激发点号、接收点号、文件号错误无法查对者，重复文件号等无法补救错误。
- g) 仪器、可控震源等设备未按规定期限、项目检查或检查的指标不合格，超过规定期限所获得的全部记录及在检查指标不合格期间所获的记录。

注：工作不正常道是指不工作道、反向道、被严重干扰造成波形畸变的道，或与相邻正常道振幅（峰峰值）相比，其比值小于 1/2 或大于一倍的道。

6.3.2.3 除 6.3.2.2 规定的不合格记录以外的记录为合格记录。

### 6.3.3 空炮率

一般地区单（束）条测线空炮率要求小于 3%，年终或工区总的空炮率小于 1%；居民稠密区单（束）条测线空炮率小于 5%，年终或工区总的空炮率小于 3%；连续空炮不致使覆盖次数降低 1/5。

## 7 资料交付及采集工作验收

7.1 纵波或 P-SH 转换波地震勘探中有关“资料整理与交付”及“地震队采集工作验收”按 SY/T 5314 的规定执行。

7.2 转换波地震勘探中除 7.1 的要求外，还应提交以下资料：

- a) 横波表层调查资料及有关静校正成果。
- b) X, Y 分量仪器检测记录。
- c) 仪器记录的检波器倾斜角度数据。
- d) X, Y 分量生产记录及相关现场处理剖面。

7.3 转换波地震勘探资料整理按 SY/T 5314 的规定执行。

## 附录 A

(资料性附录)

## P-SV 转换波最大偏移距计算公式

A.1 满足动校正拉伸对信号频率影响的要求，P-SV 转换波最大炮检距计算公式如下：

$$X_{\max} = \sqrt{\frac{(A_3 t_{co}^2 + 1)^2 - 4(A_1 + \frac{A_3}{v_c^2})(2k - k^2)t_{co}^2 - (A_3 t_{co}^2 + 1)}{2(A_1 + \frac{A_3}{v_c^2})}} \quad \dots\dots (A.1)$$

其中：

$$A_1 = \frac{-(\gamma - 1)^2}{4(\gamma + 1)t_{co}v_c^2}$$

$$A_3 = \frac{-A_1 v_c^2}{1 - v_c^2/v_p^2}$$

式中：

- $k$  拉伸系数，宜小于 12.5%；
- $X_{\max}$  最大炮检距，单位为米 (m)；
- $t_{co}$  转换波双程旅行时，单位为秒 (s)；
- $v_c$  转换波叠加速度，单位为米每秒 (m/s)；
- $v_p$  纵波叠加速度，单位为米每秒 (m/s)；
- $\gamma$  纵横波速度比。

A.2 满足速度分析精度的要求，P-SV 转换波最大炮检距的计算公式如下：

$$X_{\max} = \sqrt{\frac{1 + \sqrt{1 - \frac{1}{k f_{d,m}} \left[ \frac{(\gamma - 1)^2}{2(\gamma + 1)} + \frac{1}{2t_{co}} \right]}}{\frac{(\gamma - 1)^2}{(\gamma + 1)t_{co}v_c^2} + \frac{1}{t_{co}^2 v_c^2}}} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- $k$  速度分析误差，宜小于 6%；
- $X_{\max}$  最大炮检距，单位为米 (m)；
- $t_{co}$  转换波双程旅行时，单位为秒 (s)；
- $v_c$  转换波叠加速度，单位为米每秒 (m/s)；
- $f_{d,m}$  转换波主频，单位为赫兹 (Hz)；
- $\gamma$  纵横波速度比。

## 附录 B

(资料性附录)

## 小折射、三分量微测井仪器班报格式

小折射、三分量微测井仪器班报格式见表 B.1 (A4 规格)。

表 B.1 小折射、三分量微测井仪器班报

地区： 测线： 队： 年 月 日

仪器型号	检波器型号	记录道数	记录长度 ms	采样间隔 ms	系统延迟 ms	序号	桩号	炮次序号	磁盘号	文件号	偏移距 m	激发深度 m	药量 kg	雷管发	激发岩性	记录评价	备注
								A									
								B									
								A									
								B									
								A									
								B									
								A									
								B									
								A									
								B									

仪器操作员：

解释组长：