



中华人民共和国国家标准

GB/T 33685—2023

代替 GB/T 33685—2017

地震勘探数据处理技术规程

Technical specifications for seismic exploration data processing

2023-05-23 发布

2023-09-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 基础资料收集与检查	2
5.1 基础资料收集	2
5.2 基础资料检查内容及要求	3
6 处理设计	3
6.1 准备工作	3
6.2 处理试验	3
6.3 处理设计报告	4
7 处理技术要求	4
7.1 数据解编、格式转换与极性处理	4
7.2 观测系统定义	5
7.3 多波地震数据方向校正及旋转	5
7.4 基准面静校正	5
7.5 子波处理	6
7.6 叠前噪声衰减	6
7.7 振幅补偿	7
7.8 吸收衰减补偿	7
7.9 多次波衰减	7
7.10 反褶积	7
7.11 叠加速度分析	8
7.12 剩余静校正	8
7.13 OVT 域地震数据划分	8
7.14 数据插值与规则化	8
7.15 叠加	9
7.16 叠后时间偏移	9
7.17 叠前时间偏移	9
7.18 叠前深度偏移	10
7.19 偏移道集处理	11
7.20 叠后数据处理	11

8	处理成果	11
9	质量控制与成果评价	12
9.1	项目委托方的质量控制	12
9.2	项目承担方的质量控制	12
9.3	成果评价	13
10	成果验收与归档	13
10.1	成果验收内容	13
10.2	归档处理成果	13
10.3	归档数据格式	14
10.4	归档介质检查	14

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。

本文件代替 GB/T 33685—2017《陆上地震勘探数据处理技术规程》，与 GB/T 33685—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了处理设计相关内容(见第 6 章,2017 年版的第 6 章)；
- b) 增加了多波(包括横波、转换波)地震数据方向校正及旋转的技术要求(见 7.3)；
- c) 增加了潮汐校正、水速校正的技术要求(见 7.4.3)；
- d) 增加了水域资料的虚反射压制处理、气枪震源压制气泡和零相位化处理、水陆双检地震数据的双检匹配和波场分离处理等技术要求(见 7.5.2~7.5.4)；
- e) 增加了吸收衰减补偿的技术要求(见 7.8)；
- f) 增加了多次波衰减的技术要求(见 7.9)；
- g) 增加了剩余静校正的技术要求(见 7.12)；
- h) 增加了数据插值与规则化方面的技术要求(见 7.14)；
- i) 更改了叠前时间偏移、叠前深度偏移、偏移道集处理的相关技术要求(见 7.17~7.19,2017 年版的 7.13、7.14、7.16)；
- j) 更改了叠后数据处理的技术要求(见 7.20,2017 年版的 7.17、7.18)；
- k) 删除了地震数据处理最终成果剖面显示的相关技术要求(见 2017 年版的 7.19)；
- l) 更改了处理成果相关内容(见第 8 章,2017 年版的第 9 章)；
- m) 更改了质量控制与成果评价(见第 9 章,2017 年版的第 8 章和 10.2)。

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。

本文件由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本文件起草单位：中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司、中油油气勘探软件国家工程研究中心有限公司、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院、中海油田服务股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院西北分院。

本文件主要起草人：王兆磊、王永明、张少华、梁鸿贤、宋强功、周滨、李宏图、公亭、曾华会。

本文件于 2017 年首次发布，本次为第一次修订。

地震勘探数据处理技术规程

1 范围

本文件规定了地震勘探数据的基础资料收集与检查、处理设计、处理技术要求、处理成果、质量控制与成果评价、成果验收与归档的主要内容和技术要求。

本文件适用于地面(包括陆上、过渡带和海洋)地震勘探数据(包括纵波、横波、转换波)处理和成果验收。

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;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 8423.2 石油天然气工业术语 第2部分:工程技术

GB/T 33583 陆上石油地震勘探资料采集技术规程

GB/T 33683 陆上石油物探测量与定位技术规范

3 术语和定义

GB/T 8423.2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

三分量地震数据 **three component seismic data**

包含 X、Y、Z 三个分量的地震数据。

注:沿测线水平方向接收的数据为 X 分量,垂直测线水平方向接收的数据为 Y 分量,铅垂地表方向接收的数据为 Z 分量。

3.2

转换波 **converted wave**

入射纵波在地层界面上发生反射、透射,因波型转换而产生的横波,或入射横波在地层界面上发生反射、透射,因波型转换而产生的纵波。

3.3

径向分量 **radial component**

地震数据炮点、检波点连线方向的水平分量。

3.4

切向分量 **transverse component**

地震数据垂直于炮点、检波点连线方向的水平分量。

3.5

虚反射 **ghost**

在自由表面以下激发或接收,经自由表面反射形成的下行续至波。

3.6

Q 偏移 Q migration

含有吸收衰减补偿功能的偏移方法。

3.7

五维地震数据 five dimensional seismic data

包含 X 坐标、Y 坐标、炮检距、方位角、时间或深度五个维度信息的地震数据。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AVO:振幅随偏移距变化(Amplitude Variation with Offset)

CCP:共转换点(Common Conversion Point)

CIP:共成像点(Common Image Point)

CMP:共中心点(Common Middle Point)

CRP:共反射点(Common Reflection Point)

OBN:海底节点(Ocean Bottom Node)

OVT:共炮检距矢量片(Offset Vector Tile)

P1/11:SEG 推荐的地震勘探辅助数据记录格式(U.K.O.O.A. P1/11 Post Plot Positioning Data Format)

P1/90:SEG 推荐的地震勘探辅助数据记录格式(U.K.O.O.A. P1/90 Post Plot Positioning Data Format)

Q:品质因子(Quality Factor)

SEG:国际勘探地球物理学家学会(Society of Exploration Geophysicists)

SPS:SEG 推荐的地震勘探辅助数据记录格式(Shell Processing Support Format for 3D Surveys)

VSP:垂直地震剖面(Vertical Seismic Profiling)

5 基础资料收集与检查

5.1 基础资料收集

地震勘探数据处理的基础资料包括地震数据、辅助数据和其他相关资料。地震数据、辅助数据应符合 GB/T 33583 与 GB/T 33683 的要求。

a) 辅助数据主要包括:

- 1) 仪器班报;
- 2) 观测系统;
- 3) 导航班报;
- 4) 震源子波数据;
- 5) 测量成果数据;
- 6) 近地表调查成果数据;
- 7) 实测水速数据;
- 8) 野外静校正数据;
- 9) 潮汐数据。

- b) 其他相关资料主要包括：
- 1) 地震勘探部署设计；
 - 2) 地震采集施工设计和施工总结报告；
 - 3) 现场处理资料；
 - 4) 以往地震数据处理成果和处理报告；
 - 5) 以往地震数据解释成果、解释报告和综合地质研究报告；
 - 6) 地质、钻井、录井、测井和 VSP 地震资料等；
 - 7) 重、磁、电等非地震资料。

5.2 基础资料检查内容及要求

5.2.1 地震数据存储介质应完整无损，每个存储介质标签内容应与地震仪器班报相吻合。存储介质标签内容应包括工区名称、施工队号、施工日期、线(束)号、存储介质顺序号、起止文件号、记录格式、记录长度和采样间隔。

5.2.2 SPS 格式记录的辅助数据或 P1/11、P1/90 格式记录的辅助数据应按 GB/T 33683 的要求进行格式和内容的完整性检查。

5.2.3 非 SPS 或 P1/11、P1/90 格式记录的辅助数据应检查下列内容。

- a) 仪器班报：内容齐全、准确，字迹清晰可辨。内容包括工区名称、施工单位、施工队号、施工日期、震源类型、仪器型号、检波器类型及组合方式、线(束)号、文件号及地震数据采集有关参数。采用可控震源施工的仪器班报还包括扫描长度、扫描起止频率、扫描方式等参数信息。
- b) 观测系统：正确标注每条线(束)激发点、接收点桩号和每个激发点所在位置的野外文件号，当激发点、接收点偏离设计点时还需特别标注实际激发点、接收点位置及偏移量。
- c) 测量成果数据：激发点和接收点的桩号、X 坐标、Y 坐标、地表高程及备注信息。
- d) 表层调查数据：激发点和接收点的高程、激发井深和激发岩性、小折射和大折射记录数据、微测井记录数据、表层吸收衰减调查数据、低降速带厚度和速度、高速层顶界面高程和速度。
- e) 野外静校正数据：内容齐全，能准确读取，并提供静校正量“正”“负”号的含义以及计算静校正量时采用的基准面高程和替换速度。
- f) 海洋地震数据：检查炮点位置、检波点位置、震源激发时间、海底深度等信息的准确性和完整性。

6 处理设计

6.1 准备工作

6.1.1 了解地震资料的采集情况，掌握工区地表特征，分析原始地震数据有效信号振幅、频率、子波一致性以及干扰波特征等信息。

6.1.2 结合地质需求，分析工区以往地震数据处理成果及技术流程、原始资料品质、速度变化规律、地表及地下地质构造特征，确定处理技术难点。

6.1.3 根据项目地质任务和技术指标等要求，明确处理思路，制定处理试验方案。

6.2 处理试验

6.2.1 选择能够反映工区表层结构特征、地下地质构造特征和资料品质特征且具有代表性的地震数据，结合重点井位和重点目标确定试验点、试验线及处理试验数据范围。

6.2.2 依据处理试验方案,开展处理试验,处理试验关键环节宜包括:

- a) 多波地震数据方向校正及旋转;
- b) 静校正;
- c) 子波处理;
- d) 噪声衰减;
- e) 振幅补偿;
- f) 多次波衰减;
- g) 反褶积;
- h) 叠加速度分析与剩余静校正;
- i) 数据插值与规则化;
- j) 动校正、切除与叠加;
- k) 偏移速度分析;
- l) 偏移方法及参数;
- m) 偏移道集处理;
- n) 叠后数据处理。

6.2.3 分析评价处理试验效果,制定处理流程,确定处理方法和参数。

6.2.4 多波(包括横波、转换波)地震数据处理应根据每种类型地震波数据特点制定各自的试验参数及处理流程。

6.3 处理设计报告

6.3.1 根据工区地质任务、处理要求、主要问题分析及处理试验效果,在处理设计阶段编写处理设计报告,报告主要内容应包括:

- a) 项目概况;
- b) 地质任务及处理要求;
- c) 原始资料及处理难点分析;
- d) 处理技术方案及流程;
- e) 处理试验内容及参数;
- f) 质量控制;
- g) 预期成果和考核指标;
- h) 资源配置;
- i) 人员安排;
- j) 进度计划;
- k) 提交成果。

6.3.2 处理设计报告应提交项目委托方审批。

7 处理技术要求

7.1 数据解编、格式转换与极性处理

7.1.1 将地震数据解编或转换为处理系统使用的内部数据格式,转换过程中应不降低数据精度。

7.1.2 未做相关的可控震源原始地震数据应确认扫描信号所在的通道号,显示全部扫描信号,确认其可用性,用实际的扫描信号进行相关处理。

7.1.3 检查地震数据解编或格式转换的正确性。

7.1.4 多波(包括横波、转换波)地震数据处理应检查震源激发类型(纵波源或横波源)和接收器分量类型(X分量、Y分量、Z分量)在数据道头中的标识。

7.1.5 多波(包括横波、转换波)地震数据处理应检查震源激发方向和检波器接收方向。

7.1.6 三分量地震数据应将同分量数据选排在一起,并置相应的道头信息,检查数据的一致性。

7.1.7 地震数据应为 SEG 正常极性。

7.1.8 对于没有明确提供极性信息的地震数据,应鉴定其极性;对反 SEG 正常极性的地震数据记录,应进行反极性处理。

7.2 观测系统定义

7.2.1 定义观测系统参数,包括激发点和接收点位置及空间相对关系、CMP 面元尺寸和方位角等,定义观测系统应与地震采集记录实际情况相一致。

7.2.2 二维地震宽线观测系统定义可选择二维或三维方式。

7.2.3 二维地震弯曲测线观测系统定义应选择拐点和 CMP 面元中心点的位置、条带数及纵横向跨度,使 CMP 面元覆盖次数、炮检距的分布相对均匀。

7.2.4 三维地震数据连片处理时,应兼顾不同区块采集因素,选择 CMP 面元的中心点位置、面元尺寸、方位角等主要参数,使连片三维地震数据在面元网格内覆盖次数、炮检距分布等属性相对均匀。

7.2.5 应用线性动校正或其他方法检查观测系统定义的正确性,对存在炮点、检波点偏离实际位置的地震道,进行位置校正。

7.2.6 显示二维地震测线观测系统图,显示三维地震观测系统激发点和接收点平面位置图、CMP 或 CCP 面元覆盖次数图及最小和最大炮检距图,其结果应与地震采集记录的实际情况相符合。

7.3 多波地震数据方向校正及旋转

7.3.1 根据多波(包括横波、转换波)地震采集观测系统,确定坐标系统准则,即坐标系统遵守右手或左手系统准则。

7.3.2 三分量地震数据宜进行倾斜校正和方位校正,将地震数据校正到 X、Y、Z 方向。

7.3.3 转换波地震数据应对 X 分量、Y 分量数据进行方位旋转,得到径向分量和切向分量。径向分量的初至能量应强于 X 分量和 Y 分量,切向分量的初至能量应弱于 X 分量和 Y 分量。

7.3.4 多波(包括横波、转换波)地震数据宜开展方位各向异性校正处理,方位各向异性校正之后的成像质量应优于方位各向异性校正之前。

7.3.5 显示质控点、质控线方向校正或旋转处理前后的道集记录和叠加剖面分析处理效果。

7.4 基准面静校正

7.4.1 根据表层结构特点选择合适的静校正方法。对于初至波清晰的地震数据,宜利用初至时间并结合近地表结构调查资料联合反演建立近地表深度/速度模型,求取静校正量。

7.4.2 应用初至波反演方法计算静校正量时,应准确拾取初至时间,根据近地表结构调查资料选择用于反演的近地表初始速度模型、替换速度、炮检距范围等处理参数。

7.4.3 海洋地震数据宜将炮点和检波点校正到水平面或海底:

- a) 根据班报记录进行枪深、缆深和仪器延迟校正;
- b) 根据野外提供的潮汐记录值进行时差校正(亦称潮汐校正);
- c) 消除因地震波在水中传播速度变化引起的时差(亦称水速校正);

d) OBN 地震数据的校正采用炮点选取水平面、检波点选取海底的双基准面处理。

7.4.4 二维地震数据处理应对静校正后叠加数据的测线交点做闭合差定量分析,并校正闭合差。

7.4.5 三维地震数据连片处理应在统一近地表调查资料基础上,进行全区静校正统一计算。

7.4.6 炮点、检波点应计算各自入射、出射地震波类型(纵波或横波)对应的静校正量。

7.4.7 应检查炮点和检波点的静校正量、基准面高程、地表高程、激发点和接收点深度、替换速度、低降速带(厚度、速度)、高速顶界面(高程、速度)数据,分析静校正量的变化趋势及与近地表调查成果的误差,修正异常值。

7.4.8 显示质控点、质控线静校正量应用前后的道集记录和叠加剖面效果对比图以及炮点、检波点静校正量平面图,检查静校正处理效果。

7.4.9 静校正后应消除由于地表高程、近地表速度和厚度、激发点和接收点深度、海水速度及潮汐变化等引起的静校正问题。

7.5 子波处理

7.5.1 可控震源采集的地震数据应进行最小相位化处理。

7.5.2 气枪震源采集的水域地震数据应做压制气泡和最小相位化或零相位化处理。

a) 可通过子波数值模拟、原始地震数据中提取、近场子波计算等方式获得震源远场子波,利用远场子波求取压制气泡算子和最小相位化或零相位化整形算子。

b) 显示气泡压制和最小相位化或零相位化处理前后地震数据、振幅谱、相位谱及反射波组特征,分析确认子波整形效果。

7.5.3 水域资料宜做虚反射压制处理。

a) 处理前应检查道头中炮点水深和检波点水深信息是否准确。

b) 显示虚反射压制前后炮集、叠加数据、振幅谱、FK 谱,检查虚反射压制的效果。

c) 虚反射压制处理后,应抑制由虚反射造成的地震数据频带陷波影响,拓宽地震数据频带。

7.5.4 水陆双检地震数据,宜进行双检匹配处理和波场分离处理,获得上行波场和下行波场。

7.5.5 当野外地震数据收集的激发因素、接收因素、仪器型号等采集因素不同,导致地震子波空间存在差异时,应进行子波一致性处理。

7.5.6 地震数据连片处理,当区块间的地震数据存在频率、相位差异时,应做子波一致性处理。

7.5.7 子波一致性处理后,应使不同采集因素、不同区块地震数据的子波特征趋于一致,地震数据自相关一致性得到提高。

7.6 叠前噪声衰减

7.6.1 根据噪声类型及特点,遵循由规则到随机、由强至弱的原则逐步进行噪声衰减。

7.6.2 剔除不正常的炮集和检波点道集。

7.6.3 与走时相关的规则噪声,衰减前应做静校正处理,确保噪声更具规律性,有利于噪声衰减。

7.6.4 对于可预测或正演模拟的噪声,宜采用预测噪声和自适应减去法衰减。

7.6.5 对于原始记录邻炮叠置的地震数据,应进行数据分离,去除原始记录中的邻炮干扰。

7.6.6 宽方位高密度三维观测系统采集的地震数据,宜在多维空间进行噪声分析与衰减。

7.6.7 三分量地震数据,宜衰减泄露的其他分量干扰。

7.6.8 通过质控点、质控线以及平面属性图检查噪声衰减效果。

7.6.9 噪声衰减后的地震数据,信噪比应提高,衰减的噪声数据中应无明显有效信号。噪声衰减过程中,应保持有效波振幅能量的相对关系不变,有效信号的频宽不受损失。

7.7 振幅补偿

7.7.1 振幅补偿应采用相对振幅保持的处理方法,宜按照先纵向后横向的顺序补偿。

7.7.2 在质控点、质控线、质控面上,通过道集记录、能量曲线、叠加数据、时间切片或其他平面属性图,检查振幅补偿处理效果。

7.7.3 振幅补偿处理后,地震数据浅、中、深层的能量应基本均衡,并消除炮间、道间非地下地质因素引起的能量差异。

7.7.4 对于振幅补偿后的二维测线之间或三维连片处理的地震数据,应确保其能量的空间一致性。

7.8 吸收衰减补偿

7.8.1 地层具有明显吸收衰减时,应开展吸收衰减补偿,并按照由浅及深顺序进行。

7.8.2 通过吸收衰减调查等方式建立表层 Q 场,在炮点域、检波点域进行表层吸收衰减补偿。

7.8.3 利用 VSP 资料或 Q 层析等方法建立中、深层 Q 场。

7.8.4 建立的 Q 场应符合地下介质吸收衰减规律。

7.8.5 Q 场空间变化平缓时可采用反 Q 滤波的方式进行补偿,对于 Q 场剧烈变化的地区宜采用 Q 偏移的方式进行补偿。

7.8.6 在质控点、质控线、质控面上,通过道集记录、频谱曲线、叠加数据、VSP 走廊叠加标定、合成记录标定、自相关函数平面属性等方式,检查吸收衰减补偿处理效果。

7.8.7 吸收衰减补偿处理后,地震数据高频端得到拓展,子波一致性增强,地震数据与井资料的吻合程度提高。

7.9 多次波衰减

7.9.1 根据地震数据中多次波的特点,通过试验选择有效的衰减多次波方法。

7.9.2 应结合地面地震、地层结构、VSP 和测井资料等对多次波的来源进行分析和识别。

7.9.3 对于自由表面多次波,宜根据地震数据驱动求取多次波模型,采用自适应减去法衰减多次波。

7.9.4 对于层间多次波,宜采用预测减去法或反褶积等方法予以衰减。

7.9.5 对于残余多次波,可利用一次波与多次波速度差异等方法进行衰减。

7.9.6 显示质控点、质控线多次波衰减前后的道集、速度谱、叠加剖面、自相关等数据,分析多次波衰减前后效果。

7.9.7 有井资料的工区应通过合成记录、VSP 走廊叠加标定等方式分析多次波衰减效果,避免伤害有效波。

7.10 反褶积

7.10.1 用于反褶积处理的输入地震数据应去除强能量干扰且能量相对均衡。

7.10.2 通过试验优选反褶积方法和参数,有 VSP 或声波测井资料的地区,参照 VSP 走廊叠加或合成地震记录标定,选取反褶积方法和参数。

7.10.3 海洋地震数据反褶积宜在 τ - p 域处理。

7.10.4 在质控点、质控线、质控面上,通过道集记录、自相关函数、叠加数据、频谱图以及平面属性图,检查反褶积处理效果,有井资料的工区应检查井旁地震道与井资料的吻合程度。

7.10.5 反褶积处理后应达到压缩地震子波、衰减短周期多次波、提高分辨率、改善相位特征、增强子波一致性、提高井旁地震道与 VSP 走廊叠加或合成地震记录的吻合程度等目的。

7.11 叠加速度分析

7.11.1 根据地震数据的信噪比、地层倾角等特征,选取生成叠加速度谱的 CMP 或 CCP 道集求和个数及频带。

7.11.2 生成叠加速度谱的 CMP 或 CCP 道集应包含各种炮检距数据,合理切除初至和动校正引起的拉伸畸变;叠加速度扫描范围应大于实际地震数据的速度范围。

7.11.3 应根据区域叠加速度特征及速度谱能量团解释叠加速度谱,拾取叠加速度应注意区分多次波速度等异常速度。

7.11.4 当速度谱质量较差难以确定叠加速度时,宜采用速度扫描方法分析、确定叠加速度。

7.11.5 转换波地震数据应进行纵横波速度比和转换波叠加速度分析,当道集动校正后大炮检距同相轴不平时,宜采用速度和各向异性参数等多参数转换波叠加速度分析。

7.11.6 叠加速度分析应保证足够的分析密度以满足叠加成像精度需求,二维地震数据叠加速度分析点间隔不宜大于 500 m,三维地震数据叠加速度分析点网格不宜大于 500 m×500 m。可根据地质构造特征和地质任务以及处理的不同阶段调整叠加速度分析点密度。

7.11.7 显示叠加速度剖面 and 切片、速度分析点上动校正后的 CMP 或 CCP 道集、叠加数据,检查叠加速度拾取及速度场的合理性。

7.12 剩余静校正

7.12.1 应采用剩余静校正与叠加速度分析相互迭代的方式计算剩余静校正量。

7.12.2 剩余静校正宜选取地表一致性计算方法。

7.12.3 反射波地表一致性剩余静校正的计算时窗应选在反射波信噪比较高、构造相对简单的地震反射层段。

7.12.4 采用非地表一致性剩余静校正技术时,求得的静校正量应不大于 1/2 地震子波视周期,迭代次数应不超过 2 次。

7.12.5 在质控点、质控线、质控面上,通过道集记录、叠加数据、时间切片以及炮点、检波点剩余静校正量平面图,检查剩余静校正处理效果。

7.12.6 剩余静校正处理后的叠加剖面质量应优于剩余静校正前的叠加剖面质量。

7.13 OVT 域地震数据划分

7.13.1 宽方位观测系统采集的地震数据,宜进行 OVT 域地震数据处理。

7.13.2 以炮线距、检波线距为 OVT 片划分的主要参数,抽取具有相邻炮检距和方位角的地震道组成 OVT 道集,划分的 OVT 片数宜与野外地震数据采集设计的满覆盖次数基本相当。

7.14 数据插值与规则化

7.14.1 地震数据在满覆盖区域的各个面元内覆盖次数、炮检距分布差异较大或者空间采样不足影响后续处理解释时,应做叠前数据插值或规则化处理。

7.14.2 插值或规则化方法及参数的选择宜考虑地震数据特征、不同域处理以及地层倾角等参数。

7.14.3 宽方位观测系统采集的地震数据宜选择五维地震数据插值、规则化处理或在 OVT 域进行处理。

7.14.4 在质控点、质控线、质控面上,通过道集记录、叠加或偏移数据、时间切片以及覆盖次数、炮检距、方位角属性平面分布图等方式,检验插值或规则化处理效果。

7.14.5 插值或规则化处理后的地震数据应在各个面元内具有更加均匀的覆盖次数、炮检距和方位角分布,在不损失地质信息的基础上达到减少偏移噪声、削弱采集脚印等目的。

7.14.6 因地震数据稀疏或不均匀导致去除规则噪声或其他域变换等处理效果不佳时,应做数据插值处理,相关处理后宜剔除因插值产生的附加地震道。

7.15 叠加

7.15.1 根据地层倾角、各向异性和炮检距分布范围以及地震数据信噪比等特征,选择动校正方法和叠加方法,确保 CMP 或 CCP 道集动校正后反射波同相轴校平,并提高叠加数据信噪比。

7.15.2 切除 CMP 或 CCP 道集上因动校正产生的拉伸畸变。

7.15.3 CMP 或 CCP 道集小炮检距有多次波残留时,叠加前宜切除小炮检距残留多次波数据。

7.15.4 转换波应采用 CCP 叠加,CCP 道集抽取方法应满足叠加成像需求,纵横波速度比改变时,应重新抽取 CCP 道集。

7.15.5 最终叠加数据的质量应优于中间过程叠加数据的质量。

7.16 叠后时间偏移

7.16.1 用于叠后时间偏移的叠加数据应无异常振幅值且振幅相对均衡。

7.16.2 对于地层倾角较陡的工区,叠后时间偏移前宜做倾角时差校正处理。

7.16.3 对于空间采样不足产生空间假频的叠加数据,应在偏移前做地震道插值处理。

7.16.4 叠后时间偏移速度场可源于平滑的叠加速度场,并通过速度场百分比扫描试验等方式确定最终叠后偏移速度场。

7.16.5 根据地震数据特征和叠后时间偏移试验分析结果,确定偏移方法和参数,偏移孔径和偏移倾角参数的选择应能够保证工区内最陡倾角地层的归位。

7.16.6 叠后时间偏移成果数据上反射波、断面波归位合理,绕射波收敛,断点清晰,无空间假频等影响地震数据解释的现象。

7.17 叠前时间偏移

7.17.1 叠前时间偏移的输入道集数据应无明显噪声干扰且满足相对振幅保持要求。

7.17.2 应根据地震数据的构造特征、地层各向异性特征、地层纵横向吸收衰减程度和勘探目标选择叠前时间偏移方法和参数,主要内容包括:

- a) 地层各向异性问题严重的地区,宜建立各向异性参数模型并采用各向异性叠前时间偏移;
- b) 地层纵向吸收衰减严重时,宜建立 Q 场模型(见 7.8)并采用叠前时间 Q 偏移;
- c) 选择叠前时间偏移孔径和偏移倾角参数应保证工区内最陡倾角地层归位;
- d) 选择叠前时间偏移反假频参数应避免出现反射波同相轴过度相干现象。

7.17.3 宜综合利用叠加速度、声波测井速度、VSP 速度以及相关地震地质信息,建立初始叠前时间偏移速度模型。

7.17.4 转换波地震数据应分析目标线上的偏移速度、纵横波速度比等参数,建立最终叠前时间偏移参数模型。

7.17.5 用于叠前时间偏移速度分析的目标线应具有代表性并包含质控线,叠前时间偏移速度点分析密度应依据地质构造复杂程度确定,二维地震数据叠前时间偏移速度分析点间隔不宜大于 500 m,三维地震数据叠前时间偏移速度分析点网格不宜大于 500 m×500 m。

7.17.6 根据采用的叠前时间偏移方法,分析目标线上具有代表性的 CRP 道集、速度谱或剩余速度谱

以及目标线的叠前时间偏移数据,确保叠前时间偏移最终速度场、Q 场和各向异性参数场合理,CRP 道集数据切除参数合理、反射波同相轴校平。

7.17.7 叠前时间偏移成果数据上纵横向振幅能量应相对均衡,反射波、断面波归位合理,绕射波收敛,断点清晰,无空间假频、异常干扰等影响地震数据解释的现象。

7.17.8 叠前时间 Q 偏移数据分辨率应高于常规叠前时间偏移数据。

7.18 叠前深度偏移

7.18.1 叠前深度偏移的输入道集数据应无明显噪声干扰且满足相对振幅保持要求。

7.18.2 以激发点所在圆滑面为叠前深度偏移起始面和接收点所在圆滑面为叠前深度偏移终止面。当激发点和接收点圆滑面差异不大时,可以作为一个基准面进行叠前深度偏移;当激发点和接收点圆滑面差异较大时,应选择激发点圆滑面、接收点圆滑面两个基准面进行叠前深度偏移。

7.18.3 叠前深度偏移的输入道集数据应校正到偏移基准面上。

7.18.4 根据表层结构、地质构造、地层各向异性特征、地层纵横向吸收衰减程度和勘探目标选择叠前深度偏移方法和偏移参数,主要选取内容包括:

- a) 地层各向异性问题严重的地区,宜采用各向异性叠前深度偏移,对于地层倾角大的地区宜采用倾斜轴对称横向各向同性介质(TTI)叠前深度偏移;
- b) 对于复杂地质体,宜采用适用于多射线路径成像的高斯束或者微分波动方程叠前深度偏移;
- c) 对于气云区等吸收衰减剧烈变化的地区宜采用叠前深度 Q 偏移,按照 7.8 的要求建立初始 Q 场模型,宜结合最终叠前深度偏移层速度模型,采用网格层析等方式优化 Q 模型;
- d) 选择叠前深度偏移孔径和偏移倾角参数应保证工区内最陡倾角地层归位;
- e) 选择叠前深度偏移反假频参数应避免出现反射波同相轴过度相干现象。

7.18.5 利用叠前时间偏移的均方根速度或其他地震速度、声波测井速度、VSP 速度,结合微测井约束反演的近地表速度以及地质分层等信息,建立与偏移基准面及地质构造模式相符合的初始深度/层速度模型。

7.18.6 若深度域速度模型浅层应用静校正速度模型,偏移所用地震数据不应使用静校正速度模型所对应的校正量。

7.18.7 通过垂向速度分析、横向沿层速度分析、剩余速度谱分析、网格层析等方法,迭代更新得到最终深度/层速度场和各向异性参数模型;宽方位三维观测系统采集的地震数据,宜充分利用宽方位信息进行叠前深度偏移速度建模;最终深度/层速度场纵、横向变化规律应与测井速度或地下构造变化趋势相符。

7.18.8 转换波地震数据应先确立最终纵波深度域速度模型,在此基础上参考横波测井资料并利用纵横波速度比求取初始横波深度域速度模型,选用合适的转换波叠前深度偏移速度分析方法求取最终横波深度域速度模型。

7.18.9 用于叠前深度偏移速度分析的目标线应具有代表性并包含质控线。分析目标线上具有代表性的 CIP 道集、速度谱或剩余速度谱以及目标线的叠前深度偏移数据;根据 CIP 道集校平、剩余速度谱能量聚焦、偏移数据归位以及与井资料比对等效果,检查叠前深度偏移速度场和各向异性参数模型的合理性。

7.18.10 叠前深度偏移成果数据上纵横向振幅能量应相对均衡,反射波、断面波归位合理,绕射波收敛,断点清晰,无空间假频、异常干扰等影响地震数据解释的现象。

7.18.11 当地震数据信噪比较高时,各向异性叠前深度偏移成果和已钻井深度误差宜小于 2%。

7.19 偏移道集处理

7.19.1 偏移道集数据应满足相对振幅保持要求。

7.19.2 应校平 CRP 或 CIP 道集上的有效反射波同相轴,并保留大反射角的有效反射波信息。

7.19.3 依据偏移输出道集数据品质和叠前反演要求,进行噪声衰减、剩余时差校正、拉伸畸变校正等处理。

7.19.4 OVT 域偏移道集处理后,应显示部分螺旋道集,检查螺旋道集上的同相轴是否校平及同相轴随方位的变化情况,确定地下地层是否存在方位各向异性,并根据实际情况进行以下处理:

- a) 当地下地层方位各向异性较弱时,可对偏移后道集直接叠加得到偏移数据;
- b) 当地下地层方位各向异性较强时,应进行方位时差校正,经方位时差校正后的叠加成果应优于方位时差校正前的叠加成果。

7.19.5 当地下地层存在较强方位各向异性时,提供未经方位时差校正的螺旋道集用于地震波旅行时随方位角变化的叠前裂缝检测,提供方位时差校正后的螺旋道集用于振幅随方位角变化的叠前裂缝检测。

7.19.6 有测井资料时,宜选取合适的标志层或目的层,利用地震道集数据与测井资料正演记录 AVO 信息之间的关系进行地震数据振幅校正处理。

7.19.7 偏移道集处理应改善道集数据品质,处理后道集的 AVO 特征与正演 AVO 特征的相关性应提高。

7.19.8 偏移道集处理后的螺旋道集应满足多维地震数据解释的要求。

7.20 叠后数据处理

7.20.1 对叠后的地震数据,可适当进行提高信噪比和提高分辨率处理。

7.20.2 提高信噪比处理后的偏移地震数据应保持断层、断点、尖灭点等地质现象清晰且没有过度相干现象。

7.20.3 应在地震数据的有效频带内进行叠后提高分辨率处理,提高分辨率处理后的地震数据应保持必要的信噪比和波组相对强弱关系,有井资料的工区应检查偏移数据井旁地震道与 VSP 走廊叠加或合成地震记录的吻合程度。

7.20.4 根据地震数据的有效信号频带范围选择滤波方法和参数,对地震数据进行滤波处理时,不宜损失地震数据的有效频宽。

7.20.5 根据地震数据反射信号特征选择增益方法和参数,增益处理后的最终成果数据,有效反射波组特征应清楚,应有利于地震数据解释。

8 处理成果

地震勘探数据处理的最终成果宜包括:

- a) 叠加纯波数据和成果数据;
- b) 偏移纯波数据和成果数据;
- c) 叠前道集数据(CMP 道集、CRP 道集或 CIP 道集);
- d) 叠加和偏移速度场数据;
- e) 各向异性偏移参数场数据;
- f) Q 场数据;

- g) 纵横波速度比；
- h) 静校正量数据(标注基准面和替换速度)；
- i) 时间域、深度域偏移基准面数据；
- j) 地震数据处理报告(文字和多媒体),报告宜包括以下内容:
 - 1) 项目概况；
 - 2) 地质任务和处理要求；
 - 3) 项目执行概要；
 - 4) 原始资料及处理难点分析；
 - 5) 关键处理技术；
 - 6) 处理过程质量控制；
 - 7) 效果分析；
 - 8) 认识及建议；
 - 9) 提交成果。

9 质量控制与成果评价

9.1 项目委托方的质量控制

9.1.1 项目委托方组织项目承担方共同确定地震数据处理过程的质控内容、方式、要求和提交的质控记录材料。

9.1.2 项目委托方应对地震数据处理设计、处理成果、处理报告等关键环节进行质量检查。

9.2 项目承担方的质量控制

9.2.1 地震数据处理过程中,承担方项目组应检查每一步作业运行文件、质量控制图件和中间成果,并符合第7章规定的各项技术要求;项目过程质控记录及图件准确、真实、可靠、齐全;如有以往处理成果资料,需开展对比、评价。

9.2.2 项目运行过程中,承担方的质量控制部门应对处理设计中设置的质量控制点进行检查,并符合第7章规定的各项技术要求。检查比例为二维地震测线全部检查、三维地震测线检查比例不少于总线数的30%。质量控制部门的检查内容宜包括:

- a) 观测系统定义；
- b) 二维地震弯曲测线带有激发点、接收点位置的CMP平面分布图；
- c) 三维地震工区激发点和接收点平面位置图、最大和最小炮检距图、CMP面元覆盖次数图；
- d) 多波地震数据方向校正及旋转；
- e) 静校正；
- f) 子波处理；
- g) 叠前去噪；
- h) 振幅补偿；
- i) 多次波衰减；
- j) 反褶积；
- k) 叠加速度分析及剩余静校正；
- l) 数据插值规则化；
- m) 动校正、拉伸畸变切除；

- n) 叠加；
- o) 叠后偏移；
- p) 速度场；
- q) Q 场；
- r) 各向异性参数场；
- s) 纵横波速度比；
- t) 叠前时间偏移；
- u) 叠前深度偏移；
- v) 二维地震测线最终叠加数据的测线交点闭合时差；
- w) 叠后数据处理及成果分析。

9.3 成果评价

9.3.1 地震数据处理成果质量评价按合格品、不合格品评价。

9.3.2 合格品应满足：

- a) 观测系统定义正确；
- b) 处理流程合理,参数选择符合工区的地震地质特点；
- c) 基准面静校正量能反映近地表变化规律,最终的炮点、检波点剩余静校正量,在地震数据满覆盖区,90%以上的静校正量不大于地震数据的时间采样间隔；
- d) 时间域速度解释正确,时间域地震数据构造形态合理；
- e) 深度偏移速度模型符合地质构造特征,深度偏移数据地层的相对高低关系与钻井资料一致；
- f) 道集上有效反射波同相轴平直,无明显噪声和多次波残留,远道无明显拉伸畸变；
- g) 成果数据上主要勘探目的层波组特征清楚,偏移数据上地震有效波归位合理,无明显空间假频及影响解释的现象,信噪比和分辨率基本达到地震数据解释需要(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)。

9.3.3 达不到 9.3.2 所规定的任一条件者为不合格品。

10 成果验收与归档

10.1 成果验收内容

成果验收内容宜包括：

- a) 二维/三维地震数据处理叠加和偏移成果；
- b) 叠加和偏移速度场数据；
- c) 各向异性偏移参数场数据；
- d) Q 场数据；
- e) 叠前偏移道集数据；
- f) 地震数据处理报告(文字和多媒体)；
- g) 处理设计要求的其他成果。

10.2 归档处理成果

归档的处理成果见第 8 章。

10.3 归档数据格式

地震数据宜采用 SEG-Y 记录格式；静校正量数据采用文本格式；速度场、Q 场、各向异性偏移参数场等数据可采用 SEG-Y 记录格式或文本格式。

10.4 归档介质检查

归档前对地震数据存储介质的标签和记录内容进行一致性检查，确保归档成果正确。
