柴达木盆地小组合基距地震资料干扰波分析及去噪对策

熊永学　晁元萍　康　平　郭　静
(青海油田公司勘探开发研究院)

摘　要

熊永学,晁元萍,康平,郭静. 柴达木盆地小组合基距地震资料干扰波分析及去噪对策.石油地球物理勘探, **2002, 37**(增刊): **66~ 70**

柴达木盆地地表复杂地区因野外采集因素受到限制,特别是由于激发和接收基距不能展开,所以不能在采集阶段有效压制干扰波,而且还存在严重的静校正问题。本文从分析干扰波特征入手,以解决折射静校正问题为目的,采用道组合等室内处理手段来弥补小组合基距采集的不足,取得了比较明显的效果。

关键词　小组合基距　干扰波　折射静校正　道组合　去噪　柴达木盆地

引　　言

柴达木盆地多数地区特别是复杂山地,高程起伏较大,且地表地质条件极为复杂。野外采集时无法使用大面积、大组合基距激发和接收,只能采用小组合基距进行激发和接收,这样不利于压制面波、折射波及其他干扰波,同时反而伴生一些次生干扰。

柴达木盆地干扰波特点是折射波、面波发育,干扰面积大,并且有些地方由于高差、低降速带变化剧烈而引起的静校正问题造成干扰波,引起成像不好。这在很大程度上增加了地震资料处理工作的难度。为解决折射静校正问题,本文采用道组合等室内处理手段来弥补小组合基距采集的不足,取得了比较明显的效果。

图 1为一工区相距约 1km的两条测线上的单

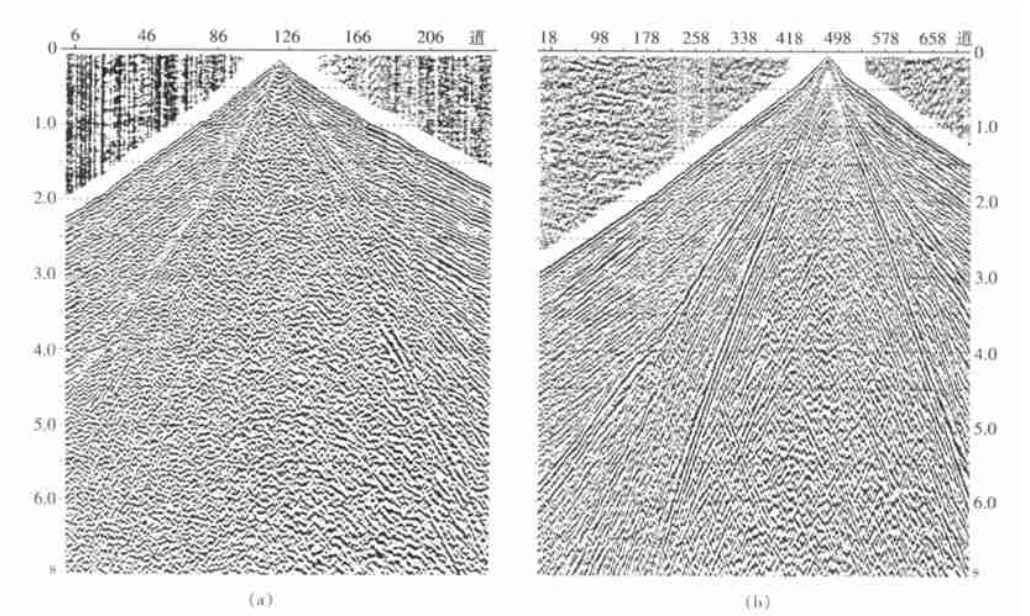


图 1　大(a)、小(b)组合基距单炮对比

本文于 2001年 11月 7日收到。

炮记录,图 1a测线的地形略微平坦,使用大基距激发和接收组合,图 1b测线使用单深井激发、小组合基距甚至单点接收。从图中可以看出,小组合基距资料干扰背景明显增强。

干扰波分析

对图 1b中小组合基距接收单炮做干扰波分析。

面波

从图 1b中可以看出,面波几乎干扰了整张记录,其频率范围为 5~ 25Hz,视速度为 450~ 1100 m/s,视波长约为 95m。其特点是频率低,能量强,且频散严重,所形成的大三角区干扰带严重影响反射波同相轴的连续性。它在 *F-K* 谱上表现为大面积的干扰能量区。

折射波及多次折射波

折射波主频和有效波主频接近,约为 20Hz,视速度约为 2400m/s,视波长约为 170m,其特点是呈线性分布,且能量强,影响面大且主要影响远道反射。

次生干扰

图 1b中面波三角带内呈大“X”型的强次生干扰与面波传播速度相当,但传播方向相反,我们认为它是次生面波,其震源为面波,视波长约为 45m。

去噪方法

由以上分析可知,组合基距必须达到 170m以上才能压制以上干扰,由于地表因素限制,组合基距根本达不到这一要求。折射波由于其线性特征,通过 *F-K* 滤波可以很干净地剔除它,而面波频散严重,如果只用 *F-K* 滤波对其进行压制,必然损失很多有效信息,并且产生严重假频。所以如何去除面波是去噪工作中的重点和难点。面波不能得到很好压制的原因之一是野外组合基距偏小,因此我们可以通过室内道组合的方式增大组合基距,进而压制面波。

采用小组合施工的地表条件一般十分复杂,表现为初至以及反射波、干扰波严重扭曲,反射波时距曲线发生变化,折射波、面波等干扰波的相干性变差。究其原因是地表高程、低降速带的剧烈变化引起的静校正问题,给做 *F-K* 滤波造成困难,同时也影响有效波的连续性,因此,对这类地震资料处理的前提是基本解决静校正问题。

由此,我们可以形成一个去噪思路,即用折射静校正、道组合、*F-K* 滤波及其他方法去噪。

高程校正基础上的折射静校正

如何最准确地求取折射静校正量,针对此问题,我们通过试验,先把数据校正到一个浮动基准面上,然后进行交互迭代折射静校正,使折射波特征更加明显。该方法效果较为理想。

图 2为经过地形校正的折射静校正前、后的共偏移距道集记录的对比图,从图上可以看出,经过此方法处理后,折射波、面波相干性明显增强。图 3是经过此方法处理前、后 *F-K* 谱的对比图,从图中可以看出,经过处理后,折射波、面波能量更集中,更

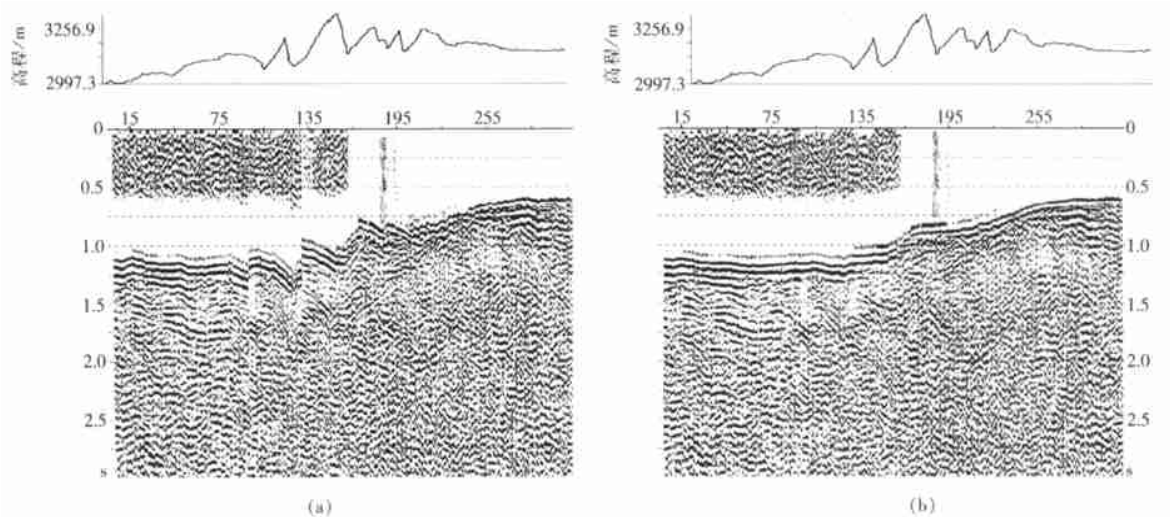
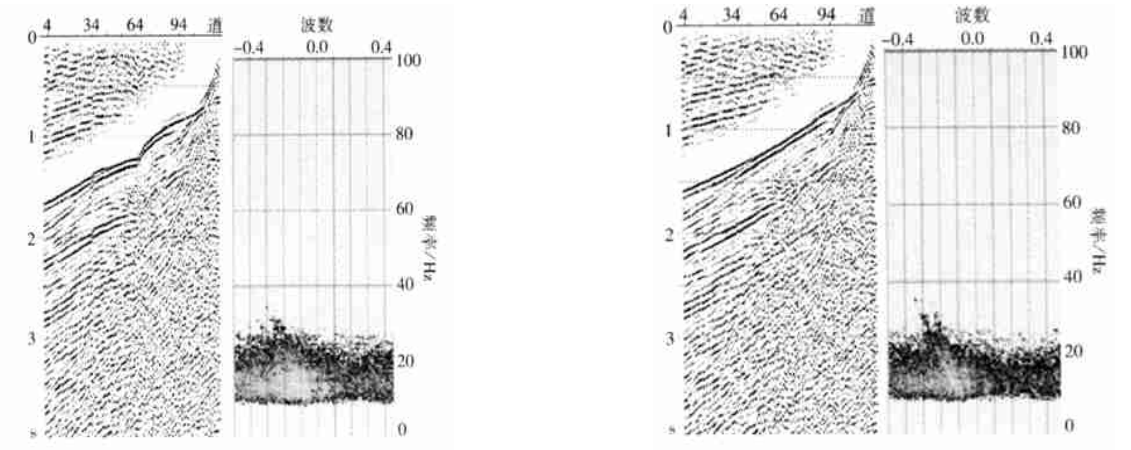


图 2 折射静校正前 (a)、后 (b)共偏移距道集



(a) (b)

图 3 折射静校正前 (a)、后 (b) F-K 谱

易于辨别,以后做 F-K 滤波时可以更精确,能够保留更多的信息。经过此方法处理后的叠加剖面信噪比也得到改善。

道组合

炮点域道组合

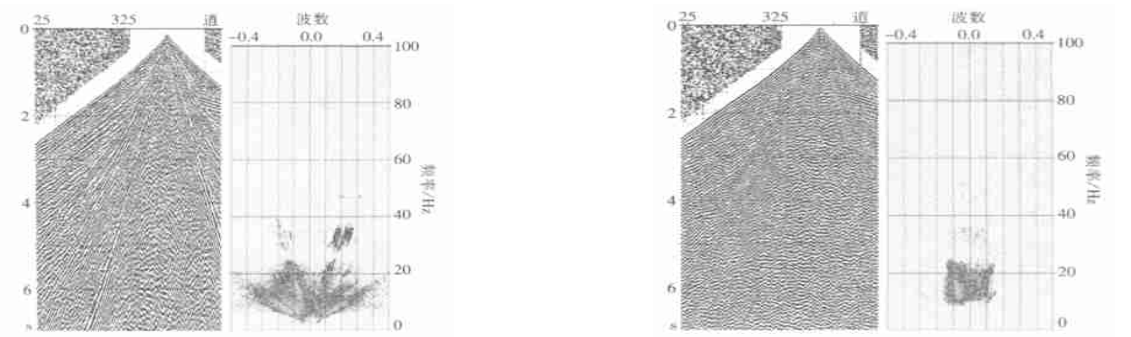
共炮点域道组合是在折射静校正后,折射波、面波相干性变好,基本解决静校正问题及使用频率滤波去除低频干扰的前提下进行的。道组合的关键是组合道数的选取,能实现加权情况下加权系数的选取,原则是在保证分辨率的前提下尽量压制各种干扰。用 24个检波器,20m 组合基距和 100m 组合基距分别做两个组合的响应曲线,可以很清楚地看到 20m 组合基距几乎使所有频率的干扰都得到通放,而 100m 组合基距只让 10Hz以下的干扰通放,其他频率干扰得到一定压制。目前野外采集组合基距一般约为 60m,在复杂地表地区,由于组合内高差限制组合基距只能约为 20m,因此对面波等干扰压制效果较差。

由前面干扰波分析得知,该工区面波视波长约为 95m,而该资料道距为 20m,组合基距受道距和地形影响只有 20多米,所以选用 5个道进行组合。

图 4为道组合前、后 F-K 谱。通过比较 F-K 谱可以看出,组合前有三组强干扰,组合后只剩下一组强干扰,基本上是线性较好的折射波,在此基础上再做 F-K 滤波更准确,保留的信息更多。通过比较组合前、后的 F-K 谱还发现,低频面波、次生干扰压制效果较为明显。与图 1相比,室内组合基本达到野外大组合基距进行激发和接收的效果。

效果分析

图 5为道组合前、后做 F-K 滤波的效果对比图,从图中可以看出,道组合前做 F-K 滤波时,由于切除面积大,假频及“回头折射”干扰严重,而道组合后基本上见不到“回头折射”,假频现象也较少,有效反射更突出。



(a) (b)

图 4 道组合前 (a)、后 (b) F-K 谱

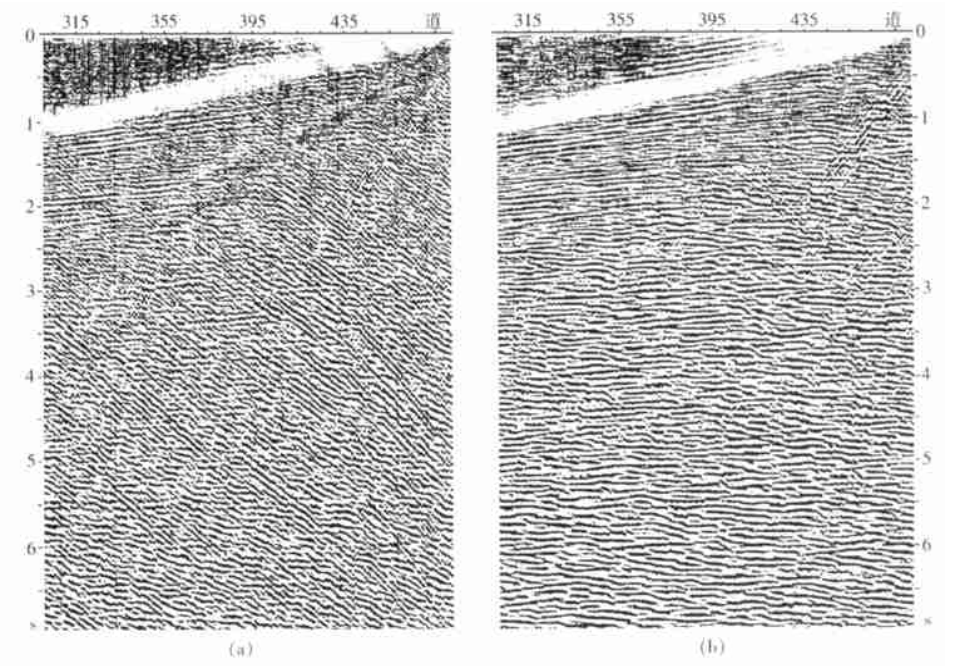


图 5 道组合前(a)、后(b)做 F-K 滤波的效果对比图

速度分析及动校正

去噪越好,速度越准,动校正越准。道组合有助于提取更准确的叠加速度。相反,如果认为道组合可能影响分辨率,我们还可以利用道组合提取准确速度来指导非道组合的处理。

组合去噪

道组合只是压制了部分干扰,是为以后其他去噪手段做准备的。对于低信噪比资料还应进行组合去噪,即多种去噪手段组合使用。

空变 F-K 滤波

为了尽量避免产生假频,又达到去噪目的,把一张记录两个不同接收方向的道先进行分离,分别做 F-K 滤波,然后再合并;并且在同一测线上根据不同地区记录改变滤波因子。

叠后去噪和信号增强

为了进一步提高叠加剖面质量,对于叠加剖面上的随机噪声,还可以在叠后采用组合去噪手段,即先衰减随机噪声,然后在 F-K 域增强有效波能量,

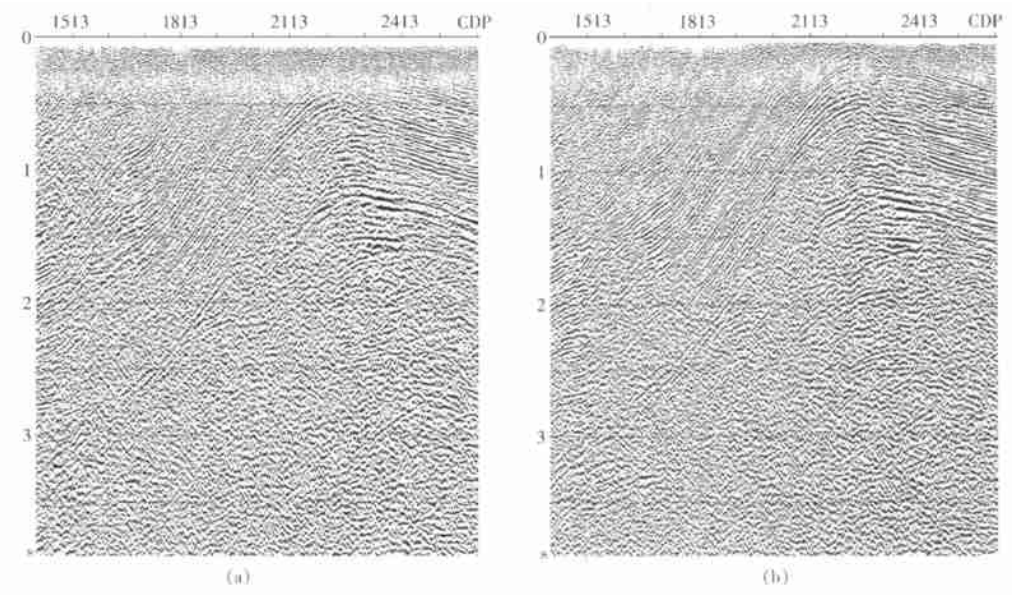


图 6 未使用道组合(a)和使用道组合(b)的去噪效果对比

提高剖面的信噪比。在叠后去噪工作中遵循的原则是: 仅对纯叠加数据上已显现的有效反射同相轴加强,不使用有可能模糊断层及构造特征的处理手段。

效 果 分 析

图 6为柴达木盆地一工区构造主体部位在折射静校正基础上使用道组合和未使用道组合的剖面对比。从图中可以看出,使用道组合处理的测线剖面背景更干净,剖面品质有一定改善。

结 论

(1)地震勘探野外采集无法使用大组合基距压制干扰时,室内处理过程中可以通过道组合形式适当弥补。道组合的缺陷是不能进行横向组合,所以不能完全替代野外采集过程中激发和接收因素的组合,要灵活运用。

(2)在西部地区资料处理中,对于折射波、面波等强干扰,应先通过折射静校正加强其相干性,同时综合运用多种去噪手段,尽量减少假频。

(3)在不影响构造形态前提下,叠后组合去噪对提高剖面信噪比有一定帮助。

参 考 文 献

[1] 李庆忠.走向精确勘探的道路.石油工业出版社,1993
[2] 陆基孟.地震勘探原理.石油大学出版社,1993
[3] R E谢里夫(美).勘探地震学.石油工业出版社,1999

(本文编辑: 张亚中)

作 者 介 绍

蔡希玲 高级工程师, 1962年生, 1981年毕业于石油物探学校地震解释专业, 1990年毕业于石油大学勘查地球物理专业, 2000年毕业于成都理工学院地球探测与信息技术专业,获硕士学位。目前在石油地球物理勘探局技术发展中心从事物探方法研究、地震信号分析及数据处理工作。

任文军 高级工程师, 1966年生, 1988年毕业于江汉石油学院物探专业, 2000年毕业于南京大学地质专业,获硕士学位。现在长庆石油勘探局地球物理勘探处从事生产管理及勘探开发研究工作。

何晓菊 高级工程师, 1959年生, 1983年毕业于江汉石油学院物探专业。现在长庆石油勘探局物探研究所从事地震勘探开发研究工作。

胡 杰 高级工程师, 1965年生, 1984年毕业于西南石油学院物探专业。现在青海石油管理局物探公司从事地震资料采集和处理方法的研究工作。

邓述全 高级工程师, 1965年生, 1987年毕业于华东石油学院勘探系物探专业, 1999年获石油大学(北京)硕士学位。现在石油地球物理勘探局勘探事业部从事地震采集方法研究工作。

代海涛 工程师, 1972年生,1994年毕业于西南石油学院物探专业。现在青海石油管理局物探公司研究所从事地震资料处理及解释工作。

李福元 工程师, 1971年生,1993年毕业于江汉石油学院物探专业。现在青海油田公司从事物探方法研究工作。

周述才 高级工程师, 1984年毕业于西南石油学院。现在新疆油田公司勘探开发研究所从事地震资料处理及处理方法的研究工作。

张希山 工程师, 1967年生,1987年毕业于石油地球物理勘探局物探学校物探专业。现在青海石油管理局物探公司从事地震资料采集和处理方法的研究工作。

刘国良 工程师, 1972年生,1996年毕业于大庆石油学院物探专业。现在新疆油田公司勘探开发研究院从事地震资料解释工作。

梁承敏 高级工程师, 1965年生, 1988年毕业于新疆石油学院。现在新疆油田分公司勘探开发研究院地球物理研究所从事三维地震资料的综合解释和资料处理、方法的研究工作。

张新立 工程师, 1967年生,1990年毕业于中国地质大学物探专业。现在青海石油管理局物探公司研究所从事地震资料采集和处理方法的研究工作。

吴 坚 工程师, 1970年生,1992年毕业于中国地质大学(武汉)。现在新疆油田公司勘探开发研究院地球物理研究所解释中心从事地质研究工作。

崔炳富 工程师, 1968年生,1991年毕业于西南石油学院物探专业。现在新疆油田公司勘探开发研究院从事石油地质综合研究工作。

熊永学 工程师, 1967年生, 1990年毕业于石油大学(华东)物探专业。现在青海油田公司勘探开发研究院计算中心从事资料处理工作。

姚付生 1968年生, 1990年毕业于西南石油学院勘查地球物理专业, 1999年获西南石油学院地球信息与勘查专业硕士学位。现在四川石油管理局地调处物探研究中心从事数据处理方法研究工作。

黄永平 高级工程师, 1970年生, 1994年毕业于西南石油学院勘查地球物理专业。现在新疆石油地质调查处从事沙漠及沙漠边缘区高分辨率地震勘探、深层弱信号分析等方法研究工作。

童思友 工程师, 1969年生,1992年毕业于西南石油学院物探专业。现在青岛海洋大学地球科学学院从事科研与教学工作。

范铭涛 高级工程师, 1964年生, 1984年毕业于华东石油学院物探专业。现在玉门油田勘探事业部从事地质勘探工作。

李正文 教授,博士生导师, 1939年生,现在成都理工大学信息工程学院和"油气藏地质与开发工程"国家重点实验室从事信号与信息处理、非线性理论与应用、有效储集层综合识别研究以及地球物理与工程等方面的科学研究和教学工作。

岳智忠 工程师, 1968年生,1992年毕业于兰州大学地质系。现在玉门油田分公司勘探开发研究院从事石油地质综合研究工作。

赵彩绒 工程师, 1969年生,1993年毕业于石油大学物探专业。现在吐哈石油勘探开发指挥部地球物理研究所工作。

赵 峰 高级工程师, 1960年生, 1980年毕业于江汉石油地质学校物探专业, 1998年获西南石油学院工程硕士学位。现在新疆油田公司勘探开发研究院地球物理研究所数据处理中心,从事地震数据处理及静校正方法研究工作。

胡自多 工程师, 1971年生, 1993年毕业于石油大学(华东)物探专业。现在中国石油勘探开发研究院西北分院从事地震资料数据处理工作。

王子明 高级工程师, 1965年生, 1984年毕业于华东石油学院物探专业。现主要从事地震资料采集和处理的方法研究工作。