

文章编号:0253-2697(1999)03-0001-07

复杂构造山区地震勘探问题

孟尔盛*

(石油地球物理勘探局)

摘要:国内已有不少地震队涉足复杂构造的山区工作,甚至冻土山区工作,这种地面与地下的双重复杂性要求地震工程师必须考虑若干有关的特殊问题。实际上,其中一些问题对黄土塬和沙漠地区也有某种共性。山区地震效果如何能为石油勘探界所普遍关心,亟待地震工作者投身探讨,须在试验中加深认识,提高工作水平。文中列出并探讨了四项主要技术问题,即散射波干扰、静校正方法、偏移归位以及与大地的耦合;从实际可行角度,本着尽可能简化与轻便的原则,理出一条方法研究思路,须在实践中验证与改进。

主题词:复杂构造;复杂地形;地震勘探;工作方法

1 前言

复杂地形与复杂构造往往共存。随油气勘探进入新阶段,地震探测被迫进入地面和地下都很复杂的山区领域。地质构造复杂要求三维测绘,因构造复杂而派生的速度场复杂一般要求在深度域进行偏移归位。恶劣地形加上不同岩性出露,引起数据采集和数据处理上一系列难题,要求地震工作人员能够系统了解,在工作全过程中贯穿一套新的认识,灵活而从严掌握。不能简单地认为,山区地震就是不规则三维技术。人们可理解,用小折射方法研究静校正已基本上失去意义;还可以理解,主要矛盾不在于产状准确到一度两度,不在于高的分辨率而在于可靠的信噪比。那么要自问,主要的噪声是什么?还须自问,一般工作方法中有哪些不太对路,可以回避哪些不必要的麻烦。

地面和地下都很复杂的许多问题需要连带考虑。灰岩山区和碎屑岩山区在问题的许多方面相似,不过与前者有关的问题一般更为突出。应该承认,各地条件有差异,采用什么方法需要经过一番探索。以下将首先从陈述几个主要的技术问题入手,而后从实际可行途径探讨方法试验方案。

2 复杂构造山区地震存在的主要问题

2.1 散射波干扰及压制问题

震源产生的直达波、面波、浅层折射波,凡遇到表层不均匀分布的质量(物体),包括峰、洞、沟、坎等都会形成一个全新的次生震源发生散射波(scattering),可以沿不同途径、从不同方位、取不同速度回到接收点上,成为 backscattering。这是源致干扰(source-generated noises)之中较难应付的一种干扰。另一种类型,当较强反射波到达地表后,也会由于地表不均匀性引起 signal-generated noise,也属于散射波性质,可掩盖其后的弱反射。

散射是绕射源接近地表时的特殊现象。其特点是,如同绕射一样不能被多次覆盖所压制;因散射源点距激发点和接收点都较近,可形成较强干扰;源点方位不固定,形成三维性质干扰;不均质体的大小决定散射波的频率成份,较小的物体引起较高频率的干扰,更影响高频信号的信噪比例。陡坡陡坎以及断面是特殊形状的散射

* 孟尔盛,男,1921年8月生。1946年毕业于唐山交大矿冶系。现为石油物探学会副主任。通讯处:河北省涿州市11号信箱。邮政编码:072751。

体,可以产生视速度较高的同相轴。缓慢起伏的丘陵地区在第四系覆盖之下多半存在高低相间的老地层,会产生散射干扰。类似情况也会发生在峭壁环绕的黄土高原,起伏不平的沙丘地区,以及残丘群立的风蚀地形地区和藏北的冻土山区。

Larner 等很早便发现多次覆盖不能压制散射干扰,而是加强^[1]。他们是从海上资料(水下岩石起伏地形)发现和分析这一问题的。Gibson 等用二维数值模型继续研究^[2],在水平叠加剖面上出现了人们常说的坑席状干扰,其视速度接近表层速度。日常工作中可以在不少水平叠加剖面上见到这类干扰。

自不同方位抵达排列的散射干扰可以表现为不同视速度。陡峭地形产生的侧面波更可能鱼目混珠。图1为 Regone^[3]研究散射干扰中的两幅插图,图1-a只沿测线作(纵向)组合接收,压制了二维性质的坑席状干扰,但是从侧面进入的干扰统霸了图面,表现为众多的水平短轴,实施面积组合后得到图1-b的效果。

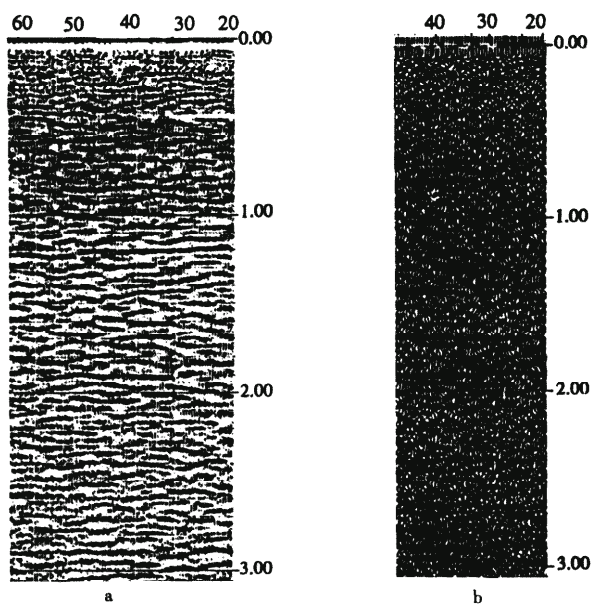


图1 某地面积组合实验结果

Fig.1 Results of an experiment on areal arrays of geophones (after Regone)

a. 仅作纵向组合(顺排列密排5条,各长180m,各36个检波器),横向来的干扰严重;b. 实施面积组合后,含5条组合线,各长180m,含36个检波器,横向伸展,互距30m,雁行错开。

速度为极大,最外圈最低,并以色标表达其绝对振幅,求出信噪比 S/N 。

压制散射干扰须用面积足够、单元数足够的面积组合。从野外生产实际考虑,宜采用不加权的线性组合。可以从一般二维线性组合响应拟定面积组合程度^[4]。设 N =组合个数, d =组内距, k =波数(单位距离内的波长数)。通放区的选择性(尖锐程度)决定于组合基距 $(N-1)d$,该乘积须大于干扰波的最大波长。当波数 $k=1/d$ 时产生空间假频(第二通放带),要求组内距明显小于干扰波中的最小波长。组合的总体效应与组合个数(单元数)有关。

最近,Ernst 等提出另一类压制方案^[5],鉴于散射点可视为确定性质的,因而可按波动理论计算出散射波场而后从野外观测数据中减去。这是尚处于试探中的方案,有待成熟。另外,三维性质的散射干扰在理论上可通过三维面元叠加压制,但对于多次散射,对强信号引起的次生散射,由于其 t_0 时间迟后,将产生一系列碗状弧形干扰残余。

2.2 山区静校正

按施奈尔定律,当低速表层与下伏层在速度上存在强烈反差时,不同倾角的反射波射线到达表层后大体上

传统的噪声观测。采用二维 walkaway 方法。设立一个密点小排列,激发点逐步由近而远,形成一个延展的密点长排列,可以观察不同距离不同时间出现的二维性质的各种相干干扰。观察三维性质的散射干扰可运用以下方法之一:①简单的L形排列,②“盒式”噪声测试(Regone, 1997)。

在L形排列中,设纵向排列指向正北,横向排列指向正东,二者都为小点距,长度都为 L 。沿纵向(或横向)不同距离激发,设某一相干波沿横向的时差为 Δt_x ,沿纵向的时差为 Δt_y ,均可正可负。 Δt_x 与 Δt_y 的向量和为 Δt ,长度 L 除以 Δt 便得到沿 Δt 方向进入观测区的相干波视速度。 Δt 接近零者为反射信号。这样便可得到不同炮检距不同时间不同方位各个相干波的主波长、主频率,振幅或功率,计算出信噪比。在工区内应选择多处不同地形/地质条件进行这种观测。

在“盒式”测试中使用一个大尺寸的面积组合,例如纵横方向都是13个检波器,169个单元,用169个道分别接收,到室内可灵活编辑成为各种二维(线性或加权)组合,成为 13×13 直到例如 7×7 的各种面积组合。可采用雷达屏形式表示 t_0 为某一时刻的各种波,中心部位视

都将折转成近乎垂直,如图 2-a。射线在表层近乎垂直方可满足静校正所要求的“静”的条件,可以按高差计算静校正量。山区地层多出露,近表地层速度与下伏层相近,出射角较斜(与铅垂线夹角较大)、角度不固定时便失去了“静”的前提。以图 2-b 为例,人们曾习惯于在山半腰切出一个浮动基准面,不考虑“静”的条件是否满足,强制进行静校正。当表层速度为 2000m/s,出射角为 30°时,200m 高差便可产生 18ms“静”校误差,远超可允许范围。

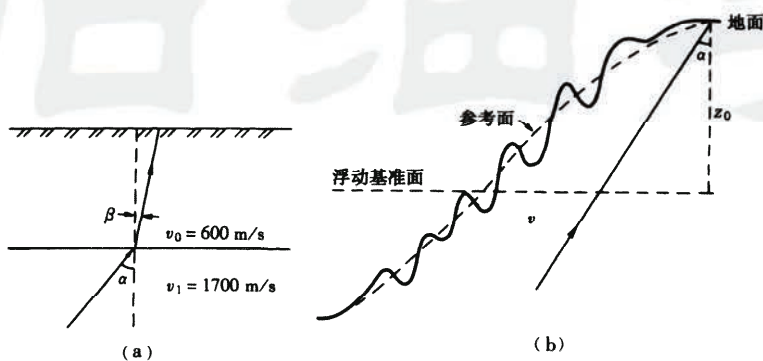


图 2 与静校正有关的两类情况

Fig. 2 Two distinct cases in the static case

- (a) 有低速风化层,大倾角反射波射线在低速层中折转成与地面基本垂直;
- (b) 山区表层速度与下伏层相仿,大倾角反射波射线在表层基本维持原状

在这类表层速度结构的静校正之中包含了动校正成份,本应通过深度偏移途径解决。一个变通的办法是将山区静校正分成两步进行:①作地形平滑线(面),与实际(观测点)地形高差保持 10~20m 以内,按一般方法作野外(高程)静校,叫做“小静校”。虽有误差,可以容忍。该平滑曲面定名为“参考面”,参照该面作校正。②通过工区最高点(或更高的点,理由见下节)作水平浮动基准面,作为全区的地震共中心点(CMP)道的共同的时间起始面。在此浮动面与参考面之间用表层平均速度填入某种替换

介质,叫做“大静校”。替换层的速度取值可通过试处理确定,以能得到最佳叠加成像为原则。

2.3 偏移归位问题

在生产实际中,应从叠后时间偏移入手,视其效果再考虑叠后或叠前深度偏移,先论证地形起伏较大时基准面的选取问题。

偏移方法有多种,图 3 为简明易晓的共切线偏移归位方法(在深度域考虑的)作用于线状反射的示意图。A、B 和 C 点是 CMP 点(观测点)位置,各有一个 t_0 值(反射波双程时间)。从各观测点以其 t_0 值一半乘以平均速度,得到半径 AA', BB', CC' ,各画出圆弧,取圆弧公切线,便将同相轴 A', B', C' 偏移归位到 a, b, c 位置。如果采用速度偏大(或偏小),将产生常说的偏移过量(或不足)。

如果在半山腰勉强画出一个浮动基准面,将 A 点校正到 A' ,C 点校正到 C' ,而后执行偏移动作,A 点偏移势必不足(半径不足),C 点势必偏移过量(半径过大),对陡倾地层有可能将层面偏到空中,调整速度也不能补救。因此,在山区陡倾角条件下,观测点位置是不能校正、不能移动的。取上节所作的“参考面”,可基本解决这一矛盾。

怎样保持观测面不动?Beasley 等提出的零速度层方法可满足这一要求^[6]。他们首先列出 Claerbout 有名的 15°偏移公式:

$$\frac{\partial Q}{\partial Z} = \frac{v(x,z)}{2i\omega} \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + \frac{i\omega}{v(x,z)} Q$$

公式右边第一项通常叫做绕射项,起收敛绕射(偏移)的作用,第二项通常叫做薄透镜体项,作用是仅按速度场对数据道产生时间向下推移。在日常偏移过程中两项交替

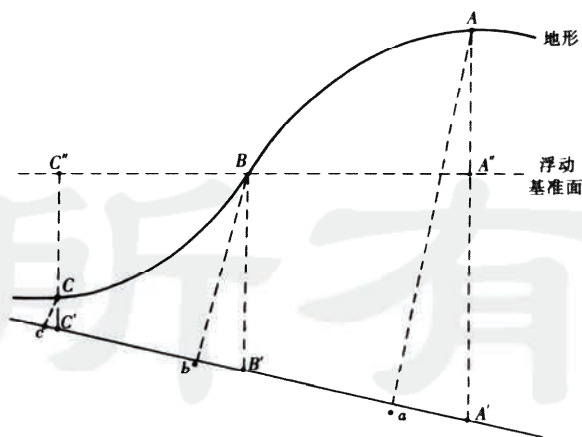


图 3 用共切线偏移可展示从观测面(地形)以及从浮动基准面进行偏移的差别

Fig. 3 Migration by common tangent, a simple way to see the difference between results performed from the observation-surface and those from some floating datum

作用。如欲途经上述大静校正制作的替换层不得产生绕射收敛作用,只须假定该第一项中的速度 v 为零或某个极小值便可。只保留第二项功能,向下延拓抵达参考面(很接近观测点的面)之后,立即恢复第一项功能,使用地层速度作(时间)偏移。

所谓零速度,仅指计算机运算,并非有此真实介质。文章在模型举例和生产实例中都表现效果明显。

在时间偏移基础上,从剖面特征可帮助分析速度场,进一步改进时间偏移,进行时深转换或考虑必要的深度偏移。如目的层不深,有二维叠后深度偏移资料便可定出井位。速度参数的第一步考虑原则是:第三系地层速度大体上随深度作线性增加;中生界地层,主要随岩性(地层)而定,主要是一个地质解释问题,要充分利用已有的钻井资料。如构造很复杂,想作深度偏移并不现实。应考虑采用适合陡倾角的克希霍夫积分法先作时间偏移,再斟酌后续工作。在修订时间偏移后,可用图面方法试行三维深度偏移。

2.4 耦合问题

所谓耦合,一指激发与地的耦合,二指地与接收器的耦合。在山区都须引起注意。

若按平原地区工作习惯,在山区很可能偏向于选择在第四系冲积的(山间)大、小平坝上布设测线。但是,即使有幸找到了潜水面,在水面以下激发,还可能遭遇挫折。因为,这里的第四系底界是一个明显的声阻抗分界面,还可能是一个凹凸不平的斜面,在此分界面之上可以形成一个能量“圈闭”,招致干扰波在其中回荡。还因为该分界面深浅陡缓未能掌握,是检波点的敏感区。若在平地之下产生了静校正问题,可使理想中的组合检波受到暗伤。

美国中西部,落矶山以东有一批中生界盆地。他们的经验是^[7],要保持在中生界地层中钻15~20m的浅井放炮,而不主张在第四系中激发。应注意,山坡上仍会有厚薄不等的第四系浮土,要设法知道是否钻透。Foster等在总结巴布亚新几内亚第三系灰岩山区工作中也谈到^[8],宜直接在灰岩中激发。虽然这里在1~4m厚的腐植层下存在10m上下的泥岩(公认的优良激发岩性)。泥岩之下为灰岩。

关于检波器与大地的耦合,应努力拨(挖)开低速介质埋置检波器,选线时应努力绕开山麓碎石堆积。Foster等在试验排列中发现,检波器埋在灰岩上的道信噪比最高。要用特殊工具在灰岩中冲出细洞,将检波器尾锥胶结在细洞中。

3 方法试验探讨

油气勘探家都已理解,石油工业发展的关键在相当程度上决定于物探工作的效率与效果。山区勘探费用较高。更须考虑如何在高效低耗上做文章。第一步考虑是如何通过区域概查做好选区。在碎屑岩山区,可采用非地震方法,例如电磁法研究区域结构,指出深凹陷区和主要的构造带;在以碳酸盐岩为主的海相地层山区,也可采用电磁方法,借助层系中的低阻层段,测绘区域构造,了解可能存在的盖层部位。第二步考虑是如何为地震工作,首先是试验工作选出起始地段,可以仍旧采用电磁法做一些面积普查,也可选用普查性的对比地震法寻找构造显示。

在复杂构造山区,按照先易后难原则选区的同时还须强调勘探目标最好先浅后深。因为,构造复杂时盖层研究更显得重要,又因为研究碳酸盐岩储集条件问题比测绘构造难度更大。在这两大问题上物探更希望得到钻探帮助,钻探目标不宜太深。

物探是工程。地震勘探工程师的主要责任之一是谋求低投入,保证资料可用,面对困难任务,更要强调调研工作与试生产工作。首要关键是如何制定试验内容,其次是讲究试验过程中的各个细节,试出可靠的结论。

3.1 地震信噪比调研

所谓可用资料,表示地震数据首先具备一定的信噪比,不必急于提出高分辨率要求。加强了信号,压低了干扰,信噪比自然上升。但做到并不容易。

信噪比问题的治本措施在讲究激发条件。就爆炸震源讲,条件之一已如前述,激发点之下近距离内无明显声阻抗界面。(在中、下扬子的某些平原地带可能存在这类易被疏忽的问题)。条件之二是激发岩性理想,这是老生常谈,问题在于明确选好炮井位置是山区地震工作中一项值得的地面地质工作,在于明确钻速和岩屑录井是重要的参考资料,要想方设法在泥质“原”地层中激发。试验中要体现两多:多类型多地点激发,每点激发时多类型地段(将多道仪器分成几组排列)接收,以深刻体会优劣条件是什么。

信噪比问题的治标措施在调研干扰和设法压制干扰。在注意一般低速及面波干扰的同时,在山区要注意散射干扰。观测散射干扰的小排列摆放位置应有讲究,是在貌似平坦的第四系冲积上?是选在略有起伏的中、古生界缓坡上?应再次提出,在山凹平坝上如不了解浅层结构,有可能由于第四系厚薄莫测而步入了陷阱。另外,如散射源正好出现在检波器面积组合范围以内,会降低组合效果。

据已经发表的文献,散射干扰的(横向)传播速度大致为表层速度。主频 20Hz,当速度为 2000~4000m/s 时,要求面积组合达到 100~200m 见方。组合个数决定于干扰强度及低速面波(应设法让开)的要求。

多次反射波是另一种相干干扰。常规办法是采用大排列多次覆盖,从速度谱上识别。这在山区试验中似不太现实。简单多次也可以依据有一定信噪比的短排列数据通过自相关方法识别。实际上,构造复杂和地形复杂二者之中,一种因素便可能摆脱多次波存在的条件,何况二者相辅作用。有无简单多次波,是方法决策上的重要依据。

3.2 观测方法探讨

当代长排列多次覆盖方法是将共中心点(CMP)两侧对称激发和接收的若干道,经过动态校正后,叠加成为一个似乎在 CMP 点自激自收的共中心点道,简称 t_0 道,参加叠加的道数便是覆盖次数 n 。在此过程中:①简单多次波受到压制;②某些相干干扰变成半随机干扰,可在叠加中产生 $n^{1/2}$ 倍的压制效应。如此获得了信噪比改善后的 t_0 道(水平叠加剖面),达到了地震工程师奋力以求的“高境界”。

多次覆盖技术产生的背景是构造相对平缓,是存在简单多次波的困扰。速度分析是这项技术的副产物,也是该项技术能够成功的前提。须知排列愈长,受各向异性等影响愈大。

已知动校正量与炮检距的平方成正比,多次波不严重时可采用短排列,动校正量小得很多,经过粗略的动校正后便可得到一批 t_0 道。能否达到“高境界”,关键在考查山区干扰是什么,怎样有针对性地加以压制。

以上提出长与短排列问题,主要出于以下几点考虑。

(1) 叠加成像受制于复杂构造的复杂速度场 短排列成像相对容易。关键的浅层速度,短排列多次覆盖能够研究。大排列具备研究中深层复杂速度场的可能性,但要满足叠加前信噪比(地形条件复杂下)足够的条件,是很不容易的。

(2) 检讨观察方法要依据山区出现的主要噪声是什么 以上提到,简单多次波不致构成主要问题,长排列的首要任务可被解除。取而代之的将是散射干扰,多次覆盖无能为力,必须运用面积组合。中心问题已变成了有起伏的地面上怎样铺设面积较大的检波器组合。很费劳动力,每个单元又要求单独记录。

(3) 繁难之中更要求尽可能简化与轻便化。

为此,从二维普查到三维详查,这里提出了多种可供选择的方案供探讨。

方案之一,单次短排列。选线很重要,侧线大体与地形走势垂直,使得每道的组合小线可以大致顺地形等高线左右伸展,不要求小线的各单元单独记录,可以在野外完成横向线性组合。回到室内,各道经高程校正后可按逐道混波方式组装成所需的面积组合,可使用 48 道轻便仪器。

方案之二,类似上述,试行 6~12 次覆盖,提高信噪比,研究浅层速度,便利叠加成像。

方案之三,如地形恶劣,所有组合单元都须单独记录。由于面积组合铺设困难,搬迁困难,按激发与接收可互换原则,少动接收点,多动激发点。将 240~480 个检波器组成宽带状面积组合(图 4),均单独接收(静校正后可装配出相当于 10~20 道的短排列),进行类似常规噪声观测的 walkaway 激发,激发点区间相当于 10~20 个道的短排列,向左右伸展。

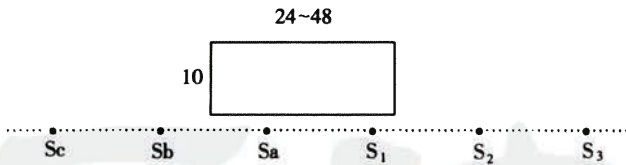


图4 运用面积组合的互换放炮法(地形很复杂时)
Fig. 4 Transposed shooting and areal grouping over rough terrain

向及纵向逐步移位及部分重合,可实现2~3次的低次覆盖,如图6(Evans,1997)。

以上几种方案是举例性质。各地条件不同,对策不同。过去已取得一定成就的地方,也值得通过一些试验,争取有所发现。

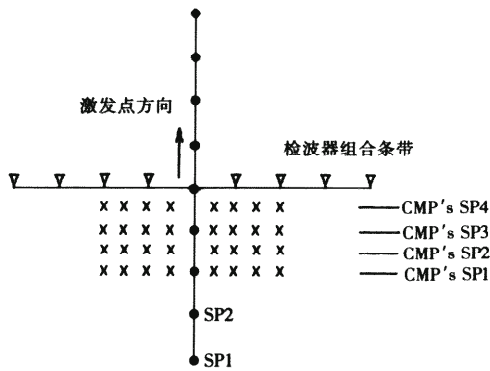


图5 十字形三维观测

Fig. 5 Cross-array 3-D

横向为检波器组合(例如10×48个单元),纵向为炮点线。大十字面积的1/4为覆盖面积。

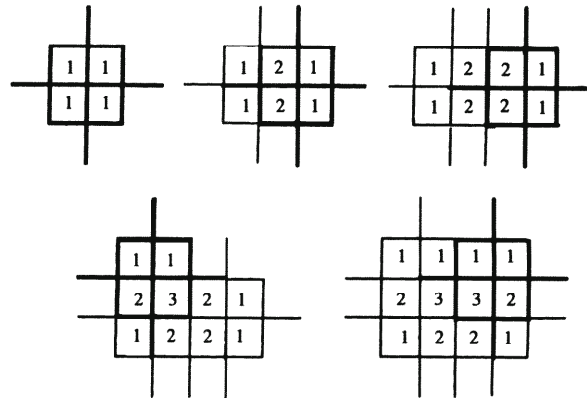


图6 十字形三维观测实现低次覆盖(通过横向、纵向重叠)

Fig. 6 Low fold coverage in cross-array 3-D(Evans,1997)

2.3 偏移归位问题

常规做法是,在叠后进行时间或深度偏移。Gray 在其《选用恰当工具进行地震成像》的文章中提出^[9],这套常规做法所包含的静校正、动校正(包括倾角动校正)/叠加/偏移过程中,当构造复杂时动校正及倾角动校正都受到严重伤害,排列越大,伤害越重,于叠加不利。如果转作叠前深度偏移,在山区因速度分析和静校正等问题,代价过高,难以承受。他认为,在陆上(平原区?)宜先作叠前时间偏移,再考虑深度偏移。

对信噪比尚可的单次短排列,自然无分叠前叠后。如前所述。在进行零速度层时间偏移后便可以基本了解地下结构,必要时可按新生界、中古生界的一般速度规律进一步修订时间偏移或执行深度偏移。关键还是资料的信噪比。

复杂构造详查一般须作三维地震。从构造以及地形两方面考虑,运用上述方案之四的(a)或(b),将炮点线大体与走向平行可能较方便。埋深稍大的陡倾角反射须在数公里以外才能接收,这时地震波射线很受表层速度结构(例如表层有高速砾石)影响。应事先运用射线分析论证工作方法,防止工作陷入被动。

4 小结

1. 应在有关人员中讨论到底可能存在哪些技术难点,怎样暴露,怎样克服?
2. 当前,叠前深度偏移呼声甚高,其前提即复杂构造的速度场如何有效确定,值得评论一番。有可能不能单靠地震自身,而是通过地质解释(地质加物探)在时间剖面上分层段赋予(有旁证的)不同数据更为实际。

3. 如可供解释的先决条件是信噪比。为此目的,要从山区条件出发重新认识长排列高次覆盖与短排列低次覆盖(配面积组合)的辩证关系。

4. 方法试验要配备现场处理,加强质量监督,有可比数据,有经验丰富的人员进行现场解释。

参 考 文 献

- [1] Larnar K, Chamters R, Yang M, Lynn W and Wai W. Coherent noise in marine seismic data; *Geophysics*, 1983, 48: 854~886.
- [2] Gibson B S and Levander A R. Modeling and processing of scattered waves in reflection surveys; *Geophysics*, 1988, 53: 466~478.
- [3] Regone C J. Measurement and identification of 3-D coherent noise generated from irregular surface carbonates; *Carbonate seismology, Soc. Expl. Geophys.* 1997, 281~305.
- [4] Evans B J. A handbook for seismic data acquisition in exploration; *Soc. Expl. Geophys.* 1997, 77~81 and 253~258.
- [5] Ernst F, Herman G and Blonk B. Reduction of near-surface scattering effects in seismic data; *The Leading Edge*, 1998, 17: 759~764.
- [6] Beasley C and Lynn W. The zero-velocity layer; *Migration from irregular surfaces, Geophysics*, 1992, 57: 1435~1443.
- [7] Ray R R. High definition seismic 2D, 2D swath and 3D case histories; *The Rocky Mountain Association of Geologists* 1995.
- [8] Foster M S, Price S J, Hill G S, Duque C, Eills D and Stephenson R W. A breakthrough in the quality of seismic data from the fold belt of Papua New Guinea; *The Leading Edge* 1998, 17: 611~620.
- [9] Gray S H. Seismic imaging; Use the right tool for the job; *The Leading Edge*. 1997, 16: 1585~1588.

(本文收到日期 1998-07-28 编辑 孟伟铭)

油气地球化学重点实验室进入试运行期

为实现中国石油天然气集团公司持续发展,做好技术储备,加强学科超前研究和应用基础研究,集团公司将有计划地组建一批集团公司级重点实验室。科技发展部根据《中国石油天然气集团公司重点实验室管理办法》有关规定,于1998年11月6日在北京召开了石油集团公司“油气地球化学”重点实验室建议评议会。评议组审查、通过了中国石油科学技术研究院、石油大学(北京)、江汉石油学院的联合立项申请。中国石油天然气集团公司科技发展部同意批准成立以中国石油科学技术研究院为实验室主体,附石油大学(北京)和江汉石油学院两个重点研究室的“中国石油天然气集团公司油气地球化学重点实验室”(Key Laboratory of Petroleum Geochemistry, CNPC)的建设模式,正式进入试运行期。

评议组认为,加强油气基础理论研究,作好超前准备,为集团公司长远发展提供科学依据,建立集团公司重点实验室是十分必要的;申请报告所提出的:勘探地球化学、油藏地球化学、生物标记物、同位素地球化学、有机岩石学和新方法、新技术五个研究方向是正确的,既结合勘探开发实际需要,又反映学科前沿,能形成技术储备、赶超世界水平。

经过评论,全体专家一致通过了研究院、石油大学(北京)和江汉石油学院的联合申请报告。

(李成岗 供稿)

ACTA PETROLEI SINICA Vol. 20 No. 3 1999

ABSTRACTS

PETROLEUM EXPLORATION

SEISMIC METHODS IN THE REGIONS OF COMPLEX STRUCTURE AND ROUGH TERRAIN ACTA 1999,20(3):1~7.

Meng Ersheng (*Bureau of Geophysical Prospecting*)

As everyone knows, rough terrain and complex subsurface are often co-existent, and a lot of related special problem have to be considered by the seismic engineer. Some of the problems are in fact common to loess plateaus and dune deserts. It is therefore a technology much concerned by petroleum explorationists and so awaiting seismic workers to devote their efforts in the discussions and experiments for knowing and doing better. This paper begins with stating four major technical problems, i. e. . back scattering, static corrections, migration of data and coupling to the earth, then from a practical point of view in pursuing portability as well as reasonable simplicity, presents how the experiments could be performed. The opinions or proposals included here-with need to be confirmed in the future.

Key words: complex structure; rough terrain; seismic exploration; working method

APPLICABILITY OF PRESTACK DEPTH MIGRATION AND SOME GAINS ACTA 1999,20(3):8~12.

Xu Jixiang et al. (*Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing*)

How can the method of prestack depth migration solving geological imaging problems? The answer is given by the basic concept of migration in time and depth domain, and two gages are given in this paper. The relative error of horizontal distance and vertical depth are also given by using the methods of migration in time and depth domain, and these can tell us which geological structure the method of depth migration must be used. The method of depth migration is used to solve the imaging of stratigraphy above which there are slant layers and horizontal viable velocity. In the paper, the depth migration method based on Radon transformation-Gaussian beam principle is introduced. The viewpoints of ray and wave theory are combined in the method which can help us solving the imaging problem of continental deposit stratigraphy. The successful key point of depth migration is the accurate velocity modeling. Therefore, many methods of velocity modeling are analyzed.

Key words: depth migration; time migration; relative error; velocity modeling

THE DISCOVERY AND ITS SIGNIFICANCE OF OIL SANDS IN JURASSIC FORMATION IN NORTHWEST QAIDAM BASIN ACTA 1999,20(3):13~18.

Chen Jianping (*Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing*)

Oil sand formation of about 90m in thickness and a large number of crevasse filling bitumen were first discovered in Upper Jurassic in the Northwest Qaidam Basin. Characteristics of the extracts of the oil sands and bitumen show that they are similar to Jurassic oils of the Northeast Qaidam Basin and differ from Tertiary oils in the Northwest Qaidam. Geological surveying indicates that there are thick Lower-Middle Jurassic source rocks in the Northwest Qaidam Basin. Biomarkers and other natures of extracts of the Jurassic source rocks are similar to the oil sands and the crevasse filling bitumen. Correlation of the oil sands and the source rocks suggests that the oils in the sands were derived from the Jurassic source rocks. The discovery of the oil sand and crevasse filling bitumen presents important significance to petroleum exploration in the Qaidam and other Basins along the Altun Fault.

Key words: Qaidam basin; Jurassic; oil sand; bitumen; source rock; biomarkers; petroleum exploration