

全三维连片处理技术的应用研究

吴建云 常建华 王 秀 刘 旺 张玉娥

摘 要 论述了全三维连片处理的基本方法,介绍了处理过程中相对相关技术的运用和研究。

关键词 全三维连片处理;一致性;三维DMO;一步法偏移

THE APPLICATION OF WHOLLY THREE-DIMENSIONAL SECTORS-CONNECTING PROCESSING TECHNIQUE

Wu Jianyun¹, Chang Jianhua², Wang Xiu², Liu Wang¹, Zhang Yu'e²

1) (Geological Exploration Corporation, North China Oil Field, Renqiu 062552)

2) (Geophysical Exploration Corporation, North China Oil Field, Renqiu 062552)

Abstract This paper deals with the basic technique for wholly three-dimensional sectors-connecting processing, recounts the study and application of relevant technology in the course of processing, and gives an example illustrating the processing.

Key words wholly three-dimensional sectors-connecting processing; consistency; three-dimensional DMO; migration of one-step method

近年来随着油气勘探工作的不断深入和地震资料处理技术的快速发展,以往针对目标进行的三维地震资料处理已经不能满足油气勘探的需要。为了查清整个地区的地下地质构造和地质现象,得到整个地区三维空间的地震信息数据体,充分挖掘三维地震结合部位的资料潜力,有必要进行全三维连片处理。

全三维连片处理技术是随着计算机技术的发展及勘探形势的需要而逐步形成的一项新技术。目前国内外各油田、石油公司都在致力于这方面的研究。采用这项技术,一方面可以节省大量的勘探资金,既快速,又经济;另一方面又可以扩大已有的地震勘探资料的可使用面积;还可以消除不同处理方法所带来的资料特征不一致,以及由此造成的认识上的偏差,经全三维连片处理后的地震剖面,信噪比和分辨率有了大幅度的提高,断层、断点更加清楚,地质构造和各种地质现象(特别是结合部位)更加清晰。

1 全三维连片处理技术

1.1 全区坐标系统定义及质量控制

一般情况下，全三维连片处理的各个区块，分别是由不同年度、不同队伍、不同仪器采集来进行施工的。因此，各施工区块地震资料的坐标系是各不相同、各自独立的，需要把它们转换到同一坐标系中，进行观测系统的统一定义。

1. 野外施工方向相同、方位角一致的区块，坐标系统的定义可按照如下公式进行计算

$$\begin{cases} x = a_i x_i + b_i \\ y = c_i y_i + d_i \end{cases} \quad i = 1, 2, \cdots, n \tag{1}$$

其中*i*为某一区块编号，*n*为连片处理区块总数，*a_i*，*b_i*，*c_i*，*d_i*为某区块坐标转换系数，要把每个区块炮点、检波点网格进行缩放、统一处理。

2. 对于野外施工方向不同、方位角不一致的区块，或某一区块有特殊变化观测的线束都要按照大地坐标旋转、平移公式，进行坐标系的统一转换。坐标转换公式如下

$$\begin{cases} x = x_i d_x \cos\alpha - y_i d_y \sin\alpha + a \\ y = y_i d_y \sin\alpha + x_i d_x \cos\alpha + b \end{cases} \quad i=1, 2, \dots, n \tag{2}$$

其中， α 为方位角，*d_x*，*d_y*为*x,y*方向上单位刻度卡（一般为25或50 m）。

根据公式求出坐标统一后的坐标值，然后进行观测系统定义。为了检查观测系统定义的正确与否，可以采用多种质量监控手段，如绘制炮点、检波器位置图，绘制CDP面元分布图、鱼头图、共炮浅初至剖面，根据各区块坐标数据验证各区块相对位置（图1及表1）。

表1 晋南连片三维地震区块施工采集因素

工区名	施工年度	队号	仪器型号	施工方式	接收道数	条带号	炮数	覆盖面积 km ²
高村西	1997 ~ 1998	2150	SDZ-120	四线六炮制	240	1-28	6 151	78.71
百户	1997 ~ 1998	2150	SDZ-120	四线六炮制	240	13-28	5 111	69.89
黎村—南柏舍	1997 ~ 1998	2311	WK-240	四线六炮制	240	29-45	12 657	172.64
赵县南	1992 ~ 1993	941;942 294	DFS-V	六线四炮制 四线六炮制	240	1-16 17-28	11 591	141
高邑	1990 ~ 1991	235	SK-1004	六线八炮制	360	12-15	2 000	20
赵县	1991 ~ 1992	2172	SN368	六线四炮制	240	1-8	4147	40

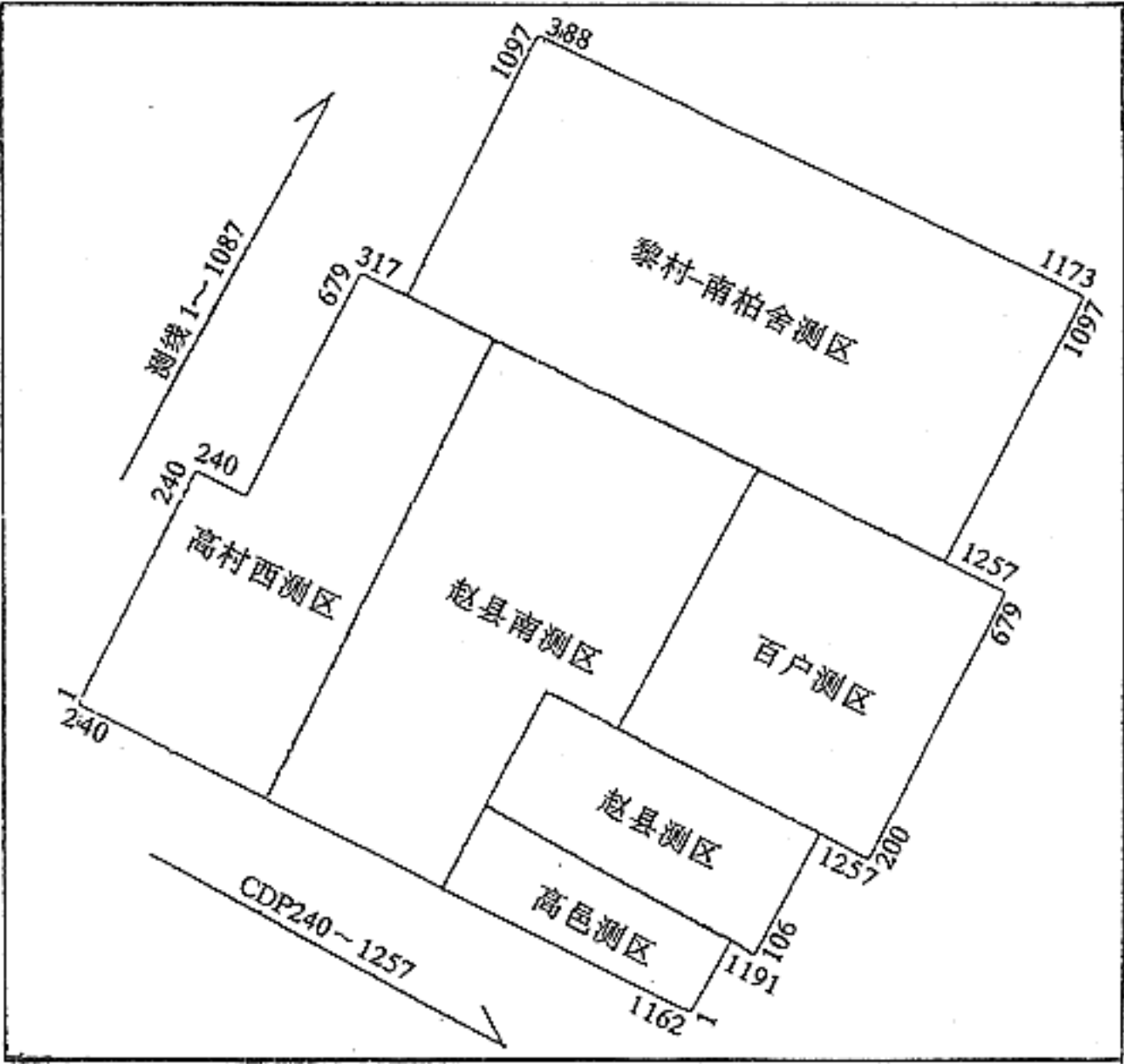


图1 晋南连片三维地震区块分布

1.2 振幅、相位、频率一致性处理

三维连片处理是把不同时间、不同地区、不同震源、不同仪器接收的三维地震资料进行统一处理。各区块之间存在着振幅、相位、频率的不一致性问题，且每个区块的有效面积不够大，致使以往处理的剖面范围小，偏移成像的边界效应大，进行地震解释极易产生误差。三维连片对振幅、相位、频率进行一致性处理后，解决了各种不同因素造成的不一致性，增加了资料的有效面积，使地质及解释人员对整个三维资料有一个统一的认识，加深对地震响应与地质现象的理解，提高了资料处理、解释的质量。

表2 影响振幅、频率、相位不一致的野外因素

类型	因素
----	----

振幅	震源能量、激发岩性、井深、检波器类型、不同地区
频率	不同震源、检波器频率、不同地区
相位	不同震源、检波器相位、极性不一致、不同时间、不同仪器

在处理时，首先做振幅补偿，在连片处理前各区块资料品质参差不齐，振幅能量不一致，通过地表一致性振幅补偿，使得各区块之间能量级别一致，达到全区能量均衡。另外，要解决好不同区块地震资料的频率和相位一致性问题，就要做好子波整形处理。首先对各区块进行极性调查，达到极性统一。主要采用以下几种途径：a.从单炮初至上看；b.从拼接带上各自单独叠加道上看；c.从拼接处联合叠加道上看。然后对连片处理的各区块进行频谱分析，研究各区块的频率特征。一般来说不同类型震源之间的地震子波存在相位差和频率不一致性问题，需要进行子波整形和地表一致性反褶积，使相位和频率得到校正。同一种类型的震源，其地震子波频率一致，只存在相位差，可通过时差扫描、相关时差法、子波整形处理进行相位校正（图2）。

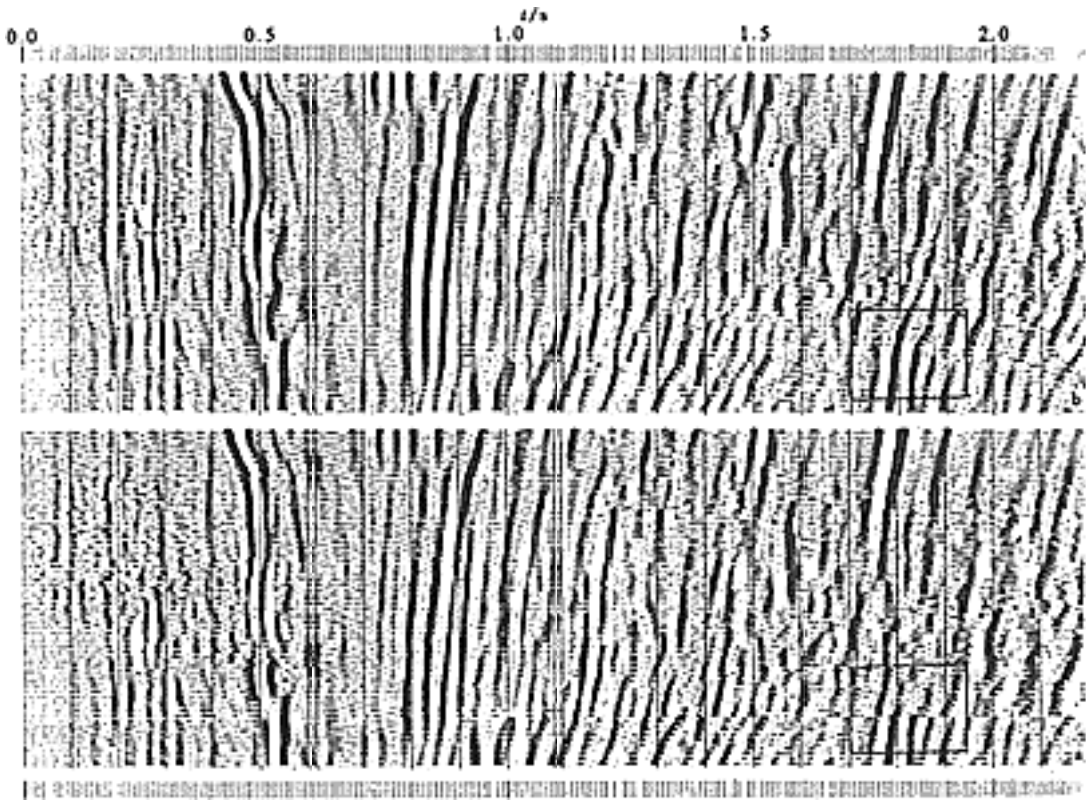


图2 连片一致性处理前后的叠加剖面对比
a—处理前的剖面； b—处理后的剖面

1.3 野外静校正和地表一致性反褶积

拼接前各区块野外静校正量是独立分散的，应将其在炮线和检波线方向进行统一定义。根据网格大小对野外校正量进行插值、平滑，然后正确应用统一后的野外静校正量（图3）。

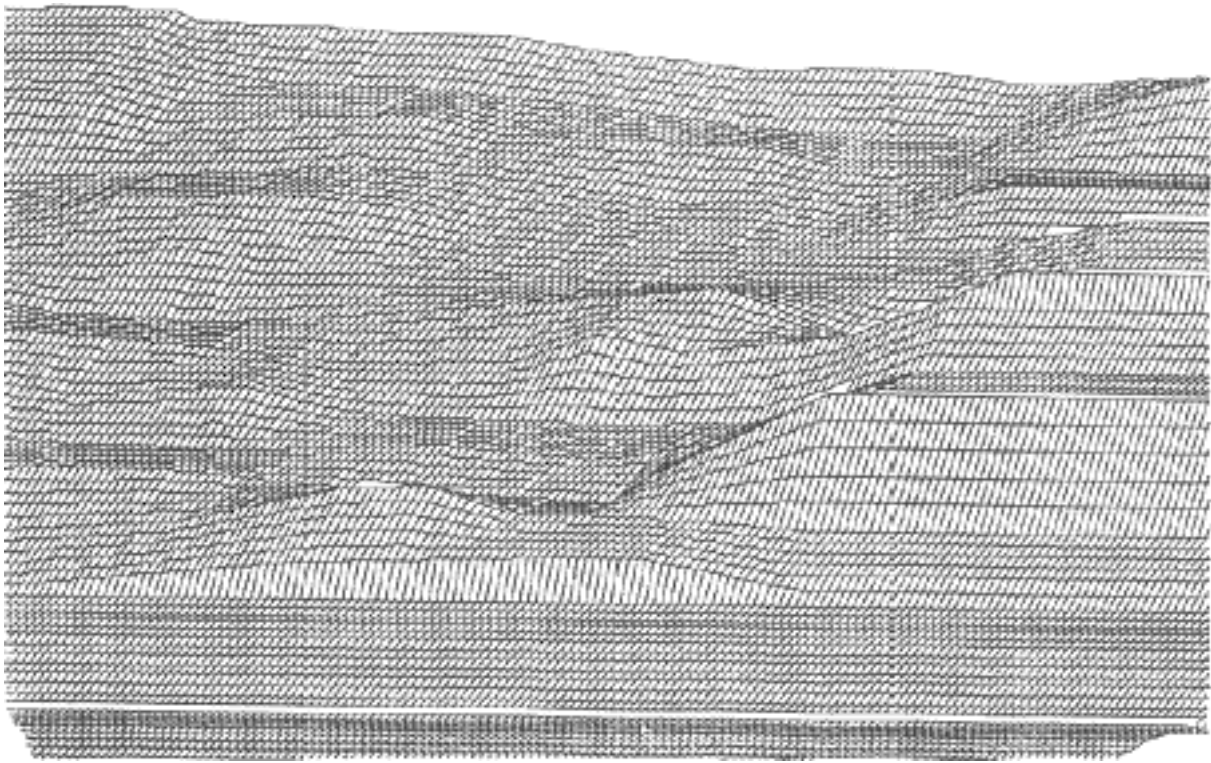
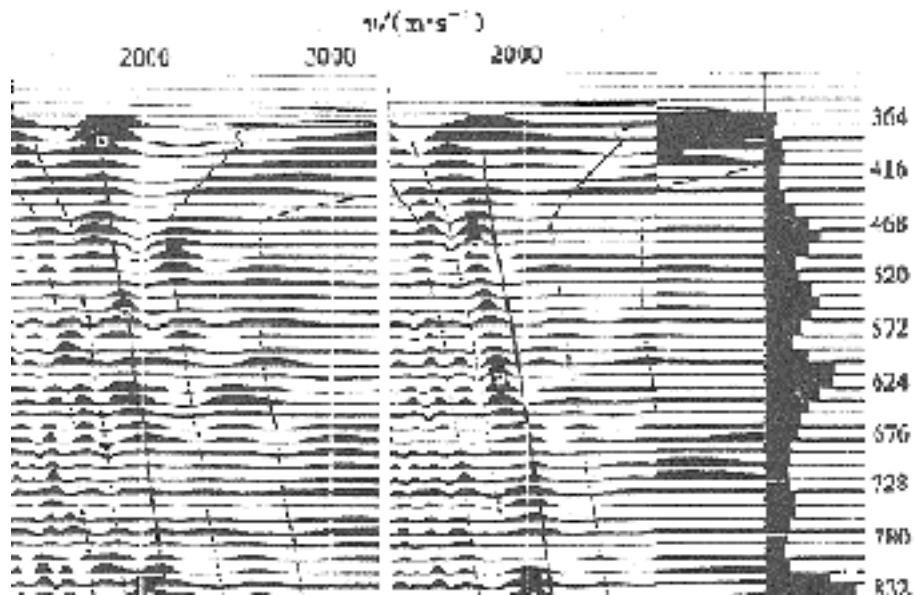


图3 低降速带校正量变化剖面(平面图)

三维地表一致性反褶积消除了炮点、检波点、CDP点和炮检距等各个方向的子波不一致因素。处理后，不仅提高了地震记录的分辨率，而且统一了频率和相位的差异，使地震资料在空间上频率和相位更趋于一致。

1.4 三维剩余静校正和三维DMO

在做三维剩余静校正时，要注意选好整个区域的标准层，同时根据需要进行剩余静校正的多次迭代，以提高速度拾取的精度，逐步优化模型道，达到拾取更精确的剩余静校正量，改善叠加效果(见图4)。



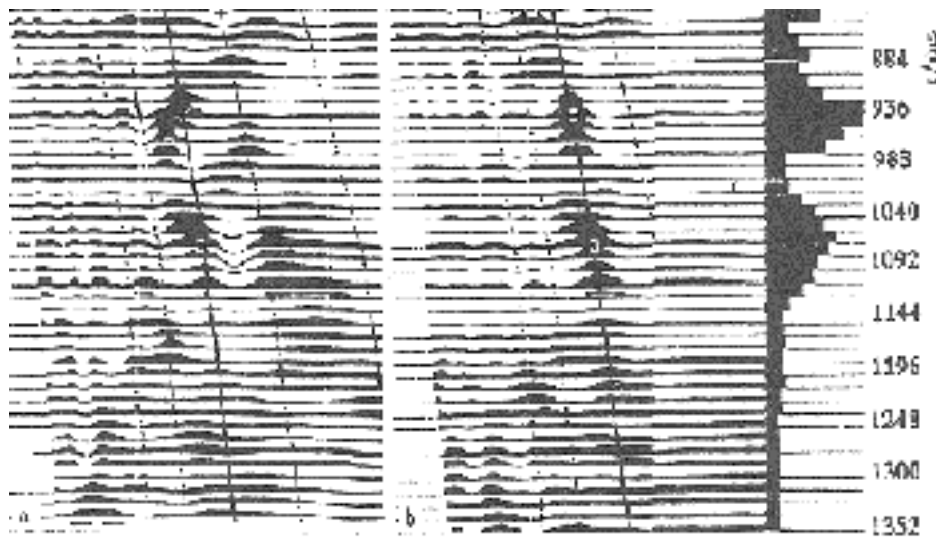
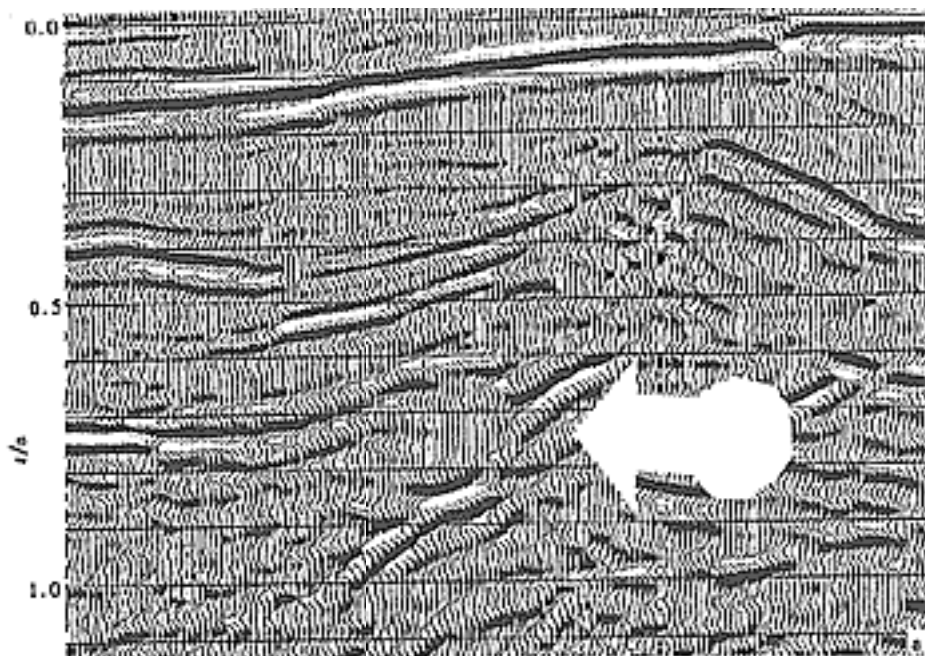


图4 剩余静校正处理前后的速度谱对比
a—处理前的速度谱；b—处理后的速度谱

三维DMO对于改善陡倾角资料成像尤为重要，对于三维连片资料要做好DMO速度分析，注意速度场在INLINE和CROSSLINE方向的变化规律，进行精细的速度分析。要用好DMO，3个使用前提需加以注意：

1. 资料品质差，信噪比低影响DMO效果；
2. 资料变化观测太多，影响DMO效果；
3. 全区能量分布极不均匀，影响DMO效果。

三维DMO对于信噪比大于1，变化观测缺口小于半个排列、能量分布均匀的地震资料效果明显（图5）。



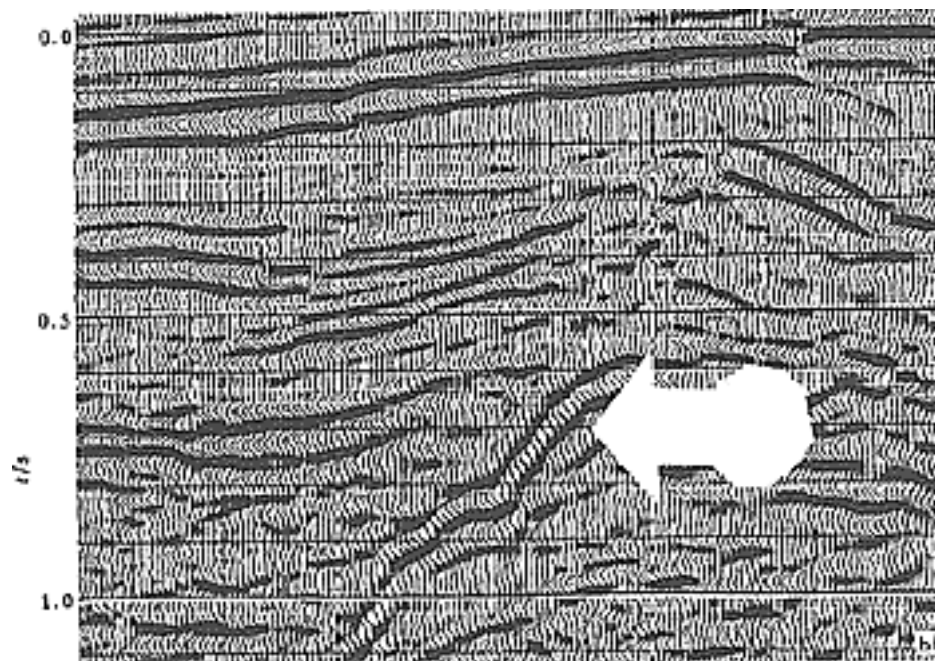


图5 DMO处理前后的剖面对比
a—处理前；b—处理后

1.5 三维叠后去噪

三维叠后去噪是三维连片处理中非常重要的一个环节，特别是对于低信噪比资料选取合适的去噪方法和参数是显得尤为重要。通过大量的试验分析对比可知，三维随机噪声衰减、径向预测滤波、倾角滤波等方法对于压制随机噪声和相干噪声有明显效果。

去噪参数的选取要按各连片区块的噪音干扰程度的不同而灵活变化，最终为偏移提供一个高质量的叠加数据体。

1.6 三维一步法时间偏移

首先在偏移之前进行道内插和能量调整，以克服偏移过程中空间假频和画弧现象的产生。其次要调整好偏移速度场，这是偏移前至关重要的一步，速度场要根据各区块之间构造形态的变化进行相应调整。

2 处理效果

三维连片处理的主要目的是解决好不同时期、不同区块、不同仪器采集造成的信息差异，实现全区数据在振幅、频率、相位上的一致性。为此在实践中我们对连片三维资料处理总结出了一套效果比较好的处理流程（图6），在分辨率、信噪比、保真度方面有较大程度的改善与提高。主要表现在(图7)：

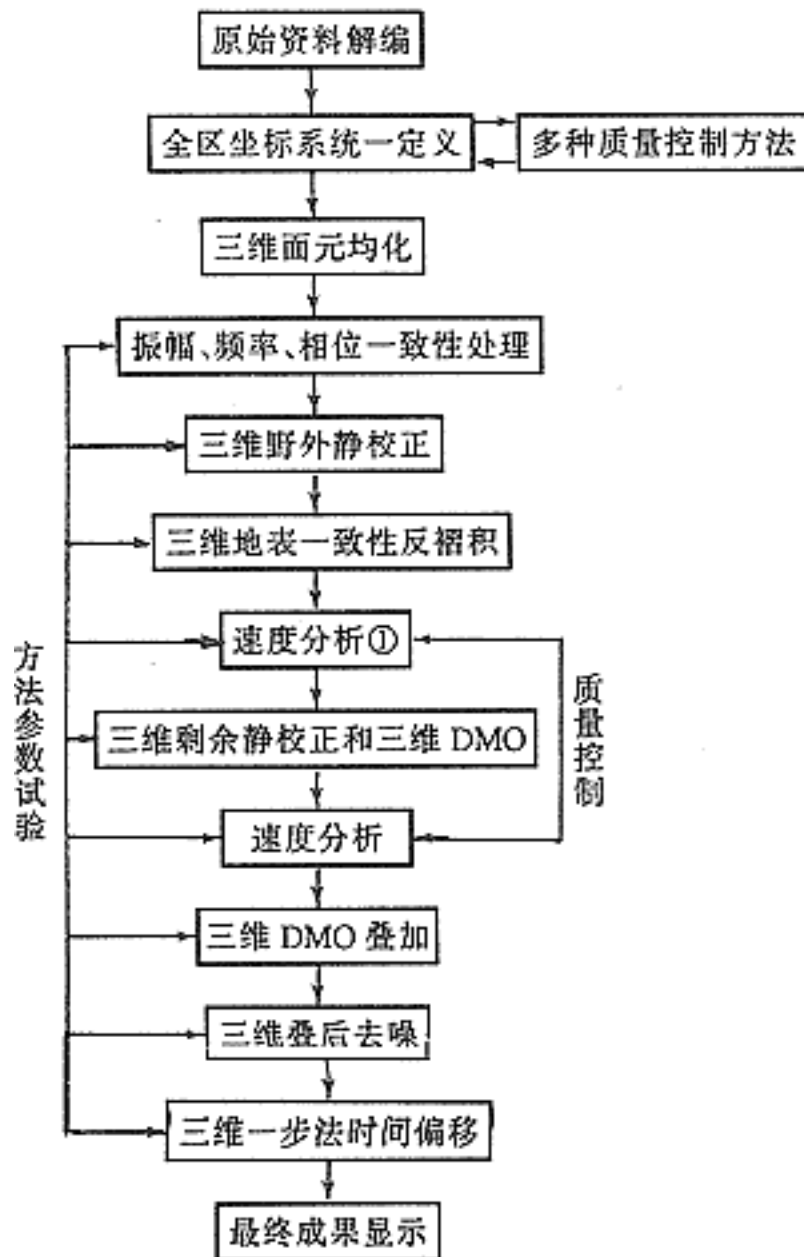


图6 全三维连片处理流程

1. 连片处理后地震剖面避免了分块处理中的多个边界效应，断点干脆、断层断面清楚、基底反射明确；
2. 连片处理后地震剖面与老剖面相比波组特征明显，层间信息丰富；
3. 连片处理后剖面信噪比、分辨率进一步提高，特别是结合部位资料品质明显变好；
4. 连片处理后整体资料品质提高，对地质认识产生较大的影响。

3 结束语

从国内外发展趋势来看，三维连片处理解释已成为油气勘探技术的重要发展方向之一。这些地震勘探处理工作都为各自单位的创造了良好的经济价值。几年来，我们

对一些地区的三维连片资料进行处理，摸索出了一套全三维连片处理技术和方法，获得了以下体会和认识。

1. 全区坐标系统的定义，振幅、频率、相位一致性处理是全三维连片处理中最为基础、关键的部分，一定要扎实、准确地做好这一步工作。

2. 三维DMO、三维去噪和三维一步法偏移技术是全三维连片处理中的又一关键环节，对处理质量和成像效果起着举足轻重的作用，要认真对待。

3. 全三维连片处理避免了分块处理中的多个边界效应，大增加了可利用的地震资料数据量，全区成像效果明显变好，可以进一步在结合部位寻找有利地质目标。

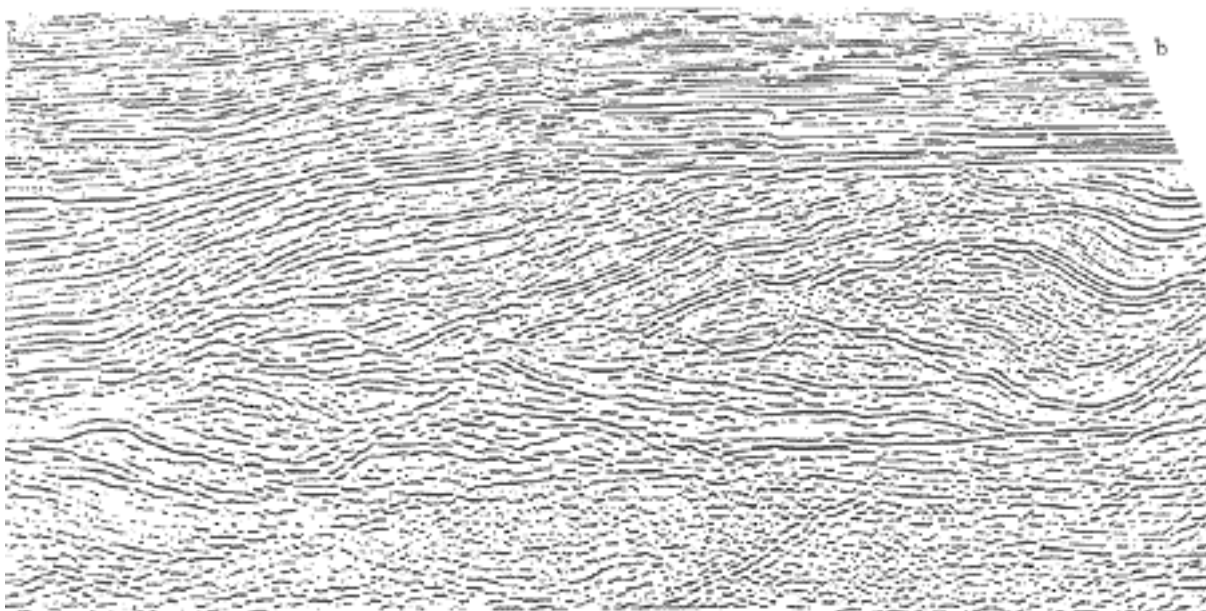
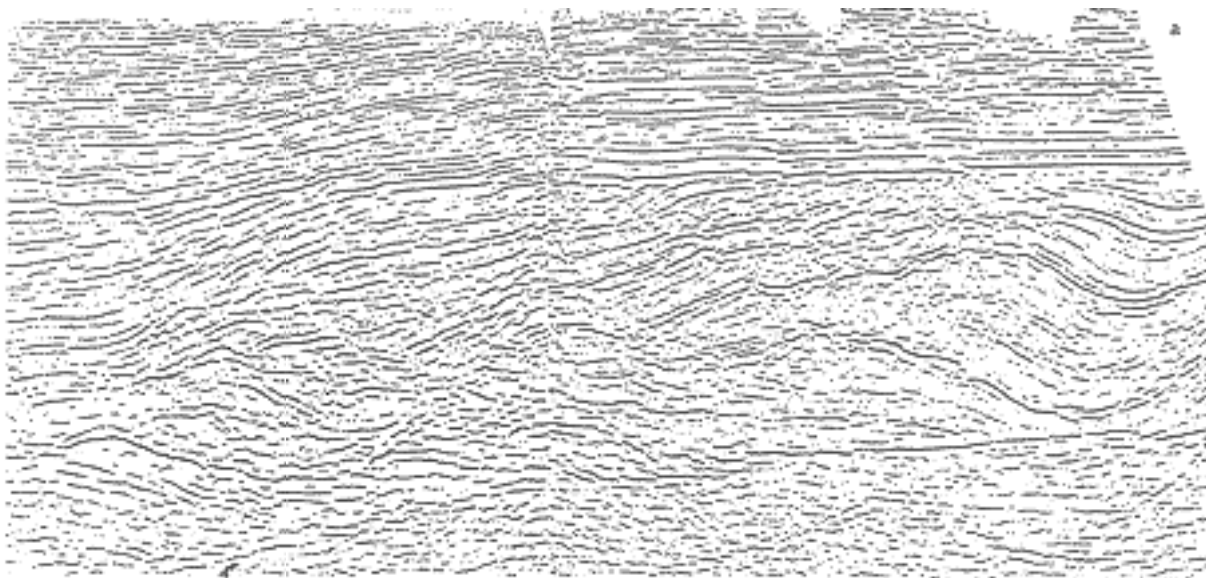


图7 三维连片处理前后的偏移剖面对比

a—处理前的剖面； b—处理后的剖面

4. 结合部位增加了满覆盖面积，省去了原始资料的重新采集工作量，节约了大量勘探投资。

第一作者简介 吴建云，男，出生于1964年11月。籍贯河北省阱县，1988年毕业于江汉石油学院物探专业，获学士学位。现在华北油田物探公司计算中心工作，工程师。

作者单位：吴建云 刘 旺 华北油田物探公司，任丘 062552

常建华 王 秀 张玉娥 华北油田地质勘探公司，任丘 062552

1999年4月12日收稿，同年5月21日收修改稿