

文章编号: 1001—1749(2011)03—0258—06

子波整形方法在大庆徐家围子深层气藏连片处理中的应用

陈 斌

(中国石油大庆油田有限责任公司 勘探开发研究院,黑龙江 大庆 163712)

摘 要: 在连片处理中,关键因素是地震资料的波形一致性问题。在不同年度采集的多区块连片处理中,不同的激发因素和接收条件,会导致原始数据在子波振幅、频率、相位等方面存在明显的差异。在常规处理中,多采用频率、反褶积等匹配方法,来调整不同震源、不同区块原始资料的频率和相位关系,但这种处理方式会影响叠前处理的效果。通过子波整形方法,可以有效地消除不同震源类型、不同区块等采集因素所造成的区块间波形差异,互相关系数达到0.9以上。该方法应用在大庆徐家围子的深层气藏十九个区块,满覆盖面积为5 058.8 km² 三维大连片叠前偏移处理中,取得了明显的效果。

关键词: 连片处理; 波形一致性; 子波整形方法; 互相关系数; 叠前偏移

中图分类号: P 631.4 **文献标识码:** A

0 前言

松辽盆地徐家围子的断陷地震资料区块多,单区块剖面成像效果相对较差,造成深层构造刻画准确性较低,从而影响了断陷内部有利构造和圈闭的识别。为了从总整体上认识断陷的天然气聚集规律,深化对徐深气田的整体评价和地质认识,“十一五”期间再探明 $2000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 气田的目标,在断陷内对十九个区块的资料,进行了连片叠前时间偏移处理。子波整形是以目标区块为中心,以振幅一致性校正为基础,根据反射系数一致性原理,逐步向外扩展的方法,来保证资料品质好的区块不受损失,品质差的资料向品质好的资料靠拢,老资料向新资料靠拢,面积小的区块向面积大的区块靠拢。在大连片处理中,根据整形区域的地震资料在相同位置的内在关系,设计适合的整形算子,使整形区的地震子波在振幅、频率、相位等方面,都趋向于目标区单炮的地震子波。从信噪比较高的目的层段,分别统计和提取整形算子,以保证整形算子具有代表性和稳定性,然后再对要整形的资料进行

子波处理,实现大连片地震资料处理在整体上波形、振幅、相位的一致性。

1 子波整形方法

首先,假设整形的目标区是A区,要整形的区域为B区,A区和B区的重叠区域为C区。在C区内,选两横两纵重叠的地震剖面,以A区的道为目标试验确定整形参数,子波整形要把B区向A区进行整形(见图1)。

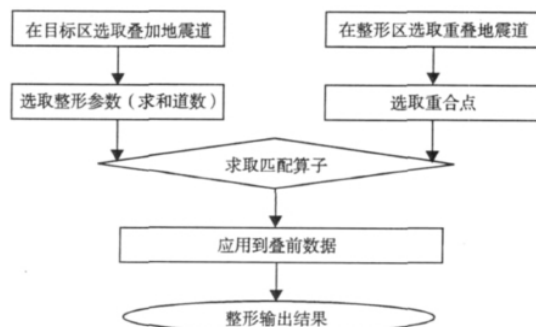


图1 子波整形示意图

Fig. 1 Illustration of wavelet shaping

收稿日期: 2010-11-08

改回日期: 2011-03-23

假设 $X_i(t)$ 是要整形的 B 区叠加剖面的模型道, $Z_i(t)$ 为目标区 A 叠加剖面的模型道, 其中 i 为构建模型地震道数。

设计一个整形算子 $m_i(t)$ 作用于地震道 $X(t)_i$, 使 $X_i(t)$ 逼近于地震道 $Z_i(t)$ 。假设整形区的实际输出与期望输出的误差为 $e_i(t)$ 则有

$$e_i(t) = X_i(t) * m_i(t) - Z_i(t)$$

(1)

若用 E 表示总误差能量, 则

$$E = \sum e_i^2 = \sum [X_i(t) * m_i(t) - Z_i(t)]^2$$

(2)

应用最小二乘法原理, 总误差能量 E 对 $m_i(t)$ 的偏导数等于零, 可以得到求解整形算子的托普里兹矩阵方程^[1]

$$R_{XX} \times M = R_{ZX}$$

(3)

式中 R_{XX} 为输入道 $X_i(t)$ 的自相关函数矩阵; R_{ZX} 为期望输出道 $Z_i(t)$ 与输入道 $X_i(t)$ 的互相关函数; M 为整形算子向量。

这样就可得到要整形地震道 $X_i(t)$ 的整形算子 M , 即 $m_i(t)$ 。再将 $m_i(t)$ 与地震道 $X_i(t)$ 进行褶积运算, 就完成了地震道 $X_i(t)$ 的子波整形处理。

由上述分析可知, 在处理中, 首先对不同区块的数据进行振幅一致性校正。在突出主要目的层有效波反射能量的基础上, 设计一个最为适合的整

形算子^[2], 使要整形区的地震子波在振幅、频率、相位等方面, 都趋向于目标区单炮的地震子波^[3]。为了使整形算子具有代表性和稳定性, 从信噪比较高的目的层段时窗内分别统计提取该算子, 或在目标区多选择几个输入地震道进行求和, 求取模型道^[4], 然后对要整形的资料进行子波整形处理, 从而使相邻区块的资料品质趋于一致。

徐家围子断陷大连片处理工区(见图 2)的施工年度从 1997 年至 2008 年, 中间跨越十二年。其间, 野外施工采集仪器、检波器、炮点激发参数等变化很大, 而且汪家屯、肇 35 区块也是由两个施工队分别进行采集, 卧里屯北、卧里屯地区分别采用了炸药和可控震源二种激发因素。由于激发和接收仪器因素的变化导致地震信号子波的不一致, 因此, 在连片处理中必须进行子波整形处理, 以保证地震资料在连片处理中的一致性。在进行子波整形处理之前, 首先要进行各个区块间的资料拼接调查。

拼接调查分析方法, 是将不同采集因素的数据单独叠加, 检查块间拼接处时间、波形、相位、频率等方面的差异, 在叠加数据上求取算子, 然后应用到叠前 CMP 道集。最终检查拼接处剖面、同一位置道的互相关, 来确定子波整形是否合适。连片子

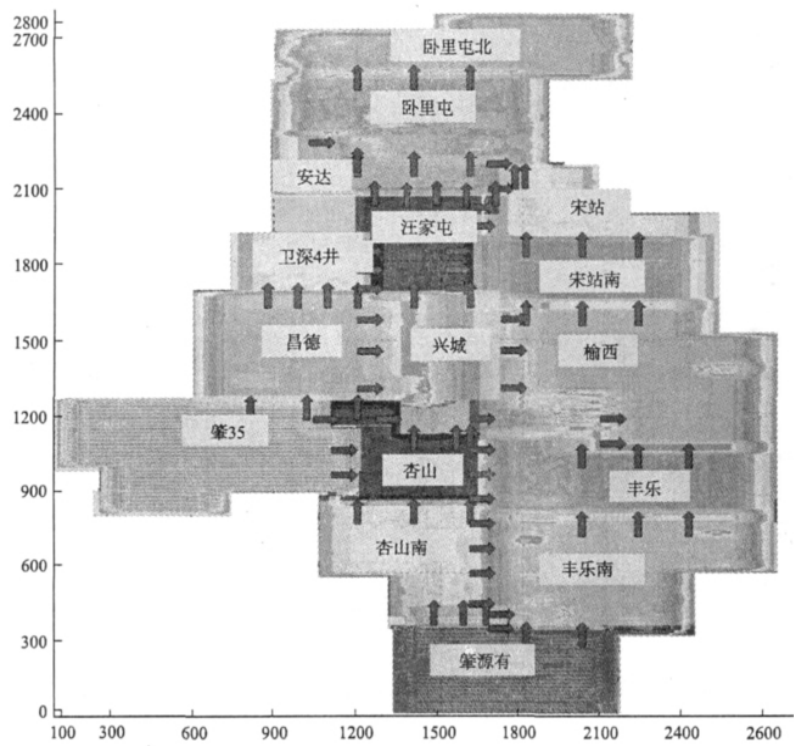


图 2 连片处理子波整形拼接调查平面图

Fig. 2 Waveform ichnography after wavlet shaping in merging processing

波整形方案是以采集质量好的兴城区块为目标区 , 其它周边区块向其靠拢。连片子波整形具体实现步骤 , 是以目标区块兴城为中心 , 逐步向外扩展的处理流程。在整形后 , 应对整个工区进行再次检查 , 判断子波整形处理是否合适。

2 连片处理子波整形应用效果

子波整形主要分两大类: ①区块内震源类型的整形 , 主要针对炸药与可控震源之间的匹配问题; ②区块间资料整形 , 主要针对不同年度、不同采集因素的地震资料 , 进行匹配 , 消除各个区块采集因素不一致带来的影响。通过这二类子波整形 , 使连片地震资料处理在整体上实现频率、振幅和相位的一致性。

以不同震源整形为例 , 子波整形方法是从炸药和可控震源地震数据中分别提取子波。见图 3 , 把

可控震源子波与炸药震源子波进行匹配 , 根据期望输出设计一个子波整形因子(见图 3(c)) , 对可控震源地震数据进行子波校正处理(见图 3(d))。

从图 4 可以看出 , 可控震源记录(见图 4(a)) 经过子波整形后(见图 4(b)) , 消除了不同震源波形的差异 , 同时也使子波最小相位化 , 达到了与炸药震源记录(见图 4(c)) 波组特征一致的效果。

从子波整形前(见下页图 5(a)) 和子波整形后(见下页图 5(b)) 的单炮频谱对比可以看出 , 可控震源经过子波处理后 , 由于压缩脉冲提高分辨率 , 具有炸药震源(见下页图 5(c)) 频率非常相近的展布规律。

通过子波整形 , 可控震源相位跳跃问题得到较好的解决。从子波整形前(见下页图 6(a)) 和子波整形后(见下页图 6(b)) 的相位谱分析可知 , 子波整形后可使可控震源与炸药震源记录相位谱

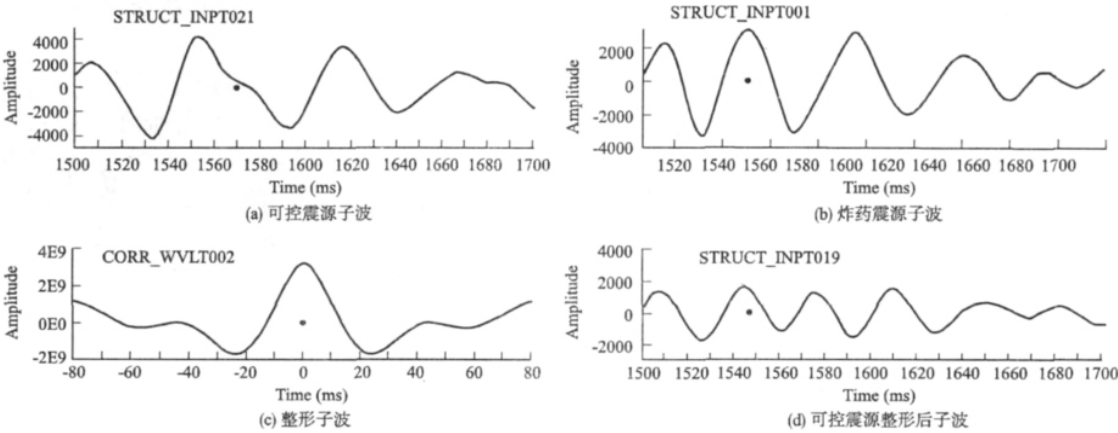


图 3 子波效果对比分析图
Fig.3 Comparison of wavelet analysis

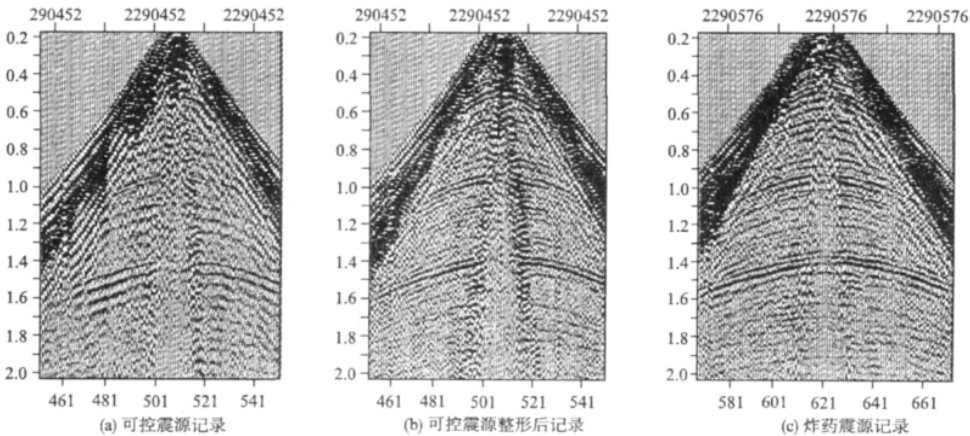


图 4 地震单炮记录对比图
Fig.4 Comparison of seismic shot records

(见图 6(c)) 尽可能的一致, 为建立在小相位假设前提下的反褶积处理打下基础。

炸药震源与可控震源的子波整形处理前、后效果对比(如图 7 所示), 子波整形处理调整了区块间的子波差异, 恢复了拼接处的相对波组关系^[5], 连片整形后区块拼接处相关系数达到 0.9 以上(见下页图 8)。

针对不同年度、不同采集因素的地震资料, 通过子波整形处理, 消除了因各个区块采集因素不一致所带来的影响, 使连片地震资料处理在整体上实

现了频率、振幅和相位的一致性^[6](见下页图 9)。连片整形后区块拼接处相关系数^[7]达到 0.9 以上(见下页图 10)。

从全区成果数据时间切片上看, 数据振幅在横向上一致性较好, 没有块间痕迹及振幅、频率、相位的空间差异。通过连片波整形一致性处理技术的应用, 使新处理大连片资料与老资料相比有较大的改进, 解决了由于分散区块造成的边缘部位无法正确解释等问题, 满足了区域上整体认识地下地质构造和开展层序地层学研究工作的需要, 深化了对徐

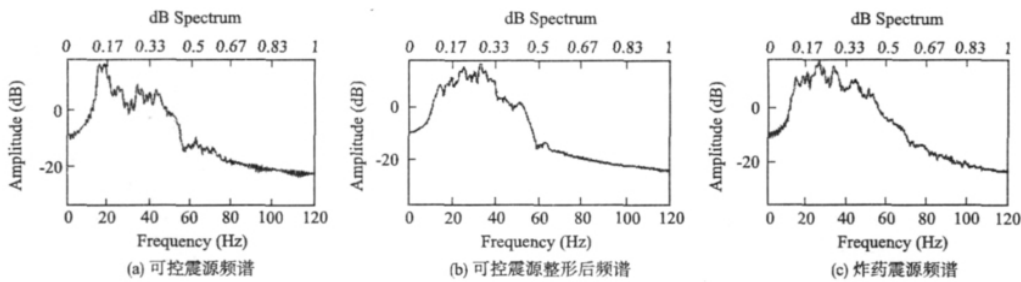


图 5 频谱效果对比图
Fig. 5 Comparison of spectrum

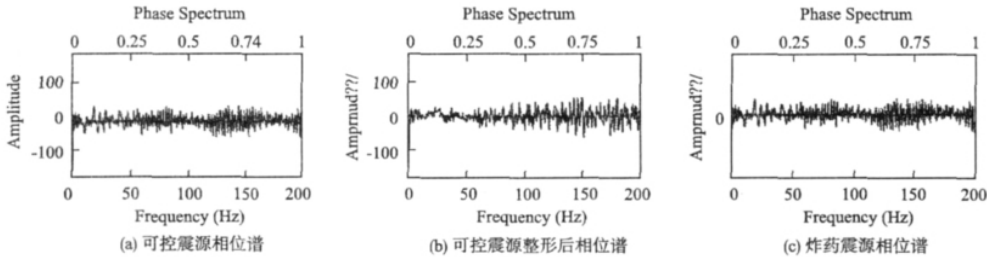


图 6 相位谱分析对比图
Fig. 6 Comparison of phase analysis

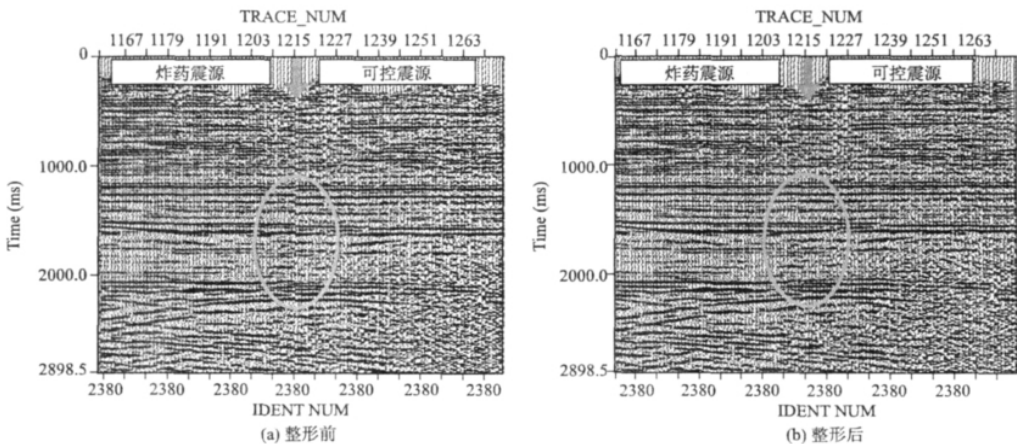


图 7 炸药震源与可控震源的整形前和整形后的效果对比
Fig. 7 Comparison of sources of dynamite and vibration before shaping (left) and after shaping (right)

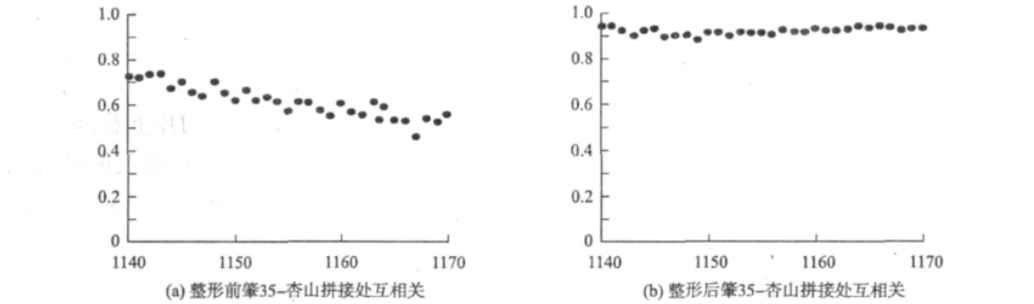


图8 两区块整形前、后的互相关系数

Fig. 8 Crosscorrelation coefficients of two blocks before shaping (left) and after shaping (right)

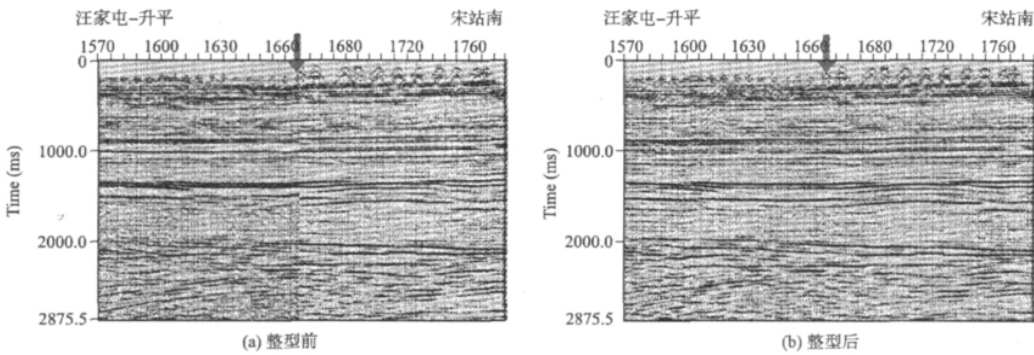


图9 汪家屯与宋站整形前、后的剖面效果对比

Fig. 9 Comparison of profiles of Wangjiatun and Songzhan before shaping and after shaping

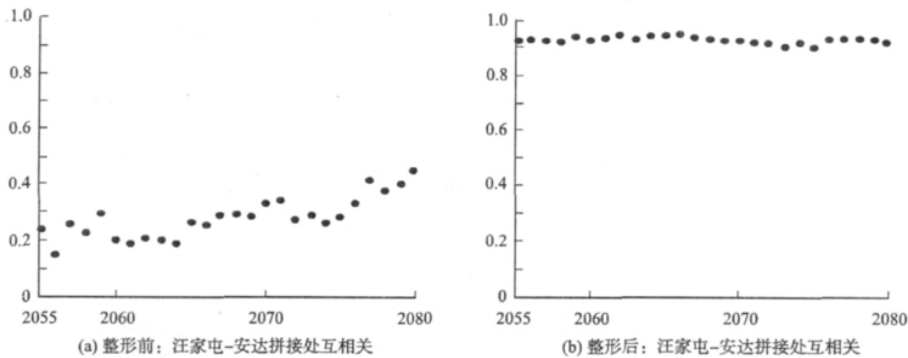


图10 两区块整形前、后的相关系数

Fig. 10 Crosscorrelation coefficients of two blocks before shaping and after

家围子断陷的整体评价和地质认识(见下页图 11 所示) 。

3 结论

连片波一致性处理 ,对于不同震源、不同检波器、不同采集方式地震资料的大连片处理至关重

要^[8]。该技术直接从叠加地震记录入手 ,采用最小平方算法 求取多个匹配滤波算子 ,将各匹配滤波算子作用于 一组数据 ,实现振幅、时差、频率、相位 以及波形等全面校正 ,提高了不同震源资料的一致性。同时也兼顾了深、浅层地震子波的变化 ,消除了新资料、老资料 ,以及不同采集条件对连片效果的影响。

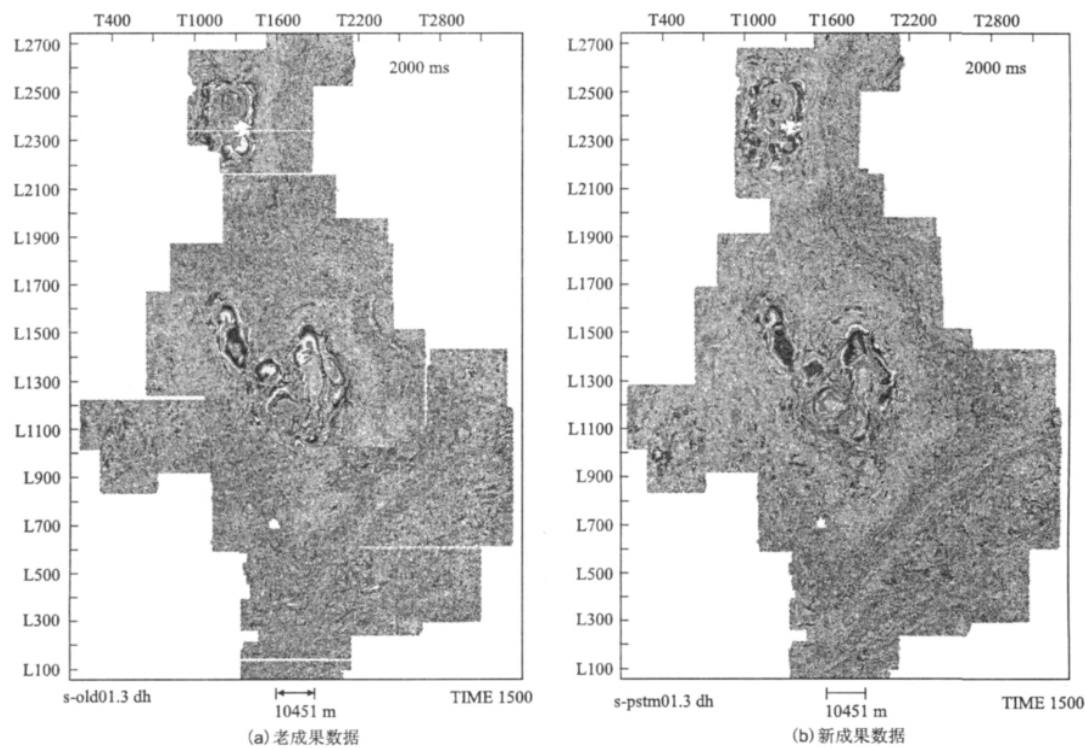


图 11 连片后处理全区数据 2 000 ms 时间切片对比

Fig. 11 Comparison of 2 000 ms time slice of merging processing and old data (left: old data; right: new data)

(1) 在大连片处理中 ,采用子波整形技术从整体上解决了区块间地震波形不一致性问题 ,方案可行 ,效果较好。

(2) 通过对不同震源类型子波整形 ,消除了震源类型带来的波形差异;通过对不同区块间的子波整形 ,消除了区块间的波形差异。

(3) 子波整形原则是以保证资料品质好的区块不受损失 ,品质差的资料向品质好的资料靠拢 ,老资料向新资料靠拢 ,面积小的区块向面积大的区块靠拢。

参考文献：

[1] 握·伊尔马兹.地震数据处理[M].北京:石油工业出版社 ,1994.

[2] 王西文 胡自多 田彦灿 ,等.地震子波处理的二步法反褶积方法研究[J].地球物理学报 ,2006 ,21(4): 1167.

[3] 张颖 陈志卿 张兰.子波一致性校正方法在地震资料处理中的应用 - 以伊朗 Kashan 区块为例[J].石油物探 2006 45(2): 169.

[4] 云美厚 丁伟 王开燕 ,等.地震资料一致性处理方法研究与初步应用[J].石油物探 2008 45(1): 65.

[5] 王元波.三维地震处理连片拼接技术[J].大庆石油地质与开发 2001 20(3): 67.

[6] 王加海 秦文明 黄棱 ,等.三维连片处理技术在吉林探区的应用[J].天然气工业 2007 27(增刊 A): 130.

[7] 吴琼 杨长春 张文忠 ,等.过渡带拼接地震资料处理方法研究[J].地球物理学展 2008 23(3): 761.

[8] 牟永光.地震勘探资料数字处理方法[M].北京:石油工业出版社 ,1981.

作者简介:陈斌(1966 -) ,男 ,黑龙江望奎人 ,高级工程师 ,从事地震资料处理及其方法研究。

model; and (3) implementing time-depth conversion for target layers using the revised velocity model. Real seismic data processing in Erlian Basin shows that the transversely variable 3D seismic velocity model can be used to improve complex structure mapping.

Key words: 3D seismic velocity model; time-depth conversion; structure mapping; pre-stack time migration; erlian basin

SUPPRESSING NUMERICAL DISPERSION IN FINITE DIFFERENCE MODELING BASED ON ACOUSTIC AND ELASTIC EQUATION USING FCT SCHEME

LI Wen-jie, ZHANG Gai-lan, JIANG Da-jian, et al. (Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 248

Numerical dispersion inevitably exists in numerical simulation based wave equation, which is also called grid dispersion and usually affect the result of numerical simulation badly, therefore, in the process of numerical simulation, the problem must be managed to solved. On the basis of the research result the other people have achieved, the paper uses the flux-correction transformation scheme to eliminate numerical dispersion existing in numerical simulation based on elastic wave equation in isotropic media. The result of numerical simulation shows that the scheme can eliminate the numerical dispersion effectively and improve the quality of numerical simulation greatly.

Key words: elastic wave equation; isotropic media; finite difference; numerical dispersion; FCT scheme

JOINT S TRANSFORMATION AND TT-TRANSFORMATION METHOD OF SURFACE WAVE SUPPRESSION

MA Jian-qing, LI Qing-chun (School of Geological Engineering and Surveying, Chang'an University, Xi'an 710054, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 252

TT transformation (Time-Time transformation) is a new method to process non-stationary signal based on S-transform, it has a good ability of frequency conversion. The surface wave, with lower frequency compared with other seismic wave, can be suppressed through extracting the TT spectrum's diagonal elements of seismic data. However, this method has a deficiency that in pressing low-frequency signal, a part of high-frequency interference is retained that can be eliminated by S transformation. Firstly, we apply S transform time-frequency filtering for each trace seismic data to suppress the high frequency interference and random noise, then, use TT filtering to suppress the surface wave with low frequency. Finally, we use this method to real seismic data processing, and compare it with the traditional high-pass filter method. The result reflects the effective of TT transform in suppressing surface wave.

Key words: surface wave suppression; time-frequency analysis; S-transformation; TT-transformation

WAVEFORM CONSISTENCY SHAPING METHOD AND APPLICATION IN SEISMIC MERGING PROCESSING IN DAQING XUJIAWEIZI DEEP GAS RESERVOIR

CHEN Bin (Exploration and Development Research Institute of Daqing Oilfield Company Ltd., Daqing Helongjiang 163712, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 258

Waveform consistency is an important factor in seismic merging processing, the waveform difference is small in seismic data processing of single block because the properties of the sources and receivers are similar. The wavelet amplitude, frequency and phase are different in multi-blocks processing because the data acquisition is in different time and also, the data has different source and receiver properties. The method of frequency consistency, amplitude consistency and deconvolution are applied to adjust the relationship between wavelet frequency and phase for different seismic data and different blocks in conventional seismic data processing, but the above consistency processing can reduce the seismic data prestack processing quality. The unified waveform consistency processing is presented in this paper, the proposed method can eliminate the waveform difference which results from the source type and acquisition factor in different blocks, the crosscorrelation coefficient of wavelet in different block is above 0.9, that means, the original data quality is kept efficiently during the course of prestack consistency processing. We have got good result in waveform consistency processing in 19 blocks, about 5 058.8 km² in Xujiaweizi, this is also the biggest 3D seismic onshore data merging processing in China.

Key words: seismic data merging processing; waveform consistency; wavelet shaping; crosscorrelation coefficients; prestack migration

ABSORPTION COEFFICIENT EXTRACTING METHOD BASED ON DYNAMIC WAVELET ESTIMATION

CAO Jian, ZHAO Xian-sheng, SHI Ze-jin, et al. (Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 264

Wavelet extraction based on convolution-model, we often assume the minimum-phase wavelet. Although phase shift and Q-compensation can be adopted in seismic data processing, the extracted wavelets from real seismic data is mostly mixed-phase. The most common way to extract absorption coefficient is seismic trace spectrum modeling, i. e. using the smoothed amplitude spectrum of the seismic trace to substitute wavelet amplitude spectrum, but this brings in error, also create more uncertainty while interpre-