

· 综合研究 ·

# 地震资料处理解释一体化的质量监控技术研究

冉建斌\*<sup>①</sup> 张明玉<sup>②</sup> 徐常胜<sup>②</sup> 黄小平<sup>②</sup>  
康南昌<sup>①</sup> 罗文山<sup>①</sup> 邢红阁<sup>①</sup> 李杰<sup>①</sup>

(<sup>①</sup>东方地球物理公司,河北涿州 072751; <sup>②</sup>中国石油新疆油田分公司,新疆克拉玛依 834000)

冉建斌,张明玉,徐常胜,黄小平,康南昌,罗文山,邢红阁,李杰.地震资料处理解释一体化的质量监控技术研究.石油地球物理勘探,2010,45(4):545~551

**摘要** 为了确保地震资料在成像精度、分辨率和保幅方面满足解释的要求,需要对地震资料进行处理解释一体化研究,其关键在于对一体化的各个主要环节加强质量监控。主要做法包括:以近炮检距的标志层解释层位为基准,进行中、远炮检距叠加资料的时差检测,进而确定地震资料是否需要精细速度分析和各向异性动校正等处理;通过新、老资料的对比和相干体、时间切片上断层成像是否清楚监控成像质量;利用全波形 CRP 道集分析标志层和主要目的层的振幅能量随入射角变化是否具有相似性,进而判别偏移结果是否相对保幅。通过这套质量监控措施,并采取针对性处理对策,取得了良好的效果。

**关键词** 高精度 成像 相对保幅 高分辨率 监控技术

## 1 引言

伴随油气勘探开发难度的增加,人们对勘探开发目标的精度要求也越来越高,因此地震资料的处理和解释都面临着新的挑战。地震资料的处理主要包括静校正、动校正、偏移成像和反褶积四大环节。为了保证经过处理的地震资料在成像精度、分辨率和相对保幅方面满足解释的要求,需要对地震资料的处理、解释进行一体化研究。什么是一体化?怎样才能做到一体化?通过近几年的生产实践与不断摸索,笔者认为地震资料处理、解释一体化就是针对地质要求在处理、解释过程中,不断发现问题和解决问题的方法,具有一致性、反复性、目的性和综合性的特点。所谓的一致性主要体现在处理和解释成果共同提高;反复性是基于地质精度要求不断提高处理和解释的针对性工作;目的性是指所进行的工作必须是针对地质任务和地质目标的;综合性是指地震资料的处理必须结合其他资料及解释的技术手段进行监控。也就是说,为了做到地震资料处理、解释的一体化,必须同时加强

一体化各个主要环节的质量监控。本文旨在以中国西部 A 区的地震地质条件为例介绍笔者开展地震资料处理、解释一体化质量监控的基本思路和方法。

## 2 研究思路与技术方法

### 2.1 研究思路

地震资料处理主要包括静校正、动校正、偏移成像及反褶积等过程,其中每一步骤均可严重影响地震资料的品质。因此通过一定的技术手段判别每一步处理的正确性是非常必要的。具体研究思路如下(图 1)。

在研究目的层段的上部选择一个全区的标志层作为控制层位,考虑到地震资料处理不同步骤可能产生的问题,以解释技术为手段,通过合成记录标定及井间时深关系分析确定地震资料是否存在静校正问题。对于地表复杂、低幅度构造地区,静校正的精度尤其重要。

对于地表一致性反褶积、几何扩散补偿、速度分析和动校正,通过沿标志层的振幅提取、合成记录并

\* 河北省涿州市甲秀路 39 号东方地球物理公司研究院,072751  
本文于 2009 年 3 月 30 日收到,修改稿于同年 11 月 6 日收到。

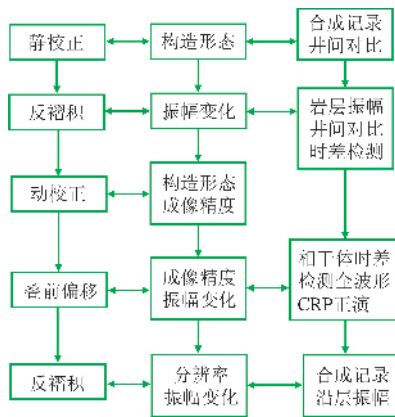


图1 地震资料处理、解释一体化质控流程图

间对比,观察处理过程是否相对保幅。以近炮检距标志层解释为基准,通过与中、远炮检距标志层解释时差分析,即以中、远炮检距与近炮检距的时差应保持在一个样点之内为准则,判断速度分析是否精确,进而考虑是否采取高精度速度分析及各向异性动校正。

对于叠前时间偏移成像质量的监控主要通过相干体和时间切片观察断层的成像是清楚,也可以通过新老资料的对比进行分析。此外还可通过对CRP道集进行角道集转换,利用井点的纵、横波速度和密度资料,以及井旁地震道提取的子波合成全波形CRP道集,再分析标志层和主要目的层的振幅能量随入射角变化是否具有相似性,进而判别偏移处理是否相对保幅。通过近、中和远炮检距资料的叠加,以近炮检距的标志层解释层位为基准,进行中、远炮检距叠加资料的时差检测,进而确定地震资料是否需要精细速度分析和各向异

性动校正等处理。

地震资料还需要在部分叠加后进一步提高地震资料的分辨率,分辨率提高的程度需要通过井点的合成地震记录吻合程度来确定。

## 2.2 地震资料处理质量监控方法

### 2.2.1 地震资料的成像精度质量监控方法

地震资料的成像精度取决于地震资料处理的精度。在最终的地震资料上断面成像清晰、构造形态合理是解释人员最为关注的问题。地震资料成像精度监控的方法如下。

(1)新、老资料对比 通过新、老资料(剖面)对比,直接判断断面和构造成像清晰程度;通过新、老资料的相干体时间切片对比,判断断层延伸方向、延伸长度和断层组合关系的清晰程度。

(2)井控构造起伏 地表复杂地区的静校正问题严重影响着地下低幅度构造成像。在静校正后资料叠加的基础上,选择目的层上部的一个标志层作为参考层位,通过井的合成记录标定及井间标志层的分层判断标志层的时间起伏是否与标志层的深度呈现有规律变化,即标志层的反射时间是否与井间的分层深度相对应。如果标志层的反射时间与井间的分层存在矛盾,那么可以判断地震资料的静校正存在问题,必须重新进行静校正处理(图2)。

(3)部分炮检距叠加时差分析成像精度 部分炮检距叠加时差分析成像精度是以近炮检距叠加为基准进行一个标志层的解释。应用标志层的控制计算中、远炮检距相对近炮检距标志层的时差,可通过中、远炮检距时差的显示分析时差的变化,也可以通过中、远炮检距时差分布直方图分析(图3、图4)。

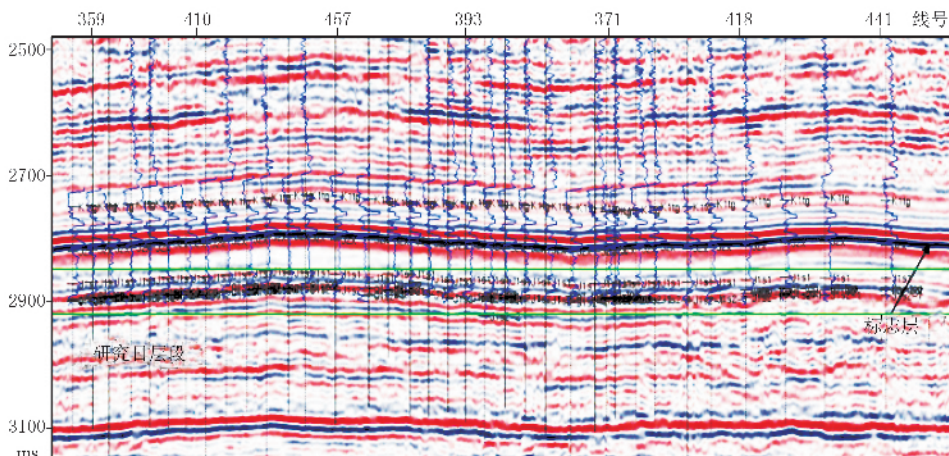


图2 A区35口井的连井剖面

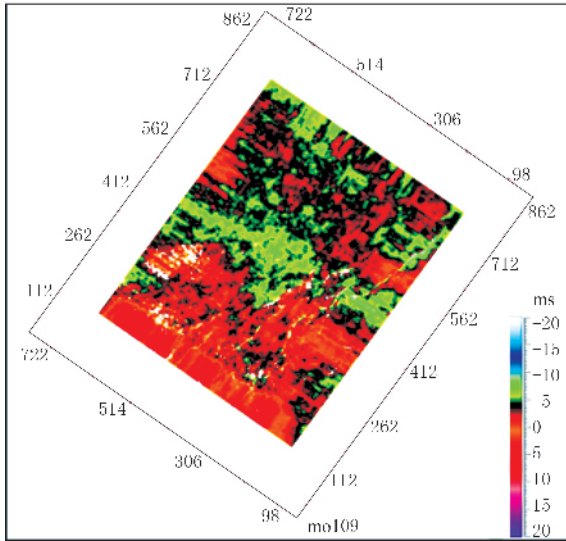


图 3 A 区远炮检距相对近炮检距叠加资料在同一标志层上的时差分布图

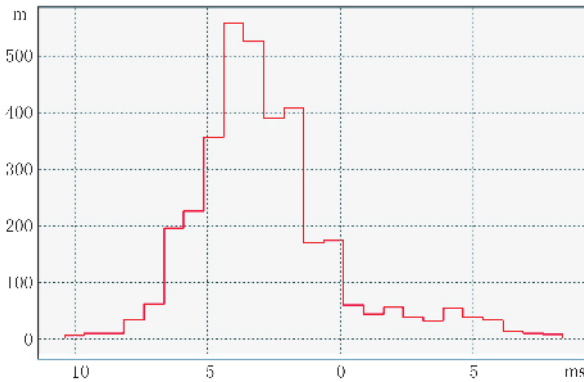


图 4 对应图 3 的远炮检距相对近炮检距时差直方图

由图 3 和图 4 可知,该地区的远炮检距叠加资料相对近炮检距叠加资料在工区的中部达到了 5~10ms 的时差,且全区主要时差为 -3~-6ms。然而,该区的地震资料时差应该保持在 ±2ms 左右,且全区的时差应符合零峰值时差的正态分布的要求,

因此建议对该地震资料进行高精度速度分析及各向异性动校正处理。

### 2.2.2 地震资料分辨率监控方法

(1)新、老地震资料对比 提高地震资料的分辨率是目前井震叠前联合反演识别和预测储层分布的关键环节。通常,通过新、老资料的对比及目的层段的频谱分析,判断地震资料的分辨率是否得到提高。当新处理资料的剖面视主频较高及频带较宽时,认为地震资料的分辨率得到了提高,并可以通过新、老资料的主频差异,量化主频的增值。

(2)合成地震记录对比 合成地震记录对比就是以合成地震记录为基础,对已提高分辨率的地震资料进行过井合成记录制作和标定,在要求子波形状不发生较大变化的前提下,合成记录与地震资料吻合程度较高时,认为该资料的提高分辨率处理是合适的。

提高地震资料的分辨率不能说提高越多就越好。当地震资料的主频达到某一频率时,且地震资料与井资料吻合程度较高时,认为这种分辨率的处理是合理并可信的(图 5)。

从图 5 可以看出,两次提高分辨率地震资料的子波变化较小,且与地震资料的吻合程度都较高,根据地震解释的要求,选用了与井合成记录吻合程度高且主频达到 40Hz 的地震资料。

### 2.2.3 地震资料相对保幅监控方法

(1)标志层沿层提取振幅 叠前地震资料的储层表征要求在地震资料的处理过程中要相对保幅,但如何判定地震资料振幅在处理前、后是相对保持的? 本文主要针对 A 区的某一标志层的解释,通过提取该标志层的振幅属性进行处理前、后相对保幅的监控(图 6)。

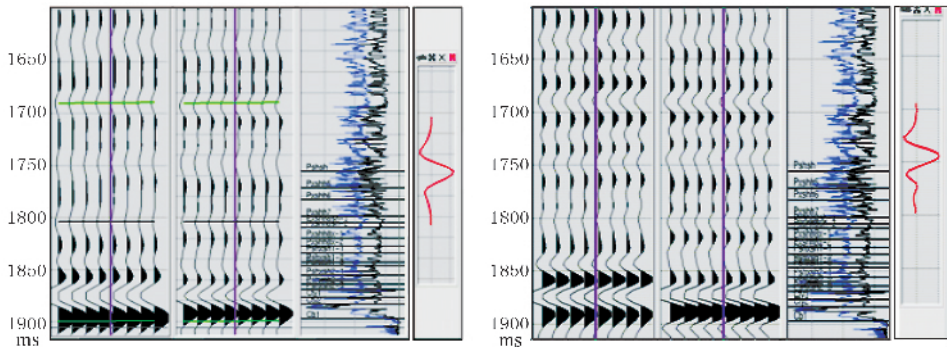


图 5 A 区地震资料两次提高分辨率后与合成地震记录的标定对比图

左图的地震资料主频为 25Hz; 右图地震资料的主频为 40Hz,没有提高分辨率之前地震资料的主频为 18Hz

从图6可以看出,在偏移前、后标志层振幅空间上强弱的相对变化是保持的。因此可以认为地震资料的处理是相对保幅的。

振幅的相对保持监控可以贯穿地震资料处理的每一个环节,这样便可通过提取每一个处理环节的标志层振幅监控地震资料相对保幅程度。若地震资料通过不同步骤的处理,沿标志层的振幅发生较大的变化,那么使地震资料振幅有较大改变的某一处理步骤,就该关注。

(2)全波形CRP道集正演 全波形CRP道集的正演是通过井资料的纵横波速度、密度并结合地震资料在目的层段的最大入射角,应用Zoeppritz方程或Aki-Richards公式求取反射系数,之后与井旁所提取的地震子波合成井点处的全波形CRP角道集。

经过井点的CRP角道集与井资料合成角道集的对比,分析沿标志层或主要含油气层段顶界振幅随入射角的变化是否具有相似性或具有哪种AVO类型。AVO类型是通过提取标志层或含油气层顶的振幅随入射角的变化曲线判断的(图7、图8)。

从图7和图8分析可以得出2790ms处的标志层(煤层)振幅在0~25°入射角内具有随入射角的增加有微弱降低的趋势,属于I类AVO特征,且地震资料与合成道集之间振幅随入射角变化具有相似性。2880ms处的含油层顶界具有零阻抗特征,振幅随入射角的增加有微弱降低,属于II类AVO特征。标志层和含油气层顶部的地震CRP道集与井资料合成的全波形CRP道集振幅随入射角的变化具有相似的变化特征,因此可以认为地震资料的处理是保幅的。

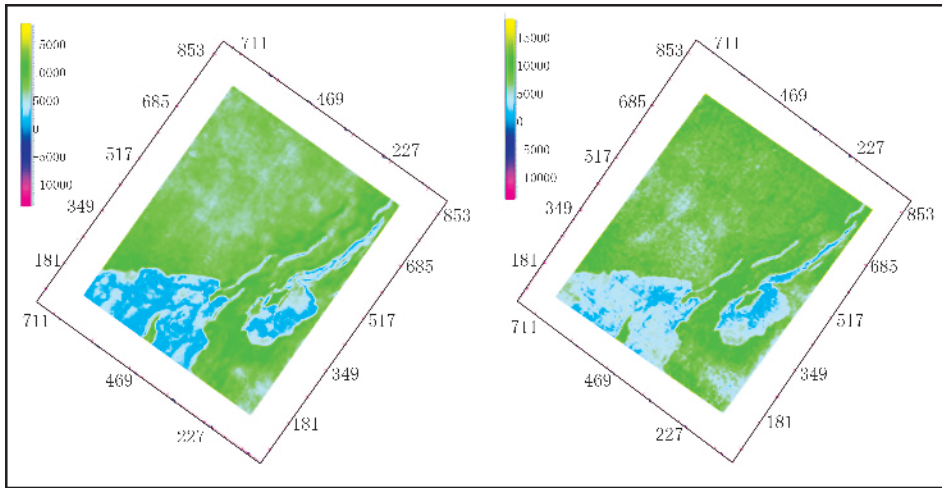


图6 叠前(左)、叠后(右)沿标志层的均方根振幅平面图

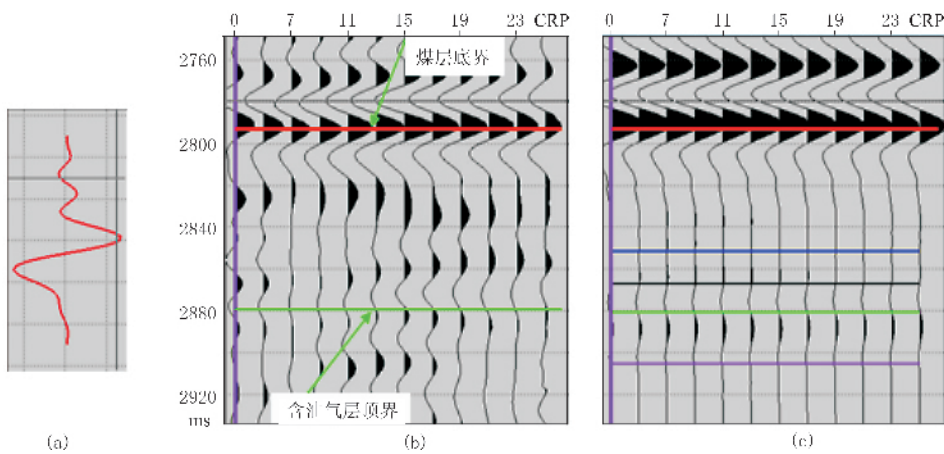


图7 CRP角道集对比图

(a)井旁子波;(b)过井的CRP角道集;(c)合成的全波形CRP角道集

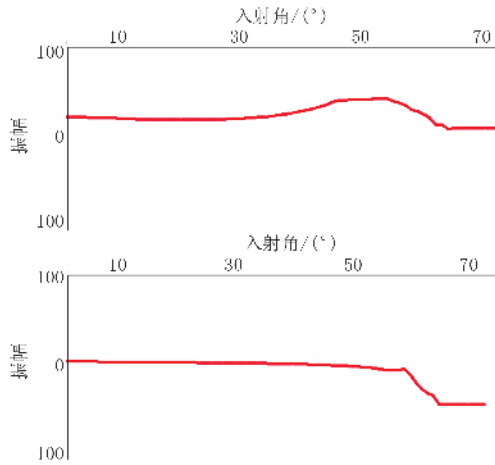


图 8 提取井点的标志层及主要含油气层顶部振幅随入射角变化的 AVA 曲线

上图为煤层底界 AVA 曲线, 下图为含油气层段顶界的 AVA 曲线

### 3 效果分析

通过上述地震资料处理、解释一体化运作, 地震资料的构造成像精度有了明显提高, 主要体现在断层空间归位准确, 断层断面清晰, 可为构造精细解释奠定良好的资料基础(图 9、图 10)。

从图 9 可以看出新资料的断层成像效果比老资料要清晰得多。图 10 是过该工区主要构造的任意线地震剖面。从图 10 可以看出新、老剖面左部和中部的构造具有相似性, 但两剖面所显示的低幅度构造形态、幅度及小断层落实存在较大的差异。在剖面的右边, 新处理的资料不存在低幅度构造, 通过该区 4 口井的钻探表明老资料处理的低

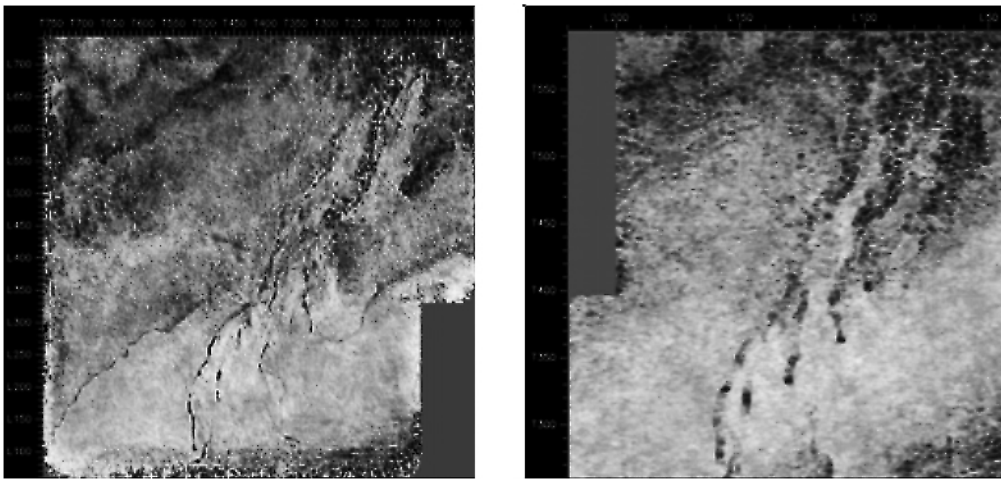


图 9 新(左)、老(右)资料 2900ms 处的相干体水平切片

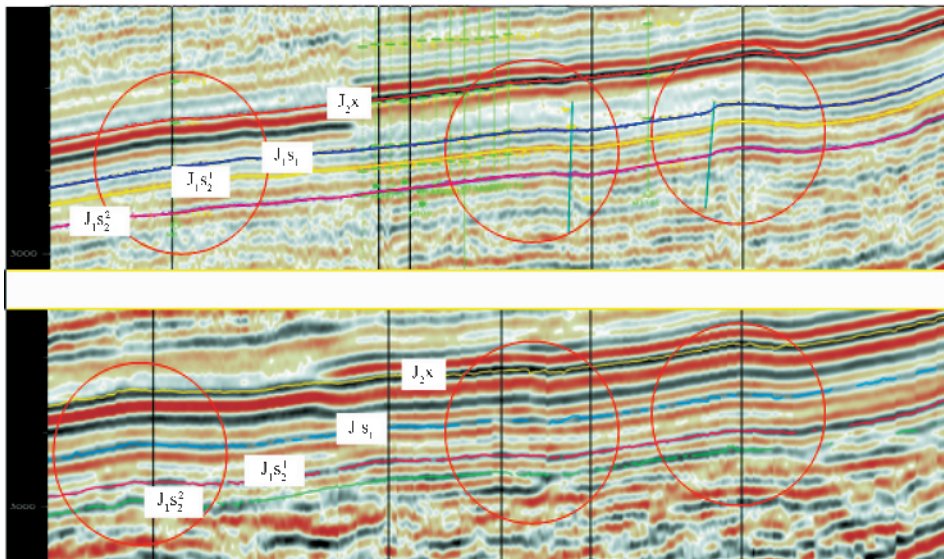


图 10 对应图 9 中同一位置的新(上)、老(下)资料的地震剖面

幅度构造为假构造。这说明老资料的静校正及速度分析存在问题,同时也证明了新资料的处理是合理的。

通过高精度速度分析及各向异性动校正的处理,可以得到对应图3和图4的远炮检距相对近炮检距的时差缩小到±2ms,并且以零时差为中值呈

正态分布(图11)。

通过构造的精细解释及成图发现和落实11个低幅度构造圈闭,通过钻探证实断层的位置准确,圈闭的构造形态落实可靠,否定了老资料处理、解释中的工区中部、西部40m幅度的断鼻圈闭及工区中部和东部的断裂解释及组合方式(图12)。

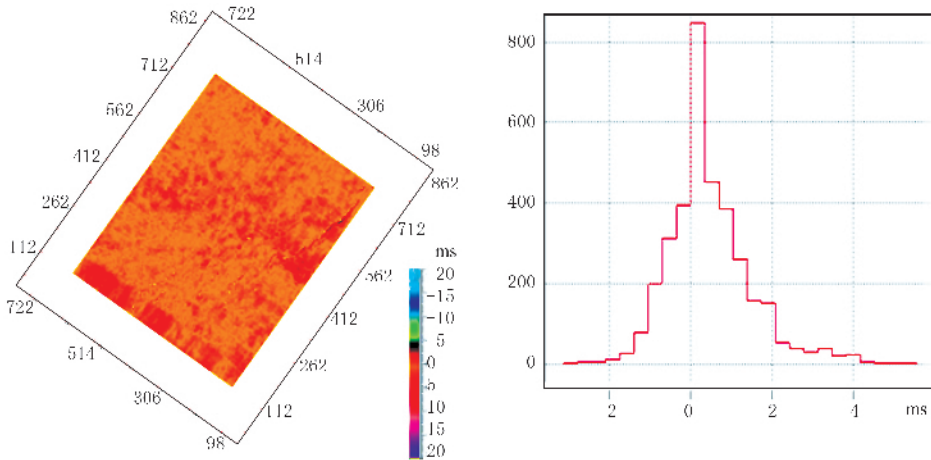


图11 经处理后的远炮检距相对近炮检距时差分布(左)及时差分布直方图(右)

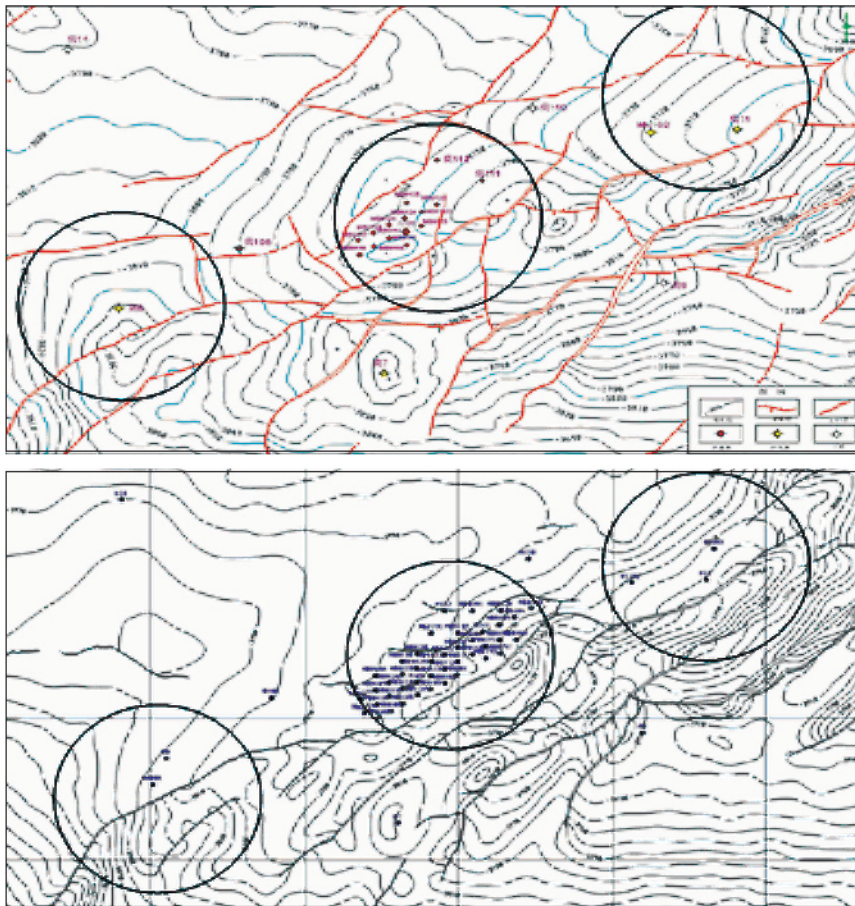


图12 新(上)、老(下)地震资料含油储层顶面构造图对比

应用新资料的 CRP 道集进行部分叠加,在 53 口井约束下,通过弹性参数反演成功地识别了含油气砂体的分布(图 13),并落实一个岩性圈闭,为圈闭的综合评价及井位论证提供了可靠的地质依据。新发现圈闭的第一口评价井预测储层厚度与实钻厚

度误差为 1m,构造深度误差为 0.2%,该井在预测储层段获得了日产  $10\text{m}^3$  凝析气和 20t 油。

应用该研究成果共为该区提供了 20 口开发井、开发控制井及 5 口评价井,通过钻探无一落空,为该油田的增储上产做出了贡献。

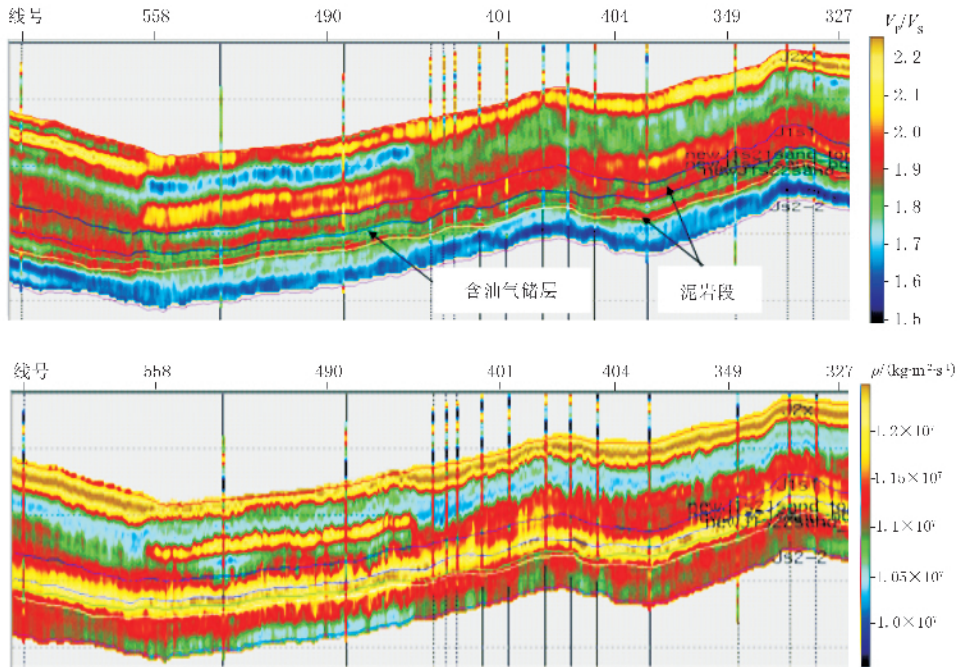


图 13 叠前反演纵横波速度比(上)与叠后反演波阻抗(下)的岩性识别剖面对比

## 4 结束语

地震资料处理解释一体化就是以地质任务为目标,按照处理解释成果的一致性、反复性、综合性,要求严格进行各主要环节的质量监控,不断提高地震资料的成像精度、分辨率和保真度水平,使地震处理解释一体化工作在油田的勘探开发中发挥更大的作用。

## 参考文献

- [1] 凌云研究组. 叠前相对保持振幅、频率、相位和波形的地震资料处理与评价研究. 石油地球物理勘探, 2004, 39(5): 543~552
- [2] 王元君, 冉建斌. 测井资料岩石物理模拟方法. 石油地球物理勘探, 2006, 41(6): 644~650
- [3] 冉建斌. 大民屯凹陷层序格架及沉积体系. 石油地球物理勘探, 2005, 40(增刊): 56~60
- [4] 冉建斌等. 冀东滩海南堡 2 号构造复杂油气储层叠前地震描述技术及效果. 石油地球物理勘探, 2008, 43(1): 59~68

(本文编辑:张亚中)