

The Application of Static Correction Technique in Improving the Stack Quality of Weak Reflection of Seism

Shiming Yang¹, Yulong Yang², Yakun Han²

¹School of Geophysics and Petroleum Resources, Yangtze University, Wuhan Hubei

²School of Earth Sciences, Yangtze University, Wuhan Hubei

Email: 768924746@qq.com

Received: Jul. 16th, 2018; accepted: Aug. 4th, 2018; published: Dec. 15th, 2018

Abstract

The research area was located in Santamu Area of Tazhong Uplift Belt of Tarim Basin, where the surface conditions were complex, the landscape changed frequently, the terrain was generally flat with large local differences. The thickness of the effective sandstone reservoir was thinner; the plane distribution was very different with strong heterogeneity; these induced obviously problems in static correction. Tomographic static correction technology and stratified surface consistency static correction technology could improve the quality of velocity spectrum, weak reflection signal intensity and co-axial continuity of stack profile. The application results of the technology in the study area illustrate that the obtained data body shows the overall continuity of the sediment, and the logging-seismic calibration has higher conformity, which improves the quality of the seismic weak reflection stack profile and the imaging quality. It also provides the correct basis for the seismic and geological interpretation of the area.

Keywords

Weak Seismic Reflection, Static Correction, Tomographic Static Correction, Surface Consistency Residual Static Correction

静校正技术在改善地震弱反射叠加质量中的应用

杨士明¹, 杨宇龙², 韩雅坤²

¹长江大学地球物理与石油资源学院, 湖北 武汉

²长江大学地球科学学院, 湖北 武汉

作者简介: 杨士明(1969-), 男, 博士(后), 高级工程师, 主要从事储层地球物理、地震资料数据处理等方面的研究工作。

Email: 768924746@qq.com

收稿日期: 2018年7月16日; 录用日期: 2018年8月4日; 发布日期: 2018年12月15日

摘要

研究区块位于塔里木盆地塔中隆起带桑塔木地区, 地表条件复杂, 地貌变化频繁, 地形总体平坦, 但局部差异较大, 有效砂岩储层厚度较薄, 平面分布差异大, 非均质性强, 导致静校正问题突出。层析静校正技术和分层地表一致性静校正技术能够改善速度谱质量, 提高弱反射信号强度和叠加剖面同向轴连续性。该技术在研究区的应用结果表明, 成果数据体沿层切片展现了沉积体的整体连续性, 且井震结合标定符合度较高, 改善了地震弱反射叠加剖面的品质, 提高了成像质量, 为该区的地震地质解释提供了正确依据。

关键词

地震弱反射, 静校正, 层析静校正, 地表一致性剩余静校正

Copyright © 2018 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 数据采集地表结构及地震资料特征

1.1. 数据采集地表结构特征

研究区位于塔里木盆地塔中隆起带桑塔木地区, 地形西高东低, 地势整体较为平坦, 但局部起伏较大。地表条件比较复杂, 沙土地、胡杨林、红柳丛、河流、沙丘均有分布, 多为松散沙土层和小沙丘, 地貌多样(表 1), 地表低、降速层结构复杂。

从研究区地表高程图(图 1)可以看出, 地表高程在 914.9~946.6 m 之间, 但局部起伏较大, 相邻道之间最大高差可达 3 m。低速带厚度在 5~12 m 之间, 变化较大。因此, 研究区的地貌与地形特征导致静校正问题突出。

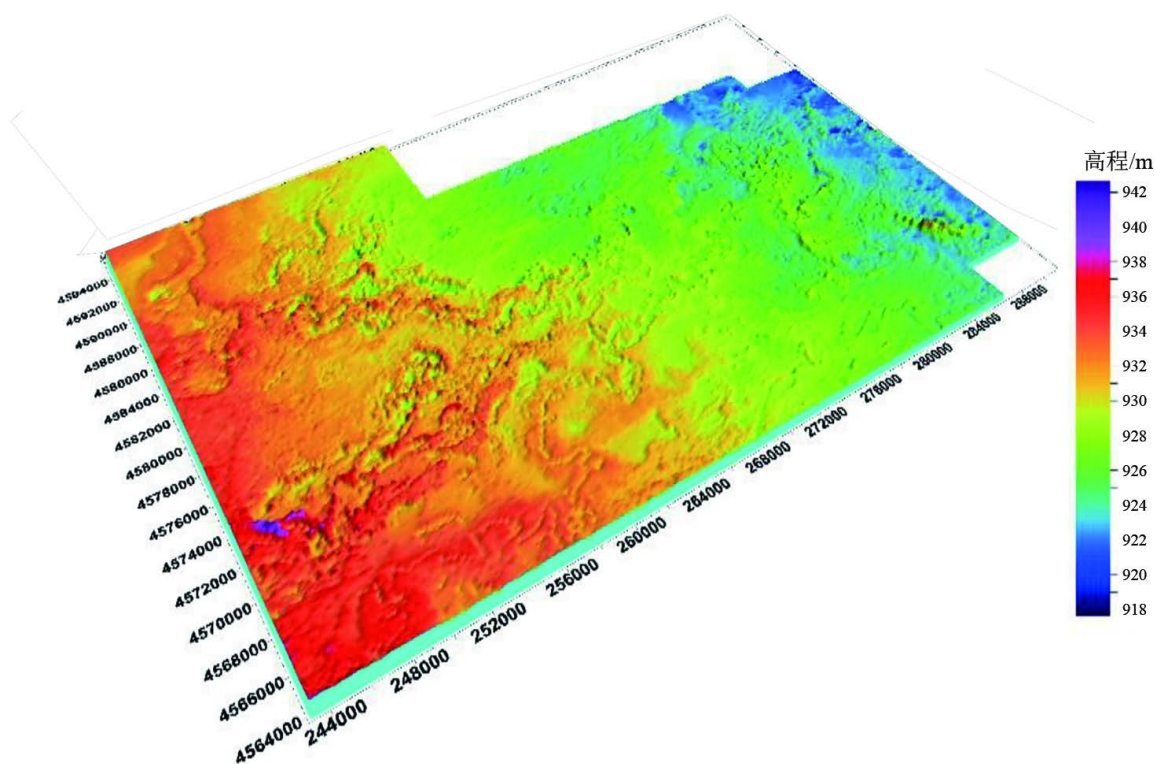


Figure 1. The surface elevation of the studied area

图 1. 研究区地表高程图

Table 1. The distribution of surface types

表 1. 地表类型分布表

地表类型	炮点数/个	所占比例/%	检波点数/个	所占比例/%
河漫滩			7051	8.4
盐碱地	10369	44.5	40205	47.9
胡杨林	9437	40.5	23586	28.1
沙漠	2275	9.8	7051	8.4
农田	1219	5.2	6043	7.2
合计	23300	100.0	83936	100.0

1.2. 地震资料特征

原始地震资料观测系统炮点、检波点位置准确,采集面元 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$,覆盖次数分布较均匀,大部分满覆盖区域覆盖次数在 120 次左右,偏移距与方位角分布均匀。地表多为松散沙土层和小沙丘,受表层结构特征在区域上不均匀性等因素影响,原始单炮记录初至波不光滑,反射波双曲线时距关系变差。从单炮初至和叠加剖面上观察,都存在一定静校正问题。从折射波分析看,该区折射层可以分为两层,速度分别为 1700、2250 m/s。能量方面,由于地表多为松散沙土层和小沙丘,单炮能量差别较大,炮间与道间能量差异较大,单炮能量衰减快,深层能量弱,目的层能量衰减快。频率分析记录优势频率为 8~60 Hz,主频 25 Hz;噪音类型有面波及折射强能量干扰,面波能量强,频率低至 15 Hz 以下,浅层折射较严重,频带宽。

2. 工区油藏特征及地震资料处理要求

2.1. 地震工区油藏特征

研究区前期油藏钻探表明,白垩系、三叠系、石炭系均发现油气藏,圈闭类型多样,以低幅度构造、地层(岩性)等隐蔽圈闭为主。油气藏分布零散、面积小,多小于 2 km^2 ,闭合高度低,一般在 $10\sim 30\text{ m}$,断层断距较小,储层以薄砂体为主,单层厚度多在 $2\sim 10\text{ m}$ 范围,横向变化较大,非均质性较强,储层识别难度大。

2.2. 地震资料处理要求

结合研究区地质任务与地震原始资料的分析,地震资料处理需做好以下几方面:① 受到近地表因素影响,该区存在长、短波长的静校正问题;② 该区为低幅度构造区,且该区储集层地质体厚度薄、幅度小,为落实该区碎屑岩低幅度构造、岩性、地层圈闭提供准确的基础资料,需确保低幅度构造真实可靠;③ 做好保真和一致性处理,在努力获得高品质成果的同时,突出资料的含油气地震响应特征。

3. 静校正技术应用

地震资料处理工作是一项系统工程,静校正是地震资料处理中极为重要的环节。针对研究区的地表结构特征,笔者选用层析静校正技术和分层地表一致性静校正技术[1][2][3][4],获得了较好的应用效果。

3.1. 层析静校正技术

层析静校正技术是把地表模型作为任意介质处理的曲射线静校正方法,对地表高差、低降速带速度和折射界面不做限制,使用射线追踪计算模拟的初至时间,然后修改模型,使观测与计算的初至时间差达到最小,能适应地表结构较复杂的地区。为保证研究区的静校正量精度,采用微测井数据对计算的校正量进行约束,采用层析静校正技术解决高程及地表低降速带引起的长波长静校正问题,采用精确的速度分析与三维地表一致性剩余静校正多次迭代解决短波长静校正问题,最大限度地实现同相叠加。影响层析静校正效果的主要参数是参与计算的偏移距范围及层析静校正反演层数,层析反演的精度取决于初至旅行时间的拾取精度。分析全区初至时间的分布情况及速度分布拐点状况,确定采用两层模型进行层析静校正计算[5]。

图2为原始单炮与高程静校正单炮及层析静校正单炮的效果对比图,可以看出,层析静校正后的单炮初至波更加光滑。

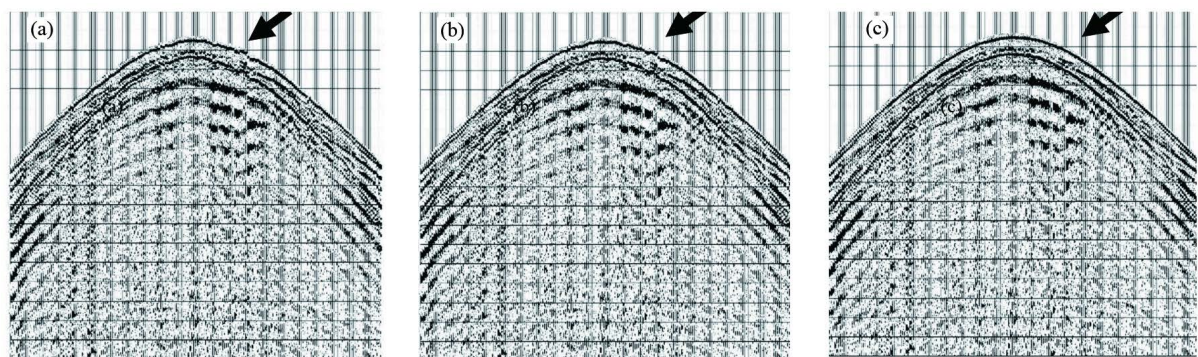


Figure 2. The comparison between original shot (a); elevation static correction single shot (b) and tomographic static single shot (c)

图 2. X 射线 513 炮原始单炮(a)与高程静校正单炮(b)及层析静校正单炮(c)对比

图 3 为高程静校正、层析静校正的检波点的高频分量的平面效果图，可以看出，层析静校正的校正量与近地表变化更为符合，能够较好地保证地下低幅构造的可靠性。

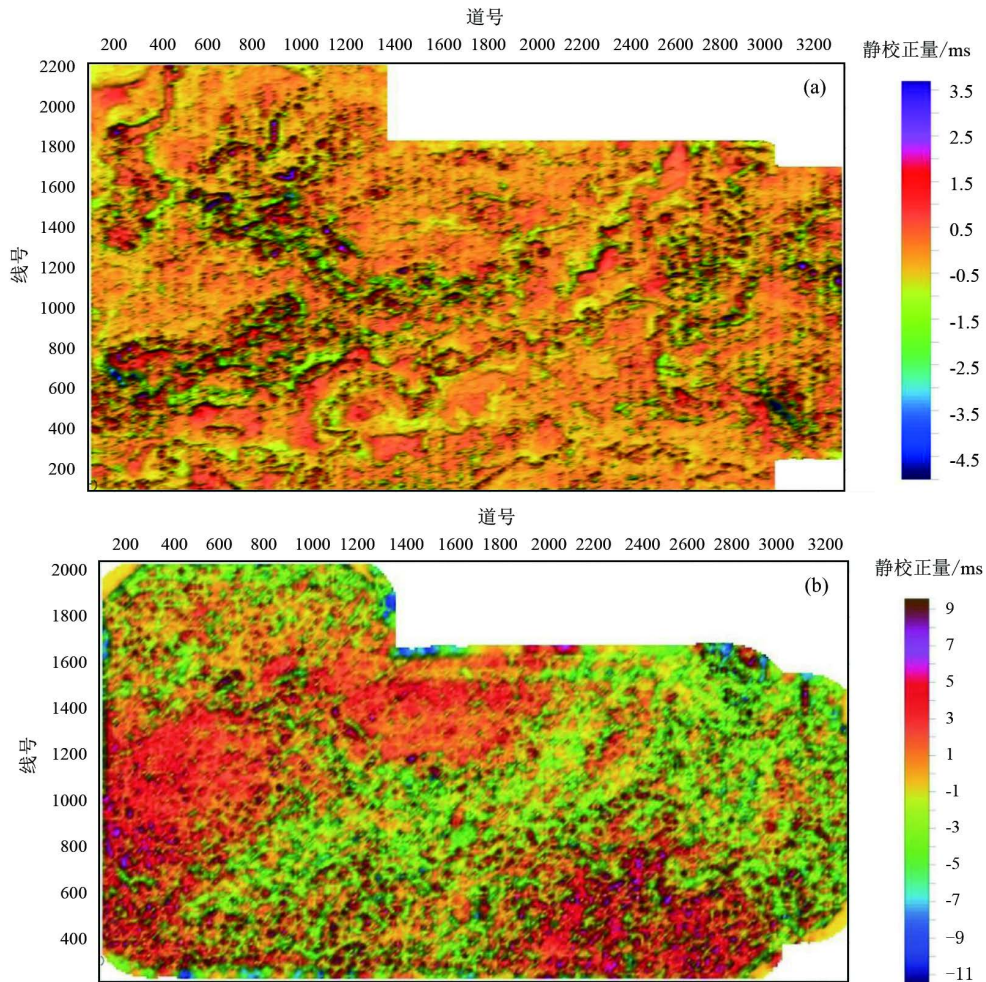


Figure 3. The comparison of height correction detector point high frequency correction planar diagram (a) with tomography static correction detector point correction planar diagram (b)

图 3. 高程校正检波点高频校正量平面图(a)与层析静校正检波点校正量平面图(b)对比

3.2. 分层地表一致性静校正技术

当完成了野外静校正和初至折射静校正以后，剖面中仍然会存在剩余静校正量，经过动校正以后地震道的剩余时差 $t_{i,jh}$ 可以表示为 5 个分量的和[6]:

$$t_{i,jh} = S_i + R_j + G_{k,h} + M_{k,h}X_{i,j}^2 + D_{k,h}Y_{i,j} \tag{1}$$

式中： i 为炮号； j 为检波点号； h 为反射层号； k 为共中心点号； S_i 和 R_j 分别为第 i 炮和第 j 个检波点的剩余静校正量； $G_{k,h}$ 为构造项； $M_{k,h}$ 为剩余动校系数； $X_{i,j}$ 为第 i 炮和第 j 个检波点的距离； $M_{k,h}X_{i,j}^2$ 为剩余动校正项； $D_{k,h}$ 为横向倾角算子； $Y_{i,j}$ 为共中心点横向偏离测线的距离； $D_{k,h}Y_{i,j}$ 表示由于第 k 个共中心点横向偏离测线所产生的时差。

在上述 5 个分量中，前 2 个分量不随时间的变化而变化，只与近地表结构有关；后 3 个分量随时间的变化而变化。按照公式(1)分别进行浅、中、深层不同层位的剩余静校正，其优势有两点：一是当浅、

中、深层的构造项有明显区别时，分层可解决部分构造项问题；二是可解决部分剩余动校正问题。

地表一致性假设低速带的速度远小于基岩速度，地震波在低速带内是垂直传播的，地震波入射、出射与方向无关，炮点及检波点静校正量只与位置有关，与任何形式的道集无关[6]。研究区表层低、降速度带层厚 5~12 m，入射和出射方向对地震波旅行时影响不大[3]，运用分层地表一致性剩余静校正技术可以加强不同深度地层同向轴的连续性，提高地震叠加剖面的质量，有利于同向轴追踪解释。

剩余静校正以叠加剖面为模型、以道集与模型道的互相关来提取静校正量进而解决静校正问题的，模型道的质量及信噪比的高低影响着静校正质量的高低，通过互相关时窗和时移量的有效选取来保证模型道的质量和静校正的质量，使最终叠加成果客观地反映地下的真实情况。模型道的质量与叠加速度相关，采用蒙特卡洛非线性优化算法，在给定初始速度扰动(初始引导速度)及合理趋势约束下的前提下，以最大相似度量准则自动寻找速度谱上能量团的最大值，从而获得合理的速度模型。在拾取速度谱过程中，需要给定拾取的初始速度、最大速度、最小速度以及速度约束的上、下限等参数。分层剩余静校正是在不同同时窗内求参考道，在不同同时窗内进行互相关求取互相关时差及求得不同的静校正量，同时需做好时窗之间的数据平滑工作。

结合研究区的实际情况，进行了多次精细速度分析及其与剩余静校正的迭代。通过解决静校正问题提高叠前道集上同相轴的连续性和一致性，有利于改善速度谱的质量，提高速度分析的精度和准确性，在提取准确速度的基础上又可以更进一步地改善静校正的效果。经过多次迭代，最终获得最佳成像效果。

图 4 为第一轮剩余静校正到最后一轮剩余静校正量的平面分布图，可以看出，第一轮剩余静校正量炮点值在-2.7~4.5 ms 范围内，检波点剩余静校正量值在-6.5~6 ms 范围内；最后一轮剩余静校正量炮点值的校正量绝对值控制在 ± 0.5 ms 以内。经过精细速度分析与剩余静校正的多次迭代之后，剩余静校正量逐渐收敛，最终的剩余静校正量更收敛也更精确。

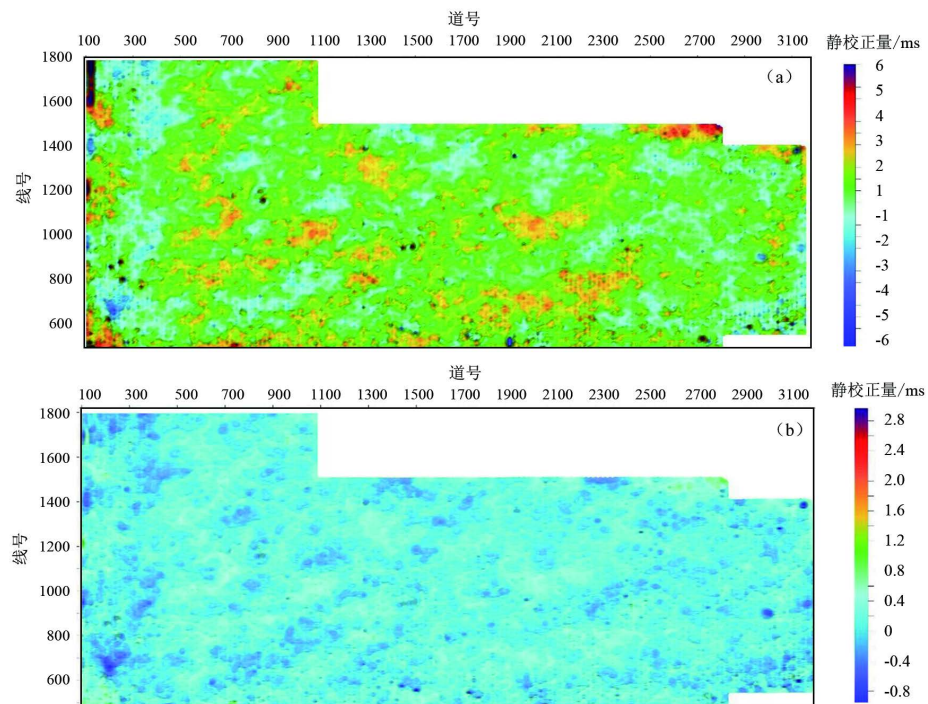


Figure 4. The comparison between the first round residual static correction plane diagram of the detection point (a) and the last round residual static correction plane diagram of the detection point (b)

图 4. 检波点第一轮剩余静校正量平面图(a)与检波点最后一轮剩余静校正量平面图(b)对比

图 5 为剩余静校正前、后叠加效果对比,可以看出,剩余静校正后的剖面信噪比明显提高,剩余静校正由于实现了资料的同相叠加,成像更加清楚,尤其是层间弱反射信噪比得到一定改善。说明通过速度分析和剩余静校正迭代处理,提高了叠加地震资料的信噪比及弱反射信号的叠加成像效果。

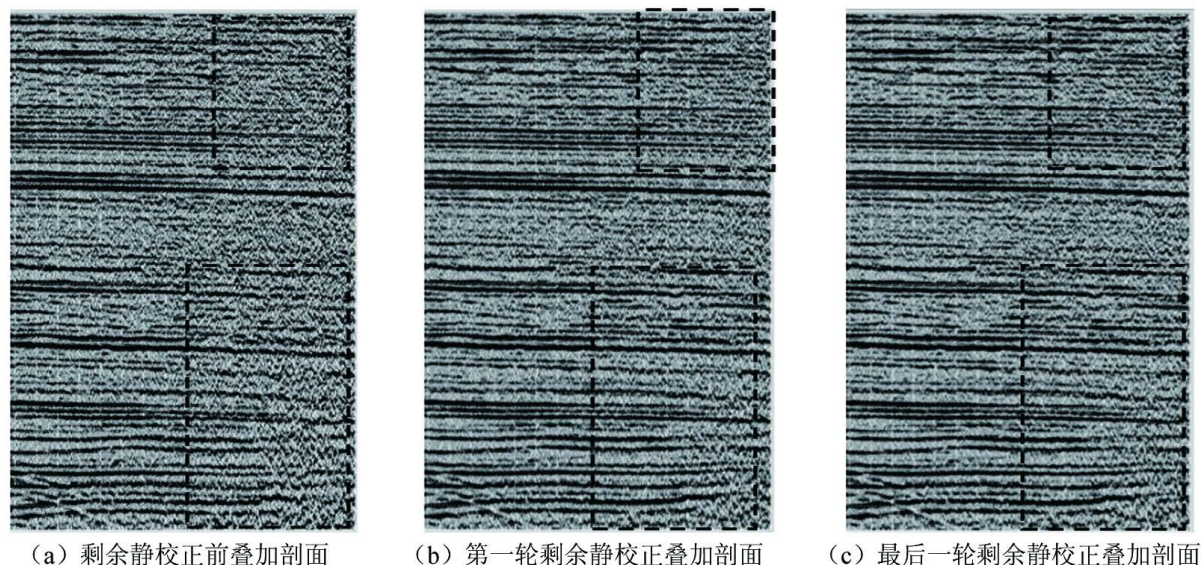


Figure 5. The comparison of stack effect before and after the residual static correction

图 5. 剩余静校正前、后叠加效果对比图

4. 应用评价

图 6 是地震数据体等时切片,可以看出,旧数据体河道反映清楚,大致可以识别出呈窄条带状分布 4 条河道,但西北角形如“牛轭”的河流⑤只能在新数据体中体现出来,充分说明新的地震数据体刻画地质体精度更高。

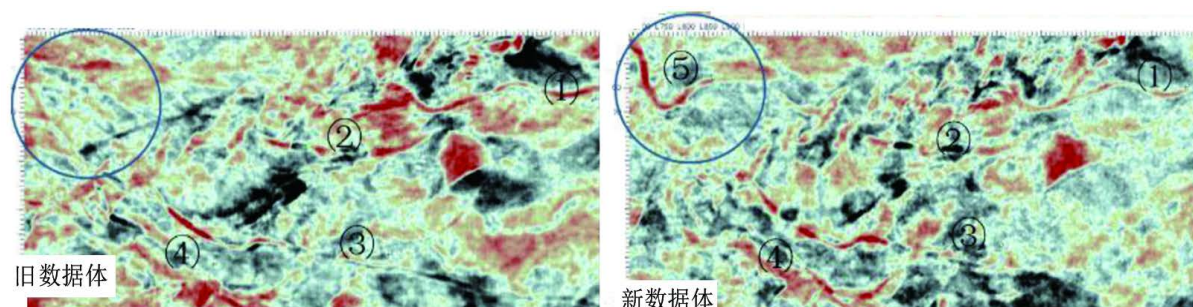


Figure 6. The comparison of isochronous slice slicing between the new and old data bodies

图 6. 新、旧地震数据体等时切片对比

图 7 是井的合成地震记录与新、旧地震资料的标定对比图,可以看出,①处新地震资料同向轴波组与井的合成地震记录对应更好,②、③处不仅新地震资料同向轴波组与井的合成地震记录对应更好,而且新地震资料的频率较旧地震资料有所提高。

综上所述,经过层析静校正技术和分层地表一致性静校正技术处理后的新数据体在纵向分辨率和横向分辨率上都得到了显著提高,达到了较为理想的应用效果。

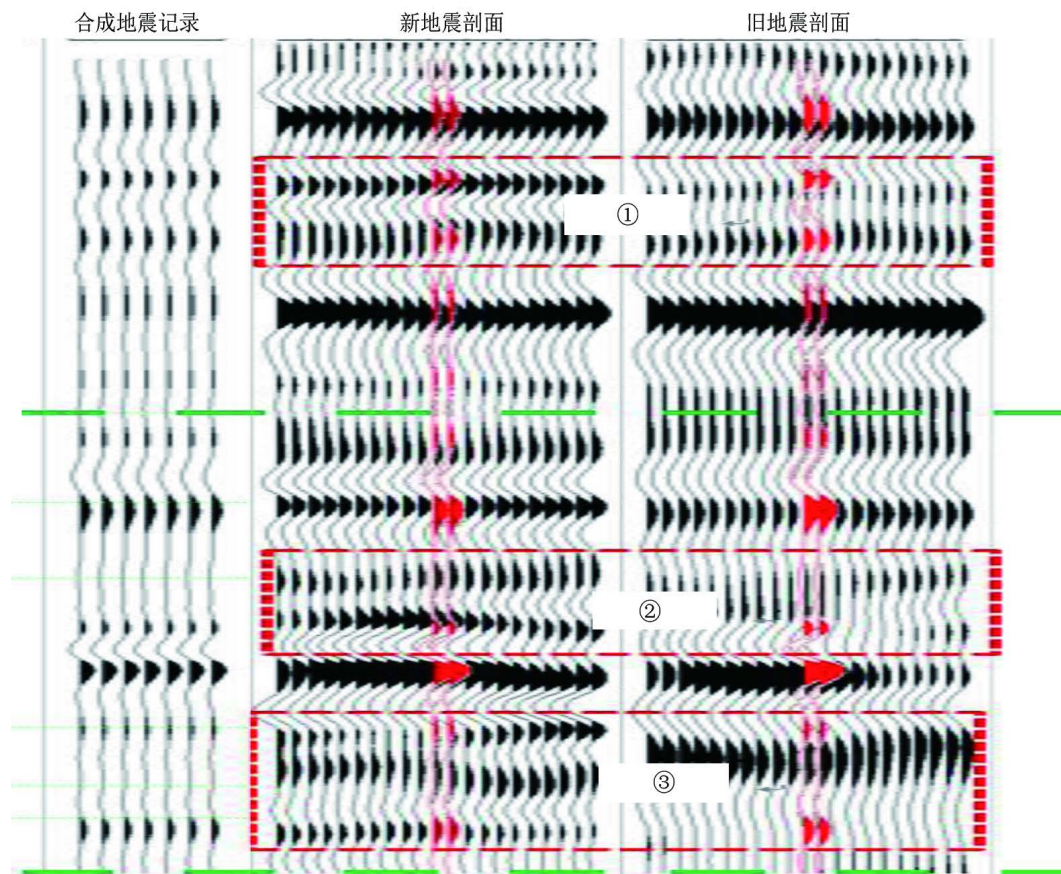


Figure 7. The comparison between through well new and old seismic profile and synthetic seismic record of wells
图 7. 过井新、老地震剖面与井的合成地震记录对比

5. 结语

针对地形平坦、地貌变化多样地区的静校正问题，采用层析静校正技术和分层地表一致性剩余静校正技术，同时解决了长、短波长静校正问题，改善了浅、中、深层叠加地震剖面的品质。新数据体反射结构清楚，波组特征好，河道等沉积体特征明显，井震标定对比符合程度高，为研究区的地震地质解释提供了正确依据。

参考文献

- [1] 陈启元, 王彦春, 段云卿, 等. 复杂山区的静校正方法探讨[J]. 石油物探, 2001, 40(1): 74-81.
- [2] 刘治凡, 毛海波, 邵雨, 等. 复杂地表区基准面和静校正方法的选择[J]. 石油物探, 2003, 42(2): 241-247.
- [3] 李辉峰, 邹强. 非地表一致性静校正方法探讨[J]. 石油地球物理勘探, 2005, 40(增刊): 128-133, 137.
- [4] 杨文军, 段云卿, 姜伟才, 等. 层析反演静校正[J]. 物探与化探, 2005, 29(1): 41-43.
- [5] 李福中, 邢国栋, 白旭明, 等. 初至波层析反演静校正方法研究[J]. 石油地球物理勘探, 2000, 35(6): 710-718.
- [6] 周新龙. 地表一致性处理方法技术研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2007.

[编辑] 龚丹

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org