

doi: 10.11720/wtyht.2019.1325

陈彦虎, 陈佳. 波形指示反演在煤层屏蔽薄砂岩分布预测中的应用[J]. 物探与化探, 2019, 43(6): 1254–1261. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.1325>

Chen Y H, Chen J. The application of seismic meme inversion to thin sand distribution prediction under coal shield[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2019, 43(6): 1254–1261. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.1325>

波形指示反演在煤层屏蔽薄砂岩分布预测中的应用

陈彦虎^{1,2}, 陈佳³

(1. 中国地质大学(北京) 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 北京中恒利华石油技术研究所, 北京 100101; 3. 自然资源实物地质资料中心, 河北 廊坊 065201)

摘 要: 受煤层强反射同相轴的影响, 煤层之下的薄砂岩预测难度大, 常规的子波分解技术难以分解出稳定的子波集, 即便是分解出的子波集也没有明确的地质意义。文中基于地震波形指示反演, 利用地震波形相似性作为指示因子, 驱动宽频测井曲线模拟, 实现高分辨率薄层反演。首先利用奇异值分解实现地震波形动态聚类分析, 建立地震波形与测井曲线结构特征的样本集; 然后在小波域确定样本曲线中的共性结构作为初始模型; 最后在贝叶斯框架约束下, 根据实际地震波形修正初始模型得到高分辨率的反演成果。通过正演模型和准噶尔盆地侏罗系实例研究认为, 波形指示反演克服了地震垂向分辨率的限制, 能够较好地预测受煤层强屏蔽影响的薄砂岩。波形指示反演为准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地和吐哈盆地等侏罗系受煤层屏蔽影响的薄砂岩预测提供了一种全新的思路, 具有广泛的应用领域和重要的现实意义。

关键词: 波形指示反演; 煤层屏蔽; 薄砂岩预测; 相控反演; 贝叶斯原理

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2019)06-1254-08

0 引言

地震储层预测中经常会面临强振幅同相轴屏蔽的问题, 如松辽盆地 T_2 强反射轴^[1] 和鄂尔多斯盆地侏罗系煤层强反射^[2], 由于薄砂岩引起的弱反射完全淹没在强同相轴反射中, 利用常规的地震反演无法识别。目前去除强反射屏蔽技术主要有多子波分解技术、广义 S 变化技术等, 如赵爽等^[3] 在对地震数据开展多子波重构与分解的基础上, 利用多种地震属性实现了薄互层砂岩预测和油气检测; 余刚等^[4] 同样利用多子波分解与重构法在鄂尔多斯盆地大牛地气田受煤层强反射影响的含气砂岩预测中取得了良好的效果; 谢春临^[5] 等应用奇异值分解技术将地震数据分解成不同能量级别子波分量集, 去

除对应强反射的第一分量, 突出了砂岩对应的弱反射, 提高了扶余组砂岩的预测能力; 齐宇等^[6] 利用子波分解重构技术和分频反演技术实现了煤下储层预测, 应用于鄂尔多斯盆地临兴气田井位部署, 获得了高产工业气流; 王宝江等^[7] 通过广义 S 变换技术实现了鄂尔多斯盆地子洲地区山西组受上覆煤层影响的三角洲前缘薄砂岩精细刻画。这些方法均是基于单道地震进行子波分解, 受子波长度、子波分解时窗等因素的影响, 很难分解出稳定的子波集, 即便是分解出的子波集也没有明确的地质意义^[8], 实际应用过程中难以操作。

通过分析认为虽然煤层发育形成了强反射特征, 但是煤层之下薄砂岩是否发育, 反射特征会有微弱的差异, 这些微弱的差异, 基于褶积模型的反演难以分辨出来, 通过正演模型和准噶尔盆地侏罗系实

收稿日期: 2018-11-20; 修回日期: 2019-09-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(41572134)

作者简介: 陈彦虎(1982-), 男, 高级工程师, 现为中国地质大学(北京) 矿产普查与勘探专业在读博士, 从事储层预测、非常规储层研究工作。

矿业数据 08@ qq.com

例研究认为,波形指示反演能够较好地预测受煤层强屏蔽影响的薄砂岩,为准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地和吐哈盆地等侏罗系受煤层屏蔽影响的薄砂岩预测提供了一种全新的思路。

1 方法原理与流程

1.1 地震波形指示反演原理

地震波形指示反演 (seismic meme inversion, SMI) 是利用地震波形横向相似性驱动测井高频信息的高分辨率反演方法。在沉积相对稳定的等时地层格架内,地震波形的横向变化反映了地震相或沉积相的变化,相似的沉积相带反应了相似的沉积结构和岩性组合,表现为测井曲线特征相似,因此地震波形和测井曲线之间具有内在的联系,可以利用地震波形信息反演储层特征。

受分辨率的影响,地震只能反应中频部分,但其横向变化信息代表的沉积相带实际上是全频的,包括低频和高频部分。章雄等^[9]详细论证了地震波形与测井曲线的关系:地震频率范围在 5~80 Hz 之间,沉积环境相似的两口井地震波形相似度为 73.2%,两口井纵波阻抗曲线 0~1 000 Hz 频率范围相似度为 20.2%,逐步减小纵波阻抗曲线的频带范

围,相似度逐步提高,当曲线频率成分为 0~200 Hz 时,两口井相似度提高到 76.8%。因此,反演过程中可以利用地震波形相似性代替传统变差函数,建立中频地震信息和高频测井信息之间的联系,进行实现高分辨率反演。

1.2 反演流程

波形指示反演利用地震波形的干涉特征相似性作为指示因子,利用数据学习思想,驱动井间宽频测井曲线模拟,实现高分辨率薄层反演,反演流程如下:

第一步:利用奇异值分解 (singular value decomposition) 实现地震波形动态聚类分析,建立地震波形与井曲线结构特征的映射关系,进而建立不同的样本集,如图 1a 存在两种不同的沉积相类型,同一沉积相中的井具有相似的地震波形和测井曲线特征,依据地震波形相似性,将地震波形分为两组,建立了该区域波形指示反演的 2 个样本集:样本集 1 和样本集 2 (图 1b)。

第二步:在小波域对样本井曲线进行多尺度分析,确定统计样本中的共性结构作为初始模型,以第一步中建立的样本集 1 为例,取 3 口井测井曲线的共性结构 (图 1b 中红色曲线) 作为反演的初始模型,这样就建立起了地震波形与反演初始模型的对应关系。

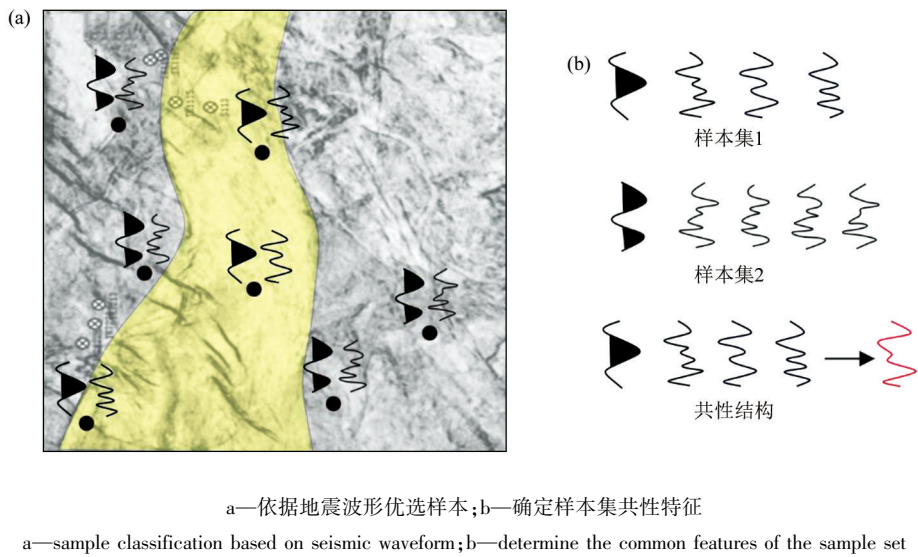


图 1 地震波形指示反演示意

Fig.1 Schematic diagram of seismic meme inversion

第三步:在贝叶斯框架约束下,根据实际地震波形不断修正第二步建立的初始模型,使得反演结果同时符合中频地震信息和井曲线结构特征,最终得到高分辨率的波形指示反演结果。

地震波形指示反演作为近年来发展起来的一种新的反演方法,可以同时提高反演结果的纵向和横

向分辨率,解决了地质统计学反演高频成分随机性强的难题,更加适用于横向变化快的薄储层预测^[10],在四川盆地^[11]、准噶尔盆地^[12]、塔里木盆地^[13]和松辽盆地^[14]薄储层预测中取得了良好的应用效果。

2 模型试算

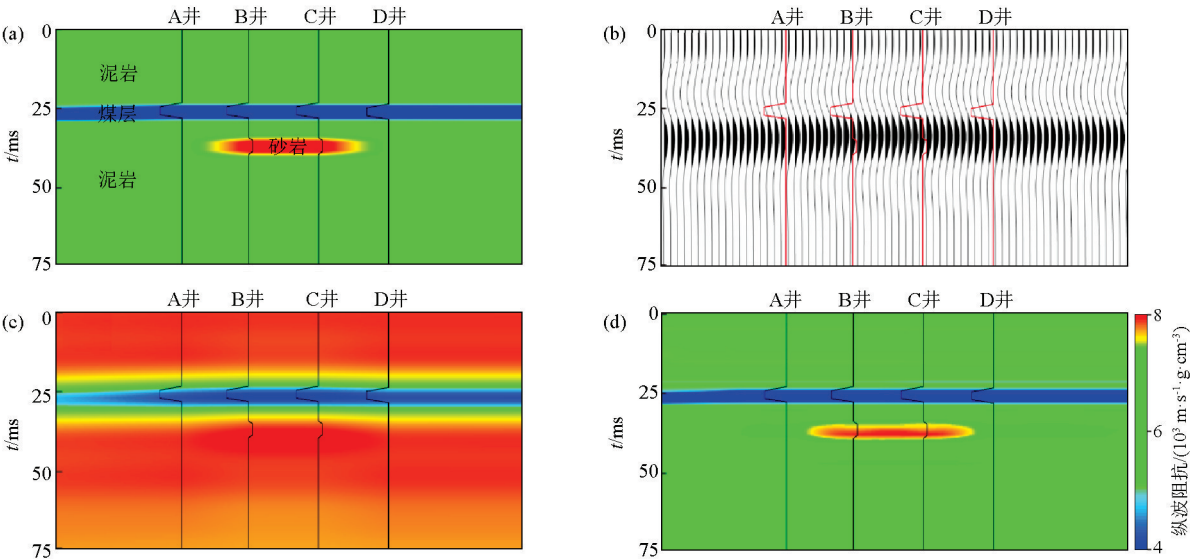
为了验证该方法反演薄砂岩的有效性,建立正演模型进行验证。图 2a 为地质模型,在大套泥岩中发育一套 3 m 厚的稳定煤层,其中 A 井和 D 井不发育砂岩储层,B 井和 C 井煤层之下发育一套 5 m 厚的砂岩,砂岩和煤层之间的泥岩隔层厚度为 6 m,其中,各岩性的弹性参数如下:煤层速度为 $2\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,密度为 $2.2\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,纵波阻抗为 $4\,400\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$;泥岩速度为 $2\,900\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,密度为 $2.4\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,纵波阻抗为 $6\,940\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$;砂岩速度为 $3\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,密度为 $2.5\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,纵波阻抗为 $7\,500\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。图中黑色或红色曲线为 4 口井的纵波阻抗曲线。

图 2b 为该地质模型与 30 Hz 零相位雷克子波褶积得到的地震道,从图中可以看出,由于煤层和泥

岩之间阻抗差比较大($2\,540\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),形成了连续的强反射同相轴,而薄砂岩和泥岩阻抗差异较小($560\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),对同相轴的影响较小,同相轴只发生了微弱的改变。下面通过常规稀疏脉冲反演和波形指示反演对该模型进行反演,验证不同反演方法的精度。

首先利用 30 Hz 零相位雷克子波进行稀疏脉冲反演,图 2c 为反演得到的纵波阻抗剖面,从图中可以看出,煤层能够清晰地反演出来,但是泥岩和砂岩阻抗接近,均表现为高阻抗,从反演结果上无法识别薄砂岩储层。进一步再利用 4 口井和地震道进行波形指示反演,图 2d 为波形指示反演得到的纵波阻抗剖面,从中可以看出,可以准确反演出 5 m 厚的砂岩储层,与地质模型有很高的一致性。通过和稀疏脉冲反演结果相比,波形指示反演能够识别受煤层屏蔽的薄砂岩预测。

为了进一步验证波形指示反演方法的抗噪性,



a—地质模型;b—合成地震道;c—稀疏脉冲反演结果;d—波形指示反演结果
a—geologic model;b—synthetic trace;c—sparse pulse inversion;d—seismic meme inversion

图 2 地质模型与不同反演结果对比

Fig.2 Geologic model and Comparison of different inversion results

对样本集 1 的地震道加入随机噪声再进行波形指示反演,图 3a 和图 3b 分别为加入 10%和 20%随机噪声的地震道,在此基础上进行波形指示反演,得到的纵波阻抗结果(图 3c 和图 3d),均可以准确地反演出 5 m 厚的薄砂岩储层。从图 3d 中可以看出,随机噪声为 20%的时候,反演剖面上出现了一些随机分布的薄砂岩,但不影响目标砂岩的准确识别,该反演结果完全在可接受的范围内,也证实了波形指示反演方法具有较强的抗噪性。

为进一步验证波形指示反演精度,提取过 A 井

和 B 井纵波阻抗曲线与井旁地震道的地震波形(图 4),可以看出 35 ms 附近(箭头处)A 井和 B 井纵波阻抗的细微差异导致了两口井地震波形的变化,而波形指示反演正是利用地震波形的细微变化作为指示因子驱动纵波阻抗曲线,实现高分辨率反演。

通过以上正演模型的反演实验,证实了波形指示反演能够利用地震波形的差异准确地驱动测井高频信息进行反演,得到高精度的反演结果,同时具有非常强的抗噪性,可以实现强反射同相轴屏蔽下的薄砂岩地预测。

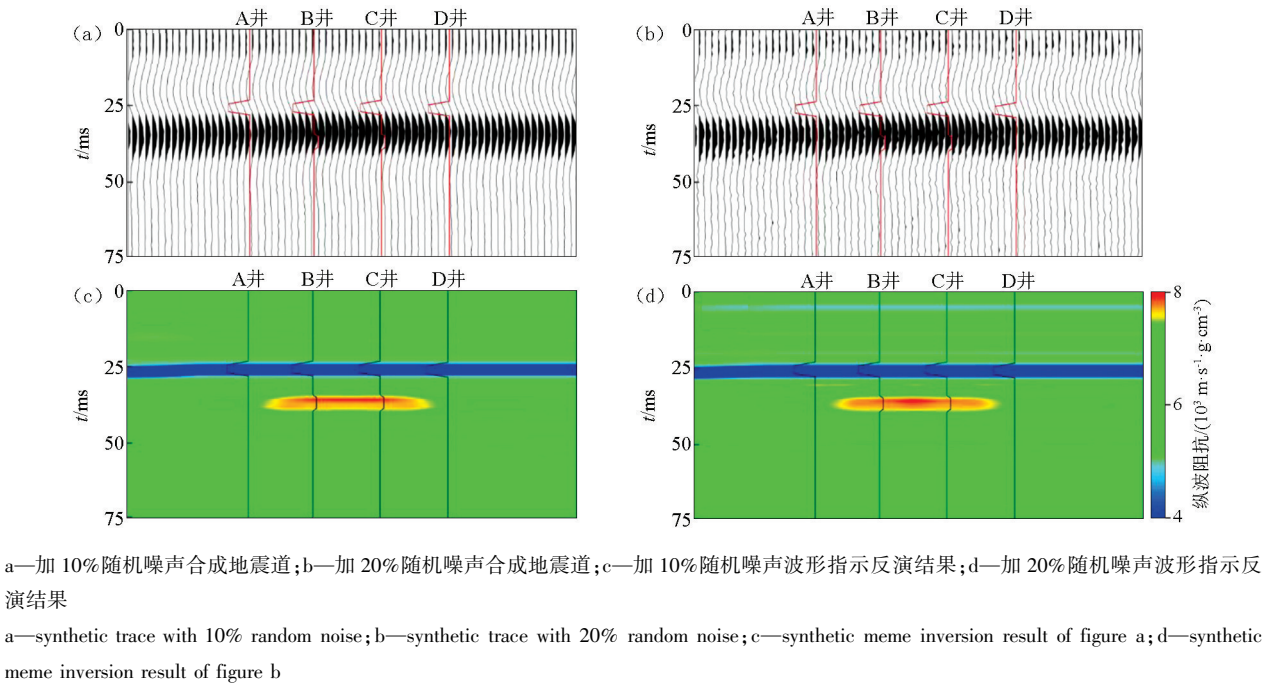


图 3 加随机噪声正演地震道与波形指示反演结果

Fig.3 Synthetic trace and Seismic meme inversion results with random noise

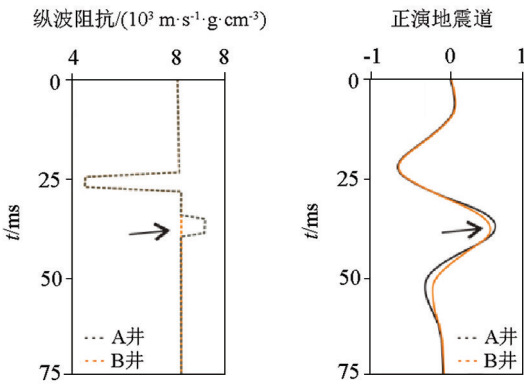


图 4 A、B 井纵波阻抗曲线和地震道

Fig.4 Pimpdance curves and synthetic trace of well A and B

3 研究实例

3.1 区域地质概况

准噶尔盆地西北缘 Z 地区侏罗系八道湾组早中期(八一段和八二段)经历了一次明显的湖侵过程^[15-17]。八一段早中期($J_1b_1^4-J_1b_1^3$),主要发育辫状河三角洲平原沉积,岩性以厚层块状砂砾岩为主;八一段中后期($J_1b_1^2$),湖平面逐渐上升,主要发育辫状河三角洲前缘沉积,岩性以辫状河水下分流河道砂岩为主,砂岩较薄,一般在 2~8 m,河道频繁改道、分叉、汇聚,垂向上互相叠置,横向上与分流间湾泥岩对接,有利于形成岩性圈闭,是本区有利的勘探目

标之一;八一段晚期($J_1b_1^1$)和八二段(J_1b_2)为快速湖侵期,岩性以滨浅湖相泥岩为主,同时发育 2~3 层厚度不等的煤层,全区分布较稳定,与下伏辫状河水下分流河道砂岩形成了良好的储盖组合。

3.2 储层特征分析

开展地震储层预测工作的基础是寻找对储层敏感的弹性参数,一般通过测井曲线数据建立直方图或交会图实现。利用对储层敏感的测井曲线纵波阻抗建立了砂岩储层及其上下泥岩和煤层的直方图(图 5),其中橙色代表砂岩,蓝色代表泥岩,黑色代表煤层,从图中可以看出,纵波阻抗可以很好地识别砂岩、泥岩和煤层,砂岩和泥岩的纵波阻抗门槛值为 $9\,800\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$,因此,可以通过反演纵波阻抗识别砂岩。

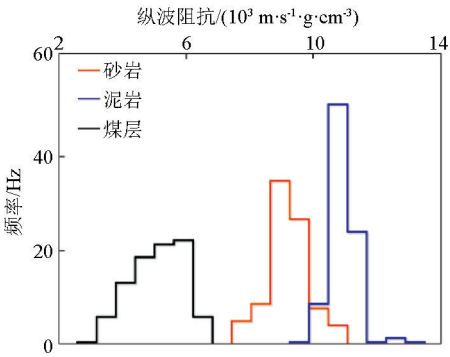


图 5 岩性直方图

Fig.5 Histogram of lithologies

3.3 反演效果分析

本次研究的目标为 $J_1b_1^2$ 辫状河三角洲前缘水下分流河道砂岩,从过 A 井到 E 井连井对比剖面分析表明(图 6),A 井到 D 井砂岩厚度为 2~8 m,E 井砂岩不发育,可以看出,砂岩纵向厚度变化大,横向变化快。其中 B 井 2 998~3 002 m 试油获日产油 8.2 t,水 25.96 m³,D 井 2 997.5~3 005 m 试油获日产油 12.4 t,水 13.4 m³,C 井 2 898.1~2 994 m 测井解释为油水同层,从三口井的油水关系来看, $J_1b_1^2$ 砂岩储层的横向接触关系非常复杂,准确预测砂岩的横向分

布范围,是 $J_1b_1^2$ 勘探主要任务之一。

由于 $J_1b_1^2$ 砂岩储层薄,横向变化快,同时受上覆 $J_1b_1^1$ 稳定分布的煤层的影响,地震特征表现为连续的强反射(图 7a),地震资料主频为 30 Hz,速度约为 3 800 m·s⁻¹,按照地震分辨率理论,地震资料可识别的最大砂岩厚度为 $1/4\lambda$,约 30 m,显然无法识别 $J_1b_1^2$ 薄砂岩,从常规的稀疏脉冲反演纵波阻抗剖面上(图 7b)可以清楚地看到,稀疏脉冲反演无法预测 2~8 m 的砂岩。

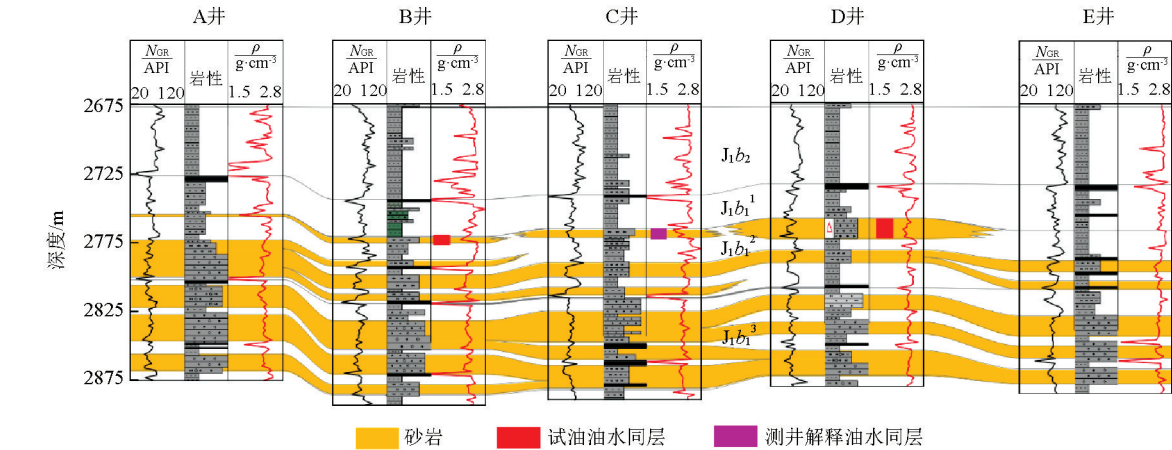


图 6 A 井~E 井连井砂体对比特征

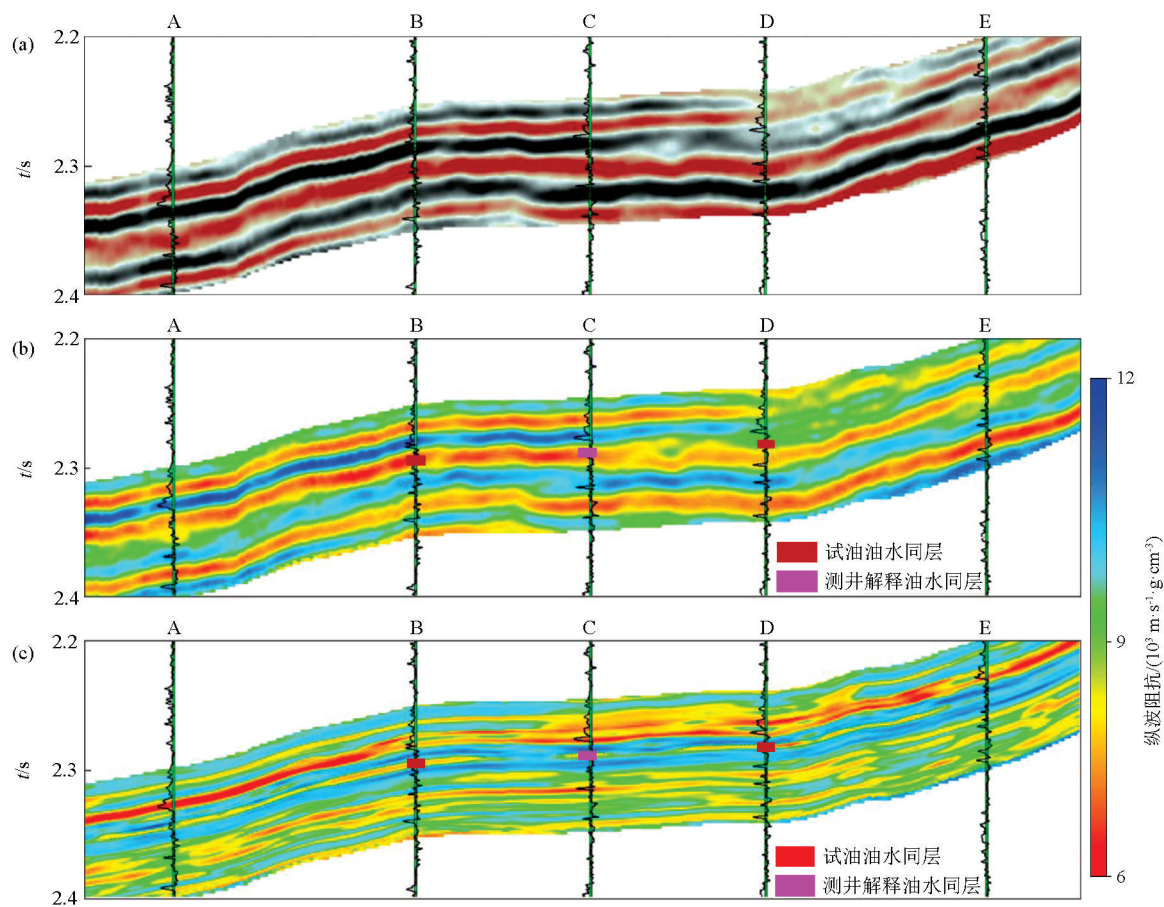
Fig.6 The sand features of correlation profiles from wells A to E

利用第一节建立的波形指示反演流程进行了波形指示反演,得到了纵波阻抗结果,同样从过 A 井到 E 井的连井反演剖面上(图 7c),可以清楚地识别煤层下的薄砂岩,且波形指示反演预测砂体厚度与测井解释砂体厚度吻合程度较高,其中 A、B、C 和 D 井测井解释砂岩厚度分别为 2、5、5.5、8 m,波形指示反演预测 4 口井砂岩厚度分别为 2.8、6.2、6.9、9.1 m,误差分别为 0.8、1.2、1.4、1.1 m,E 井砂体不发育(图 8)。其中 A 井到 B 井为一套连通的砂岩,但砂岩厚度变化较大;C 井虽然砂岩发育,但砂岩规模较小,与相邻的 B 井和 D 井不连通;D 井砂岩发育,且砂体分布面积较大,有较大的勘探潜力。通过波形指示反演得到的纵波阻抗结果可以实现薄砂岩地预测,并且对复杂的井间油水关系给出了合理的解释,各单井砂体为互不连通的孤立油藏,具有“一砂一藏”的特点。

以上分析结果表明,波形指示反演结果可以有效地避免煤层强同相轴的屏蔽作用,精确地识别煤层之下 2~8 m 的薄砂岩,并且可以预测砂岩储层横向的分布范围,具有常规稀疏脉冲反演不可比拟的优势。 万方数据

4 结论与展望

- 1)受煤层强轴屏蔽影响的薄砂岩预测通常采用多子波分解技术,这一技术存在子波分解不稳定、地质意义不明确等问题,实际应用中难以操作。
- 2)波形指示反演利用波形横向差异驱动测井高频信息进行反演,可以有效地避免煤层强反射强同相轴的影响,在提高纵向分辨率的同时,可以准确预测砂岩储层横向分布范围,具有常规反演方法不可比拟的优势,可以准确预测准噶尔盆地侏罗系煤下 2~8 m 的薄砂岩。
- 3)波形指示反演能够较好地预测煤层强屏蔽影响的薄砂岩,为准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地和吐哈盆地等侏罗系受煤层屏蔽影响的薄砂岩预测提供了一种全新的思路,并且可以推广到其他类似受强反射同相轴屏蔽的薄砂岩储层,如松辽盆地 T_2 强反射、四川盆地海相灰岩强反射、柴达木盆地盐层强反射等,因此本方法具有广泛的应用领域和重要的现实意义。



a—地震剖面;b—稀疏脉冲反演剖面;c—波形指示反演剖面
a—seismic profile;b—sparse pulse inversion result;c—seismic meme inversion result

图 7 A 井~E 井连井地震特征和反演效果分析

Fig.7 Seismic profile and Comparison of different inversion results from well A to E

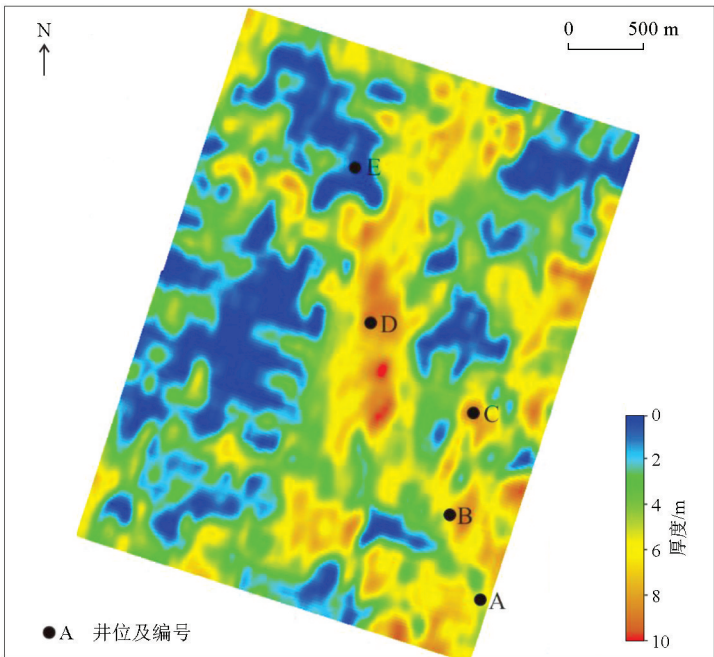


图 8 反演砂体厚度

Fig.8 Sand thickness map of inversion result

参考文献 (References) :

- [1] 顾雯,章雄,徐敏,等.强屏蔽下薄储层高精度预测研究——以松辽盆地三肇凹陷为例[J].石油物探,2017,56(3):439-448.
Gu W,Zhang X,Xu M,et al.High precision prediction of thin reservoir under strong shielding effect and its application: a case study from Sanzhao Depression,Songliao Basin [J].Geophysical Prospecting for Petroleum,2017,56(3):439-448.
- [2] 周荔青,刘忠群,蒲仁海,等.镇泾地区长8段三维地震强振幅异常带成因探讨[J].石油地球物理勘探,2017,52(2):371-380.
Zhou L Q,Liu Z Q,Pu R H,et al.Strong amplitude anomaly on 3D seismic survey in the Southwestern Ordos Basin [J].OGP,2017,52(2):371-380.
- [3] 赵爽,李仲东,许红梅,等.多子波分解技术检测含煤砂岩储层[J].天然气工业,2007,27(9):44-47,131.
Zhao S,Li Z D,Xu H M,et al.Using multiple wavelet decomposition technique to detect the sandstone reservoir with coal layer[J].Natural Gas Industry,2007,27(9):44-47,131.
- [4] 余刚,周小鹰,王箭波.多子波分解与重构法砂岩储层预测[J].西南石油大学学报:自然科学版,2013,35(1):19-27.
She G,Zhou X Y,Wang J B.Prediction of sand reservoir with multi-wavelet seismic trace decomposition and reconstruction[J].Journal of Southwest Petroleum University,2013,35(1):19-27.
- [5] 谢春临,黄伟,关晓巍,等.波形分解技术在强反射背景下薄砂层识别中的应用[J].石油地球物理勘探,2017,52(3):516-520.
Xie C L,Huang W,Guan X W,et al.Thin sand identification under strong reflection with volume-based waveform decomposition [J].OGP,2017,52(3):516-520.
- [6] 齐宇,梁建设,柳迎红,等.煤系地层地震储层预测技术研究和应用:以鄂尔多斯盆地临兴气田太2段为例[J].地质科技情报,2018,27(1):252-257.
Qi Y,Liang J S,Liu Y H,et al.Coal measures stratigraphic reservoir seismic prediction technology applied in Tai2 segment in Linxing gas filed in Ordos basin[J].Geological Science and Technology Information,2018,27(1):252-257.
- [7] 王宝江,张永常,王大兴,等.广义S变换用于含煤地层薄砂体预测研究[J].地球物理学进展,2012,27(3):1219-1226.
Wang B J,Zhang Y C,Wang D X,et al.Predicting and detecting of the thin sand bodies by general transform in coal-bearing strata [J].Progress in Geophysics,2012,27(3):1219-1226.
- [8] 金成志,秦月霜.利用长、短旋回波形分析法去除地震强屏蔽[J].石油地球物理勘探,2017,52(5):1042-1048.
Jin C Z,Qin Y S.Seismic strong shield removal based on the long and short cycle analysis [J].OGP,2017,52(5):1042-1048.
- [9] 章雄,张本健,梁虹,等.波形指示叠前地震反演方法在致密含油薄砂层预测中的应用[J].物探与化探,2018,42(3):545-554.
Zhang X,Zhang B J,Liang H,et al.The application of pre-stack inversion based on seismic waveform indicator to the prediction of compact and thin oil-bearing sand layer [J].Geophysical and Geochemical Exploration,2018,42(3):545-554.
- [10] 杨涛,乐友喜,吴勇.波形指示反演在储层预测中的应用[J].地球物理学进展,2018,33(2):769-776.
Yang T,Le Y X,Wu Y.Application of waveform indication inversion in reservoir prediction [J].Progress in Geophysics,2018,33(2):769-776.
- [11] 郭鹏,苑益军,刘喜武,等.基于高分辨率波形指示反演方法在“甜点”预测中的应用:以四川盆地焦石坝地区页岩储层为例[J].现代地质,2018,32(2):406-414.
Guo P,Yuan Y J,Liu X W,et al.Inversion method based on high-resolution waveform and its application on predicting sweet spots: an example from shale gas reservoirs in Jiaoshiba area of Sichuan Basin [J].Geoscience,2018,32(2):406-414.
- [12] 顾雯,徐敏,王铎翰,等.地震波形指示反演技术在薄储层预测中的应用——以准噶尔盆地B地区薄层砂岩气藏为例[J].天然气地球科学,2016,27(11):2064-2069.
Gu W,Xu M,Wang D H,et al.Application of seismic motion inversion technology in thin reservoir prediction: A case study of the thin sandstone gas reservoir in the B area of Junggar Basin [J].Natural Gas Geoscience,2016,27(11):2064-2069.
- [13] 胡玮,齐鹏,杨江峰,等.波形指示反演在超深层致密砂岩薄储层中的应用[J].地球物理学进展,2018,33(2):620-624.
Hu W,Qi P,Yang J F,et al.Application of waveform indication inversion in thin reservoirs of ultra-deep dense sandstone [J].Progress in Geophysics,2018,33(2):620-624.
- [14] 杨微.基于波形指示反演的井震结合储层预测方法及应用[J].大庆石油地质与开发,2018,37(3):137-144.
Yang W.Well-seismic combined reservoir predicting method based on the waveform indication inversion and its application [J].Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing,2018,37(3):137-144.
- [15] 王昌勇,郑荣才,王建国,等.准噶尔盆地西北缘八区下侏罗统八道湾组沉积特征及演化[J].岩性油气藏,2008,20(2):37-42.
Wang C Y,Zheng Y C,Wang J G,et al.Sedimentary characteristics and evolution of Badaowan Formation of Lower Jurassic in north-west margin of Junggar Basin [J].Lithologic Reservoirs,2008,20(2):37-42.
- [16] 汪彦,彭军,赵冉.准噶尔盆地西北缘辫状河沉积模式探讨——以七区下侏罗统八道湾组辫状河沉积为例[J].沉积学报,2012,30(2):264-273.
Wang Y,Peng J,Zhao R.Tentative discussions on depositional facies model of braided stream in the Northwestern Margin, Junggar Basin: a case of braided stream deposition of Badaowan Formation, Lower Jurassic in No.7 Area [J].Acta Sedimentologica Sinica,2012,30(2):264-273.
- [17] 厚刚福,吴爱成,邹志文,等.玛湖凹陷八道湾组辫状河三角洲沉积特征及模式[J].新疆石油地质,2017,38(6):678-685.
Hou G F,Wu A C,Zou Z W,et al.Depositional characteristics and models of braided river delta in Badaowan Formation of Mahu Sag, Junggar Basin [J].Xinjiang Petroleum Geology,2017,38(6):678-685.

The application of seismic meme inversion to thin sand distribution prediction under coal shield

CHEN Yan-Hu^{1,2}, CHEN Jia³

(1.School of Earth Science and Resource, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China; 2.PEGETE Group Inc, Beijing 100101, China; 3.Cores and Samples Center of Natural Resources, Langfang 065201, China)

Abstract: It is difficult to predict the thin sand beneath the coal seam because of the influence of the strong shield. It is difficult for conventional wavelet decomposition techniques to decompose stable wavelet sets, and even the decomposed wavelet sets have no definite geological significance. In this paper, a new seismic meme inversion is proposed, which uses the similarity of seismic waveforms as an indicator factor to drive broadband logging curve simulation and realize high resolution inversion. Firstly, the dynamic clustering analysis of seismic waveform is realized by singular value decomposition, and the sample set of seismic waveform and well curve characteristics is established. Then the common structure in the sample is determined as the initial model in the wavelet domain, and the inversion results with high resolution are obtained by modifying the initial model according to the inversion of the actual seismic waveform structure under the constraint of the Bayesian framework. Through forward modeling and Jurassic case study in Junggar Basin, it is concluded that seismic meme inversion overcomes the limitation of seismic vertical resolution and can better predict thin sand affected by strong shield. Seismic meme inversion provides a new way for predicting thin sand affected by coal shield in Jurassic in Junggar Basin, Ordos Basin and Turpan-Hami Basin. It has a wide range of applications and important practical significance.

Key words: seismic meme inversion; coal shield; thin sand prediction; phase-control inversion; Bayes theory

(本文编辑:叶佩)