

Research on Depth Domain Velocity Modeling and Imaging Method in Tazhong Desert Area

Huijuan Shen^{1,2,3} Xianjun Gao³ Liwen Liu⁴ Xiaoxia Luo³ Zihan Ma³

1.School of Geoscience and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2.Shaanxi Key Laboratory of Petroleum Accumulation Geology, Xi'an Petroleum University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

3.Korla Branch of the Research Institute of China Petroleum Oriental Geophysical Corporation, Korla, Xinjiang, 841000, China

4.BGP Inc., CNPC, Zhuozhou, Hebei, 072750, China

Abstract

Tazhong desert is located in the middle of Tarim Basin, Xinjiang, China. The target layer in this area is deeply buried, and the development of faults affects the imaging accuracy of Ordovician fracture cave body, and the Permian igneous rocks are relatively developed in this area, which has a great impact on the imaging of target layers such as Carboniferous, Ordovician and Cambrian. Conventional 3D data have low signal-to-noise ratio and poor imaging of fracture cave reservoirs and strike slip faults. At present, there are still problems such as no focusing of beads and no imaging of small beads. Therefore, taking a block in Tazhong desert area as an example, this paper makes an in-depth discussion on velocity modeling and imaging, high-precision velocity model can effectively solve the imaging problem and enhance the continuity of the target layer, the purpose of improving the signal-to-noise ratio and data quality of Ordovician insiders.

Keywords

large desert area; speed modeling; signal to noise ratio; migration imaging

塔中大沙漠区深度域速度建模与成像方法研究

申会娟^{1,2,3} 高现俊³ 刘利文⁴ 罗晓霞³ 马子涵³

1. 西安石油大学地球科学与工程学院, 中国·陕西 西安 710065

2. 陕西省油气成藏地质学重点实验室(西安石油大学), 中国·陕西 西安 710065

3. 中国石油集团东方地球物理公司研究院库尔勒分院, 中国·新疆 库尔勒 841000

4. 中国石油集团东方地球物理公司, 中国·河北 涿州 072750

摘要

塔中大沙漠区地处中国新疆塔里木盆地中部。该区域目的层埋藏深, 断裂发育影响奥陶系缝洞体的成像精度, 并且该区域二叠系火成岩较为发育, 对石炭系、奥陶系、寒武系等目的层的成像具有较大影响。常规三维资料信噪比低、缝洞型储集体和走滑断裂成像较差。目前, 依然存在串珠不聚焦、小串珠不成像等问题。因此, 论文以塔中大沙漠区某区块为例, 对速度建模与成像做深入探讨, 高精度速度模型, 能有效解决成像问题, 达到增强目的层的连续性, 提高奥陶系内幕的信噪比, 改善资料品质的目的。

关键词

大沙漠区; 速度建模; 信噪比; 偏移成像

1 引言

塔里木盆地位于中国西北部, 是一个相对较为完整的从震旦纪跨越到第四纪地层的沉积盆地。塔中奥陶系碳酸盐岩的储集空间是由裂缝和次生溶蚀孔洞组成的, 其地震响应为“串珠状”反射。由于受到地表沙丘覆盖和埋藏深度较大的影响, 导致地震资料信噪比较低、储层成像精度差。对于沙漠地表区, 人们的感性认识是疏松沙丘对地震

波的吸收衰减严重, 是影响地震资料信噪比和分辨率的重要因素, 在相关文献中也体现了这样的观点。随着勘探开发程度的加深, 目前的资料品质很难满足勘探开发的需求, 同时对处理精度的要求也越来越高。

深度-速度建模作为叠前深度偏移处理工作的核心, 近年来围绕如何建立高精度速度模型, 处理技术不断进步, 配套技术逐步成熟, 但仍存在一定的缺陷。精确的速度模型影响成像精度, 是直接影响偏移质量和效果的关键因素。通过本次对速度模型的研究及方法的完善, 对资料品质有所改善, 满足奥陶系“断溶体”成像精度及断裂精细刻画的地质需求。

【作者简介】申会娟(1992-), 女, 中国河北涿州人, 本科, 工程师, 从事地震资料处理研究。

2 技术方法

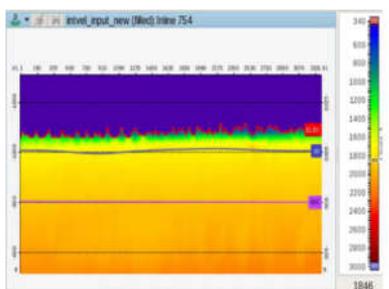
论文以塔中大沙漠区为依托,在以往研究工作的基础上进行改进,得到更为精确的速度模型。包括浅、中、深层速度模型的建立及优化迭代等。

2.1 浅层速度建模技术及优化

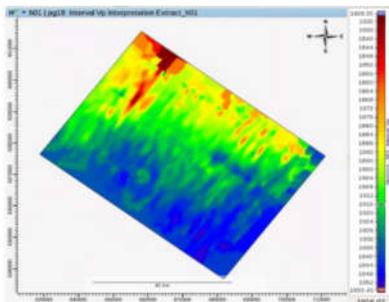
深度域处理中浅层速度的正确性影响整个剖面速度的正确性,进而影响整个深度偏移成果的成像质量和构造型态的正确性。

理论上讲,偏移基准面越接近地表,越能准确描述地震波在近地表的传播规律,从而得到准确的偏移结果,即最理想的情况应该是在真实地表上进行偏移。但应用实践表明,叠前深度偏移速度模型很难完全准确的刻画地表和近地表特征变化,因此在实际处理中,通常以地表小圆滑面为偏移基准面。即需要首先通过静校正将炮点从激发点校正到地表,再从地表开始偏移。

先利用微测井约束层析反演出的表层模型(见图1),通过对比分析层析反演的浅表层速度与井速度,参考高速顶、层析反演的射线密度底界面共同确定速度拼接面(见图2),将微测井约束的初至层析反演近地表速度模型通过沿层速度百分比扫描确定最终的初始速度模型的浅表层(见图3);由收集到的各区块的老深度域层速度模型作为初始层速度模型的中深层,并利用工区钻、测井资料及非地震资料等多种信息综合约束,将两者沿着速度拼接面进行拼接作为初始速度模型(见图2),然后进行速度沿层速度迭代,建立可靠的浅层速度分布规律,改善资料浅层成像质量。保证深度偏移速度与VSP井速度、微测井约束层析表层速度保持一致^[1]。



(a) 表层速度模型



(b) H01 的平均速度

图1 表层速度模型和 H01 的平均速度

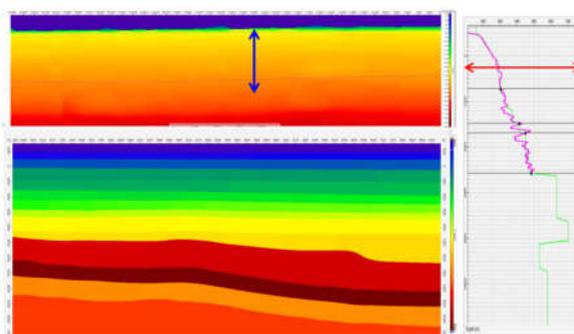


图2 深度偏移初始模型

(上: 近地表速度模型; 下: 融合后速度模型)

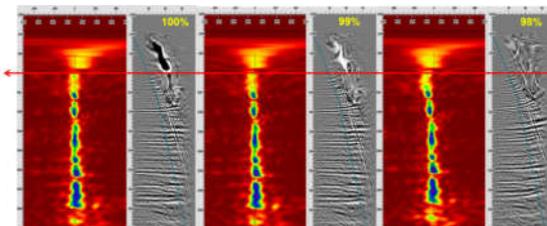


图3 浅层速度进行百分比扫描的道集频谱

2.2 中深层速度建模技术及优化

中深层速度建模是一项综合建模技术,包括沿层层析和网格层析,先建立基于层位的速度模型,然后开展层位约束下的网格层析反演,两种反演方法有机结合,反复迭代建立最终各向同性速度模型。

对于复杂速度场来说,采用基于波前重建的射线追踪和旅行时计算方法。波前构建法以运动学射线追踪和动力学射线追踪组成的方程组为基本出发点,实现波前射线路径、走时以及振幅的计算,其方程组为:

$$\begin{cases} \frac{dx_i}{d\tau} = v^2 p_i \\ \frac{dp_i}{d\tau} = -\frac{1}{v} \frac{\partial v}{\partial x_i} \\ \frac{dQ}{d\tau} = v^2 P \\ \frac{dP}{d\tau} = -\frac{1}{v} \nabla Q \end{cases} \quad i = 1, 2, 3 \quad (1)$$

式中: X_i 是位置坐标分量; V 是波的传播速度; P_i 是慢度分量; τ 是时间。 Q 、 P 、 V 均是 2×2 阶的矩阵, Q 是从射线参数坐标到射线中心坐标的转换矩阵, P 是从射线参数坐标到射线中心坐标的慢度矢量分量的转换矩阵, V 是速度的二阶导数^[2]。

该研究区火成岩分布广泛,其地震相主要为两种:溢流相:表现为连续反射特征,速度横向变化较小;喷发相:表现为杂乱反射特征,规模大小不一;速度横向变化大(见图4)。针对溢流相火成岩,横向速度变换小,通过数据驱动可以描述该火成岩,成像效果不错;针对喷发相的火山岩,通过数据驱动网格层析后,成像依然满足不了要求。因此,

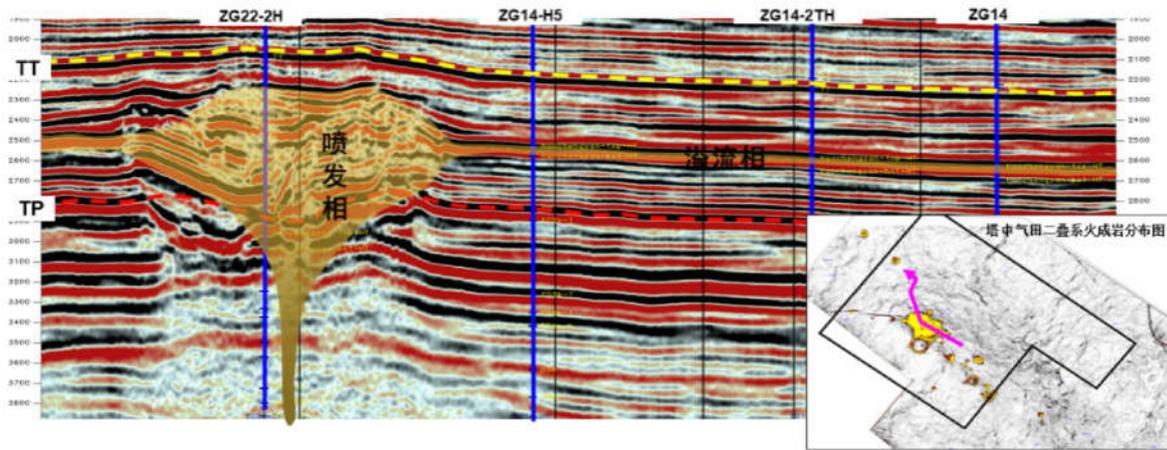
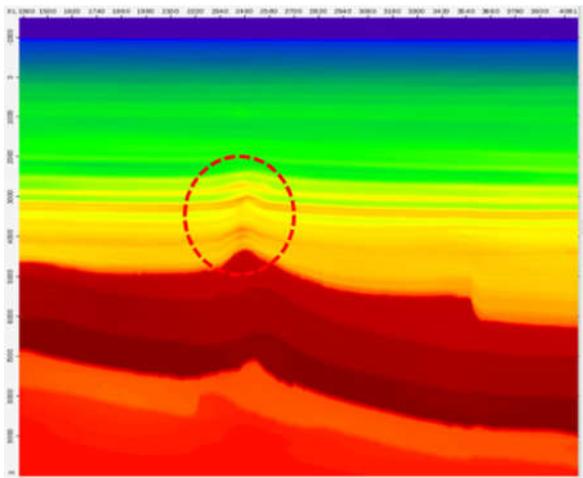
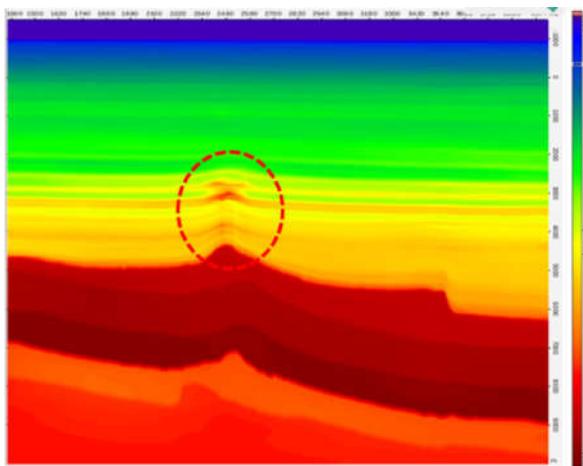


图4 过火成口连井剖面地震剖面

我们需要对火成岩进行精细建模，首先，我们通过 VSP 井速度约束层析后速度模型，火成岩成像得到一定程度的改善，在这个基础上，与解释人员沟通后，进一步进行地质约束精细描述火成岩，成像得到明显改善（见图5、图6）。

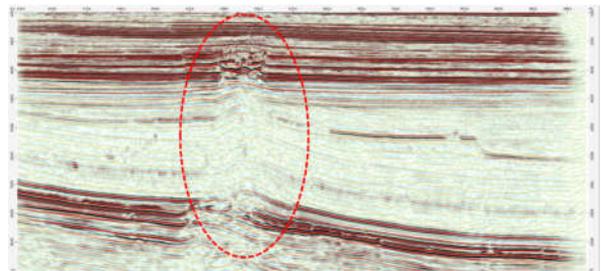


(a) 火成岩精细描述前速度场

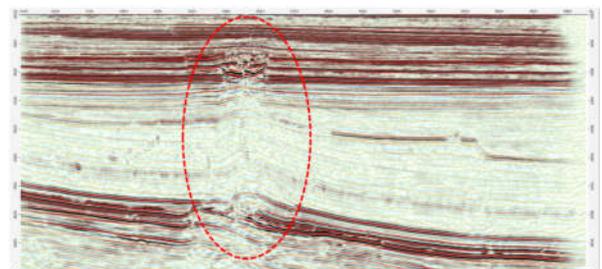


(b) 火成岩精细描述后速度场

图5 火成岩精细描述前速度场、后速度场



(a) 火成岩精细描述前偏移剖面（上）



(b) 火成岩精细描述后偏移剖面（下）

图6 火成岩精细描述前、后偏移剖面

2.3 各向异性偏移

首先利用井信息，通过计算 Delta：表现在与井资料吻合度，其次，计算各向异性层速度^[3]。

$$V_{\text{int}} = \frac{V_0}{\sqrt{1+2\delta}} \quad (2)$$

最后定义初始 Epsilon，表现在远偏移距是否拉平。速度细节更丰富，与井的吻合程度达到 95%，确保串珠收敛，位置准确^[4]。利用井信息求取各向异性参数，通过 VTI 各向异性速度建模及偏移进一步提高复杂区空间偏移归位的准确性，各向异性叠前深度偏移后剖面，井震误差小（见图7）。

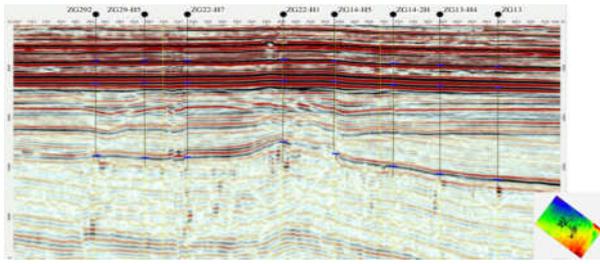
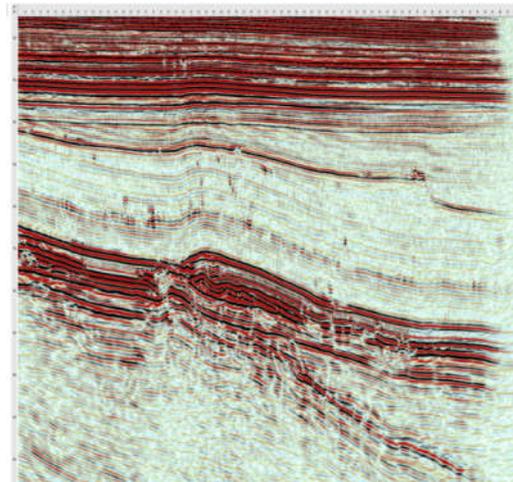


图7 过井线各向异性叠前深度偏移成果并震误差

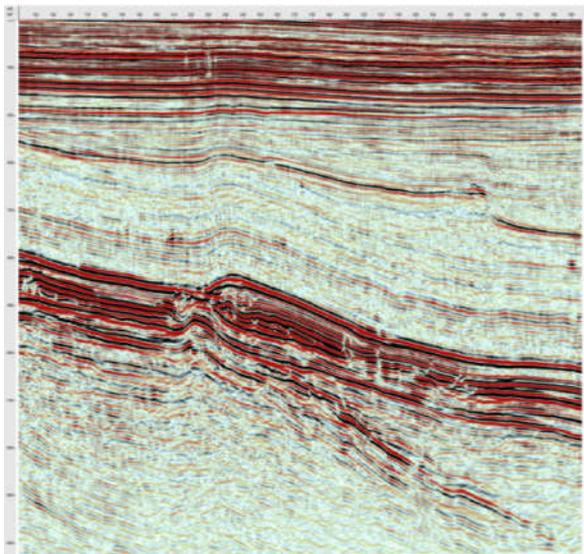
3 应用效果分析

通过速度建模技术的细化,从偏移基准面的选取到浅、中、深层速度建模方法优化。得到的速度场反映在地震剖面上对火成岩速度的描述更加准确,火成岩下伏地层成像有所改善,串珠归位更加准确(见图8)。



(b) 新资料偏移剖面

续图8 新、老资料偏移剖面



(a) 老资料偏移剖面

图8 新、老资料偏移剖面

4 结论

针对塔里木探区碳酸盐岩缝洞储层,速度建模技术首先考虑偏移基准面,越接近地表速度模型越精确,微测井约束建立浅层速度模型;中深层采用网格层析迭代技术提高速度反演精度,此外,通过VSP井速度约束层析后速度模型,成像得到一定程度的改善,在此基础上,与解释人员沟通,进一步进行地质约束,最终成像得到明显改善,同时对局部火成岩也进行了精细描述,提高资料品质。

参考文献

- [1] 王熊飞,何晓松,王祖君,等.塔中地区奥陶系礁滩型储层地震反射特征研究[J].石油地质工程,2015,29(5):61-63.
- [2] 鲜强,冯许魁,刘永雷,等.塔中地区碳酸盐岩缝洞型储层叠前流体识别[J].石油与天然气地质,2019,40(1):196-204.
- [3] 胡中平.塔中地区地震条件分析及采集处理方法探讨[J].勘探地球物理进展,2002,25(1):1-4.
- [4] 吴长祥.塔里木盆地卡3区块二维地震采集技术研究[J].石油物探,2005,44(2):179-182.