

Prestack Oil and Gas Detection Technology and Application Based on Channel Set Optimization

Jinpeng Miao Xiaohu Liu Xiaoning Wu Shan Zhang Yuting Wang

Geophysical Research Institute of BGP, CNPC, Urumqi, Xinjiang, 830016, China

Abstract

Channel sandstone is the main reservoir system of three-dimensional exploration in Fukang area, and its reservoir is shallow, easy to obtain high yield and large quantity. However, due to the small reserves of single channel, improving the drilling success rate and making channel sandstone exploration more economic benefits has become the focus of current work. High-precision oil and gas detection technology can effectively improve the success rate of drilling. According to the analysis, post-stack oil and gas detection technology is not applicable in this area, and pre-stack data have good sensitivity to oil and gas. However, due to the problems such as short-track multiple wave development, low signal-to-noise ratio and serious time difference of the base track set data, the pre-stack oil and gas detection accuracy is also greatly affected. Therefore, this paper selects a variety of track set optimization treatment methods suitable for the study area under the constraint of high-precision forward track set, and the track set quality is significantly improved. Finally, through the application of pre-stack oil and gas detection technology, the oil and gas detection coincidence rate of the channel sandstone of the Toutunhe Formation in Fudong area is significantly improved. Comprehensive analysis shows that this method can solve the problems of low signal-to-noise ratio of track set data, uneven track set and uneven amplitude energy, improve the accuracy of oil and gas detection, and further improve the success rate of drilling.

Abstract

economic benefits; track set optimization; oil and gas detection; channel sandstone

基于道集优化处理的叠前油气检测技术及应用

苗金鹏 刘啸虎 武小宁 张珊 汪钰婷

中国石油东方地球物理公司研究院, 中国·新疆 乌鲁木齐 830016

摘要

河道砂岩作为阜康区立体勘探的主力出油层系, 其油藏埋深较浅, 易获高产, 数量较大, 由于单河道储量较小, 因此提高钻探成功率、使河道砂岩勘探更有经济效益成为目前工作重点。高精度的油气检测技术可以有效提高钻探成功率, 通过分析, 该区叠后油气检测技术并不适用, 叠前资料对油气具有较好的敏感性, 由于基础道集资料近道多次波发育、远道信噪比低且时差严重等问题, 叠前油气检测精度也受到了极大影响。因此论文通过高精度的正演道集, 在其约束下优选了适合研究区的多种道集优化处理方法, 道集质量明显改进, 最终通过应用叠前油气检测技术, 阜东地区头屯河组河道砂岩油气检测符合率明显提高。综合分析认为, 该套方法可以解决道集资料信噪比低、道集不平以及振幅能量不均衡的问题, 提高了油气检测的准确率, 进一步提高了的钻探成功率。

关键词

经济效益; 道集优化; 油气检测; 河道砂岩

1 引言

侏罗系石树沟群河道砂体作为阜康地区立体勘探的主力出油层系, 一直以来屡有发现。其油藏具有“断裂通源、岩性控藏、物性控产”的特点, 主体埋深在 2000~3500m, 埋藏较浅^[1]。2018 年依托新采集的“两宽一高”三维相继部署的 FUU32、FUU009、FUU29 三口井均在侏罗系头屯河组二段获得工业油流, 其中 FUU32 井更是获得日产超百

方的高产油流, 展示了河道砂体广阔的勘探前景, 也证明河道砂体目标是阜东地区增储上产、高效勘探的有利类型和领域。

通过前期研究, 在阜东和阜北地区侏罗系石树沟群识别了数百条河道, 在 FUUD5 地区提交了规模探明储量。由于该层系具有河道密集, 单河道储量较小的特点, 单井同时兼顾着预探和评价的功能, 因此如何提高钻井成功率, 使河道砂勘探更有经济效益成为关键问题。

之后在 FUUD5 三维主储量区外, 已经快速部署了 FUU28、FUU22、FUU35 三口探井。3 口井均在目的层钻遇河道砂体并且物性较好, 然而仅 FUU28 井获工业油流,

【作者简介】苗金鹏 (1992-), 男, 中国黑龙江齐齐哈尔人, 本科, 工程师, 从事石油地质、物探综合研究。

FUU22井预测的两套油层和FUU35井预测的一套油层都没有油气发现，两口井均宣告失利。而且成功的FUU28井所预测的主探目的层并没有油气显示，而是兼探目的层获得工业油气流。但从前期多套油气检测结果来看，整体符合率较高而且三井的目的层油气检测效果均较好，因此笔者认为油气检测结果不准很大程度上影响了钻探成功率，提高油气检测符合率成为新的攻关方向。

2 高精度叠前油气检测技术基础

2.1 原始道集资料品质分析

前期通过大量研究，对于阜东优质河道砂体的识别已形成较为成熟的储层预测和油气检测配套技术。通过叠后地震资料频率分析表明，油层段没有明显的“低频共振、高频衰减”特征，叠后油气检测技术在研究区并不适用；通过对叠前道集资料分析表明，叠前道集上有一定AVO响应特征，但油层、水层、干层的特征差异不明显，而且石树沟群道集资料的品质整体偏差，AVO变化规律不清楚，因此道集资料品质的高低决定了叠前油气检测技术的精度。

笔者通过对研究区的道集资料品质开展了详细的分析发现，研究区原始道集主要存在三点问题：一是资料信噪比较低，仍存在大量的噪音影响，而且近道多次波较为严重；二是未合理校平，近中远道存在一定时差；三是振幅能量不均衡，近道能量弱，AVO变化无规律。因此，道集优化的攻关点一是叠前道集去噪，提高信噪比；二是道集拉平，提高道集的连续性；三是横向振幅吸收补偿，消除地层吸收影响。

2.2 井上正演监控道集优化

首先通过对井资料进行分析发现，研究区89.83%的井石树沟群目的层井径曲线垮塌非常严重，由于主要为泥包砂的岩性组合，泥岩段基本整体垮塌，甚至大部分的砂岩段也受其影响，测井曲线质量普遍较差，常规9条曲线的交会图均难以区分砂泥岩，合成记录标定效果较差，与地震资料的相关性非常低，这直接导致常规测井曲线影响对道集资料的质控。

因此笔者首先通过井曲线校正技术对研究区的井曲线进行了校正，以保证正演道集的质量。通过基于区带泥岩阻抗普遍高于砂岩阻抗的地质认识，应用多曲线拟合方法对几条关键曲线进行了重新校正，与实钻岩性的韵律关系吻合更好，合成记录吻合程度大幅度改善。

通过重新校正得到的曲线重新开展岩石物理建模，预测得到横波曲线，得到了精度更高的正演道集，与实际地震吻合关系更好，正演道集AVO响应更符合区域油层AVO响应特征，可以进一步有效指导后续的道集优化方向（见图1）。

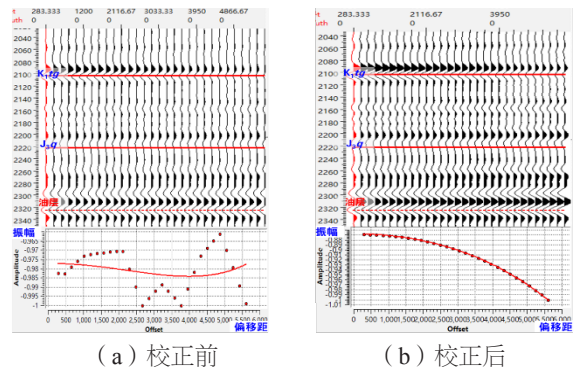


图1 FUUD8井正演道集校正前后对比图

3 道集优化技术

3.1 叠前去噪

针对道集的去噪处理，首先需要依据原始道集噪音类型选取合适的去噪方法^[2-3]。原始道集近道多次波发育，远道存在畸变，并且全区的随机噪音比较发育。因此首先通过阿尔法滤波去随机噪音，再通过拉东变换压制近道多次波，然后通过扩散滤波和预测剔除压制随机噪音，利用RNA 3D去相干噪音和其他线性噪音，多种去噪方法相结合。通过大量测试，认为该流程适合本工区道集资料，去噪效果较好，其中预测剔除去噪和随机噪音衰减可用于提高同向轴连续性，消除远道的畸变问题并且压制随机噪音，效果最好。通过预测剔除去噪和随机噪音衰减为主的多种去噪方法联合应用远道的振幅能量得到收敛，恢复了一定的近道信息，同向轴连续性越来越好，资料的信噪比得到有效提高。优化后道集可逐步恢复真实地震响应信息，能够支撑后续的储层预测和油气检测工作。

3.2 道集拉平

为解决道集数据不平的问题，对道集进行了基于时差的拉平处理。其通过在叠前道集上采用反射轴自动追踪的方法，自动拾取相对时间偏移量，最终将道集数据拉平^[1]，可以实现无速度下的剩余动校处理，并具有抗噪能力好、消除道内剩余时差、提高同相轴的一致性的优点。在拉平处理后，近道、中道和远道的时差基本归零，很好地解决了不同偏移距的道集时差问题。

3.3 提高保真度

为解决道集振幅能量和频率不均衡的问题，我们采用了横向振幅吸收补偿方法。该方法主要应用李庆忠院士的经验公式(1)，将层速度体转换为Q值体^[4]，其中a和b默认值分别为12.0和2.4， V_p 为层速度体。

$$Q = aV_p^b \quad (1)$$

按照层状介质模型，用射线路径追踪计算非零炮检距地震道与零炮检距地震道的吸收差异，进行与炮检距有关的

吸收补偿,从而消除地层吸收对CRP道集横向反射特征的影响,消除振幅、相位、频率的畸变,可以较好地解决不同偏移距的不均衡问题。从补偿前后的道集对比来看,很好的消除地层吸收对CRP道集横向反射特征的影响,实际道集AVO响应特征也与正演道集一致。通过道集优化后与原始道集进行对比发现(图2),基于正演道集AVO响应开展针对性道集处理,噪音得到很好压制,不同偏移距也得到有效拉平,振幅能量和频率得到很好的补偿,较好解决了原始道集的品质问题。同时道集有效入射角度变宽,原始道集有效入射角仅为10°~25°,优化后,近道拓展到5°,远道拓展到30°,道集质量得到了显著提升。

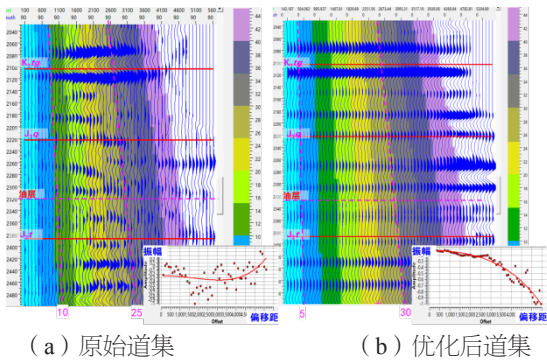


图2 FUUD8井道集优化前后对比图

4 油气检测结果

在获得品质较好的道集资料基础之上,我们应用最新的固流解耦叠前油气检测技术^[5]开展了叠前油气检测。该方法主要有三个优点,一是采用三项式AVO表达式(2),充分利用广角信息,优于假定入射角小于30°的常规二项式算法;二是该算法去除岩性和孔隙的背景,放大了流体性质,流体因子表达式(3)为纵波(P)与横波(S)波阻抗及密度的组合形式;三是该方法是利用与流体因子直接相关的因素(流体项剪切模量、密度)参与运算(4)。

$$R(\theta) = A + B \sin^2 \theta + C \tan^2 \theta \sin^2 \theta \quad (2)$$

$$F = F(I_p, I_s, C)$$

$$\text{其中, } C = 4 \frac{V_s}{V_p} \sin^2 \theta \quad (3)$$

$$\Delta F = \alpha \frac{\Delta f}{f} + \beta \frac{\Delta \mu}{\mu} + \gamma \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad (4)$$

在道集优化基础上进行固流解耦油气检测,结果分析表明预测含油气概率高的优质河道砂储层分布均位于河道主体部位,边界清晰,该结果能够准确地预测油、水、干层,与实际钻井试油结果对比吻合度高以钻遇头屯河组二段的所有井为例,有计钻探42井,优化前有33井预测结果与实际钻结果吻合,符合率为78%;优化后有36口井吻合,符合

率上升到85%。

同时对重点井油气检测结果进行对比分析认为,相较于之前预测结果,高产油流井FUU32表现为红色,水井FUUD051表现为弱黄色、干井FUUD15接近蓝色背景,预测结果与实际钻井试油结果吻合度高。FUU28井探索头二段上下两期河道,实钻结果上河道高产,下河道以水为主,新的预测结果能够较好说明实际试油结果;FUUD022井部署之前预测为油层,但实钻结果为水层,而新的预测结果显然更加符合(见图3)。

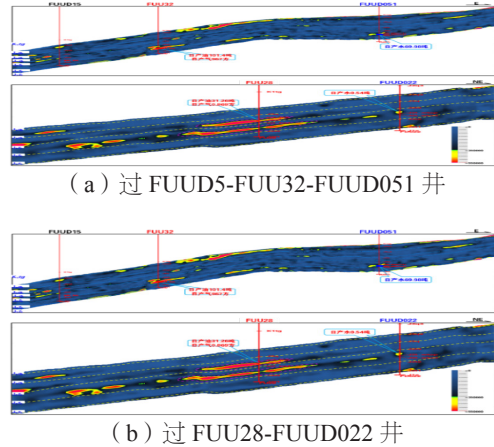


图3 过重点井叠前固流解耦属性油气检测剖面

总体认为道集优化后的油气检测结果,未用井控参与油气检测,新结果能够较好地回答前期钻井出现的矛盾点,总体符合率明显提高,更加有利于服务下步的勘探部署。

5 结论

①道集优化处理是做好叠前反演和叠前属性分析的重要保障,可以有效解决道集资料信噪比低、道集不平以及振幅能量不均衡的问题,合理提高宽方位信息,为叠前储层预测和油气检测奠定坚实的资料基础。

②风险,提高钻井成功率。

参考文献

- [1] 何开泉,周丽萍,邓勇,等.准噶尔盆地阜东斜坡区侏罗系河道砂岩高产储集层预测[J].新疆石油地质,2018,39(6):6.
- [2] 包培楠,王维红,李文龙,等.CRP道集优化处理及其在大庆油田S区的应用[J].物探与化探,2019,43(5):8.
- [3] 熊晓军,简世凯,李翔,等.叠前道集优化处理技术及其在应用[J].西南石油大学学报:自然科学版,2017,39(6):8.
- [4] 李庆忠.走向精确勘探的道路——高分辨率地震勘探系统工程剖析[M].北京:石油工业出版社,1993.
- [5] 成都晶石石油科技有限公司.RevScope油藏放大镜V3.4用户手册[Z].