

doi: 10.11720/wtyht.2019.1202

高云峰,王宗俊,李绪宣,等.多层系油气藏时移地震匹配处理技术[J].物探与化探,2019,43(1):183-188.http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.1202

Gao Y F, Wang Z J, Li X X, et al. Time-lapsed seismic matching processing technology for multi-reservoir[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2019, 43(1): 183-188. http://doi.org/10.11720/wtyht.2019.1202

多层系油气藏时移地震匹配处理技术

高云峰,王宗俊,李绪宣,胡光义,范廷恩,张晶玉,朱振宇
(中海油研究总院有限责任公司,北京 100028)

摘要:针对多层系油气藏开发过程中时移地震时差、相位、频率和能量累积效应所导致的处理难题,文中提出了基于多标准层的时移地震分层匹配处理技术。该技术通过选择多层系油气藏顶部、内部和底部稳定的非储层或未动用储层作为参考标准层,进行分层系匹配处理,能够有效消除多层系油气藏时移地震累积效应的影响。通过南海 X 油田的实际应用,取得了较好效果。

关键词:时移地震;多层系油藏;匹配处理;标准层

中图分类号: P631.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2019)01-0183-06

0 引言

随着油气开发的不断深入,在生产油田的剩余油挖潜成为稳产和增产的工作重点,时移地震油藏监测技术得到了越来越广泛的重视^[1-2]。诸多学者都开展了时移地震技术与探讨,传统重复性时移地震得到普遍应用,非重复性时移地震也取得了明显效果^[3-14]。除了高品质海相轻质油气藏,陆相沉积和稠油油藏,以及油砂的时移地震应用实例也日益增多^[15-19]。

匹配处理是获取时移地震有效差异的关键技术之一,具体包括:匹配滤波、振幅均衡和时移相移校正等处理过程^[20-26]。文献调研表明单一层系油气藏时移地震匹配处理的研究工作较多,但针对多层系油气藏相关研究仍较少。当目标油气藏层系较多,深度跨度较大时,上覆油气藏开发过程中的流体变化将导致时移地震时差、相位、频率和能量累积效应,使深层油气藏时移地震匹配处理面临较大难题。而传统以针对单一层系油气藏为目标的时移地震匹配处理方法难以有效消除这些累积效应。为此,笔者探索并提出了基于多标准层(包括主标准层和次标准层)的时移地震分层匹配处理技术。该方法通

过选择多层系油气藏顶部、内部和底部稳定的未动用储层或非储层段作为参考标准层,细分目标层系进行匹配处理,从而消除浅层油气藏开发过程中流体变化对深层油气藏时移地震特征的影响。在南海 X 油田的实际应用取得了较好效果。

1 方法原理

为了研究多层系油气藏开发过程中时移差异的累积效应,首先需要明确含水饱和度与地层压力变化对时移地震差异的影响。Landro 等曾提出了一种时移振幅差异与饱和度及压力变化的关系式^[27-28]。该关系式基于 Smith 和 Gidlow 提出的线性 Zeoppritz 方程:

$$R_0(\theta) = \frac{1}{2} \left(\frac{\delta\rho}{\rho} + \frac{\delta\alpha}{\alpha} \right) - \frac{2\beta^2}{\alpha^2} \left(\frac{\delta\rho}{\rho} + \frac{2\delta\beta}{\beta} \right) \sin^2(\theta) + \frac{\delta\alpha}{2\alpha} \tan^2(\theta), \quad (1)$$

其中, R 为反射系数, θ 为入射角, α, β, ρ 分别代表纵波速度、横波速度、密度。式(1)右侧的第一项体现了纵波速度和密度变化对截距的影响,即:

$$\Delta R_0 = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} + \frac{\Delta\alpha}{\alpha} \right), \quad (2)$$

收稿日期: 2018-05-24;修回日期: 2018-11-20

基金项目: 中国海洋石油总公司重大专项“海上开发地震技术集成及应用研究”(CNOOC-KJ125ZDXM06LTD-10-KFSC-14)

作者简介: 高云峰(1974-),男,博士,高级工程师,现主要从事油藏地球物理技术应用研究工作。Email: gaoyf@cnooc.com.cn

式(1)右侧第二项体现了纵波速度、横波速度和密度对梯度的影响,即:

$$\Delta G = \frac{2\beta^2}{\alpha^2} \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} + \frac{2\Delta\beta}{\beta} \right) + \frac{\Delta\alpha}{2\alpha} \quad (3)$$

上述公式中,纵波速度、横波速度和密度的相对变化可以进一步表达为含水饱和度及地层压力的变化,即:

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{\Delta\alpha_F}{\alpha} + \frac{\Delta\alpha_P}{\alpha} \quad (4)$$

$$\frac{\Delta\beta}{\beta} = \frac{\Delta\beta_F}{\beta} + \frac{\Delta\beta_P}{\beta} \quad (5)$$

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{\Delta\rho_F}{\rho} \quad (6)$$

修正式(2)、(3),得:

$$\Delta R_0 \approx \frac{1}{2} [k_p \Delta S + k_\alpha \Delta S + l_\alpha \Delta P + m_\alpha (\Delta P)^2] \quad (7)$$

$$\Delta G \approx \frac{1}{2} [k_\alpha \Delta S + l_\alpha \Delta P + m_\alpha (\Delta P)^2] - \frac{4\beta^2}{\alpha^2} [l_\beta \Delta P + m_\beta (\Delta P)^2] \quad (8)$$

上式中, ΔS 表示含水饱和度的相对变化, ΔP 表示地层压力的相对变化。式(7)、(8)表明,当地层压力相对变化不大时,可以直接利用叠后振幅差异求取含水饱和度的变化。若地层压力变化明显时,需要叠前梯度信息才能将含水饱和度及地层压力变化对时移地震的影响区分出。

针对多层系油气藏开发过程中时移地震差异的累积效应,在处理过程中,一般应在目的层顶部选择主标准层,浅部油气藏的处理能够获得较好效果;但对于中深部油气藏,需要在其埋深范围附近进一步选择次标准层,才能有效消除上覆已开发油气藏的时移地震累积效应和影响。选取标准层的基本原则包括:

1) 主标准层选取的基本原则:①应位于开发层系之上,未动用油气层、水层或非储层;②具有较大厚度。

2) 次标准层选取的基本原则:①位于开发层系之间,未动用油气层、水层或非储层;②与分析目标油层邻近;③提取子波形态与目标油层有较大相似性。

确定主、次标准层后,即可分层系进行时移地震振幅、时移和相移匹配处理。具体原理如下:

设两道地震记录 $x(n)$ 和 $y(n)$ 为能量有限信号,其中 $0 \leq n \leq N-1$,则 $x(n)$ 的自相关函数 $r_{xx}(m)$ 和与 $y(n)$ 的互相关函数 $r_{xy}(m)$ 分别为:

$$r_{xx}(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)x(n+m), \quad (9)$$

$$r_{xy}(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)y(n+m), \quad (10)$$

式中, m 为互相关函数序列的延迟量,其取值范围为 $-N+1 \leq m \leq N-1$ 。通过褶积模型分析相关函数与地震子波的关系,即如果设 $w_1(n)$ 和 $w_2(n)$ 以及 $r_1(n)$ 和 $r_2(n)$ 分别对应 $x(n)$ 和 $y(n)$ 的地震子波序列和反射系数序列,同时假设反射系数序列是平稳的、白的和零均值的时间序列,对应的方差为 σ^2 ,且互不相关,得到的关系式为:

$$r_{xy}(m) = \sigma^2 \sum_{n=0}^{N-1} w_1(n)w_2(n+m), \quad (11)$$

式(10)和式(11)说明相关函数能反映地震数据序列所包含的地震子波的波形、相位和时间延迟量等因素。而这些因素正是时移地震匹配分析所需要的,因此可以将相关函数用于分析时移地震资料背景地层在振幅、时间和相位等方面的不一致性。

在具体应用中,首先利用与子波长度匹配的滑动时窗计算两次地震间的互相关,然后对互相关结果通过 Hilbert 变换计算出其包络和瞬时相位。拾取包络的峰值作为两次地震的时移差异,利用瞬时相位作为两次地震相位差异。最后对每一道取平均值作为该道的时移校正量和相移校正量。

2 应用效果

X 油田位于中国南海珠江口盆地,共发育 23 套海相三角洲砂岩油层(图 1),深度分布范围为 2 000 ~ 2 800 m,单层储层厚度为 3 ~ 33 m,有效厚度超过 10 m 的有 H2、H3F、H3H、H4D、H5B、H6B、H9、H11、H12、H13 共 10 个小层。测井解释的储层孔隙度在 11.3% ~ 28.1%,渗透率在 67.8 ~ 3 744.0 md,为中—高孔隙度,中—高渗透率储层。地下原油密度: 0.772 ~ 0.819 g/cm³;地下原油粘度: 1.63 ~ 3.02 mPa·s;饱和压力: 0.45 ~ 0.63 MPa;原始气油比: 1.099 ~ 1.407 m³/m³;原始体积系数: 1.046 ~ 1.064;具有低比重、低粘度、饱和压力低和地饱压差大的特点。该油田 1997 年开始生产,依靠天然水驱能量开发,2003 年进行了第一次三维地震资料采集,2013 年开展了第二次三维地震资料采集和非重复性时移地震剩余油预测研究。

研究过程中,首先根据生产动态分析数据和 1X 井的测井资料,分别确定各油藏 2003 年和 2013 年的含水饱和度与压力,再通过正演模拟,利用时移振

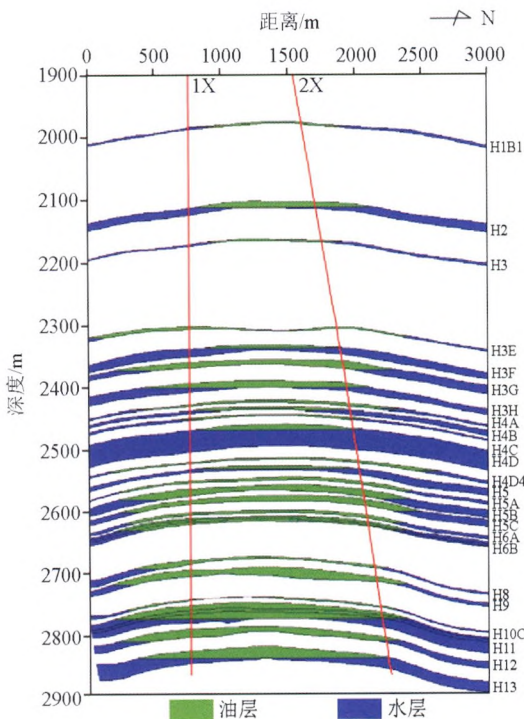


图 1 X 油田过 1X 和 2X 井油藏剖面
Fig.1 Reservoir section across well 1X and well 2X in X oilfield

幅差异与饱和度及压力变化的关系,计算出各油层的时移地震的时差和振幅差异。从 H4D 到 H13 油藏,上覆层累计时差从-0.372 ms 逐渐增加到-1.463 ms,上覆层累计时差远远超过了各油藏振幅变化对时移地震差异的影响。例如,H9 油层时移地震振幅总变化率为 28.8%,时差引起的变化率为 22.9% (图 2),振幅引起的变化率为 5.9%;H13 油层时移地震振幅总变化率为 38.1%,时差引起的变化率为 37.6%,振幅引起的变化率为 0.5%。可见,多层系油藏的时移地震累积效应非常明显。

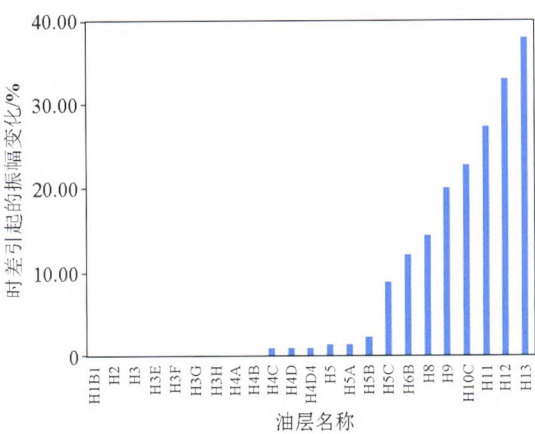


图 2 X 油田已开发油层时移地震累计时差引起的振幅变化统计分析图(基于 1X 井模型)
Fig.2 Statistical analysis diagram of amplitude variation caused by time-lapse seismic accumulative time difference in developed oil layer of X oilfield (based on well 1X model)

时移地震匹配处理过程中,根据油藏地质特征和开发生产情况,共选出 3 套标准层(图 3):

- 1) 主标准层:H1B1 至 H3 之间尚未动用的储层和非储层段,作为 H3G,H4D 和 H5B 等浅部油层匹配处理标准层。
- 2) 次标准层 1:H6B 至 H8 之间的泥岩层段,作为 H8 和 H9 油藏的匹配处理标准层。
- 3) 次标准层 2:H13 油层以下地层,作为 H11-H13 等深部油层匹配处理标准层。

通过常规方法和基于多标准层的时移地震匹配处理结果对比(图 4 和图 5),可以看出,多层系匹配处理前,构造低部位非含油区存在大量时移地震异常差异;多层系匹配处理后,有效消除了上覆已开发油藏的时移地震累积效应,各油藏构造高部位含油区内时移地震差异分布更为清晰、合理。

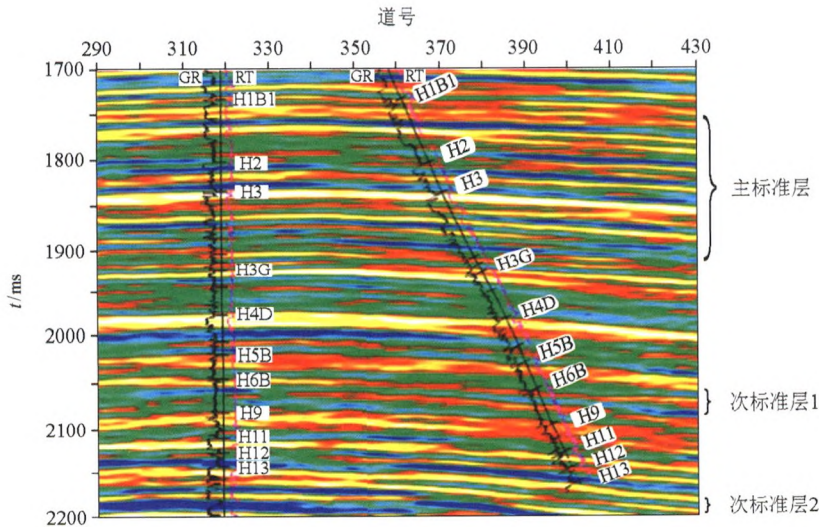
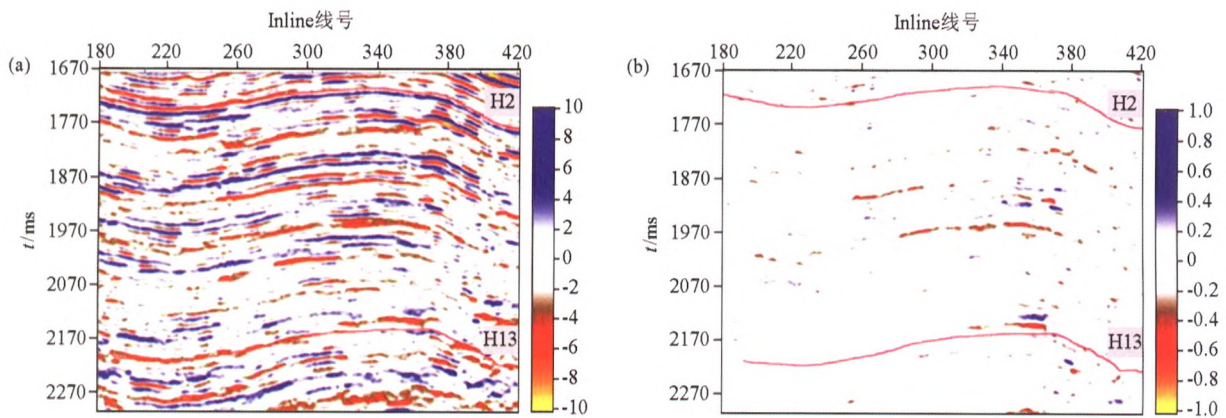
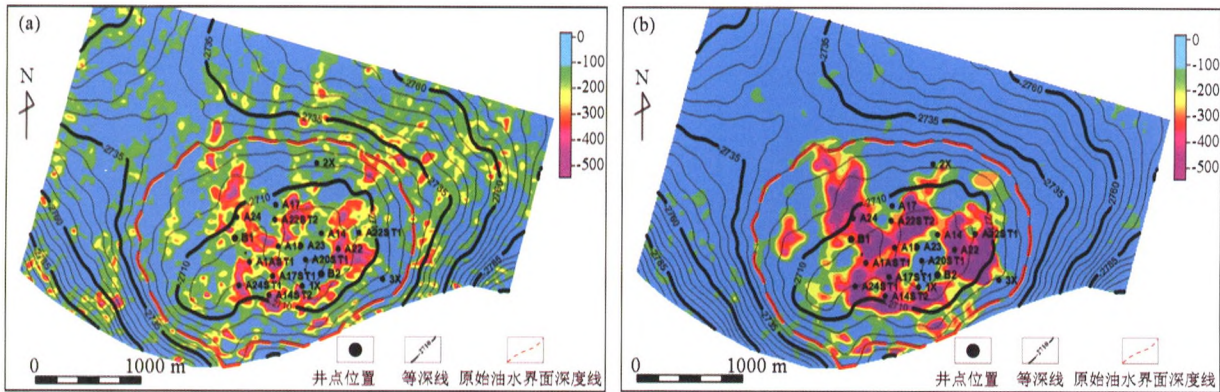


图 3 X 油田过 1X 和 2X 井地震(2013 年)剖面
Fig.3 Seismic profile across well 1X and well 2X in X oilfield (2013)



a—常规时移地震匹配处理振幅差异剖面;b—基于多标准层的时移地震匹配处理振幅差异剖面
a—time-lapse seismic amplitude difference profile with conventional matching processing method;b—time-lapse seismic amplitude difference profile with multi-marker layer matching processing method

图 4 X 油田常规方法和基于多标准层的时移地震匹配处理振幅差异剖面对比
Fig.4 Comparison of time-lapsed seismic amplitude difference profiles between conventional and multi-marker layer matching processing methods in X oilfield



a—常规方法时移地震匹配处理纵波阻抗差异属性平面;b—基于多标准层的时移地震匹配处理纵波阻抗差异属性平面
a—time-lapsed seismic P-wave impedance difference attribute map with conventional matching processing method;b—time-lapsed seismic P-wave impedance difference attribute map with multi-marker layer matching processing method

图 5 X 油田 H11 小层常规方法和基于多标准层的时移地震匹配处理纵波阻抗差异属性平面对比
Fig.5 Comparison of time-lapse seismic P-wave impedance difference attribute maps of layer H11 between conventional and multi-marker layer matching processing methods in X oilfield

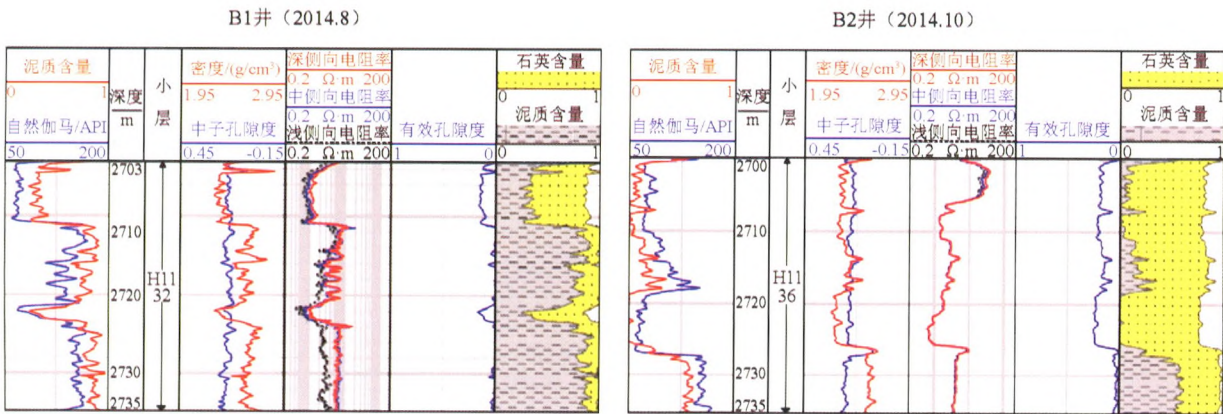


图 6 X 油田 B1 和 B2 井 H11 小层测井解释成果
Fig.6 Layer H11 log interpretation results of well B1 and well B2 in X oilfield

从图 5b H11 小层含油范围内纵波阻抗差异属性平面分布特征来看,其中红色区域时移地震差异大,蓝色区域时移地震差异小。从图中可以看出,时移地震阻抗差异较小的蓝色区域在构造边部和高部位均有分布,时移地震阻抗差异较大的红色区域主要分布在各开发井位置处。分析认为,其中边部时移地震差异较小的蓝色区域应为 2003 年第一次三维地震采集前的水淹区域;时移地震阻抗差异较大的红色区域反映了 2003 年至 2013 年开发过程中水淹的范围;高部位时移地震差异较小的蓝色区域预测为 2013 年时移地震采集时的剩余油富集区。根据预测结果,2014 年新部署了两口开发井(B1 和 B2),其中 B1 井在 H11 小层全井段水淹(图 6),而 B2 井在该层仍有 6.8 m 厚剩余油存在,从而证实了时移地震差异的可靠性。

3 结论与认识

文中阐述了多层系油气藏时移地震的累计效应分析和基于多标准层的匹配处理技术思路,通过正演模拟和实际资料处理,进行了深入研究,主要获得以下结论:

1) 多层系油气藏时移地震累计效应明显,会导致深层油气藏时移地震差异的异常,严重影响匹配处理的效果和精度。

2) 文中探讨的基于多标准层的时移地震分层匹配处理技术,通过选择多层系油气藏顶部、内部和底部稳定的未动用储层或非储层段作为参考标准层,细分目标层系进行时移地震匹配处理,能够有效消除上覆已开发油气藏时移地震的累积效应,从而获得深层油气藏有效的时移地震差异信息。

3) 该技术在南海 X 油田的实际应用获得了精度较高的时移地震剩余油预测结果,在多层系油气藏时移地震应用研究中具有推广价值。

参考文献(References):

- [1] Johnston D H. Practical applications of time-lapse seismic data [M]. Distinguished Instructor Series, 2013.
- [2] 李绪宣,朱振宇,张金森.中国海油地震勘探技术进展与发展方向[J].中国海上油气,2016,28(1):1-12.
Li X X, Zhu Z Y, Zhang J M. The progress and direction of seismic exploration technology in CNOOC [J]. China Offshore Oil and Gas, 2016, 28(1): 1-12.
- [3] 凌云,黄旭日,高军,等.非重复性采集随时间推移地震勘探实例研究[J].石油物探,2007,46(3):231-248.
Ling Y, Huang X R, Gao J, et al. Case study of non-repeatability acquisition in time-lapse seismic exploration [J]. Geophysical

- Prospecting for Petroleum, 2007, 46(3): 231-248.
- [4] 郭达理,李宗杰,蒋波,等.陆上非重复性时移地震资料处理存在的问题与对策[J].石油物探,2015,54(4):427-434.
Wu D L, Li Z J, Jiang B, et al. The problems for land non-repeated time-lapse seismic data processing and its countermeasures [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2015, 54(4): 427-434.
- [5] 云美厚,丁伟,王新红.陆相薄互层油藏四维地震监测存在的问题与建议[J].石油地球物理勘探,2005,40(4):444-450.
Yun M H, Ding W, Wang X H. Problems existed in 4-D seismic monitoring of continental thin and interbedded reservoir and suggestions [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2005, 40(4): 444-450.
- [6] 苏云,李录明,刘艳华,等.互均衡技术及其在时移地震资料处理中的应用[J].石油物探,2009,48(3):247-251.
Su Y, Li L M, Liu Y H, et al. Cross-equilibration technique and its application in time-lapse seismic data processing [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2009, 48(3): 247-251.
- [7] 云美厚,丁伟.层状介质时移时差属性分析[J].石油物探,2005,44(2):101-104.
Yun M H, Ding W. The attributes analysis of time difference and time-lapse in layered medium [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2005, 44(2): 101-104.
- [8] 田楠,范廷恩,张会来,等.时移地震成果数据三维相关校正方法[J].物探计算技术,2017,39(4):515-521.
Tian N, Fan T E, Zhang H L, et al. Spatial difference correction based on 3D correction for time-lapse seismic data [J]. Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration, 2017, 39(4): 515-521.
- [9] 李强,尚新民,赵胜天,等.非一致性时移地震资料叠前互约束处理技术[J].物探与化探,2011,35(1):97-102.
Li Q, Shang X M, Zhao S T, et al. Mutual constraint processing technology for inconsistency time-lapse seismic data [J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2011, 35(1): 97-102.
- [10] 郭念民,尚新民,刘欣欣,等.非重复性时移地震数据关键处理技术应用研究[J].石油地球物理勘探,2011,46(4):581-592.
Guo N M, Shang X M, Liu X X, et al. Key techniques for non-repeated time-lapse seismic data processing technology [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2011, 46(4): 581-592.
- [11] 郭念民,吴国忱,尚新民.互均化方法在非重复时移地震数据处理中的应用[J].石油物探,2011,50(6):600-606.
Guo N M, Wu G C, Shang X M. Application of cross-equalization processing method in non-repeated time-lapse seismic data processing [J]. Geophysical Prospecting for Petroleum, 2011, 50(6): 600-606.
- [12] 尹成,葛子建,芮拥军,等.非一致性采集时移地震油藏监测可行性研究[J].西南石油大学学报:自然科学版,2014,36(1):170-180.
Yin C, Ge Z J, R Y J, et al. Feasibility study on non-repeating acquired time-lapse seismic reservoir monitoring [J]. Journal of Southwest Petroleum University: Science & Technology Edition, 2014, 36(1): 170-180.
- [13] 陈新荣,徐辉,傅金荣.非重复时移地震叠前互约束技术研究与应用[J].油气地球物理,2014,12(4):36-39.

- Chen X R, Xu H, Fu J R. The study and application of pre-stack multi-constraint technique in inconsistent time-lapse seismic processing[J]. *Petroleum Geophysics*, 2014, 12(4): 36-39.
- [14] 王延光. 胜利油区时移地震技术应用研究与实践[J]. *油气地质与采收率*, 2012, 19(1): 50-54.
- Wang Y G. Study and application of time-lapse seismic in Shengli oilfield[J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2012, 19(1): 50-54.
- [15] 张会来, 胡光义, 范廷恩, 等. 水驱油田时移地震剩余油表征方法及其应用研究[J]. *石油天然气学报*, 2014, 36(11): 64-68.
- Zhang H L, Hu G Y, Fan T E, et al. The time-lapse seismic remaining oil characterization technique and its application in water drive oilfield[J]. *Journal of Oil and Gas Technology*, 2014, 36(11): 64-68.
- [16] 李绪宣, 胡光义, 范廷恩, 等. 海上油田时移地震技术适用条件及应用前景[J]. *中国海上油气*, 2015, 27(6): 48-52.
- Li X X, Hu G Y, Fan T E, et al. The application conditions and prospects of time-lapse seismic technology in offshore oilfield[J]. *China offshore oil and gas*, 2015, 27(6): 48-52.
- [17] 陈小宏, 牟永光. 四维地震油藏监测技术及其应用[J]. *石油地球物理勘探*, 1998, 33(6): 707-715.
- Chen X H, Mu Y G. Four-dimensional seismic reservoir monitoring technique and its application[J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 1998, 33(6): 707-715.
- [18] 胡光义, 王宗俊, 范廷恩, 等. 南海 A 油田时移地震应用案例[G]//中国石油学会物探专业委员会. 中国石油学会 2017 年物探技术研讨会论文集, 2017: 693-697.
- Hu G Y, Wang Z J, Fan T E, et al. A case study of the South China Sea A oilfield time-lapse seismic[G]//Chinese Petroleum Society Geophysical Prospecting Technology Conference Proceedings, 2017: 693-697.
- [19] 李春霞, 曹代勇, 黄旭日, 等. 时移地震在 SAGD 蒸汽腔数值模拟中的应用[J]. *特种油气藏*, 2016, 23(6): 86-89+145.
- Li C X, Cao D Y, Huang X R, et al. Application of time-lapse seismic in SAGD steam chamber simulation[J]. *Special Oil and Gas Reservoirs*, 2016, 23(6): 86-89, 145.
- [20] 田春志, 陈小宏, 张国才, 等. 时间推移地震数据体匹配研究及分析[J]. *石油地球物理勘探*, 2002, 37(6): 635-639.
- Tian C Z, Chen X H, Zhang G C, et al. Matching study on time-lapse seismic data volume and its analyses[J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2002, 37(6): 635-639.
- [21] 金龙, 陈小宏, 李景叶. 基于误差准则和循环迭代的时移地震四配滤波方法[J]. *地球物理学报*, 2005, 48(3): 698-703.
- Jin L, Chen X H, Li J Y, et al. A new method for time-lapse seismic matching filter based on error criteria and cyclic iteration[J]. *Chinese Journal of Geophysics*, 2005, 48(3): 698-703.
- [22] Rickett J E, Lumley D E. Cross-equalization data processing for time-lapse seismic reservoir monitoring: A case study from the Gulf of Mexico[J]. *Geophysics*, 2001, 66(4): 1015-1025.
- [23] 丁伟. 互均衡处理技术的分析与应用[J]. *石油地球物理勘探*, 2007, 42(1): 17-23.
- Ding W. Analysis and application of cross-equalization processing technique[J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2007, 42(1): 17-23.
- [24] 丘斌煌, 李添才, 周家雄, 等. 海上时移地震数据处理关键技术[J]. *物探与化探*, 2011, 35(5): 696-700.
- Qiu B H, Li T C, Zhou J X, et al. The key processing techniques for marine time-lapse seismic data[J]. *Geophysical & Geochemical Exploration*, 2011, 35(5): 696-700.
- [25] 李蓉, 胡天跃. 时移地震资料处理中的互均衡技术[J]. *石油地球物理勘探*, 2004, 39(4): 424-427.
- Li R, Hu T Y. Cross-equilibration technique in time-lapse seismic data processing[J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2004, 39(4): 424-427.
- [26] Ross C P, Cunningham G B, Weber D P. Inside the cross-equalization black box[J]. *The Leading Edge*, 1996, 15(11): 1233-1240.
- [27] Martin L. Discrimination between pressure and fluid saturation changes from time-lapse seismic data[J]. *Geophysics* 2001, 66(3): 836-844.
- [28] Marrio T, Rob A, Olwijn L, et al. Estimation of changes in saturation and pressure from 4D seismic AVO and time-shift analysis[J]. *Geophysics*, 2011, 76(2): 1-17.

Time-lapsed seismic matching processing technology for multi-reservoir

GAO Yun-Feng, WANG Zong-Jun, LI Xu-Xuan, HU Guang-Yi, FAN Ting-En, ZHANG Jing-Yu, ZHU Zhen-Yu
(CNOOC Research Institute Co., Ltd., Beijing 100028, China)

Abstract: As is known, the exploration of multi-measures reservoir will cause a lot of time-lapsed seismic matching processing problems, such as time, phase, frequency, and energy difference accumulation caused by complex changes in multi-measures reservoir production. A new method called time-lapsed seismic matching processing technology based on multi-marker horizon is proposed in the paper. By using the stable non-reservoir or undeveloped reservoir at the top and employing the internal part and the bottom of the multi-measures reservoir as the reference marker horizon, the time-lapsed seismic matching processing for multi-reservoir is realized, which can effectively eliminate false appearance of lower reservoir time-lapsed seismic difference caused by upper reservoir development. It was applied effectively in X oil field of South China Sea.

Key words: time-lapsed seismic; multi-measures reservoir; matching processing; marker horizon

(本文编辑: 叶佩)