

doi: 10. 11720/wtyht. 2022. 2463

窦强峰, 罗勇, 杨晓海, 等. 基于近似真地表浮动面叠前深度偏移成像技术应用研究[J]. 物探与化探, 2022, 46(2): 444-450. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2022.2463>

Dou Q F, Luo Y, Yang X H, et al. Application of PSDM imaging technology based on floating datum of approximate true surface[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2022, 46(2): 444-450. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2022.2463>

基于近似真地表浮动面叠前深度偏移成像 技术应用研究

窦强峰, 罗勇, 杨晓海, 谭佳

(中国石油新疆油田分公司 勘探开发研究院 地球物理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830013)

摘 要: 常规基于水平地表假设的 CMP 浮动面处理方法不适用于准噶尔前陆冲断带复杂构造区成像。选择近似真地表浮动面并统一作为时间域和深度域处理面, 从叠前时间域预处理包括优选近地表底界面, 地表一致性近似真地表静校正, 地表一致性双平方根动校正求取速度及剩余静校正, 使时间域预处理到叠前深度偏移保持流程、参数的一致性。该基准面的选择使波场走时更接近实际传播路径, 成像精度更高, 地质构造准确。

关键词: 复杂构造; 近似真地表; 双平方根动校正; 地表一致性; 深度偏移

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2022)02-0444-07

0 引言

准噶尔前陆冲断带位于准噶尔盆地天山南北麓, 是近地表纵横向结构复杂和地下构造复杂的“双复杂”地区。地表主要为山地、冲沟、河流等, 地形变化剧烈, 表层介质复杂; 地下多为山前推覆带发育背斜和成排成带的逆冲断块。从 20 世纪 80 年代开始, 历经数十年的攻关研究, 新疆油田在该区发现了齐古油田等重要油气, 2019 年高探 1 井获得重大突破, 日产油气千余吨, 打破国内陆上碎屑岩单井日产量最高记录, 证明该区地区油气资源丰富, 勘探潜力巨大。这主要得益于基于近似真地表浮动面叠前深度偏移成像等技术的不断发展及应用。

常规基于 CMP 浮动基准面叠前偏移处理技术, 在山前复杂构造地区不再适用, 主要表现在几个方面: ①数据处理面问题, 时间域处理 CMP 浮动面是静校正量平滑所得的一个时间量, 并没有具体物理意义^[1], 而常规叠前深度偏移面主要是 CMP 浮动面的时间量乘以基准面静校正计算时的替换速度, 认为 CMP 浮动面时间量均由替换速度引起, 忽略低降

速带对 CMP 浮动面的贡献, 无疑就加入了算法引起的误差^[2]; ②静校正问题, 常规两步法静校正不具有地表一致性的特点, 同一个 CMP 道集中的炮检点使用同一个基准面, 但是不同 CMP 道集之间的浮动面是不同的, 同时受地形及低降速带速度变化的影响, 同一 CMP 道集中的高频静校正量差异大, 很难满足最小静校正误差的准则^[3-4]; ③动校正问题, 传统单平方根算子动校正方法不具有地表一致性特点, 随着 CMP 的位置变化, 相同炮检点动校时移量也随之变化^[5], 同时采用对称的旅行时方程而存在较大的误差, 导致地下构造成像的畸变, 破坏同相轴的连续性。前人为此做了大量工作, 主要偏向于偏移算法研究^[6-13], 1978 年 Stolt 最先提出 f-k 域波动方程叠前偏移方法^[14], 1979 年 Yilmaz 提出双平方根算子的扩展相移叠前偏移方法^[15], 1996 年 Popovic, 刘文革等给出中点—半偏移距域的基于分布傅里叶的 DSR 叠前深度偏移公式^[16-17], 2002 年 Li 等提出基于起伏地表的山地地震数据偏移方法^[18], 2009 年 Miao 提出基于起伏地表的转换波双平方根动校公式和速度分析方法^[19], 2016 年秦宁等发展了一种起伏地表直接成像的高斯束叠前深度偏移技

收稿日期: 2020-12-29; 修回日期: 2021-11-02

基金项目: 国家科技重大专项项目“准噶尔前陆冲断带油气成藏、关键勘探技术及新领域目标优选”(2016ZX05003-005)

第一作者: 窦强峰(1986-), 男, 工程师, 主要从事地震资料处理方法研究工作。Email: existance@126.com

术^[20]。以往研究中,叠前预处理阶段依然采用基于CMP 浮动面的常规处理方法,未考虑双平方根动校正等处理方法。基于以上分析,本文研究提出一种基于近似真地表浮动面的叠前深度偏移成像处理方法,可以有效提高山前复杂构造成像精度。

1 近似真地表浮动面静校正

图 1 所示为本研究的主要技术思路,包括统一时间域和深度域处理的浮动面、地表一致性近似真地表浮动面静校正、地表一致性双平方根动校正及剩余静校正、近似真地表叠前深度偏移等。

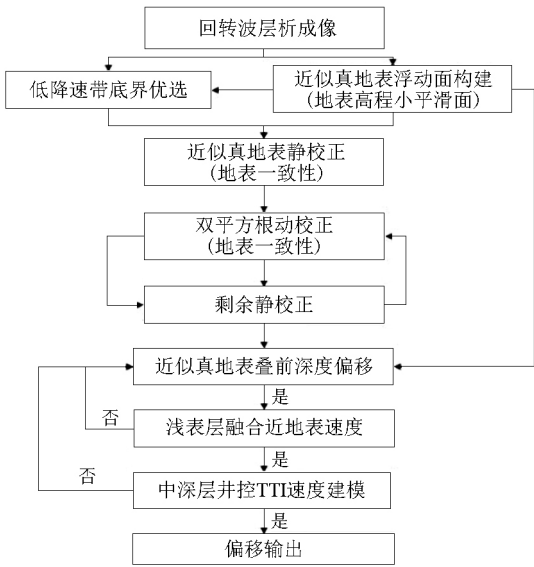


图 1 近似真地表浮动面叠前深度偏移成像技术思路
Fig. 1 The flow diagram of PSDM on rugged topography

这里提到的近似真地表静校正是指将地震资料从实际地表高程校正到地表高程小平滑面上,用来消除风化层厚度和速度对地震资料的影响,相对常规静校正,减小对实际波场走时的改造。

1) 近似真地表浮动面选择:准噶尔冲断带地区一般选择海拔 1 500 m 为固定基准面,替换速度在 2 000~2 500 m/s,利用静校正量平滑计算得到 CMP 浮动面,该面是按一定空间范围将炮、检点静校正进行非线性平滑的一个时间平滑量。通过替换速度将该面换算到深度域高程面(图 2 白线所示),可以看出该面是高于实际的地表高程面的,常规做法会以该 CMP 浮动面作为叠前深度偏移面,不难发现与实际炮、检点位置有较大误差。本次研究采用实际 CMP 高程的小平滑面作为数据处理浮动面(图 2 绿线所示),即近似真地表浮动面,CMP 高程平滑半径据前人研究的经验,一般选择 1/4~1/2 排列长度,

具体参数按不同地区实际试验结果确定。可以看出该面接近真实地表,和地表高程变化趋势相同,高程在实际地表高程面附近。从叠前时间域预处理到叠前深度偏移,炮、检点都校正到该面上,保证时间域和深度域浮动面的统一。

2) 低降速带底界选择:不考虑高程静校正,低降速带静校正包括低速剥离和替换速度填充两部分,二者互相抵消所得数值即为静校正量。一般而言低降速带速度都比替换速度小,所以静校正量随着低降速带底界选取深度的减小而减小。对于山地资料,底界空间变化趋势和地表高程变化相一致,所以本次研究选择以近似真地表浮动面下移一定距离做为底界(图 2 蓝线所示),下移距离是通过统计整个工区实际地表高程和浮动面高程的高程差,选择最大值作为整体下移距离,保证底界在空气之下。这样该底界相对于常规底界(图 2 红线所示)计算所得静校正量更小,减小了对实际波场走时的改造。

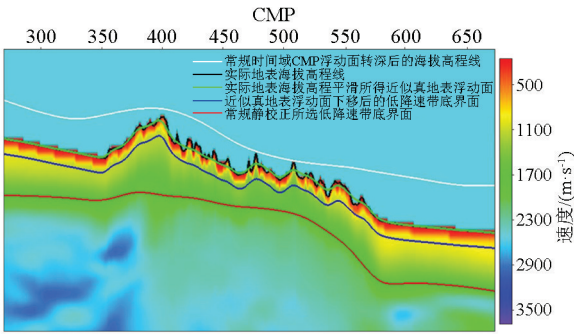


图 2 不同浮动面及底界深度域示意
Fig. 2 The schematic diagram of different floating datum and surface bottom in depth domain

3) 地表一致性静校正量计算:高波数的道间时差不能通过常规成像及速度分析技术恢复速度的高频扰动,必须在成像处理前靠静校正及剩余静校正消除道间时差的高频扰动部分^[21]。其原因是速度的高频扰动对旅行时没有影响,基于旅行时的速度估计无法反演小尺度速度变化。本文采用回转波层析成像方法建立近地表模型,该方法是建立一个速度随深度逐渐递增的速度模型,在这样一个模型下产生的初至波为回转波,利用其正演走时和实际初至走时之差,结合回转波路径进行速度反演。该方法可以稳定地反演出近地表速度异常体,且可以通过最大穿透深度确定近地表底界面,为后续深度偏移提供合理的浅表层速度模型,适合于复杂介质的成像。在模型迭代反演的过程中,实际初至的时间和反演模型所计算的初至时间,在理论上二者的数值差(此处定义为 δt) 等于 0,就认为反演的模型和

实际地表完全一致。但是在实际生产中,由于反演模型相对实际地表是一个低频趋势,无法真正刻画速度的高频变化,所以 δt 不可能等于 0,我们将该值分解到炮检点分别得到两个短波长值(炮点为 δt_s , 检波点为 δt_r)。那么如图 3 所示,最终近似真地表浮动面的静校正值就应该是:

$$ST_s = H_{s2}/V_c - H_{s1}/V_s + \delta t_s, \quad (1)$$

$$ST_r = H_{r2}/V_c - H_{r1}/V_r + \delta t_r, \quad (2)$$

式中: ST_s 、 ST_r 分别为炮点、检波点静校正量; V_s 、 V_r 分别为炮点、检波点处近地表速度; V_c 为替换速度; H_{s1} 、 H_{r1} 分别为炮点、检波点实际高程到近似真地表底界面之间的厚度; H_{s2} 、 H_{r2} 分别为炮点、检波点近似真地表浮动面到近似真地表底界面之间的厚度。

炮检点都被各自校正到近似真地表浮动面上了,无需再把数据通过常规两步法校正到 CMP 浮动面,实现了地表一致性静校正,后续处理就在该面上进行双平方根动校正、剩余静校正及叠前深度偏移,

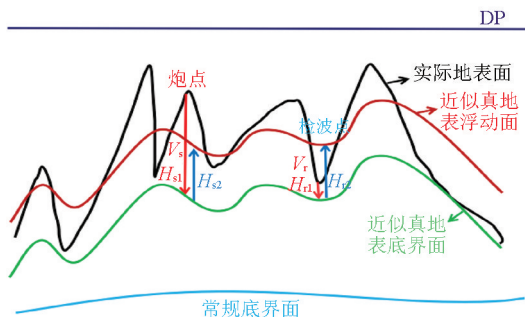
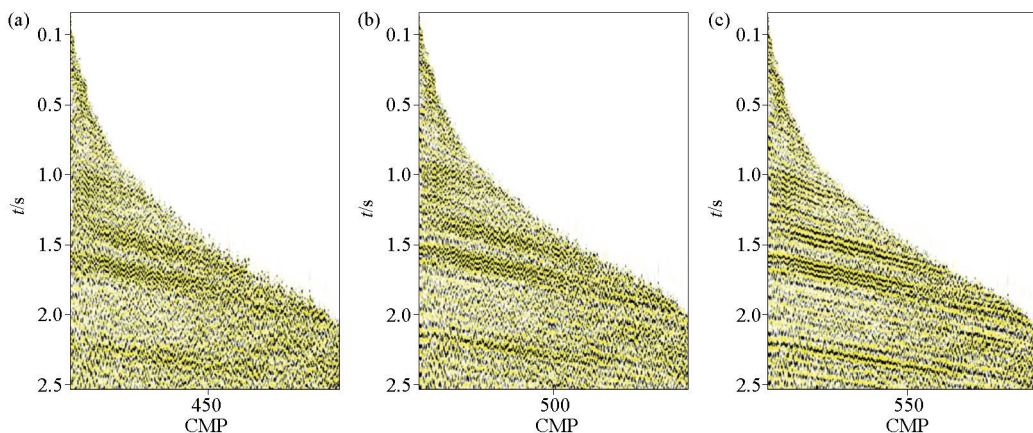


图 3 近似真地表浮动面静校正示意

Fig. 3 The schematic diagram of rugged topography statics

使得偏移时波长传播路径更加接近真实地表面,走时更加准确,成像更合理^[22]。如图 4b 所示,地表一致性静校正后道集成像质量得到明显改善,但是相对于常规基于 CMP 浮动面的两步法静校正(图 4c),仍然存在高频抖动现象,且随着偏移距增大越明显,这种抖动现象是可以通过双平方根动校正及剩余静校正解决。



a—静校正前 CMP 道集;b—近似真地表浮动面静校正后 CMP 道集;c—常规两步法静校正后 CMP 道集
a—CMP gather before statics;b—CMP gather after rugged topography statics;c—CMP gather after conventional statics

图 4 不同静校正方法道集对比

Fig. 4 The comparison among different statics CMP gathers

2 地表一致性双平方根动校正

常规动校正是基于水平基准面或者 CMP 浮动面进行对称性的单平方根动校正,其中水平基准面动校正由于静校正量较大,对波长改造严重,动校不准确。CMP 浮动面动校正,在山前资料中,不同 CMP 道集相同炮检点动校正时移不同,是非地表一致性的,在均方根速度分析及剩余静校正中会引入较大误差。复杂构造地区,炮点走时和检波点走时很明显有较大差异,常规单平方根动校正无法从理论本身解决该问题而引入一定误差,这种误差会致使同

相轴无法完全聚焦,产生构造畸变。

近似真地表浮动面的双平方根动校正,是在本文上述提到的地表一致性静校正基础上,在该浮动面上分别针对炮、检点开展非对称走时的一种动校正方法。图 5 中, t_s 、 t_r 是炮、检点各自走时, a 、 b 分别表示炮、检点位置相对于 CMP 点的高程差, t_0 表示 CMP 点处双程旅行时, x 为炮检距, v 为均方根速度。那么, CMP 点处动校正方程可表述为:

$$t = t_s + t_r = \sqrt{\left(\frac{t_0}{2} + \frac{a}{v}\right)^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2 \left(\frac{1}{v^2}\right)} + \sqrt{\left(\frac{t_0}{2} + \frac{b}{v}\right)^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2 \left(\frac{1}{v^2}\right)} \quad (3)$$

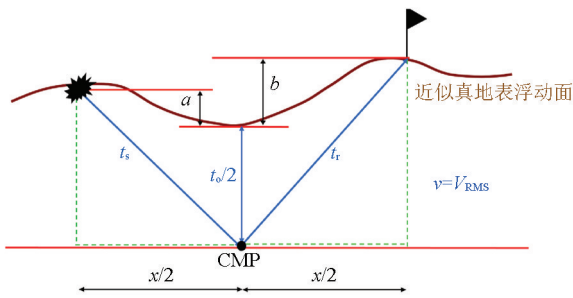
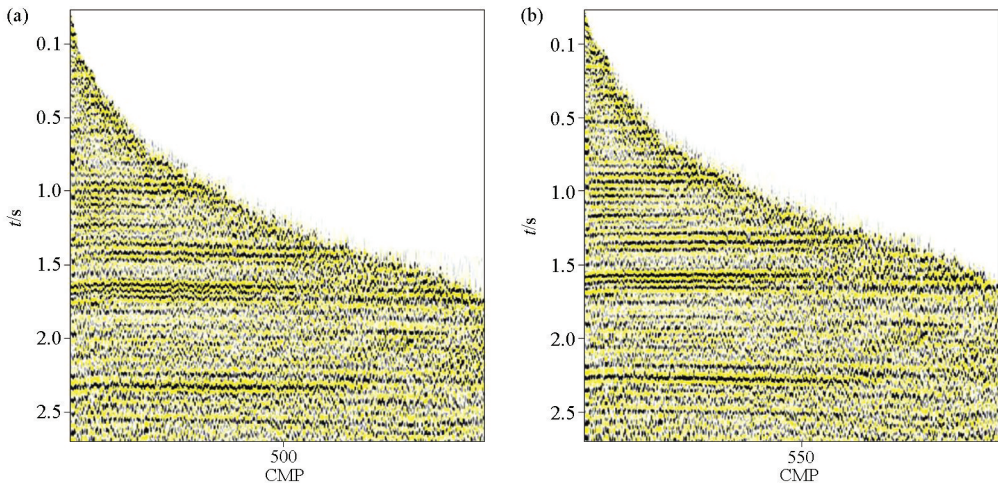


图 5 双平方根动校正示意图

Fig. 5 The schematic diagram of DSR NMO

从上述方程中不难看出,炮检点相对于 CMP 点高程差异所造成的高频时差,是通过动校正的方式解决。图 6a、6b 分别是不同动校正方法的道集对比,其中图 6a 是在图 4c 所示数据基础上进行常规

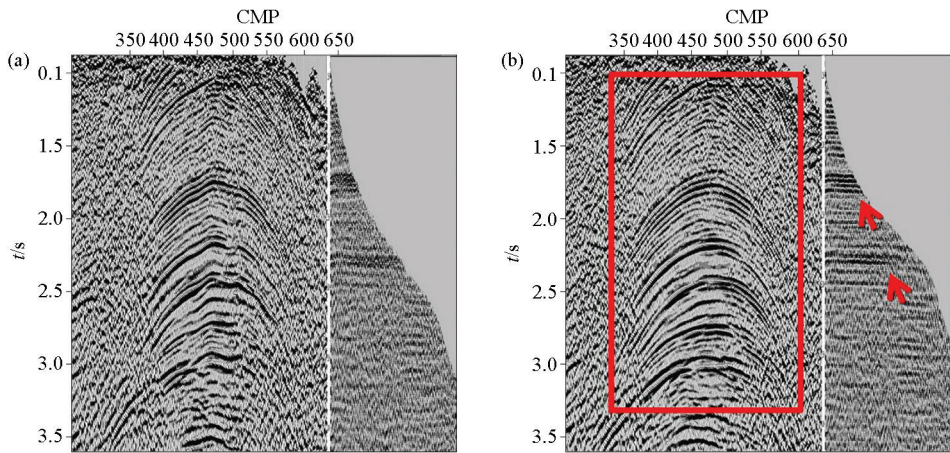
单平方根动校正后道集,图 6b 是在图 4b 所示数据基础上进行双平方根动校正后道集。不难发现,双平方根动校正相对常规单平方根动校正,道集成像质量明显改善。图 7a 所示为在近似真地表浮动面静校正基础上进行单平方根算子动校正的叠加剖面及道集,图 7b 所示为在近似真地表浮动面静校正基础上进行双平方根算子动校正的叠加剖面及道集,可以看出双平方根动校正叠加在构造主体部位成像合理(图 7b),而单平方根动校正叠加(图 7a)明显存在随浮动面的扭动,且两翼成像质量差,说明近似真地表浮动面叠前预处理必须采用双平方根动校正才能准确成像。同时还需在双平方根动校正道集求取相应剩余静校正,为叠前深度偏移提供偏前预处理数据。



a—常规静校正单平方根校正道集;b—近似真地表浮动面静校正平方根动校正道集
a—CMP gather after SSR NMO;b—CMP gather after DSR NMO

图 6 不同动校正方法道集对比

Fig. 6 The comparison between different NMO CMP gathers



a—近似真地表浮动面单平方根算子动校正剖面及道集;b—近似真地表浮动面双平方根算子动校正叠加剖面及道集
a—CMP gather and stack after SSR NMO from rugged topography;b—CMP gather and stack after DSR NMO from rugged topography

图 7 不同动校正方法叠加对比

Fig. 7 The comparison between different NMO CMP gathers and stacks

3 近似真地表浮动面叠前深度偏移

利用常规简单 CMP 浮动面进行成像是不可取的。这如同利用均方根速度无法刻画复杂的深度域速度是一个概念,与实际地震波走时路径有较大差异。如本文引言中提到国内外学者的研究成果,针对复杂地表地震成像的研究焦点集中在起伏地表条件下的叠前偏移成像(包括时间域和深度域),其目的是让地震波场传播路径尽可能接近实际炮、检点真实传播路径,以达到地下反射点的真实成像。所以精确的山前地震数据处理应该抛开传统静校正概念,将一个近似真地表的高程平滑面作为时间域偏前预处理和深度域叠前偏移成像的统一浮动面开展成像工作^[23-27]。

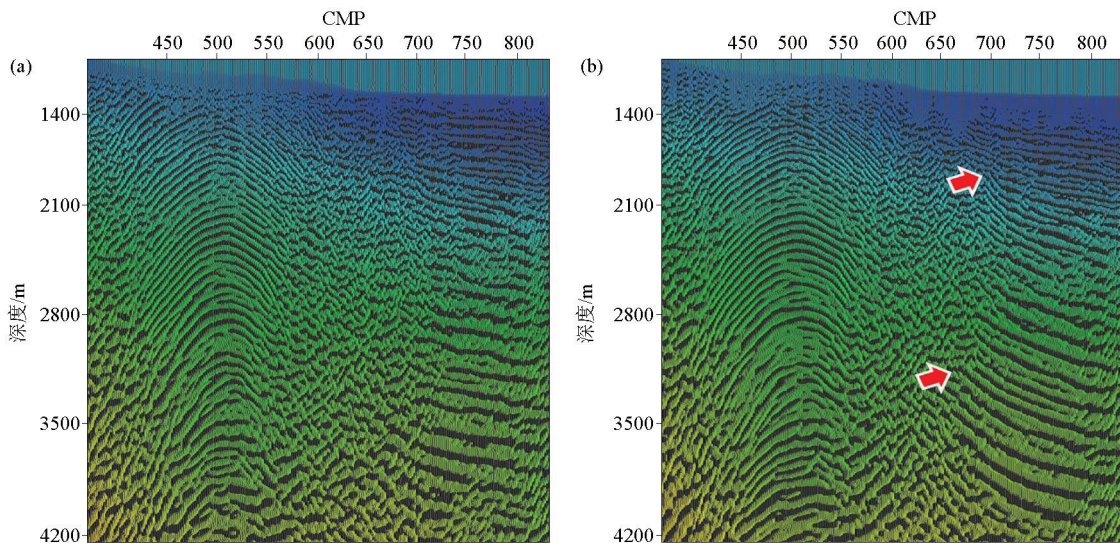
为了节省篇幅,本文把具体偏移理论算法论述一并略去,仅展示本次研究方法的正确性和有效性。与常规叠前深度偏移不同之处是:

1) 叠前时间域预处理和叠前深度偏移所采用的浮动面(偏移面)都是完全统一的,即近似真地表浮动面,更接近实际地表;

2) 近地表底界选取贴近地表高程,静校正量时差相对更小,对波场改造更小;

3) 双平方根动校正可以求取更精确的均方根速度场,为叠前深度偏移提供初始速度,同时对应剩余静校正量更适应起伏地表。

图 8 为不同浮动面叠前深度偏移剖面 and 层速度叠合对比剖面,从图中箭头所指范围显而易见,近似真地表浮动面偏移同相轴聚焦,成像品质更好,浅层偏移归位合理,翼部高陡成像更加清楚。



a—常规 CMP 浮动面叠前深度偏移剖面;b—近似真地表浮动面叠前深度偏移剖面

a—PSDM on RG topography;b—PSDM on rugged topography

图 8 不同浮动面叠前深度偏移剖面 and 层速度叠合对比

Fig. 8 The comparison between PSDM stack velocity overlays on different topography

4 结论及认识

1) 基于近似真地表浮动面叠前深度偏移成像处理流程是一套完整技术序列,包括了地表一致性近似真地表静校正、地表一致性双平方根动校正及速度分析、浮动面剩余静校正、叠前深度偏移成像等,实现了时间域处理与深度域处理的一致性,提高了偏移成像精度,在准噶尔前陆冲断带山前复杂构造区取得良好效果。

2) 常规基于水平地表假设 CMP 浮动面处理技术,在山前起伏地表成像应用条件及效果都受到一

定条件限制,而基于近似真地表处理方法从叠前浮动面(偏移面)的选择、偏前时间域数据处理、近地表速度融合建模等关键技术环节,相对于常规处理都更接近实际波场传播规律,为进一步提高成像精度提供技术基础,更加适应于山前地表结构、地下构造复杂的“双复杂”地区的地震成像。

参考文献(References):

- [1] 徐蔚亚. 关于浮动基准面与起伏地表面的讨论[J]. 物探与化探, 2021, 45(1): 95-101.
Xu W Y. Discussion on floating datum and rugged topography [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2021, 45(1): 95-101.
- [2] 刘宜文, 罗勇, 尹丽丽, 等. 淮南复杂山地探区基准面静校正方

- 法与质控策略[J]. 物探与化探, 2018, 42(6): 1209-1214.
- Liu Y W, Luo Y, Yin L L, et al. Strategy of static correction in complicated mountainous area on the south margin of Junggar Basin [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2018, 42(6): 1209-1214.
- [3] 林伯香. 最小静校正误差浮动基准面方法[J]. 石油地球物理勘探, 2003, 38(6): 611-617.
- Lin B X. A new method for determination of floating datum in static corrections [J]. OGP, 2003, 38(6): 611-617.
- [4] 王进海, 梁波, 朱敏, 等. 真地表动校叠加技术[J]. 天然气工业, 2010, 30(11): 39-43.
- Wang J H, Liang B, Zhu M, et al. True surface dynamic correction and stacking technique [J]. Nature Gas Industry, 2010, 30(11): 39-43.
- [5] 谢万学, 李德珍, 金德刚, 等. 起伏地表叠前成像技术在川东高陡构造工区中的应用[J]. 地球物理学进展, 2018, 33(5): 2020-2026.
- Xie W X, Li D Z, Jin D G, et al. Application of pre-stack seismic imaging from rugged topography in complex structure survey of eastern Sichuan Basin [J]. Progress in Geophysics, 2018, 33(5): 2020-2026.
- [6] 程玖兵, 王华忠, 马在田. 双平方根方程三维叠前深度偏移[J]. 地球物理学报, 2003, 46(5): 676-683.
- Cheng J B, Wang H Z, Ma Z T. Double square root equation 3D pre-stack depth migration [J]. Chinese Journal of Physics, 2003, 46(5): 676-683.
- [7] 程玖兵, 王华忠, 马在田. 窄方位地震数据双平方根方程偏移方法探讨[J]. 地球物理学报, 2005, 48(2): 399-404.
- Cheng J B, Wang H Z, Ma Z T. Double square root migration methods of narrow azimuth seismic data [J]. Chinese Journal of Physics, 2005, 48(2): 399-404.
- [8] 刘法启, 张叔伦, 张关泉. 双平方根算子模型的 f-k 方法[J]. 石油地球物理勘探, 1991, 26(5): 557-563.
- Liu F Q, Zhang S L, Zhang G Q. Modeling of double square root operators in f-k domain [J]. OGP, 1991, 26(5): 557-563.
- [9] 李录明, 罗省贤. SSR 与 DSR 组合的波动方程速度建模方法及应用[J]. 石油地球物理勘探, 2009, 44(5): 630-636.
- Li L M, Luo S X. SSR and DSR wave equation velocity modeling technique and its application [J]. OGP, 2009, 44(5): 630-636.
- [10] 刘定进, 印兴耀. 基于双平方根方程的保幅地震偏移[J]. 石油地球物理勘探, 2007, 42(1): 11-16.
- Liu D J, Yin X Y. Amplitude preserved seismic migration based on double square root [J]. OGP, 2007, 42(1): 11-16.
- [11] 王华忠, 张兵, 刘少勇, 等. 山前带地震数据成像处理流程探讨[J]. 石油物探, 2012, 51(6): 574-583.
- Wang H Z, Zhang B, Liu S Y, et al. Discussion on the imaging processing workflow for foothill seismic data [J]. GPP, 2012, 51(6): 574-583.
- [12] 杨勤勇, 方伍宝. 复杂地表复杂地下地区地震成像技术研究[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(5): 676-689.
- Yang Q Y, Fang W B. A study on seismic imaging techniques in complex surface and subsurface areas [J]. Oil and Gas Geology, 2008, 29(5): 676-689.
- [13] 何英, 王华忠, 马在田, 等. 复杂地表条件下波动方程叠前深度成像[J]. 勘探地球物理进展, 2002, 25(3): 13-19.
- He Y, Wang H Z, Ma Z T, et al. Pre-stack wave equation depth migration for irregular topography [J]. Progress in Exploration Geophysics, 2002, 25(3): 13-19.
- [14] Stolt H. Migration by fourier transform [J]. Geophysics, 1978, 43(1): 11-21.
- [15] Yilmaz O, Claerbout J F. Prestack partial migration [J]. Geophysics, 1980, 45(12): 1753-1779.
- [16] Popovici A M. Prestack migration by split step DSR [J]. Geophysics, 1996, 61(5): 1412-1416.
- [17] 刘文革, 贺振华, 黄德济, 等. 非零偏移距 DSR 叠前深度偏移[J]. 西南石油大学学报, 2008, 30(1): 43-46.
- Liu W G, He Z H, Huang D J, et al. Prestack depth migration by DSR in non-zero offset domain [J]. Journal of Southwest Petroleum University, 2008, 30(1): 43-46.
- [18] Li J C, Don P. Land data migration from rugged topography [C]//SEG Technical Program Expanded Abstracts, 1999, 21(1): 1137-1139.
- [19] Miao X G. Surface consistent full wave imaging from topography for complex structures [C]//Beijing: Beijing 2009 International Geophysical Conference and Exposition, 2009: 208.
- [20] 秦宁, 王延光, 单联瑜, 等. 起伏地表高斯束叠前深度偏移技术及应用 [C]//北京: SPG/SEG 北京 2016 国际地球物理会议, 2016: 227-230.
- Qin N, Wang Y G, Shan L Y, et al. Gaussian beam pre-stack depth migration and application based on the rugged surface [C]//Beijing: SPG/SEG Beijing 2016 International Geophysical Conference, 2016: 227-230.
- [21] 窦强峰, 妥建军, 蒋在超, 等. 准噶尔盆地玛湖地区高密度地震勘探中静校正问题解决方法[J]. 新疆地质, 2016, 34(4): 552-555.
- Dou Q F, Tuo J J, Jiang Z C, et al. The solution to high density seismic statics correction in Mahu area of Junggar Basin [J]. Xinjiang Geology, 2016, 34(4): 552-555.
- [22] 刘玉柱, 程玖兵, 董良国. 面向起伏地表偏移成像的表层静校正方法[J]. 石油物探, 2012, 52(6): 584-588.
- Liu Y Z, Cheng J B, Dong L G. A new static correction method for the migration from rugged topography [J]. GPP, 2012, 52(6): 584-588.
- [23] 王华忠, 刘少勇, 杨勤勇, 等. 山前带地震勘探策略与成像处理方法[J]. 石油地球物理勘探, 2013, 48(1): 151-159.
- Wang H Z, Liu S Y, Yang Q Y, et al. Seismic exploration strategy and image processing in mountain areas [J]. OGP, 2013, 48(1): 151-159.
- [23] 王华忠, 刘少勇, 杨勤勇, 等. 山前带地震勘探策略与成像处理方法[J]. 石油地球物理勘探, 2013, 48(1): 151-159.
- Wang H Z, Liu S Y, Yang Q Y, et al. Seismic exploration strategy and image processing in mountain areas [J]. OGP, 2013, 48(1): 151-159.
- [24] 黄丽娟, 罗文山, 方勇, 等. 天山南北复杂构造成像技术进展及应用效果[J]. 新疆石油地质, 2020, 41(1): 114-119.
- Huang L J, Luo W S, Fang Y, et al. Progress and application of im-

aging technology for complex structure in the southern and northern Tianshan Mountains [J]. OGP,2020,41(1):114-119.

[25] 刘守伟,王华忠,程玖兵. 时空移动成像条件及偏移速度分析 [J]. 地球物理学报,2008,51(6):1883-1891.

Liu S W, Wang H Z, Cheng J B. Space-time-shift imaging condition and migration velocity analysis [J]. Chinese Journal of Geophysics,2008,51(6):1883-1891.

[26] 娄兵,罗勇,范旭,等. 准噶尔盆地南缘复杂构造地震成像方法与实践[M]. 北京:石油工业出版社,2019:72-173.

Lou B, Luo Y, Fan X, et al. Seismic imaging method and practice for complicated geological structure in the southern margin of Junggar basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2019: 72-173.

[27] 马振,孙成禹,彭鹏鹏,等. 速度误差和地震噪声对最小二乘逆时偏移的影响分析[J]. 物探与化探,2020,44(2):329-337.

Ma Z, Sun C Y, Peng P P, et al. An analysis of the influence of velocity error and seismic noise on least squares reverse-time migration [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2020, 44(2): 329-337.

Application of PSDM imaging technology based on floating datum of approximate true surface

DOU Qiang-Feng, LUO Yong, YANG Xiao-Hai, TAN Jia

(Geophysical Research Center, Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Urumqi 830013, China)

Abstract: The conventional CMP floating datum processing method based on horizontal surface assumption is not suitable for the imaging of the complex tectonic area in the Southern Junggar Thrust Belt. This paper selects the floating datum of approximate true surface as the processing datum in both the time domain and the depth domain. The pre-stack time-domain preprocessing includes selecting optimal the near-surface bottom boundary, the static correction for surface consistency of approximate true surface, surface-consistent DSR NMO velocity analysis, and residual static correction, in order to maintain the consistency of the process and parameters from the time-domain preprocessing to pre-stack depth migration (PSDM). The selection of the floating datum makes the wavefield travel time closer to the actual travel path and realizes higher imaging precision and accurate geological structure.

Key words: complex structure; approximate true surface; DSR NMO; surface consistency; PSDM

(本文编辑:叶佩)



(上接 443 页)

Application of flat spots in detection of hydrocarbons in deep-water clastic reservoirs in West Africa

FENG Xin

(CNOOC International Co., Ltd., Beijing 100028, China)

Abstract: Aiming at the difficulties that some high-porosity water-bearing sandstones and oil-bearing sandstones in deep-water clastic reservoirs in West Africa have similar amplitude bright spots and show Class III AVO anomalies with remote-trace amplitude enhancement, this paper proposes to use flat spots to detect the hydrocarbons in the reservoirs. As revealed by the data on the geometric shapes, amplitude, and phase of seismic reflection, four types of flat spots are have developed in the study area, namely individual flat spots, short-axis double flat spots, short-axis composite individual flat spots, and long-axis composite individual flat spots. The target layer W is dominated by short-axis double flat spots. Based on the forward modeling with reflection coefficients and stratigraphic dip as core parameters, a quantitative discrimination template of seismic reflection of flat spots was established in this study. The flat spot distribution was determined using the flat spot strengthening technology and the common isoline trace gathering stacking technology. It was inferred from the discrimination criteria of hydrocarbon flat spots that the upper flat spot strips represent gas-oil interfaces and the lower flat spot strips represent oil-water interfaces. Based on this and the analysis of sensitive attributes in hydrocarbon detection, the area of oil- and gas-bearing zones was effectively predicted. Therefore, the application of flat spots can reduce the multiplicity of solution in the hydrocarbon detection and improve the prediction accuracy of reservoirs.

Key words: reservoir prediction; flat spots; forward modeling; quantitative template; flat spot identification; flat spots of hydrocarbons

(本文编辑:叶佩)