

基于井控标定与校正的静校正技术在石南地区的应用

党志敏, 刘宜文, 尹丽丽, 苏艳丽, 黄新华

(新疆油田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:从处理角度来说, 中、长波长静校正精度是影响石南地区低幅度目标解释可靠性的主要因素之一。因受应用条件限制, 各常规静校正方法所得结果较难满足低幅构造识别要求, 且不同静校正方法所得中长波长形态差异较大。为此开展的基于井控标定与校正的静校正技术综合应用研究, 是利用微测井成果、探井分层数据进行约束反演、质控标定与校正, 保证静校正中、长波长量空间变化准确可靠。该方法能使最终静校正量误差控制在 3 ms 以内, 基本能满足石南低幅目标区的地质综合研究需要, 对其它探区静校正方法的综合应用也具有一定的借鉴意义。

关键词:微测井; 约束; 静校正; 中、长波长; 低幅

中图分类号:P631 **文献标志码:**A

Application of static correction technology based on well control calibration and correction in Shinan area

DANG Zhimin, LIU Yiwen, YIN Lili, SU Yanli, HUANG Xinhua

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

Abstract: From the perspective of seismic data processing, the accuracy of medium-long wave length static correction is one of the main factors affecting the reliability of low-amplitude targets in Shinan area. Due to the limitation of application conditions, the results obtained by conventional static correction methods are difficult to meet the requirements of low-amplitude structural identification, and the medium-long wave length shapes obtained by different static correction methods are quite different. For this purpose, the comprehensive application research of static correction technology based on well control calibration and correction is to utilize micro-logging results and exploratory well layered data for constrained inversion, quality control calibration and correction to ensure the accuracy and reliability of spatial variation of medium-long wave length in static correction. This method can control the final static correction error within 3 ms, which can basically meet the needs of comprehensive geological research in the low-amplitude target area in Shinan. It also has certain reference significance for the comprehensive application of static correction methods in other exploration areas.

Key words: micro-logging; restricting; static correction; medium-long wave length; low amplitude

石南地区位于准噶尔盆地腹部沙漠西北边缘, 地下地质成藏条件优越, 已发现多个油气藏, 是寻找高效油藏的现实领域。然而近年来, 随着精细勘探的深入, 由地表介质、表层厚度与速度等空间剧烈变化所引起的静校正问题表现突出, 直接影响资料处理和综合研究人员对地震成果的判断。为此, 本次研究所提出的基于井控标定的静校正质控思路就是为了更进一步加强静校正精度量化质控, 为最终静校正量精度提供定量评价依据。此技术在盆地石南地区的应用取得了一定效果和认识, 在盆地其它区域也具有一定的借鉴和推广意义。

1 基于井控标定的静校正质控技术思路

实际上, 目前各种静校正方法的应用都首先要满足方法本身预先设定的假设条件^[1-2], 而在实际资料的应用中很难完全满足, 导致最终的静校正成果精度难以满足高精度地震勘探需求。为解决此类问

收稿日期: 2019-03-29; 修回日期: 2020-05-20。

第一作者简介: 党志敏(1979—), 女, 工程师, 现主要从事地震资料处理工作。E-mail: dzm@petrochina.com.cn。

基金项目: 国家科技重大专项(2016ZX05003-005)。

题,一般情况下需要将多种静校正方法所得的静校正量进行拼接,突出每种静校正方法的优势,以求最大限度的提高整体静校正量精度。然而在实际应用过程中,分层、折射、层析等静校正方法本身之间存在一定的系统误差,强行空间拼接可能会引入中、长波长静校正问题^[3-8]。其静校正问题主要体现在两个方面:一是不同的静校正方法所得的静校正效果在叠加剖面显示其构造形态差异较大(图1),中、长波长静校正量精度无法判断;二是在相邻的探井之间,相同标识层的深度域分层高低关系与时

间域高低关系存在明显差异,与地质研究认识不符,怀疑静校正精度。这两个方面也直接体现出现阶段石南地区精细勘探对静校正成果提出了更高的精度要求,以往的静校正质控与精度评价难以满足需要。因此,基于井控标定的静校正质控思路就是利用微测井成果、探井分层数据进行约束反演、质控标定与校正,保证静校正中、长波长量空间变化准确可靠。该项技术的应用可分为微测井成果约束反演与标定、探井分层标定分析以及联合误差校正等环节。

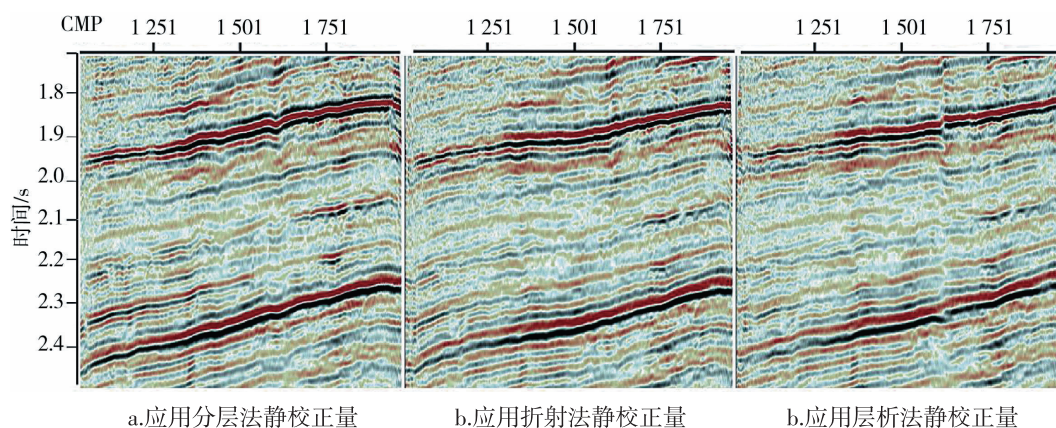


图1 应用不同方法静校正量的叠加效果对比

1.1 微测井约束建模与标定

实际生产中比较常用的静校正方法有折射和层析两种,两种方法虽然都是利用初至时间信息,但其应用的初至范围和反演、计算侧重点有较大差别。折射法是利用浅层折射波初至信息计算折射界面到接收或激发点之间的垂向延迟时,并通过给定的初始速度得到折射层之上的厚度-速度等效层状模型;而层析法是利用给定偏移距范围内的所有初至时间信息反演表层模型,所得模型是一个等效渐变模型。由于方法本身的区别,导致微测井成果在过程中的约束也有所差别。

在折射法的应用中,微测井成果约束所体现的是折射层之上的等效速度求取。其具体的操作是在微测井时深曲线上寻找与折射层相对应的速度层,并计算该层上覆介质的等效速度,并在各微测井点之间进行空间内插,得到所有炮、检点的等效速度,用此速度作为折射初始速度进行表层模型求取,以此来达到微测井约束的目的。而层析法的应用中,是利用成果建立全工区表层速度-厚度模型,并以此模型更新由初至时间-偏移距曲线所建立的初

始模型,在给定的约束权重场下进行约束层析反演,此过程反演所得的表层模型在浅层更加符合实际地表地质变化规律,所得模型空间变化规律更加可靠。因此,微测井成果约束建模的目的是获得一个与微测井成果空间变化相近的表层模型,以此模型计算所得的静校正中、长波长量会更加准确,也间接的校正了各种静校正方法之间的系统误差,使其能更好的完成后续的多种静校正量拼接和标定工作。

微测井约束建模是一个相对的过程,它能控制整个模型空间变化趋势,但是在单点上由于空间插值、平滑、方法系统误差等因素的影响,微测井成果在约束计算、反演过程中会存在一定程度的改变。因此,利用原始微测井成果对相邻的检波点静校正量进行量化标定就成了质控静校正精度的一个重要手段。微测井静校正量标定误差平面分布显示(图2),微测井标定误差较大,从4.3 ms到19.3 ms不等,SN-A与SN-B两口探井间的相对标定误差也能达到近5 ms,足以影响低幅构造或岩性目标形态。

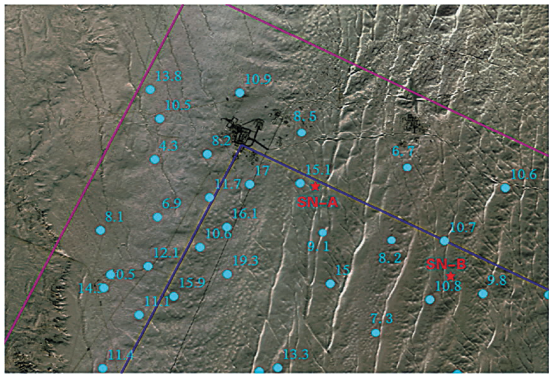


图2 微测井静校正量标定误差平面分布(单位:ms)

1.2 探井分层标定分析

探井间高低关系分析与标定首先要满足其标定层上覆介质平均速度横向稳定的前提,只有在此基础上时间域高低关系与深度域才是吻合的。综合地质研究人员通过变速成图分析认为石南地区 SN-A 井 SN-B 井间,在 J_2x_4 标识层的转深速度横向变化稳定,在深度域钻井分层 SN-A 比 SN-B 井高

32.1 m(表 1)。通过利用 SN-B 井 VSP 资料所得该层上覆介质的平均速度计算,此深度差转换到时间域的 t_0 时间差应为 22.5 ms,而 t_0 剖面的时间差只有 7 ms(图 3 左);因此在认为速度横向稳定的基础上影响时间域井间高低关系的因素就只有静校正。由此可见,在 SN-A 与 SN-B 井间存在一定的中、长波长校正问题,影响了构造形态,通过量化标定分析,其静校正误差在 7.8 ms。其统计表如表 2。

表 1 J_2x_4 钻井分层与 t_0 统计

井名	钻井分层	海拔/m	联合校正前 t_0 时间/ms	联合校正后 t_0 时间/ms
SN-A	J_2x_4	-1 636.6	1 601	1 603
SN-B	J_2x_4	-1 668.7	1 608	1 625

表 2 校正前后误差表

名称	校正前误差 t_0 /ms	校正后误差 t_0 /ms
误差/ms	22.1	7.8

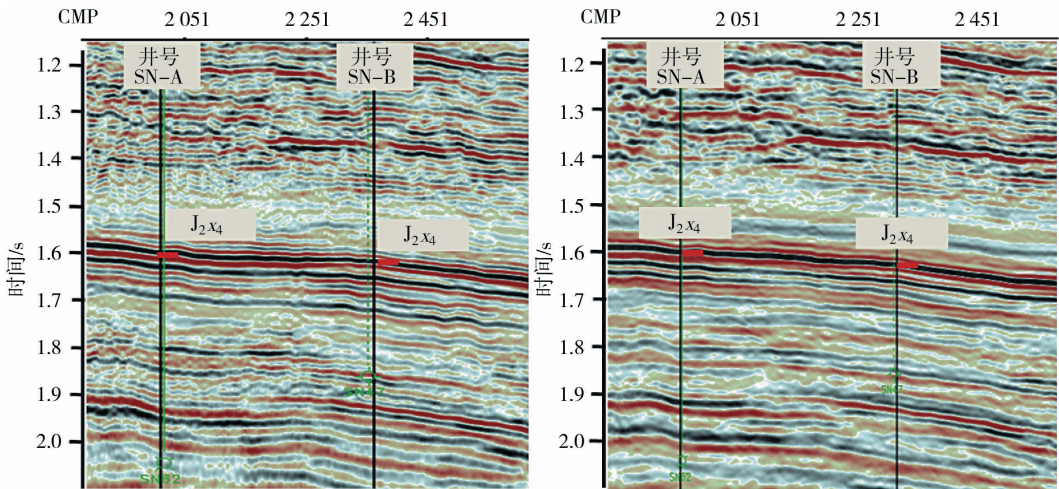


图3 静校正联合校正前(左)后(右)时间域连井剖面标定

1.3 联合误差校正

通过微测井与探井分层的标定,其静校正在与相邻标定点间的误差是客观存在的,是否能通过平面数学运算将误差校正业界也存在一定的争议。但通过研究认为,利用微测井分层或初至波反演的静校正技术解决反射成像静校正问题时具有一定的局限性,因为在复杂地表区不一定完全满足地表一致性等基础假设,且初至波射线路径与反射波场在一定程度上存在的实际误差,与静校正方法无关,因此这两个原因是反射叠加成像存在中、长波长静校正残留的主要因素。当确定反射波成像在时

间域存在构造幅度问题时,考虑转深速度影响的同时,可通过微测井与探井分层时间域误差进行联合校正,将误差进行空间插值,并利用小半径平滑将误差高、低频分离,取误差空间低频对整体静校正量进行再次校正,可一定程度上提高空间中、长波长静校正精度。

2 应用效果分析

在实际生产应用中,通过整体静校正精度分析,选择一口相对准确的探井作为校正基准点,在平面上分析并计算各探井间标识层标定相对误差,

并结合微测井标定误差进行空间插值与平滑,计算每一个炮、检点的二次校正低频量。通过此方法的应用,在 SN62J3D 工区中的 SN-A 与 SN-B 探井附近微测井标定误差大幅降低 ($-2.9\sim 3.2$ ms)(图 4),且在连井剖面上,标识层 J_2x_4 的 t_0 时间差为 21 ms,与两口井深度差转换到时间域的 22.5 ms 时间差相差 1.5 ms,整体静校正精度也明显提高。通过联合校正前后静校正应用效果的对比,除两口探井在 J_2x_4 的高低关系更加吻合外,井间的构造形态更加合理,符合综合研究人员的地质认识,静校正成果更加可靠(图 3)。

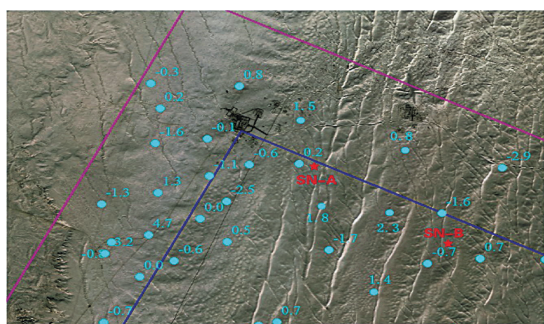


图4 联合校正后微测井静校正量标定误差平面分布
(单位:ms)

3 结论与认识

(1)基于井控标定与校正的静校正技术能较大程度提高静校正整体精度,并且能提供静校正量化的分析与评价依据,为低幅构造和岩性圈闭区域的综合地质研究奠定资料基础。

(2)井标定分析时,应对标定点进行一定条件

的筛选,因为标定点与相邻点间的距离远、高差大时容易误导标定结果,影响分析判断和校正。

(3)分层标定与误差校正时需要结合地质认识,充分考虑转深速度对深度域成果的影响,只有排除速度因素后才能将 t_0 幅度与高低关系的影响归于静校正量。必要时需要对联井剖面进行各项异性深度偏移,联合判断速度对深度域成果的影响。

参考文献:

- [1] 郑鸿明.地震勘探近地表异常校正[M].北京:石油工业出版社,2009:7-14.
- [2] 邓志文.复杂山地地震勘探[M].北京:石油工业出版社,2006:4-7.
- [3] 孙淑琴,王彦春,何巍巍,等.基于地震时窗属性特征拾取初至方法对比研究[J].勘探地球物理进展,2009,32(6):441-444.
- [4] 齐春艳,陈志德,刘国友,等.大庆长垣油田近地表模型约束折射波层析静校正[J].石油地球物理勘探,2013,48(1):22-30.
- [5] 林伯香,孙晶梅,徐颖,等.复杂地表条件静校正中的3D表层速度层析反演研究[J].石油物探,2005,44(5):454-457.
- [6] 薛为平,梁英,刘治凡.准噶尔盆地特殊地表的静校正应用[J].新疆地质,2005,23(1):82-85.
- [7] 林伯香,肖万富,李博.层析静校正黄土塬弯宽线资料处理中的应用[J].石油物探,2007,46(4):417-420.
- [8] 李敏杰,刘玉增,孟祥顺,等.陕北富县黄土塬区三维地震资料处理技术[J].石油物探,2012,51(3):285-291.

(编辑 杨芝文)