

声波曲线校正在准中 4 区块合成记录标定中的应用

翟晓薇（中国石化胜利油田分公司勘探开发研究院，山东 东营 257000）

摘要：针对准中 4 区块合成记录标定误差大的问题，通过声波和井径交汇及自然伽马曲线和井径曲线的交汇，确定了由井壁垮塌引起的声波曲线测量误差是导致误差产生的根本原因，并通过速度补偿法和基于井径影响的声波曲线校正法分别对声波曲线进行了校正，应用校正后的曲线进行合成记录标定和对比发现，两种方法均取得了较好的效果，其中基于井径影响的声波曲线校正法效果更好，不仅很好的消除了井壁垮塌对声波测井产生的误差，还提高了合成记录标定的精度。

关键词：声波曲线校正；准中 4 区块；合成记录标定

准噶尔盆地中部 4 区块（准中 4 区块）构造上位于准噶尔盆地腹部阜康凹陷东部。自准中 4 区块勘探以来，发现该区合成记录标定存在着一定的误差：以白垩系底部底块砂及侏罗系西山窑组煤层为参考，合成记录在对准其中一个层后，另一个标志层则对应不准，出现“上准下不准”或者“下准上不准”的情况，总体表现为合成记录两个标志层间的时间大于地震上两个标志层间的时间。

鉴于实际合成地震记录标定中存在的问题，通过对该区测井资料的分析发现，侏罗系头屯河、齐古组地层井壁垮塌的情况非常普遍，而对应垮塌层段，声波时差具有明显增大的特征，由此认为，由于井壁垮塌，造成了声波时差的增大及与之对应的速度的误差，从而影响的合成地震记录的准确性，因此为了准确的进行合成记录标定，非常有必要对声波曲线进行校正。

1 声波曲线的校正方法

通过查阅参考文献，调研声波曲线的校正方法，并通过不断的实验，总结了两种适用本区的较为合适的曲线校正方法，通过准中 4 区块实际的应用中取得了较好的效果。

1.1 速度补偿法

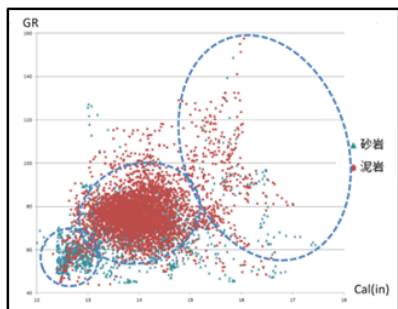


图 1 董 701 井头屯河、齐古组 Gr-Cal 曲线交汇图

以测井资料为基础，通过岩性、速度交汇分析及井径、速度交汇分析，确定速度异常的井段，针对这些井段，通过 VSP 资料分析，获得这些速度异常段的真实层速度，根据这些层段的真实层速度对原始的声波曲线进行校正^[1]，进而进行合成记录标定。由于董 701 井在整个头屯河组没有更换钻头，井径一致，有利于井径和别的曲线进行交会分析，因此以董 701 井为例来说明该方

法。

通过董 701 井自然伽马曲线和井径的交汇分析（图 1），该井头屯河组砂泥岩分布规律性相对较好，砂岩井径主要分布 12.5–13.5 英寸，由于泥岩段井壁垮塌，井径分布正在 13–15 英寸，对应于这部分井径的声波曲线，需要一定的校正。大于 15 英寸的数据点是垮塌最为严重的，也是重点需要校正的。

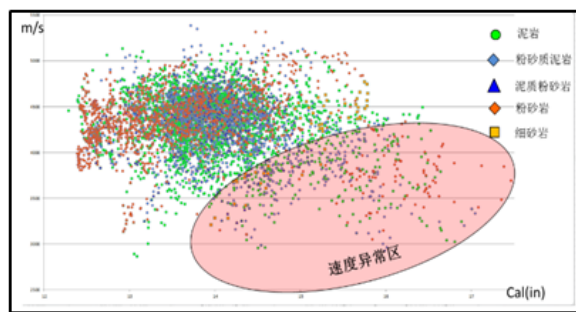


图 2 董 701 井头屯河、

齐古组速度 - 自然伽马曲线交汇图

通过董 701 井速度曲线和井径的交汇分析（图 2），该井头屯河组不同岩性分布规律性相对较好，细砂岩、粉砂岩速度最低，为 4000m/s 左右，井径为 12.5–13 英寸，泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩速度不易区分，为 4200–4500m/s 左右，井径在 13–14.8 英寸，对应于这部分井径的声波曲线，需要一定的校正。分布在井径大于 14.8 英寸，速度小于 4000m/s 的数据是重点需要校正的。

根据速度与井径交汇、自然伽马与井径交汇的结果，确定了需要校正的井段的井径范围和速度范围，结合 VSP 资料确定的不同层段的层速度，以董 701 井为例，头屯河组一段、二段、三段的层速度分别为 4500–4600 m/s、4500m/s 和 4400m/s，按井径有大到小，速度有小到大对声波曲线进行筛选，对达到校正门限的数据按 VSP 资料所统计的不同井段的层速度进行校正^[2]。

1.2 基于井径影响的声波曲线校正法

中 4 区块头屯河组井壁垮塌较为普遍，理论上，井径越大，声波时差受泥浆的影响越大，造成声波时差增大，速度变小，而且误差的大小和井壁的垮塌成正比，根据这一特点，设计了消除井径影响的声波时差曲线校正公式：

$$AC = ac(1 - \frac{D_0 - D}{K})$$

上式中：AC：经过井径校正后的声波时差值；ac：原始声波时差值；D：本段地层所用钻头直径；D₀：为本段地层井眼的实际直径；K：常数，且 K ≥ D，不同井、同一口井不同井段校正时 K 值不同。

其校正过程是：根据公式，通过井资料获取井径参数，根据不同井径，对 K 进行赋值，对声波曲线进行整体校正，然后通过合成记录标定，来判断 k 值是否合适。其校正方法是基于假设法原理^[3]，先假设一个条件成立，然后用该条件成立时所预测的结果是否出现来检验假设条件是否正确。实际校正中，当 K 取某个值，使得合成记录中白垩系底和西山窑组煤层这两个特征明显的标志层与地震具有良好的对应关系时，如果头屯河组的河道砂体与合成记录也具有好的对应关系，则认为 k 的取值合理，以此值所校正的曲线作为最终的校正结果^[4]。

2 应用效果分析

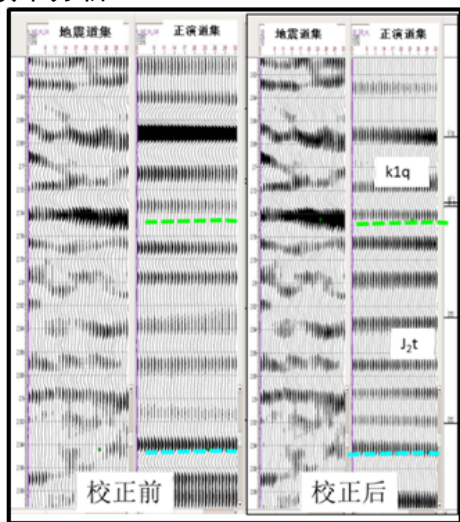


图3 董701井速度补偿法
声波曲线校正前后合成地震记录对比图

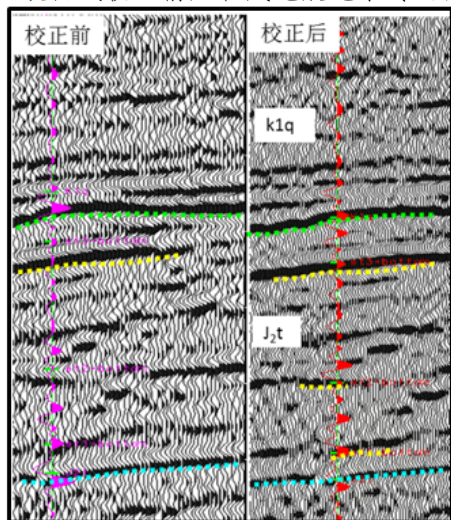


图4 董701基于井径影响的
声波曲线校正法校正前后效果对比图

通过以上两种方法的应用，对声波曲线进行校正后，均比原始的声波曲线所做的合成地震记录和地震的相关

性有很大的提高。但是相比速度补偿法，基于井径影响的声波曲线校正法效果更好（图3、图4），以董701井为例，应用速度补偿法校正后，就波组特征而言，二者之间还有较大的差异。而用第二种方法校正后，可以看到，地震和合成记录不仅同相轴的对应关系很好，而且其波组特征对应也非常一致。

应用基于井径影响的声波曲线校正法对声波曲线进行校正，区域上多口井的标定具有很高的统一性，这不仅表现在反射特征十分明显的白垩系底块砂及西山窑组的煤层的标定上，而且白垩系内部反射及三工河组内部砂体反射也标定十分准确，之前提到董701井在未做声波曲线校正之前，齐古组的高产油层及白垩系底均标定在弱反射上，这明显与准中4区块的速度规律不符，而校正之后，这两个标志层均对应应在强反射上，而且全井段的合成记录与地震均对应十分一致（图4）。

以董6井为例，应用基于井径影响的声波曲线校正法进行校正后，换算各个层段的层速度，与董6井VSP数据计算的层速度对比发现，校正后的曲线比原始曲线更加准确，尤其是在头屯河组合三工组，校正前声波换算的速度与VSP资料相比，头屯河和三工河的层速度分别相差341m/s和207m/s，而校正后各层误差均小于40m/s（图5）。这也证实了该方法的准确性。

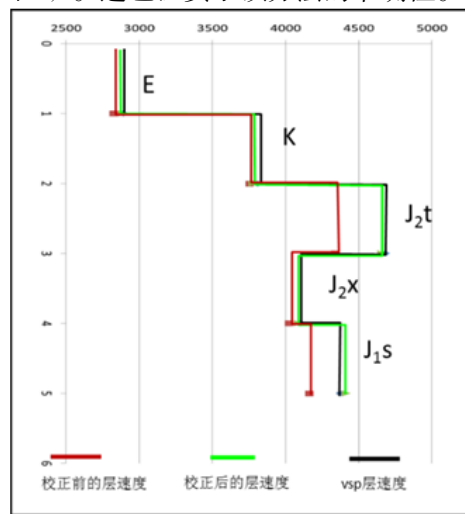


图5 董6井校正前后速度分析图

参考文献：

- [1] 楚泽涵. 声波测井原理 [M]. 北京：石油工业出版社，1987.
- [2] 刘中奇. 声波测井曲线环境校正及程序设计 [J]. 地球物理测井, 1990, 14(2).
- [3] 刘中奇, 邱广筠. 一种新的声波测井曲线环境校正方法 [J]. 测井技术, 24(4): 283-286.
- [4] 张金伟, 张明振. 孤东地区浅层声波曲线分析与校正 [J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(2): 56-60.

作者简介：

翟晓薇（1986-），女，硕士，工程师，英国赫瑞瓦特大油藏工程专业毕业，现从事油气地质勘探综合研究工作。