

波阻抗反演技术及其应用效果

孟宪民, 蒋维平

(黑龙江省煤田地质局, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要:山西潞安常村矿 N4 采区位于常村井田西北部, 区内煤系地层较平缓, 其煤层密度、速度与上下围岩有较大差异, 特别是 3#、15# 煤层可形成能量较强的反射波。在常规地震剖面上, 15# 煤层反射波为无法区分三个分层的复合波, 经 STRATA 反演后其地震剖面明显存在三个独立的反射波, 特别是 15# 煤层的波阻抗明显低于围岩的波阻抗。通过实例还发现, 地震反演技术的应用能够明显提高地震资料的解释精度, 可精确划分地层, 解释断层及陷落柱。地震反演技术在测井资料与连续观测的地震资料结合的基础上, 可以突破地震频带的限制, 提高纵向分辨率。

关键词:波阻抗; 地震反演; 分辨率; 岩性解释

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

Elastic Impedance Inversion Technology and Its Application Effect

Meng Xianmin, Jiang Weiping

(Heilongjiang Bureau of Coal Geological Exploration, Harbin, Heilongjiang 150001)

Abstract: The Changcun coalmine N4 wining district is situated at northwestern part of Changcun minefield, Luan, Shanxi. Coal measures strata in the area is rather gentle, its coal seam density and velocity have larger differentia with surrounding rocks above and under coal seam, especially the Nos.3 and 15 coal seams can form reflection wave with stronger energy. On conventional seismic sections, reflection wave of No.15 coal is composite reflections and cannot partition three coal slices. After the STRATA inversion, three independent reflections obviously existed on seismic sections, especially the elastic impedance of No.15 coal is obviously lower than that of surrounding rocks. Through examples have found, the application of seismic inversion technology can improve seismic data interpretation precision, divide strata accurately, find out faults and subsided columns. Based on combination of well logging data and continuously observed seismic data, can break through restrictions of seismic wave band to improve longitudinal resolution.

Keywords: elastic impedance; seismic inversion; resolution; lithologic interpretation

常规地震剖面的纵向分辨率较低, 无法对地层进行分层, 更无法提供岩性信息; 而反演剖面的纵向分辨率却有明显提高。可以利用岩性信息—波阻抗来划分地层、提高弱煤层底板反射波的连续性和可检测性, 获得煤层及其顶、底板的岩性信息, 进而研究煤层顶板的稳定性, 解释地质异常体的范围。本文以山西潞安常村矿 N4 采区三维地震勘探处理解释为例, 对地震反演技术在本区的应用效果进行分析。

1 测区概况

山西潞安常村矿 N4 采区位于常村井田西北部, 地处屯留县、襄垣县境内, 第四系黄土沉积掩盖, 地形平缓, 局部黄土冲沟发育, 为高原盆地内的河谷

平原区。区内最高处标高约+1 074.9m, 最低处为+953.9m, 高差 120m 左右。激发岩性主要有两种, 一种是红土层, 一种是岩石风化壳。

区内煤系地层较平缓, 煤层的密度与速度和上下围岩有较大差异, 是一个较好的反射界面, 可形成能量较强的反射波(T_3 波、 T_{15-3} 波)。所以, 本区可形成二组反射波, 本区的深层地震地质条件较好, 反射波特征明显, 所以本区深层地震地质条件良好。

2 波阻抗反演处理

本次地震反演方法为基于模型地震反演。它的基本原理是建立在地震记录褶积模型基础上, 即地震记录 $S(t)$ 是反射系数 $R(t)$ 和地震子波 $W(t)$ 的褶积: $S(t)=R(t) \times W(t)$ 。其实质就是从测井资料出发, 根据钻井分层数据及时深关系对井进行精细时深标定, 合成间隔不足一个采样点的薄层, 建立一个初始波阻抗模型, 用此模型合成地震剖面与实际地震剖面作比较, 然后不断修改模型, 使合成剖面逼近实际剖

作者简介: 孟宪民(1964—), 男, 1986年毕业于中国矿业大学物探系, 高级工程师, 从事物探技术工作。

收稿日期: 2008-11-17

责任编辑: 孙常长

面,得到最终的地质模型。

在这个过程中,初始模型的建立是一个人机交互的处理过程,对反演结果的好坏有直接影响。首先要对地震资料进行层位解释;然后通过合成记录,对每口井与井旁地震道做层位标定;最后以层位解释为控制,从井点出发,将测井数据外推内插,在三维空间的每一个点建立初始模型。这个过程实际上是把横向上连续变化的地震界面信息,与垂向上具有高分辨率的测井信息相结合的过程。

图 1 是过井的常规地震剖面,图 2 是对应的 STRATA 反演地震剖面。在常规地震剖面上,15# 煤层的三个分层形成了一个复合波,无法区分它的三个分层,纵向分辨率较低;在 STRATA 反演地震剖面上,复合反射波变成三个独立的反射波,煤层的波阻抗明显低于围岩的波阻抗,能够区分 15# 煤层的三个分层,纵向分辨率有明显提高。

3 波阻抗反演解释

3.1 断层的解释

利用反演剖面的波阻抗特征能够准确确定断层的存在与位置。图 3 为断层在常规时间剖面上的反映,图 4 为该断层在 STRATA 反演地震剖面上的反映。可以发现,在反演地震剖面上的断层特征更加明显。

3.2 陷落柱的解释

同理,利用波阻抗特征可以在反演剖面上对陷落柱的大小和范围进行解释,见图 5 和图 6。

3.3 煤层的岩性解释

图 7 是 3# 煤层的沿层振幅切片;图 8 是 3# 煤层的沿层波阻抗切片。沿层波阻抗切片能够获得整个勘探区内的煤层的岩性信息。

4 波阻抗反演效果分析

本次波阻抗反演技术山西潞安常村矿 N4 采区地震勘探中的应用,把具有高纵向分辨率的已知测井资料与连续观测的地震资料联系起来,地震反演结果突破了地震频带的限制,具有较高的分辨率。在本项目中地震反演技术主要取得了以下效果。

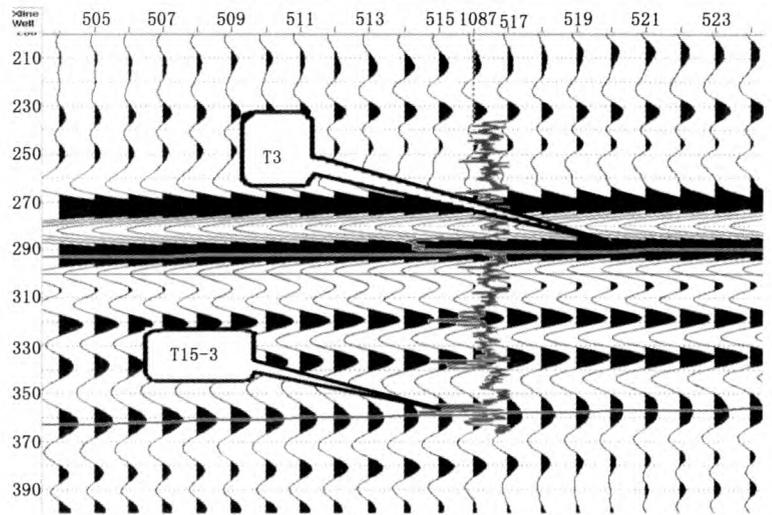


图 1 过井常规地震剖面

Figure 1 Conventional seismic section through the coalmine

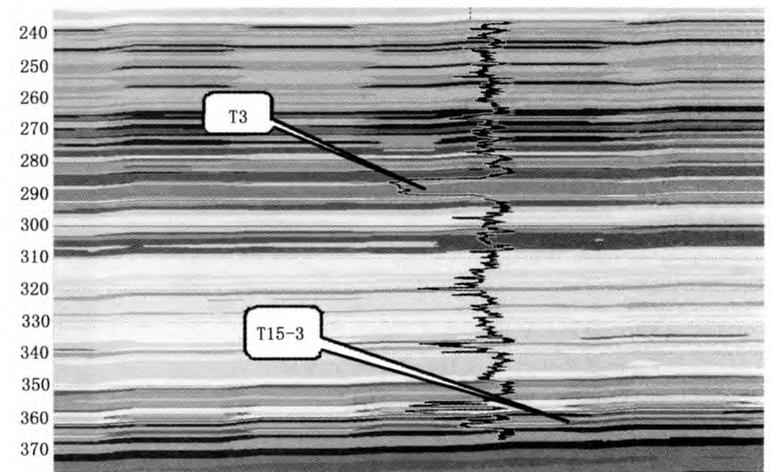


图 2 过井 STRATA 反演地震剖面

Figure 2 STRATA inversion seismic section through the coal mine

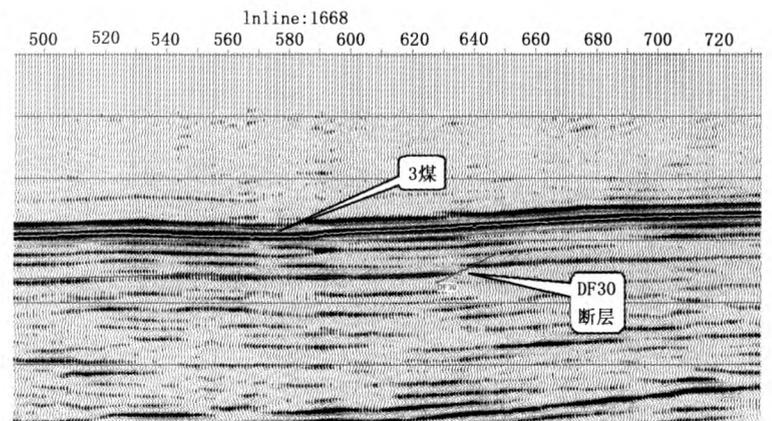


图 3 常规地震剖面

Figure 3 Conventional seismic section

①通过反演技术可利用反演地震剖面的岩性信息—波阻抗来划分地层,提高煤层间弱煤层的反射波的连续性和可检测性,推广后可利用反演技术对煤系地层进行分析对比。

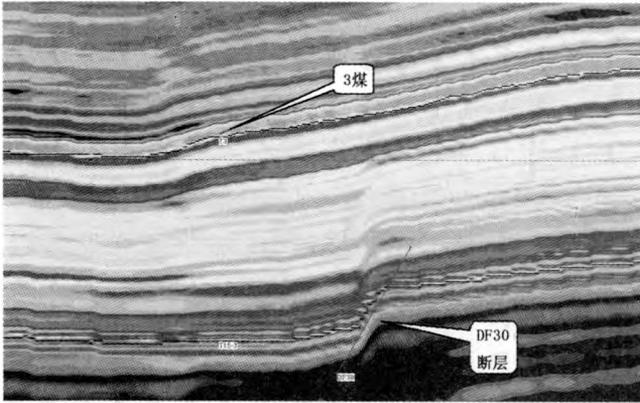


图 4 STRATA 反演地震剖面
Figure 4 STRATA inversion seismic section

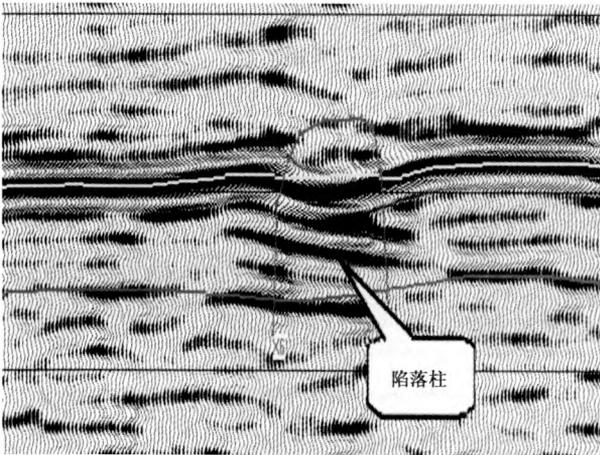


图 5 陷落柱在常规地震剖面上的反映
Figure 5 Reflection of subsided column on conventional seismic section

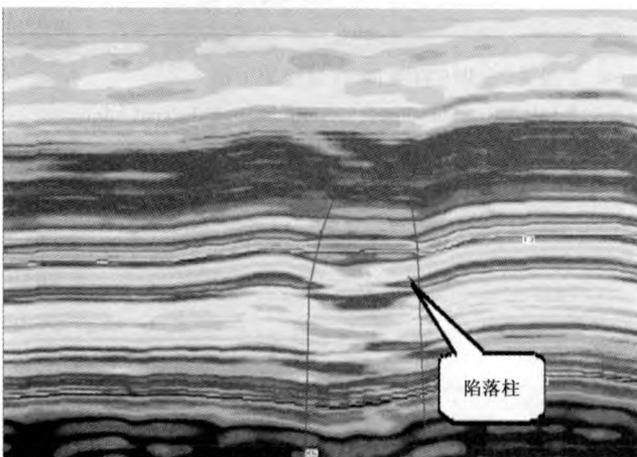


图 6 陷落柱在 STRATA 反演地震剖面上的反映
Figure 6 Reflection of subsided column on STRATA inversion seismic section

②通过反演技术可进一步对勘探区的构造情况进行解释,这也是目前对三维地震勘探解释手段的一种补充。

③可以从平面和立体角度研究煤系地层的构造和岩性变化,从而把煤田地震勘探水平提高到岩性

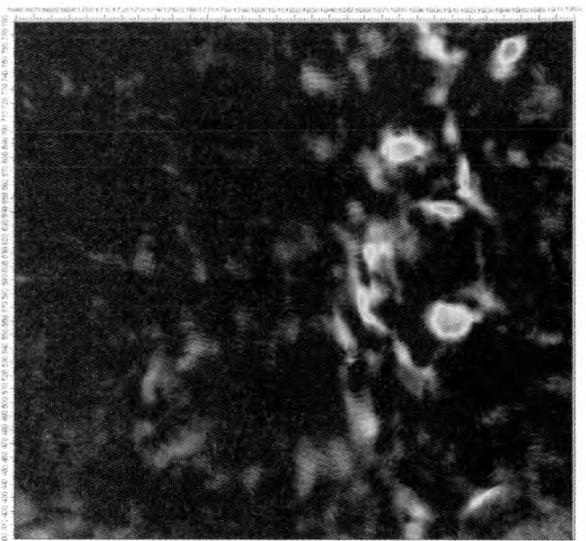


图 7 3# 煤层的沿层振幅切片
Figure 7 No.3 coal seam amplitude slice

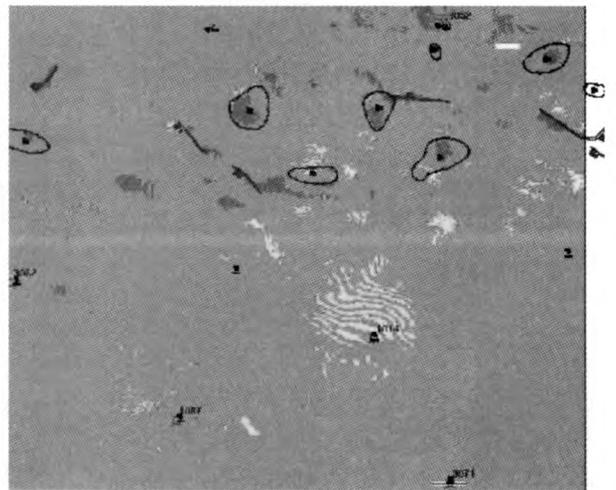


图 8 3# 煤层的沿层波阻抗切片
Figure 8 No.3 coal seam elastic impedance slice

勘探阶段。

但是由于波阻抗反演技术目前在煤田地震勘探中还处于起步和研究阶段,从中看到了它的广泛应用前景。所以在今后的实际工作和研究工作中,应该根据具体地质情况加强煤田地震反演技术的研究,将煤田三维地震岩性勘探水平进一步提高,实现煤田地震勘探从构造解释阶段向岩性解释阶段的新跨越。

参考文献:

[1] 杨振邦.常村矿 N4 采区三维地震勘探报告[R].哈尔滨:黑龙江省煤田地质局,2006.
[2] 卢占武,韩立国.波阻抗反演技术研究进展[J].世界地质,2002,22(4).
[3] 赵铭海.常用叠后波阻抗反演技术评析 [J]. 油气地质与采收率, 2004,11(1).