

峰峰煤田断裂地震识别技术及其发育规律分析

祝嗣安, 陈洪涛, 胡永军, 张元, 申林丽, 张春芝

中石油集团东方地球物理公司研究院大港分院, 天津, 300280

关键词: 断层识别; 体属性; 峰峰煤田

煤矿开采过程中, 断层构造是影响矿业发展的重要问题之一。如果不了解地下结构和断层的发育情况, 可能会造成巨大的经济损失, 甚至会导致透水等事故的发生。因此, 寻找煤层中的小断层对煤矿开采具有重要意义。峰峰煤田断裂构造非常发育, 本文通过地震勘探对小断层进行识别, 并分析该地区断层发育规律, 为今后该井田的煤炭勘探提供参考。

1 区域地质概况

研究区位于河北省的南部, 地处太行山东麓, 行政区隶属于邯郸市峰峰矿区和磁县。大地构造位置位于中朝准地台(I)、山西断隆(II)、太行山拱断束(III)、武安凹断束(IV)的东南部, 东太行山山前深断裂, 与华北断拗(II)的临清台陷(III)毗邻。峰峰煤田主要含煤地层为石炭系、二叠系近海型海陆交互相含煤岩系, 由石炭系中统本溪组、上统太原组和二叠系下统山西组组成。井田含煤地层平均总厚约 210 m, 可采煤层 6 层, 即 2#、4#、6#、7#、8#、9#煤。其中 2#煤层是厚度最大的煤层, 煤层厚度相对较为稳定, 普遍可采。煤层厚度 4.01~7.34 m, 平均厚度 6.0 m, 属于结构复杂的稳定可采煤层。

2 断裂识别技术及效果

2.1 体属性断裂识别技术

峰峰煤田断层较为发育, 而断层发育带的地震资料品质一般比较差, 进行断层解释及断层平面组合难度较大。因此, 单一的断裂解释技术难以有效识别断层, 特别是小断层的识别。除了采用相干体等常规断裂识别技术之外, 还应用了曲率体、方差

体、相干能量梯度等体属性分析技术指导该煤田断层解释。体属性是采用特征数据的提取、高阶统计等算法或多道滤波以及邻域数据分析等技术, 从三维地震数据体中提取的属性。由于体属性计算结果不依赖于解释层位, 避免了分析结果受人为因素的干扰。从而提高断层识别能力和准确度(Alistair R Brown, 1997)。

(1) 曲率体。曲率是描述曲线上某点弯曲程度的一种属性, 应用于三维空间上, 描述了曲面几何变化的属性。在数学上, 曲率等于曲线上某点的角度与弧长变化率的比值。因此, 直线的曲率为零, 弯曲程度较大的曲线曲率大。曲率属性对应于地震体的弯曲程度, 可用于进行断裂的识别(Roberts, 2001)。

(2) 方差体。方差通常用于描述随机变量与其均值的偏离程度, 在数学上, 用每个数据与平均数之差的平方的和的平均数表示(陈风云, 2005)。在此理论上发展起来形成了方差体技术。通过计算随机变量数据与其平均值的偏离情况, 进而实现了相邻地震道之间的差异性分析。当地下存在断层、地质异常体或者地层出现不连续变化时, 致使地震反射波将与附近地震道的反射特征出现一定的差异, 从而表现为高方差值, 通过分析地震数据方差值的大小, 进而实现断层或地质异常体的识别。

(3) 相干能量梯度。相干主要分析地震振幅的变化, 而相干能量梯度用于分析相干能量在某个方向上的变化率。在计算过程中, 首先计算地震数据体的相干值, 然后计算该相干属性数据的振幅变化率, 最终获得相干能量梯度属性。相干能量梯度更加突出地震数据的变化细节, 进而分析细小的地质特征变化。因此, 该项技术在断层、裂缝以及一些岩体边界、古河道等方面, 具有较好的应用效果。

2.2 断裂识别效果

在断层解释过程中,结合区域构造特征,综合利用三维地震体属性技术,经过平面和剖面的反复对比,特别是对一些小断层的识别,最终实现了峰峰煤田各级别断层的平面展布特征及其发育规模的精细刻画,且小断层的解释更加趋于合理(图 1)。经已钻井验证,与实钻结果吻合程度较高。

3 断裂规律分析

峰峰煤田断层走向以 NEE、NNE 向为主,其次为 NNW 向,倾向 NW 或 SE,断层倾角一般为 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。断层分布主要集中在北部及西南部,北部及西南部为复杂的地垒构造块段,断层多呈入字型、雁行型、帚状排列。小断层在煤田内十分发育,破坏了煤层完整性,影响采区正常划分和回采工作面布置。勘查区断层相对较为发育,对本区的断层进行梳理,并对发育特征进行分析,总结了本区断层总体的发育规律:

(1) 断层性质大体相同。根据区域地质构造分析及三维地震解释结果,本区以正断层占绝对优势,仅在局部发育逆断层,共识别出 3 条,且发育

规模均比较小。

(2) 断层走向方向性强。勘查区先后经历了两次来自不同方向挤压应力的构造运动。由于两期不同方向挤压应力构造运动的作用,断层整体以北东(北北东、北东东)向为主,北部发育近东西向断层。

(3) 倾角集中。勘查区断层具有高陡特征,倾角多集中 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$;

(4) 具有走滑特征。剖面上部分断层为高陡断层,平面断层上呈“S”型,根据断层的发育特征,结合勘查区区域构造背景,本区断层具有较为明显的走滑特征。

4 结论

(1) 基于方差、曲率体和相干能量梯度等体属性的断层识别技术,能更清晰地展示断裂的平面展布特征及断层之间的搭接关系。

(2) 从断层的性质、走向、倾角等方面对研究区对断层进行规律性进行总结,为后续工作面的涉及提供可靠的依据,有效指导矿井安全生产。

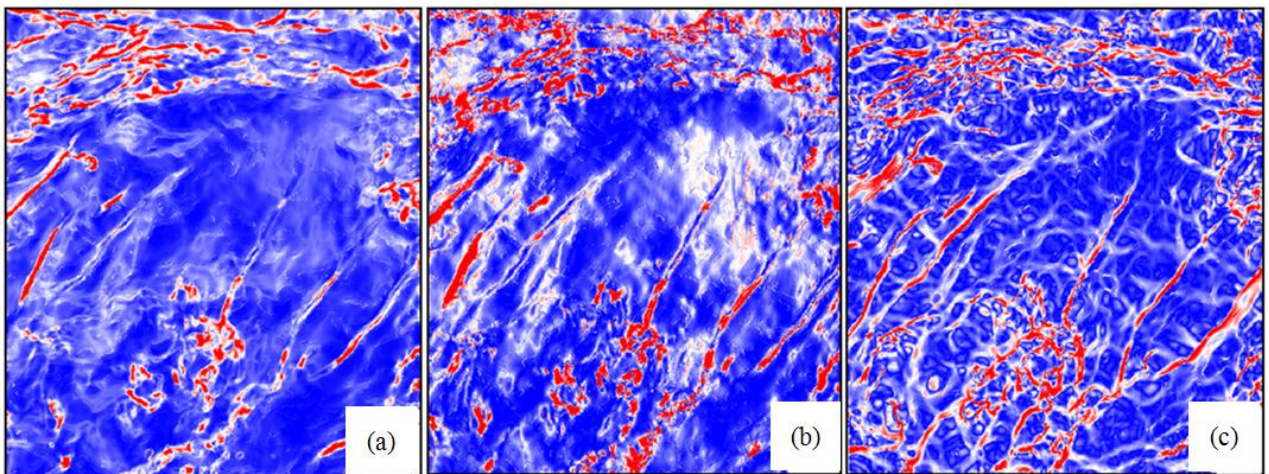


图 1 体属性断裂识别效果分析图

(a) 相干能量梯度; (b) 方差体; (c) 曲率体

参 考 文 献 / References

- 陈风云. 2005. 方差体技术在地震勘探中的应用. 中国煤田地质, 17(2): 51~53.
- Alistair R Brown. 1997. 地震属性及其分类. 严又生译. 国外油气勘探, 9(4): 529~530.
- Roberts A. 2001. Curvature attributes and their application to 3D interpreted horizons. First Break, 19(2): 85~89.

ZHU Sian, CHEN Hongtao, HU Yongjun, ZHANG Yuan, SHEN Linli, ZHANG Chunzhi: Fault seismic recognition technology and characteristic analysis of Fengfeng coalfield

Keywords: fault recognition; body attribute; Fengfeng coalfield