

文章编号: 1001-1749(2024)01-0080-11

基于裂缝预测与流体预测技术的煤层顶板富水性研究 ——以葛泉矿 2 煤层为例

亚东菊, 田锦瑞, 殷全增, 齐亮亮, 张灯亮

(河北省煤田地质局物测地质队, 邢台 054000)

摘要: 为了查清葛泉矿五六七采区和葛泉东井两个区块 2 煤顶板富水特征, 在已知地质构造和高物性地层空间展布的基础上, 采用裂缝预测技术对不同尺度裂缝进行研究, 同时采用高频衰减梯度进行流体预测, 进而对煤层顶板富水性进行了预测。结果表明: 葛泉矿五六七采区顶板富水区主要集中在中西部地区, 葛泉东井整体富水性差。该研究成果可对葛泉矿 2 煤层顶板富水性预测提供依据, 在开采过程中, 对重点区域提高警惕, 能有效预防水害事故的发生。

关键词: 裂缝预测; 流体预测; 局部构造; 富水性

中图分类号: P 631.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1749.2024.01.09

0 引言

随着煤矿开采的发展和构造复杂矿井的相继投产, 矿井顶板水害问题影响煤矿建设和安全高效生产的问题日益凸显。如何有效防止顶板水害发生是各矿井亟需解决的问题。近年来, 前人采用不同方法对顶板富水性进行研究和勘探开采实践, 建立了多种相对成熟的方法体系。

崔江伟等^[1]采用瞬变电磁数据精细处理技术对煤层顶板富水区进行探测研究。张国恩等^[2]利用音频电透视法准确查明了松散含水层下回采工作面内部复杂的导水异常构造。梁向阳^[3]在瞬变电磁法和音频电透视法的基础上, 再通过布置钻孔掌握涌水量和水压分布情况, 综合分析顶板富水性。武强等^[4]运用基于 GIS 信息融合的富水指数法实现了对充水含水层的富水性评价。刘景等^[5]利用层析分析法对大南湖顶板突水危险性进行了评价。孙洁^[6]和刘基等^[7]通过陆相古地理沉积演化对煤层顶板砂

岩富水性进行了研究。近年地震预测技术在煤层顶底板含水性方面也发挥了作用。汪洋^[8]通过地震多属性与测井联合反演获取拟测井参数体进行赋水性分析。李雪梅和陆大华等^[9-10]通过地震属性预测岩性参数进行反演, 从获得的波阻抗体、视电阻率体和孔隙度体来预测煤层顶底板富水性。田伟等^[11]利用 AVO 技术与伪泊松比属性联合预测灰岩富水性。陈占海等^[12]利用地震资料不同岩体的频谱差异对煤层顶底板砂岩富水性进行预测。韩璐^[13]利用多属性融合研究了顶板砂岩含水层富水性及突水危险性。郎玉泉等^[14]通过 Gassmann 方程和 AVO (Amplitude Variation with Offset) 技术探讨煤层顶板砂岩富水性的预测方法。目前地震预测技术对含水性的研究主要是利用地震属性对岩性参数进行反演, 以上研究成果均有助于顶板水害防治工作, 方法体系日趋成熟, 但利用已知地震资料预测煤层顶板富水性有待进一步深入研究。本次在已知构造特征和高物性岩层展布的基础上, 开展裂缝预测与流体预测, 对富水区域进行圈定, 对矿井后期水害防治提

收稿日期: 2022-07-22

基金项目: 河北省科学技术厅资助项目 (V1647998930230)

第一作者: 亚东菊 (1983-), 女, 硕士, 高级工程师, 从事煤田地震勘探解释工作, E-mail: dongjiu911@163.com

供参考。

目前,煤层裂缝预测主要利用露头、岩心、测井资料、和地震资料等进行分析。利用地震资料是根据地震波在裂缝介质中传播过程中方位各向异性特征变化来预测裂缝发育方位和发育强度的,如叠后地震属性和 OVT 域叠前方位 AVO 反演等方法^[15-19]。本文利用应力场模拟和局部构造非连续性进行裂缝预测,提高了计算效率和抗噪能力。与致密的单相地质体相比,当地质体中含流体如油、气或水时,会引起地震波的散射和地震能量的衰减,通过衰减属性来检测储层中流体发育特征。流体预测主要应用于油气和煤层气研究方面,在煤层含水性方面尚未应用。在研究过程中,地震资料信噪比良好是基础,处理中做好中深层目标区有效反射的能量恢复是关键点。利用裂缝和流体预测相结合研究煤层顶底板含水性,前人尚未进行相关研究。本次尝试采用这两种方法用于研究煤层顶板富水性预测,在以往突水区域吻合度较高,取得了一定效果。

1 地质背景

本次以葛泉矿五六七采区和葛泉东井 2 煤为例进行研究,2 煤层位于山西组中部,为葛泉井田主要可采煤层之一,平均煤厚 2.67 m,厚度变化不大,其顶部发育以灰色—灰黑色中细砂岩、粉砂岩为主的砂岩层,属高物性地层。葛泉矿历经多次勘探,均将其确定为水文地质条件复杂井田,自 1989 年投产以来,巷道开拓和回采过程中发生过多次突水。其中包括奥陶系灰岩水、野青灰岩水和煤层顶、底板砂岩水突出。

1.1 构造特征

葛泉矿在区域构造上位于太行山断褶带东部边缘上,隔太行山山前大断裂与冀东南沉降带毗邻,燕山期的局部应力场为 NW—SE 挤压。继燕山运动

之后,以太行山山前断裂为界,以东拉伸下沉,以西拉伸上隆。葛泉矿所属的邢台矿区位于上隆区边缘,受 NW—SE 方向拉伸应力。因此,研究区构造因受主要的北东和次要的北西两种方向作用力控制,使之构造形态比较复杂。断层和褶皱平面分布,既有北东向,又有北西向。

1.2 水文特征

葛泉矿位于百泉水文地质单元中部径流区,地表水系有六条季节性河流。含水层可粗分为新生界含水体和基岩含水层。新生界含水层主要为第三、四含水层,与煤矿生产关系密切的是第四系含水层。第四系含水层共有底部砾石含水层、中部砂层含水层和上部砾石含水层三层。层与层之间均有良好的隔水层存在,基岩含水层则相对较为复杂。

区域内地下水的主要补给来源是大气降水和局部地区沟谷河床渗漏。由于区域内裂隙岩溶含水层均为厚层含水层,且裂隙岩溶发育,各含水层通过导水构造发生水力联系,使山区裂隙岩溶含水层与奥陶系裂隙岩溶含水层构成了统一的含水层。

1.3 地震地质概况

本区采集的地震资料质量较好,在地震解释剖面上,新生界内及其底界面与下伏煤系地层间形成的一组反射波,全区能量较强,能连续追踪(图 1)。在实际开采中发现,本区以灰岩、砂质泥岩为主的直接顶以中等稳定—稳定顶板为主,裂隙不很发育;在断层破碎带附近,顶板裂隙较发育,综合分析,煤层顶底板平整,裂隙不很发育。

2 裂缝预测

裂缝是致密、脆性岩石地层流体通道的决定性因素,是油、气、水的运移和聚集通道,影响和控制着其动态变化,在以往的研究中,裂缝预测主要应用于

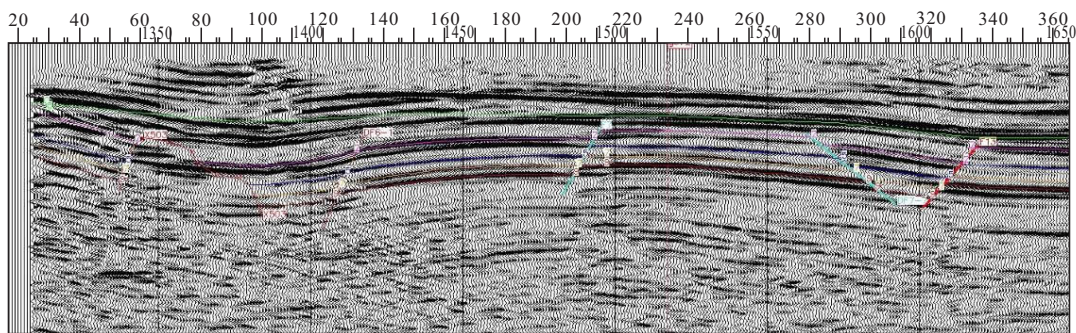


图 1 研究区地震解释剖面

Fig. 1 Seismic interpretation profile of study area

油气藏研究。对于研究的区域带来说,构造发展是裂缝产生的直接原因,在构造发展过程中,构造变形运动在构造内部引起了一连串的应力重新分布,从而相应伴随出现了各种不同的裂缝组系,因此,本次通过裂缝预测,从大尺度和中小尺度两个方面进行。

2.1 应力场模拟—大尺度裂缝检测

随着地质演化,一个地区常常经受多次不同方式的地壳运动,导致同一地区内,呈现出受不同时期不同形式地应力场作用所形成的各种构造及其叠加或改造的复杂景观。因此,只有最近一期地质构造,未经破坏或改造,才能确切地反映这个时期的地应力场。

本研究区在构造演化过程中,经历多次不同方式的地壳运动,在不同时期的地应力场是不同的,所形成的各种构造及其叠加或改造的微构造也不尽相同。煤层、砂岩在构造运动作用下,会产生大量的构造缝,主要分布在地层顶面,反应大尺度裂缝特征。

其原理:通过应力场模拟进行裂缝预测,其理论基础为构造力学。从构造力学出发,利用地层的几何信息(构造面)、岩性信息(速度、密度),估算出地层的应力场,包括地层面的曲率张量,变形张量和应力场张量,从而得到主曲率、主应变和主应力(图 2)。

通过把三维地震数据体变换为 LSE 数据体,解释人员可以揭示在地震数据体中不易察觉的细微的地质特征,这种方法与其它不连续性检测方法相比具有计算效率高,抗噪能力强等特点,是最新一代不连续性检测算法。

选择一个 3D 矩形数据窗口,当探测大尺度的不连续特征时,应采用较大的数据窗口;而当对小尺度特征或细微特征感兴趣时,应采用较小的数据窗口。将这窗口内的数据分成四个子数据体,并计算

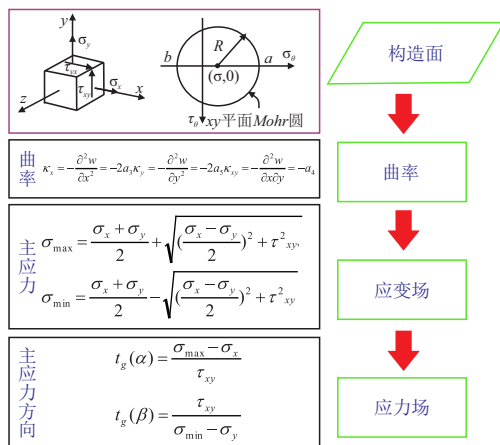


图 2 应力场模拟原理及思路

Fig. 2 Principle and thought of stress field simulation

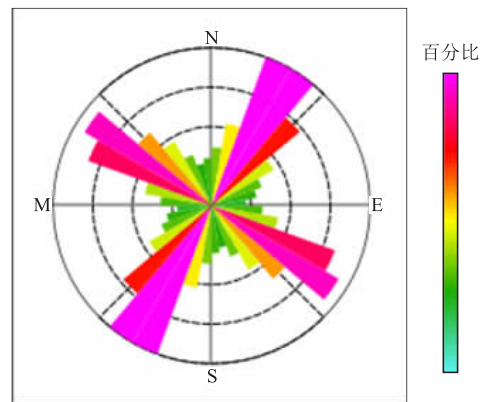


图 3 2 煤层底面大尺度裂缝方向全局统计

Fig. 3 Global statistics of large scale fracture direction of 2 coal seam bottom

相应的互相关矩阵。由此互相关矩阵定义其局部结构熵值。其局部结构熵值可表征储层的相关性。

以 2 煤层为例,底面大尺度裂缝方向全局统计结果显示(图 3),裂缝方向有两组:东南—西北、西南—东北,网状缝特点明显。煤层脆、受构造易于碎裂,推测 2 煤层经过两次大的构造运动,应变强度比较均匀,对于煤层保存不利。

图 4 为 2 煤层大尺度裂缝模拟结果(最大主应力方向+最大主应变)表明裂缝发育及方向呈条块分布明显,该模拟结果与研究区所经历构造运动一致。

2.2 非连续性检测—中小尺度裂缝预测

本次裂缝预测采用局部构造熵分析方法^[20],指示地震数据中给定子体内的不连续程度,周艳辉等^[21]将该方法用于地层横向不连续性结构检测。地震不连续性检测技术一直是地震数据裂缝分布预测的有力工具,判别疏导体系的存在,为水分活跃流动的原因提供依据。

局部结构熵基本方法:设选择一个分析数据体,沿 Inline 取 $2L_1$ 个数据点,沿 Crossline 取 $2L_2$ 个数据体,沿 travel time 取 N 样本点。不妨设这些数据均已归一化后的值。将这个数据体划分成 $L_1 \times L_2 \times N$ 的四个子数据体,每个子数据体的数据表示为 $\{a_i, i=1, 2, 3, 4\}$,构造其互相关矩阵:

$$S = \frac{1}{L_1 L_2 N} \begin{Bmatrix} a_1^T a_1 & a_1^T a_2 & \cdots & a_1^T a_4 \\ \vdots & \ddots & \cdots & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_4^T a_1 & \cdots & \cdots & a_4^T a_4 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

这是一个对称矩阵。

局部结构熵的定义,点 $P(x, y, t)$ 处的局部结构熵:

$$\epsilon(x, y, t) = \frac{tr(\mathbf{S})}{\|\mathbf{S}\|} - 1 = \frac{\sum_{i=1}^4 \mathbf{a}_i^T \mathbf{a}_i}{\sqrt{\sum_{i,j} (\mathbf{a}_i^T \mathbf{a}_j)^2}} - 1 \quad (2)$$

这里 x, y, t 分别表示沿 Inline, Crossline 和

travel time 的方向的值。

显然当四个子数据体完全相关时,即四个子数据体完全相同时,有 $tr(\mathbf{S}) = \|\mathbf{S}\|$, 并 $\epsilon = 0$; 一般地,有 $tr(\mathbf{S}) \leq 2 \|\mathbf{S}\|$, 并 $\epsilon \leq 1$ 。而 $\epsilon = 1$ 则表示子数据体完全不相关。

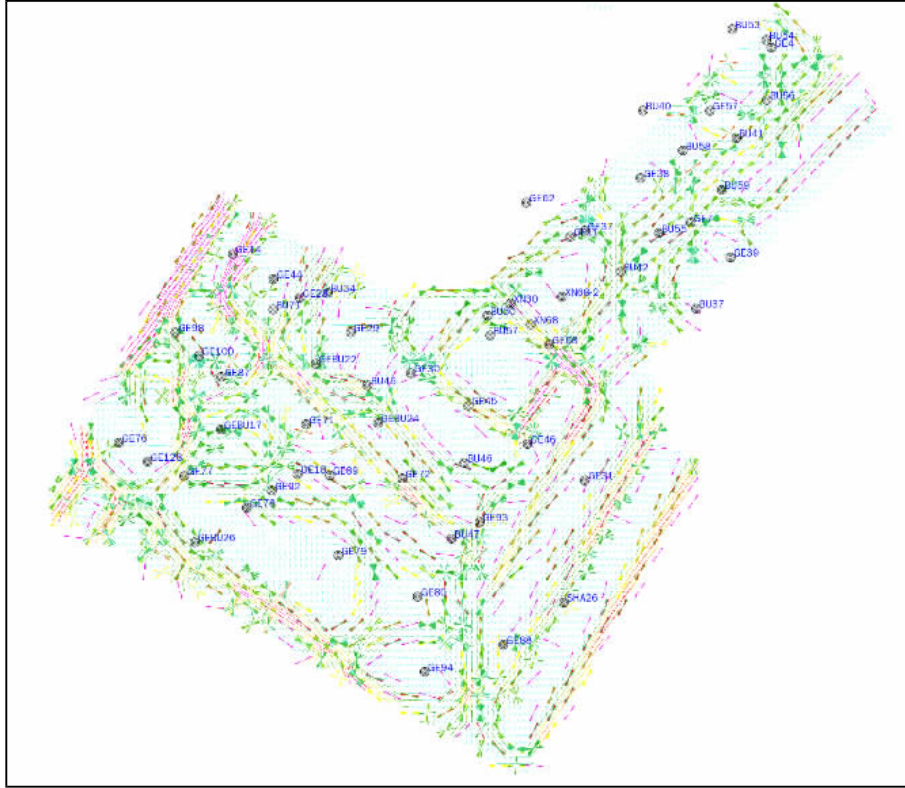


图 4 2 煤层底面大尺度裂缝预测结果(应变强度+应力方向)

Fig. 4 Prediction results of large scale cracks in 2 coal seam bottom(strain intensity+stress direction)

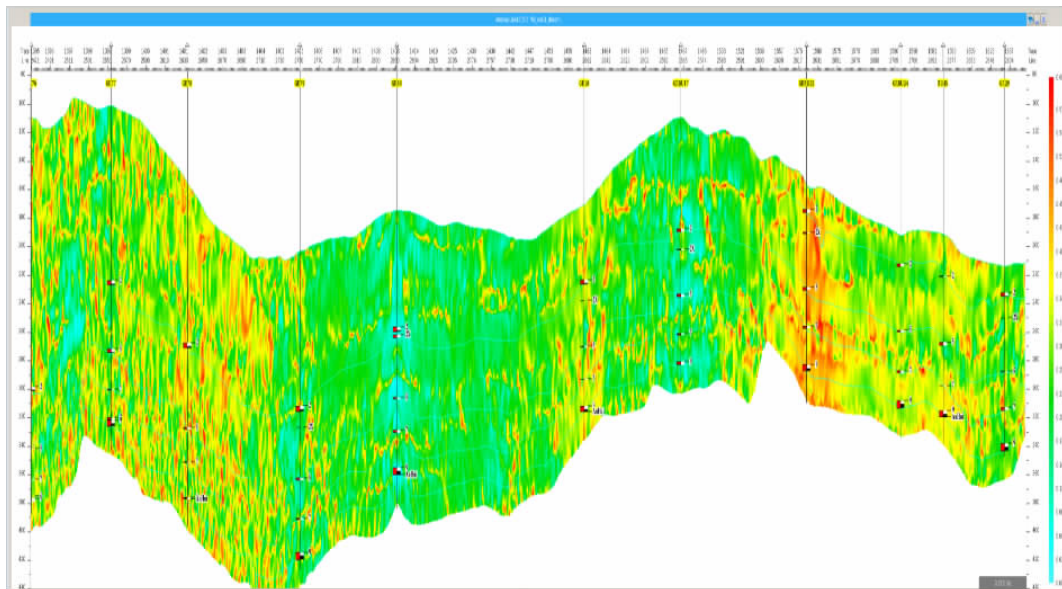


图 5 五六七采区中小尺度裂缝检测剖面(非连续性)

Fig. 5 Small and medium scale fracture detection profile (discontinuous) in Wuliuqi Mining Area

局部结构熵是一个归一化的数据,其大小表示了该点处前后左右的地质特征变化关系。其值越小,表示其相关性越大;反之,相关性越小。

通过中小尺度裂缝(非连续性)检测剖面(图 5 和图 6),分析其剖面特征,可知五六七采区中小尺

度裂缝发育程度横向变化较大(图 5),葛泉东井比较稳定(图 6),利于煤层保存。

2 煤顶板中小尺度裂缝(非连续性)检测平面(图 7)。五六七采区在南部和北部中小尺度裂缝较发育,发育较均匀,葛泉东井地层裂缝不发育。

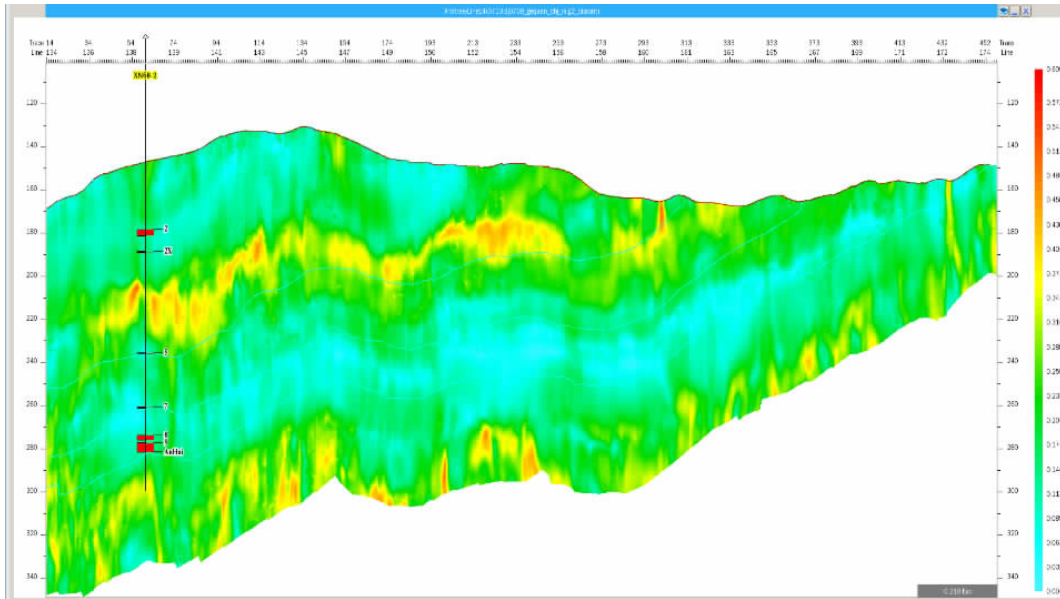


图 6 葛泉东井中小尺度裂缝检测剖面(非连续性)

Fig. 6 Small and medium scale fracture detection profile (discontinuous) in Gequan East Well Mining Area

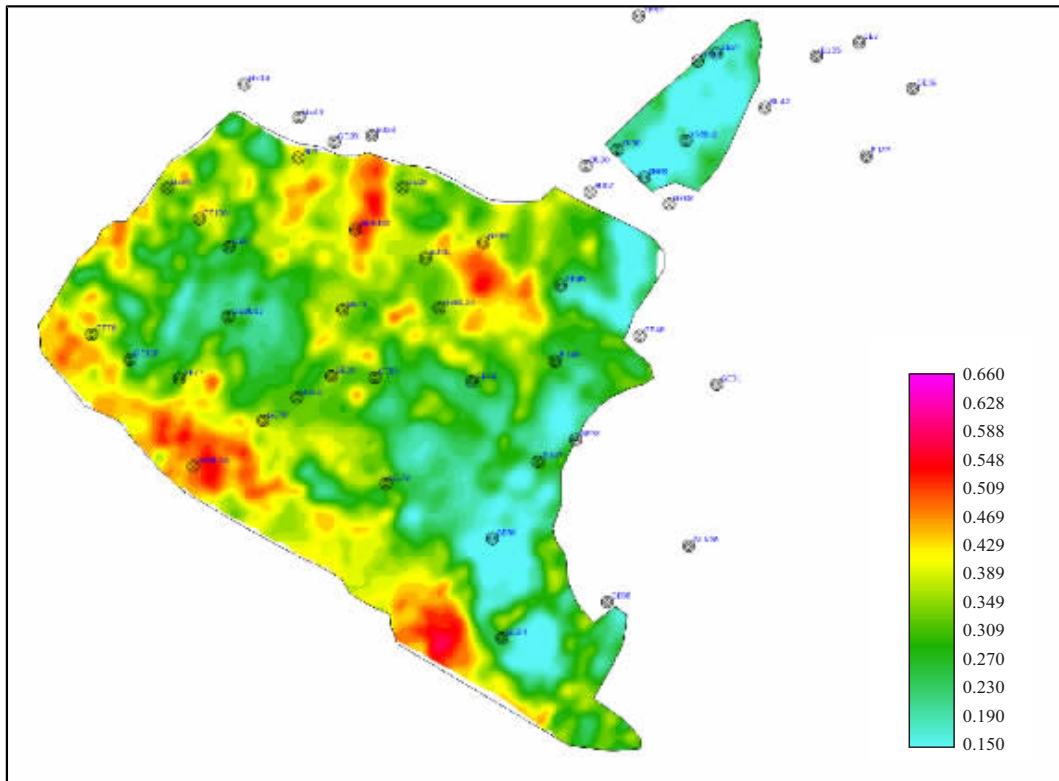


图 7 2 煤顶板中小尺度裂缝发育检测平面(暖色:非连续性检测)

Fig. 7 Small and medium-sized crack development detection plane of 2 coal roof(warm color:discontinuous detection)

3 流体预测

当储层中孔隙比较发育而且饱含流体时,地震波中高频能量衰减要比低频能量衰减要大。通过提取高频端的衰减梯度属性,可以间接地检测储层含流体发育特征。对研究区内钻孔进行多属性提取测试(图 8),通过分析可知,大部分井透水性强的显示段,吸收衰减较强;透水性强的岩性主要为物性好、裂缝发育;但同时发现煤层段吸收衰减强。需要进行煤层过滤,消除煤层引起的高衰减。

在图 8 中,自左向右属性分别为总能量、最大能量、低频属性、全频属性、能量比、高频衰减梯度、衰减频率、部分能量。其中对最为敏感的为高频衰减梯度,越红,颜色越暖,吸收衰减越强;越绿,颜色越

暗,吸收衰减越弱。因此,优选高频衰减梯度属性,预测地层含流体性。

计算原理:

与致密的单相地质体相比,当地质体中含流体如油、气或水时,会引起地震波的散射和地震能量的衰减;断层、裂缝等的存在也会引起地震波的散射,造成地震能量的衰减,因此,可以通过衰减属性分析来进行预测。衰减属性分析是通过计算反应地震波衰减快慢的属性体来指示孔隙度的大小和分布范围(图 9)。当孔隙比较发育而且饱含流体时,地震波中高频能量衰减要比低频能量衰减要大。通过提取高频端的衰减梯度属性,可以间接地检测储层含流体发育特征。图 10 为基于高频衰减梯度属性的含水性预测连井剖面图,其中暖色红色代表含水性强的部分,蓝色代表含水性弱的部分。

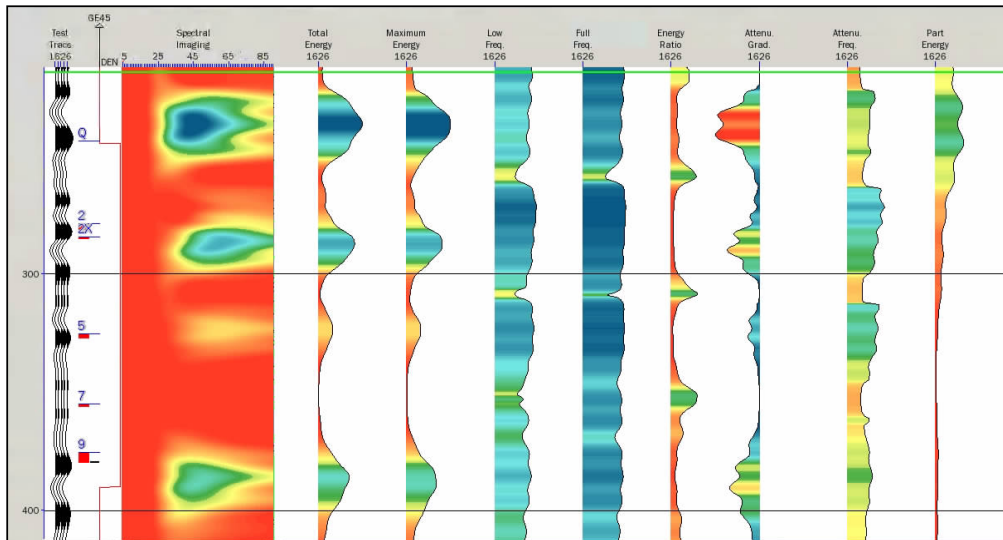


图 8 钻孔属性优选(暖色:吸收衰减强,暗色:吸收衰减弱)

Fig. 8 Optimization of drilling properties(warm color:strong absorption attenuation, dark color:weak absorption attenuation)

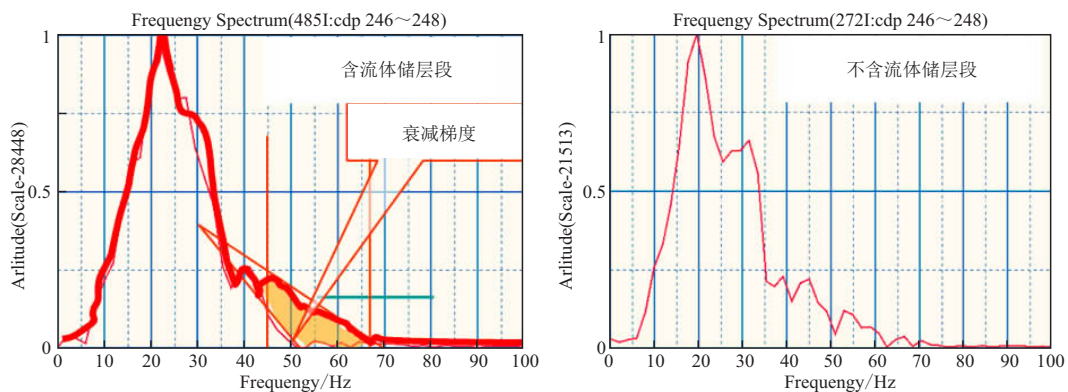


图 9 衰减梯度属性用于流体检测原理图

Fig. 9 Schematic of the attenuation gradient property for fluid detection

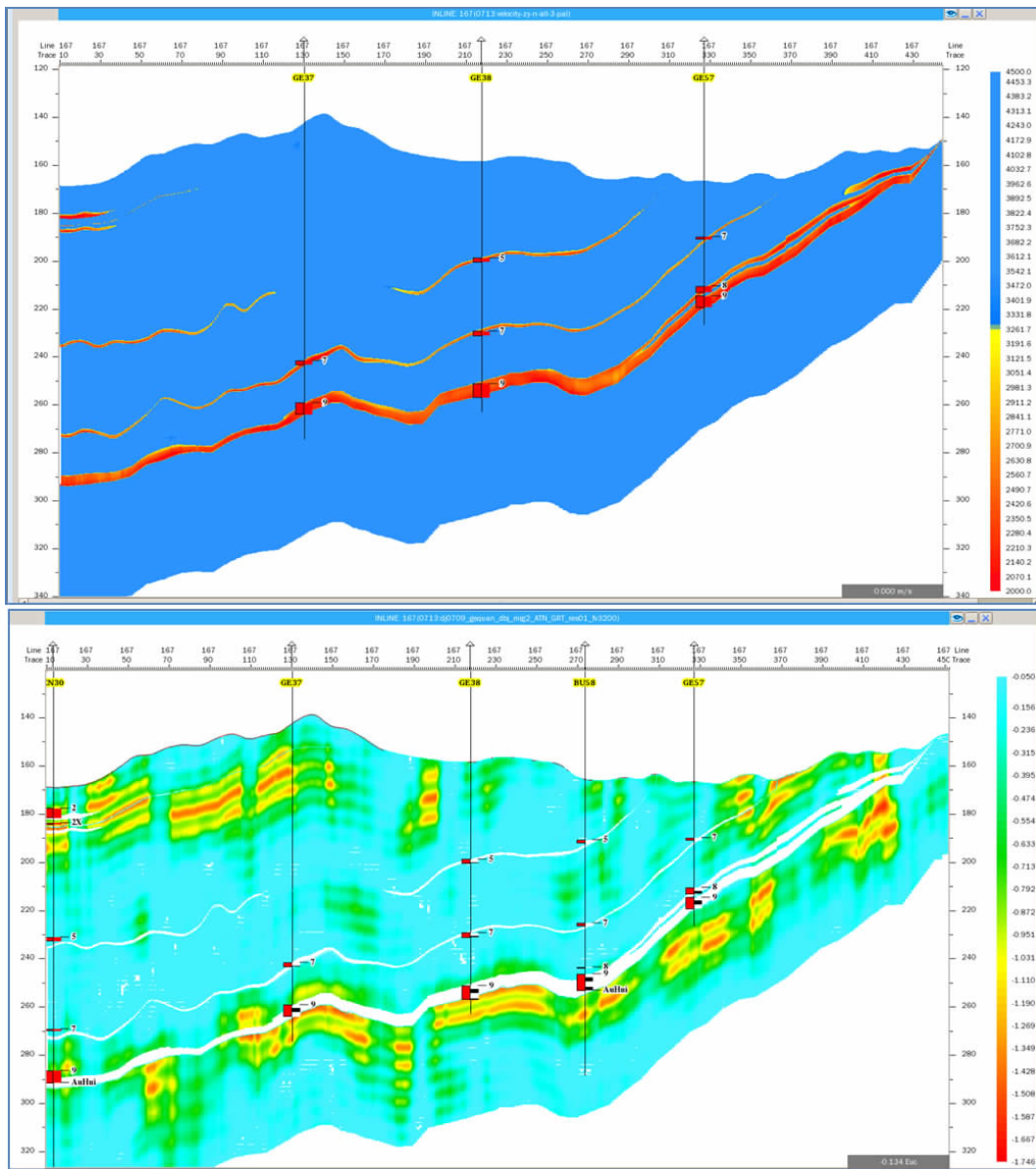


图 10 煤层预测剖面(上)与流体预测剖面(下)(滤除煤层后)

Fig. 10 Coal seam prediction profile (top) and fluid prediction profile (bottom) (after filtering coal seam)

图 11 为第四系底-2 煤间地层流体分布预测厚度平面分布图,暖色为流体发育,其中五六七采区中西部地区流体较发育,发育较均匀,葛泉东井流体不发育。

4 富水性预测

利用多种地球物理信息,通过信息融合获得地质目标的精确信息,可以避免单一属性的局限性和不确定性,提高勘探成功率。对经过标准后的地球物理数据进行变换,在相同分辨率下进行信息融合,采用区域选择法并结合加权方法,选择代表各原始

数据的明显特征的系数,构成融合数据的金字塔数据结构,然后重构融合信息。

- 1)原始地球物理数据的小波多分辨分解。
- 2)计算数据体对应区域的匹配度。
- 3)计算权系数。

设 M_{\min} 为匹配阈值,若 $M_{(x,y)}^{(j)}$ 大于阈值 M_{\min} ,则认为融合数据间匹配度较高,数据融合采用加权法,否则,数据融合采用选择法。

设序号为 i 的地球物理数据的第 j 层分量对立的能量为 $E_i^{(j)}$,则

$$E_i^{(j)} = \sum_{m,n \in A} (D_i^{(j)}(x+m, y+n))^2 \quad (3)$$

若

$$M^{(j)}(x, y) > M_{\min}, \text{ 则}$$

$$\lambda_k^{(j)} = \frac{E_k^{(j)}}{\sum_{i=1}^1 E_i^{(j)}} \quad (4)$$

式中, $\lambda_k^{(j)}$ 是序号为 k 的融合地球物理数据的第 j 层分量的权系数。

$$\text{若 } M^{(j)}(x, y) \leq M_{\min}, \text{ 则}$$

$$\lambda_k^{(j)} = \begin{cases} 1, & \text{当 } E_k^{(j)} = \max_i(E_i^{(j)}) \\ 0, & \text{当 } E_k^{(j)} \neq \max_i(E_i^{(j)}) \end{cases} \quad (5)$$

该权系数即为在各分辨率的分量中代表原始数据的明显特征的系数。

4) 信息融合。

5) 融合数据的重构。

融合数据中综合了多种地球物理数据的有用信息, 是多种地球物理数据的有用信息的总代表。

本次优选流体(高频衰减频率)厚度、尺度裂缝(应变强大)、小尺度裂缝(非连续性)特征, 研究富水情况。

从顶板富水性分布图(图 12)可知, 五六七采区顶板富水区主要集中在中西部地区, 葛泉东井整体富水性差。

5 结论

1) 通过应力场分析和非连续性技术预测裂缝发育, 研究区主要发育东南—西北、西南—东北两个方向裂缝, 五六七采区裂缝较发育, 发育较均匀, 葛泉东井地层裂缝不发育。

2) 通过融合信息重构进行流体预测, 可发现五六七采区中西部地区流体较发育, 发育较均匀, 葛泉东井流体不发育。

3) 利用消除煤层影响的高衰减预测砂岩的含水性, 应力分析裂缝发育特征, 融合多属性提取技术对应的流体检测结果预测煤层顶底板含水性, 得到地层富水区结果: 五六七采区中西部地区富水性好, 葛泉东井富水性差。该结果为煤层开采过程中可能出现的漏水提供预警, 可靠性待矿方进一步验证。

参考文献:

[1] 崔江伟, 王施智, 王一凡, 等. 瞬变电磁数据精细处理技术在煤层顶板富水区探测中的应用研究[J]. 煤炭技术, 2020, 39(4): 153—156.
CUI J W, WANG S Z, WANG Y F, et al. Application

research of transient electromagnetic data fine processing technology in coal seam roof water-rich area detection[J]. Coal technology, 2020, 39(04): 153—156. (In Chinese)

- [2] 张国恩, 解振华, 史洪凯. 音频电穿透技术在探查工作面顶板富水性的应用[J]. 煤矿安全, 2021, 52(5): 82—86.
ZHANG G E, XIE Z H, SHI H K. Application of audio-frequency electric penetrating technology in exploring water-rich roof of working face [J]. Safety in Coal Mine, 2021, 52(5): 82—86. (In Chinese)
- [3] 梁向阳. 基于综合探查手段的深埋矿井工作面顶板富水性分区[J]. 煤矿安全, 2020, 51(7): 161—165.
LIANG X Y. Water-rich partition of working face of deep buried mine based on comprehensive exploration methods[J]. Safety in Coal mines, 2020, 51(7): 161—165. (In Chinese)
- [4] 武强, 樊振丽, 刘守强, 等. 基于 GIS 的信息融合型含水层富水性评价方法—富水性指数法[J]. 煤炭学报, 2011, 36(7): 1124—1128.
WU Q, FAN Z L, LIU S Q, et al. Evaluation method of aquifer water abundance based on GIS information fusion: water abundance index method[J]. Journal of China coal society, 2011, 36(7): 1124—1128. (In Chinese)
- [5] 刘景, 冯光俊, 吴晓军, 等. 基于层次分析法的富水区预测及其在顶板突水危险性评价中的应用[J]. 煤矿安全, 2019, 50(5): 204—208, 213.
LIU J, FENG G J, WU X J, et al. Prediction of water-rich area based on analytic hierarchy process and its application in risk assessment of roof water inrush [J]. Safety in Coal mine, 2019, 50(5): 204—208, 213. (In Chinese)
- [6] 孙洁. 呼吉尔特矿区深埋煤层顶板“七里镇砂岩”富水特征研究[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(4): 62—66.
SUN J. Study on deep coal roof Qilizhen sandstone aquifer water yield property in Hogirt Mining Area[J]. Coal Geology of China, 2021, 33(4): 62—66. (In Chinese)
- [7] 刘基, 杨建, 王强民. 基于沉积规律的煤层顶板含水层富水性研究[J]. 煤矿安全, 2018, 49(1): 69—72.
LIU J, YANG J, WANG Q M. Study on water-rich aquifer of coal seam roof based on sedimentary law[J]. Safety in Coal mine, 2018, 49(1): 69—72. (In Chinese)
- [8] 汪洋. 地震多属性拟测井多参数反演预测煤层顶底板岩石赋水性研究[J]. 中国煤炭地质, 2012, 26(9): 65—68.
WANG Y. A Study on coal roof and floor rock aquosity prediction through seismic multi attribute pseudolog

- multi parameter inversion[J]. Coal geology of China, 2012, 26(9): 65—68. (In Chinese)
- [9] 李雪梅,师素珍. 利用地震属性预测煤层顶底板含水性研究[J]. 煤炭工程, 2014, 46(9): 106—108.
LI X M, SHI S Z. Research on predicting water content of coal seam roof and floor by seismic attribute[J]. Coal Engineering, 2014, 46(9): 106—108. (In Chinese)
- [10] 陆大华,王琦. 地震多属性反演预测煤层顶底板富水性[J]. 中国煤炭地质, 2014, 26(9): 65—68.
LU D H, WANG Q. Prediction of water abundance of coal seam roof and floor by seismic multi-attribute inversion[J]. Coal geology of China, 2014, 26(9): 65—68. (In Chinese)
- [11] 田伟,邹冠贵,汤小明,等. 基于 AVO 技术与伪泊松比属性预测灰岩富水性的方法[J]. 煤炭学报, 2017, 42(10): 2706—2717.
TIAN W, ZOU G G, TANG X M, et al. Prediction method of water-rich limestone based on AVO technology and pseudo-Poisson's ratio attribute[J]. Journal of China Coal Society, 2017, 42(10): 2706—2717. (In Chinese)
- [12] 陈占海,唐文榜,许德才,等. 基于三维地震 HFC 技术识别煤层顶板富水带—鄂尔多斯盆地南缘侏罗系煤层顶板富水带预测实例[J]. 冶金管理, 2019(1): 54—55, 80.
CHEN Z H, TANG W B, XU D C, et al. Identification of rich zone of coal seam roof based on 3D seismic HFC technology: An example of predicting rich zone of Jurassic coal seam roof in southern margin of Ordos Basin[J]. Metallurgical Management, 2019(1): 54—55, 80. (In Chinese) (In Chinese)
- [13] 韩璐. 基于多属性融合的顶板砂岩含水层富水性及突水危险性研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2021.
HAN L. Study on water-rich and water-inrush risk of sandstone roof aquifer based on multi-attribute fusion [D]. Qingdao: Shandong University of Science and Technology, 2021. (In Chinese)
- [14] 郎玉泉,陈同俊,马丽,等. 煤层顶砂岩富水性 AVO 预测技术[J]. 煤田地质与勘探, 2018, 46(03): 127—132.
LANG Y Q, CHEN T J, MA L, et al. Prediction of water-rich AVO for sandstone in coal seam roof[J]. Coal geology & exploration, 2018, 46(03): 127—132. (In Chinese)
- [15] RÜGER A, TSVANKIN I. Using AVO for fracture detection: Analytic basis and practical solution[J]. The Leading Edge, 1997, 16(10): 1429—1434.
- [16] 刘俊州,韩磊,时磊,等. 致密砂岩储层多尺度裂缝地震预测技术—以川西 XC 地区为例[J]. 石油与天然气地质, 2021, 42(3): 747—754.
LIU J Z, HAN L, SHI L, et al. Seismic prediction of tight sandstone reservoir fractures in XC area, western Sichuan Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2021, 42(3): 747—754. (In Chinese)
- [17] 彭维文. 基于 OVT 域数据的煤层裂缝发育区预测[D]. 太原: 太原理工大学, 2019.
PENG W W. Prediction of coal seam fracture development zone based on OVT data[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2019 (In Chinese)
- [18] 李娟,田忠斌,申有义,等. OVT 域叠前裂缝预测技术在沁水盆地煤层气勘探中的应用[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(9): 67—72.
LI J, TIAN Z B, SHEN Y Y, et al. Application of OVT prestack fracture prediction technology to coalbed methane exploration in Qinshui Basin[J]. Coal geology of China, 2021, 33(9): 67—72. (In Chinese)
- [19] 朱光辉,李忠城,师素珍,等. 鄂尔多斯盆地东缘 MG 区块煤层裂缝发育多尺度预测[J]. 煤田地质与勘探, 2022, 50(3): 10.
ZHU G H, LI Z C, SHI S Z, et al. Multi-scale prediction of coal seam fracture development in MG block, eastern margin of Ordos Basin[J]. Coal Geology & Exploration, 2022, 50(3): 10. (In Chinese)
- [20] 居兴华. 利用地震资料提出物性参数进行奥灰岩溶水流体预测[J]. 中国煤田地质, 1998(02): 48—53.
JU X H. Prediction of ordovician limestone karst water fluid based on physical parameters proposed from seismic data[J]. Coal Geology of China, 1998(2): 48—53. (In Chinese)
- [21] 周艳辉,高静怀. 局部结构熵算法在地震数据不连续性检测中的应用[J]. 煤田地质与勘探, 2007, 35(1): 71—73.
ZHOU Y H, GAO J H. Application of local structure entropy measure on the detection of discontinuity seismic data [J]. Coal geology & exploration, 2007, 35(1): 71—73. (In Chinese)

Study on water-rich roof of coal seam based on fracture prediction and fluid prediction technology —taking the two coal seams of Gequan Mine as an example

YA Dongju, TIAN Jinrui, YIN Quanzeng, QI Liangliang, ZHANG Dengliang

(Geophysical Exploration Survey Party, Bureau Coalfield of Hebei Province, Xingtai 054000, China)

Abstract: In order to find out the characteristics of rich water in 2 coal seam roofs in the Wuliuqi mining area and Gequan East well, based on known geological structure and spatial distribution of high physical strata, the fracture prediction technique is used to study the fracture of different scales. At the same time, a high-frequency attenuation gradient is used to predict the fluid, and then the water-rich roof of the coal seam is predicted. The results have shown that the roof water-rich area of the Wuliuqi mining area of Gequan Mine is mainly concentrated in the central and western regions, and the water-rich area of Gequan East well is poor. The research results can provide a basis for predicting the water abundance of 2 coal seam roofs in Gequan Mine. In the process of mining, the key areas should be vigilant to prevent the occurrence of water accidents effectively.

Keywords: fracture prediction; fluid prediction; local tectonic entropy; water-rich