

断层显微分辨率及其地震解释方法

赵士华¹, 胡朝元², 程增庆³

(1. 东北大学, 辽宁 沈阳 110101; 2. 中国矿业大学(北京), 北京 100083;

3. 中国煤炭地质总局物探研究院, 河北涿州 072750)

摘要: 探讨了地震资料断层解释技术, 提出了断层可视分辨率和显微分辨率的新概念, 这有助于统一地质、物探和采矿专家的意见。文中指出: 在现有分辨率的地震资料基础上, 经过解释处理及显示新技术, 可以解释部分 2~5 m 断距的断层。

关键词: 地震解释; 断层; 显微分辨率; 方差体

中图分类号: P631.4⁺ 43 文献标识码: A

1 引言

采区地震勘探为煤矿采区设计及安全生产做出了重大贡献, 断层的解释精度逐步提高, 其中, 二维地震勘探可以查明(垂直断距) 10 m 以上的断层, 三维地震可以查明 5 m 以上的断层。5 m 以下断层反映不太清楚, 肉眼难以辨别, 而用新的解释技术却可以解释出在剖面上肉眼分辨不出断距的小断层。对于这些小断层, 矿方地质专家甚至部分物探人员也

常认为, 在地震时间剖面上划出这些断层“证据不足”, 但是经井下巷道验证, 又确实存在, 为此, 本文提出断层显微分辨率并探讨其解释方法, 以便使地质、物探和采矿专家认识地震地质成果的精确度及局限性。

2 断层显微分辨率

地震分辨率通常指垂直分辨率、水平分辨率以及振幅分辨率, 这些分辨率的提高有助于在地震剖

收稿日期: 2003-08-08

作者简介: 赵士华(1965—), 男, 辽宁铁岭人, 高级工程师, 东北大学博士研究生, 从事资源环境和信息技术工作。

5 结语

a. 得到的桩身质点纵向振动速度时程的空间曲面全面显示了桩身各质点的运动状态, 逼真而又形象的反映桩中应力波的传播过程及反射特性, 能指导桩基动测人员如何获取真正反映桩纵向振动特征的信号, 并对其作出正确的解释。

b. 在桩基低应变检测过程中, 应适当考虑地基土的成层性, 并注意成层土影响结果与桩身缺陷的区别。一般来说, 应力波向土中的透射随着土刚度的减少而减少, 而在界面处产生子波同向迭加, 具有缩颈特征; 反之, 土刚度增大时, 在土层界面处产

生子波反向削弱, 具有扩颈特征。

c. 理论曲线与模型桩动测曲线的反演拟合分析表明, 采用本文模型的理论分析结果能较好的反映实际桩土瞬态纵向动力作用特征; 激振力函数、桩周土等效参数对桩纵向振动特征的模拟是有效的, 对提高动测结果的准确性有所裨益。

参考文献

- [1] 王奎华. 桩材料阻尼对动测曲线的影响研究[J]. 岩土力学, 1998, 19(4): 57—62.
- [2] 王雪峰, 吴世明. 材料阻尼对基桩动测曲线的影响[A]. 环境岩土工程理论与实践[C]. 上海: 同济大学出版社, 2002.
- [3] Novak M, Nogami T, Aboul-Ella F. Dynamic soil reactions for plane strain case[J]. J. E. M. D., ASCE, 1978, 104(4): 953—959.
- [4] 王雪峰, 吴世明. 基桩动测技术[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

Analysis of pile-soil interaction by computer simulation

PAN Dong-zhi¹, LI Ying², HUANG Zheng-hua³

- (1. Department of Civil Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;
- 2. School of Civil and Architectural Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China;
- 3. The First Power Construction Company of Jiangsu Province, Nanjing 210028, China)

Abstract: In this paper, a method of numerical simulation to study interaction of pile-soil based on the one-dimension stress wave theory is applied. The propagating process and reflection characteristics of stress wave under impulsive load in concrete piles are studied. The influence of pile defects to the oscillating properties is also simulated. The validity of this approach is verified through comparison of the measured curve and the simulated curve.

Key words: pile-soil interaction; computer simulation; integrity; concrete pile

面上分辨出更小厚度的煤层，并在剖面上有突出显示，这些统称为地层分辨率。而断层分辨率指地震剖面上肉眼能分辨出断层的最小断距，断层分辨率高于地层分辨率，如能分辨5 m高宽的巷道^[1]，5 m以上的断层等。本文提出的断层显微分辨率是指在地震剖面上显不出断距，但用特殊解释软件可以解释出的断层的最小断距，如落差半个煤厚和1个煤厚之间的小断层常常使煤层反射波同相轴产生挠曲或波形异常，振幅减弱，尤其是断层带破碎充水或充气时，波速突然变化，这就对断层断距有一个“放大”作用，虽然肉眼仍难以识别，但使用相应的解释软件，就能够将其“放大”，进而达到解释人员识别的目的。解释软件相当于显微镜，让我们可以发现肉眼看不到的断层，因此称其为显微分辨率。用此方法解释的断层可称为显微断层。

断层显微分辨率与断距大小、地层分辨率、煤层厚度、断层性质及断距大小、解释软件的能力有关。

3 显微断层解释方法

传统断层解释方法是沿剖面逐段解释断层，再沿一定的线间距滚动，在不同线上追踪断层，这样解释速度慢，平面摆动有人为因素，有可能丢失小断层，对显微断层丢失更多。没有充分挖掘三维地震勘探提供的大量地质信息，这对高分辨率地震勘探是一大损失。因此，本文提出利用解释处理技术来加快解释速度，提高解释精度。

3.1 合成地震记录

首先通过合成地震记录标定解释目的层的地质层位，通过常规解释方法加自动追踪技术进行解释。

3.2 方差体技术(GEOQUEST解释软件)

三维地震数据方差体技术是一种解释处理技术。在三维偏移数据体基础上，对所有样点计算方差值，即通过该点与周围相邻地震道的一定时窗内数据体的样点振幅平均值，然后计算子数据体内样点的方差值之和，通过乘上正弦三角函数的加权值并做归一化后，即可得到该样点的方差值^[2]。小断层、岩性突变、特殊地质体均可在相干数据体中形成高异常。方差数据体突出了数据体中的异常，没有人为因素，有利于客观快速地解释小断层。

3.3 综合解释方法

通常解释员对方差体的应用只是做水平切片或层拉平。本文提出了在方差体数据上按提取振幅的方法沿目的层提取方差值的新方法。得到了顺层方差值，很快就能知道层面上较大断层走向及分布（图1），而其中小断层在常规顺层振幅切片上解释

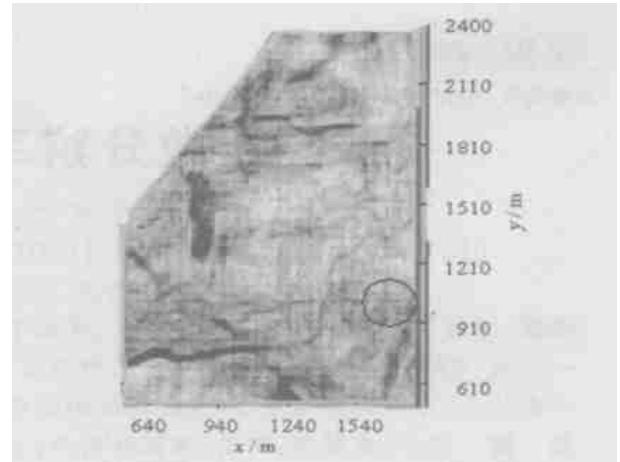


图1 方差体顺层显示剖面

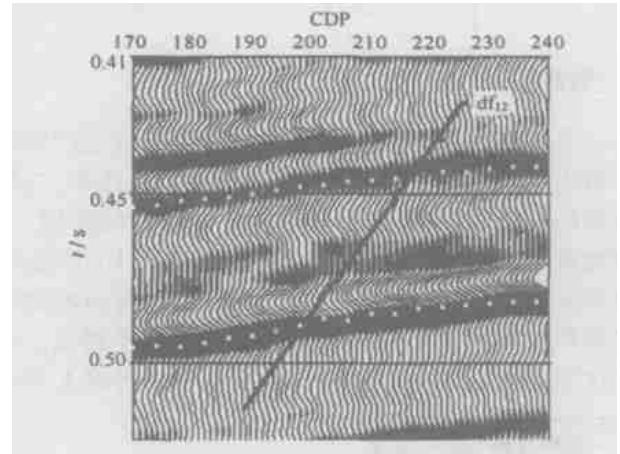


图2 城郊矿断层(df₁₂)常规显示剖面

时，是不易看到的。但其中线性影像不一定都是断层，个别可能是河流冲刷带，或岩墙等构造带，要通过平面和剖面相结合才能确认。

3.4 小断层解释

在地震剖面上，同相轴明显错开的断层比较容易解释，它们在顺层方差体切片上显示也很清楚。但对一些小断层，由于这些断层在同相轴上没有明显错断，只有通过新的解释技术及特殊显示手段才能识别。

3.4.1 对沿层方差体切片，通过仔细调整值的显示范围及灰度值可突出小断层（见图1）。

3.4.2 通过变面积密度显示方式，用不同级别的灰度值代表不同的振幅值即可在地震剖面上确定显微断层。图2、图3为2001年提交的河南城郊矿地震报告中同一断层在不同剖面上的显示情况。图2为常规地震剖面，图3为精调变密度剖面（其上断层显示很明显）。图中df₁₂解释为0~2.5 m断层，2002年巷道端验证为2.3 m。图4、图5分别为山东古城矿df₁₁₅断层在常规地震剖面和精调变密度剖面上的显示情况。图中df₁₁₅解释为0~2.5 m断层，2002年巷

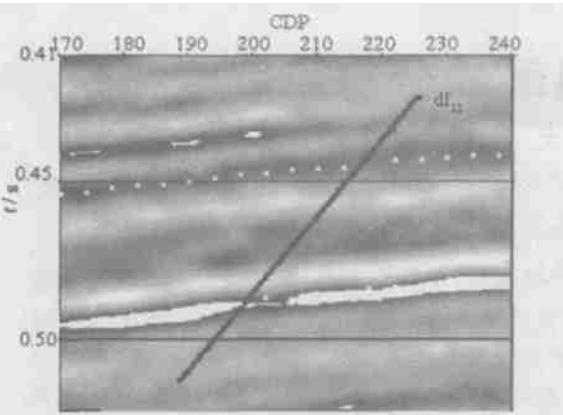


图3 城郊矿断层(df₁₂)特殊显示剖面

道端验证为2.5 m。由此可见,同一断层在一般地震常规剖面上几乎看不出断层及断距大小,在变密度显示剖面上,则可清楚显示有振幅突变带。此类断层垂直断距在4 m之下,且已由煤矿巷道掘进时验证。当然,能识别出的断层的断距大小与煤厚有关,煤厚越薄,识别出的断层越小。

3.4.3 通过Geoframe中Geiviz三维可视化软件,可以对目的层薄片做特殊显示,如对材质、灯光透明度等参数调节,可更好地显示出显微断层(图4)。

4 结论

结合多年地震解释经验,对断层解释方法进行探讨,提出了地震解释断层可视分辨率和显微分辨率的概念,这有助于物探和矿井地质专家充分利用地震地质信息,统一认识,从而指导生产实际。本次研究结论如下:

- 断层分辨率受采集观测系统、处理和解释技术的限制;
- 用新技术新方法能够解释大部分2~5 m断层;
- 用本方法解释的2~5 m的断层已在河南永城城郊矿、唐山吕家坨矿和铁法矿区得到验证。
- 用本方法虽然可以解释大部分显微断层,但由于地震方法本身特性及采集处理和解释手段的限制,仍有一些小断层解释不出来。另外,应该注意

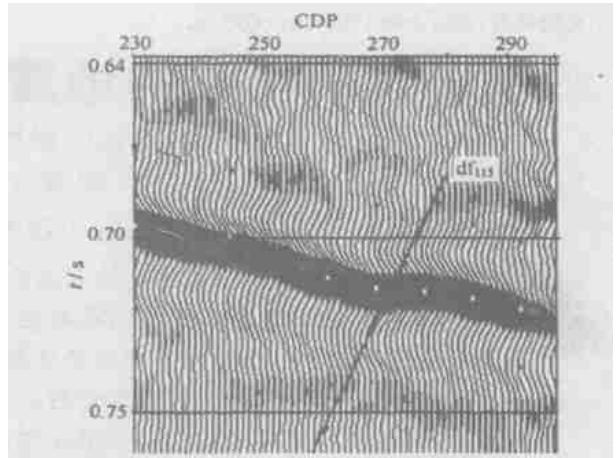


图4 古城矿断层(df₁₅)常规显示剖面

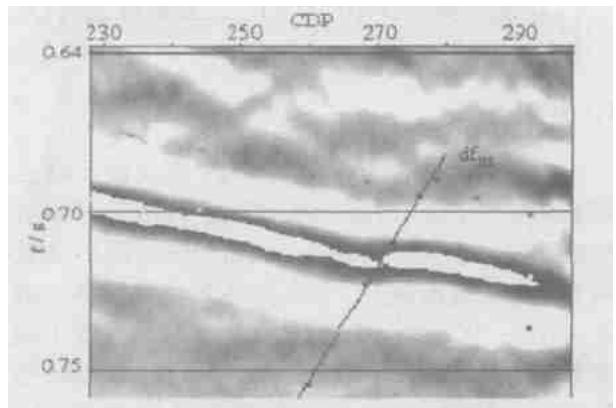


图5 古城矿断层(df₁₅)特殊显示剖面

在个别地区所解释的小断层,可能为岩性突变带等构造异常^[3]。因此,值得进一步探索和研究新理论、新方法。

参考文献

- [1] 张爱敏. 采区高分辨三维地震勘探[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1997.
- [2] 林建东. 煤田三维地震勘探中的方差体技术[J]. 中国煤田地质, 2000, 12(4): 57—59.
- [3] 赵殿栋等. 油气地球物理勘探技术[M]. 东营: 石油大学出版社, 2002.
- [4] 彭苏萍、胡朝元等. 河南永城成郊矿3D3C地震勘探报告[R]. 煤田物探研究院, 2000. 8.
- [5] 吴奕峰等. 辽宁铁法小康矿三维地震勘探报告[R]. 煤田物探研究院, 2000.

Fault micro resolution and its seismic interpretation method

ZHAO Shi-hua¹, HU Chao-yuan², CHENG Zeng-qing³

(1. North East University, Shenyang 110101, China; 2. China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;
3. Research Institute of Coal Geophysical Exploration, ZuoZhou 072752, China)

Abstract: this paper gives a discussion and conclusion of fault interpretation technology for seismic data, puts forward new idea of fault visualization resolution and micro resolution, which is favorable to unify the opinions of geological, geophysical exploration and mining experts. In the meantime, it indicates, based on available resolution seismic data, that faults with throw of 2~5 m can be interpreted by applying new technologies of interpretation, processing and display.

Key words: seismic interpretation; fault micro resolution; coherent body; variance body