

文章编号: 1001-1986(2008)06-0067-03

煤矿三维地震数据动态解释技术

崔若飞, 孙学凯, 崔大尉

(中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 传统的三维地震解释服务于煤矿勘探阶段, 与煤矿安全生产过程相脱节。三维地震数据动态解释技术把三维地震信息与煤矿生产过程中所获得的矿井地质信息相互融合, 实现了三维地震信息的地质动态解释, 改变了传统的三维地震解释模式, 提高了三维地震成果的利用水平, 能够解决更多地质问题。

关键词: 三维地震; 动态解释; 煤矿

中图分类号: P631.4 **文献标识码:** A

3D seismic dynamic interpretation technique for coal mine

CUI Ruo-fei, SUN Xue-kai, CUI Da-wei

(School of Resource and Geology Sciences, China University of Mining and Technology,
Xuzhou 221116, China)

Abstract: Traditional 3D seismic interpretation gives service to coal exploration, and does not relate to coal mine safety production. The 3D seismic dynamic interpretation technique links seismic data with coal mining geological data, and realizes 3D seismic dynamic interpretation with coal mine production. It changes traditional 3D seismic interpretation model completely, improves utilization level of 3D seismic results, and resolves more geological problems.

Key words: 3D seismic survey; dynamic interpretation; coal mine

近年来, 安全、高效矿井建设和生产对精细地质勘探的要求日益提高, 三维地震勘探技术已经成为详细查明小断层、小褶曲、陷落柱、采空区、冲刷带、煤层变化等重要地质资料的主要手段。

1 煤矿采区三维地震勘探存在的问题

a. 地震成果的利用率低, 仅限于煤层底板等高线图和固定间距的地震时间剖面, 无法利用三维地震数据体的所有信息;

b. 无法实时获得沿巷道方向(即任意方向)的地震剖面;

c. 无法对煤层底板等高线的误差进行修正;

d. 在掘进和回采过程中, 可以发现许多小于 5 m 的断层, 但是无法自动修改原构造解释方案(即无法自动修改煤层底板等高线图)。

造成上述问题的主要原因是: 目前三维地震资料解释系统均为安装在 UNIX 系统下的工作站上, 过于专业化, 而且价格昂贵, 煤矿地质人员一般无

法使用。因此, 随着煤矿生产对三维地震数据进行动态解释的需求越来越高, 煤矿地质人员急需一种安装在微机上, 基于 WINDOWS 平台, 价格便宜、简单易学的、具有基本解释功能的地震数据解释系统。这将使得地震资料能够随煤矿生产进行全程动态解释, 提高三维地震勘探成果利用水平, 以便解决更多的地质问题。

2 煤矿三维地震数据动态解释系统

经过多年研究, 中国矿业大学资源与地球科学学院开发了“煤矿三维地震数据动态解释系统”, 于 2008 年获得国家软件版权。该系统由三维工区管理、数据体剖面显示、数据体切片显示、地震属性技术和三维可视化等 5 个模块构成, 其功能主要有 a. 三维工区数据管理; b. 钻孔资料管理; c. 地震剖面显示和输出; d. 地震切片显示; e. 地质剖面显示; f. 地震标准层位追踪与拾取; g. 构造解释; h. 地震解释成果输出; i. 地震属性计算; j. 采掘工程图平面

收稿日期: 2008-05-05

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2007CB209400); 国家自然科学基金项目(40574057)。

作者简介: 崔若飞(1954—), 男, 河南洛阳人, 教授, 博士生导师, 从事煤田地震勘探理论与方法研究。

显示；k. 地震数据三维可视化显示。

煤矿三维地震数据动态解释系统具有以下特点：

a. 具有与 Windows 系统一致的用户界面，用户可以很容易的学习和使用该系统。

b. 提供完整的地震数据管理功能。系统包括对地震数据的输入输出、二维和三维地震数据显示、地震标准层位追踪与拾取、断层解释、地震属性参数提取和处理、相干/方差数据体计算、小波分频处理、三维可视化显示，对所需文本文件的编辑和查看以及对相应图件的处理等功能。这使得用户可以方便的在系统中完成从对地震数据的输入到对最终结果进行显示输出的全部工作。

c. 系统利用面向对象技术，按照模块化方式开发，每个模块可以独立运行。

d. 系统具有良好的用户界面，具有非常好的可维护性和可扩充性。

3 应用实例

3.1 探查陷落柱

某区在井下巷道掘进过程中发现有陷落柱的存在，而原有的地质资料上没有关于这个陷落柱的信息，这在很大程度上影响了煤矿的正常生产。

陷落柱在时间剖面上一般表现为上下煤组的反射波自下而上中断或消失，成为一片反射波空白带，出现明显的“塌陷漏斗”现象(图 1)，有时在陷落柱边缘出现明显的地震异常扰动反射波，这些异常表现结合水平沿层切片和相干方差切片，可对陷落柱进行有效查找。

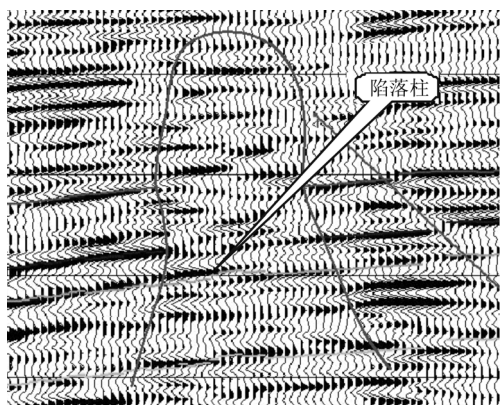


图 1 陷落柱在地震剖面上的反映

Fig.1 Response of the subsided column in seismic sections

利用煤矿地震数据动态解释技术，根据 4、6 煤层反射波的特征，结合沿层切片和相干切片(图 2)对勘探区内陷落柱进行了查找，发现一处上、下煤

层均错断大于 20 m 的塌陷漏斗状的陷落柱，长轴约为 140 m，短轴约为 70 m。

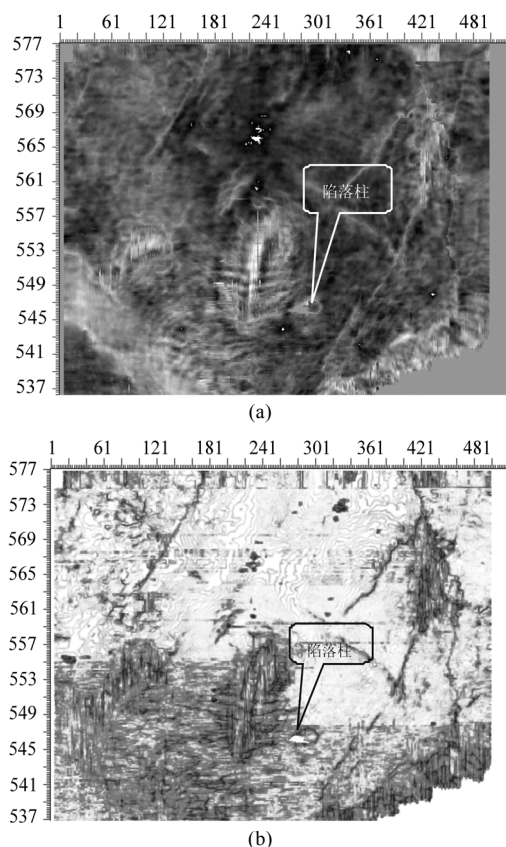


图 2 陷落柱在 4 煤层沿层切片(a)和相干切片(b)上的显示

Fig.2 Response of the subsided column in the slice (a) and the coherence slice (b)

3.2 修正煤层底板深度

开滦某矿六采区西部进行三维地震勘探工程时，已知钻井比较少(只有 4 口探井)，造成了底板等值线精度不高。安装了煤矿地震数据管理系统后，利用该系统的实时刷新功能，在采区内增加了 4 个 7 煤层见煤点(Y1, Y5, Y18, Y25)数据，更新了底板深度，极大地提高了底板精度。图 3 是刷新 7 煤

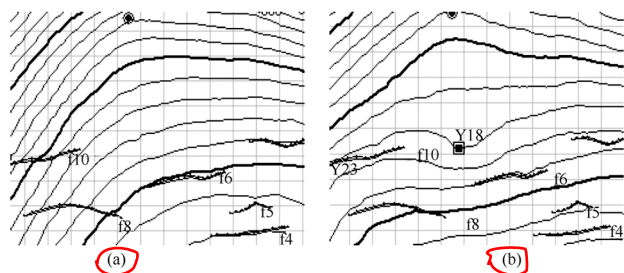


图 3 刷新前后底板深度等值线图对比

Fig.3 Correlation of coal floor depth before and after correction

a——原 7 煤底板深度等值线图；

b——刷新后的 7 煤底板深度等值线图

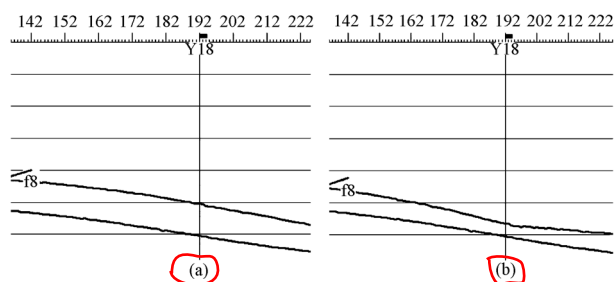


图 4 刷新前后 173 线地质剖面对比

Fig.4 Correlation of No.173 geological section before and after correction

a——原 173 线地质剖面；b——刷新后 173 线的地质剖面

底板深度前后的深度等值线图对比。图 4 是刷新前后 173 线地质剖面对比。

从图 3 和图 4 中显示的实时刷新前后效果的对比显示中,可以看出实时刷新功能有利于提高地震资料地质解释精度,极大地有利于减少地质人员工作量。

3.3 探查古溶洞

临沂某矿在 11 煤层顶板岩巷掘进过程中突然涌水,水量达 $1\ 200\ \text{m}^3/\text{h}$,极大的影响了煤矿的正常生产。根据水文地质资料和地质人员的工作经验,初步判断出水点东南部存在断层或垂直构造。由于 7 煤层采空区的影响和位于勘探边界,三维地震资料没有做出任何解释。利用煤矿地震数据动态解释技术对三维地震资料进行了重新分析,在出水点东南方向 200~300 m 处发现一个古溶洞(陷落柱),长轴 200 m 左右,短轴 150 m 左右。

解释古溶洞(陷落柱)过程以三维地震资料为主,结合矿井地质和水文地质资料。根据地震剖面上煤层反射波同向轴连续性和振幅变化来确定陷落柱边界, T_7 波对应 7 煤, T_{10} 波对应 10 煤, T_{13} 波为 11 煤和 13 煤的复合波。图 5 中, T_{13} 波同向轴出现空白带,但并不存在落差,这是典型的陷落柱反映。图 6 为古溶洞(陷落柱)在 T_{13} 波沿层方差切片上的反映。



图 5 古溶洞在地震剖面上的反映

Fig.5 Response of the karst cave in seismic sections

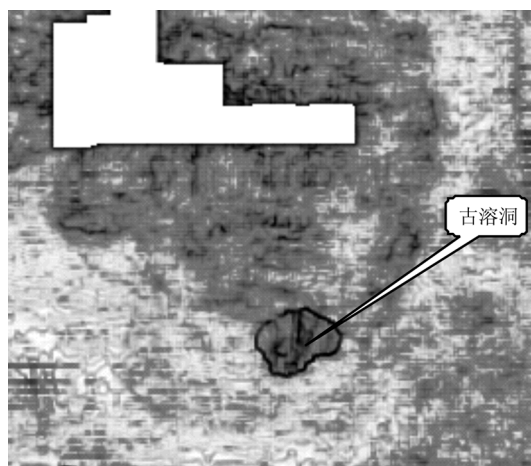


图 6 古溶洞在沿层方差切片上的反映

Fig.6 Response of the karst cave in the deviation slice

4 结 语

传统三维地震解释服务于煤矿勘探阶段,与煤矿安全生产过程相脱节。三维地震数据动态解释技术已经在多家煤矿得到应用,该项技术把三维地震信息与煤矿生产过程中所获得的矿井地质信息相互融合,这是一个动态过程,服务于煤矿生产阶段。三维地震数据动态解释技术实现了三维地震信息随煤矿生产进行全程动态解释,彻底改变了传统的三维地震解释模式,提高了三维地震成果的利用水平,能够解决更多的地质问题。

参考文献

- [1] 崔若飞. 地震资料矿井构造解释方法及其应用[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1997.
- [2] 中国煤田地质总局. 煤矿采区三维地震勘探经验交流会论文集[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社. 2001.
- [3] 程建远. 三维地震资料微机解释性处理技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.
- [4] 唐泽圣. 基于微机环境的三维数据场多等值面快速显示算法[J]. 软件学报, 1996, 7(9): 513-520.
- [5] 崔汉国, 陈玉琳, 张惠. 基于微机的三维数据场可视化系统的研制[J]. 计算机工程, 1998, 24(3): 31-33.
- [6] 杨勤勇. 全三维地震解释[J]. 地球物理学进展, 1999, 14(3): 128-137.
- [7] 杨惠珠, 董渊. OpenGL 技术在地震数据可视化中的应用[J]. 石油地球物理勘探, 2000, 35(4): 403-414.