

文章编号:1009 - 0258(2001)05 - 0032 - 04

三维地震勘探在构造复杂区的应用

王红娟,卫学忠,许崇宝

(山东煤田地质局物探测量队,山东 泰安 271021)

摘要: 三维地震勘探通过炮点与检波点的灵活组合,适合于复杂地表条件下地震勘探,从原理上也更加符合地质体的三维空间特性,有利于构造复杂的研究与探测。本文介绍的查庄煤矿就是利用三维地震勘探方法成功解决复杂构造问题的典型实例之一。

关键词: 三维地震勘探;数据采集;解释;处理;复杂构造

中图分类号: P631.4⁺2; P631.4⁺4

文献标识码: A

1 煤田三维地震勘探

三维地震勘探是把沿测线观测的二维地震勘探方法扩展到三维空间,由水平方向的 X、Y 和深度方向的 Z 构成三维空间,通过面积测量技术把观测系统布置在一定面积内,利用炮点和检波点的灵活组合获得与地下地质体相对应的三维地震数据体^[1]。

三维地震勘探技术的应用始于 70 年代,当时主要应用于煤田勘探中,该方法的使用大大降低了勘探成本和开采成本。自 90 年代以来,高分辨率采区三维地震勘探技术已广泛应用于煤田采区地震勘探工作中,其灵活的施工方法以及解决复杂构造问题的能力已被越来越多的人所认识。在复杂地表及覆盖区如何采用适宜的采集和处理技术,进一步提高三维地震勘探精度,获得最佳地质效果始终是物探工作者追求的目标。

2 应用实例

2.1 地质条件简述

肥城矿务局查庄煤矿十采区位于肥城煤田的西北部,勘探程度很低,其主要 3₁ 煤层埋藏深度较大,约为 700~1000 m。据巷道揭露煤层倾角深部较大,最大处达 30°,并且断点较多,构造复杂。

该区属山前平原,地势北高南低,西高东低,地面高程为 78.7~106.8 m,最大高差 28.1 m,东南部潜水面较浅一般约为 4m,向西北逐渐加深,最深可达 10 m 以上。表层以粘土为主,夹有数层砂僵层,砂僵层的深度及厚度变化较大,砾石的磨圆度及分选性差,具典型的山前洪积物特征,成孔难度很大。河流、窑场及大片果园等地表障碍物对野外施工

收稿日期:2000 - 10 - 24;修订日期:2001 - 07 - 08;编辑:孟舞平

作者简介:王红娟(1962 -),女,山东胶州人,工程师,主要从事地震勘探工作。

也有很大影响。

2.2 野外数据采集

本次三维地震勘探采用 5 线 6 炮制束状三维观测系统,接收仪器采用德国 DMT 公司生产的 SUMMIT 遥测数字地震仪。CDP 网格为 10 m(纵向) × 20 m(横向),覆盖次数为 3 次(横向) × 6 次(纵向),接收道数为 120 道,最大炮检距为 581M,检波器采用 9 个 60HZ 高频检波器“王”字型面积组合,组内距 5m。

针对本区特点,为保证数据采集质量,施工中主要采取以下措施:对每个检波点及每个炮点均实测高程,以满足静校正要求;严格要求每一个炮孔的井深、激发层位,保证每一个炮点的激发效果;充分发挥三维观测系统灵活的变观能力,对区内果园、窑场等障碍物采取多种变观措施;加强野外三边工作,对当天的原始资料及时按规程要求评级,发现控制较差的地段,及时补炮确保数据采集质量。

2.3 资料处理

根据地质任务要求,资料处理主要为常规处理。针对本区的资料特点,处理中主要加强了以下三个方面的工作:

(1) 本区西北紧邻凤凰山,地势表现为西北高东南低的缓倾斜形态,接收排列范围内高差不大,静校正值主要表现为低频分量形式,对叠加效果影响较小。本次处理首先利用井深、井口值数据和详实的高程资料,以及 200m × 200 m 网格的低速带资料进行野外一次性静校正,最终把炮点、检波点校正到水平基准面上。

(2) 因煤层倾角较大,钻孔资料较少,速度分析与研究非常重要。为了利用地震速度数据体,弥补已知资料的不足,采用剩余静校正和速度分析多次叠代的方法,进行多次精细 DMO 速度分析。

(3) 因煤层倾角大,埋藏深,偏移的成败至关重要。偏移剖面的好坏关键在于叠加剖面的质量,为提高偏移数据的信噪比,在偏移前必须进一步提高叠加数据体的信噪比,最后直接利用 DMO 进行三维一步法偏移。最终偏移数据体质量较高、断点分辨率也大为提高,归位准确(图 1)。

2.4 资料解释

本次解释采用人工在传统时间剖面上解释和人工连作解释相结合的方法,大大提高了解释精度和解释工作的效率。首先利用基本测线网格(50 m × 50 m)人工解释,识别有效波,对比组合落差较大的断层,掌握测区构造规律;然后在工作站上加密解释网度,并利用任意方向测线在各个较大断块内解释小断层,结合水平切片等多种显示形式,采取各个击破的办法,对每一个较大的断块进行精细解释,并充分利用已有资料进一步验证解释的准确性。断层的解释是本区主要地质任务之一,断层在时间剖面上因其性质规模不同而表现形式各异,落差较大

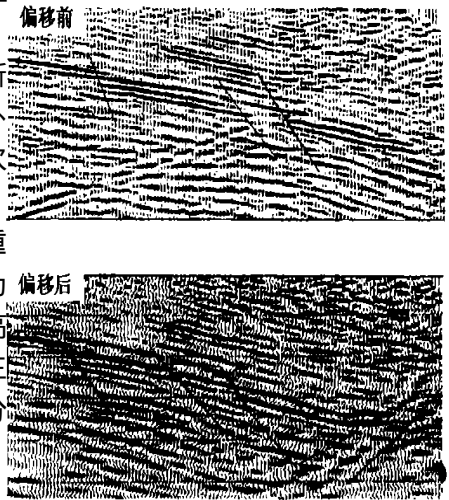


图 1 叠加剖面与偏移剖面的对比

Fig. 1 Contrast of multiple profiles and deviation profiles

的断层表现为波组的错断、消失等特征,落差较小的断层则表现为强相位转换,有效波振幅变弱、同相轴扭曲、产状发生变化等。利用逐步扫描的方法,可以准确控制断层尖灭点的位置,图2就显示了某断层表现为煤层倾角突变,应力释放而尖灭的情况。水平切片较垂直时间剖面对小断层具有更高的分辨率。断层在水平切片上主要表现为同相轴的水平错动,错动距离的大小反映了断面倾角、断距的大小,断层带在水平切片上主要表现为相位变化,反射波能量变弱。水平切片上

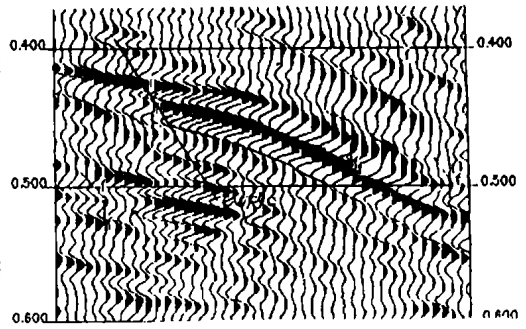


图2 煤层倾角突变在时间剖面上的反映
Fig.2 Reflect of sharp change of coal layer's dip

还可以较直观的解释断层的延展方向及空间展布范围。解释工作站灵活多样的显示方式,如:椅式显示、动画显示、俯视图、栅状显示、数据体立体显示等提高了解释的效率和准确性。由于在资料处理中采取保真处理及三维一步法偏移,断点及其他地质异常体在时间剖面上归位准确、反映清晰。3 煤层冲刷反映为 T_3 波减弱或消失,下部反射波相对增强,南部采区在时间剖面上则表现为 T_3 波第一个波峰能量变弱、消失,相移以及 T_3 波两个波峰复合,频率变化等特征, T_3 波波形特征突变点与实际采空区边界位置吻合程度很高。

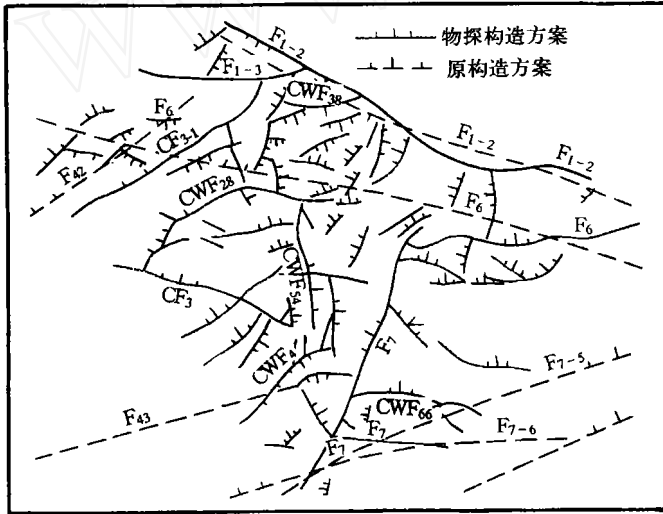


图3 新旧构造方案对比图

Fig.3 Contrast of new and old tectonic scheme

条断层。

(2)原构造方案地层走向基本为 EW 走向,北倾的单斜形态。三维勘探成果显示测区整体呈典型的断陷盆地形态,向北倾伏,向斜轴向基本与边界断层 F_{1-2} 平行。地层倾角较大,一般为 $20 \sim 25^\circ$,受断层牵引作用影响,局部倾角变化较大。如 F_6 以南,雁列型断层

2.5 工作成果

(1)本区构造复杂,断层非常发育,特别是中小落差断层比较发育。本次三维地震勘探共组合断层 78 条,其中落差小于 5 m 的断层 22 条,大于或等于 5 m 的断层 56 条,并且在后者中有 41 条断层,落差在 20 m 至 5 m 之间,可见中小断层的发育程度。

因原勘探程度较低,三维勘探成果与原构造方案变化很大(图3)。对 CWF_4 和 F_7 断层作了较大的修改,否定了 F_6 断层南段,控制了 F_6 断层北段、 CWF_2 断层及 F_{1-2} 断层,新发现了 73

附近, CWF_3 尖灭处等地段, 巷道验证 CWF_3 尖灭处煤层最大倾角约 30° 。

(3) 分析研究了煤层变薄的原因, 否定了 3_1 煤层冲刷现象的存在。

2.6 探采对比

本次三维地震勘探资料经巷道揭露 20 多个断点的验证, 断点反映清晰, 断层位置误差很小, 一般均在 10 m 以内, 落差基本吻合。

3 结语

(1) 三维地震勘探从原理上更加符合地质体的三维空间特性, 成像清晰、准确, 偏移归位精度高, 对于复杂构造, 在当前所用地震波的纵横向分辨率允许范围内都可以查清。

(2) 通过炮点与检波点灵活的组合, 三维地震勘探更加适合于复杂地表条件下的地震勘探。

(3) 三维地震勘探的观测资料包含了地震波的各种信息, 对地震波成像和反演求逆研究更为有利, 有利于研究地层的岩性。

(4) 借助于现代计算机技术, 使资料显示更加灵活, 解释效率大大提高, 推动了解释自动化和人机交互解释系统的发展。

参考文献:

[1] 陆基孟, 等. 地震勘探原理[M]. 北京: 石油工业出版社, 1987.

Application of Three - dimensional Seismic Exploration Method in Complicated Tectonic Area

WANG Hong - juan , WEI Xue - zhong , XU Cong - bao

(Geophysical Survey Brigade of Shandong Bureau of Coal Geology , Shandong , Tai an 271021 , China)

Abstract: Through changeable combination of shotpoint and geophone point , three - dimensional seismic exploration method is suitable for seismic exploration in complicated surface condition areas ; also fits three - dimensional space characteristics of geologic body on principle , and favorable for study and exploration of complicated tectonics . Three - dimensional seismic exploration used by Chazhuang coal mine of Feicheng Coal Bureau is a typical example in using this method to solve complicated tectonic problems .

Key words: Three - dimensional seismic exploration ; data collection ; explanation ; process ; complex tectonites