

技术方法

济宁市梁宝寺煤田地震勘探技术应用效果分析

王松杰,曾爱平

(山东省煤田地质局物探测量队,山东 泰安 271021)

摘要:地震勘探以其高精度、低成本、高效率在煤田勘探中已广泛应用,梁宝寺煤田采用三维地震勘探技术,在解释构造、煤层、岩浆岩等方面取得了显著的效果,为煤炭勘查作出了重要贡献。

关键词:构造;煤层结构;岩浆岩;陷落柱;梁宝寺煤田;山东济宁

中图分类号:P631.4

文献标识码:B

梁宝寺井田在找煤阶段就进行了地震勘探;后来又进行了普查、详查与精查各个阶段的工作,其间完成了我国首个煤田宽线勘探,仪器设备由模拟转为数字、采用了新的地震勘探方法,地震勘探精度更准确;转入采区勘探后,该矿更是分阶段对各采区进行了大面积的三维勘探,并且对其中的几个采区进行了连片处理,不仅减少了边界效应,而且进一步提高了解释精度及解决地质问题的能力。

1 概况

梁宝寺煤矿位于山东省济宁市嘉祥县梁宝寺镇。大地构造位置位于华北地台鲁西台背斜鲁西南断块坳陷的中部,断裂构造发育,主要发育 SN 向及 EW 向正断层,形成棋盘格状的构造格局。梁宝寺井田位于巨野断层、嘉祥断层、郓城断层、凫山断层形成的格子内的巨野向斜东部。区内地层呈南浅北深的趋势,因受区域断层的控制,形成以梁宝寺向斜为骨干向 N 倾伏收敛的“裙边状”褶曲构造,并伴生 NE 向及 NW 向断层组,构造复杂程度中等^[1]。

梁宝寺煤矿一采区位于梁宝寺井田南部露头区附近,煤系地层构造复杂,存在正断层、逆断层,有继承性断层发育,断层的纵横向落差变化均较大,而且有陷落柱发育。煤层结构也较为复杂,煤层具分叉、合并、剥蚀、变焦、被吞蚀、冲刷等现象;在 7.77 km 的主采煤层露头有岩浆侵入现象。其他勘探手段无法全面了解各类地质现象,地震勘探以其独有的优势解释了该区的各类地质现象。

该区属于全隐蔽式煤田,煤系地层为华北型石炭、二叠系含煤建造,直接被新近系和第四系所覆盖,奥陶系为煤系的基底,地面为第四系覆盖平原,潜水面深 2.4 m 左右,第四系、新近系未固结成岩,厚度 370 m 左右。主要成分为黄褐、棕黄、灰等杂质粘土、粉砂、粘土砂、少量砂砾石层等。含煤地层为石炭、二叠系,主要煤层为山西组的 3 煤层。地层自上而下依次为第四系、新近系、石炭系、二叠系、奥陶系。

2 解决的地质问题

2.1 控制煤层构造

构造解释是地震勘探的优势。以地震时间剖面为基础,采用强相位和波组对比相结合、相邻剖面和切片对比、剖面和切片联合对比等多种对比手段,从已知钻孔出发,根据相邻地震道反射波的波形相似性、同相性、连续性、振幅和频率特征及多波组之间的相互关系等多种参数进行对比和追踪,从而大大提高了波组对比的可靠性,为构造解释提供了有利条件^[2]。

2.1.1 断层

以标准反射波为主要解释对象,在地震时间剖面上进行对比解释(图 1A)。根据反射波同相轴振幅、波形特征、波组关系、时差等,确定断点位置。并采用纵向拉伸,横向压缩时间剖面;瞬时相位;相干

* 收稿日期:2011-06-01;修订日期:2011-08-16;编辑:曹丽丽

作者简介:王松杰(1966—),男,山东海阳人,高级工程师,主要从事煤田地震勘探工作;E-mail:wsj707@126.com。

数据体等方法解释断层。落差较大的断点在时间剖面上一般表现为明显的同相轴错断,纵向上表现为多个反射波的错断(图 1B)。反射波同相轴发生分岔、合并、扭曲或相位转换,这通常是小断层的特征反映,但这类特征也可能是地表条件或地层岩性变化引起的,波的干涉也能导致类似的效果。单根据此类特征识别小断层,可能得到错误的解释结果,需要对相邻测线连续追踪才能正确地认识,同时结合水平切片及相干沿层切片等参数进行解释。根据以上解释方法,查明了测区内落差 ≥ 5 m 的断层,全区解释落差 ≥ 5 m 的正断层 47 条,逆断层 4 条。其中包含 3 条继承性断层(图 1B),为提高矿井生产的安全性奠定了基础。

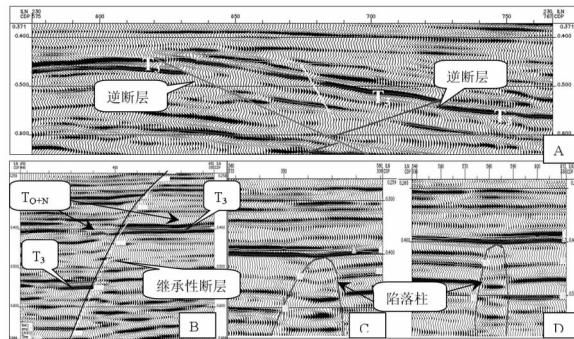


图 1 各种构造现象在该区时间剖面上的显示示意图

2.1.2 陷落柱

陷落柱的存在是煤矿安全生产的重大隐患,该区勘探根据以下方法解释陷落柱。在时间剖面上先把纵向上各目的层反射波的断陷点进行圈定(图 1C,图 1D),并在另一方向的时间剖面上进行断陷线闭合,形成时空域陷落柱的空间形态,再根据各相邻时间剖面目的层反射波所确定的陷落点进行连接,形成目的层平面上陷落柱形态。该区共解释疑似陷落柱 4 个。

2.1.3 煤系地层形态的控制

控制地层形态是地震勘探的优势之一,三维地震数据体以 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 的高密度 CDP 网格严密控制着煤层的形态。全区整体呈走向近 EW、向 N 倾斜的单斜构造,地层倾角一般在 $6^\circ \sim 19^\circ$,次一级褶曲较发育。其中背斜轴部煤系地层抬升被剥蚀形态不完整,较典型的有测区西部的 F26 背斜、邓庄西背斜;向斜形态较完整,其中较典型的有靳庄向斜、张垓东向斜(图 2)。

2.1.4 露头的控制

查明煤层的露头位置对提高煤层的开采上限非常重要,该采区处于煤层露头区,根据新近纪地层与煤系地层的不整合接触关系圈定了 7.77 km 的煤层露头线(图 2)。

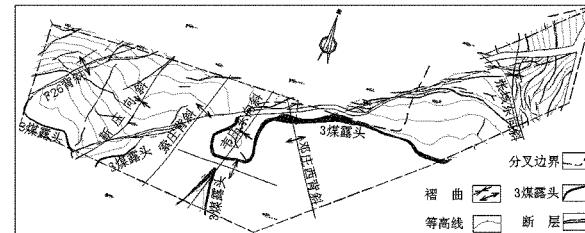


图 2 3 煤层构造简图

2.2 解释煤层结构

该区 3 煤层的宏观结构主要表现为 3 煤层的分岔合并与 $3_{\text{下}}$ 煤层的冲刷。 T_3 波(3 煤层反射波)和 $T_3 \sim T_{3L}$ (三灰层附近反射波)波组的特征及变化规律性较强,在时间剖面上表现为 3 煤层合并区 T_3 波能量强, $T_3 \sim T_{3L}$ 波时差小;分岔区 T_3 波分岔为 2 个波峰 $T_{3\text{上}}$ 波和 $T_{3\text{下}}$ 波,能量较合并区弱,视频率偏高, $T_{3\text{上}}$ 波和 $T_{3\text{下}}$ 波相比较 $T_{3\text{上}}$ 波能量强而 $T_{3\text{下}}$ 波能量很弱; $T_3 \sim T_{3L}$ 波时差沿分岔区方向增大; $3_{\text{下}}$ 冲刷区 T_3 波能量较合并区弱,视频率偏高, $T_3 \sim T_{3L}$ 波时差大。

根据 T_3 波和 T_3 波组的规律性,利用二维物理模型和由不均匀介质波动方程建立的有限差分数学模型技术进行正演(图 3),并通过人工记录与钻孔进行对比,证明它反映了 3 煤层宏观结构类型(即合并、分岔、缺失)及其变化规律。

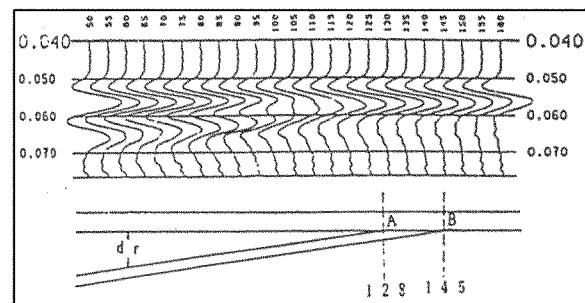


图 3 分岔模型及波形

该区勘探的主要目的层为 $3(3_{\text{上}})$ 煤层。图 4 时间剖面上 T_3 波与 T_{3L} 波的间距明显变大(图 4 上黑色箭头位置),3 煤层的视分岔合并边界清晰,但由于受分辨率的限制,地震时间剖面不能分辨真正的

分岔合并点位置,视分岔点附近 $3_{上} \sim 3_{下}$ 煤层间距约 6~8 m,并无实用价值。但通过数学、物理模拟得出如下结论:振幅从夹石为零开始减小,至夹石厚度为 $\lambda/4$ 时达到极小值,至 $\lambda/2$ 时恢复正常(图 5),频率参数也有显示。根据提取 T_3 波振幅与瞬时频率等方法可以确定 3 煤层的实际分岔点位置。

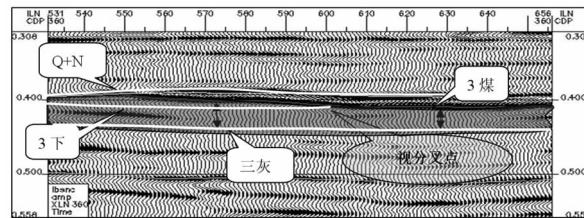


图 4 3 煤层分叉合并及 3 煤与三灰的间距变化
在时间剖面上的反映

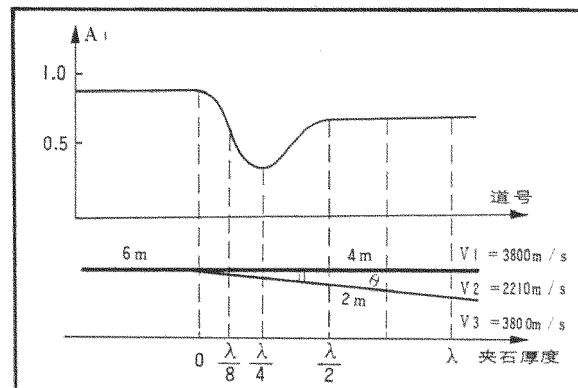


图 5 分岔物理模型分析(振幅参数)

2.3 圈定岩浆岩影响煤层的范围

梁宝寺井田内有一中性岩浆岩体,侵入太原组之中,对 16,17 煤层及煤质有不同程度的影响。为了解岩浆岩对下组煤层的影响程度,为今后提高煤层的利用率提供地质依据。以前在其他测区也有人根据地震资料圈定岩浆的侵入范围,但受岩浆侵入层位、侵入方式、岩浆岩厚度等的不同,岩浆岩的地球物理特征也不同。对该区岩浆岩的研究以往仅限于钻探资料,对于“见缝插针”的岩浆岩来说,“一孔之见”的钻探对于解释岩浆岩的片面性是显而易见的。又加上该区钻探资料甚少,钻孔多分布于测区的边缘地带,有效利用地震资料就变得尤为重要。根据岩浆岩与沉积岩地球物理特征的不同,对该区三维地震资料进行了分析,圈出 T_{10} 波(16 煤层附近的反射波)异常区。根据岩浆侵入后对 16 煤层影响程度的不同,圈定了 16 煤层变焦区与被吞蚀区。

研究认为,岩浆是在煤系沉积之后的构造运动

中,在测区的东北部沿构造裂隙带上升,遇到煤层及其他软岩层时顺层向西南方向侵入。从钻孔揭露的岩浆岩厚度来看,岩浆岩北部厚而南部薄,说明岩浆自东北部侵蚀到该区。

以下是岩浆侵入煤系地层的几种现象的地震响应:

(1) 侵入煤层,将煤层吞蚀,煤层反射波中断、消失(图 6B、图 6C)。

(2) 侵入煤层附近,使煤层变焦,由于岩浆岩的烘烤使煤层与围岩的物性差异变小,使得煤层反射波能量明显变弱(图 6C)。

(3) 侵入煤层与灰岩之间,使得三灰层与 16 煤层的间距变大,反射波波时差增大(图 6D)。

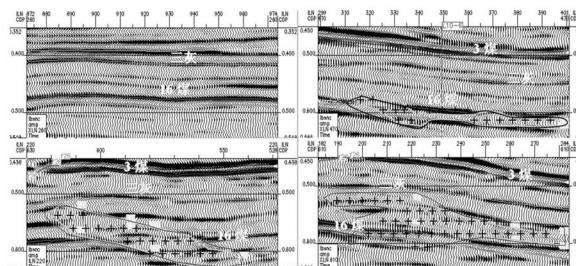


图 6 岩浆岩的地震响应示意图

A—无岩浆岩侵入;B—侵入 16 煤及下部;C—从奥灰附近一直侵入至 12 煤层以上;D—三灰与 16 煤层的间距变大

2.4 控制新生界厚度

新生界底界粘土层厚度的大小,直接决定了开采上线提高的程度。根据时间剖面上新生界底界反射波与煤系地层反射波组的不整合现象解释了新生界底界面反射波,并利用本区及边界附近的钻孔进行了时—深转换运算,将时间域的资料转换为深度

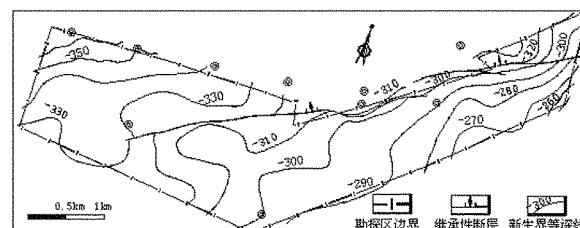


图 7 新生界底界面等高线简图

域,控制了新生界的标高(图 7)。全区新生界呈东、南薄,西北厚的变化趋势。测区中北部有两条继承性断层纵向延展至新近纪地层内,断距较 3 煤层附近小,约为 0~20 m。最厚处在测区东北部,最薄处在测区东南部。

3 结语

采区三维地震勘探不仅提高了煤层的构造形态、断层的性质、新生界底界等的控制精度,而且在控制煤层结构、圈定岩浆岩侵入层位与范围、查找陷落柱等方面均有显著成效。

参考文献:

- [1] 王真,张宏.三维连片处理技术在煤田勘查中的应用[J].中国煤炭地质,2009,21(3):55-58.
- [2] 杨艳珍,张兴平.三维地震地震资料解释煤层中岩浆岩侵入体在晓南煤矿西二采区的应用[J].中国煤炭地质,2005,17(3):48-49.

Analysis on Application Effect of Seismic Prospecting Technology in LiangBaosi Coal Mine

WANG Songjie, ZENG Aiping

(Geophysical Prospecting and Surveying Brigade of SCGB, Shandong Tai'an 271021, China)

Abstract: Seismic prospecting technology has characteristics of high precision, low cost and high efficiency. It has been widely used in coal exploration. By using three-dimensional seismic exploration technology in Liangbaosi coalfield, significant effects have been gained in explaining structures, coal strata and magmatic rocks. It has made important contribution to coal exploration.

Key words: Structures; coal strata structures; magmatic rocks; collapse columns; Liangbaosi coal mine