

彭慧芳. 三维地震勘探技术在古城煤矿中的应用 [J]. 华北地震科学, 2020, 38(S1): 29-32. doi:10.3969/j.issn.1003-1375.2020.S1.006.

PENG Huifang. Application of 3D Seismic Exploration Technology in Gucheng Coal Mine[J]. North China Earthquake Sciences, 2020, 38(S1): 29-32. doi:10.3969/j.issn.1003-1375.2020.S1.006.

# 三维地震勘探技术在古城煤矿中的应用

彭慧芳

(山东省煤田地质局物探测量队, 济南, 250104)

**摘要:** 在对地震地质条件进行分析的基础上, 经过野外数据采集、资料处理、资料解释 3 个阶段的分析处理, 查明了古城煤矿某采区内构造发育情况、煤层赋存状况及底板起伏形态, 对优化采区设计, 保障矿区安全生产有一定指导意义。

**关键词:** 地震勘探; 地震地质条件; 反射波; 构造

**中图分类号:** P631.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1003-1375 (2020) S1-0029-04

doi:10.3969/j.issn.1003-1375.2020.S1.006

## 0 引言

古城煤矿位于兖州市东北郊区, 井田地层层序由下而上分别为奥陶系马家沟群、石炭系本溪组、石炭-二叠系太原组、二叠系山西组、石盒子组、侏罗系蒙阴组、第三系、第四系。主要含煤地层为石炭-二叠系太原组、二叠系山西组。主采煤层 7 层, 山西组 2 层, 为 2<sub>上</sub>和 3 煤, 太原组 5 层, 分别为 6、10<sub>下</sub>、15<sub>上</sub>、16<sub>上</sub>、17 煤。为了进一步查明古城煤矿某采区的构造发育情况、煤层赋存状况及底板起伏形态, 更好地优化采区设计, 保障矿区安全生产, 开展了三维地震勘探工作, 并取得了良好的效果。

## 1 地震地质条件

### 1.1 表层地震条件

测区地势平坦, 为冲积平原, 地面标高为+55 m 左右, 地势东高西低, 泗河、沂河流经古城井田。区内道路纵横, 对野外施工比较有利。沂河从测区北部穿过, 村庄、林圃较多, 而且村庄大, 给野外采集工作带来不便和干扰; 区内潜水面一般深 14 m 左右, 表土以下有厚薄不均的砂层分布, 给炮井成孔带来一定困难。该区表层地震地质条件一般。

### 1.2 浅、中层地震条件

有利条件: 测区第四系覆盖于侏罗系地层之上, 其界面上下岩性及物性差异较大, 形成较好的波阻抗界面, 可产生能量较强的反射波。由于第四

系地层与下伏基岩呈角度不整合接触, 故有利于识别上下两组地层产生的反射波。侏罗系地层与下覆煤系地层呈小角度不整合关系, 侏罗系底界面与下覆地层的物性差异较大, 侏罗系底界面的反射波能在大部分地段连续追踪。

不利条件: 测区东部第四系地层较薄, 在穿越障碍物时不利于第四系底界面反射波的连续追踪。侏罗系地层与下覆煤系地层呈小角度接近平行不整合关系, 而且由于煤系地层风化、剥蚀程度的不同, 侏罗系底界面与下覆地层的物性差异变化较大, 导致侏罗系底界面反射波局部地段不能连续追踪。

总之, 区内浅、中层地震地质条件较好。

### 1.3 深层地震地质条件

有利条件: 测区煤系地层厚度较稳定, 主要标志层层间距变化不大, 岩性及岩相组合特征明显, 物性差异较大, 构成较好的深层地震地质条件; 主要目的层 3 煤层厚度大, 能形成强反射波, 有利于地震勘探; 地层倾角较平缓, 有利于提高偏移归位的精度; 同时由于 3 煤层埋藏较深, 有利于采用特殊观测系统跨越地面障碍物。

不利条件: 主要目的层 3 煤层形成的强反射波对下伏地层的反射有较强的“屏蔽”作用, 地震记录层次较少, 因此对下组煤的勘探不利; 对识别小断层不利; 因 3 煤层埋藏较深, 地震波高频成分衰减较快, 不利于高分辨地震勘探, 局部地段主要目



的层倾角较大且埋藏深,影响偏移归位精度。

本区深层地震地质条件较好。

## 2 数据采集

### 2.1 试验工作

试验工作是地震勘探的重要环节,通过试验确定最佳的激发、接收参数,可以为野外数据采集质量提供保障。通过井深、药量实验,经分析对比,确定采用单井 18 m 井深激发,药量 2.0 kg。

### 2.2 观测系统

根据试验结果以及对该区地震地质资料的分析,确定采用 12 线 12 炮制,中间发炮观测系统,接收线距 40 m,接收道距 20 m,炮线网格 20 m(横向)×200 m(纵向),CDP 道集间隔 10 m(纵向)×10 m(横向),覆盖次数 4 次(纵向)×6 次(横向)=24 次。图 1 为 12 线 12 炮观测系统图。

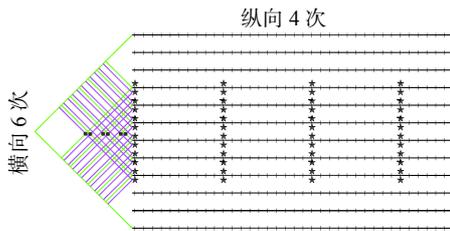


图 1 12 线 12 炮观测系统图

## 3 数据处理

地震资料处理工作分现场预处理及室内精细处理 2 步实施。

### 3.1 现场预处理

现场预处理是在野外数据采集过程中进行的,选择资料进行处理参数测试,通过常规处理流程,形成初叠剖面并进行初步资料解释,达到了采集、处理、解释一体化的目的,既监控了施工质量又确保了工程工期。

### 3.2 室内精细处理

精细处理是在预处理的基础上进行的。针对该区地震资料的特点,制定了详细的处理流程(图 2)和精确的处理参数。资料处理过程中在确保各目的层反射波信噪比的前提下,尽量提高地震资料的分辨率并保持地震反射波波组特征不变<sup>[1-2]</sup>。

叠前采用以下去噪、保幅、保真的处理技术:

①采用十字排列锥体滤波技术对近道低频面波进行压制;②采用地表一致性区域异常振幅压制技术分离出给定时窗内与有效信号不相干的异常强干

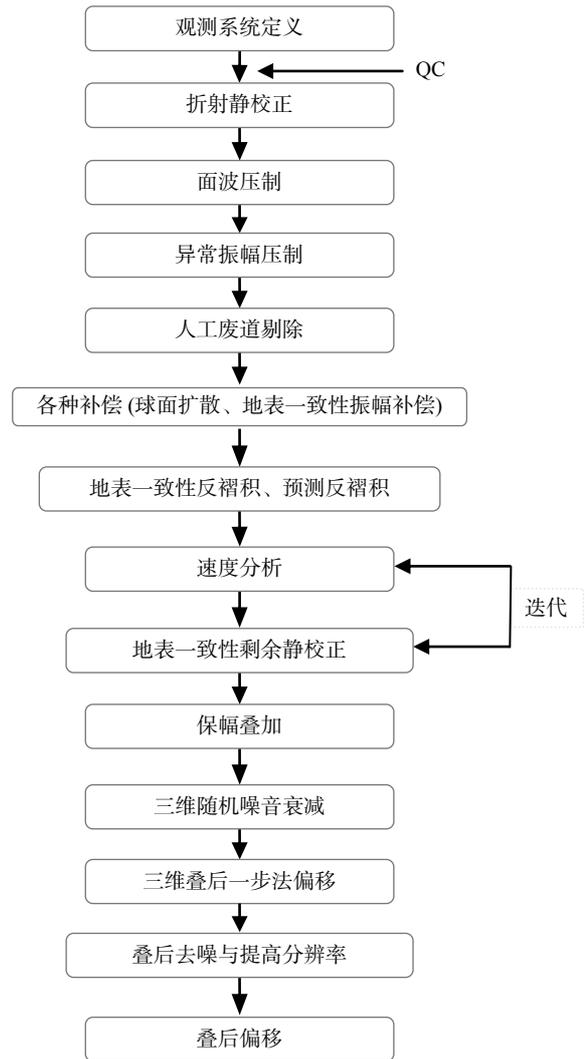


图 2 处理流程图

扰,对野值及工频干扰进行压制;③利用球面扩散补偿和地表一致性振幅补偿对地震波的高频成分进行补偿;④通过地表一致性反褶积、预测反褶积压缩地震子波,提高分辨率;⑤通过精细速度分析及反复迭代解决复杂地区的剩余静校正问题。

叠后采用了具有吸收边界的差分法波动方程三维一步法偏移,并用钻井等实际资料进行了约束<sup>[3]</sup>。通过处理共获得叠加和偏移数据体各 1 个。对三维数据体质量评级,Ⅰ类控制块段面积占 93%,Ⅱ类控制块段面积占 7%,无Ⅲ类控制块段。

## 4 数据解释

### 4.1 层位标定

利用钻孔及测井资料并结合邻区地震时间剖面的特征,将时间剖面上反射波能量强、信噪比高、连续性好、地质意义明确的反射波定为标准波,本区的标准反射波为来自 3 煤层的反射波 T<sub>3</sub> 波,

主要辅助波为来自侏罗系底界( $T_j$ )和  $16_{上}$ ( $T_{10}$ )煤层的反射波。图 3 为各目的层反射波在时间剖面上的反映。

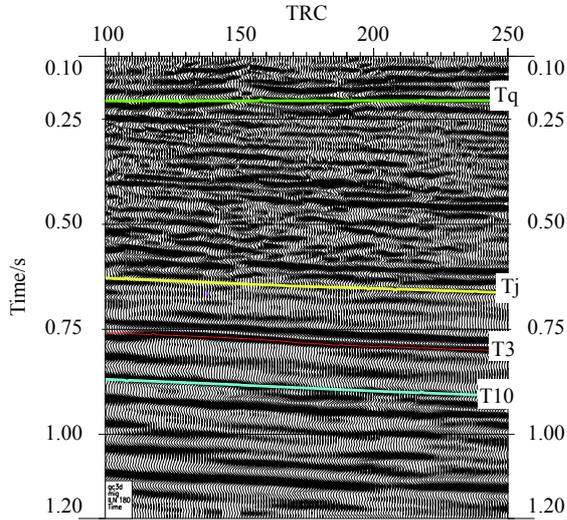


图 3 各目的层反射波在时间剖面上的反映

### 4.2 断层解释

断层解释是此次三维地震勘探的主要任务,从已有资料分析,对于时间剖面上能够分辨的断点,经过了由粗到细,反复对比的过程。落差较大的断层在时间剖面上一般表现为同相轴的错断,反射层次丰富时表现为纵向上多个反射波的错断,而在水平时间切片上表现为标准波明显的水平位移。小断层在时间剖面上往往表现为同相轴的分叉、合

并、扭曲、强相位转换、能量变弱等<sup>[4]</sup>。断层在时间剖面上的显示如图 4 所示。

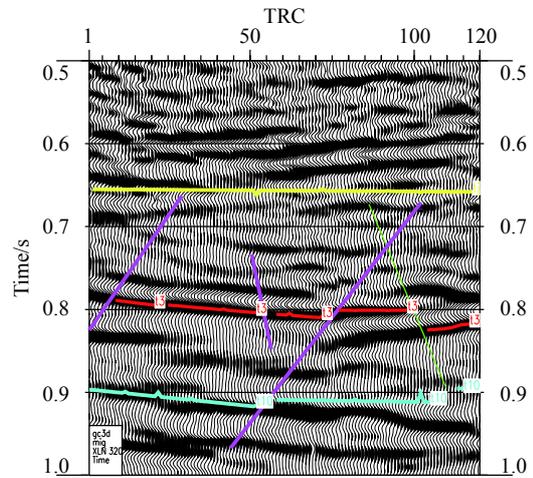


图 4 断层在时间剖面上的显示图

### 4.3 底板起伏形态

通过人机交互解释,拾取主要反射波的  $t_0$  值及其断点,并绘制主要反射波的  $t_0$  等值线图。根据钻孔及巷道揭露资料,结合地震资料求得平均速度值。经时深转换,辅以人工编辑完善后,即可得到主要目的层的底板等值线图。图 5 为 3 煤层底板等值线图。从图中可以看出,测区整体呈走向 NNE,倾向 SEE 单斜构造形态,次一级褶皱较发育。3 煤层倾向  $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ,底板标高变化范围  $-1000 \sim -1200$  m,煤层西南部埋藏较浅,东北部较深。

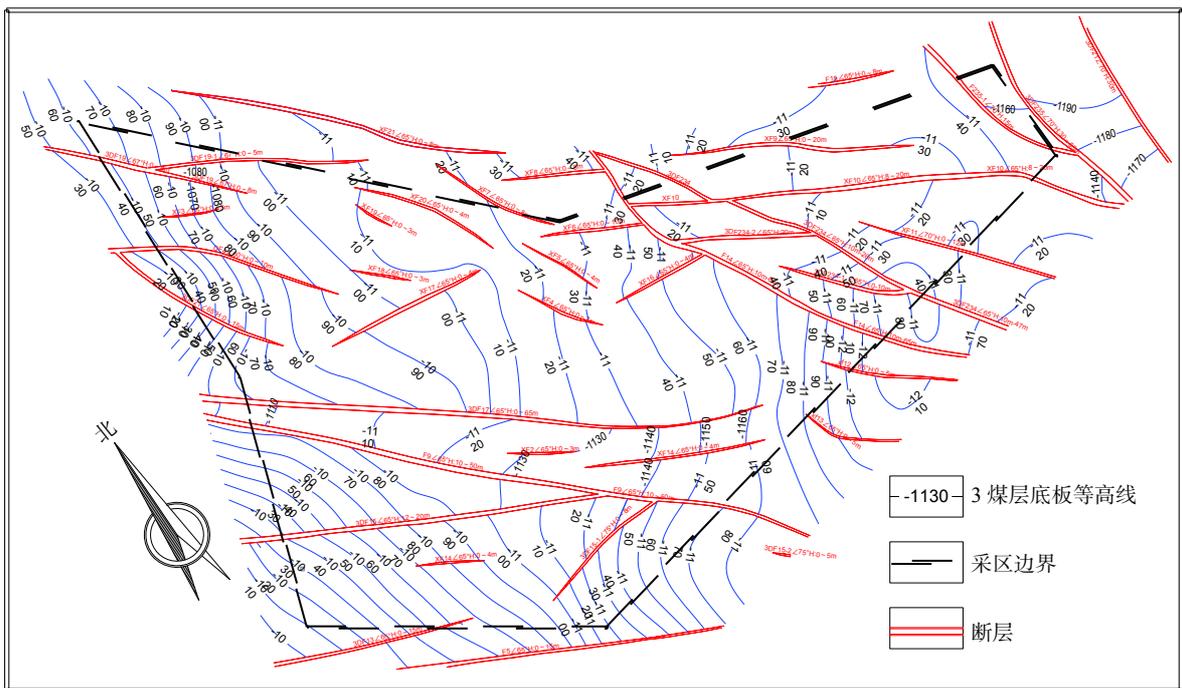


图 5 3 煤层底板等值线图

#### 4.4 方差体技术的应用

方差体技术的理论基础是误差分析理论,通过计算三维数据体一定时窗内本道与相邻地震道信号之间方差值的差异性来生成方差数据体<sup>[5-6]</sup>。图6

为采区方差体沿层切片图,切片中高异常值指示了断层及地质异常体的存在。从图6中可以直观地了解采区地质构造形态及断层面的空间展布情况。

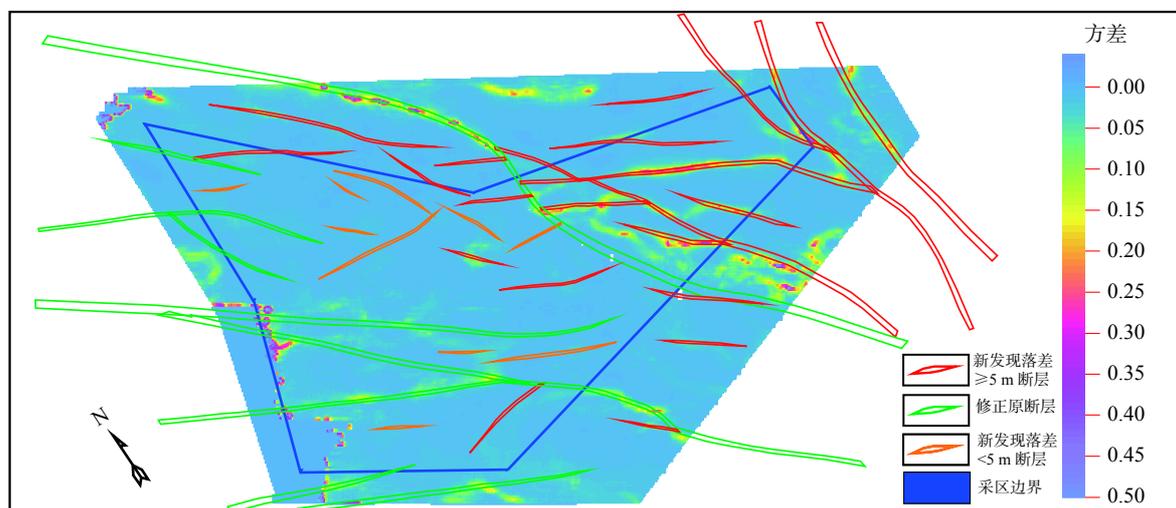


图6 方差体沿层切片图

## 5 成果

1)查明了第四系地层的厚度变化趋势,控制了3煤的赋存状况及底板起伏形态,解释了2<sub>上</sub>煤、16<sub>上</sub>煤、17煤层及奥灰顶界面的构造及底板起伏变化情况。

2)通过对全区煤层解释的断点,根据性质、落差及空间展布规律,共组合断层40条。均为正断层,其中落差 $\geq 5$  m的断层28条,与原构造方案相

比修正断层9条,新发现断层31条。

## 6 结论

本文从地震地质条件、数据采集、数据处理、数据解释4个方面,对古城煤矿三维地质勘探工作进行了较为详细的论述。通过此次三维地震勘探,查明了第四系厚度变化趋势及主要煤层的底板起伏形态,对区内构造发育情况进行了解释,为矿区设计及开采提供了较可靠的地质资料。

#### 参考文献:

- [1] 张宏. 三维地震勘探方法在云南桃树坪煤矿的应用 [J]. 能源技术与管理, 2018, 43(1): 159-162.
- [2] 孙立新. 地震勘探技术在裴沟矿31采区的应用 [J]. 华北地震科学, 2014, 32(3): 31-34.
- [3] 张广忠, 郝鹏, 赵禄顺, 等. 江西复杂地质构造区三维地震勘探技术 [J]. 煤炭学报, 2006, 31(S): 60-62.
- [4] 陆基孟, 王永刚. 地震勘探原理 [M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2014: 232-237.
- [5] 陈风云. 方差体技术在地震勘探中的应用 [J]. 中国煤田地质, 2005(2): 51-52.
- [6] 范庆荣, 李丽萍, 王晶, 等. 三维地震属性技术在湖区的应用效果 [J]. 华北地震科学, 2008(3): 46-49.

## Application of 3D Seismic Exploration Technology in Gucheng Coal Mine

PENG Huifang

(Geophysical Prospecting and Surveying Team of Shandong Coal Geology Bureau, Ji'nan 250104, China)

**Abstract:** Based on the analysis of seismic and geological conditions, through three stages of field data collection, data processing and data interpretation, the structural development, coal seam occurrence and floor undulation in a mining area of Gucheng Coal Mine were investigated. It had certain guiding significance for optimizing mining area design and ensuring safe production in mining area.

**Key words:** seismic exploration; seismic geological conditions; reflected wave; structure