

三维地震在煤层采空区探测中的应用

张兴岩,潘冬明,王立会

(中国矿业大学资源学院,江苏 徐州 221008)

摘 要:地下采空区的存在对矿山建设和地面建筑的安全造成了严重的危害,已成为了一种典型的地质灾害。在论述三维地震勘探方法、技术及原理的同时,通过利用三维地震探测煤矿采空区的工程实例表明,三维地震勘探在探测采空区的分布范围效果十分显著。

关键词:三维地震勘;采空区;探测

中图分类号:P631.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1004—5716(2009)01—0141—04

1 概述

近年来不少煤炭生产基地周围由于小煤窑乱采滥挖、越界开采或者部分煤炭生产基地以往采矿资料丢失等原因,形成了大量不明采空区。不明采空区不仅对煤矿的生产造成了严重的安全隐患,对于地面建筑也是潜在的工程地质灾害。因此查找不明采空区的分布范围是及其重要的任务特别是最近几年,随着国家在基础设施建设方面的投入不断增加,对于大型工程项目,潜在的工程地质病害的探查、检测、预防与治理,也愈来愈引起人们的重视。三维地震勘探可以查明落差 5m 以上的断层、查明直径大于和等于 20m 的陷落柱、查明煤层冲刷带及采空区边界,其平面位置误差不大于 20m、深度误差不大于 1% 的精度被广泛应用于煤矿工作面的补充勘探中。因此可以说三维地震勘探已经成为实现精细勘探的一门成熟技术,用于探测煤层采空区边界是行之有效的手段。

山西某铝业集团新厂址范围内分布有大量不明采空区,为了防止日后工程地质病害的发生,决定对此区域进行三维地震勘探。勘探的主要任务是:圈定不明采空区的平面分布范围及深度,为注浆提供依据。

2 地震勘探采空区的基本原理

地质灾害和岩土工程地震勘探要求探测深度一般不超过 200m,被探测对象的规模小,形态和岩性纵、横向变化大,要求有较高的分辨率,因而很多学者将这一类地震勘探方法称为“浅层高分辨率地震勘探”,具体到野外数据采集要求小道距、小药量、小排列,室内数据处理要求高保真。

浅层地震反射波勘探同常规反射波地震勘探原理相同,只是前者勘探目的层相对较浅,所采用的观测系统、工作方式及数据处理手段有些不同,对仪器分辨率要求更高。

地震勘探方法是以均匀介质为地质模型建立起来的一种勘探手段,它要求每一层介质必须是均匀的,而相邻的两层介质必须具有连续性,且不同的介质和介质之间必须存在明显的物性差异,只有这种物性差异存在时,地面接收到的地震反射波场特征将发生明显变化,通过对反射波场特征的研究和对比,可以推断地下地质灾害体的赋存位置和形态。

为了更形象的说明地震探测采空区的原理,我们建立了一简单的模型,如图 1 所示,设地下有一水平反射界面 R,深度为 H,反射面的上覆介质是均匀各向同性弹性介质,地震波在其中传播速度为 V,在地面 O 点激发地震波,过 O 点布置一条观测线,埋置检测器,由震源激发产生纵波经由反射界面到达检波器的传播时间为 t,则可得反射波时距曲线方程 $t = 1/V^2 \sqrt{4H^2 + X^2}$ 式中 x 为震源到接受检波器的距离;反射界面的深度可以表示为 $H = \sqrt{(V^2 t^2 - X^2)/4}$ 。图 1 的模型将得到图 2 的地震时间剖面。

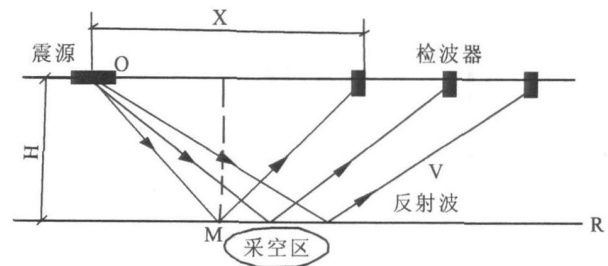


图 1 地震勘探采空区原理图

正常情况下,煤层反射波的反射系数在 0.3 ~ 0.5 之间,是一个非常明显的波阻抗界面;地震时间剖面上出现一组连续强反射波有规律的同相轴,当煤层被采空后反射层的介质和形态、深度都有改变,因此反射波在

频率、振幅以及时间上都会出现异常。就本区来讲,有以下几种情况:

(1) 反射波中断。煤层采空造成地下反射层中断,反射波同相轴不可连续追踪,跨越采空区后,反射波恢复;地震时间剖面上反射波不连续追踪是识别煤层采空区的重要标志;

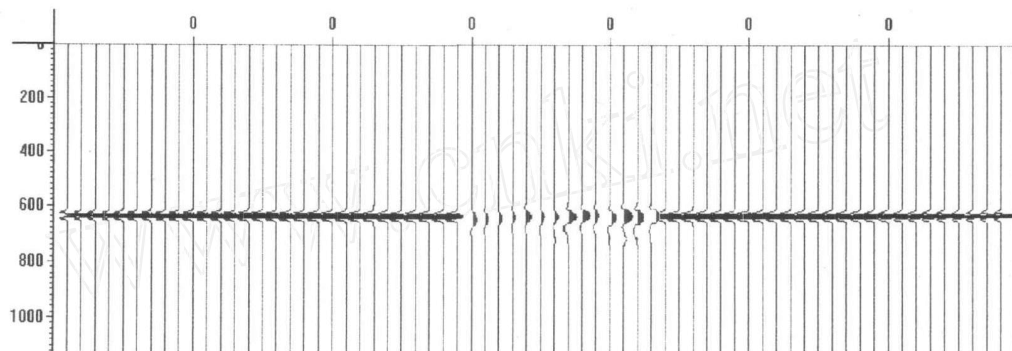


图2 采空区地震波形纪录示意图

(2) 反射波波形及频率变化。煤层采空引起的上覆岩层破坏对地震波有很强的吸收频散衰减作用,使反射波频率降低,破碎围岩及裂隙裂缝对地震波衰减还表现为反射波波形变得不规则!紊乱甚至产生畸变,而采空区下方则由于岩层相对完整而变化不明显,这也是在地震时间剖面上识别煤层采空区的另一个重要标志。

3 数据采集

仪器:选用德国 DMT 公司生产的 Summit 多道数字地震仪。检波器:选用 3 个 100Hz 检波器蹲点组合。

观测系统选择合理与否会直接影响勘探效果和精度,根据本区地震地质条件及地质任务要求,本次观测系统的选择原则是增加覆盖次数,提高资料信噪比。经理论分析与计算,本区采用如下观测系统:

排列方式:束状 6 线 7 炮,接收道数: $6 \times 30 = 180$ 道,接收线距:10m,接收道距:5m,纵向偏移距:30m,炮线网格:10m(横向) \times 10m(纵向) 最大覆盖次数:9 次(纵向) \times 6 次(横向) 地面采样间隔:5 \times 10; CDP 点网格:2.5m \times 5m;激发方式:单边激发。

激发因素:测区内的大部被薄层黄土覆盖,部分地区第二系基岩裸露。本次勘探经试验井深确定为 4m 深,基本上确保在基岩内 1~3m 深激发;根据试验药量确定为单井激发 0.3kg。

本区共布置一束 6 条测线,采用排列逐次滚动,炮点按顺序移动的激发方法,具体为每放完 3 排炮,就向前滚动 3 个采集站、6 道检波器,依次向前移动。

4 资料处理解释及工作成果

针对本次勘探目的层层位较浅,处理的目标是在保证资料真实性的基础上提高信噪比,适度提高分辨率。对处理过程中的各个环节都要求进行认真的参数测试。图 3 为处理流程图。

该地区地表条件复杂,但本工区由于先前的施工场地较平,大部分地段被薄层黄土覆盖,小部分地段基岩出露。主要含煤地层为石炭—二叠系,15# 煤层为主采

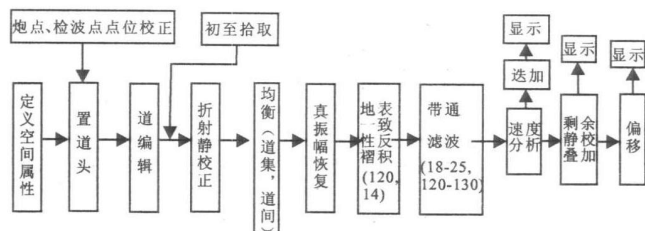


图3 地震资料处理流程

煤层,15# 煤层上部 3# 煤层和 6# 煤层均以开采。构造较为简单,地层平缓,断裂不甚发育。

经对本区地震资料的常规处理得到了 12 条 inline 方向地震时间剖面,根据场区地震地质条件、结合钻孔资料,图 4 中水平叠加偏移时间剖面上的数条反射波同相轴,解释为浅部上覆地层、泥岩及煤系地层波阻抗界面的反映。

将垂直时间剖面上能量强、信噪比高、连续性好、地震地质层位明确的反射波定为标准反射波,这是地震地质解释的主要依据。选取 T3 波(3# 煤层附近)为本区标准反射波。将 T3 波反射波缺失的区段解释为采空区范围。时间剖面上 100~125ms 存在一组能量强、连续性好的反射波,说明深度 160~180m 处有一明显的反射界面,与钻孔对比,为 3 煤地层未采。反射波紊乱的,解释为采空区。剖面上无明显异常绕射波。据此分析,未发现明显的空洞。

根据剖面上反射波的特征,对 12 条 inline 方向线的地震剖面进行了解释,其中第 7~12 条剖面的 71~81 道反射波比较凌乱,同相轴不清晰,甚至中断,解释

为煤层采空区(图 5),而第 1~6 条剖面反射波没有明显的中断,解释为无采空区(图 4),因此采空区延伸距离大概就是 30m 左右。

根据以上勘测结果,采空区属于不稳定地段不宜建

筑建议避开,若无法避开必须按技术规范采取地基、基础及上部结构的处理措施。经有关部门周密的地质技术经济评价,采纳了我们的建议,现正在进行地基处理,以保证工程施工的品质。

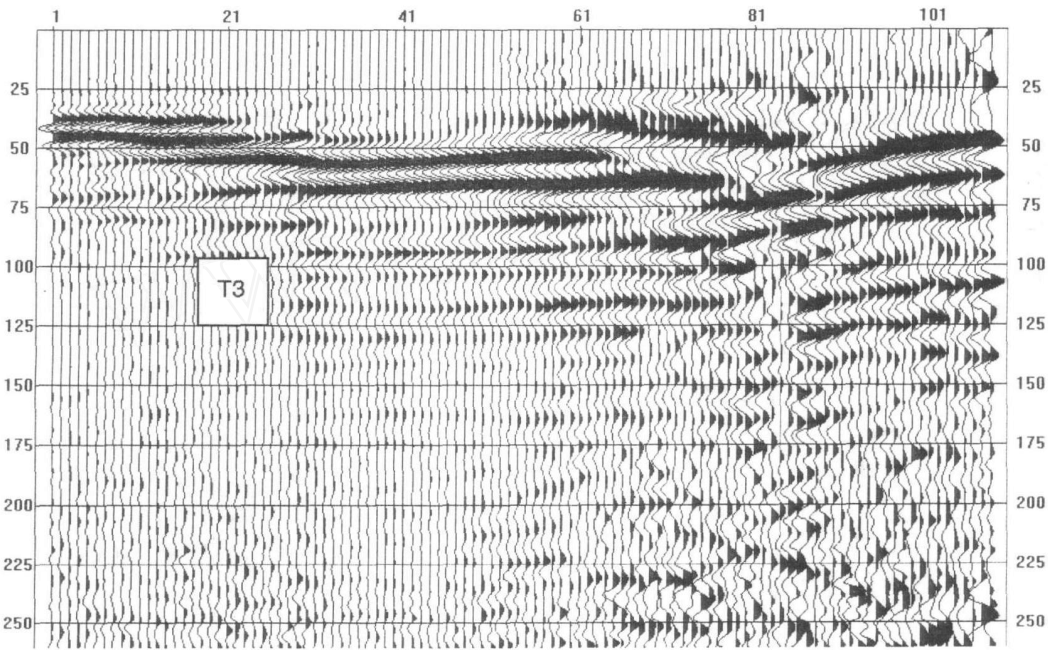


图 4 第 5 条 inline 方向地震时间剖面

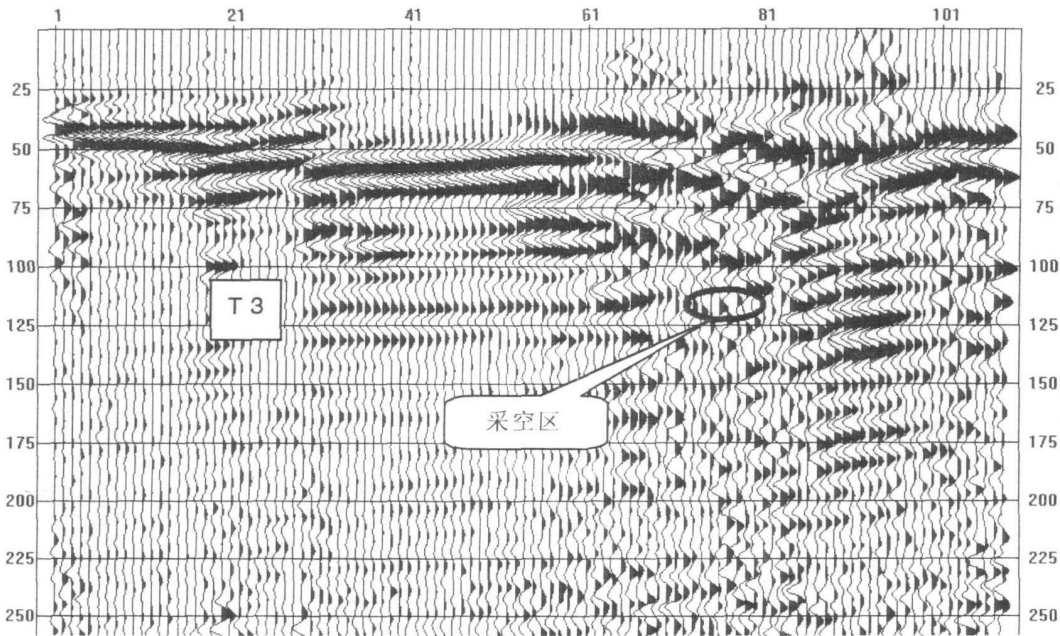


图 5 第 8 条 inline 方向地震时间剖面

青海省兴海县拉届亥—拿东地区成矿模式浅谈

郁东良

(青海省核工业地质局,青海 西宁 810008)

摘要:拉届亥—拿东地区位于青海省重要的有色金属成矿带——鄂拉山成矿带,通过2006年的预查工作在该地区发现19条铅、铜、银等多金属矿体,该地区矿(化)体较多,矿体成群、成带出现。初步总结了该区成矿规律,将已知成矿规律、成矿模式延伸到未知地区或地质工作程度较低地区,提高地质研究程度和充实成矿理论,从而对矿床的评价及区域找矿前景提出新的认识。

关键词:鄂拉山成矿带;拉届亥—拿东地区;成矿模式;沉积变质(改造)型

中图分类号:P612 **文献标识码:**B **文章编号:**1004—5716(2009)01—0144—02

拉届亥—拿东地区位于青海省重要的有色金属成矿带——鄂拉山成矿带,成矿区划属鄂拉山多金属成矿带(Ⅱ级)中的日龙沟—赛什塘铜—多金属成矿亚带(Ⅲ级)。区内形成了多处规模型矿床(铜峪沟铜矿、赛什塘铜矿、日龙沟锡矿、尕科合砷(银)矿等)。拉届亥—拿东地区位于赛什塘铜矿与尕科合砷(银)矿之间,距赛什塘铜矿15km,距尕科合砷(银)矿仅1km多。随着赛什塘铜矿、尕科合砷(银)矿工作程度的不断提高,对该地区矿床成因、成矿地质条件等方面也有了一些新的认识。单就以铜峪沟矿床为例,矿床成因就从最初的矽卡岩型到热水成矿再到最后的火山—沉积(变质)岩型,最近研究在赛什塘—铜峪沟发现多处斑岩成矿信息,这为该区拓宽了找矿思路。

1 区域地质背景

拉届亥—拿东地区地处东昆仑—西秦岭褶皱系的过度部位,鄂拉山构造带,东昆仑构造带及南秦岭构造

带的复合部位,地质构造位置特殊、复杂。早二叠世时期,该区处于陆缘裂谷环境,裂谷盆地中发育有富铜玄武岩,它们与海底热泉水一起从深部带来成矿物质。日龙沟—赛什塘铜地区成矿类型以沉积变质(改造)型为主。区域上以陆相火山碎屑类复理石建造岩沉积为主,出露地层有古元古界苦海群(P_{tk})、二叠系、三叠系、第三系及第四系。

该区是青海省Cu、Pb、Zn、Ag、Sn、Cd、As、Sb等元素的高背景、高含量分布地区,是铜、铅、锌、锡等成矿和聚矿有利地段。

2 矿区地质特征

拉届亥—拿东地区出露地层主要有:早元古代混合岩、片麻岩等一套深变质岩层;三叠纪池塘组灰—黑色的砂岩、板岩等在区域内广泛出露;第四纪冲—洪积层和风成黄土层。侵入岩为混染含黑云母石英正长闪长岩。二者呈侵入接触关系,沿接触带形成透辉石矽卡岩。

5 结论

此次利用三维地震勘探法对采空区的探测较之以往的二维方法精度大大提高,解释出的地质成果更加可靠;另一方面,三维地震勘探相对于二维地震探测具有经济、高效等优点;根据被探测体的形态、规模及深度我们可以设计不同的观测系统,可以获得更理想的探测结果。

总之三维地震勘探在查找采空区、空洞、岩溶裂隙带等地质病害方面必将得到广泛的应用。

参考文献:

[1] 刘岩.采空区上的地震勘探方法[J].科技资讯导报,2007.

[2] 杨双安,宁书年.老窑采空区的地震探测与研究[J].中国煤田地质,2004(2).

[3] 张华,潘冬明.探地雷达在探测煤矿采空区的应用[J].能源技术与管理,2006.

[4] 王俊如.浅层地震在岩溶塌陷及采空区探测中的应用技术研究[J].工程勘察,2003.

[5] 陈相府,安西峰,王高伟.浅层高分辨率地震勘探在采空区勘测中的应用[J].地球物理学进展,2005(6).

[6] 贾东新,王自强,徐庆魁.浅层地震法在煤层采空区探测中应用[J].河北煤炭,1999.

[7] 程建远,张广忠,李林元,朱红娟,杜赛珠.老窑采空区地震探测新技术及其应用前景[J].中国煤田地质,2003(10).