

试验研究

TST超前预报技术在煤矿掘进巷道中的应用

曹胜洪

(中国煤田地质局, 燕太地质基础工程公司邢台矿井地质工程分公司, 河北 邢台 054000)

摘要: 为了强化煤矿在井下采掘过程中对地质灾害的有效预防, 通过 TST 超前预报技术, 能够很好地探测到矿井中各种地质构造, 从而强化了煤矿开采的计划性和对事故隐患的预见性, 保证了煤矿的安全生产, 降低了煤矿事故率。

关键词: TST 超前预报技术; 煤矿; 散射理论; 地质构造偏移图像

中图分类号: U452.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-5979 (2013) 04-0068-03

Advanced Forecasting Techniques in the Coal Mine Tunnel Face Detection Application

CAO Sheng-hong

(Xingtai Mining Geology Engineering Branch, Yantai Geology Base Engineering Corporation Ltd., China National Administration of Coal Geology, Xingtai 054000, China)

Abstract In order to enhance effective prevention of coal mining in the underground geological disasters, through TST advanced prediction technology detecting mines well various geological structure, the technology increased the planning of coal mining and accidents predictability, ensured the safety of coal production and reduced coal mine accident rate.

Key words: advanced prediction technology, coal mine, scattering theory, tectonic migration image

1 概况

随着我国经济的快速发展, 煤炭资源在国民经济中占有十分重要的地位, 煤矿的安全生产也日益重要。煤矿采掘生产是在地下岩层中进行的, 对于煤矿巷道掘进工作面前方可能造成安全事故的不良地质体, 如断层、陷落柱、采空区、构造破碎带等急需远距离探查技术。煤矿地质灾害如煤矿突水、透水事故、瓦斯爆炸等严重危害着煤矿的安全生产。TST 煤矿灾害超前预报系统, 可用于探测煤矿断层、破碎带、岩溶陷落柱、采空区等地质对象, 预报瓦斯与地下水突出部位。通过该系统的超前预报, 强化了煤矿开采的计划性和对事故隐患的预见性, 以保证煤矿的安全生产, 降低煤矿事故率, 提高生产效率。

2012年9月在吕家屯煤矿进行了掘进工作面探测工作, 由于新掘进的6572巷道地质情况复杂, 煤层及构造不明, 如冒然向前掘进, 可能会出现意

想不到的地质灾害。该矿与邢台矿井地质工程分公司合作, 利用TST超前探测技术, 在井下探测施工, 取得了可靠的第一手资料, 通过资料处理解释与分析, 圈出了几段地质构造, 指导了矿井的安全生产, 并在此后的掘进中得到了很好的验证。

2 TST超前探测技术

2.1 TST超前预报技术

TST (Tunnel Seismic Tomography) 超前预报技术建立了全新的观测方式与资料处理流程。使用F-K方向滤波技术进行空间波场分离, 使用速度扫描技术确定工作面前方围岩波速分布, 在方向滤波的基础上进行纵横波分离, 可以提供地质构造偏移图像和围岩波速分布图像, 便于综合分析解释, 使超前预报技术更科学、更可靠、更精确。

它是建立在波动传播的逆散射成像基础上的, 当地震波遇到岩性变化、地质构造等波阻抗变化界面时发生散射, 散射波返回到接收点时被记录下

收稿日期: 2013-07-12; 责任编辑: 蔡明勋

作者简介: 曹胜洪 (1963—), 男, 河北宁晋人, 工程师。E-mail: kbzgs@sina.com

来,成为散射记录,即地震波的散射发生在介质波阻抗发生变化的部位。地震记录接收到的散射波是域内散射点散射能量的叠加,就可反过来根据观测到的散射记录资料,重建波速异常体的空间结构图像,得到异常散射体的强度与位置分布。观测布置是根据波速分析和二维视速度滤波的要求设计的一个空间观测系统,用爆炸或锤击激发产生地震波,检波器接收来自不同地质构造的散射波,数据处理采用 SSP 软件系统。处理过程主要包括:地震记录数据录入、地震记录选取、地震数据预处理、观测系统高程修正等、波场方向滤波、围岩波速分析、地质体偏移成像、剖面三维拼接、综合地质解释等工作。用于探测煤矿断层、破碎带、岩溶陷落柱、采空区等地质对象,预报瓦斯与地下水突出部位。

2.2 TST 技术的观测方案

TST 原理示意如图 1 所示。

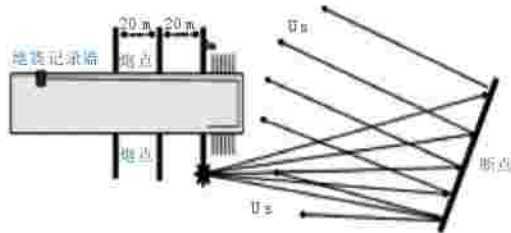


图 1 TST 原理示意

(1) 每侧壁 6 道接收,埋深 2 m,最大限度扩大横向展布,预报长度为横向展布的 10 倍;

(2) 检波器间距 4~6 m,小于 $1/4$ 地震波长保证方向滤波精度;

(3) 激发点每侧壁 2~3 个,间距 20~24 m,排列总长度大于 2~3 倍波长,满足方向滤波需要;

(4) 接收点和激发点可根据需要任意改变位置,增减数量。

2.3 TST 的预报结果

在空间方向滤波、围岩波速扫描的基础上,经偏移成像,提供地质构造图像和波速分布图像,两者综合进行超前预报。该方法可用于探测煤矿断层、破碎带、岩溶陷落柱、采空区等地质对象,预报瓦斯与地下水突出部位。预报方位为巷道前方、侧向、下方;预报距离为 100~200 m。通过该系统的超前预报,保证煤矿的安全生产,降低煤矿事故率。

3 井下探测施工任务及方法

3.1 施工任务

(1) 查明 6572 皮带巷掘进工作面前方 150 m

内隐伏大于落差 4 m 的断层延展长度、延展方向;

(2) 对 6572 皮带巷工作面存在的陷落柱、破碎带等地质异常进行解释并控制其范围。

3.2 测线布置及工程量

在 6572 皮带巷工作面布设 2 条线即炮线和检波线(图 2),炮点间距 24 m,检波点距 4 m,仪器开动 12 道,工作量 6 炮;孔深:爆炸孔深度 2 m,检波器埋深 2 m,药量 0.3 kg;激发方式:单井激发;警戒距离:200 m。

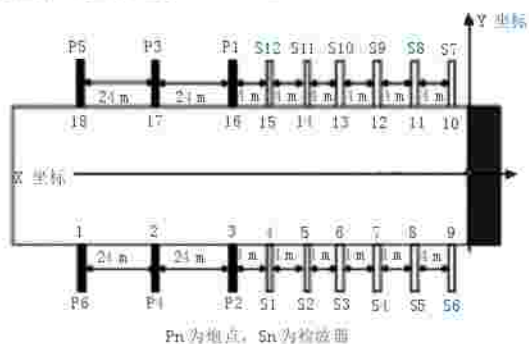


图 2 观测系统示意

4 地质成果

4.1 解释分析原则

(1) TST 预报结果包含地质构造偏移图像和波速分布图像,地质解释以构造偏移图像为主,以速度图像为辅,两者互相对应,进行综合分析,对地质构造特征进行分段描述。

(2) 构造偏移图像解释原则:偏移图像横坐标为里程,纵坐标为宽度,图中红色线条为岩体由软变硬的界面,蓝色线条为岩体由硬变软的界面,先蓝后红的组合表明此处为断裂带,线条密集表明构造发育、岩体破碎,线条稀疏表示岩体完整。

(3) 波速图像解释原则:岩体波速高表示岩体的完整致密,动弹性模量高;波速低表示岩体的破碎松散,弹性模量低;波速与岩体工程类别有对应关系。

(4) 构造偏移图像与波速图像的对应关系:偏移图像中红蓝线条密集,后蓝色线条发育的区域,波速图像中对应的位置应为低速区;红蓝线条部分稀疏或以红线条为主的区域,波速图像中对应的区域为高速区。如果与这些规律不一致,则速度扫描结果有问题,重新扫描改正。

采用 TST 地震超前预报技术,预报距离 150 m。预报结果提供地质构造偏移图像和煤岩波速图像,便于综合分析。以掘进工作面为 0 点位置,掘进方向为里程增大方向。

偏移图像表示工作面前方沿巷道的水平切片,以工作面为起点,长度150 m,巷道两侧各宽20 m。偏移图像中,红色条纹表示岩层变硬,蓝色条纹表示岩层变软;蓝红条纹交替出现,为破碎带或断裂;波速图像表示煤岩波速随里程的变化,高波速区对应煤岩结构完整,低波速区为构造发育。

4.2 分析结果

通过图3~5,得出以下结果:

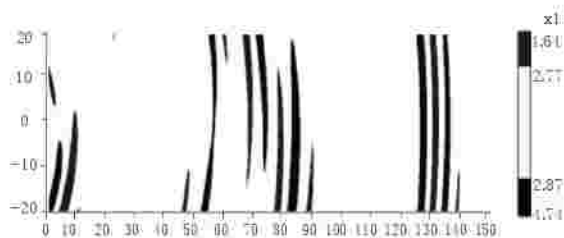


图3 地质构造偏移图像

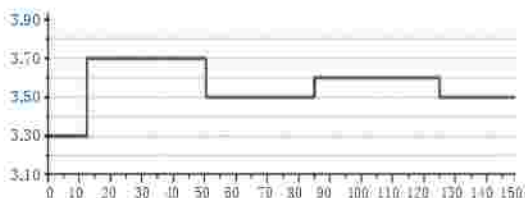


图4 岩层速度分布图像

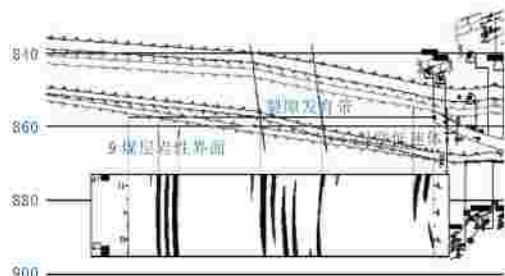


图5 探测结果剖面图上的显示

(1) 地质偏移图像中0~10 m范围有蓝红线条组合且表现为低速体,波速为3300 m/s,推断为裂隙破碎带或掘进头岩石松动和掘进头上部邻近8煤层形成。

(2) 在55~85 m范围内,红蓝条纹发育,但连续性差,波速略低为3500 m/s,推测为系列煤岩小裂隙发育带,也可能存在岩溶。

(3) 125~135 m范围内,反射信号强烈,界面连续,波速略有降低,为3500 m/s,推测为9号煤层岩性界面;其他位置岩层完整,无明显不良构造,未发现陷落柱等地质异常。

(4) 建议构造破碎部位采取防塌、防水措施。

(5) 此后,在巷道掘进过程中也证实了这些构造确实存在,虽然稍有误差,但基本上分析正确,是可信的。

5 结 语

TST超前预报技术定位准确、分辨率高、可靠性好、图像直观,对构造特别敏感,在煤矿井下巷道进行探测工作,寻找隐伏地质构造是可行的。实践表明,用该方法对构造探测速度快、投资少、解释精度高,图像直观,是研究巷道地质构造和寻找隐伏构造的有效手段,能够指导矿井安全生产,提高劳动生产效率。

参考文献:

- [1] 赵永贵,蒋 辉.隧道地质超前预报技术现状分析与新进展[J].公路隧道,2010,89(1):1~7.
- [2] 肖启顺,谢朝娟.TST技术在贵州高速公路顶效隧道超前地质预报中的应用[J].工程勘察,2010,38(7):92~97.

(上接第67页)

从曲线中可看出,3个采用后插钢筋笼的桩比普通灌注桩单桩承载力从设计试值1050 kN提高到1500 kN,单桩承载力提高39%。

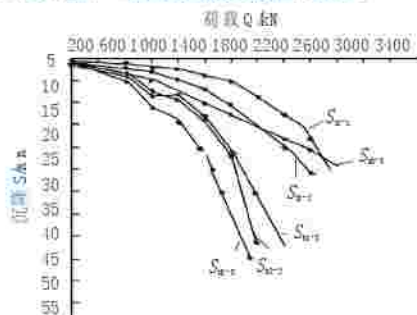


图1 试桩Q-s曲线

4 结 论

(1) 单桩承载力提高幅度大。长螺旋灌注桩振捣下钢筋笼工艺较好的解决常规施工承载力偏低的现象,通过采用该工艺增大了桩体面积,使单桩承载力比常规方法能提高30%~60%。

(2) 施工效率高、工序简单。由于采用长螺旋振捣下钢筋笼工艺,施工时无注浆排放,无振动,现场泥土可随出随清,清洁文明。

(3) 节省投资。长螺旋成孔灌注振捣插筋工艺的采用,大幅度提高了单桩承载力,工程质量稳定、机械化程度高。

(4) 应用范围广,适合于工业民用的所有建筑工程。