

利用巷道围岩对震波的传播速度确定巷道围岩松动圈

丁 宽

(大同煤矿集团煤矿生产管理分公司,大同 037003)

[摘 要]地震波在不同状态的岩层中传播的速度不同,根据这一原理,利用 KDZ1114-3 型便携式矿井地质探测仪,接收岩层中传播的震波信息,解析得到震波速度,分析巷道围岩特征,而后确定巷道围岩松动圈范围,进而为巷道支护提供参考依据。

[关键词]震波 传播速度 围岩 松动圈

[中图分类号]U452.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2007)02-0099-04

1 概述

同煤集团公司四台矿位于大同市南郊区,地理坐标 1[#]: X = 4438089, Y = 19668552; 2[#]: X = 4449742, Y = 19667292; 3[#]: X = 4450369, Y = 19673330; 4[#]: X = 4439851, Y = 19673960; 5[#]: X = 4439801, Y = 19670960。是年设计能力 500 万 t 的大型矿井,1992 年投产。生产中以科学的管理方法和先进的技术为重点,在井巷工程设计中,为了获得巷道围岩松动有关技术参数,研究矿井地压与围岩变形等因素对巷道的影响和破坏,科学选定支护方式和确定支护材料,对有关巷道围岩松动圈进行测试。

本次松动圈探测选定北翼 103 轨道石门,其断面形状为半圆拱形,巷道高度 4m,支护形式为锚喷支护。北翼 103 轨道石门位于 11[#]层 8402 采煤工作面下方,二者层间距为 25m,巷道围岩岩性为粉细砂岩。探测位置选在轨道石门 800m 处,在探测钻孔布置好后分别于 2005 年 9 月 27 日和 2005 年 12 月 25 日对断面中 7 个钻孔进行松动数据采集,获得了现场第一手资料。

2 测试技术方法

2.1 测试原理

地震波在不同性质岩石中传播时,具有不同的传播速度,即使在同一岩层中,由于岩石强度、孔隙度、密度的不同,地震波传播速度也不同。巷道开挖

后,巷道围岩受力条件发生变化,在应力作用下,围岩将松动变形,从而在新的受力条件下,重新实现应力平衡。松动圈速度测试主要探测直达波即首波的初至时间。直达波在传播时,其波前面形状是以震源 O 为中心的球面或半球面,球面半径等于 $V_m \times t$,射线为径向辐射状直线。直达波到达 S 点的旅行时间 t 等于传播路程 OS 与平均波速 V_m 之比,即 $t = OS/V_m$ 。

在孔中安置检波器,利用智能仪记录首波初至时间 t ,检波器进入孔中距离与传播路程 OS 相关,根据全孔的观测资料,可得到 $t-V$ 及 $H-t$ 曲线图即垂直时距曲线图如图 1 所示。

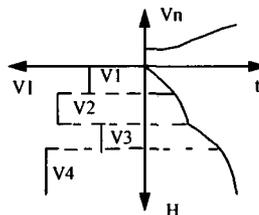


图 1 $t-v$ 及 $H-t$ 曲线图

由波速的变化情况即可圈定松动圈范围。

2.2 仪器设备

本次探测采用 KDZ1114-3 型便携式矿井地质探测仪进行数据采集。仪器设备本质安全防爆,可用于高瓦斯矿井。仪器体积小,重量轻,为便携式。传感器声波检层法中采用 TB-1 型孔中滑块传感器,其频率响应为 14-2000Hz。震源采用落重法,

[收稿日期]2006-10-23; **[修订日期]**2007-01-09; **[责任编辑]**陈仁俊。

[作者简介]丁 宽(1966-),男,1989 年毕业于阜新矿业学院,学士,工程师,研究方向为煤矿地质。

即用小锤进行锤击激震方式。使用的仪器设备有：
 ① KDZ1114-3 型便携式矿井地质探测仪 1 台
 ② TB-1 型孔中滑块传感器 2 只。
 ③ 数据传送及启动电缆 150m。
 ④ 1.5kg 小锤 1 只。

2.3 测孔布置

本次测试选择了北翼 103 轨道石门有代表性断面进行,在测试断面的顶部、上角点及巷帮呈对称状布置了 7 个测孔,如图 2。孔深 3.5 ~ 5.2m 左右。其中测孔孔径为 $\phi 42\text{mm}$,孔深以穿过预计松动范围之外 0.5m 为宜。

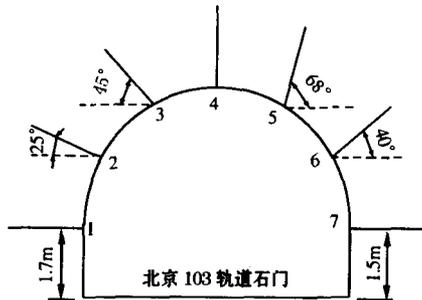


图 2 探测孔布置示意图

本次所打钻孔情况统计如表 1 所示。

表 1 探测孔位置参数表

孔号	测孔位置	孔深	与水平线夹角
1	巷左帮	5.0m	0°
2	巷左上帮	4.8m	25°
3	巷左上角点	4.2m	45°
4	巷顶中央	5.2m	90°
5	巷右上角点	5.0m	68°
6	巷右上帮	4.8m	40°
7	巷右帮	3.5m	0°

2.4 数据采集

测试时在孔内布置检波器,在孔口边缘附近某一固定点采用小铁锤激发震波,检波器由孔口向孔底移动接收激发信号,步距 0.2 ~ 0.5m。图 3 为现场测试布置示意图。其仪器具体工作参数如下:

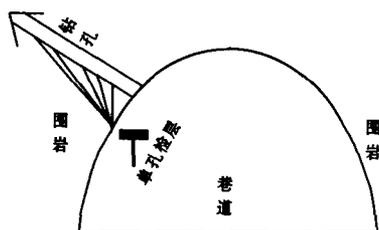


图 3 单孔松动测试布置示意图

通道数:1 道;采样间隔:20 ~ 50 μs ;采样频带:100 ~ 500Hz;固定增益:54 ~ 80dB;采样长度:512 ~ 100

1024 点;超前采样:20 点;采样延迟:0ms。

2.5 完成工作量

现场于 2005 年 9 月 27 日进行第一次测试,此时 8402 采煤工作面距切眼 350m,距北轨 200m。数据采集共完成 1 个断面 7 个孔任务;第二次测试于 2005 年 12 月 25 日进行,此时 8402 采煤工作面已跨过测试断面近 400m。数据采集完成测试断面 4 个孔测试工作。测试单位:四台矿地测科。

3 测试结果与分析

3.1 数据处理方法

数据可直接在仪器中进行解析,并给出相应结果。为了便于结果输出,还可在上位机软件中对此进一步细划解释。资料处理与分析是在井下实测数据的基础上,首先对 KDZ1114-3 仪器内部数据通过通讯程序传入计算机。在 KC2 系统下进行数据解编、二次采样、频谱分析、速度分析等过程,必要时还需进行校正和滤波等处理方法。具体处理流程如下:

信号输入→格式转换→预处理→数字处理→速度分析→速度数值→分层结果图

3.2 解析结果分析

依据具体的处理流程对各测试孔数据进行相应解析。1 号至 7 号孔两次测试波形对比及波速解析结果见分层波速统计表 2 和表 3。对整个断面来说,孔中岩层平均速度基本在 1.9 ~ 2.3m/ms 之间,为正常值,低于该波速值,说明岩层发生新的变形或松动,高于此值范围,说明受应力集中影响所致。

表 2 第一次分层波速统计

孔号	分层号	分界深度 m	层速度 m/ms
1	1	1.00	2.144
1	2	5.03	1.639
2	1	3.02	2.072
2	2	3.21	0.95
2	3	4.85	3.518
3	1	1.61	2.038
3	2	1.81	0.306
3	3	4.02	2.216
4	1	0.76	0.305
4	2	4.85	2.459
5	1	2.20	1.746
5	2	5.02	4.697
6	1	0.79	0.853
6	2	4.66	2.153
7	1	1.21	1.296
7	2	3.43	2.019

表3 第二次分层波速率统计

孔号	分层号	分界深度 m	层速度 m/ms
1	1	2.40	2.162
1	2	2.84	0.818
1	3	5.02	2.045
2	1	1.80	2.079
2	2	4.82	2.144
4	1	3.00	1.814
4	2	5.64	2.242
6	1	2.00	1.502
6	2	4.75	1.683

典型解析图列举如下:图4a、图4b、图4c。从其中可以明显分析出波速变化位置。从图4a 103石门2号孔第一次测试波形解析来说,检波器所接收的首波波形几乎一样,每隔0.2m孔深处检波器所检到的首波滞后时间几乎相等,说明围岩基本一致,没有松动。孔深0.0~3.0m段为第一波速区,仪器将波速判读为2.072m/ms,该区围岩没有松动;孔深3.2~4.85m段为第二波速区,仪器将波速判读为3.518m/ms,该区围岩没有松动,应力集中。这两个区相比,二区在12~20ms后仍能接收到后续波的信号,波峰、波谷明显,没有衰减。

从图4b 103石门5号孔第一次测试波形解析来说,检波器所接收的首波波形不完全一样,每隔0.2m孔深处检波器所检到的首波滞后时间也不完全相等,说明围岩松动情况不一致。孔深0.0~2.2m段为第一波速区,仪器将波速判读为1.746m/ms,该区围岩松动;孔深2.2~5.02m段为第二波速区,仪器将波速判读为4.697m/ms,该区围岩没有松动,应力集中。这两个区相比,后一个区在12~20ms后仍能接收到后续波的信号,波峰、波谷明显,没有衰减。

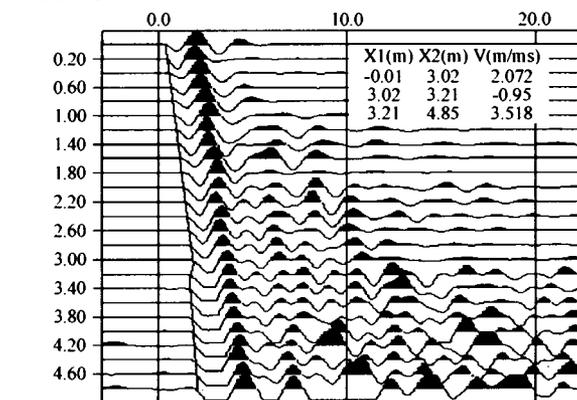


图4a 103石门2号孔第一次测试波形解析

从图4c 103石门6号孔第一次测试波形解析来

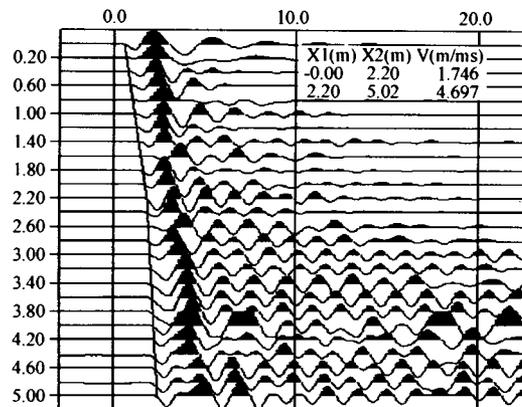


图4b 103石门5号孔第一次测试波形解析

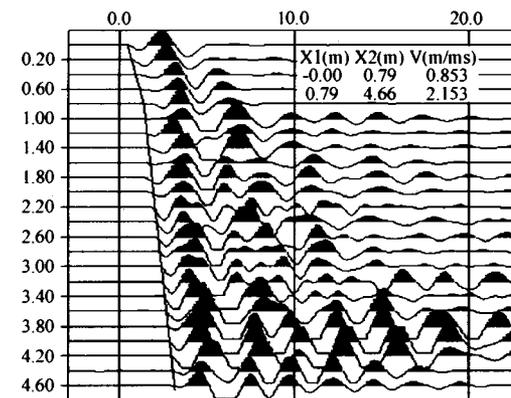


图4c 103石门6号孔第一次测试波形解析

说,检波器所接收的首波波形不完全一样,每隔0.2m孔深处检波器所检到的首波滞后时间也不完全相等,说明围岩松动情况不一致。孔深0.0~0.79m段为第一波速区,仪器将波速判读为0.853m/ms,该区围岩松动,波速很小;孔深0.79~4.66m段为第二波速区,仪器将波速判读为2.153m/ms,该区围岩没有松动。这两个区相比,后一个区在12~20ms后仍能接收到后续波的信号,波峰、波谷明显,衰减不是很快。

可以说,波速发生变化的位置即为异常点,结合围岩松动发育特征,可进一步判定出各孔中松动区变化范围。异常区域如图5。

从第1次测试松动范围来看,其具体特征表现为,松动圈较小,只在于巷壁周围,其深度在1.0~1.6m之间,松动范围不均匀,局部受应力集中影响,还没有明显松动范围。第2次测试,由于受上部采煤工作面的影响,松动范围明显变大,松动深度达3m左右,单从孔6来看,整个孔的波速值下降为1.6m/ms,可以判定为全孔处于松动圈中,不均匀性更突出。

4 结 语

(1) 通过两次围岩松动圈测试,所测得松动带

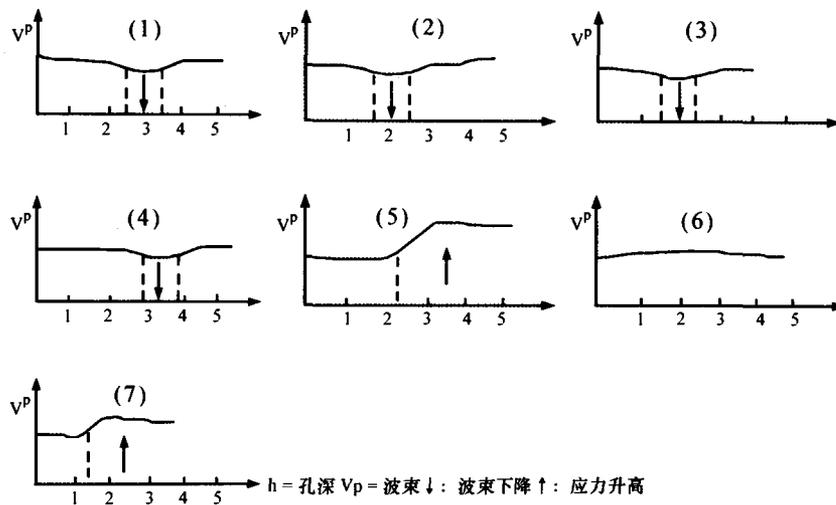


图5 围岩应力变化及异常区域示意图

厚度基本为 2.2~3.0m 之间,因此可取该巷道围岩松动圈厚度为 3.0m,来作为选取支护方式及支护材料的依据。(2)为了获得围岩松动完整科学的技术参数,应尽量做到多次测试及动态资料对比与解析,可进一步研究不同规格巷道不同地质条件下围岩松动变化及发育规律。(3)本方法在巷道围岩松动范围测试领域里,技术比较先进;操作简便、速度快、适用性强;经济性好,可节约大量的测试经费,同时在巷道支护设计中可减少不必要的大笔资金浪费。本方法可推广使用。

[参考文献]

[1] 《矿井地质与水文地质》教材编写组. 矿井地质与水文地质

[M]. 北京:煤炭工业出版社,1979.

[2] 王锡仁. 煤田物探[M]. 辽宁:阜新矿业学院出版,1985.

[3] 杨双安,等. 矿井煤田三维地震勘探技术的应用及发展前景[J]. 物探与化探,2004,28(6):500-503.

[4] 潘彤,周录维,等. 物探方法在青海都兰地区督冷沟异常查证中的应用[J]. 地质与勘探,2004,04:18-20.

[5] 齐庆新,毛德兵,等. 矿山地质动力灾害的发生机理与控制途径分析[J]. 地质与勘探,2004,04:39-41.

[6] 宋先海,肖柏勋,等. 瞬态瑞雷波反演横波的 SVD 算法及其应用[J]. 地质与勘探,2004,01:41-43.

[7] 胡夏嵩,赵法锁. 低地应力区地下洞室开挖围岩剪应力静态数值模拟研究[J]. 地质与勘探,2005,01:34-38.

[8] 黄戡,彭建国,等. TSP203 在雪峰山隧道施工地质超前预报中的应用研究[J]. 地质与勘探,2006,05:34-38.

MAKING SURRE OF THE SLAK CIRLE OF THE ROCK AROUND THE TUNNEL BY THE SPREDING SPEED OF THE EARTHQUAKE VAVE IN THE ROCK AROUND THE TUNNEL

DING Kuan

(Coal Mine Manageing Branch Company of Datong mining Industry Group Company ,Datong Shanxi ,China 037003)

Abstract: The spreading spreads in the different rock are different. According toabove - mentioned principle, the information of earthquake vave spreading in the rock are received by the KDZ1114 - 3 portable surveying instrument and the spreads of the earthquake vave are obtained after the information are analyzed. Then we analyze the characters of the rock around the tunnel and make sure of the slack circle of the rock around the tunnel. Finally the evidence are provided for the safeguarding of the tunnel.

Key words: earthquake vave, spredng spreed, surrending rock, slak cirle