



采掘前方瓦斯异常及小构造超前探测技术

邱爱红¹ 梁忠秋²

(1.山西新景矿煤业有限责任公司,山西 阳泉 045008 2. 煤科集团 沈阳研究院有限公司,辽宁 沈阳 110000)

[摘 要] 运用矿井地震反射波、矿井直流电法及矿井瞬变电磁法探测技术,通过对新景矿 8 号煤层东三系统巷掘进工作面前方小构造进行超前探测,明确了工作面前方瓦斯富集异常或煤层裂隙发育区,进一步提高了对矿井巷道前方地质异常的预报精度。

[关键词] 小构造 超前探测 探测技术

[中图分类号] TD712⁺.5 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-9943(2018)05-0158-03

0 引 言

阳煤矿区是全国瓦斯涌出量最大的矿区,也是全国瓦斯抽采难度最大的矿区之一。目前,区内矿井正转向深部煤层开采,地质构造日趋复杂,矿区内小褶曲、小断层极为发育,岩溶陷落柱数量很多。由于地面勘探手段的分辨率限制,这些小构造往往难以查明与控制,严重影响矿井的安全生产^[1]。

1 巷道超前探测技术

目前在探测地质构造时主要以中国矿业大学反射波超前探测技术^[2]、中煤科工集团西安研究院的瑞利面波超前探测技术^[3]及中煤科工集团重庆研究院的地质雷达超前探测技术^[4]为主,但是针对中长距离的预测预报,还是以反射波、瑞利面波超前探测技术为主。因此,如何将反射波、瑞利面波超前探测成果融合,总结出井下地质构造方便、快捷、有效、准确性高的物探方法,是当前要解决的重要问题。

以数值模拟、物理试验、现场探测为手段,采用矿井震波超前探测仪、网络并行电法仪、瞬变电磁仪对阳煤矿区新景矿井下隐伏地质构造及瓦斯相对异常区进行超前探测。同时结合新景矿的构造、瓦斯地质特征,判断构造带与瓦斯异常区域的相关危险特性,能够为矿井生产提供超前地质和瓦斯地质预报,解决生产实际问题,推动井下物探技术科技进步,为矿井高产高效提供地质技术保障。

2 新景矿地质概况

新景矿井田位于山西省阳泉市西部,距阳泉市中心 11 km。根据井田范围内地表出露和井下巷道和钻孔揭露,最老的有奥陶系,最新的为第四系。新景矿位于阳泉矿区大单斜构造的西部,倾向南西,倾角 5~11°,在这个单斜面上次一级的褶皱构造比较发育。在平面上它们多呈北北东-北东方向展布,以波状起伏的短轴褶皱构造为主,呈背向斜相间,斜列式、平列式组合,在一些局部地区,还出现一些小型的帚状、环状、S 形等组合。在剖面上多以上部比较开阔平缓,下部比较中常或紧闭的平行褶皱为主,但在一些局部地区也出现一些不协调的层面褶皱。这些不同形态、不同组合的褶皱群,构成了本井田构造的主体。综合考虑褶皱、断层等组合特征及煤层存在局部冲刷、陷落柱比较发育等影响生产的地质因素,井田内地质构造复杂程度确定为 Ⅱ类(中等型)。

3 超前探测实例与结果分析

为了进一步研究工作面前方瓦斯富集异常或煤层裂隙发育区,选取新景矿 8 号煤层东三系统巷掘进工作面进行试验,运用多种探测技术进行试验。

3.1 反射波法探测技术

本次矿井 MSP 探测在迎头有限条件和空间内展开,采用锤击震源,探测位置在东三系统巷 E301 东 +32.6 m 处,东三系统巷测线布置在左帮上,锤击点 21 个,接收传感器点 3 个。

经探测,自迎头向巷道前方 80 m 范围内存在

有较为明显的反射相位,其中有 3 组反射相位能量强,分别为 R1、R2、R3,如图 1 所示。

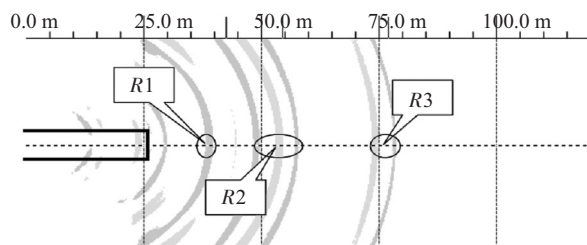


图 1 MSP 探测偏移成像

结合现有地质资料,对上述异常段作如下推断解释:①界面 R1 位于东三系统巷迎头(E301 东 +32.6 m)前方 11~14 m 处,为瓦斯富集异常或

煤层裂隙发育区。②界面为 R2 位于东三系统巷迎头(E301 东 +32.6 m)前方 24~29 m 处,为陷落柱发育区。③界面为 R3 位于东三系统巷迎头(E301 东 +32.6 m)前方 48~51 m 处,为陷落柱发育区。

3.2 瑞利面波探测技术

迎头瑞利面波超前探测结果如图 2 所示。从图 2 分析可知,瑞利面波探测界面较多,迎头 80 m 范围内存在 9 个界面,因此在地质异常判断上需以反射波探测的能量异常界面为准,但从图 2 中可见在 10~80 m 范围内速度值相对稳定,变化幅度小于 20%。

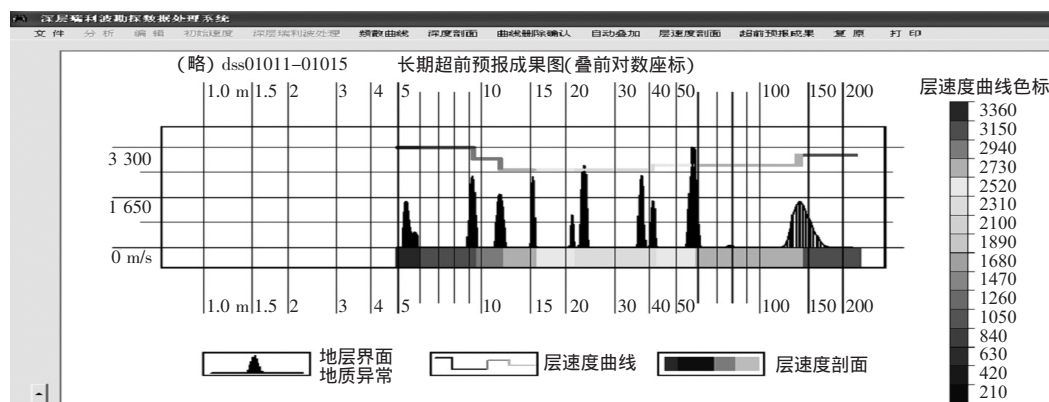


图 2 瑞利面波探测结果

3.3 直流电法探测技术

网络并行电法测线布置时,以迎头位置为相对基准点,采用全空间布置方法,现场布置测线时受综掘机移动影响而无法协调的情况下,实际布设电极数为 13 个,两电极间距为 2.5 m,在迎头往后的底板布置了 1 条 30 m 的测线,并且无穷远 B 极沿大巷方向布置,数据采集采用单正供电方式。数据模式为:供电时间 0.5 s,采样间隔 50 ms。

网络并行直流电法超前探测电阻率剖面结果如图 3 所示。

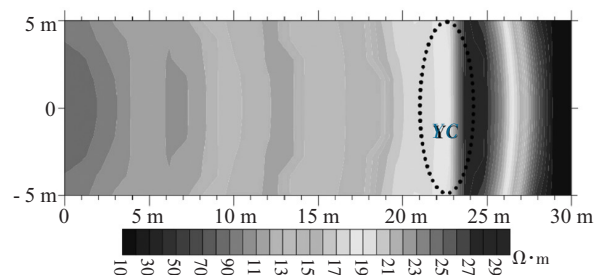


图 3 直流电法超前探测电阻率剖面结果

从图 3 可知,在探测当日迎头前方存在高低阻值变化区段,针对新景煤矿 8 煤特点,存在一组高阻区,对其分析解释为:根据黑色虚线圈出区域

YC1,推断东三系统巷迎头前方 24~26 m 处视电阻率值偏高,结合已知地质资料,推断可能为瓦斯异常区或陷落柱边界。

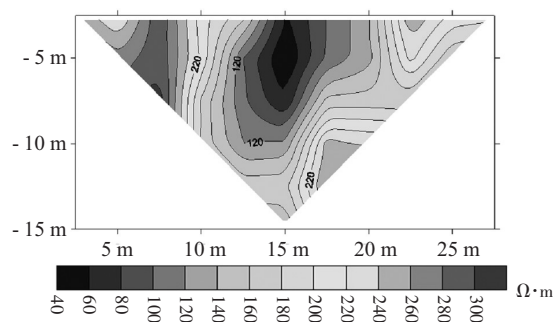


图 4 直流电法超前探测电阻率测深温纳三极结果

网络并行电法电阻率测深结果如图 4 所示。测深结果具有标定探测区域底板视电阻率范围的作用,其结果不随参数设置而改变,较为可靠。从图 4 可知测线下方区域视电阻率展布情况,视电阻率值在 40~300 $\Omega \cdot m$ 之间。

3.4 瞬变电磁法探测技术

本次矿井瞬变电磁探测位置在东三系统巷迎头处。通过对探测数据进行处理,得到探测区域内视电阻率的分布及变化情况,如图 5 所示。本次瞬

变电磁探测有效控制范围为 100 m。

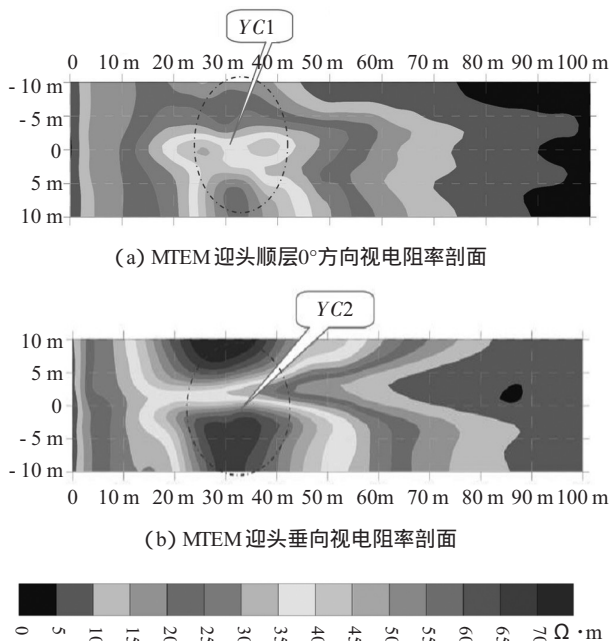


图5 超前探测瞬变电磁剖面

根据图5分析,具体解释如下:①对东三系统巷迎头顺层瞬变电磁视电阻率剖面分析:图5(a)反映出相对高阻区YC1:横坐标-10~10 m,纵坐标25~40 m范围(E301东57.6~72.6 m,东三巷左帮10 m至东三巷右帮10 m);②对东三巷迎头垂直方向瞬变电磁视电阻率剖面分析:图5(b)反映出相对高阻区YC2:纵坐标25~45 m,竖坐标-10~10 m范围(E301东57.6~77.6 m,东三巷底板10 m至东三巷顶板10 m);综合东三巷现场探测环境,高异常区YC1和YC2同位于迎头掘进正前方且位置上大致对应,都在迎头正前方25~45 m范围处,推测其可能为瓦斯富集区或不含水陷落柱,此两处异常在巷道掘进时需加以注意。

4 反射波法、直流电法和瞬变电磁法综合分析验证结果

4.1 综合分析

从矿井现场试验分析可知,基于反射波的超前探测优势频率在95~750 Hz,根据地震分辨率可知基于反射波探测精度较面波探测高,因为面波探测频率一般低于30 Hz。从图2可见异常界面为3个,分别为R1、R2、R3;而瑞利面波探测界面较多,从图3可见迎头范围80 m范围内存在9个界面,因此在地质异常判断上需以反射波探测的能量异常界面为准,但从图3可见在10~80 m范围内速度值相对稳定,变化幅度小于20%。因

此综合分析,认为R1、R2、R3界面为岩性变化的地质构造可能性小,再考虑到地震波速与瓦斯浓度相关性特征,由于该区域速度变化小,瓦斯异常可能性也相对较小。因此探测掘进过程中R1、R2、R3界面异常对掘进生产影响小。

4.2 验证情况

巷道目前掘进30 m后停掘,从实际揭露看,无地质构造,且瓦斯浓度较低,如图6所示。R1、R2界面位置瓦斯浓度略有波动,实际验证情况与综合分析结论吻合。

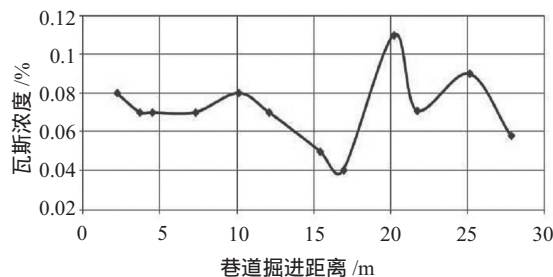


图6 巷道实测瓦斯体积分数

5 结论

(1) 通过现场探测与实际揭露反复对比总结,形成了矿井地震反射波超前探测技术、矿井直流电法超前探测技术及矿井瞬变电磁法超前探测技术最佳数据处理方法及参数。

(2) 新景矿8号煤层东三系统巷探测实验获得了震电综合超前探测方法基础属性参数,其结果表明:矿井地震反射波可直接对巷道前方地质构造界面进行探测与预报,确定其位置,有效控制距离在100 m左右;对于复杂地质问题运用直流电法、瞬变电磁法等方法综合超前探测,进一步提高了对矿井巷道前方地质异常的预报精度,其优越性显著,综合预报准确度较高。

[参考文献]

- [1] 任海波. 综合探测在瓦斯地质超前探测中的应用[J]. 江西煤炭科技, 2017(3): 9-12.
- [2] 刘路. 矿井直流电阻率法三维超前探测技术研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2014.
- [3] 韩德品, 李丹, 程久龙, 等. 超前探测灾害性含导水地质构造的直流电法[J]. 煤炭学报, 2010(4): 635-639.
- [4] 齐承霞. 煤层超前探测中的探地雷达信号处理[D]. 西安: 西安科技大学, 2014.

[作者简介]

邱爱红(1974-)男,工程师,毕业于太原理工大学,长期从事矿井煤与瓦斯防治工作。[收稿日期:2018-04-12]