

## 物探在地质灾害勘查中的应用

李 勃 李凤之 闫志勇  
(辽宁省有色地质局 108队)

**摘 要:**介绍了弓长岭铁矿区经过多年来的乱采滥挖,形成了多处不同大小和深度的采空区。由于受风化、应力等影响,造成了岩层形变、采空冒顶塌落,严重威胁着矿山大型开采设备及人身安全。通过物探工作,推断出采空区的位置、规模、范围及特征,最大限度避免了人民生命财产和矿山工程造成的损失,防止矿山生产诱发地质灾害对环境的影响。

**关键词:**物探;地质灾害;采空区

**中图分类号:** P694 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-6082(2010)06-0124-03

### 1 前 言

弓长岭铁矿是一座老矿山,早在日伪时期就对深部的地下富矿进行过开采,遗留了多处深部采空区;近年来,地方小矿点不规范的乱采滥挖,形成一些新的采空区也无详细资料。由于受风化、应力等影响,造成了岩层形变、部分采空区冒顶塌落,严重威胁着矿山大型开采设备及人身安全。

利用高密度电阻率、浅层地震映像法,圈定物探异常带,推断未知采空区的位置、规模、范围;结合钻探验证,对采空情况及危害程度进行科学评价,有效防止了地质灾害的发生,为矿山的进一步发展提供了安全保障。

### 2 地质环境及地球物理特征

#### 2.1 地质环境

矿区内地层主要为前震旦系鞍山群变质岩系、震旦系钓鱼台组石英岩以及第四系坡积层和冲积层。此外尚有混合岩和火成岩中的辉绿岩脉、石英

脉和斜长细晶岩脉等。矿区大地构造位于中朝准地台、辽东台隆、太子河 浑河拗陷与营口一宽甸隆起的复合部位,弓长岭背斜构造东北端的南侧。

#### 2.2 地球物理特征

##### 2.2.1 岩层电阻率特征

磁铁石英岩全区都有分布,矿石以块状构造和条带状构造为主,有少许条纹状构造,细粒变晶结构;矿物主要成分为磁铁矿和石英岩,同其它矿物相比抗风化能力强,其视电阻率值为 1000 ~ 3000  $\cdot m$ ,为高阻特征。测区内围岩主要是绿泥斜长角闪片岩,滑石绿泥片岩、滑石蛇纹岩等抗风化弱的岩石,其视电阻率值为 100 ~ 600  $\cdot m$ ,为低阻特征。地表第四系覆盖岩层的电阻率值与其疏松程度、孔隙度大小,含水量大小密切相关,一般视电阻率值为 50 ~ 100  $\cdot m$ 。由于地下正在开采,要测量的采空区大部分充填空气介质,应为高阻体异常。

##### 2.2.2 岩层弹性特征

进行施工图设计,采取必要的防范治理措施,保证设备和作业人员的安全。

(6)矿山的开采属于自然资源开发,必会导致矿区和周边环境及矿区生态系统的破坏。在采矿过程中要按规划设计的方案文明科学开采,尽量减少对环境的破坏。

(7)切实贯彻“预防为主、防治结合、综合治理”的方针,即防治工作应与生态环境建设,合理开发利用、有效保护矿产资源相结合。正确认识和对待矿

山主要地质灾害现状和可能引发的问题。只有在保护中建设,在开发中保护,才能达到矿山生态环境的良性循环和社会经济健康持续发展。

### 参 考 文 献:

- [1] 刘传正. 地质灾害勘查指南 [M]. 北京:地质出版社,2000.
- [2] 国土资源部. (国土资发[2004]69号文件)《关于实行建设用地地质灾害危险性评估的通知及技术要求》[S]. 北京,2004.
- [3] 辽宁省国土资源厅. (辽国土资发[2004]198号文件)《辽宁省建设项目地质灾害危险性评估实施意见》[S]. 沈阳,2004.
- [4] 张 琦. 辽宁省主要矿山地质灾害及防治对策探讨 [J]. 化工矿产地质,2004,26(1).

李 勃 (1965 - ),男,工程师,110121辽宁省沈阳市。

(收稿日期 2010-03-17)

磁铁石英岩,其抗风化能力强,岩层弹性波速一般在 2000 ~ 4000m/s,绿泥斜长角闪片岩、滑石绿泥片岩、滑石蛇纹岩等围岩弹性波速为 1000 ~ 1600 m/s,地表第四系覆盖岩层弹性波速一般在 600 ~ 800m/s。采空区不管充填的是空气、水,塌陷波速都会降低,且会产生绕射波特征。

由此可见,矿体、围岩与采空区具有明显的视电阻率和弹性差异,应用高密度电阻率法和浅层地震映像法探测采空区,具有良好的地球物理前提。

### 3 方法与技术

#### 3.1 方法原理

##### 3.1.1 高密度电阻率法工作原理

高密度电阻率法属直流电阻率法,其基本原理与常规电阻率法相同,测量结果为三维视电阻率断面。高密度电阻率法具有点距小、数据密度大、工作效率高的特点,能较直观、准确地反映地下电性异常体的形态。实际上是多种排列的常规电阻率法与资料自动反演处理相结合的综合方法,仍然是以岩土体导电性差异为基础的电探方法,但其电极布设是一次完成的,减少了因电极设置而引起的故障和干扰。自动多种电极排列方式的扫描测量,可以获得地层横向和纵向地电断面结构特征的地质信息。

##### 3.1.2 浅层地震映像法工作原理

浅层地震勘探是一种研究人工震源所激发产生的地震波在地下岩层、土壤或其他介质中传播的方法。其基本原理是当人工震源所激发的地震波在介质中传播时,由于不同的岩层具有不同的弹性特征(如速度、密度),当地震波通过这些岩层的分界面时,将产生反射或折射。用仪器记录地震波的传播时间和波形特征变化规律,分析地震记录,可以推断出有关岩石性质、结构和几何位置等参数,从而达到勘探的目的。浅层地震映像法是每一测点的波形记录都采用相同的偏移距激发和接收,地震记录上的时间变化主要为地下地质异常体的反映,可直接对资料进行数字解释。

#### 3.2 工作技术

野外观测高密度电阻率法使用的仪器为国产 WGM-6型测量系统,测量参数为视电阻率  $\rho_s$ ,供电电源为三菱牌 MGE2901型 2.4kW 发电机经电源整流滤波直接供电。观测方式采用温纳四极 (AM-NB)装置,在一条多芯电缆上一次布置 90 ~ 120 个电极,仪器自动观测,自动记录。

浅层地震映像法使用仪器为国产 WZG-24 工程地震仪,检波器为 CDJ-38 型垂直分量检波器;参数

为:记录道数 1 道、采样间隔 200 $\mu$ s、垂直叠加 3 次、偏移距 15m、采集点数 2 048 点。点距用皮尺测量,测线尽量避开地表土的疏松层,避开汽车和其它震动噪声干扰。根据矿山已知控制点,确定基线方位,利用手持 GPS 导航,测绳定点布设测线,测线网度 20m  $\times$  3m。区内已知采空区基本是按矿体走向分布的,整体为南北向。测线垂直采空区走向布设,共布设 30 条测线,线号从南到北一次为 0 ~ 29 线,测线长 540m。两种物探方法使用同一测线网度。

### 4 资料成果解释

物探资料解释本着从已知到未知的原则,结合地质及地表调查资料,综合分析推断物探异常。区内磁铁石英岩为高阻特征,弹性波速较高;而采空区内是空气,也为高阻特征,弹性波速变慢,地震波同相轴向上弯曲。

在已知的采空区上布置高密度和浅震映像剖面(见图 1、图 2)。从高密度视电阻率断面图看有高阻异常五处,其中在 150 ~ 185# 点,有一个形同鞍状深度约 40m、高度约 5m 的规模较大的高阻异常,该异常为采空区引起,为连通的两个空洞。另外三个很明显的采空洞异常,分别位于高密度视电阻率断面图的 60# ~ 65# 点、210# ~ 220# 点和 240# ~ 245# 点,深度分别在 45、30m 和 25m 处。这一结果与已知采空区基本吻合。从浅震映像剖面图看有异常三处,分别在 60# ~ 65# 点、153# ~ 165# 点和 174# ~ 185# 点。异常处地震波同相轴向上弯曲成弧形,波速变慢,波形比较紊乱等,为采空区引起,与高密度视电阻率法推断吻合。高密度反映的另两个空洞由于空间范围太小,浅震映像法没有反映。

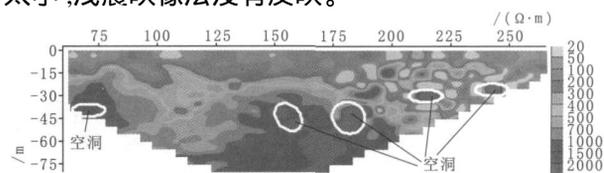


图 1 弓长岭矿区试验剖面高密度视电阻率断面图

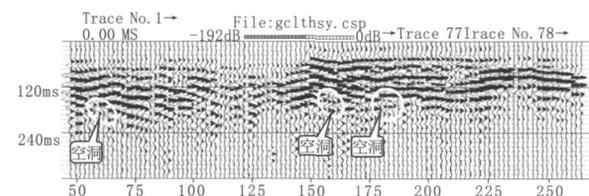


图 2 弓长岭矿区试验剖面浅震映像剖面图

根据试验剖面的结果,物探异常的推断解释,主要利用高密度视电阻率反演生成的断面图的高阻异常圈出采空区,并参考浅震映像异常进行综合分析。

测区共发现三条采空异常带。以 # 采空异常

带为例:异常带由北部界限的何家村公路至南东向的 10 户居民区,走向由北偏西转向东南,全长约 350m,平均宽约 30m。此异常带是由不连续的大小采空区引起视电阻率高值的整体体现。矿区中部有交流电场干扰,高阻异常不明显而浅震异常,出现地震波同相轴向上弯曲成弧形,波速变慢,波形比较紊乱,波形绕射等,推断异常带往北仍有延续。采空区顶板北部浅,往南埋深逐渐加大。依浅层地震映像法资料计算,22 线顶板埋深在 12m 左右,10 线采空顶板深度约 27m,在 3 线视电阻率异常宽度增加幅值增大。从高密度断面图中可见到,采空异常分上下两层,上层顶板平均埋深约 10m,底层顶板埋深约 40m(见图 3)。根据物探成果,矿山选择物探异常有利部位布置了 6 个验证钻孔,ZK1、ZK2、ZK3、ZK4、ZK5、ZK6。

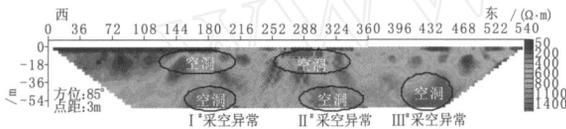


图 3 弓长岭矿区 3#线高密度视电阻率断面

(1) ZK2 钻孔位置在 22 线 86 点, #采空异常。验证结果: 0.0~3.5m: 岩石破碎; 3.5~8.2m: 微风化角闪岩、片岩; 8.2~11.5m: 透闪磁铁矿石英岩; 11.5~17.1m: 采空巷道(无水); 17.1~30.2m: 磁铁矿石英岩。该孔钻探验证结果与物探推断结果吻合。

(2) ZK4 钻孔位置在 3 线 180 点, #采空异常。验证结果: 0.0~4.0m: 岩石破碎; 4.0~10.3m:

微风化石英片岩; 10.3~16.5m: 采空巷道(无水); 16.5~27.2m: 透闪磁铁矿石英岩; 27.2~39.3m: 斜长角闪岩; 39.3~45.8m: 采空巷道(无水); 45.8~55.0m: 角闪片岩。该孔钻探验证结果与物探推断结果吻合。

物探成果达到设计要求,取得了良好的地质效果。

### 5 结 语

地质灾害的勘查是地质灾害评估、治理和方案设计、防治工程实施的重要保证,而物探技术的特点是快速、准确、经济,尤其是在岩溶、土洞、采空区、地面塌陷、滑坡、坝体渗透等地质灾害勘查评价方面,有着独特的效果,物探在勘查地质灾害中可以发挥重要作用。

弓长岭铁矿是一座开采历史很老的老矿山,多处深部采空区位置不详,制约了矿山发展。通过物探方法准确圈出采空区空间位置,减少矿山开采的风险,为下一步矿山开拓计划的实施和地质灾害的预防提供了依据,加快了矿山的建设步伐。

### 参 考 文 献:

- [1] 董浩斌. 高密度电法在隐伏断裂探测中的应用[J]. 地质科技情报, 2003(3): 101~103.
- [2] 王兴泰. 工程与环境物探新方法新技术[M]. 北京: 地质出版社, 1996: 131~139.
- [3] 张玉芬. 反射波地震勘探原理和资料解释[M]. 北京: 地质出版社, 2007.

(收稿日期 2010-01-13)

· 记者在线 ·

## 武钢矿业公司加快尾矿资源利用步伐

为全面落实资源优先发展战略,充分释放资源价值,实现人与资源、环境的可持续和谐发展,近日,武钢矿业公司加快在线尾矿综合利用和市场开发工作,在各矿山确定试点单位推广充填采矿法,利用在线尾砂回填采空区,减少尾矿库扩容征地;大力开展从尾矿中回收有用金属与矿物的技术攻关,变废为宝;对尾矿制砖、凝石砌块直接用于水泥等建材行业项目进行可行性研究,大力开展尾矿综合利用。根据不同单位尾砂性质不同,确定不同的综合利用途径,通过改造选矿工艺流程,优化选矿工艺,提高铁

金属和伴生金属等综合回收率,减少尾矿排放,提高尾矿产品附加值和尾矿再次投入循环生产的总量,推进了技术创新和节能减排。为扩大尾矿、废渣、抛尾石等资源利用的市场份额,该公司充分掌握国家及省、市对工业废渣、尾矿二次资源开发利用的鼓励政策,广泛搜集考察国内外运用工业废渣、尾矿等二次资源的市场需求、用途、容量等信息,积极寻求适用于废渣、尾矿、抛尾石等资源的市政工程、基建项目或相关企业,积极拓展新市场,开辟新的经济增长点。