

## 成果与方法

## 工程物探方法在地质灾害评估中的应用

王仕昌<sup>1</sup>, 丁荣胜<sup>1</sup>, 赵兰春<sup>2</sup>

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2 新汶矿业集团地质勘探有限责任公司, 山东 新泰 271222)

**摘要:**利用工程物探方法对济南市历城区全民健身中心建设项目铁矿采空区进行了勘查工作, 结果表明物探电阻率测深法勘查工作, 对铁矿采空区反映效果明显, 结合磁测资料与现场调查访问, 推测出评估区内的 2 处隐伏采空区影响范围基本与事实一致。

**关键词:**工程物探; 地质灾害; 应用

**中图分类号:** P642 26

**文献标识码:** A

项目建设区为济南市历城区全民健身中心, 也是承办第十一届全国运动会女子举重、男子举重的体育场馆。位于济南市历城区郭店镇唐冶新城附近, 其南 1 km 左右为 309 国道, 其北侧为济南城区至章丘城区的世纪大道, 其周边地区的公路四通八达。建设区位于郭店铁矿区内, 铁矿点分布较多, 铁矿分布特点为“鸡窝状”<sup>[1]</sup>, 多为 20 世纪 90 年代以来个体开采户开采时留下的小型隐伏矿坑, 区内的多数铁矿体未有系统、规范的地质资料, 因此隐伏采空区无法调查, 这些隐伏采空区对于济南市历城区全民健身中心建设可能存在着较大的隐患。为此山东省物化探勘查院采用工程物探技术对矿山采空区进行了监测, 收到了较好的效果。

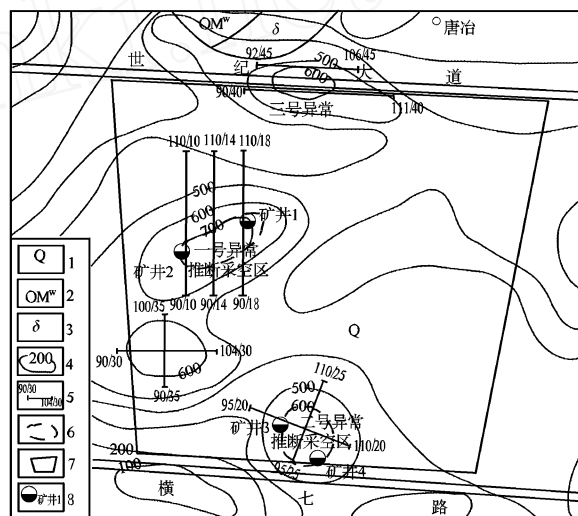


图 1 工作布置与成果推断示意图

1—第四系; 2—奥陶纪马家沟组五阳山段; 3—闪长岩; 4—磁力线及数值; 5—电阻率测深剖面及点号; 6—推断采空区范围; 7—征地范围; 8—矿井及编号

## 1 工作方法与技术质量评述

### 1.1 测地工作

测地工作是为物探工作布设测线的, 根据实地情况, 结合搜集矿井资料及磁测资料拟采用自由网测量, 用经纬仪定向, 测绳量距, 最后用南方测绘仪器公司生产的 9 600 北极星型静态 GPS 系统联测, 采用坐标为 1954 年北京坐标系。

9 600 北极星静态 GPS 系统静态相对定位精度为  $\pm(5\text{mm} + 1 \times 10^{-6} D)$ , 测地工作的测网布设满足物探测网及设计的精度要求 (图 1)。

### 1.2 电阻率测深法工作

#### 1.2.1 仪器设备

电阻率测深法简称电测深法。它是在地面的一个测深点上 (即 MN 极的中点), 通过逐次加大供电电极 AB 极距的大小, 测量同一点不同 AB 极距的视电阻率  $s$  值, 研究这个测深点下不同深度的地质断面情况。

收稿日期: 2009-09-30; 修订日期: 2009-10-22; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 王仕昌 (1964—), 男, 山东安丘人, 高级工程师, 主要从事水工环地质工作。

山东省物化探勘查院, 济南市历城区全民健身中心建设项目地质灾害危险性评估物探工作成果报告, 2007 年。

使用仪器为重庆地质仪器厂生产的 DZD-6A 多功能直流电法(激电)仪。仪器具有过压过流保护装置,整机工作温度:  $-10 \sim +50$

### 1.2.2 电阻率测深法工作方法技术

该次数据采集采用最大  $AB/2$  为 340 m, A、B、M、N 四极在同一条直线上。

数据采集完成后,及时存盘并做好记录,同时在双对数坐标纸上勾绘单支视电阻率曲线图。

### 1.2.3 质量评述

该次工作系统检查工作量为检查测深点数 10 个,为测区总工作量的 6.4%,经计算均方相对误差为 1.31%,满足设计的精度要求。

## 2 资料解释

### 2.1 资料解释推断原则

(1)通观全局,充分利用收集到的磁测资料和现场的电阻率测深资料,结合调查访问结果,综合分析,以提高资料的解释精度和推断采空区的准确性。

(2)根据地质资料,评估区铁矿属夕卡岩型,是与中生代燕山期岩浆活动有关的接触交代型铁矿,围岩为奥陶纪灰岩。磁力异常与铁矿息息相关,因此在分析及解析资料推断铁矿采空区时,充分利用所收集到的磁测资料。磁异常的范围基本上对应铁矿的范围。

(3)由于铁矿石导电性较好,而采空区周围及顶、底板不可能被完全开采,总会有些残留或品位较低的含铁矿石,且现场调查,矿井被水充填。因此,铁矿采空区虽然在理论上应当为高阻反应,但是采空区周围或多或少地存在一些残留矿体,且采空区被水充填,所以在电阻率测深法剖面断面图上铁矿采空区仍将形成低阻异常。由于水的导电性要好于铁矿石的导电性,因此采空区的视电阻率要明显小于品位较低的含矿岩石的电阻率。

### 2.2 资料解释

#### 2.2.1 一号异常

一号异常范围较大,如以 500 nT 圈定长轴呈北东方向,其规模 400 m  $\times$  200 m。如以 600 nT 圈定又分为南北 2 包。

(1)北侧异常呈长条形,长轴走向 NE 约  $45^\circ$ ,长约 200 m,宽约 100 m。郭店铁矿曾在极大值附近施工 51 号钻孔验证,孔深 43.34 m,于 35.52 ~

40.77 m 处见矿 5.25 m,终孔于闪长岩中。

电阻率测深资料反映:在视电阻率等值线断面图上,10 线的 94 ~ 96 点之间,14 线的 94 ~ 99 点之间、18 线的 96 ~ 101 点之间有一个低阻异常(图 2),深度为  $AB/2$  在 50 ~ 150 m 之间,推断该低阻异常即是铁矿采空区,结合钻孔资料,采空区深度为 30 ~ 45 m。该低阻异常的范围和磁力线 700 nT 的范围相对应。

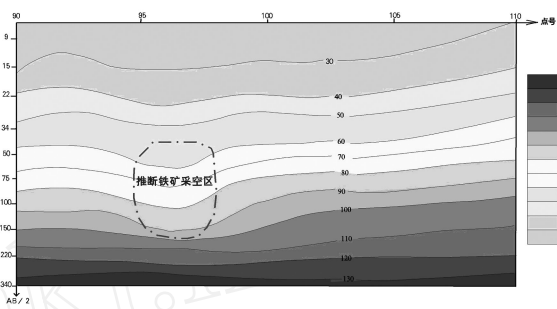


图 2 10 线电阻率测深法视电阻率等值线断面图

磁力线 700 nT 边缘有 2 个村民开采铁矿石废弃的矿井,即矿井 1 和矿井 2,矿井 1 从地面能看到井中有水,矿井 2 被开矿者填埋,地表看不到井口。

结合现场调查及钻孔资料,推断采空区深度为 30 ~ 45 m,范围为磁力线 700 nT 相对应的范围,东侧外延 20 m,采空区影响范围为 6 000  $m^2$ 。

(2)南侧磁异常为近似椭圆形,长轴为东西方向,长轴长约 110 m,短轴长约 80 m。

根据资料,1972 年 10 月郭店铁矿在异常极大值处设计 G40 号孔验证该异常。该异常铁矿石在空间上分布零散,矿化度较低,没有开采价值。

电阻率测深资料反映:在视电阻率等值线拟断面图上,30 线的 92 ~ 102 点之间,35 线的 95 ~ 99 点之间有一个平缓的低阻带(图 3),推断该低阻异常是铁矿石引起的。该低阻异常的范围和磁力线 600 nT 的范围相对应,结合钻孔资料、现场调查访问,认为该磁异常没有进行铁矿石开采,不存在采空区。

#### 2.2.2 二号异常

二号异常近似圆形,半径约 50 m。经验证该磁力异常为铁矿石所引起,在磁力异常的 600 nT 的边缘有 2 个个体采矿废弃的竖井即矿井 3 和矿井 4,矿井 3 从地面能看到井中有水,矿井 4 被开矿者填埋,地表看不到井口。

电阻率测深资料反映:在视电阻率等值线拟断面图上,20 线的 99 ~ 105 点之间,35 线的 98 ~ 106

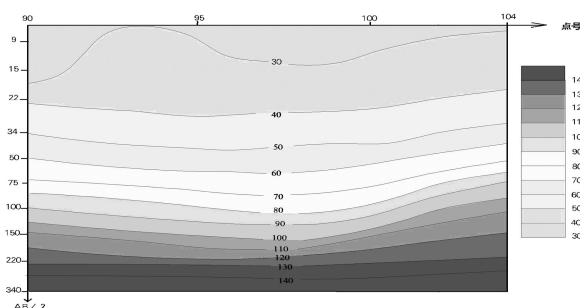


图 3 30 线电阻率测深法视电阻率等值线断面图  
点之间有一个低阻异常 (图 4), 低阻异常与磁力线 600 nT 范围相吻合, 推断该低阻异常即是铁矿采空区充水后的反映。

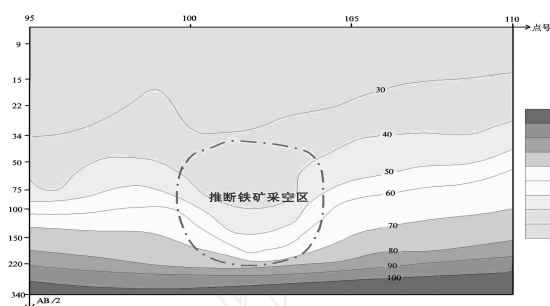


图 4 20 线电阻率测深法视电阻率等值线断面图

根据调查和结合电法、磁法资料, 推断认为采空区范围与磁力线 600 nT 异常范围相吻合, 深约 40 ~ 55 m, 采空区影响范围约 7 500 m<sup>2</sup>。

### 2.2.3 三号异常

三号异常位于世纪大道中央, 呈长条形 EW 走向, 磁力线 600 nT 范围为 90 m × 40 m。

电阻率测深资料反映: 在视电阻率等值线拟断面图上, 40 线的 95 ~ 102 点之间, 45 线的 97 ~ 100 点之间有一个平缓的低阻异常 (图 5), 低阻异常与磁力线 600 nT 范围相吻合, 推断该低阻异常即是铁矿石引起的反映。结合现场调查访问, 推断认为该磁异常没有进行铁矿开采, 不存在采空区。

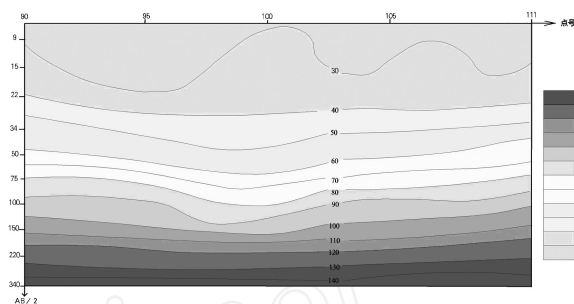


图 5 40 线电阻率测深法视电阻率等值线断面图

## 3 结语

(1) 通过该次物探电阻率测深法勘查工作, 对铁矿采空区反映效果明显, 结合磁测资料与现场调查访问, 推测出评估区内的 2 处隐伏采空区影响范围基本与事实一致。

(2) 该次工程物探勘查说明, 采用工程物探方法探测采空区影响范围是可行的, 大大地缩短了工作周期, 可以在同类工程中推广应用。

## 参考文献:

- [1] 段永侯. 中国地质灾害 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993.

# Application of Engineering and Geophysical Methods in Geological Hazard Assessment

WANG Shi - chang<sup>1</sup>, D NG Rong - sheng<sup>1</sup>, ZHAO Lan - chun<sup>2</sup>

(1. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Geological Exploration Limited Corporation of Xinwen Mineralogy Corporation, Shandong Xintai 271222, China)

**Abstract:** By using engineering and geophysical methods, exploration work of iron ore mined - out area of the National Fitness Center construction project in Licheng district of Jinan city is carried out. It showed that geophysical resistivity sounding method has obvious effect to carry out exploration work in iron ore mined - out area. Combining magnetic measurement datas and field investigation visits together, it is inferred that influencing scope of two concealed mined - out area in assessment areas are basically confirmed with the facts.

**Key words:** Engineering geophysics; geological hazards; application