

技术方法

高密度电法反演软件在邹平-章丘火山岩区铜矿勘查激电测深反演中的应用

杨宏智¹, 姚敏¹, 吕小红²

(1.山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2.山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

摘要:在山东省邹平-章丘火山岩区铜矿勘查工作中,为了克服地形因素引起的假异常,使勘查成果接近实际地质情况,应用高密度电法反演软件 RES2DINV 软件进行了带地形的激电测深资料反演,结合地质资料及激电中梯资料,推断了低阻高极化异常体,经钻探验证异常体为铜矿体引起。在地形复杂地区开展激电工作,可以应用此方法,减小预布验证钻孔难度。

关键词: 激电测深; 铜矿体; 邹平-章丘火山岩; 山东省

中图分类号: P631.3 **文献标识码:** B

引文格式: 杨宏智, 姚敏, 吕小红. 高密度电法反演软件在邹平-章丘火山岩区铜矿勘查激电测深反演中的应用[J]. 山东国土资源, 2016, 32(8): 74-77. YANG Hongzhi, YAO Min, LV Xiaohong. Application of High Density Resistivity Inversion Software in Copper Exploration and IP Sounding Inversion in Zouping - Zhangqiu Volcano Rock Area[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(8): 74-77.

高密度电法反演软件 RES2DINV 在高密度电法资料反演中效果较好。常规的电测深法与高密度电法方法原理完全相同,都属于几何测深类电法,近几年来该软件也广泛应用于电测深及激电测深资料的反演中,取得了较好的效果^[1-2]。在山东邹平-章丘火山岩区铜矿勘查工作中,使用该方法进行带地形的激电测深数据的反演,取得了较好的找矿效果。

1 测区地质概况

测区地质略图见图1,测区北部山区多为白垩纪青山组火山岩,南部及西部山前平原区为侏罗纪砂岩、页岩等,多被第四纪砂砾粘土层覆盖。测区内侵入岩主要为辉长岩,辉长岩体沿白垩纪火山岩与侏罗纪砂岩接触面侵入。辉长岩体与火山岩及砂岩接触带,是测区寻找与构造裂隙有关的充填交代型铜矿的有利地段^[3]。在辉长岩分布区,岩石节理裂隙发育,裂隙中多充填褐铁矿化长英岩脉。

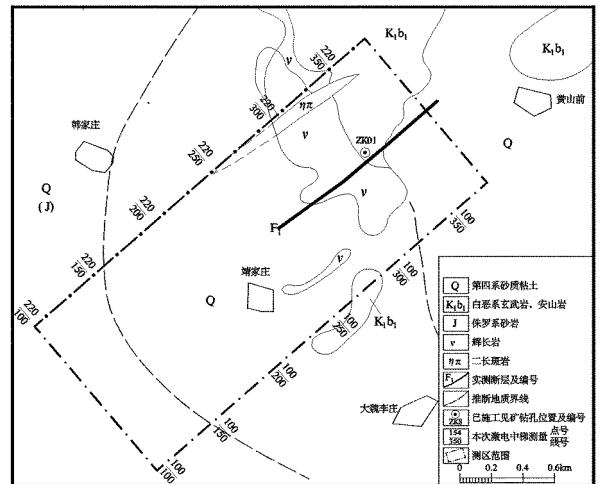


图1 测区地质略图

2 测区地球物理特征

测区基本为第四系覆盖,出露岩性为砂岩、玄武安山岩及辉长岩。经实测统计标本得到的玄武安山岩的电阻率最高,几何均值为 $774 \times 10 \Omega \cdot m$; 辉长岩电阻率次之,几何均值为 $328 \times 10 \Omega \cdot m$; 砂岩电

收稿日期: 2016-03-06; 修订日期: 2016-05-11; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 杨宏智(1982—),男,山东济南人,工程师,主要从事地球物理勘查工作; E-mail: yanghongzhi830@126.com

阻率最低,几何均值为 $266 \Omega \cdot \text{m}$ 。砂岩、玄武安山岩及辉长岩极化率差异不大,基本在 $2.8\% \sim 3.5\%$ 左右。据临区测得到的侵染状含铜黄铁矿的极化率均值一般大于 10% ,电阻率基本与砂岩电阻率相当。因此矿体的电性特征表现为低阻高极化^[4],玄武安山岩及辉长岩为高阻低极化,砂岩表现为低阻低极化特征,工作区具备激电工作的地球物理前提。

3 工作概述

实际工作中在测区投入激电中梯工作,圈定了 DJH-1 及 DJH-2 两处激电异常。在激电异常上布设了激电测深工作,进一步了解高极化异常体的空间分布特征^[5-7]。激电测深测线方位角 140° ,垂直于激电异常走向,测深点点距 20 m ,局部加密到 10 m 。采用等比装置 ($MN/AB = 1/5$) 形式,兼顾高密度反演软件特点具体极距如下: $AB/2 = 3 \text{ m}, 5 \text{ m}, 7 \text{ m}, 10 \text{ m}, 15 \text{ m}, 25 \text{ m}, 35 \text{ m}, 50 \text{ m}, 100 \text{ m}, 150 \text{ m}, 200 \text{ m}, 250 \text{ m}, 350 \text{ m}, 500 \text{ m}, 750 \text{ m}, 1\ 000 \text{ m}$ 。

工作中使用仪器为重庆奔腾数控技术研究所生产的 WDJ5-2 数字直流激电接收机、WDFZ-10 大功率智能发射机及配套的 WZD-10 整流电源,选用 15 kW 发电机作供电电源。野外工作仪器各参数设置为:延时 = 100 ms ,取样宽度 40 ms ,供放电时间为 32 s 。

野外工作完成后,对每个测深点按照常规步骤进行了视电阻率的计算,得到了各测深点每个极距的视电阻率及极化率值。通过地形测量工作得到各测深点的高程数据,然后根据高密度反演软件所需数据格式^[1]对极距进行了取舍,按照高密度电法反演软件格式要求在 surfer 软件中编辑了反演数据及地形数据^[8,9]。最后通过高密度电法反演软件进行了带地形改正的最小二乘法反演计算,通过 surfer 软件进行了网格化。

4 成果解译及验证

DJH-1 及 DJH-2 激电异常平面形态如图 2 所示,该文以 DJH-1 异常的 330 线为例进行分析。DJH-1 异常位于测区北部及中部,以 2.3% 极化率等值线圈定的异常呈近 NE 向的条带状,长约 0.64 km ,最宽处约 0.18 km ,异常 η_a 极大值达 5.4% 。该异常区域内视电阻率一般在 $500 \sim 700 \Omega \cdot \text{m}$ 左右,

变化不大,在视电阻率等值线平面图上呈现为低阻区。据图 2 所示,该异常为辉长岩出露区的 F1 断裂附近,利于形成充填交代型铜矿。

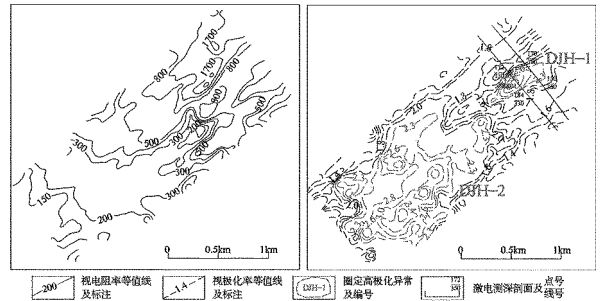


图 2 测区激电中梯测量视电阻率(左)及极化率(右)等值线平面图

DJH-1 异常布设了 330 线及 350 线测深剖面,330 线基本沿异常中心布设,激电中梯视极化率及视电阻率剖面图如图 3 所示。激电中梯测量显示在 $156 \sim 172$ 号点之间,视极化率曲线有明显的值异常,在 164 点为极化率峰值,达到 5.5% 。高极化异常大号方向倾向较缓,推断高极化异常体倾向大号方向,异常对应视电阻率曲线中的低阻段,结合测区地质资料推测低阻段为断裂构造带 F1 的反映。此高极化异常分布在辉长岩出露区,岩石节理裂隙发育,利于形成与构造裂隙有关的充填交代型铜矿。

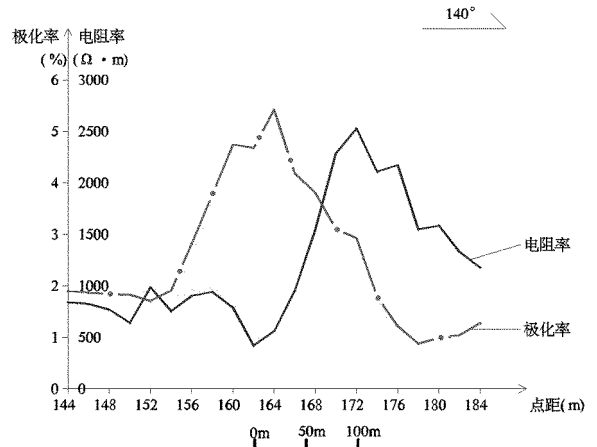


图 3 330 线激电中梯视极化率及视电阻率剖面图

330 线激电测深视电阻率及极化率等值线拟断面图如图 4 所示,对应中梯测量高极化异常在激电测深视极化率等值线拟断面图中有高极化异常显示,位于 $158 \sim 170$ 号点之间,异常呈宽缓带状高极化闭圈。该异常分别对应 $162 \sim 164$ 点间的 $AB/2 = 100 \sim 750 \text{ m}$ 处,最大值为 4.8% 。从视极化率等值线

推断,引起异常的高极化异常体向大号方向倾斜,倾角较陡。

在 158~170 号点附近的点 $AB/2=100\sim 1\ 000\text{ m}$ 之间,视电阻率等值线呈低阻同向弯曲形态,推断此处为断裂破碎带 F_1 反映, F_1 倾向大号方向。对应视极化率等值线断面图中 162 及 164 号点高极化异常,在视电阻率等值线拟断面图呈低阻同向弯曲反映。推断 162 及 164 号点是形成热液充填型矿床的有利部位^[10,11],推断存在 2 个低阻高极化异常体,异常体在辉长岩内部沿推断断裂 F_1 展布,倾向大号方向。

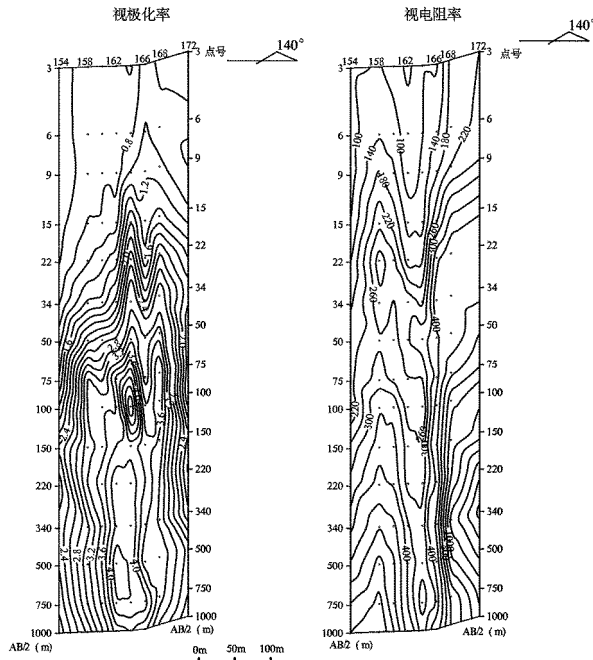


图 4 330 线激电测深视极化率及视电阻率等值线拟断面图

5 反演成果

反演极化率及电阻率等值线断面图如图 4 所示。反演极化率等值线断面图显示在 160~168 点间,高程 180 m 左右,存在一宽缓的高极化异常。异常中心值达 4.4%,位于 164 点,高程约 160~180 m。断面图中大于 3.2% 的等值线形态一致,较为均匀,小于 3.2% 的等值线较为稀疏,推断高极化异常体大致分布在 160~168 点间,赋存标高范围在 180~40 m。反演电阻率等值线断面图显示 164 点电阻率呈低阻“U”字形弯曲形态,两侧电阻率较高,推断断裂 F_1 位于 164 点,倾向大号方向,倾角约 $70^\circ\sim 80^\circ$ 。

受实际测深点数量限制,反演极化率及电阻率

等值线断面图在断裂 F_1 倾向方向,等值线形态未能较完整反映倾向方向上断裂的延伸及高极化异常体的延伸(图 5)。

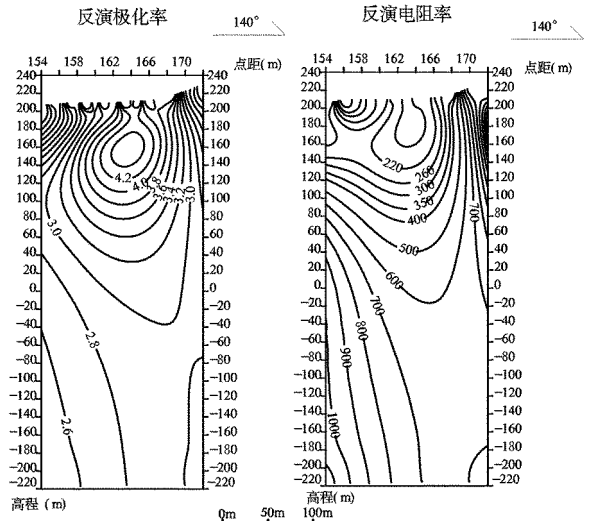


图 5 330 线反演极化率及电阻率等值线断面图

6 验证情况

根据反演结果推断地质断面示意图如图 6 所示,推断低阻高极化异常体位于 330 线 164 点,沿断裂 F_1 展布,倾向大号方向,倾角约 $70^\circ\sim 80^\circ$ 。推断钻孔 ZK01 见矿标高在 180 m,实际见矿标高在 168~164 m,钻孔揭示矿体基本与推断结果吻合。

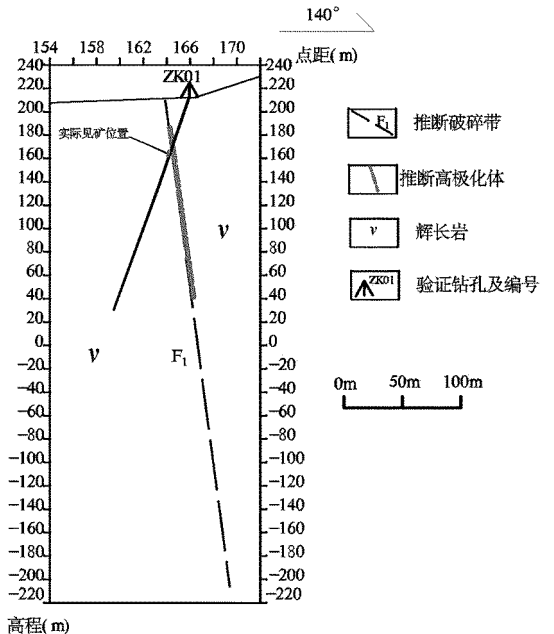


图 6 330 线推断地质断面示意图

7 结论

高密度电法反演软件 RES2DINV 在该次工作中应用效果较好,推断成果与钻孔揭示情况基本吻合。

在地形起伏较大的地区进行电测深工作,地形因素易形成假异常,仅靠视极化率及电阻率等值线拟断面图分析异常,只能根据估算异常深度与 $AB/2$ 极距对应的经验系数来确定引起异常的地质体深度,此时往往没有考虑到地形因素的影响,难以反映真实的地质情况,布置验证钻孔难度较大。

高密度电法反演软件 RES2DINV 在该次工作中应用效果较好,实现了对激电测深视极化率及电阻率的带地形的联合反演,消除了地形起伏因素对数据的影响。反演实现了视电阻率及视极化率拟断面转换成电阻率及极化率断面图,反演深度相对人为估算深度更可靠,反演推断成果更加接近实际地质情况,对验证钻孔。

在实际工作中为了得到较好的反演结果,应设计适当的测深点数量及电测深极距时应兼顾目标地质体的估计深度范围及横向延伸范围。应保证目标地质体在倾向上有足够的测深点数量,最大 $AB/2$ 极距应能探测到目标地质体最大估算深度,保证反演成果更接近真实的地质情况。极距设计应满足

RES2DINV 软件对测深极距的要求。

参考文献:

- [1] 高建东. GDF 高密度电法二维正反演软件及模型测试结果 [A]//中国地球物理学会第 22 届年会论文集 [C]. 2007.
- [2] 韦乙杰,袁忠明. RES2DINV 在粤北某铅锌矿区激电测深反演中的应用 [J]. 物探与化探, 2013, 37(5): 827-829.
- [3] 王仁祥,刘书明,张斌,等. 山东省邹平火山岩盆地西北部覆盖区找矿潜力分析 [J]. 山东国土资源, 2012, (6): 16-19.
- [4] 曹秀华,赵法强,邵长伟,等. 山东省邹平火山岩盆地铜矿地球物理综合找矿明显及找矿方向 [J]. 山东国土资源, 2010, 26(9): 18-23.
- [5] 金洪文,李百祥,蒙轸,等. 物探在甘肃省宕昌县代家庄铅锌矿找矿中的作用和效果 [J]. 物探与化探, 2015, 39(1): 41-47.
- [6] 李忠平. 应用综合物探方法探测新疆萨尔苏克外围及深部金铜矿床 [J]. 物探与化探, 2014, (3): 417-422.
- [7] 刘波,乔宝成,李海东. 综合物探方法在哈拉河铅锌矿区勘查中的应用 [J]. 物探与化探, 2014, 38(2): 261-267, 277.
- [8] 刘海飞,阮百尧,吕玉增. 直流激电测深二维反演的若干问题研究 [J]. 物探与化探, 2007, 31(1): 47-50.
- [9] 罗延钟. 高密度电阻率法的 2.5 维反演软件 [J]. 物探与化探计算技术, 2006, 28(3): 187-193.
- [10] 任喜荣,赵国良,邓辉,等. 综合物探方法在鸭子沟铜多金属矿勘查上的应用 [J]. 物探与化探, 2015, 39(5): 885-890.
- [11] 聂佩孝,徐立军,高云鹏,等. 综合物探技术在高密菜园铅矿区成矿模式中的应用 [J]. 山东国土资源, 2015, 31(9): 39-43.

Application of High Density Resistivity Inversion Software in Copper Exploration and IP Sounding Inversion in Zouping - Zhangqiu Volcano Rock Area

YANG Hongzhi¹, YAO Min¹, LV Xiaohong²

(1. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: In the copper exploration in Zouping - Zhangqiu volcanic rock area in Shandong province, in order to overcome false anomaly caused by topographical factor, by using high density resistivity software as RES2DINV, the inversion of induced polarization sounding data has been carried out. Combining geological data and induced - current middle - gradient data of the excitation, Low resistivity and high polarization anomaly is conducted. It is tested that is was caused by cooper ore body. If carrying out the work of IP in the complex terrain areas, this method can be applied to predicate and reduce the difficulty of drilling.

Key words: IP sounding; copper deposit; Zouping - Zhangqiu volcanic rocks; Shandong province