

doi: 10.11720/wtyht.2014.5.09

刘献满, 顾军浩, 闫立爽. EH-4 在江西省仙姑台铜多金属矿勘查中的应用[J]. 物探与化探, 2014, 38(5): 916-920. http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.5.09

Liu X M, Gu J H, Yan L S. The application of EH-4 to the exploration of the Xiangutai copper-polymetallic deposit in Jiangxi Province [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2014, 38(5): 916-920. http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.5.09

EH-4 在江西省仙姑台铜多金属矿勘查中的应用

刘献满, 顾军浩, 闫立爽

(江西省地质矿产勘查开发局 物化探大队, 江西 南昌 330002)

摘要: 为实现仙姑台矿区找矿突破, 在矿区采用 EH-4 连续电导率成像技术进行探测, 通过寻找斑岩型隐伏岩体来寻找铜多金属矿。发现在电阻率反演断面图上, 花岗闪长斑岩有三种异常标志: 从高阻到低阻过渡带出现扭曲变形地段、低阻区局部高阻地段和高阻区局部低阻地段; 对 3 条典型剖面进行了异常解释及钻探验证, 取得了较好的地质效果。结果表明: 在矿区内开展 EH-4 连续电导率剖面测量, 可获得丰富的异常信息, 为寻找斑岩型铜多金属矿提供地球物理依据。

关键词: EH-4 连续电导率成像; 斑岩型铜多金属矿; 电阻率; 隐伏岩体; 金属矿勘查

中图分类号: P631.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2014)05-0916-05

EH-4 连续电导率成像技术属大地电磁系统, 采用天然场源与人工场源相结合, 有效勘探深度为几十米至 1 km, 适合于我国目前矿产勘探的现实需求^[1-5]。此次在江西瑞昌仙姑台矿区的物探工作目的, 就是通过 EH-4 测量圈定隐伏岩体分布范围, 为区内寻找斑岩型铜多金属矿提供依据。

1 工区地质概况

工作区位于九瑞矿集区中部, 西侧为宝山铜矿、北部为东雷湾铜矿, 东南部为武山铜矿, 构造发育、岩浆活动频繁, 成矿条件优越(图 1)。

工作区内发育的地层主要有奥陶系、志留系, 外

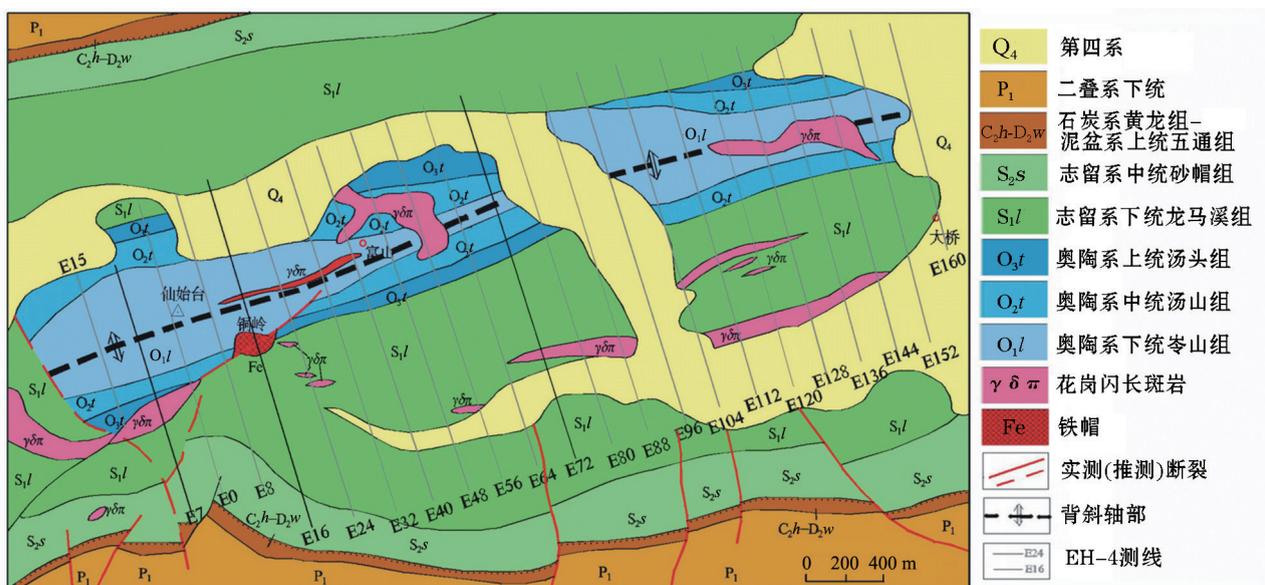


图 1 仙姑台矿区地质概况及 EH-4 工作布置

围有石炭系、二叠系及三叠系。奥陶系分为下统岑山组、中统汤山组、上统汤头组,组成界首一大桥背斜轴部和翼部,主要岩性为灰质白云岩、燧石条带灰岩等;志留系分为下统龙马溪组和中统纱帽组,分布在界首一大桥背斜的两翼,主要岩性为页岩、砂岩、粉砂岩等。

区内岩浆岩为燕山期宝山一大桥花岗闪长斑岩亚带。岩石类型主要有花岗闪长斑岩、长石斑岩及霏细斑岩,其中花岗闪长斑岩占优势,有的还伴有隐蔽爆破特征。根据仙姑台工作情况,矿化集中于碎裂斑岩类中。岩石类型主要为花岗闪长斑岩。此外,岩石含浸染状黄铁矿、黄铜矿(少量),黄铜黄铁矿脉分布在裂隙中。岩体与传统找矿有利层位如泥盆系—三叠系接触主要形成矽卡岩型矿(武山、城门山)、在与奥陶系—志留系接触可能形成斑岩型矿床,但为同一成矿系列。

构造上,本区出露界首一大桥背斜,由奥陶系、志留系地层组成,近东西—北东向展布。区内断裂主要为北东向、北西向、北东东向断裂。其中北东东向断裂表现为褶皱中产生的纵向断裂,为铜岭断裂,为一组与地层走向近乎一致的北东向逆冲断裂,控制矿体及岩体(墙)群的延展方向。北西与北东向区域性深大断裂组成的菱形网格结点控制矿床(点)分布。

2 测区地球物理特征

矿区岩性比较简单,前人在本区开展物探测量时系统地测定了各类岩矿石的电性参数(表1)。可以看出,各类灰岩为高阻、低极化,志留系围岩为低阻、低极化,花岗闪长斑岩电阻率介于砂岩与灰岩之间且极化率较高。因此,根据视电阻率异常和视极化率异常可以区分岩性分界面,发现隐伏岩体,在本区开展EH-4测量有一定的物性前提。

表1 矿区岩矿石电性参数

岩性	$\eta_{\text{平均}}/\%$		$\rho_{\text{平均}}/(\Omega \cdot \text{m})$	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值
浮土	0.3	0.2~0.3	45.8~150	90.2
岑山组、汤山组灰岩	0.6~1.6	1.1	5000~10000	7500
汤头组灰岩	0.7~1.7	1.2	1000~5000	3000
花岗闪长斑岩	3.4~5.4	4.2	200~1000	600
志留系砂岩	0.7~1.7	1.2	20~200	110

3 EH-4异常特征及推断解释

全区共完成EH-4剖面测量23条,点距40m,物理点2000个,按400m线距控制面积为26.52

km²(图1)。全区共整理出23条EH-4反演电阻率断面,从中可以看出: ρ_s 异常可以较准确地划分岩性分界面,一般的灰岩为高阻特性, ρ_s 大于2000 $\Omega \cdot \text{m}$,砂岩、粉砂岩为低阻, ρ_s 为20~200 $\Omega \cdot \text{m}$;而花岗闪长斑岩体表现为中阻,电阻率大约在200~1000 $\Omega \cdot \text{m}$ 。在EH-4反演电阻率断面图上判断是否存在花岗闪长斑岩有三种视电阻率异常标志,即从高阻到低阻过渡带出现扭曲变形地段、低阻区局部高阻地段和高阻区局部低阻地段,三类由岩体引起的视电阻率异常特征如下。

3.1 从高阻到低阻过渡带出现扭曲变形异常

该类异常主要分布在矿区界首一大桥背斜南翼的志留系与奥陶系分界面附近,如3~7线2280~3500点(图2)、16~28线2600~2500点(图3)、44~48线2720~3600点,电阻率异常的基本特征为:北侧大片高阻区, ρ_s 大于2000 $\Omega \cdot \text{m}$,剖面上异常呈“钟”型分布,高阻区与界首一大桥背斜核部的灰岩相对应,为灰岩的电阻率异常反应,南侧为低阻区, ρ_s 小于200 $\Omega \cdot \text{m}$,为志留系砂岩、粉砂岩的电阻率异常反应,由于奥陶系与志留系为整合接触关系,岩性分界线明显,电阻率差异较大,故正常情况下在拟断面图上该分界面为较规整的电阻率由高值向低值变化的梯度带。由于花岗闪长斑岩沿该部位侵入,造成了该部位不是单一的电性差异面,在视电阻率拟断面图上等值线形态发生变化。

3.2 低阻区局部高阻异常

该类异常主要分布在矿区东南部的56~136线的3600~3900点(见图4)和7线3920~4100点(见图2)范围内,在低阻区内有规律地分布有高阻异常,断面图上异常较陡立。异常区内主要岩层单一,向南倾且产状较缓,岩性为志留系砂岩、粉砂岩和页岩,电阻率值均小于200 $\Omega \cdot \text{m}$,据地质资料区内地表花岗闪长斑岩脉呈脉群分布,表明区内岩浆活动频繁,故推测该部位出现高阻异常与岩脉分布有关。

3.3 高阻区局部低阻地段

该类异常主要分布在16~38线1240、2000点一带(图3),在高阻区内分布有几条向南或向北倾斜的低阻带,但向深部低阻异常特征不是很明显,地表上异常部位与岩脉或破碎带相对应,推测岩脉或破碎带是引起低阻异常的主要原因。

4 典型剖面解析及其钻探验证效果

4.1 E7线

E7线剖面位于矿区西部,|2880~2940点地表

已揭露出近 50 m 的含矿花岗闪长斑岩,前期施工的 ZK7-1、ZK7-2、ZK7-4、ZK7-6 均见到花岗闪长斑岩,铜矿体主要分布在斑岩体内部,其中 ZK7-1 孔深 210 m 以上见花岗闪长斑岩,累计见铜矿化体 19 m; ZK7-2 见岩体厚度 152 m,累计见铜矿化厚度近 90 m, ZK7-4 见岩体厚度 125 m,累计见铜矿化厚度约 35 m。表明铜矿成矿与斑岩关系密切,了解斑岩空间分布状况是 EH-4 工作的主要目的。

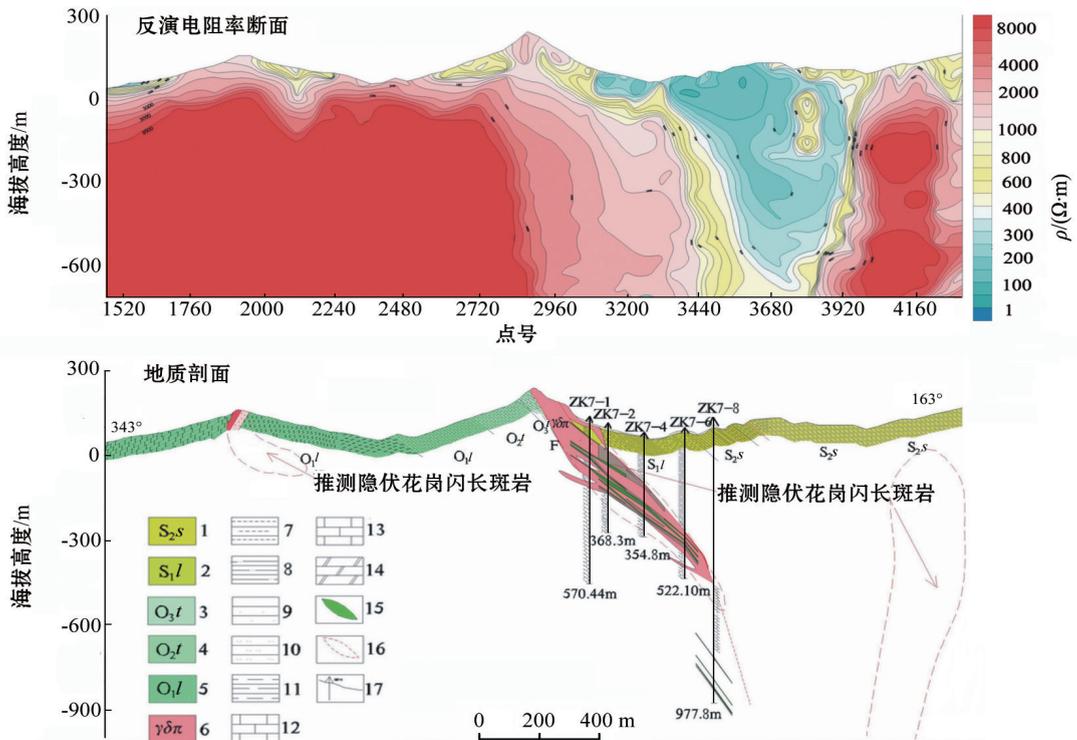
图 2 为 E7 线的 EH-4 反演电阻率断面。可以看出,2 880 点 200 m~3 360 点-700 m 一线为界,北部为高阻区,基本上与奥陶系灰岩相对应,中部为低阻区,基本上与志留系砂岩、粉砂岩相对应。3 360~3 520 点为高阻向低阻过渡带,由于岩脉沿该地质部位侵入,电阻率等值线发生扭曲变形,该变形带浅部(-700 m 以上)与钻孔所见到的岩脉基本一致,但深部产状变陡立,推测由于构造作用,深部岩脉没有向下延伸,这一推断被 ZK7-8 所证实。ZK7-8 孔深 977.8 m,未见到岩脉延伸,仅在深部见一些脉状铜多金属矿化。

此外,3 920~4 240 点-100 m 以下有一个高阻异常区,断面图上异常近于直立,电阻率值大于 5 000 $\Omega \cdot m$,结合地质推测引起该异常的原因有两

种可能,一是隐伏花岗闪长斑岩,断面图上异常展布方向与正常地层产状不一致,且本区志留系中一般不存在高阻地质体,该异常可能为岩体向上分支引起;二是灰岩引起,该剖面南端不远处见有石炭系一二叠系灰岩,由于构造作用,灰岩被断裂构造推覆至该部位。无论是隐伏岩体还是石炭系一二叠系灰岩,均有一定的找矿意义,该异常有待钻探验证。

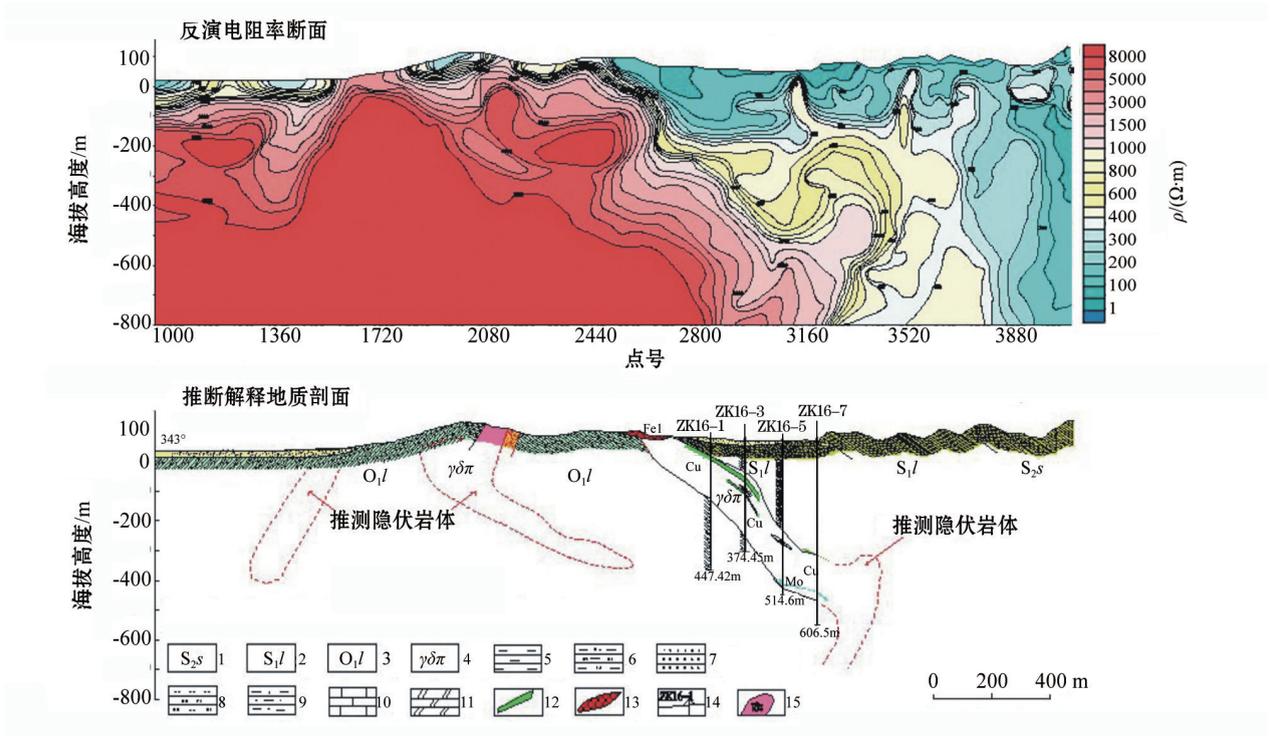
4.2 E16 线

E16 剖面通过铜铃矿区,其中 2 560~2 680 点地表可见铁帽,从反演电阻率断面可以看出(图 3):以 2 440 点 0 m~3 280 点-800 m 一线为界,北部为高阻区,南部为低阻区,电阻率异常大致与地层相对应,其中高阻区与奥陶系灰岩相对应,低阻区与志留系砂岩类岩层相对应,在高阻区及其边部出现 3 处较明显的异常,推测这 3 处电阻率异常均为花岗闪长斑岩引起,其中 2 080 点地表见岩脉出露,与异常位置基本对应,推测该岩脉向南倾伏,深部延伸有限;2 560~2 680 点地表见含铜矿铁帽,该部位深部电阻率有高阻向低阻过渡带出现明显的扭曲变形,推断岩脉沿奥陶系与志留系界面倾入。这一推断被后期施工的 ZK16-1、ZK16-3、ZK16-5、ZK16-7 等证实,这 4 个钻孔在预计的深度均见到含矿花岗闪长



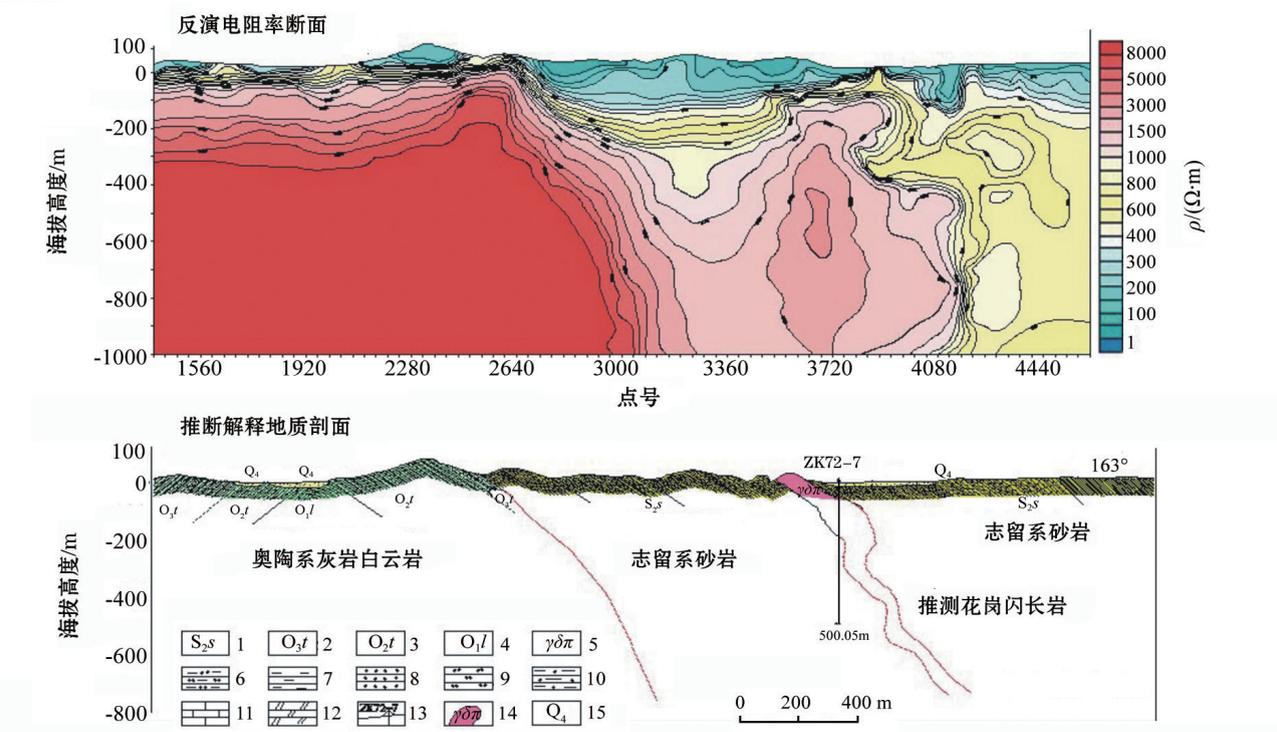
- 1—志留系中统砂帽组;2—志留系下统龙马溪组;3—奥陶系上统汤头组;4—奥陶系中统汤山组;5—奥陶系下统岑山组;6—花岗闪长斑岩;
- 7—泥岩;8—粉砂质页岩;9—石英细砂岩;10—泥质粉砂岩;11—钙质页岩;12—灰岩;13—条带状灰岩;14—白云岩;15—铜矿体;16—推测花岗闪长斑岩;17—已完成钻孔及编号

图 2 仙姑台矿区 E7 线 EH-4 一维反演电阻率断面及推断解释



1—志留系中统砂帽组;2—志留系下统龙马溪组;3—奥陶系下统岑山组;4—花岗闪长斑岩;5—泥岩;6—粉砂质页岩;7—石英细砂岩;
8—泥质粉砂岩;9—钙质页岩;10—灰岩;11—白云岩;12—铜矿体;13—铁帽;14—已完成钻孔及编号;15—推测花岗闪长斑岩

图3 仙姑台矿区 E16 线 EH-4 一维反演电阻率断面及推断解释



1—志留系中统砂帽组;2—奥陶系上统汤头组;3—奥陶系中统汤山组;4—奥陶系下统岑山组;5—花岗闪长斑岩;6—泥岩;7—粉砂质页岩;
8—石英细砂岩;9—泥质粉砂岩;10—钙质页岩;11—灰岩;12—白云岩;13—已完成钻孔及编号;14—推测花岗闪长斑岩;15—第四系

图4 仙姑台矿区 E72 线 EH-4 反演电阻率断面及推断解释

斑岩,铜矿体主要赋存在岩体内部,ZK16-1见岩体厚度约150 m,铜钼矿化厚度9 m,ZK16-3见岩体厚度220 m,累计见铜钼矿化厚度30 m,ZK16-6、ZK16-7均见到厚度大于100 m的岩体。

4.3 E72线

E72剖面位于矿区中部,从反演电阻率断面可以看出,以2 640点0 m~3 240点-800 m一线为界,北部为高阻区,南部主要为低阻区,分别与奥陶系灰岩和志留系砂岩相对应,断面图上高阻区向低阻区的过渡带的电阻率等值线较规整,推测奥陶系与志留系分界面上不存在岩脉侵入,在低阻区的3 600~3 720区间存在一个中高阻异常区,电阻率一般在1 000~2 000 $\Omega \cdot m$,E72线及相邻剖面上异常区地表出露多处花岗闪长斑岩脉,推测该异常由花岗闪长斑岩引起。这一推断被后期施工的ZK72-7证实。ZK72-7深500.04 m(图4),于孔深55~190 m见厚度约135 m的岩体,但铜矿化不强。

5 几点认识

瑞昌仙姑台矿区通过开展EH-4剖面测量,获得了丰富的异常信息,对查明区内隐伏花岗闪长斑岩的空间赋存规律有很好的指示作用,从而为在区内寻找斑岩型铜多金属矿提供了物探依据。

在寻找金属矿方面,EH-4电导率剖面成像技术

应用方法已逐渐成熟,特别是通过寻找各种地层的层间接触带、构造破碎带、隐伏岩体及岩体与围岩接触带等方式来寻找赋存其中的金属矿有者十分显著的效果^[6]。与传统钻探方法相比,EH-4电导率成像技术具有明显的经济与效率上的优势。

在对EH-4数据进行反演过程中,干扰的剔除,参数的选择都对反演的结果有十分重大的影响,因此需要多花时间进行研究,提高数据处理的精细度,从而取得更好的实践效果。

参考文献:

- [1] 刘光鼎.应用地球物理方法寻找隐伏矿床[J].地球物理学报,1995,38(6):850-854.
- [2] 郭建强,武毅,邵汝君,等.Stratagem™ EH-4电导率成像系统简介及应用[J].物探与化探,1998,22(6):458-464.
- [3] 陈乐寿,王光镗.构造电法勘探[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [4] 狄家亮,杨庆华,江晶.EH-4电导率成像系统在桃山铀矿田中的应用研究[J].科技经济市场,2010(3):3-4.
- [5] 樊战军,卿敏,于爱军,等.EH-4电磁成像系统在金矿勘查中的应用[J].物探与化探,2007,31(S1):72-76.
- [6] 张吉恒,李怀渊.EH-4电导率成像法在采空区探测方面的应用[C]//北京:第六届中国国际地球电磁学术讨论会,2003.
- [7] 刘杰,段炜,曾国.EH-4电导率成像系统在隐伏金属矿勘探中的应用[J].西部探矿工程,2008(2):127-131,134.

The application of EH-4 to the exploration of the Xiangutai copper-polymetallic deposit in Jiangxi Province

LIU Xian-Man, GU Jun-Hao, YAN Li-Shuang

(Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Nanchang 330002, China)

Abstract: EH-4 continuous conductivity imaging technology was employed in search for concealed orebodies so as to achieve a breakthrough in the Xiangutai ore deposit. The prospecting for copper-polymetallic deposits was preceded by the search for porphyry concealed rock masses. It was found that the granodiorite porphyry has three kinds of anomaly marks in the resistivity reversion sectional drawing: in the transitional zone from high resistance to low resistance, there appear contorted deformation segment, localized high resistance segment in low resistance area and localized low resistance segment in high resistance area. Anomaly interpretation and drilling verification were conducted along three typical profiles, with fairly good geological results achieved. The results show that the application of EH-4 continuous conductivity profile measurements to the ore district has obtained a wealth of abnormal information, achieved good geological effect, and provided geophysical basis in search for porphyry copper polymetallic ore deposits.

Key words: EH-4 continuous conductivity imaging; porphyry copper polymetallic ore deposit; resistivity; concealed rock mass; metallic ore exploration

作者简介:刘献满(1964-),男,1984年毕业于武汉地质学院物探系,物探高级工程师,长期从事物探工作。