

文章编号: 1001—2427 (2010) 04—79—4

瞬变电磁在吉林省红旗岭铜镍矿勘查中的应用

徐贵东, 黄继军, 刘德君, 刘 默, 于文涛

吉林省勘查地球物理研究院, 吉林 长春 130012

摘 要: 利用瞬变电磁法(TEM), 在红旗岭镍矿勘查中, 发现了7号岩体周围的电阻率变化规律, 即: 高阻异常带、低阻异常带。通过反演计算, 结合岩石的电性参数、地质资料, 推断了局部低阻异常带是由矿化体引起, 从而验证了(TEM)方法在该地区勘查中的有效性。
关键词: 瞬变电磁法(TEM); 红旗岭铜镍矿; 异常解释推断
中图分类号: P613.3+23 文献标识码: B

Application of TEM in Hongqiling copper-nickel exploration geophysics in Jilin Province

XU Gui-dong, HUANG Ji-jun, LIU De-jun, LIU Mo, YU Wen-tao

Exploration Geophysics Institute of Jilin Province, Changchun 130012, Jilin, China

Abstract: In Hongqiling nickel exploration, the change regulation of the resistivity near No.7 rock body was discovered by the transient electromagnetic method (TEM), namely: high resistance anomalous zone and low resistance anomalous zone by inversion, based on the electrical parameters of rocks, geologic data, deduced part low-resistivity anomalies from mineralized rock bodies, and proved the validity of the exploration method (TEM) in the study area.
Key words: transient electromagnetic method (TEM); Hongqiling copper-nickel deposit; anomaly interpretation

2007年吉林勘物院将瞬变电磁(TEM)工作、控源音频大地电磁法(CSAMT)、井中瞬变电磁法(DHTEM)等方法, 应用于吉林省红旗岭铜镍矿危机矿山接替资源勘查项目中。对选定的1、3号岩体区及7号岩体区二个普查预测区进行有效的地球物理勘查, 其目的是期望通过地面物探提供深部找矿的重要靶区, 为企业进一步探矿工程提供依据。最后通过钻探找到和控制1—2个中型以上的铜镍矿床, 增加矿山资源量, 形成企业后备接替资源基地。

本文主要阐述瞬变电磁(TEM)方法在7号岩体区中的应用效果。

1 矿床地质特征

矿体主要赋存斜方(顽火)辉岩中, 少部分在苏长岩中。其形态、产状与岩体基本一致(几乎整个岩体都是矿体)。矿体呈岩墙状或似板状, 长度数百米, 厚度数米至数十米, 工程控制延深数百米矿体中纯硫化物脉体镍含量超过10%。

矿石中金属矿物组合, 以磁黄铁矿、镍黄铁矿、

表1 岩、矿石物性参数综合统计表

Table 1 Composite statistics of ore physical property parameter

标本号	岩性	块数(块)	常见值		变化范围	
			M (%)	ρ (Ω m)	M (%)	ρ (Ω m)
1—5	Cu、Ni 矿石	13	42.5	8	11.7 ~ 65.4	1 ~ 48
1-10	橄灰岩	30	1.5	2 426	1.2 ~ 1.8	380 ~ 14 842
3—12	大理岩	23	1.4	5 584	1.1 ~ 1.9	450 ~ 17 874
1—14	辉长岩	5	1.3	3 149	1.2 ~ 1.6	1 482 ~ 5 202
2—3	黑云母片麻岩	4	1.9	1 258	1.5 ~ 2.3	236 ~ 2 080

收稿日期: 2010-08-23; 修订日期: 2010-10-21
作者简介: 徐贵东(1971—), 男, 吉林榆树人, 吉林省勘查地球物理研究院工程师。

黄铜矿为主,其次有:黄铁矿、白铁矿、紫硫镍矿、针镍矿、紫镍钴矿、磁铁矿、褐铁矿、孔雀石、辉铜矿、自然铜矿等,后四种矿石出现在氧化带内。镍矿伴生组分除铜外,尚有钴、硒、硫等。矿石构造主要有浸染状、斑点状、海绵陨铁状和块状构造等,其次为团块状、细脉浸染状、角砾状构造等。

2 矿区地球物理特征

在区域重力图上有二组构造显示,东北向重力低异常反映了辉发河断裂和平行断裂,北西向重力低异常反映了与之垂直的另一组构造。红旗岭岩群为椭圆形重力高异常,被规模较大的海西晚期黑云母花岗岩所反映重力低值区包围。

从红旗岭地区主要岩矿石电参数测定结果可以看出,含矿岩体一般在 $n \times 10 \sim 300 \Omega \cdot m$, 岩体与围岩电阻率无太大的差异,围岩和矿石之间电阻率区别明显,差别在2个数量级以上,用电磁法可以分别出来。从统计表中可以看出,橄灰岩、片麻岩、大理岩、片岩都具有较高的电阻率,橄灰岩、片麻岩一般在 $2\,000 \sim 3\,000 \Omega \cdot m$, 大理岩电阻率大于 $3\,000 \Omega \cdot m$, 片岩电阻率高达 $10\,000 \Omega \cdot m$ 以上;辉岩(辉长岩、角闪辉岩)电阻率在 $500 \Omega \cdot m$ 左右,

破碎带电阻率一般在 $n \times 10 \sim 300 \Omega \cdot m$, 同一种岩石破碎、蚀变越强电阻率越低,从地表向下岩石电阻率有逐渐增高的趋势。

3 瞬变电磁(TEM)工作

3.1 测量装置

大定源回线装置:供电回线为 $1\,000 m \times 1\,000 m$ 正方形线框,沿一条测线每测量一个点接收机及探头向前移动一次,点距 $50 m$ 。

3.2 工作参数

采集数据为 X、Y、Z 三个分量的电磁响应值。

地面瞬变电磁重复频率都为 $6.25 Hz$ 。

回线供电电流 $16 A$ 。

工作采集时窗为 30 个门,并且至少应保证全区各回线间有 16 个门的采集中心时间基本一至。

地面工作延迟时间为 $0 \mu s$ 。

4 异常解释推断

7 号岩体工区瞬变电磁法测量反映了 $-100 \sim -1\,500 m$ 深度内地质体电阻率分布情况,在 -100

$\sim 1\,500 m$ 之间普遍存在中、低阻围岩,中阻层反映了片麻岩分布范围,低阻层反映砂砾岩的分布。在 $-100 \sim -700 m$ 深度 $\rho \tau$ 反演平面图上发现 4 个局部异常区块。都显示为低阻异常。IV 号异常区是在高背景场区中出现的相对低阻率异常区。由钻井资料及井旁做 TEM 曲线含矿层位,均在低阻异常区。

4.1 7号岩体北东侧找矿靶区

7 矿体四号异常位于 7 号岩体北东侧,推断北西向断裂与北西西向断裂交汇地段。异常呈宽条带状,规模大,在其下部异常有变大的趋势,说明深部应有含矿地质体的存在。7 号岩体北东侧找矿靶区只有 IV 号异常显示,异常位于研究区北东,近似北西向展布, $-300 m \rho \tau$ 反演平面图上分布在 O ~ Q 线 1450 号点附近。异常长 $400 m$ 、宽平均 $100 m$,面积约 $0.04 km^2$ 。在各深度等值线平面图上,视电阻率小于 $50 \Omega \cdot m$ 。在 O-Q 线断面图上显示异常呈条带状分布,埋深 $300 \sim 700 m$,异常中心点位于 $600 \sim 650 m$ 左右,推断解释异常体走向北西向、倾向北东。1450 号点左右异常等值线陡立,判定异常体倾角为 $75^\circ \sim 85^\circ$ 。极值小于 $50 \Omega \cdot m$,反演计算异常体顶界面埋藏深度为 $520 \sim 580 m$ (见图 1)。

2006 年 zk701 钻孔的 DHTEM 北东框响应曲线特征:在 $80 \sim 310 m$ 处有一 S 型异常,X 分量在 $130 \sim 160 m$ 和以 $270 m$ 为中心的高响应异常,Y 分量在 $130 \sim 160 m$ 和以 $200 m$ 、 $270 m$ 为中心的高响应异常。它们反映的是同一个异常体,只不过 X、Y 分量反映的是矿化不均匀现象。该框底部 Z 分量曲线呈上扬趋势,表明有终孔深度以下存在高导电率地质体。由于这两个异常在中心框无明显显示,由此认为异常体在北东发射框内,为一隐伏异常体。X 分量正异常 Y 分量负异常表明异常体走向北西,据此推断北东框 $130 m$ 为中心、 $230 m$ 左右、 $320 \sim 380 m$ 为中心的主异常为与金属硫化物相关的异常。这与此地的激电异常、视电阻率异常基上一致的,与此处的构造位置也基本上是吻合的。从 X、Y 分量的异常关系上分析,初步推断异常体为似层状体,大体与构造方向平行。

4.2 异常解释推断

7 号岩体区浅部被大面积变质岩、砂砾岩覆盖(见解释推断图),由于强烈的破碎和蚀变作用,

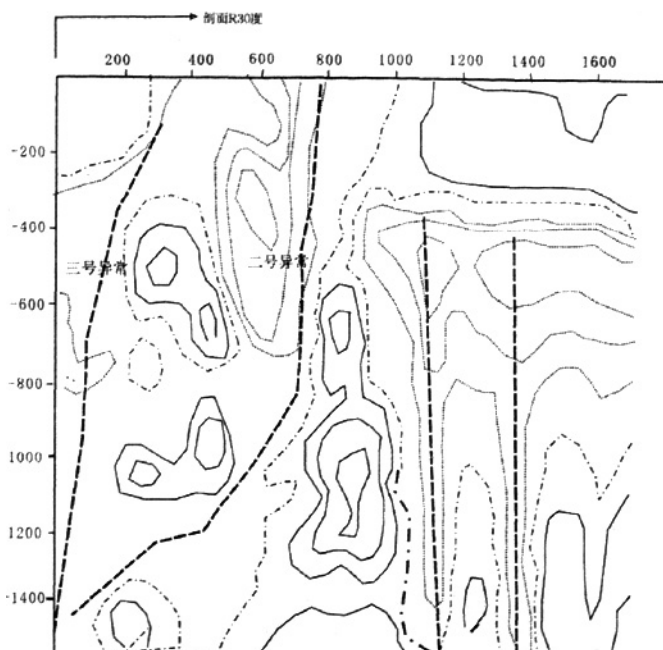


图1 红旗岭7号岩体区瞬变电磁测量R剖面反演断面图

Fig.1 Inversion section of R profile by transient eletro-magnetic method for No.7 rock body of Hongqiling

视电阻率呈中阻显示，深部为特高阻基底，中、深部存在多个低阻异常，异常受北西向断层控制，总体上成矿深度较1、3岩体区浅。找矿靶区分布在呼兰群黑云母片麻岩中的断裂构造破碎带上，浅部呈层分布的中阻区为黑云母片麻岩，视电阻率为 $n \times 1\,000\ \Omega m$ ，深部视电阻率高值区是呼兰群大理岩或反映，低阻异常周围的特高阻体为岩体中橄榄岩相的反映，东段和深部相对低阻区，根据岩矿石物性特征，推断为岩体过部、底部视电阻率低于 $100\ \Omega m$ 的特低阻部分推测为矿化体。

7号岩体西侧找矿靶区中的二号异常为7号含矿岩体尾段，三号异常在深部与之相连，为同源异常，异常被不同的浅断层控制，在断面上形成多个异常中心，这与铜镍硫化物矿床形成理论是一致的。异常浅部在 ϵ -Ohd大理岩覆盖，此靶区成矿地质条件有利，推测为矿化岩体。

7号岩体区浅部未封闭的一号异常规模较大，面积约 $0.2\ km^2$ ，在平面图上呈面状分布，在断面上呈厚层状分布。异常位于砂砾岩覆盖区，砂砾岩电阻率约为 $n \times 10\ \Omega m$ ，低阻异常反映了较厚砂砾岩的赋存。

在7号岩体上盘发现四号异常是该区值得重视

的异常，异常出露在工区北部角闪斜长片麻岩地层中，为高阻区中的相对低阻异常，异常未封闭，在2005年高精度重力工作的剩余重力异常图上为G7—4高值异常的一翼，在2007年激发极化工作中发现低阻高充电异常，且分布在推测断层边部，同年瞬变电磁测井工作发现此异常为高响应的良导体，异常西北有一地表揭露的岩体，推测异常为矿化隐伏岩体引起。

5 几点认识

(1) 成矿规律认识：红旗岭矿区岩体中岩石的 $FeO > Fe_2O_3$ ，反映成岩时为还原环境。当熔体中硫离子和金属离子的浓度乘积大于硫化物的溶解度时产生熔离作用，金属硫化物呈不混溶状态从熔体中熔离出来。最初熔离出来的金属硫化物熔体呈“珠球”状，并逐渐沉降至岩浆房或岩浆室底部或中下部。岩浆深部熔离作用比岩浆就地熔离作用显得更为重要。而深部熔离型矿床是TEM找矿主要目标。

(2) 通过视电阻率平面图，剖面图结合地质层位综合分析，在7号岩体区周边确定4个异常，为后期勘查提供新的依据，

(3) 根据现有资料我们认为7岩体区中的IV号

异常有一定的找矿价值，应该进行钻探验证。

参考文献:

(4) 通过上述工作，充分说明了 TEM 方法在地质找矿中的有效性。为研究深层矿体分布规律提供了依据。

[1]何继善.可控源音频大地电磁测深[M].长沙:中南工业大学出版社,1990.

(上接 74 页)

表1 旋转因子矩阵
Table 1 Rotational factor matrix

变量	F1	F2	F3	F4	F5
W	0.400	-0.382	-0.182	-0.030	0.546
Mo	-0.051	-0.117	0.892	0.174	0.077
As	-0.038	-0.978	-0.004	0.074	0.038
Sb	0.036	-0.965	-0.028	0.045	0.031
Sn	0.265	0.345	0.699	-0.265	-0.219
Ag	0.765	-0.049	-0.026	0.532	0.205
Cu	0.910	0.002	0.065	0.120	0.159
Pb	0.065	0.036	0.031	0.113	0.904
Zn	0.912	0.030	0.066	-0.02	-0.021
Au	0.158	-0.081	0.049	0.957	0.068

铜下钼的矿化特点，认为在 Ht1-4、Ht1-5 异常处仍有可能发现以钼为主的矿体，Ht1-2 异常处有可能发现铜钼矿体。

带现象亦明显。因子分析结果反映了成矿作用的多期次的特点。

5 结语

参考文献:

通过土壤测量与岩石测量结果看出，刘来沟钼矿水平方向上异常以 Cu、Mo 异常为中心，Ag、Pb、Zn 诸元素异常分布于 Cu、Mo 异常周围，各指示元素水平分带现象明显。垂向上浅部以 As、Sb、Ag、Pb、Zn 为主，深部为 Cu、Mo，垂直分

[1] 史致元,周志恒,王立增等.吉林省中部大中型钼矿发现过程中勘查地球化学方法的应用效果[J].吉林地质,2008,(2).
[2] 欧阳宗圻,李 惠,刘汉忠.典型有色金属矿床地球化学异常模式[M].北京:科学出版社,1988.