

种作法是否合理,选用参数是否确切,以至所得结论是否可靠,有待于实践加以证明

最后,笔者对成文过程中提供帮助和资料的冶金部物探公司杨子江同志,地质部航空物探总队方迎光等同志,以及河南省地质局物探队、福建省地质局物探队等单位的有关同志表示感谢!

(编者按:在低纬度地区航磁数据作化极处理,效果不好,若改用“化赤道处理”,效果可能会好些。对此,本期发表的“利用归赤道换算法解释磁法资料”一文可供参考,见第37页。)

## 参考文献

- [1] 黄树棠、仇铭华等,闽南火山岩地区航磁数据处理方法的初步应用,物探与化探研究报导,第五期。福建物化探,1979年第二期
- [2] 仇铭华,应用频率滤波法和若干问题的讨论,物探与化探,1978,第六期
- [3] B. K. Bhattacharyya, Two-Dimensional Harmonic Analysis as a Tool for Magnetic Interpretation, Geophysics, Vol. 30, 1965

# 无参考线虚分量法及其地质效果

赵竹占

低频电磁法是一种寻找良导性矿体的普查手段。国外早在四十年代就已广泛采用了,并且得到良好的地质效果。多年来我国科研单位和地质院校为开展此方法,曾研制了多种低频电磁法仪器,由于种种原因都未能得到推广。近二年,我队应用武汉地质学院研制的DDW-1型无参考线虚分量仪,在几个矿区作了试验,取得较好的效果。实践表明:该方法理论比较成熟,仪器轻便灵活,工作效率高,成本低,并有对异常分辨能力强和不受接地条件限制等优点。

## 方法原理

众所周知,当地面放置一个线圈或回线并通以交变电流时,将在空间建立一交变电磁场(简称一次场)。地下良导性矿体在交变磁场作用下将产生感应电流(涡流)。此涡流也在空间产生一交变磁场(简称二次场或异常场)。在地面、井中和空中利用接收线圈和接收机测得其场强大小,根据二次场的分布特征,即可达到找矿目的。

从电磁场理论可知,导体在交变磁场激发下所产生的感应电压,与一次场强度、一次场的频率、导体的导电率和截面积成正比;与一次场相位差 $90^\circ$ 。我们把在一次场激发下所产生的并与其相位差 $90^\circ$ 的二次异常值称为虚分量 $ImH$ 。一般说来,产生虚分量异常的物理前提是必须有良导体,否则其值为零或者是由于地表低阻覆盖层干

扰引起的低缓背景值。

由于涡流场的互感作用,同时产生与一次场相位差 $180^\circ$ 的感应电压,我们称为实分量 $ReH$ 。在工作中我们人为地加入一个与一次场相位差 $180^\circ$ 的补偿场(亦称参考信号),将总场的实分量全部抵消,留下的部分就是虚分量,即二次场的纯异常值。

## 仪器简介

仪器包括一个发射机和一个接收机;发送、接收和参考线圈各一个。发射机功率15瓦,工作频率为400赫,1200赫,3600赫。发送线圈面积约 $0.8\text{米}^2$ ,相应的磁矩为245安匝米<sup>2</sup>,另有面积为 $8.5\text{米}^2$ 的大线框一个,以便扩大一次场的实际影响范围,增大探测深度。

接收线圈、补偿线圈和参考线圈一起组成接收线圈系统,用来补偿总场实分量,并将观测的虚分量信号送入接收机测量。

仪器工作原理的方块图见图1。在野外工作时,接收线圈与发射线圈分别放在地面一定距离的两个点,使两线圈面呈正交最弱耦合状态,以抵消一次场的影响。同时要求参考线圈面垂直于一次场呈最强耦合状态,使线圈能感应出最大电压信号。此信号与一次场相位差 $90^\circ$ ,经放大和 $90^\circ$ 移相后送入补偿线圈。在观测虚分量值时,只要校准补偿线圈所产生的磁场,使其与参考线圈所

接收的磁场有 $180^\circ$ 相位差,其大小与接收线圈所接收的一次场实分量相等,余下的最小场值就是纯异常虚分量的值了。

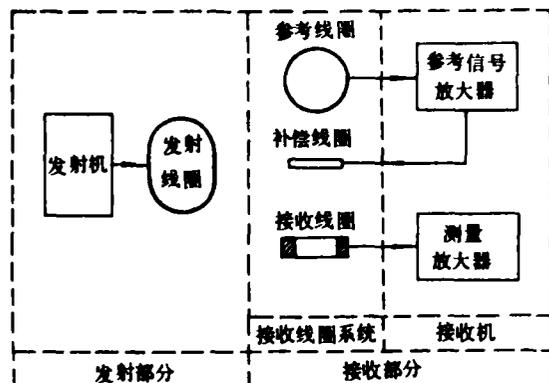


图1 仪器原理的方块图

国外所研制的许多同类型电磁法仪器,为观测虚分量值所需要的参考信号,大都从发射回路直接取得,以发射电流或发射线圈附近的磁场作相位标准,这样必须在接收机和发射机之间连结一条电缆线。这不仅给野外工作带来不便,而且电缆线和大地间分布参数的影响,还将减低观测虚分量值的可靠性。无参考线虚分量仪的优点在于去掉参考电缆线,采用参考线圈来取得一次场信号,并用磁补偿法达到观测虚分量异常的目的。

全套仪器晶体管化,用镍镉电池组作电源,重量轻、体积小,野外工作轻便灵活。

### 地质效果

(一) A 矿区 该矿产于北西向张性断裂(F<sub>9</sub>)中,属中—高温热液裂隙充填型。矿物以磁铁矿、黄铁矿、闪锌矿为主,致密块状,浸染状结构。矿脉宽1~10米,长1200余米,矿石磁性强度 $k = 1500 \times 10^{-6} \text{CGSM}$ ,  $J_r = 97800 \times 10^{-6} \text{CGSM}$ 。导电性较好 $\rho$ 约 $1 \Omega\text{m}$ ,围岩视电阻率一般为几百 $\Omega\text{m}$ 。

图2为15线 $1\text{mH}$ 剖面图。各种装置在矿体上方均有明显的虚分量异常反应,旁线(XZ)装置反映为一个右正左负的异常曲线(图2a),异常幅度不大,最大值为 $2.1\mu\text{V}$ ,极小值为 $-1.1\mu\text{V}$ 。在180点附近叠加一次级正异常,说明该异常由两个激发体引起。此结论在178点处用垂直线框装置

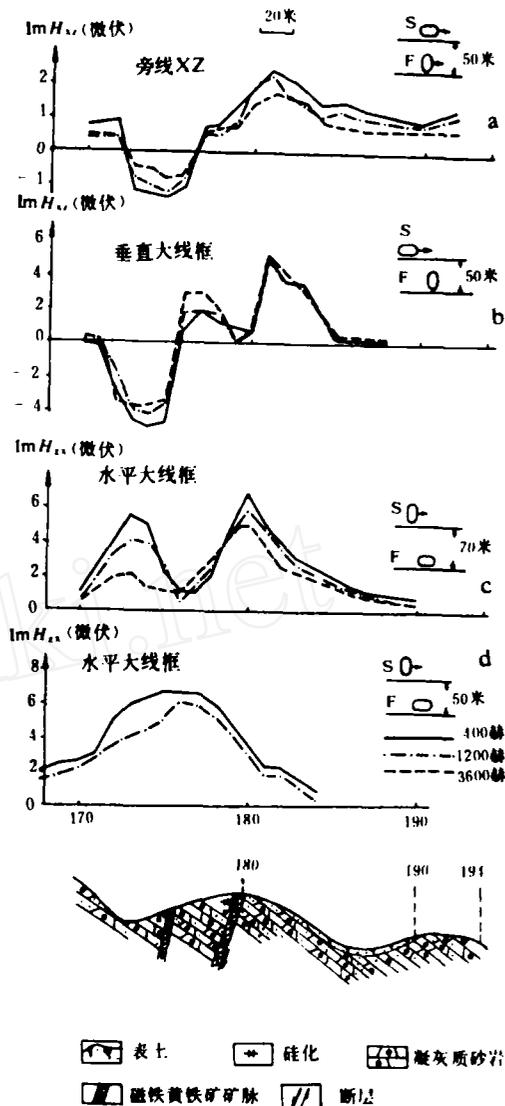


图2 A矿区15线 $1\text{mH}$ 剖面图

所测得的异常曲线(图2b)可以证实:曲线分离为两个异常,左侧为负异常,零值点在175点,右侧为正异常,零值点在179点处。为进一步证实此结论,在该点置一水平线框,所测得曲线呈一双峰马鞍型的两个独立正异常(见图2c),峰值分别为 $5.1\mu\text{V}$ 和 $6.8\mu\text{V}$ ,峰值点落于171点和180点,这充分说明该两处存在两条矿脉,矿顶位置应在水平线框测得的异常极大值处。若将水平线框移至175点,由于发射机远离180点,而直接对171点处的西矿脉激发,异常曲线很快收缩为一单峰(图2d),极大值为 $6.8\mu\text{V}$ ,说明此异常是由直接被激发的西矿脉所引起,而东矿脉由于远离激

发场，其二次场极微。

图3是在175点测得的频率特性曲线。从曲线上可见，该异常源的最佳频率约为1500~2000赫。

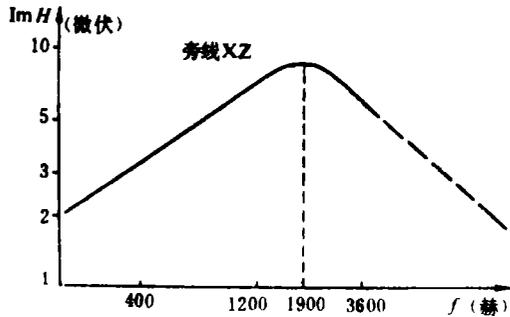


图3 175点频率特性曲线

(二) B矿区 矿体以黄铁矿为主，其次有黄铜矿、闪锌矿，矿脉宽2~10米，长500余米，倾角45~50°，矿脉中富矿品位为25~35%，贫矿一般为10.5~12.5%，平均为16%。

黄铁矿电阻率在0.2~180ΩM，视极化率为12~20%；围岩电阻率为1000~3000ΩM，视极化率小于5%。

测量结果见图4。用同线(XZ)装置测得的异常幅度大(图4a)，主异常落于108~100点之间，极大值为11μV，由于此装置抑制地表低阻覆盖影响能力差，故背景值就有4~5μV，但主异常在背景场上仍有明显反映。

当改用旁线(XZ)装置时，低阻覆盖影响得到有效的压制，背景值小于±1μV，矿体异常明显突出，最大值为10.6μV，位于102点处，曲线正负不对称，正值远远大于负值(图4b)，反映为一个向北倾斜的板状体。

图4c是在矿体内侧104点置一垂直线框观测到的两边负中间正的虚分量异常，正极大值为8.4μV，负极小值为-3.6μV，而在该点放置水平线框时，负极小值点落于100点(图4d)，恰为垂直线框场所观测到的零值点，说明该处约为矿体的顶部位置，与实测结果相符。

从517线所观测的各频率ImH异常曲线表明：三个频率异常分离明显，特别是3600赫。由于矿体的趋肤效应，致使虚分量值迅速下降，选取101点测得频率特性曲线(图5)，矿体最佳频率约在800~1000赫之间，属良导性矿体。

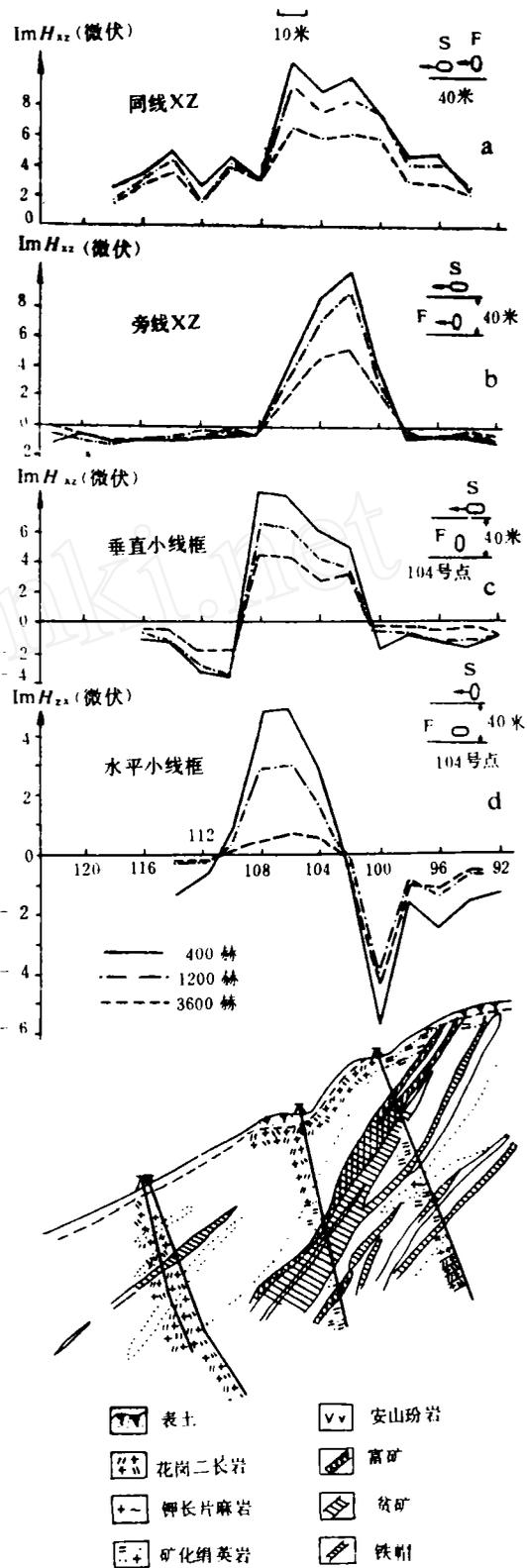


图4 B矿区517线ImH剖面图

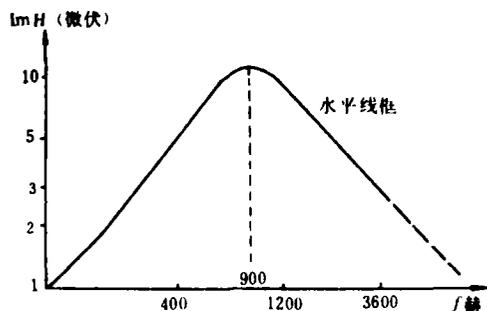


图5 104点频率特性曲线

### 结束语

(一) 本方法及仪器对致密块状良导性金属矿体, 如磁铁矿、铅锌矿、铜铅矿等都有明显的虚分量反映。

(二) 由于采用纯异常值的观测, 与观测处的一次场大小无关, 收发距不准确对观测值影响甚小, 更重要的是地形起伏不会产生假异常。

(三) 采用不同的装置来抑制低阻覆盖层影响和确定矿体的顶部位置、空间形态, 比其他方法方便有效。在表层电阻率较低的情况下, 采用旁线(XZ)装置和旁线(YZ)装置进行观测, 可以有效压低背景, 突出异常。

(四) 由于仪器采用三个频率进行观测, 可以绘制异常频率特性曲线, 能大致确定异常源的最佳频率、分析频率分离度来解释引起异常的地质体的导电性能好坏。

(五) 该仪器也和其他电磁法仪器一样, 在电磁干扰大的地区, 如有线广播、高压线、电缆线等, 对测量有较大的干扰, 有时甚至无法工作。

## 激发极化法在伏牛山铜矿的应用效果

江苏冶金地质勘探公司814队 何光兴

伏牛山铜矿早在1958年进行过勘探, 结果认为“矿体太小, 远景不大”予以放弃。后由冶金810队对该区再次进行远景评价。我为配合找矿, 曾投入1:2000的磁法、自电和化探工作, 但地质效果不佳。最后于1970年重点投入激发极化法, 测量结果, 不仅在已知矿体上, 而且在成矿有望地段发现了明显的 $\eta_s$ 异常, 经过钻探验证, 在新发现的异常位置见到矿体, 在深部也找到了新的盲矿。该区已勘探完毕, 证明是一个中小型铜矿。现将激电应用效果介绍如下。

### 矿区地质及地球物理特征简介

(一) 地质概况 主要地层有志留系砂页岩和细砂岩, 泥盆系石英砂岩, 还有二叠系灰岩和煤系。

火成岩主要有石英闪长玢岩、正长斑岩、闪长玢岩。石英闪长玢岩呈岩株状, 沿断裂构造侵入, 直接与灰岩接触, 形成夕卡岩及夕卡岩铜矿。

矿体主要赋存在中酸性侵入体与灰岩接触带的夕卡岩中, 或灰岩俘虏体夕卡岩内。矿体与夕

卡岩无明显界线。金属矿物以黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿为主。矿体一般呈扁豆状或薄板状。

(二) 地球物理特征 石英砂岩及灰岩的电阻率最高(1600~11000欧姆米), 砂页岩的电阻率为510欧姆米, 火成岩和夕卡岩为110欧姆米。夕卡岩含矿时其电阻率相应减小。根据电阻率和其他物探资料可以确定接触带及夕卡岩的空间位置。

矿石及含矿夕卡岩的极化率为15~25%, 围岩极化率一般小于2%。黄铁矿化石英闪长玢岩和石英砂岩的极化率为8.5~18.0%, 煤系的极化率为0.52~19.5%。可见矿石的极化率一般比围岩大三、四倍。所以激电在此具有找矿的地球物理前提。虽然有几种岩石的极化率也比较高, 结合其他物探资料综合分析, 是可以区分出矿与非矿异常的。

### 激电在本区的地质效果

为说明激电在本区取得的地质效果, 下面介绍几条异常剖面曲线。图中附有地质剖面、钻探