双频激电法在多金属矿上的应用效果

钮建辉[1], 蒋元安[2], 李　军[3]
(1. 新疆地矿局第二区调大队, 新疆 昌吉 831100; 2. 新疆地矿局第十一地质大队, 新疆 昌吉 831100;
3. 新疆地矿局物化探队, 新疆 昌吉 831100)

摘　要: 双频激电法轻便、快速、抗干扰能力强、稳定性好、观测精度高, 适合在交通不便、地形复杂的山区普查找矿, 运用实例说明其找矿效果。

关键词: 双频激电仪; 中梯装置; 偶极- 偶极; 应用效果; 混合法
中图分类号: P631. 324　文献标识码: B　文章编号: 1004-5716(2008) 09-0119-03

双频激电法是由中国工程院院士、中南工业大学何继善等研究提出的频率域双频激电的新方法, 同时研制成功双频道激电仪, 是我国首创的一种频率域激发极化仪器, 是用于金、银贵金属和铜、铅、锌等有色金属矿产资源勘查的一种新型仪器。本文通过笔者对双频仪的运用, 对双频激电法的地质效果及一些工作经验进行探讨。

1　方法原理

激电效应既可在稳定电流场(时间域) 中, 也可在交变电流场(频率域) 中观测到。物理学中, 时间和频率是密不可分的两个物理量, 国际单位制(SI) 中, 时间(s) 是基本的计量单位, 频率(s^{-1}) 只是时间的导出单位。反过来, 时间单位秒(s) 又是以铯原子的两能级间跃迁对应的辐射和频率(或周期) 来规定的。在线形条件下, 效应的时间特性和频率特性在数学上相互换算, 即在数学意义上是等效的。面极化的时间常数较大(在时间域中表现为充、放电速度较慢; 在频率域中则表现为在较低频率上幅频分散性明显和相位出现极值) 。相反体极化的时间常数较小(即充、放电速度较快, 或在较高频段上才出现明显的幅频分散性和相位极值) 。这样就可通过观测时间特性或频率特性来区分致密或网脉状结构的矿体和浸染状的非矿矿化所引起的激电异常。双频激电法就是用视幅频率来表征激发极化的。视幅频率 F_s 的含义是激发极化总场电位差的振幅因频率不同而引起的变化的百分率。表达式为:

$$F_s(\%) = [(\Delta V_L - \Delta V_H) / \Delta V_L] \times 100\%$$

式中: ΔV_H、ΔV_L ——高、低频电位差。

2　双频激电仪的特点

SQ- 3B 型双频道激电仪是同时供高、低两种频率电流的双频发送机和同时测高、低两种频率电位差的双频接收机。仪器抗干扰能力强、受电流变化影响小、观测速度快、工作效率高、轻便、灵活、多频组、装置轻便。双频激电仪设有 4 个工作频率组, 即 8Hz 及 8/ 13Hz; 4Hz 及 4/ 13Hz; 2Hz 及 2/ 13Hz; 1Hz 及 1/ 13Hz, 可根据不同地质条件和需要进行选择。工作电源采用电池, 考虑到成本因素, 我们野外采用自制电源。用一个 12V20AH 蓄电池, 经过 500V 逆变器进行升压, 再整流, 具体见图 1 工作电源示意图。

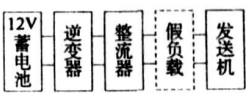

图 1　工作电源示意图

3　双频激电测量实例

实例是在一多金属矿区的工作, 剖面用中梯装置测量和磁测, 测深采用偶极测量, 工作频率采用 4Hz 及 4/ 13Hz, 中梯 AB= 600m, 偶极 AB= MN= 40m, n= 1~ 6。

3.1　地质概况

矿区处于唐巴勒—卡拉麦里古生代复合沟弧带中。区内断裂构造发育, 按其走向大致可分为近东西向断裂、北北西向断裂和北北东向断裂, 区内多期次不同类型的脉岩发育, 相互穿插, 主要有石英脉、细晶花岗岩脉、花岗斑岩脉等。

出露的地层为下石炭统姜巴斯套组(C1j) , 岩石为一套滨- 浅海相灰绿色、黄绿色陆源碎屑岩、火山碎屑岩, 其中上部夹少量的火山熔岩地层组合。侵入岩主要为华力西晚期石英闪长岩。地层与石英闪长岩体为侵入接触, 沿接触带及岩体内孔雀石化、蓝铜矿化、褐铁矿化、硅化较普遍。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

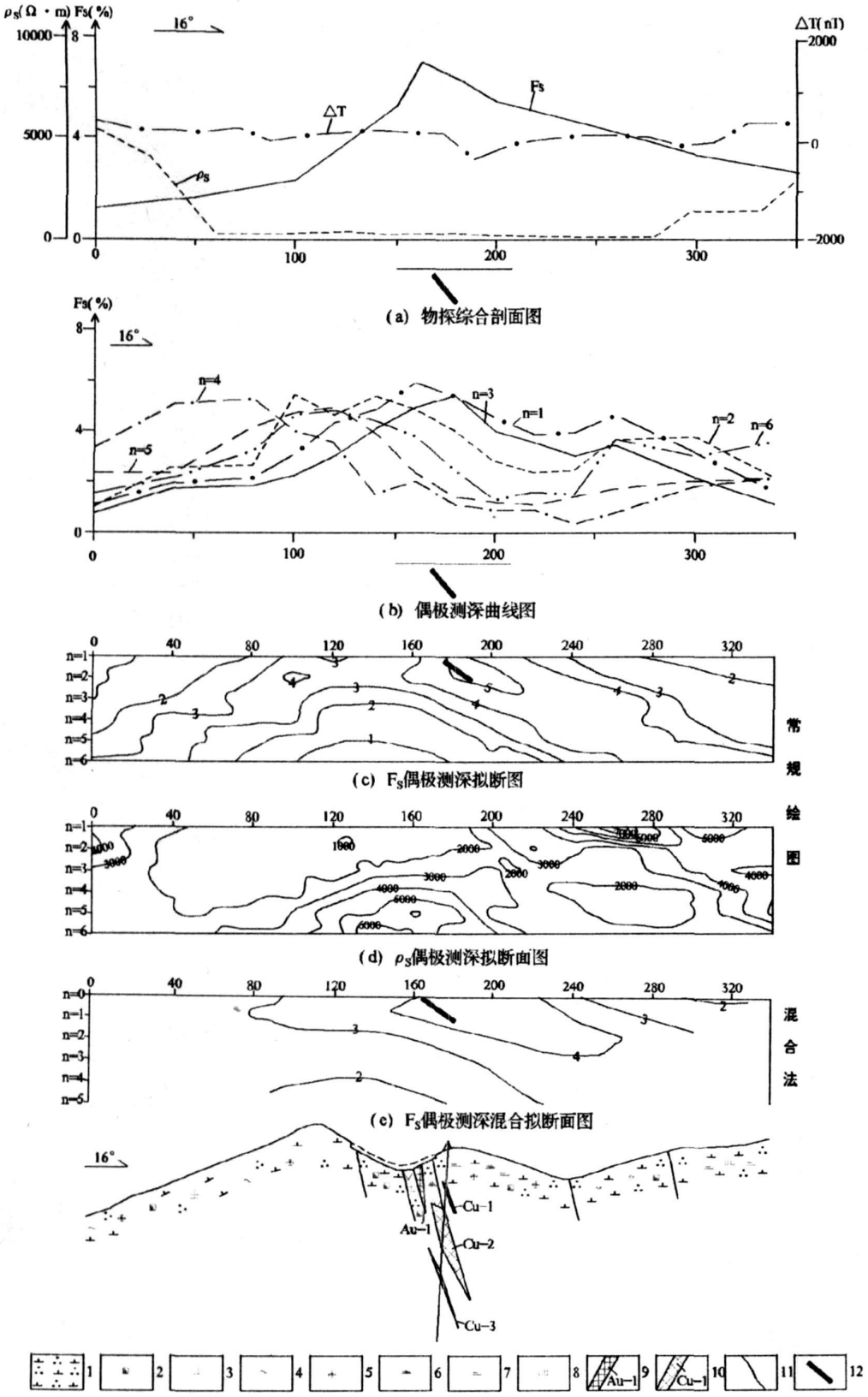

图 **2** 工区蚀变带地质物探成果图

1——石英闪长岩; 2——褐铁矿化; 3——高岭土化; 4——绿泥石化; 5——硅化; 6——孔雀石化; 7——绢云母化; 8——黄铁矿化; 9——金矿体及编号; 10——铜矿体及编号; 11——分层界线; 12——物探推测高极化体

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿床成因: 金矿体均处于北西西向断裂的上、下盘而靠进断裂面附近的张性裂隙中; 铜矿体产于石英闪长岩体顶部微裂隙系统(或热围隙构造) 中。金矿矿石构造主要为碎裂细脉—网脉状构造、铜矿石为星散浸染状、细脉浸染状构造。矿床具多期多种矿化特点, 依据次生石英岩和石英闪长岩中黄铁矿呈星散浸染状、细脉浸染状分布特征分析: 黄铁矿大致可推断有两期, 早期黄铁矿为半自形, 与次生石英岩同期, 此期有金、铜形成; 晚期黄铁矿为半自形—自形, 可能稍晚于次生石英岩, 成矿热液继续沿网状微裂隙或破碎带上升, 在石英闪长岩体顶部微裂隙系统中使早期铜矿化进一步富集而形成铜矿体, 同时含矿热液在次生石英破碎带内由于压力和温度的降低, 岩浆分泌出来的气- 水溶液携带着 Au 元素并将裂隙附近次生石英岩中的 Au 元素淬取出来, 沿构造裂隙进一步富集形成金矿体(使早期金矿化进一步富集而形成金矿体) 。石英闪长岩体内接触带的金矿是含矿热液沿岩体破碎带充填的产物。次生石英岩蚀变类型主要为绢云母化、硅化、黄铁矿化、黄钾铁矾化、高岭土化, 是中—低温热液作用的产物, 黄钾铁矾化、高岭土化多叠加于构造破碎带之上。

综合研究认为, 该矿床具多期多种矿化特点, 金矿体具有中酸性侵入体接触带型金矿的特点, 又具有破碎蚀变岩型金矿的特点, 铜矿体属斑岩型铜矿。

3.2　工区地球物理特征

3.2.1　岩矿石物性特征

矿区据主要岩性进行物性测定见表 1。从以上测定结果看, 矿化石英闪长岩视幅频率较高, 无矿化石英闪长岩视幅频率较低。因此在该区投入双频激电法, 物性前提是具备的。本区无发现碳质岩, 干扰因素少。

表 **1**　工区岩(矿) 石电性参数统计

岩(矿) 石名称	样品数	采集位置	ρ_s(Ω·m)			F_s(%)	
	块数		变化范围		平均值	变化范围	平均值
绢云母化石英闪长岩	26	探槽	500~ 1700		980	1.8~ 15.4	3.4
硅化石英闪长岩	18	探槽	600~ 1800		1120	1.6~ 4.6	3.1
灰绿色闪长玢岩	23	探槽	800~ 1800		1348	1.2~ 2.3	1.8
深灰色石英闪长岩	17	探槽	2000~ 4000		3250	1.1~ 2.0	1.4
灰色石英闪长岩	15	探槽	800~ 7200		4350	2.1~ 2.6	2.3

3.2.2　异常特征及解释推断

从图 2(a) 可见, 中梯剖面为单峰异常, F_s 峰值最大达 7.2% , 梯度变化大, 北侧曲线较南侧缓, 推断高极化体产状向北倾斜, 激电异常表现为高视幅频率、低视电阻率的特征。磁测曲线在激电异常处呈负异常为主的特征, 具断裂异常特征, 两侧为平稳的磁场特征。物探综合推断认为该高激电异常为破碎带中充填硫化物引起。

根据剖面我们进行了偶极- 偶极断面测深工作, 由图 2(b) 偶极剖面图中可知, n= 1~ 6 各曲线均呈不对称性的双峰曲线, 且次峰值在北侧。根据峰值和低阻体的特征判断极化体产状向北, 高极化体地表投影位置位于高、低峰值之间。

图 2 中(c) 、(d) 为视幅频率和视电阻率拟断面图, 从 n= 1~ 6 曲线随勘测深度的加大峰值也越弱, 视幅频率 F_s 断面等值线呈一不对称的“八”字形, 等值线密集程度不同; 当极距较小时 ρ_s 呈不对称的“U”型, F_s 曲线呈不对称的“Ω”型; 当 n 较大时 ρ_s 呈不对称的“W”型, F_s 曲线呈不对称的“M”型。电阻率 ρ_s 与视幅频率呈镜像关系, “八”形下部等值线呈“Ω”型; 曲线形态具有圆柱体的特征, 显示出了倾斜矿体具有的典型特征。在 180 号点处推测极化体埋深约为 40m。

图 2(e) 为混合拟断面图, 是在(c) 的基础上运用混合法进行编图, 使异常简单、清晰, 反映出了高极化体的轮廓和倾斜。

在 180 号点处进行钻探工作, 34m、60m 见到了几层富而厚向北倾的铜矿体, 并伴生有金, 100m 以下主要为黄铁矿。事实证明, 运用双频激电在该多金属矿上指明了矿体的赋存形状和产状及埋深, 其地质意义是明显的。

4　几点体会

(1) 由于新疆地区接地条件较差, 利用电池供电成本高、电池组重量也重, 可以采用 12V 蓄电池供电, 其充电方便(车载充电即可) , 成本低、重量轻。

(2) 利用不同深度的偶极装置所勾绘出的拟断面图, 可以有效地确定出极化体的倾斜方向, 不对称“八”字型反映了倾斜极化体上下盘场的梯度变化差异。

(3) 双频激电仪在普查找矿中发现异常比较快, 仪器轻便, 在山区地形差时极为有用。

(4) 近几年通过双频激电法在多金属硫化矿床上的应用实践, 能够快速圈定高极化体的分布范围, 初步查明极化体的产状、埋深和大致规模, 其找矿效果良好。

参考文献:

[1] 何继善. 双频道激电法研究[M]. 湖南: 湖南科学技术出版社, 1989.

[2] 何继善. 双频激电法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net