# 双频激电法在贵州大厂锑矿区的应用

赵 斌, 瓮晶波, 黄 松
( 中南大学 信息物理工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 介绍了双频激电法的工作原理和特点, 并讨论了在特殊多山的地质条件下双频激电法的工作频率选择和野外工作方法。从测量的结果分析, 双频激电仪完全能够适应贵州这种地形起伏的地质条件, 并能取得很好的效果。

关键词: 双频激电法; 视幅频率; 视电阻率
中图分类号: P631. 324 文献标识码: B 文章编号: 1004—5716( 2007) 02—0084—04

激发极化法是寻找矿产资源最为有效的一种地球物理勘探方法。与电阻率类方法相比, 其优越性表现为: 只有电子导体才能引起明显的激电异常, 地形或非极化岩石的不均匀性不会引起激电异常。激发极化法的这种鲜明的特点也使得其在地球物理勘探中得以广泛的应用。而双频激电法是在克服变频法的一些缺点而发展起来的。

双频激电法主要用来寻找铜、多金属等硫化矿床以及相应的伴生有色金属、稀有金属和其它矿床, 也可以寻找磁铁矿、有极化效应的赤铁矿和镜铁矿、锰矿等黑色金属矿床。此外, 还可以寻找煤、石墨矿和地下水资源等。

下面将从双频激电法的工作原理、野外工作方法以及数据处理等方面来介绍。

## 1 双频激电法的原理

在频率域研究激发极化, 至少要测定两个频率的激发极化响应。为了获得明显的激发极化效应, 其中一个

---

其最大值不存在, 那么 $V_1 = V_2 \cdots\cdots = V_n = \frac{w}{n}$ 必然就是最后的解了。

最后, 综上所述, 结合实际, 做一个简单的补充, 以最简单的单三角测量为例。已知, 同精度观测值

$\angle A = 50°22'35''$

$\angle B = 59°20'15''$

$\angle C = 70°17'01''$

求三个观测值的平差值。

依据条件列程:

$\angle A + V_a + \angle B + V_b + \angle C + V_c = 180°$

$V_a + V_b + V_c = 180° - (\angle A + \angle B + \angle C) = 9''$

这里只有一个方程却有三个未知量, 显然有无穷多个解, 例如:

$V_a = 1'', V_b = 1'', V_c = 7''$

或: $V_a = 2'', V_b = 2'', V_c = 5''$

… …

但是依据上面的条件极值的理论, 我们只会选择这组解 $V_a = V_b = V_c = 3''$, 因为这种是先在符和条件的前题下, 计算出来的唯一解, 所以, 它肯定满足我们所需要的条件, 即 $\sum_{i=1}^{n} V_i^2 = \min$。

事实上, 我们可以做个简单的计算, 当 $V_a = 1'', V_b = 1'', V_c = 7''$ 时, $\sum_{i=1}^{n} V_i^2 = 51''$; 当 $V_a = 2'', V_b = 2'', V_c = 5''$ 时, $\sum_{i=1}^{n} V_i^2 = 33''$; 而当 $V_a = V_b = V_c = 3''$ 时, $\sum_{i=1}^{n} V_i^2 = 27''$。

依据条件极值的理论, 利用拉格朗日乘子法, 可求出函数的极值, 至于到底是极大值还是极小值, 则需要结合问题本身的数学、物理意义及实际背景。条件极值理论可帮助我们方便的解决一些理论上的难题, 更重要的是, 在工程建设及实际生活中条件极值理论在节省成本、节约材料方面有很大的实用价值, 这在提倡节约型社会的今天尤其具有现实意义。

参考文献:

[1] 黄加纳. 测量平差基础[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1999.

[2] 清华大学数学系. 微积分 III[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

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

电流的频率充分低( 记为 $f_L$) , 这时地下介质得到充分的激发, 测得的 $\Delta V(f_L)$ 中含有足够的 IP 电位( 即二次电位) , 相当于时间域里的 $\Delta V(T-\Delta t)$; 另一个电流的频率充分高[ 记为 $\Delta V(f_H)$] , 使得地下的介质来不及产生激发极化, 测得 $\Delta V(f_H)$ 接近于 $\Delta V_1$。

在频率域中, 用视幅频率( 记为 $F_s$) 来表征激发极化, 定义为:

$$F_s(\%) = \frac{\Delta V(f_L) - \Delta V(f_H)}{\Delta V(f_L)} \times 100\%$$

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。

早期的频率域激电, 为了向地下供两种频率的电流, 采用分两次供电的方法。但是分两次供电、两次测量, 增加了占用时间, 也增加了供电、测量间的联系, 又降低了效率, 并且两次测量是在不同时间进行的, 受各种偶然因素影响大, 观测精度不易提高。

双频激电的中心思想是把两种频率的方波电流叠加起来, 形成双频组合电流, 同时供入地下, 接收来自地下含有两个主频率的激电总场的点位差信息。

双频激电不需要在断电后测量二次电位, 要求的供电电流比时间域小几十倍, 因而装置轻便, 效率高; 双频激电也不需要变频, 进一步提高了效率。又因为同时供电, 同时测量, 从而提高了精度。

## 2　矿段地质简况

大厂锑矿位于贵州省晴隆县境内, 距晴隆县城 50km, 通公路, 交通尚方便。锑矿产于二叠系上统龙潭组硅质岩、硅质粘土岩以下, 二叠系下统茅口组灰岩之上。鸡丝箐矿段出露地层至上而下为: 第四系残坡积层; 二叠系上统龙潭组硅质岩、硅质粘土岩; 玄武岩; 含黄铁矿化粘土岩; 锑矿层; 二叠系下统茅口灰岩。

鸡丝箐矿段锑矿呈似层状, 产于龙潭组底部, 厚度 1m 到数十米, 平均厚度约 20m, 矿体走向长约 100m, 宽约数十米。矿石矿物主要为辉锑矿, 伴有黄铁矿化。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、萤石化。矿石品位 0.7% ~ 40% 。

矿体( 矿化) 受断裂构造的控制, 主要赋存在边山断层附近的次一级小断层的交汇部位。

## 3　双频激电野外工作

激电采用 SQ- 3C 型轻便双频激电仪, 观测采用 2 频点( 4Hz, 4/ 13Hz) 。一区极距及点线距如下: 中梯供电极 AB 长 800m, MN 40m, 线距 30m, 点距 20m。测深 AB/ 2最大 200m。二区极距及点线距如下: 中梯供电极 AB 长 600m, MN40m, 线距 30m, 点距 20m。测深 AB/ 2 最大 240m。

## 4　异常特征及其推断解释

正是基于本区有着开展双频激电法的地球物理前提, 激电剖面采用中间梯度装置, 剖面的方向以及电测深点的布极方向在地形条件允许的条件下尽量垂直( 或沿着) 含矿层走向。采用罗盘定向, 测绳定点, 结合1∶ 5000 地形图, 把剖面和电测深点的位置扣合到图上。从当地已开采的矿区来分析, 大部分矿层埋深在80m左右。图 1 为本矿区工作 2 区双频激电视幅频率异常平面图, 从图 1 中可以看出: 0 号点与 10 号点之间出现了明显的异常。图 2 为本矿区工作 1 区双频激电视幅频率异常平面图, 同样从该图中可以看出: 2 号点与 8 号点之间产生了明显的异常, 而且异常有向东延伸之势。而实际向东不远出有一个正在开采的锑矿矿洞, 这样在一定程度上也证明了本方法在该区开展应用是切实可行了。

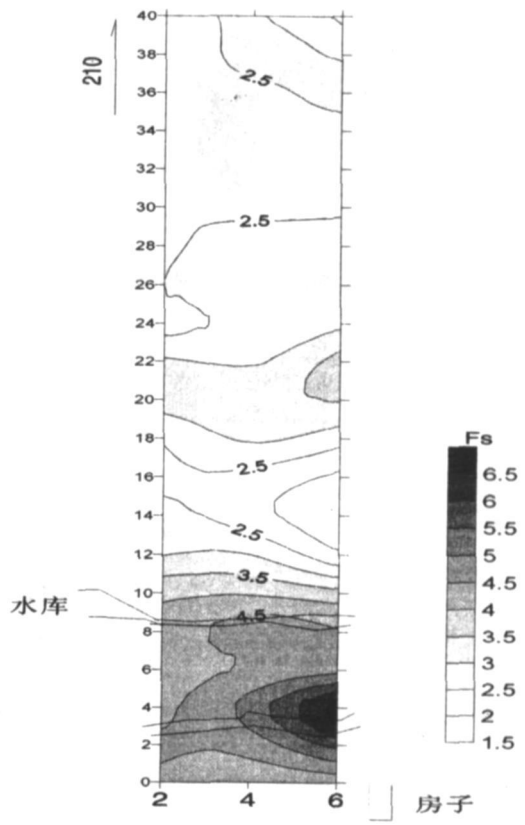


图 1　1 矿区双频激电视幅频率异常平面图

而在异常比较明显的区域我们进行了少量点的测深, 图 3 为工作 2 测区 4 号线 4 号点的视幅频率测深曲线, 而图 4 为工作 2 区 4 号线 4 号测点的视电阻率曲线, 从图 3 和图 4 可以明显地看出, 在地下埋深 70~ 100 之间的视幅频率明显升高而相应的视电阻率曲线则有明显的下降的趋势。而这正是矿层异常的明显反应。

而图 5~ 12 则为工作 2 区 2~ 8 号点的视幅频率测

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

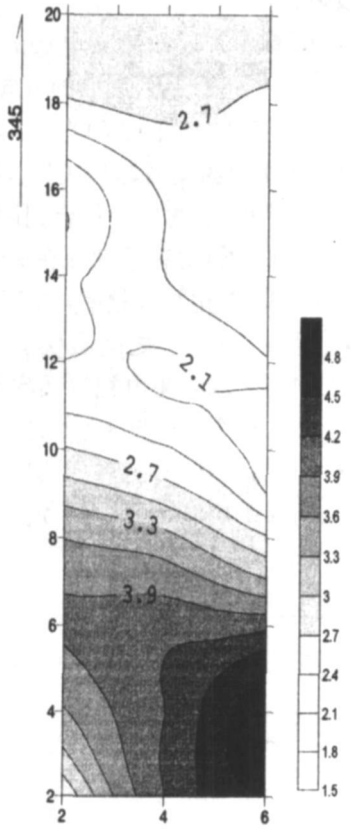


图 2　2 矿区双频激电视幅频率异常平面图

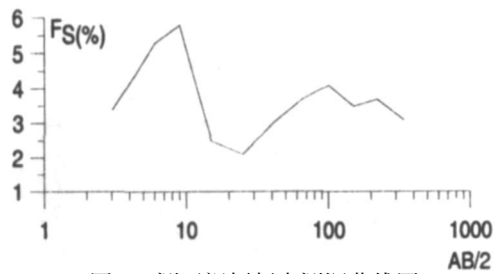


图 3　测区视幅频率测深曲线图

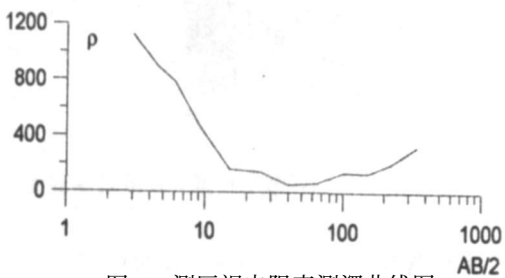


图 4　测区视电阻率测深曲线图

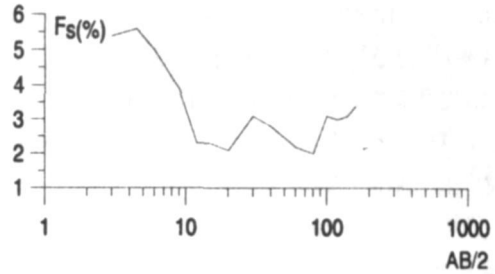


图 5　2 号点视幅频率测深曲线

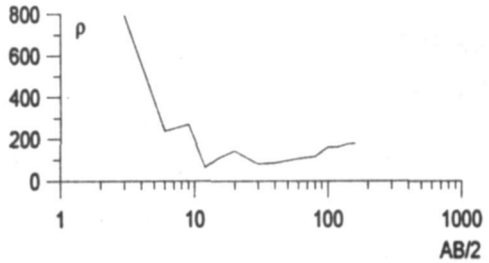


图 6　2 号点视电阻率测深曲线

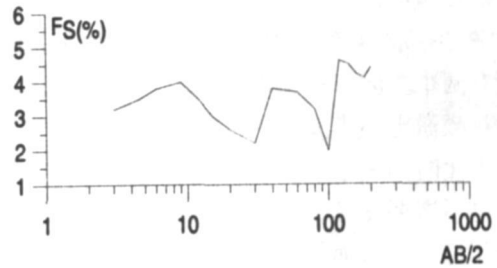


图 7　4 号点视幅频率测深曲线

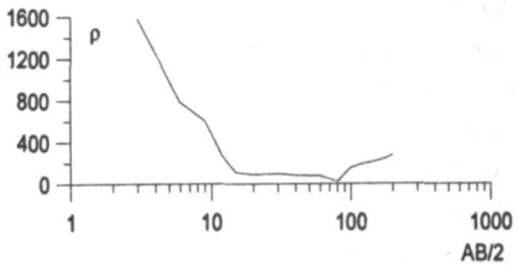


图 8　4 号点视电阻率测深曲线

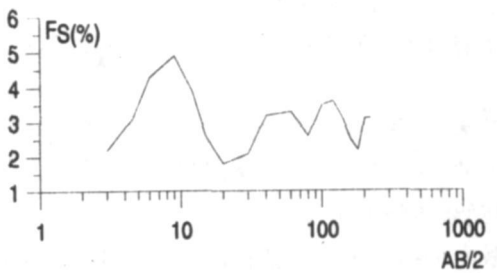


图 9　6 号点视幅频率测深曲线

深曲线和视电阻率测深曲线。从上面组图可以看出, 地下埋深 70~ 100m 之间为低阻高极化异常区, 正好与图 2 的视幅频率平面等值图相对应。而图 13 为工作 2 区 6 线视幅频率测深断面图, 从图中可以明显地看出, 在地下埋深 100m 左右 2~ 6 号点之间属于明显的异常区域。与前面两组图中的异常区域形成了相互对应。

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

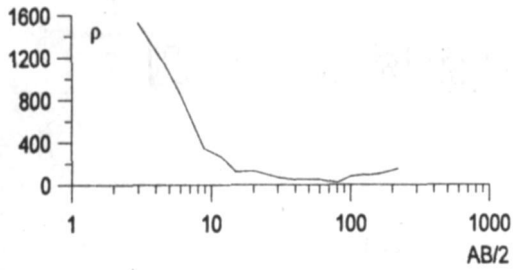


图 **10**　**6** 号点视电阻率测深曲线

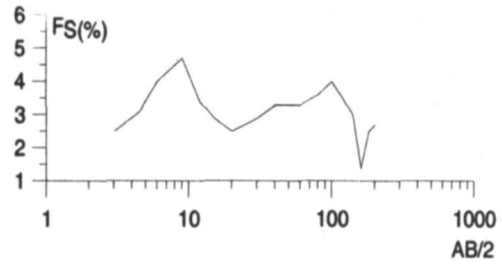


图 **11**　**8** 号点视幅频率测深曲线

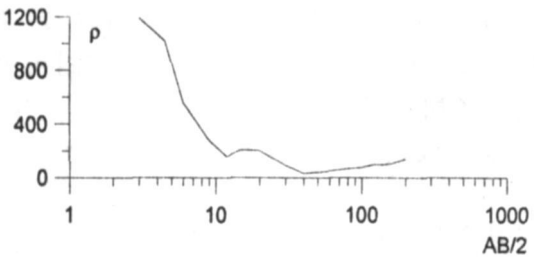


图 **12**　**8** 号点视电阻率测深曲线

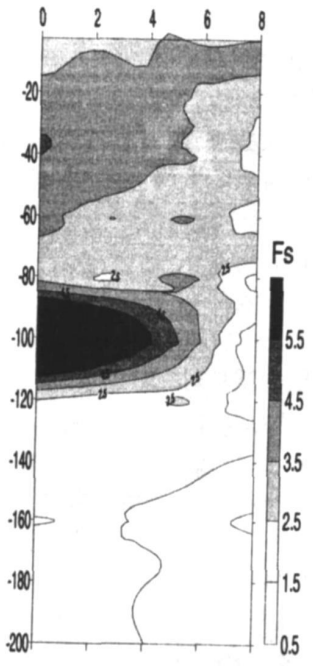


图 **13**　工作 **2** 区 **6** 线视幅频率测深断面图

## 5　结论与建议

(1) 通过本次工作的进展, 我们认为双频激电法在该区寻找锑矿可以取得较好的地质效果;

(2) 由于环境、气候与地形的原因, 在贵州开展相应的地质、物探工作, 经常会碰到很多困难, 所以在本区开展物探工作的时候, 前期工作是否准备的充足将直接决定着工作能否开展的顺利。所以开展物探工作之前, 要充分搜集到已有相关的地质方面的资料, 这样将给野外工作带来很大的便利。

(3) 我国地域广阔, 因此双频激电法在工作设计与野外时间中应根据地质任务要求、矿体埋深、及地电条件等因素的不同来选择装置类型、工作频率、测线距大小等。这样才能充分发挥双频激电法的优势, 取得有效的地质成果。

参考文献:

[1] 何继善. 双频激电法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.

[2] 中南矿冶学院物探研究室. 金属矿电法勘探[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1980.

[3] 傅良魁. 电法勘探教程[M]. 北京: 地质出版社, 1983.

[4] 柳建新. 双频激电法及其在示范区的应用[J]. 中国地质, 2001(3).

[5] 何继善. 频率域激发极化法中的双频道幅频观测[J]. 物探与化探, 1984(4).

[6] 姜义生. 用于地质勘查中的双频激电法[J]. 铀矿地质, 2000(7).

**The application of the dual frequency induced polarization method in antimony ore deposit in Dachang area of Guizhou**

ZHAO Bin, WENG Jing-bo, HUANG Song

*(School of Info-physics and Geomathematics Engineering, Central South University, Changsha Hunan 410083)*

**Abstract:** This paper introduced the basic principle and the dual frequency induced polarization method and analysis the choice of work frequency and fieldwork method of dual induced polarization method in special geological. From the results of this work, it is concluded that the instrument can entirely be applied in Guizhou with high altitude and more hills.

**Key words:** dual induced polarization method; apparent amplitude frequency; apparent receptivity

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