系列讲座(续)

瞬变电磁法野外工作方法

静恩杰 李志聃

(中国矿业大学地质系 徐州 221008)

摘要:本讲重点介绍瞬变电磁法野外工作方法与技术。主要讲述野外施工技术、测量装置形式及翼常曲线特征、以及观测中常见的干扰及其控制方法。

1 测量装置

瞬变电磁法地面测量装置有以下几种:

(1)单线框装置 单线框装置是瞬变电磁测量系统中最简单的一种,其主要特点是发射器和接收器为同一线框,既做为发射框,同时又作为接收框。线框形状可以是正方形,亦可为矩形,线框边长一般在200m之内,视具体情况而定(图1a)。

(2)共线框装置 共线框装置是指发射框和接收框具有完全相同的几何形状和尺寸,但两线框相互独立布置在同一位置上(图1b)。

(3)环式线框装置 接收线框位于发射线框内中心位置的形式称环状线框装置,其尺寸比发射框小的多,通常接收线框由多芯导线组成多扎线框,由每个单扎线圈可看作是一个磁偶极子,因此这种接收器又称偶极接收器(图1c)。

(4)分离式线框装置 发射线框与接收线框保持一定距离分别布置的测量系统称分离式线框装置。该装置有两种形式,一种是发射和接收线框尺寸大小完全相同,另一种是接收线框为偶极接收器(图1d)。

(5)双线框装置 双线框装置是由两个大小相同,平行而相邻的线框并联构成。该装置如图1e所示,双线框即做发射线框,又做接收线框,工作方式类似于单线框装置;发射和接收线框分别由两个大小相同而又独立的双线框组成,工作方式类似于共线框装置。双线框装置抗干扰能力强,但施工不方便,使用时受到限制。

(6)固定发射移动接收装置 该装置由一个固定的大线框和一个可移动的多绕层小线框组成,大线框为发射框、小线框为接收框。发射线框通常为矩形,长边约600m以上,有时可达1~2km;接收框,通常为正方形,边长在1m以内;观测点可布置在发射框内或外。该装置可通过调节接收线框方位进行三分量观测,是目前较普遍的观测方法之一(图1f)。

2 瞬变曲线特征

采用不同观测装置观测瞬变场时,所获得的瞬变曲线具有不同的特征,图2给出了良导直

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

立脉状体上方不同装置形式的磁场曲线异常特征。假设各装置的发射框与接收框之间中心点连线与岩脉的走向垂直,其对应磁场剖面异常曲线特征如下:

(1)单线框、共线框和环式线框　在直立岩脉上方两侧出现双峰正翼常,其波谷位于岩脉顶部中心(图 2a)。

(2)分离式线框装置　在岩脉顶部为单值负翼常,并介于两个正翼常之间(图 2b)。

(3)双线框装置　三峰正异常,最大正异常位于岩脉顶部,两侧为低值正翼常(图 2c)。

固定发射移动接收式:磁场垂直分量曲线在脉体顶部出现正、负异常,在靠近发射框一侧为正异常,负异常位于远离发射框一侧,正负异常之中点对应岩脉顶部中心位置(图 2d);磁场水平分量曲线为一对称单峰正翼常,峰值点对应岩脉顶部中心(图 2e)。

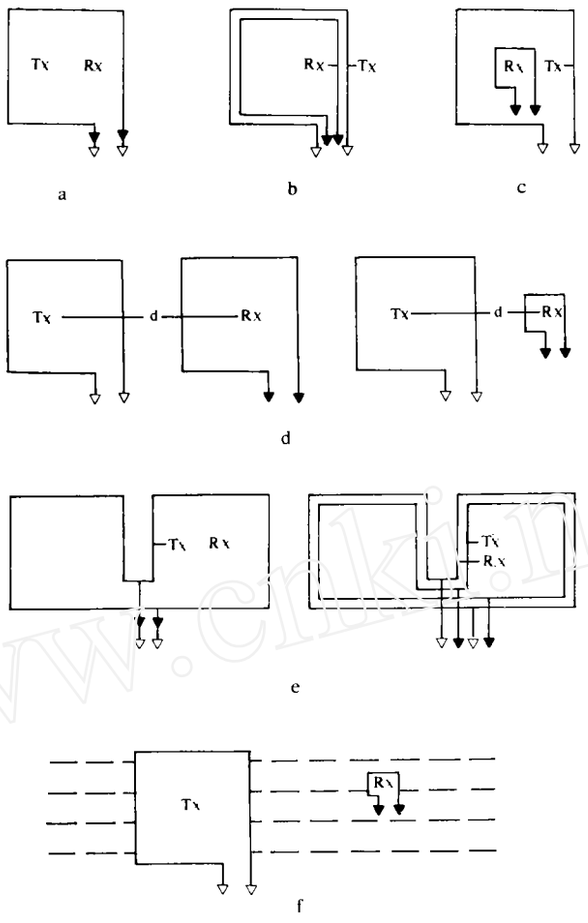


图 1　瞬变电磁法测量装置示意图

a —单线框装置;　b —共线框装置;
c —环状线框装置;　d —分离式线框装置;
e —双线框装置;　f —固定发射移动接收装置;
T x —表示发射线框;　R x —表示接收线框。

3　施工技术

瞬变电磁法野外施工要注意两个问题,即装置选择和测网设计。该两问题需根据具体地质情况、勘探的目的和要求,通过野外试验来确定,这里仅就其共性问题加以介绍。

3.1　测量装置选择

共线框、环式线框和固定发射移动接收装置是电磁法勘探使用较多的测量装置。前两种装置具有施工方便、信号较强的特点,但翼常较复杂,浅层影响较大。后一种装置的特点是异常易分辨,浅层影响小,但布设发射线框费时,尤其是地形起伏地区。由于发射框固定,测量过程简单、快速。目前较为流行的共线框和环式线框尺寸为 100m×100m,固定式大线框有两种,分别为 300m×600m 和 400m×800m。其中环式线框和固定发射移动接收装置的多绕层接收线框一般为 0.5m×0.5m 或 1m×1m,其线框绕数在 300～500 扎之间。根据线框尺寸大小,共线框和环式线框装置又称为小线框装置,固定发射移动接收式装置又称为大线框装置。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

一般来说，大线框发射可产生较强的一次场，探测深度较大。理论上可以证明，大线框装置可获得较高信噪比，假设 r_s 和 r_n 分别为接收线框到地质目标和浅层非均匀干扰源间的距离，则采用大线框装置和小线框装置所获得的信噪比分别近似为 $(r_n/r_s)^4$ 和 $(r_n/r_s)^6$。此外，采用大线框装置可以进行三分量观测，有利于资料对比和解释。因此，固定发射移动接收式装置已成为目前较为流行的瞬变电磁法的野外工作方法。

3.2 测网设计

测线方向和点、线距是测网设计的主要内容。一般来讲，测线方向尽量与预测地质体走向垂直。当采用固定发射移动接收装置时，发射线框长边应平行地质体的走向，这样可获得最佳电磁耦合。点、线距一般取决于勘探目的和探测地质体的大小，通常在普查阶段，线距应小于地质体走向长度，点距应保证有两个异常点的记录；在详查时，线距应小于地质体走向长度之半，点距大小应保证至少获得 6～8 个异常记录。

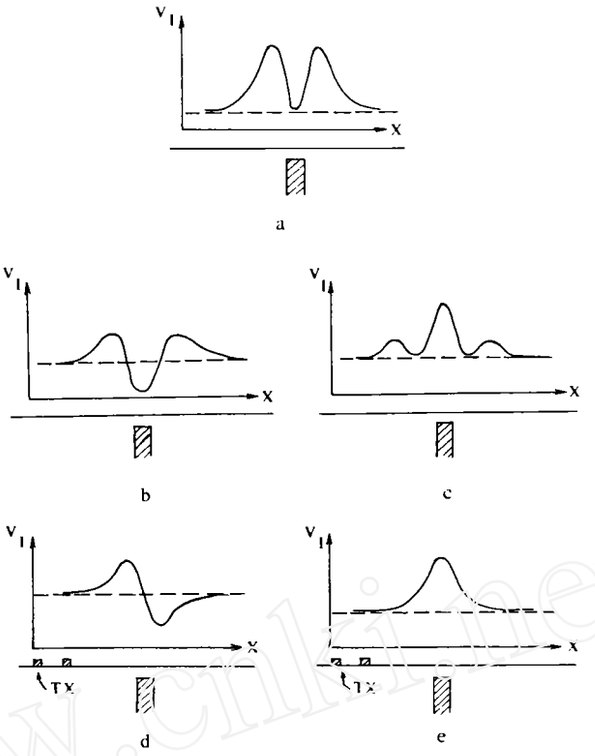


图 2 直立良导脉瞬变磁场剖面曲线

a —单线框、共线框或环式线框装置；b —分离式线框装置；c —双线框装置；d、e —固定发射移动接收装置的垂直和水平分量曲线

当采用共线框和双式线框装置进行普查时，相邻测点线框一般不重叠（图 3a），点距一般等于线框边长；详查时，相邻测点线框可重叠百分之五十（图 3b）。当使用固定发射移动接收式装置普查时，线距通常为 800m，点距为 50m；详查时，线距多为 100m 或 200m，点距为 25m。

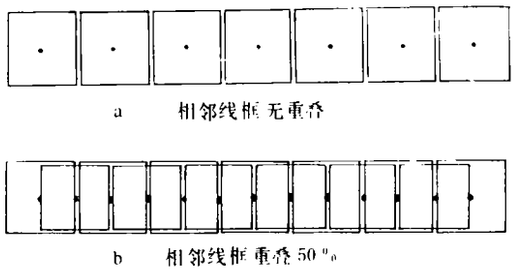


图 3 共线框装置测量方法示意

4 干扰与控制

瞬变电磁法野外观测中常见干扰有两种，一种是人设施的干扰，另一种是电磁噪声。人文设施干扰主要包括工业电线、地下金属管道等，对这些金属体位于发射线框附近时，可被激发而产生瞬变电磁干扰翼常，使获取的资料变为复杂。通常采用在干扰源为中心与原发射线框相对称的位置放置另一个相同的发射线框来控制人文设施干扰，采用该措施可大大降低干扰信号。电磁噪声主要来源于天电、动力电（50Hz 或 60Hz）、甚低频无线电台（10～25Hz）等，这些

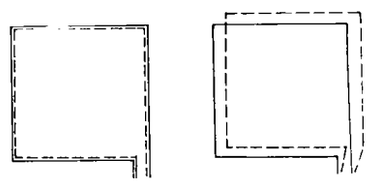


图 4 共线框装置排除干扰方法示意

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

干扰源亦可在接收线框中产生干扰电磁信号。但是由于这些干扰源都有较固定的频率范围，规律性较强，因此在较新型的数字瞬变电磁仪中都采用了多次迭加式滤波的方法使这些干扰得到有效的压制。

此外，当使用共线框装置测量时，有时还会遇到发射线框与接收线框之间的电磁干扰，此时，应将二者分离 2～3m 为宜(图 4)。

参考文献

1　JSV uan Ziji and E. O. Kostlin. The electromagnetic method: South African Geophys. Assoc. 1985.

2　Buselli, G. , McCracken, K. G. , and Rutter, H. Manual for SIROTEM field procedures and data interpretation :CSIRO Australia. 1985.

3　Jing, E, Modelling clectromagnetic responses of 3－D earth structures :ph. o . thesis, Univesity of Melbourne. 1995.

4　Nabighan, M. N. and Macnae, J. C. Time domain electromagnetic prospecting metkods in Nabighian, M. N. , Ed. , electomagnetic methods in applied goopbysics, Vol. 2: investigations in Geophysics, Soc. Expl. Geophys. 1991.

5　Grant, F. S. , and West, G. F. , Interpretation theory in applied goophysics:McGraw－Hill, New York. 1965.

(1995－06－13 收稿)

＊＊

(上接第 87 页)

断层，并尽力查出 3m 以上的小断点。初步解释处理成果，发现一些 3～5m 的断层，确定其平面位置误差在两个 CDP 道间距内，且煤层底板深度与钻探资料对比误差小于 1%。

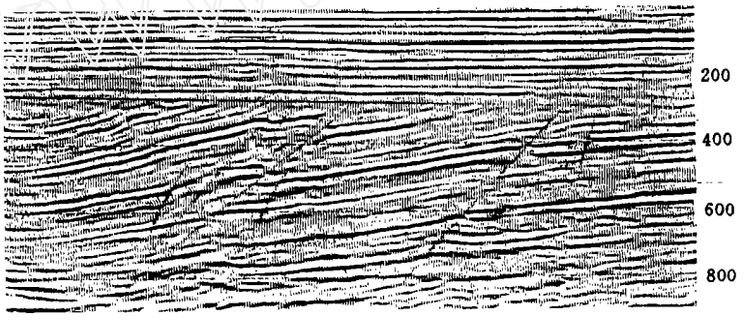


图 6　三维垂直剖面图

4　结语

该处理系统模块功能齐全，算法先进，运行高效。它可将许多叠后处理工作移到叠前来做，并能完成真三维地震数据处理；还能做孔间地震、横波三分量和岩性反演等特殊处理。从而提高了成果解释精度，为查明更小的断层、陷落柱和更准确地圈定主要可采煤层的分叉、合并、尖灭、缺失等宏观变化提供了可能性，确保矿井设计使用更准确可靠的地质资料。

生产试验过程中，勾精为总工程师多有指导；陈加林、王石生同志提供了部分成果剖面；文中一些观点是与我所武喜尊、杨广宪等同志切磋后总结的。在此深表谢意！

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net