

中国西北部分地区大地电磁 测点布设条件探讨^{*}

刘宝勤, 安海静, 屈健鹏

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 根据多年来在中国西北地区进行大地电磁测深工作的实践, 从仪器、野外地形和干扰因素 3 个方面探讨了测点的布设条件. 对仪器的布设方式进行了分析; 分析了山区和盆地大地电磁测深资料的差异, 提出了测点布设应注意的问题; 给出了 2 个测点受电磁干扰的具体资料, 和避开干扰源重新选择测点的观测效果. 认为仪器抗干扰能力是有限度的, 如果干扰信号和大地电磁频谱相接近, 则很难被仪器的抗干扰能力所抑制.

关键词: 西北; 大地电磁测深; 干扰排除; 测点布设

中图分类号: P631.3⁺25 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2001)01-0078-04

0 引言

大地电磁测深方法是一种利用天然电磁波作为信号源的地球物理勘探方法, 天然电磁场信号比较微弱, 与各种干扰信号混杂在一起, 不易分辨. 另外, 地壳介质的水平非均匀性也会造成大地电磁测深视电阻率曲线的畸变, 为此, 人们不断地对数据处理和反演方法进行研究, 以求获得反映地壳深部结构的较可靠的信息. 作者根据多年的野外工作实践认为, 上述研究对于排除大地电磁测深观测中的干扰固然重要, 然而在野外实际观测中如何合理地布设测点, 对于排除干扰也是十分重要的. 在本文中, 作者根据在西北地区进行大地电磁测深的实践, 对测点的布设条件进行了探讨.

1 观测仪器与电极布设方式

兰州地震研究所大地电磁测深组自 60 年代中期组建以来, 先后采用了 3 代不同的野外观测仪器. 1970~1974 年使用以静磁原理为基础的大地电磁模拟仪. 1974~1986 年使用以感应原理为基础的大地电磁模拟仪. 1987~1997 年使用从德国 Metronic 公司引进的 MMS02E 型数字化大地电磁测深仪. 1997 年至今使用的是美国 EMI 公司生产的 MT-1 数字化大地电磁测深仪.

在工作中对于不同仪器采用了不同的布极方式. 对于 MMS02E 型仪器采用了“十”字形布极方式, 见图 1. 电极极距原要求为 50 m, 极坑约深 40 cm. 考虑到电极距大所获得的信

收稿日期: 2000-04-18

^{*} 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC2001003

作者简介: 刘宝勤(1955-), 男(汉族), 河南三门峡人, 工程师, 现主要从事大地电磁测深观测和研究工作.

号信噪比就比较高, 后来将电极距提高到 100 m. 使用的电极是硫酸铜不极化电极. 与铅板电极相比, 它具有稳定快、稳定性好和易埋设的特点. 其缺点是硫酸铜溶液易被地下土壤吸收, 需要经常添加溶液, 大约 4~5 天就要加一次.

经过多年试验, 发现在埋入电极前, 应先在极坑内加入盐水并将极坑土合成泥浆状, 再埋入电极. 这样盐水中的氯化钠离子能保证土壤与电极有很好的接触, 从而提高电极极化的稳定性.

MT-1 型数字化大地电磁测深仪是美国 90 年代中期产品, 它在观测范围、抗干扰能力、野外数据实时处理、多功能软件系统、以及携带使用轻便灵活等方面均优于 MMS02E 型仪器. 在野外观测中采用了“L”形布极方式, 只需 3 个电极, 其中一个是用电极, 见图 1.

过去由于仪器技术条件的限制, 尽量避免采用“L”形布极方式, 原因是采用“L”形布极方式往往容易产生寄生耦合电压, 并在作极化补偿时相互影响. 而 MT-1 型大地电磁观测系统设计了一个电场信号调节器(EFSC), 能够使 2 个电偶极子共用一个电极, 在技术上解决了耦合电压产生的影响, 这样就方便了野外工作.

关于电极系统, 使用了一种新型电极——固体不极化电极. 它是由兰州地震研究所陆阳泉研究员研制的, 现已经通过了中国地震局组织的鉴定. 经鉴定认为, 该电极达到了国际先进水平. 该电极极差电位小, 稳定性好, 使用时间长, 携带方便, 免去了硫酸铜电极繁琐的配溶液、装配电极和平极差等工作.

2 野外地形与测点布设

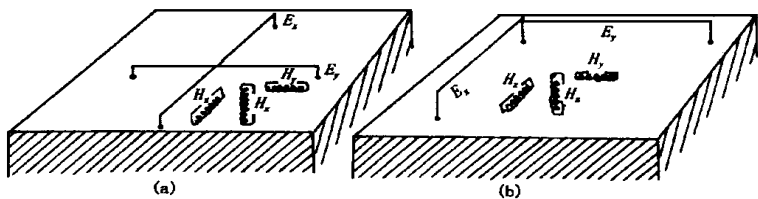
目前, 大地电磁测深资料反演解释工作仍然是一维的, 其结果存在很大的局限性. 由于地壳介质在水平方向是非均匀的, 因此往往会引起大地电磁测深曲线产生严重畸变, 使反演结果失真.

中国西北地区地域广阔, 地形复杂, 电性结构差异性较大. 在地形较平坦开阔的地区, 如一些较大的沉积盆地(如柴达木盆地等), 其内部大地电磁测深曲线形态基本相同, 畸变程度小, 曲线前支趋于吻合(图 2)^[1]. 而在盆地边缘的山区曲线分离较大, 曲线畸变程度也大(图 2). 由图 2 可见, 在盆地内 $\rho_{yx} > \rho_{xy}$, 而在大罗山地区 $\rho_{xy} < \rho_{yx}$.

山区的大地电磁测点布设条件比较差, 需要寻找相对平坦的地方布点. 受地形限制, 一般只能布设在山沟内. 山区工业一般比较落后, 人口稀少, 但人口和用电设施、公路等都集中在山沟, 这些都会对大地电磁观测形成干扰. 另外, 第四纪沉积物沿山沟分布, 砾石层比较多, 含水量较高, 水位不稳, 从而会使电极极化不稳. 因此在布点时应尽量避开上述干扰, 另外还应避免电极之间有过大的高差.

在平坦开阔地带, 特别是在一些大型盆地内, 由于地势比较平坦, 布设测点一般不存在障碍. 观测资料的一维反演结果比较接近真实情况.

在追踪大构造时, 在地质条件简单的地区, 测点点距可大一些; 在地质构造变化较大、地形



(a) MMS02E 型; (b) MT-1 型

图 1 MMS02E 型测深仪和 MT-1 型测深仪电极的布设方式

Fig. 1 The electrode arrangement of the MMS02E system and MT-1 system.

条件复杂的地区,测点应密集一些.

在地震危险区布点,点距应小一些,并在一定时期内进行复测.通过对多次观测曲线对比,了解地下介质的电性随时间的变化.

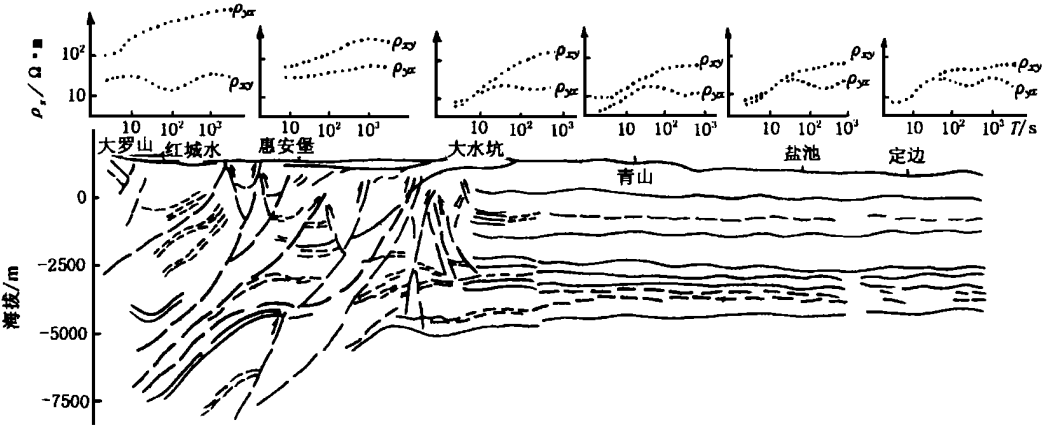


图2 大罗山一定边大地电磁曲线畸变特征和浅层人工地震剖面
Fig.2 Distortion characteristics of resistivity curves by magnetotelluric sounding and section of shallow artificial seismic sounding from Dakuoshan to Dinbian.

3 干扰因素与测点布设

在目前各种电力设施日益增多的情况下,在空中时刻充满着各种电磁信号,在地下也游散着各种电力设施所引起的电流,对大地电磁观测影响较大.这些干扰信号的强度和性质在不同地区和不同测点往往差别很大.如果干扰信号频带范围属于大地电磁测深有用信号频带范围之外,仪器系统是可以进行排除或抑制的;如果在有用信号频带范围之内,在一般情况下是很难排除的.

目前使用的大地电磁测深仪的抗干扰能力大为提高.但是在实际观测中,往往存在着各种类型的干扰,有些干扰单靠仪器本身是无法克服的,因此就需要操作人员针对具体情况进行处理.

1986年4月在甘肃省山丹县城西约7 km处使用LH-1型仪进行大地电磁观测时,发现电磁干扰严重破坏了正常的大地电磁扰动,大地电磁场4个水平分量频谱特征发生紊乱,估计干扰电场幅度是正常大地电磁微扰电信号幅度的1~10倍.并且干扰电场脉冲前沿和后沿又激出感应二次干扰磁场.二个水平磁场分量又形成了幅度较大的尖脉冲干扰.对资料的处理结果显示,带状视电阻率曲线十分分散^[2].

经调查,除了发现在县城附近有一小型企业外,还发现测点南面有一煤矿,最近的开采作业区离测点仅2~3 km.在证实该测点干扰源无法排除的情况下,避开干扰源,重新在矿区南面30 km处布

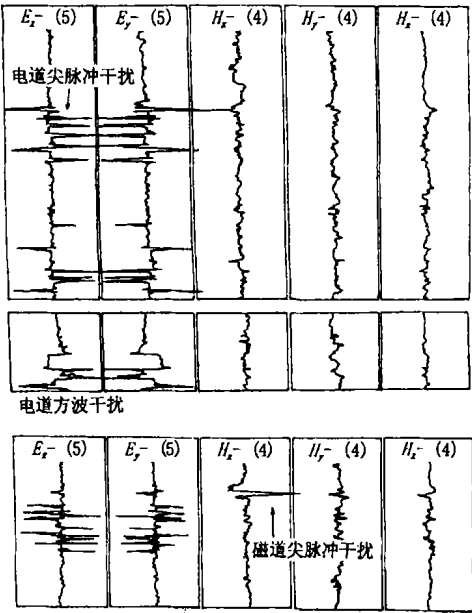


图3 1998年9月20日文县测点MT-1型仪的观测记录
Fig.3 Magnetotelluric records by the MT-1 system on Sept. 20, 1998 in Wenxian area.

点观测, 结果观测记录一切正常.

图 3 是 1998 年 9 月 20 日在文县进行大地电磁观测时 MT-1 数字化测深仪记录到的大地电磁信号. 该测点距县城 2~3 km. 在图中可见 2 个电道尖脉冲干扰和方波干扰, 另外还可见磁道 H 的尖脉冲干扰. 这些脉冲干扰一般是附近用电设备启动时的负荷剧变造成的.

对该测点没有进行搬迁处理, 而是对各段记录进行了取舍, 删除了干扰大的记录段, 并在资料处理时, 对个别尖脉冲进行滤波处理, 资料处理结果是令人满意的.

以上 2 个测点干扰频谱和大地电磁频谱相接近, 干扰场的强度远大于大地电磁场的强度, 尽管采用了象 MT-1 型这样先进的仪器, 但是干扰也是很难克服的. 在野外实际观测中干扰现象是多种多样的, 操作人员必须认真分析, 根据具体情况设法予以排除.

[参考文献]

- [1] 屈健鹏, 朱佐全, 杨国栋, 等. 鄂尔多斯块体西南定边—大罗山大地电磁测深剖面解释[J]. 西北地震学报, 1996, 18(4): 32—37.
- [2] 张云琳, 司玉兰, 郭守年, 等. 大地电磁观测中一种典型的煤矿地下电气作业干扰[J]. 西北地震学报, 1988, 10(1): 91—94.

A DISCUSSION ON THE ARRANGEMENT CONDITION OF OBSERVATION POINT IN MAGNETOTELLURIC SOUNDING OF NORTHWESTERN CHINA

LIU Bao-qin, AN Hai-jing, QU Jian-peng

(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China)

Abstract: On the basis of magnetotelluric sounding practice in northwestern China since many years, arrangement condition of observation point is discussed from observation instrument, topography and interference factor. The arrangement pattern of electrode in field observation is analysed. Analysing the difference between observation data in mountain area and that in basin, some suggestions on arrangement condition of the observation points are made. The data disturbed by electromagnetic noises of two observation points are showed. Observing effect at the point which is reselected distant from interference source is better. It is considered if frequency of interference signal is close to that of magnetotelluric sounding signal, it will be difficult for instrument to restrain the interferences by oneself because resistance of the instrument to interferences is limited.

Key words: Northwest China; Telluric electromagnetic sounding; Interference elimination; Observation point position