

• 重磁电技术 •

浅析瞬变电磁法不同回线装置的优缺点

刘 英*

(中国矿业大学资源学院, 江苏徐州 221008)

摘 要

刘英. 浅析瞬变电磁法不同回线装置的优缺点. 物探装备, 2009, 19(5): 325~ 327, 345

瞬变电磁法勘探的激励场源主要有磁源和线源两种形式。目前最常用的磁源,其装置形式主要有重叠回线装置、同一回线装置、中心回线组合装置、大回线定源装置以及“8”字形回线装置。本文通过对以上各装置的优缺点进行比较分析,得出这些装置所适合的勘探条件,以便充分发挥瞬变电磁法的优势,使其在实际应用中取得更好的效果。

关键词 瞬变电磁法 磁源 回线装置 优缺点

ABSTRACT

Liu Ying. The advantages and disadvantages comparison among TEM different loops. EGP, 2009, 19(5): 325~ 327, 345

TEM incentives for exploration included two forms, the source of magnetic field and the source of electrical line. At present, the magnetic source is used most widely. The devices had following forms: the overlapping forms of the loop devices, the same loop devices, central loop combination device, the device of big loop depending on the settled source, and “8”-shaped loop device. According to the comparison and analysis of the advantages and disadvantages among the above devices, in order to take full advantage of the transient electromagnetic method, this article draws all types of devices the best suitable conditions to achieve better results in practical applications for exploration.

Key words TEM, source of magnetic field, loop devices, advantages and disadvantages

0 引言

目前,瞬变电磁法(Transient Electromagnetic Method,简称TEM)以其勘探效率高、精度较高等诸多优点在地球物理勘探工作中获得了广泛地应用,其装置形式的多样性更进一步拓宽了其应用范围。然而这也给实际应用带来了另一个问题,即针对一个地质问题,采用什么样的装置才能得到最佳的勘探效果。因此有必要了解各类装置的优缺点,以便于发挥各类装置的长处,针对不同的勘探条件选择合适的装置,充分发挥瞬变电磁法的优势,从而在实际应用中取得最好的勘探效果。

1 瞬变电磁法勘探原理简述

瞬变电磁法是利用不同接地回线或电极向地下

发送脉冲式一次电磁场,在一次电磁场发射间歇期间,用线圈或接地电极接收由该脉冲电磁场感应的地下涡流产生的二次电磁场,通过观测二次场空间和时间的分布规律,解决有关地质问题的时间域电磁法。

瞬变电磁法的激励场源主要有两种,一种是载流线圈或回线形式的磁源,另一种是接地电极形式的电流源。本文仅对在实际中常用的磁源进行简要分析。磁源常用的回线装置主要有重叠回线装置、同一回线装置、中心回线组合装置、大回线定源装置以及“8”字形回线装置。

2 回线装置建立地下涡流场的过程

在电导率为 δ 磁导率为 μ 的均匀大地上铺设发射回线 T_x ,回线中供阶跃式脉冲电流

* 刘英,男,1987年出生,在校学生。现就读于中国矿业大学资源与地球科学学院地球物理学专业。

$$I(t) = \begin{cases} I & t < 0 \\ 0 & t \geq 0 \end{cases}$$

从物理角度来看,在电流断开之前,载流回线在其周围空间建立起了一个稳定的磁场(如图1所示)。

当电流突然断开时,在下半空间中就会被激励起感应涡流场以维持在断开电流之前存在的磁场。此瞬间,电流集中于 T_x 附近的地表,并按照 r^{-4} 规律衰减(r 是 T_x 中心至观测点的距离)。随后感应电流开始扩到下半空间中,在切断电流后的任一

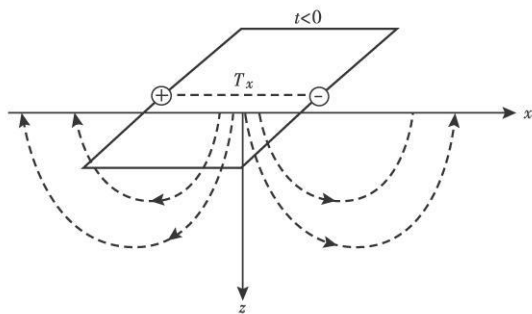


图1 一次场分布特征示意图

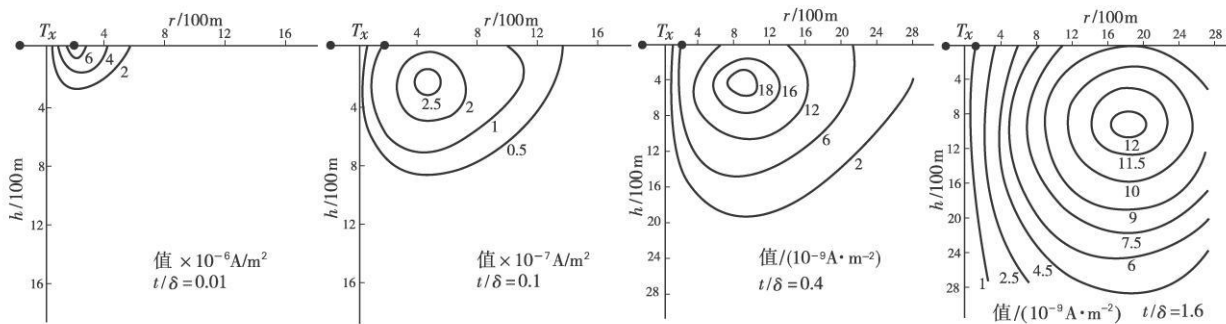


图2 感应涡流场分布特征

期时间里感应涡流呈多个层壳的“环流”带(如图2所示)。当环流遇到导体时,在导体内部便感应产生二次电磁场。

3 装置优缺点对比

3.1 重叠回线装置

该装置发射线圈和接收线圈重叠,回线一般铺设成正方形(如图3所示)。

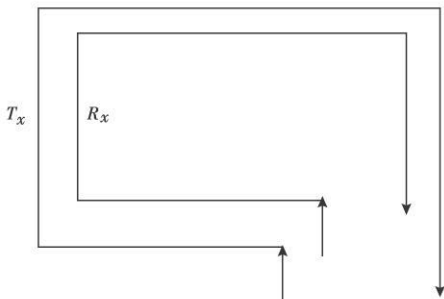


图3 重叠回线装置示意图

重叠回线装置在频率域方法中无法使用,为瞬变电磁法特有的组合,与目的物耦合最紧密;横向分辨率高,异常幅度大;测量时发射线圈逐测点移动,不会激发盲区;发射磁矩和接收磁矩较大,勘探深度可达数百米。

该装置的缺点是:接收回线只能水平放置,因此接收磁场垂直分量分辨率较低;设备笨重,铺设线圈时比较麻烦;难以避开干扰区。

3.2 同一回线装置

该装置的发射与接收回线共用同一个线圈,装置形式如图4所示。

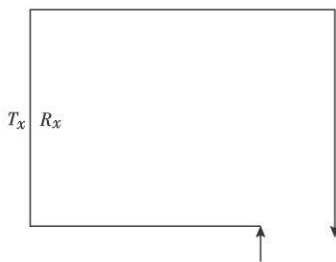


图4 同一回线装置示意图

同一回线装置测量时其主要响应为一单峰,异常形状简单;线圈较小,可任意放置观测多个分量,从而精确提供目的物的倾角和深度信息;测量设备轻便,适于深度浅、工作地区分散的探测。

该装置的缺点是发射磁矩小,勘探深度浅。

3.3 中心回线组合装置

中心回线组合装置为重叠回线装置的变形,与重叠回线装置相比,减小了接收回线的大小,但发射与接收回线的中心点相同(装置形式如图5所示),因此

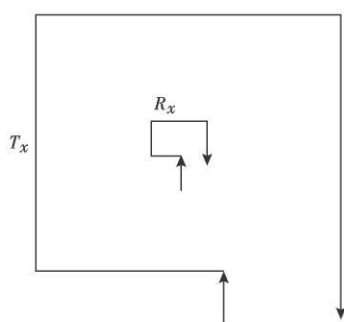


图 5 中心回线组合装置

该装置与重叠回线装置共同称为同点装置。

该装置具有同点装置共有的最佳耦合, 异常幅度大, 横向分辨率高等优点; 此外, 由于中心回线组合装置接收回线较小, 因此可观测磁场的水平分量, 相比于重叠回线装置提高了分辨率; 而且接收回线可避开金属管道等人为良导体, 在良导体分布较多的地区, 数据质量优于重叠回线装置。

装置的缺点是受地质体的不均匀性影响较重叠回线大。

3.4 大回线定源装置

发射回线采用边长达数百米甚至 1~2km 的矩形回线, 在回线内部或外部布置测线, 用小型线圈沿测线进行观测(装置形式如图 6、图 7 所示)。

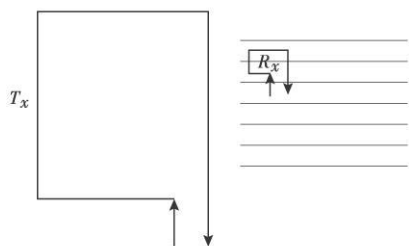


图 6 外测线大回线定源装置

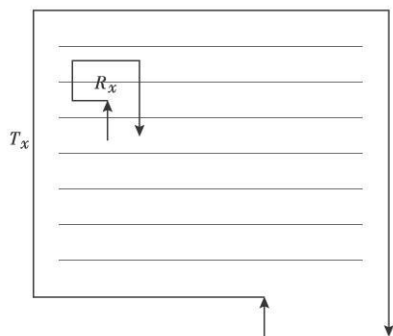


图 7 内测线大回线定源装置

该装置的优点是, 由于发射回线固定, 且发射线圈面积很大, 因此可利用大功率发送设备提供很大

的电流, 从而达到探测深部地质信息的目的; 接收时利用小线圈沿测线移动, 勘探密度大, 划分异常比较详细; 此外, 小线圈移动灵活, 可探测磁场任一方向的分量, 分辨率高; 在野外施工时, 可多台测量设备同时工作, 工作效率高。

其缺点为, 对陡峭倾斜矿脉的激发不利; 方形回线太大, 铺设不便; 体积效应较强, 大回线外组合方式测量易受到集流效应的影响。

3.5 “8”字形回线装置

该装置的发射和接收回线均采用大回线, 并行排列, 由其中一个回线发射一次场, 另一个接收二次场信息(图 8), 工作时, 发射与接收线圈保持固定间距沿测线进行移动。

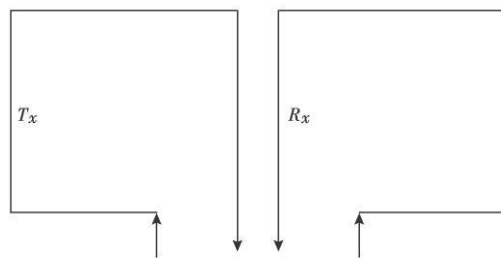


图 8 “8”字形回线装置

“8”字形回线装置对于大倾角的陡峭构造的探测效果明显, 且异常为一单峰, 形态简单。在其它方面相对于重叠回线装置没有特别的优势, 因此使用并不是很广泛。

4 结论

通过对以上各装置特点的分析比较, 可得出以下结论:

(1) 对于大深度(>700m)的勘探, 宜采用大回线定源装置; 中等深度(500m左右)勘探, 同点装置优势明显; 而对于浅层(<200m)勘探, 同一回线装置即可满足要求。

(2) 重叠回线装置与中心回线装置最能发挥瞬变电磁法长于勘探中等深度的优势, 且与目标物耦合最紧密, 勘探精度也较高, 在实际工作中应该大力推广。

(3) 在良导体分布较多的地区, 中心回线组合装置在施工和数据质量方面均优于重叠回线装置, 但它在空旷地区的优势不明显, 因此在良导体分布

(下转第 345 页)

5 结束语

SPS操作平台需要的原始数据既可以是文本形式的,也可以是表格形式的,还可以手动填写,测量数据、SPS数据、工区参数等很容易拾取;操作平台输出的数据是标准格式的数据,各种勘探仪器的SPS环境所要求的也是这种格式的数据。由此可以看出该平台适用范围广、适应能力强。实际的试验

也证明了该软件完全满足现代野外勘探采集生产的需要,能很好地为野外地震勘探提供优质服务。

参 考 文 献

- 1 中国石油天然气总公司发布. 陆上三维地震勘探辅助数据SPS格式标准(SY/T 6290-1997). 1997
- 2 Sercel公司. 408UL user's manual. 2004

收稿日期: 2009-01-16

(上接第320页)

连接方式(2)的缺陷是话筒有选择性,如不用原装话筒,电台就会在放炮过程中同时发射两路信号,即编码器在通过电台发送同步码时,喇叭也产生相同频率的声波供监听,声波经不同路径的延迟,被话筒拾取后再通过电台发射出去,导致译码器接收到的是两个有一定时差的相同信号。因译码过程是按时序进行的,并在最后的标志信号结束点上产生同步零,所以,野外真正的点火时间是话筒的延迟同步信号起了作用,从而造成随机性的误差并且延迟时间偏大。如果放炮过程中话筒拾取的环境噪声过大(拿着话筒大声讲话),或两个信号相位相反(话筒位置方向特殊),使同步信号被严重破坏,就会放不响炮。

3 结束语

SDB 2000系统主机内部电路主要采用TTL与

分立元件,集成度及功能虽然落后于目前流行的机型,但电路板的故障较少,主要故障一般在机械器件及外部线路上。由话筒引起的系统工作不稳定,是设备使用上没有注意阻抗匹配或设备配套出现的问题,只要避免在原配GM300电台上安装GM338电台的话筒,或者用GM338电台直接代换原装电台,才能保障其系统性能的稳定,老设备就能发挥它的作用。

参 考 文 献

- 1 Motorola Inc. GM 300 service manual. 1996
- 2 Motorola Inc. GM 338/GM 398 detailed service manual. 2002
- 3 西安石油勘探仪器总厂. SDB 2000 爆炸机说明书. 2000

收稿日期: 2008-06-16

(上接第327页)

较多的地区宜采用中心回线组合装置;在空旷地区,使用重叠回线装置施工要简洁一些。

(4) 对于分散不连续的工区,使用同一回线装置比较适合。

(5) 若将同一回线装置的线圈改成 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 或 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$,进行建筑物内部管线检测,优势非常明显,应该能取得很好的效果。

(6) 对于大回线定源装置,由于发射线圈太大,铺设不便,而且对于大深度的勘探并非瞬变电磁法所擅长,因此不建议采用,但是其高效、高密度、高精度的优势还是不能忽视的。

(7) “8”字形回线装置,对于陡峭岩脉的勘探数据质量好,但是在其他方面则没有优势,可作为辅助勘探的方法考虑。

参 考 文 献

- 1 李金铭. 地电场与电法勘探[M]. 北京:地质出版社, 2005
- 2 牛之珏. 瞬变电磁测深的理论与应用[M]. 长沙:中南工业大学出版社, 1992
- 3 程志平. 电法勘探教程[M]. 北京:冶金工业出版社, 2007

收稿日期: 2009-06-04