

强干扰环境下提高瞬变电磁数据采集信噪比的试验

谭嘉言¹, 高敬语², 张斌³, 林昌洪¹

(1. 中国地质大学 地球物理与信息技术学院, 北京 100083; 2. 中国地质大学 地球物理与空间信息学院, 湖北 武汉 430074; 3. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100012)

摘 要: 在安徽铜陵冬瓜山铜矿使用 GDP-32 II 进行了一系列的瞬变电磁探测抗干扰试验, 通过改变发射频率、线框大小、电流大小、叠加次数和观测次数, 对比了不同参数设置下所采集的原始数据的质量, 提出了抗干扰数据采集方案, 为在强干扰地区获取真实可靠的原始采集资料提供了有效措施。

关键词: 瞬变电磁; 电磁干扰; 信噪比; GDP-32 II 多功能接收机

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2013)04-0720-03

随着社会的发展, 地球的矿产资源和能源日益减少。在国内, 矿产资源探测深度平均只有几百米, 还有大面积的陆地浅覆盖区和特殊景观地域没有进行勘察或者勘察程度很低。而目前勘探地区的噪声不仅种类繁多, 而且能量越来越大, 给地球物理勘探带来了巨大的挑战。瞬变电磁法对低阻反映灵敏, 是一种有效勘探方法。但由于野外存在较强的电磁干扰, 常规的瞬变电磁法测量方式受电磁干扰影响严重, 无法取得可靠的测量数据。本次瞬变电磁试验的目的, 就是找出在强干扰环境下瞬变电磁野外采集工作的抗干扰措施, 尽量保证原始采集资料的真实可靠性。

1 试验方案

试验区域位于安徽铜陵冬瓜山铜矿, 测区内矿井较多, 矿井内的升降机、污水处理槽等采矿设备在工作时产生巨大的电磁干扰, 并且矿区高压线分布较密, 运矿车辆来往频繁, 这些都对瞬变电磁探测有很大的干扰。

本次瞬变电磁试验使用美国 Zonge 公司研发的 GDP-32 II 多功能接收机, 其主要性能为: 标准频率范围 0.0625 ~ 32 Hz, 采样道数 22 ~ 31, 恒温石英钟控制同步, 最小可检测电信号 0.03 μV , 动态范围 190 dB, 使用 TEM/3 探头, 接收磁矩为 10 000 m^2 。该仪器广泛应用在地球物理勘探中。

试验采用中心回线装置。通过改变发射线框长度、发射电流大小、叠加次数(增加一次观测内的采

集周期数)和观测次数(增加重复观测次数), 及将这些参数组合一起进行野外抗干扰试验。

2 试验分析

2.1 测点噪声

通过等间隔密集采样方式, 在发射线框不供电时采集了试验点上的噪声, 采样时间间隔为 30.5 μs , 采集了 1 000 个数据。图 1 显示, 试验点采集到的噪声很强, 并且明显具有周期性, 这些噪声由周围的高压电线和矿井设备产生, 会对瞬变电磁晚期的数据产生很大干扰, 影响深部信息的获取。

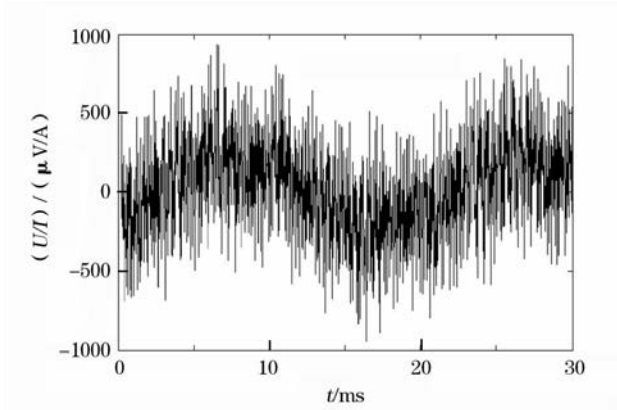


图 1 噪声曲线

2.2 不同发射频率

GDP-32 II 发射机发射双极性方波电流, 发射的频率不同, 其观测时窗长度是不同的, 勘探的深度也是不同的。

从图 2 可以看出,发射频率越小,测量的时窗越长,可以勘探的深度越大。32 Hz 数据的时窗较短,其曲线基本与 8 Hz 的曲线重合。另外,2 Hz 曲线晚期的数据跳动起伏较大,观测数据质量不好,这说明该频率对噪声的抗干扰能力不是太强,野外应尽量避免使用。

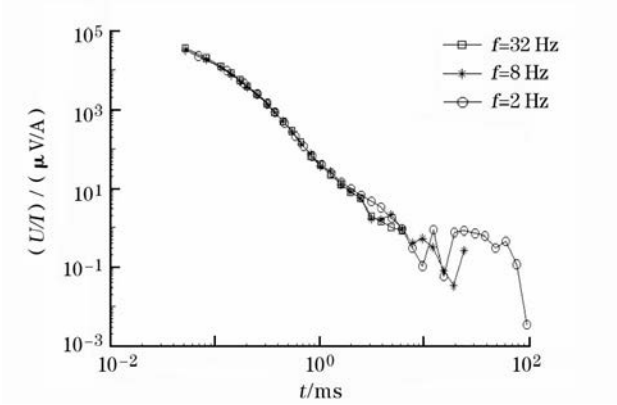


图 2 不同发射频率的瞬变电磁曲线

2.3 发射线框的大小

理论上,线框大小的选取和勘探深度无关,但在实际的野外勘探中,发射电流不可能无限大。发射线框边长小时,发射磁矩小,激发的一次场就小,感应产生的二次场微弱,采集数据的信噪比低,不能准确地获得深部的信息。

分别使用边长 200 m 和 100 m 发射线框,发射 8 Hz、20 A 电流,图 3 给出了实验结果。可以看出,线框越大,采集到的二次场值越大,边长 200 m 的线框采集到的数据明显比 100 m 线框采集的信息光滑,信噪比高。

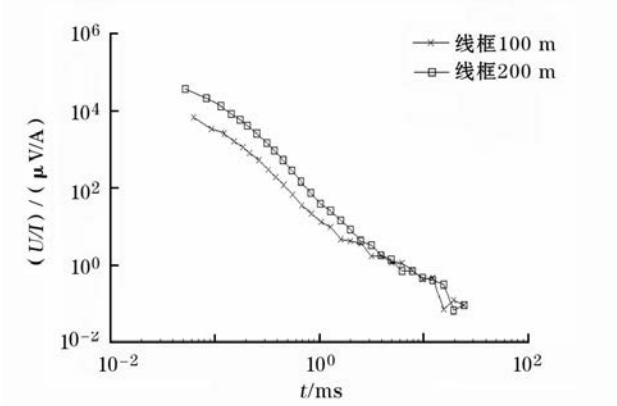


图 3 不同线框大小的瞬变电磁曲线

2.4 发射电流

在野外采集时,常通过加大电流来增加一次场的强度,达到提高信噪比的目的。从图 4 可以看出,当发射 5 A 的电流时,1 ms 前曲线就出现了明显的

跳点,整条曲线不光滑,加大发射电流后曲线比较光滑,在 2 ms 前的数据非常光滑,晚期跳点也比较少。所以,增大电流对信噪比的提高是有效的,野外应尽量加大发射电流。

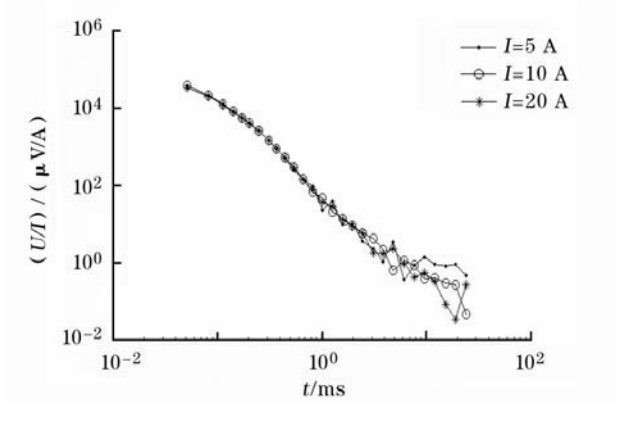


图 4 不同发射电流的瞬变电磁曲线

2.5 叠加次数和观测次数

瞬变电磁仪器通过多次叠加技术的应用,增加采样周期数,可以提高信噪比与观测精度。使用 200 m 的线框,发射 8 Hz、20 A 电流时,通过改变叠加次数来进行对比试验。

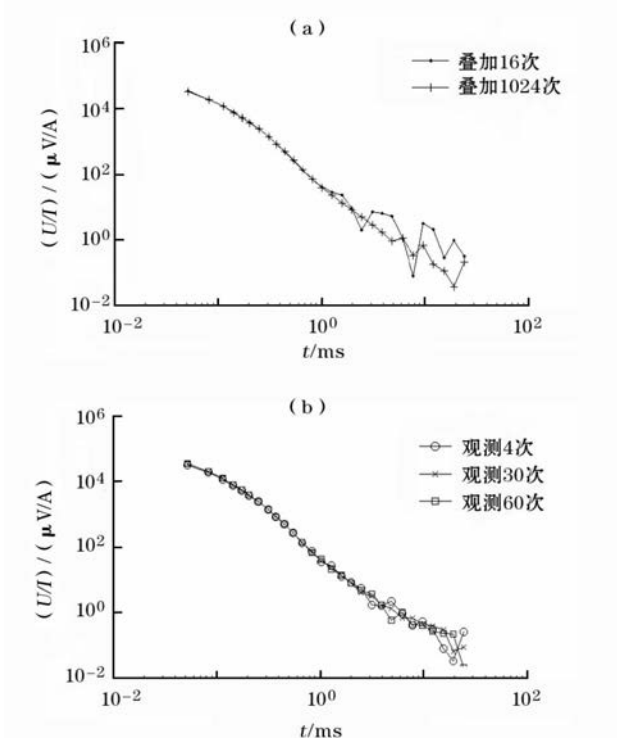


图 5 不同叠加次数(a)、观测次数(b)的瞬变电磁曲线

从图 5a 可以看出,当叠加 16 次时,1 ms 后的数据跳点较多,曲线不光滑,不能有效压制噪声。当增大叠加次数后,采集到的曲线比较光滑。当叠加次数增加到 1 024 次后,1 ~ 10 ms 后的曲线变得光滑,

信噪比提高。

多次观测及增加重复采集次数,对噪声压制也有一定的效果。图 5b 为 200 m 线框,发射频率为 8 Hz,电流为 20 A,叠加 512 次时重复观测得到的数据。可以看出,重复次数多时曲线明显圆滑,但是重复到 60 次时,曲线的光滑程度并不比 30 次好,可见,观测重复次数也并非越多越好。

2.6 抗干扰

将通过上述试验所获的各种抗干扰方法应用到数据采集,选择线框边长 200 m,发射基频 8 Hz,电流 20 A,叠加 1 024 次,重复观测 30 次。

从图 6 中可以看出,采用了抗干扰方式后,整条

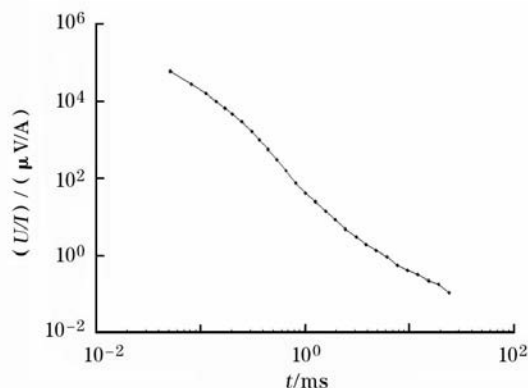


图 6 采用抗干扰措施的瞬变电磁曲线

曲线明显光滑了,没有跳点,信号的质量很高。可以看出采用的抗干扰方案是行之有效的,可以有效地压制随机干扰,提高信噪比。

3 结语

试验说明,增大电流及增加叠加次数和观测次数都可以有效地压制噪声,采用抗干扰方案采集数据,信噪比明显提高。但是,采用抗干扰方案会明显降低采集数据的效率,所以在强干扰地区施工时应尽量结合本工区的噪声水平,在保证施工效率的前提下,适当增加叠加次数和重复观测数据,提高数据的质量。

参考文献:

- [1] 牛之琰. 脉冲瞬变电磁法及应用[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1986.
- [2] 朴化荣. 电磁测深原理[M]. 北京:地质出版社,1990.
- [3] 张运霞,韩自豪,周建雄,等. PROTEM67D 瞬变电磁仪器在矿井水文地质勘探中的应用效果[J]. 工程地球物理学报,2005.
- [4] 封绍武,刘文增,杨晓东. 强干扰区瞬变电磁法勘查采空区效果[J]. 物探与化探,2010,34(2).
- [5] 李智文. 矿井瞬变电磁探测噪音特点及处理方法[J]. 河北煤炭,2010.
- [6] 王学振. 降低铁路对瞬变电磁探测干扰的试验[J]. 中州煤炭,2009.
- [7] 汤金云,于景邨,王杨州,等. 矿井瞬变电磁人文噪声干扰及处理技术研究[J]. 煤矿开采,2008,12(2).

THE TESTS OF TRANSIENT ELECTROMAGNETIC DATA ACQUISITION FOR IMPROVING THE SIGNAL-TO-NOISE UNDER STRONG INTERFERENCE

TAN Jia-yan¹, GAO Jing-yu², ZHANG Bin³, LIN Chang-hong¹

(1. Institute of Geophysics and Information Technology, China University of Geoscience, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geophysics and Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 3. China Non-ferrous Metals Resources Geological Survey, Beijing 100012, China)

Abstract: In Tongling copper mine of Anhui Province, the authors conducted a series of transient electromagnetic exploration immunity tests using GDP-32 II. Different parameter settings were compared with each other by changing wire size, current, frequency, number of times of superimposition on the frequency and observations, so as to provide an effective measure for obtaining real and reliable data in the strong interference area.

Key words: transient electromagnetic method; electromagnetic interference; signal-to-noise ratio; GDP-32 II multi-functional receiver

作者简介: 谭嘉言(1992-),男,中国地质大学(北京)地球物理与信息技术学院地球物理学专业在读本科生。