瞬变电磁法在井下水文地质探测中的应用

魏遂亭
(郑州祥隆地质工程有限公司,河南 新密　452371)

摘要:利用瞬变电磁物探技术在井下巷道内进行地下水文地质探测,既可减少深水文观测孔的施工费用,又便于观测管理,效果较好。结合郑煤集团白坪煤矿应用实例,介绍了瞬变电磁技术应用于地下水文地质探测的具体方法。

关键词:瞬变电磁法;矿井;水文地质探测
中图分类号: P641.461　　**文献标识码**: B　　**文章编号**: 1003-0506(2010)01-0053-02

近些年,随着开采深度的不断增加,大多煤矿采深已在 600 m左右,有些矿井甚至更深,这样,在地面设计的用于观测奥陶系、寒武系灰岩水的水文观测孔孔深则要达 700余 m,甚至更深,其工程费用较高。利用瞬变电磁物探技术在井下巷道内进行地下水文地质探测,既可减少深水文观测孔的施工费用,又便于观测管理。

1　瞬变电磁法概述

瞬变电磁法(Transient Electro-magnetic Methods),又称时间域电磁法(Time Domain Electro-magnetic Methods),简称 TEM或 TDEM,它是利用不接地回线或接地线源(电极)观测二次涡流场的一种物探勘探方法[1]。瞬变电磁法属于时间域电磁感应方法。该方法是以地壳中岩石和矿石的导电性差异为主要物理基础。其探测原理是在发射回线上发出 1个电流脉冲方波,一般利用方波后沿下降的瞬时产生 1个向地下传播的一次磁场。在一次磁场的激励下,地质体将产生涡流,其强度大小取决于地质体的导电程度。在一次场消失后该涡流不能立即消失,它将有一个过渡(衰减)过程。该过渡过程又产生 1个衰减的二次磁场向地表传播。由地表的接收回线来接收二次磁场,该二次磁场的变化将反映地下地质体的电性分布情况。按不同的延迟时间测量二次感生电动势 $V(t)$,就得到了二次场随时间衰减的特性曲线,用发射电流归一化后成为 $V(t)/I$特性曲线。

瞬变电磁法是观测纯二次场,不存在一次场的干扰,称之为时间上的可分性;但发射脉冲是多频率的合成,不同延时观测的主要频率不同,相应时间的场在地层中传播速度不同,称之为空间的可分性。

该方法与其他探测方法相比,具有探测深度大、信息丰富、机动灵活、工作效率高等优点。对探测高阻覆盖层下的良导电地质体有显著的地质效果。

2　瞬变电磁法探测实例

2009年 3月 28日,郑煤集团白坪煤矿利用瞬变电磁物探技术在井下巷道内进行地下水文探测,效果较好。

2.1　巷道地质条件

白坪煤矿开采二$_1$煤层,巷道位于二$_1$煤底板 L_{7-8}灰岩地层下。巷道以下为石炭系泥岩、砂质泥岩、石灰岩及铝质泥岩,厚度在 60 m左右。再向下为寒武系白云质灰岩(奥陶系石灰岩缺失),厚度在 240～300 m。

2.2　仪器选择及技术参数

该次勘探采用加拿大 PROTEM瞬变电磁仪,仪器探测精度高,具备了探测从浅层高阻岩体到深层矿物目标体、低阻目标体的能力,抗干扰能力强。接收机、发射机主要技术参数见表 1。

表 1　接收机、发射机主要技术指标

PROTEM接收机		TEM-47发射机	
接收线圈	200 m^{2}专用接收线圈	发射基频/Hz	62.5
时间门	20/30	发射波形	双极性梯形波
动态范围	23 bit(132 db)	输出电压	0～9 V可调
基频/Hz	237.500, 62.500, 25.000, 6.250, 2.500, 0.625, 0.250	最小关断时间/μs	2.5
同步方式	晶体及电缆同步	输出电流	最大 10 A

收稿日期: 2009-12-09
作者简介: 魏遂亭(1956—),男,河南新密人,工程师,1981年毕业于郑州地质学校,现从事煤田测井及电法物探工作。

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

2.3 探测方法

此次探测采用多匝重叠回线观测方式。巷道探测方向为垂直底板向下方向 (图 1),探测点距为 10 m。探测中,东轨大巷 (轨 16点)为测点位置 0 m处,轨胶一联巷口为测点位置 520 m处。从东轨大巷到轨胶一联巷口 520 m,实际完成 53个物理探测点。此次井下探测现场数据采集整体上较为稳定。但探测巷道里有井下运输轨道、多个地段存放有大块金属体,这些因素对井下数据采集有一定影响。

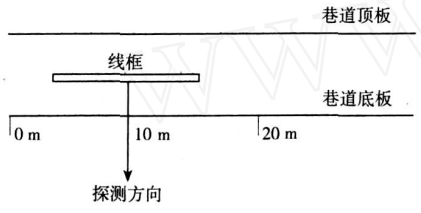


图 1 瞬变电磁工作装置布置

2.4 资料处理

瞬变电磁法观测到的资料是各测点各个时窗 (测道)的瞬变感应电压,在资料处理时需换算成视电阻率、视深度等参数,以便对资料进行解释。

(1)原始数据整理。首先要对采集到的数据进行格式转换、两次优选、滤波,消除噪声,对资料进行去伪存真。在井下巷道的探测主要是排除井下运输轨道金属体、工业流散电流等引起的干扰。

(2)时深转换。瞬变电磁仪器在井下观测到的是二次场电位随时间的变化,为便于对资料的认识,需要将这些数据变换成电阻率随深度的变化,即进行一维层状反演处理。

(3)绘制视电阻率断面等值线图。①从时深转换后的数据中选出每个测点的数据,绘制各测点的视电阻率单曲线图,分析每个测点的视电阻率单曲线类型;②绘制各测线的视电阻率断面图,即沿每条测线电性随深度的变化情况;③结合已知地质资料分析测区内主要地层、地质构造,将电性异常转换成地质异常。

2.5 资料解释

资料解释是根据编绘的视电阻率断面等值线图,结合地层相对视电阻率高、低阻电性分布情况,测区水文地质资料,判断探测范围内岩层的赋、导水性及其分布情况等。通常情况下在探测的目的地层是高阻砂岩或高阻石灰岩地层,其视电阻率断面等值线图反映为在高阻背景值上出现低阻异常,该低阻异常一般为地层破碎,多为裂隙或岩溶裂隙发育所形成的赋水异常。该低阻异常越低,即电性差异越大,往往赋水性较强。

2.6 成果验证

图 2为从东轨大巷瞬变电磁勘探 (垂直下探)视电阻率断面等值线图,可以看出,在其断面图发育有 3处低阻异常区,分别为测点位置 0～25 m,50～80 m,200～240 m,反映的深度在 70 m以下。结合其巷道地质条件分析,认为其 3处低阻异常是巷道工作面以下,寒武系高阻灰岩地层对应该处位置岩层破碎、裂隙发育充水所致。后在 17 m处布置一水文地质观测钻孔,通过钻探施工,在钻进到 60 m打过石炭系灰岩、泥岩及铝质泥岩地层,见到寒武系白云质灰岩,在 75 m处出现涌水,在 150 m处终孔,出水量在 28 m^3 /h,达到了预期目的。

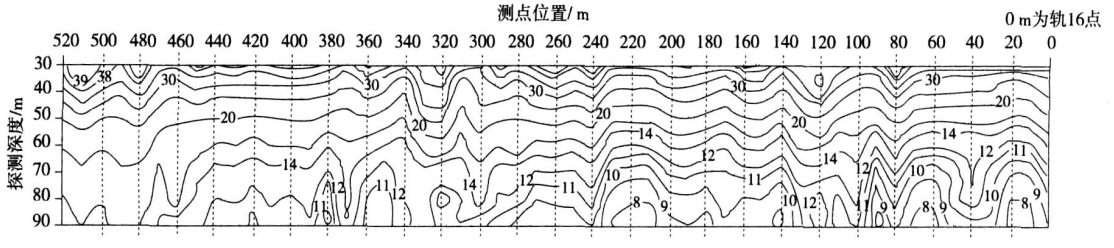


图 2 东轨大巷瞬变电磁视电阻率断面等值线

3 结语

瞬变电磁法是解决煤矿矿井水文地质探测问题的一种较好的物探手段。因其在煤矿矿井方面应用的时间较短,建议在利用该方法的同时再配合其他井下物探手段,如井下直流电阻率法等,将会取得更好的水文地质探测效果。

(责任编辑:梁郁鑫)

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