维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:1671 - 7619(2006)05 - 0017 - 03

可控源音频大地电磁测深(CSAMT)新技术原理与应用

周孝宇
(广东省公路勘察规划设计院,广州　510507)

摘要:结合广梧高速公路石牙山隧道及茶岭顶隧道的探测,就可控源音频大地电磁测深(CSAMT)方法对隧道区域断层构造的探测问题进行了分析、研究。说明 CSAMT 法可用于探测断层产状的发育情况,为分析工程地质问题提供基础性资料,并且可以很好地指导钻探工作的布置。

关键词:　可控源音频大地电磁测深 (CSAMT);　电磁波;　趋肤深度;　隧道勘察

中图分类号:U412.22　　**文献标识码**:B

0　引言

对工区地表浅层的地质情况我们可以运用多种勘探手段进行揭示了解,但对于深部地质情况,特别是断层深部发育情况的了解一直缺乏比较有效的方法。在地球物理探测中,电法勘探由于其场源的多变性、方法的有效性,已被人们所重视。其中,可控源音频大地电磁测深(英文缩写 CSMAT)是 20 世纪 80 年代后期兴起的一种电法新技术,通过 CSMAT 方法,地质工程师可以对地下较深部位的地质情况进行判断。

1　CSAMT 方法基本原理与特点

CSAMT 法使用可控制的人工场源,测量参数为电场与磁场之比而得出的卡尼亚电阻率;同时,基于电磁波的趋肤深度原理,利用改变频率进行不同深度的电测深。因此,CSAMT 法在工作中具有如下优点:工作效率高,一次发射可以同时接收 7 道电场和 1 道磁场;抗干扰能力强;勘探深度范围大,一般可达 1 ~ 2km;横向分辨率高,可灵敏地发现断层;高阻屏蔽作用小,可穿透高阻层。

CSAMT 法基于电磁波传播理论和麦克斯韦方程组,导出了电场(E)、磁场(H)与电阻率(ρ_S)的关系式:

$$\rho_s = \frac{|E|^2}{5\beta|H|^2} \qquad (1)$$

式中:β 为频率。

式(1)说明:在地面上测定的电场与磁场之比具有阻抗概念,可获得地电阻率,称之为卡尼亚电阻率。又根据电磁波的趋肤效应理论,导出了趋肤深度公式:

$$H = 256\sqrt{\frac{\rho}{\beta}} \qquad (2)$$

式中:H 为探测深度、ρ 为电阻率。

从式(2)可见,当地表电阻率固定时,电磁波的传播深度(或探测深度)与频率成反比。高频时,探测深度浅;低频时,探测深度深。人们可以通过改变发射频率来改变探测深度,从而达到探测的目的。

2　CSAMT 方法资料处理

资料处理流程:原始数据噪声剔除→数据格式转换计算(. RAW→. FLD→. Z)→静态效应改正→初始模型建立→每条测深曲线的一维光滑模型反演→输出视电阻率断面图。

其中,在静态校正流程中,采用参考相位空间滤波法,即沿测线设计某种低通滤波器进行空间滤波,压制静态效应。

在初始模型建立 ~ 输出电阻率断面图的流程中,处理步骤为:

(1)首先给定测线起始测深点的初始模型,进行正演计算;

(2)计算正演曲线与实测曲线之间的离差,当离差足够小时,跳至步骤 4,否则进行步骤 3;

(3)修改模型,再进行正演计算,并重复步骤 2,直至达到一定迭代次数后,正演曲线与实测曲线间的离差足够小为止;

维普资讯 http://www.cqvip.com

(4)将此正演计算结果存储并作为紧邻下一个测深点的初始模型,重复步骤 1 ~ 步骤 3,直至计算完整个测线的电测深曲线为止;

(5)由正演计算结果的模型绘制"电阻率断面图",把资料处理中最终得到的电阻率断面图作为资料分析及解释的基本图件。

3　工程实例

广梧高速公路是我院目前正在进行勘察的重点项目,它是国家重点公路网的组成部分,串连了多条国家级及省级交通主干线,对促进"泛珠江三角洲"经济、社会发展具有重要意义。该项目路线位于广东省西部山地丘陵区,地形起伏大,地质情况复杂,沿线隧道分布较多,地质勘察难度较高,其与整个线路的安全设计施工关系密切,为合理选择方案提供可靠依据,具有重要经济意义。针对以上情况,我们采用了可控源音频大地电磁测深(CSAMT)技术结合钻探的勘察方案,取得了较好的勘察效果。

3.1　外业工作

由于线路范围经过构造较复杂,针对石牙山隧道及茶岭顶隧道重点工程的特殊需要,开展了可控源音频大地电磁测深探查工作。本文茶岭顶隧道为例进行介绍。

根据现场考察试验,不同地区应采用不同的的野外工作参数,本次探查采用赤道偶极装置、标量观测方式。

选择收发距 $X = 6\ 300$m,设置供电偶极距 $AB = 1\ 500$m,接收电偶极距 $MN = 20$m,磁探头方向与 MN 垂直,发射设备为由 30kW 的大功率发电机驱动的 GGT - 30 发射机。

结合勘察要求、勘察工期及工区分布等因素合理布设测线及测点。

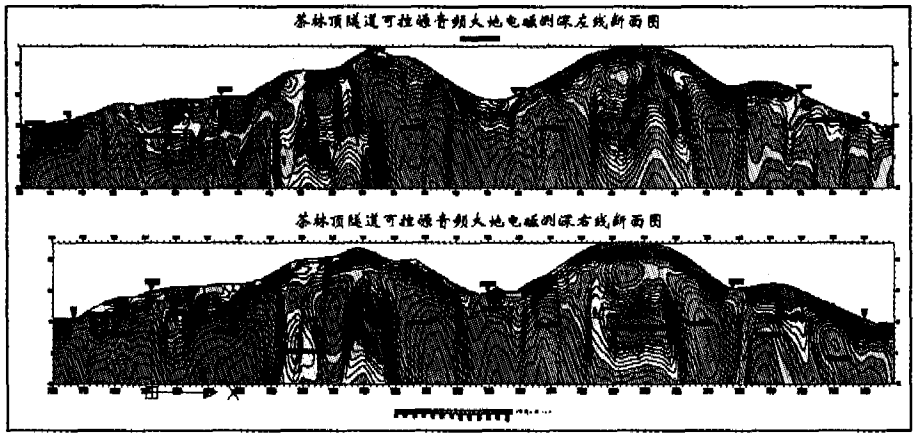


图 1　茶林顶隧道可控源音频大地电磁测深断面图

3.2　成果分析及研究

由图可知,视电阻率值变化范围为几十 ~ 1 万 Ω · m,参考相关地质资料,推断解释如下:

(1)最低阻显示区视电阻率小于 300Ω · m,推断该部位粉砂岩处于断裂构造交汇部位,岩体节理裂隙发育、充水,风化较强烈。

(2)低阻显示区视电阻率小于 1 000Ω · m,推断为残坡积物及全、强风化砂岩。

(3)相对低阻显示区视电阻率值在 1 000 ~ 3 000Ω · m,推断为较破碎的石英砂岩、裂隙发育。

(4)高阻显示区视电阻率值大于 2 500Ω · m,推断为结构较完整的石英砂岩。

通过物探工作,在茶林顶隧道工区内共判释出 5 处构造破碎带,7 处节理裂隙发育地段,总体构造较复杂。对隧道影响较大的地段电性显示特征明显,该位置可能是富水地段,隧道从中间部位穿过,因此在隧道施工中极易发生坍塌或大量的涌水,对施工人员和设备构成严重威胁,对此应予以重视。

4　结语

本次探查 CSAMT 方法结合区域地质资料划定了多处断裂构造在隧道区域的分布情况,取得了很好的勘察效果。

CSAMT 方法技术特点对电性差异较大的构造或岩性变化有较好反映,而断裂构造的分布范围往往都是大规模的,因此,利用 CSAMT 技术可以基本探明断裂构造的分布位置及其发育特征。结合钻探资料,可以证明探测结果有较

维普资讯 http://www.cqvip.com

高的准确性。同时对发育规模较大的岩溶区域也可以有概括的反映,作为进一步安排明细探查的依据。

参考文献:

[1] 傅良魁. 应用地球物理教程一电法勘探[M]. 北京:地质出版社,1991.

[2] 石昆法. 可控源音频大地电磁法理论与应用[M]. 北京:科学出版社,1999.

[3] 李金都,王学潮. CSAMT 新技术探测南水北调西线工程区断层研究[J]. 人民黄河 2004,(1):42~43.

(收稿日期:2006-08-10)

Application And Theorem Of Controlled Source Audio-frequency Magneto telluric(CSAMT)

ZHOU Xiao-yu

(Guangdong Highway Design Institute, Guangzhou 510507, China)

Abstract: Conjoin with the exploration of Shiyashan tunnel and Chalingding tunnel in Guangwu highway ,This article give analysis and research to the problem of CSAMT use in the exploration of tunnel geologic structure , elucidate that CSAMT method can be used in explore the occurrence of blatt. This method can well guide the dwelling work too.

Keywords: Controlled Source Audio-frequency Magneto telluric (CSAMT);electromagnetic wave;skin depth; tunnel investigation