

技术方法

高密度电阻率法在胶东地区工程勘察中的应用*

蔡力挺, 胡均杰

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264000)

摘要: 高密度电阻率法具有一次布线、连续测量、数据采集量大、地质信息丰富, 成果可信度高等优点, 通过控制测量电极的距离来提高分辨率, 加大有效勘察深度, 提高观测精度, 可有效地解决工程勘察中遇到的各种地质问题, 相对其他物探方法具有无法比拟的优势。

关键词: 高密度电法; 工程勘察; 胶东地区

中图分类号: P319.2

文献标识码: B

随着城市建设规模的扩大, 各种建设工程随之出现, 对工程场地勘察的要求也越来越高。高密度电阻率法作为直流电法的一个分支, 也是利用地下介质的电性差异来划分和圈定目标物、解决地质问题^[1]。由于其分辨率高、采集数据量大、工作效率高、对地质体反映细致直观, 易于解释等特点, 在工程勘察中得了广泛的应用, 特别是在解决地下溶洞、采空区、海水倒灌、划分第四系覆盖层厚度及圈定基岩构造破碎带等工程方面取得了良好的效果^[2]。该文结合其工作原理、野外工作方法, 通过工程实例, 验证了高密度电阻率法在工程勘察中的应用可行性、有效性和实用性。

1 高密度电法工作原理

1.1 工作原理

高密度电阻率法是基于垂向直流电阻率测深和水平直流电阻率剖面测量 2 种方法相结合的原理, 通过高密度电法测量系统中的软硬件, 控制在同一条多芯电缆中布置连接的多个电极, 使其自动组成多个垂向电阻率测深点或多个不同探测深度的剖面, 根据控制系统中选择的不同的探测装置类型, 对电极进行相应的排列组合, 按照测深点位置的排列顺序或探测剖面的深度顺序, 逐点或逐层探测, 实现了自动布点、自动跑极、自动供电、自动记录、自动计

算、自动存储^[3]。把储存的数据调入 Suffer 图像处理软件, 可自动生成各测深点及各剖面层的曲线或整体剖面图像。

1.2 工作方法

高密度电阻率法一般采用温纳装置方式, 即对称四极装置 ($AM = MN = AN =$ 点距), 记录点为 MN 中心点, 采用由浅至深逐层观测, 每层对应一个探测深度, 若布置剖面长度为 L , 布置电极点距为 a , 观测层数为 n , 则每层测量距离为 $L - 3na$, 观测点数为 $(L - 3na)/a$ 个, 测量完成后, 便可得到一个倒梯形视电阻率 ρ_a 拟断面图, 从而确定地下电性地质的埋深、形态、规模及产状。它不但可监视各个电极的接地情况, 还可一边放线一边进行浅层测量, 具有极高工作效率, 具体布置见图 1。

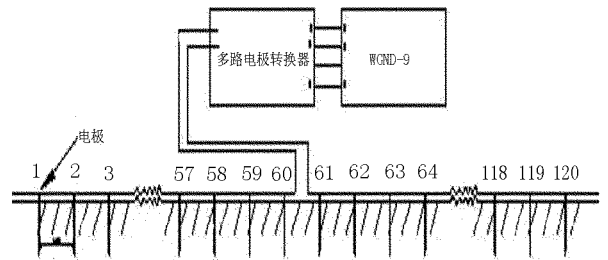


图 1 高密度电法工作原理图

2 应用实例

* 收稿日期: 2011-05-07; 修订日期: 2011-06-18; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 蔡力挺 (1972—), 男, 山东烟台人, 工程师, 主要从事矿产、水文地质工作; E-mail: Sdclt188@163.com。

2.1 采空区探测

胶东地区金矿脉较多,采金盛行,民采点星罗棋布,矿洞更是纵横交错,且多数为乱挖滥采,对大部分采空区不能及时采取处理措施,造成地面沉陷、民房开裂倒塌、水位下降污染等严重的地质灾害,并对重大建筑工程选址造成潜在的威胁。治理地质灾害已成为当地一件十分紧迫的事情。进行地质灾害治理,首先要查明地下矿洞的分布位置、顶部埋深、规模大小等情况。为此山东省第三地质矿产勘查院采用高密度电法进行了多个地方的勘查,经验证均取得了满意的效果。

烟台国际机场拟建场地位于蓬莱市潮水镇东南约 3 km 处,受甲方的委托,该院承担了对拟建场区采空区的地质调查任务,采用多种地球物理勘探手段来划分区内金矿采空区的分布情况,为该规划建设提供物探依据,如图 2 为高密度电法对该区 0 线的测量结果,推断如下:①0~20 m 层状低阻为第四系覆盖层及含水花岗岩风化层的反映。②20~90 m 处电性差异较大,总体上为低阻背景上叠加有局部等值线密集的高阻封闭异常,该高阻的封闭异常即为采空区所引起,如 D1, D2, D3,而背景上低阻异常应为压扭性的小型构造裂隙及含矿蚀变带所引起。③90 m 以下视电阻率较高且总体上呈水平分布,推测为较完整的花岗岩。推断结果与区内 20~100 m 内为含矿段的实际相吻合,经钻探验证, D1, D2, D3 均为采空区。

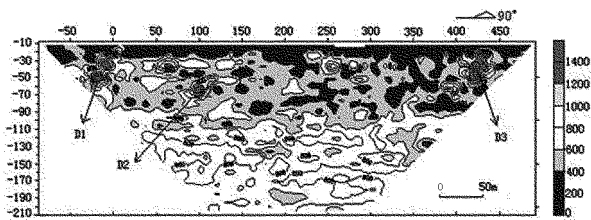


图 2 烟台国际机场采空区勘察 0 线高密度电法 ρ_a 色谱断面图

2.2 构造破碎探测

青岛市拟在即墨市郊建一垃圾处理厂,厂区内出露岩性复杂,以片麻岩为主,穿插有安山岩、凝灰岩等,为防止渗漏对周围地下水造成污染,需查明场地的地质特征及 50 m 以上部位的构造破碎带及裂隙较发育处。考虑到探测深度及对小型断裂的反映,采用点距 5 m、测量 23 层的温纳装置,最大探测深度约为 172 m。由图 3 可看出,该剖面 0~400 点

浅部 50 m 以上部位视电阻率呈水平层状分布,说明岩石较完整,而在 300~400 点的 50 m 以下部位出现视电阻率等值线畸变,由水平向下弯曲,说明该处存在一条倾向 E 的破碎带(命名为 F_1)。在 450 点附近从上到下视电阻率等值线均出现弯曲,呈“V”型,说明该处亦存在一条倾向 W 构造带(命名为 F_2),且该构造上部较为破碎,裂隙发育影响带较宽,建议对 F_2 进行处理,考虑到 F_1 虽浅部未出露,但对工程存在潜在威胁,建议对该处基坑底部进行加固防渗处理。

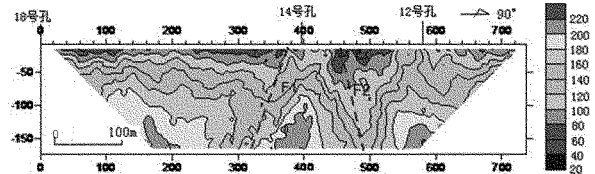


图 3 即墨市西部垃圾处理场 I 剖面高密度电法 ρ_a 色谱断面图

2.3 划分岩性界限及圈定岩溶区

栖霞某地需建一水泥厂,拟建厂区出露灰岩和云母片岩,根据建筑设计要求,需查明厂区内灰岩和云母片岩的接触带及灰岩区的岩溶发育情况,由于二者的电性差异较为明显,满足高密度电阻率法应用前提^[4]。考虑到岩溶规模可能较小,为提高分辨率,决定采用点距 2 m 的温纳装置,剖面总长度 180 m, EW 向布设,测量点号自西向东,由小到大,测量层数 27,最大探测深度约 80 m。由图 4 可看出,布设的 I 剖面 76 点下部存在一条明显的视电阻率梯级带(命名为 F),梯级带两侧,视电阻数值差异明显:西侧低阻, $\rho_a < 200 \Omega \cdot m$; 东侧高阻, $\rho_a > 500 \Omega \cdot m$ 。由此推测该梯级带即为上述 2 种岩性的接触带,西侧低阻为片岩,东侧高阻为灰岩。而在东侧高阻区内,又出现 ρ_a 介于 2 种岩性之间的半封闭低阻异常,结合地表风化积残物,推断该异常应为被红粘土充填的溶洞(即图中标注的“岩溶区”)的反映。后经钻探,验证上述推断结果是正确的。

3 几点体会

(1)因高密度电阻率法作为直流电法的一个分支,故易受工业游散电流的干扰,工作场地受到一定的限制。地形起伏也会对其产生干扰,有时会产生一定的假异常,对解释起误导作用,所以当场地起伏变化较大时,要进行地形改正。

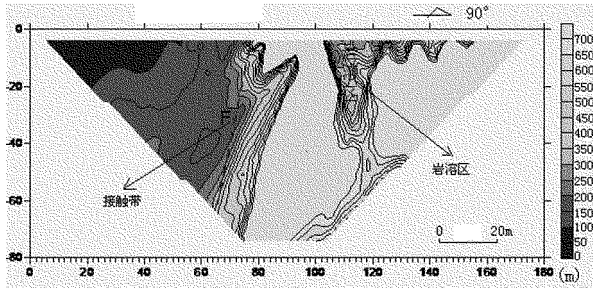


图 4 I 剖面高密度电法 ρ_a 测量色谱断面图

(2) 因采空区、溶洞溶隙、构造破碎带等异常体都有一定的影响范围,故所推断的异常规模会略大于实际地质体的规模。

(3) 根据工作范围、探测深度及目标物的性质埋深及产状,合理布设点距、剖面方向长度及所测层数,因同一地质体对不同的极距反映的异常形态也不尽相同,这一点应引起工程技术人员的注意。

(4) 当剖面需跨越水体时,可采用在水面上布设电极,亦可取得较好的探测效果。

(5) 对于球状体,异常中心在地面的投影位置一般对应于球体中心;但对于倾斜或近直立板状体在倾斜方向上常出现低值现象,其顶部往往对应高阻异常部位;对于水平的板状体,异常中心一般对应于板体中心^[5]。

Application of High Density Resistivity Method in Engineering Survey in Jiaodong Area

CAI Liting, HU Junjie

(No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264000, China)

Abstract: High density resistivity method has some advantages, such as large amount of wiring, continuous measurement, data acquisition, rich geological information and high reliability of achievements. Through controlling measuring the distance between electrodes, the effective depth of investigation has been promoted, the precision of observation improved. It can effectively solve the geological problems encountered in engineering survey. It has incomparable advantages compared with other geophysical methods.

Key words: High density resistivity method; engineering exploration; Jiaodong area

4 结语

综上所述,高密度电阻率法在胶东地区的工程勘察中不失为一种快速有效的好方法,其自动化程度高、效率高、分辨率高、观测精度高,应用广泛,可较全面快速地解决工程勘察、地质灾害治理等地质方面遇到的难题。对异常体反映较直观,易于解释,可提高物探推断的准确性和精确度。随着我国经济的快速发展,各种建筑工程不断涌现,高密电阻率法也必将有着越来越广泛的应用。

参考文献:

- [1] 李金铭,罗延钟. 电法勘探新进展[M]. 北京:地质出版社, 1996.
- [2] 刘晓东. 高密度电阻率法在工程物探中的应用[J]. 工程勘察, 2001, (4): 64-66.
- [3] 傅良魁. 应用地球物理教程——电法勘探[M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [4] 葛如冰,黄伟义. 高密度电阻率法在灰岩地区的应用[J]. 物探与化探, 1999, (1): 36-38.
- [5] 赵光辉. 高密度电法勘探技术及其应用[J]. 矿产与地质, 2006, 20(2): 166-168.