

文章编号:1672—7940(2008)06—0701—04

一种加大探测深度的高密度电法 测量装置及应用

田玉民, 史殿胜

(河北省地勘局 秦皇岛矿产水文工程地质大队, 秦皇岛 066001)

摘 要:高密度电法因其所具有的一次布极可进行多种装置测量并获得丰富的地电信息,因此在水、工、环地质等方面得到广泛应用。然而,受仪器装备本身的限制,其探测深度常常难以达到工程建设的需求;同时,部分工程建设的场地范围有限,也限制了高密度电法的应用。因此,如何选择测量装置以加大探测深度和适应工作场地条件就是一个急待解决的问题。在高密度电法多种测量装置中,单边三极连续滚动式测深装置的探测深度是最大的,而且特别适应在单边难以跑极的工区工作。本文通过在马圈子工区进行采空区探测的实例及使用高密度电法资料圈定采空区的工程钻探验证结果,论述了高密度电法三极连续滚动式测深装置的有效性。

关键词: 高密度电法;三极测深;采空区;验证

中图分类号:P631

文献标识码:A

收稿日期:2008—08—11

On High-density Resistivity System in the Investigation of Deeper Structure

Tian Yumin, Shi Diansheng

(Qinghuangdao Geological Brigade of Mineral Resources and Hydro-Engineering, Hebei
Geological Exploration Bureau, Qinghuangdao 066001, China)

Abstract: High-density resistivity method has been widely used in the fields of hydrological, engineering and environmental geology, for their advantages of flexible array deploys and rich information. It is, however, that the detection depth is limited due to the performance and principle of the system, hardly meeting the requirements of engineering construction. Meanwhile, some sites are usually small, which also limit the system application. So to select multi electrode system to deepen detection is a critical problem to be solved. This paper discusses the availability of using three pole continuous sounding system by the case study and analysis in an exhausted mine, and gets the result from verification of drilling based on the high-density resistivity data.

Key words: high-density resistivity method; three pole sounding; exhausted area; verification

1 引言

受唐山不锈钢有限公司委托,秦皇岛矿产水

文工程地质大队承担了唐山不锈钢有限公司电缆
悬架及地下车库建设场地稳定性分析及评价工
作。建设场地范围有限,测区及其附近早期曾开
采过铝土矿,矿坑的分布与深度无资料可查。而

作者简介:田玉民(1964—),男,高级工程师,1988年毕业于中国地质大学(武汉),现主要从事工程地球物理勘察工作。
E-mail: wtgstym@sohu.com

业主要求探测确定工程建设范围内地下 100m 深度内是否存在采空区及采空区的分布情况,并通过钻探验证进一步评价场地的工程地质条件。

因此,根据任务和场地条件选择地球物理探测方法和测量技术就是首要的工作。考虑震源及地形的因素,笔者选择了高密度电法进行探测,通过理论讨论比较,确定使用单边三极连续滚动式测深装置进行测量。

2 工区地质及地球物理特征

本工作区内地层主要为:上覆第四系地层,主要为杂填土及粉质粘土;下伏基岩为二叠系唐家庄组泥岩、砂岩,其间发育有铝土矿。

据以往资料,工区上覆第四系(Q)杂填土及粉质粘土地层的视电阻率一般为几十~一百 $\Omega \cdot m$;下伏基岩为二叠系泥岩、砂岩,由于本区基岩裂隙较发育,其视电阻率一般 $30 \sim 150 \Omega \cdot m$;而采空区的存在改变了原来的地电特征。采空区和巷道不充水时,理论上电阻率为无穷大,但当采空区充水时,它的电阻率会急剧下降,低于其围岩,一般小于 $30 \Omega \cdot m$ 。因此,探测目标与围岩间存在明显的视电阻率差异,具备了高密度电法勘查的地球物理前提。

3 工作方法与技术

3.1 方法原理

高密度电法的基本原理就是传统的传导类电法勘探的原理,相关的教程和专著较多^[1~4],而有关的应用实例及论文在相关的期刊上大量出现^[5~7],本文不详细阐述。

电测深是利用地下介质层间存在的电性差异,通过在地表不同电极距的布设可采集到反映不同点位、不同深度的视电阻率值、而视电阻率值即包含着各种地质体的分布信息,通过对数据进行处理、各类图件综合分析解释,确定出地下目标体的位置、圈定分布范围以及在地表的投影位置。

3.2 工作方法技术选择

高密度电法的优点就是一次布极可进行多种装置测量,不同的测量装置会获得不同的地电信息,适用于探测不同形状和不同电性的目标体,同时,由于测量装置的不同,其反映的目标体深度也不同。

因此,不同的厂家在仪器中都配置了不同的测量装置供工作时选择使用。

3.3 极距、隔离系数与探测深度的关系

高密度电法工作时各个电极间的极距是相同的,各个电极依次作为供电或测量电极。而探测深度与电极的间距和电极间的隔离系数有关,随着隔离系数的增大,探测深度随着加大,由于电极数量有限,最深的测点位于测线中心(如图1所示),高密度电法获得地电断面等值线图的形状是倒三角形的。一般而言,人们认为最大的几个隔离系数获得的地电信息太少,常常只选择适当的隔离系数探测,因此,高密度电法获得地电断面等值线图的形状是梯形的(如图1、图2所示)。

从图1和图2可以看到,如果测线的一侧不能够布极,那么,电法探测的深度是十分有限的,这样常常会影响高密度电法的应用。

单边三极连续滚动式测深装置可以比较好地克服上述测线端部探测深度不足的缺陷。如图3所示,由A极和无穷远极建立电场,将测量电极

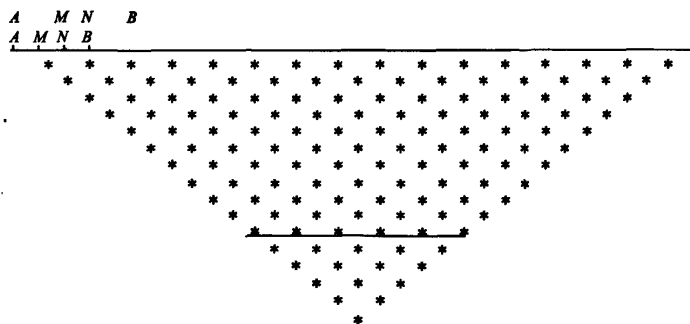


图1 极距、隔离系数与探测深度的关系示意图

Fig.1 Diagram of dependence on electrode distance, array coefficient and detective depth

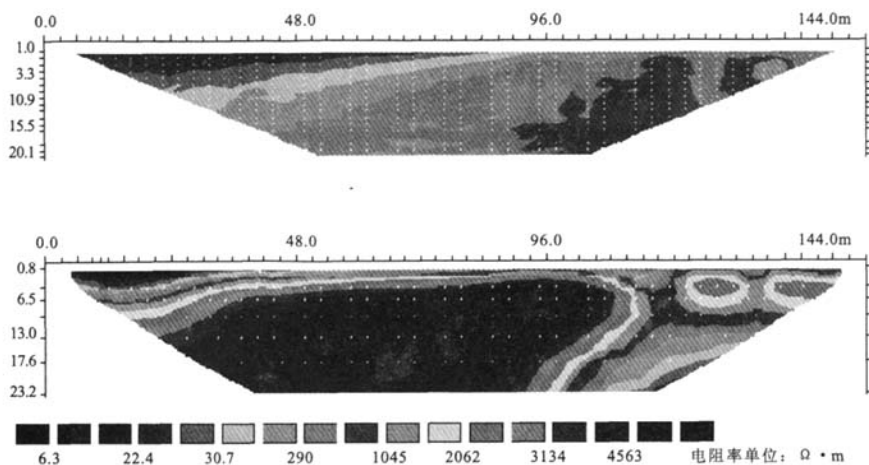


图2 高密度电法在堤坝探测获得的断面等值线图(上:实测;下:反演结果)

Fig.2 Cross section contoured at levee with high-density resistivity system

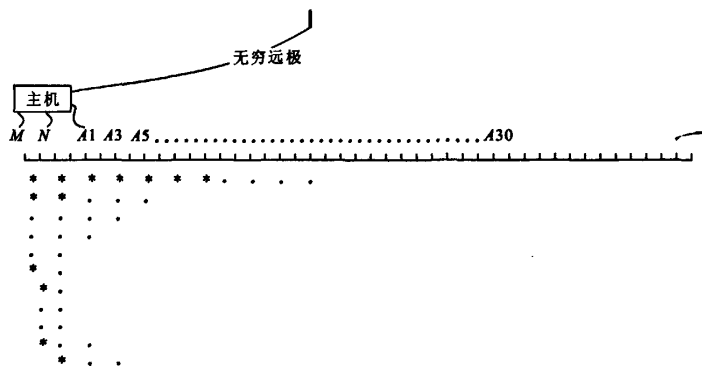


图3 单边三极连续滚动式测深装置工作示意图

Fig.3 Operational diagram of three pole consecutive sounding system on single side

置于测线前端,按照 $1/3AO \leq NM \leq 1/30AO$ 的电测深极距选择规定,理论上在测线端点可以获得30个不同深度的地电信息。和其它装置只能获得一个深度的地电信息相比,就大大提升了探测深度和适应不同的场地条件。

因此,本次工作采用高密度电法的单边三极连续滚动式测深装置,点距5m,最大间隔系数30层。使用DUK—2高密度电法测量系统,电极总数60根。

4 资料解释和钻探验证

4.1 资料解释

从60线电测深断面等值线图(图4)上可见,

在测线的两端AO的极距已达到150m,基本达到业主要求。

在图4中,如果忽略140m和255m附近点位下的直立等值线,在水平方向上,从地表向下视电阻率的分布可划分为三个条带。即 $AO < 60m$ 的小极距时的浅层 ρ_s 异常带; AO 为 $60 \sim 120m$ 的中深部 ρ_m 异常带和 $AO > 120m$ 的深部 ρ_d 异常带。

浅层等值线起伏变化大,反映了地表浅层的地层介质不均匀,随着极距的增大,反映深部的 ρ_d 等值线,在 $AO > 110m$ 的极距时未出现明显的低阻异常,表明深部岩层结构完整;在中深部的异常带上,在 $2.5 \sim 100m$ 、 $150 \sim 230m$ 、 $265 \sim 335m$ 测点下,分别出现了低阻异常,各异常呈封

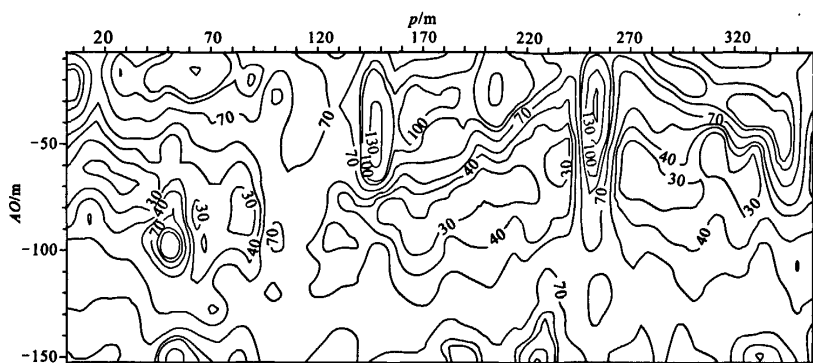


图4 单边三极连续滚动式测深装置工作示意图

Fig. 4 Cross section contoured map of apparent resistivity from Line 60

闭或半封闭形态, ρ_s 值一般为 $20 \sim 30 \Omega \cdot m$ 左右, 根据异常形态、场值、所处位置等因素, 初步将这一深度的异常定性为目标异常区。

笔者认为采空区的存在会改变原始的地电特征。只有当采空区充水时, 它的电阻率会急剧下降, 低于其围岩。所以判断采空区的存在, 一定要在相对高电阻率的(围岩)背景下, 划分出低阻(充水的采空区)异常。以 $30 \Omega \cdot m$ 等值线的分布圈定了采空区在测线下的分布, 并提交了报告。

4.2 钻探验证

验证钻孔分别位于该测线的 40m 和 265m 处, 孔深 60m。两个钻孔分别在 26m 和 22m 深度钻遇采空区, 采空区高度 6~10m, 其内充填水及淤泥。证实了对电阻率异常的认识和判断是正确的。

5 结论与认识

虽然钻探验证了高密度电法在探测采空区工作中的有效性及对电阻率异常性质的认识和判断的正确性, 但是, 真正的收获是测量装置选择合理。不仅满足了业主要求, 而且在测线的端点

获得了足够多和足够深度的地电信息, 为地球物理探测工作奠定了基础。因此, 在众多测量装置形式中, 单边三极滚动装置, 以其勘探深度、有效勘探范围及对工作场地的宽松要求, 值得选择应用。

参考文献:

- [1] 傅良魁. 地球物理勘探教程——电法勘探[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [2] 李金铭. 地电场与电法勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- [3] 王兴泰. 工程与环境物探新方法、新技术[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [4] 阎述, 陈明生. 高分辨电阻率法探测地下洞体[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [5] 董浩斌, 王传雷. 高密度电法在信阳市燃气混气站场地隐伏断裂探测中的应用[J]. 地质科技情报, 2003, 22(1): 101~104.
- [6] 吕玉增, 阮百尧. 高密度电法工作中的几个问题研究[J]. 工程地球物理学报, 2005, 2(4): 264~269.
- [7] 王洪, 汤井田. 高密度电法在贵州福泉矿难救援中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2006, 3(5): 292~294.

一种加大探测深度的高密度电法测量装置及应用

作者: [田玉民](#), [史殿胜](#), [Tian Yumin](#), [Shi Diansheng](#)
作者单位: [河北省地勘局秦皇岛矿产水文工程地质大队, 秦皇岛, 066001](#)
刊名: [工程地球物理学报](#)
英文刊名: [CHINESE JOURNAL OF ENGINEERING GEOPHYSICS](#)
年, 卷(期): 2008, 5(6)
被引用次数: 1次

参考文献(7条)

1. [傅良魁](#) [地球物理勘探教程--电法勘探](#) 1988
2. [李金铭](#) [地电场与电法勘探](#) 2005
3. [王兴泰](#) [工程与环境物探新方法、新技术](#) 1996
4. [阎述](#), [陈明生](#) [高分辨电阻率法探测地下洞体](#) 1996
5. [董浩斌](#), [王传雷](#) [高密度电法在信阳市燃气混气站场地隐伏断裂探测中的应用](#)[期刊论文]-[地质科技情报](#) 2003(01)
6. [吕玉增](#), [阮百尧](#) [高密度电法工作中的几个问题研究](#)[期刊论文]-[工程地球物理学报](#) 2005(04)
7. [王洪](#), [汤井田](#) [高密度电法在贵州福泉矿难救援中的应用](#)[期刊论文]-[工程地球物理学报](#) 2006(05)

引证文献(1条)

1. [张金辉](#) [数字测井在宝清县朝阳地区的应用](#)[期刊论文]-[工程地球物理学报](#) 2009(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gcdqwlxb200806013.aspx

授权使用: 中南大学(zndx), 授权号: 4d45e184-425b-4af7-8cf8-9ea000c8a730

下载时间: 2011年3月8日