

文章编号:1007-3701(2006)04-0065-04

## 电法温纳装置勘探深度之探讨

孙庭富, 罗孟秋, 郭爱国

(湖南省建设工程勘察院, 湖南 怀化 418000)

**摘要:**电法勘探深度是国内外学者多年来研究和探讨的课题,不同作者对勘探深度给出的定义及其具体数量关系不尽相同,有的甚至差别很大。本人通过多年来的实践认识,对电法勘探中的一个分支温纳装置的勘探深度有一定的认识。电法勘探深度具有一定的数量关系,但也因人、因地、因时而变化,不能用简单不变的数量关系加以概括。

**关键词:**实践认知;影响因素;勘探深度;数量关系

**中图分类号:**P631.3

**文献标识码:**A

电法勘探深度的定义是在给定的各种主、客观条件下通过对电或电磁场信息的收录(观测)、处理(整理)和分析研究(正、反演),以查明探测目标存在的最大深度。研究勘探深度对指导实际找矿和解决勘察各种地质问题具有重要意义。广大物探工作者应当对勘探深度有统一认识,以免混乱,否则,缺乏共同语言和统一标准,将影响勘探效果,以及学科发展和学术交流。

## 1 以往对电法勘探深度给出的一些数量关系<sup>①</sup>

1932 年, C. Schlumberger 和 M. Schlumberger 在其文章中,曾对对称四极装置的勘探深度(D)与电极距(L)或 AB 间就不同情况提出了三种数量关系:

(1)在较简单情况下,最大勘探深度等于电极距的一半,即  $D = \frac{AB}{2}$ ;

(2)在有覆盖层的二层地电断面条件下,认为电极距等于四倍覆盖层厚度时视电阻率有明显变

化,即  $D = \frac{AB}{4}$ ;

(3)在复杂的水平多层地电断面条件下,勘探深度等于电极距的八分之一,即  $D = \frac{AB}{8}$ 。

同年, C. Dela 等人对温纳装置提出其勘探深度等于电极距的三分之一,即  $D = \frac{AB}{3}$ 。

以后 G. M. Evhen(1938)认为,最佳电极距等于勘探深度的九倍,即  $D = \frac{AB}{9}$ 。

B. H. IaxHOB(1953)提出,对称四极装置的勘探深度等于供电电极距的四分之一至十分之一,即  $D = \frac{AB}{4}$  到  $\frac{AB}{10}$ 。

G. V. Kell(1966)认为对称四极装置的勘探深度等于供电电极距的一半,  $D = \frac{AB}{2}$ 。

R. K. Frohlich(1967)提出,根据经验方法对称四极装置的勘探深度等于供电电极距的三分之一至四分之一,即  $D = \frac{AB}{3}$  至  $\frac{AB}{4}$ 。

A. A. R. Zohdy 和 D. B. Jacksou(1969)等在地下水勘探中根据对多层电测深曲线的分析,也认为电阻率法的勘探深度  $D = \frac{AB}{3}$  至  $\frac{AB}{4}$ 。

收稿日期:2006-03-16

作者简介:孙庭富(1961—),男,工程师,从事物探及水、工、环地质工作。

①傅良魁.论电法勘探若干方法理论问题,1984.

D. A. Komapob (1980) 提出:在围岩电阻率为均匀有利条件下联合剖面法的研究深度大约等于自接收线中心到较近一个供电电极的长度。

K. K. Roy 和 H. M. Elliot (1981) 认为:在用温钠和对称四极装置进行剖面测量时,其勘探深度等于电极距,即  $D = AB$ 。

以上不同作者对勘探深度所给出具体数量关系不尽相同,有的甚至差别很大。

## 2 电法勘探深度的影响因素

通过实践我们认为,主观条件和客观条件以及探测目标是决定勘探深度的三大要素,现简述如下:

### 2.1 主观因素对勘探深度的影响

容易理解,勘探深度的大小及与探测目标产生的异常场之强弱有密切关系,而异常信息能否被完整地收录到或者说通过适当处理后最清楚、准确地显示出来,这首先取决于主观因素或人的主观能动性,其中主要包括:工作者的全面素质、仪器设备的效能、装置类型的合理选择、观测场的参数和时间或频率的合理选择、工作方法、技术措施六个方面因素,这些取决于人的六方面因素是否使其处于最优化、最合理的状况,否则均将不同程度的影响电法勘探深度。

### 2.2 客观因素的影响

不难理解,由探测目标引起电法异常能否完整的收录到并清晰地反映出来,除主观因素外,在很大程度上还与所处的各种客观环境或地质、地球物理条件有重要关系,其中主要有以下四点:

(1) 干扰场性质:各种非探测目标形成的干扰性电磁场,其强度和在时间及空间分布的复杂性;

(2) 围岩电学性质的不均匀性:探测目标周围岩石的各种电磁学性质的均匀程度和方向性在物性参数上构成对人工场或天然场及对探测目标的反响有屏蔽或隐蔽作用;

(3) 地表面的起伏情况:当勘查区的地形切割剧烈,起伏很大时,将使探测目标的异常信息变得模糊不清;

(4) 围岩电学性质在时间上的不稳定性:由于

物理或化学原因使围岩的电学性质在时间上发生不稳定变化。

### 2.3 探测目标本身的作用

容易理解勘探深度的大小应直接与探测目标所产生的异常电磁场(人工或天然的)信息之强弱密切相关。主要有以下四点:

(1) 尺度大小:由于电法异常均随探测目标的尺度大小发生变化,而且其间有正变关系,一般说,探测目标占空间体积大者勘探深度也大,反之则小;

(2) 形状:对占相同空间体积的勘探目标而言,其形状特征对勘探深度有一定影响;

(3) 产状:在探测目标的尺度大小和形状特征一定的条件下,其在地下的赋存方式或产状特征,也将影响电法异常的强度和空间,时间分布的复杂性;

(4) 电性差异:电法异常乃随探测目标与围岩间之电性差异有密切关系。

## 3 实践探讨

电法勘探的分支方法很多,各种方法的应用范围,勘探深度和效果也不尽相同。作者等多年来主要采用电阻率法,装置形式主要采用温钠装置,适用范围有找矿、找地下水、找地质构造、岩溶勘察、基岩面探测、滑坡勘探以及公路路基、边坡、桥基、隧道勘察等,其勘探深度的确定主要采用定性分析和定量计算。

定性分析主要是根据电测深曲线的形态类型及拐点坐标大致圈定探测地质体的形态、厚度、产状、围岩的成分及完整情况等,并在平面上圈定其大致边界。

定量计算主要采用切线法,将电测深曲线相同斜率点连成直线,相邻直线交点所对应的  $AB/2$  乘以深度校正系数  $\alpha$ ,即为该层分层深度值,深度校正系数  $\alpha$  根据电测深曲线与钻孔、浅井等地质工程揭露情况对比分析计算确定。定量计算的关键是充分利用地质测绘成果和钻探成果来求解深度校正系数  $\alpha$  值。

$$\text{计算公式: } \alpha = \frac{H}{AB/2}$$

式中:  $\alpha$  - 深度校正系数

H - 钻孔揭露目标层深度

AB/2 - 相应切线交点所对应的 AB/2 值(1/2 供电电极距)

多年来,根据地质工程揭露情况对比求解深度校正系数  $\alpha$  值统计见表1。

统计结果表明,温纳装置的勘探深度系数最小0.6,最大0.85,一般0.7~0.8。其中泥砂岩最小0.6,最大0.67,一般0.65;板岩最小0.65,最大0.7,一般0.67;砂岩最小0.67,最大0.75,一般0.7;

灰岩最小0.70,最大0.85,一般0.75~0.8。

## 4 工程实例

湖南省靖州林业局水井工程钻探施工至76 m,未发现任何岩溶裂隙现象,为了指导施工,建议进行物探工作。该区地层主要发育有第四系土层,石炭系灰岩,板溪群板岩。物探工作方法主要采用电阻率测深法,装置形式采用温纳装置。首先对正在施工的钻孔进行了电测深工作,将实测电阻率测深  $\rho_s$  曲线与钻孔柱状图进行对比。

表1 深度校正系数  $\alpha$  值统计表  
Table1 Correction coefficients  $\alpha$  of Depth

地点	工程名称	探测目标	地层岩性	AB/2(m)	工程揭露方法	深度(m)	$\alpha$ 值
湖南怀化	辰溪煤矿水井	找岩溶水	灰岩	90	钻探	73	0.71
湖南怀化	怀化纺织厂水井	找岩溶水	灰岩	150	钻探	112.9	0.75
湖南怀化	公坪加油站水井	构造	泥砂岩	84	钻探	55	0.65
湖北宜昌	郑家坪滑坡Ⅰ区	滑坡勘探	泥砂岩	80	钻探	48	0.60
湖北宜昌	郑家坪滑坡Ⅱ区	滑坡勘探	泥砂岩	35	钻探	23	0.65
湖北宜昌	环保局滑坡群Ⅰ区	滑坡勘探	泥砂岩	10	浅井	6.2	0.62
湖北宜昌	环保局滑坡群Ⅱ区	滑坡勘探	泥砂岩	9	浅井	6	0.67
湖北宜昌	李家庄滑坡Ⅰ区	滑坡勘探	灰岩	21	钻探	16	0.75
湖北宜昌	李家庄滑坡Ⅱ区	滑坡勘探	灰岩	19	钻探	12.8	0.67
湖北宜昌	满天星滑坡	滑坡勘探	灰岩	19	钻探	14	0.73
湖南怀化	常-吉高速公路	岩溶勘察	灰岩	30	钻探	22.5	0.75
湖南怀化	常-吉高速公路	构造勘察	板岩	60	钻探	42	0.70
湖南怀化	常-吉高速公路	基岩面探测	板岩	12	钻探	8.1	0.67
湖南株洲	湘东铁矿	基岩面探测	砂岩	12	井探	8.4	0.70
湖南永州	阳明山隧道	构造勘察	砂岩	75	钻探	56	0.75
湖南永州	邵-永高速公路	岩溶勘察	灰岩	45	钻探	36.5	0.81
湖南怀化	新晃地热勘察	找构造	灰岩	160	钻探	120	0.75
湖南怀化	麻阳地热勘察	找构造	砂岩	120	钻探	85	0.7
湖南怀化	861厂地灾调查	岩溶勘察	灰岩	60	钻探	51	0.85
湖南怀化	861厂地灾调查	岩溶勘察	灰岩	45	钻探	36	0.80
湖南怀化	中方水井	找岩溶	灰岩	86	钻探	67	0.78
广西桂林	兴-桂高速公路	找构造	板岩	40	钻探	26	0.65
广西桂林	兴-桂高速公路	岩溶勘察	灰岩	45	钻探	31.5	0.70
广西桂林	兴-桂高速公路	找构造	砂岩	32	钻探	21.5	0.67

依据前支曲线与钻孔土层厚度正演计算得勘探深度系数为  $\alpha_1 = 9.2/12 = 0.77$ ; 然后根据曲线尾支拐点反演推测在孔深 92 m 附近应为石岩系灰岩与下伏板溪群板岩的接触破碎带。建议该钻孔继续施工, 结果在 90 m 位置打到了灰岩与板岩的接触带, 找水获得了成功。并以此推算勘探深度系数  $\alpha_2 = 90/120 = 0.75$ 。

(1) 电法勘探深度具有一定的数量关系, 但也因人、因地、因时而变化, 不能用简单不变的数量关系加以概括。

(2) 由于影响勘探深度的因素较多, 故一般在数学处理上比较繁琐, 在特定条件下计算某种分支电法的勘探深度时, 可对给定的具体条件进行必要的简化。根据野外地质工程揭露情况对比求解深度校正系数。

## 5 对电法勘探深度的两点看法

# An Analysis Of Electric Exploration Depth

SUN Ting-fu, LUO Meng-qiu, GUO Ai-guo

(Hunan Institute Of Construction Engineering Exploration, Huaihua 418000, Hunan, China)

**Abstract:** The depth of electric exploration is the subject that the scholars have studied and proved in many years. There are different points. Different researchers, to exploring the definition of exploration depth and quantitative relation not the same, even differ significantly sometimes. Through the abundant practice, there is more practical thinking to a branch of warm sodium device of the electric exploration depth. Electric exploration depth has certain quantitative relation, but also because of people, place and changing time. It can't be summarized with the simple mathematics formula.

**Key words:** Practice-cognition; Influential factor; exploration depth; Quantitative relation

## 《华南地质与矿产》

### 2007 年 第 1 期 要目预告

海南儋州 - 屯昌地区二叠纪地层的发现及其意义 .....	龙文国等
中扬子区东南缘下组合天然气勘探潜力分析 .....	刘新民等
贵州紫云运动与泥盆纪末华南板块海退事件的因果关系研究 .....	牛新生等
新疆阿尔泰可可托海 3 号伟晶岩脉研究 .....	冷成彪等
河南省桐柏县破山银矿床地球化学特征及找矿标志 .....	王宗炜等
贵州水城 - 纳雍锰矿地质特征 .....	刘 平等