

煤矿井下定点源梯度法超前探测试验研究

李 学 军 (河北煤炭研究所 邢台 054000)

摘要 超前探测预测地质构造是煤矿井下突出的地质问题之一。根据理论分析提出定点源梯度法,模拟试验证明该方法用于煤矿井下超前探测具有较好的地球物理基础,视电阻率参数可以用来区分含水与非含水构造;实际应用结果表明:该法具有布极简便、结果直观等特点,其分辨力及抗干扰能力均优于其它装置形式,探测效果明显。

关键词 定点源梯度法,视电阻率,超前探测,地质构造

中国图书资料分类法分类号 P631.32

近几年,我国煤矿矿物探技术试验研究日益活跃,特别是在华北型煤田矿井防治水中,一些物探方法已经取得明显的地质、经济效果。直流电法在探测隔水层厚度、奥灰水导升高度以及隐伏构造方面效果更加显著,为煤矿防治水害提供了重要的水文地质信息;在掘进超前探测地质构造上有一定前景。笔者通过理论推导、模拟试验以及现场应用,提出定点源梯度法。该方法适用于煤矿井下特殊工作环境,并且有较好的抗干扰能力,有一定的实用推广价值和指导意义。

1 点源梯度法的基本理论及装置

在煤矿井下进行矿井直流电法探测时,电流通过所布设的供电电极流入巷道周围岩体,并在全空间建立起稳定电流场,该电流的分布特征决定了周围不同电阻率的层或矿体的赋存状态。因此,研究不同地电断面中全空间稳定电流场的分布变化规律,是进行现场电法工作的理论基础。

1.1 全空间稳定电流场的基本规律

假如不考虑巷道空间的影响,设点电源

DENSITY CALCULATION AND CALIBRATION OF COMPENSATED DENSITY TOOL

Li Chongru Chen Guowei

(1st Coal Geology Exploration Bureau)

Abstract the article point out some few shortcoming of calibration and compensation algorithm base on analysis calibration information of XAM/XAP compensated density tool and compensation algorithm. The XAM/XAP was calibrated again and then the new ridge-rib graph was made. Two new approaches for density compensation including the rib line equation coefficient and the high-order polynomials were worked by use of the information of new ridge-rib graph. So that the accuracy of density log can improve to 0.03 g/cm³.

Keywords density compensation; calibration; ridge-rib graph

处于均匀各向同性无限介质中。当某一个点电流源 A 供一电流强度 I 的电流, 其在全空间任一点 M 处产生的电位、电流密度及电场强度分别为

$$U_M = \frac{IP}{4\pi R} \quad (1)$$

$$j_M = \frac{1}{4\pi R^2} \quad (2)$$

$$E_M = \frac{I\rho}{4\pi R^2} \quad (3)$$

式中 ρ 为介质电阻率, $R = \overline{AM}$, 如图 1 所示。

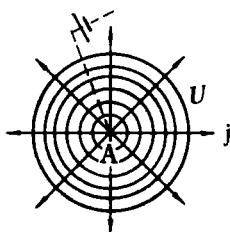


图 1 点电源场全空间分布示意图

由此可见, 均匀各向同性无限介质中的等位面是以点源 A 为球心的同心球壳, 电流线是以 A 为中心的辐射直线。

在煤矿井下, 电流场也有一个由不稳定到稳定的过程。即电流向岩体内发送瞬间, 电场是不稳定的, 经建场时间后才稳定。在通电过程中, 任何具有电性差异的分界面上均有积累电荷分布, 当这种积累电荷趋于稳定值时, 电场才开始稳定。如图 2 所示, 当供电电极 A 位于 ρ_2 介质中, 其电流密度有两种情况: (1) $\rho_1 < \rho_2$ 时, 将导致电流密度在电性分界面附近 ρ_2 一侧增大(图 2a); (2) $\rho_1 > \rho_2$ 时, 将导致电流密度在电性分界面附近一侧减小, 故出现图 2b 的情况。

为此, 根据煤矿井下电法工作的任务, 提出定点源梯度法, 以达到测深(或测距)的目的。

1.2 定点源梯度法的装置

定点源梯度法的装置形式如图 3 所示。

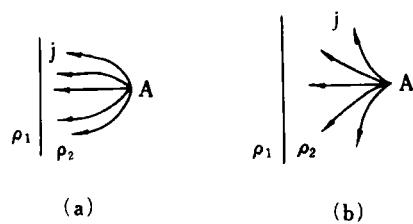


图 2 地下点电源电场分布示意图

(a) $\rho_1 < \rho_2$; (b) $\rho_1 > \rho_2$

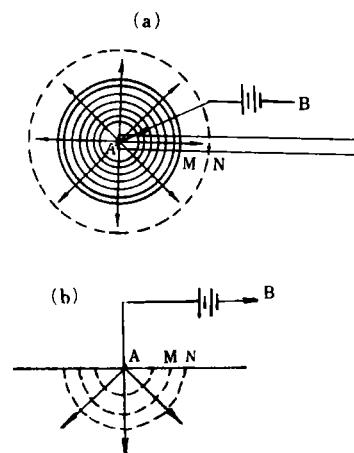


图 3 定点源梯度装置

(a) 全空间情况下; (b) 半空间情况下

因为煤矿井下只能将电法限制在巷道之中进行, 这样一来, 本方法便可方便地开展工作, 因为点电源电流场在井下是呈辐射状建立的(图 3a), 因而在各方向测量都可以达到目的。

2 试验研究及效果

2.1 模拟试验

在图 4 条件下任意一点的视电阻率 ρ_s 表达式可写成

$$\rho_s = \rho_1 \left[1 - 2L^2 \sum_{n=0}^{\infty} K_n Y_n \right] \quad (4)$$

其中 $K_n = \frac{n(\rho_2 - \rho_1)}{(n+1)\rho_2 + n\rho_1}$, $Y_n = \frac{2}{2L} \left[\frac{R^{2n+1}}{r^{n+1}} \cdot \frac{P_n(\cos\theta)}{r^{n+1}} \right]$, $P_n(\cos\theta)$ 系对 $\cos\theta$ 的勒让德多项式。

变换埋深 h 、半径 R 以及电性参数、测深

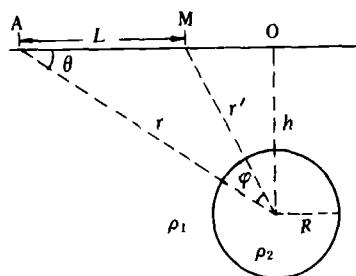


图 4 点电源梯度法的解析

点相对于球体 ρ_2 的位置时, 经正演计算可得到如下结论:

a. ρ_e 曲线极值点对应的 AO (O 为 MN 中点)与球体埋深 h 有如下关系:

$$h = AM + \frac{MN}{2} = AO \quad (5)$$

b. 当球体(高、低阻)半径 R 大小不同时, ρ_e 曲线极值点位置不变。由此推断, 球体埋深解唯一, 不受等值原理影响。

c. 本装置方法对低阻地质体探测更有利。

d. 当 MN 大小变化基本不影响 ρ_e 曲线特征, 因而可灵活改变 MN 工作。当 MN 足够大时, 可用式(6)解释深度 h :

$$h = AM \quad (6)$$

为此, 笔者进行了模拟试验, 其结果详见图 5 所示。其中, 图 5a、5b ρ_e 曲线形态、极值出现位置与上述结论基本符合。而图 5c 是存在表层局部干扰情况下的定点源深 ρ_e 曲线,

其形态受局部干扰严重, 不利于解释。因此, 笔者提出引入“比值法”^[1]削弱其影响, 效果很好(图 5c 中虚线所示)。

2.2 应用研究及效果

利用定点源梯度法进行了井下超前探测试验(底板测深效果亦如此^[2]), 取得了较好的地质效果。图 6 为所总结出的 4 种地质情

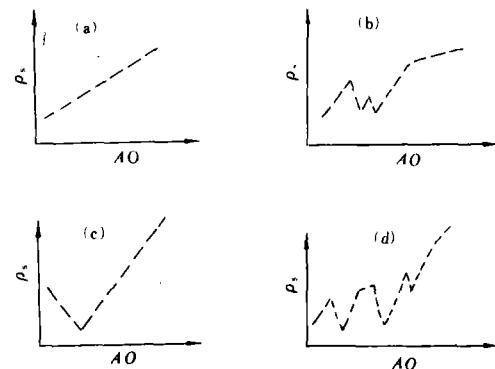


图 6 定点源梯度法超前探测模型

(a) 正常; (b) 含水裂隙; (c) 含水构造; (d) 非含水断层
况下的 ρ_e 曲线特征: 岩层(或煤层)本身电阻率值是基本稳定的。当前方没有地质构造(包括含水构造)时, 所得的 ρ_e 曲线为一直线(图 6a); 而当前方存在含水构造时, 由于矿化水充填, 致使电流密度增大、电阻率减小, 而在 ρ_e 曲线上呈现低阻特征(图 6b、6c); 当地质构造不含水时, 由于疏松的裂隙发育带排斥电流, 使电流密度减小, 在所得 ρ_e 曲线上呈现高阻特征(图 6d)。

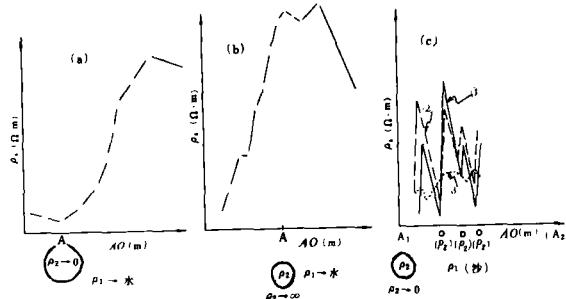


图 5 定点源梯度模拟实验结果

①— A_1 得 $\rho_e A_1$; ②— A_2 得 $\rho_e A_2$; ③— $\frac{\rho_e A_1}{\rho_e A_2}$

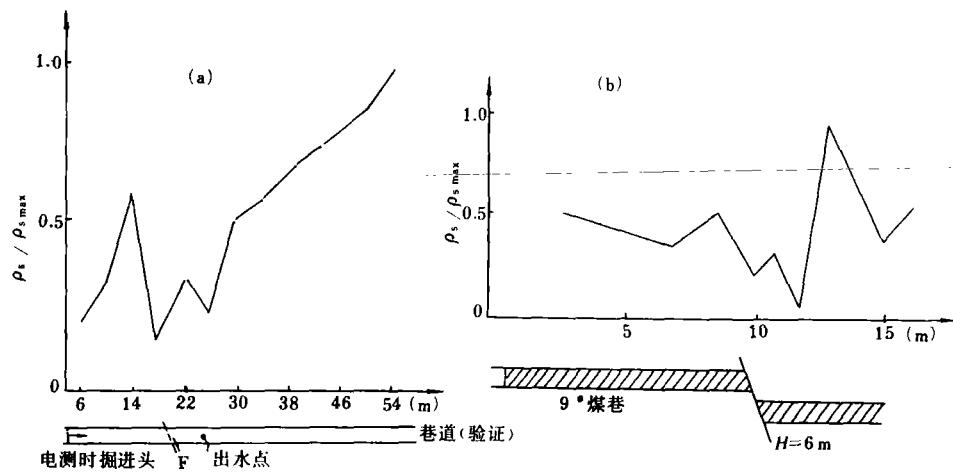


图 7 定点源梯度法超前探测实例

(a)弱含水构造预测; (b)非含水构造预测

根据上述特征及前一节阐述的布极原则,在现场进行了实际应用。图 7a 为在某矿进行的超前探测曲线,根据曲线反映,在测点前方 18m 处有一低缓值异常,且延至 26m 处,因此判断前方 18m 处有弱含水构造。经掘进验证在预测处有一小断层和裂隙发育,出水量 $8\text{m}^3/\text{h}$ 。同样,图 7b 所预测的非含水断层亦得到生产验证。

3 结论

a. 井下电法工作所涉及电流场是在全空间条件下的,视电阻率 ρ_s 表达式与半无限空间条件下仅差一个系数,对解释影响不大。

b. 采用定点源梯度法可较好的在井下开展电法探测,尤其是超前探测地质构造,可为煤矿防治掘进突水提供较可靠的信息。

c. 定点源梯度法不仅装置本身抗干扰能力较强,同样可引入如“比值法”等方法进行解释,以提高解释精度。本方法具有较好实用和推广价值。

参考文献

- 1 傅良魁. 电法勘探教程. 北京: 地质出版社, 1983
- 2 李学军. 研究煤层底板突水的形变电阻率法. 煤田地质与勘探, 1990(6)

(收稿日期 1991—11—12)

STUDY AND EXPERIMENT ON HEADING DETECTING BY FIXED-ELECTRIC SOURCE GRADIENT METHOD IN UNDERGROUND

Li Xuejun

(Institute of Coal Science, Hebei Province)

Abstract Heading detecting of geological structures is one of the prominent problems in coalmine geology. According to the theoretic analysis, this paper describes that this problem can be solved by using Fixed Electric-Source Gradient (FESG) method. The model experiment has proved the geophysical foundation of this method that will be used in underground is existing,

· 探矿工程 ·

浅论单桅杆液压伸缩井架的锁定装置

周幼宗 曹宝珍

(中国煤田地质总局勘探设备研制厂 涿州 072750)

摘要 以美国 LTV 公司 65 B 车装钻机单桅液压伸缩式井架的锁定装置为例, 讨论了锁定装置的功用、设计要求、基本构造、工作原理和操作程序等。在此基础上, 研讨了该装置主要零件的受力分析和强度计算方法。还分析了加工制造精度、井架上、下段间的配合间隙以及两者的搭接长度对锁定精度的影响。最后, 对美国 LTV 公司 65 B 车装钻机钻塔锁定装置的机械操纵方法提出了改为液压操纵的建议。

关键词 桅杆式井架; 伸缩式井架; 锁定装置; 液压操纵

中国图书资料分类法分类号 P634.3

1 锁定装置的功用和设计要求

锁定装置是桅杆式伸缩井架的关键部件, 其主要作用是保证井架在工作状态(即上段伸出状态)下, 能将上、下两段可靠地锁定。

在设计井架的锁定装置时, 必须满足以下几点要求:

- a. 锁定装置打开时, 井架上段能够顺利通过位于井架下段上端的锁定部位。
- b. 能将井架上段可靠地锁定在规定部位。
- c. 操作灵活、可靠、安全, 且结构简单。
- d. 具有足够的强度。

2 锁定装置的组成及安装部位

锁定装置应包括 3 个部分: 锁定及释放机构; 安全保险机构; 操纵机构。

锁定及释放机构安装在井架下段顶部及井架上段底部的两个侧面; 安全保险机构安装在井架下段顶部的两个侧面或后侧面; 操纵机构安装在井架下段的后侧面(见图 1)。

3 锁定装置的构造及工作原理

锁定装置的构造及工作原理因井架的类型不同而异。现仅对美国 LTV 公司 65 B 车装钻机所配备的单桅液压伸缩式井架的锁定装置加以讨论。其主要技术参数如下:

apparent resistivity can be used to distinguish between water-bearing structures and not ones. The practical application results show FESG method is easy to arrange electrodes, and its data is clear, too. The resolution and interference refusing capacity of the FESG method are higher than others. And the application results of this method are obvious it is a good geophysical prospecting method used in underground and it has higher practical value, vast spreading vista.

Keywords fixed electric source gradient method; apparent resistivity; bedding detecting; geological structures