

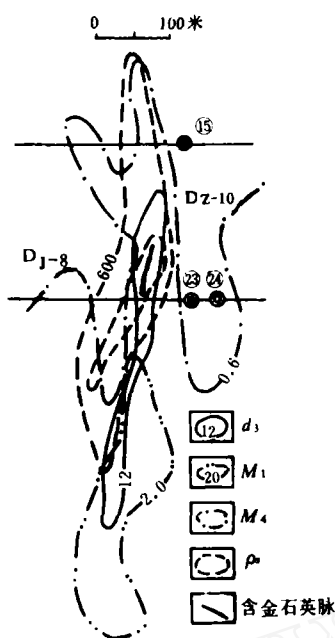


图 4 b

0.3米, 品位为21.18克/吨和85.10~86.30米处见到1.2米厚, 品位0.7克/吨两条含金石英脉。该矿脉在地表投影位置与 d_3 北端吻合。为追踪23号脉北延部分和验证 ρ_s 、 M_4 的找矿效果, 而施工了15号孔, 结果在孔内只见到混合花岗岩和斜长角闪岩。从图4的平面图上可见, d_3 在23号孔部位往北已无异常。向南有可能延展, 值得以后工作注意。

结 论

对激电二极参数的研究只是刚开始, 试验工作做的还不多。但是根据现有资料可以说明, 象在红花沟矿区的地质条件下, 利用岩矿石的衰减速度 d_3 可以排除干扰, 净化异常, 突出找矿信息。这对解释低缓激电异常是有帮助的。

多个球状矿体的 η_s 和 ρ_s 的通用计算法

冶金部地质研究所 石昆法

在电法勘探中, 点源电场的理论计算多采用场强公式, 而很少采用电位叠加的方法。显然这是为了简化计算。但是在多个矿体、多个电极的情况下, 难以实现现场的叠加。因此, 在复杂情况下, 作正演计算有很大困难。

作者通过一定的工作, 将电场强度公式改用电位叠加方法, 在电子计算机上编排了适用于多个矿体的中梯、测深、四极、联剖计算视极化率

η_s 和视电阻率 ρ_s 的通用计算程序, 并做了一定量的试算工作, 现将某些计算结果叙述如下。由于篇幅所限, 将计算程序删去。

基本公式

在点源场中, 在半空间的情况下(图1), 球形矿体在 M 点的总场电位为

$$V = \frac{I\rho_1}{2\pi} \cdot \frac{1}{1-\eta_1} \left(\frac{1}{R} + \sum_{n=0}^{\infty} q_n \cdot Y_n \right)$$

二次场电位为

$$V_2 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \cdot \frac{1}{1-\eta_1} \left\{ \eta_1 \left[\frac{1}{R} + \sum_{n=0}^{\infty} q_n \cdot Y_n \right] + (1-\eta_1) \sum_{n=0}^{\infty} q_{2n} \cdot Y_n \right\}$$

式中:

$$q_n = \frac{2n\mu(1-\eta_1) - (1-\eta_2)}{n(1-\eta_2) + (n+1)(1-\eta_1)\mu}, \quad q_{1n} = \frac{2n(\mu-1)}{n+\mu(n+1)},$$

$$q_{2n} = q_n - q_{1n},$$

$$Y_n = \frac{a^{2n+1}}{d^{n+1} r^{n+1}} P_n(\cos \theta),$$

$$d = (D^2 + h^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$D = (x_A^2 + y_A^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$r = (x_M^2 + y_M^2 + h^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$\cos \theta = (d^2 + r^2 - R^2) / 2dr,$$

$$R = [(x_M - x_A)^2 + (y_M - y_A)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$P_n(\cos \theta)$ —第 n 阶勒让德多项式;

a —球体半径;

h —球心埋深;

x_A, y_A —供电点 A 的坐标;

x_M, y_M —观测点 M 的坐标;

η_1, η_2 —分别为围岩和矿体的极化率;

ρ_1, ρ_2 —分别为围岩和矿体的电阻率;

μ — ρ_2 与 ρ_1 的比

以上是在一个供电电极、一个极化球体情况下,地面某点 M 处的总场电位和二次场电位。同理,可以获得两个供电电极、多个矿体情况下 M 点和 N 点的总场电位和二次场电位,利用电位叠加原理,可获得地面上任一点的视极化率和视电阻率

$$\eta_s = \frac{\Delta V_2}{\Delta V} = \frac{V_2^M - V_2^N}{V^M - V^N}$$

$$\rho_s = K \frac{\Delta V}{I} = K \frac{V^M - V^N}{I}$$

采用电位叠加的方法计算量较大,须在电子计算机上进行。

某些计算结果

(一) AB 极距与 MN 极距对视极化率异常的影响

AB 极距与 MN 极距应该选择多大? 它们选择不合适会带来什么影响? 这对于从事激电工作的人员来说是首先要解决的问题。针对这一问题,我们利用上述公式在计算机上进行了计算。

计算结果表明, AB 极距选得过小会带来两个后果: 一是视极化率异常值降低, 二是异常与极化体的位置产生位移, 从而造成接头点处的严重脱节。在图 2 的计算中, 假定两球半径分别为 2 米和 1 米, 埋深分别为 4 米和 1.5 米, AB 极距分别为 200 米和 20 米。计算结果可见, 由于 AB 大小不同, η_s 曲线不能重合, 小极距时, 异常降低, 而且相对矿体位置发生位移。

通过计算, 我们认为, 在野外设备功率允许的条件下, 应尽量加大 AB 供电电极距, 这样, 一方面可以扩大 AB 之间均匀场的范围, 观测区间可以加大, 减小接头点, 另一方面又可以增加勘探深度, 获得较大的异常。那种认为 AB 极距增大有可能把浅处小矿漏掉的概念是不对的, 我们曾做过这方面的计算。

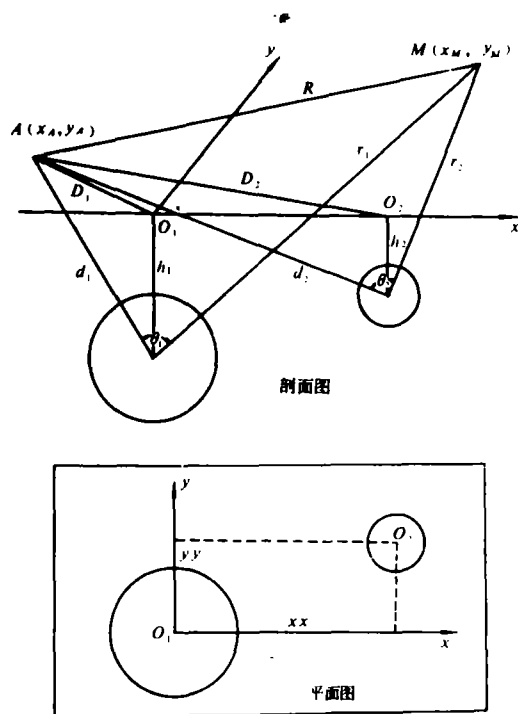


图 1 计算公式示意图

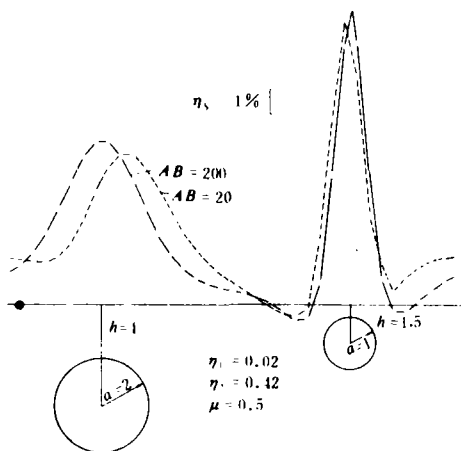


图2 改变 AB 极距, 中梯 η , 理论计算结果

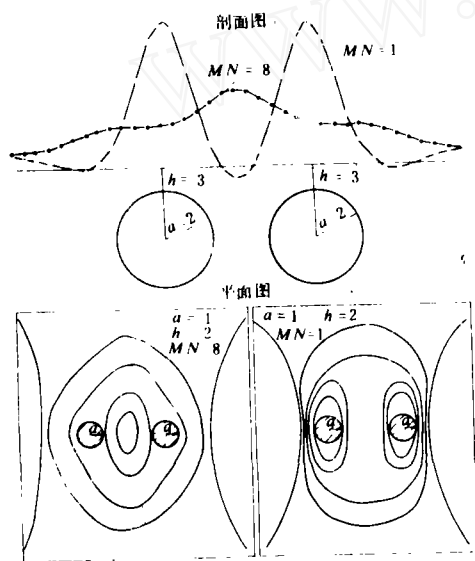
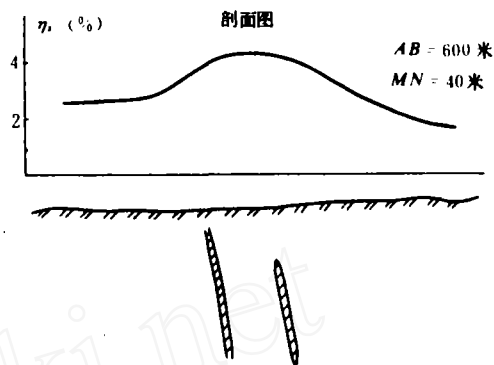


图3 改变 MN 大小的中梯计算结果

MN 大小的选择也是很重要的, 图3 是改变 MN 大小计算的中梯结果。当 MN 太大时, 不仅 η 异常值大大降低, 而且分辨力也大大降低。从剖面图来看, 当 MN 等于1 时, 两个矿体分辨得很清楚, 而当 MN 等于8 时, 异常形态发生畸变, 如果此时认为异常最大处与地下的矿体相对应, 势必落空。从平面图上看, 当 MN 小时, 两个矿体的等值线图分辨得很清楚; 而当 MN 变大时, 两个极化体的异常重合一起, 分不清是两个矿

体。山东某金矿脉上, 由于两条金矿脉本身很薄, 而相距又较近, 当采用大的 MN 时, 使异常难以分辨出地下有两条金矿脉 (图4)。



平面图

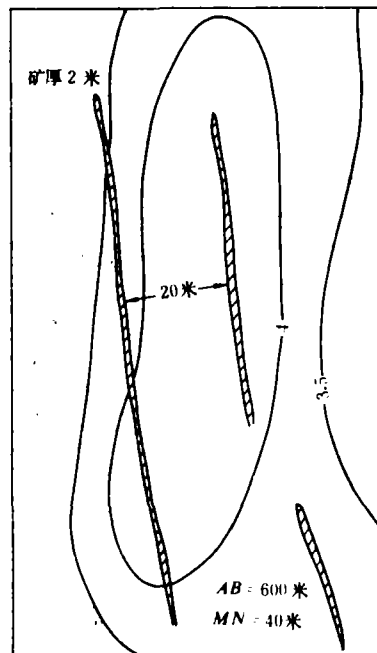


图4 山东某金矿脉 η , 剖面、平面图

为此, 我们认为 MN 的选择应小于或等于其埋深, 此时相对误差小于10%; 否则, 当 MN 远远大于埋深时, 会导致不良的效果。在矿体埋深未知的情况下, 只要能够保证读数的精度, MN 极距选择得越小越好。

(二) 关于激电测深定量计算问题

利用激电测深求矿体的埋深是野外常用的方法, 但必须注意以下几个问题:

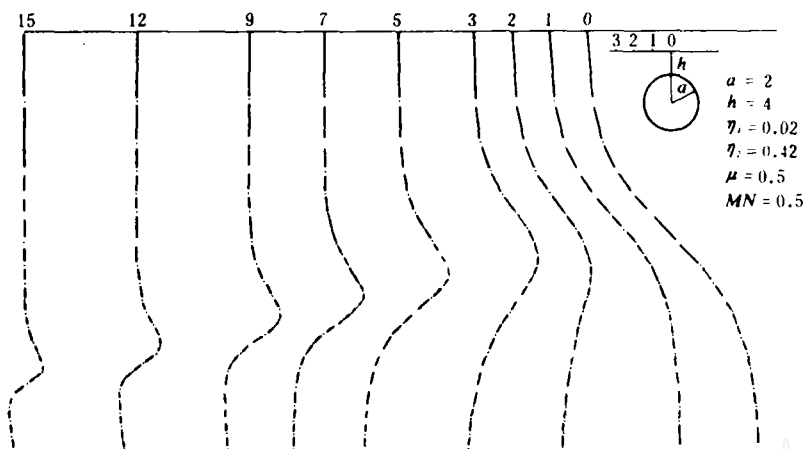


图5 测深点位于不同位置时 η_r 的理论计算曲线

1. 当测深点不位于矿体正上方时, η_r 曲线的转折点、拐点出现的位置差异很大。图5是测深点位置不同、其他条件不变时的理论计算曲线。如果利用在矿体地面投影点以外的测深点上的测深曲线来判断埋深, 误差就很大。如果把转折点处的 $AB/2$ 当作从测深点到矿体的最短距离, 才是近似正确的。

2. 必须注意测深点附近多个矿体对 η_r 曲线的影响。通过计算表明: 当测深点位于两个上下

相重叠的极化体上方时 (图6b), η_r 曲线不会出现波折; 当测深点位于两个水平相邻矿体中某一个矿体的上方时 (图6a), 则曲线会出现波折, 即当某一个供电电极移动到另一个极化体附近时, η_r 曲线出现第二个峰值。此时, 我们不要认为这是由于在垂直方向的两个矿层所引起的, 就是说在供电电极移动过程中, 当某一个供电电极遇到极化体时, 都会在测深曲线上反映出来。这一点在解释中应予注意。

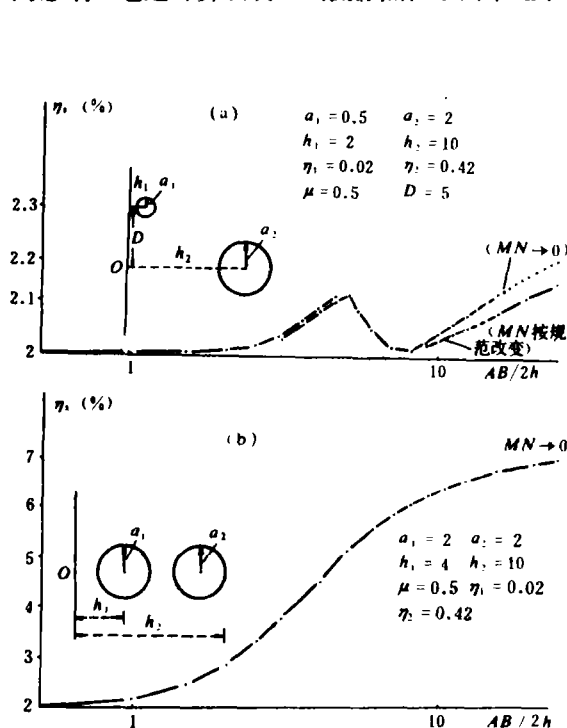


图6 有水平相邻矿体时, 测深理论计算曲线

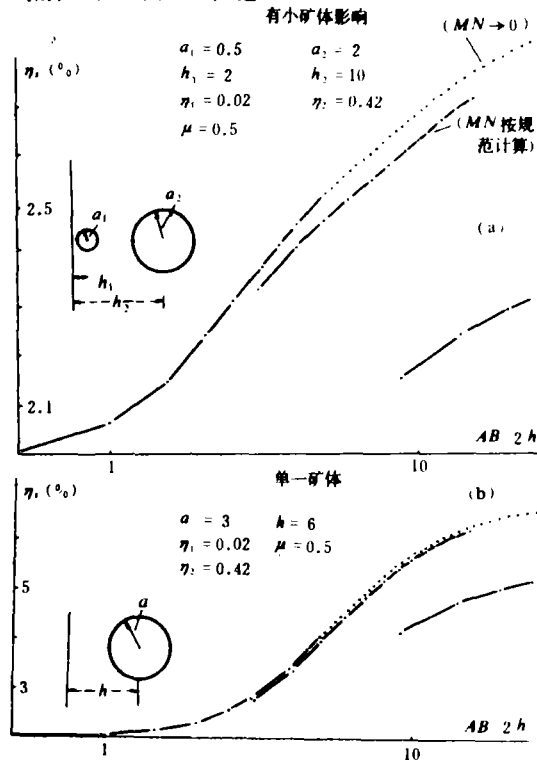


图7 脱节现象理论计算结果

3. 关于测深曲线的脱节问题。随着 AB 的增大, MN 极距也在逐步增大, 由于 MN 的大小改变对 η , 有影响, 所以在更换 MN 做测深时, 势必造成脱节现象。图7 是理论计算的结果。在主矿体的上方有小矿体干扰时, 其脱节十分明显, 它与 MN 趋近于零的理论曲线, 在后段差异很大。如果利用趋近饱和值的点求矿体的埋深, 必须对脱节点进行圆滑。如何圆滑呢? 通过理论计算表

明, 应该将大 MN 的曲线段平移到小 MN 的曲线上来, 这样才能接近理想的结果。

必须指出, 多体之间的相互影响, 以及上半空间界面的影响, 均未予考虑。有待今后进一步研究。

在这些理论计算工作中, 得到山东物探队阎振海同志的协助, 在此表示谢意。

瞬变电磁法视电阻率函数的比较

前言

瞬变电磁勘探法 (TEM) 由于在以前认为不适于电磁法勘探的地区, 寻找导电异常很成功, 所以它在世界各地的应用愈来愈广泛。现在使用的仪器 (SIROTEM, UTEM, CRONE PULSE EM 等) 大多是采用电压测量, 即测量磁场的时变导数。不过, 以超导量子干涉装置 (SQUID) 为基础的接收系统在许多领域取得成功, 使得有些研究单位 (例如, 澳大利亚的矿物资源局) 已着手研究把 SQUID 用在 TEM 上, 以便直接测量磁场。

将 TEM 测量结果换算成视电阻率后, 再进行推断解释比较方便。这对于水平的成层构造特别合用。除了使野外物探人员对地电结构有一个初步的概念以外, 电阻率可用来对自动反演例行程序产生有效的第一猜测值 (first guesses), 但是根据电压测量结果, 利用视电阻率函数还有困难。

在用重合迴线测量时 Raiche 和 Spies (1981) 的文章中讨论了突降/突升现象。例如, 在高阻的基底上面有导电覆盖层的情况下, 视电阻率开始

是等于上层的电阻率, 然后在渐近地趋近基底电阻率之前先降低。这种影响随电导率差异和迴线半径与地层厚度比的增大而增大。尽管在原理上完善的自动反演例行程序不会有虚构层, 但这种现象会导致在 TEM 的推断解释结果中夹有它们这种虚构层。在曲线突升、突降很大的情况下, 就无法确定视电阻率了。

以视电阻率函数 ARF 为基础进行推断解释的另一个问题是会漏掉薄的高阻层。不过这是电磁法的一个常见的问题, 而不是视电阻函数的特殊选择问题。

在这篇短文里讨论了以磁场为基础的 ARF 的性质。计算了布置在多层模型上方大发射迴线中心的垂直磁场, 并换算成了视电阻率。所得结果与利用重合迴线根据电压测量计算的结果进行了比较。在所讲的情况下, 发射的电流波形都假定是阶跃函数。

方法

同心布置的、半径分别为 a, b 的发射和接收迴线之间的互阻抗, 与时间有关, 可用下式表示 (Knight 和 Raiche, 1982):

$$Z(t) = \pi \mu a b f_0^{-1} L^{-1} [A_0(P, p, \lambda)] J_1(\lambda a) J_1(\lambda b) d\lambda$$

式中 t 为时间, P 表示地层的参数 (导电率、地层厚度) p 是拉普拉斯转换变量, λ 是汉克尔转换变量, J_1 是一阶第一类贝塞尔函数, L^{-1} 是拉普拉斯转换算子, $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$, $A_0(P, p, \lambda)$

是层状构造的频率域响应。拉普拉斯逆转换是用 Gaver-Stehfest 方法计算的。积分是用适当的高斯求积公式计算的。重合迴线视电阻率的计算采用了 Spies 和 Raiche (1980) 所用的方法。