

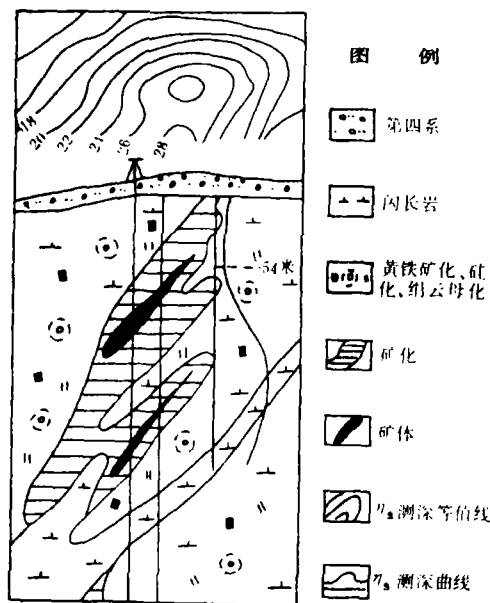


图5 复兴工区Ⅲ号综合剖面

排除了石墨化干扰的可能,验证后见辉钼矿工业矿体。

大功率激电优、缺点简评

我们采用两台11~5瓩的直流发电机串联起来作为供电电源,工作电压常用1000伏、电流用10~15安培,充、放电时间为10秒。供电电极极距 AB 为3000米,在 AB 2范围内观测。

二次场电位差(ΔV_2)和供电电源(j_0)在一定范围内呈线性关系,采用大功率电源即使在“大极距”(相对的)情况下也能获得可靠的 ΔV_2 值。激电采用大功率电源的优点是可用大极距,观测范围大,工作效率高,适合扫面工作。但是

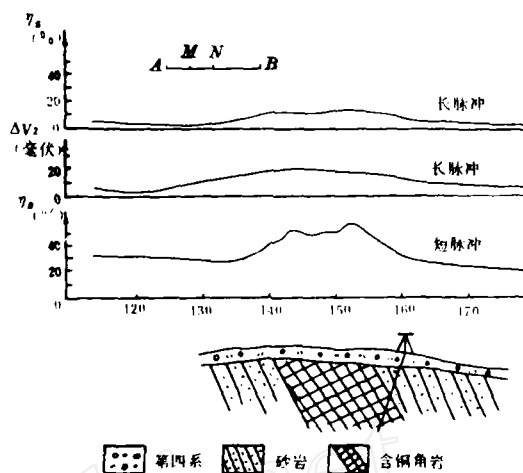


图6 大黑山工区激电异常长短脉冲对比曲线

随着极距的扩大,电阻率不均匀,地形起伏,供电电极位置等因素的影响也相对增大,往往造成异常畸变。采用“大极距”供入地下的电流场的分布范围大,极化效应增强,勘探深度相应增大。但是,勘探深度不仅受矿体大小和形态、矿体与围岩的电性差异、低阻覆盖层等因素的影响;而且还随着极距的扩大, j_0 迅速减小, ΔV_2 变弱,耦合效应增强,使观测精度降低,甚至不能读数。因此,不能为了增大勘探深度而任意加大极距;更不能认为通过扩大极距就能探测任何埋深的矿体。所以在野外找矿时,须根据区内地质条件选择“最佳”极距。权衡使用大功率的优缺点,充分发挥激电在使用大功率供电时的找矿作用。

IP 和电阻率对数假断面图

将野外测得的IP和电阻率数据表示成对数形式的假断面图,比目前常规绘制的假断面图更有意义,因为勘探深度是指数函数或对数函数,或者是幂函数。用双对数构制的IP和视电阻率图已有人讨论过,并不新奇。本文只是用图来简短说明所取得的成果。

静电等效性

用数学方法来模拟地层是基于静电等效性。对此我们不在这里多作介绍。只是设想地下半空间被划分成若干很薄的水平层,研究各层分别对地表所测信号的作用。在地下构造和各个地层组分给定的条件下,电流的分布只与供电电极的位置有关,而探测深度则由测量电极相对供电电极所在位置确定。方法概念简单,表现直观。也就是说,我们不难想象到,地下很深的的一个薄层对

地表信号的影响是很微小的,很浅的薄层也是一样。因此响应函数一定是从接近地表的最小值逐渐增大,到某一深度达到最大值,然后减小到达某一更大深度又变为最小值。Roy 等人称此函数为勘探深度指标 (Depth of Investigation Characteristic, 简称DIC)。在他们的著作中,主要是讨论施伦贝尔热装置和温纳装置,也讨论了各种偶极装置。遗憾的是他们在讨论中对所有装置都是按电极排列的两个最远的电极之间的距离进行规一化。这对施伦贝尔热装置是合理的,但对偶极装置并不适用。我们根据 Edwards 对偶极—偶极装置参数偶极距 a 进行数学上的再规一化,并根据它与函数 n 的关系确定出勘探深度指标的某些性质。

用线性比例尺绘制的 DIC 与 n 的关系图

这种关系图示于图 1。各个 n 的 DIC 曲线都好像是对数正态分布曲线。这些曲线给出各个薄层对总信号的作用。DIC 的绝对值无关紧要,重要的是它们的相对值。 $n = 1$ 时 DIC 曲线有一峰值,其值比其他 n 值的 DIC 曲线的峰值都高。曲线形状很陡。随着 n 的增大, DIC 曲线的峰值减小,峰值所在的深度增大,曲线变平缓。DIC 的三种特性都可用它与 n 的关系来描述。把各个不同 n 值的 DIC 曲线的峰值点连成一条曲线,具有光滑的指数或对数曲线的形态。

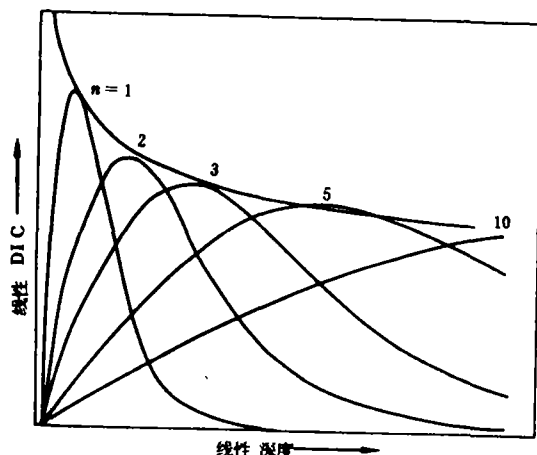


图 1 DIC 与 n 的关系图 (用线性比例尺绘制)

用对数比例尺绘制的 DIC 与 n 的关系图

用双对数纸绘制的 DIC 与 n 的关系示于图 2。指数关系表现的很明显,曲线延伸大大超出正常野外参数范围。对 DIC 曲线峰值利用幂函数拟合,与 n 的关系可用下式表示:

$$Q = 1.6n^{-0.8}$$

DIC 曲线真实的峰值用处不大,比较重要的是峰值出现处的相对深度。另一重要因素是垂向分辨力,它的定义是 DIC 曲线半宽度的倒数。

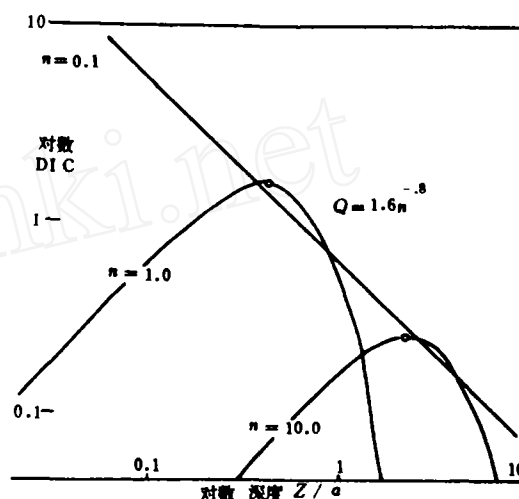


图 2 共线偶极—偶极装置 DIC 与 n 的关系图 (用双对数纸绘制)

最大 DIC 响应的深度

DIC 曲线峰值所在的深度与 n 的大小有关。它们的关系曲线也是一条指数曲线 (图 3)。拟合最佳的幂函数是

$$Z = .3n^{.4}$$

可以看出, n 增大, 勘探深度也增大。但这与老的“经验法则”实际上一样。该法则指出, 如果物体所在的深度等于 1 个偶极距, 则在 $n = 3$ 时, 响应最大。

垂向分辨力

如果以半宽度的倒数对 n 作图, 再次得到指数函数的关系如下:

$$R_v = .6n^{-.8}$$

我们知道埋藏浅的物体不难分辨,但不一定知道它遵循指数关系。它说明物体埋深小于1个偶极距比埋深大于1个偶极距能更好地被分辨。可是我们通常都不在 n 小于1的情况下进行野外测量。所以没有取得在这个围范围内的信息。

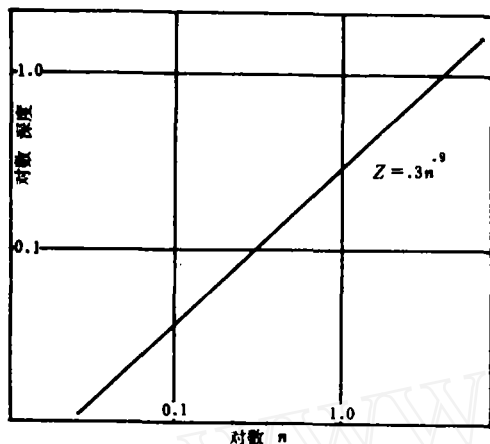


图3 最大DIC响应的深度

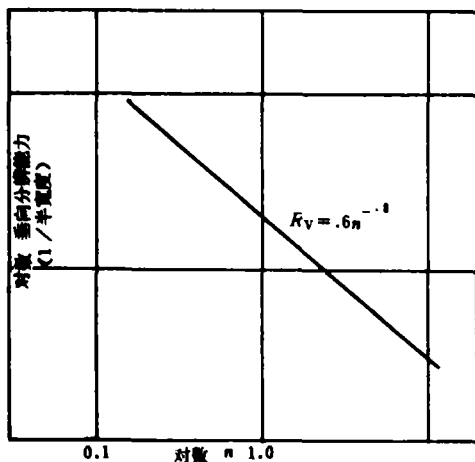


图4 垂向分辨率

DIC 指标

综上所述,偶极-偶极排列最主要的特点是受指数规律制约。电磁法勘探也有类似的特点。趋肤深度是频率的幂函数。因此在电磁测深的磁大地电流法或大地电流法中,采用很宽的频率范围。所以在偶极法中对偶极的间距应采用同样的做法。以便充分发挥方法的分辨能力。不过还要

考虑野外费用。不用说,不可能以经济方便的方式从 $n = .1$ 开始,一直测到 $n = 10$ 为止。在围岩导电性好的情况下, $n = 4$ 时,信噪比低,严重妨碍快速取得读数。不过在 n 小于1的测量中,读数快,费用合理。作者曾试验过偶极距 n 的多种组合,结果认为采用 $n = .1, .5, 1, 2, 3, 5$ 这套组合最经济。不在 n 大于5以上的偶极距情况下观测,而把时间花在读取 n 小于1时的读数。所得资料多了一个数量级。因为有了 $n = .1$ 和 $n = .5$ 的数据,使在双对数的断面图上多了过去没有的一个十进位的信息,可以构制比较完整的资料。

对数假断面图

用上节提出的一套 n 的组合,不仅在野外取得数据快,而且在假断面图上保持合理的等间距(图5)。所有各个 n 的数据点仍与发送和接收偶极对称,但 n 小于1的数据点与在发送机的哪一侧读数有关,所以数据点有向某一边偏斜的现象。这种情况是接收机位于发送机的左侧。如果接收机在发送机两侧测量,数据点相应地调整。

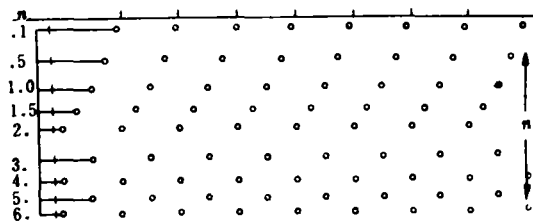


图5 对数假断面图

随着 n 的增大,数据点各行之间的垂直间距离缩小。地面与 $n = 1$ 那一行之间的空隙较大。如果没有测得在 n 小于1情况下的数据,就不可能知道这部分地层的情况。大家都知道,靠近地表这一薄层对深部勘探目标有屏蔽作用。要进行定量解释,就必须采用表层的真实值。在大多数情况下,在 n 小于1时取得的数据比较接近表层的真实值。

薄板和厚板的对数假断面图

图6是中心位于电极正下方的薄板和厚板的对数假断面图。仍然是我们熟悉的“裤腿”状,

不过现在底部呈钟形。有了 n 小于1的数据, 水平分辨力增大。不难确定板的半宽度。图7 是中心位于偶极中点正下方的薄板和厚板的假断面图。同样, 水平分辨力有改善。

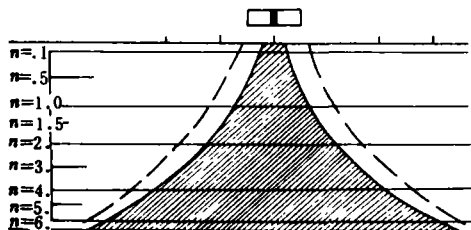


图6 中心位于电极下方的薄板/厚板

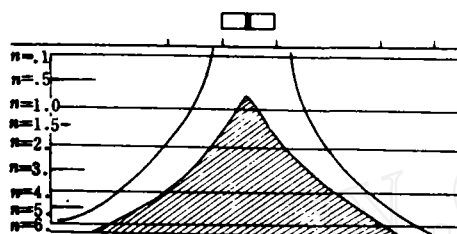


图7 中心位于偶极下方的薄板/厚板

等值线表示的对数的假断面图

图8 是用等值线表示的对数假断面图。有了 n 小于1的数据, 改善了垂向分辨力。 $n = 1$ 以上部份出现成层的显示, 这在常规测得的图中是看不到的, 因为不在 n 小于1的情况下测量。由于在 n 小于1的情况下测有数据, 可以帮助确定真实的背景值, 以便进行成果的定量解释。

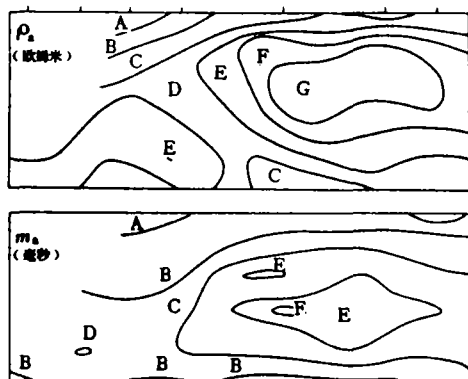


图8 偶极-偶极对数假断面图

图9 和图10是用施伦贝尔热电极排列测得的

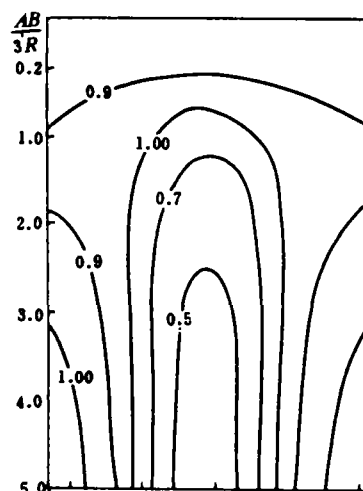


图9 施伦贝尔热排列的线性假断面图

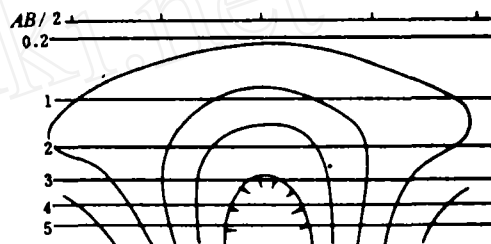


图10 施伦贝尔热排列对数假断面图

假断面图, 图9 是用线性比例尺绘制的, 图10是用双对数纸绘制的。

最后要强调的是, 偶极-偶极排列的本质是受指数或对数函数的控制。应纠正我们的看法, 要象在电磁法勘探中那样, 利用它的指数特征。希望在今后的工作中, 对数假断面的图示法能得到推广。

摘译自SEG 1980年第50届年会报告

作者 James B. Fink

(汪光照译, 刘德馨校)

