

在某矿区应用薄水槽模型实验的结果

冶金部北京地质研究所物探室直流电法组

薄水槽模型试验是北京地质学院参照苏联导电纸试验原理提出来的,其原理及试验技术已在直流电法勘探规范中发表。我们于63年底开始此项工作,64年与吉林有色局物探队配合,在某矿区结合现场需要进行工作,取得了一些结果。觉得这种模型实验工作对于电剖面法异常的推断解释很有帮助,同时设备简单轻便,宜于现场使用。在工作中也发现了一些问题,分述如下供参考。

一、复合断面异常

当断层附近没有干扰体时,其异常容易识别,断层位于厚层低阻体边部及中部时,引起综合异常。因此,根据异常不易分辨是否有断层存在,应用薄水槽模拟实验,有助于异常解释。举两个例子说明。

1.图1是通过1号岩体8线的联合剖面法实测曲线

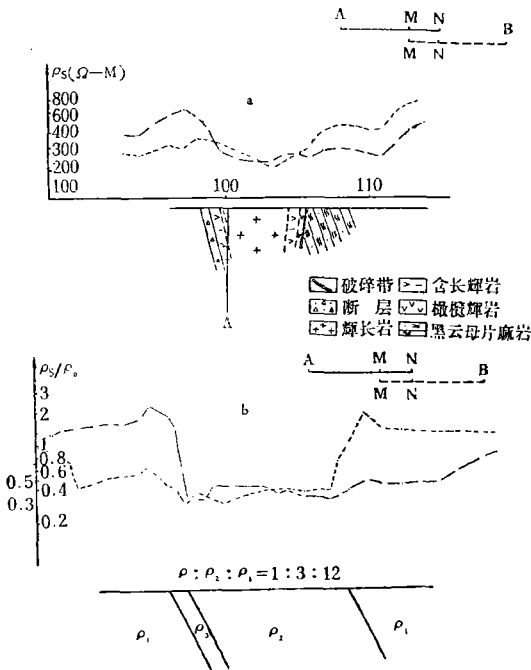


图1 a.实测曲线; b.模型实验曲线

线,在98—107号点范围内,出现了视电阻率低值带及两个正交点,由于岩体的电阻率较围岩低,所以异常主要受岩体的影响。岩体向北东倾斜,下盘有一低阻断层,现在的的问题是:岩体上方为什么出现两个正交点?异常曲线除受岩体的影响外,是否还受断层影响?

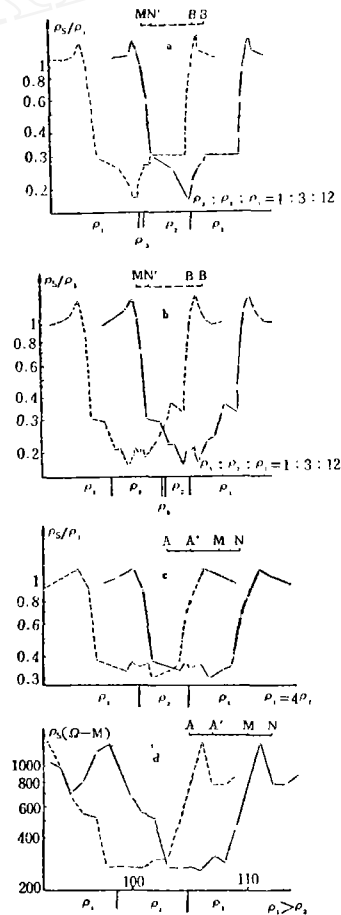


图2 a、b、c—实验曲线; d—某岩体五
四极剖面 ρ_s 曲线

根据设想的地电断面，模拟了岩体及断层的复合模型，并用相应的装置及极距进行观测，其曲线如图1b与实测曲线完全近似，在单纯的岩体上方，曲线只有一个交点，而复合的模型及实际断面上均有两个正交点，99号点的正交点主要是断层引起的，它不位于断层上方，而略向断层倾斜方向位移。根据模拟实验结果认为，实测曲线除受岩体影响外，还受断层的影响，而且断层的位置及产状将和模拟实验的断面近似。

2. 图2d所示某岩体五四线之偶极电剖面法实测异常曲线，主要反映了厚层低阻体，其厚度大于 $\overline{OO}$ ，而小于 $\overline{AN}$ ，远离正交点并在它的北西方向上有一断层。现在的问题是在厚层低阻体的边部及中部，是否有低阻断层存在该断层是否通过这条剖面，根据矿区断层及地层的电性情况以及实测曲线，模拟了 $\rho_3:\rho_2:\rho_1=1:3:12$ 的断面2个， $\rho_2:\rho_1=1:4$ 的断面一个，相当于下述三种情况（1）厚层边部有断层；（2）厚层中部有断层；（3）厚层中部及边部均没有断层。采用相应极距观测，结果如图2a、b、c所示，对比模拟实验及实测曲线，实测曲线只与图2c近似，故可推定实测曲线中不反映断层。

目前联合剖面法的模型实验曲线较少，某些断面的异常曲线计算起来较麻烦，有的断面还不能计算。但应用薄水槽模拟实验，紧密配合野外异常的解析，是有帮助的。

二、构制低阻层的模型宽度问题

在工作中曾经构制了电阻率为围岩 $1/12$ 的直立低

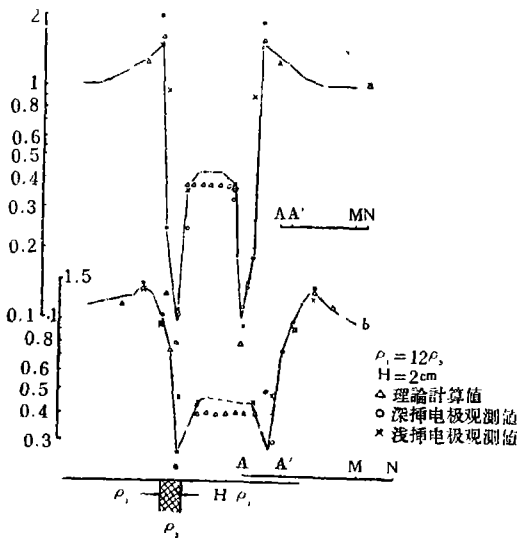


图 3

阻层模型，层厚 20 毫米、围岩的水层厚 3 毫米、低阻层的水层厚 36 毫米，理论计算和实测值对比如图 3。由图可以看出，在异常曲线两个尖洼的范围内，观测值普遍比理论计算值高，其原因：图 4 表示薄水槽观测剖面附近垂直断面上电流线的分布，由图看出，代表低阻层的水层表面附近，电流线密集，深处较稀，愈往深处愈稀，在层厚（H）一定时，水层高度 h 超过一定限度，深部（特别是深部边缘）电流线很少或没有穿过，代表低阻层的观测面范围内电流线的分布是不均匀的。

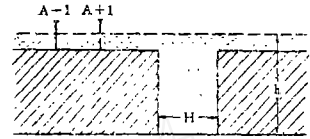


图 4

所以，当 H 一定时，h 超过一定限度，深处的水层就不能按设计的要求发生等效的作用，例如，这时我们虽构制了一个电阻率比围岩小 12 倍的低阻层，但它实际上只代表电阻率比围岩小于 12 倍的低阻等效层，这就是为什么理论计算值低于实测值的原因。因此，当模拟的低阻层厚度 H 一定时，它与围岩的电阻率差异有一定的限制。反过来，当构制的低阻层电阻率与围岩的比值一定时，层的厚度必须大于一定限度。否则水层厚度的比值关系不代表电阻率的比值关系。

三、电极入水深度的问题

当模拟的低阻层出露地面时，在不同电阻率的岩层接触面上，亦即在不同水层厚度的交界面上，电极入水深度有两种可能，如图 5 所示，一是插到薄水层底部，另一是插到厚水层底部，这两种插法所得之电位差（ΔV）值是不同的。界面两侧水层厚度相差愈大，电位差值差别愈大。为了对比，将正装置两种插法所得之 ρ_s/ρ_0 值及理论计算值均画在图 3、6、7 中，从图上可以看到下列现象：

1. N 极位于左界面或 A 极位于右

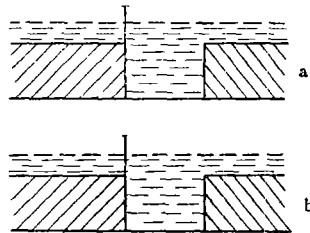


图 5

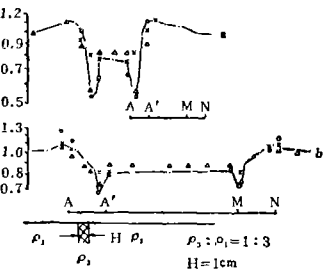


图 6

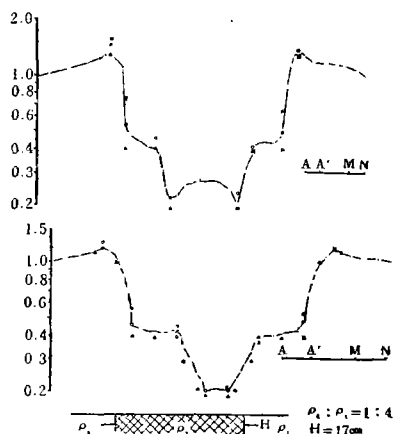


图 7

界面

当 $H < \overline{OO'}$ 时

$$\Delta V_{\text{浅}} \approx \Delta V_{\text{理}} < \Delta V_{\text{深}}$$

$\Delta V_{\text{浅}}$ —在界面之电极插浅时所得的电位差,

$\Delta V_{\text{深}}$ —在界面之电极插深时所得的电位差,

$\Delta V_{\text{理}}$ —理论计算的电位差。

(在研究上述三者电位差关系时,考虑到实验观测均方相对误差为 4.6%,故两者相对误差小于 5% 时,即认为两者近似。)

2. N 极位于右界面或 A' 极位于左界面

当 $H < \overline{OO'}$ 时, $\Delta V_{\text{理}} < \Delta V_{\text{浅}} < \Delta V_{\text{深}}$

$H > \overline{OO'}$ 时, $\Delta V_{\text{理}} < \Delta V_{\text{深}} = \Delta V_{\text{浅}}$

3. M 极位于左界面或 A' 极位于右界面;

$$\Delta V_{\text{理}} < \Delta V_{\text{深}} < \Delta V_{\text{浅}}$$

4. M 极位于右界面或 A' 极位于左界面;

当 H 小于一定限度, $H < \overline{OO'}$ 时,

$$\Delta V_{\text{深}} < \Delta V_{\text{浅}} \approx \Delta V_{\text{理}}$$

$H > \overline{OO'}$ 时,

$$\Delta V_{\text{理}} \approx \Delta V_{\text{浅}} \approx \Delta V_{\text{深}}$$

为什么有的 $\Delta V_{\text{浅}} > \Delta V_{\text{深}}$, 有的 $\Delta V_{\text{深}} > \Delta V_{\text{浅}}$?

电极位于不同水层厚度交界面上时,入水深度不同所得之电位差值不一样,其原因正像图 4 所示,在电极插入的方向上,电流密度不一样,电位也不一

样。

图 8: $\overline{MN} > H$ 时测量电极 M、N 位于界面上的四种情况: 设 A' 为电源之正极, A 为负极, 因之 $V_M > V_N$ (V_M 为 M 极之电位, V_N 为 N 极之电位)。

在图 8a、c 中, N 极深插时, 电极既与高电位的水层上部接触, 又和低电位的水层下部接触, 在电极上所得之电位 $V_{N\text{深}}$ 将比电极浅插时所得之电位 $V_{N\text{浅}}$ 低, $V_{N\text{深}} < V_{N\text{浅}}$,

由于

$$\Delta V_{N\text{浅}} = V_M - V_{N\text{浅}}$$

$$\Delta V_{N\text{深}} = V_M - V_{N\text{深}}$$

$$\text{则 } \Delta V_{N\text{深}} > \Delta V_{N\text{浅}}$$

同理, 在图

8b、d 中 $\Delta V_{M\text{浅}} >$

$$\Delta V_{M\text{深}}$$

根据互换原理可以推论; 在薄水槽实验中, 模拟的低阻层出露地面, 偶极电剖面法的电

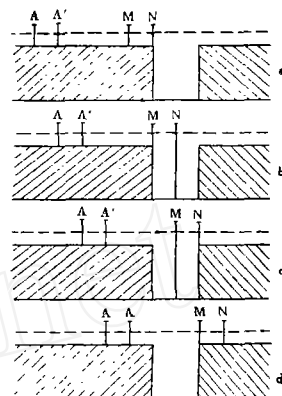


图 8

极位于界面上时, 不论 $\overline{MN}$ 与 H 的比值为何, 电极 A' 或 M 浅插所得之 ΔV 值较深插的大, 而 N 极浅插所得之 ΔV 值比深插的小。

薄水槽的任务是模拟等效地电断面, 使观测的视电阻率值与实际近似, 现在的问题是电极怎样插法所得电位差值才与理论计算的近似, 根据上述的四种现象认为; 在一般情况下, 不管电极是否位于界面上, 均须使 A 与 A' 插入的深度一样, M 与 N 极插入的深度一样, 而且一般的说, 当 $H > \overline{OO'}$ 时, $\Delta V_{\text{深}} = \Delta V_{\text{浅}}$ 。当 M 极位于左界面或 A' 位于右界面时, 浅插及深插所得电位差值均比理论值高, 但 $\Delta V_{M\text{深}}$ 较接近理论值, 因此这时 M 极或 A' 极必须深插; N 极位于右界面或 A 位于左界面且 $H < \overline{OO'}$ 时 $\Delta V_{\text{理}} < \Delta V_{\text{浅}} < \Delta V_{\text{深}}$, 这时浅插电极所得电位差值与理论计算值较接近。