

对复杂地电断面上的联合剖面曲线的处理方法

尹 东 洲

根据室内和野外的实验资料,提出某些消除围岩电性不均对联合剖面曲线干扰的方法。

一、方法的实质

在复杂地电断面上,每个测点的电场强度是给定点源电荷和所有组成复杂断面的各电性体(矿与非矿地质体)感应电荷系所产生的合成场的强度,它和每个电性体单独产生的电场相对值的乘积类似,可由以下经验公式表达:

$$\frac{\rho_{\text{复}}}{\rho_{0\text{复}}} = \frac{\rho_{s1}}{\rho_{01}} \cdot \frac{\rho_{s2}}{\rho_{02}} \cdots \frac{\rho_{sn}}{\rho_{0n}} \quad (1)$$

式中 $\rho_{\text{复}}$ ——复杂断面的视电阻率 ρ_s ;
 $\rho_{0\text{复}}$ ——复杂断面周围介质的电阻率; ρ_{s1} 、
 $\rho_{s2} \cdots \rho_{sn}$ ——分别为组成复杂断面的各简单断面相应测点的视电阻率; ρ_{01} 、 $\rho_{02} \cdots \rho_{0n}$ ——分别为这些简单断面周围介质的电阻率。

在薄水层槽上分别测得高、低电阻地质体的联合剖面曲线(图1之A、B),应用(1)式计算出二者综合的剖面曲线,其结果与实测曲线吻合(图1之C)。

在野外实际上不易求得周围岩石的电阻率(即 $\rho_{0\text{复}}$ 、 ρ_{01} 、 $\rho_{02} \cdots \rho_{0n}$),对联合剖面来讲,采用 ρ_s 比值法较好,并可消除局部表层电性不均匀的干扰。若复杂断面是

由矿体 ($\rho_{\text{矿}}^{(B)}$) 和大、小干扰体 ($\rho_{\text{干(大)}}^{A(B)}$) 及 ($\rho_{\text{干(小)}}^{A(B)}$) 组成,根据(1)式可写为:

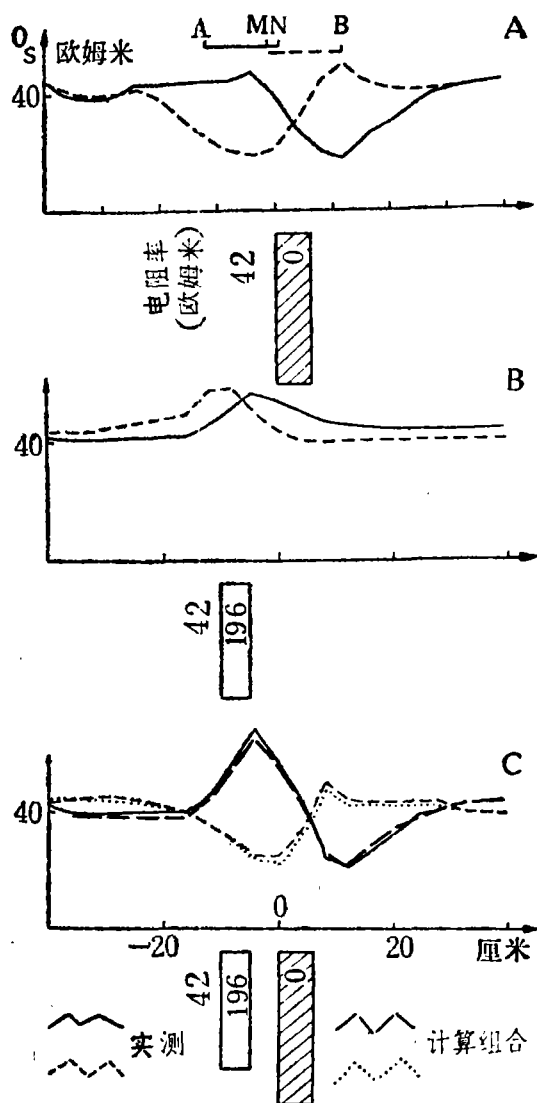


图 1

$$\left. \begin{aligned} \frac{\rho_{\text{复}}^A}{\rho_{0\text{复}}^A} &= \frac{\rho_{\text{矿}}^A}{\rho_{0\text{矿}}^A} \cdot \frac{\rho_{\text{干(大)}}^A}{\rho_{0\text{干(大)}}^A} \cdot \frac{\rho_{\text{干(小)}}^A}{\rho_{0\text{干(小)}}^A} \\ \frac{\rho_{\text{复}}^B}{\rho_{0\text{复}}^B} &= \frac{\rho_{\text{矿}}^B}{\rho_{0\text{矿}}^B} \cdot \frac{\rho_{\text{干(大)}}^B}{\rho_{0\text{干(大)}}^B} \cdot \frac{\rho_{\text{干(小)}}^B}{\rho_{0\text{干(小)}}^B} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

对于很小的（相对电极距而言）干扰体，在它范围以外，电力线分布正常，畸变甚微，

故 $j_{MN(\text{外})}^A = j_{MN(\text{外})}^B$ ，当测量电极进入小干扰体的范围，也同样有 $j_{MN(\text{内})}^A = j_{MN(\text{内})}^B$ ，而：

$$\left. \begin{aligned} \rho_{\text{干(小)}}^A &= \frac{j_{MN}^B}{j_0} \rho_0 \\ \rho_{\text{干(小)}}^B &= \frac{j_{MN}^A}{j_0} \rho_0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\text{故：} \quad \rho_{\text{干(小)}}^A / \rho_{\text{干(小)}}^B = 1$$

$$\text{令：} \quad F_A = \rho_s^A / \rho_s^B,$$

$$F_B = \rho_s^B / \rho_s^A,$$

则

$$F_{\text{复}}^A = \frac{\rho_{\text{复}}^A}{\rho_{\text{复}}^B} = \frac{\frac{\rho_{\text{矿}}^A}{\rho_{0\text{矿}}^A} \cdot \frac{\rho_{\text{干(大)}}^A}{\rho_{0\text{干(大)}}^A} \cdot \frac{\rho_{\text{干(小)}}^A}{\rho_{0\text{干(小)}}^A}}{\frac{\rho_{\text{矿}}^B}{\rho_{0\text{矿}}^B} \cdot \frac{\rho_{\text{干(大)}}^B}{\rho_{0\text{干(大)}}^B} \cdot \frac{\rho_{\text{干(小)}}^B}{\rho_{0\text{干(小)}}^B}} = \frac{\rho_{\text{矿}}^A \cdot \rho_{\text{干(大)}}^A}{\rho_{\text{矿}}^B \cdot \rho_{\text{干(大)}}^B} = F_{\text{矿}}^A \cdot F_{\text{干(大)}}^A \quad (4)$$

$$\text{同理：} \quad F_{\text{复}}^B = F_{\text{矿}}^B \cdot F_{\text{干(大)}}^B$$

由（4）式可见，通过F曲线的转换，虽然在一定程度上可以消除局部的小干扰体的影响，但对于大干扰体的影响仍不能消除，因此有必要探讨别的途径。

被掩盖的大干扰体在形状、产状、电阻率差异上通常是多种多样的，即便采用模型实验的方法也免不了带入某些不符合实际的主观臆断。根据（4）式，若能取得大干扰体的 ρ_s 曲线，就可用下式进行改正：

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{矿}}^A &= F_{\text{复}}^A / F_{\text{干}}^A \\ F_{\text{矿}}^B &= F_{\text{复}}^B / F_{\text{干}}^B \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

在某些地区，相邻各条剖面的地质条件基本一致（如界面位置、岩层倾角、浮土厚度等）。只是在某些剖面有矿，而在另一些

剖面无矿，在这样的条件下，则可选择已知的或是推断依据比较充足的无矿剖面，去对所有剖面按（5）式进行改正。由于剖面

的条件相似,所用电极距相同,只要被探索的矿体在相邻测点具有相关性(这是我们所需要的条件),经过上述改正后,大干扰体的影响可以消除,使矿异常明显地反应出来。在条件合适的地区,当直接采用 ρ_s 作改正时,因剖面上的局部变化是随机性的,其 ρ_s 变化在相邻测点之间互不相关,故对矿异常的影响不大,经过改正后,同样可突出矿异常。

二、模型实验

在薄水层槽上构造复杂断面,并在0号点上埋设矿体(铜板),测得其联合剖面曲线见图2B、B',将矿体去掉后测得的联合剖面曲线见图2A、A'。当按(4)式和(5)式用A、A'无矿剖面对B、B'有矿剖面进行改正,得到图2中C、C'的曲线。从改正前后的结果对比看出,矿体旁侧的大干扰体已在改正后消除,在C、C'剖面上明显地反应出矿异常。

由于在野外不可能得到似B、B'的无矿剖面,实际上相邻的有矿剖面和无矿剖面之间,除了有无矿体这一差别外,总会有局部的电性差异存在。这些局部的变化若如图2的条件,经由图2A'剖面改正B剖面,甚至当使A'和B剖面之界面位置不一致而向小号

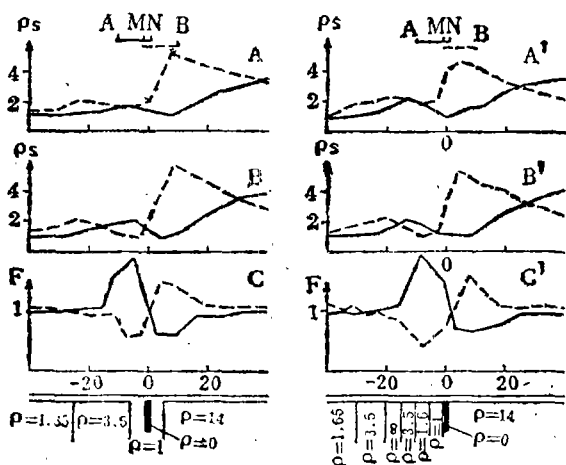


图2

A, A'—无矿时的 ρ_s 曲线; B, B'—有矿时的 ρ_s 曲线;
C, C'—经改正后的 ρ_s 曲线

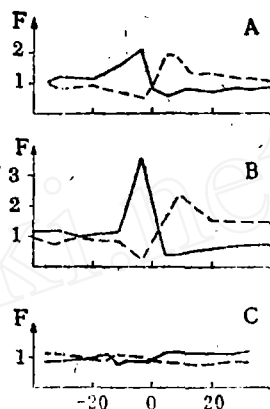


图3

点位移4厘米(即两个测点),改正结果仍能突出矿异常(见图3之A、B),而采用图2A'去改正A剖面时,因均为无矿剖面,故改正结果未显示矿异常的存在(图3之C)。

为了进一步验证上述改正方法,在土槽内进行了模型实验。图4A在3、4号剖面的0号点附近埋设了一块 30×10 厘米的薄铜板,埋深 $h=5$ 厘米,由于旁侧花岗岩高阻界面的干扰影响,联合剖面异常不明显,矿交点受高阻屏障影响向左位移,曲线的形态与无矿的1、2、5、6号剖面相似,实际上不易区别有无矿体存在。由于四条无矿剖面的局部条件各各相异, ρ_s 剖面反应也有所不同,如1线的浮土较厚,界面异常反应不明显,尽管如此,用无矿的1、2、5、6等剖面分别对其余五条剖面进行改正,改正结果(图4之B、C、D、E)都反应了界面干扰被消除,突出了矿异常,并能与无矿剖面相区别。

另外,考虑到矿异常具有一定规则的形态,前后测点测得的值其相关性比较密切,而干扰讯号具有随机性,前后测点上的相关性比较弱,且与矿异常互不相关。因此为滤除随机干扰,提高矿异常和干扰的信噪比,尽可能用条件近似的多条无矿剖面对所有未知剖面进行改正,并将多次重复改正的结果给予平均,其结果将比单次改正为佳(图4之F)。

三、野外实验

某区由大理岩(高阻)→夕卡岩(低

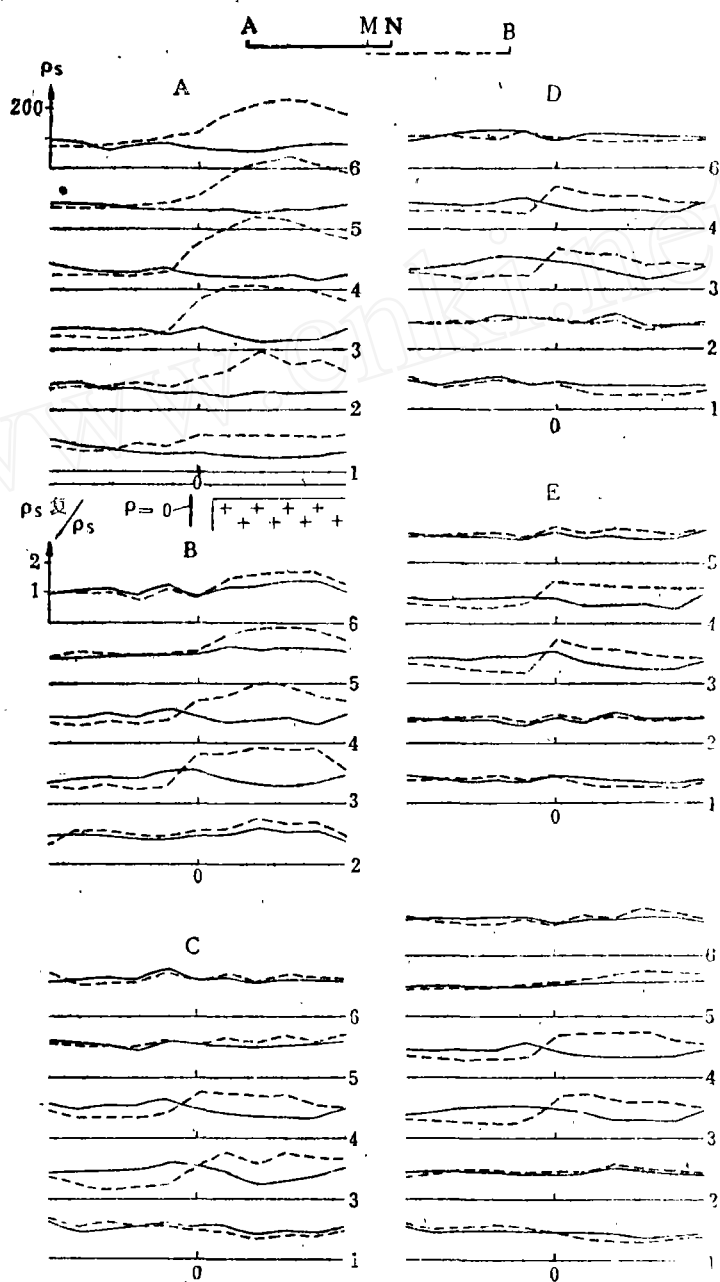


图4

A—未经改正的 ρ_s 曲线； B, C, D, E—分别用1, 2, 5, 6线 ρ_s 值改正； F—改正后的 ρ_s 平均值并转换为F曲线。

阻)→石英闪长玢岩(电阻率略高于夕卡岩)组成,铜矿体主要产于夕卡岩中。在图5的2、3、4测线上的含矿夕卡岩中均含有15~20%的金属矿物,第1测线位于矿带之西部,有夕卡岩但不含矿,夕卡岩的宽度较大。

在这四条测线上测得的联合剖面曲线见图5中图A,由于受地形和左侧大理岩高阻界

面的影响,未能反映矿体的存在。经过地形改正后,再用1测线无矿剖面对2、3、4测线作改正,结果很明显地反应出矿交点异常(图5中B)。应当指出,该处已经过一次地形改正,并且用1号测线无矿剖面作改正剖面并不理想(因夕卡岩变宽)。所以在条件合适的地区,应该多用几条无矿剖面来进行改正,多

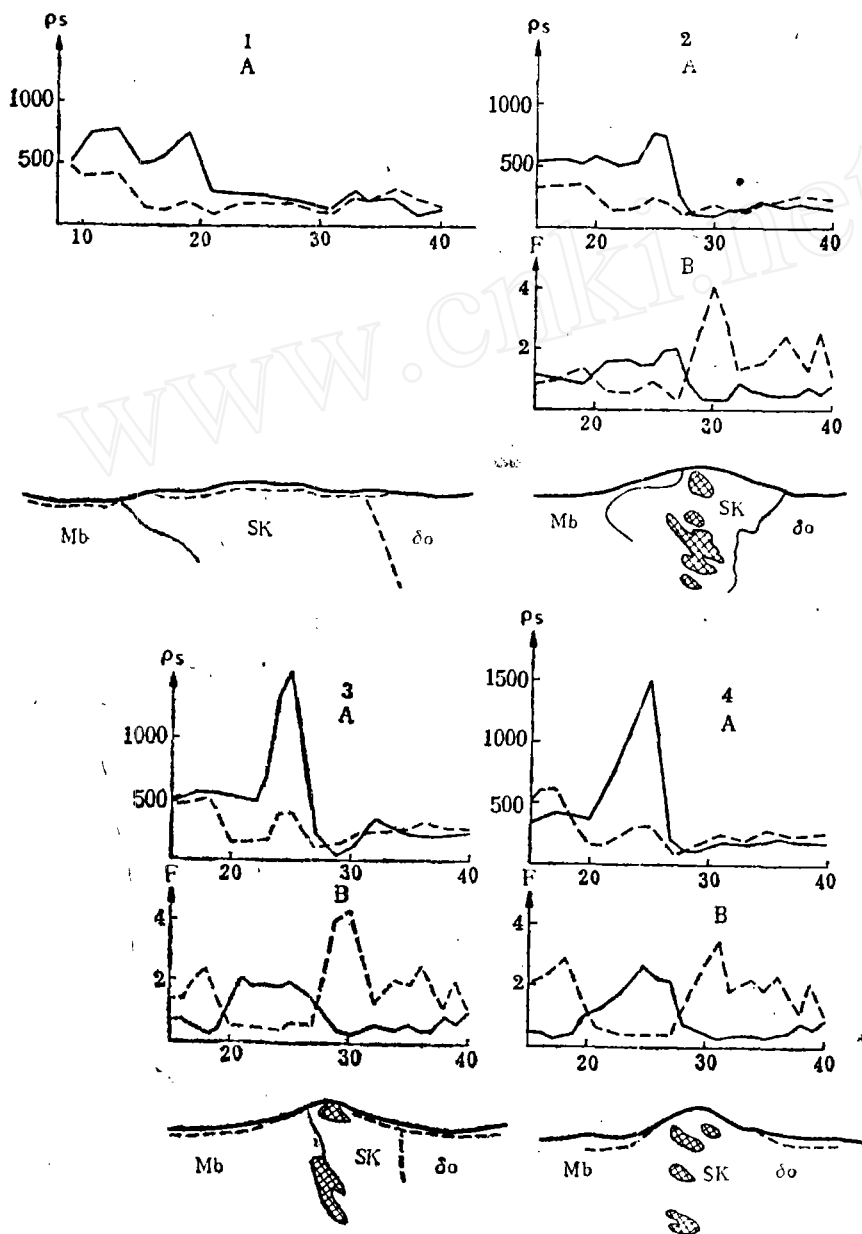


图 5

Mb—大理岩；SK—夕卡岩； δo —石英闪长玢岩(以网格表示的为矿体)

次滤除干扰，以便判别有无矿异常的存在。

结 论

综上所述，说明利用条件基本相似的非矿剖面对未知剖面改正时，当有矿体存在，可消除干扰，显出矿异常。所显示的矿异常的明显程度将依赖于讯号(矿异常)噪声(干扰异常)比的大小。由于局部干扰的随

机性，应用多条非矿剖面对未知剖面改正并取其平均值，将使信噪比得到适当的提高。

根据(1)式和(4)式的关系，我们还可把野外实测结果和模拟的矿异常(或矿异常的理论曲线)给予组合或分解，为检验方法的有效性和解释推断过程提供线索，能够简化模拟工作。